

TERMODINAMIKA. **FORMULAZIOA II.**

1. Sistema termodinamiko batek, prozesu termodinamiko baten ondorioz jasaten duen **entropia aldaketa**.
 - 1.1. Sistema **gas ideal** batez osatua badago.
 - 1.2. Sistema **benetazko sustantzia** batez osatua badago.
2. Sistema termodinamiko batek, prozesu termodinamiko baten ondorioz jasaten duen **exergia aldaketa**.
 - 2.1. **Sistema itxia**.
 - 2.2. **Sistema irekia**.
3. **Beroaren exergia**.
4. **Exergia suntsiketa**.
5. **Motor termiko** baten **errendimendua**.
 - 5.1. **Carnoten** errendimendua.
 - 5.2. Errendimendu **energetikoa**.
 - 5.3. Errendimendu **exergetikoa**.
6. **Alderantzizko makina** baten **COP-a**.
 - 6.1. **Carnoten** COP-a.
 - 6.2. **COP-a**.
7. Hedapen edo konpresio prozesu termodinamiko baten **errendimendu isoentropikoak**.
 - 7.1. **Hedapena**.
 - 7.2. **Konpresioa**.

Oharra: Aldagaiak, masarekiko, masa unitatearekiko edo masa fluxu batekiko adierazi daitezke. Berezitasun honek behartzen du, erakusten diren formulak, landuko diren adibide ezberdinetarako moldatu behar izatea.

TERMODINAMIKA. FORMULAZIOA II.

1. Entropia aldaketa.

Clausius-en ezberdintasuna:

$$\oint \left(\frac{\delta Q}{T} \right)_{\text{muga}} \leq 0$$

Prozesu itzulgarriak	Prozesu itzulezinak
$ds = \int_1^2 \frac{\delta q}{T} ; \Delta s = s_2 - s_1 = \int_1^2 \frac{\delta q}{T}$	$\Delta s = s_2 - s_1 \geq \int_1^2 \frac{\delta q}{T}$ $\Delta S = s_2 - s_1 = \int_1^2 \frac{\delta q}{T} + s_g$ $s_g = \text{sortutako entropia}$

1.1. Gas ideala.

$$s_2 - s_1 = c_v \ln \frac{T_2}{T_1} + R \ln \frac{v_2}{v_1}$$

$$s_2 - s_1 = c_p \ln \frac{T_2}{T_1} - R \ln \frac{P_2}{P_1}$$

1.2. Benetazko substantzia.

Taulak.

2. Exergia aldaketa.

2.1. Sistema itxia.

$$\Delta b = (u_2 - u_1) + P_0(v_2 - v_1) - T_0(s_2 - s_1)$$

2.2. Sistema irekia.

$$\Delta b = (h_2 - h_1) - T_0(s_2 - s_1)$$

TERMODINAMIKA. FORMULAZIOA II.

3. Beroaren exergia.

$$b_q = \left(1 - \frac{T_0}{T}\right) q$$

4. Suntsitutako exergia.

$$d = T_0 s_g$$

5. Errendimendua.

5.1.Carnot.

$$|W| = |Q_B| - |Q_H| = |T_B(S_2 - S_1)| - |T_H(S_4 - S_3)| = |T_B \Delta S| - |T_H \Delta S|$$

$$\eta_{Carnot} = \frac{|W|}{|Q_B|} = \frac{|Q_B| - |Q_H|}{|Q_B|} = \frac{|T_B \Delta S| - |T_H \Delta S|}{|T_B \Delta S|} = 1 - \frac{T_H}{T_B} < 1 \text{ edo } \%100$$

5.2.Energetikoa.

$$\eta = \frac{|W|}{|Q_B|} = \frac{|Q_B| - |Q_H|}{|Q_B|} = 1 - \frac{|Q_H|}{|Q_B|} < 1 \text{ edo } \%100$$

5.3.Exergetikoa.

$$\eta_b = \frac{b_{lortutakoa}}{b_{erabilitakoa}}$$

TERMODINAMIKA. FORMULAZIOA II.

6. COP.

6.1. Carnot.

$$|W| = |Q_B| - |Q_H| = |T_B(S_4 - S_3)| - |T_H(S_2 - S_1)| = |T_B\Delta S| - |T_H\Delta S|$$

$$COP_{Carnot,H} = \frac{|Q_H|}{|W|} = \frac{|Q_H|}{|Q_B| - |Q_H|} = \frac{|T_H\Delta S|}{|T_B\Delta S| - |T_H\Delta S|} = \frac{T_H}{T_B - T_H} <> 1 \text{ Hozgailua.}$$

$$COP_{Carnot,BP} = \frac{|Q_B|}{|W|} = \frac{|Q_B|}{|Q_B| - |Q_H|} = \frac{|T_B\Delta S|}{|T_B\Delta S| - |T_H\Delta S|} = \frac{T_B}{T_B - T_H} > 1 \text{ Bero ponpa.}$$

6.2. COP.

$$|W| = |Q_B| - |Q_H|$$

$$COP_H = \frac{|Q_H|}{|W|} = \frac{|Q_H|}{|Q_B| - |Q_H|} <> 1 \text{ Hozgailua.}$$

$$COP_{BP} = \frac{|Q_B|}{|W|} = \frac{|Q_B|}{|Q_B| - |Q_H|} > 1 \text{ Bero ponpa.}$$

TERMODINAMIKA. FORMULAZIOA II.

7. Errendimendu isoentropikoak.

7.1. Hedapena

Elementua	Errendimendu isoentropikoa
Turbina	$\eta_s = \frac{w}{w_s} = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_{2s}}$
h- s diagrama	
$w_{galdutakoa} = w_s - w$; Itzulezintasun mailaren neurria	

*Muga adiabatikoa duten elementuetan, entropia aldaketa guztia entropia sorrera izango da.

7.2. Konpresioa

Elementua	Errendimendu isoentropikoa
Konpresorea	$\eta_s = \frac{w_s}{w} = \frac{h_{2s} - h_1}{h_2 - h_1}$
h- s diagrama	
$w_{galdutakoa} = w - w_s$; Itzulezintasun mailaren neurria	

*Muga adiabatikoa duten elementuetan, entropia aldaketa guztia entropia sorrera izango da.