



PAU. Curs 2005-2006

Contesteu a les preguntes 1, 2 i 3,
i a la 4 i la 5 d'una de les dues opcions: A o B.

1. A 25 °C una dissolució saturada d'hidròxid de calci té un pH = 12,35.
- a) Calculeu la solubilitat de l'hidròxid de calci a 25° C i expresseu el resultat en g dm⁻³. [1 punt]
 - b) Calculeu el K_{ps} de l'hidròxid de calci a 25 °C. [0,6 punts]
 - c) Expliqueu com podríeu dissoldre un precipitat d'hidròxid de calci. [0,4 punts]

Dades: Ca = 40,08; H = 1,01; O = 16,00

2. A 25 °C disposem 2,20 g de iodur d'hidrogen gasós a dins d'un reactor d'1 litre de capacitat. A continuació escalfem el sistema fins a 725 K, temperatura a què el iodur d'hidrogen es descompon parcialment formant hidrogen i iode gasós.
- a) Escriviu la reacció associada a l'equilibri de descomposició del iodur d'hidrogen. [0,25 punts]
 - b) Calculeu la pressió en pascals exercida pel iodur d'hidrogen gasós a 25 °C abans de descompondre's. [0,4 punts]
 - c) Considerant que un cop assolit l'equilibri a 725 K queden a dins del reactor encara 1,72 g de iodur d'hidrogen sense descompondre, calculeu el nombre de mols de cadascuna de les espècies en equilibri. [0,75 punts]
 - d) Calculeu el valor de K_c a 725 K. [0,6 punts]

Dades: $R = 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Masses atòmiques: I = 126,90; H = 1,01

3. A 25 °C es té una dissolució 0,100 M d'àcid acètic en la qual l'àcid es troba ionitzat un 1,3%.
- a) Calculeu el pH d'aquesta dissolució. [0,4 punts]
 - b) Calculeu el valor de K_a a 25 °C. [0,4 punts]
 - c) Calculeu el volum d'una dissolució 0,250 M d'hidròxid de potassi necessari per valorar 50 mL de la dissolució d'àcid acètic. [0,4 punts]
 - d) Detallant el procediment seguit, els materials i l'indicador emprats, expliqueu com faríeu al laboratori la valoració de l'apartat anterior. [0,8 punts]

4. En la indústria, l'electròlisi del clorur de sodi en fusió permet l'obtenció de sodi metàl·lic i clor gasós.

Es fa circular durant una hora un corrent elèctric de 195 kA per una cel·la electro-lítica industrial que conté clorur de sodi fos.

- a) Escriviu les reaccions que tenen lloc a l'ànode i al càtode de la cel·la. [0,5 punts]
- b) Calculeu els mols d'electrons que han circulat per la cel·la. [0,5 punts]
- c) Calculeu les masses de sodi i de clor gasós que s'obtenen en l'electròlisi. [1 punt]

Dades: Na = 23,0; Cl = 35,5
F = 96 485 C mol⁻¹

5. L'energia d'ionització de l'estat fonamental del sodi és 495,8 kJ mol⁻¹.

- a) Calculeu l'energia necessària per ionitzar 10 g de sodi gasós des del seu estat fonamental. [0,5 punts]
- b) Expressau el valor de l'energia d'ionització del sodi en eV àtom⁻¹. [0,5 punts]
- c) Calculeu la longitud d'ona de la radiació capaç d'ionitzar el sodi gasós. [1 punt]

Dades: velocitat de la llum en el buit (c) = 3,000 10⁸ m s⁻¹
càrrega de l'electró (e) = 1,602 10⁻¹⁹ C
nombre d'Avogadro (N_A) = 6,022 10²³ mol⁻¹
constant de Plank (h) = 6,626 10⁻³⁴ J s
massa atòmica del Na = 23,00

Opció B

4. L'alcohol etílic (etanol) és un bon combustible que reacciona amb l'oxigen i dona diòxid de carboni i aigua.
- a) Escriviu la reacció de combustió de l'alcohol etílic i establiu les estructures de Lewis dels reactius i dels productes de la combustió. [1 punt]
- b) Calculeu la variació d'entalpia estàndard a 25 °C d'aquesta reacció fent servir les energies estàndard d'enllaç a 25 °C que s'indiquen a continuació: [1 punt]

Enllaç	C – C	C – H	C – O	O – H	O = O	C = O
Energia / kJ mol ⁻¹	413,4	414,0	351,0	462,8	401,7	711,3

Dades: nombres atòmics: H: Z = 1; C: Z = 6; O: Z = 8

5. En les quatre qüestions següents, trieu l'**única resposta** que considereu vàlida (no cal justificar-la). Cada resposta errònia descompta un 33% de la puntuació prevista per a cada pregunta. Per contra, les preguntes no contestades no tindran cap descompte.

Escriviu les vostres respostes en el quadernet de respostes, indicant el número de la pregunta i, al costat, la lletra que precedeix la resposta que considereu correcta (a, b, c o d).

[0,5 punts per qüestió encertada]

- 5.1. Un catalitzador és una substància que:
- a) modifica la velocitat de reacció sense participar en la reacció.
 - b) manté constant la seva concentració al llarg de la reacció.
 - c) fa que les reaccions alliberin més calor i siguin més exotèrmiques.
 - d) fa que les reaccions presentin una energia de Gibbs menor.
- 5.2. En la pila electroquímica $\text{Fe(s)} / \text{Fe}^{2+}(\text{aq } 1\text{M}) // \text{Cu}^{2+}(\text{aq } 1\text{M}) / \text{Cu(s)}$:
- a) els electrons viatgen del Fe cap al Cu a través de la dissolució.
 - b) els electrons viatgen del Cu cap al Fe a través de la dissolució.
 - c) el Cu^{2+} es redueix en el càtode.
 - d) el Cu^{2+} s'oxida en l'ànode.
- 5.3. Identifica l'**única resposta incorrecta** de les afirmacions següents:
- a) la *fem* d'una pila depèn de la temperatura.
 - b) la *fem* d'una pila varia amb el temps de funcionament de la pila.
 - c) la *fem* d'una pila és una constant termodinàmica.
 - d) la *fem* d'una pila depèn de les concentracions de les espècies en dissolució.
- 5.4. Una reacció química mai serà espontània si:
- a) presenta una ΔG^θ negativa.
 - b) presenta una variació d'entropia negativa.
 - c) presenta una ΔG^θ positiva.
 - d) és endotèrmica i presenta una variació d'entropia negativa.

SÈRIE 4

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. Problema de l'hidròxid de calci

- a) A partir del valor del pH es pot calcular el pOH ($14 - 12,35 = 1,65$) i la $[OH^-]$ ($10^{-1,65} M$).
D'aquesta manera s'obté: $[OH^-] = 2,24 \cdot 10^{-2} M$ [0,3 punts]
La solubilitat del $Ca(OH)_2$ és la meitat de la $[OH^-]$. Així: solubilitat = $s = 1,12 \cdot 10^{-2} M$ [0,4 punts]
Fent servir factors de conversió, expressem la solubilitat en $g L^{-1}$. $s = 0,83 g L^{-1}$ [0,3 punts]
- b) $K_{ps} = [Ca^{2+}] \cdot [OH^-]^2 = 1,12 \cdot 10^{-2} \cdot (2,24 \cdot 10^{-2})^2 = 5,62 \cdot 10^{-6}$ [0,6 punts]
- c) Els precipitats de $Ca(OH)_2$ es poden solubilitzar per addició d'un àcid com ara el HCl, HNO_3 , àcid acètic, ... que donin lloc a una sal soluble (no és el cas del H_2SO_4) o bé per l'addició d'un agent complexant (com ara l'àcid EDTA o la seva sal sòdica). Qualsevol dels dos procediments és correcte. [0,4 punts]

2. Equilibri del iodur d'hidrogen

- a) Reacció: $2 HI (g) \rightleftharpoons H_2 (g) + I_2 (g)$ [0,25 punts]
- b) Càlcul de la pressió parcial a $25^\circ C$ del HI.
Aplicant l'equació d'estat del gas ideal s'obté: $p = 4,264 \cdot 10^4 Pa$.
Es considerarà correcte el càlcul de la pressió en atmosferes. [0,4 punts]
- c) quantitat d' HI en l'equilibri = $1,345 \cdot 10^{-2} mol$; [0,25 punts]
quantitat de I_2 = quantitat d' H_2 = $1,875 \cdot 10^{-3} mol$. [0,5 punts]
- d) Càlcul de $K_c = 1,94 \cdot 10^{-2}$

$$K_c = \frac{(1,875 \cdot 10^{-3})^2}{(1,345 \cdot 10^{-2})^2} = 1,94 \cdot 10^{-2}$$

[0,6 punts]

3- Equilibri àcid base. Àcid acètic.

- a) $[H^+] = c\alpha = 0,100 \cdot 0,013 = 1,3 \cdot 10^{-3} M$.
 $pH = -\log [H^+] = -\log 1,3 \cdot 10^{-3} = 2,89$; $pH = 2,89$. [0,4 punts]
- b) Càlcul de la K_a

$$K_a = \frac{1,3 \cdot 10^{-3} \cdot 1,3 \cdot 10^{-3}}{0,1 (1 - 0,013)} = 1,71 \cdot 10^{-5}$$

[0,4 punts]

- c) Càlcul del volum de dissolució $0,250 M$ de KOH. $V = 0,020 L$. [0,4 punts]

- d) Procediment de valoració:

Material: bureta de 25 mL, pipeta aforada (o de doble aforament) de 50 mL, erlenmeyer de 250 mL. Material auxiliar: pera d'aspiració (o estri semblant), vas de precipitats de 100 mL (per prendre una petita quantitat de la dissolució d'àcid abans de pipetejar els 50 mL), embut petit, pipeta Pasteur o comptagotes, flascó rentador amb aigua destil·lada.

Reactius: dissolució de fenolftaleïna, dissolució de KOH $0,250 M$ i aigua destil·lada.

Procediment: Es carrega una bureta de 25 mL amb la dissolució de KOH (amb l'ajuda d'un petit embut, sense deixar bombolles d'aire a dins de la bureta, amb compte amb els vessaments, ...). Amb una pipeta aforada (o de doble aforament) de 50 mL pipetegem la dissolució d'àcid acètic $0,100 M$ amb l'ajut d'una pera o un altre estri d'aspiració i els disposem (caiguda per gravetat) dins d'un matràs erlenmeyer de 250 mL (podem rentar les parets amb un xic d'aigua procedent d'una flascó rentador). Dins del matràs erlenmeyer disposem també dues gotes d'un indicador que, com ara la fenolftaleïna amb un canvi de color d'incolòr a rosa intens, permet la visualització

del canvi de color en la regió alcalina (pH 8,0 – 9,0). Obrim la clau de la bureta i deixem caure la dissolució de KOH sobre la d'àcid agitant contínuament el contingut de l'erlenmeyer. Quan veiem que l'indicador fa intenció de canviar de color, addicionem la dissolució alcalina gota a gota fins observar el canvi de coloració de l'indicador. Tanquem la clau de la bureta i anotem el volum consumit de dissolució de KOH, tot evitant errors de paralatge. [0,8 punts]

OPCIÓ A

4. Electròlisi

- a) Reacció catòdica: $\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}$; Reacció anòdica: $\text{Cl}^- \rightarrow \frac{1}{2} \text{Cl}_2 + \text{e}^-$ [0,5 punts]
- b) Per factors de conversió o per la llei de Faraday: 7275,7 mols d'electrons. [0,5 punts]
- c) Per factors de conversió o bé per la llei de Faraday obtenim: massa de $\text{Cl}_2 = 258287 \text{ g}$ i massa de $\text{Na} = 167342 \text{ g}$. [1,0 punts]

5. Energia d'ionització del Na

- a) Per factors de conversió s'obté: Energia = 215,57 kJ. [0,5 punts]
- b) Per factors de conversió s'obté: 5,14 eV àtom⁻¹. [0,5 punts]
- c) Caldrà començar calculant l'energia necessària per ionitzar 1 àtom de Na (g) des del seu estat fonamental. Aquesta magnitud és: $E = 8,233 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. [0,4 punts]

$$E = \frac{495800 \text{ J}}{1 \text{ mol Na}} \cdot \frac{1 \text{ mol Na}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ àtoms Na}} = 8,233 \cdot 10^{-19} \text{ J àtom}^{-1}$$

i a continuació considerar que aquesta és l'energia que ha de tenir el fotó per provocar la ionització:

$$\varepsilon = h \cdot \nu ; 8,233 \cdot 10^{-19} \text{ (J)} = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ (J s)} \cdot \nu \text{ (s}^{-1}\text{)}, \text{ d'on } \nu = 1,243 \cdot 10^{11} \text{ s}^{-1}.$$

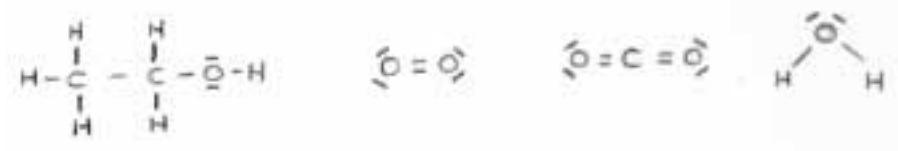
$$\text{Com } \nu \cdot \lambda = c = 3,000 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}, \text{ aïllant } \lambda \text{ obtenim: } \lambda = 2,41 \cdot 10^{-7} \text{ m o bé } 241 \text{ nm.}$$

La màxima longitud d'ona per provocar la ionització és: $\lambda = 2,41 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ o bé 241 nm. [0,6 punts]

OPCIÓ B

4. Combustió de l'etanola) Reacció de combustió: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$

[0,4 punts]



Estructures de Lewis:

(cada estructura 0,15 punts)

[0,6 punts]

c) Variació d'entalpia estàndar de reacció a 25 °C:

$$(4 \cdot 711,3) + (6 \cdot 462,8) - [(3 \cdot 401,7) + 413,4 + (5 \cdot 414,0) + 351,0 + 462,8] = -1120 \text{ kJ mol}^{-1}$$

[1,0 punts]

5. respostes a preguntes (no cal justificació)

5.1 resposta correcta: (b)

[0,5 punts]

5.2 resposta correcta: (c)

[0,5 punts]

5.3 resposta correcta: (c)

[0,5 punts]

5.4 resposta correcta: (d)

[0,5 punts]