

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 2004/2005

Oktober 2004

**EMM 101/3 – MEKANIK KEJURUTERAAN**

Masa : 3 jam

---

**ARAHAN KEPADA CALON :**

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEPULUH (10)** mukasurat, **SEPULUH (10)** soalan yang bercetak di Bahagian A dan **DUA (2)** soalan bercetak di setiap Bahagian B, C, D dan E serta **ENAM (6)** halaman lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan.

Sila jawab **semua** soalan daripada **Bahagian A** dan jawab **satu soalan** daripada **setiap Bahagian B,C, D dan E**. Tuliskan **JAWAPAN SAHAJA** untuk **Bahagian A**.

Pelajar dibenarkan menjawab semua soalan dalam Bahasa Inggeris ATAU Bahasa Malaysia ATAU kombinasi kedua-duanya.

Setiap soalan untuk Bahagian B,C,D dan E mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

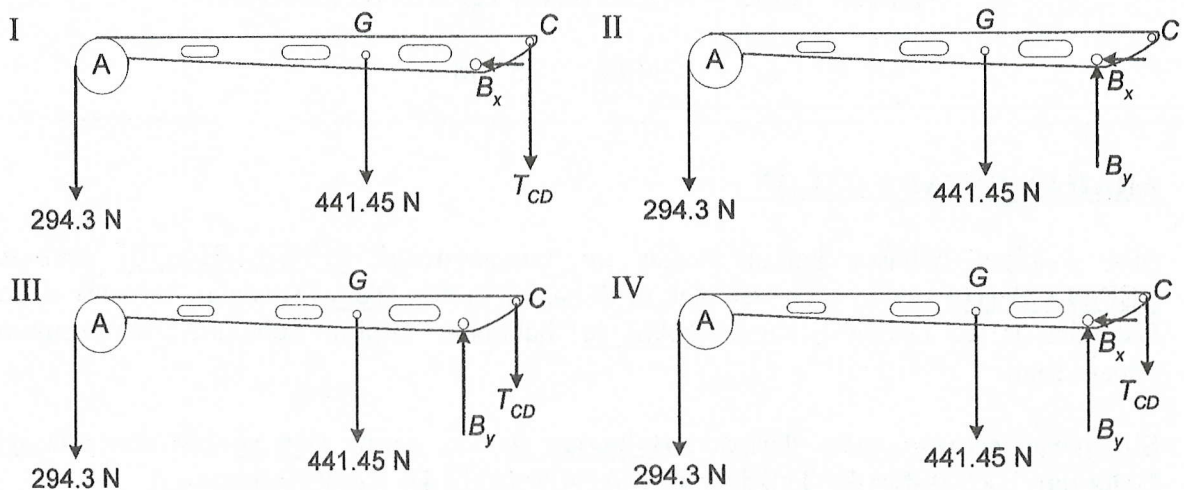
**Lampiran :**

- |   |               |
|---|---------------|
| 1. Rajah-rajah untuk soalan 1 hingga 18 | [4 mukasurat] |
| 2. Fundamental Equations of Dynamics    | [1 mukasurat] |
| 3. Sentroid dan Momen Inersia           | [1 mukasurat] |

**BAHAGIAN A**

- S1. Sebatang joran kren ABC berjisim 45 kg, pusat graviti G menyokong beban berjisim 30 kg seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S1. Joran berkenaan disambung-cemat kepada kerangka pada B dan kepada penghubung tegak CD. (Pertimbangkan penghubung sebagai kabel). Kabel yang menyokong beban dilekatkan kepada joran pada A. Pilih gambarajah jasad bebas yang betul bagi joran kren ABC :

*A crane boom ABC having a mass of 45 kg, center of mass at G, supports a load of 30 kg as shown in Figure Q1. The boom is pin connected to the frame at B and to a vertical link CD. (Consider the link to act as a cable). The cable supporting the load is attached to the boom at A. Choose the correct free-body diagram of the crane boom ABC :*



- A. I  
 B. II  
 C. I & II  
 D. III  
 E. IV
- S2. Tentukan momen daya pada A di sekitar titik P di dalam Rajah S2, dan ungkapkan jawapan dalam bentuk vektor Cartesian.

*Determine the moment of the force at A about point P in Figure Q2, and express the result in Cartesian vector form.*

- A.  $(-6\mathbf{i} - 4\mathbf{j} - 6\mathbf{k}) \text{ kNm}$   
 B.  $(-6\mathbf{i} - 6\mathbf{j} - 4\mathbf{k}) \text{ kNm}$   
 C.  $(-4\mathbf{i} - 4\mathbf{j} - 4\mathbf{k}) \text{ kNm}$   
 D.  $(-4\mathbf{i} - 6\mathbf{j} - 4\mathbf{k}) \text{ kNm}$   
 E.  $(-8\mathbf{i} - 4\mathbf{j} - 8\mathbf{k}) \text{ kNm}$

- S3. Seorang budak perempuan berjisim 17 kg dan pusat graviti pada  $G_g$ , dan sebuah beca berjisim 10 kg dengan pusat graviti pada  $G_t$  seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S3. Tentukan tindakbalas normal pada roda-roda B dan C bagi keadaan keseimbangan, menyebabkan geseran.

*The girl has a mass of 17 kg and mass center at  $G_g$ , and the tricycle has a mass of 10 kg and mass center at  $G_t$  as shown in Figure Q3. Determine the normal reactions at wheel B and C for the equilibrium condition, neglecting friction.*

- A. 86.0 N, 75.0 N
- B. 86.0 N, 86.0 N
- C. 75.0 N, 75.0 N
- D. 68.0 N, 68.0 N
- E. 34.0 N, 36.0 N

- S4. Tentukan momen inersia bagi luas kawasan berlorek seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S4 di sekitar paksi X atau Y

*Determine the moment of inertia of the shaded area shown in Figure Q4 about the X or Y axis*

A.  $I_X = \frac{1}{16} \pi r^4 - \frac{1}{36} bh^3$

B.  $I_Y = \frac{1}{16} \pi r^4 - \frac{1}{36} hb^3$

C.  $I_Y = \frac{1}{16} \pi r^4 - \frac{1}{36} bh^3 - \frac{bh^2}{6}$

D.  $I_X = \frac{1}{16} \pi r^4 - \frac{1}{36} bh^3 - \frac{bh^3}{18}$

E.  $I_X = \frac{1}{16} \pi r^4 - \frac{1}{36} bh^3 - \left(\frac{h}{3}\right)^2$

- S5. Sebuah bandul yang ditunjukkan dalam Rajah S5 terdiri dari plat bersaiz 2 m x 1.5 m dan berjisim 12 kg dan rod berjisim 4 kg. Pemasangan ini dipinakan pada O tentukan jejari legaran k bagi bandul di sekitar paksi normal kepada satah xy kertas dan melalui titik O.

*The pendulum shown in Figure Q5 consists of a plate 2 m x 1.5 m having a mass of 12 kg and a slender rod of mass of 4 kg. The assembly is pinned at point O. Determine the radius of gyration of the pendulum about an axis normal to the xy and passing through point O.*

- A. 3.15 m  
 B. 3.39 m  
 C. 2.32 m  
 D. 3.62 m  
 E. 3.37 m
- S6. Yang mana satukah kenyataan di bawah yang SALAH?

*Which one of the following statement is FALSE?*

- A. Halaju,  $\vec{v}_p$  bagi titik P sentiasa tangen pada laluananya.  
 B. Halaju,  $\vec{v}_p$  bergantung kepada asalan yang dipilih pada rujukan kerangka.  
 C. Bagi mana-mana titik P,  $[\vec{a}_p] = \sqrt{\ddot{s}^2 + \frac{\dot{s}^2}{\rho^2}}$   
 D. Gerakan dinamik berlaku pada jasad-jasad yang mengalami pecutan.  
 E. Semua pernyataan di atas adalah BETUL.

Soalan 7 dan soalan 8 adalah berkaitan.

*Question 7 & Question 8 are related.*

Kedudukan satu zarah di sepanjang bahagian garisan lurus diwakili oleh  $s = (t^3 - 6t^2 - 15t + 7)$ m, di mana t adalah dalam saat.

*The position of a particle along a straight-line is defined by  $s = (t^3 - 6t^2 - 15t + 7)$ m, where t is in seconds.*

- S7. Tentukan halaju dan pecutan ketika masa  $t = 10$  s.

*Determine the instantaneous velocity and acceleration at this time  $t = 10$  s*

- A  $v = -15$  m/s,  $a = -12$  m/s<sup>2</sup>  
 B  $v = 165$  m/s,  $a = 48$  m/s<sup>2</sup>  
 C  $v = 7$  m/s,  $a = -15$  m/s<sup>2</sup>  
 D  $v = 48$  m/s,  $a = 165$  m/s<sup>2</sup>  
 E Tiada satu pun atas

S8. Tentukan jumlah jarak perjalanan yang dilalui apabila masa  $t = 10$  s.

*Determine the total distance travelled when  $t = 10$  s.*

- A 171 m
- B 450 m
- C 264 m
- D 57 m
- E Tiada satu pun jawapan di atas

S9. Suatu objek berjisim 10 kg diperlukan untuk mengubah halaju asalnya,  $v_1 = (10\mathbf{i} + 10\mathbf{j})$  m/s kepada halaju akhir,  $v_2 = (10\mathbf{k})$  m/s dalam masa 10 s. Daya purata  $F_{av}$  sepanjang masa tersebut ialah

*A body with a mass of 10 kg is required to change its initial velocity  $v_1 = (10\mathbf{i} + 10\mathbf{j})$  m/s to a final velocity  $v_2 = (10\mathbf{k})$  m/s in 10 s. The average force  $F_{av}$  during this time is*

- A.  $(10\mathbf{i} + 10\mathbf{j} + 10\mathbf{k})$  N
- B.  $(-10\mathbf{i} + 10\mathbf{j} + 10\mathbf{k})$  N
- C.  $(10\mathbf{i} + 10\mathbf{j} - 10\mathbf{k})$  N
- D.  $(-10\mathbf{i} - 10\mathbf{j} - 10\mathbf{k})$  N
- E.  $(-10\mathbf{i} - 10\mathbf{j} + 10\mathbf{k})$  N

S10. Suatu zarah bergerak menggelongsor disepanjang laluan tanpa geseran seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S10. Halaju pada A' ialah

*A particle slides in a vertical plane along a frictionless track as shown in Figure Q10. The speed at A' is*

- A. Sama seperti A dan A''
- B. Lebih tinggi dari laju pada A
- C. Lebih tinggi dari laju pada A''
- D. Lebih kecil dari laju A
- E. Tiada satu pun jawapan di atas

### BAHAGIAN B

S11. [a] Dua daya  $F_1$  dan  $F_2$  bertindak pada tiang seperti yang ditunjukkan pada Rajah S11[a]. Daya paduan bagi kedua-dua daya berkenaan bertindak ke atas sepanjang paksi z dan bermagnitud 275 N. Kirakan magnitud dan sudut arah bagi  $F_2$ .

*Two forces  $F_1$  and  $F_2$  act on a pole as shown in Figure Q11[a]. The resultant of the two forces acts upward along the z-axis of the pole and has a magnitude of 275 N. Determine the magnitude and direction angles of  $F_2$ .*

(50 markah)

- [b] Rasuk keluli berjisim 200 kg dan pusat graviti pada G dikimpal kepada turus menegak seperti dalam Rajah S11[b] turus. Bagi menguji kekuatan kimpalan berkenaan, seorang lelaki berjisim 80-kg mengenakan daya 300 N menggunakan tali yang melalui lubang di dalam rasuk seperti yang ditunjukkan. Kirakan tork (gandingan) yang disokong oleh pin A.

*The 200-kg steel beam with center of gravity at G, is welded to the vertical column as shown in Figure Q11[b]. To test the weld, the 80-kg man loads the beam by exerting a 300-N force on the rope which passes through a hole in the beam as shown. Calculate the torque (couple) at point A,*

(50 markah)

- S12. [a] Kekuda Warren yang ditunjukkan dalam Rajah S12[a] digunakan bagi menyokong sebuah tangga. Tentukan daya pada anggota CE, ED dan DF dan nyatakan sama ada ianya dalam tegangan atau mampatan semua anggota mengufuk dan menegak ialah 2 m. Andaikan semua sambungan adalah dipinkan.

*The Warren truss as shown in Figure Q12[a] is used to support a staircase. Determine the force in members CE, ED, and DF, and state whether the members are in tension or compression. All vertical and horizontal members are of 2 m length. Assume all joints are pinned.*

(50 markah)

- [b] Gantikan sistem daya dan sistem momen-gandingan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S12[b] dengan daya paduan setara dan momen-gandingan setara yang bertindak pada titik Q. Ungkapkan jawapan di dalam bentuk vektor Cartesian.

*Replace the force and couple-moment system as shown in Figure Q12[b] by an equivalent resultant force and couple moment acting at point Q. Express the results in Cartesian vector form.*

(50 markah)

### BAHAGIAN C

- S13. [a] Sebuah lubang berbentuk segiempat sama ditebuk dari hujung ke hujung satu komponen mesin aluminium yang ditunjukkan dalam Rajah S13[a]. Paksi AA' membahagi dua sama permukaan atas lubang Tentukan nilai 'a' supaya momen inersia jisim komponen terhadap paksi AA' adalah maksimum.

*A square hole is centered in and extends through the aluminium machine component shown in Figure Q13[a]. Axis AA' bisects the top surface of the hole. Determine the value of 'a' for which the mass moment of inertia with respect to the axis AA' is maximum.*

(70 markah)

- [b] Terbitkan ungkapan bagi pusat graviti  $\bar{z}$  dalam sebutan ketinggian  $h$  bagi sebuah frustrum kon yang ditunjukkan dalam Rajah S13[b].

*Derive the expression for the center of gravity,  $\bar{z}$  in terms of height  $h$  for frustrum of the solid cone shown in Figure Q13[b].*

(30 markah)

- S14. [a] Jika momen inersia bagi luas semibulatan yang ditunjukkan dalam Rajah S14[a] di sekitar paksi  $x$  ialah  $1.76 \times 10^4 \text{ mm}^4$ , kirakan ketinggian  $h$  semibulatan berkenaan.  $c$  ialah sentroid bagi semibulatan berkenaan.

*If the moment of inertia of the semicircular area shown in Figure Q14[a] about  $x$  is  $1.76 \times 10^4 \text{ mm}^4$ , calculate the height  $h$  for the semicircular area.  $c$  is the centroid for the area.*

(30 markah)

- [b] Bagi mengelakkan getaran, pusat jisim bagi sebuah pembancuh cat yang ditunjukkan dalam Rajah S14[b] mesti terletak pada paksi putaran menegak. Kirakan panjang  $b$ .

*To prevent vibration, the center of mass of the paint stirrer shown in Figure Q14[b] must lie on the vertical axis of rotation. Calculate the length  $b$ .*

(70 markah)

#### BAHAGIAN D

- S15. [a] Gelendong berjisim 3-kg berada dalam keadaan longgar pada sebatang rod condong seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah S15[a]. Pekali geseran statik,  $\mu_s = 0.25$ . Gelendong tersebut terletak 0.3 m dari titik A. Saiz gelendong diabaikan. Bayangkan gelendong tersebut diasingkan atau dilekangkan dari sistem tersebut.

Namakan tiga daya luaran yang bertindak kepada gelendong yang dilekangkan.

*The 3 kg spool fits loosely on the inclined rod as shown in Figure Q15[a]. The coefficient of static friction is  $\mu_s = 0.25$ . The spool is located 0.3 m from point A. The spool has negligible size. (Imagine that the spool is separated/detached from the system).*

*Name three (3) external forces subjected to the detached spool.*

(15 markah)

- [b] Lukiskan gambarajah jasad badan bebas gelendong yang dilekangkan yang menunjukkan semua daya-daya dengan magnitud dan arahnya.

*Draw the free body diagram of the detached spool showing all these forces (with magnitude and direction).*

(15 markah)

- [c] Tunjukkan pecutan yang berkaitan bagi komponen-komponen di atas diagram kinetik atau sistem koordinat inersia yang dipilih dalam gambarajah jasad bebas.

*Show the corresponding acceleration components on a kinetic diagram or on the inertial coordinate system chosen in the free body diagram.*

(30 markah)

- [d] Dengan menggunakan sistem paksi- $nt$  ke atas diagram badan bebas, tuliskan persamaan-persamaan pergerakan dalam arahan  $n$  dan  $t$ .

*Using the  $nt$ -axes system on the free-body diagram, write down the equations of motion in the  $n$  and  $t$ -directions.*

(20 markah)

- [e] Tentukan halaju ketika minimum bagi gelendong supaya ia tidak gelincir ke bawah rod.

*Determine the minimum instant speed the spool can have, to avoid slipping down the rod.*

(20 markah)

- S16. Putaran rod OA dari O diwakili oleh hubungan  $\theta = \pi(4t^2 - 8t)$ , di mana  $\theta$  dan  $t$  adalah dalam radian dan saat. Relang menggelongsor di sepanjang rod supaya jarak  $r$  yang diukur dari O ialah  $10 + 6\sin\pi t$ , di mana  $r$  dan  $t$  adalah sm dan saat.

*The rotation of rod OA about O is defined by the relation  $\theta = \pi(4t^2 - 8t)$  where  $\theta$  and  $t$  are expressed in radians and seconds respectively. Collar B slides along the rod so that the distance  $r$  measured from O is  $10 + 6\sin\pi t$  where  $r$  and  $t$  are expressed in cm & seconds, respectively.*

- (i) Tentukan halaju relang apabila  $t = 1.5$  saat.

*Determine the velocity of the collar when  $t = 1.5$  s.*

(40 markah)

- (ii) Tentukan jumlah pecutan kolar tersebut.

*Determine the total acceleration of the collar*

(30 markah)

- (iii) Tentukan jumlah pecutan kolar relatif pada rod.

*Determine the acceleration of the collar relative to the rod.*

(30 markah)

**BAHAGIAN E**

- S17. [a] Relang berjisim 1.0 kg kolar bergerak di sepanjang berpermukaan licin rod AB yang lembut seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S17[a]. Panjang asap pegas ditunjukkan dilekatkan pada kolar ialah 1.5 m dan kekakuannya ialah 120 N/m. Jika relang bergerak ke bawah dengan halaju  $v_A = 5$  m/s, kira halaju relang kolar apabila ia sampai pada B.

*The 1.0 kg collar slides along the smooth rod AB as shown in Figure Q17[a]. The free length of the spring that is attached to the collar is 1.5 m and its stiffness is 120 N/m. If the collar is moving down the rod with speed  $v_A = 5$  m/s, calculate the speed of the collar when it reaches B.*

(50 markah)

- [b] Relang A mempunyai jisim 1.8 kg bergerak dalam satah menegak di sepanjang rod. Suatu kabel melalui takal B dan ditarik dengan daya melintang tetap, P 20 N seperti di dalam Rajah S17[b]. Relang tersebut mula dari kedudukan rehat dalam kedudukan 1. Kirakan halaju relang tersebut apabila ia sampai pada kedudukan 2.

*The collar A has a mass of 1.8 kg and sliding up along a smooth rod. A cable runs over a pulley at B and is pulled with a constant horizontal force P of 20 N as shown in Figure Q17[b]. The collar starts from rest in position 1. Calculate the speed of the collar when it reaches position 2.*

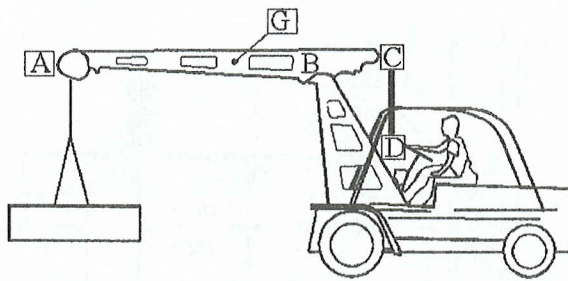
(50 markah)

- S18. [a] Rajah S18[a] menunjukkan satu zarah berjisim 0.5 kg dalam satah xy. Halaju zarah berkenaan pada masa  $t = 0$  ialah 10 m/s ke kanan. Daya, P(t) yang bertindak ke atas zarah yang mempunyai magnitud yang berubah dengan masa seperti yang ditunjukkan. Kirakan magnitud dan arah halaju zarah apabila  $t = 4$  s.

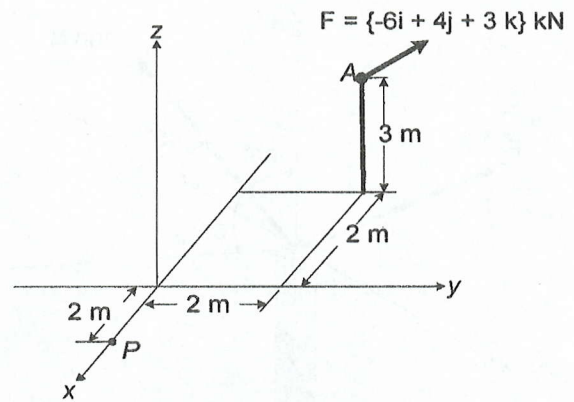
*Figure Q18[a] shows the particle of 0.5 kg in xy plane. Its velocity at time  $t = 0$  is 10 m/s to the right. A force P (t) acts on the particle whose magnitude varies with time. Calculate the magnitude and direction of velocity of the particle at  $t = 4$  s.*

(50 markah)

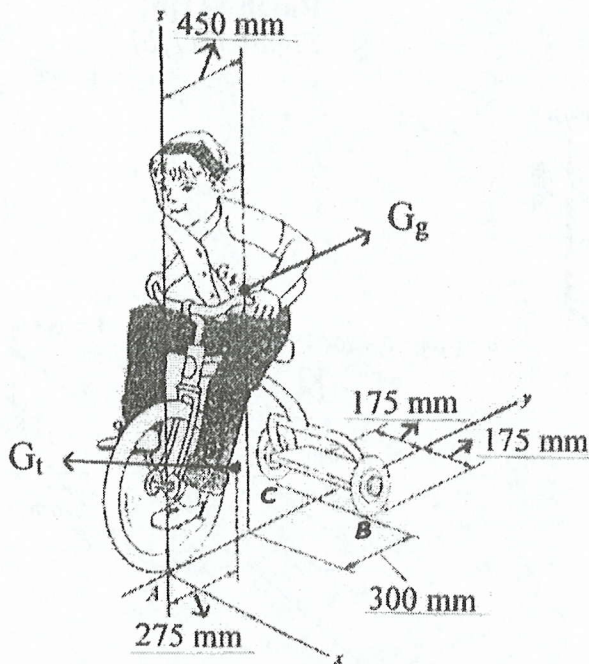
- [b] Dua trak, A dan B masing-masing berjisim 100 kg dan 200 kg masing-masing berada di atas laluan melintang yang lurus yang tiada daya geseran seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S18[b]. Pada mulanya trak B adalah pegun dan A bergerak ke arah B dengan halaju 4 m/s. Peredam anjal terletak pada dinding. Kirakan halaju akhir kedua-dua trak tersebut selepas pelanggaran jika 20% tenaga kinetik awal telah hilang ke sistem pelanggaran.



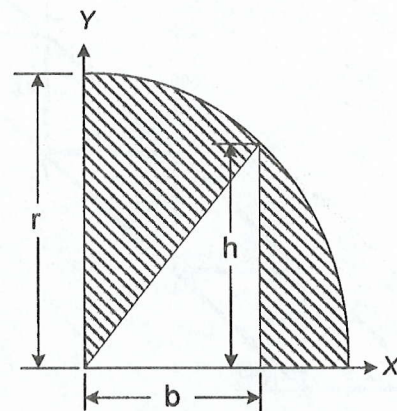
**Rajah S1**  
*Figure Q1*



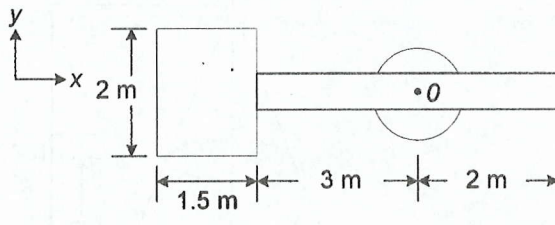
**Rajah S2**  
*Figure Q2*



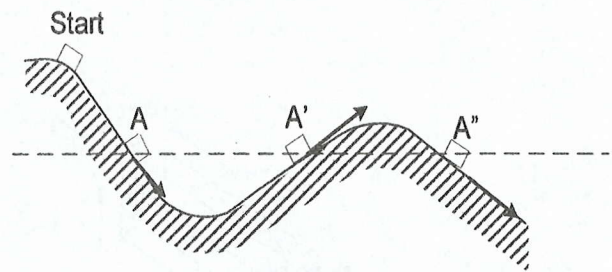
**Rajah S3**  
*Figure Q3*



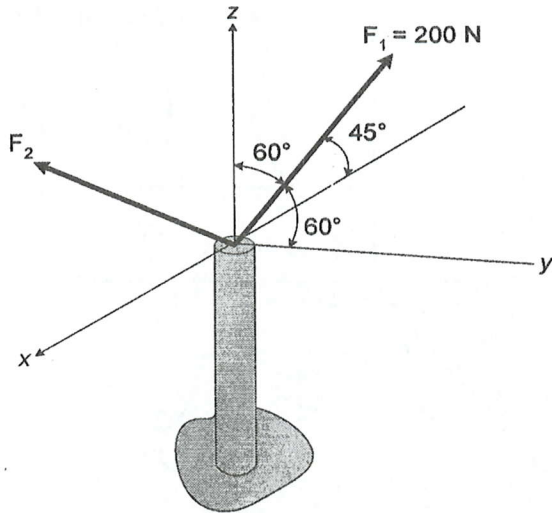
**Rajah S4**  
*Figure Q4*



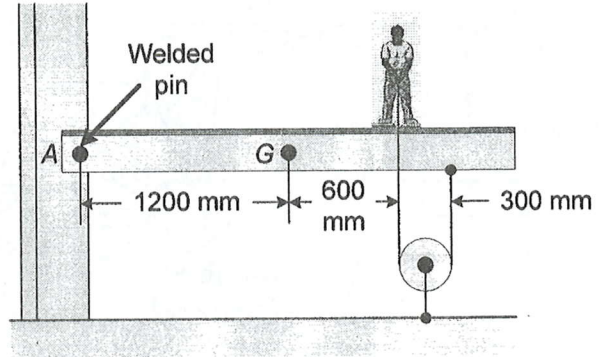
**Rajah S5**  
*Figure Q5*



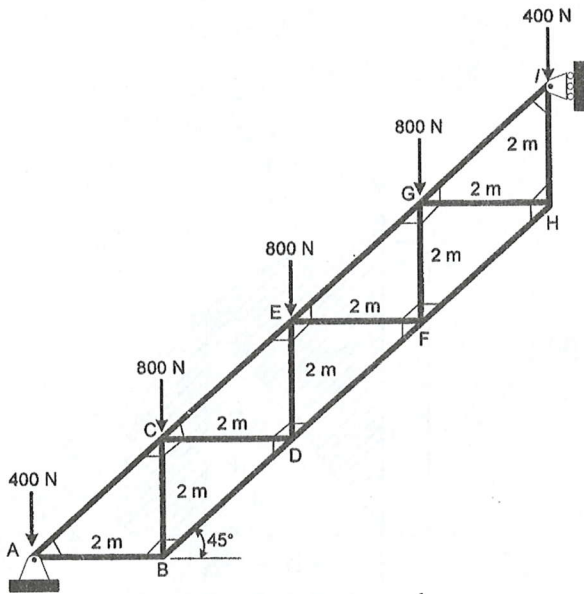
**Rajah S10**  
*Figure Q10*



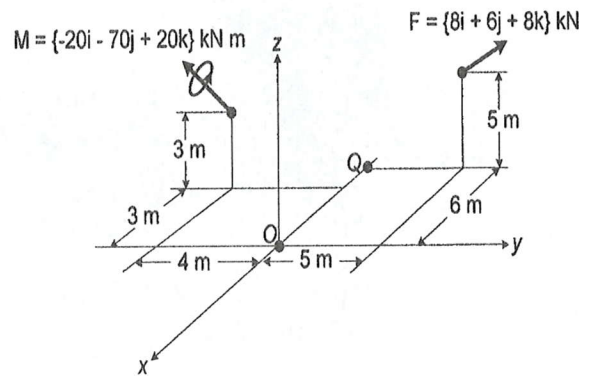
**Rajah S11[a]**  
*Figure Q11[a]*



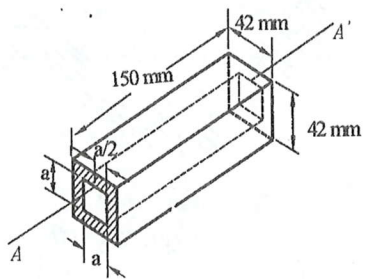
**Rajah S11[b]**  
*Figure Q11[b]*



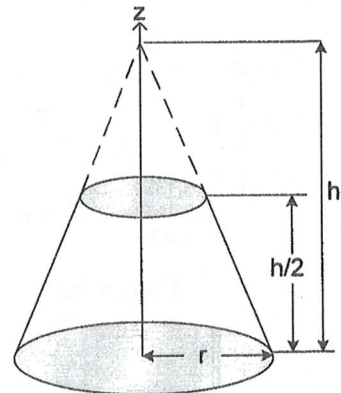
**Rajah S12[a]**  
*Figure Q12[a]*



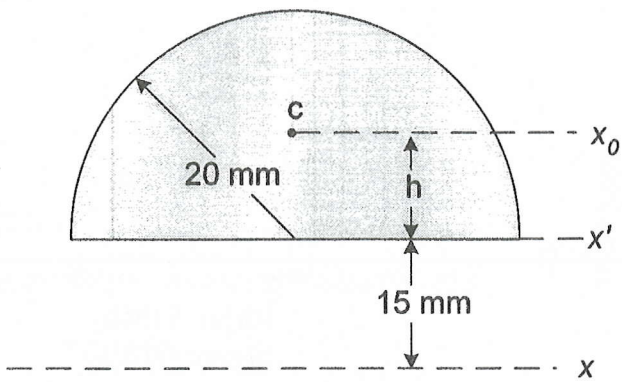
**Rajah S12[b]**  
*Figure Q12[b]*



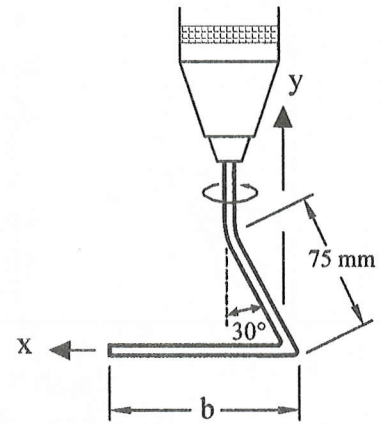
**Rajah S13[a]**  
*Figure Q13[a]*



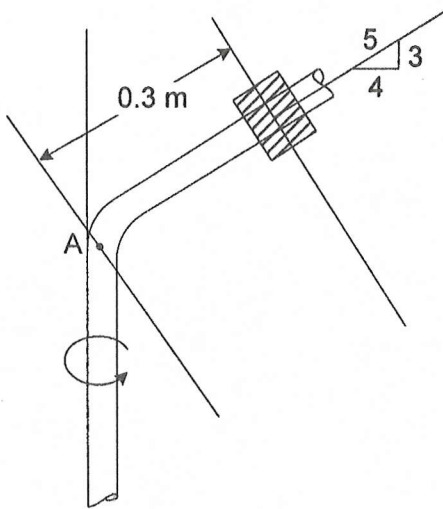
**Rajah S13[b]**  
*Figure Q13[b]*



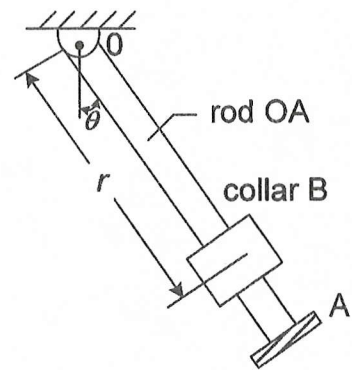
**Rajah S14[a]**  
*Figure Q14[a]*



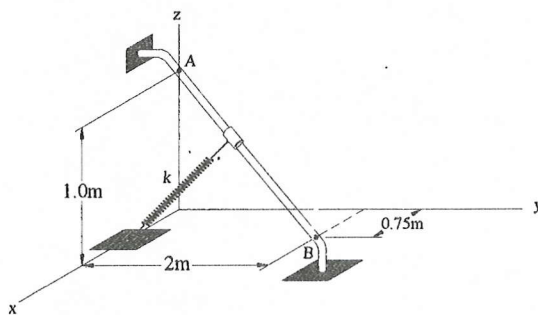
**Rajah S14[b]**  
*Figure Q14[b]*



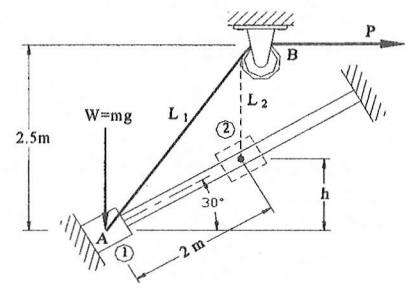
**Rajah S15[a]**  
*Figure Q15[a]*



**Rajah S16**  
*Figure Q16*



**Rajah S17[a]**  
*Figure Q17[a]*



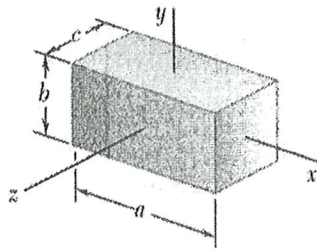
**Rajah S17[b]**  
*Figure Q17[b]*

## Fundamental Equations of Dynamics

### Fundamental Equations of Dynamics

KINEMATICS		Equations of Motion	
<b>Particle Rectilinear Motion</b>		<i>Particle</i>	$\Sigma \mathbf{F} = m\mathbf{a}$
<i>Variable a</i>	<i>Constant a = a<sub>c</sub></i>	<i>Rigid Body (Plane Motion)</i>	$\Sigma F_x = m(a_G)_x$ $\Sigma F_y = m(a_G)_y$ $\Sigma M_G = I_G \alpha$ or $\Sigma M_P = \Sigma (M_k)_P$
$a = \frac{dv}{dt}$	$v = v_0 + a_c t$	<b>Principle of Work and Energy</b>	
$v = \frac{ds}{dt}$	$s = s_0 + s_0 t + \frac{1}{2} a_c t^2$	$T_1 + U_{1-2} = T_2$	
$a dv = a ds$	$v = v_0^2 + 2a_c(s - s_0)$	<b>Kinetic Energy</b>	
<b>Particle Curvilinear Motion</b>		<i>Particle</i>	$T = \frac{1}{2} m v^2$
<i>x, y, z Coordinates</i>	<i>x, y, z Coordinates</i>	<i>Rigid Body (Plane Motion)</i>	$T = \frac{1}{2} m v_G^2 + \frac{1}{2} I_G \omega^2$
$v_x = \dot{x}$ $a_x = \ddot{x}$	$v_r = \dot{r}$ $a_r = \ddot{r} - r\dot{\theta}^2$	<b>Work</b>	
$v_y = \dot{y}$ $a_y = \ddot{y}$	$v_\theta = r\dot{\theta}$ $a_\theta = r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta}$	<i>Variable force</i> $U_F = \int F \cos \theta ds$	
$v_z = \dot{z}$ $a_z = \ddot{z}$	$v_z = \dot{z}$ $a_z = \ddot{z}$	<i>Constant force</i> $U_F = (F \cos \theta) \Delta s$	
<i>n, t, b Coordinates</i>		<i>Weight</i> $U_W = -W \Delta y$	
$v = \dot{s}$	$a_t = \dot{v} = v \frac{dv}{ds}$	<i>Spring</i> $U_s = -(\frac{1}{2} k s_2^2 - \frac{1}{2} k s_1^2)$	
	$a_n = \frac{v^2}{\rho}$ $\rho = \frac{[1 + (dy/dx)^2]^{3/2}}{ d^2y/dx^2 }$	<i>Couple moment</i> $U_M = M \Delta \theta$	
<b>Relative Motion</b>		<b>Power and Efficiency</b>	
$\mathbf{v}_B = \mathbf{v}_A + \mathbf{v}_{B/A}$	$\mathbf{a}_B = \mathbf{a}_A + \mathbf{a}_{B/A}$	$P = \frac{dU}{dt} = \mathbf{F} \cdot \mathbf{v}$ $\epsilon = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{U_{out}}{U_{in}}$	
<b>Rigid Body Motion About a Fixed Axis</b>		<b>Conservation of Energy Theorem</b>	
<i>Variable a</i>	<i>Constant <math>\alpha = \alpha_c</math></i>	$T_1 + V_1 = T_2 + V_2$	
$\alpha = \frac{d\omega}{dt}$	$\omega = \omega_0 + \alpha_c t$	<b>Potential Energy</b>	
$v = \frac{d\theta}{dt}$	$\theta = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha_c t^2$	$V = V_g + V_e$ , where $V_g = \pm W y$ , $V_e = +\frac{1}{2} k s^2$	
$\omega dv = \alpha d\theta$	$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha_c(\theta - \theta_0)$	<b>Principle of Linear Impulse and Momentum</b>	
<i>For Point P</i>		<i>Particle</i>	$m\mathbf{v}_1 + \Sigma \int \mathbf{F} dt = m\mathbf{v}_2$
$s = r\theta$ $v = \omega r$ $a_t = \alpha r$ $a_n = \omega^2 r$		<i>Rigid Body</i>	$m(\mathbf{v}_G)_1 + \Sigma \int \mathbf{F} dt = m(\mathbf{v}_G)_2$
<b>Relative General Plane Motion—Translating Axes</b>		<b>Conservation of Linear Momentum</b>	
$\mathbf{v}_B = \mathbf{v}_A + \mathbf{v}_{B/A(pin)}$	$\mathbf{a}_B = \mathbf{a}_A + \mathbf{a}_{B/A(pin)}$	$\Sigma(\text{sys. } m\mathbf{v})_1 = \Sigma(\text{sys. } m\mathbf{v})_2$	
<b>Relative General Plane Motion—Trans. and Rot. Axis</b>		<b>Coefficient of Restitution</b> $e = \frac{(v_B)_2 - (v_A)_2}{(v_A)_1 - (v_B)_1}$	
$\mathbf{v}_B = \mathbf{v}_A + \Omega \times \mathbf{r}_{B/A} + (\mathbf{v}_{B/A})_{xyz}$		<b>Principle of Angular Impulse and Momentum</b>	
$\mathbf{a}_B = \mathbf{a}_A + \Omega \times \mathbf{r}_{B/A} + \Omega \times (\Omega \times \mathbf{r}_{B/A}) + 2\Omega \times (\mathbf{v}_{B/A})_{xyz} + (\mathbf{a}_{B/A})_{xyz}$		<i>Particle</i>	$(\mathbf{H}_O)_1 + \Sigma \int \mathbf{M}_O dt = (\mathbf{H}_O)_2$ where $H_O = (d)(mv)$
<b>KINETICS</b>		<i>Rigid Body (Plane motion)</i>	$(\mathbf{H}_G)_1 + \Sigma \int \mathbf{M}_G dt = (\mathbf{H}_G)_2$ where $H_G = I_G \omega$ $(\mathbf{H}_O)_1 + \Sigma \int \mathbf{M}_O dt = (\mathbf{H}_O)_2$ where $H_O = I_O \omega$
<b>Mass Moment of Inertia</b>	$I = \int r^2 dm$	<b>Conservation of Angular Momentum</b>	
<b>Parallel-Axis Theorem</b>	$I = I_G + md^2$	$\Sigma(\text{sys. } \mathbf{H})_1 = \Sigma(\text{sys. } \mathbf{H})_2$	
<b>Radius of Gyration</b>	$k = \sqrt{\frac{I}{m}}$		

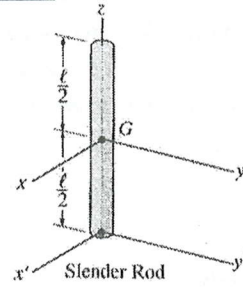
### Sentroid dan Momen Inersia



$$I_x = \frac{1}{12} m(b^2 + c^2)$$

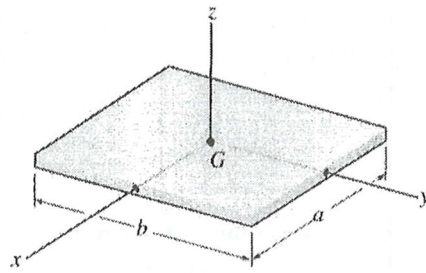
$$I_y = \frac{1}{12} m(c^2 + a^2)$$

$$I_z = \frac{1}{12} m(a^2 + b^2)$$



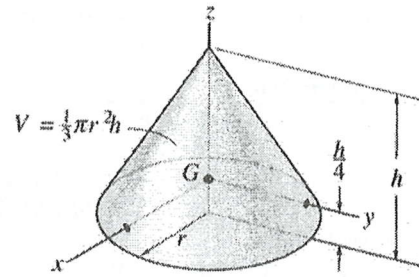
Slender Rod

$$I_{xx} = I_{yy} = \frac{1}{12} m \ell^2 \quad I_{x'x'} = I_{y'y'} = \frac{1}{3} m \ell^2 \quad I_{z'z'} = 0$$



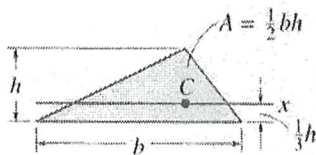
Thin plate

$$I_{xx} = \frac{1}{12} m b^2 \quad I_{yy} = \frac{1}{12} m a^2 \quad I_{zz} = \frac{1}{12} m (a^2 + b^2)$$



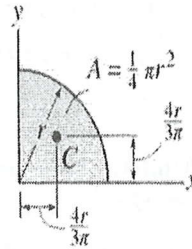
Cone

$$I_{xx} = I_{yy} = \frac{3}{80} m (4r^2 + h^2) \quad I_{zz} = \frac{3}{10} m r^2$$



Triangular area

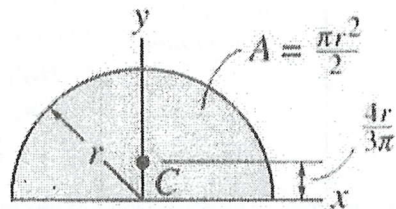
$$I_x = \frac{1}{36} b h^3$$



Quarter circle area

$$I_x = \frac{1}{16} \pi r^4$$

$$I_y = \frac{1}{16} \pi r^4$$



Semicircular area

$$I_x = \frac{1}{8} \pi r^4$$

$$I_y = \frac{1}{8} \pi r^4$$