Gabarito da 3a. Avaliação Presencial

30 de junho de 2012

Questão 1

Considere um veículo experimental cuja frenagem é feita de modo diferente do sistema tradicional (freio dissipa a energia de movimento sob a forma de calor): o mecanismo de frenagem transforma a energia cinética do veículo em energia rotacional da massa de um volante extra (roda livre, flywheel). Quando se solta o freio,esta roda extra, de momento de inércia $10,7kg.m^2$, girante, transmite a sua energia rotacional para mover novamente o carro. A roda livre deste exemplo tem $100kg$ e atinge velocidade angular máxima de $40.000rpm$. Em certa ocasião, o veículo que tem massa total $200kg$, se desloca a partir de sua garagem (na região serrana) até um local a $30km$ dela, $5,0km$ abaixo com declividade constante, com a roda livre passando a girar com sua velocidade máxima. Será que existe energia suficiente para fazer o veículo volta ao ponto de origem com velocidade de $30km/h$, supondo que, com o atrito do ar e o de rolagem uma energia de $10KW$ é dissipada? Admita $g = 9,8m/s^2$. Utilize o formulário que encontra-se no fim da avaliação.

Resolução

Como primeiro passo, vamos passar a velocidade angular para o S.I.:

$$\omega = 40.000rpm = \frac{4.10^4}{60}Hz = 7,5.10^2Hz \tag{1}$$

Agora, o raciocínio chave para resolvermos este problema é avaliar se a energia que a roda livre terá disponível será suficiente para fazer com que o veículo volte ao ponto inicial, levando em conta a potência dissipada de $10KW$. Então, vamos calcular a quantidade de energia cinética rotacional que a roda livre terá,

$$E_{RL} = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}.10,7.(2\pi.7,5.10^2)^2 \cong 9,1.10^7J. \tag{2}$$

Para que o veículo de $200Kg$ volte ao ponto inicial que está a $5km$ de altura com velocidade de $30Km/h = 8,3m/s$ será necessária uma energia de:

$$E_V = m_v.g.h + \frac{1}{2}m_v.v^2 = 200.(9,8.5.10^3 + 0,5.8,3^2) \cong 9,8.10^6J. \tag{3}$$

Resta agora é determinar o quanto de energia é dissipada no percurso. Para isso, temos que determinar quanto tempo o veículo leva subindo a serra. Considerando que o veículo parte do repouso e move-se com aceleração constante, vamos utilizar a equação de Torricelli para determinar com que aceleração o veículo percorre o percurso de $30Km$ e depois utilizaremos a equação horária do movimento uniformemente variado para determinar o tempo gasto.

$$v_f^2 = 2.\Delta x.a \rightarrow a = \frac{3}{2}.10^{-2}m/s^2 \tag{4}$$

$$\Delta x = v_0.t + \frac{1}{2}.a.t^2 \rightarrow t = 2.10^3s. \tag{5}$$

Como temos uma dissição de $10KW(10^4$ Joules por segundo), a energia dissipada é:

$$E_{dis} = 10^4.2.10^3 = 20.10^6 J. \quad (6)$$

Assim, a energia que sobra para que a roda livre transmita ao veículo é:

$$E_{livre} = E_{RL} - E_{dis} = 91.10^6 - 20.10^6 = 71.10^6 J. \quad (7)$$

Que é maior do que a energia necessária para fazer com que o veículo volte ao ponto inicial que é de $9,8.10^6 J$, como calculamos anteriormente. Assim, a roda terá energia suficiente para fazer com que o veículo volte ao ponto de partida.

Questão 2

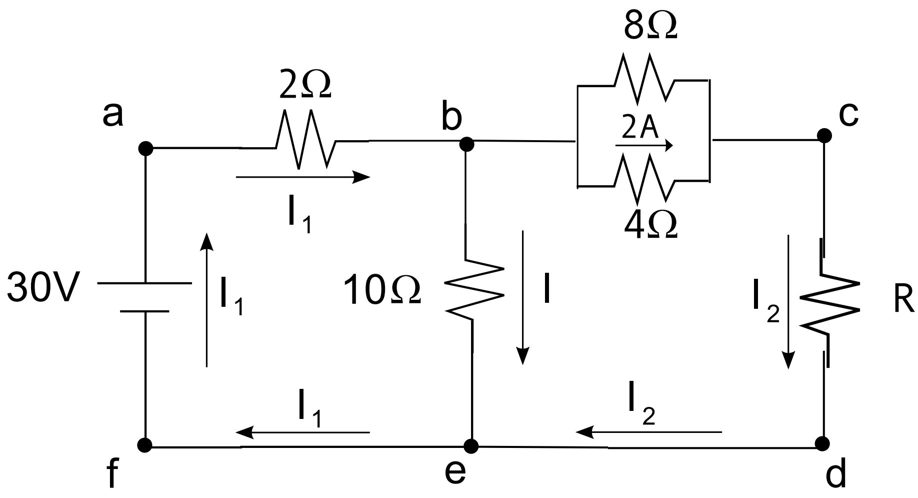
Quando duas ondas interferem, seja construtiva ou destrutivamente, ou em qualquer situação intermediária, há algum ganho ou perda da energia conduzida? Explique.

Resolução

A energia transportada pela onda não muda em nenhum dos casos. O que ocorre no fênomeno de interferência é uma redistribuição de energia que está associada à combinação das amplitudes das ondas. No entanto, a energia transportada por cada uma das ondas, após a interferência permanece a mesma.

Questão 3

Determine a corrente i e a resistência R no circuito abaixo.



Resolução

Como primeiro passo, vamos analisar a associação de resistores em paralelo entre os nós **b** e **c**. Antes de calcularmos a resistência equivalente, vamos tentar extrair uma informação sobre a corrente I_2. Como a associação de resistores está em paralelo, isto implica que os dois resistores (de $8\,\Omega$ e $4\,\Omega$) estão sujeitos a uma mesma diferença de potencial. Logo, sabendo a corrente que atravessa um deles é possível determinar a corrente que atravessa o outro. Como o resistor de $4\,\Omega$ é atravessado por uma corrente de $2A$ o resistor de $8\,\Omega$ deve ser atravessado por uma corrente de $1A$, de modo que ambos estejam sujeitos à mesma DDP. Com isso, já podemos determinar a corrente $I_2 = 2A + 1A = 3A$.

A resistência equivalente entre os nós **b** e **c** é:

$$\frac{1}{R_{bc}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{8} = \frac{3}{8}. \tag{8}$$

Logo, $R_{bc} = 8/3\,\Omega$

Aplicando a lei dos nós ao nó **b** temos que:

$$I_1 = I + I_2 = I + 3. \tag{9}$$

Agora, vamos aplicar a lei das malhas às malhas **abefa** e **bcdeb**, respectivamente:

$$V - R_{ab}I_1 - R_{be}I = 0 \quad \rightarrow \quad 30 - 2.(I+3) - 10.I = 0 \tag{10}$$

$$-R_{cd}.I_2 + R_{eb}.I - R_{bc}.I_2 = 0 \quad \rightarrow \quad -3R_{cd} + 10.I - \frac{8}{3}.3 = 0. \tag{11}$$

Resolvendo a eq.(10) para I, encontramos $I = 2A$. Substituindo este valor na eq.(11) e resolvendo para R_{cd}, encontramos $R_{cd} = 4\,\Omega$.

Questão 4

Foi observado que, em um material submetido a uma pequena DDP não havia corrente gerada. Ou seja, não era um bom condutor. Com a incidência de radiação eletromagnética de uma certa frequência passou a haver corrente através do material. Aumentando-se a intensidade da radiação (luz) emitida sobre o material, houve aumento linear da intensidade de corrente elétrica. Ou seja, dobrando a intensidade luminosa, dobra a corrente observada, no contexto de pequenas correntes elétricas.

(a) Explique o motivo de, inicialmente não haver corrente;

(b) Explique, o motivo de haver corrente para uma certa frequência da luz enviada sobre o material;

(c) Explique o que significa aumento de corrente para DDP constante;

(d) Como o aumento de corrente explicado em (c) se relaciona de forma linear com o aumento da intensidade luminosa enviada sobre o material?

Resolução

(a) Como trata-se de um mau condutor, devemos imaginar que a DDP aplicada não foi suficiente para fazer com que uma quantide relevante de elétrons na banda de valência (ocupada) ultrapassassem o gap de energia (intervalo de energias proibidas) que separa a banda de valência e de condução.
(b) A corrente está associada à ejeção de elétrons do material. A energia do elétrons ejetados é dada por

$$E_{cin} = hf - \phi, \tag{12}$$

onde h é a constante de Planck e ϕ é a função trabalho do material. Então, só haverá corrente se $hf - \phi > 0$, ou seja, a frequência da luz incidente deve ser maior que ϕ/h para que haja corrente.
(c) A corrente está associada à quantidade de carga em um circuito. Apesar de a bateria fornecer uma DDP constante, há uma outra fonte de carga no circuito. O material que está sendo iluminado passa a fornecer carga (fotoelétrons) ao circuito, gerando um aumento na corrente que circula no circuito.
(d) O aumento da intensidade não afeta a energia cinética dos fotoelétrons, mas sim a quantidade de fotoelétrons ejetados do material (cada fóton de energia hf resulta em um elétron com energia cinética $hf - \phi$). Como a corrente está diretamente relacionada à quantidade de carga, aumentar a intensidade (número de fótons com energia hf) aumenta linearmente a corrente.