

OLIMPIADA ARGENTINA DE FÍSICA 2006

Instancia Nacional

Prueba Teórica
19 de Octubre de 2006

- Escriba su nombre en todas las hojas y enumere las mismas.
- Recuerde que no puede utilizar calculadoras programables ni ningún otro material que no esté incluido en la prueba, aparte de los útiles de escritura.
- Antes de empezar a resolver cada problema lea cuidadosamente TODO el enunciado del mismo.
- Si necesita más hojas pídalas al Bedel. No use hojas personales.

Nombre:

Número total de hojas entregadas (incluyendo la carátula y los enunciados):

Olimpiada Argentina de Física
Olimpiada Nacional de Física 2006

Problema 1: Un juego divertido en la pista de hielo.

Un niño ingresa a una pista de patinaje sobre hielo y encuentra sobre la superficie de la pista perfectamente lisa y horizontal, una cuña homogénea de madera cuya forma se esquematiza en la Figura 1.

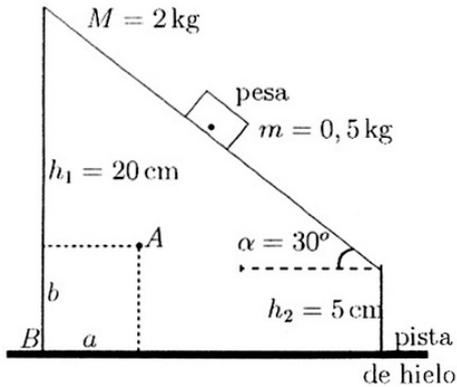


Figura 1a: Corte por un plano vertical que contiene a los centros de masa de la cuña y la pesa.

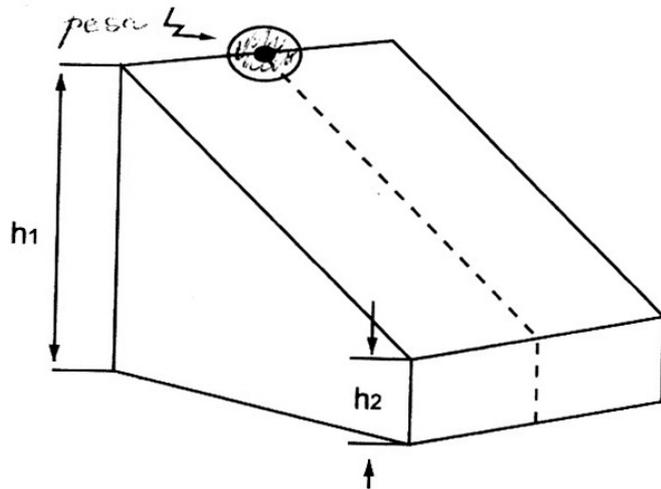


Figura 1b: Vista en perspectiva de la cuña y la pesa en su posición inicial.

La cuña tiene masa $M = 2\text{kg}$, su cara superior forma un ángulo de 30° con respecto al plano horizontal, formando de esta manera una rampa cuyo borde superior se encuentra a una altura $h_1 = 20\text{cm}$ del piso, mientras que el borde inferior está a una altura $h_2 = 5\text{cm}$. El niño descubre divertido el juego que consiste en colocar una pesa homogénea de plomo de masa $m = 0,5\text{kg}$ (la cual puede ser considerada una puntual), a la mitad del borde superior de la cuña, la cual cuando es liberada comienza a deslizarse por el plano inclinado hasta que cae por el borde inferior de la cuña. En su juego, el niño no sostiene la cuña, la cual se apoya libremente sobre el hielo; y en el instante de liberar la pesa ambas, la cuña y la pesa, están en reposo con respecto al piso.

Suponiendo que *no hay rozamiento* entre la pesa y la rampa y tampoco roce alguno entre la cuña y el hielo, responda el siguiente

Cuestionario

- a) Dibuje en la Figura 1a los vectores de todas las fuerzas *externas* que actúan sobre el sistema mecánico compuesto por la cuña y la pesa. Indique los valores de aquellas fuerzas que quedan determinadas a partir de los datos.
- b) Elija un sistema de coordenadas en un plano vertical, fijo a la pista, que contenga a los centros de masa de la cuña y la pesa y que le resulte útil para describir el movimiento de las partes del sistema mecánico. Establezca la relación que existe entre las coordenadas verticales y horizontales de los centros de masa de la cuña y de la pesa y el ángulo α . En la Figura 1a, el punto A indica

la posición del centro de masa de la cuña, el cual se encuentra a una distancia horizontal a y a una distancia vertical b del punto B de la cuña.

Durante el descenso de la pesa por la rampa: |esta acotación es para los puntos c) a f)|

- c) Describa cualitativamente el movimiento del centro de masa del sistema compuesto por la cuña y la pesa y diga como se mueve la cuña.
- d) Escriba la relación entre las componentes horizontal y vertical de la velocidad de la pesa y de la cuña, vistas por un observador parado sobre el hielo.
- e) Determine si la energía mecánica total se conserva o no, para un observador en reposo sobre la pista, explicando porqué.
- f) ¿Cuáles son *todas* las cantidades físicas del sistema mecánico que se conservan?. Escriba las correspondientes ecuaciones de conservación, expresadas en el sistema de coordenadas del item (b).

Luego que la pesa abandona la rampa:

- g) Calcule en el sistema de coordenadas del item (b), el valor de la energía cinética de la cuña. Considere $g = 10m/s^2$.

Problema 2: Radioterapia.

Es conocido que para el tratamiento de ciertos tipos de tumor se utiliza una fuente radioactiva de cobalto (^{60}Co), llamada comúnmente bomba de cobalto. En una cierta ocasión se presentó la necesidad de emplear la bomba de cobalto en el Hospital “Te Cura Remos” para tratar a un paciente que presentaba un tumor a 8cm de profundidad en la zona abdominal. La dosis máxima por unidad de tiempo de la bomba de cobalto del hospital, a una profundidad en agua de $0,5\text{cm}$ era de 120 cGy/min . (ver la definición de ésta y otras unidades al pie).

Consignas

1. Determine la dosis por unidad de tiempo correspondiente a la profundidad que está localizado el tumor del paciente, sabiendo que el cuerpo humano para este tipo de radiación se comporta como el agua. Para esto utilice el gráfico de la *figura 1* en el que se indica el porcentaje de dosis en función de la profundidad z (*PDP*) para la bomba de Cobalto del hospital.
2. Determine el tiempo (en minutos y segundos) requerido para aplicar una dosis de 180 cGy sobre el tumor.
3. ¿En cuánto se ha atenuado la dosis máxima de la bomba de cobalto sabiendo que la vida media del cobalto radioactivo es $\lambda = 5,27$ años y que la curva de calibración de la figura 1 fue medida tres meses antes del momento de usarla en el paciente que se trata? ¿En cuánto se modifica el tiempo de aplicación teniendo en cuenta el decaimiento del ^{60}Co para la aplicación de la misma dosis de 180 cGy ?

Definiciones

- La energía depositada por unidad de masa se denomina *GREY* su unidad es el Gy = Joule/kilogramo [J/kg]
- $$PDP = \frac{\text{Dosis a la profundidad } z}{\text{Dosis en el máximo}} \times 100.$$

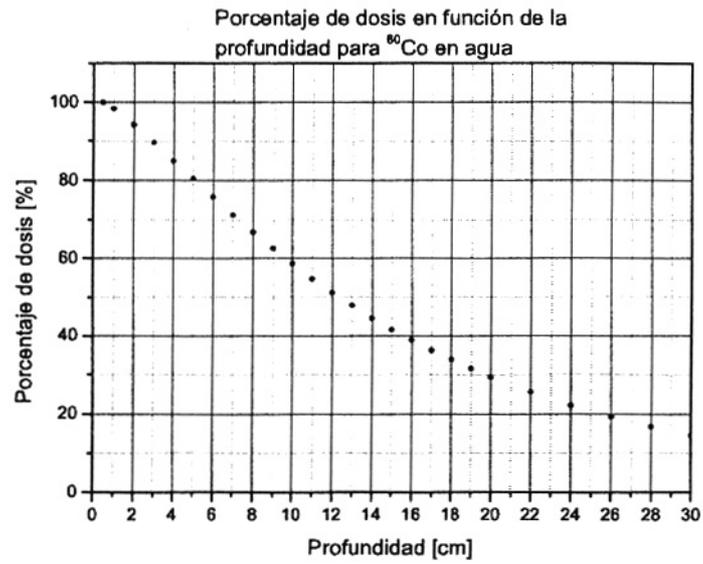


Figura 1: Porcentaje de dosis en función de la profundidad para ^{60}Co en agua.

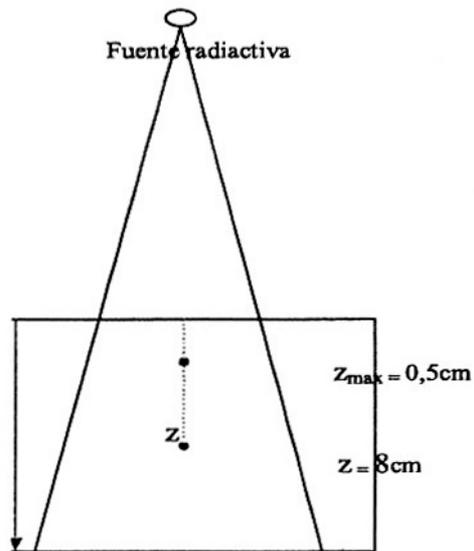


Figura 2: Esquema de la posición de la bomba de Co con respecto a la zona a irradiar.

Problema 3: Un estabilizador de baja tensión de corriente continua.

Es conocido que existen elementos eléctricos que no cumplen con la Ley de Ohm. Es decir, la relación entre la corriente I que los atraviesa y la diferencia de potencial U a la que están conectados está dada por una función $I(U)$ que no es lineal. Un ejemplo de esta dependencia, que corresponde a una lámpara incandescente L , se muestra en la figura 2. Sea que armamos el circuito de corriente continua de la figura 1, en el que usamos la lámpara L que responde a la curva de la figura 2. El circuito consta de una fuente de corriente continua cuya diferencia de potencial es $e = 6V$ y su resistencia interna puede considerarse nula; r es la resistencia limitadora de corriente a través de L . Entre los puntos D y E está conectada una resistencia R de tal forma que entre D y C la resistencia es R_1 y entre C y E es R_2 (es decir, $R = R_1 + R_2$). Las resistencias R y r tienen valores independientes de la intensidad de corriente del circuito; es decir, cumplen con la Ley de Ohm.

Este circuito puede funcionar como un estabilizador de la diferencia de potencial entre A y B .

Consignas

1. Para el caso que circule por L una corriente $I = 0,2A$, determine, de la figura 2, el valor de U correspondiente y calcule el valor de r para que esto ocurra.
En los puntos siguientes considere que el valor de r es el que corresponde al calculado en este punto.
2. Encontrar, analítica o gráficamente, utilizando la figura 2, el valor de la corriente máxima, I_m , que circula por r cuando L está cortocircuitado ($U = 0$). Marcar dicho valor sobre el eje I en la escala indicada.
3. Determine el valor de R_1 , en el circuito de la figura 1 con $U = 2V$, para el que la diferencia de potencial entre A y B sea igual a cero.

La lámpara L en cualquier punto de trabajo sobre la curva de la figura 2 presenta una "resistencia diferencial" R_D , definida por el valor de la pendiente de la recta tangente a la curva $I = I(U)$ en el punto de trabajo considerado. Dicho de otra manera, si el valor de U cambia en un valor pequeño ΔU y consecuentemente el valor de I cambia también en un valor pequeño ΔI , la resistencia R_D viene dada por

$$R_D = \frac{\Delta U}{\Delta I}$$

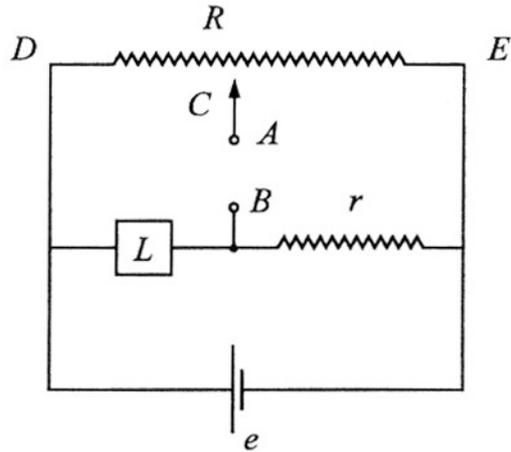


Figura 1: Circuito.

4. Determine el valor de R_I para el cual la diferencia de potencial entre A y B , U_{AB} , permanece constante cuando ocurren pequeñas variaciones de la diferencia de potencial de la fuente ($|\Delta e| < 1V$). Calcule el valor de U_{AB} para el valor de R_I calculado. En este apartado usará información contenida en la figura 2 para hacer sus cálculos. Realice las cuentas en primer orden en las variaciones Δe , ΔI y ΔU .

Suponga ahora que se usa el circuito de la figura 1 como una fuente estabilizada de baja tensión para conectar entre los terminales A y B un dispositivo electrónico que tiene una resistencia interna $r_0 = 1000\Omega$ y que su tensión normal de trabajo es $U_0 = 1,5V$. Se sabe además que dicho dispositivo electrónico se desconecta si la corriente i_0 que circula por él sufre variaciones en el tiempo $\Delta i_0 > 0,0003A$.

5. Si el valor de U_{AB} corresponde al calculado en el punto anterior, ¿trabaja correctamente el dispositivo electrónico conectado en esas condiciones?. Justifique su respuesta.

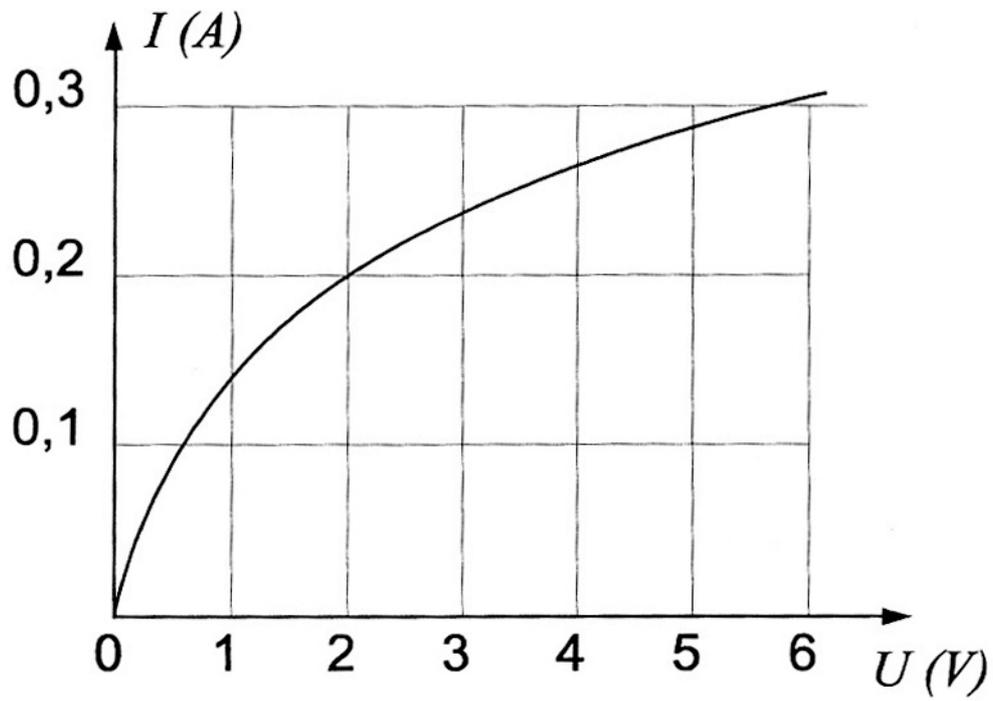


Figura 2: Corriente I vs. U correspondiente al elemento L .

OLIMPIÁDA ARGENTINA DE FÍSICA 2006

Instancia Nacional

PRUEBA EXPERIMENTAL
17 de Octubre de 2006

- Escriba su nombre en todas las hojas y enumere las mismas.
- Recuerde que no puede utilizar calculadoras programables ni ningún otro material que no esté incluido en la prueba, aparte de los útiles de escritura.
- Antes de empezar a resolver cada problema lea cuidadosamente TODO el enunciado del mismo.
- No deje ninguna marca sobre el tergopol. Use los alfileres proporcionados.
- Al terminar el tiempo de medición APAGUE la linterna.

Nombre:

Número total de hojas entregadas (incluyendo la carátula y los enunciados):

Prueba experimental:

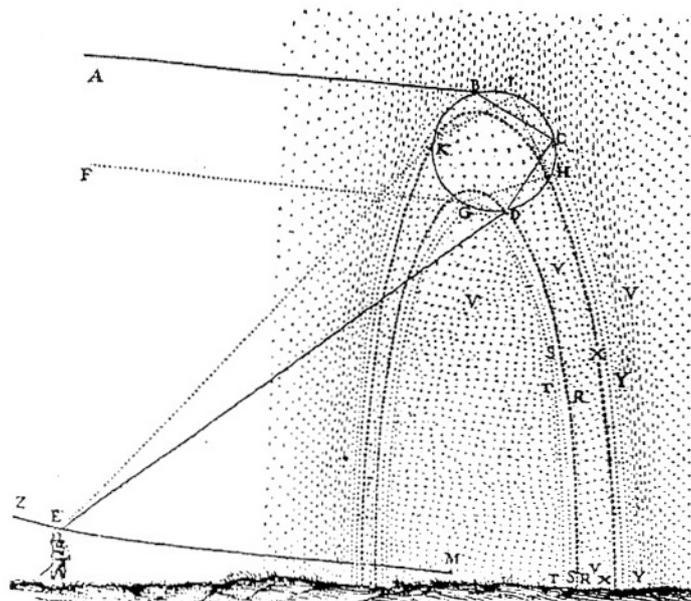
Medición del Ángulo de Observación del Arco Iris

Nota Preliminar: Ud. dispondrá de 40 minutos para realizar una lectura comprensiva del material de esta guía de trabajo. Luego se indicará el encendido de las linternas LED de cada equipo y se procederá al apagado completo de las luces del laboratorio. Se trabajará en condiciones de oscuridad durante 60 minutos, al cabo de los cuales se encenderán finalmente las luces y NO volverán a apagarse. Los restantes 80 minutos podrán dedicarse a la redacción final de las respuestas del cuestionario.

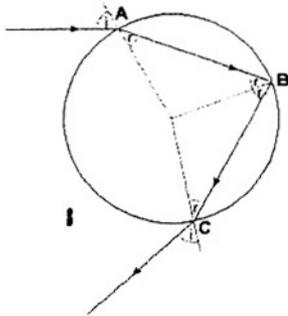
1. Introducción

El arco iris es un fenómeno óptico asociado a la reflexión y refracción de la luz en gotas de agua presentes en la atmósfera. Para la observación natural del arco iris es necesario que el observador se encuentre de espaldas al sol y que por delante de él se registre una precipitación pluvial o se mantengan en suspensión gotas de agua en la atmósfera a baja altura.

El arco iris no tiene una ubicación física determinada en el cielo, su forma de arco es una ilusión óptica generada por las gotas de agua iluminadas por el sol y su posición aparente depende de la localización del observador. Sin embargo, el ángulo con vértice en el observador, que se forma entre la dirección de observación de la porción de arco de circunferencia y la dirección del centro hipotético de dicha circunferencia, es invariablemente el mismo independientemente de la posición del observador, dependiendo sólo del índice de refracción del agua y del color de la luz. Este hecho fue descrito por Descartes, quién para la descripción del arco iris confeccionó en 1637 el siguiente diagrama:



En este diagrama de Descartes, el ángulo al que hacemos referencia es el formado por las rectas \overline{EM} y \overline{ED} . Notar que la dirección de la recta que une el observador y el “centro del arco iris” (\overline{EM}) es paralela a los rayos que llegan desde el sol (\overline{AB}). La explicación de Descartes del arco iris está basada en la refracción de los rayos del sol a través de la superficie de las gotas de agua y en la ocurrencia de una reflexión interna, según lo que el mismo Descartes esquematizó en la parte superior de su diagrama, y que puede verse nuevamente en el siguiente gráfico:



Representación esquemática de un rayo de luz que incide sobre una gota de agua, se refracta a través de su superficie en A , es reflejado internamente en B y emerge refractándose nuevamente en C . Para simplificar el diagrama se omitieron aquellos rayos que no participan en la formación del arco iris, como por ejemplo el rayo reflejado en el punto A y el rayo refractado que emerge desde el punto B .

El ángulo de nuestro interés es el que se forma entre la dirección del haz de luz incidente en la gota (en A) y la dirección del haz que emerge de la misma (en C) experimentando una reflexión dentro de la gota (en B). Mediante el uso de la Trigonometría, Descartes demostró que este ángulo de desviación toma un *valor máximo* para un determinado valor de la distancia entre la recta del haz incidente y el centro de la gota. Además, este ángulo máximo *no depende del radio de la gota*. Precisamente, este ángulo máximo es el correspondiente al de la observación del arco iris.

2. Desarrollo de la Experiencia

Notas importantes:

- Dado que la experiencia se desarrollará en oscuridad, procure acostumbrarse a la penumbra antes de comenzar a trabajar.
- Evite encandilarse con la linterna del equipo. No observe de manera directa al LED encendido.
- Procure que el haz de luz que emerge de su equipo no alumbré de forma directa sobre el espacio de trabajo de sus compañeros.
- En caso de necesitar luz para leer, utilice la misma linterna de su equipo.
- No se desplace por ningún motivo entre las mesas dentro del aula.
- En caso de necesitar salir del laboratorio, comunique su necesidad al bedel de turno.

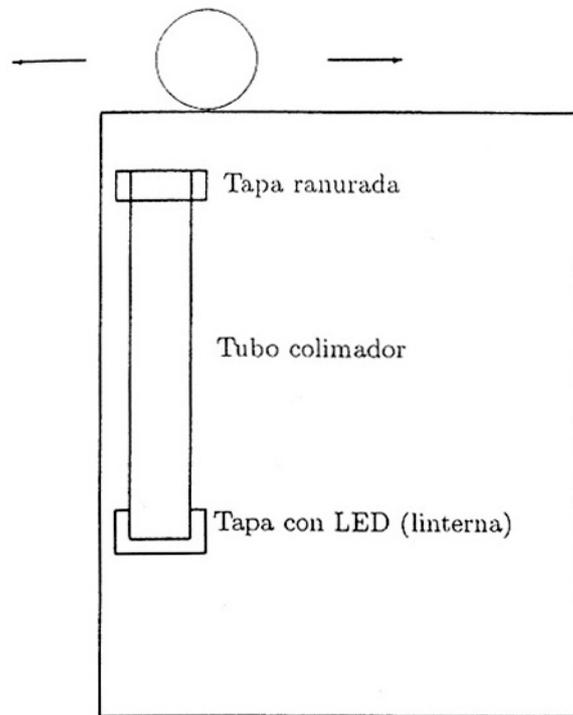
El objetivo de esta práctica es familiarizarse con el fenómeno de la desviación del haz que incide sobre una gota de agua y que emerge “hacia atrás” sufriendo una reflexión

interna en la gota. Este haz, según lo describió Descartes, es el responsable de la formación del arco iris.

Dado que el fenómeno de interés se desarrolla en un plano y no depende del radio de la gota, en esta experiencia se utilizará un vaso cilíndrico con agua, y se trabajará observando sobre un plano horizontal. La elección del vaso se realizó atendiendo a la transparencia del vidrio con el que está fabricado.

Para iniciar su trabajo, disponga la fuente de luz sobre uno de los bordes del tablero de telgopor, como se esquematiza en la figura. Verifique que la ranura en la tapa delantera se encuentre perfectamente vertical. Coloque el vaso cilíndrico de vidrio delante de la luz, apoyándolo contra el borde del tablero. Verifique que el nivel de agua en el vaso sea suficiente como para que todo el haz de luz “viaje” en el seno del líquido.

Desplace el vaso suavemente sobre el borde del tablero para observar el comportamiento del haz emergente “hacia atrás”. Procure evitar en todo momento que en la primera refracción, donde el haz ingresa al vaso, y el punto de reflexión interna, el haz coincida con las letras impresas sobre el vaso para evitar reflejos y sombras espúreas.



Estudie como cambia el ángulo de desvío con el desplazamiento del vaso. Cuando se encuentra la condición para la cual este ángulo de desviación es máximo, es posible apreciar colores si se observa directamente de frente el haz emergente. Verificar en todo momento que el haz que sale desde la ranura incide *completamente* sobre el vaso. Además, controle que no se está observando un reflejo directo desde la superficie externa del vidrio del vaso.

3. Cuestionario

1. Utilizando los alfileres provistos, diseñe un método para determinar sobre el tablero, cubierto por la hoja de papel milimetrado, las direcciones de los haces incidente y emergente desde la “gota” en la condición de máximo desvío. Explique brevemente su propuesta para alinear los alfileres sobre las direcciones pedidas.
2. Deje trazadas sobre el papel milimetrado con lápiz las rectas correspondientes a estas direcciones e identifique el ángulo de máximo desvío.
3. Elabore un procedimiento geométrico o trigonométrico para calcular el valor del ángulo que quedó trazado sobre el papel. Explique el procedimiento y reporte el valor del ángulo.

4. Describa un método para evaluar la incerteza experimental que afecta al valor del ángulo determinado. Reporte el valor de la incerteza con la cual el ángulo queda determinado.