

Proves d'accés a la universitat

Convocatòria 2016

Química

Sèrie 3

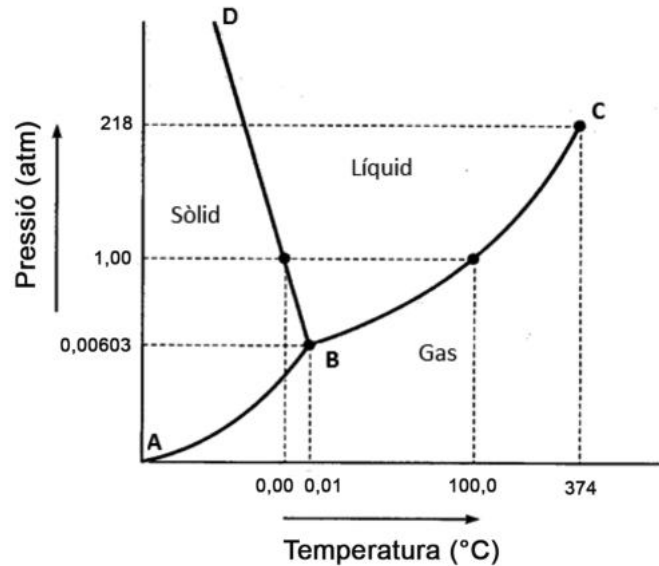
Responen a les qüestions 1, 2 i 3. Tot seguit, escolliu UNA qüestió entre la 4 i la 5 i UNA qüestió entre la 6 i la 7, i contesteu les dues que heu triat.

1. El iodur de plom(II) (PbI_2) és una sal de color groc, força insoluble en aigua freda, que es pot obtenir mesclant dissolucions aquoses de nitrat de plom(II) ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) i de iodur de potassi (KI).
 - a) Escriviu la reacció de precipitació del iodur de plom(II) i expliqueu raonadament, fent els càlculs necessaris, si precipitarà iodur de plom(II) quan mesquem 0,25 L de dissolució aquosa 0,15 M de iodur de potassi amb 0,25 L de dissolució aquosa de nitrat de plom(II) 0,15 M, a 25 °C. Supposeu que els volums són additius.
[1 punt]
 - b) Expliqueu quin procediment seguiríeu al laboratori, esmenteu quins materials utilitzaríeu i feu els càlculs necessaris per a preparar la dissolució aquosa, abans esmentada, de iodur de potassi a partir del producte sòlid.
[1 punt]

DADES: Masses atòmiques relatives: $K = 39$; $I = 127$.

Constant del producte de solubilitat del PbI_2 a 25 °C: $K_{\text{ps}} = 7,9 \times 10^{-9}$.

2. La figura següent representa el diagrama de fases de l'aigua.



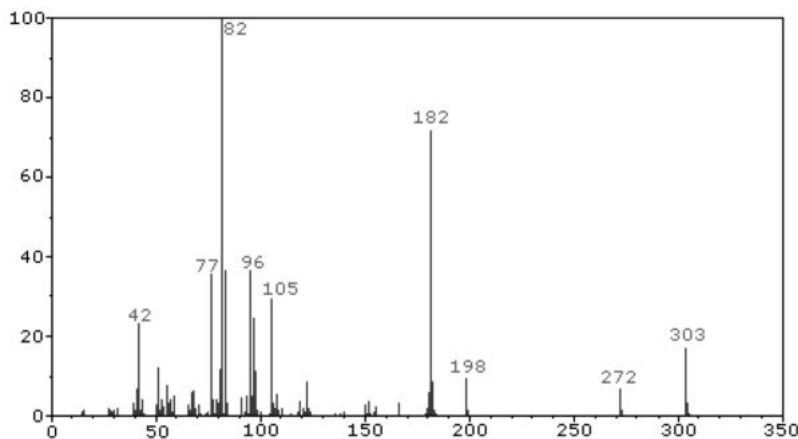
- a) Doneu el nom i la definició dels punts B i C, i de les línies AB, BC i BD.
[1 punt]
- b) Quin és l'estat físic de l'aigua a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ i 1 atm? Partint d'aquestes condicions de temperatura i pressió, escalfem l'aigua a pressió constant fins a $130\text{ }^{\circ}\text{C}$. Expliqueu què li passa a mesura que augmenta la temperatura. Anomeneu tots els canvis de fase que hi tenen lloc. Dibuixeu, en el quadern de respostes, el diagrama de fases i indiqueu-hi els estats inicial i final, i la línia d'escalfament.
[1 punt]

3. Per electròlisi d'una dissolució aquosa de clorur d'or(III) (AuCl_3), s'obté clor gasós i es diposita or.

- a) Escriviu les semireaccions que tenen lloc a l'ànode i al càtode, i la reacció global. Feu un esquema de la cèl·lula electrolítica, i indiqueu-hi l'elèctrode positiu i el negatiu, l'ànode i el càtode, el moviment dels ions a l'interior de la cèl·lula i el dels electrons pel circuit exterior.
[1 punt]
- b) Calculeu el nombre d'àtoms d'or i el nombre de molècules de clor que s'obtenen quan un mol d'electrons ha passat pel circuit.
[1 punt]

DADA: Nombre d'Avogadro: $N_A = 6,023 \times 10^{23}$.

4. El consum de substàncies estupefaents comporta un greu problema de salut pública. Aquestes substàncies romanen acumulades en diferents parts del cos durant un cert temps, que varia des de dies fins a mesos. Per exemple, podem detectar la cocaïna ($C_{17}H_{21}NO_4$) i l'amfetamina ($C_9H_{13}N$) al cabell d'una persona fins al cap de noranta dies d'haver-ne consumit mitjançant la tècnica d'espectrometria de masses. En la figura següent es pot veure l'espectre de masses obtingut a partir del cabell d'una persona de la qual sospitem que ha pres una d'aquestes drogues.



- a) Quina magnitud s'ha representat en l'eix horitzontal del gràfic? A partir de les dades experimentals, deduïu si la persona ha pres cocaïna o amfetamina.

[1 punt]

- b) A 250°C de temperatura i a 1 atm de pressió, la cocaïna es troba en estat gasós. Calculeu el volum molar de la cocaïna en aquestes condicions de temperatura i pressió, suposant que es tracta d'un gas ideal. Quines diferències hi ha entre un gas real i un gas ideal?

[1 punt]

DADES: Masses atòmiques relatives: C = 12; H = 1; N = 14; O = 16.

Constant universal dels gasos ideals: $R = 0,082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

5. Per a calcular l'energia reticular del clorur de magnesi ($MgCl_2$) cal conèixer les dades termodinàmiques que apareixen en la taula següent:

Magnituds en condicions estàndard i a 25°C	Valor (kJ mol^{-1})
Energia de sublimació del magnesi	146,3
Primera energia d'ionització del magnesi	736,3
Segona energia d'ionització del magnesi	1 448,4
Energia de dissociació del clor gasós	242,6
Afinitat electrònica del clor	-364,5
Variació d'entalpia de formació del clorur de magnesi	-641,2

- a) Dibuixeu el diagrama d'entalpies del clorur de magnesi (cicle de Born-Haber) i calculeu l'energia reticular d'aquesta sal a 25°C .

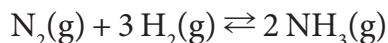
[1 punt]

- b) Expliqueu justificadament si el valor absolut de l'energia reticular del clorur de magnesi és més gran o més petit que el de l'energia reticular del clorur de calci ($CaCl_2$).

[1 punt]

DADES: Nombres atòmics: $Z(\text{Cl}) = 17$; $Z(\text{Mg}) = 12$; $Z(\text{Ca}) = 20$.

6. La síntesi de l'amoniac es produeix per reacció entre el nitrogen i l'hidrogen, segons l'equació química següent:



Introduïm 1,0 mol de nitrogen i 3,0 mol d'hidrogen en un reactor tancat d'1,3 L. Quan escalfem la mescla gasosa a 528 K, observem que la pressió en l'equilibri és de 80,0 atm. Calculeu, a 528 K:

- a) El percentatge de nitrogen que ha reaccionat un cop s'ha assolit l'equilibri.

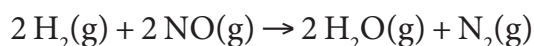
[1 punt]

- b) La constant d'equilibri en concentracions K_c .

[1 punt]

DADA: Constant universal dels gasos ideals: $R = 0,082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

7. L'única manera de determinar l'equació de velocitat d'una reacció és fent experiments per a mesurar l'efecte que produeix la variació de concentració dels reactius sobre la velocitat. A continuació, podeu veure una reacció i els resultats obtinguts, a una temperatura determinada, quan n'estudiem la cinètica mitjançant el mètode de les velocitats inicials:



Experiment	$[\text{H}_2]$ (mol L^{-1})	$[\text{NO}]$ (mol L^{-1})	Velocitat ($\text{mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$)
1	$2,0 \times 10^{-2}$	$2,50 \times 10^{-2}$	$4,8 \times 10^{-6}$
2	$2,0 \times 10^{-2}$	$1,25 \times 10^{-2}$	$1,2 \times 10^{-6}$
3	$4,0 \times 10^{-2}$	$2,50 \times 10^{-2}$	$9,6 \times 10^{-6}$

- a) Calculeu l'ordre de reacció respecte de cada reactiu i l'ordre total.

[1 punt]

- b) Determineu la constant de velocitat de la reacció. A partir de la teoria de les col·lisions, expliqueu dues maneres d'augmentar la velocitat d'aquesta reacció química.

[1 punt]



Institut
d'Estudis
Catalans

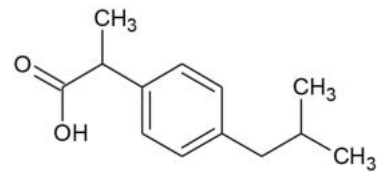


Química

Sèrie 5

Responen a les qüestions 1, 2 i 3. Tot seguit, escolliu UNA qüestió entre la 4 i la 5 i UNA qüestió entre la 6 i la 7, i contesteu les dues que heu triat.

1. L'ibuprofèn, que podem representar com a $C_{12}H_{17}COOH$, és un antiinflamatori que s'utilitza per a combatre el dolor i els estats febrils. És un àcid monopròtic feble que conté un sol grup àcid carboxílic ($-COOH$) a la seva molècula. Hem preparat al laboratori una solució aquosa 0,200 M d'aquest àcid i, en mesurar-ne el pH, obtenim un valor de 2,95 a 25 °C.



Estructura química de l'ibuprofèn

- a) Calculeu la constant d'acidesa, K_a , de l'ibuprofèn a 25 °C.

[1 punt]

- b) Volem valorar la solució aquosa d'ibuprofèn 0,200 M amb NaOH 0,100 M, però al laboratori només disposem d'una solució de NaOH 0,400 M. Calculeu quin volum d'aquesta solució necessitem per a preparar 100,0 mL d'una solució de NaOH 0,100 M. Expliqueu com la prepararíeu al laboratori i indiqueu el material que utilitzaríeu. Justifiqueu si podem emprar el roig de metil com a indicador per a detectar el punt final d'aquesta valoració àcid-base.

[1 punt]

DADA: Interval de viratge (pH) del roig de metil: 4,2-6,2.

2. L'electròlisi és un procés en què s'aporta energia elèctrica perquè es produeixi una reacció redox no espontània. Mitjançant l'electròlisi d'una solució aquosa de clorur de coure(II), emprant dos elèctrodes inerts de grafit, s'obté $Cl_2(g)$ a l'ànode i es diposita $Cu(s)$ al càtode.

- a) Escriviu les semireaccions que tenen lloc a l'ànode i al càtode, indiqueu la polaritat dels elèctrodes i digueu si la semireacció és d'oxidació o de reducció. Escriviu l'equació química global que es produeix en el procés d'electròlisi.

[1 punt]

- b) Al laboratori duem a terme l'electròlisi d'una solució aquosa de clorur de coure(II) durant 60 minuts, emprant un corrent continu d'1,30 A, i obtenim 1,54 g de $Cu(s)$. Calculeu la massa atòmica del coure.

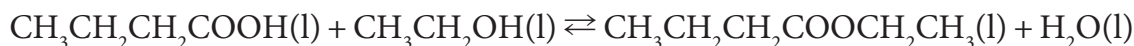
[1 punt]

DADA: Constant de Faraday: $F = 9,65 \times 10^4 C (mol e^-)^{-1}$.

3. Molts èsters tenen una aroma característica i, per aquesta raó, es fan servir freqüentment com a aromatitzants artificials i additius alimentaris. Un d'aquests èsters és el butanoat d'etil, anomenat habitualment *butirat d'etil*, que té una aroma semblant a la de la pinya tropical. El podem obtenir per reacció entre l'àcid butanoic i l'etanol, d'acord amb l'equació química següent:



Butirat d'etil



La constant d'equilibri, K_c , d'aquesta reacció té un valor de 4,0 a la temperatura de 50 °C. Un recipient conté una mescla formada per 0,40 mol d'àcid butanoic, 0,40 mol d'etanol, 0,50 mol de butanoat d'etil i 0,50 mol d'aigua.

- a) Justifiqueu, a partir dels càlculs necessaris, per què aquesta mescla no està en equilibri a 50 °C. Quines seran les quantitats (en mols) de cada compost quan la mescla assoleixi l'equilibri?

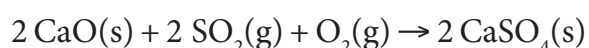
[1 punt]

- b) Volem millorar el rendiment de la reacció d'obtenció de l'èster i ens proposem aplicar alguna de les tres estratègies següents: augmentar la pressió, afegir-hi una substància higroscòpica o afegir-hi més quantitat d'alcohol. Expliqueu raonadament si amb cadascuna de les estratègies aconseguirem l'objectiu que ens proposem o no.

[1 punt]

NOTA: Les substàncies higroscòpiques són substàncies que absorbeixen aigua, tant en forma de vapor com en forma líquida, de l'ambient que les envolta.

4. L'òxid de calci o calç viva és un compost inorgànic molt important en l'àmbit industrial. En el control de la contaminació s'utilitza per a eliminar el diòxid de sofre generat en algunes centrals elèctriques mitjançant la reacció següent:



- a) En una central elèctrica s'eliminen, cada minut, 447 g de diòxid de sofre. Calculeu la calor que s'alliberarà per minut en el procés d'eliminació del diòxid de sofre amb calç viva si es produeix a una pressió constant d'1 atm i una temperatura de 298 K.

[1 punt]

- b) En el cas que el procés es produís a volum constant, justifiqueu si s'alliberaria una quantitat de calor superior, inferior o igual.

[1 punt]

DADES: Masses atòmiques relatives: O = 16; S = 32.

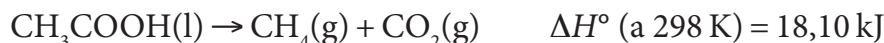
Entalpies estàndard de formació, a 298 K:

$$\Delta H_f^\circ(\text{CaO}, \text{s}) = -635,1 \text{ kJ mol}^{-1}; \Delta H_f^\circ(\text{SO}_2, \text{g}) = -296,4 \text{ kJ mol}^{-1};$$

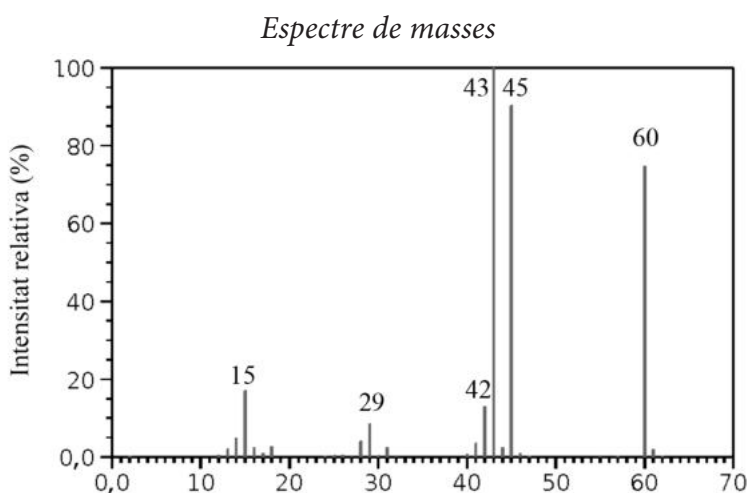
$$\Delta H_f^\circ(\text{CaSO}_4, \text{s}) = -1 432,7 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

Constant universal dels gasos ideals: $R = 8,31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

5. El biogàs és una mescla de metà i diòxid de carboni que podem obtenir a partir de les reaccions metabòliques dels bacteris metanògens. Aquests bacteris duen a terme diverses reaccions per a descompondre la matèria orgànica, l'última de les quals és la transformació següent de l'àcid acètic:



- a) Una granja es planteja instal·lar una planta d'obtenció de biogàs a partir d'àcid acètic i dubta de l'espontaneïtat d'aquest procés. A partir dels càlculs necessaris, indiqueu si aquesta reacció d'obtenció de biogàs és espontània en condicions estàndard i a 298 K. [1 punt]
- b) Per controlar el procés d'obtenció del biogàs hem enregistrat l'espectre de masses d'un dels tres compostos que intervenen en la reacció. Quina magnitud es representa en l'eix de les abscisses d'un espectre de masses? Identifiqueu el compost i indiqueu a què poden ser deguts els tres pics de més intensitat que apareixen en l'espectre. [1 punt]



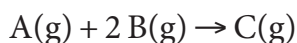
DADES: Entropies estàndard, a 298 K:

$$S^\circ (\text{CH}_3\text{COOH}, \text{l}) = 159,8 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}; S^\circ (\text{CO}_2, \text{g}) = 213,7 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1};$$

$$S^\circ (\text{CH}_4, \text{g}) = 187,9 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}.$$

Masses atòmiques relatives: H = 1; C = 12; O = 16.

6. Conèixer la velocitat d'una reacció química i determinar de què depèn és molt útil quan es dissenya el procés de fabricació d'una substància nova. Els enginyers químics han de cercar, en cada cas, com es pot millorar el rendiment d'una reacció, però també com es pot accelerar la reacció. En un reactor, a volum constant i a la temperatura de 60 °C, s'ha fet un estudi de la cinètica de la reacció següent:



Les dades experimentals obtingudes demostren que la reacció és de primer ordre respecte de A i d'ordre zero respecte de B.

- a) Escriviu l'equació de velocitat de la reacció. Calculeu la constant de velocitat d'aquesta reacció a 60 °C si, per a una concentració inicial del reactiu A d' $1,6 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ i del reactiu B de $4,4 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$, la velocitat inicial de la reacció és $4,1 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$. La velocitat de la reacció es mantindrà, disminuirà o augmentarà quan hauran transcorregut uns quants minuts després de l'inici de la reacció? Justifiqueu la resposta. [1 punt]
- b) Què és un *catalitzador*? Expliqueu com actua un catalitzador en una reacció química a partir del model de l'estat de transició. [1 punt]

7. Un dels rius principals que subministren aigua a la ciutat de Barcelona és el riu Llobregat. En una analítica rutinària de l'aigua d'aquest riu obtenim les dades següents:

Paràmetres	Valors
pH	7,45
ions clorur, Cl^- (mg L^{-1})	298
ions sulfat, SO_4^{2-} (mg L^{-1})	207
ions calci, Ca^{2+} (mg L^{-1})	128
ions magnesi, Mg^{2+} (mg L^{-1})	41,9
ions sodi, Na^+ (mg L^{-1})	87,4

- a) Omplim un tub d'assaig, fins a la meitat, amb aigua del riu Llobregat a 298 K. Tot seguit, hi afegim, gota a gota, una solució concentrada de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ fins que comença a aparèixer una mica de precipitat. Justifiqueu, numèricament, si aquest precipitat és PbCl_2 o PbSO_4 .
[1 punt]
- b) Omplim un altre tub d'assaig, fins a la meitat, amb aigua del riu Llobregat i hi afegim, gota a gota, una solució de NaOH per augmentar-ne la basicitat i fer precipitar els hidròxids metàl·lics insolubles. Quan el pH és 12,6, comença a precipitar l'hidròxid de calci. Quin valor té la constant del producte de solubilitat d'aquest hidròxid a 298 K?
[1 punt]

DADES: Masses atòmiques relatives: O = 16; S = 32; Cl = 35,5; Ca = 40.

Constants del producte de solubilitat, a 298 K:

$$K_{\text{ps}}(\text{PbCl}_2) = 1,6 \times 10^{-5}; K_{\text{ps}}(\text{PbSO}_4) = 1,6 \times 10^{-8}.$$

Constant d'ionització de l'aigua, a 298 K: $K_w = 1,0 \times 10^{-14}$.