

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 1994/95

April 1995

EMK 220 - Mekanik Pepejal I

Masa : [3 jam]

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi EMPAT BELAS muka surat surat dan TUJUH soalan yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab LIMA soalan sahaja.

Sekurang-kurangnya satu (1) soalan mesti dijawab dalam bahasa Malaysia. Soalan-soalan lain boleh dijawab sama ada dalam bahasa Malaysia atau bahasa Inggeris.

...2/-

- S1. [a] Satu aci komposit terdiri daripada aci keluli di bahagian dalam yang disambungkan oleh plat tegar di bahagian hujungnyā ke sebuah tiub aluminium seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S1[a]. Dimensi keratan rentas aci dan aluminium adalah dalam unit milimeter seperti yang ditunjukkan. Jika suatu tork 8 kNm dikenakan di kedua-dua hujung aci komposit tersebut, tentukan:

A composite shaft consisting of inner steel shaft connected by rigid plates at the ends to an aluminium tube is shown in Figure Q1[a]. The dimensions of the cross section in millimeters for the shaft and tube are as shown. If a torque of 8 kNm is applied to both ends of the composite shaft, find

- [i] sudut piuh relatif

the relative angle of twist

- [ii] tegasan ricih maksimum dalam komponen keluli dan aluminium tersebut

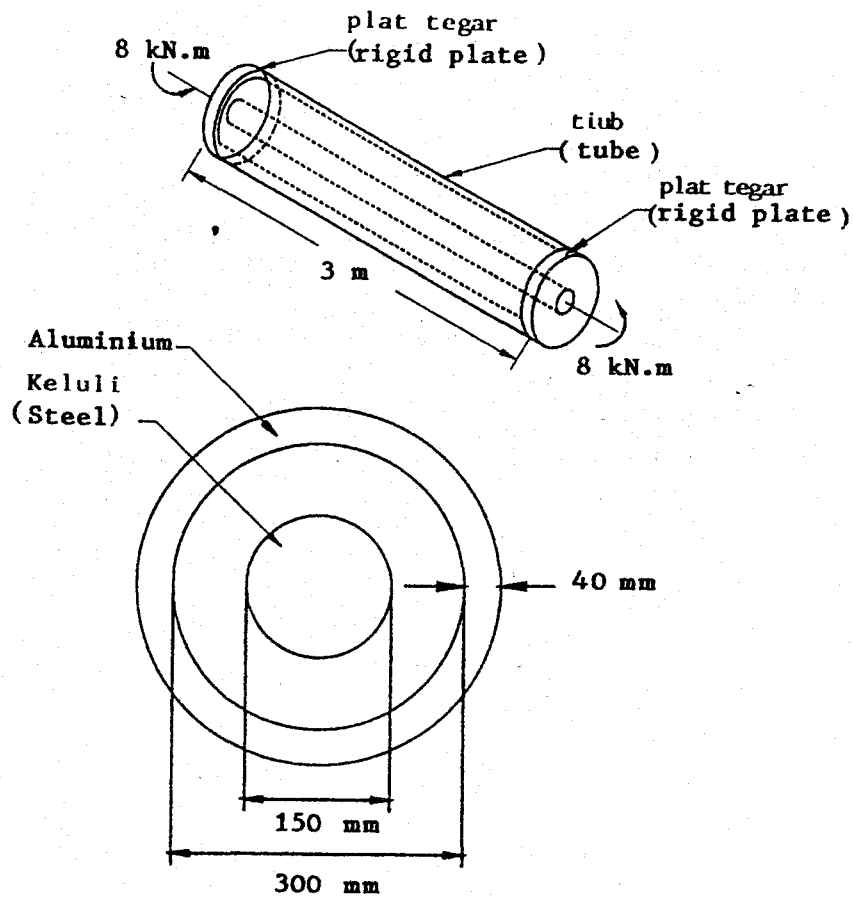
the maximum shear stress in the steel and aluminium components

Gunakan modulus ketegaran bagi keluli, G_{st} adalah 90 GPa dan aluminium G_{al} adalah 60 GPa.

Take the modulus of rigidity for steel, G_{st} is 90 Gpa and for aluminium, G_{al} is 60 GPa.

(50 markah)

...3/-



Rajah S1[a]
Figure Q1[a]

- [b] Satu rasuk rasuk-I yang disokong mudah dikenakan daya ricih menegak, F . Jika rasuk tersebut mempunyai keratan rentas seperti dalam Rajah S1[b], tunjukkan yang tegasan ricih maksimum yang terjadi di tengah keratan rentas dinyatakan oleh:

$$\tau_{\max} = \frac{F}{8tI} \{B(D^2 - d^2) + t d^2\}$$

yang mana,

- F** daya ricih menegak
t ketebalan web
D ketinggian rasuk-I atau tinggi keseluruhan keratan
d tinggi web
B lebar bebibir
I momen luas kedua
 τ_{\max} tegasan ricih maksimum

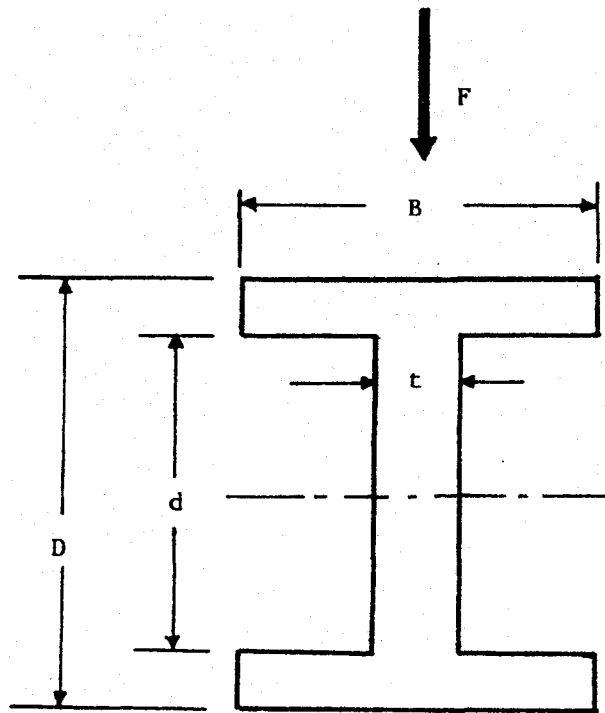
A simply supported I-beam is subjected to a vertical shear force, F . If it has the cross-section as shown in Figure Q1[b], show that the maximum shear stress occurring at the middle of cross-section is given by:

$$\tau_{\max} = \frac{F}{8tI} \{ B(D^2 - d^2) + t d^2 \}$$

where,

- F* vertical shear force
t thickness of the web
D height of I-beam or overall depth of the section
d height of the web
B width of flange
I second moment of area
 τ_{\max} maximum shear stress

(50 markah)



Rajah S1[b]
Figure Q1[b]

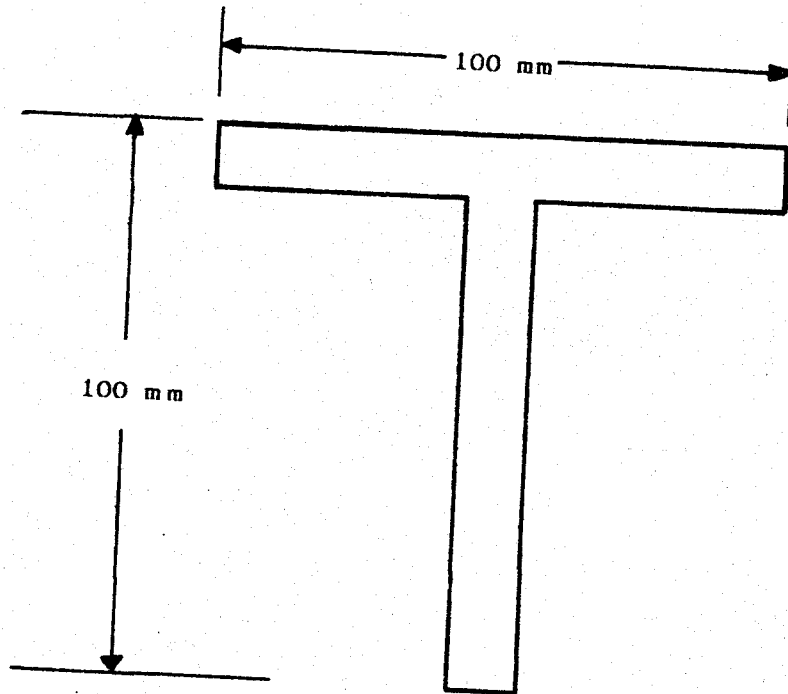
- S2. [a] **Bebibir dan web bagi keratan bar-T seperti dalam Rajah S2[a] adalah setiap satunya setebal 12 mm. Lebar bebibir adalah 100 mm dan ketinggian keseluruhan keratan ialah 100 mm. Jika bar tersebut dikenakan lenturan plastik sepenuhnya, tentukan momen plastik, M_p .**

Diberi bahawa tegasan alah, σ_y adalah 240 MN/m^2 .

The flange and web of a T-bar section in Figure Q2[a] are each 12 mm thick, the flange width is 100 mm and the overall depth of the section is 100 mm. If the bar is subjected to a fully plastic bending, find the plastic moment, M_p .

Given that the yield stress, σ_y is 240 MN/m^2 .

(50 markah)



Rajah S2[a]
Figure Q2[a]

- [b] Silinder sebuah bicu hidraulik mempunyai garispusat bahagian dalam 150 mm dan dikenakan tekanan dalam 13.8 MN/m². Jika tegasan gegelang adalah 41.4 MN/m², tentukan ketebalan dinding silinder yang diperlukan.

A cylinder of a hydraulic jack has an internal diameter of 150 mm and is subjected to internal pressure of 13.8 MN/m². If the hoop stress is 41.4 MN/m², determine the required wall thickness of the cylinder.

(50 markah)

- S3. [a] Tunjukkan bahawa bagi satu plat rata bulat yang berjejari R dan tebal t seperti dalam Rajah S3[a] yang dikenakan beban berpusat W, pesongan maksimum δ_{max} diberi oleh:

$$\delta_{max} = \frac{3WR^2(1-\nu^2)}{4\pi Et^3}$$

apabila tepiannya diapit.

Persamaan untuk δ bagi kes plat rata ini boleh diambil seperti berikut:

$$\delta = -\frac{Wr^2}{8\pi D} \left\{ \log_e r - 1 \right\} + A_1 \frac{r^2}{4} + A_2$$

yang mana,

$$D - \text{ketegaran lenturan} = \frac{Et^3}{12(1-\nu^2)}$$

E - modulus keanjalan

ν - nisbah Poisson

$$A_1 = \frac{W}{4\pi D} \left\{ 2 \log_e R - 1 \right\} \text{ dan } A_2 \text{ adalah angkatap}$$

δ - pesongan pada jejari, r

Show that for a flat circular plate of radius, R and thickness, t as shown in Figure Q3[a] under the action of a central load W , the maximum deflection, δ_{\max} is given by:

$$\delta_{\max} = \frac{3WR^2(1-\nu^2)}{4\pi Et^3}$$

when the edges are clamped.

Equation for δ for this particular case of flat plate can be taken as:

$$\delta = -\frac{Wr^2}{8\pi D} \left\{ \log_e r - 1 \right\} + A_1 \frac{r^2}{4} + A_2$$

where,

$$D - \text{flexural rigidity} = \frac{Et^3}{12(1-\nu^2)}$$

E - Modulus of Elasticity

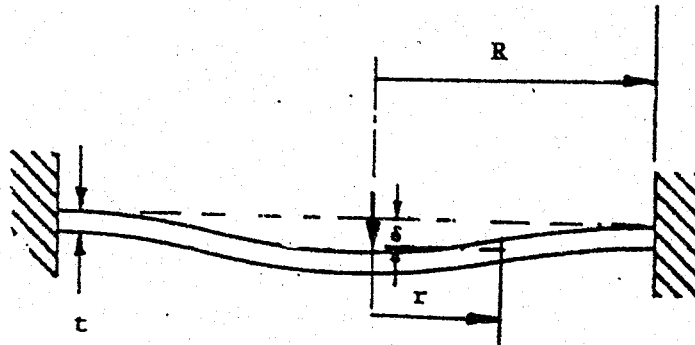
ν - Poisson's ratio

$$A_1 = \frac{W}{4\pi D} \left\{ 2 \log_e R - 1 \right\} \text{ and } A_2 \text{ are constant}$$

δ - deflection at any radius, r

(60 markah)

...8/-



Rajah S3[a]
Figure Q3[a]

- [b] Sebuah topang penstabil beraloi ringan bagi sebuah kapal terbang ekasayap bersayap tinggi yang panjangnya 2 m dan mempunyai keratan rentas seperti dalam Rajah S3[b]. Jika tegasan maksimum dihadkan kepada 28 MN/m^2 , tentukan:

A light-alloy stabilizing strut of a high-wing monoplane is 2 m long and has the cross-section shown in Figure Q3[b]. If the maximum shear stress is limited to 28 MN/m^2 , determine:

- [i] tork T yang boleh ditanggung

The torque, T that can be sustained

- [ii] sudut piuh, θ

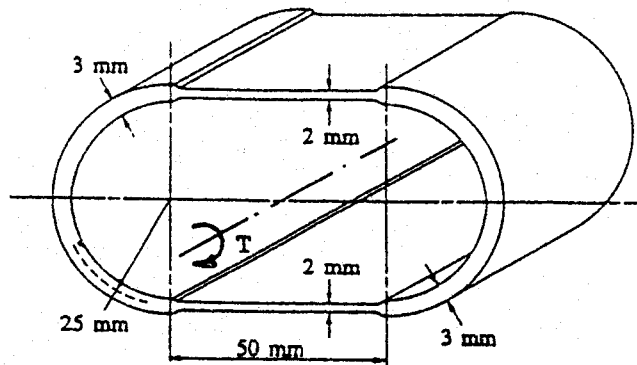
The angle of twist, θ

Diberi modulus ketegaran, $G = 27 \text{ GN/m}^2$

Given that the modulus of rigidity, $G = 27 \text{ GN/m}^2$

(40 markah)

...9/-



Rajah S3[b]
Figure Q3[b]

- S4. [a] **Jelaskan kaedah pengujian hentaman Izod dan Charpy, serta bincangkan perbezaan-perbezaan antara keduanya.**

Explain Izod and Charpy impacting testing methods respectively and discuss their differences.

(25 markah)

- [b] **Nyatakan dua kaedah pengujian kekerasan dan terangkan dengan ringkas kaedah-kaedah tersebut.**

State 2 methods of hardness testing and explain briefly the stated methods.

(25 markah)

- [c] **Tulis satu nota ringkas dengan bantuan gambarajah menjelaskan tiap-tiap satu daripada transduser yang berikut bagi menerangkan pertimbangan rekabentuknya.**

Write brief notes describing each of the following transducers with sketches to clearly explain the design considerations:

...10/-

- [i] tranduser daya
force transducer
- [ii] tranduser tork
torque transducer
- [iii] tranduser tekanan
pressure transducer

(50 markah)

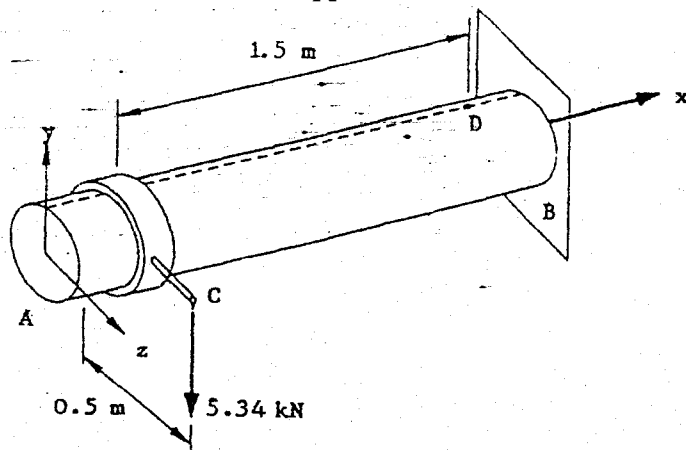
- S5. Rajah S5 menunjukkan tangki udara termampat AB yang mempunyai garispusat dalam 450 mm dan dinding yang seragam setebal 6 mm. Tekanan tolok dalam tangki adalah 1.04 MPa. Suatu beban 5.34 kN bertindak menegak ke bawah di titik C yang terletak pada jarak 1.5 m dan 0.5 m sepanjang arah x dan z dari titik D yang terletak di atas tangki seperti dalam rajah tersebut. Tentukan:

In Figure Q5 is shown a compressed-air tank AB which has an inside diameter of 450 mm and a uniform wall thickness of 6 mm. The gauge pressure inside the tank is 1.04 MPa. A load of 5.34 kN acts vertically down at point C which is located at a distance of 1.5 m and 0.5 m along x and z directions from point D on top of the tank as shown. Determine:

- [a] tegasan normal maksimum pada titik D dan
the maximum normal stress at point D and
- [b] tegasan ricih sesatah maksimum pada titik D
the maximum in-plane shear stress at point D.

(100 markah)

...11/-

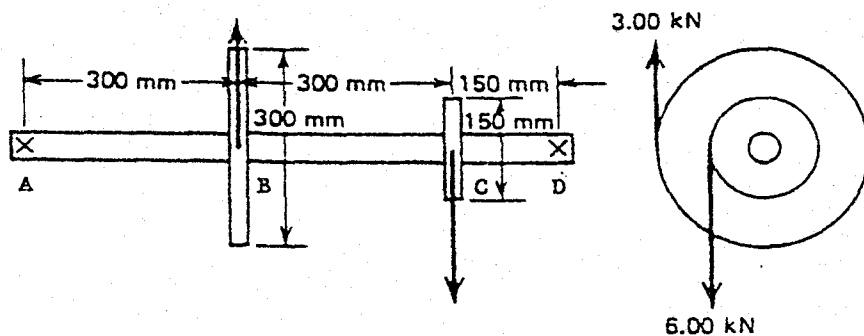


Rajah S5
Figure Q5

- S6. [a] Sebuah aci dalam Rajah S6[a] disokong oleh gelas boleh suai di A dan D, dan dua gear B dan C dipasangkan pada aci tersebut pada lokasi-lokasi yang ditunjukkan. Gear-gear tersebut dikenakan daya-daya tangen seperti yang ditunjukkan oleh pandangan hujung. Aci tersebut diperbuat dari keluli mulur dengan tegasan alahan $Y = 290 \text{ MPa}$. Jika faktor keselamatan bagi rekabentuk aci tersebut adalah $SF = 1.85$, tentukan garispusat aci dengan menggunakan kriteria tegasan ricih maksimum bagi permulaan kegagalan alahan .

The shaft in Figure Q6[a] is supported in flexible bearings at A and D, and two gears B and C are attached to the shaft at the locations shown. The gears are acted on by tangential forces as shown by the end view. The shaft is made of a ductile steel having a yield stress, $Y = 290 \text{ MPa}$. If the factor of safety for the design of the shaft is $SF = 1.85$, determine the diameter of the shaft using the maximum shear stress criterion for the initiation of yielding failure.

(40 markah)



Rajah S6[a]
Figure Q6[a]

..12/-

- [b] Sebuah aci bergaris pusat 30 mm dikenakan kombinasi beban kilas dan lenturan berkisar yang mana momen $M = 200 P$ (N-mm) dan tork $T = 150 P$ (N-mm), di mana magnitud P berubah dari nilai minimum $P_{\min} = -0.60 P_{\max}$ kepada nilai maksimum P_{\max} . Aci tersebut diperbuat daripada keluli SAE 1060 yang mengalami kelegaan tegasan dan diproses sejuk dengan sifat-sifat berikut:

Kekuatan muktamad, $\sigma_u = 810$ MPa, kekuatan alahan, $Y = 620$ MPa dan had ketahanan, $\sigma_L = 410$ MPa.

Menggunakan faktor keselamatan, $SF = 1.80$, tunjukkan mod kegagalan adalah lesu dan tentukan P_{\max} bagi beban berkisar 10^7 . Gunakan kriteria kegagalan tegasan ricih oktahedron dan hubungan Gerber.

A 30-mm diameter shaft is subjected to cyclic combined bending and torsion loading such that the moment $M = 200 P$ (N-mm) and torque $T = 150 P$ (N-mm), where the magnitude of P varies from minimum value $P_{\min} = -0.60 P_{\max}$ to maximum value P_{\max} . The shaft is made of a stress-relieved cold-worked SAE 1060 steel with the following properties:

Ultimate strength, $\sigma_u = 810$ MPa, yield strength $Y = 620$ MPa and endurance limit, $\sigma_L = 410$ MPa.

Using a factor of safety $SF = 1.80$, show that the mode of failure is fatigue and determine P_{\max} for 10^7 cycles of loading. Use the octahedral shear-stress criterion of failure and Gerber relation.

(60 markah)

- S7. Paip keluli tertutup berdinding nipis seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S7[a] adalah sebahagian daripada kemudahan ujian loji peralatan bagi pengeluaran minyak tiruan. Paip tersebut diberi tekanan dalam p dan dilekapkan pada titik A dan B ke sokongan tegar. Semasa ujian, bacaan tolok terikan menunjukkan sokongan-sokongan tersebut telah mengalami suatu putaran relatif ϕ yang amaunnya tidak diketahui, sebagaimana paip tersebut dikenakan suatu momen piuhan, T_0 yang tidak diketahui. Paip tersebut mempunyai roset terikan 45° di atas permukaan luar di titik C. Bacaan daripada roset terikan 45° terhalah seperti dalam Rajah S7[b] adalah:

$$\epsilon_a = 48 \times 10^{-6}, \epsilon_b = 343 \times 10^{-6} \text{ and } \epsilon_c = 204 \times 10^{-6}$$

Modulus Young bagi paip, $E = 2.07 \times 10^{11}$ Pa dan nisbah Poisson $\nu = 0.3$. Garispusat luar paip, $d_o = 300$ mm dan ketebalan $t = 3$ mm. Tentukan:

The thin-walled closed steel pipe shown in Figure Q7[a] is part of an instrumented pilot plant test facility for synthetic fuel production. The pipe is pressurised with an internal pressure p and is fixed at A and B to rigid supports. During the test, the strain gauge readings indicate that the supports had undergone a relative rotation of an unknown amount ϕ so as to subject the pipe to an unknown twisting moment T_0 . The pipe has a 45° strain rosette on the outside surface at point C. The readings from the 45° strain rosette oriented as shown in Figure Q7[b] are:

$$\epsilon_a = 48 \times 10^{-6}, \epsilon_b = 343 \times 10^{-6} \text{ and } \epsilon_c = 204 \times 10^{-6}$$

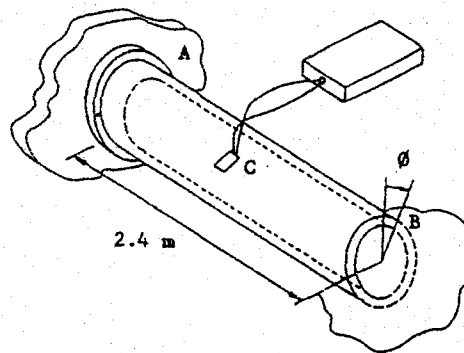
Young's Modulus of the material of the pipe, $E = 2.07 \times 10^{11}$ Pa and Poisson's ratio $\nu = 0.3$. The outside diameter of the pipe, $d_o = 300$ mm and thickness $t = 3$ mm. Determine:

- [i] komponen-komponen tegasan dalam paip tersebut daripada bacaan terikan (rujuk Rajah S7[c]).

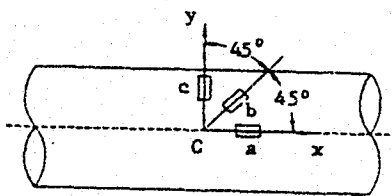
the stress components in the pipe from the strain readings (refer to Figure Q7[c]),

- [ii] Tekanan operasi p dalam paip
the operating pressure p in the pipe,
- [iii] Momen piuhan, T_0 dan putaran relatif bagi penyokong tersebut ϕ , dan
the twisting moment T_0 and the relative rotation of the supports ϕ , and
- [iv] Magnitud tegasan ricih maksimum dalam bahan paip tersebut
the magnitude of the maximum shear stress in the material of the pipe.

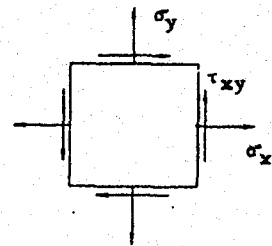
(100 markah)



Rajah S7[a]
Figure Q7[a]



Rajah S7[b]
Figure Q7[b]



Rajah S7[c]
Figure Q7[c]