

## **REPÀS PRIMER: LA TRANSFORMACIÓ QUÍMICA.**

### **MOLS**

#### **GASOS I MESCLES DE GASOS**

1.- Una mescla d'1 g de diòxid de carboni i 4 g de monòxid de carboni es troba en un recipient a 17 °C i  $10^4$  Pa. Calculeu:

- a) el volum de la mescla;
  - b) la pressió parcial de cada gas.
- (Sol: 0,04 m<sup>3</sup>; 1385,5 Pa i 8614,5 Pa)

2.- Una mescla de gasos constituïda per 0,28 g d'etè, 2,6 g d'etí i 16 g d'oxigen es troba dins d'un recipient tancat de 2 dm<sup>3</sup> a 300 K.

Calculeu:

- a) la pressió parcial de l'etí i la fracció molar de l'etè;
  - b) la massa molecular mitjana de la mescla gasosa,
- (Sol: 1,23; 0,016; 31)

3.- En un dipòsit hi ha tancats dos gasos, essent la pressió dintre del recipient de 2 atmosferes. La fracció molar d'un dels gasos és 0,32. Quina és la pressió exercida per l'altre gas?

(Sol: 1,36 atm)

4.- Un matràs hermèticament tancat on s'ha fet el buit, i a la temperatura de 400 °C, conté una mescla gasosa d'òxid nítric (NO) i de clor, a les pressions parcials de 26 i 60 mm Hg respectivament. A temperatures inferiors a 200 °C ambdós gasos reaccionen entre si, totalment, per a formar clorur de nitrosil (NOCl) també gasós. Calculeu:

- a) la pressió total que hi haurà al matràs un cop refredat a 100 °C;
- b) quines espècies químiques hi haurà llavors, en el matràs i a quines pressions parcials?

(Sol: 40,46 mm Hg;  $P_{Cl_2} = 26,05$  mm;  $P_{NOCl} = 14,41$  mm)

5.- Tenim una mescla de butà i propà la composició en massa de la qual és 88% de butà i 12% de propà.

- a) Quina serà la composició volumètrica d'aquesta mescla en estat gasós.
- b) Quants m<sup>3</sup> de vapor d'aigua a 200 °C i 1 atm es formaran en la combustió completa de 10 kg de la mescla d'hidrocarburs?

(Sol: 84,7% butà; 33,65 m<sup>3</sup> vapor)

6.- Una mescla de gasos que conté 0,30 g d'età, 2,9 g de butà i 16 g d'oxigen, està continguda en un recipient de 2 dm<sup>3</sup> a la temperatura de 300 K.

- a) Calculeu la pressió parcial de l'età i la fracció molar de l'oxigen.
- b) Aquesta mescla, que és estable a 300 K, reacciona espontània i exotèrmicament donant diòxid de carboni i vapor d'aigua si es fa saltar una guspira elèctrica dins del recipient. Justifiqueu aquests fets.

c) Calculeu quina serà la pressió dins del recipient, després de la reacció, si la temperatura puja fins a 500 °C.

(Sol: 0,123 atm; 0,893; 20,125 atm)

7.- Una mescla d'oxigen i hidrogen que conté un 10% en massa d'hidrogen es troba a 300 K i  $10^4$  Pa.

a) Calculeu la pressió parcial de cada gas.

b) Si aquesta mescla està dins d'un recipient d'1 L on es fa saltar una guspira elèctrica, calculeu els grams d'aigua obtinguts.

(Sol:  $P_{\text{oxigen}} = 3600$  Pa;  $P_{\text{hidrogen}} = 6400$  Pa; 0,043 g)

## DISSOLUCIONS

8.- Quina quantitat de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  del 96% ha d'afegir-se a 1 kg d'àcid del 60% per obtenir un àcid del 90%?

(Sol: 5 kg)

9.- Calculeu els  $\text{cm}^3$  d'una dissolució de HCl de  $d = 1,19 \text{ g.cm}^{-3}$ , contenint 38,32% en massa del reactiu pur, necessaris per preparar 500 mL de dissolució 0,2  $\text{mol.dm}^{-3}$ .

(Sol: 8)

10.- Tenim un litre d'un àcid sulfúric concentrat de  $d = 1,827 \text{ g.cm}^{-3}$  i del 92,77% de riquesa en massa. Calculeu:

a) El volum d'aigua que s'ha d'afegir-hi per a preparar una dissolució que tingui 1 g d'àcid per cada  $\text{cm}^3$  de dissolució.

b) La molaritat de la dissolució final, si té una densitat d' $1,549 \text{ g.cm}^{-3}$

(Sol: 695  $\text{cm}^3$ ; 10,2  $\text{mol.dm}^{-3}$ )

## FORMULES EMPIRIQUES I MOLECULARS

11.- Una mostra de 588 g d'hidrat de carboni ( $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_n$ ) es carbonitza en absència d'aire, desprenent-se'n aigua i quedant-hi un residu de carboni pur de 336 g.

a) Calculeu la fórmula empírica d'aquest hidrat de carboni.

b) Formuleu la reacció de combustió completa del mateix.

Masses atòmiques: C=12; O=16; H=1

(Sol  $(\text{C}_2\text{H}_2\text{O})_n$ ;  $\text{C}_{2n}\text{H}_{2n}\text{O}_n + 2n\text{O}_2 \rightarrow 2n\text{CO}_2 + n\text{H}_2\text{O}$ )

12.- Un compost orgànic està format per carboni, hidrogen i oxigen. Per combustió d'1,570 g del compost se n'obté 3,000 g de diòxid de carboni i 1,842 g de vapor d'aigua. 0,412 g del compost, en estat de vapor, ocupen un volum de  $216 \text{ cm}^3$  a la pressió de  $9,9 \cdot 10^4 \text{ Pa}$  i a la temperatura de 287 K.

a) Trobeu la fórmula empírica i la fórmula molecular;

b) la massa molecular exacta del compost.

(Sol:  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ; ídem; 46)

13.- Un clorur de mercuri sòlid, que conté un 84,97% de mercuri, és un compost sublimable. En estat de vapor, un gram d'aquest compost ocupa un volum de  $61,5 \text{ cm}^3$  a la temperatura de 350 K i  $10^5 \text{ Pa}$ .

a) Trobeu la fórmula empírica i molecular;

b) la massa molecular del compost.

(Sol:  $\text{HgCl}$  ;  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ; 472,2)

14.- Un compost orgànic de composició centesimal  $\text{C} = 40,0\%$   $\text{H} = 6,7\%$  i la resta oxigen, té una densitat relativa respecte a l'oxigen de 5,625. Calculeu la seva fórmula molecular.

(Sol:  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ )

15.- La combustió de 2,24 litres (mesurats en C.N.) d'un hidrocarbur gasós de fórmula general  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ , dona una massa d'aigua de 9 g. Calculeu:

a) la massa i fórmula molecular de l'hidrocarbur;

b) el nombre de grams de diòxid de carboni formats també a la combustió.

(Sol: 70;  $\text{C}_5\text{O}_{10}$ ; 22)

16.- Calculeu la fórmula molecular d'una substància formada per carboni, hidrogen i nitrogen, sabent que 0,067 g de la mateixa ocupen  $63,0 \text{ cm}^3$  a 310,15 K i 1,0 atm de pressió. Per altra banda, se sap que en cremar 0,216 g s'originen 0,072 g d'aigua i 0,351 g de diòxid de carboni i que 0,136 g de la substància donen  $56,20 \text{ cm}^3$  de nitrogen en C.N.

(Sol:  $\text{HCN}$ )

## ESTEQUIOMETRIA

17.- La massa d'un tros de ferro és de 50 g i exposat a la intempèrie augmenta la seva massa en 2,5 g. Suposant que sols s'ha format òxid de ferro (III), quina és la massa de ferro que queda sense oxidar?

(Sol: 44,17 g de Fe)

18.- Es disposa d'una mescla de clorurs de sodi i potassi, la composició de la qual volem determinar. Per fer-ho, pesem 1,180 g de la barreja, els dissolem en aigua i els fem reaccionar amb una dissolució de nitrat de plata, obtenint un precipitat de 2,450 g de clorur de plata. Calculeu la composició de la mescla inicial.

(Sol: 71,51% de KCl)

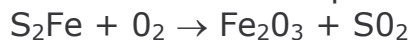
19.- Tant el clorat de potassi (sòlid) com el perclorat de potassi (sòlid) es descomponen en escalfar-los en clorur de potassi (s) i oxigen (g). Una mostra de 2 g que conté clorat i perclorat de potassi, s'escalfa en un recipient obert fins a obtenir una massa constant de 1,2 g de residu.

a) Escriviu i igualeu les equacions químiques corresponents als anteriors processos químics.

b) Calculeu la composició de la mostra inicial.

(Sol: 88,38% de clorat de potassi)

20.- La torrefacció de la pirita es produeix segons la reacció:



a) Igaleu aquesta reacció.

b) Quina quantitat de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  s'obté en torrefactar una tona de pirita del 92% de puresa? (Sol: 613,08 kg)

c) Quin volum d'aire, mesurat en C.N., es necessita per torrefactar la tona de pirita anterior? L'aire conté un 21% en volum d'oxigen.

(Sol: 2.249,357 m<sup>3</sup> d'aire)

21.- Una mescla està formada en un 80% per carbonat de calci i la resta per sulfat de bari. Es prenen 20 g d'aquesta mescla i es tracten amb àcid clorhídric en excés, fins a reacció total. El gas després es recull en un recipient de 10 litres, en C.N. Calculeu:

a) la quantitat de gas (en massa) format. (Sol: 5,12 g)

b) la pressió final del recipient. (Sol: 0,36 atm)

22.- 9,5 g d'una mescla d'òxid i carbonat de zinc desprenen 1 litre de  $\text{CO}_2$  (mesurat a 27 °C i 700 mm de Hg) quan es tracten amb un excés d'àcid. Calculeu la composició inicial de la mescla.

(Sol: 49,26% de carbonat de zinc)

23.- En tractar hidrur de calci amb aigua es forma hidròxid de calci i es desprèn hidrogen.

a) Escriviu i igualeu la reacció química corresponent.

b) Quina quantitat d'hidrur de calci, d'un 87% de puresa, necessitarem per obtenir 2 m<sup>3</sup> d'hidrogen mesurats a 25 °C i 720 mm Hg?

(Sol: 1875,19 g d'hidrur de calci)

24.- 1,25 g d'una mescla de Ca i CaCO<sub>3</sub> s'escalfen a una temperatura suficientment alta per tal que tot el carbonat de calci es descompongui en CaO i CO<sub>2</sub>. El volum de CO<sub>2</sub> després, mesurat a 25 °C i 720 mm Hg, és de 0,15 litres. Quina és la composició inicial de la mescla?

(Sol: 46,52% de CaCO<sub>3</sub>)

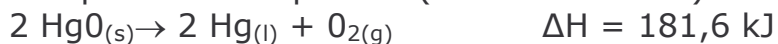
25.- Partint d'una mostra de 9,588 g de cromat de plata pur, s'obté 2,196 g òxid de crom (III). Calculeu la massa atòmica del crom.

(Sol: 56)

## **TERMODINÀMICA**

### **PRIMER PRINCIPI**

1.- Donada la següent equació termoquímica (a 25 °C i 1 atm.)



Calculeu:

- a) L'energia necessària per descomposar 60,6 g d'òxid de mercuri.
  - b) El volum d'oxigen (mesurats a 25 °C i 1 atm) que es produeix per escalfament de HgO, quan s'absorbeixen 100 kcal.
- (Sol: 25,4 kJ; 56,30 L)

2.- La reacció entre el nitrogen i l'hidrogen per donar amoníac, gas, és exotèrmica. Experimentalment es troba que quan s'ha obtingut 1 dm<sup>3</sup> d'amoníac a 298 K i 10<sup>5</sup> Pa la calor despesa puja la temperatura de 500 g d'aigua en 0,9 °C. Calculeu amb aquestes dades l' $\Delta H_f^\circ$  de l'amoníac.

(Sol: -12 kcal.mol<sup>-1</sup>)

3.- A la combustió a volum constant d'1 g d'àcid tartàric (C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub>) a 20 °C s'alliberen 1840 cal. Calculeu la calor de combustió a pressió constant.

(Sol: -276,9 kcal.mol<sup>-1</sup>)

4.- Quan 1,000 kg d'aigua líquida, a la seva temperatura d'ebullició, es converteix en vapor a temperatura igual a la pressió exterior constant d'1,013·10<sup>5</sup> Pa, absorbeix 2.283,5 kJ d'energia en forma de calor. Calculeu:

- a) El treball d'expansió fet pel sistema.
- b) La variació d'energia interna de] sistema.
- c) Quin tant per cent de la calor subministrada s'utilitza en el treball d'expansió.

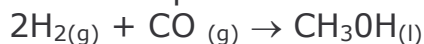
Dades: densitat de l'aigua líquida a 100 °C = 973 kg.m<sup>-3</sup>

Suposeu que el vapor d'aigua es comporta com a un gas ideal.

(Sol: - 1,72. 10<sup>5</sup> J; 2.111,5 kJ; 7,53%)

### **TERMOQUÍMICA**

5.- Les calors de combustió de l'hidrogen, el monòxid de carboni i el metanol són respectivament -284,666; -280,875 i -712,083 kJ.mol<sup>-1</sup> quan L'aigua formada queda en estat líquid. Calculeu la variació d'entalpia de la reacció:



(Sol: -33,150 kcal.mol<sup>-1</sup>)

6.- A temperatura ambient les calors de combustió del carboni grafit, del carboni diamant i del carboni amorf són respectivament -391,17; -377,92 i -402,91 kJ.mol<sup>-1</sup>. Calculeu les calors de les transformacions següents:

- a) diamant en grafit;
- b) grafit en carboni amorf;
- c) carboni amorf en diamant.

(Sol: 3,17; -2,81 i -5,98 kcal.mol<sup>-1</sup>)

7. - Es cremen 1, 17 g de benzè en una bomba calorimètrica a volum constant. La calor alliberada a 25 °C és de 11,72 kcal. Calculeu a aquesta temperatura:

a) La calor de combustió del benzè a pressió constant.

b) La seva calor de formació.

Si les calors de formació del diòxid de carboni i l'aigua són -94,05 i -68,32 kcal.mol<sup>-1</sup> respectivament.

(Sol: -782,21 i 12,95 kcal.mol<sup>-1</sup>)

8.- Calculeu la calor a pressió constant de la reacció:



si les calors de formació a pressió constant del diòxid de carboni i l'aigua líquida, el carbur de calci i l'hidròxid de calci són respectivament: -94,05; -68,32; -14,10 i -235,8 kcal.mol<sup>-1</sup> i la calor de combustió de l'acetilè és -310,61 kcal.mol<sup>-1</sup>.

(Sol: -30,87 kcal.mol<sup>-1</sup>)

9.- La calor de combustió del butà gasós a pressió constant i 25 °C a diòxid de carboni gas i aigua líquida és  $\Delta H = -688$  kcal.mol<sup>-1</sup>. Les calors de formació estàndards d'aquestes dues últimes substàncies són, respectivament, -94 i -68,3 kcal.mol<sup>-1</sup>. Calculeu:

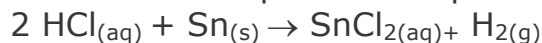
a) la calor de formació del butà a pressió constant;

b) la calor de combustió a volum constant.

(Sol: -29,5 i -685,93 kcal.mol<sup>-1</sup>)

## SEGON I TERCER PRINCIPI

10.- Pronostiqueu la tendència al canvi espontani del procés:



si se sap que en aquesta reacció s'allibera calor. Indiqueu el signe de  $\Delta H$  i de  $\Delta S$  i si es produirà treball mecànic d'expansió.

11.- L'energia lliure de Gibbs de formació del clorur de carbonil ( $\text{COCl}_2$ ) a 25 °C és  $-49,10 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$  i la del monòxid de carboni  $-32,88 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$ . Les entalpies de formació són respectivament:  $-53,66$  i  $26,47 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

Calculeu  $\Delta G$ ,  $\Delta H$  i  $\Delta S$  de la reacció:  $\text{COCl}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{CO}_{(\text{g})} + \text{Cl}_{2(\text{g})}$  i indiqueu si serà espontània a 25 °C.

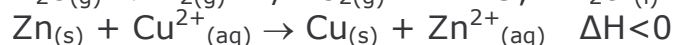
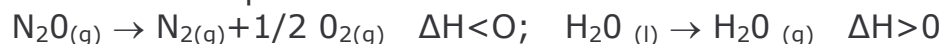
Tenint presents les dades predir qualitativament la variació de  $G$  en funció de la temperatura i determineu a quina temperatura es descomposa el clorur de carbonil. (Suposeu que  $\Delta H$  i  $\Delta S$  no varien amb la temperatura).

(Sol: 16,22; 80,13 i 0,21; 374 K)

12.- Els processos es poden caracteritzar pel signe  $\Delta S$  i  $\Delta H$ .

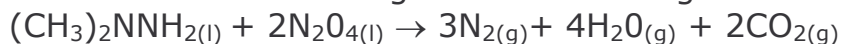
a) Indiqueu el signe de  $\Delta S$  dels processos a sota representats.

b) Indiqueu quin d'ells és espontani i quin no ho és amb tota seguretat. Raoneu totes les respostes.



13.- La variació d'entropia d'una reacció química espontània, pot ser negativa?. Raoneu-ho breument.

14.- El combustible que es fa servir als motors dels coets Apolo 11 i 12 va ser la combinació de dimetil hidrazina,  $(\text{CH}_3)_2\text{NNH}_2$ , i tetraòxid de dinitrogen. Aquestes dues substàncies es cremen segons la reacció següent:



a) Quants kg de  $\text{N}_2\text{O}_4$  es necessiten per reaccionar amb un kg de dimetilhidrazina?

b) Calculeu  $\Delta H^\circ$  per a la reacció. Calculeu la calor per cada kg de mescla de combustible (en la proporció estequiomètrica)

c) Calculeu  $\Delta S^\circ$  per a la reacció esmentada.

d) Quin és el valor de  $\Delta G^\circ$  per a aquesta reacció?

(Sol: 3,066 kg; -421; 1752,4; 264,3;  $\Delta G = -499,8 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$ )

Dades: Tots els valors són estàndards i de formació.

$\Delta H$ : dimetilhidrazina = 11,8; tetraòxid = -4,66; aigua(g) = -57,8; diòxid(g) =  $-94,1 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$

S: 51,7; 52; 45,1; 51,5 respectivament;  $\text{N}_2 = 45,8 \text{ cal}\cdot(\text{mol}\cdot\text{K})^{-1}$

$R = 2 \text{ cal}\cdot(\text{mol}\cdot\text{K})^{-1}$

## EQUILIBRI QUÍMIC.

15.- El valor de  $K_p$  per l'equilibri  $C_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2 CO_{(g)}$  és 14,1 a la temperatura de 850 °C. Calculeu la fracció molar de  $CO_2$ , quan la pressió valgui 10 atm.  
(Sol: 0,324)

16.- A la temperatura de 400 °C l'amoníac es troba dissociat un 40% en nitrogen i hidrogen moleculars, quan la pressió total del sistema és de 710 mm de mercuri. Calculeu:

a) Pressió parcial de cadascun dels gasos que contingui la mescla en equilibri.

b) Valor de la constant d'equilibri  $K_p$  a dita temperatura.

(Sol: 0,4; 0,134; 0,4; 0,0536)

17.- S'escalfa a 1000 °C un gas de gasogen, la composició en volum del qual és la següent: 25%  $CO$ , 5%  $H_2$ , 3%  $CO_2$ , 10%  $H_2O$  i 57%  $N_2$ . Quina és la nova composició de la mescla gasosa a l'equilibri si a aquella temperatura es produeix la reacció:  $CO + H_2O \rightleftharpoons H_2 + CO_2$ , la constant d'equilibri de la qual és 1,6?

(Sol: 18,6%  $CO$ , ...)

18.- A una càmera de buit i a la temperatura de 448 °C es fan reaccionar 0,5 mols de iode i 0,5 mols d'hidrogen. Si la capacitat de la càmera és de 10 L i el valor de  $K_c$  a la temperatura esmentada és 50 per a concentracions expressades en mols. $L^{-1}$ . Calculeu:

a) El valor de  $K_p$ . (Sol: 50)

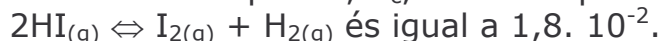
b) Pressió total a l'interior de la cambra un cop assolit l'equilibri. (Sol: 5,91)

19.- El tetraòxid de dinitrogen es dissocia en diòxid de nitrogen segons la reacció:  $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ . A 27 °C i 1 atm, el  $N_2O_4$  es troba dissociat en un 20%. Calculeu:

a)  $K_p$  a la temperatura esmentada. (Sol: 0, 167)

b) El grau de dissociació en una mostra de 138 g de  $N_2O_4$  continguts a un recipient de 30 L a 27 °C. (Sol: 0, 168)

20.- La constant d'equilibri,  $K_c$ , a 700 °C per a la reacció:



a) Expliqueu si la mescla d'un mol de iodur d'hidrogen, un mol de iode i dos mols d'hidrogen serà en equilibri a 700 °C.

b) Una segona mescla a igual temperatura, és formada per 0,2 mols de iodur d'hidrogen, 0,1 mols d'hidrogen i 0,5 mols de iode. Si no és en equilibri, en quin sentit transcorrerà la reacció? Per què?

c) Calculeu, per a aquesta segona mescla, el nombre de mols de cada espècie química presents a l'equilibri. (Sol: mols de HI)

21.- En escalfar el clorur de nitrosil,  $NOCl_{(g)}$ , es descompon segons la reacció en equilibri:  $2 NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2 NO_{(g)} + Cl_{2(g)} \Delta H > 0$

En un recipient d'1 L s'introdueixen 2 mols de clorur de nitrosil i s'escalfa fins a una temperatura constant de 735 K. Un cop assolit l'equilibri es troba que s'ha dissociat el 33% del clorur de nitrosil inicial.

a) Calculeu les constants  $K_c$  i  $K_p$ , per a la reacció anterior a 735 K.

b) Indiqueu raonant-ho si  $K_c$  de la reacció anterior augmenta, disminueix o no varia.

1. En augmentar la temps. 2. En disminuir la pressió.

(Sol: 0,08; 4,82)

22.- La constant d'equilibri per a la reacció:

$H_{2(g)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)} + CO_{(g)}$  és igual a 1,6 a 986 °C. Un recipient conté inicialment una mescla formada per: 0,2 mol.L<sup>-1</sup> d'H<sub>2</sub>; 0,3 mol.L<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub>; 0,4 mol.L<sup>-1</sup> de H<sub>2</sub>O i 0,4 mol.L<sup>-1</sup> de CO a la temperatura de 986 °C.

a) Indiqueu, raonant-ho, per què la mescla esmentada no és en equilibri.

b) Si els gasos reaccionen fins a assolir un estat d'equilibri, a la temperatura de 986 °C, calculeu la concentració final expressada en mols.L<sup>-1</sup> de cadascun dels gasos que hi intervenen.

c) Calculeu la pressió inicial i la pressió final de la mescla.

(Sol: 0,239, ... ; 134,2; 134,2)

23.- La descomposició tèrmica del sulfat de ferro (II) a 1223 K es verifica segons l'equació:  $2 FeSO_{4(s)} \rightleftharpoons Fe_2O_{3(s)} + SO_{2(g)} + SO_{3(g)}$

La pressió total a l'equilibri és  $1,0133 \cdot 10^5$  Pa. Trobeu  $K_p$

(Sol:  $2,57 \cdot 10^9$ )

24.- Quan el monòxid de carboni i l'aigua es fan reaccionar d'acord amb el següent procés:  $CO_{(g)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + H_{2(g)}$  s'assoleix l'equilibri a una certa temperatura, quan les concentracions de CO, H<sub>2</sub>O i H<sub>2</sub> són 0,1; 0,02; i 0,012 M, respectivament.

a) Calculeu la constant d'equilibri a aquesta temperatura.

b) Si a l'equilibri anterior s'afegeix instantàniament el CO<sub>2</sub> necessari per assolir la concentració de 0,02 M, un cop restablert l'equilibri, quina serà la concentració final de totes les espècies.

(Sol:  $7,2 \cdot 10^{-2}$ ; 0,1026 .....)

25.- Quan es mesclen volumens iguals de nitrogen i oxigen moleculars, a una certa temperatura es forma un 3% en volum de monòxid de nitrogen en equilibri amb els gasos inicials. Calculeu:

a) La fracció molar de cada component. (Sol: 0,485 N<sub>2</sub>)

b) La constant d'equilibri. (Sol:  $K_p 3,83 \cdot 10^{-3}$ )

## **REACCIONS DE TRANSFERÈNCIA DE PROTONS.**

1.- Una mescla de 46,3 g d'hidròxid de potassi i 27,6 g d'hidròxid de sodi purs es dissolen en un mica d'aigua i la dissolució es dilueix fins 500 mL exactament. Calculeu el nombre de mL d'una dissolució 0,5 M d'àcid sulfúric que s'utilitzaran per neutralitzar 30 mL de la dissolució alcalina preparada.  
(Sol: 90,9)

2.- a) Quin volum d'aigua haurà d'afegir-se a 100 mL de dissolució d'àcid sulfúric al 26% i densitat  $1,19 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$  per obtenir una dissolució 1,5 M?  
b) Quants mL d'aquesta dissolució 1,5 M caldran per neutralitzar una solució formada per 5 g de potassa en aigua?  
(Sol: 110,5; 29,77)

3.- El pH d'una dissolució 0,01 M d'hidròxid de potassi és major, menor o igual que el d'una dissolució 0,01 M d'hidròxid de calci? Raoneu la resposta.  
(Sol: El pH de la primera és menor, degut a la menor quantitat de  $\text{OH}^{-1}$  que produeix l'KOH esmentat)

4.- Tenim separatament 0,1 g d'hidròxid de calci, 0,1 g d'hidròxid d'estranci, 0,1 g d'hidròxid de bari prèviament dissolts en aigua. Indiqueu, raonant-ho, quin dels tres necessita major quantitat d'àcid clorhídric per a la seva neutralització?  
(Sol: Caldrà major quantitat d'àcid per a l'hidròxid de calci perquè essent el de massa molecular més petita és el que tindrà major nombre de mols en 0,1 g)

5.- Calculeu el volum d'una dissolució d'hidròxid de sodi 2,5 M necessària per neutralitzar 10 mL d'àcid sulfúric de densitat  $1,84 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$  i del 98% de riquesa en massa.  
(Sol: 147,2 mL)

6.- Calculeu quants mL de dissolució àcid clorhídric  $0,1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  caldran per neutralitzar 0,74 g d'hidròxid de calci dissolt en aigua.  
(Sol: 200 mL)

7.- Per a la neutralització de 50 mL d'una dissolució d'hidròxid de sodi  $0,5 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ , cal un determinat volum de  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $0,5 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ . Calculeu aquest volum i expresseu la concentració de l'esmentada dissolució d'àcid sulfúric en  $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ .  
(Sol:  $25 \text{ cm}^3$ ; 49)

8.- Tenim separatament 1 L de solució d'amoníac de concentració  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  i 1 L de solució d'hidròxid de sodi de igual concentració. Indiqueu, raonant, quina de les dues té més gran el pH i quina de les dues necessita més quantitat d'àcid sulfúric per a la seva neutralització.

(Sol: El NaOH té major pH degut que es troba més dissociat que el  $\text{NH}_3$  i ambdues dissolucions necessiten la mateixa quantitat de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  per a la seva neutralització degut que posseeixen el mateix nombre de mols per litre)

9.-a) Calculeu la molaritat d'una dissolució aquosa d'hidròxid de calci, el pH de la qual és 12.

b) Quants grams d'hidròxid de calci hi haurà dissolts en 5 L de la dissolució anterior?

(Sol:  $5 \cdot 10^{-3}$ ; 1,85)

10.- Indiqueu, raonant, si el pH de les dissolucions següents és major o menor que 7 o igual a 7: amoníac; (aq); clorur d'amoni (aq); glucosa (aq); clorur de calci (aq) i acetat de potassi (aq).

(Sol: >; <; =; =; >)

11.- A 1 L d'una dissolució àcid nítric de concentració  $0,010 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  se l'afegeix 1 L d'una dissolució d'hidròxid de bari de concentració  $1,715 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ . Calculeu el pH de la solució resultant.

(Sol: pH 11,7)

12.- Calculeu el pH d'una dissolució preparada barrejant 200 mL d'àcid nítric  $0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  amb 300 mL d'hidròxid de sodi  $0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

(Sol: 13)

13.- A  $10 \text{ cm}^3$  d'una dissolució  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  d'hidròxid de potassi se l'afegeixen  $20 \text{ cm}^3$  d'una dissolució d'àcid clorhídric  $0,2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Calculeu el pH de la dissolució resultant.

(Sol: 1)

14.- Calculeu la concentració d'ions hidroni, d'ions hidròxid i el pH de les següents dissolucions:

a) Una solució formada diluint a 500 mL, 1 mL de dissolució d'àcid nítric del 86% i densitat  $1,47 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$

b) Una dissolució preparada per addició d'1,71 g d'hidròxid de bari a 100 mL d'hidròxid de bari  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

(Sol: 1,4; 13,4)

15.- Afegim  $10 \text{ cm}^3$  d'una solució  $0,01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  en àcid clorhídric a  $50 \text{ cm}^3$  d'una solució d'àcid acètic  $0,2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Calculeu el pH de la dissolució resultant. Dada  $K_{\text{HAC}} = 1,76 \cdot 10^{-5}$ .

(Sol: 2,56)

## **REACCIONS DE PRECIPITACIÓ**

1.- A 25 °C el producte de solubilitat del clorur de plata és  $1,72 \cdot 10^{-10}$ . Calculeu la solubilitat del clorur de plata en una dissolució de clorur de sodi 0,01 M.

2.- Sabent que la solubilitat en  $\text{g L}^{-1}$  del sulfur de cadmi és  $1,3 \cdot 10^{-11}$ , determineu el  $K_{ps}$  d'aquest compost.  
(Sol:  $8,1 \cdot 10^{-27}$ )

3.- En  $150 \text{ cm}^3$  d'aigua a 25 °C es dissolen 0,160 g de sulfat de calci. Calculeu el producte de solubilitat del sulfat de calci a aquesta temperatura.  
(Sol:  $6,15 \cdot 10^{-5}$ )

4.- A 25 °C, el producte de solubilitat del sulfat de plom(II) és  $2,25 \cdot 10^{-8}$ . Calculeu la concentració d'ions  $\text{SO}_4^{2-}$  en una dissolució en la qual hi ha 1 mg de  $\text{Pb}^{2+}$  per litre.  
(Sol:  $4,66 \cdot 10^{-3}$ )

5.- Digueu sí es produirà precipitat quan es mesclen les següents dissolucions:  
a)  $10 \text{ cm}^3$  de clorur de sodi  $0,2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  i  $0,1 \text{ cm}^3$  de dissolució  $0,05 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  de nitrat de plom(II).

(Sol: Si)

b)  $10 \text{ cm}^3$  de nitrat de plata  $0,01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  i  $90 \text{ cm}^3$  de dissolució de sulfur de sodi del 20% i densitat  $1,04 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

(Sol: Si)

c)  $500 \text{ cm}^3$  de dissolució de clorur de calci que conté 0,3 g de la sal i  $200 \text{ cm}^3$  de dissolució  $0,15 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  de carbonat de sodi.

(Sol: Si)

Dades:  $K_{ps}$ : clorur de plom(II) =  $1,6 \cdot 10^{-6}$ , sulfur de plata =  $5,5 \cdot 10^{-51}$   
carbonat de calci =  $4,8 \cdot 10^{-9}$

6.- A 25 °C la solubilitat del fluorur de calci en aigua és  $0,022 \text{ g L}^{-1}$ . Determineu:

a) La molaritat d'una dissolució saturada de fluorur de calci.

b) El producte de solubilitat.

c) La solubilitat en  $\text{g L}^{-1}$  del fluorur de calci en una dissolució  $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  de clorur de calci.

(Sol:  $2,8 \cdot 10^{-4}$ ;  $8,97 \cdot 10^{-11}$ ;  $3,7 \cdot 10^{-4}$ )

7. - Si el producte de solubilitat del clorur de plom(II) a 25 °C és  $2,4 \cdot 10^{-4}$ , quants grams d'ió  $\text{Pb}^{2+}$  hi ha dissolts en  $50 \text{ cm}^3$  d'una dissolució saturada de clorur de plom(II) a 25 °C?

(Sol: 0,405 g)

8.- Una dissolució conté una concentració d'ió  $\text{Mg}^{2+}$  de  $0,001 \text{ mol dm}^{-3}$ . Indiqueu si precipitarà hidròxid de magnesi en alcalinitzar fins un pH 8. (Suposem que en alcalinitzar la dissolució, el volum de la mateixa no canvia)  
Dada:  $K_{ps}$  hidròxid de magnesi =  $1 \cdot 10^{-11}$

(Sol: No)

9.- Sabent que el producte de solubilitat del sulfat de bari a  $25^\circ\text{C}$  és  $1,1 \cdot 10^{-10}$ , digueu quin volum d'aigua serà necessari per dissoldre 100 mg d'aquesta sal.  
(Sol: 40,85 L)

10.- Afegim 106 mg de carbonat de sodi a 2 litres de dissolució saturada de carbonat de calci ( $K_{ps} = 1,6 \cdot 10^{-9}$ ). Determineu la quantitat de carbonat de calci que precipitarà.

(Sol: 7,68 mg)

11.- El  $K_{ps}$  del cromat de plata és  $3,1 \cdot 10^{-12}$ , quina quantitat d'ió plata es pot afegir a una dissolució  $0,015 \text{ mol dm}^{-3}$  de cromat de potassi, sense que s'iniciï la precipitació?

(Sol:  $1,5 \cdot 10^{-5} \text{ mol d'Ag}^+ \text{ L}^{-1}$ )

12.- S'afegeix una dissolució d'hidròxid de sodi a una dissolució que conté un excés d'ió manganès(II). Calculeu el pH de la dissolució resultant si la concentració de l'ió  $\text{Mn(II)}$  és  $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$ . Dada:  $K_{ps} = 4 \cdot 10^{-14}$  ( $25^\circ\text{C}$ ).

(Sol: 8,3)

13.- Es dissolen 0,160 g de sulfat de calci a la temperatura de  $25^\circ\text{C}$  i s'obté  $150 \text{ cm}^3$  d'una dissolució saturada d'aquesta sal. Calculeu:

a) El  $K_{ps}$  del sulfat de calci a  $25^\circ\text{C}$ . (Sol:  $6,14 \cdot 10^{-1}$ )

b) La solubilitat del sulfat de calci en aigua és més gran, igual o més petita que la d'aquesta sal en una dissolució de sulfat de sodi?. Raoneu-ho. (Sol: Major)

14.- El carbonat de calci, insoluble, es descompon en escalfar-lo, en diòxid de carboni i òxid de calci (sòlid).  $40,5 \text{ cm}^3$  d'una dissolució de carbonat de sodi es fa reaccionar amb un excés de dissolució de clorur de calci. El precipitat obtingut s'escalfa molt fort obtenint-se'n 0,235 g d'òxid de calci.

a) Escriviu les equacions químiques que corresponen als fets indicats.

b) Calculeu la concentració d'ions sodi de la dissolució de carbonat de sodi.

(Sol: 0,207 M)

15.- Calculeu la massa de clorur de coure(I) que precipita en afegir 0,2 mols de clorur de sodi sòlid a  $0,5 \text{ dm}^3$  de dissolució saturada de clorur de coure(I). Escriviu les reaccions que calguin.

Dada:  $K_{ps} = 1,1 \cdot 10^{-6}$ .

(Sol: 0,052 g)

-

16.- A 25 °C es prepara una dissolució saturada de iodur de plom(II) amb una dissolució de 0,172 g d'aquesta sal en aigua fins a obtenir 250 cm<sup>3</sup> de dissolució. Sabent això:

- a) Calculeu el producte de solubilitat del iodur de plom(II) a 25 °C.
- b) Indiqueu si la solubilitat del iodur de plom(II) en aigua és més gran o més petita que la seva solubilitat en una dissolució de iodur de sodi (Raoneu).
- c) Calculeu el nombre d'ions plom(II) i d'ions iodur que hi ha en 1 cm<sup>3</sup> d'una dissolució saturada de iodur de plom(II) a 25 °C.  
(Sol:  $1,32 \cdot 10^{-8}$ ;  $8,97 \cdot 10^{17}$  Pb<sup>2+</sup>;  $1,76 \cdot 10^{18}$  I<sup>-</sup>)

17.- Tenim una solució que conté els ions Mn<sup>2+</sup> i Co<sup>2+</sup> en concentracions 0,1 M per a cadascun i volem precipitar separatament els sulfurs corresponents afegint gradualment una solució concentrada d'ió sulfur, S<sup>2-</sup>, a aquesta solució.

- a) Calcula la concentració mínima de S<sup>2-</sup> necessària per iniciar la precipitació de cada sulfur. ( $K_s$  del MnS =  $3,0 \cdot 10^{-14}$ . del CoS =  $4,0 \cdot 10^{-21}$ )
- b) Indica quina precipitarà primer.
- c) Calcula la concentració de l'ió el sulfur de la qual precipita en primer lloc quan comença la precipitació del segon.  
(Sol:  $3,0 \cdot 10^{-13}$  M;  $4,0 \cdot 10^{-20}$  M; CoS;  $1,33 \cdot 10^{-8}$  M)

18.- A una solució 0,001 M de cadascun dels compostos NaCl, NaBr, i NaI s'hi afegeix lentament AgNO<sub>3</sub> sòlid. Calcula la concentració de Ag<sup>+</sup> necessària per iniciar la precipitació de cada halogenur de plata, si sabem que  $K_s$  AgCl =  $1,6 \cdot 10^{-10}$ ;  $K_s$  AgBr =  $7,7 \cdot 10^{-13}$ ;  $K_s$  AgI =  $8,3 \cdot 10^{-17}$ . Indica en quin ordre precipitaran aquests compostos.

(Sol:  $1,6 \cdot 10^{-7}$ ;  $7,7 \cdot 10^{-10}$ ;  $8,3 \cdot 10^{-14}$ ; I<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>)

## **REACCIONS DE TRANSFERÈNCIA D'ELECTRONS.**

### **REACCIONS REDOX**

1) Ajusteu pel mètode de l'ió-electró:

- a)  $I_2 + HNO_3 \rightarrow HIO_3 + NO_2 + H_2O$
- b)  $HBr + H_2SO_4 \rightarrow Br_2 + SO_2 + H_2O$
- c)  $Cl_2 + KOH \rightarrow KClO_3 + KCl + H_2O$
- d)  $Al + NaOH + H_2O \rightarrow NaAlO_2 + H_2$
- e)  $K_3AsO_3 + KMnO_4 + KOH \rightarrow AsO_4^{3-} + MnO_2 + \dots$
- f)  $KMnO_4 + H_2O_2 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + O_2 + H_2O$
- g)  $H_2S + K_2Cr_2O_7 + HCl \rightarrow S + Cr^{3+} + \dots$

### **PILES**

2) Deduïu si l'oxidació del  $Cl^-$  pel  $MnO_4^-$  en medi àcid, per donar  $Cl_2$  i  $Mn^{2+}$ , és o no un procés espontani. Supposeu condicions estàndards per a totes les espècies.

(Sol: +0,16 V)

3) Calculeu el potencial estàndard d'una cel·la galvànica que fa servir com sistema redox  $Cr^{3+}/Cr^0$  i  $Ni^{2+}/Ni^0$  en condicions estàndards.

(Sol: +0,49 V)

4) Té el  $Co^{2+}$  capacitat per oxidar al  $Fe(s)$  a  $Fe^{2+}$ ?. Supposeu c. e.

(Sol: +0,16 V)

5) Calculeu  $\Delta G^0$  per a la reacció:



(Sol:  $-9,15 \cdot 10^5$  J)

### **ELECTRÒLISI**

6) Quina massa de níquel es dipositarà si fem passar un corrent de 3 A per una dissolució de sulfat de níquel (II) durant dues hores?.

(Sol: 6,56 g)

7) Quin volum d'hidrogen a 15 °C i 740 mm de Hg es desprendrà si fem circular un corrent de 2 A, 5 minuts per una dissolució d'àcid sulfúric?

(Sol: 75 cm<sup>3</sup>)