

PART A / BAHAGIAN A

(1). (a). Explain on what basis minerals are classified?
Jelaskan atas dasar apa mineral diklasifikasikan?

(b). Minerals have distinguishing physical properties that in most cases can be used to determine the identity of the mineral. Based on such physical properties, identify or indicate the common physical properties and for the respective mineral listed below:

Mineral mempunyai idenditi sifat fizikal iaitu dalam banyak kes digunakan dalam pengacaman mineral Berdasarkan sifat-sifat fizikal lazim tersebut nyatakan sifat-sifat fizikal lazim bagi mineral mineral berikut:

- (i). Quartz (*Kuarza*)
- (ii). Pyrite (*Pirit*)
- (iii). Calcite (*Kalsit*)
- (iv). Gold (*Emas*)
- (v). Diamond (*Berlian*)

Among the properties are *crystal habit, cleavage, hardness, density, luster, streak, color, tenacity, magnetism, and taste.*

Antara sifat sifat mineral berkenaan, kekerasan, ketumpatan, kilauan, corekan, ketahanan, kemagnetan, dan rasa.

(20 marks/markah)

PART B / BAHAGIAN B

(2). (a). Explain the following crystallography terms:

Terangkan terma kristalografi berikut:

- (i). Crystal system / *Sistem Kristal*
- (ii). Symmetry elements / *Unsur simetri*
- (iii). Axial ratios / *Nisbah paksi*
- (iv). Center of Symmetry / *Pusat simetri*
- (v). Prismatic crystal habits / *Tabiat kristal prismatic*

(5 marks/markah)

(b). Hermann-Mauguin symbols are an oriented symbols is used to represent the symmetry elements.

Simbol Hermann-Mauguin adalah simbol terarah yang digunakan untuk mewakili unsur simetri

(i) Explain the rules for deriving the symmetry elements and Hermann-Mauguin symbol for the rectangular block shown in Figure 1 based on the symmetry operation.

Terangkan aturan untuk memperolehi elemen simetri dan simbol Herman-Mauguin bagi blok segi empat tepat di Gambarajah 1 berdasarkan kepada operasi simetri

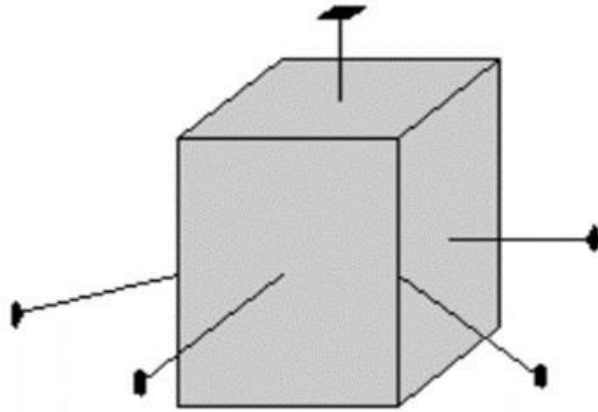


Figure 1 / Gambarajah 1

(9 marks/markah)

- (c) Intercepts of crystal faces are also known as Weiss Parameters. This parameters state the relative number of units cell length at which a face cuts each axis. For non-hexagonal crystals, define three cases of the intercepts on the crystallographic axes.

Persilangan muka kristal atau dikenali juga sebagai Parameter Weiss. Parameter ini menetapkan secara relatif bilangan unit panjang sel dimana muka satah memotong paksi. Untuk kristal bukan hexagon, jelaskan tiga kes persilangan paksi kristalografi

(6 marks/markah)

- (3). (a) The plane or face (mark by 1, 2, 3, 4, 5) along the lattice is shown in Figure 2. The relationship of the plane or face and the lattice is described in the Bravais Law.
- (i). Explain the Bravais Law.
 - (ii). The planes or faces along the lattice is shown here (Figure 2). Which faces or plane is the more and the less common to be developed along the lattice plane. State your reasons.

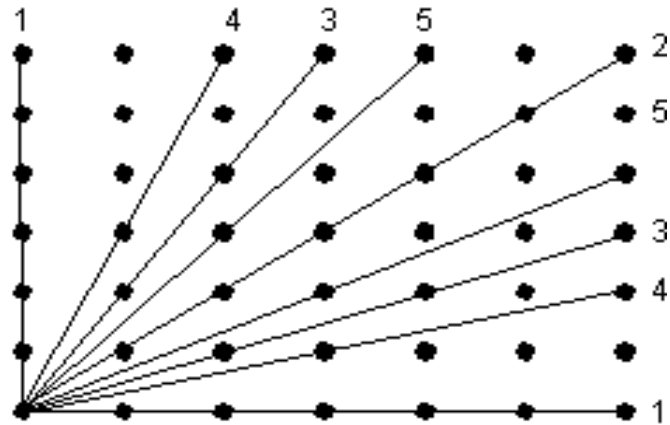


Figure 2 / Gambarajah 2

Satah atau muka (ditandakan dengan 1, 2, 3,4 ,5) sepanjang kekisi ditunjukkan di Gambarajah 2. Perkaitan antara satah atau face dengan kekisi diperihalkan di dalam Hukum Bravais.

- (i). Terangkan Hukum Bravais
- (ii). Satah atau muka sepanjang kekisi seperti ditunjukkan di sini (Gambarajah 2). Muka atau satah yang mana yang paling banyak dan paling kurang untuk terbentuk sepanjang garisan kekisi. Nyatakan alasan anda.

(7 marks/markah)

- (b) Miller Indices are used to specify the orientation of a plane in a unit cell. The Miller indices are obtained using the intercepts of the axes. For the example of isometry cubic system of one unit cell as shown in the Figure 3, determine the Miller Indices for at least three different faces of the block.

Index Miller digunakan untuk menentukan orientasi satah satu sel unit. Index Miller boleh didapati menggunakan persilangan pada satah. Untuk contoh satu sel unit bagi sistem sama sisi kubik seperti ditunjukkan dalam

Gambarajah 3, tentukan Indeks Miller bagi sekurang-kurangnya tiga muka blok.

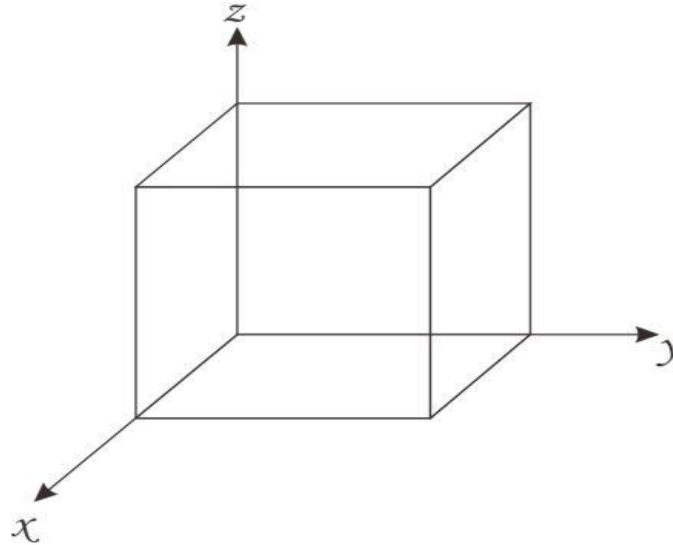


Figure 3 / Gambarajah 3

(3 marks/markah)

- (c) A crystal has the lattice parameters of 4.24, 10 and 3.66 Å on X, Y, Z axes respectively. Determine the Miller indices of a plane having intercepts of 2.12, 10 and 1.83 Å on the X, Y and Z axes.

Kristal tertentu mempunyai parameter kekisi iaitu 4.24, 10, dan 3.66 Å pada satah X, Y dan Z. Tentukan indeks Miller satah yang memotong pada 2.12, 10, 1.83 Å pada paksi X, Y and Z.

(4 marks/markah)

- (d). Since the hexagonal system has three "a" axes perpendicular to the "c" axis, both the parameters of a face and the Miller Index notation must be modified. This modified notation is referred to as Miller-Bravais Indices. Illustrate the statement with the diagram. Show in the diagram for a plane of Miller Bravais Indices (0 1 -1 0).

Oleh kerana sistem hexagon mempunyai tiga "a" paksi bersudut tegak dengan "c", kedua-dua parameter muka dan notasi indeks Miller mesti diubah. Ubahan notasi ini dirujuk sebagai Indeks Miller-Bravais. Gambarkan kenyataan tersebut dengan gambarajah. Tunjukkan satah di dalam diagram untuk Indeks Miller Bravais (0 1 -1 0).

(6 marks/markah)

- (4). (a) Define mineralogy.
Takrif mineralogy.

In mineral definition, "We often say a mineral has a definite, but necessary fixed chemical composition", and often known as compositional variation in mineral. Please elaborate.

Graphically, show the variation of the two olivine groups (Fayalite and forsterite) based on the chemical composition where the Mg⁺² (60%) ions are replaced by Fe²⁺ (40%) (plot).

Dalam takrifan mineral, kita sering mengatakan mineral selalunya memiliki komposisi kimia yang tertentu"Silalah perihalkan.

Secara grafik, tunjukkan variasi dua kumpulan olivin (Fayalit dan fosterit) berdasarkan komposisi kimia iaitu Mg+2 (60%) diganti oleh Fe²⁺(plot).

(5 marks/markah)

- (b) Define the following physical properties of minerals:

Takrifkan sifat sifat fizikal mineral berikut:

- (i) Colour / Warna
- (ii) Streak / Goresan
- (iii) Luster / Kilauan

(5 marks/markah)

- (c) Magnetisation of minerals results from properties that are specific to a number of elements. State and describe main types of magnetisation, and relationship to the presence of such elements, and its unit?

Kemagnetan suatu mineral terhasil dari sebilangan dan perkaitan dengan unsur-unsur yang spesifik. Nyata dan perihalkan jenis-jenis kemagnetan dan hubungannya terhadap unsur-unsur berkenaan serta unitnya.

(5 marks/markah)

- (d) Define the following crystal habits? Botryoidal, prismatic, fibrous and acicular. Illustrates and with appropriate mineral species.

Takrifkan habit hablur-hablur berikut "Botroidal, prismatic, gentian, dan akikular/jarum

(5 marks/markah)

PART C / BAHAGIAN C

- (5). (a). Given the following mineral formulas, determine the valence of the element listed as "X" in each formula.

Diberi formula mineral berikut, tentukan valens unsur yang disenaraikan sebagai "X" dalam setiap formula

- (i). ZnX_2O_4
 (ii). $Pb_5(XO_4)_3Cl$
 (iii). $Zn_4(X_2O_7)(OH)_2.H_2O$
 (iv). $Ca_2Al_3X(SiO_4)(Si_2O_7)(OH)$
 (v). $NaXB_5O_6(OH)_6.5H_2O$

Atomic weight/ Berat atom: Zn:65.38, Si: 28.09, Pb: 207.2, Ca: 40.08, Al:26.9; Na: 22.9

(5 marks/markah)

- (b). Calculate the formula (all water as yH_2O) for a mineral which has the following element oxide weight (%) composition; $Na_2O = 22.7\%$ $B_2O_3 = 51.0\%$; $H_2O = 26.3\%$. Also, determine all possible mineral formulas with different water compositions. If the $(OH)x: yH_2O$ or $x: y = 2: 3$ or $4: 6$, what would be the correct formula for the mineral?

Kira formula (semua air sebagai yH_2O) untuk mineral yang mempunyai komposisi berat oksida unsur (%) berikut; $Na_2O = 22.7\%$ $B_2O_3 = 51.0\%$; $H_2O = 26.3\%$. Juga, tentukan semua formula mineral yang mungkin dengan komposisi air yang berbeza. Jika $(OH)x: yH_2O$ atau $x: y = 2: 3$ atau $4: 6$, apakah formula yang betul untuk mineral itu?

Atomic weight / berat atom: B:10.81; 28.09, O: 16, Na: 22.9, Mg: 24.3

(5 marks/markah)

- (c) Analysis of sphalerite using X-ray Fluorescence technique is shown in Table 1. Sphalerite may be nearly pure zinc sulfide or, it may contain considerable quantities of iron and minor amounts of manganese and cadmium. This phenomenon is common in minerals, and it can be indicated by writing the **formula** as (Zn, Fe)S, which shows that total of Zn+Fe is 1 with respect to S=1, but actual amounts of Zn and Fe are variable. Calculate mineral formula.

Analisis sfalerit dengan menggunakan teknik pendafluor sinar-X ditunjukkan dalam Jadual 1. Sfalerit berkemungkinan mempunyai zink sulfida yang hampir tulen atau, mungkin mengandungi sejumlah besar besi dan sejumlah kecil mangan dan kadmium. Fenomena ini biasa berlaku pada mineral, dan dapat ditunjukkan dengan menuliskan formula sebagai (Zn, Fe) S, yang menunjukkan bahawa jumlah Zn+Fe adalah 1 sehubungan dengan S=1, tetapi jumlah Zn dan Fe sebenarnya berubah-ubah. Kirakan formula mineral.

Table 1: Analysis of sphalerite using X-ray Fluorescence technique

Jadual 1: Analisis sfalerit dengan menggunakan teknik X-ray pendafluor

Element / Unsur	Sample 1 (% weight) Sampel 1 (% berat)	Sample 2 (% weight) Sampel 2 (% berat)
Fe	6.99	19.25
Mn	-	1.66
Cd	2.23	1.28
Zn	56.38	43.67
S	33.99	33.57
Total	99.59	99.43

Atomic weight/ berat atom (g/mol: Fe: 55.85, Mn: 54.94, Cd: 112.41, Zn: 65.38, S: 32.1

(10 marks/markah)

PART DI/ BAHAGIAN D

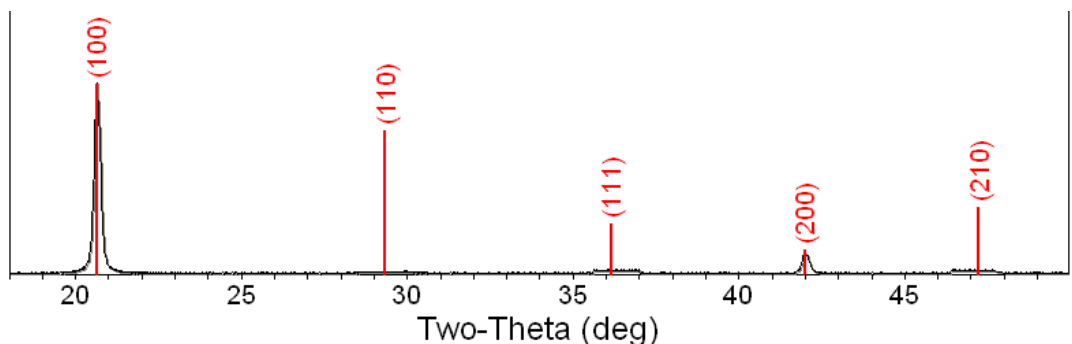
- (6). (a). X-rays are produced in a device called an X-ray tube. List two common anode material used and discuss the characteristic of respective material. Explain why is Mo not the preferred X-ray source?

Sinar-X dihasilkan didalam peranti yang dipanggil tiub sinar-X. Senaraikan dua bahan anod yang biasa digunakan dan bincangkan ciri-ciri bahan tersebut. Terangkan mengapa Mo bukan sumber X-ray pilihan?

(4 marks/markah)

- (b). A single crystal specimen in a Bragg-Brentano diffractometer would produce only one family of peaks in the diffraction pattern. By using appropriate diagram, illustrate and explain the diffraction peak at 20.6° , 29.3° , 42.2°

Satu spesimen hablur dalam pembelauan Bragg-Brentano akan menghasilkan hanya satu puncak keluarga dalam corak pembelauan. Dengan menggunakan rajah yang sesuai, gambarkan dan terangkan puncak pembelauan pada 20.6° , 29.3° , 42.2°



(6 marks/markah)

- (c). Copper has FCC crystal structure with lattice parameter 0.361nm. Calculate the interplanar spacing for the following planes (111), (210),(110).

Tembaga mempunyai struktur hablur FCC dengan parameter kekisi 0.361nm. Kirakan jarak antara satah bagi satah-satah berikut (111), (210), (110).

(6 marks/markah)

- (d). X-rays of $\lambda = 0.1537$ nm from a Cu target are diffracted from the (100) planes of an FCC metal. The Bragg angle is 22.2° . Calculate the Avogadro number if the density of the crystal is 2698 kg/m^3 and the atomic weight 26.98.

Sinar X= 0.1537 nm dari sasaran Cu telah dibelaukan dari satah (100) daripada logam FCC. Sudut Bragg adalah 22.2° . Kira nombor Avogadro jika ketumpatan kristal adalah 2698 kg/m^3 dan berat atom 26.98.

(4 marks/markah)

- (7). (a). There are three main interactions when X-Rays contact matter: Fluorescence, Compton scatter and Rayleigh scatter. With the aid of diagram, sketch and briefly discuss all the above interaction.

Terdapat tiga interaksi utama apabila X-Ray menyentuh jirim: Pendarfluor, serakan Compton dan serakan Rayleigh. Dengan bantuan gambar rajah, lakar dan bincangkan secara ringkas semua interaksi tersebut.

(5 marks/markah)

- (b). With the aid of diagram, sketch and briefly discuss what the primary and secondary fluorescence in XRF.

Dengan bantuan gambar rajah, lakarkan dan bincangkan secara ringkas pendarfluor primer dan sekunder dalam XRF.

(5 marks/markah)

- (c). An electron probe microanalyzer (EPMA) is an analytical tool used to non-destructively determine the chemical composition of small volumes of solid materials. Briefly discuss the working principle of electron microprobe and compare the main differences between EPMA and XRF.

Penganalisis mikro prob elektron (EPMA) ialah alat analisis yang digunakan untuk menentukan komposisi kimia tanpa kerosakan bahan pepejal. Bincangkan secara ringkas prinsip kerja mikroprob elektron dan bandingkan perbezaan utama antara EPMA dan XRF.

(5 marks/markah)

- (d). The diffraction pattern of copper ore was measured with X-ray radiation of wavelength of 1.513 Å. The first order Bragg diffraction peak was found at an angle 2θ of 43.5°. Calculate the d-spacing between the diffracting planes in the copper ore.

Corak pembelauan logam tembaga diukur dengan sinaran X-ray dengan panjang gelombang 1.513 Å. Turutan pertama pembelauan puncak Bragg ditemui pada sudut 2θ sebanyak 43.5°. Kira jarak-d antara satah pembelauan dalam logam tembaga.

(5 marks/markah)