

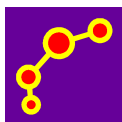


Universitat
de les Illes Balears



**Col·legi Oficial
de Químics
de les Illes Balears**

Departament de Química



*Associació de
Químics de les
Illes Balears*

**XXXIII Olimpíada de
Química a les Illes
Balears
5 de Març de 2020**

La durada màxima de la prova és de dues hores i mitja. Heu de contestar cada apartat (a, b, c i d) en quadernets diferents. Poseu clarament el vostre nom i el del centre a tots els quadernets.

a. (25 %) Exercici Teòric (Preguntes multi resposta)

Aquesta part està constituïda per un qüestionari amb 10 preguntes i quatre respostes per a cada pregunta, de les quals només pots triar-ne una. Indica la que consideris correcta. Per cada dues respostes errades es descompta una encertada, la resposta en blanc val zero punts.

1. L'Assemblea General de les Nacions Unides (ONU) va proclamar l'any 2019 com l'Any Internacional de la Taula Periòdica i dels elements químics, en commemoració dels 150 anys del seu disseny per part del científic Mendeleiev. La darrera actualització de la Taula Periòdica inclou 118 elements i una quantitat d'informació sorprenent. Quina o quines de les informacions següents és falsa:

- I) El nitrogen és més electronegatiu que el fòsfor.
- II) Un element neutre amb 18 electrons és un gas en c.n.
- III) Els elements estan ordenats per la seva massa atòmica.
- IV) El cadmi, situat al cinquè període, té orbitals f plens.

Respostes:

- a) La I b) La II i la III c) La IV d) La III i la IV

2. Segons la teoria atòmica actual, quina de les següents afirmacions és correcta per a la transició electrònica entre un orbital 3s i un orbital 4s?

- a) La transició no es pot donar a l'àtom de H
- b) La transició electrònica presenta el mateix valor energètic per a tots els àtoms del tercer període.
- c) Tots els àtoms del grup dels halògens presenten la mateixa energia per a la transició electrònica.
- d) El valor energètic de la transició electrònica és diferent si comparem l'àtom de Na amb l'àtom de K

3. A 1 atm, la temperatura d'ebullició del CS_2 és 319 K i la del H_2O és 373 K. Amb aquesta informació es pot afirmar que:
- A 319 K la pressió de vapor del CS_2 és de 760 mm Hg.
 - El H_2O és més volàtil que el CS_2 .
 - A 273 K ambdues espècies estaran en estat sòlid.
 - A igual temperatura, la pressió de vapor del H_2O serà major que la del CS_2 .
4. L'espectrometria de masses d'alta resolució és una tècnica que permet distingir l'abundància relativa dels isòtops dels elements presents a un compost. Sabent que la massa atòmica mitjana del clor és 35,453 uma i que les masses dels isòtops ^{35}Cl i ^{37}Cl són 34,969 uma i 36,966 uma, respectivament, quina és l'abundància relativa natural de l'isòtop ^{37}Cl ?
- 65,4%
 - 24,2%
 - 33,2%
 - 75,8%
5. Uns alumnes de química volen estudiar la molècula de ClF_3 i determinar el nombre de parells d'electrons solitaris entorn a l'àtom central de clor i la seva geometria molecular. Quina de les següents respostes corresponen als valors correctes dels dos paràmetres:
- un parell d'electrons solitaris i geometria piramidal.
 - dos parells d'electrons solitaris i geometria en forma de T.
 - dos parells d'electrons solitaris i geometria trigonal-plana.
 - tres parells d'electrons solitaris i geometria tetraèdrica.
6. Quina de les següents propostes correspon a l'ordre correcte de radi atòmic i afinitat electrònica, respectivament?
- $\text{S} < \text{O} < \text{F}$ i $\text{F} < \text{O} < \text{S}$
 - $\text{F} < \text{S} < \text{O}$ i $\text{O} < \text{S} < \text{F}$
 - $\text{F} < \text{O} < \text{S}$ i $\text{S} < \text{O} < \text{F}$
 - $\text{F} < \text{O} < \text{S}$ i $\text{O} < \text{F} < \text{S}$
7. Un volum de 10,0 mL d'etanol pur, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ($d = 0,789 \text{ g/mL}$) s'utilitza per preparar, per dilució, 100,0 mL d'una dissolució aquosa de densitat 0,982 g/mL. Quina és la concentració d'etanol expressada en fracció molar?
- 1,890
 - 0,950
 - 0,171
 - 0,033
8. Si una dissolució saturada d'un sòlid poc soluble en aigua s'evapora fins a la meitat del volum inicial mantenint la temperatura constant, quina serà la nova concentració de la dissolució?
- Igual a la inicial.
 - El doble de la inicial.
 - La meitat de la inicial.
 - Amb la informació aportada no es pot deduir.

9. Quin dels següents parells de composts és un bon exemple de la Llei de les proporcions múltiples d'en Dalton?

- a) H_2O i D_2O
- b) H_2O i H_2S
- c) CuCl i CuCl_2
- d) NaCl i NaBr

10. Indica quines de les següents molècules són polars: H_2O , BCl_3 , PCl_3 , Cl_4C i benzè:

- a) H_2O i benzè
- b) H_2O i Cl_4C
- c) H_2O i PCl_3
- d) H_2O , BCl_3 i PCl_3 .

b.(20%) Exercici Teòric (Qüestions raonades)

b.1. A la següent taula es donen les energies d'ionització (eV) del liti, sodi i potassi.

Taula 1. Energies d'ionització (eV) del Li, Na i K.

	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Li	5,39	75,64	122,5	--
Na	5,14	47,28	71,9	99,1
K	4,34	31,63	46,1	61,1

Explica de manera raonada

- Per què la primera energia d'ionització disminueix del Li al K?
- Per què la segona energia d'ionització de cada element és molt més gran que la primera?
- Per què no es dóna el valor de la quarta energia d'ionització del Li?

b.2. El més de desembre de 2019 es va celebrar a Madrid la Cimera del Clima COP25. Aquesta conferència, promoguda per les Nacions Unides, tenia com a objectiu estabilitzar i limitar la concentració de gasos d'efecte hivernacle a l'atmosfera. Els gasos que produeixen l'efecte hivernacle regulats en el protocol de Kyoto són sis: diòxid de carboni, metà, òxid de dinitrogen, hidrofluorocarburs (HFCs), hexafluorur de sofre i triclorur de nitrogen.

Indica de forma raonada a quin dels gasos que produeixen l'efecte hivernacle ens referim en cada un dels següents apartats:

- És un compost binari de massa molecular aproximada de 146 g/mol.
- Conté un 36,4 % d'oxigen.
- La seva molècula té una geometria de piràmide triangular.
- La seva molècula conté dobles enllaços i és apolar.

c.(35%) Exercici de problemes

Problema 1. L'àcid metanoic (HCOOH), anomenat habitualment àcid fòrmic, es pot obtenir de les formigues. Quan una formiga ens pica, ens injecta aproximadament 0,003 mL d'àcid fòrmic pur, i aquest líquid que ens ha injectat es mescla amb 1,0 mL d'aigua del nostre cos (suposa que els volums són additius).

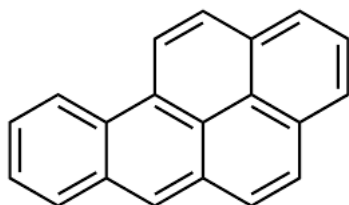
- Calcula la concentració de la solució aquosa d'àcid fòrmic que es forma al nostre cos quan ens pica una formiga, expressada en mol L^{-1} .
- Per a neutralitzar les picades de formiga, podem utilitzar hidrogencarbonat de sodi (NaHCO_3). Escribeu la reacció de neutralització que té lloc i calculeu la massa de NaHCO_3 que necessitem per a neutralitzar l'àcid fòrmic que ens injecta una formiga quan ens pica una vegada.

Dades: densitat de l'àcid fòrmic pur = $1,20 \text{ g mL}^{-1}$

Problema 2. Un compost orgànic està format per C, H i O. Quan es du a terme la combustió completa de 0,219 g d'aquest compost s'obtenen 0,535 g de diòxid de carboni i 0,219 g d'aigua. Si agafem 0,25 g d'aquest compost en estat gasós, a una temperatura de $120,4^\circ\text{C}$ i a una pressió d'1 atmosfera, ocupa un volum de 0,112 litres.

- Troba la fórmula empírica i la fórmula molecular
- Formula i anomena quatre composts, amb diferent grup funcional, que s'ajustin a la fórmula molecular trobada a l'apartat (a).

Problema 3. Un dels components del fum del tabac és l'agent cancerigen anomenat benzo(α)pirè.



Fórmula molecular: $\text{C}_{20}\text{H}_{12}$

Calculeu l'entalpia de formació del benzo(α)pirè, fent ús de la llei de Hess, a partir de les següents dades: entalpia de formació del $\text{CO}_2 = -393 \text{ kJ mol}^{-1}$, entalpia de formació de l' $\text{H}_2\text{O} = -242 \text{ kJ mol}^{-1}$ i entalpia de combustió del benzo(α)pirè = $-16370 \text{ kJ mol}^{-1}$.

d.(20%) Supòsit Pràctic

d.1. En un laboratori, després d'haver realitzat un experiment, ens quedà un residu de 100 mL de nitrat de mercuri (I) 0,25 M i es decidí rebutjar-lo. Les instruccions per a l'eliminació de sals de metalls pesants recomanen, sempre que sigui possible, procedir a la seva recuperació. Pel cas concret de la recuperació de mercuri (I), es recomana la utilització de clorur de sodi.

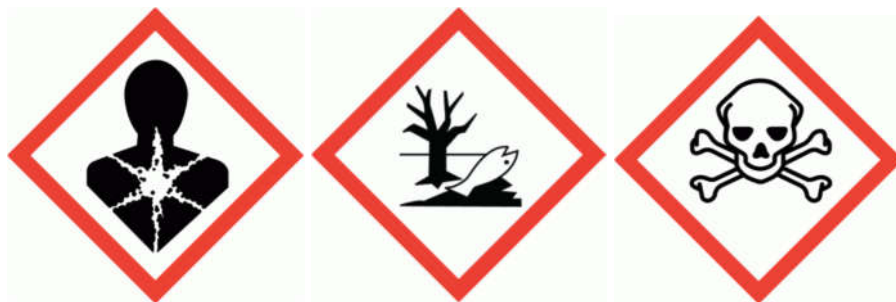
Com ho faries per recuperar el mercuri (I) de la dissolució a rebutjar?

(Describeu el procediment que seguiríeu, indicant el nom del material de laboratori que empraries i la reacció química en què es basa la recuperació de mercuri (I) que has proposat. Indica també els elements de protecció que s'haurien d'emprar).

Taula informativa de solubilitats de les sals de sodi i de mercuri (I) en aigua

Clorur de sodi	Soluble
Nitrat de sodi	Soluble
Nitrat de mercuri (I)	Soluble
Clorur de mercuri (I)	Insoluble

d.2 A l'etiqueta del nitrat de mercuri (I) comercial hi figuren els següents pictogrames:



Indica, de forma concreta i raonada, que significa cadascun dels pictogrames.