

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 2005/2006

November 2005

**EBS 315/3 - Hidrometalurgi**

Masa : 3 jam

---

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi LAPAN muka surat beserta SATU muka surat (Lampiran) yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan.

Jawab LIMA soalan. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Semua soalan mesti dijawab dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

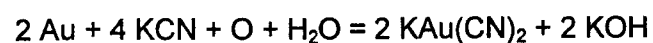
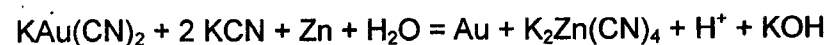
1. [a] Proses pelarutlesapan atau pelarutan adalah langkah prerequisite dalam semua proses Hidrometalurgi. Huraikan secara ringkas sebarang dua faktor dalam aspek pelarutan kimia yang harus diambil kira dalam perolehan suatu mineral berharga dari suatu bijih menggunakan suatu liksivian atau pelarut.

(20 markah)

- [b] Satu kilang di Mexico mengolah 80 tan bijih yang mengandungi 12 g/T Au dan 240 g/T Ag dalam setiap kelompok. Hampas (pepejal) membawa 0.6g/T Au dan 40 g/T Ag selepas proses pelarutlesapan dan basuhan kemudiannya dibuang. Cas yang dimasukkan ke tangki pemendakan mengandungi 400 T larutan. Proses pemendakan adalah 100% lengkap. Total reagen yang digunakan adalah sebanyak 55 kg/cas KCN dan 40 kg/cas zink.

Kirakan:

- (i) Peratus perolehan emas dan perak
- (ii) Cerakin larutan yang memasuki tangki pemendakan
- (iii) Peratus KCN yang digunakan dalam pelarutan sebenar
- (iv) Peratus zink yang digunakan dalam pemendakan sebenar

**Persamaan Elsner:****Persamaan Pemendakan:**

Bagi kedua-dua persamaan di atas, Au dan KCN boleh saling ditukargantikan dengan Ag dan NaCN.

Diberikan JAR: Au:196.9 K:39 Zn:65.39 Ag:107.9 C:12 N:14

(80 markah)

...3/-

2. [a] Apakah perbezaan di antara dua sistem reaktor (CIP dan CIL) yang digunakan dalam litar penjerapan emas?  
(20 markah)
- [b] Apakah faktor-faktor yang mempengaruhi proses penjerapan emas ke atas karbon teraktif?  
(25 markah)
- [c] Berikan kebaikan dan keburukan penggunaan karbon-dalam-pulpa dalam proses pengekstrakan emas dibandingkan dengan kaedah penjerapan lain dan proses lazim.  
(25 markah)
- [d] Suatu bijih emas (4g emas/tan bijih) dilarutlesapkan menggunakan sianida dengan pulpa mengandungi 45% pepejal. 90% daripada emas yang diperolehi datangnya dari reaktor ini. Pulpa ini kemudiannya dihantar ke unit CIP, selain daripada penyerapan emas oleh karbon adalah tambahan pada 5% pelarutan emas daripada pepejal. Hampas dari unit CIP terdiri daripada pepejal-pepejal yang mengandungi emas tak larut dan larutan kontang yang mengandungi 0.05 g emas per tan larutan. Lukiskan carta blok sistem ini dengan menunjukkan aliran pepejal dan aliran larutan. Dapatkan berat emas yang dijerap oleh karbon bagi bijih 1 tan.  
Diberikan  $JAR_{Au} = 196.9$   
(30 markah)

3. [a] Gambarajah keupayaan-pH (Pourbaix) bagi air boleh diperolehi dengan mempertimbangkan tindakbalas penguraian air secara elektrolisis.

(i) Tuliskan persamaan-persamaan tindakbalas yang berlaku pada katod dan anod.

(20 markah)

(ii) Tuliskan persamaan Nernst.

(10 markah)

Tunjukkan langkah-langkah penyelesaian bagi persamaan tindakbalas pada katod dan anod untuk mendapatkan garisan keseimbangan untuk membina gambarajah Pourbaix bagi air.

Diberikan:

$$a_{\text{H}_2} = 1, a_{\text{H}_2\text{O}} = 1, a_{\text{O}_2} = 1 \text{ dan } E^\circ \text{O}_2/\text{H}_2\text{O} = + 1.23 \text{ V}$$

$$R = 8.314 \text{ J/mol K} \quad 1 \text{ F} = 96,500 \text{ C/mol}$$

(30 markah)

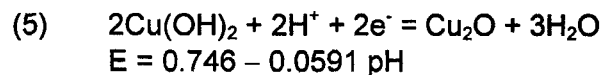
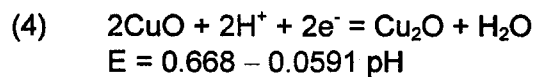
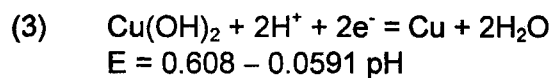
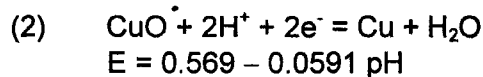
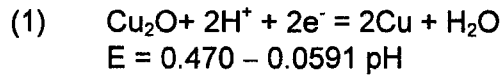
(iii) Berdasarkan kepada penyelesaian persamaan tindakbalas pada anod dan katod yang telah dipermudahkan, binakan satu gambarajah Pourbaix bagi air di atas satu kertas graf. Labelkan gambarajah anda dan tunjukkan kawasan-kawasan kestabilan termodinamik bagi air pada 25°C dan tuliskan persamaan yang terlibat. Bincangkan secara ringkas tiga zon yang ketara dalam gambarajah Pourbaix anda pada keupayaan elektrod dan pH yang berbeza.

(40 markah)

...5/-

4. Diberikan persamaan-persamaan tindakbalas berikut:

**Persamaan Tindakbalas Antara Dua Pepejal:**



(i) Dari persamaan-persamaan yang diberikan, apakah dua maklumat yang anda perolehi mengenai tindakbalas yang berlaku dan garisan keseimbangan.

(20 markah)

(ii) Menggunakan persamaan-persamaan tindakbalas di atas, binakan satu gambarajah Pourbaix bagi sistem ini yang menunjukkan keadaan keseimbangan antara dua fasa pepejal tersebut. Gunakan kertas graf yang berasingan dari soalan 3. Labelkan dengan lengkap gambarajah anda dan tunjukkan kawasan-kawasan kestabilan termodinamik bagi sistem pada 25°C.

(60 markah)

(iii) Nyatakan garisan-garisan keseimbangan bagi persamaan tindakbalas yang tidak ditunjukkan pada gambarajah yang anda lukiskan dan terangkan mengapa?

(20 markah)

...6/-

5. Pilih sebarang dua tajuk yang berikut:

- (a) Apakah yang anda faham tentang istilah pengekstrakan dan pelarutlesapan? Perlombongan pelarutan (*solution mining*) atau teknik "in-situ" adalah satu kaedah alternatif bagi perolehan logam dari bijih kompleks atau bergred rendah dengan memasukkan larutan pelarutlesapan secara langsung ke dalam jasad bijih tersebut. Dengan bantuan gambarajah, huraikan pelbagai aspek operasi ini termasuk penyediaan bijih, larutan pelarutlesapan dan perolehan logam dari larutan pelarutlesapan. Apakah kebaikan dan had teknologi ini berbanding dengan kaedah-kaedah perlombongan yang lazim?

(50 markah)

- (b) Perihalkan penggunaan resin penukar ion dalam industri merujuk kepada Emas. Nyatakan faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan resin penukar ion untuk kegunaan penulenan dalam hidrometalurgi. Bagaimanakah darjah pemaui-silang mempengaruhi sifat-sifat resin penukar ion?

(50 markah)

- (c) Huraikan secara ringkas kaedah-kaedah untuk mendapatkan data keseimbangan yang diperlukan untuk merekabentuk satu carta alir bagi litar pengekstrakan pelarut dan lakarkan gambarajah McCabe-Thiele. Bagaimanakah keasidan yang pelbagai mempengaruhi gambarajah ini?

(50 markah)

- (d) Bezakan di antara elektrolehan dan elektrotulenan. Nyatakan dengan ringkas keadaan-keadaan yang sesuai untuk perolehan logam dari larutan secara pemindahan hidrogen. Bincangkan perhubungan antara emf, kepekatan dan pH yang mengawal proses penurunan hidrogen dari larutan akuas.

(50 markah)

...7/-

6. [a] Rajah A dan B (dalam lampiran) menunjukkan gambarajah Pourbaix bagi sistem Au-H<sub>2</sub>O dan kesan penambahan reagen terhadap keterlarutan emas dalam sistem Au-CN-H<sub>2</sub>O pada 25°C masing-masing.

(i) Merujuk kepada gambarajah Pourbaix ini, terangkan mengenai kedudukan kestabilan bagi spesi logam emas pada pH dan keupayaan yang ditunjukkan.

Adakah emas boleh larut dalam air?

(25 markah)

(ii) Secara termodinamik, telah dibuktikan bahawa oksigen tidak boleh mengoksidakan emas dalam persekitaran normal.

Mengapakah sianida digunakan dalam hidrometalurgi emas?

(10 markah)

(iii) Merujuk kepada gambarajah Pourbaix yang diberikan, terangkan bagaimana kesan penambahan reagen NaCN atau kehadiran ion sianida boleh mengubah gambarajah keupayaan-pH bagi sistem ini.

Apakah spesi emas yang terlarutkan yang dominan pada keseluruhan julat pH yang ditunjukkan?

Tuliskan persamaan Elsner bagi pelarutan emas dalam larutan natrium sianida.

(20 markah)

[b] Nyatakan semua jenis-jenis tindakbalas yang terlibat dalam pelarutan suatu bijih mineral berharga dari suatu larutan pelarutlesapan. Berikan contoh-contoh mudah bagi semua jenis-jenis tindakbalas ini.

(45 markah)

...8/-

7. [a] Terangkan secara ringkas tiga proses-proses asas bagi perolehan logam dari larutan akuas.

(15 markah)

- [b] Terangkan mengapa elektrolisis aluminium tidak boleh dijalankan dari larutan akuas. Dalam industri, penghasilan aluminium dijalankan menggunakan kriolit lebur (*molten cryolite bath*). Tuliskan tindakbalas-tindakbalas yang berlaku pada anod grafit dan pada leburan aluminium yang bertindak sebagai katod.

Terangkan secara ringkas mengapa kecekapan proses tidak boleh mencapai 100% (dalam industri kecekapan berbeza dari 88.0 - hampir 95%).

(20 markah)

- [c] Dalam elektrolisis Zn dari larutan zink sulfat, voltan sel, ketumpatan arus dan kecekapan arus adalah 3.0 V, 0.05 A/cm<sup>2</sup> dan 94% masing-masing.

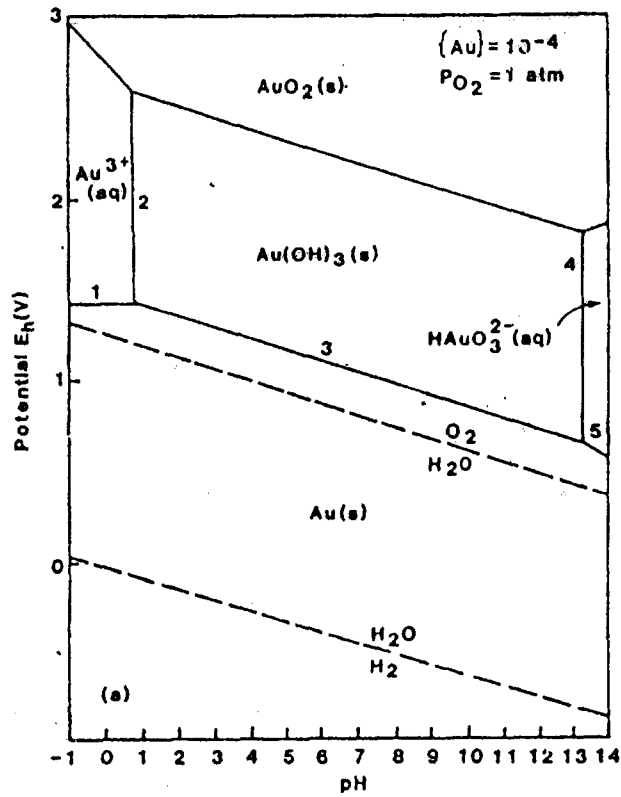
Kirakan penggunaan tenaga elektrik dalam kWh/kg zink dan kemudian tentukan isipadu gas hidrogen yang terhasil semasa proses pada STP (1 mol gas = 22.4 dm<sup>3</sup>).

(Diberikan : JAR Zn : 65.4 g/mol, IF = 96500 C/mol)

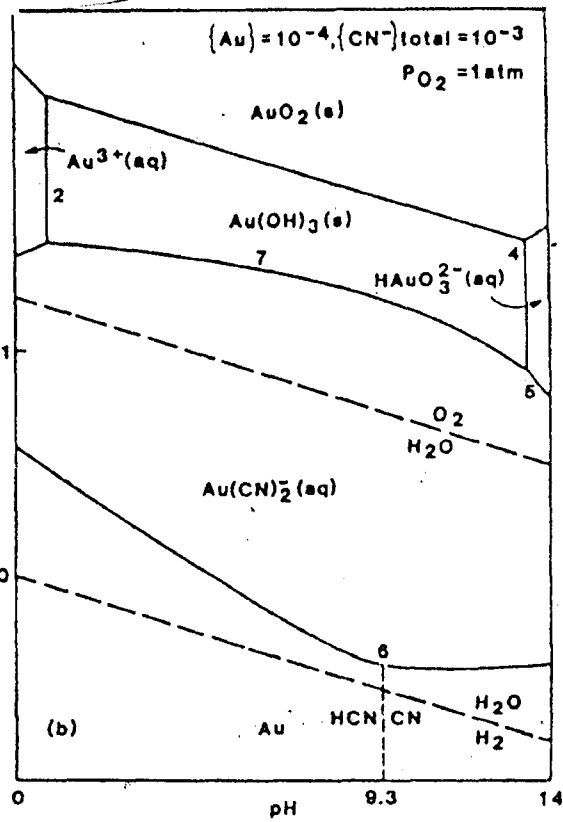
(65 markah)



**LAMPIRAN**



**Rajah A :  $E_h$ -pH bagi sistem Au-H<sub>2</sub>O pada 25°C**



**Rajah B :  $E_h$ -pH bagi sistem Au-CN-H<sub>2</sub>O pada 25°C**