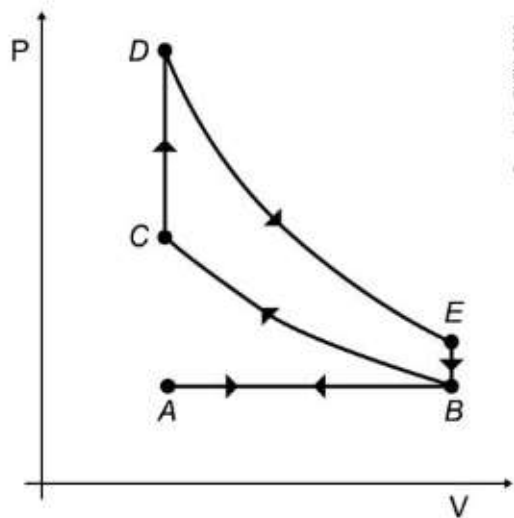


1 (UEPG-PR) Em relação às máquinas térmicas, assinale o que for correto.

- (01) Máquinas térmicas são dispositivos que convertem parte da energia térmica recebida em trabalho mecânico.
 - (02) O motor a combustão de um automóvel é um exemplo de máquina térmica.
 - (04) De acordo com a primeira lei da Termodinâmica, o calor adicionado a um sistema é numericamente igual à variação da energia interna do sistema mais o trabalho externo realizado pelo sistema.
 - (08) As máquinas térmicas mais eficientes transformam todo o calor recebido de um reservatório quente em trabalho mecânico.
 - (16) O rendimento de uma máquina térmica é numericamente igual à razão entre a temperatura da fonte quente pela temperatura da fonte fria.
- (01) Correto. Trata-se da definição de uma máquina térmica.
- (02) Correto. O motor a combustão transforma parte da energia térmica proveniente da combustão do combustível em energia de rotação.
- (04) Correto. De acordo com a 1ª lei da Termodinâmica: $Q = \Delta U + \tau$, que pode ser interpretado da seguinte forma: se adicionarmos energia térmica ao sistema por meio de uma troca de calor (Q), uma parcela é transformada em energia mecânica (τ) e o restante fica armazenado no sistema (ΔU).
- (08) Incorreto. Não existe máquina térmica que transforme integralmente a energia térmica recebida em trabalho.
- (16) Incorreto. O rendimento de uma máquina térmica é igual à razão entre o trabalho útil obtido no ciclo e a quantidade de energia térmica total recebida pelo sistema.

Resposta: 01 + 02 + 04 = 07

- 2** (Enem) O motor de combustão interna, utilizado no transporte de pessoas e cargas, é uma máquina térmica cujo ciclo consiste em quatro etapas: admissão, compressão, explosão/expansão e escape. Essas etapas estão representadas no diagrama da pressão em função do volume. Nos motores a gasolina, a mistura ar/combustível entra em combustão por uma centelha elétrica.



Reprodução/ELIX, 2016

Para o motor descrito, em qual ponto do ciclo é produzida a centelha elétrica?

- a) A
- b) B
- ▶ c) C
- d) D
- e) E

No ciclo mostrado na figura temos os seguintes processos:

A → B: admissão de combustível.

B → C: compressão adiabática.

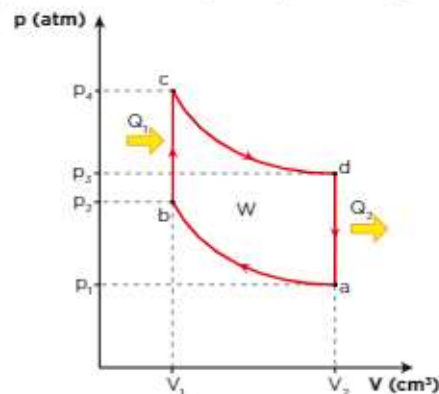
C → D: explosão, provocada por uma centelha elétrica produzida no ponto C do ciclo, com elevação de temperatura em um processo isovolumétrico (duração de tempo muito curta).

D → E: expansão adiabática.

E → B: abertura da válvula de saída. Queda de pressão.

B → A: expulsão dos gases residuais do combustível.

- 3** (UEL-PR) Considere o diagrama $p \times V$ da figura a seguir.



O ciclo fechado ao longo do percurso abcda é denominado ciclo Otto e representa o modelo idealizado dos processos termodinâmicos que ocorrem durante o funcionamento de um motor a gasolina. O calor recebido pelo motor, dado por Q_1 , é fornecido pela queima da gasolina no interior do motor. W representa o trabalho realizado pelo motor em cada ciclo de operação, e Q_2 é o calor rejeitado pelo motor, por meio da liberação dos gases de exaustão pelo escapamento e também via sistema de arrefecimento.

Considerando um motor que recebe 2500 J de calor e que realiza 875 J de trabalho em cada ciclo de operação, responda aos itens a seguir.

- a) Sabendo que o calor latente de vaporização da gasolina vale $5 \cdot 10^4$ J/g, determine a massa de gasolina utilizada em cada ciclo de operação do motor.

Vamos admitir que todo o calor recebido pelo motor foi utilizado na vaporização da gasolina. Assim:

$$Q = mL \Rightarrow 2500 = m \cdot 5 \cdot 10^4 \therefore m = 0,05 \text{ g}$$

- b) Sabendo que, em um ciclo termodinâmico fechado, a soma das quantidades de calor envolvidas no processo é igual ao trabalho realizado no ciclo, determine a quantidade de calor rejeitada durante cada ciclo de operação do motor.

Considerando o fluxo de energia em uma máquina térmica, podemos escrever:

$$Q_{\text{rec}} - |Q_{\text{ced}}| = \tau_{\text{cicl}} \Rightarrow 2500 - |Q_{\text{ced}}| = 875 \therefore |Q_{\text{ced}}| = 1625 \text{ J}$$

4.

Determine

a) o volume V_A , em litros;

Pela equação de Clapeyron, temos:

$$P_A \cdot V_A = n \cdot R \cdot T_A \Rightarrow 4 \cdot V_A = 1 \cdot 0,08 \cdot 300 \therefore V_A = 6 \text{ L}$$

b) a pressão P_D , em atm, no estado D:

Do enunciado sabemos que $V_B = \frac{V_A}{3}$ e $T_A = T_B$; assim, comparando os estados A e B, temos:

$$\frac{P_A \cdot V_A}{T_A} = \frac{P_B \cdot V_B}{T_B} \Rightarrow 4 \cdot 6 = P_B \cdot \frac{6}{3} \therefore P_B = 12 \text{ atm}$$

Do gráfico podemos observar que $P_B = P_D \therefore P_D = 12 \text{ atm}$

c) a temperatura T_2 :

Entre os estados A e D, em que $V_A = V_D$, temos:

$$\frac{P_A \cdot V_A}{T_A} = \frac{P_D \cdot V_D}{T_D} \Rightarrow \frac{4}{300} = \frac{12}{T_D} \therefore T_D = T_2 = 900 \text{ K}$$

Considerando apenas as transformações em que o gás recebe calor, determine

d) a quantidade total de calor recebido em um ciclo, Q_R , em J.

d) Na isotérmica T_1 , de A para B, o gás foi submetido a uma compressão (recebimento de energia mecânica) sob temperatura constante. Para tal, ele deve ter cedido energia térmica (calor) ao meio. Logo, $Q_1 = Q_{ced} = 2640 \text{ J}$.

Na isotérmica T_2 , de C para D, o gás foi submetido a uma expansão (cede energia mecânica) a temperatura constante. Para tal, ele deve ter recebido energia térmica (calor) do meio. Logo, $Q_2 = Q_{rec} = 7910 \text{ J}$.

Nas transformações de B para C e de D para A, as variações de temperatura, em módulo, são iguais. Como são transformações isométricas, $Q = n \cdot C_V \cdot \Delta T$, obtemos $|Q_{BC}| = |Q_{DA}|$. Como $T_B > T_C$, na transformação de B para C, o gás recebeu calor, dado por:

$$Q_{B \rightarrow C} = n \cdot C_V \cdot \Delta T \Rightarrow Q_{B \rightarrow C} = n \cdot \frac{3R}{2} \cdot \Delta T \Rightarrow Q_{B \rightarrow C} = 1 \cdot 12 \cdot (900 - 300) \therefore Q_{B \rightarrow C} = 7200 \text{ J}$$

Dessa forma, o gás recebe calor nas transformações B \rightarrow C e C \rightarrow D.

Assim, a quantidade de calor recebido pelo gás no ciclo é:

$$Q_R = Q_{B \rightarrow C} + Q_{C \rightarrow D} \Rightarrow Q_R = 7910 + 7200 \therefore Q_R = 15110 \text{ J}$$

Indique a soma das alternativas corretas

5 (UEPG-PR) Um refrigerador é uma máquina termodinâmica que possibilita a conservação dos alimentos por intervalos maiores de tempo. Considerando um refrigerador com coeficiente de desempenho (eficiência) igual a 5, assinale o que for correto.

(01) A potência de operação do refrigerador trabalhando a 60 ciclos/s, para retirar 100 J por ciclo do reservatório frio é igual a 1200 W.

(02) Em cada ciclo, o refrigerador rejeita 120 J para o meio ambiente.

(04) A cada 24 horas de operação, o refrigerador em questão consome 72 kWh de energia elétrica.

(08) Pode-se utilizar um refrigerador para resfriar uma sala, mantendo a porta do refrigerador aberta.

(01) Correta.

Da definição de eficiência, temos:

$$\epsilon = \frac{Q_{\text{frio}}}{\tau_{\text{ciclo}}} \Rightarrow 5 = \frac{100}{\tau_{\text{ciclo}}} \therefore \tau_{\text{ciclo}} = 20 \text{ J}$$

Como são 60 ciclos por segundo, da definição de potência, temos:

$$\mathcal{P} = \frac{\tau_{\text{total}}}{\Delta t} \Rightarrow \mathcal{P} = \frac{(60 \cdot 20) \text{ J}}{1 \text{ s}} \therefore \mathcal{P} = 1200 \text{ W}$$

(02) Correta.

De acordo com o fluxo de energia de uma máquina frigorífica, temos:

$$Q_{\text{ced}} = Q_{\text{rec}} + \tau_{\text{ciclo}}$$

Assim, a cada ciclo, obtemos:

$$Q_{\text{ced}} = 100 + 20 = 120 \text{ J}$$

(04) Incorreta.

A quantidade de energia, em kWh, consumida é:

$$\Delta E = \mathcal{P} \cdot \Delta t = 1,2 \text{ kW} \cdot 24 \text{ h} = 28,8 \text{ kWh}$$

(08) Incorreta.

Um refrigerador transfere mais calor ao ambiente do que retira da fonte fria ($Q_{\text{ced}} = Q_{\text{rec}} + \tau_{\text{ciclo}}$)

Resposta: 01 + 02 = 03.