
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
Academic Session 2009/2010

April/May 2010

EBB 316/3 – Corrosion & Degradation *[Kakisan & Degradasi]*

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains THIRTEEN printed pages and ONE page APPENDIX before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TIGA BELAS muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

This paper consists of FOUR questions from PART A and FOUR questions from PART B.

[Kertas soalan ini mengandungi EMPAT soalan dari BAHAGIAN A dan EMPAT soalan dari BAHAGIAN B.]

Instruction: Answer TWO questions from PART A, TWO questions from PART B and ONE question from any part. If candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

[Arahan: Jawab DUA soalan dari BAHAGIAN A, DUA soalan dari BAHAGIAN B dan SATU soalan dari mana-mana bahagian. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

The answers to all questions must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk semua soalan pada muka surat yang baru.]

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

In the event of any discrepancies, the English version must be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.]

PART A / BAHAGIAN A

1. [a] List the factors affecting the choice of an engineering material and elaborate on factors affecting the corrosion properties.

Senaraikan faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan bahan kejuruteraan dan huraikan faktor-faktor yang mempengaruhi sifat-sifat kakisan.

(20 marks/markah)

- [b] What general electrochemical process occurs during an anodic reaction? Write an equation for a typical anodic corrosion reaction.

Apakah proses-proses elektrokimia umum yang berlaku semasa tindakbalas anod? Tuliskan satu persamaan untuk tindakbalas kakisan anod tipikal.

(10 marks/markah)

- [c] Consider a metal corroding in an air-free acid solution at a rate of $100 \mu\text{A cm}^{-2}$. Assume all Tafel constants are equal to 0.100 volt. At an over voltage of -0.200 volt, the oxidation rate of the metal is $1 \mu\text{A cm}^{-2}$ and the rate of hydrogen reduction is $10,000 \mu\text{A cm}^{-2}$:

- (i) Estimate the amount of applied cathodic current necessary to reduce the corrosion rate to $1 \mu\text{A cm}^{-2}$.
- (ii) If this metal is polarized to its reversible potential by an applied cathodic current. At what rate would it corrode?

Pertimbangkan suatu logam terkakis dalam larutan asid bebas-udara pada kadar $100 \mu\text{A cm}^{-2}$. Andaikan semua pemalar Tafel adalah sama iaitu 0.100 volt. Pada nilai keupayaan-lampau -0.200 volt, kadar pengoksidaan logam adalah $1 \mu\text{A cm}^{-2}$ dan kadar penurunan hidrogen adalah $10,000 \mu\text{A cm}^{-2}$.

- (i) Anggarkan amaun arus katod dikenakan yang diperlukan untuk menurunkan kadar kakisan ke $1 \mu\text{A cm}^{-2}$.*
- (ii) Jika logam ini dikutubkan ke keupayaan berbalik dengan arus katod dikenakan. Apakah kadar logam ini akan terkakis?*

(70 marks/markah)

2. [a] In corrosion kinetic, what do you understand by metal corroding in solution under activation control. Explain.

Dalam kinetik kakisan, apakah yang anda faham dengan logam terkakis dalam larutan di bawah kawalan pengaktifan. Terangkan.

(50 marks/markah)

- [b] Draw a kinetic diagram (E vs log i) for metal corroding in an acid solution under activation control. Label carefully and indicate, the corrosion rate of metal, i_{corr} . What will be the effect on corrosion rate of metal by the following changes:

- (i) Increase i_o of the metal dissolution reaction.
- (ii) Increase i_o of the hydrogen gas evolution reaction.
- (iii) Shifting the reversible potential of metal dissolution to more noble (+ve) value.
- (iv) Increase the value of β for the oxidation reaction.

Lukis gambarajah kinetik (E lawan log i) untuk logam terkakis dalam larutan asid di bawah kawalan pengaktifan. Labelkan dengan jelas dan tunjukkan kadar kakisan logam, i_{kak} . Apakah kesan ke atas kadar kakisan logam berikutan perubahan-perubahan berikut:

- (i) *Peningkatan i_o tindakbalas pelarutan logam.*
- (ii) *Peningkatan i_o tindakblas pembebasan gas hidrogen.*
- (iii) *Anjakan keupayaan berbalik pelarutan logam ke suatu nilai lebih unggul (+ve).*
- (iv) *Peningkatan nilai β untuk tindakbalas pengoksidaan.*

(50 marks/markah)

3. A petrochemical process plant is having corrosion problems with the heat exchanger. 85% sulphuric acid containing 0.5% dichloro-benzen and other unknown organic impurities is cooled from 60°C to 30°C by passing through a shell and tube heat exchanger. The acid flows through the tubes at 3 ms⁻¹. The heat exchangers are constructed of mild steel, and have an average life of 7 months. You are asked to find an alternative material for construction. Carefully explain how you would perform corrosion tests to find a suitable material. Discuss test conditions, sample preparation and evaluation methods.

Suatu loji pemprosesan petrokimia mengalami masalah kakisan dengan penukar haba. Asid sulfurik 85% mengandungi 0.5% diklorobenzen dan lain-lain bendasing organik yang tidak dikenali disejukkan daripada 60°C ke 30°C dengan melalui penukar haba tiub dan shel. Asid mengalir dalam tiub pada kelajuan 3 ms⁻¹. Penukar haba diperbuat daripada keluli lembut dan mempunyai hayat purata 7 bulan. Anda telah diminta untuk mencari bahan pembuatan alternatif. Terangkan dengan hati-hati bagaimana anda akan melakukan ujian kakisan untuk mendapatkan bahan pembuatan yang sesuai. Bincangkan keadaan ujian, persediaan sampel dan kaedah penilaian.

(100 marks/markah)

PART B / BAHAGIAN B

4. [a] Define galvanic corrosion.

Takrifkan pengkaratan galvani.

(10 marks/markah)

- [b] AAM Oil Explorer Sdn. Bhd., an oil company sent two samples (sample X and Sample Y) to USM in order to analyze corrosion properties. These samples will be used in seawater application. Figure 1 shows the laboratory monitoring results of the samples.

Syarikat minyak, AAM Oil Explorer Sdn. Bhd. telah menghantar dua sampel (Sampel X dan Sampel Y) untuk tujuan analisis sifat-sifat kakisan. Sampel-sampel akan digunakan dalam air laut. Rajah 1 menunjukkan keputusan pemerhatian dalam makmal untuk sampel-sampel ini.

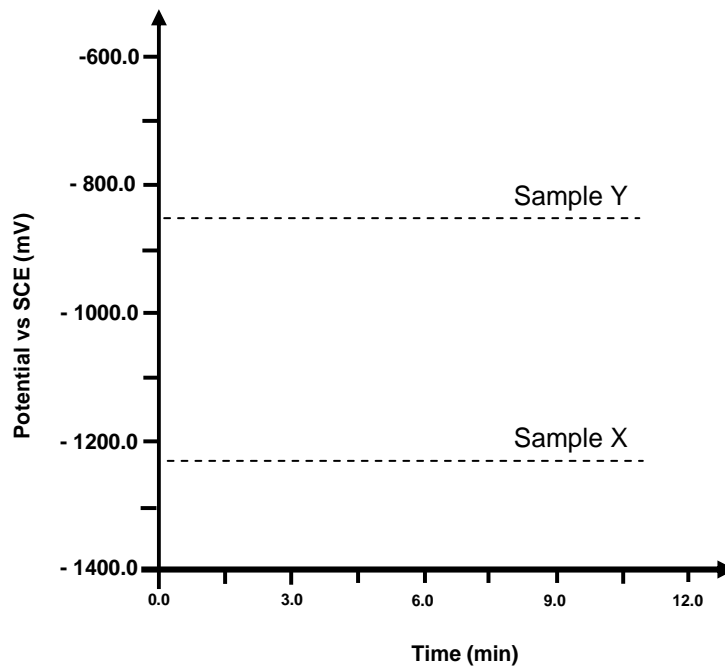


Figure 1 / Rajah 1

- (i) What is the name of this characterization?

Apakah nama pencirian ini?

(10 marks/markah)

- (ii) Design and label the basic equipment/component for this measurement.

Reka dan labelkan peralatan/komponen asas untuk pengukuran ini.

(20 marks/markah)

- (iii) Analyze and explain the result for sample X.

Analisa dan terangkan keputusan untuk sampel X.

(20 marks/markah)

- (iv) Analyze and explain the result for sample Y.

Analisa dan terangkan keputusan untuk sampel Y.

(20 marks/markah)

- (v) Predict and explain the result if the sample is XY alloy.

Ramal dan terangkan keputusan jika sampel ialah aloi XY.

(20 marks/markah)

5. [a] Draw a schematic diagram of a corrosion fatigue.

Lakarkan rajah skematik untuk kakisan lesu.

(20 marks/markah)

- [b] In order to study oxidation and reduction properties of zinc electrode, cyclic voltammetry has always being used.

Dalam mengkaji sifat-sifat pengoksidaan dan penurunan elektrod zink kitaran keupayaan selalu digunakan.

- (i) Sketch and explain an ideal curve for cyclic voltammetry.

Lakarkan dan terangkan lekuk yang ideal untuk kitaran keupayaan.

(30 marks/markah)

- (ii) Analyse and explain the cyclic voltammetry for pure zinc electrode in potassium hydroxide solution as shown in Figure 2.

Analisa dan terangkan kitaran keupayaan untuk zink tulen di dalam larutan kalium hidroksida seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.

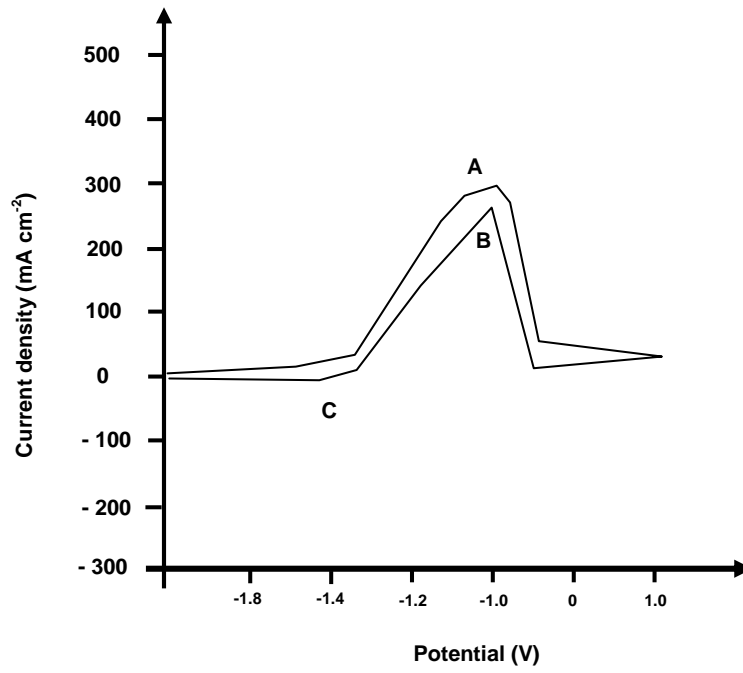


Figure 2 / Rajah 2

(25 marks/markah)

- (iii) When other element is added in zinc electrode, a new cyclic voltammetry result is shown in Figure 3. Analyse and explain this new finding.

Apabila satu elemen lain dimasukkan dalam elektrod zink, satu keputusan kitaran keupayaan ditunjukkan dalam Rajah 3. Analisa dan terangkan keputusan terbaru ini.

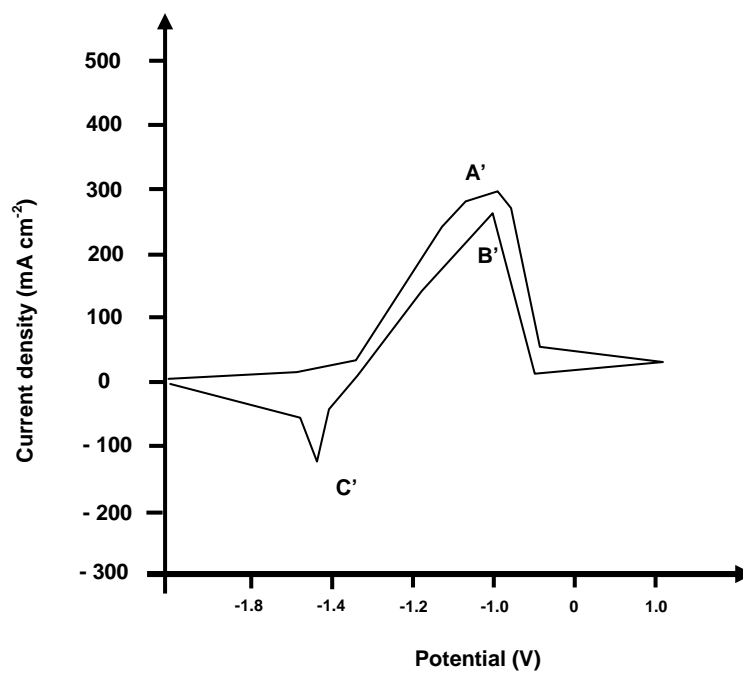


Figure 3 / Rajah 3

(25 marks/markah)

6. [a] Explain with a diagram the design and selection of materials to prevent corrosion of water tank.

Jelaskan dengan bantuan gambarajah rekabentuk dan pemilihan bahan untuk mencegah kakisan sebuah tangki air.

(40 marks/markah)

- [b] A ship's hull will be cathodically protected by aluminum anodes and requires a protective current of 50 A. If the current capacity of aluminum anode is 285 Ah/kg, calculate how long would 5 kg of aluminum protect the ship's hull.

Buritan sebuah kapal dilindungi secara katodik dengan aluminium sebagai anod dan memerlukan arus perlindungan 50 A. Jika kapasiti arus aluminium anod ialah 285 Ah/kg, kirakan berapa lama 5 kg aluminium dapat melindungi buritan kapal tersebut.

(20 marks/markah)

- [c] With appropriate illustrations, explain how we can determine that a buried pipe steel structure have sufficient cathodic protection.

Dengan bantuan ilustrasi yang bersesuaian, terangkan bagaimana kita boleh menentukan satu struktur paip keluli tertanam mempunyai perlindungan katodik yang cukup.

(40 marks/markah)

7. [a] With one example discuss the surface coating technique to prevent corrosion process.

Dengan satu contoh, bincangkan teknik salutan permukaan untuk mencegah proses kakisan.

(40 marks/markah)

- [b] With sketch of appropriate diagram, explain the anodic protection technique. What is the limitation of this technique.

Dengan lakaran gambarajah yang bersesuaian, terangkan perlindungan anodik. Apakah kekangan penggunaan teknik ini.

(30 marks/markah)

- [c] Discuss briefly the use of inhibitors to prevent corrosion.

Bincangkan secara ringkas penggunaan perencat untuk menghalang kakisan.

(30 marks/markah)