
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2002/2003

Februari / Mac 2003

EMH 102/3 – Mekanik Bendalir I

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON :

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LAPAN (8)** mukasurat dan **TUJUH (7)** soalan yang bercetak serta **DUA (2)** halaman lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan.

Sila jawab **LIMA (5)** soalan sahaja.

Calon boleh menjawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia. Jika calon ingin menjawab dalam Bahasa Inggeris sekurang-kurangnya **SATU (1)** soalan perlu dijawab dalam Bahasa Malaysia.

Lampiran :

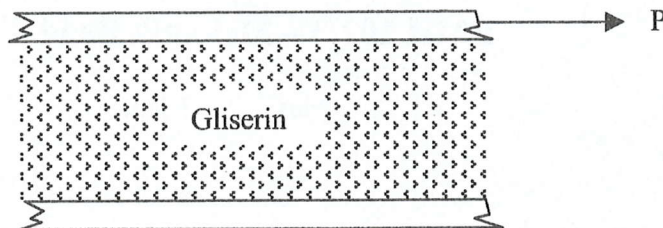
1. Properties of common liquids at 1 atm and 20°C [1 mukasurat]
2. Drag coefficient for flow around a cylinder and a sphere [1 mukasurat]

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

- S1. [a] Gliserin pada 20°C terkandung diantara dua plat horizontal selari. Plat bawah ditetapkan dan plat atas bergerak apabila daya P dikenakan (seperti ditunjukkan di dalam Rajah S1[a]). Jika jarak di antara dua plat ialah 2.5mm dan anggarkan cerunan halaju adalah tetap, berapakah nilai P yang diperlukan untuk menggerakkan plat pada halaju 1.5m/s? Luas berkesan untuk plat atas adalah 0.15 m^2 .

Glycerin at 20°C is contained between two horizontal parallel plates. The bottom plate is fixed and the upper plate moves when a force P is applied (as shown in Fig. Q1[a]). If the gap between the two plates is 2.5mm and assuming the velocity gradient is constant, what value of P is required to move the plate with a velocity of 1.5m/s? The effective area of the upper plate is 0.15 m^2 .

(30 markah)



Rajah S1[a]
Figure Q1[a]

- [b] Titisan kecil raksa akan terbentuk menjadi sepiar bulat apabila berada diatas permukaan berlilin yang rata. Terbitkan persamaan diantara tekanan dalaman dan daya dari tegangan permukaan. Nyatakan andaian-andaian yang dibuat. Anggarkan tekanan terlebih didalam titisan raksa pada 20°C bergarispusat 3 mm.

Small mercury droplets will form into spheres when placed on a newly waxed smooth surface. Develop a relationship between the internal pressure and the force due to the surface tension. State the assumptions used. Estimate the excess pressure inside a mercury droplet at 20°C having a diameter of 3 mm.

(30 markah)

- [c] Terbitkan persamaan untuk kenaikan tinggi, h turus cecair didalam sebatang tiub yang sebahagian darinya terendam. Sebatang tiub gelas bersih bergarispusat 4 mm. mencecah takungan raksa bersuhu 20°C . Dapatkan perubahan ketinggian di dalam tiub apabila sudut sentuh adalah 120° .

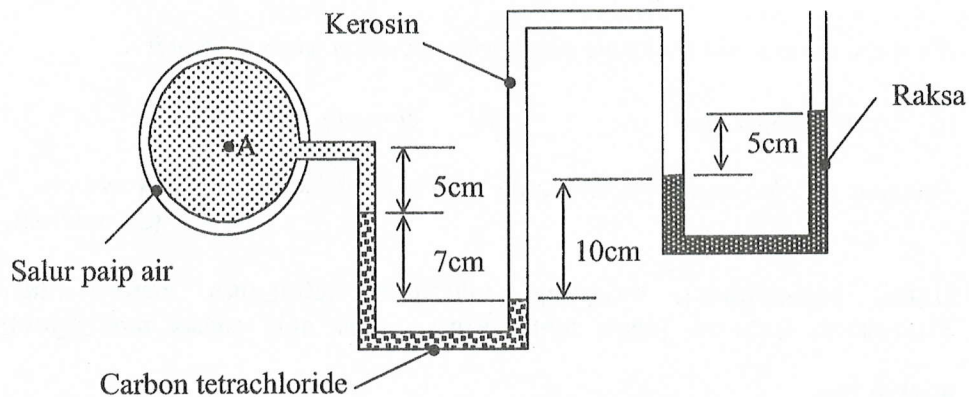
Derive an expression for the capillary rise, h of a liquid in a tube partially inserted in the liquid. A 4 mm-diameter clean glass tube is inserted in mercury at 20°C . Determine the change in height in the tube when the angle of contact is 120°

(40 markah)

- S2. [a] Dapatkan tekanan di A didalam salur paip air seperti di Rajah S2[a]. Ambil nilai cecair pada 20°C.

Find the pressure at A in the water pipe shown in Fig Q2[a]. Take the fluid properties at 20°C.

(50 markah)

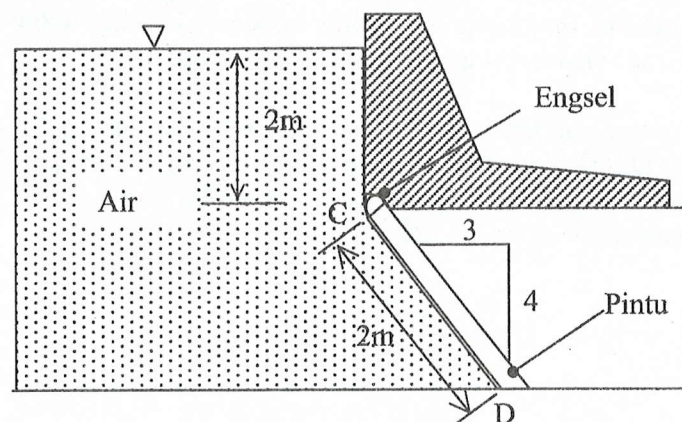


Rajah S2[a]
Figure Q2[a]

- [b] Pintu segi empat bujur CD di Rajah S2[b] berukuran 1.8 m lebar dan 2.0 m panjang. Anggarkan bahan pintu tersebut berisipadu berat dan abaikan geseran pada engsel C, kira berat pintu yang diperlukan supaya ia tertutup sehingga ketinggian air meningkat ke paras 2.0 m diatas engsel.

The rectangular gate CD of Figure S2[b] is 1.8 m wide and 2.0 m long. Assuming the material of the gate is homogeneous and neglecting friction at the hinge C, determine the weight of the gate necessary to keep it shut until the water level rises to 2.0 m above the hinge.

(50 markah)



Rajah S2[b]
Figure Q2[b]

S3. [a] Apakah ukuran untuk kedudukan keseimbangan tetap apabila satu badan itu

- (i) terendam dan (ii) terapung.

Gunakan lakaran-lakaran yang kemas dan jelaskan istilah-istilah yang digunakan untuk menerangkan keadaan tersebut diatas.

What are the criteria for stable equilibrium position when a body is

- (i) *submerged and* (ii) *floating.*

Use neat sketches and define the terms used to describe the above conditions
(30 markah)

[b] Untuk badan-badan terapung, takrifkan ketinggian meterasentar. Tunjukkan bahawa jarak meterasentar dari atas pusat mengapung adalah $h_{mc} = \frac{I}{V}$

dimana I – adalah inersia momen kedua luas diparas permukaan air mengelilingi pusat garis tengah

V - isipadu cecair terpindah

For floating bodies, define the metacentric height. Show that the metacentric distance above the centre of buoyancy is $h_{mc} = \frac{I}{V}$

where I – is the second moment of inertia of the waterline area about the centre line axis

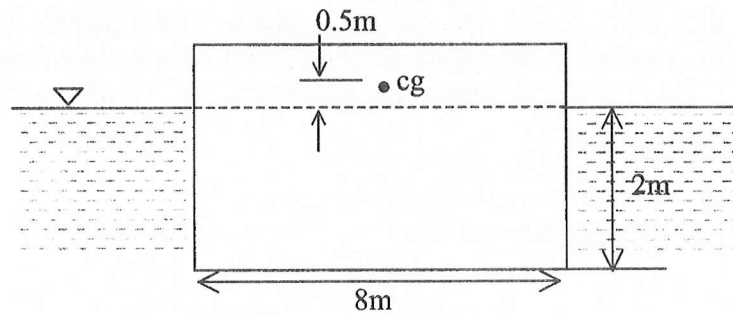
V – is the volume of fluid displaced

(40 markah)

[c] Sebuah tongkang berbentuk rata disebelah bawah, 8m lebar, 14 m panjang dan 2 m terendam seperti di Rajah S3[c] di bebankan supaya pusat graviti adalah 0.5m diatas paras permukaan air. Tentukan samaada tongkang itu dalam keadaan keseimbangan tetap dan apakah momen pembetul apabila sudut senget ialah 12° .

A barge with flat bottom, 8 m-width, 14 m-length and 2 m-draught as shown in Fig Q3[c] is loaded such that the centre of gravity is 0.5 m above the water surface. Determine if the barge is stable and what is the righting moment when angle of heel is 12° .

...5/-



Rajah S3[c]
Figure Q3[c]

(30 markah)

- S4. [a] Terangkan ujikaji Reynolds dan bezakan di antara aliran lamina, peralihan dan gelora merujuk kepada nombor Reynolds.

Describe Reynolds experiment and differentiate laminar, transition, and turbulent flow with respect to Reynolds number.

(20 markah)

- [b] Bermula dengan persamaan Bernoulli tentukan hubungan di antara tekanan statik, dinamik dan jumlah bagi aliran di dalam paip. Bagaimanakah kuantiti-kuantiti ini diukur?

From Bernoulli's equation determine the relationship between static, dynamic and total pressure in a pipe flow. How these quantities are measured?

(20 markah)

- [c] Darah (kelikatan dinamik $\mu = 2.15 \times 10^{-3} \text{ Ns/m}^2$, graviti tentu = 1.0) mengalir melalui arteri di dalam tengkuk zirafah dari jantung ke kepala pada kadar $0.07 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$. Andaikan panjang ialah 3.04 m dan diameter ialah 5.08 mm. Jika tekanan pada permulaan arteri (keluaran pada jantung) ialah 0.212 m Hg, tentukan tekanan pada penghujung arteri apabila kepala adalah

- (i) 2.4 m di atas jantung
(ii) 1.8 m di bawah jantung

...6/-

Blood (dynamic viscosity $\mu = 2.15 \times 10^{-3} \text{ Ns/m}^2$, specific gravity =1.0) flows through an artery in the neck of a giraffe from its heart to its head at a rate of $0.07 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$. Assume the length is 3.04 m and diameter is 5.08 mm. If the pressure at the beginning of the artery (outlet of the heart) is equivalent to 0.212 m of Hg, determine the pressure at the end of the artery when the head is

- (i) 2.4 m above the heart
- (ii) 1.8 m below the heart

(60 markah)

S5. [a] Bezakan yang berikut dengan contoh :

- (i) Aliran boleh mampat dan tak boleh mampat
- (ii) Bendalir Newtonian dan non-Newtonian

Differentiate the following with examples:

- (i) Compressible and incompressible flow
- (ii) Newtonian and non-Newtonian fluid

(20 markah)

[b] Apakah kehilangan geseran dan kehilangan minor di dalam paip? Apakah yang mempengaruhi faktor geseran bagi "paip licin". Berikan contoh paip berkenaan.

What are friction and minor losses in pipes? On what does friction factor depend for "smooth pipes". Give examples of such pipes.

(20 markah)

[c] Minyak mentah mengalir melalui bahagian aras paip Alaska pada kadar 250 meter padu sehari ($250 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{hari}$). Diameter dalaman paip ialah 1200 mm dan kekasaran ialah 0.15 mm. Tekanan maksima yang dibenarkan ialah 8.3 MPa dan tekanan minima yang diperlukan bagi membolehkan gas-gas terlarut dalam larutan dalam minyak mentah ialah 340 kPa. Minyak mentah berkenaan mempunyai graviti tentu 0.93 dan kelikatan dinamik di loji mengepam ialah 0.017 Ns/m^2 . Bagi keadaan yang diberi, tentukan panjang paip di antara stesen-stesen mengepam.

Crude oil flows through a level section of an Alaskan pipeline at a rate of 250 thousand cubic meters per day ($250 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{day}$). The pipe inside diameter is 1200 mm and its roughness is 0.15 mm. The maximum allowable pressure is 8.3 MPa and the minimum pressure required to keep the dissolved gases in solution in crude oil is 340 kPa. The crude oil has a specific gravity of 0.93 and its dynamic viscosity at pumping plant is 0.017 Ns/m^2 . For the condition given determine the length of the pipe between the pumping stations.

(60 markah)

- S6. [a] Takrifkan ungkapan-ungkapan berikut merujuk kepada kerajang udara :
- (i) nisbah bidang.
 - (ii) pekali angkat dan pekali seret.

Define the following terms as applied to an airfoil :

- (i) *aspect ratio*
- (ii) *lift and drag coefficient*

(20 markah)

- [b] Lakarkan aliran di atas kerajang udara pada sudut serang yang besar bagi aliran sangkut dan aliran pemisahan. Tunjukkan juga agihan tekanan pada permukaan atas dan bawah kerajang udara bagi kedua-dua aliran berkenaan.

Sketch the flow over an airfoil at a large angle of attack for both attached and separated flow. Also indicate the expected pressure distribution on the top and bottom surface of the airfoil for both flows.

(20 markah)

- [c] Sebuah cerobong selinder dengan diameter 1 meter dan 25 m panjang didedahkan kepada angin yang bertiup pada kelajuan seragam 50 km/jam dan tekanan 101 kPa dan suhu 15°C. Kesan hujung dan badai boleh diabaikan. Anggarkan momen lentur pada dasar cerobong.

A cylindrical chimney 1 meter in diameter and 25 m long is exposed to a uniform 50 km / h wind at a pressure of 101 k Pa and temperature of 15°C. End effects and gusts may be neglected. Estimate the bending moment at the base of the chimney.

(60 markah)

- S7. [a] Terangkan secara ringkas kepentingan keserupaan kinematik dan dinamik yang perlu dititikberatkan ketika merekabentuk sebuah prototaip daripada sebuah model.

Explain briefly the significance of kinematic and dynamic similarity to be observed while designing a prototype from a model.

(20 markah)

- [b] Takrifkan kuantiti-kuantiti tak berdimensi yang berikut dan terangkan kepentingan masing-masing :

- (i) nombor Froude.
- (ii) nombor Mach.

Define the following dimensionless quantities and explain their significance.

- (i) Froude no.
 (ii) Mach no.

(20 markah)

[b] Data-data berikut diperolehi ketika ujian terowong angin dijalankan bagi model sebuah bas dengan skala 1 : 16.

Halaju udara (m/s)	18.0	21.8	26.0	30.1	35.0	38.5	40.0	44.1	46.7
Daya seret (N)	3.1	4.4	6.1	7.97	10.7	12.9	14.7	16.9	18.9

Dengan menggunakan sifat-sifat udara piawai ($p = 101 \text{ kPa}$, $t = 15^\circ\text{C}$), kirakan dan plot pekali seret aerodinamik tak berdimensi melawan nombor Reynolds berdasarkan kelebaran model tersebut. Tentukan daripada graf nilai pekali seret yang tidak bergantung kepada nombor Reynolds.

Lebar prototaip ialah 2.44 meter dan tinggi 3.2 meter.

The following wind tunnel test data from a 1: 16 scale model of a bus are available:

Air speed (m/s)	18.0	21.8	26.0	30.1	35.0	38.5	40.0	44.1	46.7
Drag force (N)	3.1	4.4	6.1	7.97	10.7	12.9	14.7	16.9	18.9

Using properties of standard air ($p = 101 \text{ kPa}$, $t = 15^\circ\text{C}$), calculate and plot the dimensionless aerodynamic drag coefficient versus Reynolds number based upon the width of the model. Determine from the graph the value of drag coefficient at which it becomes independent of Reynolds no.

Prototype dimensions are width 2.44 m and height 3.2 m.

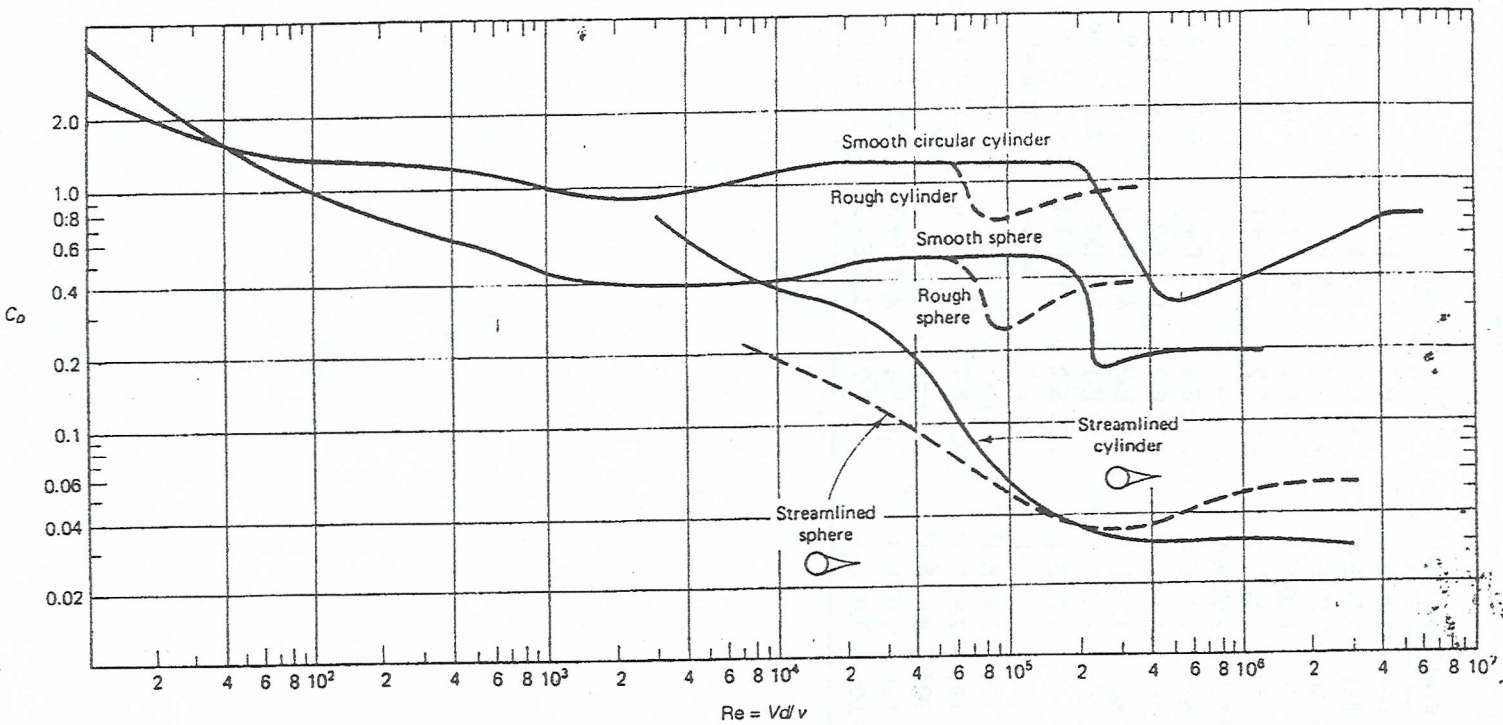
(60 markah)

Properties of common liquids at 1 atm and 20°C

Liquid	ρ , kg/m ³	μ , kg/(m · s)	σ , N/m*	p_v , N/m ²	Bulk modulus, N/m ²	Viscosity parameter C
Ammonia	608	2.20 E-4	2.13 E-2	9.10 E+5	—	1.05
Benzene	881	6.51 E-4	2.88 E-2	1.01 E+4	1.4 E+9	4.34
Carbon tetrachloride	1,590	9.67 E-4	2.70 E-2	1.20 E+4	9.65 E+8	4.45
Ethanol	789	1.20 E-3	2.28 E-2	5.7 E+3	9.0 E+8	5.72
Ethylene glycol	1,117	2.14 E-2	4.84 E-2	1.2 E+1	—	11.7
Freon 12	1,327	2.62 E-4	—	—	—	1.76
Gasoline	680	2.92 E-4	2.16 E-2	5.51 E+4	9.58 E+8	3.68
Glycerin	1,260	1.49	6.33 E-2	1.4 E-2	4.34 E+9	28.0
Kerosine	804	1.92 E-3	2.8 E-2	3.11 E+3	1.6 E+9	5.56
Mercury	13,550	1.56 E-3	4.84 E-1	1.1 E-3	2.55 E+10	1.07
Methanol	791	5.98 E-4	2.25 E-2	1.34 E+4	8.3 E+8	4.63
SAE 10W oil	870	1.04 E-1 [‡]	3.6 E-2	—	1.31 E+9	15.7
SAE 10W30 oil	876	1.7 E-1 [‡]	—	—	—	14.0
SAE 30W oil	891	2.9 E-1 [‡]	3.5 E-2	—	1.38 E+9	18.3
SAE 50W oil	902	8.6 E-1 [‡]	—	—	—	20.2
Water	998	1.00 E-3	7.28 E-2	2.34 E+3	2.19 E+9	Table A.1
Seawater (30‰)	1,025	1.07 E-3	7.28 E-2	2.34 E+3	2.33 E+9	7.28

* In contact with air.

Drag coefficient for flow around a cylinder and a sphere



Drag coefficients for flow around a cylinder and a sphere. (See E. Achenbach, *J. Fluid Mech.*, Vol. 46, 1971, and Vol. 54, 1972.)