
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2010/2011

November 2010

EBB 113/3 - Engineering Materials *[Bahan Kejuruteraan]*

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

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

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

This paper consists of TWO subjective questions in PART A, TWO subjective questions in PART B and FOURTY objectives questions in PART C.

[Kertas soalan ini mengandungi DUA soalan subjektif di BAHAGIAN A, DUA soalan subjektif di BAHAGIAN B dan EMPAT PULUH soalan objektif di BAHAGIAN C.]

Instruction: Answer **ONE** question from PART A, **ONE** question from PART B and **ALL** questions in PART C. For PART A and B, if candidate answers more than one question (for each part) only the first answer in the answer script would be examined.

Arahan: Jawab **SATU** soalan dari BAHAGIAN A, **SATU** soalan dari BAHAGIAN B dan **SEMUA** soalan pada BAHAGIAN C. Bagi soalan di BAHAGIAN A dan B, jika calon menjawab lebih daripada satu soalan (bagi setiap bahagian) hanya soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

The answers to all questions must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk semua 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.]

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

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

PART A / BAHAGIAN A

1. [a] (i) Briefly cite the main differences between ionic, covalent, and metallic bonding.

Secara ringkas nyatakan perbezaan antara perikatan ionik, kovalen, dan logam.

(6 marks/markah)

- (ii) Aluminum and silicon are side-by-side in the periodic table. Which would you expect to have a higher modulus of elasticity (E)? Explain your result.

Aluminum dan silikon berada di sebelah menyebelah di dalam jadual berkala. Yang mana mempunyai modulus keanjalan (E) yang tinggi? Terangkan keputusan anda.

(4 marks/markah)

- [b] (i) Explain Frenkel and Schottky Defect.

Terangkan kecacatan Frenkel dan Schottky.

(3 marks/markah)

- (ii) Find the number of vacancies needed for a BCC iron crystal to have a density of 7.87 gcm^{-3} . The lattice parameter of BCC iron is given as $2.866 \times 10^{-8} \text{ cm}$. Atomic mass $A_{\text{BCC iron}} = 55.847 \text{ gmol}^{-1}$

Carikan bilangan kekosongan yang diperlukan bagi besi hablur BCC untuk mencapai ketumpatan 7.87 gcm^{-3} . Parameter lattice besi BCC diberi sebagai $2.866 \times 10^{-8} \text{ cm}$. Jisim atom $A_{\text{BCC iron}} = 55.847 \text{ gmol}^{-1}$.

(7 marks/markah)

- [c] (i) A 10.2 mm diameter, 305 mm long titanium bar has a yield strength of 345 MPa, a modulus of elasticity of 110×10^9 Pa and Poisson ratio of 0.30. Determine the length and diameter of the bar when 2.2 KN load is applied.

Suatu bar titanium mempunyai diameter 10.2 mm serta panjang 305 mm dengan kekuatan alah 345 MPa, modulus keanjalan 110×10^9 Pa dan nisbah Poisson 0.30. Tentukan panjang dan diameter bar tersebut apabila beban sebanyak 2.2 KN dikenakan.

(5 marks/markah)

- (ii) With appropriate sketch, explain briefly a typical engineering stress-strain curve for metallic materials. Summarize in table, what kind of information can we obtain from this diagram. Why is this testing not popular for ceramic materials.

Dengan lakaran yang bersesuaian, terangkan secara ringkas keluk tipikal tegasan-terikan kejuruteraan bagi bahan logam. Rumuskan dalam bentuk jadual, apakah maklumat yang boleh diperolehi daripada rajah tersebut. Mengapakah ujian ini tidak meluas penggunaannya terhadap bahan-bahan seramik.

(5 marks/markah)

2. [a] (i) A sample of cubic SiC was analyzed using XRD. It was found that the (111) peak was located at 2θ of 16° . The wavelength (λ) of the x-ray radiation used in this experiment was 0.6975 \AA . Show that the lattice constant (a_0) of this form of SiC is 4.34 \AA .

Kubik SiC telah dianalisis menggunakan XRD. Didapati puncak (111) berada di $2\theta = 16^\circ$. Jarak gelombang (λ) radiasi sinar-x yang digunakan ialah 0.6975 \AA . Buktikan pemalar kekisi (a_0) SiC ialah 4.34 \AA .

(6 marks/markah)

- (ii) List down a difference between Bohr atomic and wave-mechanical models of electrons in atoms.

Senaraikan perbezaan model atomik Bohr dan model gelombang-mekanikal yang mewakili elektron di dalam atom.

(4 marks/markah)

- [b] (i) A 5-mm-thick sheet of palladium with a cross-sectional area of 0.2 m^2 is used as a steady-state diffusional membrane for purifying hydrogen. The hydrogen concentration on the high-pressure (impure gas) side of the sheet is 0.3 kgm^{-3} and the concentration at the purified side is 1.5 kgm^{-3} . Diffusion coefficient of hydrogen in Pd is given as $1.0 \times 10^{-8} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$, find the mass of hydrogen being purified per hour.

Kepingan plat palladium dengan ketebalan 5 mm dan luas keratan rentas 0.2 m^2 digunakan sebagai membran resapan mantap bagi penulenan gas hidrogen. Jika kepekatan hidrogen sebelah tekanan tinggi (gas tidak tulen) adalah 0.3 kg/m^3 dan pemalar resapan bagi hidrogen di Pd adalah $1.0 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$, kirakan jisim hidrogen yang ditulenan setiap jam.

(4 marks/markah)

- (ii) Define (i) diffusion flux, (ii) activation energy.

Takrifkan (i) fluks resapan, (ii) tenaga pengaktifan.

(3 marks/markah)

- (iii) Compute the diffusion coefficient for magnesium in aluminum at 550°C. Q_d , D_0 and R are given as 131 kJmol⁻¹, 1.2×10^{-4} m²s⁻¹ and 8.31 Jmol⁻¹K⁻¹ respectively.

Kirakan pemalar resapan bagi magnesium dalam aluminum pada 550°C. Q_d , D_0 dan R diberi sebagai 131 kJmol⁻¹, 1.2×10^{-4} m²s⁻¹ and 8.31 Jmol⁻¹K⁻¹ masing-masing.

Q_d = Activation energy
Tenaga pengaktifan

R = Gas constant
Pemalar gas

D_0 = Pre-exponential
Pra-eksponen

(2 marks/markah)

- (iv) Relate the number of nucleation sites to the grain structure during a solidification process.

Kaitkan bilangan titik penukleusan dengan struktur butiran semasa proses pemejalan.

(1 mark/markah)

- [c] Based on Figure 1, for a 40 wt% Sn-60 wt% Pb alloy at 150°C,
- What phase(s) is (are) present?
 - What is (are) the composition(s) of the phase(s) and
 - Calculate the relative amount of each phase present in terms of mass fraction and volume fraction. Take the densities of Pb and Sn to be 11.23 and 7.24 g/cm³ respectively.
 - Give 1 (one) industrial application from this Pb-Sn phase diagram.

Berdasarkan Rajah 1, untuk aloi 40 wt% Sn-60 wt% Pb pada suhu 150°C,

- Apakah fasa yang hadir,
- Apakah komposisi fasa tersebut dan kirakan
- Jumlah relatif setiap amaun fasa yang hadir di dalam sebutan pecahan jisim dan pecahan isipadu. Gunakan ketumpatan Pb dan Sn sebagai 11.23 dan 7.24 g/cm³ masing-masing.
- Berikan satu aplikasi di dalam industri daripada gambarajah fasa Pb-Sn ini.

(10 marks/markah)

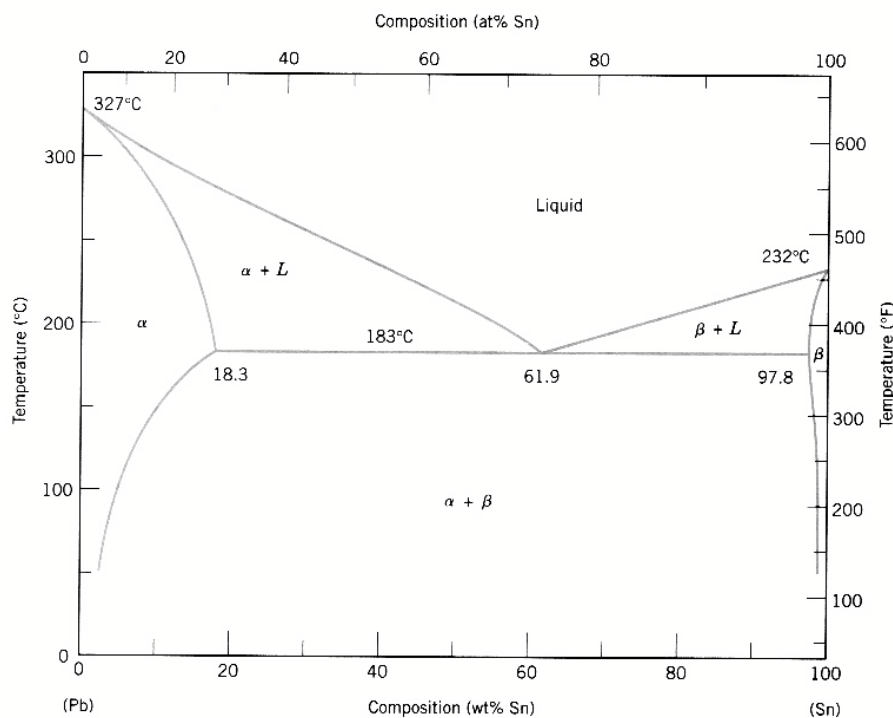


Figure 1 - Pb-Sn Phase Diagram

Rajah 1 - Gambarajah Fasa Pb-Sn

PART B / BAHAGIAN B

3. [a] Thin pieces of 0.5 mm thick strips of 1080 steel are heat-treated in the following ways. In each case, assume that the specimen begins at 850°C and it has been held at this temperature long enough to achieve a complete and homogeneous austenitic structure. Use the TTT diagram (Figure 2) to determine the microstructure of the steel samples after each treatment.
- (i) Water-quench.
 - (ii) Water-quench, reheat 1 hour at 350°C. What is the name of this heat treatment?
 - (iii) Quench in molten salt bath at 700°C, hold for 2 hours, and water-quench.
 - (iv) Quench in molten salt bath at 260°C, hold for 1 minute and air cool. What is the name of this heat treatment?
 - (v) Quench in molten salt bath at 350°C, hold for 1 hour and air cool. What is the name of this heat treatment?
 - (vi) Water-quench and reheat 1 hour at 700°C.

Keluli 1080 dengan ketebalan 0.5 mm telah mengalami rawatan haba seperti yang disenaraikan di bawah. Dalam setiap kes, dianggapkan suhu permulaan adalah 850°C dan sampel direndam pada suhu tersebut sehingga struktur austenitik terbentuk dengan lengkap dan homogenus. Dengan menggunakan gambarajah TTT (Rajah 2) yang diberikan, tentukan mikrostruktur keluli tersebut setelah mengalami rawatan haba.

- (i) *Lindapkejut di dalam air.*
- (ii) *Lindapkejut di dalam air, pemanasan semula selama 1 jam pada suhu 350°C. Apakah nama rawatan haba ini?*
- (iii) *Lindapkejut di dalam leburan kubang garam pada suhu 700°C dan direndam pada suhu ini selama 2 jam. Selepas itu, dilindapkejut di dalam air.*
- (iv) *Lindapkejut di dalam leburan kubang garam pada suhu 260°C dan direndam pada suhu ini selama seminit. Kemudian, disejukkan di dalam udara. Apakah nama rawatan haba ini?*
- (v) *Lindapkejut di dalam leburan kubang garam pada suhu 350°C dan direndam pada suhu ini selama 1 jam. Kemudian disejukkan di dalam udara. Apakah nama rawatan haba ini?*
- (vi) *Lindapkejut di dalam air dan pemanasan semula pada suhu 700°C selama 1 jam.*

(10 marks/markah)

...8/-

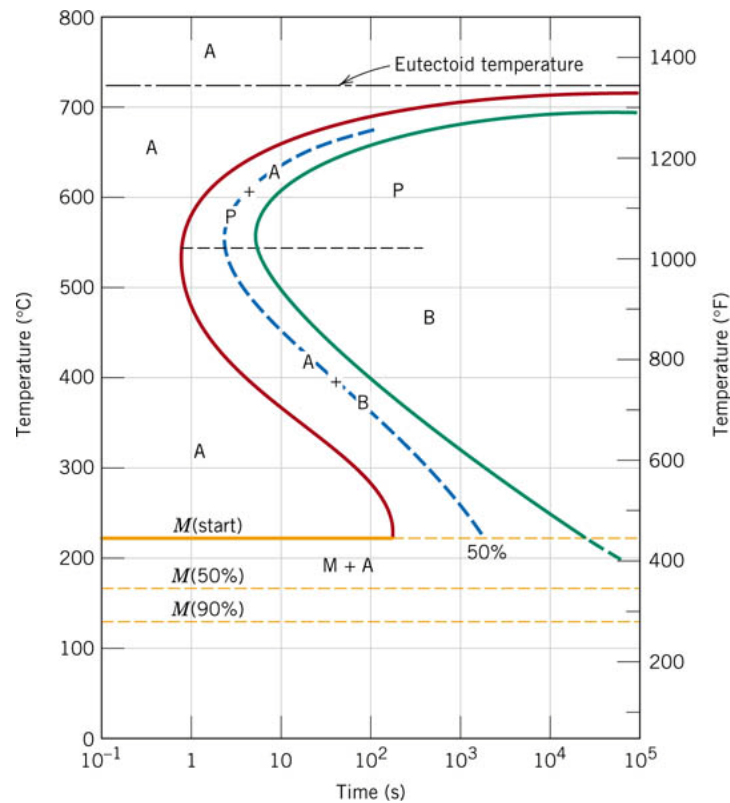


Figure 2 - TTT diagram for an iron-carbon alloy of eutectoid composition

Rajah 2 - Gambarajah TTT untuk keluli ferum-karbon komposisi eutektoid

- [b] (i) Sketch and label the key components of injection moulding for thermoplastic.

Lakar dan label komponen utama di dalam suntikan acuan bagi bahan termoplastik.

(3 marks/markah)

- (ii) Discuss briefly the process of injection moulding.

Bincangkan secara ringkas proses suntikan pengacuanan.

(7 marks/markah)

- [c] (i) Suppose that CaO is added as an impurity to Li_2O . If the Ca^{2+} substitutes for Li^+ , what kind of vacancies would you expect to form? How many of these vacancies are created for every Ca^{2+} added?

Katakan CaO di tambah sebagai bahan asing ke dalam Li_2O . Kalau Ca^{2+} menggantikan Li^+ , apakah jenis kekosongan yang kamu jangka akan terbentuk? Berapa banyak kekosongan sebegini akan wujud untuk setiap Ca^{2+} yang ditambah?

(3 marks/markah)

- (ii) Suppose that CaO is added as an impurity to CaCl_2 . If the O^{2-} substitutes for Cl^- , what kind of vacancies would you expect to form? How many of the vacancies are created for every O^{2-} added?

Katakan CaO di tambah sebagai bahan asing ke dalam CaCl_2 . Kalau O^{2-} menggantikan Cl^- , apakah jenis kekosongan yang kamu jangka akan terbentuk? Berapa banyak kekosongan sebegini akan wujud untuk setiap O^{2-} yang ditambah?

(3 marks/markah)

- (iii) Explain briefly 4 ways to prevent the corrosion shown in Figure 3?

Terangkan secara ringkas 4 cara untuk mengatasi masalah kakisan yang ditunjukkan di dalam Rajah 3.



Figure 3 - Photograph showing corrosion around the copper and steel tubing in a water heater

Rajah 3 - Fotograf menunjukkan kakisan sekeliling paip kuprum dan keluli pada pemanas air

(4 marks/markah)

...10/-

4. [a] (i) Tin bronze has a composition of 89 wt% Cu and 11 wt% Sn, and consists of two phases at room temperature: an α phase, which is copper containing a very small amount of tin in solid solution, and an ϵ phase, which consists of approximately 37 wt% Sn. Compute room temperature conductivity of this alloy using the following data:

Campuran timah-tembaga mempunyai komposisi 89 peratus berat Cu dan 11 peratus berat Sn dan ia terdiri dari dua fasa, iaitu fasa α dan ϵ . Fasa α mempunyai komposisi timah yang kecil dalam larutan pepejal. Fasa ϵ mempunyai komposisi timah sebanyak 37 peratus berat. Kirakan konduktiviti elektrik pada suhu bilik dengan menggunakan data di bawah:

<i>Phase</i>	<i>Electrical Resistivity ($\Omega\text{-m}$)</i>	<i>Density (g/cm^3)</i>
α	1.88×10^{-8}	8.94
ϵ	5.32×10^{-7}	8.25

(5 marks/markah)

- (ii) How does the electron structure of an isolated atom differ from a solid material?

Bagaimana struktur elektron di dalam atom terasing berbeza dengan strukturnya di dalam bahan pepejal?

(5 marks/markah)

- [b] For the following pair of polymers, plot and label the schematic stress-strain curves on the same graph.
- (i) Poly(styrene-butadiene) random copolymer having a number-average molecular weight of 100,000 g/mol and 10% of the available sites crosslinked and tested at 20°C.
 - (ii) Poly(styrene-butadiene) random copolymer having a number-average molecular weight of 120,000 g/mol and 15% of the available sites crosslinked and tested at -85°C.

Discuss briefly why both polymers behave differently in the stress-strain curves. [Hint: poly(styrene-butadiene) copolymers may exhibit elastomeric behavior.]

Plot dan labelkan lengkungan pada graf yang sama untuk pasangan polimer yang berikut.

- (i) *Kopolimer poli(stirena-butadiena) rawak yang mempunyai berat molekul purata sebanyak 100,000 g/mol dan sebanyak 10% tapaknya telah dipautsilangkan dan diuji pada 20°C.*
- (ii) *Kopolimer poli(stirena-butadiena) rawak yang mempunyai berat molekul purata sebanyak 120,000 g/mol dan sebanyak 15% tapaknya telah dipautsilangkan dan diuji pada -85°C.*

Bincang secara ringkas sebab kedua-dua polimer bersifat/berkelakuan berbeza pada lengkungan tegasan-terikan. [Hint: Kopolimer poli(stirena-butadiena) mungkin menunjukkan kelakuan elastomer.]

(10 marks/markah)

- [c] (i) Name three factors that influences the degree to which vitrification occurs in clay-based ceramic wares.

Berikan tiga faktor yang mempengaruhi darjah vitrifikasi yang terjadi dalam bahan seramik yang berasaskan tanahliat.

(3 marks/markah)

- (ii) Explain how density, strength, corrosion resistance and thermal conductivity are affected by the extent of vitrification.

Terangkan bagaimana ketumpatan, rintangan kakisan dan kekonduksian terma dipengaruhi oleh tahap vitrifikasi.

(4 marks/markah)

- (iii) Cite three reasons why ferrous alloys are used extensively as engineering construction materials and also 3 characteristics that limit their utilization.

Berikan tiga sebab mengapa aloi ferrous digunakan dengan meluas sebagai bahan pembinaan kejuruteraan dan juga tiga ciri-ciri yang menghadkan penggunaannya.

(3 marks/markah)

PART C / BAHAGIAN C

1. Calculate the linear atomic density in the [100] direction in the copper crystal lattice in atoms per millimeter. Copper has FCC structure and with lattice constant of 0.361 nm.
Kirakan ketumpatan atomik linear dalam arah [100] di dalam kekisi kuprum hablur dalam unit atom per millimeter. Kuprum mempunyai struktur FCC dengan pemalar kekisi 0.361 nm.
- (a) 7.84×10^6 atoms/mm (c) 1.96×10^6 atoms/mm
(b) 3.92×10^6 atoms/mm (d) 2.94×10^6 atoms/mm
2. B, Al, and Ga are in the 3B column of the periodic table. In terms of coefficient of thermal expansion, which of the following statement is true:
B, Al, dan Ga ialah elemen-elemen di dalam jadual berkala kolom 3B. Dari segi pemalar perkembangan termal, yang mana di antara berikut adalah benar:
- (a) Ga has the lowest coefficient of thermal expansion among those elements.
Pemalar perkembangan termal bagi Ga adalah terendah di antara ketiga-tiga elemen tersebut.
- (b) Al has the lowest coefficient of thermal expansion among those elements.
Pemalar perkembangan termal bagi Al adalah terendah antara ketiga-tiga elemen tersebut.
- (c) B has the lowest coefficient of thermal expansion among those elements.
Pemalar perkembangan termal bagi B adalah terendah antara ketiga-tiga elemen tersebut.
- (d) None of above.
Tiada di atas.

3. What is the notation for vector direction in the cubic crystal structure in Figure 4?
Apakah nilai untuk vektor yang ditunjukkan di dalam kekisi hablur kubik dalam Rajah 4?

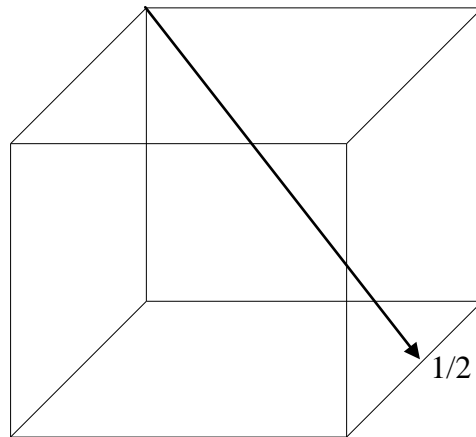


Figure 4
Rajah 4

- (a) $[12\bar{2}]$ (c) $[\bar{2}0\bar{1}]$
 (b) $(12\bar{2})$ (d) $(\bar{2}0\bar{1})$
4. What is the relationship between lattice constant, (a), and atomic radius, (R), of a face centered cubic (FCC) cell?
Apakah perhubungan di antara pemalar kekisi, (a), dan jejari atom, (R), bagi satu sel permukaan berpusat jasad (FCC)?
- (a) $a = 2R\sqrt{2}$ (c) $a = 3R\sqrt{2}$
 (b) $a = 4R\sqrt{3}$ (d) $a = 3R\sqrt{3}$
5. The density of element X, which has a BCC structure and one atom per lattice point, is 0.855 g/cm^3 . The atomic weight of X is 39.09 g/mol . Calculate the lattice parameter of X.
Ketumpatan elemen X yang mempunyai struktur BCC dan satu atom per kekisi ialah 0.855 g/cm^3 . Berat atomik elemen X ialah 39.09 g/mol . Kirakan pemalar kekisi X.
- (a) 5.336 \AA (c) 8.004 \AA
 (b) 2.668 \AA (d) 1.334 \AA

6. Determine the Miller index for the plane shown in Figure 5:

Tentukan indeks Miller bagi satah yang ditunjukkan dalam Rajah 5:

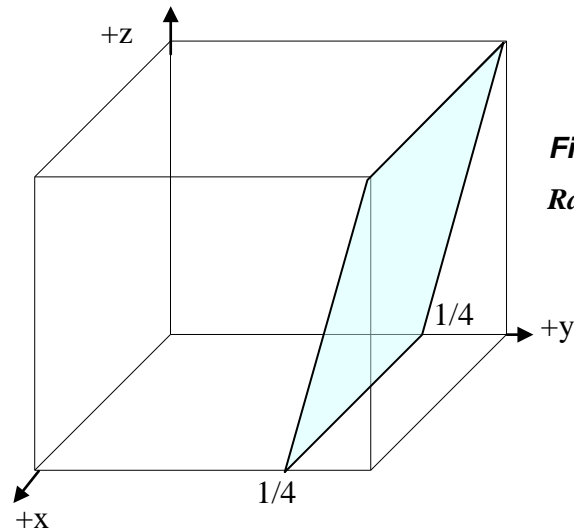


Figure 5
Rajah 5

- | | | | |
|-----|---------------------|-----|---------------------|
| (a) | $(0\bar{4}1)$ | (c) | $[0\bar{4}1]$ |
| (b) | $(4\bar{1}\bar{1})$ | (d) | $(4\bar{1}\bar{1})$ |

7. Which of the following pairs is **NOT** correct:

*Antara yang berikutan, pasangan manakah yang **TIDAK** benar:*

- | | |
|-----|---|
| (a) | Point Defect : Interstitial Impurities
<i>Kecacatan Titik : Ketidaktulenan Celahan</i> |
| (b) | Linear Defect : Frenkel Imperfection
<i>Kecacatan Linear : Kecacatan Frenkel</i> |
| (c) | Planar Defect : Stacking Faults
<i>Kecacatan Planar : Kecacatan Lapikan</i> |
| (d) | Volume Defect : Pores
<i>Kecacatan Isipadu : Liang</i> |

8. Which of the following is not an application resulted from diffusion process?

Antara yang berikut, yang mana satu bukan aplikasi daripada proses resapan?

(a) Carburization for surface hardening of steel

Pengkarbonan bagi pengerasan permukaan keluli

(b) Formation of aluminum oxide rust protective layer by oxidation of aluminum

Pembentukan lapisan lindungan karat aluminum oksida daripada pengoksidaan aluminum

(c) Doping of semiconducting materials

Pendopan bahan semikonduktor

(d) Strain hardening of metal

Pengerasan tegas logam

9. What defect is shown by the arrow in Figure 6.

Kecacatan apakah yang ditunjukkan oleh anak panah dalam Rajah 6.

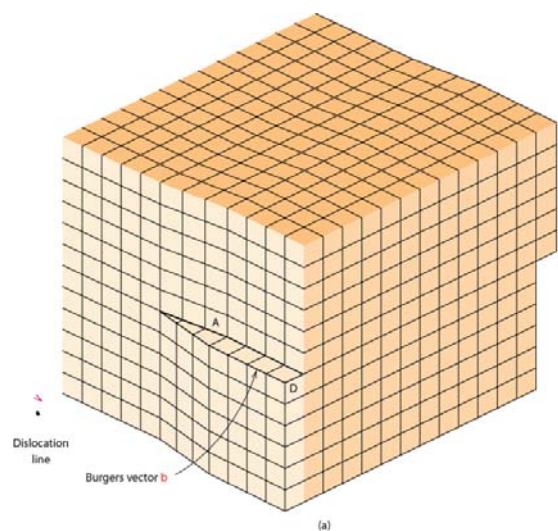


Figure 6

Rajah 6

(a) an edge dislocation

dislokasi sisian

(c) a screw dislocation

dislokasi skrew

(b) a grain boundary

sempadan butiran

(d) a stacking fault

kecacatan lapisan

10. Which of the following techniques, is the most commonly used for microstructure observation of a material?

Antara yang berikut, teknik mana yang paling biasa digunakan untuk pemerhatian struktur mikro bahan?

- (a) Scanning electron microscope (SEM)

Mikroskop imbasan elektron

- (b) X-ray diffraction (XRD)

Pembelauan sinar-X

- (c) Thermal Gravimetric (TG)

Gravimetri terma

- (d) Dilatometer

Dilatometer

11. Fick's first law, $J_x = -D \frac{dC}{dx}$ can be applied in

Hukum pertama Fick $J_x = -D \frac{dC}{dx}$ boleh digunakan dalam

Q_d = Diffusion coefficient / *Pemalar resapan*

C = Concentration / *Kepekatan*

J_x = Flux / *Fluks*

- (a) Steady-state diffusion (c) Vacancy Diffusion
Resapan mantap *Resapan kekosongan*

- (b) Non steady-state diffusion (d) Interstitial Diffusion
Resapan tidak mantap *Resapan celahan*

12. Determine the composition, in atomic percentage, of an aluminium alloy that consist of 97 wt.% aluminium and 3 wt.% copper. (Atomic mass Al = 26.98 g/mol, Cu = 63.55 g/mol)
Hitungkan kandungan, dalam peratusan atom, bagi sesuatu aloi yang mengandungi 97 wt.% aluminium and 3 wt.% gangsa. (Jisim atom Al = 26.98 g/mol, Cu = 63.55 g/mol)
- (a) $C'_{Al} = 1.30 \text{ at } \%$, $C'_{Cu} = 98.7 \text{ at } \%$
 - (b) $C'_{Al} = 98.7 \text{ at } \%$, $C'_{Cu} = 1.30 \text{ at } \%$
 - (c) $C'_{Al} = 29.8 \text{ at } \%$, $C'_{Cu} = 70.2 \text{ at } \%$
 - (d) $C'_{Al} = 70.2 \text{ at } \%$, $C'_{Cu} = 29.8 \text{ at } \%$
13. Which of the following factors are not true for substitution of host atom by an impurity atom a.
Antara faktor-faktor yang berikutan, yang mana adalah tidak benar bagi penggantian atom utama oleh atom bendasing.
- (a) Electronegativity - for both atoms must be the same
Keelektronegatifan - bagi kedua-dua atom mesti sama
 - (b) Crystal structure - for both atoms types must be cubic
Struktur hablur - bagi kedua-dua atom mesti berbentuk kiub
 - (c) Atomic size - difference in atomic sizes for both atoms must be less than $\pm 15\%$
Saiz atom - Perbezaan saiz atom bagi kedua-dua atom mesti kurang daripada $\pm 15\%$
 - (d) Valences - for both atoms must be the same
Valensi - bagi kedua-dua atom mesti sama

14. Modulus of elasticity is a measure of the _____ of the materials.

Modulus keanjalan mengukur _____ sesuatu bahan.

(a) Binding forces between the atom

Daya ikatan antara atom

(b) Amount of energy absorbed

Jumlah tenaga diserap

(c) Solubility

Keterlarutan

(d) Toughness

Keliatan

15. A body which is permanently deformed is said to have _____.

Suatu jasad yang mengalami ubahbentuk kekal dikatakan mengalami _____.

(a) Strain deformation

Ubahbentuk terikan

(c) Plastic deformation

Ubahbentuk plastik

(b) Elastic deformation

Ubahbentuk anjal

(d) Stress deformation

Ubahbentuk tegasan

16. Which one of the following is true about hardness test?
Yang manakah di antara berikut benar mengenai ujian kekerasan?
- (a) Complicated setup
Penyediaan rumit
 - (b) Nondestructive test
Merupakan ujian tak musnah
 - (c) Conductivity properties also can be interpret from hardness measurement
Sifat kekonduksian juga boleh diperoleh daripada pengukuran kekerasan
 - (d) Measurement to material's resistance to localize elastic deformation
Pengukuran rintangan bahan terhadap ubahbentuk elastik tempatan
17. Binary isomorphous diagrams are those systems formed
Rajah binari isomorfus merupakan sistem terbentuk
- (a) When temperature and composition are varied.
Apabila suhu dan komposisi dipelbagaikan.
 - (b) When there is a complete solubility in solid phases.
Apabila terdapat kebolehlarutan lengkap dalam fasa pepejal.
 - (c) When referred to heat treatment of alloy.
Apabila merujuk kepada rawatan haba aloi.
 - (d) When referred to concentration of alloy.
Apabila merujuk kepada kepekatan aloi.

18. Which one of the following phase does not exist in iron-iron carbide phase diagram?
Yang manakah antara fasa berikut tidak wujud di dalam gambarajah fasa besi-besi karbida?
- (a) α -Ferrite (c) β -Ferrite
(b) γ -Austenite (d) Cementite
19. An aluminum plate 0.5 cm thick is to withstand a force of 50,000 N with no permanent deformation. The yield strength is 125 MPa. What is the minimum width of the plate?
Kepingan aluminium dengan ketebalan 0.5 cm dikenakan daya 50,000 N tanpa berlaku ubahbentuk kekal. Kekuatan alah ialah 125 MPa. Apakah lebar minimum kepingan aluminium tersebut?
- (a) 8 mm (c) 8 cm
(b) 80 cm (d) None above / *Tiada jawapan di atas*
20. Peritectic reaction will form
Tindakbalas peritektik terbentuk
- (a) Upon heating 1 solid phase to transform for 1 liquid phase
1 fasa pepejal bertukar menjadi satu fasa cecair ketika pemanasan
- (b) Upon heating 1 solid phase to transform for 1 solid phase and 1 liquid phase
1 fasa pepejal bertukar kepada 1 fasa pepejal dan 1 fasa cecair ketika pemanasan
- (c) Upon cooling 1 solid phase and 1 liquid phase to transform for 1 liquid phase
1 fasa pepejal dan 1 fasa cecair bertukar kepada 1 fasa cecair ketika penyejukan
- (d) Upon cooling 2 solid phase to transform for 1 liquid phase
2 fasa pepejal bertukar kepada 1 fasa cecair ketika penyejukan

21. Name one function that a transistor may perform in an electronic circuit?

Namakan satu fungsi transistor dalam litar elektronik?

- (a) Amplify electricity without resistance
Meningkatkan kuasa elektrik tanpa rintangan
- (b) Switch analog signal to digital signal.
Menukar isyarat analog kepada isyarat digital
- (c) Convert heat into electrical energy
Menukar haba kepada kuasa elektrik
- (d) Amplify an electrical signal
Meningkatkan isyarat elektrik

22. At temperature close to room temperature, the temperature dependence of the conductivity

for intrinsic germanium is found to be equal to $\sigma = CT^{-1.5} \exp\left(-\frac{E_g}{2kT}\right)$. Calculate the

intrinsic electrical conductivity of germanium at 175°C?

($E_g = 0.67$ eV, $k = 8.62 \times 10^{-5}$ eV/K, $\sigma_{298K} = 2.2$ ($\Omega\text{-m}$)⁻¹)

Pada suhu yang hampir dengan suhu bilik, kadar aliran bagi germanium adalah

bersamaan $\sigma = CT^{-1.5} \exp\left(-\frac{E_g}{2kT}\right)$. Kirakan kadar aliran elektrik bagi germanium pada 175°C?

($E_g = 0.67$ eV, $k = 8.62 \times 10^{-5}$ eV/K, $\sigma_{298K} = 2.2$ ($\Omega\text{-m}$)⁻¹)

- | | |
|--|---|
| (a) 54.4 ($\Omega\text{-m}$) ⁻¹ | (c) 14.4 ($\Omega\text{-m}$) ⁻¹ |
| (b) 94.4 ($\Omega\text{-m}$) ⁻¹ | (d) 154.4 ($\Omega\text{-m}$) ⁻¹ |

23. Cite one advantage of hot working.

Terangkan kelebihan pengendalian kerja panas.

(a) The mechanical properties can be made constant

Sifat mekanikal bahan itu tidak berubah

(b) Wide dimensional tolerances

Toleransi untuk dimensi yang besar

(c) A high quality surface finish

Perubahan permukaan yang berkualiti tinggi

(d) Low cost

Kos yang rendah

24. List one situation in which casting is the preferred fabrication technique.

Senaraikan satu situasi yang mana teknik fabrikasi adalah sesuai.

(a) High mechanical strength is needed

Kekuatan mekanikal yang tinggi

(b) Alloys having low ductility

Aloi mempunyai kemuluran yang rendah

(c) Small pieces

Bahagian yang kecil

(d) Simple shapes

Bentuk yang mudah

25. What is the function of alloying elements in tool steels?

Apakah fungsi elemen aloi dalam alatan besi?

(a) Soft and low resistant carbide compounds

Aloi karbid yang tidak keras

(b) Increase electrical conductivity

Meningkatkan kekonduksian elektrik

(c) Hard and wear-resistant carbide compounds

Aloi karbid yang keras dan tahan lasak

(d) Decrease thermal conductivity

Merendahkan kekonduksian haba

26. Name one thermal property of a liquid medium that will influence its quenching effectiveness.

Namakan satu sifat cecair bagi terma yang mempengaruhi keberkesanan proses penurunan haba.

(a) Low heat capacity

Muatan haba yang rendah

(c) Nonwetting

Bendalir yang tidak membasahkan

(b) Low boiling point

Takat didih yang rendah

(d) High thermal conductivity

Kekonduksian haba yang tinggi

27. In designing a Euro coin, what must be taken into consideration to prevent counterfeiting
Dalam merencapi syiling Euro, apakah langkah yang di ambil untuk mencegah peniruan mata wang

- | | |
|--|---|
| (a) Unique electrical conductivity
<i>Konduktiviti elektrik yang unik</i> | (c) Plain colors
<i>Warna aloi yang sama</i> |
| (b) One metal composition
<i>Satu komposisi bahan yang serata</i> | (d) Low wear resistant
<i>Aloi yang kurang tahan lasak</i> |

28. Which of the following materials have the crystal structure shown in Figure 7?
Bahan yang manakah mempunyai struktur kristal seperti dalam Rajah 7?

- | | |
|------------------------------------|------------------------|
| (a) CsCl | (c) ZrO ₂ |
| (b) Al ₂ O ₃ | (d) BaTiO ₃ |

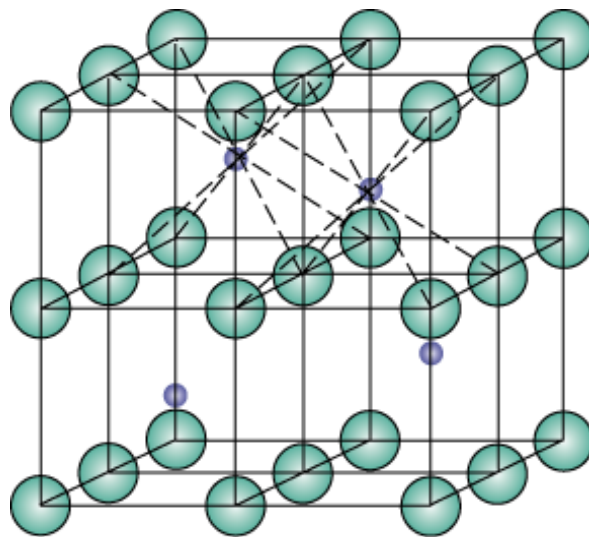


Figure 7

Rajah 7

29. Figure 8 shows an interstitial site in a faced-centred-cubic closed place of a ceramic material. Choose the best statement describing this type of interstitial site.

Rajah 8 menunjukkan tapak celahan tertutup di dalam kubik berpusat muka pada bahan seramik. Pilih kenyataan terbaik yang menerangkan jenis tapak celahan tersebut.

- | | |
|--|--|
| (a) Vacancy in anion sites
<i>Kekosongan pada tapak anion</i> | (c) Tetrahedron
<i>Tetrahedran</i> |
| (b) Octahedron
<i>Oktahedran</i> | (d) Simple cubic interstitial
<i>Celahan kiub mudah</i> |

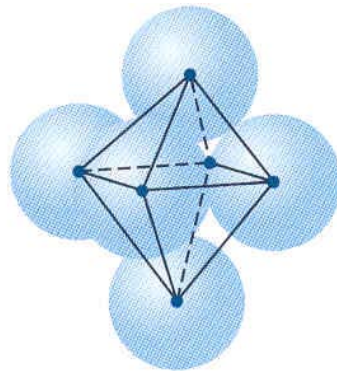


Figure 8

Rajah 8

30. Silicates are materials composed of primarily silicon and oxygen. Which type of the following silicate structure is consider as noncrystalline?

Silikat adalah merupakan bahan yang terdiri daripada silikon dan oksigen. Jenis yang manakah dianggap sebagai tak berhablur?

- | | |
|---|--|
| (a) Talc
<i>Talkum</i> | (c) Kaolinite
<i>Kaolinat</i> |
| (b) Layered silicate
<i>Silikat berlapis</i> | (d) Vitreous silicate
<i>Silikat vitros</i> |

31. Electrical conductivity vs temperature graph for Si can be represented by Figure 9. Choose the best combination to describe the electrical behaviour of Si.

Graf kekonduksian elektrik melawan suhu untuk Si ditunjukkan oleh Rajah 9. Pilih kombinasi terbaik untuk menerangkan sifat elektrik Si.

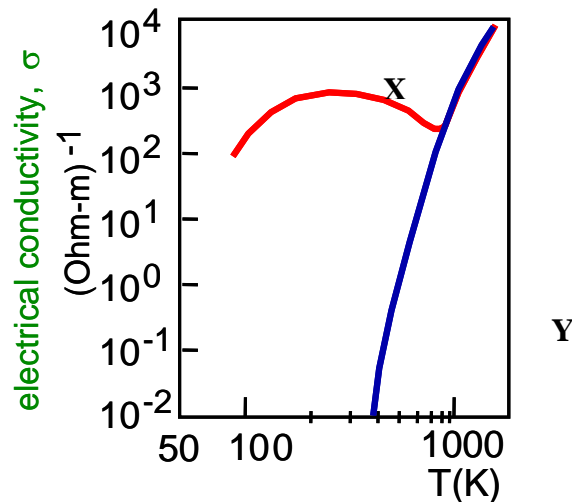


Figure 9

Rajah 9

- | | |
|--|--|
| (a) X-intrinsic, Y-extrinsic
<i>X-intrinsik, Y-ekstrinsik</i> | (c) X-extrinsic, Y-doped
<i>X-ekstrinsik, Y-dop</i> |
| (b) X-undoped, Y-doped
<i>X-tidak didop, Y-dop</i> | (d) X-extrinsic, Y-intrinsic
<i>X-ekstrinsik, Y-intrinsik</i> |
32. The following are the phenomena observed during sintering process except for
Berikut adalah fenomena yang akan berlaku semasa proses pensinteran kecuali
- | | |
|--|---|
| (a) particle bonding
<i>ikatan partikel</i> | (c) neck formation and growth
<i>pembentukan dan pertumbuhan leher</i> |
| (b) pore addition
<i>penambahan liang</i> | (d) grain boundary formation
<i>pembentukan sempadan butiran</i> |

33. The following are ways to prevent crevice corrosion except for
Berikut adalah cara untuk mengatasi masalah kakisan servik kecuali
- (a) Joint metals by welding not bolts and nuts
Sambung logam dengan kimpalan bukannya 'bolt' dan 'nut'
 - (b) Nonabsorbing gasket
Sambungan paip takmenyerap
 - (c) Not removing accumulated deposits frequently
Tidak membersihkan tingalan kakisan selalu
 - (d) Avoid stagnant area
Menghalang kawasan tertakung
34. Before vulcanization, natural rubber has many double covalent bonds known as
Sebelum proses pemvulkanan, getah semulajadi (monomer) mempunyai ikatan kembar kovalen yang dikenali sebagai
- (a) Reactive sites
Tapak tindak balas
 - (b) Benzene rings
Gelang benzene
 - (c) Isoprenes
Isoprena
 - (d) Copolymer
Kopolimer

35. What structural feature usually needs to be present in order for an addition polymer to be produced?

Apakah struktur yang diperlukan untuk penghasilan polimer tambahan?

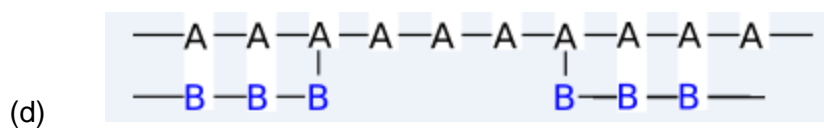
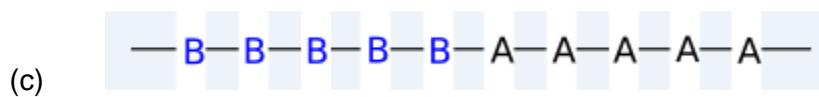
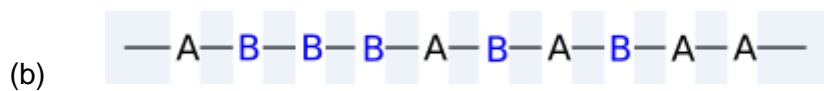
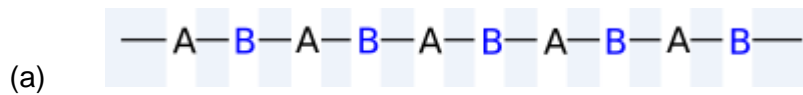
- (a) A carbon-carbon π bond
Ikatan π antara karbon-karbon
- (b) A carbon-carbon sigma bond
Ikatan sigma antara karbon-karbon
- (c) A carbon-oxygen π bond
Ikatan π antara karbon-oksigen
- (d) A carbon-oxygen sigma bond
Ikatan sigma antara karbon- oksigen

36. Which of the following refers to syndiotactic stereoisomer?

Yang manakah pernyataan di bawah merujuk pada stereoisomer sindiotaktik?

- (a) The pendant methyl group of polypropylene is randomly arranged on either side of the main carbon chain.
Kumpulan pندان methyl bagi polipropilena diatur secara rawak di mana-mana belah rantaian utama karbon.
- (b) The pendant methyl group of polypropylene is always on the same side of the main carbon chain.
Kumpulan pندان methyl bagi polipropilena sentiasa berada di sebelah bahagian rantaian utama karbon yang sama.
- (c) The pendant methyl group of polypropylene regularly alternates from one side of the main chain to other side.
Kumpulan pندان methyl bagi polipropilena diatur secara berselang di kedua-dua belah rantaian utama karbon.
- (d) None of the above.
Bukan pilihan di atas.

37. Which of the following is a graft copolymer (A and B refer to different types of monomers)?
 Yang mana gambaran di bawah merujuk pada kopolimer cantum (graft copolymer) (A dan B merujuk pada jenis monomer yang berbeza)?



38. Which chemical serve as “molecular matchmaker” that is necessary to begin polymerization reaction.

Bahan kimia yang manakah bertindak sebagai “molecular matchmaker” yang diperlukan untuk memulakan tindakbalas pempolimeran.

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| (a) Monomer
<i>Monomer</i> | (c) Catalyst
<i>Mangkin</i> |
| (b) Isotope
<i>Isotop</i> | (d) Filler
<i>Pengisi</i> |

39. Multiple covalent bonds that provide active sites for cross-linking.

Ikatan berganda kovalen yang memberi tapak aktif untuk pemaautsilangan.

- | | |
|--|--|
| (a) Isotopes
<i>Isotop</i> | (c) Double bonds
<i>Ikatan kembar</i> |
| (b) Single bond
<i>Ikatan tunggal</i> | (d) Ablation
<i>Ablasi</i> |

40. If a particular type of polyethylene has a molecular mass of 120,000 g/mol, what is its degree of polymerization?

Jika sejenis polietilena mempunyai jisim molekul sebanyak 120,000 g/mol, berapakah darjah pempolimerannya?

- | | |
|----------|----------|
| (a) 1571 | (c) 3571 |
| (b) 3286 | (d) 4286 |

(40 marks/markah)