Mekanikako Ariketak

Zinematika

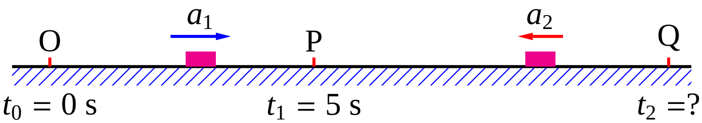
Oscar Ecenarro
oscar.ecenarro@ehu.es

Edukia

ZTF-FCT

$\boxed{\mathbf{1}}$ Lerro zuzenean higitzen ari den partikula baten azelerazioa 3 m/s^2 da. Azelerazioaren iraupena 5 s da, eta hasierako aldiunean partikula pausagunean dago. Ondoren, -2 m/s^2-ko azelerazioa aplikatzen zaio partikula geldiarazi arte. Kalkula ezazu partikulak egindako ibilbidearen luzera hasierako aldiunetik.

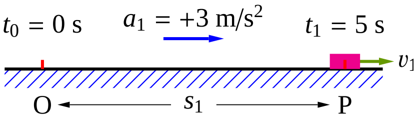
Datuak: $\overline{\mathrm{OP}} = s_1$, $\overline{\mathrm{PQ}} = s_2$, $a_1 = +3$ m/s^2, $a_2 = -2$ m/s^2.



Ebazpena

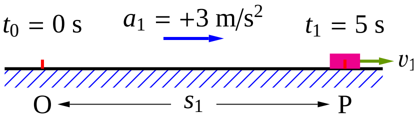
Aurkibidea

$\overline{\mathrm{OP}}$ bide-zatia



Enuntziatua
$\overline{\mathrm{PQ}}$ zatira

$\overline{\mathrm{OP}}$ bide-zatia

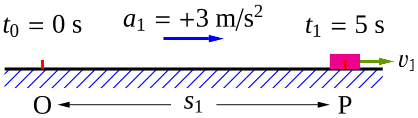


- Higidura uniformeki azeleratua: $a_1 = +3$ m/s^2

Enuntziatua
$\overline{\mathrm{PQ}}$ zatira

ZTF-FCT

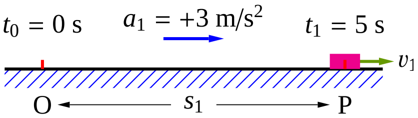
$\overline{\mathrm{OP}}$ bide-zatia



- Higidura uniformeki azeleratua: $a_1 = +3$ m/s^2
- Erabili beharreko ekuazioak:

Enuntziatua
$\overline{\mathrm{PQ}}$ zatira

$\overline{\mathrm{OP}}$ bide-zatia

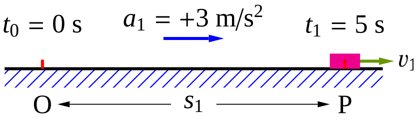


- Higidura uniformeki azeleratua: $a_1 = +3$ m/s^2
- Erabili beharreko ekuazioak:

$$v = v_{01} + a_1 t$$

Enuntziatua
$\overline{\mathrm{PQ}}$ zatira

$\overline{\text{OP}}$ bide-zatia



- Higidura uniformeki azeleratua: $a_1 = +3$ m/s^2
- Erabili beharreko ekuazioak:

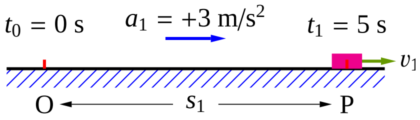
$$v = v_{01} + a_1 t$$

$$s = s_0 + v_{01} t + \frac{1}{2} a_1 t^2$$

Enuntziatua
$\overline{\text{PQ}}$ zatira

ZTF-FCT

$\overline{OP}$ bide-zatia

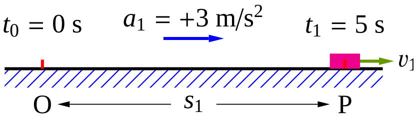


- Higidura uniformeki azeleratua: $a_1 = +3$ m/s^2
- Erabili beharreko ekuazioak:

$$
\begin{aligned}
v &= v_{01} + a_1 t \\
s &= s_0 + v_{01} t + \tfrac{1}{2} a_1 t^2 \\
v^2 &= v_{01}^2 + 2 a_1 s
\end{aligned}
$$

Enuntziatua
$\overline{PQ}$ zatira

$\overline{\mathrm{OP}}$ bide-zatia

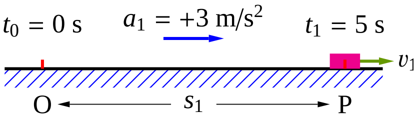


- Higidura uniformeki azeleratua: $a_1 = +3$ m/s^2
- Erabili beharreko ekuazioak:

$$\begin{aligned} v &= v_{01} + a_1 t \\ s &= s_0 + v_{01} t + \tfrac{1}{2} a_1 t^2 \\ v^2 &= v_{01}^2 + 2 a_1 s \end{aligned} \quad \rightarrow \quad v_1 = \cancel{v_{01}} + 3 \times 5 = 15 \text{ m/s}$$

◂ Enuntziatua ▸ $\overline{\mathrm{PQ}}$ zatira

$\overline{\mathrm{OP}}$ bide-zatia



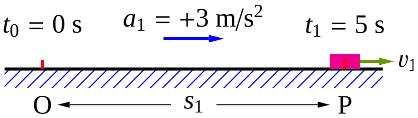
- Higidura uniformeki azeleratua: $a_1 = +3$ m/s^2
- Erabili beharreko ekuazioak:

$$
\begin{aligned}
v &= v_{01} + a_1 t & & & v_1 &= \cancel{v_{01}} + 3 \times 5 = 15 \text{ m/s} \\
s &= s_0 + v_{01} t + \tfrac{1}{2} a_1 t^2 & &\rightarrow & s_1 &= \cancel{s_0} + \cancel{v_{01} t_1} + \tfrac{1}{2} 3 \times 5^2 = 37.5 \text{ m} \\
v^2 &= v_{01}^2 + 2 a_1 s & & & &
\end{aligned}
$$

Enuntziatua

$\overline{\mathrm{PQ}}$ zatira

$\overline{\text{OP}}$ bide-zatia



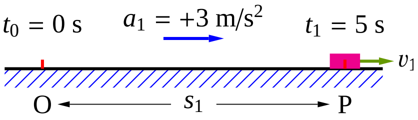
- Higidura uniformeki azeleratua: $a_1 = +3$ m/s^2
- Erabili beharreko ekuazioak:

$$\begin{aligned} v &= v_{01} + a_1 t \\ s &= s_0 + v_{01} t + \tfrac{1}{2} a_1 t^2 \\ v^2 &= v_{01}^2 + 2 a_1 s \end{aligned} \quad \longrightarrow \quad \begin{aligned} v_1 &= \cancel{v_{01}} + 3 \times 5 = 15 \text{ m/s} \\ s_1 &= \cancel{s_0} + \cancel{v_{01} t_1} + \tfrac{1}{2} 3 \times 5^2 = 37.5 \text{ m} \\ &\text{Ez da behar} \end{aligned}$$

Enuntziatua
$\overline{\text{PQ}}$ zatira

ZTF-FCT

$\overline{\text{OP}}$ bide-zatia



- Higidura uniformeki azeleratua: $a_1 = +3$ m/s^2
- Erabili beharreko ekuazioak:

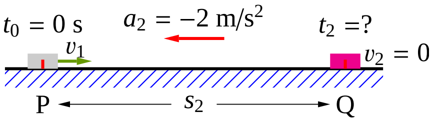
$$
\begin{aligned}
v &= v_{01} + a_1 t & & & v_1 &= \cancel{v_{01}} + 3 \times 5 = 15 \text{ m/s} \\
s &= s_0 + v_{01} t + \tfrac{1}{2} a_1 t^2 & &\longrightarrow & s_1 &= \cancel{s_0} + \cancel{v_{01} t_1} + \tfrac{1}{2} 3 \times 5^2 = 37.5 \text{ m} \\
v^2 &= v_{01}^2 + 2 a_1 s & & & & \text{Ez da behar}
\end{aligned}
$$

Laburki: $\boxed{v_1 = 15 \text{ m/s},\ s_1 = 37.5 \text{ m}}$

Enuntziatua $\overline{\text{PQ}}$ zatira

ZTF-FCT

$\overline{PQ}$ bide-zatia

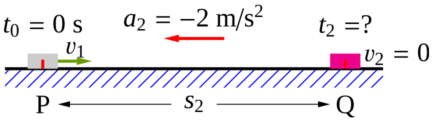


Enuntziatua

Amaiera

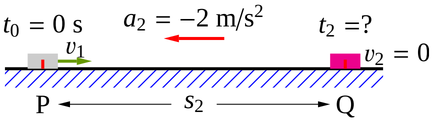
Aurkibidea

$\overline{PQ}$ bide-zatia



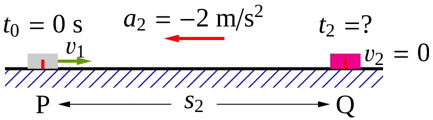
- Higidura uniformeki azeleratua: $a_2 = -2$ m/s^2

$\overline{PQ}$ bide-zatia



- Higidura uniformeki azeleratua: $a_2 = -2$ m/s^2
- Erabili beharreko ekuazioak:

$\overline{\text{PQ}}$ bide-zatia

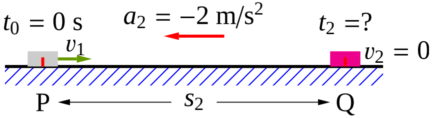


- Higidura uniformeki azeleratua: $a_2 = -2$ m/s^2
- Erabili beharreko ekuazioak:

$$v = v_{02} + a_2 t$$

Enuntziatua Amaiera Aurkibidea

$\overline{PQ}$ bide-zatia



- Higidura uniformeki azeleratua: $a_2 = -2$ m/s^2
- Erabili beharreko ekuazioak:

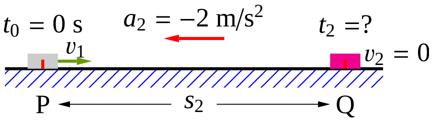
$$v = v_{02} + a_2 t$$

$$s = s_0 + v_{02} t + \frac{1}{2} a_2 t^2$$

Enuntziatua Amaiera Aurkibidea

ZTF-FCT

$\overline{PQ}$ bide-zatia



- Higidura uniformeki azeleratua: $a_2 = -2$ m/s^2
- Erabili beharreko ekuazioak:

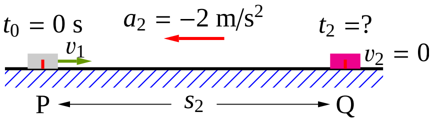
$$v = v_{02} + a_2 t$$

$$s = s_0 + v_{02} t + \frac{1}{2} a_2 t^2$$

$$v^2 = v_{02}^2 + 2 a_2 s$$

Enuntziatua
Amaiera
Aurkibidea

$\overline{PQ}$ bide-zatia



•Higidura uniformeki azeleratua: $a_2 = -2$ m/s^2
•Erabili beharreko ekuazioak:

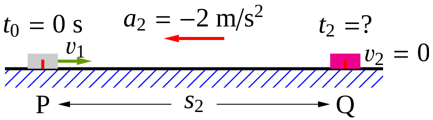
$$v = v_{02} + a_2 t \qquad 0 = 15 + (-2) \times t_2 = 0 \ \rightarrow \ t_2 = 7.5 \text{ s}$$

$$s = s_0 + v_{02} t + \frac{1}{2} a_2 t^2 \ \rightarrow$$

$$v^2 = v_{02}^2 + 2 a_2 s$$

◂ Enuntziatua ▸ Amaiera ▸ Aurkibidea

$\overline{PQ}$ bide-zatia



•Higidura uniformeki azeleratua: $a_2 = -2$ m/s^2
•Erabili beharreko ekuazioak:

$$v = v_{02} + a_2 t \qquad 0 = 15 + (-2) \times t_2 = 0 \;\rightarrow\; t_2 = 7.5 \text{ s}$$

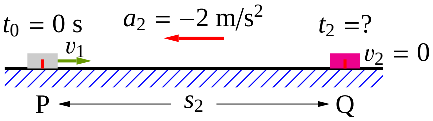
$$s = s_0 + v_{02} t + \frac{1}{2} a_2 t^2 \;\rightarrow\; s_2 = \cancel{s_0} + 15 \times 7.5 + \frac{1}{2}(-2) \times 7.5^2 = 56.25 \text{ m}$$

$$v^2 = v_{02}^2 + 2 a_2 s$$

Enuntziatua Amaiera Aurkibidea

ZTF-FCT

$\overline{PQ}$ bide-zatia



- Higidura uniformeki azeleratua: $a_2 = -2$ m/s^2
- Erabili beharreko ekuazioak:

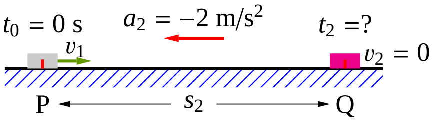
$$v = v_{02} + a_2 t \qquad 0 = 15 + (-2) \times t_2 = 0 \;\rightarrow\; t_2 = 7.5 \text{ s}$$

$$s = s_0 + v_{02} t + \frac{1}{2} a_2 t^2 \;\rightarrow\; s_2 = \cancel{s_0} + 15 \times 7.5 + \frac{1}{2}(-2) \times 7.5^2 = 56.25 \text{ m}$$

$$v^2 = v_{02}^2 + 2 a_2 s \qquad \text{Ez da behar}$$

Enuntziatua Amaiera Aurkibidea

$\overline{\mathrm{PQ}}$ bide-zatia



- Higidura uniformeki azeleratua: $a_2 = -2$ m/s^2
- Erabili beharreko ekuazioak:

$$v = v_{02} + a_2 t \qquad\qquad 0 = 15 + (-2) \times t_2 = 0 \;\rightarrow\; t_2 = 7.5 \text{ s}$$

$$s = s_0 + v_{02} t + \tfrac{1}{2} a_2 t^2 \;\rightarrow\; s_2 = \cancel{s_0} + 15 \times 7.5 + \tfrac{1}{2}(-2) \times 7.5^2 = 56.25 \text{ m}$$

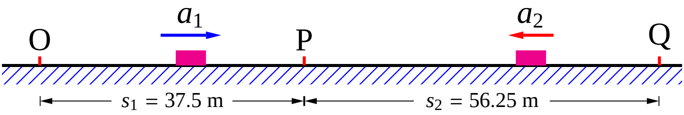
$$v^2 = v_{02}^2 + 2 a_2 s \qquad\qquad \text{Ez da behar}$$

Laburki: $\boxed{s_2 = 56.25 \text{ m}}$

Enuntziatua Amaiera Aurkibidea

ZTF-FCT

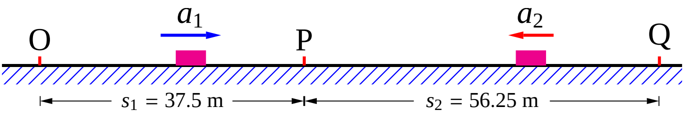
Amaiera



Enuntziatua

Aurkibidea

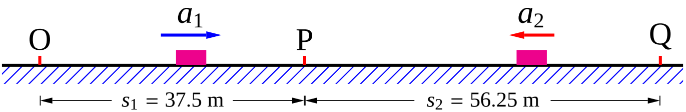
Amaiera



- Guztira:

Enuntziatua
Aurkibidea

Amaiera



- Guztira:

$$\boxed{s = s_1 + s_2 = 93.75 \text{ m}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

2 10 m/s-ko abiaduraz igoten ari den eta 300 m-ko altueran dagoen globo batetik, lasta-saku bat erortzen utzi da.

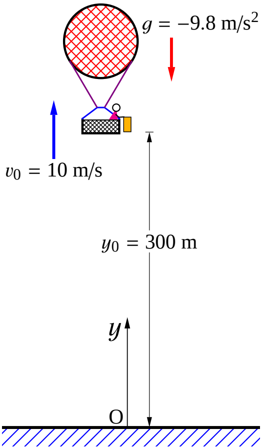
(a) Zein altueraraino igoko da lasta-sakua?

(b) Kalkula itzazu sakuaren abiadura eta altuera 5 s erortzen utzi ondoren.

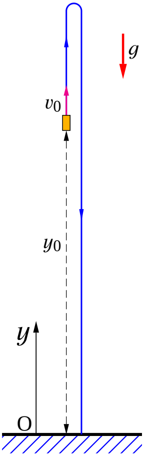
(c) Zenbat denbora emango du sakuak lurreraino iristeko?

Ebazpena

Aurkibidea

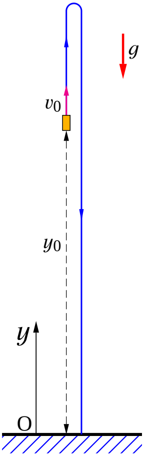


•Higidura uniformeki azeleratua: $a = g = -9.8\ \mathrm{m/s^2}$



◂ Enuntziatua ▸ (c) atalera

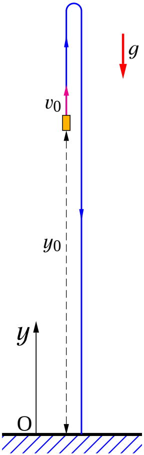
- Higidura uniformeki azeleratua: $a = g = -9.8\ \mathrm{m/s^2}$
- Erabili beharreko ekuazioak:



Enuntziatua (c) atalera

- Higidura uniformeki azeleratua: $a = g = -9.8$ m/s^2
- Erabili beharreko ekuazioak:

$$v = v_0 + at$$



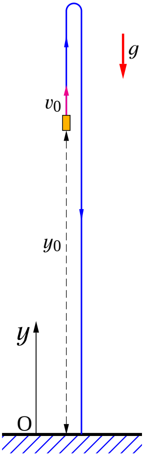
◂ Enuntziatua

▸ (c) atalera

- Higidura uniformeki azeleratua: $a = g = -9.8\ \mathrm{m/s^2}$
- Erabili beharreko ekuazioak:

$$v = v_0 + at$$

$$y = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

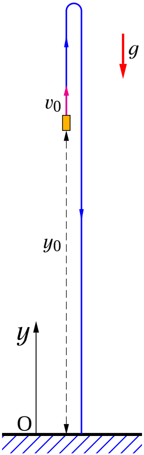


Enuntziatua (c) atalera

- Higidura uniformeki azeleratua: $a = g = -9.8\ \mathrm{m/s^2}$
- Erabili beharreko ekuazioak:

$$v = v_0 + at = 10 - 9.8t$$

$$y = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2 = 300 + 10t - 4.9t^2$$

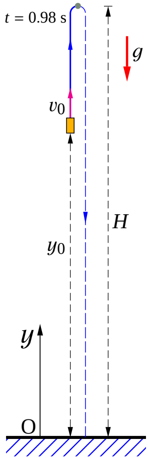


◂ Enuntziatua
▸ (c) atalera

- Higidura uniformeki azeleratua: $a = g = -9.8$ m/s^2
- Erabili beharreko ekuazioak:

$$v = v_0 + at = 10 - 9.8t$$
$$y = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2 = 300 + 10t - 4.9t^2$$

- Puntu altuenera iristeko dehar duen denbora-tartea:



Enuntziatua

(c) atalera

•Higidura uniformeki azeleratua: $a = g = -9.8\ \mathrm{m/s^2}$

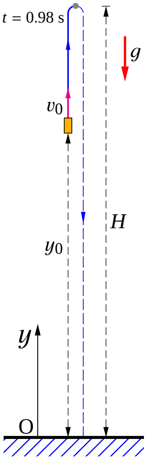
•Erabili beharreko ekuazioak:

$$v = v_0 + at = 10 - 9.8t$$

$$y = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2 = 300 + 10t - 4.9t^2$$

•Puntu altuenera iristeko dehar duen denbora-tartea:

$$v = 10 - 9.8t = 0$$



◂ Enuntziatua ▸ (c) atalera

ZTF-FCT

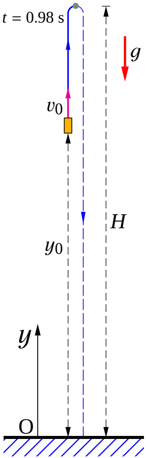
- Higidura uniformeki azeleratua: $a = g = -9.8\ \mathrm{m/s^2}$
- Erabili beharreko ekuazioak:

$$v = v_0 + at = 10 - 9.8t$$

$$y = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2 = 300 + 10t - 4.9t^2$$

- Puntu altuenera iristeko dehar duen denbora-tartea:

$$v = 10 - 9.8t = 0 \ \rightarrow \ t = 1.02\ \mathrm{s}$$



◂ Enuntziatua ▸ (c) atalera

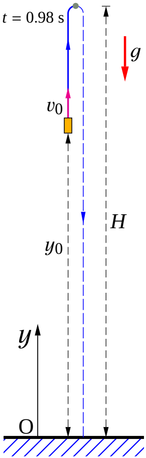
• Higidura uniformeki azeleratua: $a = g = -9.8\ \mathrm{m/s}^2$
• Erabili beharreko ekuazioak:

$$v = v_0 + at = 10 - 9.8t$$
$$y = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2 = 300 + 10t - 4.9t^2$$

• Puntu altuenera iristeko dehar duen denbora-tartea:

$$v = 10 - 9.8t = 0 \ \rightarrow \ t = 1.02\ \mathrm{s}$$

• Aldiune horretan duen altuera zoruarekiko:



◂ Enuntziatua ▸ (c) atalera

- Higidura uniformeki azeleratua: $a = g = -9.8\ \mathrm{m/s^2}$
- Erabili beharreko ekuazioak:

$$v = v_0 + at = 10 - 9.8t$$

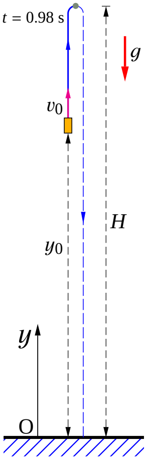
$$y = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2 = 300 + 10t - 4.9t^2$$

- Puntu altuenera iristeko dehar duen denbora-tartea:

$$v = 10 - 9.8t = 0 \ \rightarrow \ t = 1.02\ \mathrm{s}$$

- Aldiune horretan duen altuera zoruarekiko:

$$H = y(1.02) = 300{+}10{\times}1.02{-}4.9{\times}1.02^2$$



◂ Enuntziatua ▸ (c) atalera

- Higidura uniformeki azeleratua: $a = g = -9.8\ \mathrm{m/s^2}$
- Erabili beharreko ekuazioak:

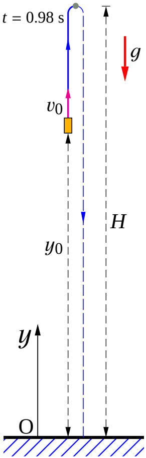
$$v = v_0 + at = 10 - 9.8t$$
$$y = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2 = 300 + 10t - 4.9t^2$$

- Puntu altuenera iristeko dehar duen denbora-tartea:

$$v = 10 - 9.8t = 0 \ \rightarrow \ t = 1.02\ \mathrm{s}$$

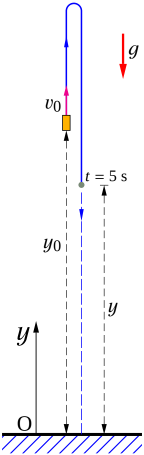
- Aldiune horretan duen altuera zoruarekiko:

$$\boxed{H = 305.1\ \mathrm{m}}$$



◂ Enuntziatua
▸ (c) atalera

•Abiadura eta altuera $t = 5$ s denean. Erabili beharreko ekuazioak:

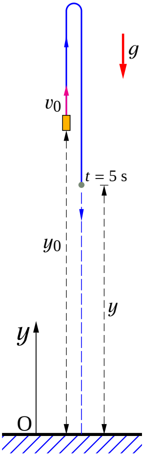


Enuntziatua

Aurkibidea

•Abiadura eta altuera $t = 5$ s denean. Erabili beharreko ekuazioak:

$$v = 10 - 9.8t$$

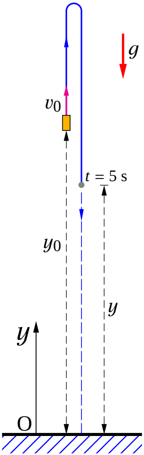


◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

•Abiadura eta altuera $t = 5$ s denean. Erabili beharreko ekuazioak:

$$v = 10 - 9.8t$$

$$y = 300 + 10t - 4.9t^2$$

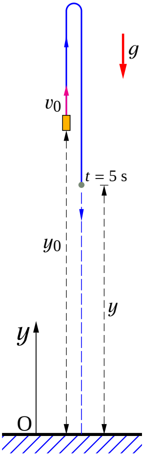


Enuntziatua Aurkibidea

•Abiadura eta altuera $t = 5$ s denean. Erabili beharreko ekuazioak:

$$v = 10 - 9.8 \times 5 = -39 \text{ m/s}$$

$$y = 300 + 10 \times 5 - 4.9 \times 5^2 = 227.5 \text{ m}$$



◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

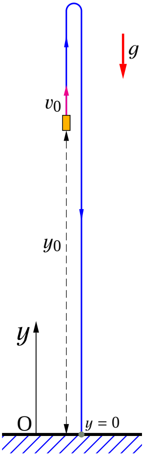
ZTF-FCT

•Abiadura eta altuera $t = 5$ s denean. Erabili beharreko ekuazioak:

$$v = 10 - 9.8 \times 5 = \ -39 \text{ m/s}$$

$$y = 300 + 10 \times 5 - 4.9 \times 5^2 = 227.5 \text{ m}$$

•Lurrera iristen deneko baldintza: $y = 0$



Enuntziatua Aurkibidea

•Abiadura eta altuera $t = 5$ s denean. Erabili beharreko ekuazioak:

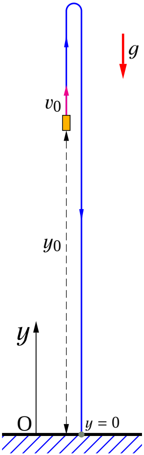
$$v = 10 - 9.8 \times 5 = \; -39 \text{ m/s}$$

$$y = 300 + 10 \times 5 - 4.9 \times 5^2 = 227.5 \text{ m}$$

•Lurrera iristen deneko baldintza: $y = 0$

$$y = 300 + 10t - 4.9t^2 = 0$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea



•Abiadura eta altuera $t = 5$ s denean. Erabili beharreko ekuazioak:

$$v = 10 - 9.8 \times 5 = -39 \text{ m/s}$$

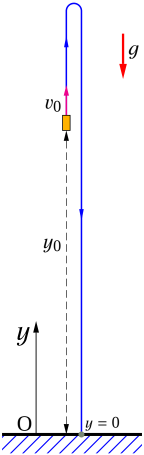
$$y = 300 + 10 \times 5 - 4.9 \times 5^2 = 227.5 \text{ m}$$

•Lurrera iristen deneko baldintza: $y = 0$

$$y = 300 + 10t - 4.9t^2 = 0 \;\rightarrow\; t = \begin{cases} \boxed{+8.91 \text{ s}} \\ \cancel{-6.87 \text{ s}} \end{cases}$$

Enuntziatua

Aurkibidea

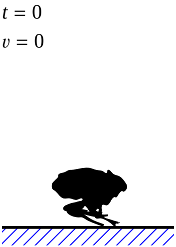


ZTF-FCT

3 Norabide bertikalean, arkakuso batek 0.1 m-ko jauzia egin dezake.
(a) Zein da arkakusoaren hasierako abiadura?
(b) Abiadura hori 0.8 mm-ko hanken luzapenaz lortzen duela jotzen badugu, zein da arkakusoaren azelerazioa?
(c) Gizakion azelerazio-distantzia 0.5 m da gutxi gora-behera. Jauzi bat egiteko orduan, gure azelerazioa arkakusoarena izango balitz, zenbateko altueraraino igoko ginateke?

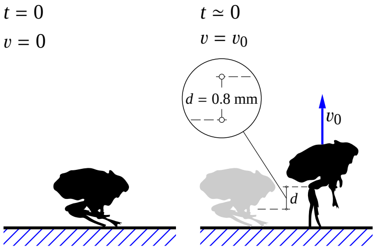
Ebazpena Aurkibidea

$\boxed{3}$ Norabide bertikalean, arkakuso batek 0.1 m-ko jauzia egin dezake.
(a) Zein da arkakusoaren hasierako abiadura?
(b) Abiadura hori 0.8 mm-ko hanken luzapenaz lortzen duela jotzen badugu, zein da arkakusoaren azelerazioa?
(c) Gizakion azelerazio-distantzia 0.5 m da gutxi gora-behera. Jauzi bat egiteko orduan, gure azelerazioa arkakusoarena izango balitz, zenbateko altueraraino igoko ginateke?



Ebazpena Aurkibidea

3 Norabide bertikalean, arkakuso batek 0.1 m-ko jauzia egin dezake.
(a) Zein da arkakusoaren hasierako abiadura?
(b) Abiadura hori 0.8 mm-ko hanken luzapenaz lortzen duela jotzen badugu, zein da arkakusoaren azelerazioa?
(c) Gizakion azelerazio-distantzia 0.5 m da gutxi gora-behera. Jauzi bat egiteko orduan, gure azelerazioa arkakusoarena izango balitz, zenbateko altueraraino igoko ginateke?

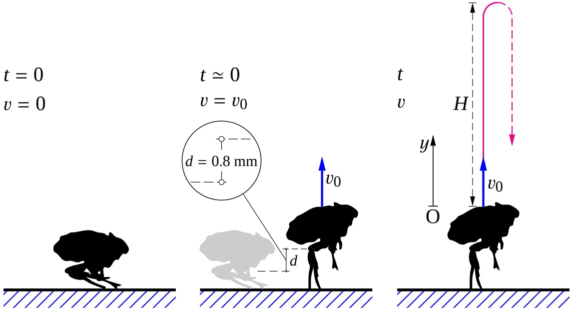


3 Norabide bertikalean, arkakuso batek 0.1 m-ko jauzia egin dezake.

(a) Zein da arkakusoaren hasierako abiadura?

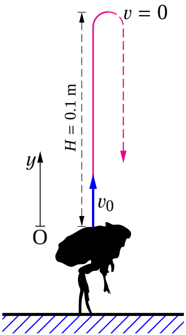
(b) Abiadura hori 0.8 mm-ko hanken luzapenaz lortzen duela jotzen badugu, zein da arkakusoaren azelerazioa?

(c) Gizakion azelerazio-distantzia 0.5 m da gutxi gora-behera. Jauzi bat egiteko orduan, gure azelerazioa arkakusoarena izango balitz, zenbateko altueraraino igoko ginateke?



Ebazpena Aurkibidea

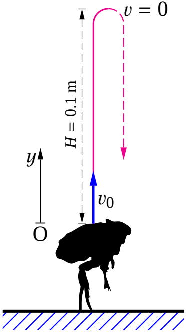
■ (a) Higidura uniformeki azeleratua: $a = g = -9.8 \text{ m/s}^2$



◂ Enuntziatua ▸ (c) atalera

■ (a) Higidura uniformeki azeleratua: $a = g = -9.8 \text{ m/s}^2$

•Erabili beharreko ekuazioak:

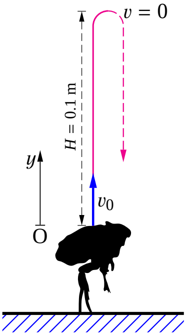


Enuntziatua
(c) atalera

■ (a) Higidura uniformeki azeleratua: $a = g = -9.8$ m/s^2

•Erabili beharreko ekuazioak:

$$v^2 = v_0^2 + 2aH$$



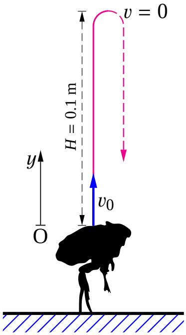
◂ Enuntziatua

▸ (c) atalera

■ (a) Higidura uniformeki azeleratua: $a = g = -9.8$ m/s^2

•Erabili beharreko ekuazioak:

$$v^2 = v_0^2 + 2aH \;\rightarrow\; 0 = v_0^2 - 2\times 9.8\times 0.1 \;\rightarrow\; v_0 = 1.4 \text{ m/s}$$



◂ Enuntziatua

▸ (c) atalera

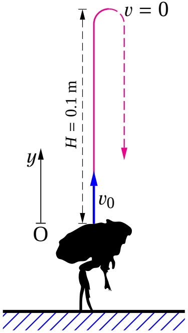
■ (a) Higidura uniformeki azeleratua: $a = g = -9.8$ m/s^2

•Erabili beharreko ekuazioak:

$$v^2 = v_0^2 + 2aH \ \rightarrow \ 0 = v_0^2 - 2\times 9.8\times 0.1 \ \rightarrow \ v_0 = 1.4 \text{ m/s}$$

•Beste bide bat:

$$v = v_0 - 9.8t = 0$$



◂ Enuntziatua
▸ (c) atalera

ZTF-FCT

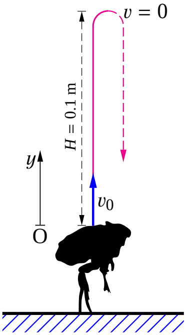
■ (a) Higidura uniformeki azeleratua: $a = g = -9.8$ m/s^2

•Erabili beharreko ekuazioak:

$$v^2 = v_0^2 + 2aH \;\rightarrow\; 0 = v_0^2 - 2\times 9.8\times 0.1 \;\rightarrow\; v_0 = 1.4 \text{ m/s}$$

•Beste bide bat:

$$v = v_0 - 9.8t = 0 \qquad \rightarrow \qquad t = v_0/9.8$$



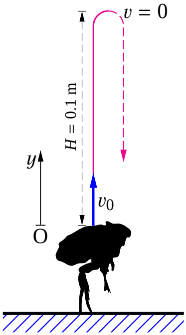
Enuntziatua
(c) atalera

ZTF-FCT

■ (a) Higidura uniformeki azeleratua: $a = g = -9.8$ m/s^2

•Erabili beharreko ekuazioak:

$$v^2 = v_0^2 + 2aH \;\rightarrow\; 0 = v_0^2 - 2\times 9.8\times 0.1 \;\rightarrow\; v_0 = 1.4 \text{ m/s}$$



•Beste bide bat:

$$v = v_0 - 9.8t = 0 \qquad \rightarrow \qquad t = v_0/9.8$$

$$y = v_0 t - 4.9t^2 = 0.1$$

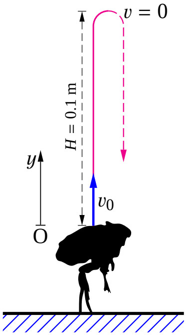
◂ Enuntziatua ▸ (c) atalera

ZTF-FCT

■ (a) Higidura uniformeki azeleratua: $a = g = -9.8$ m/s^2

•Erabili beharreko ekuazioak:

$$v^2 = v_0^2 + 2aH \;\rightarrow\; 0 = v_0^2 - 2\times9.8\times0.1 \;\rightarrow\; v_0 = 1.4 \text{ m/s}$$



•Beste bide bat:

$$v = v_0 - 9.8t = 0 \quad\rightarrow\quad t = v_0/9.8$$

$$y = v_0 t - 4.9t^2 = 0.1 \quad\rightarrow\quad v_0 = 1.4 \text{ m/s}$$

◂ Enuntziatua ▸ (c) atalera

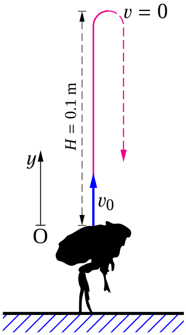
■ (a) Higidura uniformeki azeleratua: $a = g = -9.8\ \mathrm{m/s^2}$

•Erabili beharreko ekuazioak:

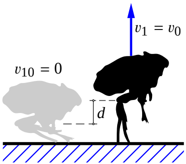
$$v^2 = v_0^2 + 2aH \;\rightarrow\; 0 = v_0^2 - 2\times 9.8\times 0.1 \;\rightarrow\; v_0 = 1.4\ \mathrm{m/s}$$

•Beste bide bat:

$$v = v_0 - 9.8t = 0 \qquad \rightarrow \qquad t = v_0/9.8$$
$$y = v_0 t - 4.9t^2 = 0.1 \qquad \rightarrow \qquad v_0 = 1.4\ \mathrm{m/s}$$



■ (b) Berriro ere, higidura uniformeki azeleratua (a_1):



◂ Enuntziatua ▸ (c) atalera

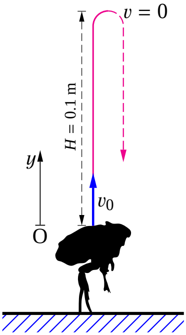
■ (a) Higidura uniformeki azeleratua: $a = g = -9.8$ m/s^2

•Erabili beharreko ekuazioak:

$$v^2 = v_0^2 + 2aH \;\rightarrow\; 0 = v_0^2 - 2\times9.8\times0.1 \;\rightarrow\; v_0 = 1.4 \text{ m/s}$$

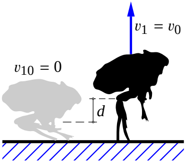
•Beste bide bat:

$$v = v_0 - 9.8t = 0 \quad\rightarrow\quad t = v_0/9.8$$
$$y = v_0 t - 4.9t^2 = 0.1 \quad\rightarrow\quad v_0 = 1.4 \text{ m/s}$$



■ (b) Berriro ere, higidura uniformeki azeleratua (a_1):

$$v_1^2 = v_{10}^2 + 2a_1 d$$



◂ Enuntziatua ▸ (c) atalera

ZTF-FCT

■ (a) Higidura uniformeki azeleratua: $a = g = -9.8$ m/s^2

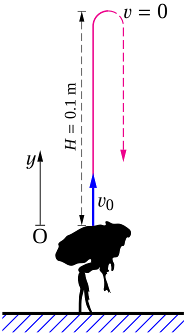
•Erabili beharreko ekuazioak:

$$v^2 = v_0^2 + 2aH \;\rightarrow\; 0 = v_0^2 - 2\times 9.8\times 0.1 \;\rightarrow\; v_0 = 1.4 \text{ m/s}$$

•Beste bide bat:

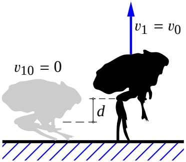
$$v = v_0 - 9.8t = 0 \quad\rightarrow\quad t = v_0/9.8$$

$$y = v_0 t - 4.9t^2 = 0.1 \quad\rightarrow\quad v_0 = 1.4 \text{ m/s}$$



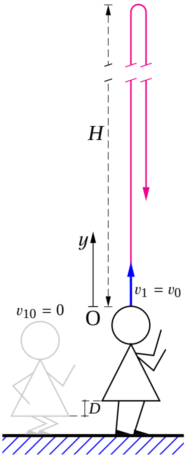
■ (b) Berriro ere, higidura uniformeki azeleratua (a_1):

$$v_1^2 = v_{10}^2 + 2a_1 d \xrightarrow[d=0.0008\text{ m}]{v_{10}=0,\, v_1=1.4\text{ m/s}} a_1 = 1\,225 \text{ m/s}^2$$



◂ Enuntziatua ▸ (c) atalera

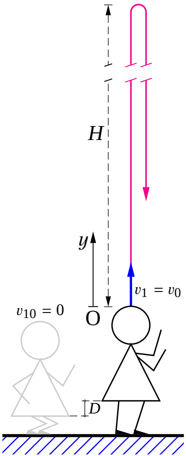
■ (c) Hankak $D = 0.5$ m-ko distantzian luzatzean lortuko duen abiadura, a_1 azelerazio konstantepean:



◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

■ (c) Hankak $D = 0.5$ m-ko distantzian luzatzean lortuko duen abiadura, a_1 azelerazio konstantepean:

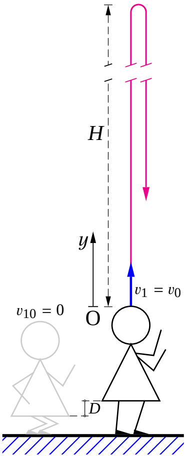
$$v_1^2 = \cancel{v_{01}^2} + 2a_1 D$$



◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

■ (c) Hankak $D = 0.5$ m-ko distantzian luzatzean lortuko duen abiadura, a_1 azelerazio konstantepean:

$$v_1^2 = \cancel{v_{01}^2} + 2a_1 D \;\rightarrow\; v_1 = \sqrt{2 \times 1225 \times 0.5} = 35 \text{ m/s}$$

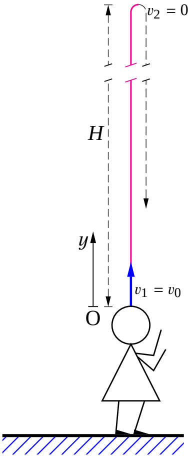


◂ Enuntziatua
▸ Aurkibidea

■ (c) Hankak $D = 0.5$ m-ko distantzian luzatzean lortuko duen abiadura, a_1 azelerazio konstantepean:

$$v_1^2 = \cancel{v_{01}^2} + 2a_1D \;\rightarrow\; v_1 = \sqrt{2 \times 1225 \times 0.5} = 35 \text{ m/s}$$

•Higidura uniformeki azeleratua da, $a_2 = g = -9.8$ m/s^2-ko azelerazioaz.



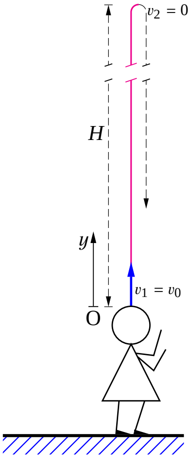
◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

■ (c) Hankak $D = 0.5$ m-ko distantzian luzatzean lortuko duen abiadura, a_1 azelerazio konstantepean:

$$v_1^2 = \cancel{v_{01}^2} + 2a_1D \;\rightarrow\; v_1 = \sqrt{2\times 1225\times 0.5} = 35 \text{ m/s}$$

•Higidura uniformeki azeleratua da, $a_2 = g = -9.8$ m/s^2-ko azelerazioaz.

•Jauziaren altuera maximoa, $v_2 = 0$ egiten den aldiunean lortuko da. Biderik errazena, hurrengo ekuazio honetatik abiatzea da:



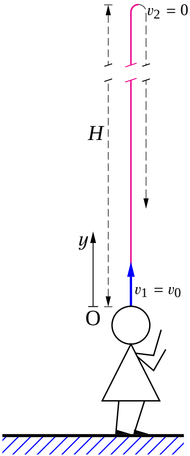
◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

■ (c) Hankak $D = 0.5$ m-ko distantzian luzatzean lortuko duen abiadura, a_1 azelerazio konstantepean:

$$v_1^2 = \cancel{v_{01}^2} + 2a_1 D \;\rightarrow\; v_1 = \sqrt{2 \times 1225 \times 0.5} = 35 \text{ m/s}$$

•Higidura uniformeki azeleratua da, $a_2 = g = -9.8$ m/s^2-ko azelerazioaz.
•Jauziaren altuera maximoa, $v_2 = 0$ egiten den aldiunean lortuko da. Biderik errazena, hurrengo ekuazio honetatik abiatzea da:

$$v_2^2 = v_1^2 + 2a_2 H$$



◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

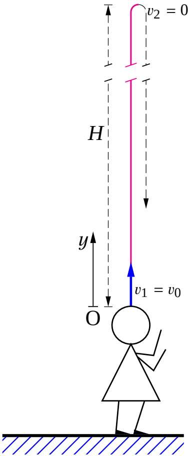
■ (c) Hankak $D = 0.5$ m-ko distantzian luzatzean lortuko duen abiadura, a_1 azelerazio konstantepean:

$$v_1^2 = \cancel{v_{01}^2} + 2a_1 D \;\rightarrow\; v_1 = \sqrt{2 \times 1225 \times 0.5} = 35 \text{ m/s}$$

•Higidura uniformeki azeleratua da, $a_2 = g = -9.8$ m/s^2-ko azelerazioaz.

•Jauziaren altuera maximoa, $v_2 = 0$ egiten den aldiunean lortuko da. Biderik errazena, hurrengo ekuazio honetatik abiatzea da:

$$v_2^2 = v_1^2 + 2a_2 H \quad \xrightarrow[a_2=-9.8 \text{ m/s}^2]{v_1=35 \text{ m/s}}$$



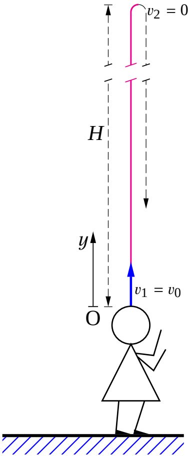
Enuntziatua
Aurkibidea

■ (c) Hankak $D = 0.5$ m-ko distantzian luzatzean lortuko duen abiadura, a_1 azelerazio konstantepean:

$$v_1^2 = \cancel{v_{01}^2} + 2a_1 D \;\rightarrow\; v_1 = \sqrt{2 \times 1225 \times 0.5} = 35 \text{ m/s}$$

•Higidura uniformeki azeleratua da, $a_2 = g = -9.8$ m/s^2-ko azelerazioaz.
•Jauziaren altuera maximoa, $v_2 = 0$ egiten den aldiunean lortuko da. Biderik errazena, hurrengo ekuazio honetatik abiatzea da:

$$v_2^2 = v_1^2 + 2a_2 H \xrightarrow[a_2=-9.8 \text{ m/s}^2]{v_1=35 \text{ m/s}} H = 62.5 \text{ m}$$



◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

4 24 m-ko altuera duen dorre batetik horizontalki jaurtikitako harri bat dorrearen oinarritik 18 m-ra erori da.

(a) Kalkulatu harriaren abiadura hasierako aldiunean.

(b) Zein da harriaren abiadura lurra jotzean?

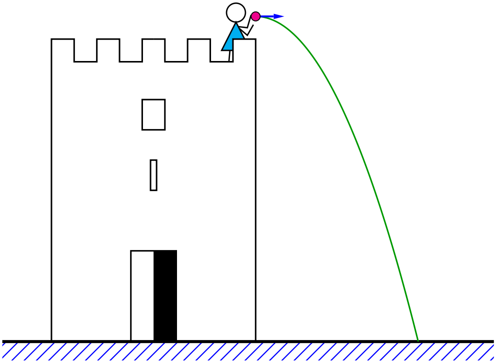
Ebazpena

Aurkibidea

$\boxed{\mathbf{4}}$ 24 m-ko altuera duen dorre batetik horizontalki jaurtikitako harri bat dorrearen oinarritik 18 m-ra erori da.

(a) Kalkulatu harriaren abiadura hasierako aldiunean.

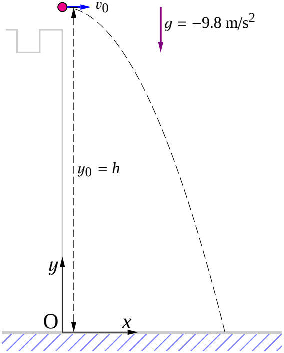
(b) Zein da harriaren abiadura lurra jotzean?



Ebazpena

Aurkibidea

- Horizontalean, higid. uniformea: $v_x = v_0 = \text{kte}$

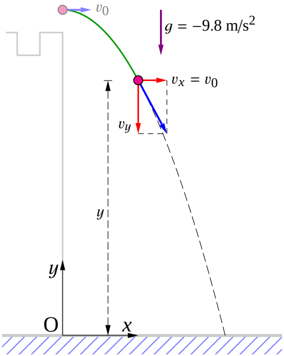


$t = 0$

Enuntziatua

Aurkibidea

- Horizontalean, higid. uniformea: $v_x = v_0 = \text{kte}$
- Bertikalean, higid. uniformeki azaleratua: $a_y = g$



t

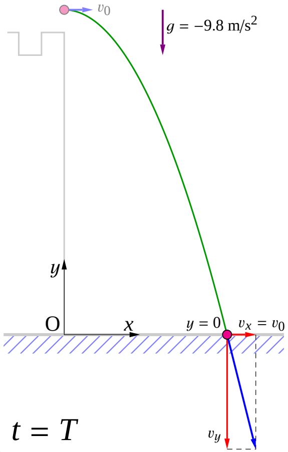
Enuntziatua

Aurkibidea

ZTF-FCT

- Horizontalean, higid. uniformea: $v_x = v_0 = \text{kte}$
- Bertikalean, higid. uniformeki azaleratua: $a_y = g$
- Lurrera iristeko behar duen denbora-tartea:

$$y = y_0 + v_{0y} t + \frac{1}{2} a_y t^2$$

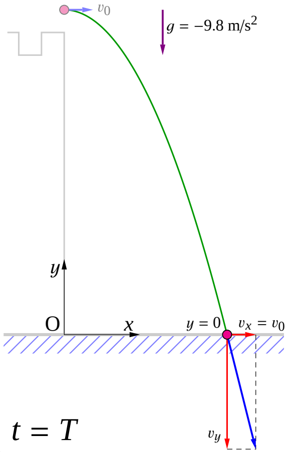


Enuntziatua

Aurkibidea

- Horizontalean, higid. uniformea: $v_x = v_0 = \text{kte}$
- Bertikalean, higid. uniformeki azaleratua: $a_y = g$
- Lurrera iristeko behar duen denbora-tartea:

$$y = 24 - 4.9T^2 = 0$$

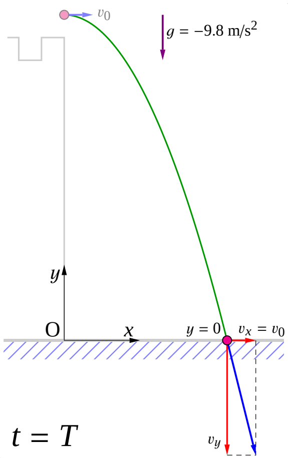


Enuntziatua

Aurkibidea

- Horizontalean, higid. uniformea: $v_x = v_0 = \text{kte}$
- Bertikalean, higid. uniformeki azaleratua: $a_y = g$
- Lurrera iristeko behar duen denbora-tartea:

$$y = 24 - 4.9T^2 = 0 \;\rightarrow\; \boxed{T = 2.21 \text{ s}}$$



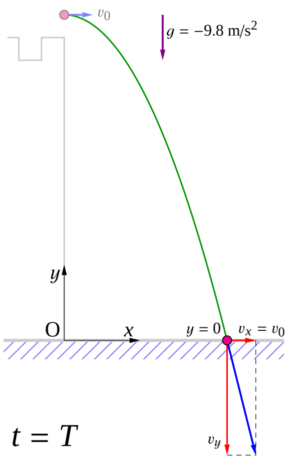
Enuntziatua
Aurkibidea

- Horizontalean, higid. uniformea: $v_x = v_0 = \text{kte}$
- Bertikalean, higid. uniformeki azaleratua: $a_y = g$
- Lurrera iristeko behar duen denbora-tartea:

$$y = 24 - 4.9T^2 = 0 \;\rightarrow\; \boxed{T = 2.21\ \text{s}}$$

- Tarte horretan, horizontalean 18 m egiten ditu v_0 abiadura konstantean. Beraz, hasierako abiadura (v_0) hauxe da:

$$x = \cancel{x_0} + v_{0x}t$$



Enuntziatua

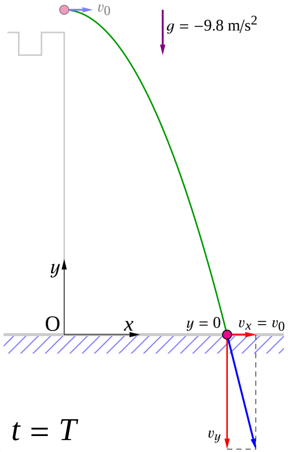
Aurkibidea

- Horizontalean, higid. uniformea: $v_x = v_0 = \text{kte}$
- Bertikalean, higid. uniformeki azaleratua: $a_y = g$
- Lurrera iristeko behar duen denbora-tartea:

$$y = 24 - 4.9T^2 = 0 \;\rightarrow\; \boxed{T = 2.21\ \text{s}}$$

- Tarte horretan, horizontalean 18 m egiten ditu v_0 abiadura konstantean. Beraz, hasierako abiadura (v_0) hauxe da:

$$18 = v_0 \times 2.21 \;\rightarrow\; \boxed{v_0 = 8.14\ \text{m/s}}$$



Enuntziatua

Aurkibidea

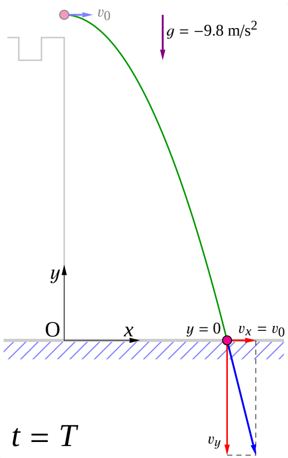
- Horizontalean, higid. uniformea: $v_x = v_0 = \text{kte}$
- Bertikalean, higid. uniformeki azaleratua: $a_y = g$
- Lurrera iristeko behar duen denbora-tartea:

$$y = 24 - 4.9T^2 = 0 \;\rightarrow\; \boxed{T = 2.21 \text{ s}}$$

- Tarte horretan, horizontalean 18 m egiten ditu v_0 abiadura konstantean. Beraz, hasierako abiadura (v_0) hauxe da:

$$18 = v_0 \times 2.21 \;\rightarrow\; \boxed{v_0 = 8.14 \text{ m/s}}$$

- Lurrera iristean duen abiadura bertikala (v_y):



Enuntziatua

Aurkibidea

ZTF-FCT

- Horizontalean, higid. uniformea: $v_x = v_0 = \text{kte}$
- Bertikalean, higid. uniformeki azaleratua: $a_y = g$
- Lurrera iristeko behar duen denbora-tartea:

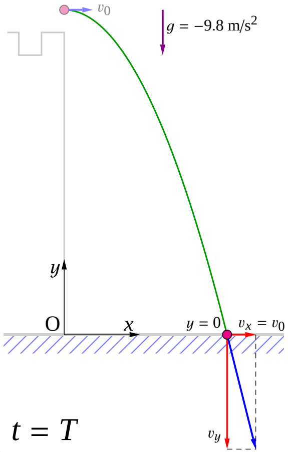
$$y = 24 - 4.9T^2 = 0 \;\rightarrow\; \boxed{T = 2.21\ \text{s}}$$

- Tarte horretan, horizontalean 18 m egiten ditu v_0 abiadura konstantean. Beraz, hasierako abiadura (v_0) hauxe da:

$$18 = v_0 \times 2.21 \;\rightarrow\; \boxed{v_0 = 8.14\ \text{m/s}}$$

- Lurrera iristean duen abiadura bertikala (v_y):

$$v_y = \cancel{v_{0y}} + a_y t$$



Enuntziatua

Aurkibidea

- Horizontalean, higid. uniformea: $v_x = v_0 = \text{kte}$
- Bertikalean, higid. uniformeki azaleratua: $a_y = g$
- Lurrera iristeko behar duen denbora-tartea:

$$y = 24 - 4.9T^2 = 0 \;\rightarrow\; \boxed{T = 2.21 \text{ s}}$$

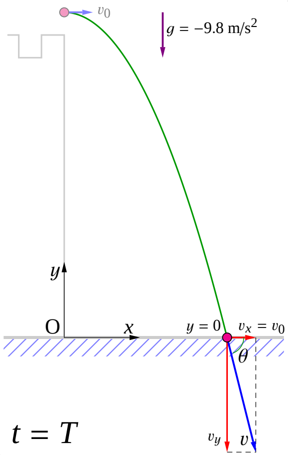
- Tarte horretan, horizontalean 18 m egiten ditu v_0 abiadura konstantean. Beraz, hasierako abiadura (v_0) hauxe da:

$$18 = v_0 \times 2.21 \;\rightarrow\; \boxed{v_0 = 8.14 \text{ m/s}}$$

- Lurrera iristean duen abiadura bertikala (v_y):

$$v_y = -9.8T = -9.8 \times 2.21 = -21.66 \text{ m/s}$$

- ...eta θ angelua eta v abiadura lurra jotzean:



Enuntziatua

Aurkibidea

ZTF-FCT

- Horizontalean, higid. uniformea: $v_x = v_0 = \text{kte}$
- Bertikalean, higid. uniformeki azaleratua: $a_y = g$
- Lurrera iristeko behar duen denbora-tartea:

$$y = 24 - 4.9T^2 = 0 \;\rightarrow\; \boxed{T = 2.21 \text{ s}}$$

- Tarte horretan, horizontalean 18 m egiten ditu v_0 abiadura konstantean. Beraz, hasierako abiadura (v_0) hauxe da:

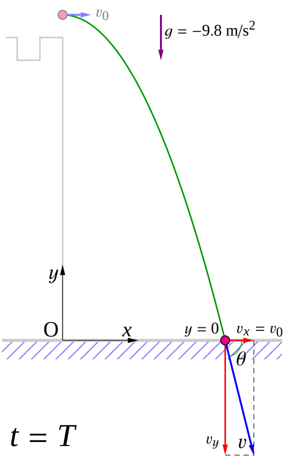
$$18 = v_0 \times 2.21 \;\rightarrow\; \boxed{v_0 = 8.14 \text{ m/s}}$$

- Lurrera iristean duen abiadura bertikala (v_y):

$$v_y = -9.8T = -9.8 \times 2.21 = -21.66 \text{ m/s}$$

- ...eta θ angelua eta v abiadura lurra jotzean:

$$\tan\theta = v_y/v_x = 21.66/8.14$$



Enuntziatua

Aurkibidea

- Horizontalean, higid. uniformea: $v_x = v_0 = \text{kte}$
- Bertikalean, higid. uniformeki azaleratua: $a_y = g$
- Lurrera iristeko behar duen denbora-tartea:

$$y = 24 - 4.9T^2 = 0 \;\rightarrow\; \boxed{T = 2.21 \text{ s}}$$

- Tarte horretan, horizontalean 18 m egiten ditu v_0 abiadura konstantean. Beraz, hasierako abiadura (v_0) hauxe da:

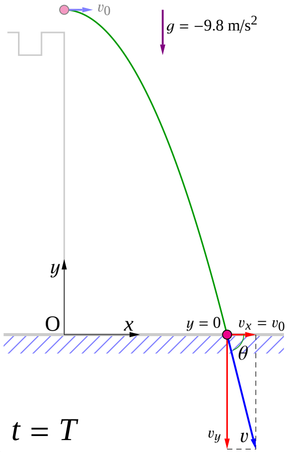
$$18 = v_0 \times 2.21 \;\rightarrow\; \boxed{v_0 = 8.14 \text{ m/s}}$$

- Lurrera iristean duen abiadura bertikala (v_y):

$$v_y = -9.8T = -9.8 \times 2.21 = -21.66 \text{ m/s}$$

- ...eta θ angelua eta v abiadura lurra jotzean:

$$\tan\theta = 2.66 \;\rightarrow\; \boxed{\theta = 69.4^\circ \qquad v = 23.14 \text{ m/s}}$$



Enuntziatua

Aurkibidea

ZTF-FCT

$\boxed{\mathbf{5}}$ 2 m-ko altueratik eta 9.8 m/s-ko abiaduraz, elur-bola bat jaurti da, horizontalarekin 30°-ko angelua osatuz.

(a) Lor itzazu elur-bolaren posizio bertikala eta horizontala segundo bat igaro ondoren.

(b) Aldiune horretan, kalkulatu abiaduraren osagai bertikala eta horizontala.

(c) Zein bide egingo du horizontalean zorua jo arte?

Datuak: $h = 2$ m, $\theta = 30°$, $v_0 = 9.8$ m/s.

Ebazpena Aurkibidea

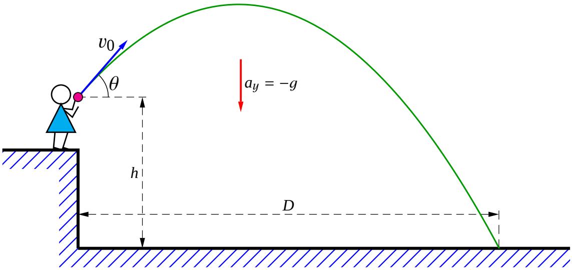
5 2 m-ko altueratik eta 9.8 m/s-ko abiaduraz, elur-bola bat jaurti da, horizontalarekin 30°-ko angelua osatuz.

(a) Lor itzazu elur-bolaren posizio bertikala eta horizontala segundo bat igaro ondoren.

(b) Aldiune horretan, kalkulatu abiaduraren osagai bertikala eta horizontala.

(c) Zein bide egingo du horizontalean zorua jo arte?

Datuak: $h = 2$ m, $\theta = 30°$, $v_0 = 9.8$ m/s.

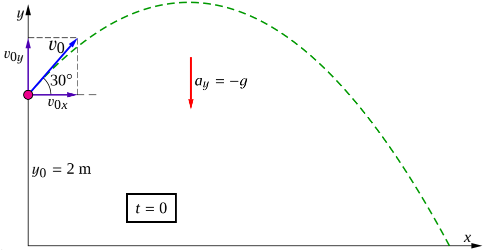


Ebazpena

Aurkibidea

ZTF-FCT

■ (a)–(b)



■ (a)–(b) •Horizontalean, higidura uniformea: $v_x = v_{0x}$:

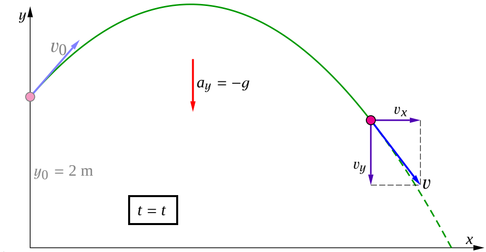
$$v_x = v_{0x}$$

$$x = \cancel{x_0} + v_{0x}t$$

•Bertikalean, higidura uniformeki azeleratua: $a_y = -g = -9.8\ \mathrm{m/s^2}$:

$$v_y = v_{0y} + a_y t$$

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{1}{2}a_y t^2$$



Enuntziatua

(c) atala

■ (a)–(b) •Horizontalean, higidura uniformea: $v_x = v_{0x}$:

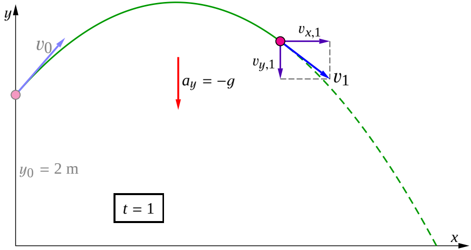
$$v_x = 9.8 \times \cos 30° = \boxed{8.49 \text{ m/s} = v_{x,1}}$$

$$x = 8.49\,t = 8.49 \times 1 = \boxed{8.49 \text{ m} = x_1}$$

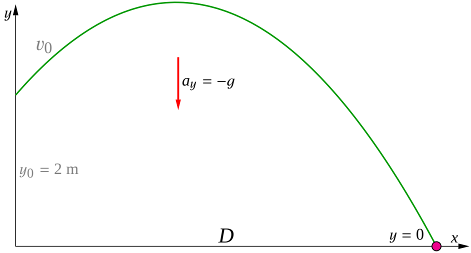
•Bertikalean, higidura uniformeki azeleratua: $a_y = -g = -9.8 \text{ m/s}^2$:

$$v_y = 9.8 \times \sin 30° - 9.8t = 4.9 - 9.8 \times 1 = \boxed{-4.9 \text{ m/s} = v_{y,1}}$$

$$y = 2 + 4.9t - 4.9t^2 = 2 + 4.9 \times 1 - 4.9 \times 1^2 = \boxed{2 \text{ m} = y_1}$$



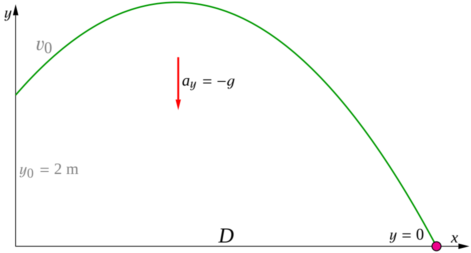
- (c)



Enuntziatua

Aurkibidea

■ (c) •Zorua ukitzean bete behar duen baldintza: $y = 0$:

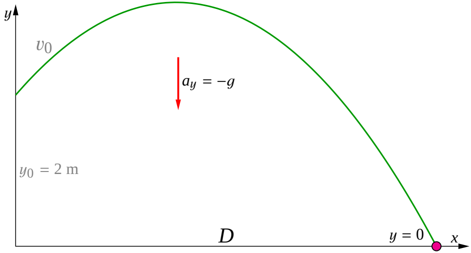


◂ Enuntziatua

▸ Aurkibidea

■ (c) •Zorua ukitzean bete behar duen baldintza: $y = 0$:

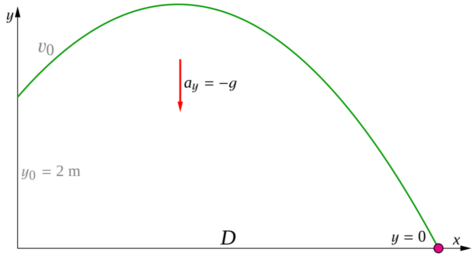
$$y = 2 + 4.9t - 4.9t^2 = 0$$



◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

■ (c) •Zorua ukitzean bete behar duen baldintza: $y = 0$:

$$y = 2 + 4.9t - 4.9t^2 = 0 \quad \rightarrow \quad \boxed{t = 1.31\ \mathrm{s}}$$

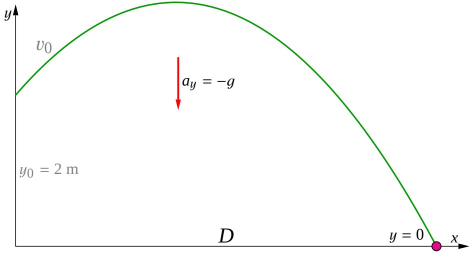


◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

■ (c) •Zorua ukitzean bete behar duen baldintza: $y = 0$:

$$y = 2 + 4.9t - 4.9t^2 = 0 \quad \rightarrow \quad \boxed{t = 1.31 \text{ s}}$$

•Denbora-tarte horretan eginiko distantzia horizontala, $v_x = v_{0x}$ abiadura konstantean:



Enuntziatua

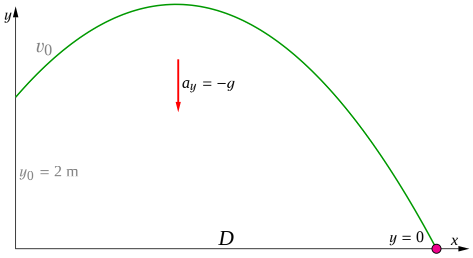
Aurkibidea

■ (c) •Zorua ukitzean bete behar duen baldintza: $y = 0$:

$$y = 2 + 4.9t - 4.9t^2 = 0 \quad \rightarrow \quad \boxed{t = 1.31 \text{ s}}$$

•Denbora-tarte horretan eginiko distantzia horizontala, $v_x = v_{0x}$ abiadura konstantean:

$$x = D = v_{0x}t$$



◂ Enuntziatua

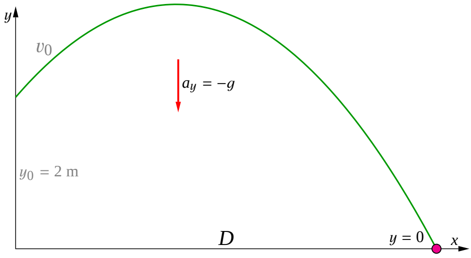
▸ Aurkibidea

■ (c) •Zorua ukitzean bete behar duen baldintza: $y = 0$:

$$y = 2 + 4.9t - 4.9t^2 = 0 \quad \rightarrow \quad \boxed{t = 1.31 \text{ s}}$$

•Denbora-tarte horretan eginiko distantzia horizontala, $v_x = v_{0x}$ abiadura konstantean:

$$x = D = v_{0x}t = 8.49 \times 1.31 = \boxed{11.12 \text{ m}}$$



◂ Enuntziatua

▸ Aurkibidea

$\boxed{\textbf{6}}$ Kalkula ezazu binilozko single eta LP diskoen abiadura lineala, lehenengo abestiaren hasieran eta azkenaren amaieran.

Datuak: kanpoko diametroa (D), barruko diametroa (d) eta maiztasuna (ω):

(a) Single: $D = 17.5$ cm, $d = 10$ cm eta $\omega = 45$ bira minutuko.

(b) LP: $D = 30$ cm, $d = 14$ cm eta $\omega = 33$ bira minutuko.

Ebazpena Aurkibidea

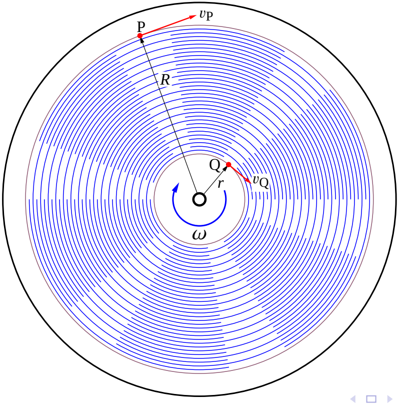
$\boxed{6}$ Kalkula ezazu binilozko single eta LP diskoen abiadura lineala, lehenengo abestiaren hasieran eta azkenaren amaieran.

Datuak: kanpoko diametroa (D), barruko diametroa (d) eta maiztasuna (ω):

(a) Single: $D = 17.5$ cm, $d = 10$ cm eta $\omega = 45$ bira minutuko.

(b) LP: $D = 30$ cm, $d = 14$ cm eta $\omega = 33$ bira minutuko.

Ebazpena Aurkibidea



- Abiadura angeluarra unitate sistema egokitan adierazia, s^{-1}-tan hain zuzen:

- Abiadura angeluarra unitate sistema egokitan adierazia, s^{-1}-tan hain zuzen:

$$\frac{\text{bira}}{\text{min}} = \frac{2\pi\,\text{rad}}{60\,\text{s}} = \frac{\pi}{30}\ \text{s}^{-1}$$

- Abiadura angeluarra unitate sistema egokitan adierazia, s^{-1}-tan hain zuzen:

$$\frac{\text{bira}}{\text{min}} = \frac{2\pi\,\text{rad}}{60\,\text{s}} = \frac{\pi}{30}\ \text{s}^{-1} \quad \rightarrow \begin{cases} \text{(a) Single:} & \omega_1 = 45\ \text{b/min} = 1.5\pi\ \text{s}^{-1} \\ \text{(b) LP:} & \omega_2 = 33\ \text{b/min} = 1.1\pi\ \text{s}^{-1} \end{cases}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

- Abiadura angeluarra unitate sistema egokitan adierazia, s^{-1}-tan hain zuzen:

$$\frac{\text{bira}}{\text{min}} = \frac{2\pi\,\text{rad}}{60\,\text{s}} = \frac{\pi}{30}\ \text{s}^{-1} \quad \rightarrow \begin{cases} \text{(a) Single:} & \omega_1 = 45\ \text{b/min} = 1.5\pi\ \text{s}^{-1} \\ \text{(b) LP:} & \omega_2 = 33\ \text{b/min} = 1.1\pi\ \text{s}^{-1} \end{cases}$$

- Abiadura angeluarraren eta linealaren arteko erlazioa:

$$v = \omega x \qquad (x = \text{biraketa-ardatzarekiko distantzia})$$

Enuntziatua Aurkibidea

- Abiadura angeluarra unitate sistema egokitan adierazia, s^{-1}-tan hain zuzen:

$$\frac{\text{bira}}{\text{min}} = \frac{2\pi\,\text{rad}}{60\,\text{s}} = \frac{\pi}{30}\ \mathrm{s}^{-1} \quad \rightarrow \begin{cases} \text{(a) Single:} & \omega_1 = 45\ \text{b/min} = 1.5\pi\ \mathrm{s}^{-1} \\ \text{(b) LP:} & \omega_2 = 33\ \text{b/min} = 1.1\pi\ \mathrm{s}^{-1} \end{cases}$$

- Abiadura angeluarraren eta linealaren arteko erlazioa:

$$v = \omega x \qquad (x = \text{biraketa-ardatzarekiko distantzia})$$

- Gure kasuan:

(a) Single:

$$v_{\mathrm{P}} = \omega_1 (D/2)$$
$$v_{\mathrm{Q}} = \omega_1 (d/2)$$

(b) LP

$$v_{\mathrm{P}} = \omega_2 (D/2)$$
$$v_{\mathrm{Q}} = \omega_2 (d/2)$$

- Abiadura angeluarra unitate sistema egokitan adierazia, s^{-1}-tan hain zuzen:

$$\frac{\text{bira}}{\text{min}} = \frac{2\pi\,\text{rad}}{60\,\text{s}} = \frac{\pi}{30}\ \mathrm{s}^{-1} \quad \rightarrow \begin{cases} \text{(a) Single:} & \omega_1 = 45\ \text{b/min} = 1.5\pi\ \mathrm{s}^{-1} \\ \text{(b) LP:} & \omega_2 = 33\ \text{b/min} = 1.1\pi\ \mathrm{s}^{-1} \end{cases}$$

- Abiadura angeluarraren eta linealaren arteko erlazioa:

$$v = \omega x \qquad (x = \text{biraketa-ardatzarekiko distantzia})$$

- Gure kasuan:

(a) Single:

$$v_P = 1.5\pi \times (0.175/2) = \boxed{0.412\ \text{m/s}}$$
$$v_Q = 1.5\pi \times (0.1/2) = \boxed{0.236\ \text{m/s}}$$

(b) LP

$$v_P = 1.1\pi \times (0.3/2) = \boxed{0.518\ \text{m/s}}$$
$$v_Q = 1.1\pi \times (0.14/2) = \boxed{0.242\ \text{m/s}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

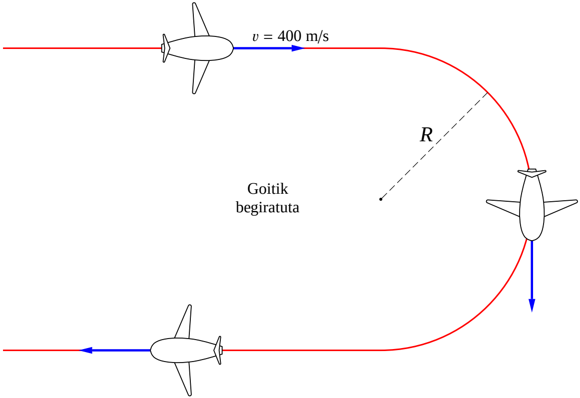
$\boxed{\mathbf{7}}$ Segurtasun osoz biraketa emateko, hegazkinek ezin dute $8g$-ko azelerazioa gainditu. Beraz, hegazkin baten abiadura 400 m/s bada, zein da 180°-ko biraketa horizontala egiteko eman behar duen denbora minimoa?

Ebazpena Aurkibidea

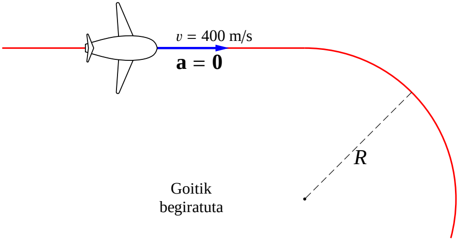
ZTF-FCT

7 Segurtasun osoz biraketa emateko, hegazkinek ezin dute $8g$-ko azelerazioa gainditu. Beraz, hegazkin baten abiadura 400 m/s bada, zein da 180°-ko biraketa horizontala egiteko eman behar duen denbora minimoa?

Ebazpena Aurkibidea



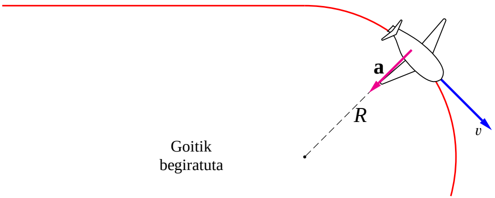
- Lerro zuzenean higitzen denean, abiadura konstantean: $\mathbf{a} = \mathbf{0}$.



Enuntziatua

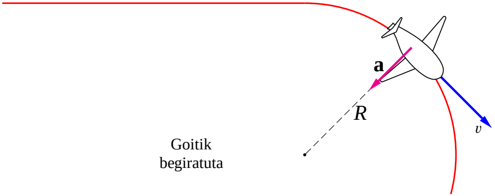
Aurkibidea

- Lerro zuzenean higitzen denean, abiadura konstantean: $\mathbf{a} = \mathbf{0}$.
- Ibilbide kurbatuan (v = kte), $\mathbf{a} \neq \mathbf{0}$: a_n azelerazio normala.



- Lerro zuzenean higitzen denean, abiadura konstantean: $\mathbf{a} = \mathbf{0}$.
- Ibilbide kurbatuan (v = kte), $\mathbf{a} \neq \mathbf{0}$: a_n azelerazio normala.

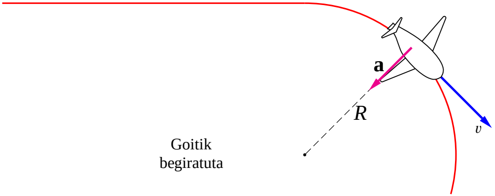
$$a_n = \frac{v^2}{R} \leq 8g$$



◀ Enuntziatua ▶ Aurkibidea

- Lerro zuzenean higitzen denean, abiadura konstantean: $\mathbf{a} = \mathbf{0}$.
- Ibilbide kurbatuan (v = kte), $\mathbf{a} \neq \mathbf{0}$: a_n azelerazio normala.

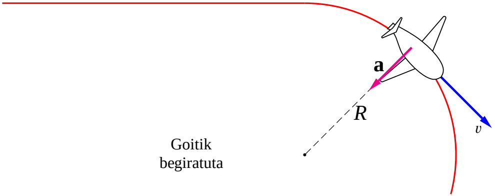
$$a_n = \frac{v^2}{R} \leq 8g \quad \rightarrow \quad R \geq \frac{v^2}{8g}$$



◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

- Lerro zuzenean higitzen denean, abiadura konstantean: $\mathbf{a} = \mathbf{0}$.
- Ibilbide kurbatuan (v = kte), $\mathbf{a} \neq \mathbf{0}$: a_n azelerazio normala.

$$a_n = \frac{v^2}{R} \leq 8g \quad \rightarrow \quad R \geq \frac{v^2}{8g} = \frac{400^2}{8 \times 9.8} = \boxed{2\,040.82 \text{ m}}$$



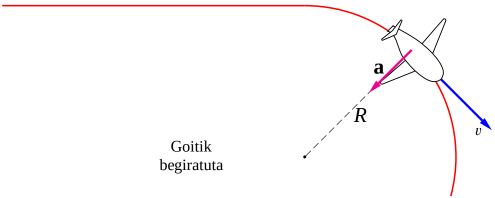
Enuntziatua Aurkibidea

- Lerro zuzenean higitzen denean, abiadura konstantean: $\mathbf{a} = \mathbf{0}$.
- Ibilbide kurbatuan (v = kte), $\mathbf{a} \neq \mathbf{0}$: a_n azelerazio normala.

$$a_n = \frac{v^2}{R} \leq 8g \quad \rightarrow \quad R \geq \frac{v^2}{8g} = \frac{400^2}{8 \times 9.8} = \boxed{2\,040.82 \text{ m}}$$

- Halako orbitaerdi bat deskribatzeko behar duen denbora-tartea:

$$T = \frac{\pi R}{v}$$



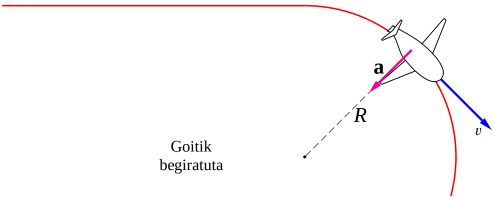
◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

- Lerro zuzenean higitzen denean, abiadura konstantean: $\mathbf{a} = \mathbf{0}$.
- Ibilbide kurbatuan (v = kte), $\mathbf{a} \neq \mathbf{0}$: a_n azelerazio normala.

$$a_n = \frac{v^2}{R} \leq 8g \quad \rightarrow \quad R \geq \frac{v^2}{8g} = \frac{400^2}{8 \times 9.8} = \boxed{2\,040.82 \text{ m}}$$

- Halako orbitaerdi bat deskribatzeko behar duen denbora-tartea:

$$T = \frac{\pi R}{v} = \frac{\pi \times 2\,040.82}{400} = \boxed{16.03 \text{ s}}$$



Enuntziatua Aurkibidea

Mekanikako Ariketak

Estatika

Oscar Ecenarro
oscar.ecenarro@ehu.es

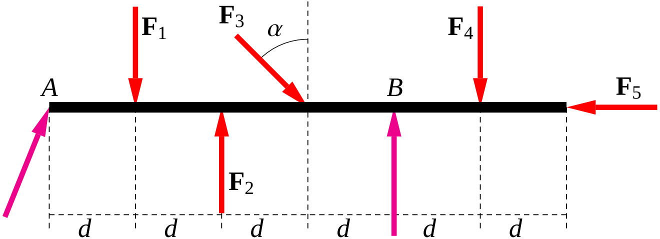
Edukia

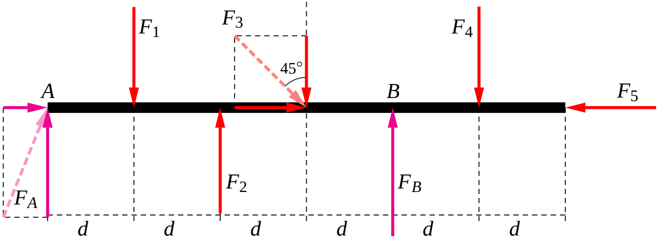
1. Estatika
   - 1
   - 2
   - 3
     - a
     - b
     - c
     - d
     - e

$\boxed{1}$ Irudiko masa gabeko hagaxka zurruna bi puntutan bermatuta dago. Batetik, A puntuari lotuta dago artikulazio baten bidez; beraz, puntu horretan artikulazioak egiten duen indarrak edozein norabide izan dezake. B puntua, berriz, marruskadurarik gabeko euskarria da. Puntu horretan egiten den indarra bertikala de. Hagaxkaren gainean aplikaturiko indarrak kontuan hartuz, zein da A eta B puntuek jasaten duten indarra? Kalkulatu A artikulazioak eragiten duen indarraren norabidea.

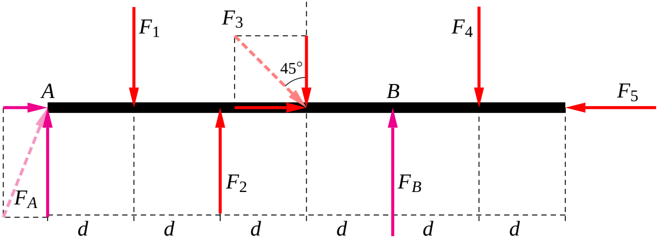
Datuak: $d = 1$ m, $\alpha = 45°$, $F_1 = 2$ N, $F_2 = 1$ N, $F_3 = 3$ N, $F_4 = 4$ N eta $F_5 = 1$ N.

Ebazpena Aurkibidea

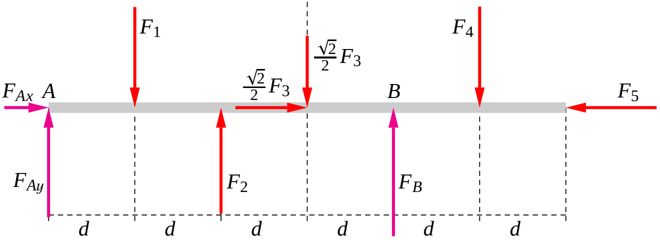




Enuntziatua
Aurkibidea



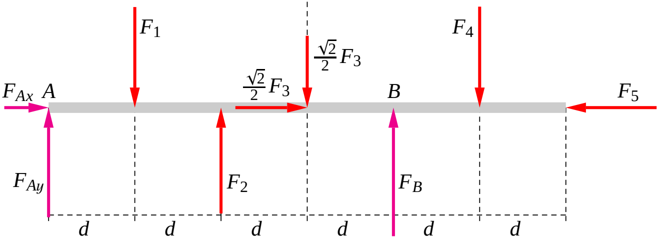
- Oreka-baldintzak:



- Oreka-baldintzak:

$$\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0} \rightarrow \left\{ \right.$$

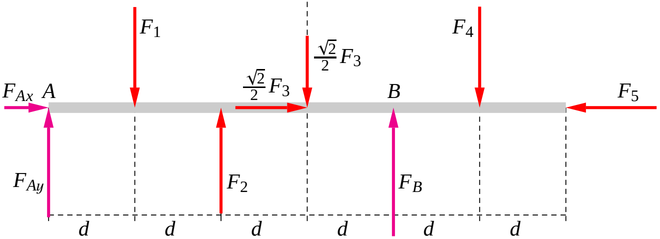
Enuntziatua Aurkibidea



- Oreka-baldintzak:

$$\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0} \;\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} F_x = F_{Ax} + \frac{\sqrt{2}}{2}F_3 - F_5 = 0 \\ \\ \end{array} \right.$$

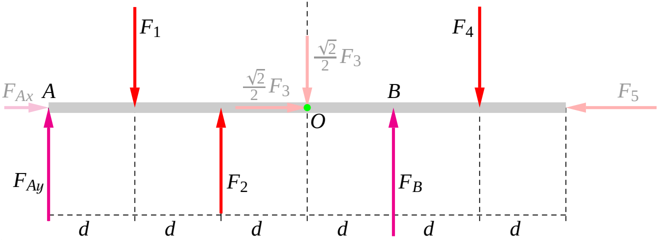
Enuntziatua Aurkibidea



- Oreka-baldintzak:

$$\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0} \;\rightarrow \begin{cases} F_x = F_{Ax} + \frac{\sqrt{2}}{2}F_3 - F_5 = 0 \\ F_y = F_{Ay} - F_1 + F_2 - \frac{\sqrt{2}}{2}F_3 + F_B - F_4 = 0 \end{cases}$$

Enuntziatua Aurkibidea

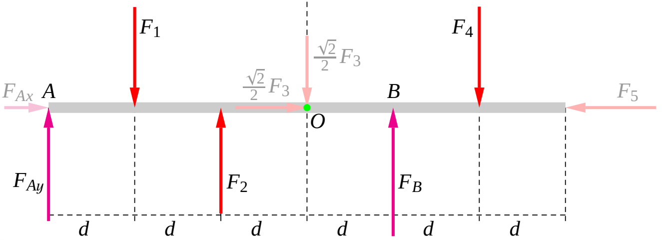


- Oreka-baldintzak:

$$\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0} \;\rightarrow \begin{cases} F_x = F_{Ax} + \frac{\sqrt{2}}{2}F_3 - F_5 = 0 \\ F_y = F_{Ay} - F_1 + F_2 - \frac{\sqrt{2}}{2}F_3 + F_B - F_4 = 0 \end{cases}$$

$$\sum \boldsymbol{\tau}_i = \mathbf{0} \;\rightarrow$$

Enuntziatua Aurkibidea

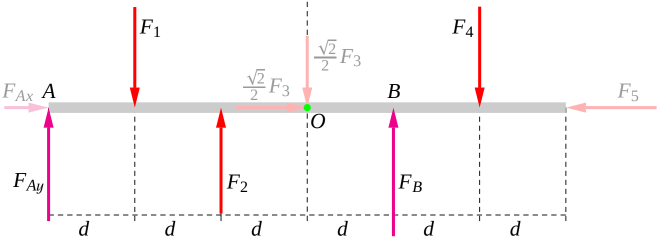


- Oreka-baldintzak:

$$\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0} \;\rightarrow\; \begin{cases} F_x = F_{Ax} + \frac{\sqrt{2}}{2}F_3 - F_5 = 0 \\ F_y = F_{Ay} - F_1 + F_2 - \frac{\sqrt{2}}{2}F_3 + F_B - F_4 = 0 \end{cases}$$

$$\sum \boldsymbol{\tau}_i = \mathbf{0} \;\rightarrow\; \tau_{Oz} = -3dF_{Ay} + 2dF_1 - dF_2 + dF_B - 2dF_4 = 0$$

Enuntziatua Aurkibidea

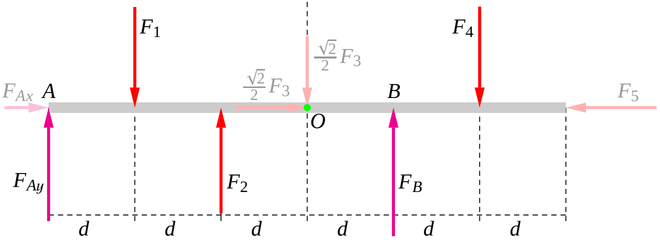


- Oreka-baldintzak:

$$\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0} \rightarrow \begin{cases} F_x = F_{Ax} + 3\frac{\sqrt{2}}{2} - 1 = 0 \\ F_y = F_{Ay} - 2 + 1 - 3\frac{\sqrt{2}}{2} + F_B - 4 = 0 \end{cases}$$

$$\sum \boldsymbol{\tau}_i = \mathbf{0} \rightarrow \tau_{Oz} = -3F_{Ay} + 4 - 1 + F_B - 8 = 0$$

Enuntziatua
Aurkibidea



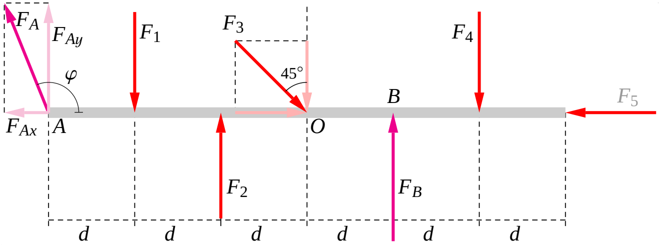
- Oreka-baldintzak:

$$\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0} \;\rightarrow \begin{cases} F_x = F_{Ax} + 3\frac{\sqrt{2}}{2} - 1 = 0 \\ F_y = F_{Ay} - 2 + 1 - 3\frac{\sqrt{2}}{2} + F_B - 4 = 0 \end{cases}$$

$$\sum \boldsymbol{\tau}_i = \mathbf{0} \;\rightarrow \tau_{Oz} = -3F_{Ay} + 4 - 1 + F_B - 8 = 0$$

- Emaitzak:

Enuntziatua Aurkibidea



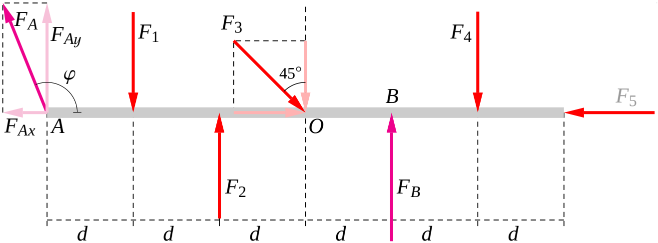
- Oreka-baldintzak:

$$\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0} \ \rightarrow \begin{cases} F_x = F_{Ax} + 3\frac{\sqrt{2}}{2} - 1 = 0 \\ F_y = F_{Ay} - 2 + 1 - 3\frac{\sqrt{2}}{2} + F_B - 4 = 0 \end{cases}$$

$$\sum \boldsymbol{\tau}_i = \mathbf{0} \ \rightarrow \ \tau_{Oz} = \ -3F_{Ay} + 4 - 1 + F_B - 8 = 0$$

- Emaitzak:

$$F_{Ax} = -1.12 \text{ N (aurkako noranzkokoa, beraz)}, \ F_{Ay} = 0.53 \text{ N}$$



- Oreka-baldintzak:

$$\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0} \;\rightarrow\; \begin{cases} F_x = F_{Ax} + 3\frac{\sqrt{2}}{2} - 1 = 0 \\ F_y = F_{Ay} - 2 + 1 - 3\frac{\sqrt{2}}{2} + F_B - 4 = 0 \end{cases}$$

$$\sum \boldsymbol{\tau}_i = \mathbf{0} \;\rightarrow\; \tau_{Oz} = -3F_{Ay} + 4 - 1 + F_B - 8 = 0$$

- Emaitzak:

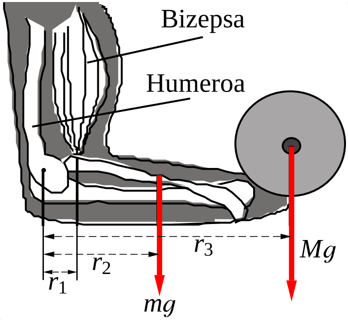
$$\boxed{F_A = 1.24\ \text{N},\ \varphi = 154.68^\circ\ \ + x \text{ ardatzarekin}} \qquad \boxed{F_B = 6.59\ \text{N}}$$

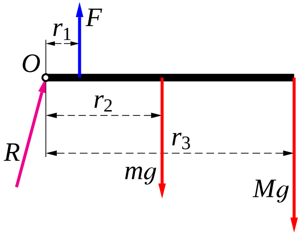
Enuntziatua   Aurkibidea

2 Irudiari dagozkion datuak hauexek dira: $r_1 = 5$ cm, $r_2 = 15$ cm, $r_3 = 35$ cm, $mg = 12$ N, eta $Mg = 12$ N. Kalkulatu:

1. Bizepsak egiten duen indarra besaurrea horizontala mantentzeko.
2. Humeroak egiten duen indarra ukondoaren artikulazioan.

Ebazpena Aurkibidea

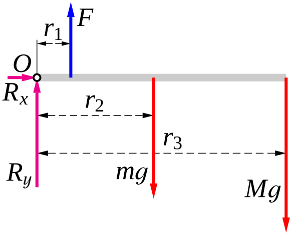




Enuntziatua

Aurkibidea

- Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$ eta $\sum \boldsymbol{\tau}_i = \mathbf{0}$.

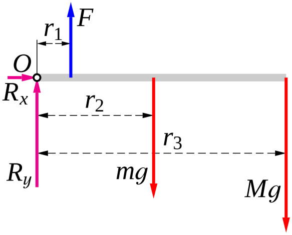


◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

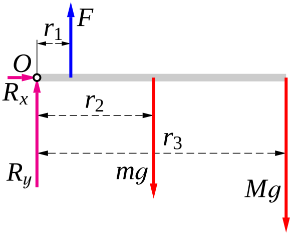
- Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$ eta $\sum \boldsymbol{\tau}_i = \mathbf{0}$.

$$\begin{cases} F_x = R_x = 0 \\ \end{cases}$$



Enuntziatua Aurkibidea

- Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$ eta $\sum \boldsymbol{\tau}_i = \mathbf{0}$.

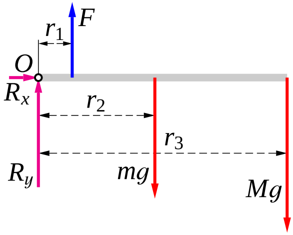


$$\begin{cases} F_x = R_x = 0 \\ F_y = R_y + F - (m+M)g = 0 \end{cases}$$

Enuntziatua Aurkibidea

- Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$ eta $\sum \boldsymbol{\tau}_i = \mathbf{0}$.

$$\begin{cases} F_x = R_x = 0 \\ F_y = R_y + F - 24 = 0 \end{cases}$$

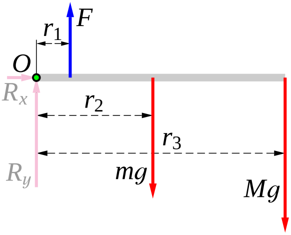


◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

- Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$ eta $\sum \boldsymbol{\tau}_i = \mathbf{0}$.

$$\begin{cases} F_x = R_x = 0 \\ F_y = R_y + F - 24 = 0 \end{cases}$$

$$\tau_{Oz} = F r_1 - mgr_2 - Mgr_3 = 0$$



Enuntziatua

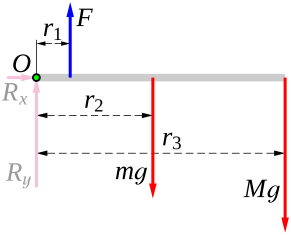
Aurkibidea

ZTF-FCT

- Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$ eta $\sum \boldsymbol{\tau}_i = \mathbf{0}$.

$$\begin{cases} F_x = R_x = 0 \\ F_y = R_y + F - 24 = 0 \end{cases}$$

$$\tau_{Oz} = 0.05F - 1.8 - 4.2 = 0$$

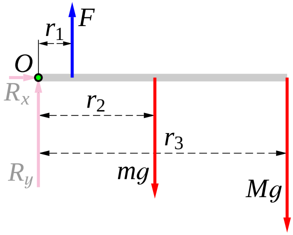


Enuntziatua Aurkibidea

- Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$ eta $\sum \boldsymbol{\tau}_i = \mathbf{0}$.

$$\begin{cases} F_x = R_x = 0 \\ F_y = R_y + F - 24 = 0 \end{cases}$$

$$\tau_{Oz} = 0.05F - 1.8 - 4.2 = 0$$



- Emaitzak:

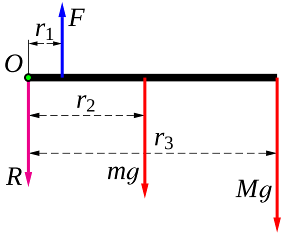
◂ Enuntziatua

▸ Aurkibidea

- Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$ eta $\sum \boldsymbol{\tau}_i = \mathbf{0}$.

$$\begin{cases} F_x = R_x = 0 \\ F_y = R_y + F - 24 = 0 \end{cases}$$

$$\tau_{Oz} = 0.05F - 1.8 - 4.2 = 0$$



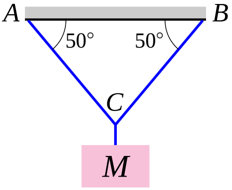
- Emaitzak:

$$\boxed{R_x = 0,\ R_y = R = -96\text{ N (beraz, aurkako noranzkokoa)} \qquad F = 120\text{ N}}$$

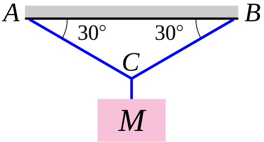
Enuntziatua

Aurkibidea

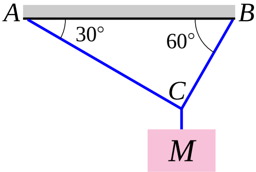
3 Sistema hauetan guztietan, $M = 40$ kg da. Kalkulatu AC eta BC soken tentsioa. Aurkibidea



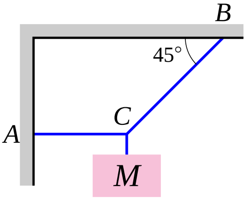
(a)



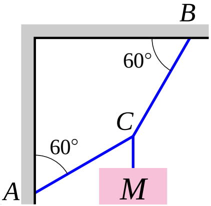
(b)



(c)

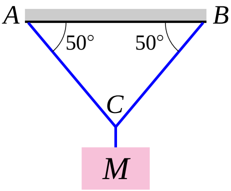


(d)



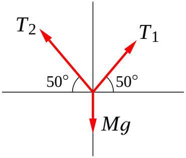
(e)

■ (a)



◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

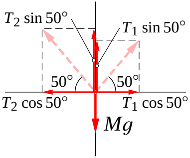
■ (a) • Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$.



Enuntziatua Aurkibidea

■ (a) • Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$.

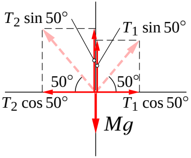
$$\begin{cases} F_x = T_1 \cos 50^\circ - T_2 \cos 50^\circ = 0 \\ \end{cases}$$



◂ Enuntziatua   ▸ Aurkibidea

■ (a) • Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$.

$$\begin{cases} F_x = T_1 \cos 50^\circ - T_2 \cos 50^\circ = 0 \\ F_y = T_1 \sin 50^\circ + T_2 \sin 50^\circ - Mg = 0 \end{cases}$$

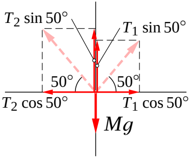


◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

■ (a) • Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$.

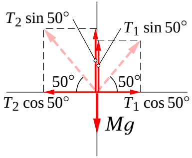
$$\begin{cases} F_x = 0.643(T_1 - T_2) = 0 \\ F_y = 0.766(T_1 + T_2) - 392 = 0 \end{cases}$$



◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

■ (a) • Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$.

$$\begin{cases} F_x = 0.643(T_1 - T_2) = 0 \\ F_y = 0.766(T_1 + T_2) - 392 = 0 \end{cases}$$



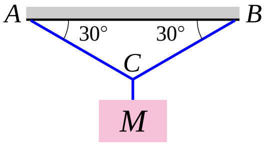
• Emaitzak:

$$\boxed{T_1 = T_2 = 255.9\ \text{N}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

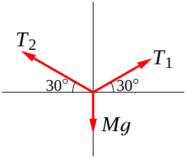
ZTF-FCT

■ (b)



◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

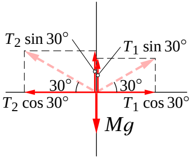
■ (b) • Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$.



◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

■ (b) • Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$.

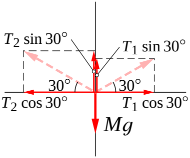
$$\begin{cases} F_x = T_1 \cos 30° - T_2 \cos 30° = 0 \\ \end{cases}$$



◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

■ (b) • Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$.

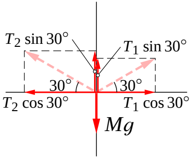
$$\begin{cases} F_x = T_1 \cos 30° - T_2 \cos 30° = 0 \\ F_y = T_1 \sin 30° + T_2 \sin 30° - Mg = 0 \end{cases}$$



◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

■ (b) • Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$.

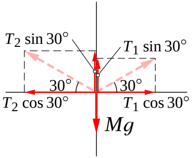
$$\begin{cases} F_x = 0.866(T_1 - T_2) = 0 \\ F_y = 0.5(T_1 + T_2) - 392 = 0 \end{cases}$$



◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

■ (b) • Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$.

$$\begin{cases} F_x = 0.866(T_1 - T_2) = 0 \\ F_y = 0.5(T_1 + T_2) - 392 = 0 \end{cases}$$

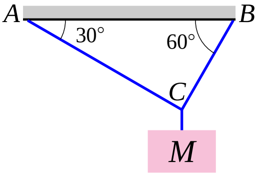


• Emaitzak:

$$\boxed{T_1 = T_2 = 392 \text{ N}}$$

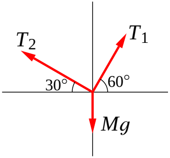
◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

■ (c)



◀ Enuntziatua ▶ Aurkibidea

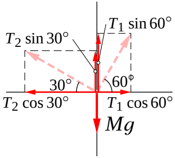
■ (c) • Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$.



◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

■ (c) • Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$.

$$\begin{cases} F_x = T_1 \cos 60° - T_2 \cos 30° = 0 \\ \end{cases}$$

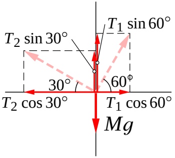


◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

■ (c) • Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$.

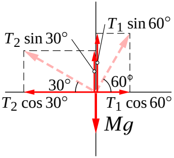
$$\begin{cases} F_x = T_1 \cos 60^\circ - T_2 \cos 30^\circ = 0 \\ F_y = T_1 \sin 60^\circ + T_2 \sin 30^\circ - Mg = 0 \end{cases}$$



Enuntziatua
Aurkibidea

■ (c) • Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$.

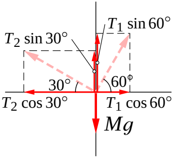
$$\begin{cases} F_x = 0.5T_1 - 0.866T_2 = 0 \\ F_y = 0.866T_1 + 0.5T_2 - 392 = 0 \end{cases}$$



◀ Enuntziatua ▶ Aurkibidea

■ (c) • Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$.

$$\begin{cases} F_x = 0.5T_1 - 0.866T_2 = 0 \\ F_y = 0.866T_1 + 0.5T_2 - 392 = 0 \end{cases}$$



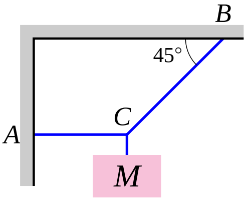
• Emaitzak:

$$\boxed{T_1 = 169.7\ \mathrm{N} \qquad T_2 = 196\ \mathrm{N}}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

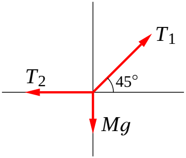
ZTF-FCT

■ (d)



◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

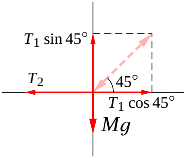
■ (d) • Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$.



Enuntziatua Aurkibidea

■ (d) • Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$.

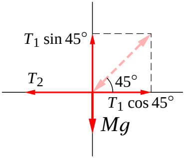
$$\begin{cases} F_x = T_1 \cos 45^\circ - T_2 = 0 \\ \end{cases}$$



◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

■ (d) • Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$.

$$\begin{cases} F_x = T_1 \cos 45^\circ - T_2 = 0 \\ F_y = T_1 \sin 45^\circ - Mg = 0 \end{cases}$$

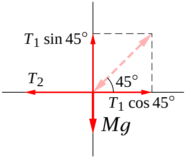


◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

■ (d) • Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$.

$$\begin{cases} F_x = 0.707T_1 - T_2 = 0 \\ F_y = 0.707T_1 - 392 = 0 \end{cases}$$

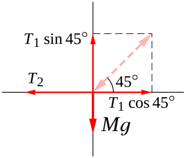


◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

■ (d) • Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$.

$$\begin{cases} F_x = 0.707T_1 - T_2 = 0 \\ F_y = 0.707T_1 - 392 = 0 \end{cases}$$



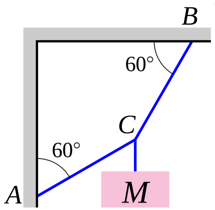
• Emaitzak:

$$\boxed{T_1 = 554.46 \text{ N} \qquad T_2 = 392 \text{ N}}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

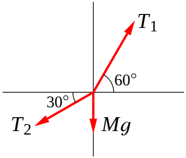
ZTF-FCT

■ (e)



◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

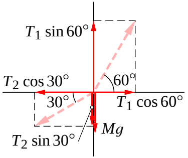
■ (e) • Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$.



◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

■ (e) • Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$.

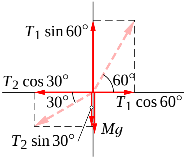
$$\begin{cases} F_x = T_1 \cos 60° - T_2 \cos 30° = 0 \\ \end{cases}$$



◂ Enuntziatua   ▸ Aurkibidea

■ (e) • Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$.

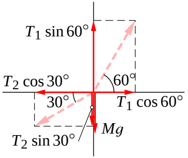
$$\begin{cases} F_x = T_1 \cos 60° - T_2 \cos 30° = 0 \\ F_y = T_1 \sin 60° - T_2 \sin 30° - Mg = 0 \end{cases}$$



◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

■ (e) • Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$.

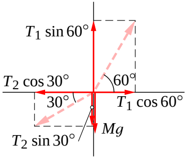
$$\begin{cases} F_x = 0.5T_1 - 0.866T_2 = 0 \\ F_y = 0.866T_1 - 0.5T_2 - 392 = 0 \end{cases}$$



◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

■ (e) • Oreka-baldintzak: $\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$.

$$\begin{cases} F_x = 0.5T_1 - 0.866T_2 = 0 \\ F_y = 0.866T_1 - 0.5T_2 - 392 = 0 \end{cases}$$



• Emaitzak:

$$\boxed{T_1 = 678.96 \text{ N} \qquad T_2 = 392 \text{ N}}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Mekanikako Ariketak

Dinamika

Oscar Ecenarro
oscar.ecenarro@ehu.es

Edukia

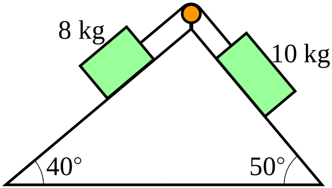
1. Dinamika
   - 1
   - 2
   - 3
   - 4
   - 5
   - 6

ZTF-FCT

1 8 kg eta 10 kg-ko bi kutxa marruskadurarik gabeko plano inklinatuetan soka baten bidez loturik daude.

(a) Kalkulatu kutxen azelerazioa eta sokaren tentsioa.

(b) 10 kg-ko kutxa beste kutxa batez ordezkatu eta gero sistema orekan badago, zein da jarri den kutxaren masa?

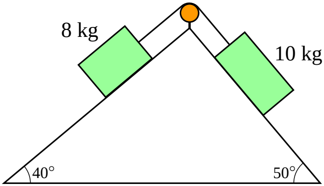


(a) (b) Aurkibidea

- (a) Sistemaren gaineko indarren deskripzioa:

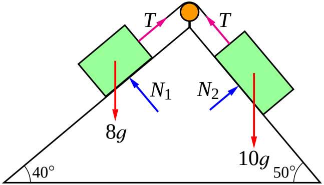
Enuntziatua (a) – Aurkibidea

- (a) Sistemaren gaineko indarren deskripzioa:
  - **jatorrizko muntaia**



Enuntziatua (a) – Aurkibidea

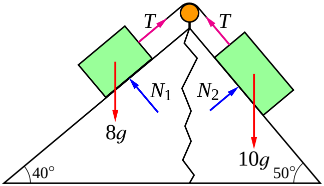
- (a) Sistemaren gaineko indarren deskripzioa:
  - jatorrizko muntaia
  - **gorputzen gaineko indarrak**



Enuntziatua (a) – Aurkibidea

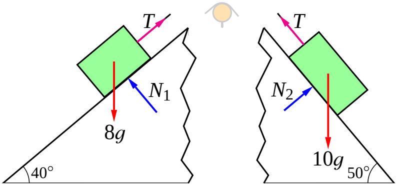
ZTF-FCT

- (a) Sistemaren gaineko indarren deskripzioa:
  - jatorrizko muntaia
  - gorputzen gaineko indarrak
  - masa bien azterketa independentea egiteko **aurretiko urratsa**

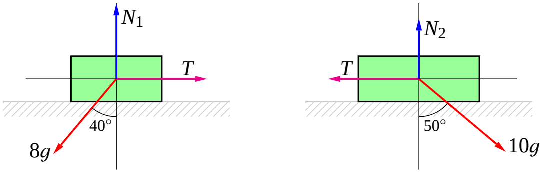


◂ Enuntziatua ▸ (a) – ▸ Aurkibidea

- (a) Sistemaren gaineko indarren deskripzioa:
  - jatorrizko muntaia
  - gorputzen gaineko indarrak
  - masa bien azterketa independentea egiteko aurretiko urratsa
  - **sistemaren desegituraketa** osoa.

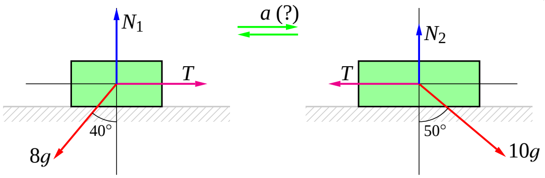


◂ Enuntziatua ▸ (a) – ▸ Aurkibidea



- Hona hemen sistemaren higidura sinplifikatua (**‘horizontalizatua’**):

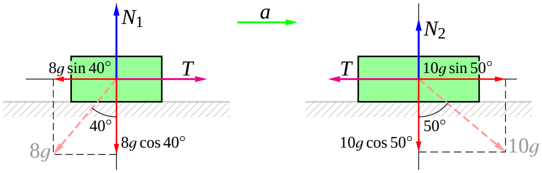
Enuntziatua (a) – Aurkibidea



- Hona hemen sistemaren higidura sinplifikatua ('horizontalizatua'):
  - Planoetan zehar, **azelerazioak berdinak dira**. Baina, **noranzkokoak?**

Enuntziatua (a) – Aurkibidea

ZTF-FCT



- Hona hemen sistemaren higidura sinplifikatua ('horizontalizatua'):
  - Planoetan zehar, azelerazioak berdinak dira. Baina, noranzkokoak?
  - Osagaietan bananduz gero, nabaria da **eskuineranzkoak** behar dutela izan, eskuineko masa eta planoaren aldapa eskerrekoak baino handiagoak baitira.

Enuntziatua (a) – Aurkibidea

- Erabili beharreko ekuazioak (Newtonen bigarren legea):

$$\sum_i \mathbf{F}_i = \mathbf{F} = m\mathbf{a} \qquad \rightarrow \qquad \begin{cases} F_x = ma_x \\ F_y = ma_y \end{cases}$$

Enuntziatua (b) Aurkibidea

- Erabili beharreko ekuazioak (Newtonen bigarren legea):

$$\sum_i \mathbf{F}_i = \mathbf{F} = m\mathbf{a} \qquad \rightarrow \qquad \begin{cases} F_x = ma_x \\ F_y = ma_y \end{cases}$$

• Marruskadurarik ez dagoenez, eta higidura osoa **'horizontalean'** egiten denez (gure eskema sinplifikatuan, noski), nahiko dugu Ox ardatzeko ekuazioekin:

◂ Enuntziatua ▸ (b) ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

▶ Erabili beharreko ekuazioak (Newtonen bigarren legea):

$$\sum_i \mathbf{F}_i = \mathbf{F} = m\mathbf{a} \qquad \rightarrow \qquad \begin{cases} F_x = ma_x \\ F_y = ma_y \end{cases}$$

• Marruskadurarik ez dagoenez, eta higidura osoa 'horizontalean' egiten denez (gure eskema sinplifikatuan, noski), nahiko dugu Ox ardatzeko ekuazioekin:

$$\begin{cases} T - 8g\sin 40^\circ = 8a \\ 10g\sin 50^\circ - T = 10a \end{cases}$$

◂ Enuntziatua ▸ (b) ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

▶ Erabili beharreko ekuazioak (Newtonen bigarren legea):

$$\sum_i \mathbf{F}_i = \mathbf{F} = m\mathbf{a} \qquad \rightarrow \qquad \begin{cases} F_x = ma_x \\ F_y = ma_y \end{cases}$$

• Marruskadurarik ez dagoenez, eta higidura osoa 'horizontalean' egiten denez (gure eskema sinplifikatuan, noski), nahiko dugu Ox ardatzeko ekuazioekin:

$$\begin{cases} T - 8g \sin 40^\circ = 8a \\ 10g \sin 50^\circ - T = 10a \end{cases} \qquad \rightarrow \qquad \begin{cases} T - 50.39 = 8a \\ 75.07 - T = 10a \end{cases}$$

▶ Erabili beharreko ekuazioak (Newtonen bigarren legea):

$$\sum_i \mathbf{F}_i = \mathbf{F} = m\mathbf{a} \qquad \rightarrow \qquad \begin{cases} F_x = ma_x \\ F_y = ma_y \end{cases}$$

• Marruskadurarik ez dagoenez, eta higidura osoa 'horizontalean' egiten denez (gure eskema sinplifikatuan, noski), nahiko dugu Ox ardatzeko ekuazioekin:

$$\begin{cases} T - 8g\sin 40^\circ = 8a \\ 10g\sin 50^\circ - T = 10a \end{cases} \qquad \rightarrow \qquad \begin{cases} T - 50.39 = 8a \\ 75.07 - T = 10a \end{cases}$$

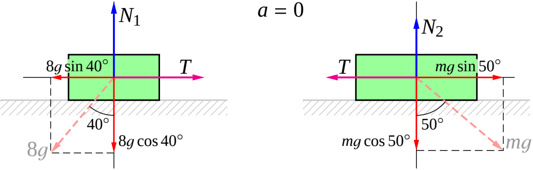
• ...eta sistema honen emaitzak hauexek dira:

$$\boxed{a = 1.37\ \mathrm{m/s^2}} \qquad \boxed{T = 61.36\ \mathrm{N}}$$

◂ Enuntziatua ▸ (b) ▸ Aurkibidea

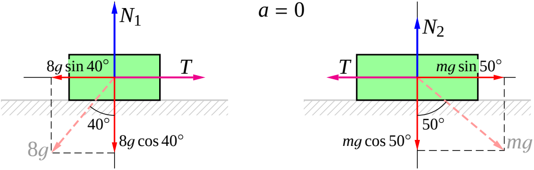
■ (b) Honako honetan, sistemaren azelerazioa nulua da: $\mathbf{a} = \mathbf{0}$. Orekan egoteaz gain, sistema geldirik dagoela suposatuko dugu.

■ (b) Honako honetan, sistemaren azelerazioa nulua da: $\mathbf{a} = \mathbf{0}$. Orekan egoteaz gain, sistema geldirik dagoela suposatuko dugu.



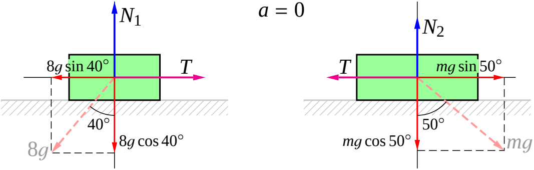
Enuntziatua
Aurkibidea

■ (b) Honako honetan, sistemaren azelerazioa nulua da: $\mathbf{a} = \mathbf{0}$. Orekan egoteaz gain, sistema geldirik dagoela suposatuko dugu.



► Newtonen bigarren legearen aplikazioa (orekaren kasuan): $\sum_i \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$:

■ (b) Honako honetan, sistemaren azelerazioa nulua da: $\mathbf{a} = \mathbf{0}$. Orekan egoteaz gain, sistema geldirik dagoela suposatuko dugu.



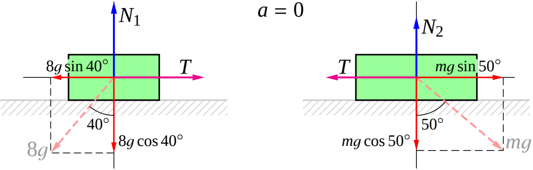
► Newtonen bigarren legearen aplikazioa (orekaren kasuan): $\sum_i \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$:

$$\begin{cases} T - 8g \sin 40° = 0 \\ mg \sin 50° - T = 0 \end{cases}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

■ (b) Honako honetan, sistemaren azelerazioa nulua da: $\mathbf{a} = \mathbf{0}$. Orekan egoteaz gain, sistema geldirik dagoela suposatuko dugu.



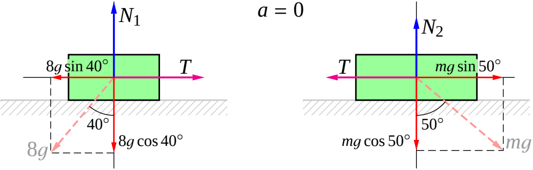
► Newtonen bigarren legearen aplikazioa (orekaren kasuan): $\sum_i \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$:

$$\begin{cases} T - 8g\sin 40^\circ = 0 \\ mg\sin 50^\circ - T = 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} T - 50.39 = 0 \\ 7.51\, m - T = 0 \end{cases}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

■ (b) Honako honetan, sistemaren azelerazioa nulua da: $\mathbf{a} = \mathbf{0}$. Orekan egoteaz gain, sistema geldirik dagoela suposatuko dugu.



▶ Newtonen bigarren legearen aplikazioa (orekaren kasuan): $\sum_i \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$:

$$\begin{cases} T - 8g \sin 40° = 0 \\ mg \sin 50° - T = 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} T - 50.39 = 0 \\ 7.51\, m - T = 0 \end{cases}$$

- ...eta sistema honen emaitzak hauexek dira:

$\boxed{m = 6.71 \text{ kg}}$ $\boxed{T = 50.39 \text{ N}}$

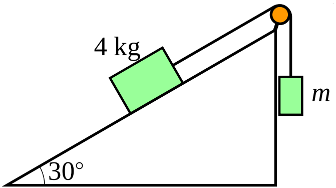
◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

2 Irudian ikus daitekeenez, 4 kg-ko masa plano inklinatu batean dago kokaturik, eta txirrika baten bitartez m masa duen eta zintzilik dagoen gorputzari lotuta dago. Masa eta planoaren arteko marruskadura-koefiziente estatikoa 0.4 da.

(a) Sistema orekan egoteko m balioak bete behar dituen baldintzak lortu.

(b) $m = 1$ kg denean, sistema orekan dago. Zein da kasu horretan 4 kg-ko masaren gainean eragiten duen marruskadura-indarraren balioa?



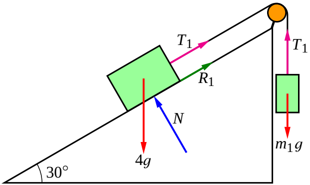
(a) (b) Aurkibidea

(a) Egoera posibleen deskribapena

Enuntziatua (a1–a2) Aurkibidea

(a) Egoera posibleen deskribapena

- Sistema ezkerrerantz (planoan behera) irristatzeko zorian dago: (a1).



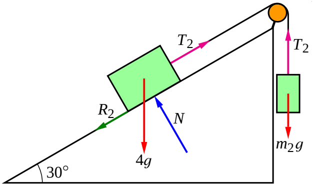
(a1)

◂ Enuntziatua ▸ (a1–a2) ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

(a) Egoera posibleen deskribapena

- Sistema eskuinerantz (planoan gora) irristatzeko zorian dago: (a2).

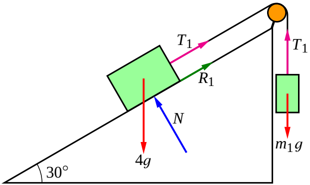


(a2)

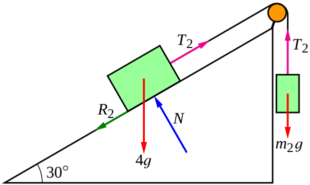
Enuntziatua
(a1–a2)
Aurkibidea

(a) Egoera posibleen deskribapena

- Sistema ezkerrerantz (planoan behera) irristatzeko zorian dago: (a1).
- Sistema eskuinerantz (planoan gora) irristatzeko zorian dago: (a2).



(a1)

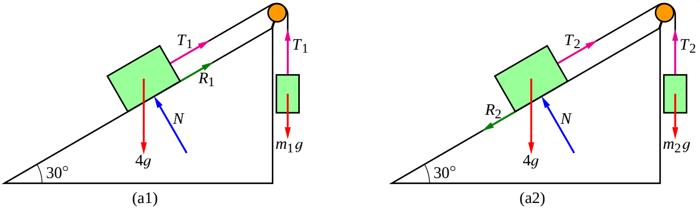


(a2)

◂ Enuntziatua ▸ (a1–a2) ▸ Aurkibidea

(a) Egoera posibleen deskribapena

- Sistema ezkerrerantz (planoan behera) irristatzeko zorian dago: (a1).
- Sistema eskuinerantz (planoan gora) irristatzeko zorian dago: (a2).



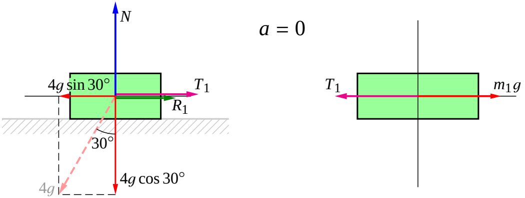
• Irristatzeko zorian, marruskadura estatikoa maximoa da: $R = \mu$ N

◂ Enuntziatua ▸ (a1–a2) ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

(a) Orekarako ekuazio-sistemak

■ (a1) Hau da indarren eskema 'horizontalizatua':



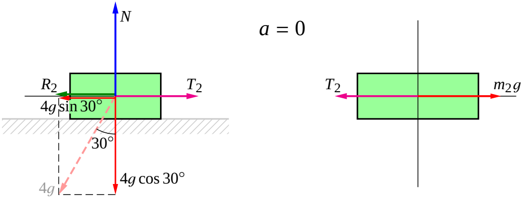
(a1)

• ...eta indarren oreka-ekuazioak ardatz bietan ($\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$):

$$\begin{aligned} T_1 + R_1 - 4g\sin 30^\circ &= 0 \\ N - 4g\cos 30^\circ &= 0 \\ m_1 g - T_1 &= 0 \\ R_1 &= \mu N \end{aligned}$$

(a) Orekarako ekuazio-sistemak

- (a2) Hau da indarren eskema 'horizontalizatua':



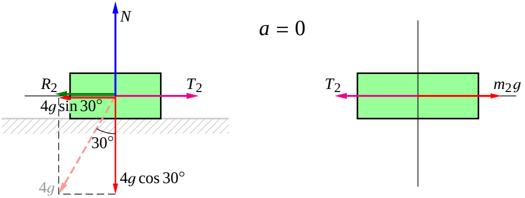
(a2)

- ...eta indarren oreka-ekuazioak ardatz bietan ($\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$):

$$\begin{aligned} T_2 - R_2 - 4g\sin 30° &= 0 \\ N - 4g\cos 30° &= 0 \\ m_2 g - T_2 &= 0 \\ R_2 &= \mu N \end{aligned}$$

(a) Orekarako ekuazio-sistemak

- (a2) Hau da indarren eskema 'horizontalizatua':



(a2)

- ...eta indarren oreka-ekuazioak ardatz bietan ($\sum \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$):

$$\begin{aligned} T_1 + R_1 - 4g\sin 30^\circ &= 0 \\ N - 4g\cos 30^\circ &= 0 \\ m_1 g - T_1 &= 0 \\ R_1 &= \mu N \end{aligned} \qquad \begin{aligned} T_2 - R_2 - 4g\sin 30^\circ &= 0 \\ N - 4g\cos 30^\circ &= 0 \\ m_2 g - T_2 &= 0 \\ R_2 &= \mu N \end{aligned}$$

Enuntziatua (a) – Aurkibidea

(a) Orekarako masa-tartea

- (a1–a2) aukeretako ekuazio-sistemen ebazpenean, m_1 eta m_2 masak besterik ez zaizkigu interesatzen. Bertatik:

Enuntziatua (b) Aurkibidea

(a) Orekarako masa-tartea

- (a1–a2) aukeretako ekuazio-sistemen ebazpenean, m_1 eta m_2 masak besterik ez zaizkigu interesatzen. Bertatik:

$$m_1 = 0.614 \text{ kg} \qquad m_2 = 3.386 \text{ kg}$$

Enuntziatua (b) Aurkibidea

(a) Orekarako masa-tartea

- (a1–a2) aukeretako ekuazio-sistemen ebazpenean, m_1 eta m_2 masak besterik ez zaizkigu interesatzen. Bertatik:

$$m_1 = 0.614 \text{ kg} \qquad\qquad m_2 = 3.386 \text{ kg}$$

- Sistema orekan egon dadin, m masak baldintza hau bete behar du:

◂ Enuntziatua ▸ (b) ▸ Aurkibidea

(a) Orekarako masa-tartea

- (a1–a2) aukeretako ekuazio-sistemen ebazpenean, m_1 eta m_2 masak besterik ez zaizkigu interesatzen. Bertatik:

$$m_1 = 0.614 \text{ kg} \qquad\qquad m_2 = 3.386 \text{ kg}$$

- Sistema orekan egon dadin, m masak baldintza hau bete behar du:

$$\boxed{0.614 \text{ kg} \le m \le 3.386 \text{ kg}}$$

Enuntziatua (b) Aurkibidea

ZTF-FCT

(b) Sistema berriaren deskribapena

(b) Sistema berriaren deskribapena

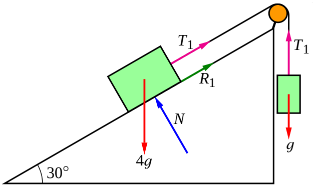
- $m = 1$ kg-eko masa, orekarako masa-tartean dago. Beraz, sistema orekan dago

(b) Sistema berriaren deskribapena

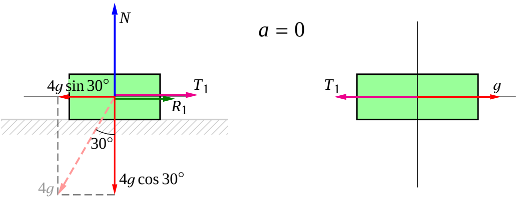
- $m = 1$ kg-eko masa, orekarako masa-tartean dago. Beraz, sistema orekan dago ... baina oraingoan $R < \mu N$ da.

(b) Sistema berriaren deskribapena

- $m = 1$ kg-eko masa, orekarako masa-tartean dago. Beraz, sistema orekan dago . . . baina oraingoan $R < \mu N$ da.



(a1)

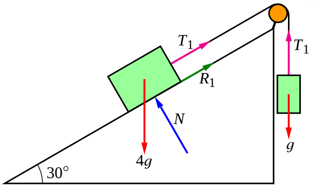


(a1)

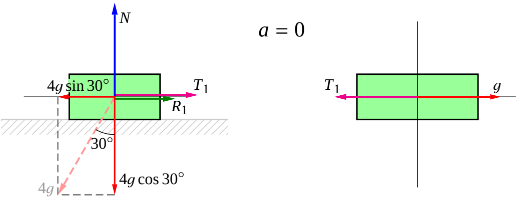
- Aurreko ataleko aukera posibleetatik, (a1) hartuko dugu:

(b) Sistema berriaren deskribapena

- $m = 1$ kg-eko masa, orekarako masa-tartean dago. Beraz, sistema orekan dago . . . baina oraingoan $R < \mu N$ da.



(a1)



(a1)

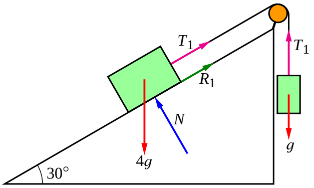
- Aurreko ataleko aukera posibleetatik, (a1) hartuko dugu:

$$\begin{cases} T_1 + R_1 - 4g \sin 30° = 0 \\ N - 4g \cos 30° = 0 \\ g - T_1 = 0 \end{cases}$$

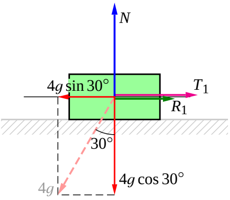
Enuntziatua Aurkibidea

(b) Sistema berriaren deskribapena

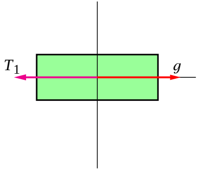
- $m = 1$ kg-eko masa, orekarako masa-tartean dago. Beraz, sistema orekan dago … baina oraingoan $R < \mu N$ da.



(a1)



$a = 0$



(a1)

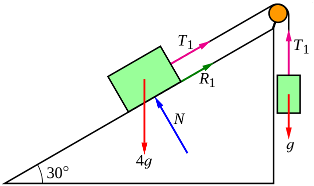
- Aurreko ataleko aukera posibleetatik, (a1) hartuko dugu:

$$\left\{ \begin{aligned} T_1 + R_1 - 4g \sin 30° &= 0 \\ N - 4g \cos 30° &= 0 \\ g - T_1 &= 0 \end{aligned} \right. \quad \rightarrow \quad \boxed{R_1 = 9.8 \text{ N}}$$

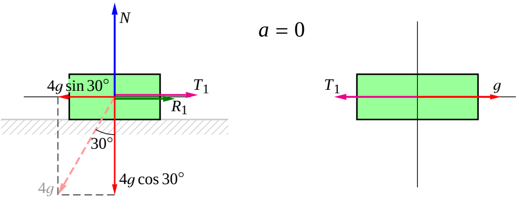
Enuntziatua Aurkibidea

(b) Sistema berriaren deskribapena

- $m = 1$ kg-eko masa, orekarako masa-tartean dago. Beraz, sistema orekan dago … baina oraingoan $R < \mu N$ da.



(a1)



(a1)

- Aurreko ataleko aukera posibleetatik, (a1) hartuko dugu:

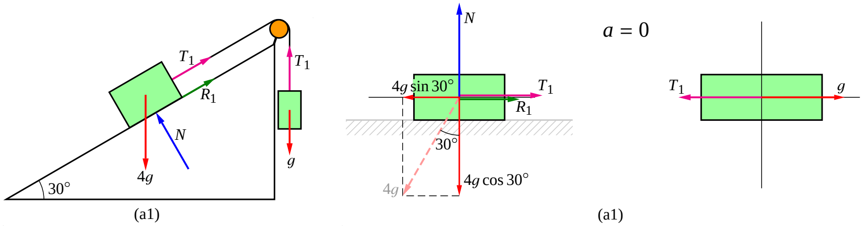
$$\begin{cases} T_1 + R_1 - 4g \sin 30° = 0 \\ N - 4g \cos 30° = 0 \\ g - T_1 = 0 \end{cases} \quad \rightarrow \quad \boxed{R_1 = 9.8 \text{ N}}$$

- (a2) aukeratu izan bagenu, $R_2 = -9.8$ N lortuko genukeen

Enuntziatua Aurkibidea

(b) Sistema berriaren deskribapena

- $m = 1$ kg-eko masa, orekarako masa-tartean dago. Beraz, sistema orekan dago… baina oraingoan $R < \mu N$ da.



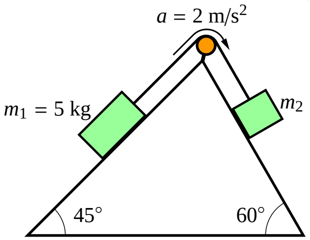
- Aurreko ataleko aukera posibleetatik, (a1) hartuko dugu:

$$\begin{cases} T_1 + R_1 - 4g \sin 30° = 0 \\ N - 4g \cos 30° = 0 \\ g - T_1 = 0 \end{cases} \quad \rightarrow \quad \boxed{R_1 = 9.8 \text{ N}}$$

- (a2) aukeratu izan bagenu, $R_2 = -9.8$ N lortuko genukeen, hau da, (a1).

Enuntziatua Aurkibidea

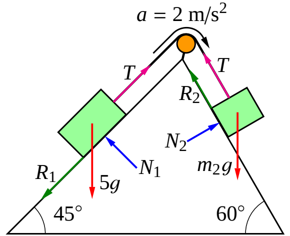
3 Irudiko plano inklinatuan, sistemaren azelerazioa $a = 2\ \mathrm{m/s^2}$ da (eskuinerantz) eta $m_1 = 5$ kg. Masen eta planoen arteko marruskadura-koefizientea $\mu = 0.05$ da. Kalkulatu m_2 eta sokaren tentsioa (txirrikaren eta sokaren arteko marruskadura bastertu).



(a) Aurkibidea

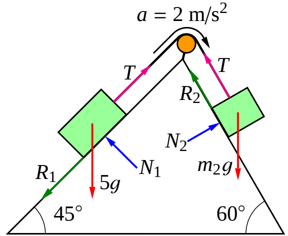
Sistemaren deskribapen sinplifikatua

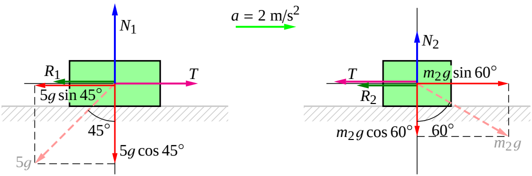
Sistemaren deskribapen sinplifikatua



Enuntziatua (a)– Aurkibidea

Sistemaren deskribapen sinplifikatua



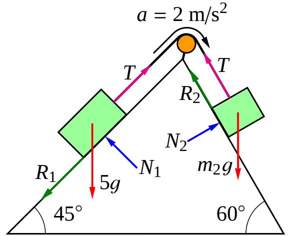


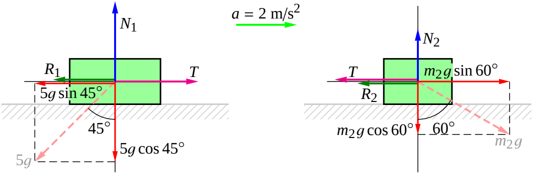
- Hona hemen masa bien gaineko indarren eskema

Enuntziatua (a)– Aurkibidea

ZTF-FCT

Sistemaren deskribapen sinplifikatua



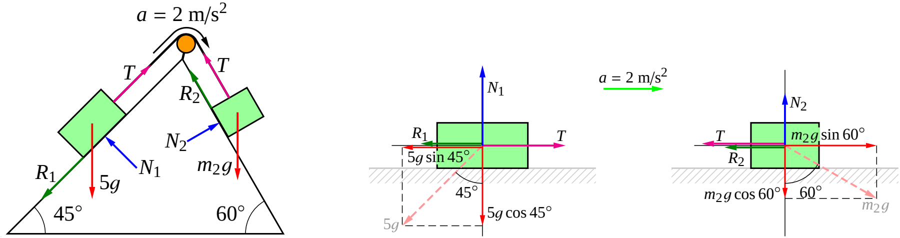


- Hona hemen masa bien gaineko indarren eskema eta sistemaren higidura 'horizontalizatua' (sinplifikatua).

Enuntziatua (a)– Aurkibidea

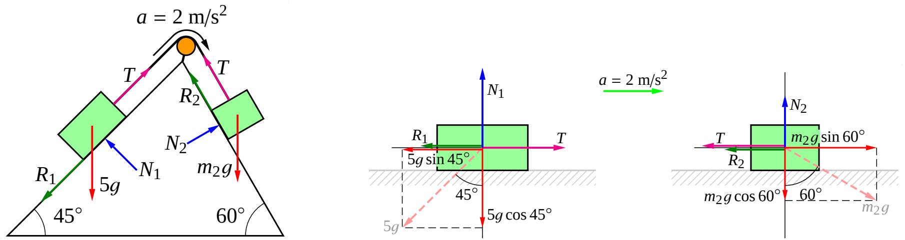
ZTF-FCT

Sistemaren deskribapen sinplifikatua



- Hona hemen masa bien gaineko indarren eskema eta sistemaren higidura ‘horizontalizatua’ (sinplifikatua).
- Sistema higitzen ari denez, marruskadura-indar dinamikoak eragiten du, eta honek balio konstantea du: $R = \mu N$.

Sistemaren deskribapen sinplifikatua



- Hona hemen masa bien gaineko indarren eskema eta sistemaren higidura 'horizontalizatua' (sinplifikatua).
- Sistema higitzen ari denez, marruskadura-indar dinamikoak eragiten du, eta honek balio konstantea du: $R = \mu N$.
- Masa bakoitzari Newtonen bigarren legea aplikatu behar zaio.

◂ Enuntziatua ▸ (a)– ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Higidura-ekuazioak

Enuntziatua Aurkibidea

Higidura-ekuazioak

- Hona hemen Newtonen bigarren legearen aplikazioa ($\sum_j \mathbf{F}_{ji} = m_i \mathbf{a}_i$):

Enuntziatua

Aurkibidea

ZTF-FCT

Higidura-ekuazioak

- Hona hemen Newtonen bigarren legearen aplikazioa ($\sum_j \mathbf{F}_{ji} = m_i \mathbf{a}_i$):

$$\begin{aligned} T - R_1 - 5g\sin 45^\circ &= 5a \\ N_1 - 5g\cos 45^\circ &= 0 \\ R_1 &= \mu N_1 \end{aligned} \qquad \begin{aligned} m_2 g\sin 60^\circ - T - R_2 &= m_2 a \\ N_2 - m_2 g\cos 60^\circ &= 0 \\ R_2 &= \mu N_2 \end{aligned}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Higidura-ekuazioak

- Hona hemen Newtonen bigarren legearen aplikazioa ($\sum_j \mathbf{F}_{ji} = m_i \mathbf{a}_i$):

$$\begin{aligned} T - R_1 - 34.65 &= 10 \\ N_1 - 34.65 &= 0 \\ R_1 &= 0.05 N_1 \end{aligned} \qquad \begin{aligned} 8.49 m_2 - T - R_2 &= 2 m_2 \\ N_2 - 4.9 m_2 &= 0 \\ R_2 &= 0.05 N_2 \end{aligned}$$

Enuntziatua Aurkibidea

Higidura-ekuazioak

- Hona hemen Newtonen bigarren legearen aplikazioa ($\sum_j \mathbf{F}_{ji} = m_i \mathbf{a}_i$):

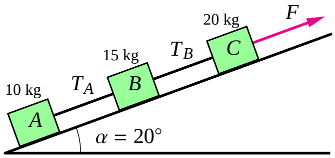
$$\begin{aligned} T - R_1 - 34.65 &= 10 \\ N_1 - 34.65 &= 0 \\ R_1 &= 0.05 N_1 \end{aligned} \qquad \begin{aligned} 8.49 m_2 - T - R_2 &= 2 m_2 \\ N_2 - 4.9 m_2 &= 0 \\ R_2 &= 0.05 N_2 \end{aligned}$$

- Sei ekuazio eta sei ezezagun. Behin sistema ebatziz gero, interesatzen zaizkigun ezezagunen balioak hauexek dira:

$$\boxed{m_2 = 7.43 \text{ kg}} \qquad \boxed{T = 46.38 \text{ N}}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

4 A, B eta C blokeen masak 10, 15 eta 20 kg dira hurrenez hurren. Kalkulatu sistemaren azelerazioa eta soken tentsioak $F = 100$ N denean (ez dago marruskadurarik).

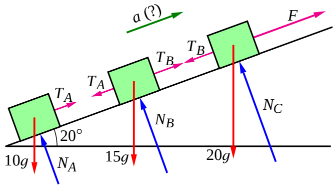


(a) Aurkibidea

Sistemaren deskribapen sinplifikatua

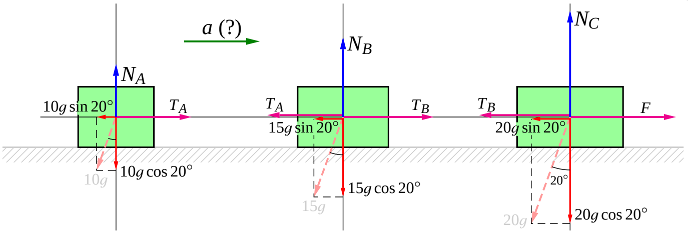
Sistemaren deskribapen sinplifikatua

- Hona hemen sistemaren gaineko indarrak



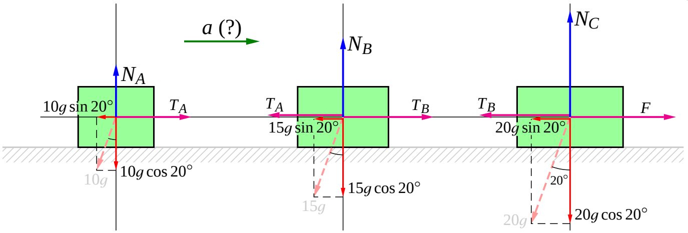
Sistemaren deskribapen sinplifikatua

- Hona hemen sistemaren gaineko indarrak, eta eskema ‘horizontalizatua’:



Sistemaren deskribapen sinplifikatua

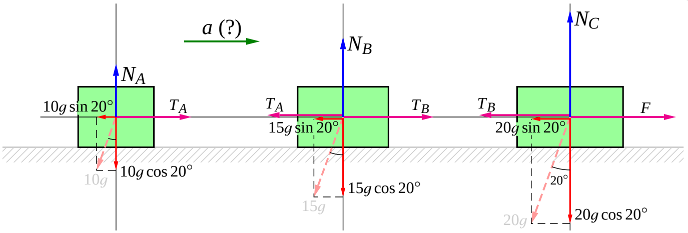
- Hona hemen sistemaren gaineko indarrak, eta eskema 'horizontalizatua':



- Azelerazioaren noranzkoa ezezaguna da, eta eskuineranzkoa dela aukeratu dugu.

Sistemaren deskribapen sinplifikatua

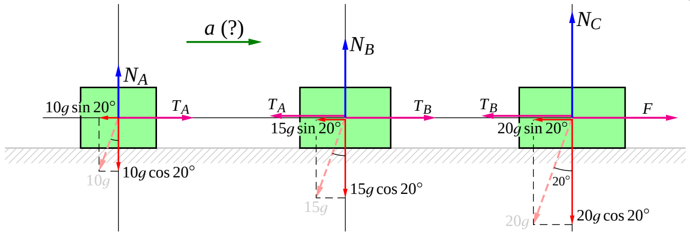
- Hona hemen sistemaren gaineko indarrak, eta eskema 'horizontalizatua':



- Azelerazioaren noranzkoa ezezaguna da, eta eskuineranzkoa dela aukeratu dugu.
- Marruskadurarik ez dagoenez, norabide 'bertikalean' ez da ezer kontsideratu behar.

Sistemaren deskribapen sinplifikatua

- Hona hemen sistemaren gaineko indarrak, eta eskema 'horizontalizatua':



- Azelerazioaren noranzkoa ezezaguna da, eta eskuineranzkoa dela aukeratu dugu.
- Marruskadurarik ez dagoenez, norabide 'bertikalean' ez da ezer kontsideratu behar.
- Masa bakoitzari Newtonen bigarren legea aplikatu behar zaio.

Higidura-ekuazioak

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Higidura-ekuazioak

- Hona hemen Newtonen bigarren legearen aplikazioa ‘horizontalean’:

Enuntziatua   Aurkibidea

Higidura-ekuazioak

- Hona hemen Newtonen bigarren legearen aplikazioa 'horizontalean':

$$\begin{aligned} T_A - 10g\sin 20^\circ &= 10a \\ T_B - T_A - 15g\sin 20^\circ &= 15a \\ F - T_B - 20g\sin 20^\circ &= 20a \end{aligned}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Higidura-ekuazioak

- Hona hemen Newtonen bigarren legearen aplikazioa ‘horizontalean’:

$$\begin{aligned} T_A - 10g\sin 20^\circ &= 10a \\ T_B - T_A - 15g\sin 20^\circ &= 15a \\ F - T_B - 20g\sin 20^\circ &= 20a \end{aligned} \xrightarrow{F=100} \boxed{\begin{aligned} a &= -1.13\ \mathrm{m/s^2} \\ T_A &= 22.22\ \mathrm{N} \\ T_B &= 55.56\ \mathrm{N} \end{aligned}}$$

Enuntziatua
Aurkibidea

Higidura-ekuazioak

- Hona hemen Newtonen bigarren legearen aplikazioa ‘horizontalean’:

$$\begin{aligned} T_A - 10g\sin 20^\circ &= 10a \\ T_B - T_A - 15g\sin 20^\circ &= 15a \\ F - T_B - 20g\sin 20^\circ &= 20a \end{aligned} \xrightarrow{F=100} \boxed{\begin{aligned} a &= -1.13\ \mathrm{m/s^2} \\ T_A &= 22.22\ \mathrm{N} \\ T_B &= 55.56\ \mathrm{N} \end{aligned}}$$

- **Azelerazioak, beraz, kontrako noranzkoa du.**

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Higidura-ekuazioak

- Hona hemen Newtonen bigarren legearen aplikazioa ‘horizontalean’:

$$\begin{aligned} T_A - 10g\sin 20^\circ &= 10a \\ T_B - T_A - 15g\sin 20^\circ &= 15a \\ F - T_B - 20g\sin 20^\circ &= 20a \end{aligned} \quad \xrightarrow{F=100} \quad \boxed{\begin{aligned} a &= -1.13\ \text{m/s}^2 \\ T_A &= 22.22\ \text{N} \\ T_B &= 55.56\ \text{N} \end{aligned}}$$

- Azelerazioak, beraz, kontrako noranzkoa du.
- **Oharra.** Aurreko hiru ekuazioak batuz gero, hauxe dugu:

$$100 - 45g\sin 20^\circ = 45a \quad \rightarrow \quad \boxed{a = -1.13\ \text{m/s}^2}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Higidura-ekuazioak

- Hona hemen Newtonen bigarren legearen aplikazioa ‘horizontalean’:

$$\begin{aligned} T_A - 10g\sin 20^\circ &= 10a \\ T_B - T_A - 15g\sin 20^\circ &= 15a \\ F - T_B - 20g\sin 20^\circ &= 20a \end{aligned} \quad \xrightarrow{F=100} \quad \boxed{\begin{aligned} a &= -1.13\ \mathrm{m/s^2} \\ T_A &= 22.22\ \mathrm{N} \\ T_B &= 55.56\ \mathrm{N} \end{aligned}}$$

- Azelerazioak, beraz, kontrako noranzkoa du.
- **Oharra.** Aurreko hiru ekuazioak batuz gero, hauxe dugu:

$$100 - 45g\sin 20^\circ = 45a \quad \longrightarrow \quad \boxed{a = -1.13\ \mathrm{m/s^2}}$$

Hau da, masa osoko gorputz bakarra izango balitz bezala!

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

$\boxed{\mathbf{5}}$ Autobus baten sabaian zintzilikaturiko soka batetik 50 kg-ko masa dago lotuta. Kalkulatu sokaren inklinazioa bertikalarekiko honako egoera hauetan:

(a) autobusak 5 m/s^2-ko azelerazioa duenean,

(b) 50 m-ko erradioa duen bihurgune batetik 25 m/s-ko abiaduraz pasatzen ari denean,

(c) balaztatzen ari denean -10 m/s^2-ko azelerazioaz eta

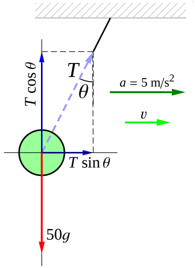
(d) autobusa 25 m/s-ko abiaduraz doanean.

(a) (b) (c) (d) Aurkibidea

(a) Sistemaren deskribapen sinplifikatua

Enuntziatua (b) (c) (d) Aurkibidea

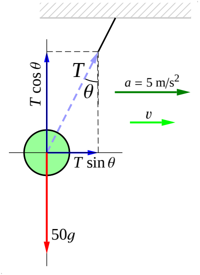
(a) Sistemaren deskribapen sinplifikatua



- Sistemaren gaineko indarren eskema.

Enuntziatua (b) (c) (d) Aurkibidea

(a) Sistemaren deskribapen sinplifikatua

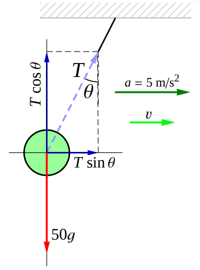


- Sistemaren gaineko indarren eskema.
- Horizontalean, Newtonen bigarren legearen aplikatuko dugu, eta bertikalean ez dago higidurarik eta bertan estatikarako baldintza da aplikagarria:

$$\begin{cases} F_x = ma \\ F_y = 0 \end{cases}$$

Enuntziatua (b) (c) (d) Aurkibidea

(a) Sistemaren deskribapen sinplifikatua

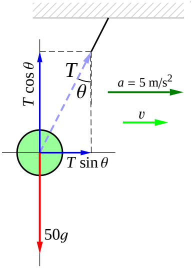


- Sistemaren gaineko indarren eskema.
- Horizontalean, Newtonen bigarren legearen aplikatuko dugu, eta bertikalean ez dago higidurarik eta bertan estatikarako baldintza da aplikagarria:

$$\begin{cases} T\sin\theta = 250 \\ T\cos\theta - 50g = 0 \end{cases}$$

Enuntziatua (b) (c) (d) Aurkibidea

(a) Sistemaren deskribapen sinplifikatua



- Sistemaren gaineko indarren eskema.
- Horizontalean, Newtonen bigarren legearen aplikatuko dugu, eta bertikalean ez dago higidurarik eta bertan estatikarako baldintza da aplikagarria:

$$\begin{cases} T\sin\theta = 250 \\ T\cos\theta - 50g = 0 \end{cases} \rightarrow \boxed{\theta = 27^\circ}$$

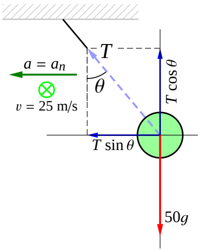
◂ Enuntziatua ▸ (b) ▸ (c) ▸ (d) ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

(b) Sistemaren deskribapen sinplifikatua

Enuntziatua (a) (c) (d) Aurkibidea

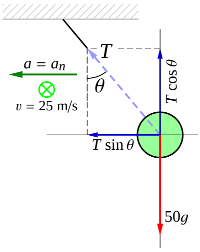
(b) Sistemaren deskribapen sinplifikatua



- Masak higidura zirkularra deskribatzen du eta, irudiko aldiunean, abiadura paperaren perpendikularra da.

Enuntziatua (a) (c) (d) Aurkibidea

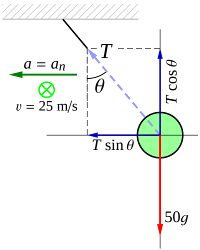
(b) Sistemaren deskribapen sinplifikatua



- Masak higidura zirkularra deskribatzen du eta, irudiko aldiunean, abiadura paperaren perpendikularra da.
- Azelerazioa, azelerazio normala da ($a_n = v^2/R$), zirkunferentziaren zentrorantz zuzenduta.

Enuntziatua (a) (c) (d) Aurkibidea

(b) Sistemaren deskribapen sinplifikatua

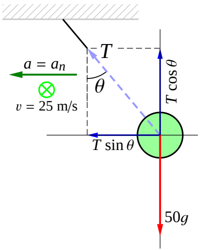


- Masak higidura zirkularra deskribatzen du eta, irudiko aldiunean, abiadura paperaren perpendikularra da.
- Azelerazioa, azelerazio normala da ($a_n = v^2/R$), zirkunferentziaren zentrorantz zuzenduta.
- Horizontalean, Newtonen bigarren legearen aplikatuko dugu, eta bertikalean ez dago higidurarik eta bertan estatikarako baldintza da aplikagarria:

$$\begin{cases} F_x = ma_n \\ F_y = 0 \end{cases}$$

Enuntziatua (a) (c) (d) Aurkibidea

(b) Sistemaren deskribapen sinplifikatua



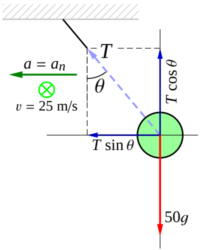
- Masak higidura zirkularra deskribatzen du eta, irudiko aldiunean, abiadura paperaren perpendikularra da.
- Azelerazioa, azelerazio normala da ($a_n = v^2/R$), zirkunferentziaren zentrorantz zuzenduta.
- Horizontalean, Newtonen bigarren legearen aplikatuko dugu, eta bertikalean ez dago higidurarik eta bertan estatikarako baldintza da aplikagarria:

$$\begin{cases} T \sin\theta = 625 \\ T \cos\theta - 50g = 0 \end{cases}$$

Enuntziatua (a) (c) (d) Aurkibidea

ZTF-FCT

(b) Sistemaren deskribapen sinplifikatua



- Masak higidura zirkularra deskribatzen du eta, irudiko aldiunean, abiadura paperaren perpendikularra da.
- Azelerazioa, azelerazio normala da ($a_n = v^2/R$), zirkunferentziaren zentrorantz zuzenduta.
- Horizontalean, Newtonen bigarren legearen aplikatuko dugu, eta bertikalean ez dago higidurarik eta bertan estatikarako baldintza da aplikagarria:

$$\begin{cases} T\sin\theta = 625 \\ T\cos\theta - 50g = 0 \end{cases} \rightarrow \boxed{\theta = 51.9°}$$

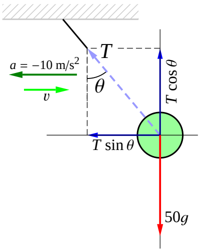
Enuntziatua (a) (c) (d) Aurkibidea

(c) Sistemaren deskribapen sinplifikatua

Enuntziatua (a) (b) (d) Aurkibidea

ZTF-FCT

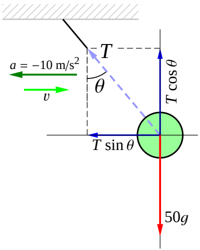
(c) Sistemaren deskribapen sinplifikatua



- Higidura hau, (a) atalekoaren guztiz antzekoa da, baina oraingoan, azaleratzen egon beharrean, balaztatzen ari da ($a = -10$ m/s^2).

Enuntziatua (a) (b) (d) Aurkibidea

(c) Sistemaren deskribapen sinplifikatua



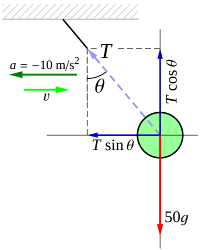
- Higidura hau, (a) atalekoaren guztiz antzekoa da, baina oraingoan, azaleratzen egon beharrean, balaztatzen ari da ($a = -10$ m/s^2).
- Horizontalean, Newtonen bigarren legearen aplikatuko dugu, eta bertikalean ez dago higidurarik eta bertan estatikarako baldintza da aplikagarria:

$$\begin{cases} F_x = ma \\ F_y = 0 \end{cases}$$

Enuntziatua (a) (b) (d) Aurkibidea

ZTF-FCT

(c) Sistemaren deskribapen sinplifikatua



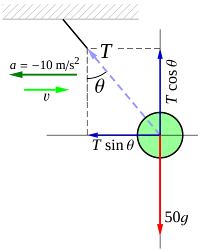
- Higidura hau, (a) atalekoaren guztiz antzekoa da, baina oraingoan, azaleratzen egon beharrean, balaztatzen ari da ($a = -10\ \mathrm{m/s^2}$).
- Horizontalean, Newtonen bigarren legearen aplikatuko dugu, eta bertikalean ez dago higidurarik eta bertan estatikarako baldintza da aplikagarria:

$$\begin{cases} -T\sin\theta = -500 \\ T\cos\theta - 50g = 0 \end{cases}$$

Enuntziatua (a) (b) (d) Aurkibidea

ZTF-FCT

(c) Sistemaren deskribapen sinplifikatua



- Higidura hau, (a) atalekoaren guztiz antzekoa da, baina oraingoan, azaleratzen egon beharrean, balaztatzen ari da ($a = -10$ m/s^2).
- Horizontalean, Newtonen bigarren legearen aplikatuko dugu, eta bertikalean ez dago higidurarik eta bertan estatikarako baldintza da aplikagarria:

$$\begin{cases} -T\sin\theta = -500 \\ T\cos\theta - 50g = 0 \end{cases} \rightarrow \boxed{\theta = 45.6^\circ}$$

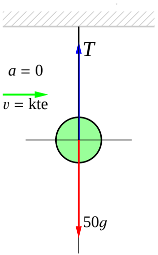
Enuntziatua (a) (b) (d) Aurkibidea

(d) Sistemaren deskribapen sinplifikatua

Enuntziatua (a) (b) (c) Aurkibidea

ZTF-FCT

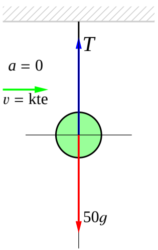
(d) Sistemaren deskribapen sinplifikatua



- Abiadura konstante denez, masa ez da egongo azeleratua eta, ondorioz, orekan egongo litzateke edozein behatzaile inertzial baten ikuspuntutik.

Enuntziatua (a) (b) (c) Aurkibidea

(d) Sistemaren deskribapen sinplifikatua



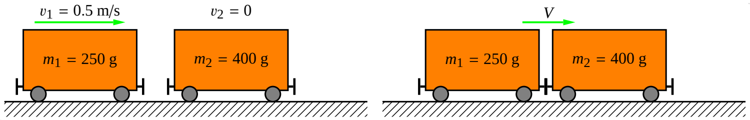
- Abiadura konstante denez, masa ez da egongo azeleratua eta, ondorioz, orekan egongo litzateke edozein behatzaile inertzial baten ikuspuntutik.
- Argi dagoenez, gorputza bertikalean egongo da etengabe:

$$\boxed{\theta = 0^\circ}$$

◂ Enuntziatua ▸ (a) ▸ (b) ◂ (c) ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

6 0.5 m/s-ko abiaduraz higitzen den 250 g-ko haur-trenaren bagoi batek gelditunean dagoen 400 g-ko beste bagoi batekin topo egin du. Talka gertatutakoan bi bagoiak elkarrekin higitzen badira, zein da euren abiadura?



Ebazpena Aurkibidea

Talka guztiz inelastikoa da

Enuntziatua
Aurkibidea

ZTF-FCT

Talka guztiz inelastikoa da

- Bakarrik, higidura horizontala aztertuko dugu (bertikalean ez da ezer gertatzen eta).

Enuntziatua Aurkibidea

Talka guztiz inelastikoa da

- Bakarrik, higidura horizontala aztertuko dugu (bertikalean ez da ezer gertatzen eta).
- Sistema osoa kontsizeratuz (bagoi biak batera), soilik barne-indarrak hartzen dute parte.

Talka guztiz inelastikoa da

- Bakarrik, higidura horizontala aztertuko dugu (bertikalean ez da ezer gertatzen eta).
- Sistema osoa kontsizeratuz (bagoi biak batera), soilik barne-indarrak hartzen dute parte.
- Kanpoko indarrik ez du eragiten horizontalean.

Enuntziatua Aurkibidea

Talka guztiz inelastikoa da

- Bakarrik, higidura horizontala aztertuko dugu (bertikalean ez da ezer gertatzen eta).
- Sistema osoa kontsizeratuz (bagoi biak batera), soilik barne-indarrak hartzen dute parte.
- Kanpoko indarrik ez du eragiten horizontalean.
- Horizontalean, sistemaren gaineko indar erresultantea nulua da.

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Talka guztiz inelastikoa da

- Bakarrik, higidura horizontala aztertuko dugu (bertikalean ez da ezer gertatzen eta).
- Sistema osoa kontsizeratuz (bagoi biak batera), soilik barne-indarrak hartzen dute parte.
- Kanpoko indarrik ez du eragiten horizontalean.
- Horizontalean, sistemaren gaineko indar erresultantea nulua da.
- Horizontalean, momentu lineala kontserbatu egingo da.

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Talka guztiz inelastikoa da

- Bakarrik, higidura horizontala aztertuko dugu (bertikalean ez da ezer gertatzen eta).
- Sistema osoa kontsizeratuz (bagoi biak batera), soilik barne-indarrak hartzen dute parte.
- Kanpoko indarrik ez du eragiten horizontalean.
- Horizontalean, sistemaren gaineko indar erresultantea nulua da.
- Horizontalean, momentu lineala kontserbatu egingo da.
- Hauxe beteko da, beraz:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2)V \quad \rightarrow \quad V = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

Talka guztiz inelastikoa da

- Bakarrik, higidura horizontala aztertuko dugu (bertikalean ez da ezer gertatzen eta).
- Sistema osoa kontsizeratuz (bagoi biak batera), soilik barne-indarrak hartzen dute parte.
- Kanpoko indarrik ez du eragiten horizontalean.
- Horizontalean, sistemaren gaineko indar erresultantea nulua da.
- Horizontalean, momentu lineala kontserbatu egingo da.
- Hauxe beteko da, beraz:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2)V \quad \rightarrow \quad V = \frac{0.25 \times 0.5 + 0}{0.25 + 0.4}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Talka guztiz inelastikoa da

- Bakarrik, higidura horizontala aztertuko dugu (bertikalean ez da ezer gertatzen eta).
- Sistema osoa kontsizeratuz (bagoi biak batera), soilik barne-indarrak hartzen dute parte.
- Kanpoko indarrik ez du eragiten horizontalean.
- Horizontalean, sistemaren gaineko indar erresultantea nulua da.
- Horizontalean, momentu lineala kontserbatu egingo da.
- Hauxe beteko da, beraz:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) V \quad \rightarrow \quad \boxed{V = 0.192 \text{ m/s}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Mekanikako Ariketak

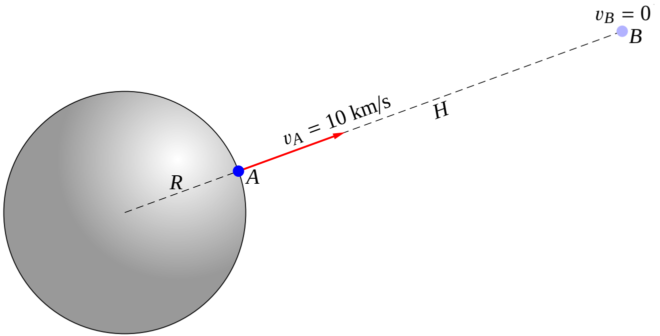
Dinamika

Oscar Ecenarro
oscar.ecenarro@ehu.es

Edukia

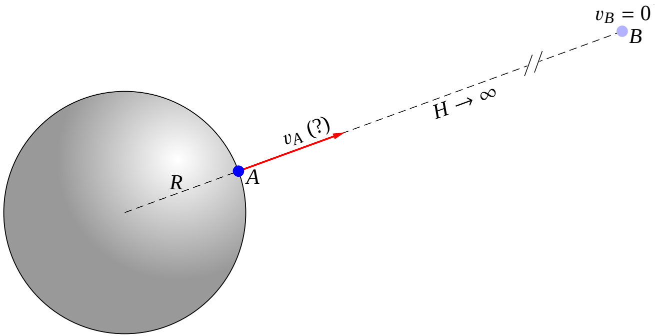
1 Lurrazaletik 10 km/s-ko abiaduraz jaurtigai bat bota dugu gorantza. (a) Zein altueratataraino (lurrazalarekiko) igoko da jaurtigaia?

[*Datuak:* Grabitazioaren konstante unibertsala, $G = 6.67 \times 10^{-11}\ \mathrm{N \cdot m^2/kg^2}$; Lurraren masa, $M = 5.99 \times 10^{24}$ kg; Lurraren erradioa, $R = 6\,370$ km.]



(a) (b) Aurkibidea

1 Lurrazaletik 10 km/s-ko abiaduraz jaurtigai bat bota dugu gorantza. (a) Zein altueratarainoko (lurrazalarekiko) igoko da jaurtigaia? (b) Zein abiaduraz jaurtiki beharko genuke gorputz hori Lurretik betirako aldendu zedin?
[*Datuak:* Grabitazioaren konstante unibertsala, $G = 6.67 \times 10^{-11}\ \mathrm{N \cdot m^2/kg^2}$; Lurraren masa, $M = 5.99 \times 10^{24}$ kg; Lurraren erradioa, $R = 6\,370$ km.]



(a) (b) Aurkibidea

ZTF-FCT

(a) Energia mekanikoa kontserbatu egiten da

(a) Energia mekanikoa kontserbatu egiten da

- Hipotesia: Lurra geldirik dago (ez du birarik egiten).

Enuntziatua (b) Aurkibidea

(a) Energia mekanikoa kontserbatu egiten da

- Hipotesia: Lurra geldirik dago (ez du birarik egiten).
- Jaurtigaiaren gaineko indar bakarra grabitatearena da.

Enuntziatua (b) Aurkibidea

(a) Energia mekanikoa kontserbatu egiten da

- Hipotesia: Lurra geldirik dago (ez du birarik egiten).
- Jaurtigaiaren gaineko indar bakarra grabitatearena da.
- Indar hori kontserbatzailea da.

Enuntziatua (b) Aurkibidea

(a) Energia mekanikoa kontserbatu egiten da

- Hipotesia: Lurra geldirik dago (ez du birarik egiten).
- Jaurtigaiaren gaineko indar bakarra grabitatearena da.
- Indar hori kontserbatzailea da.
- Ondorioz, **energia mekanikoa kontserbatu egingo da**.

Enuntziatua (b) Aurkibidea

(a) Energia mekanikoa kontserbatu egiten da

- Hipotesia: Lurra geldirik dago (ez du birarik egiten).
- Jaurtigaiaren gaineko indar bakarra grabitatearena da.
- Indar hori kontserbatzailea da.
- Ondorioz, energia mekanikoa kontserbatu egingo da.
- Erabili beharreko ekuazioa: $E_A = E_B$:

(a) Energia mekanikoa kontserbatu egiten da

- Hipotesia: Lurra geldirik dago (ez du birarik egiten).
- Jaurtigaiaren gaineko indar bakarra grabitatearena da.
- Indar hori kontserbatzailea da.
- Ondorioz, energia mekanikoa kontserbatu egingo da.
- Erabili beharreko ekuazioa: $E_A = E_B$:

$$\begin{cases} E_A = \frac{1}{2}mv_A^2 - \frac{GMm}{R} \\ E_B = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{GMm}{R+H} \end{cases}$$

(a) Energia mekanikoa kontserbatu egiten da

- Hipotesia: Lurra geldirik dago (ez du birarik egiten).
- Jaurtigaiaren gaineko indar bakarra grabitatearena da.
- Indar hori kontserbatzailea da.
- Ondorioz, energia mekanikoa kontserbatu egingo da.
- Erabili beharreko ekuazioa: $E_A = E_B$:

$$\begin{cases} E_A = \dfrac{1}{2}mv_A^2 - \dfrac{GMm}{R} \\ E_B = \dfrac{1}{2}mv_B^2 - \dfrac{GMm}{R+H} \end{cases} \rightarrow \quad \frac{1}{2}v_A^2 - \frac{GM}{R} = \frac{1}{2}v_B^2 - \frac{GM}{R+H}$$

Enuntziatua (b) Aurkibidea

(a) Energia mekanikoa kontserbatu egiten da

- Hipotesia: Lurra geldirik dago (ez du birarik egiten).
- Jaurtigaiaren gaineko indar bakarra grabitatearena da.
- Indar hori kontserbatzailea da.
- Ondorioz, energia mekanikoa kontserbatu egingo da.
- Erabili beharreko ekuazioa: $E_A = E_B$:

$$\begin{cases} E_A = \frac{1}{2}mv_A^2 - \frac{GMm}{R} \\ E_B = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{GMm}{R+H} \end{cases} \rightarrow \quad \frac{1}{2}v_A^2 - \frac{GM}{R} = \cancel{\frac{1}{2}v_B^2} - \frac{GM}{R+H}$$

◂ Enuntziatua ▸ (b) ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

(a) Energia mekanikoa kontserbatu egiten da

- Hipotesia: Lurra geldirik dago (ez du birarik egiten).
- Jaurtigaiaren gaineko indar bakarra grabitatearena da.
- Indar hori kontserbatzailea da.
- Ondorioz, energia mekanikoa kontserbatu egingo da.
- Erabili beharreko ekuazioa: $E_A = E_B$:

$$\begin{cases} E_A = \frac{1}{2}mv_A^2 - \frac{GMm}{R} \\ E_B = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{GMm}{R+H} \end{cases} \rightarrow \quad \frac{1}{2}v_A^2 - \frac{GM}{R} = -\frac{GM}{R+H}$$

Enuntziatua (b) Aurkibidea

(a) Energia mekanikoa kontserbatu egiten da

- Hipotesia: Lurra geldirik dago (ez du birarik egiten).
- Jaurtigaiaren gaineko indar bakarra grabitatearena da.
- Indar hori kontserbatzailea da.
- Ondorioz, energia mekanikoa kontserbatu egingo da.
- Erabili beharreko ekuazioa: $E_A = E_B$:

$$\begin{cases} E_A = \frac{1}{2}mv_A^2 - \frac{GMm}{R} \\ E_B = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{GMm}{R+H} \end{cases} \rightarrow \quad \frac{1}{2}v_A^2 - \frac{GM}{R} = -\frac{GM}{R+H}$$

- Eta ekuazioa ebatzirik:

$$\boxed{H = 2.5 \times 10^7 \text{ m} = 25\,000 \text{ km}}$$

Enuntziatua (b) Aurkibidea

ZTF-FCT

(b) Infinituan, energia mekaniko osoa nulua da

Enuntziatua Aurkibidea

(b) Infinituan, energia mekaniko osoa nulua da

- Betirako aldentzeak infinitura helduko dela esan nahi du.

Enuntziatua Aurkibidea

(b) Infinituan, energia mekaniko osoa nulua da

- Betirako aldentzeak infinitura helduko dela esan nahi du.
- Hipotesi gisa, infinitura abiadura nuluaz helduko dela kontsideratuko dugu.

Enuntziatua Aurkibidea

(b) Infinituan, energia mekaniko osoa nulua da

- Betirako aldentzeak infinitura helduko dela esan nahi du.
- Hipotesi gisa, infinitura abiadura nuluaz helduko dela kontsideratuko dugu.
- Energia mekanikoa konstante izateaz gain, nulua da (distantzia infinitura helduko da abiadura nuluaz): $E_A = E_B = 0$.

Enuntziatua Aurkibidea

(b) Infinituan, energia mekaniko osoa nulua da

- Betirako aldentzeak infinitura helduko dela esan nahi du.
- Hipotesi gisa, infinitura abiadura nuluaz helduko dela kontsideratuko dugu.
- Energia mekanikoa konstante izateaz gain, nulua da (distantzia infinitura helduko da abiadura nuluaz): $E_A = E_B = 0$.
- Honako honetan, v_A da ezezaguna, $r_B = \infty$ eta $v_B = 0$ direlarik. Hauxe beteko da:

$$\frac{1}{2}m{v_A}^2 - \frac{GMm}{R} = 0$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

(b) Infinituan, energia mekaniko osoa nulua da

- Betirako aldentzeak infinitura helduko dela esan nahi du.
- Hipotesi gisa, infinitura abiadura nuluaz helduko dela kontsideratuko dugu.
- Energia mekanikoa konstante izateaz gain, nulua da (distantzia infinitura helduko da abiadura nuluaz): $E_A = E_B = 0$.
- Honako honetan, v_A da ezezaguna, $r_B = \infty$ eta $v_B = 0$ direlarik. Hauxe beteko da:

$$\frac{1}{2} m {v_A}^2 - \frac{GMm}{R} = 0 \quad \rightarrow \quad v_A = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

Enuntziatua

Aurkibidea

ZTF-FCT

(b) Infinituan, energia mekaniko osoa nulua da

- Betirako aldentzeak infinitura helduko dela esan nahi du.
- Hipotesi gisa, infinitura abiadura nuluaz helduko dela kontsideratuko dugu.
- Energia mekanikoa konstante izateaz gain, nulua da (distantzia infinitura helduko da abiadura nuluaz): $E_A = E_B = 0$.
- Honako honetan, v_A da ezezaguna, $r_B = \infty$ eta $v_B = 0$ direlarik. Hauxe beteko da:

$$\frac{1}{2} m {v_A}^2 - \frac{GMm}{R} = 0 \quad \rightarrow \quad v_A = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = 11.2 \text{ km/s}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

(b) Infinituan, energia mekaniko osoa nulua da

- Betirako aldentzeak infinitura helduko dela esan nahi du.
- Hipotesi gisa, infinitura abiadura nuluaz helduko dela kontsideratuko dugu.
- Energia mekanikoa konstante izateaz gain, nulua da (distantzia infinitura helduko da abiadura nuluaz): $E_A = E_B = 0$.
- Honako honetan, v_A da ezezaguna, $r_B = \infty$ eta $v_B = 0$ direlarik. Hauxe beteko da:

$$\frac{1}{2}m{v_A}^2 - \frac{GMm}{R} = 0 \quad \rightarrow \quad v_A = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = 11.2\ \text{km/s}$$

- Abiadura honi, orokorrean, **ihes-abiadura** deritzo:

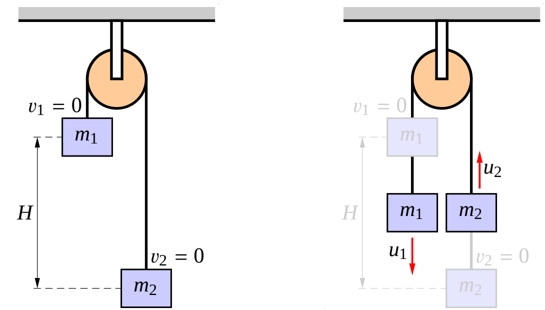
$$\boxed{v_A = v_{\text{i-a}} = 11.2\ \text{km/s}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

$\boxed{2}$ Kalkula itzazu irudian ageri den Atwooden makinaren masen abiadura, bi masak altuera beretik igarotzen diren aldiunean. Hasierako aldiunean (ezkerreko irudikoan), sistema pausagunean dago.

[*Datuak:* $m_1 = 3$ kg, $m_2 = 2$ kg, $H = 2$ m.]



Ebazpena

Aurkibidea

Energia mekanikoa kontserbatu egiten da

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Energia mekanikoa kontserbatu egiten da

- Ez dago marruskadurarik eta sistemaren gaineko indar guztiak kontserbatzaileak dira: energia mekanikoa kontserbatu egingo da.

Energia mekanikoa kontserbatu egiten da

- Ez dago marruskadurarik eta sistemaren gaineko indar guztiak kontserbatzaileak dira: energia mekanikoa kontserbatu egingo da.
- Soka luzaezina denez, masa biak abiadura berberean higituko dira beti: $t = 0$ denean, $v_1 = v_2 = 0$, eta $t = t$ denean, $u_1 = u_2$.

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Energia mekanikoa kontserbatu egiten da

- Ez dago marruskadurarik eta sistemaren gaineko indar guztiak kontserbatzaileak dira: energia mekanikoa kontserbatu egingo da.
- Soka luzaezina denez, masa biak abiadura berberean higituko dira beti: $t = 0$ denean, $v_1 = v_2 = 0$, eta $t = t$ denean, $u_1 = u_2$.
- t aldiunean, masa biak para paretik igaroko dira, bakoitzak $H/2$ ibilbidea egin ondoren.

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Energia mekanikoa kontserbatu egiten da

- Ez dago marruskadurarik eta sistemaren gaineko indar guztiak kontserbatzaileak dira: energia mekanikoa kontserbatu egingo da.
- Soka luzaezina denez, masa biak abiadura berberean higituko dira beti: $t = 0$ denean, $v_1 = v_2 = 0$, eta $t = t$ denean, $u_1 = u_2$.
- t aldiunean, masa biak para paretik igaroko dira, bakoitzak $H/2$ ibilbidea egin ondoren.
- Altuerak neurtzeko erreferentzia bigarren posizioa da.

Enuntziatua Aurkibidea

Energia mekanikoa kontserbatu egiten da

- Ez dago marruskadurarik eta sistemaren gaineko indar guztiak kontserbatzaileak dira: energia mekanikoa kontserbatu egingo da.
- Soka luzaezina denez, masa biak abiadura berberean higituko dira beti: $t = 0$ denean, $v_1 = v_2 = 0$, eta $t = t$ denean, $u_1 = u_2$.
- t aldiunean, masa biak para paretik igaroko dira, bakoitzak $H/2$ ibilbidea egin ondoren.
- Altuerak neurtzeko erreferentzia bigarren posizioa da.
- Hona hemen energiaren kontserbazio-ekuazioa, A eta B badira hasierako eta bukaerako egoerak:

$$\begin{cases} E_A = \frac{1}{2}m_1 v_1^2 + \frac{1}{2}m_2 v_2^2 + m_1 g(H/2) + m_2 g(-H/2) \\ E_B = \frac{1}{2}m_1 u_1^2 + \frac{1}{2}m_2 u_2^2 \end{cases}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Energia mekanikoa kontserbatu egiten da

- Ez dago marruskadurarik eta sistemaren gaineko indar guztiak kontserbatzaileak dira: energia mekanikoa kontserbatu egingo da.
- Soka luzaezina denez, masa biak abiadura berberean higituko dira beti: $t = 0$ denean, $v_1 = v_2 = 0$, eta $t = t$ denean, $u_1 = u_2$.
- t aldiunean, masa biak para paretik igaroko dira, bakoitzak $H/2$ ibilbidea egin ondoren.
- Altuerak neurtzeko erreferentzia bigarren posizioa da.
- Hona hemen energiaren kontserbazio-ekuazioa, A eta B badira hasierako eta bukaerako egoerak:

$$\begin{cases} E_A = \frac{1}{2}(m_1 - m_2)gH \\ E_B = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)u_1^2 \end{cases}$$

Enuntziatua   Aurkibidea

Energia mekanikoa kontserbatu egiten da

- Ez dago marruskadurarik eta sistemaren gaineko indar guztiak kontserbatzaileak dira: energia mekanikoa kontserbatu egingo da.
- Soka luzaezina denez, masa biak abiadura berberean higituko dira beti: $t = 0$ denean, $v_1 = v_2 = 0$, eta $t = t$ denean, $u_1 = u_2$.
- t aldiunean, masa biak para paretik igaroko dira, bakoitzak $H/2$ ibilbidea egin ondoren.
- Altuerak neurtzeko erreferentzia bigarren posizioa da.
- Hona hemen energiaren kontserbazio-ekuazioa, A eta B badira hasierako eta bukaerako egoerak:

$$\begin{cases} E_A = \frac{1}{2}(m_1 - m_2)gH \\ E_B = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)u_1^2 \end{cases} \quad \rightarrow \quad E_A = E_B$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Energia mekanikoa kontserbatu egiten da

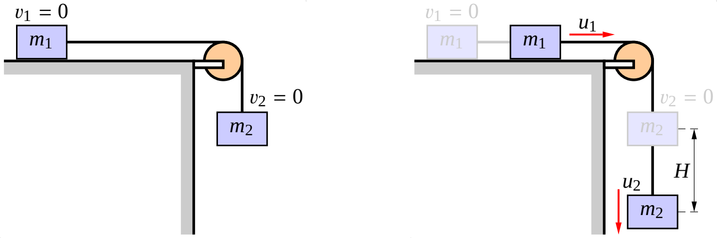
- Ez dago marruskadurarik eta sistemaren gaineko indar guztiak kontserbatzaileak dira: energia mekanikoa kontserbatu egingo da.
- Soka luzaezina denez, masa biak abiadura berberean higituko dira beti: $t = 0$ denean, $v_1 = v_2 = 0$, eta $t = t$ denean, $u_1 = u_2$.
- t aldiunean, masa biak para paretik igaroko dira, bakoitzak $H/2$ ibilbidea egin ondoren.
- Altuerak neurtzeko erreferentzia bigarren posizioa da.
- Hona hemen energiaren kontserbazio-ekuazioa, A eta B badira hasierako eta bukaerako egoerak:

$$\begin{cases} E_A = \frac{1}{2}(m_1 - m_2)gH \\ E_B = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)u_1^2 \end{cases} \xrightarrow[H=2]{m_1=3,\, m_2=2} \boxed{u_1 = 1.98 \text{ m/s} = u_2}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

$\boxed{3}$ Irudiko sisteman, m_2 masa 2 metroz jaitsi denean, masen abiadura kalkulatu. Mahaia eta m_1 masaren artean ez dago marruskadurarik. [*Datuak:* $m_1 = 4$ kg, $m_2 = 2$ kg, $H = 2$ m.]



Ebazpena Aurkibidea

Energia mekanikoa kontserbatu egiten da

Enuntziatua Aurkibidea

Energia mekanikoa kontserbatu egiten da

- Aurreko ariketan bezala, ez dago marruskadurarik eta sistemaren gaineko indar guztiak kontserbatzaileak dira: energia mekanikoa kontserbatu egingo da.

Enuntziatua Aurkibidea

Energia mekanikoa kontserbatu egiten da

- Aurreko ariketan bezala, ez dago marruskadurarik eta sistemaren gaineko indar guztiak kontserbatzaileak dira: energia mekanikoa kontserbatu egingo da.
- Soka luzaezina denez, masa biak abiadura berberean higituko dira beti: $t = 0$ denean, $v_1 = v_2 = 0$, eta $t = t$ denean, $u_1 = u_2$.

Enuntziatua Aurkibidea

Energia mekanikoa kontserbatu egiten da

- Aurreko ariketan bezala, ez dago marruskadurarik eta sistemaren gaineko indar guztiak kontserbatzaileak dira: energia mekanikoa kontserbatu egingo da.
- Soka luzaezina denez, masa biak abiadura berberean higituko dira beti: $t = 0$ denean, $v_1 = v_2 = 0$, eta $t = t$ denean, $u_1 = u_2$.
- Altueren neurketarako, eskuineko irudiko beheko posizioa hartuko dugu erreferentzia-gisa.

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Energia mekanikoa kontserbatu egiten da

- Aurreko ariketan bezala, ez dago marruskadurarik eta sistemaren gaineko indar guztiak kontserbatzaileak dira: energia mekanikoa kontserbatu egingo da.
- Soka luzaezina denez, masa biak abiadura berberean higituko dira beti: $t = 0$ denean, $v_1 = v_2 = 0$, eta $t = t$ denean, $u_1 = u_2$.
- Altueren neurketarako, eskuineko irudiko beheko posizioa hartuko dugu erreferentzia-gisa.
- Energiaren kontserbazio-ekuazioa, hasierako eta bukaerako egoerak A eta B badira, hau da:

$$\begin{cases} E_A = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 + m_2gH \\ E_B = \frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2 \end{cases}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Energia mekanikoa kontserbatu egiten da

- Aurreko ariketan bezala, ez dago marruskadurarik eta sistemaren gaineko indar guztiak kontserbatzaileak dira: energia mekanikoa kontserbatu egingo da.
- Soka luzaezina denez, masa biak abiadura berberean higituko dira beti: $t = 0$ denean, $v_1 = v_2 = 0$, eta $t = t$ denean, $u_1 = u_2$.
- Altueren neurketarako, eskuineko irudiko beheko posizioa hartuko dugu erreferentzia-gisa.
- Energiaren kontserbazio-ekuazioa, hasierako eta bukaerako egoerak A eta B badira, hau da:

$$\begin{cases} E_A = m_2 g H \\ E_B = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)u_1^2 \end{cases}$$

Enuntziatua   Aurkibidea

ZTF-FCT

Energia mekanikoa kontserbatu egiten da

- Aurreko ariketan bezala, ez dago marruskadurarik eta sistemaren gaineko indar guztiak kontserbatzaileak dira: energia mekanikoa kontserbatu egingo da.
- Soka luzaezina denez, masa biak abiadura berberean higituko dira beti: $t = 0$ denean, $v_1 = v_2 = 0$, eta $t = t$ denean, $u_1 = u_2$.
- Altueren neurketarako, eskuineko irudiko beheko posizioa hartuko dugu erreferentzia-gisa.
- Energiaren kontserbazio-ekuazioa, hasierako eta bukaerako egoerak A eta B badira, hau da:

$$\begin{cases} E_A = m_2 g H \\ E_B = \frac{1}{2}(m_1 + m_2) u_1^2 \end{cases} \quad \rightarrow \quad E_A = E_B$$

Enuntziatua Aurkibidea

Energia mekanikoa kontserbatu egiten da

- Aurreko ariketan bezala, ez dago marruskadurarik eta sistemaren gaineko indar guztiak kontserbatzaileak dira: energia mekanikoa kontserbatu egingo da.
- Soka luzaezina denez, masa biak abiadura berberean higituko dira beti: $t = 0$ denean, $v_1 = v_2 = 0$, eta $t = t$ denean, $u_1 = u_2$.
- Altueren neurketarako, eskuineko irudiko beheko posizioa hartuko dugu erreferentzia-gisa.
- Energiaren kontserbazio-ekuazioa, hasierako eta bukaerako egoerak A eta B badira, hau da:

$$\begin{cases} E_A = m_2 g H \\ E_B = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)u_1^2 \end{cases} \xrightarrow[H=2]{m_1=4,\, m_2=2} \boxed{u_1 = 3.61 \text{ m/s} = u_2}$$

Enuntziatua Aurkibidea

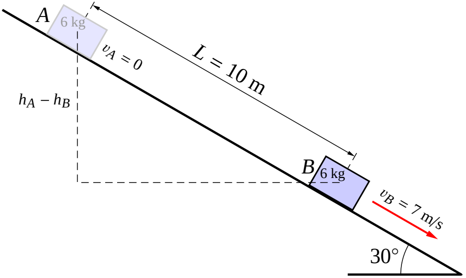
4 Geldiunean dagoen 6 kg-ko bloke bat 30°-ko plano inklinatu batean behera irristatzen hasi da. 10 m ibili ondoren, blokearen abiadura 7 m/s da.

(a) Zein da grabitateak blokearen gainean eragiten duen lana?

(b) Zein da blokearen energia zinetikoaren hazkuntza?

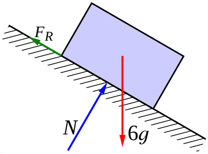
(c) Zein da blokearen energia osoaren aldaketa?

(d) Zein da marruskadura-indarrak blokearen gainean eragindako lana?



(a) (b)–(d) Aurkibidea

(a) Energia mekanikoa ez da kontserbatzen



- Masaren gainean, indar kontserbatzaileez aparte, marruskadurak ere eragiten du, F_R.

Enuntziatua (b)–(d) Aurkibidea

(a) Energia mekanikoa ez da kontserbatzen

- Masaren gainean, indar kontserbatzaileez aparte, marruskadurak ere eragiten du, F_R.
- Hona hemen indar guztien eskema, osagaien bidez adierazia.

Enuntziatua (b)–(d) Aurkibidea

ZTF-FCT

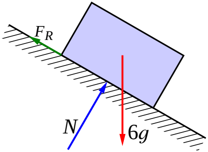
(a) Energia mekanikoa ez da kontserbatzen

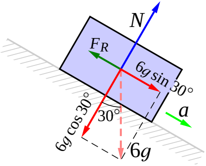
- Masaren gainean, indar kontserbatzaileez aparte, marruskadurak ere eragiten du, F_R.
- Hona hemen indar guztien eskema, osagaien bidez adierazia.
- Marruskaduragatik, energia mekanikoa ez da kontserbatzen.

Enuntziatua | (b)–(d) | Aurkibidea

ZTF-FCT

(a) Energia mekanikoa ez da kontserbatzen





- Masaren gainean, indar kontserbatzaileez aparte, marruskadurak ere eragiten du, F_R.
- Hona hemen indar guztien eskema, osagaien bidez adierazia.
- Marruskaduragatik, energia mekanikoa ez da kontserbatzen.
- Lan-energiaren teorema beteko da: $W_R = \Delta E_z + \Delta E_p$.

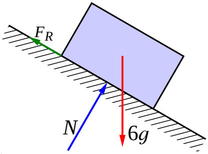
(a) Energia mekanikoa ez da kontserbatzen

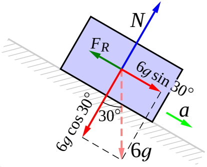
- Masaren gainean, indar kontserbatzaileez aparte, marruskadurak ere eragiten du, F_R.
- Hona hemen indar guztien eskema, osagaien bidez adierazia.
- Marruskaduragatik, energia mekanikoa ez da kontserbatzen.
- Lan-energiaren teorema beteko da: $W_R = \Delta E_z + \Delta E_p$.
- Grabitateak egindako lana: $W_{\text{grab}} = -\Delta E_p = E_{p,A} - E_{p,B}$:

◂ Enuntziatua ◂ (b)–(d) ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

(a) Energia mekanikoa ez da kontserbatzen





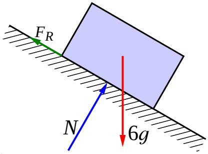
- Masaren gainean, indar kontserbatzaileez aparte, marruskadurak ere eragiten du, F_R.
- Hona hemen indar guztien eskema, osagaien bidez adierazia.
- Marruskaduragatik, energia mekanikoa ez da kontserbatzen.
- Lan-energiaren teorema beteko da: $W_R = \Delta E_z + \Delta E_p$.
- Grabitateak egindako lana: $W_{\mathrm{grab}} = -\Delta E_p = E_{p,A} - E_{p,B}$:

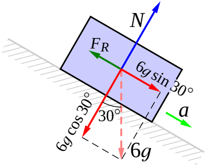
$$W_{\mathrm{grab}} = 6g(h_A - h_B) = 6gL \sin 30°$$

Enuntziatua (b)–(d) Aurkibidea

ZTF-FCT

(a) Energia mekanikoa ez da kontserbatzen





- Masaren gainean, indar kontserbatzaileez aparte, marruskadurak ere eragiten du, F_R.
- Hona hemen indar guztien eskema, osagaien bidez adierazia.
- Marruskaduragatik, energia mekanikoa ez da kontserbatzen.
- Lan-energiaren teorema beteko da: $W_R = \Delta E_z + \Delta E_p$.
- Grabitateak egindako lana: $W_{\text{grab}} = -\Delta E_p = E_{p,A} - E_{p,B}$:

$$W_{\text{grab}} = 6g(h_A - h_B) = 6gL\sin 30° \quad \rightarrow \quad \boxed{W_{\text{grab}} = 294 \text{ J} = -\Delta E_p}$$

Enuntziatua (b)–(d) Aurkibidea

ZTF-FCT

(b)–(d) Energia mekanikoa ez da kontserbatzen

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

(b)–(d) Energia mekanikoa ez da kontserbatzen

- (b) Energia zinetikoaren aldaketa (hazi egingo da gure kasuan) hauxe da:

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

(b)–(d) Energia mekanikoa ez da kontserbatzen

- (b) Energia zinetikoaren aldaketa (hazi egingo da gure kasuan) hauxe da:

$$\Delta E_z = E_{z,B} - E_{z,A} = \frac{1}{2}6(v_B^2 - v_A^2)$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

(b)–(d) Energia mekanikoa ez da kontserbatzen

- (b) Energia zinetikoaren aldaketa (hazi egingo da gure kasuan) hauxe da:

$$\Delta E_z = E_{z,B} - E_{z,A} = \frac{1}{2} 6 (v_B^2 - v_A^2) \quad \longrightarrow \quad \boxed{\Delta E_z = 147 \text{ J}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

(b)–(d) Energia mekanikoa ez da kontserbatzen

- (b) Energia zinetikoaren aldaketa (hazi egingo da gure kasuan) hauxe da:

$$\Delta E_z = E_{z,B} - E_{z,A} = \frac{1}{2}6(v_B^2 - v_A^2) \quad \rightarrow \quad \boxed{\Delta E_z = 147 \text{ J}}$$

- (c) Blokearen energia mekaniko osoaren aldaketa hauxe da:

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

(b)–(d) Energia mekanikoa ez da kontserbatzen

- (b) Energia zinetikoaren aldaketa (hazi egingo da gure kasuan) hauxe da:

$$\Delta E_z = E_{z,B} - E_{z,A} = \frac{1}{2}6(v_B^2 - v_A^2) \quad \rightarrow \quad \boxed{\Delta E_z = 147 \text{ J}}$$

- (c) Blokearen energia mekaniko osoaren aldaketa hauxe da:

$$\Delta E = \Delta E_z + \Delta E_p$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

(b)–(d) Energia mekanikoa ez da kontserbatzen

- (b) Energia zinetikoaren aldaketa (hazi egingo da gure kasuan) hauxe da:

$$\Delta E_z = E_{z,B} - E_{z,A} = \frac{1}{2}6(v_B^2 - v_A^2) \quad \rightarrow \quad \boxed{\Delta E_z = 147 \text{ J}}$$

- (c) Blokearen energia mekaniko osoaren aldaketa hauxe da:

$$\Delta E = \Delta E_z + \Delta E_p \quad \rightarrow \quad \boxed{\Delta E = -147 \text{ J}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

(b)–(d) Energia mekanikoa ez da kontserbatzen

- (b) Energia zinetikoaren aldaketa (hazi egingo da gure kasuan) hauxe da:
  $$\Delta E_z = E_{z,B} - E_{z,A} = \tfrac{1}{2}6(v_B^2 - v_A^2) \quad \rightarrow \quad \boxed{\Delta E_z = 147\ \mathrm{J}}$$
- (c) Blokearen energia mekaniko osoaren aldaketa hauxe da:
  $$\Delta E = \Delta E_z + \Delta E_p \quad \rightarrow \quad \boxed{\Delta E = -147\ \mathrm{J}}$$
- (d) Eta marruskadurak egindako lana, lan-energiaren teoremarik ateratzen dena: $W_{\mathrm{ek}} = W_R = \Delta E_z + \Delta E_p = \Delta E$:

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

(b)–(d) Energia mekanikoa ez da kontserbatzen

- (b) Energia zinetikoaren aldaketa (hazi egingo da gure kasuan) hauxe da:

$$\Delta E_z = E_{z,B} - E_{z,A} = \tfrac{1}{2}6(v_B^2 - v_A^2) \quad \rightarrow \quad \boxed{\Delta E_z = 147 \text{ J}}$$

- (c) Blokearen energia mekaniko osoaren aldaketa hauxe da:

$$\Delta E = \Delta E_z + \Delta E_p \quad \rightarrow \quad \boxed{\Delta E = -147 \text{ J}}$$

- (d) Eta marruskadurak egindako lana, lan-energiaren teoremarik ateratzen dena: $W_{\text{ek}} = W_R = \Delta E_z + \Delta E_p = \Delta E$:

$$\boxed{W_R = \Delta E = -147 \text{ J}}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

$\boxed{\mathbf{5}}$ Sumendi-erupzio batean 200 kg-ko harri porotsua gorantz jaurti da 40 m/s-ko abiadurarekin. 50 m-ko altuerara iritsi ondoren erortzen hasi da.

(a) Zein da harriaren hasierako energia zinetikoa?

(b) Zein da harriaren gainean aireak egindako lana?

(c) Jaistean, aireak egiten duen erresistentzia igotzean egin duenaren 7/10-ekoa da. Zein izango da harriaren abiadura lurrerra iristean?

(a)–(b) (c) Aurkibidea

(a)–(b) Goranzko bidea

Enuntziatua (c) Aurkibidea

(a)–(b) Goranzko bidea

- (a) Harriaren hasierako energia zinetikoa hauxe da:

$$E_{z,A} = \frac{1}{2} m v_A^2$$

◂ Enuntziatua ◂ (c) ▸ Aurkibidea

(a)–(b) Goranzko bidea

- (a) Harriaren hasierako energia zinetikoa hauxe da:

$$E_{z,A} = \tfrac{1}{2} 200 \times 40^2$$

Enuntziatua (c) Aurkibidea

(a)–(b) Goranzko bidea

- (a) Harriaren hasierako energia zinetikoa hauxe da:

$$E_{z,A} = \frac{1}{2}200 \times 40^2 \quad \rightarrow \quad E_{z,A} = \boxed{1.6 \times 10^5 \text{ J}}$$

Enuntziatua (c) Aurkibidea

(a)–(b) Goranzko bidea

- (a) Harriaren hasierako energia zinetikoa hauxe da:

$$E_{z,A} = \frac{1}{2}200 \times 40^2 \quad \rightarrow \quad E_{z,A} = \boxed{1.6 \times 10^5 \text{ J}}$$

- (b) Goranzko bidean, aireak balaztatu egin du harria, eta energia mekanikoa ez da kontserbatu.

Enuntziatua (c) Aurkibidea

(a)–(b) Goranzko bidea

- (a) Harriaren hasierako energia zinetikoa hauxe da:

$$E_{z,A} = \frac{1}{2}200 \times 40^2 \quad \rightarrow \quad E_{z,A} = \boxed{1.6 \times 10^5 \text{ J}}$$

- (b) Goranzko bidean, aireak balaztatu egin du harria, eta energia mekanikoa ez da kontserbatu.
- Lan-energiaren teorema erabili beharko da: $W_R = \Delta E_z + \Delta E_p$:

$$W_R = \frac{1}{2}m(v_B^2 - v_A^2) + mg(h_B - h_A)$$

Enuntziatua (c) Aurkibidea

(a)–(b) Goranzko bidea

- (a) Harriaren hasierako energia zinetikoa hauxe da:

$$E_{z,A} = \frac{1}{2}200 \times 40^2 \quad \rightarrow \quad E_{z,A} = \boxed{1.6 \times 10^5 \text{ J}}$$

- (b) Goranzko bidean, aireak balaztatu egin du harria, eta energia mekanikoa ez da kontserbatu.
- Lan-energiaren teorema erabili beharko da: $W_R = \Delta E_z + \Delta E_p$:

$$W_R = \frac{1}{2}200(0^2 - 40^2) + 200g(50 - 0)$$

Enuntziatua (c) Aurkibidea

ZTF-FCT

(a)–(b) Goranzko bidea

- (a) Harriaren hasierako energia zinetikoa hauxe da:

$$E_{z,A} = \frac{1}{2}200 \times 40^2 \quad \rightarrow \quad E_{z,A} = \boxed{1.6 \times 10^5 \text{ J}}$$

- (b) Goranzko bidean, aireak balaztatu egin du harria, eta energia mekanikoa ez da kontserbatu.
- Lan-energiaren teorema erabili beharko da: $W_R = \Delta E_z + \Delta E_p$:

$$W_R = \frac{1}{2}200(0^2 - 40^2) + 200g(50 - 0) \quad \rightarrow \quad \boxed{W_R = -6.2 \times 10^4 \text{ J}}$$

Enuntziatua (c) Aurkibidea

ZTF-FCT

(c) Beheranzko bidea

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

(c) Beheranzko bidea

- Beheranzko bidean, aireak harriaren gainean egiten duen lana, goranzko bidean egindakoaren $\frac{7}{10}$-a da:

$$W'_R = \frac{7}{10} W_R = -4.34 \times 10^4 \text{ J}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

(c) Beheranzko bidea

- Beheranzko bidean, aireak harriaren gainean egiten duen lana, goranzko bidean egindakoaren $\frac{7}{10}$-a da:

$$W'_R = \frac{7}{10} W_R = -4.34 \times 10^4 \text{ J}$$

- Berriro ere beheranzko bideari lan-energiaren teorema aplikatu beharko zaio.

Enuntziatua Aurkibidea

(c) Beheranzko bidea

- Beheranzko bidean, aireak harriaren gainean egiten duen lana, goranzko bidean egindakoaren $\frac{7}{10}$-a da:

$$W'_R = \frac{7}{10} W_R = -4.34 \times 10^4 \text{ J}$$

- Berriro ere beheranzko bideari lan-energiaren teorema aplikatu beharko zaio.
- Orain, hasierako puntua ibilbidearen punturik garaiena da ($h'_A = 50$ m eta $v'_A = 0$), eta bukaerakoa sumendiaren ahoa ($h'_B = 0$ eta v'_B):

$$W'_R = \frac{1}{2} m (v'^2_B - v'^2_A) + mg(h'_B - h'_A)$$

Enuntziatua Aurkibidea

(c) Beheranzko bidea

- Beheranzko bidean, aireak harriaren gainean egiten duen lana, goranzko bidean egindakoaren $\frac{7}{10}$-a da:

$$W'_R = \frac{7}{10} W_R = -4.34 \times 10^4 \text{ J}$$

- Berriro ere beheranzko bideari lan-energiaren teorema aplikatu beharko zaio.
- Orain, hasierako puntua ibilbidearen punturik garaiena da ($h'_A = 50$ m eta $v'_A = 0$), eta bukaerakoa sumendiaren ahoa ($h'_B = 0$ eta v'_B):

$$-4.34 \times 10^4 = \frac{1}{2} 200(v'^2_B - 0^2) + 200g(0 - 50)$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

(c) Beheranzko bidea

- Beheranzko bidean, aireak harriaren gainean egiten duen lana, goranzko bidean egindakoaren $\frac{7}{10}$-a da:

$$W'_R = \frac{7}{10} W_R = -4.34 \times 10^4 \text{ J}$$

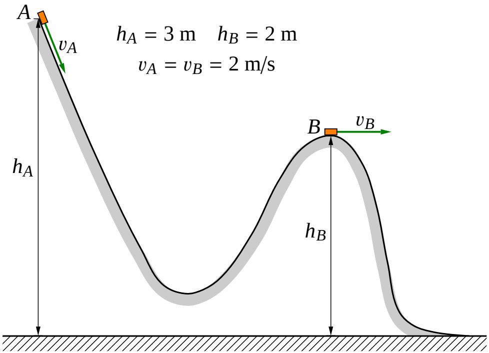
- Berriro ere beheranzko bideari lan-energiaren teorema aplikatu beharko zaio.
- Orain, hasierako puntua ibilbidearen punturik garaiena da ($h'_A = 50$ m eta $v'_A = 0$), eta bukaerakoa sumendiaren ahoa ($h'_B = 0$ eta v'_B):

$$-4.34 \times 10^4 = \frac{1}{2} 200(v'^2_B - 0^2) + 200g(0 - 50) \quad \rightarrow \quad \boxed{v'_B = 23.4 \text{ m/s}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

6 Irudiko pistan, 2 kg-ko partikula bat ari da jaisten grabitatearen eraginpean. Kalkulatu marruskadura-indarrak egiten duen lana A eta B puntuen artean (altuerak eta abiadurak irudian ageri dira).



Ebazpena Aurkibidea

ZTF-FCT

Sistema ez kontserbatzailea

Enuntziatua Aurkibidea

Sistema ez kontserbatzailea

- Lan-energiaren teoremak dioenez, $W_R = \Delta E_z + \Delta E_p = \Delta E$.

Enuntziatua Aurkibidea

Sistema ez kontserbatzailea

- Lan-energiaren teoremak dioenez, $W_R = \Delta E_z + \Delta E_p = \Delta E$.
- Hau da, **marruskadurak egiten duen lana energia mekanikoaren aldaketan bihurtzen da.**

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Sistema ez kontserbatzailea

- Lan-energiaren teoremak dioenez, $W_R = \Delta E_z + \Delta E_p = \Delta E$.
- Hau da, marruskadurak egiten duen lana energia mekanikoaren aldaketan bihurtzen da.
- Marruskadura-indarraren lana **negatiboa da beti!**

Enuntziatua Aurkibidea

Sistema ez kontserbatzailea

- Lan-energiaren teoremak dioenez, $W_R = \Delta E_z + \Delta E_p = \Delta E$.
- Hau da, marruskadurak egiten duen lana energia mekanikoaren aldaketan bihurtzen da.
- Marruskadura-indarraren lana negatiboa da beti!
- Ariketaren datuak kontuan hartuz, hauxe dugu:

$$W_R = \frac{1}{2}m(v_B^2 - v_A^2) + mg(h_B - h_A)$$

Enuntziatua Aurkibidea

Sistema ez kontserbatzailea

- Lan-energiaren teoremak dioenez, $W_R = \Delta E_z + \Delta E_p = \Delta E$.
- Hau da, marruskadurak egiten duen lana energia mekanikoaren aldaketan bihurtzen da.
- Marruskadura-indarraren lana negatiboa da beti!
- Ariketaren datuak kontuan hartuz, hauxe dugu:

$$W_R = \frac{1}{2}2(2^2 - 2^2) + 2g(2 - 3)$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Sistema ez kontserbatzailea

- Lan-energiaren teoremak dioenez, $W_R = \Delta E_z + \Delta E_p = \Delta E$.
- Hau da, marruskadurak egiten duen lana energia mekanikoaren aldaketan bihurtzen da.
- Marruskadura-indarraren lana negatiboa da beti!
- Ariketaren datuak kontuan hartuz, hauxe dugu:

$$W_R = \frac{1}{2}2(2^2 - 2^2) + 2g(2-3) \quad \rightarrow \quad \boxed{W_R = -19.6 \text{ J}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Jariakineko Ariketak

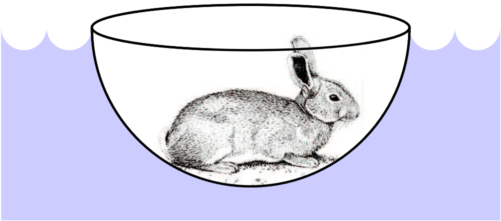
Hidrostatika

Oscar Ecenarro
oscar.ecenarro@ehu.es

Edukia

ZTF-FCT

$\boxed{1}$ Itsasoan dagoen ontzi esferiko baten barruan untxi bat dugu eta ur-maila ontziaren ertzeraino iristen da. Itsasoko ur-dentsitatea $\rho_{\rm ur} = 1.025$ g/cm^3 da. Ontziaren erradioa $R = 10$ cm da eta bere masa baztergarria da. Zein da untxiaren masa?



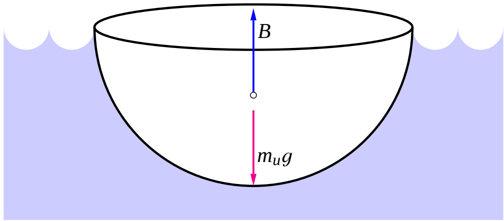
Ebazpena

Aurkibidea

Ontzia flotatzen eta orekan aurkitzen da

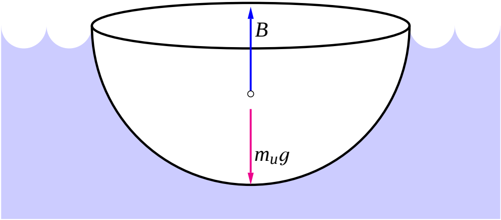
Enuntziatua Aurkibidea

Ontzia flotatzen eta orekan aurkitzen da



- Hauxek dira ontziaren gaineko indarrak: untxiaren pisua ($m_u g$), eta uraren bultzada (B).

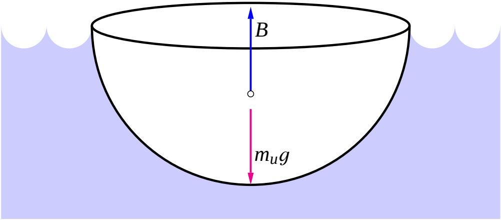
Ontzia flotatzen eta orekan aurkitzen da



- Hauxek dira ontziaren gaineko indarrak: untxiaren pisua ($m_u g$), eta uraren bultzada (B).
- Uraren bultzada, ur desplazatuaren pisua da, eta ur desplazatu horren bolumena esferaerdi batena denez, hauxe da haren balioa:

$$B = \rho_{\text{ur}} V_{\text{des}} g$$

Ontzia flotatzen eta orekan aurkitzen da

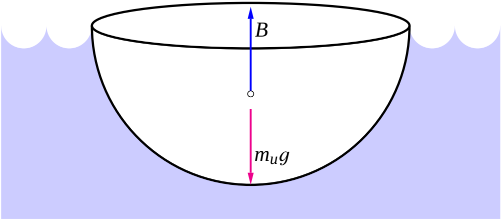


- Hauxek dira ontziaren gaineko indarrak: untxiaren pisua ($m_u g$), eta uraren bultzada (B).
- Uraren bultzada, ur desplazatuaren pisua da, eta ur desplazatu horren bolumena esferaerdi batena denez, hauxe da haren balioa:

$$B = \rho_{\mathrm{ur}} \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 g$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ontzia flotatzen eta orekan aurkitzen da



- Hauxek dira ontziaren gaineko indarrak: untxiaren pisua ($m_u g$), eta uraren bultzada (B).
- Uraren bultzada, ur desplazatuaren pisua da, eta ur desplazatu horren bolumena esferaerdi batena denez, hauxe da haren balioa:

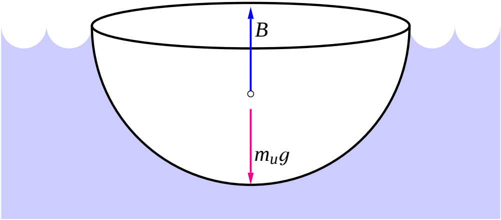
$$B = \rho_{\text{ur}} \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 g$$

- Bultzada honek untxiaren pisua orekatu behar du. Hau da, $m_u g$:

$$B = \frac{2}{3} \rho_{\text{ur}} \pi R^3 g = m_u g$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ontzia flotatzen eta orekan aurkitzen da



- Hauxek dira ontziaren gaineko indarrak: untxiaren pisua ($m_u g$), eta uraren bultzada (B).
- Uraren bultzada, ur desplazatuaren pisua da, eta ur desplazatu horren bolumena esferaerdi batena denez, hauxe da haren balioa:

$$B = \rho_{\mathrm{ur}} \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 g$$

- Bultzada honek untxiaren pisua orekatu behar du. Hau da, $m_u g$:

$$B = \frac{2}{3} \rho_{\mathrm{ur}} \pi R^3 g = m_u g \quad \rightarrow \quad \boxed{m_u = 2.15 \text{ kg}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

2 Jende askok uste du badagoela itsasoko hondoan zehar ibiltzea arnasa hartzeko *snorkel* deituriko tutua erabiliz. Hala ere, urak eragindako presioak biriken dilatazioa eragozten du. Demagun 500 N-eko pisua bularrean ipinita, etsanda dagoen pertsona batek arnasa ozta-ozta har dezakeela. Zein sakonera maximotan egon daiteke bularra, arnasa hartzeko gai izan dadin?

[*Datua:* Bularraren azalera 0.1 m^2 da gutxi gora-behera.]

Ebazpena Aurkibidea

Hidrostatikaren funtsezko ekuazioa

Enuntziatua Aurkibidea

Hidrostatikaren funtsezko ekuazioa

- Bularrak, bere gainean 500 N-eko pisua jarriz gero, ΔP gainpresio hau jasaten du:

$$\Delta P = F/S = 500/0.1 = 5\,000 \text{ Pa}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Hidrostatikaren funtsezko ekuazioa

- Bularrak, bere gainean 500 N-eko pisua jarriz gero, ΔP gainpresio hau jasaten du:

$$\Delta P = F/S = 500/0.1 = 5\,000 \text{ Pa}$$

- Uretan murgilduta badago, aurreko gainpresioa jasateko gehien hurrengo sakonerara egon behar dira gure birikiak:

$$\Delta P = \rho g \Delta h$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Hidrostatikaren funtsezko ekuazioa

- Bularrak, bere gainean 500 N-eko pisua jarriz gero, ΔP gainpresio hau jasaten du:

$$\Delta P = F/S = 500/0.1 = 5\,000 \text{ Pa}$$

- Uretan murgilduta badago, aurreko gainpresioa jasateko gehien hurrengo sakonerara egon behar dira gure birikiak:

$$\Delta P = \rho g \Delta h \qquad \rightarrow \qquad \Delta h = \frac{\Delta P}{\rho g}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Hidrostatikaren funtsezko ekuazioa

- Bularrak, bere gainean 500 N-eko pisua jarriz gero, ΔP gainpresio hau jasaten du:

$$\Delta P = F/S = 500/0.1 = 5\,000 \text{ Pa}$$

- Uretan murgilduta badago, aurreko gainpresioa jasateko gehien hurrengo sakonerara egon behar dira gure birikiak:

$$\Delta P = \rho g \Delta h \qquad \rightarrow \qquad \Delta h = \frac{5\,000}{10^3 g}$$

Enuntziatua
Aurkibidea

ZTF-FCT

Hidrostatikaren funtsezko ekuazioa

- Bularrak, bere gainean 500 N-eko pisua jarriz gero, ΔP gainpresio hau jasaten du:

$$\Delta P = F/S = 500/0.1 = 5\,000 \text{ Pa}$$

- Uretan murgilduta badago, aurreko gainpresioa jasateko gehien hurrengo sakonerara egon behar dira gure birikiak:

$$\Delta P = \rho g \Delta h \qquad \rightarrow \qquad \boxed{\Delta h = 0.51 \text{ m}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

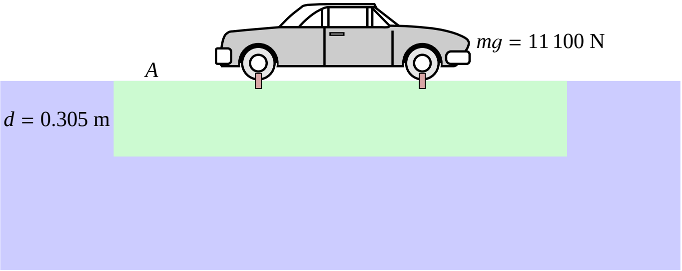
ZTF-FCT

$\boxed{3}$ 0.305 m-ko sakonera duen izotz-bloke bat ur gainean dago, eta 11 100 N-eko kotxe bati bere gainean eusten ari zaio. Demagun izotz-bloke osoa murgilduta dagoela, hau da, goiko gainazala eta ur-maila altuera berean daudela.

(a) Zein da izotzezko blokearen azalera?

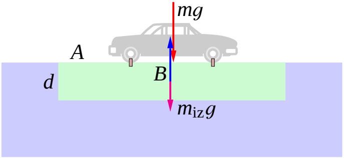
(b) Garrantzitsua al da kotxea posizio jakin batean egotea, ala blokearen edozein puntutan jar daiteke?

[*Datuak:* $\rho_{iz} = 917\ \mathrm{kg/m^3}$.]



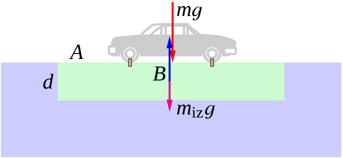
(a) (b) Aurkibidea

(a) Flotazioa



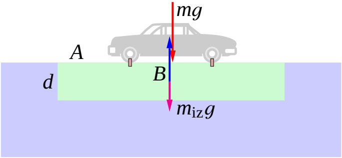
◂ Enuntziatua ▸ (b) ▸ Aurkibidea

(a) Flotazioa



- Izotz-blokea orekan dago, autoak egiten dion indarraren (mg), bere pisuaren ($\rho_{iz}Ad\,g$) eta Arkimedesen bultzadak (B) egiten dionaren eraginpean: $mg + m_{iz}g = B$.

(a) Flotazioa

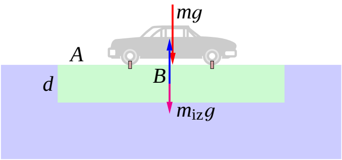


- Izotz-blokea orekan dago, autoak egiten dion indarraren (mg), bere pisuaren ($\rho_{iz}Ad\,g$) eta Arkimedesen bultzadak (B) egiten dionaren eraginpean: $mg + m_{iz}g = B$.
- Bultzadaren balioa, ur-desplazatuaren pisua da: $B = m_{des}g = \rho_{ur}Ad\,g$.

◂ Enuntziatua ▸ (b) ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

(a) Flotazioa



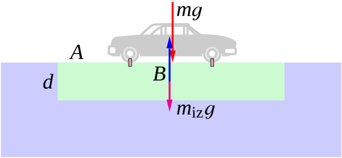
- Izotz-blokea orekan dago, autoak egiten dion indarraren (mg), bere pisuaren ($\rho_{iz}Ad\,g$) eta Arkimedesen bultzadak (B) egiten dionaren eraginpean: $mg + m_{iz}g = B$.
- Bultzadaren balioa, ur-desplazatuaren pisua da: $B = m_{des}g = \rho_{ur}Ad\,g$.
- A azalera da oreka ekuazioko ezezagun bakarra ($m_{iz} = \rho_{iz}Ad$ izanik):

$$mg + \rho_{iz}Ad\,g = \rho_{ur}Ad\,g$$

Enuntziatua (b) Aurkibidea

ZTF-FCT

(a) Flotazioa



- Izotz-blokea orekan dago, autoak egiten dion indarraren (mg), bere pisuaren ($\rho_{iz} A d\, g$) eta Arkimedesen bultzadak (B) egiten dionaren eraginpean: $mg + m_{iz} g = B$.
- Bultzadaren balioa, ur-desplazatuaren pisua da: $B = m_{des} g = \rho_{ur} A d\, g$.
- A azalera da oreka ekuazioko ezezagun bakarra ($m_{iz} = \rho_{iz} A d$ izanik):

$$mg + \rho_{iz} A d\, g = \rho_{ur} A d\, g \quad \xrightarrow[\rho_{ur}=1\,000,\ \rho_{iz}=917]{mg=11\,100,\ d=0.305} \quad \boxed{A = 44.7\ \mathrm{m}^2}$$

◂ Enuntziatua ▸ (b) ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

(b) Kokapenaren eragina

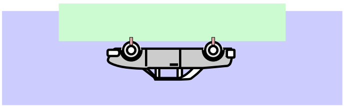
(b) Kokapenaren eragina

- Autoaren kokapenari begira, bakarrik izotz-blokea irauli deneko kasua hartuko dugu kontuan.

(b) Kokapenaren eragina

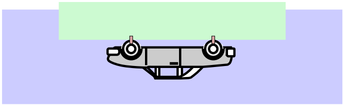
- Autoaren kokapenari begira, bakarrik izotz-blokea irauli deneko kasua hartuko dugu kontuan.
- Eta kasu honetan, bi aukera gerta daitezke:

(b) Kokapenaren eragina



- Autoaren kokapenari begira, bakarrik izotz-blokea irauli deneko kasua hartuko dugu kontuan.
- Eta kasu honetan, bi aukera gerta daitezke:
    - Irauli aurretik, gidariak ezin izan du leihatilak itxi eta autoa urez bete da.

(b) Kokapenaren eragina

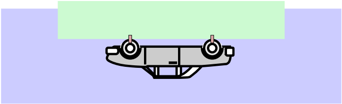


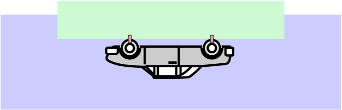
- Autoaren kokapenari begira, bakarrik izotz-blokea irauli deneko kasua hartuko dugu kontuan.
- Eta kasu honetan, bi aukera gerta daitezke:
  - Irauli aurretik, gidariak ezin izan du leihatilak itxi eta autoa urez bete da.

    Honako honetan, autoaren materialak ura desplazatzen du eta bultzada igoko da, beste datu guztiak aldatu barik: **Izotzaren gainazala pixka bat igo egingo da!**

Enuntziatua (a) Aurkibidea

(b) Kokapenaren eragina

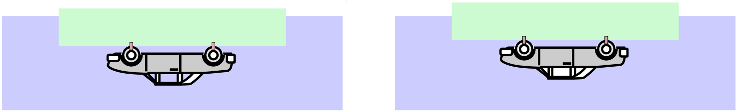




- Autoaren kokapenari begira, bakarrik izotz-blokea irauli deneko kasua hartuko dugu kontuan.
- Eta kasu honetan, bi aukera gerta daitezke:
  - Irauli aurretik, gidariak ezin izan du leihatilak itxi eta autoa urez bete da.

    Honako honetan, autoaren materialak ura desplazatzen du eta bultzada igoko da, beste datu guztiak aldatu barik: Izotzaren gainazala pixka bat igo egingo da!
  - Irauli aurretik, gidariak leihatilak itxi egin ditu eta autoa ez da urez bete.

(b) Kokapenaren eragina



- Autoaren kokapenari begira, bakarrik izotz-blokea irauli deneko kasua hartuko dugu kontuan.
- Eta kasu honetan, bi aukera gerta daitezke:
  - Irauli aurretik, gidariak ezin izan du leihatilak itxi eta autoa urez bete da.

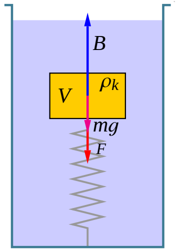
    Honako honetan, autoaren materialak ura desplazatzen du eta bultzada igoko da, beste datu guztiak aldatu barik: Izotzaren gainazala pixka bat igo egingo da!
  - Irauli aurretik, gidariak leihatilak itxi egin ditu eta autoa ez da urez bete.

    Honako honetan, autoaren bolumen osoak desplazatzen du ura eta bultzada aurrekoan baino gehiago igoko da, beste datu guztiak aldatu barik: **Izotzaren gainazala aurrekoan baino pixka bat gehiago igoko da!**

$\boxed{4}$ Airean, kortxo handi baten pisua 0.285 N da. Airearen bultzada baztergarria da. Irudian ageri den bezala, kortxoa uretan murgilduta eta dinamometro bati lotuta dagoenean, dinamometroak 0.855 N-eko indarra eragin behar du kortxoari eusteko. Kalkula ezazu kortxoaren dentsitatea.

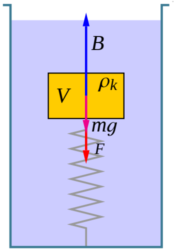
Ebazpena Aurkibidea

Arkimedesen bultzada



Enuntziatua
Aurkibidea

Arkimedesen bultzada

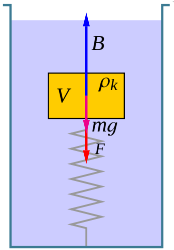


- Kortxoaren masa hurrengoa da:

$$mg = 0.285 \quad \rightarrow \quad m = 0.0291 \text{ kg}$$

Enuntziatua
Aurkibidea

Arkimedesen bultzada



- Kortxoaren masa hurrengoa da:

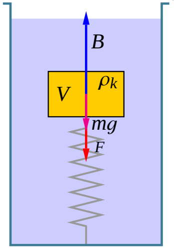
$$mg = 0.285 \quad \rightarrow \quad m = 0.0291 \text{ kg}$$

- Eta bere bolumenaren eta dentsitatearen arteko erlazioa:

$$m = 0.0291 = \rho_k V \quad \rightarrow \quad V = 0.0291/\rho_k \text{ m}^3$$

Enuntziatua
Aurkibidea

Arkimedesen bultzada



- Kortxoaren masa hurrengoa da:

$$mg = 0.285 \quad \rightarrow \quad m = 0.0291 \text{ kg}$$

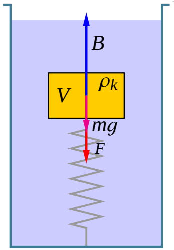
- Eta bere bolumenaren eta dentsitatearen arteko erlazioa:

$$m = 0.0291 = \rho_k V \quad \rightarrow \quad V = 0.0291/\rho_k \text{ m}^3$$

- Kortxoaren orekarako indarrak:

Enuntziatua Aurkibidea

Arkimedesen bultzada



- Kortxoaren masa hurrengoa da:

$$mg = 0.285 \quad \rightarrow \quad m = 0.0291 \text{ kg}$$

- Eta bere bolumenaren eta dentsitatearen arteko erlazioa:

$$m = 0.0291 = \rho_k V \quad \rightarrow \quad V = 0.0291/\rho_k \text{ m}^3$$

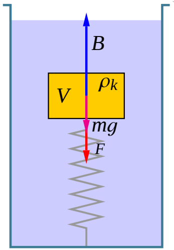
- Kortxoaren orekarako indarrak:

Kortxoaren pisua: $mg = \rho_k V g$

Enuntziatua
Aurkibidea

ZTF-FCT

Arkimedesen bultzada



- Kortxoaren masa hurrengoa da:

$$mg = 0.285 \quad \rightarrow \quad m = 0.0291 \text{ kg}$$

- Eta bere bolumenaren eta dentsitatearen arteko erlazioa:

$$m = 0.0291 = \rho_k V \quad \rightarrow \quad V = 0.0291/\rho_k \text{ m}^3$$

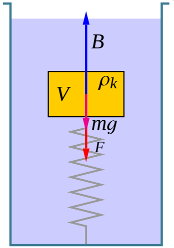
- Kortxoaren orekarako indarrak:

Kortxoaren pisua: $mg = \rho_k V g$

Arkimedesen bultzada $B = \rho_u V g$

Enuntziatua Aurkibidea

Arkimedesen bultzada



- Kortxoaren masa hurrengoa da:

$$mg = 0.285 \quad \rightarrow \quad m = 0.0291 \text{ kg}$$

- Eta bere bolumenaren eta dentsitatearen arteko erlazioa:

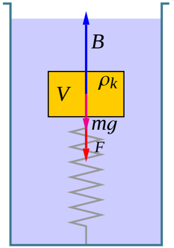
$$m = 0.0291 = \rho_k V \quad \rightarrow \quad V = 0.0291/\rho_k \text{ m}^3$$

- Kortxoaren orekarako indarrak:

Kortxoaren pisua:	$mg = \rho_k V g$
Arkimedesen bultzada	$B = \rho_u V g$
Malgukiaren indarra:	F

Enuntziatua
Aurkibidea

Arkimedesen bultzada



- Kortxoaren masa hurrengoa da:

$$mg = 0.285 \quad \rightarrow \quad m = 0.0291 \text{ kg}$$

- Eta bere bolumenaren eta dentsitatearen arteko erlazioa:

$$m = 0.0291 = \rho_k V \quad \rightarrow \quad V = 0.0291/\rho_k \text{ m}^3$$

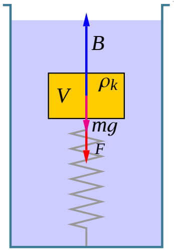
- Kortxoaren orekarako indarrak:

Kortxoaren pisua:	$mg = \rho_k V g$
Arkimedesen bultzada	$B = \rho_u V g$
Malgukiaren indarra:	F

- Kortxoaren oreka-baldintza:

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Arkimedesen bultzada



- Kortxoaren masa hurrengoa da:

$$mg = 0.285 \quad \rightarrow \quad m = 0.0291 \text{ kg}$$

- Eta bere bolumenaren eta dentsitatearen arteko erlazioa:

$$m = 0.0291 = \rho_k V \quad \rightarrow \quad V = 0.0291/\rho_k \text{ m}^3$$

- Kortxoaren orekarako indarrak:

Kortxoaren pisua:	$mg = \rho_k V g$
Arkimedesen bultzada	$B = \rho_u V g$
Malgukiaren indarra:	F

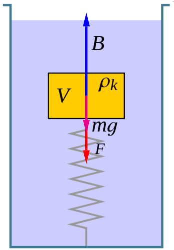
- Kortxoaren oreka-baldintza:

$$B = mg + F$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Arkimedesen bultzada



- Kortxoaren masa hurrengoa da:

$$mg = 0.285 \quad \rightarrow \quad m = 0.0291 \text{ kg}$$

- Eta bere bolumenaren eta dentsitatearen arteko erlazioa:

$$m = 0.0291 = \rho_k V \quad \rightarrow \quad V = 0.0291/\rho_k \text{ m}^3$$

- Kortxoaren orekarako indarrak:

Kortxoaren pisua:	$mg = \rho_k V g$
Arkimedesen bultzada	$B = \rho_u V g$
Malgukiaren indarra:	F

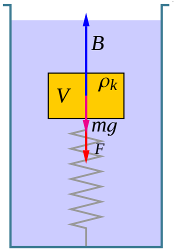
- Kortxoaren oreka-baldintza:

$$B = mg + F \quad \rightarrow \quad \rho_u V g = 0.285 + 0.855$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Arkimedesen bultzada



- Kortxoaren masa hurrengoa da:

$$mg = 0.285 \quad \rightarrow \quad m = 0.0291 \text{ kg}$$

- Eta bere bolumenaren eta dentsitatearen arteko erlazioa:

$$m = 0.0291 = \rho_k V \quad \rightarrow \quad V = 0.0291/\rho_k \text{ m}^3$$

- Kortxoaren orekarako indarrak:

Kortxoaren pisua:	$mg = \rho_k V g$
Arkimedesen bultzada	$B = \rho_u V g$
Malgukiaren indarra:	F

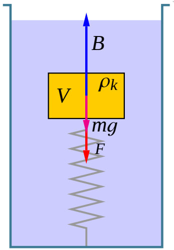
- Kortxoaren oreka-baldintza:

$$B = mg + F \quad \rightarrow \quad 10^3 \cdot 0.0291 g/\rho_k = 1.14$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Arkimedesen bultzada



- Kortxoaren masa hurrengoa da:

$$mg = 0.285 \quad \rightarrow \quad m = 0.0291 \text{ kg}$$

- Eta bere bolumenaren eta dentsitatearen arteko erlazioa:

$$m = 0.0291 = \rho_k V \quad \rightarrow \quad V = 0.0291/\rho_k \text{ m}^3$$

- Kortxoaren orekarako indarrak:

Kortxoaren pisua:	$mg = \rho_k V g$
Arkimedesen bultzada	$B = \rho_u V g$
Malgukiaren indarra:	F

- Kortxoaren oreka-baldintza:

$$B = mg + F \quad \rightarrow \quad 10^3 \cdot 0.0291 g/\rho_k = 1.14 \quad \rightarrow \quad \boxed{\rho_k = 250 \text{ kg/m}^3}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

$\boxed{\mathbf{5}}$ $m_o = 1$ kg-eko edalontzi bat balantza baten gainean dago, bere barruan $m_u = 2$ kg ur dituelarik. Dinamometro batetik zintzilik dagoen $m = 2$ kg-ko aluminiozko bloke bat uretan murgilduz gero, zein izango lirateke bi balantzek adierazitako balioak? [*Datua:* $\rho_{\mathrm{Al}} = 2\,700$ kg/m^3.]

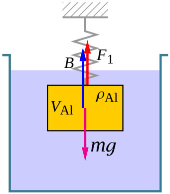
Goikoan Azpikoan Aurkibidea

Goiko malgukian

Enuntziatua Azpikoan Aurkibidea

ZTF-FCT

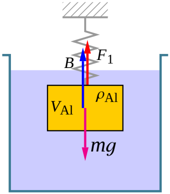
Goiko malgukian



- Aluminioaren bolumena, masa eta dentsitatea ezagutuz, hauxe da: $V_{Al} = m/\rho_{Al}$.

Enuntziatua
Azpikoan
Aurkibidea

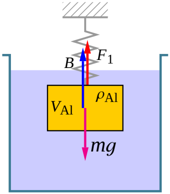
Goiko malgukian



- Aluminioaren bolumena, masa eta dentsitatea ezagutuz, hauxe da: $V_{\text{Al}} = m/\rho_{\text{Al}}$.
- Eta blokearen gaineko bultzada, B, ur desplazatuaren pisua: $B = \rho_u V_{\text{Al}} g = (\rho_u/\rho_{\text{Al}})mg$.

Enuntziatua Azpikoan Aurkibidea

Goiko malgukian



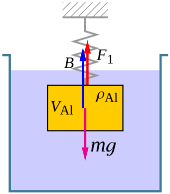
- Aluminioaren bolumena, masa eta dentsitatea ezagutuz, hauxe da: $V_{Al} = m/\rho_{Al}$.
- Eta blokearen gaineko bultzada, B, ur desplazatuaren pisua: $B = \rho_u V_{Al} g = (\rho_u/\rho_{Al})mg$.
- Oreka-baldintza, F_1 bada goiko malgukiak egindako indarra, hauxe da:

$$F_1 + B = mg$$

Enuntziatua Azpikoan Aurkibidea

ZTF-FCT

Goiko malgukian

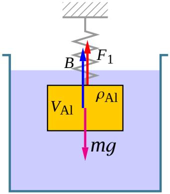


- Aluminioaren bolumena, masa eta dentsitatea ezagutuz, hauxe da: $V_{Al} = m/\rho_{Al}$.
- Eta blokearen gaineko bultzada, B, ur desplazatuaren pisua: $B = \rho_u V_{Al} g = (\rho_u/\rho_{Al})mg$.
- Oreka-baldintza, F_1 bada goiko malgukiak egindako indarra, hauxe da:

$$F_1 + B = mg \quad \rightarrow \quad F_1 = mg - B$$

◂ Enuntziatua ▸ Azpikoan ▸ Aurkibidea

Goiko malgukian



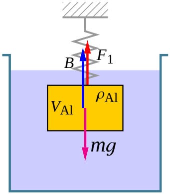
- Aluminioaren bolumena, masa eta dentsitatea ezagutuz, hauxe da: $V_{\mathrm{Al}} = m/\rho_{\mathrm{Al}}$.
- Eta blokearen gaineko bultzada, B, ur desplazatuaren pisua: $B = \rho_u V_{\mathrm{Al}} g = (\rho_u/\rho_{\mathrm{Al}})mg$.
- Oreka-baldintza, F_1 bada goiko malgukiak egindako indarra, hauxe da:

$$F_1 + B = mg \quad \rightarrow \quad F_1 = [1 - (\rho_u/\rho_{\mathrm{Al}})]mg$$

Enuntziatua Azpikoan Aurkibidea

ZTF-FCT

Goiko malgukian



- Aluminioaren bolumena, masa eta dentsitatea ezagutuz, hauxe da: $V_{\text{Al}} = m/\rho_{\text{Al}}$.
- Eta blokearen gaineko bultzada, B, ur desplazatuaren pisua: $B = \rho_u V_{\text{Al}} g = (\rho_u/\rho_{\text{Al}})mg$.
- Oreka-baldintza, F_1 bada goiko malgukiak egindako indarra, hauxe da:

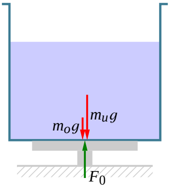
$$F_1 + B = mg \quad \rightarrow \quad \boxed{F_1 = 12.34 \text{ N}}$$

◂ Enuntziatua ▸ Azpikoan ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

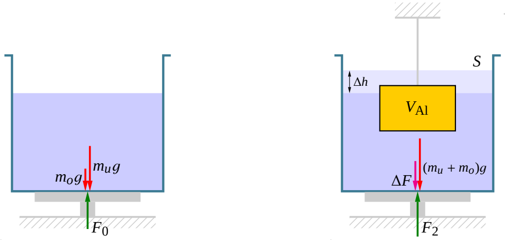
Azpiko malgukian

Azpiko malgukian



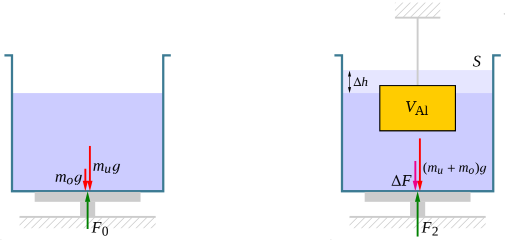
- Ontzian blokea sartu aurretik, azpiko balantzan $F_0 = (m_o + m_u)g$ irakurtzen dugu, ontzia bera eta uraren pisuen batura hain zuzen.

Azpiko malgukian



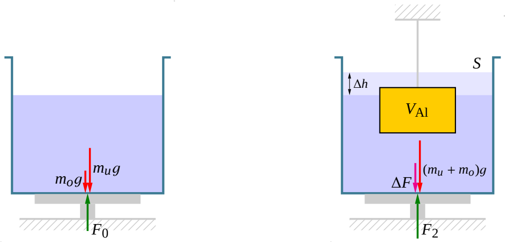
- Ontzian blokea sartu aurretik, azpiko balantzan $F_0 = (m_o + m_u)g$ irakurtzen dugu, ontzia bera eta uraren pisuen batura hain zuzen.
- Blokea sartu ostean, ontziko ur-mailak gora egiten du Δh altueran, blokeak desplazatutako bolumenari dagokiona: $V_{\mathrm{Al}} = m/\rho_{\mathrm{Al}}$.

Azpiko malgukian



- Ontzian blokea sartu aurretik, azpiko balantzan $F_0 = (m_o + m_u)g$ irakurtzen dugu, ontzia bera eta uraren pisuen batura hain zuzen.
- Blokea sartu ostean, ontziko ur-mailak gora egiten du Δh altueran, blokeak desplazatutako bolumenari dagokiona: $V_{Al} = m/\rho_{Al}$.
- Ontziko azalera librea S bada, altuera-igoera $\Delta h = V_{Al}/S$ da.

Azpiko malgukian



- Ontzian blokea sartu aurretik, azpiko balantzan $F_0 = (m_o + m_u)g$ irakurtzen dugu, ontzia bera eta uraren pisuen batura hain zuzen.
- Blokea sartu ostean, ontziko ur-mailak gora egiten du Δh altueran, blokeak desplazatutako bolumenari dagokiona: $V_{\mathrm{Al}} = m/\rho_{\mathrm{Al}}$.
- Ontziko azalera librea S bada, altuera-igoera $\Delta h = V_{\mathrm{Al}}/S$ da.
- Eta altuera-igoera honi dagokion gainpresioa ontziaren hondoan:

$$\Delta P = \rho_u g \Delta h = (\rho_u/\rho_{\mathrm{Al}})mg/S$$

Enuntziatua Azpikoan – Aurkibidea

Azpiko malgukian –

Azpiko malgukian –

- Azkenengoa, **Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioa** besterik ez da.

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Azpiko malgukian –

- Azkenengoa, Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioa besterik ez da.
- Beraz, indar gehigarria ontziaren hondoan hauxe izango da:

$$\Delta F = S\,\Delta P = (\rho_u/\rho_{\mathrm{Al}})mg$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Azpiko malgukian –

- Azkenengoa, Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioa besterik ez da.
- Beraz, indar gehigarria ontziaren hondoan hauxe izango da:

$$\Delta F = S\,\Delta P = (\rho_u/\rho_{\mathrm{Al}})mg$$

- Hau da, blokearen gaineko bultzada, hain juxtu: $\Delta F = B$.

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Azpiko malgukian –

- Azkenengoa, Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioa besterik ez da.
- Beraz, indar gehigarria ontziaren hondoan hauxe izango da:

$$\Delta F = S\,\Delta P = (\rho_u/\rho_{\mathrm{Al}})mg$$

- Hau da, blokearen gaineko bultzada, hain juxtu: $\Delta F = B$.
- Guztira, azpiko balantzan irakurriko duguna haxe izango da:

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Azpiko malgukian –

- Azkenengoa, Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioa besterik ez da.
- Beraz, indar gehigarria ontziaren hondoan hauxe izango da:

$$\Delta F = S\,\Delta P = (\rho_u/\rho_{\mathrm{Al}})mg$$

- Hau da, blokearen gaineko bultzada, hain juxtu: $\Delta F = B$.
- Guztira, azpiko balantzan irakurriko duguna haxe izango da:

$$F_2 = (m_u + m_o)g + \Delta F$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Azpiko malgukian –

- Azkenengoa, Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioa besterik ez da.
- Beraz, indar gehigarria ontziaren hondoan hauxe izango da:

$$\Delta F = S\,\Delta P = (\rho_u/\rho_{\mathrm{Al}})mg$$

- Hau da, blokearen gaineko bultzada, hain juxtu: $\Delta F = B$.
- Guztira, azpiko balantzan irakurriko duguna haxe izango da:

$$F_2 = [m_u + m_o + (\rho_u/\rho_{\mathrm{Al}})m]g$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Azpiko malgukian –

- Azkenengoa, Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioa besterik ez da.
- Beraz, indar gehigarria ontziaren hondoan hauxe izango da:

$$\Delta F = S\,\Delta P = (\rho_u/\rho_{\mathrm{Al}})mg$$

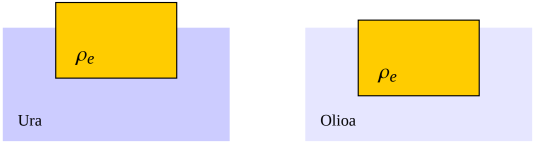
- Hau da, blokearen gaineko bultzada, hain juxtu: $\Delta F = B$.
- Guztira, azpiko balantzan irakurriko duguna haxe izango da:

$$F_2 = [m_u + m_o + (\rho_u/\rho_{\mathrm{Al}})m]g \quad \rightarrow \quad \boxed{F_2 = 36.66\ \mathrm{N}}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

$\boxed{\mathbf{6}}$ Egurrezko bloke bat uretan jartzen bada, bere bolumenaren 2/3a ur azpian dago. Oliotan, ordea, % 90a dago murgilduta. Lor itzazu olio eta egurraren dentsitateak.



Ebazpena Aurkibidea

Arkimedesen bultzada

Enuntziatua

Aurkibidea

Arkimedesen bultzada

- Demagun V dela egur-blokearen bolumena eta ρ_e bere dentsitatea.

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Arkimedesen bultzada

- Demagun V dela egur-blokearen bolumena eta ρ_e bere dentsitatea.
- Uretan, ur-bolumen desplazatua $\frac{2}{3}V$ da.

Enuntziatua Aurkibidea

Arkimedesen bultzada

- Demagun V dela egur-blokearen bolumena eta ρ_e bere dentsitatea.
- Uretan, ur-bolumen desplazatua $\frac{2}{3}V$ da.
- Egur-blokearen pisua eta Arkimedesen bultzada berdinak dira:

$$B = \rho_u \cdot \frac{2}{3} V g = \rho_e V g$$

Enuntziatua Aurkibidea

Arkimedesen bultzada

- Demagun V dela egur-blokearen bolumena eta ρ_e bere dentsitatea.
- Uretan, ur-bolumen desplazatua $\frac{2}{3}V$ da.
- Egur-blokearen pisua eta Arkimedesen bultzada berdinak dira:

$$B = \rho_u \cdot \frac{2}{3} V g = \rho_e V g \quad \rightarrow \quad \rho_e = \frac{2}{3}\rho_u$$

Enuntziatua Aurkibidea

Arkimedesen bultzada

- Demagun V dela egur-blokearen bolumena eta ρ_e bere dentsitatea.
- Uretan, ur-bolumen desplazatua $\frac{2}{3}V$ da.
- Egur-blokearen pisua eta Arkimedesen bultzada berdinak dira:

$$B = \rho_u \cdot \frac{2}{3}Vg = \rho_e Vg \quad \rightarrow \quad \boxed{\rho_e = 667\ \mathrm{kg/m^3}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Arkimedesen bultzada

- Demagun V dela egur-blokearen bolumena eta ρ_e bere dentsitatea.
- Uretan, ur-bolumen desplazatua $\frac{2}{3}V$ da.
- Egur-blokearen pisua eta Arkimedesen bultzada berdinak dira:

$$B = \rho_u \cdot \frac{2}{3}Vg = \rho_e Vg \quad \rightarrow \quad \boxed{\rho_e = 667 \text{ kg/m}^3}$$

- Behin ρ_e jakinda, aplika diezaiogon oreka-baldintza bigarren egoerari, oraingoan likido desplazatua olioa dela kontuan hartuz, ρ_o dentsitatekoa:

$$B = \rho_o \cdot 0.9Vg = \rho_e Vg$$

Enuntziatua
Aurkibidea

ZTF-FCT

Arkimedesen bultzada

- Demagun V dela egur-blokearen bolumena eta ρ_e bere dentsitatea.
- Uretan, ur-bolumen desplazatua $\frac{2}{3}V$ da.
- Egur-blokearen pisua eta Arkimedesen bultzada berdinak dira:

$$B = \rho_u \cdot \frac{2}{3}Vg = \rho_e Vg \quad \rightarrow \quad \boxed{\rho_e = 667 \text{ kg/m}^3}$$

- Behin ρ_e jakinda, aplika diezaiogon oreka-baldintza bigarren egoerari, oraingoan likido desplazatua olioa dela kontuan hartuz, ρ_o dentsitatekoa:

$$B = \rho_o \cdot 0.9Vg = \rho_e Vg \quad \rightarrow \quad \rho_o = \rho_e/0.9$$

Enuntziatua Aurkibidea

Arkimedesen bultzada

- Demagun V dela egur-blokearen bolumena eta ρ_e bere dentsitatea.
- Uretan, ur-bolumen desplazatua $\frac{2}{3}V$ da.
- Egur-blokearen pisua eta Arkimedesen bultzada berdinak dira:

$$B = \rho_u \cdot \frac{2}{3}Vg = \rho_e Vg \quad \rightarrow \quad \boxed{\rho_e = 667 \text{ kg/m}^3}$$

- Behin ρ_e jakinda, aplika diezaiogon oreka-baldintza bigarren egoerari, oraingoan likido desplazatua olioa dela kontuan hartuz, ρ_o dentsitatekoa:

$$B = \rho_o \cdot 0.9Vg = \rho_e Vg \quad \rightarrow \quad \boxed{\rho_o = 741 \text{ kg/m}^3}$$

Enuntziatua Aurkibidea

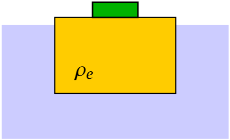
ZTF-FCT

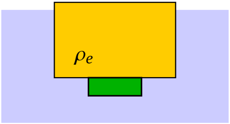
$\boxed{\mathbf{7}}$ 35.6 N-eko pisua duen egurrezko bloke baten dentsitate erlatiboa $\rho_r = 0.60$ da. Berun-zama bat erabiliz, blokearen bolumenaren % 90a uretan murgildu nahi dugu.

(a) Zenbat berun beharko dugu beruna blokearen gainean jarriz gero?

(b) Eta blokearen azpian jarrita, hau da, murgilduta?

[*Datuak:* $\rho_{\text{Pb}} = 11\,300$ kg/m^3, $\rho_e = \rho_r \rho_u = 600$ kg/m^3.]

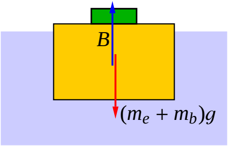




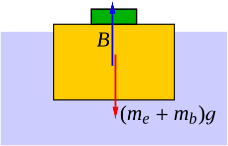
(a) (b) Aurkibidea

ZTF-FCT

(a) Beruna goian dagoenean



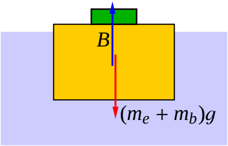
(a) Beruna goian dagoenean



- Egur-zatiaren masa eta bolumena hurrengoak dira:

$$m_e = 35.6/g$$

(a) Beruna goian dagoenean

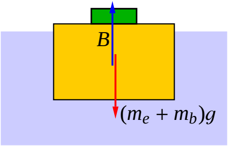


- Egur-zatiaren masa eta bolumena hurrengoak dira:

$$m_e = 3.63 \text{ kg}$$

Enuntziatua (b) Aurkibidea

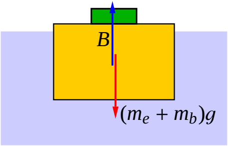
(a) Beruna goian dagoenean



- Egur-zatiaren masa eta bolumena hurrengoak dira:

$$m_e = 3.63 \text{ kg} \quad \rightarrow \quad V = m_e/\rho_e$$

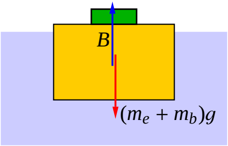
(a) Beruna goian dagoenean



- Egur-zatiaren masa eta bolumena hurrengoak dira:

$$m_e = 3.63 \text{ kg} \quad \rightarrow \quad V = 0.00605 \text{ m}^3$$

(a) Beruna goian dagoenean

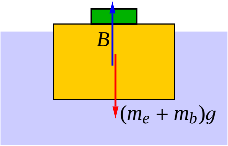


- Egur-zatiaren masa eta bolumena hurrengoak dira:

$$m_e = 3.63 \text{ kg} \quad \rightarrow \quad V = 0.00605 \text{ m}^3$$

- Orekan, egurraren pisua ($m_e g$) gehi berunarena ($m_b g$) Arkimedesen bultzadaren (B) berdina da: $(m_e + m_b)g = B$.

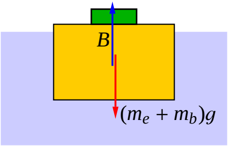
(a) Beruna goian dagoenean



- Egur-zatiaren masa eta bolumena hurrengoak dira:
$$m_e = 3.63 \text{ kg} \quad \rightarrow \quad V = 0.00605 \text{ m}^3$$
- Orekan, egurraren pisua ($m_e g$) gehi berunarena ($m_b g$) Arkimedesen bultzadaren (B) berdina da: $(m_e + m_b)g = B$.
- Ur desplazatuaren bolumena $0.9V$ da, eta bultzada, beraz: $B = \rho_u \cdot 0.9Vg$.

◂ Enuntziatua ▸ (b) ▸ Aurkibidea

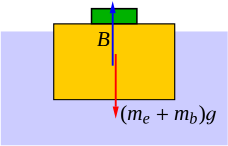
(a) Beruna goian dagoenean



- Egur-zatiaren masa eta bolumena hurrengoak dira:
$$m_e = 3.63 \text{ kg} \quad \rightarrow \quad V = 0.00605 \text{ m}^3$$
- Orekan, egurraren pisua ($m_e g$) gehi berunarena ($m_b g$) Arkimedesen bultzadaren (B) berdina da: $(m_e + m_b)g = B$.
- Ur desplazatuaren bolumena $0.9V$ da, eta bultzada, beraz: $B = \rho_u \cdot 0.9Vg$.
- Hauxe geratzen zaigu:

$$(m_e + m_b)g = \rho_u \cdot 0.9Vg$$

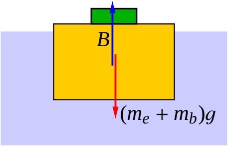
(a) Beruna goian dagoenean



- Egur-zatiaren masa eta bolumena hurrengoak dira:
$$m_e = 3.63 \text{ kg} \quad \rightarrow \quad V = 0.00605 \text{ m}^3$$
- Orekan, egurraren pisua ($m_e g$) gehi berunarena ($m_b g$) Arkimedesen bultzadaren (B) berdina da: $(m_e + m_b)g = B$.
- Ur desplazatuaren bolumena $0.9V$ da, eta bultzada, beraz: $B = \rho_u \cdot 0.9Vg$.
- Hauxe geratzen zaigu:
$$(m_e + m_b)g = \rho_u \cdot 0.9Vg \quad \xrightarrow[V=0.00605]{m_e=3.63} \quad m_b = 0.9\rho_u V - m_e$$

Enuntziatua (b) Aurkibidea

(a) Beruna goian dagoenean



- Egur-zatiaren masa eta bolumena hurrengoak dira:

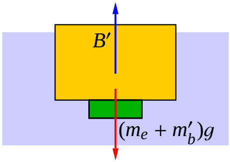
$$m_e = 3.63 \text{ kg} \quad \rightarrow \quad V = 0.00605 \text{ m}^3$$

- Orekan, egurraren pisua ($m_e g$) gehi berunarena ($m_b g$) Arkimedesen bultzadaren (B) berdina da: $(m_e + m_b)g = B$.
- Ur desplazatuaren bolumena $0.9V$ da, eta bultzada, beraz: $B = \rho_u \cdot 0.9Vg$.
- Hauxe geratzen zaigu:

$$(m_e + m_b)g = \rho_u \cdot 0.9Vg \quad \xrightarrow[V=0.00605]{m_e=3.63} \quad \boxed{m_b = 1.82 \text{ kg}}$$

Enuntziatua (b) Aurkibidea

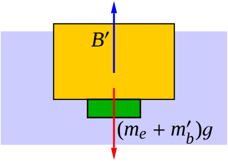
(b) Beruna azpian dagoenean



◂ Enuntziatua ◂ (a) ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

(b) Beruna azpian dagoenean

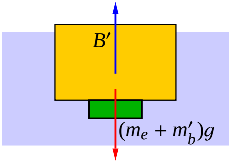


- Egur-zatiak sortutako bultzadaz gain, oraingoan berunak ere, uretan murgilduta, sortzen du bultzada txiki bat. Hau da:

$$B' = \rho_u \cdot 0.9Vg + \rho_u \cdot V_b'g$$

Enuntziatua (a) Aurkibidea

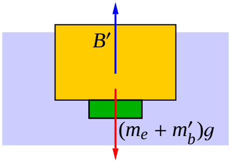
(b) Beruna azpian dagoenean



- Egur-zatiak sortutako bultzadaz gain, oraingoan berunak ere, uretan murgilduta, sortzen du bultzada txiki bat. Hau da:

$$B' = \rho_u(0.9V + V'_b)g$$

(b) Beruna azpian dagoenean



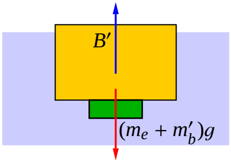
- Egur-zatiak sortutako bultzadaz gain, oraingoan berunak ere, uretan murgilduta, sortzen du bultzada txiki bat. Hau da:

$$B' = \rho_u(0.9V + m'_b/\rho_{\mathrm{Pb}})g$$

Enuntziatua (a) Aurkibidea

ZTF-FCT

(b) Beruna azpian dagoenean



- Egur-zatiak sortutako bultzadaz gain, oraingoan berunak ere, uretan murgilduta, sortzen du bultzada txiki bat. Hau da:

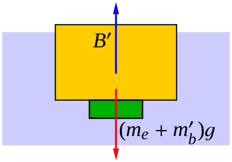
$$B' = \rho_u (0.9V + m'_b/\rho_{\mathrm{Pb}})g$$

- Oraingoan, oreka-baldintza honela idatziko da:

$$(m_e + m'_b)g = \rho_u (0.9V + m'_b/\rho_{\mathrm{Pb}})g$$

Enuntziatua (a) Aurkibidea

(b) Beruna azpian dagoenean



- Egur-zatiak sortutako bultzadaz gain, oraingoan berunak ere, uretan murgilduta, sortzen du bultzada txiki bat. Hau da:

$$B' = \rho_u(0.9V + m'_b/\rho_{\mathrm{Pb}})g$$

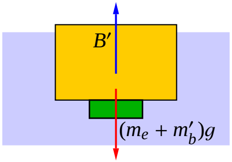
- Oraingoan, oreka-baldintza honela idatziko da:

$$m_e + m'_b = \rho_u(0.9V + m'_b/\rho_{\mathrm{Pb}})$$

Enuntziatua (a) Aurkibidea

ZTF-FCT

(b) Beruna azpian dagoenean



- Egur-zatiak sortutako bultzadaz gain, oraingoan berunak ere, uretan murgilduta, sortzen du bultzada txiki bat. Hau da:

$$B' = \rho_u (0.9V + m_b'/\rho_{\mathrm{Pb}})g$$

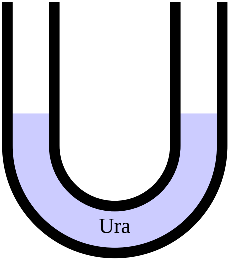
- Oraingoan, oreka-baldintza honela idatziko da:

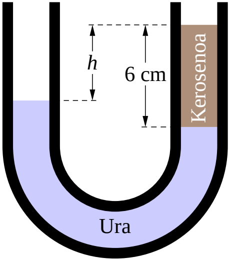
$$m_e + m_b' = \rho_u (0.9V + m_b'/\rho_{\mathrm{Pb}}) \xrightarrow[V=0.00605]{m_e=3.63} \boxed{m_b' = 2.00\ \mathrm{kg}}$$

Enuntziatua (a) Aurkibidea

ZTF-FCT

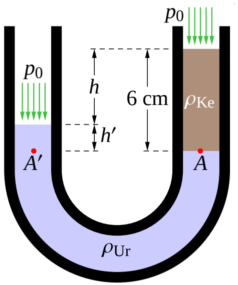
8 Irudiko **U** itxurako tutuaren bi muturrak zabalik daude eta urez partzialki beteta dago. Ondoren, tutuaren mutur batean keroseno ($\rho_{\mathrm{Ke}} = 820\ \mathrm{kg/m^3}$) bota dugu, harik eta kerosenoari dagokion zutabeak 6 cm-ko altuera izan arte. Zein da bi muturretako likido-mailen arteko diferentzia?





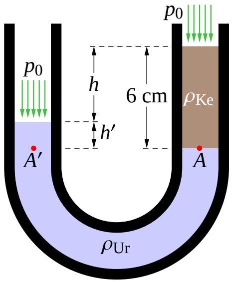
Ebazpena Aurkibidea

Hidrostatikaren Funtzezko Printzipoa



◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

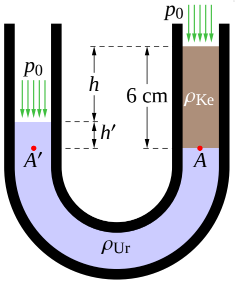
Hidrostatikaren Funtzezko Printzipoa



- Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioaren arabera, A eta A' altuera berean daudenez: $p_A = p_{A'}$.

Enuntziatua Aurkibidea

Hidrostatikaren Funtzezko Printzipoa



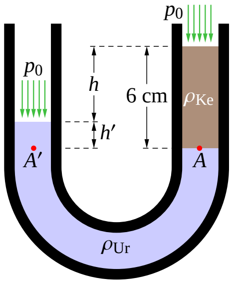
- Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioaren arabera, A eta A' altuera berean daudenez: $p_A = p_{A'}$.
- Ezkerreko adarrean (p_0 presio atmosferikoa da):

$$p_{A'} = p_0 + \rho_{\text{Ur}} g h'$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Hidrostatikaren Funtzezko Printzipoa



- Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioaren arabera, A eta A' altuera berean daudenez: $p_A = p_{A'}$.
- Ezkerreko adarrean (p_0 presio atmosferikoa da):

$$p_{A'} = p_0 + \rho_{\mathrm{Ur}} g h'$$

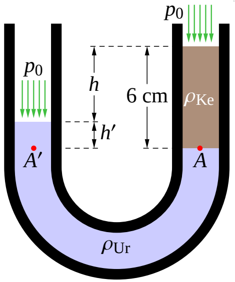
- Eskuinekoan, aldiz:

$$p_A = p_0 + \rho_{\mathrm{Ke}} g \cdot 0.06$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Hidrostatikaren Funtzezko Printzipoa



- Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioaren arabera, A eta A' altuera berean daudenez: $p_A = p_{A'}$.
- Ezkerreko adarrean (p_0 presio atmosferikoa da):

$$p_{A'} = p_0 + \rho_{\mathrm{Ur}} g h'$$

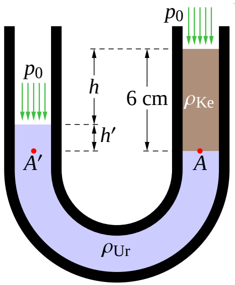
- Eskuinekoan, aldiz:

$$p_A = p_0 + \rho_{\mathrm{Ke}} g \cdot 0.06$$

- Hau da:

Enuntziatua Aurkibidea

Hidrostatikaren Funtzezko Printzipoa



- Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioaren arabera, A eta A' altuera berean daudenez: $p_A = p_{A'}$.
- Ezkerreko adarrean (p_0 presio atmosferikoa da):

$$p_{A'} = p_0 + \rho_{\mathrm{Ur}} g h'$$

- Eskuinekoan, aldiz:

$$p_A = p_0 + \rho_{\mathrm{Ke}} g \cdot 0.06$$

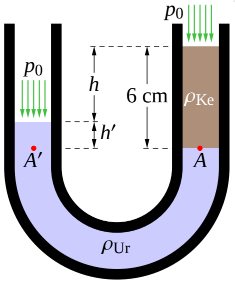
- Hau da:

$$p_0 + \rho_{\mathrm{Ur}} g h' = p_0 + \rho_{\mathrm{Ke}} g \cdot 0.06$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Hidrostatikaren Funtzezko Printzipoa



- Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioaren arabera, A eta A' altuera berean daudenez: $p_A = p_{A'}$.
- Ezkerreko adarrean (p_0 presio atmosferikoa da):

$$p_{A'} = p_0 + \rho_{\mathrm{Ur}} g h'$$

- Eskuinekoan, aldiz:

$$p_A = p_0 + \rho_{\mathrm{Ke}} g \cdot 0.06$$

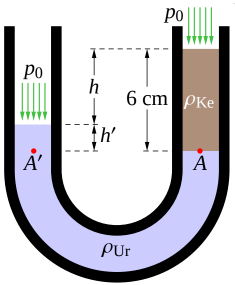
- Hau da:

$$\rho_{\mathrm{Ur}}(0.06 - h) = 0.06\rho_{\mathrm{Ke}}$$

Enuntziatua   Aurkibidea

ZTF-FCT

Hidrostatikaren Funtzezko Printzipoa



- Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioaren arabera, A eta A' altuera berean daudenez: $p_A = p_{A'}$.
- Ezkerreko adarrean (p_0 presio atmosferikoa da):

$$p_{A'} = p_0 + \rho_{Ur} g h'$$

- Eskuinekoan, aldiz:

$$p_A = p_0 + \rho_{Ke} g \cdot 0.06$$

- Hau da:

$$\rho_{Ur}(0.06 - h) = 0.06\rho_{Ke} \quad \rightarrow \quad \boxed{h = 1.08 \text{ cm}}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

9 XVII. mendean, Pascal-ek irudian ageri den esperimentua egin zuen. Kupelaren estalkian zulo txiki bat egin zuen, tutu estu bat (barruko erradioa $r = 3$ mm) bertatik sartzeko. Kupela ardoz bete ondoren, tutua betetzen hasi zen. Ardoaren altuera 12 m zenean, presioa zela eta, kupelak eztanda egin zuen.

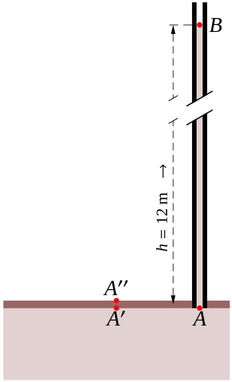
(a) Estalkiaren erradioa 20 cm zela kontuan hartuz, zein izan zen estalkiak jasan zuen indarra lehertu baino lehen?

(b) Zein izan zen kupela leherarazi zuen ardo-masa?

[*Datua:* $\rho_a = \rho_{\text{ura}} = 1\,000\ \text{kg/m}^3$.]

(a) (b) Aurkibidea

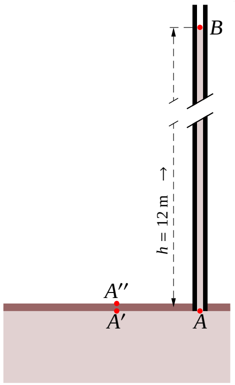
(a) Estalkiaren gaineko indar erresultantea



◂ Enuntziatua ▸ (b) ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

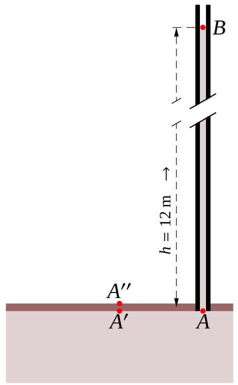
(a) Estalkiaren gaineko indar erresultantea



- Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioaren arabera, A eta A' altuera berean daudenez: $p_A = p_{A'}$.

◂ Enuntziatua ▸ (b) ▸ Aurkibidea

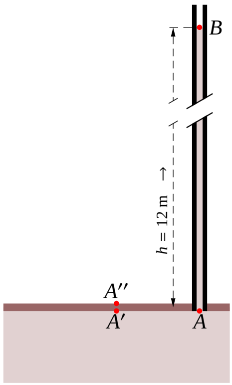
(a) Estalkiaren gaineko indar erresultantea



- Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioaren arabera, A eta A' altuera berean daudenez: $p_A = p_{A'}$.
- Estalkiaren goialdean, $p_{A''} = p_0$ (p_0 presio atmosferikoa da).

Enuntziatua (b) Aurkibidea

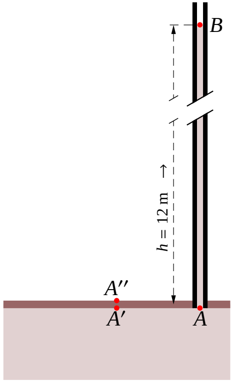
(a) Estalkiaren gaineko indar erresultantea



- Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioaren arabera, A eta A' altuera berean daudenez: $p_A = p_{A'}$.
- Estalkiaren goialdean, $p_{A''} = p_0$ (p_0 presio atmosferikoa da).
- Hodi luzearen goialdean, B puntuan, $p_B = p_0$ da.

Enuntziatua (b) Aurkibidea

(a) Estalkiaren gaineko indar erresultantea

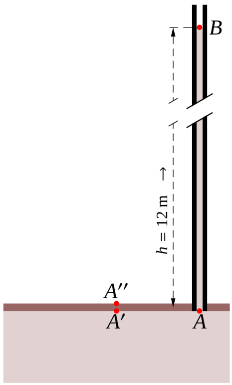


- Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioaren arabera, A eta A' altuera berean daudenez: $p_A = p_{A'}$.
- Estalkiaren goialdean, $p_{A''} = p_0$ (p_0 presio atmosferikoa da).
- Hodi luzearen goialdean, B puntuan, $p_B = p_0$ da.
- Hodiaren barrenean, estalkia zeharkatzen duen puntuan, presioa hau da:

$$p_A = p_0 + \rho_a g h$$

Enuntziatua (b) Aurkibidea

(a) Estalkiaren gaineko indar erresultantea



- Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioaren arabera, A eta A' altuera berean daudenez: $p_A = p_{A'}$.
- Estalkiaren goialdean, $p_{A''} = p_0$ (p_0 presio atmosferikoa da).
- Hodi luzearen goialdean, B puntuan, $p_B = p_0$ da.
- Hodiaren barrenean, estalkia zeharkatzen duen puntuan, presioa hau da:

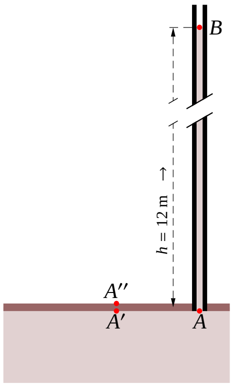
$$p_A = p_0 + \rho_a g h$$

- Eta estalkiaren gaineko indar erresultantea:

$$F = (p_{A'} - p_{A''})S$$

Enuntziatua (b) Aurkibidea

(a) Estalkiaren gaineko indar erresultantea



- Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioaren arabera, A eta A' altuera berean daudenez: $p_A = p_{A'}$.
- Estalkiaren goialdean, $p_{A''} = p_0$ (p_0 presio atmosferikoa da).
- Hodi luzearen goialdean, B puntuan, $p_B = p_0$ da.
- Hodiaren barrenean, estalkia zeharkatzen duen puntuan, presioa hau da:

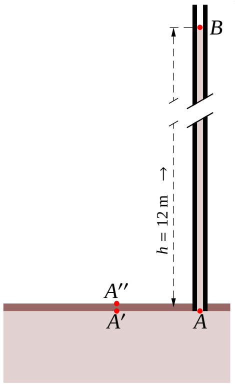
$$p_A = p_0 + \rho_a g h$$

- Eta estalkiaren gaineko indar erresultantea:

$$F = (p_0 + \rho_a g h - p_0) S$$

Enuntziatua (b) Aurkibidea

(a) Estalkiaren gaineko indar erresultantea



- Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioaren arabera, A eta A' altuera berean daudenez: $p_A = p_{A'}$.
- Estalkiaren goialdean, $p_{A''} = p_0$ (p_0 presio atmosferikoa da).
- Hodi luzearen goialdean, B puntuan, $p_B = p_0$ da.
- Hodiaren barrenean, estalkia zeharkatzen duen puntuan, presioa hau da:

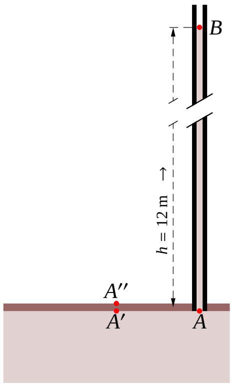
$$p_A = p_0 + \rho_a g h$$

- Eta estalkiaren gaineko indar erresultantea:

$$F = \rho_a g h S$$

Enuntziatua (b) Aurkibidea

(a) Estalkiaren gaineko indar erresultantea



- Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioaren arabera, A eta A' altuera berean daudenez: $p_A = p_{A'}$.
- Estalkiaren goialdean, $p_{A''} = p_0$ (p_0 presio atmosferikoa da).
- Hodi luzearen goialdean, B puntuan, $p_B = p_0$ da.
- Hodiaren barrenean, estalkia zeharkatzen duen puntuan, presioa hau da:

$$p_A = p_0 + \rho_a g h$$

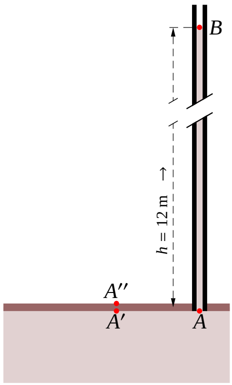
- Eta estalkiaren gaineko indar erresultantea:

$$F = \rho_a g h S \quad \rightarrow \quad \boxed{F = 14\,778 \text{ N}}$$

Enuntziatua (b) Aurkibidea

ZTF-FCT

(a) Estalkiaren gaineko indar erresultantea



- Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioaren arabera, A eta A' altuera berean daudenez: $p_A = p_{A'}$.
- Estalkiaren goialdean, $p_{A''} = p_0$ (p_0 presio atmosferikoa da).
- Hodi luzearen goialdean, B puntuan, $p_B = p_0$ da.
- Hodiaren barrenean, estalkia zeharkatzen duen puntuan, presioa hau da:

$$p_A = p_0 + \rho_a g h$$

- Eta estalkiaren gaineko indar erresultantea:

$$F = \rho_a g h S \quad \rightarrow \quad \boxed{F = 14\,778 \text{ N}}$$

[$h = 12$ m eta $S = \pi\, 0.2^2 = 0.12566$ m^2 erabili da.]

Enuntziatua (b) Aurkibidea

ZTF-FCT

(b) Beharrezkoa den ardo-masa

Enuntziatua (a) Aurkibidea

(b) Beharrezkoa den ardo-masa

- Kupela apurtzeko behar den ardo-masa, tutu luze horretan gordetakoa da:

$$m = \rho_a \cdot \pi r^2 h \quad \xrightarrow[r=0.003]{h=12} \quad \boxed{m = 0.339 \text{ kg}}$$

◂ Enuntziatua ◂ (a) ▸ Aurkibidea

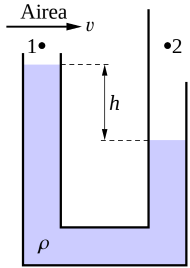
Jariakineko Ariketak

Hidrodinamika

Oscar Ecenarro
oscar.ecenarro@ehu.es

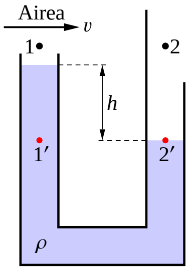
Edukia

1 Irudian ageri den tresna gas-fluxuen abiadura neurtzeko erabiltzen da. Likido eta gasaren dentsitateak ρ eta ρ_a badira, eta h bi aldeetako likidoen altueren arteko diferentzia bada, egiaztatu gasaren abiadura $v = \sqrt{2gh(\rho/\rho_a)}$ dela.



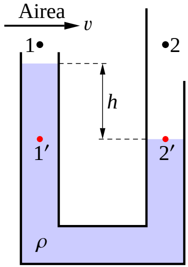
Ebazpena Aurkibidea

Nola neurtu airearen abiadura?



Enuntziatua Aurkibidea

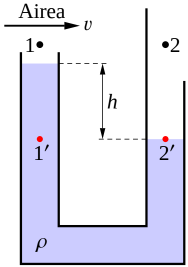
Nola neurtu airearen abiadura?



- Bernouilliren teoremaren arabera, 1 eta 2 puntuetako presio absolutuen artean hurrengo erlazioa beteko da (2 puntuan airea geldirik dago eta, beraz, bertako presioa presio atmosferikoa izango da):

Enuntziatua
Aurkibidea

Nola neurtu airearen abiadura?

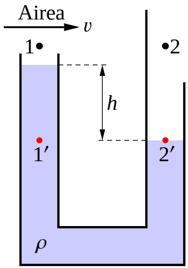


- Bernouilliren teoremaren arabera, 1 eta 2 puntuetako presio absolutuen artean hurrengo erlazioa beteko da (2 puntuan airea geldirik dago eta, beraz, bertako presioa presio atmosferikoa izango da):

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho_a v^2 = p_2$$

Enuntziatua
Aurkibidea

Nola neurtu airearen abiadura?

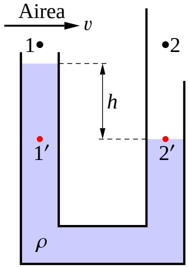


- Bernouilliren teoremaren arabera, 1 eta 2 puntuetako presio absolutuen artean hurrengo erlazioa beteko da (2 puntuan airea geldirik dago eta, beraz, bertako presioa presio atmosferikoa izango da):

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho_a v^2 = p_0$$

Enuntziatua
Aurkibidea

Nola neurtu airearen abiadura?



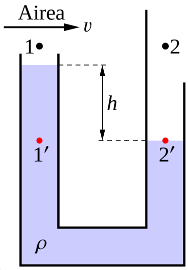
- Bernouilliren teoremaren arabera, 1 eta 2 puntuetako presio absolutuen artean hurrengo erlazioa beteko da (2 puntuan airea geldirik dago eta, beraz, bertako presioa presio atmosferikoa izango da):

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho_a v^2 = p_0$$

- Bestetik, $p_2' = p_2 = p_0$ (airearen dentsitatea oso txikia da urarenarekin konparatuta, eta h ere oso txikia da).

Enuntziatua
Aurkibidea

Nola neurtu airearen abiadura?



- Bernouilliren teoremaren arabera, 1 eta 2 puntuetako presio absolutuen artean hurrengo erlazioa beteko da (2 puntuan airea geldirik dago eta, beraz, bertako presioa presio atmosferikoa izango da):

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho_a v^2 = p_0$$

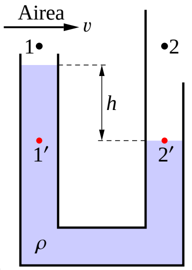
- Bestetik, $p'_2 = p_2 = p_0$ (airearen dentsitatea oso txikia da urarenarekin konparatuta, eta h ere oso txikia da).

- Azkenez, eta hodiko likidoa geldirik dagoenez, $1'$ eta $2'$ puntuei aplikagarria zaie Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioa:

$$p'_2 = p'_1$$

Enuntziatua Aurkibidea

Nola neurtu airearen abiadura?



- Bernouilliren teoremaren arabera, 1 eta 2 puntuetako presio absolutuen artean hurrengo erlazioa beteko da (2 puntuan airea geldirik dago eta, beraz, bertako presioa presio atmosferikoa izango da):

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho_a v^2 = p_0$$

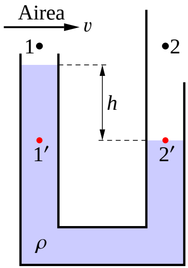
- Bestetik, $p_2' = p_2 = p_0$ (airearen dentsitatea oso txikia da urarenarekin konparatuta, eta h ere oso txikia da).

- Azkenez, eta hodiko likidoa geldirik dagoenez, $1'$ eta $2'$ puntuei aplikagarria zaie Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioa:

$$p_2' = p_1' \quad \rightarrow \quad p_2 = p_1 + \rho g h$$

Enuntziatua Aurkibidea

Nola neurtu airearen abiadura?



- Bernouilliren teoremaren arabera, 1 eta 2 puntuetako presio absolutuen artean hurrengo erlazioa beteko da (2 puntuan airea geldirik dago eta, beraz, bertako presioa presio atmosferikoa izango da):

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho_a v^2 = p_0$$

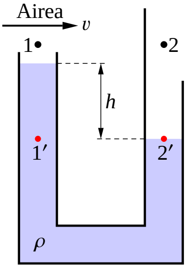
- Bestetik, $p_2' = p_2 = p_0$ (airearen dentsitatea oso txikia da urarenarekin konparatuta, eta h ere oso txikia da).

- Azkenez, eta hodiko likidoa geldirik dagoenez, $1'$ eta $2'$ puntuei aplikagarria zaie Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioa:

$$p_2' = p_1' \quad \rightarrow \quad p_0 = p_1 + \rho g h$$

Enuntziatua Aurkibidea

Nola neurtu airearen abiadura?



- Bernouilliren teoremaren arabera, 1 eta 2 puntuetako presio absolutuen artean hurrengo erlazioa beteko da (2 puntuan airea geldirik dago eta, beraz, bertako presioa presio atmosferikoa izango da):

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho_a v^2 = p_0$$

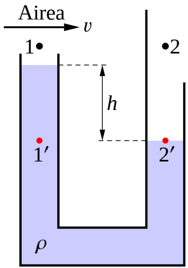
- Bestetik, $p'_2 = p_2 = p_0$ (airearen dentsitatea oso txikia da urarenarekin konparatuta, eta h ere oso txikia da).
- Azkenez, eta hodiko likidoa geldirik dagoenez, $1'$ eta $2'$ puntuei aplikagarria zaie Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioa:

$$p'_2 = p'_1 \quad \rightarrow \quad p_0 = p_1 + \rho g h$$

- Geratzen zaiguna hauxe da:

Enuntziatua Aurkibidea

Nola neurtu airearen abiadura?



- Bernouilliren teoremaren arabera, 1 eta 2 puntuetako presio absolutuen artean hurrengo erlazioa beteko da (2 puntuan airea geldirik dago eta, beraz, bertako presioa presio atmosferikoa izango da):

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho_a v^2 = p_0$$

- Bestetik, $p_2' = p_2 = p_0$ (airearen dentsitatea oso txikia da urarenarekin konparatuta, eta h ere oso txikia da).
- Azkenez, eta hodiko likidoa geldirik dagoenez, 1′ eta 2′ puntuei aplikagarria zaie Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioa:

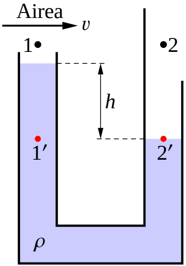
$$p_2' = p_1' \quad \rightarrow \quad p_0 = p_1 + \rho g h$$

- Geratzen zaiguna hauxe da:

$$\frac{1}{2}\rho_a v^2 = \rho g h$$

Enuntziatua Aurkibidea

Nola neurtu airearen abiadura?



- Bernouilliren teoremaren arabera, 1 eta 2 puntuetako presio absolutuen artean hurrengo erlazioa beteko da (2 puntuan airea geldirik dago eta, beraz, bertako presioa presio atmosferikoa izango da):

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho_a v^2 = p_0$$

- Bestetik, $p_2' = p_2 = p_0$ (airearen dentsitatea oso txikia da urarenarekin konparatuta, eta h ere oso txikia da).

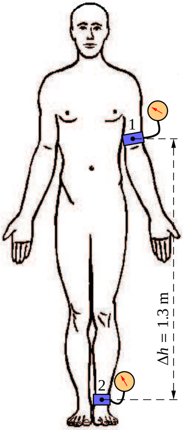
- Azkenez, eta hodiko likidoa geldirik dagoenez, 1′ eta 2′ puntuei aplikagarria zaie Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioa:

$$p_2' = p_1' \quad \rightarrow \quad p_0 = p_1 + \rho g h$$

- Geratzen zaiguna hauxe da:

$$\frac{1}{2}\rho_a v^2 = \rho g h \quad \rightarrow \quad \boxed{v = \sqrt{2gh(\rho/\rho_a)}}$$

$\boxed{2}$ Biotzaren altueran (1.3 m) zutik dagoen gizakiaren odol-tentsio manometrikoa 13.3 kPa da eta oinetan 26.8 kPa. Bi puntuetan odolaren abiadura berdina da. Bernoulli-ren ekuazioa erabiliz, kalkulatu odolaren dentsitatea.



Ebazpena
Aurkibidea

Bernouilliren teorema

Enuntziatua Aurkibidea

Bernouilliren teorema

- Presio manometrikoa, presio atmosferikoaz gainetik dugun presioa da:

.

Enuntziatua Aurkibidea

Bernouilliren teorema

- Presio manometrikoa, presio atmosferikoaz gainetik dugun presioa da:

  $p_m = p - p_0.$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Bernouilliren teorema

- Presio manometrikoa, presio atmosferikoaz gainetik dugun presioa da:

  $p_m = p - p_0.$

- Bernouilliren teoremaren arabera, 1 eta 2 puntuetako presio absolutuen artean hurrengo erlazioa beteko da:

Bernouilliren teorema

- Presio manometrikoa, presio atmosferikoaz gainetik dugun presioa da:

  $$p_m = p - p_0.$$

- Bernouilliren teoremaren arabera, 1 eta 2 puntuetako presio absolutuen artean hurrengo erlazioa beteko da:

  $$p_1 + \frac{1}{2}\rho_{\mathrm{od}}v_1^2 + \rho_{\mathrm{od}}gh_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho_{\mathrm{od}}v_2^2 + \rho_{\mathrm{od}}gh_2$$

Enuntziatua Aurkibidea

Bernouilliren teorema

- Presio manometrikoa, presio atmosferikoaz gainetik dugun presioa da:

  $$p_m = p - p_0.$$

- Bernouilliren teoremaren arabera, 1 eta 2 puntuetako presio absolutuen artean hurrengo erlazioa beteko da:

  $$p_1 + \frac{1}{2}\rho_{\mathrm{od}}v_1^2 + \rho_{\mathrm{od}}gh_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho_{\mathrm{od}}v_2^2 + \rho_{\mathrm{od}}gh_2$$

- Eta presio manometrikoen funtzioz ipiniz gero:

Enuntziatua Aurkibidea

Bernouilliren teorema

- Presio manometrikoa, presio atmosferikoaz gainetik dugun presioa da:

$$p_m = p - p_0.$$

- Bernouilliren teoremaren arabera, 1 eta 2 puntuetako presio absolutuen artean hurrengo erlazioa beteko da:

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho_{\text{od}}v_1^2 + \rho_{\text{od}}gh_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho_{\text{od}}v_2^2 + \rho_{\text{od}}gh_2$$

- Eta presio manometrikoen funtzioz ipiniz gero:

$$p_{1,m} + p_0 + \frac{1}{2}\rho_{\text{od}}v_1^2 + \rho_{\text{od}}gh_1 = p_{2,m} + p_0 + \frac{1}{2}\rho_{\text{od}}v_2^2 + \rho_{\text{od}}gh_2$$

Enuntziatua Aurkibidea

Bernouilliren teorema

- Presio manometrikoa, presio atmosferikoaz gainetik dugun presioa da:

  $$p_m = p - p_0.$$

- Bernouilliren teoremaren arabera, 1 eta 2 puntuetako presio absolutuen artean hurrengo erlazioa beteko da:

  $$p_1 + \frac{1}{2}\rho_{\mathrm{od}} v_1^2 + \rho_{\mathrm{od}} g h_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho_{\mathrm{od}} v_2^2 + \rho_{\mathrm{od}} g h_2$$

- Eta presio manometrikoen funtzioz ipiniz gero:

  $$p_{1,m} + p_0 + \frac{1}{2}\rho_{\mathrm{od}} v_1^2 + \rho_{\mathrm{od}} g h_1 = p_{2,m} + p_0 + \frac{1}{2}\rho_{\mathrm{od}} v_2^2 + \rho_{\mathrm{od}} g h_2$$

- Abiadurak puntu bietan berdinak direla kontuan hartuz ($v_1 = v_2$):

Enuntziatua Aurkibidea

Bernouilliren teorema

- Presio manometrikoa, presio atmosferikoaz gainetik dugun presioa da:
  $$p_m = p - p_0.$$
- Bernouilliren teoremaren arabera, 1 eta 2 puntuetako presio absolutuen artean hurrengo erlazioa beteko da:
  $$p_1 + \frac{1}{2}\rho_{\mathrm{od}} v_1^2 + \rho_{\mathrm{od}} g h_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho_{\mathrm{od}} v_2^2 + \rho_{\mathrm{od}} g h_2$$
- Eta presio manometrikoen funtzioz ipiniz gero:
  $$p_{1,m} + p_0 + \frac{1}{2}\rho_{\mathrm{od}} v_1^2 + \rho_{\mathrm{od}} g h_1 = p_{2,m} + p_0 + \frac{1}{2}\rho_{\mathrm{od}} v_2^2 + \rho_{\mathrm{od}} g h_2$$
- Abiadurak puntu bietan berdinak direla kontuan hartuz ($v_1 = v_2$):

$$p_{1,m} + \rho_{\mathrm{od}} g h_1 = p_{2,m} + \rho_{\mathrm{od}} g h_2$$

Enuntziatua Aurkibidea

Bernouilliren teorema

- Presio manometrikoa, presio atmosferikoaz gainetik dugun presioa da:
  $$p_m = p - p_0.$$
- Bernouilliren teoremaren arabera, 1 eta 2 puntuetako presio absolutuen artean hurrengo erlazioa beteko da:
  $$p_1 + \tfrac{1}{2}\rho_{\text{od}}v_1^2 + \rho_{\text{od}}gh_1 = p_2 + \tfrac{1}{2}\rho_{\text{od}}v_2^2 + \rho_{\text{od}}gh_2$$
- Eta presio manometrikoen funtzioz ipiniz gero:
  $$p_{1,m} + p_0 + \tfrac{1}{2}\rho_{\text{od}}v_1^2 + \rho_{\text{od}}gh_1 = p_{2,m} + p_0 + \tfrac{1}{2}\rho_{\text{od}}v_2^2 + \rho_{\text{od}}gh_2$$
- Abiadurak puntu bietan berdinak direla kontuan hartuz ($v_1 = v_2$):

$$p_{1,m} + \rho_{\text{od}}gh_1 = p_{2,m} + \rho_{\text{od}}gh_2 \quad \rightarrow \quad \rho_{\text{od}} = \frac{p_{2,m} - p_{1,m}}{g(h_1 - h_2)}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Bernouilliren teorema

- Presio manometrikoa, presio atmosferikoaz gainetik dugun presioa da:

  $$p_m = p - p_0.$$

- Bernouilliren teoremaren arabera, 1 eta 2 puntuetako presio absolutuen artean hurrengo erlazioa beteko da:

  $$p_1 + \frac{1}{2}\rho_{\mathrm{od}} v_1^2 + \rho_{\mathrm{od}} g h_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho_{\mathrm{od}} v_2^2 + \rho_{\mathrm{od}} g h_2$$

- Eta presio manometrikoen funtzioz ipiniz gero:

  $$p_{1,m} + p_0 + \frac{1}{2}\rho_{\mathrm{od}} v_1^2 + \rho_{\mathrm{od}} g h_1 = p_{2,m} + p_0 + \frac{1}{2}\rho_{\mathrm{od}} v_2^2 + \rho_{\mathrm{od}} g h_2$$

- Abiadurak puntu bietan berdinak direla kontuan hartuz ($v_1 = v_2$):

$$p_{1,m} + \rho_{\mathrm{od}} g h_1 = p_{2,m} + \rho_{\mathrm{od}} g h_2 \quad \rightarrow \quad \rho_{\mathrm{od}} = \frac{13\,500}{1.3g}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Bernouilliren teorema

- Presio manometrikoa, presio atmosferikoaz gainetik dugun presioa da:

$$p_m = p - p_0.$$

- Bernouilliren teoremaren arabera, 1 eta 2 puntuetako presio absolutuen artean hurrengo erlazioa beteko da:

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho_{\mathrm{od}}v_1^2 + \rho_{\mathrm{od}}gh_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho_{\mathrm{od}}v_2^2 + \rho_{\mathrm{od}}gh_2$$

- Eta presio manometrikoen funtzioz ipiniz gero:

$$p_{1,m} + p_0 + \frac{1}{2}\rho_{\mathrm{od}}v_1^2 + \rho_{\mathrm{od}}gh_1 = p_{2,m} + p_0 + \frac{1}{2}\rho_{\mathrm{od}}v_2^2 + \rho_{\mathrm{od}}gh_2$$

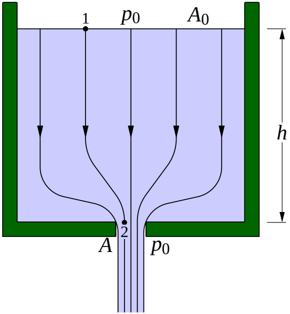
- Abiadurak puntu bietan berdinak direla kontuan hartuz ($v_1 = v_2$):

$$p_{1,m} + \rho_{\mathrm{od}}gh_1 = p_{2,m} + \rho_{\mathrm{od}}gh_2 \quad \rightarrow \quad \boxed{\rho_{\mathrm{od}} = 1\,060\ \mathrm{kg/m^3}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

$\boxed{3}$ h altuera eta A_0 azalera dituen ontzia urez bete dugu. Ontziaren beheko aldean A azalerako zulo txiki bat egin ondoren, zein izango da zulo horretatik irtengo den uraren abiadura? Fluxua iraunkorra da.



Ebazpena

Aurkibidea

ZTF-FCT

Bernouilliren teorema eta jarraitasunaren ekuazioa

Enuntziatua Aurkibidea

Bernouilliren teorema eta jarraitasunaren ekuazioa

- Zuloen azalerak konparagarriak dira. Beraz, Bernouilliren ekuazioaz gain, **jarraitasunaren ekuazioa** ere beharko dugu.

Enuntziatua Aurkibidea

Bernouilliren teorema eta jarraitasunaren ekuazioa

- Zuloen azalerak konparagarriak dira. Beraz, Bernouilliren ekuazioaz gain, jarraitasunaren ekuazioa ere beharko dugu.
- Hori horrela, 1 eta 2 puntuetan hauxe beteko da, $p_1 = p_0$ eta $p_2 = p_0$ direla jakinik:

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Bernouilliren teorema eta jarraitasunaren ekuazioa

- Zuloen azalerak konparagarriak dira. Beraz, Bernouilliren ekuazioaz gain, jarraitasunaren ekuazioa ere beharko dugu.
- Hori horrela, 1 eta 2 puntuetan hauxe beteko da, $p_1 = p_0$ eta $p_2 = p_0$ direla jakinik:

$$\begin{cases} A_1 v_1 = A_2 v_2 \\ p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2 \end{cases}$$

Enuntziatua
Aurkibidea

Bernouilliren teorema eta jarraitasunaren ekuazioa

- Zuloen azalerak konparagarriak dira. Beraz, Bernouilliren ekuazioaz gain, jarraitasunaren ekuazioa ere beharko dugu.
- Hori horrela, 1 eta 2 puntuetan hauxe beteko da, $p_1 = p_0$ eta $p_2 = p_0$ direla jakinik:

$$\begin{cases} A_0 v_1 = A v_2 \\ p_0 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = p_0 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2 \end{cases}$$

Enuntziatua Aurkibidea

Bernouilliren teorema eta jarraitasunaren ekuazioa

- Zuloen azalerak konparagarriak dira. Beraz, Bernouilliren ekuazioaz gain, jarraitasunaren ekuazioa ere beharko dugu.
- Hori horrela, 1 eta 2 puntuetan hauxe beteko da, $p_1 = p_0$ eta $p_2 = p_0$ direla jakinik:

$$\begin{cases} v_1 = (A/A_0)v_2 \\ v_2^2 - v_1^2 = 2g(h_1 - h_2) = 2gh \end{cases}$$

Enuntziatua
Aurkibidea

Bernouilliren teorema eta jarraitasunaren ekuazioa

- Zuloen azalerak konparagarriak dira. Beraz, Bernouilliren ekuazioaz gain, jarraitasunaren ekuazioa ere beharko dugu.
- Hori horrela, 1 eta 2 puntuetan hauxe beteko da, $p_1 = p_0$ eta $p_2 = p_0$ direla jakinik:

$$\begin{cases} v_1 = (A/A_0)v_2 \\ v_2^2 - v_1^2 = 2g(h_1 - h_2) = 2gh \end{cases}$$

- Lehenengoa bigarrenera eramanez gero:

$$v_2^2\left[1 - (A/A_0)^2\right] = 2gh$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Bernouilliren teorema eta jarraitasunaren ekuazioa

- Zuloen azalerak konparagarriak dira. Beraz, Bernouilliren ekuazioaz gain, jarraitasunaren ekuazioa ere beharko dugu.
- Hori horrela, 1 eta 2 puntuetan hauxe beteko da, $p_1 = p_0$ eta $p_2 = p_0$ direla jakinik:

$$\begin{cases} v_1 = (A/A_0)v_2 \\ v_2^2 - v_1^2 = 2g(h_1 - h_2) = 2gh \end{cases}$$

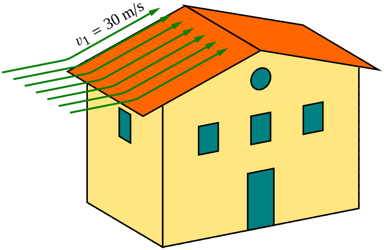
- Lehenengoa bigarrenera eramanez gero:

$$v_2^2\left[1 - (A/A_0)^2\right] = 2gh \quad \rightarrow \quad \boxed{v_2 = \sqrt{\frac{2gh}{1-(A/A_0)^2}}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

$\boxed{4}$ Haize handia dabilenean, etxearen barruko eta kanpoko airearen presio-diferentziak etxeko teilatua suntsi dezake. Haizearen abiadura 30 m/s denean, kalkula ezazu 15 m-ko aldea duen teilatu karratu batek jasaten duen indarra. [*Datuak:* Airearen dentsitatea, $\rho_a = 1.293$ kg/m^3; Teilatuak ez du pisurik.]



Ebazpena

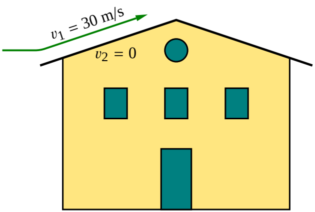
Aurkibidea

ZTF-FCT

Zerk eragiten dio teilatuari?

Enuntziatua Aurkibidea

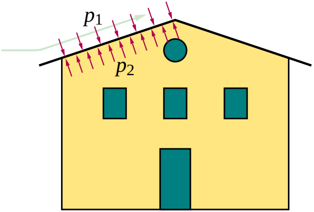
Zerk eragiten dio teilatuari?



- Teilatuaren alde bietatan aireak abiadura desberdina du: goialdean $v_1 = 30$ m/s, eta azpian, $v_2 = 0$.

Enuntziatua Aurkibidea

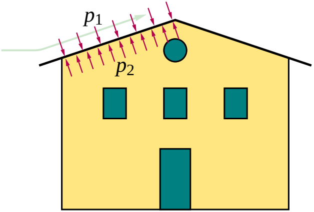
Zerk eragiten dio teilatuari?



- Teilatuaren alde bietatan aireak abiadura desberdina du: goialdean $v_1 = 30$ m/s, eta azpian, $v_2 = 0$.
- Hipotesi gisa, teilatuaren lodiera zerotzat hartuko dugu ($h_1 = h_2$). Gainera, azpiko presioa atmosferikoa da: $p_2 = p_0$.

Enuntziatua Aurkibidea

Zerk eragiten dio teilatuari?



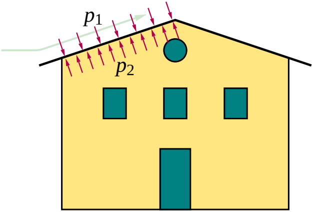
- Teilatuaren alde bietatan aireak abiadura desberdina du: goialdean $v_1 = 30$ m/s, eta azpian, $v_2 = 0$.
- Hipotesi gisa, teilatuaren lodiera zerotzat hartuko dugu ($h_1 = h_2$). Gainera, azpiko presioa atmosferikoa da: $p_2 = p_0$.
- Bernouilliren teorema aplikatuko diegu goialdeko eta azpiko puntuei alde bien arteko presio-diferentzia kalkulatzeko:

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho_a v_1^2 = p_2$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

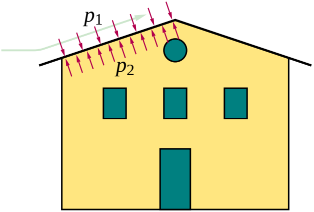
Zerk eragiten dio teilatuari?



- Teilatuaren alde bietatan aireak abiadura desberdina du: goialdean $v_1 = 30$ m/s, eta azpian, $v_2 = 0$.
- Hipotesi gisa, teilatuaren lodiera zerotzat hartuko dugu ($h_1 = h_2$). Gainera, azpiko presioa atmosferikoa da: $p_2 = p_0$.
- Bernouilliren teorema aplikatuko diegu goialdeko eta azpiko puntuei alde bien arteko presio-diferentzia kalkulatzeko:

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho_a v_1^2 = p_0$$

Zerk eragiten dio teilatuari?



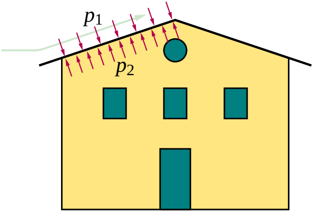
- Teilatuaren alde bietatan aireak abiadura desberdina du: goialdean $v_1 = 30$ m/s, eta azpian, $v_2 = 0$.
- Hipotesi gisa, teilatuaren lodiera zerotzat hartuko dugu ($h_1 = h_2$). Gainera, azpiko presioa atmosferikoa da: $p_2 = p_0$.

- Bernouilliren teorema aplikatuko diegu goialdeko eta azpiko puntuei alde bien arteko presio-diferentzia kalkulatzeko:

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho_a v_1^2 = p_0 \quad \rightarrow \quad \Delta p = p_0 - p_1 = \frac{1}{2}\rho_a v_2^2$$

Enuntziatua | Aurkibidea

Zerk eragiten dio teilatuari?



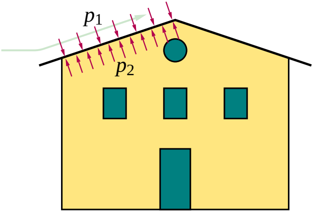
- Teilatuaren alde bietatan aireak abiadura desberdina du: goialdean $v_1 = 30$ m/s, eta azpian, $v_2 = 0$.
- Hipotesi gisa, teilatuaren lodiera zerotzat hartuko dugu ($h_1 = h_2$). Gainera, azpiko presioa atmosferikoa da: $p_2 = p_0$.
- Bernouilliren teorema aplikatuko diegu goialdeko eta azpiko puntuei alde bien arteko presio-diferentzia kalkulatzeko:

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho_a v_1^2 = p_0 \quad \rightarrow \quad \Delta p = p_0 - p_1 = \frac{1}{2}\rho_a v_2^2 = 581.85 \text{ Pa}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Zerk eragiten dio teilatuari?



- Teilatuaren alde bietatan aireak abiadura desberdina du: goialdean $v_1 = 30$ m/s, eta azpian, $v_2 = 0$.
- Hipotesi gisa, teilatuaren lodiera zerotzat hartuko dugu ($h_1 = h_2$). Gainera, azpiko presioa atmosferikoa da: $p_2 = p_0$.
- Bernouilliren teorema aplikatuko diegu goialdeko eta azpiko puntuei alde bien arteko presio-diferentzia kalkulatzeko:

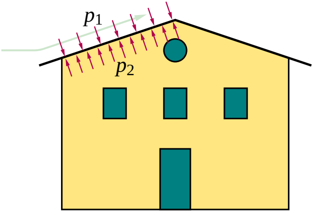
$$p_1 + \frac{1}{2}\rho_a v_1^2 = p_0 \quad \rightarrow \quad \Delta p = p_0 - p_1 = \frac{1}{2}\rho_a v_2^2 = 581.85 \text{ Pa}$$

- Azpizo presioa goialdekoa baino handiagoa da. Beraz, teilatu azpitik kanporanzko noranzkoan eragiten duen indarrak hauxe balio du:

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Zerk eragiten dio teilatuari?



- Teilatuaren alde bietatan aireak abiadura desberdina du: goialdean $v_1 = 30$ m/s, eta azpian, $v_2 = 0$.
- Hipotesi gisa, teilatuaren lodiera zerotzat hartuko dugu ($h_1 = h_2$). Gainera, azpiko presioa atmosferikoa da: $p_2 = p_0$.
- Bernouilliren teorema aplikatuko diegu goialdeko eta azpiko puntuei alde bien arteko presio-diferentzia kalkulatzeko:

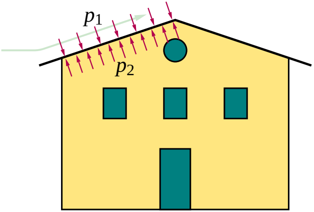
$$p_1 + \frac{1}{2}\rho_a v_1^2 = p_0 \quad \rightarrow \quad \Delta p = p_0 - p_1 = \frac{1}{2}\rho_a v_2^2 = 581.85 \text{ Pa}$$

- Azpizo presioa goialdekoa baino handiagoa da. Beraz, teilatu azpitik kanporanzko noranzkoan eragiten duen indarrak hauxe balio du:

$$F = S\,\Delta p = 15^2 \cdot 581.85$$

Enuntziatua Aurkibidea

Zerk eragiten dio teilatuari?



- Teilatuaren alde bietatan aireak abiadura desberdina du: goialdean $v_1 = 30$ m/s, eta azpian, $v_2 = 0$.
- Hipotesi gisa, teilatuaren lodiera zerotzat hartuko dugu ($h_1 = h_2$). Gainera, azpiko presioa atmosferikoa da: $p_2 = p_0$.
- Bernouilliren teorema aplikatuko diegu goialdeko eta azpiko puntuei alde bien arteko presio-diferentzia kalkulatzeko:

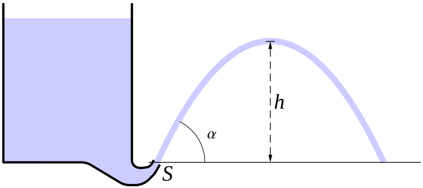
$$p_1 + \frac{1}{2}\rho_a v_1^2 = p_0 \quad \rightarrow \quad \Delta p = p_0 - p_1 = \frac{1}{2}\rho_a v_2^2 = 581.85 \text{ Pa}$$

- Azpizo presioa goialdekoa baino handiagoa da. Beraz, teilatu azpitik kanporanzko noranzkoan eragiten duen indarrak hauxe balio du:

$$\boxed{F = 1.31 \times 10^5 \text{ N}}$$

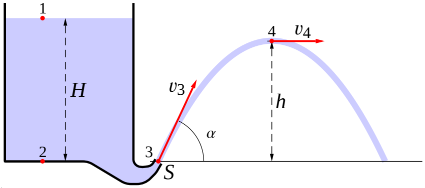
Enuntziatua
Aurkibidea
ZTF-FCT

5 Irudiko urtegitik ura irteten ari da $S = 25.6\ \mathrm{cm}^2$-ko sekzioa duen tutu batetik. Ur-zorrotadak horizontalarekiko $\alpha = 53°$ angelua osatzen du, eta zorrotadaren altuera maximoa $h = 10$ m da. Kalkula itzazu: (a) urtegiaren hondoko ur-presioa, eta (b) tutuan zeharreko masa-fluxua.



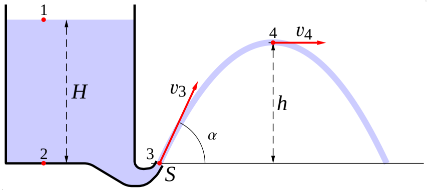
Ebazpena Aurkibidea

Hidrostatika–hidrodinamika eta higidura parabolikoa



Enuntziatua Ebazp. – Aurkibidea

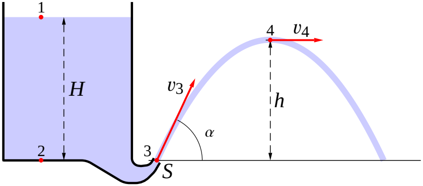
Hidrostatika–hidrodinamika eta higidura parabolikoa



- Irudian erakutsitako 1, 2, 3 eta 4 puntuak dira oinarrizkoak.

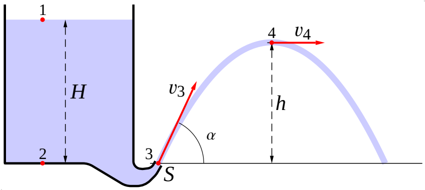
Enuntziatua
Ebazp. –
Aurkibidea

Hidrostatika–hidrodinamika eta higidura parabolikoa



- Irudian erakutsitako 1, 2, 3 eta 4 puntuak dira oinarrizkoak.
- 1-etik 3-ra, Hidrostatika–Hidrodinamikako teoremak aplikatzeko erabiliko ditugu.

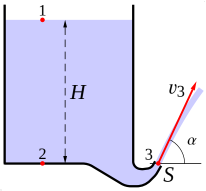
Hidrostatika–hidrodinamika eta higidura parabolikoa



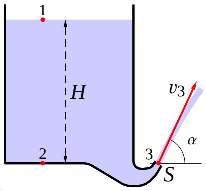
- Irudian erakutsitako 1, 2, 3 eta 4 puntuak dira oinarrizkoak.
- 1-etik 3-ra, Hidrostatika–Hidrodinamikako teoremak aplikatzeko erabiliko ditugu.
- 3 eta 4 puntuek, aldiz, ur-zorrotadaren higidura grabitatearen eraginpeko perdigoi batena izango balitz bezala aztertzea utziko digute: haren higidura parabolikoa, hain zuzen.

Enuntziatua Ebazp. – Aurkibidea

Urtegian barrena. . .



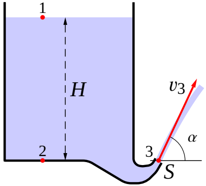
Urtegian barrena. . .



- Urtegiaren azalera oso handia da, eta ez da nabaritzen ur-mailaren beherapen-abiadura: $v_1 = 0$.

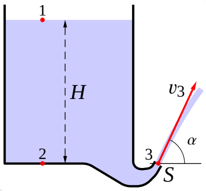
Enuntziatua Ebazp. – – Aurkibidea

Urtegian barrena. . .



- Urtegiaren azalera oso handia da, eta ez da nabaritzen ur-mailaren beherapen-abiadura: $v_1 = 0$.
- Uraren gaineko presioa, presio atmosferikoa da: $p_1 = p_0$.

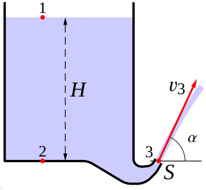
Urtegian barrena. . .



- Urtegiaren azalera oso handia da, eta ez da nabaritzen ur-mailaren beherapen-abiadura: $v_1 = 0$.
- Uraren gaineko presioa, presio atmosferikoa da: $p_1 = p_0$.
- 2 puntuan ere, $v_2 = 0$ da.

Enuntziatua   Ebazp. – –   Aurkibidea

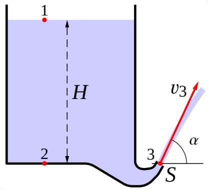
Urtegian barrena. . .



- Urtegiaren azalera oso handia da, eta ez da nabaritzen ur-mailaren beherapen-abiadura: $v_1 = 0$.
- Uraren gaineko presioa, presio atmosferikoa da: $p_1 = p_0$.
- 2 puntuan ere, $v_2 = 0$ da.
- 1 eta 2 puntuei, Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioa aplikatuko diegu:

Enuntziatua   Ebazp. – –   Aurkibidea

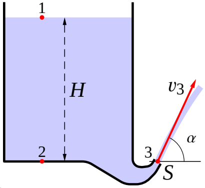
Urtegian barrena. . .



- Urtegiaren azalera oso handia da, eta ez da nabaritzen ur-mailaren beherapen-abiadura: $v_1 = 0$.
- Uraren gaineko presioa, presio atmosferikoa da: $p_1 = p_0$.
- 2 puntuan ere, $v_2 = 0$ da.
- 1 eta 2 puntuei, Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioa aplikatuko diegu:

$$p_1 + \rho g H = p_2$$

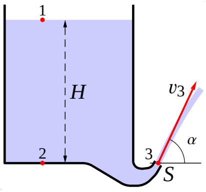
Urtegian barrena. . .



- Urtegiaren azalera oso handia da, eta ez da nabaritzen ur-mailaren beherapen-abiadura: $v_1 = 0$.
- Uraren gaineko presioa, presio atmosferikoa da: $p_1 = p_0$.
- 2 puntuan ere, $v_2 = 0$ da.
- 1 eta 2 puntuei, Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioa aplikatuko diegu:

$$p_0 + \rho g H = p_2$$

Urtegian barrena...



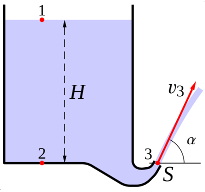
- Urtegiaren azalera oso handia da, eta ez da nabaritzen ur-mailaren beherapen-abiadura: $v_1 = 0$.
- Uraren gaineko presioa, presio atmosferikoa da: $p_1 = p_0$.
- 2 puntuan ere, $v_2 = 0$ da.
- 1 eta 2 puntuei, Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioa aplikatuko diegu:

$$p_0 + \rho g H = p_2$$

- ...eta 2 eta 3 puntuei, Bernouilliren Teorema (hemen, $h_2 = h_3$, $p_3 = p_0$, tutuaren ahoa atmosferara irekitzen baita, eta $v_3 \neq 0$):

Enuntziatua Ebazp. – – Aurkibidea

Urtegian barrena. . .



- Urtegiaren azalera oso handia da, eta ez da nabaritzen ur-mailaren beherapen-abiadura: $v_1 = 0$.
- Uraren gaineko presioa, presio atmosferikoa da: $p_1 = p_0$.
- 2 puntuan ere, $v_2 = 0$ da.
- 1 eta 2 puntuei, Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioa aplikatuko diegu:

$$p_0 + \rho g H = p_2$$

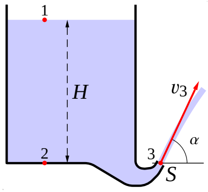
- . . . eta 2 eta 3 puntuei, Bernouilliren Teorema (hemen, $h_2 = h_3$, $p_3 = p_0$, tutuaren ahoa atmosferara irekitzen baita, eta $v_3 \neq 0$):

$$p_2 = p_3 + \frac{1}{2}\rho v_3^2 \quad \rightarrow$$

Enuntziatua Ebazp. – – Aurkibidea

ZTF-FCT

Urtegian barrena. . .



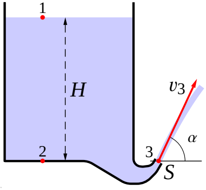
- Urtegiaren azalera oso handia da, eta ez da nabaritzen ur-mailaren beherapen-abiadura: $v_1 = 0$.
- Uraren gaineko presioa, presio atmosferikoa da: $p_1 = p_0$.
- 2 puntuan ere, $v_2 = 0$ da.
- 1 eta 2 puntuei, Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioa aplikatuko diegu:

$$p_0 + \rho g H = p_2$$

- . . . eta 2 eta 3 puntuei, Bernouilliren Teorema (hemen, $h_2 = h_3$, $p_3 = p_0$, tutuaren ahoa atmosferara irekitzen baita, eta $v_3 \neq 0$):

$$p_2 = p_3 + \frac{1}{2}\rho v_3^2 \quad \rightarrow \quad p_0 + \rho g H = p_0 + \frac{1}{2}\rho v_3^2$$

Urtegian barrena. . .



- Urtegiaren azalera oso handia da, eta ez da nabaritzen ur-mailaren beherapen-abiadura: $v_1 = 0$.
- Uraren gaineko presioa, presio atmosferikoa da: $p_1 = p_0$.
- 2 puntuan ere, $v_2 = 0$ da.
- 1 eta 2 puntuei, Hidrostatikaren Funtsezko Printzipioa aplikatuko diegu:

$$p_0 + \rho g H = p_2$$

- . . . eta 2 eta 3 puntuei, Bernouilliren Teorema (hemen, $h_2 = h_3$, $p_3 = p_0$, tutuaren ahoa atmosferara irekitzen baita, eta $v_3 \neq 0$):

$$p_2 = p_3 + \frac{1}{2}\rho v_3^2 \quad \rightarrow \quad p_0 + \rho g H = p_0 + \frac{1}{2}\rho v_3^2$$

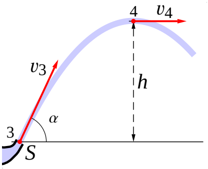
- Hemendik, ur-zorrotadaren abiadura atera daiteke H-ren funtzioan:

$$v_3 = \sqrt{2gH}$$

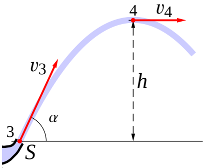
Enuntziatua Ebazp. – – Aurkibidea

ZTF-FCT

Zorrotadaren higidura parabolikoa

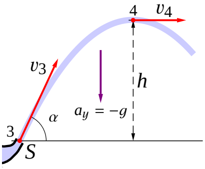


Zorrotadaren higidura parabolikoa



- 3 puntutik 4 punturako bidean, higidura bertikala uniformeki azeleratua da, grabitatearen eraginpean.

Zorrotadaren higidura parabolikoa

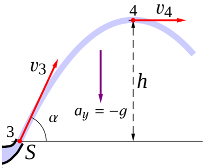


- 3 puntutik 4 punturako bidean, higidura bertikala uniformeki azeleratua da, grabitatearen eraginpean.
- h altuera ibili ondoren, $v_{3y,0} = v_3 \sin\alpha$ hasierako abiadura bertikaleko 'perdigoiak', $a_y = -g$ azelerazioaz, $v_{3y,h} = 0$ abiadurako higidura bertikala izango du:

$$v_{3y,h}^2 = v_{3y,0}^2 + 2(-g)h$$

Enuntziatua (a)–(b) Aurkibidea

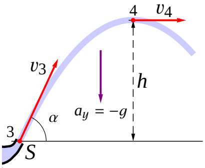
Zorrotadaren higidura parabolikoa



- 3 puntutik 4 punturako bidean, higidura bertikala uniformeki azeleratua da, grabitatearen eraginpean.
- h altuera ibili ondoren, $v_{3y,0} = v_3 \sin\alpha$ hasierako abiadura bertikaleko ‘perdigoiak’, $a_y = -g$ azelerazioaz, $v_{3y,h} = 0$ abiadurako higidura bertikala izango du:

$$v_{3y,h}^2 = v_{3y,0}^2 + 2(-g)h = 0$$

Zorrotadaren higidura parabolikoa

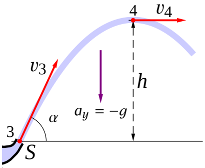


- 3 puntutik 4 punturako bidean, higidura bertikala uniformeki azeleratua da, grabitatearen eraginpean.
- h altuera ibili ondoren, $v_{3y,0} = v_3 \sin\alpha$ hasierako abiadura bertikaleko 'perdigoiak', $a_y = -g$ azelerazioaz, $v_{3y,h} = 0$ abiadurako higidura bertikala izango du:

$$v_{3y,h}^2 = v_{3y,0}^2 + 2(-g)h = 0 \quad \rightarrow \quad v_{3y,0} = \sqrt{2gh}$$

Enuntziatua (a)–(b) Aurkibidea

Zorrotadaren higidura parabolikoa



- 3 puntutik 4 punturako bidean, higidura bertikala uniformeki azeleratua da, grabitatearen eraginpean.
- h altuera ibili ondoren, $v_{3y,0} = v_3 \sin\alpha$ hasierako abiadura bertikaleko 'perdigoiak', $a_y = -g$ azelerazioaz, $v_{3y,h} = 0$ abiadurako higidura bertikala izango du:

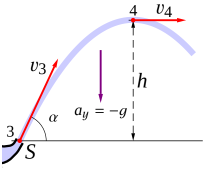
$$v_{3y,h}^2 = v_{3y,0}^2 + 2(-g)h = 0 \quad \rightarrow \quad v_{3y,0} = \sqrt{2gh}$$

- Hau da:

$$v_3 = \sqrt{2gh} \Big/ \sin\alpha$$

Enuntziatua (a)–(b) Aurkibidea

Zorrotadaren higidura parabolikoa



- 3 puntutik 4 punturako bidean, higidura bertikala uniformeki azeleratua da, grabitatearen eraginpean.
- h altuera ibili ondoren, $v_{3y,0} = v_3 \sin\alpha$ hasierako abiadura bertikaleko 'perdigoiak', $a_y = -g$ azelerazioaz, $v_{3y,h} = 0$ abiadurako higidura bertikala izango du:

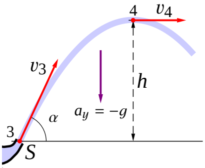
$$v_{3y,h}^2 = v_{3y,0}^2 + 2(-g)h = 0 \quad \longrightarrow \quad v_{3y,0} = \sqrt{2gh}$$

- Hau da:

$$v_3 = \sqrt{2gh} \Big/ \sin\alpha \overset{\alpha=53^\circ}{\underset{h=10}{=\!=\!=}} 17.53 \text{ m/s}$$

Beste bide bat

Zorrotadaren higidura parabolikoa



- 3 puntutik 4 punturako bidean, higidura bertikala uniformeki azeleratua da, grabitatearen eraginpean.
- h altuera ibili ondoren, $v_{3y,0} = v_3 \sin\alpha$ hasierako abiadura bertikaleko 'perdigoiak', $a_y = -g$ azelerazioaz, $v_{3y,h} = 0$ abiadurako higidura bertikala izango du:

$$v_{3y,h}^2 = v_{3y,0}^2 + 2(-g)h = 0 \quad \longrightarrow \quad v_{3y,0} = \sqrt{2gh}$$

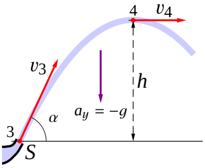
- Hau da:

$$v_3 = \sqrt{2gh}\Big/\sin\alpha \underset{h=10}{\overset{\alpha=53^\circ}{=\!=\!=}} 17.53 \text{ m/s}$$

Beste bide bat

- Bide bietatik lortutako v_3-ren balioak berdinduz, urtegiaren sakonera kalkula daiteke erraz:

Zorrotadaren higidura parabolikoa



- 3 puntutik 4 punturako bidean, higidura bertikala uniformeki azeleratua da, grabitatearen eraginpean.
- h altuera ibili ondoren, $v_{3y,0} = v_3 \sin\alpha$ hasierako abiadura bertikaleko 'perdigoiak', $a_y = -g$ azelerazioaz, $v_{3y,h} = 0$ abiadurako higidura bertikala izango du:

$$v_{3y,h}^2 = v_{3y,0}^2 + 2(-g)h = 0 \quad \longrightarrow \quad v_{3y,0} = \sqrt{2gh}$$

- Hau da:

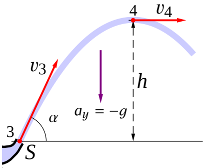
$$v_3 = \sqrt{2gh}\Big/ \sin\alpha \underset{h=10}{\overset{\alpha=53^\circ}{=\!=\!=}} 17.53 \text{ m/s}$$

Beste bide bat

- Bide bietatik lortutako v_3-ren balioak berdinduz, urtegiaren sakonera kalkula daiteke erraz:

$$v_3 = \sqrt{2gH}$$

Zorrotadaren higidura parabolikoa



- 3 puntutik 4 punturako bidean, higidura bertikala uniformeki azeleratua da, grabitatearen eraginpean.
- h altuera ibili ondoren, $v_{3y,0} = v_3 \sin\alpha$ hasierako abiadura bertikaleko 'perdigoiak', $a_y = -g$ azelerazioaz, $v_{3y,h} = 0$ abiadurako higidura bertikala izango du:

$$v_{3y,h}^2 = v_{3y,0}^2 + 2(-g)h = 0 \quad \longrightarrow \quad v_{3y,0} = \sqrt{2gh}$$

- Hau da:

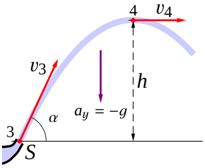
$$v_3 = \sqrt{2gh}\Big/\sin\alpha \overset{\alpha=53^\circ}{\underset{h=10}{=\!=\!=}} 17.53 \text{ m/s}$$

Beste bide bat

- Bide bietatik lortutako v_3-ren balioak berdinduz, urtegiaren sakonera kalkula daiteke erraz:

$$v_3 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2gh}\Big/\sin\alpha$$

Zorrotadaren higidura parabolikoa



- 3 puntutik 4 punturako bidean, higidura bertikala uniformeki azeleratua da, grabitatearen eraginpean.
- h altuera ibili ondoren, $v_{3y,0} = v_3 \sin\alpha$ hasierako abiadura bertikaleko 'perdigoiak', $a_y = -g$ azelerazioaz, $v_{3y,h} = 0$ abiadurako higidura bertikala izango du:

$$v_{3y,h}^2 = v_{3y,0}^2 + 2(-g)h = 0 \quad \longrightarrow \quad v_{3y,0} = \sqrt{2gh}$$

- Hau da:

$$v_3 = \sqrt{2gh}\Big/\sin\alpha \overset{\alpha=53^\circ}{\underset{h=10}{=\!=\!=}} 17.53 \text{ m/s}$$

Beste bide bat

- Bide bietatik lortutako v_3-ren balioak berdinduz, urtegiaren sakonera kalkula daiteke erraz:

$$v_3 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2gh}\Big/\sin\alpha \quad \xrightarrow[h=10]{\alpha=53^\circ} \quad \boxed{H = 15.68 \text{ m}}$$

Enuntziatua (a)–(b) Aurkibidea

Emaitzak

Enuntziatua Aurkibidea

Emaitzak

- (a) Hauxe da, beraz, urtegiaren hondoko presioa (p_2):

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Emaitzak

- (a) Hauxe da, beraz, urtegiaren hondoko presioa (p_2):

$$p_2 = p_0 + \rho g H$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Emaitzak

- (a) Hauxe da, beraz, urtegiaren hondoko presioa (p_2):

$$p_2 = p_0 + \rho g H = 1.013 \times 10^5 + 1.537 \times 10^5$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Emaitzak

- (a) Hauxe da, beraz, urtegiaren hondoko presioa (p_2):

$$\boxed{p_2 = 2.55 \times 10^5 \text{ Pa}}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Emaitzak

- (a) Hauxe da, beraz, urtegiaren hondoko presioa (p_2):

$$\boxed{p_2 = 2.55 \times 10^5 \text{ Pa}}$$

- (b) Tutuan zeharreko masa-fluxua (edo ur-emaria): Definizioz, **zulotik segundo bakoitzeko irteten den ur-masa da**.

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Emaitzak

- (a) Hauxe da, beraz, urtegiaren hondoko presioa (p_2):

$$\boxed{p_2 = 2.55 \times 10^5 \text{ Pa}}$$

- (b) Tutuan zeharreko masa-fluxua (edo ur-emaria): Definizioz, **zulotik segundo bakoitzeko irteten den ur-masa da**.

  Eta honela adierazten da, S bada zuloaren zeharkako sekzioa, eta v eta ρ badira jariakinaren abiadura eta dentsitatea:

Enuntziatua Aurkibidea

Emaitzak

- (a) Hauxe da, beraz, urtegiaren hondoko presioa (p_2):

$$\boxed{p_2 = 2.55 \times 10^5 \text{ Pa}}$$

- (b) Tutuan zeharreko masa-fluxua (edo ur-emaria): Definizioz, **zulotik segundo bakoitzeko irteten den ur-masa da**.

  Eta honela adierazten da, S bada zuloaren zeharkako sekzioa, eta v eta ρ badira jariakinaren abiadura eta dentsitatea:

$$Q = \rho S v$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Emaitzak

- (a) Hauxe da, beraz, urtegiaren hondoko presioa (p_2):

$$\boxed{p_2 = 2.55 \times 10^5 \text{ Pa}}$$

- (b) Tutuan zeharreko masa-fluxua (edo ur-emaria): Definizioz, **zulotik segundo bakoitzeko irteten den ur-masa da**.

  Eta honela adierazten da, S bada zuloaren zeharkako sekzioa, eta v eta ρ badira jariakinaren abiadura eta dentsitatea:

$$Q = \rho S v = 10^3 \times 25.6 \times 10^{-4} \times 17.53$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Emaitzak

- (a) Hauxe da, beraz, urtegiaren hondoko presioa (p_2):

$$\boxed{p_2 = 2.55 \times 10^5 \text{ Pa}}$$

- (b) Tutuan zeharreko masa-fluxua (edo ur-emaria): Definizioz, **zulotik segundo bakoitzeko irteten den ur-masa da**.

  Eta honela adierazten da, S bada zuloaren zeharkako sekzioa, eta v eta ρ badira jariakinaren abiadura eta dentsitatea:

$$\boxed{Q = 44.88 \text{ kg/s}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Beste bide bat v_3 kalkulatzeko

v_3

Beste bide bat v_3 kalkulatzeko

- 3 eta 4 puntuetan, energiaren kontserbazioa erabil daiteke v_3 abiadura kalkulatzeko.

v_3

Beste bide bat v_3 kalkulatzeko

- 3 eta 4 puntuetan, energiaren kontserbazioa erabil daiteke v_3 abiadura kalkulatzeko.
- Marruskadurarik ez dagoenez, m masako 'perdigoi' baten energiak konstante dirau:

$$E_3 = E_4$$

◀ v_3

ZTF-FCT

Beste bide bat v_3 kalkulatzeko

- 3 eta 4 puntuetan, energiaren kontserbazioa erabil daiteke v_3 abiadura kalkulatzeko.
- Marruskadurarik ez dagoenez, m masako 'perdigoi' baten energiak konstante dirau:

$$E_3 = E_4 \quad \rightarrow \quad \frac{1}{2}mv_3^2 + mgh_3 = \frac{1}{2}mv_4^2 + mgh_4$$

v_3

Beste bide bat v_3 kalkulatzeko

- 3 eta 4 puntuetan, energiaren kontserbazioa erabil daiteke v_3 abiadura kalkulatzeko.
- Marruskadurarik ez dagoenez, m masako ‘perdigoi’ baten energiak konstante dirau:

$$E_3 = E_4 \quad \rightarrow \quad \frac{1}{2}mv_3^2 = \frac{1}{2}mv_4^2 + mgh$$

◂ v_3

Beste bide bat v_3 kalkulatzeko

- 3 eta 4 puntuetan, energiaren kontserbazioa erabil daiteke v_3 abiadura kalkulatzeko.
- Marruskadurarik ez dagoenez, m masako 'perdigoi' baten energiak konstante dirau:

$$E_3 = E_4 \quad \rightarrow \quad \frac{1}{2}mv_3^2 = \frac{1}{2}mv_4^2 + mgh$$

- Eta $v_4 = v_3 \cos\alpha$ deja jakinik (abiadura horizontala konstante baita):

◂ v_3

ZTF-FCT

Beste bide bat v_3 kalkulatzeko

- 3 eta 4 puntuetan, energiaren kontserbazioa erabil daiteke v_3 abiadura kalkulatzeko.
- Marruskadurarik ez dagoenez, m masako 'perdigoi' baten energiak konstante dirau:

$$E_3 = E_4 \quad \rightarrow \quad \frac{1}{2}mv_3^2 = \frac{1}{2}mv_4^2 + mgh$$

- Eta $v_4 = v_3 \cos\alpha$ deja jakinik (abiadura horizontala konstante baita):

$$v_3^2 = v_3^2 \cos^2\alpha + 2gh$$

v_3

ZTF-FCT

Beste bide bat v_3 kalkulatzeko

- 3 eta 4 puntuetan, energiaren kontserbazioa erabil daiteke v_3 abiadura kalkulatzeko.
- Marruskadurarik ez dagoenez, m masako 'perdigoi' baten energiak konstante dirau:

$$E_3 = E_4 \quad \rightarrow \quad \frac{1}{2}mv_3^2 = \frac{1}{2}mv_4^2 + mgh$$

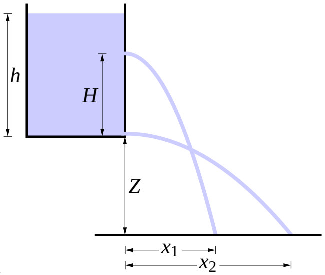
- Eta $v_4 = v_3 \cos\alpha$ deja jakinik (abiadura horizontala konstante baita):

$$v_3^2 = v_3^2 \cos^2\alpha + 2gh \quad \rightarrow \quad v_3 = \sqrt{2gh}\Big/ \sin\alpha = 17.53 \text{ m/s}$$

◂ v_3

ZTF-FCT

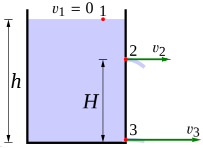
6 Zorutik $Z = 1$ m-eko altuerara dagoen irudiko ontzitik, ura ari da irteten bi zuloetatik. Zulo bat bestearen gainean dago, $H = 0.3$ m gorago. Ontziaren ur-maila ($h = 0.7$ m) konstante da (baztertu goiko gainazalaren beheranzko abiadura). Kalkulatu zorrotaden x_1 eta x_2 koordenatuak lurrera iristen direnean.



Ebazpena

Aurkibidea

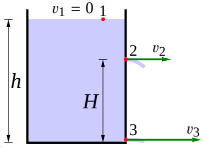
Ontzian barrena, hidrodinamika



◂ Enuntziatua ▸ Ebazp. – ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Ontzian barrena, hidrodinamika

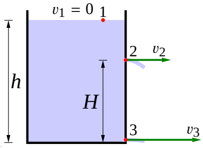


- 1 eta 2 puntuei, Bernouilliren teorema aplikatuko diegu, $v_1 = 0$ eta $p_1 = p_2 = p_0$ direla kontuan izanda:

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

Enuntziatua Ebazp. – Aurkibidea

Ontzian barrena, hidrodinamika

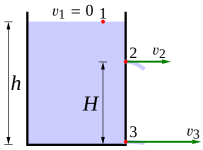


- 1 eta 2 puntuei, Bernouilliren teorema aplikatuko diegu, $v_1 = 0$ eta $p_1 = p_2 = p_0$ direla kontuan izanda:
$$p_0 + \frac{1}{2}\rho \cdot 0^2 + \rho g h = p_0 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g H$$

◂ Enuntziatua ▸ Ebazp. – ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Ontzian barrena, hidrodinamika



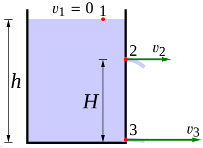
- 1 eta 2 puntuei, Bernouilliren teorema aplikatuko diegu, $v_1 = 0$ eta $p_1 = p_2 = p_0$ direla kontuan izanda:

  $$\frac{1}{2}\rho v_2^2 = \rho g(h - H)$$

Enuntziatua | Ebazp. – | Aurkibidea

ZTF-FCT

Ontzian barrena, hidrodinamika

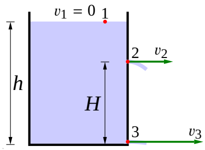


- 1 eta 2 puntuei, Bernouilliren teorema aplikatuko diegu, $v_1 = 0$ eta $p_1 = p_2 = p_0$ direla kontuan izanda:
$$\frac{1}{2}\rho v_2^2 = \rho g(h - H)$$
- Hau da:
$$v_2 = \sqrt{2g(h - H)}$$

Enuntziatua Ebazp. – Aurkibidea

ZTF-FCT

Ontzian barrena, hidrodinamika



- 1 eta 2 puntuei, Bernouilliren teorema aplikatuko diegu, $v_1 = 0$ eta $p_1 = p_2 = p_0$ direla kontuan izanda:

  $$\frac{1}{2}\rho v_2^2 = \rho g(h - H)$$

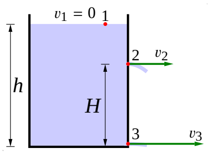
- Hau da:

  $$v_2 = \sqrt{2g(h-H)} \underset{H=0.3}{\overset{h=0.7}{=\!=\!=}} 2.8 \text{ m/s}$$

◂ Enuntziatua ▸ Ebazp. – ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

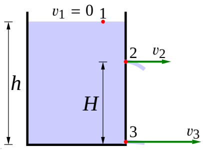
Ontzian barrena, hidrodinamika



- 1 eta 2 puntuei, Bernouilliren teorema aplikatuko diegu, $v_1 = 0$ eta $p_1 = p_2 = p_0$ direla kontuan izanda:
  $$\frac{1}{2}\rho v_2^2 = \rho g(h - H)$$
- Hau da:
  $$v_2 = \sqrt{2g(h-H)} \underset{H=0.3}{\overset{h=0.7}{=\!=}} 2.8 \text{ m/s}$$
- 1 eta 3 puntuei, teorema berbera aplikatuko diegu, eta 3 puntutik irteten den uraren abiadura modu antzekoan lortuko da:
  $$v_3 = \sqrt{2gh}$$

◂ Enuntziatua ▸ Ebazp. – ▸ Aurkibidea

Ontzian barrena, hidrodinamika



- 1 eta 2 puntuei, Bernouilliren teorema aplikatuko diegu, $v_1 = 0$ eta $p_1 = p_2 = p_0$ direla kontuan izanda:

$$\frac{1}{2}\rho v_2^2 = \rho g(h - H)$$

- Hau da:

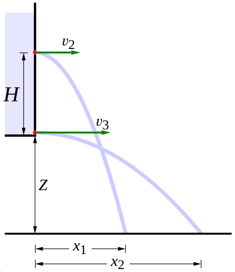
$$v_2 = \sqrt{2g(h - H)} \overset{h=0.7}{\underset{H=0.3}{=\!=\!=}} 2.8 \text{ m/s}$$

- 1 eta 3 puntuei, teorema berbera aplikatuko diegu, eta 3 puntutik irteten den uraren abiadura modu antzekoan lortuko da:

$$v_3 = \sqrt{2gh} \overset{h=0.7}{=\!=\!=} 3.7 \text{ m/s}$$

Enuntziatua Ebazp. – Aurkibidea

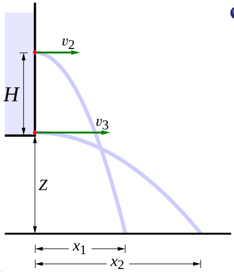
Zorrotaden higidura, parabolikoa



◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

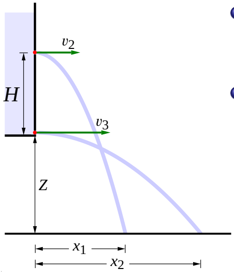
Zorrotaden higidura, parabolikoa



- Zorrotaden higidura bertikalak uniformeki azeleratuak dira, g azelerazioaz eta hasierako abiadurarik gabe.

Enuntziatua
Aurkibidea

Zorrotaden higidura, parabolikoa

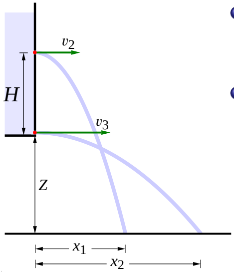


- Zorrotaden higidura bertikalak uniformeki azeleratuak dira, g azelerazioaz eta hasierako abiadurarik gabe.
- v_2 hasierako abiadurakoak $z_2 = Z + H = 1.3$ m ibili behar du zorua jo arte. Zinematikatik dakigunez:

$$z_2 = \frac{1}{2} g t_2^2$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Zorrotaden higidura, parabolikoa



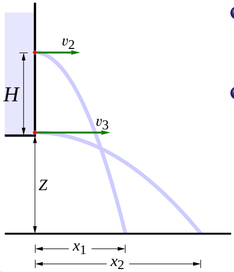
- Zorrotaden higidura bertikalak uniformeki azeleratuak dira, g azelerazioaz eta hasierako abiadurarik gabe.
- v_2 hasierako abiadurakoak $z_2 = Z + H = 1.3$ m ibili behar du zorua jo arte. Zinematikatik dakigunez:

$$z_2 = \frac{1}{2} g t_2^2 \quad \rightarrow \quad t_2 = \sqrt{2 z_2 / g}$$

Enuntziatua
Aurkibidea

ZTF-FCT

Zorrotaden higidura, parabolikoa



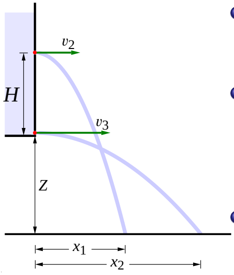
- Zorrotaden higidura bertikalak uniformeki azeleratuak dira, g azelerazioaz eta hasierako abiadurarik gabe.
- v_2 hasierako abiadurakoak $z_2 = Z + H = 1.3$ m ibili behar du zorua jo arte. Zinematikatik dakigunez:

$$z_2 = \frac{1}{2} g t_2^2 \quad \rightarrow \quad t_2 = 0.515 \text{ s}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Zorrotaden higidura, parabolikoa



- Zorrotaden higidura bertikalak uniformeki azeleratuak dira, g azelerazioaz eta hasierako abiadurarik gabe.
- v_2 hasierako abiadurakoak $z_2 = Z + H = 1.3$ m ibili behar du zorua jo arte. Zinematikatik dakigunez:

$$z_2 = \frac{1}{2} g t_2^2 \quad \rightarrow \quad t_2 = 0.515 \text{ s}$$

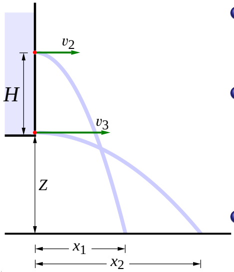
- v_3 hasierako abiadurakoak, $z_3 = Z = 1$ m ibili behar du zorua jo arte, t_3 denbora-tartea igaroz gero:

$$t_3 = \sqrt{2 z_3 / g}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Zorrotaden higidura, parabolikoa



- Zorrotaden higidura bertikalak uniformeki azeleratuak dira, g azelerazioaz eta hasierako abiadurarik gabe.
- v_2 hasierako abiadurakoak $z_2 = Z + H = 1.3$ m ibili behar du zorua jo arte. Zinematikatik dakigunez:

$$z_2 = \frac{1}{2} g t_2^2 \quad \rightarrow \quad t_2 = 0.515 \text{ s}$$

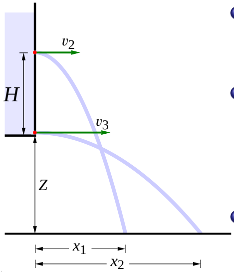
- v_3 hasierako abiadurakoak, $z_3 = Z = 1$ m ibili behar du zorua jo arte, t_3 denbora-tartea igaroz gero:

$$t_3 = 0.452 \text{ s}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Zorrotaden higidura, parabolikoa



- Zorrotaden higidura bertikalak uniformeki azeleratuak dira, g azelerazioaz eta hasierako abiadurarik gabe.
- v_2 hasierako abiadurakoak $z_2 = Z + H = 1.3$ m ibili behar du zorua jo arte. Zinematikatik dakigunez:

$$z_2 = \frac{1}{2} g t_2^2 \quad \rightarrow \quad t_2 = 0.515 \text{ s}$$

- v_3 hasierako abiadurakoak, $z_3 = Z = 1$ m ibili behar du zorua jo arte, t_3 denbora-tartea igaroz gero:

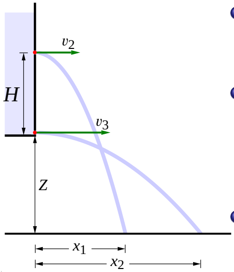
$$t_3 = 0.452 \text{ s}$$

- Higidura horizontalak uniformeak dira. Beraz:

$$\begin{cases} x_1 = v_2 t_2 \\ x_2 = v_3 t_3 \end{cases}$$

Enuntziatua
Aurkibidea

Zorrotaden higidura, parabolikoa



- Zorrotaden higidura bertikalak uniformeki azeleratuak dira, g azelerazioaz eta hasierako abiadurarik gabe.
- v_2 hasierako abiadurakoak $z_2 = Z + H = 1.3$ m ibili behar du zorua jo arte. Zinematikatik dakigunez:

$$z_2 = \frac{1}{2} g t_2^2 \quad \rightarrow \quad t_2 = 0.515 \text{ s}$$

- v_3 hasierako abiadurakoak, $z_3 = Z = 1$ m ibili behar du zorua jo arte, t_3 denbora-tartea igaroz gero:

$$t_3 = 0.452 \text{ s}$$

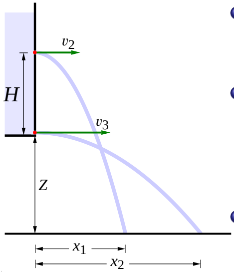
- Higidura horizontalak uniformeak dira. Beraz:

$$\begin{cases} x_1 = 2.8 \times 0.515 \\ x_2 = 3.7 \times 0.452 \end{cases}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Zorrotaden higidura, parabolikoa



- Zorrotaden higidura bertikalak uniformeki azeleratuak dira, g azelerazioaz eta hasierako abiadurarik gabe.
- v_2 hasierako abiadurakoak $z_2 = Z + H = 1.3$ m ibili behar du zorua jo arte. Zinematikatik dakigunez:

$$z_2 = \frac{1}{2} g t_2^2 \quad \rightarrow \quad t_2 = 0.515 \text{ s}$$

- v_3 hasierako abiadurakoak, $z_3 = Z = 1$ m ibili behar du zorua jo arte, t_3 denbora-tartea igaroz gero:

$$t_3 = 0.452 \text{ s}$$

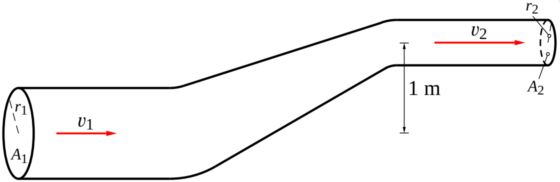
- Higidura horizontalak uniformeak dira. Beraz:

$$\begin{cases} x_1 = 2.8 \times 0.515 \\ x_2 = 3.7 \times 0.452 \end{cases} \rightarrow \quad \boxed{x_1 = 1.442 \text{ m}, \ x_2 = 1.672 \text{ m}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

$\boxed{\mathbf{7}}$ 2 cm-ko erradioko tutuan zehar jariakin bat higitzen da 3 m/s-ko abiaduraz. Jariakinaren presioa eta dentsitatea 900 mmHg eta 1.5 g/cm^3 dira hurrenez hurren. Tutuaren erradioa eta altuera aldatuz doaz. Altuera hasierakoa baino 1 m handiagoa denean, tutuaren erradioa 1 cm da. Azken puntu horretan (1 m-eko altueran dagoen puntuan), kalkulatu jariakinaren abiadura eta presioa.



Ebazpena Aurkibidea

Bernouilliren teorema

Bernouilliren teorema

- Lehenik eta behin, enuntziatuan agertzen den unitate bat ez da erabilgarriegia: presioa adierazteko, mmHg unitatea, hain zuzen.

Enuntziatua Aurkibidea

Bernouilliren teorema

- Lehenik eta behin, enuntziatuan agertzen den unitate bat ez da erabilgarriegia: presioa adierazteko, mmHg unitatea, hain zuzen.
- Egin dezagun unitate-aldaketa, SI sistemara:

$$1\ \text{mmHg} = \rho_{\text{Hg}} g H$$

Bernouilliren teorema

- Lehenik eta behin, enuntziatuan agertzen den unitate bat ez da erabilgarriegia: presioa adierazteko, mmHg unitatea, hain zuzen.
- Egin dezagun unitate-aldaketa, SI sistemara:

$$1\ \text{mmHg} = 13\,600 \times 9.8 \times 0.001$$

Enuntziatua Aurkibidea

Bernouilliren teorema

- Lehenik eta behin, enuntziatuan agertzen den unitate bat ez da erabilgarriegia: presioa adierazteko, mmHg unitatea, hain zuzen.
- Egin dezagun unitate-aldaketa, SI sistemara:

$$1 \text{ mmHg} = 133.28 \text{ Pa}$$

ZTF-FCT

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Bernouilliren teorema

- Lehenik eta behin, enuntziatuan agertzen den unitate bat ez da erabilgarriegia: presioa adierazteko, mmHg unitatea, hain zuzen.
- Egin dezagun unitate-aldaketa, SI sistemara:

$$1 \text{ mmHg} = 133.28 \text{ Pa}$$

- Tutu estuan jariakinak daraman abiadura kalkulatzeko, jarraitasunaren ekuazioa erabiliko dugu:

$$v_1 A_1 = v_2 A_2$$

Bernouilliren teorema

- Lehenik eta behin, enuntziatuan agertzen den unitate bat ez da erabilgarriegia: presioa adierazteko, mmHg unitatea, hain zuzen.
- Egin dezagun unitate-aldaketa, SI sistemara:

$$1 \text{ mmHg} = 133.28 \text{ Pa}$$

- Tutu estuan jariakinak daraman abiadura kalkulatzeko, jarraitasunaren ekuazioa erabiliko dugu:

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 \quad \rightarrow \quad v_1 \cdot \pi r_1^2 = v_2 \cdot \pi r_2^2$$

Bernouilliren teorema

- Lehenik eta behin, enuntziatuan agertzen den unitate bat ez da erabilgarriegia: presioa adierazteko, mmHg unitatea, hain zuzen.
- Egin dezagun unitate-aldaketa, SI sistemara:

$$1 \text{ mmHg} = 133.28 \text{ Pa}$$

- Tutu estuan jariakinak daraman abiadura kalkulatzeko, jarraitasunaren ekuazioa erabiliko dugu:

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 \quad \rightarrow \quad v_2 = (r_1/r_2)^2 v_1 \xlongequal[v_1=3]{r_1/r_2=2} \boxed{12\,\text{m/s} = v_2}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Bernouilliren teorema

- Lehenik eta behin, enuntziatuan agertzen den unitate bat ez da erabilgarriegia: presioa adierazteko, mmHg unitatea, hain zuzen.
- Egin dezagun unitate-aldaketa, SI sistemara:

$$1 \text{ mmHg} = 133.28 \text{ Pa}$$

- Tutu estuan jariakinak daraman abiadura kalkulatzeko, jarraitasunaren ekuazioa erabiliko dugu:

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 \quad \rightarrow \quad v_2 = (r_1/r_2)^2 v_1 \xlongequal[v_1=3]{r_1/r_2=2} \boxed{12 \text{ m/s} = v_2}$$

- Tutu lodiari eta tutu estuari, Bernouilliren teorema aplikatuko diegu, tutu estuto p_2 presioa kalkulatzeko:

Enuntziatua Aurkibidea

Bernouilliren teorema

- Lehenik eta behin, enuntziatuan agertzen den unitate bat ez da erabilgarriegia: presioa adierazteko, mmHg unitatea, hain zuzen.
- Egin dezagun unitate-aldaketa, SI sistemara:

$$1\ \text{mmHg} = 133.28\ \text{Pa}$$

- Tutu estuan jariakinak daraman abiadura kalkulatzeko, jarraitasunaren ekuazioa erabiliko dugu:

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 \quad \rightarrow \quad v_2 = (r_1/r_2)^2 v_1 \xlongequal[v_1=3]{r_1/r_2=2} \boxed{12\ \text{m/s} = v_2}$$

- Tutu lodiari eta tutu estuari, Bernouilliren teorema aplikatuko diegu, tutu estuto p_2 presioa kalkulatzeko:

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

Enuntziatua Aurkibidea

Bernouilliren teorema

- Lehenik eta behin, enuntziatuan agertzen den unitate bat ez da erabilgarriegia: presioa adierazteko, mmHg unitatea, hain zuzen.
- Egin dezagun unitate-aldaketa, SI sistemara:

  $$1\ \text{mmHg} = 133.28\ \text{Pa}$$

- Tutu estuan jariakinak daraman abiadura kalkulatzeko, jarraitasunaren ekuazioa erabiliko dugu:

  $$v_1 A_1 = v_2 A_2 \quad \rightarrow \quad v_2 = (r_1/r_2)^2 v_1 \underset{v_1=3}{\overset{r_1/r_2=2}{=\!=\!=}} \boxed{12\ \text{m/s} = v_2}$$

- Tutu lodiari eta tutu estuari, Bernouilliren teorema aplikatuko diegu, tutu estuto p_2 presioa kalkulatzeko:

  $$p_2 = p_1 + \rho[g(h_1 - h_2) + \tfrac{1}{2}(v_1^2 - v_2^2)]$$

Enuntziatua Aurkibidea

Bernouilliren teorema

- Lehenik eta behin, enuntziatuan agertzen den unitate bat ez da erabilgarriegia: presioa adierazteko, mmHg unitatea, hain zuzen.
- Egin dezagun unitate-aldaketa, SI sistemara:

$$1\ \mathrm{mmHg} = 133.28\ \mathrm{Pa}$$

- Tutu estuan jariakinak daraman abiadura kalkulatzeko, jarraitasunaren ekuazioa erabiliko dugu:

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 \quad \rightarrow \quad v_2 = (r_1/r_2)^2 v_1 \underset{v_1=3}{\overset{r_1/r_2=2}{=\!=\!=\!=}} \boxed{12\ \mathrm{m/s} = v_2}$$

- Tutu lodiari eta tutu estuari, Bernouilliren teorema aplikatuko diegu, tutu estuto p_2 presioa kalkulatzeko:

$$p_2 = 900 \times 133.28 + 1\,500[g(-1) + \tfrac{1}{2}(-135)]$$

Enuntziatua Aurkibidea

Bernouilliren teorema

- Lehenik eta behin, enuntziatuan agertzen den unitate bat ez da erabilgarriegia: presioa adierazteko, mmHg unitatea, hain zuzen.
- Egin dezagun unitate-aldaketa, SI sistemara:

$$1 \text{ mmHg} = 133.28 \text{ Pa}$$

- Tutu estuan jariakinak daraman abiadura kalkulatzeko, jarraitasunaren ekuazioa erabiliko dugu:

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 \quad \rightarrow \quad v_2 = (r_1/r_2)^2 v_1 \overset{r_1/r_2=2}{\underset{v_1=3}{=\!=\!=}} \boxed{12 \text{ m/s} = v_2}$$

- Tutu lodiari eta tutu estuari, Bernouilliren teorema aplikatuko diegu, tutu estuto p_2 presioa kalkulatzeko:

$$p_2 = 900 \times 133.28 + 1\,500[g(-1) + \tfrac{1}{2}(-135)]$$

- Hau da:

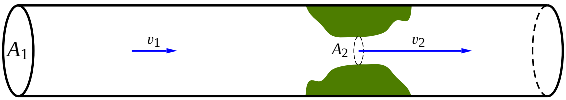
$$\boxed{p_2 = 4\,002 \text{ Pa} = 30.03 \text{ mmHg}}$$

ZTF-FCT

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

$\boxed{\mathbf{8}}$ Arteria batean arteriosklerosi-geruza sortu da, arteriaren sekzioa normalean baino 5 aldiz estuagoa izanik. Ezbeharra gertatu den lekuan, zein da presio-jaitsiera ehunekotan?

[*Datuak:* odolaren batez besteko presioa manometrikoa, 100 mmHg; odolaren dentsitatea, 1 056 kg/m^3; odolaren abiadura baldintza arruntetan, 0.12 m/s.]



Ebazpena Aurkibidea

Bernouilliren teorema

Enuntziatua

Aurkibidea

ZTF-FCT

Bernouilliren teorema

- mmHg presio-unitatea SI sisteman idatziko dugu:

$$1\ \text{mmHg} = \rho_{\text{Hg}} g H$$

Bernouilliren teorema

- mmHg presio-unitatea SI sisteman idatziko dugu:

$$1 \text{ mmHg} = 13\,600 \times 9.8 \times 0.001$$

Enuntziatua Aurkibidea

Bernouilliren teorema

- mmHg presio-unitatea SI sisteman idatziko dugu:

$$1 \text{ mmHg} = 133.28 \text{ Pa}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Bernouilliren teorema

- mmHg presio-unitatea SI sisteman idatziko dugu:

$$1 \text{ mmHg} = 133.28 \text{ Pa}$$

- Arteria horizontalean dagoela onartuko dugu ($h_1 = h_2$).

Bernouilliren teorema

- mmHg presio-unitatea SI sisteman idatziko dugu:

$$1 \text{ mmHg} = 133.28 \text{ Pa}$$

- Arteria horizontalean dagoela onartuko dugu ($h_1 = h_2$).
- Arteria normalean sekzioa A_1 bada, tarte estuan $A_2 = A_1/5$ izango da. Jarraitasunaren ekuazioaren arabera:

$$v_1 A_1 = v_2 A_2$$

Enuntziatua Aurkibidea

Bernouilliren teorema

- mmHg presio-unitatea SI sisteman idatziko dugu:

$$1 \text{ mmHg} = 133.28 \text{ Pa}$$

- Arteria horizontalean dagoela onartuko dugu ($h_1 = h_2$).
- Arteria normalean sekzioa A_1 bada, tarte estuan $A_2 = A_1/5$ izango da. Jarraitasunaren ekuazioaren arabera:

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 \quad \rightarrow \quad v_2 = (A_1/A_2) v_1$$

Bernouilliren teorema

- mmHg presio-unitatea SI sisteman idatziko dugu:

$$1 \text{ mmHg} = 133.28 \text{ Pa}$$

- Arteria horizontalean dagoela onartuko dugu ($h_1 = h_2$).
- Arteria normalean sekzioa A_1 bada, tarte estuan $A_2 = A_1/5$ izango da. Jarraitasunaren ekuazioaren arabera:

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 \quad \rightarrow \quad v_2 = 5v_1 = 0.6 \text{ m/s}$$

Bernouilliren teorema

- mmHg presio-unitatea SI sisteman idatziko dugu:

  $$1 \text{ mmHg} = 133.28 \text{ Pa}$$

- Arteria horizontalean dagoela onartuko dugu ($h_1 = h_2$).
- Arteria normalean sekzioa A_1 bada, tarte estuan $A_2 = A_1/5$ izango da. Jarraitasunaren ekuazioaren arabera:

  $$v_1 A_1 = v_2 A_2 \quad \longrightarrow \quad v_2 = 5 v_1 = 0.6 \text{ m/s}$$

- Arteriaren sekzio lodian eta estuan Bernouilliren teorema aplikatuz:

  $$p_1 + \tfrac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \tfrac{1}{2}\rho v_2^2$$

Enuntziatua Aurkibidea

Bernouilliren teorema

- mmHg presio-unitatea SI sisteman idatziko dugu:

$$1 \text{ mmHg} = 133.28 \text{ Pa}$$

- Arteria horizontalean dagoela onartuko dugu ($h_1 = h_2$).
- Arteria normalean sekzioa A_1 bada, tarte estuan $A_2 = A_1/5$ izango da. Jarraitasunaren ekuazioaren arabera:

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 \quad \rightarrow \quad v_2 = 5 v_1 = 0.6 \text{ m/s}$$

- Arteriaren sekzio lodian eta estuan Bernouilliren teorema aplikatuz:

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 \quad \rightarrow \quad \Delta p = p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Bernouilliren teorema

- mmHg presio-unitatea SI sisteman idatziko dugu:

$$1 \text{ mmHg} = 133.28 \text{ Pa}$$

- Arteria horizontalean dagoela onartuko dugu ($h_1 = h_2$).
- Arteria normalean sekzioa A_1 bada, tarte estuan $A_2 = A_1/5$ izango da. Jarraitasunaren ekuazioaren arabera:

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 \quad \rightarrow \quad v_2 = 5v_1 = 0.6 \text{ m/s}$$

- Arteriaren sekzio lodian eta estuan Bernouilliren teorema aplikatuz:

$$p_1 + \tfrac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \tfrac{1}{2}\rho v_2^2 \quad \rightarrow \quad \Delta p = \tfrac{1}{2} 1\,056(0.6^2 - 0.12^2)$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Bernouilliren teorema

- mmHg presio-unitatea SI sisteman idatziko dugu:

$$1\ \text{mmHg} = 133.28\ \text{Pa}$$

- Arteria horizontalean dagoela onartuko dugu ($h_1 = h_2$).
- Arteria normalean sekzioa A_1 bada, tarte estuan $A_2 = A_1/5$ izango da. Jarraitasunaren ekuazioaren arabera:

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 \quad \rightarrow \quad v_2 = 5 v_1 = 0.6\ \text{m/s}$$

- Arteriaren sekzio lodian eta estuan Bernouilliren teorema aplikatuz:

$$p_1 + \tfrac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \tfrac{1}{2}\rho v_2^2 \quad \rightarrow \quad \Delta p = 182.48\ \text{Pa}$$

Enuntziatua Aurkibidea

Bernouilliren teorema

- mmHg presio-unitatea SI sisteman idatziko dugu:

$$1 \text{ mmHg} = 133.28 \text{ Pa}$$

- Arteria horizontalean dagoela onartuko dugu ($h_1 = h_2$).
- Arteria normalean sekzioa A_1 bada, tarte estuan $A_2 = A_1/5$ izango da. Jarraitasunaren ekuazioaren arabera:

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 \quad \rightarrow \quad v_2 = 5 v_1 = 0.6 \text{ m/s}$$

- Arteriaren sekzio lodian eta estuan Bernouilliren teorema aplikatuz:

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 \quad \rightarrow \quad \Delta p = 182.48 \text{ Pa}$$

- Eta presio-jaitsiera ($p_2 < p_1$) batezbesteko presio manometrikoarekiko:

$$\frac{\Delta p}{\overline{p}_m} = \frac{182.48}{100 \times 133.28}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Bernouilliren teorema

- mmHg presio-unitatea SI sisteman idatziko dugu:

$$1 \text{ mmHg} = 133.28 \text{ Pa}$$

- Arteria horizontalean dagoela onartuko dugu ($h_1 = h_2$).
- Arteria normalean sekzioa A_1 bada, tarte estuan $A_2 = A_1/5$ izango da. Jarraitasunaren ekuazioaren arabera:

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 \quad \rightarrow \quad v_2 = 5v_1 = 0.6 \text{ m/s}$$

- Arteriaren sekzio lodian eta estuan Bernouilliren teorema aplikatuz:

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 \quad \rightarrow \quad \Delta p = 182.48 \text{ Pa}$$

- Eta presio-jaitsiera ($p_2 < p_1$) batezbesteko presio manometrikoarekiko:

$$\frac{\Delta p}{\overline{p}_m} = 0.0137 \quad \rightarrow \quad \boxed{\frac{\Delta p}{\overline{p}_m} = 1.37\%}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

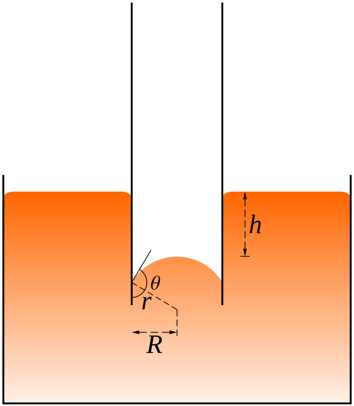
Jariakineko Ariketak

Gainazal-tentsioa

Oscar Ecenarro
oscar.ecenarro@ehu.es

Edukia

$\boxed{\mathbf{1}}$ Merkurioaren gainazal-tentsioa $\sigma = 0.465$ N/m da, eta merkurioaren eta beiraren arteko ukipen-angelua, $\theta = 125°$. Kalkula ezazue merkurio-mailaren beherapena $R = 1$ mm-ko erradioa duen hodi zilindrikoa merkuriotan sartzean. [*Datuak:* $\rho = 13.6 \times 10^3$ kg/m^3, $g = 9.8$ m/s^2.]

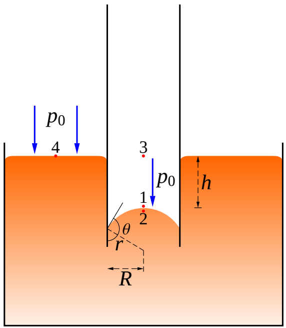


Ebazpena

Aurkibidea

Ebazpena

Ebazpena



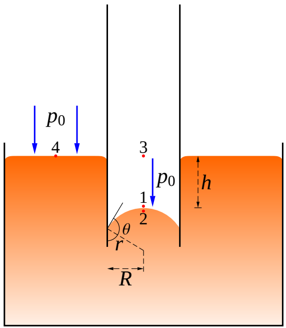
- Irudian erakusten dira ariketako garrantzizko puntuak, non:

$$p_1 = p_3 = p_4 = p_0$$

Enuntziatua
Aurkibidea

ZTF-FCT

Ebazpena



- Irudian erakusten dira ariketako garrantzizko puntuak, non:

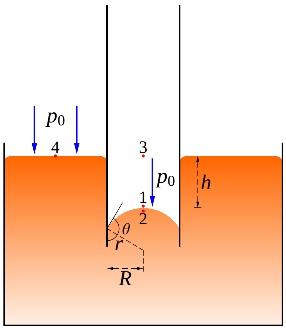
$$p_1 = p_3 = p_4 = p_0$$

- Bestetik, menisko ganbilaren azpi-azpian gainpresio bat dugu (**Laplace-ren legea**):

$$p_2 - p_1 = p_2 - p_0 = 2\sigma/r$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Ebazpena



- Irudian erakusten dira ariketako garrantzizko puntuak, non:

$$p_1 = p_3 = p_4 = p_0$$

- Bestetik, menisko ganbilaren azpi-azpian gainpresio bat dugu (Laplace-ren legea):

$$p_2 - p_1 = p_2 - p_0 = 2\sigma/r$$

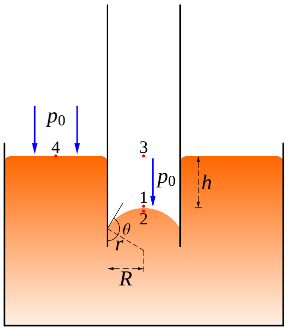
- Gainpresio hori, h altuerako merkuriozko zutabeak sortutakoarekin bat dator:

$$p_2 - p_0 = \rho g h$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Ebazpena



- Irudian erakusten dira ariketako garrantzizko puntuak, non:

$$p_1 = p_3 = p_4 = p_0$$

- Bestetik, menisko ganbilaren azpi-azpian gainpresio bat dugu (Laplace-ren legea):

$$p_2 - p_1 = p_2 - p_0 = 2\sigma/r$$

- Gainpresio hori, h altuerako merkuriozko zutabeak sortutakoarekin bat dator:

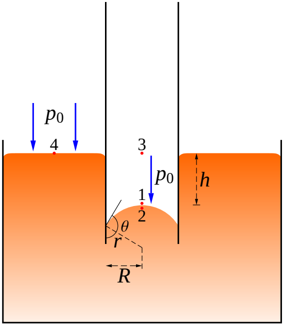
$$p_2 - p_0 = \rho g h$$

- Guzti honek, **Jurin-en legera** eramaten gaitu ($R = r|\cos\theta|$ da):

$$h = \frac{2\sigma|\cos\theta|}{\rho g R}$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena



- Irudian erakusten dira ariketako garrantzizko puntuak, non:

$$p_1 = p_3 = p_4 = p_0$$

- Bestetik, menisko ganbilaren azpi-azpian gainpresio bat dugu (Laplace-ren legea):

$$p_2 - p_1 = p_2 - p_0 = 2\sigma/r$$

- Gainpresio hori, h altuerako merkuriozko zutabeak sortutakoarekin bat dator:

$$p_2 - p_0 = \rho g h$$

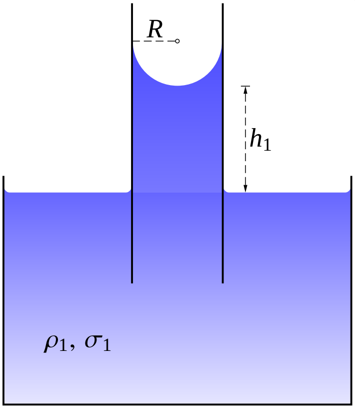
- Guzti honek, **Jurin-en legera** eramaten gaitu ($R = r|\cos\theta|$ da):

$$h = \frac{2 \cdot 0.465|\cos 125°|}{13.6 \times 10^3 \cdot 9.8 \cdot 0.001} \quad \rightarrow \quad \boxed{h = 0.004 \text{ m}}$$

Enuntziatua   Aurkibidea

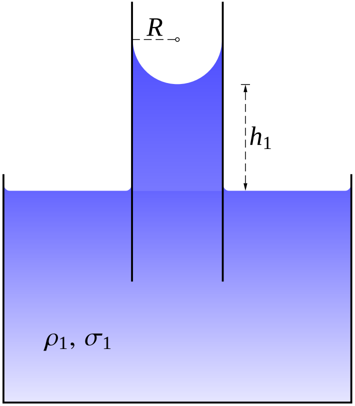
ZTF-FCT

2 Beirazko kapilar bat uretan sartzean, ura $h_1 = 0.2$ m-ko altueraraino igo da.



$\boxed{2}$ Beirazko kapilar bat uretan sartzean, ura $h_1 = 0.2$ m-ko altueraraino igo da. Kapilar hori $\rho_2 = 700$ kg/m^3-ko dentsitateko beste likido batean murgiltzean, likidoaren igoera $h_2 = 0.15$ m da. Bi kasuetan ukipen-angelua nulua da. Zein da likido ezezagunaren gainazal tentsioa?

[*Datuak:* Uraren gainazal-tentsioa, $\sigma_1 = 0.0728$ N/m; $g = 9.8$ m/s^2.]



Ebazpena

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Ebazpena

- Jurin-en legea aplikatu behar dugu kasu bietan, ukipen-angelua $\theta = 0$ dela jakinik:

$$h_1 = \frac{2\sigma_1}{\rho_1 g R} \qquad h_2 = \frac{2\sigma_2}{\rho_2 g R}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Ebazpena

- Jurin-en legea aplikatu behar dugu kasu bietan, ukipen-angelua $\theta = 0$ dela jakinik:

$$h_1 = \frac{2\sigma_1}{\rho_1 g R} \qquad h_2 = \frac{2\sigma_2}{\rho_2 g R}$$

- Eta adierazpen biak zatituz:

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{\sigma_2/\sigma_1}{\rho_2/\rho_1}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Ebazpena

- Jurin-en legea aplikatu behar dugu kasu bietan, ukipen-angelua $\theta = 0$ dela jakinik:

$$h_1 = \frac{2\sigma_1}{\rho_1 g R} \qquad h_2 = \frac{2\sigma_2}{\rho_2 g R}$$

- Eta adierazpen biak zatituz:

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{\sigma_2/\sigma_1}{\rho_2/\rho_1}$$

- Hau da:

$$\sigma_2 = \frac{0.2 \cdot 700 \cdot 0.0728}{0.15 \cdot 1\,000}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Ebazpena

- Jurin-en legea aplikatu behar dugu kasu bietan, ukipen-angelua $\theta = 0$ dela jakinik:

$$h_1 = \frac{2\sigma_1}{\rho_1 g R} \qquad h_2 = \frac{2\sigma_2}{\rho_2 g R}$$

- Eta adierazpen biak zatituz:

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{\sigma_2/\sigma_1}{\rho_2/\rho_1}$$

- Hau da:

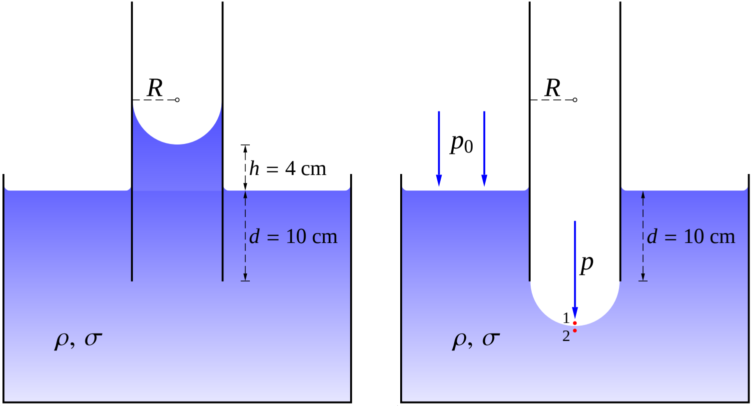
$$\boxed{\sigma_2 = 0.0382 \text{ N/m}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

3 Hodi kapilar bat uretan sartuta dago, bere beheko muturra gainazal askearen azpitik d = 10 cm-ra dagoelarik. Ura gainazal askearekiko h = 4 cm igoten da hodian, eta ukipen-angelua nulua da. Zein presio manometriko beharko dugu hodiaren beheko muturrean burbuila erdiesferiko bat sortzeko?

[*Datuak:* Uraren gainazal-tentsioa, $\sigma = 0.0728$ N/m; $g = 9.8$ m/s^2.]



Ebazpena Aurkibidea

Ebazpena

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- Jurin-en legearen bidez, hodi kapilarraren erradioa kalkulatuko dugu:

$$h = \frac{2\sigma\cos\theta}{\rho g R}$$

Ebazpena

- Jurin-en legearen bidez, hodi kapilarraren erradioa kalkulatuko dugu:

$$h = \frac{2\sigma\cos\theta}{\rho g R} \quad \xrightarrow{\theta=0^\circ} \quad R = \frac{2\sigma}{\rho g h}$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- Jurin-en legearen bidez, hodi kapilarraren erradioa kalkulatuko dugu:

$$h = \frac{2\sigma\cos\theta}{\rho g R} \qquad \xrightarrow{\theta=0^\circ} \qquad R = 3.714\times10^{-4}\ \mathrm{m}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Ebazpena

- Jurin-en legearen bidez, hodi kapilarraren erradioa kalkulatuko dugu:

$$h = \frac{2\sigma\cos\theta}{\rho g R} \qquad \xrightarrow{\theta=0^\circ} \qquad R = 3.714\times 10^{-4}\ \mathrm{m}$$

- Puztu dezagun hoditxoaren goialdetik. Barruan, ur-mailak behera egingo du, beheko muturrean burbuila erdiesferikoa sortuz.

ZTF-FCT

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- Jurin-en legearen bidez, hodi kapilarraren erradioa kalkulatuko dugu:

$$h = \frac{2\sigma\cos\theta}{\rho g R} \qquad \xrightarrow{\theta=0^\circ} \qquad R = 3.714\times 10^{-4}\ \mathrm{m}$$

- Puztu dezagun hoditxoaren goialdetik. Barruan, ur-mailak behera egingo du, beheko muturrean burbuila erdiesferikoa sortuz.
- Meniskoaren azpi-azpian (burbuila sortzen den tokian) ur-azalarekiko gainpresio bat dugu, hidrostatikaren funtsezko printzipioak dioenez:

$$p_2 = p_0 + \rho g(d+R)$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Ebazpena

- Jurin-en legearen bidez, hodi kapilarraren erradioa kalkulatuko dugu:
$$h = \frac{2\sigma\cos\theta}{\rho g R} \quad \xrightarrow{\theta=0^\circ} \quad R = 3.714\times 10^{-4}\ \text{m}$$
- Puztu dezagun hoditxoaren goialdetik. Barruan, ur-mailak behera egingo du, beheko muturrean burbuila erdiesferikoa sortuz.
- Meniskoaren azpi-azpian (burbuila sortzen den tokian) ur-azalarekiko gainpresio bat dugu, hidrostatikaren funtsezko printzipioak dioenez:
$$p_2 \simeq p_0 + \rho g d \qquad [R \ll d \text{ baita}]$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- Jurin-en legearen bidez, hodi kapilarraren erradioa kalkulatuko dugu:

$$h = \frac{2\sigma\cos\theta}{\rho g R} \quad \xrightarrow{\theta=0^\circ} \quad R = 3.714 \times 10^{-4}\ \mathrm{m}$$

- Puztu dezagun hoditxoaren goialdetik. Barruan, ur-mailak behera egingo du, beheko muturrean burbuila erdiesferikoa sortuz.
- Meniskoaren azpi-azpian (burbuila sortzen den tokian) ur-azalarekiko gainpresio bat dugu, hidrostatikaren funtsezko printzipioak dioenez:

$$p_2 \simeq p_0 + \rho g d \qquad [R \ll d \text{ baita}]$$

- Meniskoaren alde bietan Laplace-ren legea beteko da: meniskoa ahurraren azpian depresioa dugu (p_2) haren goialdearekiko (p_1):

$$p_2 = p_1 - \frac{2\sigma}{R}$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- Jurin-en legearen bidez, hodi kapilarraren erradioa kalkulatuko dugu:

$$h = \frac{2\sigma\cos\theta}{\rho g R} \qquad \xrightarrow{\theta=0^\circ} \qquad R = 3.714\times10^{-4}\ \mathrm{m}$$

- Puztu dezagun hoditxoaren goialdetik. Barruan, ur-mailak behera egingo du, beheko muturrean burbuila erdiesferikoa sortuz.
- Meniskoaren azpi-azpian (burbuila sortzen den tokian) ur-azalarekiko gainpresio bat dugu, hidrostatikaren funtsezko printzipioak dioenez:

$$p_2 \simeq p_0 + \rho g d \qquad [R \ll d \text{ baita}]$$

- Meniskoaren alde bietan Laplace-ren legea beteko da: meniskoa ahurraren azpian depresioa dugu (p_2) haren goialdearekiko (p_1):

$$p_2 = p_1 - \frac{2\sigma}{R}$$

- Biak berdinduz, burbuilaren barruko presio manometrikoa ($p_{1,m}$) hau da:

$$p_1 - p_0 = p_{1,m} = \rho g d + \frac{2\sigma}{R}$$

Ebazpena

- Jurin-en legearen bidez, hodi kapilarraren erradioa kalkulatuko dugu:

$$h = \frac{2\sigma\cos\theta}{\rho g R} \quad \xrightarrow{\theta=0^\circ} \quad R = 3.714 \times 10^{-4}\ \mathrm{m}$$

- Puztu dezagun hoditxoaren goialdetik. Barruan, ur-mailak behera egingo du, beheko muturrean burbuila erdiesferikoa sortuz.
- Meniskoaren azpi-azpian (burbuila sortzen den tokian) ur-azalarekiko gainpresio bat dugu, hidrostatikaren funtsezko printzipioak dioenez:

$$p_2 \simeq p_0 + \rho g d \qquad [R \ll d \text{ baita}]$$

- Meniskoaren alde bietan Laplace-ren legea beteko da: meniskoa ahurraren azpian depresioa dugu (p_2) haren goialdearekiko (p_1):

$$p_2 = p_1 - \frac{2\sigma}{R}$$

- Biak berdinduz, burbuilaren barruko presio manometrikoa ($p_{1,m}$) hau da:

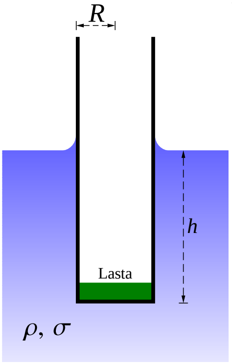
$$p_1 - p_0 = p_{1,m} = \rho g d + \frac{2\sigma}{R} \quad \rightarrow \quad \boxed{p_{1,m} = 1\,372\ \mathrm{N/m^2}}$$

ZTF-FCT

Enuntziatua Aurkibidea

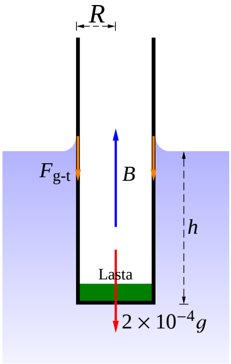
4 Sekzio zirkularreko hodi bat, $R = 0.14$ cm-ko kanpoko erradioa duena, mutur bat itxia du. Mutur horretan lastatuta dago eta horrela flotatzen ari da, mutur itxi hori beherantza duelarik. Hodia eta lastaren masa osoa $m = 0.2$ g da. Uraren eta hodiaren arteko ukipen-angelua nulua bada, zein distantziara aurkitzen da hodiaren hondoa uraren gainazaletik?

[*Datuak:* Uraren gainazal-tentsioa, $\sigma = 0.0728$ N/m; $g = 9.8$ m/s^2.]



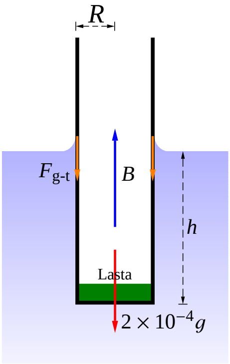
Ebazpena Aurkibidea

Ebazpena



- Hodiaren gaineko indarrak hauexek dira:

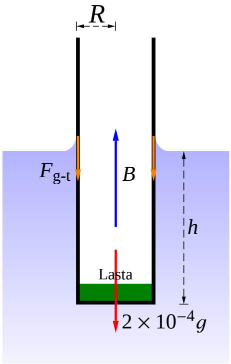
Ebazpena



- Hodiaren gaineko indarrak hauexek dira:
  - Hodi-lasta sistemaren pisua: $2 \times 10^{-4} g$

Enuntziatua Aurkibidea

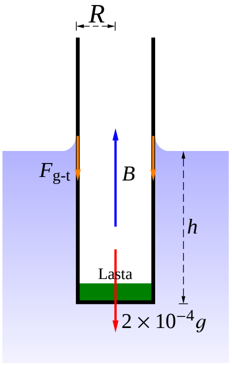
Ebazpena



- Hodiaren gaineko indarrak hauexek dira:
  - Hodi-lasta sistemaren pisua: $2 \times 10^{-4} g$
  - Hodi murgilduaren gaineko Arkimedes-en bultzada: B

Enuntziatua
Aurkibidea

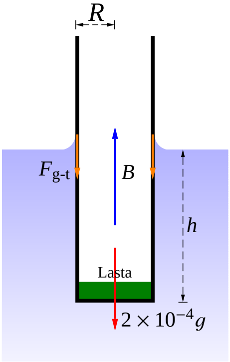
Ebazpena



- Hodiaren gaineko indarrak hauexek dira:
  - Hodi-lasta sistemaren pisua: $2 \times 10^{-4} g$
  - Hodi murgilduaren gaineko Arkimedes-en bultzada: B
  - Meniskoak hodiaren kanpoaldean egindako indarra: $F_{\text{g-t}}$ (ukipen-zirkunferentzia osoan eragiten du).

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

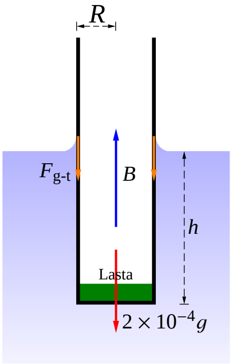
Ebazpena



- Hodiaren gaineko indarrak hauexek dira:
  - Hodi-lasta sistemaren pisua: $2 \times 10^{-4} g$
  - Hodi murgilduaren gaineko Arkimedes-en bultzada: B
  - Meniskoak hodiaren kanpoaldean egindako indarra: $F_{\text{g-t}}$ (ukipen-zirkunferentzia osoan eragiten du).
- **Kontuz!** Gainazal-tentsioak **beherantz** egiten du tira hoditik!

Enuntziatua   Aurkibidea

Ebazpena

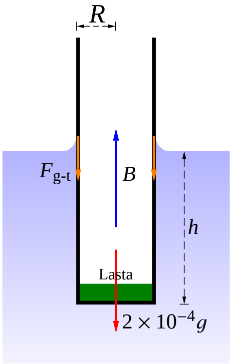


- Hodiaren gaineko indarrak hauexek dira:
  - Hodi-lasta sistemaren pisua: $2 \times 10^{-4} g$
  - Hodi murgilduaren gaineko Arkimedes-en bultzada: B
  - Meniskoak hodiaren kanpoaldean egindako indarra: $F_{\text{g-t}}$ (ukipen-zirkunferentzia osoan eragiten du).
- Kontuz! Gainazal-tentsioak beherantz egiten du tira hoditik!
- Arkimedes-en bultzada hauxe da ($\rho = 10^3$ kg/m^3):

$$B = \rho \pi R^2 h g$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena



- Hodiaren gaineko indarrak hauexek dira:
  - Hodi-lasta sistemaren pisua: $2 \times 10^{-4}g$
  - Hodi murgilduaren gaineko Arkimedes-en bultzada: B
  - Meniskoak hodiaren kanpoaldean egindako indarra: $F_{\text{g-t}}$ (ukipen-zirkunferentzia osoan eragiten du).
- Kontuz! Gainazal-tentsioak beherantz egiten du tira hoditik!
- Arkimedes-en bultzada hauxe da ($\rho = 10^3$ kg/m^3):

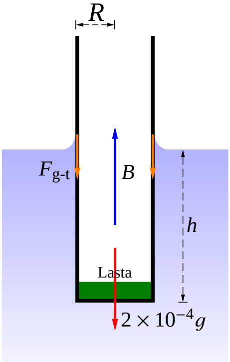
$$B = \rho\pi R^2 hg$$

- Gainazal-tentsioak egindako indarra ($\sigma = 0.0728$ N/m):

$$F_{\text{g-t}} = \sigma \cdot 2\pi R$$

Enuntziatua Aurkibidea

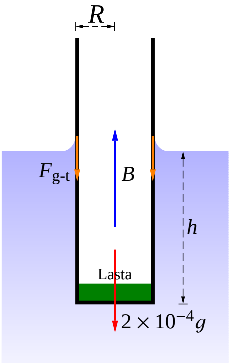
Ebazpena



- Hodiaren gaineko indarrak hauexek dira:
  - Hodi-lasta sistemaren pisua: $2 \times 10^{-4} g$
  - Hodi murgilduaren gaineko Arkimedes-en bultzada: B
  - Meniskoak hodiaren kanpoaldean egindako indarra: $F_{\text{g-t}}$ (ukipen-zirkunferentzia osoan eragiten du).
- Kontuz! Gainazal-tentsioak beherantz egiten du tira hoditik!
- Arkimedes-en bultzada hauxe da ($\rho = 10^3$ kg/m^3):
  $$B = \rho \pi R^2 h g$$
- Gainazal-tentsioak egindako indarra ($\sigma = 0.0728$ N/m):
  $$F_{\text{g-t}} = \sigma \cdot 2\pi R$$
- Oreka-baldintzatik, hauxe geratzen zaigu:
  $$B = 2 \times 10^{-4} g + F_{\text{g-t}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

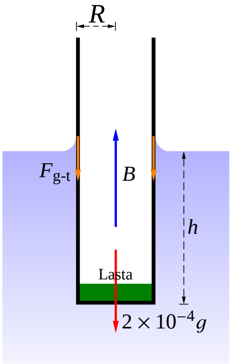
Ebazpena



- Hodiaren gaineko indarrak hauexek dira:
  - Hodi-lasta sistemaren pisua: $2 \times 10^{-4} g$
  - Hodi murgilduaren gaineko Arkimedes-en bultzada: B
  - Meniskoak hodiaren kanpoaldean egindako indarra: $F_{\text{g-t}}$ (ukipen-zirkunferentzia osoan eragiten du).
- Kontuz! Gainazal-tentsioak beherantz egiten du tira hoditik!
- Arkimedes-en bultzada hauxe da ($\rho = 10^3$ kg/m^3):
$$B = \rho \pi R^2 h g$$
- Gainazal-tentsioak egindako indarra ($\sigma = 0.0728$ N/m):
$$F_{\text{g-t}} = \sigma \cdot 2\pi R$$
- Oreka-baldintzatik, hauxe geratzen zaigu:
$$\rho \pi R^2 h g = 2 \times 10^{-4} g + \sigma \cdot 2\pi R$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena



- Hodiaren gaineko indarrak hauexek dira:
  - Hodi-lasta sistemaren pisua: $2 \times 10^{-4} g$
  - Hodi murgilduaren gaineko Arkimedes-en bultzada: B
  - Meniskoak hodiaren kanpoaldean egindako indarra: $F_{\text{g-t}}$ (ukipen-zirkunferentzia osoan eragiten du).
- Kontuz! Gainazal-tentsioak beherantz egiten du tira hoditik!
- Arkimedes-en bultzada hauxe da ($\rho = 10^3$ kg/m^3):

$$B = \rho \pi R^2 h g$$

- Gainazal-tentsioak egindako indarra ($\sigma = 0.0728$ N/m):

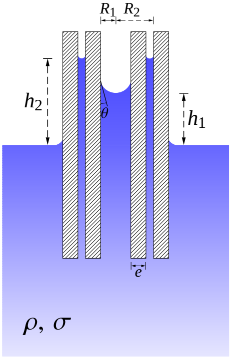
$$F_{\text{g-t}} = \sigma \cdot 2\pi R$$

- Oreka-baldintzatik, hauxe geratzen zaigu:

$$\rho \pi R^2 h g = 2 \times 10^{-4} g + \sigma \cdot 2\pi R \quad \rightarrow \quad \boxed{h = 0.0425 \text{ m}}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

$\boxed{5}$ Beirazko hodi bat, $R_1 = 0.5$ mm-ko barne-erradiokoa eta $e = 0.5$ mm-ko lodierakoa, $R_2 = 1.25$ mm-ko barne-erradioa duen beste hodi batekin ardatzkide da. Hodi biak bertikalki sartzen badira likido batean, eta likido hori $h_1 = 1.2$ cm-ko altueraraino igoten da barneko hodian. Zein altueraraino helduko da hodi bien arteko erastun-itxurako espazioan? [*Datuak:* Likido eta beiraren arteko ukipen angelua $\theta = 10°$-koa da, eta likidoaren dentistatea, $\rho = 800$ kg/m^3.]



Ebazpena Aurkibidea

Ebazpena

Ebazpena

- Barneko hodian, menisko ahurra eratzen da, esferikoa, eta bertako igoera kapilarretik (Jurin-en legetik) gainazal-tentsioa kalkulatuko dugu:

$$h_1 = \frac{2\sigma \cos\theta}{\rho g R_1}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Ebazpena

- Barneko hodian, menisko ahurra eratzen da, esferikoa, eta bertako igoera kapilarretik (Jurin-en legetik) gainazal-tentsioa kalkulatuko dugu:

$$h_1 = \frac{2\sigma\cos\theta}{\rho g R_1} \qquad \rightarrow \qquad \sigma = \frac{\rho g R_1 h_1}{2\cos\theta}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Ebazpena

- Barneko hodian, menisko ahurra eratzen da, esferikoa, eta bertako igoera kapilarretik (Jurin-en legetik) gainazal-tentsioa kalkulatuko dugu:

$$h_1 = \frac{2\sigma \cos\theta}{\rho g R_1} \qquad \rightarrow \qquad \boxed{\sigma = 0.0239\ \mathrm{N/m}}$$

Ebazpena

- Barneko hodian, menisko ahurra eratzen da, esferikoa, eta bertako igoera kapilarretik (Jurin-en legetik) gainazal-tentsioa kalkulatuko dugu:

$$h_1 = \frac{2\sigma\cos\theta}{\rho g R_1} \qquad \rightarrow \qquad \boxed{\sigma = 0.0239 \text{ N/m}}$$

- Hodien arteko espazioan sortuko den meniskoa ez da esferikoa izango, toroidala baizik.

Ebazpena

- Barneko hodian, menisko ahurra eratzen da, esferikoa, eta bertako igoera kapilarretik (Jurin-en legetik) gainazal-tentsioa kalkulatuko dugu:

$$h_1 = \frac{2\sigma\cos\theta}{\rho g R_1} \qquad \rightarrow \qquad \boxed{\sigma = 0.0239 \text{ N/m}}$$

- Hodien arteko espazioan sortuko den meniskoa ez da esferikoa izango, toroidala baizik.
- Sinplifikatuz, guk zilindrikotzat hartuko dugu, eta igoera kapilarra bi plano paraleloz osatutako sisteman gertatzen dena da.

Ebazpena

- Barneko hodian, menisko ahurra eratzen da, esferikoa, eta bertako igoera kapilarretik (Jurin-en legetik) gainazal-tentsioa kalkulatuko dugu:

$$h_1 = \frac{2\sigma\cos\theta}{\rho g R_1} \qquad \rightarrow \qquad \boxed{\sigma = 0.0239 \text{ N/m}}$$

- Hodien arteko espazioan sortuko den meniskoa ez da esferikoa izango, toroidala baizik.
- Sinplifikatuz, guk zilindrikotzat hartuko dugu, eta igoera kapilarra bi plano paraleloz osatutako sisteman gertatzen dena da.
- Kasu honetan, bi 'planoen' arteko distantzia hauxe da:

$$d = R_2 - (R_1 + e) = 0.25 \text{ mm}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Ebazpena

- Barneko hodian, menisko ahurra eratzen da, esferikoa, eta bertako igoera kapilarretik (Jurin-en legetik) gainazal-tentsioa kalkulatuko dugu:

$$h_1 = \frac{2\sigma \cos\theta}{\rho g R_1} \qquad \rightarrow \qquad \boxed{\sigma = 0.0239 \text{ N/m}}$$

- Hodien arteko espazioan sortuko den meniskoa ez da esferikoa izango, toroidala baizik.
- Sinplifikatuz, guk zilindrikotzat hartuko dugu, eta igoera kapilarra bi plano paraleloz osatutako sisteman gertatzen dena da.
- Kasu honetan, bi ‘planoen’ arteko distantzia hauxe da:

$$d = R_2 - (R_1 + e) = 0.25 \text{ mm}$$

- Eta igoera kapilarraren formula aplikatuz (Jurin-en legea):

$$h_2 = \frac{2\sigma \cos\theta}{\rho g d}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Ebazpena

- Barneko hodian, menisko ahurra eratzen da, esferikoa, eta bertako igoera kapilarretik (Jurin-en legetik) gainazal-tentsioa kalkulatuko dugu:

$$h_1 = \frac{2\sigma \cos\theta}{\rho g R_1} \quad \rightarrow \quad \boxed{\sigma = 0.0239 \text{ N/m}}$$

- Hodien arteko espazioan sortuko den meniskoa ez da esferikoa izango, toroidala baizik.
- Sinplifikatuz, guk zilindrikotzat hartuko dugu, eta igoera kapilarra bi plano paraleloz osatutako sisteman gertatzen dena da.
- Kasu honetan, bi 'planoen' arteko distantzia hauxe da:

$$d = R_2 - (R_1 + e) = 0.25 \text{ mm}$$

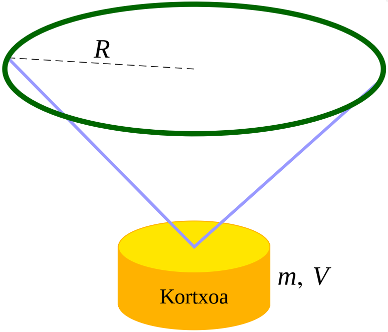
- Eta igoera kapilarraren formula aplikatuz (Jurin-en legea):

$$h_2 = \frac{2\sigma \cos\theta}{\rho g d} \quad \rightarrow \quad \boxed{h_2 = 0.024 \text{ m}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

6 Irudiko burdinarizko markoa urez (ρ_u) betetako ontzi bateko ur-azalaren azpian sartzen da, eta uretatik irteten ekiditzen zaio gainazal-tentsioari esker. Kortxoaren masa $m = 3.5$ g da, bere bolumena, $V = 7\ \mathrm{cm}^3$, eta uraren gainazal tentsioa, $\sigma = 0.072$ N/m. Datu hauekin, kalkula ezazu burdinarizko eraztunaren erradiorik txikiena uretatik irten ez dadin (baztertu burdinariaren pisua eta berak jasaten duen Arkimedes-en bultzada).

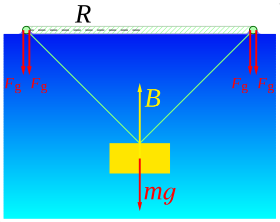


Ebazpena Aurkibidea

Ebazpena

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

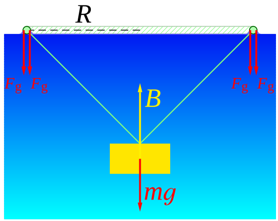


- Irudian, eraztunaren sekzioa ikusten da uretan.

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

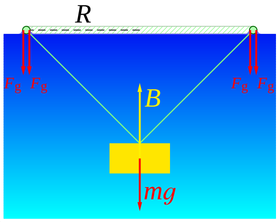
Ebazpena



- Irudian, eraztunaren sekzioa ikusten da uretan.
- Sistema orekan dago indar hauei esker:

Enuntziatua Aurkibidea

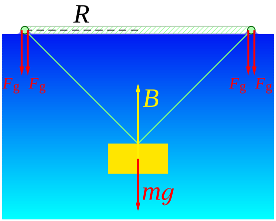
Ebazpena



- Irudian, eraztunaren sekzioa ikusten da uretan.
- Sistema orekan dago indar hauei esker:
  - Kortxoaren pisua, mg

Enuntziatua
Aurkibidea

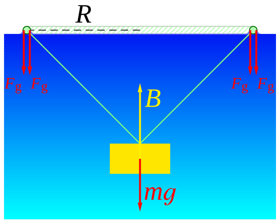
Ebazpena



- Irudian, eraztunaren sekzioa ikusten da uretan.
- Sistema orekan dago indar hauei esker:
    - Kortxoaren pisua, mg
    - Kortxoaren gaineko Arkimedes-en bultzada, B.

Enuntziatua Aurkibidea

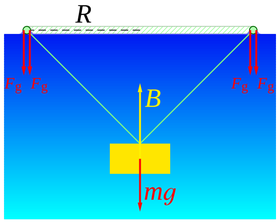
Ebazpena



- Irudian, eraztunaren sekzioa ikusten da uretan.
- Sistema orekan dago indar hauei esker:
  - Kortxoaren pisua, mg
  - Kortxoaren gaineko Arkimedes-en bultzada, B.
  - Gainazal-tentsioak eragindakoa eraztunaren alde bietan: barneko ukipen-zirkunferentzian, eta kanpokoan, $F_{\text{g, osoa}} = 2\sigma \cdot 2\pi R$.

Enuntziatua
Aurkibidea

Ebazpena

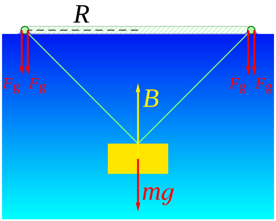


- Irudian, eraztunaren sekzioa ikusten da uretan.
- Sistema orekan dago indar hauei esker:
  - Kortxoaren pisua, mg
  - Kortxoaren gaineko Arkimedes-en bultzada, B.
  - Gainazal-tentsioak eragindakoa eraztunaren alde bietan: barneko ukipen-zirkunferentzian, eta kanpokoan, $F_{\text{g, osoa}} = 2\sigma \cdot 2\pi R$.
- Oreka-baldintza honela idatziko da:

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

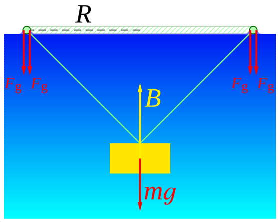
Ebazpena



- Irudian, eraztunaren sekzioa ikusten da uretan.
- Sistema orekan dago indar hauei esker:
  - Kortxoaren pisua, mg
  - Kortxoaren gaineko Arkimedes-en bultzada, B.
  - Gainazal-tentsioak eragindakoa eraztunaren alde bietan: barneko ukipen-zirkunferentzian, eta kanpokoan, $F_{\text{g, osoa}} = 2\sigma \cdot 2\pi R$.
- Oreka-baldintza honela idatziko da:

$$B = mg + F_{\text{g, osoa}}$$

Ebazpena



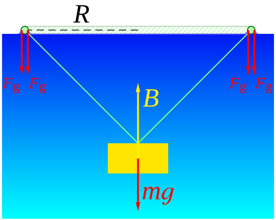
- Irudian, eraztunaren sekzioa ikusten da uretan.
- Sistema orekan dago indar hauei esker:
  - Kortxoaren pisua, mg
  - Kortxoaren gaineko Arkimedes-en bultzada, B.
  - Gainazal-tentsioak eragindakoa eraztunaren alde bietan: barneko ukipen-zirkunferentzian, eta kanpokoan, $F_{\mathrm{g,\ osoa}} = 2\sigma \cdot 2\pi R$.
- Oreka-baldintza honela idatziko da:

$$B = mg + F_{\mathrm{g,\ osoa}} \quad \rightarrow \quad \rho_u V g = mg + 4\pi\sigma R$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Ebazpena

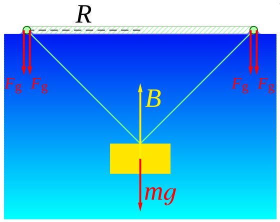


- Irudian, eraztunaren sekzioa ikusten da uretan.
- Sistema orekan dago indar hauei esker:
  - Kortxoaren pisua, mg
  - Kortxoaren gaineko Arkimedes-en bultzada, B.
  - Gainazal-tentsioak eragindakoa eraztunaren alde bietan: barneko ukipen-zirkunferentzian, eta kanpokoan, $F_{\mathrm{g,\,osoa}} = 2\sigma \cdot 2\pi R$.
- Oreka-baldintza honela idatziko da:

$$B = mg + F_{\mathrm{g,\,osoa}} \quad \rightarrow \quad R = \frac{g}{4\pi\sigma}(\rho_u V - m)$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

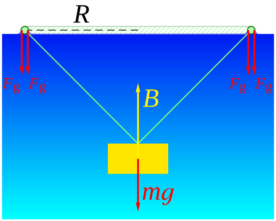


- Irudian, eraztunaren sekzioa ikusten da uretan.
- Sistema orekan dago indar hauei esker:
  - Kortxoaren pisua, mg
  - Kortxoaren gaineko Arkimedes-en bultzada, B.
  - Gainazal-tentsioak eragindakoa eraztunaren alde bietan: barneko ukipen-zirkunferentzian, eta kanpokoan, $F_{\mathrm{g,\,osoa}} = 2\sigma \cdot 2\pi R$.
- Oreka-baldintza honela idatziko da:

$$B = mg + F_{\mathrm{g,\,osoa}} \quad \rightarrow \quad \boxed{R = 0.0379 \text{ m}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena



- Irudian, eraztunaren sekzioa ikusten da uretan.
- Sistema orekan dago indar hauei esker:
  - Kortxoaren pisua, mg
  - Kortxoaren gaineko Arkimedes-en bultzada, B.
  - Gainazal-tentsioak eragindakoa eraztunaren alde bietan: barneko ukipen-zirkunferentzian, eta kanpokoan, $F_{\text{g, osoa}} = 2\sigma \cdot 2\pi R$.
- Oreka-baldintza honela idatziko da:

$$B = mg + F_{\text{g, osoa}} \quad \rightarrow \quad \boxed{R = 0.0379 \text{ m}}$$

- Eraztunaren erradioa handiagoa bada, errazago egongo da orekan, eta ez oreka apurtzeko zorian. Erradioa txikiago balitz, ezingo litzateke orekarik lortu.

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Elektromagnetismoko Ariketak

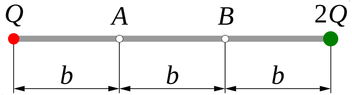
Elektrostatika

Oscar Ecenarro
oscar.ecenarro@ehu.es

Edukia

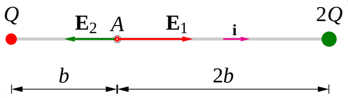
ZTF-FCT

1 Kalkulatu eremu elektrikoa eta potentziala irudiko A eta B puntuetan.



▸ A puntua ▸ B puntua ▸ Aurkibidea

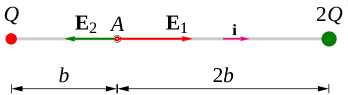
A puntuko eremua eta potentziala



Enuntziatua
B puntua
Aurkibidea

ZTF-FCT

A puntuko eremua eta potentziala

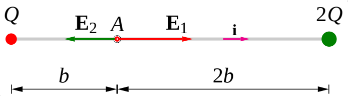


- A puntuko eremua (batura bektoriala) hauxe da:

◂ Enuntziatua ▸ B puntua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

A puntuko eremua eta potentziala

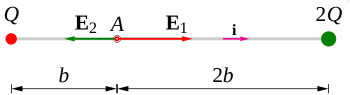


- A puntuko eremua (batura bektoriala) hauxe da:

$$\mathbf{E}_A = K\left[\frac{Q}{b^2} - \frac{2Q}{(2b)^2}\right]\mathbf{i}$$

Enuntziatua · B puntua · Aurkibidea

A puntuko eremua eta potentziala



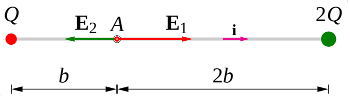
- A puntuko eremua (batura bektoriala) hauxe da:

$$\mathbf{E}_A = K\left[\frac{Q}{b^2} - \frac{2Q}{(2b)^2}\right]\mathbf{i} \quad \rightarrow \quad \boxed{\mathbf{E}_A = K\frac{Q}{2b^2}\mathbf{i}}$$

◂ Enuntziatua ▸ B puntua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

A puntuko eremua eta potentziala



- A puntuko eremua (batura bektoriala) hauxe da:

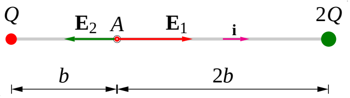
$$\mathbf{E}_A = K\left[\frac{Q}{b^2} - \frac{2Q}{(2b)^2}\right]\mathbf{i} \quad \rightarrow \quad \boxed{\mathbf{E}_A = K\frac{Q}{2b^2}\mathbf{i}}$$

- Eta puntu horretako potentziala (batura eskalarra), hau:

$$V_A = K\left(\frac{Q}{b} + \frac{2Q}{2b}\right)$$

Enuntziatua
B puntua
Aurkibidea

A puntuko eremua eta potentziala



- A puntuko eremua (batura bektoriala) hauxe da:

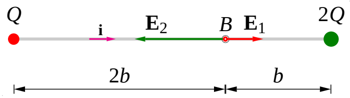
$$\mathbf{E}_A = K\left[\frac{Q}{b^2} - \frac{2Q}{(2b)^2}\right]\mathbf{i} \quad \rightarrow \quad \boxed{\mathbf{E}_A = K\frac{Q}{2b^2}\mathbf{i}}$$

- Eta puntu horretako potentziala (batura eskalarra), hau:

$$V_A = K\left(\frac{Q}{b} + \frac{2Q}{2b}\right) \quad \rightarrow \quad \boxed{V_A = 2K\frac{Q}{b}}$$

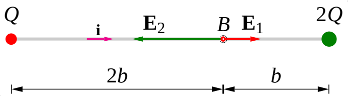
◂ Enuntziatua ▸ B puntua ▸ Aurkibidea

B puntuko eremua eta potentziala



◂ Enuntziatua ◂ A puntua ▸ Aurkibidea

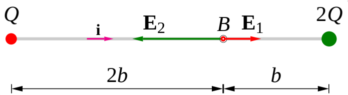
B puntuko eremua eta potentziala



- Era berean, B puntuko eremua hauxe da:

Enuntziatua · A puntua · Aurkibidea

B puntuko eremua eta potentziala



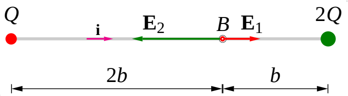
- Era berean, *B* puntuko eremua hauxe da:

$$\mathbf{E}_B = K\left[\frac{Q}{(2b)^2} - \frac{2Q}{b^2}\right]\mathbf{i}$$

◂ Enuntziatua   ◂ *A* puntua   ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

B puntuko eremua eta potentziala

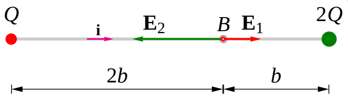


- Era berean, B puntuko eremua hauxe da:

$$\mathbf{E}_B = K\left[\frac{Q}{(2b)^2} - \frac{2Q}{b^2}\right]\mathbf{i} \quad \rightarrow \quad \boxed{\mathbf{E}_B = -7K\frac{Q}{4b^2}\mathbf{i}}$$

◂ Enuntziatua ◂ A puntua ▸ Aurkibidea

B puntuko eremua eta potentziala



- Era berean, *B* puntuko eremua hauxe da:

$$\mathbf{E}_B = K\left[\frac{Q}{(2b)^2} - \frac{2Q}{b^2}\right]\mathbf{i} \quad \rightarrow \quad \boxed{\mathbf{E}_B = -7K\frac{Q}{4b^2}\mathbf{i}}$$

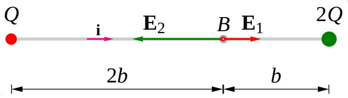
- Eta puntu horretako potentziala:

$$V_B = K\left(\frac{Q}{2b} + \frac{2Q}{b}\right)$$

Enuntziatua | *A* puntua | Aurkibidea

ZTF-FCT

B puntuko eremua eta potentziala



- Era berean, B puntuko eremua hauxe da:

$$\mathbf{E}_B = K\left[\frac{Q}{(2b)^2} - \frac{2Q}{b^2}\right]\mathbf{i} \quad \rightarrow \quad \boxed{\mathbf{E}_B = -7K\frac{Q}{4b^2}\mathbf{i}}$$

- Eta puntu horretako potentziala:

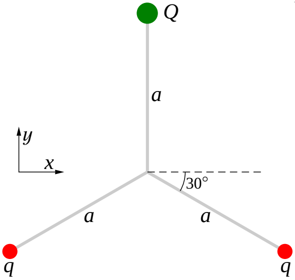
$$V_B = K\left(\frac{Q}{2b} + \frac{2Q}{b}\right) \quad \rightarrow \quad \boxed{V_B = 5K\frac{Q}{2b}}$$

◂ Enuntziatua ◂ A puntua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

$\boxed{\mathbf{2}}$ Irudiko triangelu ekilateroaren zentroan eremu elektrikoa $\mathbf{E} = 0.5\,\mathbf{j}$ N/C da. Kalkulatu Q karga.

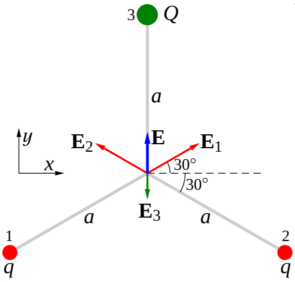
[*Datuak:* $a = 2$ m, $q = 3 \times 10^{-10}$ C, $K = 8.99 \times 10^{9}$ N $\cdot$ m^2/C^2.]



▸ Ebazpena ▸ Aurkibidea

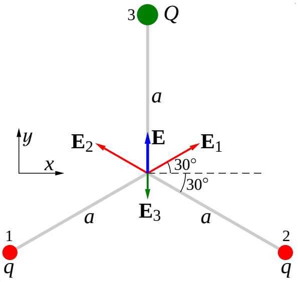
ZTF-FCT

Triangeluaren zentroko eremua



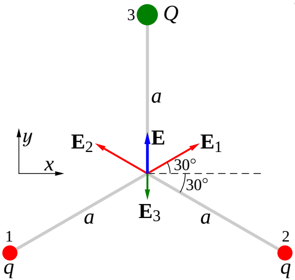
Enuntziatua Ebazp. – Aurkibidea

Triangeluaren zentroko eremua



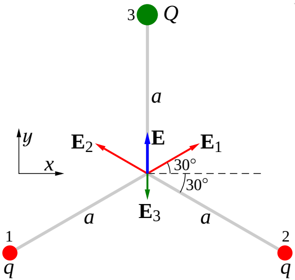
- Irudian ikusten den bezala, $E_1 = E_2$, zeren 1 eta 2 kargak berdinak dira, baita eta beraietatik zentrorainoko distantziak ere, a.

Triangeluaren zentroko eremua



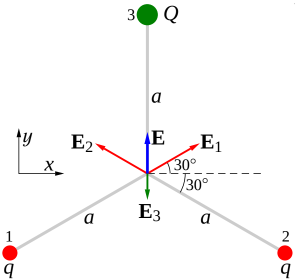
- Irudian ikusten den bezala, $E_1 = E_2$, zeren 1 eta 2 kargak berdinak dira, baita eta beraietatik zentrorainoko distantziak ere, a.
- $\mathbf{E}_1$ eta $\mathbf{E}_2$ eremuen batura, simetriagatik, y ardatzean dago.

Triangeluaren zentroko eremua



- Irudian ikusten den bezala, $E_1 = E_2$, zeren 1 eta 2 kargak berdinak dira, baita eta beraietatik zentrorainoko distantziak ere, a.
- $\mathbf{E}_1$ eta $\mathbf{E}_2$ eremuen batura, simetriagatik, y ardatzean dago.
- Hipotesi gisa, Q karga positiboa dela onartuko dugu.

Triangeluaren zentroko eremua



- Irudian ikusten den bezala, $E_1 = E_2$, zeren 1 eta 2 kargak berdinak dira, baita eta beraietatik zentrorainoko distantziak ere, a.
- $\mathbf{E}_1$ eta $\mathbf{E}_2$ eremuen batura, simetriagatik, y ardatzean dago.
- Hipotesi gisa, Q karga positiboa dela onartuko dugu.
- $\mathbf{E}_3$, beraz, kargatik triangeluaren zentrorako norabidean dago, eta beheranzko noranzkoan.

- y ardatzera murriztuta, hauxe idatziko dugu:

Enuntziatua Ebazpena Aurkibidea

ZTF-FCT

- y ardatzera murriztuta, hauxe idatziko dugu:

$$E = E_1 \sin 30^\circ + E_2 \sin 30^\circ - E_3$$

◂ Enuntziatua ◂ Ebazpena ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

- y ardatzera murriztuta, hauxe idatziko dugu:

$$E = 2E_1 \sin 30° - E_3$$

Enuntziatua Ebazpena Aurkibidea

- y ardatzera murriztuta, hauxe idatziko dugu:

$$E = E_1 - E_3$$

Enuntziatua Ebazpena Aurkibidea

- y ardatzera murriztuta, hauxe idatziko dugu:

$$E = E_1 - E_3 \quad \rightarrow \quad E = K\left(\frac{q}{a^2} - \frac{Q}{a^2}\right)$$

◂ Enuntziatua ◂ Ebazpena ▸ Aurkibidea

- y ardatzera murriztuta, hauxe idatziko dugu:

$$E = E_1 - E_3 \quad \rightarrow \quad E = K\frac{q - Q}{a^2}$$

◂ Enuntziatua ◂ Ebazpena ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

- y ardatzera murriztuta, hauxe idatziko dugu:

$$E = E_1 - E_3 \quad \rightarrow \quad E = K\frac{q-Q}{a^2} \quad \rightarrow \quad Q = q - \frac{a^2 E}{K}$$

Enuntziatua Ebazpena Aurkibidea

- y ardatzera murriztuta, hauxe idatziko dugu:

$$E = E_1 - E_3 \quad \rightarrow \quad E = K\frac{q-Q}{a^2} \quad \rightarrow \quad Q = q - \frac{a^2 E}{K}$$

- Eta adierazpen honetako datuak ezagunak direnez:

Enuntziatua Ebazpena Aurkibidea

- y ardatzera murriztuta, hauxe idatziko dugu:

$$E = E_1 - E_3 \quad \rightarrow \quad E = K\frac{q-Q}{a^2} \quad \rightarrow \quad Q = q - \frac{a^2 E}{K}$$

- Eta adierazpen honetako datuak ezagunak direnez:

$$\boxed{Q = 7.75 \times 10^{-11}\ \mathrm{C}}$$

◂ Enuntziatua ◂ Ebazpena ▸ Aurkibidea

- y ardatzera murriztuta, hauxe idatziko dugu:

$$E = E_1 - E_3 \quad \rightarrow \quad E = K\frac{q-Q}{a^2} \quad \rightarrow \quad Q = q - \frac{a^2 E}{K}$$

- Eta adierazpen honetako datuak ezagunak direnez:

$$\boxed{Q = 7.75 \times 10^{-11}\ \mathrm{C}}$$

- Ohar gisa, esan dezagun emaitza hori negatiboa irten izan balitz, $\mathbf{E}_3$-ren noranzkoa aldatu egin beharko genukeela, besterik ez.

Enuntziatua Ebazpena Aurkibidea

3 Eremu elektriko batean egoteagatik, elektroi baten azelerazioa 10^8 m/s^2 da. Zeintzuk dira eremuaren modulua, norabidea eta noranzkoa?
[*Datuak:* $m = 9.11\times10^{-31}$ kg, $q = -1.60\times10^{-19}$ C, $K = 8.99\times10^9$ N $\cdot$ m^2/C^2.]

Ebazpena Aurkibidea

Coulomben indarra eta Newtonen bigarren legea

Coulomben indarra eta Newtonen bigarren legea

- Partikula kargatu baten gaineko indarra $\mathbf{E}$ eremu elektostatiko batean, $\mathbf{F} = q\mathbf{E}$ da.

Enuntziatua Aurkibidea

Coulomben indarra eta Newtonen bigarren legea

- Partikula kargatu baten gaineko indarra $\mathbf{E}$ eremu elektostatiko batean, $\mathbf{F} = q\mathbf{E}$ da.
- Edozein m masadun partikulari Newtonen bigarren legea aplika dakioke. Hau da, $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$.

Enuntziatua Aurkibidea

Coulomben indarra eta Newtonen bigarren legea

- Partikula kargatu baten gaineko indarra $\mathbf{E}$ eremu elektostatiko batean, $\mathbf{F} = q\mathbf{E}$ da.
- Edozein m masadun partikulari Newtonen bigarren legea aplika dakioke. Hau da, $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$.
- Orduan, adierazpen bi horiek berdinduz, hauxe idatz daiteke:

$$\mathbf{F} = q\mathbf{E} = m\mathbf{a} \quad \rightarrow \quad \boxed{\mathbf{E} = (m/q)\mathbf{a}}$$

Enuntziatua
Aurkibidea

Coulomben indarra eta Newtonen bigarren legea

- Partikula kargatu baten gaineko indarra $\mathbf{E}$ eremu elektostatiko batean, $\mathbf{F} = q\mathbf{E}$ da.
- Edozein m masadun partikulari Newtonen bigarren legea aplika dakioke. Hau da, $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$.
- Orduan, adierazpen bi horiek berdinduz, hauxe idatz daiteke:

$$\mathbf{F} = q\mathbf{E} = m\mathbf{a} \quad \rightarrow \quad \boxed{\mathbf{E} = (m/q)\mathbf{a}}$$

- Hau da, **eremua eta azelerazioa norabide berekoak dira**.

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Coulomben indarra eta Newtonen bigarren legea

- Partikula kargatu baten gaineko indarra $\mathbf{E}$ eremu elektostatiko batean, $\mathbf{F} = q\mathbf{E}$ da.
- Edozein m masadun partikulari Newtonen bigarren legea aplika dakioke. Hau da, $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$.
- Orduan, adierazpen bi horiek berdinduz, hauxe idatz daiteke:

$$\mathbf{F} = q\mathbf{E} = m\mathbf{a} \quad \rightarrow \quad \boxed{\mathbf{E} = (m/q)\mathbf{a}}$$

- Hau da, eremua eta azelerazioa norabide berekoak dira.
- $m > 0$ da beti. Beraz, azelerazioa q kargaren zeinuaren mende egongo da:

Enuntziatua Aurkibidea

Coulomben indarra eta Newtonen bigarren legea

- Partikula kargatu baten gaineko indarra $\mathbf{E}$ eremu elektostatiko batean, $\mathbf{F} = q\mathbf{E}$ da.
- Edozein m masadun partikulari Newtonen bigarren legea aplika dakioke. Hau da, $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$.
- Orduan, adierazpen bi horiek berdinduz, hauxe idatz daiteke:

$$\mathbf{F} = q\mathbf{E} = m\mathbf{a} \quad \rightarrow \quad \boxed{\mathbf{E} = (m/q)\mathbf{a}}$$

- Hau da, eremua eta azelerazioa norabide berekoak dira.
- $m > 0$ da beti. Beraz, azelerazioa q kargaren zeinuaren mende egongo da:
  - $q > 0$ bada, $\mathbf{E}$ eta $\mathbf{a}$ noranzko berekoak dira.

Coulomben indarra eta Newtonen bigarren legea

- Partikula kargatu baten gaineko indarra $\mathbf{E}$ eremu elektostatiko batean, $\mathbf{F} = q\mathbf{E}$ da.
- Edozein m masadun partikulari Newtonen bigarren legea aplika dakioke. Hau da, $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$.
- Orduan, adierazpen bi horiek berdinduz, hauxe idatz daiteke:

$$\mathbf{F} = q\mathbf{E} = m\mathbf{a} \quad \rightarrow \quad \boxed{\mathbf{E} = (m/q)\mathbf{a}}$$

- Hau da, eremua eta azelerazioa norabide berekoak dira.
- $m > 0$ da beti. Beraz, azelerazioa q kargaren zeinuaren mende egongo da:
  - $q > 0$ bada, $\mathbf{E}$ eta $\mathbf{a}$ noranzko berekoak dira.
  - $q < 0$ bada, $\mathbf{E}$ eta $\mathbf{a}$ kontrako noranzkokoak dira (**gure kasua!!**).

Enuntziatua Aurkibidea

Coulomben indarra eta Newtonen bigarren legea

- Partikula kargatu baten gaineko indarra $\mathbf{E}$ eremu elektostatiko batean, $\mathbf{F} = q\mathbf{E}$ da.
- Edozein m masadun partikulari Newtonen bigarren legea aplika dakioke. Hau da, $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$.
- Orduan, adierazpen bi horiek berdinduz, hauxe idatz daiteke:

$$\mathbf{F} = q\mathbf{E} = m\mathbf{a} \quad \rightarrow \quad \boxed{\mathbf{E} = (m/q)\mathbf{a}}$$

- Hau da, eremua eta azelerazioa norabide berekoak dira.
- $m > 0$ da beti. Beraz, azelerazioa q kargaren zeinuaren mende egongo da:
  - $q > 0$ bada, $\mathbf{E}$ eta $\mathbf{a}$ noranzko berekoak dira.
  - $q < 0$ bada, $\mathbf{E}$ eta $\mathbf{a}$ kontrako noranzkokoak dira (gure kasua!!).
- Azelerazioaren modulua hauxe izango da:

$$E = (m/q)a$$

Enuntziatua Aurkibidea

Coulomben indarra eta Newtonen bigarren legea

- Partikula kargatu baten gaineko indarra $\mathbf{E}$ eremu elektostatiko batean, $\mathbf{F} = q\mathbf{E}$ da.
- Edozein m masadun partikulari Newtonen bigarren legea aplika dakioke. Hau da, $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$.
- Orduan, adierazpen bi horiek berdinduz, hauxe idatz daiteke:

$$\mathbf{F} = q\mathbf{E} = m\mathbf{a} \quad \rightarrow \quad \boxed{\mathbf{E} = (m/q)\mathbf{a}}$$

- Hau da, eremua eta azelerazioa norabide berekoak dira.
- $m > 0$ da beti. Beraz, azelerazioa q kargaren zeinuaren mende egongo da:
  - $q > 0$ bada, $\mathbf{E}$ eta $\mathbf{a}$ noranzko berekoak dira.
  - $q < 0$ bada, $\mathbf{E}$ eta $\mathbf{a}$ kontrako noranzkokoak dira (gure kasua!!).
- Azelerazioaren modulua hauxe izango da:

$$E = (9.11 \times 10^{-31}/1.60 \times 10^{-19})10^{8}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Coulomben indarra eta Newtonen bigarren legea

- Partikula kargatu baten gaineko indarra $\mathbf{E}$ eremu elektostatiko batean, $\mathbf{F} = q\mathbf{E}$ da.
- Edozein m masadun partikulari Newtonen bigarren legea aplika dakioke. Hau da, $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$.
- Orduan, adierazpen bi horiek berdinduz, hauxe idatz daiteke:

$$\mathbf{F} = q\mathbf{E} = m\mathbf{a} \quad \rightarrow \quad \boxed{\mathbf{E} = (m/q)\mathbf{a}}$$

- Hau da, eremua eta azelerazioa norabide berekoak dira.
- $m > 0$ da beti. Beraz, azelerazioa q kargaren zeinuaren mende egongo da:
  - $q > 0$ bada, $\mathbf{E}$ eta $\mathbf{a}$ noranzko berekoak dira.
  - $q < 0$ bada, $\mathbf{E}$ eta $\mathbf{a}$ kontrako noranzkokoak dira (gure kasua!!).
- Azelerazioaren modulua hauxe izango da:

$$E = (9.11 \times 10^{-31}/1.60 \times 10^{-19})10^{8} \quad \rightarrow \quad \boxed{E = 5.69 \times 10^{-4}\ \mathrm{N/C}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

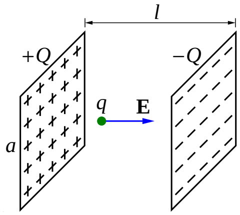
4 Bi xafla karratutan ($a = 0.1$ m) magnitude bereko eta kontrako zeinuko kargak daude. Bi xafletan karga-banaketa uniformea da ($Q = \pm 10^{-6}$ C), eta xaflen arteko distantzia $l = 0.01$ m da.

(a) Zeintzuk dira eremuaren modulua eta norabidea xaflen artean?

(b) Xaflen artean elektroi bat kokatuz gero, zein izango litzakete elektroiaren gaineko indarra?

(c) Zenbat lan egin behar da elektroia xafla positibotik negatibora eramateko?

[*Datuak:* $m = 9.11\times10^{-31}$ kg, $q = -1.60\times10^{-19}$ C, $K = 8.99\times10^{9}$ N $\cdot$ m^2/C^2.]



(a)–(b) (c) Aurkibidea

ZTF-FCT

(a)–(b) Kondentsadorearen barruko eremua

Enuntziatua (c) Aurkibidea

(a)–(b) Kondentsadorearen barruko eremua

- (a) Teoriatik dakigunez, halako sistema bati *kondentsadorea* deitzen zaio, eta xaflen artean eremua konstante da.

◂ Enuntziatua ▸ (c) ▸ Aurkibidea

(a)–(b) Kondentsadorearen barruko eremua

- (a) Teoriatik dakigunez, halako sistema bati *kondentsadorea* deitzen zaio, eta xaflen artean eremua konstante da.
- Eremuaren balioa hauxe da ($\varepsilon_0 = 1/4\pi K$: *hutsaren permitibitatea*):

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{Q/a^2}{\varepsilon_0}$$

Enuntziatua (c) Aurkibidea

ZTF-FCT

(a)–(b) Kondentsadorearen barruko eremua

- (a) Teoriatik dakigunez, halako sistema bati *kondentsadorea* deitzen zaio, eta xaflen artean eremua konstante da.
- Eremuaren balioa hauxe da ($\varepsilon_0 = 1/4\pi K$: *hutsaren permitibitatea*):

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{Q/a^2}{\varepsilon_0} \xrightarrow[\varepsilon_0=8.85\times10^{-12}]{Q=10^{-6},\, a=0.1} \boxed{E = 1.13\times10^8 \text{ N/C}}$$

Enuntziatua (c) Aurkibidea

ZTF-FCT

(a)–(b) Kondentsadorearen barruko eremua

- (a) Teoriatik dakigunez, halako sistema bati *kondentsadorea* deitzen zaio, eta xaflen artean eremua konstante da.
- Eremuaren balioa hauxe da ($\varepsilon_0 = 1/4\pi K$: *hutsaren permitibitatea*):

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{Q/a^2}{\varepsilon_0} \xrightarrow[\varepsilon_0=8.85\times10^{-12}]{Q=10^{-6},\, a=0.1} \boxed{E = 1.13\times10^{8}\ \mathrm{N/C}}$$

- Eremuaren norabidea xaflen perpendikularra da, eta noranzkoa, xafla positibotik negatiboranzkoa.

Enuntziatua (c) Aurkibidea

(a)–(b) Kondentsadorearen barruko eremua

- (a) Teoriatik dakigunez, halako sistema bati *kondentsadorea* deitzen zaio, eta xaflen artean eremua konstante da.
- Eremuaren balioa hauxe da ($\varepsilon_0 = 1/4\pi K$: *hutsaren permitibitatea*):

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{Q/a^2}{\varepsilon_0} \xrightarrow[\varepsilon_0=8.85\times10^{-12}]{Q=10^{-6},\, a=0.1} \boxed{E = 1.13\times10^8\ \mathrm{N/C}}$$

- Eremuaren norabidea xaflen perpendikularra da, eta noranzkoa, xafla positibotik negatiboranzkoa.
- (b) Elektroiaren gaineko indar elektrostatikoa $\mathbf{F} = q\mathbf{E}$ da eta, $q < 0$ denez, eremuaren norabidekoa baina kontrako noranzkokoa izango da.

Enuntziatua (c) Aurkibidea

(a)–(b) Kondentsadorearen barruko eremua

- (a) Teoriatik dakigunez, halako sistema bati *kondentsadorea* deitzen zaio, eta xaflen artean eremua konstante da.
- Eremuaren balioa hauxe da ($\varepsilon_0 = 1/4\pi K$: *hutsaren permitibitatea*):

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{Q/a^2}{\varepsilon_0} \xrightarrow[\varepsilon_0=8.85\times10^{-12}]{Q=10^{-6},\, a=0.1} \boxed{E = 1.13 \times 10^8 \text{ N/C}}$$

- Eremuaren norabidea xaflen perpendikularra da, eta noranzkoa, xafla positibotik negatiboranzkoa.
- (b) Elektroiaren gaineko indar elektrostatikoa $\mathbf{F} = q\mathbf{E}$ da eta, $q < 0$ denez, eremuaren norabidekoa baina kontrako noranzkokoa izango da.
- Indar elektrostatikoaren modulua hauxe da:

$$F = qE = 1.6 \times 10^{-19} \cdot 1.13 \times 10^8$$

Enuntziatua (c) Aurkibidea

(a)–(b) Kondentsadorearen barruko eremua

- (a) Teoriatik dakigunez, halako sistema bati *kondentsadorea* deitzen zaio, eta xaflen artean eremua konstante da.
- Eremuaren balioa hauxe da ($\varepsilon_0 = 1/4\pi K$: *hutsaren permitibitatea*):

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{Q/a^2}{\varepsilon_0} \xrightarrow[\varepsilon_0=8.85\times10^{-12}]{Q=10^{-6},\, a=0.1} \boxed{E = 1.13\times10^8 \text{ N/C}}$$

- Eremuaren norabidea xaflen perpendikularra da, eta noranzkoa, xafla positibotik negatiboranzkoa.
- (b) Elektroiaren gaineko indar elektrostatikoa $\mathbf{F} = q\mathbf{E}$ da eta, $q < 0$ denez, eremuaren norabidekoa baina kontrako noranzkokoa izango da.
- Indar elektrostatikoaren modulua hauxe da:

$$F = qE = 1.6\times10^{-19}\cdot 1.13\times10^8 \quad\rightarrow\quad \boxed{F = 1.81\times10^{-11}\text{ N}}$$

Enuntziatua (c) Aurkibidea

ZTF-FCT

(c) Xafla batetik besterako lana

◀ Enuntziatua ◀ (a)–(b) ▶ Aurkibidea

ZTF-FCT

(c) Xafla batetik besterako lana

- (c) Indar elektrostatikoa konstante da, eta xafla negatibotik positibora zuzendurikoa.

Enuntziatua (a)–(b) Aurkibidea

ZTF-FCT

(c) Xafla batetik besterako lana

- (c) Indar elektrostatikoa konstante da, eta xafla negatibotik positibora zuzendurikoa.
- Elektroia xafla positibotik negatibora eramateko, indar berdina aplikatu beharko zaio ($F' = F$) kontrako noranzkoan indar elektrostatikoa gainditzeko.

Enuntziatua (a)–(b) Aurkibidea

ZTF-FCT

(c) Xafla batetik besterako lana

- (c) Indar elektrostatikoa konstante da, eta xafla negatibotik positibora zuzendurikoa.
- Elektroia xafla positibotik negatibora eramateko, indar berdina aplikatu beharko zaio ($F' = F$) kontrako noranzkoan indar elektrostatikoa gainditzeko.
- Eta indar hori $l = 0.01$ m-ko distantzian eragiten du. Beraz, egin beharreko lana hau da:

$$W = F'l = 1.81 \times 10^{-11} \cdot 0.01$$

Enuntziatua (a)–(b) Aurkibidea

(c) Xafla batetik besterako lana

- (c) Indar elektrostatikoa konstante da, eta xafla negatibotik positibora zuzendurikoa.
- Elektroia xafla positibotik negatibora eramateko, indar berdina aplikatu beharko zaio ($F' = F$) kontrako noranzkoan indar elektrostatikoa gainditzeko.
- Eta indar hori $l = 0.01$ m-ko distantzian eragiten du. Beraz, egin beharreko lana hau da:

$$W = F'l = 1.81 \times 10^{-11} \cdot 0.01 \quad \rightarrow \quad \boxed{W = 1.81 \times 10^{-13}\ \mathrm{J}}$$

Enuntziatua (a)–(b) Aurkibidea

(c) Xafla batetik besterako lana

- (c) Indar elektrostatikoa konstante da, eta xafla negatibotik positibora zuzendurikoa.
- Elektroia xafla positibotik negatibora eramateko, indar berdina aplikatu beharko zaio ($F' = F$) kontrako noranzkoan indar elektrostatikoa gainditzeko.
- Eta indar hori $l = 0.01$ m-ko distantzian eragiten du. Beraz, egin beharreko lana hau da:
$$W = F'l = 1.81 \times 10^{-11} \cdot 0.01 \quad \rightarrow \quad \boxed{W = 1.81 \times 10^{-13}\ \mathrm{J}}$$
- *Beste bide bat.* Lana, karga bider xaflen arteko potentzial-diferentzia da:
$$W = q\Delta V = q(El) = Fl = F'l$$
Hain zuzen, aurrean lortu duguna.

Enuntziatua (a)–(b) Aurkibidea

ZTF-FCT

5 α partikula helioaren nukleoa da, eta bere karga, bi protoirena ($2e$), eta bere masa 6.64×10^{-27} kg dira hurrenez hurren. Zein potentzial-diferentzia behar da, pausagunetik hasita, α partikularen abiadura $v = 10^7$ m/s izan dadin?

[*Datua:* $e = 1.60 \times 10^{-19}$ C.]

Ebazpena Aurkibidea

ZTF-FCT

Energiaren kontserbazioa

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Energiaren kontserbazioa

- Biderik errazena, energiaren kontserbazioaren teorema aplikatzea da, eremu elektrostatikoa kontserbatzailea baita.

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Energiaren kontserbazioa

- Biderik errazena, energiaren kontserbazioaren teorema aplikatzea da, eremu elektrostatikoa kontserbatzailea baita.
- Horren arabera, partikularen energia osoa kontserbatu egiten da:

$$\Delta E = \Delta E_z + \Delta E_p = 0 \quad \rightarrow \quad \Delta E_p = -\Delta E_z$$

Enuntziatua Aurkibidea

Energiaren kontserbazioa

- Biderik errazena, energiaren kontserbazioaren teorema aplikatzea da, eremu elektrostatikoa kontserbatzailea baita.
- Horren arabera, partikularen energia osoa kontserbatu egiten da:
$$\Delta E = \Delta E_z + \Delta E_p = 0 \quad \rightarrow \quad \Delta E_p = -\Delta E_z$$
- Hasierako puntua 1 bada eta bukaerakoa 2, honela idatziko dugu aurrekoa, energia potentzial elektrostatikoa $E_p = qV$ dela jakinik:

$$(2e)(V_2 - V_1) = -\frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

◀ Enuntziatua ▶ Aurkibidea

Energiaren kontserbazioa

- Biderik errazena, energiaren kontserbazioaren teorema aplikatzea da, eremu elektrostatikoa kontserbatzailea baita.
- Horren arabera, partikularen energia osoa kontserbatu egiten da:
$$\Delta E = \Delta E_z + \Delta E_p = 0 \quad \rightarrow \quad \Delta E_p = -\Delta E_z$$
- Hasierako puntua 1 bada eta bukaerakoa 2, honela idatziko dugu aurrekoa, energia potentzial elektrostatikoa $E_p = qV$ dela jakinik:

$$(2e)(V_2 - V_1) = -\frac{1}{2}mv_2^2$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Energiaren kontserbazioa

- Biderik errazena, energiaren kontserbazioaren teorema aplikatzea da, eremu elektrostatikoa kontserbatzailea baita.
- Horren arabera, partikularen energia osoa kontserbatu egiten da:

$$\Delta E = \Delta E_z + \Delta E_p = 0 \quad \rightarrow \quad \Delta E_p = -\Delta E_z$$

- Hasierako puntua 1 bada eta bukaerakoa 2, honela idatziko dugu aurrekoa, energia potentzial elektrostatikoa $E_p = qV$ dela jakinik:

$$(2e)(V_2 - V_1) = -\tfrac{1}{2}mv_2^2 \quad \rightarrow \quad V_1 - V_2 = \Delta V = \frac{mv_2^2}{4e}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Energiaren kontserbazioa

- Biderik errazena, energiaren kontserbazioaren teorema aplikatzea da, eremu elektrostatikoa kontserbatzailea baita.
- Horren arabera, partikularen energia osoa kontserbatu egiten da:

$$\Delta E = \Delta E_z + \Delta E_p = 0 \quad \rightarrow \quad \Delta E_p = -\Delta E_z$$

- Hasierako puntua 1 bada eta bukaerakoa 2, honela idatziko dugu aurrekoa, energia potentzial elektrostatikoa $E_p = qV$ dela jakinik:

$$(2e)(V_2 - V_1) = -\frac{1}{2}mv_2^2 \quad \rightarrow \quad \boxed{\Delta V = 1.0375 \times 10^7 \text{ V}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Energiaren kontserbazioa

- Biderik errazena, energiaren kontserbazioaren teorema aplikatzea da, eremu elektrostatikoa kontserbatzailea baita.
- Horren arabera, partikularen energia osoa kontserbatu egiten da:

$$\Delta E = \Delta E_z + \Delta E_p = 0 \quad \rightarrow \quad \Delta E_p = -\Delta E_z$$

- Hasierako puntua 1 bada eta bukaerakoa 2, honela idatziko dugu aurrekoa, energia potentzial elektrostatikoa $E_p = qV$ dela jakinik:

$$(2e)(V_2 - V_1) = -\frac{1}{2}mv_2^2 \quad \rightarrow \quad \boxed{\Delta V = 1.0375 \times 10^7 \text{ V}}$$

[*Oharra:* Kontuan izan eremuaren noranzkoa 1-etik 2-ra badoa, $V_1 > V_2$ izango dela.] Beste bide bat

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Beste bide bat

Beste bide bat

- Eremua konstante denez, α partikularen gaineko indarra ere konstante izango da: $\mathbf{F} = (2e)\mathbf{E}$.

Beste bide bat

- Eremua konstante denez, α partikularen gaineko indarra ere konstante izango da: $\mathbf{F} = (2e)\mathbf{E}$.
- Indar konstante baten lana, indar hori bider desplazamedua da:

$$W = \mathbf{F} \cdot \Delta\mathbf{r} = (2e)\mathbf{E} \cdot \Delta\mathbf{r} = (2e)\Delta V.$$

zeren $\mathbf{E}$ eremu elektrostatikoak egindako lana $\Delta\mathbf{r}$ desplazamendu batean muturren arteko potentzial-diferentzia baita.

Beste bide bat

- Eremua konstante denez, α partikularen gaineko indarra ere konstante izango da: $\mathbf{F} = (2e)\mathbf{E}$.
- Indar konstante baten lana, indar hori bider desplazamedua da:
$$W = \mathbf{F} \cdot \Delta\mathbf{r} = (2e)\mathbf{E} \cdot \Delta\mathbf{r} = (2e)\Delta V.$$
zeren $\mathbf{E}$ eremu elektrostatikoak egindako lana $\Delta\mathbf{r}$ desplazamendu batean muturren arteko potentzial-diferentzia baita.
- Eta energiaren teoremak zera dio: **Edozein indarrek egindako lana, sistemaren energia zinetikoaren aldaketan erabiltzen da**:

Beste bide bat

- Eremua konstante denez, α partikularen gaineko indarra ere konstante izango da: $\mathbf{F} = (2e)\mathbf{E}$.
- Indar konstante baten lana, indar hori bider desplazamedua da:

$$W = \mathbf{F} \cdot \Delta\mathbf{r} = (2e)\mathbf{E} \cdot \Delta\mathbf{r} = (2e)\Delta V.$$

  zeren $\mathbf{E}$ eremu elektrostatikoak egindako lana $\Delta\mathbf{r}$ desplazamendu batean muturren arteko potentzial-diferentzia baita.
- Eta energiaren teoremak zera dio: Edozein indarrek egindako lana, sistemaren energia zinetikoaren aldaketan erabiltzen da:

$$W = (2e)\Delta V = \Delta E_z$$

Beste bide bat

- Eremua konstante denez, α partikularen gaineko indarra ere konstante izango da: $\mathbf{F} = (2e)\mathbf{E}$.
- Indar konstante baten lana, indar hori bider desplazamedua da:
$$W = \mathbf{F} \cdot \Delta\mathbf{r} = (2e)\mathbf{E} \cdot \Delta\mathbf{r} = (2e)\Delta V.$$
zeren $\mathbf{E}$ eremu elektrostatikoak egindako lana $\Delta\mathbf{r}$ desplazamendu batean muturren arteko potentzial-diferentzia baita.
- Eta energiaren teoremak zera dio: Edozein indarrek egindako lana, sistemaren energia zinetikoaren aldaketan erabiltzen da:
$$W = (2e)\Delta V = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

ZTF-FCT

Beste bide bat

- Eremua konstante denez, α partikularen gaineko indarra ere konstante izango da: $\mathbf{F} = (2e)\mathbf{E}$.
- Indar konstante baten lana, indar hori bider desplazamedua da:
$$W = \mathbf{F}\cdot\Delta\mathbf{r} = (2e)\mathbf{E}\cdot\Delta\mathbf{r} = (2e)\Delta V.$$
zeren $\mathbf{E}$ eremu elektrostatikoak egindako lana $\Delta\mathbf{r}$ desplazamendu batean muturren arteko potentzial-diferentzia baita.
- Eta energiaren teoremak zera dio: Edozein indarrek egindako lana, sistemaren energia zinetikoaren aldaketan erabiltzen da:
$$W = (2e)\Delta V = \frac{1}{2}mv_2^2$$

ZTF-FCT

Beste bide bat

- Eremua konstante denez, α partikularen gaineko indarra ere konstante izango da: $\mathbf{F} = (2e)\mathbf{E}$.
- Indar konstante baten lana, indar hori bider desplazamedua da:

$$W = \mathbf{F} \cdot \Delta \mathbf{r} = (2e)\mathbf{E} \cdot \Delta \mathbf{r} = (2e)\Delta V.$$

  zeren $\mathbf{E}$ eremu elektrostatikoak egindako lana $\Delta \mathbf{r}$ desplazamendu batean muturren arteko potentzial-diferentzia baita.
- Eta energiaren teoremak zera dio: Edozein indarrek egindako lana, sistemaren energia zinetikoaren aldaketan erabiltzen da:

$$W = (2e)\Delta V = \frac{1}{2} m v_2^2$$

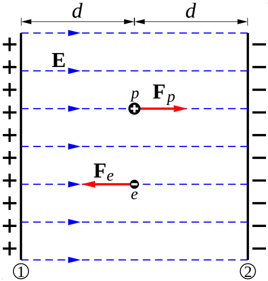
  Hau da, aurrean lortu duguna. Atzera

$\boxed{\textbf{6}}$ Elektroi bat (m_e) eta protoi bat (m_p) kontrako zeinuko baina modulu bereko karga duten irudiko bi xaflen artean daude, erdiko planoan kokatuta.

(a) Nolakoak izango dira elektroiaren eta protoiaren azelerazioak?

(b) Zein da abiadura bien arteko arrazoia xaflak jotzerakoan?

(c) Xaflak jotzean, bietako zeinek izango du energia zinetikorik handiena?



(a) (b)–(c) Aurkibidea

(a) Nolakoak dira azelerazioak?

(a) Nolakoak dira azelerazioak?

- **E** eremua, dakigunez, konstante da xaflen artean.

Enuntziatua (b)–(c) Aurkibidea

(a) Nolakoak dira azelerazioak?

- **E** eremua, dakigunez, konstante da xaflen artean.
- Indar elektrostatikoa bakarrik partikularen kargaren mende dago.

Enuntziatua (b)–(c) Aurkibidea

(a) Nolakoak dira azelerazioak?

- $\mathbf{E}$ eremua, dakigunez, konstante da xaflen artean.
- Indar elektrostatikoa bakarrik partikularen kargaren mende dago.
- Karga biak berdinak direnez gero (moduloz), indarrak ($\mathbf{F} = q\mathbf{E}$) berdinak izango dira, kontrako noranzkokoak izan arren:

$$\mathbf{F}_e = -\mathbf{F}_p$$

(a) Nolakoak dira azelerazioak?

- **E** eremua, dakigunez, konstante da xaflen artean.
- Indar elektrostatikoa bakarrik partikularen kargaren mende dago.
- Karga biak berdinak direnez gero (moduloz), indarrak ($\mathbf{F} = q\mathbf{E}$) berdinak izango dira, kontrako noranzkokoak izan arren:

$$\mathbf{F}_e = -\mathbf{F}_p \quad \rightarrow \quad F_e = F_p$$

Enuntziatua (b)–(c) Aurkibidea

(a) Nolakoak dira azelerazioak?

- $\mathbf{E}$ eremua, dakigunez, konstante da xaflen artean.
- Indar elektrostatikoa bakarrik partikularen kargaren mende dago.
- Karga biak berdinak direnez gero (moduloz), indarrak ($\mathbf{F} = q\mathbf{E}$) berdinak izango dira, kontrako noranzkokoak izan arren:

$$\mathbf{F}_e = -\mathbf{F}_p \quad \rightarrow \quad F_e = F_p$$

- Eta Newtonen bigarren legearen aplikazioz, hauxe idatziko dugu:

Enuntziatua (b)–(c) Aurkibidea

(a) Nolakoak dira azelerazioak?

- **E** eremua, dakigunez, konstante da xaflen artean.
- Indar elektrostatikoa bakarrik partikularen kargaren mende dago.
- Karga biak berdinak direnez gero (moduloz), indarrak ($\mathbf{F} = q\mathbf{E}$) berdinak izango dira, kontrako noranzkokoak izan arren:

$$\mathbf{F}_e = -\mathbf{F}_p \quad \rightarrow \quad F_e = F_p$$

- Eta Newtonen bigarren legearen aplikazioz, hauxe idatziko dugu:

$$\begin{cases} \mathbf{F}_e = m_e \mathbf{a}_e \\ \mathbf{F}_p = m_p \mathbf{a}_p \end{cases}$$

(a) Nolakoak dira azelerazioak?

- **E** eremua, dakigunez, konstante da xaflen artean.
- Indar elektrostatikoa bakarrik partikularen kargaren mende dago.
- Karga biak berdinak direnez gero (moduloz), indarrak ($\mathbf{F} = q\mathbf{E}$) berdinak izango dira, kontrako noranzkokoak izan arren:

$$\mathbf{F}_e = -\mathbf{F}_p \quad \rightarrow \quad F_e = F_p$$

- Eta Newtonen bigarren legearen aplikazioz, hauxe idatziko dugu:

$$\begin{cases} \mathbf{F}_e = m_e \mathbf{a}_e \\ \mathbf{F}_p = m_p \mathbf{a}_p \end{cases} \xrightarrow{\mathbf{F}_e = -\mathbf{F}_p} \boxed{\mathbf{a}_e = -\frac{m_p}{m_e}\mathbf{a}_p, \quad \frac{a_e}{a_p} = \frac{m_p}{m_e}}$$

◂ Enuntziatua ▸ (b)–(c) ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

(a) Nolakoak dira azelerazioak?

- **E** eremua, dakigunez, konstante da xaflen artean.
- Indar elektrostatikoa bakarrik partikularen kargaren mende dago.
- Karga biak berdinak direnez gero (moduloz), indarrak ($\mathbf{F} = q\mathbf{E}$) berdinak izango dira, kontrako noranzkokoak izan arren:

$$\mathbf{F}_e = -\mathbf{F}_p \quad \rightarrow \quad F_e = F_p$$

- Eta Newtonen bigarren legearen aplikazioz, hauxe idatziko dugu:

$$\begin{cases} \mathbf{F}_e = m_e \mathbf{a}_e \\ \mathbf{F}_p = m_p \mathbf{a}_p \end{cases} \xrightarrow{\mathbf{F}_e = -\mathbf{F}_p} \boxed{\mathbf{a}_e = -\frac{m_p}{m_e}\mathbf{a}_p, \quad \frac{a_e}{a_p} = \frac{m_p}{m_e}}$$

- Hau da, **azelerazioak aurkako noranzkokoak izateaz gain, masak eta azelerazioak alderantziz proportzionalak dira**.

Enuntziatua (b)–(c) Aurkibidea

ZTF-FCT

(a) Nolakoak dira azelerazioak?

- $\mathbf{E}$ eremua, dakigunez, konstante da xaflen artean.
- Indar elektrostatikoa bakarrik partikularen kargaren mende dago.
- Karga biak berdinak direnez gero (moduloz), indarrak ($\mathbf{F} = q\mathbf{E}$) berdinak izango dira, kontrako noranzkokoak izan arren:

$$\mathbf{F}_e = -\mathbf{F}_p \quad \rightarrow \quad F_e = F_p$$

- Eta Newtonen bigarren legearen aplikazioz, hauxe idatziko dugu:

$$\begin{cases} \mathbf{F}_e = m_e \mathbf{a}_e \\ \mathbf{F}_p = m_p \mathbf{a}_p \end{cases} \xrightarrow{\mathbf{F}_e = -\mathbf{F}_p} \boxed{\mathbf{a}_e = -\frac{m_p}{m_e}\mathbf{a}_p, \quad \frac{a_e}{a_p} = \frac{m_p}{m_e}}$$

- Hau da, azelerazioak aurkako noranzkokoak izateaz gain, masak eta azelerazioak alderantziz proportzionalak dira.
- Gainera, azelerazioak konstanteak dira, indarrak konstanteak baitira.

Enuntziatua (b)–(c) Aurkibidea

(b)–(c) Eta abiadurak eta energia zinetikoak. . . ?

Enuntziatua (a) Aurkibidea

(b)–(c) Eta abiadurak eta energia zinetikoak. . . ?

- Protoiak eta elektroiak bide berdina ibili behar dute xaflak joteko, bakoitza azelerazio konstantepeko higiduran eta geldiunetik hasita.

Enuntziatua (a) Aurkibidea

(b)–(c) Eta abiadurak eta energia zinetikoak. . . ?

- Protoiak eta elektroiak bide berdina ibili behar dute xaflak joteko, bakoitza azelerazio konstantepeko higiduran eta geldiunetik hasita.
- Abiadurak kalkulatzeko, $v^2 = v_0^2 + 2as$ zinematikako erlazio hau aplika diezaiekegu:

Enuntziatua (a) Aurkibidea

(b)–(c) Eta abiadurak eta energia zinetikoak. . . ?

- Protoiak eta elektroiak bide berdina ibili behar dute xaflak joteko, bakoitza azelerazio konstantepeko higiduran eta geldiunetik hasita.
- Abiadurak kalkulatzeko, $v^2 = v_0^2 + 2as$ zinematikako erlazio hau aplika diezaiekegu:

$$\begin{cases} v_p^2 = 2a_p d \\ v_e^2 = 2a_e d \end{cases}$$

Enuntziatua (a) Aurkibidea

ZTF-FCT

(b)–(c) Eta abiadurak eta energia zinetikoak. . . ?

- Protoiak eta elektroiak bide berdina ibili behar dute xaflak joteko, bakoitza azelerazio konstantepeko higiduran eta geldiunetik hasita.
- Abiadurak kalkulatzeko, $v^2 = v_0^2 + 2as$ zinematikako erlazio hau aplika diezaiekegu:

$$\begin{cases} v_p^2 = 2a_p d \\ v_e^2 = 2a_e d \end{cases} \xrightarrow{a_e/a_p = m_p/m_e} \boxed{\frac{v_e}{v_p} = \sqrt{\frac{m_p}{m_e}}}$$

Enuntziatua (a) Aurkibidea

ZTF-FCT

(b)–(c) Eta abiadurak eta energia zinetikoak. . . ?

- Protoiak eta elektroiak bide berdina ibili behar dute xaflak joteko, bakoitza azelerazio konstantepeko higiduran eta geldiunetik hasita.
- Abiadurak kalkulatzeko, $v^2 = v_0^2 + 2as$ zinematikako erlazio hau aplika diezaiekegu:

$$\begin{cases} v_p^2 = 2a_p d \\ v_e^2 = 2a_e d \end{cases} \xrightarrow{a_e/a_p = m_p/m_e} \boxed{\frac{v_e}{v_p} = \sqrt{\frac{m_p}{m_e}}}$$

- Era berean, partikulen energia zinetikoen artean, erlazio hau beteko da:

$$\frac{E_{z,p}}{E_{z,e}} = \frac{\frac{1}{2}m_p v_p^2}{\frac{1}{2}m_e v_e^2}$$

Enuntziatua (a) Aurkibidea

(b)–(c) Eta abiadurak eta energia zinetikoak. . . ?

- Protoiak eta elektroiak bide berdina ibili behar dute xaflak joteko, bakoitza azelerazio konstantepeko higiduran eta geldiunetik hasita.
- Abiadurak kalkulatzeko, $v^2 = v_0^2 + 2as$ zinematikako erlazio hau aplika diezaiekegu:

$$\begin{cases} v_p^2 = 2a_p d \\ v_e^2 = 2a_e d \end{cases} \xrightarrow{a_e/a_p = m_p/m_e} \boxed{\frac{v_e}{v_p} = \sqrt{\frac{m_p}{m_e}}}$$

- Era berean, partikulen energia zinetikoen artean, erlazio hau beteko da:

$$\frac{E_{z,p}}{E_{z,e}} = \frac{\frac{1}{2}m_p v_p^2}{\frac{1}{2}m_e v_e^2} = \frac{m_p a_p}{m_e a_e}$$

Enuntziatua (a) Aurkibidea

ZTF-FCT

(b)–(c) Eta abiadurak eta energia zinetikoak. . . ?

- Protoiak eta elektroiak bide berdina ibili behar dute xaflak joteko, bakoitza azelerazio konstantepeko higiduran eta geldiunetik hasita.
- Abiadurak kalkulatzeko, $v^2 = v_0^2 + 2as$ zinematikako erlazio hau aplika diezaiekegu:

$$\begin{cases} v_p^2 = 2a_p d \\ v_e^2 = 2a_e d \end{cases} \xrightarrow{a_e/a_p = m_p/m_e} \boxed{\frac{v_e}{v_p} = \sqrt{\frac{m_p}{m_e}}}$$

- Era berean, partikulen energia zinetikoen artean, erlazio hau beteko da:

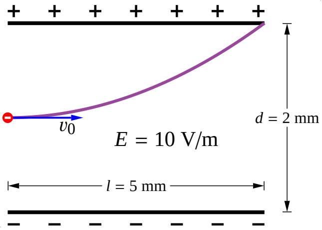
$$\frac{E_{z,p}}{E_{z,e}} = \frac{\frac{1}{2}m_p v_p^2}{\frac{1}{2}m_e v_e^2} = \frac{m_p a_p}{m_e a_e} \xrightarrow{a_e/a_p = m_p/m_e} \boxed{E_{z,p} = E_{z,e}}$$

Enuntziatua (a) Aurkibidea

ZTF-FCT

$\boxed{7}$ Irudiko kondentsadorean, E eremu elektrostatikoa konstantea da. Elektroi bat v_0 hasierako abiaduraz jaurtitzen da xaflen arteko erdiko puntutik, abiadura eta xaflak paraleloak izanik. Kalkulatu v_0 abiadura minimoa, elektroiak xafla positiboa ez jotzeko. Kalkulatu elektroiaren abiadura (moduluz) kondentsadoretik irteten denean.[*Oharra:* Kalkulu guztietan grabitatearen eragina baztergarria da.]

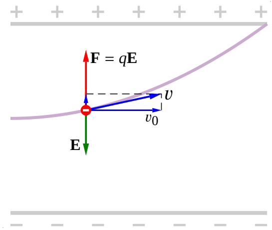
[*Datua:* $q = -1.60 \times 10^{-19}$ C, $m = 9.11 \times 10^{-31}$ kg.]



(a) (b) Aurkibidea

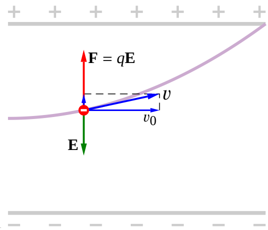
ZTF-FCT

(a) Higidura parabolikoa



Enuntziatua (b) Aurkibidea

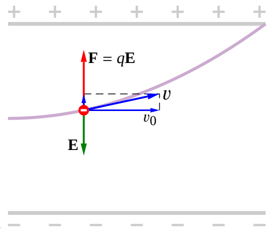
(a) Higidura parabolikoa



- Eremu elektrikoa konstante da, xafla positibotik negatiboranz zuzendurikoa.

Enuntziatua (b) Aurkibidea

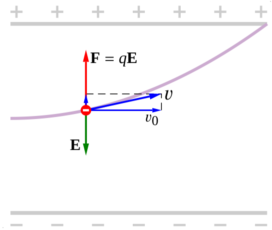
(a) Higidura parabolikoa



- Eremu elektrikoa konstante da, xafla positibotik negatiboranz zuzendurikoa.
- Indarra ($\mathbf{F} = q\mathbf{E}$) ere konstante izango da, eta $q < 0$ denez, eremuaren aurkako noranzkokoa.

◂ Enuntziatua ▸ (b) ▸ Aurkibidea

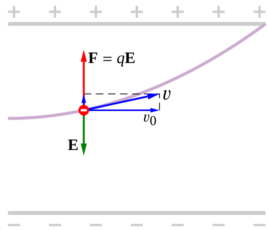
(a) Higidura parabolikoa



- Eremu elektrikoa konstante da, xafla positibotik negatiboranz zuzendurikoa.
- Indarra ($\mathbf{F} = q\mathbf{E}$) ere konstante izango da, eta $q < 0$ denez, eremuaren aurkako noranzkokoa.
- Horizontalean indarrik ez dagoenez, bertan abiadura konstante da beti: v_0.

Enuntziatua (b) Aurkibidea

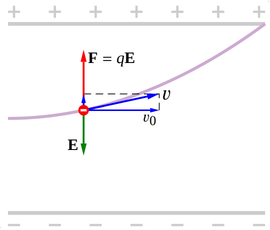
(a) Higidura parabolikoa



- Eremu elektrikoa konstante da, xafla positibotik negatiboranz zuzendurikoa.
- Indarra ($\mathbf{F} = q\mathbf{E}$) ere konstante izango da, eta $q < 0$ denez, eremuaren aurkako noranzkokoa.
- Horizontalean indarrik ez dagoenez, bertan abiadura konstante da beti: v_0.

- Beraz, higidura parabolikoa dugu, $a = |q|E/m$ azelerazioaz bertikalean.

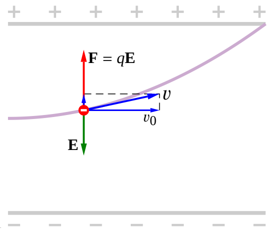
(a) Higidura parabolikoa



- Eremu elektrikoa konstante da, xafla positibotik negatiboranz zuzendurikoa.
- Indarra ($\mathbf{F} = q\mathbf{E}$) ere konstante izango da, eta $q < 0$ denez, eremuaren aurkako noranzkokoa.
- Horizontalean indarrik ez dagoenez, bertan abiadura konstante da beti: v_0.
- Beraz, higidura parabolikoa dugu, $a = |q|E/m$ azelerazioaz bertikalean.
- Kondentsadorea horizontalki zeharkatzeko behar duen denbora-tartean (t), bertikalean kondentsadorearen lodiera-erdia ibiltzen du ($d/2$):

Enuntziatua (b) Aurkibidea

(a) Higidura parabolikoa



- Eremu elektrikoa konstante da, xafla positibotik negatiboranz zuzendurikoa.
- Indarra ($\mathbf{F} = q\mathbf{E}$) ere konstante izango da, eta $q < 0$ denez, eremuaren aurkako noranzkokoa.
- Horizontalean indarrik ez dagoenez, bertan abiadura konstante da beti: v_0.

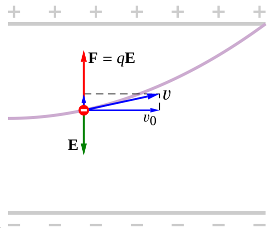
- Beraz, higidura parabolikoa dugu, $a = |q|E/m$ azelerazioaz bertikalean.
- Kondentsadorea horizontalki zeharkatzeko behar duen denbora-tartean (t), bertikalean kondentsadorearen lodiera-erdia ibiltzen du ($d/2$):

$$\begin{cases} l = v_0 t \\ \frac{1}{2}d = \frac{1}{2}at^2 \end{cases}$$

Enuntziatua (b) Aurkibidea

ZTF-FCT

(a) Higidura parabolikoa



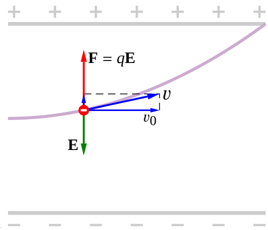
- Eremu elektrikoa konstante da, xafla positibotik negatiboranz zuzendurikoa.
- Indarra ($\mathbf{F} = q\mathbf{E}$) ere konstante izango da, eta $q < 0$ denez, eremuaren aurkako noranzkokoa.
- Horizontalean indarrik ez dagoenez, bertan abiadura konstante da beti: v_0.
- Beraz, higidura parabolikoa dugu, $a = |q|E/m$ azelerazioaz bertikalean.
- Kondentsadorea horizontalki zeharkatzeko behar duen denbora-tartean (t), bertikalean kondentsadorearen lodiera-erdia ibiltzen du ($d/2$):

$$\begin{cases} l = v_0 t \\ \frac{1}{2}d = \frac{1}{2}at^2 \end{cases} \xrightarrow{a=|q|E/m} \quad v_0 = \sqrt{\frac{|q|El^2}{md}}$$

Enuntziatua (b) Aurkibidea

ZTF-FCT

(a) Higidura parabolikoa



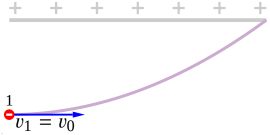
- Eremu elektrikoa konstante da, xafla positibotik negatiboranz zuzendurikoa.
- Indarra ($\mathbf{F} = q\mathbf{E}$) ere konstante izango da, eta $q < 0$ denez, eremuaren aurkako noranzkokoa.
- Horizontalean indarrik ez dagoenez, bertan abiadura konstante da beti: v_0.
- Beraz, higidura parabolikoa dugu, $a = |q|E/m$ azelerazioaz bertikalean.
- Kondentsadorea horizontalki zeharkatzeko behar duen denbora-tartean (t), bertikalean kondentsadorearen lodiera-erdia ibiltzen du ($d/2$):

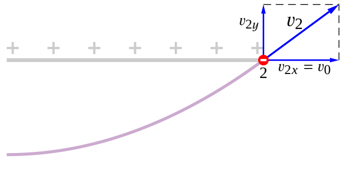
$$\left\{ \begin{array}{r} l = v_0 t \\ \frac{1}{2}d = \frac{1}{2}at^2 \end{array} \right. \xrightarrow{a=|q|E/m} \boxed{v_0 = 148\,168 \text{ m/s}}$$

◂ Enuntziatua ▸ (b) ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

(b) Abiadura kondentsadoretik irteterakoan





Enuntziatua (a) Aurkibidea

ZTF-FCT

(b) Abiadura kondentsadoretik irteterakoan

- 1-etik 2-rako bidean, higidura bertikala uniformeki azeleratua da, $a = |q|E/m$ azelerazioaz, eta $t = l/v_0$ denbora-tartean.

◂ Enuntziatua ◂ (a) ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

(b) Abiadura kondentsadoretik irteterakoan

- 1-etik 2-rako bidean, higidura bertikala uniformeki azeleratua da, $a = |q|E/m$ azelerazioaz, eta $t = l/v_0$ denbora-tartean.
- Xafla positibora heltzen denean, hauxe izango da abiadura bertikala:

Enuntziatua (a) Aurkibidea

(b) Abiadura kondentsadoretik irteterakoan

- 1-etik 2-rako bidean, higidura bertikala uniformeki azeleratua da, $a = |q|E/m$ azelerazioaz, eta $t = l/v_0$ denbora-tartean.
- Xafla positibora heltzen denean, hauxe izango da abiadura bertikala:

$$v_{2y} = at = \frac{|q|E}{m}\frac{l}{v_0}$$

Enuntziatua (a) Aurkibidea

ZTF-FCT

(b) Abiadura kondentsadoretik irteterakoan

- 1-etik 2-rako bidean, higidura bertikala uniformeki azeleratua da, $a = |q|E/m$ azelerazioaz, eta $t = l/v_0$ denbora-tartean.
- Xafla positibora heltzen denean, hauxe izango da abiadura bertikala:

$$v_{2y} = at = \frac{|q|E}{m}\frac{l}{v_0} = 59\,268 \text{ m/s}$$

Enuntziatua (a) Aurkibidea

ZTF-FCT

(b) Abiadura kondentsadoretik irteterakoan

- 1-etik 2-rako bidean, higidura bertikala uniformeki azeleratua da, $a = |q|E/m$ azelerazioaz, eta $t = l/v_0$ denbora-tartean.
- Xafla positibora heltzen denean, hauxe izango da abiadura bertikala:

$$v_{2y} = at = \frac{|q|E}{m}\frac{l}{v_0} = 59\,268 \text{ m/s}$$

- Hau da 2 puntu horretan elektroiaren abiadura:

(b) Abiadura kondentsadoretik irteterakoan

- 1-etik 2-rako bidean, higidura bertikala uniformeki azeleratua da, $a = |q|E/m$ azelerazioaz, eta $t = l/v_0$ denbora-tartean.
- Xafla positibora heltzen denean, hauxe izango da abiadura bertikala:

$$v_{2y} = at = \frac{|q|E}{m}\frac{l}{v_0} = 59\,268 \text{ m/s}$$

- Hau da 2 puntu horretan elektroiaren abiadura:

$$v_2 = \sqrt{v_{2x}^2 + v_{2y}^2}$$

Enuntziatua (a) Aurkibidea

ZTF-FCT

(b) Abiadura kondentsadoretik irteterakoan

- 1-etik 2-rako bidean, higidura bertikala uniformeki azeleratua da, $a = |q|E/m$ azelerazioaz, eta $t = l/v_0$ denbora-tartean.
- Xafla positibora heltzen denean, hauxe izango da abiadura bertikala:

$$v_{2y} = at = \frac{|q|E}{m}\frac{l}{v_0} = 59\,268 \text{ m/s}$$

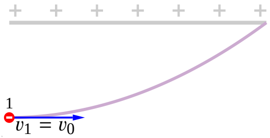
- Hau da 2 puntu horretan elektroiaren abiadura:

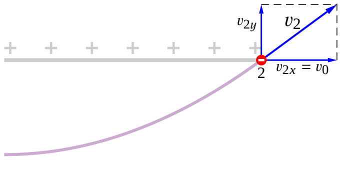
$$v_2 = \sqrt{v_0^2 + v_{2y}^2}$$

Enuntziatua (a) Aurkibidea

ZTF-FCT

(b) Abiadura kondentsadoretik irteterakoan





- 1-etik 2-rako bidean, higidura bertikala uniformeki azeleratua da, $a = |q|E/m$ azelerazioaz, eta $t = l/v_0$ denbora-tartean.
- Xafla positibora heltzen denean, hauxe izango da abiadura bertikala:

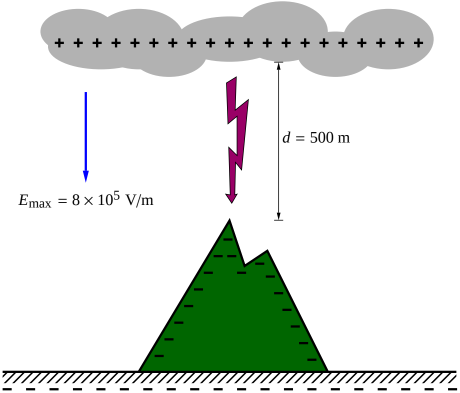
$$v_{2y} = at = \frac{|q|E}{m}\frac{l}{v_0} = 59\,268\ \text{m/s}$$

- Hau da 2 puntu horretan elektroiaren abiadura:

$$\boxed{v_2 = 159\,582\ \text{m/s}}$$

Beste bide bat

8 Tximista batek 500 m ibili du hodei batetik mendi baten gailurreraino. Zein da hodei eta gailurraren arteko potentzial-diferentzia? (Eremu elektrikoa konstantea dela jo behar da, eta airearen zurruntasun-dielektrikoa 8×10^5 V/m da, hau da, eremu elektrikoa balio horretara heltzen denean, airea eroale bihurtzen da.)



Ebazpena Aurkibidea

Ebazpena

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Ebazpena

- **Zurruntasun dielektrikoa: Eremu elektrikoak har dezakeen baliorik handiena ingurunea eroalea bihurtu barik.**

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Ebazpena

- Zurruntasun dielektrikoa: Eremu elektrikoak har dezakeen baliorik handiena ingurunea eroalea bihurtu barik.
- Guk eremua balio horretaraino heldu dela suposatuko dugu:

$$E = E_{\max} = 8 \times 10^5 \text{ V/m.}$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- Zurruntasun dielektrikoa: Eremu elektrikoak har dezakeen baliorik handiena ingurunea eroalea bihurtu barik.
- Guk eremua balio horretaraino heldu dela suposatuko dugu:

$$E = E_{\text{max}} = 8 \times 10^5 \text{ V/m.}$$

- Eremu elektrikoaren unitatea $\text{V/m} \equiv \text{N/C}$ unitateetan neurtu daiteke.

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- Zurruntasun dielektrikoa: Eremu elektrikoak har dezakeen baliorik handiena ingurunea eroalea bihurtu barik.
- Guk eremua balio horretaraino heldu dela suposatuko dugu:

$$E = E_{\text{max}} = 8 \times 10^5 \text{ V/m}.$$

- Eremu elektrikoaren unitatea V/m ≡ N/C unitateetan neurtu daiteke.
- Hodeitik mendiaren tontorreraino (eremua konstante dela onartuz) hurrengo potentzial-diferentzia dago:

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Ebazpena

- Zurruntasun dielektrikoa: Eremu elektrikoak har dezakeen baliorik handiena ingurunea eroalea bihurtu barik.
- Guk eremua balio horretaraino heldu dela suposatuko dugu:
  $$E = E_{\text{max}} = 8 \times 10^5 \text{ V/m}.$$
- Eremu elektrikoaren unitatea V/m ≡ N/C unitateetan neurtu daiteke.
- Hodeitik mendiaren tontorreraino (eremua konstante dela onartuz) hurrengo potentzial-diferentzia dago:
  $$\Delta V = E_{\text{max}} d = 8 \times 10^5 \cdot 500$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- Zurruntasun dielektrikoa: Eremu elektrikoak har dezakeen baliorik handiena ingurunea eroalea bihurtu barik.
- Guk eremua balio horretaraino heldu dela suposatuko dugu:

$$E = E_{\max} = 8 \times 10^5 \text{ V/m}.$$

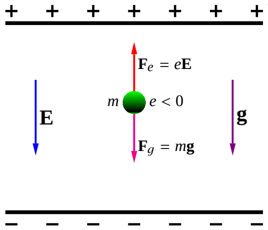
- Eremu elektrikoaren unitatea $\text{V/m} \equiv \text{N/C}$ unitateetan neurtu daiteke.
- Hodeitik mendiaren tontorreraino (eremua konstante dela onartuz) hurrengo potentzial-diferentzia dago:

$$\Delta V = E_{\max} d = 8 \times 10^5 \cdot 500 \quad \rightarrow \quad \boxed{\Delta V = 4 \times 10^8 \text{ V}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

$\boxed{\mathbf{9}}$ 1909. urtean, Millikan-ek elektroiaren karga neurtu zuen lehenengo aldiz. Horretarako, eremu uniforme batean koipe-tanta kargadun txikiak jarri zituen. Eremuaren intentsitatea ondo aukeratuz, badago indar elektrostatikoa eta grabitatorioa berdintzea. Egoera horretan, koipe-tantak orekan daude airean, erori barik. Kalkulatu eremuaren modulua, norabidea eta noranzkoa, tantaren karga $e = -1.6 \times 10^{-19}$ C, eta masa $m = 10^{-18}$ kg badira.



Ebazpena Aurkibidea

Ebazpena

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- Oreka egon dadin, indar elektrostatikoa ($\mathbf{F}_e$) gorantza egon behar da zuzenduta.

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Ebazpena

- Oreka egon dadin, indar elektrostatikoa ($\mathbf{F}_e$) gorantza egon behar da zuzenduta.
- Eta hori horrela izango da e negatiboa bada (gure kasua).

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Ebazpena

- Oreka egon dadin, indar elektrostatikoa ($\mathbf{F}_e$) gorantza egon behar da zuzenduta.
- Eta hori horrela izango da e negatiboa bada (gure kasua).
- Guk bakarrik eremu elektrostatikoa kontrola dezakegu.

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- Oreka egon dadin, indar elektrostatikoa ($\mathbf{F}_e$) gorantza egon behar da zuzenduta.
- Eta hori horrela izango da e negatiboa bada (gure kasua).
- Guk bakarrik eremu elektrostatikoa kontrola dezakegu.
- Indar bien adierazpenak idatziz:

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Ebazpena

- Oreka egon dadin, indar elektrostatikoa ($\mathbf{F}_e$) gorantza egon behar da zuzenduta.
- Eta hori horrela izango da e negatiboa bada (gure kasua).
- Guk bakarrik eremu elektrostatikoa kontrola dezakegu.
- Indar bien adierazpenak idatziz:

$$mg = |e|E$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- Oreka egon dadin, indar elektrostatikoa ($\mathbf{F}_e$) gorantza egon behar da zuzenduta.
- Eta hori horrela izango da e negatiboa bada (gure kasua).
- Guk bakarrik eremu elektrostatikoa kontrola dezakegu.
- Indar bien adierazpenak idatziz:

$$mg = |e|E \quad \xrightarrow[|e|=1.6\times10^{-19}]{m=10^{-18}} \quad \boxed{E = \frac{mg}{|e|} = 61.25 \text{ V/m}}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Ebazpena

- Oreka egon dadin, indar elektrostatikoa ($\mathbf{F}_e$) gorantza egon behar da zuzenduta.
- Eta hori horrela izango da e negatiboa bada (gure kasua).
- Guk bakarrik eremu elektrostatikoa kontrola dezakegu.
- Indar bien adierazpenak idatziz:

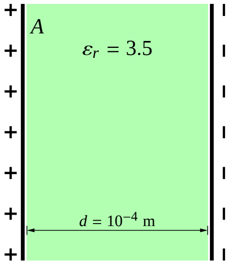
$$mg = |e|E \quad \xrightarrow[|e|=1.6\times10^{-19}]{m=10^{-18}} \quad \boxed{E = \frac{mg}{|e|} = 61.25\ \mathrm{V/m}}$$

- Tantak positiboki kargatuak baleude, eremuaren noranzkoa alderantzikatu egin beharko litzateke (xafla positiboa behean eta negatiboa goian) indar bien oreka posible izan zedin.

Enuntziatua Aurkibidea

10 Kondentsadore bat egiteko bi xafla metaliko erabili ditugu. Bi xaflen artean 10^{-4} m-ko lodierako papera dago eta paperaren konstante dielektriko erlatiboa $\varepsilon_r = 3.5$ da. Zein izango da bi xaflen azalera kondentsadorearen kapazitatea 0.1 μF bada?

[*Datua:* $\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\ \mathrm{C^2/N \cdot m^2}$.]



Ebazpena   Aurkibidea

Ebazpena

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Ebazpena

- Teoriatik dakigunez, kondentsadore baten kapazitatea xafla bakoitzaren azaleraren (A), xaflen arteko distantziaren (d) eta tarteko dielektrikoaren konstantearen (ε) funtzioa da.

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- Teoriatik dakigunez, kondentsadore baten kapazitatea xafla bakoitzaren azaleraren (A), xaflen arteko distantziaren (d) eta tarteko dielektrikoaren konstantearen (ε) funtzioa da.
- Dielektrikoaren konstantea (ε) hutsaren konstante dielektrikoarekiko adierazten da, konstante dielektriko erlatiboaren bitartez: $\varepsilon_r = \varepsilon/\varepsilon_0$.

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- Teoriatik dakigunez, kondentsadore baten kapazitatea xafla bakoitzaren azaleraren (A), xaflen arteko distantziaren (d) eta tarteko dielektrikoaren konstantearen (ε) funtzioa da.
- Dielektrikoaren konstantea (ε) hutsaren konstante dielektrikoarekiko adierazten da, konstante dielektriko erlatiboaren bitartez: $\varepsilon_r = \varepsilon/\varepsilon_0$.
- Teortiatik, hauxe idatziko dugu:

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Ebazpena

- Teoriatik dakigunez, kondentsadore baten kapazitatea xafla bakoitzaren azaleraren (A), xaflen arteko distantziaren (d) eta tarteko dielektrikoaren konstantearen (ε) funtzioa da.
- Dielektrikoaren konstantea (ε) hutsaren konstante dielektrikoarekiko adierazten da, konstante dielektriko erlatiboaren bitartez: $\varepsilon_r = \varepsilon/\varepsilon_0$.
- Teortiatik, hauxe idatziko dugu:

$$C = \frac{\varepsilon A}{d}$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- Teoriatik dakigunez, kondentsadore baten kapazitatea xafla bakoitzaren azaleraren (A), xaflen arteko distantziaren (d) eta tarteko dielektrikoaren konstantearen (ε) funtzioa da.
- Dielektrikoaren konstantea (ε) hutsaren konstante dielektrikoarekiko adierazten da, konstante dielektriko erlatiboaren bitartez: $\varepsilon_r = \varepsilon/\varepsilon_0$.
- Teortiatik, hauxe idatziko dugu:

$$C = \frac{\varepsilon A}{d} \quad \xrightarrow{\varepsilon=\varepsilon_r\varepsilon_0} \quad A = \frac{Cd}{\varepsilon_r\varepsilon_0}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Ebazpena

- Teoriatik dakigunez, kondentsadore baten kapazitatea xafla bakoitzaren azaleraren (A), xaflen arteko distantziaren (d) eta tarteko dielektrikoaren konstantearen (ε) funtzioa da.
- Dielektrikoaren konstantea (ε) hutsaren konstante dielektrikoarekiko adierazten da, konstante dielektriko erlatiboaren bitartez: $\varepsilon_r = \varepsilon/\varepsilon_0$.
- Teortiatik, hauxe idatziko dugu:

$$C = \frac{\varepsilon A}{d} \xrightarrow{\varepsilon=\varepsilon_r\varepsilon_0} \boxed{A = 0.323\ \mathrm{m}^2}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

11 Bi xafla lau eta paraleloz osaturiko kondentsadore baten kapazitatea 10^3 pF da (p = pico = 10^{-12}). Xafla bakoitzaren karga 10^{-6} C baldin bada:

(a) Zein izango da xaflen arteko potentzial-diferentzia?

(b) Karga konstantea dela suposaturik, zein izango da xaflen arteko potentzial-diferentzia bien arteko distantzia bikoiztean?

(c) Zein da xaflen arteko distantzia bikoizteko egin behar den lana?

(a)–(b) (c) Aurkibidea

(a)–(b) Potentzial-diferentziak

Enuntziatua (c) Aurkibidea

(a)–(b) Potentzial-diferentziak

- (a) Kondentsadore baten karga (Q), haren kapazitatea (C) bider xaflen arteko potentzia-diferentzia (V) da. Hau da: $Q = CV$.

Enuntziatua (c) Aurkibidea

ZTF-FCT

(a)–(b) Potentzial-diferentziak

- (a) Kondentsadore baten karga (Q), haren kapazitatea (C) bider xaflen arteko potentzia-diferentzia (V) da. Hau da: $Q = CV$.
- Beraz, xaflen arteko potentzial-diferentzia hauxe da:

Enuntziatua (c) Aurkibidea

ZTF-FCT

(a)–(b) Potentzial-diferentziak

- (a) Kondentsadore baten karga (Q), haren kapazitatea (C) bider xaflen arteko potentzia-diferentzia (V) da. Hau da: $Q = CV$.
- Beraz, xaflen arteko potentzial-diferentzia hauxe da:

$$V = Q/C$$

Enuntziatua (c) Aurkibidea

ZTF-FCT

(a)–(b) Potentzial-diferentziak

- (a) Kondentsadore baten karga (Q), haren kapazitatea (C) bider xaflen arteko potentzia-diferentzia (V) da. Hau da: $Q = CV$.
- Beraz, xaflen arteko potentzial-diferentzia hauxe da:

$$V = Q/C \xrightarrow[C=10^{-9}]{Q=10^{-6}} \boxed{V = 1\,000 \text{ V}}$$

◂ Enuntziatua ▸ (c) ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

(a)–(b) Potentzial-diferentziak

- (a) Kondentsadore baten karga (Q), haren kapazitatea (C) bider xaflen arteko potentzia-diferentzia (V) da. Hau da: $Q = CV$.
- Beraz, xaflen arteko potentzial-diferentzia hauxe da:

$$V = Q/C \quad \xrightarrow[C=10^{-9}]{Q=10^{-6}} \quad \boxed{V = 1\,000 \text{ V}}$$

- (b) Kondentsadore baten kapazitatea $C = \varepsilon A/d$ da. A eta ε aldatzen ez badira, eta xaflen arteko distantzia bai, kondentsadore berriaren kapazitatea hauxe izango da:

Enuntziatua (c) Aurkibidea

ZTF-FCT

(a)–(b) Potentzial-diferentziak

- (a) Kondentsadore baten karga (Q), haren kapazitatea (C) bider xaflen arteko potentzia-diferentzia (V) da. Hau da: $Q = CV$.
- Beraz, xaflen arteko potentzial-diferentzia hauxe da:

$$V = Q/C \quad \xrightarrow[C=10^{-9}]{Q=10^{-6}} \quad \boxed{V = 1\,000 \text{ V}}$$

- (b) Kondentsadore baten kapazitatea $C = \varepsilon A/d$ da. A eta ε aldatzen ez badira, eta xaflen arteko distantzia bai, kondentsadore berriaren kapazitatea hauxe izango da:

$$C' = \frac{\varepsilon A}{d'}$$

Enuntziatua (c) Aurkibidea

ZTF-FCT

(a)–(b) Potentzial-diferentziak

- (a) Kondentsadore baten karga (Q), haren kapazitatea (C) bider xaflen arteko potentzia-diferentzia (V) da. Hau da: $Q = CV$.
- Beraz, xaflen arteko potentzial-diferentzia hauxe da:

$$V = Q/C \quad \xrightarrow[C=10^{-9}]{Q=10^{-6}} \quad \boxed{V = 1\,000 \text{ V}}$$

- (b) Kondentsadore baten kapazitatea $C = \varepsilon A/d$ da. A eta ε aldatzen ez badira, eta xaflen arteko distantzia bai, kondentsadore berriaren kapazitatea hauxe izango da:

$$C' = \frac{\varepsilon A}{2d}$$

Enuntziatua (c) Aurkibidea

ZTF-FCT

(a)–(b) Potentzial-diferentziak

- (a) Kondentsadore baten karga (Q), haren kapazitatea (C) bider xaflen arteko potentzia-diferentzia (V) da. Hau da: $Q = CV$.
- Beraz, xaflen arteko potentzial-diferentzia hauxe da:

$$V = Q/C \quad \xrightarrow[C=10^{-9}]{Q=10^{-6}} \quad \boxed{V = 1\,000 \text{ V}}$$

- (b) Kondentsadore baten kapazitatea $C = \varepsilon A/d$ da. A eta ε aldatzen ez badira, eta xaflen arteko distantzia bai, kondentsadore berriaren kapazitatea hauxe izango da:

$$C' = C/2 = 5 \times 10^2 \text{ pF}$$

◂ Enuntziatua ▸ (c) ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

(a)–(b) Potentzial-diferentziak

- (a) Kondentsadore baten karga (Q), haren kapazitatea (C) bider xaflen arteko potentzia-diferentzia (V) da. Hau da: $Q = CV$.
- Beraz, xaflen arteko potentzial-diferentzia hauxe da:

$$V = Q/C \xrightarrow[C=10^{-9}]{Q=10^{-6}} \boxed{V = 1\,000 \text{ V}}$$

- (b) Kondentsadore baten kapazitatea $C = \varepsilon A/d$ da. A eta ε aldatzen ez badira, eta xaflen arteko distantzia bai, kondentsadore berriaren kapazitatea hauxe izango da:

$$C' = C/2 = 5 \times 10^2 \text{ pF}$$

- Eta Q aldatu ez bada, xaflen arteko potentzial-diferentzia:

Enuntziatua (c) Aurkibidea

(a)–(b) Potentzial-diferentziak

- (a) Kondentsadore baten karga (Q), haren kapazitatea (C) bider xaflen arteko potentzia-diferentzia (V) da. Hau da: $Q = CV$.
- Beraz, xaflen arteko potentzial-diferentzia hauxe da:

$$V = Q/C \quad \xrightarrow[C=10^{-9}]{Q=10^{-6}} \quad \boxed{V = 1\,000 \text{ V}}$$

- (b) Kondentsadore baten kapazitatea $C = \varepsilon A/d$ da. A eta ε aldatzen ez badira, eta xaflen arteko distantzia bai, kondentsadore berriaren kapazitatea hauxe izango da:

$$C' = C/2 = 5 \times 10^2 \text{ pF}$$

- Eta Q aldatu ez bada, xaflen arteko potentzial-diferentzia:

$$V' = Q/C' = Q/(C/2) = 2V$$

Enuntziatua (c) Aurkibidea

(a)–(b) Potentzial-diferentziak

- (a) Kondentsadore baten karga (Q), haren kapazitatea (C) bider xaflen arteko potentzia-diferentzia (V) da. Hau da: $Q = CV$.
- Beraz, xaflen arteko potentzial-diferentzia hauxe da:

$$V = Q/C \quad \xrightarrow[C=10^{-9}]{Q=10^{-6}} \quad \boxed{V = 1\,000 \text{ V}}$$

- (b) Kondentsadore baten kapazitatea $C = \varepsilon A/d$ da. A eta ε aldatzen ez badira, eta xaflen arteko distantzia bai, kondentsadore berriaren kapazitatea hauxe izango da:

$$C' = C/2 = 5 \times 10^2 \text{ pF}$$

- Eta Q aldatu ez bada, xaflen arteko potentzial-diferentzia:

$$V' = Q/C' = Q/(C/2) = 2V \quad \rightarrow \quad \boxed{V' = 2\,000 \text{ V}}$$

Enuntziatua (c) Aurkibidea

ZTF-FCT

(c) Kondentsadorea 'zabaltzeko' lana

Enuntziatua (a)–(b) Aurkibidea

ZTF-FCT

(c) Kondentsadorea ‘zabaltzeko’ lana

- Kondentsadorearen xaflen arteko distantzia bikoizteko, lan bat egin beharko da.

Enuntziatua (a)–(b) Aurkibidea

ZTF-FCT

(c) Kondentsadorea ‘zabaltzeko’ lana

- Kondentsadorearen xaflen arteko distantzia bikoizteko, lan bat egin beharko da.
- Lan hori, kondentsadorean gordetzen den energien aldaketaz kalkula daiteke (eremu grabitatorian egiten den era antzekoan).

Enuntziatua (a)–(b) Aurkibidea

(c) Kondentsadorea ‘zabaltzeko’ lana

- Kondentsadorearen xaflen arteko distantzia bikoizteko, lan bat egin beharko da.
- Lan hori, kondentsadorean gordetzen den energien aldaketaz kalkula daiteke (eremu grabitatorian egiten den era antzekoan).
- Kondentsadore baten energia honela adieraz daiteke: $E = \frac{1}{2}CV^2$.

Enuntziatua (a)–(b) Aurkibidea

ZTF-FCT

(c) Kondentsadorea 'zabaltzeko' lana

- Kondentsadorearen xaflen arteko distantzia bikoizteko, lan bat egin beharko da.
- Lan hori, kondentsadorean gordetzen den energien aldaketaz kalkula daiteke (eremu grabitatorian egiten den era antzekoan).
- Kondentsadore baten energia honela adieraz daiteke: $E = \frac{1}{2}CV^2$.
- Horrela, egin beharreko lana hauxe da:

Enuntziatua (a)–(b) Aurkibidea

(c) Kondentsadorea ‘zabaltzeko’ lana

- Kondentsadorearen xaflen arteko distantzia bikoizteko, lan bat egin beharko da.
- Lan hori, kondentsadorean gordetzen den energien aldaketaz kalkula daiteke (eremu grabitatorian egiten den era antzekoan).
- Kondentsadore baten energia honela adieraz daiteke: $E = \frac{1}{2}CV^2$.
- Horrela, egin beharreko lana hauxe da:

$$W = \Delta E = E_{C',V'} - E_{C,V}$$

Enuntziatua (a)–(b) Aurkibidea

(c) Kondentsadorea 'zabaltzeko' lana

- Kondentsadorearen xaflen arteko distantzia bikoizteko, lan bat egin beharko da.
- Lan hori, kondentsadorean gordetzen den energien aldaketaz kalkula daiteke (eremu grabitatorian egiten den era antzekoan).
- Kondentsadore baten energia honela adieraz daiteke: $E = \frac{1}{2}CV^2$.
- Horrela, egin beharreko lana hauxe da:

$$W = \Delta E = E_{C',V'} - E_{C,V} \quad \rightarrow \quad W = \frac{1}{2}(C'V'^2 - CV^2)$$

◂ Enuntziatua ◂ (a)–(b) ▸ Aurkibidea

(c) Kondentsadorea ‘zabaltzeko’ lana

- Kondentsadorearen xaflen arteko distantzia bikoizteko, lan bat egin beharko da.
- Lan hori, kondentsadorean gordetzen den energien aldaketaz kalkula daiteke (eremu grabitatorian egiten den era antzekoan).
- Kondentsadore baten energia honela adieraz daiteke: $E = \frac{1}{2}CV^2$.
- Horrela, egin beharreko lana hauxe da:

$$W = \Delta E = E_{C',V'} - E_{C,V} \quad \rightarrow \quad \boxed{W = 5 \times 10^{-4}\ \mathrm{J}}$$

Enuntziatua (a)–(b) Aurkibidea

(c) Kondentsadorea ‘zabaltzeko’ lana

- Kondentsadorearen xaflen arteko distantzia bikoizteko, lan bat egin beharko da.
- Lan hori, kondentsadorean gordetzen den energien aldaketaz kalkula daiteke (eremu grabitatorian egiten den era antzekoan).
- Kondentsadore baten energia honela adieraz daiteke: $E = \frac{1}{2}CV^2$.
- Horrela, egin beharreko lana hauxe da:

$$W = \Delta E = E_{C',V'} - E_{C,V} \quad \rightarrow \quad \boxed{W = 5 \times 10^{-4}\ \mathrm{J}}$$

- Kondentsadorearen energiarako $E = Q^2/2C$ adierazpena erabili izan bagenu, emaitza berbera lortuko genukeen.

◂ Enuntziatua ◂ (a)–(b) ▸ Aurkibidea

Elektromagnetismoko Ariketak

Korronte jarraituak

Oscar Ecenarro
oscar.ecenarro@ehu.es

Edukia

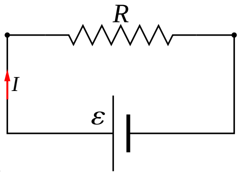
$\boxed{\mathbf{1}}$ $\varepsilon = 12$ V-eko bateria $R = 2\ \Omega$-eko erresistentziari konektatu zaio.

(a) Zein da zirkuituan zeharreko korrontearen intentsitatea?

(b) 10 s-tan, zein kargak zeharkatzen du haria?

(c) Zein da bateriak emandako energia denbora-tarte horretan?

(d) Zein da erresistentzian sortutako beroa denbora-tarte horretan?



▸ Ebazpena ▸ Aurkibidea

Ebazpena

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Zirkuitu bakun honetan, intentsitatearen balioa honela kalkulatzen da:

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Zirkuitu bakun honetan, intentsitatearen balioa honela kalkulatzen da:

  $$\varepsilon = RI$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Zirkuitu bakun honetan, intentsitatearen balioa honela kalkulatzen da:
  $$\varepsilon = RI \qquad \rightarrow \qquad I = \varepsilon/R = 12/2$$

Ebazpena

- (a) Zirkuitu bakun honetan, intentsitatearen balioa honela kalkulatzen da:

$$\varepsilon = RI \quad \rightarrow \quad \boxed{I = 6 \text{ A}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Zirkuitu bakun honetan, intentsitatearen balioa honela kalkulatzen da:
  $$\varepsilon = RI \quad \rightarrow \quad \boxed{I = 6\ \mathrm{A}}$$
- (b) Intentsitatea I bada, Δt denbora-tartean igarotzen den karga elektrikoa hauxe da:

Ebazpena

- (a) Zirkuitu bakun honetan, intentsitatearen balioa honela kalkulatzen da:
$$\varepsilon = RI \quad \rightarrow \quad \boxed{I = 6\ \mathrm{A}}$$
- (b) Intentsitatea I bada, Δt denbora-tartean igarotzen den karga elektrikoa hauxe da:
$$\Delta Q = I \Delta t$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Zirkuitu bakun honetan, intentsitatearen balioa honela kalkulatzen da:

$$\varepsilon = RI \quad \rightarrow \quad \boxed{I = 6 \text{ A}}$$

- (b) Intentsitatea I bada, Δt denbora-tartean igarotzen den karga elektrikoa hauxe da:

$$\Delta Q = 6 \times 10$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Zirkuitu bakun honetan, intentsitatearen balioa honela kalkulatzen da:

$$\varepsilon = RI \quad \rightarrow \quad \boxed{I = 6 \text{ A}}$$

- (b) Intentsitatea I bada, Δt denbora-tartean igarotzen den karga elektrikoa hauxe da:

$$\boxed{\Delta Q = 60 \text{ C}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Zirkuitu bakun honetan, intentsitatearen balioa honela kalkulatzen da:
  $$\varepsilon = RI \quad \rightarrow \quad \boxed{I = 6\ \mathrm{A}}$$
- (b) Intentsitatea I bada, Δt denbora-tartean igarotzen den karga elektrikoa hauxe da:
  $$\boxed{\Delta Q = 60\ \mathrm{C}}$$
- (c) Bateriak emandako potentzia (barne-erresistentziarik ez duenez), bere indar elektroeragilea bider korrontearen intentsitatea da. Hau da: $P = \varepsilon I$.

Ebazpena

- (a) Zirkuitu bakun honetan, intentsitatearen balioa honela kalkulatzen da:
  $$\varepsilon = RI \quad \rightarrow \quad \boxed{I = 6\ \mathrm{A}}$$
- (b) Intentsitatea I bada, Δt denbora-tartean igarotzen den karga elektrikoa hauxe da:
  $$\boxed{\Delta Q = 60\ \mathrm{C}}$$
- (c) Bateriak emandako potentzia (barne-erresistentziarik ez duenez), bere indar elektroeragilea bider korrontearen intentsitatea da. Hau da: $P = \varepsilon I$.
- Bateriak emandako energia Δt denbora-tartean, beraz:

Ebazpena

- (a) Zirkuitu bakun honetan, intentsitatearen balioa honela kalkulatzen da:

$$\varepsilon = RI \quad \rightarrow \quad \boxed{I = 6\ \mathrm{A}}$$

- (b) Intentsitatea I bada, Δt denbora-tartean igarotzen den karga elektrikoa hauxe da:

$$\boxed{\Delta Q = 60\ \mathrm{C}}$$

- (c) Bateriak emandako potentzia (barne-erresistentziarik ez duenez), bere indar elektroeragilea bider korrontearen intentsitatea da. Hau da: $P = \varepsilon I$.
- Bateriak emandako energia Δt denbora-tartean, beraz:

$$E_b = \varepsilon I \Delta t$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Zirkuitu bakun honetan, intentsitatearen balioa honela kalkulatzen da:
  $$\varepsilon = RI \quad \rightarrow \quad \boxed{I = 6 \text{ A}}$$
- (b) Intentsitatea I bada, Δt denbora-tartean igarotzen den karga elektrikoa hauxe da:
  $$\boxed{\Delta Q = 60 \text{ C}}$$
- (c) Bateriak emandako potentzia (barne-erresistentziarik ez duenez), bere indar elektroeragilea bider korrontearen intentsitatea da. Hau da: $P = \varepsilon I$.
- Bateriak emandako energia Δt denbora-tartean, beraz:
  $$E_b = 12 \times 6 \times 10$$

Ebazpena

- (a) Zirkuitu bakun honetan, intentsitatearen balioa honela kalkulatzen da:
  $$\varepsilon = RI \quad \rightarrow \quad \boxed{I = 6\ \mathrm{A}}$$
- (b) Intentsitatea I bada, Δt denbora-tartean igarotzen den karga elektrikoa hauxe da:
  $$\boxed{\Delta Q = 60\ \mathrm{C}}$$
- (c) Bateriak emandako potentzia (barne-erresistentziarik ez duenez), bere indar elektroeragilea bider korrontearen intentsitatea da. Hau da: $P = \varepsilon I$.
- Bateriak emandako energia Δt denbora-tartean, beraz:
  $$\boxed{E_b = 720\ \mathrm{J}}$$

Ebazpena

- (a) Zirkuitu bakun honetan, intentsitatearen balioa honela kalkulatzen da:
$$\varepsilon = RI \quad \rightarrow \quad \boxed{I = 6\ \mathrm{A}}$$
- (b) Intentsitatea I bada, Δt denbora-tartean igarotzen den karga elektrikoa hauxe da:
$$\boxed{\Delta Q = 60\ \mathrm{C}}$$
- (c) Bateriak emandako potentzia (barne-erresistentziarik ez duenez), bere indar elektroeragilea bider korrontearen intentsitatea da. Hau da: $P = \varepsilon I$.
- Bateriak emandako energia Δt denbora-tartean, beraz:
$$\boxed{E_b = 720\ \mathrm{J}}$$
- (d) Eta R erresistentzian sortutako beroa Δt denbora-tartean hauxe da:

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Zirkuitu bakun honetan, intentsitatearen balioa honela kalkulatzen da:
$$\varepsilon = RI \quad \rightarrow \quad \boxed{I = 6 \text{ A}}$$
- (b) Intentsitatea I bada, Δt denbora-tartean igarotzen den karga elektrikoa hauxe da:
$$\boxed{\Delta Q = 60 \text{ C}}$$
- (c) Bateriak emandako potentzia (barne-erresistentziarik ez duenez), bere indar elektroeragilea bider korrontearen intentsitatea da. Hau da: $P = \varepsilon I$.
- Bateriak emandako energia Δt denbora-tartean, beraz:
$$\boxed{E_b = 720 \text{ J}}$$
- (d) Eta R erresistentzian sortutako beroa Δt denbora-tartean hauxe da:
$$E_R = RI^2 \Delta t$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Zirkuitu bakun honetan, intentsitatearen balioa honela kalkulatzen da:

$$\varepsilon = RI \quad \rightarrow \quad \boxed{I = 6 \text{ A}}$$

- (b) Intentsitatea I bada, Δt denbora-tartean igarotzen den karga elektrikoa hauxe da:

$$\boxed{\Delta Q = 60 \text{ C}}$$

- (c) Bateriak emandako potentzia (barne-erresistentziarik ez duenez), bere indar elektroeragilea bider korrontearen intentsitatea da. Hau da: $P = \varepsilon I$.
- Bateriak emandako energia Δt denbora-tartean, beraz:

$$\boxed{E_b = 720 \text{ J}}$$

- (d) Eta R erresistentzian sortutako beroa Δt denbora-tartean hauxe da:

$$E_R = 2 \times 6^2 \times 10$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Zirkuitu bakun honetan, intentsitatearen balioa honela kalkulatzen da:
  $$\varepsilon = RI \quad \rightarrow \quad \boxed{I = 6\ \text{A}}$$
- (b) Intentsitatea I bada, Δt denbora-tartean igarotzen den karga elektrikoa hauxe da:
  $$\boxed{\Delta Q = 60\ \text{C}}$$
- (c) Bateriak emandako potentzia (barne-erresistentziarik ez duenez), bere indar elektroeragilea bider korrontearen intentsitatea da. Hau da: $P = \varepsilon I$.
- Bateriak emandako energia Δt denbora-tartean, beraz:
  $$\boxed{E_b = 720\ \text{J}}$$
- (d) Eta R erresistentzian sortutako beroa Δt denbora-tartean hauxe da:
  $$\boxed{E_R = 720\ \text{J}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Zirkuitu bakun honetan, intentsitatearen balioa honela kalkulatzen da:

$$\varepsilon = RI \quad \rightarrow \quad \boxed{I = 6\ \mathrm{A}}$$

- (b) Intentsitatea I bada, Δt denbora-tartean igarotzen den karga elektrikoa hauxe da:

$$\boxed{\Delta Q = 60\ \mathrm{C}}$$

- (c) Bateriak emandako potentzia (barne-erresistentziarik ez duenez), bere indar elektroeragilea bider korrontearen intentsitatea da. Hau da: $P = \varepsilon I$.
- Bateriak emandako energia Δt denbora-tartean, beraz:

$$\boxed{E_b = 720\ \mathrm{J}}$$

- (d) Eta R erresistentzian sortutako beroa Δt denbora-tartean hauxe da:

$$\boxed{E_R = 720\ \mathrm{J}}$$

- Hau da: bateriak emandako energia = erresistentzian sortutako beroa.

$\boxed{\mathbf{2}}$ 220 V-eko tentsioari konektatuta dagoenean, xigorgailu batek 1 100 W-eko potentzia kontsumitzen du.

(a) Zein da xigorgailutik igarotzen den korrontearen intentsitatea?

(b) Ogi-xerra xigortzeko minutu bat ematen badu, eta kW · h-ko argi-indarraren prezioa 0.08 €-koa bada, zenbat balio du ogi-xerra bat xigortzeak?

Ebazpena Aurkibidea

Ebazpena

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Xigorgailuaren erresitentziaren muturren arteko potentzial-diferentzia V bada, bertatik hurrengo korrontea igaroko da: $I = V/R$.

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Xigorgailuaren erresitentziaren muturren arteko potentzial-diferentzia V bada, bertatik hurrengo korrontea igaroko da: $I = V/R$.
- Bestetik, xigorgailuaren R erresistentzian hurrengo potentzia gastatuko da, bertatik I intentsitatea igarotzen bada: $P = RI^2$.

Ebazpena

- (a) Xigorgailuaren erresitentziaren muturren arteko potentzial-diferentzia V bada, bertatik hurrengo korrontea igaroko da: $I = V/R$.
- Bestetik, xigorgailuaren R erresistentzian hurrengo potentzia gastatuko da, bertatik I intentsitatea igarotzen bada: $P = RI^2$.
- Biak konbitatuz, potentziaren eta potentzial-diferentziaren artean hurrengo erlazioa beteko da: $P = VI$.

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Xigorgailuaren erresitentziaren muturren arteko potentzial-diferentzia V bada, bertatik hurrengo korrontea igaroko da: $I = V/R$.
- Bestetik, xigorgailuaren R erresistentzian hurrengo potentzia gastatuko da, bertatik I intentsitatea igarotzen bada: $P = RI^2$.
- Biak konbitatuz, potentziaren eta potentzial-diferentziaren artean hurrengo erlazioa beteko da: $P = VI$.
- Ondorioz, hau izango da xigorgailutik igarotzen den korrontea:

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Xigorgailuaren erresitentziaren muturren arteko potentzial-diferentzia V bada, bertatik hurrengo korrontea igaroko da: $I = V/R$.
- Bestetik, xigorgailuaren R erresistentzian hurrengo potentzia gastatuko da, bertatik I intentsitatea igarotzen bada: $P = RI^2$.
- Biak konbitatuz, potentziaren eta potentzial-diferentziaren artean hurrengo erlazioa beteko da: $P = VI$.
- Ondorioz, hau izango da xigorgailutik igarotzen den korrontea:

$$I = P/V$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Xigorgailuaren erresitentziaren muturren arteko potentzial-diferentzia V bada, bertatik hurrengo korrontea igaroko da: $I = V/R$.
- Bestetik, xigorgailuaren R erresistentzian hurrengo potentzia gastatuko da, bertatik I intentsitatea igarotzen bada: $P = RI^2$.
- Biak konbitatuz, potentziaren eta potentzial-diferentziaren artean hurrengo erlazioa beteko da: $P = VI$.
- Ondorioz, hau izango da xigorgailutik igarotzen den korrontea:

$$I = 1\,100/220$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Xigorgailuaren erresitentziaren muturren arteko potentzial-diferentzia V bada, bertatik hurrengo korrontea igaroko da: $I = V/R$.
- Bestetik, xigorgailuaren R erresistentzian hurrengo potentzia gastatuko da, bertatik I intentsitatea igarotzen bada: $P = RI^2$.
- Biak konbitatuz, potentziaren eta potentzial-diferentziaren artean hurrengo erlazioa beteko da: $P = VI$.
- Ondorioz, hau izango da xigorgailutik igarotzen den korrontea:

$$\boxed{I = 5\ \text{A}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Xigorgailuaren erresitentziaren muturren arteko potentzial-diferentzia V bada, bertatik hurrengo korrontea igaroko da: $I = V/R$.
- Bestetik, xigorgailuaren R erresistentzian hurrengo potentzia gastatuko da, bertatik I intentsitatea igarotzen bada: $P = RI^2$.
- Biak konbitatuz, potentziaren eta potentzial-diferentziaren artean hurrengo erlazioa beteko da: $P = VI$.
- Ondorioz, hau izango da xigorgailutik igarotzen den korrontea:
  $\boxed{I = 5\ \mathrm{A}}$
- (b) Xigorgailuan kontsumitutako energia minutu batean:

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Xigorgailuaren erresitentziaren muturren arteko potentzial-diferentzia V bada, bertatik hurrengo korrontea igaroko da: $I = V/R$.
- Bestetik, xigorgailuaren R erresistentzian hurrengo potentzia gastatuko da, bertatik I intentsitatea igarotzen bada: $P = RI^2$.
- Biak konbitatuz, potentziaren eta potentzial-diferentziaren artean hurrengo erlazioa beteko da: $P = VI$.
- Ondorioz, hau izango da xigorgailutik igarotzen den korrontea:

$$\boxed{I = 5\ \mathrm{A}}$$

- (b) Xigorgailuan kontsumitutako energia minutu batean:

$$E = Pt = 1\,100 \cdot 60$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Xigorgailuaren erresitentziaren muturren arteko potentzial-diferentzia V bada, bertatik hurrengo korrontea igaroko da: $I = V/R$.
- Bestetik, xigorgailuaren R erresistentzian hurrengo potentzia gastatuko da, bertatik I intentsitatea igarotzen bada: $P = RI^2$.
- Biak konbitatuz, potentziaren eta potentzial-diferentziaren artean hurrengo erlazioa beteko da: $P = VI$.
- Ondorioz, hau izango da xigorgailutik igarotzen den korrontea:

  $$\boxed{I = 5\ \mathrm{A}}$$
- (b) Xigorgailuan kontsumitutako energia minutu batean:

  $$E = 66\,000\ \mathrm{J}$$

Ebazpena

- (a) Xigorgailuaren erresitentziaren muturren arteko potentzial-diferentzia V bada, bertatik hurrengo korrontea igaroko da: $I = V/R$.
- Bestetik, xigorgailuaren R erresistentzian hurrengo potentzia gastatuko da, bertatik I intentsitatea igarotzen bada: $P = RI^2$.
- Biak konbitatuz, potentziaren eta potentzial-diferentziaren artean hurrengo erlazioa beteko da: $P = VI$.
- Ondorioz, hau izango da xigorgailutik igarotzen den korrontea:
  $$\boxed{I = 5\ \mathrm{A}}$$
- (b) Xigorgailuan kontsumitutako energia minutu batean:
  $$E = 66\,000\ \mathrm{J}$$
- Eta energia horren balioa ($1\ \mathrm{kW}\cdot\mathrm{h} = 3.6\times 10^6$ J dela jakinik):

Ebazpena

- (a) Xigorgailuaren erresitentziaren muturren arteko potentzial-diferentzia V bada, bertatik hurrengo korrontea igaroko da: $I = V/R$.
- Bestetik, xigorgailuaren R erresistentzian hurrengo potentzia gastatuko da, bertatik I intentsitatea igarotzen bada: $P = RI^2$.
- Biak konbitatuz, potentziaren eta potentzial-diferentziaren artean hurrengo erlazioa beteko da: $P = VI$.
- Ondorioz, hau izango da xigorgailutik igarotzen den korrontea:
  $$\boxed{I = 5 \text{ A}}$$
- (b) Xigorgailuan kontsumitutako energia minutu batean:
  $$E = 66\,000 \text{ J}$$
- Eta energia horren balioa ($1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6$ J dela jakinik):
  $$K = \frac{66\,000}{3.6 \times 10^6} 0.08$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Ebazpena

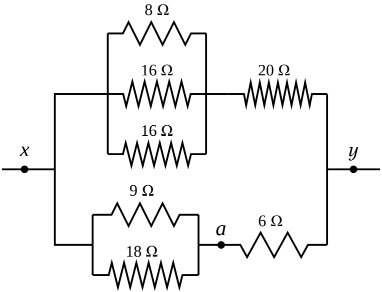
- (a) Xigorgailuaren erresitentziaren muturren arteko potentzial-diferentzia V bada, bertatik hurrengo korrontea igaroko da: $I = V/R$.
- Bestetik, xigorgailuaren R erresistentzian hurrengo potentzia gastatuko da, bertatik I intentsitatea igarotzen bada: $P = RI^2$.
- Biak konbitatuz, potentziaren eta potentzial-diferentziaren artean hurrengo erlazioa beteko da: $P = VI$.
- Ondorioz, hau izango da xigorgailutik igarotzen den korrontea:
  $$\boxed{I = 5 \text{ A}}$$
- (b) Xigorgailuan kontsumitutako energia minutu batean:
  $$E = 66\,000 \text{ J}$$
- Eta energia horren balioa ($1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6$ J dela jakinik):
  $$\boxed{K = 0.0015 \text{ €}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

3 Irudiko zirkuituan kalkulatu:

(a) x eta y puntuen arteko erresistentzia.

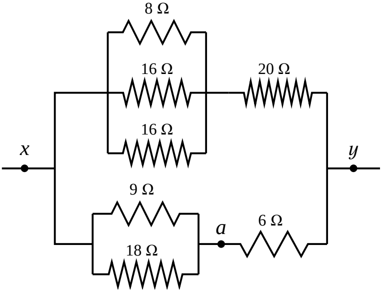
(b) 8 Ω-eko erresistentzia zeharkatzen duen intentsitatea $I = 0.5$ A bada, zein da x eta a puntuen arteko potentzial-diferentzia?



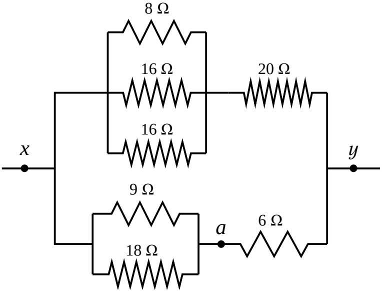
(a) (b) Aurkibidea

ZTF-FCT

(a) Erresistentzia baliokidearen kalkulua

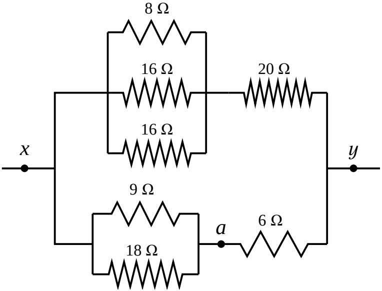


(a) Erresistentzia baliokidearen kalkulua



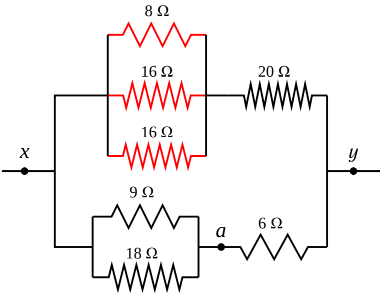
- Lehenik eta behin komeni zaigu x eta y puntuen arteko erresistentzia baliokidea kalkulatzea. Begira, pausoz pauso jarraitutako bidea.

(a) Erresistentzia baliokidearen kalkulua



- Lehenik eta behin komeni zaigu x eta y puntuen arteko erresistentzia baliokidea kalkulatzea. Begira, pausoz pauso jarraitutako bidea.
- R_1 eta R_2

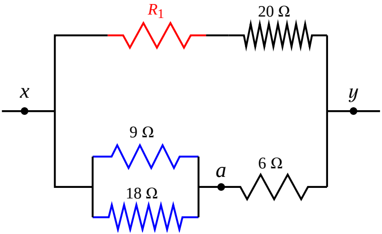
(a) Erresistentzia baliokidearen kalkulua



- Lehenik eta behin komeni zaigu x eta y puntuen arteko erresistentzia baliokidea kalkulatzea. Begira, pausoz pauso jarraitutako bidea.
- R_1 eta R_2

$$\begin{cases} \dfrac{1}{R_1} = \dfrac{1}{8} + \dfrac{1}{16} + \dfrac{1}{16} \\ \\ \end{cases}$$

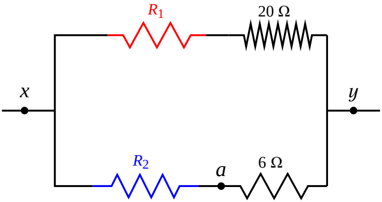
(a) Erresistentzia baliokidearen kalkulua



- Lehenik eta behin komeni zaigu x eta y puntuen arteko erresistentzia baliokidea kalkulatzea. Begira, pausoz pauso jarraitutako bidea.
- R_1 eta R_2

$$\begin{cases} \dfrac{1}{R_1} = \dfrac{1}{8} + \dfrac{1}{16} + \dfrac{1}{16} \\ \dfrac{1}{R_2} = \dfrac{1}{9} + \dfrac{1}{18} \end{cases}$$

(a) Erresistentzia baliokidearen kalkulua

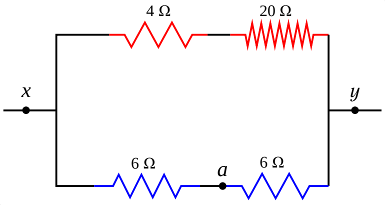


- Lehenik eta behin komeni zaigu x eta y puntuen arteko erresistentzia baliokidea kalkulatzea. Begira, pausoz pauso jarraitutako bidea.
- R_1 eta R_2

$$\begin{cases} \dfrac{1}{R_1} = \dfrac{1}{8} + \dfrac{1}{16} + \dfrac{1}{16} \\ \dfrac{1}{R_2} = \dfrac{1}{9} + \dfrac{1}{18} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} R_1 = 4\ \Omega \\ R_2 = 6\ \Omega \end{cases}$$

ZTF-FCT

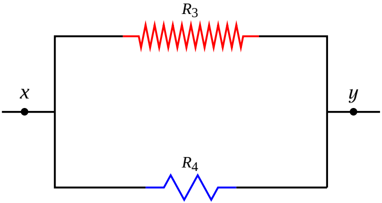
(a)– Erresistentzia baliokidearen kalkulua



◂ Enuntziatua ◂ (a) ▸ (b) ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

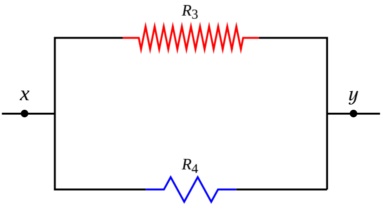
(a)– Erresistentzia baliokidearen kalkulua



- Bide honi jarraituz, R_3 eta R_4 lortuko dugu:

Enuntziatua (a) (b) Aurkibidea

(a)– Erresistentzia baliokidearen kalkulua

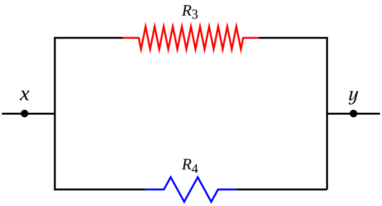


- Bide honi jarraituz, R_3 eta R_4 lortuko dugu:

$$\begin{cases} R_3 = 4 + 20 \\ \end{cases}$$

◂ Enuntziatua ◂ (a) ▸ (b) ▸ Aurkibidea

(a)– Erresistentzia baliokidearen kalkulua

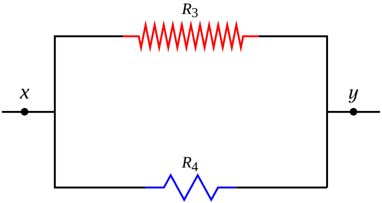


- Bide honi jarraituz, R_3 eta R_4 lortuko dugu:

$$\begin{cases} R_3 = 4 + 20 \\ R_4 = 6 + 6 \end{cases}$$

Enuntziatua (a) (b) Aurkibidea

(a)– Erresistentzia baliokidearen kalkulua



- Bide honi jarraituz, R_3 eta R_4 lortuko dugu:

$$\begin{cases} R_3 = 24\ \Omega \\ R_4 = 12\ \Omega \end{cases}$$

◂ Enuntziatua ◂ (a) ▸ (b) ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

(a)– Erresistentzia baliokidearen kalkulua

- Bide honi jarraituz, R_3 eta R_4 lortuko dugu, eta ondoren, R:

$$\begin{cases} R_3 = 24\ \Omega \\ R_4 = 12\ \Omega \end{cases} \quad \rightarrow \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{24} + \frac{1}{12}$$

Enuntziatua (a) (b) Aurkibidea

ZTF-FCT

(a)– Erresistentzia baliokidearen kalkulua

- Bide honi jarraituz, R_3 eta R_4 lortuko dugu, eta ondoren, R:

$$\begin{cases} R_3 = 24\ \Omega \\ R_4 = 12\ \Omega \end{cases} \quad \rightarrow \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{8}$$

Enuntziatua (a) (b) Aurkibidea

ZTF-FCT

(a)– Erresistentzia baliokidearen kalkulua

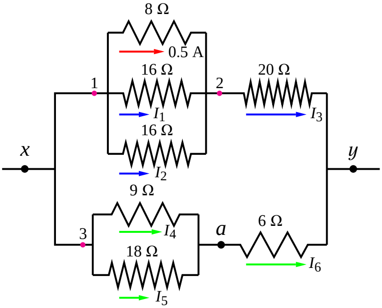
- Bide honi jarraituz, R_3 eta R_4 lortuko dugu, eta ondoren, R:

$$\begin{cases} R_3 = 24\ \Omega \\ R_4 = 12\ \Omega \end{cases} \rightarrow \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{8} \quad \rightarrow \quad \boxed{R = 8\ \Omega}$$

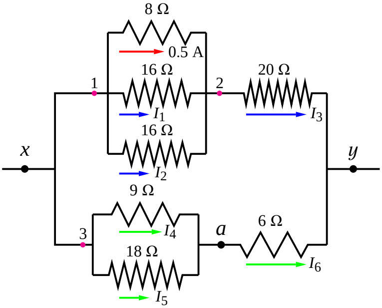
Enuntziatua (a) (b) Aurkibidea

ZTF-FCT

(b) V_{xa}-ren kalkulua

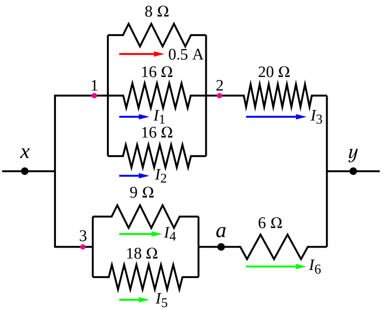


(b) V_{xa}-ren kalkulua



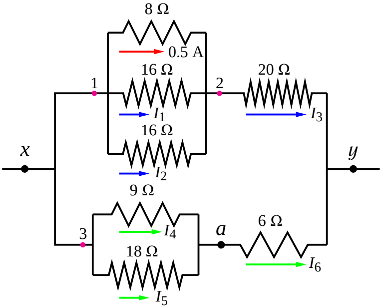
- Lehenik eta behin, adar bakoitzeko intentsitateak kalkulatu behar ditugu.

(b) V_{xa}-ren kalkulua



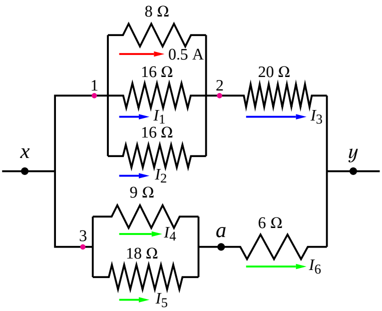
- Lehenik eta behin, adar bakoitzeko intentsitateak kalkulatu behar ditugu.
- Horretarako, kontuan izan bi punturen arteko potentzial-diferentzia berdina dela edozein bidetik.

(b) V_{xa}-ren kalkulua



- Lehenik eta behin, adar bakoitzeko intentsitateak kalkulatu behar ditugu.
- Horretarako, kontuan izan bi punturen arteko potentzial-diferentzia berdina dela edozein bidetik.
- Beraz, goiko partean:

(b) V_{xa}-ren kalkulua

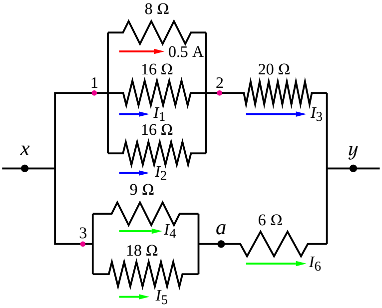


- Lehenik eta behin, adar bakoitzeko intentsitateak kalkulatu behar ditugu.
- Horretarako, kontuan izan bi punturen arteko potentzial-diferentzia berdina dela edozein bidetik.
- Beraz, goiko partean:

$$V_{12} = \begin{cases} 8 \cdot 0.5 \\ 16 I_1 \\ 16 I_2 \end{cases}$$

Enuntziatua (a) (b)– Aurkibidea

(b) V_{xa}-ren kalkulua

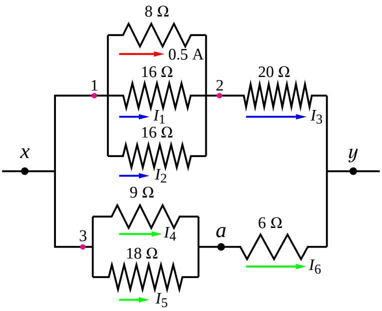


- Lehenik eta behin, adar bakoitzeko intentsitateak kalkulatu behar ditugu.
- Horretarako, kontuan izan bi punturen arteko potentzial-diferentzia berdina dela edozein bidetik.
- Beraz, goiko partean:

$$V_{12} = \begin{cases} 8 \cdot 0.5 \\ 16 I_1 \\ 16 I_2 \end{cases} \rightarrow \; I_1 = I_2 = 0.25 \text{ A}$$

Enuntziatua (a) (b)– Aurkibidea

(b) V_{xa}-ren kalkulua

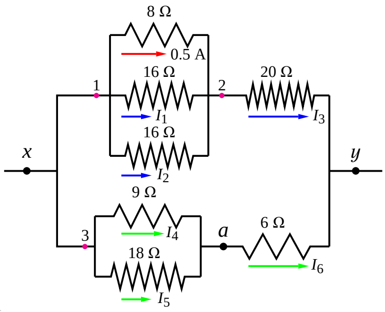


- Lehenik eta behin, adar bakoitzeko intentsitateak kalkulatu behar ditugu.
- Horretarako, kontuan izan bi punturen arteko potentzial-diferentzia berdina dela edozein bidetik.
- Beraz, goiko partean:

$$V_{12} = \begin{cases} 8 \cdot 0.5 \\ 16 I_1 \\ 16 I_2 \end{cases} \rightarrow \; I_1 = I_2 = 0.25 \text{ A}$$

- Korapiloen legetik, 2 puntura heltzen den intentsitatea, bertatik irteten dena da. Hau da:

(b) V_{xa}-ren kalkulua



- Lehenik eta behin, adar bakoitzeko intentsitateak kalkulatu behar ditugu.
- Horretarako, kontuan izan bi punturen arteko potentzial-diferentzia berdina dela edozein bidetik.
- Beraz, goiko partean:

$$V_{12} = \begin{cases} 8 \cdot 0.5 \\ 16 I_1 \\ 16 I_2 \end{cases} \rightarrow I_1 = I_2 = 0.25 \text{ A}$$

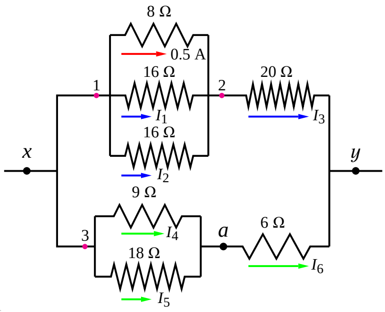
- Korapiloen legetik, 2 puntura heltzen den intentsitatea, bertatik irteten dena da. Hau da:

$$0.5 + I_1 + I_2 = I_3$$

Enuntziatua (a) (b)– Aurkibidea

ZTF-FCT

(b) V_{xa}-ren kalkulua



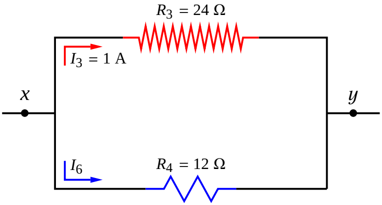
- Lehenik eta behin, adar bakoitzeko intentsitateak kalkulatu behar ditugu.
- Horretarako, kontuan izan bi punturen arteko potentzial-diferentzia berdina dela edozein bidetik.
- Beraz, goiko partean:

$$V_{12} = \begin{cases} 8 \cdot 0.5 \\ 16 I_1 \\ 16 I_2 \end{cases} \rightarrow \quad I_1 = I_2 = 0.25 \text{ A}$$

- Korapiloen legetik, 2 puntura heltzen den intentsitatea, bertatik irteten dena da. Hau da:

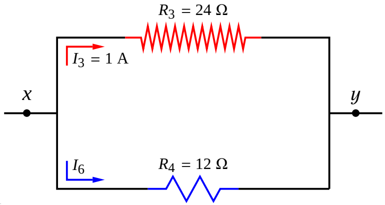
$$0.5 + I_1 + I_2 = I_3 \quad \rightarrow \quad I_3 = 1 \text{ A}$$

(b)– V_{xa}-ren kalkulua (Jarraip.)



Enuntziatua (a) (b) Aurkibidea

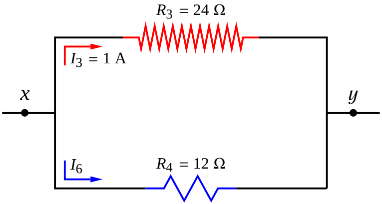
(b)– V_{xa}-ren kalkulua (Jarraip.)



- V_{xy} potentzial-jaitsiera berdina da goitik zein behetik:

Enuntziatua (a) (b) Aurkibidea

(b)– V_{xa}-ren kalkulua (Jarraip.)

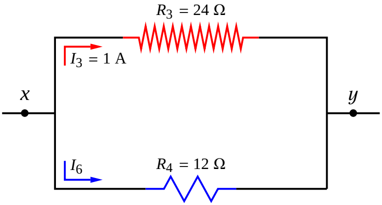


- V_{xy} potentzial-jaitsiera berdina da goitik zein behetik:

$$V_{xy} = 24 \cdot 1 = 12 I_6$$

Enuntziatua (a) (b) Aurkibidea

(b)– V_{xa}-ren kalkulua (Jarraip.)

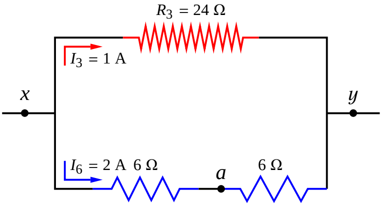


- V_{xy} potentzial-jaitsiera berdina da goitik zein behetik:

$$V_{xy} = 24 \cdot 1 = 12 I_6 \quad \rightarrow \quad I_6 = 2 \text{ A}$$

Enuntziatua (a) (b) Aurkibidea

(b)– V_{xa}-ren kalkulua (Jarraip.)



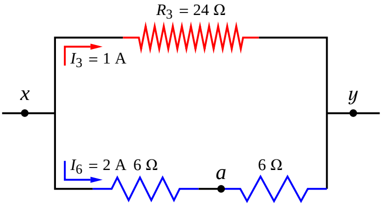
- V_{xy} potentzial-jaitsiera berdina da goitik zein behetik:

$$V_{xy} = 24 \cdot 1 = 12 I_6 \quad \rightarrow \quad I_6 = 2\ \text{A}$$

- Eta x eta a-ren arteko potentzial-jaitsiera:

◂ Enuntziatua ◂ (a) ◂ (b) ▸ Aurkibidea

(b)– V_{xa}-ren kalkulua (Jarraip.)



- V_{xy} potentzial-jaitsiera berdina da goitik zein behetik:

$$V_{xy} = 24 \cdot 1 = 12 I_6 \quad \rightarrow \quad I_6 = 2\ \text{A}$$

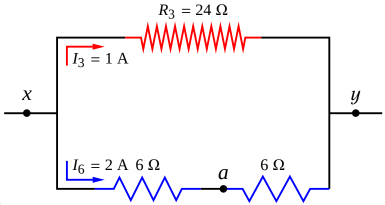
- Eta x eta a-ren arteko potentzial-jaitsiera:

$$V_{xa} = 6 \cdot 2$$

Enuntziatua (a) (b) Aurkibidea

ZTF-FCT

(b)– V_{xa}-ren kalkulua (Jarraip.)



- V_{xy} potentzial-jaitsiera berdina da goitik zein behetik:

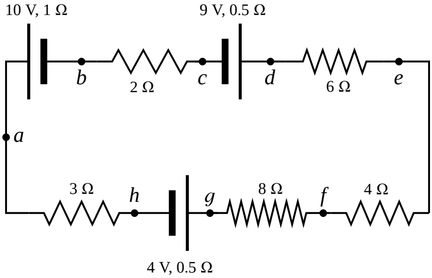
$$V_{xy} = 24 \cdot 1 = 12 I_6 \quad \rightarrow \quad I_6 = 2 \text{ A}$$

- Eta x eta a-ren arteko potentzial-jaitsiera:

$$\boxed{V_{xa} = 12 \text{ V}}$$

◂ Enuntziatua ◂ (a) ◂ (b) ▸ Aurkibidea

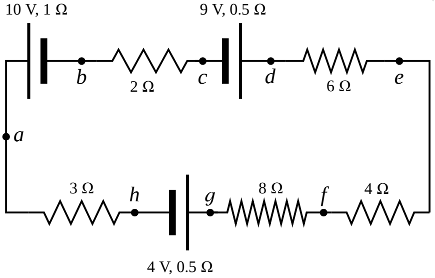
4 Irudiko zirkuituan kalkulatu V_{ag}, V_{dg} eta V_{ch}.



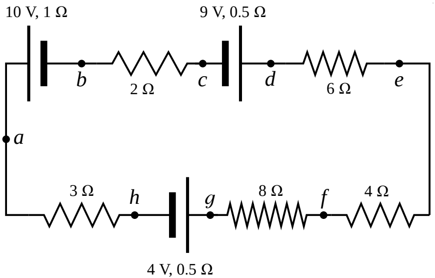
▸ I-ren bidea ▸ I eta V_{ag} ▸ V_{dg} eta V_{ch} ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Zirkuituan zeharreko bidea

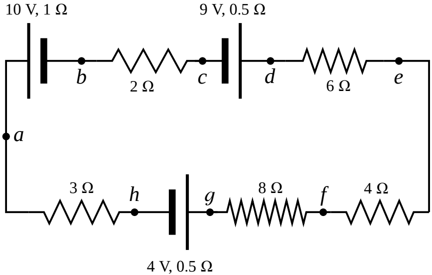


Zirkuituan zeharreko bidea



- Aldez aurretik, korrontearen noranzkoa kalkulatuko dugu.

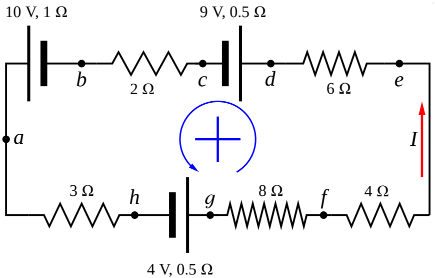
Zirkuituan zeharreko bidea



- Aldez aurretik, korrontearen noranzkoa kalkulatuko dugu.
- Sorgailuen ezaugarriak hauexek dira:

$\varepsilon_1 = 10$ V	$r_1 = 1.0\ \Omega$	$\rightarrow$
$\varepsilon_2 = 9$ V	$r_2 = 0.5\ \Omega$	$\leftarrow$
$\varepsilon_3 = 4$ V	$r_3 = 0.5\ \Omega$	$\rightarrow$

Zirkuituan zeharreko bidea



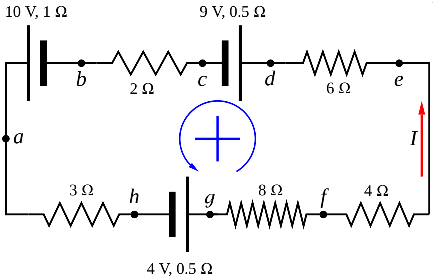
- Aldez aurretik, korrontearen noranzkoa kalkulatuko dugu.
- Sorgailuen ezaugarriak hauexek dira:

$\varepsilon_1 = 10$ V	$r_1 = 1.0\ \Omega$	$\rightarrow$
$\varepsilon_2 = 9$ V	$r_2 = 0.5\ \Omega$	$\leftarrow$
$\varepsilon_3 = 4$ V	$r_3 = 0.5\ \Omega$	$\rightarrow$

- Hona hemen I intentsitatea eta zirkuituaren noranzko positiboa.

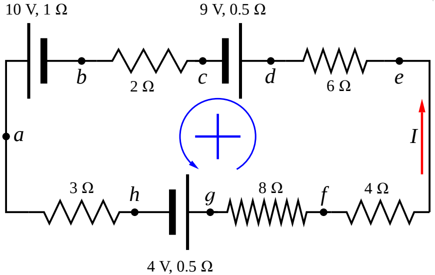
Enuntziatua · I eta V_{ag} · V_{dg} eta V_{ch} · Aurkibidea

Korronte-intentsitatea eta $V_{ag} = V_a - V_g$



Enuntziatua | I-ren bidea | V_{dg} eta V_{ch} | Aurkibidea

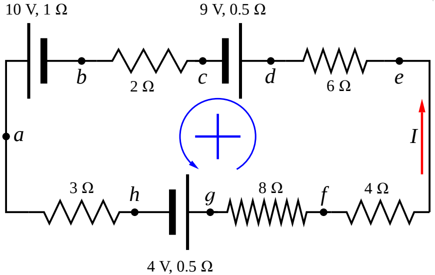
Korronte-intentsitatea eta $V_{ag} = V_a - V_g$



- Korrontearen intentsitatea zirkuitu osoa aukeratzean kalkulatzen da:

Enuntziatua I-ren bidea V_{dg} eta V_{ch} Aurkibidea

Korronte-intentsitatea eta $V_{ag} = V_a - V_g$

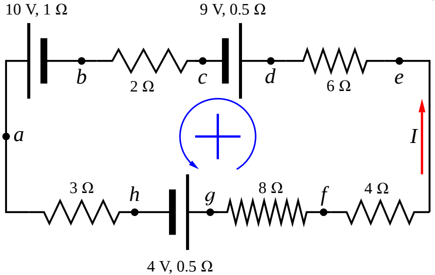


- Korrontearen intentsitatea zirkuitu osoa aukeratzean kalkulatzen da:

  $\sum_i \varepsilon_i = I \sum R_i$

Enuntziatua | I-ren bidea | V_{dg} eta V_{ch} | Aurkibidea

Korronte-intentsitatea eta $V_{ag} = V_a - V_g$



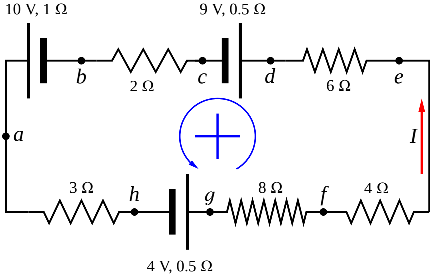
- Korrontearen intentsitatea zirkuitu osoa aukeratzean kalkulatzen da:

$$\sum_i \varepsilon_i = I \sum R_i \quad \rightarrow \quad 10 - 9 + 4 = 25I$$

Enuntziatua | I-ren bidea | V_{dg} eta V_{ch} | Aurkibidea

ZTF-FCT

Korronte-intentsitatea eta $V_{ag} = V_a - V_g$



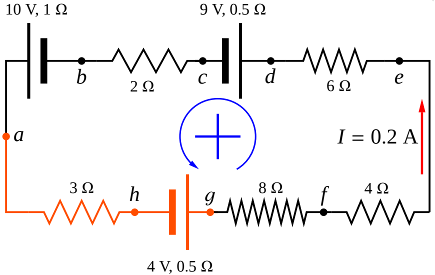
- Korrontearen intentsitatea zirkuitu osoa aukeratzean kalkulatzen da:

$$\sum_i \varepsilon_i = I \sum R_i \quad \rightarrow \quad I = 0.2 \text{ A}$$

◂ Enuntziatua ◂ I-ren bidea ▸ V_{dg} eta V_{ch} ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Korronte-intentsitatea eta $V_{ag} = V_a - V_g$



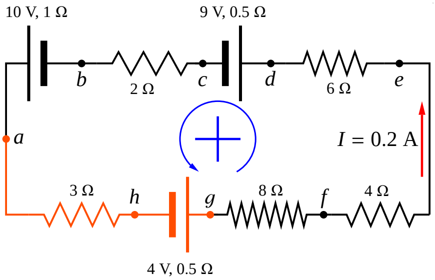
- Korrontearen intentsitatea zirkuitu osoa aukeratzean kalkulatzen da:

$$\sum_i \varepsilon_i = I \sum R_i \quad \rightarrow \quad I = 0.2 \text{ A}$$

- Eta $a \rightarrow g$-ko potentzial-jaitsiera, bide beretik:

Enuntziatua | I-ren bidea | V_{dg} eta V_{ch} | Aurkibidea

Korronte-intentsitatea eta $V_{ag} = V_a - V_g$



- Korrontearen intentsitatea zirkuitu osoa aukeratzean kalkulatzen da:

$$\sum_i \varepsilon_i = I \sum R_i \quad \rightarrow \quad I = 0.2 \text{ A}$$

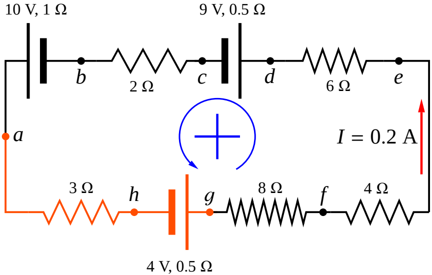
- Eta $a \rightarrow g$-ko potentzial-jaitsiera, bide beretik:

$$V_{ag} = \sum_i R_i I_i - \varepsilon_i$$

◂ Enuntziatua ◂ I-ren bidea ▸ V_{dg} eta V_{ch} ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Korronte-intentsitatea eta $V_{ag} = V_a - V_g$



- Korrontearen intentsitatea zirkuitu osoa aukeratzean kalkulatzen da:

$$\sum_i \varepsilon_i = I \sum R_i \quad \rightarrow \quad I = 0.2 \text{ A}$$

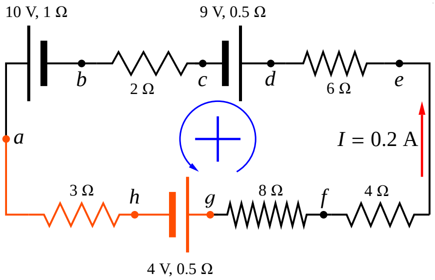
- Eta $a \rightarrow g$-ko potentzial-jaitsiera, bide beretik:

$$V_{ag} = (3 + 0.5)0.2 - 4$$

Enuntziatua · I-ren bidea · V_{dg} eta V_{ch} · Aurkibidea

ZTF-FCT

Korronte-intentsitatea eta $V_{ag} = V_a - V_g$



- Korrontearen intentsitatea zirkuitu osoa aukeratzean kalkulatzen da:

$$\sum_i \varepsilon_i = I \sum R_i \quad \rightarrow \quad I = 0.2 \text{ A}$$

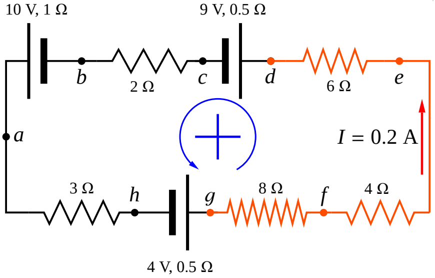
- Eta $a \rightarrow g$-ko potentzial-jaitsiera, bide beretik:

$$V_{ag} = (3 + 0.5)0.2 - 4 \quad \rightarrow \quad \boxed{V_{ag} = -3.3 \text{ V}}$$

Enuntziatua · I-ren bidea · V_{dg} eta V_{ch} · Aurkibidea

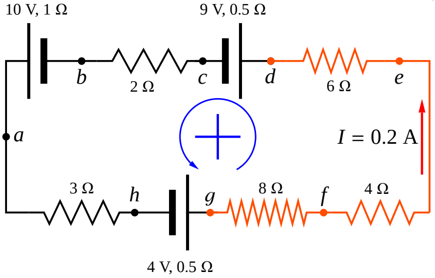
ZTF-FCT

V_{dg} eta V_{ch}



Enuntziatua
I-ren bidea
I eta V_{ag}
Aurkibidea

V_{dg} eta V_{ch}

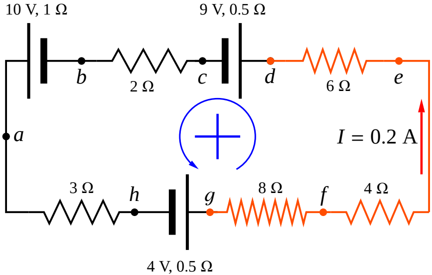


- $d \rightarrow g$-ko potentzial-jaitsiera, honako honetan zirkuituan zeharreko ibilbidea intentsitatearen kontra doala kontuan hartuta, hauxe da:

Enuntziatua | I-ren bidea | I eta V_{ag} | Aurkibidea

ZTF-FCT

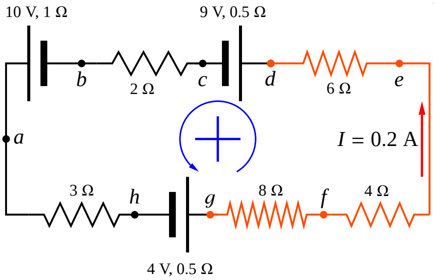
V_{dg} eta V_{ch}



- $d \rightarrow g$-ko potentzial-jaitsiera, honako honetan zirkuituan zeharreko ibilbidea intentsitatearen kontra doala kontuan hartuta, hauxe da:

$$V_{dg} = (6 + 4 + 8)(-0.2)$$

V_{dg} eta V_{ch}

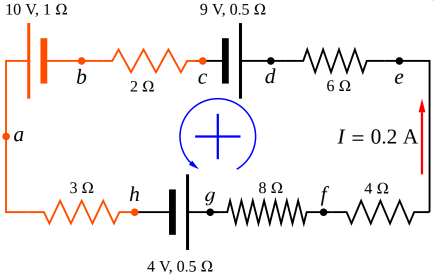


- $d \rightarrow g$-ko potentzial-jaitsiera, honako honetan zirkuituan zeharreko ibilbidea intentsitatearen kontra doala kontuan hartuta, hauxe da:

$$\boxed{V_{dg} = -3.6 \text{ V}}$$

Enuntziatua | I-ren bidea | I eta V_{ag} | Aurkibidea

V_{dg} eta V_{ch}

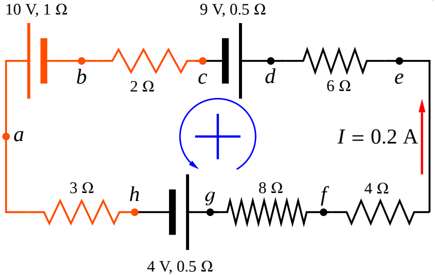


- $d \to g$-ko potentzial-jaitsiera, honako honetan zirkuituan zeharreko ibilbidea intentsitatearen kontra doala kontuan hartuta, hauxe da:

$$\boxed{V_{dg} = -3.6\ \mathrm{V}}$$

- Bukatzeko, $c \to h$-ko potentzial-jaitsiera, hauxe:

V_{dg} eta V_{ch}



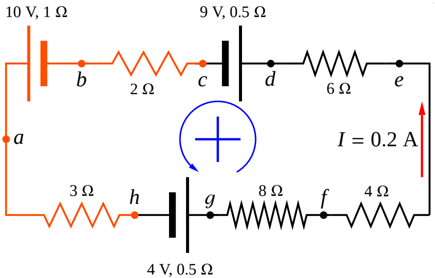
- $d \rightarrow g$-ko potentzial-jaitsiera, honako honetan zirkuituan zeharreko ibilbidea intentsitatearen kontra doala kontuan hartuta, hauxe da:

$$\boxed{V_{dg} = -3.6 \text{ V}}$$

- Bukatzeko, $c \rightarrow h$-ko potentzial-jaitsiera, hauxe:

$$V_{ch} = (2 + 1 + 3)0.2 - 10$$

V_{dg} eta V_{ch}



- $d \to g$-ko potentzial-jaitsiera, honako honetan zirkuituan zeharreko ibilbidea intentsitatearen kontra doala kontuan hartuta, hauxe da:

$$\boxed{V_{dg} = -3.6 \text{ V}}$$

- Bukatzeko, $c \to h$-ko potentzial-jaitsiera, hauxe:

$$\boxed{V_{ch} = -8.8 \text{ V}}$$

◂ Enuntziatua ◂ I-ren bidea ◂ I eta V_{ag} ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

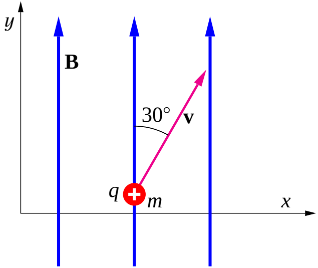
Elektromagnetismoko Ariketak

Magnetismoa

Oscar Ecenarro
oscar.ecenarro@ehu.es

Edukia

$\boxed{\mathbf{1}}$ $m = 0.1$ kg-ko gorputz bat $B = 10^{-2}$ T-ko eremu magnetikoan higitzen da, $v = 100$ m/s-ko abiaduraz. Gorputzaren abiadura eta eremu magnetikoaren arteko angelua 30° da. Gorputzaren karga $q = 10^{-3}$ C bada, zeintzuk dira indarraren eta azelerazioaren moduluak, norabideak eta noranzkoak?



Ebazpena Aurkibidea

Ebazpena

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Ebazpena

- Higitzen ari den karga baten gaineko indar magnetikoa:

$$\mathbf{F}_m = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$$

Enuntziatua

Aurkibidea

ZTF-FCT

Ebazpena

- Higitzen ari den karga baten gaineko indar magnetikoa:

$$\mathbf{F}_m = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$$

- Gure kasuan, $\mathbf{v} = 100(\sin 30°\mathbf{i} + \cos 30°\mathbf{j})$ eta $\mathbf{B} = 10^{-2}\mathbf{j}$:

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Ebazpena

- Higitzen ari den karga baten gaineko indar magnetikoa:

$$\mathbf{F}_m = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$$

- Gure kasuan, $\mathbf{v} = 100(\sin 30°\mathbf{i} + \cos 30°\mathbf{j})$ eta $\mathbf{B} = 10^{-2}\mathbf{j}$:

$$\mathbf{F}_m = 10^{-3} \cdot 100(\sin 30°\mathbf{i} + \cos 30°\mathbf{j}) \times 10^{-2}\mathbf{j}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Ebazpena

- Higitzen ari den karga baten gaineko indar magnetikoa:

$$\mathbf{F}_m = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$$

- Gure kasuan, $\mathbf{v} = 100(\sin 30°\mathbf{i} + \cos 30°\mathbf{j})$ eta $\mathbf{B} = 10^{-2}\mathbf{j}$:

$$\boxed{\mathbf{F}_m = 5 \times 10^{-4}\mathbf{k}\ \mathrm{N}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Ebazpena

- Higitzen ari den karga baten gaineko indar magnetikoa:

$$\mathbf{F}_m = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$$

- Gure kasuan, $\mathbf{v} = 100(\sin 30°\mathbf{i} + \cos 30°\mathbf{j})$ eta $\mathbf{B} = 10^{-2}\mathbf{j}$:

$$\boxed{\mathbf{F}_m = 5 \times 10^{-4}\mathbf{k}\ \mathrm{N}}$$

- Hau da, **indarra planoaren perpendikularra da, eta gureganantz**.

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- Higitzen ari den karga baten gaineko indar magnetikoa:

$$\mathbf{F}_m = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$$

- Gure kasuan, $\mathbf{v} = 100(\sin 30°\mathbf{i} + \cos 30°\mathbf{j})$ eta $\mathbf{B} = 10^{-2}\mathbf{j}$:

$$\boxed{\mathbf{F}_m = 5 \times 10^{-4}\mathbf{k}\ \mathrm{N}}$$

- Hau da, indarra planoaren perpendikularra da, eta gureganantz.
- Eta, ondorioz, azelerazioa:

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- Higitzen ari den karga baten gaineko indar magnetikoa:

$$\mathbf{F}_m = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$$

- Gure kasuan, $\mathbf{v} = 100(\sin 30°\mathbf{i} + \cos 30°\mathbf{j})$ eta $\mathbf{B} = 10^{-2}\mathbf{j}$:

$$\boxed{\mathbf{F}_m = 5 \times 10^{-4}\mathbf{k}\ \mathrm{N}}$$

- Hau da, indarra planoaren perpendikularra da, eta gureganantz.
- Eta, ondorioz, azelerazioa:

$$\mathbf{a} = \mathbf{F}_m/m$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- Higitzen ari den karga baten gaineko indar magnetikoa:

$$\mathbf{F}_m = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$$

- Gure kasuan, $\mathbf{v} = 100(\sin 30°\mathbf{i} + \cos 30°\mathbf{j})$ eta $\mathbf{B} = 10^{-2}\mathbf{j}$:

$$\boxed{\mathbf{F}_m = 5 \times 10^{-4}\mathbf{k}\ \mathrm{N}}$$

- Hau da, indarra planoaren perpendikularra da, eta gureganantz.
- Eta, ondorioz, azelerazioa:

$$\boxed{\mathbf{a} = 5 \times 10^{-3}\mathbf{k}\ \mathrm{m/s^2}}$$

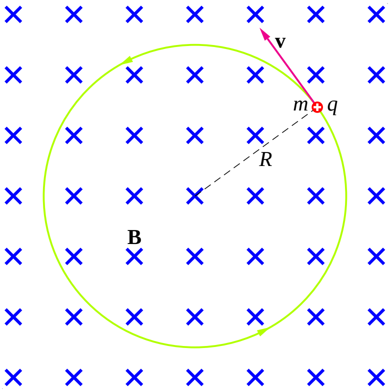
◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

$\boxed{2}$ $B = 0.2$ T-ko eremu magnetikoan dagoenean, protoi-sorta batek 3 m-ko zirkunferentzia deskribatzen du.

(a) Zein da protoien momentu lineala?

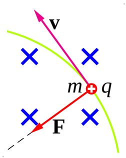
(b) Zein da protoien abiadura?

[*Datuak:* Protoiaren masa, $m = 1.67 \times 10^{-27}$ kg, eta karga, $q = 1.6 \times 10^{-19}$ C.]



Ebazpena
Aurkibidea

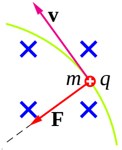
Ebazpena



Enuntziatua

Aurkibidea

Ebazpena

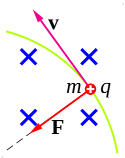


- Protoien ibilbidea zirkularra bada, abiadura eta eremu magnetikoa elkarren perpendikularrak dira.

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Ebazpena

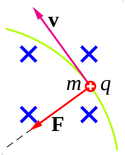


- Protoien ibilbidea zirkularra bada, abiadura eta eremu magnetikoa elkarren perpendikularrak dira.
- Indar magnetikoaren adierazpena aplikatuz:

$$\mathbf{F} = q\,\mathbf{v} \times \mathbf{B}$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

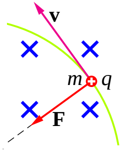


- Protoien ibilbidea zirkularra bada, abiadura eta eremu magnetikoa elkarren perpendikularrak dira.
- Indar magnetikoaren adierazpena aplikatuz:

$$\mathbf{F} = q\,\mathbf{v} \times \mathbf{B} \quad \rightarrow \quad F = qvB$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena



- Protoien ibilbidea zirkularra bada, abiadura eta eremu magnetikoa elkarren perpendikularrak dira.
- Indar magnetikoaren adierazpena aplikatuz:

$$\mathbf{F} = q\,\mathbf{v} \times \mathbf{B} \quad \rightarrow \quad F = qvB$$

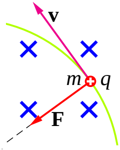
- Higidura zirkular hori ‘uniformea’ denez (v konstanteduna), $F = mv^2/R$ da (indar normala edo zentripetoa), eta bertatik protoien momentu lineala atera daiteke zuzenean:

$$mv^2/R = qvB \quad \rightarrow \quad p = mv = qBR$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Ebazpena



- Protoien ibilbidea zirkularra bada, abiadura eta eremu magnetikoa elkarren perpendikularrak dira.
- Indar magnetikoaren adierazpena aplikatuz:

$$\mathbf{F} = q\,\mathbf{v} \times \mathbf{B} \quad \rightarrow \quad F = qvB$$

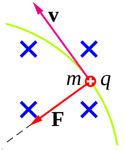
- Higidura zirkular hori ‘uniformea’ denez (v konstanteduna), $F = mv^2/R$ da (indar normala edo zentripetoa), eta bertatik protoien momentu lineala atera daiteke zuzenean:

$$mv^2/R = qvB \quad \rightarrow \quad \boxed{p = 9.6 \times 10^{-20}\ \mathrm{kg \cdot m/s}}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Ebazpena



- Protoien ibilbidea zirkularra bada, abiadura eta eremu magnetikoa elkarren perpendikularrak dira.
- Indar magnetikoaren adierazpena aplikatuz:

$$\mathbf{F} = q\,\mathbf{v} \times \mathbf{B} \quad \rightarrow \quad F = qvB$$

- Higidura zirkular hori 'uniformea' denez (v konstanteduna), $F = mv^2/R$ da (indar normala edo zentripetoa), eta bertatik protoien momentu lineala atera daiteke zuzenean:

$$mv^2/R = qvB \quad \rightarrow \quad \boxed{p = 9.6 \times 10^{-20}\ \mathrm{kg \cdot m/s}}$$

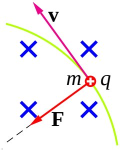
- Eta protoien abiadura, beraz:

$$v = p/m$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Ebazpena



- Protoien ibilbidea zirkularra bada, abiadura eta eremu magnetikoa elkarren perpendikularrak dira.
- Indar magnetikoaren adierazpena aplikatuz:

$$\mathbf{F} = q\,\mathbf{v} \times \mathbf{B} \quad \rightarrow \quad F = qvB$$

- Higidura zirkular hori 'uniformea' denez (v konstanteduna), $F = mv^2/R$ da (indar normala edo zentripetoa), eta bertatik protoien momentu lineala atera daiteke zuzenean:

$$mv^2/R = qvB \quad \rightarrow \quad \boxed{p = 9.6 \times 10^{-20}\ \mathrm{kg \cdot m/s}}$$

- Eta protoien abiadura, beraz:

$$\boxed{v = 5.75 \times 10^{7}\ \mathrm{m/s}}$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

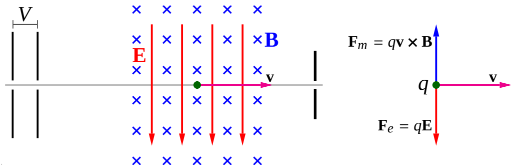
ZTF-FCT

$\boxed{3}$ He^+ ioiek masa-espektrometro baten abiadura-hautagailua zeharkatzen dute. Abiadura-hautagailuaren eremu elektrikoak $E = 1.4 \times 10^5$ N/C balio du.

(a) Abiadura-hautagailutik irteten diren ioien abiadura $v = 2 \times 10^5$ m/s bada, zein da abiadura-hautagailuan dugun eremu magnetikoaren modulua?

(b) Ibilbide kurbatuei dagokien gunean 1 T-eko eremu magnetikoa badago, zein da He^+ ioiek deskribatzen duten zirkunferentziaren erradioa?

[*Datuak:* He^+ ioien $m = 6.68 \times 10^{-27}$ kg eta $q = 1.6 \times 10^{-19}$ C.]



Ebazpena Aurkibidea

Ebazpena

Ebazpena

- (a) Abiadura-hautagailuan, indar elektrostatikoa eta indar magnetikoa berdinak dira (moduluz):

$$F_e = F_m$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Abiadura-hautagailuan, indar elektrostatikoa eta indar magnetikoa berdinak dira (moduluz):

$$F_e = F_m \quad \rightarrow \quad qE = qvB$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Abiadura-hautagailuan, indar elektrostatikoa eta indar magnetikoa berdinak dira (moduluz):

$$F_e = F_m \quad \rightarrow \quad qE = qvB \quad \xrightarrow[v=2\times10^5]{E=1.4\times10^5} \quad B = E/v$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Abiadura-hautagailuan, indar elektrostatikoa eta indar magnetikoa berdinak dira (moduluz):

$$F_e = F_m \quad \to \quad qE = qvB \quad \xrightarrow[v=2\times10^5]{E=1.4\times10^5} \quad \boxed{B = 0.7 \text{ T}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Abiadura-hautagailuan, indar elektrostatikoa eta indar magnetikoa berdinak dira (moduluz):

$$F_e = F_m \quad \rightarrow \quad qE = qvB \quad \xrightarrow[v=2\times10^5]{E=1.4\times10^5} \quad \boxed{B = 0.7 \text{ T}}$$

- (b) Abiadura-hautagailua zeharkatuz gero, $B' = 1$ T-eko eremu magnetikoan sartzen da.

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Abiadura-hautagailuan, indar elektrostatikoa eta indar magnetikoa berdinak dira (moduluz):

$$F_e = F_m \quad \rightarrow \quad qE = qvB \quad \xrightarrow[v=2\times10^5]{E=1.4\times10^5} \quad \boxed{B = 0.7 \text{ T}}$$

- (b) Abiadura-hautagailua zeharkatuz gero, $B' = 1$ T-eko eremu magnetikoan sartzen da.
- Bertan, $F'_m = qvB'$ indar magnetikoa jasaten du, R erradioko ibilbide zirkularra deskribatuz.

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Abiadura-hautagailuan, indar elektrostatikoa eta indar magnetikoa berdinak dira (moduluz):

$$F_e = F_m \quad \rightarrow \quad qE = qvB \quad \xrightarrow[v=2\times10^5]{E=1.4\times10^5} \quad \boxed{B = 0.7\ \mathrm{T}}$$

- (b) Abiadura-hautagailua zeharkatuz gero, $B' = 1$ T-eko eremu magnetikoan sartzen da.
- Bertan, $F'_m = qvB'$ indar magnetikoa jasaten du, R erradioko ibilbide zirkularra deskribatuz.
- Higidura zirkular hori 'uniformea' denez ($v = E/B$ konstanteduna), $F'_m = mv^2/R$ izango da (indar zentripetoa).

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Abiadura-hautagailuan, indar elektrostatikoa eta indar magnetikoa berdinak dira (moduluz):

$$F_e = F_m \quad \rightarrow \quad qE = qvB \quad \xrightarrow[v=2\times10^5]{E=1.4\times10^5} \quad \boxed{B = 0.7\ \mathrm{T}}$$

- (b) Abiadura-hautagailua zeharkatuz gero, $B' = 1$ T-eko eremu magnetikoan sartzen da.
- Bertan, $F'_m = qvB'$ indar magnetikoa jasaten du, R erradioko ibilbide zirkularra deskribatuz.
- Higidura zirkular hori 'uniformea' denez ($v = E/B$ konstanteduna), $F'_m = mv^2/R$ izango da (indar zentripetoa).
- F'_m-ren adierazpen biak berdinduz, hauxe dugu:

Ebazpena

- (a) Abiadura-hautagailuan, indar elektrostatikoa eta indar magnetikoa berdinak dira (moduluz):

$$F_e = F_m \quad \rightarrow \quad qE = qvB \quad \xrightarrow[v=2\times10^5]{E=1.4\times10^5} \quad \boxed{B = 0.7\ \mathrm{T}}$$

- (b) Abiadura-hautagailua zeharkatuz gero, $B' = 1$ T-eko eremu magnetikoan sartzen da.
- Bertan, $F'_m = qvB'$ indar magnetikoa jasaten du, R erradioko ibilbide zirkularra deskribatuz.
- Higidura zirkular hori 'uniformea' denez ($v = E/B$ konstanteduna), $F'_m = mv^2/R$ izango da (indar zentripetoa).
- F'_m-ren adierazpen biak berdinduz, hauxe dugu:

$$mv^2/R = qvB'$$

Ebazpena

- (a) Abiadura-hautagailuan, indar elektrostatikoa eta indar magnetikoa berdinak dira (moduluz):

$$F_e = F_m \quad \rightarrow \quad qE = qvB \quad \xrightarrow[v=2\times10^5]{E=1.4\times10^5} \quad \boxed{B = 0.7\ \mathrm{T}}$$

- (b) Abiadura-hautagailua zeharkatuz gero, $B' = 1$ T-eko eremu magnetikoan sartzen da.
- Bertan, $F'_m = qvB'$ indar magnetikoa jasaten du, R erradioko ibilbide zirkularra deskribatuz.
- Higidura zirkular hori 'uniformea' denez ($v = E/B$ konstanteduna), $F'_m = mv^2/R$ izango da (indar zentripetoa).
- F'_m-ren adierazpen biak berdinduz, hauxe dugu:

$$mv^2/R = qvB' \quad \xrightarrow[q=1.6\times10^{-19},\, B'=1]{m=6.68\times10^{-27},\, v=2\times10^5} \quad R = mv/qB'$$

Ebazpena

- (a) Abiadura-hautagailuan, indar elektrostatikoa eta indar magnetikoa berdinak dira (moduluz):

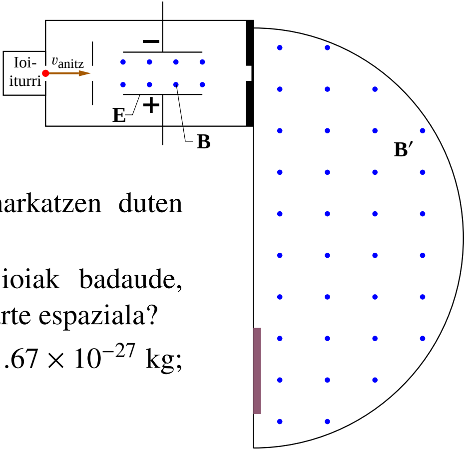
$$F_e = F_m \quad \rightarrow \quad qE = qvB \quad \xrightarrow[v=2\times10^5]{E=1.4\times10^5} \quad \boxed{B = 0.7 \text{ T}}$$

- (b) Abiadura-hautagailua zeharkatuz gero, $B' = 1$ T-eko eremu magnetikoan sartzen da.
- Bertan, $F'_m = qvB'$ indar magnetikoa jasaten du, R erradioko ibilbide zirkularra deskribatuz.
- Higidura zirkular hori 'uniformea' denez ($v = E/B$ konstanteduna), $F'_m = mv^2/R$ izango da (indar zentripetoa).
- F'_m-ren adierazpen biak berdinduz, hauxe dugu:

$$mv^2/R = qvB' \quad \xrightarrow[q=1.6\times10^{-19},\, B'=1]{m=6.68\times10^{-27},\, v=2\times10^5} \quad \boxed{R = 8.35 \times 10^{-3} \text{ m}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

4 Masa-espektrometro batean abiadura-hautagailuaren eremuak $E = 10^5$ N/C eta $B = 0.6$ T dira, eta ibilbideak kurbatzen diren gunean $B' = 0.8$ T dugu.



(a) Zein da abiadura-hautagailua zeharkatzen duten elektroien abiadura?

(b) Partikula-sortan Ne^+_{20} eta Ne^+_{22} ioiak badaude, amaieran, zein da bi ioi moten arteko tarte espaziala?

[*Datuak:* Protoi/neutroien masa, $m = 1.67 \times 10^{-27}$ kg; Ne ioien karga, $q = 1.6 \times 10^{-19}$ C.]

Ebazpena Aurkibidea

Ebazpena

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Abiadura-hautagailuan, indar elektrostatikoa eta indar magnetikoa berdinak dira (moduluz) eta aurkako noranzkokoak:

$$F_e = F_m$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Abiadura-hautagailuan, indar elektrostatikoa eta indar magnetikoa berdinak dira (moduluz) eta aurkako noranzkokoak:

$$F_e = F_m \quad \rightarrow \quad qE = qvB$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Abiadura-hautagailuan, indar elektrostatikoa eta indar magnetikoa berdinak dira (moduluz) eta aurkako noranzkokoak:

$$F_e = F_m \quad \rightarrow \quad qE = qvB \quad \xrightarrow[B=0.6]{E=1.4\times10^5} \quad v = E/B$$

Enuntziatua

Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Abiadura-hautagailuan, indar elektrostatikoa eta indar magnetikoa berdinak dira (moduluz) eta aurkako noranzkokoak:

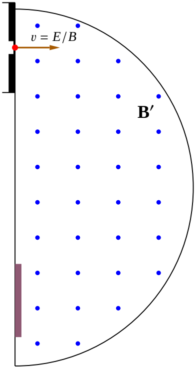
$$F_e = F_m \quad \rightarrow \quad qE = qvB \quad \xrightarrow[B=0.6]{E=1.4\times10^5} \quad \boxed{v = 1.667 \times 10^5 \text{ m/s}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Abiadura-hautagailuan, indar elektrostatikoa eta indar magnetikoa berdinak dira (moduluz) eta aurkako noranzkokoak:

$$F_e = F_m \quad \rightarrow \quad qE = qvB \quad \xrightarrow[B=0.6]{E=1.4\times10^5} \quad \boxed{v = 1.667 \times 10^5 \text{ m/s}}$$

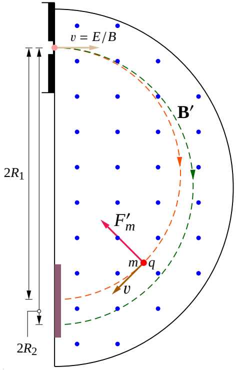


- (b) Bigarren esparruan, higidura zirkularra da, $\mathbf{F}'_m = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}'$ indarraren eraginpean ($F'_m = qvB'$, zirkunferentziaren zentroranz zuzendurikoa).

Ebazpena

- (a) Abiadura-hautagailuan, indar elektrostatikoa eta indar magnetikoa berdinak dira (moduluz) eta aurkako noranzkokoak:

$$F_e = F_m \quad \rightarrow \quad qE = qvB \quad \xrightarrow[B=0.6]{E=1.4\times10^5} \quad \boxed{v = 1.667 \times 10^5 \text{ m/s}}$$



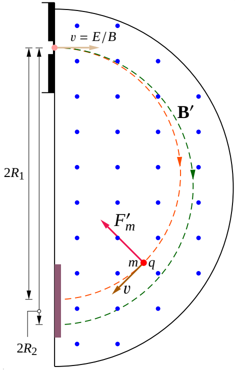
- (b) Bigarren esparruan, higidura zirkularra da, $\mathbf{F}'_m = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}'$ indarraren eraginpean ($F'_m = qvB'$, zirkunferentziaren zentroranz zuzendurikoa).
- Beraz, $F'_m = mv^2/R$ izango da (indar zentripetoa), eta R erradioa m-ren zuzenki proportzionala.

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Abiadura-hautagailuan, indar elektrostatikoa eta indar magnetikoa berdinak dira (moduluz) eta aurkako noranzkokoak:

$$F_e = F_m \quad \rightarrow \quad qE = qvB \quad \xrightarrow[B=0.6]{E=1.4\times10^5} \quad \boxed{v = 1.667 \times 10^5 \text{ m/s}}$$



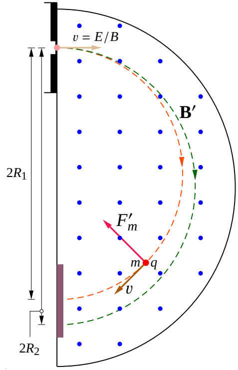
- (b) Bigarren esparruan, higidura zirkularra da, $\mathbf{F}'_m = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}'$ indarraren eraginpean ($F'_m = qvB'$, zirkunferentziaren zentroranz zuzendurikoa).
- Beraz, $F'_m = mv^2/R$ izango da (indar zentripetoa), eta R erradioa m-ren zuzenki proportzionala.
- Eta eskatutako tarte espaziala ioi mota bien artean:

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Abiadura-hautagailuan, indar elektrostatikoa eta indar magnetikoa berdinak dira (moduluz) eta aurkako noranzkokoak:

$$F_e = F_m \quad \rightarrow \quad qE = qvB \quad \xrightarrow[B=0.6]{E=1.4\times10^5} \quad \boxed{v = 1.667\times10^5 \text{ m/s}}$$



- (b) Bigarren esparruan, higidura zirkularra da, $\mathbf{F}'_m = q\mathbf{v}\times\mathbf{B}'$ indarraren eraginpean ($F'_m = qvB'$, zirkunferentziaren zentroranz zuzendurikoa).
- Beraz, $F'_m = mv^2/R$ izango da (indar zentripetoa), eta R erradioa m-ren zuzenki proportzionala.
- Eta eskatutako tarte espaziala ioi mota bien artean:

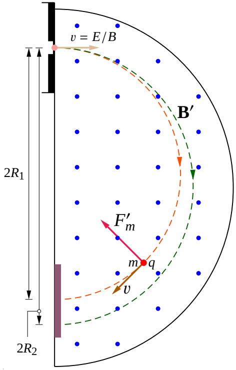
$$\Delta = 2(R_2 - R_1)$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Abiadura-hautagailuan, indar elektrostatikoa eta indar magnetikoa berdinak dira (moduluz) eta aurkako noranzkokoak:

$$F_e = F_m \quad \rightarrow \quad qE = qvB \quad \xrightarrow[B=0.6]{E=1.4\times10^5} \quad \boxed{v = 1.667 \times 10^5 \text{ m/s}}$$



- (b) Bigarren esparruan, higidura zirkularra da, $\mathbf{F}'_m = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}'$ indarraren eraginpean ($F'_m = qvB'$, zirkunferentziaren zentroranz zuzendurikoa).
- Beraz, $F'_m = mv^2/R$ izango da (indar zentripetoa), eta R erradioa m-ren zuzenki proportzionala.
- Eta eskatutako tarte espaziala ioi mota bien artean:

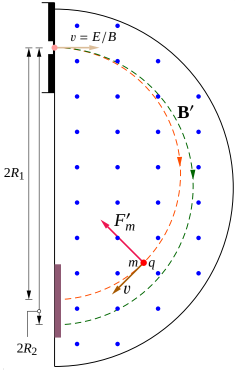
$$\Delta = 2(m_{22} - m_{20})(v/qB')$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Abiadura-hautagailuan, indar elektrostatikoa eta indar magnetikoa berdinak dira (moduluz) eta aurkako noranzkokoak:

$$F_e = F_m \quad \rightarrow \quad qE = qvB \quad \xrightarrow[B=0.6]{E=1.4\times10^5} \quad \boxed{v = 1.667 \times 10^5 \text{ m/s}}$$



- (b) Bigarren esparruan, higidura zirkularra da, $\mathbf{F}'_m = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}'$ indarraren eraginpean ($F'_m = qvB'$, zirkunferentziaren zentroranz zuzendurikoa).
- Beraz, $F'_m = mv^2/R$ izango da (indar zentripetoa), eta R erradioa m-ren zuzenki proportzionala.
- Eta eskatutako tarte espaziala ioi mota bien artean:

$$\Delta = 2(m_{22} - m_{20})(v/qB')$$

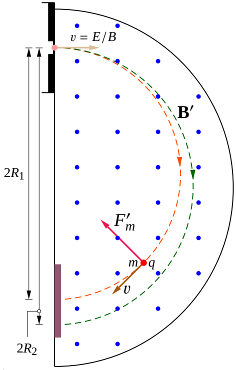
- Hau da:

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Abiadura-hautagailuan, indar elektrostatikoa eta indar magnetikoa berdinak dira (moduluz) eta aurkako noranzkokoak:

$$F_e = F_m \quad \rightarrow \quad qE = qvB \quad \xrightarrow[B=0.6]{E=1.4\times10^5} \quad \boxed{v = 1.667 \times 10^5 \text{ m/s}}$$



- (b) Bigarren esparruan, higidura zirkularra da, $\mathbf{F}'_m = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}'$ indarraren eraginpean ($F'_m = qvB'$, zirkunferentziaren zentroranz zuzendurikoa).
- Beraz, $F'_m = mv^2/R$ izango da (indar zentripetoa), eta R erradioa m-ren zuzenki proportzionala.
- Eta eskatutako tarte espaziala ioi mota bien artean:

$$\Delta = 2(m_{22} - m_{20})(v/qB')$$

- Hau da:

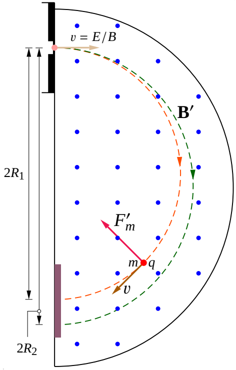
$$\Delta = 2(2 \cdot 1.67 \times 10^{-27})(1.667 \times 10^5/1.6 \times 10^{-19} \cdot 0.8)$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- (a) Abiadura-hautagailuan, indar elektrostatikoa eta indar magnetikoa berdinak dira (moduluz) eta aurkako noranzkokoak:

$$F_e = F_m \quad \rightarrow \quad qE = qvB \quad \xrightarrow[B=0.6]{E=1.4\times10^5} \quad \boxed{v = 1.667\times10^5\ \text{m/s}}$$



- (b) Bigarren esparruan, higidura zirkularra da, $\mathbf{F}'_m = q\mathbf{v}\times\mathbf{B}'$ indarraren eraginpean ($F'_m = qvB'$, zirkunferentziaren zentroranz zuzendurikoa).
- Beraz, $F'_m = mv^2/R$ izango da (indar zentripetoa), eta R erradioa m-ren zuzenki proportzionala.
- Eta eskatutako tarte espaziala ioi mota bien artean:

$$\Delta = 2(m_{22} - m_{20})(v/qB')$$

- Hau da:

$$\boxed{\Delta = 8.7\times10^{-3}\ \text{m}}$$

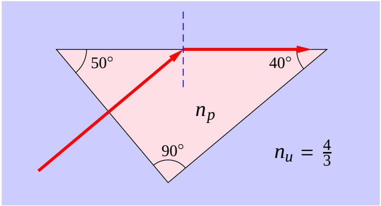
Optikako ariketak

Oscar Ecenarro
oscar.ecenarro@ehu.es

Edukia

ZTF-FCT

$\boxed{\textbf{1}}$ Irudiko prisma uretan murgilduta dago. Aurpegirik txikienetik izpi bat perpendikularki sartzen denean, beste aurpegian islapena osoa izateko, zein izango da prismaren errefrakzio-indizea?
[*Datua:* Uraren errefrakzio-indizea, $n_u = \frac{4}{3}$.]



Ebazpena
Aurkibidea

ZTF-FCT

Muga-angelua eta islapen osoa

Enuntziatua

Aurkibidea

ZTF-FCT

Muga-angelua eta islapen osoa

- Irudian, izpi erasotzaileen muga erakusten da: eraso-angelua handiago balitz, ez legokeen izpi errefraktaturik, eta izpia oso osorik islatu egingo zatekeen.

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Muga-angelua eta islapen osoa

- Irudian, izpi erasotzaileen muga erakusten da: eraso-angelua handiago balitz, ez legokeen izpi errefraktaturik, eta izpia oso osorik islatu egingo zatekeen.
- Islapen osoa gerta dadin, bigarren inguruneko errefrakzio-indizeak lehenengoarena baino txikiagoa beharko luke izan.

Enuntziatua Aurkibidea

Muga-angelua eta islapen osoa

- Irudian, izpi erasotzaileen muga erakusten da: eraso-angelua handiago balitz, ez legokeen izpi errefraktaturik, eta izpia oso osorik islatu egingo zatekeen.
- Islapen osoa gerta dadin, bigarren inguruneko errefrakzio-indizeak lehenengoarena baino txikiagoa beharko luke izan.
- Gure kasuan, $n_u < n_p$ behar dugu.

Enuntziatua Aurkibidea

Muga-angelua eta islapen osoa

- Irudian, izpi erasotzaileen muga erakusten da: eraso-angelua handiago balitz, ez legokeen izpi errefraktaturik, eta izpia oso osorik islatu egingo zatekeen.
- Islapen osoa gerta dadin, bigarren inguruneko errefrakzio-indizeak lehenengoarena baino txikiagoa beharko luke izan.
- Gure kasuan, $n_u < n_p$ behar dugu.
- Snell-en errefrakzioaren legeak hauxe dio (eraso-angelua = $\theta_i = 50°$, errefrakzio-angelua = $\theta_r = 90°$):

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Muga-angelua eta islapen osoa

- Irudian, izpi erasotzaileen muga erakusten da: eraso-angelua handiago balitz, ez legokeen izpi errefraktaturik, eta izpia oso osorik islatu egingo zatekeen.
- Islapen osoa gerta dadin, bigarren inguruneko errefrakzio-indizeak lehenengoarena baino txikiagoa beharko luke izan.
- Gure kasuan, $n_u < n_p$ behar dugu.
- Snell-en errefrakzioaren legeak hauxe dio (eraso-angelua = $\theta_i = 50°$, errefrakzio-angelua = $\theta_r = 90°$):

$$n_p \sin\theta_i = n_u \sin\theta_r$$

Enuntziatua Aurkibidea

Muga-angelua eta islapen osoa

- Irudian, izpi erasotzaileen muga erakusten da: eraso-angelua handiago balitz, ez legokeen izpi errefraktaturik, eta izpia oso osorik islatu egingo zatekeen.
- Islapen osoa gerta dadin, bigarren inguruneko errefrakzio-indizeak lehenengoarena baino txikiagoa beharko luke izan.
- Gure kasuan, $n_u < n_p$ behar dugu.
- Snell-en errefrakzioaren legeak hauxe dio (eraso-angelua $= \theta_i = 50°$, errefrakzio-angelua $= \theta_r = 90°$):

$$n_p \sin 50° = \frac{4}{3} \sin 90°$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

Muga-angelua eta islapen osoa

- Irudian, izpi erasotzaileen muga erakusten da: eraso-angelua handiago balitz, ez legokeen izpi errefraktaturik, eta izpia oso osorik islatu egingo zatekeen.
- Islapen osoa gerta dadin, bigarren inguruneko errefrakzio-indizeak lehenengoarena baino txikiagoa beharko luke izan.
- Gure kasuan, $n_u < n_p$ behar dugu.
- Snell-en errefrakzioaren legeak hauxe dio (eraso-angelua = $\theta_i = 50°$, errefrakzio-angelua = $\theta_r = 90°$):

$$n_p \sin 50° = \frac{4}{3}$$

Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

Muga-angelua eta islapen osoa

- Irudian, izpi erasotzaileen muga erakusten da: eraso-angelua handiago balitz, ez legokeen izpi errefraktaturik, eta izpia oso osorik islatu egingo zatekeen.
- Islapen osoa gerta dadin, bigarren inguruneko errefrakzio-indizeak lehenengoarena baino txikiagoa beharko luke izan.
- Gure kasuan, $n_u < n_p$ behar dugu.
- Snell-en errefrakzioaren legeak hauxe dio (eraso-angelua = $\theta_i = 50°$, errefrakzio-angelua = $\theta_r = 90°$):

$$n_p \sin 50° = \frac{4}{3} \quad \rightarrow \quad \boxed{n_p = 1.74}$$

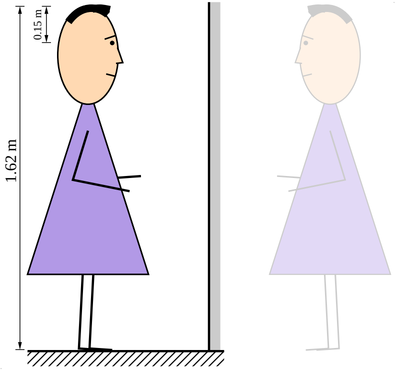
Enuntziatua Aurkibidea

ZTF-FCT

$\boxed{\textbf{2}}$ 1.62 m altu den pertsona batek, bere irudia oso-osorik ikusi nahi du ispilu lau batean.

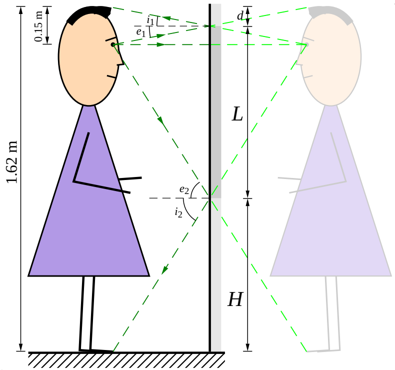
(a) Zein da ispiluak izan beharko duen altuera minimoa?

(b) Demagun, pertsonaren buruaren goiko aldea bere begietatik 15 cm-ra dagoela. Zein altueratan kokatu beharko da ispilua? Egin ezazue izpi-diagrama.



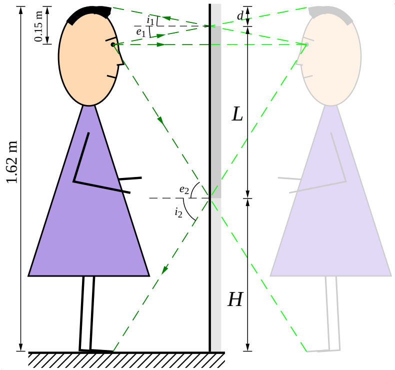
▸ Ebazpena ▸ Aurkibidea

Ebazpena



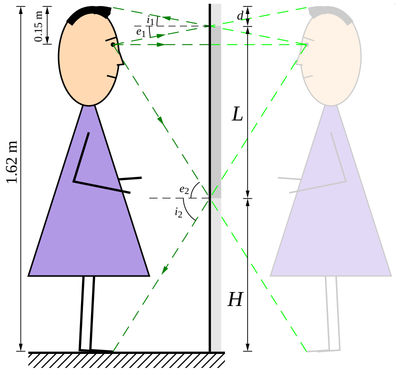
◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Ebazpena



- Hipotesia: begiak, ilea eta oinen muturrak plano bertikal berean daude.

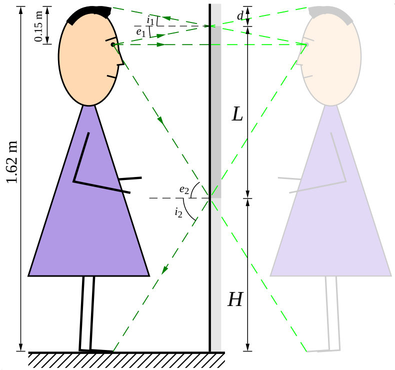
Ebazpena



- Hipotesia: begiak, ilea eta oinen muturrak plano bertikal berean daude.
- Eraso- eta islapen-angeluak berdinak direnez ($e_1 = i_1$ eta $e_2 = i_2$), erraz ikusten da ispiluaren altuerak pertsonaren altueraren erdia behar duela izan:

$$L = 1.62/2$$

Ebazpena

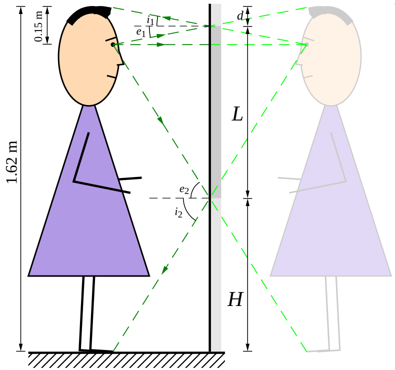


- Hipotesia: begiak, ilea eta oinen muturrak plano bertikal berean daude.
- Eraso- eta islapen-angeluak berdinak direnez ($e_1 = i_1$ eta $e_2 = i_2$), erraz ikusten da ispiluaren altuerak pertsonaren altueraren erdia behar duela izan:

$$\boxed{L = 0.81 \text{ m}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena



- Hipotesia: begiak, ilea eta oinen muturrak plano bertikal berean daude.
- Eraso- eta islapen-angeluak berdinak direnez ($e_1 = i_1$ eta $e_2 = i_2$), erraz ikusten da ispiluaren altuerak pertsonaren altueraren erdia behar duela izan:

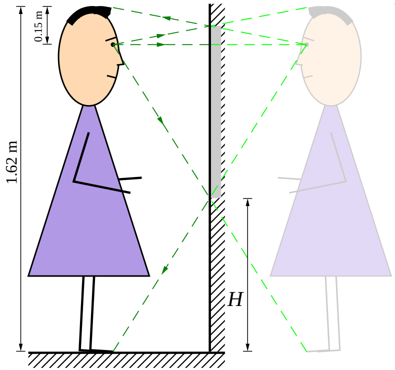
$$\boxed{L = 0.81 \text{ m}}$$

- ... eta d, begietatik burugainerako distantzia horren erdia dela:

$$d = 0.15/2 = 0.075 \text{ m}$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena



- Hipotesia: begiak, ilea eta oinen muturrak plano bertikal berean daude.
- Eraso- eta islapen-angeluak berdinak direnez ($e_1 = i_1$ eta $e_2 = i_2$), erraz ikusten da ispiluaren altuerak pertsonaren altueraren erdia behar duela izan:

$$\boxed{L = 0.81 \text{ m}}$$

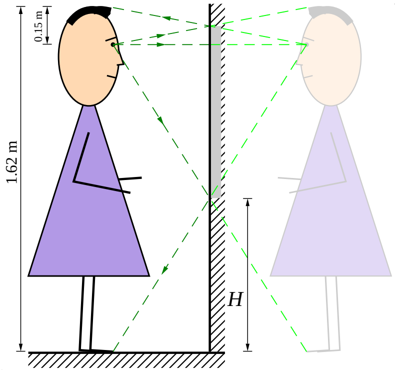
- … eta d, begietatik burugainerako distantzia horren erdia dela:

$$d = 0.15/2 = 0.075 \text{ m}$$

- Beraz, lurretik ispiluaren behealderainoko distantzia, H, hauxe izango da:

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena



- Hipotesia: begiak, ilea eta oinen muturrak plano bertikal berean daude.
- Eraso- eta islapen-angeluak berdinak direnez ($e_1 = i_1$ eta $e_2 = i_2$), erraz ikusten da ispiluaren altuerak pertsonaren altueraren erdia behar duela izan:

$$\boxed{L = 0.81 \text{ m}}$$

- ... eta d, begietatik burugainerako distantzia horren erdia dela:

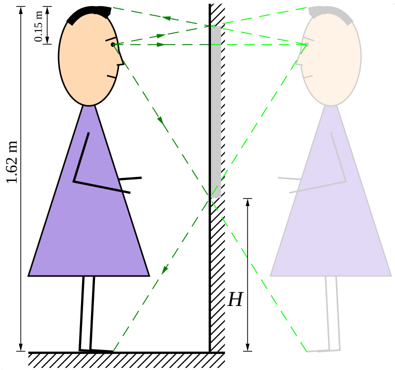
$$d = 0.15/2 = 0.075 \text{ m}$$

- Beraz, lurretik ispiluaren behealderainoko distantzia, H, hauxe izango da:

$$H = 1.62 - d - L$$

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Ebazpena



- Hipotesia: begiak, ilea eta oinen muturrak plano bertikal berean daude.
- Eraso- eta islapen-angeluak berdinak direnez ($e_1 = i_1$ eta $e_2 = i_2$), erraz ikusten da ispiluaren altuerak pertsonaren altueraren erdia behar duela izan:

$$\boxed{L = 0.81 \text{ m}}$$

- … eta d, begietatik burugainerako distantzia horren erdia dela:

$$d = 0.15/2 = 0.075 \text{ m}$$

- Beraz, lurretik ispiluaren behealderainoko distantzia, H, hauxe izango da:

$$\boxed{H = 0.735 \text{ m}}$$

Enuntziatua Aurkibidea

$\boxed{\mathbf{3}}$ Azter ditzagun airean dauden honako leiar meheen kasu hauek:

(a) $s = -40$ cm, $f' = 20$ cm,

(b) $s = -10$ cm, $f' = 20$ cm,

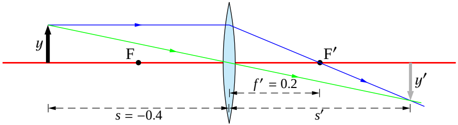
(c) $s = -40$ cm, $f' = -20$ cm eta

(d) $s = -10$ cm, $f' = -20$ cm.

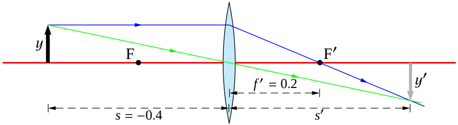
Irudien distantziak eta handipenak lortu. Halaber, esan ezazue erdietsitako irudia erreala ala alegiazkoa (eta zuzena ala alderantzikatua) den.

(a) (b) (c) (d) Aurkibidea

(a) Leiar konbergentea

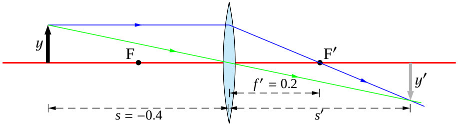


(a) Leiar konbergentea



- Distantzia guztiak metrotan idatziko ditugu hemendik aurrera.

(a) Leiar konbergentea

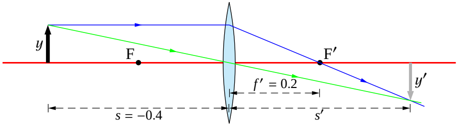


- Distantzia guztiak metrotan idatziko ditugu hemendik aurrera.
- Leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

$$-\frac{1}{s}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{f'}$$

◂ Enuntziatua ▸ (b) ▸ (c) ▸ (d) ▸ Aurkibidea

(a) Leiar konbergentea



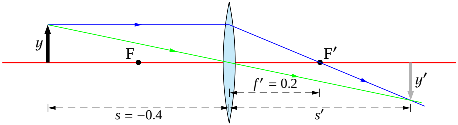
- Distantzia guztiak metrotan idatziko ditugu hemendik aurrera.
- Leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

$$-\frac{1}{-0.4}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{0.2}$$

Enuntziatua (b) (c) (d) Aurkibidea

ZTF-FCT

(a) Leiar konbergentea



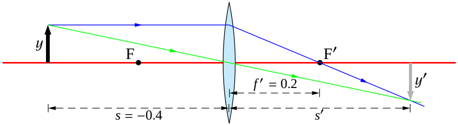
- Distantzia guztiak metrotan idatziko ditugu hemendik aurrera.
- Leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

$$-\frac{1}{-0.4}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{0.2} \quad \rightarrow \quad \boxed{s' = 0.4 \text{ m}}$$

Enuntziatua (b) (c) (d) Aurkibidea

ZTF-FCT

(a) Leiar konbergentea



- Distantzia guztiak metrotan idatziko ditugu hemendik aurrera.
- Leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

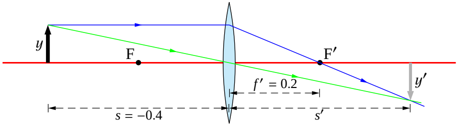
$$-\frac{1}{-0.4}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{0.2} \quad \rightarrow \quad \boxed{s' = 0.4 \text{ m}}$$

- … eta **alboko handipenaren formula** erabiliz:

Enuntziatua (b) (c) (d) Aurkibidea

ZTF-FCT

(a) Leiar konbergentea



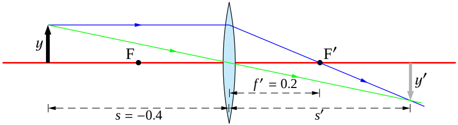
- Distantzia guztiak metrotan idatziko ditugu hemendik aurrera.
- Leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

$$-\frac{1}{-0.4}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{0.2} \quad \rightarrow \quad \boxed{s' = 0.4\ \mathrm{m}}$$

- … eta alboko handipenaren formula erabiliz:

$$m=\frac{y'}{y}=\frac{s'}{s}$$

(a) Leiar konbergentea



- Distantzia guztiak metrotan idatziko ditugu hemendik aurrera.
- Leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

$$-\frac{1}{-0.4}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{0.2} \quad \rightarrow \quad \boxed{s' = 0.4 \text{ m}}$$

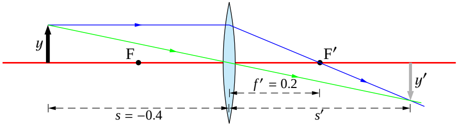
- … eta alboko handipenaren formula erabiliz:

$$m=\frac{0.4}{-0.4}$$

Enuntziatua (b) (c) (d) Aurkibidea

ZTF-FCT

(a) Leiar konbergentea



- Distantzia guztiak metrotan idatziko ditugu hemendik aurrera.
- Leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

$$-\frac{1}{-0.4}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{0.2} \quad \rightarrow \quad \boxed{s' = 0.4 \text{ m}}$$

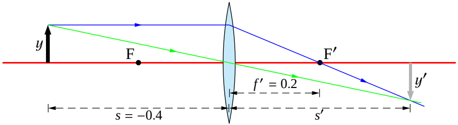
- … eta alboko handipenaren formula erabiliz:

$$m=\frac{0.4}{-0.4} \quad \rightarrow \quad \boxed{m=-1}$$

◂ Enuntziatua ▸ (b) ▸ (c) ▸ (d) ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

(a) Leiar konbergentea



- Distantzia guztiak metrotan idatziko ditugu hemendik aurrera.
- Leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

$$-\frac{1}{-0.4} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{0.2} \quad \rightarrow \quad \boxed{s' = 0.4\ \mathrm{m}}$$

- … eta alboko handipenaren formula erabiliz:

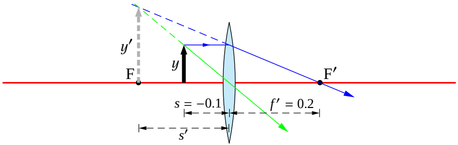
$$m = \frac{0.4}{-0.4} \quad \rightarrow \quad \boxed{m = -1}$$

- Hau da, irudia **erreala**, **alderantzikatua** eta **tamaina berdinekoa** da.

◂ Enuntziatua ▸ (b) ▸ (c) ▸ (d) ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

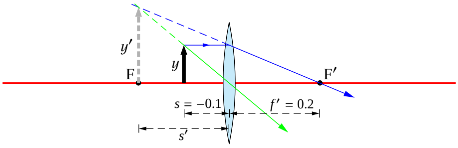
(b) Leiar konbergentea



Enuntziatua (a) (c) (d) Aurkibidea

ZTF-FCT

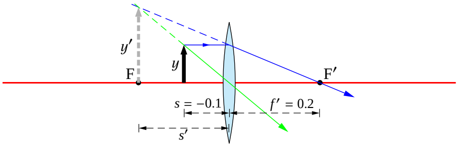
(b) Leiar konbergentea



- Aurrekoan bezala, leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

$$-\frac{1}{s}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{f'}$$

(b) Leiar konbergentea

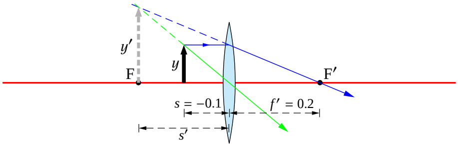


- Aurrekoan bezala, leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

$$-\frac{1}{-0.1}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{0.2}$$

Enuntziatua (a) (c) (d) Aurkibidea

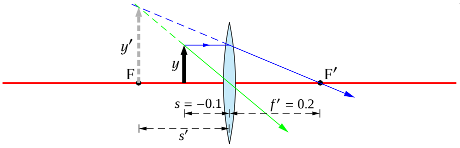
(b) Leiar konbergentea



- Aurrekoan bezala, leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

$$-\frac{1}{-0.1}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{0.2} \quad \rightarrow \quad \boxed{s' = -0.2 \text{ m}}$$

(b) Leiar konbergentea



- Aurrekoan bezala, leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

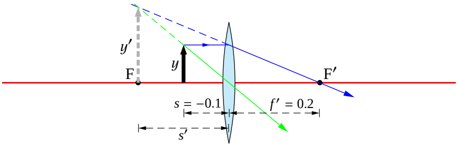
$$-\frac{1}{-0.1}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{0.2} \quad \rightarrow \quad \boxed{s' = -0.2 \text{ m}}$$

- … eta **alboko handipenaren formula** erabiliz:

◂ Enuntziatua ◂ (a) ▸ (c) ▸ (d) ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

(b) Leiar konbergentea



- Aurrekoan bezala, leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

$$-\frac{1}{-0.1}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{0.2} \quad \rightarrow \quad \boxed{s' = -0.2 \text{ m}}$$

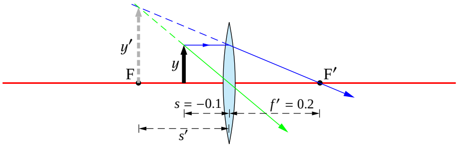
- … eta alboko handipenaren formula erabiliz:

$$m=\frac{y'}{y}=\frac{s'}{s}$$

Enuntziatua (a) (c) (d) Aurkibidea

ZTF-FCT

(b) Leiar konbergentea



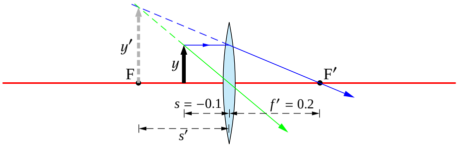
- Aurrekoan bezala, leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

$$-\frac{1}{-0.1}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{0.2} \quad \rightarrow \quad \boxed{s' = -0.2\ \mathrm{m}}$$

- … eta alboko handipenaren formula erabiliz:

$$m=\frac{-0.2}{-0.1}$$

(b) Leiar konbergentea



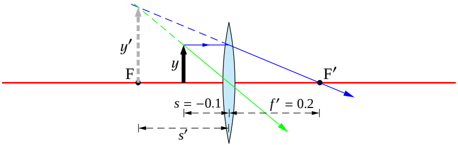
- Aurrekoan bezala, leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

$$-\frac{1}{-0.1} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{0.2} \quad \rightarrow \quad \boxed{s' = -0.2 \text{ m}}$$

- … eta alboko handipenaren formula erabiliz:

$$m = \frac{-0.2}{-0.1} \quad \rightarrow \quad \boxed{m = 2}$$

(b) Leiar konbergentea



- Aurrekoan bezala, leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

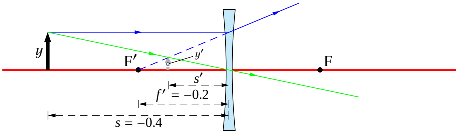
$$-\frac{1}{-0.1}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{0.2} \quad \rightarrow \quad \boxed{s'=-0.2\ \mathrm{m}}$$

- … eta alboko handipenaren formula erabiliz:

$$m=\frac{-0.2}{-0.1} \quad \rightarrow \quad \boxed{m=2}$$

- Hau da, irudia **alegiazkoa**, **zuzena** eta **handiagoa** da.

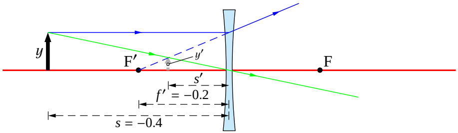
(c) Leiar dibergentea



◀ Enuntziatua ◀ (a) ◀ (b) ▶ (d) ▶ Aurkibidea

ZTF-FCT

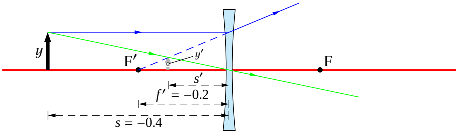
(c) Leiar dibergentea



- Aurrekoetan bezala, leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

$$-\frac{1}{s}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{f'}$$

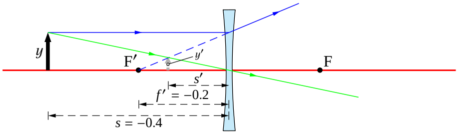
(c) Leiar dibergentea



- Aurrekoetan bezala, leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

$$-\frac{1}{-0.4}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{-0.2}$$

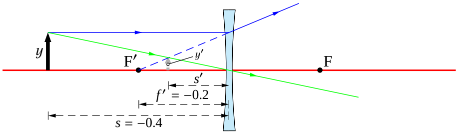
(c) Leiar dibergentea



- Aurrekoetan bezala, leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

$$-\frac{1}{-0.4}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{-0.2} \quad \rightarrow \quad \boxed{s' = -0.1714 \text{ m}}$$

(c) Leiar dibergentea

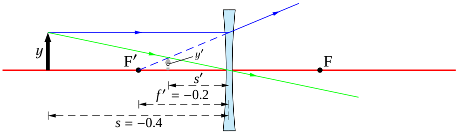


- Aurrekoetan bezala, leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

$$-\frac{1}{-0.4}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{-0.2} \quad \rightarrow \quad \boxed{s' = -0.1714 \text{ m}}$$

- … eta **alboko handipenaren formula** erabiliz:

(c) Leiar dibergentea



- Aurrekoetan bezala, leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

$$-\frac{1}{-0.4}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{-0.2} \quad \rightarrow \quad \boxed{s' = -0.1714 \text{ m}}$$

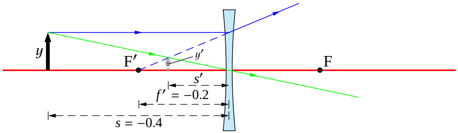
- . . . eta alboko handipenaren formula erabiliz:

$$m=\frac{y'}{y}=\frac{s'}{s}$$

Enuntziatua (a) (b) (d) Aurkibidea

ZTF-FCT

(c) Leiar dibergentea



- Aurrekoetan bezala, leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

$$-\frac{1}{-0.4}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{-0.2} \quad \rightarrow \quad \boxed{s' = -0.1714 \text{ m}}$$

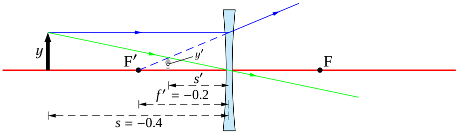
- … eta alboko handipenaren formula erabiliz:

$$m=\frac{-0.1714}{-0.4}$$

Enuntziatua (a) (b) (d) Aurkibidea

ZTF-FCT

(c) Leiar dibergentea



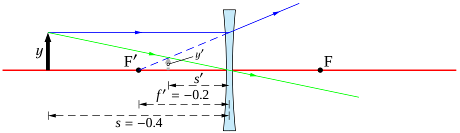
- Aurrekoetan bezala, leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

$$-\frac{1}{-0.4}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{-0.2} \quad \rightarrow \quad \boxed{s' = -0.1714 \text{ m}}$$

- . . . eta alboko handipenaren formula erabiliz:

$$m=\frac{-0.1714}{-0.4} \quad \rightarrow \quad \boxed{m = 0.4286}$$

(c) Leiar dibergentea



- Aurrekoetan bezala, leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

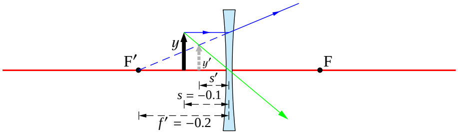
$$-\frac{1}{-0.4}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{-0.2} \quad \rightarrow \quad \boxed{s' = -0.1714\ \mathrm{m}}$$

- ... eta alboko handipenaren formula erabiliz:

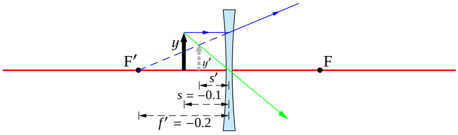
$$m=\frac{-0.1714}{-0.4} \quad \rightarrow \quad \boxed{m = 0.4286}$$

- Hau da, irudia **alegiazkoa**, **zuzena** eta **txikiagoa** da.

(d) Leiar dibergentea



(d) Leiar dibergentea



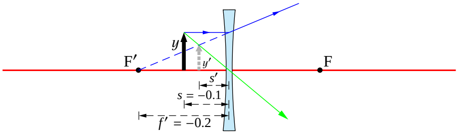
- Berriro ere, leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

$$-\frac{1}{s}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{f'}$$

◂ Enuntziatua ◂ (a) ◂ (b) ◂ (c) ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

(d) Leiar dibergentea



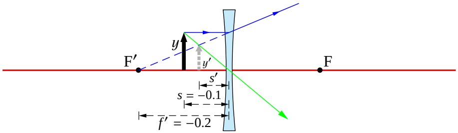
- Berriro ere, leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

$$-\frac{1}{-0.1}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{-0.2}$$

◂ Enuntziatua ◂ (a) ◂ (b) ◂ (c) ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

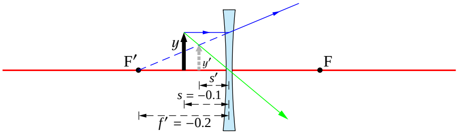
(d) Leiar dibergentea



- Berriro ere, leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

$$-\frac{1}{-0.1}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{-0.2} \quad \rightarrow \quad \boxed{s' = -0.075 \text{ m}}$$

(d) Leiar dibergentea

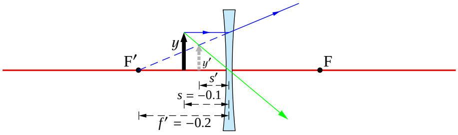


- Berriro ere, leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

$$-\frac{1}{-0.1}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{-0.2} \quad\rightarrow\quad \boxed{s' = -0.075 \text{ m}}$$

- … eta **alboko handipenaren formula** erabiliz:

(d) Leiar dibergentea



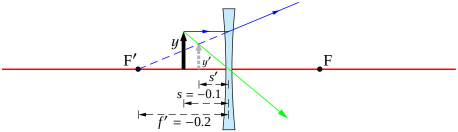
- Berriro ere, leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

$$-\frac{1}{-0.1}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{-0.2} \quad \rightarrow \quad \boxed{s' = -0.075\text{ m}}$$

- … eta alboko handipenaren formula erabiliz:

$$m=\frac{y'}{y}=\frac{s'}{s}$$

(d) Leiar dibergentea



- Berriro ere, leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

$$-\frac{1}{-0.1}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{-0.2} \quad \rightarrow \quad \boxed{s' = -0.075 \text{ m}}$$

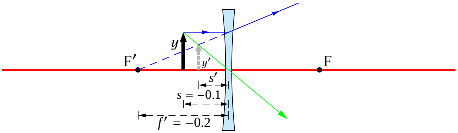
- … eta alboko handipenaren formula erabiliz:

$$m=\frac{-0.075}{-0.1}$$

Enuntziatua (a) (b) (c) Aurkibidea

ZTF-FCT

(d) Leiar dibergentea



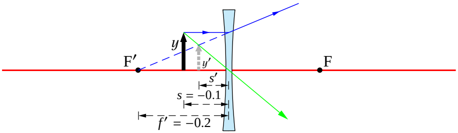
- Berriro ere, leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

$$-\frac{1}{-0.1}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{-0.2} \quad \rightarrow \quad \boxed{s' = -0.075 \text{ m}}$$

- … eta alboko handipenaren formula erabiliz:

$$m=\frac{-0.075}{-0.1} \quad \rightarrow \quad \boxed{m = 0.75}$$

(d) Leiar dibergentea



- Berriro ere, leiar mehen ekuazioak dioenez, eta zeinuen hitzarmena gogoratuz:

$$-\frac{1}{-0.1}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{-0.2} \quad \rightarrow \quad \boxed{s' = -0.075\ \mathrm{m}}$$

- . . . eta alboko handipenaren formula erabiliz:

$$m=\frac{-0.075}{-0.1} \quad \rightarrow \quad \boxed{m = 0.75}$$

- Hau da, irudia **alegiazkoa**, **zuzena** eta **txikiagoa** da.

◂ Enuntziatua ◂ (a) ◂ (b) ◂ (c) ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

$\boxed{\mathbf{4}}$ Leiar konbergente baten distantzia fokala 10 cm da. Leiar horren bidez eratu nahi dugun irudiaren altuerak objektuarena bikoiztu behar du. Objektuaren eta irudiaren distantziak lortu honako bi kasu hauetan, kasu bakoitzari dagokion izpi-diagrama marraztuz:

(a) irudiak zuzena izan behar du,

(b) irudiak alderantzikatua izan behar du.

(a) (b) Aurkibidea

(a) Irudi zuzena eta bikoitza

Enuntziatua (b) Aurkibidea

ZTF-FCT

(a) Irudi zuzena eta bikoitza

- Leiarren ekuazioan eta alboko handipenaren ekuazioan oinarrituko gara.

(a) Irudi zuzena eta bikoitza

- Leiarren ekuazioan eta alboko handipenaren ekuazioan oinarrituko gara.
- Alboko handipenaren ekuazioa erabiliz, $y' = 2y$ dela kontuan hartuz:

(a) Irudi zuzena eta bikoitza

- Leiarren ekuazioan eta alboko handipenaren ekuazioan oinarrituko gara.
- Alboko handipenaren ekuazioa erabiliz, $y' = 2y$ dela kontuan hartuz:

$$m = \frac{y'}{y}$$

◂ Enuntziatua ▸ (b) ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

(a) Irudi zuzena eta bikoitza

- Leiarren ekuazioan eta alboko handipenaren ekuazioan oinarrituko gara.
- Alboko handipenaren ekuazioa erabiliz, $y' = 2y$ dela kontuan hartuz:

$$m = \frac{s'}{s} = 2$$

Enuntziatua (b) Aurkibidea

ZTF-FCT

(a) Irudi zuzena eta bikoitza

- Leiarren ekuazioan eta alboko handipenaren ekuazioan oinarrituko gara.
- Alboko handipenaren ekuazioa erabiliz, $y' = 2y$ dela kontuan hartuz:

$$m = \frac{s'}{s} = 2 \quad \rightarrow \quad s' = 2s$$

Enuntziatua (b) Aurkibidea

ZTF-FCT

(a) Irudi zuzena eta bikoitza

- Leiarren ekuazioan eta alboko handipenaren ekuazioan oinarrituko gara.
- Alboko handipenaren ekuazioa erabiliz, $y' = 2y$ dela kontuan hartuz:

$$m = \frac{s'}{s} = 2 \quad \rightarrow \quad s' = 2s$$

- Eta emaitza hau leiarren ekuaziora eramanda:

◂ Enuntziatua ▸ (b) ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

(a) Irudi zuzena eta bikoitza

- Leiarren ekuazioan eta alboko handipenaren ekuazioan oinarrituko gara.
- Alboko handipenaren ekuazioa erabiliz, $y' = 2y$ dela kontuan hartuz:

$$m = \frac{s'}{s} = 2 \quad \rightarrow \quad s' = 2s$$

- Eta emaitza hau leiarren ekuaziora eramanda:

$$-\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f'}$$

(a) Irudi zuzena eta bikoitza

- Leiarren ekuazioan eta alboko handipenaren ekuazioan oinarrituko gara.
- Alboko handipenaren ekuazioa erabiliz, $y' = 2y$ dela kontuan hartuz:

$$m = \frac{s'}{s} = 2 \quad \rightarrow \quad s' = 2s$$

- Eta emaitza hau leiarren ekuaziora eramanda:

$$-\frac{1}{s} + \frac{1}{2s} = \frac{1}{0.1}$$

Enuntziatua (b) Aurkibidea

ZTF-FCT

(a) Irudi zuzena eta bikoitza

- Leiarren ekuazioan eta alboko handipenaren ekuazioan oinarrituko gara.
- Alboko handipenaren ekuazioa erabiliz, $y' = 2y$ dela kontuan hartuz:

$$m = \frac{s'}{s} = 2 \quad \rightarrow \quad s' = 2s$$

- Eta emaitza hau leiarren ekuaziora eramanda:

$$-\frac{1}{s} + \frac{1}{2s} = \frac{1}{0.1} \qquad \rightarrow \qquad \boxed{s = -0.05\ \text{m},\ \ s' = -0.1\ \text{m}}$$

◂ Enuntziatua ▸ (b) ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

(a) Irudi zuzena eta bikoitza

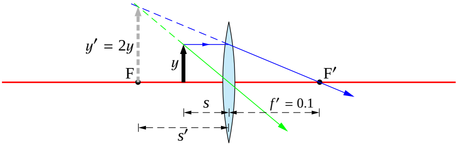
- Leiarren ekuazioan eta alboko handipenaren ekuazioan oinarrituko gara.
- Alboko handipenaren ekuazioa erabiliz, $y' = 2y$ dela kontuan hartuz:

$$m = \frac{s'}{s} = 2 \quad \rightarrow \quad s' = 2s$$

- Eta emaitza hau leiarren ekuaziora eramanda:

$$-\frac{1}{s} + \frac{1}{2s} = \frac{1}{0.1} \qquad \rightarrow \qquad \boxed{s = -0.05 \text{ m}, \;\; s' = -0.1 \text{ m}}$$

- Bide bakarra, irudiko muntaia da: irudia **alegiazkoa** izango da.



Enuntziatua (b) Aurkibidea

ZTF-FCT

(b) Irudi alderantzikatua eta bikoitza

Enuntziatua (a) Aurkibidea

ZTF-FCT

(b) Irudi alderantzikatua eta bikoitza

- Alboko handipena, oraingoan, $y' = -2y$ dela kontuan hartuz:

◂ Enuntziatua ◂ (a) ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

(b) Irudi alderantzikatua eta bikoitza

- Alboko handipena, oraingoan, $y' = -2y$ dela kontuan hartuz:

$$m = \frac{y'}{y}$$

◂ Enuntziatua ◂ (a) ▸ Aurkibidea

ZTF-FCT

(b) Irudi alderantzikatua eta bikoitza

- Alboko handipena, oraingoan, $y' = -2y$ dela kontuan hartuz:

$$m = \frac{s'}{s} = -2$$

Enuntziatua (a) Aurkibidea

ZTF-FCT

(b) Irudi alderantzikatua eta bikoitza

- Alboko handipena, oraingoan, $y' = -2y$ dela kontuan hartuz:

$$m = \frac{s'}{s} = -2 \quad \rightarrow \quad s' = -2s$$

Enuntziatua (a) Aurkibidea

ZTF-FCT

(b) Irudi alderantzikatua eta bikoitza

- Alboko handipena, oraingoan, $y' = -2y$ dela kontuan hartuz:

$$m = \frac{s'}{s} = -2 \quad \rightarrow \quad s' = -2s$$

- Eta emaitza hau leiarren ekuaziora eramanda:

(b) Irudi alderantzikatua eta bikoitza

- Alboko handipena, oraingoan, $y' = -2y$ dela kontuan hartuz:

$$m = \frac{s'}{s} = -2 \quad \rightarrow \quad s' = -2s$$

- Eta emaitza hau leiarren ekuaziora eramanda:

$$-\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f'}$$

(b) Irudi alderantzikatua eta bikoitza

- Alboko handipena, oraingoan, $y' = -2y$ dela kontuan hartuz:

$$m = \frac{s'}{s} = -2 \quad \rightarrow \quad s' = -2s$$

- Eta emaitza hau leiarren ekuaziora eramanda:

$$-\frac{1}{s} + \frac{1}{-2s} = \frac{1}{0.1}$$

Enuntziatua (a) Aurkibidea

ZTF-FCT

(b) Irudi alderantzikatua eta bikoitza

- Alboko handipena, oraingoan, $y' = -2y$ dela kontuan hartuz:

$$m = \frac{s'}{s} = -2 \quad \rightarrow \quad s' = -2s$$

- Eta emaitza hau leiarren ekuaziora eramanda:

$$-\frac{1}{s} + \frac{1}{-2s} = \frac{1}{0.1} \qquad \rightarrow \qquad \boxed{s = -0.15\ \text{m},\ \ s' = 0.3\ \text{m}}$$

(b) Irudi alderantzikatua eta bikoitza

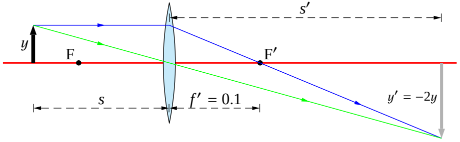
- Alboko handipena, oraingoan, $y' = -2y$ dela kontuan hartuz:

$$m = \frac{s'}{s} = -2 \quad \rightarrow \quad s' = -2s$$

- Eta emaitza hau leiarren ekuaziora eramanda:

$$-\frac{1}{s} + \frac{1}{-2s} = \frac{1}{0.1} \qquad \rightarrow \qquad \boxed{s = -0.15 \text{ m}, \ s' = 0.3 \text{ m}}$$

- Bide bakarra, irudiko muntaia da: irudia **erreala** izango da.



Enuntziatua (a) Aurkibidea

ZTF-FCT

$\boxed{\mathbf{5}}$ 10 cm-ko distantzia fokala duten bi leiar konbergenteren arteko distantzia 35 cm da. Demagun, lehenengo leiarretik ezkerrera eta 20 cm-ra objektu bat kokatu dugula.

(a) Izpi-diagrama eta leiar meheen ekuazioa erabiliz, azken irudiaren posizioa kalkulatu.

(b) Erreala ala alegiazkoa da? Zuzena ala alderantzikatua?

(c) Zein da irudiaren alboko handipena?

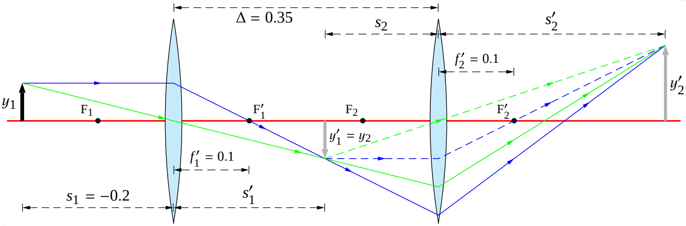
Ebazpena Aurkibidea

5 10 cm-ko distantzia fokala duten bi leiar konbergenteren arteko distantzia 35 cm da. Demagun, lehenengo leiarretik ezkerrera eta 20 cm-ra objektu bat kokatu dugula.

(a) Izpi-diagrama eta leiar meheen ekuazioa erabiliz, azken irudiaren posizioa kalkulatu.

(b) Erreala ala alegiazkoa da? Zuzena ala alderantzikatua?

(c) Zein da irudiaren alboko handipena?



Ebazpena

Aurkibidea

Ebazpena

Ebazpena

- Aurreko irudian, izpi-diagrama erakusten da (behin ariketa osoa arretaz ebatzi ondoren, noski!).

Ebazpena

- Aurreko irudian, izpi-diagrama erakusten da (behin ariketa osoa arretaz ebatzi ondoren, noski!).
- Leiar mehen ekuazioa erabiliko dugu lehenengo partean, $s_1 = -0.2$ eta $f_1' = 0.1$ direlarik:

ZTF-FCT

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Ebazpena

- Aurreko irudian, izpi-diagrama erakusten da (behin ariketa osoa arretaz ebatzi ondoren, noski!).
- Leiar mehen ekuazioa erabiliko dugu lehenengo partean, $s_1 = -0.2$ eta $f_1' = 0.1$ direlarik:

$$-\frac{1}{s_1} + \frac{1}{s_1'} = \frac{1}{f_1'}$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- Aurreko irudian, izpi-diagrama erakusten da (behin ariketa osoa arretaz ebatzi ondoren, noski!).
- Leiar mehen ekuazioa erabiliko dugu lehenengo partean, $s_1 = -0.2$ eta $f_1' = 0.1$ direlarik:

$$-\frac{1}{-0.2} + \frac{1}{s_1'} = \frac{1}{0.1}$$

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- Aurreko irudian, izpi-diagrama erakusten da (behin ariketa osoa arretaz ebatzi ondoren, noski!).
- Leiar mehen ekuazioa erabiliko dugu lehenengo partean, $s_1 = -0.2$ eta $f_1' = 0.1$ direlarik:

$$-\frac{1}{-0.2} + \frac{1}{s_1'} = \frac{1}{0.1} \quad \rightarrow \quad s_1' = 0.2 \text{ m}$$

ZTF-FCT

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Ebazpena

- Aurreko irudian, izpi-diagrama erakusten da (behin ariketa osoa arretaz ebatzi ondoren, noski!).
- Leiar mehen ekuazioa erabiliko dugu lehenengo partean, $s_1 = -0.2$ eta $f_1' = 0.1$ direlarik:

$$-\frac{1}{-0.2} + \frac{1}{s_1'} = \frac{1}{0.1} \quad \rightarrow \quad s_1' = 0.2 \text{ m}$$

- Bigarren leiarrarentzat, $s_2 = -(\Delta - s_1') = -0.15$ eta $f_2' = 0.1$ dira. Prozesua errepikatuz:

Ebazpena

- Aurreko irudian, izpi-diagrama erakusten da (behin ariketa osoa arretaz ebatzi ondoren, noski!).
- Leiar mehen ekuazioa erabiliko dugu lehenengo partean, $s_1 = -0.2$ eta $f'_1 = 0.1$ direlarik:

$$-\frac{1}{-0.2} + \frac{1}{s'_1} = \frac{1}{0.1} \quad \rightarrow \quad s'_1 = 0.2 \text{ m}$$

- Bigarren leiarrarentzat, $s_2 = -(\Delta - s'_1) = -0.15$ eta $f'_2 = 0.1$ dira. Prozesua errepikatuz:

$$-\frac{1}{s_2} + \frac{1}{s'_2} = \frac{1}{f'_2}$$

Ebazpena

- Aurreko irudian, izpi-diagrama erakusten da (behin ariketa osoa arretaz ebatzi ondoren, noski!).
- Leiar mehen ekuazioa erabiliko dugu lehenengo partean, $s_1 = -0.2$ eta $f_1' = 0.1$ direlarik:

$$-\frac{1}{-0.2} + \frac{1}{s_1'} = \frac{1}{0.1} \quad \rightarrow \quad s_1' = 0.2 \text{ m}$$

- Bigarren leiarrarentzat, $s_2 = -(\Delta - s_1') = -0.15$ eta $f_2' = 0.1$ dira. Prozesua errepikatuz:

$$-\frac{1}{-0.15} + \frac{1}{s_2'} = \frac{1}{0.1}$$

ZTF-FCT

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- Aurreko irudian, izpi-diagrama erakusten da (behin ariketa osoa arretaz ebatzi ondoren, noski!).
- Leiar mehen ekuazioa erabiliko dugu lehenengo partean, $s_1 = -0.2$ eta $f_1' = 0.1$ direlarik:

$$-\frac{1}{-0.2} + \frac{1}{s_1'} = \frac{1}{0.1} \quad \rightarrow \quad s_1' = 0.2 \text{ m}$$

- Bigarren leiarrarentzat, $s_2 = -(\Delta - s_1') = -0.15$ eta $f_2' = 0.1$ dira. Prozesua errepikatuz:

$$-\frac{1}{-0.15} + \frac{1}{s_2'} = \frac{1}{0.1} \quad \rightarrow \quad \boxed{s_2' = 0.3 \text{ m}}$$

Ebazpena

- Aurreko irudian, izpi-diagrama erakusten da (behin ariketa osoa arretaz ebatzi ondoren, noski!).
- Leiar mehen ekuazioa erabiliko dugu lehenengo partean, $s_1 = -0.2$ eta $f'_1 = 0.1$ direlarik:
$$-\frac{1}{-0.2} + \frac{1}{s'_1} = \frac{1}{0.1} \quad \rightarrow \quad s'_1 = 0.2 \text{ m}$$
- Bigarren leiarrarentzat, $s_2 = -(\Delta - s'_1) = -0.15$ eta $f'_2 = 0.1$ dira. Prozesua errepikatuz:
$$-\frac{1}{-0.15} + \frac{1}{s'_2} = \frac{1}{0.1} \quad \rightarrow \quad \boxed{s'_2 = 0.3 \text{ m}}$$
- Azkenez, sistema osoaren alboko handipena kalkulatuko dugu:

ZTF-FCT

Ebazpena

- Aurreko irudian, izpi-diagrama erakusten da (behin ariketa osoa arretaz ebatzi ondoren, noski!).
- Leiar mehen ekuazioa erabiliko dugu lehenengo partean, $s_1 = -0.2$ eta $f_1' = 0.1$ direlarik:

$$-\frac{1}{-0.2} + \frac{1}{s_1'} = \frac{1}{0.1} \quad \rightarrow \quad s_1' = 0.2 \text{ m}$$

- Bigarren leiarrarentzat, $s_2 = -(\Delta - s_1') = -0.15$ eta $f_2' = 0.1$ dira. Prozesua errepikatuz:

$$-\frac{1}{-0.15} + \frac{1}{s_2'} = \frac{1}{0.1} \quad \rightarrow \quad \boxed{s_2' = 0.3 \text{ m}}$$

- Azkenez, sistema osoaren alboko handipena kalkulatuko dugu:

$$m = \frac{y_2'}{y_1}$$

ZTF-FCT

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- Aurreko irudian, izpi-diagrama erakusten da (behin ariketa osoa arretaz ebatzi ondoren, noski!).
- Leiar mehen ekuazioa erabiliko dugu lehenengo partean, $s_1 = -0.2$ eta $f'_1 = 0.1$ direlarik:

$$-\frac{1}{-0.2} + \frac{1}{s'_1} = \frac{1}{0.1} \qquad \rightarrow \qquad s'_1 = 0.2 \text{ m}$$

- Bigarren leiarrarentzat, $s_2 = -(\Delta - s'_1) = -0.15$ eta $f'_2 = 0.1$ dira. Prozesua errepikatuz:

$$-\frac{1}{-0.15} + \frac{1}{s'_2} = \frac{1}{0.1} \qquad \rightarrow \qquad \boxed{s'_2 = 0.3 \text{ m}}$$

- Azkenez, sistema osoaren alboko handipena kalkulatuko dugu:

$$m = \frac{y'_2}{y_1} = \frac{y'_2}{y_2}\frac{y_2}{y_1}$$

ZTF-FCT

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- Aurreko irudian, izpi-diagrama erakusten da (behin ariketa osoa arretaz ebatzi ondoren, noski!).
- Leiar mehen ekuazioa erabiliko dugu lehenengo partean, $s_1 = -0.2$ eta $f'_1 = 0.1$ direlarik:

$$-\frac{1}{-0.2} + \frac{1}{s'_1} = \frac{1}{0.1} \quad \rightarrow \quad s'_1 = 0.2 \text{ m}$$

- Bigarren leiarrarentzat, $s_2 = -(\Delta - s'_1) = -0.15$ eta $f'_2 = 0.1$ dira. Prozesua errepikatuz:

$$-\frac{1}{-0.15} + \frac{1}{s'_2} = \frac{1}{0.1} \quad \rightarrow \quad \boxed{s'_2 = 0.3 \text{ m}}$$

- Azkenez, sistema osoaren alboko handipena kalkulatuko dugu:

$$m = \frac{y'_2}{y_1} = \frac{y'_2}{y_2}\frac{y'_1}{y_1}$$

ZTF-FCT

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- Aurreko irudian, izpi-diagrama erakusten da (behin ariketa osoa arretaz ebatzi ondoren, noski!).
- Leiar mehen ekuazioa erabiliko dugu lehenengo partean, $s_1 = -0.2$ eta $f'_1 = 0.1$ direlarik:

$$-\frac{1}{-0.2} + \frac{1}{s'_1} = \frac{1}{0.1} \quad \rightarrow \quad s'_1 = 0.2 \text{ m}$$

- Bigarren leiarrarentzat, $s_2 = -(\Delta - s'_1) = -0.15$ eta $f'_2 = 0.1$ dira. Prozesua errepikatuz:

$$-\frac{1}{-0.15} + \frac{1}{s'_2} = \frac{1}{0.1} \quad \rightarrow \quad \boxed{s'_2 = 0.3 \text{ m}}$$

- Azkenez, sistema osoaren alboko handipena kalkulatuko dugu:

$$m = \frac{y'_2}{y_1} = \frac{s'_2}{s_2}\frac{s'_1}{s_1}$$

ZTF-FCT

Enuntziatua Aurkibidea

Ebazpena

- Aurreko irudian, izpi-diagrama erakusten da (behin ariketa osoa arretaz ebatzi ondoren, noski!).
- Leiar mehen ekuazioa erabiliko dugu lehenengo partean, $s_1 = -0.2$ eta $f_1' = 0.1$ direlarik:

$$-\frac{1}{-0.2} + \frac{1}{s_1'} = \frac{1}{0.1} \quad \rightarrow \quad s_1' = 0.2 \text{ m}$$

- Bigarren leiarrarentzat, $s_2 = -(\Delta - s_1') = -0.15$ eta $f_2' = 0.1$ dira. Prozesua errepikatuz:

$$-\frac{1}{-0.15} + \frac{1}{s_2'} = \frac{1}{0.1} \quad \rightarrow \quad \boxed{s_2' = 0.3 \text{ m}}$$

- Azkenez, sistema osoaren alboko handipena kalkulatuko dugu:

$$m = \frac{y_2'}{y_1} = \frac{s_2'}{s_2}\frac{s_1'}{s_1} \quad \rightarrow \quad m = \frac{0.3 \cdot 0.2}{(-0.15)(-0.2)}$$

ZTF-FCT

Ebazpena

- Aurreko irudian, izpi-diagrama erakusten da (behin ariketa osoa arretaz ebatzi ondoren, noski!).
- Leiar mehen ekuazioa erabiliko dugu lehenengo partean, $s_1 = -0.2$ eta $f'_1 = 0.1$ direlarik:

$$-\frac{1}{-0.2} + \frac{1}{s'_1} = \frac{1}{0.1} \quad \rightarrow \quad s'_1 = 0.2 \text{ m}$$

- Bigarren leiarrarentzat, $s_2 = -(\Delta - s'_1) = -0.15$ eta $f'_2 = 0.1$ dira. Prozesua errepikatuz:

$$-\frac{1}{-0.15} + \frac{1}{s'_2} = \frac{1}{0.1} \quad \rightarrow \quad \boxed{s'_2 = 0.3 \text{ m}}$$

- Azkenez, sistema osoaren alboko handipena kalkulatuko dugu:

$$m = \frac{y'_2}{y_1} = \frac{s'_2}{s_2}\frac{s'_1}{s_1} \quad \rightarrow \quad \boxed{m = 2}$$

ZTF-FCT

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Ebazpena

- Aurreko irudian, izpi-diagrama erakusten da (behin ariketa osoa arretaz ebatzi ondoren, noski!).
- Leiar mehen ekuazioa erabiliko dugu lehenengo partean, $s_1 = -0.2$ eta $f_1' = 0.1$ direlarik:

$$-\frac{1}{-0.2} + \frac{1}{s_1'} = \frac{1}{0.1} \quad \rightarrow \quad s_1' = 0.2 \text{ m}$$

- Bigarren leiarrarentzat, $s_2 = -(\Delta - s_1') = -0.15$ eta $f_2' = 0.1$ dira. Prozesua errepikatuz:

$$-\frac{1}{-0.15} + \frac{1}{s_2'} = \frac{1}{0.1} \quad \rightarrow \quad \boxed{s_2' = 0.3 \text{ m}}$$

- Azkenez, sistema osoaren alboko handipena kalkulatuko dugu:

$$m = \frac{y_2'}{y_1} = \frac{s_2'}{s_2}\frac{s_1'}{s_1} \quad \rightarrow \quad \boxed{m = 2}$$

- Hau da, irudia **erreala**, **zuzena** eta **tamaina bikoitzekoa** da.

ZTF-FCT

Enuntziatua Aurkibidea

$\boxed{\mathbf{6}}$ Mikroskopio baten objektiboaren eta okularraren distantzia fokalak 4 mm eta 30 mm dira hurrenez hurren. Bi lenteen arteko distantzia 0.16 m da, eta azken irudia okularretik ezkerrera 0.25 m-ra eratu da.

(a) Zein da objektiboak sortutako irudiaren kokapena?

(b) Zein da laginak objektiboarekiko duen kokapena?

(c) Zein da mikroskopioaren alboko handipena?

Ebazpena Aurkibidea

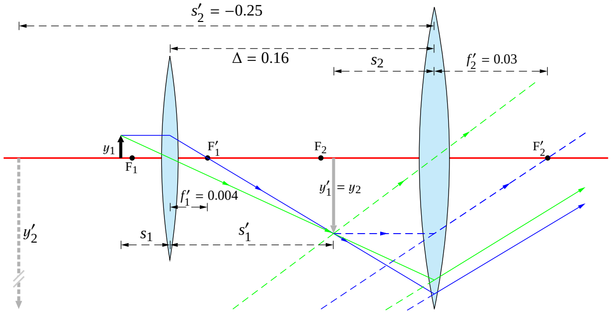
ZTF-FCT

$\boxed{6}$ Mikroskopio baten objektiboaren eta okularraren distantzia fokalak 4 mm eta 30 mm dira hurrenez hurren. Bi lenteen arteko distantzia 0.16 m da, eta azken irudia okularretik ezkerrera 0.25 m-ra eratu da.

(a) Zein da objektiboak sortutako irudiaren kokapena?

(b) Zein da laginak objektiboarekiko duen kokapena?

(c) Zein da mikroskopioaren alboko handipena?



Ebazpena Aurkibidea

ZTF-FCT

Ebazpena

Ebazpena

- Atzetik aurrera eragin dugu ebazpenean, leiar mehen ekuazioa aplikatuz azken iruditik hasita (gogoratu $s'_2 = -0.25$ eta $f'_2 = 0.03$ direla):

Ebazpena

- Atzetik aurrera eragin dugu ebazpenean, leiar mehen ekuazioa aplikatuz azken iruditik hasita (gogoratu $s_2' = -0.25$ eta $f_2' = 0.03$ direla):

$$-\frac{1}{s_2} + \frac{1}{s_2'} = \frac{1}{f_2'}$$

ZTF-FCT

Ebazpena

- Atzetik aurrera eragin dugu ebazpenean, leiar mehen ekuazioa aplikatuz azken iruditik hasita (gogoratu $s_2' = -0.25$ eta $f_2' = 0.03$ direla):

$$-\frac{1}{s_2} + \frac{1}{-0.25} = \frac{1}{0.03}$$

ZTF-FCT

Enuntziatua Ohar batzu Aurkibidea

Ebazpena

- Atzetik aurrera eragin dugu ebazpenean, leiar mehen ekuazioa aplikatuz azken iruditik hasita (gogoratu $s_2' = -0.25$ eta $f_2' = 0.03$ direla):

$$-\frac{1}{s_2} + \frac{1}{-0.25} = \frac{1}{0.03} \quad \rightarrow \quad s_2 = -0.0268 \text{ m}$$

Enuntziatua Ohar batzu Aurkibidea

ZTF-FCT

Ebazpena

- Atzetik aurrera eragin dugu ebazpenean, leiar mehen ekuazioa aplikatuz azken iruditik hasita (gogoratu $s_2' = -0.25$ eta $f_2' = 0.03$ direla):

$$-\frac{1}{s_2} + \frac{1}{-0.25} = \frac{1}{0.03} \quad \rightarrow \quad s_2 = -0.0268 \text{ m}$$

- Puntu hori da preseski objektiboak ematen duen laginaren irudiaren kokapena (s_1'). Iruditik, $s_1' = \Delta - |s_2|$

ZTF-FCT

Ebazpena

- Atzetik aurrera eragin dugu ebazpenean, leiar mehen ekuazioa aplikatuz azken iruditik hasita (gogoratu $s'_2 = -0.25$ eta $f'_2 = 0.03$ direla):
$$-\frac{1}{s_2} + \frac{1}{-0.25} = \frac{1}{0.03} \quad \to \quad s_2 = -0.0268 \text{ m}$$
- Puntu hori da preseski objektiboak ematen duen laginaren irudiaren kokapena (s'_1). Iruditik, $\boxed{s'_1 = 0.1332}$ da, eta $f'_1 = 0.004$. Beraz:

ZTF-FCT

Ebazpena

- Atzetik aurrera eragin dugu ebazpenean, leiar mehen ekuazioa aplikatuz azken iruditik hasita (gogoratu $s_2' = -0.25$ eta $f_2' = 0.03$ direla):
$$-\frac{1}{s_2} + \frac{1}{-0.25} = \frac{1}{0.03} \quad \rightarrow \quad s_2 = -0.0268 \text{ m}$$
- Puntu hori da preseski objektiboak ematen duen laginaren irudiaren kokapena (s_1'). Iruditik, $\boxed{s_1' = 0.1332}$ da, eta $f_1' = 0.004$. Beraz:
$$-\frac{1}{s_1} + \frac{1}{s_1'} = \frac{1}{f_1'}$$

ZTF-FCT

Enuntziatua Ohar batzu Aurkibidea

Ebazpena

- Atzetik aurrera eragin dugu ebazpenean, leiar mehen ekuazioa aplikatuz azken iruditik hasita (gogoratu $s_2' = -0.25$ eta $f_2' = 0.03$ direla):
$$-\frac{1}{s_2} + \frac{1}{-0.25} = \frac{1}{0.03} \quad \rightarrow \quad s_2 = -0.0268 \text{ m}$$
- Puntu hori da preseski objektiboak ematen duen laginaren irudiaren kokapena (s_1'). Iruditik, $\boxed{s_1' = 0.1332}$ da, eta $f_1' = 0.004$. Beraz:
$$-\frac{1}{s_1} + \frac{1}{0.1332} = \frac{1}{0.004}$$

ZTF-FCT

Enuntziatua Ohar batzu Aurkibidea

Ebazpena

- Atzetik aurrera eragin dugu ebazpenean, leiar mehen ekuazioa aplikatuz azken iruditik hasita (gogoratu $s_2' = -0.25$ eta $f_2' = 0.03$ direla):

$$-\frac{1}{s_2} + \frac{1}{-0.25} = \frac{1}{0.03} \quad \rightarrow \quad s_2 = -0.0268 \text{ m}$$

- Puntu hori da preseski objektiboak ematen duen laginaren irudiaren kokapena (s_1'). Iruditik, $\boxed{s_1' = 0.1332}$ da, eta $f_1' = 0.004$. Beraz:

$$-\frac{1}{s_1} + \frac{1}{0.1332} = \frac{1}{0.004} \quad \rightarrow \quad \boxed{s_1 = -0.00412 \text{ m}}$$

ZTF-FCT

Enuntziatua Ohar batzu Aurkibidea

Ebazpena

- Atzetik aurrera eragin dugu ebazpenean, leiar mehen ekuazioa aplikatuz azken iruditik hasita (gogoratu $s'_2 = -0.25$ eta $f'_2 = 0.03$ direla):
$$-\frac{1}{s_2} + \frac{1}{-0.25} = \frac{1}{0.03} \quad \rightarrow \quad s_2 = -0.0268 \text{ m}$$
- Puntu hori da preseski objektiboak ematen duen laginaren irudiaren kokapena (s'_1). Iruditik, $\boxed{s'_1 = 0.1332}$ da, eta $f'_1 = 0.004$. Beraz:
$$-\frac{1}{s_1} + \frac{1}{0.1332} = \frac{1}{0.004} \quad \rightarrow \quad \boxed{s_1 = -0.00412 \text{ m}}$$
- Azkenez, sistema osoaren alboko handipena kalkulatuko dugu, aurreko ariketan bezala:

ZTF-FCT

Ebazpena

- Atzetik aurrera eragin dugu ebazpenean, leiar mehen ekuazioa aplikatuz azken iruditik hasita (gogoratu $s_2' = -0.25$ eta $f_2' = 0.03$ direla):
$$-\frac{1}{s_2} + \frac{1}{-0.25} = \frac{1}{0.03} \quad \rightarrow \quad s_2 = -0.0268 \text{ m}$$
- Puntu hori da preseski objektiboak ematen duen laginaren irudiaren kokapena (s_1'). Iruditik, $\boxed{s_1' = 0.1332}$ da, eta $f_1' = 0.004$. Beraz:
$$-\frac{1}{s_1} + \frac{1}{0.1332} = \frac{1}{0.004} \quad \rightarrow \quad \boxed{s_1 = -0.00412 \text{ m}}$$
- Azkenez, sistema osoaren alboko handipena kalkulatuko dugu, aurreko ariketan bezala:
$$m = \frac{y_2'}{y_1}$$

ZTF-FCT

Ebazpena

- Atzetik aurrera eragin dugu ebazpenean, leiar mehen ekuazioa aplikatuz azken iruditik hasita (gogoratu $s_2' = -0.25$ eta $f_2' = 0.03$ direla):

$$-\frac{1}{s_2} + \frac{1}{-0.25} = \frac{1}{0.03} \quad \rightarrow \quad s_2 = -0.0268 \text{ m}$$

- Puntu hori da preseski objektiboak ematen duen laginaren irudiaren kokapena (s_1'). Iruditik, $\boxed{s_1' = 0.1332}$ da, eta $f_1' = 0.004$. Beraz:

$$-\frac{1}{s_1} + \frac{1}{0.1332} = \frac{1}{0.004} \quad \rightarrow \quad \boxed{s_1 = -0.00412 \text{ m}}$$

- Azkenez, sistema osoaren alboko handipena kalkulatuko dugu, aurreko ariketan bezala:

$$m = \frac{y_2'}{y_1} = \frac{y_2'}{y_2}\frac{y_2}{y_1}$$

ZTF-FCT

Ebazpena

- Atzetik aurrera eragin dugu ebazpenean, leiar mehen ekuazioa aplikatuz azken iruditik hasita (gogoratu $s'_2 = -0.25$ eta $f'_2 = 0.03$ direla):
$$-\frac{1}{s_2} + \frac{1}{-0.25} = \frac{1}{0.03} \quad \rightarrow \quad s_2 = -0.0268 \text{ m}$$
- Puntu hori da preseski objektiboak ematen duen laginaren irudiaren kokapena (s'_1). Iruditik, $\boxed{s'_1 = 0.1332}$ da, eta $f'_1 = 0.004$. Beraz:
$$-\frac{1}{s_1} + \frac{1}{0.1332} = \frac{1}{0.004} \quad \rightarrow \quad \boxed{s_1 = -0.00412 \text{ m}}$$
- Azkenez, sistema osoaren alboko handipena kalkulatuko dugu, aurreko ariketan bezala:
$$m = \frac{y'_2}{y_1} = \frac{y'_2}{y_2}\frac{y'_1}{y_1}$$

ZTF-FCT

◂ Enuntziatua ▸ Ohar batzu ▸ Aurkibidea

Ebazpena

- Atzetik aurrera eragin dugu ebazpenean, leiar mehen ekuazioa aplikatuz azken iruditik hasita (gogoratu $s'_2 = -0.25$ eta $f'_2 = 0.03$ direla):
$$-\frac{1}{s_2} + \frac{1}{-0.25} = \frac{1}{0.03} \quad \rightarrow \quad s_2 = -0.0268 \text{ m}$$
- Puntu hori da preseski objektiboak ematen duen laginaren irudiaren kokapena (s'_1). Iruditik, $\boxed{s'_1 = 0.1332}$ da, eta $f'_1 = 0.004$. Beraz:
$$-\frac{1}{s_1} + \frac{1}{0.1332} = \frac{1}{0.004} \quad \rightarrow \quad \boxed{s_1 = -0.00412 \text{ m}}$$
- Azkenez, sistema osoaren alboko handipena kalkulatuko dugu, aurreko ariketan bezala:
$$m = \frac{y'_2}{y_1} = \frac{s'_2}{s_2}\frac{s'_1}{s_1}$$

ZTF-FCT

◂ Enuntziatua ▸ Ohar batzu ▸ Aurkibidea

Ebazpena

- Atzetik aurrera eragin dugu ebazpenean, leiar mehen ekuazioa aplikatuz azken iruditik hasita (gogoratu $s'_2 = -0.25$ eta $f'_2 = 0.03$ direla):
$$-\frac{1}{s_2} + \frac{1}{-0.25} = \frac{1}{0.03} \quad \rightarrow \quad s_2 = -0.0268 \text{ m}$$
- Puntu hori da preseski objektiboak ematen duen laginaren irudiaren kokapena (s'_1). Iruditik, $\boxed{s'_1 = 0.1332}$ da, eta $f'_1 = 0.004$. Beraz:
$$-\frac{1}{s_1} + \frac{1}{0.1332} = \frac{1}{0.004} \quad \rightarrow \quad \boxed{s_1 = -0.00412 \text{ m}}$$
- Azkenez, sistema osoaren alboko handipena kalkulatuko dugu, aurreko ariketan bezala:
$$m = \frac{y'_2}{y_1} = \frac{s'_2}{s_2}\frac{s'_1}{s_1} \quad \rightarrow \quad m = \frac{(-0.25)\cdot 0.1332}{(-0.0268)(-0.00412)}$$

ZTF-FCT

Ebazpena

- Atzetik aurrera eragin dugu ebazpenean, leiar mehen ekuazioa aplikatuz azken iruditik hasita (gogoratu $s'_2 = -0.25$ eta $f'_2 = 0.03$ direla):
$$-\frac{1}{s_2} + \frac{1}{-0.25} = \frac{1}{0.03} \quad \rightarrow \quad s_2 = -0.0268 \text{ m}$$
- Puntu hori da preseski objektiboak ematen duen laginaren irudiaren kokapena (s'_1). Iruditik, $\boxed{s'_1 = 0.1332}$ da, eta $f'_1 = 0.004$. Beraz:
$$-\frac{1}{s_1} + \frac{1}{0.1332} = \frac{1}{0.004} \quad \rightarrow \quad \boxed{s_1 = -0.00412 \text{ m}}$$
- Azkenez, sistema osoaren alboko handipena kalkulatuko dugu, aurreko ariketan bezala:
$$m = \frac{y'_2}{y_1} = \frac{s'_2}{s_2}\frac{s'_1}{s_1} \quad \rightarrow \quad \boxed{m = -301.5}$$

ZTF-FCT

Ebazpena

- Atzetik aurrera eragin dugu ebazpenean, leiar mehen ekuazioa aplikatuz azken iruditik hasita (gogoratu $s'_2 = -0.25$ eta $f'_2 = 0.03$ direla):

$$-\frac{1}{s_2} + \frac{1}{-0.25} = \frac{1}{0.03} \quad \rightarrow \quad s_2 = -0.0268 \text{ m}$$

- Puntu hori da preseski objektiboak ematen duen laginaren irudiaren kokapena (s'_1). Iruditik, $\boxed{s'_1 = 0.1332}$ da, eta $f'_1 = 0.004$. Beraz:

$$-\frac{1}{s_1} + \frac{1}{0.1332} = \frac{1}{0.004} \quad \rightarrow \quad \boxed{s_1 = -0.00412 \text{ m}}$$

- Azkenez, sistema osoaren alboko handipena kalkulatuko dugu, aurreko ariketan bezala:

$$m = \frac{y'_2}{y_1} = \frac{s'_2}{s_2}\frac{s'_1}{s_1} \quad \rightarrow \quad \boxed{m = -301.5}$$

- Hau da, irudia **alegizakoa**, **alderantzikatua** eta **tamaina askoz handiagokoa** da.

ZTF-FCT

Ohar batzu

Ohar batzu

- Lagina objektiboaren objektu fokutik harago kokatzen da, fokutik ahalik eta gertuen.

Ohar batzu

- Lagina objektiboaren objektu fokutik harago kokatzen da, fokutik ahalik eta gertuen.
- Okularrak ematen duen irudia leiarretik ezkerrera eratzen denez (leiar konbergentea da), irudi hori alegiazkoa izango da, eta berari dagokion objektua distantzia fokal objektuaren barruan egongo da (objektu fokutik ahalik eta gertuen, irudia oso handia izan dadin).

ZTF-FCT

Ohar batzu

- Lagina objektiboaren objektu fokutik harago kokatzen da, fokutik ahalik eta gertuen.
- Okularrak ematen duen irudia leiarretik ezkerrera eratzen denez (leiar konbergentea da), irudi hori alegiazkoa izango da, eta berari dagokion objektua distantzia fokal objektuaren barruan egongo da (objektu fokutik ahalik eta gertuen, irudia oso handia izan dadin).
- Testuek diotenez, objektiboak emandako irudia okularraren plano fokalean eratzea komeniko litzateke, eta horrela honek emango lukeen irudia infinituan eratuko litzateke.

ZTF-FCT

◂ Enuntziatua ▸ Aurkibidea

Ohar batzu

- Lagina objektiboaren objektu fokutik harago kokatzen da, fokutik ahalik eta gertuen.
- Okularrak ematen duen irudia leiarretik ezkerrera eratzen denez (leiar konbergentea da), irudi hori alegiazkoa izango da, eta berari dagokion objektua distantzia fokal objektuaren barruan egongo da (objektu fokutik ahalik eta gertuen, irudia oso handia izan dadin).
- Testuek diotenez, objektiboak emandako irudia okularraren plano fokalean eratzea komeniko litzateke, eta horrela honek emango lukeen irudia infinituan eratuko litzateke.
- Kasu honetan, mikroskopioaren handipen osoa objektiboak emandako alboko handipena bider okularraren handipen angeluarra izango litzateke (hemen, x_{ph} = begiaren puntu hurbilaren distantzia = 0.25 m):

Ohar batzu

- Lagina objektiboaren objektu fokutik harago kokatzen da, fokutik ahalik eta gertuen.
- Okularrak ematen duen irudia leiarretik ezkerrera eratzen denez (leiar konbergentea da), irudi hori alegiazkoa izango da, eta berari dagokion objektua distantzia fokal objektuaren barruan egongo da (objektu fokutik ahalik eta gertuen, irudia oso handia izan dadin).
- Testuek diotenez, objektiboak emandako irudia okularraren plano fokalean eratzea komeniko litzateke, eta horrela honek emango lukeen irudia infinituan eratuko litzateke.
- Kasu honetan, mikroskopioaren handipen osoa objektiboak emandako alboko handipena bider okularraren handipen angeluarra izango litzateke (hemen, x_{ph} = begiaren puntu hurbilaren distantzia = 0.25 m):

$$\boxed{M = \frac{y_1'}{y_1}\frac{x_{\mathrm{ph}}}{f_2'}}$$

ZTF-FCT