

PART A / BAHAGIAN A

- (1). (a). Why corrosion is regarded as a natural phenomenon? Support your answer with an appropriate example.

*Mengapa kakisan dianggap sebagai suatu fenomena semulajadi?
Sokong jawapan anda dengan SATU contoh yang sesuai.*

(4 marks/markah)

- (b). Absolute electric potential, E_a serves as a unique 'fingerprint' of a material's electrical state.

Keupayaan elektrik mutlak, E_a berfungsi sebagai 'cap jari' unik bagi keadaan elektrik bahan.

- (i). What is absolute electric potential, E_a ?
Apakah keupayaan elektrik mutlak, E_a ?

(2 marks/markah)

- (ii). How does it form on metal surface in electrolyte solution?

Bagaimanakah ia terbentuk pada permukaan logam dalam larutan elektrolit?

(4 marks/markah)

- (iii). Explain a method to determine the E_a . Support your answer with a simple sketch.

Terangkan kaedah untuk menentukan E_a . Sokong jawapan anda dengan satu lakaran yang mudah.

(4 marks/markah)

...3/-

- (c). A Zn/Zn²⁺ concentration cell is constructed in which both electrodes are pure zinc. The Zn²⁺ concentration for one half cell is 1.0 M, for the other, 10⁻² M. Is a voltage generated between the two half cells? If so, what is its magnitude and which electrode will be oxidized? If no voltage is produced, explain this result.

Sel kepekatan Zn/Zn²⁺ dibina di mana kedua-dua elektrod adalah zink tulen. Kepekatan Zn²⁺ untuk satu sel separuh ialah 1.0 M, untuk satu lagi, 10⁻² M. Adakah voltan terjana antara dua sel separuh tersebut? Jika ya, berapakah magnitudnya dan elektrod manakah yang akan teroksida? Jika tiada voltan dihasilkan, terangkan keputusan ini.

(6 marks/markah)

- (2). Galvanic corrosion is an electrochemical process where one metal corrodes preferentially to another when both metals are in electrical contact, and submerged in an electrolyte.

Kakisan Galvanik adalah proses elektrokimia di mana satu logam mengalami kakisan lebih dahulu berbanding logam lain apabila kedua-dua logam tersebut berada dalam sentuhan elektrik, dan terendam dalam elektrolit.

- (a). Identify and explain three factors that influence the rate of galvanic corrosion.

Kenal pasti dan terangkan tiga faktor yang mempengaruhi kadar kakisan Galvanik

(5 marks/markah)

...4/-

- (b). You are tasked with designing an experimental setup to study galvanic corrosion between copper and steel. Note: You must include drawing and label for your answers.

Anda diberi tugas untuk merekabentuk susunan eksperimen untuk mengkaji kakisan Galvanik antara tembaga dan keluli. Nota: Anda mesti menyertakan lakaran dan label bagi jawapan anda.

- (i). Describe the setup in detail, including the materials needed and the procedure you would follow.

Huraikan susunan tersebut dengan terperinci, termasuk bahan-bahan yang diperlukan dan prosedur yang akan diikuti
(7 marks/markah)

- (ii). How would you measure and analyze the rate of corrosion for both metals.

Bagaimana anda akan mengukur dan menganalisis kadar kakisan untuk kedua-dua logam.
(8 marks/markah)

- (3). (a). Sketch and explain cathodic shielding.

Lakarkan dan terangkan perisai katodik.

(10 marks/markah)

- (b). Calculate the anode capacity of aluminium if its efficiency is 80%.

Kirakan kapasiti anod aluminium jika kecekapannya ialah 80%.

(10 marks/markah)

...5/-

PART B / BAHAGIAN B

- (4). (a). Zinc experiences corrosion in an acid solution where the rates of both oxidation and reduction half-reactions are controlled by activation polarization.

Zink mengalami kakisan dalam larutan asid di mana kadar tindak balas separuh bagi kedua-dua pengoksidaan dan penurunan dikawal oleh pengutuban pengaktifan.

- (i). Compute the rate of oxidation on Zn (in mol/cm².s) given the following activation polarization data:

Kirakan kadar pengoksidaan Zn (in mol/cm².s) diberikan data pengutuban pengaktifan seperti berikut:

| <i>For Zn</i> | <i>For Hydrogen</i> |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| $E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^{\circ} = -0.763 \text{ V}$ | $E_{\text{H}^{+}/\text{H}_2}^{\circ} = 0.000 \text{ V}$ |
| $i_0 = 10^{-7} \text{ A/cm}^2$ | $i_0 = 10^{-10} \text{ A/cm}^2$ |
| $\beta = +0.09$ | $\beta = -0.08$ |

(6 marks/markah)

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

Kirakan nilai keupayaan kakisan untuk tindak balas ini.

(4 marks/markah)

#

...6/-

- (b). A chemical processing plant relies heavily on austenitic stainless steel piping for its operation. However, recent inspections have revealed intergranular corrosion (IGC) in some sections of the piping system. Discuss TWO factors contributing to IGC in austenitic stainless steel. Recommend TWO preventive measures to mitigate the IGC corrosion.

Loji pemprosesan kimia sangat bergantung pada paip keluli nirkarat austenistik untuk operasinya. Walau bagaimanapun, pemeriksaan baru-baru ini telah mendedahkan kakisan antara granul (IGC) dalam beberapa bahagian sistem paip. Bincangkan DUA faktor yang menyumbang kepada IGC dalam keluli nirkarat austenistik. Cadangkan DUA langkah pencegahan untuk mengurangkan kakisan IGC.

(10 marks/markah)

- (5). (a). Describe the mechanisms of displacement of electrode potential in the negative direction due to the concentration polarization. Support your answer with an appropriate diagram.

Huraikan mekanisma anjakan keupayaan elektrod ke arah negatif akibat pengutuban kepekatan. Sokong jawapan anda dengan gambar rajah yang sesuai.

(6 marks/markah)

- (b). The occurrence of corrosion as shown in Figure 1 can occur in heat exchangers where there are temperature differences along the metal. Why corrosion occurs preferentially at the hot end of the metal?

...7/-

- 7 -

Kejadian kakisan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1 boleh berlaku dalam penukar haba di mana terdapat perbezaan suhu pada logam. Mengapa kakisan yang lebih utama berlaku pada hujung logam yang panas?

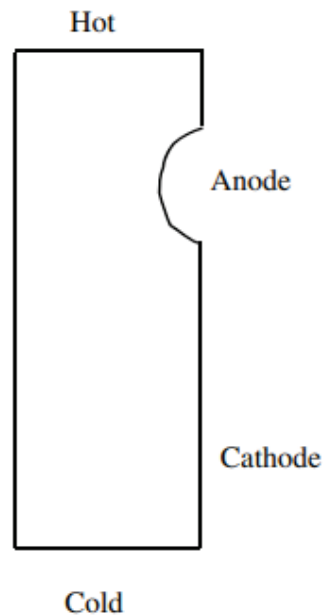


Figure 1 / Rajah 1

(4 marks/markah)

- (c). In what ways are fatigue corrosion and stress-corrosion cracking similar? In what ways do these two forms of localized corrosion differ?

Dalam cara apakah kakisan lesu dan keretakan kakisan-tegasan adalah serupa? Dalam cara apakah kedua-dua bentuk kakisan setempat ini berbeza?

(10 marks/markah)

...8/-

- (6). Cyclic voltammetry (CV) is a widely used electrochemical technique for analyzing the corrosion behavior of materials. Consider a hypothetical experiment where CV is used to study the corrosion resistance of a new alloy in a saline solution. Explain the following aspects of the experiment:

Voltametri Kitaran (CV) adalah teknik elektrokimia yang kerap digunakan untuk menganalisis tingkah laku kakisan bahan. Pertimbangkan satu eksperimen hipotetikal di mana CV digunakan untuk mengkaji ketahanan kakisan bagi satu aloi baru dalam larutan masin. Terangkan aspek-aspek berikut dalam eksperimen tersebut:

- (i). Describe how cyclic voltammetry operates and its applicability to corrosion testing.

Huraikan bagaimana CV beroperasi dan kegunaannya dalam ujian kakisan.

(5 marks/markah)

- (ii). Outline the typical setup for a cyclic voltammetry experiment focused on corrosion testing, including the types of electrodes used.

Gariskan susunan tipikal bagi eksperimen CV yang tertumpu kepada ujian kakisan, termasuk jenis-jenis elektrod yang digunakan.

(7 marks/markah)

...9/-

- (iii). How the CV can be interpreted to assess the corrosion resistance of the alloy. Mention what specific features in the voltammogram indicate the corrosion behavior of the material. Redraw and label Figure 2 for your explanation.

Bagaimana CV dapat ditafsirkan untuk menilai ketahanan kakisan aloi tersebut. Nyatakan ciri-ciri spesifik dalam voltammogram yang menunjukkan tingkah laku kakisan bahan tersebut. Lakar semula Rajah 2 dan label untuk penjelasan anda.

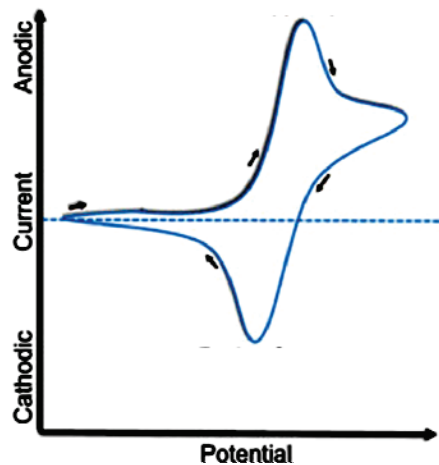


Figure 2: A cyclic voltammogram for a reversible reaction.

Rajah 2: Voltammogram kitaran untuk tindak balas boleh balik.

(8 marks/markah)

...10/-

(7). Briefly explain the following 4 questions.

Terangkan secara ringkas untuk 4 soalan di bawah.

(i). Explain Anodic interference.

Terangkan gangguan anodik.

(5 marks/markah)

(ii). Explain sacrificial anodes

Terangkan anod korban

(5 marks/markah)

(iii). Explain current density for protecting steel

Terangkan ketumpatan arus untuk melindungi keluli

(5 marks/markah)

(iv) Explain advantages of Sacrificial Anode Cathodic Protection (SACP)?

Terangkan kelebihan Anod korban perlindungan katodik (SACP)?

(5 marks/markah)

- oooOooo -