



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

A young man with light hair, wearing a black leather jacket over a patterned shirt and light-colored trousers, stands on a red carpet. He is being filmed by a camera operator whose back is to the viewer. A boom microphone is suspended over the man. The scene is lit with blue and red lights, creating a cinematic atmosphere.

**Fisika**

**USE 2024**

[www.ehu.eus](http://www.ehu.eus)



**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.-** Espazio-ontzi tripulatu bat espazioratu da, eta Lurraren gainazaletik 315 km-ra jarri da orbitatzen. Espazio-ontziaren eta astronautaren masa osoa 2500 kg da.

- Lortu zenbatekoa den Lurrak eragindako grabitatearen azelerazioa aipatutako orbitan.
- Kalkulatu zenbat bira egin duen espazio-ontziak Lurraren inguruan 90 s-an.
- Gutxienez zenbat energia estra gehiago eman behar diogu espazio-ontziari, Lurraren eraginetik ihes egin dezan erabat?

**Datuak:**

- $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$
- Lurraren masa:  $M_L = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
- Lurraren erradioa:  $R_L = 6371 \text{ km}$

**A.2.-** Bi karga elektriko kokatu dira 3 m luzeko segmentu baten erpinetan:  $+1 \mu\text{C}$  (ezkerrean) eta  $+2 \mu\text{C}$  (eskuinean). Lortu honako hauek:

- eremu elektrikoa segmentuaren zentrotik (M puntutik) eta bertikalean gora 1 m-era dagoen puntu batean (P puntuan);
- potentzial elektrikoa segmentuko zentroan, M puntuan;
- zer lan egin behar duen eremu elektrikoak  $+1 \mu\text{C}$ -eko karga bat P puntutik M puntura eramateko.

**Datuak:**

- $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2\text{C}^{-2}$
- $1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$

**A.3.-** 30 cm-ko lodierako beira-xafla batean, argi izpi gorri bat sartu da  $45^\circ$ -ko eraso-angelua eratuz.

- Azaldu ea argi izpiaren kolorea aldatuko den edo ez beira-xaflan sartzean, eta lortu errefrakzio-angelua.
- Zer angelu eratuko du argi izpiak beira-xafla zeharkatuta irteten denean?



**FISIKA**

**FÍSICA**

c) Zenbat denbora behar du argi izpiak beira-xafla zeharkatzeko?

**Datuak:**

- $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$
- $n_{\text{airea}} = 1$
- $n_{\text{beira}} = 1,3$

**A.4.-** 150 nm-ko uhin-luzerako fotoi batzuek xafla metaliko bati erasotu diote, eta, ondorioz, elektroiak igorri ditu xaflak. Balaztatze-potentziala 1,25 V bada, lortu honako hauek:

- Fotoi erasotzaileen energia eta igorritako elektroien energia zinetiko maximoa.
- Energia zinetiko maximoarekin igorritako elektroiei dagokien uhin-luzera.
- Demagun fotoi erasotzaileen maiztasuna bikoiztutakoan balaztatze-potentziala 9,54 V dela; zenbatetsi Planck-en konstantearen balioa.

**Datuak:**

- Elektroien kargaren balio absolutua:  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- Elektroien masa:  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
- Planck-en konstantea:  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$
- Argiaren abiadura hutsean:  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$



**FISIKA**

**FÍSICA**

**B MULTZOA: GALDERAK**

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

**B.1.-** Uhinaren islapena eta errefrakzioa: kontzeptua, errefrakzio-indizea, legeak...  
Muga-angelua eta erabateko islapena.

**B.2.-** Eremu magnetiko uniforme baten barrualdean eragindako indar magnetikoa:  
a) Higitzen ari den karga puntual baten gainean (adibidea: ibilbidea kargaren abiadura eremuarekiko perpendikularra denean).  
b) Korrante elektrikoaren eroale lineal baten gainean.

**B.3.-** Efektu fotoelektrikoa. Deskribapena. Azalpen kuantikoa. Einsteinen teoria.  
Atari-maiztasuna. Erauzte-lana.

**B.4.-** Erradioaktibitate naturalaren fenomenoak deskribatzea. Desintegrazio erradioaktiboa. Alfa, beta eta gamma partikulen igorpena. Soddy eta Fajans-en legeak. Adibideak.

1. Tripulatutako espazio-ontzia espazioratu da; eta Lurraren gainazaletik 315 km-ra jarri da orbitatzen. Espazio-ontziaren eta astronautaren masa osoa da 2500 kg.

- Lortu zenbatekoa den Lurraren grabitatearen azelerazioa aipatutako orbitan.
- Zenbatetsi zenbat bira egin duen Lurraren inguruan espazio-ontziak 90 s-an.
- Zenbat gutxienerako energia gehiago eman behar diogu espazio-ontziari, Lurraren eraginetik ihes egin dezan?

**Datua:**

- $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$
- Lurraren masa:  $M_L = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
- Lurraren erradioa:  $R_L = 6371 \text{ km}$

**Ebazpena:**

a)

$$\left. \begin{aligned} \vec{F} &= m \cdot \vec{a} \\ \vec{F}_g &= m \cdot \vec{g} \\ |\vec{F}_g| &= G \frac{M_T \cdot m}{(R_T + d)^2} \end{aligned} \right\} |\vec{F}_g| \equiv F_g = \frac{GM_T}{(R_T + d)^2} \cdot m \Rightarrow g = \frac{GM_T}{(R_T + d)^2} \Rightarrow g = 8,91 \text{ m/s}^2$$

b)

$$\left. \begin{aligned} a_n &= \frac{v^2}{R} \\ R &= R_T + d \\ v &= \omega \cdot R \\ \omega &= 2\pi\nu \\ \nu &= \frac{1}{T} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} v &= 2\pi \frac{R}{T} \\ R &= (R_T + d) \end{aligned} \right\} v = \frac{2\pi(R_T + d)}{T} \Rightarrow a_n = g = \frac{4 \cdot \pi^2 (R_T + d)}{T^2} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{(R_T + d)}{g}}$$

$$\text{birak} = \frac{90}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{(R_T + d)}} = 0,017$$

c)

$$E_{c, \text{ihes}} = \frac{GM_T m}{R_T + d}$$

$$\begin{aligned} \Delta E_c &= \frac{GM_T m}{R_T + d} - \frac{1}{2} m v^2 = \frac{GM_T m}{R_T + d} - \frac{1}{2} a_n (R_T + d) = \frac{GM_T m}{R_T + d} - \frac{1}{2} g (R_T + d) \\ &= \frac{GM_T m}{R_T + d} - \frac{1}{2} \frac{GM_T m}{R_T + d} = \frac{1}{2} \frac{GM_T m}{R_T + d} = 74,44 \cdot 10^9 \text{ J} \end{aligned}$$

2. Bi karga elektriko kokatu dira 3 m luzerako segmentu baten erpinetan:  $+1\mu\text{C}$  (ezkerrean) eta  $+2\mu\text{C}$  (eskuinean). Lortu honako hauek:

- eremu elektrikoa, segmentuaren zentrotik,  $M$  puntutik, eta bertikalean gora 1 m-ra dagoen  $P$  puntuan;
- potenzial elektrikoa segmentuko zentroan,  $M$  puntuan;
- $P$  puntutik  $M$  puntura  $+1\mu\text{C}$ -eko karga eramateko eremu elektrikoak egin behar duen lana.

**Datua:**

- $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2\text{C}^{-2}$ .
- $1\mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$

**Ebazpena:**

- Koordenatuak eta distantziak:
    - $Q_1 = +1\mu\text{C}$  karga  $(-1,5, 0)$  puntuan dago.
    - $Q_2 = +2\mu\text{C}$  karga  $(1,5, 0)$  puntuan dago.
    - $P$  puntua  $(0, 1)$  puntuan dago.
  - Kargetatik  $P$  punturako distantziak:  $r_1 = r_2 = \sqrt{1,5^2 + 1^2} = \sqrt{3,25} \text{ m}$
  - $Q_1$  kargak  $P$  puntuan sortutako eremu elektrikoa:
 
$$\mathbf{E}_1 = \frac{KQ_1}{r_1^2} \hat{r}_1 = \frac{9 \times 10^9 \times 1 \times 10^{-6}}{3,25} \left( \frac{1,5\hat{i} + 1\hat{j}}{\sqrt{3,25}} \right) \Rightarrow \mathbf{E}_1 \approx 2,302 \times 10^3 \hat{i} + 1,533 \times 10^3 \hat{j} \text{ N/C}$$
  - $Q_2$  kargak  $P$  puntuan sortutako eremu elektrikoa:
 
$$\mathbf{E}_2 = \frac{KQ_2}{r_2^2} \hat{r}_2 = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6}}{3,25} \left( \frac{-1,5\hat{i} + 1\hat{j}}{\sqrt{3,25}} \right) \Rightarrow \mathbf{E}_2 \approx -4,604 \times 10^3 \hat{i} + 3,066 \times 10^3 \hat{j} \text{ N/C}$$
  - $P$  puntuan sortutako eremu elektriko erresultantea:
 
$$\mathbf{E} = \mathbf{E}_1 + \mathbf{E}_2 \Rightarrow \mathbf{E} \approx -2,302 \times 10^3 \hat{i} + 4,599 \times 10^3 \hat{j} \text{ N/C}$$
- Segmentuaren erdialdeko  $M$  puntuan, kargetatik distantzia 1,5 m da.
  - $Q_1$  kargak  $M$  puntuan sortutako potentziala:  $V_1 = \frac{KQ_1}{r} = \frac{9 \times 10^9 \times 1 \times 10^{-6}}{1,5} = 6 \times 10^3 \text{ V}$
  - $Q_2$  kargak  $M$  puntuan sortutako potentziala:  $V_2 = \frac{KQ_2}{r} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6}}{1,5} = 12 \times 10^3 \text{ V}$
  - $M$  puntuan potentzial osoa:  $V = V_1 + V_2 = 6 \times 10^3 + 12 \times 10^3 = 18 \times 10^3 \text{ V}$
- Lanak  $W$  eremu elektrikoak karga  $q$  bat puntu batetik  $V_1$  potentziala duen puntutik beste puntura  $V_2$  potentziala duen puntura eramateko:  $W = q(V_2 - V_1)$ 
  - $P$  puntuko potentziala:  $W = q(V_2 - V_1)$
  - $Q_1$  kargak  $P$  puntuan sortutako potentziala:  $V_{P1} = \frac{KQ_1}{r_1} = \frac{9 \times 10^9 \times 1 \times 10^{-6}}{\sqrt{3,25}} \approx 5 \times 10^3 \text{ V}$
  - $Q_2$  kargak  $P$  puntuan sortutako potentziala:  $V_{P2} = \frac{KQ_2}{r_2} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6}}{\sqrt{3,25}} \approx 10 \times 10^3 \text{ V}$
  - $P$  puntuko potentzial osoa:  $V_P = 5 \times 10^3 + 10 \times 10^3 = 15 \times 10^3 \text{ V}$
- Karga  $P$  puntutik  $M$  puntura eramateko lana:  $W = q(V_M - V_P)$ 

$$W = 1 \times 10^{-6} \times (18 \times 10^3 - 15 \times 10^3) \text{ J} \Rightarrow W = 3 \times 10^{-3} \text{ J} = 3 \text{ mJ}$$

3. Beira-xafla batean, 30 cm-ko lodierakoa bera, eta  $45^\circ$ -ko eraso-angelua eratuz, gorri koloreko argi-izpia sartu da.

- Azaldu argi-izpiaren kolorea aldatuko den edo ez, beira-xaflan sartutakoan; eta, lortu errefrakzio-angelua.
- Zer angelu eratuko du argi-izpiak irtetean, beira-xafla zeharkatutakoan?
- Zenbat denbora behar du argi-izpiak beira-xafla zeharkatzeko?

**Datua:**

- $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$
- $n_{\text{airea}} = 1; n_{\text{beira}} = 1,3$

**Ebazpena:**

- maziztasunaren araberakoa baino ez da argiaren kolorea; beraz, ingurune batetik bestera igarotzean, kolorea ez da aldatuko; kolorea berdina da.

Snell-en legea erabiliko dugu errefrazio-angelua,  $\alpha_2$ , kalkulatzeko:

$$\begin{aligned}
 n_1 \cdot \sin \alpha_1 &= n_2 \cdot \sin \alpha_2 \rightarrow n_{\text{airea}} \cdot \sin \alpha_1 = n_{\text{beira}} \cdot \sin \alpha_2 \rightarrow \\
 &\rightarrow 1 \cdot \sin 45^\circ = 1,3 \cdot \sin \alpha_2 \\
 \sin \alpha_2 &= 0,544 \rightarrow \alpha_2 = \arcsin 0,544 = 32,95^\circ
 \end{aligned}$$

- Inguruneen arteko bereizte-gainazalak paraleloak direnez, ingurune bateko errefrakzio-indizea da hurrengo inguruneeko eraso-angelua; Snell-en legea erabiliko dugu:

$$\begin{aligned}
 1 \text{ eta } 2: & \text{ inguruneen artean } n_1 \cdot \sin \alpha_1 = n_2 \cdot \sin \alpha_2 \\
 2 \text{ y } 3: & \text{ inguruneen artean } n_2 \cdot \sin \alpha_2 = n_3 \cdot \sin \alpha_3 \\
 \text{Beraz:} & n_1 \cdot \sin \alpha_1 = n_2 \cdot \sin \alpha_2 = n_3 \cdot \sin \alpha_3
 \end{aligned}$$

1 eta 3 inguruneak berdinak dira: airea  $n_1 = n_3$ , eta  $\alpha_3$  ateratze-angelua da eraso-angelua:  $= 45^\circ$

- Xaflatik ateratzeko behar duen denbora-tartea kalkulatzeko, argiaren abiadura ingurunean konstantea dela kontuan hartuko dugu:  $d = v \cdot t \rightarrow t = \frac{d}{v}$

Errefrakzio-indizea erabiliz kalkulatu dugu abiadura:

$$n_2 = \frac{c}{v_2} \rightarrow v_2 = \frac{c}{n_2} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}}{1,3} = 2,308 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

Eta betetako distantzia, kosinuaren definizioa erabiliz:

$$\cos \alpha_2 = \frac{L}{d} \rightarrow d = \frac{L}{\cos \alpha_2} = \frac{0,3 \text{ m}}{\cos 32,95^\circ} = 0,3575 \text{ m}$$

$$\text{Denbora-tartea: } t = \frac{d}{v} = \frac{0,3575 \text{ m}}{2,308 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}} = 1,549 \cdot 10^{-9} \text{ s} = 1,549 \text{ ns}$$



4. Xafla metalikoa erasotu dute 150 nm-ko uhin-luzerako fotoiek; eta, ondorioz, elektroiak egorri ditu xaflak. Balaztatze-potentziala da 1,25 V. Lortu honako hauek:

- Fotoi erasotzaileen energia; eta igorritako elektroien energia zinetiko maximoa.
- Energia zinetiko maximoarekin igorritako elektroiei dagokien uhin-luzera.
- Demagun fotoi erasotzaileen maiztasuna bikoiztutakoan balaztatze-potentziala dela 9,54 V; zenbatetsi Planck-en konstantea.

**Datua:**

- Elektroiaren kargaren balio absolutua:  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C;
- Elektroiaren masa:  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg.
- Planck-en konstantea:  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  J s;
- Argiaren abiadura, hutsean:  $c = 3 \cdot 10^8$  m s<sup>-1</sup>;

**Ebazpena:**

- Fotoi erasotzaileen energia:

$$E = h \cdot f = \left( f = \frac{c}{\lambda} \right) = h \cdot \frac{c}{\lambda} = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{150 \cdot 10^{-9}} = 1,33 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

Balaztatze-potentzialetik, ( $V_0$ ), lortuko dugu energia maximoa:

$$E_c = q_e \cdot V_0 = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,25 = 2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Energia zinetikoa maximoa da:  $2 \cdot 10^{-19}$  J

- De Broglie-ren ekuazioa erabiliko dugu uhin-luzeraren balioa lortzeko:

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow mv^2 = 2E_c \Rightarrow m^2v^2 = 2mE_c \Rightarrow mv = \sqrt{2mE_c}$$

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_c}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{2 \cdot 2 \cdot 10^{-19} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}}} = 1,1 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

Uhin-luzera da:  $1,1 \cdot 10^{-9}$  m

- 

$$E = h\nu$$

$$E = W_{\text{ext}} + eV \Rightarrow h\nu = W_{\text{ext}} + eV$$

$$c = \nu\lambda \Rightarrow \nu = \frac{c}{\lambda}$$

$$\left. \begin{array}{l} h \frac{c}{\lambda_1} = W_{\text{ext}} + eV_1 \\ h \nu_2 = W_{\text{ext}} + eV_2 \end{array} \right\} h \left( \frac{c}{\lambda_1} - \nu_2 \right) = e(V_1 - V_2)$$

$$h = \frac{e(V_1 - V_2)}{\left( \frac{c}{\lambda_1} - \nu_2 \right)} \Rightarrow h = \frac{e(V_1 - V_2)}{\left( -\frac{c}{\lambda_1} \right)} \Rightarrow h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$$