



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola de Engenharia de Lorena – EEL

PROVA DE FÍSICA II
Segundo Semestre de 2022 – (P1)

Prof. Dr. Marcelo Rodrigues de Holanda

NOME: _____ Nº: _____

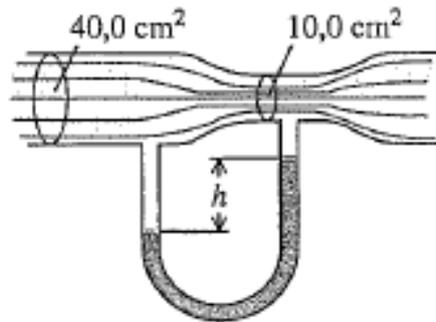
TURMA: das 10-12hs (Parte A)

OBSERVAÇÕES:

- **NENHUMA PERGUNTA SERÁ RESPONDIDA;**
- **FAZER A PROVA SEM RECLAMAÇÕES;**
- **RESPOSTAS A TINTA.**

(0,5 pt) 1) Um bloco cúbico com densidade ρ_B e aresta de comprimento L flutua sobre um líquido de densidade maior ρ_L . (a) Que fração do volume do bloco fica acima da superfície do líquido? (b) O líquido é mais denso do que a água (densidade igual a ρ_A) e não se mistura com ela. Derramando-se água sobre a superfície do líquido, qual deve ser a camada da água para que a superfície livre da água coincida com a superfície superior do bloco? Expresse a resposta em termos de L , ρ_B , ρ_L e ρ_A . (c) Calcule a profundidade da camada de água da parte (b) se o líquido for mercúrio ($\rho_L = 13600 \text{ kg/m}^3$) e o bloco for de aço ($\rho_B = 7800 \text{ kg/m}^3$) com aresta de 10,0 cm.

(0,5 pt) 2) O tubo horizontal mostrado na figura abaixo apresenta seção reta com área igual a $40,0 \text{ cm}^2$ em sua parte mais larga e $10,0 \text{ cm}^2$ em sua constricção. A água flui no tubo, e a vazão volumétrica é igual a $6,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ ($6,0 \text{ L/s}$). Calcule: (a) a velocidade do escoamento na parte mais larga e na constricção; (b) a diferença de pressão entre essas duas partes; (c) a diferença de altura entre os dois níveis do mercúrio existente no tubo em U. (Dados: $\rho_{\text{mercúrio}} = 13600 \text{ kg/m}^3$ e $\rho_{\text{água}} = 1000 \text{ kg/m}^3$).



(0,5 pt) 3) Você despeja 108 cm^3 de álcool etílico, a uma temperatura de $-10,0^\circ\text{C}$, em um cilindro graduado inicialmente a 20°C , enchendo-o até o topo. O cilindro é feito de vidro, com um calor específico de $840 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$, um coeficiente de dilatação volumétrica igual a $1,2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ e massa igual a $0,110 \text{ kg}$. A massa do álcool etílico é $0,0873 \text{ kg}$. (a) Qual será a temperatura final do álcool etílico, uma vez que o equilíbrio térmico seja alcançado? (b) Que quantidade de álcool etílico transbordará do cilindro antes que o equilíbrio térmico seja alcançado? (Dados: $c_e = 2428 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ e $\beta_e = 75 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$).

(1,0 pt) 4) Um balão cujo volume é 750m^3 deve ser cheio com hidrogênio na pressão atmosférica ($p_{\text{atm}}=1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$). (a) Sabendo que o hidrogênio é armazenado em cilindros sob pressão manométrica de $1,20 \times 10^6 \text{ Pa}$ e volume de $1,90\text{m}^3$, quantos cilindros são necessários? Suponha que a temperatura do hidrogênio permaneça constante. (b) Qual é o peso total (além do peso de gás) que o balão pode suportar se o ar circundante e o gás do balão estão à mesma temperatura de 15°C ? A massa molar (M) do hidrogênio é $2,02\text{g/mol}$. A densidade do ar para uma atmosfera e 15°C é igual a $1,23\text{kg/m}^3$. (Dados: $g=9,81\text{m/s}^2$; $R=8,3145\text{J/mol.K}$).

(2,0 pts) 5) A potência do motor de um automóvel é diretamente proporcional à massa de ar empurrada para dentro dos cilindros do motor para produzir uma reação química com a gasolina. Muitos carros possuem um *turbocompressor* que produz a compressão do ar antes de ele entrar no motor, fornecendo maior quantidade de massa por unidade de volume. Essa compressão rápida, essencialmente adiabática, também aquece o ar. Para aumentar ainda mais a compressão, o ar passa através de um *inter-resfriador* onde troca calor com suas vizinhanças à pressão constante. O ar é a seguir injetado nos cilindros. Em um mecanismo típico, o ar é conduzido ao turbocompressor sob pressão atmosférica ($p_{\text{atm}}=1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$), com densidade $\rho=1,23\text{kg/m}^3$ e temperatura igual a 15°C . Ele é comprimido adiabaticamente até $1,45 \times 10^5 \text{ Pa}$. No inter-resfriador, ele é resfriado até sua temperatura original de 15°C a uma pressão constante de $1,45 \times 10^5 \text{ Pa}$. (a) Desenhe um diagrama PV para essa sequência de processos. (b) Se o volume de um dos cilindros for igual a 575 cm^3 , qual será a massa de ar proveniente do inter-resfriador que encherá um cilindro à pressão de $1,45 \times 10^5 \text{ Pa}$? Em comparação com a potência de um motor que recebe ar a uma pressão de $1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$ e à temperatura de 15°C , qual é a porcentagem de aumento de potência obtida usando-se um turbocompressor e um inter-resfriador? (c) Caso o inter-resfriador não seja usado, qual deverá ser a massa de ar proveniente do turbocompressor que encherá um cilindro à pressão de $1,45 \times 10^5 \text{ Pa}$? Em comparação com a potência de um motor que recebe ar a uma pressão de $1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$ e à temperatura de 15°C , qual é a porcentagem de aumento de potência obtida usando-se apenas o turbocompressor? (O ar é basicamente uma mistura dos gases diatômicos oxigênio e hidrogênio; considere o ar um gás ideal com $C_v=(5/2)R$).

(2,5 pts) 6) Um Passat tem um motor a gasolina com seis cilindros operando com o ciclo Otto a uma razão de compressão $r=10,6$. O diâmetro do cilindro, chamado de *furo* do motor, é igual a 82,5mm. A distância que o pistão percorre durante a compressão (mostrada na figura 20.5), chamada de *curso*, é 86,4mm. A pressão inicial da mistura de ar com gasolina (no ponto *a* da figura 20.6) é $8,50 \times 10^4$ Pa, e a temperatura inicial é 300K (igual à temperatura do ar externo). Suponha que 200J de calor sejam fornecidos a cada cilindro em cada ciclo de queima de gasolina e que o gás possua $C_v=20,5$ J/mol.K e $\gamma=1,40$. (a) Calcule o trabalho total realizado em um ciclo em cada cilindro do motor e o calor rejeitado quando o gás se esfria até a temperatura do ar externo. (b) Calcule o volume da mistura de ar com gasolina no ponto *a* do ciclo. (c) Calcule a pressão, o volume e a temperatura do gás nos pontos *b*, *c* e *d* do ciclo. Em um diagrama *PV*, mostre os valores numéricos de *P*, *V* e *T* em cada um dos quatro estados. (d) Compare a eficiência desse motor com a eficiência de um ciclo de Carnot operando entre as mesmas temperaturas extremas. (Dado: $R=8,3145$ J/mol.K).

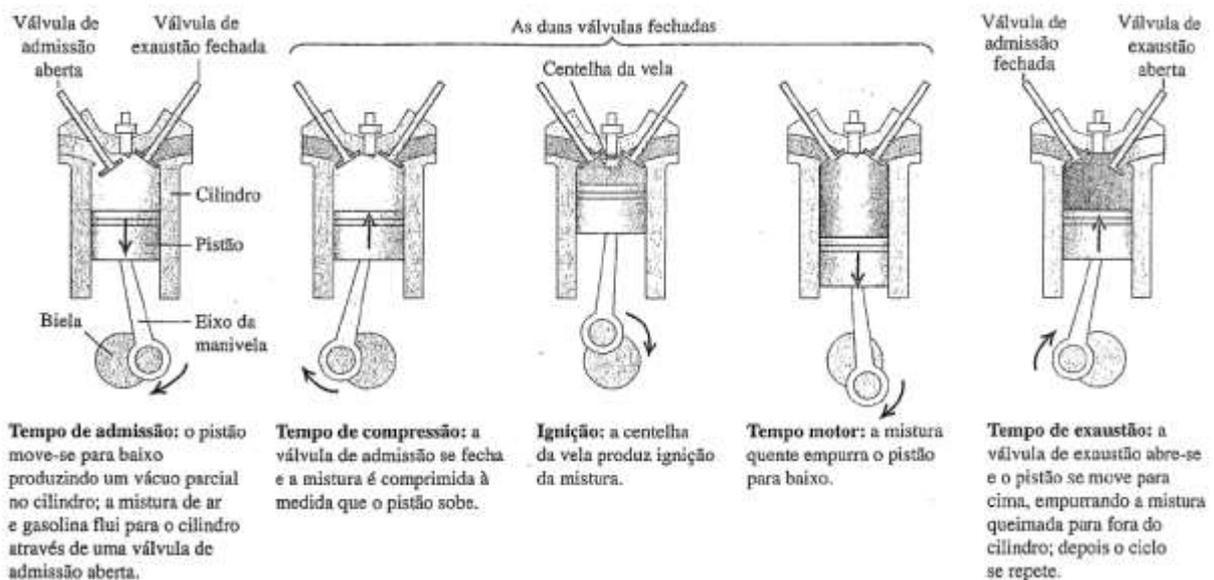


Figura 20.5 Ciclo de um motor de combustão interna com quatro tempos.

Ciclo Otto

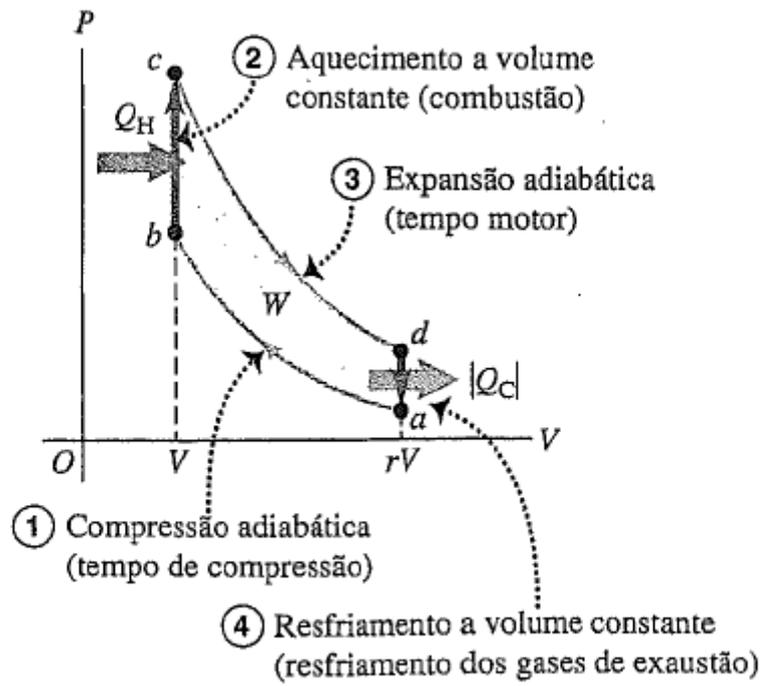


Figura 20.6 Diagrama PV de um ciclo Otto, modelo do ciclo idealizado de um motor a gasolina.