

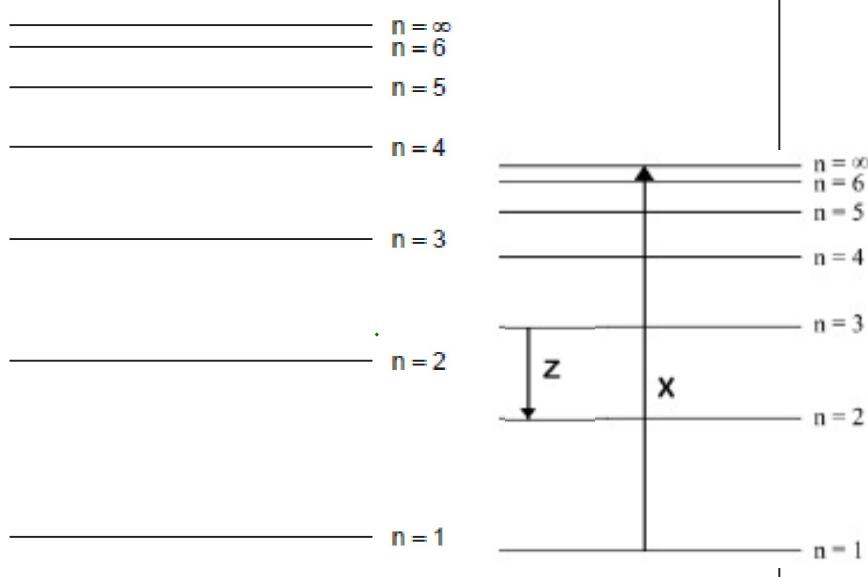
MAY-22

2. Los electrones se distribuyen en niveles energéticos alrededor del núcleo de un átomo.

- (a) Explique por qué la energía de primera ionización del calcio es mayor que la del potasio. [2]

- ... mayor número de protones/carga nuclear/ $Z_e$  ✓  
... menor tamaño/radio «atómico»  
O  
... igual número de niveles energéticos  
O  
apantallamiento similar «debido a los electrones interiores» ✓

- (b) El diagrama representa niveles energéticos posibles en un átomo de hidrógeno.



- (i) Todos los modelos tienen limitaciones. Sugiera dos limitaciones de este modelo de niveles energéticos de los electrones.

[2]

Dos cualesquier de:

- no representa subniveles/orbitales ✓  
solo aplica para átomos con un electrón / hidrógeno ✓  
no explica por qué solo ciertos niveles energéticos están permitidos ✓  
se considera que el átomo está aislado ✓  
no tiene en cuenta las interacciones entre átomos/moléculas/campos externos ✓  
no considera el número de electrones que un nivel energético puede contener ✓  
no considera la probabilidad de encontrar el electrón en diferentes posiciones/OCOP ✓

- (ii) Dibuje una flecha, rotulada X, para representar la transición electrónica para la ionización de un átomo de hidrógeno en el estado fundamental.

[1]

- (iii) Dibuje una flecha, rotulada Z, para representar la menor energía de transición electrónica en el espectro visible.

[1]

- (d) El ácido nítrico,  $\text{HNO}_3$ , es otro ácido fuerte de Brønsted–Lowry. Su base conjugada es el ion nitrato,  $\text{NO}_3^-$ .

(i) Dibuje la estructura de Lewis del  $\text{NO}_3^-$ .

[1]



(ii) Explique la geometría del dominio electrónico del  $\text{NO}_3^-$ .

[2]

tres dominios electrónicos que se repelen  
O

..... Plana trigonal

Tres dominios electrónicos lo más alejados posible ✓  
..... «todos» los ángulos son  $120^\circ$  ✓

4. El carbono forma muchos compuestos.

- (a) El  $\text{C}_{60}$  y el diamante son alótropos del carbono.

(i) Resuma una diferencia entre el enlace entre los átomos de carbono en el  $\text{C}_{60}$  y el diamante.

[1]

El fulereno,  $\text{C}_{60}$ : «cada carbono» enlazado a 3 C Y el diamante: enlazado a 4 C .....  
O .....  
El fulereno,  $\text{C}_{60}$ : deslocalizado/resonancia Y el diamante no deslocalizado /no hay .....  
resonancia  
O .....  
El fulereno,  $\text{C}_{60}$ : enlaces simples y dobles Y el diamante: enlaces simples ✓

(ii) Explique por qué el  $\text{C}_{60}$  y el diamante subliman a diferentes temperaturas y presiones.

[2]

.....  
el diamante es una macromolécula/red covalente Y sublima a temperaturas más altas ✓

$\text{C}_{60}$  tiene «fuerzas» moleculares/intermoleculares/de dispersión/London ✓  
.....  
.....

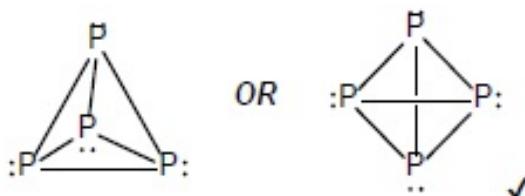
NOV-21

2. Explique el aumento general de la tendencia de las energías de primera ionización de los elementos del periodo 3, del Na al Ar. [2]

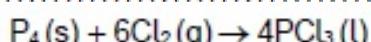
increasing number of protons .....  
OR .....  
increasing nuclear charge ✓ .....  
  
«atomic» radius/size decreases .....  
OR .....  
same number of shells/electrons occupy same shell .....  
OR .....  
similar shielding «by inner electrons» ✓ .....  
.....

3. El fósforo blanco es un alótropo de fósforo y existe como  $P_4$ .

- (a) (i) Dibuje aproximadamente la estructura de Lewis (representación de electrones mediante puntos) de la molécula de  $P_4$ , solo con enlaces simples. [1]



- (ii) Escriba una ecuación para la reacción del fósforo blanco, ( $P_4$ ), con cloro gaseoso para formar tricloruro de fósforo ( $PCl_3$ ). [1]



- (b) (i) Deduzca la geometría molecular y del dominio electrónico usando la TRPEV, y estime el ángulo del enlace Cl-P-Cl en el  $PCl_3$ . [3]

Geometría del dominio electrónico:

..... *Electron domain geometry: tetrahedral ✓* .....

Geometría molecular:

..... *Molecular geometry: trigonal pyramidal ✓* .....

Ángulo de enlace:

..... *Bond angle: 100° ✓* .....

- (ii) Explique la polaridad del  $PCl_3$ . [1]

..... polar AND unsymmetrical distribution of charge .....

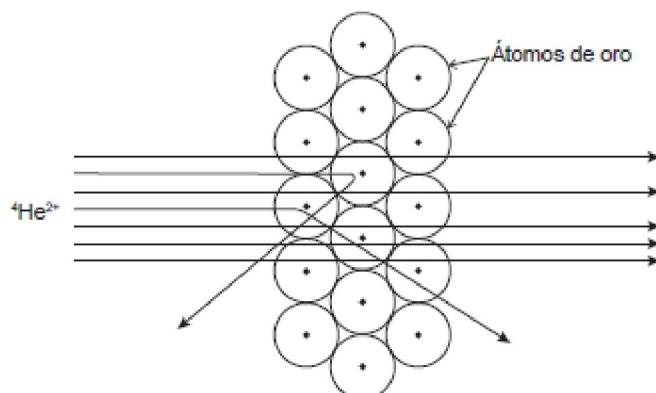
OR .....

..... polar AND dipoles do not cancel .....

OR .....

..... «polar as» dipoles «add to» give a «partial» positive «charge» at P and a «partial» negative «charge» at the opposite/Cl side of the molecule ✓ .....

8. Una delgada lámina de oro fue bombardeada con núcleos de helio ( ${}^4\text{He}^{2+}$ ) a gran velocidad y la mayoría la atravesó sin desviarse, pero algunos se desviaron ampliamente de su trayectoria. El diagrama ilustra este experimento histórico.



- (a) Sugiera qué conclusión sobre el átomo de oro se puede extraer de este experimento. [2]

La mayoría del  ${}^4\text{He}^{2+}$  atravesó sin desviarse:

- ..... most of the atom is empty space
- ..... OR
- ..... the space between nuclei is much larger than  ${}^4\text{He}^{2+}$  particles
- ..... OR
- ..... nucleus/centre is «very» small «compared to the size of the atom» ✓

Muy pocos  ${}^4\text{He}^{2+}$  se desviaron ampliamente de su trayectoria:

- ..... nucleus/centre is positive «and repels  ${}^4\text{He}^{2+}$  particles»
- ..... OR
- ..... nucleus/centre is «more» dense/heavy «than  ${}^4\text{He}^{2+}$  particles and deflects them»
- ..... OR
- ..... nucleus/centre is «very» small «compared to the size of the atom» ✓

- (b) (i) Experimentos posteriores demostraron que los electrones existen en niveles energéticos ocupando varias formas orbitales.

Dibuje diagramas de 1s, 2s y 2p. [2]

1s	2s	2p

- (ii) Indique la configuración electrónica del cobre. [1]

- .....  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10}$
- ..... OR
- .....  $[\text{Ar}] 4s^1 3d^{10}$  ✓

MAY-21

2. Las propiedades de los elementos se pueden predecir a partir de su posición en la tabla periódica.

(a) (i) Explique por qué el radio atómico del Si es menor que el del Al.

[2]

carga nuclear/número de protones/ $Z/Z_{\text{efectivo}}$  aumenta «causando mayor atracción sobre los electrones externos» ✓  
el mismo número de capas/apantallamiento/nivel energético «externo» ✓

(ii) Explique la disminución del radio del Na al  $\text{Na}^+$ .

[2]

$\text{Na}^+$  tiene un nivel energético menos  
O  
 $\text{Na}^+$  tiene 2 niveles energéticos/capas Y hay 3 en el átomo de Na ✓  
menor apantallamiento «en el  $\text{Na}^+$  por eso los electrones de valencia son atraídos con mayor fuerza por el núcleo» ✓  
O  
mayor carga nuclear efectiva/ $Z_{\text{efectivo}}$  «en el  $\text{Na}^+$  por eso los electrones de valencia son atraídos con mayor fuerza por el núcleo» ✓

(b) (i) Indique las configuraciones electrónicas condensadas del Cr y el  $\text{Cr}^{3+}$ .

[2]

Cr:  $[\text{Ar}] 4s^1 3d^5$  ✓

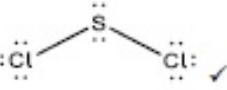
$\text{Cr}^{3+}$ :  $[\text{Ar}] 3d^3$  ✓

(ii) Describa el enlace metálico y cómo contribuye a la conductividad eléctrica.

[3]

atracción electrostática ✓  
entre «una red de» cationes/iones «metálicos» positivos Y «un mar de» electrones deslocalizados ✓  
los electrones móviles son los responsables de la conductividad  
O  
Los electrones se mueven en respuesta a un voltaje/diferencia de potencial/campo eléctrico aplicado ✓

- (c) Deduzca la estructura de Lewis (representación de electrones mediante puntos) y la geometría molecular del dicloruro de azufre,  $\text{SCl}_2$ . [2]

Especie	$\text{SCl}_2$
Estructura de Lewis	
Geometría molecular	.....

- (d) Sugiera, dando razones, las volatilidades relativas del  $\text{SCl}_2$  y el  $\text{H}_2\text{O}$ . [3]

..... doblada/angular/con forma de V ✓  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

NOV-20

1. El cloro sufre muchas reacciones.

- (a) (i) Indique la configuración electrónica completa del átomo de cloro. [1]

.....  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$  .....

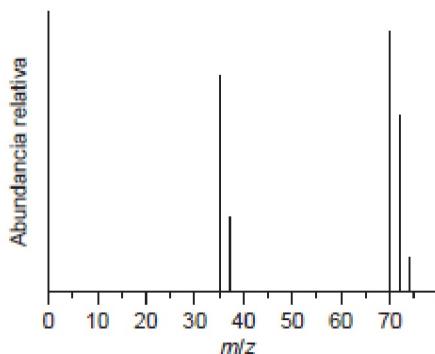
- (ii) Indique, dando una razón, cuál tiene mayor radio el átomo de cloro o el ion cloruro. [1]

.....  $\text{Cl}^-$  AND more «electron-electron» repulsion ✓ .....

- (iii) Resuma por qué el radio atómico del átomo de cloro es menor que el del átomo de azufre. [2]

Cl has a greater nuclear charge/number of protons/ $Z_{\text{eff}}$  «causing a stronger pull on the outer electrons» ✓  
 same number of shells OR .....  
 same «outer» energy level OR .....  
 similar shielding ✓ .....

(iv) El espectro de masas del cloro se muestra a continuación.



Resuma la razón de los dos grandes picos a  $m/z = 35$  y  $37$ .

[1]

..... «two major» isotopes «of atomic mass 35 and 37» ✓ .....

(v) Explique la presencia y abundancia relativa del pico a  $m/z = 74$ .

[2]

..... «diatomic» molecule composed of «two» chlorine-37 atoms ✓ .....

..... chlorine-37 is the least abundant «isotope» .....

..... OR .....

..... low probability of two  $^{37}\text{Cl}$  «isotopes» occurring in a molecule ✓ .....

MAY-19

3. El monóxido de dinitrógeno, N<sub>2</sub>O, provoca la desaparición de la capa de ozono en la estratosfera.

- (a) Resuma por qué es importante el ozono en la estratosfera.

[1]

absorbe/bloquea luz UV/ultravioleta «de mayor longitud de onda que la que absorbe el O<sub>2</sub>» ✓

- (b) Las diferentes fuentes de N<sub>2</sub>O tienen diferentes relaciones de <sup>14</sup>N : <sup>15</sup>N.

- (i) Indique una técnica analítica que se podría usar para determinar la relación de <sup>14</sup>N : <sup>15</sup>N.

[1]

..... espectrometría de masas/EM ✓ .....

- (ii) Una muestra de gas se enriqueció hasta contener el 2 % en masa de <sup>15</sup>N siendo el resto <sup>14</sup>N.

Calcule la masa molecular relativa del resultante N<sub>2</sub>O.

[2]

..... « $\frac{(98 \times 14) + (2 \times 15)}{100} = \rightleftharpoons 14,02$  ✓ .....

..... « $M_r = (14,02 \times 2) + 16,00 = \rightleftharpoons 44,04$  ✓ .....

- (iii) Prediga, dando dos razones, cómo se compara la energía de primera ionización del <sup>15</sup>N con la del <sup>14</sup>N.

[2]

Dos de:

la misma Y tienen la misma carga nuclear/número de protones/Z<sub>eff</sub> ✓

la misma Y los neutrones no afectan la atracción/ energía de ionización/Z<sub>eff</sub>

la misma Y la misma atracción por los electrones «externos» ✓ .....

la misma Y tienen la misma configuración electrónica/apantallamiento ✓

- (c) Sugiera por qué resulta sorprendente que el monóxido de dinitrógeno se disuelva en agua para dar una solución neutra.

[1]

los óxidos de nitrógeno/no metales son «generalmente» ácidos ✓ .....

4. El renio, Re, fue el último elemento con un isótopo estable que fue aislado.

- (a) Antes de su aislamiento, los científicos predijeron la existencia del renio y algunas de sus propiedades.

Sugiera la base de esas predicciones.

[2]

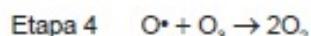
espacio vacío en la tabla periódica	.....
O	.....
elemento con número atómico «75» desconocido	.....
O	.....
corte/irregularidad en tendencias periódicas✓	.....
«la tabla periódica presenta» tendencias periódicas/ regulares en «las propiedades» ✓	.....

- (b) Describa cómo establecer la reactividad relativa del renio, en comparación con la de la plata, el cinc y el cobre, usando trozos de renio y soluciones de sulfatos de esos metales. [2]

introducir «trozos de» Re en cada solución ✓  
si el Re es revestido/reacciona con el metal, dicho metal es menos reactivo «que el Re» ✓

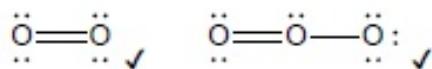
.....  
.....  
.....

1. Las ecuaciones muestran las etapas de la formación y descomposición del ozono en la estratosfera, algunas de las cuales absorben luz ultravioleta.



- (a) Dibuje las estructuras de Lewis del oxígeno,  $O_2$ , y el ozono,  $O_3$ .

[2]



- (b) Resuma por qué ambos enlaces en la molécula de ozono tienen la misma longitud y prediga la longitud de enlace en la molécula de ozono. Refiérase a la sección 10 del cuadernillo de datos.

[2]

Razón:  
«estructuras» resonantes

.....  
O  
.....

deslocalización de los electrones «del doble enlace/enlace pi» ✓

- Longitud:  
121 «pm» < longitud < 148 «pm» ✓

- (c) Distinga entre luz ultravioleta y luz visible en términos de longitud de onda y energía. [1]

..... «UV» menor longitud de onda Y mayor energía «que la visible» ✓

- (d) Discuta cómo las diferentes fuerzas de enlace entre los átomos de oxígeno en el  $O_2$  y en el  $O_3$  en la capa de ozono afectan la radiación que llega a la superficie terrestre. [2]

el ozono absorbe «radiación de» menor frecuencia/energía «que el oxígeno»

.....  
O

el ozono absorbe «radiación de» mayor longitud de onda «que el oxígeno» ✓

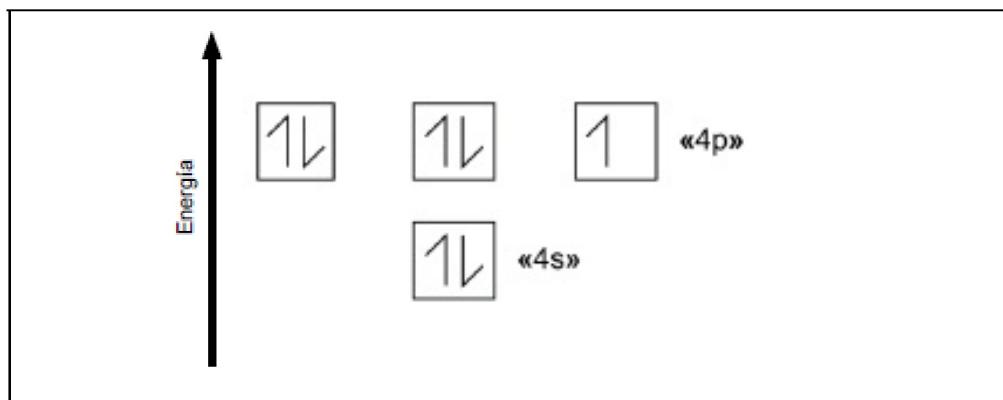
NOV-18

3. El bromo puede formar ion bromato(V),  $\text{BrO}_3^-$ .

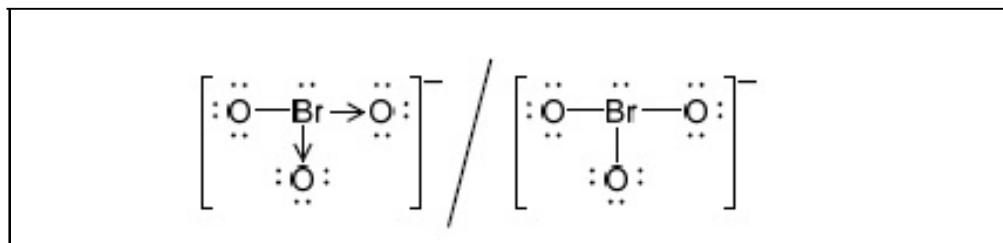
- (a) (i) Indique la configuración electrónica de un átomo de bromo. [1]

1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 3p<sup>6</sup> 4s<sup>2</sup> 3d<sup>10</sup> 4p<sup>5</sup>  
..... O .....  
[Ar] 4s<sup>2</sup> 3d<sup>10</sup> 4p<sup>5</sup> ✓

- (ii) En el eje de energía provisto, dibuje aproximadamente el diagrama orbital de la capa de valencia de un átomo de bromo (en su estado fundamental). Use cajas para representar orbitales y flechas para representar electrones. [1]



- (b) Dibuja la estructura de Lewis (representación de electrones mediante puntos) del  $\text{BrO}_3^-$  que cumple la regla del octeto. [1]



- (c) Prediga, por medio de la TRPEV, la geometría del ion  $\text{BrO}_3^-$  y los ángulos de enlace O-Br-O. [3]

Geometría: pirámide trigonal/triangular ✓  
Justificación: tres enlaces Y un par solitario  
Ángulo O-Br-O: 107° ✓

4. Las propiedades de los elementos y sus compuestos se pueden relacionar con la posición de los elementos en la tabla periódica.

(a) Explique la disminución de radio atómico desde el Na al Cl.

[2]

aumento de carga nuclear/ número de protones/ $Z_{\text{eff}}$  «causando una mayor atracción por los electrones externos» ✓

igual número de capas/niveles externos de energía/apantallamiento ✓

(b) (i) Explique por qué el radio del ion sodio,  $\text{Na}^+$ , es menor que el radio del ion óxido,  $\text{O}^{2-}$ .

[2]

isoelectrónico/igual configuración electrónica /«ambos» tienen 2,8 ✓

más protones en el  $\text{Na}^+$  ✓

(ii) Indique una propiedad física del óxido de sodio.

[1]

quebradizo ✓

elevado punto de fusión/cristalino/sólido "a temperatura ambiente" ✓

baja volatilidad ✓

conduce la electricidad cuando está fundido ✓

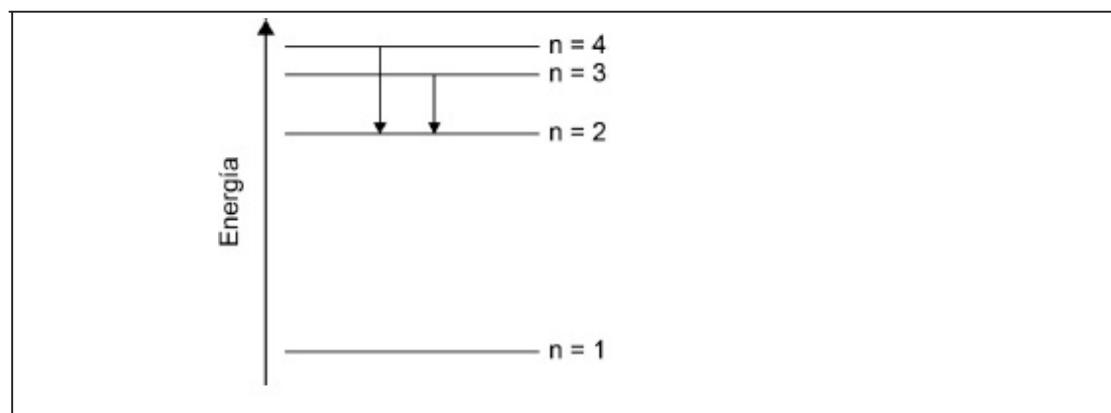
no conduce la electricidad a temperatura ambiente ✓

MAY-18

3. El espectro de emisión de un elemento se puede usar para identificarlo.

- (a) (i) Dibuje en el eje los cuatro primeros niveles energéticos de un átomo de hidrógeno. Rotúlelos como  $n = 1, 2, 3$  y  $4$ .

[1]



- (ii) Dibuje en su diagrama las líneas que representan las transiciones electrónicas al  $n = 2$  en el espectro de emisión.

[1]

- (b) Los elementos presentan tendencias en sus propiedades físicas a lo largo de la tabla periódica.

- (i) Resuma por qué el radio atómico disminuye a lo largo del período 3, del sodio al cloro.

[1]

el mismo número de capas/nivel energético «exterior»/apantallamiento Y la carga nuclear/número de protones/la carga nuclear efectiva aumenta «causando una atracción mayor hacia los electrones exteriores» ✓

- (ii) Resuma por qué el radio iónico del  $K^+$  es menor que el del  $Cl^-$ .

[2]

$K^+$  19 protones Y  $Cl^-$  17 protones

O

$K^+$  tiene «dos» protones más ✓

el mismo número de electrones/isolectrónicos «por lo tanto están más atraídos» ✓

- (c) (i) El cobre se usa ampliamente como conductor eléctrico.

Dibuje flechas en las cajas para representar la configuración electrónica del cobre en los orbitales 4s y 3d.

[1]

1  
4s

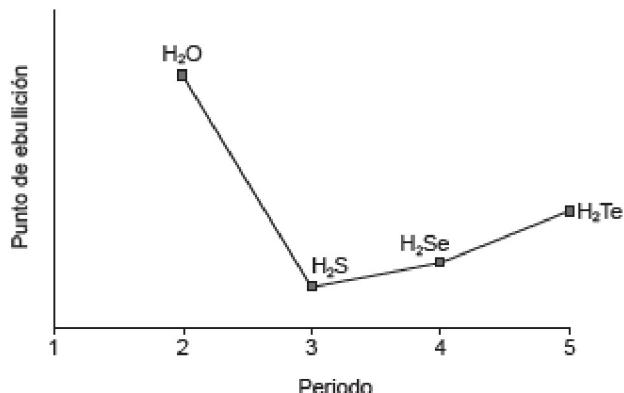
1 1 1 1 1  
3d

6. Algunas propiedades físicas de sustancias moleculares son consecuencia de diferentes tipos de fuerzas entre sus moléculas.

- (a) (i) Explique por qué los hidruros de los elementos del grupo 16 ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{Se}$  y  $\text{H}_2\text{Te}$ ) son moléculas polares. [2]

enlaces polares «entre H y elemento del grupo 16»  
O  
diferencia de electronegatividad «entre H y los elementos del group16» ✓  
  
distribución asimétrica de la carga/nube electrónica  
O  
forma no-lineal/doblada/de V/angular «debido a los pares libres»  
O  
enlaces polares/los dipolos no se cancelan ✓

- (ii) La gráfica muestra los puntos de ebullición de los hidruros de los elementos del grupo 16.



Explique el aumento del punto de ebullición desde el  $\text{H}_2\text{S}$  al  $\text{H}_2\text{Te}$ . [2]

el número de electrones aumenta ✓

aumentan las fuerzas de London/dispersión/dipolo instantáneo-dipolo inducido ✓

- (b) Las estructuras de Lewis muestran dominios electrónicos y se usan para predecir la geometría molecular.

Deduzca la geometría de dominio electrónico y la geometría molecular del ion  $\text{NH}_2^-$ . [2]

Geometría de dominio electrónico: tetraédrica ✓

Geometría molecular: doblada/en forma de V/angular ✓

NOV-17

2. Las tendencias de las propiedades físicas y químicas son útiles para los químicos.

- (a) Explique la tendencia general de aumento de las energías de primera ionización de los elementos del periodo 3, del Na al Ar. [2]

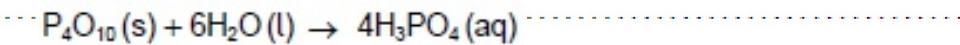
aumenta el número de protones	.....	disminuye el radio/tamaño «atómico»	.....
O	.....	O	.....
aumenta la carga nuclear ✓	.....	mismo número de capas electrónicas	.....
	.....	O	.....
	.....	similar efecto pantalla debido a los electrones internos ✓	.....

«se necesita mayor energía para superar la creciente atracción entre el núcleo y los electrones»

- (b) Explique por qué los puntos de fusión de los metales del grupo 1 ( $\text{Li} \rightarrow \text{Cs}$ ) disminuyen hacia abajo del grupo. [2]

el radio atómico/iónico aumenta ✓	.....
densidad de carga menor	.....
O	.....
la fuerza de atracción entre los iones metálicos y los electrones deslocalizados	.....
disminuye ✓	.....

- (c) Indique una ecuación para la reacción del óxido de fósforo(V),  $\text{P}_4\text{O}_{10}$ (s), con agua. [1]

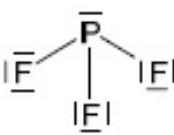
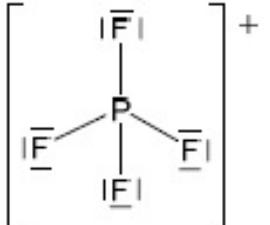


- (d) Describa el espectro de emisión del hidrógeno. [2]

«serie de» líneas	.....
O	.....
solo ciertas frecuencias/longitudes de onda ✓	.....
convergencia a alta/mayor frecuencia/energía	.....
O	.....
convergencia a baja/menor longitud de onda ✓	.....

3. Las estructuras de Lewis (representación de electrones mediante puntos) son modelos útiles.

- (a) Dibuja las estructuras de Lewis (representación de electrones mediante puntos) del  $\text{PF}_3$  y el  $\text{PF}_4^+$  y use la TRPEV para deducir la geometría molecular de cada especie. [4]

	$\text{PF}_3$	$\text{PF}_4^+$
Estructura de Lewis (representación de electrones mediante puntos)		
Geometría molecular	... pirámide trigonal ...	... tetraédrica ...

- (b) Prediga, dando una razón, si la molécula de  $\text{PF}_3$  es polar o no polar. [1]

polar Y polaridad de enlaces/los dipolos no se cancelan	.....
O	.....
polar Y distribución asimétrica de la carga ✓	.....

MAY-17

1. Existen muchos óxidos de plata de fórmula  $\text{Ag}_x\text{O}_y$ . Todos ellos se descomponen en sus elementos cuando se los calienta fuertemente.

- (a) (i) Después de calentar 3,760g de un óxido de plata, se obtuvieron 3,275g de plata. Determine la fórmula empírica de  $\text{Ag}_x\text{O}_y$ . [2]

$$n(\text{Ag}) = \frac{3,275 \text{ g}}{107,87 \text{ g mol}} \Rightarrow 0,03036 \text{ «mol»}$$

Y .....

$$n(\text{O}) = \frac{3,760 \text{ g} - 3,275 \text{ g}}{16,00 \text{ g mol}^{-1}} = \frac{0,485}{16,00} \Rightarrow 0,03031 \text{ «mol» ✓}$$

$$\frac{0,03036}{0,03031} \approx 1 / \text{relación de Ag a O aproximadamente 1:1 por lo tanto} \text{ .....$$

$\text{AgO} \checkmark$

- (ii) Sugiera por qué es posible que la masa final de sólido obtenida calentando 3,760g de  $\text{Ag}_x\text{O}_y$  sea mayor de 3,275g e indique una mejora del diseño para la sugerencia que propuso. Ignore cualquier posible error en el procedimiento de pesada. [2]

temperatura demasiada baja .....

O .....

tiempo de calentamiento demasiado corto .....

O .....

el óxido no se descompuso completamente ✓

calentar la muestra hasta masa constante «durante dos o tres ensayos» ✓

- (b) La plata natural está compuesta por dos isótopos estables,  $^{107}\text{Ag}$  y  $^{109}\text{Ag}$ .

La masa atómica relativa de la plata es 107,87. Muestre que el isótopo  $^{107}\text{Ag}$  es el más abundante. [1]

$A_r$  más cercana a 107/ menos que 108 «por lo tanto hay más  $^{107}\text{Ag}$ » .....

O .....

$A_r$  menor que el promedio de (107+109) «por lo tanto hay más  $^{107}\text{Ag}$ » ✓ .....

- (c) (i) Algunos óxidos del periodo 3, como  $\text{Na}_2\text{O}$  y  $\text{P}_4\text{O}_{10}$ , reaccionan con agua. Se añadió por separado una espátula de cada óxido a recipientes de  $100 \text{ cm}^3$  que contenían agua destilada y unas gotas de indicador azul de bromotimol. El indicador está en la sección 22 del cuadernillo de datos.

Deduzca el color de la solución resultante y la fórmula química del producto formado después de la reacción de cada óxido con agua. [3]

Contenido del recipiente	Color de la solución	Fórmula del producto
$\text{Na}_2\text{O}$	..... azul .....	..... $\text{NaOH}$ .....
$\text{P}_4\text{O}_{10}$	..... amarillo ✓ .....	..... $\text{H}_3\text{PO}_4$ .....

- (ii) Explique la conductividad eléctrica del  $\text{Na}_2\text{O}$  y del  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  fundidos. [2]

el  $\text{Na}_2\text{O}$  «fundido» posee iones móviles/partículas cargadas móviles Y conduce la electricidad ✓ .....

el  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  «fundido» no posee iones móviles/partículas cargadas móviles Y no conduce la electricidad/ es un conductor pobre de electricidad ✓ .....

- (d) Resuma el modelo de configuración electrónica que se deduce del espectro de emisión de líneas del hidrógeno (modelo de Bohr).

[2]

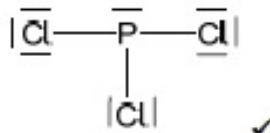
los electrones se encuentran en niveles energéticos discretos/específicos/diferentes ✓ .....  
los niveles energéticos convergen/se acercan uno al otro a mayor energía .....  
O .....  
los niveles energéticos convergen al distanciarse del núcleo ✓ .....

3. Se introdujo  $\text{PCl}_5(\text{g})$  y  $\text{Cl}_2(\text{g})$  en un recipiente sellado y se permitió que alcanzaran el equilibrio a  $200^\circ\text{C}$ . La variación de entalpía,  $\Delta H$ , para la descomposición de  $\text{PCl}_5(\text{g})$  es positiva.

- (b) Deduzca la estructura de Lewis (representación de electrones mediante puntos) y la geometría molecular del  $\text{PCl}_3$ .

[2]

Estructura de Lewis:



Geometría molecular

Geometría molecular:

trigonal / pirámide triangular ✓ .....

4. Los enlaces se pueden formar de muchas maneras.

- (a) El módulo de aterrizaje de la misión Apolo usó combustible para cohetes formado por una mezcla de hidrazina,  $\text{N}_2\text{H}_4$ , y tetraóxido de dinitrógeno,  $\text{N}_2\text{O}_4$ .



- (i) Indique y explique la diferencia de fuerza de enlace entre los átomos de nitrógeno en una molécula de hidrazina y en una molécula de nitrógeno.

[2]

enlace triple en «la molécula de» nitrógeno Y simple en la hidrazina ✓ .....  
el enlace triple es más fuerte que el enlace simple .....  
O .....  
más «pares de» electrones compartidos forman uniones más fuertes/atraen más a los núcleos ✓ .....

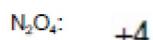
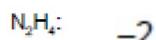
- (ii) Indique por qué el punto de ebullición de la hidrazina es mayor que el del tetraóxido de dinitrógeno.

[1]

enlace de hidrógeno «entre moléculas, en el tetróxido de dinitrógeno no»

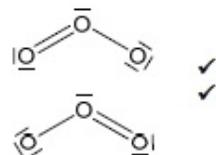
- (iii) Determine el estado de oxidación del nitrógeno en los dos reactivos.

[1]



- (b) Deduzca las estructuras de Lewis (representación de electrones mediante puntos) del ozono.

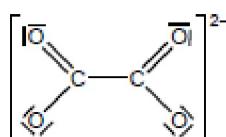
[2]



NOV-16

2. La concentración de una solución de un ácido débil, como el ácido etanodioico, se puede determinar por titulación con una solución estándar de hidróxido de sodio,  $\text{NaOH}$  (aq).

- (d) A continuación, se muestra la estructura de Lewis (representación de electrones mediante puntos) del ion etanodioato.



Resuma por qué todas las longitudes de enlace C–O en el ion etanodioato son iguales

[2]

..... electrones deslocalizados «a lo largo de todo el sistema O–C–O»

O

..... estructura de resonancia ✓

.....  $122 \text{ pm} < \text{C–O} < 143 \text{ pm}$  ✓

4. El magnesio es un metal del grupo 2 que existe en forma de varios isótopos y forma muchos compuestos.

- (a) Indique la notación nuclear,  ${}^A_ZX$ , para el magnesio-26.

[1]



- (b) La espectrometría de masas de una muestra de magnesio dio los siguientes resultados:

	% abundancia
Mg-24	78,60
Mg-25	10,11
Mg-26	11,29

Calcule la masa atómica relativa,  $A_r$ , de esta muestra de magnesio con dos cifras decimales.

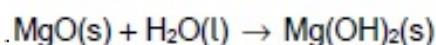
[2]

$$\ll Ar = \frac{24 \times 78,60 + 25 \times 10,11 + 26 \times 11,29}{100} \checkmark$$

$$\ll = 24,3269 \Rightarrow 24,33 \checkmark$$

- (c) El magnesio arde en el aire para formar un compuesto blanco, óxido de magnesio. Formule una ecuación para la reacción del óxido de magnesio con agua.

[1]



O



- (d) Describa la tendencia de las propiedades ácido-base de los óxidos del periodo 3, del sodio al cloro.

[2]

..... de básico a ácido ✓

..... pasando por anfóteros ✓

- (e) Además del óxido de magnesio, el magnesio forma otro compuesto cuando arde en el aire. Sugiera la fórmula de este compuesto.

[1]

.....  $Mg_3N_2$  ✓

- (f) Describa la estructura y el enlace en el óxido de magnesio sólido.

[2]

..... «3-D/gigante» distribución regularmente repetida «de iones»

O

..... red «de iones» ✓

..... atracción electrostática entre iones de carga opuesta

O

..... atracción electrostática entre  $Mg^{2+}$  e iones  $O^{2-}$  ✓

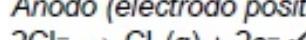
- (g) El cloruro de magnesio se puede electrolizar.

Deduzca las semiecuaciones para las reacciones en cada electrodo cuando se electroliza cloruro de magnesio fundido y muestre los símbolos de estado de los productos. El punto de fusión del magnesio y del cloruro de magnesio es de 922 K y 987 K respectivamente.

[2]

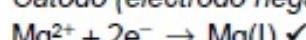
Ánodo (electrodo positivo):

Ánodo (electrodo positivo):



Cátodo (electrodo negativo):

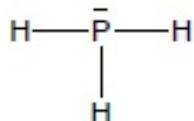
Cátodo (electrodo negativo):



MAY-16

1. La fosfina (nombre IUPAC fosfano) es un hidruro de fósforo, de fórmula  $\text{PH}_3$ .

- (a) (i) Dibuje una estructura de Lewis (representación de electrones mediante puntos) de la fosfina. [1]



- (ii) Resuma si espera que los enlaces en la fosfina sean polares o no polares, dando una razón breve. [1]

..... no-polar Y P e H tienen la misma electronegatividad ✓ .....

- (iii) Explique por qué la molécula de fosfina no es plana. [2]

4 dominios electrónicos/pares electrónicos/centros de carga negativa

«alrededor del átomo central»

O

un par de electrones libres/sin enlazar ✓ y tres pares enlazados al rededor del átomo central ✓

repulsión entre dominios electrónicos/pares electrónicos/centros de carga negativa «producen una forma no plana»

O

«repulsión causa» orientación tetraédrica/forma piramidal ✓

- (iv) La masa molar de la fosfina es mucho mayor que la del amoniaco. Explique por qué el punto de ebullición de la fosfina es significativamente menor que el del amoniaco. [2]

.....  $\text{PH}_3$  tiene fuerzas de London «dispersión» ✓ .....

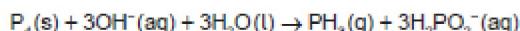
.....  $\text{NH}_3$  forma enlaces/puentes de H ✓ .....

..... enlaces/puentes de H son más fuertes .....

O

..... las fuerzas de London son más débiles ✓ .....

- (b) La fosfina se prepara generalmente calentando fósforo blanco, uno de los alótropos del fósforo, con hidróxido de sodio acuoso concentrado. La ecuación para la reacción es:



- (i) Identifique otro elemento que tenga alótropos y enumere dos de esos alótropos. [2]

Elemento:

..... carbono/C ✓ Adjudicar [1] por dos de:  
diamante  
Alótropo 1: grafito  
grafeno  
C<sub>60</sub> / buckminsterfullereno ✓  
*U*  
Alótropo 2: oxígeno/O/O<sub>2</sub> ✓ ozono Y «diatómico/molecular» oxígeno/O<sub>2</sub> ✓  
.....

- (ii) El primer reactivo está escrito como P<sub>4</sub>, no como 4P. Describa la diferencia entre P<sub>4</sub> y 4P. [1]

el P<sub>4</sub> es una molécula «formada por 4 átomos de P» Y 4P es cuatro  
átomos de «P» / separados  
O  
P<sub>4</sub> representa «4P» 4 átomos de P unidos/enlazados Y 4P representa «4»  
átomos de «P» separados/no enlazados ✓

- (iii) El ion H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub><sup>-</sup> es anfiprótico. Resuma qué se entiende por anfiprótico, dando las fórmulas de ambas especies implicadas cuando se comporta de esta manera. [2]

... puede actuar tanto como ácido «de Brønsted-Lowry» o base «de Brønsted-Lowry»  
... O  
... puede aceptar y/o ceder un ion hidrógeno/protón/H<sup>+</sup> ✓  
... HPO<sub>2</sub><sup>2-</sup> Y H<sub>3</sub>PO<sub>2</sub> ✓

- (iv) Indique el estado de oxidación del fósforo en el P<sub>4</sub> y en el H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub><sup>-</sup>. [2]

P<sub>4</sub>: 0

H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub><sup>-</sup>: +1

4. Los alquenos se usan ampliamente para la producción de polímeros. El compuesto A, que se muestra abajo, se usa para la fabricación de goma sintética.

- (c) Se preparó una muestra del compuesto A en la que el  $^{12}\text{C}$  del grupo  $\text{CH}_2$  se reemplazó por  $^{13}\text{C}$ .

- (i) Indique la diferencia principal entre el espectro de masas de esta muestra y el del compuesto normal A. [1]

... «ion molecular» pico a $\text{m/z} \Rightarrow 57$ , «no 56»	.....
... O	.....
... «ion molecular» pico a una unidad $\text{m/z}$ más alta	.....
... O	.....

no tendrá un pico «**grande**» a 56 ✓

- (ii) Indique la estructura del núcleo y el diagrama orbital del  $^{13}\text{C}$  en su estado fundamental. [2]

Nº de protones .....	6	Nº de neutrones .....	7
Diagrama orbital			

- (d) Dibuje un orbital atómico 1s y un orbital atómico 2p. [1]

1s:		2p:	
-----	--	-----	--