

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

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

Oktober/November 2006

## **EBB 113/3 - Engineering Materials** *EBB 113/3 - Bahan Kejuruteraan*

Time : 3 hours  
*Masa : 3 jam*

---

Please make sure that this examination paper consists of TWENTY NINE pages of printed material, TWO pages APPENDIX and ONE page of OBJECTIVE ANSWER PAPER before you begin the examination.

This paper contains FORTY objectives questions in SECTION A, TWO subjective questions in SECTION B and TWO subjective questions in SECTION C.

Answer ALL questions in SECTION A, ONE question from SECTION B and ONE question from SECTION C. For SECTION B and C, if a candidate answers more than one question (for each section) only the first answer will be examined and awarded marks.

Answer to any question must start on a new page.

All questions could be answered in Bahasa Malaysia or English.

*Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi DUA PULUH SEMBILAN muka surat beserta DUA muka surat (Lampiran) dan SATU muka surat KERTAS JAWAPAN OBJEKTIF yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.*

*Kertas soalan ini mengandungi EMPAT PULUH soalan objektif pada BAHAGIAN A, DUA soalan subjektif pada BAHAGIAN B dan DUA soalan subjektif pada BAHAGIAN C.*

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

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

*Semua soalan boleh dijawab samada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.*

**PART A****BAHAGIAN A**

1. The bonding energies of material A and B are 3.4 and 8.8 eV/atom, respectively. Which statements given below are true to describe these materials?
- The melting temperature of material A is higher than B.
  - The elastic modulus of material B is larger than A.
  - The elastic modulus of material A is larger than B.
  - The coefficient of thermal expansion of material B is smaller than A.
  - The coefficient of thermal expansion of material A is smaller than B.
- a) ii and iv  
b) ii and v  
c) i, iii and iv  
d) iii and v
2. The electron configuration of Manganese is \_\_\_\_\_.
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7$
  - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$
  - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^1$
  - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2 4p^1$
1. Tenaga ikatan bagi bahan A = 3.4 eV/atom dan bahan B = 8.8 eV/atom. Ungkapan-ungkapan yang diberi di bawah yang manakah paling sesuai menerangkan kedua-dua bahan tersebut?
- Suhu takat lebur bagi bahan A lebih tinggi daripada bahan B.
  - Modulus elastik bahan B lebih tinggi daripada bahan A.
  - Modulus elastik bahan A lebih tinggi daripada bahan B.
  - Pemalar perkembangan terma bahan B lebih rendah daripada bahan A.
  - Pemalar perkembangan terma bahan A lebih rendah daripada bahan B.
- a) ii dan iv  
b) ii dan v  
c) i, iii dan iv  
d) iii dan v
2. Konfigurasi elektron bagi Mangan ialah \_\_\_\_\_.
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7$
  - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$
  - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^1$
  - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2 4p^1$

3. What is the notation for vector direction in the cubic crystal structure in Figure 1?

3. Apakah penandaan untuk arah vektor yang ditunjukkan dalam struktur hablur kubik di Rajah 1?

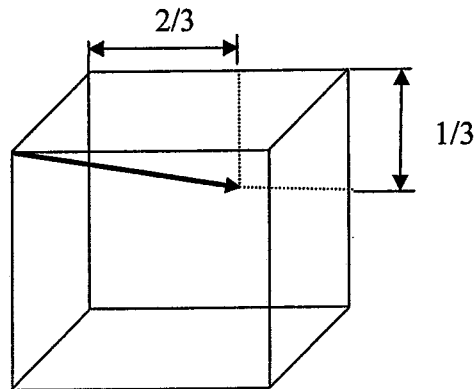


Figure 1

Rajah 1

- a) [321]  
 b)  $[\bar{2}\bar{3}1]$   
 c)  $[\bar{2}\bar{3}\bar{1}]$   
 d)  $[\bar{3}2\bar{1}]$
4. What is the relationship between lattice constant,  $a$ , and atomic radius,  $R$ , of a body centered cubic (BCC) cell?

- a) [321]  
 b)  $[\bar{2}\bar{3}1]$   
 c)  $[\bar{2}\bar{3}\bar{1}]$   
 d)  $[\bar{3}2\bar{1}]$
4. Apakah perhubungan antara pemalar kekisi,  $a$ , dan jejari atom,  $R$ , bagi satu sel kiub berpusat jasad (BCC)?

- a)  $a\sqrt{2} = 4R$   
 b)  $a\sqrt{3} = 4R$   
 c)  $a\sqrt{2} = 3R$   
 d)  $a\sqrt{3} = 3R$

- a)  $a\sqrt{2} = 4R$   
 b)  $a\sqrt{3} = 4R$   
 c)  $a\sqrt{2} = 3R$   
 d)  $a\sqrt{3} = 3R$

5. For aluminum, determine the diffraction angle for (111) set of planes. The lattice parameter for aluminum is 0.404 nm. Assume that monochromatic radiation having wavelength of 0.1542 nm is used and the order of reflection is 1.
5. Tentukan sudut pembiasan bagi satah-satah (111) di dalam aluminum. Parameter kekisi untuk aluminum ialah 0.404 nm. Anggapkan radiasi monokromatik yang digunakan mempunyai jarak gelombang 0.1542 nm dan turutan refleksi ialah 1.
- a)  $19.3^\circ$
- a)  $19.3^\circ$
- b)  $22.4^\circ$
- b)  $22.4^\circ$
- c)  $38.6^\circ$
- c)  $38.6^\circ$
- d)  $44.8^\circ$
- d)  $44.8^\circ$
6. What is the notation of plane that is shown in Figure 2?
6. Apakah penandaan untuk satah yang ditunjukkan dalam struktur hablur kubik di Rajah 2?

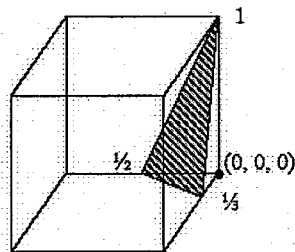


Figure 2

Rajah 2

- a)  $(\bar{3}21)$
- a)  $(\bar{3}21)$
- b)  $(3\bar{2}1)$
- b)  $(3\bar{2}1)$
- c)  $(\bar{3}\bar{2}1)$
- c)  $(\bar{3}\bar{2}1)$
- d)  $(3\bar{2}\bar{1})$
- d)  $(3\bar{2}\bar{1})$

7. If there are 400 grains per square inch on a photomicrograph of a ceramic material at 200x, what is its ASTM grain-size number?
- a) 9.64  
b) 11.64  
c) 12.64  
d) 14.64
8. Calculate the fraction of atom sites that are vacant for copper at its melting temperature of 1084°C. Assume an energy for vacancy of 0.90 eV/atom.
- a)  $5.56 \times 10^{-4}$   
b)  $8.89 \times 10^{-3}$   
c)  $9.64 \times 10^{-3}$   
d)  $4.56 \times 10^{-4}$
9. What is the composition, in atom percent, of an alloy that consists of 92.5 wt% Ag and 7.5 wt% Cu?
- a)  $C'_{Ag} = 97.3 \text{ at\%}; C'_{Cu} = 2.7 \text{ at\%}$   
b)  $C'_{Ag} = 2.7 \text{ at\%}; C'_{Cu} = 97.3 \text{ at\%}$   
c)  $C'_{Ag} = 87.9 \text{ at\%}; C'_{Cu} = 12.1 \text{ at\%}$   
d)  $C'_{Ag} = 12.1 \text{ at\%}; C'_{Cu} = 87.9 \text{ at\%}$
7. Jika terdapat 400 butiran bagi setiap luas dalam inci pada fotomikrograf untuk bahan seramik pada 200x, apakah nilai nombor saiz butiran ASTM?
- a) 9.64  
b) 11.64  
c) 12.64  
d) 14.64
8. Kirakan pecahan tapak atom yang kosong bagi kuprum pada takat suhu lebur 1084°C. Anggapkan tenaga untuk kekosongan ialah 0.90 eV/atom.
- a)  $5.56 \times 10^{-4}$   
b)  $8.89 \times 10^{-3}$   
c)  $9.64 \times 10^{-3}$   
d)  $4.56 \times 10^{-4}$
9. Apakah komposisi, dalam peratusan atom, bagi aloi yang mempunyai 92.5 wt% Ag dan 7.5 wt% Cu?
- a)  $C'_{Ag} = 97.3 \text{ at\%}; C'_{Cu} = 2.7 \text{ at\%}$   
b)  $C'_{Ag} = 2.7 \text{ at\%}; C'_{Cu} = 97.3 \text{ at\%}$   
c)  $C'_{Ag} = 87.9 \text{ at\%}; C'_{Cu} = 12.1 \text{ at\%}$   
d)  $C'_{Ag} = 12.1 \text{ at\%}; C'_{Cu} = 87.9 \text{ at\%}$

10. What is the composition, in weight percent, of an alloy that consists of 5 at% Cu and 95 at% Pt?
- $C_{Cu} = 1.68 \text{ wt\%}; C_{Pt} = 98.32 \text{ wt\%}$
  - $C_{Cu} = 98.32 \text{ wt\%}; C_{Pt} = 1.68 \text{ wt\%}$
  - $C_{Cu} = 2.38 \text{ wt\%}; C_{Pt} = 97.62 \text{ wt\%}$
  - $C_{Cu} = 97.62 \text{ wt\%}; C_{Pt} = 2.38 \text{ wt\%}$
11. The diffusivity values depend on many variables, which of the following are important?
- The type of crystal structure of the solvent lattice.
  - The type of crystal imperfection present.
  - The concentration of the diffusing species.
- i and ii
  - i and iii
  - ii and iii
  - i, ii and iii
12. Calculate the diffusivity of carbon in HCP titanium at 700°C. Use  $D_0 = 5.10 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ ;  $Q = 182 \text{ kJ/mol}$ ;  $R = 8.314 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$ .
- $2.64 \times 10^{-14} \text{ m}^2/\text{s}$
  - $4.64 \times 10^{-14} \text{ m}^2/\text{s}$
  - $6.64 \times 10^{-14} \text{ m}^2/\text{s}$
  - $8.64 \times 10^{-14} \text{ m}^2/\text{s}$
10. Apakah komposisi, dalam peratusan berat, bagi aloi yang mempunyai 5 at% Cu dan 95 at% Pt?
- $C_{Cu} = 1.68 \text{ wt\%}; C_{Pt} = 98.32 \text{ wt\%}$
  - $C_{Cu} = 98.32 \text{ wt\%}; C_{Pt} = 1.68 \text{ wt\%}$
  - $C_{Cu} = 2.38 \text{ wt\%}; C_{Pt} = 97.62 \text{ wt\%}$
  - $C_{Cu} = 97.62 \text{ wt\%}; C_{Pt} = 2.38 \text{ wt\%}$
11. Nilai resapan bergantung kepada banyak pembolehubah, diantara yang berikut yang mana penting?
- Jenis struktur hablur bagi tapak pelarut.
  - Jenis kecacatan hablur yang hadir.
  - Kepekatan spesis resapan.
- i dan ii
  - i dan iii
  - ii dan iii
  - i, ii dan iii
12. Kirakan resapan bagi karbon dalam titanium HCP pada 700°C. Gunakan  $D_0 = 5.10 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ ;  $Q = 182 \text{ kJ/mol}$ ;  $R = 8.314 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$ .
- $2.64 \times 10^{-14} \text{ m}^2/\text{s}$
  - $4.64 \times 10^{-14} \text{ m}^2/\text{s}$
  - $6.64 \times 10^{-14} \text{ m}^2/\text{s}$
  - $8.64 \times 10^{-14} \text{ m}^2/\text{s}$

13. The diffusivity of iron atoms in the BCC iron lattice is  $4.5 \times 10^{-23} \text{ m}^2/\text{s}$  at  $400^\circ\text{C}$  and  $5.9 \times 10^{-16} \text{ m}^2/\text{s}$  at  $800^\circ\text{C}$ . Calculate the activation energy for this case in this temperature range.  
[ $R = 8.314 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ ]
- a) 336 kJ/mol  
b) 246 kJ/mol  
c) 406 kJ/mol  
d) 608 kJ/mol
14. The followings are statements related to hardness-testing except
- a) Rockwell and Brinell are examples of hardness-testing techniques.  
b) Hardness is a measure of the resistance to localized plastic deformation.  
c) A hardness number is determined by the difference in width of penetration.  
d) Other mechanical properties often can be estimated from hardness data.
13. *Resapan atom-atom ferum dalam kekisi BCC ialah  $4.5 \times 10^{-23} \text{ m}^2/\text{s}$  pada  $400^\circ\text{C}$  dan  $5.9 \times 10^{-16} \text{ m}^2/\text{s}$  pada  $800^\circ\text{C}$ . Kirakan tenaga pengaktifan dalam julat suhu yang diberi.*  
[ $R = 8.314 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ ]
- a) *336 kJ/mol*  
b) *246 kJ/mol*  
c) *406 kJ/mol*  
d) *608 kJ/mol*
14. *Berikut adalah kenyataan berkenaan dengan ujian kekerasan kecuali*
- a) *Rockwell dan Brinell adalah antara contoh teknik-teknik ujian kekerasan.*  
b) *Kekerasan adalah pengukuran rintangan terhadap ubah bentuk plastik setempat.*  
c) *Nombor kekerasan dikenalpasti melalui perbezaan kelebaran penusukan.*  
d) *Sifat-sifat mekanik yang lain boleh dianggarkan daripada data ujian kekerasan.*

15. Which of the following materials show a yield point phenomenon
15. Bahan manakah yang akan menunjukkan fenomena titik alah
- a) Aluminium  
b) Copper  
c) Steel  
d) Iron
- a) Aluminium  
b) Kuprum  
c) Keluli  
d) Besi

Please refer to Figure 3 (typical stress-strain curve for Aluminium) to answer Questions no. 16 and 17.

Rujuk kepada Rajah 3 (lekur tegasan-terikan bagi Aluminium) bagi menjawab Soalan bernombor 16 dan 17.

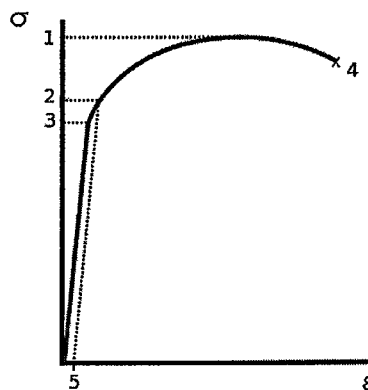


Figure 3  
Rajah 3

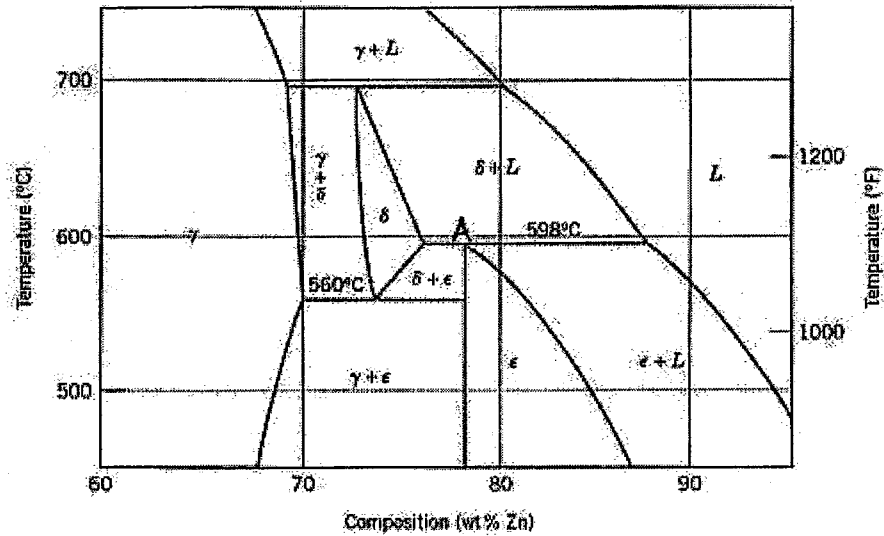
16. Points 1 and 2 refer to ..... and ....., respectively
16. Titik-titik 1 dan 2 masing-masing merujuk kepada ..... dan .....
- a) tensile strength and offset strain  
b) yield strength and tensile strength  
c) yield strength and offset strain  
d) tensile strength and yield strength
- a) kekuatan tegangan dan terikan offset  
b) kekuatan alah dan kekuatan tegangan  
c) kekuatan alah dan terikan offset  
d) kekuatan tegangan dan kekuatan alah



17. Where does necking starts to form?
- Point 1
  - Point 2
  - Point 3
  - Point 4
18. The following statements related to binary eutectic system. Choose correct statements.
- Exist complete liquid and solid solubility of two components.
  - Involve a reaction where a liquid phase transforms isothermally to two different solid phases upon cooling.
  - Microstructure consists of alternating layers or called lamellae exist in this system.
  - Exist limited solubility of each component in the other.
- i and ii
  - ii and iv
  - i, ii and iii
  - ii, iii and iv
17. Di manakah peleheran mula terbentuk?
- Titik 1
  - Titik 2
  - Titik 3
  - Titik 4
18. Kenyataan berikut berkaitan dengan sistem eutektik binari. Pilih kenyataan-kenyataan yang benar.
- Wujud kebolehlarutan yang sempurna bagi dua komponen.
  - Melibatkan tindak balas di mana satu fasa bertukar secara isothermal menjadi dua fasa pepejal sewaktu penyejukan.
  - Mikrostruktur yang mengandungi lapisan berselang-seli atau juga dipanggil sebagai lamela wujud dalam sistem ini.
  - Wujud kebolehlarutan yang terhad di antara komponen-komponen yang terlibat.
- i dan ii
  - ii dan iv
  - i, ii dan iii
  - ii, iii dan iv

Question 19 based on Figure 4.

*Soalan 19 berdasarkan Rajah 4.*



**Figure 4**

**Rajah 4**

19. Point A in Figure 4 refers to

- a) Eutectic reaction
- b) Eutectoid reaction
- c) Peritectic reaction
- d) Peritectoid reaction

19. Titik A dalam Rajah 4 merujuk kepada

- a) Tindakbalas Eutektik
- b) Tindakbalas Eutektoid
- c) Tindakbalas Peritektik
- d) Tindakbalas Peritektoid

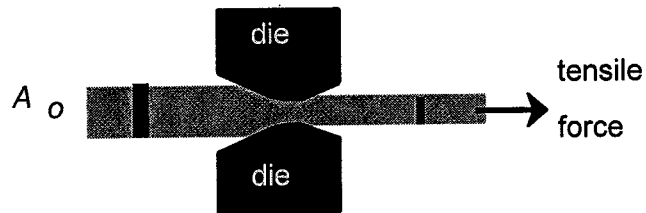
20. Which of the following sentences on phase diagram are TRUE.
- The tie line must be utilized to determine the phase composition.
  - The tie line in conjunction with lever rule must be utilized to determine the weight fraction.
  - Rapid cooling results in segregation phenomenon.
  - The tie line in conjunction with lever rule must be utilized to determine the phase composition.
- a) i, ii and iii  
b) ii, iii and iv  
c) i, iii and iv  
d) iii and iv
21. If you were to design a drill bit what material would you choose?
- Aluminium coated with alumina
  - High carbon steel
  - Titanium alloy
  - Brass coated with zirconia
20. Pilih kenyataan-kenyataan yang BENAR mengenai gambarajah fasa.
- Garis penghubung mesti digunakan bagi mengenalpasti komposisi fasa.
  - Garis penghubung bersama-sama hukum tuas mesti digunakan bagi mengenalpasti pecahan berat.
  - Penyejukan cepat akan menghasilkan fenomena segregasi.
  - Garis penghubung bersama-sama hukum tuas mesti digunakan bagi mengenalpasti komposisi fasa.
- a) i, ii dan iii  
b) ii, iii dan iv  
c) i, iii dan iv  
d) iii dan iv
21. Jika anda merencanakan bahagian pada mata gerudi, apakah bahan yang anda pilih?
- Aluminium yang disalut alumina
  - Keluli karbon tinggi
  - Aloi titanium
  - Loyang yang disalut zirkonia

22. What is the process as shown in Figure 5 below?

- a) Forging
- b) Rolling
- c) Drawing
- d) Extrusion

22. Apakah proses yang ditunjukkan pada Rajah 5 di bawah?

- a) Penempaan
- b) Penggelekan
- c) Penarikan
- d) Penyemperitan



**Figure 5**

**Rajah 5**

23. A micrograph in Figure 6 shows

23. Mikrograf di dalam Rajah 6 menunjukkan



**Figure 6**

**Rajah 6**

- a) spheroidite
- b) brass
- c) martensite
- d) pearlite

- a) sferodit
- b) optikal loyang
- c) martensit
- d) pearlit

24. Which statement is true?
- a) Cementite is soft but ferrite is hard
  - b) Ferrite is ductile but cannot be plastically deformed
  - c) Tempered martensite is more ductile than martensite
  - d) Bainite is softer than pearlite
24. *Yang manakah pernyataan yang benar?*
- a) *sementit adalah lembut tetapi ferit keras*
  - b) *ferit adalah mulur tetapi tidak boleh diubah bentuk plastik*
  - c) *martensit terbaja adalah lebih mulur berbanding martensit*
  - d) *bainit adalah lebih lembut daripada pearlit*
25. What is the most possible failure associated with steel shaft which is often used at high rotation speed?
- a) creep
  - b) ductile fracture
  - c) viscous flow
  - d) fatigue
25. *Apakah kegagalan yang paling mungkin berkenaan dengan aci keluli yang selalu digunakan pada kelajuan berputar yang tinggi?*
- a) *rayapan*
  - b) *kepatahan mulur*
  - c) *aliran likat*
  - d) *lesu*
26. Passivity is defined by
- a) a formation of thin adherent oxide layer on a metal which prevent the metals from further corrosion
  - b) a formation of thick scale of porous oxides
  - c) an application of ceramics coating on metals
  - d) a formation of thin metal films
26. *Kepasifan didefinisikan sebagai*
- a) *pembentukan lapisan nipis oksida yang lekat di atas logam yang menghalang daripada logam tersebut daripada kakisan seterusnya*
  - b) *pembentukan kerak tebal yang terdiri daripada oksida yang berliang*
  - c) *penghasilan salutan seramik di atas logam*
  - d) *pembentukan filem nipis logam*

27. The positive holes move through the a semiconductor crystal by
- a) Escaping from the bonds
  - b) Ionizing
  - c) Reciprocal motion of electrons in the bonds
  - d) Moving in the same direction as the electrons
27. *Lohong bercas positif bergerak pada kristal semikonduktor melalui*
- a) *perlepasan daripada ikatan*
  - b) *pengionan*
  - c) *pergerakkan salingan kepada elektron di dalam ikatan*
  - d) *pergerakkan pada arah yang sama dengan elektron*
28. Which of the following statement is true?
- a) Group V material cannot be doped to silicon
  - b) Group V material can be doped to silicon to produce n-type Si
  - c) Boron is a donor
  - d) Group V material can only be doped to GaAs not Si
28. *Di antara pernyataan di bawah yang manakah adalah benar?*
- a) *Bahan kumpulan V tidak boleh didopkan pada silikon*
  - b) *Bahan kumpulan V boleh didopkan untuk menghasilkan Si jenis-n*
  - c) *Boron adalah pemberi*
  - d) *Bahan kumpulan V hanya boleh didopkan pada GaAs bukan Si*
29. The conductivity in pure semiconductor is
- a) proportional to temperature
  - b) proportional to 1/temperature
  - c) rises exponentially then drops dramatically at a certain point
  - d) decreases linearly
29. *Kekonduksian bahan semikonduktor tulen adalah*
- a) *berkadar terus dengan suhu*
  - b) *berkadar terus dengan 1/suhu*
  - c) *bertambah secara eksponen kemudian turun secara dramatic pada satu titik*
  - d) *berkurangan secara linear*

30. Electrical resistivity in copper

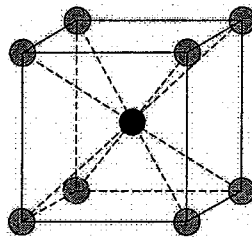
- a) increases with temperature
- b) decreases with temperature
- c) unchanged with temperature
- d) is similar to semiconductor

30. *Kerintangan elektrik dalam kuprum*

- a) *bertambah dengan suhu*
- b) *berkurangan dengan suhu*
- c) *tidak berubah dengan suhu*
- d) *sama dengan bahan semikonduktor*

31. Figure 7 is a unit cell of:

31. *Rajah 7 menunjukkan sel unit:*



**Figure 7**

**Rajah 7**

- a) Zinc blende
- b) Fluorite
- c) Sodium Chloride
- d) Cesium Chloride

- a) *Zink bland*
- b) *Florit*
- c) *Natrium klorida*
- d) *Sesium klorida*

32. Fracture in most ceramics can be best described as:

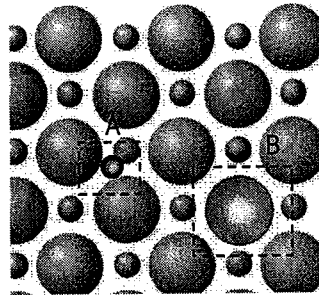
- a) Formation and propagation of cracks
- b) Formation of necking
- c) Formation of many dislocation planes
- d) Formation of ductile region within the ceramics

32. *Kepatahan di dalam seramik boleh diterangkan sebagai:*

- a) *Pembentukan dan perambatan keretakan*
- b) *Pembentukan peleheran*
- c) *Pembentukan banyak satah-satah kehelan*
- d) *Pembentukan bahagian mulur di dalam seramik*

33. Label the imperfections in an ionic compound shown in square boxes in figure 8 below

33. Labelkan ketidaksempurnaan di dalam sebatian ionik yang ditunjukkan di dalam kotak empat persegi pada Rajah 8



**Figure 8**

**Rajah 8**

- a) A - interstitial, B - Substitutional
- b) A - Substitutional, A - interstitial
- c) A - Vacancy B - interstitial
- d) A - Interstitial B - anion vacancy

- a) A - celahan, B - gantian
- b) A - gentian, A - celahan
- c) A - kekosongan, B - celahan
- d) A - celahan, B - kekosongan anionik

34. A glass ceramic is

34. Kaca-seramik adalah

- a) designed to have low mechanical strength hence lighter
- b) high thermal expansion for ovenware
- c) made by crystallization process where the glass was heat treated at high temperature
- d) a vitreous solid

- a) direkabentuk untuk mempunyai kekuatan mekanikal yang rendah oleh itu lebih ringan
- b) pengembangan terma yang tinggi untuk kegunaan perkakas yang boleh dioven
- c) dibuat melalui proses penghabluran di mana kaca dirawathabakan pada suhu tinggi
- d) pepejal berkekaca



35. The following are classifications of composites EXCEPT
- a) CMC
  - b) GFRC
  - c) MMC
  - d) PMC
36. The following are type of metal processing EXCEPT
- a) Forging
  - b) Rolling
  - c) Extrusion
  - d) Blow moulding
37. Types of casting are as follows EXCEPT
- a) Sand casting
  - b) Die casting
  - c) Continuous casting
  - d) Dwi-casting
38. The following are aims of performing annealing EXCEPT
- a) Relieve residual stress
  - b) Ductility
  - c) Modifying microstructure
  - d) Increasing hardness
35. *Berikut adalah klasifikasi komposit berdasarkan matrik KECUALI*
- a) CMC*
  - b) GFRC*
  - c) MMC*
  - d) PMC*
36. *Berikut adalah kaedah-kaedah pemprosesan keluli KECUALI*
- a) Tempaan*
  - b) Penggelekkkan*
  - c) Penyemperitan*
  - d) Pengacuanan tiupan*
37. *Berikut adalah jenis-jenis tuangan KECUALI*
- a) Tuangan pasir*
  - b) Tuangan die*
  - c) Tuangan berterusan*
  - d) Tuangan dwi*
38. *Berikut adalah tujuan-tujuan penyepuhlindapan KECUALI*
- a) Menghilangkan tegasan residual*
  - b) Penambahan kemuluran*
  - c) Mengubah jenis mikrostruktur*
  - d) Meningkatkan kekerasan*

**PART B****BAHAGIAN B**

1. [a] A common way to describe bonding energy for a secondary bonding is the "6-12" potential, which states that

$$E_N = -\frac{A}{r^6} + \frac{R}{r^{12}}$$

where,  $E_N$  is the net potential energy, A and R are the constants for attraction and repulsion energy, respectively, and r is the interatomic distance. This relatively simple form is a quantum mechanical result for this relatively simple bond type. Given  $A = 10.4 \times 10^{-78} \text{ Jm}^6$  and  $R = 16.2 \times 10^{-135} \text{ Jm}^{12}$ , calculate the **bond energy** and **bond length** for argon.

(10 marks)

- [b] (i) What is a thermally activated process?

(2 marks)

- (ii) Calculate the equilibrium concentration of vacancies per cubic meter in pure copper at 850°C. Assume that the energy of formation of a vacancy in pure copper is 1.00 eV and its density is  $8.96 \times 10^6 \text{ g/m}^3$ .

(6 marks)

- (iii) Based on information in [b] (ii.) what is the vacancy fraction at 800°C?

(2 marks)

[c] Consider the 1040 carbon steel listed in Table 1.

**Table 1**

Alloy	Young's modulus E [GPa (psi)]	Yield strength Y.S. [MPa (ksi)]	Tensile strength Y.S. [MPa (ksi)]	Percent elongation at failure
1. 1040 carbon steel	200 ( $29 \times 10^6$ )	600 (87)	750 (109)	17
2. 8630 low-alloy steel		680 (99)	800 (116)	22
3. a. 304 stainless steel	193 ( $28 \times 10^6$ )	205 (30)	515 (75)	40
c. 410 stainless steel	200 ( $29 \times 10^6$ )	700 (102)	800 (116)	22
4. L2 tool steel		1,380 (200)	1,550 (225)	12
5. Ferrous superalloy (410)	200 ( $29 \times 10^6$ )	700 (102)	800 (116)	22
6. a. Ductile iron, quench	165 ( $24 \times 10^6$ )	580 (84)	750 (108)	9.4
b. Ductile iron, 60-40-18	169 ( $24.5 \times 10^6$ )	329 (48)	461 (67)	15
7. a. 3003-H14 aluminum	70 ( $10.2 \times 10^6$ )	145 (21)	150 (22)	8-16
b. 2048, plate aluminum	70.3 ( $10.2 \times 10^6$ )	416 (60)	457 (66)	8
8. a. AZ31B magnesium	45 ( $6.5 \times 10^6$ )	220 (32)	290 (42)	15
b. AM100A casting magnesium	45 ( $6.5 \times 10^6$ )	83 (12)	150 (22)	2
9. a. Ti-5Al-2.5Sn	107-110 ( $15.5-16 \times 10^6$ )	827 (120)	862 (125)	15
b. Ti-6Al-4V	110 ( $16 \times 10^6$ )	825 (120)	895 (130)	10
10. Aluminium bronze, 9% (copper alloy)	110 ( $16.1 \times 10^6$ )	320 (46.4)	652 (94.5)	34
11. Monel 400 (nickel alloy)	179 ( $26 \times 10^6$ )	283 (41)	579 (84)	39.5
12. AC41A zinc			328 (47.6)	7
13. 50:50 solder (lead alloy)		33 (4.8)	42 (6.0)	60
14. Nb-1 Zr (refractory metal)	68.9 ( $10 \times 10^6$ )	138 (20)	241 (35)	20
15. Dental gold alloy (precious metal)			310-380 (45-55)	20-35

(i) A 20 mm diameter bar of this alloy is used as a structural member in an engineering design. The unstressed length of the bar is precisely 1 m. The structural load on the bar is  $9 \times 10^4$  N in tension. What will be the length of the bar under this structural load?

(5 marks)

(ii) A design engineer is considering a structural change that will increase the tensile load on this member. What is the maximum tensile load that can be permitted without producing extensive plastic deformation of the bar? Give your answer in newtons (N).

(5 marks)

1. [a] *Satu cara yang umum untuk menerangkan tenaga ikatan untuk ikatan sekunder ialah menggunakan keupayaan "6-12", iaitu*

$$E_N = -\frac{A}{r^6} + \frac{R}{r^{12}}$$

*di mana,  $E_N$  ialah tenaga keupayaan bersih,  $A$  dan  $R$  ialah masing-masing pemalar untuk tenaga penarikan dan penolakan,  $r$  ialah jarak di antara atom. Bentuk persamaan yang ringkas ini mewakili jenis ikatan yang ringkas dan ia diterbitkan daripada keputusan mekanikal kuantum.*

*Diberi  $A = 10.4 \times 10^{-78} \text{ Jm}^6$  dan  $R = 16.2 \times 10^{-135} \text{ Jm}^{12}$ , kirakan tenaga ikatan dan jarak ikatan bagi argon.*

*(10 markah)*

- [b] (i) *Apakah yang dimaksudkan dengan proses pengaktifan haba?*  
*(2 markah)*

- (ii) *Kirakan keseimbangan kepekatan kekosongan bagi setiap luas dalam meter bagi kuprum tulen pada  $850^\circ\text{C}$ . Anggapkan tenaga pembentukan kekosongan dalam kuprum tulen ialah  $1.00 \text{ eV}$  dan ketumpatannya ialah  $8.96 \times 10^6 \text{ g/m}^3$ .*

*(6 markah)*

- (iii) *Berdasarkan maklumat dalam soalan [b] (ii) apakah pula pecahan kekosongan pada  $800^\circ\text{C}$ ?*

*(2 markah)*

[c] Pertimbangkan aloi keluli karbon 1040 yang disenaraikan dalam Jadual 1.

Jadual 1

Alloy	Modulus Young E [GPa (psi)]	Tegasan Alah Y.S. [MPa (ksi)]	Tensile Tegangan Y.S. [MPa (ksi)]	Peratus pemanjangan pada alah
1. 1040 carbon steel	200 ( $29 \times 10^6$ )	600 (87)	750 (109)	17
2. 8630 low-alloy steel		680 (99)	800 (116)	22
3. a. 304 stainless steel	193 ( $28 \times 10^6$ )	205 (30)	515 (75)	40
c. 410 stainless steel	200 ( $29 \times 10^6$ )	700 (102)	800 (116)	22
4. L2 tool steel		1,380 (200)	1,550 (225)	12
5. Ferrous superalloy (410)	200 ( $29 \times 10^6$ )	700 (102)	800 (116)	22
6. a. Ductile iron, quench	165 ( $24 \times 10^6$ )	580 (84)	750 (108)	9.4
b. Ductile iron, 60-40-18	169 ( $24.5 \times 10^6$ )	329 (48)	461 (67)	15
7. a. 3003-H14 aluminum	70 ( $10.2 \times 10^6$ )	145 (21)	150 (22)	8-16
b. 2048, plate aluminum	70.3 ( $10.2 \times 10^6$ )	416 (60)	457 (66)	8
8. a. AZ31B magnesium	45 ( $6.5 \times 10^6$ )	220 (32)	290 (42)	15
b. AM100A casting magnesium	45 ( $6.5 \times 10^6$ )	83 (12)	150 (22)	2
9. a. Ti-5Al-2.5Sn	107-110 ( $15.5-16 \times 10^6$ )	827 (120)	862 (125)	15
b. Ti-6Al-4V	110 ( $16 \times 10^6$ )	825 (120)	895 (130)	10
10. Aluminum bronze, 9% (copper alloy)	110 ( $16.1 \times 10^6$ )	320 (46.4)	652 (94.5)	34
11. Monel 400 (nikel alloy)	179 ( $26 \times 10^6$ )	283 (41)	579 (84)	39.5
12. AC41A zinc			328 (47.6)	7
13. 50:50 solder (lead alloy)		33 (4.8)	42 (6.0)	60
14. Nb-1 Zr (refractory metal)	68.9 ( $10 \times 10^6$ )	138 (20)	241 (35)	20
15. Dental gold alloy (precious metal)			310-380 (45-55)	20-35

(i) Satu bar diperbuat daripada aloi dengan diameter 20 mm telah digunakan sebagai struktur dalam satu rekabentuk kejuruteraan. Panjang bar ini tanpa dikenakan tegasan adalah 1 m. Beban struktur secara tengangan yang dikenakan ke atas bar ini adalah  $9 \times 10^4$  N. Apakah panjang bar tersebut di bawah beban struktur ini?

(5 markah)

(ii) Seorang jurutera rekabentuk sedang mengambil kira perubahan struktur yang akan meningkatkan beban tengangan ke atas struktur ini. Apakah beban tegangan maksimum yang boleh ditanggung oleh struktur ini tanpa mengalami ubahbentuk plastik yang berlebihan? Berikan jawapan anda dalam newtons (N).

(5 markah)

2. [a] (i) Calculate the linear density (LD) of atoms along the [111] direction in a face centered cubic (FCC) aluminum (Al). The atomic radius of Al is 0.143 nm. (7 marks)
- (ii) What is the assumption used to solve 2. [a] (i)? (3 marks)
- [b] (i) Briefly explain the concept of driving force. (2 marks)
- (ii) For a given material, based on a mathematical equation briefly describe an experiment to find the activation energy of that material. (8 marks)
- [c] Refer to Figure 9. Calculate the amount of each phase in 1 kg of a 50 wt % Pb - 50 wt % Sn solder alloy at:
- (i) 300°C  
(ii) 200°C  
(iii) 100°C  
(iv) 0°C (10 marks)

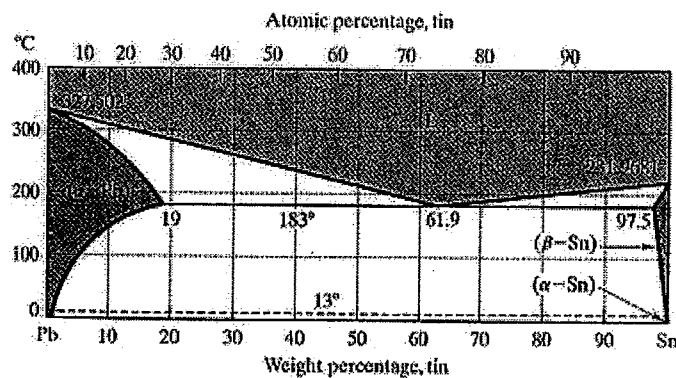


Figure 9

2. [a] (i) Kirakan ketumpatan linear (LD) bagi atom-atom yang berada sepanjang arah [111] di dalam aluminium (Al) yang berstruktur kubik berpusat muka (FCC). Jejari atom bagi Al ialah 0.143 nm.

(7 markah)

(ii) Apakah anggapan yang digunakan untuk menyelesaikan masalah di atas?

(3 markah)

[b] (i) Secara ringkas terangkan apakah konsep daya panduan.

(2 markah)

(ii) Bagi sesuatu bahan, berdasarkan satu persamaan matematik terangkan secara ringkas satu eksperimen untuk mencari nilai tenaga pengaktifan bahan tersebut.

(8 markah)

[c] Rujuk kepada Rajah 9. Hitungkan jumlah setiap fasa dalam 1 kg bagi aloi pateri 50 % berat Pb - 50 % berat Sn pada suhu-suhu berikut:

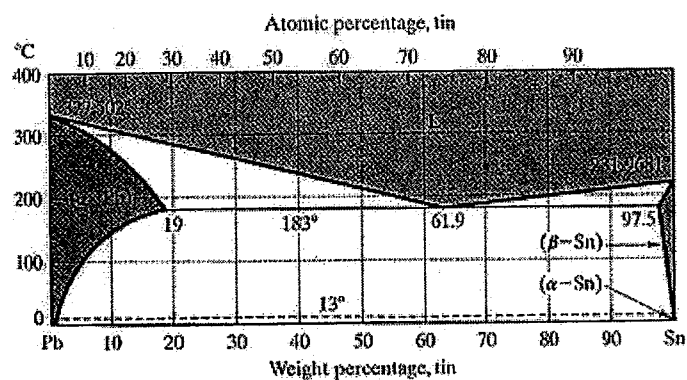
(i) 300°C

(ii) 200°C

(iii) 100°C

(iv) 0°C

(10 markah)



Rajah 9

**PART C**

**BAHAGIAN C**

3. [a] (i) Cite three reasons why titanium is used as orthopedic material. Why?  
(3 marks)
- (ii) If you were to design a metal plate for serving food, what metal would you choose? Describe also a fabrication method suitable for mass product of your metal plates.  
(4 marks)
- (iii) Define the following phases that exist in the plain carbon-steel phase diagram:  
(a) Austenite  
(b) Ferrite  
(c) Cementite  
(3 marks)
- [b] (i) From an engineering standpoint, what should be done to prevent galvanic corrosion?  
(5 marks)
- (ii) In welding of two metals, what general factors should you consider to minimize chances of corrosion?  
(5 marks)



[c] With suitable illustration (s) and supporting explanation, describes the following:

- (i) Linear polymers
- (ii) Branched polymers
- (iii) Crosslinked polymers
- (iv) Network polymers

(10 marks)

3. [a] (i) *Berikan tiga sebab kenapa titanium digunakan sebagai bahan ortopedik.*

(3 markah)

(ii) *Jika anda diminta untuk merekabentuk pinggan logam untuk menghidangkan makanan, apakah bahan yang anda pilih? Terangkan juga berkenaan dengan kaedah fabrikasi yang sesuai untuk penghasilan pinggan-pinggan anda secara besar-besaran.*

(4 markah)

(iii) *Berikan definisi fasa-fasa yang hadir di dalam gambarajah fasa keluli-karbon biasa di bawah:*

- (a) *Austenit*
- (b) *Ferit*
- (c) *Sementit*

(3 markah)

[b] (i) *Daripada sudut kejuruteraan, apakah yang patut dilakukan untuk menghalang kakisan galvanik?*

(5 markah)

(ii) *Di dalam bahan kimpalan, apakah faktor-faktor umum yang perlu anda ambilkira untuk mengurangkan kebarangkalian pengaratan?*

(5 markah)

[c] *Berpandukan kepada gambarajah-gambarajah dan penerangan yang sesuai terangkan berikut:*

- (i) *Polimer linear*
- (ii) *Polimer bercabang*
- (iii) *Polimer paut silang*
- (iv) *Polimer rangkaian*

(10 markah)

4. [a] (i) What is the common base semiconducting material which is used in modern integrated circuit?

(1 marks)

(ii) Explain how the presence of the donor impurities would affect the conductivity of a semiconductor

(4 marks)

(iii) Sketch a graph of conductivity versus temperature to show the conductivity variation of a doped and undoped semiconductor as a function of temperature.

(5 marks)

[b] (i) Briefly explain two type of glass-forming process.

(3 marks)

(ii) Discuss particulate formation process in producing ceramic materials.

(3 marks)

(iii) Explain why metal can be plastically deformed to form large and complex shape whereas ceramic parts cannot be manufactured in the same manner.

(4 marks)

[c] A continuous and aligned glass fibre-reinforced composite consists of 20 vol% of glass fibers having a modulus of elasticity of 69 GPa and 80% polyester resin that when hardened, displays a modulus of 3.4 GPa.

- (i) Compute the modulus in the longitudinal direction
- (ii) Compute the modulus in transverse direction
- (iii) If the cross-sectional area of the specimen is 250 mm<sup>2</sup> and stress of 50 MPa is applied in the longitudinal direction, compute the magnitude of the load carried by each of the fiber and matrix phases.

(10 marks)

4. [a] (i) *Apakah bahan asas semikonduktor yang digunakan di dalam litar bersepadu moden?*

(1 markah)

(ii) *Terangkan bagaimanakah kehadiran bendasing dapat memberikan kesan kepada kekonduksian kepada bahan semikonduktor.*

(4 markah)

(iii) *Lakarkan graf kekonduksian berlawanan suhu untuk menunjukkan perubahan kekonduksian dengan suhu bahan semikonduktor yang didop dan tidak didop.*

(5 markah)

[b] (i) *Terangkan dengan ringkas dua jenis proses pembuatan kaca.*

(3 markah)

(ii) *Bincangkan pembentukan serbuk untuk menghasilkan produk seramik.*

(3 markah)

(iii) *Terangkan kenapakah logam boleh diubah bentuk secara plastik untuk penghasilan bentuk-bentuk logam yang besar dan kompleks tetapi seramik tidak boleh dibentuk dengan cara tersebut.*

*(4 markah)*

[c] Komposit diperkuat gentian kaca terarah mengandungi 20% isipadu gentian kaca yang mempunyai modulus kekenyalan 69 GPa dan 80% isipadu poliester yang mempunyai modulus kekenyalan 3.4 GPa.

(i) *Kirakan modulus komposit di dalam arah menegak*

(ii) *Kirakan modulus komposit di dalam arah melintang*

(iii) *Diberi luas keratan rentas specimen adalah  $250 \text{ mm}^2$  dan tekanan 50 MPa dikenakan di dalam arah menegak, kirakan jumlah beban yang ditanggung oleh setiap fasa fiber dan matriks.*

*(10 markah)*

**APPENDIX 1****LAMPIRAN 1****Constant Value**

Velocity of light in a vacuum (c)	$3.00 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$
Permeability of a vacuum ( $\mu_0$ )	$4\pi \times 10^{-7} \text{ ms}^{-1}$
Permittivity of a vacuum ( $\epsilon_0$ )	$8.85 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$
Electron charge (e)	$1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$
Planck constant (h)	$6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$
Coulomb constant (k)	$9.0 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$
Electron Mass ( $m_e$ )	$9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Gas constant (R)	$8.31 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$
Avogadro's constant ( $N_A$ )	$6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Boltzmann constant (k)	$1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$ $8.62 \times 10^{-5} \text{ eV/atom-K}$
Gravity (g)	$9.81 \text{ ms}^{-2}$

**Tabulation of error factor**

$z$	$\text{erf}(z)$	$z$	$\text{erf}(z)$	$z$	$\text{erf}(z)$
0	0	0.55	0.5633	1.3	0.9340
0.025	0.0282	0.60	0.6039	1.4	0.9523
0.05	0.0564	0.65	0.6420	1.5	0.9661
0.10	0.1125	0.70	0.6778	1.6	0.9763
0.15	0.1690	0.75	0.7112	1.7	0.9838
0.20	0.2227	0.80	0.7421	1.8	0.9891
0.25	0.2763	0.85	0.7707	1.9	0.9928
0.30	0.3285	0.90	0.7970	2.0	0.9953
0.35	0.3794	0.95	0.8209	2.2	0.9981
0.40	0.4284	1.0	0.8427	2.4	0.9993
0.45	0.4755	1.1	0.8802	2.6	0.9998
0.50	0.5205	1.2	0.9103	2.8	0.9999

**APPENDIX 2**

**LAMPIRAN 2**

**Periodic Table**

Key

29 ← Atomic number

Cu ← Symbol

63.54 ← Atomic weight

Metal

Nonmetal

Intermediate

IA												0																									
1 H 1.0080												2 He 4.0026																									
IIA												III A	IV A	VA	VIA	VII A																					
3 Li 6.939	4 Be 9.0122											5 B 10.811	6 C 12.011	7 N 14.007	8 O 15.999	9 F 18.998	10 Ne 20.183																				
IIIB		IVB	VB	VIB	VII B	VIII					IB	II B	III A	IV A	VA	VIA	VII A																				
11 Na 22.990	12 Mg 24.312	13 Al 26.982	14 Si 28.086	15 P 30.974	16 S 32.064	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948	19 K 39.102	20 Ca 40.08	21 Sc 44.956	22 Ti 47.90	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.938	26 Fe 55.847	27 Co 58.933	28 Ni 58.71	29 Cu 63.54	30 Zn 65.37	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.922	34 Se 78.96	35 Br 79.91	36 Kr 83.80												
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (99)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.4	47 Ag 107.87	48 Cd 112.40	49 In 114.82	50 Sn 118.69	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.30	55 Cs 132.91	56 Ba 137.34	Rare earth series			57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.35	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.92	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97
87 Fr (223)	88 Ra (226)	Actinide series			72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.85	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.09	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.37	82 Pb 207.19	83 Bi 208.98	84 Po (210)	85 At (210)	86 Rn (222)																		
		Actinide series													89 Ac (227)	90 Th 232.04	91 Pa (231)	92 U 238.03	93 Np (237)	94 Pu (242)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (249)	99 Es (254)	100 Fm (253)	101 Md (256)	102 No (254)	103 Lw (257)								