

Motores Térmicos

Problemas das Aulas Práticas

Resolva (ou tente resolver) os seguintes problemas antes da aula prática respectiva, e vá preparado para os discutir na aula. Note que é importante ter em conta o modo como o problema foi resolvido, mas também a discussão das hipóteses que permitiram a sua resolução, os valores obtidos e sua gama de validade, etc.

Aulas de 5ª feira 6, 6ª feira 7, e 2ª feira 12 de Outubro

1)

Estime a temperatura do gás no interior do cilindro quando termina o tempo de admissão. Concretize a sua resolução para um motor normalmente aspirado, e se for de explosão considere a borboleta do acelerador completamente aberta. Arbitre os valores que lhe pareçam realistas para as características geométricas do motor, temperatura e pressão do gás no fim do tempo de escape, temperatura ambiente e pressão no fim da admissão. Tenha em atenção variação das propriedades do gás com a temperatura, mas faça as simplificações que considere adequadas.

2)

Para um determinado motor de explosão de razão de compressão é de 9,5:1, calcule a temperatura no fim do tempo de compressão (desprezando o efeito de subida de pressão que se verifica devido ao desenvolvimento da combustão). Considere que a temperatura no fim da admissão é de T_1 K, que a compressão começou imediatamente no PMI (i.e., admita que a válvula de admissão fechou no PMI), que as propriedades da mistura são aproximadamente as do ar, e que a compressão é adiabática. Arbitre o que lhe pareça ser um valor realista para T_1 e discuta as aproximações indicadas no enunciado e as que (eventualmente) faça na resolução deste problema.

3)

Para as condições do problema anterior, calcule a pressão no fim da compressão admitindo que a pressão no fim da admissão é de p_1 MPa. Arbitre um valor realista para p_1 , tendo em conta que o motor é de explosão, normalmente aspirado, e que a borboleta do acelerador está quase totalmente aberta. Discuta o modo como resolveu este problema, e como o teria feito se não tivesse resolvido o problema 2).

4)

Para as condições dos problemas anteriores, e considerando a cilindrada unitária de 400 cm^3 , calcule o trabalho necessário à compressão do gás.

5)

Igual ao problema 2) mas para um Diesel de razão de compressão 22,0:1, e com a temperatura no fim da admissão de T_1 K. Arbitre novamente um valor para T_1 e compare-o com o arbitrado no problema 2). Discuta também as aproximações feitas, nomeadamente em relação às aproximações do problema 2).

6)

Igual ao problema 3) mas para o Diesel e considerando a mesma pressão no fim da admissão.

7)

Igual ao problema 4) mas para o Diesel e considerando a mesma cilindrada unitária.

Aulas de 5ª feira 15, 6ª feira 16, e 2ª feira 19 e de Outubro

8)

Num determinado motor Diesel a injeção tem uma duração de 30° de cambota. Nesse período o ar executa uma rotação de 90°. Qual é o número de *swirl* nessa situação ?

9)

Num determinado motor de explosão o h (coeficiente de transmissão de calor por convecção) do gás é de $h_{2000} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ no PMS de combustão quando o motor roda a 2000 rpm. Estime o valor de h_{6000} às 6000 rpm admitindo que a pressão média indicada p_i é a mesma nos dois casos. Indique qual a relação entre as percentagens de calor cedidas às paredes às 2000 rpm e 6000 rpm na vizinhança do PMS relativamente ao calor libertado na combustão. **Arbitre um valor que lhe pareça realista para h_{2000} .**

10)

Considere os seguintes valores médios para um motor de explosão de 400 cm³ de cilindrada unitária a trabalhar à carga máxima e a 3000 rpm:

$$\bar{h}_{gas} = A \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$$

$$\bar{h}_{agua} = C \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$$

$$k_{camisa} = E \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$$

$$\bar{T}_{gas} = B \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\bar{T}_{agua} = D \text{ }^\circ\text{C}$$

$$e_{camisa} = F \text{ mm}$$

Estime as temperaturas médias interna e externa da camisa. **Arbitre valores que lhe pareçam realistas para as seis variáveis indicadas.**

11)

Escreva a equação de combustão em ar (desprezando a dissociação e admitindo que a combustão se dá em condições ideais) dos seguintes combustíveis, para $\lambda = 1,00$:

a) C₂H₆

b) C₂H₅OH

12)

Idem para $\lambda = 1,10$.

Aulas de 6ª feira 23 e 2ª feira 26 e de Outubro

13)

Idem para $\lambda = 0,80$.

14)

Idem para $\lambda = 0,60$.

15)

Para as reacções do problema 11) calcule o λ de transição entre a formação e não-formação de C.

16)

Calcule a $\left(\frac{A}{F}\right)_s$ para o C_3H_8

- a) em volume
- b) em massa

17)

Calcule a $\left(\frac{A}{F}\right)_s$ como uma função de m e de n ou de n/m para o hidrocarboneto genérico C_mH_n ,
para as relações

- a) em volume
- b) em massa

18)

Calcule a percentagem volumétrica de CO nos produtos da combustão de C_7H_{16} em ar para

- a) $\lambda = 0,99$
- b) $\lambda = 0,92$
- c) $\lambda = 0,85$

Aulas de 5ª feira 29, 6ª feira 30 de Outubro, e 2ª feira 2 de Novembro

19)

Um motor Diesel a 4T, com 12 cilindros ($d = 175 \text{ mm}$, $\ell = 205 \text{ mm}$) desenvolve 1700 CV a 1500 rpm, consumindo nessa situação 180 g/CV h de gasóleo ($PCI = 10\,150 \text{ kcal/kg}$, $\rho = 840 \text{ kg/m}^3$).

- Como é classificado este motor quanto à sua rapidez ? Justifique
- O motor é normalmente aspirado ou sobre-alimentado ? Justifique
- Qual o rendimento efectivo do motor na situação de potência máxima ?
- Quantos cm^3 de gasóleo consome por ciclo e em cada cilindro, nas condições de potência máxima ?

20)

Um motor Diesel a 4T, com 6 cilindros ($d = 250 \text{ mm}$, $\ell = 300 \text{ mm}$) desenvolve 1320 kW a 1000 rpm, e o binário máximo a 425 rpm.

- O motor é normalmente aspirado ou sobre-alimentado ? Justifique
- Como é classificado este motor quanto à sua rapidez ? Justifique
- Estime o binário máximo do motor. Justifique

21)

Calcule a pressão média efectiva p_e , a pressão média efectiva na situação de potência máxima p_{ePe} , e a reserva de binário Tl para o Fiat Cinquecento (antigo), Skoda Fabia, Toyota RAV4, Land Rover Defender, Renault Clio Sport 197, e Lotus 2-Eleven.

	Fiat	Skoda	Toyota	Land Rover	Renault	Lotus
$V \text{ (cm}^3\text{)}$	899	1390	2231	2401	1998	1796
$P_e \text{ (kW)}$	30	63,5	100	90	145	188
$n_{Pe} \text{ (rpm)}$	5500	5000	3600	3500	7250	8000
$B_e \text{ (N.m)}$	65	132	311	359	215	243

22)

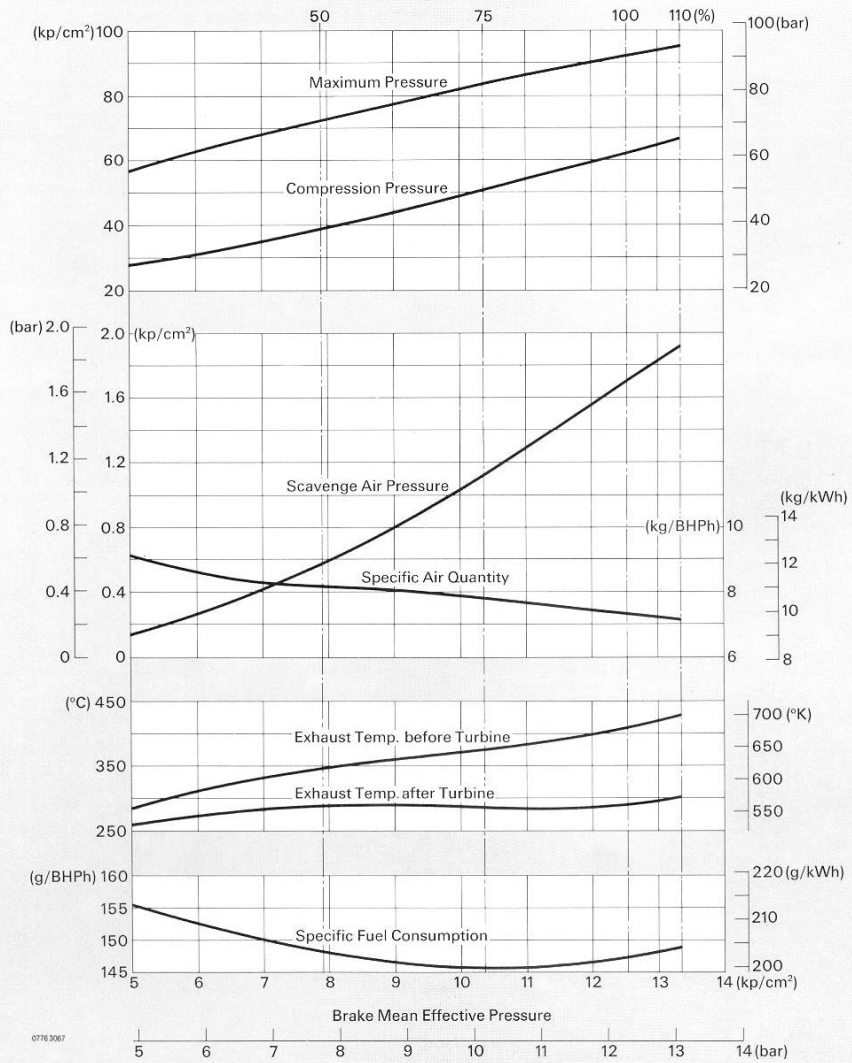
As curvas apresentadas na página seguinte mostram o desempenho de um motor marítimo segundo a lei do hélice. O motor tem um diâmetro de 900 mm e um curso de 1550 mm. A 100% da sua carga máxima (ver eixo das abcissas no topo do diagrama) desenvolve uma pressão média efectiva de 1,229 MPa (ver eixo das abcissas na base do diagrama), e uma potência de 22 185 kW a 122 rpm.

JUSTIFICANDO os seus cálculos e afirmações:

- diga se o motor é a Dois ou a Quatro Tempos ;
- calcule o número de cilindros do motor ;
- calcule o binário a 75% da carga máxima - caso não tenha resolvido a alínea anterior, arbitre um número de cilindros entre 6 e 10, mas refira-o explicitamente ;
- calcule o rendimento do motor ($PCI = 42\,707 \text{ kJ/kg}$) ;
- calcule o coeficiente de excesso de ar λ à carga máxima (isto é, a 100% da carga máxima e não a 110% - ver diagrama) considerando 14,4 para o valor da razão *ar/combustível* estequiométrica.

The test-bed results according to the propeller law, show the specific fuel consumption, exhaust gas temperatures, scavenge air pressure, as well as the compression and firing pressure for an RND 90 M engine.

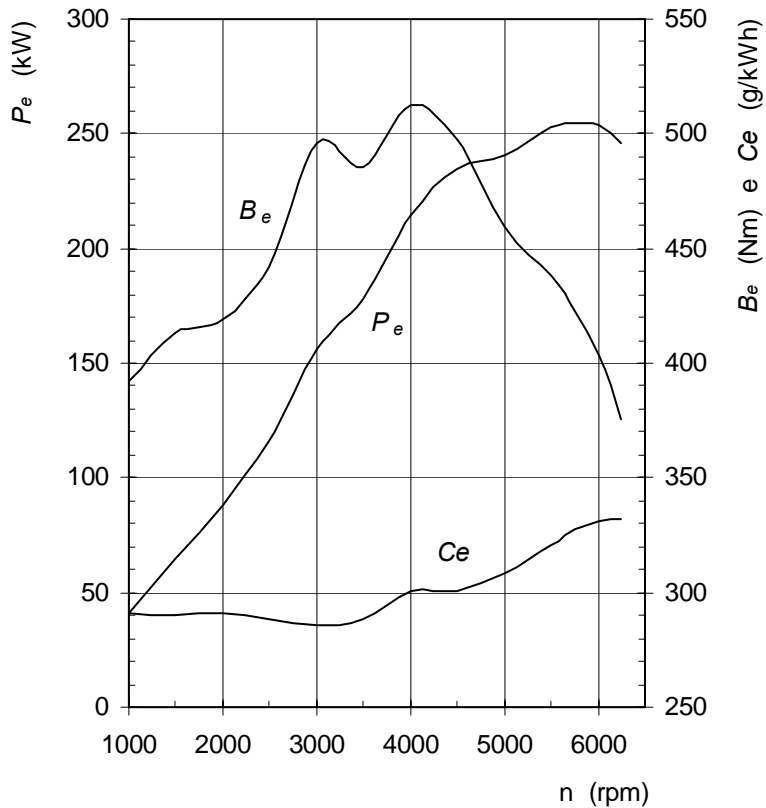
Reference conditions	ISO standard
Total barometric pressure	1.0 bar
Suction air temperature	27 °C
Relative humidity of suction air	60 %
Charge air cooling water temperature inlet	27 °C
Scavenge air temperature	45 °C
Lower calorific value of fuel	42 707 kJ/kg 10 200 kcal/kg



Aulas de 5ª feira 5, 6ª feira 6 e 2ª feira 9 de Novembro

23)

Um determinado motor tem as características abaixo indicadas.



$$d = 100,0 \text{ mm}$$

$$l = 85,9 \text{ mm}$$

$$c = 8$$

$$r_c = 10,2$$

Responda às seguintes questões (JUSTIFICANDO as suas respostas) :

- A que rotação a pressão média efectiva é máxima ?
- Qual o valor da pressão média efectiva máxima ?
- Qual a velocidade média do êmbolo ?
- Qual o rendimento efectivo do motor ?
- Qual o volume residual de cada cilindro ?
- O motor é Diesel ou de explosão ?
- O motor é sobre-alimentado ou normalmente aspirado ?