

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2002/2003

Februari/Mac 2003

**EKC 354 E – Keselamatan Loji**

Masa : 3 jam

---

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi EMPAT BELAS mukasurat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi ENAM soalan. Jawab EMPAT soalan.  
Jawab mana-mana DUA soalan dari Bahagian A dan mana-mana DUA soalan dari Bahagian B.

Pelajar dibenarkan menjawab semua soalan dalam Bahasa Inggeris ATAU Bahasa Malaysia ATAU kombinasi kedua-duanya.

...2/-

**SECTION A :** Answer any TWO questions from this section.  
**BAHAGIAN A** Jawab mana-mana DUA soalan dari bahagian ini.

1. [a] Define the following:
- [i] OSHA incidence rate
  - [ii] Fatal accident rate (FAR)
  - [iii] Fatality rate

[9 marks]

- [b] Table Q.1.1 shows the toxicity data when different doses of a Chemical Substance 'R' were exposed to different groups of Albino Rats. Each rat in each group was examined after certain period of time.

Table Q.1.1: Toxicological data of Chemical Substance 'R'

Dose of R (mg/L)	Number of Albino Rats exposed	Number of Albino Rats affected
0	49	0
2.6	50	6
3.8	48	16
5.1	46	24
7.7	49	42
10.2	50	44

Table Q.1.2 : The Transformation From Percentages To Probits

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	—	2.67	2.95	3.12	3.25	3.36	3.45	3.52	3.59	3.66
10	3.72	3.77	3.82	3.87	3.92	3.96	4.01	4.05	4.08	4.12
20	4.16	4.19	4.23	4.26	4.29	4.33	4.36	4.39	4.42	4.45
30	4.48	4.50	4.53	4.56	4.59	4.61	4.64	4.67	4.69	4.72
40	4.75	4.77	4.80	4.82	4.85	4.87	4.90	4.92	4.95	4.97
50	5.00	5.03	5.05	5.08	5.10	5.13	5.15	5.18	5.20	5.23
60	5.25	5.28	5.31	5.33	5.36	5.39	5.41	5.44	5.47	5.50
70	5.52	5.55	5.58	5.61	5.64	5.67	5.71	5.74	5.77	5.81
80	5.84	5.88	5.92	5.95	5.99	6.04	6.08	6.13	6.18	6.23
90	6.28	6.34	6.41	6.48	6.55	6.64	6.75	6.88	7.05	7.33
%	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
99	7.33	7.37	7.41	7.46	7.51	7.58	7.65	7.75	7.88	8.09

\*D. J. Finney, *Probit Analysis*, 1971, p. 25. Reprinted by permission of Cambridge University Press.

- [i] From the data given plot the percentage Albino Rats affected versus log dose.
- [ii] Convert the data to a probit variable and plot probit versus log of dose and obtain probit parameters from the best fit straight line graph.

[16 marks]

...3/-

1. [a] Takrifkan yang berikut:

- [i] Kadar kejadian OSHA
- [ii] Kadar kemalangan maut (FAR)
- [iii] kadar kemautan

[9 markah]

[b] Jadual S.1.1 menunjukkan data keracunan bahan kimia yang didedahkan kepada kumpulan Tikus Albino pada dos-dos yang berbez. Setiap tikus dalam setiap kumpulan diperiksa setelah suatu masa yang tertentu.

Jadual S. 1.1: Data Keracunan bahan kimia 'R'

Dos untuk R (mg/L)	Bilangan Tikus Albino yang terdedah	Bilangan Tikus Albino yang dijangkiti
0	49	0
2.6	50	6
3.8	48	16
5.1	46	24
7.7	49	42
10.2	50	44

Jadual S. 1.2: Penukaran Daripada Peratusan Ke Probit

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	—	2.67	2.95	3.12	3.25	3.36	3.45	3.52	3.59	3.66
10	3.72	3.77	3.82	3.87	3.92	3.96	4.01	4.05	4.08	4.12
20	4.16	4.19	4.23	4.26	4.29	4.33	4.36	4.39	4.42	4.45
30	4.48	4.50	4.53	4.56	4.59	4.61	4.64	4.67	4.69	4.72
40	4.75	4.77	4.80	4.82	4.85	4.87	4.90	4.92	4.95	4.97
50	5.00	5.03	5.05	5.08	5.10	5.13	5.15	5.18	5.20	5.23
60	5.25	5.28	5.31	5.33	5.36	5.39	5.41	5.44	5.47	5.50
70	5.52	5.55	5.58	5.61	5.64	5.67	5.71	5.74	5.77	5.81
80	5.84	5.88	5.92	5.95	5.99	6.04	6.08	6.13	6.18	6.23
90	6.28	6.34	6.41	6.48	6.55	6.64	6.75	6.88	7.05	7.33
%	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
99	7.33	7.37	7.41	7.46	7.51	7.58	7.65	7.75	7.88	8.09

\*D. J. Finney, *Probit Analysis*, 1971, p. 25. Reprinted by permission of Cambridge University Press.

- [i] Daripada data yang diberi, plotkan Peratusan tikus Albino yang dijangkiti melawan log dos.
- [ii] Tukarkan data ke pembolehubah probit dan plotkan probit melawan log dos. Dapatkan parameter probit daripada graf lurus yang paling sesuai.

[16 markah]

...4/-

2. [a] Discuss the following terms:

[i] TLV-TWA

[ii] TLV-STEL

[iii] TLV - C

[9 marks]

[b] A drum contains 159 liters of toluene. If the lid of the drum is left opened (lid diameter 91 cm), determine the time required to evaporate all of the toluene in the drum. The temperature of toluene is 29°C. Estimate the concentration of toluene (in ppm) near the drum if the local ventilation is 28,320 L/min.

[16 marks]

Data given: Saturation Vapor Pressure of toluene = 36.39 mmHg

Density of toluene = 0.866 gm/cc

$R_g = 82.057 \text{ cm}^3 \text{ atm/gm mole K}$

Mass transfer coefficient of water = 0.83 cm/s

2. [a] *Bincangkan sebutan-sebutan yang berikut:*

[i] TLV-TWA

[ii] TLV-STEL

[iii] TLV - C

[9 markah]

[b] *Satu gelendong mengandungi 159 liter toluena. Jika penutup gelendong itu dibiarkan terbuka (diameter penutup 91 sm), kirakan masa yang diperlukan untuk menyejatkan kesemua toluena di dalam gelendong itu. Suhu bagi toluena itu ialah 29°C. Kirakan kepekatan toluena (dalam ppm) berdekatan dengan gelendong itu jika pengalihan udara tempatan ialah 28,320 L/min.*

[16 markah]

Data yang diberi: Tekanan wap tepu untuk toluena = 36.39 mmHg

Ketumpatan untuk toluena = 0.866 gm/cc

$R_g = 82.057 \text{ sm}^3 \text{ atm/g mole K}$

Pekali pemindahan jisim untuk air = 0.83 sm/s

...5/-



3. [a] Describe the parameters which affect atmospheric dispersion of toxic materials. Derive a dispersion model for steady state, continuous point source release with wind and eddy diffusivity as function of direction.

[10 marks]

- [b] In the night shift of a paint factory it was noticed that a leak occurred in the storage tank containing solvent naphtha. The leak was 30 mm in diameter and 2 m above the bottom of the tank. When the leak started, the solvent level inside the tank was 5 m above the bottom of the tank. The tank diameter was 2.5 m.

- [i] Determine total amount of solvent naphtha leaked.  
 [ii] Initial mass discharge rate.  
 [iii] Total time to leak out the solvent.

[15 marks]

Data given:

Storage tank is at atmospheric pressure

Specific gravity of solvent naphtha = 0.88

Density of water = 1000 kg/m<sup>3</sup>

$g = 9.8 \text{ m/s}^2$

$g_c = 1 \text{ kg m/s}^2 \cdot \text{N}$

$C_o = 0.61$

Useful Relation:

$$Q_m = \rho C_o A \sqrt{2 \left( \frac{g_c P_g}{\rho} + gh_L^o \right)} - \frac{\rho g C_o^2 A^2}{A_t} t$$

$$t_e = \frac{1}{C_o g} \left( \frac{A_t}{A} \right) \left[ \sqrt{2 \left( \frac{g_c P_g}{\rho} + gh_L^o \right)} - \sqrt{\frac{2g_c P_g}{\rho}} \right]$$

...6/-

3. [a] Huraikan parameter-parameter yang mempengaruhi serakan atmosfera bagi bahan beracun. Terbitkan satu model serakan bagi keadaan mantap, sumber titik bebas angin berterusan dan kemeresapan pusar yang berfungsi kepada haluan.

[10 markah]

- [b] Satu kebocoran pada tangki simpanan yang mengandungi pelarut nafta telah dikesan di sebuah kilang cat pada shif. Kebocoran itu yang berdiameter 30 mm berlaku pada jarak 2 m dari dasar tangki itu. Apabila kebocoran mula berlaku, paras pelarut di dalam tangki itu ialah 5 m dari dasar tangki tersebut. Diameter tangki tersebut ialah 2.5 m.

[i] Tentukan kuantiti keseluruhan pelarut nafta yang terbocor.

[ii] Kadar awal aliran jisim.

[iii] Jumlah masa untuk kebocoran pelarut tersebut.

[15 markah]

Data diberi:

Tangki simpanan itu pada tekanan atmosfera

Graviti tentu untuk pelarut nafta = 0.88

Ketumpatan air = 1000 kg/m<sup>3</sup>

$g = 9.8 \text{ m/s}^2$

$g_c = 1 \text{ kg m/s}^2 \cdot \text{N}$

$C_o = 0.61$

Formula berkaitan:

$$Q_m = \rho C_o A \sqrt{2 \left( \frac{g_c p_g}{\rho} + gh_L^o \right)} - \frac{\rho g C_o^2 A^2}{A_t} t$$

$$t_e = \frac{1}{C_o g} \left( \frac{A_t}{A} \right) \left[ \sqrt{2 \left( \frac{g_c p_g}{\rho} + gh_L^o \right)} - \sqrt{\frac{2g_c p_g}{\rho}} \right]$$

...7/-

SECTION B Answer only TWO questions from this section.

BAHAGIAN B Jawab mana-mana DUA soalan dari bahagian ini.

4. [a] Hazard and Operability Studies (HAZOP) are the most widely used method in industries for hazard identification. Explain HAZOP procedures and state the guide words that are commonly used with their meanings.

[10 marks]

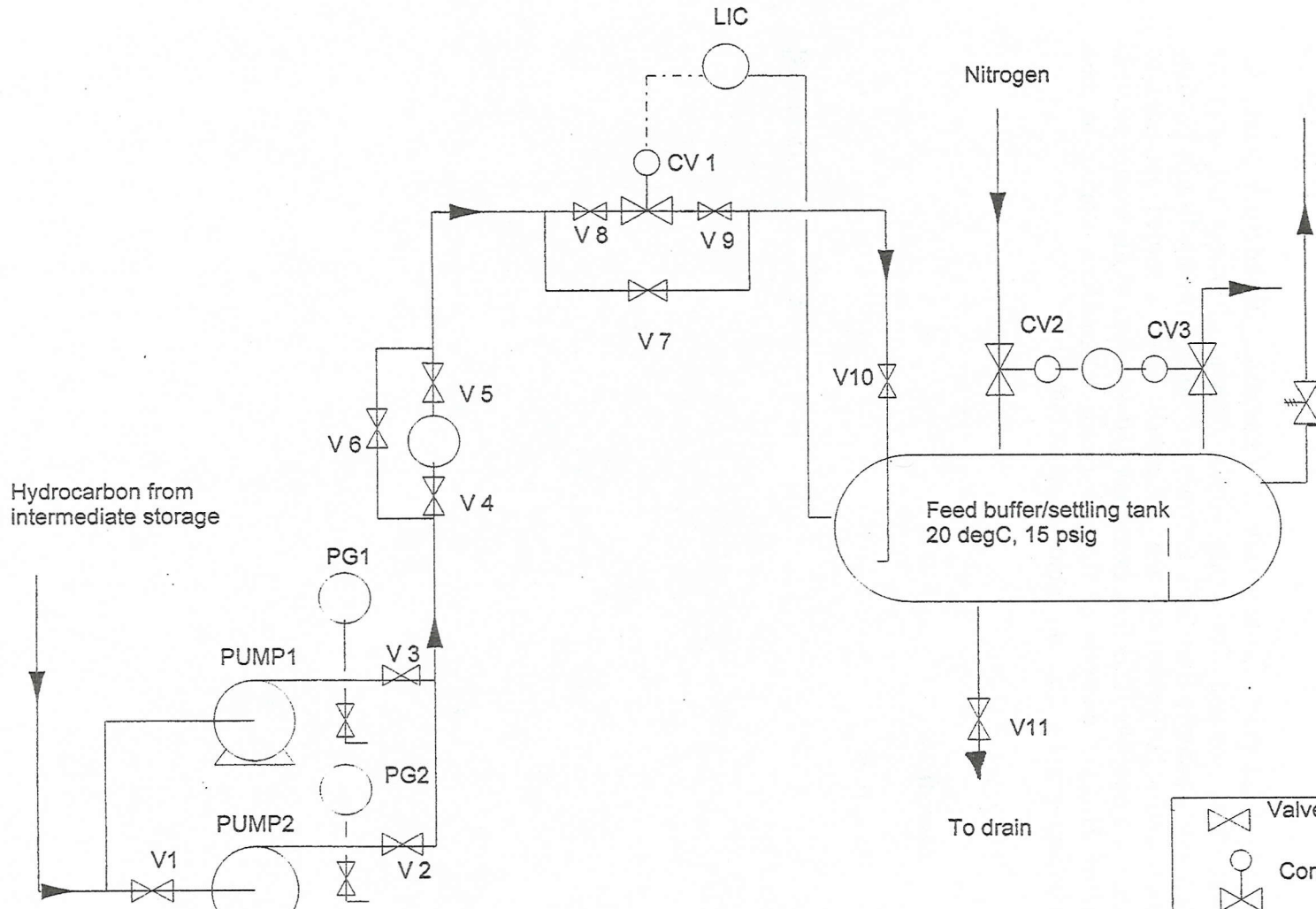
- [b] Figure Q. 4 [b] shows the feed section of the alkane dimerization plant. An alkene/alkane fraction containing small amount of suspended water is continuously pumped from bulk intermediate storage via a half-mile pipeline section into a buffer/settling tank. Residual water is settled out prior to passing via a feed/product heat exchanger and preheater to the reactor section. Perform HAZOP analysis of the line (from Intermediate storage to feed buffer/setting tank). Use only guidewords as follow:

- [i] No flow
- [ii] More flow
- [iii] Less flow

[15 marks]

...8/-

Figure Q. 4 [b]



	Valve (Manually operated)
	Control Valve (Automatic)
LIC	Level Indicator Controller
PG	Pressure Gauge meter

Drawn by : MZAB  
Company : USM

...9/-



4. [a] *Penyelidikan Bahaya dan Pengoperasian (HAZOP) merupakan salah satu cara yang digunakan secara meluas dalam industri untuk mengenalpasti bahaya. Jelaskan prosedur-prosedur HAZOP dan nyatakan kata panduan-kata panduan yang selalu digunakan bersama-sama dengan makna-maknanya sekali.*

[10 markah]

- [b] *Gambarajah S.4 [b] menunjukkan bahagian suapan kepada loji pendimeran alkana. Pecahan alkena/alkana mengandungi sedikit cecair terampai dipamkan daripada tangki pukal perantaraan melalui paip sepanjang setengah batu ke tangki penimpal. Sisa air dikeluarkan sebelum suapan dilakukan ke dalam penukar haba suapan/hasil atas dan pra-pemanas ke bahagian reaktor. Jalankan analisa HAZOP ke atas talian (dari tangki perantaraan ke tangki penimpal). Gunakan kata panduan-kata panduan berikut:*

[i] *Tiada aliran*

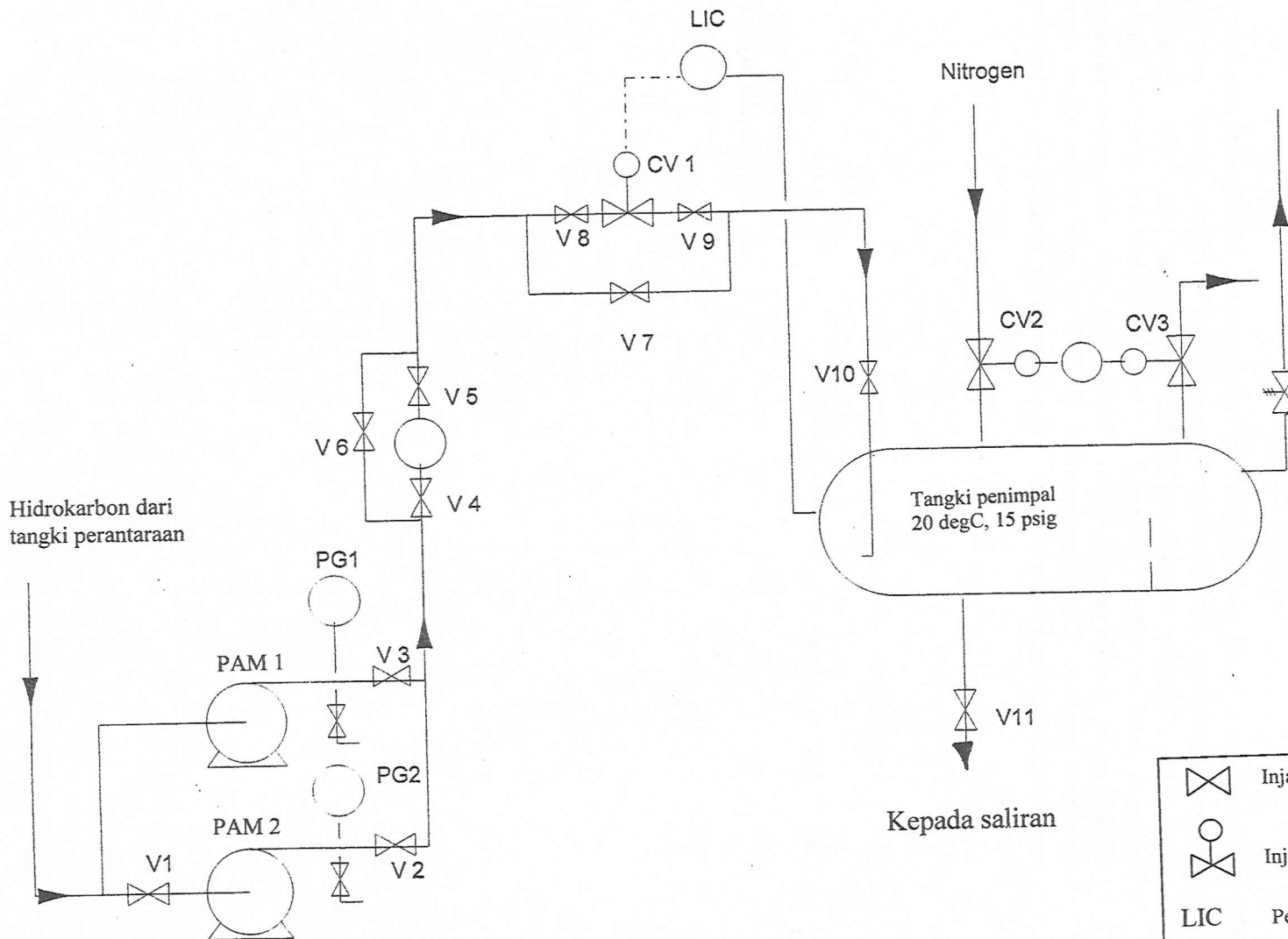
[ii] *Lebih aliran*

[iii] *Kurang aliran*

[15 markah]

...10/-

Gambarajah S. 4 [b]



	Injap (Operasi secara manual)
	Injap pengawal (Automatik)
LIC	Penunjuk pengawal aras
PG	Meter tekanan tolok
Dilukis oleh : MZAB	
Syarikat : USM	

5. [a] Briefly explain what is Fault Tree Analysis. State its advantages and disadvantages.

[5 marks]

- [b] Figure Q.5 [b] shows a reaction vessel. A runaway reaction can occur if the catalyst system and the temperature control system fail. The catalyst system fails if either the catalyst or accelerator metering pumps fail high causing excess flow rates. The temperature control system fails if either the temperature sensor/controller, the temperature control valve or the cooling circulation pump fails to danger. The coincident failure of these two systems causes a runaway reaction. If this event occurs after the relief valve has failed, reactor overpressure will occur. Develop a fault tree with the top event "REACTOR FAILURE FROM OVERPRESSURE"

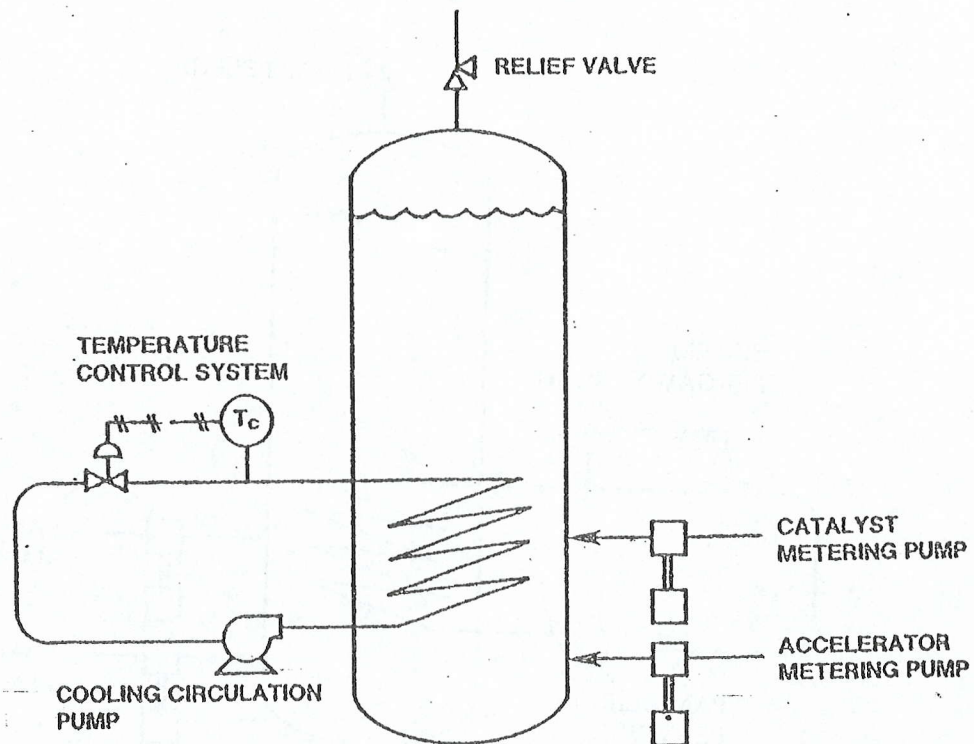


Figure Q.5 [ b]

[15 marks]

- [c] If the probabilities for the catalyst system fail and temperature control system fail in part [b] are 0.0148 and 0.06638, respectively. Calculate the probability for the top event to occur.

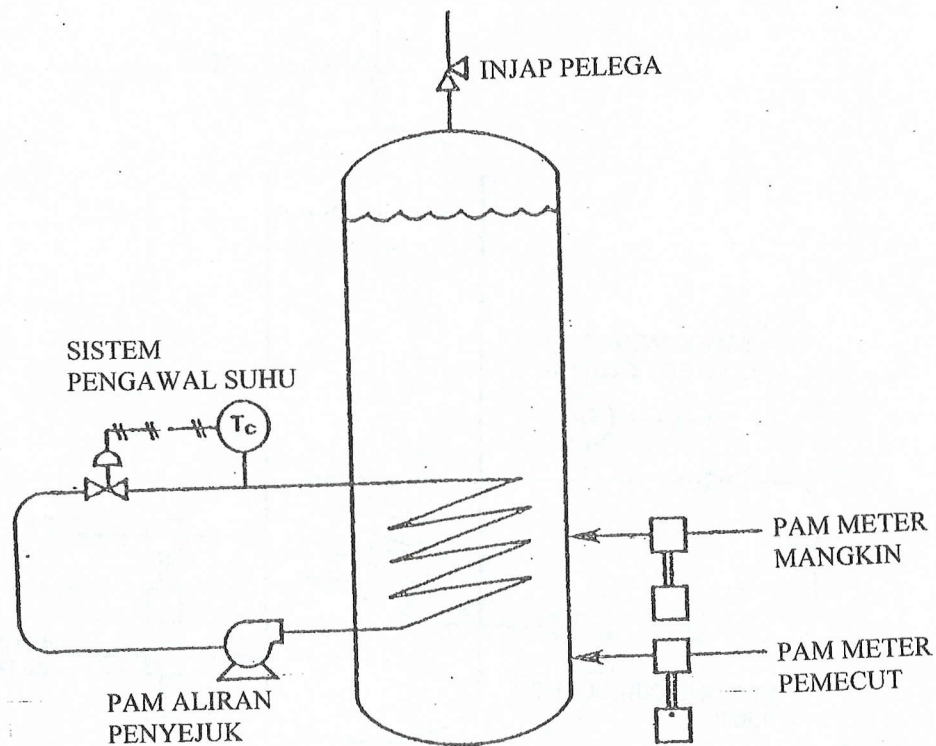
[5 marks]

...12/-

5. [a] *Jelaskan dengan ringkas apakah Analisis Pokok Kegagalan. Nyatakan kelebihan-kelebihan dan keburukan-keburukannya.*

[5 markah]

- [b] *Gambarajah S. 5 [b] menunjukkan sebuah vesel tindakbalas. Tindakbalas larian boleh terjadi sekiranya sistem pemangkin dan sistem pengawal suhu gagal. Sistem pemangkin gagal sekiranya pemangkin atau pam meter pemecut gagal tinggi menyebabkan kadar aliran berlebihan. Sistem pengawal suhu gagal sekiranya pengesan/pengawal suhu, injap pengawal suhu atau pam aliran penyejuk gagal ke bahaya. Kegagalan kesekanan kedua-dua sistem ini akan menyebabkan tindakbalas larian. Sekiranya peristiwa ini berlaku selepas injap pelega gagal, tekanan lebih reaktor akan berlaku. Bangunkan pokok kegagalan dengan peristiwa teratas “KEGAGALAN REAKTOR DISEBABKAN TEKINAN LEBIH”*



Gambarajah S.5 [ b]

[15 markah]

- [c] *Sekiranya kebarangkalian untuk sistem pemangkin gagal dan sistem pengawal suhu gagal dalam bahagian [b] adalah masing-masing 0.0148 dan 0.06638. Kirakan kebarangkalian untuk peristiwa teratas itu berlaku.*

[5 markah]



6. [a] Inerting is one of the methods that is widely used in process industries to prevent fire and explosion. What do you understand by the word Inerting and how this process is done?

[5 marks]

- [b] Propane gas ( $C_3H_8$ ) is stored in a vessel with a diameter of 3 m and a height of 4 m. The vessel must be inerted with pure nitrogen. The nitrogen is supplied at 6 bar gauge and 300K. Pressure purging will be used in this process.

Determine:

- [i] The minimum oxygen concentration

[5 marks]

- [ii] The number of purges required to reduce the oxygen concentration in part [i] if the final pressure is at atmospheric.

[8 marks]

- [iii] The amount of nitrogen used

[7 marks]

Data:

Lower flammability limit (LFL) = 2.1%

Upper flammability limit (UFL) = 9.5 %

Standard atmospheric pressure = 760 mmHg = 14.7 psia

Gas constant,  $R_g$  = 8.314 kPa.m<sup>3</sup>/kg.mol.k

6. [a] *Lengaiian adalah merupakan salah satu cara yang digunakan dalam industri proses untuk mengelakkan kebakaran dan letupan. Apakah yang anda faham tentang perkataan Lengaiian dan bagaimanakah proses ini dilakukan.*

[5 markah]

- [b] *Gas propana ( $C_3H_8$ ) disimpan dalam sebuah vesel berdiameter 3 m dan tinggi 4 m. Vesel itu perlu dilengaiikan dengan nitrogen tulen. Nitrogen disediakan pada 6 bar tolok dan 300 K. Pembersihan tekanan akan digunakan untuk proses ini.*

...14/-