



XVII OLIMPIADA NACIONAL DE FÍSICA

FASE LOCAL DE BURGOS

25 de febrero de 2006

Examen elaborado con la colaboración de los profesores:

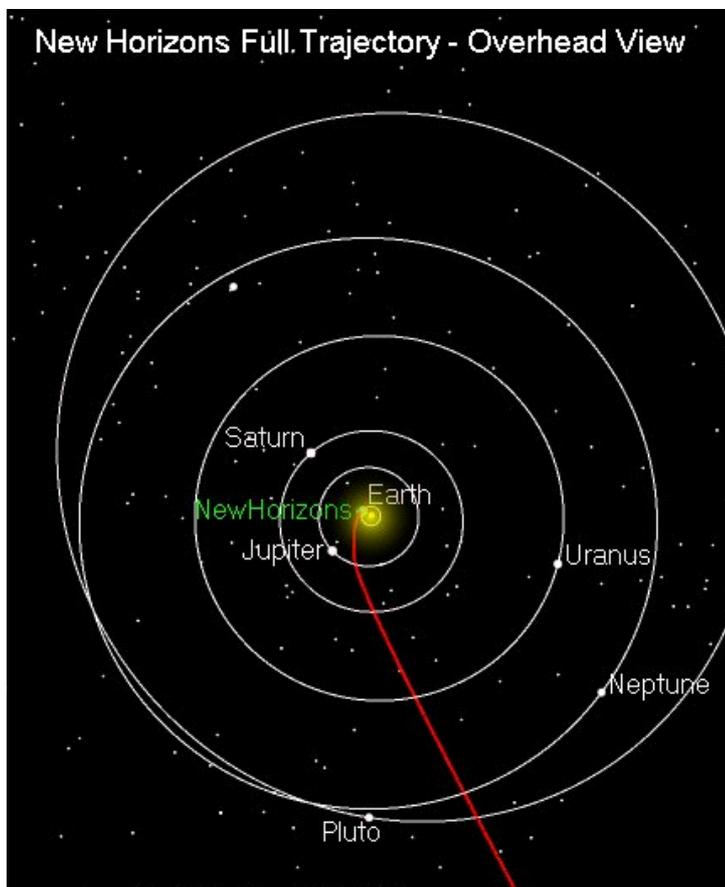
M. Iván González Martín
Lucía Martínez González
Verónica Tricio Gómez
Isabel Gómez Ayala
Luis R. Rodríguez Cano
Luis Andrés Vega González
Andrés Serna Gutiérrez
Guillermo Fernández González
Carmen M. Pereña Fernández

Por favor, conteste a cada prueba en un folio aparte.

PRUEBA N° 1

La sonda *NEW HORIZONS* y el “Tirón gravitacional”

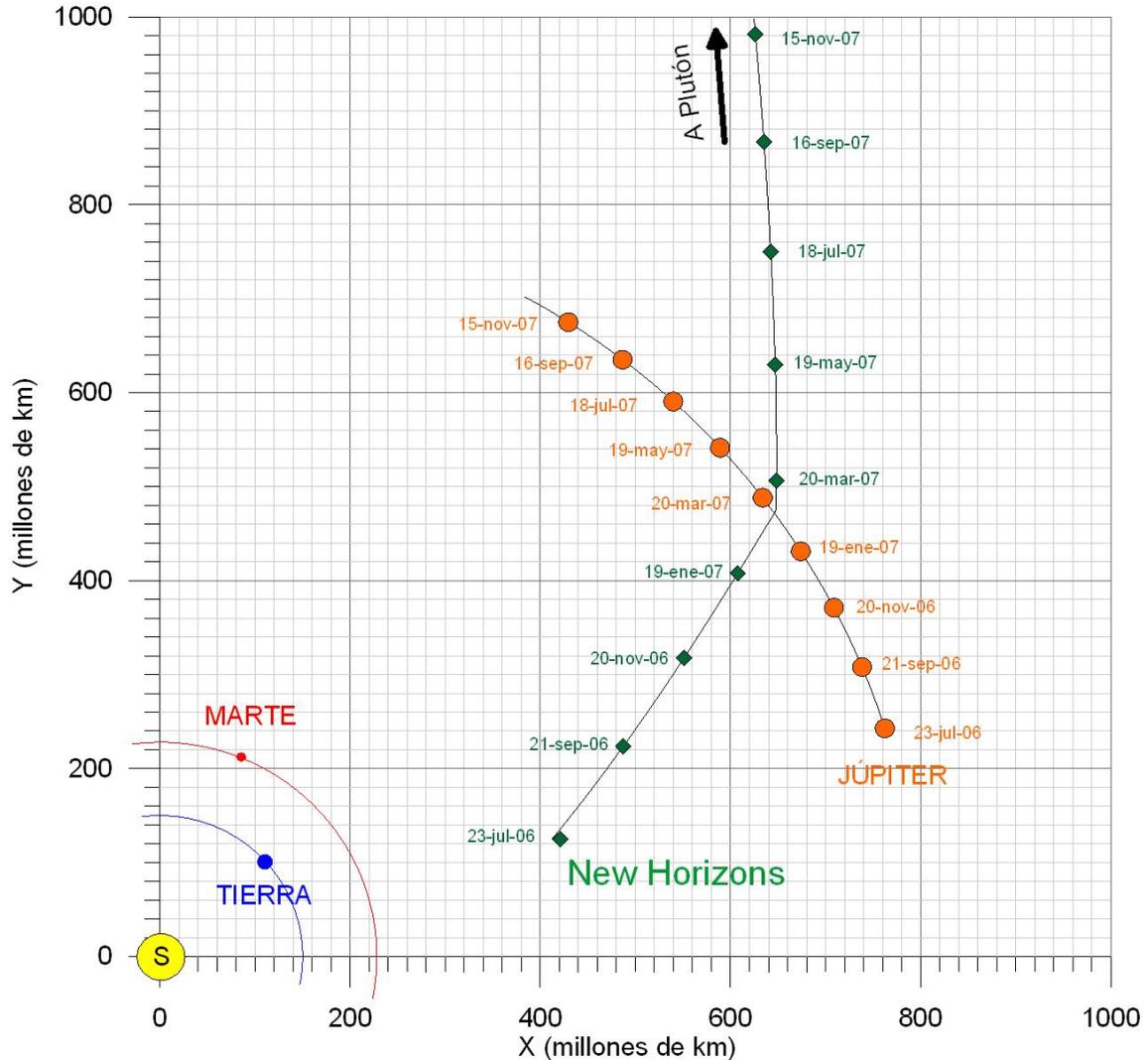
El pasado mes de enero salió desde la Tierra la sonda *New Horizons*, enviada por la NASA con el objetivo de alcanzar Plutón en julio de 2015. En febrero-marzo de 2007 se hará pasar la sonda muy cerca de Júpiter, con el fin de aprovechar su tirón gravitacional, es decir, servirse de su campo gravitatorio para incrementar la velocidad de la sonda, así como para desviarla en una dirección que permita su encuentro con Plutón en la fecha señalada. La figura adjunta muestra la trayectoria completa de la sonda, incluyendo las posiciones actuales de los planetas. El diagrama de la otra página ilustra de forma aproximada la parte de la trayectoria más próxima al encuentro con Júpiter. Se señalan las posiciones de la sonda y de Júpiter a intervalos de 60 días.



Se pide:

- Utilizando el diagrama, estimar las velocidades de la sonda y de Júpiter el 20 de noviembre de 2006, en km/s. Determinar la velocidad con que un hipotético observador en Júpiter vería acercarse la sonda.
- Determinar de forma aproximada la posición de la sonda en el momento en que las fuerzas gravitatorias debidas a Júpiter y al Sol son iguales. En ese momento, ¿la fuerza neta sobre la sonda es nula? ¿Por qué?
- Utilizar el principio de conservación de la energía para calcular la velocidad de la sonda el día 18-jul-2007. Considerar que los motores de la sonda permanecen apagados (de hecho, así ocurrirá) durante todo el intervalo de tiempo considerado en este problema.
- Comparar el resultado anterior con la velocidad que se deduce del examen del diagrama. ¿A quién debe atribuirse el cambio entre la velocidad leída en la gráfica y la calculada en (c)?
- Explicar por qué la sonda no se precipita sobre Júpiter cuando pasa a escasa distancia de él.

PRUEBA Nº 1 (continuación)



Datos:

Constante de gravitación:	$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$
Masa del Sol:	$M_S = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
Masa de Júpiter:	$M_J = 1,90 \cdot 10^{27} \text{ kg}$
Masa de la sonda	$m = 450 \text{ kg}$

Más información:
<http://pluto.jhuapl.edu/index.php> (página web de la misión New Horizons)
http://en.wikipedia.org/wiki/Gravitational_slingshot



PRUEBA N° 2

Velocidad de rotación de la Tierra y Kourou

Los lanzamientos a órbitas geoestacionarias pueden beneficiarse de una velocidad adicional debida a la rotación de la Tierra.

- ¿En qué dirección debería despegar un lanzador para beneficiarse de este efecto?
- Averigua la velocidad adicional suministrada por la rotación de la Tierra en el Ecuador y en el Polo Norte.

Kourou, el puerto espacial europeo, se encuentra en la Guayana Francesa a unos 500 km del Ecuador con una latitud de $5,2^\circ$.

- Calcula la velocidad adicional suministrada por la rotación de la Tierra al lanzador Europeo Ariane-5 lanzado desde allí.

Baikonur, el puerto espacial ruso, está situado a una latitud de $51,6^\circ$ y Cabo Cañaveral se encuentra a una latitud de $28,5^\circ$.

- Calcula la velocidad adicional proporcionada a sus lanzadores y compara el resultado con la velocidad adicional en Kourou.
- Si tuvieras que elegir el mejor lugar para construir un puerto espacial en Australia para colocar satélites en órbitas geoestacionarias, ¿elegirías el norte o el sur? ¿Por qué?

Fuente: revista "Lift-off", editada por la Agencia Espacial Europea

Para saber más: <http://www.esa.int/launchers>

PRUEBA Nº 3

Comportamiento de un gas ideal

En la figura 1 se muestra el esquema de un depósito en el que está encerrado un gas que ocupa un volumen V_0 a presión P_0 y temperatura T_0 . De él sale un tubo en forma de U, en el que hay un líquido de densidad ρ .

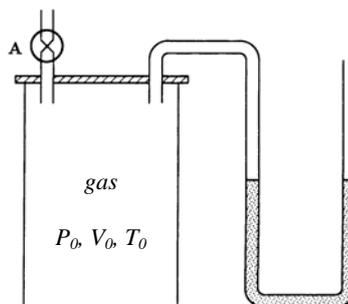


Figura 1

Con este dispositivo se realizan una serie de medidas destinadas a analizar el comportamiento del gas, que cumple la ecuación de los gases ideales:

$$PV = nRT$$

donde n es el número de moles del gas encerrado, R la constante universal de los gases y T la temperatura absoluta.

Inicialmente, cuando el gas está a temperatura T_0 , a presión P_0 y ocupa un volumen V_0 , el líquido en el tubo alcanza el mismo nivel en las dos ramas, tal y como ilustra la figura 1.

1.- En dicho instante, la presión P_0 del gas, ¿es mayor, igual o menor que la presión atmosférica?

A continuación calentamos el gas y observamos cómo el nivel del líquido en la rama de la izquierda va descendiendo mientras que en la rama de la derecha va ascendiendo dando lugar a un desnivel h entre ambas ramas, como se muestra en la figura 2.

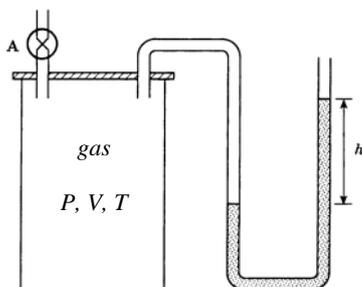


Figura 2

t (°C)	h (cm)
0	0
2	5,9
4	12,3
6	17,3
8	23,4
10	28,3

Tabla I

En la tabla I se dan los valores medidos de h para cada temperatura t del gas.

PRUEBA N° 3 (continuación)

2.- Razona si el aumento de temperatura del gas conlleva:

- a) un aumento en la presión y en el volumen, de modo que $P = P_o + \Delta P$ y $V = V_o + \Delta V$.
- b) una disminución en la presión y en el volumen, de modo que $P = P_o - \Delta P$ y $V = V_o - \Delta V$.
- c) ningún aumento en la presión y un aumento en el volumen, de modo que $P = P_o$ y $V = V_o + \Delta V$.
- d) ningún aumento en la presión ni en el volumen, de modo que $P = P_o$ y $V = V_o$.

3.- Demuestra que la relación entre la temperatura del gas t y el desnivel h en el tubo viene dado por la expresión:

$$\frac{\rho g \pi r^2}{2} h^2 + \left(\frac{P_o \pi r^2}{2} + V_o \rho g \right) h = \frac{P_o V_o}{T_o} t$$

4.- Como se ve en la ecuación anterior, la relación entre h y t es del tipo $Ah+Bh^2=Ct$. Estima el cociente Bh^2/Ah para la última pareja de valores (t,h) de la tabla I. Los valores de los datos que necesitas los encontrarás en la siguiente tabla:

Densidad del líquido	$\rho = 10^3 \text{ kg m}^{-3}$
Aceleración de la gravedad	$g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$
Radio interior del tubo en U	$r = 2,5 \text{ mm}$
Presión del gas a 0°C	$P_o = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$
Volumen del gas a 0°C	$V_o = 0,333 \text{ litros}$
Constante universal de los gases	$R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{litro K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$

5.- Atendiendo al resultado obtenido en el apartado anterior, es razonable despreciar el término en h^2 frente al término lineal en h . Siguiendo este criterio representa gráficamente h frente a t y obtén el valor de T_o .

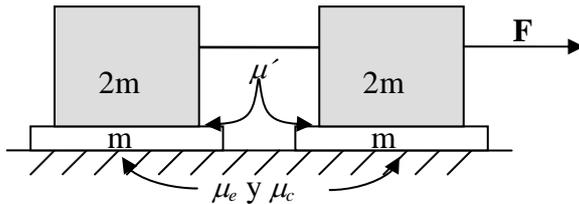
6.- Estima la bondad del resultado obtenido para T_o teniendo en cuenta que su valor es 273,15 K.

NOTA: En la Olimpiada Española de Física del año 2002, que se celebró en Burgos, se introdujo como novedad una prueba experimental que, con las modificaciones pertinentes, hemos convertido en esta prueba.

PRUEBA N° 4

La ley “del mínimo esfuerzo”

Se quieren trasladar dos bloques pesados y rugosos y para ello se colocan encima de sendas plataformas deslizantes que presentan con el suelo coeficientes de rozamiento estático $\mu_e = 0,2$ y cinético $\mu_c = 0,6\mu_e$. Las plataformas presentan con los bloques un rozamiento estático de coeficiente μ' . Estos están unidos con una cuerda horizontal ideal, inextensible y sin peso, tal como se puede ver en la figura.



- a) Determina el valor de la fuerza F mínima necesaria para que el sistema se mueva suponiendo que μ' entre plataformas y bloques es lo suficientemente grande como para que estos no deslicen sobre aquellas.

Si se aplica una fuerza doble de la hallada en el apartado (a), calcula:

- b) la aceleración con que se mueve el sistema.
 c) la tensión de la cuerda que une los bloques.
 d) el valor de coeficiente de rozamiento μ' mínimo necesario para que el sistema se mueva sin que los bloques deslicen sobre las plataformas.

PRUEBA N° 5

Luminosidad propia

Explica por qué un metal a 2000 K es visible en la oscuridad mientras que a 20 K no lo es.

PRUEBA N° 6

Una de polos

Una pequeña brújula hace trece oscilaciones por minuto en el campo magnético terrestre cuando no hay ningún imán próximo. Si se le acerca uno largo alineado con el meridiano y con su polo norte frente al polo norte de la brújula, ésta realiza siete oscilaciones por minuto. ¿Cuántas oscilaciones por minuto haría la brújula si se le hubiese acercado el polo sur del imán en lugar del polo norte?

Nota: el periodo de un péndulo magnético es:

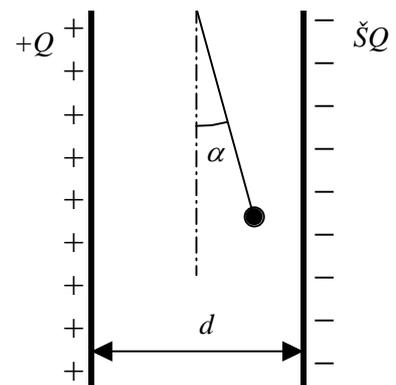
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mB}}$$

donde I es el momento de inercia, m el momento magnético y B el campo magnético.

PRUEBA N° 7

Entre placas

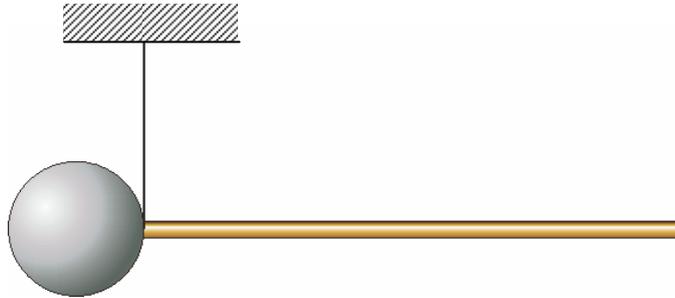
Entre dos placas paralelas cargadas con cargas $+Q$ y $-Q$ se introduce un pequeño péndulo, formado por una bolita de masa m y carga q , desviándose éste un ángulo α respecto de la vertical, tal y como muestra la figura. Calcula la diferencia de potencial entre las placas en función del ángulo α y la separación entre las placas d .



PRUEBA N° 8

Orden y equilibrio

Una empresa dedicada a la fabricación de campanas con sus correspondientes badajos idea una forma de almacenar estos últimos colgándolos del techo. La figura muestra un esquema de la forma de los badajos: una esfera maciza de radio R y un cilindro, también macizo de longitud $8R$ y radio de la sección $R/8$.



Ambos cuerpos son de materiales de distinta densidad ($\rho_e \neq \rho_c$). Se pide la relación entre dichas densidades para que, al suspender la pieza, ésta quede en posición horizontal tal y como se indica en la figura.