



Second Semester Examination
2017/2018 Academic Session

May/June 2018

ESA244/2 – Aerodynamics
[Aerodinamik]

Duration : 2 hours

Masa : 2 jam

Please ensure that this paper contains **SEVEN (7)** printed pages and **FIVE (5)** questions before you begin examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** mukasurat bercetak dan **LIMA (5)** 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. Two different flows over geometrically similar airfoil shapes, one airfoil being twice the size of the other is shown in **Figure 1**. The flow over the smaller airfoil has free stream properties given by $T_\infty = 200\text{K}$, $\rho_\infty = 1.23 \text{ kg/m}^3$ and $V_\infty = 100 \text{ m/s}$. The flow over the larger airfoil is described by $T = 800\text{K}$, $\rho_\infty = 1.739 \text{ kg/m}^3$ and $V_\infty = 200 \text{ m/s}$. Assume that both viscosity, μ , and the speed of sound, a , are proportional to $T^{1/2}$. Are the two flows **dynamically similar**? **Prove** your answer.

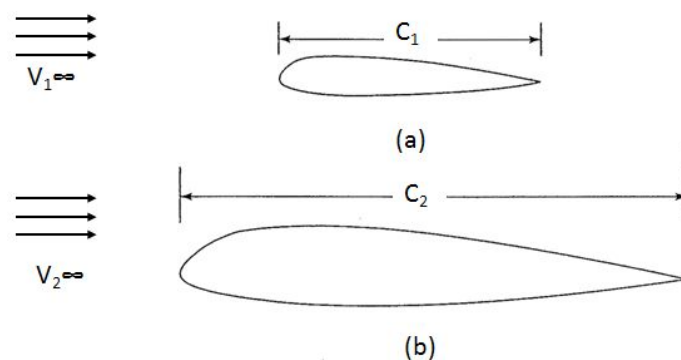


Figure 1: Airfoils with different size configurations

(10 marks)

2. You are planning to test a finite wing with an aspect ratio of 7 in the new USM wind tunnel. The airfoil section of the wing is a symmetrical airfoil with an infinite-wing lift slope of 0.17 per degree. The lift-to-drag coefficient ratio for this wing is 10 when the wing lift coefficient is equal to 0.1. If the angle of attack remains the same, and the aspect ratio is simply increased to 12 by adding extensions to the span of the wing, calculate the **new value of the total wing drag coefficient**. Assume that the span effectiveness factors $e = 0.95$ for both cases.

(40 marks)

3. You are the engineer in charge of the pumping unit used to pressurize a large water tank on a fire truck. The fire on the 6th floor of a building, 70 ft higher than the truck hose level as shown in **Figure 2**. Calculate the **water speed at the hose exit** and **minimum pressure** required in the large tank of the fire engine for the water to reach the fire. Please state all reasonable assumptions and you can neglect pressure losses in the hose to simplify your analysis. ($g=32.2 \text{ ft/s}^2$)

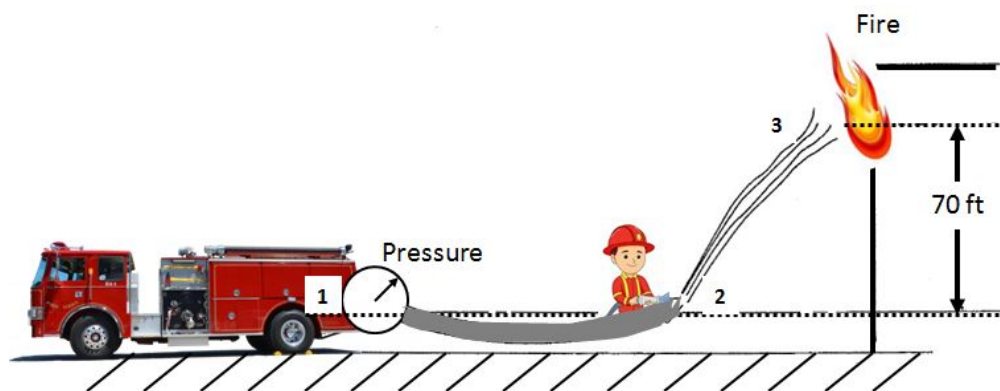


Figure 2: Building on fire

(30 marks)

4. The wave length and amplitude of the wavy wall for a subsonic flow are l and h , respectively. The velocity field in Cartesian coordinates is given by:

$$u = V_{\infty} \left[1 + \frac{h}{\beta} \frac{2\pi}{l} \left(\cos \frac{2\pi x}{l} \right) e^{-2\pi\beta y/l} \right]$$

$$v = -V_{\infty} h \frac{2\pi}{l} \left(\sin \frac{2\pi x}{l} \right) e^{-2\pi\beta y/l}$$

Is the flow **irrotational** or **rotational**? **Prove** your answer.

(10 marks)

5. The following diagram in **Figure 3** shows the airfoil test in a wind tunnel. **Derive** the equation to prove that the lift per unit span can be obtained from the pressure distributions on the walls above and below the airfoil in the wind tunnel.

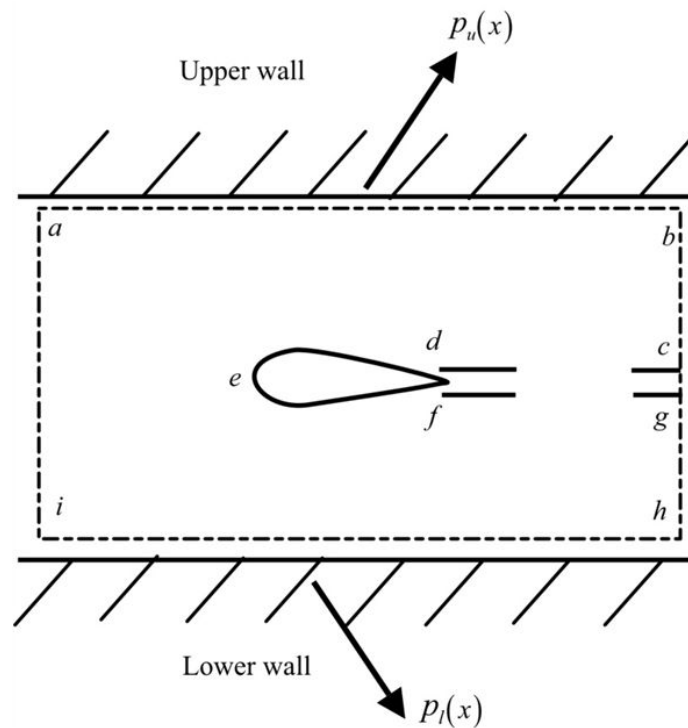
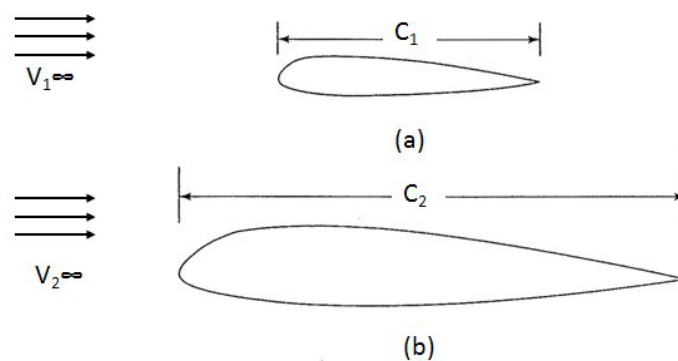


Figure 3: An infinite wing that spans the entire test section

(10 marks)

1. Dua aliran yang melalui aerofoil yang mempunyai geometri yang serupa; satu aerofoil bersaiz 2 kali ganda daripada yang satu lagi. Aliran yang melalui aerofoil yang lebih kecil mempunyai ciri-ciri seperti berikut; $T_\infty = 200\text{K}$, $\rho_\infty = 1.23 \text{ kg/m}^3$ dan $V_\infty = 100 \text{ m/s}$. Aliran yang melalui aerofoil yang lebih besar pula mempunyai $T = 800\text{K}$, $\rho_\infty = 1.739 \text{ kg/m}^3$ dan $V_\infty = 200 \text{ m/s}$. Anggapkan bahawa ia mempunyai kelikatan, μ , dan halaju bunyinya, a , adalah berkadar langsung dengan $T^{1/2}$. Adakah aliran yang melalui kedua-dua aerofoil itu sama secara dinamik? Buktikan jawapan anda.



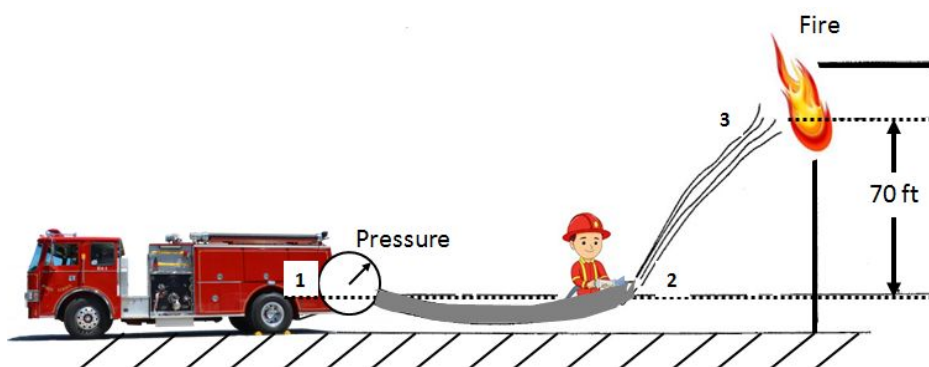
Rajah 1: Aerofoil yang mempunyai saiz yang berbeza.

(10 markah)

2. Anda bercadang untuk menguji sayap kapal terbang yang mempunyai nisbah aspek 7 di dalam terowong angin baru USM. Keratan rentas aerofoil bagi sayap itu merupakan aerofoil simetri yang mempunyai kecerunan 0.17 setiap darjah. Nisbah daya angkat-seret bagi sayap ini adalah 10 apabila pemalar angkatnya bersamaan dengan 0.1. Sekiranya sudut serangannya kekal sama, dan nisbah aspek ditingkatkan kepada 12 dengan menambahkan panjang sayap, hitung nilai daya angkat-seret yang baru. Anggapkan panjang bagi faktor efisien $e = 0.95$ bagi kedua-dua kes tersebut.

(40 markah)

3. Anda merupakan jurutera yang ditugaskan untuk mengendalikan pam bertekanan dalam tangki air yang besar tersimpan dalam trak bomba. Kebakaran yang berlaku di tingkat 6 sebuah bangunan, 70 kaki lebih tinggi daripada aras hos trak ditunjukkan dalam **Rajah 2**. Hitung halaju air pada hos keluar dan tekanan minimum yang diperlukan oleh trak bomba itu supaya air dapat mencapai aras api. Sila nyatakan andaian yang bersesuaian dan anda boleh mengabaikan kehilangan tekanan dalam hos untuk memudahkan analisis. ($g = 32.2 \text{ ft/s}^2$)



Rajah 2: Kebakaran di sebuah bangunan

(30 Markah)

4. Panjang gelombang dan ketinggian dinding bagi aliran subsonik yang melalui dinding bergelombang adalah l dan h . Medan halaju di dalam koordinat

Cartesian
diberikan
sebagai:

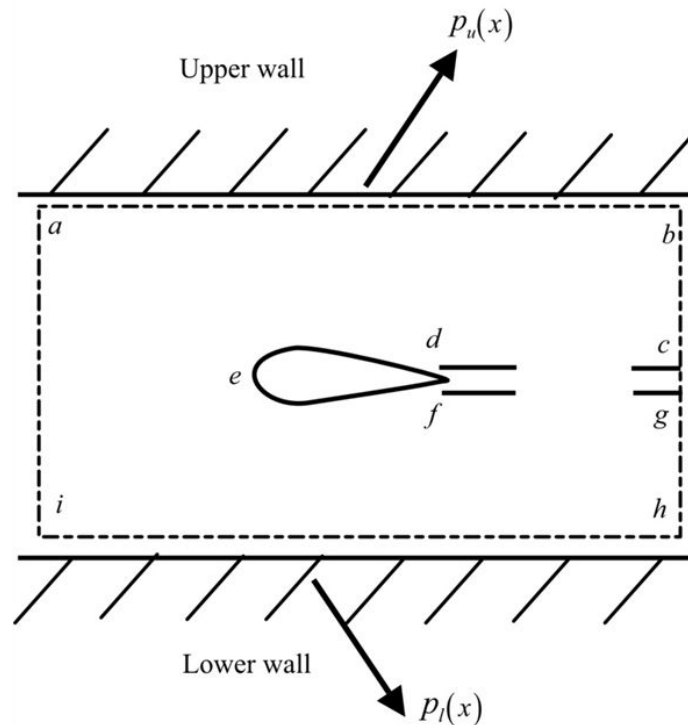
$$u = V_{\infty} \left[1 + \frac{h}{\beta} \frac{2\pi}{l} \left(\cos \frac{2\pi x}{l} \right) e^{-2\pi\beta y/l} \right]$$

$$v = -V_{\infty} h \frac{2\pi}{l} \left(\sin \frac{2\pi x}{l} \right) e^{-2\pi\beta y/l}$$

Adakah aliran ini tidak mempunyai putaran atau mempunyai putaran?
Buktikan jawapan anda.

(10 markah)

5. Diagram dalam **Rajah 3** di bawah menunjukkan aerofoil yang diuji dalam terowong angin. Buktikan dengan persamaan bahawa daya angkat per unit rentangan bagi sayap tersebut boleh diperolehi daripada pengagihan tekanan pada dinding bahagian atas dan bawah aerofoil dalam terowong angin itu.



Rajah 3: Sayap infiniti yang diuji dalam terowong angin.

(10 markah)

00000000