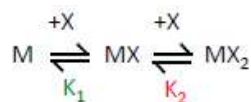




Sistema hau definitzeko bi konstante mota erabiltzen dira: MIKROSKOPIKO eta MAKROSKOPIKOAK.

- $1K'_1$, $1K'_2$, $2K'_1$, $21K'_2$ konstanteak, disoziazio oreka konstante MIKROSKOPIKO edo INTRINTSEKOAK dira
- K_1 eta K_2 konstanteak, disoziazio oreka konstante MAKROSKOPIKOAK dira: konstante hauek neurgarriak dira.



-[MX]:

$$[MX] = [-MX] + [XM-]$$

- K_1 oreka disoziazio kte.a:

$$K_1 = \frac{[M][X]}{[MX]} = \frac{[M][X]}{[-MX] + [XM-]}$$

-Konstante mikroskopikoak kalkulatzuz:

$$1K'_1 = \frac{[M][X]}{[XM-]}$$

$$1K'_2 = \frac{[M][X]}{[-MX]}$$

Konstante hauek, hau da, mikroskopiko eta makroskopikoak, haien artean erlaziona daitezke:

→ KONSTANTE MAKROSKOPIKO ETA MIKROSKOPIKOAK ERLAZIONATZEKO

③ $1K'_1 = \frac{[M][X]}{[XM-]}$
 1. batura guinea

④ $1K'_2 = \frac{[M][X]}{[-MX]}$
 1. batura guinea
 2. batura guinea

$$K_1 = \frac{[M][X]}{[MX]} = \frac{[M][X]}{[-MX] + [XM-]} = \frac{[M][X]}{\frac{[M][X]}{1K'_2} + \frac{[M][X]}{1K'_1}} =$$

$$\frac{[M][X]}{[M][X] \left(\frac{1}{1K'_2} + \frac{1}{1K'_1} \right)} = \frac{1}{\frac{1}{1K'_2} + \frac{1}{1K'_1}} = \frac{1}{\frac{1K'_1 + 1K'_2}{1K'_1 \cdot 1K'_2}} =$$

$$\frac{1K'_1 \cdot 1K'_2}{1K'_1 + 1K'_2} \Rightarrow K_1 = \frac{1K'_1 \cdot 1K'_2}{1K'_1 + 1K'_2}$$

zentro baliokideak

$$1K'_1 = 1K'_2$$

$$K_1 = \frac{1K'_1 \cdot 1K'_1}{1K'_1 + 1K'_1} = \frac{(1K'_1)^2}{2K'_1} = \frac{1K'_1}{2}$$

-Makromolekula espezie bakoitza M-ren funtziopean adierazi:

$$[-MX] = \frac{[M][X]}{{}^1K_2} \quad [XM-] = \frac{[M][X]}{{}^1K_1}$$

1

-1 ekuazioak, K_1 -en ekuazioan ordezkatzuz:

$$K_1 = \frac{{}^1K_1 {}^1K_2}{{}^1K_1 + {}^1K_2}$$

-Zentroak baliokideak direnez:

$$K_1 = \frac{({}^1K')^2}{2 {}^1K'} = \frac{1}{2} {}^1K'$$

$${}^2K'_1 = \frac{[MX][X]}{[MX_2]} \quad {}^2K'_2 = \frac{[XM-][X]}{[MX_2]}$$

$$-2: \frac{[MX][X]}{[MX_2]} = \frac{([MX] + [XM-])[X]}{[MX_2]}$$

$$K_2 = \frac{\left(\frac{{}^2K'_1 [MX_2]}{[X]} + \frac{{}^2K'_2 [MX_2]}{[X]} \right) [X]}{[MX_2]} = {}^2K'_1 + {}^2K'_2$$

$$K_2 = {}^2K'_1 + {}^2K'_2$$

Zentro baliokideak (${}^2K'_1 = {}^2K'_2$)

$$K_2 = {}^2K'_1 + {}^2K'_1 = \boxed{2 {}^2K'_1}$$

-Makromolekula espezie bakoitza MX_2 -ren funtziopean adierazi:

$$[XM-] = \frac{{}^2K'_1 [MX_2]}{[X]} \quad [-MX] = \frac{{}^2K'_2 [MX_2]}{[X]}$$

-1 ekuazioak, K_2 -ren ekuazioan ordeztuz:

$$K_2 = {}^2K'_2 + {}^2K'_1$$

-Zentroak baliokideak direnez:

$$K_2 = 2 {}^2K'$$

ASETZE FUNTZIOA ETA ASETZE FUNTZIO FRAKZIONALA

Kontuan izan behar da, batutako ligando kontzentrazioa dauzkagun bi batura guneetan aztertu behar dela.

-Asetze Funtzioa:

$$v_x = \frac{\text{Batutako ligando kontzentrazioa}}{[\text{Makromolekula}]_{\text{TOT}}} \quad v_x = \frac{[MX] + 2[MX_2]}{[M] + [MX] + [MX_2]}$$

Asetze funtzio frakzionalean, asetze funtzioa makromolekularen batura gune kopuruarekin zatitzen da. Limitea infinitura doanean, 2 izango da, izan ere, hau ere makromolekulak dituen batura guneen arabera izango da (v_x infinitura doanean, guztia $2[MX_2]$ moduan egongo da).

-Asetze Funtzio Frakzionala:

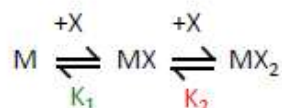
$$Y_x = \frac{v_x}{n} = \frac{v_x}{2}$$

-Limiteak:

$$v_x \begin{cases} \rightarrow n=2 \\ \rightarrow 0 \end{cases}$$

$$Y_x \begin{cases} \rightarrow 1 \\ \rightarrow 0 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} v_x &= \frac{[\text{batutako ligandoa}]}{[M]_{\text{TOT}}} = \frac{[MX] + 2[MX_2]}{[M] + [MX] + [MX_2]} \\ &= \frac{\frac{[M][X]}{K_1} + 2\frac{[M][X]^2}{K_1 \cdot K_2}}{[M] + \frac{[M][X]}{K_1} + \frac{[M][X]^2}{K_1 \cdot K_2}} = \frac{\frac{K_2[X] + 2[X]^2}{K_1 \cdot K_2}}{\frac{K_1 K_2 + K_2[X] + [X]^2}{K_1 \cdot K_2}} \\ &= \frac{K_2[X] + 2[X]^2}{K_1 K_2 + K_2[X] + [X]^2} \Rightarrow v_x = \frac{K_2[X] + 2[X]^2}{K_1 K_2 + K_2[X] + [X]^2} \end{aligned}$$



-Makromolekularen espezie desberdinak M-ren funtziopean adieraziz:

$$K_1 = \frac{[M][X]}{[MX]} \rightarrow [MX] = \frac{[M][X]}{K_1}$$

$$K_2 = \frac{[MX][X]}{[MX_2]} \rightarrow [MX_2] = \frac{[MX][X]}{K_2} = \frac{[M][X]^2}{K_2 K_1}$$

- v_x -en ordezkatzuz:

$$v_x = \frac{K_2 [X] + 2 [X]^2}{K_1 K_2 + K_2 [X] + [X]^2}$$

ASETZE FUNTZIOA

Zentroak BALIOKIDEAK badira ere, menpekotasuna ager daitete zentroen artean. Ligandoa batura gunetako batean lotzeak bestearen afinitatean eragina izango duela adierazi nahi du honek. Aldiz, independenteak badira, ligandoetako bat lotzeak ez du eraginik izango beste batura gunearen loturan.

-Zentro baliokideak dituen makromolekula bat izatean: Konstante intrintseko bakarra.

$$\begin{aligned} {}^1K'_1 &= {}^1K'_2 = {}^1K' \\ {}^2K'_1 &= {}^2K'_2 = {}^2K' \end{aligned}$$

-Zentroak baliokideak izateaz gain, menpekoak (kooperatibitatea emango da) edo independenteak izan daitezke.

• **MENPEKOAK BADIRA:**

$${}^1K' \neq {}^2K' \rightarrow \begin{cases} K_1 = \frac{1}{2} {}^1K' \\ K_2 = 2 {}^2K' \end{cases} \rightarrow \begin{cases} {}^1K' > {}^2K' & \text{KOOPERATIBITATE POSITIBOA} \\ {}^1K' < {}^2K' & \text{KOOPERATIBITATE NEGATIBOA} \end{cases}$$

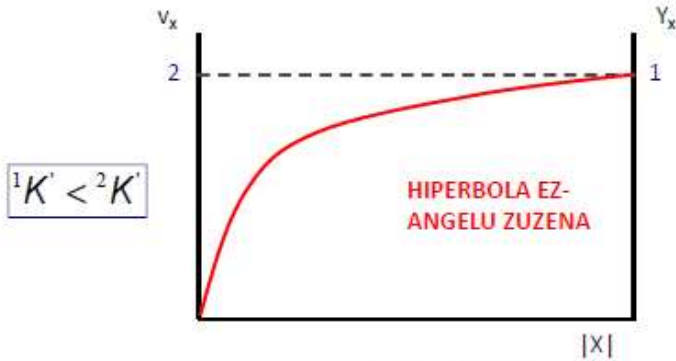
• **INDEPENDENTEAK BADIRA:**

$${}^1K'_1 = {}^2K'_2 = K' \rightarrow \begin{cases} K_1 = \frac{1}{2} K' \\ K_2 = 2 K' \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{Makromolekulak, ligando} \\ \text{berdinarentzat zentro bakarra duen} \\ \text{bi makromolekula balira bezala} \\ \text{jokatuko du.} \end{array}$$

IRUDIKAPEN GRAFIKOAK

ZUZENA: v_x edo Y_x vs $[X]$

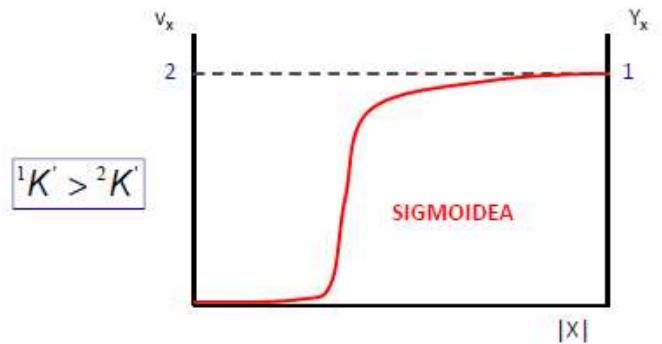
MENPEKOAK: KOOPERATIBITATE NEGATIBOA



$$\frac{[X]_{0.9}}{[X]_{0.1}} \neq 81$$

ZUZENA: v_x edo Y_x vs $[X]$

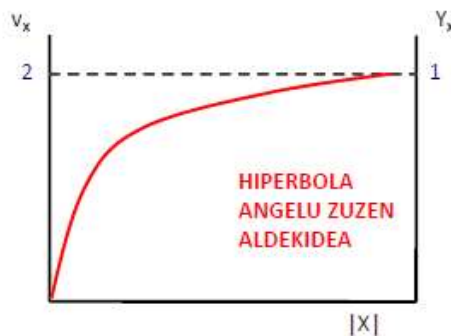
MENPEKOAK: KOOPERATIBITATE POSITIBOA



$-v_x$ -en balio maximoa = n.

ZUZENA: v_x edo Y_x vs $[X]$

INDEPENDENTEA



$$\frac{[X]_{0.9}}{[X]_{0.1}} = 81$$

$$^1K' = ^2K' = K'$$

$$K_1 = \frac{1}{2}K'$$

$$K_2 = 2K'$$

$$v_x = \frac{2[X]}{K' + [X]}$$

$$Y_x = \frac{v_x}{2} = \frac{[X]}{K' + [X]}$$

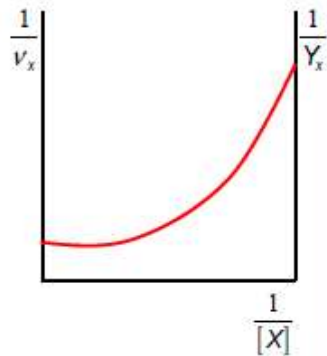
Zentroek menpekotasun negatiboa dutenean edo independenteak direnean, irudikapen zuzenak itxura berdina hartzen dute. Zein den determinatzeko irudikapenen azpian adierazitako zatiketa egin behar da. Baldin eta zatiketa horrek 81 ematen badu, zentroak independenteak izango dira. Bestela, menpekoak izango dira eta kooperatibitate negatiboa aurkeztuko dute.

Zuzenaren maximoa batura gune ERREALEN kopurua izango da.

ALDERANTZIZKO BIKOITZA

ALDERANTZIZKO BIKOITZA: $1/v_x$ edo $1/Y_x$ vs $1/[X]$

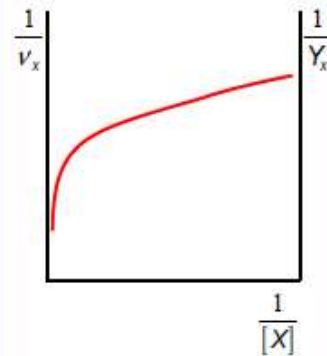
MENPEKOAK:
KOOPERATIBITATE POSITIBOA



Kurba ahurra

$$^1K' > ^2K'$$

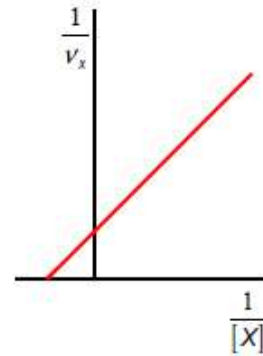
MENPEKOAK:
KOOPERATIBITATE NEGATIBOA



Kurba ganbila

$$^1K' < ^2K'$$

INDEPENDENTEA



$$^1K' = ^2K' = K'$$

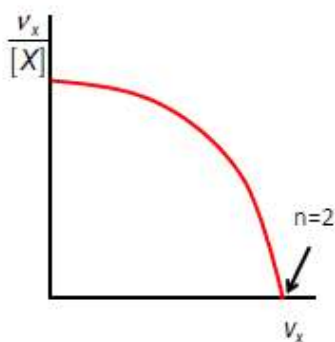
$$v_x = \frac{2K[X] + 2[X]^2}{\frac{1}{2}K' + 2K' + 2K'[X] + [X]^2} = \frac{2[X](K' + [X])}{K'^2 + 2K'[X] + [X]^2} = \frac{2[X](K' + [X])}{(K' + [X])^2} = \frac{2[X]}{K' + [X]}$$

$\Rightarrow v_x = \frac{2[X]}{K' + [X]}$ *maximoa-2*

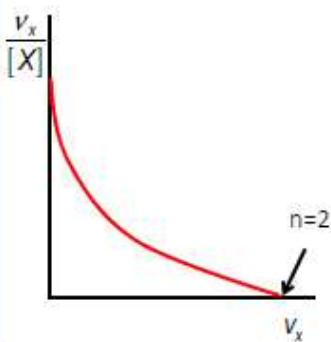
SCATCHARDen IRUDIKAPENA

SCATCHARD-EN IRUDIKAPENA: $v_x/[X]$ vs v_x edo $Y_x/[X]$ vs Y_x

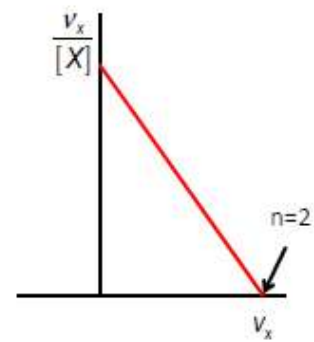
MENPEKOAK:
KOOPERATIBITATE POSITIBOA



MENPEKOAK:
KOOPERATIBITATE NEGATIBOA



INDEPENDENTEA



Makromolekulak dauzkan zentro **ERREALAK** ezagutu ondoren \rightarrow kooperatibitatea dagoen aztertu behar da eta zentro **APARENTEAK** \rightarrow Hill-en Irudikapena.

$$V_x = \frac{2[X]}{K' + [X]} \rightarrow V_x K' + V_x [X] = 2[X] \rightarrow \frac{V_x K'}{[X]} + V_x = 2 \rightarrow \frac{V_x}{[X]} \rightarrow$$

Scatchard.

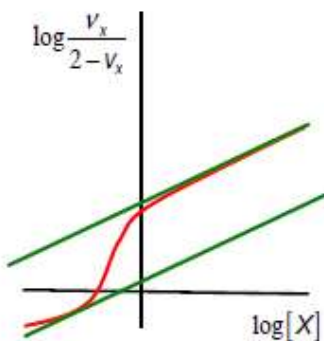
$$\frac{V_x}{[X]} = \frac{2 - V_x}{K'} = \underbrace{\frac{2}{K'}}_b + \underbrace{\frac{1}{K'}}_m \underbrace{V_x}_x$$

Scatchard-en irudikapenaren bidez, X ardatzaren ebaki puntua erabiliz batura gune ERREALEN kopurua determina daiteke.

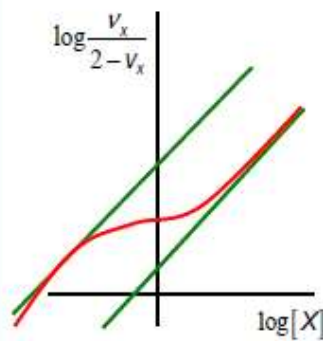
Hala ere, makromolekulen jokaeraren arabera zentro APARENTEAK ager daitezke. Hauek zenbat diren determinatzeko Hill-en irudikapena egin behar da.

HILL-EN IRUDIKAPENA: $\log \frac{v_x}{n-v_x}$ vs $\log [X]$ edo $\log \frac{Y_x}{1-Y_x}$ vs $\log [X]$

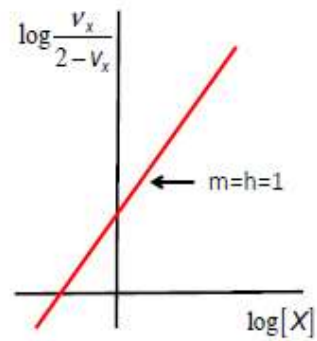
MENPEKOAK:
KOOPERATIBITATE POSITIBOA



MENPEKOAK:
KOOPERATIBITATE NEGATIBOA



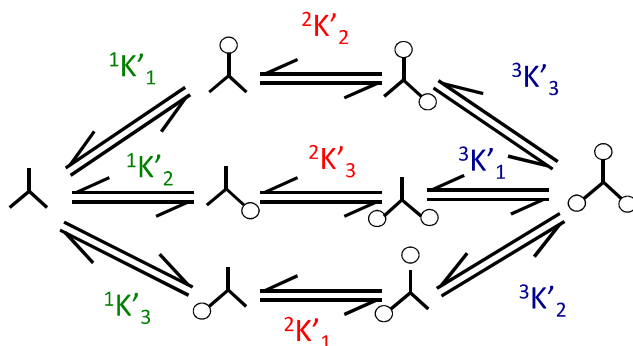
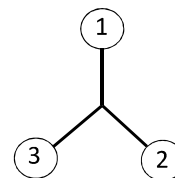
INDEPENDENTEAK



$h > 1 \rightarrow$ Kooperatibitate positiboa.
 $h < 1 \rightarrow$ Kooperatibitate negatiboa.
 $h = 1 \rightarrow$ Zentro independenteak.

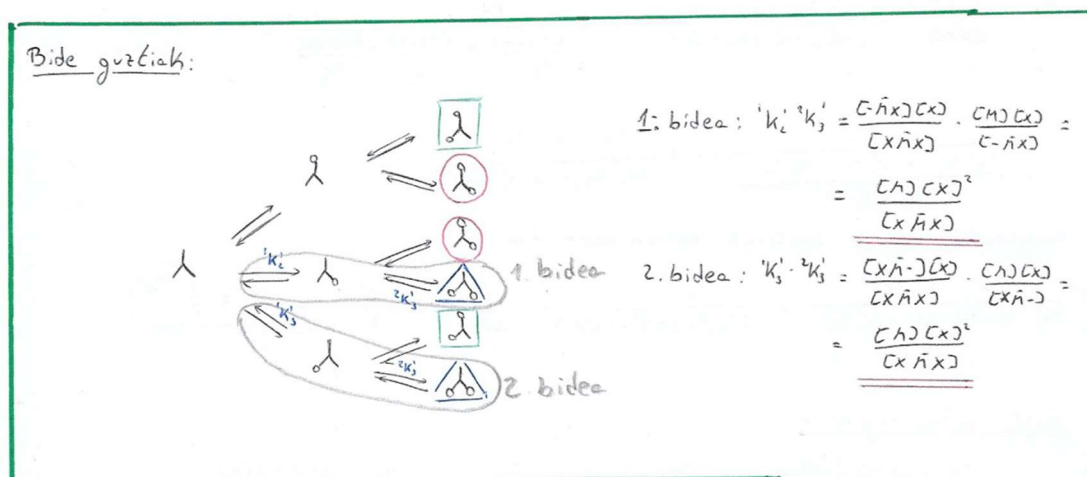
$n \rightarrow$ Zentro errealen kopurua.
 $h \rightarrow$ Zentro aparenteen kopurua.

**2.- X LIGANDOARENTZAKO HIRU BATURA ZENTRO BALIOKIDE
MAKROMOLEKULA (n=3)**



$$\begin{aligned} {}^1K'_1 &= {}^1K'_2 = {}^1K'_3 = {}^1K' \\ {}^2K'_1 &= {}^2K'_2 = {}^2K'_3 = {}^2K' \\ {}^3K'_1 &= {}^3K'_2 = {}^3K'_3 = {}^3K' \end{aligned}$$

Hau da guk definituko dugun sistema. Berez bide gehiago daude 3 ligandodun molekula lortzeko, behean ikusten den moduan, baina bide horiek sinplifikatuz gero ekuazio berdina iristen gara.

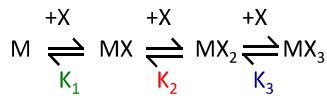


MX_2 molekula hauek binaka berdinak dira, haien bideen ekuazioak ebatziz gero, ekuazio berdina lortuko da.

${}^1K'_1$, ${}^1K'_2$, ${}^1K'_3$, ${}^2K'_1$, ${}^2K'_2$, ${}^2K'_3$, ${}^3K'_1$, ${}^3K'_2$ eta ${}^3K'_3$ konstanteak, disoziazio oreka konstante MIKROSKOPIKO edo INTRINTSEKOAK dira.

K_1 , K_2 eta K_3 konstanteak, disoziazio oreka konstante MAKROSKOPIKOAK dira

Makroskopikoki:



$$[MX] = [M_x] + [M_x] + \left[-M - \right]$$

K_1

Konstante makroskopikoki: K_1

$$^1K_1' = \frac{[M][X]}{[MX]} = \frac{[M] \cdot [X]}{[M-X] + [M-X] + [M-X]}$$

Konst. mikroskopikoki:

$$^1K_1' = \frac{[M][X]}{[M-X]} \quad ^1K_2' = \frac{[MX][X]}{[MX_2]} \quad ^1K_3' = \frac{[MX_2][X]}{[MX_3]}$$

$$K_1 = \frac{[M][X]}{[MX]} = \frac{[M][X]}{[M-X] + [M-X] + [M-X]} = \frac{[M][X]}{\frac{[M][X]}{^1K_1'} + \frac{[M][X]}{^1K_2'} + \frac{[M][X]}{^1K_3'}} = \frac{1}{\frac{1}{^1K_1'} + \frac{1}{^1K_2'} + \frac{1}{^1K_3'}} = \frac{^1K_1' \cdot ^1K_2' \cdot ^1K_3'}{^1K_2' \cdot ^1K_3' + ^1K_1' \cdot ^1K_3' + ^1K_1' \cdot ^1K_2'}$$

Kooperatibitatean zentroak balioakideak dira:

$$\frac{^1K_1' \cdot ^1K_2' \cdot ^1K_3'}{^1K_2' \cdot ^1K_3' + ^1K_1' \cdot ^1K_3' + ^1K_1' \cdot ^1K_2'} = \frac{(K')^3}{(K')^2 + (K')^2 + (K')^2} = \frac{(K')^3}{3(K')^2} = \frac{K'}{3} \Rightarrow K_1 = \frac{1}{3} \cdot ^1K_1'$$

K_2

Konst. mikroskopikoki:

$$^2K_1' = \frac{[MX][X]}{[MX_2]} \quad ^2K_2' = \frac{[MX_2][X]}{[MX_3]} \quad ^2K_3' = \frac{[MX_3][X]}{[MX_4]}$$

$$K_2 = \frac{[MX][X]}{[MX_2]} = \frac{([M-X] + [M-X] + [M-X])[X]}{[M-X] + [M-X] + [M-X]} =$$

$$= \frac{([M-X] + [M-X] + [M-X])[X]}{\frac{[M-X][X]}{^2K_1'} + \frac{[M-X][X]}{^2K_2'} + \frac{[M-X][X]}{^2K_3'}} \Rightarrow \text{Balioakideak dira} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow K_2 = \frac{([M-X] + [M-X] + [M-X])[X]}{\frac{1}{^2K_1'} ([M-X] + [M-X] + [M-X])[X]} = \frac{1}{\frac{1}{^2K_1'}} = ^2K_1' \Rightarrow K_2 = ^2K_1'$$

K_3

Konst. mikroskopikoki:

$$^3K_1' = \frac{[MX_2][X]}{[MX_3]} \quad ^3K_2' = \frac{[MX_3][X]}{[MX_4]} \quad ^3K_3' = \frac{[MX_4][X]}{[MX_5]}$$

$$K_3 = \frac{[MX_2][X]}{[MX_3]} = \frac{([M-X] + [M-X] + [M-X])[X]}{[M-X] + [M-X] + [M-X]} = \frac{\left(\frac{^3K_1' [MX_2]}{[X]} + \frac{^3K_2' [MX_3]}{[X]} + \frac{^3K_3' [MX_4]}{[X]} \right) [X]}{[M-X] + [M-X] + [M-X]}$$

$$= ^3K_1' + ^3K_2' + ^3K_3' \Rightarrow \text{balioakideak} \Rightarrow K_3 = 3(^3K_1')$$

-Zentroak **BALIOKIDEAK** eta **MENPEKOAK** direnean:

$$K_1 = \frac{1}{3} {}^1K'$$

$$K_2 = {}^2K'$$

$$K_3 = 3 {}^3K'$$

-Zentroak **INDEPENDENTEAK** direnean:

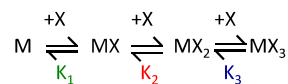
$${}^1K' = {}^2K' = {}^3K' = K'$$

$$K_1 = \frac{1}{3} K'$$

$$K_2 = K'$$

$$K_3 = 3 K'$$

Asetze Funtzioa (V_x) eta Asetze Funtzio Frakzionala (Y_x)



-Asetze Funtzioa:

$$V_x = \frac{[MX] + 2[MX_2] + 3[MX_3]}{[M] + [MX] + [MX_2] + [MX_3]}$$

-Asetze Funtzio Frakzionala:

$$Y_x = \frac{V_x}{n} = \frac{V_x}{3}$$

-Limiteak:

$$V_x \begin{cases} \rightarrow n=3 \\ \rightarrow 0 \end{cases}$$

$$Y_x \begin{cases} \rightarrow 1 \\ \rightarrow 0 \end{cases}$$

Asetze funtzioa kostante makroskopiko eta mikroskopikoen menpe jar daiteke:

$$V_x = \frac{[MX] + 2[MX_2] + 3[MX_3]}{[M] + [MX] + [MX_2] + [MX_3]} = \frac{\frac{[M][X]}{K_1} + \frac{2[M][X]^2}{K_1 K_2} + \frac{3[M][X]^3}{K_1 K_2 K_3}}{\frac{[M]}{1} + \frac{[M][X]}{K_1} + \frac{[M][X]^2}{K_1 K_2} + \frac{[M][X]^3}{K_1 K_2 K_3}} =$$

$$= \frac{\frac{[X]}{K_1} + \frac{2[X]^2}{K_1 K_2} + \frac{3[X]^3}{K_1 K_2 K_3}}{1 + \frac{[X]}{K_1} + \frac{[X]^2}{K_1 K_2} + \frac{[X]^3}{K_1 K_2 K_3}} = \frac{K_2 K_3 [X] + 2[X]^2 K_3 + 3[X]^3}{K_1 K_2 K_3 + [X] K_2 K_3 + K_3 [X]^2 + [X]^3}$$

Konstante mikroskopikoen bitartean:

$$K_1 = \frac{{}^1K'}{3} \quad // \quad K_2 = {}^2K' \quad // \quad K_3 = 3 {}^3K'$$

$$V_x = \frac{(\frac{{}^1K'}{3}) (3 {}^3K') [X] + 2 \cdot (3 {}^3K') [X]^2 + 3 [X]^3}{(\frac{{}^1K'}{3}) ({}^2K') (3 {}^3K') + ({}^2K') (3 {}^3K') [X] + (3 {}^3K') [X]^2 + [X]^3} =$$

$$= \frac{3 {}^2K' \cdot {}^3K' [X] + 6 {}^3K' [X]^2 + 3 [X]^3}{{}^1K' + {}^2K' \cdot {}^3K' + 3 {}^2K' {}^3K' [X] + 3 {}^3K' [X]^2 + [X]^3}$$

Independienteak badira:

$$^1K = ^2K = ^3K = K \rightarrow \begin{cases} K_1 = \frac{1}{3}K \\ K_2 = K \\ K_3 = 3K \end{cases}$$

$$v_x = \frac{3[X]}{K + [X]}$$

$$Y_x = \frac{v_x}{3} = \frac{[X]}{K + [X]}$$

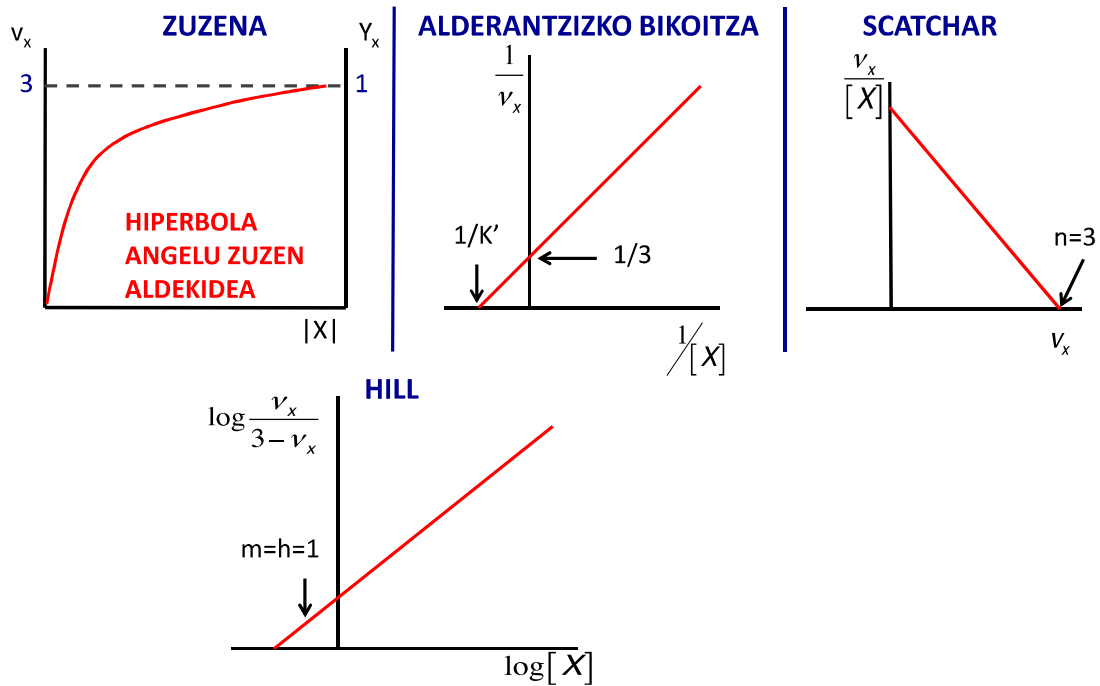
$$\begin{aligned} Y_x &= \frac{3(K')^2 [X] + 6K' [X]^2 + 3[X]^3}{(K')^3 + 3(K')^2 [X] + 3(K') [X]^2 + [X]^3} = \frac{3[X] (K')^2 + 2(K') [X] + [X]^2}{(K')^3 + 3(K')^2 [X] + 3(K') [X]^2 + [X]^3} \\ &= \frac{3[X] - ((K')^2 + 2K' [X] + [X]^2)}{(K' + [X]) ((K')^2 + 2K' [X] + [X]^2)} = \frac{3[X]}{K' + [X]} \end{aligned}$$

Menpekoak direnean:

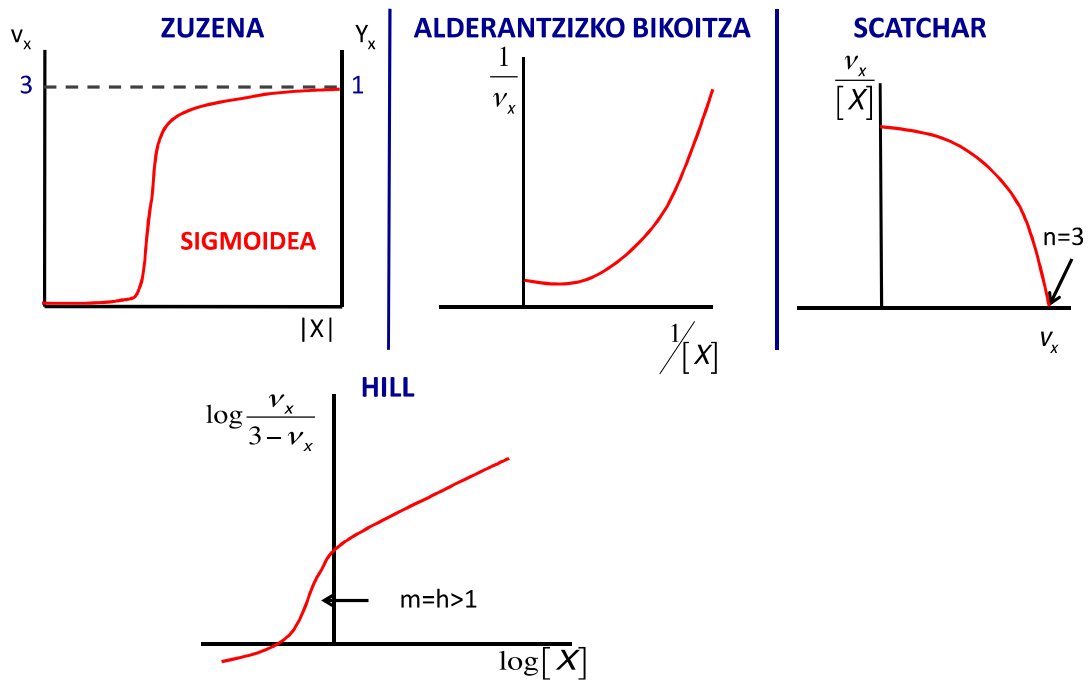
- **Kooperatibitate positibo purua (++)** $^1K' > ^2K' > ^3K$
Lehen ligandoaren loturak bigarrenaren lotura faboratzen du, eta honek hurrengoarena.
- **Kooperatibitate negatibo purua(- -)** $^1K' < ^2K' < ^3K$
Lehen ligandoaren loturak bigarrenaren lotura oztopatzen du, eta honek hurrengoarena.
- **Kooperatibitate mistoa (+ -)** $^1K' > ^2K' < ^3K$
Lehen ligandoaren loturak bigarrenaren lotura faboratzen du, eta honek hurrengoarena oztopatu.
- **Kooperatibitate mistoa (- +)** $^1K' < ^2K' > ^3K$
Lehen ligandoaren loturak bigarrenaren lotura oztopatzen du, eta honek hurrengoarena faboratu.

Irudikapen Grafikoak

- INDEPENDENTEAK BADIRA:**

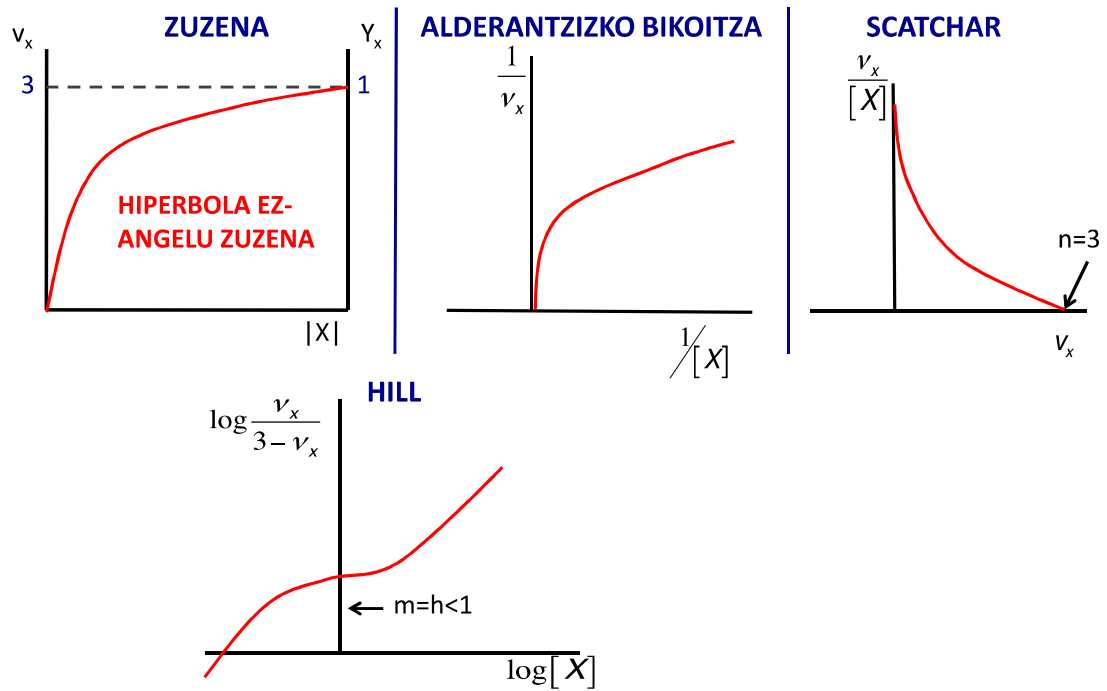


- KOOPERATIBITATE POSITIBO PURUA (+,+):**



Kooperatibitate positibo puruaren irudikapen zuzenean kurba sigmoide bat agertzen da, kurba ahurra alderantziko bikoitzean eta ganbilla Scatchar irudikapenean.

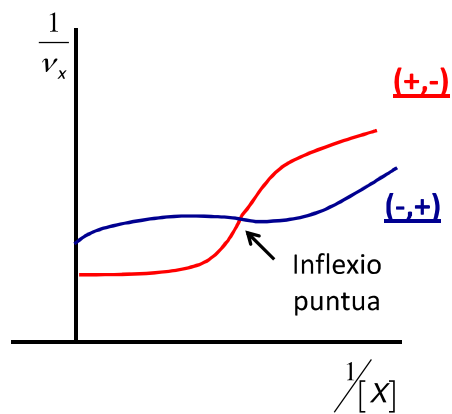
- KOOPERATIBITATE NEGATIBO PURUA (-,-):**



- KOOPERATIBITATE MISTOA:**

- Inflexio puntu bat topatuko dugu: Edo 2 entzima daude, edo kooperatibitate mistoa daukagu.
- Inflexio puntua nabariagoa da alderantzizko bikoitzean.

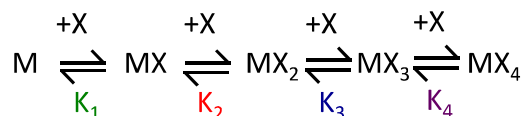
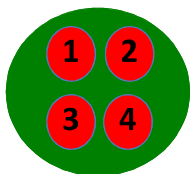
ALDERANTZIZKO BIKOITZA



(+ -) → kurba ahurra ganbil bihurtzen da.

(- +) → kurba ganbila ahur bilakatzen da.

3.- X LIGANDOARENTZAKO LAU BATURA ZENTRO BALIOKIDE DITUEN MAKROMOLEKULA (n=4)



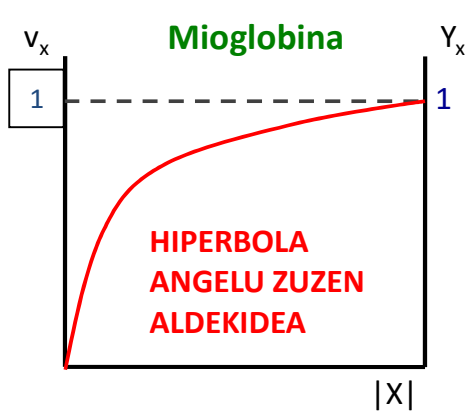
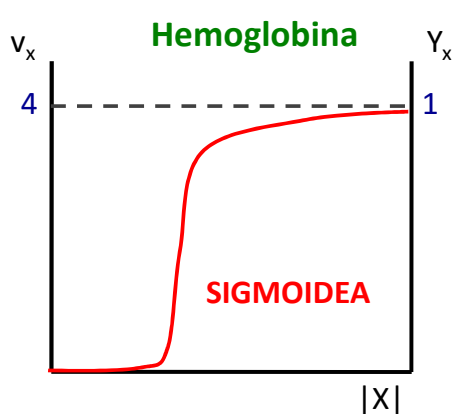
- Zentroak baliokideak direnez:

$$\begin{aligned} {}^1K_1 &= {}^1K_2 = {}^1K_3 = {}^1K_4 = {}^1K' \\ {}^2K_1 &= {}^2K_2 = {}^2K_3 = {}^2K_4 = {}^2K' \\ {}^3K_1 &= {}^3K_2 = {}^3K_3 = {}^3K_4 = {}^3K' \\ {}^4K_1 &= {}^4K_2 = {}^4K_3 = {}^4K_4 = {}^4K' \end{aligned}$$

Orain ere, ${}^1K'_1$, ${}^1K'_2$, ${}^1K'_3$, ${}^2K'_1$, ${}^2K'_2$, ${}^2K'_3$, ${}^3K'_1$, ${}^3K'_2$ eta ${}^3K'_3$ konstanteak, disoziazio oreka konstante mikroskopiko edo intrintsekoak dira.

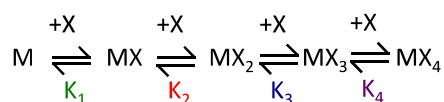
K_1 , K_2 eta K_3 konstanteak, disoziazio oreka konstante makroskopikoak dira eta neurgarriak dira.

Adibidez, hemoglobina tetrameroak O_2 lotzeko 4 batura gune baliokide ditu eta kooperatibitate positibo ia ideala dauka ($h=2,8$). Bestetik, mioglobina monomeroak zentro bakarra dauka nahiz eta ligando berdina izan. Bi entzimen arteko desberdintasunek funtzio desberdina dutela erakusten dute. Mioglobinak muskulu ehunetan topatzen dira, non O_2 kontzentrazioa baxua den. Beraz, gai da azkar saturatzeko eta oxigenoa muskulu ehunean azkar askatuko du, muskuluak energia azkar lortzeko. Hemoglobinak, bestalde, birikietako oxigenoa harrapatu eta bere baitan mantentzen du denbora luzeagoz, oxigeno beharra duten ehunetara iritsi eta bertan askatu arte. Hortaz, haien funtzioa ondo betetzeko, hemoglobinak denbora tarte luzeagoz mantentzen du lotuta oxigenoa mioglobinak baino, eta hori hein batean dituen lotura gune aparenteen arabera izango da.



Asetze Funtzioa (V_x) eta Asetze Funtzio Frakzionala (Y_x)

Aurreko (n=3 deneko) eskema berdina jarraitzen da ondoko ondorioetara heltzeko.



-Asetze Funtzioa:

$$v_x = \frac{[MX] + 2[MX_2] + 3[MX_3] + 4[MX_4]}{[M] + [MX] + [MX_2] + [MX_3] + [MX_4]}$$

-Asetze Frakzional Funtzioa:

$$Y_x = \frac{v_x}{n} = \frac{v_x}{4}$$

-Limiteak:

$$v_x \begin{cases} \rightarrow n=4 \\ \rightarrow 0 \end{cases}$$

$$Y_x \begin{cases} \rightarrow 1 \\ \rightarrow 0 \end{cases}$$

- v_x -en makromolekularen espezie guztiak ordezkatzuz:

$$v_x = \frac{[MX] + 2[MX_2] + 3[MX_3] + 4[MX_4]}{[M] + [MX] + [MX_2] + [MX_3] + [MX_4]}$$

$$v_x = \frac{\frac{[X]}{K_1} + \frac{2[X]^2}{K_1 K_2} + \frac{3[X]^3}{K_1 K_2 K_3} + \frac{4[X]^4}{K_1 K_2 K_3 K_4}}{1 + \frac{[X]}{K_1} + \frac{[X]^2}{K_1 K_2} + \frac{[X]^3}{K_1 K_2 K_3} + \frac{[X]^4}{K_1 K_2 K_3 K_4}}$$

ASETZE FUNTZIOA

- Zentro arteko elkarrekintza.

• **INDEPENDENTEA BADIRA:**

$${}^1K' = {}^2K' = {}^3K' = {}^4K' = K' \rightarrow \begin{cases} K_1 = \frac{1}{4} K' \\ K_2 = \frac{2}{3} K' \\ K_3 = \frac{3}{2} K' \\ K_4 = 4 K' \end{cases}$$

$$v_x = \frac{4[X]}{K' + [X]}$$

$$Y_x = \frac{v_x}{4} = \frac{[X]}{K' + [X]}$$

• **MENPEKOAK BADIRA:**

$${}^1K' \neq {}^2K' \neq {}^3K' \neq {}^4K' \neq K' \rightarrow \begin{cases} K_1 = \frac{1}{4} {}^1K' \\ K_2 = \frac{2}{3} {}^2K' \\ K_3 = \frac{3}{2} {}^3K' \\ K_4 = 4 {}^4K' \end{cases}$$

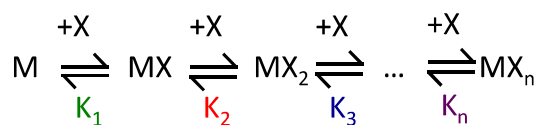
- v_x -en ordezkatzuz:

$$v_x = \frac{\frac{4[X]}{{}^1K'} + \frac{12[X]^2}{{}^1K' {}^2K'} + \frac{12[X]^3}{{}^1K' {}^2K' {}^3K'} + \frac{4[X]^4}{{}^1K' {}^2K' {}^3K' {}^4K'}}{1 + \frac{4[X]}{{}^1K'} + \frac{6[X]^2}{{}^1K' {}^2K'} + \frac{4[X]^3}{{}^1K' {}^2K' {}^3K'} + \frac{[X]^4}{{}^1K' {}^2K' {}^3K' {}^4K'}}$$

X LIGANDOARENTZAKO N BATURA ZENTRO

BALIOKIDE DITUEN MAKROMOLEKULA (n=n)

Aurreko eskema bera errepikatuko da edozein batura zentro kopuruarekin:



-Konstante makroskopikoak:

$$K_1 = \frac{[M][X]}{[MX]}$$

$$K_2 = \frac{[MX][X]}{[MX_2]}$$

$$K_n = \frac{[MX_{n-1}][X]}{[MX_n]}$$

-Konstante makroskopikoak:

$$V_x = \frac{[MX] + 2[MX_2] + \dots + n[MX_n]}{[M] + [MX] + [MX_2] + \dots + [MX_n]}$$

$$V_x = \frac{\frac{[X]}{K_1} + \frac{2[X]^2}{K_1 K_2} + \dots + \frac{n[X]^n}{K_1 K_2 \dots K_n}}{1 + \frac{[X]}{K_1} + \frac{[X]^2}{K_1 K_2} + \dots + \frac{[X]^n}{K_1 K_2 K_3 \dots K_n}}$$

-Konstante makroskopikoak, konstante mikroskopikoen menpe:

-Zentroak independenteak:

$$K_i = \frac{i}{n-i+1} K'$$

-Zentroak menpekoak:

$$K_i = \frac{i}{n-i+1} {}^i K'$$