

SULIT



SOARING
UPWARDS
NATIONAL EDUCATION

Second Semester Examination
2017/2018 Academic Session

May/June 2018

EBB 316/3 – Corrosions & Degradation
[Kakisan & Degradasi]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains THIRTEEN(13) printed pages before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TIGA BELAS(13) muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

This paper consists of SEVEN(7) questions. THREE(3) questions in PART A and FOUR(4) questions in PART B.

[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH(7) soalan. TIGA(3) soalan di BAHAGIAN A dan EMPAT(4) soalan di BAHAGIAN B.]

Instruction: Answer FIVE(5) questions. PART A is **COMPULSORY**. Answer TWO (2) questions from PART B. If a candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

[Arahan: Jawab LIMA(5) soalan. BAHAGIAN A **WAJIB** dijawab. Jawab DUA(2) soalan dari BAHAGIAN B. 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 in the examination questions, the English version shall be used.

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

PART A/ BAHAGIAN A

1. [a] Plain carbon steel immersed in seawater has a uniform corrosion rate expressed as a penetration rate of 5.0 mpy (mils per year, where 1 mil=0.001 in.). The density of iron is 7.87 g/cm³. The atomic weight of Fe is 55.8 g/mol.

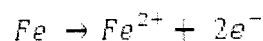
Keluli karbon biasa yang direndam dalam air laut mempunyai kadar kakisan seragam yang dinyatakan sebagai kadar penembusan 5.0 mpy (mil per tahun, di mana 1 mil = 0.001 in.). Ketumpatan besi adalah 7.87 g/cm³. Berat atom Fe adalah 55.8 g/mol.

- (i) Calculate the weight loss of the carbon steel after 1 year.

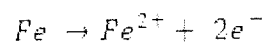
Kirakan kehilangan berat keluli karbon tersebut selepas 1 tahun.

(10 marks/markah)

- (ii) Calculate the corresponding corrosion current density in microamperes per square centimeter. Assume that the corrosion current is given by:



Kirakan ketumpatan arus kakisan berikut dalam unit mikroampere per sentimeter persegi. Andaikan arus kakisan diberi oleh persamaan berikut:



Given / Diberi:

$$1 F = 96500 C/mol$$

$$1 A = 1 C/s$$

$$1 in. = 2.54 cm$$

(20 marks/markah)

...3/-

- [b] If a piece of metal is immersed in a polar solvent (water or alcohol) or electrolyte solution (salt, acid or alkali dissolved in water), the metal surface acquires electric potential. Discuss the formation of electric-double layer at the metal surface in water.

Jika sekeping logam direndam dalam larutan polar (air atau alkohol) atau larutan elektrolit (garam, asid atau alkali yang larut dalam air), permukaan logam memperoleh keupayaan elektrik. Bincangkan pembentukan lapisan duaam elektrik pada permukaan logam di dalam air.

(40 marks/markah)

- [c] Calculate and determine whether copper can corrode at 25 °C in an acid solution to produce a solution containing 0.10 M Cu^{2+} and 0.5 atm hydrogen gas.

Kira dan tentukan samada kuprum boleh terkakis pada 25 °C dalam larutan berasid untuk menghasilkan larutan yang mengandungi 0.10 M Cu^{2+} and 0.5 atm gas hidrogen.

Given / Diberi:

$$E_{\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}}^{\circ} = +0.342 \text{ V}$$

$$E_{\text{H}^+/\text{H}_2}^{\circ} = 0.00 \text{ V}$$

(30 marks/markah)

2. Sample for corrosion measurement can be in many shapes. For example, plate, sheet, rod or powder. Zinc powder will be used as working material for corrosion measurement in alkaline solution.

Sampel untuk pengukuran kakisan boleh dalam pelbagai bentuk. Sebagai contoh, plat, kepingan, rod atau serbuk. Serbuk zink akan digunakan sebagai bahan utama untuk kajian kakisan dalam larutan alkali.

- [a] List all main components and identified its function for electrode preparation.

Senaraikan semua komponen utama dan kenalpasti fungsinya semasa penyediaan elektrod.

(30 marks/markah)

- [b] Draw and explain procedure for electrode preparation.

Lukis dan terangkan prosedur untuk penyediaan elektrod.

(40 marks/markah)

- [c] Draw and explain corrosion cell set up.

Lukis dan terangkan penyediaan sel kakisan.

(30 marks/markah)

3. [a] "The best way to minimize corrosion is during the design and fabrication stages". Write a comment on the statement and outline 3 suggestions that can be applied to minimize corrosion in water pipelines.

"Cara terbaik untuk meminimumkan kakisan adalah ketika peringkat rekaan dan pembuatan". Tuliskan komen kenyataan ini dan gariskan 3 cadangan yang boleh digunakan untuk meminimumkan kakisan dalam saluran paip air.

(25 marks/markah)

- [b] Both anodic protection and cathodic protection have been widely used in corrosion prevention. Compare the strength and limitations between anodic protection and cathodic protection.

Kedua-dua perlindungan anodik dan perlindungan katodik telah digunakan secara meluas dalam pencegahan kakisan. Bandingkan kekuatan dan kekurangan bagi perlindungan anodik dengan perlindungan katodik.

(25 marks/markah)

- [c] Explain the advantages and disadvantages of using an impressed current system.

Terangkan kebaikan dan keburukan penggunaan sistem arus bekasan.

(25 marks/markah)

- [d] Sketch a sacrificial anode cathodic protection (SACP) diagram and discuss the parameters required to be considered for installation of SACP.

Lakar gambarajah perlindungan katod anod korban (PKAK) dan bincang parameter yang perlu dipertimbangkan untuk pemasangan PKAK.

(25 marks/markah)

PART B/ BAHAGIAN B

4. [a] For the duplex coating shown in Figure 1, what happens if an imperfection or a break develops in the outermost nickel coating and extends down to the chromium inner coating? If the imperfection continues down to the steel substrate, what will happen? The electrode potentials in seawater are -0.20 V for nickel, -0.40 V for chromium and -0.61 V for carbon steel, all measured vs. SCE reference electrode.

Untuk salutan dupleks yang ditunjukkan di dalam Rajah 1, apakah yang berlaku jika ketidaksempurnaan atau satu rekahan terbentuk di salutan nikel terluar dan memanjang ke lapisan dalam kromium? Jika ketidaksempurnaan berterusan ke substrat keluli, apa yang akan berlaku? Potensi elektrod dalam air laut ialah -0.20 V untuk nikel, -0.40 V untuk kromium dan -0.61 V untuk keluli karbon, semuanya diukur berbanding dengan elektrod rujukan SCE.

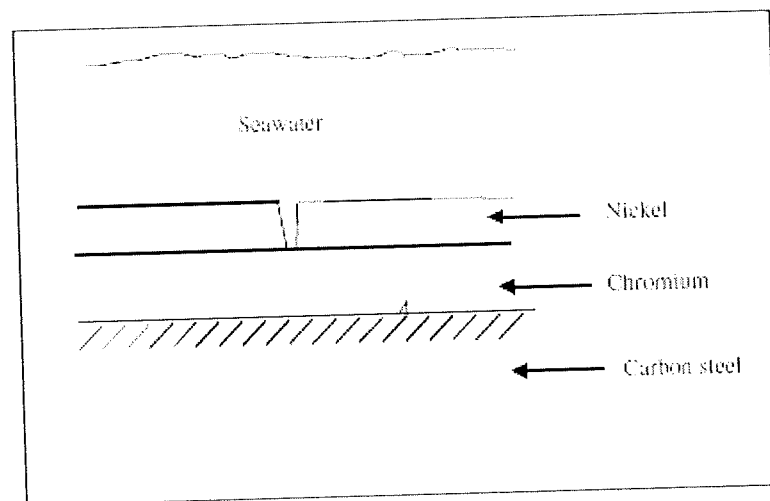


Figure 1 - Duplex coating of nickel and chromium on carbon steel

Rajah 1 - Salutan dupleks nikel dan kromium pada keluli karbon

(20 marks/markah)

...7/-

- [b] The corrosion rate is to be determined for some divalent metal M in a solution containing hydrogen ions. The following corrosion data are known about the metal and solution:

Kadar kakisan ditentukan untuk logam dwivalen M dalam larutan yang mengandungi ion hidrogen. Data kakisan berikut adalah diketahui mengenai logam dan larutan tersebut:

<i>For Metal M</i>	<i>For Hydrogen</i>
$E_{M/M^{2+}}^0 = -0.47 \text{ V}$	$E_{H^+/H_2}^0 = 0.00 \text{ V}$
$i_0 = 5 \times 10^{-10} \text{ A/cm}^2$	$i_0 = 2 \times 10^{-9} \text{ A/cm}^2$
$\beta = +0.15$	$\beta = -0.12$

- (i) Assuming that activation polarization controls both oxidation and reduction reactions, determine the rate of corrosion of metal M (in mol/cm².s). Given, F = 96,500 C/mol.

*Andaikan bahawa pengaktifan pengutuban mempengaruhi kedua-dua tindak balas pengoksidaan dan penurunan, tentukan kadar kakisan bagi logam M (dalam mol/cm².s).
Diberikan F = 96,500 C/mol.*

(30 marks/markah)

- (ii) Compute the corrosion potential for this reaction.

Kirakan keupayaan kakisan untuk tindak balas ini.

(10 marks/markah)

...8/-

- [c] Concrete in general provides protection to steel reinforcement by providing a highly alkaline environment to steel reinforcement which passivates the steel surface, hence prevents it from corrosion. Discuss a mechanism that can decrease the pH of the steel environment and cause a self-generating type of corrosion.

Konkrit secara amnya memberikan perlindungan kepada tetulang keluli dengan menyediakan persekitaran yang sangat beralkali kepada tetulang keluli yang mempasifkan permukaan keluli, dengan itu menghalangnya daripada kakisan. Bincangkan mekanisma yang boleh menurunkan nilai pH persekitaran keluli dan menyebabkan kakisan jenis penjanaan-diri.

(40 marks/markah)

5. One of the corrosion failure in electronic device is degradation of printed circuit board (PCB). The main material for PCB is Copper (Cu). Figure 2 shows example of PCB. Based on your knowledge in corrosion measurement, design a simple corrosion testing/cell set up for the following:

Salah satu kegagalan kakisan dalam peranti elektronik adalah degradasi papan litar bercetak (PCB). Bahan utama untuk PCB ialah kuprum (Cu). Rajah 2 menunjukkan contoh PCB. Berdasarkan pengetahuan anda dalam pengujian kakisan, sediakan satu rekabentuk bagi ujian kakisan mudah berikut:

- (i) Galvanic.
Galvanik.

(50 marks/markah)

- (ii) Open circuit potential.
Keupayaan itar terbuka.

(50 marks/markah)

...9/-

Note: Draw and explain using only multimeters for data collection.

Nota: Lukis dan terangkan menggunakan hanya menggunakan multimeter untuk pengumpulan data.

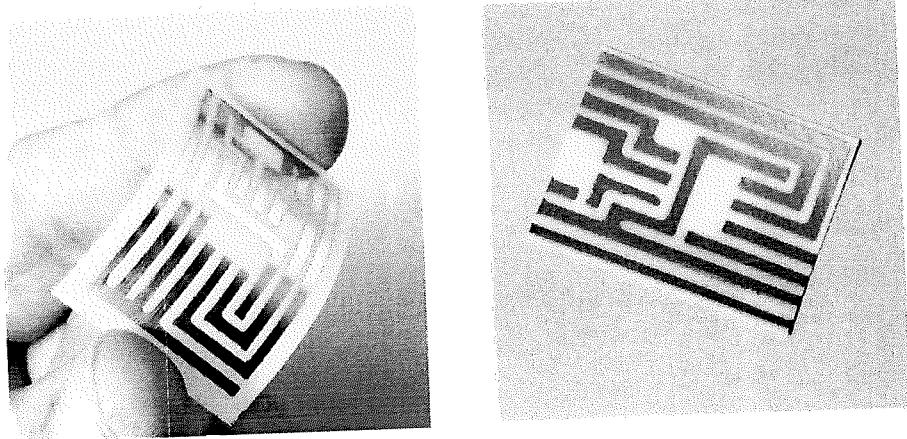


Figure 2: Copper circuit board

Rajah 2: Papan litar kuprum

30. Figure 3 shows metal sample sent by company AAM Sdn. Bhd. For electrochemical impedance spectroscopy (EIS) testing.

Rajah 3 menunjukkan sampel logam dihantar oleh syarikat AAM Sdn. Bhd. Untuk ujian spektroskopi Impedans elektrokimia (EIS).

- (i) Without cutting the sample, propose a simple set up for this measurement (draw and explain).

Tanpa memotong sampel, cadangkan satu set yang mudah untuk ujian ini (lukiskan dan terangkan).

(40 marks/markah)

- (ii) Draw and explain Warburg impedance properties.

Lukis dan terangkan sifat-sifat Impedans Warburg.

(30 marks/markah)

...10/-

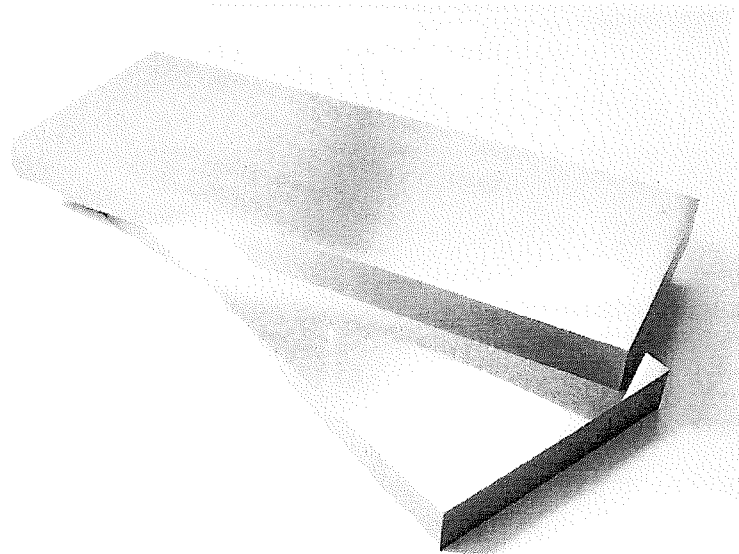


Figure 3: Metal sample (5cm x 3cm x 0.5cm)

Rajah 3: Sampel logam (5cm x 3cm x 0.5cm)

- (iii) Figure 4 shows EIS result from this measurement, propose an equivalent circuit for this result.

Rajah 4 menunjukkan hasil EIS dari pengukuran ini, cadangkan litar bersamaan untuk hasil ini.

(30 marks/markah)

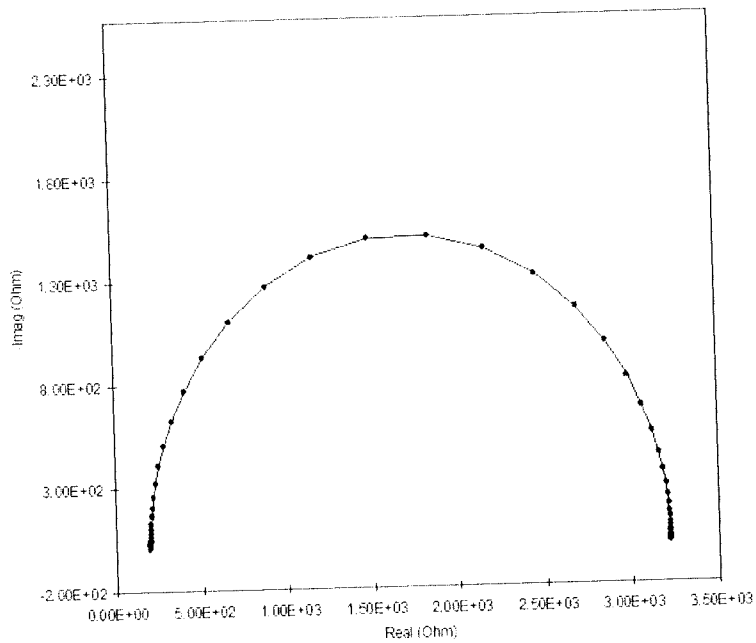


Figure 4: Nyquist plot with fit line
Rajah 4: Plot Nyquist dengan garisan patut

7. [a] An austenitic stainless steel is found to corrode in the heat-affected zone which is a short distance from the fusion zone.

Sebatang keluli tahan karat // ustenitic didapati terkakis dalam zon terkesan haba iaitu satu jarak yang berdekatan dengan zon lakuran.

- (i) Explain the corrosion mechanism that might be occurred at heat affected zone.

Terangkan mekanisma kakisan yang mungkin berlaku di zon terkesan haba.

(30 marks/markah)

- (ii) Suggest a material that can be used to prevent the occurrence of this corrosion.

Cadangkan bahan yang boleh diguna untuk mencegah berlakunya kakisan ini.

(10 marks/markah)

- [b] (i) Briefly explain the use of inhibitors to prevent corrosion.

Secara ringkas terangkan penggunaan perencat untuk mencegah kakisan.

(10 marks/markah)

- (20) Discuss the possible mechanism for the effective use of the inhibitors.

Bincang mekanisma yang mungkin berlaku untuk penggunaan perencat yang efektif.

(20 marks/markah)

...13/-

- [c] Describe the mechanism of stray current corrosion and discuss three methods to prevent stray current corrosion.

Terang mekanisma kakisan arus sesat dan bincang tiga kaedah untuk mencegah kakisan arus sesat.

(30 marks/markah)