



UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
2017/2018 Academic Session

January 2018

ESA343 – Aircraft Aerodynamics
[Aerodinamik Pesawat]

Duration : 2 hours
[Masa : 2 jam]

Please ensure that this paper contains **TEN (10)** printed pages and **FOUR (4)** questions before you begin examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEPULUH (10)** mukasurat bercetak dan **EMPAT (4)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan].*

Instructions : Answer **ALL** of the questions.

[Arahan : Jawab **SEMUA** soalan].

Answer all questions in English only.

[Jawab semua soalan di dalam Bahasa Inggeris sahaja].

Each answer must begin from a new page.

[Setiap jawapan 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 digunakan].

For the questions that require explanation, you are expected to answer the questions as detailed as possible with properly and fully constructed sentences to receive full credits.

[Bagi soalan-soalan yang memerlukan penerangan, anda di minta untuk menjawab soalan-soalan tersebut secara terperinci dengan menggunakan ayat yang disusun lengkap untuk menerima kredit yang penuh].

Each student is allowed to bring an A4-sized sheet of self-prepared two-page summary note.

[Setiap pelajar dibenarkan untuk membawa sehelai nota ringkasan bersaiz A4 yang mempunyai dua mukasurat yang ditulis sendiri].

Partial credits will be given accordingly to the work shown correctly.

[Sebahagian kredit akan diberikan secara berpatutan untuk jalan kerja yang ditunjukkan dengan betul].

1. The X4-92 Aircraft has a simple delta wing as shown in **Figure 1** below.



Figure 1: The X4-92 Delta Wing

- [a] **Draw** the **formation of vortices** along the leading edge of the delta wing and indicate the **direction** of vortex rotation in your drawing.
(5 marks)
- [b] If the ratio at half of the delta wingspan-to-the distance from the sharp leading edge to the trailing edge is given as 0.5, **calculate** the **lift coefficient** at an angle of attack of 35° if the delta wing aspect ratio is 1.5.
(10 marks)

2. You are given a series of downwash (w) distribution across the wingspan on 3 types of wing configuration as shown in **Figure 2** below:

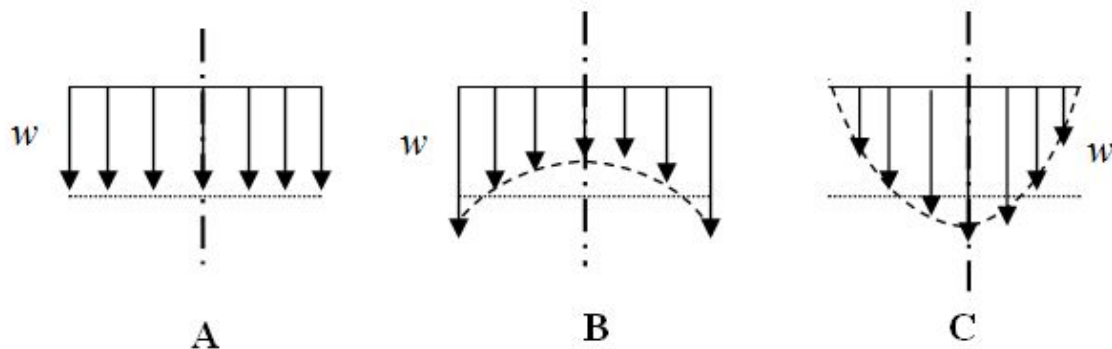


Figure 2: Downwash distribution

- [a] **Discuss** the **stall condition** for wing A, B and C by evaluating the downwash distribution across the wingspan and the influence of wing tip and root chord. **(10 marks)**
- [b] **Draw** the **shape** of the possible wing planform for A, B and C based on the given downwash distribution across the wingspan. **(10 marks)**

3. Imagine that you are working on a finless missile project as shown in **Figure 3**. It consists of a cylinder with a cone-shaped nose and a hemispherical shaped tail with dimension as shown in **Table 1** below. The reference area of the missile is equivalent to the hemisphere base. The body form factor for the missile is 1.2 and the missile is aimed to be launched with a speed of 250 m/s at standard sea level condition. (Viscosity = 1.7894×10^{-5} kg/m.s)

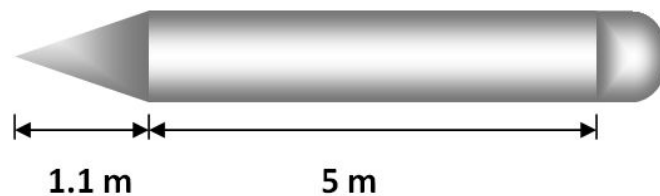


Figure 3: Finless missile

Table 1

| | | | |
|-------------------|-------|---|------------|
| Cone height | 1.1 m | Cylinder lateral surface area (h =cylinder height) | $2\pi rh$ |
| Cylinder diameter | 0.5 m | Total surface area of a solid hemisphere including the base | $3\pi r^2$ |
| Cylinder length | 5 m | Cone lateral surface area (l = cone slant height) | πrl |

Determine the **total drag** of the missile if the missile's induced drag coefficient is only 1/3 of the zero-lift parasitic drag coefficient.

(25 marks)

4. Imagine that you are an engineer working for the XYZ Company. Your task is to analyze an aircraft with a trapezoidal wing. The wing taper ratio is 0.8 with an aspect ratio of 8 and area of 150 ft^2 .

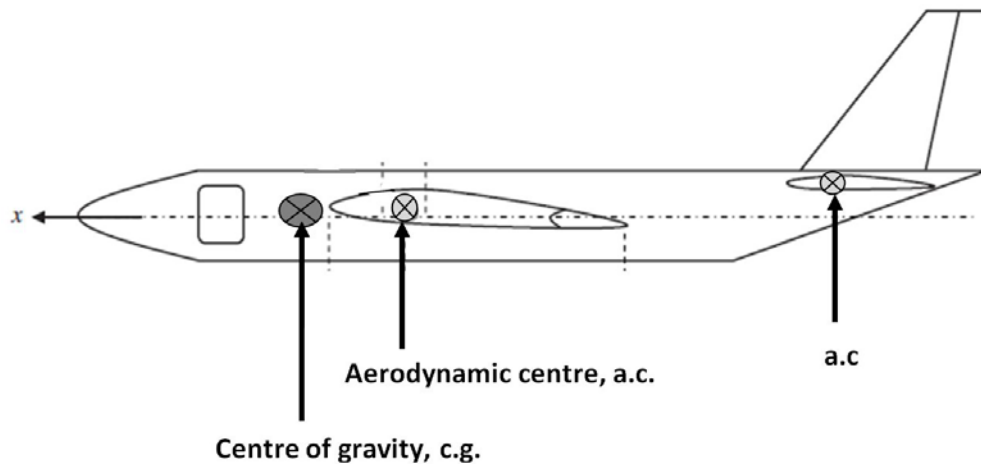


Figure 4: Aircraft center of gravity location

The distance of the aircraft's nose to the mean aerodynamic center of the horizontal tail and the aircraft's center of gravity location is 28 ft. and 8 ft., respectively. To simplify your analysis, the horizontal tail volume coefficient is 0.8 and the vertical tail effect in the aircraft can be ignored. If the aircraft is flying at a speed of 270 ft/s at an altitude where the density is $0.000891 \text{ slug/ft}^3$ and the viscosity is $3.107 \times 10^{-7} \text{ lb.-s/ft}^2$:

- [a] **Calculate** the **skin friction coefficient** for the **wing**. (20marks)
- [b] **Calculate** the **skin friction coefficient** for the **horizontal tail**. (20marks)

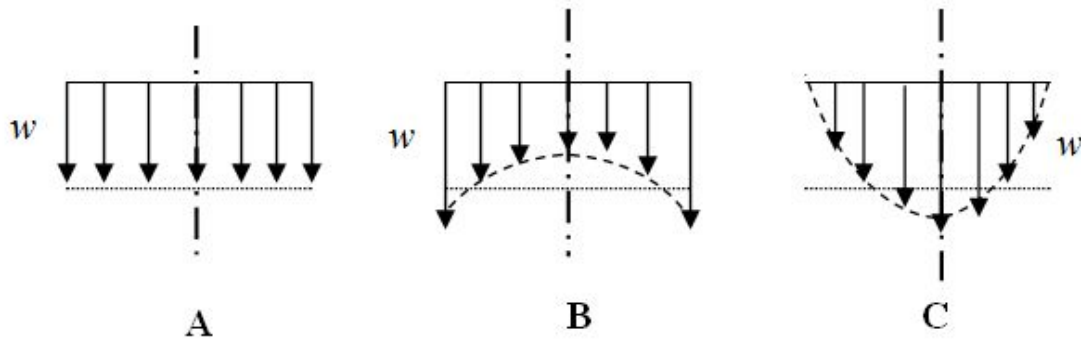
1. Pesawat X4-92 Aircraft mempunyai bentuk sayap delta seperti **Rajah 1** di bawah :



Rajah 1: Pesawat X4-92 Delta

- [a] Lukis pandangan belakang sayap delta pesawat tersebut untuk menunjukkan pembentukan pusaran vortek bermula dari pinggir hadapan pesawat dan tunjukkan arah pusarannya dalam lukisan anda. **(5 markah)**
- [b] Sekiranya nisbah separuh bagi panjang sayap delta kepada jarak dari pinggir depan ke pinggir belakang diberikan sebanyak 0.5, hitung nilai pemalar angkat pada sudut serangan 35 sekiranya nisbah aspek sayap delta bernilai 1.5. **(10 markah)**

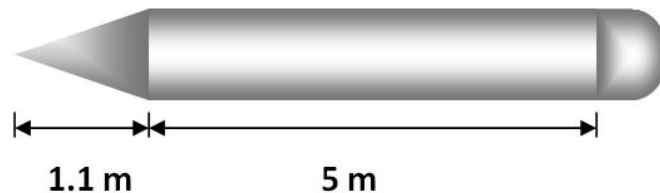
2. Anda diberikan pengagihan halaju landa bawah sepanjang sayap bagi **3 jenis** bentuk sayap seperti **Rajah 2** di bawah:



Rajah 2: Pengagihan halaju landa bawah

- [a] Bincang keadaan pegun bagi sayap A, B dan C dengan menganalisis pengagihan halaju landa bawah yang diberikan dan pengaruh panjang sayap hujung dan akar. (10 markah)
- [b] Lukis bentuk yang berkemungkinan bagi A, B dan C berdasarkan pengagihan halaju landa bawah sepanjang sayap yang diberikan. (10 markah)

3. Bayangkan anda bekerja dalam satu projek merekabentuk misil tidak bersirip seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 3** yang mempunyai badan berbentuk silinder serta muncung berbentuk kon dan ekor berbentuk hemisfera dengan maklumat seperti dalam **Jadual 1**. Keluasan rujukan misil bersamaan dengan tapak hemisfera. Faktor pembentukan badan misil bernilai 1.2 dan ia akan dilancarkan pada kedudukan aras laut.



Rajah 3: Misil tidak bersirip

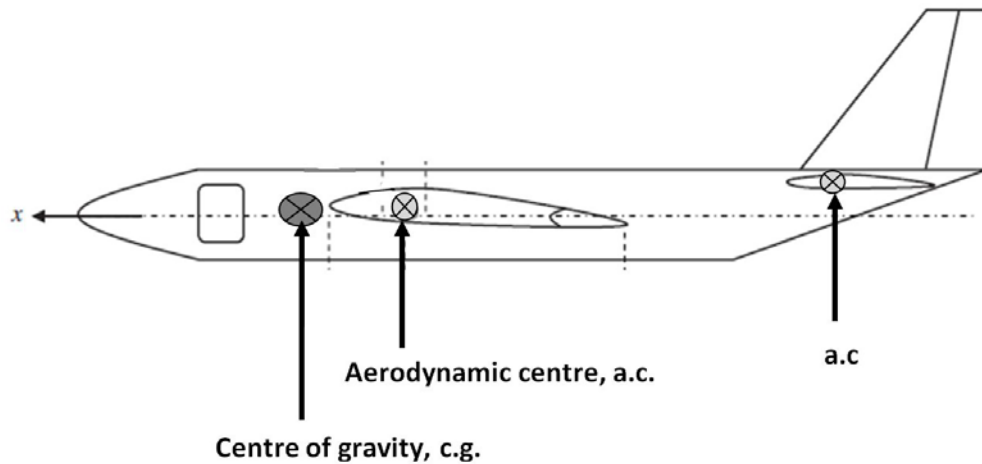
Jadual 1

| | | | |
|---|-----------------------------|--|------------|
| Kelajuan | 250 m/s | Tinggi silinder | 5 m |
| Luas sekeliling silinder (h =tinggi silinder) | $2\pi rh$ | Diameter silinder | 0.5 m |
| Kelikatan | 1.7894×10^5 kg/m.s | Jumlah keluasan hemisfera termasuk tapak | $3\pi r^2$ |
| Tinggi kon | 1.1 m | Luas sekeliling kon (l = tinggi condong kon) | πrl |

Hitung jumlah daya seret misil tersebut sekiranya pekali seretan teraruh misil adalah $1/3$ daripada nilai pekali seretan parasit pada angkatan sifar.

(25 markah)

4. Bayangkan anda merupakan seorang jurutera yang bekerja untuk Syarikat XYZ. Anda ditugaskan untuk menganalisa sebuah pesawat yang mempunyai sayap berbentuk trapezoid. Sayap itu mempunyai nisbah tirus bernilai 0.8, nisbah aspek sayap bernilai 8 dan keluasan sayap sebanyak 150 ft^2 .



Rajah 4: Lokasi pusat graviti pesawat

Jarak dari muncung pesawat ke pusat aerodinamik min bagi ekor melintang ialah 28 ft dan lokasi pusat graviti pesawat ialah 8 ft. Bagi memudahkan analisis, pekali isipadu ekor melintang diberikan sebanyak 0.8 dan kesan sayap tegak diabaikan. Sekiranya pesawat terbang pada kelajuan 270 ft/s pada altitud yang mempunyai ketumpatan $0.000891 \text{ slug/ft}^3$ dan kelikatan $3.107 \times 10^{-7} \text{ lb-s/ft}^2$:

[a] Hitung pekali geseran kulit bagi sayap.

(20 markah)

[b] Hitung pekali geseran kulit bagi ekor melintang

(20 markah)

00000000