

Olimpiada Argentina de Física 2010

Instancia Nacional

Prueba Experimental

19 de Octubre de 2010

Nombre:

D.N.I.:

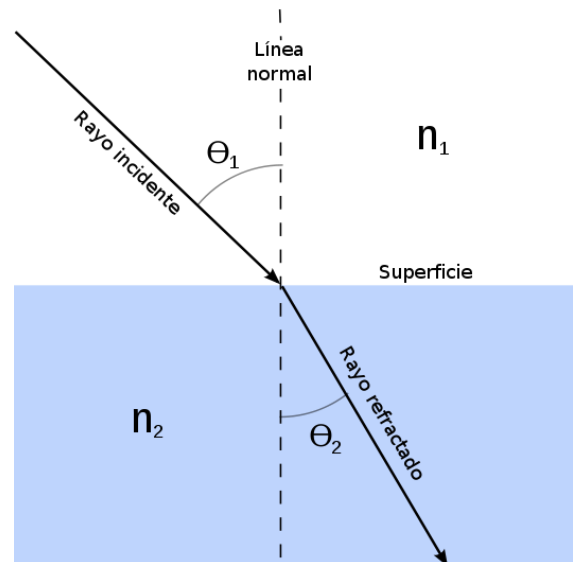
- Antes de comenzar a resolver la prueba lea cuidadosamente TODO el enunciado de la misma.
- Escriba su nombre y su número de D.N.I. en el sitio indicado. **No escriba su nombre en ningún otro sitio de la prueba.**
- Escriba la solución en las hojas provistas y numérelas (sólo numere las hojas de respuesta). Ejemplo: PE 2/5 (Prueba Experimental, hoja dos de cinco).
- Si necesita más hojas pídalas al Bedel. **No use hojas personales.**
- **No escriba respuestas en las hojas del enunciado pues no serán consideradas.**
- Escriba de un solo lado de las hojas.
- Luego de finalizada la prueba, acomode y deje el equipo como lo encontró.
- Entregue la prueba en el sobre provisto. **No escriba en éste su nombre.**

Ley de refracción

La ley de Snell es una fórmula simple utilizada para calcular el ángulo de refracción de la luz al atravesar la superficie de separación entre dos medios de propagación de la luz (o cualquier onda electromagnética) con índices de refracción distintos.

Consideremos dos medios caracterizados por índices de refracción n_1 y n_2 separados por una superficie S. Los rayos de luz que atraviesen los dos medios se refractarán en la superficie variando su dirección de propagación dependiendo del cociente entre los índices de refracción.

Para un rayo luminoso con un ángulo de incidencia θ_1 sobre el primer medio, tendremos que el rayo se propaga en el segundo medio con un ángulo de refracción θ_2 cuyo valor se obtiene por medio de la ley de Snell.



$$n_1 \sen \theta_1 = n_2 \sen \theta_2 \quad (1)$$

Objetivo: Determinar experimentalmente la dependencia del índice de refracción con la concentración de azúcar en agua.

Elementos disponibles

- Goniómetro
- Jeringa
- Papel milimetrado
- Regla
- 5 soluciones de azúcar de concentración conocida
- Láser
- Cubeta semi-circular
- Rendija de cartulina

Procedimiento

a- Puesta a punto del dispositivo experimental

Las actividades y observaciones que continúan, enumeradas de (i) a (vi), le servirán para familiarizarse con el equipo, razón por la cual debe regular el tiempo invertido en esta tarea.

- (i) Encienda la fuente de luz láser accionando la llave del porta pilas, que se encuentra junto al puntero láser.
 - (ii) Haciendo uso de los tornillos y/o desplazando cuidadosamente la base en donde está apoyado el puntero láser, haga incidir el haz de luz en el lado semicircular externo de la cubeta porta muestra.
 - (iii) Para que el haz incida perpendicularmente sobre la cara plana de la cubeta podrá girar el porta muestra usando el vástago de alambre del goniómetro, variar la posición de los tornillos que nivelan el láser y/o mover la base que sirve de soporte al láser.
 - (iv) Sobre la pantalla de papel que se encuentra en el láser se puede ver el punto luminoso correspondiente a la **reflexión** en la cara plana. Para asegurar perpendicularidad éste debe coincidir con el láser.
 - (v) Mediante los tornillos para nivelar el láser podrá variar la altura del haz incidente.
 - (vi) Si se coloca la rendija de cartulina para colimar el haz de la fuente, los puntos de refracción quedarán mejor definidos, con lo cual, las mediciones serán más precisas.
- b- Llene la cubeta con la solución de menor concentración y determine el índice de refracción con su error, teniendo en cuenta que la expresión (1) es una relación lineal entre los senos de los ángulos de incidencia y refracción.
 - c- Extraiga con la jeringa el contenido de la cubeta y viértalo nuevamente en el frasco correspondiente.
 - d- Limpie bien la cubeta con el papel de cocina. Ya está en condiciones de poner en la cubeta una nueva solución.
 - e- Utilice las soluciones en orden ascendente de concentración.
 - f- Grafique el índice de refracción en función de la concentración y establezca (considerando el error) si la relación es lineal o no.

Datos útiles

- El índice de refracción del aire es 1
- El error asociado al $\sin \theta$ es: $\Delta(\sin \theta) = \cos \theta \Delta \theta$, donde $\Delta \theta$ está expresado en radianes.

Olimpiada Argentina de Física 2010

Instancia Nacional

Prueba Teórica

21 de Octubre de 2010

Nombre:

D.N.I.:

- Antes de comenzar a resolver la prueba lea cuidadosamente TODO el enunciado de la misma.
- Escriba su nombre y su número de D.N.I. en el sitio indicado. **No escriba su nombre en ningún otro sitio de la prueba.**
- Escriba la solución en las hojas provistas y numérelas (sólo numere las hojas de respuesta). Ejemplo: PT1 2/5 (Problema Teórico 1, hoja dos de cinco).
- Si necesita más hojas pídaslas al Bedel. **No use hojas personales.**
- **No escriba respuestas en las hojas del enunciado pues no serán consideradas.**
- Escriba en un solo lado de las hojas.
- Entregue la prueba en el sobre provisto. **No escriba en éste su nombre.**

Problema 1: JUGANDO CON AGUA FRIA

Se tiene un recipiente adiabático, cilíndrico de radio $R = 1\text{ cm}$ (ver Figura1). En su interior se encuentra una resistencia eléctrica y una mezcla de agua con hielo en equilibrio térmico. Dicho recipiente cuenta con una tapa móvil, que limita el contenido del recipiente con el exterior, de tal forma que no queda espacio libre entre el líquido y la tapa. Mediante una varilla, la tapa empuja un espejo plano que rota libremente sobre un eje en el borde del recipiente. Por otro lado, este dispositivo cuenta con un láser cuyo haz incide horizontalmente sobre el espejo a la altura del eje y se proyecta sobre una pantalla vertical dispuesta a una distancia de $2R$ del cilindro.

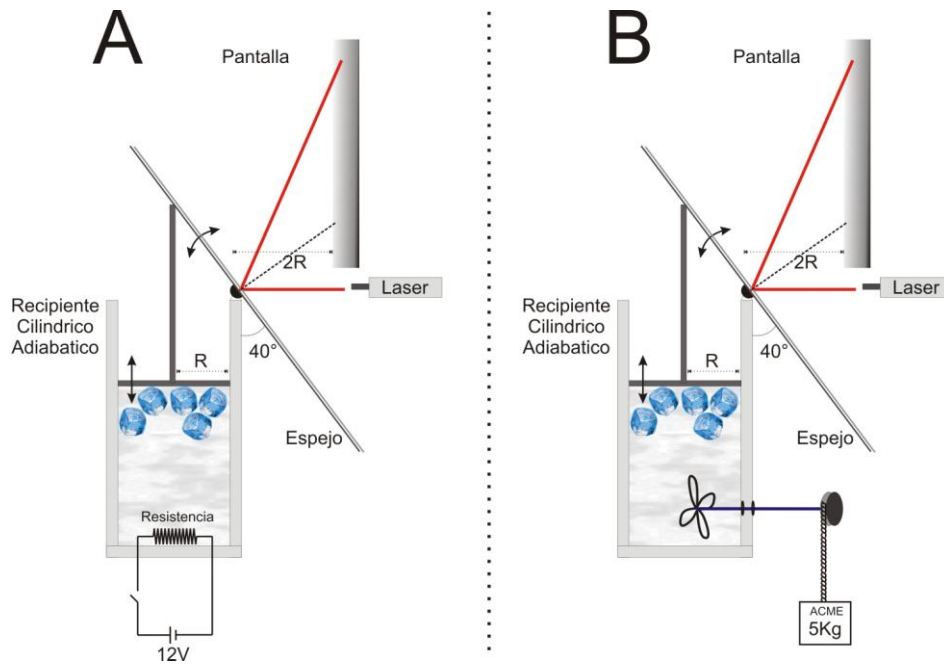


FIGURA 1

a) Dado el circuito eléctrico mostrado en la Figura1-A, determine el cambio de volumen de la mezcla, si la llave del circuito se cierra por el lapso de 10 s y luego se vuelve a desconectar. El valor de la resistencia es de $15\ \Omega$ y la fuente es de 12 V.

b) ¿Cuál es la variación del ángulo del espejo sabiendo que inicialmente se encuentra a 40° con respecto a la cara lateral del recipiente?

c) ¿A qué altura sobre la pantalla incide el haz de luz, a partir de la posición horizontal del haz de luz láser incidente sobre el espejo?

d) Considere ahora que en lugar de la resistencia eléctrica se usa una paleta que puede girar solidaria a un eje sobre el que se cuelga, mediante una cuerda de masa despreciable, una pesa de 5 kg como se muestra en la Figura1-B. La pesa está inicialmente en reposo, en su posición inicial, y se la deja caer desde dicha posición. Cuando la pesa ha recorrido una distancia de 1m, la cuerda se desprende del eje y la velocidad de la pesa es de 1m/s. ¿Cuál será la variación del ángulo del espejo sabiendo que inicialmente se encuentra a 40° con respecto a la cara lateral del recipiente?

e) *¿Cuál es el valor límite de energía que se puede entregar a la mezcla para que el haz reflejado aún incida sobre la pantalla? (suponga una pantalla infinitamente alta)*

f) Suponiendo que el exterior del recipiente se encuentra a una temperatura de 0 °C, explique qué ocurriría en el caso a) si el recipiente no es adiabático.

NOTA: La cantidad de hielo existente en la mezcla es siempre suficiente para tener una mezcla de agua y hielo en todos los casos planteados en el problema.

Densidad del agua: $\rho_A = 999.9 \text{ kg/m}^3$

Densidad del hielo: $\rho_H = 916.8 \text{ kg/m}^3$

Calor latente de fusión del hielo: $\lambda = 80 \text{ cal/g}$

Aceleración de la gravedad $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

1 cal = 4.186 J

Problema 2: ESPECTRÓMETRO DE MASA

El espectrómetro de masas es un instrumento que permite analizar con gran precisión la composición de diferentes elementos químicos e isótopos atómicos, separando los núcleos atómicos en función de su relación masa/carga. En la actualidad se utiliza no sólo en física, sino también en química, geología y medicina con frecuencia para identificar átomos y sus concentraciones en muestras.

El primer espectrógrafo fue construido por J. J. Thomson en 1907 y posteriormente mejorado por su estudiante de doctorado F. W. Aston, quien en el año 1922 ganó el Premio Nobel de Química por el descubrimiento de isótopos en elementos no radioactivos y por su enunciado de la regla del número entero usando su espectrómetro de masa. En 1932, K.T. Bainbridge (Director del [Trinity test](#) del Proyecto Manhattan), combinó un selector de velocidades con el espectrómetro magnético semicircular con el objeto de verificar experimentalmente la relación entre masa y energía ($E = mc^2$) postulada por Einstein.

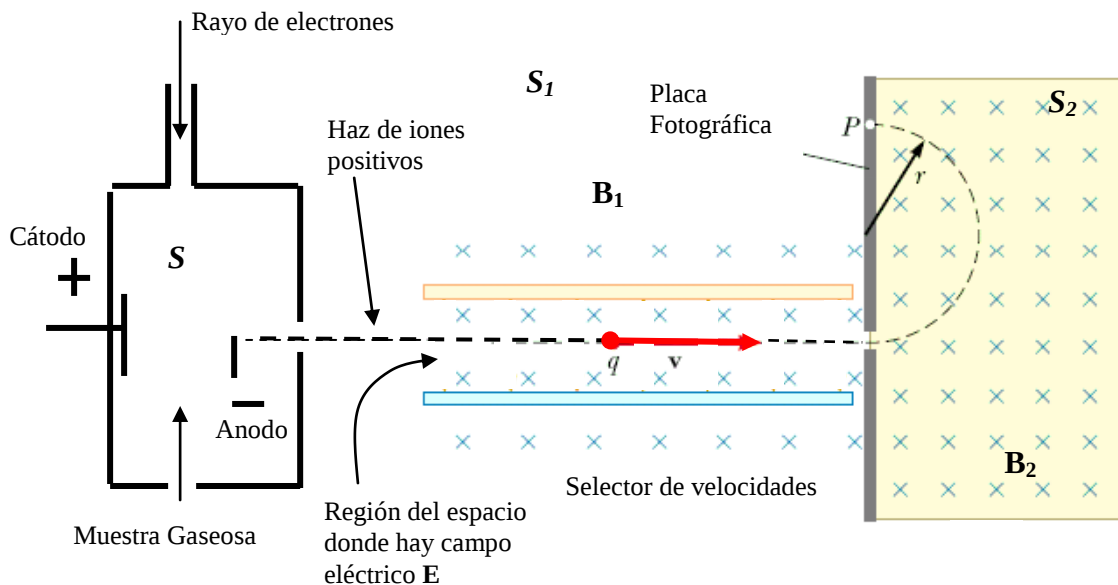


Figura 1: Esquema del Espectrómetro de Masas

En el espectrómetro de masas el compuesto a analizar ingresa al sector S (ver Figura 1) donde es ionizado y posteriormente acelerado mediante la aplicación de una diferencia de potencial entre cátodo y ánodo en la región S. Este haz entra posteriormente en un selector de velocidades que es una región S_1 donde se aplican campos eléctricos y magnéticos perpendiculares entre si. En la figura el campo magnético $\mathbf{B}_1$ está representado por las cruces indicando que su dirección es perpendicular al plano de la hoja de papel y con sentido entrante.

Despreciando el efecto de la fuerza de gravedad, un ión de masa m y carga q (positiva), que se mueve con velocidad v en una zona del espacio donde hay campos eléctricos y magnéticos experimenta una fuerza, conocida como fuerza de Lorentz, dada por la siguiente expresión.

$$\vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B}$$

La fuerza $q\vec{v} \times \vec{B}$, debida al campo magnético, es perpendicular a dicho campo y al vector velocidad del ión como se muestra en la Figura 2 y tiene módulo qvB .

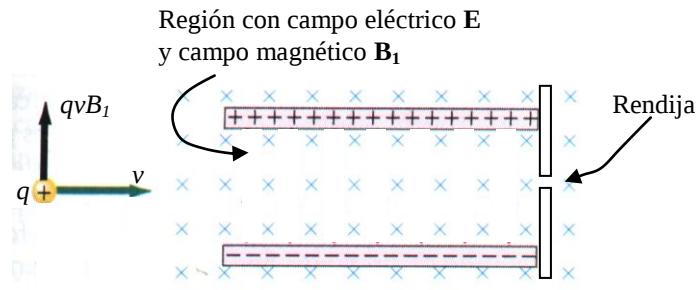


Figura 2: Esquema del selector de velocidades

- Dibuje en la Figura 2 las líneas de campo eléctrico en el condensador, indicando claramente su sentido.
- Dibuje sobre la carga q de la Figura 2, la fuerza que actuaría sobre la misma cuando se encuentra en dicho campo eléctrico.
- Sabiendo que los iones que viajan paralelos a las placas del condensador deben atravesar la rendija, y que $E = 9.50 \cdot 10^2 \text{ V/m}$ y $B = 0.93 \text{ T}$ determine la velocidad de los iones que salen del selector de velocidades.

Los iones que poseen una velocidad tal que les permite pasar por la rendija del selector de velocidades entran en una región S_2 del espacio donde sólo hay un campo magnético $\mathbf{B}_2$. En esta región del espacio el ión tiene una trayectoria circular como se observa en la Figura 1.

- Qué fuerza actúa sobre el ión en la región S_2 y por qué razón éste sigue esa trayectoria circular.
- Expresa la aceleración del ión en función de su velocidad y del radio de la trayectoria
- Encuentre una expresión, en términos de m , q , E y B , para el radio de la trayectoria.

Para un valor fijo de la velocidad y del módulo del campo magnético en la región S_2 , cuanto menor sea el cociente m/q (masa/carga) menor será el radio de curvatura r de la trayectoria descrita por los iones, y por tanto su trayectoria se deflejará más. Si la muestra está constituida por [isótopos](#) de un elemento, todos tendrán la misma carga, pero los que sean más pesados describirán una trayectoria circular de mayor radio. Por lo tanto, haces de iones de distinta relación masa/carga llegarán a puntos diferentes de la placa fotográfica, y, en función de la intensidad de las señales que dejan, se determina la abundancia relativa de cada tipo.

Los isótopos naturales y estables del carbono son el ^{12}C (98,89%) y el ^{13}C (1,11%). También existe un isótopo radioactivo el ^{14}C . Al analizar con este espectrómetro una muestra de Carbono se pueden encontrar distintos isótopos, así como también otros

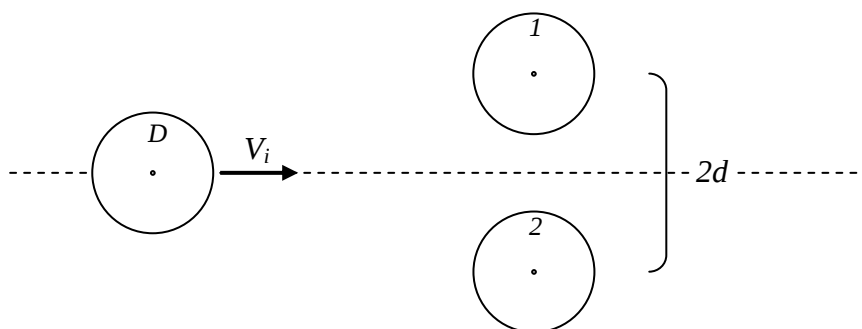
elementos (impurezas). En particular se determinaron dos trayectoria, una de radio $R_1 = 22.4 \text{ cm}$ y otra de radio $R_2 = 26.2 \text{ cm}$.

g) Determine qué isótopo o impureza posee la muestra

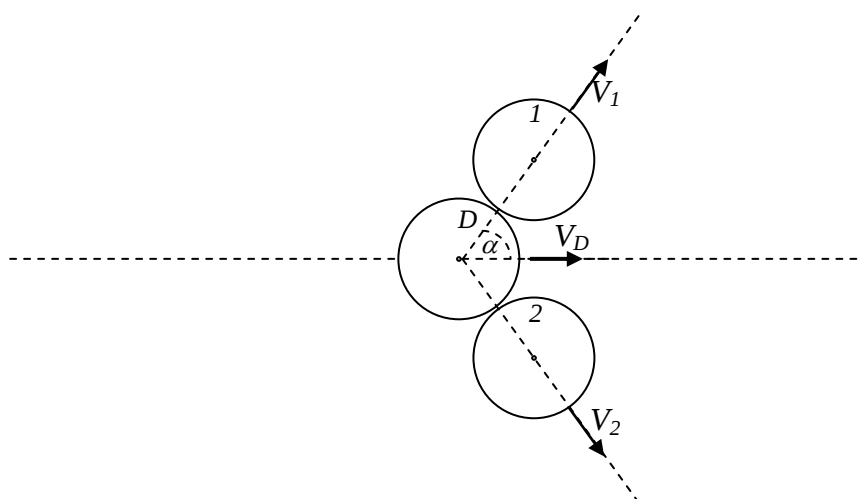
La masa del elemento es igual a su peso atómico expresado en *uma*. Por ej. La masa del hidrógeno es 1 uma. (Usted puede necesitar la tabla adjunta para responder este punto)

Problema 3: DISCOS CHOCADORES

Sobre una superficie horizontal sin rozamiento hay tres discos idénticos de radio R y masa M como se muestra en la figura siguiente. Inicialmente el disco que se encuentra a la izquierda (denominado D) se traslada, sin rotar, con una velocidad V_i hacia la derecha, mientras que los otros dos discos (llamados 1 y 2) se encuentran en reposo y sus centros están separados una distancia $2d$.



En un determinado instante el disco D choca con los discos 1 y 2 siendo este choque elástico. Luego del choque los tres discos se trasladan sin rotar, como se indica en la figura siguiente:



Recordando que el choque es elástico:

- Determine el rango de valores que puede tomar d para que ocurra el choque.
- Calcule el valor del ángulo α , que subtiende la dirección de movimiento de los discos 1 y 2 con la horizontal, en función de d y R .
- Calcule los valores de las velocidades V_D , V_1 y V_2 de los tres discos después del choque en función de V_i , R y d .
- Determine el valor de d para que el disco D quede en reposo luego del choque ($V_D = 0$).
- Determine los valores de d para los cuales $V_D < 0$, $V_D > 0$.
- Grafique (V_D / V_i) en función de (d / R)