

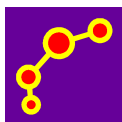


Universitat
de les Illes Balears



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

Departament de Química



*Associació de
Químics de les
Illes Balears*

**XXXII Olimpíada de Química
a les Illes Balears
11 de març de 2021**

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 12 preguntes i quatre respostes per a cada pregunta, de les quals només pots triar-ne una. Per cada dues respostes errades es descompta una encertada, la resposta en blanc val zero punts.

1. La taula periòdica dels elements químics ordena tots els elements coneguts atenent el seu nombre atòmic. Malgrat això, a la taula, la casella corresponent a cada element conté molta més informació sobre l'element en qüestió, per exemple, la seva massa atòmica. D'acord amb aquesta informació es pot deduir que:

- I) La posició d'un element a la taula periòdica condiciona el nombre d'isòtops de l'element
- II) La posició de l'element a la taula periòdica coincideix amb el nombre de protons dels seus ions a qualsevol estat d'oxidació
- III) La posició d'un element a la taula periòdica permet determinar el nombre de neutrons dels àtoms de l'element
- IV) Tots els elements que pertanyen a la mateixa columna tenen una reactivitat química similar

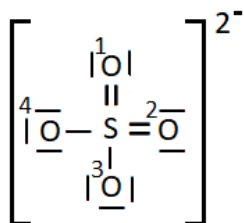
Tria la combinació de frases correctes:

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

2. Els nombres atòmics de l'oxigen, el fòsfor i el crom són 8, 15 i 24, respectivament. Tenint en compte el principi de construcció de l'estructura electrònica dels àtoms i les mesures experimentals, podem dir que el nombre d'electrons desaparellats d'aquests àtoms en estat fonamental és:

- a) 4 (O), 3 (P), 4 (Cr)
- b) 2 (O), 3 (P), 5 (Cr)
- c) 0 (O), 1 (P), 4 (Cr)
- d) 4 (O), 3 (P), 4 (Cr)

3. De totes aquestes frases relatives a les propietats dels àtoms tria la que NO sigui correcta:
- El radi de l'àtom de Li és major que el del seu catió
 - L'energia d'ionització dels elements d'un grup disminueix a mesura que augmenta el seu nombre atòmic
 - El N^{3-} , el O^{2-} i el F^- tenen el mateix nombre d'electrons, per tant tenen un radi atòmic igual
 - L'electronegativitat dels elements d'un període augmenta a mesura que augmenta el seu nombre atòmic
4. L'enllaç covalent entre dos àtoms, format pel solapament de dos orbitals de tipus p, és:
- Sempre de tipus σ
 - De tipus σ o de tipus π depenent de l'orientació relativa dels orbitals atòmics
 - Es forma una hibridació p^2
 - Sempre de tipus π
5. La figura mostra l'estructura de Lewis més representativa de l'anió sulfat, SO_4^{2-} , on els àtoms d'oxigen són iguals i se'ls ha etiquetat de l'1 al 4.



De les frases que s'enuncien a continuació, tria la que sigui correcta en relació a la molècula

- La forma de l'anió és tetraèdrica i la càrrega negativa es localitza sobre els oxígens 3 i 4
 - La forma de l'anió és tetraèdrica i la càrrega es deslocalitza pels quatre àtoms d'oxigen
 - La forma de l'anió és plana i la càrrega es localitza sobre els oxígens 3 i 4
 - La forma de l'anió és plana i la càrrega es deslocalitza pels quatre àtoms d'oxigen
6. Quina de les següents molècules té moment dipolar?
- CS_2
 - BF_3
 - SO_2
 - CF_4
7. La molècula de mioglobina té una massa molecular relativa de 17.000 g/mol. El contingut en ferro d'aquesta molècula és del 0,33%. Quants d'àtoms de Fe conté cada molècula de mioglobina?
- 1
 - 2
 - 3
 - 4

8. Un sòlid insoluble en aigua, no condueix el corrent elèctric i es fon a temperatures superiors a 1000 °C. Dels quatre sòlids que es donen a continuació, tria el que tingui més probabilitats de comportar-se tal i com s'ha descrit:

- a) Fe
- b) SiO₂
- c) NaCl
- d) C₁₀H₂₂

9. Es fa reaccionar una mescla de 6,0 mL de gas hidrogen, H₂(g), i 8 mL de gas oxigen, O₂ (g). Després de la reacció, es mesura el volum dels gasos que han quedat sense reaccionar. L'aigua obtinguda està en estat líquid. Quin serà el volum dels gasos que han quedat sense reaccionar a les mateixes condicions inicials de P i T?

- a) 3 mL
- b) 4 mL
- c) 5 mL
- d) 6 mL

10. Es mescla un litre d'una dissolució 0,1 M de NaNO₃ i un litre d'una dissolució 0,2 M de nitrat de bari, Ba(NO₃)₂. En aquesta nova dissolució la concentració molar dels ions sodi, bari i nitrat són, respectivament

- a) 0,1; 0,2; i 0,5
- b) 0,1; 0,2; i 0,3
- c) 0,05; 0,1; i 0,15
- d) 0,05; 0,1; i 0,25

11. L'acetona (CH₃COCH₃) és una substància líquida amb una densitat de 0,790 g/cm³, totalment soluble en aigua. A un matràs de 100 mL es posen 20 mL d'acetona i s'enrasa amb aigua. La densitat de la dissolució resultant és 0,950 g/cm³. La fracció molar de l'acetona a la mescla és:

- a) 0,058
- b) 0,272
- c) 0,136
- d) 0,544

12. L'energia de l'electró a l'àtom d'hidrogen està relacionada amb el nombre quàntic n de la següent manera:

$$E(n) = - \frac{2,18 \cdot 10^{-18}}{n^2} \text{ (J)}$$

Dos àtoms d'hidrogen, a estats excitats diferents, emeten llum en passar a l'estat fonamental. El primer estava al nivell $n=3$ i el segon estava al nivell $n=5$. Tria la frase relativa a la llum emesa que més s'ajusti a la realitat

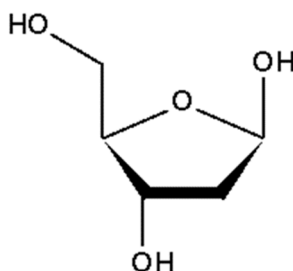
- a) La freqüència de la llum emesa pel primer àtom és major que l'emesa pel segon
- b) L'energia de la llum emesa pel primer àtom és major que l'emesa pel segon
- c) La longitud d'ona de la llum emesa pel primer àtom és major que l'emesa pel segon
- d) La llum emesa pel primer i el segon àtom tenen la mateixa longitud d'ona

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

b.1. La presència d'un solut en un dissolvent modifica les propietats d'aquest, com per exemple la seva pressió de vapor, els seus punts de fusió i ebullició, i la seva pressió osmòtica. Aquestes propietats del dissolvent que es modifiquen no per la naturalesa del solut, sinó per la major o menor concentració d'aquest, s'anomenen propietats col·ligatives. Aplicant aquestes propietats podries justificar si:

- a) El punt d'ebullició de l'aigua és major que el d'una dissolució de sal en aigua.
- b) És millor regar una planta amb aigua que té una concentració molt alta de sals o que té una concentració molt baixa de sals.
- c) Tindran la mateixa temperatura de congelació les dues dissolucions següents: a) la primera preparada mesclant 0,1 g de clorur de sodi en 100 mL d'aigua; i b) la segona preparada mesclant 0,1 g de glucosa en 100 mL d'aigua.

b.2. El Premi Nobel de Química de l'any 2020 va ser concedit a dues investigadores, Emmanuelle Charpentier i Jennifer A. Doudna, pel desenvolupament de la tècnica CRISPR / CAS9, o tisores genètiques, que permet tallar l'ADN en una posició concreta. La molècula d'ADN consisteix en dues cadenes que s'enrotllen entre elles per formar una estructura de doble hèlix. Cada cadena té una part central formada per un sucre (desoxiribosa) i un grup fosfat. Enganxat a cada sucre hi ha una de les següents bases: adenina (A), citosina (C), guanina (G) o timina (T). Una de les parts de l'ADN és la desoxiribosa, que té la fórmula que es mostra a aquesta figura.



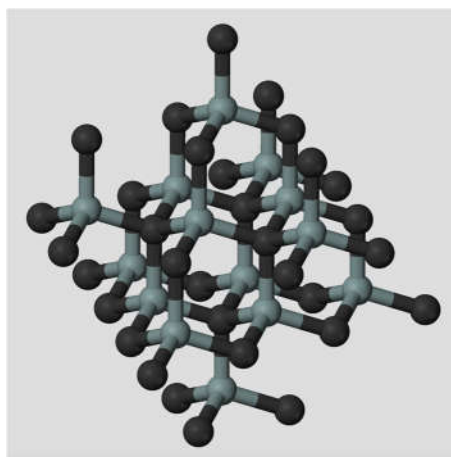
- a) Quina fórmula molecular té la desoxiribosa?
- b) Anomena els grups funcionals presents en aquesta molècula.
- c) Indica la hibridació de tots els àtoms de carboni de la desoxiribosa. Raona la resposta.

c.(35%) Exercici de problemes

Problema 1. Un compost orgànic està format únicament per C, H i O. L'oxigen (en pes) representa un 22,2% del mateix. A més, s'ha determinat que quan es du a terme la combustió completa de 14,4 g d'aquest compost, s'obtenen 35,2 g de diòxid de carboni. Amb aquestes dades:

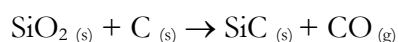
- Determina la fórmula empírica del compost.
- Determina la fórmula molecular sabent que 36 g del compost contenen $3,011 \cdot 10^{23}$ molècules.
- Formula i anomena tres isòmers de funció del compost trobat.

Problema 2. El carbur de silici, SiC, és un material utilitzat per a diferents aplicacions industrials, com per exemple, per a la construcció de components que es troben exposats a temperatures extremes.



Estructura química del carbur de silici

El SiC se sintetitza d'acord amb la següent reacció no ajustada:



Calcula:

- La quantitat (en grams) de SiC que s'obtindran a partir de 4,5 g de SiO₂ que presenta un 97% de puresa.
- Els grams de SiC que s'obtindran quan es posin en contacte 10 g de SiO₂ pur amb 15 g de carboni. Suposa, en aquest cas, que el rendiment de la reacció és només del 80%.
- Per a l'apartat anterior, quina quantitat (en grams) de cada un dels reactius quedarà sense reaccionar?

d.(20%) Supòsit Pràctic

En un laboratori, a una botella que contenia uns 50 mL d'acetona, per error, s'hi afegiren uns 50 mL d'aigua. Com ho faries per recuperar l'acetona d'aquesta mescla?

A la resposta incorpora un dibuix del muntatge, tot indicant el nom dels components (del muntatge) i descriu les passes del procediment que seguiries.

Dades: Punt d'ebullició de l'acetona: 56°C. L'acetona i l'aigua són dos dissolvents completament miscibles.

	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 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 Uun (269)	111 Uuu (272)	112 Uub (277)	113 Uut ()	114 Uuq (285)	115 Uup ()	116 Uuh (289)	117 Uus ()	118 Uuo (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: $R = 0,082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 8,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$