
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2014/2015 Academic Session

June 2015

ESA 368/3 High Speed Aerodynamic
[Aerodinamik Berkelajuan Tinggi]

Duration : 2 hours
[Masa : 2 jam]

Please ensure that this paper contains **EIGHT (8)** printed pages and **THREE (3)** questions before you begin examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LAPAN (8)** mukasurat bercetak dan **TIGA (3)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan].*

Instructions : Answer **THREE (3)** questions.

Arahan : Jawab **TIGA (3)** soalan].

Answer all questions in English only.

[Jawab semua 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].

For standard air, use $R = 287 \text{ J/kg.K}$ and $\gamma = 1.4$.

[Untuk udara biasa gunakan $R = 287 \text{ J/kg.K}$ dan $\gamma = 1.4$].

1. Inside a piston tube with fixed cylindrical cross-section across the tube length, a normal shock wave is moving into stagnant air. The end of the tube (where the shock is approaching) is closed with a valve. The outer end of the valve is open to the standard atmosphere. The shock will later reflect off this valve wall and move back into the other end of the tube.

Explain clearly the strategy you will use to calculate the air velocity behind the shock after the reflection and the forces acting on the valve. You do not have to calculate any numerical values. Draw relevant diagrams that represent the problem. Use algebraic variables to represent any parameters. (The level of detail for this essay question is such that your answer should occupy more than 1 page of the exam booklet).

Your marks will depend on:

- [a] Your understanding of the problem as assessed by your description of the problem, complete with relevant sketches and diagrams. **(10 marks)**
- [b] Your strategy to solve the problem as assessed by your written and mathematical explanations. **(20 marks)**

2. Air flows from a large reservoir in which the pressure and temperature are 1 MPa and 30°C respectively through a convergent-divergent nozzle into a constant area duct. The ratio of the nozzle exit area to its throat area is 3 and the length-to-diameter ratio of the duct is 15. The average friction factor in the duct is 0.005. Assume that the flow in the nozzle is isentropic and that the flow in the duct is adiabatic.

Find the back pressure to produce a normal stationary shock at the exit to the duct. Please clearly explain the steps of your answer, supported with relevant schematic and flow pressure diagrams.

Your marks will depend on:

- [a] Your understanding of the problem as assessed by your description of the problem, complete with relevant sketches and diagrams. **(10 marks)**
- [b] Your strategy to solve the problem as assessed by your written and mathematical explanations. **(15 marks)**
- [c] Your actual solution. **(15 marks)**

3. Air flows from a large reservoir through a convergent-divergent nozzle and exhausts into the standard atmosphere. The reservoir pressure is fixed such that there is a normal stationary shock wave produced inside the nozzle.

Please design an efficient computational procedure to determine the location of the shock. You can use a simple and informal logical programming language (i.e., a pseudo code) for your computer code. It is not necessary for you to use exact Matlab language. Provide your answer supported by relevant schematic or flow diagrams. You do not have to calculate any numerical values.

Your marks will depend on:

- [a] Your understanding of the problem as assessed by your description of the problem, complete with relevant sketches and diagrams. **(5 marks)**
- [b] Your strategy to solve the problem as assessed by your written and mathematical explanations. **(10 marks)**
- [c] Your reasoning why your strategy is efficient. **(5 marks)**
- [d] Your actual solution of the informal computer programming. **(10 marks)**

1. *Di dalam sebuah corong piston berbentuk silinder dengan luas kawasan seksyen malar, satu gelombang kejut tegak sedang bergerak ke arah udara genang. Mulut corong (di dalam arah kejut itu sedang bergerak) ditutup dengan sebuah injap. Permukaan luar injap terdedah kepada atmosfera biasa. Kejut itu kemudiannya akan melantun di dinding injap dan bergerak semula ke arah mulut corong yang bertentangan.*

Terangkan dengan jelas strategi yang anda akan gunakan untuk mengira halaju udara di belakang gelombang udara selepas lantunan dan daya-daya ke atas injap itu. Anda tidak perlu mengira sebarang nilai bernombor. Lakarkan diagram berkaitan dengan masalah ini. Gunakan algebra bagi mewakili sebarang pembolehubah. (Tahap keperincian soalan esei ini memerlukan anda menjawab lebih dari satu mukasurat dari buku jawapan ini).

Markah anda akan bergantung kepada:

- [a] *Pemahaman anda terhadap masalah ini dinilai berdasarkan kepada penerangan anda tentang masalah ini, lengkap dengan lakaran dan diagram yang berkaitan.*

(10 markah)

- [b] *Strategi anda untuk menyelesaikan masalah ini dinilai berdasarkan penjelasan anda dari segi penulisan dan matematik.*

(20 markah)

2. Udara bergerak dari sebuah takungan besar di mana tekanan dan suhu adalah 1 MPa dan 30°C melalui corong mencakung-mencapah ke dalam salur kawasan malar. Nisbah permukaan kawasan mulut corong kepada leher corong ialah 3 dan nisbah panjang-diameter salur ialah 15. Faktor geseran purata di dalam salur ialah 0.005. Anggapkan saliran di dalam corong adalah **isentropic** dan aliran di dalam salur adalah adiabatik.

Cari tekanan belakang untuk menghasilkan satu kejutan statik tegak di mulut salur. Sila terangkan dengan jelas langkah-langkah pengiraan anda, disokong dengan diagram skematik dan tekanan aliran yang berkaitan.

Markah anda akan bergantung kepada:

- [a] Pemahaman anda terhadap masalah ini dinilai berdasarkan kepada penerangan anda tentang masalah ini, lengkap dengan lakaran dan diagram yang berkaitan.

(10 markah)

- [b] Strategi anda untuk menyelesaikan masalah ini dinilai berdasarkan penjelasan anda dari segi penulisan dan matematik.

(15 markah)

- [c] Penyelesaian sebenar anda.

(15 markah)

3. Udara bergerak dari sebuah takungan besar melalui corong mencakung-mencapah dan keluar ke atmosfera biasa. Tekanan takungan ditetapkan supaya terhasil satu gelombang kejut yang tegak dan statik di dalam corong tersebut.

Sila rekabentuk sebuah prosedur komputer yang cekap untuk menentukan lokasi kejutan tersebut. Anda boleh menggunakan bahasa pengaturcaraan yang mudah dan tidak formal (iaitu pengaturcaraan pseudo) bagi kod komputer anda. Anda tidak perlu menggunakan pengaturcaraan Matlab yang tepat. Berikan jawapan anda dengan disokong oleh diagram skematik dan aliran yang berkaitan. Anda tidak perlu mengira sebarang nilai bernombor.

Markah anda akan bergantung kepada:

- [a] Pemahaman anda terhadap masalah ini dinilai berdasarkan kepada penerangan anda tentang masalah ini, lengkap dengan lakaran dan diagram yang berkaitan.

(5 markah)

- [b] Strategi anda untuk menyelesaikan masalah ini dinilai berdasarkan penjelasan anda dari segi penulisan dan matematik.

(10 markah)

- [c] Penjelasan anda kenapa strategi anda dinilai sebagai cekap.

(5 markah)

- [d] Penyelesaian sebenar anda berbentuk komputer program yang tidak formal.

(10 markah)

ooo000ooo