

# Problemas Olímpicos

## Soluções dos problemas anteriores

1 Uma fonte DC de voltagem  $E_0$  com resistência interna  $r$  conectada a um dispositivo de resistência  $R_L$ .

i) Seja  $I$  a corrente no circuito. A potência total será  $P_T = E_0 I$ . A potência útil é  $P_U = E_0 I - rI^2 = I^2 R_L$ .

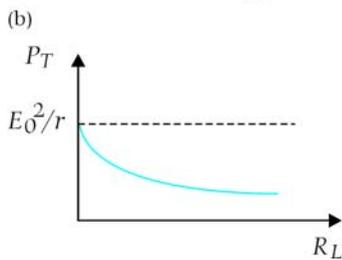
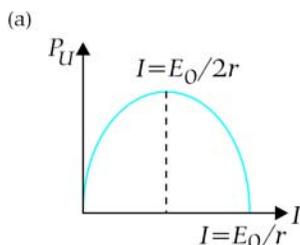
ii) Da lei das malhas,

$$I = \frac{E_0}{R_L + r}.$$

A tensão no resistor será, portanto:

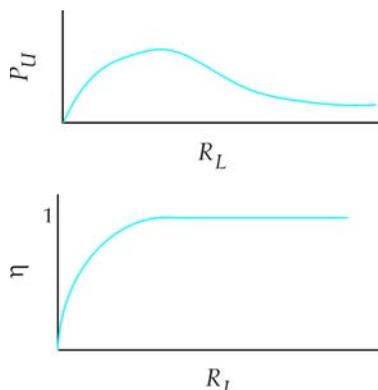
$$r = (E_0 - V_L)/I.$$

iii)



Eficiência:

$$\eta = \frac{P_U}{P_T} = \frac{R_L}{R_L + r}.$$



$$P_U = I^2 R_L = \frac{E_0^2 R_L}{(R_L + r)^2}$$

2 Um líquido de calor específico conhecido e um cristal que não se dissolve no líquido. Determine o ponto de fusão e o calor específico do cristal.

Devemos seguir os seguintes passos:

i) Divida o líquido em duas porções iguais.

ii) Aqueça a primeira porção do líquido usando o aquecedor elétrico. Registre a temperatura como função do tempo. Faça um gráfico da temperatura da primeira porção do líquido como função do tempo.

iii) Derrame o cristal na segunda porção do líquido. Aqueça o líquido como antes.

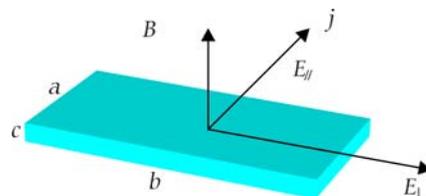
iv) Registre a temperatura como função do tempo, e faça um gráfico

da temperatura contra tempo.

v) Das duas curvas, o ponto de fusão e o calor específico do cristal podem ser determinados.

3 Um paralelepípedo de lados  $a$ ,  $b$  e  $c$  ( $a \gg b$ ,  $b \gg c$ ) feito do semiconductor InSb, percorrido por uma corrente  $I$  ao longo da direção  $a$  e sujeito a um campo magnético externo  $\mathbf{B}$  que é paralelo ao lado  $c$ .

Consideremos o esboço abaixo e lembremo-nos que a direção de movimento dos elétrons é oposta ao da corrente por unidade de área  $j$ .



a) cálculo da velocidade dos elétrons:

$I = j \cdot s$ , sendo  $j$  a densidade de corrente e  $s$  a área normal a corrente aplicada.

$$I = nevbc \rightarrow$$

$$v = \frac{I}{n \cdot e \cdot b \cdot c} = 25 \text{ m/s}.$$

Seja  $E_{\parallel}$  a componente do campo elétrico paralelo à direção de  $v$ . Assim,

$$E_{\parallel} = \frac{v}{\mu} = 3,2 \text{ V/m}.$$

Usando a expressão da força de Lorentz:  $|\mathbf{E}_{\perp}| = |\mathbf{v}| \times |\mathbf{B}| = 2,5 \text{ V/m}$ . Magnitude do campo elétrico:

$$|E| = \sqrt{E_{\parallel}^2 + E_{\perp}^2} = 4.06 \text{ V/m.}$$

A diferença de potencial segue diretamente de  $V_H = E_{\perp} b = 25 \text{ mV}$ .

Sua dependência com o tempo é

$$V_H = E_{\perp} b = v \cdot B \cdot b =$$

$$\frac{I_0 B_0 b}{2 n \cdot e \cdot b \cdot c} (\cos(2\omega t + \delta) + \cos(\delta))$$

A componente DC de  $V_H$  é então

$$V_H = \frac{I_0 B_0 b}{2 n \cdot e \cdot b \cdot c}$$

O Wattômetro deve operar como segue:

1. Conecte um sinal AC ao circuito consistindo de uma carga e uma bobina de indução que produz um campo  $B_0$ . Escolha uma corrente de pico igual a componente DC de  $I_0$  para ser usado no item 2. Meça a voltagem Hall.

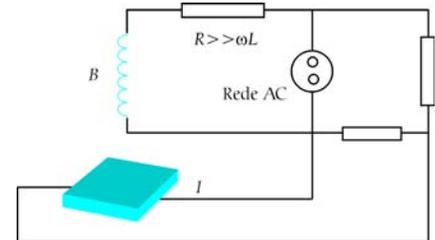
2. Conecte o sinal DC ao circuito consistindo de uma carga e uma bobina de indução que produz um campo magnético  $B_0$ . Use a componente DC igual a corrente de pico  $I_0$ . Meça a voltagem de Hall.

$$\text{De 1: } V_{H-1} = \frac{I_0 B_0 b \cos(\delta)}{2 n \cdot e \cdot c}$$

$$\text{De 2: } V_{H-2} = \frac{I_0 B_0 b}{2 n \cdot e \cdot c}$$

Wattagem:  $W = VI \cos(\delta)$ .

Os valores de  $V$  e  $I$  são medidos pelo voltímetro e amperímetro, enquanto  $\cos(\delta)$  é conhecido do experimento.



## Novos Problemas

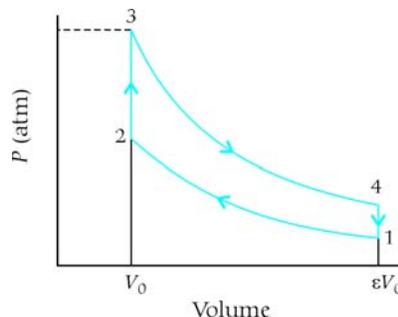
**1** Uma partícula de carga positiva  $Q$  está fixa em um ponto  $P$ . Uma segunda partícula de massa  $m$  e carga negativa  $q$  move-se a velocidade constante em um círculo de raio  $r_1$  centrado em  $P$ . Derive uma expressão para o trabalho  $W$  que deve ser efetuado por um agente externo sobre a segunda partícula, de modo a aumentar até  $r_2$  o raio do círculo de movimento centrado em  $P$ .

(Física 3, D. Halliday e R. Resnick)

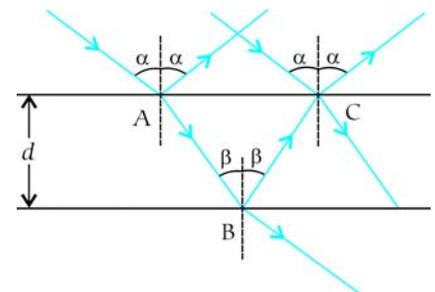
**2** A razão de compressão de um motor de combustão interna de quatro tempos é igual a 9.5. O motor recebe ar e gasolina a uma temperatura de  $27^\circ\text{C}$ , tendo volume  $V_0$  e pressão de 1 atm, ou 100 kPa. O volume é então comprimido adiabaticamente do estado 1 para o estado 2. A mistura de combustível sofre uma ignição causando a explosão que dobra o volume (estados 2-3), movendo então o pistão para a posição no

estado 3. Do estado 3 para o estado 4 a mistura de gases sofre nova expansão adiabática até que o volume torna-se  $9.5V_0$  quando a válvula de exaustão no cilindro é aberta fazendo com que a pressão no cilindro retorne a 1 atm. (Razão de compressão  $\epsilon$  é a razão entre os valores máximo e mínimo do volume do cilindro e  $\gamma = C_p/C_v = 1.4$ ). Determine: a) a pressão e a temperatura da mistura gasosa nos estados 1, 2, 3 e 4, respectivamente. B) A eficiência térmica do ciclo.

(X Olimpíada Internacional de Física - Czechoslovakia - 1977)



**3** Luz branca incide em um filme fino de sabão fazendo um ângulo  $\alpha = 30^\circ$  com a normal. A luz refletida é predominantemente verde de comprimento de onda de  $0.5 \mu\text{m}$ .



i) Qual é o mínimo valor da espessura do filme de sabão para que o fenômeno descrito acima ocorra?

ii) Que cor é vista se o filme for visto da posição vertical?

(X Olimpíada Internacional de Física - Czechoslovakia - 1977)