

PART A / BAHAGIAN A

- (1). (a). Relate the limitations of EMF and galvanic series?

Kaitkan batasan siri-siri EMF dan galvanik?

(5 marks/markah)

- (b). Calculate whether copper can corrode at 25°C in an acid solution of pH 1.5 to produce a solution containing 0.2 M Cu
- ²⁺
- ions and 0.75 atm hydrogen gas

Kirakan samaada kuprum boleh terhakis pada 25°C dalam larutan asid pH 1.5 untuk menghasilkan larutan yang mengandungi 0.2 M Cu²⁺ ion dan 0.75 atm gas hidrogen

(5 marks/markah)

- (c). Determine which electrode will corrode in a cell made up of iron and zinc electrodes when the cell is short circuited. The electrodes are immersed in a solution of Fe
- ⁺²
- and Zn
- ⁺²
- of equal activity. Fe
- ⁺²
- = 0.15 M, Zn
- ⁺²
- = 0.15 M

Tentukan elektrod yang akan terhakis dalam sel yang terdiri daripada elektrod besi dan zink apabila sel itu disambung secara litar pintas. Elektrod direndam dalam larutan Fe⁺² dan Zn⁺² dengan aktiviti yang sama. Fe⁺² = 0.15 M, Zn⁺² = 0.15

Table 1: Standard Electrode potential at 25°C

Jadual 1 : Potensi Elektrod Piawai pada 25°C

Electrode Reaction	e° (V vs. SHE)
$Zn^{2+} + 2e^{-} = Zn$	-0.762
$Fe^{2+} + 2e^{-} = Fe$	-0.440

(10 marks/markah)

...3/-

- (2). (i). Explain the principles of electrochemical corrosion measurement techniques, and provide an example of a commonly used electrochemical technique. How can these techniques be used to determine the rate of corrosion and to study the effectiveness of corrosion inhibitors?

Terangkan prinsip teknik pengukuran kakisan elektrokimia, dan berikan contoh teknik elektrokimia yang biasa digunakan. Bagaimana teknik-teknik ini boleh digunakan untuk menentukan kadar kakisan dan mengkaji keberkesanan perencat kakisan?

(5 marks/markah)

- (ii). Discusses the advantages and limitations of using weight loss measurements to determine the rate of corrosion? What factors can affect the accuracy of weight loss measurements, and how can these be minimized?

Bincangkan kelebihan dan kelemahan penggunaan pengukuran kehilangan berat untuk menentukan kadar kakisan. Faktor-faktor apakah yang boleh mempengaruhi ketepatan pengukuran kehilangan berat, dan bagaimana ia boleh dikurangkan?

(5 marks/markah)

- (iii). Discuss the advantages and limitations of using surface analysis techniques, such as scanning electron microscopy (SEM) and X-ray diffraction (XRD), to study corrosion. How can these techniques be used to identify the types of corrosion products that are formed and to understand the mechanisms of corrosion?

...4/-

Bincangkan kelebihan dan kelemahan penggunaan teknik analisis permukaan, seperti mikroskopi elektron imbasan (SEM) dan belauan sinar-X (XRD), untuk mengkaji kakisan. Bagaimana teknik-teknik ini boleh digunakan untuk mengenal pasti jenis produk kakisan yang terbentuk dan memahami mekanisma kakisan?

(10 marks/markah)

- (3). (a). (i). Sketch the setup of impressed current cathodic protection (ICCP) system to protect an underground pipe. Indicate the location of backfill in the system.

Lakarkan sistem perlindungan katod arus bekasan (ICCP) untuk melindungi suatu paip bawah tanah. Tunjukkan kedudukan kambus balik pada sistem tersebut.

(4 marks/markah)

- (ii). Elaborate TWO purposes of using backfill in the ICCP.
Terangkan DUA kegunaan kambus balik dalam ICCP.

(4 marks/markah)

- (iii). Table 2 displays two types of backfill available in the market. Comment on the application of these backfill based on the resistivity given.

Jadual 2 memaparkan dua jenis kambus balik yang boleh diperolehi di pasaran. Ulaskan penggunaan kambus balik berdasarkan kerintangan yang diberikan ini.

...5/-

Backfill/ <i>Kambus balik</i>	Soil condition/ <i>Keadaan tanah</i>		
	Dry/ <i>Kering</i>	Temped/ <i>Separuh basah</i>	Wet/ <i>Basah</i>
Coal coke (Ω .cm)	55	45	15
Graphite granules (Ω .cm)	150	120	20

Table 2. Backfill with its resistivity under different soil conditions

Rajah 2. Kambus balik dengan kerintangannya dalam keadaan tanah yang berbeza.

(6 marks/markah)

- (iv). What is the consequence if the backfill is not selected and installed properly in this ICCP system?

Apakah kesannya jika kambus balik tidak dipilih dan dipasang dengan baik dalam sistem ICCP?

(2 marks/markah)

- (b). Discuss TWO differences between ICCP and anodic protection (AP).

Bincangkan DUA perbezaan antara ICCP dan perlindungan anod.

(4 marks/markah)

PART B / BAHAGIAN B

(4). Prepare the answer in brief for questions (i – iv) .

Sediakan jawapan secara ringkas untuk soalan (i – iv).

(i). Explain cathodic protection?

Terangkan perlindungan katodik? (5 marks/markah)

(ii). Explain polarization

Terangkan polarisasi (5 marks/markah)

(iii). Explain galvanic corrosion

Terangkan kakisan galvanic (5 marks/markah)

(iv). Explain 2 types of Dezinification?

Terangkan 2 jenis Dezinifikasi (5 marks/markah)

(5). Given a Cu wiring circuit depicted in Figure 1, which is part of a small device. How would you use your knowledge of corrosion measurement to:

Diberikan satu litar kabel kuprum seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1, yang merupakan sebahagian daripada sebuah peranti kecil. Bagaimana anda akan menggunakan pengetahuan anda tentang pengukuran kakisan untuk:

(i). Outline and illustrate the preparation of a sample for corrosion measurement

Huraikan dan ilustrasikan penyediaan sampel untuk pengukuran kakisan.

(10 marks/markah)

...7/-

- (ii). Construct a basic galvanic corrosion cell

Bina sel kakisan Galvanik asas

(5 marks/markah)

- (iii). Provide possible data, graph, and an interpretation of the measurement

Berikan data yang mungkin seperti graf, dan interpretasi pengukuran.

(5 marks/markah)

Note: The circuit is vulnerable to severe corrosion if it comes into contact with moisture, water, or electrolytes. Additionally, the use of multimeters is the only permissible means of data collection.

Nota: Litar ini rentan kepada kakisan yang teruk jika terkena kelembapan, air, atau elektrolit. Selain itu, penggunaan multimeter adalah satu-satunya cara yang dibenarkan untuk mengumpul data.

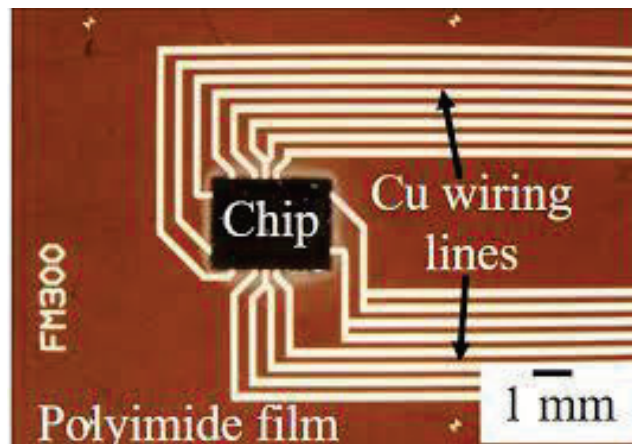


Figure 1: Copper wiring on circuit board

Rajah 1 : Pendawaian Kuprum pada papan litar

- (6). (i). Explain and draw the principles of corrosion impedance spectroscopy (EIS), and provide an example of how it can be used to study the corrosion of a metal (draw the experimental circuit). What information can be obtained from an EIS measurement, and how is this information interpreted?

Terangkan dan lukiskan prinsip-prinsip spektroskopi impedans kakisan (EIS), dan berikan contoh bagaimana ia boleh digunakan untuk mengkaji kakisan logam (lukiskan litar eksperimen). Maklumat apa yang boleh diperoleh daripada pengukuran EIS, dan bagaimana maklumat ini ditafsirkan?

(5 marks/markah)

- (ii). Discuss the advantages and limitations of using EIS to study the corrosion of metals? How can EIS be used to evaluate the effectiveness of corrosion inhibitors, and what factors can affect the accuracy of these measurements?

Bincangkan kelebihan dan kelemahan menggunakan EIS untuk mengkaji kakisan logam. Bagaimana EIS boleh digunakan untuk menilai keberkesanan perencat kakisan, dan faktor-faktor apa yang boleh mempengaruhi ketepatan pengukuran ini?

(7 marks/markah)

- (iii). Discuss by drawing the application of equivalent circuit modeling in EIS measurements. What is the purpose of equivalent circuit modeling, and how can it be used to interpret EIS data? Provide an example of an equivalent circuit model commonly used in EIS measurements

...9/-

Bincangkan dengan melukis aplikasi pemodelan litar setara dalam pengukuran EIS. Apakah tujuan pemodelan litar setara, dan bagaimana ia boleh digunakan untuk menafsirkan data EIS? Berikan contoh model litar setara yang biasa digunakan dalam pengukuran EIS

(8 marks/markah)

- (7). (a). (i). Suggest the failure mode of this metal structure as shown in Figure 2. Many blisters could be found on the surface of this metal structure.

Cadangkan mod kegagalan struktur logam yang ditunjukkan pada Rajah 2. Banyak lepuh boleh dijumpai pada permukaan struktur logam tersebut.



Figure 2 A failed metal structure with blisters found on the surface.

Rajah 2 Struktur logam yang gagal dengan banyak lepuh dijumpai pada permukaannya.

(2 marks/markah)

...10/-

- (ii). Discuss the failure mechanism of this metal structure.

Bincangkan mekanisma kegagalan struktur logam tersebut.

(4 marks/markah)

- (iii). Propose TWO prevention approaches for this type of failure.

Cadangkan DUA pendekatan perlindungan bagi jenis kegagalan tersebut.

(4 marks/markah)

- (b). Operating environment must always be considered during design of an asset. Except selection of appropriate materials and design of asses, coating on the asset is another important factor to be considered.

Persekitaran operasi perlu diberi pertimbangan semasa merekabentuk suatu aset. Selain daripada pemilihan bahan yang sesuai dan rekabentuk aset tersebut, salutan lapisan pada aset adalah salah satu faktor penting yang perlu dipertimbangkan.

- (i). Give one example for each category of coatings, i.e., organic coating, inorganic coating and metallic coating that are commonly used for corrosion prevention.

Berikan satu contoh bagi setiap kategori salutan lapisan iaitu salutan organik, salutan inorganik dan salutan logam yang biasanya digunakan untuk pencegahan kakisan.

(3 marks/markah)

- (ii). A factory is located in industrial area that is known to have many sulfur dioxide emissions. (a) Which type of corrosion is likely to occur on the iron based main gate? (b) Suggest one type of coating that can be applied to the main gate. (c) Justify your answer.

...11/-

Sebuah kilang berada di kawasan industri yang menghadapi pembuangan gas sulfur dioksida yang serius. (a) Apakah jenis kakisian yang akan berlaku pada pintu besar besinya? (b) Cadangkan satu jenis salutan lapisan yang sesuai untuk digunakan pada pintu besar tersebut. (c) Justifikasikan jawapan anda

(7 marks/markah)

- oooOooo -