



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
Escola de Engenharia de Lorena – EEL

**PROVA DE FÍSICA II**  
Primeiro Semestre de 2021 – (P1)

Prof. Dr. Marcelo Rodrigues de Holanda

NOME: \_\_\_\_\_ Nº: \_\_\_\_\_

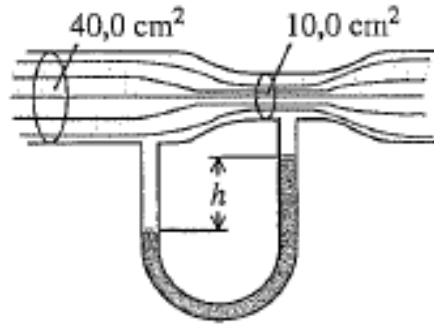
TURMA: \_\_\_\_\_

**OBSERVAÇÕES:**

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

**(1,5 pts)** 1) Um bloco cúbico com densidade  $\rho_B$  e aresta de comprimento  $L$  flutua sobre um líquido de densidade maior  $\rho_L$ . (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  $\rho_A$ ) 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  $L$ ,  $\rho_B$ ,  $\rho_L$  e  $\rho_A$ . (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 9,0 cm.

**(1,5 pts)** 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  $7,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$  ( $7,0 \text{ L/s}$ ). 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  $\rho_{\text{água}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ ).

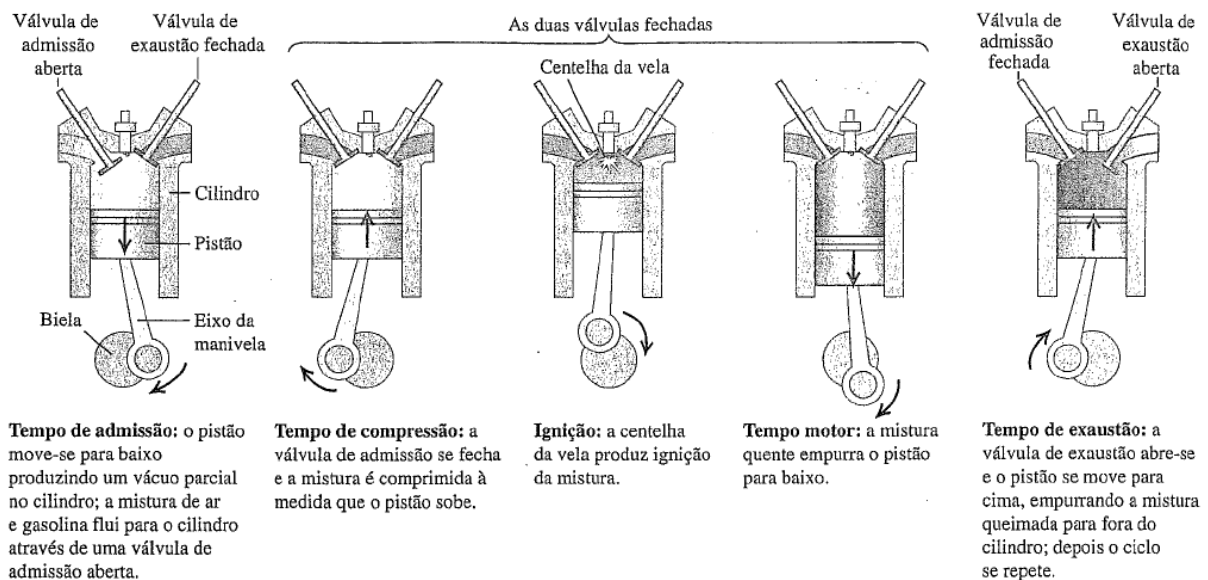


**(1,5 pts)** 3) Você despeja  $105 \text{ cm}^3$  de álcool etílico, a uma temperatura de  $-7,0^\circ\text{C}$ , em um cilindro graduado inicialmente a  $18^\circ\text{C}$ , enchendo-o até o topo. O cilindro é feito de vidro, com um calor específico de  $840 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ , um coeficiente de dilatação volumétrica igual a  $1,2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$  e massa igual a  $0,150 \text{ kg}$ . A massa do álcool etílico é  $0,0673 \text{ kg}$ . (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  $\beta_e = 75 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ ).

**(1,5 pts)** 4) Um balão cujo volume é  $850\text{m}^3$  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  $1,40 \times 10^6 \text{ Pa}$  e volume de  $1,70\text{m}^3$ , 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  $15^\circ\text{C}$ ? A massa molar ( $M$ ) do hidrogênio é  $2,02\text{g/mol}$ . A densidade do ar para uma atmosfera e  $15^\circ\text{C}$  é igual a  $1,23\text{kg/m}^3$ . (Dados:  $g=9,81\text{m/s}^2$ ;  $R=8,3145\text{J/mol.K}$ ).

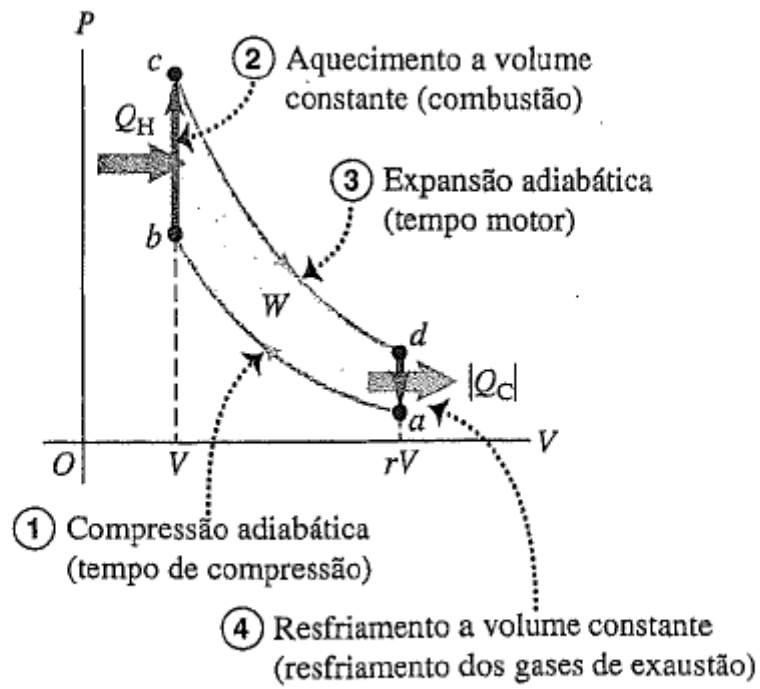
**(2,0 pts)** 5) A potência do motor de um automóvel é diretamente proporcional à massa de ar empurrada para dentro dos cilindros do motor para produzir uma reação química com a gasolina. Muitos carros possuem um *turbocompressor* que produz a compressão do ar antes de ele entrar no motor, fornecendo 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  $15^\circ\text{C}$ . Ele é comprimido adiabaticamente até  $1,45 \times 10^5 \text{ Pa}$ . No inter-resfriador, ele é resfriado até sua temperatura original de  $15^\circ\text{C}$  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  $575 \text{ cm}^3$ , 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  $15^\circ\text{C}$ , 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  $15^\circ\text{C}$ , 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  $C_v=(5/2)R$ ).

**(2,0 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.