Generalitat de Catalunya
Consell Interuniversitari de Catalunya
Oficina d'Accés a la Universitat

2021

Proves d'accés a la universitat

Química

Sèrie 1

Qualificació			TR
Qüestions	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
Suma de notes parcials			
Qualificació final			

Etiqueta de l'alumne/a

Ubicació del tribunal .....

Número del tribunal .....

Etiqueta de qualificació

Etiqueta del corrector/a

Responeu a QUATRE de les set qüestions següents. En el cas que respongueu a més qüestions, només es valoraran les quatre primeres.

Cada qüestió val 2,5 punts.

1. El monòxid de dinitrogen o òxid nitrós (N_2O) és conegut com a *gas hilarant* o *gas del riure*. El fan servir els dentistes com a agent sedant, segur i eficaç, per a aconseguir que el pacient se senti més còmode i relaxat durant determinats procediments dentals. En certes condicions, aquest òxid es pot descompondre segons la reacció següent:

$$2\,N_2O(g) \rightarrow 2\,N_2(g) + O_2(g) \quad \Delta H^\circ\,(25\,°C) = 86{,}0\,kJ$$

a) Justifiqueu, quantitativament, que aquesta reacció no serà espontània en condicions estàndard i a 25 °C. A partir de quina temperatura ho seria, suposant que els valors d'entalpia i d'entropia estàndard no varien amb la temperatura?

[1,25 punts]

b) La descomposició en fase gasosa de l'òxid nitrós es produeix mitjançant el mecanisme de reacció següent, que consta de dues etapes elementals:

Etapa 1 (lenta): $N_2O \rightarrow N_2 + O$

Etapa 2 (ràpida): $N_2O + O \rightarrow N_2 + O_2$

Dibuixeu, d'una manera aproximada, un gràfic de l'energia respecte a la coordenada de reacció; indiqueu en el gràfic les energies d'activació, els estats de transició i la variació d'entalpia de la reacció global. A partir de les etapes del mecanisme de reacció, justifiqueu que la reacció global és de primer ordre.

[1,25 punts]

DADES: Entropies estàndard absolutes a 25 °C:

$S^\circ\,(N_2) = 191{,}6\,J\,K^{-1}\,mol^{-1}$; $S^\circ\,(O_2) = 205{,}2\,J\,K^{-1}\,mol^{-1}$;

$S^\circ\,(N_2O) = 220{,}0\,J\,K^{-1}\,mol^{-1}$.

2. El 14 de gener de 2020 es va produir una gran explosió en una indústria de Tarragona dedicada a la fabricació d'òxid d'etilè. Aquest producte químic s'obté a partir de l'oxidació de l'etilè amb un excés d'oxigen, emprant plata com a catalitzador, segons l'equació química següent:

$$2\,C_2H_4(g) + O_2(g) \underset{}{\overset{Ag(s)}{\rightleftarrows}} 2\;\; C_2H_4O(g) \qquad \Delta H^{o}\,(\text{a } 298\text{ K}) = -210\text{ kJ}$$

a) En un reactor d'1,00 L, i a la temperatura de 298 K, aconseguim obtenir 0,51 mol d'òxid d'etilè fent reaccionar 2,5 mol d'etilè i 1,0 mol d'oxigen en presència de plata. Determineu el valor de la constant d'equilibri en concentracions (K_c) a 298 K. Digueu si el valor de la constant d'equilibri en pressions (K_p) és igual o diferent que el valor de la constant d'equilibri en concentracions a 298 K, i justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

b) Tindrem un rendiment de la reacció més favorable si la duem a terme en un reactor d'1,00 L i a la temperatura de 400 K? I si la duem a terme en un reactor de 0,50 L i a la temperatura de 298 K? Si mantenim el volum i la temperatura del reactor (1,00 L i 298 K), però no hi introduïm plata, disminuiria la concentració d'òxid d'etilè quan s'assolís l'equilibri? Raoneu les respostes.

[1,25 punts]

DADA: Constant dels gasos ideals: $R = 8{,}31\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1} = 0{,}082\text{ atm L K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$.

3. Per a tractar i conservar l'aigua d'una piscina, podem emprar un equip comercial de depuració que consisteix en un sistema de filtració al qual s'afegeix un aparell de cloració salina que obté clor per mitjà de l'electròlisi d'un producte ben natural com la sal comuna (clorur de sodi).

a) A partir de l'electròlisi del clorur de sodi en solució aquosa obtenim clor gasós a l'ànode, mentre que al càtode l'aigua forma hidrogen gasós i ions hidroxil. Escriviu i igualeu les semireaccions que tenen lloc a cada elèctrode, així com la reacció global d'aquest procés electrolític. Indiqueu les polaritats de cada elèctrode.

[1,25 punts]

b) Un aparell comercial de cloració salina, adient per a una piscina que conté 50 m^3 d'aigua, genera 0,24 mg L^{-1} de clor cada hora. Quina intensitat de corrent ha de passar per la cel·la electrolítica?

[1,25 punts]

DADES: Massa atòmica relativa: Cl = 35,45.
Constant de Faraday: $F = 9{,}65 \times 10^4$ C mol^{-1}.
1 dm^3 = 1 L.

4. La taula periòdica actual està ordenada pel nombre atòmic dels elements químics i ens aporta dades de propietats com ara el radi atòmic o iònic, l'energia d'ionització, l'afinitat electrònica o l'electronegativitat dels elements, que varien d'una manera regular en un grup o en un període.

a) Definiu els termes *nombre atòmic*, *energia d'ionització*, *afinitat electrònica* i *electronegativitat* d'un element químic.

[1,25 punts]

b) La primera energia d'ionització de tres elements químics és 418 kJ mol^{-1}, 497 kJ mol^{-1} i 736 kJ mol^{-1}. Sabem que aquests valors corresponen al magnesi, al potassi i al sodi, però desconeixem quin valor correspon a cadascun. Escriviu la configuració electrònica dels tres elements i justifiqueu quin valor de l'energia d'ionització assignaríeu al magnesi i quin al sodi. Compareu raonadament el radi de l'àtom de Na amb el de l'ió Na^+.

[1,25 punts]

DADES: Nombres atòmics: $Z(Na) = 11$; $Z(Mg) = 12$; $Z(K) = 19$.

5. En una activitat duta a terme al laboratori per a estudiar la solubilitat de diferents carbonats metàl·lics, un grup d'estudiants realitza l'experiment següent: transfereixen a un vas de precipitats 20 mL d'una solució de $CaCl_2$ $1{,}0 \times 10^{-2}$ mol L^{-1}; lentament, mentre escalfen una mica la solució, hi afegeixen 80 mL d'una solució de Na_2CO_3 $2{,}0 \times 10^{-3}$ mol L^{-1}. Ho remenen bé, ho deixen refredar fins a la temperatura ambient (19 °C) i observen que s'ha format un precipitat de color blanc de carbonat de calci.

a) Justifiqueu, a partir dels càlculs necessaris, la formació del precipitat. Considereu additius els volums de les solucions aquoses.

[1,25 punts]

b) Mitjançant un procés de filtració, els estudiants separen el precipitat de carbonat de calci de la solució aquosa. D'aquesta solució, en fan quatre parts i les col·loquen en tubs d'assaig. Afegeixen al primer tub una solució de Na_2CO_3, al segon una solució de $Ca(NO_3)_2$, al tercer una solució d'àcid clorhídric, i al quart tub no hi afegeixen res, però l'escalfen fins a 70 °C. Expliqueu raonadament si en algun dels quatre tubs hi apareix un precipitat de carbonat de calci.

[1,25 punts]

DADES: Producte de solubilitat del carbonat de calci a 19 °C: $K_{ps} = 4{,}8 \times 10^{-9}$.
Entalpia de dissolució del carbonat de calci a 19 °C: $\Delta H° < 0$.

6. L'etí (C_2H_2), anomenat habitualment *acetilè*, és l'alquí més senzill que existeix i n'és ben coneguda la utilització en equips de soldadura. En aquest procés, es poden unir les vores de dues peces metàl·liques a la temperatura de fusió (aproximadament, 3 200 °C) mitjançant la calor que genera la flama formada per la combustió de l'acetilè amb oxigen.

a) Escriviu i igualeu la reacció de combustió de l'acetilè gasós. Quina quantitat de calor es desprendrà en cremar, a pressió constant, 100 L d'acetilè amb 500 L d'oxigen, ambdós gasos mesurats a 1,0 atm i 298 K?

[1,25 punts]

NOTA: Suposeu que en la reacció de combustió es forma aigua en estat líquid i diòxid de carboni en estat gasós.

b) Calculeu l'entalpia estàndard de formació de l'acetilè gasós a 298 K. Raoneu si es desprèn més calor en la formació d'un mol d'acetilè a pressió constant o a volum constant.

[1,25 punts]

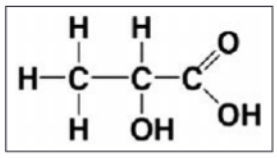
DADES: Entalpia estàndard de combustió de l'acetilè a 298 K (per mol de substància que es crema): $\Delta H_c° = -226{,}0\ \text{kJ mol}^{-1}$.

Constant dels gasos ideals: $R = 0{,}082\ \text{atm L K}^{-1}\ \text{mol}^{-1} = 8{,}31\ \text{J K}^{-1}\ \text{mol}^{-1}$.

Entalpies estàndard de formació a 298 K:

$\Delta H_f°\ (CO_2, g) = -393{,}8\ \text{kJ mol}^{-1}$; $\Delta H_f°\ (H_2O, l) = -285{,}8\ \text{kJ mol}^{-1}$.

7. En l'elaboració casolana del iogurt a partir de la llet s'utilitzen bacteris, com el *Lactobacillus bulgaricus,* que produeixen àcid làctic, un àcid orgànic monopròtic.



Fórmula química de l'àcid làctic

a) Un iogurt conté 8,1 g/L d'àcid làctic. Calculeu el pH del iogurt a 25 °C, considerant que l'únic àcid present i responsable de la seva acidesa és l'àcid làctic.

[1,25 punts]

b) Podem determinar la quantitat d'àcid làctic en un iogurt per volumetria emprant hidròxid de sodi 0,100 M com a solució valorant. En primer lloc, afegim aigua a una quantitat coneguda de iogurt; en segon lloc, ho agitem per a homogeneïtzar-ho, i, finalment, iniciem el procés de valoració.

— Escriviu la reacció de valoració.

— Expliqueu com realitzaríeu al laboratori aquesta valoració, i indiqueu el material i altres substàncies que utilitzaríeu.

[1,25 punts]

DADES: Masses atòmiques relatives: H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0.
Constant d'acidesa de l'àcid làctic a 25 °C: $K_a = 1{,}25 \times 10^{-4}$.

Etiqueta de l'alumne/a

Institut d'Estudis Catalans

L'Institut d'Estudis Catalans ha tingut cura de la correcció lingüística i de l'edició d'aquesta prova d'accés