

PART A / BAHAGIAN A

- (1). (a). What is the relationship between depletion of natural resources and corrosion? Support your answer with ONE appropriate example.

*Apakah hubungan antara penyusutan sumber asli dan kakisan?
Sokong jawapan anda dengan SATU contoh yang sesuai.*

(5 marks/markah)

- (b). Based on the Pourbaix Diagram of iron (Fe) and titanium (Ti) in Figure 1, discuss the differences in the corrosion (potential-pH) behavior between Fe and Ti.

Berdasarkan Gambar rajah Pourbaix untuk besi (Fe) dan titanium (Ti) dalam Rajah 1, bincangkan perbezaan dalam kelakuan kakisan (keupayaan-pH) antara Fe and Ti.

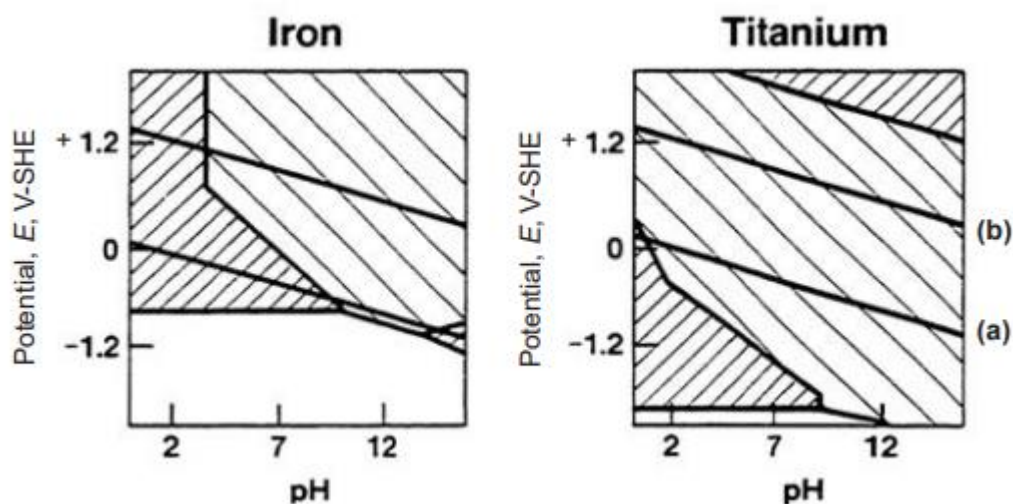


Figure 1 - (a) Pourbaix Diagram of (a) Fe and (b) Ti. The broad-banded cross-hatched areas represent a region of passivity. The narrow-banded cross-hatched areas represent where iron and titanium will corrode. The bottom areas represent a region of immunity.

...3/-

Rajah 1 - Gambar rajah Pourbaix untuk (a) Fe dan (b) Ti. Kawasan bersilang jalur lebar mewakili kawasan pasif. Kawasan bersilang jalur sempit mewakili tempat besi dan titanium akan terhakis. Kawasan bawah mewakili kawasan imuniti.

(6 marks/markah)

- (c). Briefly explain the differences between Electromotive Force (EMF) series and Galvanic series.

Terangkan secara ringkas perbezaan antara siri Daya Elektromotif (EMF) dan siri Galvani.

(5 marks/markah)

- (d). Briefly explain why concentration polarization is not normally, controlling oxidation reactions rate.

Terangkan secara ringkas mengapa pengutuban kepekatan biasanya tidak mengawal kadar tindak balas pengoksidaan.

(4 marks/markah)

- (2). (i). Define what is 'critical pitting potential'?
Apakah definisi 'potensi kritikal bopeng'?

(2 marks/markah)

- (ii). Theoretically plot and explain formation of critical pitting potential
Secara teorinya, plot dan terangkan pembentukan kritikal potensi bopeng

(8 marks/markah)

...4/-

- (iii). Draw a schematic of any possible formation of pitting on steel metal.

Lukis skema sebarang kemungkinan pembentukan bopeng pada logam keluli.

(10 marks/markah)

- (3). (a). (i). Sketch and discuss the use of ICCP to protect a stainless steel pipe that buried under the ground.

Lakar dan bincangkan penggunaan ICCP untuk melindungi paip keluli tahan karat yang ditanam dalam tanah.

(8 marks/markah)

- (ii). Describe two advantages and two disadvantages of ICCP.

Bincangkan dua kebaikan dan dua keburukan ICCP.

(4 marks/markah)

- (b). A potential measurement is performed on the buried stainless steel pipe as shown in Figure 2.

Suatu pengukuran keupayaan dibuat pada paip keluli tahan karat seperti ditunjukkan pada Rajah 2.

...5/-

- 5 -

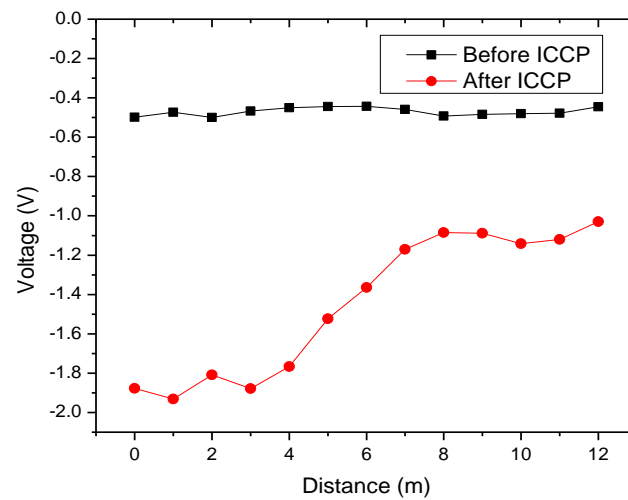


Figure 2 Potential of stainless steel pipe before and after ICCP.

Rajah 2 Keupayaan paip keluli tahan karat sebelum dan selepas ICCP.

- (i). Comment on the results before and after switching on the electrical current for ICCP.

Ulaskan keputusan sebelum dan selepas menghidupkan litar elektrik bagi ICCP.

(4 marks/markah)

- (ii). Where is likely the location of the anode with respect to the stainless steel pipe?

Dimanakah kemungkinan kedudukan anod berbanding dengan paip keluli tahan karat?

(2 marks/markah)

...6/-

- (c). What is the function of grounded shield between primary and secondary winding in the rectifier as illustrated in Figure 3.

Apakah fungsi perisai yang dibumikan antara belitan utama dan kedua dalam sebuah penerus seperti yang dilakarkan pada Rajah 3.

(2 marks/markah)

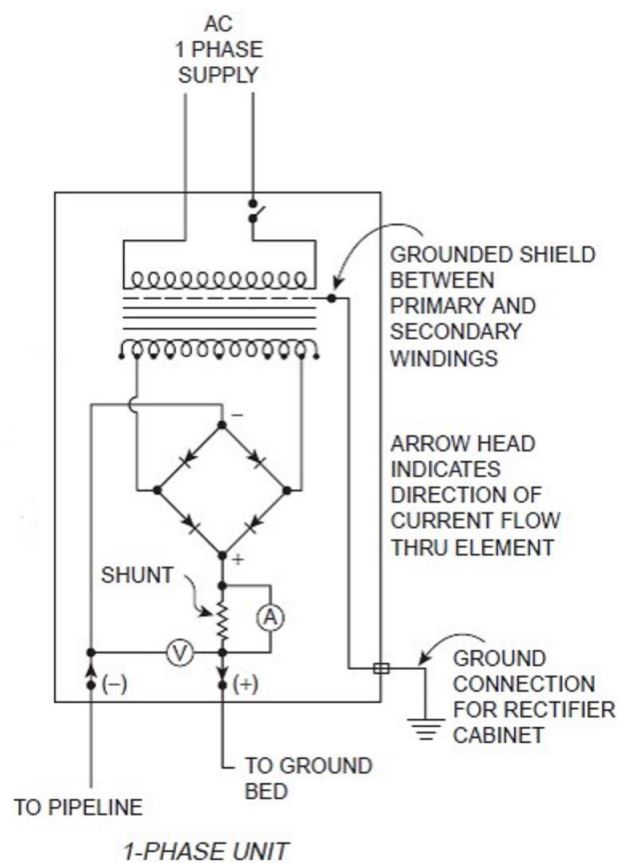


Figure 3 Rectifier of ICCP.

Rajah 3 Penerus bagi ICCP.

...7/-

PART B / BAHAGIAN B

- (4). (a). A thick steel sheet of area 440 cm^2 is exposed to air near the ocean. After a one-year period, it was found to experience a weight loss of 880 g due to corrosion. Calculate the rate of corrosion for the steel in mm/year. Given the density of steel is 7.9 g/cm^3 .

Sekeping keluli tebal mempunyai luas permukaan 440 cm^2 terdedah kepada udara berhampiran laut. Selepas tempoh satu tahun, ia didapati mengalami kehilangan berat sebanyak 880 g akibat kakisan. Kirakan kadar kakisan untuk keluli tersebut dalam mm/tahun. Diberi ketumpatan keluli ialah 7.9 g/cm^3 .

(5 marks/markah)

- (b). Describe how the electrode potential becomes more negative due to concentration polarization. Support your answer with an appropriate schematic diagram.

Terangkan bagaimana keupayaan elektrod menjadi lebih negatif kerana pengutuban kepekatan. Sokong jawapan anda dengan gambarajah skematik yang sesuai.

(5 marks/markah)

- (c). Figure 4 illustrates how the chromium content influences the corrosion rate of iron-chromium alloys in boiling 50% sulfuric acid containing ferric sulfate. Based on Figure 4, discuss the type of corrosion involved, mechanisms and mitigation strategy if an austenitic stainless is reheated in the temperature range of $425 \text{ }^\circ\text{C}$ to $815 \text{ }^\circ\text{C}$.

...8/-

Rajah 4 menggambarkan bagaimana kandungan kromium mempengaruhi kadar kakisan aloi besi-kromium dalam 50% asid sulfurik mendidih yang mengandungi ferik sulfat. Berdasarkan Rajah 4, bincangkan jenis kakisan yang terlibat, mekanisma dan strategi mitigasi jika keluli tahan karat austenit dipanaskan semula dalam julat suhu 425 °C hingga 815 °C.

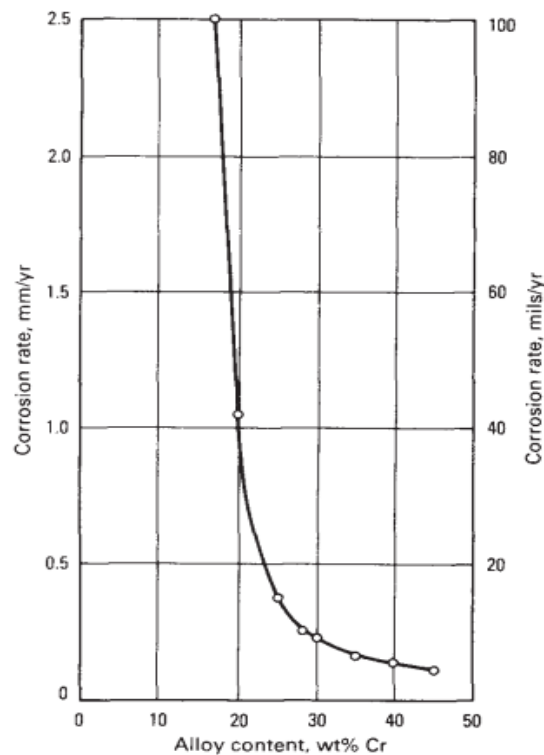


Figure 4 – The effect of chromium content on the corrosion behaviour of iron-chromium alloys in boiling 50% H₂SO₄ with Fe₂(SO₄)₃

Rajah 4 – Kesan kandungan kromium terhadap kelakuan kakisan aloi besi-kromium dalam 50% H₂SO₄ mendidih dengan Fe₂(SO₄)₃

(10 marks/markah)

...9/-

- (5). Zinc-Carbon batteries use zinc (Zn) plates as the anode, carbon-MnO₂ mixtures as the cathode, and ammonium chloride (NH₄Cl) as the electrolyte. It is possible to increase capacity by using Zn powder as a cathode instead of the plate, although it is known that Zn powder exhibits fast corrosion and degradation.

Bateri zink-karbon menggunakan plat zink (Zn) sebagai anod, campuran karbon-MnO₂ sebagai katod, dan amonium klorida (NH₄Cl) sebagai elektrolit. Terdapat kemungkinan untuk meningkatkan kapasitas baterai dengan menggunakan serbuk Zn sebagai katod dan bukannya plat, walaupun serbuk Zn sangat dikenali mempamerkan kakisan dan degradasi yang cepat.

Based on your knowledge of corrosion:

Berdasarkan pengetahuan anda tentang kakisan:

- (i). Explain why zinc powder corrodes and not the plate?

Jelaskan mengapa serbuk zink terhakis dan plat tidak terhakis?

(2 marks/markah)

- (ii). Give suggestions on how to reduce corrosion of zinc powder

Beri cadangan mengenai cara mengurangkan kakisan serbuk zink

(2 marks/markah)

...10/-

- (iii). Draw and explain a simple corrosion cell set-up if we want to measure corrosion of Zn powder.

Lukis dan terangkan set sel kakisan mudah jika kita ingin mengukur kakisan serbuk Zn.

(8 marks/markah)

- (iv). Propose any possible data, plot, and analysis that can be used in this measurement

Cadangkan sebarang data, plot, dan analisis yang boleh digunakan dalam pengukuran ini

(8 marks/markah)

- (6). (a). Figure 5 shows stray current corrosion occurs on a foreign structure and Table 1 shows the pipe-to-soil potential of foreign structure before and after switching on power supply of ICCP.

Rajah 5 menunjukkan kakisan arus sesat yang berlaku pada suatu struktur asing dan Jadual 1 menunjukkan keupayaan tanah-kepada-paip bagi struktur asing sebelum dan selepas menghidupkan litar elektrik bagi ICCP.

- (i). Label point A and point B at foreign structure based on the pipe-to-soil potential changes before and after switching on the DC power supply.

Lakarkan titik A dan titik B pada struktur asing berdasarkan penukaran keupayaan tanah-kepada-paip bagi struktur asing sebelum dan selepas menghidupkan litar elektrik bagi ICCP.

(2 marks/markah)

...11/-

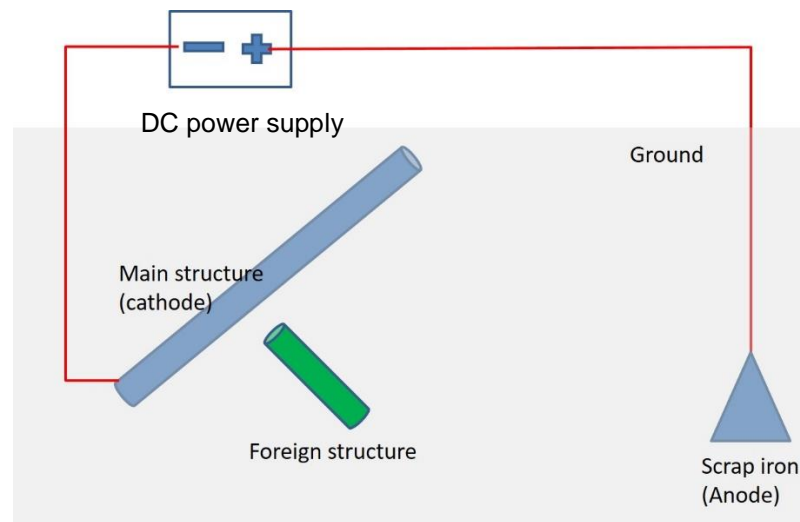


Figure 5: Stray current corrosion

Rajah 5 Kakisan arus sesat

Table 1: Soil-to-pipe potential of foreign structure

Jadual 1 Keupayaan tanah-kepada-paip bagi struktur asing

	Soil-to-pipe potential (V) <i>Keupayaan tanah-kepada-paip (V)</i>	
	Point A/ <i>Titik A</i>	Point B/ <i>Titik B</i>
Before ICCP/ <i>Sebelum ICCP</i>	-0.665	-0.645
After ICCP/ <i>Selepas ICCP</i>	-0.910	-0.421

- (ii). Which point is likely experienced corrosion and which point is likely cathodic protected? Justify your answer.

Titik manakah akan mengalami kakisan dan titik manakah yang akan mengalami perlindungan katod? Justifikasikan jawapan anda.

(6 marks/*markah*)

...12/-

- (iii). Propose and sketch one method to minimize stray current corrosion as given in Figure 5.

Cadang dan lakarkan suatu cara untuk mengurangkan kakisan arus sesat yang diberikan pada Rajah 5.

(4 marks/markah)

- (b). The discharge valve as illustrated in Figure 6 is not preferred from the point of corrosion prevention.

Injap luahan yang dilakarkan pada Rajah 6 tidak digalakkan dari segi perlindungan kakisan.

- (i). What type of corrosion is likely to occur?

Apakah jenis kakisan yang mungkin berlaku?

(2 marks/markah)

- (ii). Propose and sketch a new design of discharge valve to avoid corrosion happens on the discharge valve.

Cadang dan lakarkan suatu rekabentuk yang baru bagi injap luahan tersebut untuk mengelakan kakisan berlaku pada injap luahan ini.

(6 marks/markah)

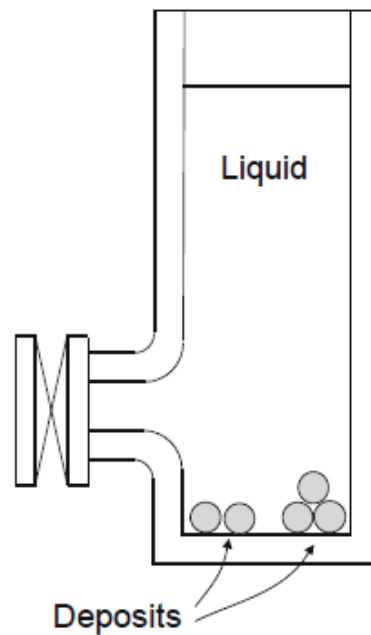


Figure 6: Discharge valve

Rajah 6: Injap luahan

- (7). (a). Coolant uses in car radiator normally consists of phosphate and silicates. Explain how do these two components help in minimizing corrosion in the car radiator?

Cecair penyejuk yang dipakai dalam penyejuk kereta biasanya mengandungi fosfat dan silikat. Terangkan bagaimanakah kedua-dua komponen ini membantu pengurangan kakisan dalam penyejuk kereta.

(6 marks/markah)

- (b). (i). List three components in paints.
Senaraikan tiga jenis komponen dalam cat.

(3 marks/markah)

- (ii). Sketch and elucidate the functions of paint as barrier film on the surface of metal substrate for corrosion prevention. The three components mentioned in 7 [b] (i) need to be included in the discussion.

Lakar dan terangkan fungsi cat sebagai lapisan pencegah pada permukaan logam untuk perlindungan kakisan. Ketiga-tiga komponen yang disebut dalam 7 [b](i) perlu dimasukkan dalam perbincangan ini.

(7 marks/markah)

- (iii). Describe two general surface preparation steps that need to be performed prior to painting on a metal surface.

Bincangkan dua langkah persediaan permukaan yang diperlukan sebelum pengecatan pada permukaan logam.

(4 marks/markah)

-oooOooo -