
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2008/2009

November 2008

EBS 322/3 – Physical Mineral Processing
[Pemprosesan Fizikal Mineral]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains THIRTEEN printed pages before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TIGABELAS muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

This paper contains SEVEN questions.

[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan.]

Instruction: Answer FIVE questions. If candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

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

Answer to any question must start on a new page.

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

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

1. [a] Define the terms "Grade", "Recovery", "Ratio of Concentration" and "Enrichment Ratio". Derive the relationship relating the three terms i.e. "Recovery", "Ratio of Concentration" and "Enrichment Ratio" for the separation of a mixture of minerals into two product streams.

Jelaskan sebutan "Gred", "Perolehan", "Nisbah Pengkonsentratan" dan "Nisbah Pengayaan". Terbitkan hubungan diantara tiga sebutan iaitu "Perolehan", "Nisbah Pengkonsentratan" dan "Nisbah Pengayaan" bagi pengasingan suatu campuran mineral dalam bentuk persamaan dua hasil.

(40 marks/markah)

- [b] A concentrator is treating a 4% grade lode tin ore to produce a concentrate assaying 34% cassiterite. By changing the milling conditions, the recovery is increased from 77% to 79%, but the grade falls to 31%. What effect does this have on the grade of the tailings?

Satu penkonsentrat merawat bijih timah yang bergred 4% untuk menghasilkan konsentrat kaseterit yang bergred 34%. Dengan menukar keadaan pengisaran, perolehan meningkat daripada 77% kepada 79% tetapi gred konsentrat menurun kepada 31%. Apakah kesannya ke atas gred hampas?

(20 marks/markah)

- [c] You are the Process Engineer of Mamut Copper concentrator in Sabah. Your metallurgical report for yesterday's operations contained the following information:

Anda seorang jurutera proses di pengkonsentrat Mamut Copper di Sabah. Laporan metalurgi bagi operasi di hari sebelumnya mengandungi maklumat-maklumat berikut:

Tons processed during 24 hours	5012.2
% Copper in the plant feed	1.52
Tons of concentrate produced	297.5
% Copper in concentrate	23.21
% Copper in tailing	0.12
<i>Ton yang telah diproses selama 24 jam</i>	<i>5012.2</i>
<i>% Tembaga didalam suapan ke loji</i>	<i>1.52</i>
<i>Ton konsentrat yang dihasilkan</i>	<i>297.5</i>
<i>% Tembaga didalam konsentrat</i>	<i>23.21</i>
<i>% Tembaga didalam hampas</i>	<i>0.12</i>

- (i) What value will you report for the percent recovery of copper in the concentrate?

Apakah yang akan anda laporkan tentang nilai peratusan perolehan tembaga di dalam konsentrat?

(20 marks/markah)

- (ii) Discuss any discrepancies which may exist and explain them in terms of the errors which might occur in collecting the data.

Bincangkan tentang sebarang percanggahan yang mungkin wujud dan terangkannya berdasarkan ralat-ralat yang mungkin terjadi semasa mengumpulkan data.

(20 marks/markah)

2. [a] Gravity separation is the age-old method of concentrating minerals. Write the equations which define the terminal velocities of mineral particles under laminar, turbulent and hindered conditions. Under what conditions does each equation apply?

Pemisahan graviti adalah kaedah yang telah lama digunakan dalam pengkonsentratan mineral. Tuliskan persamaan-persamaan yang mentakrifkan halaju tamatan bagi partikel mineral di dalam keadaan lamina, gelora dan terhalang. Di dalam keadaan manakah setiap persamaan boleh diaplikasikan?

(30 marks/markah)

- [b] Using suitable diagram(s), discuss the separation mechanisms in a spiral concentrator. Explain the major factor(s) that influence the efficiency of the concentrator?

Dengan menggunakan gambarajah yang sesuai, bincangkan mekanisma pemisahan dalam sebuah pengkonsentrat pilin. Terangkan faktor utama yang mempengaruhi kecekapan pengkonsentrat tersebut?

(30 marks/markah)

- [c] An alluvial cassiterite ore contains free gold nuggets, gravels, boulders, clay and siliceous sand. Suggest a flow sheet of a circuit to treat the ore and describe briefly the unit [s] employed, including the various operating and design variables. Other heavy minerals presented in this ore will not be considered in this question.

Satu mendapan bijih kasiterit lanar mengandungi mineral emas naget, batuan kelikir, tanah liat dan silika. Cadangkan satu helaian aliran litar pemprosesan yang boleh merawat bijih tersebut dan perihalkan dengan ringkas unit - unit yang digunakan, termasuk pembolehubah-pembolehubah pengoperasian dan rekabentuk. Mineral berat yang lain yang wujud dalam bijih ini tidak diambil kira dalam soalan ini.

(40 marks/markah)

3. [a] Experimental work has shown that a tin ore can be successfully pre-concentrated by a dense medium process which will remove 25% of the ROM ore as barren gangue prior to grinding.

Kajian telah menunjukkan bahawa bijih timah boleh dipra-rawat dengan jayanya menggunakan proses medium berat dimana ianya boleh mengeluarkan 25% bijih ROM sebagai sisa sebelum pengisaran.

- (i) Sketch the flow sheet of a suitable dense medium circuit.

Lakarkan helaian aliran suatu litar medium berat yang sesuai.

- (ii) Explain clearly the function of each stage of the complete process. State the medium solids that would be used and suggest a suitable operating density.

Terangkan dengan jelas fungsi setiap peringkat bagi proses yang lengkap. Nyatakan pepejal medium yang anda akan gunakan dan cadangkan ketumpatan pengoperasian yang sesuai.

The gangue minerals have a density of 2650 kg/m^3 , and the ore mineral (cassiterite) a density of 7100 kg/m^3 .

Mineral sisa mempunyai ketumpatan 2650 kg/m^3 , dan mineral bijih (kasiterit) berketumpatan 7100 kg/m^3 .

(50 marks/markah)

- [b] An ore containing graphite, galena and quartz is tested in a laboratory flotation machine. At pH 7 in the presence of sodium ethyl xanthate, both graphite and galena float but the quartz does not. When the pH is raised to 11, the graphite continues to float but the galena does not.

Suatu bijih yang mengandungi grafit, galena dan kuarza telah diuji dalam mesin pengapungan makmal. Pada pH 7 di dalam kehadiran sodium etil xantat, kedua-dua grafit dan galena terapung tetapi tidak bagi kuarza. Apabila pH ditingkat kepada 11, grafit terus mengapung tetapi tidak bagi galena.

- (i) Explain these findings in detail.

Terangkan dengan terperinci keputusan ini.

- (ii) How will the quartz respond at pH 11?

Bagaimanakah respon kuarza pada pH 11?

- (iii) Can you suggest any possible ways of preventing the flotation of the graphite?

Bolehkah anda cadangkan sebarang cara yang mungkin boleh menghalang pengapungan grafit?

(50 marks/markah)

4. A sulphide ore containing chalcopyrite, sphalerite, some galena and pyrite is to be treated in a concentration plant in Kuala Lipis, Pahang. The ore is first crushed to pass 20mm, and the -20 + 5 mm size ore is concentrated by dense medium separation. The concentrate is then ground to 100 μ m and further treated by flotation to obtain separate concentrates of copper and zinc.

Satu bijih sulfida yang mengandungi kalkopirit, sfalerit, sedikit galena dan priti perlu dirawat di dalam sebuah loji pengkonsentratan di Kuala Lipis, Pahang. Bijih tersebut perlu dihancurkan terlebih dahulu untuk melepasi 20mm, dan bijih yang berjulat saiz - 20 + 5 mm dirawat dengan pemisahan medium berat. Konsentrat seterusnya dikisar kepada 100 μ m dan dirawat secara pengapungan untuk memperolehi konsentrat tembaga dan konsentrat zink.

- [a] State the reagents that would be used in the flotation described above, including the function of each reagent.

Berikan nama kesemua reagen yang digunakan dalam pengapungan di atas, termasuk fungsi setiap reagen.

(30 marks/markah)

- [b] Propose a suitable grinding and flotation circuit flowsheet for the treatment of the sulphide ore, and indicate the points of addition of the reagents.

Cadangkan satu helaian aliran litar pengisaran dan pengapungan yang sesuai untuk merawat bijih sulfida tersebut, dan tunjukkan tempat di mana penambahan reagen yang digunakan.

(50 marks/markah)

- [c] Comment on the likely reasons for using the dense-medium separation as well as flotation in the processing circuit?

Komen sebab-sebab pemisahan medium berat dan pengapungan digunakan dalam litar pemprosesan tersebut?

20 marks/markah]

5. [a] Discuss the factors controlling the design of high tension separators and describe two commercial models. Suggest typical minerals which can be separated with them.

Bincangkan faktor yang mengawal rekabentuk pemisah tegangan tinggi dan perihalkan dua model komersial. Cadangkan mineral tipikal yang boleh dipisahkan olehnya.

(40 marks/markah)

- [b] You have been appointed as the Process Engineer at the Malaysian Consolidated Mineral Operation in Perak and given the responsibility to design a suitable process flow sheet for the treatment of mineral sands containing liberated grains of zircon, ilmenite, monazite, rutile and garnet. All the particles were found to be approximately in the same size range and with the mineral characteristics as shown in Table Q5. Propose a suitable process flowsheet to produce separate concentrates of the minerals employed for the treatment.

Anda telah dilantik sebagai Jurutera Proses di Consolidated Mineral Operation di Perak dan diberi tanggungjawab untuk merekabentuk satu helaian-aliran proses untuk merawat pasir mineral (mineral sands) yang mengandungi mineral-mineral terbebas, zirkon, ilemenit, monazit, rutil dan garnet. Kesemua partikel berada di dalam julat saiz yang agak seragam dengan ciri - ciri mineral seperti yang ditunjukkan di dalam Jadual S5. Cadangkan satu helaian aliran litar proses yang sesuai untuk menghasilkan produk berasingan mineral - mineral di atas dengan menyatakan pembolehubah-pembolehubah proses bagi unit - unit yang anda gunakan di dalam litar tersebut.

Table Q5: Mineral Characteristics

Mineral	Relative Density	Magnetic Susceptibility	Electrical Conductivity
SiO ₂	2.65	low	low
PbS	7.5	low	medium
ZnS	4.1	low	medium
FeS ₂	5.0	low	medium
ZrSiO ₄	4.6	low	low
FeTiO ₃	4.7	high	medium
TiO ₂	4.2	low	medium
Aluminium	2.6	low	low
Silicate			
Coal	1.2	low	high

Jadual S5 : Ciri-Ciri Mineral

Mineral	Graviti Spesifik	Kerentanan Magnetik	Konduktiviti Elektrik
SiO ₂	2.65	rendah	rendah
PbS	7.5	rendah	sederhana
ZnS	4.1	rendah	sederhana
FeS ₂	5.0	rendah	sederhana
ZrSiO ₄	4.6	rendah	rendah
FeTiO ₃	4.7	tinggi	sederhana
TiO ₂	4.2	rendah	sederhana
Aluminium	2.6	rendah	rendah
Silikat			
Batu Arang	1.2	rendah	tinggi

(60 marks/markah)

6. [a] A coal sized -180 mm + 80 mm has the following fractional float and sink analysis as shown in Table Q6.

Satu sampel batu arang bersaiz -180 mm + 80 mm mempunyai analisis tenggelam - timbul seperti di dalam Jadual S6.

Table Q6/Jadual S6: Sink & Float Analysis of Coal Sample
Analisis Tenggelam & Timbul Sampel Batu Arang

Specific Gravity <i>Graviti Spesifik</i>	Wt. % <i>% Berat</i>	Ash % <i>% Abu</i>
1.30F	42.82	2
1.30 – 1.35	18.39	5
1.35 – 1.40	7.92	8
1.40 – 1.45	3.51	12
1.45 – 1.50	2.94	15
1.50 – 1.55	1.75	20
1.55 – 1.60	1.87	25
1.60S	20.80	70

Construct the washability curves for the coal. Comment on its washability and suggest any pretreatment which might improve its characteristics.

Binakan lengkok pembasuhan bagi batu arang tersebut. Berikan komen anda tentang pembasuhan sampel tersebut dan cadangkan sebarang pra-rawatan yang mungkin digunakan untuk memperbaiki ciri-cirinya.

(70 marks/markah)

- [b] Discuss the concept of washability analysis for coal samples in terms of mass, ash and density. Refer to the influence of particle size.

Bincangkan konsep analisis pembasuhan bagi sampel batu arang dari segi berat, abu dan ketumpatan. Rujuk kepada pengaruh saiz partikel.

(30 marks/markah)

7. [a] A CuS concentrate is produced by a rougher-cleaner flotation circuit. The cleaner tailings assay 20% CuS and are recycled to the rougher flotation cell, and the circulating load (recycle/fresh feed) is 0.25. The fresh feed assays 10% CuS and is delivered at the rate of 1000 tons per hour. The recovery and grade in the concentrate are 98.2% and 90%, respectively. Solve the overall mass balance using the following steps:

Satu konsentrat CuS telah dihasilkan oleh litar pengapungan pengasar-pembersih. Hampas daripada pembersih bergred 20% CuS dan dikitar semula ke pengkonsentrat pengasar, dan beban pusing balik (kitar semula/suapan baru) ialah 0.25. Suapan baru bergred 10% CuS dan disuapkan pada kadar 1000 ton sejam. Perolehan di dalam konsentrat ialah 98.2% dan gred konsentrat ialah 90%. Selesaikan imbang bahan keseluruhan menggunakan langkah berikut:

- [i] Draw the process, including all process streams. State any assumptions (if any) you have made to solve the mass balance.

Lukiskan proses, termasuk kesemua aliran proses. Nyatakan andaian (jika ada) yang anda buat untuk menyelesaikan imbang bahan.

(20 marks/markah)

- [ii] Develop the equation set required to solve the mass balance. Then, calculate the flow rates and assays of the other streams.

Bangunkan set persamaan yang diperlukan untuk menyelesaikanimbangan bahan. Kemudian, kirakan kadar aliran dan cerakinan aliran yang lain.

(40 marks/markah)

- [b] Explain the terms True Assay, Measured Assay, Best Estimate of Assay and Adjusted Assay as applied to the mass balancing of mineral processing circuits.

Terangkan bagi sebutan Cerakinan Sebenar, Cerakinan Yang di Ukur, Anggaran Terbaik Bagi Cerakinan dan Cerakinan Yang Di Ubahsuai yang diaplikasikan kepada pengimbangan bahan bagi litar pemprosesan.

(40 marks/markah)