

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
2012/2013 Academic Session

January 2013

**ESA 381/3 – Spacecraft Subsystem Element**  
*[Elemen Subsistem Kapal Angkasa]*

Duration : 3 hours  
*Masa: 3 jam*

---

Please check that this paper contains **EIGHT (8)** printed pages , **ONE (1)** page appendix and **FIVE (5)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LAPAN (8)** mukasurat bercetak, **SATU (1)** mukasurat lampiran, dan **LIMA (5)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

**Instructions** : Answer **ALL** questions.

**Arahan** : Jawab **SEMUA** soalan

**Appendix/Lampiran :**

1. **Table for 4[a]/Jadual untuk 4[a]** **[1 page/mukasurat]**

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.

*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page.

*Jawapan untuk 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.*

1. [a] Describe the major system-level components in the complete space system in details and locate the level of the sub-system elements.

*Terangkan komponen-komponen utama tahapan sistem untuk sebuah sistem angkasa secara terperinci dan kenalpasti kedudukan tahapan untuk elemen sebuah sub-sistem.*

**(40 marks/markah)**

- [b] What are the differences between actuator and sensor in Attitude Control System and briefly describe how inertial sensor works.

*Apakah perbezaan antara penggerak dan penderia dalam Sistem Kawalan Atitud dan terangkan secara ringkas bagaimana penderia inersia berfungsi.*

**(30 marks/markah)**

- [c] Describe the basic concept lying behind the reaction wheels.

*Jelaskan konsep asas kepada roda-roda reaksi.*

**(30 marks/markah)**

2. [a] Analyze the difference between rocket propulsion and jet propulsion in terms of their functions.

*Analisa perbezaan antara pendorongan roket dan pendorongan jet dari segi fungsi kedua-duanya?*

**(30 marks/markah)**

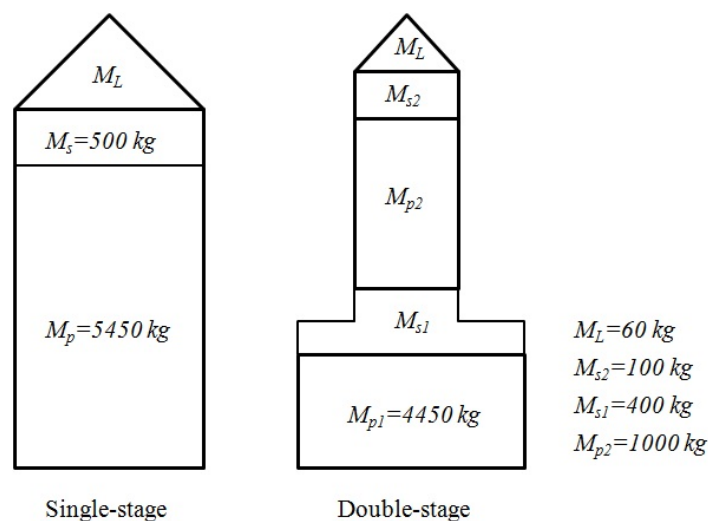
- [b] Resistojet is one of the systems in electrical propulsion. Explain in which category does this system belong and describe how the Resistojet works.

*Resistojet adalah salah satu sistem dalam pendorongan elektrik. Jelaskan dalam kategori manakah sistem ini berada dan terangkan bagaimana ia berfungsi.*

**(30 marks/markah)**

- [c] Consider the single stage rocket and the double-stage rocket shown in Figure 2 [c] respectively. Both rockets have the same total mass  $M_{total} = 6010$  kg and the same specific impulse  $I_{sp} = 380$  s. Both rockets are boosting the same payload mass of 60 kg into space. Calculate and compare the burnout velocities for the rockets.

*Pertimbangkan sebuah roket satu peringkat dan sebuah roket dua peringkat seperti yang ditunjukkan dalam Gambarajah 2[c]. Kedua-dua roket mempunyai jumlah berat yang sama  $M_{total} = 6010$  kg dan impuls tertentu yang sama iaitu  $I_{sp} = 380$  s. Kedua-dua roket membawa beratbeban bayar yang sama iaitu 60 kg ke angkasa. Kirakan dan bandingkan halaju habis-bakar untuk kedua-dua roket.*



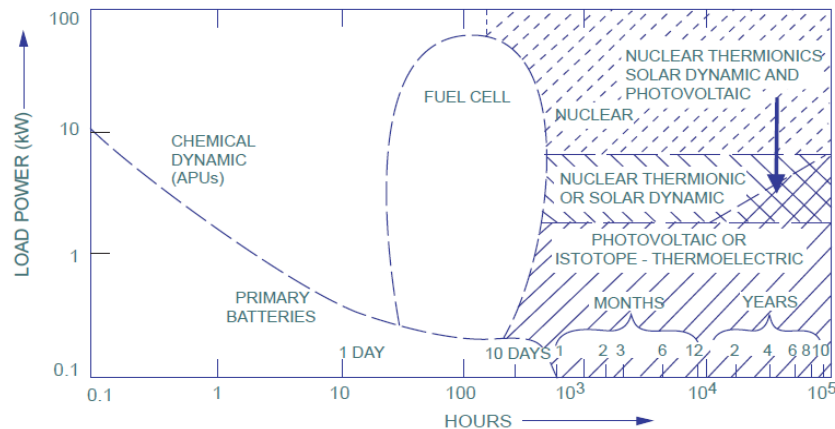
**Figure 2[c] : Single stage and double stage rockets**

*Gambarajah 2[c] : Roket satu peringkat dan roket dua peringkat*

**(40 marks/markah)**

3. [a] A near-Earth Asteroid mission requires 500W of power for the payload and 700W for the spacecraft bus. The mission will start from January 2013 and expected to end on January 2017. Based on Figure 3[a], choose the most suitable power source to facilitate the power requirement and please state the reasons of the choice. Explain in details how is the chosen power source works in this mission?

*Misi asteroid berdekatan dengan bumi memerlukan kuasa sebanyak 500W untuk beban bayar dan 700 W untuk bas kapal angkasa. Misi tersebut akan bermula pada Januari 2013 dan berakhir pada Januari 2017. Berdasarkan Gambarajah 3[a], pilih punca kuasa yang paling sesuai untuk memenuhi keperluan kuasa misi tersebut dan terangkan sebab-sebab pemilihan. Terangkan dengan terperinci bagaimana punca kuasa yang dipilih itu berfungsi.*



**Figure 3 [a] : Load power vs satellite life**

*Rajah 3 [a] : Beban kuasa vs hayat satelit*

**(40 marks/markah)**

- [b] Describe the function of power control on a Direct Energy Transfer System by drawing relevant diagrams.

*Huraikan fungsi kawalan kuasa pada sistem pemindahan tenaga secara terus dengan melakarkan gambarajah-gambarajah berkaitan.*

**(40 marks/markah)**

- [c] What is the function of the Watchdog Timer in Central Processing Unit in spacecraft?

*Apakah fungsi pengawas masa dalam Unit pemprosesan pusat di kapal angkasa?*

**(20 marks/markah)**

4. [a] A horn antenna has been selected to be used for mission to the moon. The X-band downlink frequency is 8402 MHz and diameter of the antenna is 0.20 meters. Calculate the peak gain in dBi and the beamwidth of the antenna. Please use the table in attachment to solve this question.

*Sebuah antena hon dipilih untuk misi ke bulan. Laluan menurun frekuensi jalur X adalah 8402 MHz dan garis pusat antena adalah 0.20 meter. Kirakan puncak gandaan dalam dBi dan lebar alur antena tersebut. Sila gunakan maklumat dalam jadual di Lampiran untuk menyelesaikan soalan ini.*

**(30 marks/markah)**

- [b] The encryption and decryption of the data is an option to be applied in data transmission. In your opinion, should we encrypt the data of the earth observation satellite, then send to the ground station? By using a diagram, please show in which stage the data is encrypted and transmitted to the ground station.

*Penyulitan dan penyahsulitan data adalah pilihan yang boleh diaplikasi dalam transmisi data. Menurut pandangan anda, perlukan kita menyulitkan data satelit cerapan bumi dan seterusnya menghantar data ke stesen bumi?. Dengan menggunakan gambarajah, tunjukkan pada peringkat manakah data ini disulitkan dan dipancarkan ke stesen bumi.*

**(40 marks/markah)**

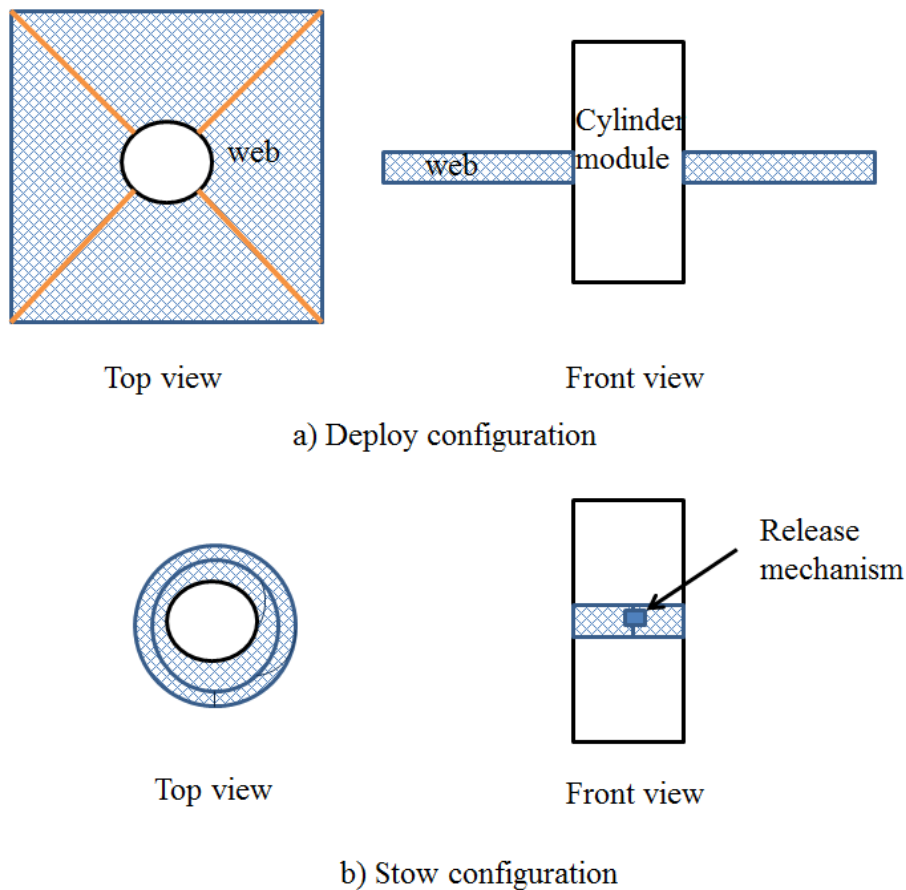
- [c] Explain and provide the necessary diagrams for all the heat transfer process and overall energy balance that may occur on satellite in the space.

*Terangkan dan sediakan gambarajah-gambarajah yang diperlukan untuk semua proses pemindahan haba dan keseimbangan tenaga secara keseluruhan yang berlaku pada satelit di angkasa.*

**(30 marks/markah)**

5. [a] A space-web satellite has been programmed to start deploying the web once it enters the parking orbit at MEO. The web is wrapped around the cylinder module shown in Figure 5 [a]. Using a pyro-technique device, design a simple release mechanism to lock the web in stow configuration and release it during the deployment phase. Please draw and explain your design.

*Sebuah satelit sesawang angkasa telah diprogram untuk mula pasang atur sejurus memasuki orbit singgah di MEO. Sesawang tersebut membaluti modul silinder seperti Gambarajah 5 [a]. Dengan menggunakan peranti piroteknik, reka mekanisme pelepas untuk mengunci sesawang tersebut ketika konfigurasi pemuatan dan melepaskannya ketika fasa pasang atur. Sila lukis dan terangkan rekabentuk anda.*



**Figure 5 [a]: Space-Web in deploy and stow configuration**

*Rajah 5[a]: Sesawang angkasa dalam konfigurasi pasang atur dan pemuatan.*

(50 marks/markah)

- [b] You are given with two materials to build a cube frame for your satellite. The materials are Aluminum and Titanium. Choose the better material to be used based on your tradeoff analysis by explaining the advantages and the disadvantages of each material.

*Anda diberi dua bahan untuk membina sebuah rangka kubik untuk satelit anda. Bahan-bahan tersebut adalah Aluminium dan Titanium. Pilih bahan yang terbaik untuk digunakan berdasarkan analisis tukar ganti dengan menerangkan kebaikan dan keburukan setiap bahan.*

**(30 marks/markah)**

- [c] Most of the spacecraft waste heat is rejected to space by radiators. Calculate and sketch the graph of heat rejection in the function of temperature for radiator with the area size of 0.50m x 0.50m and black surface finish with an emissivity of 0.89. The temperature should be in the range of 0° to 50° Celsius.

*Kebanyakan sisa haba kapal angkasa dilepaskan ke angkasa melalui radiator. Kirakan dan lakarkan graf pelepasan haba dalam fungsi suhu untuk radiator dengan keluasan bersaiz 0.50m x 0.50m dan mempunyai kemas permukaan hitam dengan kepancaran 0.89. Suhu yang diplot berada dalam anggaran 0° hingga 50° Celcius.*

**(20 marks/markah)**

**-oooOOooo-**

## APPENDIX /LAMPIRAN

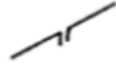







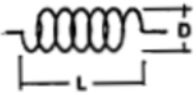





Configuration	Peak gain, dBi	Beam width, deg	Pattern
Half-wave dipole 	1.64	—	
Planar array 	$10 \log \left( \frac{A}{\lambda^2} \right) + 8$	—	
Turnstile 	0.6	—	—
Horn 	$20 \log \left( \frac{D}{\lambda} \right) + 7$ (Typically 5 to 20 dBi)	$\frac{72\lambda}{D}$	—
Bi-cone 	$5 \log \left( \frac{D}{\lambda} \right) + 3.5$ (Typically 5 dBi)	Typically 45 × 360	
Helix 	$10 \log \left( \frac{D^2 L}{\lambda^3} \right) + 20.2$ (Typically 5 to 20 dBi)	$\frac{16.6}{\sqrt{D^2 L / \lambda^3}}$	
Parabola 	$20 \log(\bar{f}) + 20 \log(D) + 17.8$ (Typically 10 to 65 dBi)	$\frac{65.3\lambda}{D}$	
Yagi 	$\approx 12dBi$	—	

Table : Antenna Characteristic  
 Jadual : Karakteristik antena