
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
2006/2007 Academic Session
*Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2006/2007*

October/November 2006
Oktober/November 2006

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

Hour : [3 hours]
Masa : [3 jam]

INSTRUCTION TO CANDIDATES :
ARAHAN KEPADA CALON :

Please ensure that this paper contains **THIRTEEN (13)** printed pages and **EIGHT (8)** questions before you begin examination.

*Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **TIGA BELAS (13)** mukasurat dan **LAPAN (8)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.*

Part A : Answer **TWO (2)** questions.

Question 1 : **MUST BE** answered.

Question 2 and Question 3 : Please choose **ONE (1)** only.

Part B : Answer **ALL** questions.

*Bahagian A : Jawab **DUA (2)** soalan sahaja.*

*Soalan 1 : **MESTI** dijawab.*

*Soalan 2 dan Soalan 3 : Sila pilih **SATU (1)** sahaja.*

*Bahagian B : Jawab **SEMUA** soalan.*

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

Soalan boleh dijawab dalam Bahasa Inggeris atau Bahasa Malaysia.

Each questions must begin from a new page.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

PART A
BAHAGIAN A

1. A UAV aircraft with a mass of 360 kg flies at a speed of 190 km/h and an altitude where the static P is 90 kPa and the static T is 310 K. The wing is rectangular with a span of 10 m, span efficiency factor e of 0.92, and an aspect ratio of 16. The wing uses a NACA 2412 airfoil (Figure 1 and 2) across the span. Use $R = 0.287 \text{ kJ/kg.K}$

Sebuah pesawat UAV dengan jisim sebanyak 360 kg terbang pada kelajuan 190 km/j dan pada ketinggian di mana P statik ialah 90 kPa dan T statik ialah 310 K. Sayapnya berbentuk segiempat tepat dengan kedepaan 10 m, faktor efisien depa e bersamaan 0.92, dan nisbah aspeknya adalah 16. Sayap itu menggunakan aerofoil NACA 2412 di sepanjang rentas depa. Gunakan $R = 0.287 \text{ kJ.kg.K}$.

- a) Find the geometric angle of attack of the aircraft's wing.

Cari sudut serang geometri untuk sayap pesawat itu.

(10 marks/markah)

- b) Calculate the drag due to the vortex wake at the wing tip and the profile drag (which can be obtained from the drag polar graph).

Kira daya seret hasil dari ombak vorteks di hujung sayap dan daya seret profil (yang boleh didapati daripada gambarajah daya seret polar).

(7 marks/markah)

- c) What is the ratio of the induced drag to the profile drag?

Berapakah nisbah daya seret terbit kepada daya seret profil?

(3 marks/markah)

- d) Give some suggestions on how to reduce the induce drag.

Beri beberapa cadangan untuk mengurangkan daya seret terbit.

(5 marks/markah)

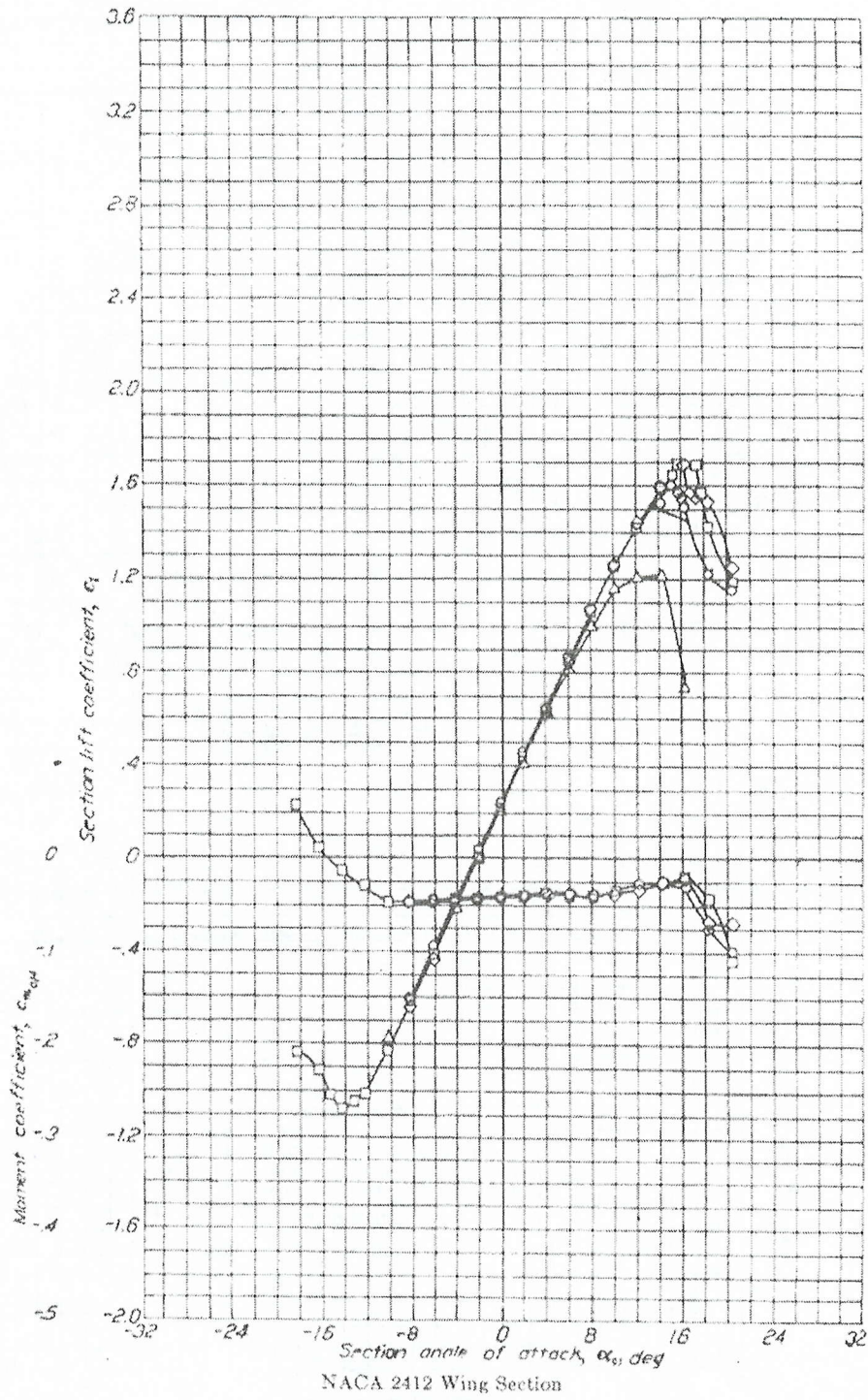


Figure 1(a)
Gambarajah 1(a)

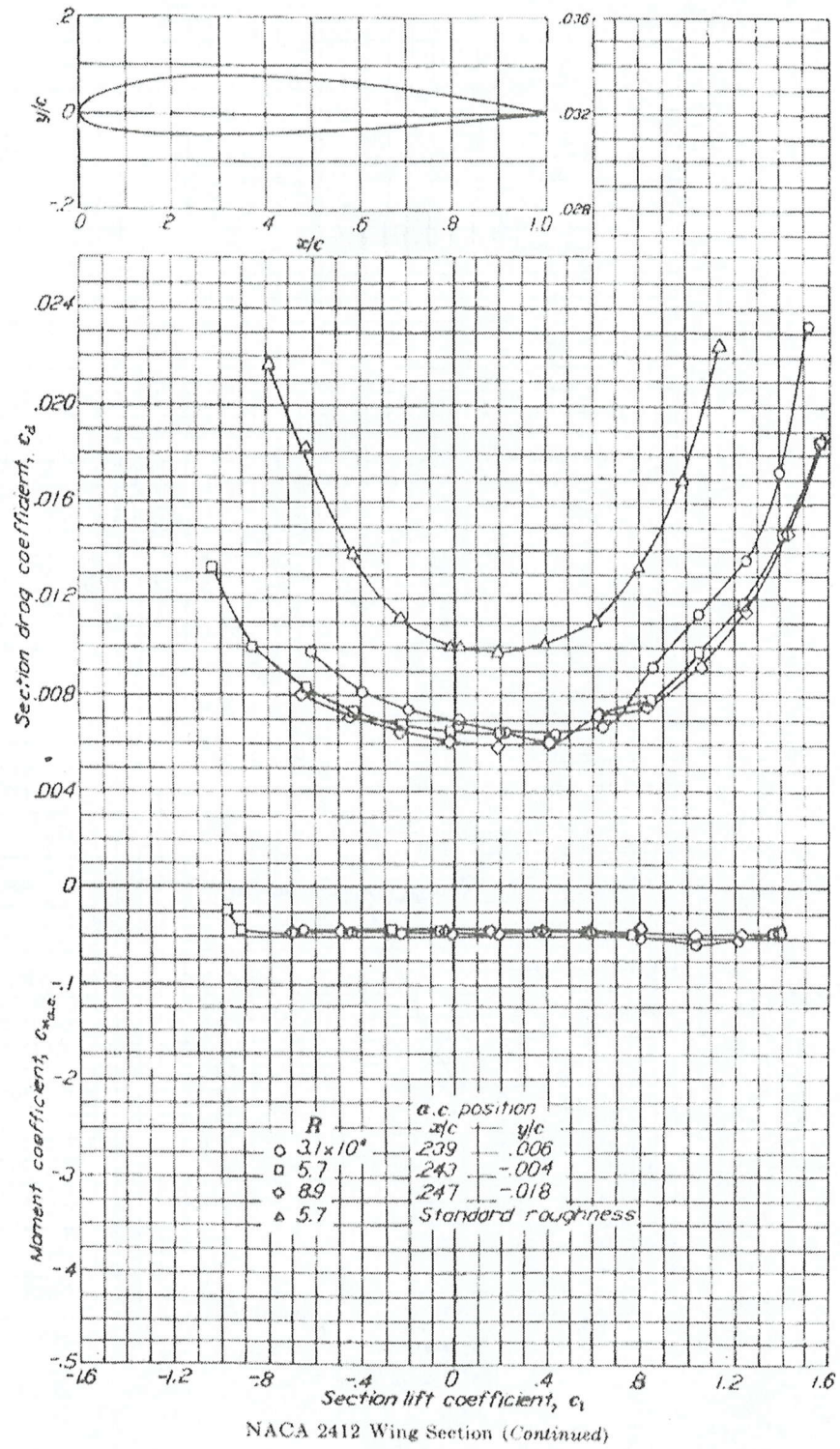


Figure 1(b)
Gambarajah 1(b)

2. Based on the aircraft data given in Question 1, answer the following question:

Berdasarkan data pesawat dalam Soalan 1, jawab soalan-soalan berikut:

- a) If the boundary layer transition occurs at a distance 13% of the chord length from the leading edge, calculate the transition Re number.

Sekiranya perubahan lapisan kawasan berlaku pada jarak 13% daripada panjang chord bermula dari hujung permulaan, kirakan nombor Re perubahan tersebut.

(5 marks/markah)

- b) Find the total skin friction drag and the total skin friction drag coefficient. Assume that the flow across the wing surfaces is two-dimensional.

Cari daya seret geseran kulit keseluruhan dan koefisien daya seret geseran kulit keseluruhan. Andaikan aliran merentasi permukaan-permukaan sayap itu adalah di dalam dua dimensi.

(15 marks/markah)

- c) Compare and discuss the result in (b) with the value of the profile drag that you obtain in Question 1.

Bandingkan dan bincangkan jawapan di (b) dengan nilai drag profil yang anda perolehi di dalam Soalan 1.

(5 marks/markah)

3.

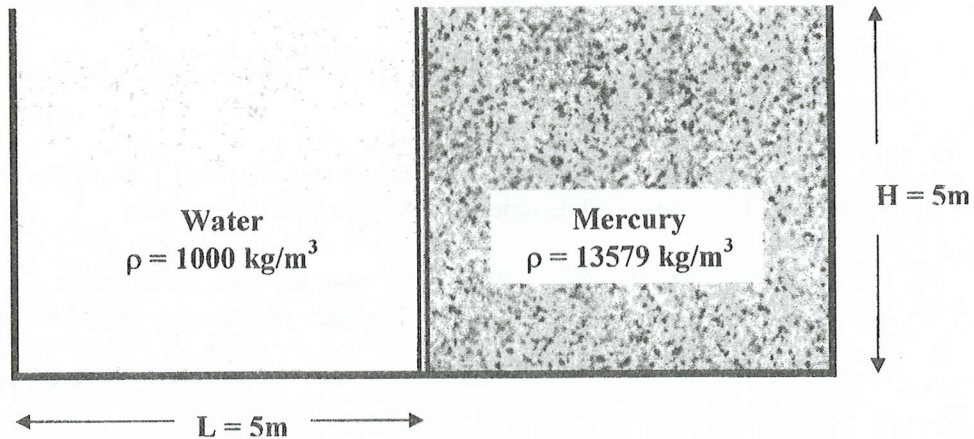


Figure Q3
Gambarajah S3

A large tank is partitioned into two identical tanks by using a partitioning wall. Water is filled to the top of one tank and mercury in the other tank. The dimensions of each of this smaller tank are 5m x 5m x 5m in height, length, and width. The tank is located at the sea level with an atmospheric pressure of 101.32 kPa. The gravitational acceleration is 9.8 m/s^2 .

Sebuah tangki besar dibahagikan kepada dua tangki yang sama dengan menggunakan dinding pembahagi. Air diisi dengan penuh di dalam sebuah tangki ini dan merkuri di dalam sebuah tangki yang lain. Dimensi tangki-tangki kecil ini ialah 5m x 5m x 5m untuk ketinggian, kepanjangan, dan kelebaran. Tangki ini terletak pada aras laut dengan tekanan atmosfera sebanyak 101.32 kPa. Pecutan gravity ialah 9.8 m/s^2 .

- (a) If the top of the tanks are open to the atmosphere, find the net pressure force (and its direction) exerted on the partitioning wall.

Jika permukaan atas tangki-tangki ini dibuka kepada atmosfera, cari daya tekanan bersih yang dihasilkan (dan arahnya) ke atas dinding pembahagi tersebut.

(8 marks/markah)

- (b) If the tank containing mercury is covered at the top such that it is not open to the atmosphere, find the net pressure force exerted on the wall (and its direction).

Jika tangki yang mengandung merkuri itu ditutup di permukaan atas supaya ia tidak terbuka kepada atmosfera, cari daya tekanan bersih yang dihasilkan (dan arahnya) ke atas dinding pembahagi tersebut.

(8 marks/markah)

- (c) Calculate the pressure and forces exerted at the bottom surfaces of both tanks.

Kira tekanan-tekanan dan daya-daya yang dihasilkan pada permukaan-permukaan bawah kedua-dua tangki tersebut.

(4 marks/markah)

- (d) Discuss the differences, or similarities, of your results in (a) and (b).

Bincangkan perbezaan, atau persamaan, jawapan-jawapan anda di (a) dan (b).

(5 marks/markah)

PART B
BAHAGIAN B

4. Spacecraft orbiting in low earth orbit (LEO) (altitudes of less than approximately 1,000 km above the Earth's surface) experience a drag due to the small residual amount of the Earth's atmosphere remaining at these altitudes.

Kapal angkasa yang mengorbit Orbit Rendah Bumi (altitud kurang daripada 1,000 km dari permukaan bumi) mengalami seretan disebabkan oleh kehadiran kecil residu atmosfera di altitud-altitud berkenaan.

- (a) State two effects of atmospheric drag to a spacecraft.

Berikan dua kesan seretan atmosfera kepada kapal angkasa.

(5 marks/markah)

- (b) Spacecraft on polar and high inclination orbits shall experience additional drag compared to those in the lower inclination orbit. Explain.

Kapal angkasa pada orbit polar dan yang berkecondongan tinggi akan mengalami tambahan seretan berbanding dengan kapal angkasa dalam orbit berkecondongan rendah. Terangkan.

(5 marks/markah)

- (c) In the early 1980s, the Space Shuttle astronauts noted a faint reddish glow emanating from the Shuttle's surface in the ram direction. What is the possible cause for this phenomenon?

Di awal 1980-an, angkasawan Space Shuttle ternampak suatu sinaran pudar kemerah-merahan di permukaan kapal angkasa itu dalam arah 'ram'. Apakah kemungkinan penyebab kepada fenomena ini?

(5 marks/markah)

5. A satellite is orbiting the earth in an elliptical orbit.

Sebuah satelit sedang mengorbit bumi dalam orbit elips.

- (a) The satellite shall experience a change in its kinetic and mechanical energy. Describe the potential, kinetic and total energy of the satellite as it is orbiting the earth. Relate your answer with the velocity of the satellite as it is orbiting.

Satelit tersebut akan mengalami penukaran tenaga kinetik dan tenaga mekanikal. Huraikan keadaan tenaga keupayaan, kinetik dan tenaga keseluruhan satelit itu semasa ia sedang mengorbit bumi. Kaitkan jawapan anda dengan halaju satelit itu semasa mengorbit.

(5 marks/markah)

- (b) If a satellite has a high specific mechanical energy, what does this tell us about the size of the orbit? Why?

Sekiranya sebuah satelit mempunyai tenaga spesifik mekanikal yang tinggi, apakah yang dapat diberitahu tentang saiz orbitnya. Kenapa?

(5 marks/markah)

- (c) Given a rotating Earth, if the inclination stays the same but the orbital size increases or decreases, does the ground track change? Why or why not? Describe what, if anything, happens to the ground track.

Dalam keadaan bumi berputar, sekiranya kecondongan kekal sama tetapi saiz orbit bertambah atau berkurang, adakah jejak bumi akan berubah? Kenapa atau kenapa tidak? Huraikan apakah yang berlaku pada jejak bumi, jika ada.

(5 marks/markah)

6. Assume that you are designing a satellite of about 180kg mass to orbit the Low Earth Orbit (LEO) at an altitude of 600 km. The satellite's mission is to observe the natural disasters happening in South East Asia. The orbit will be a low inclined orbit of 7° .

Andaikan bahawa anda sedang mereka bentuk sebuah satelit yang berjisim lebih kurang 180kg ke Orbit Rendah Bumi, pada altitud 600km. Misi satelit itu ialah untuk memerhatikan kejadian-kejadian 'natural disasters' yang berlaku di kawasan Asia Tenggara. Orbit itu berkecondongan rendah pada 7° .

- (a) To estimate the size and structure of a satellite, you need to develop a satellite configuration and make allocations for the satellite subsystems. Lists six configuration drivers and its corresponding rule of thumb that commonly followed in designing a satellite.

Dalam menganggarkan saiz dan struktur sebuah satelit, anda perlu menghasilkan konfigurasi satelit dan memperuntukkan subsistemnya. Senaraikan enam pemacu konfigurasi satelit tersebut beserta 'rule of thumb' yang selalunya digunapakai dalam mereka bentuk satelit.

(6 marks/markah)

- (b) To withstand the solar effects and extreme temperature in space, the satellite should employ passive as well as active thermal control. Propose two suitable thermal control methods of each kind.

Untuk bertahan dengan kesan-kesan suria dan suhu ekstrim di angkasa, satelit tersebut perlu mempunyai kawalan terma pasif dan aktif. Cadangkan dua kaedah kawalan terma bagi setiap satu yang sesuai.

(6 marks/markah)

- (c) Discuss briefly whether the shape of the satellite shall influence the level of radiation or charged particles received by the satellite at the altitude given.

Huraikan secara ringkas sama ada bentuk kapal angkasa akan mempengaruhi tahap radiasi atau partikel bercas yang diterima oleh satelit pada altitud yang diberikan.

(4 marks/markah)

- (d) The satellite at one point in its orbit has these orbital elements:

Satelit itu pada suatu masa dalam orbitnya mempunyai elemen orbit berikut:

Inclination/*kecondongan* = 7°

Right ascension of the ascending node / RAAN = 170°

Argument of perigee = 90°

True anomaly/*anomali benar* = 130°

Sketch a picture of the orbit and mark the position of the satellite.

Lakarkan gambaran orbit tersebut dan tandakan posisi satelit.

(4 marks/markah)

7. Space Operations Officers at ANGKASA Mission Control Center wants to place a new communication satellite into a geosynchronous orbit from a low-earth parking orbit.

Pegawai-pegawai Misi Angkasa di Pusat Kawalan Misi ANGKASA hendak meletakkan satu satelit komunikasi yang baru ke orbit geosegerak daripada orbit parkir rendah bumi.

$$R_{\text{orbit 1}} = 6570 \text{ km}$$

$$R_{\text{orbit 2}} = 42160 \text{ km}$$

- (a) What is the ΔV total for the transfer?

Apakah nilai ΔV total bagi perpindahan tersebut?

(10 marks/markah)

- (b) How long will it take for the transfer?

Berapa lamakah masa yang diambil untuk perpindahan tersebut?

(4 marks/markah)

- (c) When going from a smaller circular orbit to a larger one, why do we speed up twice but end up with a slower velocity in the final orbit?

Sewaktu perpindahan daripada orbit bulat yang kecil ke orbit yang lebih besar, mengapakah halaju satelit perlu ditambah sebanyak dua kali tetapi berakhir dengan halaju yang lebih rendah di orbit akhir?

(3 marks/markah)

- (d) If the satellite is actually launched by a launcher from the Kennedy Space Center at $L_o=28.5^\circ$, is it possible to launch it directly to an equatorial parking orbit? Why or why not?

Sekiranya satelit itu dilancarkan daripada Kennedy Space Center pada $L_o=28.5^\circ$, bolehkah pelancaran terus dilakukan ke orbit parkir khatulistiwa? Mengapa atau mengapa tidak?

(3 marks/markah)