

# UNIBERTSITATERA SARTZEKO HAUTAPROBAK

## OREKA KIMIKOA

1. (98 Ekaina) 100 litroko ontzi itxi batean, 2 mol hidrogeno eta 4 mol iodo sartzen dira, eta 400°C-raino berotzen dira. Tenperatura horretan eta  $H_2 + I_2 = 2 HI$  orekarako  $K_c=55$  dela jakinik:

a) Ontzian egongo den espezie bakoitzaren mol-kupurua determinatu.

b) Kanpo-presioa 1 atmosfera da. Ontzia irekitzen bada, airea sartuko al da, ala gasak aterako al dira? azaldu.

a) Erreakzioa:  $I_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$

Hasierako molak	4	2	0
Orekarako molak	-x	-x	+2x
Orekako molak	4-x	2-x	2x
Orekako kontzentrazioak	(4-x)/100	(2-x)/100	2x/100

Oreka-konstantea erabiliko dut x askatzeko,

$$\text{Oreka-konstantea } K_c = \frac{[HI]^2}{[I_2][H_2]} = \frac{(2x/100)^2}{((4-x)/100) \cdot ((2-x)/100)} = 55$$

X askatuz bi emaitzak: 1,88 eta 4,6 . Lehenengoa izango da posible. Bigarrena ezinezkoa da dagoen mol kopurua baino handiagoa delako. Beraz,  $x = 1,88$

Orekako molak:

$$I_2 \quad 4 - x = 4 - 1,88 = 2,12 \text{ mol}$$

$$H_2 \quad 2 - x = 2 - 1,88 = 0,12 \text{ mol}$$

$$2HI \quad 2x = 2 \cdot 1,88 = 3,76 \text{ mol}$$

b) Ontziaren presioa kalkulatu dugu. Gas idealen ekuazioa erabiliz,  $PV = nRT$

$$\text{Mol kopuru totala: } 2,12 + 0,12 + 3,76 = 6 \text{ mol}$$

$$P \cdot 100 \text{ L} = 6 \text{ mol} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L/mol} \cdot \text{K} \cdot (400+273)\text{K}$$

$$\text{Eta presioa askatuz, } P = 3,31 \text{ atm}$$

Ontziaren presioa kanpokoa baino handiagoa da; beraz, zabaldu ondoren gasak urtengo dira kanpora.

2. **(98 Uztaila)** 1 litroko ontzi batean 6 g fosforo pentakloruro solido jartzen dira. Hutsa egin eta gero, 250°C-ra berotzen da, horrela PCl<sub>5</sub>-a gas-egoerara pasatzen da, eta partzialki fosforo triklorurotan eta klorotan disoziatzen da, ontziaren presioa 2,08 atmosferaino igotzen delarik. Baldintza horietan, kalkulatu:

a) Fosforo pentakloruroaren disoziazio-gradua.

b) K<sub>p</sub>-aren balioa.

**Datuak:** Masa atomikoak: P=31,0 ; Cl=35,5

a) hasierako molak,  $6 \text{ g PCl}_5 \cdot (1 \text{ mol PCl}_5 / 208,5 \text{ g PCl}_5) = 0,0288 \text{ mol PCl}_5 /$

Erreakzioa:  $\text{PCl}_5 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3 (\text{g}) + \text{Cl}_2 (\text{g})$

Hasierako molak	0,0288	0	0
Orekarako molak	-x	+x	+x
Orekako molak	0,0288-x	+x	+x
Orekako kontzentrazioak	(0,0288-x)/1	(x)/1	x/1

X lortzeko gas idealen ekuazioa erabiliko dut sistema osoari aplikatuz,

$$PV = nRT \rightarrow 2,08 \text{ atm} \cdot 1 \text{ L} = n \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L/mol} \cdot \text{K} \cdot (250+273)\text{K}$$

Eta n askatuz, 0,0485 mol

$$\text{Mol kopuru totala} = 0,0288 - x + x + x = 0,0288 + x = 0,0485 \text{ mol}$$

Eta hemendik,  $x = 0,02 \text{ mol}$

$$\text{Disoziazio-gradua} = \text{disoziatutako PCl}_5 \text{ ren molak} / \text{hasierako molak} = x / 0,0288 = 0,02 / 0,0288 = 0,694 = \% 69,4$$

b) Oreka-konstantean ordezkaturako ditugu datuak ,

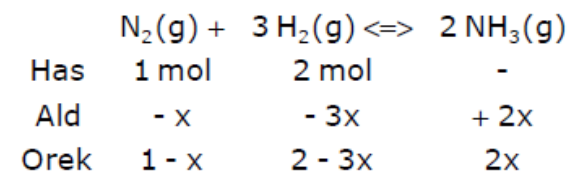
$$\text{Oreka-konstantea } K_c = \frac{[\text{PCl}_3][\text{Cl}_2]}{[\text{PCl}_5]} = \frac{((0,02)/1) \cdot (0,02/1)}{((0,0288 - 0,02)/1)} = 0,04545 \text{ mol/L}$$

$$\text{Eta } K_p = K_c (RT)^{\Delta n} = 0,04545 \cdot (0,082 \cdot (250+273))^1 = 1,95 \text{ atm}$$

3. **(99 Ekaina)** 10 litroko ontzi batean, 1 mol nitrogeno eta 2 mol hidrogeno sartzen dira, eta 618 K-eraino berotzen dira. Behin ondoko oreka hau lortu eta gero,  $\text{N}_2 (\text{g}) + 3 \text{H}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3 (\text{g})$ , nahaste bat lortzen da, eta honek eragindako presia 9,48 atm-koa da.

a) Determinatu orekako nahastearen konposizioa.

b) Kalkulatu K<sub>c</sub> eta K<sub>p</sub> konstanteen balioak.



$$n_T = (1 - x) + (2 - 3x) + 2x = 3 \text{ mol} - 2x$$

$$n_T = \frac{pV}{RT} = 1,87 \text{ mol} = 3 \text{ mol} - 2x \rightarrow x = 0,565$$

$$n(\text{NH}_3) = 2x = 1,13 \text{ mol}; n(\text{H}_2) = 2 - 3x = 0,305 \text{ mol}; n(\text{N}_2) = 1 - x = 0,435 \text{ mol}$$

$$K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3} = \frac{(1,13 \text{ mol}/10 \text{ L})^2}{(0,435 \text{ mol}/10 \text{ L})(0,305 \text{ mol}/10 \text{ L})^3} = 10346$$

$$K_p = \frac{K_c}{(RT)^2} = 4,03$$

4. (99 Uztaila) 10 litroko ontzi batean, 2 mol hidrogeno eta 2 mol karbono dioxido nahasten dira, 550°C-tako tenperaturan ondoko oreka lortzen delarik:  $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$   
Orekan 0,54 mol ur eta 0,54 mol karbono monoxido daudela baieztatzen da. Determinatu:

- a) Oreka presio totala.
- b)  $K_c$  eta  $K_p$  konstanteen balioak.

#### OREKAKO PRESIO TOTALA

Ekuazio kimikoaren estekiometria kontutan harturik (guztiak gasak eta errektiboen eta produktuen mol-kopuru berdinak direnez) hasieran 4 mol izanik (2 mol hidrogeno eta bi mol karbono dioxido), orekan ere 4 mol izango dira: 2-x mol hidrogeno, 2-x mol karbono dioxido, x mol ur eta x mol karbono monoxido (x=0,54 mol izango da).

4 mol izanik, presio totala:

$$p_T = \frac{n_T \cdot R \cdot T}{V} = \frac{4 \text{ mol} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L}/\text{K} \cdot \text{mol} \cdot (550 + 273) \text{ K}}{10 \text{ L}} = 27 \text{ atm}$$

#### OREKA-KONSTANTEAK

Bi oreka-konstanteak berdinak dira gasen mol-kopuruak handitzen ez direlako:

$$K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n} = K_c = \frac{[\text{H}_2\text{O}][\text{CO}]}{[\text{CO}_2][\text{H}_2]} = \frac{\left(\frac{0,54 \text{ mol}}{10 \text{ L}}\right)^2}{\left(\frac{2 \text{ mol} - 0,54 \text{ mol}}{10 \text{ L}}\right)^2} = 0,137$$

5. (00 Ekaina) Ozonoa eta oxigenoa 1127°C-tan daude, ontzi itxi batean eta 18,1 atm-ko presiopean, ondoko oreka eratuz  $2 \text{ O}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 3 \text{ O}_2(\text{g})$ , ozonoaren disoziazio-gradua 0,97 izanik.
- a) Determinatu  $K_p$ -aren balioa.
  - b) Ontzia berotzerakoan, oreka desplazatu egiten dela behatzen da, ozonoaren kontzentrazioa gehituz eta oxigenoarena gutxituz. Azaldu  $2 \text{ O}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 3 \text{ O}_2(\text{g})$  delako prosezua exotermikoa ala endotermikoa den.

Disoziazio-gradua eta presio totala jakinik, presio partzialak eta K<sub>p</sub> kalkulatuko dugu.

	O <sub>3</sub> (g)	O <sub>2</sub> (g)
Hasieran	n	0
Aldaketak	-n.α	3.n.α / 2
Oreka	n (1-α) = 0,03.n	1,455 . n
Orekako mol-kopuru totala	n <sub>T</sub> = n (1-α) + 3.n.α / 2 = n (1+α/2) = n . 1,485	
Frakzio molarrak	x = 0,03 / 1,485 = 0,02	x = 1,455 / 1,485 = 0,98
Presio partzialak	p = 0,02.18,1 atm = 0,362 atm	p = 0,98.18,1 atm = 17,738 atm

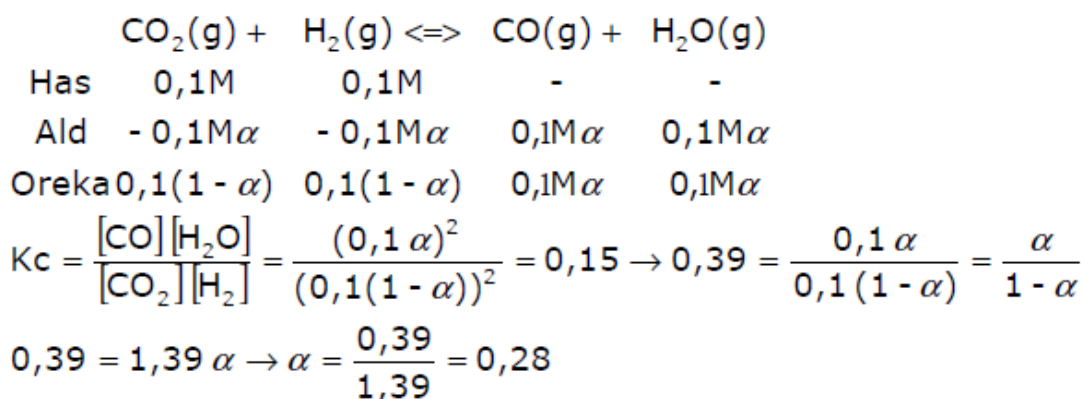
$$K_p = \frac{p_{O_2}^3}{p_{O_3}^2} = \frac{(17,738 \text{ atm})^3}{(0,362 \text{ atm})^2} = 42603 \text{ atm}$$

Ontzia berotzerakoan oreka alde endotermikoa doa eta hori ozonoaren aldekoa da. Prozesua, oxigenoaren formakuntza, exotermikoa da beraz.

6. (00 Uztaila)  $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$  orekarentzat, K<sub>c</sub> konstantea = 0,15 da, 700 K-etan. 5 litroko matrize batean, 0,50 mol CO<sub>2</sub> eta 0,50 mol H<sub>2</sub> sartzen dira, eta 700 K-etaraino berotzen dira.

Determinatu:

- Substantzia bakoitzaren mol-kopurua, oreka lortzen denean.
- Matrizearen barruko presio totala.



$$n(\text{CO}_2) = n(\text{H}_2) = 5\text{L} \cdot 0,1\text{M}(1 - 0,28) = 0,36 \text{ mol}$$

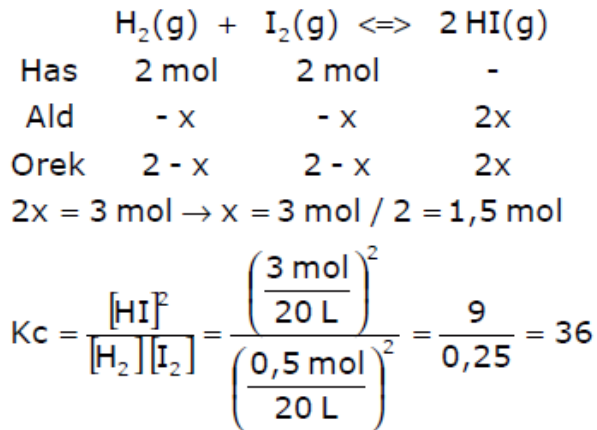
$$n(\text{CO}) = n(\text{H}_2\text{O}) = 5\text{L} \cdot 0,1\text{M} \cdot 0,28 = 0,14 \text{ mol}$$

$$p_T = \frac{n_T \cdot R \cdot T}{V} = \frac{1 \text{ mol} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} / \text{K} \cdot \text{mol} \cdot 700\text{K}}{5 \text{ L}} = 11,48 \text{ atm}$$

7. (01 Ekaina) 20 litroko ontzi batean 2 mol hidrogeno eta 2 mol iodo sartzen dira eta nahaste hori 763 K-eraino berotzen da. Behin  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g})$  oreka lortu eta gero, 3 mol hidrogeno ioduro eratu direla behatzen da.

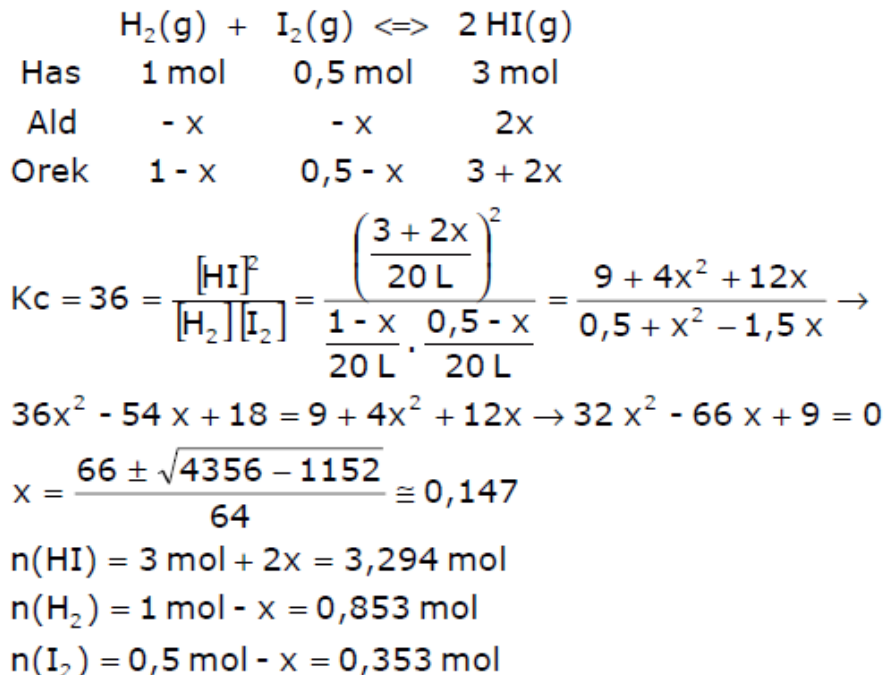
- Aipaturiko oreka horrentzat, K<sub>c</sub> konstantearen balioa kalkulatu.
- Bolumena eta tenperatura konstante mantenduz, orekako hahasteari 0,5 mol hidrogeno gehitzen zaizkio. Azaldu zer gertatuko den, eta oreka birlortu eta gero nahastearen komposizio berria kalkulatu.

a) Aipaturiko oreka horrentzat, Kc konstantearen balioa kalkulatu



b) Bolumena eta tenperatura konstante mantenduz, orekako nahasteari 0,5 mol hidrogeno gehitzen zaizkio. Azaldu zer gertatuko den, eta, oreka birrlortu eta gero, nahastearen konposizio berria kalkulatu

Hidrogeno gehitzean, oreka apurtuko egingo da eta sistemak joko du hidrogeno ioduro gehiago sortuz (Le Chatelier)



8. **(01 Uztaila)** 5,0 litroko matrize batean 2 mol fosforo pentakloruro eta 1 mol fosforo trikloruro sartzen dira. Tenperatura 250°C-raino igotzen da eta ondoko oreka eratzten da:



a) Substantzia bakoitzaren mol-kopurua, orekan, kalkulatu.

b) Esperientzia horretan, PCl<sub>5</sub>-aren disoziazio-gradua determinatu

a) Erreakzioa:  $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$

Hasierako molak	2	1	0
Orekarako molak	-x	+x	+x
Orekako molak	2-x	1+x	+x
Orekako kontzentrazioak	(2-x)/5	(1+x)/5	x/5

Oreka-konstantean ordezkaturako ditugu datuak x askatzeko,

$$\text{Oreka-konstantea } K_c = \frac{[\text{PCl}_3][\text{Cl}_2]}{[\text{PCl}_5]} = \frac{((1+x)/5) \cdot (x/5)}{(2-x)/5} = 0,042$$

Eta hortik,  $x = 0,28$

Orekako mol kopuruak:

$$\text{PCl}_5 = 2 - x = 1,72 \text{ mol}$$

$$\text{PCl}_3 = 1 + x = 1,28 \text{ mol}$$

$$\text{Cl}_2 = x = 0,28 \text{ mol}$$

b) Disoziazio-gradua = disoziatutako  $\text{PCl}_5$  ren molak / hasierako molak =  
 $x / 2 = 0,28 / 2 = 0,14 = \%14$

9. (02 Ekaina) 10 litroko matraxe batean, hutsa egin eta gero, 0,4 mol hidrogeno eta 0,8 mol iodo sartzen dira, eta 600°C-raino berotzen da. Temperatura horretan eta ondoko prozesuarentzat,

$\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$  oreka konstantea  $K_c = 50$  da. Kalkulatu:

a) Substantzia bakoitzaren mol-kopurua, oreka 600°C-tan lortu eta gero.

b) Matraxe barruko presio totala.

a) Erreakzioa:  $\text{I}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$

Hasierako molak	0,8	0,4	0
Orekarako molak	-x	-x	+2x
Orekako molak	0,8-x	0,4-x	2x
Orekako kontzentrazioak	(0,8-x)/10	(0,4-x)/10	2x/10

Oreka-konstantea erabiliko dut x askatzeko,

$$\text{Oreka-konstantea } K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{I}_2][\text{H}_2]} = \frac{(2x/10)^2}{((0,8-x)/10) \cdot ((0,4-x)/10)} = 50$$

X askatuz bi emaitzak: 0,37 eta 0,93. Lehenengoa izango da posible. Bigarrena ezinezkoa da dagoen mol kopurua baino handiagoa delako. Beraz,  $x = 0,37$

Orekako molak:

$$\text{I}_2 \quad 0,8 - x = 0,8 - 0,37 = 0,43 \text{ mol}$$

$$\text{H}_2 \quad 0,4 - x = 0,4 - 0,37 = 0,03 \text{ mol}$$

$$2\text{HI} \quad 2x = 2 \cdot 0,37 = 0,74 \text{ mol}$$

b) Presio totala kalkulatzeko gas idealen ekuazioa erabiliz,  $PV = nRT$

$$\text{Mol kopuru totala: } 0,43 + 0,03 + 0,74 = 1,2 \text{ mol}$$

$$P \cdot 10 \text{ L} = 1,2 \text{ mol} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L/mol} \cdot \text{K} \cdot (600+273)\text{K}$$

$$\text{Eta presioa askatuz, } P = 8,59 \text{ atm}$$

10. (02 Uztaila) 10 litroko ontzi batean 0,53 mol nitrogeno eta 0,49 mol hidrogeno sartzen dira. Nahastea 527°C-raino berotzen da, ondoko oreka lortzen delarik:  $N_2(g) + 3 H_2(g) \rightleftharpoons 2 NH_3(g)$  Eta 0,06 mol amoniako eratu direla behatzen da.

a) Oreka-konstantearen,  $K_c$ , balioa determinatu.

b) Nahaste gaseosoak orekan eragiten duen presioa kalkulatu.

a) Erreakzioa:  $N_2(g) + 3 H_2(g) \rightleftharpoons 2 NH_3(g)$

Hasierako molak	0,53	0,49	0
Orekarako molak	-x	-3x	+2x
Orekako molak	0,53-x	0,49-3x	2x
Orekako kontzentrazioak	(0,53-x)/10	(0,49-3x)/10	2x/10

Orekan 0,06 mol amoniako eratu direla dio problemak; beraz,  $2x = 0,06 \rightarrow x = 0,03$  mol

Orekako kontzentrazioak:

$$[N_2] = (0,53-x)/10 = (0,53-0,03)/10 = 0,05 \text{ M}$$

$$[H_2] = (0,49-3x)/10 = (0,49-3 \cdot 0,03)/10 = 0,04 \text{ M}$$

$$[NH_3] = 2x/10 = 0,06/10 = 0,006 \text{ M}$$

eta oreka-konstantean datuak ordezkatuak ditut.

$$\text{Oreka-konstantea } K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{(0,006)^2}{(0,05) \cdot (0,04)^3} = 11,25 (\text{mol/L})^{-2}$$

b) Sistema osoarentzat gas perfektuen ekuazioa erabiliko dut,

$$PV = nRT$$

$$\text{Mol kopuru totala} = N_2\text{-ren molak} + H_2\text{-ren molak} + NH_3\text{-ren molak} =$$

$$(0,53-0,03) + (0,49-3 \cdot 0,03) + 0,06 = 0,96 \text{ mol}$$

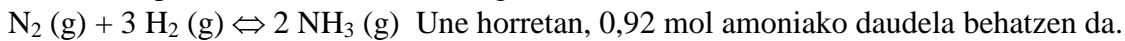
eta ekuazioan,

$$P \cdot 10 \text{ L} = 0,96 \text{ mol} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L/mol} \cdot \text{K} \cdot (527+273)\text{K}$$

Eta presioa askatuz,  $P = 6,3 \text{ atm}$



11. (03 Ekaina) 10 litroko ontzi batean nahaste bat sartzen da, 4 mol nitrogenoz eta 12 mol hidrogenoz osatua. Temperatura 1000 K-etaraino igotzen da, ondoko oreka lortzen delarik:



a) Kalkulatu  $K_c$ -ren balioa temperatura horretan.

b) Determinatu orekako sistemaren presio totalaren balioa.

a) Erreakzioa:  $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$

Hasierako molak	4	12	0
Orekarako molak	-x	-3x	+2x
Orekako molak	4-x	12-3x	2x
Orekako kontzentrazioak	(4-x)/10	(12-3x)/10	2x/10

Orekan 0,92 mol amoniako eratu direla dio problemak; beraz,  $2x = 0,92 \rightarrow x = 0,46$  mol

Orekako kontzentrazioak:

$$[\text{N}_2] = (4-x)/10 = (4-0,46)/10 = 0,354 \text{ M}$$

$$[\text{H}_2] = (12-x)/10 = (12-3 \cdot 0,46)/10 = 1,062 \text{ M}$$

$$[\text{NH}_3] = 2x/10 = 0,92/10 = 0,092 \text{ M}$$

eta oreka-konstantean datuak ordezkatzeko ditut.

$$\text{Oreka-konstantea } K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3} = \frac{(0,092)^2}{(0,354) \cdot (1,062)^3} = 0,02 (\text{mol/L})^{-2}$$

b) Sistema osoarentzat gas perfektuen ekuazioa erabiliko dut,

$$PV = nRT$$

$$\text{Mol kopuru totala} = \text{N}_2\text{-ren molak} + \text{H}_2\text{-ren molak} + \text{NH}_3\text{-ren molak} =$$

$$(4-0,46) + (12-3 \cdot 0,46) + 0,92 = 15,08 \text{ mol}$$

eta ekuazioan,

$$P \cdot 10 \text{ L} = 15,08 \text{ mol} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L/mol} \cdot \text{K} \cdot 1000 \text{ K}$$

Eta presioa askatuz,  $P = 123,66 \text{ atm}$

12. (03 Uztaila) 5 litroko ontzi batean 1 mol SO<sub>2</sub> eta 1 mol O<sub>2</sub> sartzen dira. Aipatutako ontzia 727°C-raino berotzen da, eta ondoko erreakzioa gertatzen da: 2 SO<sub>2</sub> (g) + O<sub>2</sub> (g) ⇌ 2 SO<sub>3</sub> (g) Behin oreka lortu eta gero, nahastea analizatu egiten da, eta 0,15 mol SO<sub>2</sub> daudela aurkitzen da. Kalkulatu:

- SO<sub>3</sub>-aren kontzentrazioa orekan.
- K<sub>p</sub> konstantearen balioa 727°C-tan.

Erreakzioa:	2 SO <sub>2</sub> (g) + O <sub>2</sub> (g) ⇌ 2 SO <sub>3</sub> (g)		
Hasierako molak	1	1	0
Orekarako molak	-2x	-x	+2x
Oreako molak	1-2x	1-x	2x
Oreako kontzentrazioak	(1-2x)/5	(1-x)/5	2x/5

Problema dio orekan 0,15 mol SO<sub>2</sub> daudela. Hauxe da, 1-2x = 0,15 eta x = 0,425 mol

Oreako kontzentrazioak: [SO<sub>2</sub>] = (1-2x)/5 = 0,03 M  
 [O<sub>2</sub>] = (1-x)/5 = 0,115 M  
 [SO<sub>3</sub>] = 2x/5 = 0,17 M

$$\text{Oreka-konstantea, } K_c = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]} = \frac{0,17^2}{0,03^2 \cdot 0,115} = 279,23 (\text{mol/l})^{-1}$$

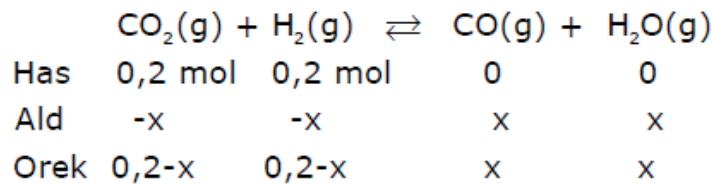
$$\text{Eta } K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n} = 279,23 \cdot (0,082 \cdot (727+273))^{-1} = 3,41 \text{ atm}^{-1}$$

13. (04 Ekaina) Demagun ondoko oreka: CO<sub>2</sub> (g) + H<sub>2</sub> (g) ⇌ O (g) + H<sub>2</sub>O (g). Oreka horren konstantea, K<sub>c</sub> = 1,50 da, 1500 K-etan. 2 litroko matraze batean, 0,20 mol CO<sub>2</sub> eta 0,20 mol H<sub>2</sub> sartzen dira, eta 1500 K-eraino berotzen da. determinatu:

- Substantzia bakoitzaren mol-kopurua oreka lortu eta gero.
- Matrazearen barruan egongo den presio totala.

### Substantzia bakoitzaren mol-kopurua, behin oreka lortu eta gero

Lehenengoz, ekuazio kimikoa, mol-kopuruen taula (hasieran, aldaketak eta orekan) eta oreka-konstantearen espresioak zehaztuko ditugu.



$$K_c = \frac{[\text{CO}] [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}_2] [\text{H}_2]} = 1,5$$

Ondoren, orekako kontzentrazioak (taulan dauden balioak mol-kopuruak dira; kontzentrazioak lortzeko  $n/V$  egin behar da, non bolumena  $V=2 \text{ L}$  da) sartuko ditugu oreka konstantearen espresioan.

$$K_c = \frac{[\text{CO}] [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}_2] [\text{H}_2]} = 1,5 = \frac{\frac{x}{2\text{L}} \cdot \frac{x}{2\text{L}}}{\frac{0,2 \text{ mol} - x}{2\text{L}} \cdot \frac{0,2 \text{ mol} - x}{2\text{L}}} = \frac{x^2}{(0,2 \text{ mol} - x)^2}$$

Jarraian,  $x$ -en balioa kalkulatu dugu eta orekako mol-kopuruak zehaztu.

$$K_c = \frac{[\text{CO}] [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}_2] [\text{H}_2]} = 1,5 = \frac{x^2}{(0,2 \text{ mol} - x)^2} \rightarrow \sqrt{1,5} = \sqrt{\frac{x^2}{(0,2 \text{ mol} - x)^2}}$$

$$1,225 = \frac{x}{0,2 \text{ mol} - x} \rightarrow 1,225 (0,2 \text{ mol} - x) = x \rightarrow$$

$$0,245 \text{ mol} - 1,225 x = x \rightarrow 0,245 \text{ mol} = 2,225 x \rightarrow$$

$$x = \frac{0,245 \text{ mol}}{2,225} = 0,11 \text{ mol}$$

OREKAN:  
 $n(\text{CO}) = n(\text{H}_2\text{O}) = 0,11 \text{ mol}$   
 $n(\text{CO}_2) = n(\text{H}_2) = 0,2 \text{ mol} - x = 0,09 \text{ mol}$

Azpitarratzekoa da ontzian beti  $0,4 \text{ mol}$  daudela beti (hasieran, nahiz prozesua ematen den bitartean, nahiz bukaeran) zeren ekuazio kimikoan agertzen diren erreaktiboen mol-kopurua ( $n_{\text{err}}=2$ ) eta produktuen mol-kopurua ( $n_{\text{prod}}=2$ ) berdina da ( $\Delta n=0$ ).

### Matrazearen barruan egongo den presio totala

Presio totala kalkulatzeko, gasen ekuazio orokorra erabiliko dugu.

$$p = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} = \frac{0,4 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 1500 \text{ K}}{2 \text{ L}} = 24,6 \text{ atm}$$

14. (04 Uztaila) 8 litroko ontzi batean 0,58 mol  $\text{CO}_2$  eta 0,31 mol  $\text{H}_2$  sartzen dira,  $1250^\circ\text{C}$ -raino berotzen dira, eta ondoko oreka eratzen da:  $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ . Orekako nahastearen analisisian 0,36 mol  $\text{CO}_2$  daudela ikusten da.

a) Kalkulatu orekan dauden beste substantzien mol-kopuruak.

b) Determinatu  $K_c$  eta  $K_p$  tenperatura horretan.

Erreakzioa,  $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

Hasierako molak	0,58	0,31	0	0
Orekarako molak	-x	-x	+x	+x
Orekako molak	0,58-x	0,31-x	+x	+x
Orekako kontzentrazioak	0,58-x / 8	0,31-x / 8	x/8	x/8

Orekan 0,36 mol  $\text{CO}_2$  daude; hortaz,  $0,58-x = 0,36 \rightarrow x = 0,22$  mol

Orekako substantzien mol kopuruak,

$\text{CO}_2 \rightarrow 0,36$  mol

$\text{H}_2 \rightarrow 0,31-x = 0,31-0,22 = 0,09$  mol

$\text{CO}$  eta  $\text{H}_2\text{O}$  berdinak  $\rightarrow 0,22$  mol

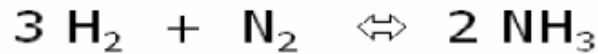
Oreka-konstantea  $K_c = \frac{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}_2][\text{H}_2]} = \frac{((0,22/8) \cdot (0,22/8))}{((0,36/8) \cdot (0,09/8))} = 1,49$

Eta  $K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n} = 1,49 \cdot (0,082 \cdot (1250+273))^0 = K_c = 1,49$

Gasen mol kopuru aldaketa nulua denez  $K_c$  eta  $K_p$  berdinak dira.

15. (05 Ekaina) Amoniakoa, industrian, nitrogenotik eta hidrogenotik abiatuta lortzen da. Ontzi batean 1,0 mol  $N_2$  eta 3,2 mol  $H_2$  sartzen dira, temperatura jakin bateraino berotzen da, eta behatu egiten da nola oreka lortzen denean, guztira 3,8 mol daudela, bai produktuak eta bai erreaktiboak kontuan hartuta.
- Kalkulatu gas bakoitzaren mol-kopurua orekan.
  - Ontzia 10 litrokoa bada, kalkulatu  $K_c$ -ren balioa temperatura horretan.

### 1. Orekako mol-kopuruen kalkulua



Hasieran	3,2 mol	1 mol	---
Kontsumitu / sortu	-3x	-x	2x
<b>Amaieran</b>	<b>3,2 - 3x</b>	<b>1 - x</b>	<b>2x</b>

$$(3,2 - 3x) + (1 - x) + 2x = 3,8$$

$$4,2 - 2x = 3,8 \Rightarrow x = \frac{4,2 - 3,8}{2} = 0,2$$

OREKAN:

$$n(H_2) = 3,2 - 3x = 2,6 \text{ mol}$$

$$n(N_2) = 1 - x = 0,8 \text{ mol}$$

$$n(NH_3) = 2x = 0,4 \text{ mol}$$

### 2. $K_c$ -ren kalkulua

Ontziaren bolumena 10 litrokoa denez, orekako kontzentrazioak eta oreka-konstantea hauek dira:

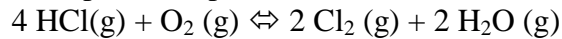
$$[H_2] = \frac{2,6 \text{ mol}}{10 \text{ L}} = 0,26 \text{ M}$$

$$[N_2] = \frac{0,8 \text{ mol}}{10 \text{ L}} = 0,08 \text{ M}$$

$$[NH_3] = \frac{0,4 \text{ mol}}{10 \text{ L}} = 0,04 \text{ M}$$

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2] [H_2]^3} = \frac{0,04^2}{0,08 \cdot 0,26^3} = 1,14$$

16. (05 Uztaila) Kloro gaseosoaren lorpenerako prozesu industrial batean ondoko orekara lortzen da:



Prozesu hau laborategian berregiteko, 10 litroko ontzi itxi batean (ontziari aurretik hutsa egin zaio), 3,65 g hidrogeno kloruro eta 3,2 g oxigeno sartzen dira. Nahastea 390°C-raino berotzen da, eta oreka lortu denean 2,13 g kloro lortu direla ikusten da. Kalkulatu:

a) Substantzia bakoitzaren kontzentrazioa orekan.

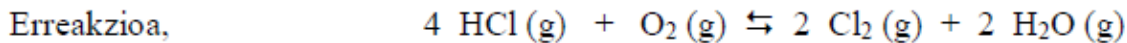
b)  $K_c$ -ren balioa tenperatura horretan.

**Datuak:** Masa atomikoak: H=1 ; O=16 ; Cl=35,5

$$[\text{HCl}]_0 = 3,65 \text{ g} \cdot (1 \text{ mol} / 36,5 \text{ g}) : 10 \text{ L} = 0,01 \text{ M}$$

$$[\text{O}_2]_0 = 3,2 \text{ g} \cdot (1 \text{ mol} / 32 \text{ g}) : 10 \text{ L} = 0,01 \text{ M}$$

$$[\text{Cl}_2] = 2,13 \text{ g} \cdot (1 \text{ mol} / 71 \text{ g}) : 10 \text{ L} = 0,003 \text{ M}$$



	HCl	O <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
Hasierako kontzentrazioa	0,01	0,01	0	0
Orekara heltzeko kontzentrazioa	-4x	-x	2x	2x
Orekako kontzentrazioak	0,01-4x	0,01-x	2x	2x

Orekako kloroaren kontzentrazioa,  $2x = 0,003 \text{ M}$  da eta hortik askatuko dugu  $x$ ,  
 $x = 0,0015$

Orekako kontzentrazioak,  $[\text{HCl}] = 0,01 - 4 \cdot 0,0015 = 0,004 \text{ M}$

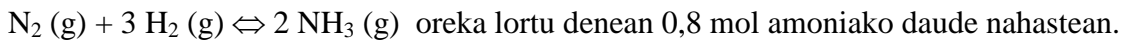
$[\text{O}_2] = 0,01 - 0,0015 = 0,0085 \text{ M}$

$[\text{Cl}_2] = [\text{H}_2\text{O}] = 0,003 \text{ M}$

Oreka-konstantea,  $K_c = \frac{[\text{Cl}_2]^2 [\text{H}_2\text{O}]^2}{[\text{HCl}]^4 [\text{O}_2]}$  eta datuak ordezkaturaz,

$$K_c = \frac{[0,003]^2 [0,003]^2}{[0,004]^4 [0,0085]} = 37,22 (\text{mol} / \text{L})^{-1}$$

17. (06 Ekaina) 10,0 litroko ontzian 4,0 mol nitrogenoz eta 12,0 mol hidrogenoz osaturiko nahastea sartu da. Nahaste hori 1000 K-eraino berotu da eta honako oreka hau lortu da:



a)  $K_c$ -ren balioa kalkula ezazu

b)  $K_p$ -ren eta presio totalaren balioak kalkula itzazu

a) Erreakzioa:  $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$

Hasierako molak	4	12	0
Orekarako molak	-x	-3x	+2x
Orekako molak	4-x	12-3x	2x
Orekako kontzentrazioak	(4-x)/10	(12-3x)/10	2x/10

Orekan 0,8 mol amoniako eratu direla dio problemak; beraz,  $2x = 0,8 \rightarrow x = 0,4$  mol

Orekako kontzentrazioak:

$$[\text{N}_2] = (4-x)/10 = (4-0,4)/10 = 0,36 \text{ M}$$

$$[\text{H}_2] = (12-x)/10 = (12-3 \cdot 0,4)/10 = 1,08 \text{ M}$$

$$[\text{NH}_3] = 2x/10 = 0,8/10 = 0,08 \text{ M}$$

eta oreka-konstantean datuak ordezkatu ditut.

$$\text{Oreka-konstantea } K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3} = \frac{(0,08)^2}{(0,36)(1,08)^3} = 0,014 (\text{mol/L})^{-2}$$

b) Sistema osoarentzat gas perfektuen ekuazioa erabiliko dut,

$$PV = nRT$$

Mol kopuru totala =  $\text{N}_2$ -ren molak +  $\text{H}_2$ -ren molak +  $\text{NH}_3$ -ren molak =

$$(4-0,4) + (12-3 \cdot 0,4) + 0,8 = 15,2 \text{ mol}$$

eta ekuazioan,

$$P \cdot 10 \text{ L} = 15,2 \text{ mol} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L/mol} \cdot \text{K} \cdot 1000 \text{ K}$$

Eta presioa askatuz,  $P = 124,64 \text{ atm}$

$$\text{Eta } K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n} \rightarrow K_p = 0,014 \cdot (0,082 \cdot 1000)^{-2} = 2,1 \cdot 10^{-6} \text{ atm}^{-2}$$

18. (06 Uztaila) Oreka honetan  $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$  2000 K-etan  $K_c$  konstantea 4,40 da. Hutsik dagoen 4,68 litroko ontzian, 1,00 mol karbono dioxido eta 1,00 mol hidrogeno sartu dira eta 2000 K-eraino berotu da ontzia.

a) Zein izango da espezie bakoitzak orekan izango duen kontzentrazioa?

b) Oreka lortu ondoren, tenperatura konstantean bolumena erdira murriztu da.

Erreakzioa desplazatu egingo da oreka berreskuratzeko? Zein izango da espezien kontzentrazioa eta presio totala kasu honetan?

	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{CO}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	$\text{CO}(\text{g})$
Hasierako molak	1	1	0	0
Orekara heltzeko	-x	-x	x	x
Orekako molak	1-x	1-x	x	x
Orekako kontzentrazioak	$1-x / 4,68$	$1-x / 4,68$	$x / 4,68$	$x / 4,68$

Datuak orka-konstantean ordezkatzuz,

$$\text{Oreka-konstantea, } K_c = \frac{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}_2][\text{H}_2]} = \frac{\left(\frac{x}{4,68}\right)\left(\frac{x}{4,68}\right)}{\left(\frac{1-x}{4,68}\right)\left(\frac{1-x}{4,68}\right)} = \frac{x^2}{(1-x)^2} = 4,40$$

$$\text{Alde bietan erro karratua aplikatuz, } \sqrt{\frac{x^2}{(1-x)^2}} = \sqrt{4,40} \Rightarrow \frac{x}{1-x} = 2,1 \Rightarrow x = 0,68$$

Orekako kontzentrazioak honako hauek izango dira,

$$[\text{H}_2(\text{g})] = [\text{CO}_2(\text{g})] = 1-x / 4,68 = 0,068 \text{ M}$$

$$[\text{H}_2\text{O}(\text{g})] = [\text{CO}(\text{g})] = x / 4,68 = 0,15 \text{ M}$$

Bolumenak ez dauka inolako eraginik orekan, alde bietan mol kopurua berdina delako.

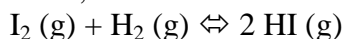
Substantzien kontzentrazioakberdinak dira eta presio totala kalkulatzeko gas idealen ekuazioa erabiliko dugu,  $PV = nRT$  sistema osoari.

$$\text{Mol kopurua} = 1-x + 1-x + x + x = 2 \text{ mol}$$

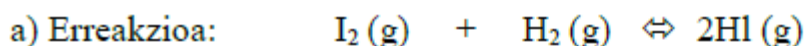
$$P \cdot 4,68 \text{ L} = 2 \text{ mol} \cdot 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L/mol}\cdot\text{K} \cdot 2000 \text{ K} \rightarrow P = 70,09 \text{ atm}$$



19. (07 Ekaina) Litro leko gas-nahasketa bat, hasiera batean 7,94 mol hidrogenok eta 5,30 mol iodok osatzen dutena, 445°C-an berotzen da eta 9,52 mol HI osatzen dira orekan erreazio honen arabera:



- a) Oreka-konstantearen balioa tenperatura horretan kalkula ezazu modu arrazoituan.  
 b) 4 mol hidrogeno gasetatik eta 2 mol iodo gasetatik abiatuz gero, zenbat mol hidrogeno ioduro izango litzateke orekan? Zure erantzunak arrazoitu.



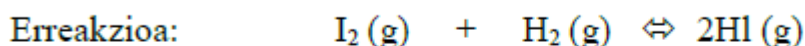
Hasierako molak	5,3	7,94	0
Orekarako molak	-x	-x	+2x
Orekako molak	5,3-x	7,94-x	2x
Orekako kontzentrazioak	(5,3-x)/1	(7,94-x)/1	2x/1

Orekan 9,52 mol HI dago; 2x, hain zuzen ere. Hortik x askatuko dugu,

$$x = 9,52/2 = 4,76 \text{ mol}$$

$$\text{Oreka-konstantea } K_c = \frac{[HI]^2}{[I_2][H_2]} = \frac{(9,52/1)^2}{((5,3 - 4,76)/1) \cdot ((7,94 - 4,76)/1)} = 52,78$$

- b) Goiko taula bezalako bat egingo dugu oraingo datuekin.



Hasierako molak	2	4	0
Orekarako molak	-x	-x	+2x
Orekako molak	2-x	4-x	2x
Orekako kontzentrazioak	(2-x)/1	(4-x)/1	2x/1

Ezagutzen dugun oreka-konstantean datuak ordezkatu eta x askatu.

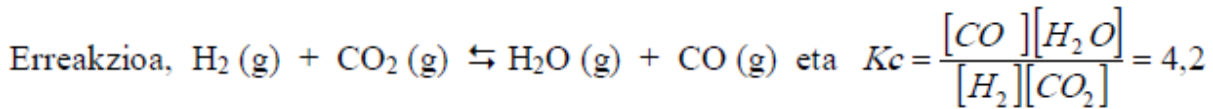
$$K_c = \frac{[HI]^2}{[I_2][H_2]} = \frac{(2x/1)^2}{((2-x)/1) \cdot ((4-x)/1)} = 52,78$$

Bi emaitzak 4,62 eta 1,87 dira. Lehenengoa ezinezkoa da hasieran 2 mol iodo bakarrik dagoelako.

$$\text{Dagoen HI ren molak } 2x = 2 \cdot 1,87 = 3,74 \text{ dira}$$

20. (07 Uztaila)  $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$  erreakziorako oreka-konstantea 4,2 da 1600°C-tara. Hasteko, 0,8 mol  $\text{H}_2$  eta 0,8 mol  $\text{CO}_2$  sartzen dira 10 L-ko ontzi batean.

- Substantzia bakoitzaren kontzentrazioa orekan kalkula ezazu
- Zein izango da  $K_p$ -ren balioa tenperatura berean?



	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{CO}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	$\text{CO}(\text{g})$
Hasierako molak	0,8	0,8	0	0
Erreakzionatzen duten molak	-x	-x		
Eratzen diren molak			x	x
Orekako molak	0,8-x	0,8-x	x	x
Orekako kontzentrazioak	0,8-x / 10	0,8-x / 10	x / 10	x / 10

Datuak ordezkatzuz oreka-konstantean,

$$K_c = \frac{[x/10][x/10]}{[(0,8-x)/10][(0,8-x)/10]} = 4,2 \Rightarrow \sqrt{\frac{(x/10)^2}{((0,8-x)/10)^2}} = \sqrt{4,2} \Rightarrow \frac{x}{0,8-x} = \sqrt{4,2} \Rightarrow x = 0,54$$

$$[\text{H}_2] = [\text{CO}_2] = 0,8-x / 10 = 0,026 \text{ M}$$

$$[\text{H}_2\text{O}] = [\text{CO}] = x / 10 = 0,054 \text{ M}$$

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} \quad \text{Mol-kopuru aldaketarik ez dago, } \Delta n = 0. \text{ Beraz, } K_p = K_c = 4,2$$

21. (08 Ekaina) Tenperatura batean  $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$  orekarako  $K_c$ -ak 783 balio du. tenperatura berean (arrazoitu erantzunak):

- Kalkulatu  $K_c$   $2 \text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g})$  orekarako
- Kalkulatu  $K_c$   $(1/2) \text{N}_2(\text{g}) + (3/2) \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g})$
- Azaldu aurreko oreketan zer gertatuko den, presioa bat-batean handituz gero.
- Azaldu aurreko oreketan zer gertatuko den, katalizatzaile bat gehituz gero

a) Goiko erreakzioaren  $K_c$  honako hau da,  $K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{H}_2]^3 [\text{N}_2]} = 783$

Proposatzen den erreakzioaren  $K_{c1} = \frac{[\text{H}_2]^3 [\text{N}_2]}{[\text{NH}_3]^2}$  eta aurrekoaren alderantzizkoa da.

Beraz,  $K_{c1} = 1 / K_c = 1 / 783 = 1,28 \cdot 10^{-3}$

b) Oraingo erreakzioaren  $K_{c2} = \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{H}_2]^{3/2} [\text{N}_2]^{1/2}}$  eta hau goikoaren erro karratua da.

Hortaz,  $K_{c2} = \sqrt{K_c} = \sqrt{783} = 27,98$

- c) Goiko orekan presioa handitzen bada bolumena txikutuko da eta orekak joko du gasen mol kopurua gutxitzen den alderantz, eskuinerantz hain zuzen ere, amoniako ekoiztuz. Eskumako aldean bi mol daude eta ezkerrean lau. Hirugarren orekan gauza bera eta bigarrean alderantziz.
- d) Katalizatzaile bat gehituz gero oreka ez da aldatuko; erreakzioaren abiadura, ordea bai.

22. (08 Uztaila) Zenbat gramo  $H_2$  (g) gehitu behar zaio dira 2 mol  $I_2$  (g)-ri iodoaren %80ak erreakziona dezan, hidrogeno ioduro lortzen delarik  $450^\circ C$ -ko temperaturan?

**Datua:**  $K_c=50$

Erreakzioa,  $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2 HI(g)$  eta oreka-konstantea  $K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$

	Hidrogenoa	Iodoa	Hidrogeno ioduroa
Hasierako molak	N	2	0
Erreakzionatzen duten molak	-x	-x	
Eratzten diren molak			2x
Orekako molak	N-x	2-x	2x
Orekako kontzentrazioak	N-x / V	2-x / V	2x / V

Ionizazio-maila %80 da.  $\alpha = x / 2 \rightarrow 0,8 = x / 2 \rightarrow x = 1,6 \text{ mol}$

Datu hori ordezkatzeko dugu taulan eta gero oreka-konstantean,

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} \Rightarrow 50 = \frac{\left(\frac{3,2}{V}\right)^2}{\left(\frac{N-1,6}{V}\right)\left(\frac{2-1,6}{V}\right)} = \frac{3,2^2}{(N-1,6) \cdot 0,4}$$

eta N askatuz,  $N = 2,112 \text{ mol hidrogeno}$

eta gramo kopurua,  $2,112 \text{ mol } H_2 (2 \text{ g} / 1 \text{ mol}) = 4,224 \text{ g } H_2$

23. (09 Ekaina) 2,0 L-ko ontzi batean 2 mol hidrogeno eta 2 mol iodo sartzen dira, berotzen da  $760^\circ C$  arte, eta hidrogenoaren, iodoaren eta hidrogeno ioduroaren artean oreka lortzen da, hirurak gasak izanda. Temperatura horretan  $K_c=45,9$  da. Kalkula ezazu, arrazoituz, hauek:

- Hiru gasen mol kopurua oreka lortzen denean.
- Bolumena eta temperatura konstanteak mantentzen badira eta hahastea orekan dagoenean beste 0,4 mol hidrogeno gehiago matrazean sartzen badira. Azal ezazu zer gertatuko den, eta kalkulatu zein izango den nahasketaren konposizioa oreka berriro lortzen denean.

Erreakzioa,  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g})$  eta oreka-konstantea,  $K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$

	Hidrogenoa	Iodoa	Hidrogeno ioduroa
Hasierako molak	2	2	0
Erreakzionatzen duten molak	-x	-x	
Eratzen diren molak			2x
Orekako molak	2-x	2-x	2x
Orekako kontzentrazioak	2-x / 2	2-x / 2	2x / 2

$$\text{Oreka-konstantean datuak ordezkaturaz, } 45,9 = \frac{\left[\frac{2x}{2}\right]^2}{\left[\frac{2-x}{2}\right]\left[\frac{2-x}{2}\right]} = \frac{(2x)^2}{(2-x) \cdot (2-x)}$$

Metodorik sinpleena erro karratua ateratzea alde bietan eta lehenengo mailako ekuazioa ebatzi,

$$X = 1,55 \text{ mol}$$

Orekako konposizioa:  $\text{H}_2(\text{g})$  eta  $\text{I}_2(\text{g})$   $2 - 1,55 = 0,45$  mol;  $\text{HI}(\text{g})$   $2 \cdot 1,55 = 3,10$  mol

b) Hidrogeno gehiago sartuz gero oreka apurtu egiten da eta berriro orekatzeko Le Chatelier-en printzipioaren arabera sistemak eskuin alderantz joko du konpentsatzeko. Goian egindako prozesua berriro egingo dugu,

	Hidrogenoa	Iodoa	Hidrogeno ioduroa
Hasierako molak	0,45 + 0,4	0,45	3,1
Erreakzionatzen duten molak	-x	-x	
Eratzen diren molak			2x
Orekako molak	0,85-x	0,45-x	3,1 + 2x
Orekako kontzentrazioak	0,85-x / 2	0,45-x / 2	3,1+2x / 2

$$\text{Oreka-konstantean datuak ordezkaturaz, } K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} \quad 45,9 = \frac{\left[\frac{3,1+2x}{2}\right]^2}{\left[\frac{0,85-x}{2}\right]\left[\frac{0,45-x}{2}\right]}$$

Kasu honetan bigarren mailako ekuazioa ebatzi behar da. Bi emaitza daude: 0,12 eta 1,6. Azkena ezinezkoa da erreaktiboen hasierako kantitateak baino handiagoa delako.

Orekako konposizioa:  $\text{H}_2(\text{g})$   $0,85 - 0,12 = 0,73$  mol ;  $\text{I}_2(\text{g})$   $0,45 - 0,12 = 0,33$  mol;  
 $\text{HI}(\text{g})$   $3,1 + 2 \cdot 0,12 = 3,34$  mol

24. (09 Uztaila) Hauxe da amoniakoaren sintesirako Haber-Bosch industria-prozedura:



400 K-ean dagoen bi litroko ontzi batean, 0,80 mol amoniako, 0,40 mol nitrogenu eta 0,50 mol hidrogeno orekan daude, denak gas egoeran. Kalkulatu eta arrazoitu zein den erreakzioaren  $K_c$  oreka-konstantea 400 K-ean

a) Erreakzioa,  $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$  eta oreka-konstantea  $K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}$

Oreako kontzentrazioak,  $[\text{N}_2] = 0,40 \text{ mol} / 2 \text{ L} = 0,20 \text{ M}$

$[\text{H}_2] = 0,50 \text{ mol} / 2 \text{ L} = 0,25 \text{ M}$

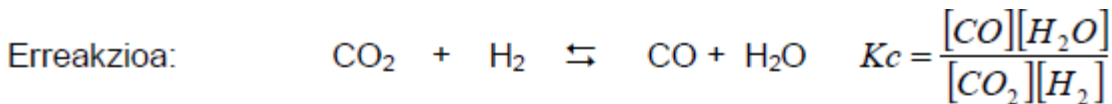
$[\text{NH}_3] = 0,80 \text{ mol} / 2 \text{ L} = 0,40 \text{ M}$

Eta konstantean ordezkatzuz,  $K_c = \frac{0,40^2}{0,20 \cdot 0,25^3} = 51,2 \text{ (mol/L)}^{-2}$

b) Amoniakoa piramidal triangeluarra da. Nitrogenoak dauzka bi elektroi ez-lotzaile eta beste hiru H atomoekin elkartzeko. H-N loturak polarrak dira bi atomoen elektronegativitateak desberdinak direlako, N elektronegatiagoa da. Egitura geometrikoa aztertu eta gero molekula osoa polarra da eta horri esker disolbatuko da uretan, disolbatzaile polarra delako.



25. (10 Ekaina) 700 K-ean,  $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$  erreakzioaren oreka-konstantea 0,15 da. Zein da substantzia bakoitzaren oreka-presioa, baldin eta 50 L-ko matrize batean 0,50 mol  $\text{CO}_2$  eta 0,50 mol  $\text{H}_2$  sartzen badira eta 700K-era berotzen bada?



	$\text{CO}_2$	$\text{H}_2$	$\text{CO}$	$\text{H}_2\text{O}$
Hasierako molak	0,5	0,5	0	0
Orekarako molak	-x	-x	----- --	-----
	-----	-----	x	x
Oreako molak	0,5-x	0,5-x	x	x
Oreako kontzentrazioak	(0,5-x)/50	(0,5-x)/50	x/50	x/50

Konstantean datuak ordezkatur,

$$K_c = \frac{[CO][H_2O]}{[CO_2][H_2]} = \frac{(x/50)(x/50)}{((0,5-x)/50)((0,5-x)/50)} = \frac{x^2}{(0,5-x)^2} \Rightarrow \sqrt{1,5} = \frac{x}{0,5-x} \Rightarrow x = 0,14$$

Presio totala kalkulatu dugu, gas idealen ekuazioa erabiliz,  $PV = nRT$

Mol-kopuru totala,  $0,5-x + 0,5-x + x + x = 1 \text{ mol}$

$$P \cdot 50 \text{ L} = 1 \text{ mol} \cdot 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 700 \text{ K} \rightarrow P = 1,148 \text{ atm}$$

Presio partziala = frakzio molarra · Presio totala =  $X_i P_t$

$$\text{CO eta ura} \rightarrow P = (0,14/1) \cdot 1,148 \text{ atm} = 0,16 \text{ atm}$$

$$\text{CO}_2 \text{ eta H}_2 \rightarrow P = (0,5-0,14/1) \cdot 1,148 \text{ atm} = 0,41 \text{ atm}$$

\*Beste bide bat. Hasierako presioak gas idealen ekuazioa erabiliz,  $PV = nRT$

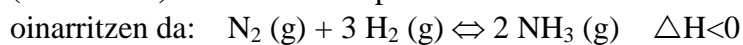
$$P \cdot 50 \text{ L} = 0,5 \text{ mol} \cdot 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 700 \text{ K} \rightarrow P = 0,574 \text{ atm}$$

	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub> O
Hasierako presioak (atm)	0,574	0,574	0	0
Orekarako presioak	-x	-x	+x	+x
Orekako presioak	0,574-x	0,574-x	x	x

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} \text{ da eta } \Delta n = 0 \text{enez oreka honetan} \rightarrow K_p = K_c = 0,15$$

$$K_p = \frac{(P_{CO})(P_{H_2O})}{(P_{CO_2})(P_{H_2})} = \frac{(x)(x)}{(0,574-x)(0,574-x)} = 0,15 \rightarrow x = 0,16 \text{ atm}$$

26. (10 Ekaina) Amoniakoaren produkzio industrialerako erabiltzen den Haber metodoa oreka honetan

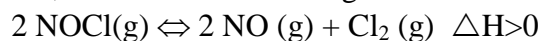


Azaldu nolako eragina izango duen amoniakoaren ekoizpenean:

- a) Presio gutxitzeak
- b) Tenperatura igotzeak
- c) NH<sub>3</sub>-a sortu ahala ateratzeak
- d) Katalizatzaile bat erabiltzeak

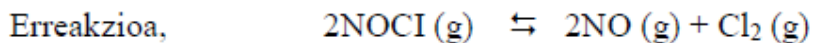
- Presio gutxipen baten ondorioz bolumena handiagotuko da eta kontzentrazio molarra txikitu. Sistemak joko du molekula gehiago dagoen alderantz, ezkerrerantz. Amoniako gutxiago sortuko da.
- Goiko oreka exotermikoa da eskuinerantz. Temperaturan emendio bat endotermikoaren alde doa; beraz, erreakzioa desplazatu litzateke ezkerrerantz. Amoniako gutxiago sortuko da.
- Amoniako kentzen badugu eratzten den heinean, orekak jo behar du amoniako gehiago ekoizteko, nitrogenoak eta hidrogenoak elkar erreakzionatuko dute; eskuinerantz. Amoniako gehiago ekoiztuko da.
- Katalizatzaile baten eragina erreakzioa bizkortzea da baina ez du aldatzen oreka; ezta ere amoniakoaren ekoizpena.

27. (10 Uztaila) 1 L-ko ontzi batean 0,5 mol NOCl sartu eta gero 735 K-ean honako oreka hau ezartzen da:



Oreka lortutakoan, sartutako substantziaren %35 disoziatuta dago. Emandako datuak erabiliz, kalkula itzazu Kc-aren eta Kp-aren balioak eta azaldu zer eragin izango lukeen orekan:

- Temperatura igotzeak
- Presio igotzeak
- Katalizatzaile bat sartzeak
- Emandako erreakzioaren kontzentrazioa igotzeak



Hasierako molak	0,5	0	0
Orekarako molak	-x	+x	+x/2
Orekako molak	0,5-x	+x	+x/2
Orekako kontzentrazioak	(0,5-x)/1	+x/1	x/2

Disoziazio-maila, 0,35 da edo disoziatutako mol-kopurua/hasierakoa  $\rightarrow 0,35 = x/0,5$  eta x askatuz,  $x = 0,175$  mol

$$\text{Erreakziorako } K_c = \frac{[\text{NO}]^2 [\text{Cl}_2]}{[\text{NOCl}]^2} = \frac{(x)^2 \left(\frac{x}{2}\right)}{(0,5-x)^2} = \frac{(0,175)^2 \left(\frac{0,175}{2}\right)}{(0,5-0,175)^2} = 0,025 \text{ mol/L}$$

Eta  $K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$  non  $\Delta n = 1$  den

Datuak ordezkatzuz,  $K_p = 0,025 \text{ mol/L} \cdot (0,082 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \text{K}^{-1} \cdot \text{K} \cdot 735 \text{ K}) = 1,53 \text{ atm}$

- Temperatura igotzean erreakzio endotermikoaren alde doa; beraz, eskuin alderantz joko du kloro eta NO gehiago eratzuz.
- presioa igotzean bolumena txikituko da eta erreakzioak desplazatuko da mol kopuru gutxiago dagoen alderantz, ezkerrerantz.
- kloro eta NO-ren kontzentrazioak handituz gero beraien artean elkar erreakzionatuko dute NOCl gehiago sortzeko; ezkerrerantz.
- Katalizatzaileak arinduko du erreakzioaren abiadura baina oreka ez du aldatuko.

28. (11 Ekaina) Tenperatura jakin batean orekan dauden sunstantzia gaseoso guztien presio partzialak ezagutzen baditugu:

a) Nola kalkula dezakegu prozeuari dagokion Gibbsten energia askearen balioa ( $\Delta G^\circ$ )?

b) Zer balio dauka,  $25^\circ\text{C}$ -an,  $K_p=1,48 \cdot 10^{-13}$  bada?

Datua:  $R=8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Presio partzialak ezagutuz gero,  $K_p$  kalkulatuko dugu eta ondorengo ekuazio honekin Gibbsten energia askearen balioa,  $\Delta G^\circ = -RT \ln K_p$

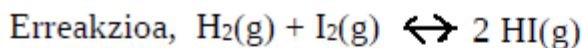
Datuak ordezkatzuz,

$$\Delta G^\circ = -8,314 \text{ Jmol}^{-1} \text{ K}^{-1} (273+25) \text{ K} \ln 1,48 \cdot 10^{-13} = 73.191 \text{ J}$$

29. (11 Uztaila) 18 g hidrogeno eta 1522,8 g iodo (biak gas-egoeran eta molekula gisa) berotzen ditugunean, orekan 1279 g hidrogeno ioduro (gas-egoeran) sortzen dira  $550^\circ\text{C}$ -an (arinki exotermikoa da erreakzioa). Arrazoituz, erantzun iezaiezu galdera hauei:

a) Zein da konposizioa orekan baldin eta, tenperatura berean, 5 mol iodo eta 5 mol hidrogeno nahasten badira?

b) Zer eragin izan dezakete orekaren gainean, hau da, zein aldetara desplazatuko dute oreka aldaketa hauek: tenperaturak, presioak, katalizatzaile baten presentziak



Moletan adierazita substantzien kantitateak,

Hidrogeno,  $18 \text{ g} \cdot (1 \text{ mol H}_2/2 \text{ g}) = 9 \text{ mol H}_2$

Iodoa,  $1522,8 \text{ g} \cdot (1 \text{ mol I}_2/253,8 \text{ g}) = 6 \text{ mol I}_2$

Hidrogeno ioduroa,  $1279 \text{ g} \cdot (1 \text{ mol HI}/127,9 \text{ g}) = 10 \text{ mol HI}$

Egin dezagun taula bat kalkulatzeko erreakzioari dagokion oreka-konstantea

	Hidrogenoa	Iodoa	Hidrogeno ioduroa
Hasierako molak	9	6	0
Erreakzionatzen duten molak	-x	-x	
Eratzen diren molak			2x = 10
Orekako molak	9-x = 4	6-x = 1	10
Orekako kontzentrazioak	4/V	1/V	10/V

Taulan ikusten den bezala  $x=5$  da eta datu horrekin bete egin dugu orekako datuak. Bolumena V da.

Oreka-konstantearen ekuazioan datuak ordezkatzuz,

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{(10/V)^2}{(4/V) \cdot (1/V)} = 25$$

1.galderari erantzuteko taula berri bat beteko dugu,



	Hidrogenoa	Iodoa	Hidrogeno ioduroa
Hasierako molak	5	5	0
Erreakzionatzen duten molak	-x	-x	
Eratzen diren molak			2x
Oreakako molak	5-x	5-x	2x
Oreakako kontzentrazioak	(5-x)/V	(5-x)/V	2x/V

Oreka-konstantearen ekuazioan datuak ordezkaturaz,

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{(2x/V)^2}{((5-x)/V) \cdot ((5-x)/V)} = 25$$

Eta ekuazioa ebatziz,  $x = 3,57$  (beste emaitza ezinezkoa da)

Oreako konposizioa,

Hidrogeno,  $5 - 3,57 = 1,43$  mol  $H_2$

Iodoa,  $1,43$  mol  $I_2$

Hidrogeno ioduroa,  $2 \cdot 3,57 = 7,14$  mol HI

Tenperatura handiagotzen bada ezkererantz desplazatuko da, alde horretarantz endotermikoa delako.

Presioren aldakuntzak ez du inolako eraginik orekan alde bietan mol-kopuru berdina dagoelako.

Katalizatzaile batek aldatuko du erreakzioaren abiadura baina orekarik ez.

30. (11 Uztaila) Baldintza jakin batzuetan 50 g etanol eta 100 g azido etanoiko erreakzionarazten direnean, etil azetatoa (52,8 g) eta ura sortzen dira, denak likidoak. Arinki endotermikoa da aurreko prozesua.

Arrazoituz, egin itzazu jarduera hauek:

a) Zer balio du emandako esterifikazio-prozesuaren oreka-Konstanteak?

b) Zer presio eta tenperatura-baldintza (altuak edo baxuak) behar dira esterraren eraketa hobetzeko?

Moletan bihurtuz,

50 g etanol  $\cdot (1 \text{ mol}/46 \text{ g}) = 1,09$  mol

100 g azido etanoiko  $\cdot (1 \text{ mol}/60 \text{ g}) = 1,67$  mol

52,8 g etilo azetatoa  $\cdot (1 \text{ mol}/88 \text{ g}) = 0,6$  mol

Erreakzioa,  $C_2H_5OH + CH_3COOH \rightarrow CH_3COO C_2H_5 + H_2O$  eta

$$K_c = \frac{[CH_3COO C_2H_5][H_2O]}{[C_2H_5OH][CH_3COOH]}$$

	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	CH <sub>3</sub> COOH	CH <sub>3</sub> COO C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O
Hasierako molak	1,09	1,67	0	0
Erreakzionatzen duten molak	-x	-x		
Eratzen diren molak			x = 0,6	x
Oreako molak	1-x = 0,49	1-x = 1,07	0,6	0,6
Oreako kontzentrazioak	0,49 / V	1,07 / V	0,6 / V	0,6 / V

Taulan ikusten den bezala  $x=0,6$  da eta datu horrekin besteak lortuko ditugu

Datuak ordezkaturaz oreka-konstantean,

$$K_c = \frac{[0,6/V][0,6/V]}{[(0,49/V)[1,07/V]} = 0,69$$

Temperatura handiagoz bada eskuinerantz desplazatuko da, alde horretarantz endotermikoa delako. Komeni da temperatura altua izatea.

Presioren aldakuntzak ez du inolako eraginik orekan substantzia guztiak likido egoeran daudelako.

31. (12 Ekaina) Oreka honetan:  $2 \text{NO}(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(g)$  ( $\Delta H^\circ = -982 \text{ kJ}$ ), nola eragingo dute aldaketa hauek?:

- Oxigenoa gehitu.
- Temperatura igo.
- Presioa handitu.
- Katalizatzaile bat gehitu.

Aldaketa desberdinek oreka zein aldetara lerratuko duten jakiteko, LeChâtelier-en printzipioa aplikatuko dugu.

- Eskuinera. Oxigenoa errektiboa denez (ezker aldean dago),  $K_c$  konstantea mantendu dadin, oreka produktuen aldera lerratuko da.

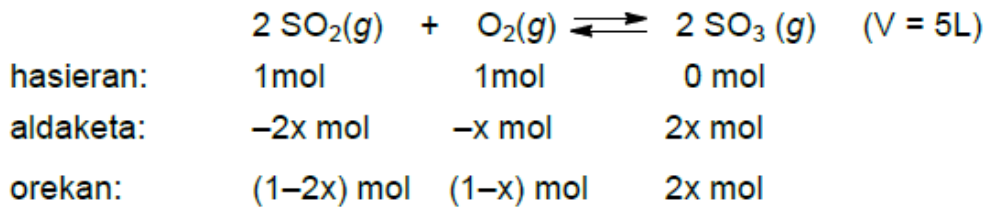
$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{NO}]^2 [\text{O}_2]}$$

- Ezkerrera.  $\Delta H^\circ$  Negatiboa denez, erreakzioa exotermikoa da. Hortaz, erreakzioa energia xurgatzen duen prozesuaren aldera lerratuko da.
- Eskuinera. 3 mol errektibotik 2 mol produktu sortzen dira. Beraz, presioa igota, oreka presio erlatibo gutxien (mol kopuru gutxien) dituen aldera lerratuko da.
- Aldaketarik ez. Katalisatzaileak egoera ezegonkorrean dagoen sistema kimikoa orekara eramaten laguntzen du. Gure sistema, jada, orekan dagoenez, katalisatzaileak ez du izango eraginik erreakzio nahastearen konposizioan.

32. (12 Ekaina) 5 L-ko ontzi batean 1 mol sufre dioxido eta 1 mol oxigeno sartu ondoren, 727 °C-an orekatzen uzten da nahastea, eta sufre trioxidoa sortzen da. Espezie guztiak gasak dira, eta orekan 0,125 mol sufre dioxido geratzen da. Kalkulatu:

- Zenbat gramo sufre trioxido dagoen orekan.
- Orekarako  $K_c$  eta  $K_p$  konstanteak.
- Zer egin behar da sufre trioxido gehiago sortzeko, ontziaren presioa gutxitu ala handitu? Zergatik?

a) Demagun ondorengo orekan  $x$  mol oxigenok erreakzionatzen dutela. Hortaz



$$\text{SO}_2 \text{ mol kopurua } 0,125 \text{enez, } 0,125 = 1-2x \Rightarrow x = \frac{1-0,125}{2} = 0,4375 \text{ mol}$$

$$\text{SO}_3 \text{ mol kopurua: } 2x = 2 \times 0,4375 = 0,875 \text{ mol}(\text{SO}_3)$$

$$\text{SO}_3 \text{ gramoak: } 0,875 \text{ mol} \times 80 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 70 \text{ g}(\text{SO}_3)$$

b) Orekako konposatu bakoitzaren kontzentrazioak:

$$[\text{SO}_2] = \frac{1-2x}{5} = \frac{1-0,875}{5} = 0,025 \text{ M}$$

$$[\text{O}_2] = \frac{1-x}{5} = \frac{1-0,4375}{5} = 0,1125 \text{ M}$$

$$[\text{SO}_3] = \frac{2x}{5} = \frac{2 \times 0,4375}{5} = 0,175 \text{ M}$$

Masa ekintza legea aplikatuz:

$$K_c = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]} = \frac{0,175^2}{0,025^2 \times 0,1125} = 435,55$$

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = 435,55 \times (0,082 \times 1.000)^{-1} = 5,3$$

c)  $\text{SO}_3$  gehiago sortzeko ontziaren presioa handitu egin behar da. LeChâtelier-en printzipioa aplikatuz, sistemak mol kopuru gutxien dagoen aldera egingo baitu.

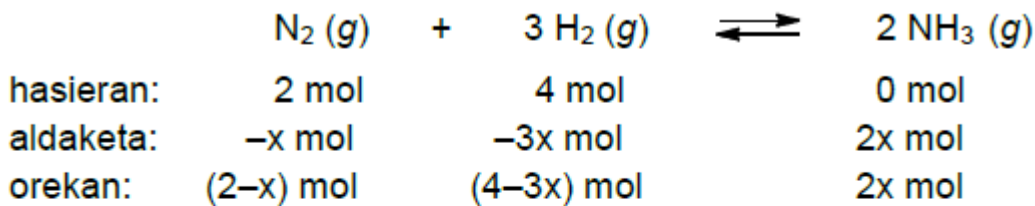
33. (12 Uztaila) 20 L-ko ontzi batean 56 g nitrogeno eta 8 g hidrogeno sartu dira. Gas-nahastea 350 °C-raino berotu da 10 atm-ko presiopean. Erreakzio exotermikoa orekatutakoan, amoniako apur bat sortu da. Hau jakin nahi da:

- Orekan gasek duten konposizio molarra.
- Kc eta Kp konstanteak 350 °C-an.
- Nahastean presioa 20 atm-raino igotzen bada temperatura aldatu gabe, nola aldatuko da kualitatiboki (igo, jaitsi) gas bakoitzaren kontzentrazioa? Arrazoitu.

a) Lehenik, hasierako nitrogeno eta hidrogeno molak kalkulatu dira:

$$N_2 = \frac{56g}{28g \cdot mol^{-1}} = 2mol \quad H_2 = \frac{8g}{2g \cdot mol^{-1}} = 4mol$$

x mol nitrogenok erreakzionatzen badu, orekako konposizio molarra hau izango da:



Orekako mol kopurua osoa:  $n = (2-x) + (4-3x) + (2x) = 6 - 2x$  mol

$$\text{Gainera: } n = \frac{P \times V}{R \times T} = \frac{10atm \times 20L}{0,082 \frac{atm}{K \cdot mol} \times 623K} = 3,91mol$$

$$\text{Hortaz, } 6 - 2x = 3,91 \Rightarrow x = 1,04mol$$

Eta orekako konposizioa:

$$n(N_2) = 2 - x = 2 - 1,04 = 0,96 \text{ mol } (N_2)$$

$$n(H_2) = 4 - 3x = 4 - 3(1,04) = 0,88 \text{ mol } (H_2)$$

$$n(NH_3) = 2x = 2(1,04) = 2,08 \text{ mol } (NH_3)$$

b) Masa ekintzen legea aplikatuz:

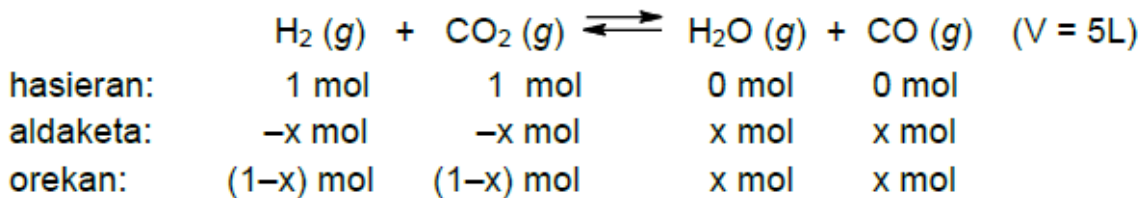
$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{\left(\frac{2,08}{20}\right)^2}{\left(\frac{0,96}{20}\right) \times \left(\frac{0,88}{20}\right)^3} = 2.645,25$$

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = 2.645,25 \times (0,082 \times 623)^{-2} = 1,01$$

34. (13 Ekaina)  $H_2(g) + CO_2(g) \rightleftharpoons H_2O(g) + CO(g)$  erreakzioaren oreka-konstantea  $K_c = 4,4$  da 2.000 K-ean. 5 L-ko ontzi batean 1 mol hidrogeno eta 1 mol karbono dioxido sartu, eta nahastea 2.000 K-ean berotzen da. Kalkula ezazu:

- Substantzia bakoitzaren kontzentrazioa orekan.
- Gas-nahastearen presio totala orekan.
- Temperatura horretan,  $K_p$  -aren balioa.
- Presioa gutxituz gero, norantz desplazatuko da oreka? Zergatik?

a) Demagun ondorengo orekan  $x$  mol hidrogenok erreakzionatzen dutela:



Masa ekintza legea aplikatuz:

$$K_c = \frac{[H_2O][CO]}{[H_2][CO_2]} = \frac{\frac{x}{5} \cdot \frac{x}{5}}{\frac{(1-x)}{5} \cdot \frac{(1-x)}{5}} = \frac{x^2}{(1-x)^2} = \left(\frac{x}{1-x}\right)^2 \Rightarrow \frac{x}{1-x} = \sqrt{K_c} = \sqrt{4,4}$$

$$2,098 = \frac{x}{1-x} \Rightarrow x = 0,68 \text{ mol}$$

Orekako konposatu bakoitzaren kontzentrazioak:

$$[H_2] = [CO_2] = \frac{1-x}{5} = 6,5 \times 10^{-2} M = 0,065 M$$

$$[H_2O] = [CO] = \frac{x}{5} = \frac{0,68}{5} = 0,136 M$$

b) Orekako mol kopuru osoa :  $n = (1-x) + (1-x) + x + x = 2 \text{ mol}$

eta guztizko presioa: 
$$P = \frac{n \times R \times T}{V} = \frac{2 \text{ mol} \times 0,082 \frac{\text{atm}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \times 2000 \text{ K}}{5 \text{ L}} = 65,6 \text{ atm}$$

c)  $K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$ ;  $\Delta n = 0 \Rightarrow K_p = K_c = 4,4$

d) Presioa gutxituz oreka ez da aldatzen, erreakzioan ez dagoelako erreaktibo eta produen artean mol-kopuru aldaketarik.

35. (13 Uztaila) Erreakzio honen:  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$  oreka-konstantea  $K_c = 4,66 \cdot 10^{-3}$  da  $22^\circ\text{C}$ -an eta  $\Delta H = +57,2 \text{ kJ}$ . Nolako eragina izango dute orekan aldaketa hauek?

- Presioa igotzea.
- Tenperatura  $0^\circ\text{C}$ -ra hoztea.
- Orekan dagoen nahastetik  $\text{NO}_2$  gasa ateratzea.
- Kalkulatu  $K_p$  oreka-konstantea  $22^\circ\text{C}$ -an.

a) Ezkerrerantz. LeChâtelier-en printzipioa aplikatuz, mol kopuru gutxien dagoen aldera lerratuko da sistema presioa igotzen denean.

b) Ezkerrerantz. Erreakzioa endotermikoa denez, tenperatura jeitsi ezker, erreakzioa beroa ematen duen aldera lerratuko da.

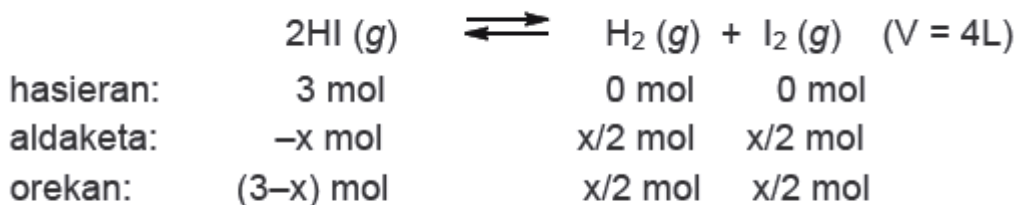
c) Eskuinerantz. Nahastetik  $\text{NO}_2$  kenduz, produktua berriz sortzen den aldera lerratuko da erreakzioa.

$$d) K_p = K_c(R \times T)^{\Delta n} = 4,66 \cdot 10^{-3} \times (0,082 \times 295)^1 = 1,13 \cdot 10^{-1} = 0,113$$

36. (14 Ekaina)  $628^\circ\text{C}$ -tan,  $2 \text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$  oreka-konstantearen balioa  $K_c = 0,038$  da. Lau litroko ontzi batean 3 mol HI sartzen badira:

- Kalkula ezazu substantzia bakoitzaren kontzentrazioa orekan.
- Kalkula ezazu hidrogeno(g)-aren presio partziala orekan.
- Prozesua exotermikoa bada, norantz desplazatuko da oreka eta nola aldatuko da HI-ren mol kopurua baldin eta:
  - Presioa handitzen bada?.
  - Tenperatura igotzen bada?.

a) Demagun ondorengo orekan x mol HI disoziatzen direla:



Masa-ekintzaren legea aplikatuz eta ekuazioa askatuz:

$$K_c = \frac{[\text{H}_2][\text{I}_2]}{[\text{HI}]^2} \quad 0,038 = \frac{\left(\frac{x/2}{4}\right) \cdot \left(\frac{x/2}{4}\right)}{\left(\frac{3-x}{4}\right)^2} \quad \Rightarrow x = 0,84 \text{ mol}$$

Oreako konposatu bakoitzaren kontzentrazioak:

$$[HI] = \frac{(3 - 0,84)}{4} = \frac{2,16 \text{ mol}}{4L} = 0,54M$$

$$[H_2] = [I_2] = \frac{x/2}{4} = \frac{0,84/2}{4} = \frac{0,42 \text{ mol}}{4L} = 0,105M$$

b) Hidrogenoaren presio partziala:

$$P_{(H_2)} = \frac{n_{(H_2)} \cdot R \cdot T}{V} = [H_2] \cdot R \cdot T = 0,105 \frac{\text{mol}}{L} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot L}{K \cdot \text{mol}} \cdot (273 + 628)K = 7,76 \text{ atm}$$

c) Le Châtelier-en printzipioaren arabera, eragindako aldaketaren kontrako ondorioa sortzen duen aldera desplazatuko da sistema.

c1) Presioa igota, oreka ez da aldatzen ( $\Delta n = 0$  da) eta ezta HI mol kopurua ere.

c2) Tenperatura igota, beroa xurgatzen da. Erreakzioa exotermikoa denez ( $\Delta H < 0$ ) oreka ezkerera ( $\leftarrow$ ) lerratuko da eta HI mol kopurua handitu egingo da.

37. (14 Uztaila)  $A(g) + 2 B(g) \rightleftharpoons C(g)$  sistema osatzeko, 2 mol A eta 4 mol B nahastu dira 10 L-ko ontzi itxi batean 400 C-an. Oreakan, A-ren kontzentrazioa  $0,16 \text{ mol} \cdot L^{-1}$  dela jakinik:

a) Kalkula itzazu B-ren eta C-ren kontzentrazioak oreakan.

b) Zehaztu itzazu Kc eta Kp konstanteen balioak.

c) Presioa handiagotzen badugu, nola aldatuko da orekan dagoen C-ren mol kopurua?

a) Demagun ondorengo oreakan x mol C osatzen direla:

	$A(g)$	+	$2B(g)$	$\rightleftharpoons$	$C(g)$	( $V = 10L$ )
hasieran:	2 mol		4 mol		0 mol	
aldaketa:	$-x$ mol		$-2x$ mol		x mol	
orekan:	$(2-x)$ mol		$(4-2x)$ mol		x mol	

$$\text{Oreakan: } [A] = 0,16 \text{ mol} \cdot L^{-1} \Rightarrow 0,16 = \frac{2-x}{10} \Rightarrow x = 0,4 \text{ mol}$$

$$[B] = \frac{(4-2x)}{10} = \frac{4-2 \cdot 0,4 \text{ mol}}{10L} = 0,32M$$

$$[C] = \frac{x}{10} = \frac{0,4 \text{ mol}}{10L} = 0,04M$$

b) Masa-ekintzaren legea aplikatuz  $K_c$  konstantea kalkulatzen da:

$$K_c = \frac{[C]}{[A][B]^2} = \frac{0,004}{0,16 \cdot (0,32)^2} = 2,44$$

Erreakzioan dagoen mol kopuruaren aldaketa:  $\Delta n = 1 - (1+2) = -2$

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = 2,44 \cdot (0,082 \cdot 673)^{-2} = 8 \cdot 10^{-4}$$

c) Le Châtelier-en printzipioaren arabera, eragindako aldaketaren kontrako ondorioa sortzen duen aldera desplazatuko da sistema.

Presioa igota, mol kopuru osoa gutxitu egingo da. Mol kopuruaren aldaketa estekiometrikoa ( $\Delta n = -2$ ) denez, erreakzioa eskuinerantz ( $\rightarrow$ ) lerratuko da eta  $C(g)$ -ren mol kopurua handitu egingo da.

38. (14 Uztaila) Prozesu honetan:  $C_2H_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CH_3CH_2OH(g)$   $\Delta H < 0$

Norantz lekualdatuko da oreka, eta zer gertatuko da  $CH_3CH_2OH(g)$ -ren kantitatearekin kasu hauetan?:

- Temperatura igotzen bada?
- Presioa handitzen bada?
- $H_2O(g)$ -ren kantitatea txikitzen bada?



Le Châtelier-en printzipioaren arabera, eragindako aldaketaren kontrako ondorioa sortzen duen aldera desplazatuko da sistema.

- Temperatura igota, beroa xurgatzen da. Erreakzioa exotermikoa denez ( $\Delta H < 0$ ), ezkerrera ( $\leftarrow$ ) lerratuko da eta  $CH_3CH_2OH(g)$  mol kopurua gutxitu egingo da.
- Presioa igota, mol kopuru osoa gutxitu egingo da. Mol kopuruaren aldaketa estekiometrikoa ( $\Delta n = -1$ ) denez, erreakzioa eskuinerantz ( $\rightarrow$ ) lerratuko da eta  $CH_3CH_2OH(g)$  mol kopurua handitu egingo da.
- $H_2O(g)$  kantitatea txikituz, sistemak berriz sortuko du. Erreakzioa ezkerrera ( $\leftarrow$ ) lerratuko da eta  $CH_3CH_2OH(g)$  mol kopurua gutxitu egingo da.

39. (15 Ekaina)  $COBr_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + Br_2(g)$  oreka kimikoaren konstantea  $K_c = 0,025$  da 350 K-ean.

Temperatura horretan 3 L-ko ontzi huts batean 3,75 mol  $COBr_2$  sartzen badira:

- Kalkulatu espezie kimiko guztien kontzentrazioak orekan.
- Kalkulatu  $COBr_2$ -aren disoziazio-maila.
- Kalkulatu bromoaren presio partziala orekan.

a) Oreka iristeko  $x$  mol  $COBr_2(g)$  deskonposatzen badira:

	$COBr_2(g)$	$\rightleftharpoons$	$CO(g)$	+	$Br_2(g)$	( $V = 3L$ )
hasieran:	3,75					
aldaketa (mol):	-x		x		x	
orekan (mol):	3,75 - x		x		x	



Masa-ekintzaren legea aplikatuz:

$$K_c = \frac{[\text{CO}] \cdot [\text{Br}_2]}{[\text{COBr}_2]} \Rightarrow 0,025 = \frac{\frac{x}{3} \cdot \frac{x}{3}}{\frac{3,75-x}{3}} \Rightarrow x = 0,49$$

Orekan, substantzien kontzentrazioak hauek izango dira:

$$[\text{COBr}_2] = (3,75 - 0,49) / 3 = 1,09 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$[\text{COBr}_2] = 0,49 / 3 = 0,16 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$[\text{Br}_2] = 0,49 / 3 = 0,16 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

b)  $\text{COBr}_2$ -ren disoziazio maila:

Disoziazio mailak 1 mol bakoitzeko erreakzionatutako (deskonposatutako) mol kopurua adierazten du kasu honetan; hortaz,

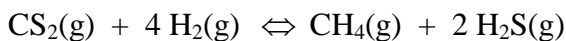
$$\alpha = 0,49 / 3,75 = 0,13$$

$\text{COBr}_2$ -ren %13 deskonposatu (disoziatu) da

c)  $\text{Br}_2$ -ren presio partziala orekan

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow P \cdot 3 = 0,49 \cdot 0,082 \cdot 350 \Rightarrow P = 4,69 \text{ atm}$$

40. (15 Uztaila) Laborategian hidrogeno sulfuroa lortzeko, karbono disulfuroa,  $\text{CS}_2(\text{g})$ , eta hidrogenoa erreakzionaraz daitezke ekuazio kimiko honek adierazten duen moduan:



Bi gas horiek  $90^\circ\text{C}$ -an sartu dira ontzi huts batean, eta hauek dira hasierako kontzentrazioak:  $0,175 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{CS}_2(\text{g})$  eta  $0,310 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{H}_2(\text{g})$ . Oreka lortutakoan  $0,125 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{CS}_2(\text{g})$  daudela jakinik:

- Kalkulatu zer kontzentrazio duen hidrogenoak orekan.
- Kalkulatu zer balio duen oreka-konstanteak ( $K_c$ )  $90^\circ\text{C}$ -an.
- Nola aldatuko da metanoaren kontzentrazioa orekan presioa handitzen bada?

	$\text{CS}_2(\text{g})$	+	$4\text{H}_2(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$\text{CH}_4(\text{g})$	+	$2\text{H}_2\text{S}(\text{g})$
hasieran:	0,175		0,310				
aldaketa (mol):	-0,05		-4·0,05		0,05		2·0,05
orekan (mol):	0,125		0,310 - 4·0,05		0,05		2·0,05

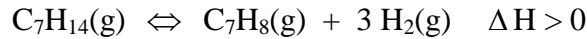
a) Hidrogenoaren kontzentrazioa orekan:  $0,310 - 4 \cdot 0,05 = 0,110 \text{ mol/L}$

b) Masa-ekintzaren legea aplikatuz:

$$K_c = \frac{[\text{CH}_4] \cdot [\text{H}_2\text{S}]^2}{[\text{CS}_2] \cdot [\text{H}_2]^4} = \frac{0,05 \cdot (2 \cdot 0,05)^2}{0,125 \cdot (0,11)^4} = 27,32$$

- c) Le Châtelier-en printzipioaren arabera, eragindako aldaketaren kontrako ondorioa sortzen duen aldera desplazatu da sistema. Presioa igota, mol kopuru gutxien dagoen aldera joko du sistemak ( $\rightarrow$ ) eta metanoaren kontzentrazioa handitzea ekarriko du horrek.

41. (15 Uztaila) Toluenoa,  $C_7H_8(g)$ , ekoizteko, metilziklohexanoa,  $C_7H_{14}(g)$ , deshidrogenatu behar da. Ekuazio kimiko hau dagokio prozesuari:



1 L-ko ontzi huts batean, 3 mol  $C_7H_{14}(g)$  sartu dira. Oreka lortzen denean ( $T = 650 \text{ K}$ ) 1,20 mol  $H_2(g)$  daude ontzian.

- Zer balio dauka  $K_c$  oreka-konstanteak tenperatura horretan?.
- Zer balio du gas-nahastearen presioak orekan?.
- Nola aldatuko da hidrogenoaren kontzentrazioa orekan tenperatura igotzen bada?.

	$C_7H_{14}(g)$	$\rightleftharpoons$	$C_7H_8(g)$	+	$3 H_2(g)$
hasieran:	3				
aldaketa (mol):	-0,40		0,40		1,20
orekan (mol):	2,60		0,40		1,20

- a) Oreka-konstantea:

$$K_c = \frac{[C_7H_8] \cdot [H_2]^3}{[C_7H_{14}]} = \frac{0,40 \cdot (1,20)^3}{2,60} = 0,27$$

- b)  $P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow P \cdot 1 = (2,60 + 0,40 + 1,20) \cdot 0,082 \cdot 650 \Rightarrow P = 223,86 \text{ atm}$   
 c) Le Châtelier-en printzipioaren arabera, eragindako aldaketaren kontrako ondorioa sortzen duen aldera desplazatu da sistema. Tenperatura igota, beroa xurgatzen da. Erreakzioa endotermikoa denez, eskuinera ( $\rightarrow$ ) lerratuko da eta  $H_2(g)$ -ren kontzentrazioa handitu egingo da.

42. (16 Ekaina) Bi litroko matrize batean, 0,07 mol fosforo pentakloruro sartu dira, eta  $200 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra berotu.  $PCl_5$ -a lurrun bihurtzen da, eta partzialki disoziatzen da erreakzio honen arabera:

$PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$ . Orekan presioa 1,854 atm dela jakinik, kalkulatu:

- Espezie guztien kontzentrazioak orekan.
- $K_p$  eta  $K_c$  konstanteen balioak  $200 \text{ }^\circ\text{C}$ -an.
- Presioa handiagoa izango balitz, zein aldetara lerratuko litzateke oreka? Zer eragin izango luke horrek  $PCl_5$ -aren disoziazio-mailaren gainean?

- a) Oreka iristeko  $x$  mol  $PCl_5(g)$  deskonposatzen badira:

	$PCl_5(g)$	$\rightleftharpoons$	$PCl_3(g)$	+	$Cl_2(g)$ ( $V = 2 \text{ L}$ )
hasieran (mol):	0,07		0		0
aldaketa (mol):	-x		x		x
orekan (mol):	(0,07 - x)		x		x

Mol kopurua (guztira) orekan:  $(0,07-x) + x + x = 0,07 + x$

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow 1,854 \cdot 2 = (0,07+x) \cdot 0,082 \cdot 473 \Rightarrow x = 0,026 \text{ mol}$$

Orekan, substantzien kontzentrazioak hauek izango dira:

$$[PCl_5] = (0,07-x) / 2 = 0,022 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$[PCl_3] = x / 2 = 0,013 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$[Cl_2] = x / 2 = 0,013 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

b) Masa-ekintzaren legea aplikatuz:

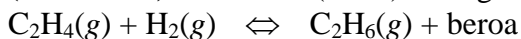
$$K_c = \frac{[PCl_3] \cdot [Cl_2]}{[PCl_5]} = \frac{0,013 \cdot 0,013}{0,022} = 7,7 \cdot 10^{-3}$$

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} = 7,7 \cdot 10^{-3} \cdot (0,082 \cdot 473)^1 = 0,30$$

c) Le Châtelier-en printzipioak dioenez, orekan dagoen sistema kimikoa kanpotik aldatzen bada, konposizio desberdineko oreka berria sortzen da, kanpoko aldaketaren eragina gutxituz.

Gas nahaste baten presioa eta mol kopurua zuzen proportzionalak dira. Hortaz, presioa igota mol gutxien dagoen aldera lerratzen da oreka ( $\leftarrow$ ), eta  $PCl_5$ -ren disoziazio maila txikiagoa izatea ekarriko luke horrek.

43. (16 Ekaina) Etilenoak ( $C_2H_4$ ) hidrogenoarekin erreakzionatzen du etanoa ( $C_2H_6$ ) sortzeko:



a) Zer eragin izango du tenperatura igotzeak etilenoaren kontzentrazioan?

b) Zer eragin izango du presioa txikiagotzeak ekoiztutako etanoaren kantitatean?

Le Châtelier-en printzipioak dioenez, orekan dagoen sistema kimikoa kanpotik aldatzen bada, konposizio desberdineko oreka berria sortzen da, kanpoko aldaketaren eragina gutxituz.

a) T igotzen bada, sistemak aurre egingo dio aldaketari eta beroa xurgatuko du. Prozesua exotermikoa denez, ezkerraldera lerratuko da oreka (alderantzizko erreakzioa lehenetsiko da) eta etilenoaren kontzentrazioa handitzea ekarriko du horrek.

b) Presioa txikiagotzen bada, sistemak aurre egingo dio aldaketari presioa igo nahian. Presioa eta mol kopurura zuzen proportzionalak direnez, mol gehien dagoen aldera lerratuko da sistema (alderantzizko erreakzioa lehenetsiko da), eta etanoaren kantitatea txikitzea ekarriko du horrek.

44. (16 Uztaila)  $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$  sisteman, 1 L-ko matrize batean 0,1 mol  $\text{PCl}_5$  sartu dira, eta  $250\text{ }^\circ\text{C}$ -ra berotu. Temperatura horretan, fosforo pentakloruroaren disoziazio-maila 0,48 da.

Kalkulatu:

- Orekan dagoen mol kopuru totala eta matrizearen barnealdeko presioa.
- Osagai bakoitzaren frakzio molarrak eta presio partzialak orekan.
- $K_c$  eta  $K_p$  konstanteak.

a) Orekan  $\text{PCl}_5(\text{g})$ -en disoziazio maila  $\alpha$  bada:

	$\text{PCl}_5(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$\text{PCl}_3(\text{g})$	+	$\text{Cl}_2(\text{g})$	( $V = 1\text{ L}$ )
hasieran (mol):	0,1		0		0	
aldaketa (mol):	$-0,1 \cdot \alpha$		$0,1 \cdot \alpha$		$0,1 \cdot \alpha$	
orekan (mol):	$0,1 \cdot (1 - \alpha)$		$0,1 \cdot \alpha$		$0,1 \cdot \alpha$	

$$\text{mol kopuru totala orekan: } n_T = 0,1 \cdot (1 - \alpha) + 0,1 \cdot \alpha + 0,1 \cdot \alpha = 0,1 \cdot (1 + \alpha)$$

$$\alpha = 0,48 \text{ izanik, } n_T = 0,1 \cdot (1 + 0,48) = 0,148 \text{ mol}$$

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow P \cdot 1 = 0,148 \cdot 0,082 \cdot (273 + 250) \Rightarrow P = 6,35 \text{ atm}$$

b) Zatiki molarrak orekan:

$$x_{\text{PCl}_5} = \frac{n_{\text{PCl}_5}}{n_T} = \frac{0,1 \cdot (1 - 0,48)}{0,1 \cdot (1 + 0,48)} = 0,35 \qquad x_{\text{PCl}_3} = \frac{n_{\text{PCl}_3}}{n_T} = \frac{0,1 \cdot 0,48}{0,1 \cdot (1 + 0,48)} = 0,32$$

$\text{PCl}_3$ -ren eta  $\text{Cl}_2$ -ren zatiki molarrak berdinak dira, bien mol kopuruak berdinak baitira. Hortaz, gas bakoitzaren presio partzialak:

$$P_{\text{PCl}_5} = x_{\text{PCl}_5} \cdot P_T = 0,35 \cdot 6,35 = 2,22 \text{ atm}$$

$$P_{\text{PCl}_3} = x_{\text{PCl}_3} \cdot P_T = 0,32 \cdot 6,35 = 2,03 \text{ atm}$$

$$P_{\text{Cl}_2} = P_{\text{PCl}_3} = 2,03 \text{ atm}$$

c) Oreka konstanteak:

$$K_p = \frac{P_{\text{PCl}_3} \cdot P_{\text{Cl}_2}}{P_{\text{PCl}_5}} = \frac{2,03 \cdot 2,03}{2,22} = 1,86$$

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} \Rightarrow 1,86 = K_c \cdot (0,082 \cdot 523)^1 \Rightarrow K_c = 0,043$$

## GALDERAK

**6.-** Ur-araztegi batzuk ( ura depuratzeko planta batzuk ) behar duten ozonoa bertan fabrikatzen dute. Horretarako, airearen ur-baporea eliminatzen da, eta deskarga elektriko sendo bat aplikatzen da, ondoko oreka lortuz:  $3 \text{ O}_2 (\text{g}) = 2 \text{ O}_3 (\text{g}) ; \Delta H > 0$

Azal ezazu ea komenigarria den ala ez, ozonoa lortzeko, erreakzio-ganbara berotzea eta barne-presioa gehitzea. ( 1998.ko ekaina )

**7.-** Autoen motoreen barnean dauden tenperatu altuetan, airetik abiatuta, nitrogeno monoxidoa eratzen da, ondoko orekaren arabera:  $\text{N}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{ NO} (\text{g}) ; \Delta H = 180 \text{ kJ}$

Azaldu nola eragiten duten horren gainean presioaren gehikuntzak edo gutxipenak, eta tenperatura gehikuntzak edo beherapenak. ( 1999.ko ekaina )

**8.-** Ondoko oreka-erreakzioan:  $4 \text{ NH}_3 (\text{g}) + 3 \text{ O}_2 (\text{g}) = 2 \text{ N}_2 (\text{g}) + 6 \text{ H}_2\text{O} (\text{g}) ; \Delta H = -80,4 \text{ kJ}$  azal ezazu zer eragin duten orekan:

- a) Presioa txikiagotzeak
- b) tenperatura handitzeak ( 1999.ko Uztaila )
- c) Oxigeno gehitzeak
- d) Katalizatzaile baten presentziak

**9.-** Azaldu zer gertatuko den ondoko orekan:  $2 \text{ NO} (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{ NO}_2 (\text{g}) ; \Delta H^\circ < 0$

- a) Baldin tenperatura handiagotzen bada
- b) Baldin presioa gutxitzen bada
- c) Baldin katalizatzaile bat gehitzen bada
- d) Baldin oxigenoa gehitzen bada

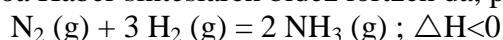
(2001.eko uztaila)

**10.-**  $\text{NO}_2$ -a gas bat da, arre-gorritzka,  $\text{N}_2\text{O}_4$ -tan erraz eraldatzen dena, azken hau gas zeharo kolorega dena.  $\text{NO}_2$ -a ontzi batean sartzen da, ondoko oreka sortzen delarik:

$2 \text{ NO}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4 (\text{g}) ; \Delta H = -58 \text{ KJ}$ . 298 K-eko tenperaturan, nahaste gaseosoaren %92a  $\text{N}_2\text{O}_4$ -aren forman dago, eta horregatik ontzia koloreztatuta ikus daiteke. Azaldu zer gertatuko den ontziaren kolorearekin baldin:

- a) Nahaste gaseosoa konprimatzen bada, ontziaren bolumena gutxituz.
- b) Ontzia berotzen bada (2002.ko Ekaina)

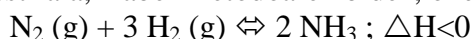
**11.-** Amoniakoa Haber sintesiaren bidez lortzen da, prozesu hau honetan datza:



Adierazi nola eragiten duen amoniakoaren lorpenean:

- a) Presioaren gehikuntza batek
- b) Tenperatura gehikuntza batek
- c) Uraren gehiketa batek, non amoniakoa disolbatzen baita, bainan ez beste espeziek
- d) Katalizatzaile baten presentziak. (2003.ko Uztaila)

**12.-** Amoniakoaren ekoizpen industriala, Haber metodoaren bidez, ondoko orekan oinarritzen da:

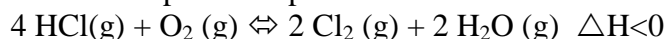


Azaldu nola eragingo duten ondoko hauek amoniakoaren ekoizpenaren gainean:

- a) Presioaren gutxipena
- b) tenperaturaren igoera
- c)  $\text{NH}_3$ -a ateratzea, formatzen doan heinean
- d) Katalizatzaile baten presentzia

(2004.ko Uztaila)

**12.-** Kloro gaseosoaren lorpenerako prozesu industrial batean ondoko orekara heltzen da:

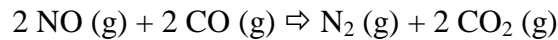


Azaldu ondokoak kloroaren lorpenean lagundu egingo lukeen ala ez:

- a) Presioaren gehikuntzak
- b) Uraren eliminazioak
- c) Tenperaturaren gehikuntzak
- d) Katalizatzaile baten erabilerak

(2005.eko Ekaina)

**13.-** Gaurko kotxeen ihes-tutuetan jartzen diren katalizatzaileek, erregaiak motorran erretzean sortzen diren gasek osaunerako edo inguramenerako duten eragin kaltegarriak murriztea dute helburua. Katalizatzaileek eragiten duten erreakzioa honako hauex da:



Azal ezazu desagertu edo eratu egiten diren lau gas hauetariko bakoitzak inguramenaren kalitatean edo gizakien osasunean eraginik duen eta nolakoa den eragin hori. (2006 Uztaila)

**14.-** Argi eta labur azal ezazu deribatu halogenatuak, konposatu klorofluorokarbonatuak barne era masiboan atmosferara igortzeak ingurumenean duen eragina (2007 Ekaina)

**15.-** 0,20 M, 0,10 M eta 0,40 M dira litro bateko matraz batean egiten den erreakziorako oreka-kontzentrazioak.  $\text{PCl}_3 \text{(g)} + \text{Cl}_2 \text{(g)} \rightleftharpoons \text{PCl}_5 \text{(g)}$  Une horretan 0,10 mol kloro gas gehitzen dira.

Arrazoizko eran erantzun itzazu:

**a)** Zein da  $\text{PCl}_5$  ren kontzentrazio berria, oreka berria lortu ondoren?

**b)** Eztabaida ezazu presio-aldaketa batek orekan dagoen sisteman izan dezakeen eragina. (2007 Uztaila)