
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2006/2007
*First Semester Examination
Academic Session 2006/2007*

Oktober/November 2006

EBS 322/3 - Pemprosesan Fizikal Mineral *EBS 322/3 - Physical Processing of Mineral*

Masa : 3 jam
Time : 3 hours

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TIGA BELAS muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan. Terjemahan dalam Bahasa Inggeris ada disertakan.

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.

Please ensure that this paper consists of THIRTEEN printed pages before you proceed with the examination.

This paper contains SEVEN questions. Translations in English are enclosed together with this script.

Answer any FIVE questions. If a candidate answers more than five questions, only the first five answers will be examined and awarded marks.

Answer to any question must start on a new page.

All questions must be answered in Bahasa Malaysia.

1. [a] Jelaskan maksud "nisbah pengkonsentratan", "nisbah pengkayaan" dan "perolehan". Terbitkan hubungan di antara ketiga-tiga istilah ini bagi pengasingan suatu campuran mineral dalam bentuk persamaan dua hasil.
- (30 markah)
- [b] Bincangkan dengan bantuan gambarajah, mekanisme unit operasi yang berikut:
- Meja ayun
Palong
- Nyatakan pembolehubah-pembolehubah proses bagi unit operasi tersebut.
- (40 markah)
- [c] Pembebasan mineral, pengasingan dan pembuangan hampas merupakan turutan yang biasa digunakan dalam pemprosesan mineral selepas bijih dilombong. Huraikan maksud ketiga-tiga istilah (pembebasan mineral, pengasingan dan pembuangan hampas) tersebut dalam pemprosesan mineral secara fizikal.
- (30 markah)
2. Selepas menganalisa sampel yang diberikan oleh DRH Amang Co. didapati sampel tersebut mengandungi campuran mineral ilmenit, rutil, silika, zirkon, dan emas yang telah terbebas sepenuhnya. Kajian taburan saiz menunjukkan semua partikel mineral melepasi saiz 1.5 mm dan 60% daripadanya adalah berada pada saiz -0.1 mm. Analisis taburan mineral pula menunjukkan emas hanya terdapat pada saiz -0.1 mm dan boleh memberikan keuntungan bila diproses. Binakan satu carta alir proses yang menunjukkan bagaimana konsentrat yang berbeza boleh disediakan. Bincangkan dengan ringkas unit-unit operasi yang mungkin, prinsip-prinsip operasi dan pembolehubah-pembolehubah proses bagi setiap unit operasi yang anda cadangkan dalam pemprosesan tersebut. Sifat-sifat sebahagian mineral ditunjukkan dalam Jadual 2 sebagai panduan anda.

Jadual 2

Mineral	Ketumpatan relatif	Pengaliran elektrik	Kecenderungan Magnetik
TiO ₂	4.2	sederhana	rendah
ZnS	4.1	sederhana	rendah
ZrSiO ₄	4.6	rendah	rendah
Aluminium Silicate	2.6	rendah	rendah
PbS	7.5	sederhana	rendah
Au	19	tinggi	rendah
SiO ₂	2.65	rendah	rendah
Coal	1.2	tinggi	rendah
FeTiO ₃	4.7	sederhana	tinggi
FeS ₂	5.0	sederhana	rendah

(100 markah)

3. **Jadual 3** menunjukkan keputusan penskrinan dan analisis yang dilakukan ke atas mendapan alluvial untuk penilaian awal kesesuaian pengkonsentraton secara graviti.

Jadual 3

Julat Saiz (μm)	Jisim (%)	Gred (%Sn)
+425	8.7	0.05
-425 +300	5.4	0.08
-300 +212	11.1	0.08
-212 +150	22.7	0.11
-150 +125	15.6	0.15
-125 +75	34.6	0.39
-75	1.9	2.75

...4/-

10' 258

Daripada data yang diberikan, tentukan yang berikut:

- (i) Gred keseluruhan Sn dalam bijih
- (ii) Taburan Sn dalam setiap julat saiz
- (iii) Peratusan menokok melebihi 90 μ m

Berikan komen anda mengenai kesesuaian teknik pengasingan graviti dalam pemrosesan bijih tersebut.

(100 markah)

4. **Jadual 4** menunjukkan data pembasuhan daripada dua lipit berasingan yang membekalkan arang batu kepada loji penyediaan arang batu yang sama.

Jadual 4

Ketumpatan Relatif	Lipit A		Lipit B	
	Berat (%)	Abu (%)	Berat (%)	Abu (%)
F 1.35	43.3	4.5	34.4	4.6
1.35 - 1.40	22.2	10.9	20.6	11.2
1.40 - 1.45	9.5	16.0	20.6	11.2
1.45 - 1.50	4.3	20.2	6.7	21.0
1.50 - 1.60	3.8	28.2	6.1	28.7
1.60 - 1.70	1.7	38.2	1.9	38.6
1.70 - 1.80	1.8	50.5	2.1	49.3
S1.80	13.4	73.8	16.3	76.3

- [a] Plotkan lengkok pembasuhan bagi setiap lipit di atas kertas graf yang disediakan.

(40 markah)

- [b] Tentukan ketumpatan pembasuhan bagi lipit A untuk menghasilkan 8.5% kandungan abu dan lipit B menghasilkan 11.5% kandungan abu. Juga tentukan % hasil bagi setiap produk.

(30 markah)

...5/-

- [c] Apakah kesan kecekapan loji ke atas ketumpatan pengoperasian dan hasil apabila mengeluarkan produk yang mengandungi kandungan abu yang sama untuk suatu siklon media berat.

(30 markah)

5. Sebuah kawasan yang berpotensi untuk dilombong bijih timah akan beroperasi tidak lama lagi. Syarikat anda telah dilantik sebagai perunding kepada syarikat perlombongan itu dan diberikan tanggungjawab untuk merekabentuk satu carta alir pemprosesan mineral yang boleh digunakan bagi merawat bijih tersebut. Maklumat-maklumat berikut telah diberikan kepada syarikat anda:

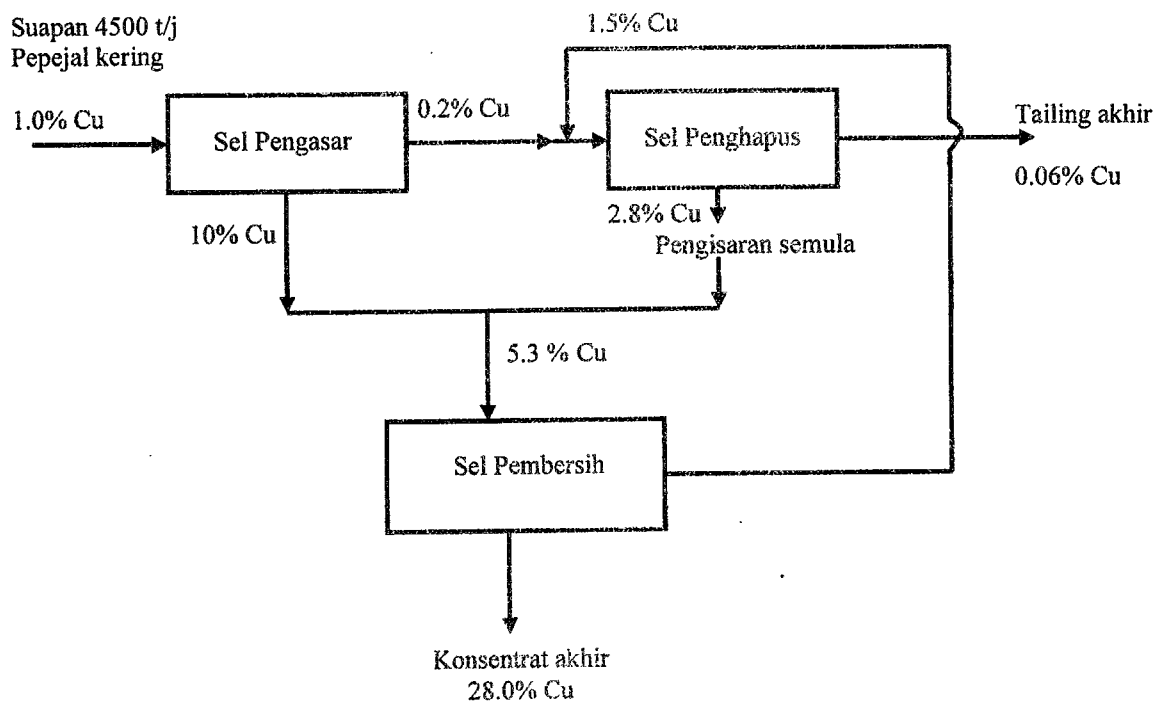
- (i) Mendapan bijih timah adalah terdiri daripada 40% bijih timah yang telah mengalami proses luluhawa iaitu yang telah terbebas dalam julat saiz 0.1 - 1.0 mm. Selebihnya, iaitu sebanyak 60% masih berada dalam batuan.
- (ii) Gred kasiterit menunjukkan endapan bijih sesuai untuk dilombong.
- (iii) Pirit adalah mineral utama yang bersekutu dengan bijih tersebut.
- (iv) Mineral lain yang berpotensi untuk diekstrakkan daripada lombong itu adalah ilmenit dan monazit.
- (v) Kasiterit dan mineral lain dalam batuan adalah terbebas sebanyak 80% pada saiz 5.0 mm dan terbebas sepenuhnya pada saiz 0.1 mm.
- (vi) Sumber air tidak menjadi masalah kerana terdapat sebuah sungai yang *tidak bernama* terletak kira-kira 100 m daripada kawasan lombong.

Cadangkan satu carta alir proses aliran yang lengkap yang dapat menghasilkan konsentrat kasiterit, ilmenit dan monazit.

(100 markah)

6. Satu carta alir untuk memproses bijih kalkopirit dengan cara pengapungan buih ditunjukkan dalam **Rajah 6** dijalankan dalam keadaan stabil dengan suapan pepejal kering sebanyak 4500 metrik tan per jam. Daripada siasatan yang dijalankan, esei kuprum (%Cu) diperolehi untuk tujuan pengiraan kecekapan litar.
- Kirakan metrik tan per jam pepejal kering yang dihasilkan dalam konsentrat dan hampas akhir.
 - Kirakan perolehan kuprum dalam konsentrat akhir.
 - Kirakan kadar alir pepejal dalam setiap aliran dalam carta alir tersebut.
 - Huraikan peranan reagen pengumpul dalam litar pengapungan buih untuk memisahkan mineral kalkopirit daripada pirit dan mineral raja bukan sulfat.

(100 markah)

**Rajah 6**

7. [a] Apakah yang dimaksudkan dengan pengapungan terus dan pengapungan terbalik. Berikan contoh setiap satu.
(20 markah)
- [b] Terangkan bagaimana suatu partikel boleh bersifat hidrofobik. Tunjukkan bagaimana suatu pengumpul yang boleh menukarkan permukaan partikel menjadi hidrofobik. Berikan contoh setiap satu bahan pengumpul yang biasa digunakan dalam pengapungan mineral sulfida dan mineral sulfida oksida.
(20 markah)
- [c] Suatu alat pengkonsentratan merawat campuran bijih kuprum oksida dan kuprum sulfida yang mengandungi mineral raja pirit. Cadangkan satu litar pengisaran-pengapungan yang sesuai untuk merawat bijih tersebut. Tunjukkan dengan jelas reagen-reagen dan tempat penambahan reagen pada litar yang telah dicadangkan. Bagaimanakah untuk mencapai perolehan yang sesuai bagi kuprum oksida? Apakah pH yang sesuai bagi litar tersebut beroperasi dan mengapa?
(60 markah)

1. [a] Define the terms "ratio of concentration", "enrichment ratio" and "recovery". Derive a relationship relating these three terms for the separation of a mixture of minerals into two product streams.
(30 marks)
- [b] Discuss with the aid of diagram(s), the mechanism of unit operation below:
Shaking table
Palong
State also the process variable(s) of the unit process.
(40 marks)
- [c] The sequence of mineral liberation, separation and tailing disposal is often used to describe the initial processing of an ore after mining. Provide a brief description of the meaning of the three terms (liberation, separation and disposal) in the physical processing of an ore.
(30 marks)
2. After analyzing sample given by DRH Amang Co., it was found that the sample was a mixture of fully liberated grains of ilmenite, rutil, silica, zircon and gold. The study of size distribution shows that all mineral particles are passing 1.5 mm and 60% them are in the -0.1 mm fraction. The analysis of mineral distribution shows that gold is only present in the fraction below 0.1 mm. Construct a process flowsheet which would indicate how separate concentrates of these minerals might be prepared. Describe briefly possible unit operation which you propose to use, their principles of operation and the process variables. The properties of some minerals are provided in Table 2 for your guidance.

Table 2

<i>Mineral</i>	<i>Relative density</i>	<i>Electrical conductivity</i>	<i>Magnetic susceptibility</i>
<i>TiO₂</i>	4.2	<i>medium</i>	<i>low</i>
<i>ZnS</i>	4.1	<i>medium</i>	<i>low</i>
<i>ZrSiO₄</i>	4.6	<i>low</i>	<i>low</i>
<i>Aluminium Silicate</i>	2.6	<i>low</i>	<i>low</i>
<i>PbS</i>	7.5	<i>medium</i>	<i>low</i>
<i>Au</i>	19	<i>high</i>	<i>low</i>
<i>SiO₂</i>	2.65	<i>low</i>	<i>low</i>
<i>Coal</i>	1.2	<i>high</i>	<i>low</i>
<i>FeTiO₃</i>	4.7	<i>medium</i>	<i>high</i>
<i>FeS₂</i>	5.0	<i>medium</i>	<i>low</i>

(100 marks)

3. Table 3 shows the result of screening and assay analyses performed on an alluvial mineral deposit for preliminary evaluation of its suitability for treatment by gravity concentration.

Table 3

<i>Size Range (μm)</i>	<i>Weight (%)</i>	<i>Grade (%Sn)</i>
+425	8.7	0.05
-425 +300	5.4	0.08
-300 +212	11.1	0.08
-212 +150	22.7	0.11
-150 +125	15.6	0.15
-125 +75	34.6	0.39
-75	1.9	2.75

...10/-

104
24

From the data given, determine the following:

- (i) Overall assay of Sn in the ore
- (ii) Distribution of Sn in each size range
- (iii) Cumulative percentage of material passing through 90 μm .

Comment on the suitability of gravity separation techniques in processing the ore.

(100 marks)

4. **Table 4** shows the washability data from two separate seams supplying the same coal preparation plant.

Table 4

Relative Density	Seam A		Seam B	
	Mass (%)	Ash (%)	Mass (%)	Ash (%)
F 1.35	43.3	4.5	34.4	4.6
1.35 - 1.40	22.2	10.9	20.6	11.2
1.40 - 1.45	9.5	16.0	20.6	11.2
1.45 - 1.50	4.3	20.2	6.7	21.0
1.50 - 1.60	3.8	28.2	6.1	28.7
1.60 - 1.70	1.7	38.2	1.9	38.6
1.70 - 1.80	1.8	50.5	2.1	49.3
S1.80	13.4	73.8	16.3	76.3

- [a] Plot the washability curves for each seam on the graph paper provided.

(40 marks)

[b] *At what densities should the seams A and B be washed each to produce ash specifications of 8.5% and 11.5%. What are the corresponding yields?*

(30 marks)

[c] *What effect would the plant efficiency have on both the density of operation and the yield when producing the same ash products for a dense medium cyclone operation?*

(30 marks)

5. *A potential tin (cassiterite) mine area will be operated soon. Your company has been appointed by the mining company to be their consultant and given the responsibility to design a suitable mineral processing flowsheet for the treatment of the ore. Some of the information given to you are as follow.*

- (i) The ore deposit is made up of 40% weathered ore and has been liberated at size range of 0.1-1.0mm. Another 60% of the ore is still in the rock.*
- (ii) The grade of cassiterite is suitable for the ore deposit to be mined.*
- (iii) Pyrite is the main mineral which is associated with the ore.*
- (iv) Other minerals having the potential to be extracted from the deposit are ilmenite and monazite.*
- (v) Cassiterite and other minerals in the rock are 80% liberated at 5.00 mm and fully liberated at 0.1 mm*
- (vi) The source of water is not a problem because an unnamed stream is only 100 m from the mine.*

Propose a suitable process flowsheet to produce separate concentrates of cassiterite, ilmenit and monazite.

(100 marks)

6. *The flowsheet of processing a chalcopyrite ore by froth flotation as shown in Figure 6 was operated at steady-state with 4500 metric tph of dry solids in the feed. From surveying the circuit, copper assays (%Cu) were obtained to calculate the performance of the circuit.*
- (i) *Calculate the metric tonnes per hour (tph) of dry solid in the final concentrate and the final tailing.*
(20 marks)
- (ii) *Calculate the recovery of copper in the final concentrate.*
(20 marks)
- (iii) *Calculate the flowrate of solid in each of the other streams in the flowsheet.*
(40 marks)
- (iv) *Describe of the role of the collector in the froth flotation circuit for separating the mineral chalcopyrite from the pyrite and non sulphide gangue minerals.*
(20 marks)

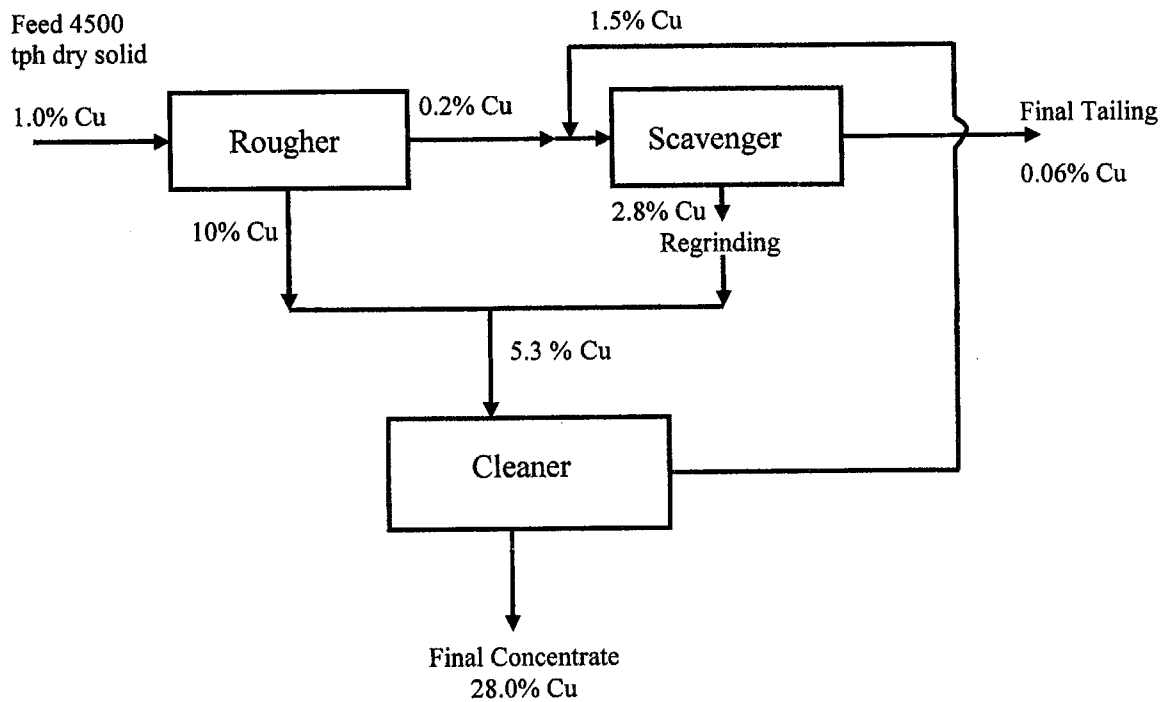


Figure 6

7. [a] What is the meaning of direct flotation and reversed flotation. Give an example for each of them.

(20 marks)

- [b] Explain how a particle becomes hydrophobic. Show how a collector can make the surface of particles hydrophobic. Give an example of collector that is normally used in sulphide and oxide froth flotation.

(20 marks)

- [c] A certain concentrator treats a mixed copper oxides - copper sulphides ore containing pyrite gangue. Propose a suitable grinding and flotation circuit indicating the reagents and points of addition of reagents. How would you achieve reasonable recovery of the copper oxides? At what pH would you operate the circuit and why?

(60 marks)