



UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama

Sidang Akademik 1997/98

September 1997

EBB 211/3 - METALURGI FIZIKAL

Masa: [3 jam]

Arahan kepada Calon:-

Sila pastikan kertas peperiksaan ini mengandungi **DUA BELAS (12)** muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** soalan.

Jawab mana-mana **LIMA (5)** soalan sahaja.

Mulakan Jawapan anda bagi setiap soalan pada muka surat yang baru

Semua soalan mesti di jawab dalam Bahasa Malaysia, atau maksimum **DUA (2)** soalan boleh dijawab dalam Bahasa Inggeris.

...2/-

1. [a] Terangkan dengan bantuan gambarajah penguatan dari sempadan-sempadan butir.

Explain with aids of diagram the strengthening from the grain boundaries.

(50 markah)

- [b] Tegangan alah rendah σ_y , besi tersepuh lindap saiz butir (6 butir mm^{-2}) adalah 100 MPa dan 250 MPa untuk suatu spesimen mempunyai saiz butir kecil (4096 butir mm^{-2}). Tentukan tegangan alah rendah besi bersaiz butir 250 butir mm^{-2} .

The lower yield stress, σ_y , of annealed Iron grain size (6 grains mm^{-2}) is 100 Mpa, and 250 Mpa for a specimen with small grain size (4096 gains mm^{-2}). Determine the lower yield stress of Iron with grain size 250 grains mm^{-2} .

(50 markah)

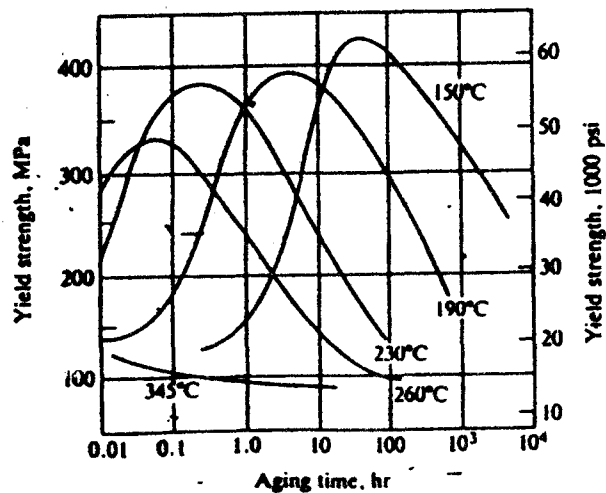
2. [a] Terangkan dengan bantuan gambarajah pengerasan pemendakan-pengerastuaan untuk aloi Al-Cu.

Explain with aids of diagrams the precipitation hardening-age hardening for Al-Cu alloy.

(50 markah)

- [b] Gunakan maklumat dalam Rajah 1 untuk menganggarkan suhu diperlukan untuk mencapai kekerasan maksimum untuk aloi aluminium dalam masa 10000 jam (14 bulan).

Use information in Figure 1 to estimate the temperature required to reach the maximum hardness for that aluminium alloy in 10000 hr (14 months).



Rajah 1 : Penuaan dan Penuaan Lebih Aluminium 2014

Fig. 1 Aging and over aging of 2014 Aluminum

(50 markah)

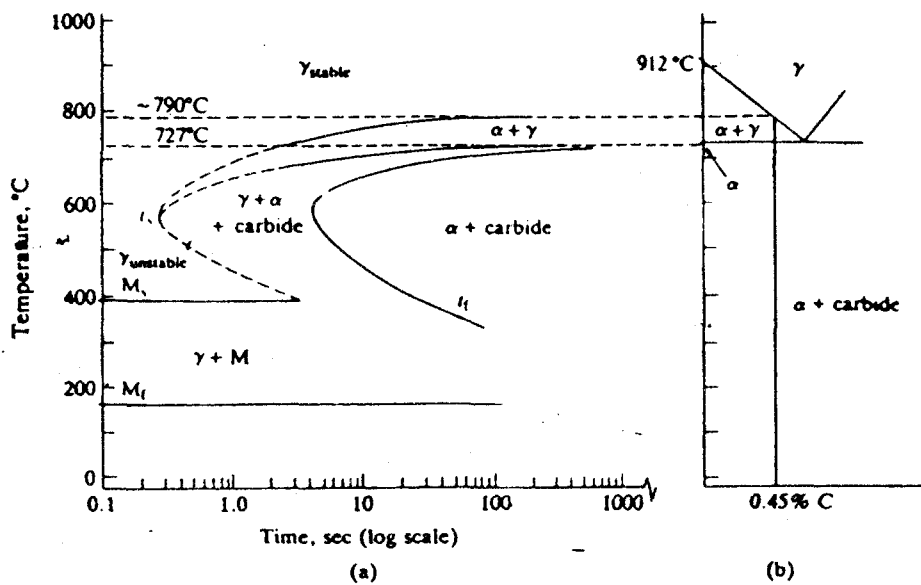
3. [a] Terangkan pembinaan gambarajah suhu-masa-transformasi untuk keluli.

Explain the construction of temperature - time - transformation diagram for steel.

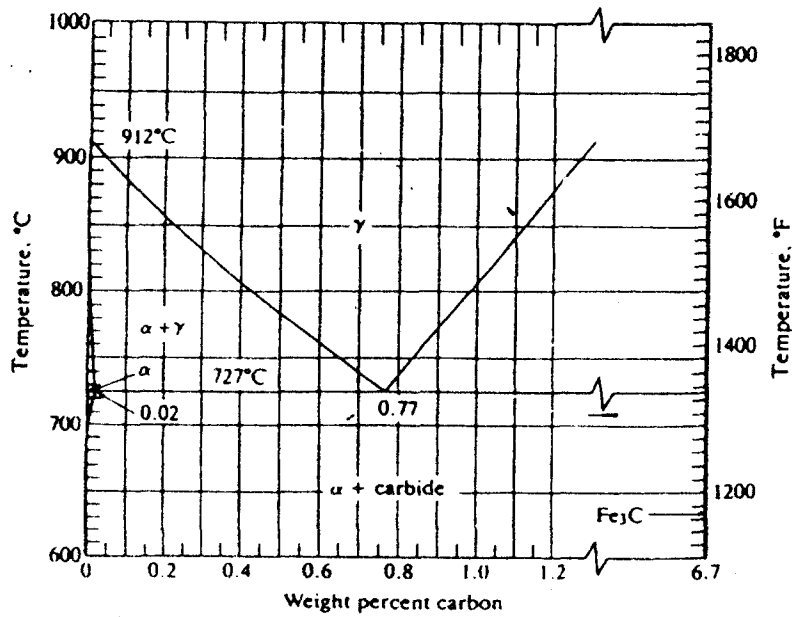
(40 markah)

- [b] Tiga dawai keluli ASI-SAE 1045 melalui langkah terma seperti di dalam turutan yang ditunjukkan. Berikan fasa-fasa selepas setiap langkah dan analisis- analisis kimia hampir bagi setiap fasa. Gunakan Rajah 2 dan Rajah 3.

Three ASI-SAE 1045 steel wires under went the following thermal steps in the indicated sequences. Give the phases after each step and their approximate chemical analyses. Use Figure 2 and 3.



Rajah 2 : Gambarajah Transformasi-Sesuhu Untuk Keluli SAE 1045
Figure 2 : Isothermal-transformation diagram for SAE 1045 steel



Rajah 3 : Kawasan eutektoid Gambarajah Fasa Fe-Fe₃C
Figure 3 : The eutectoid region of the Fe-Fe₃C phase diagram

- | | Dawai | Masa Ditahan |
|-----|----------------------------|---|
| (a) | 1) dipanaskan ke 820°C | ditahan pada suhu ini sehingga keseimbangan |
| | 2) lindapkejut ke 560°C | tiada |
| | 3) ditahan pada 560°C | 1 min |
| | 4) dipanas semula ke 820°C | ditahan pada suhu ini sehingga keseimbangan |

- | | Wire | Time held |
|--|----------------------|--|
| | 1) heated to 820°C | held at this temperature until equilibrium |
| | 2) quarehed to 560°C | 0 |
| | 3) held at 560°C | 1 min |
| | 4) reheated to 820°C | held at this temperature until equilibrium |

Dawai

(b) 1) dan 2) sama seperti (a)

1) dan 2)

ditahan pada suhu ini sehingga keseimbangan

3) ditahan pada 560°C

1 saat

4) lindapkejut ke 430°C

tiada

Wire

1) and 2) same as wire (a)

1) and 2)

held at this temperature until equilibrium

3) Held at 560°C

1 sec.

4) quenched to 430°C

0

Dawai

(c) 1) dipanaskan ke 730°C

ditahan pada suhu ini sehingga keseimbangan

2) lindapkejut ke 430°C

tiada

3) lindapkejut ke 330°C

10 saat

4) ditahan lebih lama pada 330°C

ditahan pada suhu ini sehingga keseimbangan

Wire

1) heated to 730°C

held at this temperature until equilibrium

2) quenched to 430°C

0

3) quenched to 330°C

10 sec.

4) held longer at 330°C

held at this temperature until equilibrium

Sekiranya sampel satu-gram keluli 1045 nipis < 0.5 mm melalui langkah-langkah berikut semasa proses rawatan haba.

If a thin < 0.5 mm, one-gram sample of 1045 steel undergoes the following steps during heat treating process.

	Masa ditahan
1) dipanaskan ke 730°C	ditahan pada suhu ini sehingga keseimbangan
2) lindapkejut ke 550°C	10 S
3) lindapkejut ke 100°C	0 S

	Time held
1) heated to 730°C	held at this temperature until equilibrium
2) quenched to 550°C	10 S
3) quenched to 100°C	0 S

Apakah fasa-fasa yang hadir pada setiap langkah?

Apakah kandungan karbon? Secara hampiran berapa banyakkah setiap fasa?

What phases are present after each step? What is their carbon content?

Approximately how much of each phase?

(60 markah)

4. [a] Apakah kebolehkerasan. Terangkan lekuk kebolehkerasan dan penggunaannya.

What is hardenability. Explain the hardenability curves and the use of them.

(30 markah)

...8/-

[b] Menggunakan Rajah 4 dan Rajah 5
Using Figure 4 and Figure 5

- [i] tentukan kadar penyejukan untuk tengah dan pertengahan-jejari sebatang keluli bulat mempunyai diameter 20 mm (0.79 in) apabila dilindapkejut didalam air teraduk.
(Batang besi ini panjang dan tiada kesan hujung).

Determine the cooling rate for the center and mid radius of a 20 mm (0.79 in) diameter round steel bar when quenched in agitated water.

(The bar is long enough so there is no end effect).

- [ii] Apakah kekerasan lindap-kejut pada titik 5 mm daripada permukaan batang keluli 4140 berdiameter 40 mm yang dilindapkejut didalam minyak teraduk?

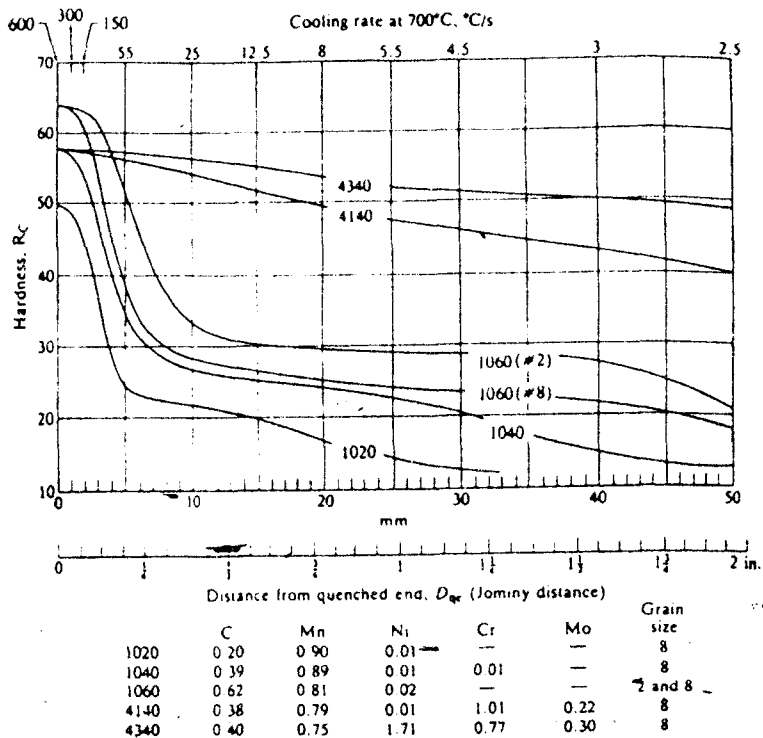
What is the quenched hardness at a point 5 mm from the surface of a 40 mm diameter bar of 4140 steel that was quenched in agitated oil?

- [iii] Lakarkan kekerasan "traverses" untuk dua keluli bulat dilindapkejut di dalam air, setiap satu mempunyai diameter 38 mm (1.5 in) dengan komposisi ASI-SAE1040 dan 4140.

Sketch the hardness traverses for two steel rounds quench in water, each is 38 mm (1.5 in) in diameter with ASI-SAE1040 and 4140 composition respectively.

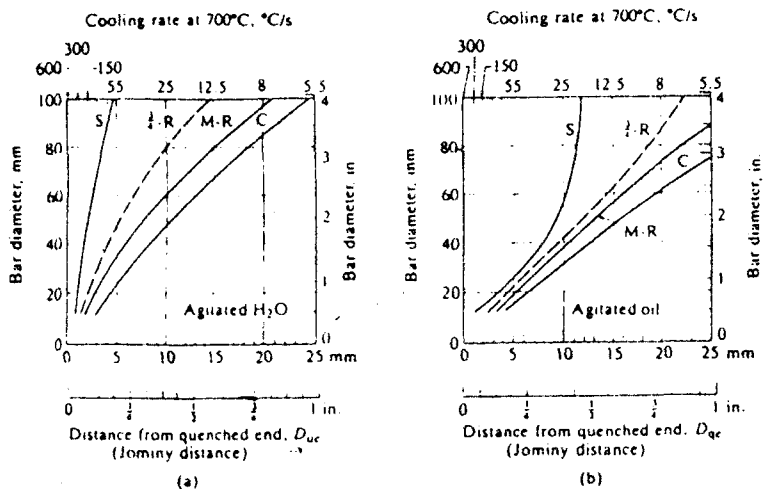
(70 markah)

...9/-



Rajah 4 : Keluk-Keluk keboleherasan untuk enam keluli dengan komposisi yang ditunjukkan dan saiz-saiz butir.

Figure 4 : Hardenability curves for six steels with the indicated compositions and grain sizes.



Rajah 5 : Kadar Penyejukan didalam batang-batang keluli dilindapkejut didalam (a) air teraduk (b) minyak teraduk.

Figure 5 : Cooling rates in round steel bars quenched in (a) agitated water and (b) agitated oil.

5. Dalam penukleusan homogen semasa pemejalan, pembentukan pepejal menyebabkan perubahan didaiam tenaga bebas.

In homogenous nucleation during solidification, the formation of solid therefore results in a free energy change.

$$\Delta G_r = -\frac{4\pi r^3}{3} \Delta G_v + 4\pi r^2 \gamma_{SL} \quad (1)$$

Terangkan kepentingan persamaan (1) dan lakarkan perubahan tenaga bebas berkaitan dengan penukleusan homogen suatu sfera berjejari, r .

Explain the importance of equation (1) and sketch the free energy change associated with homogenous nucleation of a sphere of radius r .

(50 markah)

Daripada persamaan (1) tunjukkan bahawa saiz nukleus kritikal, r^* dan perubahan tenaga bebas ΔG^* adalah

From equation (1), show that the critical nucleus size r^ and critical free energy change ΔG^* are*

$$r^* = \frac{2 \gamma_{SL}}{\Delta G_v} \quad \text{dan}$$

$$\Delta G^* = \frac{16}{3} \frac{\pi \gamma_{SL}^3}{(\Delta G_v)^2}$$

(50 markah)

...11/-

6. [a] Terangkan perbezaan di antara gelincir dan pekembangan semasa perubahan-bentuk plastik.

Explain the difference between slip and twinning during plastic deformation.

(50 markah)

- [b] Tegangan ricih terlerai kritikal (CRSS) untuk beberapa logam pada suhu bilik adalah seperti di dalam Jadual S.6.

The critical resolved shear stress for several metals at room temperature are given in Table Q.6.

Jadual S.6

Logam <i>Metal</i>	Struktur <i>Structure</i>	Satah Gelincir <i>Slip Plane</i>	Arah Gelincir <i>Slip Direction</i>	CRSS (psi) <i>CRSS (psi)</i>
perak	kbm	{111}	$\langle \bar{1}10 \rangle$	54
tembaga	kbm	{111}	$\langle \bar{1}10 \rangle$	71
aluminium	kbm	{111}	$\langle \bar{1}10 \rangle$	114
magnesium	cph	{0001}	$\langle 11\bar{2}0 \rangle$	64
kobalt	cph	{0001}	$\langle 11\bar{2}0 \rangle$	960
titanium	cph	{1010}	$\langle 11\bar{2}0 \rangle$	1990
besi	kbj	{110}	$\langle \bar{1}11 \rangle$	3980
molibdenum	kbj	{110}	$\langle \bar{1}11 \rangle$	10400

Table Q.6

Silver	f.c.c.	{111}	$\langle \bar{1}\bar{1}0 \rangle$	54
Copper	f.c.c.	{111}	$\langle \bar{1}\bar{1}0 \rangle$	71
Aluminium	f.c.c.	{111}	$\langle \bar{1}\bar{1}0 \rangle$	114
Magnesium	c.p.h.	{0001}	$\langle \bar{1}\bar{1}\bar{2}0 \rangle$	64
Cobalt	c.p.h.	{0001}	$\langle \bar{1}\bar{1}\bar{2}0 \rangle$	960
Titanium	c.p.h.	{1010}	$\langle \bar{1}\bar{1}\bar{2}0 \rangle$	1990
Iron	b.c.c.	{110}	$\langle \bar{1}\bar{1}1 \rangle$	3980
Molybdenum	b.c.c.	{110}	$\langle \bar{1}\bar{1}1 \rangle$	10400

Terangkan mengapa logam berstruktur kbm adalah mudah diubah-bentuk.

Explain why f.c.c. metals are easily deformed.

(50 markah)

7. Penghalusan butir adalah yang paling disukai dan sesuai di antara pelbagai kaedah penguatan bahan logam. Bincangkan pernyataan ini.
Bincangkan juga suatu contoh penghalusan butir di dalam keluli.

The grain refinement is perhaps the most desirable of the various methods of strengthening metallic materials. Discuss this statements.

Discuss also an example of grain refinement in steel.

(100 markah)

ooOoo