KÜTLE VE AĞIRLIK MERKEZİ

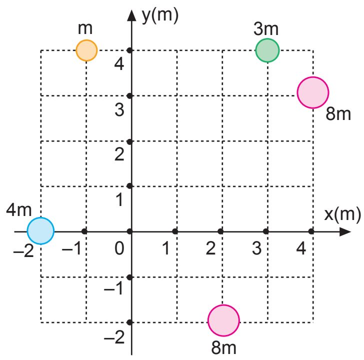
BÖLÜM 10

Alıştırmalar

ÇÖZÜMLER

Kütle ve Ağırlık Merkezi

1.



Kütle merkezinin x koordinatı,

$$x_{KM} = \frac{m_1x_1 + m_2x_2 + ...}{m_1 + m_2 + ...}$$

$$= \frac{m.(-1) + 3m.3 + 8m.4 + 4m.(-2) + 8m.2}{m + 3m + 8m + 4m + 8m}$$

$$= \frac{-1 + 9 + 32 - 8 + 16}{24}$$

$$= \frac{48}{24}$$

$= 2m$ olur.

Kütle merkezinin y koordinatı,

$$y_{KM} = \frac{m_1y_1 + m_2y_2 + ...}{m_1 + m_2 + ...}$$

$$= \frac{m.4 + 3m.4 + 8m.3 + 4m.0 + 8m.(-2)}{m + 3m + 8m + 4m + 8m}$$

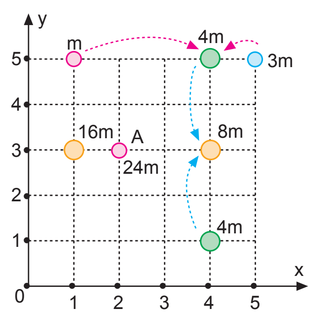
$$= \frac{4 + 12 + 24 - 16}{24}$$

$$= \frac{24}{24}$$

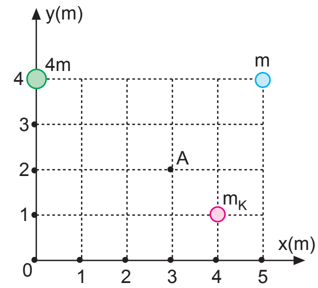
$= 1m$ olur.

Kütle merkezinin koordinatları, A(2, 1) olur.

2. Şekilde görüldüğü gibi, cisimlerin ortak kütle merkezinin koordinatları A(2,3) olur.



3.



Kütle merkezinin x koordinatı x = 3 br olduğundan,

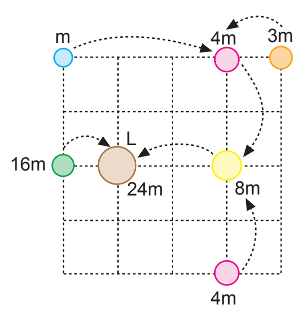
$$x_{KM} = \frac{m_1x_1 + m_2x_2 + ...}{m_1 + m_2 + ...}$$

$$3 = \frac{4m.0 + m.5 + m_K.4}{4m + m + m_K}$$

$$15m + 3m_K = 5m + 4m_K$$

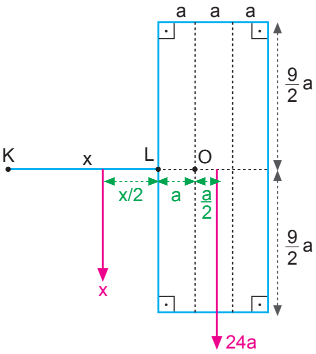
$$m_K = 10m \text{ olur.}$$

4.



Şekilde görüldüğü gibi; m, 3m, 4m, 16m kütleli noktasal cisimlerin ortak kütle merkezi L noktasıdır.

5.



Tellerin ağırlığı uzunluğu ile doğru orantılıdır. O noktasına göre tork alınırsa,

$$x.\left(\frac{x}{2}+a\right)=24a.\frac{a}{2}$$

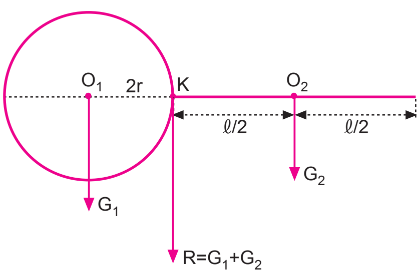
$$\frac{x^2}{2}+xa=12a^2$$

$$x^2+2ax-24a^2=0$$

$$(x-4a).(x+6a)=0$$

$$x=4a \text{ olur.}$$

6.



K noktasına göre tork alınırsa,

$$G_1.2r=G_2.\frac{\ell}{2}$$

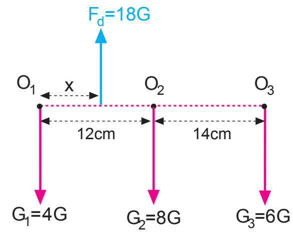
$$(2\pi.2r).2r=\ell.\frac{\ell}{2}$$

$$3.8r^2=\frac{\ell^2}{2}$$

$$48r^2=\ell^2$$

$$\frac{\ell}{r}=4\sqrt{3} \text{ olur.}$$

7.



Tellerin ağırlıkları uzunlukları ile orantılıdır.

$G_1 = Ç_1 = 2\pi.4 = 8\pi = 4G$

$G_2 = Ç_2 = 2\pi.8 = 16\pi = 8G$

$G_3 = Ç_3 = 2\pi.6 = 12\pi = 6G$ olur.

O_1 noktasına göre tork alınırsa,

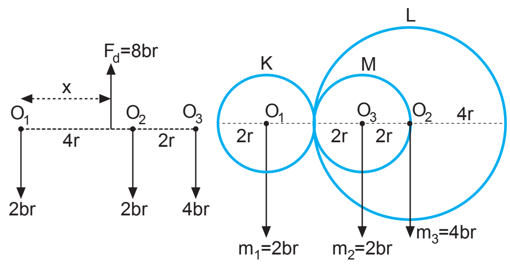
$18G\ .\ x = 8G.12 + 6G.26$

$18x = 96 + 156$

$18x = 252$

$x = 14$ cm olur.

8.



$m_1 = 2\pi.2r = 4\pi r = 2$ br

$m_2 = 2\pi.2r = 4\pi r = 2$ br

$m_3 = 2\pi.4r = 8\pi r = 4$ br

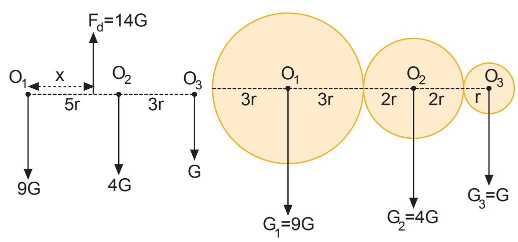
O_1 noktasına göre tork alınırsa,

$F_d.x = 2.4r + 4.6r$

$8.x = 8.r + 24.r$

$8x = 32r \Rightarrow x = 4r$ olur.

9.



Levhaların ağırlıkları,

$G_3 = \pi.r^2 = G$

$G_2 = \pi.(2r)^2 = 4\pi r^2 = 4G$

$G_1 = \pi.(3r)^2 = 9\pi r^2 = 9G$ olur.

Dengeleyici kuvvet,

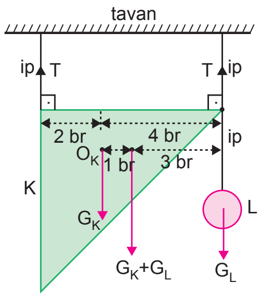
$F_{den.} = G + 4G + 9G = 14G$ olur.

O_1 noktasına göre tork alınırsa,

$14G.x = 4G.5r + G.8r$

$14x = 28r \Rightarrow x = 2r$ olur.

10. K levhasının ağırlık merkezi O_K noktasında olur. İplerdeki gerilme kuvvetlerinin eşit olabilmesi için G_K ile G_L nin bileşkesi iplerin tam ortasından çıkmalıdır.

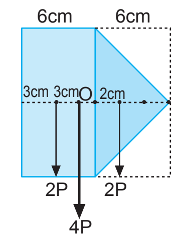


O noktasına göre tork alınırsa,

$$G_K.1 = G_L.3$$

$$\frac{G_K}{G_L} = 3 \text{ olur.}$$

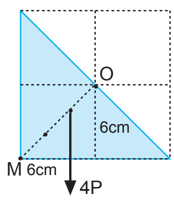
11. Şekildeki her bir karenin ağırlığı P, uzunluğu ise 6 cm olsun. Levha katlanıldığında ağırlığı değişmez, fakat ağırlık merkezinin yeri kayar. Kuvvetler eşit olduğundan bileşke kuvvet tam ortada çıkar. Ağırlık merkezi,



$$x_1 = 3 - 2,5 = 0,5 \text{ cm kayar.}$$

OM uzunluğu $6\sqrt{2}$ cm olur.
Ağırlık merkezi,

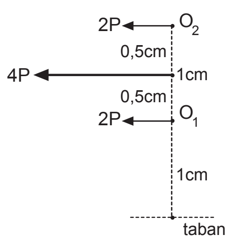
$$x_2 = \frac{6\sqrt{2}}{3} = 2\sqrt{2} \text{ cm kayar.}$$

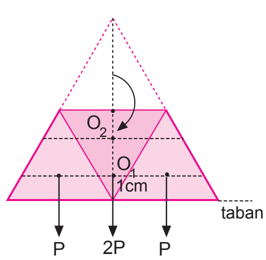


x_1 ve x_2 taraf tarafa oranlanırsa,

$$\frac{x_1}{x_2} = \frac{\frac{1}{2}}{2\sqrt{2}} = \frac{1}{4\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{8} \text{ olur.}$$

12. Her bir üçgen parçasının ağırlığı P olsun. Başlangıçta ağırlık merkezi tabandan $\frac{6}{3} = 2$ cm uzaklıktadır.



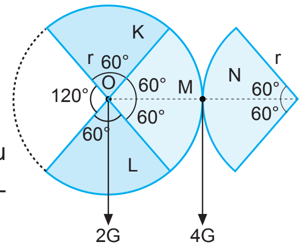


Son durumda ağırlık merkezi tabandan 1,5 cm yukarıdadır. Bu durumda levhanın ağırlık merkezi,

$$x = 2 - 1,5 = \frac{1}{2} \text{ cm kaymıştır.}$$

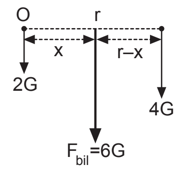
13. K ve L parçaları özdeştir.

$G_K = G_L = G$ ise
$G_M = G_N = 2G$ olur.

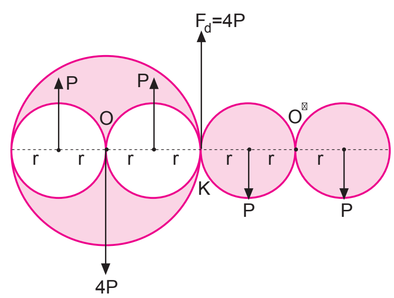


F_{bil} kuvvetin olduğu noktaya göre tork alınacak olursa,

$$2G.x = 4G.(r - x)$$
$$x = 2r - 2x$$
$$3x = 2r$$
$$x = \frac{2r}{3} \text{ olur.}$$



14.



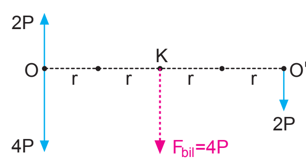
2r yarıçaplı dairenin ağırlığı,

$$P_1 = \pi(2r)^2 = 4\pi r^2 = 4P$$

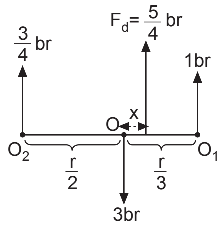
r yarıçaplı çıkarılan bir parçanın ağırlığı,

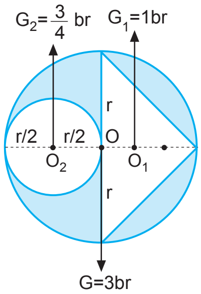
$$P_2 = \pi r^2 = P \text{ olur.}$$

Bu durumda çıkarılan parçaların ağırlığı O noktasında 2P olduğundan, O noktasındaki bileşke kuvvet ağırlık aşağı yönde 4P – 2P = 2P olur. Eklenen parçalar özdeş olduğundan bunların kütlesi ise O' noktasında 2P olur. O ve O' noktasındaki kuvvetler eşit olduğundan bu iki kuvvetin bileşkesi K noktasında 4P olur. Ağırlık merkezi O noktasından 2r kadar uzağa kaymış olur.



15.





Parçaların ağırlıkları alan alınabilir.

Dairesel levhanın ağırlığı,

$G = \pi r^2 = 3r^2 = 3$ br olur.

Çıkarılan daire parçasının ağırlığı,

$$G_2 = \pi.\left(\frac{r}{2}\right)^2 = \frac{3}{4}r^2 = \frac{3}{4}\text{ br olur.}$$

Çıkarılan üçgenin ağırlığı,

$$G_1 = \frac{2r.r}{2} = r^2 = 1\text{br olur.}$$

Dengeleyici kuvvet,

$$F_d = 3 - 1 - \frac{3}{4} = \frac{5}{4}\text{ br}$$

olur.

O noktasına göre tork alınırsa,

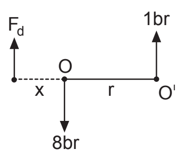
$$F_d.x = \frac{3}{4}.\frac{r}{2} - 1.\frac{r}{3}$$

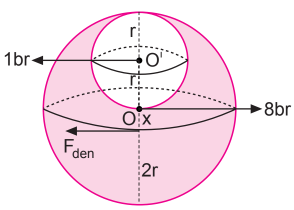
$$\frac{5}{4}.x = \frac{3r}{8} - \frac{r}{3}$$

$$\frac{5}{4}.x = \frac{r}{24}$$

$$x = \frac{r}{30}\text{ olur.}$$

16.





Parça çıkmadan önce kürenin ağırlığı,

$$G_{küre} = d.\frac{4}{3}\pi(2r)^3 = 8.d.\frac{4}{3}\pi r^3 = 8\text{ br olur.}$$

Çıkarılan kısmın ağırlığı,

$$G_{çıkan} = d.\frac{4}{3}\pi r^3 = 1\text{br olur.}$$

Dengeleyici kuvvete göre tork alınırsa,

$$1.(r + x) = 8.x$$

$$r + x = 8x$$

$$r = 7x \Rightarrow x = \frac{r}{7}\text{ olur.}$$

ESEN YAYINLARI

Kütle ve Ağırlık Merkezi

1. K cisminin kütlesi

$m_K = m$ ise,

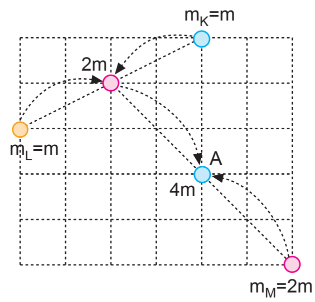
$m_L = m$,

$m_M = 2m$ olur.

Buna göre,

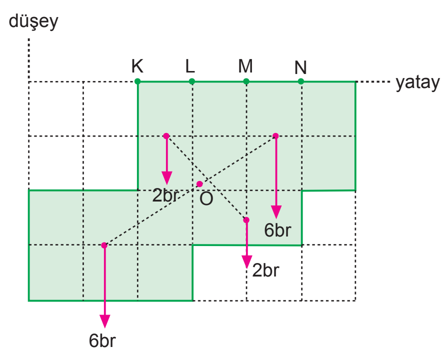
$m_M > m_K = m_L$

olur.



CEVAP A

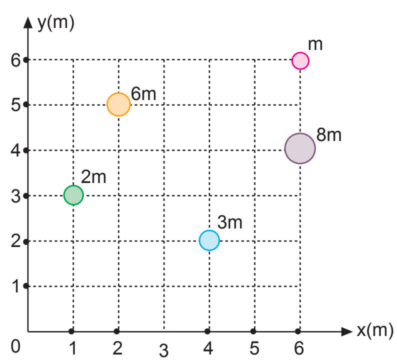
2.



Şekilde görüldüğü gibi, düzgün ve türdeş ince levhanın ağırlık merkezi O noktasıdır. Levhanın düşey düzlemde şekildeki konumda dengede kalabilmesi için bir iple LM arasından asılmalıdır.

CEVAP C

3.



Kütle merkezinin x koordinatı,

$$x_{KM} = \frac{m_1x_1 + m_2x_2 + ...}{m_1 + m_2 + ...}$$

$$= \frac{m.6 + 6m.2 + 8m.6 + 2m.1 + 3m.4}{m + 6m + 8m + 2m + 3m}$$

$$= \frac{6 + 12 + 48 + 2 + 12}{20}$$

$$= \frac{80}{20}$$

$= 4m$ olur.

Kütle merkezinin y koordinatı,

$$y_{KM} = \frac{m_1y_1 + m_2y_2 + ...}{m_1 + m_2 + ...}$$

$$= \frac{2m.3 + 6m.5 + 3m.2 + m.6 + 8m.4}{2m + 6m + 3m + m + 8m}$$

$$= \frac{6 + 30 + 6 + 6 + 32}{20}$$

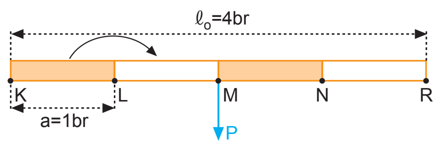
$$= \frac{80}{20}$$

$= 4m$ olur.

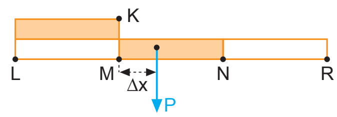
Kütle merkezinin koordinatları, A(4, 4) olur.

CEVAP D

4.



Şekil-I



Şekil-II

Çubuk katlandığında ağırlık merkezinin yer değiştirmesi,

$$\Delta x = \frac{a^2}{\ell_o}$$

$$= \frac{1^2}{4}$$

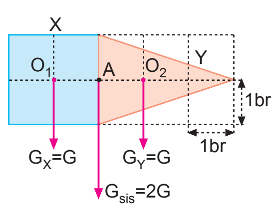
$$= \frac{1}{4} \text{ br}$$

L ucundan uzaklığı,

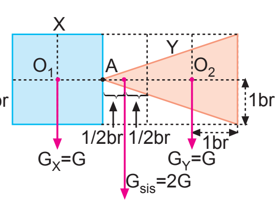
$$1 + \frac{1}{4} = \frac{5}{4} \text{ br olur.}$$

CEVAP C

5.



Şekil-I



Şekil-II

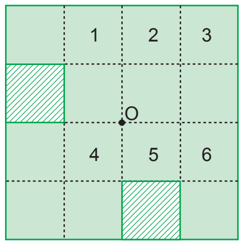
Şekil-I ve Şekil-II de görüldüğü gibi, sistemin ağırlık merkezi $\frac{1}{2}$ br yer değiştirir.

CEVAP B

6. ❊ 1 ve 6 kareleri kesip çıkarılırsa, levhanın kütle merkezi yine O noktası olur.

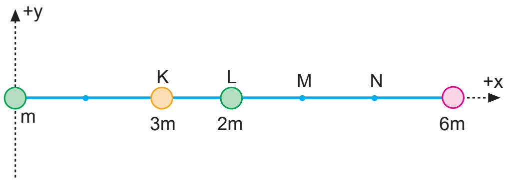
❊ 2 ve 5 kareleri kesip çıkarılırsa, levhanın kütle merkezi yine O noktası olur.

❊ 3 ve 4 kareleri kesip çıkarılırsa, levhanın kütle merkezi yine O noktası olur.



CEVAP E

7.



Kütle merkezinin x koordinatı,

$$x_{KM} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + ...}{m_1 + m_2 + ...}$$

$$= \frac{3m.2 + 2m.3 + 6m.6}{m + 3m + 2m + 6m}$$

$$= \frac{6 + 6 + 36}{12}$$

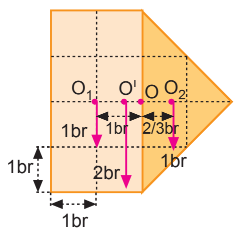
$$= \frac{48}{12}$$

$$= 4 \text{ br olur.}$$

Buna göre, sistemin kütle merkezi M noktasındadır.

CEVAP D

8.



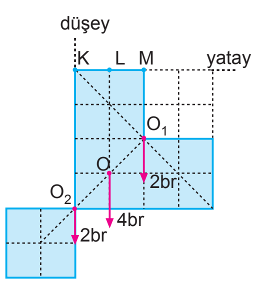
Ağırlık merkezinin ilk duruma göre yer değiştirmesi,

$$a = 1 - \frac{1 + \frac{2}{3}}{2} = 1 - \frac{5}{6} = \frac{1}{6} \text{br olur.}$$

CEVAP A

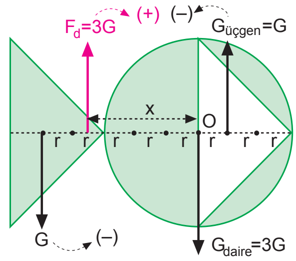
9. Şekil-II de görüldüğü gibi, sistemin ağırlık merkezi O noktasıdır.

Buna göre, sistem L noktasından asılırsa konumunu değiştirmez.



CEVAP C

10.



Dairesel levhanın ağırlığı,

$$G_{daire} = \pi.(3r)^2 = 9\pi r^2 = 27r^2 = 3G$$

Çıkarılan üçgen levhanın ağırlığı

$$G_{üçgen} = \frac{a.h}{2} = \frac{6r.3r}{2} = 9r^2 = G \text{ olur.}$$

Dengeleyici kuvvet,

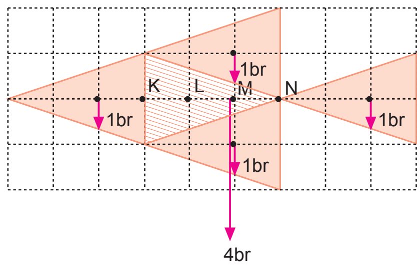
$$F_{dengeleyici} = 3G + G - G = 3G \text{ olur.}$$

O noktasına göre tork alırsak,

$$G.5r + G.r = 3G.x \Rightarrow x = 2r \text{ olur.}$$

CEVAP B

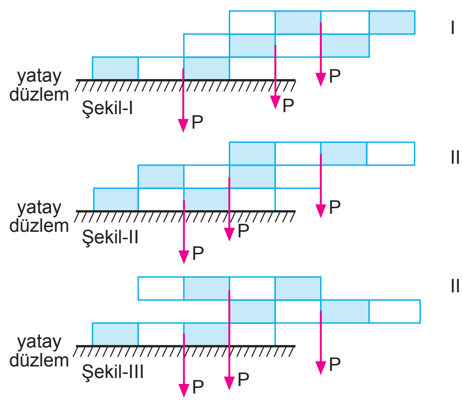
11.



Şekilde görüldüğü gibi, yeni sistemin ağırlık merkezi M noktasındadır.

CEVAP D

12.



<u>Sistemler serbest bırakıldıklarında</u>:

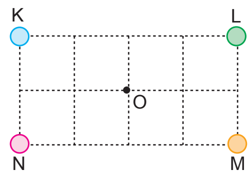
I sisteminin ağırlık merkezinin izdüşümü, taban yüzeyinden geçtiğinden dengede kalır.

II sisteminin ağırlık merkezinin izdüşümü, sistemin taban yüzeyinden geçtiğinden dengede kalır.

III sisteminin ağırlık merkezinin izdüşümü, sistemin taban yüzeyinden geçtiğinden dengede kalır.

CEVAP E

1.



$m_K = m_L$ olabilir.

$m_K \neq m_L$ olabilir.

I. yargı için kesin birşey söylenemez.

$m_K = m_M$ olur.

II. yargı kesinlikle doğrudur.

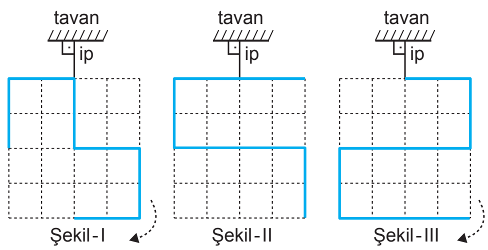
$m_L = m_M$ olabilir.

$m_L \neq m_M$ olabilir.

III. yargı için kesin birşey söylenemez.

CEVAP B

2.



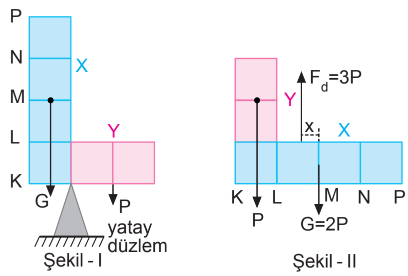
Şekil-I deki tel asıldığı konumu koruyamaz, sol tarafa döner.

Şekil-II deki tel asıldığı konumu korur.

Şekil-III teki tel asıldığı konumu koruyamaz, sol tarafa döner.

CEVAP B

3.



Şekil I de desteğe göre tork alınırsa,

$G.\frac{1}{2} = P.1 \Rightarrow G = 2P$ olur.

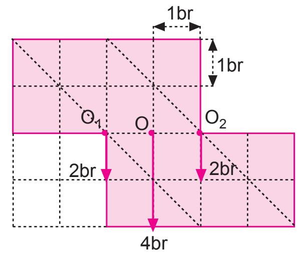
Şekil II de M noktasına göre tork alınırsa,

$P.\frac{3}{2} = 3P.x \Rightarrow x = \frac{1}{2}$ br olur.

Destek LM arasına konulmalıdır.

CEVAP C

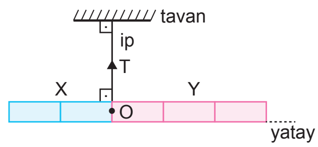
4.



Şekilde görüldüğü gibi, levhanın ağırlık merkezi ilk duruma göre 1 birim yer değiştirir.

CEVAP D

5.



Çubuklar türdeş olup olmadıkları bilinmediğinden ağırlıkları G_X ve G_Y yi karşılaştıramayız.

I. yargı için kesin birşey söylenemez.

$T = G_X + G_Y$ dir.

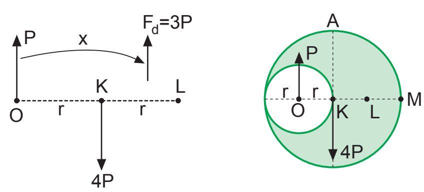
II. yargı kesinlikle doğrudur.

Sistemin ağırlık merkezi O noktasıdır.

III. yargı kesinlikle doğrudur.

CEVAP E

6.



O noktasına göre tork alınırsa şeklin ağırlık merkezi,

$F_d.x = 4P.r$

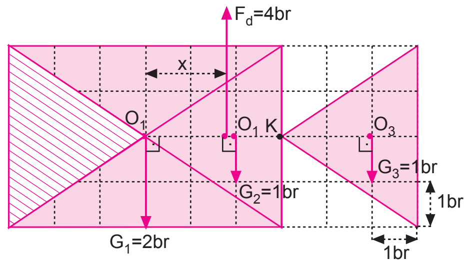
$3P.x = 4P.r$

$x \cong 1{,}3$ r olur.

Bu uzunluk K-L arasına karşılık geliyor. Bu durumda cisim ipin doğrultusu ağırlık merkezinden geçecek şekilde dengede kalır.

CEVAP B

7.



O_1 noktasına göre tork alınırsa,

$F_d.x = G_2.2 + G_3.5$

$4.x = 1.2 + 1.5$

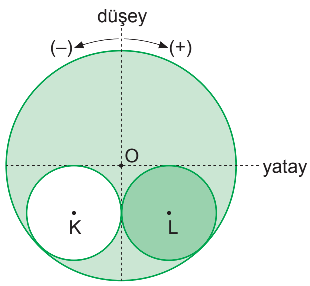
$4x = 7$

$x = \frac{7}{4}$ br olur.

Buna göre, levhanın ağırlık merkezi ilk duruma göre $\frac{7}{4}$ br yer değiştirir.

CEVAP E

8.



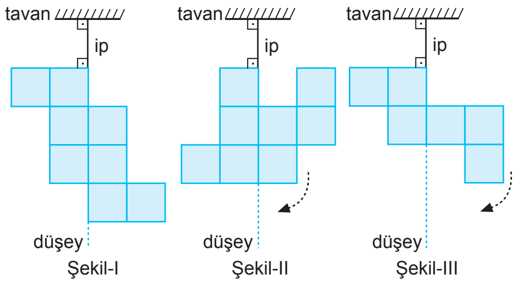
Levhanın ağırlık merkezi düşey eksen üzerinde oluncaya kadar levha döner.

K bölgesi kesilip çıkarılarak L bölgesinin üzerine yapıştırıldığında ağırlık merkezi L bölgesine doğru kayar.

Levha serbest bırakıldığında, ağırlık merkezinin düşey eksen üzerinde olması için, levha (+) yönde 45° döner.

CEVAP D

9.



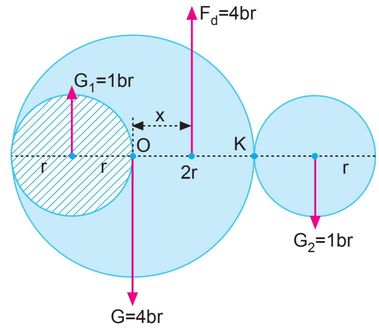
Şekil-I deki levha serbest bırakıldığında, konumu değiştirmez.

Şekil-II deki levha serbest bırakıldığında, konumu değişir, sol tarafa döner.

Şekil-III teki levha serbest bırakıldığında, konumu değişir, sol tarafa döner.

CEVAP A

10.



O noktasına göre tork alınırsa,

$F_d.x = G_1.r + G_2.3r$

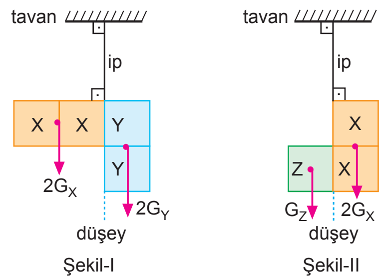
$4.x = 1.r + 1.3r$

$4x = 4r$

$x = r$ olur.

CEVAP C

11.



Şekil-I de:

İpe göre tork alınırsa,

$2G_X.1 = 2G_Y.\frac{1}{2}$

$G_Y = 2G_X$ olur.

Şekil-II de:

İpe göre tork alınırsa,

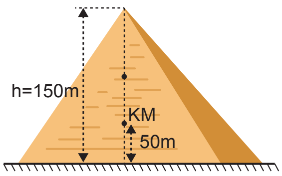
$G_Z.\frac{1}{2} = 2G_X.\frac{1}{2}$

$G_Z = 2G_X$ olur.

Buna göre, $G_Y = G_Z > G_X$ olur.

CEVAP A

12.



Piramitler homojen, düzgün ve türdeş olduğundan kütle merkezleri üçgenin kütle merkezi olan tabandan 1 br, köşegenden 2 br dir. Bu durumda kütle merkezinin yerden yüksekliği,

$$h_{KM} = \frac{1}{3}.h = \frac{1}{3}.150 = 50 \text{ m dir.}$$

Çekim ivmesi $\vec{g}$ olup sabit değildir. Dünya yüzeyinden yukarılara çıkarıldığında çekim ivmesi azaldığından cisimlerin ağırlıklarıda Dünya yüzeyinden uzaklaştıkça azalır. Bu durumda büyük cisimlerin kütle merkezleri ile ağırlık merkezleri çakışık değildir. Ağırlık merkezleri yere daha yakındır. Bu durumda piramitleri ağırlık merkezlerinin yere olan yükseklikleri 50 m den daha azdır.

I. ve III. yargılar doğrudur.

II. yargı yanlıştır.

CEVAP D

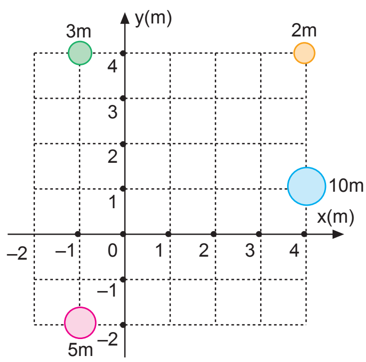
Adı ve Soyadı : ....
Sınıfı : ....
Numara : ....

Aldığı Not : ....

Bölüm Yazılı Soruları
(Kütle ve Ağırlık Merkezi)

ÇÖZÜMLER

1.



Kütle merkezinin x koordinatı,

$$x_{KM} = \frac{m_1x_1 + m_2x_2 + ...}{m_1 + m_2 + ...}$$

$$= \frac{3m.(-1) + 2m.4 + 10m.4 + 5m.(-1)}{3m + 2m + 10m + 5m}$$

$$= \frac{-3 + 8 + 40 - 5}{20}$$

$$= \frac{40}{20}$$

= 2m olur.

Kütle merkezinin y koordinatı,

$$y_{KM} = \frac{m_1y_1 + m_2y_2 + ...}{m_1 + m_2 + ...}$$

$$= \frac{3m.4 + 2m.4 + 10m.1 + 5m.(-2)}{3m + 2m + 10m + 5m}$$

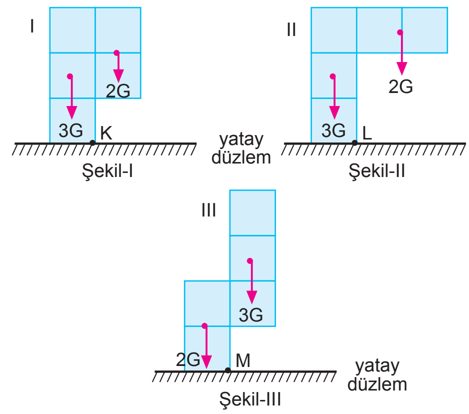
$$= \frac{12 + 8 + 10 - 10}{20}$$

$$= \frac{20}{20}$$

= 1m olur.

Kütle merkezinin koordinatları, A(2, 1) olur.

2. Her bir küpün ağırlığına G diyelim.



K noktasına göre tork alınırsa,

$$3G.\frac{1}{2} > 2G.\frac{1}{2}$$

$3 > 2$ olur.

I. sistemi devrilmez.

L noktasına göre tork alınırsa,

$$3G.\frac{1}{2} < 2G.1$$

$$\frac{3}{2} < 2 \text{ olur.}$$

II. sistemi devrilir.

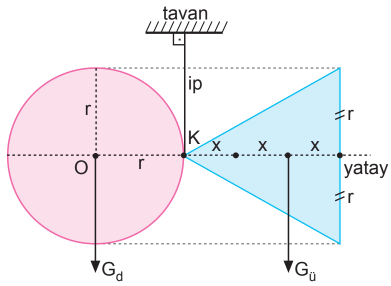
M noktasına göre tork alınırsa

$$2G.\frac{1}{2} < 3G.\frac{1}{2}$$

$2 < 3$ olur.

III. sistemi devrilir.

3.



Eşkenar üçgenin yüksekliğinden

$$h = \frac{2r.\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3}\,r$$

$$h = 3x = \sqrt{3}\,r$$

$$x = \frac{\sqrt{3}}{3}.r \text{ olur.}$$

K noktasına göre tork alınırsa,

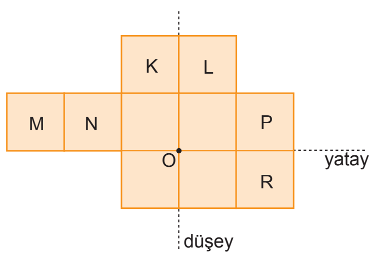
$$G_d.r = G_ü.2x$$

$$G_d.r = G_ü.2.\frac{\sqrt{3}}{3}r$$

$$(d_1.\pi r^2).r = d_2.\frac{2r.\sqrt{3}\,r}{2}.\frac{2\sqrt{3}\,r}{3}$$

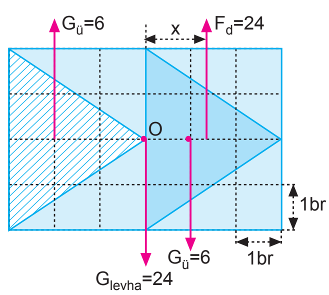
$$d_1.3 = d_2.2 \Rightarrow \frac{d_1}{d_2} = \frac{2}{3} \text{ olur.}$$

4.



Sistemin düşey düzlemde şekildeki konumda dengede kalabilmesi için I ve II işleri tek başına yapılmalıdır.

5.



O noktasına göre tork alınırsa,

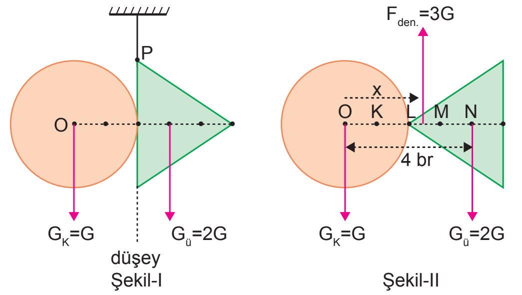
$$F_d.x = G_ü.1 + G_ü.2$$

$$24.x = 6.2 + 6.1$$

$$24x = 18 \Rightarrow x = \frac{3}{4} \text{ br olur.}$$

Buna göre, levhanın ağırlık merkezi ilk duruma göre $\frac{3}{4}$ br yer değiştirir.

6.



Şekil-I de dairesel levha ile üçgen levha P noktasından asıldığında dengede kaldığına göre,

$G_K.2 = G_ü.1$ dir.

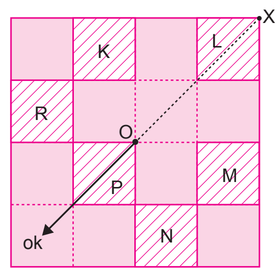
Bu durumda G_K = G ise $G_ü$ = 2G olur.

Üçgen levha Şekil-II deki gibi ters çevrilirse sistemin ağırlık merkezi, dengeleyici kuvvet, $F_{den.}$ = 3G ve ağırlık merkezinden uygulanır. O noktasına göre tork alırsak,

$$F_{den.}.x = 2G.4$$

$$3G.x = 8G \Rightarrow x = \frac{8}{3}$$ olur. Bu durumda şekil L-M arasından asılırsa dengede olur.

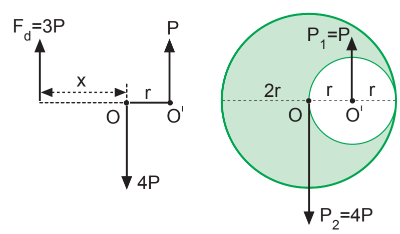
7. Ağırlık merkezi ok yönünde kayması için çıkarılan parçanın ağırlık merkezi O ile X ekseni üzerinde olmalıdır.



Bu durumda K ile M ve L ile P çıkarılırsa şeklin ağırlık merkezi ok yönünde kayar.

N ile R çıkarılırsa ağırlık merkezi ok yönünün tersinde kayar.

8.



Çıkarılan parçacığın ağırlığı,

$$P_1 = \pi r^2 = P$$

Büyük dairenin ağırlığı,

$$P_2 = \pi(2r)^2 = 4\pi r^2 = 4P \text{ olur.}$$

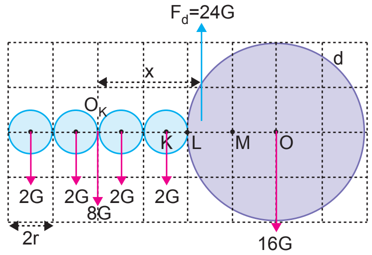
F_d kuvvetine göre tork alınırsa,

$$P.(r + x) = 4P.x$$

$$r + x = 4x \Rightarrow 3x = r \Rightarrow x = \frac{r}{3}$$

olur.

9.



Küçük levhaların kesit alanları $A = \pi r^2$

ağırlıkları $G_K = 2d.A = 2G$ olsun.

Büyük levhanın kesit alanı $A_b = \pi(4r)^2 = 16\pi r^2 = 16A$

ağırlığı $G_b = d.16A = 16G$ olur.

2G ağırlıklarının bileşkesi O_K noktasında ve 8G dir.

Şekildeki kuvvetlerin bileşkesi 24G olduğundan dengeleyici kuvvette 24G olur. O_K noktasına göre tork alınırsa,

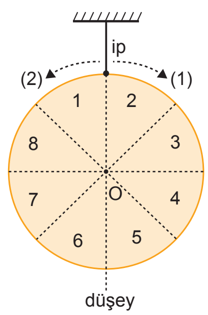
$$F_d.x = 16G.8r$$

$$24G.x = 16G.8r$$

$$x = \frac{16}{3} r \text{ olur.}$$

Bu nokta LM arasıdır.

10. Parça çıkarıldığında kütle merkezinin yerini değişmemesi ve dengenin bozulmaması için yatay ve düşey eksene göre simetrik parçalar çıkarılmalıdır.



1 ve 5 parçaları çıkarılırsa kütle merkezinin yeri ve levhanın dengesi değişmez. 3 ve 8 parçaları kesilip atıldığında levhanın dengesi bozulmaz fakat ağırlık merkezi aşağı kayar.

1 nolu parça kesilip 6 nolu parça üzerine yapıştırıldığında denge bozulmaz, fakat ağırlık merkezinin yeri değişir.