

1. Doğrusal hareket yapan bir maddesel noktanın konum-zaman bağıntısı $s = \sin pt e^{-pt}$ ise hızın $v(t) \geq 0$ olduğu zaman aralığı $0 \leq t \leq t_1$ ise $t_1 = ?$

- a) $\pi p/4$ b) $\pi/4p$
c) $4p/\pi$ d) $4/\pi p$ e) p

$$s = \sin pt e^{-pt}$$

$$\frac{ds}{dt} = (\cos pt - \sin pt)pe^{-pt} = 0$$

$$\rightarrow \frac{\sin pt}{\cos pt} = 1 \rightarrow (pt)_{\min} = \frac{\pi}{4} \rightarrow t = \frac{\pi}{4p}$$

2. Doğrusal hareket yapan bir maddesel noktanın hız-konum bağıntısı $v = 1/e^{-s}$ şeklinde veriliyor. Maddesel nokta $s_0 = 0$ konumundan $s = 1$ konumuna ulaştığında geçen süre $\Delta t = ?$

- a) $1 - e$ b) e
c) 1 d) $1 - e^{-1}$ e) $-e^{-1}$

$$v = \frac{ds}{dt} = \frac{1}{e^{-s}}$$

$$\int_0^t dt = \int_0^s e^{-s} ds = -e^{-s} \Big|_0^1$$

$$\rightarrow \Delta t = (1 - e^{-1})$$

3. Düzlemde $r = e^\theta$ yörüngesinde $\theta = t$ bağıntısıyla hareket eden bir maddesel noktanın $t = 1$ anındaki hızı $v = ?$

- a) $\sqrt{2}$ b) $\sqrt{3}$ c) $e\sqrt{2}$ d) e e) $e\sqrt{3}$

$$\vec{v} = \dot{r}\vec{i}_r + r\dot{\theta}\vec{i}_\theta$$

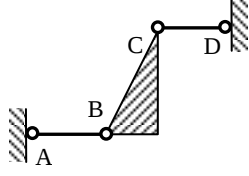
$$\vec{v} = \frac{dr}{d\theta} \frac{d\theta}{dt} \vec{i}_r + r \frac{d\theta}{dt} \vec{i}_\theta$$

$$\vec{v} = (\vec{i}_r + \vec{i}_\theta)e^\theta$$

$$\vec{v} = (\vec{i}_r + \vec{i}_\theta)e$$

4. Hangi nokta mafsallarla bağlı taralı levhanın ani dönme merkezidir?

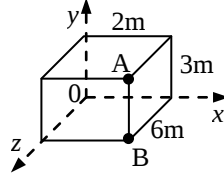
- a) A b) B
c) C d) D
e) hiçbir



$\vec{v}_B \perp AB$ ve $\vec{v}_D \perp DE$ olduğundan AB ve DE doğrultularının kesişme noktası D ani dönme merkezi olur.

5. Şekilde görülen rijit cisim, OA doğrultusundaki birim vektör $\vec{\lambda}$ olmak üzere sabit $\vec{\omega} = 7\vec{\lambda}$ rad/s açısal hızı ile dönüyor. B noktasının ivmesi $a_B = ?$

- a) 0
b) 21
c) $2\sqrt{5}$
d) $6\sqrt{10}$
e) $42\sqrt{10}$



$$\vec{\lambda} = 2\vec{i} + 3\vec{j} + 6\vec{k}$$

$$\lambda^2 = 4 + 9 + 36 = 49 \rightarrow \lambda = 7$$

$$\vec{\lambda} = \frac{2}{7}\vec{i} + \frac{3}{7}\vec{j} + \frac{6}{7}\vec{k}$$

$$\vec{\omega} = 2\vec{i} + 3\vec{j} + 6\vec{k}$$

$$\vec{r} = 2\vec{i} + 0\vec{j} + 6\vec{k}$$

$$\vec{v}_B = \vec{\omega} \times \vec{r} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 2 & 3 & 6 \\ 2 & 0 & 6 \end{vmatrix}$$

$$\vec{v} = 18\vec{i} + 0\vec{j} - 6\vec{k}$$

$$\rightarrow v_B = 6\sqrt{10} \text{ m/s}$$

$$\vec{a}_B = \vec{\alpha} \times \vec{r} + \vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r})$$

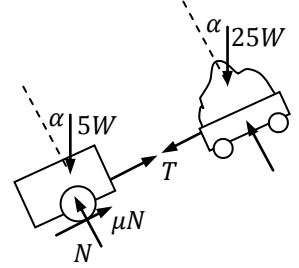
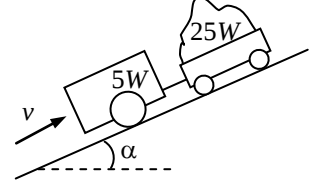
$$\vec{\alpha} = 0 \text{ ve } \vec{\omega} \perp \vec{v} \rightarrow a_B = \omega v_B$$

$$\rightarrow a_B = 7 \times 6\sqrt{10} = 42\sqrt{10} \text{ m/s}^2$$

6. Yukarı yönde ilerleyen iticinin ağırlığı $5W$, römorkun yük ile birlikte ağırlığı $25W$ dir. İtici ile zemin arasındaki sürtünme katsayısı $\mu_\zeta = 6$ ve iticinin en çabuk hızlanacağı ivme a olursa $a/g = ?$

Römork ile itici arasındaki çubuk yola paralel ve iki ucundan mafsallıdır. $\tan \alpha = 3/4$, $\mu_{\text{römork}} = 0$.

- a) 1/6
b) 1/5
c) 1/4
d) 1/3
e) hiçbir



$$\sin \alpha = 3/5, \cos \alpha = 4/5$$

Çekicinin N doğrultusunda hareket denklemi (d'Alembert ilkesi):

$$N - 5W \cos \alpha = 0 \rightarrow N = 4W$$

Sistemin sürtünme kuvveti doğrultusunda hareket denklemi (d'Alembert ilkesi):

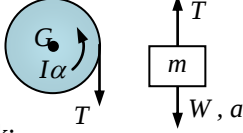
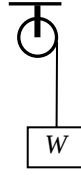
$$\mu N - 5W \sin \alpha - 25W \sin \alpha = \frac{30W}{g} a$$

Sonuç olarak verilen ivme değeri dikkate alındığında:

$$\frac{a}{g} = \frac{1}{5}$$

7. Yerçekimi kuvveti ile hareket eden sistemde ip kaymaksızın makarayı yuvarlarken, yarıçapı r olan makara pime sürtünmesiz bağlıdır. Ağırlığı W olan cismin ivmesi $g/4$ olduğuna göre makaranın atalet momenti $I_G/mr^2 = ?$
 $m = W/g$

- a) 2 b) 3
c) 0 d) 2/9 e) 1



Kinematik:

$$a = -\alpha r$$

Serbest cisim diyagramlarından:

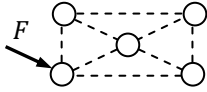
$$W - T = \frac{W}{g} a$$

$$-Tr = I_G \alpha$$

$$I_G = \frac{(g-a)}{ga} W r^2 \rightarrow I_G = 3mr^2$$

8. Her birinin kütlesi $m/4$ olan maddesel noktalar orantılı yaylar ile bağlıdır. Yay katsayıları, düşey olanların $3k$, yatay olanların $4k$ ve çapraz olanların $5k$ dir. Doğrultusu çaprazla paralel olan $F = 4mg$ ve sistemin kütle merkezinin ivmesi a_G olduğuna göre $a_G/g = ?$

- a) Bilinemez
b) 5/16
c) 16/5
d) 5/4
e) 4/5



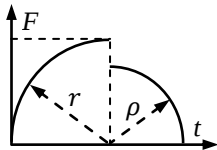
d'Alembert ilkesine göre:

$$\sum \vec{F}_{dış} = \sum \vec{F}_{ef} = (\sum m) \vec{a}_G$$

$$4mg = \left(5 \frac{m}{4}\right) a_G \rightarrow a_G/g = \frac{16}{5}$$

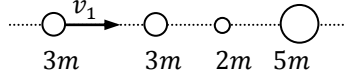
9. Çarpışan iki cisim arasındaki etki-tepki kuvvetinin zamanla değişimi şekilde verildiği gibidir. Çarpışma katsayısı $e = 1/\pi$ olsa $\rho/r = ?$

- a) 1/3
b) $\pi/4$
c) $1/\sqrt{\pi}$
d) $1/\pi$
e) hiçbirisi



$$e = \frac{Imp_{gev}}{Imp_{sık}} = \frac{\frac{\pi}{4} \rho^2}{\frac{\pi}{4} r^2} = \frac{1}{\pi}$$

10. Sürtünmesiz yatay düzlemde bir doğru üzerindeki misketlerden ilkinin hızı v_1 iken diğerleri durağan haldedir. İlk ve son çarpışmalar tam elastik $e = 1$, ikinci tam plastik $e = 0$ ve 4üncü misketin çarpışma sonrası hızı v'_4 olduğuna göre $v'_4/v_1 = ?$



- a) 3/4 b) 3/5 c) 1 d) 3/2 e) 3

İlk çarpışma tam elastik $e = 1$:

Momentumun korunumu:

$$3mv_1 + 0 = 3mv'_1 + 3mv'_2$$

$$\rightarrow v_1 = v'_1 + v'_2$$

Çarpışma katsayısı :

$$e = \frac{v'_2 - v'_1}{v_1 - 0} = 1 \rightarrow v_1 = -v'_1 + v'_2$$

Ortak çözüm $v'_2 = v_1$

İkinci çarpışma tam plastik $e = 0$:

Momentumun korunumu:

$$3mv'_2 = (3 + 2)mv'_3$$

$$v'_3 = \frac{3}{5} v'_2 = \frac{3}{5} v_1$$

Son çarpışma tam elastik $e = 1$:

Momentumun korunumu:

$$5mv'_3 = 5mv'_3' + 5mv'_4$$

$$v'_3 = v'_3' + v'_4$$

Çarpışma katsayısı:

$$e = \frac{v'_4 - v'_3'}{v'_3 - 0} = 1 \rightarrow v'_3 = v'_4 - v'_3'$$

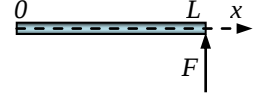
Ortak çözüm

$$v'_4 = v'_3 = \frac{3}{5} v_1$$

Sonuç

$$\frac{v'_4}{v_1} = \frac{3}{5}$$

11. Kütlesi m ve uzunluğu L olan çubuğa F kuvveti etkimektedir. Açısal hız $\omega = 0$ dır. İvmesi $a = 0$ olan noktanın konumu x ise $x/L = ?$



H :

$$I_G = mL^2/12.$$

$$\vec{a} = \vec{a}_G + \vec{\alpha} \times \vec{r}' + \vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r}')$$

- a) 1/3 b) 25/16 c) 1/2 d) 5/4 e) 0

D'Alembert:

$$F = ma_G \rightarrow a_G = \frac{F}{m}$$

$$F \frac{L}{2} = I_G \alpha \rightarrow \alpha = \frac{6F}{mL}$$

Kinematik:

$$\vec{a} = \vec{a}_G + \vec{\alpha} \times \vec{r}' + \vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r}')$$

Açısal hız $\omega = 0$ olduğuna göre

$$a = a_G + \alpha r' \uparrow$$

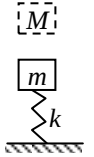
$$0 = \frac{F}{m} + \frac{6F}{mL} r' \uparrow$$

$$r' = -\frac{L}{6}$$

$$x = \frac{L}{2} + r' \rightarrow x = \frac{L}{3}$$

12. Şekildeki kütle-yay (m, k) sisteminin doğal frekansı p dir. m bloğuna kütlesi M olan başka bir blok eklendiğinde sistemin doğal frekansı $p' = 2p/3$ olduğuna göre $m/M = ?$

- a) 1 b) 3/5
c) 16/5 d) 4/5
e) 0



$$p'^2 = \frac{k}{M+m} = \left(\frac{2p}{3}\right)^2$$

$$\frac{k}{M+m} = \frac{4k}{9m}$$

$$\frac{1}{M+m} = \frac{4}{9m}$$

$$\rightarrow \frac{M}{m} = \frac{5}{4} \rightarrow \frac{m}{M} = \frac{4}{5}$$

13. $F \neq 0$ olmak üzere, $\vec{F}$ kuvveti konservatif ise hangisi doğrudur?

$$\vec{F} = A(x - 2y)\vec{i} + B(3x + y)\vec{j} + Cxz\vec{k}$$

- a) $2A + 3B = 0$
b) $2A + C = 0$
c) $3B + C = 0$
d) $A = B = C$
e) $2A = 3B = C$

Kuvvetin konservatif olma koşulu:

$$\frac{\partial F_i}{\partial x_j} = \frac{\partial F_j}{\partial x_i}$$

$$F_x = A(x - 2y)$$

$$F_y = B(3x + y)$$

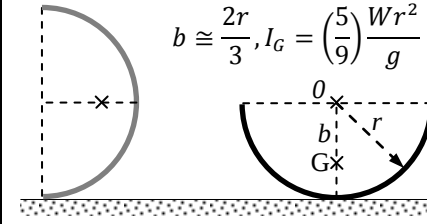
$$F_z = Cxz$$

$$\frac{\partial F_x}{\partial y} = \frac{\partial F_y}{\partial x} \rightarrow -2A = 3B$$

$$\frac{\partial F_x}{\partial z} = \frac{\partial F_z}{\partial x} \rightarrow 0 = 0$$

$$\frac{\partial F_y}{\partial z} = \frac{\partial F_z}{\partial y} \rightarrow 0 = Cz \rightarrow C = 0$$

14. Ağırlığı W olan yarı çember soldaki gibi hareketsiz halde iken serbest bırakılıyor ve kaymadan yuvarlanıyor. Sağdaki konuma ulaştığı anda açısal hız ω ise $\omega^2/2 = ?$



- a) $g/3r$ b) $3g/r$
c) $3r/g$ d) g/r e) $3r^2/2g^2$

$t = t_1$ anında:

Kinetik enerji

$$T_1 = 0$$

Potansiyel enerji

$$V_1 = Wr$$

$t = t_2$ anında:

Kinetik enerji

$$T_2 = T_G + T' = \frac{1}{2}mv_G^2 + \frac{1}{2}I_G\omega^2$$

Potansiyel enerji

$$V_2 = W(r - b)$$

Kinematik: Kaymadan yuvarlanma söz konusu olduğu için

$$v_G = -\omega(r - b)$$

Enerjinin korunumu:

$$T_1 + V_1 = T_2 + V_2$$

Kaymadan yuvarlanma söz konusu olduğundan sürtünme kuvveti iş yapmaz ve toplam enerji sabit kalır.

$$Wr = \frac{1}{2}m(r - b)^2\omega^2 + \frac{1}{2}I_G\omega^2 + W(r - b)$$

$$\rightarrow \frac{\omega^2}{2} = \frac{g}{r}$$

Başka çözüm yolu:

Kinematik: Kaymadan yuvarlanma söz konusudur. Değme noktası C olsun,

$$I_C = I_G + m(r - b)^2$$

$$I_C = \left(\frac{5}{9}\right)\frac{Wr^2}{g} + \frac{W}{g}\left(r - \frac{2r}{3}\right)^2 = \frac{2Wr^2}{3g}$$

$t = t_1$ anında:

Kinetik enerji

$$T_1 = 0$$

Potansiyel enerji

$$V_1 = 0$$

$t = t_2$ anında:

Kinetik enerji

$$T_2 = \frac{1}{2}I_C\omega^2$$

Potansiyel enerji

$$V_2 = W(-b)$$

Enerjinin korunumu:

$$T_1 + V_1 = T_2 + V_2$$

Kaymadan yuvarlanma söz konusu olduğundan sürtünme kuvveti iş yapmaz ve toplam enerji sabit kalır.

$$0 = \frac{1}{2}I_C\omega^2 - Wb$$

$$0 = \frac{1}{2}\frac{2Wr^2}{3g}\omega^2 - W\frac{2r}{3}$$

$$\rightarrow \omega^2 = \frac{2g}{r}$$

15. Hangileri doğru?

- a) i, ii **b) ii, iii** c) iii, iv d) iv, v e) v, vi

i) Bir levhanın ani dönme merkezi herhangi iki noktasının hız vektörlerinin kesiştiği noktadır.

ii) Maddesel noktalar sisteminde iç kuvvetlerin impulsları toplamı sıfırdır.

iii) D'Alembert ilkesine göre dış kuvvet takımı efektif kuvvet takımına denktir.

iv) Dış kuvvet takımı ile efektif kuvvet takımı bazen denktir.

v) Sürtünme kuvveti konservatiftir.

vi) Maddesel noktalar sisteminde dış kuvvetler konservatif ise doğrusal momentum korunur.