

Contesta fins a un màxim de 5 preguntes d'entre totes les proposades a les opcions A i B de l'examen. 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

1A. (2 punts)

- a) El premi Nobel de Química de l'any 2019 va ser concedit als investigadors John B. Goodenough, M. Stanley Whittingham i Akira Yoshino (figura 1), pel desenvolupament de les bateries d'ió liti. Aquestes bateries es troben en dispositius com telèfons mòbils, ordinadors portàtils i vehicles elèctrics.



Figura 1. John B. Goodenough, M. Stanley Whittingham i Akira Yoshino

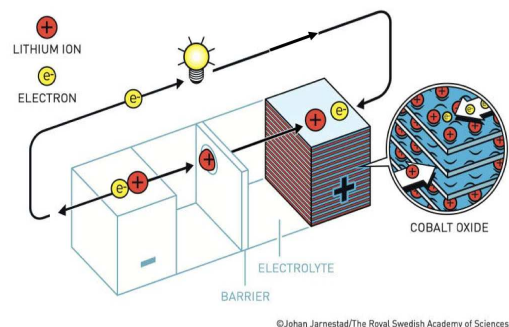
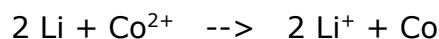


Figura 2. Exemple d'una bateria d'ió liti

En concret, i de forma simplificada, la pila d'ió liti es fonamenta en la utilització de liti (Li) i òxid de cobalt (CoO) (figura 2). La reacció global d'aquesta pila es podria representar de la forma següent:



- Indica, de forma raonada, quina és l'espècie que actua com a oxidant a la pila anterior.
- Calcula la força electromotriu (FEM) de la pila a partir dels següents potencials normals de reducció:
 $E^0 (\text{Li}^+/\text{Li}) = -3,05 \text{ V}$; $E^0 (\text{Co}^{2+}/\text{Co}) = -0,28 \text{ V}$

- b) Anomena/formula els composts següents: LiOH i sulfat de cobalt (II).

2A. (2 punts)

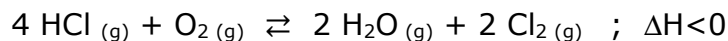
Considera les espècies químiques següents: Ar, Ca^{2+} i Cl^- . Indica, de forma raonada, si les següents afirmacions són vertaderes o falses:

- Les espècies Ca^{2+} i Ar són isoelectròniques.
- El radi de l'Ar és menor que el radi de l'anió Cl^- .
- El Ca^{2+} i el Cl^- formaran un enllaç de tipus covalent.
- L'Ar presenta un potencial d'ionització més elevat que el Ca^{2+} .

3A. (2 punts)

El clor és un dels elements més utilitzats en la nostra societat i forma part de molts productes que fem servir en la vida quotidiana. Es pot utilitzar directament com a agent desinfectant i blanquejant, i també com a matèria primera per a la producció de polímers com el PVC.

En el procés industrial anomenat Deacon, el diclor gasós s'obté per oxidació de l'àcid clorhídric (HCl) segons la següent reacció química ajustada:



Introduïm 32,85 g de HCl i 38,40 g de O₂ en un reactor de 10 L en el qual prèviament hem fet el buit. Escalfam la mescla de reacció a 390 °C i quan s'assoleix l'equilibri observam que hem obtingut 28,40 g de Cl₂.

- Calcula la constant d'equilibri en concentracions (K_c), a 390 °C.
- Raona com es veurà afectada la quantitat total de Cl₂ obtinguda si:
 - Augmentam la massa inicial de O_{2(g)}.
 - Augmentam la temperatura del reactor.

4A. (2 punts)

Considerant les molècules següents: CCl₄, NH₃ i BeCl₂

- Explica la geometria de la molècula de CCl₄ a partir de la teoria de la repulsió de parells d'electrons de la capa de valència (TRPECV).
- Quin tipus d'hibridació presenta l'àtom central de la molècula de BeCl₂? Raona la resposta.
- Indica de forma raonada la polaritat de les molècules NH₃ i BeCl₂.

5A. (2 punts)

En un laboratori s'ha estudiat la cinètica de la següent reacció química ajustada: $\text{CO}_{(g)} + \text{NO}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)} + \text{NO}_{(g)}$ i s'ha comprovat, experimentalment, que la seva equació de velocitat es pot expressar de la forma següent: $v = k [\text{NO}_2]^2$.

Tenint en compte aquesta informació, indica de manera raonada la veracitat de les afirmacions següents:

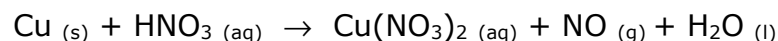
- Les unitats de la constant de velocitat (k) són: mol L s⁻¹.
- La constant de velocitat no depèn de la temperatura, ja que la reacció es dona en fase gasosa.
- L'ordre total de la reacció és igual a 1, atès que la velocitat depèn d'un únic reactiu.
- L'addició d'un catalitzador augmentarà el valor de la constant de velocitat (k).

OPCIÓ B

1B. (2 punts)

El monòxid de nitrogen (NO), malgrat ser un compost molt inestable, té nombroses aplicacions directes tant en medicina com en altres àmbits de les ciències de la salut.

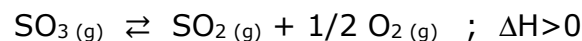
Aquest compost es pot obtenir a partir de l'àcid nítric (HNO₃) i el coure segons la següent reacció química no ajustada:



- Ajusta la reacció iònica i molecular utilitzant el mètode de l'ió-electró.
- Calcula la massa de coure que es necessita per obtenir 0,2 L de NO gasós mesurats a una pressió de 750 mm Hg i a una temperatura de 20 °C.

2B. (2 punts)

Actualment s'estudia la possible utilització de SO_{3(g)} per emmagatzemar energia solar. Quan els raigs del sol incideixen sobre el SO_{3(g)} situat dins un recipient tancat a temperatura elevada, es dissocia i produeix SO_{2(g)} i O_{2(g)} d'acord amb la següent reacció química ajustada:



- Introduïm una certa quantitat de SO₃ en un recipient tancat de 0,8 L en el qual prèviament hem fet el buit. Una vegada assolit l'equilibri, hi ha 2 mols d'oxigen. La K_c de la reacció química ajustada té un valor de 0,47 a la temperatura de l'experiment. Calcula la concentració de l'espècie SO_{3(g)} present a l'equilibri.
- Explica, de forma raonada, en quines condicions de pressió i temperatura hauríem de treballar per afavorir el procés de dissociació del SO_{3(g)}.

3B. (2 punts)

Considera les substàncies següents: Ca_(s), CaCl_{2(s)}, Cl_{2(g)} i HCl_(g). Contesta, de forma raonada, a les següents preguntes:

- Quin tipus d'enllaç químic presenta la molècula de Cl_{2(g)}?
- Quina substància presentarà major conductivitat elèctrica a temperatura ambient?
- Quina de les substàncies considerades pot presentar, entre les molècules, interaccions de Van der Waals del tipus dipol instantani – dipol induït?
- Es pot afirmar que la substància CaCl_{2(s)} és molt soluble en CCl_{4(l)}?

4B. (2 punts)

L'àcid làctic ($\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$) és un compost orgànic sòlid i de color blanc que es pot obtenir per síntesi química o per fermentació microbiana de diferents carbohidrats. En solució aquosa actua com un àcid monopròtic feble perquè la seva molècula conté un únic grup funcional carboxílic ($-\text{COOH}$).

- Calcula el pH, a 25 °C, d'una solució aquosa d'àcid làctic 0,50 M, sabent que la constant d'acidesa (K_a) de l'àcid làctic, a 25 °C, és igual a $1,41 \times 10^{-4}$.
- Al laboratori tenim una altra solució aquosa d'àcid làctic de concentració desconeguda. Per determinar-ne la concentració, en valoram 20,0 mL utilitzant una solució aquosa d'una base forta de concentració coneguda que ja tenim preparada.

Indica quin material de la següent llista es necessita per dur a terme aquesta valoració al laboratori i explica el procediment que seguiries.

- | | |
|--------------|-----------------|
| - Pila | - Matràs aforat |
| - Pipeta | - Termòmetre |
| - Pont salí | - Balança |
| - Bureta | - Voltímetre |
| - Erlenmeyer | - Calorímetre |

5B. (2 punts)

- Anomena el compost següent: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$.
- Formula i anomena un isòmer de posició del compost de l'apartat a).
- Formula i anomena un isòmer de funció del compost de l'apartat a).
- Quin és el significat del següent pictograma, el qual apareix a la fitxa de seguretat del compost $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$?



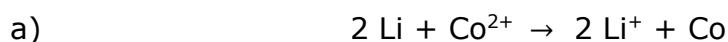
Química

Model 3. Solucions

OPCIÓ A

1A. (2 punts)

Pregunta competencial



- i) L'espècie que actua com oxidant és el Co^{2+} ja que és la que oxida al Li, que es redueix a Co

0,5 punts

- ii) Força electromotriu de la pila: $E^{\circ} = E^{\circ}_{\text{càtode}} - E^{\circ}_{\text{ànode}}$

$$E^{\circ} = -0,28 - (-3,05) = 2,77 \text{ V}$$

0,5 punts

- b) Formulació:

LiOH: hidròxid de liti

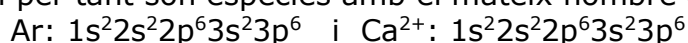
0,5 punts

Sulfat de cobalt(II): CoSO_4

0,5 punts

2A. (2 punts)

- a) **Vertader.** Les configuracions electròniques de les dues espècies són coincidents i per tant són espècies amb el mateix nombre d'electrons.



0,5 punts

- b) **Vertader.** L'àtom d'Argó té 18 protons i 18 electrons, en canvi, l'anió Cl^- només presenta 17 protons i el mateix nombre d'electrons, per tant, la càrrega nuclear efectiva serà major a l'Ar fent que els electrons estiguin més atrets cap al nucli i disminuint així la mida del seu radi.

0,5 punts

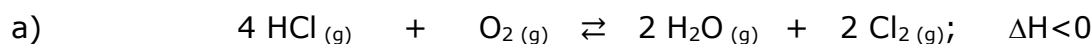
- c) **Fals.** Es tractaria d'un enllaç entre un catió (provinent d'un metall) i un anió (provinent d'un no metall), per tant l'enllaç tindria un caràcter predominantment iònic.

0,5 punts

- d) **Fals.** L'àtom d'Argó té 18 protons i 18 electrons, en canvi el catió Ca^{2+} té 20 protons i el mateix nombre d'electrons, per tant la càrrega nuclear efectiva serà major en el cas del catió, que fa que els electrons estiguin més atrets cap al nucli i es requereixi una major energia per ionitzar-lo.

0,5 punts

3A. (2 punts)



Inicial:	32,85/36,5	38,40/32	-	-
Equilibri:	0,9 - 4x	1,2 - x	2x	2x

Sabem que: $2x = 28,40/71 = 0,40$; per tant $x = 0,20 \text{ mol}$ (0,25 punts)

$$K_c = \frac{[\text{H}_2\text{O}]^2 [\text{Cl}_2]^2}{[\text{HCl}]^4 [\text{O}_2]} = \frac{0,04^2 \cdot 0,04^2}{0,01^4 \cdot 0,1} = 2560 \quad (\text{expressió de } K_c \text{ 0,25 punts})$$

1 punt

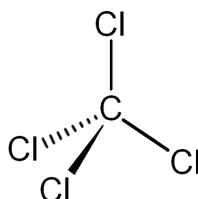
b)

i) Si augmenta la massa de O_2 , per el principi de Le Chatelier, la reacció es desplaçarà cap als productes amb la finalitat de restablir l'equilibri, consumint més O_2 i produint més Cl_2 , per tant *augmentarà la concentració de Cl_2* . **0,5 punts**

ii) Si augmenta la temperatura, pel principi de Le Chatelier, la reacció tendirà a absorbir calor per mantenir l'equilibri; per tant, es desplaçarà cap al sentit endotèrmic, és a dir, cap als reactius, *disminuint així la concentració de Cl_2 a la mescla reaccionant*. **0,5 punts**

4A. (2 punts)

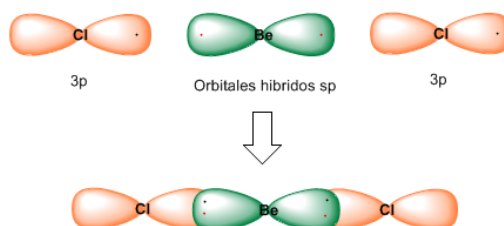
a) Molècula CCl_4



Molècula tipus AB_4 amb distribució tetraèdrica dels electrons.
Geometria tetraèdrica.

0,5 punts

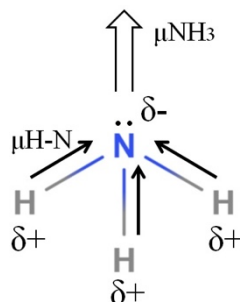
b) Molècula BeCl_2 ;



Molècula tipus AB_2 amb hibridació sp de l'àtom de beril·li.
(Geometria lineal).

0,5 punts

- c) Molècula **NH₃**; molècula que presenta quatre enllaços polars distints. Com que la molècula presenta una geometria tetraèdrica, i no tots els enllaços són iguals, el moment dipolar total és diferent de zero. Per tant és tracta d'una molècula polar ($\Sigma\mu \neq 0$)



0,5 punts

Molècula **BeCl₂**; molècula apolar, ja que presenta dos enllaços polars iguals. Com que la molècula presenta una geometria lineal, els moments dipolars dels seus enllaços s'anul·len entre sí. Per tant, es tracta d'una molècula apolar ($\Sigma\mu = 0$).

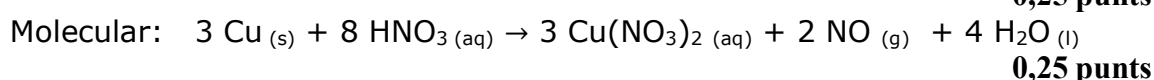
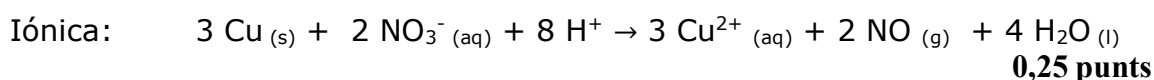
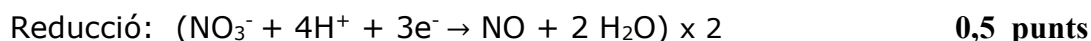
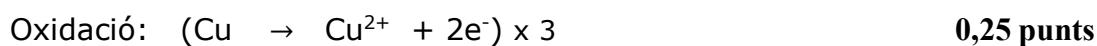
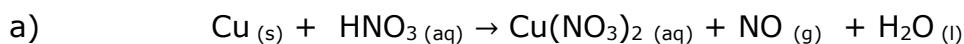
0,5 punts

5A. (2 punts)

- a) **Fals.** Les unitats correctes de la constant de velocitat en aquest cas són $\text{L mol}^{-1} \text{s}^{-1}$ **0,5 punts**
- b) **Fals.** Com es pot veure a l'equació d'Arrhenius ($k=k_0e^{-E_a/RT}$), la constant de velocitat sí que depèn de la temperatura. **0,5 punts**
- c) **Fals.** L'ordre total de la reacció és igual a 2 tal com ens indica l'exponent de la concentració de NO₂ a l'equació de velocitat. **0,5 punts**
- d) **Vertader.** El catalitzador disminueix l'energia d'activació (E_a) i, per tant, el valor de constant de velocitat augmenta, tal com es pot deduir a partir de l'equació d'Arrhenius ($k=k_0e^{-E_a/RT}$). **0,5 punts**

OPCIÓ B

1B. (2 punts)



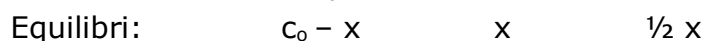
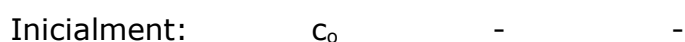
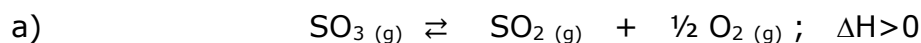
b) Càlcul dels grams de Cu per obtenir 0,2 L NO

$$PV = nRT; \quad P = 750/760 \text{ atm}, \quad T = (20 + 273) \text{ K}$$

$$n = 8,2 \cdot 10^{-3} \text{ mols NO} \quad \text{0,5 punts}$$

$$8,2 \cdot 10^{-3} \text{ mols NO} \times \frac{3 \text{ mols Cu}}{2 \text{ mols NO}} \times \frac{63,55 \text{ g}}{1 \text{ mol Cu}} = \mathbf{0,78 \text{ g Cu}} \quad \text{0,25 punts}$$

2B. (2 punts)



La constant d'equilibri: $K_c = \frac{[\text{SO}_2][\text{O}_2]^{1/2}}{[\text{SO}_3]} = 0,47 \quad (0,25 \text{ punts})$

Sabem que: $\frac{1}{2} x = 2/0,8;$ per tant $x = 5 \text{ mol/L} \quad (0,25 \text{ punts})$

$$0,47 = \frac{5 \cdot 2,5^{1/2}}{c_0 - x} \quad \text{per tant } c_0 = 21,82 \text{ M} \quad (0,25 \text{ punts})$$

I la concentració a l'equilibri de SO_3 és igual a 16,82 M (0,25 punts)

b) Si volem augmentar el procés de dissociació de $\text{SO}_3(g)$ haurem de treballar amb:

- *baixes pressions*, ja que d'aquesta forma, pel principi de Le Chatelier, l'equilibri es desplaçarà cap el costat on hi hagi major nombre de mols, és a dir, cap a la dreta. (0,5 punts)

- i *temperatures elevades*, ja que si subministrem calor al sistema, pel principi de Le Chatelier, el sistema es desplaçarà en el sentit endotèrmic de l'equilibri, és a dir, cap a la dreta, i augmentarà així la dissociació de $\text{SO}_3(\text{g})$.

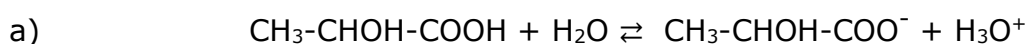
(0,5 punts)

3B. (2 punts: 0,5 punts per apartat)

Considera les següents substàncies: $\text{Ca}(\text{s})$, $\text{CaCl}_2(\text{s})$, $\text{Cl}_2(\text{g})$ i $\text{HCl}(\text{g})$

- La molècula de Cl_2 està formada per dos àtoms iguals que comparteixen un electró de la darrera capa de valència; per tant, es tracta d'un *enllaç de tipus covalent*.
- El *calci*, ja que és l'única substància de caràcter metàl·lic on els electrons es poden moure al llarg de la xarxa d'ions Ca^{2+} .
- Només es poden donar a la *molècula de Cl_2* , ja que es tracta d'un compost covalent apolar. A causa del moviment dels electrons es generen dipols instantanis que actuen sobre una altra molècula i provoquen l'aparició de dipols induïts. Ambdós dipols interaccionen i es generen les forces intermoleculars febles conegudes com a forces de London.
- No, ja que el $\text{CaCl}_2(\text{s})$ és un compost iònic i el $\text{CCl}_4(\text{l})$ és un dissolvent apolar; per tant, en aquest cas no es produiran interaccions ions-dissolvent, la qual cosa implica *una solubilitat molt baixa*.

4B. (2 punts)



Inicialment:	c_0	-	-	-
Equilibri:	$c_0 - x$		x	x

$$K_a = \frac{x^2}{c_0 - x} = 1,41 \cdot 10^{-4} \quad \text{i} \quad \text{suposant } c_0 - x \cong c_0$$

$$x = \sqrt{k_a c_0} = 8,40 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} \quad \text{i} \quad \text{pH} = -\log(x) = \mathbf{2,08}$$

1 punt

b) Valoració, material de laboratori i procediment:

- Mesuram els 20 mL de la solució aquosa d'àcid amb una **pipeta**.
- Posam els 20 mL dintre de un **erlenmeyer** i hi afegim unes gotes de fenolftaleïna.
- Dintre d'una **bureta**, hi introduïm un volum determinat de base forta de concentració coneguda.

- (4) Començam a valorar gota a gota fins que la solució canviï de color una vegada assoleixi el punt d'equivalència.
- (5) Anotam el volum de base consumida i fem els càlculs adients per trobar la concentració de la solució d'àcid làctic.

(3 aparells 0,5 punts, 1 ó 2 aparells 0,25 punts i 0,5 punts procediment) **1 punt**

5B. (2 punts)

- a) butan-1-ol **0,5 punts**
- b) $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_2\text{-CH}_3$; butan-2-ol **0,5 punts**
- c) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-CH}_3$; dietil èter (o etoxietà),
(o també)
 $\text{CH}_3\text{-O-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$; metil propil èter (o metoxipropà) **0,5 punts**
- d) Corrosiu **0,5 punts**



Taula Periòdica dels Elements

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

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

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