Departamento de Física
UNIVERSIDAD DE BURGOS

XXXI OLIMPIADA ESPAÑOLA DE FÍSICA
FASE LOCAL DE BURGOS
28 de febrero de 2020

Examen elaborado con la colaboración de los profesores:

Nicolás A. Cordero Tejedor
Fernando M. García Reguera
Mª Isabel Gómez Ayala
Manuel Iván González Martín
Rodrigo Martínez Mayo
Andrés Serna Gutiérrez
Verónica Tricio Gómez

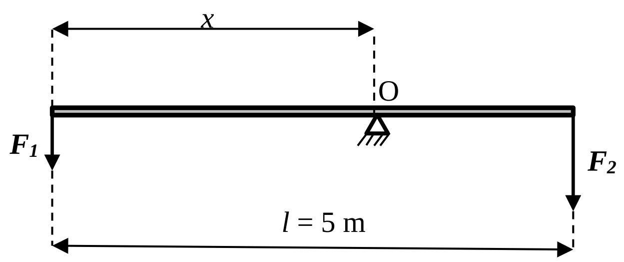
POR FAVOR, REALICE CADA PRUEBA EN UNA HOJA DIFERENTE

PRUEBA Nº 1

PRUEBA DE OPCIÓN MÚLTIPLE

Deberá justificarse razonadamente la elección de la opción marcada en cada uno de los ejercicios

1.- Sobre los extremos de una barra de longitud l = 5 m se ejercen sendas fuerzas de valores F_1 = 27 N y F_2 = 48 N (figura). La barra puede girar respecto a un eje perpendicular a ella que pasa por O. ¿Cuál es el valor de x si la barra se encuentra en equilibrio en la situación mostrada?



a) 1,8 m b) 3,2 m c) 2,5 m d) 3,0 m

2.- En un calorímetro (recipiente aislado térmicamente del exterior) que contiene 150 g de agua a 4ºC, se introduce una pieza de 80 g de cierto metal que se encuentra a 90ºC. Establecido el equilibrio, la temperatura final del sistema es de 20ºC. Determina el calor específico del metal:
Dato: c_{agua} = 1 cal g^{-1} ºC^{-1} = 4180 J kg^{-1} K^{-1}

a) 1615 J kg^{-1} K^{-1} b) 0,540 cal g^{-1} ºC^{-1} c) 1723 J kg^{-1} K^{-1} d) 0,429 cal g^{-1} ºC^{-1}

3.- La velocidad de la Tierra en su movimiento alrededor del Sol en el perihelio* vale 30,28 km/s. La correspondiente velocidad terrestre en el afelio** es de:

a) 30,28 km/s b) 29,28 km/s c) 28,32 km/s d) 31,31 km/s

*Perihelio: punto de la órbita terrestre más cercano al Sol: $r_p = 1{,}471\cdot10^8$ km
**Afelio: punto de la órbita terrestre más alejado al Sol: $r_a = 1{,}521\cdot10^8$ km

4.- Un asteroide entra en el campo gravitatorio terrestre con una velocidad cuyo módulo cambia con el tiempo según la ley $v(t) = 3 + 7t$, en unidades SI. Si la curva que describe tiene, en el instante t = 3 s, un radio de curvatura de 275 m, determina el módulo de la aceleración instantánea del asteroide en t = 3 s.

a) 7,31 m/s^2 b) 7 m/s^2 c) 2,09 m/s^2 d) 7,45 m/s^2

5.- Una carga está fija sobre una superficie horizontal. A 25 cm de la carga se halla un cubo diminuto de masa 15 mg cargado con 12 nC. A esa distancia la carga atrae el cubo con una fuerza de $86{,}4\cdot10^{-6}$ N. Se suelta el cubo a partir del reposo y empieza a desplazarse hacia la carga. Los coeficientes de rozamiento estático, μ_s, y dinámico, μ_k, del cubo con la superficie horizontal valen μ_s = 0,35, μ_k =0,20. En estas condiciones la velocidad del cubo cuando se encuentra a 10 cm de la carga es:

a) 0 m/s b) 1,315 m/s c) 1,932 m/s d) 1,607 m/s

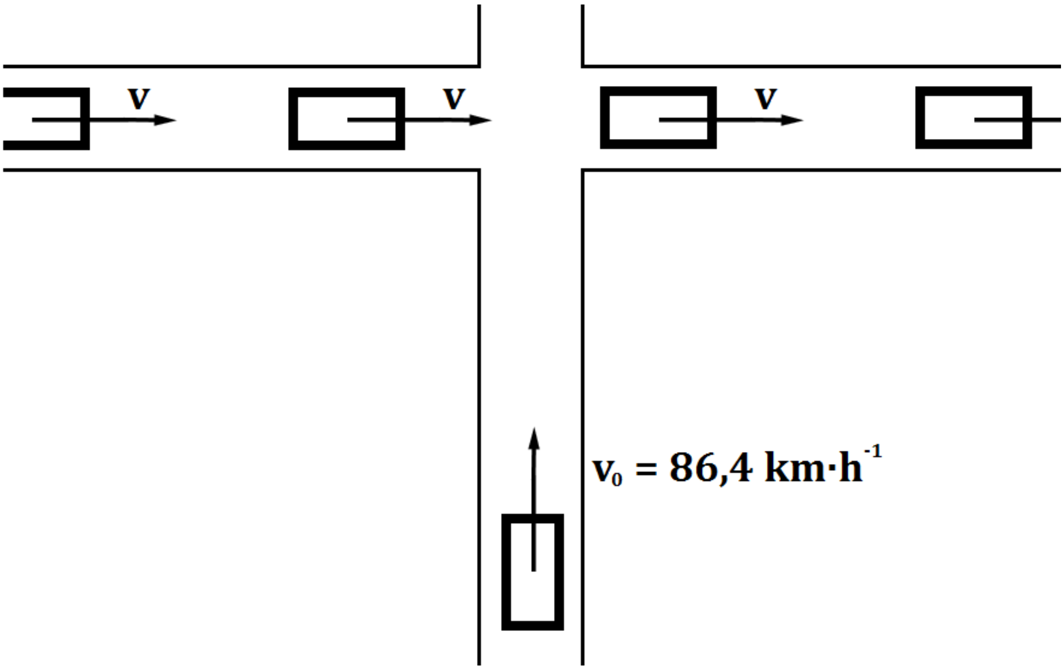
Dato: $K = 9\cdot10^9$ N m^2 C^{-2}

PRUEBA Nº 2

"De película"

En una película de acción tenemos un coche corriendo a gran velocidad por las calles de la ciudad. El héroe de la historia tiene que llegar a su destino a tiempo para salvar a la humanidad, pero en un momento dado se encuentra en su camino con un cruce con el semáforo en rojo y por lo tanto trafico abierto para los coches que circulan en la calle perpendicular a la suya. Se le plantean dos opciones: frenar o pasar temerariamente entre el tráfico.

a) Si nuestro héroe decidiera frenar, calcula la **deceleración** y el **tiempo** que emplearía el coche para que no llegara a impactar con los coches que están circulando con el semáforo en verde.
DATOS: Velocidad inicial que lleva el coche: $v_0 = 86{,}4\ \mathrm{km \cdot h^{-1}}$. Distancia al cruce: 30 m.



b) Nuestro héroe prefiere pasar temerariamente entre el tráfico. Si los coches que circulan en la dirección perpendicular llevan un único sentido, se mueven a $v = 46{,}8\ \mathrm{km \cdot h^{-1}}$ y suponemos que todos los vehículos, incluido el coche del héroe de la película, tienen las mismas dimensiones de 4,5 m de largo y 1,8 m de ancho, y, finalmente, circulan entre sí separados por una distancia de 8 m; calcula la **velocidad mínima** a la que deberá pasar para no chocar contra ningún coche en el caso más favorable. ¿Podrá pasar sin chocarse a la velocidad que va en un principio?

PRUEBA Nº 3

"Algo más que música"


Figura 1

La superficie de un CD-ROM presenta una pista en espiral, con una distancia ínfima entre vuelta y vuelta de aquí que, desde el punto de vista óptico, se comporte como una red de difracción (conjunto de rendijas equiespaciadas muy cercanas entre sí). Así, cuando es iluminado por un haz de luz blanca es capaz de descomponer la luz y se pueden apreciar unos anillos, análogos al arco iris, correspondientes al espectro de dicha luz (figura 1).

Si un rayo de luz monocromática (λ definida) incide perpendicularmente sobre la superficie del CD-ROM, la luz experimenta reflexión y difracción, lo que resulta en un haz divergente y, debido a la interferencia de dichas ondas, sólo ciertas direcciones privilegiadas, las que se encuentran en fase, persisten. (figura 2).

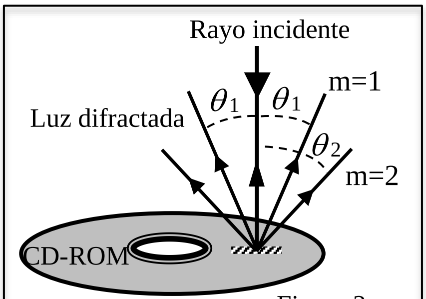


Figura 2

Dichas direcciones, para una red de difracción, vienen definidas por:

$$m \cdot \lambda = d \cdot \sin\theta \qquad (1)$$

- λ es la longitud de onda de la luz incidente.
- m es el orden de difracción, vale 1 para el 1er orden, 2 para el 2º, …
- d es la separación entre líneas (rendijas) de la red, para un CD-ROM se pueden suponer 625 líneas por cada milímetro.
- θ es el ángulo que indica la interferencia constructiva de la luz difractada.

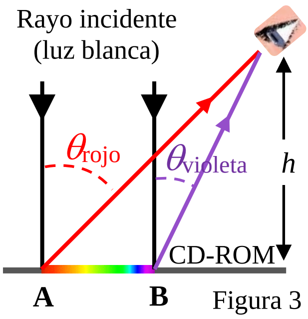


Figura 3

Si el rayo incidente es de luz blanca se apreciará la dispersión de la luz (figura 1).

a) Calcule entre qué ángulos (máximo y mínimo) se encuentra el primer orden y el segundo orden de difracción para un haz de luz blanca, sabiendo que las longitudes de onda del visible van desde los 400 nm a los 700 nm. ¿Llegan a solaparse ambos órdenes de difracción?

b) Para un observador (figura 3) que viera el halo multicolor sobre la superficie del CD-ROM desde una altura de 15 cm ¿qué anchura tendría dicho halo?

A continuación, se ha realizado la siguiente experiencia: sobre un CD se ha colocado una cartulina en la que se ha recortado un pequeño rectángulo (para dejar visible sólo una parte del CD-ROM) y se ha escrito la palabra "REFLEJO" en la cartulina. Se ha situado todo delante de un espejo plano y se ha tomado una fotografía en la que se ve el sistema y su reflejo en el espejo (figura 4). ¡*Lo sorprendente de la fotografía es que los colores del objeto (rectángulo) y de su reflejo no coinciden*! [1]

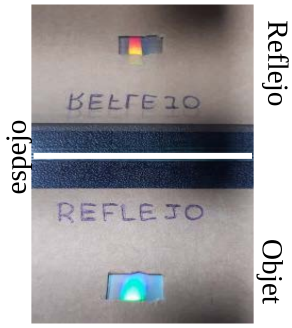


Figura 4

c) Complete la figura 5 realizando la marcha de rayos para la reflexión del punto A del CD-ROM por el espejo plano. A partir de dicho trazado, y teniendo en cuenta los apartados anteriores, razone porqué en la fotografía anterior se ven diferentes colores para el objeto (zona azulada) y para su reflejo por el espejo plano (zona rojiza).

d) Si los valores de h y s en la figura 5 son 50 cm y 3,8 cm respectivamente, y el observador ve el punto **A** de color azul, ¿de qué color vería su reflejo en el espejo?

Color	Longitud de onda λ
Rojo	650 nm
Amarillo	580 nm
Verde	520 nm
Azul	450 nm

Tabla 1. Algunas longitud de onda asociadas a diferentes colores.

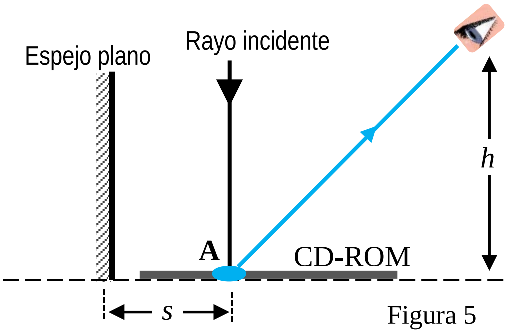


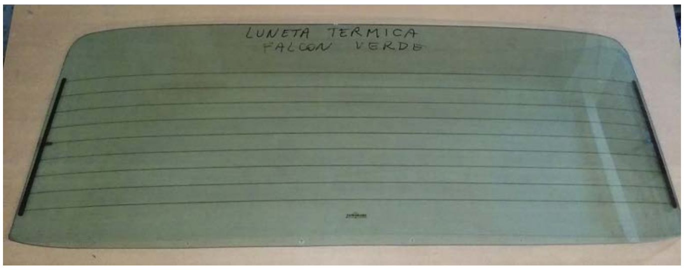
Figura 5

[1] Prados Ribeiro J. L. 2016. Symmetry breaking: a compact disc reflected in a mirror. Phys. Educ. 51, 6.

PRUEBA Nº 4

"Diseño de una luneta térmica"

La luna posterior de muchos automóviles está provista de un dispositivo, denominado luneta térmica, destinado a mejorar la retrovisión en el caso de que sobre el cristal se haya depositado hielo o vaho. Una luneta térmica consta de un grupo de hilos conductores por los que circula una corriente eléctrica alimentada por la batería del vehículo; el calor liberado por la corriente permite desempañar la superficie del cristal. La foto muestra el aspecto típico de una luneta térmica: consta de un par de tiras metálicas gruesas en ambos extremos de la luna, unidas a los terminales de la batería, y unidas entre sí mediante hilos paralelos y más finos que surcan toda superficie de la luna. Todos los hilos se hallan adheridos a la luna por su cara interior, a fin de protegerlos de la intemperie.



En este ejercicio diseñarán una luneta térmica, con arreglo a los siguientes requisitos:

- La superficie que ha de cubrir es de 1,2 m de ancho y 0,4 m de alto.
- Deberá constar de nueve hilos paralelos, igual que en la foto.
- Deberá ser capaz de fundir una capa de hielo de 0,2 mm de grosor en 10 minutos.
- El material de que están hechos los hilos posee una resistividad $\rho = 9\cdot10^{-8}$ en unidades del Sistema Internacional.

Se pide:

a) Explique en qué unidades debe medirse la resistividad ρ.

b) Determine qué diámetro deben tener los hilos paralelos de la luneta.

c) Explique qué influencia tienen en su cálculo (si tienen alguna) las tiras de los extremos.

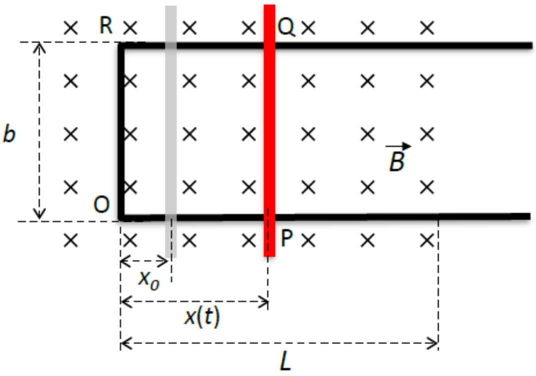
Como ayuda, le convendrá recordar o saber lo siguiente:

- Las baterías de los automóviles proporcionan una tensión de 12 V (voltios).
- La tensión V y la intensidad de corriente I en un circuito están relacionadas por la ley de Ohm: $V = I\,R$, donde R es la resistencia eléctrica del circuito.
- La potencia liberada por un conductor en forma de calor es $P = V\,I$.
- La resistencia eléctrica de un cable metálico se mide en ohmios (Ω) y viene dada por $R = \rho\, L/S$, siendo L la longitud del cable y S su sección, es decir, la superficie del círculo que queda a la vista cuando cortamos transversalmente el cable.
- La densidad del hielo es de $917\ \mathrm{kg/m^3}$.
- Para fundir un kg de hielo se requiere aportar 334 kJ en forma de calor.

PRUEBA Nº 5

"Una varilla conductora en movimiento"

En el ejercicio se estudia el movimiento de una varilla conductora en el seno de un campo magnético uniforme.



La figura muestra una varilla conductora PQ que puede desplazarse por unos rieles conductores de resistencia despreciable. El sistema se encuentra en una región donde existe un campo magnético uniforme, perpendicular al plano del circuito y dirigido hacia adentro que finaliza a una distancia L del extremo O que se toma como referencia. En el instante inicial la varilla se encuentra a una distancia x_0 de O.

a) Determine el flujo del campo magnético en el instante inicial.

La varilla se pone en movimiento debido a la acción de un motor externo que tira de la misma con una fuerza $\vec{F}$ constante y paralela a los rieles, los cuales presentan una fuerza de rozamiento $\overrightarrow{F_r}$, constante, cada uno de ellos. De este modo, la distancia de O a la varilla es variable, $x(t)$, lo que provoca la aparición de una fuerza magnética inducida sobre la varilla.

b) Halle la intensidad inducida en el circuito OPQRO, considerando que la varilla tiene una resistencia eléctrica R; exprese el resultado en función de la velocidad instantánea, $v(t) = v$, de la varilla. Justifique el sentido de la intensidad.

c) Determine el valor de la fuerza magnética sobre la varilla indicando si su sentido es compatible con la ley de Lenz.

d) Como se indica en el texto, la varilla, de masa m, está sometida a varias fuerzas. Dibuje el diagrama de sólido libre y determine la aceleración de la varilla en función de la velocidad.

En el apartado anterior deberá haber obtenido un valor para la aceleración dado por:

$$a = a_0 - k\,v \qquad (1)$$

donde a_0 y k son constantes del problema.

e) Determine los valores de a_0 y k, expresando el resultado en unidades del S.I.

La integración de la expresión (1) conduce a determinar la velocidad instantánea de la varilla:

$$v(t) = \frac{a_0}{k}\left(1 - e^{-kt}\right) \qquad (2)$$

E integrando la expresión (2) se obtiene la posición de la varilla en cualquier instante:

$$x(t) = x_0 + \frac{a_0}{k^2}\left(kt - \left(1 - e^{-kt}\right)\right) \qquad (3)$$

Se conoce que para $t = 1$ s la varilla abandona la región donde existe el campo magnético $(x(1) = L)$.

f) Determinar para este instante los valores de L y de v para la varilla.

Si en este instante cesa de actuar la fuerza del motor:

g) ¿Cuánto tiempo tardará en detenerse la varilla?

DATOS: $x_0 = 5$ cm, $b = 20$ cm, $m = 250$ g, $F = 0{,}7$ N, $F_r = 0{,}1\ N$, $R = 0{,}4\ \Omega$, $B = 1$ T