

Irizpide orokorren aipamena

Zuzentzaileei emandako zuzenketa-irizpide orokorrak aplikatu behar dira, bereziki hauek:

- Kalkulu sinbolikoa zenbakizkoaren aurretik.
- Unitateak falta edo okerrak izatea: -0,1 puntu.
- Akats bektorial sinboliko errepikatuak: -0,1 puntu.
- Biribiltze-akatsak eta zifra esanguratsuen akatsak: -0,1 puntu.
- Akats larriek (ekuazio okerrak, eskalar/bektorial nahasketa, etab.) atal osoa baliogabetu dezakete.
- Atal batek aurreko baten emaitza behar badu, ikasleak emandako balioa erabiliko da, fisikoki zentzugabea ez bada.

Datu eta konstante fisikoen taula

Honako taula honek azterketaren enuntziatuarekin batera joan behar du. Ariketak ebazteko behar diren konstante guztiak dauzka.

DATUAK eta
KONSTANTE
FISIKOAK

$G=6,67 \times 10^{-11} \text{Nm}^2\text{kg}^{-2}$	$c=3,00 \times 10^8 \text{ms}^{-1}$	$v_{soinua}=340 \text{ms}^{-1}$	$K=9,00 \times 10^9 \text{Nm}^2\text{C}^{-2}$
$M_{Lurra}=5,97 \times 10^{24} \text{kg}$	$h=6,63 \times 10^{-34} \text{Js}$	$I_0=10^{-12} \text{Wm}^{-2}$	$m_p=1,67 \times 10^{-27} \text{kg}$
$R_{Lurra}=6,37 \times 10^6 \text{m}$	$ q_e =1,60 \times 10^{-19} \text{C}$	$m_e=9,11 \times 10^{-31} \text{kg}$	

1. ariketa — Eremu grabitatorioa (2,50 puntu)

Puntuen banaketa

Atala	Azpiatala	Puntuak	Edukia
a)	a.1	0,50	r_{geo} -ren kalkulua
	a.2	0,25	h -ren kalkulua
	a.3	0,25	v_{orb} -ren kalkulua
		1,00	
b)	b.1	0,50	Talka-abiadura (erorketa askea, r -tik)
	b.2	0,50	Alderaketa

Atala	Azpiatala	Puntuak	Edukia
			energetikoa eta ondorioa
		1,00	
c)	c.1	0,50	Masarekiko mendekotasuna
		0,50	

Aurretiko datuak

$$\mu = GM_T = 6,67 \times 10^{-11} \times 5,97 \times 10^{24} = 3,98 \times 10^{14} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$$

Periodo geogeldikorra: $T = 24h = 86400 \text{ s}$.

Ebazpena eta irizpideak

a) — Orbita geogeldikorra (1,00 = 0,50 + 0,25 + 0,25)

- **0,50** — Orbitaren erradioa (r_{geo}):

$$\frac{GMm}{r^2} = m\omega^2 r \Rightarrow r = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{3,98 \times 10^{14} \times (86400)^2}{39,48}} = 4,22 \times 10^7 \text{ m}$$

- **0,25** — Altuera (h):

$$h = r - R_T = 4,22 \times 10^7 - 6,37 \times 10^6 = 3,58 \times 10^7 \text{ m} \approx 35800 \text{ km}$$

- **0,25** — Orbita-abiadura (v_{orb}):

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{3,98 \times 10^{14}}{4,22 \times 10^7}} = 3,07 \times 10^3 \text{ m/s} \approx 3,07 \text{ km/s}$$

b.1 — Talka-abiadura (0,50)

- **0,50** — Energiaren kontserbazioa (erorketa askea, geldiunetik eta r_{geo} -tik hasita):

$$E_i = E_f \Rightarrow -\frac{GMm}{r_{geo}} = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{GMm}{R_T}$$

Bakantzea eta kalkulua:

$$v = \sqrt{2GM \left(\frac{1}{R_T} - \frac{1}{r_{geo}} \right)} = \sqrt{2 \cdot 3,98 \times 10^{14} (1,57 \times 10^{-7} - 2,37 \times 10^{-8})}$$

$$v = \sqrt{7,96 \times 10^{14} \cdot 1,33 \times 10^{-7}} = 1,03 \times 10^4 \text{ m/s} \approx 10,3 \text{ km/s}$$

b.2 — Energia eta ondorioa (0,50)

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 300 \cdot (1,03 \times 10^4)^2 \approx 1,6 \times 10^{10} \text{ J}$$

Energia (10^{10} J) petardoarena (10^5 J) baino 100000 aldiz handiagoa da. Magnitude-ordena horrek ez du bermatzen “eremu handiak suntsituko **ez** direnik”.

Irizpidea: 0,50, K kalkulatzegatik (edo magnitudea arrazoitzeagatik), eta titularra suntsipen-irismenari dagokionez **exageratua** dela ondorioztatzeagatik.

c.1 — Masarekiko mendekotasuna (0,50)

Magnitude zinematikoak (r, v, h, a) **ez dira** satelitearen masaren mendeko (higidura-ekuazioetan sinplifikatzen da). Magnitude energetikoak (E, W), ordea, **badira** masaren mendeko, modu linealean ($E \propto m$).

Irizpidea: 0,50, zein magnitude aldatzen diren eta zein ez zuzen bereizteagatik.

2. ariketa — Eremu elektromagnetikoa (2,50 puntu)

Puntuen banaketa

Atala	Azpiatala	Puntuak	Edukia
a)	a.1	0,25	Fluxu magnetikoaren definizioa ($\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S}$)
	a.2	0,25	Faraday-Lenz-en legea eta zeinu negatiboa
		0,50	
b)	b.1	0,25	Angelu konstantea eta $\Phi(t)$, I. konfigurazioa
	b.2	0,25	$\varepsilon(t)$ iee-aren dedukzioa I. konfigurazioa
	b.3	0,50	$t=7$ ms-ko zenbakizko kalkulua
		1,00	
c)	c.1	0,50	II. konfigurazioko iee-aren adierazpena eta zenbakizko kalkulua
	c.2	0,50	Iee maximoaren analisia eta bideragarritasuna

Atala	Azpiatala	Puntuak	Edukia
		1,00	

Ebazpena eta irizpideak

a.1 — Fluxu magnetikoa (0,25)

$$\Phi = \int \vec{B} \cdot d\vec{S} \text{ (edo } \Phi = BS \cos \theta \text{ eremu uniformerako)}$$

Magnitudeak: B (eremua), S (gainazala, azalera), θ ($\vec{B}$ eta S -ren normalaren arteko angelua).

a.2 — Faraday-Lenz-en legea (0,25)

$$\varepsilon = - \frac{d\Phi}{dt}$$

Zeinuaren esanahia: Induzitutako ize-ak sortzen duen korranteak sortu duen fluxu-aldaketaren aurkako eremu magnetikoa eragiten du (Lenzen legea).

b.1 — I. konfigurazioko fluxua (0,25)

Espira XY planoan, $\vec{B}$ Z ardatzean $\Rightarrow$ bektoreak paraleloak $\Rightarrow \theta = 0^\circ$ (edo 180°), konstantea.

$$\Phi(t) = B(t) \cdot S = (3t^2)(\pi R^2) = 3\pi(0,06)^2 t^2 \approx 0,0339t^2 \text{ Wb}$$

b.2 — I. konfigurazioko ize (0,25)

$$\varepsilon = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{d}{dt}(0,0339t^2) = -0,0678t \text{ V}$$

(Modulua erabiltzea onartuta dago)

b.3 — Kalkulua $t=7$ ms-an (0,50)

- **0,50** — ize-a: $|\varepsilon| = 0,0678 \cdot 0,007 = 4,7 \times 10^{-4} \text{ V} = 0,47 \text{ mV}$.

c.1 — II. konfigurazioa (sorgailua) (0,50 = 0,25 + 0,25)

- **0,25** — Adierazpenak:

$$\Phi(t) = BS \cos(\omega t)$$

$$\varepsilon(t) = - \frac{d\Phi}{dt} = BS\omega \sin(\omega t)$$

- **0,25** — Kalkulua: $\omega t = 60 \times 0,007 = 0,42 \text{ rad}$.

$$\varepsilon = (8 \times 10^{-3}) \cdot (\pi \cdot 0,06^2) \cdot 60 \cdot \sin(0,42)$$

$$\varepsilon = 5,43 \times 10^{-3} \cdot \sin(0,42) \approx 2,2 \times 10^{-3} \text{ V} = 2,2 \text{ mV}$$

c.2 — ize maximoa eta analisisa (0,50)

- **0,50** — Egiaztapena: $\varepsilon_{mx} = 5,43 \times 10^{-3} \text{ V} = 5,4 \text{ mV}$.

$5,4 \text{ mV} > 0,50 \text{ mV}$ denez, prototipoak **soberan betetzen du** baldintza.

3. ariketa A aukera — Uhinak (biolina) (2,50 puntu)

Puntuen banaketa

Atala	Azpiatala	Puntuak	Edukia
a)	a.1	0,25	Uhin-luzera soka
	a.2	0,25	Uhin-luzera airean
		0,50	
b)	b.1	0,25	Maiztasun/luzera erlazioa ($f \propto 1/L$)
	b.2	0,25	$f_{Mi}L = f_{La}L'$ planteamendua
	b.3	0,25	L' -ren kalkulua
	b.4	0,25	Sakatzeko distantzia
		1,00	
c)	c.1	0,25	Intentsitatea, biolin batekin
	c.2	0,25	Soinu-maila, biolin batekin
	c.3	0,25	Intentsitate osoa (2 biolin)
	c.4	0,25	Soinu-maila, 2 biolinekin
		1,00	

Ebazpena eta irizpideak

a) — Uhin-luzerak (**0,50 = 0,25 + 0,25**)

- **0,25** — Soka (oinarrizko modua, $L = \lambda/2$):

$$\lambda_{soka} = 2L = 2 \times 0,328 = 0,656m$$

- **0,25** — Airean ($v_s = 340m/s$):

$$\lambda_{aire} = \frac{v_s}{f} = \frac{340}{659,3} = 0,516m$$

b) — La notarako posizioa (**1,00 = 4 × 0,25**)

- **0,25** — Maiztasun-luzera erlazioa: $v = \lambda f = 2Lf \Rightarrow f \propto 1/L$ (tentsioa eta dentsitate lineala konstanteak badira).

- **0,25** — Planteamendua: $f_{Mi} \cdot L = f_{La} \cdot L'$.
- **0,25** — L' -ren kalkulua:

$$L' = L \frac{f_{Mi}}{f_{La}} = 32,8 \cdot \frac{659,3}{880,0} = 24,6 \text{ cm}$$

- **0,25** — Sakatzeko puntua: zubitik 24,6 cm-ra dago. Klabijatik (sakatutako muturra):
 $d = 32,8 - 24,6 = 8,2 \text{ cm}$.

Irizpidea: edozein muturrekiko distantzia onartzen da, behar bezala zehaztuta badago.

c) — Dezibelak (1,00 = 4 × 0,25)

- **0,25** — Intentsitatea, biolin batekin ($r=10 \text{ m}$):

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{10^{-6}}{4\pi (10)^2} = 7,96 \times 10^{-10} \text{ W/m}^2$$

- **0,25** — Maila, biolin batekin:

$$\beta_1 = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) = 10 \log \left(\frac{7,96 \times 10^{-10}}{10^{-12}} \right) = 10 \log(796) \approx 29 \text{ dB}$$

- **0,25** — Intentsitatea, 2 biolinekin: $I_{total} = 2I$.
- **0,25** — Maila, 2 biolinekin: $\beta_2 = \beta_1 + 10 \log 2 \approx 29 + 3 = 32 \text{ dB}$.

3. ariketa B aukera — Optika (lenteak) (2,50 puntu)

Puntuen banaketa

Atala	Azpiatala	Puntuak	Edukia
a)	a.1	0,50	Lente-hautaketa (konbergentea, irudi erreala)
	a.2	0,50	Foku-distantzia f'
		1,00	
b)	b.1	0,25	Objektuaren distantzia s
	b.2	0,25	Handipena eta irudiaren tamaina
		0,50	
c)	c.1	0,25	Irudiaren orientazioa (M -ren)

Atala	Azpiatala	Puntuak	Edukia
			zeinua)
	c.2	0,50	$s=f'/2$ kasua: posizioa eta handipena
	c.3	0,25	Propietateen alderaketa
		1,00	

Ebazpena eta irizpideak

a) — Lente egokia eta foku-distantzia (1,00 = 0,50 + 0,50)

Pantaila batean proiektatzeko **irudi erreala** behar da. Lente dibergenteek ($P < 0$) irudi birtualak baino ez dituzte sortzen. Konbergenteek ($P > 0$), ordea, irudi errealak sortzen dituzte, objektua fokutik kanpo badago.

- **0,50** — Hautaketa: $+3D$ potentziako lupa (konbergentea).
- **0,50** — Foku-distantzia:

$$f' = \frac{1}{P} = \frac{1}{3} m \approx 0,333m = 33,3cm$$

b.1 — Objektuaren posizioa (0,25)

Irudiaren distantzia $s' = +2,00$ m (positiboa, erreala, eskuinean).

- **0,25** — Gauss-en ekuazioa:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{2} - \frac{1}{s} = 3$$

Bakantzea:

$$\frac{1}{s} = 0,5 - 3 = -2,5 \Rightarrow s = -\frac{1}{2,5} = -0,40m = -40cm$$

b.2 — Handipena eta tamaina (0,25)

- **0,25** — Handipena eta tamaina:

$$M = \frac{s'}{s} = \frac{2,00}{-0,40} = -5$$

$$h' = M \cdot h = -5 \cdot 2,40 = -12,0cm$$

Irudiaren tamaina: 12 cm.

c.1 — Orientazioa (0,25)

- **0,25** — M -ren zeinu negatiboa (-5): irudia **alderantzikatua** da.

c.2 — $s=f'/2$ kasua (0,50 = 0,25 + 0,25)

- 0,25 — Lentearen ekuazioa:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}, s = -\frac{f'}{2}$$

$$\frac{1}{s'} + \frac{2}{f'} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{s'} = -\frac{1}{f'} \Rightarrow s' = -f'$$

- 0,25 — Handipena:

$$M = \frac{s'}{s} = \frac{-f'}{-f'/2} = +2$$

c.3 — Propietateen konparaketa (0,25)

Proiektzio-kasua ($s = s' = 2$ m-rako): irudia **erreal**a, **alderantzik**atua, handiagoa ($|M| = 5$). $s = f'/2$ kasua: irudia **birtu**ala, **zuzen**a, handiagoa ($|M| = 2$).

4. ariketa A aukera — Fisika kuantikoa (2,50 puntu)

Puntuen banaketa

Atala	Azpiatala	Puntuak	Edukia
a)	a.1	0,25	Einstein-en ekuazioa eta esanahia
	a.2	0,25	Energia zinetiko maximoa K_{mx}
		0,50	
b)	b.1	0,50	Lan-funtzioa W_0
	b.2	0,50	ν_{um} eta λ_{um}
		1,00	
c)	c.1	0,25	K_{mx} berria eta alderaketa
	c.2	0,50	Lan-funtzio berria W_0
	c.3	0,25	ν_{um} -en aldaketa eta azalpena
		1,00	

Ebazpena eta irizpideak

a) — Einstein-en ekuazioa eta K_{mx} (0,50 = 0,25 + 0,25)

Datuak: $\lambda=280nm$, $V_{stop}=1,3V$.

- **0,25** — Einstein-en ekuazioa:

$$\frac{hc}{\lambda} = W_0 + K_{mx}$$

Non W_0 lan-funtzioa den eta K_{mx} , energia zinetiko maximoa.

- **0,25** — Energia zinetiko maximoa:

$$K_{mx} = eV_{stop} = 1,3eV = 2,08 \times 10^{-19}J$$

b) — W_0 , ν_{um} eta λ_{um} (1,00 = 0,50 + 0,50)

- **0,50** — Fotoiaren energia eta lan-funtzioa:

$$E_\gamma = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \cdot 3 \times 10^8}{280 \times 10^{-9}} = 7,10 \times 10^{-19}J \approx 4,44eV$$

$$W_0 = E_\gamma - K_{mx} = 4,44 - 1,3 = 3,14eV (\approx 5,02 \times 10^{-19}J)$$

- **0,50** — Atariko uhin-luzera eta atari-maiztasuna:

$$\nu = \frac{W_0}{h} = \frac{5,02 \times 10^{-19}}{6,63 \times 10^{-34}} = 7,57 \times 10^{14}Hz$$

$$\lambda = \frac{c}{\nu_{um}} \approx \frac{3,00 \times 10^8}{7,57 \times 10^{14}} = 3,96 \times 10^{-7}m = 396nm$$

c) — Metal oxidatua (1,00 = 0,25 + 0,50 + 0,25)

Balaztatze-potentzial berria $V'_{stop}=0,7V$.

- **0,25** — K_{max} txikitu egiten da:

$$K'_{max} = eV'_{balaztatze} = 0,7eV$$

- **0,50** — Lan-funtzio berria:

$$W'_0 = E_\gamma - K'_{max} = 4,44 - 0,7 = 3,74eV$$

- **0,25** — ν atari-maiztasuna handitu egiten da (eta λ atariko uhin-luzera txikitu), W_0 handiagoa delako; oxidazioak elektroien erauzpena zailtzen du.

4. ariketa B aukera — Fisika nuklearra (2,50 puntu)

Puntuen banaketa

Atala	Azpiatala	Puntuak	Edukia
a)	a.1	0,25	$N(t)=N_0 e^{-\lambda t}$ lege esponentziala
	a.2	0,25	Grafiko kualitatiboa eta esanahia
	a.3	0,25	$\lambda-t_{1/2}$ erlazioa
	a.4	0,25	λ -ren kalkulua
		1,00	
b)	b.1	0,25	Egungo N (10 g)
	b.2	0,25	Heriotza-uneko N_0 (10 g)
		0,50	
c)	c.1	0,25	Ekuazioaren planteamendua
	c.2	0,50	t -ren bakantze sinbolikoa
	c.3	0,25	Zenbakizko kalkulua
		1,00	

Ebazpena eta irizpideak

a) — Desintegrazio-legea eta λ (1,00 = 4 × 0,25)

- **0,25** — Ekuazioa: $N(t)=N_0 e^{-\lambda t}$.
- **0,25** — Grafikoa: Kurba esponentzial beherakorra. Y ardatza: Nukleo kopurua N . X ardatza: Denbora t .
- **0,25** — Erlazioa: $\lambda=\ln 2/t_{1/2}$.
- **0,25** — Kalkulua:

$$\lambda=\frac{\ln 2}{T_{1/2}}=\frac{0,693}{5730} \approx 1,21 \times 10^{-4} \text{urte}^{-1}$$

(SI-ra pasatuta: $3,83 \times 10^{-12} \text{s}^{-1}$).

b) — Egungo eta heriotza-unekeko atomo kopurua (0,50 = 0,25 + 0,25)

- **0,25** — Egungo atomo kopurua (10 g):

$$N = 9,5 \times 10^8 \text{ atomo/g} \times 10 \text{ g} = 9,5 \times 10^9 \text{ atomo}$$

- **0,25** — Heriotza-unekeko atomo kopurua (10 g):

$$N_0 = 6,9 \times 10^9 \text{ atomo/g} \times 10 \text{ g} = 6,9 \times 10^{10} \text{ atomo}$$

c) — Antzinatasuna (1,00 = 0,25 + 0,50 + 0,25)

- **0,25** — Planteamendua:

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln(N/N_0) = -\lambda t$$

- **0,50** — Bakantze sinbolikoa:

$$t = -\frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{N}{N_0}\right)$$

- **0,25** — Zenbakizko kalkulua:

$$\frac{N}{N_0} = \frac{9,5 \times 10^9}{6,9 \times 10^{10}} \approx 0,1377$$

$$t = -\frac{1}{1,21 \times 10^{-4}} \ln(0,1377) \approx 16360 \text{ urte}$$

(≈ 16400 urte ere onartzen da).