
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2005/2006
*First Semester Examination
2005/2006 Academic Session*

November 2005
November 2005

ESA 485/3 – Sistem Dorongan Roket
Rocket Propulsion Systems

Masa : [3 jam]
Duration : [3 hours]

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi DUA BELAS (12) mukasurat dan SEMBILAN BELAS (19) soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Please ensure that this paper contains TWELTH (12) printed pages and NINE TEEN (19) questions before you begin examination.

Arahan : Jawab **SEMUA** soalan. Untuk Bahagian A sila jawab pada borang OMR yang disediakan.

Instructions : Answer **ALL** questions. For Part A please answer on the OMR form provided.

BAHAGIAN A SOALAN OBJEKTIF. PILIH JAWAPAN YANG BETUL.
PART A OBJECTIVE QUESTIONS. CHOOSE THE CORRECT ANSWER.

1. Isp disukat di dalam unit

- (a) N/s
- (b) kg/s
- (c) s
- (d) m/s

Isp is measured in

- (a) N/s
- (b) kg/s
- (c) s
- (d) m/s

2. Di bawah adalah nama-nama yang telah menyumbang di dalam pendorongan, **KECUALI**,

- (a) Robert H. Goddard
- (b) Heinkel
- (c) Tsiolkovsky
- (d) Von Ohain

*Below are the names of the person who contributed in propulsion, **EXCEPT***

- (a) Robert H. Goddard
- (b) Tsiolkovsky
- (c) Heinkel
- (d) Von Ohain

3. Pendorongan Raket menggunakan _____

- (a) Hukum Newton Pertama
- (b) Hukum Newton Kedua
- (c) Prinsip Keabadian Momentum
- (d) Hukum Newton Ketiga

Rocket Propulsion uses the _____

- (a) Newton's first law
- (b) Newton's second law
- (c) Conservation of momentum
- (d) Newton's third law

4. Bangsa Cina telah mempertahankan Bandar _____ daripada serangan Mongol dengan menggunakan serbuk senjata. Pada awal 1800 an, seorang pegawai tentera British, _____ telah membangunkan roket logam yang membawa bahan letupan.

- (a) K'ai Feng, Hagreaves
- (b) Peking, Roswell
- (c) Wuhan, Newton
- (d) Shanghai, William

The Chinese defended the city of _____ against the Mongols with gunpowder rockets. In the early 1800s British Army officer, _____ developed metal rockets carrying explosives.

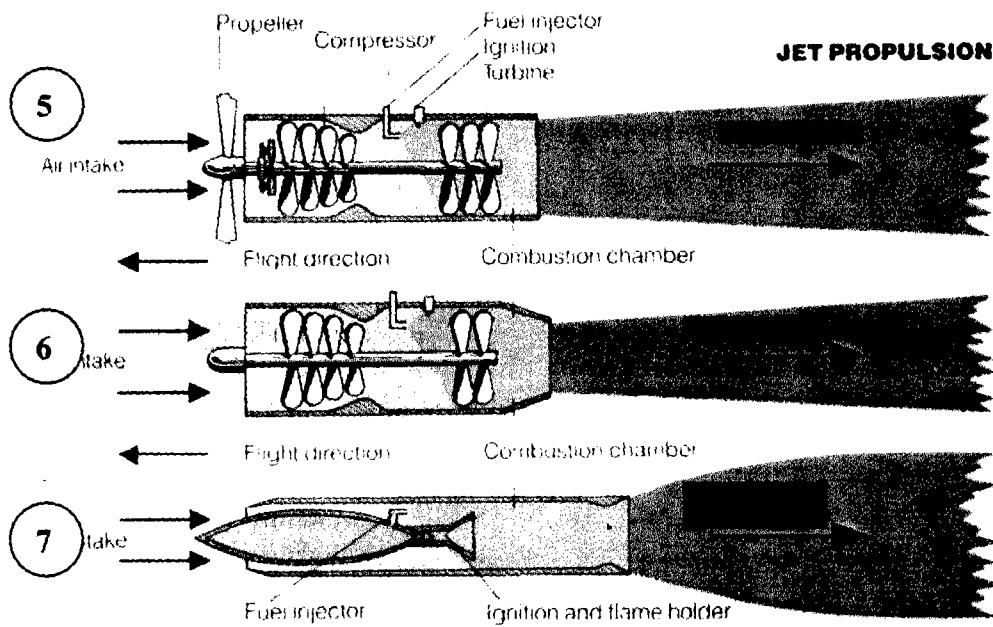
- (a) *K'ai Feng, Hagreaves*
- (b) *Peking, Roswell*
- (c) *Wuhan, Newton*
- (d) *Shanghai, William*

Soalan 5 -7. Berpandukan rajah di bawah, padankan nama sistem dorongan jet yang sesuai.

- (a) Ramjet
- (b) Turbine
- (c) Scramjet
- (d) Turboprop
- (e) Turbofan

Question 5-7. Referring to the diagram below, match the appropriate name of the jet propulsion system.

- (a) Ramjet
- (b) Turbine
- (c) Scramjet
- (d) Turboprop
- (e) Turbofan

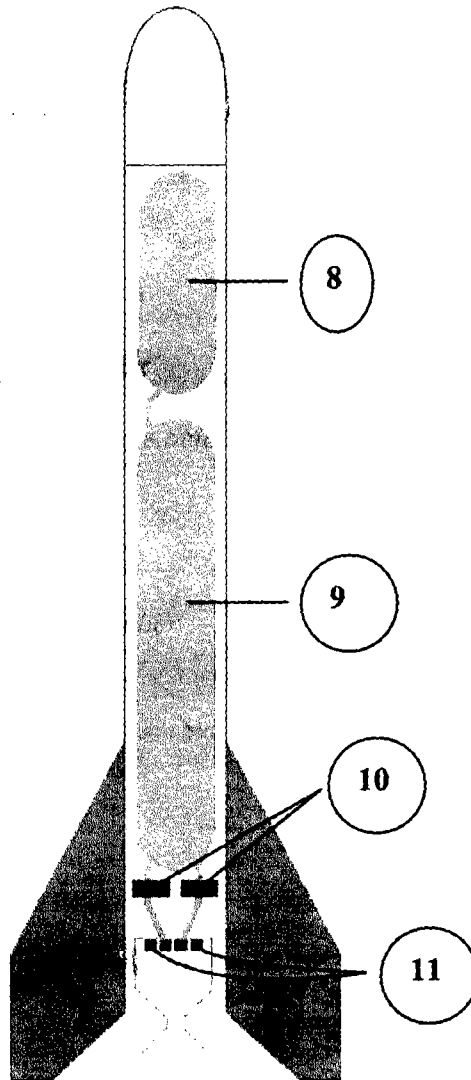


Soalan 8 -11. Berpandukan rajah di bawah, padankan nama roket dorongan cecair yang sesuai.

- (a) penyuntik
- (b) bahan api
- (c) kebuk pembakaran
- (d) pam
- (e) bahan pengokrider

Question 8-11. Referring to the diagram below, match the appropriate name of the liquid propellant rocket.

- (a) *Injectors*
- (b) *Fuel*
- (c) *combustion chamber*
- (d) *pump*
- (e) *oxidizer*

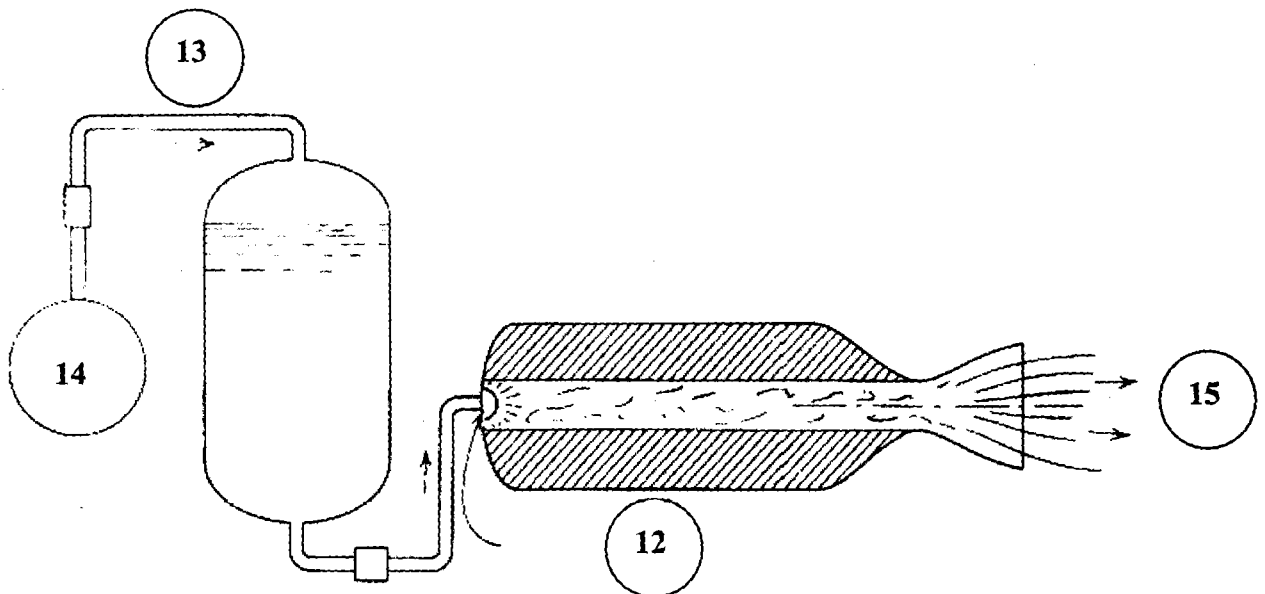


Soalan 12 – 15. Berpandukan rajah di bawah, padankan nama roket hybrid yang sesuai.

- (a) Bahan api pepejal
- (b) muncung
- (c) penyuntik pengoksia
- (c) regulator
- (d) gas bertekanan

Question 12–15. Referring to the diagram below, match the appropriate name of the hybrid rocket.

- (a) *solid fuel*
- (b) *nozzle*
- (c) *oxidizer injector*
- (d) *regulator*
- (e) *pressurizing gas*

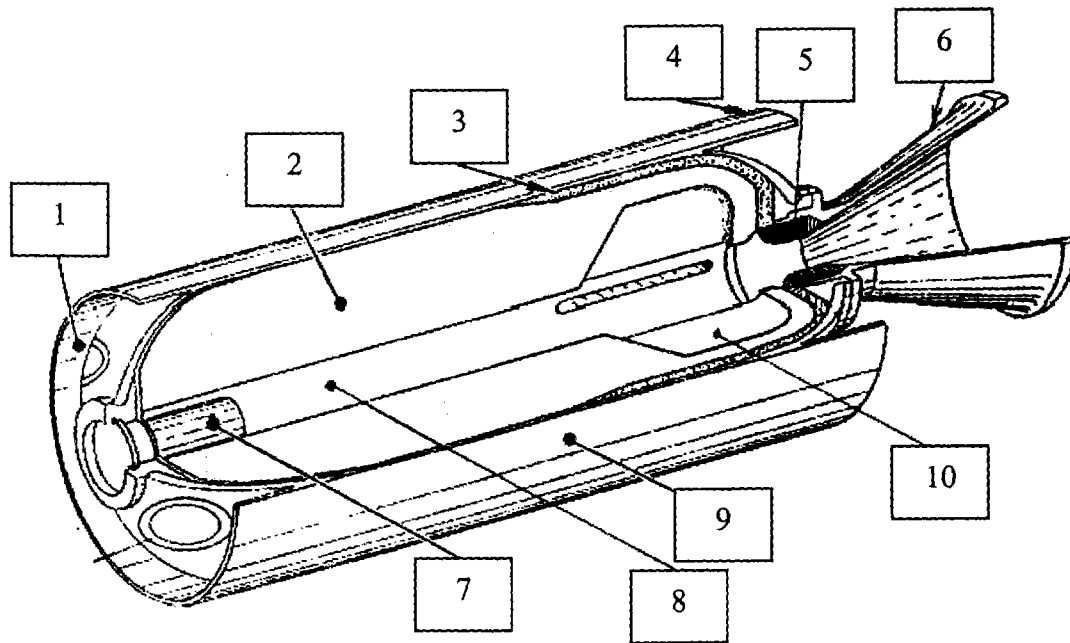


(15 markah/marks)

BAHAGIAN B
PART B

Namakan bahagian yang dilabelkan pada roket motor dorongan pepejal.

Name all the parts labeled in the solid rocket motor.



(10 markah/marks)

BAHAGIAN C. JAWAB SEMUA SOALAN.
PART C. ANSWER ALL QUESTIONS.

1. (a) Buktikan bahawa roket moden yang menggunakan bahan baker kimia (roket dorongan cecair dan roket motor pepejal) tidak dapat melancarkan satelit ke ketinggian orbit rendah LEO 300km. (Tip: Buktikan kedua-dua jenis roket, iaitu yang menggunakan bahan bakar cecair dan pepejal, Isp untuk roket motor pepejal = 250s, Isp untuk roket dorongan cecair = 400s).

Prove that a chemical modern rocket (liquid propellant rocket and solid rocket motor) cannot launch a satellite into a 300km of LEO orbit. (Hint: Prove both, liquid and solid, Isp for solid rocket motor = 250 s, Isp for liquid propellant rocket = 400 s).

(7.5 markah/marks)

- (b) Dengan menggunakan jawapan anda daripada Soalan 1 (a), sebagai jurutera aeroangkasa, apakah cara penyelesaian terbaik untuk melancarkan satelit tersebut.

Using the answer from Question 1 (a) above, as an aerospace engineer, what is the solution to launch that satellite.

(7.5 markah/marks)

- (c) Sekiranya kamu diberikan peluang untuk merekabentuk roket berbilang tahap untuk melancarkan sebuah satelit pada ketinggian orbit LEO 200km, berapakah tahap yang sepatutnya terdapat pada roket berbilang tahap tersebut? Apakah komen anda terhadap jawapan yang diberikan? (Tip: Lakarkan jadual bilangan tahap dan jisim tahap-n roket tersebut sekiranya roket itu melancarkan 1,000 kg satelit, di mana $v/u = 3.5$ dan $\lambda = 0.1$)?

Let's say, you have been given a choice in designing a multistage rocket to launch a satellite into 200km LEO orbit, how many stages should a multistage rocket have? And what is your comment for your answer? (Hint: Draw a table of number of stages and mass of n-stage rocket to orbit a 1,000 kg satellite, for the $v/u = 3.5$ and $\lambda = 0.1$).

(5 markah/marks)

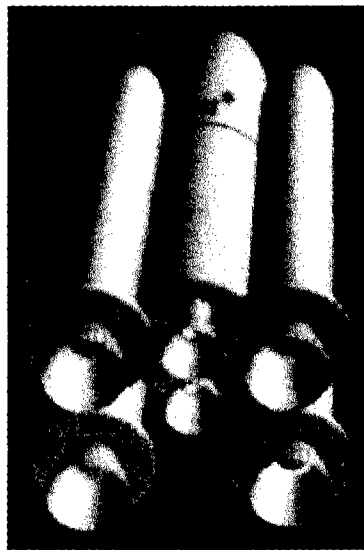
- (d) Dengan menggunakan data λ_k (nisbah struktur) dan π_k (nisbah beban bayar) dari Jadual 1 (*rujuk lampiran*) dan Jadual 2 (*rujuk lampiran*). Tentukan setiap λ untuk setiap tahap. Adakah kedua-dua kenderaan pelancar tersebut menghampiri rekabentuk yang optimum? (Optimum sekiranya, nilai λ adalah hampir sama).

Using data on λ_k (structural ratio) and π_k (payload ratio) from the Table 1 and Table 2, calculate values of λ for each stage. Is either vehicle close to an optimal design (that is, are the λ values nearly the same)

(5 markah/marks)

2. Penggalak sebuah roket dorongan pepejal kenderaan olak-alik angkasa, mempunyai $I_{sp} = 290$ s, jisim kering 90,200kg setiap satu dan jisim penuh 603,600kg setiap satu. Tangki luar mempunyai jisim kering 45,000kg dan mengandungi bahan dorong 703,000kg. Enjin utama kenderaan olak-alik angkasa mempunyai $I_{sp} = 455$ s.

The solid-rocket boosters of the space shuttle have an $I_{sp} = 290$ s, a dry mass of 90,200 kg each, and a full mass of 603,600 kg each. The external tank has a dry mass of 45,000 kg and contains 703,000 kg of propellant. Space shuttle main engines have an $I_{sp} = 455$ s.



- (a) Anggapkan bahawa sebuah kenderaan yang mempunyai empat penggalak roket dorongan pepejal, terbakar bersama sebagai tahap pertama dan tangki luar dengan dua enjin membakar sebagai tahap kedua, sepertimana ditunjukkan di dalam Rajah di atas. Anggarkan, berapakah jisim beban bayar yang boleh dilancarkan oleh kenderaan tersebut ke ketinggian orbit LEO ($v = 9.5$ km/s)?

Consider a vehicle of four solid-rocket boosters burning together as the first stage, and an external tank with two main engines as the second stage, as shown in Figure above. Approximately how much payload can this vehicle deliver to low earth orbit (9.5 km/s)?

(10 markah/marks)

- (b) Jisim beban bayar boleh dikecualikan. Pada masa bila dan mengapa?

The mass of the payload can be ignored in some places. When and Why?

(5 markah/marks)

- (c) Bandingkan jawapan kamu di (a) dengan beban bayar kenderaan olak-alik iaitu lebih kurang 30,000kg (Gunakan Jadual 2 sebagai rujukan untuk kenderaan olak-alik angkasa).

Compare your result in (a) to the shuttle payload of approximately 30,000 kg (Use Table 2 as the space shuttle reference).

(5 markah/marks)

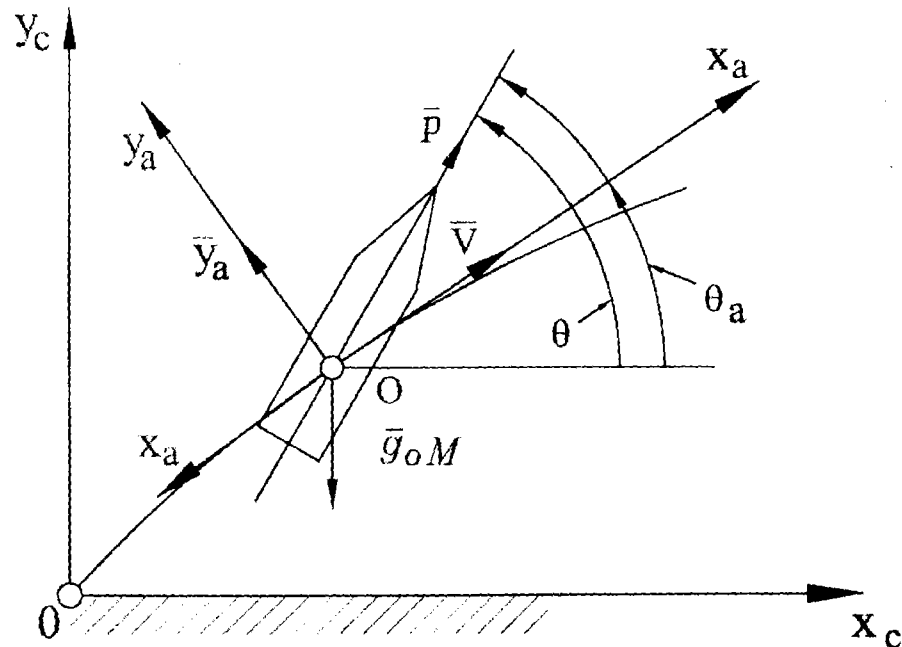
- (d) Dengan menggunakan data daripada Jadual 1 dan Jadual 2, bandingkan rekabentuk Von Braun dan kenderaan olak-alik. Apakah perbezaan ketara yang dapat dilihat di kedua-dua rekabentuk?

Using the data on Table 1 and 2, compare the design of Von Braun rocket and space shuttle and what is the huge difference in both design?

(5 markah/marks)

3. Gambarajah di bawah menunjukkan daya-daya yang bertindak ke atas roket yang di dalam penerbangan. Anggapkan roket tersebut di dalam tahap pertama.

Figure below shows a forces acting on a rocket during flight. Assume the rocket is in its first stage.



- (a) Buktikan persamaan di bawah adalah dapat diterbitkan daripada daya-daya yang bertindak ke atas roket tersebut

$$\frac{dV}{dt} = \left[\frac{T_L}{M} \right] - \left[\frac{(T_L - T_0)}{M} \right] \cdot (\bar{p}_h \cdot \cos \alpha) - \left[\frac{X_a}{M} \right] - [g_0 \sin \theta_a] - \left[\frac{T_L}{M} (1 - \cos \alpha) \right]$$

Prove, that the equation below can be derived from the forces acting on that rocket.

$$\frac{dV}{dt} = \left[\frac{T_L}{M} \right] - \left[\frac{(T_L - T_0)}{M} \right] \cdot (\bar{p}_h \cdot \cos \alpha) - \left[\frac{X_a}{M} \right] - [g_0 \sin \theta_a] - \left[\frac{T_L}{M} (1 - \cos \alpha) \right]$$

(12.5 markah/marks)

- (b) Secara amnya, sudut serang, α , sesuatu trajektori roket adalah selalunya kecil daripada sudut condong, θ . Permudahkan persamaan di atas.

In general, the angle of attack, α , for a rocket trajectory is always smaller than the inclination angle, θ . Simplify the formula above.

(5 markah/marks)

- (c) Rekabentukkan sebuah kargo tahap ketiga untuk roket Von Braun tiga tahap. Gunakan faktor atau nisbah struktur, λ_2 , daripada tahap kedua memandangkan tahap ketiga tidak mempunyai sayap. Berapakah beban bayar yang mampu dilancarkan ke orbit?

Design a cargo third stage for the Von Braun three-stage rocket. Use the structural factor, λ_2 , from the second stage, since this stage does not have wings. What is the total payload it can deliver to orbit?

(7.5 markah/marks)

-ooo000ooo-