



*KUNCI*

**SOAL SELEKSI  
OLIMPIADE SAINS TINGKAT KABUPATEN/KOTA 2012  
CALON TIM OLIMPIADE FISIKA INDONESIA 2013**

Waktu : 180 menit



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN MENENGAH  
DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH ATAS  
TAHUN 2012**

Jawaban OSK 2012 Fisika A

1- (nilai 10) Pada kasus ini ada dua objek yang bergerak, yaitu bola dan orang.

Bola mengalami gerak proyektil sehingga mempunyai persamaan kinematika dengan selang waktu  $\Delta t_1 + \Delta t_2$ . Sedangkan orang mempunyai dua jenis gerak, gerak yang pertama dengan percepatan konstan selama  $\Delta t_1$  dan gerak yang kedua mempunyai kelajuan konstan selama  $\Delta t_2$ .

Untuk bola

➤ Arah mendatar :

$$x(t) = v_0 \cos \theta_0 t; \text{ sementara } t = \Delta t_1 + \Delta t_2, \text{ sehingga}$$

$$x(t) = v_0 \cos \theta_0 (\Delta t_1 + \Delta t_2)$$

(nilai 2)

➤ Arah vertikal :

$$y(t) = v_0 \sin \theta_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

karena ditangkap pada posisi/ketinggian yang sama, maka  $y(t) = 0$ , sehingga :

$$0 = v_0 \sin \theta_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$0 = v_0 \sin \theta_0 (\Delta t_1 + \Delta t_2) - \frac{1}{2} g (\Delta t_1 + \Delta t_2)^2$$

$$t = \Delta t_1 + \Delta t_2 = \frac{2v_0 \sin \theta_0}{g}$$

atau

(nilai 3)

$$\theta_0 = \sin^{-1} \left[ \frac{g (\Delta t_1 + \Delta t_2)}{2v_0} \right] \dots \dots \dots (2)$$

dan

$$v_0 = \frac{g (\Delta t_1 + \Delta t_2)}{2 \sin \theta_0} \dots \dots \dots (3)$$

Untuk orang

➤ Etape pertama (GLBB) :

$$x_1(t) = \frac{1}{2} a (\Delta t_1)^2 \dots\dots\dots(4)$$

dan

$$v_{x1} = a \Delta t_1 \dots\dots\dots(5)$$

(nilai 2)

➤ Etape kedua (GLB) :

$$x(t) = x_1 + v_{x1} (\Delta t_2) \dots\dots\dots(6)$$

➤ Dari persamaan (4), (5) dan (6), didapatkan :

$$x(t) = \frac{1}{2} a (\Delta t_1)^2 + a (\Delta t_1) (\Delta t_2) \dots\dots\dots(7)$$

➤ Dari persamaan (1) dan (7), didapatkan :

$$v_0 \cos \theta_0 (\Delta t_1 + \Delta t_2) = \frac{1}{2} a (\Delta t_1)^2 + a (\Delta t_1) (\Delta t_2)$$

$$a = \frac{v_0 \cos \theta_0 (\Delta t_1 + \Delta t_2)}{\frac{1}{2} (\Delta t_1)^2 + (\Delta t_1) (\Delta t_2)}$$

(nilai 3)

2- (nilai 11) Jawaban no. 2

a- Daya minimal yang diperlukan mesin mobil pada saat bergerak mendatar adalah:

$$P = Fv = \mu mgv = 0,07 \times 2000 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 10 \text{ m/s}$$
$$= 14000 \text{ W}$$

(nilai 3)

b- Pada saat menanjak dengan kemiringan  $\tan \alpha = 0,05 \approx \sin \alpha$ , maka mobil harus mengatasi friksi, sehingga perlu daya minimal sebesar:

$$P = Fv = mg(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)v \approx mg(\mu + \tan \alpha)$$
$$= 24000 \text{ W}$$

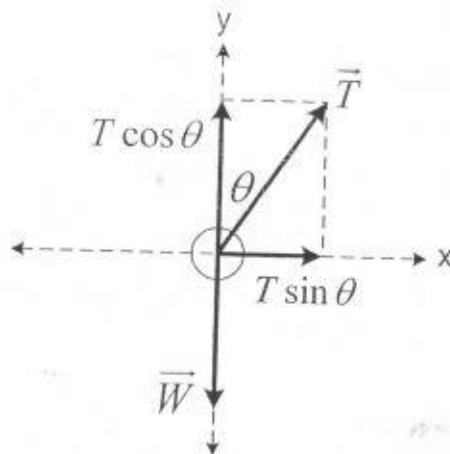
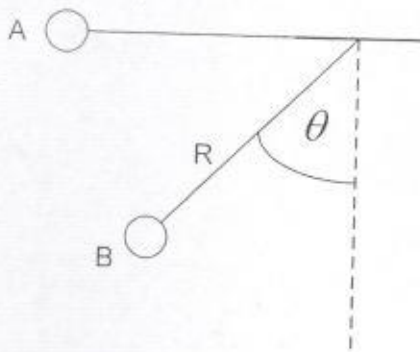
(nilai 4)

c- Pada saat menurun:

$$P = Fv = mg(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)v \approx mg(\mu - \tan \alpha)$$
$$= 4000 \text{ W}$$

(nilai 4)

3- (Nilai 14) Misalkan benda memiliki percepatan mendatar ketika di B.



(Nilai 2)

Dari Hukum II Newton untuk arah x dan y

$$\begin{aligned} \sum F_y = 0 & & \sum F_x = 0 \\ T \cos \theta = mg & & T \sin \theta = ma \end{aligned}$$

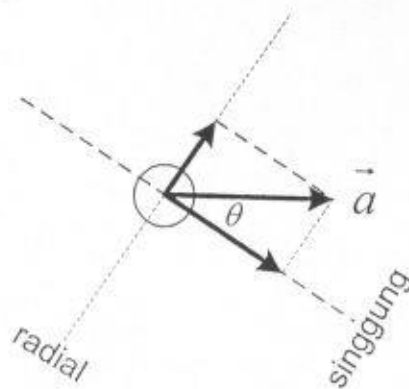
(Nilai 2)

sehingga

$$a = g \tan \theta$$

(Nilai 2)

Karena bergerak dengan lintasan lingkaran, maka kita dapat menyatakan percepatan benda ke dalam komponen radial dan komponen singgung.



(Nilai 2)

Untuk komponen arah radial,

$$a \sin \theta = \frac{v_B^2}{R}$$

$$v_B^2 = aR \sin \theta \quad (\text{Nilai 2})$$

$$v_B^2 = gR \frac{\sin^2 \theta}{\cos \theta}$$

Karena usaha oleh gaya nonkonservatifnya nol sepanjang gerak dari A ke B, maka energi mekanik benda kekal sehingga

$$\Delta E_k + \Delta E_p = 0$$

$$\frac{1}{2} m v_B^2 - mgR \cos \theta = 0 \quad (\text{Nilai 2})$$

$$v_B^2 = 2gR \cos \theta$$

Substitusi nilai  $v_B$ , didapatkan

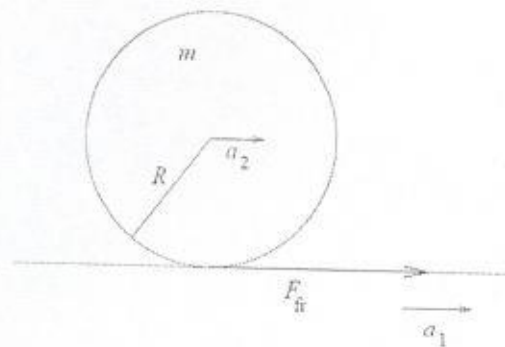
$$gR \frac{\sin^2 \theta}{\cos \theta} = 2gR \cos \theta$$

$$\sin^2 \theta = 2 \cos^2 \theta \quad (\text{Nilai 2})$$

$$\tan^2 \theta = 2$$

$$\tan \theta = \sqrt{2}$$

4- (nilai 12) Jawab



$$\sum F = ma \quad \rightarrow \quad F_{fr} = ma_1 \quad (\text{nilai 2})$$

$$\sum \tau = I\alpha \quad \rightarrow \quad RF_{fr} = \frac{2}{5} mR^2 \alpha \quad (\text{nilai 2})$$

$$F_B = \frac{2}{5} m R \alpha$$

$$m a_2 = \frac{2}{5} m (a_1 - a_2) \longrightarrow \text{tanpa slip: } a_1 - a_2 = \alpha R \quad (\text{nilai 4})$$

$$\frac{7}{5} a_2 = \frac{2}{5} a_1$$

$$\therefore a_2 = \frac{2}{7} a_1 \quad (\text{nilai 4})$$

5- (nilai 8) Jawab:

Tenaga potensial gravitasi diberikan oleh  $U = mgy = mgax^2$

a. Kesetimbangan stabil terjadi saat tenaga potensialnya minimum

$$\frac{dU}{dx} = 2mgax = 0 \quad (\text{nilai 2})$$

$$\Rightarrow \therefore x = 0$$

Jadi kesetimbangan stabil terjadi pada  $x = 0$ . (nilai 2)

b. Tenaga osilasi harmonis sederhana sebanding dengan kuadrat perubahan posisi  $x^2$ , yang ditunjukkan dalam persamaan  $U = \frac{1}{2} kx^2$  dan memiliki frekuensi sudut  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ .

$$U = mgax^2 = \frac{1}{2} kx^2 \Rightarrow k = 2mga \quad (\text{nilai 2})$$

Sehingga

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{2mga}{m}} = \sqrt{2ga} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,1} = \sqrt{2} \text{ rads/sec} \quad (\text{nilai 2})$$

6- (nilai 16)

Pada sistem katrol berlaku  $a = \alpha R$ . Ambil nilai  $g = 10 \text{ m/det.}^2$

Jadi,  $a_1 = 0,5 \alpha$  dan  $a_2 = 0,2 \alpha$

Percepatan sudut benda  $m_1$  dan  $m_2$  sama karena katrolnya sama.

Pada kedua benda  $m_1$  dan  $m_2$  juga sama-sama berlaku Hk. Newton:

$$\Sigma F = m a \quad \text{dan} \quad \Sigma \tau = I \alpha$$

$$\text{Pada benda } m_1: \quad m_1 g - T_1 = m_1 a_1 \quad \rightarrow \quad 20 - T_1 = a \quad (1)$$

$$\text{benda } m_2: \quad T_2 - m_2 g = m_2 a_2 \quad \rightarrow \quad T_2 - 18 = 0,36 a \quad (2)$$

$$T_1 r_1 - T_2 r_2 = I \alpha \quad \rightarrow \quad 0,5 T_1 - 0,2 T_2 = 1,7 a \quad (3) \quad (\text{nilai 2})$$

Substitusikan  $T_1$  pada (1) dan  $T_2$  pada (2) ke dalam pers (3), menghasilkan:

$$10 - 0,5\alpha - 3,6 - 0,072\alpha = 1,7\alpha$$

$$6,4 = 2,272\alpha \rightarrow \alpha = 2,817 \text{ rad/s}^2 \quad (\text{nilai } 2)$$

Maka  $a_1 = 0,5\alpha = 1,41 \text{ m/s}^2$  dan  $T_1 = 20 - \alpha = 17,183 \text{ N}$   
 $a_2 = 0,2\alpha = 0,563 \text{ m/s}^2$  dan  $T_2 = 18 - 0,36\alpha = 19,014 \text{ N}$   
 (nilai 2)

a- Benda  $m_1$  saat menyentuh lantai,

Kecepatannya:  $v_{1t} = \sqrt{2a_1h} = \sqrt{2 \times 1,41 \times 0,2} = 0,751 \text{ m/s}$

Waktu yang dibutuhkannya:  $t = \frac{v_{1t}}{a_1} = \frac{0,751}{1,41} = 0,533 \text{ s}$

(nilai 2)

Waktu ini juga yang digunakan oleh benda  $m_2$  untuk naik hingga kecepatannya mencapai,

$$v_{2t} = v_{20} + a_2t$$

$$= 0 + 0,563 \times 0,533 = 0,3 \text{ m/s} \quad (\text{nilai } 2)$$

b- Ketinggian benda  $m_2$  setelah bergerak selama  $t = 0,533 \text{ s}$  adalah:

$$y_{2t} = y_{20} + v_{20}t + 1/2 a_2t^2$$

$$= 0,2 + 0 + 0,5 \times 0,563 \times (0,533)^2 = 0,28 \text{ m} \quad (\text{nilai } 2)$$

Setelah benda  $m_1$  menumbuk lantai, benda  $m_2$  masih terus bergerak ke atas secara "jatuh bebas" dengan kecepatan awalnya sebesar  $v_o = v_{2t} = 0,3 \text{ m/s}$ .

$$v_t^2 = v_o^2 - 2gh$$

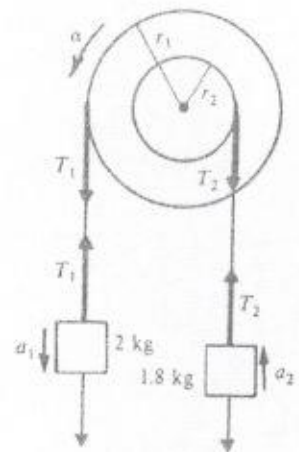
Jadi

$$0 = v_o^2 - 2gh \rightarrow h = \frac{v_o^2}{2g} = \frac{0,3^2}{20} = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 4,5 \text{ mm} \quad (\text{nilai } 2)$$

Jadi ketinggian total yang dicapai benda  $m_2$  adalah:

$$y = y_{2t} + h$$

$$= (28 + 0,45) \text{ cm} = 28,45 \text{ cm} \quad (\text{nilai } 2)$$



7- (nilai 14)

Konstanta pegas  $k = 500 \text{ N/m}$

Panjang pegas tanpa kontraksi  $l_0 = 10 \text{ cm}$

Massa cincin  $m = 10 \text{ kg}$

$v_i$  dan  $l_i$  masing-masing kecepatan cincin dan panjang pegas mula-mula

$v$  dan  $l$  masing-masing kecepatan cincin dan panjang pegas setiap saat

Kekekalan energy mekanik pada sistim pegas:

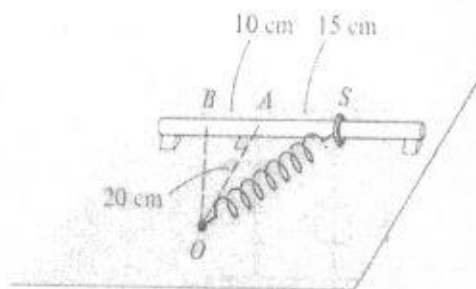
$$\frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} k (l - l_0)^2 = \frac{1}{2} mv_i^2 + \frac{1}{2} k (l_i - l_0)^2$$

(nilai 2)

Karena  $v_i = 0$ ,

$$\text{maka } v = [(l_i - l_0)^2 - (l - l_0)^2]^{1/2} \cdot \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (\text{nilai 2})$$

dan sesuai gambar disamping,  $l_i = \sqrt{20^2 + 15^2} = 25 \text{ cm}$



a- Saat cincin melewati titik A,

$l = l_A = 20 \text{ cm}$ ; (nilai 2) dan masukan nilai  $k$ ,  $l_0$ , dan  $m$  diatas untuk mendapatkan:

$$v_A = \sqrt{\frac{500}{10} \sqrt{(0,25 - 0,1)^2 - (0,2 - 0,1)^2}} = \sqrt{50} \cdot \sqrt{0,0125} = 0,791 \text{ m/s} \quad (\text{nilai 3})$$

b- Saat cincin melewati titik B,

$$l = l_B = \sqrt{20^2 + 10^2} = 10\sqrt{5} \text{ cm} = 22,36 \text{ cm} \quad (\text{nilai 2})$$

$$v_B = \sqrt{50} \cdot \sqrt{0,15^2 - 12,36^2} = 0,601 \text{ m/s} \quad (\text{nilai 3})$$

8- (nilai 15)

a- Agar "mobil" bisa membuat loop satu lingkaran penuh, maka saat di C:

$$N_C \geq 0 \quad \rightarrow \quad N_{Cmin} = 0$$

$$\Sigma F = m a_{cp}$$

$$mg + N_C = \frac{mv_C^2}{R}; \text{ kondisi minimum, } N_C = 0$$

$$\text{maka } v_{Cmin}^2 = gR \quad (1)$$

(nilai 2)



Kekekalan energy :  $EM_A = EM_C$

$$1/2 mv_A^2 + mgh_A = 1/2 mv_C^2 + mgh_C$$

$$0 + 2g(h_A - h_C) = v_C^2 \rightarrow v_{C\min}^2 = 2gh_{\min} \quad (2) \quad (\text{nilai 2})$$

Substitusi (1) ke (2), diperoleh:  $h_{\min} = 1/2 R$  (nilai 2)

b- Kekekalan energy di A dan D:  $EM_A = EM_D$

$$1/2 mv_A^2 + mgh_A = 1/2 mv_D^2 + mgh_D$$

$$0 + 2g(2R + 0,5R) = v_D^2 \rightarrow v_D = \sqrt{5gR} \quad (\text{nilai 3})$$

c- Jika "mobil" nya bermesin dan gesekan TIDAK diabaikan, dan saat "mobil" mencapai titik C, berlaku:

$$mg + N_C = \frac{mv_C^2}{R} = \frac{2}{R}(1/2 mv_C^2) \quad (\text{nilai 1})$$

Dari persamaan kekekalan energy di A dan C, substitusikan ke pers. diatas, didapat:

$$mg + N_C = \frac{2}{R}(mgh - \Delta)$$

$$mgR + 0 = 2(mg \cdot 0,65R - \Delta)$$

$$\Delta = 0,15 mgR \cong \text{energy gesekan yang hilang} \quad (\text{nilai 3})$$

Energy yang dibutuhkan (input energy) untuk membuat satu loop:

$$W_i = mg(2R + 0,65R) = 2,65 mgR$$

Efisiensi Mesin mobil:  $\eta = \frac{W_i - \Delta}{W_i} = \frac{2,65 - 0,15}{2,65} = 0,94 = 94\%$  (nilai 2)