

eman ta zabal zazu



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea



# Fisika

# USE 2020

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



**FISIKA**

**FÍSICA**

***Proposatutako zortzi ariketa hauetako LAUri erantzun behar diezu.***

***Ez ahaztu azterketa-orrialde guztietan kodea jartzea.***

- 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 erantzun 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.

***Debes responder a CUATRO de los siguientes ocho ejercicios propuestos.***

***No olvides incluir el código en cada una de las hojas de examen.***

- 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 valoración de los restantes.
- Cada cuestión se valora en un máximo de 2 puntos.
- Puede utilizarse una calculadora científica.



**FISIKA**

**FÍSICA**

**A MULTZOA: Buruketak**  
(Lau buruketa ditu, 2 ebatzi behar dituzu)

**A1.-** Bi hari eroale zuzen, paralelo eta infinitu "d" distantziara daude bata bestetik. Harietatik  $I_1$  eta  $I_2 = 4I_1$  intentsitateko korronteak igarotzen ari dira, hurrenez hurren, noranzko berean.

Kalkula ezazu, bi harien artean eta hariak dauden plano berean:

- $\vec{B}$  eremu magnetikoa (modulua, norabidea eta noranzkoa) bi hari eroaleen arteko distantziaren erdian.
- Zein puntutan den nulua  $\vec{B}$  eremu magnetikoa.
- Errepikatu aurreko galderen kalkuluak  $I_2$  intentsitatearen noranzkoa alderantzikatzen bada.

**Datuak:**

Hari eroale zuzen eta infinitu batek  $r$  distantzia batera sortutako eremu magnetikoaren adierazpena:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}; \quad \mu_0 = 4\pi 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m}/\text{A}$$

**A2.-** Satellite bat ( $m = 2.500 \text{ kg}$ ) Lurraren inguruan biratzen ari da  $3 \cdot 10^4 \text{ km}$ -ko erradioa duen orbita zirkular batean.

- Zer balio du grabitateak orbita horretan?
- Zer balio du satellitearen abiadura angeluarrak?
- Dena delakoagatik satellitearen abiadura ezeztatuko balitz, satellitea Lurrerantz erortzen hasiko litzateke. Zer abiadurarekin helduko litzateke Lurraren gainazalera?

**Datuak:**

Grabitazio unibertsalaren konstantea,  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$

Lurraren erradioa:  $R_L = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$ ; Lurraren masa:  $M_L = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

FISIKA

FÍSICA

**A3.-** Espira karratu batek 5 cm-ko aldea du, eta eremu magnetiko uniforme baten barnean dago (ikusi irudia).

Jakinik  $B$  eremu magnetikoa paperarekiko perpendikularra dela, kanporantz zuzenduta dagoela eta 0,4 T balio duela, zehaztu zer balio izango duen induzitutako indar elektroeragileak (i.e.e.), eta adierazi zer noranzko izango duen korrontek espiran kasu hauetan:

	<p>a) Eremu magnetikoaren balioa bikoiztu egiten da 0,1 segundoan</p> <p>b) Eremu magnetikoaren noranzkoa aldatu egiten da 3 segundoan</p> <p>c) Espira eskuinalderantz higitzen da 2 cm/s-ko abiadurarekin segundo batean.</p>
--	---

**A4.-** Urez beteriko ontzi batean, olio-geruza batez estalita dago uraren gainazala.

	<p>a) Diagrama batean, adieraz ezazu zer ibilbide hartuko duten argi-izpiek airetik oliora eta oliotik uretara pasatzean.</p> <p>b) Airetik datorren argi-izpiak <math>45^\circ</math>-ko angeluarekin erasotzen badiu olio-geruzari, zer errefrakzio-angulu izango du uretan? Zer abiadurarekin higituko da argia olioan zehar? Olio-geruza 3 cm lodi bada, zenbat denbora beharko du izpiak geruza zeharkatzeko?</p> <p>c) Eman dezagun ontziaren behealdetik datorren argi-izpi bat uretatik oliora pasatzen dela. Kalkula ezazu zer erasotze-angulu izan behar duen izpiak uraren eta olioaren arteko banatze-gainazalean argia airera ez pasatzeko.</p>
--	--

**Datuak:**

Errefrakzio-indizeak:  $n_1$  (airea) = 1;  $n_2$  (olioa) = 1,45 ;  $n_3$  (ura) = 1,33

Argiaren abiadura:  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s



**FISIKA**

**FÍSICA**

**B MULTZOA: Galderak**

(Lau galdera ditu, 2ri erantzun behar diezu)

- B1.-** Uhinaren islapena eta errefrakzioa: kontzeptua, errefrakzio-indizea, legeak... Muga-angelua eta erabateko islapena kontzeptuak.
- B2.-** Kepler-en legeak. Enuntziatuak. Orbita zirkularretarako 3. legea deduzitzea grabitazioaren legetik abiatuta.
- B3.-** Lupa. Deskribapena. Eskema: nola eratzen diren irudiak. Handipena.
- B4.-** Indar-lerroak eta gainazal ekipotentzialak masa puntual (edo esferiko) batek eratutako eremu grabitatorioan.

2020

**ZUZENTZEKO ETA KALIFIKATZEKO IRIZPIDEAK**  
**CRITERIOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN**

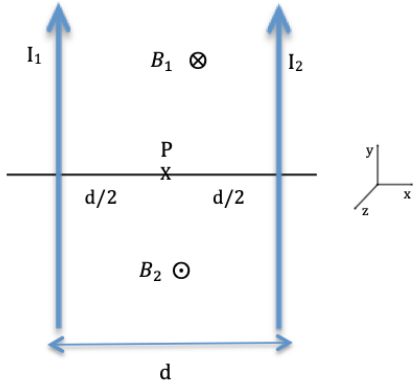
**FISIKA**

Jarraituz gero, erantzunak ordenari jarraituta zuzenduko dira, harik eta beharrezko kopurura iritsi arte.

**A MULTZOA: Buruketak**

**A1.- EBAZPENAK**

a)  $\vec{B}$  "P" puntuan kalkulatzeko, P puntu horretan kalkulatu behar da erresultante bektoriala, hau da modula, norabidea eta noranzkoa:

	<p>Kasu honetan, bi korronteen P puntuan sorturiko eremu magnetikoen norabide bera dute bi eroaleek eratutako plano perpendikularrean, baina aurkako noranzkoa.</p> <p>Bi eroaleek P puntuan sorturiko eremu magnetikoak kalkulatzeko:</p> $B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1} \quad B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_2}$ $B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi \frac{d}{2}} \quad B_2 = \frac{\mu_0 4I_1}{2\pi \frac{d}{2}}$
--	---

Eremu magnetiko erresultantea  $\vec{B}_1$  eta  $\vec{B}_2$  bektoreen batura bektoriala da. Bektore horiek aurkako noranzkoa dutenez, hau izango da eremu magnetiko erresultantea:

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = B_1 \cdot (-\vec{k}) + B_2 \cdot \vec{k}$$

**Modulua kalkulatzeko**

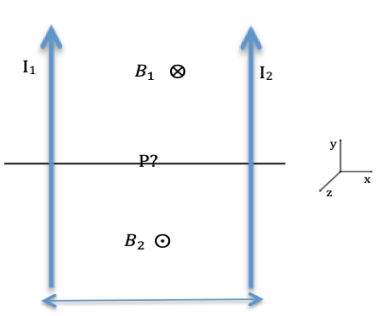
$$B = B_2 - B_1 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi \frac{d}{2}} - \frac{\mu_0 I_1}{2\pi \frac{d}{2}} = \frac{\mu_0 4I_1}{2\pi \frac{d}{2}} - \frac{\mu_0 I_1}{2\pi \frac{d}{2}} = \frac{\mu_0 3I_1}{\pi d} \Rightarrow B = \frac{\mu_0 3I_1}{\pi d} \quad T = \frac{12 \cdot 10^{-7} I_1}{d} \quad T$$

**Norabidea eta noranzkoa:**  $\odot$

Paperarekiko perpendikularra da, eta kanporantz zuzenduta dago.

Bektorialki jarrita :  $\vec{B} = \frac{\mu_0 3I_1}{\pi d} \vec{k} \quad T = \frac{12 \cdot 10^{-7} I_1}{d} \vec{k} \quad T$

b) Kasu honetan, eremu magnetiko erresultanteak nulua izan behar du, bi eroaleen arteko punturen batean.

	<p><b>Batura bektoriala egin behar da</b></p> $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ $\vec{B} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1} (-\vec{k}) + \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_2} \vec{k}$ <p><b>Eremu magnetiko zer puntutan den nulua kalkulatzeko: <math>B_1 = B_2</math></b></p> $\frac{\mu_0 4I_1}{2\pi r_2} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1} \Rightarrow 4r_1 = r_2$ <p>Honako hau izanda distantzia:</p> $d = r_1 + r_2 \quad \text{Ordezkatuz: } r_1 = \frac{d}{5} \text{ m}$
---	---



**ZUZENTZEKO ETA KALIFIKATZEKO IRIZPIDEAK**  
**CRITERIOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN**

	<p>Eremu magnetikoa nulua da lehenengo harirainoko distantzia hau denean:</p> $r_1 = \frac{d}{5} \text{ m}$
--	---

	<p>c) Bi korrontek P puntuan sortutako eremu magnetikoeak norabide eta noranzko berak dituzte bi eroaleek sortutako plano perpendikularrean. Bi eroaleek P puntuan sorturiko eremu magnetikoak kalkulatu dira:</p> $B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1} \quad B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_2}$ $B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi \frac{d}{2}} \quad B_2 = \frac{\mu_0 4I_1}{2\pi \frac{d}{2}}$
--	---

Eremu magnetikoa erresultantea  $\vec{B}_1$  eta  $\vec{B}_2$  bektoreen batura bektoriala da. Bektore horiek noranzko bera dutenez, hau izango da eremu magnetiko erresultantea:

$$\vec{B} = \vec{B}_2 + \vec{B}_1 = B_1 \cdot (-\vec{k}) + B_2 \cdot (-\vec{k})$$

**Modulua kalkulatzeko:**

$$\mathbf{B} = \mathbf{B}_1 + \mathbf{B}_2 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi \frac{d}{2}} + \frac{\mu_0 I_2}{2\pi \frac{d}{2}} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi \frac{d}{2}} + \frac{\mu_0 4I_1}{2\pi \frac{d}{2}} = \frac{\mu_0 5I_1}{\pi d} \Rightarrow \mathbf{B} = \frac{\mu_0 5I_1}{\pi d} = \frac{20 \cdot 10^{-7} I_1}{d} \text{ T}$$

Norabidea eta noranzkoa:  $\otimes$

Paperarekiko perpendikularra da, eta barrurantz zuzenduta dago.

Bektorialki jarrita:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 5I_1}{\pi d} (-\vec{k}) \text{ T} = \frac{20 \cdot 10^{-7} I_1}{d} (-\vec{k}) \text{ T}$$

Bi eroaleen arteko punturen batean dagoen eremu magnetiko nulua kalkulatzeko.

Kasu honetan, korrontek kontrako noranzkoan zirkulatzen ari dira:

	<p>Kasu honetan, bi harien arteko eremu magnetikoa ezin da inoiz nulua izan, bi korrontek kontrako noranzkoan zirkulatzen ari direnez, eremu magnetikoeak norabide eta noranzko berdinak baitituzte.</p>
--	--

**ZUZENTZEKO ETA KALIFIKATZEKO IRIZPIDEAK**
  
**CRITERIOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN**

**A2.- EBAZPENA:**

a) Grabitatearen balioa satelitearen orbitan:

$$F = m g_0 \Rightarrow m g_0 = \frac{GM_L m}{R_0^2} \Rightarrow g_0 = \frac{GM_L}{R_0^2}$$

Ordezkatuz:

$$g_0 = \frac{GM_L}{R_0^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}}{(3 \cdot 10^7)^2} = 0,445 \text{ m/s}^2$$

b) Satelitearen abiadura angeluarra kalkulatzeko.

Satelitean eragiten duen indar zentripetua eta Lurra egiten dion erakarpen-indar grabitatorioa berdinak dira.

$$F_z = m \cdot a_n$$

$$F_g = F_z \Rightarrow \frac{G \cdot M_L \cdot m}{R_0^2} = m \cdot \frac{v^2}{R_0}$$

$$\frac{G \cdot M_L \cdot m}{R_0^2} = m \cdot \omega^2 \cdot R_0 \Rightarrow g_0 \cdot m = m \cdot \omega^2 \cdot R_0 \Rightarrow \omega^2 = \frac{g_0}{R_0}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g_0}{R_0}} = \sqrt{\frac{0,445 \text{ m/s}^2}{3 \cdot 10^7 \text{ m}}} = 1,22 \cdot 10^{-4} \text{ rad/s}$$

c) Energiaren kontserbazio-printzipioa aplikatuz gero:

$$E_{\text{orbita}} = E_{\text{lurraren gainazala}}$$

Orbitan, energia potentzial grabitatorioa baino ez dago:

$$E_{p0} + E_{z0} = E_{pL} + E_{zL}$$

$$-G \cdot \frac{M_L \cdot m}{R_0} + 0 = -G \cdot \frac{M_L \cdot m}{R_L} + \frac{1}{2} \cdot m v^2$$

$$\frac{1}{2} \cdot v^2 = G \cdot M_L \cdot \left( \frac{1}{R_L} - \frac{1}{R_0} \right) \Rightarrow v = \sqrt{2 \cdot G \cdot M_L \cdot \left( \frac{1}{R_L} - \frac{1}{R_0} \right)}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2} \cdot 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg} \left( \frac{1}{6,37 \cdot 10^6 \text{ m}} - \frac{1}{3 \cdot 10^7 \text{ m}} \right)}$$

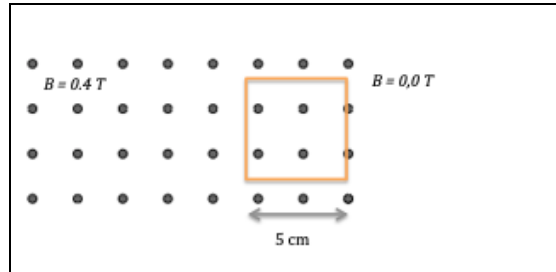
$$\mathbf{v = 9923,54 \text{ m/s}}$$



## ZUZENTZEKO ETA KALIFIKATZEKO IRIZPIDEAK

### CRITERIOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN

### A3.- EBAZPENA



Hasieran, espira eremu magnetikoaren barruan oso-osorik dago.

$$\varepsilon = \frac{-\Delta\phi}{\Delta t} \text{ eta } \phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cos \alpha$$

$$\phi = B \cdot S \cdot \cos 0 = 0,40 \cdot 0,05^2 \cdot 1 = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$$

a)

$$B = 2 \cdot 0,4 = 0,8 \text{ T} \Rightarrow \phi = 0,8 \cdot 0,05^2 = 2,00 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$$

$$\varepsilon = \frac{-\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{(2,00 \cdot 10^{-3} - 1,00 \cdot 10^{-3})}{0,1} = -0,01 \text{ V}$$

Fluxu magnetikoak gora egiten du; beraz, espiran induzitutako korrante elektrikoak sorraraziko duen eremu magnetikoaren fluxuak hasierakoari kontra egingo dio: induzitutako korrantearen noranzkoa erlojuaren orratzena da.

b)

$$\alpha = 180^\circ \Rightarrow \phi = B \cdot S \cdot \cos 180^\circ = 0,4 \cdot 0,05^2 (-1) = -1,00 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$$

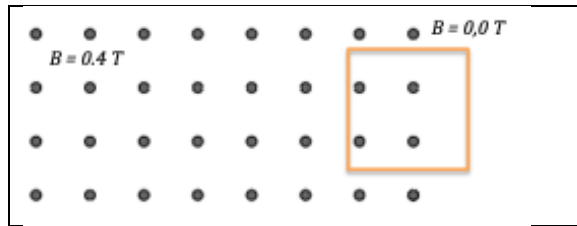
$$\varepsilon = \frac{-\Delta\phi}{\Delta t} = -\frac{(-1,00 \cdot 10^{-3} - 1,00 \cdot 10^{-3})}{3} = +6,667 \cdot 10^{-4} \text{ V}$$

Fluxu magnetikoak behera egin du, beraz, espiran induzitutako korrante elektrikoak sorraraziko duen eremu magnetikoaren noranzkoa eta hasierakoarena berdinak dira: induzitutako korrantearen noranzkoa erlojuaren orratzen kontrakoa da.

c) Kasu honetan, fluxu magnetikoa aldatu egiten da, eremu magnetikoaren barruan dagoen espiraren azalera gutxitzen delako. Espira 2 cm eskuinerantz higitzen da segundo batean; beraz, eremu magnetikoaren barruan dagoen espiraren azalera hau izango da:

$$S = 5 \times 3 = 15 \text{ cm}^2 ; \quad S = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

**ZUZENTZEKO ETA KALIFIKATZEKO IRIZPIDEAK**  
**CRITERIOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN**



$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos 0 = 0,4 \cdot 0,0015 = 6,00 \cdot 10^{-4} \text{Wb}$$

$$\varepsilon = \frac{-\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{-(6,00 \cdot 10^{-4} - 1,00 \cdot 10^{-3})}{1} = 4,00 \cdot 10^{-4} \text{V}$$

Kasu honetan, fluxu magnetikoa gutxitu egiten da; beraz, induzitutako korroneak erlojuaren orratzen kontrako noranzkoa du.

**A2.- EBAZPENA**

a) Diagrama

	<p>Errefrakzio-indizea kontuan hartuta:  <math>i_1 &gt; r_1</math> eta <math>i_2 &lt; r_2</math>                  Kasu honetan:  <math>r_1 = i_2</math></p>
--	---

b) Snell-en legea aplikatzen badugu:

$$n_1 \cdot \sin(i_1) = n_2 \cdot \sin(r_1) \Rightarrow 1 \cdot \sin 45^\circ = 1,45 \cdot \sin(r_1)$$

$$\sin(r_1) = 0,4877 \Rightarrow r_1 = 29,19^\circ$$

$$r_1 = i_2 \Rightarrow n_2 \cdot \sin(i_2) = n_3 \cdot \sin(r_2) \Rightarrow 1,45 \cdot \sin(29,19^\circ) = 1,33 \cdot \sin(r_2)$$

$$\sin(r_2) = 0,5317 \Rightarrow r_2 = 32,12^\circ$$

$$\text{Argiaren abiadura olioan: } n = \frac{c}{v} \Rightarrow 1,45 = \frac{3 \cdot 10^8}{v} \Rightarrow v = 206.896,55 \text{ km/s}$$

**Olio-geruza zeharkatzeko denbora:**

Distantzia kalkulatzeko, olio-geruzan argi-izpiak duen ibilbidea aztertu behar da:

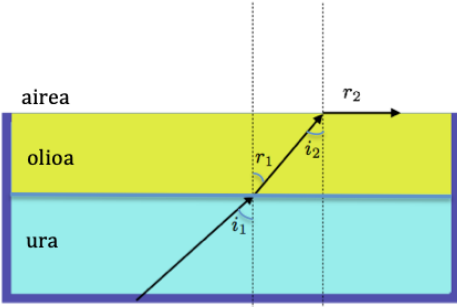
**ZUZENTZEKO ETA KALIFIKATZEKO IRIZPIDEAK**  
**CRITERIOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN**

$$d = \frac{0,03m}{\cos(29,19^\circ)} = 0,0344 \text{ m}$$

Beraz, olio-geruza zeharkatzeko denbora hau da:

$$t = \frac{d}{v} = \frac{0,0344 \text{ m}}{206896,55 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}} = 1,66 \cdot 10^{-10} \text{ s}$$

c)

	<p>Kasu honetan, argia airera ez heltzeko, hau bete behar da:</p> $r_2 = 90^\circ$
--	--

Snell-en legea aplikatuz:

$$\begin{aligned}
 n_3 \cdot \sin(i_1) &= n_2 \cdot \sin(r_1) && \Rightarrow 1,33 \cdot \sin(i_1) = 1,45 \cdot \sin(r_1) \\
 r_1 &= i_2 \\
 n_2 \cdot \sin(i_2) &= n_1 \cdot \sin(r_2) && \Rightarrow 1,45 \cdot \sin(i_2) = 1 \cdot \sin(90^\circ) \Rightarrow \sin(i_2) = 0,69 \\
 1,33 \cdot \sin(i_1) &= 1,45 \cdot 0,69 && \Rightarrow \sin(i_1) = 0,7522 \Rightarrow
 \end{aligned}$$

Eraso-angelua (uretan)  $i_1 = 48,79^\circ$