

NOMBRE:

CURSO: Examen resuelto Física PCE Mayo 2019

ASIGNATURA: FÍSICA

PRUEBAS DE COMPETENCIA ESPECÍFICAS

Física Mayo de 2019

Instrucciones

El examen tiene dos partes y cada parte se valora con un máximo de 5 puntos:

PRIMERA PARTE, 10 cuestiones tipo test de opción múltiple.

SEGUNDA PARTE, 2 problemas.

Se permite el uso de calculadora no programable. No se permite el uso de ningún otro tipo de material impreso ni digital.

Vectores: Las magnitudes vectoriales se escribirán con una flecha en su parte superior (por ejemplo: velocidad \vec{v})

Decimales: en el enunciado en español se indican con una coma en la parte inferior (ejemplo: 3,14) en la traducción al inglés se denotan con un punto (ejemplo: 3.14). Ambas notaciones (punto o coma para los decimales) se considerarán válidas en las respuestas de los alumnos.

ACLARATORIAS: El examen consta de 10 cuestiones tipo test y 2 problemas. Cada cuestión vale 0,5 puntos y cada problema vale 2,5 puntos. Las cuestiones erróneas restan 0,2 puntos. Las cuestiones se encuentran traducidas al inglés al final del examen. Está permitido el uso de calculadora no gráfica ni programable.

CUESTIONES

1.- En el sistema internacional de Unidades, la constante k en la ley de Coulomb se toma como $k=bc^2$, siendo c la velocidad de la luz en el vacío y b una constante igual a 10^{-7} . Las unidades de b son

- a) $m^{-2}s^{-2}$
- b) $Kgmc^{-2}$
- c) $Nm^{-2}s^{-2}$

2.- Los radios de dos planetas son r_1 y r_2 mientras que sus densidades medias son ρ_1 y ρ_2 . El cociente entre las aceleraciones debidas a la gravedad en la superficie de cada planeta, g_1/g_2 es

- a) $\rho_1 r_1^2 / \rho_2 r_2^2$
- b) $\rho_1 r_2^2 / \rho_2 r_1^2$
- c) $\rho_1 r_1 / \rho_2 r_2$

3.- La carga eléctrica neta de un material que contiene $1,25 \cdot 10^{12}$ iones de Magnesio (Mg^{2+}) y $4,5 \cdot 10^{13}$ electrones es (nótese que la carga del protón es $q=1,6 \cdot 10^{-19} C$)

- a) $-3,2 \cdot 10^{-4} C$
- b) $-5,2 \cdot 10^{-4} C$
- c) $-6,8 \cdot 10^{-4} C$

NOMBRE:

CURSO: Examen resuelto Física PCE Mayo 2019

ASIGNATURA: FÍSICA

4.- En el campo eléctrico creado por una esfera con una densidad de carga positiva uniforme, el potencial eléctrico a una distancia R del centro de la esfera (con R mayor que el radio de la esfera)

- a) es independiente de la distancia R .
- b) aumenta con la distancia R .
- c) disminuye con la distancia R .

5.- Dos cargas ($q_1=3q$, $q_2=-q$) están fijas y separadas una distancia $D=4$ mm. El voltaje eléctrico generado por estas cargas se anula en un punto entre las dos cargas a una distancia d de la carga q_1 , siendo

- a) $d=1$ mm
- b) $d=2$ mm
- c) $d=3$ mm

6.- El voltaje V debido a una carga puntual q es V_1 a una distancia r_1 de la carga. Entonces, a una distancia $r_2=2r_1$, el voltaje V_2 es

- a) $V_2=V_1/2$
- b) $V_2=V_1/4$
- c) $V_2=V_1/\sqrt{2}$

7.- La fuerza magnética sobre una partícula cargada que se mueve en un campo magnético

- a) está alineada con el campo magnético.
- b) está alineada con la velocidad de la partícula.
- c) es perpendicular al campo magnético.

8.- Dados dos conductores rectilíneos indefinidos y paralelos, alineados con el eje z , con corrientes en direcciones opuestas, $I_1\mathbf{k}$ y $-I_2\mathbf{k}$, respectivamente (siendo \mathbf{k} el vector unitario según el eje z)

- a) es siempre atractiva.
- b) es repulsiva.
- c) es nula cuando $I_1=I_2$

9.- En el sistema internacional de unidades, el desplazamiento vertical en una onda armónica es $h(x,t)=10 \sin[2\pi(0,3t-0,05x)]$. Esta onda tiene

- a) una longitud de onda de 0,1 nm
- b) una frecuencia de 0,6 nHz
- c) una velocidad de fase de 6ms^{-1}

NOMBRE:

CURSO: Examen resuelto Física PCE Mayo 2019

ASIGNATURA: FÍSICA

10.- El carbono $^{14}_6\text{C}$ utilizado en datación arqueológica decae por radiación beta dando lugar a un isótopo del nitrógeno. El número de neutrones (N) y protones (Z, número atómico) en el núcleo de nitrógeno resultante es

a) N=7, Z=7

b) N=8, Z=5

c) N=7, Z=5

PROBLEMAS

1.- En el modelo clásico del átomo de Hidrógeno, el electrón describe una órbita circular de radio r alrededor del protón que se considera fijo.

G, constante de gravitación universal	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{Nm}^2\text{Kg}^{-2}$
k, constante de la ley de Coulomb	$9,0 \cdot 10^9 \text{NmC}^{-2}$
r, radio de la órbita del electrón	$5,3 \cdot 10^{-9} \text{m}$
m_e , masa del electrón	$9,11 \cdot 10^{-28} \text{g}$
m_p , masa del protón	$1,67 \cdot 10^{-24} \text{g}$
Carga del electrón	$-e = -1,60 \cdot 10^{-19} \text{C}$
c, velocidad de la luz en el vacío	$3,00 \cdot 10^3 \text{kms}^{-1}$

a) Calcular la fuerza gravitacional y la fuerza eléctrica sobre el electrón debido al protón. Discutir si la fuerza gravitacional es relevante en este caso.

Ambas fuerzas son atractivas en este caso. En módulo

$$F_g = \frac{G \cdot m_p \cdot m_e}{r^2} = 3,61 \cdot 10^{-51} \text{ N}; \quad F_e = \frac{G \cdot e^2}{r^2} = 8,2 \cdot 10^{-12} \text{ N}$$

La fuerza eléctrica resulta ser 10^{19} veces más grande que la fuerza gravitatoria, por lo que esta última se puede despreciar.

b) Obtener la aceleración centrípeta y la velocidad angular del electrón.

Se iguala la fuerza eléctrica a la centrípeta, de modo que $F_e = F_c = \frac{mv^2}{r}$

La aceleración centrípeta viene dada por el término v^2/r . Por lo tanto $a_c = 9,0 \cdot 10^{18} \text{ ms}^{-2}$

Si se despeja la velocidad $v_e = 2,2 \cdot 10^5 \text{ m/s}$. La velocidad angular viene dada por

$$\omega = \frac{v}{R} = 4,14 \cdot 10^{12} \text{ rad/s}$$

NOMBRE:

CURSO: Examen resuelto Física PCE Mayo 2019

ASIGNATURA: FÍSICA

c) Obtener la velocidad orbital del electrón y compararla con la velocidad de la luz.

La velocidad del electrón viene dada por la v calculada en el apartado anterior. Se compara con la velocidad de la luz, de modo que $\frac{v}{c} = 7,33 \cdot 10^{-4}$, es decir, $v \ll c$, es decir, la velocidad no se considera relativista.

d) Determinar la energía potencial eléctrica y la energía cinética del electrón en su órbita.

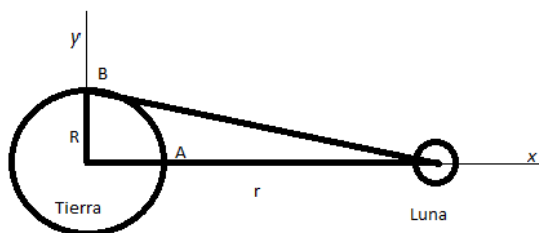
Como la velocidad no es relativista, $E_c = \frac{1}{2} mv^2 = 2,2 \cdot 10^{-20} J$.

La energía potencial eléctrica, $E_p = -\frac{k \cdot q_p \cdot q_e}{r} = -\frac{k \cdot e^2}{r} = -4,35 \cdot 10^{-20} J$.

e) Obtener el trabajo mínimo necesario para liberar al electrón de la atracción del protón.

El trabajo necesario para liberar al electrón de la atracción del protón vendrá dado por el trabajo que hay que realizar para mover al electrón de su órbita al infinito, es decir, $W_{1\infty} = E_1 - E_\infty$, donde E_1 es la energía potencial del electrón en la órbita en la que se encuentra, y E_∞ es la energía potencial en el infinito, que se toma como 0. Entonces $W_{1\infty} = E_1 = -4,35 \cdot 10^{-20} J$, que es la energía potencial calculada en el apartado anterior.

2.- La figura (no a escala) representa esquemáticamente a la Tierra y la Luna en el plano orbital de la Luna (x, y). Se denotan por \vec{i} y \vec{j} los vectores unitarios a lo largo de los ejes x e y , respectivamente. Considérense dos masas iguales de agua m en la superficie del mar, localizadas en los puntos $A = (R, 0)$ y $B = (0, R)$, respectivamente.



NOMBRE:

CURSO: Examen resuelto Física PCE Mayo 2019

ASIGNATURA: FÍSICA

Datos:

G, constante de gravitación universal	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{Nm}^2\text{Kg}^{-2}$
r, radio de la órbita de la luna	$3,84 \cdot 10^8 \text{ m}$
R, radio de la Tierra	$6,38 \cdot 10^6 \text{ m}$
M_T masa de la Tierra	$5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
M_L masa de la Luna	$7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$
m, masa de agua	1,00 kg

a) Determinar la fuerza gravitatoria ejercida por la Tierra (\vec{F}_T) y la ejercida por la Luna (\vec{F}_L)

en ambos casos sobre la masa m localizada en el punto A. Calcular el módulo de la fuerza total sobre esta masa.

La fuerza gravitatoria viene determinada por la ley de gravitación universal,

$$\vec{F} = \frac{G \cdot M \cdot m}{r^2} \vec{u}. \text{ La } r \text{ indica la distancia entre } M \text{ y } m.$$

La fuerza gravitatoria ejercida por la Tierra sobre a masa m en el punto A:

$$\vec{F}_{TA} = - \frac{G \cdot M_L \cdot m}{R^2} \vec{i} = - 9,78 \vec{i} \text{ N, donde el signo } - \text{ indica que va en el sentido negativo de las } x.$$

Fuerza gravitatoria de la Luna sobre m, en A:

$$\vec{F}_{LA} = \frac{G \cdot M_L \cdot m}{(r-R)^2} \vec{i} = 3,44 \cdot 10^{-5} \vec{i} \text{ N, donde } r-R \text{ es la distancia desde el centro de la Luna al punto A de la superficie de la Tierra.}$$

La fuerza total ejercida sobre el punto A (fuerza resultante, \vec{F}_R) vendrá dada por la suma vectorial de todas las fuerzas que actúan sobre el punto: $\vec{F}_{RA} = \vec{F}_{TA} + \vec{F}_{LA} = -9,78 \vec{i} \text{ N}$, que coincide con el valor de \vec{F}_{TA} . Su módulo viene dado por $|\vec{F}_{RA}| = 9,78 \text{ N}$.

b) Determinar la fuerza gravitacional ejercida por la Tierra (\vec{F}_T) y la ejercida por la Luna (\vec{F}_L) sobre la masa m localizada en el punto B. Calcular el módulo de la fuerza total sobre esta masa.

En el caso de la fuerza que ejerce la Tierra sobre el punto B, será exactamente la misma que sobre el punto A, ya que el radio es el mismo, únicamente cambiará el sentido, de modo que:

$$\vec{F}_{TB} = - \frac{G \cdot M_L \cdot m}{R^2} \vec{j} = -9,78 \vec{j} \text{ N}$$

En el caso de la Luna, la distancia vendrá dada por la línea que une la luna con el punto B, d_{LB} .

En este caso hay que tener en cuenta que la fuerza se descompondrá en dos partes: una en el eje x y otra en el eje y. Por lo tanto:

NOMBRE:

CURSO: Examen resuelto Física PCE Mayo 2019

ASIGNATURA: FÍSICA

$\vec{F}_{LB} = \frac{G \cdot M_L \cdot m}{(r-R)^2} \vec{u} = \frac{G \cdot M_L \cdot m}{d_{LB}^2} \cos \alpha \vec{i} - \frac{G \cdot M_L \cdot m}{d_{LB}^2} \sin \alpha \vec{j}$, donde α es el ángulo que forma d_{LB}^2 con la horizontal.

d_{LB}^2 se calcula aplicando el teorema de Pitágoras: $d_{LB}^2 = r^2 + R^2 = 3,84 \cdot 10^8 \text{ m}$.

α se obtiene como $\tan \alpha = \frac{R}{r} \rightarrow \alpha = \arctang\left(\frac{R}{r}\right) = 0,95^\circ$.

Entonces $\vec{F}_{LB} = -3,2 \cdot 10^{-5} \vec{i} + 5,5 \cdot 10^{-7} \vec{j} \text{ N}$.

La fuerza gravitacional total en el punto B viene dada por:

$\vec{F}_{RB} = \vec{F}_{TB} + \vec{F}_{LB} = -9,78 \vec{i} + 5,5 \cdot 10^{-7} \vec{j} \text{ N} \rightarrow |F_{RB}| = 9,78 \text{ N}$.

c) Obtener $(E_B - E_A)$, la diferencia de energía potencial gravitatoria de las masas situadas en estas dos posiciones, B y A.

La energía potencial gravitatoria viene dada por $E = -\frac{G \cdot M \cdot m}{r}$. En cada punto va a tener una contribución por parte de la Tierra y otra por parte de la Luna, de modo que:

$$E_A = E_{AT} + E_{AL} = \frac{G \cdot M_T \cdot m}{R^2} - \frac{G \cdot M_L \cdot m}{r-R} = -6.2441 \cdot 10^7 \text{ J}$$

Del mismo modo, $E_B = E_{BT} + E_{BL} = -6.2439 \cdot 10^7 \text{ J}$

Por lo tanto, $E_B - E_A = -0.1971 \text{ J}$.

d) Si se denota por \vec{F} la diferencia de la fuerza ejercida por la Luna sobre una masa m situada en la superficie de la Tierra y la fuerza de la Luna sobre la misma masa si estuviera situada en el centro de la Tierra, demostrar que para la masa situada en A, \vec{F} está aproximadamente dada por la relación:

$$\vec{F} = \frac{2G \cdot M_L \cdot m \cdot R}{r^2} \vec{i}$$

y calcular el módulo de \vec{F} sobre 1,00 kg de agua del mar en el punto A.

Se define $\vec{F} = \left(\frac{G \cdot M_L \cdot m}{(r-R)^2} - \frac{G \cdot M_L \cdot m}{r^2} \right) \vec{i} = \frac{r^2 \cdot G \cdot M_L \cdot m - (r-R)^2 \cdot G \cdot M_L \cdot m}{r^2 (r-R)^2} \vec{i} = G \cdot M_L \cdot m \cdot \frac{2rR - R^2}{r^2 (r-R)^2} \vec{i}$

Se aproxima $(r - R)^2 \approx r^2$, de modo que $\vec{F} = G \cdot M_L \cdot m \cdot \frac{2rR - R^2}{r^4} \vec{i} =$

$$= G \cdot M_L \cdot m \cdot \left(\frac{2rR}{r^4} - \frac{R^2}{r^4} \right) \vec{i}$$

NOMBRE:

CURSO: Examen resuelto Física PCE Mayo 2019

ASIGNATURA: FÍSICA

Como $r \gg R$, se puede despreciar el segundo término, por tanto,

$$\vec{F} = G \cdot M_L \cdot m \cdot \left(\frac{2rR}{r^4} \right) \vec{i} = G \cdot M_L \cdot m \cdot \left(\frac{2R}{r^3} \right) \vec{i}$$

Si $m = 1,00 \text{ kg}$, entonces $|\vec{F}| = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 7,35 \cdot 10^{22} \cdot 2,25 \cdot 10^{-19} = 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ N}$.