
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2010/2011 Academic Session

April/May 2011

ESA 244/2 – Aerodynamics
Aerodinamik

Duration : 2 hours
[Masa : 2 jam]

INSTRUCTION TO CANDIDATES
ARAHAN KEPADA CALON

Please ensure that this paper contains **FIVE (5)** printed pages and **FOUR (4)** questions before you begin examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LIMA (5)** mukasurat bercetak dan **EMPAT (4)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **ALL** questions.
*Jawab **SEMUA** soalan.*

Student may answer the questions either in English or Bahasa Malaysia but not both.

Pelajar boleh menjawab soalan dalam Bahasa Inggeris atau Bahasa Malaysia tetapi bukan kedua-duanya sekali.

Each question must begin from a new page.

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 kertas soalan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunapakai.

1. Explain the following in your own words:

Terangkan perkara-perkara yang berikut:

- (a) Eulerian viewpoint of a fluid

Bendalir daripada sudut Eulerian

(5 marks/markah)

- (b) The difference between a streamline and a pathline

Perbezaan antara garis aliran dan garis tuju

(5 marks/markah)

- (c) For the same flow conditions, do you expect a NACA 0012 airfoil to have a thicker boundary layer when immersed in water compared to when immersed in air? Please provide an explanation to your answer.

Dalam keadaan aliran yang sama, adakah aerofoil NACA 0012 mempunyai lapisan sempadan yang lebih tebal jika ia berada dalam air berbanding dengan ia berada dalam udara? Berikan penerangan untuk jawapan anda.

(5 marks/markah)

- (d) What are the assumptions being made when solving a potential function (ϕ) that satisfies $\nabla^2\phi = 0$. Assuming $\nabla^2\phi = 0$ is satisfied for a flow about a certain geometry, explain how would you determine the lift and drag over that geometry. Can the potential function be used in a boundary layer? Explain why or why not.

Terangkan anggapan-anggapan yang dibuat untuk persamaan $\nabla^2\phi = 0$, di mana ϕ adalah fungsi keupayaan. Jika $\nabla^2\phi = 0$ dipenuhi dalam sesuatu aliran merangkumi sesebuah geometri, terangkan bagaimana anda boleh menentukan daya angkat dan daya geseran untuk geometri tersebut. Adakah ϕ boleh digunakan dalam lapisan sempadan? Jelaskan jawapan anda.

(10 marks/markah)

2. The equation for 2D steady, incompressible conservation of the x-momentum is

Persamaan 2D x-momentum yang mapan dan mempunyai ketumpatan yang tetap ialah

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right)$$

- (a) Using the following scaling, determine the non-dimensionalized form of the above equation.

Tentukan persamaan tiada unit bagi persamaan yang diberikan di atas dengan menggunakan skala yang berikut.

$$\begin{aligned} \langle u, v \rangle &= U_\infty \langle u', v' \rangle \\ \langle x, y \rangle &= L_\infty \langle x', y' \rangle \\ \rho &= \rho_\infty \rho' \\ p &= p_\infty p' \end{aligned}$$

where the 's denote non-dimensional variables.

di mana ' merupakan pemalar-pemalar yang tidak mempunyai unit.

(15 marks/markah)

- (b) For cases when the Reynolds (Re) number is large, what is the implication on the aerodynamics of flight? In the limit of $Re \rightarrow \infty$, what does the equation reduce to?

Apakah implikasi kepada aerodinamik pesawat apabila nombor Reynolds (Re) adalah besar?. Dalam kes $Re \rightarrow \infty$, apakah yang berlaku kepada persamaan tersebut?

(5 marks/markah)

- (c) For cases when the free stream Mach (M_∞) number is small, what is the implication on the aerodynamics of flight? In the limit of $M_\infty \rightarrow 0$, what does the equation reduce to?

Apakah implikasi kepada aerodinamik pesawat apabila nombor Mach (M_∞) menjadi sangat kecil? Dalam kes $M_\infty \rightarrow 0$, apakah yang berlaku kepada persamaan tersebut?

(5 marks/markah)

3. Using thin airfoil theory, determine the lift and moment coefficients of the airfoil shown in Figure 1. You may express your answers in terms of a variable called θ_h , the value of θ that corresponds to $x = x_h$. Note that the LE is located at $(0,0)$ and the TE is located at $(c,0)$. At $x = x_h$, the airfoil has a thickness of $z = \epsilon$.

Dengan menggunakan teori berkeranjang udara tipis, tentukan pekali daya angkat dan daya momen untuk keranjang udara dalam Rajah 1. Anda boleh menulis jawapan menggunakan pemalar θ_h iaitu pemalar yang mewakili $x = x_h$. LE terletak di $(0,0)$ dan TE terletak di $(c,0)$. Di $x = x_h$, ketebalan aerofoil adalah $z = \epsilon$

(35 marks/markah)

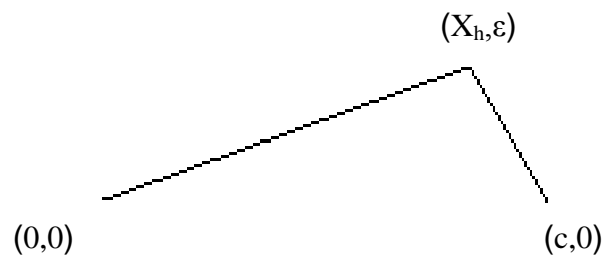


Figure 1/Rajah 1

4. Is a cylinder a reasonable shape for obtaining lift? Justify your answer. Sketch a suitable shape to get optimal lift in a (a) subsonic flow, (b) transonic flow and (c) supersonic flow. Give a brief justification to your answer.

Adakah sebuah silinder merupakan suatu bentuk yang baik untuk mendapatkan daya angkat? Berikan penjelasan. Lakarkan bentuk yang sesuai untuk mendapatkan daya angkat optimal bagi aliran (a) subsonik, (b) transonik atau (c) supersonik. Berikan penjelasan yang ringkas mengenai pilihan anda.

(15 marks/markah)

oo000ooo-