

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 1996/97

April 1997

EKC 112 - Aliran Bendalir Kejuruteraan Kimia

Masa: [3 jam]

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan kertas soalan ini mengandungi **LIMA** (5) mukasurat dan **ENAM** (6) lampiran bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Kertas soalan ini mengandungi **ENAM** (6) soalan.

Jawab **SEMUA** soalan dari Bahagian A dan **DUA** (2) soalan dari Bahagian B.

Semua soalan **MESTI** dijawab dalam Bahasa Malaysia

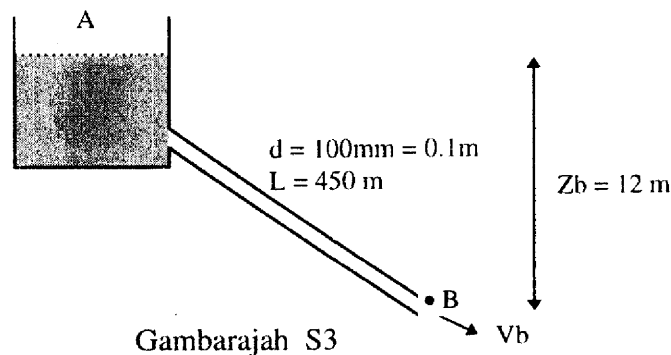
BAHAGIAN A: Jawab kedua-dua soalan:

1. [a] Huraikan satu ujikaji secara ringkas bagi menentukan jenis-jenis pengaliran bagi sesuatu bendalir yang mengalir di dalam suatu paip. (10 markah)
- [b] Dari keputusan suatu ujikaji didapati bahawa kejatuhan tekanan (ΔP) bagi suatu bendalir yang mengalir diantara 2 hujung paip adalah fungsi kepada angkubah-angkubah berikut:-
- [i] Garispusat paip, d
 - [ii] Panjang paip, l
 - [iii] Halaju bendalir, u
 - [iv] Ketumpatan bendalir, ρ
 - [v] Kelikatan bendalir, μ
- Tunjukkan dengan menggunakan analisis dimensi, apakah hubungkait diantara angkubah-angkubah tersebut. (15 markah)
2. [a] Suatu bendalir dipam pada kadar $10 \text{ m}^3/\text{h}$ dari sebuah takungan besar yang terletak di atas lantai, ke bahagian atas suatu tangki yang terbuka. Titik luahan (discharge point) ialah 6 m di atas lantai dan kehilangan geseran (frictional losses) di dalam paip 50 mm dari takungan hingga ke tangki ialah 3 J/kg. Pada paras berapakah (ketinggian aras air) air di dalam takungan mesti dipenuhi jika pam yang digunakan hanya boleh bekerja pada kadar 0.1 kW sahaja. (12 markah)
- [b] Air pada 20°C di pam dari sebuah takungan ke atas puncak sebuah bukit melalui paip 150mm shedule 80 pada kelajuan 3.66 m/s. Paip meluahkan air tersebut ke atmosfera pada aras 610m di atas aras air di dalam takungan. Panjang keseluruhan paip ialah 1220m. Sekiranya kecekapan keseluruhan pam dan motor ialah 60% dan kos tenaga yang digunakan oleh motor ialah 20 sen per kilowatt-jam (kilowatt-hour), kirakan kos tenaga yang digunakan per jam (hourly) untuk mengepam air tersebut.

Pada 20°C , $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$
 $\mu = 1.129 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$
 $k = 0.046 \text{ mm}$
 $A = 0.0168 \text{ m}^2$

(13 markah)

BAHAGIAN B: Jawab mana-mana DUA(2) soalan.



3. [a] Seperti yang ditunjukkan dalam gambarajah S3, air dari sebuah tangki besar diluahkan ke atmosfera melalui paip bergarispusat 100 mm dan panjangnya 450 m. Kemasukan (the entry) air dari tangki ke paip adalah tajam (sharp) dan ianya diluahkan pada 12m di bawah aras air di dalam tangki. Dengan mengambil $f = 0.01$ didalam formula Darcy, kirakan kadar luahan (discharge).

(15 markah)

- [b] Dua takungan disambungkan dengan 3 batang paip secara selari. Garispusat paip-paip tersebut ialah d , $2d$ dan $3d$ dan kesemuanya mempunyai kepanjangan yang sama iaitu L . Dengan membuat andaian bahawa f adalah sama bagi kesemua paip, apakah kadar luahan (discharge) bagi paip terbesar seandainya kadar luahan melalui paip terkecil ialah $0.03 \text{ m}^3/\text{s}$.

(10 markah)

4. 3 biji sfera yang pada mulanya tidak bergerak, jatuh ke dalam air. Pada awalnya ketiga-tiga sfera tersebut berada pada aras horizontal yang sama dan mereka mempunyai halaju terminal yang sama. Berapa jauhkah jarak diantara mereka secara vertikal apabila ketiga-tiga mereka telahpun mencapai halaju terminal masing-masing. Andaikan bahawa Hukum Stoke adalah sah dan boleh digunakan.

	Ketumpatan (kg/m ³)	Kelikatan (mNs/m ²)	Garispusat (μ m)
Sfera 1	1500	-	40
Sfera 2	2000	-	-
Sfera 3	3000	-	-
Air	1000	1	-

(25 markah)

5. [a] Terbitkan persamaan di bawah bagi bendalir yang mengalir melalui meter orifis dan kejatuhan tekanan di ukur dengan menggunakan sebuah manometer.

$$G = C_D A_o \rho \sqrt{2gh}$$

G = Kadar aliran jisim

C_D = Koeffisien luahan

A_o = Keratan rentas orifis

ρ = Ketumpatan bendalir

h = Kejatuhan ketinggian (fall in head) melepasi meter orifis.

(15 markah)

- [b] Air mengalir pada kadar 350 cm³/s melepasi meter orifis yang bergarispusat 20mm yang terletak di tengah-tengah paip yang bergarispusat 80mm. Apakah perbezaan ketinggian (aras) seandainya manometer raksa digunakan melepasi meter orifis tersebut.

Kelikatan air 1 x 10⁻³ Ns/m²

Graviti tentu bagi raksa 13.55

(10 markah)

6. Udara mengalir dari sebuah takungan melalui muncung isentropik (isentropic nozzle) melalui sebuah paip lurus yang panjang dan bergarispusat 0.5m. Tekanan dan suhu di dalam takungan ialah 20 atm dan 570°C dan nombor Mach pada kemasukan ke paip (entrance of the pipe) ialah 0.06.

Apabila paip telah mencapai kepanjangan maksima, $L = L_{\max}$, Kirakan:

- [a] Tekanan
- [b] Halaju kemasukan (entrance velocity)
- [c] Suhu
- [d] Ketumpatan
- [e] Halaju jisim (mass velocity)
- [f] Halaju linear (Linear velocity)
- [g] Panjang maksima paip tersebut.

Diberi:-

Ketumpatan udara pada 20 atm dan 570°C	$\rho = 12.75 \text{ kg/m}^3$
Purata kelikatan udara	$\mu = 0.0273 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$
	$k = 0.046 \text{ mm}$
	$\gamma = 1.4$
Berat molekul udara	$M = 29$

(25 markah)

$$\rho = \frac{PM}{RT}$$

$$\frac{Pa}{\rho} + \frac{gZa}{g_c} + \frac{\alpha a \bar{V}_a^2}{2g_c} + \eta W_p = \frac{pb}{\rho} + \frac{gZb}{g_c} + \frac{\alpha b V_b^2}{2g_c} + hf$$

$$\frac{U}{U_{\max}} = 1 - \left(\frac{r}{rw} \right)^2$$

$$\bar{V} = \frac{\Delta P_s g_c D^2}{32 \Delta L \mu}$$

$$f_F = \frac{16}{N_{Re}}$$

$$f_D = \frac{64}{Re}$$

$$r_H = \frac{S}{L_p}$$

$$hf = \left(4f_F \frac{L}{D} + K_c + K_e + k_f \right) \frac{\bar{V}^2}{2g_c}$$

$$K_e = \left(1 - \frac{S_a}{S_b} \right)^2$$

$$K_c = 0.4 \left(1 - \frac{S_b}{S_a} \right)$$

$$\frac{M}{2RT} [Pa^2 - Pb^2] - \frac{G^2}{g_c} \ln \frac{\rho_a}{\rho_b} = \frac{G^2 f \Delta L}{2g_c r_H}$$

$$C_D = \frac{24}{N_{Re.p}} \text{Stoke's Law}$$

$$N_{Re.p} = \frac{G_o D_p}{\mu}$$

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{150 \bar{V}_o \mu (1-\epsilon)^2}{g_c \phi_s^2 D_p^2 \epsilon^3} + \frac{1.75 \rho \bar{V}^2 (1-\epsilon)}{g_c \phi_s D_p \epsilon} \text{ Ergun eqn.}$$

$$U_t = \sqrt{\frac{2g(\rho_p - \rho)m}{A_p \rho_p C_D \rho}} \left. \vphantom{U_t} \right\} \text{at low } N_{Re}$$

$$C_D = \frac{24}{N_{Re.p}}$$

$$h_{fs} = \frac{2 \tau_w}{\rho r_w} \Delta L = \frac{\Delta p_s}{\rho} = 4f \frac{\Delta L}{D} \frac{\bar{V}^2}{2g_c}$$

$$f = \frac{\Delta p_s g_c D}{2 \Delta L \rho \bar{V}^2}$$

$$A_p = \frac{1}{4} \pi D_p^2$$

$$m = \frac{1}{6} \pi D_p^3 \rho_p \text{ for sphere}$$

$$U_t = \frac{g D_p^2 (\rho_p - \rho)}{18 \mu} \text{ Stoke Law for sphere}$$

$$\left. \begin{aligned} U_t &= 1.75 \sqrt{\frac{g D_p (\rho_p - \rho)}{\rho}} \\ C_D &= 0.44 \end{aligned} \right\} \text{for } 1000 < N_{Re,p} < 200,000$$

$$N_{Re} = \frac{D_p U_t \rho}{\mu}$$

$$K = D_p \left[\frac{g \rho (\rho_p - \rho)}{\mu^2} \right]^{1/3}$$

$$a = \sqrt{\frac{g_c \gamma P}{\rho}} = \sqrt{\frac{g_c \gamma T R}{M}}$$

$$N_{Ma}^2 = \frac{\rho u^2}{g_c \gamma P} = \frac{u^2}{g_c \gamma T R / M}$$

$$\frac{\bar{f} L_{\max}}{r_H} = \frac{1}{\gamma} \left(\frac{1}{N_{ma,a}^2} - 1 - \frac{\gamma + 1}{2} \ln \frac{2 \{ 1 + [(\gamma - 1) / 2] N_{Ma,a}^2 \}}{N_{Ma,a}^2 (\gamma + 1)} \right)$$

$$y = \frac{bt}{a} + \frac{v}{a} - \frac{b}{a^2} + \left(\frac{b}{a^2} - \frac{v}{a} \right) e^{-at}$$

Common Engineering Conversion Factors

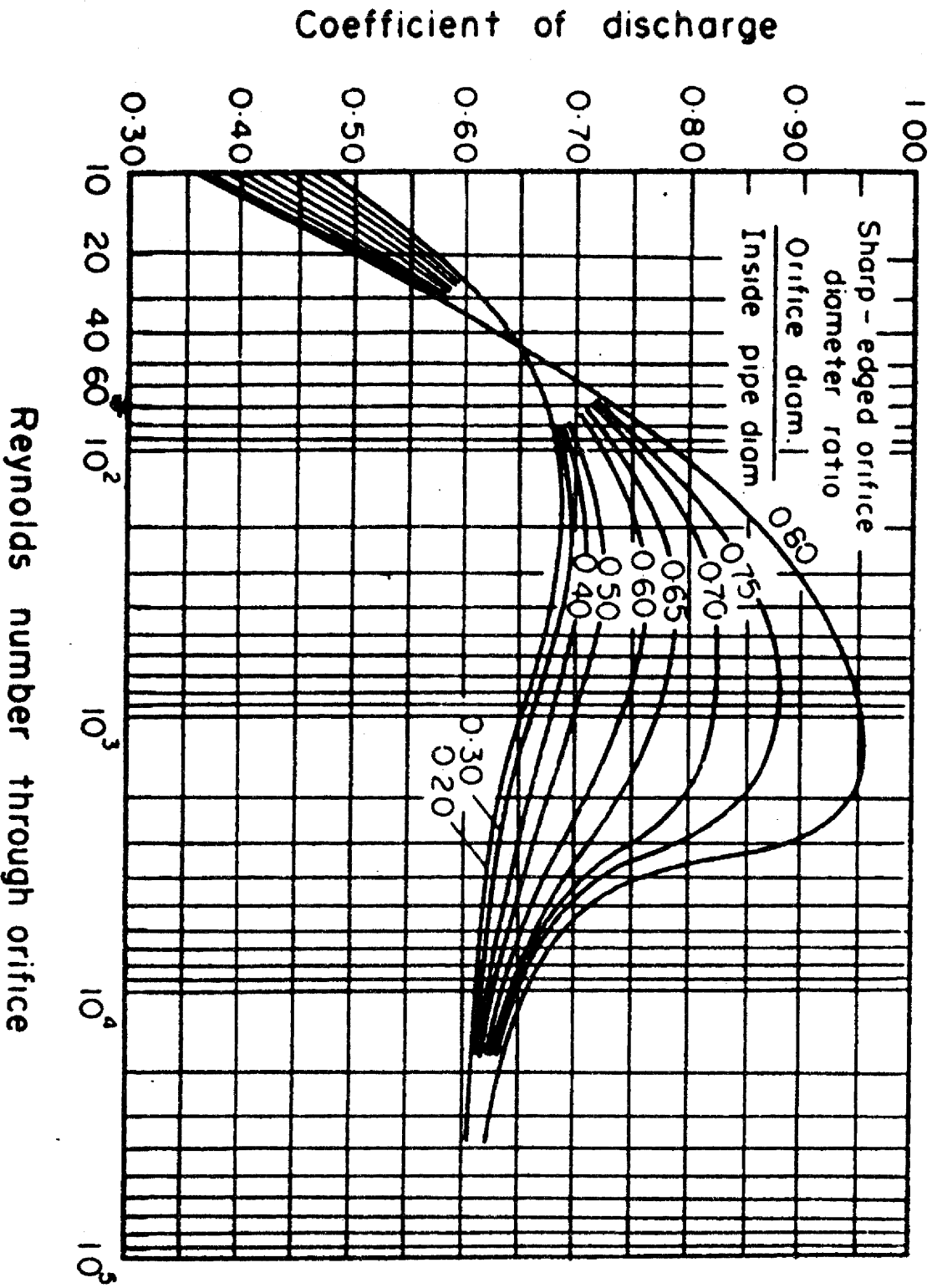
Length	Volume
1 ft = 12 in = 0.3048 m, 1 yard = 3 ft 1 mi = 5280 ft = 1609.344 m 1 nautical mile (nmi) = 6076 ft	1 ft ³ = 0.028317 m ³ = 7.481 gal, 1 bbl = 42 U.S. gal 1 U.S. gal = 231 in ³ = 3.7853 L = 4 qt = 0.833 Imp. gal 1 L = 0.001 m ³ = 0.035315 ft ³ = 0.2642 U.S. gal.
Mass	Density
1 slug = 32.174 lb _m = 14.594 kg 1 lb _m = 0.4536 kg = 7000 grains	1 slug/ft ³ = 515.38 kg/m ³ , 1 g/cm ³ = 1000 kg/m ³ 1 lb _m /ft ³ = 16.0185 kg/m ³ , 1 lb _m /in ³ = 27.68 g/cm ³
Acceleration & Area	Velocity
1 ft/s ² = 0.3048 m/s ² 1 ft ² = 0.092903 m ²	1 ft/s = 0.3048 m/s, 1 knot = 1 nmi/h = 1.6878 ft/s 1 mi/h = 1.4666666 ft/s (fps) = 0.44704 m/s
Mass Flow & Mass Flux	Volume Flow
1 slug/s = 14.594 kg/s, 1 lb _m /s = 0.4536 kg/s 1 kg/m ² -s = 0.2046 lb _m /ft ² -s = 0.00636 slug/ft ² -s	1 gal/min = 0.002228 ft ³ /s = 0.06309 L/s 1 million gal/day = 1.5472 ft ³ /s = 0.04381 m ³ /s
Pressure	Force and Surface Tension
1 lb _f /ft ² = 47.88 Pa, 1 torr = 1 mm Hg 1 psi = 144 psf, 1 bar = 10 ⁵ Pa 1 atm = 2116.2 psf = 14.696 psi = 101,325 Pa = 29.9 in. Hg = 33.9 ft H ₂ O	1 lb _f = 4.448222 N = 16 oz, 1 dyne = 1 g-cm/s ² = 10 ⁻⁵ N 1 kg _f = 2.2046 lb _f = 9.80665 N 1 U.S. (short) ton = 2000 lb _f , 1 N = 0.2248 lb _f 1 N/m = 0.0685 lb _f /ft
Power	Energy and Specific Energy
1 hp = 550 (ft-lb _f)/s = 745.7 W 1 (ft-lb _f)/s = 1.3558 W 1 Watt = 3.4123 Btu/h = 0.00134 hp	1 ft-lb _f = 1.35582 J, 1 hp-h = 2544.5 Btu 1 Btu = 252 cal = 1055.056 J = 778.17 ft-lb _f 1 cal = 4.1855 J, 1 ft-lb _f /lb _m = 2.9890 J/kg
Specific Weight	Heat Flux
1 lb _f /ft ³ = 157.09 N/m ³	1 W/m ² = 0.3171 Btu/(h-ft ²)
Viscosity	Kinematic Viscosity
1 slug/(ft-s) = 47.88 kg/(m-s) = 478.8 poise (p) 1 p = 1 g/(cm-s) = 0.1 kg/(m-s) = 0.002088 slug/(ft-s)	1 ft ² /h = 2.506 · 10 ⁻⁵ m ² /s, 1 ft ² /s = 0.092903 m ² /s 1 stoke (st) = 1 cm ² /s = 0.0001 m ² /s = 0.001076 ft ² /s
Temperature Scale Readings	
°F = (9/5)°C + 32 °C = (5/9)(°F - 32) °R = °F + 459.69 °K = °C + 273.16	
Specific Heat or Gas Constant*	Thermal Conductivity*
1 (ft-lb _f)/(slug-°R) = 0.16723 (N-m)/(kg-K) 1 Btu/(lb-°R) = 4186.8 J/(kg-K)	1 cal/(s-cm-°C) = 242 Btu/(h-ft-°R) 1 Btu/(h-ft-°R) = 1.7307 W/(m-K)
* Note that the intervals in absolute (Kelvin) and °C are equal. Also, 1 °R = 1 °F. Latent heat: 1 J/kg = 4.2995 × 10 ⁻⁴ Btu/lb _m = 10.76 lb _f -ft/slug = 0.3345 lb _f -ft/lb _m , 1 Btu/lb _m = 2325.9 J/kg. Heat transfer coefficient: 1 Btu/(h-ft ² -°F) = 5.6782 W/(m ² -°C). Heat generation rate: 1 W/m ³ = 0.09665 Btu/(h-ft ³). Heat transfer per unit length: 1 W/m = 1.0403 Btu/(h-ft). Mass transfer coefficient: 1 m/s = 11.811 ft/h, 1 lbmol/(h-ft ²) = .0013562 kgmol/(s-m ²).	

$$g_c \equiv 32.174 \text{ lb-ft} / \text{s}^2 - \text{lb}_f$$

$$g_c \equiv 1 \frac{\text{kgm}}{\text{Ns}^2}$$

$$1 \text{ hp} \equiv 550 \text{ ft-lb}_f / \text{s}$$

$$1 \text{ Btu} / \text{lb-}^\circ\text{F} \equiv 1 \text{ cal}_{IT} / \text{g-}^\circ\text{C}$$



Coefficient for orifice meter.

