
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2002/2003

Februari / Mac 2003

JNK 401/3 – Enjin Pembakaran Dalam

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON :

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **TUJUH(7)** mukasurat dan **TUJUH(7)** soalan yang bercetak serta **SATU(1)** halaman lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan.

Sila jawab **LIMA (5)** soalan sahaja.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

Lampiran :

1. Persamaan [1 mukasurat]

Serahkan **KESELURUHAN** soalan dan jawapan kertas peperiksaan ini kepada Ketua Pengawas di akhir sidang peperiksaan. Pelajar yang gagal berbuat demikian akan diambil tindakan disiplin.

KETUA PENGAWAS : Sila pungut :

- (a) **KESELURUHAN** kertas soalan ini (tanpa diceraikan mana-mana muka surat) dan mana-mana kertas soalan peperiksaan ini yang berlebihan untuk dikembalikan kepada Bahagian Peperiksaan, Jabatan Pendaftar, USM.

Peringatan :

1. Sila pastikan bahawa anda telah menulis angka giliran dengan betul.

- S1. [a] Dengan bantuan gambarajah, terangkan secara ringkas prinsip kerja kenderaan elektrik hibrid (HEV) berkonfigurasi bersiri dan selari.

With the help of a diagram, briefly explain the working principle of series and parallel configuration hybrid electric vehicles (HEV).

(40 markah)

- [b] Sebuah enjin petrol empat lejang V-8 menghasilkan 186.5 kW pada 4400 ppm. Kecekapan terma brek ialah 32% pada nisbah mampatan 9/1. Nisbah udara-bahanapi ialah 12/1 dan kecekapan isipadu pada kelajuan ini ialah 69%. Jika nisbah lejang ke jara ialah 0.8, tentukan sesaran enjin yang diperlukan dan dimensi-dimensi bagi jara dan lejang. Nilai kalori rendah bagi bahanapi ialah 44200 kJ/kg dan keadaan udara bebas ialah 1.013 bar dan 15°C.

A V-8 four-stroke petrol engine is required to give 186.5 kW at 4400 rpm. The brake thermal efficiency is 32% at the compression ratio of 9/1. The air-fuel ratio is 12/1 and the volumetric efficiency at this speed is 69%. If the stroke to bore ratio is 0.8, determine the engine displacement required and the dimensions of the bore and stroke. The lower calorific value of the fuel is 44 200 kJ/kg and the free air conditions are 1.013 bar and 15°C.

(60 markah)

- S2. [a] Takrifkan pengkarburatan. Mengapakah enjin cucuhan bunga api memerlukan campuran kaya semasa julat melahu dan kuasa ?

Define carburation. Why does a spark ignition engine require rich mixture during idling and power range ?

(40 markah)

- [b] Kirakan diameter kerongkongan venturi bagi karburetor dengan keadaan-keadaan berikut :

Enjin	: 4 lejang SI enjin
Isipadu tersapu	: 1800 cc
Kelajuan enjin pada kuasa maksima	: 6000 ppm
Kecekapan isipadu pada 6000 ppm	: 80%
Kelajuan udara pada kerongkongan	: 150 m/s
Pekali luahan pada kerongkongan	: 0.8
Keadaan atmosfera	: 1.013 bar dan 20°C
Graviti tentu bagi bahanapi	: 0.8
Haba tentu bagi udara	: 1.005 kJ/kgK

Calculate the diameter of venturi throat for a carburetor with the following conditions :

Engine	: 4 stroke SI engine
Swept volume	: 1800 cc
Engine speed for maximum power	: 6000 rpm
Volumetric efficiency at 6000 rpm	: 80%
Velocity of air at venturi throat	: 150 m/s
Coefficient of discharge for throat	: 0.8
Atmospheric conditions	: 1.013 bar and 20°C
Specific gravity of fuel	: 0.8
Specific heat of air	: 1.005 kJ/kgK

(60 markah)

- S3. [a] Terangkan pengawalimbang mutuan dan kuantiti.

Explain qualitative and quantitative governing.

(30 markah)

- [b] Satu unit penjanaan kuasa menghasilkan 600 kW dan menggunakan $C_8H_{18(l)}$ sebagai bahanapi pada 298 K. 400 peratus udara teori digunakan dan udara memasuki unit turbin gas pada 310 K. Hasil-hasil pembakaran keluar pada 700 K. Kehilangan haba dari unit ini ialah 146.5 kW. Tentukan kadar penggunaan bahanapi bagi pembakaran lengkap. Data-data berikut boleh digunakan :

A power generating unit produces 600 kW and uses $C_8H_{18(l)}$ as a fuel at 298 K. 400 percent theoretical air is used and the air enters at 310 K. The products of combustion leaves at 700 K. The heat transfer losses from the unit are 146.5 kW. Determine the fuel consumption for complete combustion. The following data may be used :

	h_f° (kJ/kmole)	$h_{310} - h_f^\circ$ (kJ/kmole)	$h_{700} - h_f^\circ$ (kJ/kmole)
$C_8H_{18(l)}$	-224287	2529	113127
$C_8H_{18(g)}$	-208447	-	-
CO_2	-393757	461	17773
H_2O	-241971	402	14202
N_2	-	346	11945
O_2	-	352	12506

(70 markah)

- S4. [a] Apakah ketukan di dalam enjin cucuhan bunga api ? Senaraikan lima kesan buruk ketukan terhadap enjin-enjin petrol.

What is knock in spark ignition engines ? List down five harmful effects of knock to spark ignition engines.

(40 markah)

[b] Data-data berikut merujuk kepada enjin cucuhan bunga api dua-lejang :

Jarak	: 57 mm
Lejang	: 57 mm
Nisbah mampatan	: 7.4
Halaju enjin	: 4000 ppm
Sudut cucuhan	: 20° BTDC
Tempoh pembakaran	: 35° sudut engkol
Tekanan dan suhu campuran takterbakar ketika cucuhan	: 14 bar and 480 K
Isipadu selinder ketika cucuhan	: 18 % dari keseluruhan isipadu selinder

Kirakan :

- (i) tempoh lengah
- (ii) pecahan jisim terbakar pada 10° BTDC, pada TDC dan 10° ATDC

Gunakan persamaan di bawah untuk halaju nyalaan gelora (S_T) :

$$S_T = \frac{3.33 (0.26 + 5.2 \times 10^{-4} N) (3.36 \times 10^{-3} T)^{2.18}}{p^{0.16}} \text{ m/s}$$

iaitu T dan p ialah suhu (K) dan tekanan (bar) bagi campuran tak terbakar. N ialah halaju enjin dalam ppm.

The following data refer to a two-stroke spark ignition engine :

Bore	=	57 mm
Stroke	=	57 mm
Compression ratio	=	7.4
Engine speed	=	4000 rpm
Spark occurs	=	20° BTDC
Combustion duration	=	35° crank angle
Unburned mixture pressure and temperature at spark	=	14 bar and 480 K
Cylinder volume at spark	=	18% of total cylinder volume

Calculate :

- (i) delay period
- (ii) mass fraction burned at 10° before TDC, at TDC and at 10° after TDC

Use the following equation for the turbulent flame speed (S_T) :

$$S_T = \frac{3.33 (0.26 + 5.2 \times 10^{-4} N) (3.36 \times 10^{-3} T)^{2.18}}{p^{0.16}} \text{ m/s}$$

where T and p refer to unburned mixture temperature (K) and pressure (bar) respectively. N is engine speed in rpm.

(60 markah)

- S5. [a] Terangkan proses pengiringan yang berlaku ketika bahan api diesel disuntik ke dalam selinder enjin diesel.

Explain the entrainment process that takes place when the diesel fuel is injected into a diesel engine cylinder.

(30 markah)

- [b] Sebuah enjin diesel lapan selinder suntikan terus sedutan bebas mempunyai jara 128 mm dan lejang 130 mm. Nisbah mampatan ialah 17 dan nisbah setara bahanapi-udara ialah 0.7. Halaju enjin ialah 2300 ppm.

Kirakan :

- (i) jisim udara per selinder per kitar, jisim dan isipadu (dalam bentuk cecair) bahan api diesel yang disuntik per selinder per kitar.
- (ii) saiz purata titisan. Tekanan selinder ketika suntikan (hampir kepada TDC) ialah 50 atm dan tekanan suntikan bahan api ialah 500 atm.

An eight cylinder naturally aspirated direct injection diesel engine has a bore of 128 mm and a stroke of 130 mm. The compression ratio is 17 and the fuel-air equivalence ratio is 0.7. The engine speed is 2300 rpm.

Calculate :

- (i) *mass of air in each cylinder per cycle, mass and volume (as liquid) of diesel fuel injected per cylinder per cycle.*
- (ii) *the average drop size. The cylinder pressure at time of injection (close to TDC) is 50 atm and the fuel injection pressure is 500 atm.*

(70 markah)

S6. [a] Apakah maksud hapus-sisa didalam enjin petrol?

What is scavenging in spark-ignition engine

(30 markah)

[b] Satu ujian Morse dijalankan ke atas enjin petrol empat-lejang empat selinder pada kelajuan 2000 ppm. Selinder enjin berkenaan mempunyai diameter gerak 100.5 mm dan lejang 145 mm. Nilai tekanan berkesan min brek yang diukur di dalam eksperimen ialah 6.52 bar. Bacaan tork brek ialah 170 Nm, 168 Nm, 174 Nm dan 177 Nm masing-masing. Pada kelajuan enjin ini penggunaan bahanapi tentu brek ialah 0.350 kg/kWh. Nilai $Q_{net,v}$ bagi bahanapi ialah 44200 kJ/kg. Kirakan :

- (i) kecekapan mekanikal**
- (ii) kecekapan terma brek**

A Morse test is carried out on a four cylinder four-stroke petrol engine running at 2000 rpm. The engine has a bore of 100.5 mm and a stroke of 145 mm. The bmep measured in the experiment is 6.52 bar. The brake torque readings are 170 Nm, 168 Nm, 174 Nm and 177 Nm respectively. For normal running at this speed the brake specific fuel consumption is 0.350 kg/kWh. The $Q_{net,v}$ for the fuel is 44200 kJ/kg. Calculate :

- (i) the mechanical efficiency*
- (ii) the brake thermal efficiency*

(70 markah)

S7. [a] Terangkan mekanisma pembentukan HC, NO dan CO di dalam enjin cucuhan bunga api dan tunjukkan perubahan bahan cemar-bahan cemar ini terhadap nisbah setara bahan api-udara.

Explain the mechanism of formation of HC, NO and CO in spark ignition engine and show the variation of these pollutants with respect to fuel-air equivalence ratio.

(50 markah)

- [b] Sebuah enjin cucuhan bunga api menggunakan secara purata 120 gram petrol bagi setiap kilometer perjalanan. Purata keluaran dari enjin (sebelum masuk ke pemangkinan) adalah 1.5, 2.0 dan 20 gram per kilometer bagi NO_x (sebagai NO_2), HC dan CO masing-masing. Enjin beroperasi pada campuran stikiometri petrol-udara. Kirakan kepekatan purata dalam bahagian per juta bagi NO_x , HC (sebagai bahagian per juta C_1) dan CO di dalam ekzos enjin.

A spark ignition engine uses on average 120 grams of gasoline per km traveled. The average emissions from the engine (upstream of the catalyst) are 1.5, 2.0 and 20 grams per km of NO_x (as NO_2), HC and CO respectively. The engine operates with a stoichiometric gasoline-air mixture. Find the average concentrations in parts per million of NO_x , HC (as ppm C_1) and CO in the engine exhaust.

(50 markah)

-oooOOooo-

Persamaan

$$1. \quad v_T = \sqrt{[2T_0 c_{Pa} \left\{ 1 - \left(\frac{p_T}{p_0} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right\}]}$$

$$2. \quad \dot{m}_a = \frac{C_{DT} A_T p_0}{\sqrt{R T_0}} \left(\frac{p_T}{p_0} \right)^{1/\gamma} \left\{ \frac{2\gamma}{\gamma-1} \left[1 - \left(\frac{p_T}{p_0} \right)^{(\gamma-1)/\gamma} \right] \right\}^{1/2}$$

$$3. \quad (\Delta\theta)_{ig} = 0.469 V_c^{1/3} N / S_T$$

$$4. \quad (\Delta\theta)_{ig} = C_{ig} (S_p \gamma)^{1/3} \left(\frac{h}{S_l} \right)^{2/3}$$

$$5. \quad D_{SM}(\mu m) = A(\Delta p)^{-0.135} \rho_a^{0.121} V_f^{0.131}, \quad A = 23.9$$