
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
2012/2013 Academic Session

January 2013

ESA 481/3 – Spacecraft Design
[Rekabentuk Kapal Angkasa]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this paper contains **FIVE (5)** printed pages and **FOUR (4)** questions before you begin examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LIMA(5)** mukasurat bercetak dan **EMPAT (4)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Instruction : Answer **ALL** questions.

Arahan : Jawab **SEMUA** soalan.

Student may answer the questions either in English or Bahasa Malaysia.

Pelajar boleh menjawab soalan dalam Bahasa Inggeris atau Bahasa Malaysia.

Each question must begin from a new page.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.

Answer **ALL** questions.

Jawab **SEMUA** soalan

1. [a] The specific orbit selected for a particular mission will have a definite influence on the design of a spacecraft. Consider and compare the propulsive requirement, communication requirement, and power subsystem for a geostationary (GEO) mission and a Low Earth orbit (LEO) mission.

Orbit yang dipilih untuk misi tertentu akan mempengaruhi reka bentuk sesebuah kapal angkasa. Pertimbangkan dan bandingkan keperluan sistem dorongan, sistem komunikasi, dan subsistem kuasa untuk misi geopegun (GEO) dan misi orbit rendah bumi (LEO).

(20 marks/markah)

- [b] Explain the principal methods to obtain high reliability in spacecraft system design.

Terangkan kaedah utama untuk mendapatkan kebolehpercayaan yang tinggi dalam reka bentuk sistem kapal angkasa.

(20 marks/markah)

- [c] Define the following terms:
Space mission, mission concept, mission objectives, mission architecture and mission requirements.

Berikan definisi untuk istilah-istilah berikut:

Misi angkasa, konsep misi, objektif misi, seni bina misi dan keperluan misi.

(20 marks/markah)

- [d] Outline the life cycle of a space mission.

Nyatakan ciri-ciri utama kitar hayat misi angkasa.

(20 marks/markah)

- [e] In designing a spacecraft, identify the respective limitations of the following drivers:

Size, on-orbit weight and power.

Dalam mereka bentuk sebuah kapal angkasa, kenal pastikan batasan pemandu-pemandu berikut:

Saiz, berat di orbit dan kuasa.

(20 marks/markah)

2. [a] Demonstrate the effects of high-vacuum space environment on a spacecraft's material strength and fatigue life.

Tunjukkan kesan persekitaran angkasa berhampa-gas tinggi pada kekuatan bahan dan umur lesu kapal angkasa.

(30 marks/markah)

- [b] Break down the problem of sublimation/outgassing that occur at spacecraft altitudes and how it affects the orbiting vehicle.

Huraikan masalah pemejalwapan/peluhgasan yang berlaku pada altitud kapal angkasa dan bagaimana ia memberi kesan pada kapal angkasa.

(30 marks/markah)

- [c] Spacecraft hardening is the most effective means of increasing its survivability in the space environment. Identify three (3) approaches at the design phase.

Pengerasan kapal angkasa adalah cara yang paling berkesan untuk meningkatkan kemandiriannya dalam persekitaran angkasa. Kenal pasti tiga(3) pendekatan pada fasa reka bentuk.

(40 marks/markah)

3. [a] Explain the steps involved in designing the orbit for a specific mission.

Terangkan langkah-langkah yang terlibat dalam mereka bentuk orbit untuk misi tertentu.

(40 marks/markah)

- [b] A satellite is moving in a circular orbit with an altitude of 500 km. The orbit altitude is intended to be increased to 800 km. Evaluate the most effective maneuver to do this and calculate the magnitudes of the thrusts required. Show the point/s of application of the thrust/s. Given: $\mu = 39.8 \times 10^{13} \text{ Nm}^2/\text{kg}$ and $R = 6378 \text{ km}$.

Sebuah satelit bergerak dalam orbit bulat dengan ketinggian 500 km. Ketinggian orbit dikehendaki ditingkatkan kepada 800 km. Nilaikan olah gerak yang paling berkesan untuk melakukan ini dan kirakan magnitud tujahan yang diperlukan. Tujukan titik/titik-titik aplikasi teras. Diberi $\mu = 39.8 \times 10^{13} \text{ Nm}^2/\text{kg}$ and $R = 6378 \text{ km}$.

(60 marks/markah)

4. [a] Compare the advantages and disadvantages of parallel staging compared with serial staging.

Bandingkan kebaikan dan keburukan tahapan selari berbanding tahapan bersiri.

(30 marks/markah)

- [b] Consider the Scout-G multi-staged rocket, which was designed to place small satellites into low Earth orbit. The Scout-G is designed with four stages (see figure 1.). Compute and compare the ΔV of the Scout-G with a single-stage equivalent rocket. Both rockets carry a 185 kg satellite payload. Assume that the single-staged rocket has an I_{sp} of 280s (which is the average of the Scout-G rocket's four stages).

Pertimbangkan roket berperingkat Scout-G yang direka untuk meletakkan satelit kecil ke dalam orbit rendah bumi (LEO). Scout-G direka dengan empat peringkat (lihat rajah 1.). Hitungkan dan bandingkan ΔV Scout-G dengan roket setara satu peringkat. Kedua-dua roket membawa beban bayar 185 kg. Andaikan bahawa roket setara satu-peringkat mempunyai I_{sp} 280s (purata empat peringkat roket Scout-G).

(70 marks/markah)

Stage No.	Thrust (vacuum) (kN)	I_{sp} (vacuum) (s)	Total mass (kg)	Empty mass (kg)
1	471.9	284	14320	1600
2	258.9	262	4424	695
3	80.8	295	1637	352
4	27.4	280	301	25

Table 1. Scout-G multi-staged rocket

Jadual 1 : Roket berperingkat Scout-G

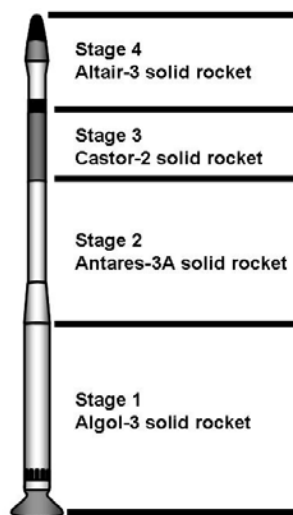


Figure 1. Scout-G/Rajah 1

oooooooo