

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

1.

- a) Calculeu quin volum d'una dissolució 1,2 M d'hidròxid de sodi s'ha de diluir fins a 500 cm^3 per obtenir una dissolució de concentració $4,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$. [0,5 punts]
- b) Expliqueu el procediment i els estris de laboratori que utilitzaríeu per preparar aquesta dissolució diluïda. [1 punt]
- c) Indiqueu si caldria posar cap advertència de perillositat en el flascó de l'hidròxid de sodi i en cas afirmatiu quina seria. [0,5 punts]

2. L'àcid acetilsalicílic (aspirina), de fórmula $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$, és un àcid feble i monopròtic. La seva solubilitat en aigua és de 0,5 g en 150 cm^3 de dissolució, i una dissolució saturada té un pH de 2,65.

- a) Trobeu la constant d'acidesa de l'àcid acetilsalicílic. [1 punt]
- b) Justifiqueu si el pH d'una dissolució de la sal sòdica de l'àcid acetilsalicílic és menor, igual o més gran que 7. [0,5 punts]
- c) La ingestió d'aspirines pot ser perjudicial en els casos en què hi ha tendència a l'acidesa gàstrica excessiva. Justifiqueu si els següents productes serien o no adequats per compensar aquesta acidesa: [0,5 punts]

clorur de sodi
glucosa

vinagre
hidrogencarbonat de sodi

Dades: masses atòmiques: $\text{H} = 1$; $\text{C} = 12$; $\text{O} = 16$

3. Es crema una mostra de 0,876 g d'un compost orgànic que conté carboni, hidrogen i oxigen, i s'obté 1,76 g de diòxid de carboni i 0,72 g d'aigua.

- a) Determineu la massa d'oxigen que hi ha a la mostra. [0,6 punts]
- b) Trobeu la fórmula empírica del compost. [0,8 punts]
- c) El compost en qüestió és un àcid orgànic. Justifiqueu de quin àcid es tracta i doneu la seva fórmula. [0,6 punts]

Dades: masses atòmiques: $\text{H} = 1$; $\text{C} = 12$; $\text{O} = 16$

OPCIÓ A

4. El sodi metàl·lic s'obté industrialment per electròlisi del clorur de sodi fos.
- a) Indiqueu en quin elèctrode (ànode o càtode) tindrà lloc la producció de sodi metàl·lic i escriviu la reacció corresponent. [0,5 punts]
 - b) Si es fa circular un corrent de 80 A durant 30 minuts per un recipient que conté clorur de sodi fos, calculeu la càrrega que ha circulat i la massa de sodi que s'obté. [1 punt]
 - c) Es podria obtenir sodi metàl·lic electrolitzant una dissolució de clorur de sodi? Justifiqueu la resposta. [0,5 punts]

Dades: masses atòmiques: Na = 23; Cl = 35,5
 $F = 96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

5. A temperatura ambient, una dissolució saturada de clorur de plom(II) conté 1,004 g de la sal en 250 cm³ de dissolució.
- a) Trobeu el producte de solubilitat del clorur de plom(II). [1 punt]
 - b) Determineu si es produirà precipitat en barrejar 10 cm³ de dissolució de clorur de sodi 0,1 M amb 30 cm³ de dissolució de nitrat de plom(II) 0,01 M. [1 punt]

Dades: masses atòmiques: Cl = 35,5; Pb = 207,2

OPCIÓ B

4. El metanol se sintetitza industrialment per reacció entre el monòxid de carboni i l'hidrogen, reacció en què es desprenen 90 kJ · mol⁻¹ en forma de calor. En un matràs de 5 L s'introdueix 1 mol de monòxid de carboni i 1 mol d'hidrogen, i l'equilibri s'assoleix a 225 °C quan el sistema conté 0,15 mol de metanol.
- a) Escriviu la reacció de síntesi del metanol. [0,5 punts]
 - b) Trobeu la composició del sistema en equilibri (concentració molar de cada espècie). [0,5 punts]
 - c) Calculeu els valors de K_c i K_p a 225 °C. [0,5 punts]
 - d) Indiqueu i justifiqueu dues possibles maneres d'incrementar el rendiment en metanol de la reacció. [0,5 punts]

Dades: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

5. Dos àtoms d'hidrogen es troben en els estats excitats corresponents als nivells $n = 2$ i $n = 4$, respectivament. Si aquests àtoms tornen directament al seu estat fonamental:
- a) Justifiqueu si els àtoms emetran o absorbiran energia en forma de radiació. [0,5 punts]
 - b) Raoneu per a quin dels dos àtoms la radiació electromagnètica implicada tindrà més energia i per a quin la longitud d'ona serà més gran. [0,5 punts]
 - c) Definiu *energia de ionització d'un àtom* i discutiu com varia amb la seva grandària. [1 punt]

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

1. La concentració d'un àcid nítric comercial és del 60% en massa, i la seva densitat és $1,31 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$.
- a) Calculeu la molaritat de l'àcid nítric comercial. [0,5 punts]
 - b) Indiqueu quin volum d'àcid nítric comercial és necessari per preparar 500 cm^3 d'àcid nítric 0,2 molar. [0,5 punts]
 - c) Expliqueu de quina manera faríeu aquesta preparació al laboratori i quin material caldria utilitzar. [1 punt]

Dades: masses atòmiques: $\text{N} = 14$; $\text{O} = 16$; $\text{H} = 1$

2. El diòxid de sofre és un dels gasos que s'emeten com a conseqüència de la combustió d'hidrocarburs fòssils. Per reacció amb l'oxigen atmosfèric pot transformar-se en triòxid de sofre (gas).
- a) Si les entalpies estàndard de formació del diòxid de sofre i del triòxid de sofre són, respectivament, -297 i $-395 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, calculeu la variació d'entalpia corresponent a aquesta reacció. És un procés exotèrmic o endotèrmic? [0,5 punts]
 - b) Calculeu la variació d'energia interna a 25°C d'aquest procés. [1 punt]
 - c) Trobeu la quantitat de calor intercanviada a pressió constant quan es formen 30 litres de triòxid de sofre, mesurats a 25°C i 1 atm. [0,5 punts]

Dades: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

3. L'àcid benzoic és un àcid monopròtic amb una constant de dissociació $K_a = 6,3 \cdot 10^{-5}$.
- a) Determineu el pH d'una dissolució 0,05 M d'àcid benzoic i la concentració de les espècies presents a la dissolució. [1 punt]
 - b) Determineu el volum d'una dissolució de NaOH 0,1 M que es necessita per valorar 25 cm^3 de la dissolució anterior. [0,5 punts]
 - c) Justifiqueu si, en el punt d'equivalència de la valoració, la dissolució serà àcida, bàsica o neutra. [0,5 punts]

OPCIÓ A

4. En un mateix recipient hi ha 5 mol de metà i 3 mol de monòxid de carboni, que exerceixen una pressió total de 3 atm contra les parets.
- a) Trobeu la pressió parcial de cada gas. [0,5 punts]
 - b) Trobeu la temperatura si el volum del recipient és de 80 litres. [0,5 punts]
 - c) Si en el recipient s'introdueixen 11 g de diòxid de carboni, sense variar la temperatura, calculeu la pressió final de la mescla i justifiqueu com variarà la pressió parcial del metà. [1 punt]

Dades: masses atòmiques: C = 12; O = 16; H = 1

$$R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}\text{mol}^{-1} = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1}\text{mol}^{-1}$$

5. La configuració electrònica de la capa de valència d'un element químic en l'estat fonamental és $4s^2 4p^5$.
- a) Indiqueu quin és el nombre atòmic d'aquest element, així com el grup i el període als quals pertany, justificant adequadament les respostes. [1 punt]
 - b) En combinació amb el fòsfor, aquest element forma un compost de fórmula PX_3 . Justifiqueu quina geometria presentarà una molècula d'aquest compost. [1 punt]

Dades: nombre atòmic del fòsfor: 15

OPCIÓ B

4. Per al muntatge d'una pila, tenim a la nostra disposició barretes de coure i de plata i dissolucions 1 M de nitrat de coure (II) i de nitrat de plata.
- a) Feu un esquema de la pila que podríem construir, indicant l'ànode, el càtode, les reaccions que tenen lloc a cada elèctrode, la reacció global i el sentit de circulació dels electrons. [1 punt]
 - b) Determineu la força electromotriu estàndard de la pila. [0,5 punts]
 - c) Calculeu la variació d'energia de Gibbs estàndard per a la reacció que es produeix. [0,5 punts]

Dades: $E^0 (\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$; $E^0 (\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}$; $F = 96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

5. Les constants del producte de solubilitat (K_{ps}) del carbonat de plata i del iodat de plata són, respectivament, $8,2 \cdot 10^{-12}$ i $3,1 \cdot 10^{-8}$.
- a) Determineu la solubilitat (en g/L) de cadascun dels dos compostos en aigua. [1 punt]
 - b) Justifiqueu en quina de les dues dissolucions saturades hi ha més ions plata per litre. [1 punt]

Dades: masses atòmiques: C = 12; O = 16; Ag = 108; I = 127

SÈRIE 2

1. Dilució de l'hidròxid de sodi.

- a) Per factors de conversió: 20 mL NaOH 1,2 M [0,5 punts]
 b) Es prenen 20 mL de NaOH 1,2 M amb una pipeta aforada. Es posen en un matràs aforat de 500 mL i s'hi afegeix aigua destil·lada (o desionitzada) fins a enrasar. Després es remou per homogeneïtzar la dissolució. [1 punt]
 c) Es tracta d'una substància corrosiva. [0,5 punts]

2. Àcid acetilsalicílic (aspirina). (Massa molecular = $180 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$)

- a) $\text{HA} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}^+$ $K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}^+]}{[\text{HA}]} = \frac{c\alpha^2}{1-\alpha}$
 $[\text{H}^+] = 10^{-2,65} = 2,24 \cdot 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3} = c\alpha \Rightarrow \alpha = 0,121$
 $c = 0,0185 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3} \Rightarrow K_a = 3,1 \cdot 10^{-4}$ [1 punt]
 b) En ser un àcid feble, la sal sòdica té hidròlisi bàsica, per tant $\text{pH} > 7$ [0,5 punts]
 c) *Clorur de sodi*: no té cap efecte
Glucosa: no té cap efecte
Vinagre: és àcid i per tant agreujaria el problema
Hidrogenocarbonat de sodi: per hidròlisi té un lleuger caràcter bàsic i podria compensar l'acidesa gàstrica [0,5 punts]

3. Anàlisi d'un compost orgànic

- a) $1,76 \text{ g CO}_2 = 0,04 \text{ mol CO}_2 \Rightarrow 0,48 \text{ g C}$
 $0,72 \text{ g H}_2\text{O} = 0,04 \text{ mol H}_2\text{O} \Rightarrow 0,08 \text{ g H} \rightarrow 0,876 - (0,48 + 0,08) = 0,316 \text{ g O}$ [0,6 punts]
 b) C: 0,04 mol C \rightarrow proporció: 2
 H: 0,08 mol H \rightarrow proporció: 4 $\Rightarrow (\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_x$
 O: 0,02 mol O \rightarrow proporció: 1 [0,8 punts]
 c) Un àcid orgànic ha de tenir com a mínim 2 àtoms d'oxigen $\Rightarrow x = 2$
 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ (àcid butanoic)
 (o qualsevol altre isòmer) [0,6 punts]

OPCIÓ A

4. Electròlisi del clorur de sodi fos

- a) Obtenció del sodi al càtode (reducció): $\text{Na}^+ + 1 \text{ e}^- \rightarrow \text{Na}$ [0,5 punts]
 b) $Q = 144000 \text{ Coulomb}$
 Per factors de conversió: $1,49 \text{ mol Na} = 34,3 \text{ g Na}$ [1 punt]
 c) No. El sodi obtingut en dissolució reaccionaria amb l'aigua, passant novament a Na^+ amb un desprendiment d'hidrogen. [0,5 punts]

5. Dissolució saturada de clorur de plom(II). (massa molecular = 278)

- a) $K_{ps}(\text{PbCl}_2) = [\text{Pb}^{2+}][\text{Cl}^-]^2$
 $1,004 \text{ g} / 250 \text{ cm}^3 \rightarrow [\text{Pb}^{2+}] = 0,0144 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
 $[\text{Cl}^-] = 0,0288 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \Rightarrow K_{ps} = 1,2 \cdot 10^{-5}$ [1 punt]
 b) $[\text{Cl}^-] = 0,025 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
 $[\text{Pb}^{2+}] = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \rightarrow [\text{Cl}^-]^2[\text{Pb}^{2+}] = 4,69 \cdot 10^{-6} < K_{ps} \Rightarrow \text{no precipita}$ [1 punt]

OPCIÓ B

4. Síntesi del metanol

- a) $\text{CO} + 2 \text{ H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$ [0,5 punts]
 b) $[\text{CH}_3\text{OH}] = 0,15 / 5 = 0,03 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 $[\text{CO}] = (1 - 0,15) / 5 = 0,17 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 $[\text{H}_2] = (1 - 2 \cdot 0,15) / 5 = 0,14 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ [0,5 punts]
 c) $K_c = \frac{[\text{CH}_3\text{OH}]}{[\text{CO}][\text{H}_2]^2} = 9,0 \text{ L}^2 \text{ mol}^{-2}$; $K_p = K_c (RT)^{-2} = 5,4 \cdot 10^{-3} \text{ atm}^{-2}$ [0,5 punts]
 d) Disminuint la temperatura (per ser reacció exotèrmica)
 Incrementant la pressió total (en haver disminució del nombre de mols de gas) [0,5 punts]

5. Desexcitació d'àtoms

- a) Hi haurà emissió d'energia (els estats excitats tenen més energia que el fonamental). [0,5 punts]
 b) Per al de $n = 4$ (l'energia d'un àtom d'hidrogen depèn del nivell n en que es troba)
 $E = h\nu = hc / \lambda$ per tant, la longitud d'ona serà més gran per al de $n = 2$ [0,5 punts]
 c) És l'energia necessària per arrancar un electró a l'àtom (és a dir, portar-lo a una distància infinita de l'àtom). Disminueix a mida que l'àtom es fa més gran, perquè l'atracció del nucli és més feble. [1 punt]

SÈRIE 5

1. Àcid nítric: HNO_3 ; massa molecular = $63 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

- A partir de la densitat i del percentatge en massa, s'obté la concentració: $12,47 \text{ M}$ ($\approx 12,5 \text{ M}$).
- Volum d'àcid nítric del 60% = $8,02 \text{ cm}^3$.
- Mesura del volum amb pipeta graduada; posar-ho en un matràs aforat de 500 cm^3 i afegir-hi aigua destil·lada fins al senyal d'aforament; agitar per homogeneïtzar.

2. Reacció: $\text{SO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_3(\text{g})$

- A partir de la reacció s'obté immediatament, $\Delta H = -98 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (Pot acceptar-se com a resultat el doble, $-196 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, si la reacció està igualada amb 1 mol d'oxigen, tenint en compte que les unitats són kJ per mol d'extensió de la reacció). Es tracta d'un procés exotèrmic.
- $\Delta H = \Delta U + \Delta(PV) \Rightarrow \Delta U = \Delta H - RT \cdot \Delta(n) \Rightarrow \Delta U = \Delta H + \frac{1}{2}RT = -96,76 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (O bé $-193,52 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)
- De l'equació dels gasos ideals i les condicions de mesura del gas, $30 \text{ dm}^3 \Rightarrow 1,23 \text{ mol SO}_3 \Rightarrow$ es desprenen $120,54 \text{ kJ}$. (Evidentment, aquí no seria acceptable el doble, ja que -196 kJ corresponen a 2 mol de SO_3).

3. Àcid benzoic: monopròtic, i per la constant es veu que es tracta d'un àcid feble.

- $K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{benzoat}]}{[\text{benzoic}]} = \frac{x^2}{0,05 - x} \approx \frac{x^2}{0,05} \Rightarrow x \approx 1,77 \cdot 10^{-3}$. Aquest valor és acceptablement menor que la concentració inicial de benzoic ($0,05 \text{ M}$), per tant l'aproximació és bona (resultat exacte: $1,745 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$). Concentracions finals: $[\text{benzoic}] = 0,0482 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, $[\text{benzoat}] = [\text{H}^+] = 1,77 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$; $\text{pH} = 2,75$.
- Per factors de conversió: $V_{\text{NaOH}} = 12,5 \text{ cm}^3$.
- L'anió benzoat prové d'un àcid feble, per tant tindrà hidròlisi bàsica, és a dir, reaccionarà amb l'aigua agafant-ne un protó i deixant lliure un OH^- . La dissolució tindrà excés d' OH^- i per tant serà bàsica.

OPCIÓ A

4. Mescla de metà (CH_4) i monòxid de carboni (CO). $n = 5 + 3 = 8$

$$\text{a) } \left. \begin{array}{l} P_i V = n_i RT \\ PV = nRT \end{array} \right\} \rightarrow \frac{P_i}{P} = \frac{n_i}{n} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} P_{\text{CH}_4} = 1,875 \text{ atm} \\ P_{\text{CO}} = 1,125 \text{ atm} \end{array} \right.$$

- b) A partir de l'equació dels gasos: $T = 365,85 \text{ K}$ ($= 92,7 \text{ °C}$)

- c) $11 \text{ g CO}_2 \rightarrow 0,25 \text{ mol CO}_2 \rightarrow$ per l'equació dels gasos: $P(\text{CO}_2) = 0,094 \text{ atm}$

Pressió total = $3 + 0,094 = 3,094 \text{ atm}$. En no variar el volum ni la temperatura, la pressió parcial del metà no canvia.

5. Element amb capa de valència: $4s^2 4p^5$.

- a) Configuració completa: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5 \rightarrow Z = 35$.

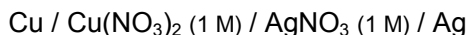
4t període (la capa de valència és la 4a); grup VII o 17è (7 electrons de valència: halògens)

- b) Configuració del fòsfor: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$. Té tres parells d'electrons enllaçats amb els tres àtoms d'X, i un parell solitari. Aquest distorsiona per repulsió l'estructura tetraèdrica corresponent als quatre parells d'electrons. Per tant, la geometria és piràmide triangular.

OPCIÓ B

4. Muntatge d'una pila:

- a) Dels potencials estàndard es dedueix que la semireacció del Cu haurà de ser la d'oxidació, per tal que la reacció sigui espontània ($E^\circ > 0 \rightarrow \Delta G^\circ < 0$). L'esquema de la pila serà el següent:



Ànode (oxidació): $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^-$

Càtode (reducció): $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$

Reacció global: $\text{Cu} + 2 \text{Ag}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2 \text{Ag}$

Els electrons van de l'ànode al càtode pel circuit extern.

- b) $E^\circ = E^\circ (\text{Ag}^+/\text{Ag}) - E^\circ (\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,46 \text{ V}$

- c) $\Delta G^\circ = -nFE^\circ = -88,76 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

5. Carbonat de plata: Ag_2CO_3 , massa molecular = $276 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Iodat de plata: AgIO_3 , massa molecular = $283 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

- a) $K_{ps} (\text{Ag}_2\text{CO}_3) = [\text{Ag}^+]^2 [\text{CO}_3^{2-}] = (2s)^2 s = 4s^3 \rightarrow s = 1,27 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 0,035 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$

$$K_{ps} (\text{AgIO}_3) = [\text{Ag}^+] [\text{IO}_3^-] = s^2 \rightarrow s = 1,76 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 0,050 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$$

- b) carbonat: $[\text{Ag}^+] = 2s = 2,54 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

$$\text{iodat: } [\text{Ag}^+] = s = 1,76 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Hi ha més ions al carbonat de plata.