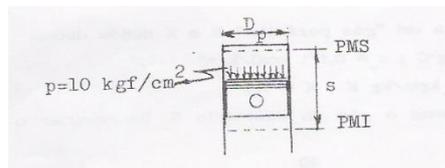


# TMEC042 D/N 2º semestre de 2020.

## Lista de exercícios, parte 1 e 2.

Os exercícios desta lista devem ser entregues até o dia **15/12/2020**.

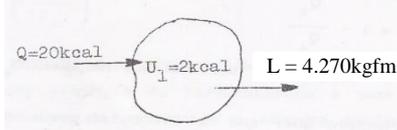
1. Admitindo que durante a expansão, no cilindro de um motor, a pressão permaneça constante em  $10\text{kgf/cm}^2$ , determinar o trabalho realizado em  $\text{kgfm}$ ;  $\text{J}$  e em  $\text{lb.pé}$  sendo dados:  
 $s = 100\text{mm}$  e  $D_p = 100\text{mm}$ .



Respostas:- 78,5kgfm; 769,7J; 569,4lbpé

---

2. O esquema representa um sistema fechado. Pede-se a energia interna final.



$$O = 20\text{kcal. } L = 4.270\text{kgfm. } U_1 = 2\text{kcal}$$

Resposta:- 12kcal

---

3. Determinar o calor trocado e a potência desenvolvida entre (1) e (2), admitindo que o regime de escoamento é permanente.

Dados:  $m = 10\text{kg/s}$ ,  $C_1 = 10\text{m/s}$ ,  $h_1 = 1\text{kcal/kg}$ ,  $C_2 = 50\text{m/s}$  e  $h_2 = 2\text{kcal/kg}$ .



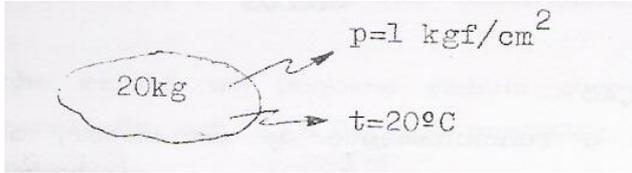
Respostas:- 12,9 kcal/s, 73,4CV

---

4. No esquema, a seguir, temos um gás, perfeito, com  $c_p = 0,24 \text{kcal/kgK}$ ;  $c_v = 0,171 \text{kcal/kgK}$ . Com estas características, pede-se determinar;

I – Os valores de R e de K para este gás.

II - O volume específico  $v$  e o volume total V (geométrico) do recipiente que contém o gás.

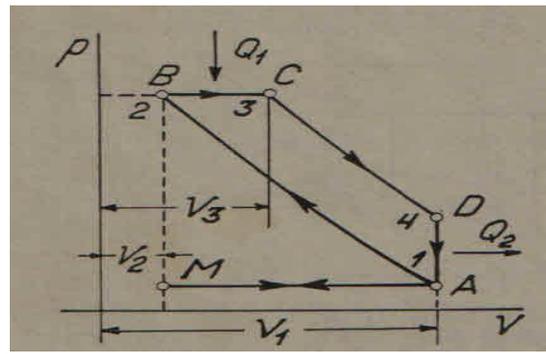


Respostas:-  $R = 29,5 \text{kgfm/kgK}$ ;  $k = 1,4$ ;  $17,28 \text{m}^3$

5. Considerando o ciclo teórico Diesel padrão a Ar conforme a figura a seguir, onde a pressão e a temperatura em (1) são respectivamente;  $1,0 \text{kgf/cm}^2$  e  $50^\circ\text{C}$ , enquanto que em (2) no final da compressão a pressão atinge  $40 \text{kgf/cm}^2$ .

Tratando-se de ciclo teórico a compressão e a expansão são adiabáticas e o calor fornecido ao ciclo na razão de  $400 \text{kcal/kg}$ .

**Obs.:-** Considerar:-  $R_{Ar} = 29,27 \text{kgfm/kgK}$ ,  $c_v = 0,171 \text{kcal/kgK}$ ; tanto na compressão como na expansão



**Nestas condições pede-se:**

1. As pressões, temperaturas e volumes, [ $\text{kgf/cm}^2$ ,  $^\circ\text{C}$  e  $\text{m}^3/\text{kg}$ ], em cada ponto do ciclo.
2. As relações de compressão e de injeção.
3. A quantidade de calor fornecida à fonte fria [ $\text{kcal/kg}$ ].
4. O trabalho mecânico realizado pelo ciclo [ $\text{kgfm/kg}$ ].
5. O rendimento térmico do ciclo [%].

Respostas:- [1]  $p_1 = 1,0 \text{kgf/cm}^2 / 10^4 \text{kgf/m}^2$ ,  $t_1 = 50^\circ\text{C} / 323\text{K}$ ,  $v_1 = 0,945 \text{m}^3/\text{kg}$ ;  $p_2 = 40 \text{kgf/cm}^2 / 40 \times 10^4 \text{kgf/m}^2$ ,  $t_2 = 654^\circ\text{C} / 927\text{K}$ ,  $v_2 = 0,068 \text{m}^3/\text{kg}$ ;  $p_3 = 40 \text{kgf/cm}^2 / 40 \times 10^4 \text{kgf/m}^2$ ,  $t_3 = 2.321^\circ\text{C} / 2.594\text{K}$ ,  $v_3 = 0,190 \text{m}^3/\text{kg}$ ;  $p_4 = 4 \text{kgf/cm}^2 / 4 \times 10^4 \text{kgf/m}^2$ ,  $t_4 = 1.018^\circ\text{C} / 1.291\text{K}$ ,  $v_4 = 0,945 \text{m}^3/\text{kg}$  [2]  $r_v = 14$ ,  $\phi = 2,8$  [3]  $q_2 = 165,5 \text{kcal/kg}$  [4]  $l = 101.839,5 \text{kgfm/kg}$ , [5]  $\eta_c = 60\%$ .

6. Um motor de 6 cilindros, quatro tempos, simples efeito, com  $3\frac{1}{2}$ " de diâmetro e curso de  $3\frac{3}{4}$ ", foi ensaiado num dinamômetro elétrico, cujo braço mede  $0,7162 \text{m}$  (medido até o centro do dinamômetro).

O teste indicou que para 3.300rpm, o esforço exercido na escala da balança era de 27,3kgf. Imediatamente após este teste o motor foi girado pelo dinamômetro, mantendo-se as mesmas condições de temperatura do óleo de lubrificação e da água de refrigeração, à rotação de 3.300rpm. A leitura na escala foi então de 11kgf.

### **Pede-se determinar:**

- 1) A constante do dinamômetro (K)
- 2) A potência efetiva desenvolvida pelo motor [CV]
- 3) A potência de atrito e a indicada real [CV]
- 4) O rendimento mecânico [%]
- 5) O momento torcedor [kgfm]
- 6) O volume de cilindrada do motor [l]
- 7) A pressão média efetiva [kgf/cm<sup>2</sup>]
- 8) A pressão média indicada [kgf/cm<sup>2</sup>]
- 9) O consumo horário de etanol em [kg/h]; com pci = 6.400kcal/kg e um rendimento global de 25%
- 10) A velocidade média dos êmbolos [m/s]

Respostas:- [1] K = 0,001, [2] Ne = 90 CV, [3] Nat = 36,3 CV, Nir = 126,3CV, [4]  $\eta_m = 71,3 \%$ , [5] T = 19,55 kgfm, [6]  $V_m = 3.546 \text{ cm}^3 = 0,003546 \text{ m}^3 \cong 3,5 \text{ litros}$ , [7] pme = 6,92 kgf/cm<sup>2</sup>, [8] pmi = 9,71 kgf/cm<sup>2</sup> [9] B = 35,6 kg/hora, [10] Ve = 10,5 m/s.

---

### **NOTAS:**

**I** Para a solução dos problemas a seguir a fórmula química do Ar atmosférico deve ser considerada como; (O<sub>2</sub> + 3,7585N<sub>2</sub>) e as massas atômicas, em kg, dos elementos:- H=1,0; C=12; N=14; O=16.

**II** Os valores das energias dos combustíveis e dos gases resultantes das combustões estão nas tabelas VII e IX “INTERNAL COMBUSTION ENGINES, Lester C. Lichty, Sixth Edition”, disponíveis na Intranet do DEMEC.

---

**8.** Para o estudo de um motor de combustão interna com ignição por centelha, foram admitidos os seguintes dados:

- a) Combustível previsto: Etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH);
- b) Combustão estequiométrica, a volume constante;
- c) Temperatura da mistura, no final da compressão 227°C;
- d) Temperatura dos gases, no final da combustão 2.393,6°C;

### **Pede-se Determinar:**

- 1 A reação de combustão e o fator Ar combustível A/C.
- 2 A temperatura final da combustão, tomando como referência 4.700R
- 3 O calor liberado na combustão em kcal/kg de combustível.
- 4 O rendimento da combustão.
- 5 O calor específico médio durante a combustão.

Respostas:-

---

**9.** Considerando que um motor de combustão interna deverá operar com metanol CH<sub>3</sub>OH.

### **Pede-se determinar:**

1. A reação estequiométrica deste combustível reagindo com o Ar ( $O_2 + 3,7585 N_2$ )
2. O balanço das massas dos reagentes e produtos envolvidos na reação
3. A relação Ar/ Combustível estequiométrica
4. Os teores, em [%] de massas e volumes, dos gases resultantes da combustão.

Respostas:-[1]  $CH_4O + 1,5 (O_2 + 3,7585 N_2) \rightarrow CO_2 + 2 H_2O + 5,637 N_2$  [2]  $M_p = M_r = 273,836 kg$ .

[3]  $A/C = 6,43 kg_{Ar}/kg_{Combustível}$ . [4]  $CO_2 = 18,50$ ,  $H_2O = 15,14$ ,  $N_2 = 66,36$  (% V/V) e  $CO_2 = 11,58$ ,  $H_2O = 23,15$ ,  $N_2 = 62,27$  % (m/m).

10. No problema anterior, considerando-se a reação com falta de Ar de 10%.

**Pede-se determinar:**

1. A reação do combustível, com Ar ( $O_2 + 3,7585 N_2$ )
2. O balanço das massas dos reagentes e produtos envolvidos na reação
3. A relação Ar/ Combustível
4. Os teores, em [%] de massas e volumes, dos gases resultantes da combustão.

Respostas:- [1]  $CH_4O + 1,35(O_2 + 3,7585 N_2) \rightarrow 0,7CO_2 + 0,3CO + 2H_2O + 5,074N_2$ . [2]  $M_p = M_r = 217,27 kg$ . [3]  $A/C = 5,79 kg_{Ar}/kg_{Combustível}$ . [4]  $CO_2 = 8,67$   $CO = 3,72$   $H_2O = 24,77$   $N_2 = 62,84$  (% V/V) e  $CO_2 = 14,18$   $CO = 3,87$   $H_2O = 16,57$   $N_2 = 65,25$  (%m/m).

11. Um motor Diesel com taxa de compressão de 17:1, comprime Ar, segundo uma compressão politrópica com  $n=1,3217408$ . No início da compressão, a temperatura é de  $40^\circ C$  e a pressão de  $0,9 kgf/cm^2$ .

Considerando o combustível como sendo o dodecano  $C_{12}H_{26}$  e a combustão se efetua a pressão constante com excesso de ar de 15% e rendimento de 87%.

**Pede-se determinar.**

✓ A temperatura teórica da combustão, tomando como de referência a temperatura de 4.200R.

Resposta:-  $2.100^\circ C$ .

12. Um motor de combustão por centelha opera nas seguintes condições:

- a) Combustível utilizado:- mistura, em volumes contendo 75% de gasolina ( $C_8H_{18}$ ) e 25% de Etanol Anidro ( $C_2H_5OH$ ).
- b) Combustão incompleta, com 95% do Ar estequiométrico.
- c) A mistura é aspirada na pressão de  $0,75 kgf/cm^2$  e temperatura de  $45^\circ C$ , sendo comprimida segundo uma politrópica com  $n=1,3397$  e numa relação de compressão de 8,7/1.
- d) Considerar para a gasolina  $\gamma=745 kg/m^3$  e  $pc=10.337 kcal/kg$ , para o Etanol Anidro  $\gamma=789 kg/m^3$  e  $pc=6.437 kcal/kg$ .

**OBS:-** As conversões das unidades do sistema internacional e inglês devem ser efetuadas usando-se as relações dadas nas notas de aula.

**Nestas condições, pede-se determinar.**

- 1 – A fórmula química da mistura combustível;
- 2 – A reação de combustão e o fator A/C [ $\text{kg}_{\text{Ar}}/\text{kg}_{\text{Comb}}$ ];
- 3 – O poder calorífico da mistura combustível [kcal/kg e BTU/mol];
- 4 – A temperatura teórica final da combustão [ $^{\circ}\text{C}$ ], tomando como referencia 5.600R;
- 5 – O rendimento da combustão [%].

Respostas:- [1]  $\text{C}_8\text{H}_{18}+0,875(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})$ , [2]  $\text{C}_8\text{H}_{18}+0,875(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})+14,369(\text{O}_2+3,7585\text{N}_2) \rightarrow$   
 $8,238\text{CO}_2+1,512\text{CO}+11,625\text{H}_2\text{O}+54,006\text{N}_2$  A/C=12,8 $\text{kg}_{\text{Ar}}/\text{kg}_{\text{comb}}$  [3] 9.319 kcal/kg e 2.587.420  
BTU/mol], [4] 2.917 $^{\circ}\text{C}$ , [5] 93%.

---