

ESTEQUIOMETRÍA 1 (SOLUCIÓN)

1. El fósforo es el único elemento que se descubrió a partir del cuerpo humano, en su orina, y aunque no lo descubrió, Boyle fue el primero en montar una fábrica para producirlo desde esa materia prima. Es debido que a través de ella, eliminamos agua y ortofosfatos. Si tu cuerpo tiene una masa de 70kg. y el 65% es agua y el 6,6% es ortofosfato cálcico componente básico tus huesos, el número aproximado de átomos de oxígeno que tienes contando sólo tu agua y tus huesos es del orden de:

- a) 10^{24} b) 10^{25} c) 10^{26} d) 10^{27}

DATOS: N° Avogadro= $6,022 \cdot 10^{23}$ /mol. P=31, Ca:40, O=16, H=1

SOLUCIÓN:

$n(\text{agua}) = 70.000 * 0,65 / 18 = 2527,78$, $\text{átO}(\text{agua}) = 2527,78 * N_A = 1,52 \cdot 10^{27}$.

$n(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 70000 * 0,066 / 310 = 14,90$. $\text{átO}(\text{huesos}) = 8 * 14,9 * N_A = 7,15 \cdot 10^{25}$; $\text{átO totales} = 1,59 \cdot 10^{27}$

2. Aunque no lo creas, la creación del Estado de Israel, fue inducido por la investigación química. El apoyo de Inglaterra a la declaración Balfour en 1917, fue el premio que exigió el científico judío Weizmann, que 31 años después sería primer presidente de dicho Estado, por el descubrimiento un un procedimiento biológico de obtención de acetona, por fermentación de hidratos de carbono, esencial para la obtención de la cordita, explosivo utilizado por Inglaterra en la Primera Guerra Mundial. Actualmente se obtiene por oxidación catalítica del propeno, con un rendimiento de casi el 98%. Si el proceso se desarrolla a 120°C y una presión de 5 millones de pascales el volumen en litros de propileno necesario para obtener 10^{25} moléculas de acetona, sería de:

- a) 2l b) 10 c) 2 d) 11

DATOS: Masas atómicas: C=12/H=1/O=16. R=0,082 atm.lit/K.mol. 1atm= $1,01 \cdot 10^5$ Pa
 $N_{\text{Av.}} = 6,022 \cdot 10^{23}$ /mol.

SOLUCIÓN:

La reacción química sería $\text{C}_3\text{H}_6 + [\text{O}] = \text{C}_3\text{H}_6\text{O}$. Por lo tanto la relación estequiométrica es 1:1.

nacetona = $10^{25} / 6,022 \cdot 10^{23} = 16,6$, por lo tanto hacen falta 16,6 moles teóricos, pero 16,9 moles reales, al dividir por el rendimiento. Aplicando la ecuación de estado de los gases, supuesto un comportamiento ideal $V = nRT/P = 11\text{L}$ (no se debe olvidar pasar la presión a atmósferas)

3. El ácido ortobórico es un compuesto que cuando se descubrió en 1702, recibió el nombre de sal sedativa de Homberg, por sus efectos calmantes y que en la nomenclatura inorgánica aditiva actual, no se nombraría como ácido, sino como hidróxido; sería el trihidróxido de boro. Una disolución diluida de este ácido u hidróxido según se formule, está al 10%, y tiene una densidad a 20°C , de $1,1\text{g/cm}^3$. Según eso dirás que en un litro de disolución habrá un número de moléculas del compuesto del orden de:

- a) 10^{24} b) 10^{25} c) 10^{26} d) 10^{27}

Mientras que de agua:

- a) 10^{24} b) 10^{25} c) 10^{26} d) 10^{27}

DATOS: N° Avogadro= $6,0 \cdot 10^{23}$ /mol. B=10, O=16, H=1

SOLUCIÓN:

$g\text{H}_3\text{BO}_3 = (1000\text{ml}) * (1,1\text{g/ml}) * 0,1 = 110\text{ g};$

$n = 110 / 61 = 1,8\text{ moles};$ moléculas de $\text{H}_3\text{BO}_3 = 1,09 \cdot 10^{24}$

$g\text{H}_2\text{O} = (1000\text{ml}) * (1,1\text{g/ml}) * 0,9 = 990\text{ g};$

$n = 990 / 18 = 55\text{ moles};$ moléculas de $\text{H}_2\text{O} = 3,31 \cdot 10^{25}$

4. Erasistrato, allá por el año 300aC, ya considerará la respiración como una combustión lenta. Leonardo da Vinci, 18 siglos mas tarde puntualizó que los seres vivos como las llamas de una hoguera, tenían la propiedad de alterar la composición del aire. Es evidente que para poder vivir introduces en tu sistema oxígeno y expeles dióxido de carbono. Al respirar introduces 15000 litros de aire en condiciones normales al día, e igualmente en un día, al ingerir alimentos 2,2 litros de agua. Teniendo en cuenta que el 20% de aire es oxígeno dirás que el número de átomos de oxígeno que ingieres diariamente través de estos fluidos es de:

- a) $2,35 \cdot 10^{24}$ b) $2,35 \cdot 10^{25}$ c) $2,35 \cdot 10^{26}$ d) $2,35 \cdot 10^{27}$

DATOS: N° Avogadro= $6,022 \cdot 10^{23}$ /mol. O=16, H=1.

SOLUCIÓN:

: n de $O_2(\text{aire})=0,2 \cdot (15000/22,4)=133,9$, $\text{átO}(\text{aire})=133,9 \cdot N_A=7,15 \cdot 10^{25}$. $n(\text{agua})=2200/18=122,2$. $\text{átO}(\text{agua})=122,2 \cdot N_A=7,33 \cdot 10^{25}$; $\text{átO totales}=2,35 \cdot 10^{26}$. La respuesta correcta es la c.

5. Como los alemanes, de la mano de Haber, produjeron los primeros gases asfixiantes, basados en el cloro, en la primera guerra mundial, los americanos contrataron elaborando la Lewisita (de Lewis), gas mostaza basado en el arsénico (dicloro arseniuro de 2-cloroetenilo), compuesto que tiene un efecto semejante a las radiaciones nucleares, pues altera las secuencia de los aminoácidos humanos y puede producir mutaciones. Controlando su dosis se usa actualmente en los tratamientos anticancerígenos. Si eres capaz de escribir su fórmula, fácilmente podrás calcular el número de átomos de arsénico que habría en 1 tonelada de dicho compuesto, que sería del orden de:

- a) 10^{28} b) 10^{24} c) 10^{25} d) 10^{26} e) 10^{27}

MASAS ATÓMICAS: As=75/Cl=35,5/C=12/H=1. N.Av.= $6,22 \cdot 10^{23}$ /mol

SOLUCIÓN:

La formula molecular es $AsCl_3C_2H_2$, por ese motivo su masa molar es 208g mol^{-1} , por lo tanto en 10^6g , existen 4820 moles de gas mostaza, que multiplicandolo por el n° de Avogadro proporciona $2,9 \cdot 10^{27}$ moléculas que corresponden al mismo número de átomos de arsénico. La solución correcta es la e.

6. Habrás visto películas sobre volcanes. En esas zonas, los gases producidos, aumentan la acidez de las aguas hasta provocar la muerte de los seres vivos. La culpa la tiene el dióxido de azufre (el sulphur vivum de los antiguos latinos). Al burbujear 2L de dióxido de azufre, a 27°C y 700mmHg de presión, sobre 3 litros de agua. sin exista aumento aparente de volumen, obtienes una disolución, sobre la que echas hidróxido sódico purísimo en lentejas, hasta que reaccione completamente. La molalidad de la disolución formada sería:

- a) 0,025 b) 0,5 c) 0,05 d) 0,25

Los gramos de este último compuesto necesarios serían de:

- a) 2 b) 4 c) 6 d) 8

DATOS: Masa molar del hidróxido sódico 40g/mol. S=32, O=16, H=1

SOLUCIÓN:

$n(SO_2)=PV/RT=0,0749$; $m=0,0749 \text{ moles}/3 \text{kg}=0,025 \text{ moles kg}^{-1}$; $gs=0,0749 \text{ moles} \cdot 64 \text{g/mol}=4,79 \text{g}$; $gd=3000 \text{g}$; $gD=3004,8$; $\%=4,8 \cdot 100/3004,8=0,16\%$; $SO_2 + 2NaOH = Na_2SO_3 + H_2O$, se necesitan 0,15 moles de NaOH= $0,15 \text{ moles} \cdot 40 \text{g/mol}=6 \text{g}$
Las respuestas correctas son la a en la primera y c en la segunda.

7 .El 1,3-butadieno es un dieno mucho más estable de lo normal, que se hizo importantísimo como materia prima de algunos cauchos artificiales (cauchos buna), cuando las rutas de provisión de caucho natural (Brasil y Malasia), se hicieron impracticables en situaciones bélicas, como en la segunda guerra mundial. Se puede obtener del etino por síntesis de Wurtz. Con 50 litros de etino a 2 atmósferas y 27°C , si el rendimiento de la operación es del 60%. , se podría obtener una cantidad de 1,3 butadieno , en g, de :

- a) 50 b) 55 c) 60 d) 66

DATOS: Masas atómicas C,12/H,1. R=0,082 atm.lit/K.mol.

SOLUCIÓN:

La reacción globalizada sería $2C_2H_2+H_2=C_4H_6$

Se calculan los moles de etino $n=PV/RT=4,07$. Se aplica la conversión mediante una relación estequiométrica 1:2, y se convierten los moles a gramos de Y, después de aplicar el rendimiento. g butadieno=65,8, como se indica en d.

8. El alemán Liebig, es conocido por muchas cosas, el descubrimiento del cloroformo, de la estructura de los ácidos orgánicos, del desarrollo de la química agrícola, el invento del recipiente que lleva su nombre, para determinar puntos de fusión de. Sin embargo lo que no suele recordarse, es que incendió el laboratorio de su universidad con una de sus experiencias, y que fue el introductor del reactivo limitante en las reacciones químicas, esto es el reactivo que por su menor cantidad de la proporción estequiométrica necesaria, limita el desarrollo de una reacción. Así si se hacen reaccionar $0,3 \cdot 10^{23}$ moléculas de cloruro de hidrógeno, con 100mL de disolución de sulfito sódico al 10% (densidad 1,25g/mL), con un rendimiento del 70%, los gramos de sal obtenidos como máximo son:

- a) 1 b) 2 c) 3 d) 4

DATOS: Cl=35,5; Na=23; S=32; O=16; H=1

SOLUCIÓN:

Formulada la reacción hasta la neutralización completa $2\text{HCl} + \text{Na}_2\text{SO}_3 = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_3$ se calculan los moles de los reaccionantes: $n_{\text{HCl}} = 0,3 \cdot 10^{23} \text{ moléculas} / 6,0 \cdot 10^{23} \text{ moléculas mol}^{-1} = 0,05 \text{ moles de HCl}$

$n_{\text{Na}_2\text{SO}_3} = (50\text{mL} \cdot 1,25\text{g/mL} \cdot 0,1) / \text{MMolar del Na}_2\text{SO}_3 = 100 \cdot 1,25 \cdot 0,1 / 126 = 0,05 \text{ moles de Na}_2\text{SO}_3$

Como la relación ideal es de 2 a 1, debería haber 0,1 moles de HCl, por lo tanto es el reactivo limitante que hace que sólo reaccionen 0,025 moles de sulfito sódico, y teóricamente se producirían 0,05 moles de sal, pero como el rendimiento es del 70%, realmente se forman 0,035 moles, que son 2,047g de sal. La solución correcta es la b.

9. El agua es el compuesto más abundante en la naturaleza y en nuestro cuerpo. Sin embargo si pretendes nombrarla en la nomenclatura moderna sustitutiva, influenciada por la orgánica de hidrocarburos, tendría que llamarse oxidano. Si se hacen reaccionar $1,2 \cdot 10^{24}$ moléculas de hidrógeno con 8 gramos de oxígeno en un recipiente de 2 litros inicialmente a temperatura ambiente, alcanzándose una temperatura superior a los 100°C. dirás que en el recipiente se produce:

- a) Un aumento de presión b) Una disminución de presión c) La presión no varía

DATOS: Masas atómicas: H=1/O=16. R=0,082 atm.lit/K.mol. N.Av.= $6,0 \cdot 10^{23}$ /mol.

SOLUCIÓN:

Reacción química ajustada: $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$

$n_{\text{H}_2} = 1,2 \cdot 10^{23} \text{ moléculas} / (6 \cdot 10^{23} \text{ moléculas/mol}) = 2 \text{ moles}$, $n_{\text{O}_2} = 8\text{g} / (32\text{g/mol}) = 0,25 \text{ moles}$. *Reac.Lim el Oxígeno*

Reac=0,5 moles de H₂, Se forman 0,5 moles de H₂O gas y sobran 1,5 moles de H₂ gas final. Como el número de moles gases iniciales 2+0,25=2,25, es superior al final 0,5+1,5=2, la presión deberá disminuir, si la temperatura es la misma.

Por lo que la respuesta correcta es la b

10. Volviendo a la formulación inorgánica sustitutiva, uno de los nombres más antiguos en química, el egipcio amoniaco, pasa a ser azano, que deriva del azoe (del griego, sin vida), con que bautizó Lavoisier al nitrógeno. Si haces burbujear 2 litros de amoniaco a 20°C y 1 atm de presión, sobre 2 litros de agua (densidad 1000 kg/m³), sin que se produzca aumento aparente de volumen. Dirás que la molalidad de la disolución es:

- a) 0,04 b) 0,5 c) 0,05 d) 0,4

Si la disolución así formada reacciona con una disolución de ácido clorhídrico del 30% (densidad 1,3g/mL). Dirás que el volumen necesarios de esta disolución para que la reacción sea completa será en mL, de:

- a) 10,1 b) 8,2 c) 7,1 d) 7,8

DATOS: NH₃, 17g/mol. H₂O=18g/mol; HCl=36,5g/mol. R=0,082 atm.L/K.mol

SOLUCIÓN:

$n_{\text{NH}_3} = PV/RT = 0,08324$, $m = n/kg = 0,04162 \text{ moles/kg}$, como se propone en a

En medio acuoso $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4\text{OH}$ que reacciona con el HCl: $\text{NH}_4\text{OH} + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$

La relación estequiométrica es 1:1, $n_{\text{HCl}} = 0,0832$; $g_{\text{HCl}} = 3,037\text{g} = V(\text{mL}) d(\text{g/mL})\% = V \cdot 1,3 \cdot 0,3$; $V = 7,8\text{mL}$, como se indica en d.

11. El nitrógeno fue descubierto en 1772 por Daniel Rutherford, sobrino del novelista inglés Walter Scott (autor de famosas novelas convertidas en películas), con el nombre de “aire mefítico”, nombre que te recuerda al de cierto animalito (mofeta). Ambos tienen el mismo origen; producen gases irrespirables, y la diosa de los antiguos italos que protegía contra estos vahos era Mephitis. De ahí el nombre. Si se hacen reaccionar $1,2 \cdot 10^{23}$ moléculas de nitrógeno con 4 gramos de hidrógeno en un recipiente de 2 litros y a 27°C y al terminar la reacción se mantiene la misma temperatura, dirás que la variación de la presión sobre el recipiente fue en atmósferas de:

a) 2 b) -1 c) -5 d) 5 e) 3

DATOS: $R=0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}/\text{K}\cdot\text{mol}$. $N^\circ\text{Avogadro}=6,0 \cdot 10^{23}/\text{mol}$ $N=14$, $H=1$

SOLUCIÓN:

$nN_2=1,2 \cdot 10^{23} \text{ moléculas}/(6 \cdot 10^{23} \text{ moléculas}/\text{mol})=0,2$; $nH_2=4\text{g}/(2\text{g}/\text{mol})=2 \text{ moles}$, $N_2+3H_2 \rightarrow 2NH_3$. R.Limitante N_2 ,

moles de H_2 que reaccionan=0,6; moles de amoníaco que se forman =0,4,

moles de hidrógeno que sobran =2-0,6=1,4.

moles de gas iniciales =2,2 $P=2,2 \text{ moles} \cdot 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}/\text{K}\cdot\text{mol} \cdot 300\text{K} / 2\text{L} = 27,1 \text{ atm}$. moles de gas finales=1,8, $P \text{ final}=22,1$. La variación de presión $P_f-P_i = -5 \text{ atm}$. Es correcta la propuesta c

12. Antiguamente no sólo el nitrógeno era mefítico o irrespirable. También el dióxido de azufre, que emanaba de los volcanes, recibió por eso ese nombre. Si se hacen reaccionar completamente, en un recipiente de 10 litros, 8g de azufre, con $3 \cdot 10^{23}$ moléculas de oxígeno, a 17°C , si al final de la reacción se alcanza la temperatura inicial dirás que la presión sobre las paredes del recipiente:

a) No ha variado b) Aumentó c) Disminuyó

DATOS: Masas atómicas: $S=32$; $O=16$. $R=0,082 \text{ atm}\cdot\text{lit}/\text{K}\cdot\text{mol}$. $N.A.v.=6,0 \cdot 10^{23}/\text{mol}$.

SOLUCIÓN:

Reacción química: $S(s) + O_2(g) = SO_2(g)$

$nX = 8\text{g}/32\text{g}/\text{mol} = 0,25 \text{ moles (s)}$ $nY = 3 \cdot 10^{23} \text{ moléculas}/6 \cdot 10^{23} \text{ moléculas}/\text{mol} = 0,5 \text{ moles (g)}$

$P_0 = 0,5 \text{ moles} \cdot 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}/\text{K}\cdot\text{mol} \cdot 290\text{K} / 10\text{L} = 1,189 \text{ atm}$

R.Limitante =el azufre.

Reaccionan 0,25 moles de S con 0,25 moles de O_2 , quedan 0,25 moles de O_2 y se forman 0,25 moles de SO_2 , por lo tanto al final quedarán 0,5 moles de gas, por lo cual sino varía la temperatura, la presión tampoco lo hace. La propuesta correcta es la a

13. La pesadilla y riqueza de Nobel fue el uso comercial de la nitroglicerina, absorbida por tierra de diatomeas, que la estabilizaba, formando la dinamita, que aparte de volar la primera fábrica, con el hermano del científico dentro, fue la artífice de las grandes obras de principios del siglo XX (canal de Panamá, canal de Suez etc), sin la cual no se hubieran podido hacer. La nitroglicerina se descompone cuando está absorbida, produciendo muchos gases, muy estables, de ahí la fuerza expansiva y la energía producida, según la reacción: $C_3H_5(NO_3)_3 (s) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g) + N_2(g) + O_2(g)$. Si la ajustas y realizas los cálculos estequiométricos necesarios dirás que el volumen de las gases producidos a 1,1 atm y 25°C , a partir de 100g de nitroglicerina es en litros de:

a) 65,3 b) 72,8 c) 75,7 d) 85,63

DATOS: $R=0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}/\text{K}\cdot\text{mol}$. $C=12$, $N=14$, $H=1$

SOLUCIÓN:

La reacción ajustada $2C_3H_5(NO_3)_3 (s) \rightarrow 6CO_2(g) + 5H_2O(g) + 6N_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$.

Por lo tanto por 2 moles del reactivo se producen 17,5 moles de gas. $n C_3H_5(NO_3)_3 = 100\text{g}/227\text{g}/\text{mol} = 0,44 \text{ moles}$

$n \text{ gases} = 17,5/2 \text{ moles} \cdot 0,44 = 3,85$. $V = nRT/P = 85,63\text{L}$. Es correcta la propuesta d.

14. Aunque el dióxido de azufre se conocía desde la antigüedad más remota, con un nombre tan peculiar como *spíritus sulfuris acidus*, el trióxido fue descubierto y aislado por el francés Bussy, a mediados del siglo XIX, ya que para que el dióxido “tuviera mayor capacidad combinativa con el oxígeno” hacía falta un catalizador. Si se hacen reaccionar $1,2 \cdot 10^{23}$ moléculas de dióxido de azufre con 16 gramos de oxígeno, y el catalizador apropiado y el resultado suponiendo un rendimiento del 70%, se disuelve en 2 litros de agua sin que aumente su volumen. La disolución tendría una molaridad de:

- a) 0,5 b) 0,035 c) 0,05 d) 0,35

Y los gramos de hidróxido potásico del 50% con los que sería capaz de reaccionar serán:

- a) 22,7 b) 15,2 c) 15,7 d) 22,2

DATOS: S=32, O=16, K = 39. H=1 . N° Avogadro = $6 \cdot 10^{23}$ /mol

SOLUCIÓN:

Reacciones sucesivas: $SO_2(g) + 0,5O_2(g) = SO_3(L)$; $SO_3(L) + H_2O = H_2SO_4(ac)$

$nSO_2 = 1,2 \cdot 10^{23}$ moléculas / $6,0 \cdot 10^{23}$ moléculas·mol⁻¹ = 0,2 moles de SO_2

$nO_2 = 16g/32$ g·mol⁻¹ = 0,5 moles de O_2 . Según la estequiometría de la reacción 0,2 moles de SO_2 , (reactivo limitante) necesitarán 0,1 moles de O_2 , sobrando 0,4 moles de O_2 , y produciéndose teóricamente 0,1 moles de SO_3 , que debido al rendimiento se convierten en 0,07 moles, por lo que la molaridad de la disolución será $0,07/2 = 0,035$ M. La posterior neutralización, exigirá $2 \cdot 0,07$ moles = 0,14 moles de KOH: $H_2SO_4(ac) + 2KOH = K_2SO_4(ac) + H_2O$
g reales de KOH = 0,14 moles * (39+17) g·mol⁻¹ / 0,5 = 15,68g

15. El ácido sulfúrico, conocido por su aspecto aceitoso, que ya había sido extraído de los vidrios verdes o atramento verde (sulfato ferroso), por el árabe Rhases, allá por el año 900, por eso se le llamó óleo de vidrio, o vitrioleum en la traducción latina, no se relacionó con el azufre hasta el siglo XVIII. Reacciona con muchos compuestos produciendo gases, por ejemplo con cloruro de aluminio. Si dispones de 100mL de disolución de ácido sulfúrico del 70%, con densidad $1,7g \cdot mL^{-1}$, y lo haces reaccionar con cantidad suficiente de cloruro de aluminio (s), dirás que el volumen de gas producido a 700mm Hg. de presión y 20°C, y un rendimiento del 80%, será en litros de:

- a) 40,5 b) 61 c) 50,7 d) 82

DATOS: S=32, O=16, K = 39. H=1; R=0,082 atm·L/K·mol.

SOLUCIÓN:

La reacción ajustada: $3H_2SO_4(ac) + 2AlCl_3(s) = Al_2(SO_4)_3(ac) + 6HCl(g)$

$nH_2SO_4 = 100mL \cdot 1,7g \cdot mL^{-1} \cdot 0,7 / 98g \cdot mol^{-1} = 1,21$ moles, $nHCl(g) = 1,21$ moles de H_2SO_4 * (2 moles de HCl / mol de H_2SO_4) = 2,42 moles teóricos, que se convierten debido al rendimiento en 1,94 moles. $V = nRT/P = 50,7L$. Es correcta la propuesta c

16. La primera receta de preparación del ácido sulfúrico y de una de sus reacciones más características, aparece en los escritos de Basilio Valentino, de 1460 (aunque publicados cien años más tarde). En ellos se relata la preparación de espíritu de la sal (HCl), a través de un compuesto que obtiene destilando vitriolo verde ($FeSO_4$). O sea hace reaccionar ácido sulfúrico con cloruro sódico, obteniendo un espíritu (la palabra gas fue inventada 100 años más tarde), que era cloruro de hidrógeno, o clorano. Si a partir de 1mL de disolución de ácido sulfúrico obtienes 100mL de gas, a 700mm Hg de presión y 17°C, y sabes que el rendimiento de tu reacción es como máximo del 70%, dirás que la molaridad de la disolución de ácido sulfúrico empleada era de:

- a) 1,6 b) 0,8 c) 2,8 d) 0,5

DATOS: R=0,082 atm·L/K·mol. S=32, O=16, H=1

SOLUCIÓN:

La reacción ajustada: $H_2SO_4(ac) + 2NaCl(s) = Na_2SO_4(ac) + 2HCl(g)$

$nHCl(g) = (700/760) atm \cdot (100/1000) L / (0,082 atm \cdot L/k \cdot mol) \cdot 290K = 0,0039$ moles, que necesitaban teóricamente de la mitad de moles de ácido sulfúrico, pero debido al rendimiento habrá que dividir por el, porque se necesitan más, con lo cual los moles de sulfúricos reales empleados son 0,00276, que deberán encontrarse en 1ml de disolución, por lo que la $M = n/V(L) = 0,00276/0,001 = 2,76M$, como indica la propuesta c.

17. Otto Tachenius, a mediados del siglo XVII, escribe: “Todo ácido es desplazado de su combinación por otro ácido mas poderoso”. Había descrito una reacción de desplazamiento, como la que se produce entre el ácido nítrico o ácido extraído del nitro (conocido desde el siglo V), y el acetato potásico llamado de muchas formas como arcano tártaro de Basilio Valentin o sal diurética de Sylvius etc. Si tienes 100mL de disolución de ácido nítrico 2M, que reacciona completamente con el acetato potásico, dirás que la cantidad de nitrato potásico que se forma, suponiendo un rendimiento del 60% es en gramos de:

a) 12,1 b) 20,1 c) 15,1 d) 10,1

DATOS: K=39, N=14; O=16; H=1; C=12.

SOLUCIÓN:

La reacción ajustada: $\text{HNO}_3(\text{ac}) + \text{CH}_3\text{-COOK}(\text{s}) = \text{KNO}_3(\text{ac}) + \text{CH}_3\text{-COOH}(\text{ac})$

*n $\text{HNO}_3 = 0,1\text{L} * 2\text{mol/L} = 0,2\text{moles}$. Como el factor de conversión es (1mol de KNO_3 /1 mol de HNO_3), se formarían teóricamente 0,2 moles de KNO_3 , pero al multiplicar por el rendimiento se convierten en 0,12 moles, que expresado en g, sería $0,12\text{ moles} * (39+14+48)\text{g.mol}^{-1} = 12,12\text{g}$*

18.El dióxido de carbono, fue llamado inicialmente “gas sutil de los carbonos”(Comas, filósofo griego de la escuela de Alejandría), después a mediados del XVII, gas silvestre (Van Helmont, el inventor del término gas), mas tarde aire fijo (100 años mas tarde), e incluso ácido aéreo, se desprende cuando los carbonatos también llamados mefitos por producir gases irrespirables, se desplazan con un ácido mas fuerte. Si tratas 50mL de disolución 2M de ácido muriático (clorhídrico), con 10 gramos de mefito de cal (carbonato de calcio), dirás que el volumen de gas desprendido en condiciones normales, suponiendo un rendimiento del 50% de la reacción es en litros de:

a) 1,5 b) 2,2 c) 2,5 d) 1,1

DATOS: Ca=40, O=16, H=1, volumen molar=22,4L.mol⁻¹

SOLUCIÓN:

La reacción ajustada: $2\text{HCl}(\text{ac}) + \text{CaCO}_3(\text{s}) = \text{CaCl}_2(\text{ac}) + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2(\text{g})$

*n $\text{HCl} = 0,05\text{L} * 2\text{mol/L} = 0,1\text{moles}$. n $\text{CaCO}_3(\text{s}) = 10\text{g}/\text{Masamolar} = 10\text{g}/100\text{g.mol}^{-1} = 0,1\text{moles}$*

*Como la relación estequiométrica es (2mol de HCl /1 mol de CaCO_3), el reactivo limitante es el HCl , por lo que se formarían 0,1 moles de CO_2 , teóricos, sobrando 0,05 moles de carbonato de calcio. Como el rendimiento es del 50%, sólo se producirán 0,05 moles, por lo tanto el volumen de CO_2 en condiciones normales será $V = 0,05\text{moles} * 22,4\text{L/mol} = 1,12\text{L}$, que corresponde a la propuesta d.*

19. Los dos carbonatos de nombre mas antiguo, pues su uso era común en las civilizaciones egipcia, judía, y asiria, eran el borith, (carbonato potásico), y el neter, (carbonato sódico). Precisamente este nombre significaba hacer hervir, porque al tratarlo con vinagre, producía burbujas, que no eran otra cosa que dióxido de carbono. Era una reacción de desplazamiento que indicaba que el ácido acético (vinagre) era más fuerte que el carbónico. Si haces reaccionar 100mL ácido acético del 30%, y densidad, 1,1g/mL, con cantidad suficiente de carbonato sódico, el volumen de gas que se produce en condiciones normales, suponiendo un rendimiento del 70%, es en litros:

a) 5 b) 2,1 c) 4,3 d) 2,8

DATOS: C=12, O=16, H=1, volumen molar=22,4L.mol⁻¹

SOLUCIÓN:

La reacción ajustada: $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + 2\text{CH}_3\text{-COOH}(\text{ac}) = +\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{CH}_3\text{-COONa}(\text{ac})$

*n $\text{CH}_3\text{-COOH} = (100\text{mL} * 1,1\text{g/mL} * 0,3)/\text{masa molar del } \text{CH}_3\text{-COOH} = 33\text{g}/60\text{g.mol}^{-1} = 0,55\text{ moles}$. Como el factor de conversión es (2mol de $\text{CH}_3\text{-COOH}$ /1 mol de CO_2), se formarían teóricamente 0,28 moles de CO_2 , pero al multiplicar por el rendimiento se convierten en 0,19 moles. Por lo tanto el volumen de CO_2 en condiciones normales será $V = 0,19\text{moles} * 22,4\text{L/mol} = 4,31\text{L}$, que corresponde a la propuesta c.*

20. El ácido perclórico, es uno de los ácidos más fuertes, que consigue desplazar a las demás sales, apoderándose de sus metales. Fue descubierto por Stadion, en 1815, y se puede obtener por desproporción de otros ácidos del cloro. Naturalmente su nombre original no fue ese sino que era un hiperoximuriático, ya que los ácidos del cloro eran muriáticos, derivados de muria, nombre latino de la sal marina. Si haces reaccionar 50mL de una disolución al 30% de dicho ácido, con densidad 1,4g/mL, con la cantidad suficiente de carbonato de hierro(III), el volumen de gas desprendido, a 27°C y 715mmHg de presión es , si el rendimiento de la reacción es del 70%, de:

- a) 2,2L b) 1,4L c) 2,0L d) 1,7L

DATOS: $R=0,082 \text{ atm.L/K.mol}$. $Cl=35,5$; $O=16$; $H=1$

SOLUCIÓN:

La reacción ajustada: $6HClO_4(ac) + Fe_2(CO_3)_3(s) = 2Fe(ClO_4)_3(ac) + 3H_2O + 3CO_2(g)$

$n_{HClO_4} = (50mL * 1,4g/mL * 0,3) / \text{masa molar del } HClO_4 = 21g / 100,5g.mol^{-1} = 0,15 \text{ moles}$. Como el factor de conversión es (3 mol de CO_2 /6mol de $HClO_4$), se formarían teóricamente 0,075 moles de CO_2 , pero al multiplicar por el rendimiento se convierten en 0,052 moles. Por lo tanto el volumen de $CO_2 = nRT/P = 1,37L$

21. Uno de los científicos que acompañaron a Napoleón en su expedición a Egipto (a partir de la cual la egiptología se introduce en la cultura europea), fue Claudio Berthollet, que dio nombre a una sal; la sal de Berthollet, que no era otra cosa que clorato potásico. Este compuesto se descompone al ser calentado produciendo oxígeno. Si con 10g de dicha sal, se obtiene 1L de oxígeno a 720mm.Hg de presión y 20°C, con un rendimiento de la reacción del 80%, dirás que la riqueza de dicho clorato era del:

- a) 30% b) 20% c) 40% d) 50%

DATOS: $R=0,082 \text{ atm.L/K.mol}$. $Cl=35,5$; $O=16$; $K=39$

SOLUCIÓN:

La reacción ajustada: $2KClO_3(s) + Q = 2KCl(s) + 3O_2(g)$

Los moles de $O_2 = PV/RT = 0,039$, pero como la relación estequiométrica es de 2 moles de clorato por 3 de oxígeno, los moles teóricos de clorato serán: $0,039 \text{ moles de } O_2 * (2 \text{ moles de } KClO_3 / 3 \text{ moles de } O_2) = 0,026 \text{ moles teóricos}$, pero como el rendimiento es del 80%, habrá que poner más para obtener esa cantidad de oxígeno (se divide por el rendimiento):

$n \text{ reales de } KClO_3 = 0,026 / 0,8 = 0,033$. Los gramos de $KClO_3$ puro serán $0,033 \text{ moles} * (39 + 35,5 + 38)g.mol^{-1} = 4g$. Por lo que la riqueza será: $(4g/10g) * 100 = 40\%$. La respuesta correcta es la c

22. En el curso de química de Lemery, de 1675, se puede leer:” En un matraz mediano se introducen, 3 onzas de aceite de vitriolo, doce onzas de agua, sobre las que se echa una onza de limaduras de hierro. Se hierve y se obtiene la disolución del hierro, produciendo vapores blancos, que se elevan hasta lo alto del matraz. Si presenta un orificio y se enciende fuego en su abertura, se prende al instante, produciendo una fulminación violenta que después se apagará”. Si hubiera estudiado esos vapores hubiera se anticipado en más de cien años el descubrimiento del hidrógeno. Como una onza son aproximadamente 30g, si formulas y ajustas las reacciones, con un rendimiento medio del 80%, dirás que se formarán al final una cantidad en gramos de vapor de agua de:

- a) 12,3 b) 13,2 c) 14,1 d) 12,4

DATOS: $R=0,082 \text{ atm.L/K.mol}$. $S=32$, $O=16$, $H=1$

SOLUCIÓN:

Las reacciones sucesivas ajustadas: $H_2SO_4(ac) + 2Fe(s) = FeSO_4(ac) + H_2(g)$; $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) = H_2O(g)$

$n_{H_2SO_4} = (3 \text{ onzas} * 30g/onza) / \text{masa molar } H_2SO_4 = 90g / 98g.mol^{-1} = 0,92 \text{ moles } H_2SO_4$, como con 1 mol de H_2SO_4 , se forma un mol de vapor de agua, se producirían teóricamente 0,92 moles de vapor de agua, pero como el rendimiento es del 80%, sólo serán 0,736, que expresado en gramos , $0,736 \text{ moles} * 18g.mol^{-1} = 13,2g$

23. La primera bureta, fue descrita por Descroizilles, en 1806, claro que para que goteara con un determinado flujo de líquido había que graduarlo con el dedo; no existía la llave. Las buretas invertidas se emplean para coger los gases producidos sobre agua, siempre que sean inmiscibles en ella. En este caso a la presión a la que se recoge hay que descontarle la del vapor de agua a esa temperatura.. Si se hace reaccionar una 4mL disolución de ácido clorhídrico, con la cantidad suficiente de aluminio en granallas, y se recogen sobre agua, en una bureta invertida, 30mL de hidrógeno, a 710mmHg de presión y 17°C, y el rendimiento de la reacción es del 60%, dirás que la Normalidad de la disolución de clorhídrico es aproximadamente:

- a) 1 b) 2 c) 0,5 d) 0,1

DATOS: R=0,082 atm.L/K.mol. P.vapor de agua a 17°C=14,53mmHg , O=16, H=1

SOLUCIÓN:

La reacción ajustada: $6\text{HCl}(ac)+2\text{Al}(s)=2\text{AlCl}_3(ac)+3\text{H}_2(g)$. La presión real a la que está el H_2 , será 710-14,54 mmHg, dado que la primera es la suma de la presión del hidrógeno y del vapor de agua. $P_{\text{vH}_2}=695,47$

$n_{\text{H}_2(g)}=(695,47/760) \text{ atm} \cdot (30/1000) \text{ L} / (0,082 \text{ atm.L/k.mol}) \cdot 290\text{K} =0,0012 \text{ moles}$. Como según la relación estequiométrica, se necesitaría el doble de HCl, $n_{\text{HCl}} \text{ teóricos}=0,0023$. Pero como el rendimiento es del 60%, se necesitarán mas, o sea $0,0023/0,6=0,0038 \text{ moles}$, por lo que la molaridad del HCl= $0,0038 \text{ moles}/0,004\text{L}=0,96\text{M}$. Si consideramos el comportamiento como ácido, y el número de moles =n° de equivalentes, la normalidad será $0,96\text{N}=1\text{N}$. Es correcta la propuesta a.

24. Aunque los óxidos del nitrógeno se descubrieron en 1772, su uso comercial, fue posterior. Primero se usó el óxido nitroso, como hilarante y anestésico, desde Gay Lussac, mientras que el óxido nítrico, fue el gran hallazgo del siglo XX, era una molécula que reforzaba la acción muscular (prevención de infartos cardíacos, estimulante sexual etc). Si el primero reacciona con tetraóxido de dinitrógeno, se obtiene el segundo. Si ajustas la reacción y regulas las proporciones estequiométricas de los gases, dirás que la relación volumétrica entre el óxido nítrico producido y el nitroso empleado es de:

- a)1 b)2 c) 3 d) 4

SOLUCIÓN:

La reacción ajustada matemáticamente : $a \text{N}_2\text{O}(g)+ b\text{N}_2\text{O}_4(g) =c\text{NO}(g)$

$2a+2b=c$; $a+4b=c$; multiplicando la primera por 2 y restando la segunda; $3a=c$, y si multiplicamos la segunda por 2 y le restamos la primera; $6b=c$, si damos $b=1$; $c=6$, $a=2$; por lo que: $2\text{N}_2\text{O}(g)+ \text{N}_2\text{O}_4(g) =6\text{NO}(g)$. Por lo que la relación volumétrica es igual a la molar o sea $6\text{NO}/2 \text{N}_2\text{O} =3$. Es corecta la propuesta c.

25. Todos los inviernos se mueren muchas personas se que calientan, con braseros de carbón, en ambientes cerrados, es debido a la formación del monóxido de carbono que forma complejos mas estables que el oxígeno con la hemoglobina de la sangre, con lo cual éste no llega a los tejidos. Fue descubierto por Priestley en 1799, haciendo pasar vapor de agua sobre carbón caliente. Si se dispone de 50g de carbono, del 70% de riqueza, y se hace pasar 20 litros de vapor de agua a 120°C y 1 atm de presión, dirás que si el rendimiento de la reacción es del 60%, el volumen de monóxido de carbono formado a dicha temperatura es en litros aproximadamente de:

- a) 12 b) 11 c) 15 d) 13 e) 14

DATOS: R=0,082 atm.L/K.mol., C=12, H=1, O=16

SOLUCIÓN:

La reacción ajustada : $\text{C}(s)+ \text{H}_2\text{O}(g) =\text{CO}(g)+ \text{H}_2(g)$

$n_{\text{C}(s)}=50\text{g} \cdot 0,3/12\text{g.mol}^{-1}=1,25 \text{ moles}$. $n_{\text{H}_2\text{O}(g)}=1 \text{ atm} \cdot 20\text{L}/0,082\text{atmL.K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 393\text{K}=0,62 \text{ moles}$

Como la relación estequiométrica es (1mol de C/1 mol de H_2O), el reactivo limitante es el H_2O , por lo que se formarían 0,62 moles de $\text{CO}(g)$ teóricos, sobrando 0,63 moles de carbono. Como el rendimiento es del 60%, sólo se producirán 0,37moles, por lo tanto el volumen de CO en esas condiciones será $V=0,37 \text{ moles} \cdot 0,082\text{atmL.K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 393\text{K}/1 \text{ atm} =11,92\text{L}$, que corresponde a la propuesta d. También se podría realizar a través de la relación $n/v=n'/V'$, $0,62 \text{ mol}/20\text{L}=0,37 \text{ mol}/V'$.

