

AZTERKETARAKO ARGIBIDEAK

Jarraian aurkezten diren zuzenketa-irizpideak 2025eko USP Fisika azterketako ariketetarako aplikagarriak dira, Euskal Autonomia Erkidegoko ikasleentzat. Irizpide hauek ebaluazioa bidezkoa eta objektiboa izatea bermatzen dute, bai ebazpen-prozesua bai lortutako emaitzak baloratzen direlako. Ariketa bakoitzak berariazko irizpideak ditu, ezagutza mota eta lotutako gaitasunak kontuan hartuta.

Zuzenketa-irizpide orokorrak

1. Erantzunen aurkezpena eta justifikazioa:

1. Erantzun bakoitzak erabili den prozesua arrazoitu behar du, eta dagozkion terminologia, notazioa eta unitateak erabili behar ditu.
2. Bereziki baloratuko da planteamenduaren arrazoiketa eta justifikazio teorikoa, baita kontzeptu fisikoekiko eta terminologia zientifikoaren erabilera egokiarekiko koherenzia ere.
3. Formula baten aplikazio zuzena, justifikazio egokirik gabe, ez da nahikoa puntuazio osoa lortzeko.
4. Emaitza zuzena duen ariketa bat oso-osorik hartuko da kontuan garapen arrazoituaren bidez justifikatzen bada soilik.
5. Zenbait atal duten galderetan, gehieneko kalifikazioa atal bakoitzean adierazitakoa izango da.
6. **Gaitasunen bidez ebaluatuko ez diren** ariketek (hau da, 2., 3. eta 4. ariketak) bina aukera dituzte. Ikasleak horietako bakar batzuk soilik erantzun beharko dio. Bi aukerei erantzunez gero, lehenengo emandako erantzuna soilik hartuko da kontuan.

2. Akats ortografikoak eta idatzeta:

1. Lehen bi akats ortografikoak ez dira kontuan hartuko. Akats bera errepikatuz gero, falta bakartzat hartuko da.
2. Hirugarren akats ortografikotik aurrera, 0,1 puntu kenduko da akats bakoitzeko; azterketa osoan, gehienez, 1 puntu.
3. Sintaxi, hiztegi, koherenzia, kohesio eta aurkezpeneko akatsek guztira 0,5 puntu arteko penalizazioa ekar dezakete, ariketako. Irizpide horien bidez aplikatutako penalizazioak ez du puntu bat gaindituko.
4. Azken penalizazio hori azterketan lortutako azken/amaierako notari aplikatuko zaio.

3. Kalkulu- eta kontzeptu-akatsak:

1. Kontzeptu-akatsak larriago zigortuko dira kalkulu-akatsak baino. Kontzeptu-akatsek galdera horri dagokion puntuazioan murrizketa esanguratsua ekar dezakete.

2. Ebazpen-prozesua eta lege fisikoak eta kontzeptuak zuen aplikatzea lehenetsikoa dira, zenbakizko emaitza zuzena lortzea baino.

4. Unitateak eta zenbaki esanguratsuak:

1. Nahitaezkoa da magnitudeen unitateak modu egokian erabiltzea azken erantzunean. Ez da beharrezkoa urrats bakoitzean erabiltzea, baina bai azken emaitzaren adierazpenean.
2. Zigortuko da zenbaki esanguratsu egokien falta eta notazio esponentzialeko akatsak.
3. Erantzunak beti Sistema Internazionaleko (SI) unitateekin adierazi behar dira.

INSTRUCCIONES PARA EL EXAMEN

Los siguientes criterios de corrección son aplicables a cada uno de los ejercicios del examen de Física de la PAU 2025 de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Estos criterios aseguran una evaluación justa y objetiva, valorando tanto el proceso de resolución como los resultados obtenidos. Cada ejercicio tiene criterios específicos según el tipo de conocimiento y las competencias asociadas.

Criterios Generales de Corrección

1. Presentación y Justificación de las Respuestas:

1. Cada respuesta debe expresar razonadamente el proceso seguido, incluyendo la utilización del lenguaje, la notación y las unidades correspondientes.
2. Se valorará especialmente el razonamiento y la justificación teórica del planteamiento, así como la coherencia con los conceptos físicos y el empleo correcto de la terminología científica.
3. La aplicación directa de una fórmula sin justificaciones adecuadas no será suficiente para obtener la puntuación completa.
4. Un resultado correcto en un problema sólo será tenido en cuenta completamente si se justifica mediante su desarrollo razonado.
5. En las preguntas que consten de varios apartados, la calificación máxima será la indicada en cada uno de ellos.
6. Cada ejercicio de tipo ***no competencial***, esto es, los ejercicios 2, 3 y 4 contienen dos opciones. El alumnado deberá responder solo a una de ellas. En caso de responder a las dos opciones, sólo será tenida en cuenta la respondido en primer lugar.

2. Errores Ortográficos y de Redacción:

1. Los dos primeros errores ortográficos no se penalizan. Si una misma falta se repite, se contará como una sola falta.
2. A partir del tercer error ortográfico, se descontará 0,1 puntos por error hasta un máximo de 1 punto en total por el examen.
3. Errores de sintaxis, vocabulario, coherencia, cohesión y presentación pueden conllevar una deducción de hasta 0,5 puntos en total, por ejercicio. La penalización máxima acumulada por estos criterios no podrá superar 1 punto.
4. Esta última penalización se aplicará sobre la nota total/final obtenida en el examen.

3. Errores de Cálculo y Conceptuales:

1. Los errores conceptuales serán penalizados con mayor gravedad que los errores de cálculo. Los errores conceptuales pueden llevar a una reducción significativa de la puntuación en la pregunta correspondiente.
2. Se valorará de forma prioritaria el proceso de resolución y la correcta aplicación de leyes y conceptos físicos, frente a la obtención del resultado numérico correcto.

4. Unidades y Cifras Significativas:

1. Es obligatorio el uso adecuado de las unidades de las magnitudes en la respuesta final. No es necesario usarlas en cada paso intermedio, pero sí en la expresión final del resultado.
2. Se penalizará la falta de cifras significativas adecuadas y errores en la notación exponencial.
3. Las respuestas deben expresarse siempre con unidades del Sistema Internacional (SI)

Puntuazioa, ariketako/ Puntuación, en cada ejercicio

A1.-

1. 0.75
2. 0.75
3. 0.5
4. 0.5

B1.-

1. 1.25
2. 1.25

B2.-

1. 0.75
2. 0.75
3. $0.5 + 0.5$

C1.-

1. $1.0 = 0.5 + 0.5$
2. 0.75
3. 0.75

C2.-

1. 0.75
2. $0.5 + 0.5 + 0.75$

D1.-

1. 0.75
2. 0.75
3. 1.0

D2.-

1. 1.5
2. 1.0

A.- 1

En una órbita circular, el satélite se mantiene gracias a la fuerza normal proporcionada por la fuerza gravitatoria. La fuerza gravitatoria no realiza trabajo, ya que la dirección de la fuerza es perpendicular al desplazamiento del satélite en todo momento.

Por lo tanto, **no se necesita realizar trabajo para mantener el satélite en órbita**.

Cálculo de la altura h :

La aceleración de la gravedad a una distancia r desde el centro de la Tierra: $g_h = \frac{GM_T}{r^2}$.

Sabemos que a la altura h , $g_h = \frac{g}{3}$, y $r = R_T + h$. Sustituimos en g_h : $\frac{g}{3} = \frac{GM_T}{(R_T+h)^2}$.

También sabemos que en la superficie terrestre: $g = \frac{GM_T}{R_T^2}$.

Dividimos ambas ecuaciones: $\frac{\frac{g}{3}}{g} = \frac{\frac{GM_T}{(R_T+h)^2}}{\frac{GM_T}{R_T^2}} \Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{R_T^2}{(R_T+h)^2} \Rightarrow \sqrt{\frac{1}{3}} = \frac{R_T}{R_T+h}$.

Reorganizamos para despejar h : $R_T + h = \frac{R_T}{\sqrt{\frac{1}{3}}} = R_T\sqrt{3} \Rightarrow h = R_T(\sqrt{3} - 1)$.

Sustitución de valores: $h = 6,4 \cdot 10^6(\sqrt{3} - 1) = 6,4 \cdot 10^6(1,732 - 1)$;

$$h \approx 6,4 \cdot 10^6 \cdot 0,732 \approx 4,68 \cdot 10^6 m.$$

Periodo de la órbita y energía mecánica

El periodo está relacionado con la velocidad orbital mediante: $T = \frac{2\pi r}{v}$.

La velocidad orbital, igualando las fuerzas gravitatoria y normal: $\frac{GM_T}{r^2} = \frac{v^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM_T}{r}}$.

Sustituimos $r = R_T + h$ y $GM_T = gR_T^2$: $v = \sqrt{\frac{gR_T^2}{R_T+h}}$.

Sustituyendo en la fórmula del periodo: $T = \frac{2\pi(R_T+h)}{\sqrt{\frac{gR_T^2}{R_T+h}}} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{(R_T+h)^3}{gR_T^2}}$.

Sustituyendo: $T = 2\pi\sqrt{\frac{(6,4 \cdot 10^6 + 4,68 \cdot 10^6)^3}{9,8 \cdot (6,4 \cdot 10^6)^2}} \Rightarrow T \approx 1,158 \cdot 10^4 s; T \approx \frac{1,158 \cdot 10^4}{3600} \approx 3,22 h$.

Periodo utilizando la tercera ley de Kepler:

La tercera ley de Kepler establece que: $T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM_T}$.

Sustituimos $r = R_T + h$ y $GM_T = gR_T^2$: $T^2 = \frac{4\pi^2(R_T+h)^3}{gR_T^2}$; $T = 2\pi\sqrt{\frac{(R_T+h)^3}{gR_T^2}}$.

Energía mecánica:

Es la suma de las energías cinética y potencial gravitatoria: $E = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{GM_T m}{r}$.

Utilizamos $GM_T = gR_T^2$ y $v^2 = \frac{GM_T}{r}$ para simplificar: $E = \frac{1}{2}m\frac{GM_T}{r} - \frac{GM_T m}{r} = \frac{-1}{2}\frac{GM_T m}{r}$.

Sustituimos $r = R_T + h$ y $GM_T = gR_T^2$: $E = \frac{-1}{2}\frac{gR_T^2 m}{R_T + h}$.

Sustituyendo: $E = \frac{-1}{2}\frac{9,8 \cdot (6,4 \cdot 10^6)^2 \cdot 400}{6,4 \cdot 10^6 + 4,68 \cdot 10^6} \Rightarrow E \approx -7,25 \cdot 10^9 J$.

B.- 1

Cálculo para la bobina

El módulo del campo magnético varía con el tiempo según: $B(t) = 0,5t + 0,8t^2$.

El flujo magnético total que atraviesa la bobina es: $\Phi(t) = N \cdot B(t) \cdot A$.

Sustituyendo: $\Phi(t) = 50 \cdot (0,5t + 0,8t^2) \cdot 7,85 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \Phi(t) = 0,19625t + 0,314t^2 Wb$.

La f.e.m. inducida se calcula como: $\varepsilon = \frac{-d\Phi}{dt}$.

Derivamos $\Phi(t)$ respecto al tiempo: $\frac{d\Phi}{dt} = 0,19625 + 2 \cdot 0,314 \cdot t \Rightarrow \frac{d\Phi}{dt} = 0,19625 + 0,628t$.

En $t = 10s$: $\frac{d\Phi}{dt} = 0,19625 + 0,628 \cdot 10 \Rightarrow \frac{d\Phi}{dt} = 0,19625 + 6,28 = 6,47625V; \varepsilon = -6,48V$

B.- 2

Punto de equilibrio con A y B del mismo signo

Da igual positivo que negativo, este punto estará entre ellas ya que si ambas son positivas la repelerán, y si ambas son negativas la atraerán. Así que las fuerzas ejercidas por la carga A y la B se compensarán:

$$\left. \begin{array}{l} F_A = K \cdot \frac{q_A \cdot Q}{d^2} \\ F_B = K \cdot \frac{q_B \cdot Q}{(1-d)^2} \end{array} \right\} K \cdot \frac{q_A \cdot Q}{d^2} = K \cdot \frac{q_B \cdot Q}{(1-d)^2}; \text{ como } q_A = 3q_B; \text{ sustituyendo queda:}$$

$$K \cdot \frac{3q_B \cdot Q}{d^2} = K \cdot \frac{q_B \cdot Q}{(1-d)^2}. \text{ Si simplificamos, tenemos: } \frac{3}{d^2} = \frac{1}{(1-d)^2}; \text{ y de aquí: } 3 = \frac{d^2}{(1-d)^2}.$$

Despejamos d: $\sqrt{3} = \frac{d}{1-d} \rightarrow \sqrt{3}(1-d) = d \rightarrow \sqrt{3} = d + \sqrt{3}d \rightarrow d = \frac{\sqrt{3}}{1+\sqrt{3}} = 0,634 \text{ m}$

Por tanto, el punto de equilibrio, está a 0,63 metros de A y a 0,37 metros de B.

Punto de equilibrio con A y B de signos opuestos

El punto debe estar más cerca de B, por ser menor que A, y no entre las cargas, ya que si la carga Q estuviera entre ambas, estaría totalmente pegada a la de signo opuesto a ella. Las fuerzas se compensarán:

$$\left. \begin{array}{l} F_A = K \cdot \frac{q_A \cdot Q}{(1+d)^2} \\ F_B = K \cdot \frac{q_B \cdot Q}{d^2} \end{array} \right\} K \cdot \frac{q_A \cdot Q}{(1+d)^2} = K \cdot \frac{q_B \cdot Q}{d^2}; \text{ como } q_A = 3q_B; \text{ sustituyendo queda:}$$

$$K \cdot \frac{3 \cdot q_B \cdot Q}{(1+d)^2} = K \cdot \frac{q_B \cdot Q}{d^2}. \text{ Si simplificamos, tenemos: } \frac{3}{(1+d)^2} = \frac{1}{d^2}; \text{ y de aquí: } 3 = \frac{(1+d)^2}{d^2}$$

Despejamos d: $\sqrt{3} = \frac{1+d}{d} \rightarrow \sqrt{3}d = 1 + d \rightarrow \sqrt{3}d - d = 1 \rightarrow d = \frac{1}{\sqrt{3}-1} = 1,366 \text{ m}$

Por tanto, el punto de equilibrio, estará a 1,37 metros de B y a 2,37 metros de A.

¿Se anulará el potencial electrostático en dichos puntos?

El potencial total en un punto es la suma algebraica de los potenciales de ambas cargas. En los puntos de equilibrio:

1. **Cargas del mismo signo:** Los potenciales tienen el mismo signo, no se anulan.
2. **Cargas de signos opuestos:** Los potenciales tienen signos opuestos, pero debido a que las magnitudes de q_A y q_B son diferentes, no se anulan completamente.

En ninguno de los casos el potencial electrostático se anula en los puntos de equilibrio.

$$\left. \begin{array}{l} V_A = \frac{K \cdot q_A}{r_A} = \frac{-3 \cdot K \cdot q_B}{r_A} = \frac{-3 \cdot K \cdot q_B}{2,37} \\ V_B = \frac{K \cdot q_B}{r_B} = \frac{K \cdot q_B}{r_B} = \frac{K \cdot q_B}{1,37} \end{array} \right\} V = V_A + V_B = \frac{-3 \cdot K \cdot q_B}{2,37} + \frac{K \cdot q_B}{1,37} = \frac{(-4,11+2,37) \cdot K \cdot q_B}{3,2469} = -0,54 K \cdot q_B \neq 0$$

C.- 1

Cálculo del ángulo de refracción

El ángulo de refracción se calcula: $n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2) \Rightarrow \sin(\theta_2) = \frac{n_1 \sin(\theta_1)}{n_2}$.

Sustituyendo: $\sin(\theta_2) = \frac{1,7 \sin(25^\circ)}{1,3} \Rightarrow \sin(25^\circ) \approx 0,4226$.

$$\sin(\theta_2) = \frac{1,7 \cdot 0,4226}{1,3} \approx 0,552 \Rightarrow \theta_2 = \arcsin(0,552) \approx 33,5^\circ.$$

Longitud de onda en el segundo medio

La relación entre la velocidad, la frecuencia y la longitud de onda es: $v = f\lambda$.

La velocidad de la luz en el segundo medio está dada por: $v_2 = \frac{c}{n_2}$.

Sustituimos los valores: $v_2 = \frac{3 \cdot 10^8}{1,3} \approx 2,31 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

La longitud de onda en el segundo medio es: $\lambda_2 = \frac{v_2}{f}$.

Sustituimos los valores: $\lambda_2 = \frac{2,31 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^{14}} \approx 4,62 \cdot 10^{-7} \text{ m}; \lambda_2 \approx 462 \text{ nm}$.

Ángulo crítico para reflexión total interna

El ángulo crítico se da para $\theta_2 = 90^\circ$; aplicamos la ley de Snell: $n_1 \sin(\theta_c) = n_2 \sin(90^\circ)$.

Como $\sin(90^\circ) = 1$, obtenemos: $\sin(\theta_c) = \frac{n_2}{n_1}$.

Sustituimos los valores: $\sin(\theta_c) = \frac{1,3}{1,7} \approx 0,765$. Calculamos θ_c : $\theta_c = \arcsin(0,765) \approx 49,9^\circ$.

Esquemas

1. Esquema del ángulo de refracción:

Dibujar un rayo incidente formando 25° con la normal.

Dibujar el rayo refractado formando $33,5^\circ$ con la normal en el segundo medio.

2. Esquema del ángulo crítico:

Dibujar un rayo incidente con un ángulo igual al ángulo crítico 499° con la normal.

Representar el rayo totalmente reflejado dentro del primer medio.

C.- 2

Determinación de la amplitud del movimiento

La fuerza máxima en un movimiento armónico simple está relacionada con la constante elástica k y la amplitud A por: $F_{max} = kA$.

La energía cinética máxima está relacionada con k y A por: $E = \frac{1}{2}kA^2$.

Dividimos estas dos ecuaciones para despejar A : $A = \frac{2E}{F_{max}}$.

Sustituyendo: $A = \frac{2(3 \cdot 10^{-5})}{1,5 \cdot 10^{-3}} = \frac{6 \cdot 10^{-5}}{1,5 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow A = 4 \cdot 10^{-2}m = 4cm$.

Ecuación del movimiento

La ecuación del movimiento armónico simple está dada por: $x(t) = A\cos(\omega t + \phi_0)$.

Cálculo de la frecuencia angular:

La frecuencia angular se relaciona con el periodo por: $\omega = \frac{2\pi}{T}$; $\omega = \frac{2\pi}{2} = \pi rad/s$.

Determinación de la fase inicial ϕ_0 :

En $t = 0$, $x(0) = x_0$. Sustituimos en la ecuación: $x_0 = A\cos(\phi_0)$; $\cos(\phi_0) = \frac{x_0}{A}$.

Sustituimos los valores: $\cos(\phi_0) = \frac{0,02}{0,04} = 0,5 \Rightarrow \phi_0 = \arccos(0,5) = \frac{\pi}{3}$.

Ecuación del movimiento:

Sustituyendo los valores en la ecuación general: $x(t) = 0,04\cos(\pi t + \frac{\pi}{3})m$.

D.- 1

1. La energía de los fotones

$$\lambda = 400 \text{ nm} = 4 \cdot 10^{-7} \text{ m} f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{4 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = 7,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$
$$E_f = h \cdot f = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 7,5 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1} = 4,97 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

El trabajo de extracción $\phi_0 = 1,8 \text{ eV} = 1,8 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 2,88 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. Y la Ec máxima de los electrones:

$$E_f = \phi_0 + Ec_e \rightarrow Ec_e = E_f - \phi_0 = 4,97 \cdot 10^{-19} \text{ J} - 2,88 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 2,09 \cdot 10^{-19} \text{ J}.$$

2. La frecuencia umbral la frecuencia mínima que debe tener la radiación para que se produzca la emisión de electrones. Es una propiedad característica del metal. Está relacionada con el trabajo de extracción.

$$\phi_0 = h \cdot f_0 \rightarrow f_0 = \frac{\phi_0}{h} = \frac{2,88 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}} = 4,34 \cdot 10^{14} \text{ Hz}.$$

La longitud de onda umbral (longitud de onda máxima de la radiación para que se produzca el efecto)

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_0} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{4,34 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}} = 6,91 \cdot 10^{-7} \text{ m}.$$

3. Como conocemos la longitud de onda umbral, podemos compararla con la frecuencia de la radiación: $800 \text{ nm} = 8 \cdot 10^{-7} \text{ m}$. Esta longitud de onda es mayor que la longitud de onda umbral, que es la máxima para que se produzca la emisión de electrones. Por lo tanto, no se producirá efecto fotoeléctrico con esta radiación.

También podríamos calcular su frecuencia y compararla con la frecuencia umbral; observaremos en este caso que la frecuencia es menor que la umbral, por lo que no se produciría el efecto. O podemos calcular la energía de los fotones y compararla con el trabajo de extracción. Nuevamente veríamos que $E_f < \phi_0$, por lo que no se emitirían electrones.

El apartado 2. no se ve afectado, porque tanto trabajo de extracción, frecuencia umbral y longitud de onda umbral son magnitudes características del metal, y son independientes de la radiación incidente.

D.- 2

La Energía del Fotón y el Potencial de Frenado

La energía del fotón ($E_{fotón}$) se relaciona con el trabajo de extracción (Φ) y la energía cinética máxima del electrón mediante: $E_{fotón} = \Phi + E_k$.

La energía cinética máxima, en función del potencial de frenado (V_s): $E_k = e \cdot V_s$.

Por lo tanto: $E_{fotón} = \Phi + e \cdot V_s$.

La energía del fotón también se puede expresar como: $E_{fotón} = \frac{h \cdot c}{\lambda}$.

De estas dos expresiones, obtenemos: $\frac{h \cdot c}{\lambda} = \Phi + e \cdot V_s$.

Para las dos longitudes de onda dadas (λ_1 y λ_2), escribimos:

1. Para $\lambda_1 = 200nm$ y $V_{s1} = 2V$: $\frac{h \cdot c}{\lambda_1} = \Phi + e \cdot V_{s1}$.
2. Para $\lambda_2 = 240nm$ y $V_{s2} = 1V$: $\frac{h \cdot c}{\lambda_2} = \Phi + e \cdot V_{s2}$.

Restamos estas dos ecuaciones para eliminar Φ : $\frac{h \cdot c}{\lambda_1} - \frac{h \cdot c}{\lambda_2} = e \cdot (V_{s1} - V_{s2})$.

Factorizamos $h \cdot c$: $\frac{h \cdot c}{\lambda_1 \cdot \lambda_2} \cdot (\lambda_2 - \lambda_1) = e \cdot (V_{s1} - V_{s2})$; $h = \frac{e \cdot (V_{s1} - V_{s2}) \cdot \lambda_1 \cdot \lambda_2}{c \cdot (\lambda_2 - \lambda_1)}$,

$$h = \frac{(1,6 \times 10^{-19}) \cdot (2-1) \cdot (200 \times 10^{-9}) \cdot (240 \times 10^{-9})}{(3 \times 10^8) \cdot (240 \times 10^{-9} - 200 \times 10^{-9})} \Rightarrow h = \frac{7,68 \times 10^{-36}}{1,2 \times 10^1} = 6,4 \times 10^{-34} Js.$$

Cálculo del Trabajo de Extracción (Φ)

Usamos la ecuación para λ_1 : $\Phi = \frac{h \cdot c}{\lambda_1} - e \cdot V_{s1}$; y sustituimos:

1. $\frac{h \cdot c}{\lambda_1} = \frac{(6,4 \times 10^{-34}) \cdot (3 \times 10^8)}{200 \times 10^{-9}}$; $\frac{h \cdot c}{\lambda_1} = 9,6 \times 10^{-19} J$.
2. $e \cdot V_{s1} = (1,6 \times 10^{-19}) \cdot 2 = 3,2 \times 10^{-19} J$ $\Phi = 9,6 \times 10^{-19} - 3,2 \times 10^{-19} = 6,4 \times 10^{-19} J$.

Convertimos Φ a eV: $\Phi = \frac{6,4 \times 10^{-19}}{1,6 \times 10^{-19}} = 4,00 eV$.