

Proves d'accés a la universitat

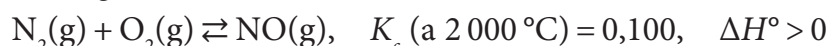
Química

Sèrie 3

Responeu a les qüestions 1, 2 i 3. Tot seguit, escolliu UNA qüestió d'entre la 4 i la 5 i UNA qüestió d'entre la 6 i la 7, i contesteu les dues que heu triat.

Cada qüestió val 2 punts.

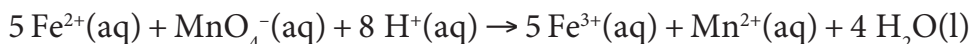
1. El monòxid de nitrogen és un contaminant atmosfèric que s'origina en el motor d'explosió dels automòbils. L'aire entra en el cilindre del motor per a proporcionar l'oxigen necessari per a la combustió de la gasolina, però com que l'aire conté nitrogen s'estableix l'equilibri següent:



- a) Per reproduir les condicions del cilindre d'un motor, introduïm 2,24 g de nitrogen i 0,64 g d'oxigen en un recipient amb una capacitat de 2,4 L i l'escalfem a 2000 °C, que és la temperatura que pot assolir la cambra de combustió del motor d'un automòbil. Calculeu la massa de monòxid de nitrogen que es formarà. [1 punt]
- b) Per a millorar el rendiment de la combustió dels motors, els fabricants poden augmentar la pressió o la temperatura dels cilindres. Expliqueu com es veu afectada la formació del monòxid de nitrogen per l'augment de la pressió, d'una banda, i per l'augment de la temperatura, de l'altra. [1 punt]

DADES: Masses atòmiques relatives: N = 14,0; O = 16,0.

2. En la indústria farmacèutica sovint és necessari efectuar l'anàlisi de determinats metalls. Per exemple, per a determinar quantitativament el ferro que conté un comprimit multivitamínic, es dissol aquest comprimit en àcid i es duu a terme la valoració de l'ió Fe^{2+} emprant una solució de permanganat de potassi (KMnO_4) de concentració coneguda. La reacció de valoració és la següent:



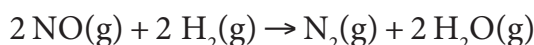
- a) Justifiqueu que aquesta reacció de valoració és una reacció redox, i que és espontània en condicions estàndard i a 25 °C. Indiqueu, raonadament, quin dels reactius és l'oxidant. [1 punt]
- b) Al laboratori dissolem un comprimit multivitamínic de massa 105,0 mg en un matràs d'Erlenmeyer amb una mica d'àcid. Valorem aquesta solució amb KMnO_4 0,0108 M, i en necessitem 30,1 mL perquè la solució passi d'incolora a lila (punt final de la valoració). Calculeu el percentatge en massa de ferro en el comprimit. [1 punt]

DADES: Massa atòmica relativa: Fe = 55,8.

Potencials estàndard de reducció a 25 °C: $E^\circ(\text{MnO}_4^{-}/\text{Mn}^{2+}) = 1,51 \text{ V}$;

$E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,77 \text{ V}$.

3. Per a controlar les emissions d'òxids de nitrogen (NO_x) a l'atmosfera, les indústries han de modificar els processos de combustió o dur a terme un tractament dels efluent per a convertir aquests òxids en substàncies més innòcues. Per exemple, el monòxid de nitrogen es pot reduir a nitrogen segons la reacció química següent:



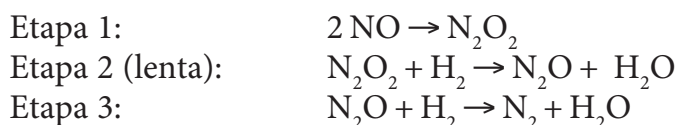
Hem fet diversos experiments per a estudiar la cinètica d'aquesta reacció a partir del mesurament experimental de la velocitat inicial de reacció, i hem obtingut els resultats següents:

Experiment	Concentració inicial de NO (mol L^{-1})	Concentració inicial de H_2 (mol L^{-1})	Velocitat inicial ($\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$)
1	0,60	0,37	$3,0 \times 10^{-3}$
2	1,20	0,37	$1,2 \times 10^{-2}$
3	1,20	0,74	$2,4 \times 10^{-2}$

- a) Determineu l'ordre de reacció de cada reactiu. Escriviu l'equació de velocitat de la reacció i calculeu-ne la constant de velocitat.

[1 punt]

- b) Proposem un mecanisme de reacció per a la reducció del monòxid de nitrogen constituït per les tres etapes elementals següents:



Expliqueu què s'entén per *intermedi de reacció* i per *estat de transició* (o *complex activat*). Digueu quants intermedis de reacció i quants estats de transició hi ha en el mecanisme de reacció proposat i justifiqueu les respostes.

[1 punt]

4. Un grup d'estudiants ha muntat tres piles al laboratori, i n'ha mesurat la força electromotriu, en condicions estàndard i a 298 K. Les dades experimentals que han obtingut són les següents:

Pila	Parells redox*		Força electromotriu (V)
	Pol negatiu	Pol positiu	
1	Mg^{2+}/Mg	Zn^{2+}/Zn	+1,62
2	Zn^{2+}/Zn	Cu^{2+}/Cu	+1,10
3	H^+/H_2	Cu^{2+}/Cu	+ 0,34

* Els parells redox estan representats com a parells de reducció, independentment de si en la semicella es produeix una semireacció de reducció o d'oxidació.

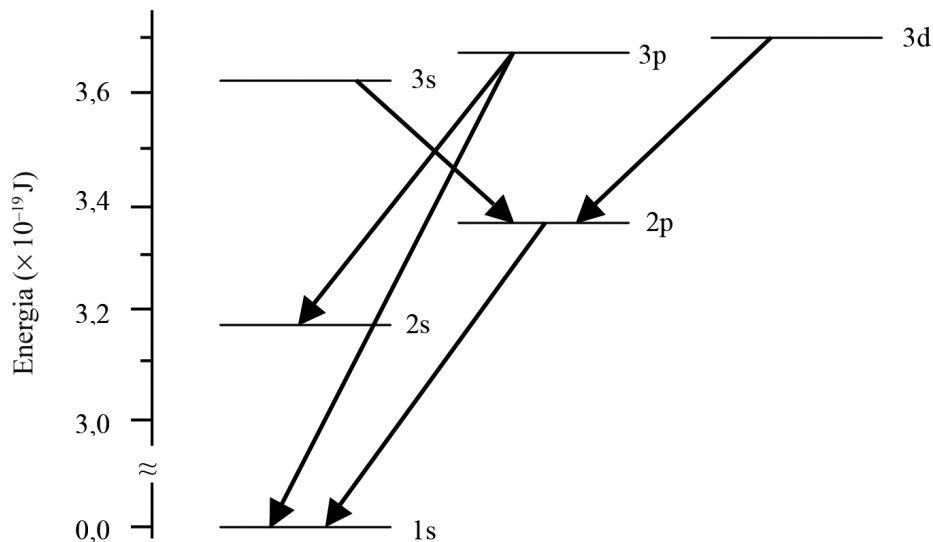
- a) Expliqueu el procediment experimental que cal seguir per a construir la pila 2 al laboratori i mesurar-ne la força electromotriu, i indiqueu el material i els reactius que necessiteu.

[1 punt]

- b) El potencial estàndard d'elèctrode (E°) mesura la tendència d'un elèctrode a generar un procés de reducció. Per conveni internacional, a l'elèctrode estàndard d'hidrogen a 298 K se li assigna un valor de zero i, per tant, $E^\circ(\text{H}^+/\text{H}_2) = 0,00 \text{ V}$. A partir de les dades experimentals obtingudes, calculeu el potencial estàndard de reducció de l'elèctrode de Mg, $E^\circ(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg})$, a una temperatura de 298 K.

[1 punt]

5. La primera vegada que es va identificar l'heli va ser quan es va poder observar una línia groga lluent en l'espectre d'emissió d'un eclipsi solar. Posteriorment, es va aïllar heli a la Terra tractant un mineral, la cleveïta, i es va identificar l'emissió d'una línia groga amb una energia de $3,37 \times 10^{-19}$ J, que es corresponia amb la línia observada en l'espectre solar.
- a) Calculeu la freqüència i la longitud d'ona d'un fotó de la línia d'emissió identificada per a l'heli.
[1 punt]
- b) La figura següent representa el diagrama d'energies dels orbitals atòmics de l'heli; les fletxes indiquen unes quantes transicions electròniques d'emissió permeses segons l'espectroscòpia.



Identifiqueu la transició electrònica corresponent a la línia groga d'emissió de l'heli i indiqueu a quin salt electrònic correspon. Definiu el terme *orbital atòmic* segons el model ondulatori de l'àtom i escriviu la configuració electrònica de l'heli abans i després del salt electrònic.

[1 punt]

DADES: Constant de Planck: $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J s.
Velocitat de la llum en el buit: $c = 3,00 \times 10^8$ m s⁻¹.
Nombre atòmic (Z): $Z(\text{He}) = 2$.

6. La urea (H_2NCONH_2) és una substància que alguns organismes vius sintetitzen per eliminar l'excés d'amoniac del cos. Observeu les dades termodinàmiques de la taula següent:

Reacció	Variació d'entalpia ΔH° a 298 K (kJ)
$2 \text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{NCONH}_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-133,3
$2 \text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{NCONH}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-119,3
$\frac{1}{2} \text{N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2} \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{g})$	-46,1
$\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-285,8
$\text{C}(\text{s, grafit}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$	-393,5

- a) Calculeu l'entalpia estàndard de formació, a 298 K, de la urea sòlida.
[1 punt]
- b) El procés de dissolució de la urea en aigua es pot representar per mitjà de l'equació següent:



Calculeu la variació d'entalpia estàndard d'aquest procés de dissolució a 298 K. Expliqueu de quina manera la temperatura afectarà la dissolució de la urea.

[1 punt]

7. Les Dolomites, als Alps italians, són unes muntanyes espectaculars, amb rutes d'escalada llargues i exigents. Estan formades per roca carbonatada molt dura composta principalment per carbonat de magnesi, a diferència de les muntanyes d'altres indrets d'Europa, en què predomina el carbonat de calci.

- a) Escriviu l'equació de l'equilibri de solubilitat del carbonat de magnesi i calculeu-ne la solubilitat molar en aigua a 25 °C.

[1 punt]

- b) Tenim una mostra d'aigua, procedent d'un bassal, que conté $9,1 \times 10^{-4}$ M d'ions de magnesi i $8,3 \times 10^{-4}$ M d'ions de calci. En agafar 100,0 mL d'aquesta mostra d'aigua i afegir-hi 1,0 mL d'una solució de Na_2CO_3 1,0 M, observem que es forma un precipitat blanc. Diguen, a partir dels càlculs que considereu necessaris, si el precipitat blanc està format per carbonat de calci, carbonat de magnesi o una barreja de tots dos, i justifiqueu la resposta.

[1 punt]

DADES: Producte de solubilitat a 25 °C: K_{ps} (carbonat de calci) = $5,0 \times 10^{-9}$;
 K_{ps} (carbonat de magnesi) = $1,0 \times 10^{-5}$.



Institut
d'Estudis
Catalans