CENTRO DE ESTUDIOS MIRASIERRA www.selectividad.net/cem
C/ Moralzarzal 15-A 91 740 56 55
28034 Madrid 91 738 06 55
cem@selectividad.net

FÍSICA
Directrices y orientaciones para las Pruebas de Acceso a la Universidad (PAU)
Curso 2009-2010

Prof. JOAQUÍN SUMMERS GÁMEZ
Coordinador FÍSICA
jsummers@ccia.uned.es

Este documento, dentro de la normativa vigente, establecida para la realización de las PAU en la UNED durante el curso académico 2009-2010, trata de facilitar algunas instrucciones acerca de su desarrollo en relación con la disciplina encomendada. No desea ser una intromisión en le proceso didáctico desarrollado por los diferentes profesores de esta disciplina en los centros docentes. En relación con la asignatura que nos preocupa, **Física,** consideramos adecuado introducir algunas indicaciones o sugerencias encaminadas a destacar cuestiones o temas que entendemos son más importantes para los estudiantes que van a realizar estas Pruebas y, por otra parte, parece que son más apropiados para el tipo de examen que consideramos oportuno proponer a los alumnos. Esta especie de reducción del temario obligatorio no debe considerarse como una intromisión en la labor docente y pedagógica que realizan los profesores encargados de la enseñanza de la asignatura en los diferentes centros docentes. En todo caso, se trata de una recomendación para facilitar preparación de estos exámenes destacando aquellos aspectos considerados más formativos para los estudiantes que van a participar en la PAU.

La selección de temas sobre los que recomendamos a los estudiantes también se puede justificar, insistimos, en el tipo de examen que hemos decidido plantear. En efecto, las preguntas incluidas en las Pruebas suponen una clara aplicación de las leyes y teorías físicas estudiadas durante el curso en esta disciplina académica. Es decir, recurriendo a un lenguaje coloquial, nuestras preguntas, ejercicios o cuestiones, serán aplicaciones o problemas que se resolverán mediante la aplicación de los conceptos físicos estudiados. Siguiendo con este lenguaje, debemos significar que no vamos a plantear ninguna pregunta de las habitualmente denominadas *teóricas*, pero el conocimiento y comprensión de lo estudiado es imprescindible para abordar y resolver los problemas o ejercicios que en su momento se incluirán en los exámenes.

Antes de continuar, conviene advertir que la reducción o destaque del programa que presentaremos más adelante no significa, en modo alguno una reducción del programa oficial exigido, solamente apunta a nuestra preferencia en el momento de plantear los diferentes exámenes se reduce a los tópicos seleccionados.

Es evidente que el estudiante debe tener conocimiento suficiente de los conceptos físicos estudiados en cursos anteriores que, sin duda, pueden ser necesarios para llegar a la correcta solución. Nos referimos, por ejemplo, a los adecuados conocimientos de la cinemática y de la dinámica, algunos rudimentos de la electricidad y magnetismo que se han ampliado en el programa de este segundo curso de Bachillerato. Especial atención se debe prestar a la adecuada utilización de las magnitudes físicas así como sus unidades. Cualquier resultado pedido en **Física** viene dado por un número expresado en las unidades adecuadas, para conseguirlo es importante operar con el suficiente cuidado para utilizar las unidades coherentes para llegar a la solución correcta. Así mismo, la resolución de los problemas en esta asignatura es necesario la utilización de ciertos conocimientos matemáticos incluido, en algunos casos, las derivadas y las integrales. La única ayuda con la que el estudiante podrá contar para la realización del examen es la utilización de una **calculadora científica no programable**.

CENTRO DE ESTUDIOS MIRASIERRA www.selectividad.net/cem
C/ Moralzarzal 15-A 91 740 56 55
28034 Madrid 91 738 06 55
cem@selectividad.net

Estructura de examen.-
Al estudiante se le presentan dos opciones de examen que denominaremos,
OPCIÓN A y **OPCIÓN B**, cada una de ellas estará formada por **dos problemas** cada uno de los cuales constará de cuatro apartados. El estudiante **debe escoger solamente una de las dos opciones** y proceder a su resolución, así mismo debe indicar claramente en el papel del examen la opción escogida.

Criterios de corrección.-
Cada uno de los problemas propuestos en la **opción** escogida será calificado con una puntuación máxima de **5 puntos,** cuando la respuesta sea correctamente planteada, justificada y con la solución correcta, se valorará positivamente la realización de diagramas, dibujos y esquemas, así como la inclusión detallada de los diferentes pasos.
Si el enunciado del problema tiene varios apartados la puntuación total se repartirá entre los mismos y en el caso de que la dificultad de de algunos de los apartados aconseje asignar una puntuación diferente, se indicará expresamente al final del enunciado de cada uno de los apartados.
Lógicamente, la puntuación máxima asignada al problema o a cada uno de los apartados se verá mermada a consecuencia de los errores cometidos. Además, en la corrección de los exámenes tendremos presente la capacidad expresiva y la corrección idiomática de los estudiantes (corrección sintáctica y ortográfica, puntuación apropiada y adecuada presentación). De conformidad, con la estructura de los problemas y de su dificultad, una vez corregidos se harán públicos los criterios de calificación que, lógicamente, se ajustarán a lo expuesto, más arriba, de forma general.
Es muy importante que el estudiante tenga presente el orden en la realización y presentación del examen, explicando y justificando todos los pasos realizados, efectuar las operaciones de manera correcta y expresar los resultados en las unidades adecuadas. Si no se indica lo contrario el resultado final debe venir expresado en unidades del Sistema Internacional (SI).
En el enunciado de los problemas se incluirán todos los datos necesarios para conseguir una solución correcta, incluso el valor de las constantes físicas necesarias así como datos que habitualmente se consideran como conocidos (por ejemplo, masa y carga del electrón, número atómico de un elemento,…)

PROGRAMA
1.-Interacción gravitatoria.-
-Ley de gravitación universal. Aplicaciones.
-Fuerzas conservativas. Energía potencial.
-Energía potencial gravitatoria.
-Conservación energía mecánica.
-Campo gravitatorio terrestre. Interacciones a distancia.
-Magnitudes que caracterizan al campo gravitatorio.
-Movimiento de satélites y planetas. Velocidad de escape. Lanzamiento satélites artificiales.

2.-Vibraciones y ondas.-
-Movimiento vibratorio. Movimiento vibratorio armónico (MAS). Oscilador armónico.
-Cinemática y dinámica del MAS.
-Energía en el MAS (cinemática, potencial, mecánica).
-Ejemplos de osciladores armónicos (péndulo simple, resorte vertical)
-Movimiento ondulatorio. Noción de onda. Tipos de onda.

C/ Moralzarzal 15-A 91 740 56 55
28034 Madrid 91 738 06 55
cem@selectividad.net

-Magnitudes características de las ondas.
-Ecuación de ondas armónicas unidimensionales. Periodicidad respecto al tiempo y a la posición.
-Energía de una onda.
-Ondas sonoras: efecto Doppler.

3.-Óptica.-
-Velocidad de la luz.
-Reflexión y refracción. Reflexión total.
-Formación de imágenes en espejos y lentes esféricas

4.-Interacción electromagnética.-
-Interacción electrostática. Ley de Coulomb. Principio de superposición.
-Intensidad del campo eléctrico. Potencial eléctrico.
-Energía potencial eléctrica.
-Campo magnético.
-Fuentes del campo magnético: campo creado por cargas en movimiento, campo magnético creado por un elemento de corriente. Por una corriente eléctrica recta e indefinida, por una corriente circular.
-Ley de Lorentz
-Fuerzas magnéticas entre corrientes eléctricas. Ley de Ampère.

5.-Física moderna.-
-Radiación térmica. Teoría de Planck.
-Efecto fotoeléctrico.
-Estructura del átomo. Energía de enlace.
-Desintegración radiactiva: magnitudes características.
-Fusión y fisión nuclear.

Selección de problemas.-
A continuación presentamos una colección de problemas resueltos que puede ser de interés tanto para los estudiantes como para los profesores interesados en los exámenes de la asignatura de **FÍSICA**, incluida en las PAU organizadas por la UNED.
Esta muestra intenta dar información hacia el tipo de problema y a su dificultad.
Debe quedar claro que solamente se trata de una selección de problemas con la intención de que sirvan de referencia a los que serán propuestos en los exámenes de Física en las próximas convocatorias de las PAU (junio y septiembre). Asimismo, muestra el procedimiento más adecuado para presentar su solución, es decir, explicando y justificando los pasos seguidos, tal como se ha indicado con anterioridad en este documento. En modo alguno, esta selección, debe suponer una preferencia por algún tema marginando restantes del programa. Los problemas pueden referirse a cualquier parte del “programa reducido” recogido con anterioridad.

CENTRO DE ESTUDIOS MIRASIERRA www.selectividad.net/cem

C/ Moralzarzal 15-A
28034 Madrid
cem@selectividad.net

91 740 56 55
91 738 06 55

Un satélite de 400 kg de masa es lanzado desde la superficie terrestre hasta situarlo en una órbita circular situada a una distancia igual a 7/6 RT siendo *RT* el radio de la Tierra:
(R_T = 6,37.10^6 m). **Determinar:**
a) La intensidad del campo gravitatorio terrestre en cualquier punto de la órbita descrita por el satélite.
b) La velocidad y el período del satélite cuando se encuentra en la órbita.
c) La energía mecánica del satélite en la órbita.
d) La variación de la energía mecánica experimentada por el satélite cuando se encuentra en la órbita con respecto a la superficie terrestre.
Masa de la tierra: M_T = 5,98. 10^{24} Kg:
Constante de gravitación universal: 6,87.10^{-11} N.m^2.kg^{-2}: Tomar π = 3,14.

a) La Ley de Gravitación Universal nos permite determinar la fuerza de atracción gravitatoria de la Tierra a que se encuentra sometido el satélite. Si *m* es la masa del satélite y R_0 es el radio de la órbita descrita por el mismo, escribimos

$$F_g = G\frac{M_T \cdot m}{R_0^2}$$

La intensidad del campo gravitatorio g_0, se puede calcular dividiendo el módulo de esta fuerza por la masa del satélite. Es decir,

$$|g_0| = \frac{|F_g|}{m} = \frac{GM_T}{R_0^2} = \frac{G\cdot M_T}{\left[{}^{7\cdot R_T}/_{6}\right]^2} = \frac{36\cdot G\cdot M_T}{49R_T^2}$$

$$|g_0| = \frac{36\cdot 6{,}67\cdot 10^{-11}\,N\cdot m^2\cdot 5{,}98\cdot 10^{24}\,kg}{49\cdot\left[6{,}37\cdot 10^4\right]^2} = 7{,}2m\cdot s^{-2}$$

b) El satélite describe una órbita circular a consecuencia de la fuerza gravitatoria de la Tierra, es decir, la Tierra ejerce una fuerza centrípeta F_c que determina este movimiento circular

$$F_c = F_g \Rightarrow m\cdot\frac{v^2}{R_0} = \frac{G\cdot M_T\cdot m}{R_0^2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM_T}{R_0}} = \sqrt{\frac{6\cdot GM_T}{7\cdot R_T}}$$

Sustituyendo los correspondientes datos, todos conocidos, y realizando las operaciones, obtenemos

$$v = 7{,}32\cdot 10^3\,s^{-1}$$

Como el período es el tiempo que tarda el satélite en recorrer su órbita

$$T = \frac{2\pi\cdot R_0}{V} = \frac{7\cdot 2\pi\cdot R_T}{6v} \Rightarrow T = 5{,}3\cdot 10^3\,S = 1{,}77\,horas$$

C/ Moralzarzal 15-A
28034 Madrid
cem@selectividad.net
91 740 56 55
91 738 06 55

En uno de los extremos de un muelle de constante elástica es *35* $N\cdot m^{-1}$ se coloca un bloque cuyo peso es de *50 g* mientras que el otro extremo se mantiene fijo. Este sistema se sitúa sobre una superficie horizontal de manera que oscila con una amplitud de *4 cm.* Suponiendo que el bloque se encuentra a *1* cm de su posición de equilibrio. Suponiendo que el rozamiento es despreciable, averiguar:
a) La fuerza ejercida sobre el bloque.
b) La aceleración adquirida por el bloque.
c) La energía potencial elástica del sistema.
d) La velocidad del bloque.

a) La fuerza que actúa sobre el bloque es *elástica*, por tanto, es una fuerza recuperadora proporcional a la deformación experimentada en el muelle durante el movimiento armónico que realiza y coincide con la elongación de este movimiento.
Si K es la constante elástica del muelle, la fuerza F es

$$F = -kx = -35N\cdot m^{-1}\cdot\left[\pm 10^{-2}\,m\right] = \pm 0{,}35N$$

Donde el signo "menos" significa que la fuerza trata de llevar a la partícula que vibra a su posición de equilibrio.

b) Aplicando la las leyes de la dinámica se puede calcular la aceleración a del bloque

$$F = m\cdot\alpha \Rightarrow \varepsilon = \frac{F}{m} = \frac{\pm\alpha\cdot 35N}{0{,}05} = \pm 7m\cdot s^{-2}$$

Cuando la aceleración es *positiva* el bloque se dirige hacia la posición de equilibrio, mientras cuando es negativa el movimiento del bloque es hacia los extremos.

c) Como la fuerza recuperadora del muelle es conservativa existe una energía potencial elástica que coincide con el trabajo realizado por la citada fuerza.

$$E = \frac{1}{2}k\cdot x^2 = \frac{1}{2}35mN\cdot m^{-1}\cdot\left(10^{-2}\right)^2 = 17{,}5\cdot 10^{-4}\,J$$

Conviene tener presente que la energía depende de la posición o de la elongación.

d) Es un movimiento armónico sin rozamiento, luego la energía mecánica se conserva (recordar que la fuerza es conservativa), y como la velocidad depende de la posición se puede averiguar así,

$$v = \pm\infty\sqrt{\frac{k}{m}\left[A^2 - x^2\right]} = \pm\sqrt{\frac{5n\cdot m^{-1}}{0{,}05kg}\left[16-1\right]10^{-4}\,m^2} = \pm 1{,}02m\cdot s^{-1}$$

CENTRO DE ESTUDIOS MIRASIERRA www.selectividad.net/cem
C/ Moralzarzal 15-A 91 740 56 55
28034 Madrid 91 738 06 55
cem@selectividad.net

Una onda transversal, generada por un foco emisor que vibra con un movimiento armónico simple de frecuencia *50 Hz* y una amplitud de *4 cm,* se propaga a lo largo de una cuerda horizontal, coincidiendo con el sentido negativo de las abscisas, de forma que dos puntos que oscilan en fase se encuentra separada por una distancia de *10 cm.*
Determinar:
a) La velocidad de propagación de la onda.
b) Suponiendo que el foco emisor se encuentra en el origen de coordenadas y que cuando *t = 0* la elongación es nula, escribir la ecuación de esta onda.
c) La velocidad máxima de oscilación de una partícula cualquiera de la cuerda.
d) La aceleración máxima de oscilación en un punto cualquiera de la cuerda.

a) La velocidad de propagación de una onda viene expresada así $v = \frac{\lambda}{T}$ por tanto, debemos averiguar la longitud de onda y el período de esta onda previamente. Por definición, la longitud de onda es la distancia mínima de dos puntos que oscilan en fase, por tanto, en este caso, la longitud de onda es $\lambda = 0{,}1m$.
La frecuencia de la onda coincide con la frecuencia del foco emisor que, según el dato facilitado en el enunciado es $f = 50Hz$ y el período se relaciona con la frecuencia así $f = \frac{1}{T}$
Luego, la velocidad de propagación es

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot F = 0{,}1m \cdot 50Hz = 4m \cdot s^{-1}$$

Como la onda se propaga en el sentido negativo del eje de abscisas, esta velocidad es negativa.

b) La ecuación de onda se puede escribir así

$$\varphi(x,t) = Asen(\omega t - Kx + \varphi_0)$$

(esta expresión se podía haber expresado también en función del coseno).
Las magnitudes que aparecen en esta ecuación son

$$A \rightarrow amplitud \because \omega = 2\pi f \rightarrow velocidad\ angular \because K = \frac{2\pi}{\lambda} \rightarrow número\ de\ onda$$

$$\varphi_0 \rightarrow la\ fase\ inicial$$

Teniendo presente los datos del enunciado, debemos escribir la ecuación correspondiente para t = 0: x= 0, $\Psi = 0$ y la fase inicial se obtienen sustituyendo en la ecuación general

$$\varphi(0,0) = Asen(\omega \cdot 0 - k \cdot o + \varphi_0) \Rightarrow 0 = Aen\varphi_0 \Rightarrow \varphi_0 = 0$$

La ecuación de onda buscada es

$$\varphi(x,t) = 4{,}10^{-2}\, m \cdot sen[100\pi t - 20\pi(-x)] = 4 \cdot 10^{-2}\, m \cdot sen[100\pi t + 20\pi x]$$

c) Como la ecuación de la onda expresa el estado de vibración de cualquier punto de la cuerda en un instante cualquiera, de manera sencilla podemos calcular la velocidad, basta derivar respecto a *t* esta ecuación

$$v = \frac{d\varphi}{dt} = 4\pi \cos(100\pi t + 20\pi x)$$

Su valor máximo es $v_m = 4\pi m \cdot s^{-1}$
Expresión que nos indica que la velocidad máxima de un MAS es $v_m = A\omega$

C/ Moralzarzal 15-A
28034 Madrid
cem@selectividad.net
91 740 56 55
91 738 06 55

d) Para determinar la aceleración basta derivar la ecuación de l velocidad respecto al tiempo

$$a = \frac{dv}{dt} = -400\pi^2 sen(100\pi t + 20\pi x) m \cdot s^{-2}$$

Su valor máximo es $a_m = -400\pi^2 m \cdot s^{-2}$

Que nos indica que la aceleración máxima en un MAS es $a_m = -\omega^2 A$

CENTRO DE ESTUDIOS MIRASIERRA www.selectividad.net/cem
C/ Moralzarzal 15-A 91 740 56 55
28034 Madrid 91 738 06 55
cem@selectividad.net

Sean un protón y un electrón que se encuentra sobre el plano XY, de manera que el primero se encuentra en el origen de coordenadas (0,0) y el electrón en el punto (2,0). Considerando que el protón se encuentra en reposo, crea un campo eléctrico que origina un movimiento acelerado del electrón. Averiguar:
a) El campo eléctrico y el potencial creado por el protón en el punto (2,0)
b) La energía cinética que adquiere electrón cuando se encuentra en el punto (1,0).
c) La velocidad y momento lineal del electrón cuando se encuentra en el punto (1,0)
Constante de Coulomb, K= 9.10^{9} $N.m^{2}.C^{-2}$; carga del electrón, e = - $1,6.10^{-19}$ C;
Masa del electrón, $m_e = 9,1.10^{-31}$ kg. Todas las coordenadas se expresan en metros.

a) El campo eléctrico creado por una carga puntual *Q* en un punto que dista una distancia *r* (que coincide con x = 2)

$$E = K\frac{Q}{r^2}u = 9{,}19^9\,N\cdot m^2\cdot C^{-2}\,\frac{1{,}6\cdot 10^{-19}\,C}{S\cdot 10^{-12}\,m^2}u = 3{,}6\cdot 10^2\,uN\cdot C^{-1}$$

Como el potencial es una magnitud escalar recurrimos para su cálculo el módulo del campo eléctrico ***E***. Como $V = E.r$ el potencial en el punto (1,0) y (2,0) son, respectivamente,

$$V_1 = k\frac{Q}{r} = 1{,}44\cdot 10^{-3}\,V \because V_2 = 3{,}6\cdot 10^2\,N\cdot C^{-1}\cdot 2\cdot 10^{-6}\,m 7{,}2\cdot 10^{-4}\,V$$

b) La fuerza eléctrica que actúa sobre el electrón es conservativa y, por tanto, se puede aplicar el Principio de Conservación de la Energía. La disminución de la energía potencial eléctrica $U_2 - U_1$ es igual a la energía cinética E_C :

$$E_C = -\Delta U = -(U_2 - U_1) = U_1 - U_2 = (V_1 - V_2)q$$
$$E_C = (1{,}2 - 14.4)\cdot 10^{-4}\,v\cdot(-1{,}6\cdot 10^{-19}\,c 1{,}15\cdot 10^{-22}\,j)$$

c) Como conocemos la energía cinética podemos calcular la velocidad del electrón

$$v = \sqrt{\frac{2E_C}{m}} = \sqrt{\frac{2\cdot 1{,}15\cdot 10^{-22}\,J}{9{,}1\cdot 10^{-21}}} = 1{,}59\cdot 10^4\,m\cdot s^{-1}$$

Teniendo presente el movimiento del electrón, podemos escribir la velocidad del electrón en forma vectorial

$$v = -1{,}59\cdot 10^4\,um\cdot s^{-1}$$

El momento lineal o cantidad de movimiento en el punto (1,0) es

$$p = m\cdot v = 9{,}1\cdot 10^{-21}\,kg(-1{,}59\cdot 10^4\,um\cdot s^{-1}) = -1{,}45\cdot 10^{-26}\,ukg\cdot m\cdot s^{-1}$$

C/ Moralzarzal 15-A 91 740 56 55
28034 Madrid 91 738 06 55
cem@selectividad.net

Un solenoide está formado por *500* espiras circulares de *2,5 cm* de diámetro y tiene una resistencia de *20 Ω,* se encuentra situado en un campo magnético uniforme de valor *0,3 T* coincidiendo el eje del solenoide paralelo a la dirección del campo. Si suponemos que el campo magnético disminuye uniformemente hasta anularse en *0,1 s.*
Averiguar:
a) La fuerza electromotriz inducida (fem) en el solenoide y el flujo magnético inicial que lo atraviesa.
b) La intensidad de la corriente eléctrica que circula por el solenoide y la carga eléctrica en ese intervalo de tiempo.

a) Calculamos, en primer lugar, el flujo magnético a través de la superficie determinada por una espira que es

$$\phi = B \cdot S \cos\alpha$$

siendo α el ángulo formado entre el campo magnético y el eje del solenoide que, en este caso, es nulo el solenoide y el campo magnético son paralelos : $\alpha = 0$

Y como la superficie de una espira es $S = \pi \cdot r^2$, tenemos

$$\phi = S : B = 3{,}14(2{,}5 \cdot 10^{-2}\,m)^2 \cdot 0{,}3T = 6{,}0 \cdot 10^{-4}\,Wb$$

Transcurrido 0,1 s el flujo se anula pues B=0 y la variación del flujo magnético en el intervalo de tiempo señalado es

$$\Delta\phi = \phi_1 - \phi_2 = -6{,}0 \cdot 10^{-4}\,Wb$$

Recurrimos a la ley de Faraday para determinar la fem inducida

$$c = -N\frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = -500\frac{-6{,}0 \cdot 10^{-1}\,Wb}{0{,}1s} = 3V$$

b) Mediante la ley de Ohm determinamos la corriente inducida en el solenoide

$$I = \frac{e}{R} = \frac{3V}{20\Omega} = 0{,}15A$$

y la eléctrica es

$$q = 1 \cdot t = 0{,}15A \cdot 0{,}1s = 1{,}5 \cdot 10^{-2}\,C$$

CENTRO DE ESTUDIOS MIRASIERRA www.selectividad.net/cem
C/ Moralzarzal 15-A 91 740 56 55
28034 Madrid 91 738 06 55
cem@selectividad.net

Un electrón se mueve en la cercanía de un alambre rectilíneo conductor por el que circula una intensidad de corriente eléctrica de *10 A*. El electrón se dirige perpendicularmente hacia el cable y cuando se encuentra a una distancia de *0,05* m, determinar la fuerza que actúa sobre el electrón. Explicar el movimiento del electrón.
Carga del electrón: $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\, C$; masa del electrón: $m_e = 9 \cdot 10^{-31}\, kg$; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\, N \cdot A^{-2}$

El campo magnético creado por un alambre conductor rectilíneo por el que circula una corriente eléctrica de intensidad *I* a una distancia *r* del cable es, en módulo,

$$B = \frac{\mu}{2\pi}\frac{l}{R}$$

donde *µ0* es la permeabilidad magnética del vacío. Además, las líneas de campo o líneas de fuerza son circunferencias concéntricas con el alambre, situadas en un plano vertical que contiene el punto, mientras que el sentido viene dado por la "regla de la mano derecha".
Cuando una carga *q=e* entra en el campo *B* con una velocidad *v* experimenta una fuerza

$$F = q[vxB]$$

el electrón se mueve perpendicularmente hacia el alambre conductor y se encuentra sometido a una fuerza

$$F = e \cdot v \cdot B = e \cdot v \frac{\mu_0 \cdot l}{2\pi \cdot r} \Rightarrow F = \frac{1{,}6 \cdot 10^{-19}\, C \cdot 10^5\, m \cdot s^{-1}\, 4\pi \cdot 10^7\, N \cdot m^{-1} \cdot 10 A}{2\pi \cdot 0{,}05 m} = 6{,}4 \cdot 10^{-19}\, N$$

la dirección de esta fuerza es perpendicular a la velocidad *v* y al campo magnético *B,* luego es paralela al cable. El sentido será coincidente con el de la intensidad de la corriente y contrario al del producto vectorial **VxB** pues la carga del electrón es negativa.

La fuerza resultante no es despreciable pues del orden de $10^{-19}\, N$, basta pensar que la masa del electrón es del orden 10^{-31} Kg y la aceleración producida sobre el electrón es del orden de $10^{12}\, m \cdot s^{-2}$. Esta aceleración es producida por la fuerza magnética que no modificaría el valor de la velocidad del electrón pues estas fuerzas son perpendiculares a la dirección de la velocidad, pero le haría cambiar constantemente la dirección describiendo una órbita circular con un radio del orden $10^{-7}\, m$.

Un rayo de luz amarilla, emitida por una lámpara de sodio, tiene una longitud de onda en el vacío de *589.10^{-9} m*.
Calcular:
a) Su frecuencia
b) Su velocidad de propagación en el interior de una fibra de cuarzo con un índice de refracción *n = 1,458*
c) El ángulo de incidencia mínimo para el rayo de luz que, propagándose por el interior de la fibra de cuarzo, encuentra la superficie de discontinuidad entre cuarzo y el aire y experimenta reflexión total.

Velocidad de la luz en el vacío: c = 3.10^{8} m.s-1; índice de refracción para el cuarzo: $n_1 = 1{,}458$; índice de refracción en el aire: $n_0 = 1$

a) La luz amarilla (oem) se propaga en el vacío con una velocidad *c*, siendo su frecuencia $f = \frac{c}{\lambda}$

$$f = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{3{\cdot}10^8}{589{\cdot}10^{-9} = 5{,}1{\cdot}10^{14}\,hz}$$

b) Cuando una oem de una frecuencia determinada penetra en un medio transparente, de índice de refracción *n*, disminuye su velocidad de propagación y mantiene su frecuencia, Luego la longitud de onda se modifica cuando lo hace el medio de propagación. Si *v* es la velocidad en el medio, λ_0 la longitud de la onda en el vacío y λ es la longitud de onda en el medio.
La velocidad de propagación dentro del cuarzo es

$$v = \frac{c}{n_1} = \frac{3{\cdot}10^8}{1{,}458} = 2{,}1{\cdot}10^8\, m{\cdot}s^{-1}$$

la longitud de onda dentro del cuarzo es

$$n = \frac{c}{v} = \frac{\lambda_0}{\lambda} \because \lambda = \frac{\lambda_0}{\lambda_1} = \frac{589{\cdot}10^{-9}}{1{,}459} = 4{\cdot}10^{-7}\, m$$

c) La reflexión total se produce cuando un rayo pasa de un medio más refringente a otro menos, por ejemplo, del cuarzo al aire. Entonces para un cierto ángulo de incidencia *l*, denominado *ángulo límite* o para un ángulo mayor que este, el rayo se refleja totalmente en el medio más refringente. Para averiguar el ángulo límite basta con imponer en la ley de refracción la condición de que el ángulo de refracción sea de *90º*, es decir,

$$senl = \frac{n_2}{n_1} \therefore n_2 > n_1 \Rightarrow senl = \frac{n_{aire}}{n_{cuarzo}} = \frac{1}{1{,}458} = 0{,}686 \Rightarrow l = 43{,}3^{\circ}$$

Para ángulos de incidencia iguales o mayores que éste la luz amarilla no saldrá de la fibra de cuarzo.

C/ Moralzarzal 15-A
28034 Madrid
cem@selectividad.net

91 740 56 55
91 738 06 55

Los electrones expulsados por la superficie de un metal (fotoelectrones) cuando incide una luz que posee una longitud de onda de *400 nm* en el vacío son frenados por una diferencia de potencial de *0,8 V*.
a) Averiguar la "función de trabajo" del metal.
b) Calcular la diferencia de potencial necesaria para frenar los electrones expulsados cuando sobre la superficie de dicho metal incide una luz de una longitud de onda en el vacío de *300 nm*.

Velocidad de la luz en el vacío: $c = 3{\cdot}10^{8}\, m{\cdot}s^{-1}$; Carga del electrón: $e = 1{,}6{\cdot}10^{-19}\, C$; Constante de Planck: $h = 6{,}63{\cdot}10^{-24}\, J{\cdot}s$

a) En el efecto fotoeléctrico (también se suele llamar teoría de Einstein) sabemos que la energía del fotón incidente *hf* debe ser igual a la energía cinética del electrón E_c más la denominada "función de trabajo" *W*. Es decir se puede escribir:

$$h{\cdot}f = E_c + W$$

En primer lugar averiguamos la energía de la radiación luminosa o fotón cuya longitud de onda es 400 nm

$$h{\cdot}f = h\frac{c}{\lambda} = 6{,}63{\cdot}10^{-34}\, J{\cdot}s\,\frac{3{\cdot}10^{-1}}{4{\cdot}10^{-7}} = 4{,}97^{-19}\, J = \frac{4{,}97{\cdot}10^{-19}\, J}{1{,}6{\cdot}10^{-19}\, JgV^{-1} = 3{,}1 eV}$$

La energía cinética máxima de los fotoelectrones expulsados es

$$E_c = e{\cdot}V_0 = 1{,}6{\cdot}10^{-19}\, C{\cdot}0{,}8V = 1{,}28{\cdot}10^{-19}\, J$$

y la función de trabajo es

$$W = h{\cdot}f - E_c = 4{,}97{\cdot}10^{-19}\, C{\cdot}{-}1{,}28{\cdot}10^{-19}\, J = 3{,}69{\cdot}10^{-19}\, J$$

b) Determinamos en este caso, primero, la energía del fotón

$$h\frac{c}{\lambda} = 6{,}63{\cdot}10^{-24}\, J{\cdot}s\,\frac{3{\cdot}10^{8}\, m{\cdot}s^{-1}}{3{\cdot}10^{-7}\, m} = 6{,}63{\cdot}10^{-19}\, J$$

y, ahora, calculamos la energía cinética máxima de los fotoelectrones,

$$E_c = h\frac{c}{\lambda} - W = 6{,}63{\cdot}10^{-19}\, J - 3{,}69{\cdot}10^{-19}\, J = 2.94{\cdot}10^{-19}\, J$$

el nuevo potencial de corte buscado es

$$E_c = e{\cdot}V_0 \Rightarrow V_0 = \frac{E_c}{e} = \frac{2{,}94{\cdot}10^{-19}\, J}{1{,}6{\cdot}10^{-19}} = 1{,}84V$$

C/ Moralzarzal 15-A
28034 Madrid
cem@selectividad.net
91 740 56 55
91 738 06 55

El número de núcleos radiactivos de una muestra radiactiva tarda *38 horas* en reducir a tres cuartas partes de su valor inicial.
Averiguar:
a) la constante radiactiva.
b) El período de desintegración.

a) la constante radiactiva λ se puede calcular recordando la definición de le emisión radiactiva y la ley que la rige, recordando que la relación entre los núcleos radiactivos iniciales N_0 y los finales N es, N=3/4 N_0, teniendo presente que es necesario convertir las 38 horas en segundos, 136 800 s,

$$N = N_0 e^{\lambda t} \Rightarrow \frac{3}{4} N_0 e^{\lambda 136800}$$

$$In\frac{3}{4} = -\lambda \cdot 136800 s \Rightarrow \lambda = \frac{In\frac{4}{3}}{136800 s} = 2{,}10 \cdot 10^{-6}\, Bq$$

b) El período de semidesintegración es

$$T = \frac{In 2}{\lambda} = \frac{In 2}{2{,}10 \cdot 10^{-6} s^{-1}} = 330070 s$$

Es decir, el período buscado es de 3,82 días.

CENTRO DE ESTUDIOS MIRASIERRA www.selectividad.net/cem

C/ Moralzarzal 15-A **91 740 56 55**
28034 Madrid **91 738 06 55**
cem@selectividad.net

La masa atómica del isótopo Hierro 56 es Ar (Fe) = 55,9394 u siendo su número atómico *Z = 26*.

Determinar:

a) el defecto de masa.

b) La energía de enlace.

A = 56; masa del protón: m_p = 1,0073 u; masa del netrón: m_n = 1,0087 u .

Recordar que el equivalente energético de la unidad de masa atómica, *1 u,* viene dada así: E = 1 u . c^2 = 931 MeV

a) Como la masa de los electrones es muy pequeña, en buena aproximación, la masa nuclear la consideramos equivalente a la masa atómica, esto es,

$$M_N = A_r(Fe)$$

el defecto de masa es

$$\Delta m = \left[Z \cdot m_p + (A-Z)m_n\right] - M_S = \left[26{,}10073u + (56-26) \cdot 10087u\right] - 55{,}9394 = 0{,}5114u$$

b) La energía de enlace viene dada por

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

es decir,

$$\Delta E = 0{,}5114u \cdot 9{,}31 \frac{MeV}{1u} = 476{,}1 MeV$$