

PRUEBA 1-B: EJERCICIO PRÁCTICO ESPECIALIDAD: FÍSICA Y QUÍMICA

El aspirante ha de elegir una de las dos opciones de problemas que a continuación se presentan. No se puede mezclar problemas de opciones diferentes. El tiempo para realizar el ejercicio práctico es de 3 horas.

OPCIÓN A

- Un compuesto A con un átomo de cloro en un carbono primario se trata con una disolución concentrada de hidróxido de potasio en etanol, dando un compuesto B. Cuando B se hidroliza en medio ácido origina C, que tratado con ácido sulfúrico del 20 % en caliente, proporciona mayoritariamente D, compuesto con isomería geométrica, y B. Si B se oxida con una disolución concentrada de permanganato de potasio, se obtiene ácido propanoico y dióxido de carbono, mientras que un tratamiento similar a D, lo rompe en dos fragmentos iguales, E, que contienen el grupo carboxilo. Al tratar E con amoníaco y posterior calefacción, se obtiene F.
 - (4 puntos) Interpreta todas las reacciones indicadas.
 - (4 puntos) Deduce la estructura de todos los compuestos mencionados.
 - (2 puntos) Justifica la posibilidad de que alguno de los compuestos mencionados pueda presentar enantiómeros y utiliza proyecciones de Fischer para representarlos.
- A 25 °C la descomposición de una sustancia A tiene un periodo de semirreacción de 32 minutos cuando la concentración inicial es de 0,050 M y de 46 minutos cuando la concentración inicial es de 0,035 M.
 - (5 puntos) Determinar el orden de reacción y el valor de la constante de velocidad.
 - (2 puntos) Si se duplica la constante de velocidad, a qué temperatura se está produciendo la descomposición de A, sabiendo que la energía de activación de la descomposición es de 20,70 kJ.mol⁻¹.
 - (3 puntos) Si se calienta a 125°C una muestra de 100 g de una sustancia B en un recipiente cerrado de capacidad 2,0 L, ocurre la siguiente reacción:
$$2 B (s) \rightleftharpoons A (g) + C (g) \quad \Delta H^{\circ}=130 \text{ kJ.mol}^{-1} \quad \Delta G^{\circ} =30 \text{ kJ.mol}^{-1}$$
¿Qué valor tendrá la presión parcial de cada uno de los gases y la presión total en dicho recipiente cuando se alcance el equilibrio y qué masa de B queda sin descomponer a esa temperatura?

Datos: masa molar B ($M_B=100 \text{ g.mol}^{-1}$); $R=8,314 \text{ J.mol}^{-1}.K^{-1}$
- Un bloque cúbico metálico de 1dm de arista y 2,7g/cm³ de densidad, está sumergido en el fondo de una piscina que contiene agua ($\rho_{\text{agua}}=1,0 \text{ g.cm}^{-3}$) de 3,0 m de profundidad. Se pide:
 - (3 puntos) Calcular el trabajo necesario para hacerlo ascender hasta que la parte superior del bloque coincida con la superficie.
 - (5 puntos) Calcular el trabajo necesario para sacarlo del agua de tal modo que su cara inferior coincida con el nivel del agua.
 - (2 puntos) Suponiendo que hemos desarrollado el mismo trabajo en extraer el bloque desde el fondo hasta el aire que el realizado hasta colocarlo en un trampolín exterior, ¿a qué altura se encontrará dicho trampolín?

4. Se dispone de un telescopio de Galileo formado por un objetivo de 2 dioptrías y un ocular de distancia focal objeto +2,5 cm. Su usuario, con su ojo sano y relajado, desea observar la Luna cuando la superficie de ésta se encuentra a 400000 km de la superficie de la Tierra. El diámetro de la Luna es de 3474 km. Se pide:

a) (3 puntos) La distancia que separa las lentes.

El usuario desea proyectar en una pantalla situada 10 cm detrás del ocular la imagen de la Luna.

b) (2 puntos) ¿Cuál debe ser ahora la distancia entre las dos lentes?

c) (2 puntos) ¿Qué diámetro tendrá la imagen de la Luna formada en la pantalla?

d) (3 puntos) Realizar el diagrama de rayos de la segunda lente con la pantalla.

5. Con el objetivo de realizar una práctica de laboratorio relacionada con la corriente continua, el departamento de Física y Química propone la determinación de la resistividad de una mina de lápiz (*Staedtler HB2*). Para tal fin se procede a extraer la mina del lápiz, y a determinar su longitud y su diámetro (cinta métrica que aprecia milímetros y calibre que aprecia hasta 0,05 mm). Tomando la mina del lápiz como resistencia fija, se procede a montar un circuito con fuente de alimentación (variable de 3 a 12 V), potenciómetro, cables y pinzas de cocodrilo suficientes, así como dos polímetros que harán las veces de amperímetro y voltímetro. Como valor de referencia, la resistividad del grafito puro vale entre 2,5 y $5,0 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$ (https://en.wikipedia.org/wiki/Electrical_resistivity_and_conductivity). Con el objetivo de determinar la resistividad de la mina de lápiz y poder evaluar así la aproximación que alcanzarán los alumnos en su determinación, los integrantes del departamento tomaron los siguientes valores experimentales:

Mina de lápiz	
Diámetro (mm)	Longitud (cm)
1,95	14,8

Diferencia de potencial (V)	Intensidad (mA)
2,60	300
2,15	240
1,82	190
1,58	170
1,38	150
1,25	130
1,14	120
1,03	110

Se pide a los aspirantes:

a) (5 puntos) Preparar un breve guion de cómo organizar el trabajo en el laboratorio. En ese guion ha de aparecer material, descripción de las operaciones a realizar y cómo han de recogerse los resultados experimentales.

b) (5 puntos) Determinación de la resistividad de la mina de lápiz a partir de los datos ofrecidos. Se valorará cualquier consideración que estime oportuna sobre el tratamiento numérico que ha de acompañar a dicho cálculo, así como explicaciones sobre la discordancia entre el resultado experimental y el teórico.

OPCIÓN B

1. Se estudia la solubilidad y el pH de determinadas sustancias y se plantean las siguientes situaciones:

I- Cuando se añade hidróxido de potasio a una disolución que contiene iones de cinc, precipita hidróxido de cinc; pero, después de haber añadido un exceso de hidróxido de potasio, se disuelve el hidróxido de cinc para dar $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$. Si la concentración inicial de iones cinc es $2,0 \cdot 10^{-3} \text{M}$ determina:

- a) (4 puntos) La concentración que debe alcanzar el ion hidróxido para disolver todo el hidróxido de cinc formado inicialmente y el pH al que se produce esa disolución. Se puede ignorar la variación de volumen.

Datos: K_{ps} para el hidróxido de cinc = $1,2 \cdot 10^{-17}$; Constante de estabilidad (constante de equilibrio de formación) de $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ = $2,0 \cdot 10^{15}$. Considérese la constante de estabilidad como una constante K_c .

II- Observaciones cualitativas muestran que el sulfuro de plomo (II) precipita cuando se añade ácido sulfhídrico a una disolución ácida o neutra que contiene iones plomo (II).

- b) (4 puntos) Deduce una expresión para la concentración de ion plomo (II) en una disolución en equilibrio con sulfuro de plomo (II) en función de $[\text{H}_3\text{O}^+]$.

- c) (2 puntos) Determina la concentración del ion plomo (II) a pH 2,0.

Datos: K_{ps} para el sulfuro de plomo (II) = $8,0 \cdot 10^{-28}$. Para el ácido sulfhídrico las constantes de acidez valen $K_1 = 9,1 \cdot 10^{-8}$; $K_2 = 1,2 \cdot 10^{-15}$.

2. Los estudiantes, de un instituto de Educación Secundaria de Cantabria, han construido un dispositivo capaz de funcionar en un modo cercano al ciclo ideal de Brayton. Este ciclo es uno de los ciclos termodinámicos de más amplia aplicación, al ser la base del motor de turbina de gas. Consiste en una etapa de compresión adiabática en un compresor, una etapa de calentamiento isobárico, una etapa de expansión adiabática en una turbina y una etapa de enfriamiento isobárico. En el compresor entran $5,0 \text{ m}^3$ de aire a 100 kPa y 300 K. La relación de presiones en el compresor es 10 y la temperatura de entrada en la turbina es de 1600 K.

- a) (2 puntos) Representar en un diagrama P-V los sucesivos estados del gas.

- b) (5 puntos) Calcular el rendimiento del ciclo.

- c) (3 puntos) Determinar la relación de trabajos en el compresor y la turbina.

Datos: $\rho_{\text{aire}} = 1,225 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$; $M_{\text{aire}} = 28,96 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

3. Supongamos una esfera maciza en vacío de radio $R = 2 \text{ m}$ y uniformemente cargada con una carga $Q = 1,0 \text{ } \mu\text{C}$. Si $\epsilon_{\text{esfera}} = \epsilon_0$, se pide:

- a) (3 puntos) Calcular a qué distancia de la superficie externa de la esfera el campo electrostático es el mismo que en todos los puntos separados una distancia $r = R/3$ del centro de la esfera.

- b) (4 puntos) Calcular el potencial electrostático en $r = R/3$.

- c) (2 puntos) Calcular el trabajo realizado al desplazar una carga $q = 5 \text{ nC}$ desde $r = R/3$ hasta $2R$.

- d) (1 punto) ¿En qué condiciones debe realizarse el desplazamiento de la carga?

4. Siendo I la intensidad de la corriente producida por la placa de una célula fotoeléctrica, V_f el potencial de frenado, f la frecuencia de la radiación incidente y W_e el trabajo de extracción:

a) (2 puntos) Demuéstrese que la potencia óptica para producir efecto fotoeléctrico en dicha placa metálica viene dada por la expresión:

$$P_{opt} = \frac{I \cdot V_f}{\left(1 - \frac{W_e}{h \cdot f}\right)}$$

Si iluminamos con luz monocromática de 400 nm y 10^{-2} W de potencia sobre una placa cuyo trabajo de extracción es 2,9 eV, y suponemos un rendimiento cuántico del 100% (un electrón emitido por cada fotón incidente).

b) (4 puntos) Calcula el número de fotones incidentes por segundo y el valor de la intensidad eléctrica producida.

c) (4 puntos) Halla la longitud de onda asociada a los electrones emitidos con la velocidad máxima posible.

Datos: $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$; $m_{\text{electrón}} = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $q_{\text{electrón}} = -1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

5. La determinación de la masa molar de algunos metales (magnesio, cinc, aluminio) puede hacerse de manera experimental. Para ello basta hacerlos reaccionar con disoluciones más o menos concentradas de ácido clorhídrico, y recoger convenientemente el hidrógeno desprendido sobre agua en el interior de una bureta invertida. Con el fin de organizar una práctica de laboratorio que mida la masa molar del magnesio, el departamento de Física y Química diseña y realiza un experimento. En el laboratorio se dispone de balanza con la precisión requerida, barómetro de mercurio, todo tipo de material de vidrio, reglas, y termómetros que aprecian hasta la décima de grado centígrado. Con el objetivo de realizar previamente la experiencia para poder valorar los resultados obtenidos por los alumnos, los integrantes del departamento obtuvieron las siguientes medidas para un conjunto de tres pruebas:

Dato	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
Masa del metal (g)	0,044	0,043	0,037
Volumen total hidrógeno desprendido (cm ³)	44,0	40,0	41,7
Temperatura hidrógeno (°C)	21,0	21,0	20,0
Presión atmosférica (mmHg)	776	776	755
Temperatura del agua sobre la que se invierte la bureta (°C)	18,7	18,7	18,4
Diferencia de altura entre líquidos (cm) *	11,9	17,9	21,0
Presión de vapor del agua a la temperatura del agua (mmHg) **	16,5	16,5	15,5

(*) Se entiende por diferencia de altura entre líquidos la diferencia entre la disolución de ácido clorhídrico dentro de la bureta, y la superficie libre del agua del recipiente sobre el que se invirtió la bureta.

(**) La presión de vapor del agua corresponde a la temperatura entera más próxima.

Se pide a los aspirantes:

a) (5 puntos) Preparar un breve guion de cómo organizar el trabajo en el laboratorio. En ese guion ha de aparecer material, descripción de las operaciones a realizar y cómo han de recogerse los resultados experimentales.

b) (5 puntos) Determinar la masa molar del magnesio a partir de los datos ofrecidos. Se valorará cualquier consideración que estime oportuna sobre el tratamiento numérico que ha de acompañar a dicho cálculo, así como explicaciones sobre la discordancia entre el resultado experimental y el teórico (24,31 g.mol⁻¹).