

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
2015/2016 Academic Session

December 2015/January 2016

**ESA 366/3 – Flight Performance**  
***[Prestasi Penerbangan]***

Duration : 2 hours  
*[Masa : 2 jam]*

---

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

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** mukasurat bercetak dan **DUA** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

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

**Arahan** : Jawab **SEMUA** soalan.

Answer all questions in English only.

*Jawab kesemua soalan di dalam Bahasa Inggeris sahaja.*

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 soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.*

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.

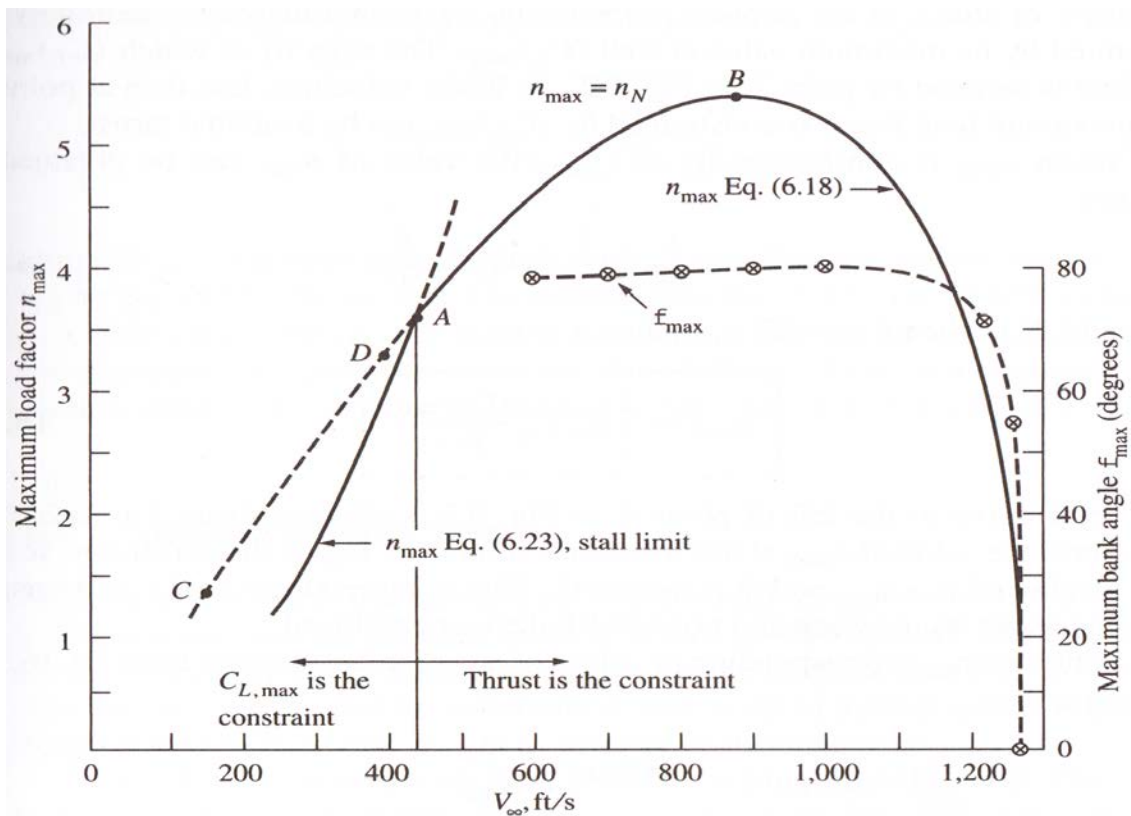
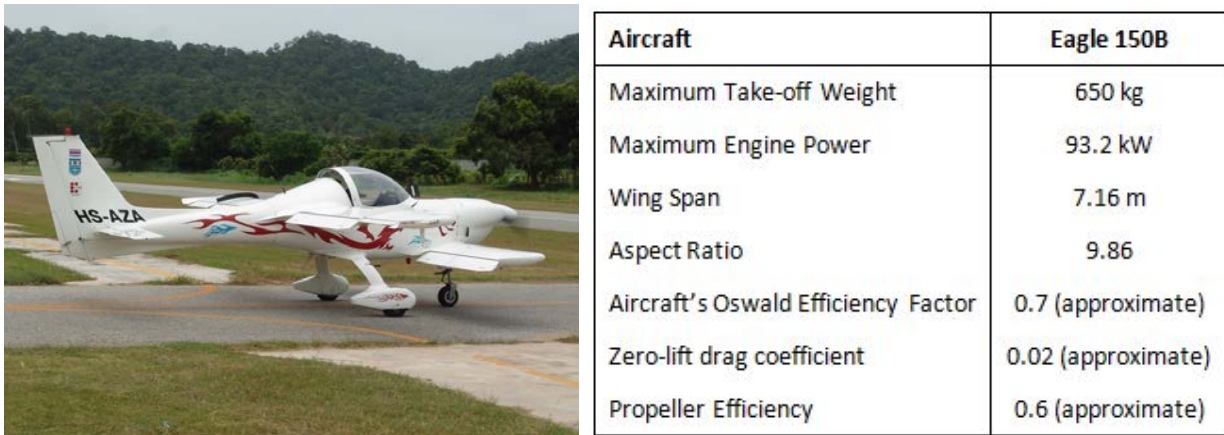


Figure 1

**Figure 1** above is a plot of maximum load factor vs. velocity for a jet aircraft flying in a level turn at sea level. Its wing loading is  $375 \text{ kg/m}^2$ . Please use the SI unit in your calculation. (Unit conversion factor:  $1 \text{ m} = 3.28 \text{ ft}$ ).

- [a] Explain the concept of load factor  $n$  (using its equations and properly-labeled three-dimensional free-body diagrams), and discuss the state of flight at Points A and B. Write relevant equations to represent both points. Is the aircraft able to fly at Point D, and why? **(10 marks)**
- [b] Based on the values in the diagram, estimate the turn radius, turn rate, and roll/bank angle at Points A and B. Which point offer the best flight performance, and why? **(10 marks)**
- [c] Estimate the maximum lift coefficient for the aircraft. **(10 marks)**

2.

**Figure 2**

The Eagle 150B (see **Figure 2**) is a one-crew single-engine propeller aircraft, designed by the Australian company Eagle Aircraft Pty Ltd, but is now manufactured by CTRM in Malaysia. You are given the tasks to understand more about its flight performance during a climb. The set of questions below are designed to help you with these tasks.

- [a] Discuss your approach to derive the equation to calculate the maximum climb rate? Use the power vs. velocity plot to help you. You don't need to write the full derivation, but you must clearly discuss the steps and show important formulas in the derivation, including the final equation to calculate the maximum climb rate.

**(15 marks)**

- [b] What is the maximum climbing rate immediately after takeoff, and at altitudes of 1 and 2 km? The air density at sea level, and at altitudes of 1 and 2 km is 1.225, 1.112, and 1.007 kg/m<sup>3</sup>, respectively. Why are the values of the maximum climbing rates different? What can you conclude about the aircraft's ability to climb? Use relevant diagrams to help you.

**(15 marks)**

- [c] From  $R/C = dh/dt$ , derive an equation to find the minimum time to climb from sea level to 2 km? Discuss the numerical approach to calculate its value, and use a diagram to help you. Find an approximation to the minimum time to climb, based on your answers in 2(b). Give a suggestion on how to improve its accuracy?

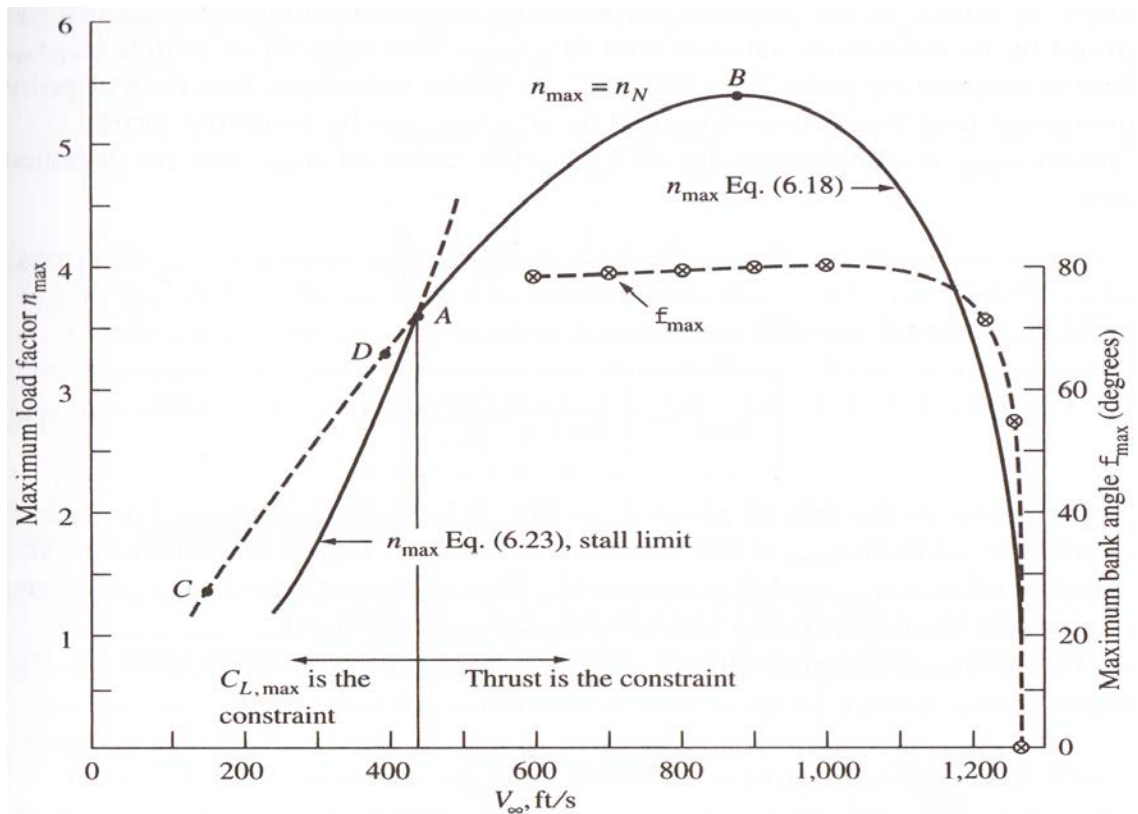
Hint: discretize the equation by assuming constant climbing rates between the given altitudes.

**(20 marks)**

- [d] Design a simple Matlab computer program to help you calculate the minimum time to climb accurately, based on your suggestion above. The programming does not have to be exact, but it must show that you understand the proper techniques to write a computer program. Hint: take into account that air density depends on altitude (but you don't need to find the exact equation for this relationship).

**(20 marks)**

1.



**Gambarajah 1**

**Gambarajah 1** menunjukkan graf faktor beban maksima lawan halaju bagi sebuah jet pesawat yang sedang membuat belokan mendatar pada aras laut. Nilai beban sayapnya adalah  $375 \text{ kg/m}^2$ . Sila guna unit SI di dalam kiraan anda. (Faktor pertukaran unit:  $1 \text{ m} = 3.28 \text{ kaki}$ ).

- [a] Terangkan konsep faktor beban  $n$  (dengan menggunakan persamaannya dan gambarajah badan bebas tiga-dimensi) dan bincangkan keadaan penerbangan pada Titik A dan B. Tuliskan persamaan-persamaan yang berkaitan pada setiap titik. Adakah pesawat itu boleh terbang di Titik D, dan kenapa? **(10 markah)**
- [b] Berdasarkan nilai-nilai di dalam gambarajah, kirakan anggaran nilai jejari belok, kadar belok, dan sudut guling pada Titik A dan B. Titik manakah yang mempunyai penerbangan terbaik, dan kenapa? **(10 markah)**
- [c] Kirakan anggaran pekali daya angkat maksima pesawat itu. **(10 markah)**

2.



| Aircraft                            | Eagle 150B         |
|-------------------------------------|--------------------|
| Maximum Take-off Weight             | 650 kg             |
| Maximum Engine Power                | 93.2 kW            |
| Wing Span                           | 7.16 m             |
| Aspect Ratio                        | 9.86               |
| Aircraft's Oswald Efficiency Factor | 0.7 (approximate)  |
| Zero-lift drag coefficient          | 0.02 (approximate) |
| Propeller Efficiency                | 0.6 (approximate)  |

**Gambarajah 2**

Eagle 150B (rujuk *Gambarajah 2*) adalah pesawat satu kipas yang dikendalikan oleh seorang krew, direkabentuk oleh syarikat Australia Eagle Aircraft Pty Ltd, tetapi kini dibina oleh CTRM Malaysia. Anda diberi tugas untuk memahami lebih mendalam prestasi penerbangan semasa pendakian. Soalan-soalan di bawah telah direkabentuk untuk membantu anda di dalam tugas ini.

- [a] Bincangkan pendekatan anda untuk menerbitkan persamaan untuk mengira kadar daki maksima? Gunakan graf kuasa lawan halaju untuk membantu anda. Anda tidak perlu tulis keseluruhan proses terbitan, tetapi anda perlu jelaskan langkah-langkah dan tunjukkan formula-formula penting, termasuk formula terakhir untuk mengira kadar daki maksima.

**(15 markah)**

- [b] Berapakah kadar daki maksima selepas berlepas, dan di ketinggian 1 dan 2 km? Ketumpatan udara pada aras laut, dan pada ketinggian 1 dan 2 km adalah 1.225, 1.112, dan 1.007 kg/m<sup>3</sup>. Mengapakah nilai-nilai mereka berbeza? Apa yang anda dapat simpulkan mengenai kebolehan pesawat itu untuk mendaki? Gunakan gambarajah berkaitan untuk membantu anda.

**(15 markah)**

- [c] Dari  $R/C = dh/dt$ , terbitkan persamaan untuk mengira masa pendakian minima dari aras laut ke ketinggian 2 km. Bincangkan pendekatan berangka untuk mengira nilai tersebut, dan gunakan sebuah gambarajah untuk membantu anda. Kirakan anggaran masa pendakian minima, berdasarkan jawapan anda di 2(b) di atas. Berikan cadangan bagaimana untuk meningkatkan ketepatan jawapan anda? Petunjuk: Diskritkan persamaan tersebut dengan menganggap kadar daki yang malar di antara ketinggian yang diberi.

**(20 markah)**

- [d] Hasilkan satu program komputer dalam Matlab untuk membantu anda mengira dengan tepat masa pendakian minima, berdasarkan cadangan anda di atas. Program itu tidak perlu tepat, tetapi ia perlu menunjukkan yang anda faham teknik betul untuk menulis program komputer. Petunjuk: ambil kira yang ketumpatan udara bergantung kepada ketinggian (tetapi anda tidak perlu menggunakan persamaan tepat untuk hubungan ini).

**(20 markah)**

**00000000**