

OLIMPIADA DE QUÍMICA 2017-18  
FASE LOCAL - CUESTIONES  
23 de marzo de 2018

Dispone de un tiempo máximo de noventa minutos para esta parte de la prueba.  
Sólo hay 1 respuesta correcta para cada cuestión. Cada respuesta correcta se valorará con 1 punto, en blanco 0, y cada incorrecta con - 0,25. Debe indicar las soluciones en la plantilla suministrada.  
Esta parte pondera con un 40 % de la nota final.  
Se permite el uso de calculadoras no programables.

**No empiece el ejercicio hasta que se le indique.  
Debe contestar en la plantilla de respuestas.**

DATOS:  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ;  $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ;  $R_H = 1,097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$ ;  
 $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ;  $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS

1 1A	TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS																18 8A
1 <b>H</b> 1.008																	2 <b>He</b> 4.003
3 <b>Li</b> 6.941	4 <b>Be</b> 9.012											5 <b>B</b> 10.81	6 <b>C</b> 12.01	7 <b>N</b> 14.01	8 <b>O</b> 16.00	9 <b>F</b> 19.00	10 <b>Ne</b> 20.18
11 <b>Na</b> 22.99	12 <b>Mg</b> 24.31	3 <b>3B</b>	4 <b>4B</b>	5 <b>5B</b>	6 <b>6B</b>	7 <b>7B</b>	8 <b>8B</b>	9 <b>8B</b>	10 <b>8B</b>	11 <b>1B</b>	12 <b>2B</b>	13 <b>Al</b> 26.98	14 <b>Si</b> 28.09	15 <b>P</b> 30.97	16 <b>S</b> 32.06	17 <b>Cl</b> 35.45	18 <b>Ar</b> 39.95
19 <b>K</b> 39.10	20 <b>Ca</b> 40.08	21 <b>Sc</b> 44.96	22 <b>Ti</b> 47.87	23 <b>V</b> 50.94	24 <b>Cr</b> 52.00	25 <b>Mn</b> 54.94	26 <b>Fe</b> 55.85	27 <b>Co</b> 58.93	28 <b>Ni</b> 58.69	29 <b>Cu</b> 63.55	30 <b>Zn</b> 65.38	31 <b>Ga</b> 69.72	32 <b>Ge</b> 72.63	33 <b>As</b> 74.92	34 <b>Se</b> 78.97	35 <b>Br</b> 79.90	36 <b>Kr</b> 83.80
37 <b>Rb</b> 85.47	38 <b>Sr</b> 87.62	39 <b>Y</b> 88.91	40 <b>Zr</b> 91.22	41 <b>Nb</b> 92.91	42 <b>Mo</b> 95.95	43 <b>Tc</b> (98)	44 <b>Ru</b> 101.1	45 <b>Rh</b> 102.9	46 <b>Pd</b> 106.4	47 <b>Ag</b> 107.9	48 <b>Cd</b> 112.4	49 <b>In</b> 114.8	50 <b>Sn</b> 118.7	51 <b>Sb</b> 121.8	52 <b>Te</b> 127.6	53 <b>I</b> 126.9	54 <b>Xe</b> 131.3
55 <b>Cs</b> 132.9	56 <b>Ba</b> 137.3	57 <b>La</b> 138.9	72 <b>Hf</b> 178.5	73 <b>Ta</b> 181.0	74 <b>W</b> 183.8	75 <b>Re</b> 186.2	76 <b>Os</b> 190.2	77 <b>Ir</b> 192.2	78 <b>Pt</b> 195.1	79 <b>Au</b> 197.0	80 <b>Hg</b> 200.6	81 <b>Tl</b> 204.4	82 <b>Pb</b> 207.2	83 <b>Bi</b> 209.0	84 <b>Po</b> (209)	85 <b>At</b> (210)	86 <b>Rn</b> (222)
87 <b>Fr</b> (223)	88 <b>Ra</b> (226)	89 <b>Ac</b> (227)	104 <b>Rf</b> (265)	105 <b>Db</b> (268)	106 <b>Sg</b> (271)	107 <b>Bh</b> (270)	108 <b>Hs</b> (277)	109 <b>Mt</b> (276)	110 <b>Ds</b> (281)	111 <b>Rg</b> (280)	112 <b>Cn</b> (285)	113 <b>Nh</b> (286)	114 <b>Fl</b> (289)	115 <b>Mc</b> (289)	116 <b>Lv</b> (293)	117 <b>Ts</b> (294)	118 <b>Og</b> (294)
119 <b>Uue</b>	120 <b>Ubn</b>																
		58 <b>Ce</b> 140.1	59 <b>Pr</b> 140.9	60 <b>Nd</b> 144.2	61 <b>Pm</b> (145)	62 <b>Sm</b> 150.4	63 <b>Eu</b> 152.0	64 <b>Gd</b> 157.3	65 <b>Tb</b> 158.9	66 <b>Dy</b> 162.5	67 <b>Ho</b> 164.9	68 <b>Er</b> 167.3	69 <b>Tm</b> 168.9	70 <b>Yb</b> 173.1	71 <b>Lu</b> 175.0		
		90 <b>Th</b> 232.0	91 <b>Pa</b> 231.0	92 <b>U</b> 238.0	93 <b>Np</b> (237)	94 <b>Pu</b> (244)	95 <b>Am</b> (243)	96 <b>Cm</b> (247)	97 <b>Bk</b> (247)	98 <b>Cf</b> (251)	99 <b>Es</b> (252)	100 <b>Fm</b> (257)	101 <b>Md</b> (258)	102 <b>No</b> (259)	103 <b>Lr</b> (262)		

**C 1.-** Un óxido del elemento químico A contiene el 79,88 % de A. Si el elemento químico A es 3,97 veces más pesado que el átomo de oxígeno, ¿cuál es la fórmula del óxido?

- a) AO                      b) A<sub>2</sub>O                      c) AO<sub>2</sub>                      d) A<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

**C 2.-** ¿Qué cantidad de CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O se necesita para preparar 2 L de disolución 0,05 M en Cu<sup>+2</sup>?

- a) 51,0 g                      b) 76,5 g                      c) 12,7 g                      d) 25,0 g

**C 3.-** El almagato es un carbonato básico de aluminio y magnesio de masa molecular relativa 629,6, utilizado en farmacología para neutralizar la sintomatología producida por el exceso de ácido gástrico o su presencia en el esófago. Se sabe que administrado por vía oral, 1 gramo de almagato neutraliza 28,6 mmol de HCl. El número de moléculas de ácido clorhídrico neutralizadas por una molécula de almagato es:

- a) 7                              b) 9                              c) 15                              d) 18

**C 4.-** En la película de Anthony Mann *“Los héroes de Telemark”*, un comando aliado al mando de Kirk Douglas hunde en las aguas del lago Tinusjo un cargamento de óxido de deuterio, más conocido como agua pesada, <sup>2</sup>H<sub>2</sub>O o D<sub>2</sub>O, procedente de la fábrica Norks Hydro que los alemanes tenían en Rjukan (Noruega) y que pensaban utilizar para construir una bomba atómica.

Si la abundancia del deuterio, isótopo <sup>2</sup>H ó D del hidrógeno, representa el 0,0156 % en átomos del hidrógeno natural, ¿cuántas moléculas de agua pesada prepararon los alemanes si utilizaron 1,00 t de hidrógeno natural?

- a) 4,70·10<sup>25</sup>                      b) 2,35·10<sup>25</sup>                      c) 4,70·10<sup>27</sup>                      d) 2,35·10<sup>27</sup>

**C 5.-** El “fullereno” es una nueva forma alotrópica del carbono en la naturaleza, además del grafito y diamante, descubierta en 1985 por H.W. Kroto, R.F. Curl y R.E. Smalley, lo que les valió la concesión del Premio Nobel de Química de 1996. En 1991, investigadores de la Bell Co. descubrieron que la adición de tres átomos de potasio a cada molécula de fullereno, C<sub>60</sub>, convertía a este material en un superconductor a la temperatura de 18 K. Partiendo de un mol de fullereno y utilizando sólo el isótopo <sup>40</sup>K, cuya abundancia natural es del 0,0120 % en átomos, los kg de potasio natural que gastaron en la operación fueron:

- a) 97,8 kg                      b) 117,3 kg                      c) 977,5 kg                      d) 9775,0 kg

**C 6.-** Indique cuál de las siguientes distribuciones electrónicas corresponde al estado fundamental del átomo de oxígeno:

	1s	2s	2p <sub>x</sub>	2p <sub>y</sub>	2p <sub>z</sub>	3s
a)	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓		
b)	↑↓	↑↓	↑↓	↓	↑	
c)	↑↓	↑↓	↑↓		↑	↑
d)	↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑	

**C 7.-** En un átomo, cuando un electrón pasa desde un determinado nivel de energía a otro nivel más alejado del núcleo:

- a) Se emite energía  
b) Se absorbe energía  
c) No hay ningún cambio de energía  
d) Se emite luz

**C 8.-** La configuración electrónica del átomo de bario en su estado fundamental es:

- a) [Ar] 3d<sup>10</sup> 4s<sup>2</sup>
- b) [Xe] 6s<sup>2</sup>
- c) [Ar] 4s<sup>1</sup>
- d) [Ar] 4s<sup>2</sup>

**C 9.-** Indique qué orbitales no pueden existir:

- a) 2f
- b) 5g
- c) 3p
- d) 4d

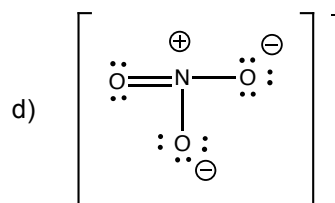
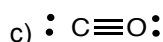
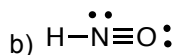
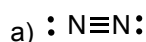
**C 10.-** De los siguientes elementos, ¿en cuál es mayor el radio de sus átomos?:

- a) Al
- b) Mg
- c) B
- d) N

**C 11.-** La especie H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> es piramidal, mientras que H<sub>2</sub>O es angular. Los ángulos H–O–H en H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> y H<sub>2</sub>O son:

- a) Ambos ángulos se sitúan alrededor de 109,5°
- b) Los valores son 120° y 109,5°, respectivamente
- c) Exactamente 120° en ambos casos
- d) Exactamente 109,5° en ambos casos.

**C 12.-** Una de las siguientes estructuras electrónicas de Lewis es incorrecta:



**C 13.-** Indique cuál es la afirmación correcta para la molécula NCl<sub>3</sub>:

- a) Su geometría es trigonal plana
- b) Su geometría es pirámide trigonal
- c) Es una molécula apolar
- d) Es una molécula angular donde el N adopta una hibridación sp<sup>3</sup>

**C 14.-** ¿En cuál de las siguientes especies el átomo central presenta dos pares de electrones de enlace y dos pares de electrones no compartidos?

- a) CCl<sub>4</sub>
- b) [ICl<sub>2</sub>]<sup>+</sup>
- c) XeO<sub>3</sub>
- d) CO<sub>2</sub>

**C 15.-** Cierta sustancia cristalina es aislante eléctrico e insoluble en agua, presenta un punto de fusión elevado y en estado fundido conduce la electricidad. ¿Qué afirmación es la correcta?

- a) La sustancia cristalina es de naturaleza metálica
- b) La sustancia cristalina es de tipo iónico con baja energía reticular
- c) La sustancia cristalina es de tipo red covalente
- d) La sustancia cristalina es de tipo iónico con elevada energía reticular

**C 16.-** ¿En cuál de las siguientes series de sustancias químicas, éstas se encuentran ordenadas por valor creciente de su punto de ebullición?

- a)  $\text{H}_2\text{O} < \text{CH}_3\text{OH} < \text{CH}_3\text{-O-CH}_3 < \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-CH}_3$
- b)  $\text{CH}_3\text{OH} < \text{CH}_3\text{-O-CH}_3 < \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-CH}_3 < \text{H}_2\text{O}$
- c)  $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3 < \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-CH}_3 < \text{CH}_3\text{OH} < \text{H}_2\text{O}$
- d)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-CH}_3 < \text{CH}_3\text{-O-CH}_3 < \text{CH}_3\text{OH} < \text{H}_2\text{O}$

**C 17.-** ¿Cuál es la energía reticular del CaO?

**Datos** ( $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ):  $\Delta_f H^\circ(\text{CaO}) = -635$ ,  $\Delta_{\text{sub}} H^\circ(\text{Ca}) = 178$ ,  $\Delta_{\text{disociación}} H^\circ(\text{O}_2) = 494$ ,  $E_1(\text{Ca}) = 596$ ,  $E_2(\text{Ca}) = 1152$ . Afinidad electrónica:  $AE_1(\text{O}) = -141$ ,  $AE_2(\text{O}) = +744$ .

- a)  $-2170 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- b)  $-3658 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- c)  $-711 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- d)  $-3411 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

**C 18.-** El vanadio cristaliza en una estructura cúbica centrada en el cuerpo. ¿Cuál es la longitud de la arista de la celda unidad?

**Dato:** densidad del vanadio ( $20^\circ\text{C}$ ) =  $6,11 \text{ g/cm}^3$

- a) 240,1 pm
- b) 381,2 pm
- c) 302,5 pm
- d) 436,3 pm

**C 19.-** Una reacción de primer orden se realiza con una conversión del 20 % en 10 min. El valor de la constante de velocidad k es:

- a)  $0,08 \text{ min}^{-1}$
- b)  $0,022 \text{ min}^{-1}$
- c)  $0,14 \text{ min}^{-1}$
- d)  $0,26 \text{ min}^{-1}$

**C 20.-** Señale la proposición correcta:

- a) La constante de velocidad no depende de la temperatura
- b) La constante de velocidad no tiene unidades
- c) En una reacción de primer orden, las unidades de la constante de velocidad pueden ser  $\text{h}^{-1}$
- d) El orden de una reacción no puede ser cero

**C 21.-** En un recipiente cerrado, a la temperatura de  $65^\circ\text{C}$  el carbonato de amonio se descompone según  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ . La presión total de equilibrio es 0,9 atm. La presión parcial del dióxido de carbono es:

- a) 0,225 atm
- b) 0,3 atm
- c) 0,6 atm
- d) 0,45 atm

**C 22.-** Dada la siguiente reacción en equilibrio:  $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}(\text{g})$ . ¿Cómo evoluciona el equilibrio si se introduce argón manteniendo el volumen y la temperatura constantes?

- a) Aumenta la cantidad de NO
- b) Aumenta la cantidad de  $\text{N}_2$
- c) La presión total no varía
- d) El equilibrio no se modifica

**C 23.-** La obtención de la cal viva, CaO, a partir de la piedra caliza (carbonato de calcio, CaCO<sub>3</sub>), se lleva a cabo en grandes hornos industriales a una temperatura alrededor de 900 °C de acuerdo con el siguiente equilibrio:



Sabiendo que  $K_p = 0,22$  atm a la temperatura de 800 °C, la mínima masa de carbonato de calcio para que se alcance el equilibrio a esa temperatura en un matraz de 1,0 L es:

- a) 0,35 g                      b) 2,2 g                      c) 0,25 g                      d) 0,20 g

**C 24.-** Elige la ecuación termoquímica correcta cuyo calor es la entalpía de formación estándar del CO(g):

- a)  $2 \text{C}(\text{grafito}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}(\text{g})$   
b)  $\text{C}(\text{grafito}) + \text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{g})$   
c)  $\text{C}(\text{grafito}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{g})$   
d)  $\text{C}(\text{grafito}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}(\text{g})$

**C 25.-** ¿Cuál de las siguientes propuestas es incorrecta?

- a) La entropía de un elemento en su forma más estable en condiciones estándar es nula  
b) La entalpía de reacción coincide con el calor a presión constante  
c) La entropía mide el grado de desorden de una sustancia  
d) Mientras una sustancia cambia de estado, la temperatura permanece constante

**C 26.-** Una de las reacciones que contribuye a la lluvia ácida es la que tiene lugar al reaccionar, en la atmósfera, el trióxido de azufre con el agua de acuerdo con la reacción:



¿Qué temperaturas son las más favorables para la formación del ácido sulfúrico?

- a) Temperaturas elevadas  
b) Bajas temperaturas  
c) Es espontánea a cualquier temperatura  
d) Nunca será espontánea

**C 27.-** Para la reacción  $\text{SO}_3(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$  se cumple:

- a)  $\Delta H < \Delta U$                       b)  $\Delta H > \Delta U$                       c)  $\Delta H = \Delta U$                       d)  $\Delta H = 0$

**C 28.-** El pH de una disolución  $10^{-2}$  M de HNO<sub>3</sub> es 2. ¿Cuál de los valores siguientes es el pH de una disolución  $10^{-8}$  M del mismo ácido?

- a) 6,00                      b) 6,96                      c) 7,00                      d) 8,00

**C 29.-** Tenemos un litro de disolución de ácido acético y un litro de disolución de HCl. Ambas disoluciones tienen el mismo pH. Se valoran con una disolución de NaOH. Para llegar al punto de equivalencia:

- a) La disolución de ácido acético necesitará mayor cantidad de disolución de NaOH  
b) La disolución de HCl necesitará mayor cantidad de disolución de NaOH  
c) Ambas disoluciones ácidas necesitarán igual cantidad de disolución de NaOH  
d) Hacen falta más datos para saber que ácido necesitará mayor cantidad de disolución de NaOH

**C 30.-** En dos vasos A y B se tienen dos disoluciones de la misma concentración. El vaso A contiene 25 mL de una disolución de hidróxido de sodio (base fuerte) y el vaso B 25 mL de una disolución de amoníaco (base débil). Las dos disoluciones se van a valorar con la misma disolución de ácido clorhídrico. Indique la respuesta correcta:

- a) Las dos disoluciones básicas tienen el mismo pH inicial
- b) Las dos disoluciones necesitan el mismo volumen de ácido clorhídrico para llegar al punto de equivalencia
- c) En el punto de equivalencia de ambas valoraciones, el pH es 7
- d) En las dos disoluciones se cumple que, en el punto de equivalencia,  $[H_3O^+] = [OH^-]$

**C 31.-** Se dispone de una disolución acuosa de un ácido HA. Si quisiéramos saber si se trata de un ácido fuerte o débil, bastaría conocer:

- a) Su pH y su concentración
- b) Sólo su pH
- c) Sólo su concentración
- d) Sólo se puede saber si se conoce la  $K_a$

**C 32.-** ¿Cuál es el pH de una disolución de  $NH_4F$  0,1 M?

**Datos:**  $K_a(HF) = 6,6 \cdot 10^{-4}$ ,  $K_b(NH_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$

- a)  $> 7$
- b)  $< 7$
- c) 7
- d) No se puede saber

**C 33.-** Indique lo que ocurre si se mezclan 50,0 mL de  $AgNO_3(ac)$  1,0 M con 50,0 mL de  $NaBrO_3(ac)$  0,01 M.

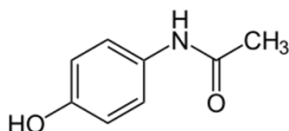
**Dato:**  $K_{ps}(AgBrO_3) = 5,8 \cdot 10^{-5}$

- a) Precipita espontáneamente  $AgBrO_3$
- b) El valor de  $K_{ps}$  aumenta en un factor de 40
- c) El valor de  $K_{ps}$  disminuye en un factor de 40
- d) No se produce precipitación

**C 34.-** Un compuesto orgánico lineal y saturado, con un grupo funcional alcohol, puede tener como isómeros:

- a) Un éter
- b) Una cetona
- c) Un aldehído
- d) Un ácido carboxílico

**C 35.-** El paracetamol tiene la fórmula desarrollada siguiente:



La fórmula empírica del paracetamol es:

- a)  $C_8H_5NO_2$
- b)  $C_1H_{10}NO_2$
- c)  $C_6H_9NO_2$
- d)  $C_8H_9NO_2$

**Preguntas de reserva** (sólo deben contestarse en caso de que alguna de las cuestiones planteadas tuviera que ser anulada, por cualquier error. Atender a las indicaciones de los profesores responsables en el aula).

**R-1.-** ¿Cuáles de las siguientes moléculas tienen la misma geometría?

I.  $\text{NH}_3$ ; II.  $\text{BF}_3$ ; III.  $\text{SCl}_2$ , IV.  $\text{H}_2\text{O}$ , V.  $\text{CO}_2$ , VI.  $\text{CH}_4$

- a) I y III
- b) I y VI
- c) III, IV y V
- d) III y IV

**R-2.-** La reacción  $2 \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) + \text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow \text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}(\text{ac}) + 2 \text{NH}_3(\text{g}) + 8 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$  es un proceso endotérmico. Si en un vaso de precipitado hacemos que reaccionen a temperatura ambiente, ¿qué le pasa a la temperatura de la mezcla dentro del vaso?

- a) Aumenta
- b) Disminuye
- c) Permanece igual
- d) Depende de las cantidades

**R-3.-** ¿Cuál de las siguientes disoluciones acuosas forma una disolución amortiguadora cuando se mezclan los dos reactivos en proporciones adecuadas?

- a)  $\text{NaCN}(\text{ac}) + \text{NaCl}(\text{ac})$
- b)  $\text{HCl}(\text{ac}) + \text{NaCl}(\text{ac})$
- c)  $\text{HCN}(\text{ac}) + \text{NaCl}(\text{ac})$
- d)  $\text{NaCN}(\text{ac}) + \text{HCN}(\text{ac})$

Dispone de un tiempo máximo de **noventa minutos** para esta parte de la prueba. Debe responder a cada problema en una hoja separada y rellenar la plantilla con los resultados. Escriba su nombre en todas las hojas. Al final del texto se proporcionan algunos datos y la tabla periódica.  
**Esta parte pondera con un 60 % de la nota final.**

**Problema 1 (20 puntos)**

Dos días después del despegue del Apolo XIII, el piloto Jack Swigert, pronunció la famosa frase "Houston, tenemos un problema". La explosión de un tanque de dióxígeno líquido, inhabilitó el Módulo de Mando de modo que los tres tripulantes se vieron obligados a abortar la misión y a refugiarse en el Módulo Lunar. Este Módulo había sido diseñado para soportar vitalmente únicamente a dos tripulantes durante un máximo de 72 horas, pero ahora debería alojar a **tres astronautas** durante el tiempo de regreso a la Tierra, calculado en **cuatro días**. Los técnicos de la NASA empezaron a realizar cálculos para comprobar si algunos suministros eran suficientes para el regreso.

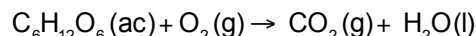


a) Si consideramos que el consumo promedio de  $O_2(g)$  para una persona es de 280 mL por minuto (medido a 5 °C y 1 atm), calcule la cantidad (en g) de dióxígeno que sería necesaria para sostener la respiración de los tres ocupantes del módulo durante el tiempo de regreso. **(6 puntos)**

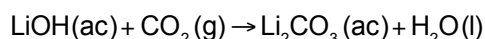
b) El  $O_2(g)$  se almacena en forma líquida. Calcule el volumen (en L) que ocupará el oxígeno líquido (densidad  $O_2(l) = 1,141 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) necesario para la supervivencia de los astronautas. **(2 puntos)**

Los técnicos de la NASA evaluaron que el Módulo Lunar disponía de suficiente oxígeno, sin embargo, la cantidad de dióxido de carbono generada por la respiración de los astronautas podía ser una amenaza.

c) Calcule la cantidad total (en g) de  $CO_2$  que podrían acumularse en el módulo como consecuencia de la respiración de sus ocupantes en los cuatro días. Suponga que dicho  $CO_2$  se genera exclusivamente debido a la combustión de la glucosa, según la ecuación química **no ajustada** siguiente: **(6 puntos)**



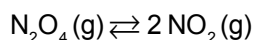
Para eliminar el exceso de  $CO_2$ , el Módulo Lunar disponía de filtros de aire que contenían hidróxido de litio disuelto en agua. Al circular el aire a través del filtro, el  $CO_2$  se fija en forma de carbonato de litio, según la ecuación química **no ajustada**:



d) Calcule la cantidad mínima (en kg) de LiOH (con una pureza del 98%) que deben contener los filtros para eliminar el 99 % del  $CO_2$  generado como consecuencia de la respiración de los astronautas. **(6 puntos)**

**Problema 2 (20 puntos)**

Una de las primeras sustancias químicas que se utilizó como combustible para cohetes espaciales fue el  $N_2O_4$ . Para estudiar el comportamiento de esta especie, se introduce en un reactor una determinada cantidad de  $N_2O_4(g)$  que se disocia según la ecuación:



Una vez alcanzado el equilibrio, las presiones parciales de  $NO_2$  y  $N_2O_4$  son 1,6 atm y 0,58 atm, respectivamente.

a) Calcule la fracción molar de cada componente y el valor de la constante de equilibrio  $K_p$ . **(5 puntos)**

En un determinado momento, se duplica el volumen del reactor, manteniendo constante la temperatura.

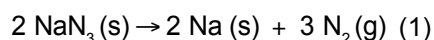
b) Calcule las presiones parciales de los gases cuando el equilibrio se vuelve a restablecer. **(10 puntos)**

c) Calcule las nuevas fracciones molares de cada componente. **(5 puntos)**

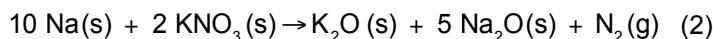


### Problema 3 (20 puntos)

Las bolsas "airbag" de los automóviles se inflan con el dinitrógeno. Parte de este gas se produce a partir de la descomposición de la azida de sodio,  $\text{NaN}_3$ , según la ecuación química:



Uno de los problemas de esta reacción tiene que ver con la formación de sodio, un metal muy reactivo y que podría producir quemaduras en los conductores, sobre todo si entrara en contacto con los ojos. Para evitar ese inconveniente se provoca la reacción del sodio con nitrato de potasio:



Para que los dispositivos de inflado sean seguros, es necesario preparar una mezcla de azida de sodio y de nitrato de potasio que garantice que no queda nada de sodio al final del proceso.

- Calcule la relación entre las cantidades de azida de sodio y nitrato de potasio,  $m(\text{NaN}_3) / m(\text{KNO}_3)$ , que debe tener la mezcla segura utilizada. **(6 puntos)**
- Calcule la cantidad total (en gramos) de la mezcla que generará suficiente  $\text{N}_2(\text{g})$  como para llenar una bolsa de 60 L de capacidad, medidos a 298 K y 1,00 atm. **(6 puntos)**
- Calcule cuántos gramos de  $\text{NaN}_3$  y cuántos de  $\text{KNO}_3$  se han de utilizar para preparar la mezcla del apartado b). **(2 puntos)**

La azida de sodio se prepara comercialmente por reacción entre  $\text{N}_2\text{O}(\text{g})$  y  $\text{NaNH}_2(\text{s})$ , según la ecuación química:



- Calcule  $\Delta_r H$  para la reacción (1), utilizando los datos termodinámicos suministrados. **(6 puntos)**

Compuesto	$\text{N}_2\text{O}(\text{g})$	$\text{NaNH}_2(\text{s})$	$\text{NaOH}(\text{s})$	$\text{NH}_3(\text{g})$
Entalpía estándar de formación, $\Delta_f H^\circ$ ( $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ )	+ 82,0	- 123,7	- 425,2	- 46,1

**DATOS:**  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ;  $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ;  $760 \text{ mmHg} = 1 \text{ atm}$

**TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS**

1 1A												13 3A					14 4A	15 5A	16 6A	17 7A	18 8A
1 H 1.008	2 He 4.003											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18				
3 Li 6.941	4 Be 9.012											11 Na 22.99	12 Mg 24.31	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95		
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.63	33 As 74.92	34 Se 78.97	35 Br 79.90	36 Kr 83.80				
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.95	43 Tc (98)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3				
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57 La 138.9	72 Hf 178.5	73 Ta 181.0	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)				
87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 Ac (227)	104 Rf (265)	105 Db (268)	106 Sg (271)	107 Bh (270)	108 Hs (277)	109 Mt (276)	110 Ds (281)	111 Rg (280)	112 Cn (285)	113 Nh (286)	114 Fl (289)	115 Mc (289)	116 Lv (293)	117 Ts (294)	118 Og (294)				
119 Uue	120 Ubn																				
58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm (145)	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.1	71 Lu 175.0								
90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)								