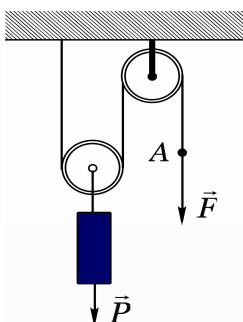


Na solução da prova, use quando necessário:

- Aceleração da gravidade  $g = 10 \text{ m/s}^2$
- Densidade da água  $\rho_a = 1,0 \text{ g/cm}^3 = 1,0 \text{ kg/l} = 1000 \text{ kg/m}^3$
- Velocidade da luz no vácuo  $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$
- Pressão atmosférica  $P_{atm} = 1,0 \times 10^5 \text{ N/m}^2$
- Calor específico da água  $c_a = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C} = 4000 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$
- Calor latente de vaporização da água  $L_v = 540 \text{ cal/g}$
- Constante universal dos gases  $R = 8,31 \text{ J/mol} \times \text{K}$
- $1 \text{ litro} = 10^3 \text{ cm}^3 = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$
- $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$
- $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$

**Questão 1** – Um sistema de polia móvel, como mostrado na figura abaixo, pode ser muito útil para suspender algum objeto utilizando uma força menor que o peso do próprio objeto. Considere a corda sem massa e inextensível e despreze as massas das polias e qualquer perda de energia do sistema.



a) Considerando que o peso foi deslocado a uma altura  $h$ , qual o trabalho realizado pela força  $\vec{P}$ ?

$$W_p = Ph \cos 180^\circ = -Ph$$

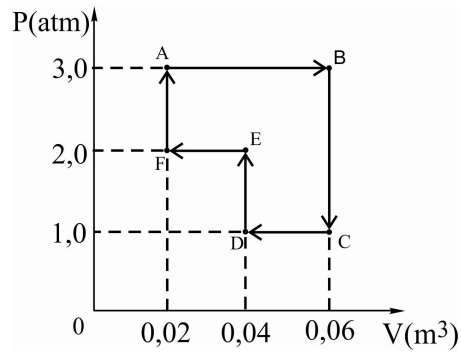
b) Qual o deslocamento total da extremidade  $A$  e qual o trabalho realizado pela força  $\vec{F}$ ?

$$\text{Deslocamento total } y = 2h \quad , \quad W_f = Fy \cos 0^\circ = \frac{1}{2} P 2h = Ph$$

c) Qual o valor da força  $\vec{F}$  para um sistema formado por  $N$  polias móveis? Justifique sua resposta.

$$\text{Para } n = 1 \Rightarrow \vec{F} = \frac{1}{2} \vec{P}, \text{ para } n = 2 \Rightarrow \vec{F} = \frac{1}{2} \frac{1}{2} \vec{P} = \frac{1}{2^2} \vec{P}, \text{ para } n = 3 \Rightarrow \vec{F} = \frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{1}{2} \vec{P} = \frac{1}{2^3} \vec{P}, \dots, \\ \text{para } n = N \Rightarrow \vec{F} = \frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{1}{2} \dots \frac{1}{2} \vec{P} = \frac{1}{2^N} \vec{P}.$$

**Questão 2** – A figura abaixo mostra o diagrama  $P \times V$  para o ciclo de um sistema termodinâmico contendo um gás ideal monoatômico.



a) Calcule o trabalho total, em Joules, realizado pelo gás no ciclo completo.

$$W_T = (3,0 - 2,0)(0,06 - 0,02) \text{ atm} \times \text{m}^3 + (2,0 - 1,0)(0,06 - 0,04) \text{ atm} \times \text{m}^3$$

$$\Rightarrow W_T = 0,06 \text{ atm} \times \text{m}^3 = 0,06 \times 10^5 \text{ J} = 6000 \text{ J}$$

b) Calcule a variação da energia interna, em Joules, no percurso AB.

$$W_{AB} = P \Delta V_{AB} = 3 \text{ atm} \times (0,06 - 0,02) \text{ m}^3 = 0,12 \text{ atm} \times \text{m}^3 = 0,12 \times 10^5 \text{ J} = 12000 \text{ J}$$

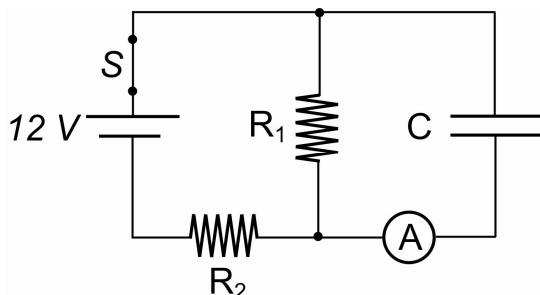
$$\Delta U_{AB} = \frac{3}{2} n R \Delta T_{AB} = \frac{3}{2} P \Delta V = \frac{3}{2} W_{AB} = \frac{3}{2} 12000 \text{ J} = 18000 \text{ J}$$

c) Qual é a quantidade de calor, em Joules, trocada pelo sistema no percurso AB?

De acordo com a 1ª lei da termodinâmica:

$$Q = W + \Delta U = 12000 \text{ J} + 18000 \text{ J} = 30000 \text{ J}$$

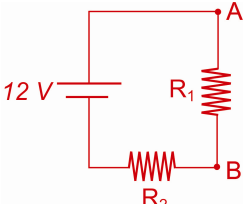
**Questão 3** – A Figura abaixo mostra um circuito formado por dois resistores  $R_1 = 10 \Omega$  e  $R_2 = 2 \Omega$ , um capacitor de  $100 \mu F$ , uma bateria de  $12 V$  e uma chave  $S$  que é mantida ligada. Um amperímetro está ligado em série com o capacitor. Nessa situação, o capacitor está totalmente carregado. Com base nessas informações, responda às questões abaixo:



a) Qual é a leitura do amperímetro? Justifique sua resposta.

Como o capacitor está carregado, não passa corrente por ele. Logo, a leitura do amperímetro é nula.

b) Calcule a carga elétrica armazenada no capacitor.



$$i = \frac{V}{R_1 + R_2} = \frac{12}{10 + 2} = 1 A$$

$$q = CV_{AB} = 100 \mu F \times 10 V = 1000 \mu C = 1 mC$$

$$V_{AB} = R_1 i = 10 \times 1 = 10 V$$

c) O que deve ocorrer com a energia armazenada no capacitor se a chave  $S$  for desligada?

A energia no capacitor será dissipada por efeito Joule no resistor  $R_1$ .

**Questão 4** – A usina hidrelétrica de Itaipu é formada por 20 unidades geradoras, que fornecem 19% da energia elétrica consumida no Brasil. Em cada uma das tubulações das unidades geradoras, passam  $600 m^3$  de água por segundo, sob ação da gravidade, que fazem girar a turbina e o gerador. A eficiência no processo de geração de energia elétrica é da ordem de 75%.

a) Se a altura da coluna d'água entre o ponto mais baixo e o ponto mais alto da tubulação é de aproximadamente  $h = 120 m$ , calcule a potência elétrica gerada na usina.

$$P = \frac{20\eta(mgh)}{\Delta t} = \frac{20 \times 0,75 \times (10^3 kg / m^3 \times 600 m^3 \times 10 m / s^2 \times 120 m)}{1,0 s} = 108 \times 10^8 W = 10,8 GW$$

b) Calcule a energia fornecida pela usina durante um dia.

$$E = P\Delta t = 10,8 GW \times 24 h = 259,2 GWh, \text{ durante um dia.}$$

**Questão 5** – A radiação produzida por um forno de micro-ondas interage com as moléculas de água, contidas nos alimentos, fazendo-as oscilar com uma frequência de  $3,0 \text{ GHz}$  ( $3,0 \times 10^9 \text{ Hz}$ ). Essa oscilação é capaz de produzir calor que aquece o alimento.

- a) Considerando que a potência do forno de micro-ondas seja de  $1200 \text{ W}$  e que sua eficiência em transformar energia elétrica em calor seja de  $50\%$ , qual é o tempo necessário para aquecer meio litro de água de  $20^\circ\text{C}$  até  $50^\circ\text{C}$ ?

$$P_{\text{útil}} = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{mc\Delta T}{\Delta t} = \frac{\rho_a Vc\Delta T}{\Delta t} \Rightarrow 1200 \text{ J/s} \times 50\% = \frac{0,5 \text{ l} \times 1,0 \text{ kg/l} \times 4,0 \times 10^3 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times 30^\circ\text{C}}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{60000 \text{ J}}{600 \text{ J/s}} = 100 \text{ s}$$

- b) Calcule o comprimento de onda das micro-ondas no interior do forno.

$$c = \lambda f \Rightarrow 3,0 \times 10^8 \text{ m/s} = \lambda (3,0 \times 10^9 \text{ Hz}) \Rightarrow \lambda = 10 \text{ cm}$$

- c) O forno pode ser considerado como uma cavidade ressonante desde que a frequência da onda seja exatamente a frequência ressonante para a cavidade. Nesse caso, as ondas eletromagnéticas, em seu interior, terão nodos nas paredes do forno. Sabendo que a distância entre duas laterais consecutivas é  $l = 50 \text{ cm}$ , determine o número  $n$  de antinodos das ondas estacionárias ao longo dessa distância.

$$n \frac{\lambda}{2} = l \Rightarrow n \frac{10 \text{ cm}}{2} = 50 \text{ cm} \Rightarrow n = 10$$