

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
2013/2014 Academic Session

December 2013/January 2014

**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 and **FIVE (5)** questions before you begin the examination.

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

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

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

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].*

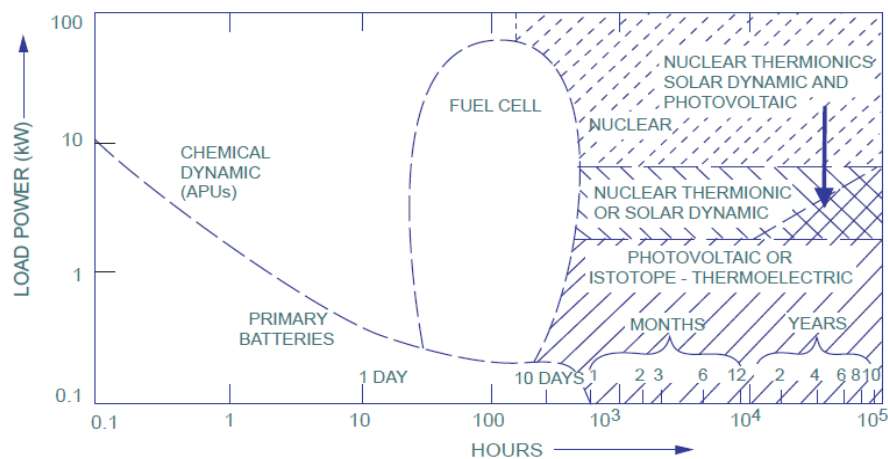
In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

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

1. [a] Describe and provide the graphical representation for the types of loads that a spacecraft's structure may be subjected to.  
(30 marks)
- [b] Explain about natural frequency. Point out why must spacecraft structural engineers be concerned about it.  
(30 marks)
- [c] Discuss significant loads that affect a spacecraft during launch.  
(40 marks)
- [a] *Terangkan dan sediakan gambarajah grafik yang perlu untuk semua jenis beban yang merupakan subjek kepada struktur kapal angkasa.*  
(30 markah)
- [b] *Jelaskan tentang frekuensi tabii. Nyatakan mengapa jurutera struktur kapal angkasa perlu mengambil berat tentang ini.*  
(30 markah)
- [c] *Bincangkan beban-beban yang penting yang menjejaskan kapal angkasa ketika pelancaran.*  
(40 markah)

2. [a] Outline the differences between primary and secondary batteries. **(20 marks)**

- [b] A near-Earth Asteroid mission requires 500W of power for the payload and 700W for the spacecraft bus. The mission will start from January 2015 and expected to end on January 2019. Based on **Figure 2[b]**, select the most suitable power source to facilitate the power requirement and justify your option. Explain in details how is the chosen power source works in this mission? **(50 marks)**



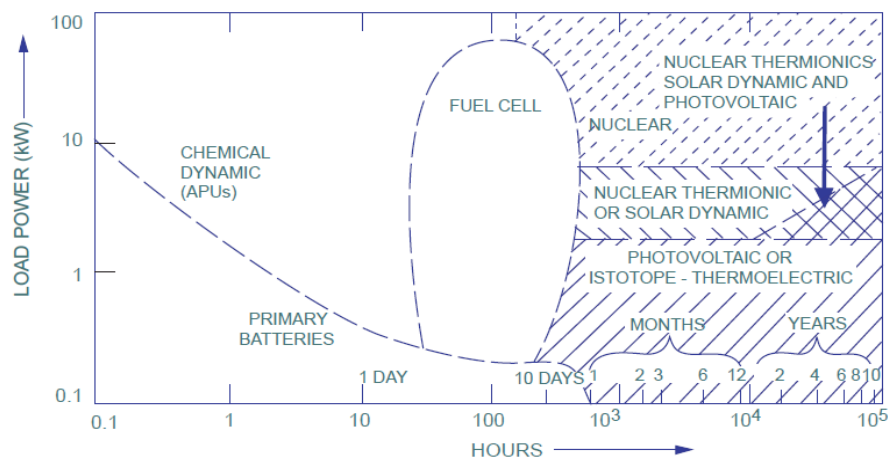
**Figure 2[b]**

- [c] Briefly explain the working principle of Radioisotope Thermoelectric Generator (RTG) **(30 marks)**

[a] Rangkakan perbezaan-perbezaan di antara bateri utama dan bateri kedua  
(20 markah)

[b] 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 2015 dan berakhir pada Januari 2019. Berdasarkan **Gambar rajah 2[b]**, pilih punca kuasa yang paling sesuai untuk memenuhi keperluan kuasa misi tersebut dan berikan justifikasi anda. Terangkan dengan terperinci bagaimana punca kuasa yang dipilih itu berfungsi.

(50 markah)



**Gambar rajah 2[b]**

[c] Jelaskan dengan ringkas prinsip bekerja pengeluar termoelektrik radioisotope.

(30 markah)

3. [a] Briefly explain the reciprocity theorem as applied to antennas. A voltage of 100V applied at the terminals of a transmitting dipole antenna results in an induced current of 3mA in a receiving dipole antenna. Calculate the current induced in the first antenna when voltage of 350V is applied to the terminal of second antenna.

**(40 marks)**

- [b] Describe the main characters of a parabolic reflector that makes it highly suitable for use as an antenna? A parabolic reflector antenna has a diameter of 2.55m and an illumination efficiency of 75%. Determine its gain at a frequency of 9GHz and also determine its null and 3dB beam widths.

**(40 marks)**

- [c] Draw and explain the diagrams of sectoral and pyramidal horns. Define the applications of these antennas?

**(20 marks)**

- [a] *Jelaskan dengan ringkas teorem kesalingan yang diaplikasikan oleh antena. Satu voltan 100V dikenakan kepada terminal penghantaran antena dwikutub yang menyebabkan arus sebanyak 3mA terhasil di antena penerimaan dwikutub. Kirakan arus yang terhasil di antena pertama bila voltan 350V dikenakan kepada terminal antena kedua.*

**(40 markah)**

- [b] *Terangkan sifat-sifat utama bagi pemantul parabola yang membuatkan ianya amat sesuai digunakan oleh antena? Suatu pemantul parabola mempunyai diameter 2.55m dan kecekapan pencahayaannya 75%. Cari gandaan apabila frekuensinya 9GHz dan carikan juga 'null' dan 3dB alur lebar.*

**(40 markah)**

- [c] *Lukiskan dan terangkan gambar rajah sektoral dan hon piramid. Apakah kegunaan antena jenis ini.*

**(20 markah)**

4. [a] The summing of all the heat flows into and out of a system is referred to as the heat balance on the system, and shown simply as

$$Q_{net} = Q_{in} - Q_{out}$$

There is a variety of ways that heat can flow into and out of a system. Explain briefly all of them.

**(40 marks)**

- [b] Illustrate in a simple diagram all the heat transfer process and overall energy balance that may occur on satellite in the space.

**(30 marks)**

- [c] Briefly explain fundamental operation of heat pipe, one of the active thermal control hardware.

**(30 marks)**

- [a] *Jumlah semua aliran haba masuk dan keluar dari sebuah sistem adalah dirujuk sebagai keseimbangan haba pada sistem tersebut, secara ringkas ditunjukkan seperti berikut*

$$Q_{net} = Q_{in} - Q_{out}$$

*Terdapat pelbagai cara haba ini bergerak masuk dan keluar dari sebuah sistem. Terangkan secara ringkas kesemua cara tersebut.*

**(40 markah)**

- [b] *Gambarkan dengan menggunakan sebuah diagram yang ringkas kesemua perpindahan haba dan keseluruhan keseimbangan tenaga yang mungkin berlaku ke atas sebuah kapal angkasa di angkasa lepas.*

**(30 markah)**

- [c] *Terangkan secara ringkas prinsip operasi paip haba, yang merupakan salah satu perkakas bagi kawalan termal.*

**(30 markah)**

5. [a] Explain what is gyroscopic stiffness? Demonstrate how this effect can be used to stabilize the satellite. Give an example of the satellite types that employ this effect and explain. **(20 marks)**
- [b] What are the three momentum-control devices and demonstrate how they work for controlling the satellite? What are their main differences? **(30 marks)**
- [c] A satellite employs 4 reaction wheels for control purposes. The configuration of the wheels is as depicted in **Figure 5[c]** with rotational axes of each wheels inclined to the  $X_B$ - $Y_B$  plane by an angle  $\beta$ . Define the control torques produced along the three body axes.

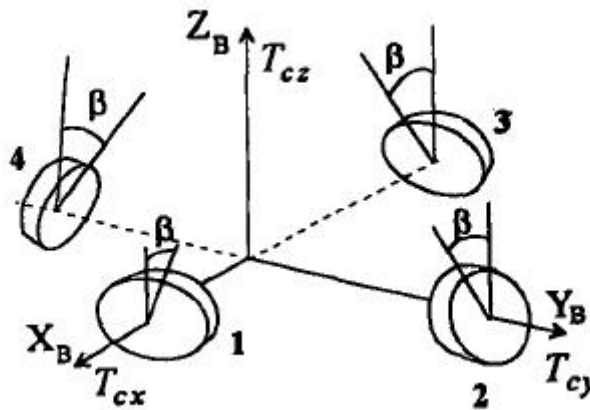
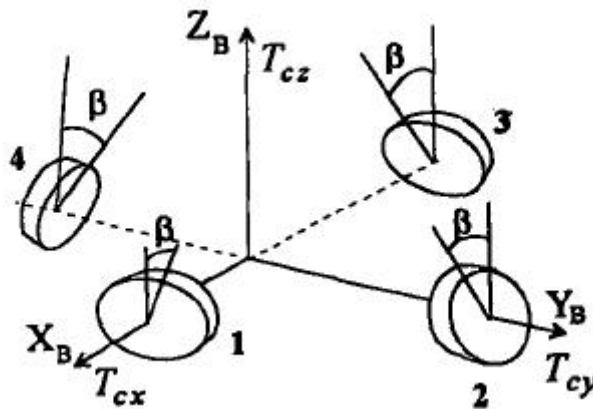


Figure 5[c]

**(50 marks)**

- [a] Apakah yang dimaksudkan dengan kekakuan giroskop? Tunjukkan bagaimana keadaan ini dapat digunakan untuk menstabilkan sesebuah satelit. Berikan satu contoh jenis satelit yang menggunakan teknik ini dan terangkan. (20 markah)
- [b] Apakah tiga jenis alat kawal-kepesatan dan tunjukkan ia berfungsi untuk mengawal satelit? Apakah perbezaan nyata ketiga-tiga alat tersebut? (30 markah)
- [c] Sebuah satelit menggunakan 4 roda tindak balas untuk tujuan kawalan. Rekabentuk susunan roda-roda tersebut adalah seperti **Rajah 5[c]** dengan paksi putaran setiap roda dicondongkan pada satah  $X_B$ - $Y_B$  sebanyak  $\beta$  darjah. Tentukan kilasan kawalan yang dihasilkan pada setiap paksi badan satelit.



Rajah 5[c]

(50 markah)

ooo000ooo