

SULIT



Second Semester Examination
2024/2025 Academic Session

July/August 2025

EBB 366/3 – Corrosion Engineering
[Kejuruteraan Kakisan]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains TEN (10) printed pages before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEPULUH (10) muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

Instructions : Answer **FIVE (5)** questions. **Part A is COMPULSORY**. Answer **TWO (2)** questions from PART B. All questions carry the same marks.

[Arahan : Jawab **LIMA (5)** soalan. **Bahagian A WAJIB dijawab**. Jawab **DUA (2)** soalan dari BAHAGIAN B. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama.]

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

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

Should any candidate be caught cheating or in possession of materials not authorised to be brought into the Examination Hall during the examination, appropriate disciplinary action will be taken against the candidate concerned. In the event a candidate is found guilty of cheating, he/she can be expelled from the University.

[Sekiranya seseorang calon didapati meniru/menipu ataupun mempunyai bahan-bahan yang tidak dibenarkan dibawa ke dalam Dewan Peperiksaan semasa peperiksaan diadakan, tindakan disiplin yang sewajarnya akan dikenakan terhadap calon berkenaan. Jika seseorang calon didapati bersalah meniru/menipu beliau boleh disingkir dari Universiti.]

...2/-
SULIT

PART A / BAHAGIAN A

- (1). (a). Corrosion is typically regarded as a detrimental process in materials engineering. However, under certain circumstances, corrosion can have beneficial effects. Briefly explain two scenarios where corrosion provides beneficial outcomes.

Kakisan biasanya dianggap sebagai satu proses yang memudaratkan dalam kejuruteraan bahan. Namun, dalam keadaan tertentu, kakisan boleh memberikan kesan yang bermanfaat. Terangkan secara ringkas dua situasi di mana kakisan memberikan hasil yang berfaedah.

(4 marks/markah)

- (b). Calculate whether nickel can corrode at 25°C in an acid solution of pH 3.0 to produce a solution containing 0.2 M Ni^{2+} ions and 0.2 atm hydrogen gas. Given the standard electrode potential, E° for nickel is -0.250 V.

Kira sama ada nikel boleh terkakis pada 25°C dalam larutan asid pH 3.0 untuk menghasilkan larutan yang mengandungi 0.2 M Ni^{2+} ion dan 0.2 atm gas hidrogen. Diberi keupayaan elektrod piawai, E° untuk nikel ialah -0.250 V.

(6 marks/markah)

- (c). Two dissimilar metals, steel and copper, are joined and exposed to a marine environment. After some time, corrosion is observed at the junction between the two metals.

Dua logam berbeza, keluli dan kuprum, disambungkan dan didedahkan kepada persekitaran marin. Selepas beberapa ketika, kakisan diperhatikan pada bahagian sambungan antara kedua-dua logam tersebut.

- (i). Explain a possible corrosion mechanism that could occur between the two metals in this environment.

Jelaskan satu kemungkinan mekanisma kakisan yang boleh berlaku antara kedua-dua logam dalam persekitaran ini.

(4 marks/markah)

- (ii). Based on the materials involved, determine which metal is more likely to be the anode and which the cathode, and justify your answer.

Berdasarkan logam yang terlibat, tentukan logam manakah yang lebih cenderung bertindak sebagai anod dan yang mana sebagai katod, serta berikan justifikasi anda.

(3 marks/markah)

- (iii). Suggest one practical method to reduce or prevent corrosion in such a system.

Cadangkan satu kaedah praktikal untuk mengurangkan atau mencegah kakisan dalam sistem seperti ini.

(3 marks/markah)

- (2). (a). Figure 1 presents the sample preparation procedure for electrochemical corrosion measurements of metal solder alloys. Evaluate the potential influence of this procedure on the accuracy and repeatability of corrosion results. Discuss at least three critical aspects of the preparation process that must be rigorously controlled to ensure the reliability of measurements.

Rajah 1 memaparkan prosedur penyediaan sampel bagi tujuan pengukuran kakisan elektrokimia terhadap aloi pateri logam. Nilaiakan kemungkinan pengaruh prosedur ini terhadap tahap ketepatan dan kebolehulangan keputusan pengukuran kakisan. Bincangkan sekurang-kurangnya tiga aspek kritikal dalam proses penyediaan yang perlu dikawal secara teliti bagi menjamin kebolehpercayaan hasil pengukuran.

(10 marks/markah)

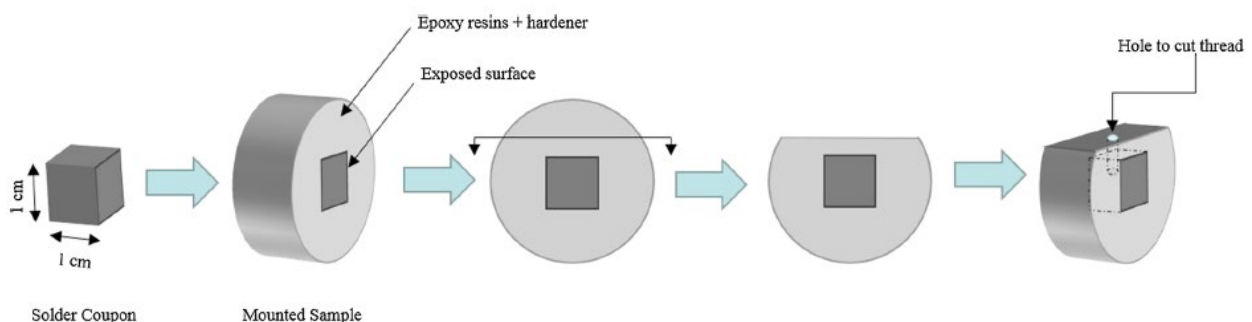


Figure 1: Schematic diagram of sample preparation for electrochemical corrosion measurement

Rajah 1: Rajah skematik penyediaan sampel bagi pengukuran kakisan elektrokimia

- (b). Design an experimental setup for corrosion testing by utilizing the prepared metal solder alloy sample (from Question 2a) as the working electrode within a three-electrode electrochemical cell. Configure the system to employ an alkaline solution as the electrolyte. Specify the selection of reference and counter electrodes, cell configuration, electrolyte composition, and essential operational parameters to ensure accurate and reproducible corrosion measurements.

Reka bentuk suatu tetapan eksperimen bagi ujian kakisan dengan menggunakan sampel aloi pateri logam yang telah disediakan (seperti dalam Soalan 2(a) sebagai elektrod kerja dalam sel elektrokimia tiga elektrod. Konfigurasikan sistem ini untuk menggunakan larutan beralkali sebagai elektrolit. Nyatakan pemilihan elektrod rujukan dan elektrod lawan, konfigurasi sel, komposisi elektrolit, serta parameter operasi penting yang diperlukan bagi memastikan pengukuran kakisan yang tepat dan boleh diulang.

(10 marks/markah)

- (3). (a). Explain Impressed Current Cathodic Protection (ICCP) at under protection and over protection?

Terangkan perlindungan katodik arus terapung (ICCP) di dalam keadaan di bawah perlindungan dan terlebih perlindungan?

(10 marks/markah)

- (b). Calculate the anode capacity of aluminium if its efficiency is 70%?

Kirakan kapasiti anod aluminium jika kecekapannya ialah 70%?

(10 marks/markah)

...6/-

PART B / BAHAGIAN B

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

Huraikan mekanisma anjakan keupayaan elektrod ke arah positif akibat pengutuban penumpuan. Sokong jawapan anda dengan gambarajah yang sesuai.

(6 marks/markah)

- (b). A carbon steel pipeline is exposed to a corrosive environment, and after a corrosion test, it was found that 0.025 grams of the metal had been lost over a period of 10 days. The total surface area exposed during the test was 10 cm². The density of carbon steel is 7.85 g/cm³.

Saluran paip keluli karbon terdedah kepada persekitaran yang mengakis, dan selepas ujian kakisan, didapati bahawa 0.025 gram logam telah hilang dalam tempoh 10 hari. Jumlah luas permukaan yang terdedah semasa ujian ialah 10 cm². Ketumpatan keluli karbon ialah 7.85 g/cm³.

- (i). Calculate the corrosion rate in mm/year.

Kira kadar kakisan dalam mm/year.

(4 marks/markah)

- (ii). Convert your answer in part (i) to mpy (mils per year).

Tukarkan jawapan anda dalam bahagian (i) kepada mpy (mils per year).

(2 marks/markah)

- (c). An underground steel pipeline is electrically connected to a large copper grounding plate for earthing purposes. After several months of service, severe localized corrosion is observed on the steel near the junction point, while the copper remains unaffected. The total surface area of the copper plate is significantly larger than that of the exposed steel section. Identify the type of corrosion involved in this case. Discuss how the anode-to-cathode area ratio contributes to the severity of the corrosion.

Saluran paip keluli bawah tanah disambungkan secara elektrik ke plat pbumian kuprum yang besar untuk tujuan pbumian. Selepas beberapa bulan perkhidmatan, kakisan setempat yang teruk diperhatikan pada keluli berhampiran titik simpang, manakala kuprum kekal tidak terjejas. Jumlah luas permukaan plat kuprum adalah jauh lebih besar daripada bahagian keluli terdedah. Kenalpasti jenis kakisan yang terlibat dalam kes ini. Bincangkan bagaimana nisbah kawasan anod kepada katod menyumbang kepada keterukan kakisan.

(8 marks/markah)

- (5). Based on the potentiodynamic polarization curve shown in Figure 2:
Berdasarkan lengkung pengkutuban potensiodinamik yang ditunjukkan dalam Rajah 2:

- (a). Propose an experimental circuit setup, clearly labeling each component and describing its function based on the results observed in Figure 2.

Cadangkan suatu tetapan litar eksperimen, dengan melabelkan setiap komponen secara jelas serta menghuraikan fungsinya berdasarkan keputusan yang diperoleh dalam Rajah 2.

(5 marks/markah)

...8/-

- (b). Critically evaluate how the scan rate, potential range, and electrolyte conditions influence the accuracy and interpretation of key corrosion parameters.

Buat penilaian secara kritis tentang bagaimana kadar imbasan, julat keupayaan, dan keadaan elektrolit mempengaruhi ketepatan serta pentafsiran parameter utama kakisan.

(10 marks/markah)

- (c). Conduct a data analysis focusing on E_{corr} and I_{corr} , and passivation behavior, and formulate conclusions based on these observations.

Laksanakan analisis data dengan menumpukan kepada nilai E_{corr} , I_{corr} , dan tingkah laku pasivasi, serta rumuskan kesimpulan berdasarkan pemerhatian tersebut.

(5 marks/markah)

...9/-

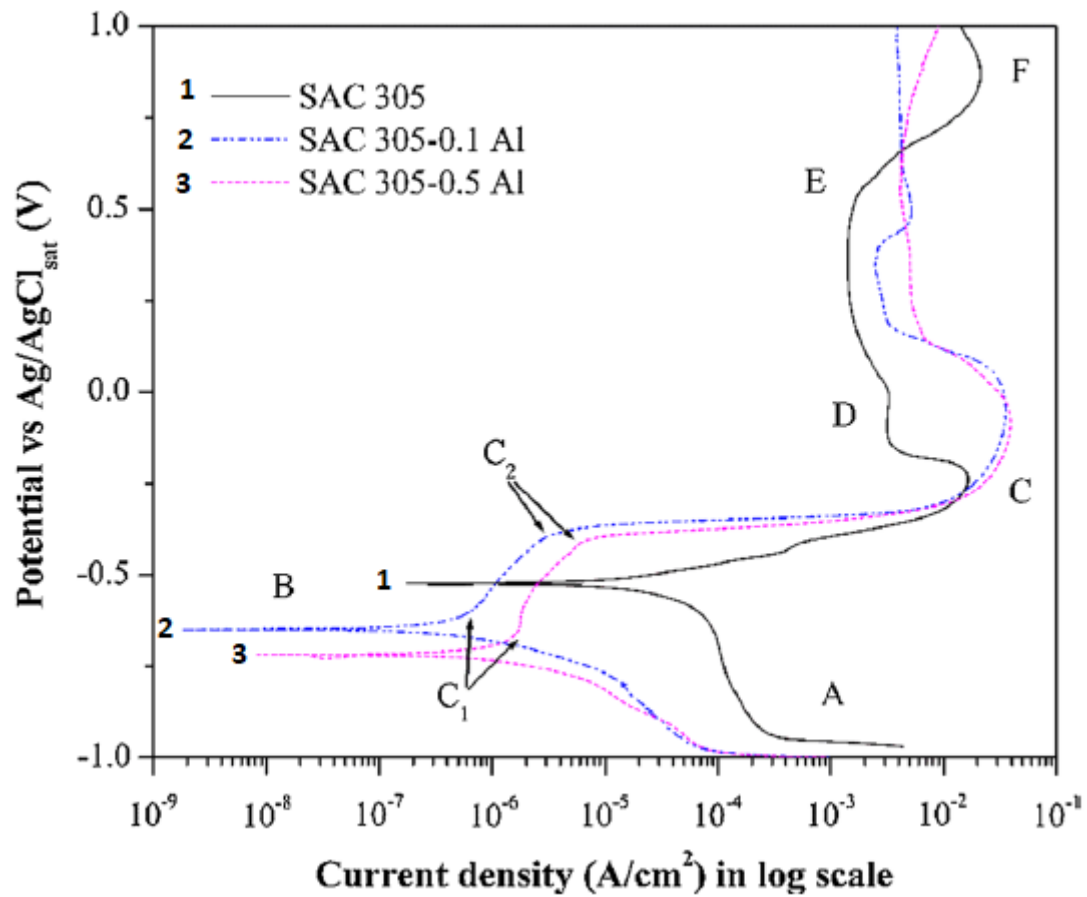


Figure 2: Potentiodynamic polarization curves of SAC 305, SAC305–0.1Al and SAC 305–0.5Al solder alloys

Rajah 2: Lengkung pengkutuban potensiodinamik bagi aloi pateri SAC305, SAC305–0.1Al dan SAC305–0.5Al

(6). Prepare answer in brief the following 3 questions.

Pilih dan sediakan jawapan secara ringkas untuk 4 soalan di bawah.

(i). Explain cathodic protection?

Terangkan perlindungan katodik?

(5 marks/markah)

(ii). Explain potential voltage versus copper sulfate electrode (SCE) in table form for various steel corrosion conditions.

Terangkan voltan berpotensi lawan elektrod kuprum sulfat (SCE) dalam bentuk jadual untuk pelbagai keadaan kakisan keluli.

(10 marks/markah)

(iii). List materials used for impressed current cathodic protection (ICCP) anodes

Senaraikan bahan yang digunakan untuk anod perlindungan katodik arus terapung (ICCP).

(5 marks/markah)

-oooOooo-