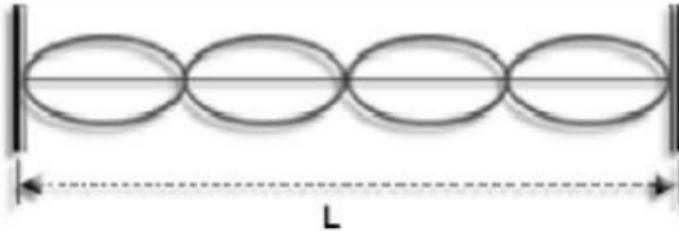


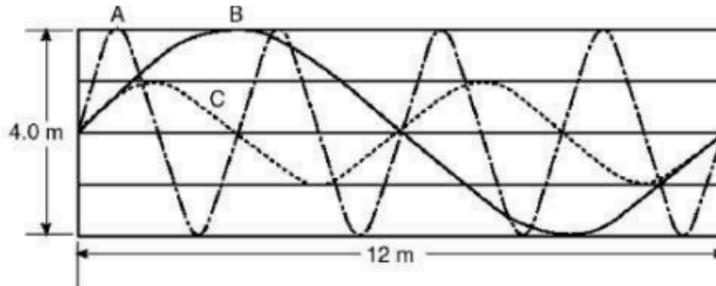
1.

Em uma corda sonora estabelece-se um sistema de ondas estacionárias, conforme indicado na figura.



Sabe-se que, a frequência do som nesta configuração é de 212Hz e que  $L = 1$  m. Qual a velocidade de propagação do som nessa corda? E, qual a frequência do som fundamental emitido pela corda?

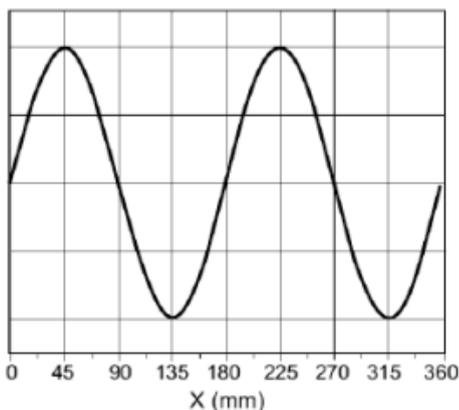
2. Analise a figura a seguir.



Nela estão representadas três ondas que se propagam em cordas idênticas, A, B e C, imersas no mesmo meio material e que percorrem a distância de 12 m em 2,0 s. Dessa observação pode-se afirmar que a frequência em

- A é maior que em B e o período em C é menor que em B.
- B é maior que em A e o período em C é maior que em A.
- C é menor que em A e o período em C é menor que em A.
- A é menor que em B e o período em C é maior que em B.
- B é igual a em A e em C e o período em C é igual ao em A e em B.

3. Uma onda eletromagnética se propaga no vácuo como mostra a figura acima. Sabendo que  $c = 3,0 \times 10^8$  m/s, indique a frequência desta onda eletromagnética em  $10^9$  Hertz (GHz).



- 1,7.
- 2,4.
- 3,4.
- 4,7.
- 5,4.

4.

A figura mostra ondas estacionárias em uma corda de comprimento 45cm, de densidade linear de massa  $\mu=6,2\text{g/m}$ , com as duas extremidades fixas, e que está vibrando a 450Hz.



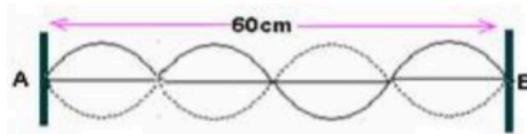
Dê como resposta a soma dos números correspondentes às afirmações corretas.

É correto afirmar que:

- (01) todos os pontos da corda vibram com a mesma amplitude.
- (02) todos os pontos da corda vibram com a mesma frequência..
- (04) o comprimento de onda na corda é de 90cm.
- (08) a velocidade de propagação da onda na corda é de 135m/s.
- (16) a força tensora na corda é de 113N, aproximadamente.

5.

Um fio de aço de 60cm de comprimento é mantido tracionado pelas suas extremidades fixas. Nesse fio, quando excitado por uma fonte de onda de 60Hz, origina-se uma fonte de onda estacionária, conforme a figura abaixo.



Determine a velocidade de propagação da onda no fio.

6. Uma corda de violão tem 0,60m de comprimento. Os três maiores comprimentos de ondas estacionárias que se podem estabelecer nessa corda são (em metros):



## EFEITO FOTOELÉTRICO

1. Foi determinado experimentalmente que, quando se incide luz sobre uma superfície metálica, essa superfície emite elétrons. Esse fenômeno é conhecido como efeito fotoelétrico e foi explicado em 1905 por Albert Einstein, que ganhou em 1921 o Prêmio Nobel de Física, em decorrência desse trabalho. Durante a realização dos experimentos desenvolvidos para compreender esse efeito, foi observado que:

- Os elétrons eram emitidos imediatamente. Não havia atraso de tempo entre a incidência da luz e a emissão dos elétrons.
- Quando se aumentava a intensidade da luz incidente, o número de elétrons emitidos aumentava, mas não sua energia cinética.
- A energia cinética do elétron emitido é dada pela equação  $E_c = mv^2/2 = hf - W$ , em que o termo  $hf$  é a energia cedida ao elétron pela luz, sendo  $h$  a constante de Planck e  $f$  a frequência da luz incidente. O termo  $W$  é a energia que o elétron tem que adquirir para poder sair do material, e é chamado função trabalho do metal.

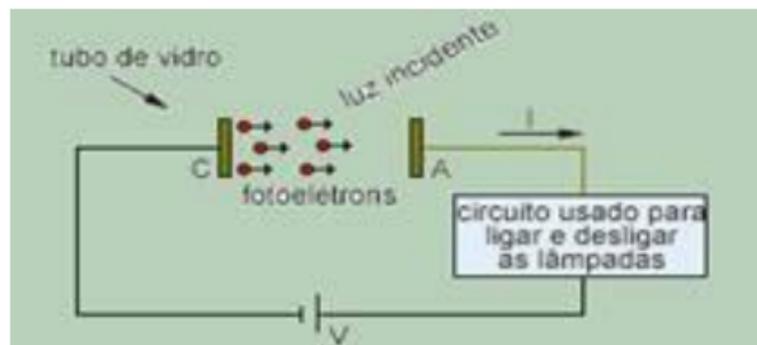
Considere as seguintes afirmativas e assinale a(s) verdadeira(s):

- Os elétrons com energia cinética zero adquiriram energia suficiente para serem arrancados do metal.
- Assim como a intensidade da luz incidente não influencia a energia dos elétrons emitidos, a frequência da luz incidente também não modifica a energia dos elétrons.
- O metal precisa ser aquecido por certo tempo, para que ocorra o efeito fotoelétrico. Assinale a alternativa correta.

2. A descoberta do efeito fotoelétrico e sua explicação pelo físico Albert Einstein, em 1905, teve grande importância para a compreensão mais profunda da natureza da luz. No efeito fotoelétrico, os fotoelétrons são emitidos, de um cátodo C, com energia cinética que depende da frequência da luz incidente e são coletados pelo ânodo A, formando a corrente  $I$  mostrada. Atualmente, alguns aparelhos funcionam com base nesse efeito e um exemplo muito comum é a fotocélula utilizada na construção de circuitos elétricos para ligar/desligar as lâmpadas dos postes de rua. Considere que em um circuito foi construído conforme a figura e que o cátodo é feito de um material com função trabalho  $W = 3,0$  eV (elétron-volt). Se um feixe de luz incide sobre C, então o valor de frequência  $f$  da luz para que sejam, sem qualquer outro efeito, emitidos fotoelétrons com energia cinética máxima  $E_c = 3,6$  eV, em hertz, vale:

Dados:  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$  J.s —  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$  J

- $1,6 \cdot 10^{15}$ .
- $3,0 \cdot 10^{15}$ .
- $3,6 \cdot 10^{15}$ .
- $6,6 \cdot 10^{15}$ .
- $3,2 \cdot 10^{15}$ .



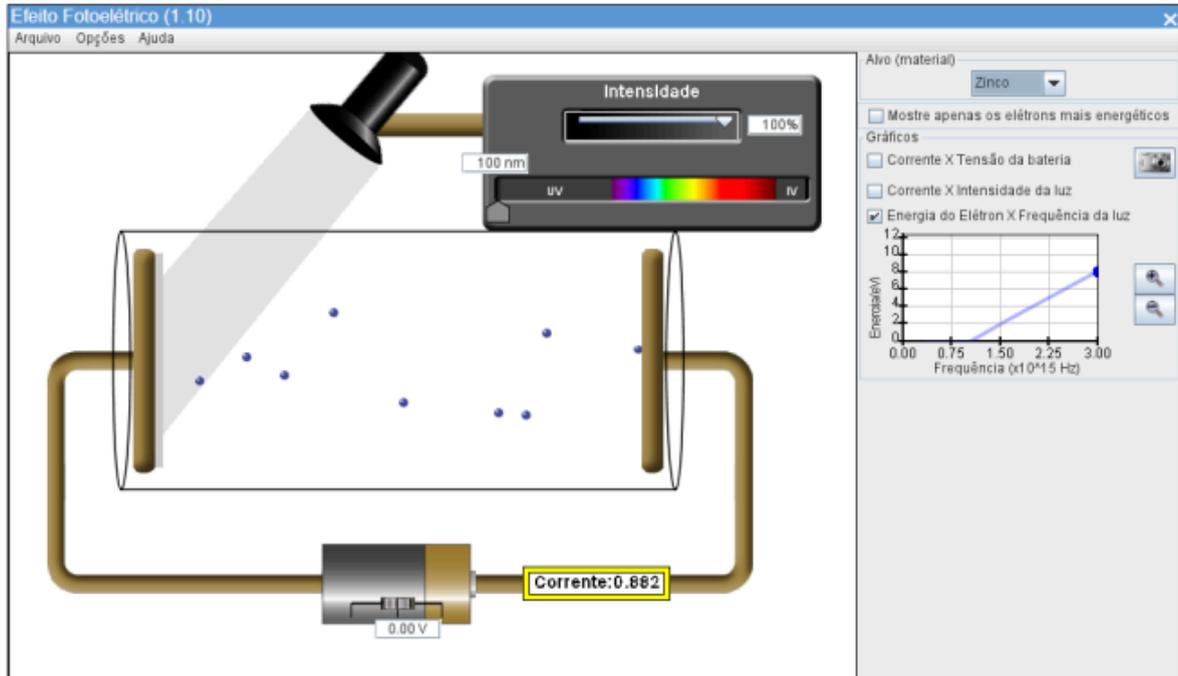
3. Há semicondutores emissores de luz, conhecidos como LEDs, já foram introduzidos na sinalização de trânsito das principais cidades do mundo. Isto se deve ao tempo de vida muito maior e ao baixo consumo de energia elétrica dos LEDs em comparação com as lâmpadas incandescentes, que têm sido utilizadas para esse fim. A luz emitida por um semicondutor é proveniente de um processo físico, onde um elétron excitado para a banda de condução do semicondutor decai para a banda de valência, emitindo um fóton de energia  $E=hf$ . Nesta relação,  $h$  é a constante de Planck,  $f$  é a frequência da luz emitida ( $f= c/\lambda$ , onde  $c$  é a velocidade da luz e  $\lambda$  o seu comprimento de onda), e  $E$  equivale à diferença em energia entre o fundo da banda de condução e o topo da banda de valência, conhecida como energia de "gap" do semicondutor. Com base nessas informações e no conhecimento sobre o espectro eletromagnético, indique a (s) verdadeira (s):

- I. O semicondutor que emite luz vermelha tem uma energia de "gap" cujo valor é intermediário às energias de "gap" dos semicondutores que emitem luz verde e amarela.
- II. A energia de "gap" de um semicondutor será menor quanto menor for o comprimento de onda da luz emitida por ele.
- III. O semicondutor emissor de luz amarela tem energia de "gap" menor que o semicondutor emissor de luz vermelha.
- IV. A energia de "gap" de um semicondutor será maior quanto maior for o comprimento de onda da luz emitida por ele.
- V. Para que um semicondutor emita luz verde, ele deve ter uma energia de "gap" maior que um semicondutor que emite luz vermelha.

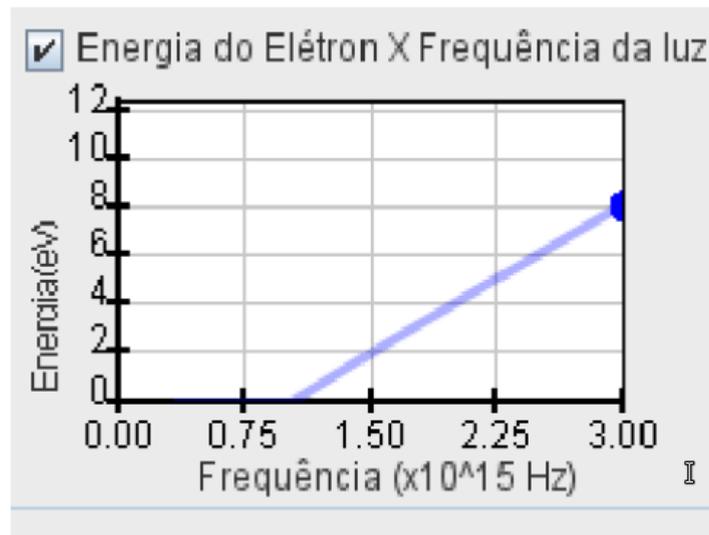
4. Assinale a(s) proposição(ões) correta(s):

- 01) a luz, em certas interações com a matéria, comporta-se como uma onda eletromagnética; em outras interações ela se comporta como partícula, como os fótons no efeito fotoelétrico.
- 02) A interferência é um fenômeno que somente pode ser explicado satisfatoriamente por meio do comportamento ondulatório da luz.
- 04) o efeito fotoelétrico somente pode ser explicado satisfatoriamente quando consideramos a luz formada por partículas, os fótons.
- 08) o efeito fotoelétrico é consequência do comportamento ondulatório da luz.
- 16) devido à alta frequência da luz violeta, o "fóton violeta" é mais energético do que o "fóton vermelho".

5. As portas automáticas, geralmente usadas para dividir ambientes, com climatização, do meio externo, usam células fotoelétricas, cujo princípio de funcionamento baseia-se no efeito fotoelétrico, que rendeu ao físico Albert Einstein o Prêmio Nobel de 1921, por sua explicação de 1905. No experimento para observação desse efeito, incide-se um feixe de luz sobre uma



superfície metálica polida, localizada em uma região sob uma diferença de potencial  $V$ , conforme a figura, e mede-se o potencial de frear que faz cessar a corrente entre os eletrodos, sendo este o Potencial Limite. O gráfico representa a dependência entre o Potencial Limite e a frequência da luz incidente sobre a superfície de uma amostra de níquel.



Tendo em vista o exposto, responda:

- Calcule para demonstrar o valor da constante de Planck.
- Qual é a menor frequência da luz, em Hertz, que consegue arrancar elétrons da superfície do metal?
- Qual a função trabalho para somente arrancar um elétron?
- Para a frequência de  $1,5 \times 10^{15}$  Hz, qual é a energia cinética (em Joules) do elétron ejetado da superfície do metal?