



XXX OLIMPIADA ESPAÑOLA DE FÍSICA

FASE LOCAL DE BURGOS

22 de febrero de 2019

Examen elaborado con la colaboración de los profesores:

Miguel Ángel Alonso Valmaseda

Nicolás A. Cordero Tejedor

Fernando M. García Reguera

Isabel Gómez Ayala

M. Iván González Martín

Rodrigo Martínez Mayo

Andrés Serna Gutiérrez

Verónica Tricio Gómez

POR FAVOR, REALICE CADA PRUEBA EN UNA HOJA DIFERENTE



PRUEBA Nº 1

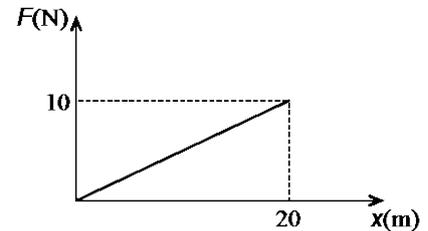
PRUEBA DE OPCIÓN MÚLTIPLE

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

1.- Una bola que rueda sobre una mesa horizontal de 90 cm de altura cae e impacta en un punto del suelo situado a una distancia horizontal de 1,5 m de la mesa. La velocidad de impacto de la bola es:

- a) 4,2 m/s b) 3,5 m/s c) 7,7 m/s d) 5,47 m/s

2.- Un cuerpo de masa $m=3$ kg se mueve inicialmente con una velocidad de 5 m/s. Sobre él comienza a actuar una fuerza en la dirección y sentido de su movimiento que varía a lo largo del recorrido de la forma que indica la figura. ¿Cuánto valdrá su velocidad cuando haya recorrido 20 m?



- a) 6,57 m/s b) 9,57 m/s c) 12,58 m/s d) 17,08 m/s

3.- Un planeta posee un radio que es el doble del radio terrestre y su densidad media es la misma que la de la Tierra. El peso de los objetos en ese planeta respecto de lo que pesan en la Tierra es:

- a) $2 P_{\text{Tierra}}$ b) P_{Tierra} c) $P_{\text{Tierra}}/2$ d) $P_{\text{Tierra}}/4$

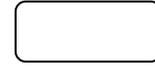
4.- Un avión de juguete de masa 500 g describe círculos horizontales de 1,35 m de radio atado a una cuerda de longitud 3 m que cuelga del techo. Si el periodo de su movimiento es de 3,285 s, la tensión que soporta la cuerda es:

- a) 4,90 N b) 5,49 N c) 2,47 N d) 1,83 N

5.- Dos cargas eléctricas $q_1 = -6 \mu\text{C}$ y $q_2 = 3 \mu\text{C}$ están situadas a una distancia de 2 m. El trabajo que realiza la fuerza eléctrica para separarlas a una distancia infinita es:

- a) - 0,04 J b) + 0,081 J c) - 0,081 J d) 0,04 J

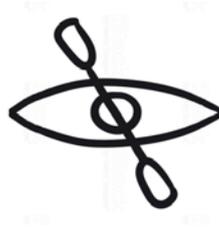
Dato: $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$



PRUEBA Nº 2

JUEGOS Y CÁLCULOS EN EL LAGO

Nos encontramos dando un agradable paseo en canoa por un lago de aguas tranquilas cuando en un momento determinado dejamos de remar.

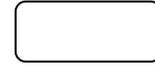


Debido a la fricción con el agua la embarcación empieza a disminuir su velocidad hasta detenerse. En primera aproximación podemos suponer la fuerza de fricción directamente proporcional a la velocidad:

$$F_r = -b \cdot v$$

Responde a las siguientes cuestiones:

- Determina las unidades en el sistema internacional S.I. del parámetro b .
- Describe cualitativamente como será el movimiento de la canoa.
- Obtén la función de la velocidad de la barca en función del tiempo.
- Esboza una gráfica de la velocidad en función del tiempo.
- Si inicialmente la canoa se mueve a una velocidad de v_0 . ¿Cuánto tiempo tardará en reducir su velocidad a la mitad?



PRUEBA Nº 3

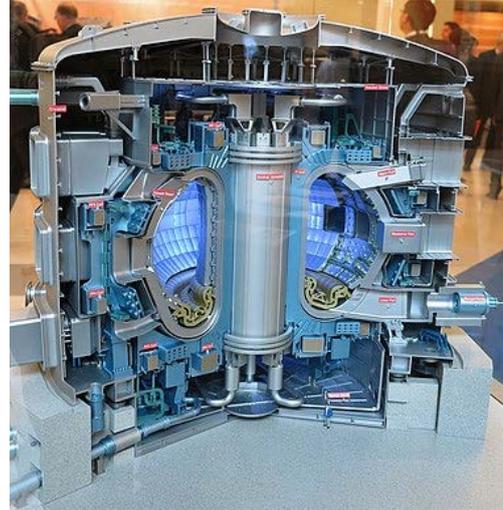
FUSIÓN NUCLEAR EN EL I.T.E.R.

En el sur de Francia se está ensamblando actualmente una planta experimental para estudiar la viabilidad futura de la fusión nuclear como fuente de energía. Se trata del proyecto ITER (*International Thermonuclear Experimental Reactor*). En dicha planta se combinarán dos isótopos del hidrógeno, el deuterio y el tritio, para formar helio ordinario (Helio-4) y grandes cantidades de energía. La reacción nuclear es más o menos la siguiente:



El deuterio y el tritio son los reactivos de esta reacción; el helio-4 y el objeto que se ha omitido son los productos de la reacción.

- a) Averigüe cual es el producto que se oculta bajo los puntos suspensivos de la ecuación precedente.



En las reacciones nucleares la masa conjunta de los reactivos es diferente de la masa conjunta de los productos. La diferencia de masa Δm debe, según los casos, aportarse en forma de energía para que la reacción tenga lugar, o bien da lugar a una liberación de energía. En ambos casos, la energía involucrada ΔE viene dada por la famosa ecuación de Einstein:

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2,$$

donde c es la velocidad de la luz.

- b) Con ayuda de los datos del final del enunciado justifique que, en efecto, se libera energía, y determine su valor en unidades del Sistema Internacional.

Tal vez se pregunte adónde va esa energía. La respuesta es que toma la forma de energía cinética, es decir, los productos salen despedidos a gran velocidad. Suponga que el Helio-4 sale despedido con una velocidad que es la cuarta parte de la que lleva el objeto misterioso que determinó en el apartado (a). En estas condiciones,

- c) Calcule las velocidades, en km/s, con que salen despedidos ambos productos.

Cuando esté operativo el reactor de ITER liberará 500 MW de energía (más o menos la producción de una central nuclear de uranio pequeña), que acabará convertida en calor.

- d) Determine qué masa de deuterio y qué masa de tritio, en gramos, hay que aportar al reactor cada hora para que la producción de energía sea esa precisamente.

EN LA PÁGINA SIGUIENTE TIENE LOS DATOS PARA REALIZAR ESTE EJERCICIO



DATOS

$$1 \text{ MW} = 1.000.000 \text{ W} = 1.000.000 \text{ J/s}$$

Magnitud	Símbolo	Valor
Velocidad de la luz	c	$2,998 \times 10^8 \text{ m/s}$
Unidad de masa atómica	u	$1,661 \times 10^{-27} \text{ kg}$

Propiedades de algunos átomos ligeros

Nombre común	Número de protones	Número de neutrones	Masa (u)
Neutrón	0	1	1,00866
Hidrógeno ordinario	1	0	1,00783
Deuterio o Hidrógeno-2	1	1	2,01410
Tritio o Hidrógeno-3	1	2	3,01605
Helio-3	2	1	3,01603
Helio-4	2	2	4,00260
Litio-6	3	3	6,01512
Litio-7	3	4	7,01600

PRUEBA Nº 4

EL NUEVO SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

El Sistema Internacional de unidades (SI) se basa en la definición de siete *unidades básicas*: el segundo (s), el metro (m), el kilogramo (kg), el amperio (A), el kelvin (K), el mol (mol) y la candela (cd). La 26ª reunión de la Conferencia General de Pesos y Medidas celebrada en Versalles el 16 de noviembre de 2018 decidió revisar este sistema y a partir del 20 de mayo de este año el SI se basará en siete *constantes definitorias*:

1. la frecuencia de la transición hiperfina del estado fundamental de un átomo de cesio 133 no perturbado: $\Delta\nu_{\text{Cs}} = 9\,192\,631\,770\text{ Hz}$;
2. la velocidad de la luz en el vacío: $c = 299\,792\,458\text{ m/s}$;
3. la constante de Planck: $h = 6,626\,070\,15 \times 10^{-34}\text{ J s}$;
4. la carga elemental: $e = 1,602\,176\,634 \times 10^{-19}\text{ C}$;
5. la constante de Boltzmann: $k = 1,380\,649 \times 10^{-23}\text{ J/K}$;
6. la constante de Avogadro: $N_A = 6,022\,140\,76 \times 10^{23}\text{ mol}^{-1}$;
7. la eficacia luminosa de una radiación monocromática de frecuencia $540 \times 10^{12}\text{ Hz}$:
 $K_{\text{cd}} = 683\text{ lm/W}$;

donde el hercio (Hz), el julio (J), el culombio (C), el lumen (lm) y el vatio (W) están relacionados con las unidades básicas en la forma $\text{Hz} = \text{s}^{-1}$, $\text{J} = \text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$, $\text{C} = \text{A s}$, $\text{lm} = \text{cd}$ y $\text{W} = \text{kg m}^2 \text{s}^{-3}$.

Con esta información, calcula la expresión exacta y el valor numérico aproximado de:

- a) la definición del segundo en función de $\Delta\nu_{\text{Cs}}$;
- b) la definición del metro en función de $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ y de c ;
- c) la definición del kilogramo en función de $\Delta\nu_{\text{Cs}}$, de c y de h ;
- d) la definición del amperio en función de $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ y de e ;
- e) la definición del kelvin en función de $\Delta\nu_{\text{Cs}}$, de h y de k ;
- f) la definición del mol en función de N_A ;
- g) la definición de la candela en función de $\Delta\nu_{\text{Cs}}$, de h y de K_{cd} .

Para obtener más información sobre el nuevo Sistema Internacional, puedes consultar:
<https://www.bipm.org/en/measurement-units/rev-si/>

PRUEBA Nº 5

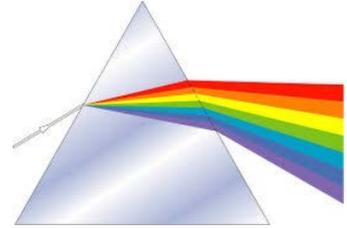
SOBRE LUCES Y TRAYECTORIAS.

Cuando hablamos de la dispersión cromática de la luz nos referimos a la variación del índice de refracción del medio con la longitud de onda. Así, por ejemplo, cuando un haz de luz blanca incide sobre un prisma, en el haz refractado se produce una separación de colores.

Una expresión empírica que relaciona ambos parámetros, el índice de refracción y la longitud de onda, es la fórmula de dispersión de Cauchy:

$$n = A + \frac{B}{\lambda^2} + \frac{C}{\lambda^4} + \dots$$

Esta expresión es muy útil para sustancias transparentes como el vidrio, la cuarcita, etc., y en la práctica con saber los dos primeros términos, A y B , es suficiente.

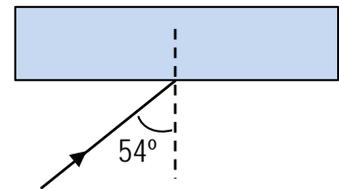


Para cierto vidrio los valores de las constantes de Cauchy son: $A = 1,4989$ y $B = 4263 \text{ nm}^2$.

- a) Determine los índices de refracción de dicho vidrio correspondientes a una luz roja y otra violeta cuyas longitudes de onda son $\lambda_R = 640 \text{ nm}$ y $\lambda_V = 435 \text{ nm}$, respectivamente.

Suponga una lámina plano-paralela de dicho vidrio:

- b) Si un haz de luz blanca incide sobre la lámina formando un ángulo de 54° con la normal, ¿los rayos con diferente longitud de onda que forman el haz saldrán paralelos al atravesar la lámina? Razone la respuesta y realice un esquema de la marcha de rayos.



- c) Calcule la distancia que se separará un rayo de luz roja de otro rayo de luz violeta contenidos en el haz de luz blanca si el espesor de la lámina es de 10 cm.

Suponga un prisma equilátero de dicho vidrio:

- d) Al incidir con un haz de luz blanca sobre dicho prisma los rayos con diferentes longitudes de onda que forman el haz se separarán, como puede apreciarse en la imagen superior. Si dicho haz incide sobre una cara del prisma formando un ángulo de 54° con la normal, ¿qué ángulo formarán las direcciones de un rayo de luz roja y otro de luz violeta una vez que hayan atravesado el prisma?

