Universidad del País Vasco | Euskal Herriko Unibertsitatea

UNIBERTSITATERA SARTZEKO PROBAK

2023ko EZOHIKOA

PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD

EXTRAORDINARIA 2023

FISIKA

FÍSICA

2023 ikasturtean azterketa egiteko arauak

Proposatutako zortzi ariketa hauetako LAUri erantzun behar diezu

- Proba idatzi honek 8 ariketa ditu
- Ariketak bi multzotan banatuta daude:
  - **A multzoa: lau buruketa ditu, eta 2 ebatzi behar dituzu**
  - **B multzoa: lau galdera ditu, eta 2ri erantzu behar diezu.**
  - **Jarraibideetan adierazitakoei baino galdera gehiagori erantzunez gero, erantzunak ordenari jarraituta zuzenduko dira, harik eta beharrezko kopurura iritsi arte.**
- Buruketa bakoitzak 3 puntu balio du. Atal guztiek balio berdina dute. Atal bakoitzaren emaitzak, zuzena zein okerra izan, ez du izango inolako eraginik beste ataletako emaitzen balioespenean.
- Galdera bakoitzak, gehienez, 2 puntu balio du.
- Kalkulagailu zientifikoa erabil daiteke.

Normas para realizar el examen en el curso 2023

Debes reponder a cuatro de los siguientes ocho ejercicios propuestos

- Esta prueba escrita se compone de 8 ejercicios.
- Los ejercicios están distribuidos en dos bloques:
  - **Bloque A: consta de cuatro problemas, debes responder 2 de ellos**
  - **Bloque B: consta de cuatro cuestiones, debes responder 2 de ellas**
  - **En caso de responder a más preguntas de las estipuladas, las respuestas se corregirán en orden hasta llegar al número necesario.**
- Cada problema tiene un valor de 3 puntos. Todos los apartados tienen igual valor. El resultado, correcto o incorrecto, de cada apartado no influirá en la valoració de los restantes.
- Cada cuestión se valora en un máximo de 2 puntos.
- Puede utilizarse calculadora cientifica

A MULTZOA: Buruketak

(Lau problema ditu, **2 ebatzi behar dituzu**)

1. Marteren gainazalean dagoen gorputz baten masa da $100kg$; eta, puntu horretan, eremu grabitatorioaren intentsitatea, $3{,}7ms^{-2}$.

   a) Zenbat da gorputz horren pisua, Marteren masa bereko baina Marteren erradioaren erdia duen beste planeta bate gainazalean?
   b) Aintzakotzat hartu hirugarren planeta bat, Marteren masaren herenekoa bera, baina Marteren erradio berekoa. Zenbat da gorputz horren pisua, hirugarren planeta horren gainazalean?
   c) Aipatutako planeten kasuetan, Marte eta a) eta b) ataletakoak, m masako gorputz bana, $2 \times R_{\text{Marte}}$ erradioko orbita zirkularrean birarazi dira, haien inguruan: alderatu gorputzen abiadurak**.**

2. Zeharkako uhin bat, eskuinetik ezkerrerantz hedatuz doa soka luze-luzean zehar. Uhinaren hedatze-abiadura, uhin-luzera eta anplitudea dira $30\,m/s$, $\lambda = 1{,}5m$ eta $0.2m$, hurrenez hurren. Sokaren eskuineko erpinean dago koordenatu-jatorria; gainera, $t = 0$ aldiunean, sokako puntu hori desplazamendu nuluko posizioan dago, eta abiadura positiboa du.

   Lortu honako hauek:

   a) Uhin-zenbakia eta maiztasun angeluarra.
   b) Sokaren higidura ondulatorioa deskribatzen duen ekuazioa
   c) Sokako puntu batek lortuko dituen abiadura maximoa eta azelerazio maximoa.

3. Zilarraren erauzketa-lana da $4{,}73eV$.

   a) Lortu, efektu fotoelektrikoaren kasuan, metal horri dagokion atari-maiztasuna.
   b) Zilarrezko lagin bat $200nm$ uhin-luzerako erradiazioaren bidez irradiatu da. Lortu, baldintza horietan, erauzitako elektroien balaztatze-potentziala.
   Datuak:
   $h = 6{,}63 \cdot 10^{-34} J \cdot s$
   $1eV = 1{,}6022 \cdot 10^{-19} J$
   $q_e = 1{,}6 \cdot 10^{-19} C$

4. Tranpolin baten igerileku gaineko ertzean kokatuta dagoen bainulariak $2m$ sakonerako igerilekuaren hondoan dagoen objektu bat ikusi du. Ikusi

ahal izateko, uraren gainazalaren normalarekiko $60°$ angeluan begiratu behar izan du; jakizu, uraren gainazaletik $3m$ gora dagoela bainulariaren begia. Dakizunez, $n_{\mathrm{ura}} = 1{,}33$ da uraren errefrakzio-indizea, lortu:

a) tranpolinaren ertzaren bertikaletik, zer distantzia horizontaletara dagoen objektua.
b) bi inguruneen arteko muga-angelua; egin izpien diagrama.

B MULTZOA: Galderak

(Lau galdera ditu, **biri erantzun behar diezu**)

B.1-Lupa. Deskribapena. Eskema: nola eratzen diren irudiak. Handipena

B.2-Korronte elektrikoen arteko indarrak. Korronte paraleloak edo antiparaleloak garraiatzen dituzten bi hari zuzen, paralelo eta infinituren kasua. Anperearen definizioa.

B.3- Erradioaktibitate naturalaren fenomenoa deskribatzea. Desintegrazio erradioaktiboa. Alfa, beta eta gamma partikulen igorpena. Soddy eta Fajans-en legeak. Adibideak.

B.4- Ikusmenaren akatsak. Hipermetropia eta miopia

BLOQUE A: Problemas

(Consta de cuatro problemas, **debes contestar a dos** de ellos)

1. La masa de un cuerpo es de $100kg$ sobre la superficie de Marte, donde la intensidad del campo gravitatorio es de $3.7ms^{-2}$.

   a) ¿Cuál es el peso de dicho cuerpo sobre la superficie de un planeta de igual masa que la de Marte, pero con la mitad de su radio?
   b) ¿Cuál sería el nuevo peso del cuerpo si se encuentra sobre la superficie de un tercer planeta de igual radio que Marte, pero con la tercera parte de la masa de éste?
   c) En el caso de los tres planetas: Marte, y los de las preguntas a) y b); si un cuerpo de masa m se coloca orbitando en una órbita circular de radio $2 \times R_{\text{Marte}}$, compara las velocidades en cada caso.

2. Una onda transversal se propaga de derecha a izquierda por una cuerda muy larga con una velocidad de propagación de $30\, m/s$, siendo su longitud de onda $\lambda = 1.5m$ y la amplitud de vibración de $0.2m$. Tomando el origen de coordenadas en el extremo de la derecha y en el instante $t = 0$, el extremo derecho de la cuerda se encuentra en la posición de desplazamiento nulo y sentido positivo de velocidad de oscilación. Determina:

   a) el número de ondas y la frecuencia angular.
   b) la ecuación que describe el movimiento ondulatorio de la cuerda.
   c) la velocidad y aceleración máximas de vibración alcanzadas por un punto de la onda.

3. El trabajo de extracción de la plata es de $4.73eV$.

   a) Calcula la frecuencia umbral para el efecto fotoeléctrico de este metal.
   b) Determina el potencial de frenado de los electrones arrancados cuando se irradia una muestra de Ag con una radiación de $200nm$ de longitud de onda.
   Datos:
   $h = 6{,}63 \cdot 10^{-34} J \cdot s$
   $1eV = 1{,}6022 \cdot 10^{-19} J$
   $q_e = 1{,}6 \cdot 10^{-19} C$

4. Un bañista situado al borde de un trampolín descubre un objeto en el fondo de la piscina, que tiene una profundidad de $2m$. Para observarlo ha necesitado mirar con un ángulo de $60°$ respecto a la normal a la superficie del agua, estando su ojo situado a $3m$ de altura sobre el agua. Dado que el valor del índice de refracción del agua es $n_{\text{agua}} = 1.33$, calcula:

   a) la distancia horizontal a la que se encuentra el objeto respecto a la vertical desde el borde del trampolín.
   b) el ángulo límite entre ambos medios, realizando un esquema que indique la marcha del rayo.

BLOQUE B: Cuestiones

(Consta de cuatro cuestiones, **debes contestar a dos** de ellas)

B.1.-Lupa. Descripción. Esquema de la formación de imágenes. Aumento.

B.2.-Fuerzas entre corrientes eléctricas. Caso de dos hilos rectos, paralelos e infinitos, que transportan corrientes paralelaso antiparalelas. Definición de amperio.

B.3.-Describir el fenómeno de la radiactividad natural. Desintegración radiactiva. Emisión de partículas alfa, betay gamma. Leyes de Soddy y Fajans. Ejemplos.

B.4.- Defectos de la visión. Hipermetropía y miopía

FISIKA. EZOHIKO DEIALDIA (2023). EBAZPENAK

A MULTZOA: PROBLEMAK

1.

a) Definizioz, Marteren gainazalean dagoen m masako gorputzaren pisua honako hau da:

$$F_G = G\frac{m \cdot M_M}{R_M^2} = m \cdot g_M = P_M \Rightarrow g_M = G\frac{M_M}{R_M^2}$$

Beraz, gorputzaren pisuaren balioa, Marteko gainazalean, honako hau da:

$$P_M = m \cdot g_M = 100\ \mathrm{kg} \times 3{,}7\ \mathrm{m \cdot s^{-2}} = 370\ \mathrm{N}$$

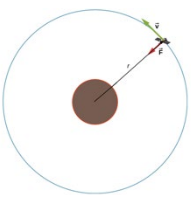
Hortaz, gorputzaren pisua, $P1$ planetaren gainazalean, hau da:

$$P_{P1} = m \cdot g_{P1} = m \cdot G\frac{M_{P1}}{R_{P1}^2} = m \cdot G\frac{M_M}{\left(\frac{R_M}{2}\right)^2} = 4m \cdot G\frac{M_M}{R_M^2} = 4m \cdot g_M$$
$$= 4 \times 100\ \mathrm{kg} \times 3{,}7\ \mathrm{m \cdot s^{-2}} = 1480\ \mathrm{N}$$

b) Eta gorputzaren pisua, $P2$ planetaren gainazalean, hau da:

$$P_{P2} = m \cdot g_{P2} = m \cdot G\frac{M_{P2}}{R_{P2}^2} = m \cdot G\frac{\left(\frac{M_M}{3}\right)}{R_M^2} = \frac{m}{3} \cdot G\frac{M_M}{R_M^2} = \frac{m}{3} \cdot g_M$$
$$= \frac{100\ \mathrm{kg} \times 3{,}7\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}}{3} = 123{,}33\ \mathrm{N}$$

c) Marteren inguruko orbita zirkular batean, Marteren zentrotik *r* distantziara dagoen *m* masako satelite batek Marteren zentrora zuzendutako azelerazio normala du. Eragiten duen indar bakarra Marteren grabitatea da; beraz, Newtonen bigarren legearen arabera:



$$F_G = F_c = \frac{-GmM_M}{r} = ma_c = \frac{mv_{orbita}^2}{r} \Rightarrow v_{orbita} = \sqrt{\frac{GM_M}{r}}$$

$$v_{orbita,marte} = \sqrt{\frac{GM_M}{r}} = \sqrt{\frac{GM_M}{2R_M}}$$

$$v_{orbita,P1} = \sqrt{\frac{GM_{P1}}{r}} = \sqrt{\frac{GM_M}{2R_M}} \Rightarrow v_{orbitaP1} = v_{orbita,Marte}$$

$$v_{orbita,P2} = \sqrt{\frac{GM_{P2}}{r}} = \sqrt{\frac{G\frac{M_M}{3}}{2R_M}} = \sqrt{\frac{1}{3}} v_{orbita,Marte} \Rightarrow v_{orbita,P2} = \sqrt{\frac{1}{3}} v_{orbita,Marte}$$
$$= 0{,}58 v_{orbita,Marte}$$

2.

a) Uhin-zenbakiaren eta maiztasun angeluarraren balioak datu hauetatik lortuko ditugu:

$$A = 0{,}2\ \mathrm{m};\ v = 30\ \mathrm{m \cdot s^{-1}};\ \lambda = 1{,}5\ \mathrm{m} \Rightarrow k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{\frac{3}{2}} = \frac{4\pi}{3}\mathrm{m^{-1}} = 1{,}33\pi\ \mathrm{m^{-1}}$$

$$\omega = 2\pi \cdot f;\ \lambda = v \cdot T = \frac{v}{f} \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{30\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}}{1{,}5\ \mathrm{m}} = 20\ \mathrm{s^{-1}} \Rightarrow \omega = 2\pi \cdot 20\ \mathrm{s^{-1}}$$
$$= 40\pi\ \mathrm{rad \cdot s^{-1}}$$

b) Sinuaren zein kosinuaren bidezko ebazpenak onargarria dira; eta, aintzakotzat hartuz eskuinetik ezkerretara hedatzen dela uhina, honako hau da uhin-ekuazioa:

$$y(x,t) = Asin(\omega t \pm kx + \varphi_0)$$
$$y(x,t) = Acos(\omega t \pm kx + \varphi_0)$$

$$y(x,t) = 0{,}2sin\left(40\pi t + \frac{4\pi}{3}x + \varphi_0\right)$$
$$y(x,t) = 0{,}2cos\left(40\pi t + \frac{4\pi}{3}x + \varphi_0\right)$$
$$y(0{,}0) = 0 = 0{,}2sin(\varphi_0) \Rightarrow \varphi_0 = 0$$
$$y(0{,}0) = 0 = 0{,}2cos(\varphi_0) \Rightarrow \varphi_0 = \frac{3\pi}{2}$$

Higidura erresultantearen uhin-ekuazioa, aipatutako kasuetan, honako hau da:

$$y(x,t) = 0{,}2sin\left(40\pi t + \frac{4\pi}{3}x\right)m$$
$$y(x,t) = 0{,}2cos\left(40\pi t + \frac{4\pi}{3}x + \frac{3\pi}{2}\right)m$$

c) Sokako puntu baten abiadura eta azelerazio maximoak kalkulatzeko, lehenik eta behin, abiadura lortuko dugu:

$$v_y(x,t) = \frac{dy(x,t)}{dt} = 0{,}2 \cdot 40\pi \cdot cos\left(40\pi t + \frac{4\pi}{3}x\right)\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}};$$
$$v_y(x,t) = -0{,}2 \cdot 40\pi \cdot sin\left(40\pi t + \frac{4\pi}{3}x + \frac{3\pi}{2}\right)\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

Azken horrek honako baldintza hauetan lortuko du balio maximoa:

$$v_y(x,t)_{Max} = \left|40\pi \cdot 0{,}2 \cdot cos\left(40\pi t + \frac{4\pi}{3}x\right)\right|\Big|_{max} \mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^{-1} = 8\pi \ \mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^{-1}$$

edo beste kasu honetan:

$$v_y(x,t)_{Max} = \left|-40\pi \cdot 0{,}2 \cdot sin\left(40\pi t + \frac{4\pi}{3}x + \frac{3\pi}{2}\right)\right|\Big|_{max} \mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^{-1} = 8\pi \ \mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^{-1}$$

Honako hau da azelerazio maximoa:

$$a_y(x,t) = -(40\pi)^2 \cdot y(x,t) = -\omega^2 \cdot y(x,t)$$

Eta, beraz, elongazio maximoko puntuetan izango da maximoa azelerazioa:

$$a_y(x,t)_{Max} = |-(40\pi)^2 \cdot y(x,t)_{Max}| = (40\pi)^2 \cdot 0{,}2 \ \mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^{-2} = 320\pi^2 \ \mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^{-2}$$

3.

a) Elektroien erauzketaren atari-maiztasuna, metaletik erauzteko erauzketa-lanetik ondorioztatuko dugu:

$$W = h\nu_0 \Rightarrow \nu_0 = \frac{W}{h} = \frac{4.73eV \times 1.6 \cdot 10^{-19}\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{eV}}}{6.63 \cdot 10^{-34}\ \mathrm{J} \cdot \mathrm{s}} = 1.14 \cdot 10^{15}\ \mathrm{s}^{-1}$$

b) Erradiazio erasotzaileak elektroia metaletik erauzi ondoren elektroiari emandako energia zinetikoaren bidez lortzen da balaztatze-potentziala. Fotoi erasotzailearen energia, erauzketa-lanaren eta erauzitako elektroien energia zinetikoaren arteko erlazioa honako hau da:

$$E = W + E_C$$

Erradiazio erasotzaileko fotoiaren energia, kasu honetan, honako hau da:

$$E = h \cdot \nu = h \cdot \frac{c}{\lambda} = 6{,}63 \cdot 10^{-34}\mathrm{J} \cdot \mathrm{s}\,\frac{3 \cdot 10^8\ \mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^{-1}}{200 \times 10^{-9}\ \mathrm{m}} = 9.94 \cdot 10^{-19}\ \mathrm{J}$$

Eta hau da erauzitako elektroien energia zinetikoa:

$$E_C = E - W = h\nu - W = h \cdot \frac{c}{\lambda} - W$$
$$= 6{,}63 \cdot 10^{-34}\ \mathrm{J \cdot s} \times \left(\frac{3 \cdot 10^{8}\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}}{200 \cdot 10^{-9}\ \mathrm{m}}\right) - 4{,}73 \times 1.6 \cdot 10^{-19}\ \mathrm{J}$$
$$= 2{,}38 \cdot 10^{-19}\ \mathrm{J}$$

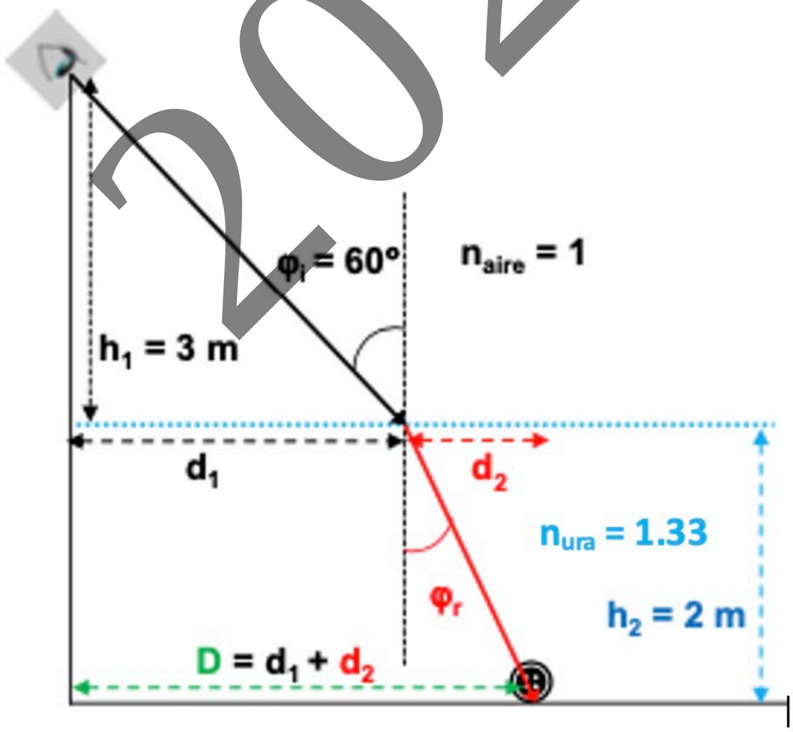
Hortaz, honako hau izango da balaztatze-potentziala:

$$q_e \cdot V_{balaztatze} = E_C \Rightarrow V_{balaztatze} = \frac{E_C}{q_e} = \frac{2{,}38 \cdot 10^{-19}\ \mathrm{J}}{1{,}6 \cdot 10^{-19}\ \mathrm{C}} = 1{,}48\ \mathrm{V}$$

(Ez da beharrezkoa zuzenketa erlatibistarik egitea, zeren eta: $v_{e^-} \cong \frac{c}{415}$)

4.

a) Snell-en legea erabiliz, hau lortuko dugu:



$$n_{\mathrm{aire}} \cdot sin(60°) = n_{\mathrm{ura}} \cdot sin(\varphi_r)$$

$$\Rightarrow sin(\varphi_r) = \frac{sin(60°)}{1{,}33} = \frac{\sqrt{3}}{2 \times 1{,}33} = 0{,}65$$

$$\Rightarrow \varphi_r = 40°37'$$

Eta igerilariaren eta objektuaren arteko distantzia hau da:

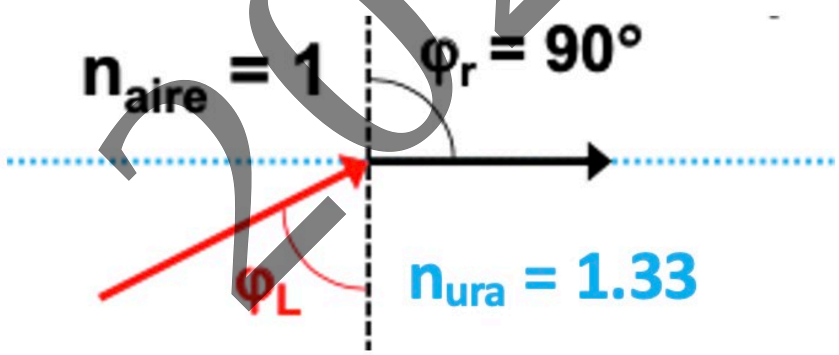
$$tan(60°) = \frac{d_1}{h_1} \Rightarrow d_1 = h_1 \cdot tan(60°) = 3\ \mathrm{m} \times \sqrt{3} = 5{,}2\ \mathrm{m}$$

$$tan(40°37') = \frac{d_2}{h_2} \Rightarrow d_2 = h_2 \cdot tan(40°37') = 2\ \mathrm{m} \times 0{,}86 = 1{,}72\ \mathrm{m}$$

Beraz, distantzia osoa, horizontalean, honako hau da:

$$D = d_1 + d_2 = 1{,}72\ \mathrm{m} + 5{,}2\ \mathrm{m} = 6{,}92\ \mathrm{m}$$

b) Izpi erasotzailea uretatik airera badoa, honako eskemako diagramari segituz:



Muga-angeluaren kasurako Snellen legea aplikatuta, hau lortuko dugu:

$$n_{\mathrm{ura}} \cdot sin(\varphi_L) = n_{\mathrm{aire}} \cdot sin(90°) = 1 \Rightarrow sin(\varphi_L) = \frac{1}{1{,}33} \Rightarrow \varphi_L = 48°45'$$

FÍSICA. CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA 2023. RESOLUCIÓN

BLOQUE A: PROBLEMAS

1.

a) Por definición, el peso del cuerpo de masa m en la superficie de Marte:

$$F_G = G\frac{m \cdot M_M}{R_M^2} = m \cdot g_M = P_M \Rightarrow g_M = G\frac{M_M}{R_M^2}$$

De donde el valor del peso del cuerpo en la superficie de Marte es:

$$P_M = m \cdot g_M = 100kg \times 3.7m \cdot s^{-2} = 370N$$

El peso del cuerpo en la superficie del planeta $P1$ será:

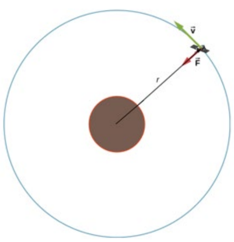
$$P_{P1} = m \cdot g_{P1} = m \cdot G\frac{M_{P1}}{R_{P1}^2} = m \cdot G\frac{M_M}{\left(\frac{R_M}{2}\right)^2} = 4m \cdot G\frac{M_M}{R_M^2} = 4m \cdot g_M$$
$$= 4 \times 100kg \times 3.7m \cdot s^{-2} = 1480N$$

b) El peso del cuerpo en la superficie del nuevo planeta P2, será ahora:

$$P_{P2} = m \cdot g_{P2} = m \cdot G\frac{M_{P2}}{R_{P2}^2} = m \cdot G\frac{\left(\frac{M_M}{3}\right)}{R_M^2} = \frac{m}{3} \cdot G\frac{M_M}{R_M^2} = \frac{m}{3} \cdot g_M$$
$$= \frac{100kg \times 3.7m \cdot s^{-2}}{3} = 123.33N$$

c)

Un satélite de masa *m* en una órbita circular alrededor de Marte a una distancia *r* del centro de Marte. Tiene una aceleración normal dirigida hacia el centro de Marte. La gravedad de Marte es la única fuerza que actúa, por lo que la segunda ley de Newton



$$F_G = F_C = \frac{GmM_M}{r} = ma_c = \frac{mv_{orbita}^2}{r} \Rightarrow v_{orbita} = \sqrt{\frac{GM_M}{r}}$$

$$v_{orbita,Marte} = \sqrt{\frac{GM_M}{r}} = \sqrt{\frac{GM_M}{2R_M}}$$

$$v_{orbita,P1} = \sqrt{\frac{GM_M}{r}} = \sqrt{\frac{GM_M}{2R_M}} \Rightarrow v_{orbitaP1} = v_{orbita,Marte}$$

$$v_{orbita,P02} = \sqrt{\frac{GM_M}{r}}\sqrt{\frac{G\frac{M_M}{3}}{2R_M}} = \sqrt{\frac{1}{3}}v_{orbita,Marte} \Rightarrow v_{orbita,P2} = \sqrt{\frac{1}{3}}v_{orbita,Marte} = 0{,}58v_{orbita,Marte}$$

2.

a) Los valores del número de ondas y la frecuencia angular, se obtienen a partir de los siguientes datos:

$$A = 0.2m; v = 30m \cdot s^{-1}; \lambda = 1.5m \Rightarrow k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{\frac{3}{2}} = \frac{4\pi}{3}m^{-1} = 1.33\pi m^{-1}$$

$$\omega = 2\pi \cdot f; \lambda = v \cdot T = \frac{v}{f} \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{30m \cdot s^{-1}}{1.5m} = 20s^{-1} \Rightarrow \omega = 2\pi \cdot 20s^{-1} = 40\pi rad \cdot s^{-1}$$

b) La ecuación del movimiento ondulatorio, suponiendo válidas ambas soluciones en función del seno y del coseno, será respectivamente, para el caso en que la onda se propaga de derecha a izquierda:

$$y(x,t) = Asen(\omega t \pm kx + \varphi_0)$$
$$y(x,t) = Acos(\omega t \pm kx + \varphi_0)$$

$$y(x,t) = 0.2sen\left(40\pi t + \frac{4\pi}{3}x + \varphi_0\right)$$
$$y(x,t) = 0.2cos\left(40\pi t + \frac{4\pi}{3}x + \varphi_0\right)$$

$$y(0,0) = 0 = 0.2sen(\varphi_0) \Rightarrow \varphi_0 = 0$$
$$y(0,0) = 0 = 0.2cos(\varphi_0) \Rightarrow \varphi_0 = \frac{3\pi}{2}$$

La ecuación de movimiento resultante, en cada caso, es:

$$y(x,t) = 0.2sen\left(40\pi t + \frac{4\pi}{3}x\right)m$$
$$y(x,t) = 0.2cos\left(40\pi t + \frac{4\pi}{3}x + \frac{3\pi}{2}\right)m$$

c) Para calcular la máxima velocidad y aceleración de vibración de la onda, obtendremos en primer lugar la velocidad:

$$v_y(x,t) = \frac{dy(x,t)}{dt} = 0.2 \cdot 40\pi \cdot cos\left(40\pi t + \frac{4\pi}{3}x\right)\frac{m}{s};$$
$$v_y(x,t) = -0.2 \cdot 40\pi \cdot sen\left(40\pi t + \frac{4\pi}{3}x + \frac{3\pi}{2}\right)\frac{m}{s}$$

Que alcanzará su valor máximo cuando se cumpla que:

$$v_y(x,t)_{Max} = \left|40\pi \cdot 0.2 \cdot cos\left(40\pi t + \frac{4\pi}{3}x\right)\right|\Bigg|_{max} m \cdot s^{-1} = 8\pi m \cdot s^{-1}$$

O bien:

$$v_y(x,t)_{Max} = \left|-40\pi \cdot 0.2 \cdot sen\left(40\pi t + \frac{4\pi}{3}x + \frac{3\pi}{2}\right)\right| m\Bigg|_{max} \cdot s^{-1} = 8\pi m \cdot s^{-1}$$

En ambos casos se obtiene que:

$$a_y(x,t) = -(40\pi)^2 \cdot y(x,t) = -\omega^2 \cdot y(x,t)$$

Y, por lo tanto, la aceleración de vibración será máxima en los puntos de máxima elongación:

$$a_y(x,t)_{Max} = |-(40\pi)^2 \cdot y(x,t)_{Max}| = (40\pi)^2 \cdot 0.2m \cdot s^{-2} = 320\pi^2 m \cdot s^{-2}$$

3.

a) La frecuencia umbral de extracción de electrones a partir de la relación con el trabajo de extracción del metal:

$$W = h\nu_0 \Rightarrow \nu_0 = \frac{W}{h} = \frac{4.73eV \times 1.6 \cdot 10^{-19}\frac{J}{eV}}{6.63 \cdot 10^{-34}J \cdot s} = 1.14 \cdot 10^{15}s^{-1}$$

b) El potencial de frenado se obtiene a partir de la energía cinética comunicada al electrón por la radiación incidente, tras ser arrancado del metal. La relación entre las energías del fotón incidente, el trabajo de extracción y la energía cinética de los electrones arrancados es:

$$E = W + E_C$$

donde la energía del fotón de la radiación incidente será en este caso:

$$E = h \cdot \nu = h\frac{c}{\lambda} = 6.63 \cdot 10^{-34} J \cdot s \frac{3 \cdot 10^{8} m \cdot s^{-1}}{200 \times 10^{-9} m} = 9.94 \cdot 10^{-19} J$$

Y la energía cinética de los electrones arrancados:

$$E_C = E - W = h\nu - W = h\frac{c}{\lambda} - W$$

$$= 6.63 \cdot 10^{-34} J \cdot s \times \left(\frac{3 \cdot 10^{8} m \cdot s^{-1}}{200 \cdot 10^{-9} m}\right) - 4.73 \times 1.6 \cdot 10^{-19} J =$$

$$2.38 \cdot 10^{-19} J$$

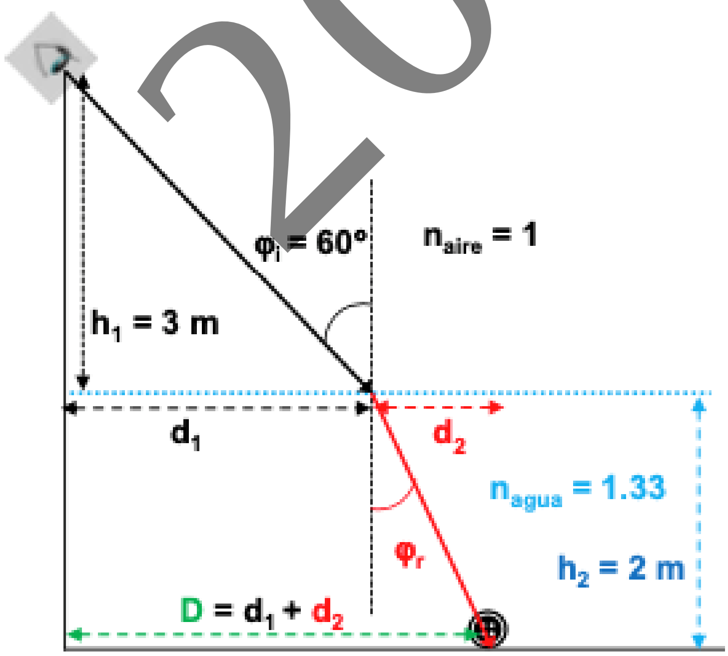
Por lo tanto, el potencial de frenado será:

$$q_e \cdot V_{\text{frenado}} = E_C \Rightarrow V_{\text{frenado}} = \frac{E_C}{q_e} = \frac{2.38 \cdot 10^{-19} J}{1.6 \cdot 10^{-19} C} = 1.48 V$$

(No es necesario realizar correcciones relativistas, ya que: $v_{e^-} \cong \frac{c}{415}$)

4.

a) Aplicando la ley de Snell:



$$n_{\text{aire}} \cdot sen(60°) = n_{\text{agua}} \cdot sen(\varphi_r)$$

$$\Rightarrow sen(\varphi_r) = \frac{sen(60°)}{1.33} = \frac{\sqrt{3}}{2 \times 1.33} = 0.65$$

$$\Rightarrow \varphi_r = 40°37'$$

Y la distancia horizontal del objeto al bañista:

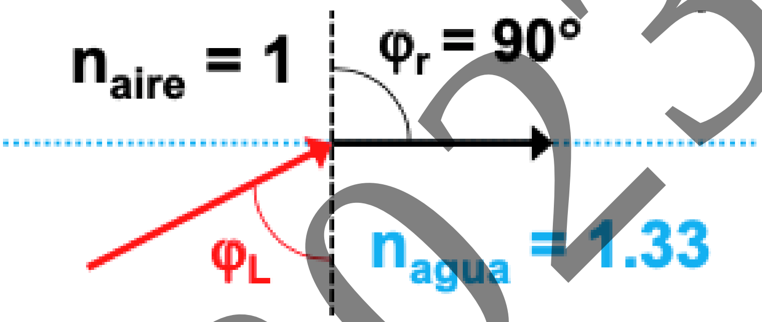
$$tan(60°) = \frac{d_1}{h_1} \Rightarrow d_1 = h_1 \cdot tan(60°) = 3m \times \sqrt{3} = 5.2m$$

$$tan(40°37') = \frac{d_2}{h_2} \Rightarrow d_2 = h_2 \cdot tan(40°37') = 2m \times 0.86 = 1.72m$$

Luego, la distancia horizontal total será:

$$D = d_1 + d_2 = 1.72m + 5.2m = 6.92m$$

b) El ángulo límite entre los dos medios debe calcularse para el caso en que el rayo incida desde el agua hacia el aire, alcanzándose el ángulo límite para la situación que se ilustra en el esquema:



Aplicando la ley de Snell en condición de ángulo límite:

$$n_{\text{agua}} \cdot sen(\varphi_L) = n_{\text{aire}} \cdot sen(90°) = 1 \Rightarrow sen(\varphi_L) = \frac{1}{1.33} \Rightarrow \varphi_L = 48°45'$$