	PRIMERA OLIMPIADA NACIONAL UNIVERSITARIA DE FÍSICA (ONUF) **8 de marzo de 2013**	Sociedad Cubana de Física

DATOS PERSONALES:

Nombre: ____

Universidad: ____

Carrera: ____________________________________, **Año:**___________________

Dirección:____

Teléfono: ______________________ **e-mail:**________________________________

Fecha de nacimiento: _______________ , **Carnet de Identidad:**__________________

FIRMA: __________________________

PUNTUACIONES: 1:___ , 2:___ , 3:___ , 4:___ , 5:___ TOTAL:________

LAS SOLUCIONES:

- **Las soluciones a problemas diferentes deben escribirse en hojas diferentes.**
- **SE PERMITE EL USODE CALCULADORAS.**

PUNTUACIÓN:

- **El valor de cada problema se encuentra escrito en el enunciado respectivo. Se darán puntos por soluciones parciales.**

DURACIÓN:

- **5 horas.**

Problema 1 (15 ptos)

Investigaciones recientes han demostrado que las propiedades del agua cambian grandemente con la profundidad. En cierta zona de la latitud norte la velocidad del sonido aumenta con la profundidad por la ley$\boldsymbol{c_{(z)}} = \boldsymbol{c_0}(\mathbf{1} + \boldsymbol{az})$, donde $\boldsymbol{c_0} = \mathbf{1{,}4.10^3}\ \boldsymbol{m/s}$ es la velocidad del sonido en la superficie del agua, $\boldsymbol{a} = \mathbf{2{,}0.10^{-2}}\boldsymbol{m^{-1}}$ es una constante y $\boldsymbol{z}$ es la profundidad.

Un barco de reconocimiento tiene instalado un sonar que emite hacia el fondo pulsos de ultrasonido en dirección vertical. A cierta profundidad de la superficie del océano, viaja un submarino que se mueve horizontalmente. Al pasar por debajo del barco, este último lo detecta, recibiendo un pulso reflejado ***50 ms*** después de ser enviado. Luego, con el fin de enviar pulsos que sigan siendo recibidos por el submarino, el sonar puede ser girado de la vertical:

*a) ¿A qué profundidad **H** respecto a la superficie pasa el submarino por debajo del barco?*
b) ¿Cuál es la máxima desviación angular del sonar respecto a la vertical, con la cual, los pulsos por él emitidos pueden ser detectados por el submarino que se aleja cada vez más del barco?

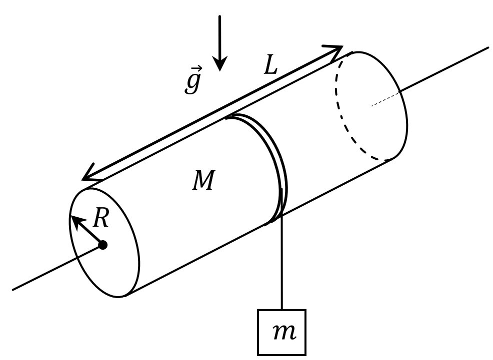
Desprecie la absorción de las ondas ultrasónicas por el agua.

Problema 2 (20 ptos)

Un cilindro dieléctrico largo y de paredes delgadas con longitud ***L*** y radio ***R*** **(**donde $L \gg R$) tiene masa ***M*** y puede rotar libremente respecto a su eje. Un hilo de masa despreciable está enrollado en el cilindro. En su extremo libre cuelga un cuerpo de masa ***m*** cuyo peso provoca la rotación del cilindro. Al liberar el sistema el cuerpo desciende con cierta aceleración.

El experimento se repite luego de proporcionar al cilindro una carga eléctrica homogéneamente distribuida. Esto hace que el cuerpo descienda con una aceleración diferente. Sin embargo, al agregar una pequeña pesa de masa ***Δm*** en el extremo del hilo, este descendió con la misma aceleración del primer experimento realizado con el cilindro descargado.

¿Cuál es el valor de la carga eléctrica suministrada al cilindro?



	PRIMERA OLIMPIADA NACIONAL UNIVERSITARIA DE FÍSICA (ONUF) **8 de marzo de 2013**	Sociedad Cubana de Física

Problema 3 (20 ptos.)

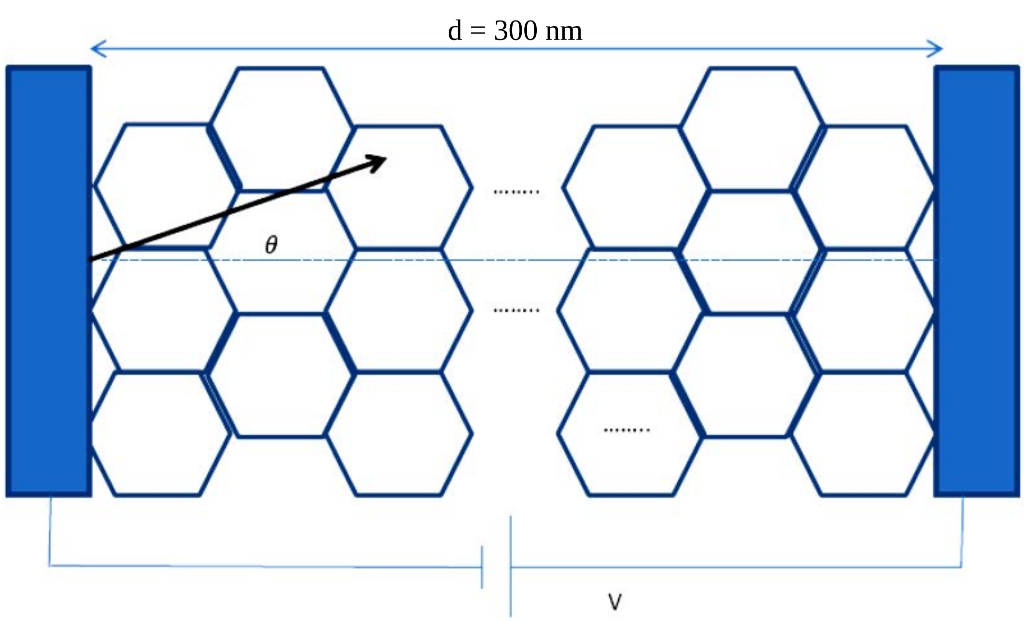
El grafeno, formado por átomos de carbono dispuestos sobre una red hexagonal, fue el primer material estrictamente bidimensional obtenido por el hombre y posee propiedades muy especiales que le auguran importantes aplicaciones. Los electrones de conducción en el grafeno, cuyo recorrido libre medio puede llegar hasta una micra, se comportan como si fuesen partículas sin masa, de modo que la energía cinética es proporcional al módulo del momento lineal:

$$\boldsymbol{\varepsilon = v_F p}$$

donde $\boldsymbol{v_F}$ es el valor absoluto de la velocidad, que es siempre el mismo y aproximadamente igual a $\boldsymbol{v_F = 3.10^6\ {}^{m}/_{s}}$.

Considere el movimiento balístico de un electrón entre dos electrodos verticales muy largos situados a la distancia **d=300 nm** sobre una muestra de grafeno y entre los cuales se establece una pequeña diferencia de potencial $\boldsymbol{V}$.

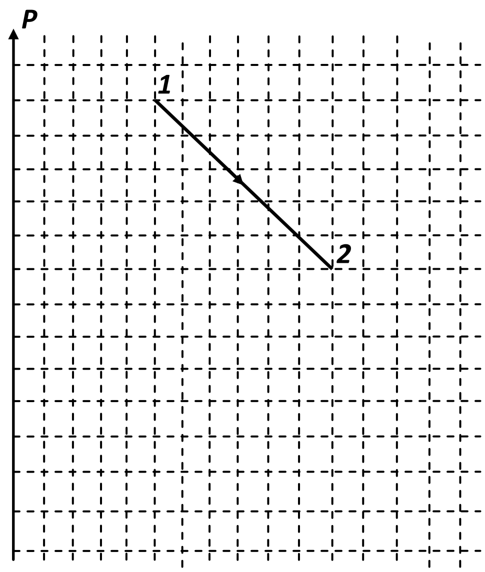
a) *Calcule el tiempo de vuelo* $\boldsymbol{\tau}$ *entre los electrodos en función de la energía cinética inicial* $\boldsymbol{\varepsilon_0}$ *y el ángulo de partida* $\boldsymbol{\theta}$.
b) *Calcule la velocidad instantánea del electrón.*
c) *Evalúe* $\boldsymbol{\tau}$*para* $\boldsymbol{\theta = 0}$. *¿Por qué no depende de la energía cinética inicial del electrón ni del potencial aplicado? Demuestre que en este caso el movimiento es rectilíneo y uniforme a pesar de que hay una fuerza aplicada.*
d) *Demuestre que, a pesar de no actuar fuerza en la dirección vertical, la velocidad en esa dirección disminuye con el tiempo. Explique por qué.*



	PRIMERA OLIMPIADA NACIONAL UNIVERSITARIA DE FÍSICA (ONUF) **8 de marzo de 2013**	Sociedad Cubana de Física

Problema 4 (20 ptos)

En la figura se muestra un diagrama ***PV*** en el que se ha representado un proceso cuasiestático al que ha sido sometido ***un mole*** de gas ideal monoatómico entre los estados 1 y 2. Se conoce que por cada eje, las menores divisiones representadas equivalen a $\boldsymbol{p_0}$ y $\boldsymbol{v_0}$ respectivamente, pero se desconoce la ubicación del eje del volumen. En el proceso, el gas intercambia con el ambiente una cantidad de energía en forma de calor $\boldsymbol{Q = 52{,}5\, p_0\, v_0}$.



a) *Encuentre y trace en el diagrama la ubicación del eje del volumen.*

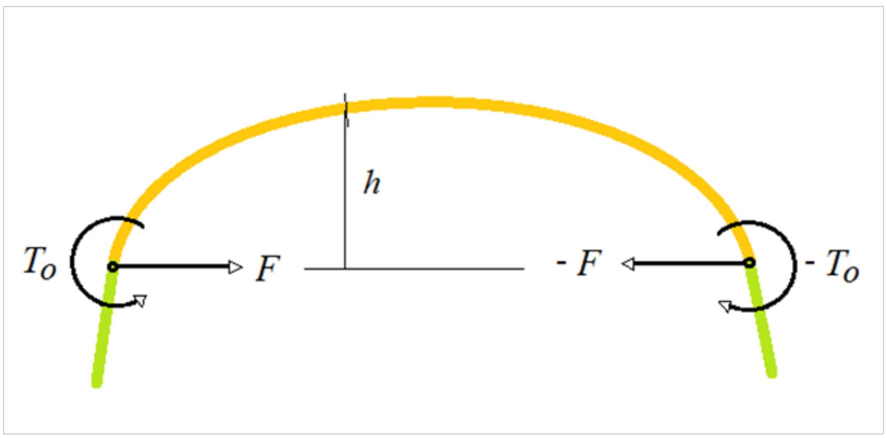
b) *Determine la temperatura máxima alcanzada por el gas en el proceso. (En función de* $\boldsymbol{p_0}$, $\boldsymbol{v_0}$ *y* $\boldsymbol{R}$*).*

c) *¿Para qué intervalo de volúmenes, el gas absorbe calor en el proceso representado?*

	PRIMERA OLIMPIADA NACIONAL UNIVERSITARIA DE FÍSICA (ONUF) **8 de marzo de 2013**	Sociedad Cubana de Física

Problema 5 (25ptos)

Richard Feynman y su amigo Daniel Hillis consideraron durante toda una jornada el entender la observación que habían hecho acerca de que al tratar de partir un grupo de espaguetis torciéndolos con las manos, este siempre se les rompía en tres partes en vez de en dos. Considere un espagueti (es decir, un tubo fino flexible y homogéneo en su composición y valor del radio de su sección circular transversal) como el ilustrado en la figura:



Este es sostenido en reposo por medio de la aplicación en puntos similares de sus extremos, de una fuerza ***F*** y un torque ***To***. Despreciando el peso del espagueti, y considerando que su ruptura se produce cuando el torque en cierta sección llega a ser un valor máximo ***Tmax,*** responda entonces las siguientes preguntas:

a) *Considere un corte imaginario del espagueti que lo divide en dos secciones a una altura **h** dada. Determine la dependencia del torque **T(h)** que hace una parte de la fibra sobre otra en dicho corte, como función de la altura a la que se considera el corte imaginario.*
b) *Dados el módulo de la fuerza **F** y el valor del torque **To**, determine la cantidad de puntos en que se rompe el espagueti en dependencia de las propiedades del vector asociado a la fuerza, cuando el torque **To** se aumenta. Describa en función de los resultados a que situación de las posibles se debe haber asemejado las observaciones de Feynman y Hillis. ¿Qué pudieran haber hecho ellos entonces para que la regla de que se rompiera en tres partes no se cumpliera?*
c) *Finalmente, asuma:*

- *Que dado un torque **T** aplicado a un pedazo de espagueti pequeño de longitud **dl**, el también pequeño ángulo **dμ** que forman las líneas tangentes al elemento en sus dos extremos, es proporcional tanto al valor de **T** como a su longitud **dl**. (aproximación lineal de bajas deformaciones).*
- *Que el torque **T** es pequeño, de forma tal que la pendiente de la curva que define la forma del espagueti en la figura es también de pequeño valor.*

Determine entonces la ecuación diferencial aproximada que satisface la altura del espagueti como función de la coordenada horizontal que une un punto de agarre con el otro.