



XIX OLIMPIADA ESPAÑOLA DE FÍSICA

FASE LOCAL DE BURGOS

23 de febrero de 2008

Examen elaborado con la colaboración de los profesores:

Lucía Martínez González
M. Iván González Martín
Isabel Gómez Ayala
Andrés Serna Gutiérrez
Luis R. Rodríguez Cano
Carmen M. Pereña Fernández
José C. Santamaría Llano

Las pruebas 1, 2 y 3 puntúan sobre 10 puntos.
El resto sobre 5.

**Por favor, no conteste a diferentes pruebas en una misma hoja
y utilice cuando sea posible la misma hoja del enunciado.**



PRUEBA N° 1

El modelo atómico de Bohr para el átomo de hidrógeno considera que el electrón se mueve confinado en una órbita circular de $0,528 \cdot 10^{-10}$ m de radio alrededor del protón por efecto de las fuerzas eléctricas entre ambos. A partir de esta idea determine:

- El número de revoluciones por segundo que realiza el electrón.
- El momento angular del sistema.
- El radio que tendría el átomo de hidrógeno si su movimiento tuviera el mismo momento angular, pero la interacción entre el protón y el electrón fuera únicamente de tipo gravitacional.

NOTA: Los datos que necesite los puede consultar en el formulario.



PRUEBA Nº 2

UN SENSOR PIEZORRESISTIVO DE DEFORMACIONES

Imagine que toma una barra metálica y tira con las manos de ambos extremos. Aunque no lo crea, la barra se deforma, pero la deformación es tan pequeña que no se puede medir. ¿Seguro que no? En realidad sí se puede medir; el procedimiento más usual en los laboratorios y en la industria para medir deformaciones muy pequeñas consiste en utilizar sensores piezorresistivos, también llamados galgas extensiométricas. En este problema examinaremos el fundamento físico del procedimiento.

La ley física que relaciona la fuerza que se ejerce sobre un cuerpo con la deformación se llama ley de Hooke; establece que la deformación es proporcional a la fuerza. En el caso de la barra, la ley de Hooke se escribe así:

$$\frac{F}{S} = E \frac{\Delta L}{L},$$

donde L es la longitud de la barra, S es el área de su sección transversal, F la fuerza con que se tira de sus extremos. ΔL (se lee “delta de L ”) es el incremento de longitud o deformación de la barra. $\Delta L/L$ recibe el nombre de deformación unitaria. E es el módulo elástico, propio del material de que está hecha la barra.

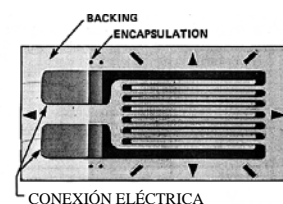
- a) Sabiendo que el módulo elástico del aluminio es $E = 7 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$, determine el alargamiento de una barra de aluminio de 50 cm de longitud y 1 cm de diámetro cuando se tira de sus dos extremos con una fuerza de 100 N.

El método piezorresistivo se basa en que la resistencia de los conductores eléctricos se modifica al variar su longitud. Como tal vez sabrá, la resistencia eléctrica (en ohmios) de un hilo de longitud L y sección S^1 vale

$$R = \rho \frac{L}{S},$$

donde ρ (se lee “ro”) es la resistividad del material.

Las galgas extensiométricas se fabrican con hilo muy fino (las líneas finas paralelas de la figura), hecho con un metal o con un material semiconductor, provisto de dos terminales eléctricos de conexión. Todo ello se protege con un encapsulado de plástico; el conjunto ocupa tan solo unos pocos mm y se adhiere, con un adhesivo adecuado, al objeto cuyo alargamiento se desea medir. Los pequeños alargamientos de la galga se traducen en un incremento en su resistencia, también pequeño, pero que se puede medir con un instrumento electrónico adecuado.



Para cada galga, el incremento de su resistencia es proporcional a su resistencia original R_0 y al alargamiento unitario que experimenta:

$$\Delta R = KR_0 \frac{\Delta L}{L}.$$

La constante de proporcionalidad K se llama factor de galga. Su valor lo proporciona el fabricante de la galga al usuario.

¹ Estas L y S no tienen por qué ser las mismas de la barra del apartado (a)



PRUEBA N° 2 (cont.)

- b) Suponga que a la barra del apartado (a) se le adhiere una galga de silicio de resistencia $R_0 = 1200 \Omega$ y factor de galga $K = 125$. Determine el incremento que experimenta su resistencia.

De todos modos, las cosas no son tan fáciles. Los cables que conectan la galga con el aparato electrónico de medida también tienen su propia resistencia eléctrica, y es preciso ser capaz de distinguir el incremento de resistencia debido al alargamiento de la galga de la resistencia de los cables de conexión.

- c) Volviendo a la galga del apartado (b), se eligen cables de cobre (resistividad $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$) para unirla al aparato de medida. Sabiendo que entre la galga y el aparato de medida hay una distancia de 2 m, determine cuál debe ser la sección mínima de los cables para que el incremento de resistencia debido a ellos no supere el 5% del incremento debido al alargamiento de la galga. Calcule también el diámetro del hilo de cobre correspondiente a la sección calculada.

Esto no es todo; todavía existe el problema del autocalentamiento. Para que el instrumento de medida mida la resistencia de la galga, debe hacerse pasar a través de ella una pequeña corriente eléctrica. Esta corriente libera calor e incrementa la temperatura de la galga. Y como la resistencia eléctrica de un conductor varía con la temperatura, es preciso saber distinguir qué parte de la variación de resistencia se debe al alargamiento de la galga y qué parte se debe al cambio de temperatura.

En general, la resistencia de un conductor varía con la temperatura a razón de

$$R(T) = R(T_0) \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

donde $\Delta T = T - T_0$ es el incremento de temperatura, y α es el coeficiente de temperatura del material. En general α es positivo para los metales y negativo para los semiconductores.

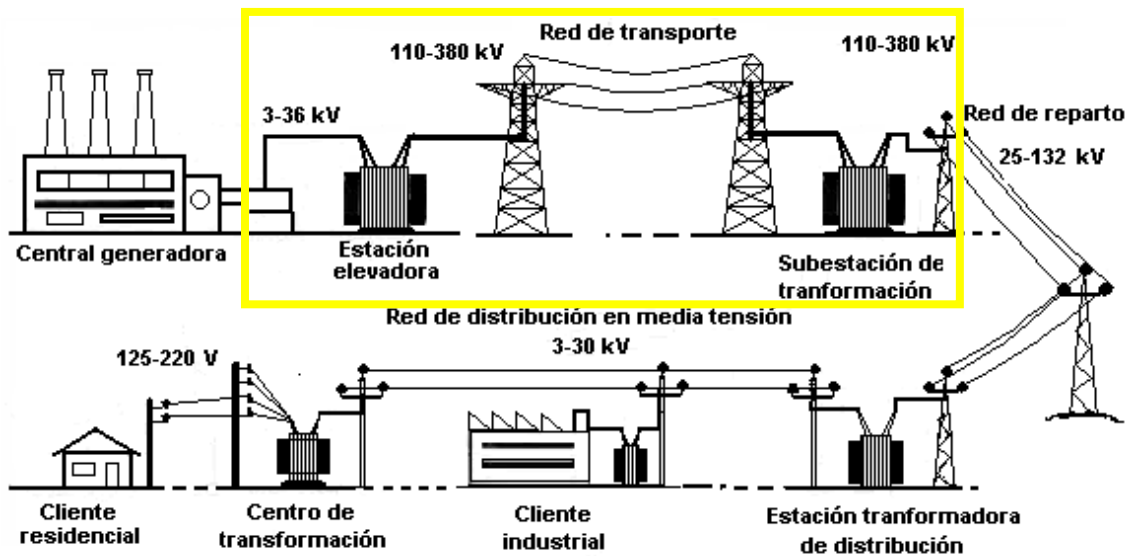
- d) Suponga que nuestra galga tiene un coeficiente de autocalentamiento de $0,2^\circ\text{C}/\text{mW}$. Esto quiere decir que por cada milivatio de calor producido en la galga su temperatura se incrementa en $0,2^\circ\text{C}$ con respecto a la temperatura ambiente. Por otra parte, el coeficiente de temperatura del silicio de la galga es $\alpha = -0,075^\circ\text{C}^{-1}$. Si la galga es atravesada por una corriente de $0,5 \text{ mA}$ determine la potencia disipada en la galga en vatios, el incremento de temperatura respecto de la temperatura ambiente, el incremento de resistencia en la galga por autocalentamiento y el incremento de resistencia que registrará el aparato de medida.

PRUEBA Nº 3

EL TRANSPORTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

El sistema de energía eléctrica es el conjunto de todas las instalaciones destinadas a la generación, transporte y utilización de la energía eléctrica dentro de una determinada zona. En la figura se presenta un sistema de energía eléctrica típico siguiendo el camino del flujo, desde la generación hasta el consumidor.

Como se puede ver en el esquema la corriente eléctrica sale de la central a unos 30 kV, pasa por una subestación elevadora, de la que sale con un potencial unas 10 veces mayor. Así se consigue disminuir las pérdidas de potencia en el transporte.



- Calcule la reducción en las pérdidas al elevar 10 veces el potencial, teniendo en cuenta que la potencia transportada debe ser la misma.
- De acuerdo con el resultado obtenido, ¿cuánto más larga puede ser la línea hasta que se igualen las pérdidas con las que se tendrían en un transporte sin estación elevadora?
- ¿Cuánto más pequeña podría ser su sección?



PRUEBA Nº 4

MOVIMIENTO RECTILÍNEO

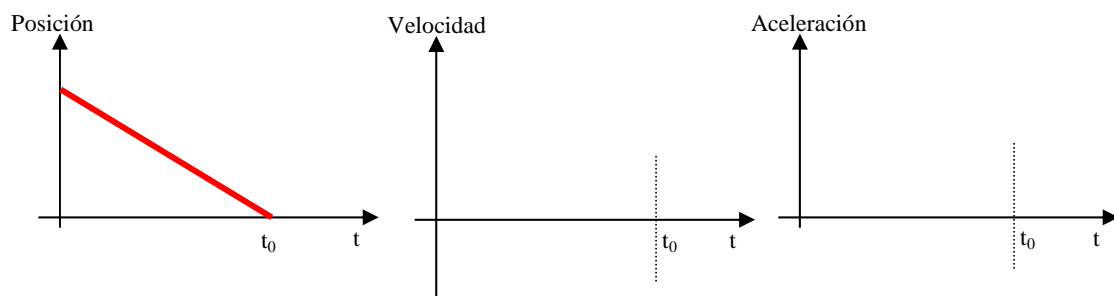
Un móvil se desplaza sobre una trayectoria recta. Las posiciones a la derecha del origen se consideran positivas, mientras que las posiciones a la izquierda, se consideran negativas. De la misma manera, velocidades y aceleraciones dirigidas hacia la derecha se consideran positivas y hacia la izquierda, negativas.

Complete las gráficas y describa el movimiento que tiene dicha partícula en cada uno de los siguientes casos.

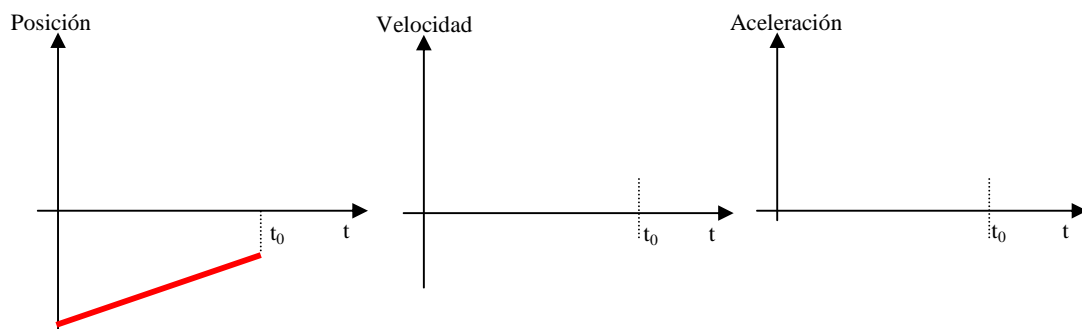
En algunos de ellos la respuesta no es única. Cualquier respuesta correcta será válida.

Las gráficas que no son rectas, son parabólicas y la posición de sus vértices tiene un claro significado físico que debe comentarse cuando sea necesario.

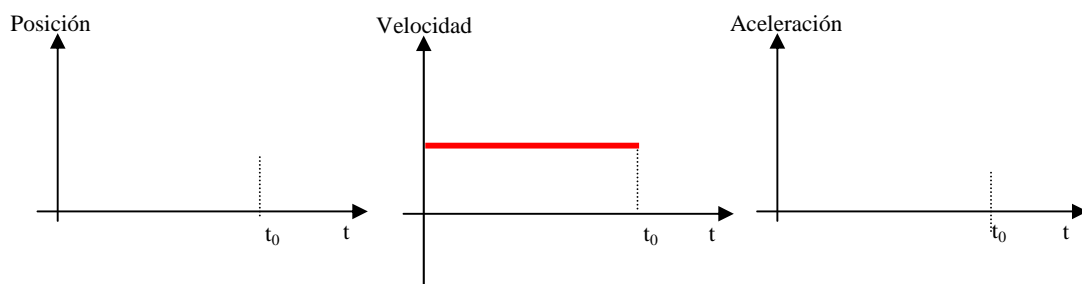
a)



b)



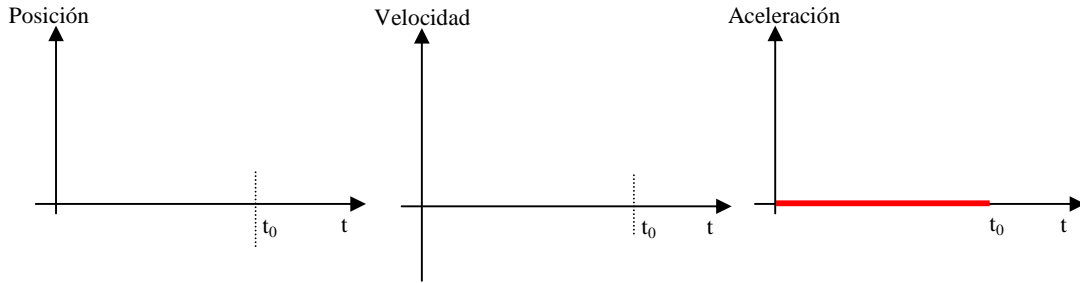
c)



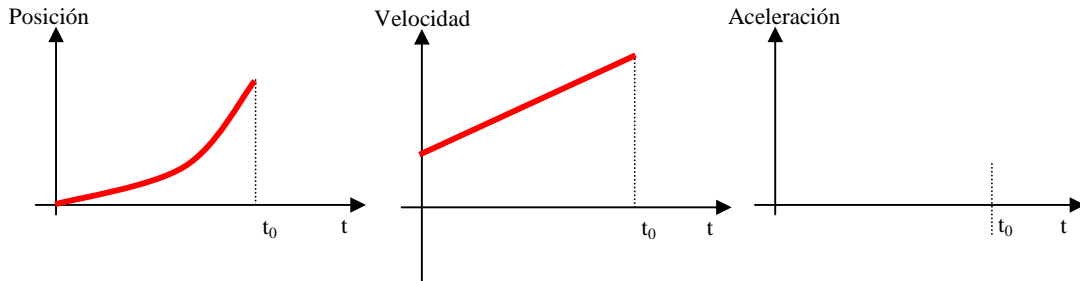


PRUEBA N° 4 (cont.)

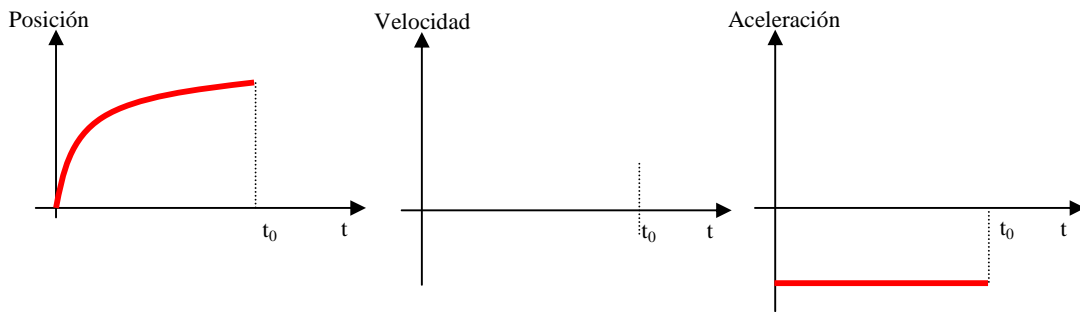
d)



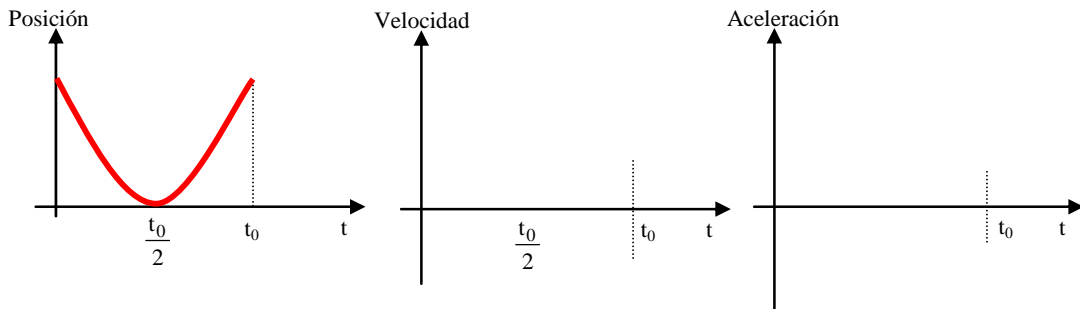
e)



f)



g)

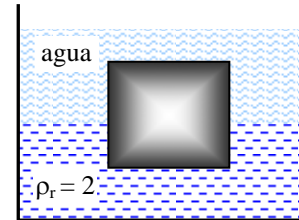




PRUEBA N° 5

Un sólido de densidad relativa 1,5 se encuentra en reposo sumergido en un depósito lleno con agua y un líquido de densidad relativa 2.

- Calcule la relación entre los volúmenes de cada parte del sólido que se encuentran sumergidas en cada uno de los líquidos.
- Calcule la fuerza neta sobre toda la superficie lateral del sólido.



Nota: se define la densidad relativa como $\rho_{rel} = \frac{\rho}{\rho_{agua}}$.

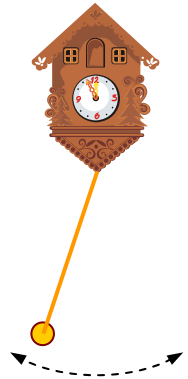


PRUEBA N° 6

Un reloj de péndulo está diseñado para que su funcionamiento sea correcto a una temperatura ambiente de 20°C . El péndulo del reloj está formado por una larga varilla de latón, cuyo coeficiente de dilatación lineal es $1,8 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, y un pequeño disco del mismo material. La masa de la varilla se puede despreciar frente a la masa del disco.

En un caluroso día de verano, en el cual la temperatura ambiente alcanza los 40°C :

- ¿El reloj se adelantará o se atrasará? Razone su respuesta.
- ¿Podría estimar cuánto tiempo atrasa o adelanta este reloj en un día si asumimos que la temperatura ambiente permanece constante en 40°C ?

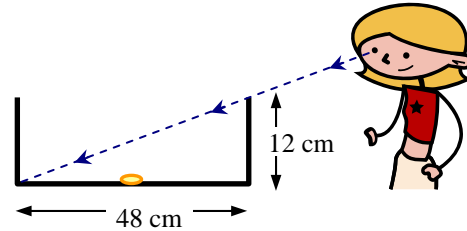




PRUEBA N° 7

En el centro del fondo de un recipiente cilíndrico vacío, de paredes opacas, hay una pequeña moneda. Ana intenta ver la moneda, pero desde su posición sólo alcanza a ver la esquina opuesta del fondo, tal y como muestra la figura.

- ¿Si el recipiente se llena completamente con agua, conseguirá Ana ver la moneda sin cambiar la posición en la que se encuentra? Razone su respuesta.
- ¿Sería capaz de estimar la altura mínima que debería alcanzar el agua en el depósito para que Ana comenzase a ver la moneda?



DATO: $n_{\text{agua}}=1,33$



PRUEBA Nº 8

Comienza la década de la Luna

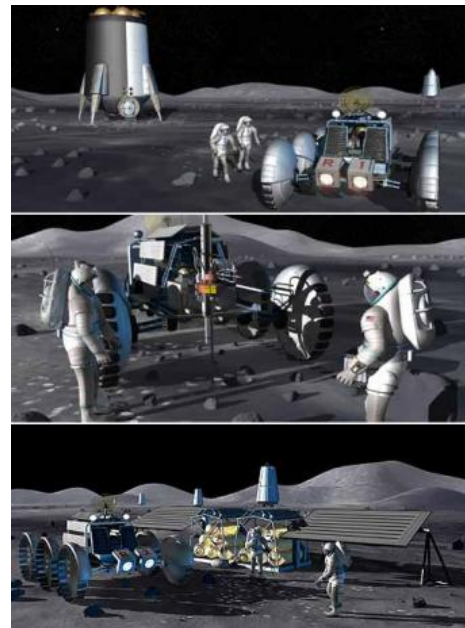
Los expertos estudian cómo vivir en el satélite y explotar sus recursos

ELPAIS.com (MÓNICA SALOMONE - Madrid - 16/01/2008)

Hace ya años que el destino estrella de las misiones espaciales es Marte, pero la próxima década promete ser la de la Luna. [...]

La Luna, según la Estrategia de Exploración Global de la NASA, no sólo es el entrenamiento para ir a Marte, sino también una zona lógica de expansión para la economía terrestre. Rosario Lunar, geóloga de la Universidad Complutense de Madrid, defiende que para seguir creciendo será necesario a largo plazo recurrir a recursos "del espacio próximo a la Tierra". [...] "Los recursos lunares serían suficientes para el abastecimiento de energía eléctrica a la Tierra durante más de 1.000 años", explica Lunar.

Pero falta mucho para eso. Primero hay que volver a la Luna (el último viaje tripulado fue en 1972). Los planes de la NASA incluyen enviar allí misiones con cuatro astronautas durante una semana a partir de 2020. Cuando estuvieran listos "los sistemas de suministro de energía, los vehículos y los módulos vivienda", las estancias se prolongarían hasta seis meses, con el objetivo último de "aprender a usar los recursos naturales de la Luna para ser autosuficientes". Enviar suministros desde la Tierra cuesta demasiado. Oxígeno, agua, energía - un problema, en un sitio en que la noche dura -, materiales de construcción, comida... En el futuro todo deberá darlo la propia Luna.



¿Cuánto dura aproximadamente la noche en un punto del "ecuador" de la Luna?



Olimpiada de Física 2007-2008 Fase local. Burgos, 23-2-2008



APELLIDOS Y NOMBRE _____

D.N.I. _____

CENTRO Y LOCALIDAD _____



Olimpiada de Física 2007-2008 Fase local. Burgos, 23-2-2008





Olimpiada de Física 2007-2008 Fase local. Burgos, 23-2-2008





Olimpiada de Física 2007-2008 Fase local. Burgos, 23-2-2008





Olimpiada de Física 2007-2008 Fase local. Burgos, 23-2-2008





Olimpiada de Física 2007-2008 Fase local. Burgos, 23-2-2008

