

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua Sidang Akademik 2002/2003

*Second Semester Examination
2002/2003 Academic Session*

Februari/Mac 2003

February/March 2003

ESA 111/3 – Pengenalan Kepada Kejuruteraan Aeroangkasa *(Introduction To Aerospace Engineering)*

Masa : [3 Jam]

Time : [3 hours]

ARAHAN KEPADA CALON :

INSTRUCTION TO CANDIDATES:

1. Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **(14) EMPAT BELAS** mukasurat bercetak termasuk lampiran dan **(10) SEPULUH** soalan.
Please ensure that this paper contains (14) FOURTEEN printed pages including attachments and (10) TEN question.
2. Anda dikehendaki menjawab **(5) LIMA** soalan.
**(1) Satu Soalan Bahagian A , (1) Satu Soalan Bahagian B ,
(1) Satu Soalan Bahagian C dan (2) Dua Soalan Bahagian D**
Please answer (5) Five questions . (1) One question from part A , (1) One question from Part B , (1) One question from C and (2) Two questions from Part D.
3. Agihan markah bagi setiap soalan diberikan di sut sebelah kanan.
The marks allocated for each questions is shown on the right hand side.
4. Jawab semua soalan dalam Bahasa Melayu.
All the question must be answered in Bahasa Melayu.
5. Mesin kira bukan yang boleh diprogram boleh digunakan.
Non programmable calculator can be used.

BAHAGIAN A/PART A

1. (a) Berbantuan rajah 1 bincangkan dengan ringkas jenis-jenis tekanan berikut:-
With the aid of diagrams, discuss in brief the following types of pressure:

- (i) Tekanan mutlak/*Absolute pressure*
- (ii) Tekanan tolok/*Gauge pressure*
- (iii) Tekanan vakum/*Vacuum pressure*

(5 markah/marks)

- (b) Minyak yang graviti tentunya 0.9 dimasukkan dalam sebuah bekas. Di satu titik dalam bekas, ketinggian minyak ialah 45 m. Peroleh ketinggian yang sama untuk titik tersebut jika air digunakan.

Oil with specific gravity 0.9 is poured into a vessel. At one point in the vessel, the level is 45m. Obtain the corresponding height for that point if water is used.

(5 markah/marks)

- (c) Satu tiub-U digunakan untuk mengukur tekanan air dalam satu aliran paip seperti dalam rajah di bawah.

A U-tube is used to measure water pressure in a pipe as in the diagram below.

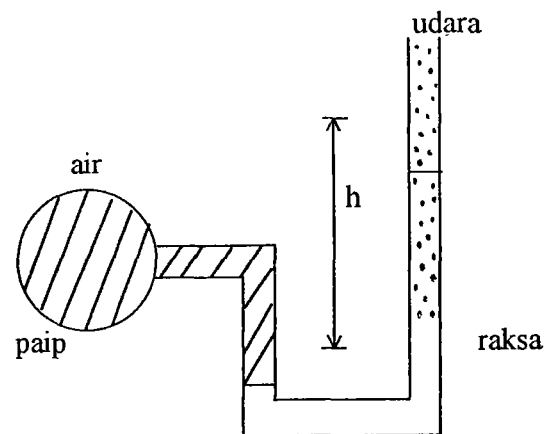
- (i) Peroleh tekanan air jika perbezaan aras raksa ialah 10 cm dan permukaan bebas raksa ialah selari dengan garis pusat paip.

Obtain the water pressure if the difference in mercury level is 10cm and the free mercury level is level with the centre of the pipe.

- (ii) Jika tekanan air diturunkan ke 100 N/m^2 , peroleh perbezaan baru aras raksa dalam tiub-U ini.

If the water pressure is reduced to 100 N/m^2 , obtain the new mercury level difference in the U-tube.

(10 markah/marks)



Rajah 1 Tiub-U/Diagram 1 U-tube

2. (a) Nyatakan dengan keperluan kaedah analisa dimensi yang berikut
State the requirements for the following dimensional analysis methods:

- (i) kaedah Rayleigh/*Rayleigh Method*
- (ii) kaedah Buckingham - π /*Buckingham - π Method*

(6 markah/marks)

- (b) Tujuh bilah (P) bergantung kepada halaju sudut (ω), halaju (V), garis pusat (D), kelikatan dinamik (μ), ketumpatan (ρ) dan elastik cecair (C).

Dengan menggunakan kaedah Buckingham - π dan menggunakan D, V dan ρ sebagai pembolehubah ulangan, selesaikan ungkapan untuk P.

The force acting on the propeller is dependent on the angular speed (ω), speed of advance (V), diameter (D), dynamic viscosity (μ), mass density (ρ) and fluid elasticity (C).

Using Buckingham - π method, and using D, V and ρ as repeating variables, obtain an expression for P.

(6 markah/marks)

- 4 -

- (c) Nisbah sebuah kapal selam dengan modelnya ialah 30 : 1. Halaju kapal selam ialah 12 m/s. Model perlu diuji dalam terowong angin. Peroleh halaju udara dalam terowong angin dan nisbah seretan antara model dan model ulung.

Andaikan kelikatan kinematik air laut dan udara ialah masing-masing 0.012 stokes dan 0.016 stokes. Ketumpatan air laut dan udara ialah masing-masing 10.3 kg/m^3 dan 0.124 kg/m^3 .

The ratio for a submarine and its model is 30:1. The speed of the submarine is 12 m/s. The model is to be tested in a wind tunnel. Obtain the air speed in the wind tunnel and the drag ratio between model and its prototype.

Assume that the kinematic viscosities of sea water and air is 0.012 stokes and 0.016 stokes respectively. The density for sea water and air is 10.3 kg/m^3 and 0.124 kg/m^3 respectively.

(8 markah/marks)

BAHAGIAN B/PART B

3. (a) Kirakan nilai suhu atmosfera standard T , tekanan *static* P dan ketumpatan ρ di altitud potensi-geo 12 km.

Calculate the standard atmosphere values of temperature T , pressure static p and density ρ at a geopotential altitude of 12 km

(6 markah/marks)

- (b) Jika sebuah kapal terbang terbang di altitud dan tekanan dan suhu sebenar masing-masing $8.0493 \times 10^4 \text{ N/m}^2$ dan $262.83 \text{ }^\circ\text{K}$. Dengan menggunakan *Standard Atmosphere Table* perolah tekanan, suhu dan ketumpatan altitud.

*If an airplane is flying at an altitude where the actual pressure and temperature are $8.0493 \times 10^4 \text{ N/m}^2$ and $262.83 \text{ }^\circ\text{K}$ respectively, Using help of *Standard Atmosphere Table*, find the pressure, temperature and density altitude*

(4 markah/marks)

- (c) Dengan menggunakan persamaan hidrostatik, buktikan persamaan perbezaan tekanan altitud dalam medan lapisan *isothermal* ialah:

Using hydrostatic equations shows that the pressure variation along the altitude in the domain of isothermal layers is given by :

$$\frac{p}{p_1} = e^{-\left(\frac{g_0}{RT}\right)[h-h_1]}$$

iaitu : p : tekanan di altitud/ *pressure at altitude* h

p_1 : tekanan di altitud/ *pressure at altitude* h_1

g_0 : pecutan gravity di aras laut/ *gravitational acceleration at sea level*

T : suhu/ *temperature*

R : pekali gas sejagat/ *universal gas constant*

(6 markah/marks)

BAHAGIAN C/PART C

5. (a) Sebuah kapal terbang terbang di *altitude standard* 5 km dengan halaju 270 m/s. Di satu titik pada kepak kapal terbang halajunya ialah 330 m/s. Kirakan tekanan di titik tersebut. Apakah perbezaan tekanan jika masalah aliran diandai sebagai masalah aliran tak boleh mampat.

An airplane flying at standard altitude of 5 km with velocity of 270 m/s. At a point on the wing of the airplane the velocity is 330 m/s. Calculate the pressure at this point. How much pressure difference if this flow problem considered as incompressible flow problems

(5 markah/marks)

- (b) Pertimbangkan satu *airfoil* dengan agihan pekali tekanan untuk permukaan atas dan bawah dinyatakan seperti berikut:

Consider an airfoil with pressure coefficient distribution over upper and lower surface are respectively given as :

$$C_{p,u} = 1.0 - 125 \left(\frac{x}{c} \right)^2 + 1.5 \left(\frac{x}{c} \right) \quad \text{for } 0 \leq \frac{x}{c} \leq 0.15$$

$$C_{p,u} = -2.5 + 4 \left(\frac{x}{c} \right) \quad \text{for } 0.15 \leq \frac{x}{c} \leq 1.0$$

$$C_{p,l} = 1 - 0.80 \left(\frac{x}{c} \right) \quad \text{for } 0.0 \leq \frac{x}{c} \leq 1.0$$

Jika daya pekali *axial* ialah $c_a = 0.04$ dan sudut serang α untuk agihan melebihi C_p . Peroleh pekali angkat c_l dan pekali seretan c_d

If the axial coefficient force $c_a = 0.04$ and the angle of attack α for above C_p distribution Find : Lift coefficient c_l and drag coefficient c_d

(8 markah/marks)

- (c) Terangkan digit untuk Naca Siri 4412 dan Naca 23012

Explain the following digit for the Naca Series 4412 and Naca 23012

(4 markah/marks)

- 8 -

- (d) Lakarkan pekali angkat, seretan dan momen [c_l , c_d and $c_{m c/4}$] sebagai fungsi sudut serang untuk *airfoil* bersimetri.

Draw the lift, drag and moment coefficient [c_l , c_d and $c_{m c/4}$] as function angle of attack for a symmetrical airfoil.

(3 markah/marks)

6. (a) Terangkan mekanisma penghasilan vortek mengekor.

Explain the mechanism of generating tip trailing vortex.

(5 markah/marks)

- (b) Terangkan kenapa pekali angkat kepak di sudut serang yang sama ialah kurang daripada *airfoil* nya sendiri.

Why the lift coefficient wing at the same angle of attack less then its own airfoil.

(5 markah/marks)

- (c) Apakah yang dimaksudkan sebagai seretan teraruh dan kenapa dengan meningkatkan nisbah bidang, seretan teraruh pun berkurang.

What it is mean by the induced drag and why increasing the aspect ratio, the induced drag is reduced.

(5 markah/marks)

- (d) Nyatakan sebab penentuan sudut serang insiden pada kepak.

What the purpose of setting an incidence angle of attack on the wing.

(5 markah/marks)

7. (a) Terangkan kegunaan *aileron* , kepak dan penstabil mendatar.

Explain the purpose of aileron, flap and horizontal stabilizer

(5 markah/marks)

- 9 -

- (b) Kenapa dengan memesonng kepek pekali angkat meningkat walaupun sudut serang tidak berubah..

Why by deflecting flap the lift coefficient increase although the angle of attack does not change

(5 markah/marks)

- (c) Kenapa memesonngkan selat boleh meningkatkan tegun sudut serang.

Why deflecting slat can increase the stall angle of attack

(5 markah/marks)

- (d) Lakarkan pekali angkat c_l .vs. α antara *airfoil* bersih, *airfoil* dengan kepek dan *airfoil* dengan kepek dan selat.

Draw the sketch of lift coefficient c_l .vs. α between clean airfoil, airfoil + flap and airfoil + flap + slat

(5 markah/marks)

BAHAGIAN D/PART D

8. (a) Terangkan apakah yang dimaksudkan dengan fenomena *South Atlantic Anomaly* (SAA) dan bagaimana fenomena tersebut boleh terjadi serta implikasinya terhadap kapal angkasa.

Describe the South Atlantic Anomaly phenomena, how the phenomena occur and its implication to a spacecraft.

(4 markah/marks)

- (b) Nyatakan elemen-elemen orbit Kepler serta berikan takrifan kepada setiap elemen tersebut. Lakarkan kedudukan setiap elemen di dalam sebuah gambarajah dengan jelas.

List the Keplerian elements and give a brief definition of each element. Clearly sketch the position of each Keplerian element in a diagram.

(4 markah/marks)

- (c) Terangkan jenis-jenis tindakan yang boleh dibuat bagi mengurangkan risiko terhadap bahaya puing orbit terhadap kapal angkasa dan berikan komen anda tentang keberkesanan setiap tindakan tersebut.

Describe the kinds of actions that can be done to control the risks of orbital debris to a spacecraft and provide your comments for the efficiency of each action.

(6 markah/marks)

- (d) Sebuah satelit berjisim 450 kilogram telah dilepaskan di orbit pindah geopegun berkedudukan 20,000 kilometer. Satelit tersebut dianggarkan akan merentasi ruang atmosfera Bumi dengan momentum seberat 5.4×10^6 kg.m/s sebelum berpatah balik ke angkasa. Berikan nilai paksi semimajor orbit tersebut dan seterusnya nyatakan jenis trajektori orbit yang diikuti berdasarkan kesipian orbit tersebut. ($\mu = 398600 \text{ km}^3/\text{s}^2$; $r_{\text{Bumi}} = 6,378$ kilometer)

A satellite with 450 kilogram mass was launched to a geostationary transfer orbit at 20,000 kilometers altitude. The satellite is expected to pass by Earth atmosphere with a momentum 5.4×10^6 kg.m/s before heading back to space. Calculate the orbit's semi-major axis and state the type of orbit trajectory based on its eccentricity value.

(6 markah/marks)

9. (a) Nyatakan empat jenis kapal angkasa dan terangkan kegunaan dan ciri-ciri setiap jenis kapal angkasa tersebut.

List four types of spacecraft and describe the functions and criteria for each type.

(4 markah/marks)

- (b) Sistem pendorong memainkan peranan yang penting bagi sebuah kapal angkasa. Huraikan peranan-peranan tersebut dan bincangkan sama ada sistem pendorong tersebut diperlukan bagi sebuah satelit mikro berjisim kurang 50 kilogram yang disuntik terus ke dalam orbitnya di altitud 1000 kilometer di Orbit Rendah Bumi.

A propulsion system plays an important role in a spacecraft. Describe its functions and discuss whether such system is necessary for a micro satellite with mass less than 50 kilogram and injected straight to its orbit at altitude 1000 kilometer in Low Earth Orbit.

(4 markah/marks)

- (c) Senaraikan dan huraikan tiga faktor persekitaran yang memberi kesan kepada rekabentuk kapal angkasa serta langkah-langkah yang perlu diambil bagi mengurangkan risiko yang bakal diterima.

Describe three environmental factors which affect the design of a spacecraft and ways to minimize the risks.

(6 markah/marks)

- (d) Diberi bahawa jarak jejari sebuah planet berjisim 5.97×10^{24} kilogram adalah 6,378 kilometer. Sebuah satelit akan merentasi ruang atmosfera planet tersebut 350 kilometer di ufuk timur pada kelajuan 10 km/s. Buktikan bahawa bentuk trajektori orbit yang akan dibentuk oleh satelit itu adalah elips. Berikan juga nilai kesipian untuk orbit elips tersebut.

The radius of a planet with mass 5.97×10^{24} kilogram is 6,378 kilometers. A satellite passed by its atmosphere 350 kilometer at the east equatorial at a speed of 10 km/s. Prove that the shape of the satellite trajectory is an ellipse and calculate the orbit's eccentricity.

(6 markah/marks)

- 12 -

10. (a) Dua buah satelit yang sama telah dilancarkan dan beroperasi pada orbit yang berlainan. Satelit yang pertama beroperasi dalam orbit bulat pada altitud bawah 1400 kilometer; dan satelit yang kedua disuntik ke dalam orbit pindah geo, iaitu orbit elips yang altitudnya bergerak dari 600 hingga 36,000 kilometer, dan kemudian berpatah balik ke 600 kilometer, etc. Berdasarkan kenyataan ini, satelit yang manakah yang lebih cenderung untuk mengalami kerosakan dan kenapa? Pada pandangan anda, apakah jenis kerosakan yang bakal dialami oleh satelit tersebut?

Two identical satellites are launched on different orbits: The first one remains on a circular orbit, below 1,400 kilometers; and the second one is injected on a geo transfer orbit, i.e., an elliptical orbit that goes from 600 to 36,000 kilometers then back to 600 kilometers, etc. Which satellite is more likely to experience more failures and why? What types of failures do you think it will experience?

(4 markah/marks)

- (b) Apakah yang dimaksudkan dengan jendela pelancaran dan terangkan mengapa pelancaran mesti dilakukan pada jendela pelancaran yang sesuai.

What is a launch window and describe why does launching has to be done at an appropriate launch window.

(4 markah/marks)

- (c) Senaraikan dan terangkan secara ringkas jenis-jenis sinaran mengion yang terdapat di persekitaran angkasa lepas serta bahayanya terhadap kapal angkasa terutamanya di Orbit Rendah Bumi.

List and describe briefly the ionization rays found in the space environment and the risks posed by these rays to a spacecraft in Low Earth Orbit.

(6 markah/marks)

- (d) Hukum Kepler ketiga boleh digunakan untuk perkiraan tempoh peredaran sesebuah planet mengelilingi matahari. Diberi bahawa tempoh peredaran planet Zurah ialah 224.7 hari. Berikan tempoh peredaran planet Y yang paksi semimajornya ialah 1.3817 kali ganda daripadanya. Seterusnya berikan nilai paksi semimajor planet Y dalam nisbah unit astronomi.

- 13 -

Kepler's third law can be used to calculate the period of a planet revolving around the Sun. It is given that the period of revolution of Venus about the Sun is 224.7 days. Determine the period of planet Y whose semimajor axis is 1.3817 times greater than Venus and calculate planet Y semimajor axis in astronomical unit.

(6 markah/marks)

Lampiran/Apendiks:

| | | |
|---------------------|--|--|
| au | Jarak Bumi dari matahari | $1.4960 \times 10^{11} \text{ m}$ |
| G | Pemalar graviti semesta (<i>universal gravitational constant</i>) | $6.673 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2} \text{ kg}^{-1}$ |
| μ_{Bumi} | $G \cdot M_{\text{Bumi}}$ Pemalar Tarikan Bumi (<i>earth attraction constant</i>) | $398,600 \text{ km}^3 \text{ s}^{-2}$ |
| R_{Bumi} | Jejari Khatulistiwa bumi (<i>Earth equatorial radius</i>) | 6378 km |
| M_{Bumi} | Jisim bumi (<i>Earth mass</i>) | $5.9742 \times 10^{24} \text{ kg}$ |
| M_{Sun} | Jisim matahari (<i>Solar mass</i>) | $1.99 \times 10^{30} \text{ kg}$ |
| g | Pecutan graviti piawai (<i>Standard gravitational acceleration</i>) | 9.80665 ms^{-2} |

$$a = \frac{r_a + r_p}{2} \quad ; \quad a = -\frac{\mu}{2} \left[\frac{V_p^2}{2} - \frac{\mu}{r_p} \right]^{-1}$$

$$r_p = \sqrt{r_a \left(\frac{2\mu}{V_p^2} - \frac{r_a}{4} \right)} - \frac{r_a}{2} \quad ; \quad r = a(1 - e \cos E) \quad ; \quad r_p = a(1 - e) \quad ; \quad r_a = a(1 + e)$$

$$e = \frac{r_a - r_p}{r_a + r_p}$$

$$V_p = \sqrt{\mu \left(\frac{2}{r_p} - \frac{1}{a} \right)} = \sqrt{\frac{\mu(1+e)}{a(1-e)}} \quad ; \quad V_a = \sqrt{\mu \left(\frac{2}{r_a} - \frac{1}{a} \right)} = \sqrt{\frac{\mu(1-e)}{a(1+e)}}$$

$$V_{\text{escape}} = \sqrt{\frac{2\mu}{r}} \quad ; \quad r = R_{\text{Bumi}} + h$$

$$n = \frac{2\pi}{T} \quad ; \quad n^2 a^3 = \mu$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{a^3}{\mu}} \quad ; \quad \tau^2 = ka^3$$

ooo000ooo