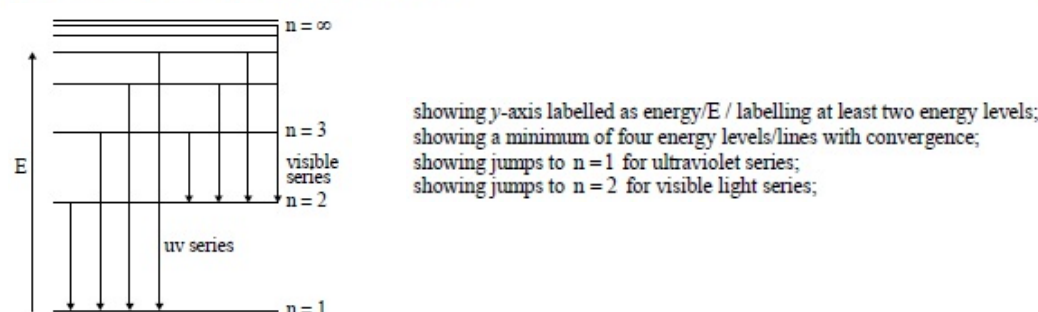




2. Dibuje y rotule un diagrama de niveles energéticos para el átomo de hidrógeno. En su diagrama muestre como se producen las series de líneas en las regiones ultravioleta y visible de su espectro de emisión. Rotule claramente cada serie. [4]



3. Considere el enlace y la estructura de los elementos del periodo 3.

- (a) Explique el aumento de punto de fusión del sodio al aluminio. [2]

as (cat)ion becomes more positive /  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  / size/radius decreases / charge density increases;  
Do not allow increasing number of protons or increasing nuclear charge.

attraction for mobile/valence/delocalized/sea of electrons increases;  
Do not accept "cloud of electrons".

- (b) Explique por qué el punto de fusión del azufre,  $\text{S}_8$ , es mayor que el del fósforo,  $\text{P}_4$ . [2]

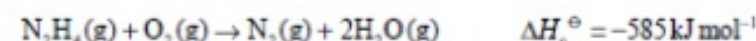
larger molecule / higher  $M_r/M$  / greater number of electrons;  
Do not accept "larger/higher/greater mass".

- (c) Explique por qué el punto de fusión del silicio es el mayor y el punto de fusión del argón es el menor. [2]

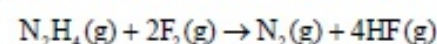
Si: giant/network/macromolecular/3-D covalent bonding;  
No mark for strong bonding without reference to covalent and network.  
No mark for molecular.

Ar: (simple) atomic / (only weak) van der Waals'/dispersion/London forces;  
No mark for (simple) molecular.

4. Una propiedad importante de una mezcla de combustible de cohetes es la formación de un gran volumen de productos gaseosos lo que proporciona el empuje. La hidracina,  $\text{N}_2\text{H}_4$ , se usa con frecuencia como combustible de cohetes. La siguiente ecuación representa la combustión de la hidracina.



- (a) La hidracina reacciona con flúor para producir nitrógeno y fluoruro de hidrógeno, todo en estado gaseoso. Indique una ecuación para representar esta reacción. [2]



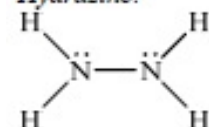
Award [1] for reactants and products.

Award [1] of this equation is correctly balanced.

Ignore state symbols.

- (b) Dibuje las estructuras de Lewis de la hidracina y el nitrógeno. [2]

Hydrazine:



Nitrogen:



Accept lines, dots and crosses to show electron pairs.  
Penalize missing lone pairs once only.

5. La tabla periódica muestra la relación entre la configuración electrónica y las propiedades de los elementos y es una herramienta valiosa para hacer predicciones químicas.

- (a) (i) Identifique la propiedad que se usa para distribuir los elementos en la tabla periódica. [1]

- (ii) Resuma dos razones por las que la electronegatividad aumenta a lo largo del periodo 3 de la tabla periódica y una razón por la que a los gases nobles no se les asignan valores de electronegatividad. [3]

- (b) (i) Defina el término *energía de primera ionización* de un átomo. [2]

- (ii) Explique la tendencia general del aumento que presentan los valores de energía de primera ionización de los elementos del periodo 3, desde el Na al Ar. [2]

- (iii) Explique por qué el sodio conduce la electricidad mientras que el fósforo no lo hace. [2]

- (a) (i) atomic number /  $Z$ ;  
Accept nuclear charge / number of protons.

- (ii) Across period 3:  
increasing number of protons / atomic number /  $Z$  / nuclear charge;  
(atomic) radius/size decreases / same shell/energy level / similar shielding/screening (from inner electrons);  
No mark for shielding/screening or shielding/screening increases.

Noble gases:  
do not form bonds (easily) / have a full/stable octet/shell/energy level / cannot attract more electrons;  
Do not accept "inert" or "unreactive" without reference to limited ability/inability to form bonds or attract electrons.

- (b) (i) energy/enthalpy change/required/needed to remove/knock out an electron (to form +1/uni-positive/ $\text{M}^+$  ion);  
in the gaseous state;  
Award [1] for  $\text{M}(\text{g}) \rightarrow \text{M}^+(\text{g}) + \text{e}^-$ .  
Award [2] for  $\text{M}(\text{g}) \rightarrow \text{M}^+(\text{g}) + \text{e}^-$  with reference to energy/enthalpy change.

- (ii) increasing number of protons/atomic number/ $Z$ /nuclear charge;  
atomic radii/size decreases / same shell/energy level / similar shielding/screening (from inner electrons);  
No mark for shielding/screening or shielding/screening increases.

- (iii) Na: delocalized electrons / mobile sea of electrons / sea of electrons free to move;  
No mark for just "mobile electrons".



1. La fosfina (nombre IUPAC fosfano) es un hidruro de fósforo, de fórmula PH<sub>3</sub>.

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

H

P

H

H

Aceptar estructuras con puntos y/o cruces para indicar los enlaces y/o pares solitarios.

(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 amoníaco. Explique por qué el punto de ebullición de la fosfina es significativamente menor que el del amoníaco. [2]

PH<sub>3</sub> tiene fuerzas de London «dispersión» ✓

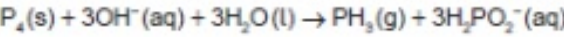
NH<sub>3</sub> forma enlaces/puentes de H ✓

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 ✓

Alótropo 1:

Alótropo 2:

Adjudicar [1] por dos de:  
diamante  
grafito  
grafeno  
C<sub>60</sub> / buckminsterfullereno ✓  
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 ✓

(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.

(ii) Indique la estructura del núcleo y el diagrama orbital del <sup>13</sup>C en su estado fundamental. [2]

Nº de protones 6

Nº de neutrones 7

Diagrama orbital

1s

1s

2s

2p

2p

2p

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

1s:

2p: