

DÜZGÜN ÇEMBERSEL HAREKET VE BASİT HARMONİK HAREKET

DÜZGÜN ÇEMBERSEL HAREKET	3
Yatay Düzlemde Düzgün Çembersel Hareket	7
Düşey Düzlemde Düzgün Çembersel Hareket	8
Düzgün Olmayan Düşey Düzlemde Çembersel Hareket.....	9
DÖNME HAREKETİ	21
Dönen Cisimlerin Kinetik Enerjisi	23
AÇISAL MOMENTUM	30
Açısal Momentumun Korunumu.....	31
KÜTLE ÇEKİM KUVVETİ VE KEPLER KANUNLARI	39
Uyduların Hareketi.....	41
Kurtulma Enerjisi	42
Bağlanma Enerjisi.....	42
Kepler Kanunları	43
BASİT HARMONİK HAREKET	49
Basit Harmonik Hareket ve Düzgün Çembersel Arasındaki İlişki	49
Konumunu Zamana Göre Değişimi	50
Kuvvetin Konuma Göre Değişimi	50
İvmenin Konuma Göre Değişimi	51
Yaylı Sarkaç.....	53
Yayların Seri Bağlanması.....	53
Yayların Paralel Bağlanması	54
Basit Sarkaç.....	55
Cevap Anahtarı.....	70

DÜZGÜN ÇEMBERSEL HAREKET VE BASİT HARMONİK HAREKET

DÜZGÜN ÇEMBERSEL HAREKET

Sabit büyüklükteki bir hız ile çember şeklinde bir yörüngede dolanan cismin yaptığı harekete çembersel hareket denir.

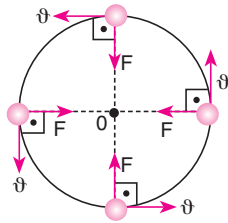


Vantilatörün, dönme dolabın, çamaşır makinesinin tamburunun, uçağın pervanesinin yaptığı hareket çembersel harekettir.

Dikkate Al

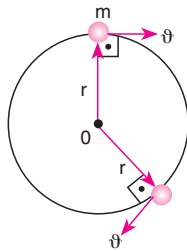
Cisimlerin düzgün çembersel hareket yapabilmeleri için sabit bir F kuvvetinin cismin hızına dik olması gerekir. Kuvvet hızı dik olduğu için iş yapmaz. Sadece cismin yönünü değiştirir.

Bu durumda cismin kinetik enerjisi değişmezken hızı vektörel olarak değişir.



Dikkate Al

Çembersel hareket yapan cismi çemberin merkezine birleştiren vektöre konum vektörü denir. Konum vektörünün yönü çemberin merkezinden cisme doğrudur. Konum vektörü cismin hız vektörüne diktir.



Periyot (T): Çembersel hareket yapan bir cismin bir tam turunu tamamlaması için geçen süreye **periyot** denir. Periyot T harfi ile gösterilir. Birimi saniyedir.

✓ Periyodun büyük olması cismin yavaş dönmesi demektir.

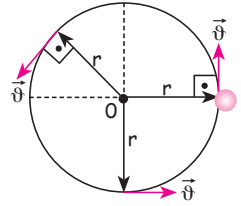
Frekans (f): Düzgün çembersel hareket yapan bir cismin bir saniyede attığı tur sayısına **frekans** denir. Frekans f harfi ile gösterilir. Birimi saniye⁻¹ ya da Hertz'dir.

✓ Frekansın büyük olması cismin hızlı dönmesi demektir.

✓ Periyot ve frekans arasında;

$$T \cdot f = 1$$

Çizgisel Hız: Düzgün çembersel hareket yapan bir cismin birim zamanda aldığı yola çizgisel hız denir. Çizgisel hız daima yörüngeye teğet ve yarıçap vektörüne diktir.



Çizgisel hız ϑ ile gösterilir.

Çizgisel hız vektörel bir büyüklüktür. SI sisteminde birimi m/s'dir.

Düzgün çembersel hareket yapan cismin çizgisel hızının büyüklüğü;

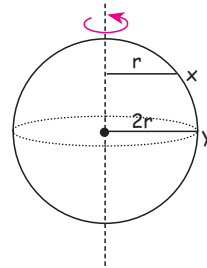
$$\vartheta = \frac{2\pi}{T}$$

ya da

$$\vartheta = 2\pi f$$

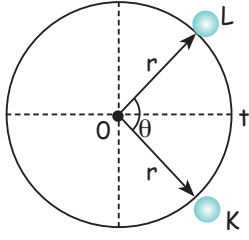
ile bulunur.

Çembersel hareket yapan cisimlerin periyotları dolayısıyla frekansları eşitse çizgisel hızları yarıçapları ile orantılıdır.



Şekildeki dönmekte olan küre üzerindeki x ve y noktalarının hızları için $\vartheta_x = \vartheta$ ise $\vartheta_y = 2\vartheta$ olur.

Açısal Hız



Düzgün çem-bersel hareket yapan bir cismin yarıçap vektörünün birim zamanda taradığı açıya açısal hız denir. Açısal hız w ile gösterilir.

✓ Açısal hız birimi radyan / saniyedir.

Açısal hız:

$$w = \frac{2\pi}{T}$$

ya da

$$w = 2\pi f$$

ile bulunur.

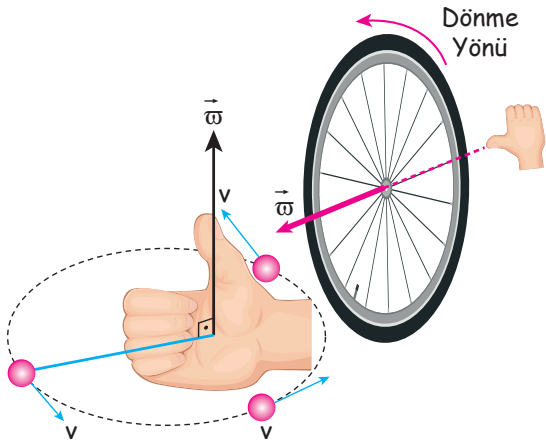
✓ Düzgün çem-bersel hareket yapan bir cismin açısal hızı sabittir.

✓ Çizgisel hız ile açısal hız arasında

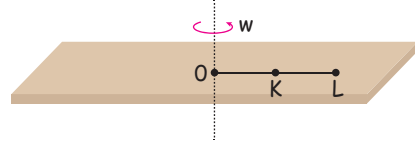
$$\vartheta = w \cdot r$$

bağıntısı vardır.

✓ Açısal hız vektörel bir büyüklüktür ve yönü sağ el kuralına göre bulunur. Sağ elin dört parmağı dönme yönünü gösterecek şekilde tutulduğunda yana açılan baş parmak açısal hızın yönünü gösterir.

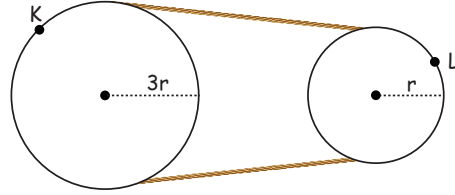


Dikkate Al



Yatay bir zeminde, O noktasında geçen eksen etrafında döndürülen bir ipin K ve L noktalarına konulan cisimlerin periyotları, frekansları ve açısal hızları eşittir. Ancak L'nin çizgisel hızı K'nın çizgisel hızından büyüktür.

Dikkate Al



Şekildeki gibi birbirine kayışla bağlanmış makara sistemlerinde K noktasının çizgisel hızı L noktasının çizgisel hızına eşittir. $\vartheta_K = \vartheta_L$ 'dir.

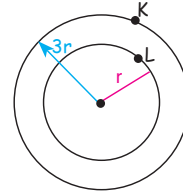
$$\vartheta = wr \text{ i } w = \frac{\vartheta}{r} \text{ 'dir.}$$

$$w_K = \frac{\vartheta}{3r} \quad w_L = \frac{\vartheta}{r} \text{ olduğuna göre}$$

$$w_L = 3w_K \text{ olur.}$$

Makaraların tur sayıları, açısal hızlarını verir.

Dikkate Al



Şekildeki gibi eş merkezli K ve L makaralarının tur sayıları birbirine eşittir. Bu yüzden açısal hızları aynıdır.

$$w_K = w_L$$

Çizgisel hızları ise $W = w \cdot r$ olduğundan

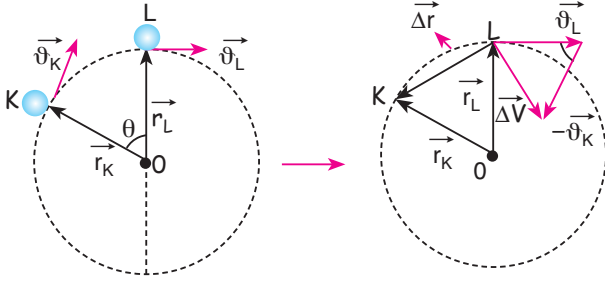
$$w_K = w \cdot 3r = 3\vartheta,$$

$$w_L = w \cdot r = \vartheta$$

olur.

Merkezcil İvme: Düzgün çembersel hareket yapan cismin hızının büyüklüğü değişmede hızın yönü sürekli değişir. Hızdaki bu değişim merkeze doğru bir ivme oluşturur.

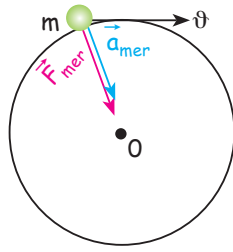
Hız değişimi sonucunda oluşan ivmeye merkezcil ivme denir. Merkezcil ivme birimi m/s^2 dir.



Merkezcil ivmenin büyüklüğü;

$$a_{\text{merkezcil}} = \frac{v^2}{r} \text{ ya da } a_{\text{merkezcil}} = \omega^2 \cdot r \text{ ile bulunur.}$$

Merkezcil Kuvvet



Düzgün çembersel hareket yapan cismin yörüngede kalmasını sağlayan kuvvete merkezcil kuvvet denir.

Diğer bir deyişle, merkezcil ivmeyi oluşturan kuvvete merkezcil kuvvet denir.

Dikkate Al

Merkezcil kuvvet merkezcil ivme ile aynı yönlü ve merkeze doğrudur. Merkezcil kuvvet her zaman çizgisel hıza diktir.

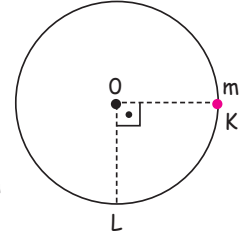
Merkezcil kuvvet;

$$F_{\text{merkezcil}} = \frac{m v^2}{r} \text{ ya da } F_{\text{merkezcil}} = m \omega^2 r$$

ile bulunur.

Örnek Soru

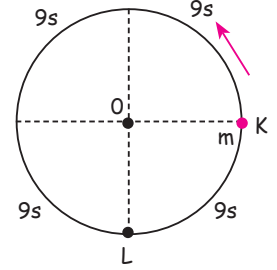
O merkezli çembersel yörüngede düzgün çembersel hareket yapan bir cisim K noktasından L noktasına 9 saniyede geliyor.



Buna göre bu hareketlinin frekansı kaç saniyede gelir?

Biz Çözdük

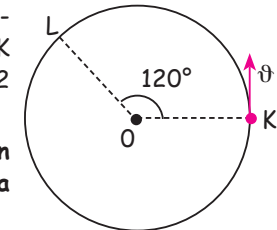
Cisim K'dan L'ye 9 saniyede geldiğine göre 1 tam tur 36 saniyede atar. Cismin periyodu $T = 12$ saniye olur. Cismin frekansı,



$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{12} \text{ s}^{-1} \text{ olur.}$$

Örnek Soru

ω hızı ile düzgün çembersel hareket yapan cisim K noktasından L noktasına 2 saniyede gelmektedir.



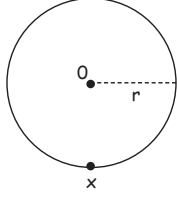
Çembersel yörüngenin yarıçapı 2 m olduğuna göre,

- Cismin çizgisel hızının büyüklüğü kaç m/s 'dir?
- Cismin açısal hızı kaç rad/s 'dir? ($\pi = 3$)

Sen Çöz 1

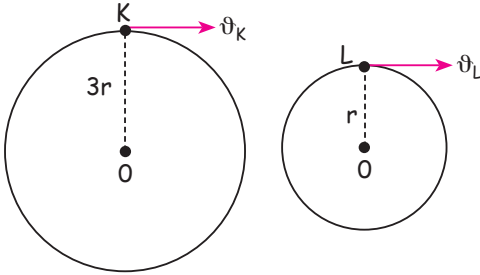
Örnek Soru

O noktası etrafında düzgün çembersel hareket yapan bir cisim x noktasında iken cisme etki eden konum merkezci ivme ve merkezci kuvvet vektörlerini gösteriniz.



Sen Çöz 2

Örnek Soru

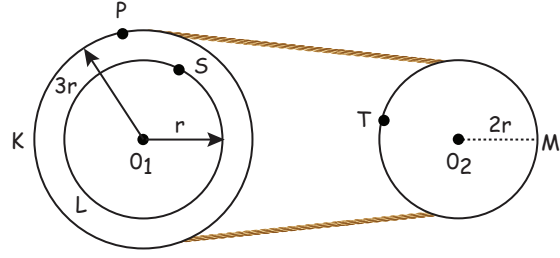


Kütleleri sırasıyla m ve 3m olan K ve L cisimlerinin frekansları arasındaki ilişki $f_K = 2f_L$ 'dir.

Buna göre cisimlere etki eden merkezci kuvvetlerin oranı nedir? ($\pi = 3$ alınız.)

Sen Çöz 3

Örnek Soru



Şekildeki düzenekte K ve L kasnakları eş merkezli K kasnağı M kasnağına kayışla bağlıdır.

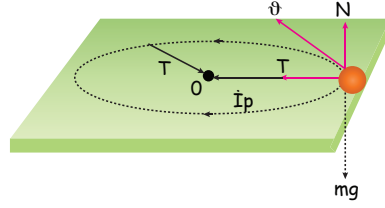
Kasnakların yarıçapları sırasıyla 3r, r ve 2r olduğuna göre;

- Kasnaklar üzerindeki P, S ve T noktalarının çizgisel hızları arasındaki ilişki nedir?
- P, S, T noktalarının açısal hızları arasındaki ilişki nedir?
- S noktasının açısal ivmesinin, T noktasının açısal ivmesine oranı $\frac{a_S}{a_T}$ nedir?

Sen Çöz 4

YATAY DÜZLEMDE DÜZGÜN ÇEMBERSEL HAREKET

Sürtünmesiz yatay düzlemde bir ipin ucuna bağlanmış cisim düzgün çembersel hareket yaparken cismin ağırlığı, yatay düzlem tarafından tepki kuvveti ile dengelenir. Cismi yörüngede tutan kuvvet ipteki gerilme kuvvetidir.



✓ İpteki gerilme kuvveti her noktada aynıdır ve büyüklüğü;

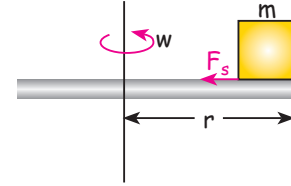
$$T_{ip} = F_{\text{merkezci}} = \frac{m\omega^2}{r} = m\omega^2 r \text{ ile bulunur.}$$

Unutma!

Sürtünlü bir düzlemde, düzlem ile birlikte dönen bir cisme etki eden merkezci kuvvet sürtünme kuvveti kadardır.

$$F_s = F_{\text{merkezci}}$$

$$kmg = m\omega^2 \cdot r = \frac{m\omega^2}{r}$$



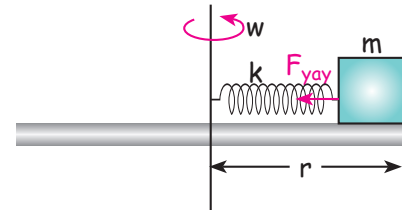
Unutma!

Sürtünmesiz düzlem üzerinde bir yay ucuna bağlanmış m kütleli cisim düzlem ile birlikte dönerken cisme etki eden merkezci kuvvet yayı geren kuvvet kadardır.

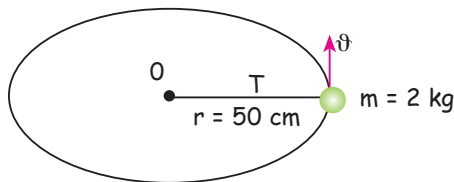
Yay denge konumundan x kadar uzamış ise

$$F_{\text{yay}} = F_{\text{merkezci}}$$

$$kx = \frac{m\omega^2}{r} = m\omega^2 r \text{ dir.}$$



Örnek Soru



Sürtünmesi önemsiz yatay düzlemde, 50 cm uzunluğundaki ipin ucuna bağlanmış 2 kg kütleli cisim 6 saniye periyotla düzgün çembersel hareket yapmaktadır.

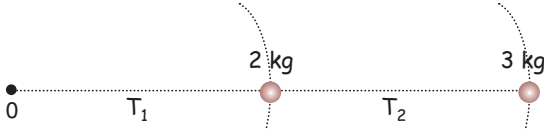
Buna göre ipteki gerilme kuvveti kaç N'dur? ($\pi = 3$ alınız.)

Biz Çözdük

$$\omega = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 0,5}{6} = \frac{1}{2} \text{ m/s}$$

$$T = F_{\text{mer}} = \frac{m\omega^2}{r} = \frac{2 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^2}{0,5} = \frac{2 \cdot \frac{1}{4}}{\frac{1}{2}} = 1 \text{ N olur.}$$

Örnek Soru



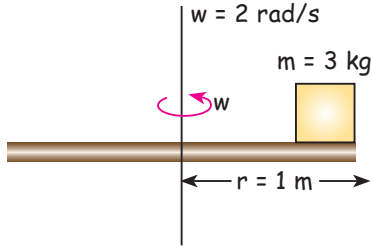
Bir ipin ucuna ve ortasına bağlanmış 3 kg ve 2 kg kütleli cisimler O noktası etrafında düzgün çembersel hareket yapıyor.

Buna göre iplerde oluşan gerilme kuvvetleri arasındaki oran $\frac{T_1}{T_2}$ nedir?

Sen Çöz 5

Örnek Soru

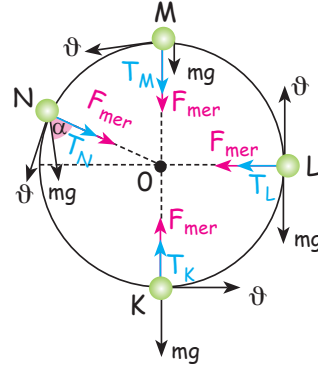
Kütlesi 3 kg olan bir cisim düşey eksen çevresinde 2 rad/s'lik açısal hızla dönen kalas ile birlikte dönmektedir.



Buna göre cisim ile kalas arasındaki statik sürtünme kuvveti kaç N'dur? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

Sen Çöz 6

DÜŞEY DÜZLEMDE DÜZGÜN ÇEMBERSSEL HAREKET



Bir ipin ucuna bağlanmış m kütleli cisim düşey düzlemde düzgün çembersel hareket yaparken cismin ağırlığı ip gerilmesini etkiler.

Cisim düşey düzlemde hareket etmesine rağmen düzgün çembersel hareket yaptığı için bütün noktalarda çizgisel hızlar eşittir ve cisme etki eden merkezciil kuvvet

$$F_{\text{merkezciil}} = \frac{m\vartheta^2}{r} \text{ kadardır.}$$

K, L, M, N noktalarındaki ip gerilmeleri

$$T_K = mg + \frac{m\vartheta^2}{r}$$

$$T_L = \frac{m\vartheta^2}{r}$$

$$T_M = \frac{m\vartheta^2}{r} - mg$$

$$T_N = \frac{m\vartheta^2}{r} - mg \cos \alpha$$

Unutma!

Düşey düzlemde düzgün çembersel hareket yapan bir cisim için yörüngenin en üst noktasında (M noktası) ip gerilmesi en küçük, yörüngesinin en alt noktasında (K) ip gerilmesi en büyük değerini alır.

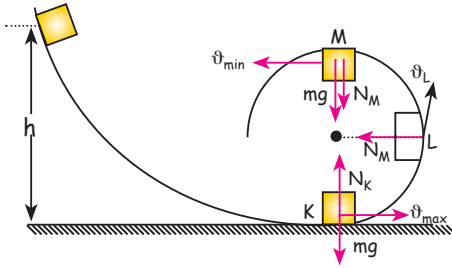
Unutma!

Düşey düzlemde düzgün çembersel hareket yapan bir cisim ip koptuğu anda sahip olduğu hız vektörü yönünde atış hareketi yapar.

Örneğin ip K noktasında koparsa cisim yatış atış, L noktasında koparsa düşey yukarı doğru atış hareketi yapar.

DÜZGÜN OLMAYAN DÜŞEY DÜZLEMDE ÇEMBERSEL HAREKET

Sürtünmesiz rayın h kadar yükseğinden serbest bırakılan cismin çembersel rayın her bir noktasından



geçerken hızı değişir. Çembersel yörüngede, cismin hızı K noktasında en büyük M noktasında en küçük değerindedir.

K, L, M noktalarından cisme ray tarafından uygulanan tepki kuvvetleri aşağıdaki gibidir.

$$\left. \begin{aligned} N_K &= mg + m \frac{v_K^2}{r} \\ N_L &= m \frac{v_L^2}{r} \\ N_M &= m \frac{v_M^2}{r} - mg \end{aligned} \right\} \begin{aligned} N_K, N_L, N_M &= \text{Rayın K, L, M noktalarından cisme tepkisi} \\ mg &= \text{Cismin ağırlığı} \\ v_K, v_L, v_M &= \text{Cismin K, L, M noktalarından geçerken hızları} \\ r &= \text{Çembersel rayın yarıçapı} \end{aligned}$$

Unutma!

Cisim, çembersel rayın en üst noktasından ancak geçebiliyor denildiğinde, en üst noktadaki rayın cisme uyguladığı tepki kuvveti sıfır demektir.

Unutma!

Cisim çembersel raydan düşmeden hareketine devam edebilmesi için M noktasındaki en küçük hız değeri

$$\boxed{v_{\min}^2 = g \cdot r} \text{ kadar olmalıdır.}$$

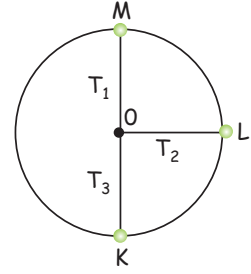
Unutma!

Cismin düşmeden geçebilmesi için h yüksekliğinin r cinsinden değeri bulunurken; M noktasında tepki kuvveti sıfır alınıp $\frac{mv^2}{r} = mg$ eşitliğinin yanı sıra enerjinin korunumu eşitliğide yazılmalıdır.

Örnek Soru

Bir ipin ucuna bağlanmış m kütleli bir cisim düşey düzlemde düzgün çembersel hareket yaptırılıyor.

Cisim K, L ve M noktalarından geçerken ipteki oluşan gerilmeleri T_K , T_L ve T_M arasındaki ilişki nedir?



Biz Çözdük

Cisim L noktasında iken ipteki gerilme kuvveti merkezciil kuvvet kadardır.

$$T_L = F_{\text{merkezciil}}$$

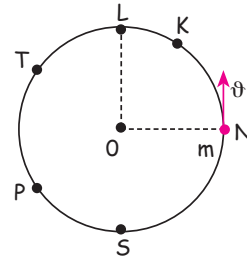
Cisim K noktasından geçerken ipteki gerilme kuvveti $T_K - mg = F_{\text{mer}}$ $T_K = F_{\text{mer}} + mg$ kadardır.

Cisim M noktasından geçerken ipteki gerilme kuvveti $F_{\text{mer}} = T_M + mg$ $T_M = F_{\text{mer}} - mg$ kadardır.

İp gerilmeleri arasında

$$T_K > T_L > T_M \text{ ilişkisi vardır.}$$

Örnek Soru



m kütleli bir cisim ipin ucuna bağlanarak düşey düzlemde düzgün çembersel hareket yaptırılıyor.

İp hangi noktada koparsa cisim eğik atış hareketi yapar?

Sen Çöz 7

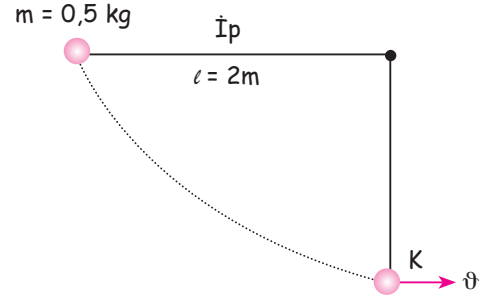


Örnek Soru

2 m uzunluğundaki bir ipin ucuna kütlesi 0,5 kg olan bir cisim asılarak serbest bırakılıyor.

Cisim K noktasından geçerken ipte oluşan gerilme kuvveti kaç N olur?

(Sürtünmeler önemsizdir. $g = 10 \text{ m/s}^2$)

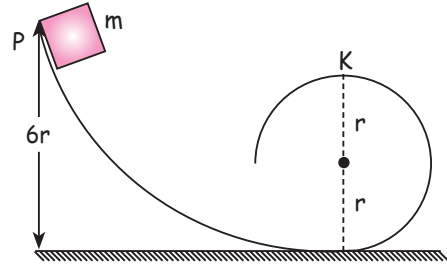


Sen Çöz 8



Örnek Soru

Sürtünmesiz rayın P noktasından bir cisim serbest bırakılıyor. Cisim K noktasından geçerken rayın cisme uyguladığı tepki kuvveti kaç mg 'dir?



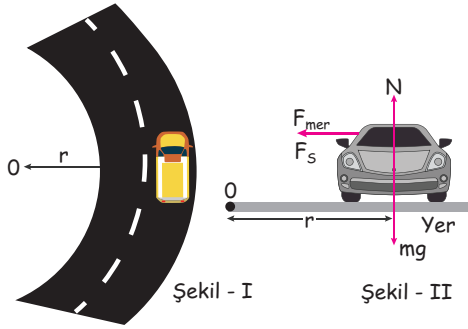
Sen Çöz 9

● Sürtüneli Yatay Viraj

Cisimlerin yatay virajları emniyetle dönebilmeleri için sürtünme kuvvetine ihtiyaç vardır.



Yatay ve yarıçapı r olan bir viraja sabit ϑ hızı ile giren arabanın virajı güvenle geçebilmesi için merkezci kuvvetin sürtünme kuvvetine eşit olması gerekir.



Arabanın yatay virajı emniyetle dönebilmesi için maksimum hızı;

$F_{mer} = F_s$ eşitliğinden yararlanılarak bulunur.

$$\mu \frac{\vartheta^2}{r} = k \cdot \mu \cdot g \quad \boxed{v = \sqrt{r \cdot k \cdot g}} \text{ dir.}$$

● Eğimli Viraj

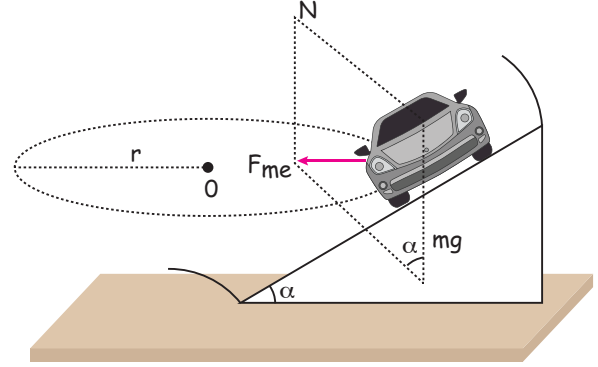


Yağışlı havalarda sürtünme katsayısı azalır. Bunun dışında bazı dış etkenler nedeniyle sürtünme kuvveti azalabilir.

Araçların virajları güvenle dönmeleri için yollara virajın içine doğru eğim verilir.

Eğimli virajlarda cismin ağırlığı ve yolun tepki kuvvetinin bileşkesi merkezci kuvveti verir.

$$\text{Buna göre;} \quad \tan \alpha = \frac{F_m}{mg} = \frac{\mu \vartheta^2}{\mu g} \text{ ise } \boxed{\vartheta^2 = g \cdot r \cdot \tan \alpha} \text{ dir.}$$



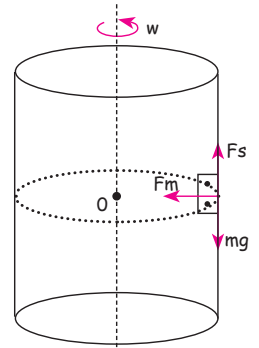
● Dönen Silindir

Bir silindir içindeki m kütleli cismin düşmeden dolaşabilmesi için cisim ile silindir arasındaki sürtünme kuvvetinin bileşkesi merkezci kuvveti verir.

$$F_s \geq mg$$

$$k/m \frac{\vartheta^2}{r} \geq \mu \cdot g$$

$$\boxed{\vartheta \geq \sqrt{\frac{r \cdot g}{k}}}$$



F_s = Sürtünme kuvveti
 F_m = Merkezci kuvvet

ÇİTA YAYINLARI

Unutma!

Cismin kaymadan dolanması için en küçük hız istendiğinde eşitlik durumu alınmalıdır.

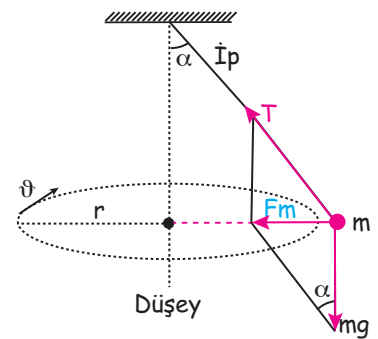
Unutma!

Silindir içinde dönen cismin hızı cismin kütlesine bağlı değildir.

● Konik Sarkaç

Tavana bağlanmış bir ipin ucundaki m kütleli cismin yatay düzlemde v çizgisel hızı ile düzgün çembersel hareket yapmasına konik sarkaç denir.

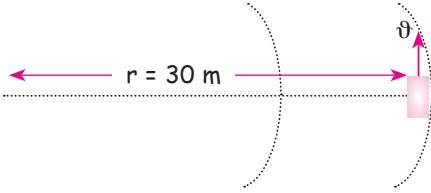
İpteki T gerilmesi ile cismin ağırlığının bileşkesi merkezci kuvveti verir.



$$\tan \alpha = \frac{F_m}{mg} = \frac{m\vartheta^2}{r} = \frac{\vartheta^2}{rg}$$

F_m = Merkezci kuvvet
 T = İpteki gerilme kuvveti

Örnek Soru



Sürtünme katsayısının 0,5 olduğu yatay viraja giren aracın emniyetli bir biçimde virajı alabilmesi için hızının maksimum değeri ne olmalıdır? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

Biz Çözdük

Sürtünme kuvveti merkezkaç kuvvete eşit yada küçük olduğu durumlarda araç emniyetle virajı alabilir.

$$F_s = F_{\text{mer}}$$

$$k\mu g = \frac{v\vartheta^2}{r}$$

$$0,5 \cdot 10 = \frac{\vartheta^2}{30} \Rightarrow \vartheta^2 = 150$$

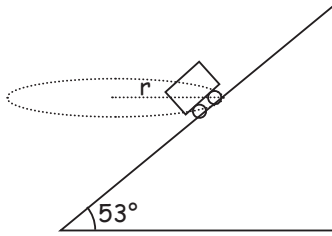
$$\vartheta = 5\sqrt{6} \text{ m/s}$$

Örnek Soru

Şekildeki sürtünmesiz eğimli virajın yarıçapı 30 m'dir.

Buna göre bir aracın virajı emniyetle dönebileceği maksimum hız büyüklüğü kaç m/s'dir?

($g = 10 \text{ m/s}^2$)

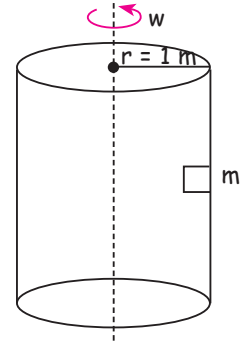


Sen Çöz 10

Örnek Soru

Yarıçapı 1 m olan silindirin içine konulmuş m kütleli cisim silindir ile birlikte dönebilmektedir.

Silindir 2 rad/s açısal hız ile döndüğüne göre cisim ile silindir yüzeyi arasındaki sürtünme katsayısı nedir? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)



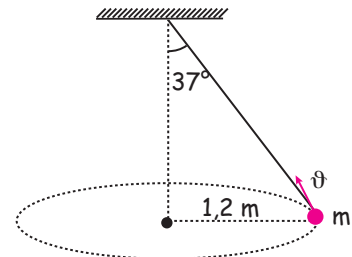
Sen Çöz 11

Örnek Soru

Tavana bağlanmış bir ipin ucuna bağlanmış m kütleli cisim şekildedeki gibi düzgün çembersel hareket yapıyor.

Yörünge yarıçapı 1,2 m olduğuna göre cismin çizgisel hızı kaç m/s'dir?

($g = 10 \text{ m/s}^2$ $\sin 37^\circ = 0,6$, $\cos 37^\circ = 0,8$)



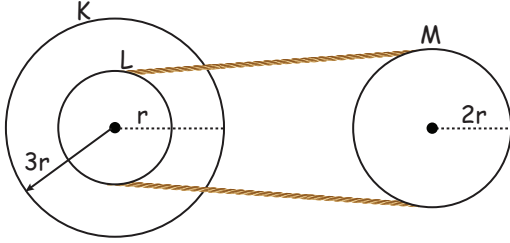
Sen Çöz 12

1. Düzgün çembersel hareket yapan bir cisim 5'de 15 tur atıyor.

Buna göre bu cismin periyodu kaç s'dir?

- A) $\frac{1}{5}$ B) $\frac{1}{3}$ C) 5 D) 3 E) 1

2.

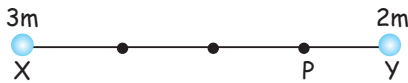


Şekildeki K ve L kasnakları merkezlerinden perçinli, L ve M kasnakları kayışla birbirine bağlanmıştır.

K kasnağının çizgisel hızı ϑ_K , L kasnağının çizgisel hızı ϑ_L , M kasnağının çizgisel hızı ϑ_M ise, ϑ_K , ϑ_L ve ϑ_M arasındaki ilişki nedir?

- A) $\vartheta_K > \vartheta_L = \vartheta_M$ B) $\vartheta_L = \vartheta_K > \vartheta_M$
C) $\vartheta_K = \vartheta_L = \vartheta_M$ D) $\vartheta_M > \vartheta_K > \vartheta_L$
E) $\vartheta_M > \vartheta_K = \vartheta_L$

3.



3m ve 2m kütleli X ve Y cisimleri ağırlığı önemsenmeyen bir çubuğun uçlarına şekildeki gibi bağlanmıştır.

Sistem P noktasından geçen düşey eksen etrafında yatay düzlemde serbestçe dönüyor.

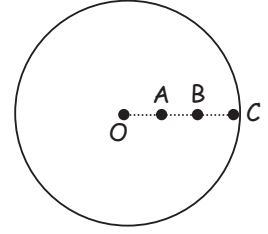
Buna göre;

- I. X ve Y cisminin çizgisel hızları eşittir.
II. X ve Y cisimlerinin açısal hızları eşittir.
III. X cismine etki eden merkezci kuvvet Y cismine etki eden merkezci kuvvetten büyüktür.

yukarıdaki yargılardan hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I, II ve III E) II ve III

4. Şekildeki dairesel levha merkezinden geçen eksen etrafında dönmektedir.

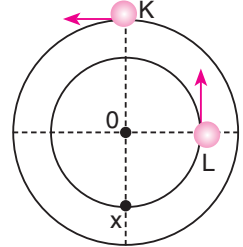


A noktasının açısal hızı w_A , B noktasının açısal hızı w_B , C noktasının açısal hızı w_C ise w_A , w_B , w_C arasındaki ilişki nedir?

- A) $w_C > w_B > w_A$ B) $w_A > w_B > w_C$
C) $w_A = w_B = w_C$ D) $w_A = w_B > w_C$
E) $w_C > w_A = w_B$

5.

Ornoktası etrafında düzgün çembersel hareket yapan K ve L cisimleri gösterilen yönlere aynı anda harekete başlıyorlar.

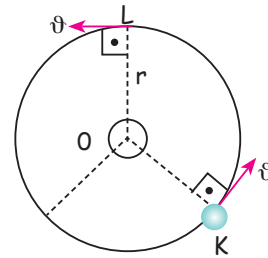


t süre sonra K cismi aynı noktaya geldiğinde L cisimi x noktasından geçiyor.

K cisminin periyodu T_K , L cisminin periyodu T_L ise, $\frac{T_K}{T_L}$ oranı nedir?

- A) 1 B) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{1}{4}$ D) $\frac{3}{4}$ E) $\frac{3}{2}$

6.

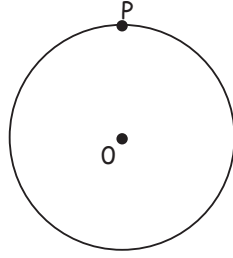


r yarıçaplı çembersel hareket yapan cismin çizgisel hızı ϑ periyodu T'dir.

Cisim K noktasından L noktasına geldiğinde ortalama ivmesi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $\frac{\vartheta}{T}$ B) $\frac{2\vartheta}{T}$ C) $\frac{\sqrt{2}\vartheta}{T}$ D) $\frac{3\sqrt{3}\vartheta}{T}$ E) $\frac{\sqrt{2}\vartheta}{2T}$

7.



O noktası etrafında düzgün çembersel hareket yapan cisim P noktasına geldiği zaman konum vektörü, ivme vektörü ile merkezci kuvvet vektörü nasıldır?

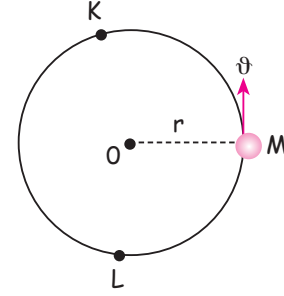
- A) B)
- C) D)
- E)

8. Çembersel bir yörüngede dakikada 180 tur atan bir hareketlinin açısal hızı kaç rad/s'dir?

($\pi = 3$ alınız.)

- A) 12 B) 13 C) 16 D) 17 E) 18

9.



m kütleli cisim şekildeki gibi r yarıçaplı yörüngede düzgün çembersel hareket yapıyor.

Buna göre;

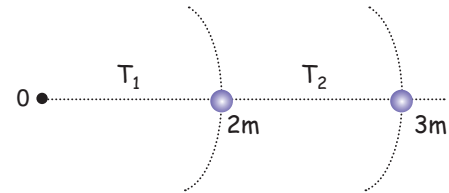
- I. Cismin K noktasındaki çizgisel hızı L noktasındaki çizgisel hızına eşittir.
 II. Cismin K noktasındaki merkezci ivmesinin büyüklüğü L noktasındaki merkezci ivmesinin büyüklüğüne eşittir.
 III. Cismin K noktasındaki çizgisel hızı ve açısal hızı birbirine eşittir.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
 D) I ve II E) I, II ve III

ÇİTA YAYINLARI

10.

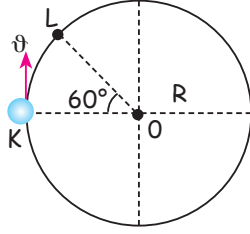


l uzunluğundaki bir ipin tam ortasına ve ucuna 2m ve 3m kütleli cisimler yerleştirilerek şekildeki gibi yatay düzlemde çembersel hareket yaptırılıyor.

Buna göre ipte oluşan gerilme kuvvetlerinin oranı $\frac{T_1}{T_2}$ nedir?

- A) $\frac{2}{3}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{4}{3}$ D) $\frac{3}{4}$ E) 2

1.



R yarıçapı çembersel yörüngede sabit ϑ çizgisel hızı ile K noktasından harekete başlayan bir cisim 7 saniye sonra L noktasından 2. kez geçiyor.

Buna göre cismin frekansı kaç hertz'dir?

- A) $\frac{1}{7}$ B) $\frac{1}{6}$ C) $\frac{1}{10}$ D) 1 E) 2

2.

Bir çamaşır makinesinin kazanı dakikada 1800 devir yapmaktadır.

Buna göre kazanın frekansı kaç s^{-1} 'dir?

- A) 30 B) 25 C) 20 D) 15 E) 10

3.

Yatay düzlemde düzgün çembersel hareket yapan bir cisim için,

I. Çizgisel hızı sabittir.

II. İvmesi sabittir.

III. Sürati sabittir.

Yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) II ve III E) I ve III

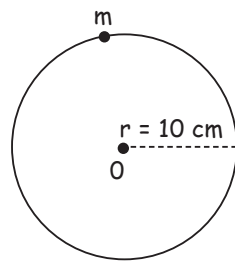
4.

Yarıçaplı 10 cm olan çembersel yörüngede düzgün çembersel hareket yapan bir cismin periyodu 6 saniyedir.

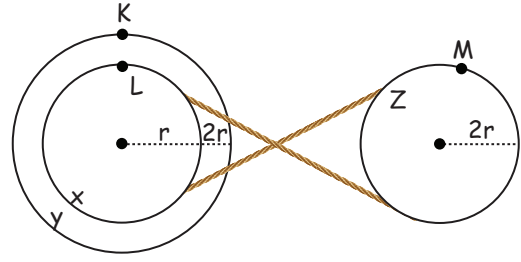
Buna göre cismin çizgisel sürati kaç m/s olur?

($\pi = 3$)

- A) 0,5 B) 0,4 C) 0,3 D) 0,2 E) 0,1



5.

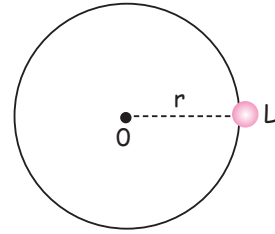


Yarıçapları sırasıyla r, 3r ve 2r olan x, y, z kasnaklarından x ve y eş merkezli ve merkezlerinden geçen eksen etrafında dönebilmektedir.

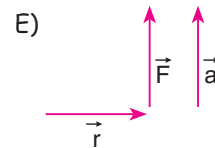
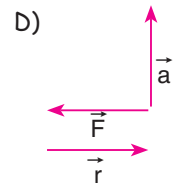
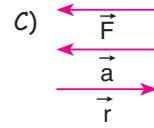
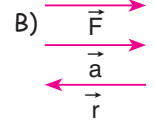
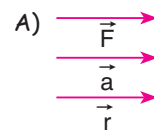
Sistem sabit süratle döndürüldüğüne göre K, L, M noktalarının açısal hızlarının büyüklükleri arasındaki ilişki nedir?

- A) $w_K > w_M > w_L$ B) $w_L = w_M > w_K$
C) $w_K = w_L > w_M$ D) $w_M > w_K = w_L$
E) $w_K = w_L = w_M$

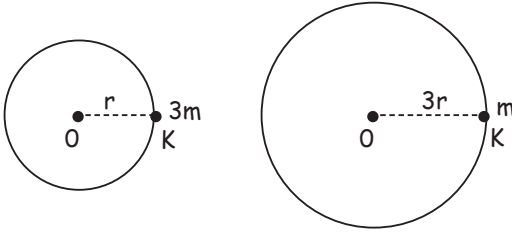
6.



O merkezli r yarıçaplı yörüngede düzgün çembersel hareket yapan bir cisme L noktasında etki eden merkezci kuvvet (\vec{F}) merkezci ivme (\vec{a}) ve konum vektörü (\vec{r}) aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?



7.



Kütleleri $3m$ ve m olan K ve L cisimleri sürtünmesiz yatay düzlemde düzgün çembersel hareket yapmaktadır.

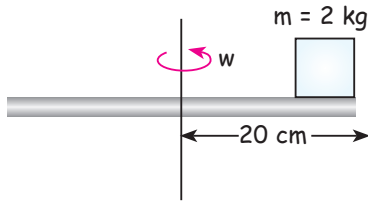
Cisimlerin frekansları eşit olduğuna göre,

- I. K ve L'nin açısal hızları eşittir.
- II. K ve L'nin süratleri eşittir.
- III. K ve L'ye etki eden merkezci kuvvetler eşittir.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) I, II ve III
- E) I ve III

8.



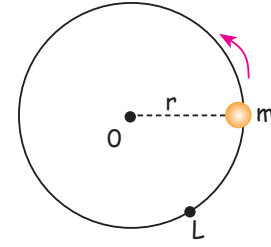
Ağırlığı önemsiz bir kalas üzerine konulmuş 2 kg kütleli bir cisim şekildeki gibi kalasla birlikte w açısal hızı ile kaymadan dönmektedir.

Yüzey ile cisim arasındaki sürtünme katsayısı $0,5$ cismin dönme eksenine uzaklığı 20 cm olduğuna göre kalasın açısal hızı w kaç rad/saniyedir?

($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- A) 5
- B) 4
- C) 3
- D) 2
- E) 1

9.



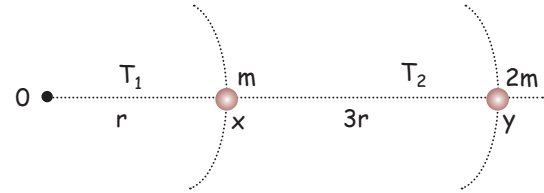
Bir ipin ucuna bağlanmış m kütleli cisim düşey düzlemde şekildeki gibi döndürülüyor.

Cisim L noktasına geldiğinde ip koparsa cismin hareketi ile ilgili olarak ne söylenebilir?

- A) Serbest düşme
- B) Eğik atış
- C) Yatay atış
- D) Aşağıdan yukarıya düşey atış
- E) Pike atışı

ÇİTA YAYINLARI

10.

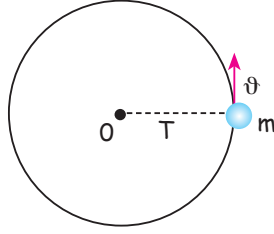


Kütleleri m ve $2m$ olan x ve y cisimleri $4r$ uzunluğundaki ipe şekildeki gibi sabitlenerek O noktası etrafında sürtünmesiz yatay düzlemede düzgün çembersel hareket yaptırılıyor.

Buna göre iplerdeki gerilmeler oranı $\frac{T_1}{T_2}$ nedir?

- A) 1
- B) $\frac{1}{2}$
- C) $\frac{1}{3}$
- D) $\frac{9}{8}$
- E) $\frac{4}{3}$

1. Şekildeki gibi uzunluğu 50 cm olan ipin ucuna bağlanmış 1 kg kütleli cisim yatay ve sürtünmesiz düzlemde 6 saniye periyotla düzgün çembersel hareket yapıyor.

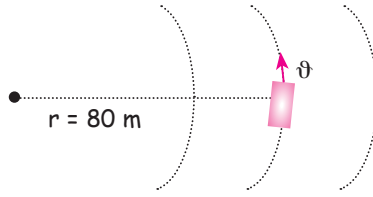


Buna göre ipteki gerilme kuvveti kaç Newton'dur?

($\pi = 3$)

- A) 1,5 B) 0,8 C) 0,5 D) 0,4 E) 0,1

- 2.



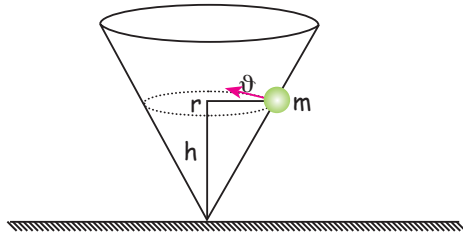
Sürtünme katsayısının 0,5 olduğu yarıçapı 80 m olan yatay viraja v hızı ile şekildeki gibi bir araç giriyor.

Aracın emniyetle virajı dönebilmesi için v hızının en büyük değeri kaç km/h olmalıdır?

($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- A) 20 B) 35 C) 40 D) 72 E) 80

- 3.

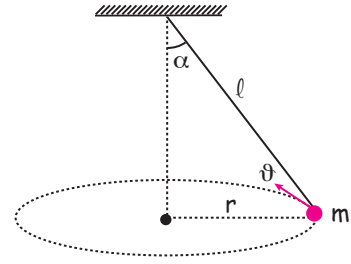


Sürtünmesiz koni biçimli bir yolda şekildeki gibi r yarıçaplı yörüngede dönmekte olan m kütleli cisme etki eden net kuvvetin büyüklüğü F, cismin yüzeye uyguladığı tepki kuvveti N'dir.

Cismin sürati azaltılarak yine sabit süratle düzgün çembersel hareket yaptırılırsa N ve F nasıl değişir? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- | | <u>F</u> | <u>N</u> |
|----|----------|----------|
| A) | Azalar | Artar |
| B) | Azalar | Azalar |
| C) | Artar | Artar |
| D) | Değişmez | Azalar |
| E) | Değişmez | Değişmez |

- 4.



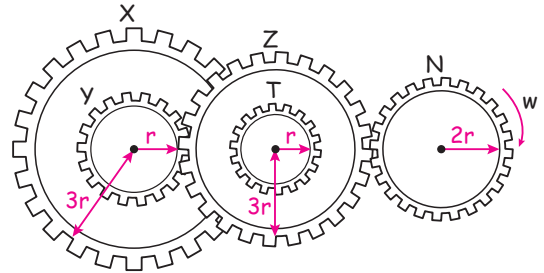
Kütlesi m olan bir cisim şekildeki gibi r yarıçaplı yörüngede yere paralel olacak şekilde sabit süratle döndürülüyor.

Buna göre cisme etki eden kuvvetler aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

- A)
- B)
- C)
- D)
- E)

ÇİTA YAYINLARI

- 5.

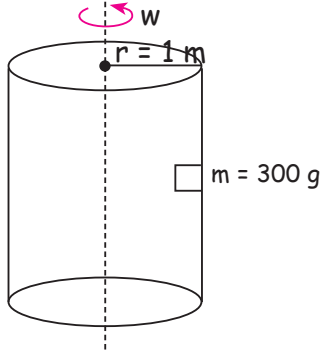


Yarıçapları sırasıyla 3r, r, 3r ve 2r olan X, Y, Z, T ve N dişlileri ile şekildeki sistem oluşturulmuştur. N dişlisi şekildeki gibi w açısal hızı ile döndürülüyor.

X dişlisinin açısal hızı w_x Z dişlisinin açısal hızı w_z ise $\frac{w_x}{w_z}$ oranı nedir?

- A) 1 B) 3 C) $\frac{1}{2}$ D) $\frac{2}{3}$ E) $\frac{3}{2}$

6.

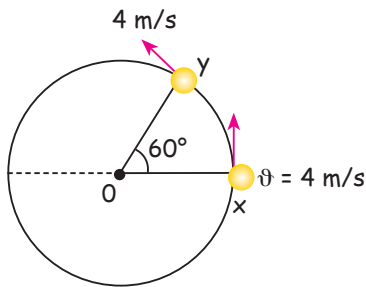


Yarıçapı 1 m olan silindir içindeki 300 g kütleli bir cisim w açısal hızı ile düşmeden silindir ile birlikte dönmektedir.

Silindirin yüzeyi ile cisim arasındaki sürtünme katsayısı 0,4 olduğuna göre silindirin açısal hızı kaç rad/s'dir? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 5 E) 7

7.



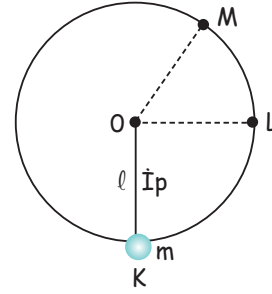
Bir ipin ucuna bağlanmış m kütleli bir cisim 24 saniyelik periyot ile şekildeki gibi 4 m/s sabit sürat ile düzgün çembersel hareket yapıyor.

Buna göre cisim x noktasından y noktasına geldiğinde ortalama ivmesi nedir?

($\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$, $\cos 60^\circ = 1/2$)

- A) 1 B) 2 C) 3 D) $\sqrt{3}$ E) $\frac{\sqrt{2}}{3}$

8.



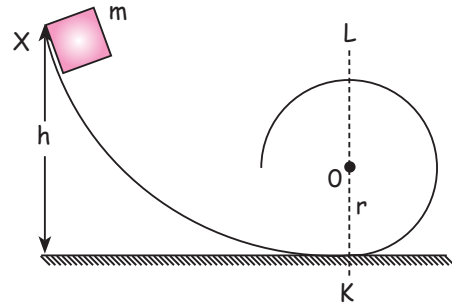
Uzunluğu l olan bir ipin ucuna bağlanan m kütleli bir cisim sürtünmesiz yatay düzlemde düzgün çembersel hareket yaptırılıyor.

Cisim K, L, M noktalarından geçerken ipte oluşan gerilme kuvvetinin büyüklüğü T_K , T_L ve T_M arasındaki ilişki nedir?

- A) $T_K > T_L > T_M$ B) $T_M > T_L > T_K$
 C) $T_L > T_K > T_M$ D) $T_K > T_M = T_L$
 E) $T_K = T_L = T_M$

ÇİTA YAYINLARI

9.



Şekildeki sürtünmesiz rayın X noktasından serbest bırakılan cisim L noktasından ancak geçebiliyor.

Buna göre;

- I. Cisim K noktasından L noktasına gelene kadar rayın tepki kuvveti artar.
 II. Cisim X noktasından bir ϑ_0 hızı ile fırlatılırsa L noktasına çıkamadan raydan ayrılır.
 III. Cismin K noktasındaki ivmesi L noktasındaki ivmesinden büyüktür.

yargılarından hangileri yanlıştır?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
 D) I ve II E) I, II ve III



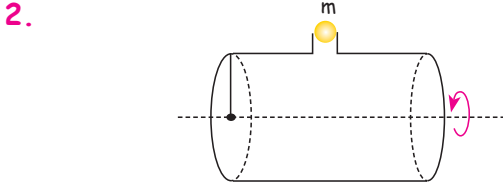
Kütleleri sırasıyla m ve $4m$ olan noktasal K ve L cisimleri ağırlıksız ve eşit bölmelendirilmiş O noktası etrafında serbestçe dönebilen bir çubuğa yapıştırılmıştır.

Cisim O noktası etrafında düzgün çembersel hareket yaptığına göre,

- I. K ve L cisimlerinin açısal hızları eşit olur.
- II. K'nın çizgisel hızı L'nin çizgisel hızından büyüktür.
- III. K'nın kinetik enerjisi L'nin kinetik enerjisinden büyük olur.

yargılarından hangileri doğrudur?

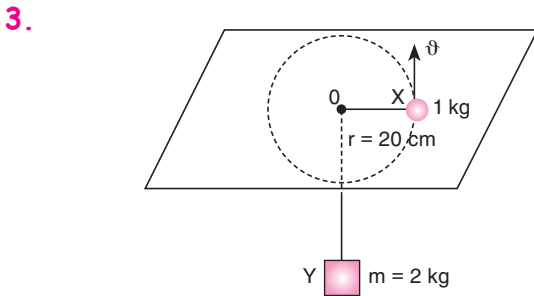
- A) I, II ve III B) I ve II C) II ve III
D) Yalnız III E) Yalnız II



Yarıçapı $0,1$ m olan silindirin açık ağzından serbest bırakılan m kütleli bir cismin silindire çarpmadan dışarı çıkabilmesi için silindirin dönme frekansı en az kaç hertz olmalıdır?

($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- A) 1 B) $\frac{3}{2}$ C) $\frac{5}{2}$ D) $\frac{4}{3}$ E) $\frac{7}{3}$



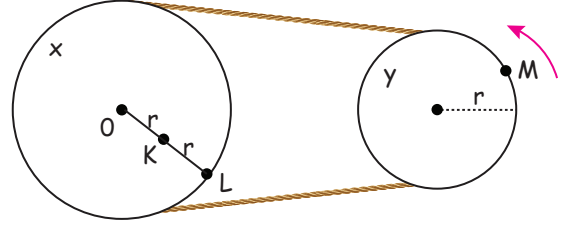
Şekildeki sürtünmesiz masa üzerinde kütlesi 1 kg olan X cismi kütlesi 2 kg olan Y cisminin masadaki delikten geçirilmiş bir ip ile bağlanmıştır.

X cismi şekildeki gibi düzgün çembersel hareket yaptığına göre Y cismi dengede kaldığına göre X cisminin sürati kaç m/s 'dir?

($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- A) 2 B) 3 C) $\frac{\sqrt{2}}{3}$ D) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ E) 1

4.



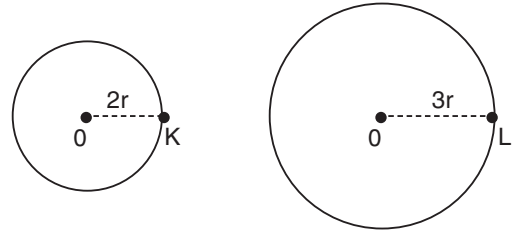
x ve y diskleri sürtünmesi önemsiz bir kayış yardımı ile birbirine bağlanmış ve y diski şekildeki gibi döndürülmektedir.

Diskler üzerindeki K, L, M noktalarının çizgisel hızlarının büyüklükleri arasındaki ilişki nedir?

- A) $\vartheta_L > \vartheta_K = \vartheta_M$ B) $\vartheta_L > \vartheta_K > \vartheta_M$
C) $\vartheta_L > \vartheta_M > \vartheta_K$ D) $\vartheta_K = \vartheta_L = \vartheta_M$
E) $\vartheta_L = \vartheta_M > \vartheta_K$

ÇİTA YAYINLARI

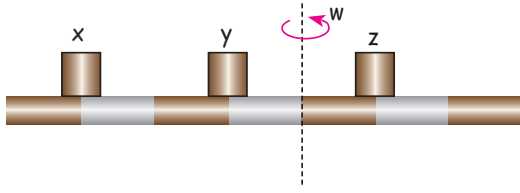
5.



$2r$ ve $3r$ yarıçaplı yörüngelerde düzgün çembersel hareket yapan K ve L cisimlerinin merkezci ivmeleri arasında $3a_K = 8a_L$ ilişkisi olduğuna göre cisimlerin frekansları oranı $\frac{f_K}{f_L}$ nedir?

- A) $\frac{2}{3}$ B) $\frac{3}{8}$ C) $\frac{8}{3}$ D) 2 E) 1

6.



Özellikleri her yerinde aynı olan sürtümlü kalas üzerindeki x, y, z cisimleri şekildeki gibi yerleştirdikten sonra kalas w açısal hızı ile döndürülüyor.

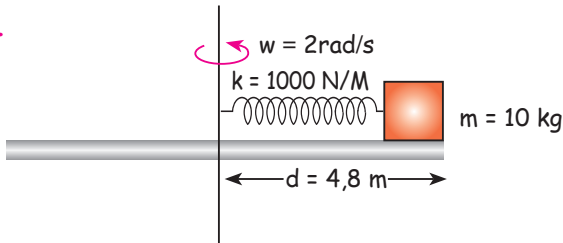
Tabla üzerindeki z cismi savrulmadığına göre;

- I. y cismi savrulmaz.
- II. x cismi dışa doğru savrulur.
- III. y cismi içe doğru savrulur.
- IV. Cisimlerin kütleleri eşittir.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

- A) I ve IV B) II ve III C) I ve III
D) I, II, III ve IV E) Yalnız I

7.

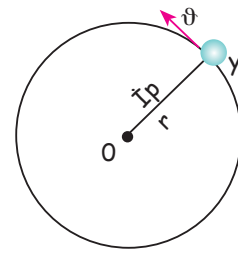


Sürtünmesiz tabla üzerinde durmakta olan 10 kg kütleli cisim tabla ile birlikte 2 rad/s hızla O eksenini etrafında dönmektedir.

Yay sabiti 1000 N/m olduğuna göre yaydaki uzama miktarı kaç cm'dir?

- A) 20 B) 12 C) 10 D) 8 E) 2

8.



m kütleli bir cisim bir ipin ucuna bağlanarak düşey düzlemde düzgün çembersel hareket yapacak şekilde döndürülüyor.

Cismin hareketi boyunca,

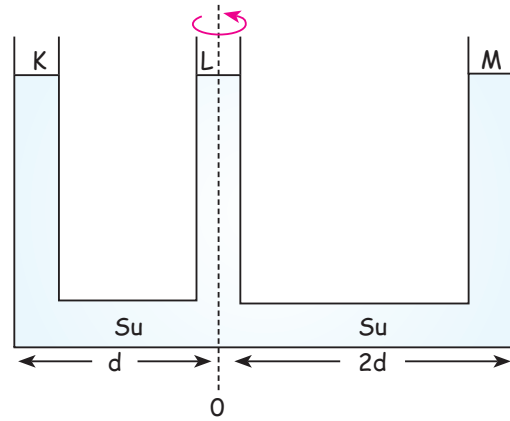
- I. Hızı
- II. Açısal hızı
- III. Kinetik enerjisi
- IV. İpteki gerilme kuvveti

niceliklerinden hangilerinin büyüklükleri değişmez? (Sürtünmeler önemsiz.)

- A) I ve III B) I, II ve III
C) I, II, III ve IV D) II, III ve IV
E) Yalnız I

ÇİTA YAYINLARI

9.



Düşey kesiti şekildeki gibi olan bir kapta K, L, M kollarında eşit yükseklikte su vardır.

Kap O eksenini etrafında w açısal hızı ile döndürüldüğünde kollarındaki su yükseklikleri h_K , h_L ve h_M olmaktadır.

Buna göre h_K , h_L ve h_M arasındaki ilişki nedir?

- A) $h_K > h_L = h_M$ B) $h_L > h_M = h_K$
C) $h_M > h_K > h_L$ D) $h_M > h_K = h_L$
E) $h_K = h_L = h_M$

DÖNME HAREKETİ



Şekil - I



Şekil - II

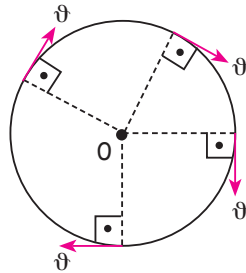


Şekil - III

Bir cisim üzerindeki bütün noktalar belirli zaman aralıklarında eşit yollar alıyorsa (Şekil - I) cisim öteleme hareketi yapıyordur. Öteleme hareketine kayma hareketi denir.

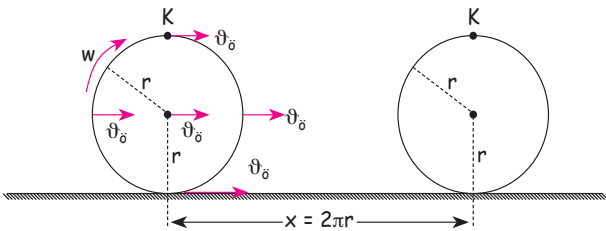
Vantilatörün pervanesi, çamaşır makinesinin kazanı rüzgar türbini, dönme dolap gibi bir eksen etrafında dönen cisimlerin yaptığı harekete (Şekil - II) dönme hareketi denir.

O merkezi etrafında dönme hareketi yapan bir cisim üzerindeki noktaların hız vektörü şekildeki gibidir.



Hareket halindeki bisiklet tekerinin, araba tekerinin yaptığı harekete dönerek öteleme hareketi ya da yuvarlama hareketi denir.

Yuvarlama hareketinde cisim hem dönme hemde öteleme hareketini birlikte yapar.



Şekildeki gibi yuvarlanan tekerleğin kütle merkezi tekerlek 1 tam tur attığında $x = 2\pi r$ kadar ötelenir.

Bu durumda kütle merkezinin öteleme hızı (ϑ_0)

$$\vartheta_0 = \frac{2\pi r}{T} = w \cdot r \text{ dir.}$$

Tekerin her noktasında öteleme hızı eşittir.

Tekerlek üstündeki K noktası, tekerlek 1 tam tur attığında $x = 2\pi r$ kadar döner. Bu durumda K noktasının dönme hızı (ϑ_D)

$$\vartheta_D = \frac{2\pi r}{T} = wr' \text{ dir.}$$

Bu durumda K noktasının anlık hızı

$$\vec{\vartheta}_K = \vec{\vartheta}_0 + \vec{\vartheta}_D \text{ ile bulunur.}$$

ÇİTA YAYINLARI

Unutma!

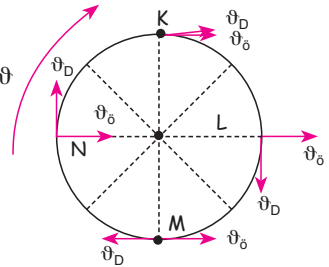
Dönerek öteleme hareketi yapan cisimler üzerindeki bir noktanın hızı, öteleme hızı ve dönme hızının bileşkesidir.

$$\vec{\vartheta}_K = \vec{\vartheta}_0 + \vec{\vartheta}_D = \vartheta + \vartheta = 2\vartheta$$

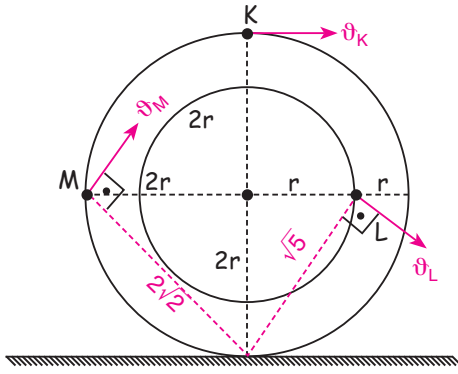
$$\vec{\vartheta}_L = \vec{\vartheta}_0 + \vec{\vartheta}_D = \vartheta\sqrt{2}$$

$$\vec{\vartheta}_M = \vec{\vartheta}_0 - \vec{\vartheta}_D = 0$$

$$\vec{\vartheta}_N = \vec{\vartheta}_0 + \vec{\vartheta}_D = \vartheta\sqrt{2}$$



Unutma!



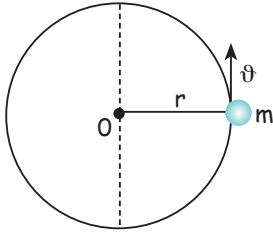
Herhangi bir noktanın anlık hızı bulunurken tekerin yere değdiği noktanın hızı 0 alınır. Tekerin her bir noktası w açısal hızı ile döner. Hızı bulunmak istenen noktanın, tekerin yere değme noktasına olan uzaklığı bulunur.

$\vartheta = w \cdot x$ formülünde x değeri yerine yazılır.

Şekildeki yuvarlanan teker üzerindeki K, L, M noktalarının anlık hızı;

$\vartheta_K = w \cdot 4r$	\rightarrow	$\vartheta_K = 4\vartheta$
$\vartheta_L = w \cdot \sqrt{5}r$	\rightarrow	$\vartheta_L = \sqrt{5}\vartheta$
$\vartheta_M = w \cdot 2\sqrt{2}r$	\rightarrow	$\vartheta_M = 2\sqrt{2}\vartheta$

EYLEMSİZLİK MOMENTİ: Bir cismin dönme hareketine karşı gösterdiği dirence **eylemsizlik momenti** denir. I ile gösterilir. Skaler bir büyüklüktür. Birimi $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ 'dir.



Kütlesi m , dönme eksenine uzaklığı r olan noktasal cisimlerin eylemsizlik momenti;

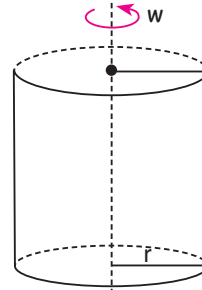
$I = mr^2$	ile bulunur.	
r		Dönme eksenine olan uzaklık
m		Noktasal cismin kütlesi
		Eylemsizlik momenti

Unutma!

Noktasal olmayan geometrik şekle sahip cisimlerin eylemsizlik momenti, kütleleri eşit olsa bile içlerinin dolu yada boş olmasına, geometrik şekline bağlı olarak değişir.

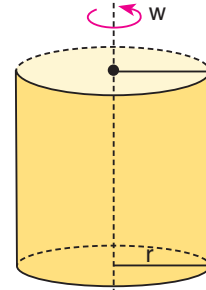
Bazı cisimlerin eylemsizlik momenti aşağıdaki gibidir.

İçi boş silindir



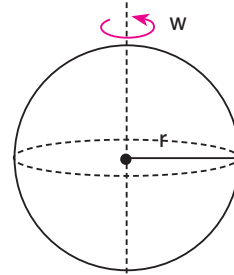
$$I = mr^2$$

İçi dolu silindir



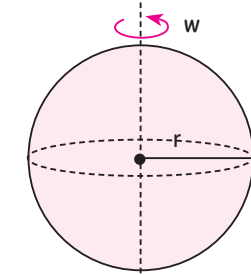
$$I = \frac{1}{2} mr^2$$

İçi boş küre



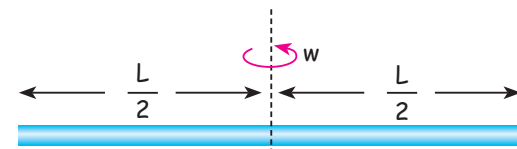
$$I = \frac{2}{3} mr^2$$

İçi dolu küre



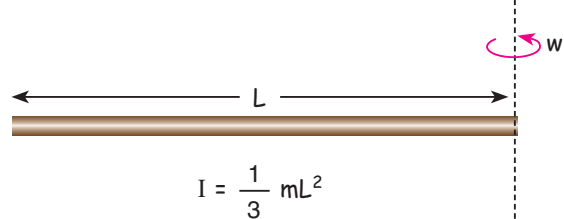
$$I = \frac{2}{5} mr^2$$

Dönme eksenini ortasından geçen içi dolu çubuk



$$I = \frac{1}{12} mL^2$$

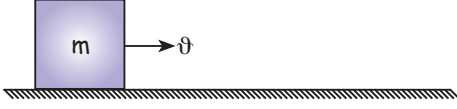
Dönme eksenini bir ucundan geçen içi dolu çubuk



$$I = \frac{1}{3} mL^2$$

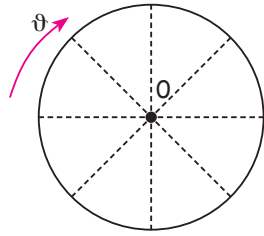
● **Dönen Cisimlerin Kinetik Enerjisi**

- ✓ ϑ hızı ile hareket eden cisimlerin öteleme kinetik enerjileri vardır.



$$E_k = \frac{1}{2} m \vartheta^2 \text{ ile hesaplanır.}$$

- ✓ w açısal hızı ile dönen cisimlerin dönme kinetik enerjileri vardır.

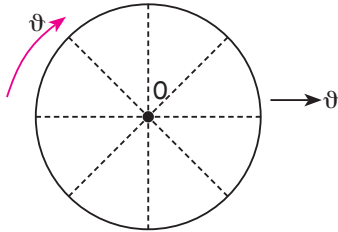


$$E_d = \frac{1}{2} I w^2$$

→ Açısal hız
 → Eylemsizlik momenti
 → Dönme kinetik enerjisi

ile hesaplanır.

- ✓ Dönerek ötelenen cisimlerin (yuvarlanan cisimler) hem öteleme hemde dönme

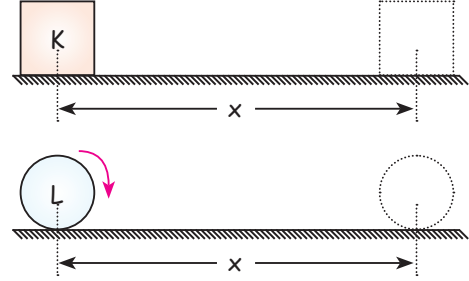


$$E_k = \frac{1}{2} m \vartheta^2 + \frac{1}{2} I w^2 \text{ ile hesaplanır.}$$

Unutma!

$$w = \frac{\vartheta}{r} \text{ olduğu unutulmamalıdır.}$$

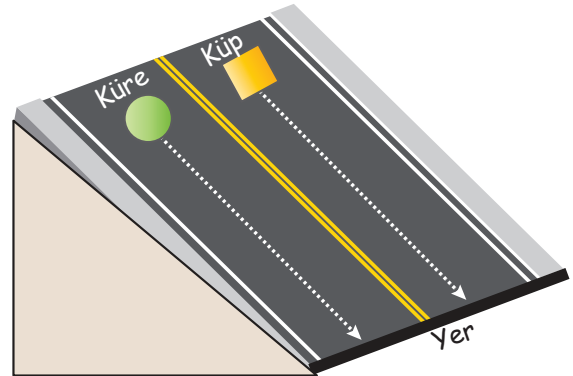
Unutma!



Yatay düzlemde de eşit kinetik enerjiye sahip K ve L cisimlerinden sadece ötelenen K cismi aynı x yolunu daha kısa sürede alır.

Unutma!

Sürtünmesiz eğik düzlemin üst noktasından serbest bırakılan eşit kütleli küp ve küreden, küp daha önce eğik düzlemin alt ucuna gelir.



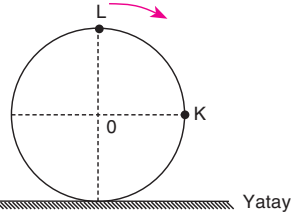
- ✓ Küpün ve kürenin eğik düzlemin en alt noktasındaki kinetik enerjileri eşittir.
- ✓ Küpün yere varma hızı, kürenin yere varma hızından daha büyüktür.

Küp için enerji eşitliği, $\frac{1}{2} m \vartheta^2 = mgh$

Küre için enerji eşitliği, $\frac{1}{2} m \vartheta^2 + \frac{1}{2} I w^2 = mgh$ olur.

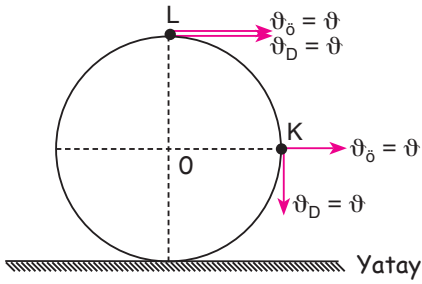
Örnek Soru

r yarıçaplı tekerlek yatay düzlemde ϑ hızı ile dönerek ötelenmektedir.



Buna göre şekildeki konumdan geçerken K ve L noktalarının yatay düzleme göre anlık hızlarının büyüklükleri oranı $\frac{\vartheta_K}{\vartheta_L}$ nedir?

Biz Çözdük



Dönerek ötlenen cisimlerin dönme hızları ötelenme hızlarına eşittir.

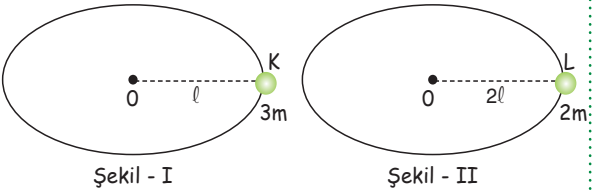
L noktasının yatay düzleme göre hızı,

$$\vartheta_L = \vartheta_0 + \vartheta_D = \vartheta + \vartheta = 2\vartheta \text{ dir.}$$

K noktasının yatay düzleme göre hızı,

$$\vartheta_K = \vartheta\sqrt{2} \text{ dir.} \quad \frac{\vartheta_K}{\vartheta_L} = \frac{\vartheta\sqrt{2}}{2\vartheta} = \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ olur.}$$

Örnek Soru



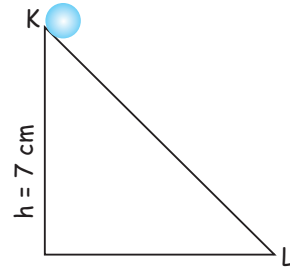
Noktasal K ve L cisimleri şekillerdeki gibi ℓ ve 2ℓ uzunluğundaki iplere bağlanarak O merkezi etrafında dönmektedir.

Cisimlerin O noktasına göre eylemsizlik momentleri I_K ve I_L kaç m^2 'dir?

Sen Çöz 13

Örnek Soru

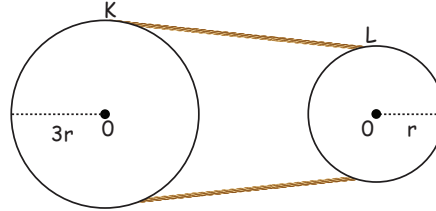
K noktasından serbest bırakılan x küresi sürtünmenin önemsenmediği eğik düzlemde dönerek aşağı iniyor.



Buna göre cisim L noktasından hangi hız büyüklüğü ile geçer? ($g = 10 \text{ m/s}^2$) ($I = \frac{2}{5} mr^2$)

Sen Çöz 14

Örnek Soru



Yarıçapları $3r$ ve r olan K ve L kasnakları şekildeki gibi bir kayışla birbirine bağlanmıştır.

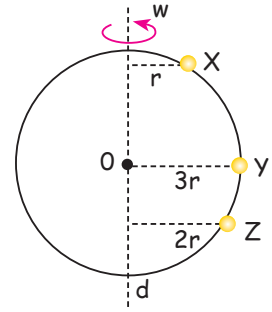
K kasnağının eylemsizlik momenti $3I$ L kasnağının eylemsizlik momenti I olduğuna göre kasnakların dönme kinetik enerjileri oranı $\frac{E_K}{E_L}$ nedir?

Sen Çöz 15

Örnek Soru

Özdeş X, Y, Z cisimleri bir kürenin üzerine yapıştırılmıştır.

Küre d ekseninde w açısal hızı ile döndürüldüğüne göre cisimlerin eylemsizlik momentleri I_X , I_Y ve I_Z arasındaki ilişki nedir?



Biz Çözdük

Noktasal cisimlerin eylemsizlik momentleri; $I = mr^2$ ile bulunur.

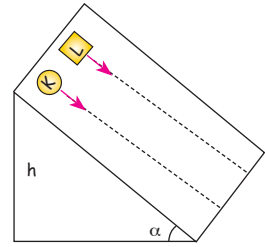
$$\left. \begin{array}{l} I_X = m \cdot r^2 \\ I_Y = m9r^2 \\ I_Z = m4r^2 \end{array} \right\} I_Y > I_Z > I_X \text{ olur.}$$

Örnek Soru

Kütleleri eşit K ve L cisimleri şekildeki gibi sürtünmesi önemsenmeyen eğik düzlemin üstündeki h yüksekliğinden serbest bırakılıyor.

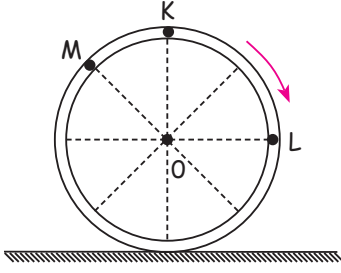
Cisimlerin yere varma hızları arasındaki ilişki nedir?

K cisminin eylemsizlik momenti ($I_K = \frac{2}{5} mr^2$)



Sen Çöz 16

1.



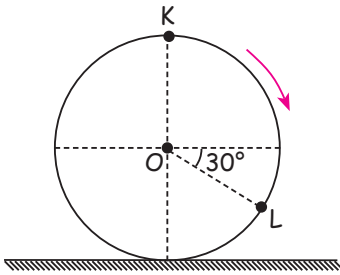
O merkezli tekerlek yatay yol üzerinde dönerek ilerlemektedir.

Tekerlek şekildeki konumdan geçerken K, L, M noktalarının anlık hızları $\vartheta_K, \vartheta_L, \vartheta_M$ 'dir.

Buna göre $\vartheta_K, \vartheta_L, \vartheta_M$ arasındaki ilişki nedir?

- A) $\vartheta_K > \vartheta_L = \vartheta_M$ B) $\vartheta_K > \vartheta_M > \vartheta_L$
 C) $\vartheta_M = \vartheta_L > \vartheta_K$ D) $\vartheta_K = \vartheta_L > \vartheta_M$
 E) $\vartheta_L > \vartheta_M > \vartheta_K$

2.



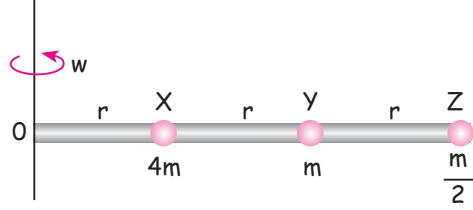
Yatay düzlemde O merkezli tekerlek şekildeki gibi dönerek ilerlemektedir.

Tekerlek üzerindeki K ve L noktalarının hızları oranı $\frac{\vartheta_K}{\vartheta_L}$ nedir?

$$(\sin 30^\circ = \cos 60^\circ = \frac{1}{2} \cos 30^\circ, \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2})$$

- A) 1 B) 2 C) $\sqrt{2}$ D) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ E) $\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$

3.

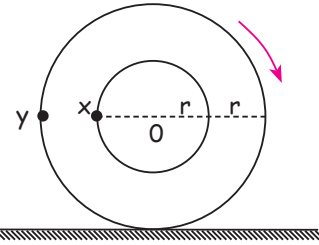


Uzunluğu $3r$ olan bir çubuk üzerine kütleleri sırasıyla $3m, m$ ve $\frac{m}{2}$ olan noktasal X, Y, Z cisimleri şekildeki gibi bağlanmıştır.

Çubuk O noktası etrafında w açısal hızı ile döndüğüne göre X, Y, Z cisimlerinin eylemsizlik momentleri I_x, I_y, I_z arasındaki ilişki nedir?

- A) $I_z > I_x = I_y$ B) $I_x > I_y > I_z$
 C) $I_z > I_y > I_x$ D) $I_x > I_y = I_z$
 E) $I_x = I_y = I_z$

4.

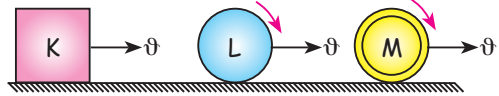


Yarıçapı $2r$ olan bir küre şekildeki gibi dönerek ilerlemektedir.

Küre üzerindeki x ve y noktalarının şekildeki konumdan geçerken anlık hızlarının büyüklükleri oranı $\frac{\vartheta_x}{\vartheta_y}$ nedir?

- A) 1 B) 2 C) $\frac{1}{2}$ D) $\sqrt{2}$ E) $\frac{\sqrt{5}}{\sqrt{8}}$

5.

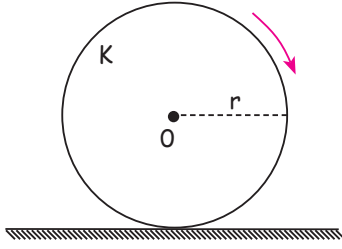


Kütleleri eşit K, L, M cisimleri yatay düzlemde ilerlemektedir.

K küpü ötelenerek L küresi ve M tekeri yuvarlanarak hareket ettiğine göre cisimlerin toplam kinetik enerjileri arasındaki ilişki nedir?

- A) $E_K = E_L = E_M$ B) $E_L = E_M > E_K$
 C) $E_M > E_L > E_K$ D) $E_K > E_L > E_M$
 E) $E_K = E_M > E_L$

6.



Kütlesi m içi dolu K küresi yatay yüzeyde şekildeki gibi ilerlemektedir.

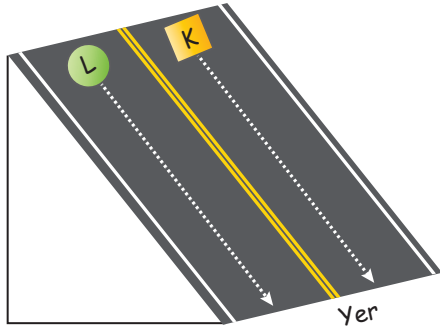
Buna göre;

- I. Yüzey sürtünmelidir.
- II. Kürenin kütlesi artarsa eylemsizlik momenti artar.
- III. Kürenin içi boş olsaydı eylemsizlik momenti daha büyük olurdu.

Yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız III
- C) I ve II
- D) I, II ve III
- E) II ve III

7.



Eğik düzlem üzerindeki h yükseklikten serbest bırakılan K ve L cisimlerin kütleleri eşittir.

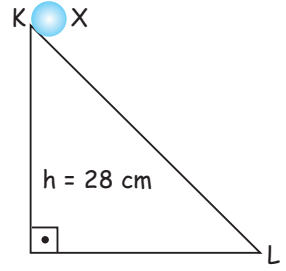
Cisimler yere ulaştıkları anda hızları ϑ_K ve ϑ_L yere ulaşma süreleri t_K ve t_L olduğuna göre aşağıda verilenlerden hangisi doğrudur?

- A) $\vartheta_K = \vartheta_L$
 $t_K = t_L$
- B) $\vartheta_K = \vartheta_L$
 $t_L > t_K$
- C) $\vartheta_K > \vartheta_L$
 $t_L > t_K$
- D) $\vartheta_L > \vartheta_K$
 $t_L > t_K$
- E) $\vartheta_L > \vartheta_K$
 $t_K > t_L$

8.

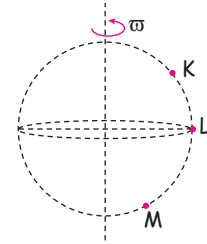
K noktasından serbest bırakılan X küresi sürtünmesiz eğik düzlemin L noktasından kaç m/s hızla geçer?

$$(g = 10 \text{ m/s}^2, I = \frac{2}{5} mr^2)$$



- A) 2
- B) 3
- C) $\sqrt{4}$
- D) $\frac{\sqrt{2}}{2}$
- E) $\sqrt{3}$

9.

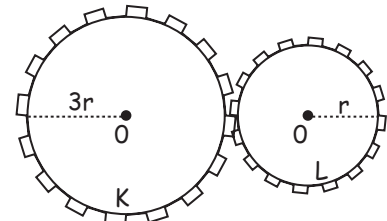


Eşit kütleli K, L, M noktasal cisimleri bir kürenin üzerine yapıştırılmış ve küre O ekseninde döndürülmektedir.

Buna göre K, L, M cisimlerinin O eksenine göre eylemsizlik momentleri I_K, I_L, I_M arasındaki ilişki nedir?

- A) $I_K = I_L = I_M$
- B) $I_L > I_K = I_M$
- C) $I_L = I_M > I_K$
- D) $I_L > I_K > I_M$
- E) $I_M > I_K > I_L$

10.



Yarıçapları $3r$ ve r olan K ve L dişlileri merkezlerinden geçen eksen etrafında dönmektedir.

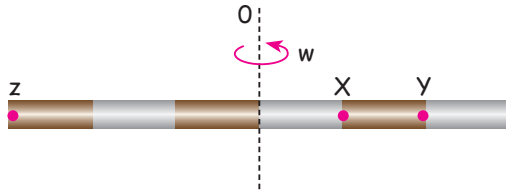
K dişlisinin eylemsizlik momenti $3I$, L dişlisinin eylemsizlik momenti I olduğuna göre dişlilerin dönme kinetik enerjileri oranı $\frac{E_K}{E_L}$ nedir?

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) $\frac{1}{2}$
- E) $\frac{1}{3}$

1. Eylemsizlik torkunun birimi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) kg m/s^2 B) kg / m^2
 C) $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ D) Joule \cdot kg
 E) $\frac{\text{Joule}}{\text{kg}}$

2.

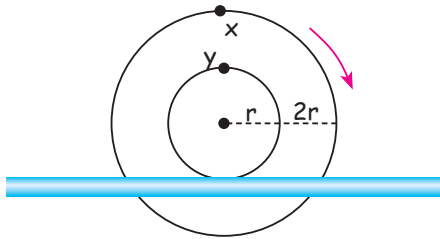


Noktasal X, Y, Z cisimleri eşit bölmelendirilmiş bir çubuğa şekildeki gibi sabitlenerek O eksenini etrafında sabit w açısal hızıyla döndürülüyor.

Cisimlerin eylemsizlik momentleri eşit olduğuna göre kütleleri m_x , m_y , m_z arasındaki ilişki nedir?

- A) $m_x > m_y > m_z$ B) $m_z > m_y > m_x$
 C) $m_z > m_x > m_y$ D) $m_z = m_y > m_x$
 E) $m_x = m_y = m_z$

3.

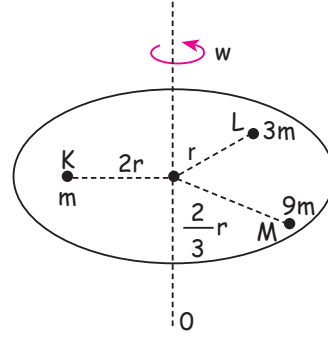


Yarıçapları r ve $3r$ olan eşmerkezli kasnaklar şekildeki çubuk üzerinde dönerek ilerliyor.

Kasnaklar şekildeki konumdan geçtiği anda y noktasının anlık hızı ϑ ise x noktasının anlık hızı kaç ϑ 'dir?

- A) 1 B) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{1}{3}$ D) $\frac{1}{4}$ E) 2

4.



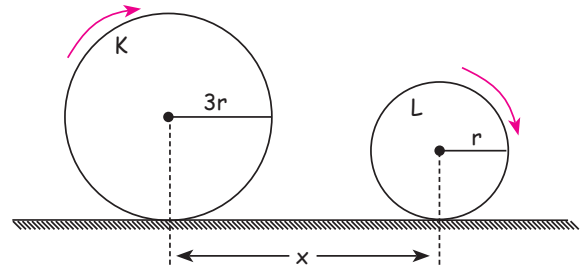
Kütleleri sırasıyla m , $3m$, $9m$ olan noktasal KLM cisimleri şekildeki tabla ile birlikte w açısal hızı ile O eksenini etrafında döndürülüyor.

Buna göre K, L, M cisimlerinin eylemsizlik momentleri I_K , I_L ve I_M arasındaki ilişki nedir?

- A) $I_K > I_L > I_M$ B) $I_K = I_M > I_L$
 C) $I_M > I_L > I_K$ D) $I_L > I_M = I_K$
 E) $I_K = I_L = I_M$

ÇİTA YAYINLARI

5.



Şekildeki K ve L küreleri şekildeki gibi yuvarlanarak hareket ederken merkezleri arasındaki x uzaklığı değişmiyor.

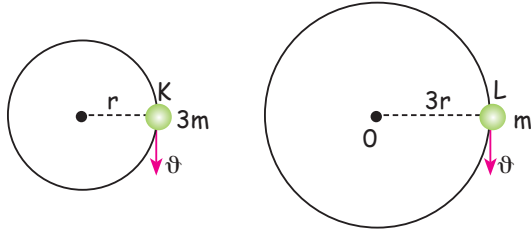
K ve L'nin dönme kinetik enerjileri eşit olduğuna göre;

- I. $w_L > w_K$
 II. $m_K = m_L$
 III. $I_K = 9I_L$

Yukarıda verilenlerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
 D) I, II ve III E) II ve III

6.



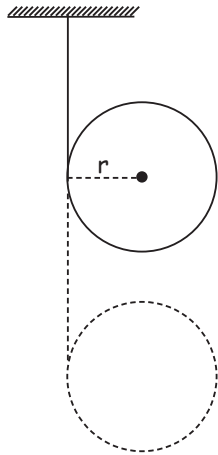
Kütleleri $3m$ ve m olan K ve L cisimleri yarıçapları r ve $3r$ olan yörüngelerde eşit çizgisel hızlarla dönüyorlar.

Buna göre cisimlerin eylemsizlik momentleri

oranı $\frac{I_K}{I_L}$ nedir?

- A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{1}{9}$ C) 1 D) 3 E) 9

7.



İp dolanmış r yarıçaplı bir kasnak şekildeki gibi serbest bırakılıyor.

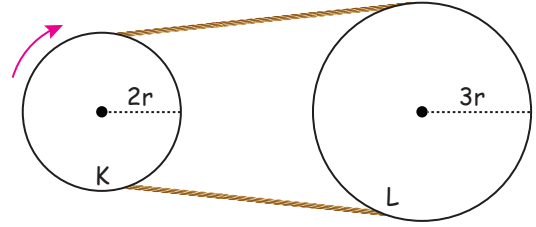
Kasnak hareket ederken,

- I. Açısal hızı artır.
 II. Yuvarlanma hareketi yapar.
 III. Dönme hareketini ağırlık kuvvetinin torku sağlar.

Yargılarından hangileri doğrudur?

- A) I, II ve III B) II ve III C) I ve III
 D) I ve III E) Yalnız II

8.



Yarıçapları $2r$ ve $3r$ eylemsizlik momentleri

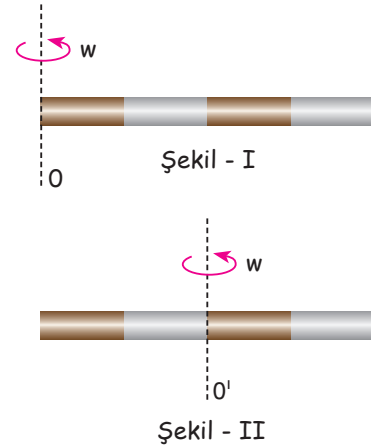
$I_K = I$, $I_L = 2I$ olan K ve L kasnakları şekildeki gibi bir kayışla birbirine bağlanmıştır.

K kasnağı ok yönünde döndüğüne göre kasnakların dönme kinetik enerjileri oranı $\frac{E_K}{E_L}$ nedir?

- A) $\frac{2}{3}$ B) $\frac{3}{2}$ C) $\frac{1}{2}$ D) $\frac{9}{8}$ E) $\frac{8}{9}$

ÇİTA YAYINLARI

9.

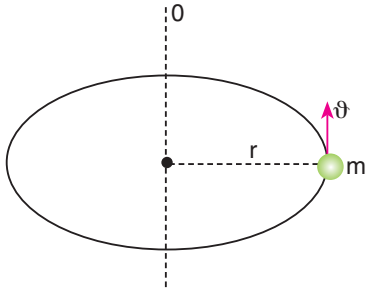


m kütleli eşit bölmelenmiş bir çubuk şekil - I'deki gibi O eksenini etrafında ω açısal hızı ile dönerken eylemsizlik momentini I 'dir.

Çubuk şekil - II'deki gibi ortasından geçen O' eksenini etrafında ω açısal hızı ile dönerse eylemsizlik momentini için ne söylenebilir?

- A) Değişmez. B) Dört kat azalır.
 C) Dört kat artar. D) İki kat azalır.
 E) İki kat artar.

AÇISAL MOMENTUM



Bir cismin açısal hızından dolayı sahip olduğu momentuma **açısal momentum** denir. \vec{L} sembolü ile gösterilir. Açısal momentum vektörel bir büyüklüktür. Birimi $\text{kg m}^2/\text{s}$ 'dir.

Şekildeki gibi m kütleli bir cisim r yarıçaplı yörünge de „ çizgisel hızı ile dönerken cismin sahip olduğu çizgisel momentumu

$\vec{p} = m\vec{v}$

Çizgisel momentum kg m/s

Çizgisel hız m/s

Kütle kg ile bulunur.

- ✓ Açısal momentum çizgisel momentumun torkudur. Buna göre şekildeki m kütleli cismin açısal momentumu,

$\vec{L} = \vec{p} \times \vec{r}$

$L = m\vec{v} \cdot r = I \cdot \omega$

Cismin açısal hızı

Eylemsizlik momenti

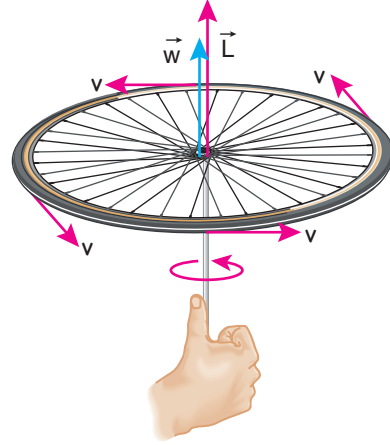
Yörünge yarıçapı

Unutma!

Bir cismin birim zamandaki açısal momentum değişimi, cisme uygulanan net torku verir. Net tork,

$$\tau_{\text{net}} = \frac{\Delta L}{\Delta t} \text{ ile bulunur.}$$

Dönen bir cisme uygulanan net tork varsa cismin açısal momentumu değişir.



Şekil - I

Açısal Momentumun Yönü: Açısal momentum vektörel bir büyüklüktür. Dolayısıyla bir yönü vardır. Açısal momentumun yönü sağ el kuralına göre bulunur.

Sağ elin dört parmağı dönme yönünde tutulduğunda yana açılan baş parmak açısal momentumun yönünü verir.

- ✓ Açısal momentum vektörü, cismin hareket düzlemine diktir.

Şekildeki yatay düzlemde dönen tekerin açısal momentum vektör

- ✓ Açısal hız vektörü ile açısal momentum vektörü aynı yönlüdür.

AÇISAL İVME: Bir cisme net tork uygulandığında cismin açısal hızı değişir.

Birim zamanda açısal hızdaki değişime **açısal ivme** denir. Açısal ivme α sembolü ile gösterilir. Birimi rad/s^2 'dir.

Açısal ivme,

$\alpha = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$

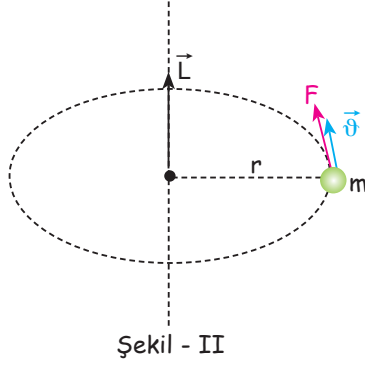
Açısal hızdaki değişim rad/s

Zaman s ile bulunur.

Açısal ivme rad/s^2

Unutma!

Bir cisim düzgün çembersel hareket yapıyorsa açısal hızı değişmez. Bu durumda açısal ivmesi 0'dir.

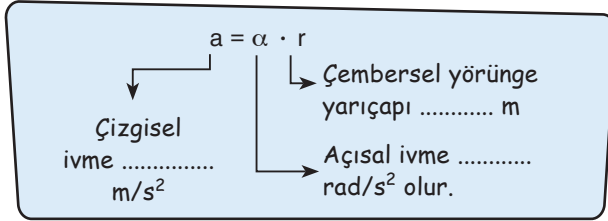


Şekildeki gibi r yarıçaplı yörüngede düzgün çembersel hareket yapan cisme F kuvveti uygulandığında cismin açısal hızı değişir. Bu durumda açısal ivme oluşur.

a: Çizgisel ivme olduğuna göre

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\Delta \omega \cdot r}{\Delta t} = \alpha \cdot r$$

Çizgisel ivme ile açısal ivme arasındaki ilişki;

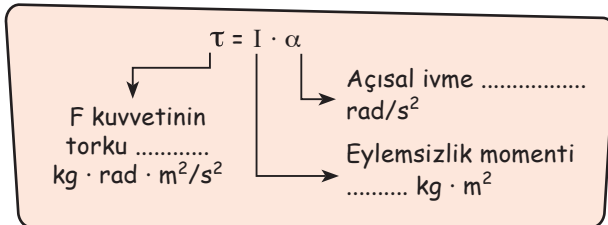


Tork ve Eylemsizlik Momenti Arasındaki İlişki

Şekil - II'deki gibi düzgün çembersel hareket yapan bir cisme F kuvveti uygulandığında, F kuvveti dönme noktasına göre bir tork uygular. Tork aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\tau = F \cdot r = m \cdot a \cdot r = m \cdot \alpha \cdot r \cdot r = \underbrace{m \cdot r^2}_I \cdot \alpha$$

Tork ve eylemsizlik momenti ilişkisi;



AÇISAL MOMENTUMUN KORUNUMU

Bir cismin açısal momentumundaki değişim torku verir demiştik.

$$\vec{\tau} = \frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t} \text{ idi.}$$

Eğer bir cisim ya da sistem üzerinde dış kuvvetlerin torku sıfırsa cismin açısal momentumu korunur.

$$\vec{\tau} = \frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t} = \frac{\vec{L}_{\text{son}} - \vec{L}_{\text{ilk}}}{\Delta t}$$

$$0 = \vec{L}_{\text{son}} - \vec{L}_{\text{ilk}}$$

$$\vec{L}_{\text{son}} = \vec{L}_{\text{ilk}}$$

$$m \cdot \omega_1 \cdot r_1 = m \cdot \omega_2 \cdot r_2$$

$$I_1 \cdot \omega_1 = I_2 \cdot \omega_2 \text{ yazılabilir.}$$

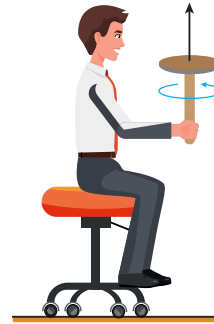
Unutma!

Buz pateni yapan biri kollarını içeri doğru kapatırsa eylemsizlik momentini küçültür ve açısal hızını büyütür.

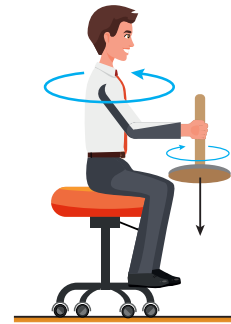
Unutma!

Şekil - I'deki gibi dönebilen bir tabure üzerinde oturan bir çocuk elindeki tekeri bir yönde döndürüyor. Teker Şekil - II'deki gibi aniden ters çevirdiğinde tekerin açısal momentum vektöründe ters döner.

Dışarıdan bir kuvvet dolayısı ile bir tork uygulanmadığı için momentum korunacaktır. Bu durumda tabure üzerindeki çocuk Şekil - II'deki gibi dönmeye başlar.

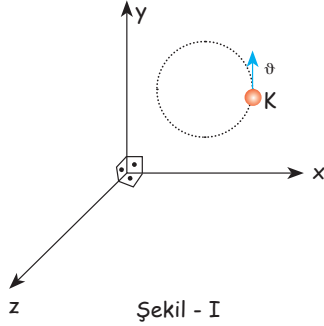


Şekil - I

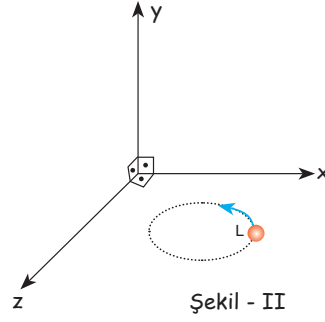


Şekil - II

Örnek Soru



Şekil - I



Şekil - II

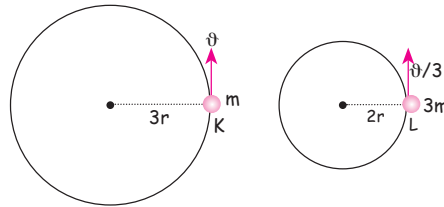
Şekil - I'deki K cismi xy düzleminde, şekil - II'deki L cismi zx düzleminde düzgün çembersel hareket etmektedir.

Buna göre cisimlerin açısal momentumlarının yönü nedir?

Biz Çözdük

Açısal momentum vektörel bir büyüklüktür ve yönü sağ el kuralına göre bulunur. Sağ elin 4 parmağı dönme yönünü yana açılan baş parmak açısal momentumun yönünü verir. Buna göre, K cisminin açısal momentumunun yönü +z L cisminin açısal momentumunun yönü +y'dir.

Örnek Soru

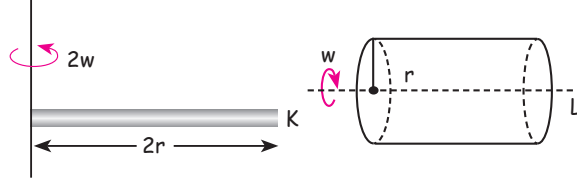


Kütleleri sırasıyla m ve 3 m olan K ve L cisimleri 3r ve 2r yarıçaplı yörüngelerde şekildeki gibi ω , $\frac{\omega}{3}$ büyüklüğündeki hızlarla düzgün çembersel hareket yapmaktadır.

Buna göre cisimlerin açısal momentumlarının büyüklükleri oranı $\frac{L_K}{L_L}$ nedir?

Sen Çöz 17

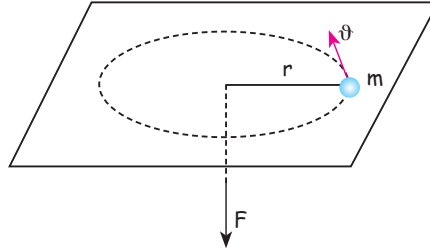
Örnek Soru



Kütleleri sırasıyla $3m$ ve m olan K çubuğu ve içi boş L silindiri şekildeki gibi $2w$ ve w hızları ile döndürülüyor. Buna göre cisimlerin açısal momentumları oranı $\frac{L_K}{L_L}$ nedir? ($I_K = \frac{1}{3} m\ell^2$ $I_L = mr^2$)

Sen Çöz 18

Örnek Soru

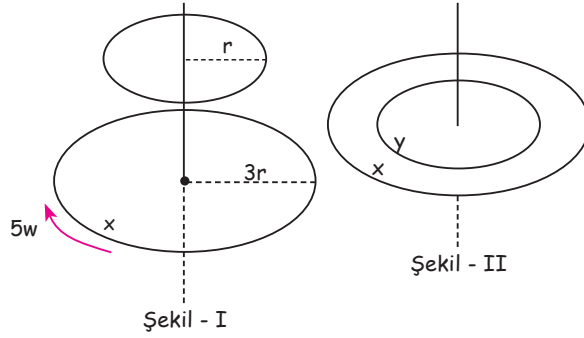


Bir ipin ucuna bağlanmış m kütleli cisim yatay sürtünmesiz düzlemde r yarıçaplı yörüngede düzgün çembersel hareket yapmaktadır.

Cismin bağlandığı ip bir miktar aşağı doğru çekiliyor. Buna göre cismin eylemsizlik momenti, açısal hızı ve açısal momentumu nasıl değişir? (Sürtünmeler önemsizdir.)

Sen Çöz 19

Örnek Soru



Şekil I'de $3r$ yarıçaplı x dairesel levhası 5ω açısal hızı ile dönerken r yarıçaplı y levhası dönmemektedir. x levhasının kütlesi m y levhasının kütlesi $3m$ olduğuna göre y levhası Şekil - II'deki gibi x levhasının üzerine düştüğünde açısal hız ne olur?
(Sürtünmeler önemsiz. Dairesel levhanın eylemsizlik momenti, $I = \frac{1}{2} mr^2$)

Biz Çözdük

Dairesel levhaların eylemsizlik momentleri bulalım.

$$I_x = \frac{1}{2} \cdot m9r^2 = 9I$$

$$I_y = \frac{1}{2} \cdot 3m \cdot r^2 = 3I$$

Sistemde açısal momentum korunur.

$$L_1 = L_2$$

$$I_1\omega_1 = (I_1 + I_2) \omega_2$$

$$9I \cdot 5\omega = (9I + 3I)\omega_2$$

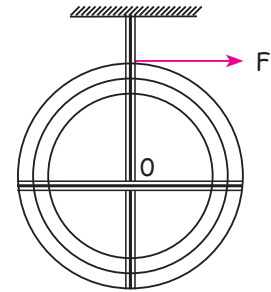
$$\omega_2 = \frac{15}{4} \omega$$

Örnek Soru

Şekildeki makaranın etrafına sarılmış ip F kuvveti ile çekiliyor.

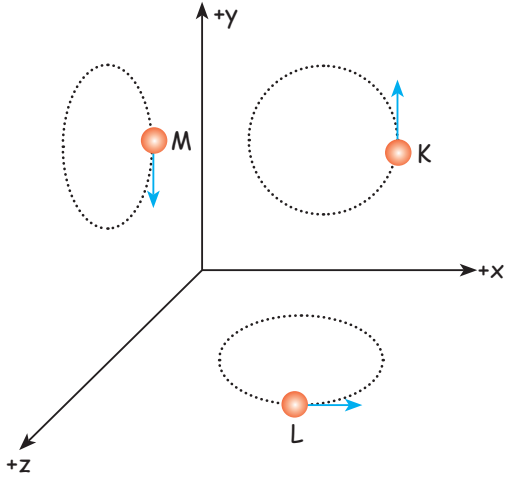
Buna göre makaranın açısal hızı, açısal momentumu ve eylemsizlik momenti nasıl değişir?

(İpin ağırlığı önemsizdir.)



Sen Çöz 20

1.

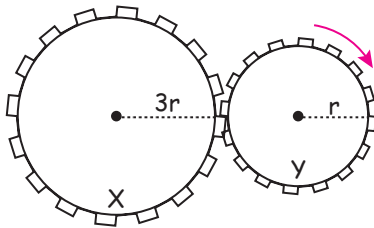


Şekildeki sistemde K cismi xy düzleminde, L cismi xz düzleminde M cismi ise yz düzleminde belirtilen yönlerde dönmektedir.

Buna göre cisimlerin açısal momentumlarının yönü aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

	K	L	M
A)	-y	+z	-x
B)	+x	-y	+z
C)	+z	-y	+z
D)	-x	+x	-z
E)	+z	+y	-x

2.

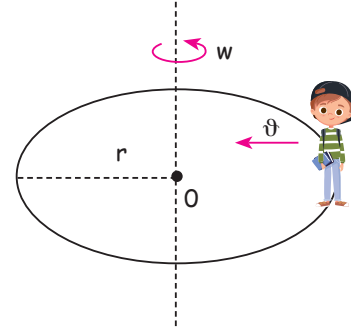


Eylemsizlik momentleri sırasıyla $3I$ ve I olan X ve Y dişlilerinden Y'nin açısal momentumunun büyüklüğü L 'dir.

Buna göre X dişlisinin açısal momentumu kaç L 'dir?

- A) L B) $\frac{1}{3}L$ C) $-\frac{1}{3}L$ D) $-L$ E) $\frac{2}{3}L$

3.



w açısal hızı ile dönmekte olan bir platform üzerindeki bir çocuk şekildeki gibi O noktasına doğru v hızıyla yürüyor.

Buna göre;

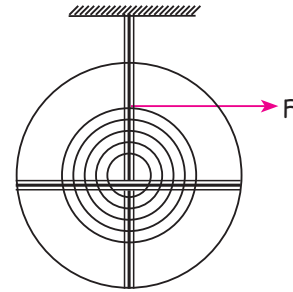
- I. Platformun açısal momentumu korunur.
- II. Platformun açısal hızı artar.
- III. Platformun periyodu değişmez.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

ÇİTA YAYINLARI

4.



Şekildeki makara etrafına sarılmış ipin ucuna uygulanan sabit F kuvveti çekilerek makara merkezi etrafında döndürülüyor.

Buna göre;

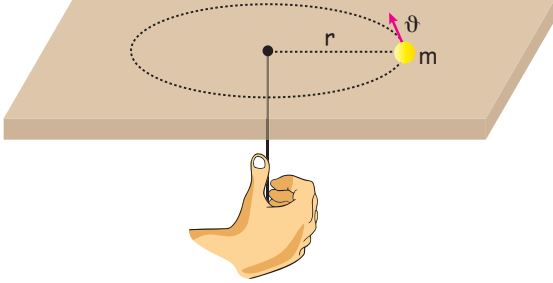
- I. Makaranın açısal momentumu korunur.
- II. Makaranın açısal hızı artar.
- III. Makaranın eylemsizlik momenti artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

(İpin ağırlığı önemsizdir.)

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

5.



Bir ipin ucuna bağlanmış m kütleli cisim yatay sürtünmesiz düzlemde r yarıçaplı yörüngede düzgün çembersel hareket yapmaktadır.

Cismin bağlandığı ip çekilerek dönme yarıçapı azaltılırsa;

- I. Eylemsizlik momenti azalır.
- II. Açısal momentum artar.
- III. Açısal hız artar.
- IV. Çizgisel hız azalır.
- V. Periyot artar.

yargılarından hangileri **yanlış** olur?

- A) II, IV ve V B) I ve III C) III ve V
D) I, II, III ve IV E) Yalnız II

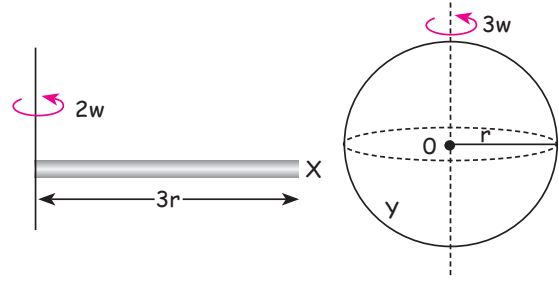
6. Dönme hareketi yapan bir cisim için;

- I. Açısal hız ile açısal momentum aynı yönlüdür.
- II. Açısal momentumun yönü dönme düzlemine diktir.
- III. Cisme dışardan bir kuvvet tork uygularsa cismin açısal momentumu değişmez.

yargılarından hangileri **doğrudur**?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

7.



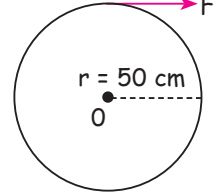
Kütlesi sırasıyla 2m ve 5m olan X çubuğu ve Y küresi şekildedeki gibi 2ω ve 3ω hızları ile döndürülüyor.

Buna göre açısal momentumları oranı $\frac{L_x}{L_y}$ nedir?
($I_x = \frac{1}{3} mr^2$, $I_y = \frac{2}{5} mr^2$)

- A) 1 B) 2 C) $\frac{5}{6}$ D) $\frac{3}{2}$ E) $\frac{2}{3}$

8.

O noktasından sabitlenmiş kütlesi 3 kg olan bir kasnağa sarılı ip F kuvveti ile çekiliyor.



Çemberin açısal ivmesi

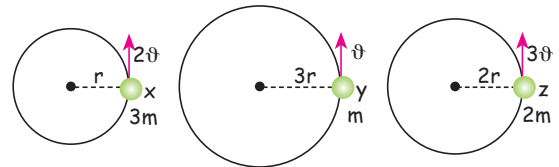
8 rad/s^2 olduğuna göre F kaç N olur?

(İpin kütlesi önemsiz, $I = mr^2$)

- A) 12 B) 15 C) 20 D) 22 E) 27

ÇİTA YAYINLARI

9.



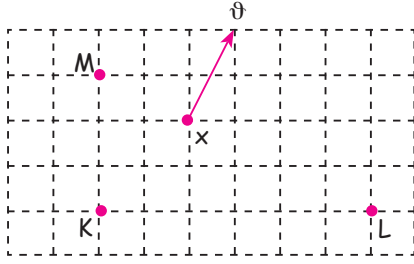
Kütlesi sırasıyla 3m m ve 2m olan noktasal x, y, z cisimleri r, 3r ve 2r yarıçaplı yörüngelerde şekildedeki gibi 2ω , ω ve 3ω büyüklüğündeki hızlarla düzgün çembersel hareket yapıyor.

Buna göre cisimlerin açısal momentumları

L_x , L_y , L_z arasındaki ilişki nedir?

- A) $L_y > L_z > L_x$ B) $L_x > L_z > L_y$
C) $L_z > L_x > L_y$ D) $L_x = L_y > L_z$
E) $L_x = L_y = L_z$

1.



Şekildeki eş bölmeli düzlemde x cismi θ hızıyla hareket etmektedir.

Buna göre x cisminin K, L, M noktalarına göre açısal momentumlarının büyüklükleri L_K , L_L ve L_M arasındaki ilişki nedir?

- A) $L_L > L_M > L_K$ B) $L_K > L_M = L_L$
 C) $L_M > L_K > L_L$ D) $L_K = L_L = L_M$
 E) $L_L > L_K > L_L$

2.



Bir patenci şekildeki çubuk etrafında sabit bir açısal hız ile dönmektedir.

Patenci hiçbir değişiklik yapmadan çubuğa doğru yaklaşırsa,

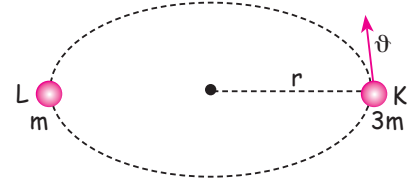
- I. Patencinin eylemsizlik momenti azalır.
 II. Patencinin açısal hızı artar.
 III. Patencinin açısal momentumu artar.

yargılarından hangileri doğru olur?

(Sürtünmeler önemsizdir.)

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
 D) I ve III E) I ve II

3.



Kütlesi önemsiz bir ipin ucuna bağlanmış $3m$ kütleli K cismi yatay ve sürtünmesiz düzlemde r yarıçaplı yörüngede sabit büyüklükteki hız ile dönmektedir.

K cismi yörüngesi üzerindeki m kütleli L cismine yapışıp birlikte hareket ettiğine göre;

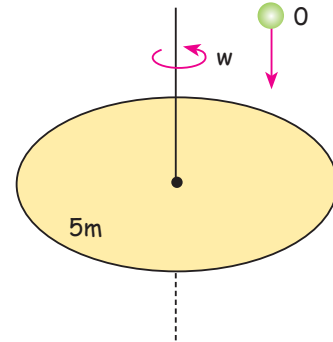
- I. K cisminin açısal hızı azalır.
 II. K cisminin eylemsizlik momenti azalır.
 III. Toplam açısal momentum korunur.
 IV. Toplam kinetik enerji korunur.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) I ve II B) I ve III C) II ve IV
 D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

ÇİTA YAYINLARI

4.



Kütlesi $5m$ olan platform şekildeki gibi w sabit açısal hız ile dönmekte iken m kütleli bir cisim platform üzerine düşerek yapışıyor.

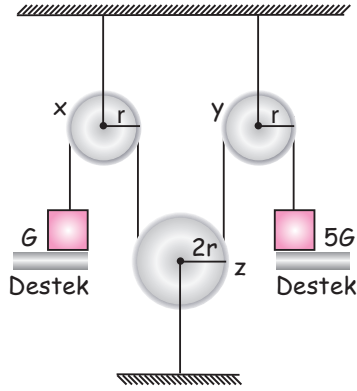
Buna göre platform;

- I. Açısal sürati
 II. Açısal momentumu
 III. Periyodu

niceliklerinden hangileri artar?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
 D) I ve III E) II ve III

5.



Sürtünmelerin önemsiz olduğu ortamda x, y, z makaraları ile oluşturulmuş sistem şekildeki gibi destekler yardımıyla tutulmaktadır.

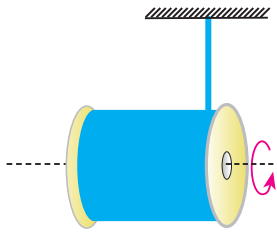
Cisimler altındaki destekler çekiliyor. Buna göre;

- I. x ve y makaraların açısal momentleri eşittir.
- II. x ve z makaralarının açısal momentumlarının yönleri zıttır.
- III. y makarasının açısal momentumu z makarasının açısal momentumundan büyüktür.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) I ve III
- E) I, II ve III

6.



İpe sarılmış r yarıçaplı makara şekildeki konumda tutulurken serbest bırakılıyor.

Makaranın hareketi sırasında;

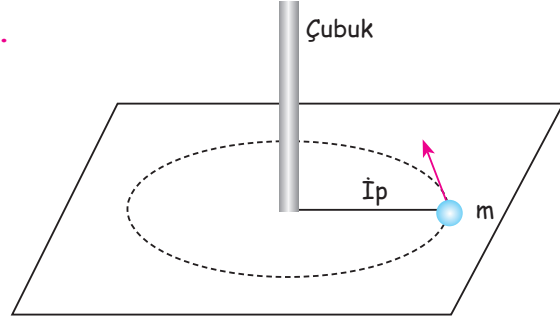
- I. Makaranın eylemsizlik momenti artar.
- II. Makaranın açısal momentumu artar.
- III. Makaranın frekansı artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

(İpin ağırlığı ve sürtünmeler önemsizdir.)

- A) I, II ve III
- B) I ve III
- C) I ve II
- D) II ve III
- E) Yalnız II

7.



Yatay ve sürtünmesiz bir düzlemde sabit bir süratle m kütleli bir cisim dönerken cismin bağlı olduğu ip çubuğa dolanmaktadır.

Cismin hareketi sırasında;

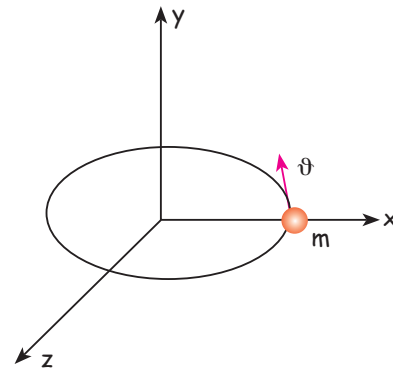
- I. Çizgisel momentum korunur.
- II. Açısal momentum korunur.
- III. Enerji korunur.

ifadelerinden hangileri gözlenir?

- A) I ve III
- B) I ve II
- C) II ve III
- D) I, II ve III
- E) Yalnız II

ÇİTA YAYINLARI

8.



xy düzleminde sabit ω hızıyla dönmekte olan bir cisim için;

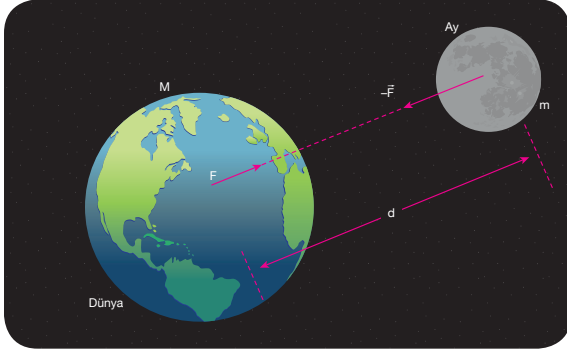
- I. Açısal momentumunun yönü +y' dir.
- II. Açısal hızının yönü +x' dir.
- III. Dışardan bir kuvvet olmadığı sürece açısal momentumun büyüklüğü değişmez.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) I ve III
- E) I, II ve III

KÜTLE ÇEKİM KUVVETİ VE KEPLER KANUNLARI

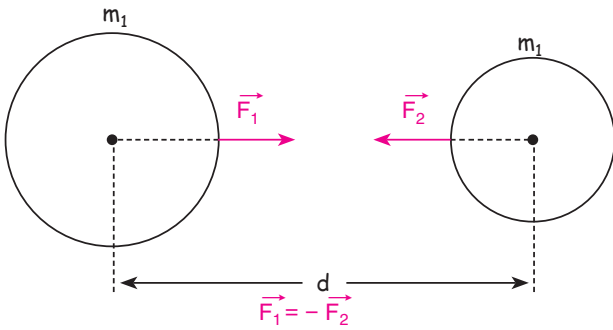
Kütle çekim kuvveti, iki cisim birbirini kütlelerinin çarpımı ile doğru aralarındaki uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak çekerler.



Gezegenerin güneş etrafında dönmesi, ayın dünya çevresinde dönmesi kütle çekim kuvveti ile gerçekleşmektedir.

Kütle çekim kuvveti doğadaki dört temel kuvvetten biri ve etkisi en zayıf olan kuvettir.

Kütle çekim kuvveti yalnız çekme özelliği gösterir.



Şekildeki gibi aralarında belirli bir uzaklık bulunan iki cismin birbirine uyguladığı çekim kuvvetinin büyüklüğü cisimlerin kütlelerinin çarpımı ile doğru, cisimlerin kütle merkezleri arasındaki uzaklık ile ters orantılıdır.

Cisimlerin birbirine uyguladığı kütle çekim kuvveti,

$$F_1 = F_2 = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2} \text{ ile bulunur.}$$

F_1, F_2 : Cisimlerin birbirine uyguladığı kütle çekim kuvveti - - - - N

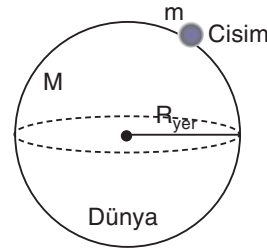
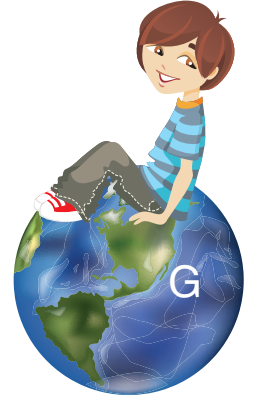
G : Evrensel çekim sabiti - - - - $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$

m_1, m_2 : Cisimlerin kütlesi - - - - kg

d : Cisimlerin kütle merkezleri arasındaki uzaklık - - - - m

ÇEKİM İVMESİ

Dünya üzerinde bulunan cisimlere dünya tarafından uygulanan kütle çekim kuvvetine ağırlık denir.



Dünya üzerindeki m kütleli cisim ile dünya arasındaki kütle çekim kuvveti

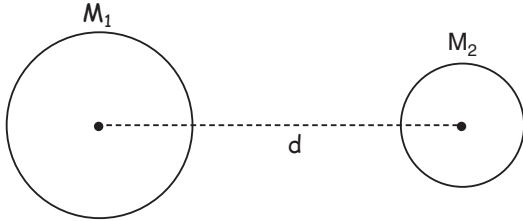
$$F = G \frac{Mm}{R^2} \text{ dir.}$$

$F = G = mg$ olduğuna göre çekim ivmesi,

$$G \cdot \frac{Mm}{R^2} = m \cdot g$$

$$g = G \frac{M}{R^2} \text{ ile bulunur.}$$

Örnek Soru



Kütleleri M_1 ve M_2 olan iki cisim arasındaki uzaklık d iken birbirlerine uyguladığı kütle çekim kuvveti F kadardır.

Cisimlerin arasındaki uzaklık $2d$ yapılırsa kütle çekim kuvvetinin büyüklüğü kaç F olur?

Biz Çözdük

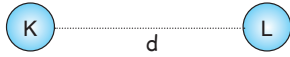
Cisimlerin birbirine uyguladığı kütle çekim kuvvetinin büyüklüğü;

$$F = G \frac{M_1 \cdot M_2}{d^2} \text{ dir.}$$

Cisimler arasındaki $2d$ yapılırsa

$$F' = G \frac{M_1 \cdot M_2}{(2d)^2} = G \frac{M_1 \cdot M_2}{4d^2} \quad F' = \frac{F}{4} \text{ olur.}$$

Örnek Soru



Kütleleri m ve $4m$ olan K ve L cisimlerinin arasındaki uzaklık d kadardır.

$3m$ kütleli cisim K cisiminden $kç$ d uzağa konulursa dengede kalabilir?

Sen Çöz 21

YERÇEKİMİ İVMESİ: Birim kütleye etki eden kuvvete yerçekimi ivmesi denir. Yer çekimi ivmesi \vec{g} ile gösterilir.

Bir gezegenin çekim ivmesi gezegenin kütlesi ile doğru yarıçapının karesi ile ters orantılıdır.

Unutma!

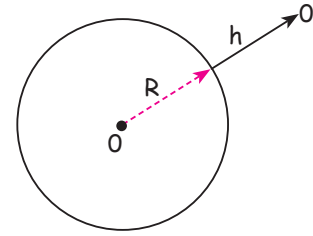
Dünya merkezinde çekim ivmesi 0'dır.

Unutma!

Dünya yüzeyinden h kadar uzaklıkta çekim ivmesi,

$$g = G \frac{M}{(R + h)^2}$$

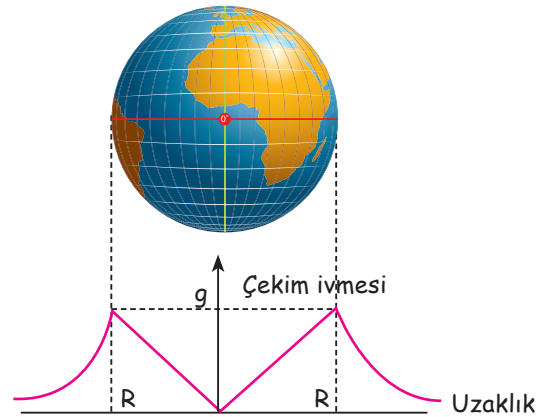
kadardır.



Unutma!

Dünyanın şekli nedeniyle yerçekimi ivmesi kutuplardan ekvatora gidildikçe azalır.

Unutma!



Dünyanın ortalama özkütlesi dikkate alındığında dünyanın içindeki çekim ivmesi, merkezden olan uzaklık ile doğru orantılıdır.

Yani dünyanın çekim ivmesi, merkezden yüzeye gelene kadar yarıçapla doğru orantılı olarak artarken, dünya yüzeyinden uzaklaşırken dünya merkezinden olan uzaklıkla ters orantılı olarak azalır.

Unutma!

Dünyanın şekli nedeniyle yerçekimi ivmesi kutuplardan ekvatora gidildikçe azalır.

$$g = k \cdot \frac{d \cdot R}{R^2}$$

Çekim ivmesi \rightarrow Gezegenin yarıçapı \rightarrow Gezegenin özkütlesi \rightarrow Sabit sayısı $= \frac{4}{3} \pi \cdot G$

ilişkisi vardır.

Örnek Soru

Dünya yüzeyindeki çekim ivmesi g kadardır. Kütlesi dünyanın kütlelerinin 8 katı yarıçapı ise dünyanın yarıçapının 2 katı olduğu bir gezegende çekim ivmesi kaç g olur?

Biz Çözdük

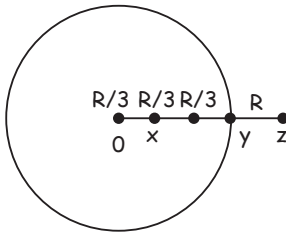
Çekim ivmesi dünya için;

$$g_{\text{Dünya}} = G \cdot \frac{m_D}{R^2} = g' \text{ dir.}$$

$$g_{\text{Gezegen}} = G \cdot \frac{8M_D}{(2R)^2} = G \cdot \frac{8M_D}{4R^2} = 2G \frac{M_D}{R^2} g_D = 2g$$

$$g_{\text{Gezegen}} = 2g$$

Örnek Soru



Düşey kesiti şekildeki gibi gösterilen yerkürenin x, y, z noktalarındaki yerçekimi ivmesi sırasıyla g_x, g_y, g_z 'dir.

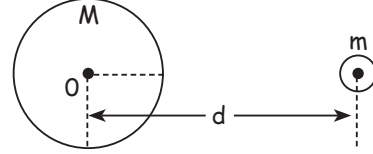
Buna göre g_x, g_y, g_z arasındaki ilişki nedir?

Sen Çöz 22

KÜTLE ÇEKİM POTANSİYEL ENERJİSİ: Kütle çekim kuvvetinden dolayı cisimlerin sahip olduğu enerjiye **kütle çekimi potansiyel enerjisi** denir. Skaler bir büyüklüktür.

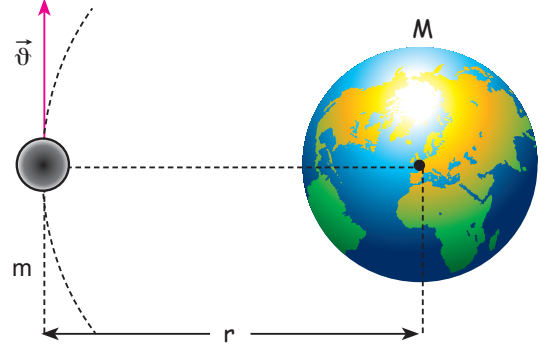
$$E_p = -G \frac{M \cdot m}{d}$$

ile bulunur.



Bağıntıdaki (-) işaretinin nedeni çekim potansiyel enerjisinin sonsuz uzaklıkta en büyük ve sıfır kabul edilmesidir.

✓ Cisimler arasındaki uzaklık arttıkça kütle çekim potansiyel enerjisi artar. D



UYDULARIN HAREKETİ

Bir gezegen etrafında r yarıçaplı bir yörüngede sabit v hızı ile çembersel hareket yapan uydunun yörüngesinden sapmaması için kütle çekim kuvvetinin merkezci kuvvete eşit olması gerekir.

Kuvvetlerin eşitliğine göre

$$F_m = F_{\text{çekim}}$$

$$\frac{m v^2}{r} = G \frac{M \cdot m}{r^2}$$

$$v = \sqrt{G \frac{M}{r}}$$

bulunur.

✓ Uydunun çizgisel hızı kütlesine bağlı değildir.

Dikkate Al

Gezegen çevresinde ϑ hızı ile dolanan uydunun hızından dolayı bir kinetik enerjisi vardır.

$$E_k = \frac{1}{2} m\vartheta^2 = \frac{1}{2} m G \frac{M}{r} = \frac{E_p}{2}$$

Dikkate Al

M kütleli gezegen etrafında dolanan m kütleli uydudan oluşmuş sistemin toplam enerjisi

$$E = E_k + E_p = \frac{E_p}{2} - E_p = -\frac{E_p}{2} = -G \frac{Mm}{2r} \text{ olur.}$$

KURTULMA ENERJİSİ

Bir cismin bir gezegenin çekim etkisinden kurtulup uzaya çıkabilmesi için cisme verilmesi gereken en küçük enerjiye kurtulma enerjisi denir.

$$E_{\text{kurtulma}} + E_p = 0$$

$$E_{\text{kurtulma}} = -E_p = -\left(-G \frac{Mm}{R}\right)$$

$$E_{\text{kurtulma}} = +G \frac{Mm}{R} \text{ olur.}$$

M: Gezegenin kütlesi

m: Cismin kütlesi

G : Kütle çekim sabiti

R : Gezegenin yarıçapı

BAĞLANMA ENERJİSİ

Bir gezegenin çevresinde dolanan uydunun sahip olduğu toplam enerjisinin mutlak değerine bağlanma enerjisi denir.

$$E_{\text{bağlama}} = G \frac{Mm}{2r} \text{ ile bulunur.}$$

M: Gezegenin kütlesi

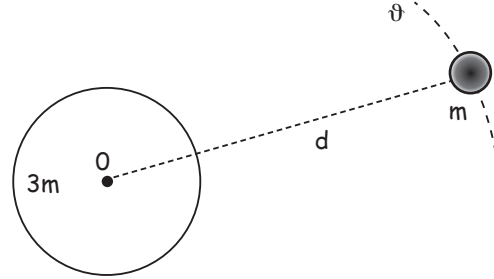
m: Uydunun kütlesi

r: Gezegen ve uydunun kütle merkezleri arasındaki uzaklık

Dikkate Al

Yer yüzeyindeki uyduyu yerin çekim alanından kurtarmak, yörüngede dolanan uyduyu yerin çekim alanından kurtarmaktan daha zordur.

Örnek Soru



Kütlesi m olan bir uydu 3m kütleli bir gezegenden d kadar uzaklıkta ϑ hızı ile dolanmaktadır.

Buna göre uydunun kütle çekim potansiyel enerjisini bulunuz.

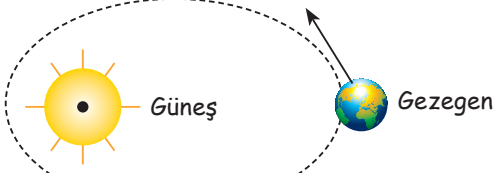
Biz Çözdük

$$E_p = -G \cdot \frac{M \cdot m}{d}$$

$$E_p = -G \cdot \frac{3m \cdot m}{d}$$

$$E_p = -G \cdot \frac{3m^2}{d}$$

Örnek Soru



Bir gezegen şekildeki gibi elips şeklindeki bir yörüngede güneş etrafında dolmaktadır.

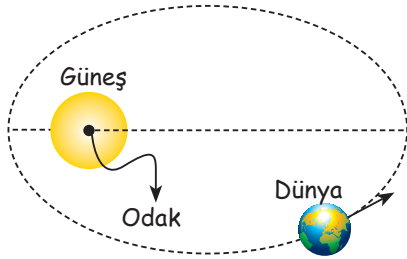
Buna göre gezegen güneşe yaklaşırken kinetik enerjisi ve kütle çekim potansiyel enerjisi nasıl değişir?

Sen Çöz 23

KEPLER KANUNLARI

Kepler, gezegenlerin güneş etrafındaki hareketini Newton'ın kütle çekim kuvvetine dayanarak 3 kanunla açıklamıştır.

1. Yörüngeler Kanunu



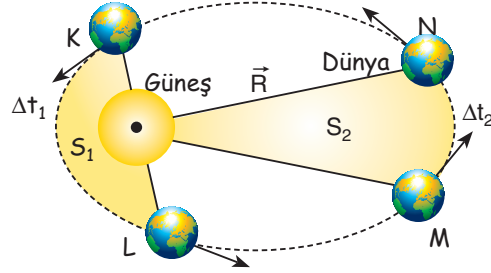
Her gezegen odaklarının biride güneş bulunan elips şeklinde yörüngelerde dolanırlar.

Dikkate Al

Gezegenler güneş etrafında dolarken açısal momentum korunur. Gezegenler güneşe yaklaştıkça çizgisel hızları artar.

Yörüngenin herhangi iki noktasında gezegenin hızı karşılaştırılırken açısal momentumun korunumundan faydalanılır.

2. Alanlar Kanunu



Güneşi gezegene birleştiren yarıçap vektörü eşit zamanlarda eşit alanları tarar.

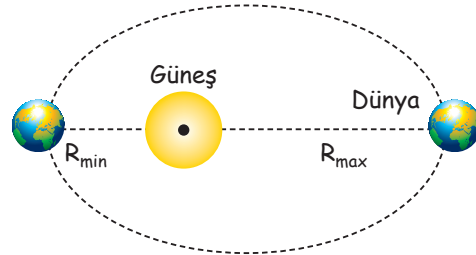
Şekilde $\Delta t_1 = \Delta t_2$ ise $S_1 = S_2$ 'dir.

Gezegenlerin güneş etrafında dolarken toplam enerjileri sabit kalır.

Gezegen güneşe yaklaşıncı hızı dolayısıyla kinetik enerjisi artar. Ancak kütle çekim potansiyel enerjisi azalır.

Gezegenin çizgisel hızı artarsa, açısal hızıda artar.

3. Periyotlar Kanunu



Güneş etrafında dolanan bütün gezegenlerin yörüngelerin ortalama yarıçaplarının küpünün gezegenlerin periyotlarının karesine oranı sabittir. Buna periyotlar kanunu denir.

Ortalama yarıçapları $R_1, R_2, R_3 \dots, R_n$ olan gezegenlerin periyotları $T_1, T_2, T_3 \dots, T_n$ ise;

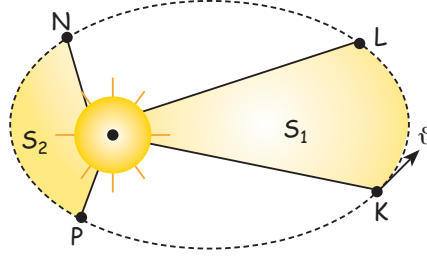
$$\frac{R_1^3}{T_1^2} = \frac{R_2^3}{T_2^2} = \frac{R_3^3}{T_3^2} = \dots = \frac{R_n^3}{T_n^2} = \text{sabit}$$

eşitliği yazılabilir.

Gezegenler güneş etrafında elips şeklinde dolandıkları için yarıçap sabit değildir. Bu yüzden ortalama yarıçaptan bahsedilir. Ortalama yarıçap;

$$R_{\text{ort}} = \frac{R_{\text{max}} + R_{\text{min}}}{2} \text{ ile bulunur.}$$

Örnek Soru



Güneş etrafında bir gezegen şekildeki gibi elips şeklindeki yörüngede dolanmaktadır.

Gezegen K'dan L'ye t_1 sürede N'den P'ye t_2 sürede geliyor.

$S_1 = 2S_2$ olduğuna göre; $\frac{t_1}{t_2}$ oranı nedir?

Biz Çözdük

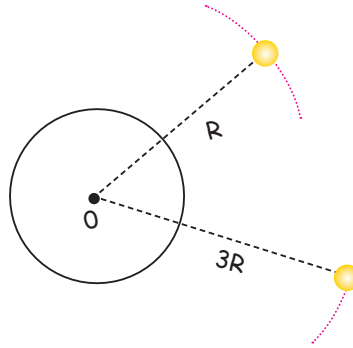
Yarıçap vektörü eşit zamanda eşit açı tarar.

$S_2 = S$ ise $S_1 = 2S$ olur.

$t_1 = 2t$ $t_2 = t$ olur.

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{2t}{t} = 2$$

Örnek Soru

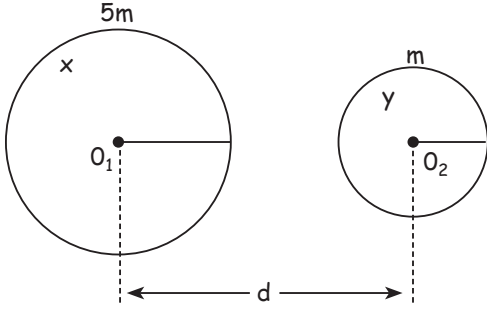


K ve L uyduları dünya merkezinden sırasıyla R ve 3R uzaklıkta çembersel yörüngede dolanmaktadır.

K uydusunun periyodu T ise L uydusunun periyodu kaç T olur?

Sen Çöz 24

1.

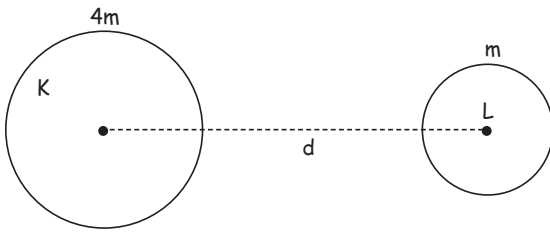


Kütleleri $5m$ ve m olan x ve y cisimleri arasındaki uzaklık d kadardır.

y cisminin x cismine uyguladığı kütle çekim kuvveti F olduğuna göre, x cisminin y cismine uyguladığı kütle çekim kuvveti kaç F 'dir?

- A) 5 B) -5 C) 4 D) -1 E) +1

2.

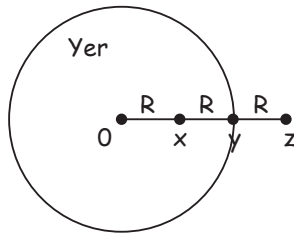


Aralarında d kadar uzaklık bulunan K ve L cisimlerinin kütleleri $4m$ ve m 'dir.

Kütlesi $3m$ olan x cismi L cisiminden kaç d uzağa konulursa dengede kalabilir?

- A) $\frac{2}{3}$ B) $\frac{1}{3}$ C) 1 D) $\frac{3}{2}$ E) $\frac{4}{3}$

3.

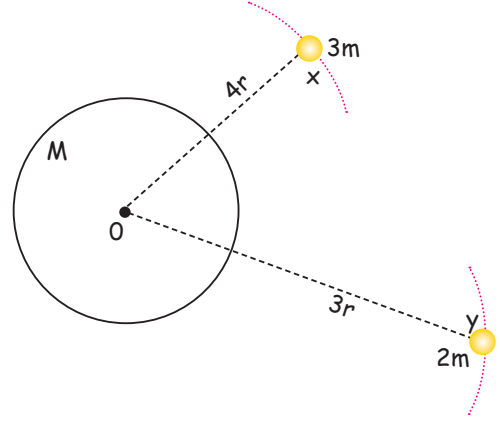


Düşey kesiti şekildeki gibi gösterilen yer küresinin x , y , z noktalarındaki yerçekimi ivmesi sırasıyla g_x , g_y , g_z 'dir.

Buna göre g_x , g_y , g_z arasındaki ilişki hangi seçenekte doğru verilmiştir?

- A) $g_y > g_x > g_z$ B) $g_x > g_y > g_z$
C) $g_z > g_y > g_x$ D) $g_y > g_z > g_x$
E) $g_x = g_y = g_z$

4.



Kütleleri sırasıyla $3m$ ve $2m$ olan x ve y uyduları $4r$ ve $3r$ uzaklıktaki M kütleli bir gezegen etrafında dolanmaktadır.

Buna göre uyduların kütle çekim potansiyel enerjileri oranı $\frac{E_x}{E_y}$ nedir?

- A) $\frac{9}{8}$ B) $\frac{4}{3}$ C) $\frac{3}{2}$ D) $\frac{2}{3}$ E) $\frac{3}{4}$

ÇİTA YAYINLARI

5.

Yarıçapları oranı $\frac{r_1}{r_2} = \frac{5}{3}$ olan iki gezegen üzerinde tartılan bir cismin ağırlığı eşit oluyor.

Buna göre gezegenlerin kütleleri oranı $\frac{m_1}{m_2}$ nedir?

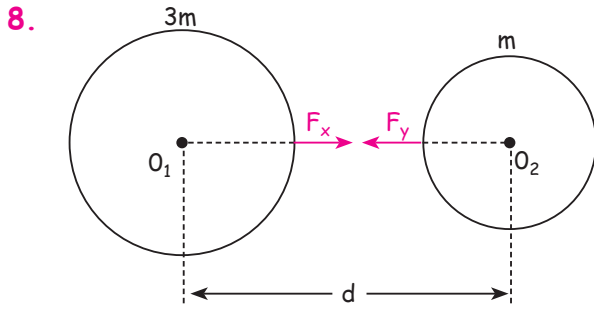
- A) $\frac{5}{3}$ B) $\frac{4}{7}$ C) $\frac{25}{9}$ D) $\frac{3}{2}$ E) 1

6.

Bir uydunun yerçekiminden tamamen kurtulması için verilmesi gereken enerji aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $-G \frac{Mm}{r}$ B) $-G \frac{Mm}{r^2}$ C) $G \frac{Mm}{r}$
D) $-G \frac{Mm}{12}$ E) $\frac{Mm}{r}$

7. Bir gezegenden eşit uzaklıktaki iki uydu için,
 I. Periyotları eşittir.
 II. Kütle çekimi potansiyel enerjileri eşittir.
 III. Açısal hızları eşittir.
 yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?
 A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
 D) I, II ve III E) I ve III



Kütleleri sırasıyla $3m$ ve m olan x ve y gezegenlerinin birbirine uyguladıkları kütle çekim kuvvetleri şekildeki gibidir.

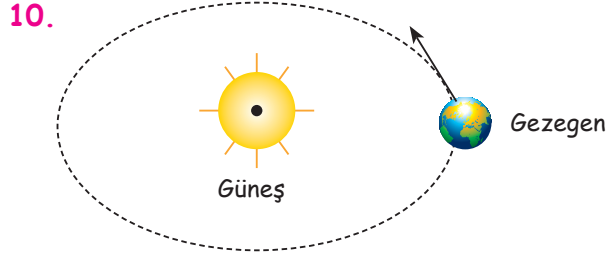
Buna göre;

- I. F_x ve F_y etki tepki kuvvetidir.
 II. $\vec{F}_x = \vec{F}_y$ dir.
 III. \vec{F}_x ve \vec{F}_y olan kuvvetleridir.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) I, II ve III B) I ve III C) II ve III
 D) I ve II E) Yalnız II

9. Bir cismin dünyadaki ağırlığı G kadardır.
 Bu cismin ağırlığı kütlesi dünyanın kütlesinin 3 katı, yarıçapı dünyanın yarıçapının $\frac{1}{2}$ 'si olan bir gezegende kaç G olur?
 A) 3 B) 6 C) 7 D) 10 E) 12



Bir gezegen şekildeki gibi elips şeklede bir yörüngede güneş etrafında dolanmaktadır.

Buna göre;

- I. Gezegen güneşe yaklaştıkça kütle çekim potansiyel enerjisi azalır.
 II. Gezegen güneşten uzaklaştıkça bağlanma enerjisi azalır.
 III. Gezegen güneşe yaklaştıkça kinetik enerjisi artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

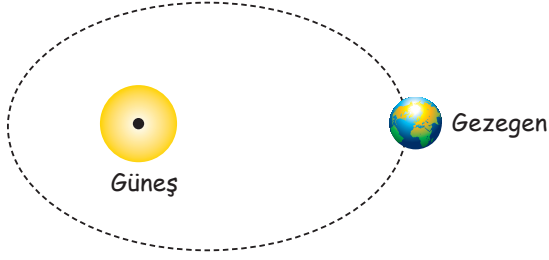
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
 D) I ve III E) I, II ve III

11. Bir astronotun çekim ivmesinin g_1 olduğu gezegende ağırlığı $5G$, çekim ivmesinin g_2 olduğu bir gezegende ağırlığı G 'dir.

Buna göre astronotun çekim ivmesinin $g_1 + g_2$ olduğu gezegende ağırlığı kaç G 'dir?

- A) 2 B) 3 C) 4 D) 5 E) 6

1.



Bir gezegen güneş etrafında şekildeki gibi elips şeklede bir yörüngere de dolanıyor.

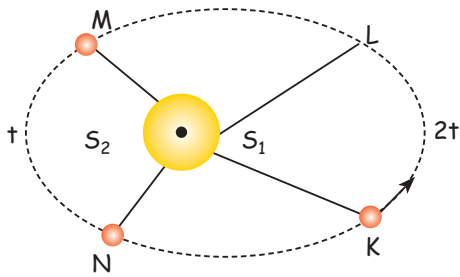
Gezegenin güneş etrafında dönmesi sırasında,

- I. Gezegenin açısal momentumu değişmez.
- II. Gezegenin mekanik enerjisi değişmez.
- III. Gezegenin kinetik enerjisi değişmez.
- IV. Gezegenin açısal ivmesinin büyüklüğü değişmez.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) I ve II
- B) III ve IV
- C) I, II ve III
- D) II ve III
- E) I, II, III ve IV

2.



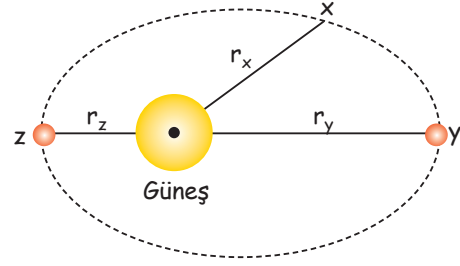
Güneş etrafında bir gezegen şekildeki gibi elips bir yörüngede dolanmaktadır.

Gezegen K noktasından L noktasına $2t$ sürede, M noktasından N noktasına t sürede geldiğine göre bu sürelerde yarıçap vektörünün taradığı

alanların oranı $\frac{S_1}{S_2}$ nedir?

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) $\frac{1}{2}$
- E) $\frac{1}{3}$

3.



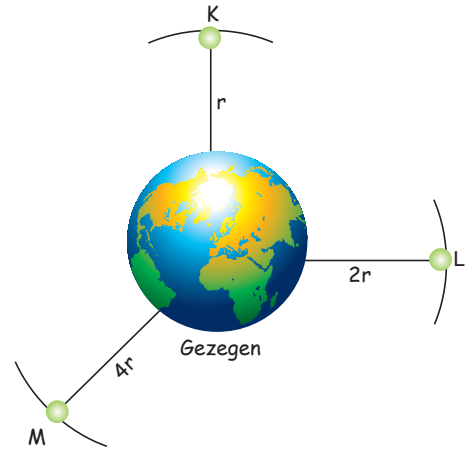
Güneş etrafında şekildeki gibi dolanan bir gezegenin yörüngesi üzerindeki x, y, z noktalarından geçerken hızlarının büyüklüğü $\vartheta_x, \vartheta_y, \vartheta_z$ 'dir.

Buna göre $\vartheta_x, \vartheta_y, \vartheta_z$ arasındaki ilişki nedir?

- A) $\vartheta_y > \vartheta_z > \vartheta_x$
- B) $\vartheta_y > \vartheta_x = \vartheta_z$
- C) $\vartheta_z > \vartheta_x = \vartheta_y$
- D) $\vartheta_x = \vartheta_y = \vartheta_z$
- E) $\vartheta_z > \vartheta_x > \vartheta_y$

ÇİTA YAYINLARI

4.



Bir gezegenin merkezinden $r, 2r$ ve $4r$ uzakta dairesel yörüngede dolanan K, L, M uyduları için,

- I. Açısal hızları arasındaki ilişki $w_K > w_L > w_M$ 'dir.
- II. Periyotları arasındaki ilişki $T_K = T_L = T_M$ 'dir.
- III. Üçünün de kinetik enerjisi eşittir.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

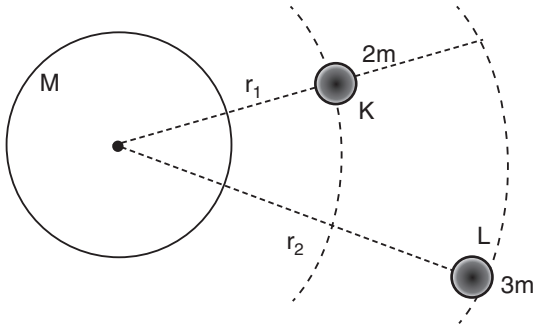
- A) I ve III
- B) II ve III
- C) Yalnız I
- D) I ve II
- E) I, II ve III

5. Kütleli m olan bir cismin yer yüzeyindeki ağırlığı G kadardır.

Yerin yarıçapı R olduğuna göre yer yüzeyinden kaç R uzakta cismin ağırlığı $\frac{G}{4}$ olur?

- A) 1 B) 2 C) 4 D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{1}{4}$

6.



Kütleleri $2m$ ve $3m$ olan K ve L uyduları M kütleli bir gezegen etrafında r_1 ve r_2 yarıçaplı dairesel yörüngede dolmaktadır.

Uyduların toplam enerjileri eşit olduğuna göre periyotları oranı $\frac{T_K}{T_L}$ nedir?

- A) $\frac{2}{3}$ B) $\frac{3}{2}$ C) $\frac{8}{27}$ D) $\frac{2\sqrt{2}}{3\sqrt{3}}$ E) 1

7. Bir gezegenin yarıçapı dünyanın yarıçapının yarısı çekim ivmesi ise dünyanın çekim ivmesinin $\frac{4}{5}$ katıdır.

Dünyanın kütlesi M olduğuna göre gezegenin kütlesi kaç M 'dir?

- A) $\frac{4}{5}$ B) $\frac{5}{4}$ C) $\frac{1}{5}$ D) 1 E) 3

8. Yarıçapı R olan bir gezegenin etrafında gezegenin yüzeyinde $2R$ kadar uzaklıkta dolanan bir uydunun, gezegen yüzeyinden R kadar uzaklıkta dolması sağlanıyor.

Buna göre;

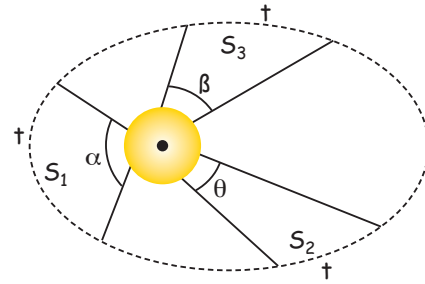
- I. Uydunun frekansı büyür.
II. Uydunun açısal hızı azalır.
III. Uydunun ile gezegen arasındaki kütle çekim kuvveti artar.

yargılarından hangileri doğru olur?

- A) I, II ve III B) II ve III C) I ve III
D) Yalnız I E) Yalnız II

ÇİTA YAYINLARI

9.



Bir gezegen güneş çevresinde şekildeki gibi elips yörüngede dolmaktadır.

Yarıçap vektörü eşit zamanda S_1 , S_2 , S_3 kadar alan tarandığına göre yarıçap vektörünün tarandığı α , β , ve θ açıları arasındaki ilişki nedir?

- A) $\alpha > \theta > \beta$ B) $\beta > \alpha > \theta$ C) $\alpha = \beta = \theta$
D) $\beta > \alpha = \theta$ E) $\alpha > \beta > \theta$

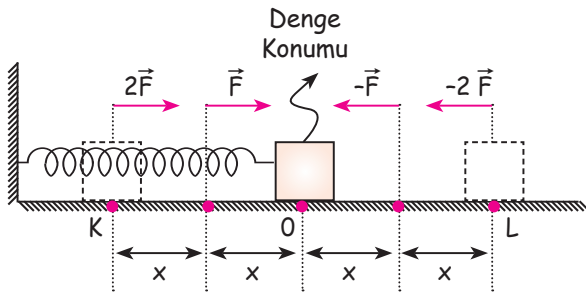
BASİT HARMONİK HAREKET



Eşit zaman aralıklarında sürekli olarak kendini tekrarlayan hareket çeşidine periyodik hareket denir. Periyodik hareketlerde cismin bir denge noktası vardır.

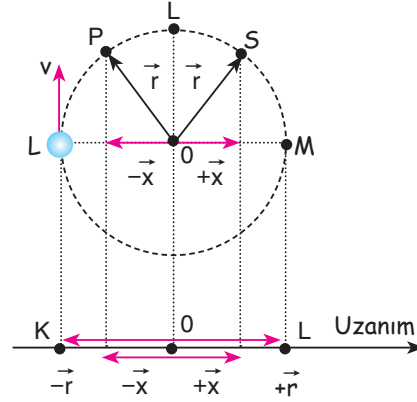
Denge noktasından eşit uzaklıktaki iki nokta arasında eş zamanlı olarak tekrarlanan harekete basit harmonik hareket denir.

Şekildeki saatin sarkacının hareketi basit harmonik harekettir.



Şekildeki gibi sıkıştırılmış yayın önüne konulmuş m kütleli cismin KL noktaları arasında yaptığı hareket basit harmonik harekettir.

BASİT HARMONİK HAREKET VE DÜZGÜN ÇEMBERSEL HAREKET ARASINDAKİ İLİŞKİ



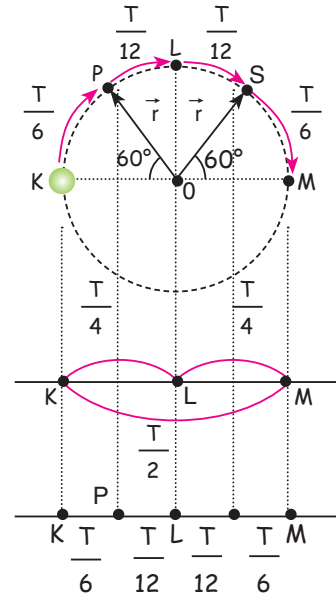
Düştay düzlemde düzgün çemberse hareket yapan bir cismin yatay düzlemdeki yada düştay düzlemdeki iz düştümünün yaptığı hareket basit harmonik harekettir.

Uzanim (\vec{x}): Basit harmonik hareket yapan bir cismin herhangi bir t anında denge noktasına olan uzaklığa uzanim denir. Uzanim \vec{x} ile gösterilir. Vektörel bir büyüklüktür. SI birim sisteminde birimi metredir.

Genlik (\vec{r}): Basit harmonik hareket yapan bir cismin denge konumundan itibaren gidebileceği maksimum uzaklığa genlik denir. Genlik \vec{r} ile gösterilir. Vektörel bir büyüklüktür. SI birim sisteminde birimi metredir.

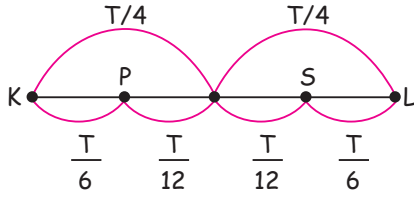
✓ Uzanimın maksimum değeri genliği verir.

Periyot (T): Basit



harmonik hareket yapan bir cismin bir noktadan peşpeşe ve aynı yönde geçmesi arasındaki süreye periyot denir.

- ✓ KL Noktaları arasında basit harmonik hareket yapan cismin eşit ağırlıkları periyot cinsinden alma süresi aşağıdaki gibi bulunur.

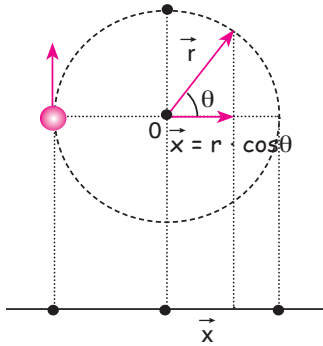


Frekans (f): Basit harmonik hareket yapan bir cismin saniyedeki titreşim sayısına frekans denir. Birimi s^{-1} yada Hertzdir.

Açısal Frekans: Çembersel harekette kullanılan açısal hız yerine basit harmonik harekette açısal frekans kullanılır.

Açısal frekans; $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$ ile bulunur.

KONUMUN ZAMANA GÖRE DEĞİŞİMİ



Düzgün çembersel hareket yapan bir cismin yatayda yada düşeydeki izdüşümü basit harmonik hareket olduğuna göre şekildeki \vec{r} vektörünün yatay bileşeni yataydaki uzanımı verir.

Buna göre

Yataydaki uzanım için

$$x = r \cdot \cos\theta$$

Düşeydeki uzanım için

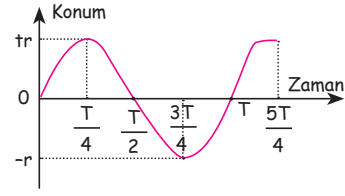
$$y = r \cdot \sin\theta \quad \text{denklem-}$$

yazılır.

$\theta = \omega t$ olduğuna göre,

$$\begin{aligned} x &= r \cdot \cos\omega t \\ y &= r \cdot \sin\omega t \end{aligned} \quad \text{yazılır.}$$

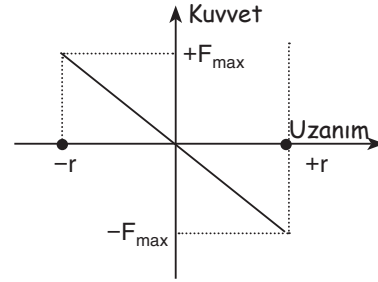
Unutma!



Basit harmonik hareket yapan bir cismin uzanım-zaman grafiği şekildeki gibi çizilebilir.

KUVVETİN KONUMA GÖRE DEĞİŞİMİ

Basit harmonik hareket yapan bir cisme etki eden kuvvete geri çağırıcı kuvvet denir.



- ✓ Düzgün çembersel hareket yapan cisme etki eden merkezci kuvvetin izdüşümü basit harmonik hareket yapan cisme etki eden geri çağırıcı kuvvettir.
- ✓ Geri çağırıcı kuvvet daima denge konumuna doğrudur.
- ✓ Geri çağırıcı kuvvet ile uzanım vektörleri arasındaki ilişki

$$\vec{F} = -m\omega^2 \cdot \vec{x} \quad \text{dir.}$$

Formüldeki (-) işareti kuvvet ile uzanımın zıt yönlü olmasından kaynaklanır.

- ✓ Basit harmonik hareket yapan cismin konumu sürekli değiştiği için cisme etki eden kuvvetin değeride sürekli değişir.

Uzanımın maksimum olduğu yerde kuvvet maksimum, uzanımın sıfır olduğu yerde kuvvet sıfırdır.

İVMENİN KONUMA GÖRE DEĞİŞİMİ

Newton'un hareket kanunlarına göre bir cisim üzerine net bir kuvvet etki ederse cisim ivme kazanır.

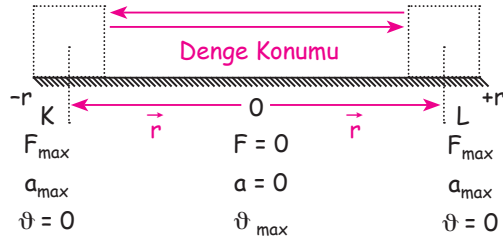
Buna göre basit harmonik hareket yapan cisme geri çağırıcı kuvvet ivme kazandırır.

Basit harmonik hareket yapan cismin ivmesi

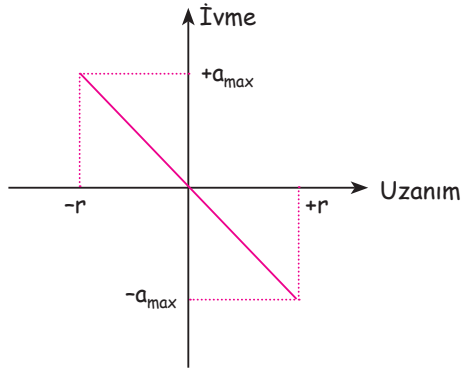
$$\vec{a} = -\omega^2 \cdot \vec{x} \text{ ile bulunur.}$$

Formüldeki (-) işareti ivme ile uzanım vektörünün zıt yönlü olmasından kaynaklıdır.

- Basit harmonik hareket yapan cismin ivme vektörü kuvvet vektörü ile aynı yönlü, konum vektörü ile ters yönlüdür.

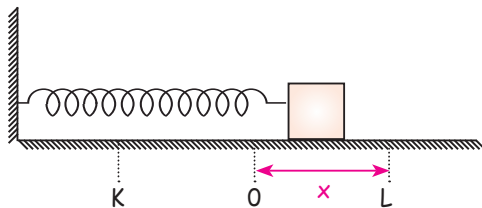


- KL noktaları arasında basit harmonik hareket yapan bir cismin denge konumunda ve genlik noktalarındaki kuvvet ivme ve hız değerleri şekildeki gibidir.
- Basit harmonik hareket yapan cismin ivme - uzanım grafiği şekildeki gibidir.



HIZIN KONUMA GÖRE DEĞİŞİMİ

Basit harmonik hareket yapan bir cismin hızı sürekli olarak değişir.



Şekildeki gibi KL noktaları arasında basit harmonik hareket yapan cismin denge konumunda (O noktasında) hızı maksimum, genlik konumunda (K ve L noktalarında) hızı 0'dır.

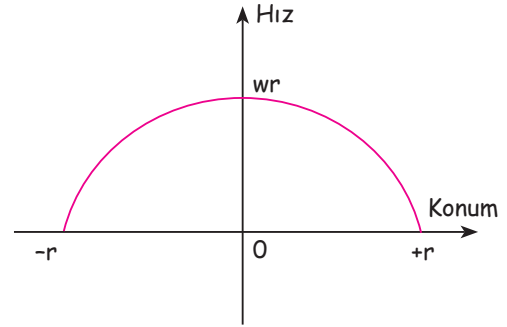
- Basit harmonik hareket yapan cismin konumuna bağlı hız denklemi,

$$v = \omega \sqrt{r^2 - x^2} \text{ ile bulunur. } (\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T})$$

- Cismin maksimum hız değeri

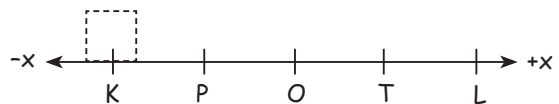
$$v = \omega \cdot r \text{ kadardır.}$$

- Basit harmonik hareket yapan bir cismin hız - konum grafiği şekildeki



Örnek Soru

K - L arasında basit harmonik hareket yapan bir cismin periyodu $T = 24$ saniyedir.

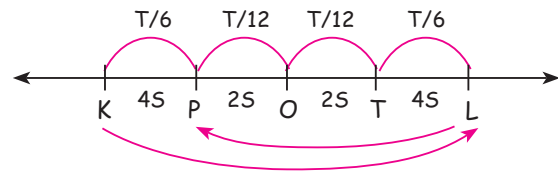


Şekildeki gibi K noktasından harekete başlayan cisim 20 saniye sonra hangi noktada olur? (Noktalararası uzaklık eşittir.)

Biz Çözdük

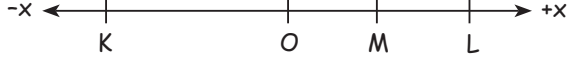
K noktasından harekete başlayan cisim noktalar arasında şekildeki gibi alır.

20 saniye sonunda cisim P noktasında olur.



Örnek Soru

KL arasında basit harmonik hareket yapan cisim M noktasından geçerken konum vektörü ivme vektörü ve kuvvet vektörünü çiziniz.



Sen Çöz 25

Örnek Soru

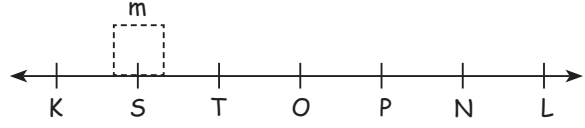
$$x = 4\sin 6\pi t \text{ cm'dir.}$$

Buna göre bu hareketin,

- Genliği kaç cm'dir?
- Açısal frekansı kaç rad/s'dir.
- Periyod kaç saniyedir.
- $\frac{1}{36}$ saniye sonunda uzanımı kaç cm'dir.

Sen Çöz 26

Örnek Soru

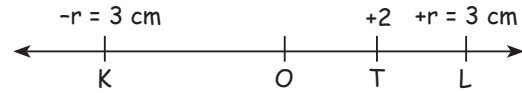


m kütleli bir cisim KL noktaları arasında basit harmonik hareket yapmaktadır.

Buna göre cisim P noktasından geçerken ivmesinin büyüklüğü a_p 'nin S noktasından geçerken ivmesinin büyüklüğü a_s 'ye oranı $\frac{a_p}{a_s}$ nedir? (Noktalar arası uzaklık eşittir.)

Sen Çöz 27

Örnek Soru



Kütlesi 2 kg olan cisim şekildeki gibi KL arasındaki basit harmonik hareket yapmaktadır.

Cismin periyodu 6 saniye olduğuna göre,

- Cismin maksimum hızını bulunuz.
- Cisme etki eden maksimum kuvveti bulunuz.
- Cisim T noktasından geçerkenki ivmesini ve hızını bulunuz. ($\pi = 3$ alınız.)

Biz Çözdük

$$\text{Cismin açısal frekansı } w = \frac{2\pi}{T} = \frac{2 \cdot 3}{6} = 1 \text{ rad/s}$$

- $$v_{\max} = w \cdot r$$

$$v_{\max} = 1 \cdot 3$$

$$v_{\max} = 3 \text{ m/s}$$
- $$F_{\max} = mw^2 \cdot r$$

$$= 2 \cdot (1)^2 \cdot 3$$

$$= 6 \text{ N}$$
- $$a_T = w^2 \cdot x$$

$$a_T = (1)^2 \cdot 2$$

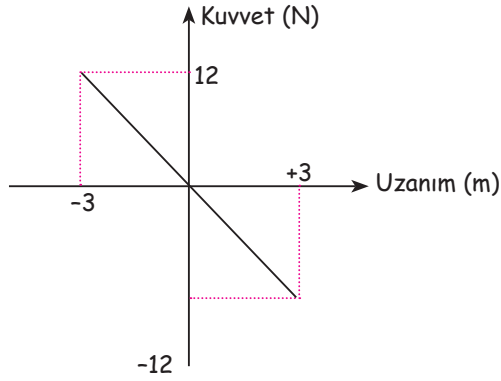
$$a_T = 2 \text{ rad/s}$$

$$v_T = w \sqrt{r^2 - x^2}$$

$$v_T = 1 \sqrt{9 - 4}$$

$$v_T = \sqrt{5} \text{ m/s}$$

Örnek Soru



Kütlesi 1 kg olan bir cismin kuvvet - uzanım grafiği şekildeki gibidir.

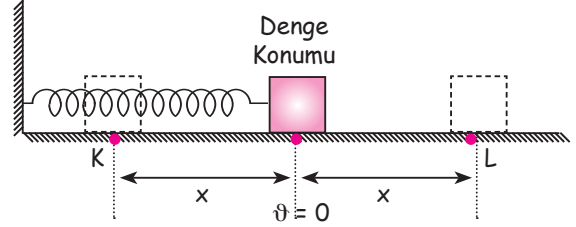
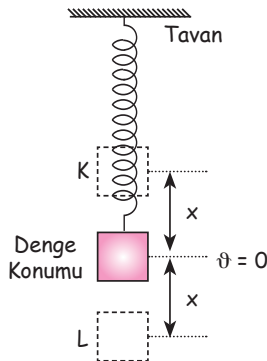
Cisim sürtünmesiz düzlemde basit harmonik hareket yaptığına göre;

- Cismin maksimum ivmesi nedir?
- Cismin frekansı kaç sn^{-1} dir? ($\pi = 3$)

Sen Çöz 28

YAYLI SARKAÇ

Sürtünmelerin önemsiz olduğu ortamlarda esnek bir yayın ucuna takılmış m kütleli bir cisim, düşey yada yatay konumda, denge konumundan itibaren x kadar uzatılıp yada sıkıştırılırsa basit harmonik hareket yapar.



Cismin periyodu,

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow \text{Cismin kütlesi kg}$$

$$k \rightarrow \text{Yayın yay sabiti N/m}$$

Periyots

ile bulunur.

Unutma!

Birden fazla yay kullanıldığı sistemlerde eşdeğer yay sabiti bulunarak periyot hesaplanır.

Unutma!

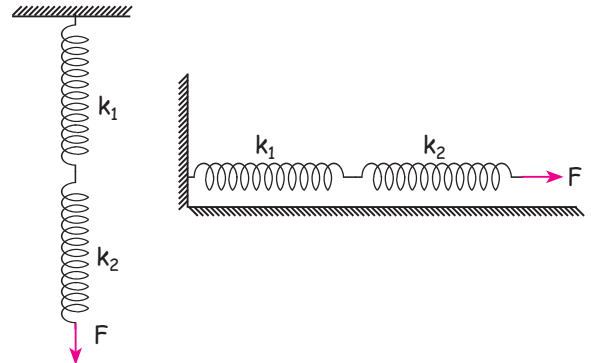
Periyot yerçekimi ivmesine yada genliğe bağlı değildir.

YAYLARIN SERİ BAĞLANMASI

Yaylar şekillerdeki gibi seri bağlanabilir.

Eşdeğer yay sabiti,

$$\frac{1}{k_{es}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \text{ ile bulunur.}$$



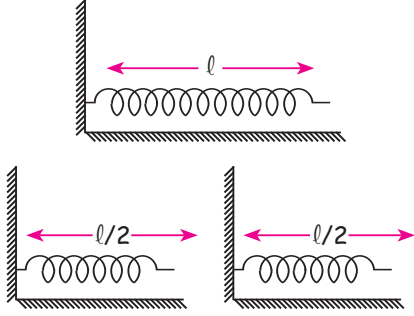
✓ Yaylar seri bağlandıkça eşdeğer yay sabiti küçülür.

Unutma!

Özdeş n tane yay seri bağlandığında eşdeğer yay

sabiti $k_{eş} = \frac{k}{n}$ ile bulunur.

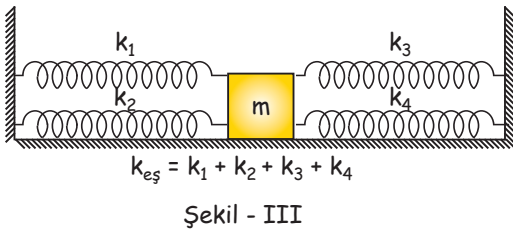
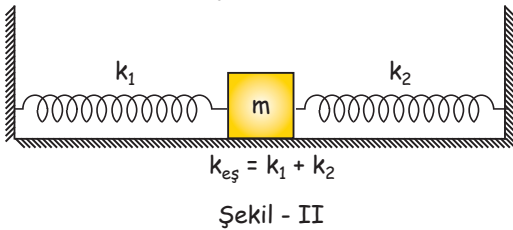
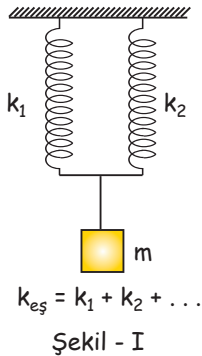
Unutma!



Yay sabiti k olan bir yay parçalara ayrılınca yay sabiti artar. Yayların boyu hangi oranda küçülürse yay sabiti aynı oranda artar.

Boyu l yay sabiti k olan bir yay iki eşit parçaya bölünürse, her bir parçanın yay sabiti $2k$ olur.

YAYLARIN PARALEL BAĞLANMASI

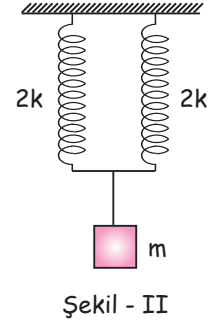
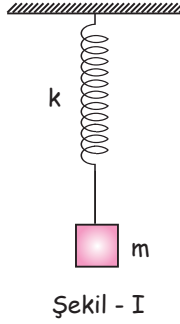


Paralel bağlanmış yayların yay sabiti:

$$k_{eş} = k_1 + k_2 + \dots \text{ ile bulunur.}$$

✓ Şekil - I, şekil - II ve şekil - III'deki yay sistemlerinde yaylar paralel bağlanmıştır.

Örnek Soru



Yay sabiti k olan yaya asılı m kütleli cisim şekil - I'deki gibi T büyüklüğünde periyot ile basit harmonik hareket yapmaktadır.

Buna göre şekil - II'deki m kütleli cismin periyodu kaç T olur?

Biz Çözdük

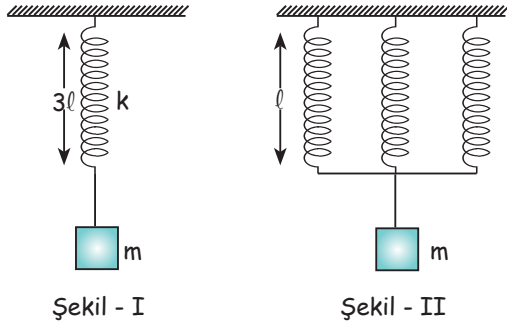
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Şekil - II'de eş değer yay sabiti $k_{eş} = 2k + 2k = 4k$ 'dir.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{4k}} = \frac{1}{2} \left(2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \right) T$$

$$T' = \frac{T}{2}$$

Örnek Soru



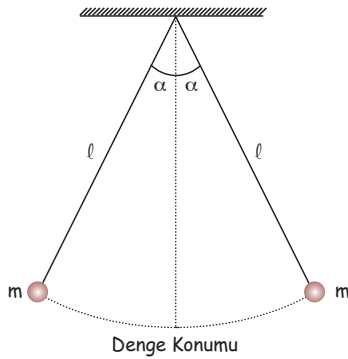
Yay sabiti k olan $3l$ uzunluğundaki bir yaya m kütleli cisim Şekil - I'deki gibi asılarak T periyotlu basit harmonik hareket yaptırılmaktadır.

Yay 3 eşit parçaya bölünüp Şekil - II'deki gibi bağlanırsa Şekil - II'deki cismin periyodu kaç T olur?

Sen Çöz 29

BASİT SARKAÇ

Uzunluğu l olan, ağırlığı ihmal edilen bir ipin ucuna asılmış m kütleli cisimden oluşmuş sisteme basit sarkaç denir.



Basit sarkaç denge konumundan biraz çekilip bırakılırsa basit harmonik hareket yapar.

Basit sarkacın periyodu $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ ile bulunur.

T : Basit sarkacın periyodu

l : İpin boyu

g : Yerçekimi ivmesi

Unutma!

Yerçekimi ivmesinin olmadığı yerlerde basit sarkaç çalışmaz.

Unutma!

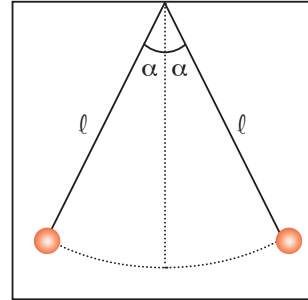
Yerçekimi ivmesinin değiştiği yerlerde basit sarkacın periyodu değişir.

Unutma!

α açısının 10° 'den küçük olması şartı ile genlik periyodu değiştirmez.

Unutma!

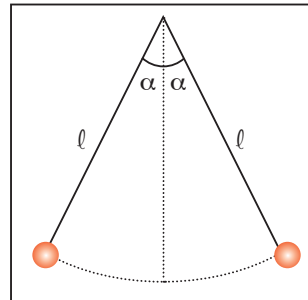
\vec{a} ivmesi ile yukarı yönde hızlanan asansör içinde basit harmonik hareket yapan basit sarkacın periyodu,



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g + a}}$$

ile bulunur.

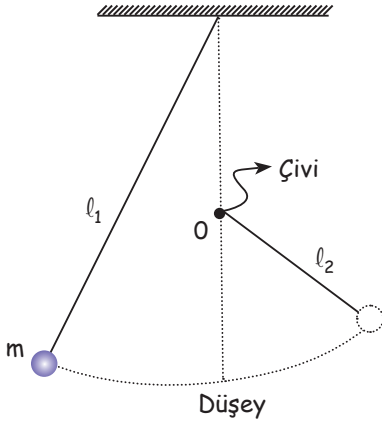
a ivmesi ile yukarı yönde yavaşlayan asansör içinde basit harmonik hareket yapan basit sarkacın periyodu



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g - a}}$$

ile bulunur.

Unutma!



l_1 uzunluğundaki bir ipin ucuna bağlanmış bir cisim düşey konuma geldiğinde O noktasındaki çiviye takılarak salınım hareketine devam eder.

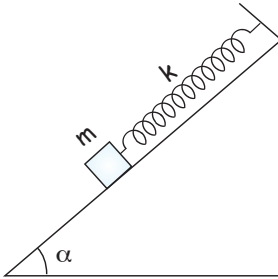
Bu durumda hareketin periyodu bulunurken ip uzunluğu l_1 ve l_2 olan iki sarkaç varmış gibi işlem yapılır.

Basit sarkacın periyodu;

$$T = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}} + 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}}}{2}$$

ile bulunur.

Unutma!

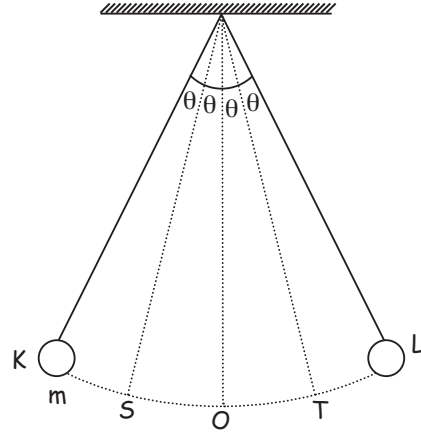


Sürtünmesiz eğik düzlem üzerinde basit harmonik hareket yapan cismin periyodu eğik düzlemden bağımsızdır.

Cismin periyodu:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \text{ ile bulunur.}$$

Örnek Soru



Uzunluğu 0,4 m olan bir ipin ucuna 1 kg kütleli cisim asılarak basit harmonik hareket yaptırılıyor.

Cisim K noktasından serbest bırakıldığına göre;

- Periyodu kaç saniyedir?
- Cismi K noktasından geçtikten 0,4 saniye sonra nerede bulunur?
- θ açısı yarıya indirilirse frekans nasıl değişir? ($g = 10 \text{ m/s}^2$ $\pi = 3$)

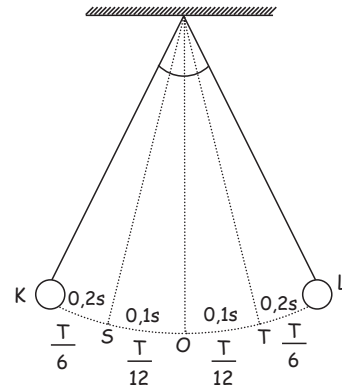
Biz Çözdük

$$a) T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{0,4}{10}}$$

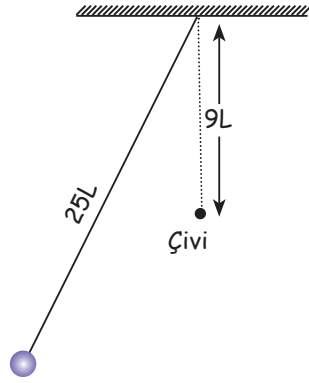
$$T = 1,2s$$

b) Noktalar arası uzaklıklar eşittir. Buna göre 0,4 saniye sonra cisim T noktasında olur.



c) θ açısı 5'den küçük olmak kaydıyla açının küçültülmesi genliği küçültür. Basit sarkacın periyodu genlikten etkilenmez aynı kalır. Periyot değişmezse frekansta değişmez aynı kalır.

Örnek Soru



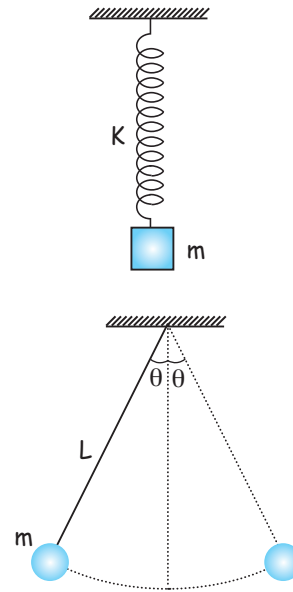
25 L uzunluğundaki ipin ucuna m kütleli cisim bağlanarak basit harmonik hareket yapıyorken salınım periyodu T_1 oluyor.

Cisim O noktasındaki çiviye takıldığında ise salınım periyodu T_2 oluyor.

Buna göre $\frac{T_1}{T_2}$ oranı nedir?

Sen Çöz 30

Örnek Soru

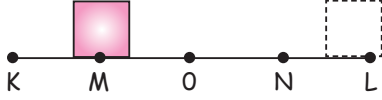


Yay sarkacı ve basit sarkacın uçlarına m kütleli cisimler bağlanarak basit harmonik hareket yaptırılıyor.

Bu sarkaçlar aya götürüldüğünde periyotları nasıl değişir?

Sen Çöz 31

1.



m kütleli bir cisim KL noktaları arasında basit harmonik hareket yapmaktadır.

Cisim şekildeki M konumundan N konumuna $\frac{5}{2}$ saniyede geldiğine göre cismin periyodu kaç saniyedir? (Noktalar arası uzaklıklar eşittir.)

- A) 10 B) 12 C) 15 D) 17 E) 20

2.



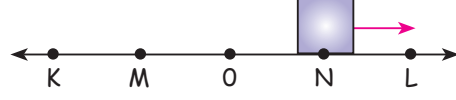
O noktasından +x yönünde harekete başlayan bir cisim KL arasında basit harmonik hareket yapmaktadır.

Cisim OL arasını 1 saniyede aldığına göre cismin frekansı kaç Hertz'dir?

(Noktalar arası eşit uzaklıktadır.)

- A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{2}$ C) 1 D) 2 E) 4

3.



KL noktaları arasında basit harmonik hareket yapan hareketlinin periyodu 24 saniyedir.

K noktasından harekete başlayan cisim N noktasından geçtikten 30 saniye sonra hangi noktada olur? (Noktalar arası uzaklıklar eşittir.)

- A) K B) ON C) L D) NL E) M

4.

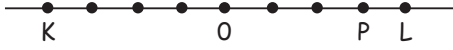
Basit harmonik hareket yapan bir cisim periyodu $T = \pi$ saniyedir.

Cismin konum denklemleri $x = 6 \cdot \cos \omega t$ olduğuna göre cisim harekete başladıktan $\frac{\pi}{6}$ saniye sonra uzanımı kaç m'dir?

$$(\sin 300 = \frac{1}{2}, \cos 300 = \frac{\sqrt{3}}{2} \pi = 3)$$

- A) 6 B) 5 C) 4 D) 3 E) 2

5.

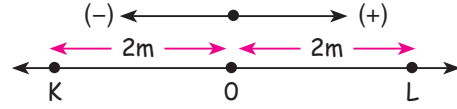


KL noktaları arasında basit harmonik hareket yapan bir cismin K noktasından geçerken ivmesi \vec{a}_K P noktasından geçerkenki ivmesi \vec{a}_P 'dir.

Buna göre $\frac{\vec{a}_K}{\vec{a}_P}$ oranı nedir?

- A) 1 B) -2 C) -1 D) $\frac{3}{4}$ E) $-\frac{4}{3}$

7.



Kütlesi 1 kg olan bir cisim KL arasında $T = 3s$ periyot ile basit harmonik hareket yapmaktadır.

Uzunum -50 cm iken cismin ivmesi hangi yönde ve kaç m/s^2 'dir? ($\pi = 3$)

- A) (-) yönde: 2 B) (+) yönde: 2
C) (-) yönde: 1 D) (+) yönde: 1
E) (-) yönde: 0,5

ÇİTA YAYINLARI

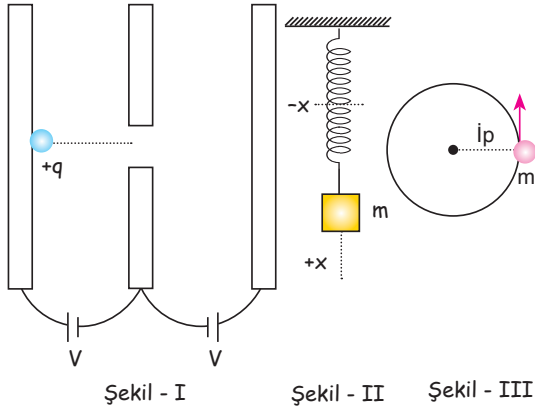
6. Basit harmonik hareket yapan bir cisimle ilgili olarak,

- I. Genlik artarsa frekans azalır.
II. Cisme etki eden kuvvetin yönü denge konumuna doğrudur.
III. Cismin hızı düzgün olarak artar yada azalır.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) I, II ve III B) Yalnız II C) I ve III
D) I ve II E) Yalnız I

8.



Şekil - I'de kütlesi önemsiz + yüklü bir parçacık levhalar arasında serbest bırakılıyor.

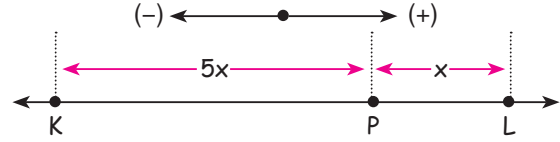
Şekil - II'deki m kütleli cisim bir yayın ucuna bağlanıp denge konumundan çekilerek serbest bırakılıyor.

Şekil - III'de m kütleli bir cisim bir ipin ucuna bağlanarak düşey düzlemde düzgün çembersel hareket yaptırılıyor.

Buna göre hangi cisimlerin yaptığı hareketler basit harmonik hareket olarak tanımlanır?

- A) I ve III B) II ve III C) Yalnız II
D) Yalnız III E) I, II ve III

9.



K ve L noktaları arasında basit harmonik hareket yapan bir cisim için;

- I. P noktasından geçerken hız vektörü ve ivme vektörü zıt yönlüdür.
II. Cismin K noktasındaki ivmesi P noktasındaki ivmesinden küçüktür.
III. Cisim L noktasında iken hızı 0'dır.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

- A) I ve III B) Yalnız III
C) Yalnız I D) II ve III
E) I, II ve III

ÇİTA YAYINLARI

10.

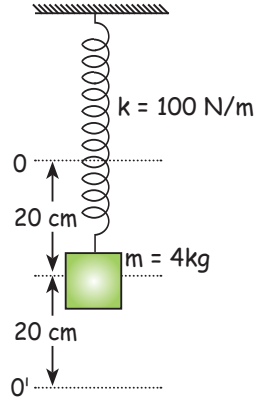


Kütlesi m olan bir cisim KL noktaları arasında basit harmonik hareket yapmaktadır.

Cisim M noktasından geçerken uzanım (\vec{x}), kuvvet (\vec{F}) ve ivme (\vec{a}) vektörlerinin yönü aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

- | | \vec{x} | \vec{F} | \vec{a} |
|----|-----------|-----------|-----------|
| A) | → | ← | ← |
| B) | → | → | → |
| C) | ← | ← | → |
| D) | ← | → | ← |
| E) | ← | → | → |

1.

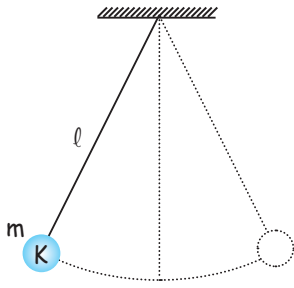


Yay sabiti 100 N/m olan bir yayın ucuna 4 kg bir cisim asılıp denge konumundan 20 cm aşağı çekilip bırakılıyor.

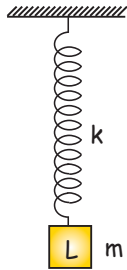
Cisim O - O' arasında basit harmonik hareket yaptığına göre O noktasında cismin ivmesi kaç m/s^2 'dir? ($g = 10 m/s^2$)

- A) 1 B) 4 C) 5 D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{1}{4}$

2.



Şekil - I



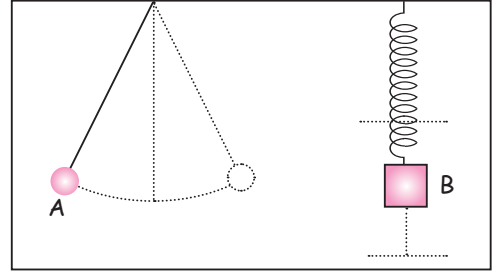
Şekil - II

Dünya yüzeyinde şekillerdeki gibi basit harmonik hareket yapan K ve L cisimlerin periyotları T_K ve T_L 'dir.

Sistemler dünyadan alınıp aya götürülürse T_K ve T_L periyotları nasıl değişir?

	T_K	T_L
A)	Azalı	Azalı
B)	Artar	Azalı
C)	Artar	Artar
D)	Değişmez	Değişmez
E)	Artar	Değişmez

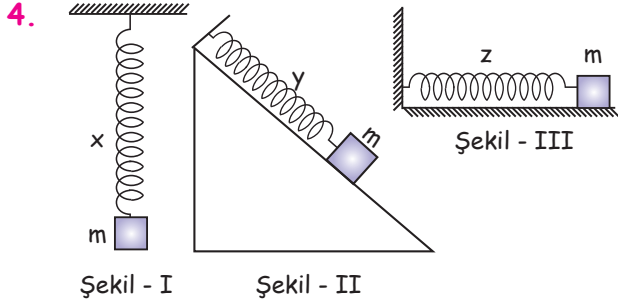
3.



Durgun haldeki bir asansörün içinde basit harmonik hareket yapan A ve B cisimlerinin periyotları T_A ve T_B 'dir.

Asansör aşağı yönde a ivmesi ile hızlanırsa A ve B cisimlerinin periyotları için ne söylenebilir?

	A	B
A)	Artar	Değişmez
B)	Artar	Artar
C)	Azalı	Azalı
D)	Azalı	Değişmez
E)	Değişmez	Değişmez

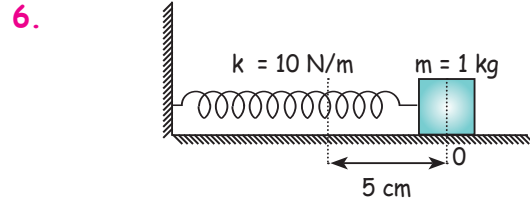


Özdeş yaylar ve özdeş cisimlerden oluşan yay sarkaçlarına $r_x > r_z > r_y$ genlikleri ile basit harmonik hareket yaptırılıyor.

Buna göre yay sarkaçlarının periyotları T_x, T_y, T_z arasındaki ilişki nedir?

(Sürtünmeler önemsizdir.)

- A) $T_x > T_z > T_y$ B) $T_y > T_z > T_x$
 C) $T_x = T_z > T_y$ D) $T_y > T_x = T_z$
 E) $T_x = T_y = T_z$



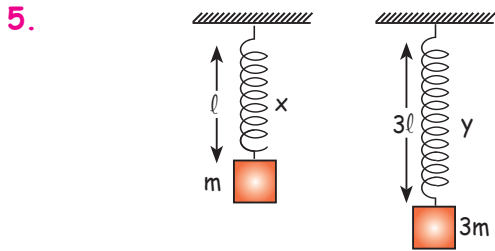
Yay sabiti 10 N/m olan bir yayın önüne 1 kg kütleli bir cisim konularak yay 5 cm sıkıştırılıyor.

Cisim basit harmonik hareket yaptığına göre cisim denge noktası O'dan 5 cm uzakta iken cisme etki eden kuvvet kaç N'dur?

(Yatay düzlem sürtünmesizdir.)

- A) 10 B) 5 C) 2 D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{1}{5}$

ÇİTA YAYINLARI



Aynı yaydan kesilmiş x ve y yaylarının ucuna şekildeki gibi m ve 3m kütleli cisimler asılarak basit harmonik hareket yapmaları sağlanıyor.

Cisimlerin periyotları T_x ve T_y olduğuna göre $\frac{T_x}{T_y}$ oranı nedir?

- A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{1}{9}$ C) 9 D) 3 E) 1

7. Basit harmonik hareket yapan bir cismin periyodu 12 saniye ve maksimum hızı ϑ 'dir.

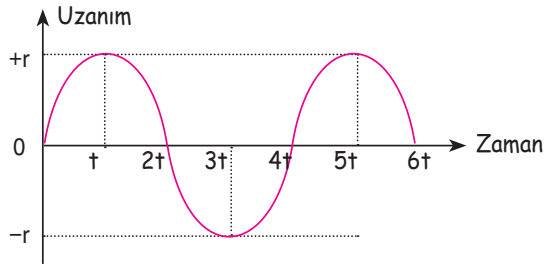
Cismin hızı maksimum olduktan sonra;

- I. 9 saniye sonra hızı sıfırdır.
 II. 1 saniye sonra hızı $\frac{\vartheta}{2}$ olur.
 III. 18 saniye sonra hızı yine maksimum olur.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız II
 B) I ve III
 C) II ve III
 D) I ve II
 E) I, II ve III

- 8.



Basit harmonik hareket yapan bir cismin uzanim - zaman grafiği şekildeki gibidir.

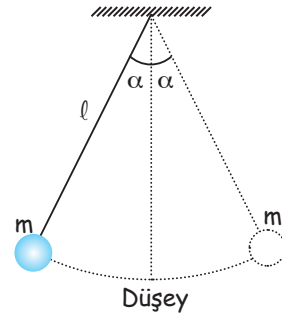
Buna göre;

- I. Cismin frekansı $\frac{1}{4t}$ 'dir.
 II. Cismin genliği $2r$ 'dir.
 III. Cismin maksimum hızı $\frac{\pi r}{2t}$ 'dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
 B) Yalnız II
 C) Yalnız III
 D) I ve III
 E) I, II ve III

- 9.



Denge konumundan α açısı yapacak şekilde çekilen cisim basit harmonik hareket yapmaktadır.

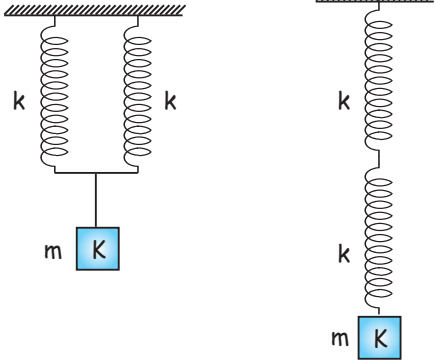
α açısı küçültülürse;

- I. Genlik küçülür.
 II. Maksimum geri çağırıcı kuvvet büyür.
 III. Frekans büyür.

yargılarından hangileri yanlıştır?

- A) I, II ve III
 B) II ve III
 C) I ve II
 D) I ve III
 E) Yalnız I

1.

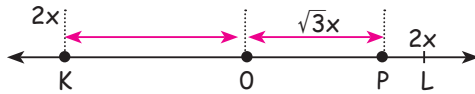


Özdeş yaylar ve özdeş K ve L cisimlerinden oluşmuş şekideki sistemler basit harmonik hareket yapmaktadır.

Buna göre K cisminin periyodu T_K 'nin L cisminin periyodu T_L 'ye oranı $\frac{T_K}{T_L}$ nedir?

- A) 1 B) 2 C) $\frac{1}{4}$ D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{2}{3}$

2.

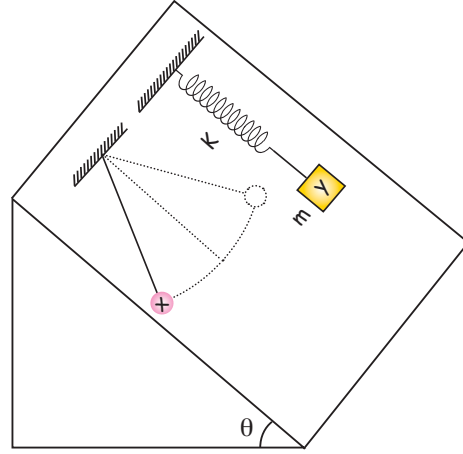


K noktasından T periyot ile harekete geçen cisim KL arasında basit harmonik hareket yapmaktadır.

Buna göre cisim P noktasına ilk kez kaç T sürede gelir? (O noktası denge konumundadır.)

- A) $\frac{5}{12}$ B) $\frac{5}{12}$ C) $\frac{1}{12}$ D) 1 E) 2

3.

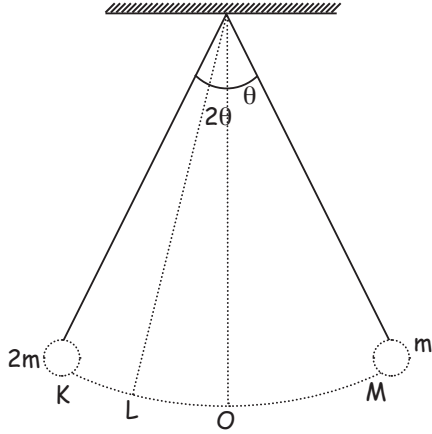


Sürtünmesiz eğik düzlem üzerinde basit harmonik hareket yapan x ve y cisimlerinin periyotları T_x ve T_y 'dir.

Eğik düzlemin θ açısı azaltılırsa x ve y cisimlerinin periyotları T_x ve T_y nasıl değişir?

	T_x	T_y
A)	Değişmez	Değişmez
B)	Azalır	Azalır
C)	Azalır	Değişmez
D)	Artar	Artar
E)	Artar	Değişmez

4.



Aynı noktaya bağlanmış iki basit sarkaç K ve M noktalarından serbest bırakılıyor.

Buna göre sarkaçlar nerede karşılaşır?

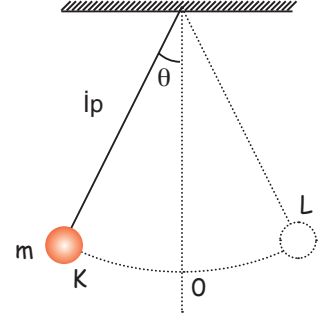
($\theta < 5^\circ$ ve O noktası sarkaçların denge noktasıdır.)

- A) L - O arası B) K - L arası C) O
E) O - M arası E) L

6.

m kütleli bir cisim bir ipin ucuna bağlanarak KL noktaları arasında basit harmonik hareket yapmaktadır.

Sürtünmeler önemsiz olduğuna göre;



- I. Cismin K ve L noktalarındaki ivmesi sıfırdır.
II. Cisim K'dan O'ya doğru ilerlerken geri çağırıcı kuvvet azalır.
III. Maksimum uzanım noktalarında cismin hızının ve ivmesinin büyüklüğü sıfırdır.

yargılarından hangileri yanlıştır? ($\theta < 10^\circ$)

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

ÇİTA YAYINLARI

5.

Şekildeki basit sarkacın periyodu T dir.

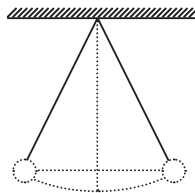
T'nin artması için

- I. Sarkacın boyu kısaltılmalı
II. Sarkacın boyu uzatılmalı
III. Sarkacın ucundaki kütle artırılmalı
IV. Sarkaç sürtünmesiz eğik düzlem üzerine konulmalı

işlemlerinden hangileri yapılmalıdır?

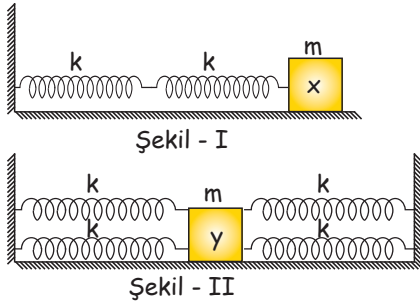
- A) II ve IV B) I ve III
C) I, III ve IV D) Yalnız III

E) Yalnız IV



7. Basit harmonik hareket ile ilgili olarak;
- I. Cismin hız vektörü sürekli olarak değişir.
 - II. Kuvvet vektörü ile hız vektörü zıt yönlü ise cisim denge noktasından uzaklaşır.
 - III. Maksimum uzanım noktalarına cismin hızının ve ivmesinin büyüklüğü sıfırdır.
- yargılarından hangileri doğrudur?
- A) I, II ve III B) Yalnız III C) Yalnız I
D) I ve III E) I ve II

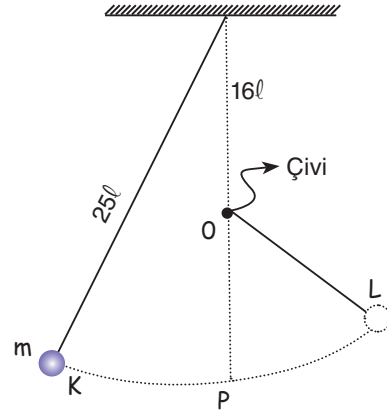
8.



Özdeş yaylar ve özdeş x ve y cisimleri ile Şekil - I ve Şekil - II'deki sistemler oluşturuyor.

- Sürtünmesiz sistemlerde cisimler basit harmonik hareket yaptığında göre periyotları oranı $\frac{T_x}{T_y}$ nedir?
- A) $2\sqrt{2}$ B) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ D) 1 E) 2

9.



$25l$ uzunluğundaki ağırlıksız bir ipin ucuna m kütleli bir cisim bağlanarak basit harmonik hareket yaparken O noktasındaki çiviye takılıyor.

Cismin KP arasındaki periyodu T ise KL arasındaki periyodu kaç T'dir?

- A) 3 B) 2 C) 3 D) $\frac{3}{2}$ E) $\frac{4}{5}$

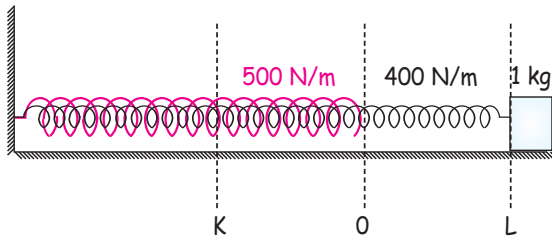
ÇİTA YAYINLARI

10. Çekim ivmesi dünyanın çekim ivmesinin $\frac{3}{5}$ katı olduğu bir gezegende saniyeleri vuran sarkacın boyu kaç m'dir? ($\pi = 3$ g = 10 m/s²)

- A) $\frac{5}{2}$ B) $\frac{3}{5}$ C) $\frac{2}{3}$ D) $\frac{9}{4}$ E) 1

1. Basit harmonik hareket yapan bir cisim için;
- I. Kuvvet vektörü uzanım vektörü ile zıt yönlüdür.
 - II. İvme vektörü ile hız vektörü zıt yönlüdür.
 - III. Kuvvet vektörü ile hız vektörü zıt yönlüdür.
- Yargılarından hangileri **kesinlikle** doğrudur?
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) I, II ve III

2.



Şekildeki yay sisteminde dıştaki yayı yay sabiti 500 N/m, içteki yayın yay sabiti 400 N/m'dir.

Yay sistemine bağlı 1 kg kütleli cisim sürtünmesiz düzlemde basit harmonik hareket yaptığına göre cismin periyodu kaç saniyedir? ($\pi = 3$)

- A) 1 B) 0,8 C) 0,6 D) 0,3 E) 0,25

3.



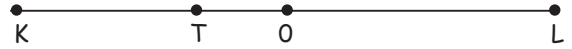
KL noktaları arasında basit harmonik hareket yapan bir cisme P noktasından etki eden geri çağırıcı kuvvet F_P T noktasında etki eden geri çağırıcı kuvvet F_T 'dir.

Buna göre $\frac{F_P}{F_T}$ oranı nedir?

- A) 1 B) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{2}{3}$ D) $\frac{\sqrt{2}}{3}$ E) $\frac{\sqrt{3}}{2}$

ÇİTA YAYINLARI

4.

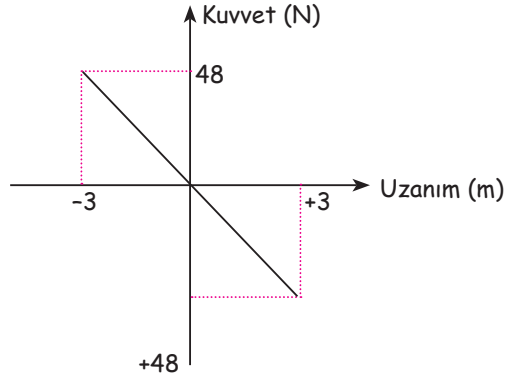


KL noktaları arasında basit harmonik hareket yapan bir cismin T ve L noktalarından geçerken ivmeleri arasındaki oranı $\frac{a_T}{a_L} = \frac{1}{3}$ dır.

Buna göre cismin O ve T noktalarındaki hızları $\frac{v_O}{v_T}$ oranı nedir?

- A) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ B) $\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}$ C) $\frac{1}{2\sqrt{2}}$ D) $\frac{3\sqrt{2}}{4}$ E) 1

5.

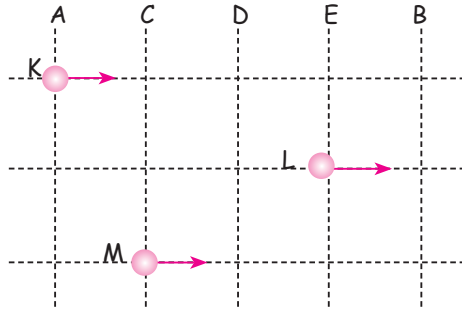


Kütlesi 4 kg olan bir cismin kuvvet - uzanim grafiği Şekildeki gibidir.

Cisim sųrtųnmesiz dųzlemde basit harmonik hareket yaptığına gųre cismin periyodu kaç saniyedir? ($\pi = 3$)

- A) 12 B) 8 C) 4 D) 3 E) 1

6.

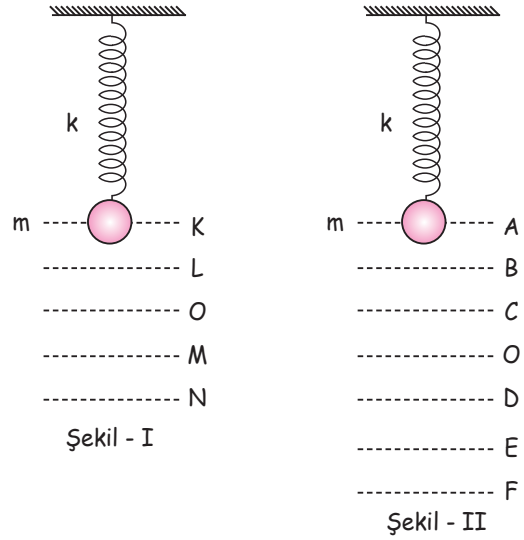


A - B noktaları arasında basit harmonik hareket yapan K, L, M cisimlerinin frekansları f_K , f_L ve f_M 'dir.

Cisimler Őekildeki konumlarından geçtikten sonra aynı anda B hizasına geldiklerine gųre f_K , f_L ve f_M arasındaki iliŐki nedir?

- A) $f_M > f_L > f_K$ B) $f_L > f_M > f_K$
 C) $f_K > f_M > f_L$ D) $f_K = f_M > f_L$
 E) $f_K = f_L = f_M$

7.



Őekil - I ve Őekil - II'deki ųzdeŐ yayların ucuna ųzdeŐ cisimler asılınca O noktasında dengede kalıyorlar.

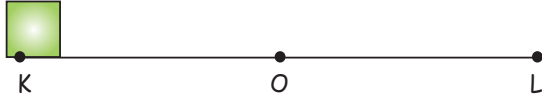
Şekil - I'deki yay K noktasına kadar sıkıŐtırılıp Şekil - II'deki yay F noktasına kadar çekilip aynı anda bırakılıyor.

Şekil - I'deki cisim N noktasına geldiği anda Şekil - II'deki cisim nerede olur?

(Noktalar arası uzaklıklar eşittir.)

- A) C B) B - C arası C) O
 D) A E) B

8.

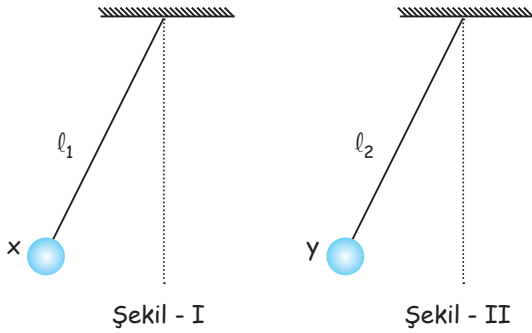


KL noktaları arasında basit harmonik hareket yapan cismin periyodu T 'dir.

Cisim O noktasından geçtikten sonra $\frac{4T}{3}$ saniye sonra nerede olur? (Sürtünmeler önemsizdir.)

- A) L'de B) K'da C) O'da
D) OK E) OL arası

9.

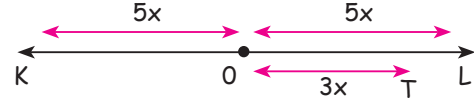


Özdeş x ve y cisimlerinden x cismi dünya yüzeyinde y cismi ise yarıçapı yer yarıçapının yarısı kütlesi ise dünyanın kütlesinin 2 katı olduğu bir gezegende basit harmonik hareket yapıyorlar.

Cisimlerin periyotları eşit olduğuna göre iplerin uzunlukları $\frac{l_1}{l_2}$ oranı nedir?

- A) $\frac{1}{8}$ B) $\frac{1}{4}$ C) $\frac{1}{2}$ D) 1 E) 4

10.



KL arasında basit harmonik hareket yapan bir cisim O noktasında iken hızı ϑ kadardır.

Buna göre cisim T noktasında iken hızı kaç ϑ olur?

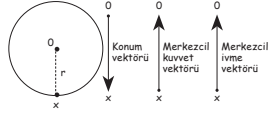
- A) $\frac{3}{5}$ B) $\frac{4}{5}$ C) $\frac{1}{3}$ D) 1 E) 2



Sen Çöz

1. a) 2 m/s - b) 1 rad/saniye

2.



3. 4

4. $\frac{2}{9}$

5. $\frac{4}{3}$

6. 12N

7. Cisim K noktasında iken ip koparsa eğik atış hareketi yapar.

8. $T = 15 \text{ N}$

9. $N = 7mg$

10. $\dot{\theta} = 20 \text{ m/s}$

11. $k = \frac{10}{4} = 2,5$

12. $\dot{\theta} = 3 \text{ m/s}$

13. 8 m^2

14. 1 m/s

15. $\frac{1}{3}$

16. $\dot{\theta}_L > \dot{\theta}_K$

17. $\frac{3}{2}$

18. 8

19. I_2 azaldığı için açısal hız artar.

20. Makaranın açısal hızı ve açısal momentumu artar.

Makaranın eylemsizlik momenti değişmez.

21. $\frac{d}{3}$

22. $g_y > g_x > g_z$

23. d azalınca kütle çekim potansiyel enerjisi azalır. Gezegenin kinetik

enerjisi artar.

24. $3\sqrt{3}T$

25. Konum vektörü denge noktasından cisme doğru kuvvet vektörü

cisimden denge noktasına doğru ivme vektörü kuvvet vektörü ile

aynı yönlüdür.

26. a) $r = 4 \text{ cm}$

b) $w = 6\pi \text{ rad/s}$

c) $T = \frac{1}{3} \text{ saniye}$

d) $x = 2 \text{ cm}$

27. $\frac{1}{2}$

28. a. 12m/s - b. $f = \frac{1}{3} \text{ s}^{-1}$ 29. $T_2 = \frac{T}{3}$

30. $\frac{T_1}{T_2} = \frac{5}{4}$

31. Yay sarkacının periyodu değişmez. Basit sarkacın periyodu artar.

CEVAP ANAHTARI

TEST 1	1. B	2. A	3. E	4. C	5. D	6. D
	7. A	8. E	9. B	10. C		

TEST 8	1. A	2. E	3. B	4. C	5. B	6. D
	7. C	8. D				

TEST 2	1. B	2. A	3. C	4. E	5. C	6. C
	7. E	8. A	9. B	10. D		

TEST 9	1. D	2. B	3. A	4. A	5. C	6. C
	7. E	8. B	9. E	10. D	11. E	

TEST 3	1. C	2. D	3. E	4. A	5. B	6. D
	7. A	8. E	9. D			

TEST 10	1. A	2. B	3. E	4. C	5. A	6. D
	7. C	8. C	9. E			

TEST 4	1. B	2. C	3. A	4. E	5. D	6. E
	7. A	8. C	9. C			

TEST 11	1. C	2. A	3. D	4. D	5. E	6. B
	7. B	8. C	9. B	10. E		

TEST 5	1. B	2. B	3. A	4. E	5. C	6. D
	7. C	8. A	9. D	10. E		

TEST 12	1. C	2. E	3. A	4. E	5. A	6. D
	7. B	8. D	9. B			

TEST 6	1. C	2. A	3. E	4. B	5. D	6. A
	7. A	8. D	9. B			

TEST 13	1. D	2. B	3. E	4. C	5. A	6. D
	7. E	8. A	9. E	10. C		

TEST 7	1. E	2. D	3. C	4. B	5. A	6. D
	7. B	8. A	9. C			

TEST 14	1. A	2. E	3. B	4. D	5. D	6. C
	7. D	8. E	9. A	10. B		

