
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2008/2009 Academic Session

KAA 508 – Environmental Pollution and Monitoring Techniques
[Pencemaran Alam Sekitar dan Teknik Pemantauan]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please check that this examination paper consists of **EIGHT** printed pages before you begin.

Instructions:

Answer **FIVE** (5) questions only.

Begin your answer on a new page.

You may answer either in Bahasa Malaysia or in English.

If a candidate answers more than five questions, only the first five answers will be graded.

In the event on any discrepancies, the English version shall be used

...2/-

-2-

1. (a) Discuss the difficulties and limitations of the biochemical oxygen demand (BOD) test. (6 marks)
- (b) A chemist carried out a BOD test of an industrial wastewater using an incubator set at 20 °C. The sample had an ultimate BOD of 300 mg L⁻¹ and the first-order rate constant for this wastewater was 0.30 d⁻¹ at 20 °C. At the end of day 3, a laboratory assistant accidentally adjusted the temperature of the incubator to 30 °C. Assuming that the incubator temperature changed to the new temperature within 10 min, what were the 5-day BOD determined and the true 5-day BOD of the sample? Given that the temperature coefficient θ for the rate constant is 1.047. (8 marks)
- (c) What are the advantages and disadvantages of using sample sizes smaller than the standard 25 mL in the open-reflux COD procedure? (6 marks)
2. Consider Cr(III) speciation in an aqueous solution. Assume that the metal species present in water are Cr³⁺, CrOH²⁺, Cr(OH)₂⁺, Cr(OH)₃ as well as Cr(OH)₄⁻ and no Cr(OH)₃ is precipitated.
- (a) Express the total Cr(III) concentration as a function of Cr³⁺, H⁺ and the stability constants (β) of the metal complexes. (6 marks)
- (b) Determine the concentrations of all the Cr(III) species at pH 1, 6 and 12. (12 marks)
- (c) What are the dominant species at these pHs? (2 marks)

Given: Total Cr(III) concentration, $[\text{Cr}^{\text{III}}_{\text{T}}] = 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$; $\beta_{\text{CrOH}^{2+}} = 10^{-4}$;
 $\beta_{\text{Cr(OH)}_2^+} = 2.40 \times 10^{-10}$; $\beta_{\text{Cr(OH)}_3} = 1.78 \times 10^{-17}$; $\beta_{\text{Cr(OH)}_4^-} = 1.70 \times 10^{-28}$.

3. (a) Explain why there is so much concern on the use of persistent organic pollutants (POPs).
(5 marks)
- (b) What are the advantages of using Henry's law constants versus vapour pressure to estimate the likelihood of a pollutant moving to the atmosphere?
(5 marks)
- (c) The concentration of benzene in the air above a wastewater pond at a petroleum refinery is 10 ng L^{-1} (of air), while the concentration of benzene in bulk water in the pond is 20 ng L^{-1} (of water). Determine if benzene is being transferred from the atmosphere to the water or vice versa. The Henry's law constant for benzene is $557 \text{ Pa m}^3 \text{ mol}^{-1}$. The temperatures for both air and water are 25°C .
Given: $R = 8.314 \text{ Pa m}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.
(5 marks)
- (d) Explain the cold condensation effect which has resulted in the worrying rise in the POPs concentrations in the polar environment.
(5 marks)
4. (a) Derive the dry adiabatic lapse rate using the first law of thermodynamics. State the assumptions.
(10 marks)

- 4 -

- (b) The chimney of a factory is 300 m in height and has a plume rise of 100 m. Assume 5000 g s^{-1} of SO_2 is emitted. The flight path for the airport is perpendicular to the plume and 5 km downwind of the factory. It has been determined that it is unsafe for planes to go through any portion of the plume which has an average SO_2 concentration higher than $500 \mu\text{g m}^{-3}$ and also to fly under the plume. This means that the planes must always fly over the plume. What is the minimum altitude at which they can fly under these circumstances and not be exposed to SO_2 concentration $\geq 500 \mu\text{g m}^{-3}$? Assume that the stability class is always C and that the wind speed is always 3 m s^{-1} .

The Gaussian dispersion model for the pollutant concentration downwind from an elevated point source is given by

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \left[\exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \right] \left\{ \exp\left[-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\}$$

where Q is the source emission rate, σ_y and σ_z the horizontal and vertical dispersion coefficients, respectively, and u the wind speed in the x direction at the effective chimney height H .

(10 marks)

5. (a) Describe the active, passive and automatic air sampling methods and compare the advantages and disadvantages of these sampling methods.

(10 marks)

- (b) Describe and discuss the precautionary measures in the sampling and analysis of water samples for trace metals.

(10 marks)

6. (a) Describe how the environmental impacts can be assessed using the methodology of interaction matrix. Discuss the strengths and weaknesses of this methodology.

(10 marks)

- (b) Give a detailed account of how an environmental impact assessment (EIA) study for a wastewater treatment plant is conducted.

(10 marks)

...5/-

1. (a) Bincangkan kesulitan dan penghadan bagi ujian tuntutan oksigen biokimia (BOD).
(6 markah)
 - (b) Seorang ahli kimia menjalankan ujian BOD terhadap air buangan industri dengan menggunakan sebuah inkubator yang ditetapkan pada suhu 20 °C. Sampel itu mempunyai BOD terakhir sejumlah 300 mg L⁻¹ dan pemalar kadar tertib pertama bagi air buangan ini adalah 0.30 hari⁻¹ pada 20 °C. Pada akhir hari yang ketiga, seorang pembantu makmal telah mengubah suhu inkubator kepada 30 °C secara tidak sengaja. Dengan mengandaikan bahawa suhu inkubator dapat diubah kepada nilai yang baru dalam tempoh 10 minit, berapakah BOD 5-hari yang ditentukan dan BOD 5-hari yang betul? Diberikan pekali θ bagi pemalar kadar adalah 1.047.
(8 markah)
 - (c) Apakah kebaikan dan keburukan untuk menggunakan saiz sampel yang lebih kecil daripada saiz piawai, iaitu 25 mL dalam tatacara COD refluks terbuka?
(6 markah)
2. Pertimbangkan penspesiesan Cr(III) di dalam larutan akueus. Andaikan bahawa spesies logam yang wujud dalam air adalah Cr³⁺, CrOH²⁺, Cr(OH)₂⁺, Cr(OH)₃ dan Cr(OH)₄⁻ manakala tiada Cr(OH)₃ mendap.
 - (a) Nyatakan jumlah kepekatan Cr(III) sebagai fungsi dari Cr³⁺, H⁺ dan pemalar kestabilan (β) bagi kompleks logam.
(6 markah)
 - (b) Tentukan kepekatan bagi semua Cr(III) spesies pada pH 1, 6 dan 12.
(12 markah)
 - (c) Apakah spesies yang utama pada pH itu?
(2 markah)

Diberikan: Jumlah kepekatan Cr(III), $[Cr^{III}_T] = 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$; $\beta_{CrOH^{2+}} = 10^{-4}$; $\beta_{Cr(OH)_2^+} = 2.40 \times 10^{-10}$; $\beta_{Cr(OH)_3} = 1.78 \times 10^{-17}$; $\beta_{Cr(OH)_4^-} = 1.70 \times 10^{-28}$.

3. (a) Terangkan kenapa penggunaan pencemar organik persisten (POPs) adalah sangat membimbangkan. (5 markah)
- (b) Apakah kebaikan untuk menggunakan pemalar hukum Henry daripada tekanan wap untuk menganggarkan kemungkinan suatu pencemar bergerak ke atmosfera? (5 markah)
- (c) Kepekatan benzena dalam udara di atas sebuah kolam air buangan pada sebuah kilang penapisan petroleum adalah 10 ng L^{-1} (bagi udara), manakala kepekatan benzena dalam air kolam adalah 20 ng L^{-1} (bagi air). Tentukan sama ada benzena dipindah dari atmosfera ke air atau sebaliknya. Pemalar hukum Henry bagi benzena adalah $557 \text{ Pa m}^3 \text{ mol}^{-1}$. Suhu udara dan air adalah $25 \text{ }^\circ\text{C}$.
Diberikan: $R = 8.314 \text{ Pa m}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$. (5 markah)
- (d) Terangkan kesan kondensasi sejuk yang telah mengakibatkan kenaikan kepekatan POPs di persekitaran kutub yang membimbangkan. (5 markah)
4. (a) Terbitkan kadar pengurangan suhu adiabatik kering dengan menggunakan hukum termodinamik yang pertama. Nyatakan andaian yang dibuat. (10 markah)

- (b) Tingginya cerobong bagi sebuah kilang adalah 300 m dan kenaikan plum adalah 100 m. Andaikan sejumlah 5000 g s^{-1} SO_2 dipancarkan dari cerobong itu. Lintasan penerbangan bagi lapangan terbang terletak pada jarak 5 km dari kilang itu menurut jurusan angin dan ia adalah tegak dengan arah plum. Adakah telah ditentukan bahawa tidak selamat untuk pesawat terbang melalui sebarang bahagian plum yang kepekatan purata SO_2 nya melebihi $500 \mu\text{g m}^{-3}$ dan juga terbang di bawah plum itu. Ini bererti bahawa pesawat mesti terbang di atas plum itu. Apakah ketinggian minimum yang mana pesawat mesti menerbang dan tidak terdedah kepada kepekatan $\text{SO}_2 \geq 500 \mu\text{g m}^{-3}$? Andaikan bahawa kelas kestabilan adalah C dan laju angin adalah 3 m s^{-1} .

Model penyerakan Gaussian bagi kepekatan pencemar menurut jurusan angin dari suatu titik yang ditinggikan diberikan dengan

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \left[\exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \right] \left\{ \exp\left[-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\}$$

dengan Q adalah kadar pemancaran punca, σ_y dan σ_z masing-masing adalah pekali pembauran mendatar dan tegak, dan u adalah laju angin ke arah x pada ketinggian berkesan cerobong H .

(10 markah)

5. (a) Huraikan kaedah pensampelan udara secara automatik, pasif dan aktif, dan bandingkan kebaikan dan keburukan bagi kaedah pensampelan itu.
- (10 markah)
- (b) Huraikan dan bincangkan langkah berhati-hati dalam pensampelan dan analisis sampel air bagi logam surih.
- (10 markah)
6. (a) Huraikan bagaimana impak persekitaran dapat dinilai dengan menggunakan metodologi matriks interaksi. Bincangkan kekuatan dan kelemahan metodologi ini.
- (10 markah)
- (b) Huraikan dengan terperinci bagaimana kajian penilaian impak persekitaran (EIA) bagi loji pengolahan air buangan dapat dilakukan.

(10 markah)

