



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

Fisika

USE 2024

www.ehu.es



FISIKA

FÍSICA

2024 ikasturtean azterketa egiteko arauak

- Proba idatzi honek 8 ariketa ditu.
- Ariketak bi multzotan banatuta daude:
A multzoa: lau problema ditu, eta 2 ebatzi behar dituzu.
B multzoa: lau galdera ditu, eta 2ri erantzun behar diezu.
Jarraibideetan adierazitakoei baino galdera gehiagori erantzunez gero, erantzunak ordenari jarraituta zuzenduko dira, harik eta beharrezko kopurura iritsi arte.
- Problema 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.

Ez ahaztu azterketa-orrialde guztietan kodea jartzea



FISIKA

FÍSICA

A MULTZOA: PROBLEMAK

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

A.1.- Izar nano gorri baten inguruan biraka dagoen planeta bat aurkitu da duela gutxi. Nano gorri horren masa Eguzkiaren masaren % 12 da, eta erradioa Eguzkiaren erradioaren % 14.

Gainera, planeta horren izarraren inguruko biraketaren periodoa neurtu da: 11,2 egun.

Lortu honako hauek:

- Grabitatearen azelerazioa izarraren gainazalean.
- Planetaren orbitaren erradioa, orbita zirkularra dela onartuta.
- Zenbat energia gehitu behar zaion planetak jada daukan energiari izarraren eraginpetik ihes egin dezan.

Datuak:

- Grabitazio unibertsalaren konstantea: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
- Eguzkiaren masa: $M_E = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
- Eguzkiaren erradioa: $R_E = 7 \cdot 10^8 \text{ m}$

A.2.- Esparru batean, $\vec{E} = -100 \vec{j} \text{ V m}^{-1}$ -ko eremu elektriko bat ezarri da. Esparru horretan, protoi bat higitzen ari da $\vec{v} = 5 \vec{i} \text{ m s}^{-1}$ -ko abiadurarekin. Lortu honako hauek:

- Zer eremu magnetiko eratu behar den, YZ planoan, protoiaren higidurak zuzena eta uniformea izaten jarrai dezan.
- Zer bira-erradio izango lukeen protoiak, baldin eta aurreko ataleko eremu magnetikoaren eraginpean soilik balego.
- Aurreko ataleko kasuan, kalkulatu protoiaren azelerazioaren modulua eta irudikatu, protoiak bere ibilbideko punturen batean dituen bektore hauek: abiadura, azelerazioa eta indar magnetikoa.

Datuak:

- Protoiaren kargaren balio absolutua $= 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- Protoiaren masa: $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

A.3.- Partikula bat higidura harmoniko sinplearekin higitzen ari da OX ardatzean, jatorria-



FISIKA

FÍSICA

ren inguruan, eta haren energia mekanikoa $3 \cdot 10^{-5}$ J da.

Gainera, ezaguna da partikularen gaineko indar maximoa $1,5 \cdot 10^{-3}$ N dela.

- Lortu higiduraren anplitudea.
- Oszilazioaren periodoa 2 s da, eta, hasierako aldiunean, partikularen posizioa hau da $x_0 = 2$ cm. Idatzi higidura-ekuazioa.
- Lortu malgukiaren berreskuratze-konstantearen balioa.

A.4.- Metal baten gainazalari 500 nm-ko uhin-luzerako fotoiek eraso egin diote. Metalari dagokion uhin-luzeraren ataria 612 nm bada, erantzun honako hauei:

- Aterako al dira elektroiak?
- Baiezkoan, lortu aterako diren elektroien abiadura maximoa.
- Metalaren erauzte-energia bikoitza balitz, zer baliotakoa izan beharko litzateke erradiazio erasotzailearen maiztasuna fotoelektroiak igortzeko?

Datuak:

- $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J · s
- Elektroiaren karga, $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C
- Elektroiaren masa, $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg
- Argiaren abiadura, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s
- 1 eV = $1,6 \cdot 10^{-19}$ J ; 1 nm = 10^{-9} m

B MULTZOA: GALDERAK

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

B.1.- Higidura harmoniko sinplea. Adibideak. Ekuazioa. Magnitudeen definizioa. Abiaduraren eta azelerazioaren ekuazioak.

B.2.- Keplerren legeak. Enuntziatuak. Orbita zirkularretarako 3. legea deduzitzea grabitazioaren legetik abiatuta.

B.3.- Indar-lerroak eta gainazal ekipotentzialak masa puntual (edo esferiko) batek eratutako eremu grabitatorioan.

B.4.- Korrante alferno sinusoidalaren sorgailua (alternadorea).

Uztaila

1. Izar ipotx gorri baten inguruan biraka dagoen planeta bat aurkitu da, duela gutxi. Aipatutako ipotx gorriaren masa da Eguzkiaren masaren %12; eta, erradioa, eguzkiaren erradioaren %14. Gainera, izarraren inguruko planetaren biraren periodoa neurtu da: 11,2 egun. Lortu honako hauek:

- Grabitatearen azelerazioa, izarraren gainazalean.
- Planetaren orbitaren erradioa, orbita zirkularra dela onartuz.
- Zenbateko energia gehitu behar zaio planetak daukan energiari, izarraren eraginpetik ihes egin dezan planetak.

Datua:

- Grabitazio Unibertsalaren konstantea: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$;
- Eguzkiaren masa: $M_E = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$;
- Eguzkiaren erradioa: $R_E = 7 \cdot 10^8 \text{ m}$

Ebazpena:

- a) Indar grabitatorioa eta gorputzaren pisua berdinduz gero, honako hau lortuko dugu:

$$\vec{F}_G = \vec{P} \Rightarrow G \frac{Mm}{R^2} = mg \Rightarrow g = G \frac{M}{R^2}$$

Adierazpen horretan, M eta R dira izarraren masa eta erradioa, hurrenez hurren. Masekin eta erradioekin lotutako informazio ezagunaren bidez, honako hau dugu:

$$\begin{cases} M = 0,12M_S \\ R = 0,14R_S \end{cases} \Rightarrow g = G \frac{0,12M_E}{(0,14R_E)^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{0,12 \cdot 1,99 \cdot 10^{30}}{(0,14 \cdot 7 \cdot 10^8)^2} = 1658,47 \text{ m/s}^2$$

Grabitatearen azelerazioa da: $1658,47 \text{ m/s}^2$

- b) Indar zentripetua eta indar grabitatorioa berdinduz gero, honako hau lortuko dugu:

$$r = \sqrt[3]{\frac{GM}{4\pi^2} T^2} = \sqrt[3]{\frac{G \cdot 0,12M_S}{4\pi^2} \cdot T^2} \Rightarrow r = \sqrt[3]{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 0,12 \cdot 1,99 \cdot 10^{30}}{4\pi^2} \cdot (11,2 \cdot 24 \cdot 3600)^2} = 7,23 \cdot 10^9 \text{ m}$$

- c) Ihes egiteko beharrezkoa den energia honako hau da: $E_e = \frac{GM_E m}{r}$; eta planetaren aenergia zinetikoa, honako hau: $E_k = \frac{GM_E m}{2r}$; adierazpenetan, m m da planetaren masa. Gehitu beharrezko energia honako hau da:

$$\Delta E = E_e - E_k = \frac{GM_E m}{r} - \frac{GM_E m}{2r} = \frac{GM_E m}{2r}$$

Adierazpen horretan, planetaren masa ordezkatu behar da:

$$\Delta E = \frac{6,67 \times 10^{-11} \times 2,388 \times 10^{29} \times m}{2 \times 1,36 \times 10^{10}} \approx 5,86 \times 10^8 \text{ J/kg} \times m$$

2. Esparru batean, $\vec{E} = -100\vec{j}\text{Vm}^{-1}$ eremu elektrikoa ezarri da. Aipatutako esparruan, $\vec{v} = 5\vec{i}\text{ms}^{-1}$ abiadurarekin higituz doa protoi bat. Lortu honako hauek:

- Zer eremu magnetiko eratu behar den, YZ planokoa bera, higidura zuzen eta homogeen izan dadin protoiaren higidura.
- Zenbateko bira-erradioa legokio protoiari, baldin eta aurreko ataleko eremu magnetikoaren eraginean soilik balego protoia, esparruren batean.
- Protoiaren azelerazioaren modulua, b) ataleko kasuan; eta irudikatu, elektroiak betetako bideko punturen batean, honako bektore hauek: abiadura, azelerazioa eta indar magnetikoa.

Datua:

- Protoiaren kargaren balio absolutua: $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$;
- Protoiaren masa: $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

Ebazpena:

- Higidura zuzenari eta uniformeari segitzeko protoiak, bere gaineko indarren baturak nulua izan behar du; beraz:

$$\vec{F}_B + \vec{F}_E = \vec{0} \Rightarrow \vec{F}_B = -\vec{F}_E$$

$$\vec{F}_B = q(\vec{v} \times \vec{B})$$

$$\vec{F}_E = q \cdot \vec{E}$$

$$q(\vec{v} \times \vec{B}) = -q \cdot \vec{E} \Rightarrow -\vec{E} = (\vec{v} \times \vec{B})$$

$$\vec{v} = v_x \vec{i} \quad \vec{E} = -E_y \vec{j} \quad \vec{B} = B_x \vec{i} + B_y \vec{j} + B_z \vec{k}$$

$$\begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ v_x & 0 & 0 \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix} = -E_y \vec{j} \Rightarrow -v_x \cdot B_z = -E_y \Rightarrow \vec{B} = -20\vec{k}T$$

- Eremu elektrikoa kenduz gero, protoiari indar bakarrak eragingo dio: eremu magnetikoa jatorritzat duena; eta horren eragina da higidura zirkular uniformearen sorraraztea; eta kasu horretan, indar zentripetoa da indar erresultantea.

$$\left| \vec{F}_B \right| = \left| \vec{F}_c \right| \Rightarrow qvB = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{qB} = \frac{1,67 \cdot 10^{-27} \cdot 5}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 20} = 2,61 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

Erradioa da: $2,61 \cdot 10^{-9} \text{ m}$

- $a = \frac{5^2}{2,6 \times 10^{-8}} \approx 9,6 \times 10^8 \text{ m/s}^2$
Irudia.

3. Higidura harmoniko sinpleko, OX ardatzekoa eta jatorriaren ingurukoa bera, higidurako partikula baten energia mekanikoa da $3 \cdot 10^{-5}$ J. Gainera ezaguna da $1,5 \cdot 10^{-3}$ N dela partikularen gaineko indar maximoa.

- Lortu higiduraren anplitudea.
- Oszilazioaren periodoa da 2 s; eta hasierako aldiunean, partikularen posizioa da $x_0 = 2$ cm; idatzi higidura-ekuazioa.
- Lortu malgukiaren konstante-berreskuratzailea.

Ebazpena:

- Indar elastikoa honako hau da: $\vec{F}_{el} = -K \cdot \vec{x}$, eta haren modulua, $F_{el} = K \cdot x$.
Luzapena maximoa denean, indar maximoa, balio absolutuan: $F_{lu \text{ MAX}} = K \cdot A$
H.H.S.ren energia mekanikoa erraz kalkulatu dezakegu luzapen maximoko puntuan, zeinean energia zinetikoa nulua denez, potentzial elastikoa den mekanikoa:

$$E_M = \frac{1}{2} K A^2$$

Adierazpen horretan, K da konstante elastikoa, eta A , anplitudea.

Emandako datuak eta honako ekuazio-sistema erabilita, K eta A kalkulatu ditugu:

$$F_{lu \text{ MAX}} = K \cdot A \rightarrow 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ N} = K \cdot A$$

$$E_M = \frac{1}{2} K A^2 \rightarrow 3 \cdot 10^{-5} \text{ J} = 0,5 \cdot K \cdot A^2$$

Bata besteaz zatituz adierazpenak:

$$\frac{3 \cdot 10^{-5}}{1,5 \cdot 10^{-3}} = \frac{0,5 \cdot K \cdot A^2}{K \cdot A} \rightarrow 0,02 = 0,5 \cdot A \rightarrow A = 0,04 \text{ m} = 4 \text{ cm}$$

- Honako hau da H.H.S.ren adierazpen matematikoa, x ardatzean: $x(t) = A \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0)$.
Adierazpen horretan, $x(t)$ da luzapena (oreka-posiziotik, erreferentzia-puntua izanik bera), edozein aldiunetan. A da luzapen maximoa, balio absolutuan; eta, ω , oszilazioaren maiztasun angeluarra.

Hasierako fasea da: $\omega = \frac{2\pi}{T}$ y φ_0 ; $t = 0$ s aldiuneko higiduraren egoera adierazten duela badakigu: $x(0) = A \cdot \sin \varphi_0$

Aurreko atalean kalkulatu dugu anplitudea: $A = 0,04$ m; periodotik kalkulatu dugu maiztasuna:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi \text{ rad}}{2 \text{ s}} = 3,14 \text{ rads}^{-1}$$

Eta hasierako fasea, partikularen hasierako kokapenetik

$$x(0) = A \cdot \sin \varphi_0 \rightarrow \varphi_0 = \arcsin\left(\frac{x(0)}{A}\right) = \arcsin\left(\frac{0,02 \text{ m}}{0,04 \text{ m}}\right) = \arcsin(0,5) = 0,5236 \text{ rad} = \pi/6 \text{ rad}$$

Beraz, honako hau da higiduraren ekuazioa: $x(t) = 0,04 \cdot \sin\left(3,14 \cdot t + \frac{\pi}{6}\right)$ m

- $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ N} = K \cdot 0,04 \text{ m} \Rightarrow K = 1,5/0,04 = 37,5 \text{ N/m}$

4. Metal baten gainazalari 500 nm uhin-luzerako fotoiek eraso egin diote. Metal horri dagokion uhin-luzeraren ataria 612 nm bada, erantzun honako hauei:

- aterako al dira elektroiak?
- Baiezkoan, lortu elktroien abiadura maximoa.
- Metalaren erauzte-energia bikoitza balitz, zer baliotakoa izan beharko litzateke erradiazio erasotzailearen maiztasuna fotoelektroiak igortzeko?

Datos:

- Planck-en konstantea, $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
- Elektroiaren karga, $e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- Elektroiaren masa, $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
- Argiaren abiadura, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
- $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$

Ebazpena:

- Elektroiak aterako diren edo ez jakiteko, honako hauek alderatu behar ditugu: erradiazio erasotzailearen energia eta metalaren erauzte-energia (atari-energia).

$$E_{\text{fotói erasotzaile}} = h \cdot \frac{c}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{500 \cdot 10^{-9}} = 3,98 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_{\text{erauztea}} = h \cdot \frac{c}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{612 \cdot 10^{-9}} = 3,25 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Badago efektu fotoelektrikoa, honako hau betetzen baita: $E_{\text{fotói erasotzaile}} > E_{\text{erauztea}}$

- Energiaren kontserbazioaren legea kontuan hartuta:

$$E_{\text{fotón incidente}} = W_{\text{extracción}} + E_{\text{cinética del fotoelectrón}}$$
$$3,98 \cdot 10^{-19} = 3,25 \cdot 10^{-19} + E_c \Rightarrow E_c = 7,3 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \Rightarrow 7,3 \cdot 10^{-20} \text{ J} = \frac{1}{2} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot v^2 \Rightarrow v = 4 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

- Efektu fotoelektrikoa gertatzeko, maiztasun minimoa, atari-maiztasuna, honako hau da:
 $h \cdot f_0 = W_{\text{extracción}} \Rightarrow 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot f_0 = 2 \times 3,25 \cdot 10^{-19} \Rightarrow f_0 = 9,80 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$