
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2006/2007
*First Semester Examination
2006/2007 Academic Session*

Oktober/November 2006
October/November 2006

ESA 341/3 - Gasdinamik
Gasdynamics

Masa : [3 jam]
Duration : [3 hours]

ARAHAN KEPADA CALON :
INSTRUCTION TO CANDIDATES

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **LAPAN (8)** mukasurat dan **LIMA (5)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

*Please ensure that this paper contains **EIGHT (8)** printed pages and **FIVE (5)** questions before you begin examination.*

Bahagian A: Jawab kedua-dua soalan 1 dan soalan 2.

Bahagian B: Pilih hanya dua soalan daripada soalan-soalan 3, 4, and 5.

Semua soalan membawa jumlah markah yang sama.

Part A : Answer both question 1 and question 2.

Part B: Choose only two questions from questions 3, 4, and 5.

All questions carry the same marks.

Jawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia.

Answer all questions in Bahasa Malaysia.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

Each questions must begin from a new page.

BAHAGIAN A: Jawab kedua-dua Soalan 1 dan Soalan 2.**PART A: Answer both Question 1 and Question 2.**

1. Aliran udara bergerak bermula dari takungan ke dalam corong silinder menirus-mencapah (lihat Gambarajah 1). Kawasan-kawasan dilabel sebagai takungan, Kawasan 1 (1), tekak (t), pintu keluar (e), dan kawasan di luar pintu keluar (b). Keadaan aliran dinilai di Kawasan 1 dengan $M = 0.3$, P statik = 70 kPa, dan diameter $d = 10$ cm.

Air flow moves from a reservoir into a cylindrical converging-diverging nozzle (see Figure 1). The regions are labeled as reservoir, Region 1 (1), throat (t), exit (e), and the region just outside the exit area (b). The flow condition is measured at Region 1 with $M = 0.3$, static $P = 70$ kPa, and diameter $d = 10$ cm.

- a) Sekiranya nombor Mach keluar ialah 3.4, kirakan luas kawasan tekak dan pintu keluar yang bersesuaian untuk menghasilkan keadaan itu. Kirakan juga tekanan belakang jika tiada gelombang kejutan/kembangan di pintu keluar.

If the exit Mach number is 3.4, calculate the throat and exit areas necessary to produce that exit condition. Calculate also the back pressure if there is no shock/expansion waves at the exit.

(10 markah/marks)

- b) Jika aliran keluar mengembang melalui sudut pantulan 10° ke dalam atmosfera, berapakah nilai tekanan belakang?

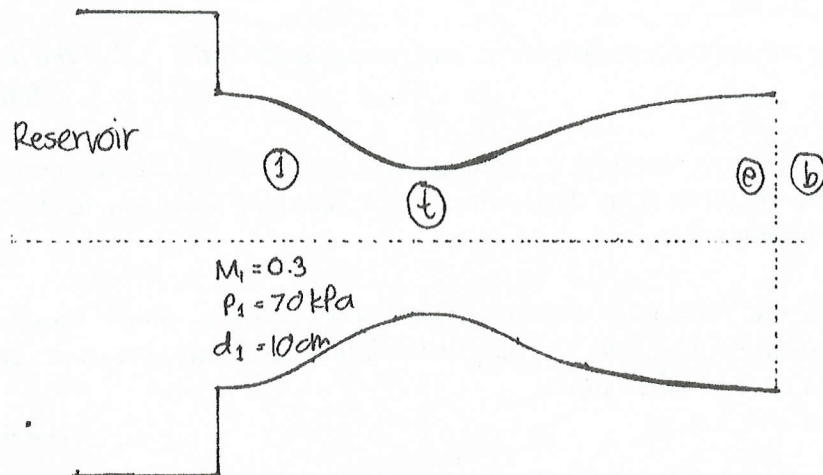
If the exit flow expanded through a deflection angle of 10° into the atmosphere, what should be the back pressure?

(10 markah/marks)

- c) Terangkan apa akan terjadi jika luas kawasan di tekak dibesarkan sebanyak 10% dari luas yang dikira di (a), dengan syarat keadaan di Kawasan 1 kekal seperti asal.

Explain what happen if the area at the throat is increased by 10% from the area you calculated in (a), provided that the condition at Region 1 remains the same.

(5 markah/marks)



Gambarajah 1: Sebuah corong menirus-mencapah. Aliran bergerak dari kiri ke kanan.

Figure 1: A converging-diverging nozzle. Flow is from left to right.

2. Udara mengalir melalui paip 12 m panjang dengan diameter 25 mm. Di pintu masuk paip, kelajuan udara adalah 80 m/s, tekanan adalah 350 kPa, dan suhu adalah 50°C. Faktor geseran purata adalah 0.005. Anggap aliran adalah adiabatik.

Air flows through a 12 m long pipe with diameter of 25 mm. At the pipe inlet, the air velocity is 80 m/s, the pressure is 350 kPa, and the temperature is 50°C. The mean friction factor is 0.005. Assume the flow to be adiabatic.

- a) Carikan kelajuan, tekanan, dan suhu di hujung akhir paip.

Find the velocity, pressure, and temperature at the end of the pipe.

(8 markah/marks)

- b) Sekiranya aliran itu melalui kejutan normal yang tidak bergerak di dalam paip itu di jarak 6 m dari pintu masuk, carikan kelajuan, tekanan, dan suhu di hujung akhir paip.

If the flow goes through a stationary normal shock inside the pipe at a distance 6 m from the inlet, calculate the velocity, pressure, and temperature at the end of the pipe.

(12 markah/marks)

- c) Berapakah nilai faktor geseran purata jika aliran itu tercekik di hujung akhir paip, dengan syarat tiada gelombang di dalam paip itu.?

What should be the friction factor if the flow is to be choked at the end of the pipe, provided that there is no shock inside the pipe?

(5 markah/marks)

4. Berdasarkan corong menirus di dalam Gambarajah 4, satu aliran sonik melampau memasuki pintu masuk dan bergerak menerusi satu gelombang kejutan yang tidak bergerak di lokasi $x = 50$ cm. Menggunakan geometri corong seperti di dalam gambarajah di mana diameter itu berubah secara linear dengan jarak x , jawab soalan-soalan berikut:

Referring to the converging nozzle in Figure 4, a supersonic flow enters the inlet and moves through a stationary shock located at $x = 50$ cm. Using the geometry of the nozzle as given in the figure where the diameter changes linearly with the distance x , answer the following questions:

- a) Cari panjang keseluruhan corong supaya aliran itu memecut ke keadaan sonik di pintu keluar. Carikan juga tekanan belakang dan kelajuan aliran di pintu keluar.

Find the total nozzle length required so that the flow accelerates to sonic condition at the exit. Find also the back pressure and the velocity at the exit.

(10 markah/marks)

- b) Berapa sepatutnya panjang keseluruhan jika:

- i. gelombang kejutan itu terletak di pintu masuk.
- ii. tiada kejutan berlaku.

Cari tekanan belakang dan kelajuan untuk (i) dan (ii).

What would be the total nozzle length if:

- i. the shock wave is located at the inlet.
- ii. no shock is created.

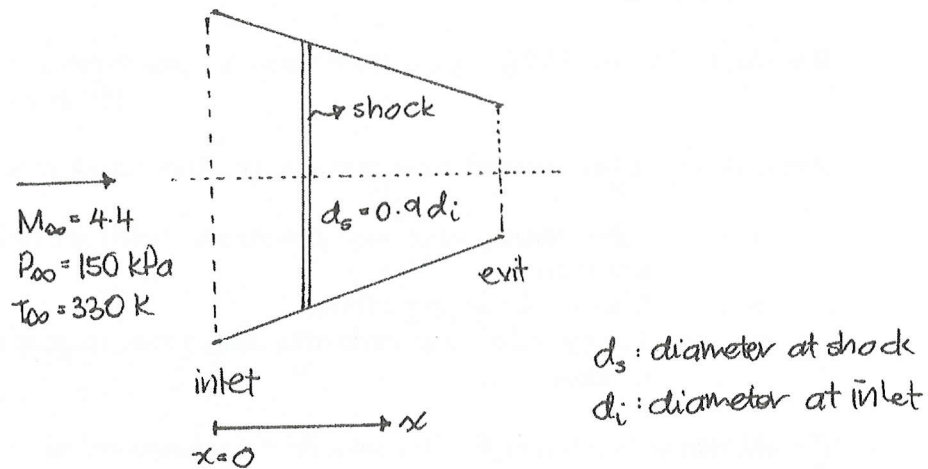
Find the back pressure and velocity for (i) and (ii).

(10 markah/marks)

- c) Bicarakan apa akan terjadi jika keadaan di pintu masuk masih sama tetapi tekanan belakang adalah sifar (vakum)?

Discuss what happen if the inlet condition is still the same but the back pressure is zero (vacuum)?

(5 markah/marks)



Gambarajah 4: Sebuah corong silinder menirus.

Figure 4: A cylindrical converging nozzle.

5. Udara mengalir melalui corong yang mempunyai luas permukaan yang tidak berubah dan haba ditambahkan di sepanjang corong itu. Nombor Mach ialah 0.3 di pintu masuk corong itu dan suhu statiknya ialah 300 K.

Air flows along a constant area duct to which heat is being added. At the inlet the Mach number is 0.3 and the static temperature is 300 K.

- a) Sekiranya haba yang ditambah ialah 557.9 kJ/kg, kirakan suhu statik di pintu keluar corong itu.

If the heat added is 557.9 kJ/kg, calculate the static temperature at exit.

(10 markah/marks)

- b) Untuk aliran mantap yang berterusan dan keadaan pintu masuk yang sama:

- i. Suhu genang yang paling maksima boleh dicapai di pintu keluar corong.
- ii. Suhu statik yang sepatutnya..
- iii. Tenaga haba yang perlu ditambah untuk mencapai keadaan tersebut.

For continuous steady flow from the same inlet conditions calculate:

- i. *The highest stagnation temperature that the air can reach at the exit.*
- ii. *The corresponding static temperature.*
- iii. *The heat that must be added to achieve this state.*

(10 markah/marks)

- c) Sekiranya untuk bahagian (b) lebih banyak haba ditambah supaya suhu statik di pintu keluar corong menjadi 1452 K walaupun suhu statik di pintu masuk corong masih 300 K, kirakan apa yang terjadi pada nombor Mach di pintu masuk corong.

If for part (b) more heat is added so that the exit static temperature becomes 1452 K while the static temperature at inlet is still 300 K, calculate what happens to the inlet Mach number.

(5 markah/marks)