

Contesta una opció de les dues proposades. Utilitza la taula periòdica adjunta. Pots usar la calculadora.

La puntuació màxima de cada pregunta està indicada a l'inici de la pregunta. La nota de l'examen és la suma de les puntuacions.

### OPCIÓ A

**1. (1 punt)** En una revista d'enologia s'ha publicat la informació següent: «L'acidesa és un paràmetre important en l'elaboració d'un vi, ja que en determina l'estabilitat i les propietats organolèptiques. En general, el pH dels vins blancs es troba al voltant de 3,0; mentre que en la majoria de vins negres es troba a l'interval de 3,4-3,6. D'altra banda, els àcids més importants que sorgeixen en les distintes etapes de fermentació dels vins són l'àcid màlic, el succínic i el tartàric ». Respon de manera raonada a les preguntes següents:

- És cert que l'augment de mitja unitat de pH (de 3,0 a 3,5) en el vi suposa que la concentració de  $\text{H}_3\text{O}^+$  ha disminuït 10 vegades?
- A la taula 1 s'indica la primera constant de dissociació ( $K_{a1}$ ) d'àcids dipròtics presents als vins. Es pot afirmar que l'àcid succínic és el més feble dels àcids presents als vins?



**Figura 1.** Anàlisi de vi negre en un laboratori.

**Taula 1.** Constants d'acidesa ( $K_{a1}$ ) a 25 °C d'àcids dipròtics presents als vins

	$K_{a1}$
Àcid màlic	$3,50 \cdot 10^{-4}$
Àcid succínic	$6,30 \cdot 10^{-5}$
Àcid tartàric	$1,00 \cdot 10^{-3}$

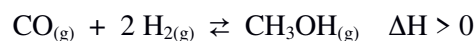
**2. (2,5 punts)** Considera els elements A, B i C, amb nombres atòmics 9, 11 i 55, respectivament. Respon de manera raonada a les preguntes següents:

- Quin dels tres elements presenta un major radi atòmic?
- És cert que el segon potencial d'ionització de l'element A és major que el segon potencial d'ionització de l'element B?
- Es pot afirmar que l'anió  $\text{A}^-$  és isoelectrònic amb l'element B?
- Indica el tipus d'enllaç químic a la molècula AB.

**3. (2,0 punts)**

- La solubilitat del  $\text{CaSO}_4$  dins aigua és de 0,67 g/L. Determina el valor del producte de solubilitat ( $K_{ps}$ ) per a aquesta sal.
- Si s'addiciona una petita quantitat de  $\text{CaCl}_2$  a la dissolució anterior, augmentarà la solubilitat del  $\text{CaSO}_4$ ? Raona la resposta.
- Anomena el compost següent:  $\text{CaCl}_2$ .

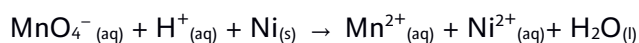
**4. (2,0 punts)** El  $\text{CH}_3\text{OH}$  es pot sintetitzar mitjançant la següent reacció química ajustada:



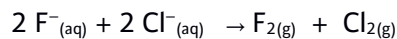
Respon de forma justificada a les preguntes següents:

- Es pot afirmar que  $K_c = K_p$  per a l'equilibri químic anterior?
- Podem afirmar que quan s'assoleix l'equilibri químic ja no reaccionen més les molècules de  $\text{CO}_{(\text{g})}$  amb les de  $\text{H}_{2(\text{g})}$ ?
- Com es modificaria la composició del sistema en equilibri si s'hi addicionàs un catalitzador?
- És cert que un augment de la temperatura afavoreix la formació de  $\text{CH}_3\text{OH}_{(\text{g})}$ ?

**5. (2,5 punts)** Donada la següent reacció sense ajustar:



- Ajusta la reacció iònica pel mètode de l'ió electró.
- Determina el percentatge en níquel d'una mostra que té impureses inerts si 10 g de la mostra reaccionen completament amb 50 mL d'una dissolució àcida de  $\text{KMnO}_4$  1,2 M.
- Justifica per què la següent reacció no es pot produir:



## OPCIÓ B

### 1. (2 punts)

- Anomena els composts següents:  $\text{CH}_3\text{NO}_2$  i  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ .
- Quin volum de  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  comercial del 80% en pes i densitat 0,85 g/mL es necessitaria per preparar 500 mL de  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  0,25 M? Indica el material de vidre necessari per preparar la dissolució.

### 2. (2 punts) Donades les substàncies següents: Co, NaF, $\text{CH}_4$ i $\text{NH}_3$

- Quina o quines de les substàncies anteriors formen enllaç d'hidrogen amb l'aigua? Raona la resposta.
- Quina o quines de les substàncies anteriors condueixen el corrent elèctric en estat sòlid? Raona la resposta.
- Explica la geometria i la polaritat de la molècula d'amoníac.

### 3. (2 punts)

- L'àcid làctic ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ ) és un àcid monopròtic que es troba a la llet agra. Quan es dissolen 1,10 g d'àcid làctic dins 500 mL d'aigua destil·lada es comprova que el pH de la dissolució obtinguda és de 2,70. Calcula el valor de la seva constant d'acidesa.
- Quin volum d'una dissolució de NaOH 0,2 M es necessita per neutralitzar 25 mL d'una dissolució d'àcid làctic 0,1 M?
- A la fitxa de seguretat química de l'àcid làctic s'indica que és un compost corrosiu i que pot causar danys a la pell en cas de contacte. Es correspon aquesta propietat de l'àcid làctic amb el següent pictograma? Raona la resposta.

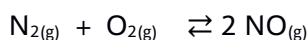


### 4. (2 punts) Indica, raonadament, si són certes les afirmacions següents:

- En una cel·la galvànica espontània, els electrons circulen pel pont salí.
- En una cel·la galvànica espontània, l'ànode és l'elèctrode on es produeix la reacció d'oxidació.
- En dissolució aquosa i a 25 °C, els ions  $\text{Pb}^{2+}$  es redueixen espontàniament a Pb en presència de  $\text{Zn}_{(s)}$ .
- El  $\text{Pb}^{2+}$  és més oxidant que el  $\text{Fe}^{3+}$ .

Dades:  $E^0(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = + 0,77 \text{ V}$ ;  $E^0(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = - 0,13 \text{ V}$ ;  $E^0(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = - 0,76 \text{ V}$

### 5. (2 punts) En un recipient tancat i buit de 5 L, s'introdueixen 2,0 mols de $\text{N}_{2(g)}$ i 2,0 mols de $\text{O}_{2(g)}$ . Posteriorment, s'escalfa a 1000 K fins que s'ha assolit el següent equilibri químic:



- Sabent que en aquestes condicions d'equilibri ha reaccionat un 10% del  $\text{N}_2$  inicial, determina el valor de la constant d'equilibri,  $K_c$ , a 1000 K.
- Calcula la pressió total del sistema a 1000 K.
- Com afectaria l'equilibri químic una disminució de la concentració de  $\text{N}_{2(g)}$ ? Raona la resposta.



## Taula Periòdica dels Elements

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Ia	IIa	IIIB	IVb	Vb	VIB	VIIb	VIII			IB	IIb	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIa	0
1	1 <b>H</b> 1,00794																	2 <b>He</b> 4,0026
2	3 <b>Li</b> 6,941	4 <b>Be</b> 9,0122											5 <b>B</b> 10,811	6 <b>C</b> 12,0107	7 <b>N</b> 14,0067	8 <b>O</b> 15,9994	9 <b>F</b> 18,9984	10 <b>Ne</b> 20,1797
3	11 <b>Na</b> 22,9898	12 <b>Mg</b> 24,3050											13 <b>Al</b> 26,9815	14 <b>Si</b> 28,0855	15 <b>P</b> 30,9738	16 <b>S</b> 32,066	17 <b>Cl</b> 35,4527	18 <b>Ar</b> 39,948
4	19 <b>K</b> 39,0983	20 <b>Ca</b> 40,078	21 <b>Sc</b> 44,9559	22 <b>Ti</b> 47,867	23 <b>V</b> 50,9415	24 <b>Cr</b> 51,9961	25 <b>Mn</b> 54,9380	26 <b>Fe</b> 55,845	27 <b>Co</b> 58,9332	28 <b>Ni</b> 58,6934	29 <b>Cu</b> 63,546	30 <b>Zn</b> 65,39	31 <b>Ga</b> 69,723	32 <b>Ge</b> 72,61	33 <b>As</b> 74,9216	34 <b>Se</b> 78,96	35 <b>Br</b> 79,904	36 <b>Kr</b> 83,80
5	37 <b>Rb</b> 85,4678	38 <b>Sr</b> 87,62	39 <b>Y</b> 88,9059	40 <b>Zr</b> 91,224	41 <b>Nb</b> 92,9064	42 <b>Mo</b> 95,94	43 <b>Tc</b> (98,9063)	44 <b>Ru</b> 101,07	45 <b>Rh</b> 102,905	46 <b>Pd</b> 106,42	47 <b>Ag</b> 107,8682	48 <b>Cd</b> 112,411	49 <b>In</b> 114,818	50 <b>Sn</b> 118,710	51 <b>Sb</b> 121,760	52 <b>Te</b> 127,60	53 <b>I</b> 126,9045	54 <b>Xe</b> 131,29
6	55 <b>Cs</b> 132,905	56 <b>Ba</b> 137,327	57* <b>La</b> 138,906	72 <b>Hf</b> 178,49	73 <b>Ta</b> 180,948	74 <b>W</b> 183,84	75 <b>Re</b> 186,207	76 <b>Os</b> 190,23	77 <b>Ir</b> 192,217	78 <b>Pt</b> 195,078	79 <b>Au</b> 196,967	80 <b>Hg</b> 200,59	81 <b>Tl</b> 204,383	82 <b>Pb</b> 207,2	83 <b>Bi</b> 208,980	84 <b>Po</b> (208,98)	85 <b>At</b> (209,99)	86 <b>Rn</b> (222,02)
7	87 <b>Fr</b> (223,02)	88 <b>Ra</b> (226,03)	89* <b>Ac</b> (227,03)	104 <b>Rf</b> (261,11)	105 <b>Db</b> (262,11)	106 <b>Sg</b> (263,12)	107 <b>Bh</b> (264,12)	108 <b>Hs</b> (265,13)	109 <b>Mt</b> (268)	110 <b>Ds</b> (271)	111 <b>Rg</b> (272)	112 <b>Cn</b> (277)	113 <b>Nh</b> ( )	114 <b>Fl</b> (285)	115 <b>Mc</b> (288)	116 <b>Lv</b> (289)	117 <b>Ts</b> ( )	118 <b>Og</b> (293)

58 <b>Ce</b> 140,116	59 <b>Pr</b> 140,908	60 <b>Nd</b> 144,24	61 <b>Pm</b> (144,913)	62 <b>Sm</b> 150,36	63 <b>Eu</b> 151,964	64 <b>Gd</b> 157,25	65 <b>Tb</b> 158,925	66 <b>Dy</b> 162,50	67 <b>Ho</b> 164,930	68 <b>Er</b> 167,26	69 <b>Tm</b> 168,934	70 <b>Yb</b> 173,04	71 <b>Lu</b> 174,967
90 <b>Th</b> 232,038	91 <b>Pa</b> 231,036	92 <b>U</b> 238,029	93 <b>Np</b> (237,048)	94 <b>Pu</b> (244,06)	95 <b>Am</b> (243,06)	96 <b>Cm</b> (247,07)	97 <b>Bk</b> (247,07)	98 <b>Cf</b> (251,08)	99 <b>Es</b> (252,08)	100 <b>Fm</b> (257,10)	101 <b>Md</b> (258,10)	102 <b>No</b> (259,10)	103 <b>Lr</b> (262,11)

Constants:  $R = 0,082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 8,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

## SOLUCIONS

### OPCIÓ A

#### 1. (1 punt)

a) **0,5 punts.**

$$\begin{aligned} \text{pH}_1 &= 3,0 = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]_1 & [\text{H}_3\text{O}^+]_1 &= 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ M} \\ \text{pH}_2 &= 3,5 = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]_2 & [\text{H}_3\text{O}^+]_2 &= 3,16 \cdot 10^{-4} \text{ M} \end{aligned}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_1 / [\text{H}_3\text{O}^+]_2 = 3,2$$

Fals. Ha disminuït 3,2 vegades.

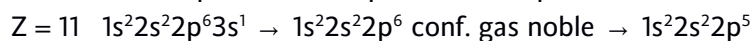
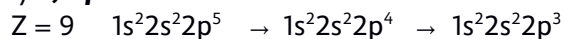
b) **0,5 punts.**

Correcte. La primera constant d'acidesa, de l'àcid succínic ( $6,3 \cdot 10^{-5}$ ), és inferior a la de l'àcid tartàric ( $1,0 \cdot 10^{-3}$ ) i màlic ( $3,5 \cdot 10^{-4}$ ). Per aquest motiu, l'àcid succínic és el més feble dels tres àcids.

#### 2. (2,5 punts)

a) **0,5 punts.** L'element amb major nombre atòmic (55) presenta un major radi atòmic, ja que es troba en un període superior i els seus electrons externs ocupen orbitals més allunyats del nucli.

b) **1,0 punt**

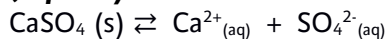


Fals. L'element amb  $Z = 11$  té el major segon potencial d'ionització, perquè amb el primer aconseguix la configuració electrònica de gas noble.

c) **0,5 punts.** L'anió  $\text{A}^-$  posseeix 10 electrons, mentre que l'element B en té 11. Per tant, no són isoelectrònics. L'afirmació és falsa.

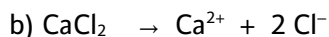
d) **0,5 punts.** Enllaç iònic, ja que la molècula AB està formada per un metall i un no-metall.

#### 3. (2,0 punts)



$$\text{a) } \frac{0,67 \text{ g CaSO}_4}{1 \text{ L}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{136 \text{ g CaSO}_4} = 4,93 \cdot 10^{-3} \text{ mols/L CaSO}_4 \quad \textbf{0,5 punts}$$

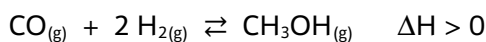
$$K_{PS} = [\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = s^2 = (4,93 \cdot 10^{-3})^2 = 2,43 \cdot 10^{-5} \quad \textbf{0,5 punts}$$



S'addiciona un ió comú ( $\text{Ca}^{2+}$ ), per tant, l'equilibri es desplaça cap a l'esquerra. Disminuirà la solubilitat de la sal. **0,5 punts**

c)  $\text{CaCl}_2$  Clorur de calci, diclorur de calci. **0,5 punts**

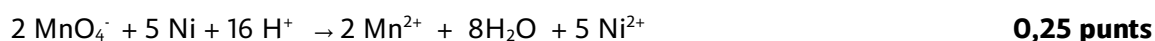
**4. (2,0 punts)**



- a)  $K_p = K_c (RT)^n$   
Com que  $n = 1 - 3 = -2 \Rightarrow K_p = K_c (RT)^{-2}$ . Fals **0,5 punts**
- b) Fals. És un procés dinàmic, i les molècules segueixen reaccionant. **0,5 punts**
- c) Un catalitzador no modifica la composició del sistema. **0,5 punts**
- d) Correcte.  $\Delta H > 0$ . La reacció és endotèrmica cap a la dreta. Per tant, hem d'augmentar la temperatura per augmentar la formació de metanol. **0,5 punts**

**5. (2,5 punts)**

- a) **1,0 punt**  
 $(\text{MnO}_4^- + 8 \text{H}^+ + 5 \text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4 \text{H}_2\text{O}) \times 2$  **0,5 punts**  
 $(\text{Ni} \rightarrow \text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^-) \times 5$  **0,25 punts**



b)  $50\text{mL} \cdot \frac{1,2\text{mol MnO}_4}{1000\text{mL}} \cdot \frac{5\text{mol Ni}}{2\text{mol MnO}_4} \cdot \frac{58,7\text{g}}{1\text{mol Ni}} = 8,805\text{g Ni}$

$8,81/10 \times 100 = 88,1 \% \text{ de puresa}$  **1,0 punt**

- c) Aquesta reacció no es pot produir, perquè les dues semireaccions són d'oxidació. **0,5 punts**

**OPCIÓ B**

**1. (2,0 punts)**

- |    |                                   |           |                  |
|----|-----------------------------------|-----------|------------------|
| a) | $\text{CH}_3\text{NO}_2$          | Nitrometà | <b>0,5 punts</b> |
|    | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ | Etanol    | <b>0,5 punts</b> |

- b)
- $$500\text{mL.EtOH} \frac{0,25\text{mol.EtOH}}{1000\text{mL}} \frac{46\text{gEtOH}}{1\text{molEtOH}} \frac{100\text{gdiócomercial}}{80\text{g}} \frac{1\text{mL}}{0,85\text{g}} = 8,5\text{mLEtOH.comerc}$$
- 0,5 punts**

Material de vidre: matràs aforat de 500 mL, 1 pipeta graduada de 10 mL.

**0,5 punts**

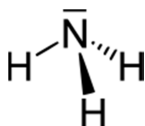
**2. (2,0 punts)**

- a) La molècula de  $\text{NH}_3$  és l'única que pot formar enllaç d'hidrogen amb l'aigua a causa de la presència de l'enllaç N-H.

**0,5 punts**

- b) Enllaç metàl·lic. Co. **0,5 punts**

- c)  $\text{NH}_3$  N  $1s^2 2s^2 2p^3$  ; H  $1s^1$



Molècula piramidal.

**0,5 punts**

El nitrogen té un parell d'electrons sense compartir.

$\text{AEX}_3$  És una molècula polar.

**0,5 punts**

**3. (2,0 punts)**

- a)
- |   |
|---|
| $\text{AH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ |
| $\text{C}_0\text{-x} \qquad \qquad \qquad \text{x} \qquad \qquad \text{x}$            |

$$\text{pH} = 2,7 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \text{x} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{M}$$

$$\text{C}_0 = (1,10 \text{ g}/90 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1})/0,5 \text{ L} = 0,024 \text{ M}$$

**0,25 punts**

**0,25 punts**

$$K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{AH}]} = \frac{(2 \cdot 10^{-3})^2}{0,024 - 2 \cdot 10^{-3}} = 1,8 \cdot 10^{-4}$$

**0,5 punts**

- b)  $\text{AcH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{AcNa} + \text{H}_2\text{O}$

$$25\text{mL} \frac{0,1\text{molAcH}}{1000\text{mL}} \frac{1\text{molNaOH}}{1\text{molAcH}} \frac{1000\text{mL}}{0,2\text{molNaOH}} = 12,5\text{mL.NaOH}$$

**0,5 punts**

- c) No. El pictograma correspon a un compost perillós per al medi ambient aquàtic.

**0,5 punts**



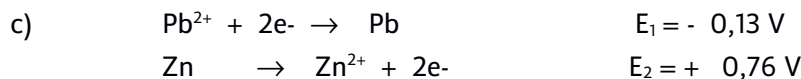
**4. (2,0 punts) 0,5 punts cada apartat**

a) Fals: els electrons travessen el fil conductor extern.

**0,5 punts**

b) Vertader: l'ànode és l'elèctrode on es produeix l'oxidació.

**0,5 punts**



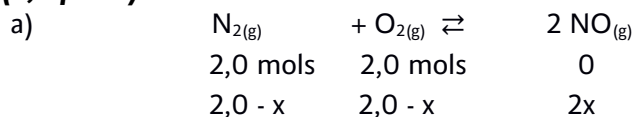
L'afirmació és correcta.

**0,5 punts**

d) Fals. L'oxidant és l'espècie química que es redueix. L'espècie química amb major potencial de reducció és la més oxidant. En aquest cas, el  $\text{Fe}^{3+}$  és més oxidant que el  $\text{Pb}^{2+}$ .

**0,5 punts**

**5. (2,0 punts)**



$$x = 0,1 \cdot 2,0 = 0,2 \text{ mols}$$

**0,25 punts**

$$K_{eq} = \frac{[\text{NO}]^2}{[\text{N}_2][\text{O}_2]} = \frac{(2,0/5)^2}{(1,8/5)(1,8/5)} = 4,93 \quad /100 = 0,049$$

**0,5 punts**

b)  $n_T = 2-x+2-x+2x=4 \text{ mols}$

**0,25 punts**

$PV = nRT$  ;  $P \cdot 5 = 4 \cdot 0,082 \cdot 1000$ ;  $P = 65,6 \text{ atm}$

**0,5 punts**

c) Si disminueix la  $[\text{N}_2]$  (que en aquest cas és un reactiu), segons el principi de Le Chatelier, el sistema evolucionarà cap al sentit en què es formi més  $\text{N}_2$ . Per tant, evolucionarà cap a l'esquerra, cap a reactius.

**0,5 punts**