



UNIVERSITI TUN HUSSEIN ONN MALAYSIA

PEPERIKSAAN AKHIR SEMESTER I SESI 2010/2011

NAMA KURSUS : ENJIN PEMBAKARAN DALAM
KOD KURSUS : BDA 4063
PROGRAM : BDD
TARIKH PEPERIKSAAN : NOVEMBER / DISEMBER 2010
JANGKA MASA : 3 JAM
ARAHAN :

1. JAWAB **EMPAT (4)** SOALAN DARIPADA **ENAM (6)** SOALAN
2. SIMBOL YANG LAZIM DIGUNAKAN MEMPUNYAI TAKRIFAN YANG LAZIM KECUALI JIKA DINYATAKAN SEBALIKNYA.
3. NYATAKAN ANDAIAN YANG DIBUAT BAGI SETIAP SOALAN

KERTAS SOALAN INI MENGANDUNGI TUJUH (7) MUKA SURAT

- Q1** (a) Explain the importance of calculating engine volumetric efficiency. (4 marks)
- (b) A 1500 cm^3 , four-stroke cycle, four-cylinder compression ignition (C.I.) engine, operating at 3200 RPM, produces 48 kW of brake power. The engine volumetric efficiency is 0.92 and with operating air-fuel ratio of 21:1. Calculate:
- the required mass air flow rate into the engine (kg/sec)
 - brake specific fuel consumption. (g/kW·hr)
 - the mass flow rate of the exhaust gas (kg/hr); and
 - brake output per displacement. (kW/litre)
- (21 marks)
- Q2** (a) Describe the working concept of an eddy-current dynamometer (4 marks)
- (b) Explain why an electric dynamometer is considered to be better than a hydraulic dynamometer? (4 marks)
- (c) List two main advantages of 4-stroke engine design over a 2-stroke engine design (5 marks)
- (d) Spark ignition (S.I.) engine operation can be approximated by the ideal air standard Otto cycle.
- Justify the assumptions of isentropic compression and expansion strokes being used for this idealised cycle,
 - Sketch this ideal air standard Otto cycle on a P-v diagram; and
 - Derive the expression for Otto cycle thermal efficiency, based on its temperature values of T_1 , T_2 , T_3 and T_4 .
- (12 marks)

Q3 (a) Define the following terms, with reference to the combustion process using fuel-oil such as gasoline and diesel:

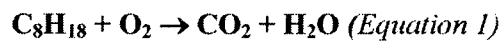
- i. Stoichiometric combustion,
- ii. Rich combustion; and
- iii. Lean combustion

(6 marks)

(b) Referring to the exhaust gas aftertreatment process for an S.I. engine, describe the roles of a three-way catalyst (TWC) system that is normally installed inside the exhaust pipeline of the S.I. engine.

(6 marks)

(c) Gasoline used for spark ignition engine has a typical chemical formula of C_8H_{18} . During combustion this fuel will react exothermically with oxygen using this reaction route:



- i. Rewrite Equation 1 in its chemically balanced form; and
- ii. Calculate the mass of water that will be produced, assuming complete combustion process is taken place.

The molecular weight of carbon (C), hydrogen (H_2) and oxygen (O_2) are 12, 2 and 32, respectively.

(13 marks)

Q4 A V6 research engine with capacity of 3000cc operates on a 4-stroke cycle at 3600 rpm. The compression ratio is 9.49 and the length of the connecting rods is 17.1 cm. Its bore is equivalent with the stroke. At the given engine speed, the combustion terminates at $20^\circ C$ after-top-dead-centre (aTDC). Calculate:

- i. the cylinder bore and stroke length
- ii. average piston speed
- iii. the clearance volume of each cylinder
- iv. piston speed at the end of combustion
- v. volume in the combustion chamber at the end of combustion

(25 marks)

Q5 A five-cylinder, four-stroke cycle S.I. engine has a compression ratio $r_c = 11:1$, bore = 5.52 cm, stroke = 5.72 cm, and connecting rod length = 11.00 cm. Cylinder inlet conditions are 63°C and 92 kPa. The intake valve closes at 41° aBDC and the spark plug is fired at 1.5° bTDC.

Calculate:

- i. temperature (K) and pressure (kPa) in the cylinder at ignition, assuming Otto cycle analysis (i.e., assume the intake valve closes at BDC and ignition is at TDC)
- ii. effective compression ratio (i.e. actual compression of the air-fuel mixture before ignition); and
- iii. actual temperature (K) and pressure (kPa) in the cylinder at ignition.

(25 marks)

Q6 A four-stroke diesel engine is operated at 1765 rpm and inducts air having a density of 1.184 kg/m³. The displacement of the engine is 0.01m³, the volumetric efficiency is 0.92, and the fuel-air ratio is 0.05.

- i. Determine the mass flow rates of air and fuel used by the engine; and
- ii. If the engine has six cylinders, what mass of fuel is injected per cylinder per cycle?

(25 marks)

- S1** (a) Jelaskan kepentingan pengiraan nilai kecekapan isipadu terhadap sesebuah enjin. (4 markah)
- (b) Sebuah enjin cucuhan mampatan 4-silinder, dengan kitar 4 lejang, berisipadu 1500 cm^3 , beroperasi pada 3200 rpm, menghasilkan kuasa brek 48 kW. Enjin ini mempunyai kecekapan 0.92 dan nisbah udara-bahanapi operasinya ialah 21:1. Kirakan:
- nilai kadar alir jisim udara yang perlu dibekalkan kepada enjin (kg/s)
 - nilai penggunaan bahanapi tentu brek (g/kW·hr)
 - kadar alir jisim gas ekzos (kg/hr); dan
 - hasil tenaga brek keluaran bagi setiap isipadu (kW/liter)
- (21 markah)
- S2** (a) Terangkan konsep kerja sebuah dinamometer berarus pusing (4 markah)
- (b) Jelaskan kenapa sebuah dinamometer elektrik dianggap sebagai lebih baik berbanding dinamometer hidraulik? (4 markah)
- (c) Senaraikan dua kelebihan utama rekabentuk enjin 4-lejang berbanding enjin 2-lejang. (5 markah)
- (d) Operasi sebuah enjin pencucuhan bunga api (S.I.) boleh digambarkan dengan merujuk kepada kitaran piawai udara Otto.
- Berikan justifikasi kepada andaian-andaian yang dibuat berkaitan pemampatan seentropi dan pengembangan seentropi yang digunakan oleh kitar ideal ini,
 - Lakarkan kitaran piawai udara Otto di dalam sebuah gambarajah P-v; dan
 - Terbitkan persamaan bagi kecekapan terma kitaran Otto, berdasarkan kepada nilai-nilai suhu T_1 , T_2 , T_3 dan T_4 .
- (12 markah)

S3 (a) Berikan definisi yang tepat kepada istilah-istilah berikut, dengan merujuk kepada proses pembakaran menggunakan bahanapi seperti gasolin dan diesel:

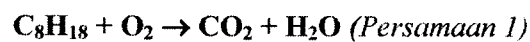
- i. Pembakaran stoikiometri,
- ii. Pembakaran lebih; dan
- iii. Pembakaran kurang

(6 markah)

(b) Dengan merujuk kepada proses rawatan selepas ekzos gas untuk sebuah enjin S.I., terangkan peranan sistem mangkin tiga-hala (TWC) yang selalunya dipasang di dalam talian paip ekzos enjin S.I

(6 markah)

(c) Bahanapi gasolin yang sering digunakan untuk enjin nyalaan bunga api mempunyai persamaan kimia C_8H_{18} . Semasa pembakaran, bahanapi ini akan bereaksi secara eksotermik dengan oksigen melalui laluan reaksi berikut:



- i. Tulis semula Persamaan 1 di dalam bentuk keseimbangan kimia; dan
- ii. Kirakan jisim air yang akan dihasilkan, dengan mengandaikan proses pembakaran yang sempurna telah berlaku

Berat molecular karbon (C), hidrogen (H_2) dan oksigen (O_2) adalah 12, 2 dan 32, masing-masing.

(13 markah)

S4 Sebuah enjin penyelidikan V6 berkapasiti 3000cc beroperasi dengan kitar 4-lejang pada 3600 rpm. Nilai nisbah mampatan ialah 9.49 dan panjang rod penyambung ialah 17.1 cm. Nilai garis pusat silinder adalah bersamaan dengan nilai lejang. Pada kelajuan enjin yang diberi, pembakaran terhenti pada $20^\circ C$ selepas titik-mati-atas (aTDC). Kirakan:

- i. nilai garis pusat silinder dan panjang lejang
- ii. halaju purata ombok
- iii. isipadu legaan untuk setiap silinder
- iv. halaju ombok pada akhir pembakaran
- v. isipadu di dalam kebuk pembakaran pada akhir pembakaran

(25 markah)

S5 Sebuah enjin S.I., lima silinder, empat lejang, mempunyai nisbah mampatan $r_c=11:1$, garis pusat=5.52 cm, lejang=5.72 cm, dan panjang rod penyambung=11.00 cm. Keadaan di bahagian masukan silinder adalah 63 °C dan 92 kPa. Injap masukan tutup pada 41° aBDC dan palam pencucuh beroperasi pada 1.5° bTDC. Kirakan:

- i. suhu (K) dan tekanan (kPa) di dalam silinder pada pencucuhan, dengan mengandaikan analisis kitaran Otto (i.e. dengan mengandaikan injap masukan tutup pada BDC dan pencucuhan pada TDC)
- ii. nisbah mampatan efektif (i.e. pemampatan sebenar campuran bahapi-udara sebelum pencucuhan); dan
- iii. suhu (K) dan tekanan (kPa) sebenar di dalam silinder semasa pencucuhan

(25 markah)

S6 Sebuah enjin diesel empat lejang beroperasi pada 1765 rpm dan menyedut masuk udara dengan ketumpatan 1.184 kg/m³. Jumlah isipadu sesaran enjin ialah 0.01m³, kecekapan isipadu ialah 0.92, dan nisbah bahanapi-udara ialah 0.05.

- i. Tentukan kadar alir jisim udara dan bahanapi yang digunakan oleh enjin tersebut; dan
- ii. Sekiranya enjin mempunyai enam silinder, apakah jumlah jisim bahanapi yang disuntik ke setiap silinder pada setiap kitaran?

(25 markah)

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER / SESI : SEM I/2010/2011 PROGRAM : BDD
 KURSUS : ENJIN PEMBAKARAN DALAM KOD KURSUS : BDA4063

SENARAI FORMULA

1. The distance between the crank axis and wrist pin axis or piston position is given by, s:

$$s = a \cos \theta + \sqrt{r^2 - a^2 \sin^2 \theta}$$

Where a = crankshaft offset, r = connecting rod length and θ = crank angle, measured from the centerline and it is zero when the piston is at TDC

2. For an engine with N_c cylinders, displacement volume, V_d :

$$V_d = V_{BDC} - V_{TDC} \qquad V_d = N_c \left(\frac{\pi}{4} \right) B^2 S$$

Where B = cylinder bore, S = stroke, $S = 2a$

3. Compression ratio, r_c is defined as: $r_c = \frac{V_{BDC}}{V_{TDC}}$

4. The cylinder volume at any crank angle is given by: $V = V_c + \left(\frac{\pi B^2}{4} \right) (r + a - s)$

Where V_c = clearance volume

5. Brake work of one revolution, W_b : $W_b = 2\pi T$; $W_b = \frac{V_d (bmep)}{n}$

Where T = engine torque, bmep = brake mean effective pressure, n = number of revolutions per cycle

6. Mean effective pressure: $mep = \frac{\dot{W}n}{V_d N}$

7. Engine torque, T, for 2-stroke and 4-stroke cycles:

$$T_{2-stroke} = \frac{V_d (bmep)}{2\pi} \qquad T_{4-stroke} = \frac{V_d (bmep)}{4\pi}$$

8. Engine power,

$$\dot{W} = \frac{WN}{n} \qquad \dot{W} = 2\pi NT \qquad N = \text{engine speed}$$

9. Specific fuel consumption $sfc = \frac{\dot{m}_f}{\dot{W}}$

10. Instantaneous volume, V at any crank angle, θ :

$$\frac{V}{V_c} = 1 + \frac{1}{2} (r_c - 1) \left[R + 1 - \cos \theta - \sqrt{R^2 - \sin^2 \theta} \right]$$

V_c = clearance volume, $R = r/a$,

11. Properties of air:

$$R_{air} = 0.287 \text{ kJ/kg.K} \qquad k_{air} = 1.35$$