

Estuda FQ
Professor Marco Pereira



www.estudafq.pt



96 310 99 94

Exercícios de Exames Nacionais

Física 11.º ano - Unidade II

Exame Nacional de 2025 - Época Especial

1. A navegação marítima é auxiliada por faróis de sinalização na costa.

1.2. No passado, em dias de nevoeiro, com visibilidade reduzida, os sinais luminosos dos faróis poderiam ser complementados por sinais sonoros emitidos por sinos.

* 1.2.1. Considere que os sinos emitiam sons fortes e graves.

Os sons fortes e graves apresentam

- (A) amplitudes elevadas e frequências baixas.
- (B) amplitudes elevadas e frequências elevadas.
- (C) amplitudes baixas e frequências baixas.
- (D) amplitudes baixas e frequências elevadas.

* 1.2.2. Numa embarcação, a receção dos sinais sonoros emitidos simultaneamente por dois sinos, localizados na costa, em locais próximos, um dentro de água e outro fora, permitia estimar a distância da embarcação à costa.

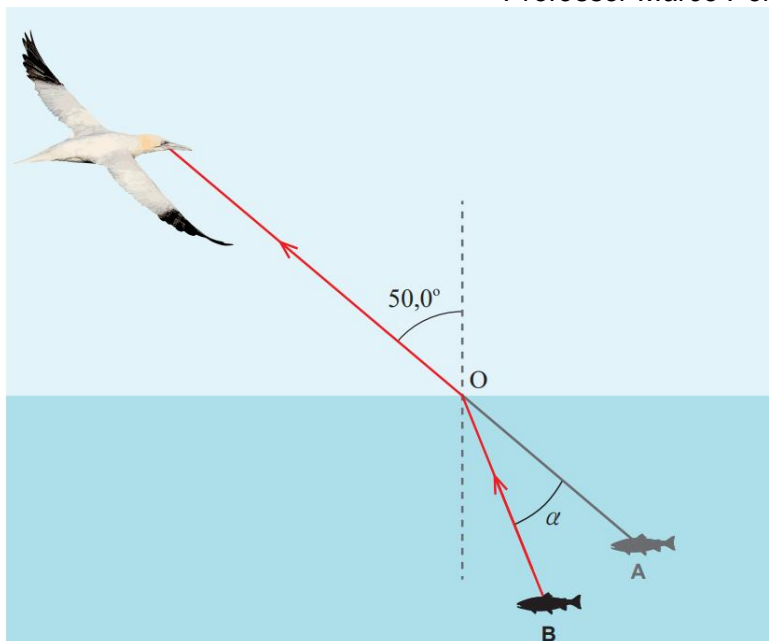
Explique como este método permitia saber se a embarcação estava próxima ou distante da costa.

Comece por comparar os módulos das velocidades de propagação do som nos dois meios.

Apresente um texto bem estruturado e utilize linguagem científica adequada.

3. O ganso-patola, espécie protegida no âmbito do projeto LIFE Berlengas, captura peixes mergulhando de uma certa altura.

3.1. Um ganso-patola voa, acima da superfície do mar, quando, num dado instante, observa um peixe numa posição aparente, **A**, diferente da posição real, **B**, como se ilustra na Figura 2, que não se encontra à escala.



Nesse instante, a amplitude do ângulo entre o raio de luz que chega ao olho do ganso, proveniente do peixe, e a normal à superfície do mar é $50,0^\circ$.

Admita que o índice de refração da água do mar é 1,35 para a luz considerada.

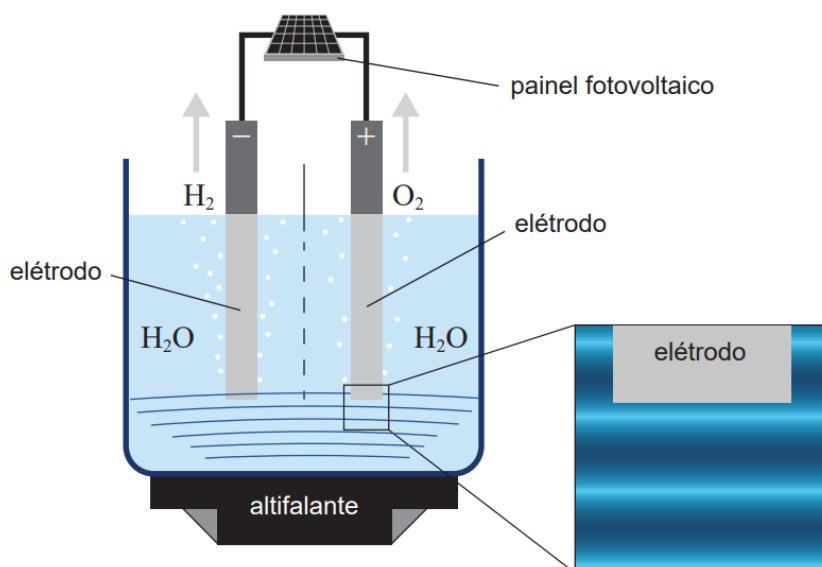
Qual é a amplitude do ângulo AOB, identificado por α na Figura 2?

- (A) $15,4^\circ$ (B) $22,0^\circ$ (C) $28,0^\circ$ (D) $34,6^\circ$

Exame Nacional de 2025 - 2.ª fase

2. O di-hidrogénio, necessário para a produção de amoníaco, pode ser produzido por eletrólise da água.

A eletrólise da água, $\text{H}_2\text{O} (l)$, é uma reação de oxidação-redução provocada pela passagem de corrente elétrica contínua entre dois elétrodos mergulhados na água, formando di-hidrogénio, $\text{H}_2 (g)$, e dióxigénio, $\text{O}_2 (g)$, como se representa esquematicamente na Figura 1. Obtém-se «hidrogénio verde» quando, para a eletrólise da água, se recorre a energia elétrica proveniente de fontes renováveis.



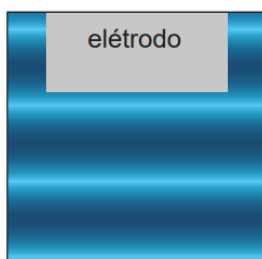
Investigações recentes mostram que a eficiência da produção de H_2 (g) aumenta quando se submetem os elétrodos a ultrassons, uma vez que os gases formados são mais rapidamente removidos da superfície dos elétrodos.

No destaque lateral da Figura 1, representam-se as zonas de compressão e de rarefação da água, junto ao elétrodo positivo, formadas devido à propagação dos ultrassons emitidos pelo altifalante.

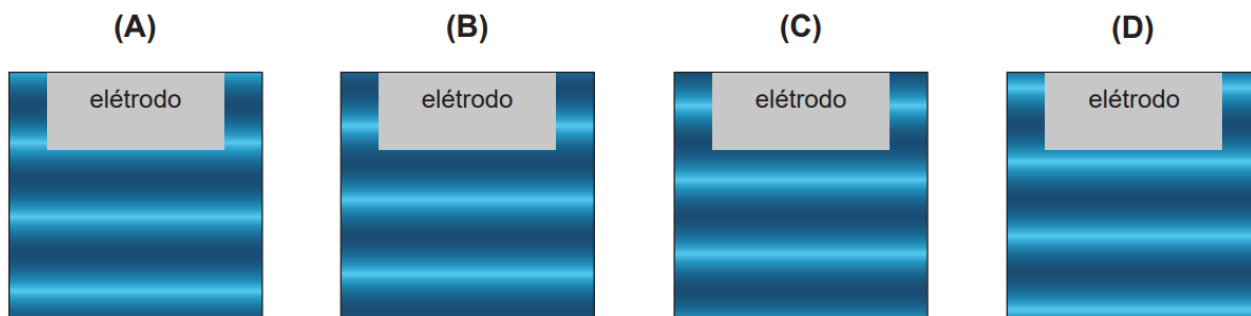
* **2.2.** Durante a eletrólise da água, estabelece-se um campo elétrico entre os dois elétrodos, cujas linhas de campo

- (A) nunca se cruzam e têm sentido do elétrodo positivo para o negativo.
- (B) nunca se cruzam e têm sentido do elétrodo negativo para o positivo.
- (C) se cruzam e têm sentido do elétrodo positivo para o negativo.
- (D) se cruzam e têm sentido do elétrodo negativo para o positivo.

2.3. A Figura 2 apresenta, numa dada escala, e num instante t , o destaque lateral da Figura 1.



Qual das opções pode representar as zonas de compressão e de rarefação, na mesma região e na mesma escala, meio período depois do instante t ?



Exame Nacional de 2025 - 1.ª fase

- * 3. No Museu da Eletricidade, em Lisboa, havia uma recriação de uma das experiências de Michael Faraday, cujo objetivo era demonstrar o fenómeno da indução eletromagnética. Nesta recriação, apresentada na Figura 3, o cientista segura uma barra magnetizada e uma bobina ligada a um galvanómetro, cujo ponteiro, ao mover-se, indica a passagem de corrente elétrica no circuito.



Admita que vai realizar a experiência apresentada na Figura 3, utilizando os materiais referidos.

Explicite, relativamente a esta experiência:

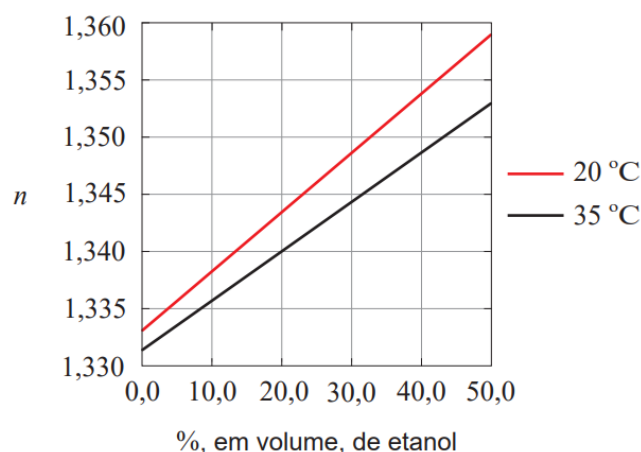
- a ação que deve executar para que se observe o movimento do ponteiro do galvanómetro;
- o fator que influencia a amplitude do movimento do ponteiro do galvanómetro;
- a interpretação física deste fenómeno.

Apresente um texto bem estruturado e utilize linguagem científica adequada.

6. O refratómetro é um aparelho laboratorial que mede o índice de refração de uma solução. Neste aparelho, faz-se aumentar o ângulo de incidência de uma radiação monocromática na superfície de separação entre um prisma de vidro e a amostra em análise, até que ocorra reflexão total da luz.

A concentração da solução é determinada pela sua relação com o índice de refração.

O gráfico da Figura 4 representa o índice de refração, n , de soluções aquosas de etanol em função da percentagem, em volume, de etanol, para duas temperaturas diferentes.



* 6.2. Quando a radiação monocromática muda de meio, do vidro do prisma para a solução de etanol, a sua velocidade de propagação

- (A) altera-se, e a sua frequência também se altera.
- (B) altera-se, e a sua frequência mantém-se.
- (C) mantém-se, e a sua frequência altera-se.
- (D) mantém-se, e a sua frequência também se mantém.

* 6.3. Utilizou-se o refratómetro para determinar, a 35 °C, a concentração de uma solução aquosa de etanol ($M = 46,08 \text{ g mol}^{-1}$), tendo-se verificado que a reflexão total da radiação ocorria para ângulos de incidência superiores a 56,88°.

Considere que:

- o índice de refração do vidro do prisma do refratómetro é 1,60;
- a massa volúmica do etanol é $0,789 \text{ g cm}^{-3}$, a 35 °C.

Determine a concentração da solução aquosa de etanol em mol dm^{-3} .

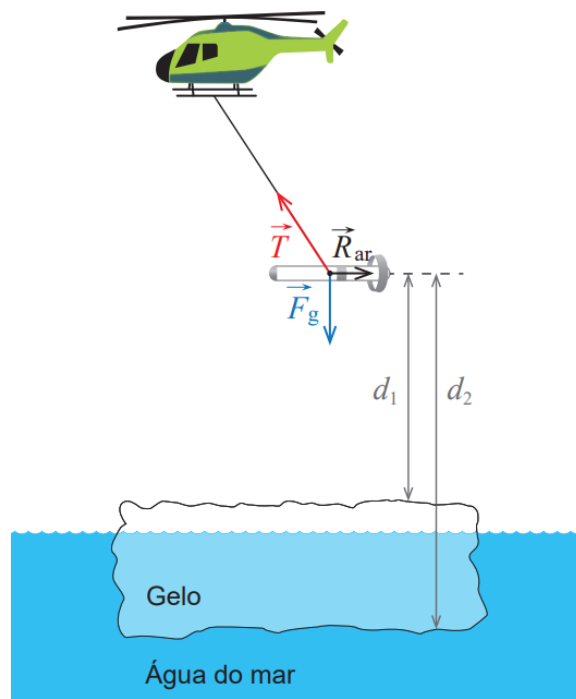
Apresente todos os cálculos efetuados.

(Contém conteúdos de Q10)

Exame Nacional de 2024 - Época Especial

4. O EM-Bird é um dispositivo usado para medir a espessura do gelo marinho, fornecendo dados que possibilitam a monitorização de um dos efeitos do aquecimento global.

Na Figura 1, que não se encontra à escala, estão representados o EM-Bird, suspenso de um helicóptero que voa horizontalmente, a baixa altitude, as forças nele aplicadas e as distâncias do dispositivo à superfície e à base do gelo, d_1 e d_2 , respetivamente.



4.2. Para um determinado local, considere que:

- a distância d_1 é obtida a partir da emissão, pelo EM-Bird, de um pulso de luz *laser* que é refletido na superfície do gelo marinho e recebido, pelo EM-Bird, $6,08 \times 10^{-8}$ s após a sua emissão.
- a distância d_2 , de 11,32 m, é obtida a partir de um sensor eletromagnético.

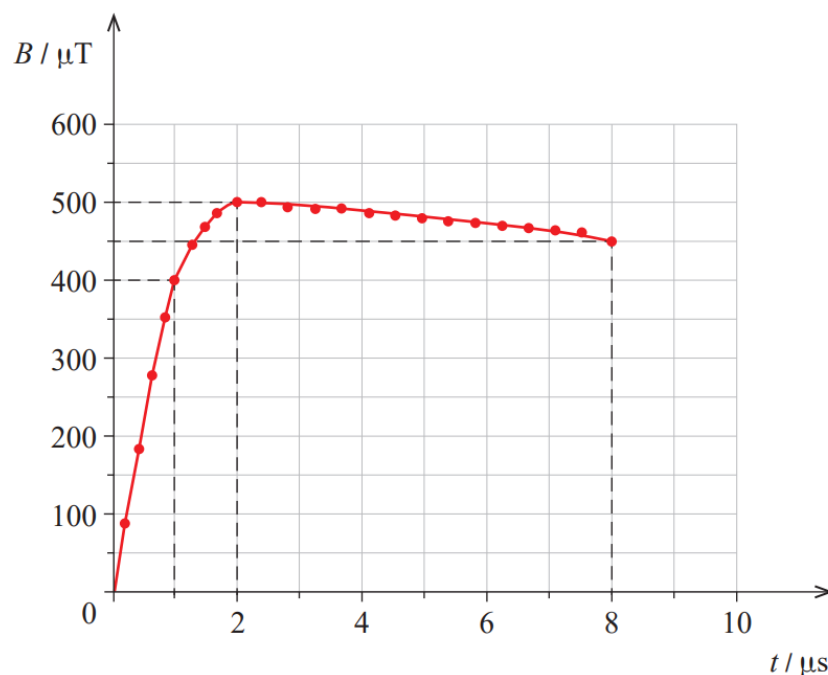
Qual é a espessura do gelo marinho nesse local?

- (A) 2,20 m
(B) 3,46 m
(C) 6,92 m
(D) 9,12 m

6. Os raios são descargas elétricas que ocorrem na atmosfera durante as trovoadas.

* 6.2. Um raio atinge a superfície da Terra nas proximidades de um armazém.

O módulo do campo magnético, B , medido no interior do armazém em função do tempo, t , está representado no gráfico da Figura 2.



Admita que parte da instalação elétrica do armazém pode ser equiparada a uma espira retangular com 18 m^2 de área e que o campo magnético é perpendicular ao plano dessa espira.

Considere os intervalos de tempo $[0; 1] \mu\text{s}$, $[1; 2] \mu\text{s}$ e $[2; 8] \mu\text{s}$.

Determine o módulo da força eletromotriz induzida nessa espira, no intervalo de tempo em que esta é máxima, começando por identificar esse intervalo.

Apresente todos os cálculos efetuados.

- * 9.3. A velocidade de propagação da luz na atmosfera é ligeiramente inferior à velocidade de propagação da luz no vázio. Por este motivo, quando observamos o pôr do sol, vemos o Sol numa posição diferente daquela em que o veríamos se não existisse atmosfera.

Esta diferença justifica-se pelo fenómeno ótico da

- (A) refração da luz. (B) dispersão da luz.
(C) reflexão da luz. (D) absorção da luz.

Exame Nacional de 2024 - 2.ª Fase

1. Os telescópios espaciais, que orbitam a Terra ou o Sol, permitem observar o espaço longínquo em diferentes comprimentos de onda.

Na Figura 1, está representado o Telescópio Espacial James Webb (cuja sigla corrente, JWST, designa o seu nome original, em inglês, *James Webb Space Telescope*), podendo observar-se o espelho principal, o escudo solar e os painéis fotovoltaicos.

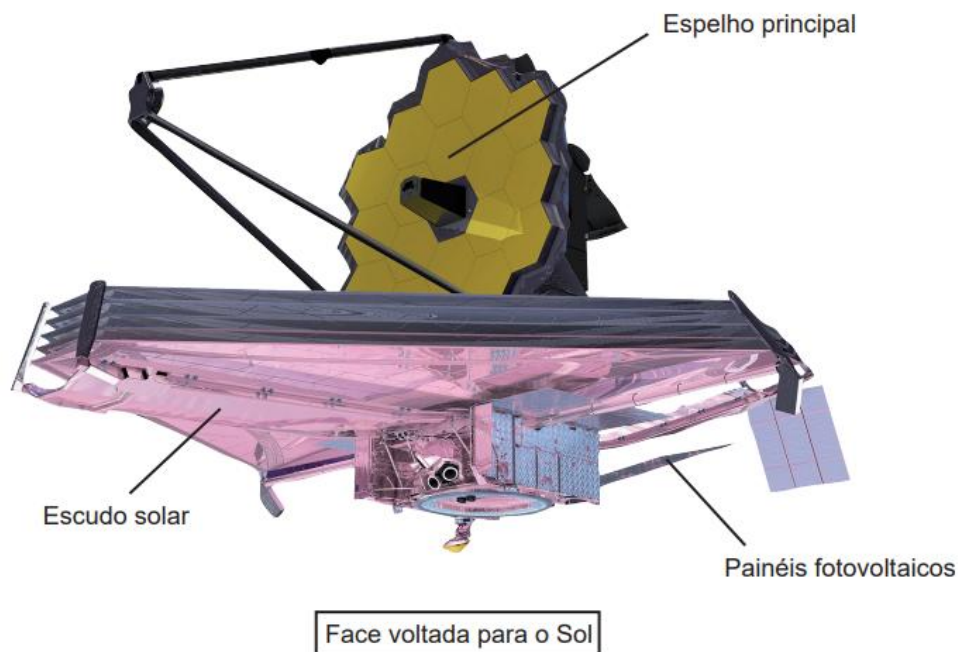


Figura 1

- * 1.1. O JWST opera, essencialmente, na região do infravermelho, ao contrário do Telescópio Espacial Hubble, que opera na região do visível.

Comparativamente às radiações detetadas pelo Hubble, o JWST pode detetar radiações de

- (A) menor comprimento de onda e maior energia por fóton.
(B) menor comprimento de onda e menor energia por fóton.
(C) maior comprimento de onda e maior energia por fóton.
(D) maior comprimento de onda e menor energia por fóton.

- * 1.2.** O escudo solar do JWST impede que a luz proveniente do Sol, da Terra e da Lua atinja alguns dos seus equipamentos, permitindo que estes se mantenham à temperatura adequada ao seu funcionamento.

Complete o texto seguinte, selecionando a opção correta para cada espaço.

Escreva, na folha de respostas, cada uma das letras seguida do número que corresponde à opção selecionada.

A função do escudo solar do JWST é a) a energia que é transferida do Sol, da Terra e da Lua por b). Este telescópio já conseguiu identificar várias substâncias no Universo, entre as quais hidrocarbonetos saturados, como, por exemplo, c), e substâncias constituídas por moléculas apolares, como, por exemplo, d).

a)	b)	c)	d)
1. refratar	1. radiação	1. C_2H_2	1. CH_4
2. refletir	2. condução	2. C_2H_4	2. NH_3
3. difratar	3. convecção	3. C_2H_6	3. H_2O

- 3.** Suponha que um automóvel com motor de combustão se encontra estacionado e que, num dado momento, o seu sistema de ignição é acionado.

- 3.1.** O sistema de ignição do motor do automóvel possui uma bobina, ligada ao eixo do motor, com 20 000 espiras, cada uma de área $1,25 \times 10^{-3} \text{ m}^2$.

Quando o sistema é acionado, produz-se uma variação do módulo do campo magnético de 1,0 T durante um milissegundo. Considere que a direção do campo magnético se mantém perpendicular ao plano das espiras.

O módulo da força eletromotriz induzida nos terminais da bobina, quando o sistema de ignição é acionado, é

- (A) $2,5 \times 10^4 \text{ V}$ e aumentaria se o número de espiras diminuísse.
 (B) $2,5 \times 10^4 \text{ V}$ e aumentaria se o número de espiras aumentasse.
 (C) $2,5 \times 10^1 \text{ V}$ e aumentaria se o número de espiras diminuísse.
 (D) $2,5 \times 10^1 \text{ V}$ e aumentaria se o número de espiras aumentasse.

Exame Nacional de 2024 - 1.ª Fase

8. Um professor desafiou os alunos a planearem uma experiência, para determinar um valor aproximado da velocidade de propagação do som no ar, utilizando um apito, uma lanterna, uma fita métrica e um cronómetro.

Dois alunos, A e B, planearam uma experiência em que, para minimizar os erros experimentais, estariam suficientemente afastados um do outro, numa zona plana e livre de obstáculos.

- * 8.1. Descreva um procedimento experimental que permita aos dois alunos obterem o módulo da velocidade de propagação do som no ar, respeitando as condições indicadas.

Considere apenas um ensaio.

Apresente um texto bem estruturado e utilize linguagem científica adequada.

- * 8.2. No ar, o som é uma onda

- (A) mecânica e longitudinal.
- (B) mecânica e transversal.
- (C) eletromagnética e longitudinal.
- (D) eletromagnética e transversal.

Exame Nacional de 2023 - Época Especial

- * 3. Uma solução alcoólica é armazenada numa garrafa de vidro.

Um feixe de luz, que se propaga na solução alcoólica, sofre um desvio na sua direção de propagação ao atravessar a superfície de separação entre a solução alcoólica e o vidro, como se representa na Figura 3.

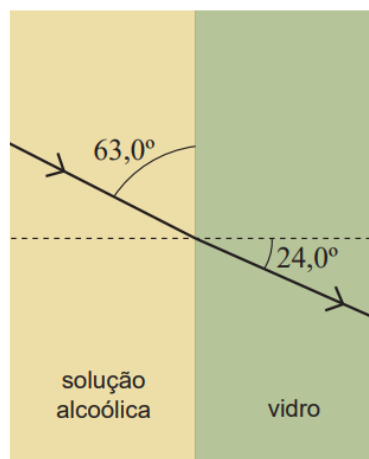


Figura 3

Considere que a velocidade do feixe de luz no vidro é $1,97 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$.

Determine o índice de refração da solução alcoólica.

Apresente todos os cálculos efetuados.

7. Uma espira metálica retangular, α , é colocada sobre um carrinho de fibra de vidro, e este sobe um plano inclinado com velocidade constante, atravessando uma região na qual foi criado um campo magnético uniforme, $\vec{B}$, de direção perpendicular ao plano da espira, representado a sombreado na Figura 8.

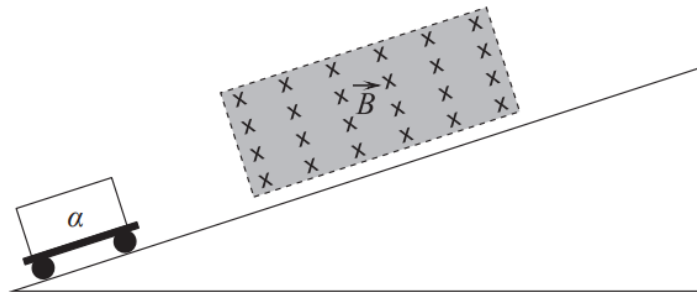
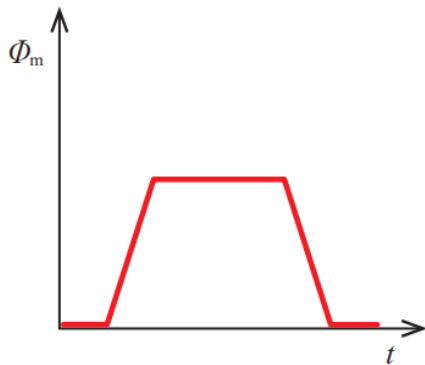


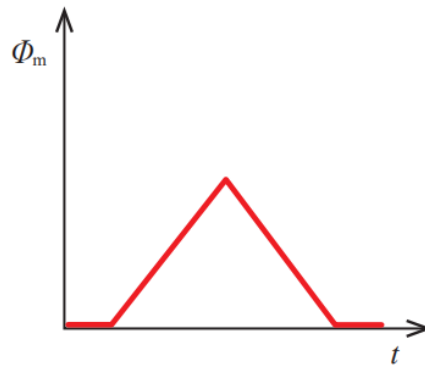
Figura 8

Qual é o esboço do gráfico que pode representar o fluxo magnético, Φ_m , que atravessa a superfície delimitada pela espira, α , em função do tempo, t , à medida que o carrinho sobe o plano inclinado?

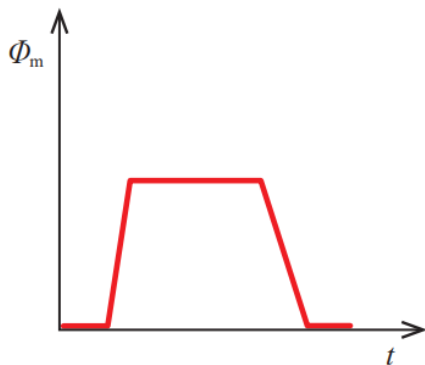
(A)



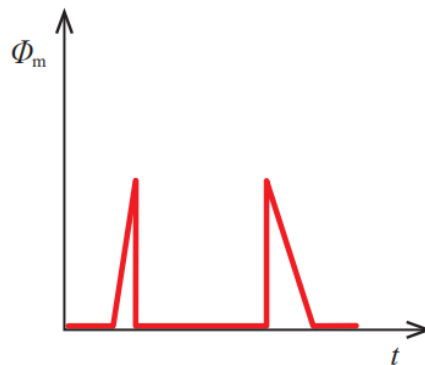
(B)



(C)



(D)



Exame Nacional de 2023 - 2.ª Fase

3. Um feixe de radiação monocromática, que se propaga inicialmente no ar, incide numa das faces paralelas de uma lâmina de vidro, com um ângulo de incidência α . Ao atravessar a lâmina de vidro, de largura L , o feixe sofre um desvio na sua direção de propagação, como mostra a Figura 3.

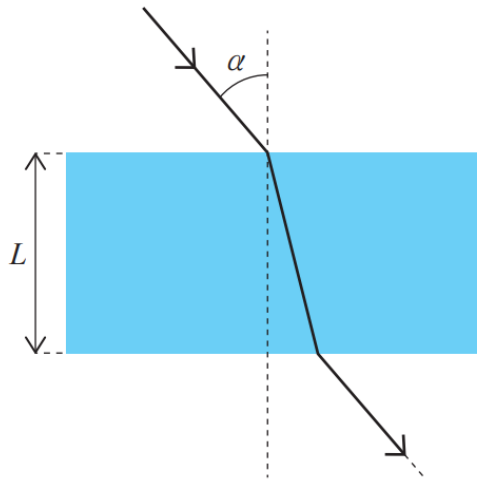


Figura 3

- * 3.1. A lâmina de vidro tem um índice de refração 1,52 para o feixe de luz considerado.

Considere que $\alpha = 32^\circ$ e que $L = 2,81$ cm.

Determine a distância que a luz percorre ao atravessar a lâmina de vidro.

Apresente todos os cálculos efetuados.

- * 3.2. A Figura 4 apresenta o gráfico do índice de refração, n , de um vidro BK7, em função do comprimento de onda, λ , da radiação eletromagnética visível (no vácuo).

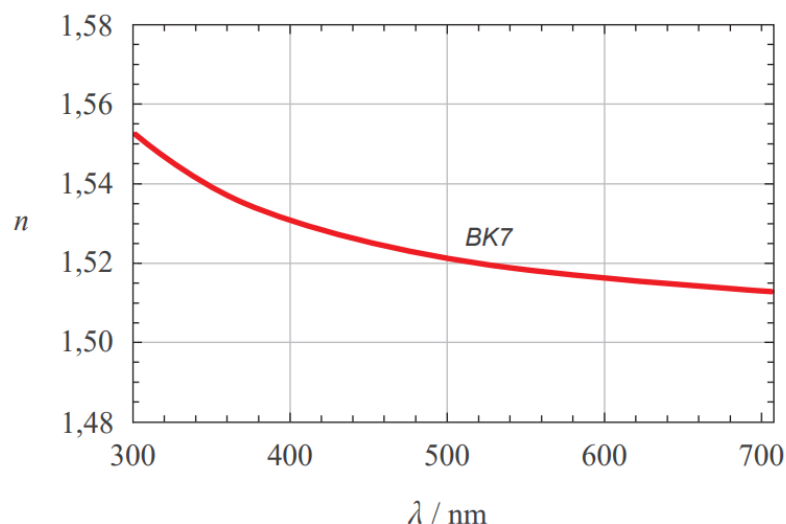


Figura 4

Explique, considerando a informação do gráfico, como varia a velocidade de propagação da radiação eletromagnética no vidro BK7, à medida que o comprimento de onda da radiação diminui.

Escreva um texto estruturado, utilizando linguagem científica adequada.

8. No âmbito das suas metas ambientais, uma indústria cimenteira instalou um precipitador eletrostático (dispositivo que remove poeiras) numa chaminé, como esquematizado na Figura 7.

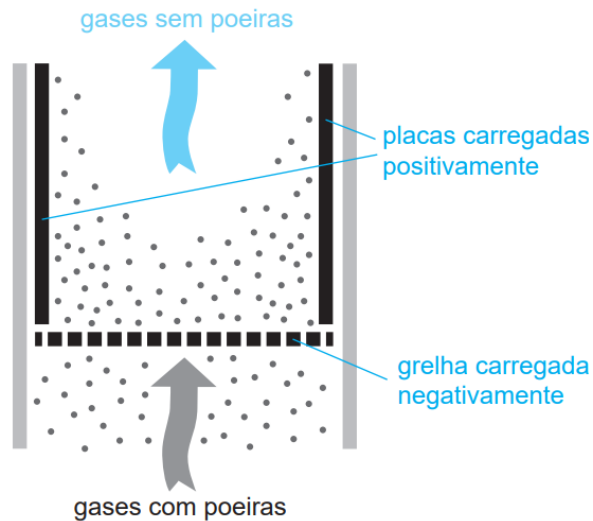
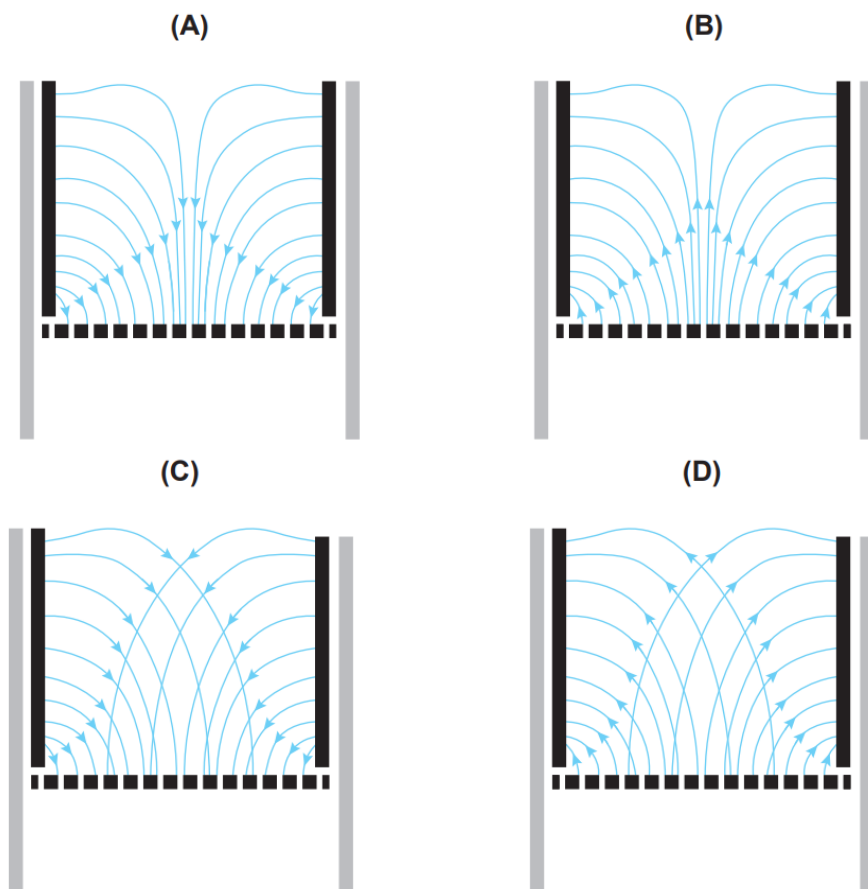


Figura 7

- * 8.1. As partículas constituintes dos gases de exaustão, ao atravessarem a grelha carregada negativamente, adquirem carga elétrica negativa. Posteriormente, são atraídas pelas placas carregadas positivamente, ficando aí aprisionadas.

Qual das opções seguintes pode representar as linhas de campo elétrico que se geram no dispositivo que remove poeiras?



Exame Nacional de 2023 - 1.ª Fase

- * 2.1. O documentário *Descoberta 52: a busca da baleia mais solitária do mundo*, lançado em 2021, conta a procura de uma invulgar baleia que vocalizava a 52 Hz, frequência essa maior do que a das restantes baleias. Talvez por esse motivo não fosse «ouvida» pelas outras baleias, mesmo que se movimentassem nas mesmas águas e à mesma profundidade.

Pode concluir-se que, nessas condições, comparativamente ao som emitido pelas outras baleias, o som de 52 Hz

- (A) é mais grave.
- (B) se propaga com maior velocidade.
- (C) apresenta igual período.
- (D) tem menor comprimento de onda.

- * 2.2. Os cientistas conseguem estimar o comprimento dos cachalotes através da análise dos ultrassons que estes emitem e do cálculo do comprimento do saco de espermacete, d .

A Figura 1 é uma representação de um cachalote, na qual se evidenciam o saco de espermacete, que contém gordura, e os sacos distal e frontal, que contêm ar.

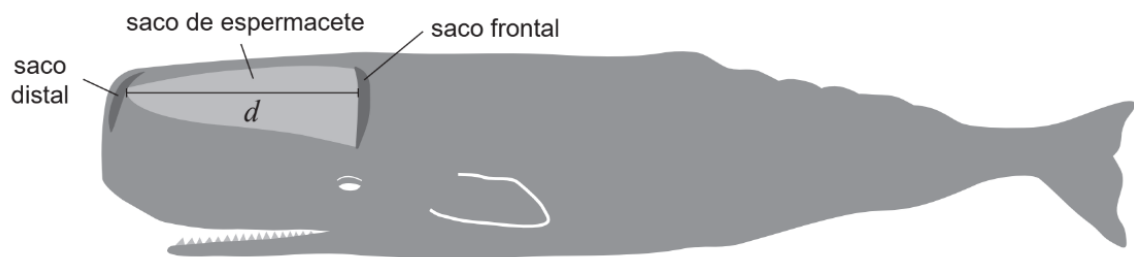


Figura 1

O som é produzido na parte da frente da cabeça, junto ao saco distal, e percorre a distância d . Ao chegar ao saco frontal, o som é refletido, percorrendo novamente a distância d . Quando chega ao saco distal, parte do som transmite-se para a água, formando o pulso p_1 , enquanto o restante é novamente refletido para o saco de espermacete, repetindo-se o processo, que acaba por formar outros pulsos (p_2 , p_3 , ...).

A Figura 2 mostra o registo de uma série de pulsos de um cachalote, detetados por um hidrofone, e a respetiva escala temporal.

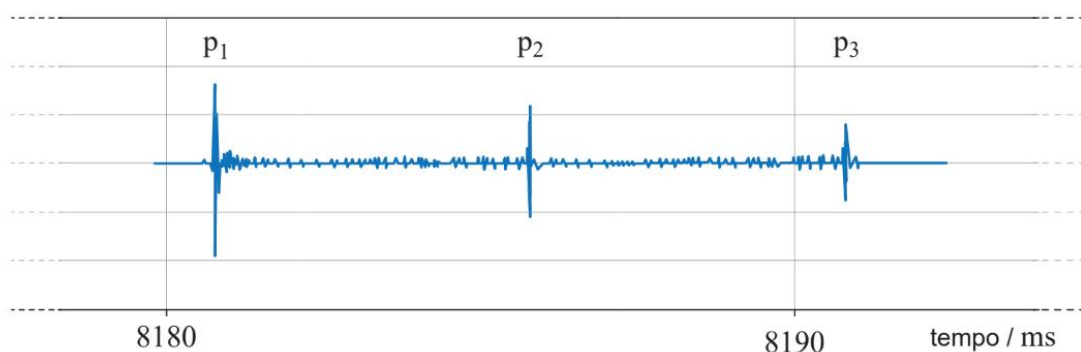


Figura 2

Considere que o módulo da velocidade de propagação do som no saco de espermacete é 1400 m s^{-1} .

Determine o comprimento do saco de espermacete, d .

Apresente todos os cálculos efetuados.

- 5.3.** No interior do elevador, uma pessoa observa-se ao espelho. Este encontra-se disposto numa posição inclinada, fazendo um ângulo de 80° com a base do elevador, como se representa na Figura 6. Dois raios luminosos são refletidos no espelho e atingem os olhos da pessoa.

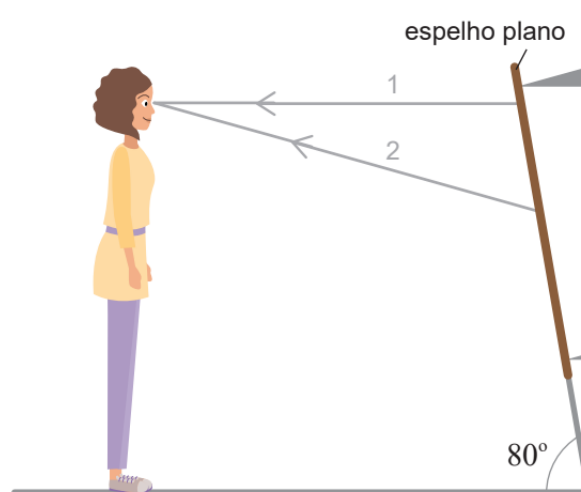


Figura 6

O ângulo de incidência do raio que dá origem ao raio refletido (1), paralelo ao solo, é de

- (A) 40° e é maior do que o ângulo de incidência do raio (2).
- (B) 10° e é maior do que o ângulo de incidência do raio (2).
- (C) 10° e é menor do que o ângulo de incidência do raio (2).
- (D) 40° e é menor do que o ângulo de incidência do raio (2).

Exame Nacional de 2022 - Época Especial

- * **4.2.4.** A indução eletromagnética, que permite a produção de corrente elétrica em muitos dispositivos, foi descoberta por Michael Faraday.

Algumas bicicletas dispõem de faróis cujas lâmpadas estão ligadas a um dínamo, que pode ser semelhante ao representado na Figura 4.

Quando a roda da bicicleta está em movimento, o eixo do dínamo gira, provocando a rotação do íman, e a lâmpada acende-se. Quando a roda está parada, a lâmpada não se acende.

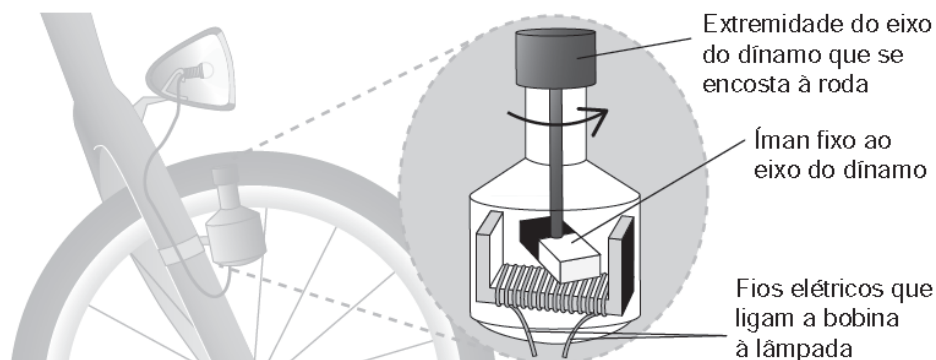


Figura 4

Fonte: www.lowgif.com (consultado em janeiro de 2022). (Figura adaptada)

Explique, com base na lei de Faraday, a diminuição da corrente elétrica induzida no circuito (constituído por dínamo e lâmpada) à medida que a ciclista sobe a rampa, entre B e C, sem pedalar.

Escreva um texto estruturado, utilizando linguagem científica adequada.

- * **5.1.2.** Para determinar o comprimento de onda da componente espectral de maior intensidade da radiação emitida por um LED, realizou-se uma atividade experimental de difração.

A montagem experimental está esquematizada na Figura 8.

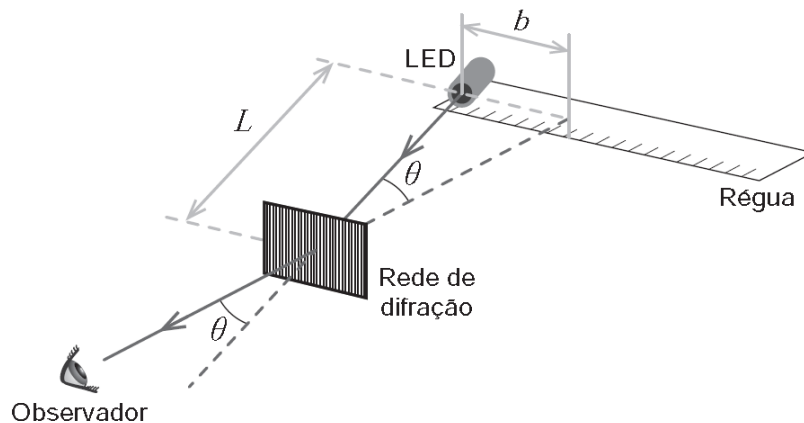


Figura 8

Com uma rede de difração de 1000 linhas por mm, situada a uma dada distância, L , do LED ligado, observa-se um espectro, estando a cor da componente espectral de maior intensidade a uma dada distância, b , do LED.

O comprimento de onda, λ , da componente espectral de maior intensidade pode ser obtido a partir da expressão

$$d \sin \theta = n \lambda$$

em que:

- n corresponde à ordem do máximo (o primeiro máximo visível tem $n = 1$);
- d representa a distância entre o centro de duas linhas consecutivas na rede de difração;
- θ representa o ângulo entre a direção perpendicular à rede de difração e a direção entre o observador e o primeiro máximo da componente espectral.

Num dos ensaios realizados, mediu-se uma distância L de 150 mm e obteve-se uma distância b de 72 mm.

Calcule o comprimento de onda da componente espectral de maior intensidade do LED.

Apresente todos os cálculos efetuados.

Exame Nacional de 2022 - 2.^a Fase

1. O Sol emite luz, mas também fluxos de partículas que constituem o vento solar.

Estas partículas carregadas eletricamente, como prótons, elétrons e íões de hélio, interagem com o campo magnético terrestre, deformando-o.

- * 1.1. A Figura 1 ilustra a deformação do campo magnético terrestre por interação com o vento solar.

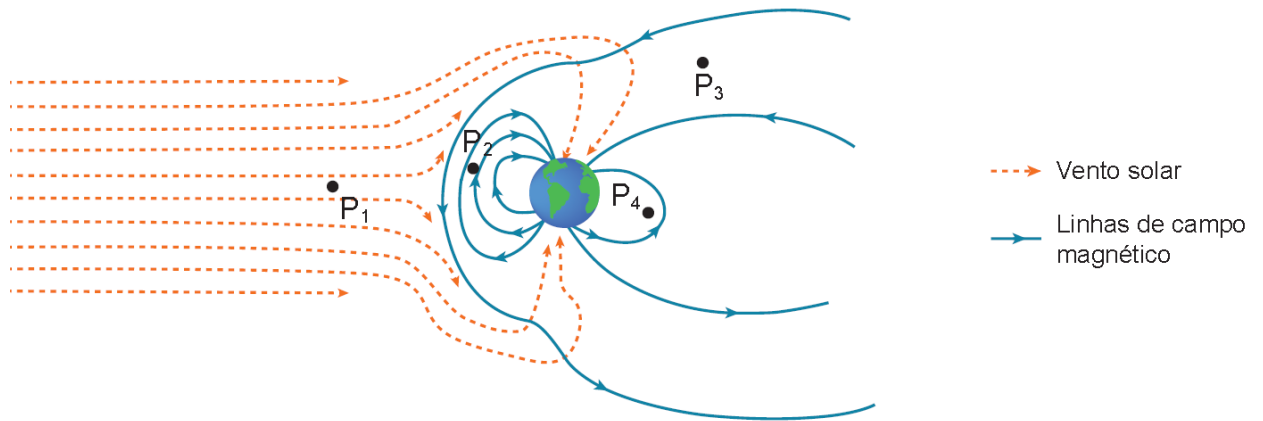


Figura 1

O módulo do campo magnético é maior

- (A) em P_1 do que em P_4 .
 (B) em P_3 do que em P_2 .
 (C) em P_2 do que em P_4 .
 (D) em P_1 do que em P_2 .
8. A Figura 10, que não está à escala, representa uma montagem laboratorial que inclui um espelho e um pentaprisma de vidro transparente.

Um feixe de luz laser, propagando-se inicialmente no ar, é refletido no espelho, entrando no pentaprisma perpendicularmente a uma das suas faces.

Na figura, representa-se ainda parte dos trajetos dos feixes resultantes das sucessivas reflexões e refrações nas faces do prisma.

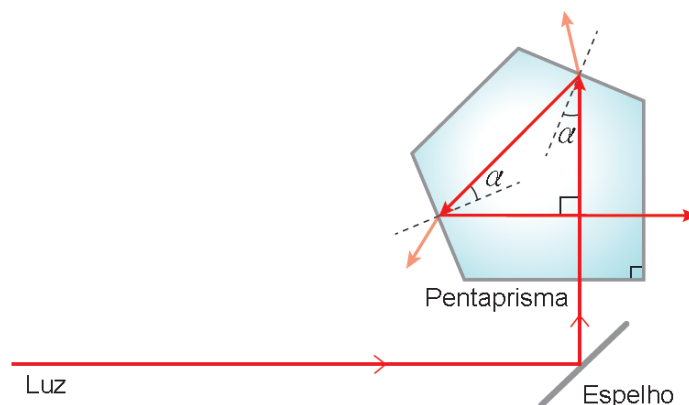


Figura 10

* 8.1. Quando o feixe de luz passa do ar para o pentaprisma,

- (A) mantém-se a frequência, mas o módulo da velocidade de propagação diminui.
- (B) diminui a frequência, mas o módulo da velocidade de propagação mantém-se.
- (C) diminui a frequência e diminui o módulo da velocidade de propagação.
- (D) mantém-se a frequência e mantém-se o módulo da velocidade de propagação.

* 8.2. A luz no interior do pentaprisma incide com um mesmo ângulo α em duas faces, refletindo-se tal como se representa na Figura 10.

Considere que o índice de refração do vidro que constitui o pentaprisma é 1,52.

Demonstre que, nestas condições, não ocorre reflexão total da luz no pentaprisma, apresentando todos os cálculos efetuados.

Exame Nacional de 2022 - 1.^a Fase

5.4. Para prever erupções vulcânicas, os cientistas monitorizam a atividade sísmica com sismógrafos. Os sismos geram, entre outros tipos de ondas, ondas transversais, S, e ondas longitudinais, P.

O epicentro de um sismo ocorre a 3220 km de uma estação sismográfica, sendo as ondas S detetadas 4,8 minutos depois das ondas P.

Admita uma propagação em linha reta e considere que as velocidades das ondas P e S se mantêm constantes durante o percurso.

A velocidade de propagação das ondas P é $8,0 \text{ km s}^{-1}$. Qual é a velocidade de propagação das ondas S?

- (A) $7,9 \text{ km s}^{-1}$
- (B) $3,2 \text{ km s}^{-1}$
- (C) $4,7 \text{ km s}^{-1}$
- (D) $11,2 \text{ km s}^{-1}$

6. Num percurso pedestre no litoral algarvio, um rapaz encontra aos seus pés uma abertura na rocha. Ao olhar para o seu interior, observa que se trata de uma cavidade de desenvolvimento vertical, de profundidade elevada, sobre a água. Este tipo de cavidades designa-se algar.

Pela abertura do algar, o rapaz deixa cair verticalmente uma pedra, como se representa na Figura 5.

- * 6.1. O som da pedra a bater na água é ouvido 3,0 s depois de a pedra ser largada.

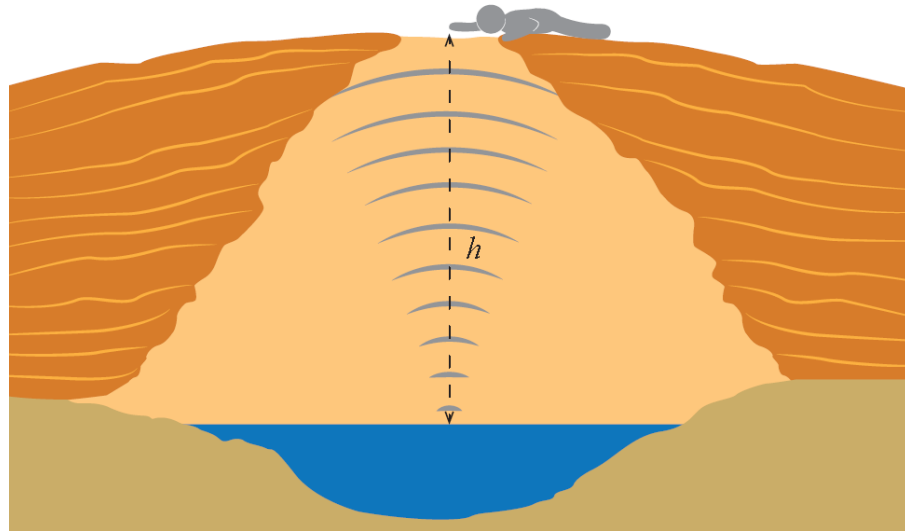


Figura 5

Admita que a velocidade do som no ar é 340 m s^{-1} e que a resistência do ar é desprezável.

Mostre que, para a distância percorrida, h , a razão entre o tempo de queda, t_q , da pedra e o tempo de propagação do som, t_s , é 24 $\left(\frac{t_q}{t_s} = 24\right)$.

- 6.2. A queda vertical da pedra na superfície da água origina uma onda circular, tal como se representa na Figura 6. Na imagem, as zonas mais claras correspondem a cristas, e as zonas mais escuras correspondem a vales.

Admita um diâmetro, D , de 3,0 m.

Entre o instante em que a pedra atinge a água e o instante em que a frente de onda atinge a margem, o intervalo de tempo decorrido é 3,0 s.

A onda que se propaga na água tem

- (A) uma frequência de 3,3 Hz.
- (B) um comprimento de onda de 0,6 m.
- (C) uma frequência de 1,7 Hz.
- (D) um comprimento de onda de 1,0 m.

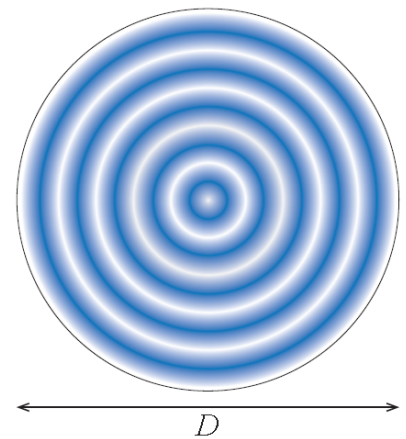


Figura 6

Exame Nacional de 2021 - Época Especial

4. Considere uma onda transversal e sinusoidal que se propaga num lago onde se encontra uma boia de sinalização, B.

Na Figura 5 (que não está à escala), representa-se uma porção da superfície da água do lago, num dado instante, t_1 , e um referencial xOy . Admita que a onda se propaga no sentido positivo do eixo Ox com velocidade constante.



Qual dos esboços de gráfico seguintes pode representar a componente escalar da posição da boia de sinalização, y_B , segundo o eixo Oy , em função do tempo, t , considerando t_1 o instante inicial?

(A)



(B)



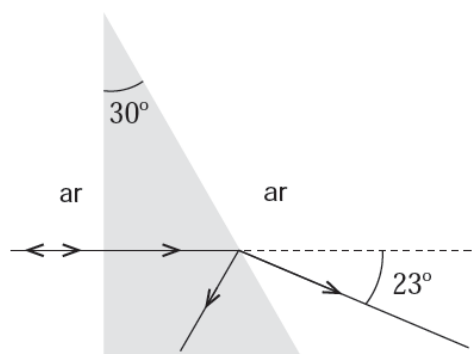
(C)



(D)



6. Na Figura 6 (que não está à escala), representa-se a secção transversal de um prisma de vidro e parte do trajeto de um feixe fino de luz laser, de frequência $4,74 \times 10^{14}$ Hz, que, ao propagar-se no ar, incide numa das faces desse prisma.



- 6.1. A potência do feixe de luz incidente na superfície de separação ar-vidro é _____ à potência do feixe de luz refletida nessa superfície, e as velocidades desses feixes de luz são _____.

(A) superior ... iguais

(B) igual ... diferentes

(C) superior ... diferentes

(D) igual ... iguais

- ★ 6.2. Determine o comprimento de onda da luz laser no vidro.

Apresente todos os cálculos efetuados.

Exame Nacional de 2021 - 2.ª Fase

5. Na Figura 2, está esquematizado um feixe fino, L_1 , de luz laser, que incide na superfície curva de uma placa semicilíndrica de um vidro, originando um feixe fino, L_2 . Este, ao passar do vidro para o ar, origina o feixe fino L_3 .

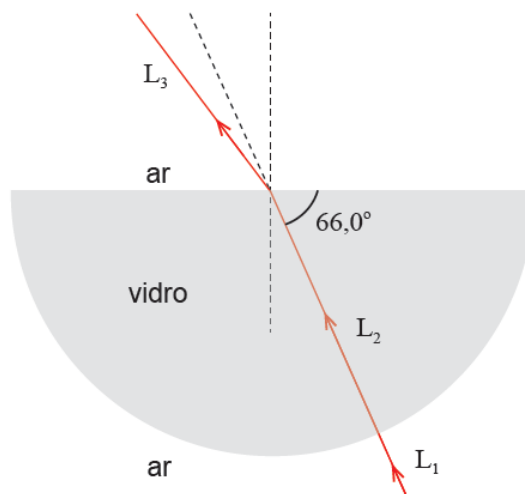


Figura 2

- * 5.1. Considere a mudança de meio de propagação da luz, na qual o feixe L_1 origina o feixe L_2 .

Qual é a amplitude do ângulo de refração?

- * 5.2. O feixe L_3 está desviado $13,2^\circ$ relativamente à direção do feixe incidente.

Determine o módulo da velocidade de propagação da luz no vidro.

Apresente todos os cálculos efetuados.

Exame Nacional de 2021 - 1.ª Fase

3. Em 1849, Hippolyte Fizeau mediu a velocidade da luz no ar com base na experiência esquematizada na Figura 3 (que não está à escala). Nessa experiência, um feixe de luz passava numa ranhura, na periferia de uma roda dentada, e era, a seguir, refletido num espelho colocado a uma distância de 8,63 km da roda.

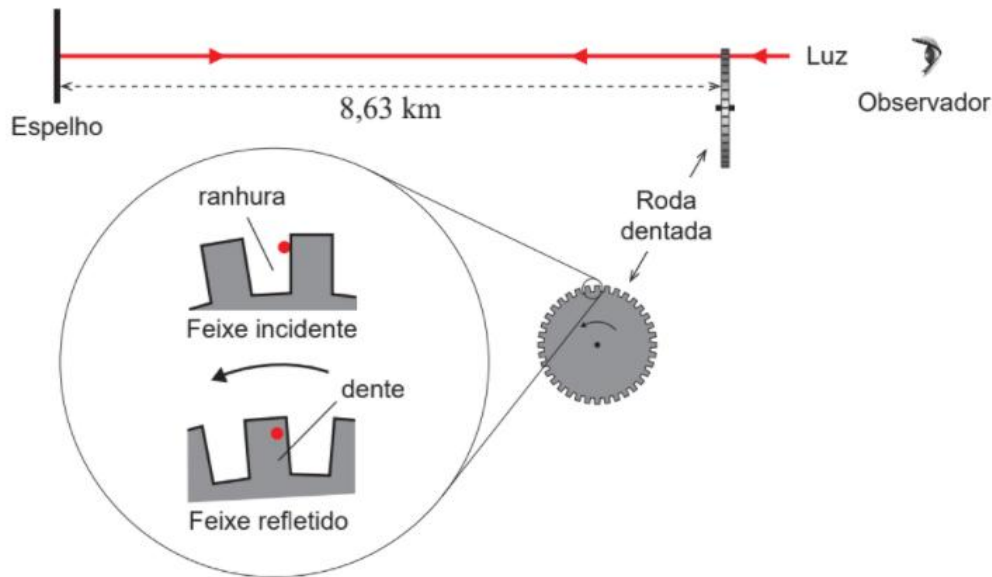


Figura 3

Com a roda parada, o feixe refletido no espelho voltava a passar na mesma ranhura.

Com a roda a girar com uma frequência de 12,6 Hz, o feixe refletido no espelho não voltava a passar pela ranhura, incidindo no dente imediatamente a seguir, deixando de ser detetado pelo observador. Nestas condições, a roda descrevia um ângulo de $0,250^\circ$ desde o instante em que o feixe incidente passava pela ranhura até ao instante em que o feixe refletido incidia no dente.

- * 3.1. Determine a velocidade da luz no ar, tal como é obtida a partir da experiência descrita.

Apresente todos os cálculos efetuados.

- * 3.2. Considere a roda dentada a girar e dois pontos da roda a diferentes distâncias do centro.

Os módulos das velocidades desses pontos são _____ e os módulos das suas velocidades angulares são _____.

- (A) iguais ... iguais
 (B) iguais ... diferentes
 (C) diferentes ... iguais
 (D) diferentes ... diferentes

- * 4. Fez-se incidir um feixe de luz laser, que se propagava no ar, numa lâmina de um vidro, segundo cinco ângulos de incidência, α_{inc} . Para cada ângulo de incidência, mediu-se o correspondente ângulo de refração, α_{ref} . As amplitudes dos ângulos α_{inc} e α_{ref} estão registadas na tabela.

Determine o índice de refração daquele vidro.

Na resposta, apresente:

- uma tabela com os valores a utilizar na construção do gráfico, identificando as variáveis consideradas;
- a equação da reta de ajuste a um gráfico adequado;
- o cálculo do valor solicitado, a partir da equação da reta de ajuste.

Apresente todos os cálculos efetuados e o resultado com três algarismos significativos.

α_{inc}	α_{ref}
30,0°	17,5°
40,0°	23,0°
50,0°	27,5°
60,0°	30,5°
70,0°	34,5°

10. Dois microfones idênticos, ligados a um osciloscópio, foram colocados à mesma distância de um altifalante.

A Figura 6 apresenta os sinais I e II, visualizados no ecrã do osciloscópio, quando a base de tempo foi regulada para 0,5 ms por divisão e o amplificador vertical foi regulado para 0,5 V por divisão (para os dois sinais).

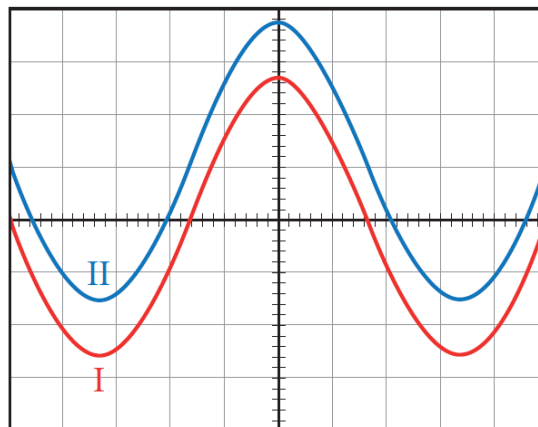


Figura 6

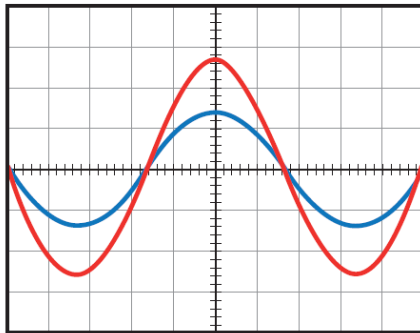
- 10.1. A frequência do sinal I é _____ e a amplitude desse sinal é _____ à amplitude do sinal II.

- (A) $3,0 \times 10^2$ Hz ... igual (B) $3,3 \times 10^3$ Hz ... igual
(C) $3,0 \times 10^2$ Hz ... inferior (D) $3,3 \times 10^3$ Hz ... inferior

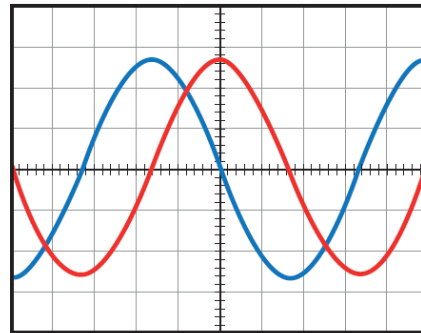
- 10.2. O microfone que originava o sinal II foi afastado do altifalante de uma distância igual a um quarto do comprimento de onda da onda sonora produzida pelo altifalante.

Qual das opções seguintes apresenta os sinais que seriam observados no ecrã do osciloscópio, após o ajuste do sinal II ao ecrã do osciloscópio?

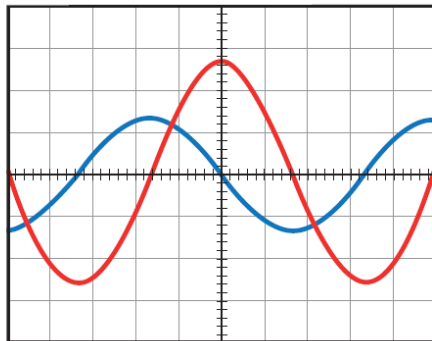
(A)



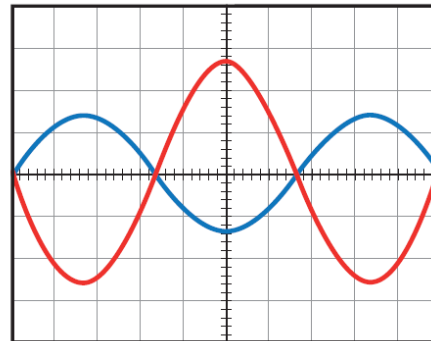
(B)



(C)



(D)



Exame Nacional de 2020 - Época Especial

GRUPO III

1. Algumas lanternas produzem luz quando são agitadas. Nessas lanternas, o movimento de vaivém de um íman através de uma bobina, inserida num circuito com díodos emissores de luz (LED), origina uma corrente elétrica.

Na Figura 2, encontram-se representados esquematicamente a bobina, o íman e um LED de uma dessas lanternas.

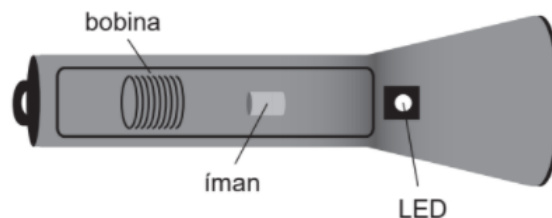


Figura 2

Explique o aparecimento de uma corrente elétrica no circuito.

Escreva um texto estruturado, utilizando linguagem científica adequada.

2. O esboço de gráfico da Figura 3 representa o módulo da força eletromotriz induzida, $|\varepsilon_i|$, numa espira metálica, em função do tempo, t .

Qual dos esboços de gráfico pode representar o fluxo magnético, Φ_m , que atravessa uma superfície delimitada pela espira, em função do tempo, t ?

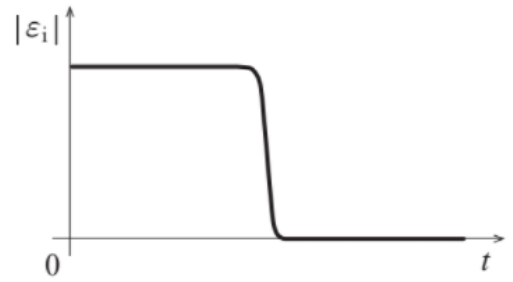
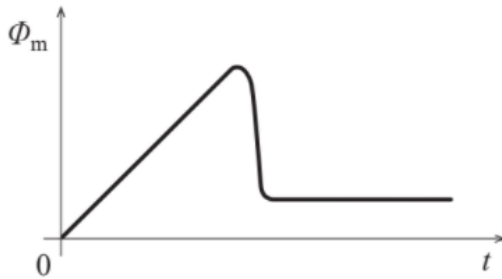
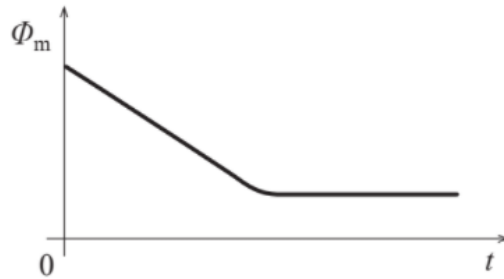


Figura 3

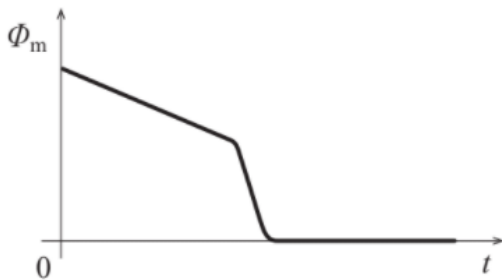
(A)



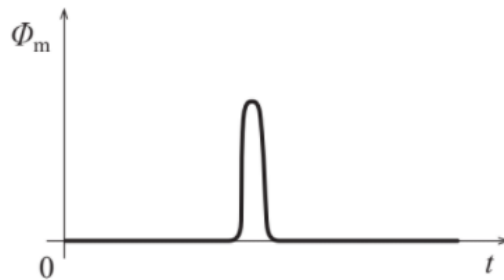
(B)



(C)



(D)



3. O gráfico da Figura 4 representa um sinal elétrico, recebido num osciloscópio, em que a base de tempo foi regulada para 0,5 ms/div e o amplificador vertical para 0,2 V/div.

A frequência do sinal é _____ e a amplitude do sinal é _____.

(A) 0,50 kHz ... 0,40 V

(B) 0,50 kHz ... 0,80 V

(C) 2,0 kHz ... 0,40 V

(D) 2,0 kHz ... 0,80 V

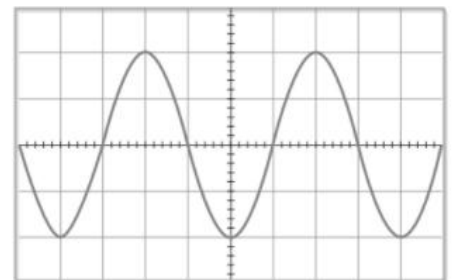
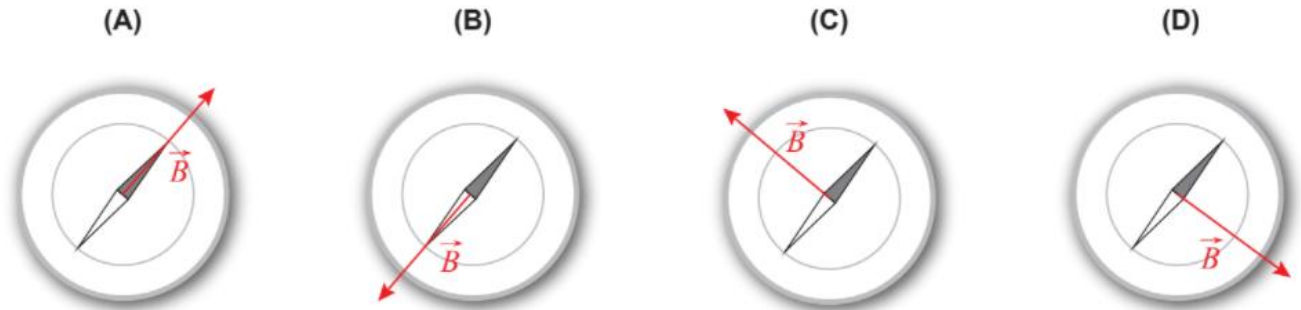


Figura 4

GRUPO III

1. Considere a agulha magnética, em equilíbrio, de uma bússola que se encontra num plano horizontal.

Em qual dos esquemas seguintes, nos quais o polo norte da agulha está assinalado a cinzento, está representada a componente horizontal do campo magnético, $\vec{B}$, na posição em que a bússola se encontra?



3. As baleias comunicam através de sons que podem ser registados por hidrofones (sensores de pressão) e por sismómetros (sensores de velocidade) instalados no fundo do mar.

- 3.1. Algumas baleias emitem um som com uma frequência praticamente constante, designado *backbeat*.

Na Figura 3, apresenta-se o registo de um sinal elétrico, obtido por um hidrofone, de parte de um *backbeat*. No eixo horizontal representa-se o tempo em ms.

A frequência deste *backbeat* está contida no intervalo

- (A) [36, 39] Hz
(B) [8, 11] Hz
(C) [53, 56] Hz
(D) [17, 20] Hz

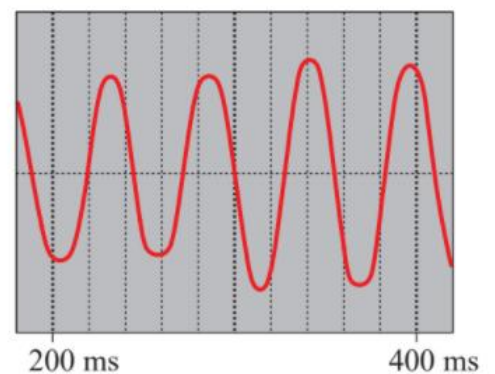


Figura 3

3.2. As baleias podem ser localizadas a partir da refração dos sons por elas emitidos.

Considere um som emitido por uma baleia, que se propaga inicialmente na água do mar e que, depois, se passa a propagar nos sedimentos do fundo do mar.

Na Figura 4 (que não está à escala), representam-se as direções de propagação do som detetado pelo sismómetro S.

Considere que o índice de refração de um meio, para um som, é

$$n_{\text{meio}} = \frac{k}{v_{\text{meio}}}$$

em que k é uma constante e v_{meio} é o módulo da velocidade de propagação do som no meio considerado: $1,5 \text{ km s}^{-1}$ na água do mar e $1,8 \text{ km s}^{-1}$ nos sedimentos considerados.

Determine a distância a que a baleia se encontra do sismómetro S.

Explicite o seu raciocínio, indicando todos os cálculos efetuados.

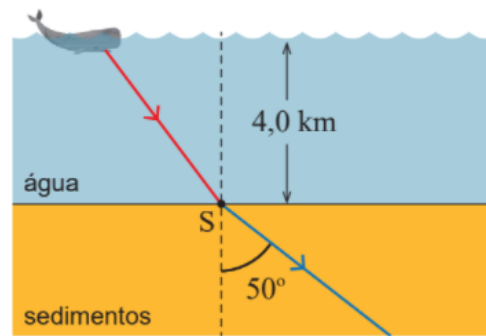


Figura 4

Exame Nacional de 2020 - 1.ª fase

GRUPO III

1. Uma espira circular na proximidade de um íman fixo roda num mesmo plano horizontal, em torno de um eixo vertical, z , que passa pelo centro da espira, C, como se esquematiza na Figura 4.

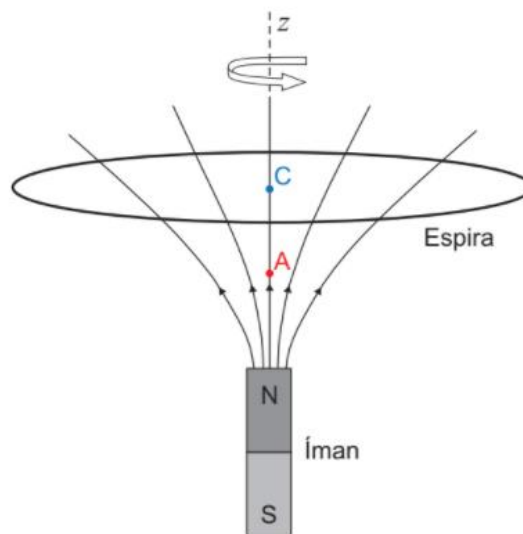


Figura 4

- 1.1. Na situação descrita, o fluxo magnético através da superfície plana delimitada pela espira _____, e a força eletromotriz induzida na espira _____ nula.

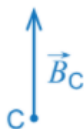
- (A) varia ... é
(B) varia ... não é
(C) não varia ... é
(D) não varia ... não é

1.2. Os pontos A e C pertencem à mesma linha de campo magnético.

Nas figuras seguintes, está representado o campo magnético criado pelo íman no ponto A, $\vec{B}_A$.

Em qual das figuras pode estar representado o campo magnético criado pelo íman no ponto C, $\vec{B}_C$?

(A)



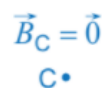
(B)



(C)



(D)



2. Uma corrente elétrica é induzida numa bobina quando uma antena recebe um sinal eletromagnético de 800 kHz, emitido por uma estação de rádio.

Qual é o comprimento de onda, no ar, da onda associada à propagação daquele sinal?

(A) $3,75 \times 10^5$ km

(B) $3,75 \times 10^2$ m

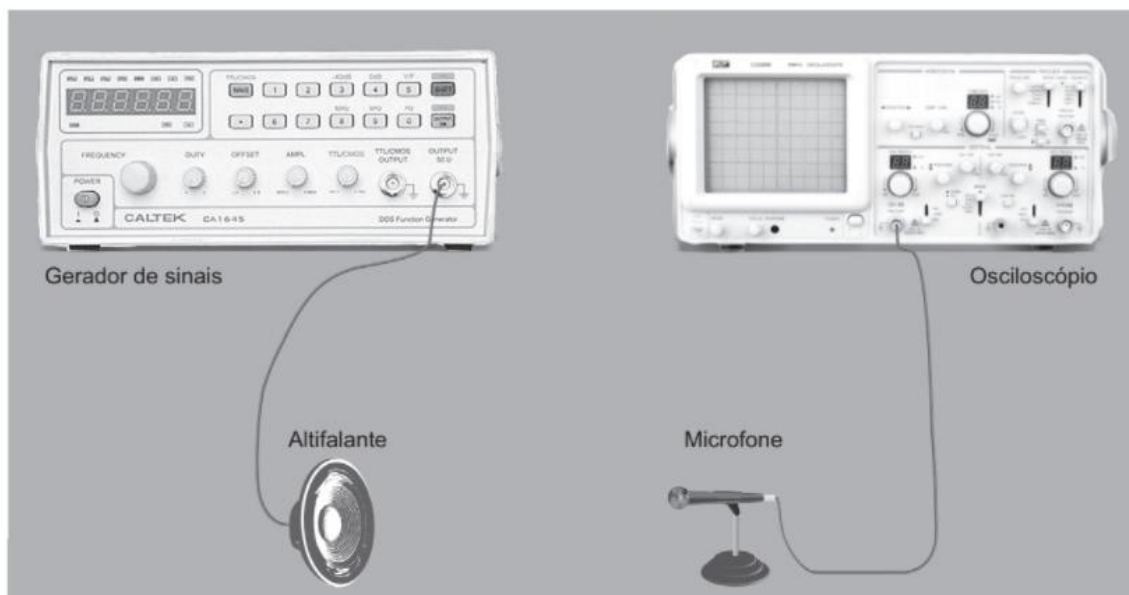
(C) $2,67 \times 10^{-6}$ km

(D) $2,67 \times 10^{-9}$ m

Exame Nacional de 2019 - Época Especial

GRUPO I

1. A Figura 1 representa um gerador de sinais ligado a um altifalante e um microfone ligado a um osciloscópio. O gerador de sinais produz um sinal elétrico que é convertido num sinal sonoro pelo altifalante. Este sinal sonoro é detetado pelo microfone, que o converte num sinal elétrico que é visualizado no ecrã do osciloscópio.



A Figura 2 representa o sinal elétrico visualizado no ecrã do osciloscópio, quando a base de tempo do osciloscópio está regulada para $250 \mu\text{s}$ por divisão e o amplificador vertical está regulado para 5 mV por divisão.

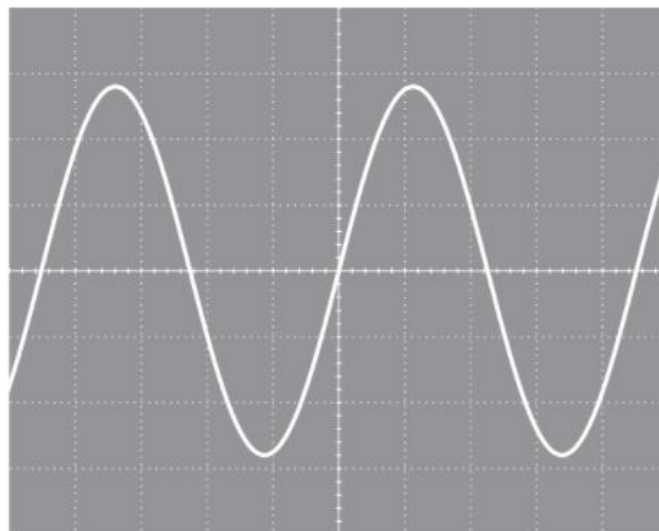


Figura 2

- 1.1. O sinal visualizado no ecrã do osciloscópio tem um período de _____ e uma amplitude de _____.

- (A) $1,1 \text{ ms}$... 14 mV
 (B) $4,5 \text{ ms}$... 14 mV
 (C) $1,1 \text{ ms}$... 28 mV
 (D) $4,5 \text{ ms}$... 28 mV

1.2. O sinal sonoro produzido pelo altifalante e o sinal sonoro detetado pelo microfone terão frequências _____ e intensidades _____.

- (A) diferentes ... iguais
- (B) diferentes ... diferentes
- (C) iguais ... iguais
- (D) iguais ... diferentes

2. A Figura 3 representa um microfone de indução. Este microfone é constituído, essencialmente, por uma membrana e por uma bobina ligadas entre si e, ainda, por um íman fixo colocado na proximidade da bobina.

Explique como é que um sinal sonoro é convertido num sinal elétrico, neste tipo de microfones.

Apresente, num texto estruturado e com linguagem científica adequada, a explicação solicitada.

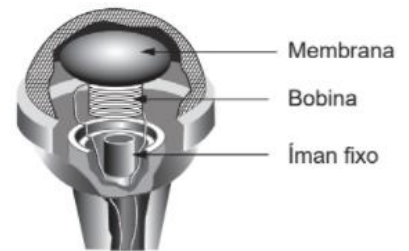


Figura 3

Exame Nacional de 2019 - 2.ª fase

GRUPO III

3. A Figura 3 representa uma espira circular que roda, com velocidade angular constante, em torno de um eixo fixo Y, numa região do espaço em que existe um campo magnético constante e uniforme, $\vec{B}$.

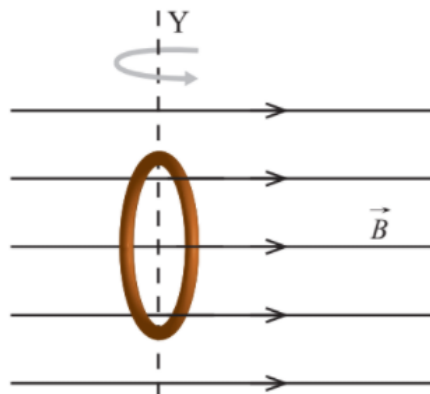


Figura 3

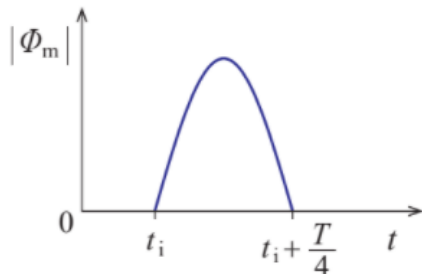
3.1. Na situação descrita, há uma variação do fluxo do campo magnético através da superfície delimitada pela espira, que decorre de

- (A) o campo magnético ser constante.
- (B) a espira rodar em torno do eixo Y.
- (C) o campo magnético ser uniforme.
- (D) a espira ser condutora.

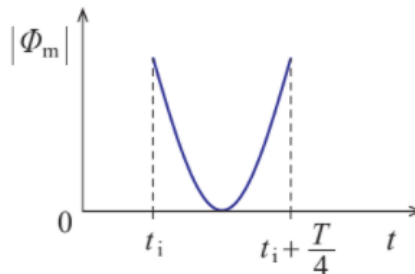
3.2. Admita que, num dado instante t_i , o plano da espira é perpendicular a $\vec{B}$ e considere o intervalo de tempo $\left[t_i; t_i + \frac{T}{4}\right]$, em que T representa o período do movimento da espira.

Qual dos esboços de gráfico seguintes pode representar o módulo do fluxo do campo magnético, $|\Phi_m|$, que atravessa a espira, em função do tempo, t , no intervalo de tempo considerado?

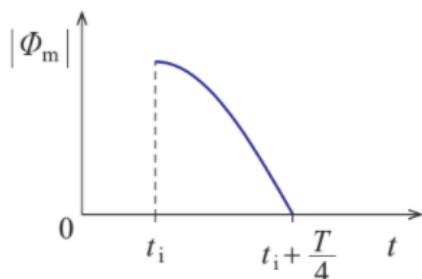
(A)



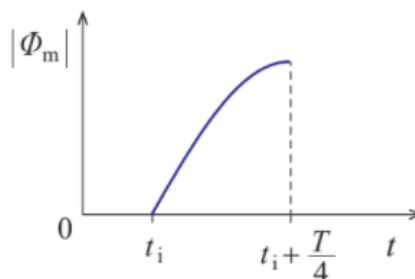
(B)



(C)



(D)



GRUPO IV

1. Um feixe de luz, muito fino, propagando-se inicialmente no ar, incide numa das faces de um prisma de vidro, como se representa na Figura 4. Na figura, representa-se ainda parte dos trajetos dos feixes resultantes de sucessivas reflexões e refrações nas faces do prisma.

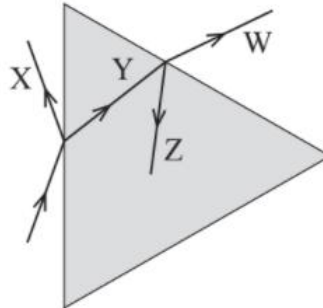


Figura 4

- 1.1. O feixe Y, que resulta de uma _____ numa das faces do prisma, terá necessariamente maior energia do que o feixe _____ .
- (A) reflexão ... X
(B) reflexão ... W
(C) refração ... X
(D) refração ... W
- 1.2. O índice de refração do vidro constituinte do prisma é _____ ao índice de refração do ar uma vez que, ao sair do prisma, a luz se _____ da normal à superfície de separação dos dois meios.
- (A) superior ... afasta
(B) superior ... aproxima
(C) inferior ... afasta
(D) inferior ... aproxima
2. Considere uma luz laser I, de frequência $6,1 \times 10^{14}$ Hz, e uma luz laser II, de frequência $4,5 \times 10^{14}$ Hz. Tendo em conta as frequências indicadas, é possível concluir que
- (A) a potência de um feixe da luz I é cerca de 1,4 vezes superior à potência de um feixe da luz II.
(B) a energia de um fóton da luz I é cerca de 1,4 vezes superior à energia de um fóton da luz II.
(C) a potência de um feixe da luz I é cerca de 1,4 vezes inferior à potência de um feixe da luz II.
(D) a energia de um fóton da luz I é cerca de 1,4 vezes inferior à energia de um fóton da luz II.

GRUPO I

Uma tina de ondas é um tanque de pequena profundidade que contém água e onde é possível, utilizando um gerador adequado, produzir ondas na superfície da água. O gerador pode ser ajustado de modo a produzir ondas de frequências diferentes.

As imagens dessas ondas apresentam zonas mais claras, que correspondem a cristas, e zonas mais escuras, que correspondem a vales.

1. A Figura 1 apresenta uma imagem das ondas obtidas numa tina de ondas, numa determinada experiência. Na figura, estão ainda representados dois pontos, A e B, à superfície da água.

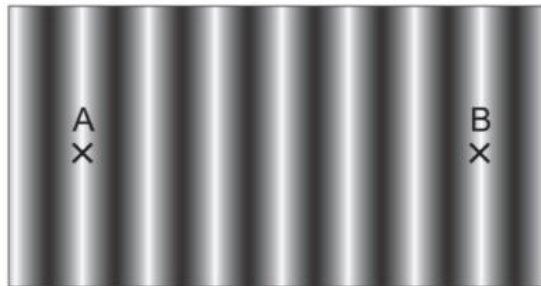


Figura 1

- 1.1. Considere que o gerador de ondas está ajustado para 5,0 Hz e que a imagem é obtida num instante t . Quanto tempo decorrerá, no mínimo, entre o instante t e um instante no qual o ponto A se encontre num vale?
- (A) 0,15 s
(B) 0,20 s
(C) 0,050 s
(D) 0,10 s
- 1.2. Se a distância entre os pontos A e B for 15,6 cm, o comprimento de onda das ondas que se propagam na superfície da água será
- (A) 1,30 cm
(B) 2,23 cm
(C) 2,60 cm
(D) 3,12 cm

2. Com o objetivo de determinar a velocidade de propagação das ondas produzidas na superfície da água contida numa tina, mediu-se o comprimento de onda, λ , dessas ondas para várias frequências, f .

Na tabela seguinte, estão registados os valores de f e de λ medidos e ainda os inversos desses valores.

f / Hz	λ / cm	$\frac{1}{f} / \text{Hz}^{-1}$	$\frac{1}{\lambda} / \text{cm}^{-1}$
8,8	2,3	0,114	0,435
10,5	2,0	0,09524	0,500
12,7	1,6	0,07874	0,625
15,1	1,4	0,06623	0,714
20,3	1,0	0,04926	1,00

Determine a velocidade de propagação das ondas, em cm s^{-1} , nas condições em que decorreu a experiência, a partir da equação da reta de ajuste a um gráfico adequado.

Na sua resposta:

- identifique as variáveis independente e dependente a considerar nos eixos do gráfico;
- apresente a equação da reta de ajuste ao gráfico;
- obtenha o valor solicitado, com um número correto de algarismos significativos.

Apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados.

Exame Nacional de 2018 - Época Especial

GRUPO III

Os golfinhos dependem da emissão e da receção de sons para se orientarem, comunicarem entre si e caçarem.

1. As ondas sonoras são ondas mecânicas que, na água, são longitudinais.

Apresente, num texto estruturado e utilizando linguagem científica adequada, o significado da afirmação anterior.

2. Um golfinho emite um som à superfície da água do mar que é detetado por dois sensores colocados à mesma distância do golfinho, um dentro de água e outro no ar. O som demora 0,10 s a chegar ao sensor que se encontra dentro de água e demora mais 0,34 s a chegar ao sensor que se encontra no ar.

Qual é o quociente entre a velocidade de propagação do som na água do mar e a velocidade de propagação do som no ar, nas condições em que decorreu a experiência?

- (A) 3,4
- (B) 4,4
- (C) 0,23
- (D) 0,29

3. O gráfico da Figura 4 representa, para um determinado local, a velocidade de propagação do som na água do mar em função da profundidade.

Considere um som puro que se propaga na água do mar, atravessando as três regiões consideradas.

A partir do gráfico, pode concluir-se que, à profundidade h_1 ,
_____ desse som atinge um valor _____.

- (A) a frequência ... mínimo
- (B) a frequência ... máximo
- (C) o comprimento de onda ... mínimo
- (D) o comprimento de onda ... máximo

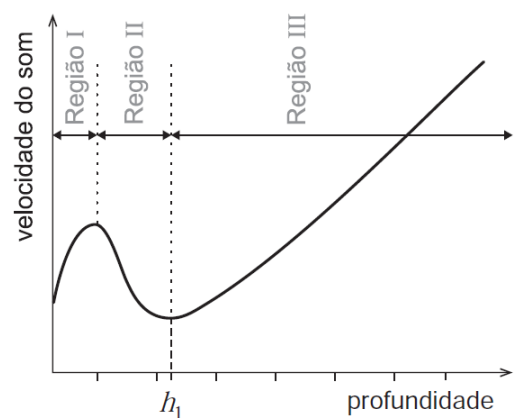


Figura 4

Fonte: w3.ualg.pt/~prelvas/OceanogFisica/Prop_som.pdf
(consultado em março de 2018)

GRUPO IV

1. Uma bobina encontra-se imóvel numa zona do espaço onde existe um campo magnético uniforme. Os planos das espiras da bobina são paralelos entre si e fazem sempre o mesmo ângulo com a direção do campo magnético.

1.1. Qual deverá ser a amplitude do ângulo entre os planos das espiras e a direção do campo, para que, mantendo-se todas as outras condições, o módulo do fluxo magnético através da bobina seja máximo?

1.2. Num dado intervalo de tempo, a intensidade do campo magnético, B , varia com o tempo, t , de acordo com o esboço de gráfico representado na Figura 4.

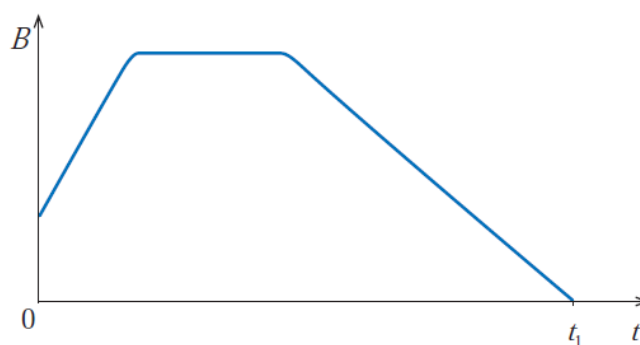
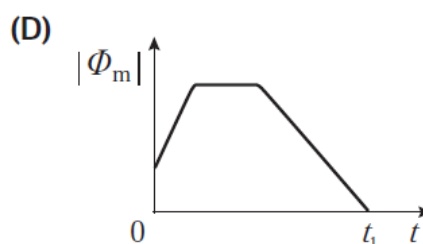
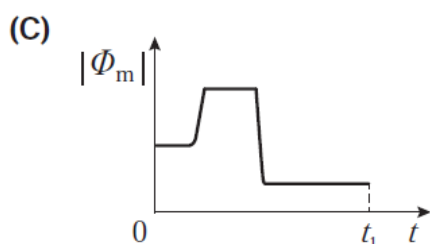
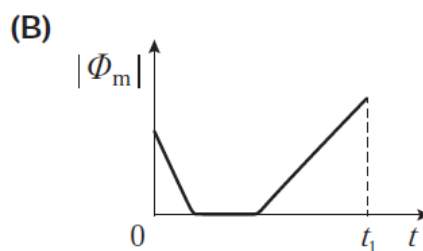
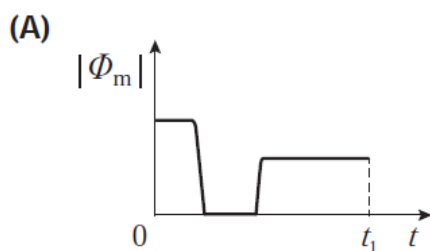


Figura 4

Qual é o esboço de gráfico que pode representar o módulo do fluxo magnético, $|\Phi_m|$, que atravessa a bobina, em função do tempo, t , no intervalo de tempo $[0, t_1]$?



2. Duas bobinas, I e II, ligadas a osciloscópios, rodam em zonas do espaço distintas, nas quais existem campos magnéticos constantes e uniformes.

A análise dos sinais obtidos nos ecrãs dos osciloscópios permitiu estabelecer que as forças eletromotrizes, U_I e U_{II} , geradas nos terminais das bobinas I e II, respetivamente, variam com o tempo, t , de acordo com as expressões

$$U_I = 7,5 \times 10^{-2} \sin(20\pi t) \quad (\text{SI})$$

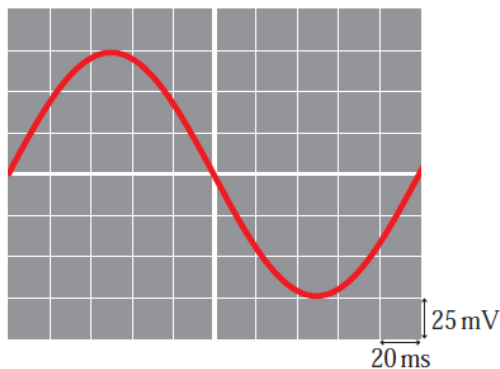
$$U_{II} = 1,5 \times 10^{-3} \sin(20\pi t) \quad (\text{SI})$$

- 2.1. Comparando as forças eletromotrizes, U_I e U_{II} , geradas nos terminais das bobinas I e II, respetivamente, é possível concluir que

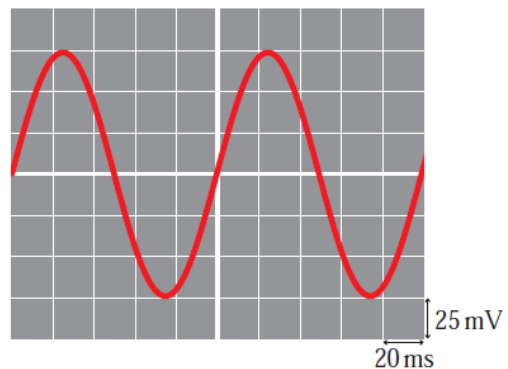
- (A) a área de cada espira da bobina I é diferente da área de cada espira da bobina II.
- (B) o número de espiras da bobina I é diferente do número de espiras da bobina II.
- (C) as bobinas estão sujeitas a campos magnéticos da mesma intensidade.
- (D) as bobinas estão a rodar com velocidades angulares do mesmo módulo.

- 2.2. Em qual das figuras seguintes está representado o sinal obtido no ecrã do osciloscópio ligado à bobina I, caso a base de tempo e o amplificador vertical estejam regulados como indicado nessas figuras?

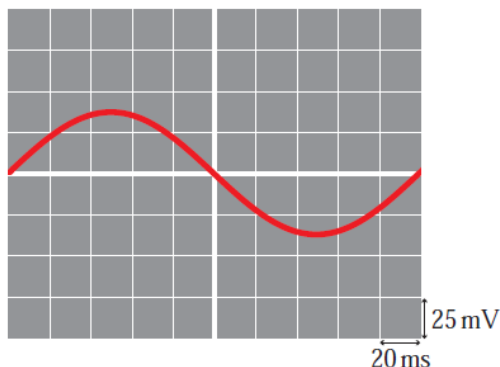
(A)



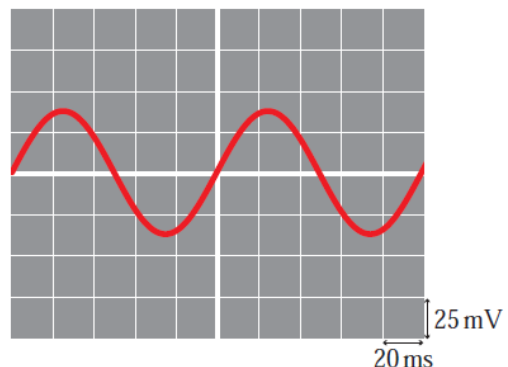
(B)



(C)



(D)



GRUPO III

1. Quando um sinal sonoro se propaga no ar, há variações de pressão em cada ponto.

1.1. Na Figura 3, está representada, num certo instante, uma determinada região do espaço em que se propaga, da esquerda para a direita, um sinal sonoro de período T . As zonas mais escuras correspondem a zonas de compressão do ar, e as zonas mais claras correspondem a zonas de rarefação.

Na figura, encontra-se ainda representada, pela linha a tracejado, **P**, uma certa camada de ar naquela região do espaço.

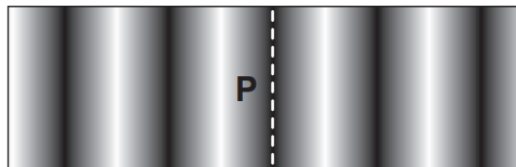
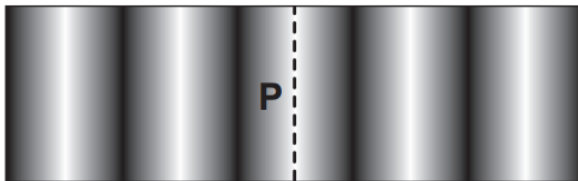


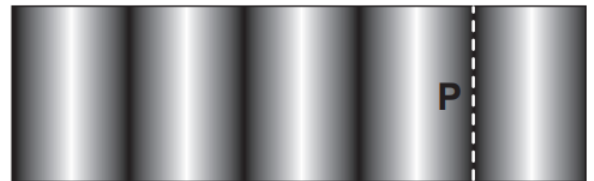
Figura 3

Qual das figuras seguintes pode representar, um período e meio depois, a mesma região do espaço e a mesma camada de ar?

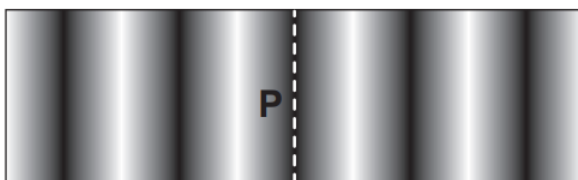
(A)



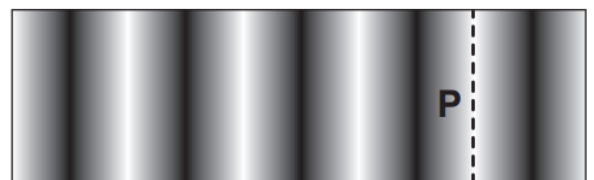
(B)



(C)



(D)



- 1.2.** Um sinal sonoro foi convertido num sinal elétrico e analisado num osciloscópio, cuja base de tempo estava regulada para 0,5 ms por divisão.

Na Figura 4, está representada a imagem obtida no ecrã do osciloscópio.

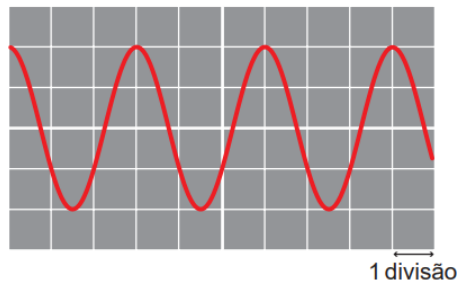


Figura 4

Verificou-se experimentalmente que, em determinadas condições, um pulso do mesmo som demorava $5,78 \times 10^{-2}$ s a percorrer uma distância de 20,0 m no ar.

Determine o comprimento de onda do som no ar, naquelas condições.

Apresente todas as etapas de resolução.

- 2.** Considere um feixe muito fino de luz laser (radiação monocromática), que se propaga inicialmente num vidro e que incide na superfície de separação vidro-ar.

Para a luz laser considerada, o índice de refração desse vidro é 1,51.

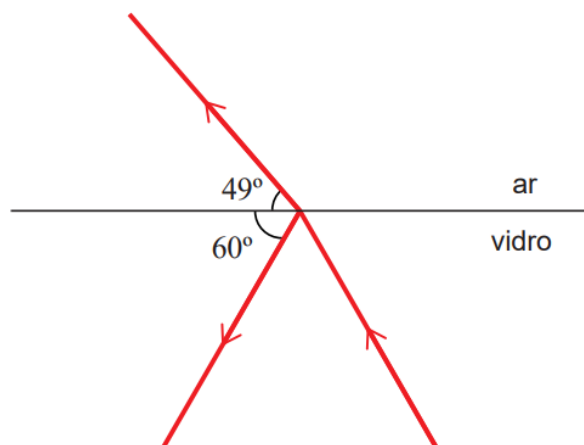
- 2.1.** Quando o feixe de luz laser passa do vidro para o ar, mantêm-se constantes o _____ e a _____ da radiação.

- (A) comprimento de onda ... frequência
- (B) comprimento de onda ... velocidade de propagação
- (C) período ... frequência
- (D) período ... velocidade de propagação

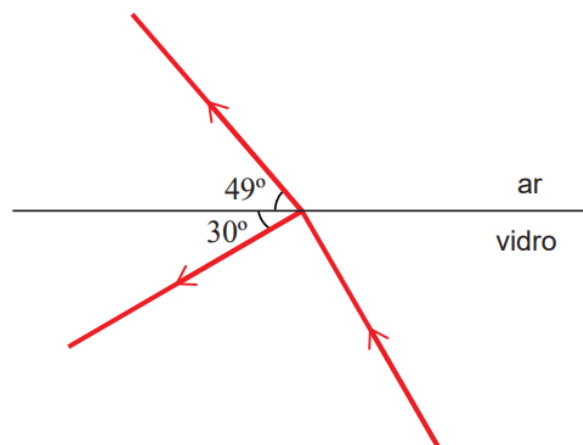
- 2.2.** Nos esquemas seguintes, está representado o trajeto do feixe que incide na superfície de separação vidro-ar, segundo um ângulo de incidência de amplitude 30° .

Em qual dos esquemas estão representados os trajetos dos feixes refletido e refratado na superfície de separação vidro-ar?

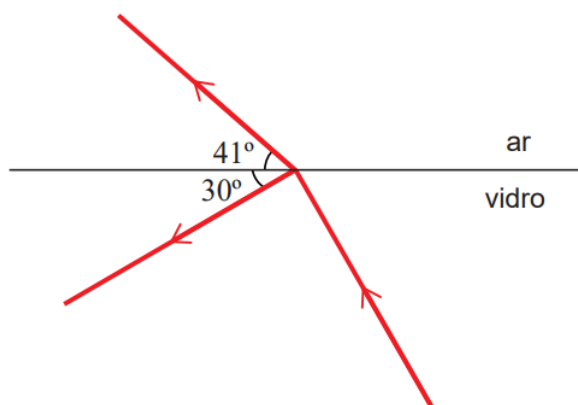
(A)



(B)



(C)



(D)

