
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2006/2007

Oktober – November 2006

EKC 472 – Kejuruteraan Kawalan Pencemaran Air

Masa : 3 jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi LAPAN muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Arahan: Jawab **EMPAT (4)** soalan. Jawab mana-mana **DUA (2)** soalan dari Bahagian A. Jawab mana-mana **DUA (2)** soalan dari Bahagian B.

Pelajar boleh menjawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia. Jika pelajar ingin menjawab dalam Bahasa Inggeris, pelajar hendaklah menjawab sekurang-kurangnya SATU soalan dalam Bahasa Malaysia.

Bahagian A : Jawab mana-mana DUA soalan.

Section A : Answer any TWO questions.

1. [a] Suatu air sisa diketahui mengandungi jujuk-jujuk berikut:

220 mg/L etilena glikol ($C_2H_6O_2$)

150 mg/L fenol (C_6H_6O)

180 mg/L etilena diamina ($C_2H_{10}N_2O$) (tidak boleh biorosot)

[i] Kirakan COD (tidak termasuk permintaan oksigen nitrogenus) dan karbon organik jumlah (TOC).

[ii] Dengan menganggap BOD muktamad ialah 92% daripada COD, kirakan BOD_5 jika k_{20} ialah 0.2/hari.

[iii] Selepas suatu proses rawatan biologi, nilai BOD_5 ialah 25 mg/L. Anggarkan nilai COD jika k_{20} ialah 0.1/hari.

(C =12, H = 1, O = 16, N = 14, S = 32)

[15 markah]

[b] Cadangkan unit-unit rawatan fizik dan kimia bagi merawat suatu air sisa industri dengan ciri-ciri berikut.

Parameter	Nilai*
BOD_5	200
COD	5200
SS	800
T-N	15
pH	4.2
Zn	560

*Semua dalam mg/L kecuali pH.

Bagi setiap proses rawatan yang anda cadangkan, berikan justifikasi.

[10 markah]

1. [a] *A wastewater is known to contain the following:*

220 mg/L of ethylene glycol ($C_2H_6O_2$)

150 mg/L of phenol (C_6H_6O)

180 mg/L of ethylene diamine ($C_2H_{10}N_2O$) (non-biodegradable)

[i] *Compute the COD (exclude nitrogenous oxygen demand) and total organic carbon (TOC).*

[ii] *By assuming the ultimate BOD is 92% of the COD, compute the BOD_5 if k_{20} is 0.2/day.*

[iii] *After a biological treatment process, the BOD_5 is 25 mg/L. Estimate the COD if the k_{20} is 0.1/day.*

(C =12, H = 1, O = 16, N = 14, S = 32)

[15 marks]

...3/-

[b] Propose suitable physical and chemical treatment units for treating an industrial wastewater with characteristics given below.

Parameter	Value*
BOD ₅	200
COD	5200
SS	800
T-N	15
pH	4.2
Zn	560

*All in mg/L except pH.

For every treatment process that you propose, give justification.

[10 marks]

2. [a] Bincangkan aspek-aspek penting yang perlu dipertimbangkan dan dianggarkan dalam merencanakan unit pengendalian dan pemberbukan bagi suatu loji rawatan air sisa.

[10 markah]

- [b] Sebuah industri elektronik mengeluarkan air sisanya pada kadar 250 m³/hari yang diketahui mengandungi 150 mg/L Cr⁶⁺, 200 mg/L Cr³⁺, 25 mg/L Ni²⁺ dan 48 mg/L Cd²⁺. Penyingkiran logam-logam ini perlu dilakukan dengan kaedah pemendapan kimia. Cr⁶⁺ perlu diturunkan terlebih dahulu kepada Cr³⁺, diikuti dengan pemendapan dengan kapur sebagai hidroksidanya. Ni²⁺ dan Cd²⁺ akan ditukarkan secara terus kepada hidrosida tak larut dengan kapur. Pada 25°C, air sisa tersebut juga mengandungi 4 mg/L oksigen terlarut. Keperluan kimia teori adalah seperti berikut.

1.85 ppm SO₂ dan 2.38 ppm kapur bagi setiap ppm Cr⁶⁺
 1.30 ppm kapur bagi setiap ppm Ni²⁺ dan Cd²⁺
 4 ppm SO₂ akan digunakan oleh 1 ppm oksigen terlarut.

Kirakan:

- [i] Keperluan harian bagi SO₂
- [ii] Keperluan harian bagi kapur
- [iii] Penghasilan harian bagi enapcemar kering

(Cr = 52.0, Ni = 58.7, Cd = 112.4, O = 16.0, H = 1.0)

[15 markah]

...4/-

57

2. [a] Discuss important aspects to be considered and estimated in the design of a chemical coagulation and flocculation unit of a wastewater treatment plant.

[10 marks]

- [b] An electronic industry discharges its wastewater at 250 m³/d and known to contain 150 mg/L Cr⁶⁺, 200 mg/L Cr³⁺, 25 mg/L Ni²⁺ and 48 mg/L Cd²⁺. The removal of these metals is to be achieved by chemical precipitation method. Cr⁶⁺ must be reduced to Cr³⁺, followed by precipitation with lime as its hydroxide. Ni²⁺ and Cd²⁺ will be directly converted to their insoluble hydroxides by lime. At 25°C, the wastewater also contains 4 mg/L of dissolved oxygen. The theoretical chemical requirements are as given below.

1.85 ppm of SO₂ and 2.38 ppm of lime for every ppm of Cr⁶⁺
 1.30 ppm of lime for every ppm of Ni²⁺ and Cd²⁺
 4 ppm of SO₂ will be consumed by 1 ppm of dissolved oxygen.

Calculate:

- [i] The daily usage of SO₂
 [ii] The daily usage of lime
 [iii] The daily dry sludge production

(Cr = 52.0, Ni = 58.7, Cd = 112.4, O = 16.0, H = 1.0)

[15 marks]

3. [a] Bincangkan dengan ringkas topik-topik di bawah.

- [i] Keadaan-keadaan yang sesuai untuk mewajarkan penggunaan proses penjerapan karbon teraktif bagi merawat air sisa.
 [ii] Perbezaan-perbezaan dalam penggunaan karbon teraktif bergranul (GAC) dan karbon teraktif serbuk (PAC) dalam merawat air sisa.

- [b] Suatu air sisa perlu dirawat menggunakan karbon teraktif untuk menyingkirkan COD baki. Data berikut telah diperolehi melalui kajian penjerapan di makmal dalam mana 1 g karbon teraktif dicampurkan ke dalam bikar yang mengandungi 1 L air sisa pada nilai-nilai COD yang dipilih.

COD awal (mg/L)	COD keseimbangan (mg/L)
140	5
250	12
300	17
340	23
370	29
400	36
450	50

Dengan mengandaikan yang sesuhu Langmuir boleh digunakan untuk proses penjerapan ini, tentukan jumlah karbon teraktif yang diperlukan untuk merawat aliran air sisa pada kadar 5000 m³/hari dengan nilai COD awal pada 120 mg/L kepada nilai COD akhir pada 20 mg/L.

[15 markah]

...5/-

3. [a] Discuss in brief the topics given below.
- [i] Suitable conditions to justify the application of activated carbon adsorption process for wastewater treatment.
- [ii] Differences in the application of granular activated carbon (GAC) and powdered activated carbon (PAC) for wastewater treatment.
- [b] A wastewater is to be treated with activated carbon to remove residual COD. The following data were obtained from a lab adsorption study in which 1 g of activated carbon was added to a beaker containing 1 L of wastewater at selected COD values.

Initial COD (mg/L)	Equilibrium COD (mg/L)
140	5
250	12
300	17
340	23
370	29
400	36
450	50

By assuming the Langmuir isotherm is applicable for this adsorption process, determine the amount of activated carbon that would be required to treat a flow of 5000 m³/d of wastewater with an initial COD of 120 mg/L to a final COD of 20 mg/L.

[15 marks]

Bahagian B : Jawab mana-mana DUA soalan.

Section B : Answer any TWO questions.

4. [a] Suatu sistem campuran lengkap enapcemar teraktif menerima air sisa dengan kriteria-kriteria rekabentuk seperti berikut:

Kadar alir	=	6000 m ³ /hari
COD Biosot	=	300 mg/L
nb VSS Influen	=	100 mg/L
COD efluen	=	diabaikan

Diberi pekali biokinetik:

$$Y = 0.40 \text{g VSS/g COD}$$

$$k_d = 0.10 \text{g VSS/(g VSS)(hari)}$$

$$f_d = 0.10 \text{g VSS/g VSS}$$

Sekiranya kapasiti pemindahan oksigen bagi sistem pengudaraan tersebut ialah 52 kg O₂/jam, apakah nilai SRT maksimum yang boleh digunakan supaya keperluan oksigen yang diperlukan dapat dipenuhi oleh kapasiti pemindahan oksigen sedia ada?

[9 markah]

Persamaan yang berguna:

$$P_{x,bio} = [QY(S_0 - S)/\{1+(k_d)SRT\}] + [(f_d)(k_d)YQ(S_0 - S)SRT/\{1+(k_d)SRT\}]$$

...6/-

- [b] Bincangkan tiga kaedah kawalan penting yang diikuti untuk suatu operasi proses enapcemar teraktif yang cekap.

[6 markah]

- [c] Terbitkan persamaan bagi kadar alir enapcemar kembali dan nisbah kitar semula menggunakan analisis imbalan jisim untuk:

- [i] Tangki penganapan
- [ii] Tangki pengudaraan

[6 markah]

- [d] Tuliskan ungkapan untuk kadar alir sisa enapcemar bagi kes-kes berikut apabila sisa didapati daripada:

- [i] Talian enapcemar kembali
- [ii] Tangki pengudaraan

[4 markah]

4. [a] *A complete-mix activated-sludge system receives wastewater with following design criteria:*

<i>Flow</i>	=	$6000 \text{ m}^3/\text{d}$
<i>Biodegradable COD</i>	=	300 mg/L
<i>Influent nbVSS</i>	=	100 mg/L
<i>Effluent COD</i>	=	<i>negligible</i>

Given the following biokinetic coefficients:

$$Y = 0.40 \text{ g VSS/g COD}$$

$$k_d = 0.10 \text{ g VSS/(g VSS)(d)}$$

$$f_d = 0.10 \text{ g VSS/g VSS}$$

If the system aeration oxygen transfer capacity is $52 \text{ kg O}_2/\text{h}$, what is the maximum SRT can be used so that the oxygen requirements can be met by the existing oxygen transfer capacity?

[9 marks]

Useful relation:

$$P_{x,bio} = [QY(S_0 - S)/\{1 + (k_d)SRT\}] + [(f_d)(k_d)YQ(S_0 - S)SRT/\{1 + (k_d)SRT\}]$$

- [b] *Discuss three important control measures which are followed for efficient operation of an activated-sludge process.*

[6 marks]

...7/-

[c] Derive expressions of return sludge flow rate and recycle ratio using mass balance analysis for the:

[i] Settling tank

[ii] Aeration tank

[6 marks]

[d] Write expressions of waste sludge flow rate for each of the following cases when wasting is done from:

[i] Return sludge line

[ii] Aeration tank

[4 marks]

5. [a] Bangunkan persamaan umum untuk penyingkiran BOD yang berhubung dengan kadar penggunaan hidrolis bagi turas percucuran menggunakan padatan plastik.

[10 markah]

[b] Tentukan diameter dan isipadu padatan untuk dua unit turas percucuran batu berkedalaman 2 m yang beroperasi secara sesiri, untuk rawatan air sisa domestik. Ciri-ciri dan keperluan-keperluan seperti berikut bagi menggunakan model NRC.

Kadar alir	= 5000 m ³ /hari
BOD influen	= 200 g/m ³
Kecekapan penyingkiran BOD penjernih primer	= 30%
Purata keluar BOD turas percucuran	= 20 g/m ³

Anggapkan kecekapan penyingkiran BOD bagi kedua-dua turas percucuran adalah sama dan nisbah kitar semula adalah 2.0.

[15 markah]

5. [a] Develop the general equation of BOD removal related to hydraulic application rate for trickling filters with plastic packing.

[10 marks]

[b] Determine the diameter and packing volume of two 2m deep rock trickling filters operated in series, for a domestic wastewater treatment application with the following characteristics and requirements using the NRC model.

Flow	= 5000 m ³ /d
Influent BOD	= 200 g/m ³
Primary clarifier BOD removal efficiency	= 30%
Trickling filter average effluent BOD	= 20 g/m ³

Assume BOD removal efficiencies of both trickling filters are same and recycle ratio of 2.0

[15 marks]

...8/-

6. [a] Suatu reaktor UASB direkabentuk untuk merawat air sisa industri pada suhu 30⁰C. Ciri-ciri air sisa adalah diberi seperti berikut:

Kadar alir	= 1000 m ³ /hari
COD Biosot	= 3000 g/m ³
Kadar bebanan organik	= 12 kg/(m ³)(hari)
Halaju kadar alir atas	= 24 m/hari
Faktor kecekapan	= 0.85
Anggapkan tinggi setor dan pengumpulan gas	= 2.5 m

Tentukan:

- [i] Isipadu reaktor cecair, (m³)
- [ii] Kedalaman cecair, garis pusat dan jumlah ketinggian bagi reaktor, (m)
- [iii] Masa tahanan hidraulik, (hari)

[10 markah]

- [b] Bincangkan perkara berikut:

- [i] Penstabilan beralkali
- [ii] Penghadaman aerobik
- [iii] Penyingkiran nitrogen biologi

[15 markah]

6. [a] *A UASB reactor is to be designed for treatment of industrial wastewater at 30⁰C. The characteristics of wastewater are given below:*

<i>Flow</i>	= 1000 m ³ /d
<i>Biodegradable COD</i>	= 3000 g/m ³
<i>Organic loading rate</i>	= 12 kg/(m ³)(d)
<i>Upflow velocity</i>	= 24 m/d
<i>Effectiveness factor</i>	= 0.85
<i>Assume gas collection and storage height</i>	= 2.5 m

Determine:

- [i] *The reactor liquid volume, (m³)*
- [ii] *The reactor liquid depth, diameter, and total height, (m)*
- [iii] *The hydraulic detention time, (d)*

[10 marks]

- [b] *Discuss the following:*

- [i] *Alkaline stabilization*
- [ii] *Aerobic digestion*
- [iii] *Biological nitrogen removal*

[15 marks]