



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

USaP  
2024/25

AZTERKETA EREDUA

PAU  
2024/25

MODELO DE EXAMEN



HEZKUNTZA SAILA  
DEPARTAMENTO DE EDUCACION

FISIKA

FÍSICA

### AZTERKETARAKO ARGIBIDEAK

- Proba idatzi honek 4 ariketa ditu.
- Problema bakoitzak 2,5 puntu balio du. Atal guztiek balio berdina dute. Atal bakoitzaren emaitzak, zuzena zein okerra izan, ez du izango inolako eraginik beste ataletako emaitzen balioespenean.
- Kalkulagailu zientifikoa erabil daiteke.

### INSTRUCCIONES PARA EL EXAMEN

- Esta prueba escrita se compone de 4 ejercicios.
- Cada problema tiene un valor de 2,5 puntos. Todos los apartados tienen igual valor. El resultado, correcto o incorrecto, de cada apartado no influirá en la valoración de los restantes.
- Puede utilizarse una calculadora científica.



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

USaP  
2024/25

AZTERKETA EREDUA

PAU  
2024/25

MODELO DE EXAMEN



HEZKUNTZA SAILA  
DEPARTAMENTO DE EDUCACION

FISIKA

FÍSICA

## 1. ariketa: Grabitate Eremuari dagozkion konpetentziak

### Testuingurua: esplorazio espaziala

Azken urteotan, espazio-esplorazioak nabarmen egin du aurrera, eta, horri esker, inoiz aztertu gabeko zeruko gorputz berriak aurkitu ditugu. Misio horien helburu nagusietako bat gorputz horiei buruzko ezinbesteko informazioa biltzea da, eta, bereziki, etorkizunean kolonia iraunkorrak har ditzaketen zehaztea.

Espazio-ontzi batek planeta berri bat aurkitzen duenean, eta haren orbitan harrapatuta geratzen denean, zientzialariek orbita hori aztertu behar dute planetaren ezaugarri erabakigarriak zehazteko, hala nola masa, dentsitatea eta grabitatea.

**Enuntziatua:** imajinatu espazio-zunda moderno bat orbita zirkular eta egonkor batean harrapatu dutela, esploratu gabeko planeta baten inguruan, urrun dagoen izar-sistema batean. Nabigazio-sistemak jakinarazten du ontziaren orbita-abiadura 25.000 km/h-koa dela, eta orbita oso bat osatzen duela 5 ordutan.

### Zera da zure zeregina:

- Espaziontzia planetaren inguruan duen orbita zirkularra irudikatuko duen zirriborroa egin, orbitaren erradioa argi eta garbi adieraziz.
  - Orbitaren erradioa kalkulatzeko jarraituko zenituzkeen urratsak deskribatzea eta erradio hori nabearen abiadurarekin nola erlazionatzen den azaltzea.
- Gorputz askeko diagrama bat erabiliz, espazio-ontziaren orbitan eragiten duten indarren zirriborroa egitea.
  - Indar horiek planetaren masarekin nola erlazionatzen diren azaldu, eta masa hori kalkulatzeko prozedura deskribatu.
- Marraztu grafiko kualitatibo bat, espazio-ontziaren energia potentziala eta energia zinetikoa nola aldatzen diren erakusten duena, haren orbitan mugitzen den heinean.
  - Azaldu nola kalkulatu zenukeen planetaren gainazaleko grabitateak eragindako azelerazioa, dentsitatea kontuan hartuta.



FISIKA

FÍSICA

Soluzioa

- a) **Zirriborroa:** ikasleak orbita irudikatzen duen zirkulu bat marraztea espero da, planeta erdian dagoela.  $R$  orbitaren erradioa markatu behar du.

**Erradioaren kalkulua:**  $v$  abiadura orbitala konstantea da eta  $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$  -ren arabera orbitaren erradioarekin lotuta dago, non  $M$  planetaren masa da, eta  $G$  grabitazio unibertsalaren konstantea. Orbita osoa 5 ordutan egiteak esan nahi du  $2\pi R = vT$ , non  $T = 5 \times 3600s$ .

Horrela,  $R = \frac{vT}{2\pi}$

**Espero den emaitza:**  $R \approx 1.8 \times 10^7 m$ .

- b) **Gorputz askeko diagrama:** ikasleak espazio-ontzia eta indar jarduleak marraztu behar ditu: indar zentripetoa eta planetaren grabitatea.

**Planetaren masa kalkulatzeko:**  $F_g = \frac{GMm}{R^2}$  eta  $F_c = \frac{mv^2}{R}$  erlazioak erabiliz, indarrak berdintzen dira:

$$\frac{GM}{R^2} = \frac{v^2}{R}$$

Beraz,  $M = \frac{v^2 R}{G}$

**Espero den emaitza:**  $M \approx 5,96 \times 10^{24} kg$

- c) **Energia-grafikoak:** ikasleak zirriborratu behar du energia potentziala ( $U$ ) eta zinetika ( $K$ ) nola aldatzen diren orbitako posizioarekin. Biak dira konstanteak, orbita zirkularra dela eta. **Gainazaleko grabitatearen kalkulua :**  $\rho$  dentsitatea ezaguna bada,  $M = \rho V$ , eta bolumena

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

Orduan,  $r = \left(\frac{3M}{4\pi\rho}\right)^{\frac{1}{3}}$

Beraz,  $g$  grabitate-azelerazioa horrela kalkulatu da:  $g = \frac{GM}{r^2}$

**Espero den emaitza:**  $g \approx 9.8m/s^2$ .



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

USaP  
2024/25

AZTERKETA EREDUA

PAU  
2024/25

MODELO DE EXAMEN



FISIKA

FÍSICA

## 2. ariketa: Eremu Elektromagnetikoari dagozkion kompetentziak

### Testuingurua: kargatutako partikulen manipulazioaren erronkak eta aplikazioak

Nanoteknologiaren eta ingeniartzaren aurrerapenarekin, gero eta inportanteagoa da elektrikoki kargatutako partikulak nola manipulatu ulertzea. Eremu elektriko eta magnetikoekin lan egiten duten teknologiak funtsezkoak dira gailu medikoak eta elektronikoak garatzeko, partikula-azeleragailuetatik hasi eta energia biltegiratzeko metodo berrietara arte.

Imajinatu hutseko karga puntualen portaera aztertzekeo esperimentuak egiten ari direla, aplikazio medikoetan nanopartikulak manipulatzeko teknologia berri bat garatzeko.

**Enuntziatua:** hutsean egindako esperimentu batean,  $q_1 = +10 \mu\text{C}$  eta  $q_2 = -40 \mu\text{C}$  karga puntualak 1m-ko distantziaz berezita daude.

### Zera da zure zeregina:

- Bi kargek sortutako eremu elektrikoa zirriboratu, biak lotzen dituen lerro zuzen batean. Adierazi grafikoki eremu elektrikoa nulua den A puntua, eta azaldu nola zehaztu duzun puntu hori.
- Marratzu lerro ekipotenzialak kargen inguruan, eta adierazi potentzial elektrikoa nulua den B puntua. Azaldu zure marrazkiaren atzean dagoen arrazoibidea eta deskribatu puntu hau aurkitzeko egin beharreko urratsak.
- Zirriboratu A eta B puntuen arteko ibilbidean protoi baten energia potentziala irudikatzen duen diagrama bat. Gero, azaldu nola kalkulatu zenukeen protoia puntu horien artean mugitzeko behar den lana, diagrama zure azalpena bermatzeko erabiliz.



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

USaP  
2024/25

AZTERKETA EREDUA

PAU  
2024/25

MODELO DE EXAMEN



FISIKA

FÍSICA

## Soluzioa

- a) **Eremu elektrikoaren zirriborroa:** ikasleak  $q_1$  eta  $q_2$  inguruko eremu-lerroak marraztea espero da, eta eremua nulua den A puntuak karga txikienetik (positiboa) gertuago egon behar du.

**A puntuaren kalkulua:**

$$\frac{kq_1}{x^2} = \frac{kq_2}{(1-x)^2}$$

Ebatziz,  $x \approx 0,2 \text{ m}$ .

- b) **Lerro ekipotenzialak:** ikasleak lerro ekipotenzial perpendikularrak marraztu behar ditu eremu-lerroekiko. B puntuak karga bakoitzaren ondoriozko potentzialak baliogabetzen diren distantziara egon behar du.

**B puntuaren kalkulua:**

$$\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} = 0$$

Ebatziz, B puntua kargen arteko segmentutik kanpo dago

- c) **Energia potentzialaren diagrama:** grafikoak U-ren aldaketa erakutsi behar du A eta B lotzen dituen lerroan zehar.

**Lanaren kalkulua:**

$$W = q[V_B - V_A]$$

non  $V_A$  eta  $V_B$  potentzialak dira A eta B puntuetan.



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

USaP  
2024/25

AZTERKETA EREDUA

PAU  
2024/25

MODELO DE EXAMEN



FISIKA

FÍSICA

### 3.riketa: Bibrazioen eta Uhinaren dagozkien kompetentziak

#### Testuingurua: zuntzetan eta kableetan uhinak hedatzea eta material aurreratuak ikertzea

Hainbat hedabidetan uhinaren hedapena aztertzea funtsezkoa da teknologia modernoetan, hala nola datuak zuntz optiko bidez transmititzean eta erresistentzia handiko kableen fabrikazioan. Uhin horien modelizazio egokiari esker, hobeto kontrola daiteke transmititzen den informazioa eta uhinok dituzten materialen egonkortasuna. Datuen transmisioa eta egitura-osotasuna hobetzeko, funtsezkoa da uhinak bitarteko horietan nola hedatzen eta islatzen diren ulertzea.

Ikerketa-laborategi batean industria aeroespazialean erabiltzen den kable aurreratu batean zeharkako uhinak hedatzea aztertzen ari dira, eta funtsezkoa da haien portaera ulertzea.

**Enuntziatua:** zeharkako uhin bat soka batean zabaltzen da OX ardatzean zehar. Uhinaren adierazpen matematikoa  $t = 0$ s eta  $t = 2$ s momentuetan hau da:  $y(x, 0) = 0,1 \cos(\pi - 4\pi x)$  m eta  $y(x, 2) = 0,1 \cos(11\pi - 4\pi x)$  m, hurrenez hurren.

#### Zera da zure zeregina:

- Marraztu uhinak sokan duen forma  $t = 0$ s eta  $t = 2$ s momentuetan.
  - Grafiko horietatik abiatuta, azaldu nola zehaztuko zenukeen uhinaren maiztasun angeluarra, eta justifikatu erreferentzia-puntuaren aukeraketa.
- Zirriborratu grafiko bat, denboraren arabera sokaren puntu baten abiadura-aldaketa erakusten duena.
  - Azaldu nola bideratuko zenukeen uhinaren adierazpen osoa informazio grafiko horretatik abiatuta.
- Egin ezazu uhinaren hedapen-abiadura eta sokaren puntu baten gehieneko azelerazioa irudikatzen duen zirriborro bat.
  - Azaldu nola eragiten duten parametro horiek hariaren materiala aplikazio praktikoetan egonkortzean.



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

USaP  
2024/25

AZTERKETA EREDUA

PAU  
2024/25

MODELO DE EXAMEN



FISIKA

FÍSICA

## Soluzioa

**Uhin zirraborroa  $t = 0s$  eta  $t = 2s$  momentuetan:** uhinak behar bezala marraztu behar dira, emandako bi uneetan beren desplazamendua eta forma erakutsiz.

a) **Maiztasun angularra:**  $\omega = \frac{2\pi}{T}$

Kontuan hartuta uhinaren desplazamendua  $\Delta\phi = 10\pi$ ,  $\Delta t = 2s$ ,  $T = \frac{2}{5}s$

**Abiaduraren grafikoa:** grafikoak puntu baten abiadura erakutsi behar du denboraren arabera, oszilazio sinusoidalekin.

b) **Adierazpen matematiko osoa:**

$$y(x,t) = 0,1 \cos(5\pi t - 4\pi x) \text{ m}$$

c) **Abiaduraren eta azelerazioaren diagrama:** grafikoek abiadura eta azelerazioaren arteko erlazioa adierazi behar dute, bihak funtzio sinusoidalekin.

**Abiadura eta azelerazio maximoen kalkulua:**

$$V_{\max} = \omega A \text{ eta } a_{\max} = \omega^2 A$$

non  $A$  anplitudea da.



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

USaP

2024/25

AZTERKETA EREDUA

PAU

2024/25

MODELO DE EXAMEN



HEZKUNTZA SAILA  
DEPARTAMENTO DE EDUCACION

FISIKA

FÍSICA

#### 4. ariketa: Fisika erlatibista, kuantikoa, nuklearra eta partikulenari dagozkien konpetentziak

##### Testuingurua: argazki kameretako fotometroak

Bitarteko elektronikoen bidezko argazkigintzaren garapenaren jatorria efektu fotoelektrikoa da, hau da, metalen eta haien elektroiak argitan jartzean nahasteko beste material batzuen propietateari dagokiona. Fenomeno hori 1905ean deskribatu zuen Albert Einsteinek, eta ideia horrek argira ikusteko modua aldatuko zuen. Teoria horren arabera, argia korpuskulu bat zen edo bezala jokatu zuten, eta hori materialen efektu fotoelektrikoan hautematen zen.

1969ra arte, New Jerseyko (AEB) Bell laborategietan, bi zientzialarik, Willard Boylek eta George Smithek, argiaren bidez irudiak finkatzen zituen lehen gailua asmatu zuten, Einsteinen efektu fotoelektrikoaren ideia teorikoan oinarrituta.

Hilabete lanean eman ondoren, zientzialari horiek prototipoa izan zuten eta argia seinale elektriko bihurtuz irudiak sortzea posible zela frogatu zuten. Baina 1975ean egin zuen Steven Sassonek lehen kamera digitala. Oso eredu primitiboa zen gaur egun ezagutzen ditugun estandarrentzat, 100x100 pixelekin, baina Kodak eta Sony, besteak beste, film-kamerekin lehiatzeko ikerketaren hasiera markatu zuten.

**Enuntziatua:** argazki kamara modelo berri baten fotometroa hobetzeko asmoarekin, orain arte erabiltzen ez ziren metalekin saiakuntzak egiten dira laborategi batean.

Horietako saiakuntza batean xafla metaliko bat argiztatu zen  $\lambda_1 = 500$  nm-ko uhin-luzerako erradiazioa erabiliz, eta 0,612 V-eko balaztatze-potentziala lortu zen. Aldiz,  $\lambda_2 = 680,8$  nm-ko uhin-luzerako erradiazioarekin, balaztatze-potentziala 0,095 V izan zen.

Badakigu  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg,  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C eta  $h = 6.626 \cdot 10^{-34}$  Js direla.

##### Zera da zure zeregina:

- Adierazi Einstein-en efektu fotoelektrikoaren ekuazioa, metalaren erasotzen dioten fotoien uhin-luzeraren funtzioan.
  - Metalaren lan-funtzioa aurkitu.
- Lan-funtzioa eta atari-maitasunaren arteko erlazioa zein den adierazi.
  - Atari-maiztasuna kalkulatu.
- Energia zinetiko maximoa, balaztatze-potentziala eta elektroien kargaren arteko erlazioa adierazi.
  - Fotoelektroien abiadura maximoa aurkitu.





Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

USaP  
2024/25

AZTERKETA EREDUA

PAU  
2024/25

MODELO DE EXAMEN



FISIKA

FÍSICA

## Soluzioa

a) Eskatutako ekuazioa:

$$V_{stop} = \frac{hc}{e\lambda} - \frac{W_0}{e}$$

$$V_{stop} = a \frac{1}{\lambda} + b$$

**Lan funtzioa:** bi uhin-luzera eta bi balaztate-potentzialak erabiliz, b parametroa kalkulatu da eta, ondorioz,  $W_0$ :

$$W_0 \approx 1,33 \text{ eV}$$

b) **Atari-maiztasuna:** atari-maiztasuna da efektu fotoelektrikoa agerrarazten duen maiztasun minimoa; hots, maiztasun hori duen fotoiaren energia eta metalaren lan-funtzioaren energia berdinak dira:

$$W_0 = h\nu_0 \rightarrow \nu_0 \approx 3,22 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

c) **Fotoelektroien abiadura maximoa energia zinetikoaren adierazpen klasikoa erabiliz:**

$$eV_{stop} = \frac{1}{2} m_e v_{max}^2$$

$$v_{max1} \approx 4,64 \cdot 10^5 \text{ ms}^{-1}$$

$$v_{max2} \approx 1,83 \cdot 10^5 \text{ ms}^{-1}$$

## FISIKA

## FÍSICA

### Ejercicio 1: competencias en relación al Campo Gravitatorio

#### Contexto: la exploración espacial

En los últimos años, la exploración espacial ha avanzado significativamente, permitiéndonos encontrar nuevos cuerpos celestes que nunca antes habían sido estudiados. Uno de los principales objetivos en esas misiones es recopilar información vital sobre estos cuerpos y, especialmente, determinar si podrían albergar futuras colonias permanentes.

Cuando una nave espacial encuentra un nuevo planeta, y queda atrapada en su órbita, los científicos deben analizar esa órbita para determinar características cruciales del planeta, tales como su masa, densidad y la gravedad en su superficie.

**Enunciado:** imagina que una sonda espacial moderna ha sido capturada en una órbita circular y estable, alrededor de un planeta inexplorado, en un sistema estelar distante. El sistema de navegación informa que la velocidad orbital de la nave es de 25.000 km/h, y que completa una órbita completa en 5 horas.

#### Tu tarea es:

- Realizar un esbozo que represente la órbita circular de la nave alrededor del planeta, indicando claramente el radio de la órbita.
  - Describir los pasos que seguirías para calcular el radio de la órbita y cómo este radio se relaciona con la velocidad de la nave.
- Utilizando un diagrama de cuerpo libre, esbozar las fuerzas actuantes sobre la nave espacial en su órbita.
  - Explicar cómo estas fuerzas se relacionan con la masa del planeta, y describe el procedimiento para calcular dicha masa.
- Dibujar un gráfico cualitativo que muestre cómo varían la energía potencial y la energía cinética de la nave espacial a medida que se mueve en su órbita.
  - Explicar cómo calcularías la aceleración debida a la gravedad en la superficie del planeta, dada su densidad.



FISIKA

FÍSICA

**Solución**

- a) **Esbozo:** se espera que el estudiante dibuje un círculo representando la órbita, con el planeta en el centro. Debe marcar el radio de la órbita  $R$ .

**Cálculo del radio:** la velocidad orbital  $v$  es constante y está relacionada con el radio de la órbita por  $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ , donde  $M$  es la masa del planeta y  $G$  es la constante de gravitación universal. La órbita completa en 5 horas implica que  $2\pi R = vT$ , donde  $T = 5 \times 3600s$ . Despejando  $R$ , tenemos

$$R = \frac{v \cdot T}{2\pi}.$$

**Resultado esperado:**  $R \approx 1.8 \times 10^7 m$ .

- b) **Diagrama de cuerpo libre:** el estudiante debe dibujar la nave espacial y las fuerzas actuantes: fuerza centrípeta y la gravedad del planeta.

**Cálculo de la masa del planeta:** usando la relación  $F_g = \frac{GMm}{R^2}$  y  $F_c = \frac{mv^2}{R}$ , se igualan las fuerzas:

$$\frac{GM}{R^2} = \frac{v^2}{R}.$$

Despejando  $M$ , obtenemos  $M = \frac{v^2 R}{G}$

**Resultado esperado:**  $M \approx 5,96 \times 10^{24} kg$

- c) **Gráficos de energía:** el estudiante debe esbozar cómo la energía potencial ( $U$ ) y la cinética ( $K$ ) varían con la posición en la órbita. Ambas son constantes debido a la órbita circular.

**Cálculo de la gravedad en la superficie:** si la densidad  $\rho$  es conocida,  $M = \rho \cdot V$ , y el volumen es  $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ , despejando el radio  $r$ ,

$$r = \left(\frac{3M}{4\pi\rho}\right)^{\frac{1}{3}}$$

Por lo tanto, la aceleración de gravedad  $g$  es

$$g = \frac{GM}{r^2}.$$

**Resultado esperado:**  $g \approx 9.8m/s^2$ .



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

USaP  
2024/25

AZTERKETA EREDUA

PAU  
2024/25

MODELO DE EXAMEN



HEZKUNTZA SAILA  
DEPARTAMENTO DE EDUCACION

FISIKA

FÍSICA

## Ejercicio 2: competencias en relación al Campo Electromagnético

### Contexto: desafíos y aplicaciones de la manipulación de partículas cargadas

Con el avance de la nanotecnología y la ingeniería a nivel molecular, es cada vez más importante entender cómo manipular partículas cargadas eléctricamente. Las tecnologías que trabajan con campos eléctricos y magnéticos son esenciales para el desarrollo de los dispositivos médicos y electrónicos, desde aceleradores de partículas hasta nuevos métodos de almacenamiento de energía.

Imagina que se están realizando experimentos para estudiar el comportamiento de cargas puntuales en el vacío, con el fin de desarrollar una nueva tecnología para manipular nanopartículas en aplicaciones médicas.

**Enunciado:** en un experimento en el vacío, dos cargas puntuales  $q_1 = +10 \mu\text{C}$  y  $q_2 = -40 \mu\text{C}$ , están separadas por una distancia de 1m.

**Tu tarea es:**

- Esboza el campo eléctrico generado por ambas cargas en una línea recta que las une. Indica gráficamente el punto A donde el campo eléctrico es nulo y explica cómo has determinado ese punto.
- Dibuja las líneas equipotenciales alrededor de las cargas y señala el punto B donde el potencial eléctrico es nulo. Explica el razonamiento detrás de tu dibujo y describe los pasos necesarios para encontrar este punto.
- Esboza un diagrama que represente la energía potencial de un protón a lo largo del trayecto entre los puntos A y B. Luego, explica cómo calcularías el trabajo necesario para mover el protón entre estos puntos, utilizando el diagrama para apoyar tu explicación.



FISIKA

FÍSICA

**Solución**

- a) **Esbozo del campo eléctrico:** se espera que el estudiante dibuje las líneas de campo alrededor de  $q_1$  y  $q_2$ , indicando la dirección. El punto A donde el campo es nulo debe estar más cerca de la carga menor (positiva).

**Cálculo del punto A:**

$$\frac{kq_1}{x^2} = \frac{kq_2}{(1-x)^2}$$

Resolviendo,  $x \approx 0,2 \text{ m}$ .

- b) **Líneas equipotenciales:** el estudiante debe dibujar las líneas equipotenciales perpendiculares a las líneas de campo. El punto B debe estar a una distancia donde los potenciales debidos a cada carga se cancelan.

**Cálculo del punto B:**

$$\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} = 0$$

Resolviendo, B está fuera del segmento entre las cargas.

- c) **Diagrama de energía potencial:** el gráfico debe mostrar la variación de U a lo largo de la línea que une A y B.

**Cálculo del trabajo:**

$$W = q[V_B - V_A]$$

donde  $V_A$  y  $V_B$  son los potenciales en A y B.



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

USaP  
2024/25

AZTERKETA EREDUA

PAU  
2024/25

MODELO DE EXAMEN



HEZKUNTZA SAILA  
DEPARTAMENTO DE EDUCACION

FISIKA

FÍSICA

### Ejercicio 3: competencias en relación a Vibraciones y Ondas

#### Contexto: investigación en materiales avanzados y propagación de ondas en fibras y cables

El estudio de la propagación de ondas en diferentes medios es fundamental en tecnologías modernas como la transmisión de datos por fibra óptica y en la fabricaciones de cables de alta resistencia. La correcta modelización de estas ondas permite un mejor control sobre la información que se transmite y la estabilidad de los materiales que las contienen. Comprender cómo las ondas se propagan y se reflejan en estos medios es esencial para mejorar la transmisión de datos y la integridad estructural.

En un laboratorio de investigación se está estudiando la propagación de ondas transversales en un cable avanzado utilizado en la industria aeroespacial, y es crucial comprender su comportamiento.

**Enunciado:** una onda transversal se propaga a lo largo del eje OX en una cuerda. La expresión matemática de la onda en los instantes  $t = 0s$  y  $t = 2s$  es  $y(x,0) = 0,1\cos(\pi-4\pi x)$  m y  $y(x,2) = 0,1\cos(11\pi-4\pi x)$  m respectivamente.

#### Tu tarea es:

- Dibuja la forma de la onda en la cuerda en los instantes  $t=0s$  y  $t=2s$ .
  - A partir de estos gráficos, explica cómo determinarías la frecuencia angular de la onda, y justifica tu elección de los puntos de referencia.
- Esboza un gráfico que muestre la variación de la velocidad de un punto de la cuerda en función del tiempo.
  - Explica cómo derivarías la expresión completa de la onda a partir de esta información gráfica.
- Realiza un esbozo que represente la velocidad de propagación de la onda y la aceleración máxima de un punto de la cuerda.
  - Explica cómo estos parámetros influyen en la estabilidad del material de la cuerda en aplicaciones prácticas.



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

USaP  
2024/25

AZTERKETA EREDUA

PAU  
2024/25

MODELO DE EXAMEN



HEZKUNTZA SAILA  
DEPARTAMENTO DE EDUCACION

FISIKA

FÍSICA

## Solución

- a) **Esbozo de las ondas en  $t = 0s$  y  $t = 2s$ :** las ondas deben dibujarse correctamente, mostrando su desplazamiento y forma en los dos instantes dados.

**Frecuencia angular:**  $\omega = \frac{2\pi}{T}$

Dado que la onda se ha desplazado  $\Delta\phi = 10\pi$  en  $\Delta t = 2s$ ,  $T = \frac{2}{5}s$

- b) **Gráfico de velocidad:** el gráfico debe mostrar la velocidad de un punto en función del tiempo, con oscilaciones sinusoidales.

**Expresión matemática completa:**

$$y(x,t) = 0,1 \cos(5\pi t - 4\pi x) \text{ m}$$

- c) **Diagrama de velocidad y aceleración:** los gráficos deben mostrar la relación entre  $v$  y  $a$ , ambos como funciones sinusoidales.

**Cálculo de velocidad y aceleración máxima:**

$$V_{\max} = \omega A \text{ y } a_{\max} = \omega^2 A$$

donde  $A$  es la amplitud.

## Ejercicio 4: competencias en Física relativista, cuántica, nuclear y de partículas

### Contexto: los fotómetros de las cámaras fotográficas

El origen del desarrollo de la fotografía por medios electrónicos es el efecto fotoeléctrico, que se refiere a la propiedad de los metales y algunos otros materiales de perturbar sus electrones cuando son expuestos a la luz, fenómeno descrito en 1905 por Albert Einstein e idea que cambiaría la forma de ver a la luz. Esta teoría planteaba que la luz era o se comportaba como un corpúsculo, lo cual se percibía en el efecto fotoeléctrico de los materiales.

Fue hasta 1969, en los laboratorios Bell, en Nueva Jersey, Estados Unidos, que dos científicos: Willard Boyle y George Smith idearon el primer dispositivo que por medio de la luz fijaba imágenes, basándose en la idea teórica del efecto fotoeléctrico de Einstein.

Después de un mes de trabajo estos científicos tuvieron el prototipo y probaron que era posible generar imágenes transformando la luz en señales eléctricas. Pero no fue sino en 1975 que Steven Sasson construyó la primera cámara digital. Era un modelo muy primitivo para los estándares que hoy conocemos, con apenas 100x100 píxeles, pero marcó el inicio de la investigación por Kodak y Sony, entre otras firmas, para competir con las cámaras de película.

**Enunciado:** una conocida empresa del mundo de la fotografía está haciendo experimentos con metales no utilizados hasta ahora con el objeto de mejorar el fotómetro de un nuevo modelo de cámara fotográfica. Así, en uno de esos experimentos, se iluminó una lámina metálica con una radiación de longitud de onda  $\lambda_1 = 500$  nm, obteniéndose un potencial de frenado de 0,612 V. En cambio, cuando se utilizó una radiación de longitud de onda  $\lambda_2 = 680,8$  nm, el potencial de frenado fue de 0,095 V.

Sabiendo que  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg,  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C y  $h = 6.626 \cdot 10^{-34}$  Js.

### Tu tarea es:

- Indica la ecuación del efecto fotoeléctrico de Einstein en función de la longitud de onda de los fotones que inciden sobre el metal.
  - Encuentra la función de trabajo del metal.
- Indica cuál es la relación entre la función de trabajo y la frecuencia umbral.
  - Calcula la frecuencia umbral.
- Indica cuál es la relación entre la energía cinética máxima, el potencial de frenado y la carga del electrón.
  - Encuentra la velocidad máxima de los fotoelectrones.





Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

USaP  
2024/25

AZTERKETA EREDUA

PAU  
2024/25

MODELO DE EXAMEN



HEZKUNTZA SAILA  
DEPARTAMENTO DE EDUCACION

FISIKA

FÍSICA

## Solución

a) **Ecuación pedida::**

$$V_{stop} = \frac{hc}{e\lambda} - \frac{W_0}{e}$$

$$V_{stop} = a \frac{1}{\lambda} + b$$

**Función de trabajo:** utilizando las dos longitudes de onda y los potenciales de frenado, se calcula el parámetro  $b$  y, como consecuencia,  $W_0$ :

$$W_0 \approx 1,33 \text{ eV}$$

b) **Frecuenci umbral:** la frecuencia umbral en el efecto fotoeléctrico es la frecuencia mínima de radiación electromagnética que se requiere para que se produzca el fenómeno de emisión fotoeléctrica desde una superficie metálica

$$W_0 = h\nu_0 \rightarrow \nu_0 \approx 3,22 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

c) **Máxima velocidad de los fotoelectrones utilizando la expresión clásica para la energía cinética:**

$$eV_{stop} = \frac{1}{2} m_e v_{max}^2$$

$$v_{max1} \approx 4,64 \cdot 10^5 \text{ ms}^{-1}$$

$$v_{max2} \approx 1,83 \cdot 10^5 \text{ ms}^{-1}$$

## FISIKA

### 1. Ulermena eta aplikazioa (0,8 puntu):

- Koherentzia diskurtsoan: ikasleak konponbidera iristeko egindako urratsak argi eta garbi azaltzen dituen ebaluatzea.
- Zehaztasuna terminologian eta kontzeptuetan: dagokion ariketaren oinarritzko jakintzari dagozkion terminoak behar bezala erabiltzen direla egiaztatzea:

*Zientziaren eta ikerketa zientifikoaren trebetasunak*

*Eremu grabitatorioa*

*Eremu elektromagnetikoa*

*Bibrazioak eta uhinak*

*Fisika erlatibista, kuantikoa, nuklearra eta partikulena*

- Unitateak egoki adieraztea: egiaztatu unitateak behar bezala adierazita eta bihurtuta daudela, beharrezkoa bada.

### 2. Pentsamendu kritikoa eta problemak ebaztea (0,8 puntu):

- Koherentzia diskurtsoan: ikasleak ekuazioen erabilera eta garrantzia justifikatzeko duen gaitasuna ebaluatzea.
- Zehaztasuna terminologian eta kontzeptuetan: ikasleak dagokion ariketaren oinarritzko jakintzari dagozkion kontzeptuak zuzen ulertzen eta aplikatzen dituela egiaztatzea.
- Unitateak egoki adieraztea: kalkuluetan unitateak koherenteak direla eta behar bezala erabiltzen direla ziurtatzea.

### 3. Arrazoiketa matematikoa (0,5 puntu):

- Koherentzia diskurtsoan: ikasleak ekuazioen manipulazioan prozesu logiko eta argia jarraitzen duen ebaluatzea.
- Zehaztasuna terminologian eta kontzeptuetan: eragiketa matematikoak ondo oinarrituta daudela egiaztatzea.
- Unitateak egoki adieraztea: unitateak kalkuluaren urrats bakoitzean behar bezala aplikatuta daudela egiaztatzea.

### 4. Testuingurua ulertzea (0.4 puntu):

- Koherentzia diskurtsoan: ikasleak arazoa bizitza errealeko egoerekin behar bezala erlazionatzen duen ebaluatzea, dagokion ariketaren oinarritzko jakintzari dagokionez.
- Zehaztasuna terminologian eta kontzeptuetan: ikasleak kontzeptuak dagokion ariketaren oinarritzko jakintzaren testuinguruan zuzen erabiltzen dituela egiaztatzea.
- Unitateak egoki adieraztea: erabilitako unitateak eztabaidatutako testuingururako egokiak direla ziurtatzea.

## FÍSICA

### 1. Comprensión y aplicación (0.8 puntos):

- Coherencia en el discurso: evaluar si el estudiante explica claramente los pasos seguidos para llegar a la solución.
- Precisión en la terminología y conceptos: verificar el uso correcto de los términos correspondientes al saber básico del ejercicio en cuestión:

*Las destrezas de la ciencia y la investigación científica*

*Campo gravitatorio*

*Campo electromagnético*

*Vibraciones y ondas*

*Física relativista, cuántica, nuclear y de partículas*

- Indicación adecuada de unidades: comprobar que las unidades están correctamente indicadas y convertidas, si es necesario.

### 2. Pensamiento crítico y resolución de problemas (0.8 puntos):

- Coherencia en el discurso: evaluar la capacidad del estudiante para justificar el uso de las ecuaciones y su relevancia.
- Precisión en la terminología y conceptos: verificar que el estudiante entiende y aplica correctamente los conceptos correspondientes al saber básico del ejercicio en cuestión.
- Indicación adecuada de unidades: asegurarse de que las unidades en los cálculos sean consistentes y estén correctamente utilizadas.

### 3. Razonamiento matemático (0.5 puntos):

- Coherencia en el discurso: evaluar si el estudiante sigue un proceso lógico y claro en la manipulación de ecuaciones.
- Precisión en la terminología y conceptos: verificar que las operaciones matemáticas están bien fundamentadas.
- Indicación adecuada de unidades: confirmar que las unidades están correctamente aplicadas en cada paso del cálculo.

### 4. Comprensión contextual (0.4 puntos):

- Coherencia en el discurso: evaluar si el estudiante relaciona adecuadamente el problema con situaciones de la vida real, en relación al saber básico del ejercicio en cuestión.
- Precisión en la terminología y conceptos: comprobar que el estudiante usa correctamente los conceptos dentro del contexto del saber básico del ejercicio en cuestión.
- Indicación adecuada de unidades: asegurar que las unidades utilizadas son apropiadas para el contexto discutido.