



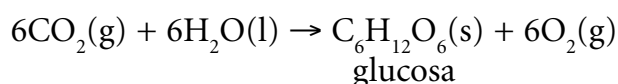
Proves d'accés a la Universitat. Curs 2006-2007

Química

Sèrie 3

Contesteu les preguntes 1, 2, 3, i la 4 i la 5 d'UNA de les dues opcions (A o B). En cap cas podeu fer un exercici de l'opció A i un altre de l'opció B.

1. A través de la fotosíntesi, els vegetals fabriquen sucres a partir de l'aigua i el diòxid de carboni de l'aire segons la reacció simplificada següent:



- 1.1. Calculeu la ΔH° d'aquesta reacció.

[0,5 punts]

- 1.2. Calculeu la ΔS° d'aquesta reacció i argumenteu, fent servir criteris termodinàmics, per què és impossible que els vegetals puguin dur a terme la fotosíntesi en condicions estàndard a 25 °C sense una aportació d'energia des d'una font externa.

[0,5 punts]

- 1.3. La combustió regulada dels sucres és la font d'energia més important en els éssers vius. Calculeu la ΔH corresponent a la combustió de 25,00 g de glucosa, en condicions estàndard a 25 °C, i raoneu si la combustió de la glucosa serà un procés espontani o no des d'un punt de vista termodinàmic. Expliqueu per què la glucosa no entra en combustió d'una manera espontània.

[1 punt]

DADES: Massa molecular de la glucosa = 180,0.

Temperatura = 25 °C	$\text{CO}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s})$	$\text{O}_2(\text{g})$
$\Delta H_f^\circ / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	-393,5	-285,9	-1274,4	
$S_M^\circ / \text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	213,7	69,9	212,0	205,1

2. L'àcid acètic és un àcid monopròtic feble que prové de l'oxidació de l'etanol (alcohol etílic) i es troba en el vinagre de vi.

Valorem 15 mL d'una solució d'àcid acètic amb una solució de NaOH 0,860 M, i la corba de valoració obtinguda és la que es representa en la figura.

- 2.1. Calculeu la molaritat de la solució d'àcid acètic.

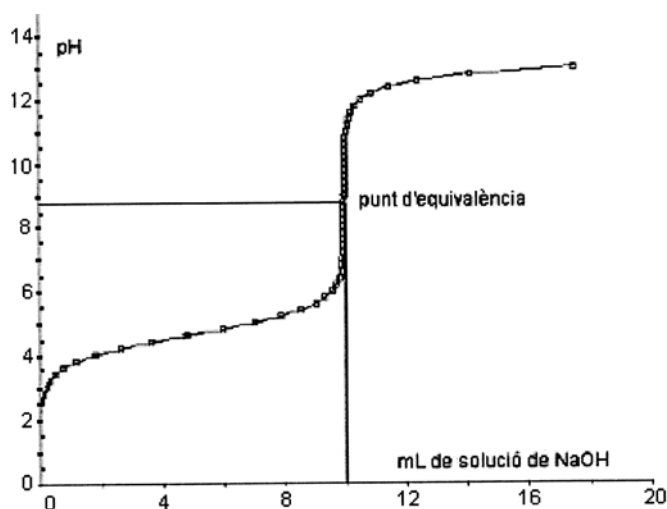
[0,4 punts]

- 2.2. Observeu la corba, indiqueu el pH de la solució d'àcid acètic i calculeu el grau d'ionització de l'àcid en aquesta solució.

[0,8 punts]

- 2.3. Calculeu la constant d'acidesa, K_a , de l'àcid acètic.

[0,8 punts]



3. La síntesi de l'amoníac pel procés de Haber-Bosch ve expressada per la reacció següent:



En un recipient de 2 L i a 400 K es troben en equilibri 0,80 mol d'amoníac, 0,40 mol de nitrogen i 0,50 mol d'hidrogen.

- 3.1 Calculeu la constant d'equilibri K_c de la reacció a 400 K.

[0,6 punts]

- 3.2. Establiu la geometria molecular de l'amoníac, raoneu el valor previsible del seu angle d'enllaç i argumenteu, a partir de la polaritat de la molècula, si l'amoníac serà soluble en aigua o no.

[1 punt]

- 3.3. L'any 1918, donada la importància industrial de l'amoníac, Haber fou guardonat amb el Premi Nobel de Química pel procés de síntesi que du el seu nom. Indiqueu els principals usos i aplicacions industrials de l'amoníac.

[0,4 punts]

DADES: H($Z = 1$); N($Z = 7$); O($Z = 8$).

Opció A

4. Quan es fa l'electròlisi en una solució d'una sal soluble d'un metall divalent, fent passar un corrent de 3,00 A durant cinc hores, es dipositen 18,29 g de metall.

4.1. Calculeu la massa atòmica del metall.

[1 punt]

4.2. Indiqueu el nom de l'elèctrode on es diposita el metall, escriviu la reacció que hi té lloc i raoneu si es tracta d'una oxidació o d'una reducció.

[0,5 punts]

4.3. Tenint present el que representa la constant de Faraday, calculeu, expressant el resultat en coulombs, la càrrega de l'ió divalent del metall.

[0,5 punts]

DADES: Constant de Faraday = $F = 96\,500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$; $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$.

5. Responen a les qüestions següents:

5.1. Escalfem el gas d'un cilindre metàl·lic vertical dotat d'un pistó de 3 kN de pes i el pistó es desplaça 20 cm. Considerant que la calor absorbida pel gas ha estat de 40 J, calculeu la variació d'energia interna del gas.

[0,5 punts]

5.2. Quin significat físic té l'energia interna d'un sistema?

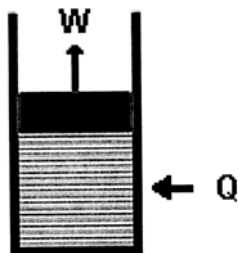
[0,5 punts]

5.3. Què vol dir que l'energia interna és una funció d'estat?

[0,5 punts]

5.4. Es pot determinar l'energia interna d'un sistema? Raoneu la resposta.

[0,5 punts]



Opció B

4. Atesa l'abundància en l'aigua de mar, on majoritàriament es troba en forma de clorur, el magnesi és un element pràcticament inesgotable. A la mar Morta, per exemple, amb unes aigües amb un elevat contingut en sals minerals, la concentració de Mg^{2+} és $44,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

4.1. A 25°C anem afegint, gota a gota, a 1 L d'aigua procedent de la mar Morta, una solució concentrada d'hidròxid de sodi fins a arribar a un $\text{pH} = 12,0$. Considerant que el volum de la solució afegida és negligible, calculeu la molaritat de l'ió Mg^{2+} a aquest pH i la massa d'hidròxid de magnesi que haurà precipitat.

[1,5 punts]

4.2. Expliqueu com podríeu dissoldre, mitjançant procediments químics, un precipitat d'hidròxid de magnesi. Escriuiu la reacció corresponent.

[0,5 punts]

DADES: K_{ps} (hidròxid de magnesi, 25°C) = $3,4 \cdot 10^{-11}$.

Masses atòmiques: H = 1,0; O = 16,0; Mg = 24,3.

5. Qüestions d'elecció múltiple.

De les quatre qüestions següents, trieu l'ÚNICA resposta que considereu vàlida (no cal justificar-la).

Escriviu les respostes directament en el quadern. Indiqueu el número de la qüestió i, al costat, la lletra que precedeix la resposta que considereu correcta (*a*, *b*, *c* o *d*).

[0,5 punts per cada resposta correcta; -0,17 punts per cada resposta incorrecta. Per les qüestions no contestades no hi haurà cap descompte.]

- 5.1. En les depilacions amb cera es diu que, encara que estiguin a la mateixa temperatura, les cremades provocades per la cera líquida són més doloroses que les provocades per la cera sòlida. Considerant que la cera de depilació presenta un comportament semblant al d'una substància pura, podem dir que:
- a) l'afirmació no és certa, perquè les dues substàncies estan a la mateixa temperatura.
 - b) l'afirmació és certa, perquè la cera líquida és menys densa que la sòlida.
 - c) l'afirmació no és certa, perquè els líquids es refreden més ràpidament que els sòlids.
 - d) l'afirmació és certa, perquè els processos de solidificació són exotèrmics.
- 5.2. Considerant la naturalesa dels enllaços intermoleculars que s'estableixen en cada cas, l'ordre de major a menor temperatura d'ebullició dels compostos següents en estat líquid és:
- a) etanol, H_2O , metà, butà.
 - b) H_2O , etanol, butà, metà.
 - c) metà, H_2O , butà, etanol.
 - d) metà, etanol, butà, H_2O .
- 5.3. Pel que fa a l'energia d'ionització,
- a) augmenta a mesura que augmenta el nombre atòmic de l'element.
 - b) disminueix a mesura que augmenta el nombre atòmic de l'element.
 - c) en el cas dels metalls alcalins augmenta a mesura que augmenta el nombre atòmic de l'element.
 - d) en el cas dels halògens disminueix a mesura que augmenta el nombre atòmic de l'element.
- 5.4. Indiqueu la resposta **incorrecta** de les afirmacions següents:
Un catalitzador és una substància química que intervé en una reacció
- a) incrementant-ne la velocitat.
 - b) rebaixant-ne l'energia d'activació.
 - c) rebaixant-ne l'energia de Gibbs.
 - d) proporcionant un mecanisme alternatiu perquè la reacció evolucioni de manera més ràpida.



SÈRIE 3

Com a norma general, tingueu en compte que un error no s'ha de penalitzar dues vegades. Si un apartat necessita un resultat anterior i aquest és erroni, cal valorar la resposta independentment del valor numèric, fixant-se en el procediment de resolució (sempre que, evidentment, els valors emprats i/o els resultats no siguin absurds)

1. Valoració de l'àcid acètic:

1.1 $\Delta H^0_{\text{reacció}} = -1274,4 - (-393,5 \cdot 6) - (-285,9 \cdot 6) = 2802,0 \text{ kJ}$ [0,5 punts]

1.2 La reacció tindrà una $\Delta S^0_{\text{reacció}}$ negativa, atès que en el decurs de la reacció hi ha un guany en l'ordre molecular.

Càlcul de $\Delta S^0_{\text{reacció}} = 212 + (6 \times 205,1) - (6 \times 213,7) - (6 \times 69,9) = -259 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

Com que la reacció presenta una $\Delta S^0_{\text{reacció}}$ negativa i a més és endotèrmica, aquesta reacció no serà espontània en les condicions considerades.

Per a que tingui lloc, caldrà una aportació d'energia al sistema (energia lumínica).

[0,5 punts]

1.3 Combustió de 25 g de glucosa,

$$25,00 \text{ g glucosa} \cdot \frac{1 \text{ mol glucosa}}{180,0 \text{ g glucosa}} \cdot \frac{-2802 \text{ kJ}}{1 \text{ mol glucosa}} = -389 \text{ kJ}$$

[0,5 punts]

1.4 La reacció de combustió de la glucosa serà termodinàmicament espontània en les condicions estàndard (reacció inversa a la de l'enunciat).

Des d'un punt de vista cinètic, la velocitat d'aquesta reacció a 25 °C és pràcticament nul·la. Això es deu a que presenta una elevada energia d'activació.

En les reaccions químiques una cosa són els criteris termodinàmics (possibilitat o no de que es doni una reacció en determinades condicions) i l'altre els aspectes cinètics relacionats amb la velocitat amb la que succeeixen les reaccions.

[0,5 punts]

2.1 Càlcul de la molaritat de l'àcid acètic.

$$0,015 \text{ mL} \cdot x \text{ mol/L} = 0,010 \text{ L} \cdot 0,860 \text{ M}$$

$$x = 0,573 \text{ mol/L} = 0,573 \text{ M}$$

[0,4 punts]

2.2 pH de la dissolució = pH inicial = 2,5

[0,3 punts]

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2,5} = 3,16 \cdot 10^{-3} \quad ; \quad [\text{H}^+] = 3,16 \cdot 10^{-3} \text{ M} = 0,573 \text{ M} \cdot \alpha \quad ; \quad \alpha = 5,5 \cdot 10^{-3}$$

[0,5 punts]

2.3 Càlcul de la constant àcida

Expressió de la constant àcida:

[0,3 punts]

$$K_a = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{[\text{H}^+]^2}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_0 - [\text{H}^+]} = \frac{[3,16 \cdot 10^{-3}]^2}{[0,573] - [3,16 \cdot 10^{-3}]} = 1,75 \cdot 10^{-5}$$

Resultat numèric correcte:

[0,5 punts]

3 Equilibri de gasos:

3.1 Càlcul de la constant d'equilibri, K_c :



Mols (n_i) i concentracions molars ($n_i/2$) en l'equilibri:

	H_2	N_2	NH_3
n_i	0,50	0,40	0,80
molaritat	0,25	0,20	0,40

$$K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{H}_2]^3 \cdot [\text{N}_2]} = \frac{[0,40]^2}{[0,25]^3 \cdot [0,20]} = 51,2$$

[0,6 punts]

3.2 Geometria: piràmide de base triangular
Angle d'enllaç previsible: proper als 109°

[0,3 punts]

[0,3 punts]

Polaritat: molècula polar (moment dipolar resultant diferent de zero)
Soluble en aigua, atès que l'aigua posseeix també una molècula polar.

[0,2 punts]

[0,2 punts]

- 3.3 Usos de l'amoníac:
- 1- fabricació d'adobs (font de nitrogen)
 - 2- matèries primeres per a explosius (p.e. KNO_3)
 - 3- fabricació de productes orgànics nitrogenats (p.e. amines)
 - 4- fabricació de productes de neteja per a la llar (desengreixants)
 - 5- fluid refrigerant (actualment substituït per altres substàncies)
 - 6- calmant tòpic de la irritació per picades d'insectes etc.

per cada us citat [0,2 punts]

indicant 2 usos ja s'obté la màxima puntuació de l'apartat

[0,4 punts]

OPCIÓ A

4A Electròlisi d'una sal

Càlcul de la massa atòmica del metall

Per calcular la massa atòmica del metall, començarem calculant la càrrega passada per la cel·la electrolítica i, a partir d'ella, el nombre de mols de metall dipositats (suposat un rendiment del procés del 100%).

Conegut el nombre de mols de metall dipositats i la massa corresponent, el càlcul de la massa d'un mol (massa atòmica) resulta immediat.

Càlcul de la càrrega passada:

$$\text{càrrega} = 3 \frac{\text{coulombs}}{\text{s}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ hora}} \cdot 5 \text{ hores} = 54000 \text{ coulombs}$$

[0,4 punts]

Càlcul del nombre de mols de metall:

$$54000 \text{ coulombs} \cdot \frac{1 \text{ mol } e}{96500 \text{ coulombs}} \cdot \frac{1 \text{ mol metall}}{2 \text{ mols electrons}} = 0,28 \text{ mols de metall}$$

[0,4 punts]

Càlcul de la massa atòmica:

$$1 \text{ mol de metall} \cdot \frac{18,29 \text{ g metall}}{0,28 \text{ mols metall}} = 65,3 \text{ g}$$

[0,2 punts]

4.2 Nom de l'elèctrode on es diposita el metall i reacció:

El metall es diposita en el càtode, que és cap on en les electròlisis es dirigeixen els cations.

[0,20 punts]

La reacció que hi té lloc és: $\text{Me}^{2+} (\text{aq}) + 2 e \rightarrow \text{Me} (\text{s})$

[0,20 punts]

Es tracta d'una reducció (disminució de l'estat d'oxidació de l'element)

[0,10 punts]

4.4 Càlcul de la càrrega elèctrica en coulombs del catió divalent:

La càrrega del catió és el doble de la càrrega de l'electró:

$$\text{Càrrega de l'electró} = F/N_A = 96500 / 6,022 \cdot 10^{23} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

[0,25 punts]

$$\text{Càrrega del catió} = 2 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 3,20 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

[0,25 punts]

5A Energia interna:

5.1 A partir del primer principi de la termodinàmica tenim: $\Delta U = q + w$

calor = $q = 40 \text{ J}$ (positiu per ser absorbit pel sistema)

treball = $w = F \cdot d = - 3000 \text{ N} \cdot 0,2 \text{ m} = - 600 \text{ J}$ (negatiu per ser un treball donat pel sistema)

$\Delta U = q + w = 40 - 600 = - 560 \text{ J}$ (el sistema ha rebaixat la seva energia interna)

[0,5 punts]

5.2 Significat de l'energia interna: energia que el sistema pot donar sota la forma d'un treball o una calor (o emmagatzemar quan sobre ell es fa un treball o s'aplica una calor). Correspon a la suma de les energies de les partícules que integren el sistema.

[0,5 punts]

5.3 L'energia interna d'un sistema és una funció d'estat per què la seva variació al llarg d'una transformació tan sols depèn de les característiques dels estats inicial i final de la transformació i no es veu afectada per la via o camí per on ha tingut lloc l'esmentada transformació.

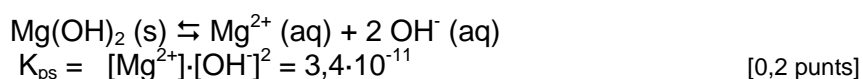
[0,5 punts]

5.4 En termodinàmica no resulta possible determinar l'energia interna d'un sistema en un determinat estat. Tan sols resulta possible determinar la variació d'aquesta magnitud d'estat al llarg d'una transformació del sistema.

[0,5 punts]

OPCIÓ B**4B Equilibri de precipitació:**4.1 Càlcul de la $[\text{OH}^-]$ a $\text{pH} = 12,0$:

$$[\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-2} = 0,01 \text{ M} \quad [0,2 \text{ punts}]$$

Expressió del K_{ps} Molaritat del Mg^{2+} a $\text{pH} = 12,0$

$$K_{\text{ps}} = [\text{Mg}^{2+}] \cdot [0,01]^2 = 3,4 \cdot 10^{-11}$$

$$[\text{Mg}^{2+}] = 3,4 \cdot 10^{-7} \text{ M} \quad [0,4 \text{ punts}]$$

Massa de Mg(OH)_2 precipitada en el si d'1 litre d'aigua de mar:1 litre d'aigua: mols de Mg^{2+} que queden en dissolució: $3,4 \cdot 10^{-7}$ mols

$$\text{mols de } \text{Mg}^{2+} \text{ que hi havia abans de la precipitació:}$$

$$44,0 / 24,3 = 1,81 \text{ mols}$$

Balanç de matèria ben plantejat i resolt: [0,4 punts]

D'aquesta manera, l'hidròxid de magnesi precipitat serà:

$$1,81 \text{ mols de } \text{Mg}^{2+} \cdot \frac{1 \text{ mol } \text{Mg(OH)}_2}{1 \text{ mols de } \text{Mg}^{2+}} \cdot \frac{58,3 \text{ g } \text{Mg(OH)}_2}{01 \text{ mol } \text{Mg(OH)}_2} = 105,5 \text{ g } \text{Mg(OH)}_2$$

[0,3 punts]

4.2 En l'enunciat es diu que en l'aigua de mar el magnesi es troba, principalment, sota la forma de clorur. Per aquesta raó, podem solubilitzar l'hidròxid de magnesi tractant-lo amb una dissolució d'HCl i formar la sal soluble corresponent:

**5B Respostes a les preguntes (no cal justificació)**

- | | | |
|-----|------------------------|-------------|
| 5.1 | resposta correcta: (d) | [0,5 punts] |
| 5.2 | resposta correcta: (b) | [0,5 punts] |
| 5.3 | resposta correcta: (d) | [0,5 punts] |
| 5.4 | resposta correcta: (c) | [0,5 punts] |