



# Examen Segunda Etapa



Explica con detalle la solución a cada uno de los problemas. Nada es obvio para quien revisa el examen. Trata de ser lo más limpio(a) y ordenado(a) posible.

**¡MUCHA SUERTE!**

1. Un bloque cuya masa es de 1.50 kg cuelga de un resorte de masa despreciable y se estira 0.200 m. a) Cuál es la constante de fuerza del resorte?, b) ¿Cuál es el periodo de oscilación del bloque, si se jala el resorte hacia abajo y se suelta?

2. Se carga un condensador plano bajo una cierta diferencia de potencial y se desconecta las dos placas. Si se alejan las placas una distancia pequeña con respecto a su tamaño ¿qué se puede decir de la diferencia de potencial entre las placas?. ¿y de la densidad de carga superficiales de las placas?.

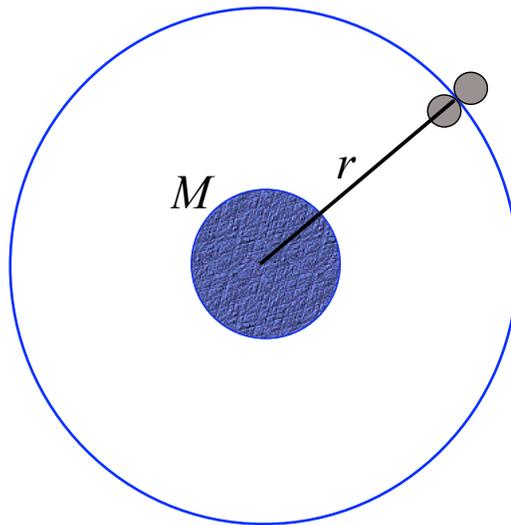
### 3. Radio de Roche

Considera un planeta de masa  $M$ , radio  $R$  y densidad uniforme  $\rho_p$  que está en reposo. Como se muestra en la figura, alrededor del planeta se mueven dos partículas esféricas de radio  $s$ , masa  $m$  y densidad uniforme  $\rho_e$  cada una. El centro de masa de las esferas describe una órbita circular de radio  $r$  centrada en el centro del planeta.

(a) Encuentre el radio  $r$  justo para el cual las esferas justo dejan de estar en contacto entre sí, en términos de  $\rho_p$ ,  $\rho_e$  y  $R$ , considerando que  $s \ll r$  para simplificar sus ecuaciones en la parte final de su cálculo. El resultado que se obtiene se conoce como el radio de Roche y fue estudiado por primera vez por James Clerk Maxwell en el siglo XIX.

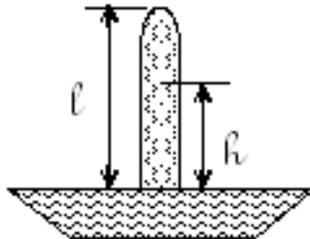
(b) Calcule la velocidad angular del centro de masa para el radio obtenido en (a) como función de  $\rho_e$  y  $G$ , la constante de gravitación universal.

(c) Utilice este resultado para explicar porqué no existen planetas con satélites muy cercanos a ellos, así como la formación de los anillos de Saturno.



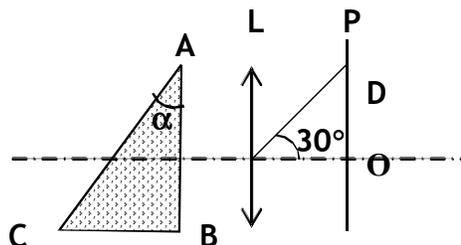
#### 4. Termómetro de Máxima

La siguiente figura es el dispositivo más simple de un termómetro de máxima, es decir, que “recuerda” la temperatura máxima hasta la cual fue calentado durante el proceso de un experimento. Un tubo de ensaye de longitud  $l$  se pone en contacto por su extremo abierto con la superficie de mercurio que hay en un recipiente ancho. La temperatura del aire es igual a  $T_0$  y la presión,  $P_0$ . Si el tubo de ensaye se calienta hasta cierta temperatura  $T$  y luego se vuelve a enfriar a la temperatura, el nivel de mercurio en el tubo se eleva hasta la altura  $h$ . determinar la temperatura  $T$ . Hacer el cálculo numérico para  $T_0=273$  K,  $P_0=10^5$  Pa,  $l=1$  m y  $h=0.1$ m. La presión de vapor del mercurio se desprecia.

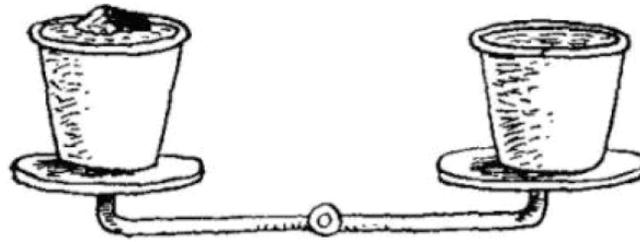


#### 5. Prisma y lente

Para medir el índice de refracción  $n$  de un prisma de vidrio con ángulo en el vértice  $\alpha=30^\circ$  se utilizó el esquema que muestra la figura. El prisma se puso delante de una lente convergente de modo que la cara AB fuera perpendicular al eje óptico de la lente. En el plano focal de la lente se colocó una pantalla, sobre la cual, cuando la cara AC se iluminaba con luz difusa, se podían observar dos regiones: una iluminada y otra no iluminada. El segmento que en el esquema une los límites entre las regiones (punto D) con el centro de la lente resultó que formaba un ángulo de  $30^\circ$  con el eje óptico de la lente. Determinar el índice de refracción  $n$  del prisma.



## 6. Aguas con el agua



Dos vasos  $V_1$  y  $V_2$  con agua están colocados sobre una balanza, en el vaso  $V_1$  se encuentra flotando un pedazo de hielo cuya masa es 35 gr., el vaso  $V_2$  se encuentra únicamente con agua. El agua de ambos vasos se encuentra al ras en un inicio.

- ¿Hacia cuál de los dos vasos se inclinará la balanza?
- ¿Cuál es la masa de agua líquida que hay en cada uno de los vasos.
- ¿Cuál es el volumen del hielo que está fuera de la superficie del agua en  $V_1$ ? Y ¿cuál es el volumen ocupado por el agua líquida antes de derretirse el hielo en dicho vaso?
- Después de derretirse el hielo, ¿cuánta agua se derramará de este?

Considera la densidad del hielo  $\rho_{hielo} = 0.9 \text{ gr cm}^3 = 900 \text{ kg m}^3$ , la densidad del agua como  $\rho_{H_2O} = 1 \text{ gr cm}^3 = 1000 \text{ kg m}^3$ . Desprecia la masa de los vasos vacíos para resolver tu problema, las dimensiones de estos son:  $altura = 15 \text{ cm}$ ,  $radio = 3.5 \text{ cm}$ . Justifica tus respuestas.

## 7. Corriente eléctrica en el interior de un conductor y efecto Hall.

La corriente eléctrica es un desplazamiento colectivo de cargas. Se define la intensidad,  $I$ , como la carga,  $Q$ , que atraviesa la sección transversal del conductor por unidad de tiempo:  $I = Q/t$ .

Microscópicamente, la corriente se debe a que una gran cantidad de portadores de carga, de carga  $q$  cada uno (electrones o iones), se mueven con una cierta velocidad media,  $v$ . Es fácil demostrar que la corriente viene dada por  $I = n q v A$ , donde  $n$  es el número de *portadores* por unidad de volumen y  $A$  el área de la sección transversal del conductor.

- Calcula la velocidad media de los portadores de carga (electrones) en un conductor de Cu de sección  $A = 1 \text{ mm}^2$  por el que circula una intensidad  $I = 2 \text{ A}$ .

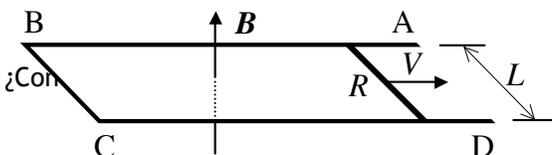
Datos:  $\rho_{Cu} = 8,9 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ; Masa atómica del Cu = 63 g/mol;  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

Cada átomo de Cu aporta un electrón.  $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

- Inducción electromagnética.

Por otra parte, la ley de Faraday establece una relación entre la fuerza electromotriz,  $\mathcal{E}$ , (fem) inducida en un circuito cerrado y la variación temporal de flujo magnético,  $\Phi$ , a través de la superficie limitada por dicho circuito.

El circuito de la figura consiste en un alambre ABCD de resistencia despreciable doblado en forma de U, por el que se mueve con velocidad constante,  $V$ , una varilla de longitud  $L$  y resistencia  $R$ . En la región existe un campo magnético uniforme, de intensidad  $B$ , perpendicular al plano del circuito.



¿Con qué velocidad se debe mover la varilla para mantener uniforme la velocidad de la varilla?

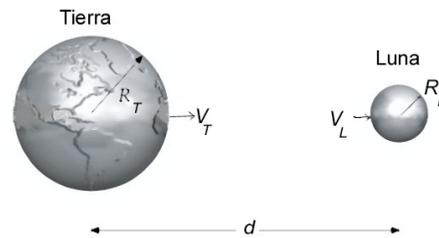
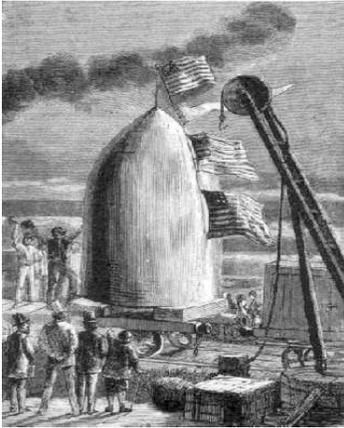
### c. Efecto Hall.

En la figura se muestra una cinta conductora de anchura  $L$  y grosor  $d$ , por la que circula una corriente,  $I$ , en presencia de un campo magnético uniforme,  $B$ , perpendicular a la cinta.

Demuestra que entre los bordes de la cinta aparece una diferencia de potencial inducida igual a

$$V_H = BI/nqd$$

### 8. De la Tierra a la Luna



En su famosa novela de 1865 Julio Verne imaginaba un viaje a la Luna en el que la nave espacial era una gran bala de cañón disparada desde un profundo pozo reforzado apuntado a nuestro satélite. Dejando a parte el freno del incandescente paso por la atmósfera terrestre, añadamos una simplificación más a la fantasía admitiendo que la Luna está quieta respecto a la Tierra. En este problema vas a hacer algunos números para verificar la rudeza del método para la integridad de los tres ocupantes y la insensatez del proyecto

- Calcula a qué distancia  $l$  de la tierra se halla el punto de equilibrio entre las gravedades lunar y terrestre.
- Llamando  $r$  a la distancia desde el centro de la tierra, calcula las contribuciones de la energía potencial  $E_T(r)$  de la nave debida al campo gravitatorio terrestre, y de la lunar  $E_L(r)$ .
- Dibuja una gráfica a mano alzada de la energía potencial total  $E(r)$  describiendo sus características.
- Calcula la velocidad mínima  $V_T$  con que debe partir la nave de la Tierra para alcanzar la Luna.
- Suponiendo que la puntería haya sido mejor que en la novela y realmente dieran en nuestro satélite, calcula la velocidad mínima de caída  $V_L$  sobre la superficie lunar.
- Calcula la aceleración media durante el disparo en unidades de  $g$  y el tiempo del recorrido dentro del cañón.

### DATOS

Radio terrestre:  $R_T = 6,37 \cdot 10^3 \text{ km}$

Radio lunar:  $R_L = 1,74 \cdot 10^3 \text{ km}$

Distancia entre sus centros:  $d = 3,84 \cdot 10^5 \text{ km}$

Masa de la Luna:  $M_L = 0,0123 M_T$

Gravedad en la superficie terrestre:  $g = 9,81 \text{ s}^{-2}$