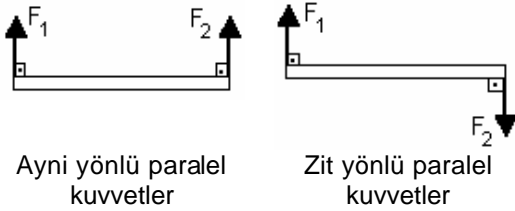


## GİRİŞ

Ağırlık merkezini bulurken genelde paralel kuvvetlerden yararlanırız. Paralel kuvvetlerin bileşkesinin uygulama noktası bizlere sistemin dengede kalması için asılması gereken noktayı daha net bir ifade ile ağırlık merkezini verir. Bir önceki sayımızda aynı noktaya etkiyen kuvvetlerden söz etmiştik. Bu sayımızda ise farklı noktalara uygulanan ve bir birlerine paralel olan kuvvetlerin bileşkelerinden bahsedeceğiz.

## PARALEL KUVVETLER

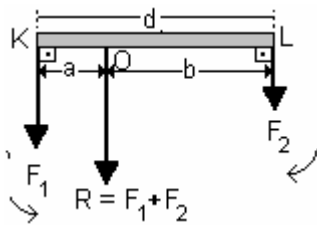
Sek 2.1-1 deki gibi bir cisme farklı noktalardan uygulanan paralel doğrultudaki kuvvetlere denir. Bu kuvvetler aynı yönlü ve zıt yönlü olmak üzere ikiye ayrılırlar.



Sekil 2.1-1

## 1. Aynı Yönlü Paralel Kuvvetler ve Bileşkesi

Paralel kuvvetleri aşağıdaki Sek 2.1-2 üzerinde inceleyelim.



Sekil 2.1-2

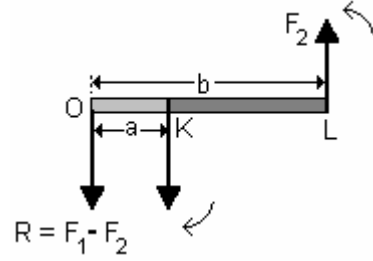
Ağırlığı ihmal edilen KL çubuğunun uçlarından  $F_1$  ve  $F_2$  kuvvetleri uygulanmaktadır. Bu kuvvetlerin bileşkesinin yeri denge noktasıdır. Sistem dengede olduğuna göre bir önceki konudan da bildiğimize göre O noktasına göre yani dengen noktasına göre toplam moment 0.

**NOT**

*Bileşke kuvvet her zaman büyük olan kuvvete yakın ve iki kuvvet arasında olması gerekir.*

Bileşke kuvvetin şiddeti  $R = F_1 + F_2$  dir.

## 2. Zıt Yönlü Paralel Kuvvetler ve Bileşkesi



Sekil 2.1-4

Yukarıdaki şekilde ağırlığı önemsiz KL çubuğuna iki kuvvet  $F_1$  ve  $F_2$  K ve L noktalarına zıt yönlü olarak etki etmektedir. Amacımız bir bileşke kuvvet elde etmek olduğu için toplam momentin sıfır olması gerekmektedir. Büyük kuvvet, bileşke kuvvete yakın olmalı ve çubukun dışında bir yerlerde yer almalıdır.

Bileşke kuvvetin şiddeti ise kuvvetler zıt yönlü olduğundan  $R = F_1 - F_2$  dir ( $F_1 > F_2$  ise)

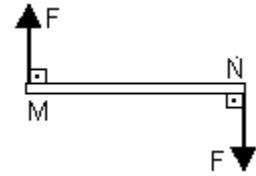
Eğer O noktasına göre moment alacak olursak karşımıza  $a.F_1 = - b.F_2$  eşitliği çıkacaktır.

**UYARI**

**Türdes çubuğun bir ağırlığı söz konusu ise, ağırlık çubuğun tam orta noktasından (ağırlık merkezi) aşağıya doğru yönelmiş bir kuvvettir.**

**Kuvvet Çifti**

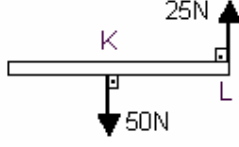
Ağırlığı ihmal edilen MN çubuğunun M ve N uçlarına şekildeki gibi iki eşit şiddetli kuvvet uygulandığında  $\sum F = F - F = 0$  olmasına rağmen cisim dönme hareketi yapacaktır. Nedeni ise  $\sum M \neq 0$  olmasıdır.



Sekil 2.1-5

**SORU**

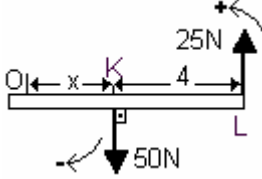
Ağırlığı ihmal edilen bir çubukun K ve L noktalarına 50N ve 25N luk kuvvetler uygulanmaktadır. |KL| arası 4br dir.



**Buna göre çubukun dengede kalabilmesi için K noktasından ne kadar uzaklıkta bir yere asılması gerekmektedir?**

**ÇÖZÜM**

Bizden istenen ağırlık merkezinin bulunması. Şekildeki kuvvetlerin çubuğu döndürme yönlerini belirleyelim ve asma noktasının K ya olan uzaklığına x diyelim.



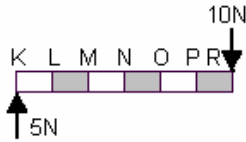
Şimdi O noktasına göre moment alalım. Dikkat etmeniz gerek dönme yönleri olduğundan mutlaka şekil üzerinde dönme yönlerini belirtiniz. Yazmaya başlayalım,

$$\begin{aligned} (|KL|+x).25N - x.50N &= 0 \\ (4+x).25N &= x.50N \\ x &= 4\text{br} \end{aligned}$$

Demekki çubugumuzu K noktasından itibaren 4br sola asmamız gerekmektedir. Dikkatinizi çekmesi gereken bir nokta daha var. Denge noktası büyük olan kuvvete daha yakın..

**SORU**

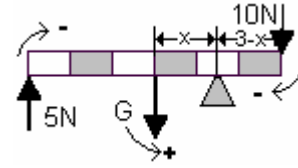
Homojen KR çubuğu 5N ve 10N lik kuvvetlerle ayrı ayrı dengede tutulmaktadır.



**Buna göre çubukun dengede kalabilmesi için destek hangi noktaya konulmalıdır?**

**ÇÖZÜM**

Çubukun ağırlığı tam olarak N noktasındadır. Bu ağırlığa G diyelim ve etki eden kuvvetlerin çubuğu döndürme yönlerini belirleyelim.



Kuvvetler ayrı ayrı uygulanıp denge sağlandığına göre destek noktası G ile 10N lik kuvvet arasında olması lazım. Şimdilik keyfi olarak desteğimizi yerleştirdik. Esas amacımız desteğin tam yerini bulmak.

Şimdi ayrı ayrı 5N ve 10N için desteğe göre moment alalım.

**5N için**

$$\begin{aligned} x.G - (3+x).5 &= 0 \\ x.G - 15 - 5x &= 0 \\ x.G &= 5x + 15 \end{aligned}$$

**10N için**

$$\begin{aligned} (3-x).(-10) + x.G &= 0 \\ -30 + 10x + x.G &= 0 \\ x.G &= 30 - 10x \end{aligned}$$

şimdi iki denklemden x.G leri eşitlersek

$$\begin{aligned} 5x + 15 &= 30 - 10x \\ 15x &= 15 \\ x &= 1\text{br olur} \end{aligned}$$

Destek tam olarak O noktasında konmalıdır.

**AGIRLIK MERKEZİ**

Kütle, madde miktarı ile ilgili olup skaler bir büyüklüktür. Ağırlık ise, cisme yer çekimi tarafından uygulanan kuvvettir. Ağırlık, düşey doğrultuda yerin merkezine doğrudur. Buna göre cismin ağırlığı;

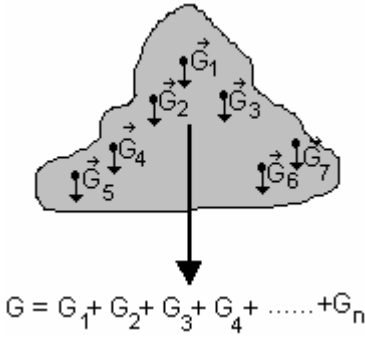
$$\vec{G} = m \cdot \vec{g}$$

m	Cismin kütlesi
g	Yer çekimi ivmesi
G	Cismin ağırlığı

**Akıllı adam herşeyin farkına varır.**

**Akıllı olmayan adam ise her hususta fikrini söyler.**

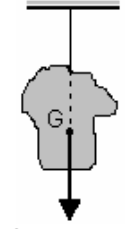
Pascal



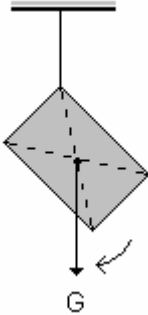
Sekil 2.1-6

Sek 2.1-6 da görüldüğü gibi bir cisim bir çok parçacıktan meydana gelmiştir ve bu her parçacık yerçekimi kuvveti etkisi altındadır. Bu kuvvetlerin bileşkesi ise cismin ağırlığıdır.

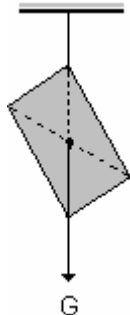
Eğer biz bu cisimleri Sek 2.1-7 deki gibi bir ipe asacak olursak, ipin uzantısı ağırlık merkezinden geçecek şekilde dengeye gelir.



Sekil 2.1-7



Sekil 2.1-8a



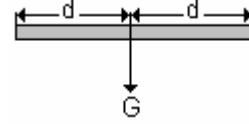
Sekil 2.1-8b

Paralel kuvvetlerin bileşkesinde yaptığımız gibi her hangi bir noktaya göre moment alarak ağırlık merkezinin yerini bulunur. Yani ağırlık merkezinin tayin etmek demek, ağırlık merkezinin uygulama noktasını bulmak demek diyebiliriz.

Herhangi bir cismi neresinden asarsak asalım, cisim belli bir salınım hareketi yaptıktan sonra mutlaka ipin uzantısı ağırlık merkezinden geçecek şekilde dengeye gelecektir. Sek 2.1-8ab de olduğu gibi.

### Bazı Geometrik Cisimlerin Ağırlık Merkezi

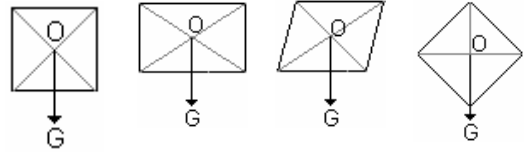
1.



Sekil 2.1-9

Homojen ve türdes bir telin yada çubugun ağırlık merkezi uzunluginun tam orta noktasıdır.

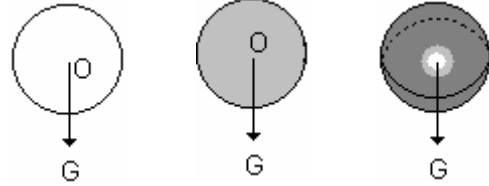
2.



Sekil 2.1-10

Kare, dikdörtgen, paralelkenar ve eskenar dörtgen şeklindeki homojen tel veya levhaların ağırlık merkezi köşegenlerinin kesim noktasıdır.

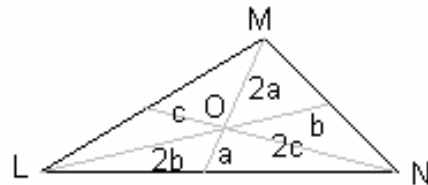
3.



Sekil 2.1-11

Çember, daire ve küre şeklinde cisimlerin ağırlık merkezleri, kendi merkezleridir.

4.



Sekil 2.1-12

Belkide en önemli geometrik şekildir üçgen. Bir üçgenin ağırlık merkezi kenar ortaylarının kesişim noktasıdır. Sek 2.1.12 deki üçgenin ağırlık merkezi, kenar ortay uzunluginun tabandan itibaren 1 br kösedan itibaren 2 br dir.

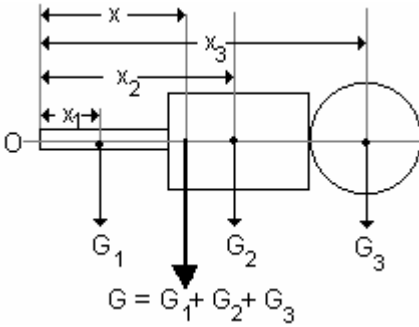
Bir baska ifade ile ağırlık merkezi kenar ortay uzunluginun tabandan itibaren  $\frac{1}{3}$  ü dür.

### Bir Sistemin Ağırlık Merkezini Bulmada İzlenecek Yol

İki yada ikiden fazla düzgün ve homojen bir sistemin ağırlık merkezini bulmak için paralel kuvvetlerin uygulama noktasını bulmak gerekir

Bunun için;

1. Cismi ağırlık merkezleri bilinen türden geometrik şekillere ayırın.
2. Herbir geometrik şeklin ağırlık merkezlerini ağırlık kuvvetleri ile gösterin.
3. Paralel kuvvetler arasındaki uzaklıkları hesaplayın ve moment alarak uygulama noktasını bulun. Bulduğunuz bileşke kuvvet cismin ağırlığı, bileşkenin uygulama noktası ise cismin ağırlık merkezini verecektir.
4. Sek 2.1.13 teki sistemin ağırlık merkezini bulmaya çalışalım.



Sekil 2.1-13

Bütün parçaların O noktasına göre momenti eşit olacaktır;

$$x \cdot G_{TOP} = x_1 \cdot G_1 + x_2 \cdot G_2 + x_3 \cdot G_3$$

$$G_{TOP} = G_1 + G_2 + G_3$$

$$x = \frac{x_1 \cdot G_1 + x_2 \cdot G_2 + x_3 \cdot G_3}{G_1 + G_2 + G_3}$$

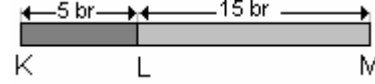
x burada ağırlık merkezinin moment aldığı noktaya olan uzaklığıdır.

5. Bir sistemden parça çıkartılıyor ise ağırlık vektörü yukarı doğru, parça ekleniyor ise ağırlık vektörü aşağı yöne doğru gösterilir. Moment alırken de eklenen parçanın momenti (+), çıkartılan parçanın momenti ise (-) alınır.

6. Bir cismin ağırlığı kütle, uzunluk, alan, hacim ve yoğunluk ile doğru orantılıdır.

### SORU

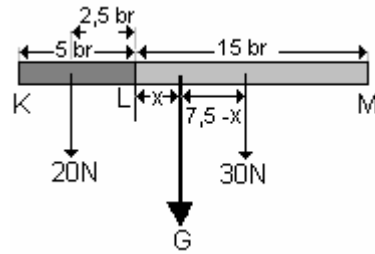
Sekildeki gibi kendi içlerinde homojen olan ve ağırlıkları 20N ile 30N olan iki çubuk uç uca eklenmiştir.



**Sistemin ağırlık merkezi eklem noktalarından ne kadar uzaklıkta olur?**

### ÇÖZÜM

Soruda da ifade edildiği gibi çubuklar kendi içlerinde homojen olduklarından ağırlık kuvvetleri tam orta noktalarındadır. Sistemin ağırlık merkezi ise bu iki kuvvetin bileşkesinin uygulama noktasıdır.



Bileşkenin olduğu noktaya göre moment alalım

$$20N \cdot (2.5 + x) - 30N \cdot (7.5 - x) = 0$$

$$x = 3.5 \text{ br dir.}$$

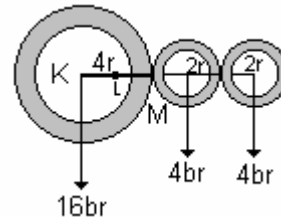
### SORU

Aynı tür maddeden yapılmış 4r 2r ve 2r yarıçaplı es merkezli halkalardan meydana gelen bileşke şeklin ağırlık merkezi nerededir?

### ÇÖZÜM

Es merkezlinin anlamı yarıçaplar aynı doğrultu üzerinde demektir. Birde şekli çizerek ve kuvvetleri üzerinde çizerek görelim.

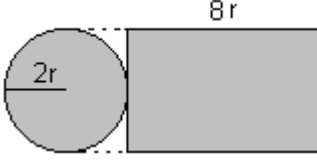
Unutmayın şekli çizer ve kuvvetleri üzerinde gösterirseniz çözüme daha kolay ulaşabilirsiniz.



Halkalar aynı tür maddeden yapıldığına göre ağırlıkları için alanlar arasındaki oranda faydalanabiliriz. 4r yarıçaplı halkanın ağırlığı 16br diğerleri ise 4br dir. (Alan =  $\pi r^2$ ) Bulduğumuz bu 3 paralel kuvvetin bileşkesinin uygulama noktası L-M arası olacaktır. Yani ağırlık merkezi L-M arasındadır.

## SORU

Aynı tür levhadan kesilmiş  $2r$  yarıçaplı bir daire ile kenar uzunluğu  $8r$  olan bir dikdörtgen şeklindeki gibi birleştirilmiştir.



Buna göre sistemin ağırlık merkezinin çemberin merkezine olan uzaklığı nedir? ( $p=3$ )

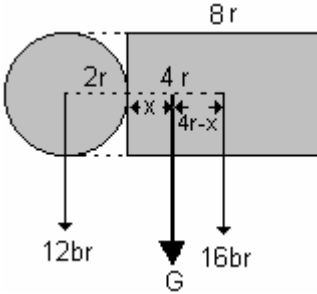
## ÇÖZÜM

Artık ne yapacağımızı gayet iyi biliyoruz. Önce çember ve dikdörtgenin ağırlık merkezlerini bulup ağırlıklarını belirleyeceğiz. Aynı cins maddeden yapılmış cisimlerin ağırlığı alanları ile ilişkili olduğundan;

$$\text{Dairenin Alanı } \pi r^2 \text{ den } \rightarrow 3.4r^2 = 12r^2$$

$$\text{Dikdörtgenin alanı } \rightarrow 2r.8r = 16r^2$$

Ağırlıklarında belirlediğimize göre artık şekil üzerinde gösterebiliriz. Tekrar ediyorum. Şekil üzerinde gösterdiğiniz sürece hata yapmanız en aza inecektir.



Ağırlık merkezine göre moment alalım.

$$\begin{aligned} (2r + x).12 - (4r - x).16 &= 0 \\ (2r + x).3 - (4r - x).4 &= 0 \text{ (4le sadeleştirdi)} \\ 6r + 3x &= 16r - 4x \\ 6x &= 10r \\ x &= \frac{5}{3}r \end{aligned}$$

$x$  i bulduk ama bizden istediği sistemin ağırlık merkezinin çemberin merkezine olan uzaklığı

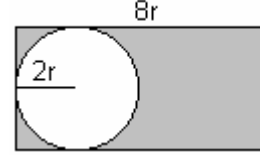
$$\rightarrow \frac{5}{3}r + 2r = \frac{11}{3}r$$

Soruyu doğru okumak çözmenin yarısıdır derler ya. İşte bu soru buna en güzel örnek..

**SORULARI DOĞRU OKUYUN**

## SORU

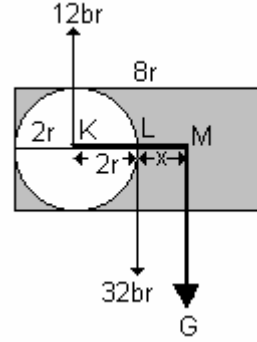
Kenar uzunluğu  $8r$  olan bir dikdörtgen levhadan şeklindeki gibi yarıçapı  $2r$  olan bir daire kesilip çıkartılmıştır.



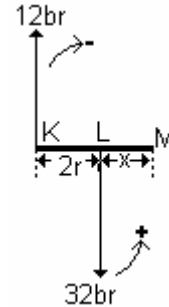
Buna göre sistemin ağırlık merkezinin yer değiştirme miktarı ne kadardır? ( $p=3$ )

## ÇÖZÜM

Bir önceki soru ile benzerliği ebatların aynı olması. Farkı ise ekleme değil parça çıkartma olması. Hemen şekil üzerinde kuvvetlerimizi göstereyim..



Bir şeyi fark etmişsinizdir. KM arasını baya kalın bir çizgiyle gösterdim. Amacım daire ve dikdörtgen şeklinden kurtulup sadece bir doğru parçası üzerinde kuvvetlerimi göstermek. Yani işimi kolaylaştırmak..



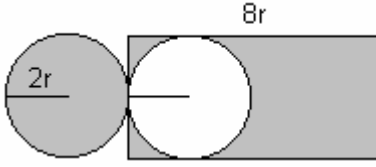
M noktası bizim yeni ağırlık merkezimiz ve bu noktaya göre moment alacak olursak

$$\begin{aligned} x.32 - (2r + x).12 &= 0 \\ 32x &= 24r + 12x \\ 20x &= 24r \\ x &= 1.2r \end{aligned}$$

Sistemin ağırlık merkezi  $1.2r$  kadar sağa kaymıştır.

**SORU**

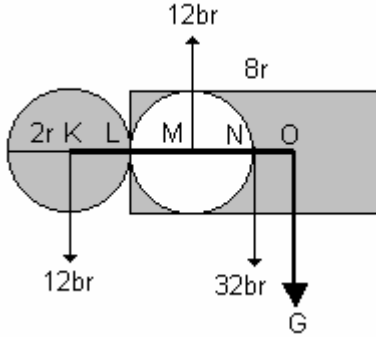
Kenar uzunluğu  $8r$  olan bir dikdörtgen levhadan, yarıçapı  $2r$  olan bir daire kesilip çıkartılmış ve dikdörtgenin kenarına şekildeki gibi eklenmiştir.



Buna göre yeni sistemin ağırlık merkezinin yeri neresidir ? ( $p=3$ )

**ÇÖZÜM**

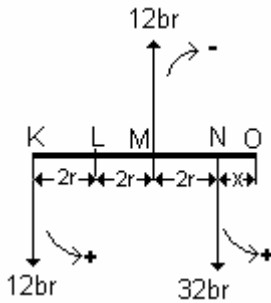
İşler biraz karışık gibi gözüküyor !! Aslında hiç te öyle değil. Siz kuvvetleri doğru bir şekilde yerleştirirseniz soru çok basite inecektir.



Kuvvetleri eklenen parça aşağı doğru, çıkartılan parça yukarı doğru olacak şekilde KO doğru parçası üzerinde gösterdim.

Yalnız burada bileşke kuvvetin uygulama noktasını yani ağırlık merkezi olan O noktasını bilerek yanlış gösterdim. Daha önceki sorularda ağırlık merkezini belirlemek kolaydı. Ağırlık merkezi daima ağır olan parçaya yakındı.

Fakat diyelim ki biz bunu bu soruda göremedik ve yanlış olarak O noktasını ağırlık merkezi olarak gösterdik. Bakalım neler olacak?



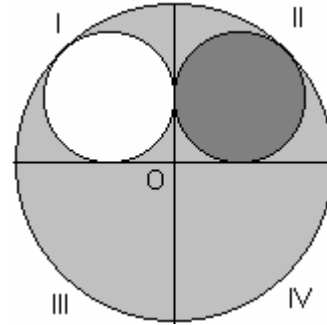
Dönme yönlerini de belirledik. Artık O noktasına göre moment alabiliriz.

$$\begin{aligned}(6r + x) \cdot 12 + x \cdot 32 - (2r + x) \cdot 12 &= 0 \\ 72r + 12x + 32x &= 24r + 12x \\ 32x &= -48r \\ x &= -1.5r\end{aligned}$$

Gördüğümüz gibi  $x$  uzaklığı negatif ( - ) çıktı. Bu bize bir şeyleri yanlış yaptığımızı söylüyor. Evet ağırlık merkezini yanlış bir yerde seçtik. Çıkan sonuç bize ağırlık merkezinin O noktasında değil de N noktasından  $1.5r$  kadar solda olduğunu söylüyor.

**SORU**

Dört eşit parçaya bölünmüş daire biçimli türdes ve düzgün bir levhanın I. bölmesinden çıkartılan dairesel bir parça, şekildeki gibi II. bölmesine yapıştırılmıştır. Levha, O noktasından geçen, düzlemine dik bir eksen çevresinde serbestçe dönebilmektedir.



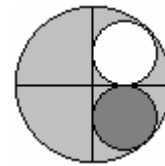
Bu eksen yatay konumdayken, levhanın denge durumu nasıldır?

(ÖSS 2000)

**ÇÖZÜM**

I. bölmeden çıkartılan parça II. bölmeye yerleştirildiğinde I. bölmede çıkan parça kadar hafifleme II. bölmede ise çıkan parça kadar bir ağırlasma olacaktır.

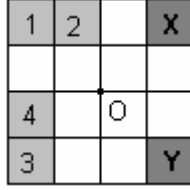
Bundan dolayı levha O noktasından geçen yatay eksen etrafında dönecek ve bir dengeye gelecektir. Denge durumunda, çıkan parçanın etkisi ile eklenen parçanın etkisi birbirini yok edecek ve levha şekildeki gibi dengeye gelecektir.



## ÇÖZÜMLÜ SORULAR

## SORU...1

Sekildeki sistemin agirlik merkezi O noktasindadir. Sistemeden X ve Y parçaları çıkarıldığında, agirlik merkezinin yerinin degismemesi için numarali parçalardan hangileri çıkartilmalıdır?



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

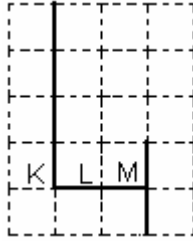
## ÇÖZÜM

Çıkarılan X ve Y parçaları O noktasından geçen x eksenine göre simetrik olmasına karşın y eksenine göre simetrik değildir. Y ekseninde de bir simetri sağlamak için, 1 ve 3 parçalarını çıkartmak gerekir.

CEVAP B

## SORU...2

Türdes ve homejen tellerden meydana gelmiş sistem hangi noktalardan asılırsa sekildeki gibi dengede kalır ?

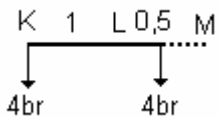


(Bölmeler eşit aralıktır)

- A) K dan B) L den C) M den  
D) K-L arasından L ye yakın bir noktadan  
E) L-M arasından L ye yakın bir noktadan

## ÇÖZÜM

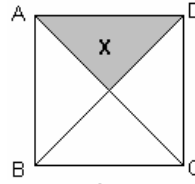
İlk önce telleri simetrilerine uygun bir şekilde gruplandırılabilir. K noktasında aşağı doğru 4br'lik bir kuvvet, L noktasından aşağı doğru 2br'lik bir kuvvet ve son olarak M noktasından aşağı doğru 2br'lik bir kuvvet vardır. L ve M noktalarındaki 2br'lik kuvvetler tam olarak L - M'nin orta noktasında 4br'lik bir bileşke kuvvet oluşturur ve soru şu şekli alır.



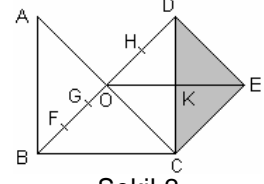
Yandaki şekle göre ağırlik merkezi K-L arasinda L ye daha yakindir

CEVAP D

## SORU...3



Sekil 1



Sekil 2

Sekildeki düzgün ve türdes karenin X parçası kesilerek Sekil 2 deki gibi karenin yan tarafına yapıştırılıyor.

Buna göre yeni şeklin ağırlik merkezi nerededir?

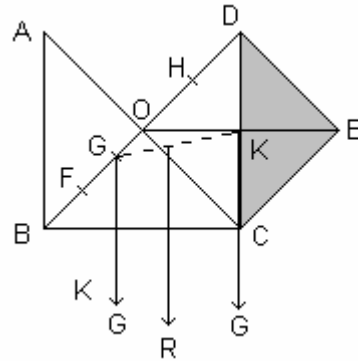
$$(|BF| = |FG| = |GO|, |OK| = |OH| = |$$

- A) K'da B) O'da C) G - K arasında  
D) K - H arasında E) G - H arasında

## ÇÖZÜM

Yeni oluşan sistemi bir üçgen ve bir kare şeklinde düşünersek isimler kolaylaşacaktır.

Bahsi geçen üçgen  $\triangle ABC$  ve ODEC karesi

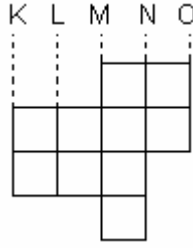


Üçgen ve karenin alanları eşit olduğundan ağırlıklar da eşit olacaktır. Ve ağırlik merkezi tam olarak G - K arasındadır.

CEVAP C

## SORU...4

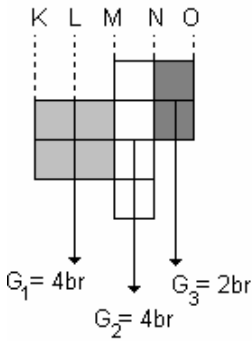
Sekildeki düzgün geometrik yapıli türdes karelerden oluşmuş sistem, hangi noktadan asılırsa sistem dengede kalır ?



- A) K - L arasından B) L - M arasından  
C) M noktasından D) M - N arasından  
E) N - O arasından

## ÇÖZÜM

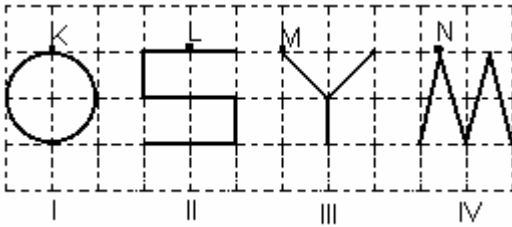
Seklimizi her zamanki gibi simetrik parçalara ayırıp ağırlık kuvvetlerini gösterelim.



Sadece kuvvetleri belirtmemiz yeterli. Ağırlık merkezi açıkça görülüyor. İki tane 4br'lik ağırlık kuvveti var. Bunların ağırlık merkezi L-M arası ve 8 br. Kaldı 2 br'lik kuvvet. 2 br'lik ve 8 br'lik kuvvetlerin bileşkesi ise M-N arası M'ye yakın.

CEVAP C

## SORU...5



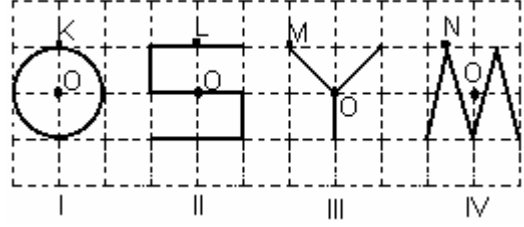
Türdes ve metal tellere sekildeki I, II, III ve IV biçimleri verilmiştir. Teller birer iple K, L, M ve N noktalarından asılmıştır.

Buna göre asılı tellerden hangileri konumlarını korurlar ?

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

## ÇÖZÜM

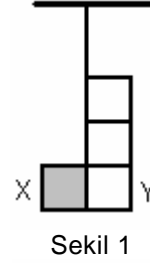
Verilen şekillerin ağırlık merkezlerini şekil üzerinde gösterelim.



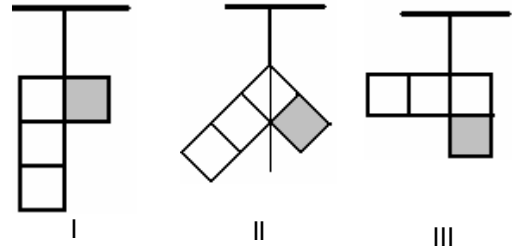
Asıldıkları zaman uzantıları sadece I ve II numaralı tellerin O noktasında geçeceğinden cevap I ve II olacak.

CEVAP A

## SORU...6



Sekil 1



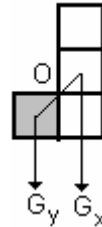
Sekil 2

Sekil 1 de kendi aralarında homojen X ve Y blokları birleştirilerek iple asıldığında Sekil 1 deki gibi dengede durmaktadır.

Buna göre bloklar Sekil 2 deki gibi asıldıklarında hangileri denge konumlarını korur?

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

## ÇÖZÜM



$G_Y = G_X$  olduğundan ağırlık merkezi O noktasıdır.

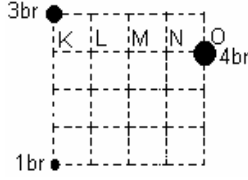
Sekil 2 deki cisimlerin hepsinin asılma noktalarının ip uzantısı O dan geçtiğinden

CEVAP E



## SORU...7

Aynı düzlemde bulunan 1br, 3br ve 4br lik noktasal kütlelerin oluşturduğu ortak ağırlık merkezi nerededir?



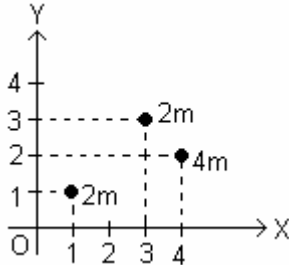
- A) K-L arası B) L noktasında C) M noktasında  
D) L-M arası E) N noktasında

## ÇÖZÜM

3br lik ve 1br lik cisimler K noktasında sanki 4br lik bir kuvvet varmış gibi bir noktasal cisim teskil ederler, bir başka deyişle K noktası 1br lik ve 3br lik noktasal kütlelerin ağırlık merkezleridir. K ve O noktalarında 4br lik noktasal kütle varsa bunların bileşkesi M noktasıdır.

CEVAP E

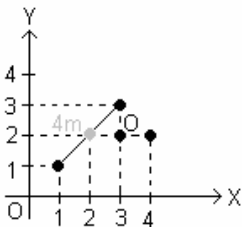
## SORU...8



Aynı düzlem üzerinde bulunan 2m, 2m ve 4m kütleli noktasal cisimlerin oluşturduğu küle merkezinin koordinatları nedir?

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

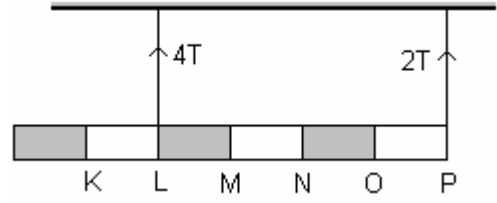
## ÇÖZÜM



2m kütleli cisimlerin ağırlık merkezi (2,2) noktasında ve 4m dir. İki 4m lik kütle-nin ağırlık merkezi tam ortası yani (3,2) noktasıdır.

CEVAP C

## SORU...9



Esit bölmeli bir çubuk, gerilmeleri 4T ve 2T olan ipler vasıtası ile şekildeki gibi yatay konumda tavana asılmıştır.

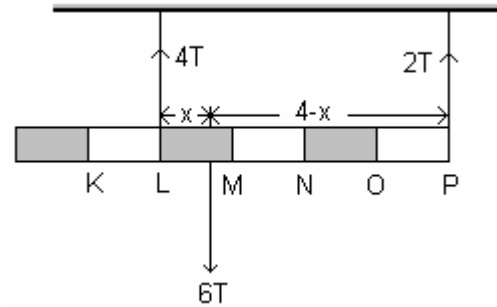
Buna göre çubugun ağırlık merkezi nerededir?

- A) M – N arasındadır B) L – M arasındadır  
C) N – O arasındadır D) M noktasındadır  
E) N noktasındadır

## ÇÖZÜM

Hemen aklımıza momen gelmelidir. İplerdeki gerilme 4T ve 2T olduğuna göre çubugumuzun ağırlığı  $4T + 2T = 6T$  dir.

Ağırlık merkezimiz ise 4T gerilmeli ipe yakın olacaktır.



4T gerilmesi olan ipe göre moment alalım.

$$\begin{aligned} x \cdot 6T &= 4 \cdot 2T \\ 6Tx &= 8T \\ x &= \frac{8}{6} \text{ M – N arası} \end{aligned}$$

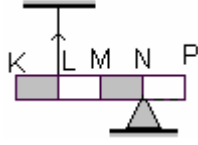
yada 2T gerilmesi olan ipe göre moment alalım

$$\begin{aligned} 4 \cdot 4T &= (4 - x) \cdot 6T \\ 16T &= 24T - 6Tx \\ 6Tx &= 8T \\ x &= \frac{8}{6} \text{ M – N arası} \end{aligned}$$

CEVAP A

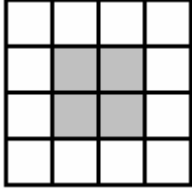
## CEVAPLI TEST

1. Esit bölmeli KP çubuğu destek ve ip yardımı ile yatay konumda dengededir. İpteki gerilme kuvveti, destek tepki noktasının 3 kati kadar ise çubugun agirlik merkezi nerededir?

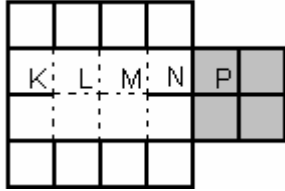


- A) L – M nin tam orta noktası  
B) M – N nin tam orta noktası  
C) M noktası  
D) N noktası  
E) N – P nin tam orta noktası

2.



Sekil 1



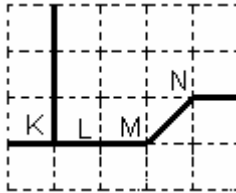
Sekil 2

Sekil 1'deki esit bölmeli türdes kare levhadan tarali bölge kesilerek Sekil 2'deki gibi N noktasına yapıştırılmıştır.

Buna göre oluşan yeni seklin agirlik merkezinin yeri nerededir?

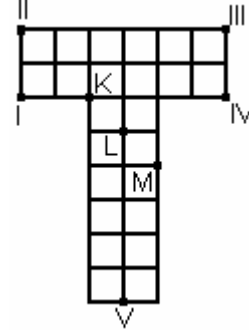
- A) M noktasında  
B) N noktasında  
C) L – M arasında  
D) M – N arasında  
E) P noktasında

3. Tellerden yapılmış sistemin sekildeki gibi dengede kalabilmesi için hangi noktadan asılması gerekir ?



- A) K – L arasından  
B) L – M arasından  
C) L noktasından  
D) M noktasından  
E) M – N arasından

4.

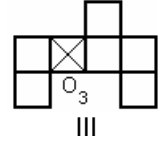
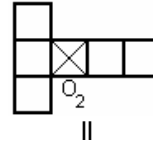
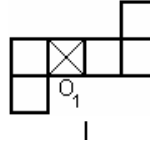


Özdes karelerden olusmus sistem bir iple tavana asıldığında, ipin doğrultusu K L ve M noktalarından geçmektedir.

Buna göre cisim hangi noktadan tavana asılmıştır?

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

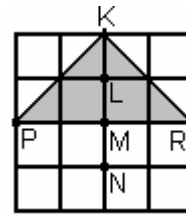
5.



Esit karelere bölünmüş düzgün türdes I II ve III levhaları  $O_1, O_2$  ve  $O_3$  noktaları etrafında serbestçe dönebilmektedir. Levhalar sekildeki gibi konumlarda tutulurken serbest bırakılırsa hangilerinin konumu değişir?

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

6.



Sekildeki türdes metalden yapılmış kare levhanın agirlik merkezi M noktasıdır. Bu levha PK ve KR boyunca kendi üzerine katlanırsa kütle merkezi nerede bulunur?

- A) K – L arasında B) L – M arasında  
C) M – N arasında D) L noktasında  
E) N noktasında

7. Esit karelere bölünmüş türdes levhanın taralı bölgelerinin kalınlığı diğer bölgelere göre iki kat fazladır.

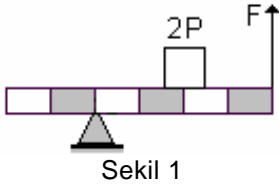
A	B	3	
	O	4	
1	2		
		C	D

Buna göre, ağırlık merkezini O noktası yapmak için aşağıdaki işlemlerden hangilerinin yapılması gereklidir?

- I) D bölgesini kesip 1 nolu bölgeye yapıştırmak  
 II) C bölgesini kesip 2 nolu bölgeye yapıştırmak  
 III) A bölgesini kesip 3 nolu bölgeye yapıştırmak  
 IV) B bölgesini kesip 4 nolu bölgeye yapıştırmak

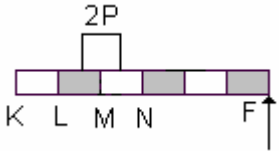
- A) I ve II      B) II ve III      C) I ve III  
 D) I ve IV      E) II ve IV

8.



Sekil 1

Sekil 1 deki gibi esit bölmelere ayrılmış, 4P ağırlığındaki türdes ve homojen çubugun üzerindeki 2P yükü F kuvveti ile dengelenmektedir.

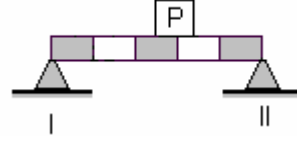


Sekil 2

Çubugun üzerindeki yükün ve kuvvetin yeri Sekil 2 deki gibi değiştirilirse, çubugun dengede kalabilmesi için destek hangi noktaya yerleştirilmelidir?

- A) K noktasına  
 B) L noktasına  
 C) L – M nin tam orta noktasına  
 D) M noktasına  
 E) M – N nin tam orta noktasına

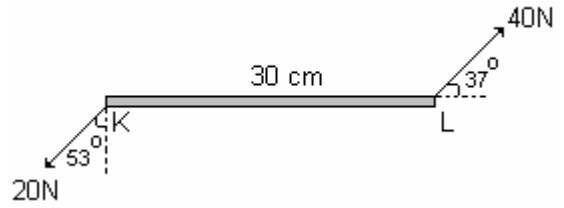
9. Ağırlığı P olan türdes ve esit bölmelere ayrılmış bir çubuk şekildeki gibi iki destek üzerinde durmaktadır.



Çubuk üzerine ağırlığı P olan bir cisim yerleştirildiğinde birinci destek tepki kuvvetinin, ikinci destek tepki kuvvetine oranı ne olur?

- A)  $\frac{9}{11}$       B)  $\frac{9}{10}$       C)  $\frac{11}{10}$       D)  $\frac{11}{9}$       E) 1

10. Ağırlığı ihmal edilen 30 cm lik KL çubuğu şekildeki kuvvetlerin etkisi altındadır.



Buna göre çubuğun şekildeki kuvvetler etkisi altındaki ağırlık merkezi nerededir?

- A) K noktasında  
 B) L noktasında  
 C) K nin 30 cm solunda  
 D) L nin 30 cm sağında  
 E) K – L noktalarının tam ortasında

**Basarı tamamen sansa bağlıdır.**

**İnanamazsanız gidin basarisiz insanlara sorun..**

**Hore**

Cevapli Testin Cevap Anahtarı

1-A 2-A 3-B 4-B 5-D 6-C 7-C 8-B 9-A 10-D

## GİRİŞ

Günlük hayatımızda o kadar çok kullanıyoruz ki basit makinaları.. İşlerimizi ne kadar kısa sürede ne kadar az kuvvet harcayarak yaparsak bizim için o kadar değerlidir. Esas maksat kuvvetten kazanç sağlamaktır. Yani az kuvvet ile çok iş yapmak.

Basit makinalar için şu kurallar geçerlidir.

1. Amaç kuvvetten kazanç sağlamaktır. Buna kuvvetten kazanca mekanik avantajda denir.

$$\text{Kuvvet Kazancı} = \frac{\text{Yük}}{\text{Kuvvet}} = \frac{\text{Kuvvet Kolu}}{\text{Yük Kolu}}$$

2. Bir basit makinada, kuvvetten ne kadar kazanıyorsak, yoldanda o kadar kaybederiz. Yani kuvvetin aldığı yol, yükün aldığı yoldan daha fazladır.

3. Doga kuralları burada da kendini gösterir. Hiç bir zaman basit makinalarda isten kazanç sağlanmaz. Sistemin dinamiği (sürtünme kuvveti ve ağırlığı) isten kayba neden olur. Böylece elde ettiğin verim hiç bir zaman %100 olmaz.

Basit makinalarda verim ifadesi;

$$\text{Verim} = \frac{\text{Yükün Yaptığı İş}}{\text{Kuvvetin Yaptığı İş}}$$

ifadesi ile bulunur.

## İS

Bir cisme uygulanan kuvvet eğer o cismi kendi doğrultusunda hareket ettiriyor ise bu kuvvet iş yapmış olur ve

$$W = F \cdot x$$

ile ifade edilir.

F	Newton
X	metre
W	Newton.Metre=Joule

## Denge Prensibi

$$\Sigma F = 0$$

Yukarı Çeken Kuvvetler = Aşağı Çeken Kuvvetler

Sağa Çeken Kuvvetler = Sola Çeken Kuvvetler

## Moment Prensibi

$$\Sigma M = 0$$

$$\text{Kuvvet Kolu} \cdot \text{Kuvvet} = \text{Yük Kolu} \cdot \text{Yük}$$

## İs Prensibi

$$\Sigma W = 0$$

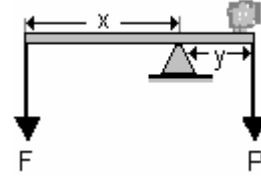
$$\text{Kuvvet} \cdot \text{Kuvvet Yolu} = \text{Yük} \cdot \text{Yük Yolu}$$

## Kaldıraçlar (Manivelalar)

Moment prensibine göre çalışan bu sistemler sabit bir nokta etrafında dönerler. Momenti daima desteye göre alırız. Destegin konumuna göre kaldıraçları üç tipte inceleyebiliriz.

## 1. Destek Ortada

Sekil 2.2-1 deki gibi bir sistemde yük ile kuvvet arasında ki ilişki moment prensibine göre hesaplanır.



Sekil 2.2-1

$$x \cdot F = y \cdot P$$

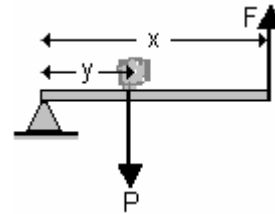
x: Kuvvet Kolu

y: Yük Kolu

Unutmamanız gereken bir şey var. Momentten de hatırlayacağınız gibi kuvvet kolu daima dik olmalıdır. F ve P nin dik bileşenlerini  $F \cdot \cos \alpha$   $P \cdot \cos \alpha$  ile bulabilirsiniz. Eğer sorularda F ve P birbirine paralel ise dik bileşenlerini almaya gerek yoktur.

## 2. Destek Uçta

Bu tip aletler kuvvetten kazanç sağlar fakat yoldan kayıp söz konusudur. Örnek verecek olursak el arabası, fındık kıracağı vb.. Mantık yine aynı. Moment kullanarak soruları çözecez.

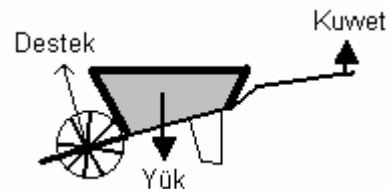


Sekil 2.2-2

$$x \cdot F = y \cdot P$$

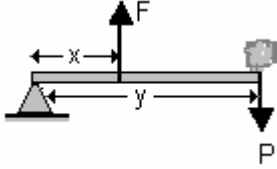
x: Kuvvet Kolu

y: Yük Kolu



### 3. Yük ve Destek Uçta

Masa, cimbiz, kürek bu tür basit makinalara örnek teşkil eder. Bu tür aletlerde kuvvetten kayıp vardır.



Sekil 2.2-3

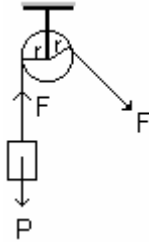
$$x.F = y.P$$

x: Kuvvet Kolu  
y: Yük Kolu

### MAKARALAR

#### 1. Sabit Makaralar

Sek 2.1-16'daki gibi merkezlerinden (dönme eksenini) sabitlenmiş ve çevresinden ip geçen sadece dönme hareketi yapan makaralara sabit makara denir. Diğerlerinde de olduğu gibi burada da moment kullanarak soruları çözecez.



Sekil 2.2-4

$$r.F = r.P$$

$$F = P$$

Sadece kuvvetin yönü ve doğrultusu değişir kuvvetten bir kazanç söz konusu değildir.

#### 2. Hareketli Makaralar

Sabit makaralardan farkı çevresinden geçen ip çekildiğinde makaranın dönme hareketi dışında yükselip alçalabilmesidir. Sabit makaralarda olduğu gibi aynı ip üzerinde aynı kuvvet olacaktır.

Fakat sorularda karşımıza iki durum çıkacaktır. Makaranın ağırlığı ihmal edilebilir ya da edilemeyebilir. Bu gibi durumlarda soruya nasıl yaklaşacağımızı görelim..

#### a. Makaranın ağırlığı önemsiz ise

Makaranın ağırlığı önemsiz ise kuvvetten kazancımız 2 olurken yoldan kaybimiz 2 olacaktır.

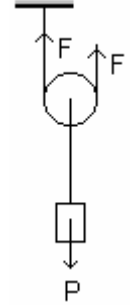
Sistemimiz dengede ise;

$$\Sigma F_Y = 0$$

$$F + F = P$$

$$2F = P$$

$$F = \frac{P}{2}$$



Sekil 2.2-5

#### NOT

P yükünü 1 br yukarı çekmek için ipin ucu 2 br yukarı çekilmesi gereklidir.

#### b. Makaranın ağırlığı önemli ise (dahil)

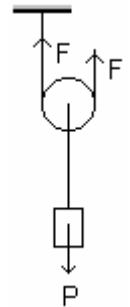
Makaranın ağırlığı önemli ise değişen tek şey P yüküne ilaveten birde makaranın ağırlığı eklenecektir.

$$\Sigma F_Y = 0$$

$$F + F = P + G$$

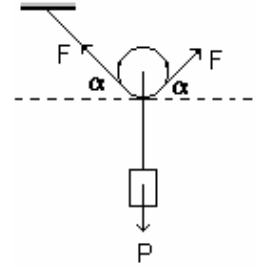
$$2F = P + G$$

$$F = \frac{P + G}{2}$$



Sekil 2.2-6

Bu iki duruma ek olarak makaraların uçlarında ki kuvvetler yatayla bir  $\alpha$  açısı yapacak şekilde bulunabilir. Sistem dengede ise yazacağımız tek şey  $\Sigma F_Y = 0$  dan



Sekil 2.2-7

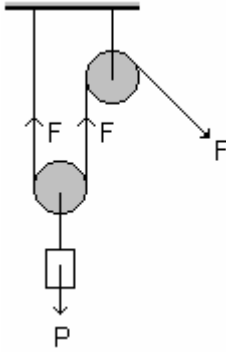
$$2.F \cdot \sin \alpha = P \text{ (Makara ağırlıksız)}$$

$$2.F \cdot \sin \alpha = P + G \text{ (Makara ağırlıklı)}$$

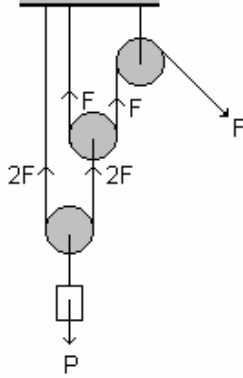
Sahip olduğun bütün deha çalışmanın bir meyvasıdır.

A. Hamilton

Sek 2.2-8a ve Sek 2.2-8b deki makaraları inceleyelim.



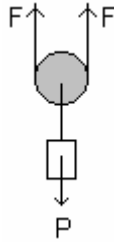
Sekil 2.2-8a



Sekil 2.2-8b

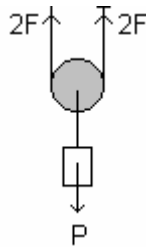
Sek 2.2-8a yi inceleyelim. Burada esas olan P yükünün asili olduğu makara. Isterseniz olaya biraz daha yakından bakalım. Sistem dengede ve aynı ip üzerinde aynı kuvvet olacağından;

$$\begin{aligned}\Sigma F_Y &= 0 \\ F + F &= P \\ 2F &= P \\ F &= \frac{P}{2}\end{aligned}$$



Simdi de Sek 2.2-8b yi inceleyelim. Sistem dengede ve aynı ip üzerinde aynı kuvvet olacağından;

$$\begin{aligned}\Sigma F_Y &= 0 \\ 2F + 2F &= P \\ 4F &= P \\ F &= \frac{P}{4}\end{aligned}$$



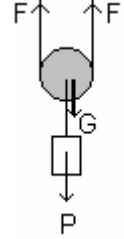
Isterseniz simdi de yukarıdaki iki örnek için makaraların ağırlıklarında göz önünde bulundurarak çözelim. Mantık aynı. Siz yeter ki kuvvetleri doğru olarak gösterin, gerisi çorap sökücü gibi gelecektir. **Bilmeniz gereken bir şey daha sabit makaralar bir ip ile sabitlendiği için ağırlıkları önemsizken, hareketli makaralar bir yük gibi davranacağından ağırlıkları önemlidir.**

Sek 2.2-8a ve Sek 2.2-8b yi tekrar çizmek istemiyorum, sadece benim için önemli olan kısımları göstereceğim.

Sek 2.2-8a için kuvvetleri ve ağırlıkları gösterdim.

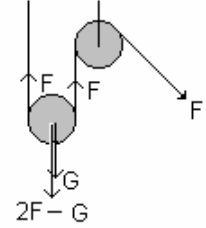
Yukarı doğru 2 tane F kuvveti ve aşağıya doğru P ve G ağırlıkları ile dengelenmiş bir sistem.

$$\begin{aligned}\Sigma F_Y &= 0 \\ F + F &= P + G \\ 2F &= P + G \\ F &= \frac{P + G}{2}\end{aligned}$$



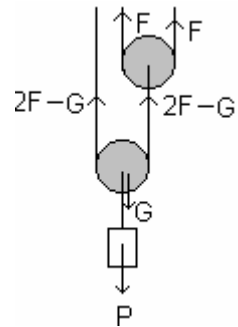
Simdide Sek 2.2-8b için kuvvetleri ve ağırlıkları gösterelim. Burada durum biraz daha farklı isin içine iki tane ağırlığı olan makara giriyor. Onun için bu durumu daha iyi anlatsın diye iki bölümde anlatacam. Önce birinci makara için kuvvetleri ve ağırlıkları göstereyim.

Yukarı doğru 2 tane F kuvveti ve aşağıya doğru bir G (makara ağırlığı) var. Dolayısıyla makaranın merkezinde ki ipte  $2F - G$  kadar bir kuvvet olacaktır.



Devam edelim. Simdi sıra P yükünün asili olduğu makaraya geldi.

Demistik aynı ip üzerinde aynı kuvvet bulunur diye.  $2F - G$  kuvveti için bunu uyguladık. Son makaranın bir G ağırlığı var onu da şekilde gösterdik. Artık bize denklemleri yazmak kaldı.

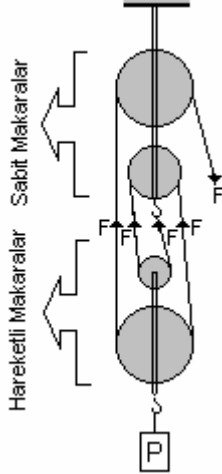


$$\begin{aligned}\Sigma F_Y &= 0 \\ (2F - G) + (2F - G) &= P + G \\ 4F - 2G &= P + G \\ 4F &= P + 3G \\ F &= \frac{P + 3G}{4}\end{aligned}$$

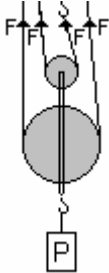
## Palangalar

Prangalarla karistirmayalım lütfen. Palangalar sabit ve hareketli makaralardan oluşan sistemlere verilen addır. Palangalarda amaç kuvvetten kazanç sağlamaktır. Dengenin birinci şartını kullanarak F ve P arasındaki ilişki bulunur.

Sek 2.2-9 da ki sistem hareketli ve sabit makara gruplarından oluşmuş bir palanga sistemidir. Yükümüz hareketli makara grubunda olduğundan sadece bu grubu dikkate alacağız. Aynı ip te aynı kuvvet bulunur prensibinden iplerdeki kuvvetleri belirledik. Hareketli grubu dört tane ip tasidiğinden



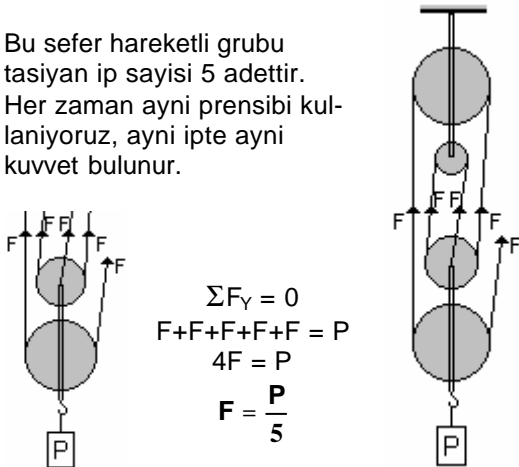
Sekil 2.2-9



$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \\ F + F + F + F &= P \\ 4F &= P \\ F &= \frac{P}{4}\end{aligned}$$

Eğer makaraların bir ağırlığı söz konusu ise makara ağırlıklarını yüke ilave ederek sonucu bulabilirsiniz.

Bu sefer hareketli grubu taşıyan ip sayısı 5 adettir. Her zaman aynı prensibi kullanıyoruz, aynı ip te aynı kuvvet bulunur.



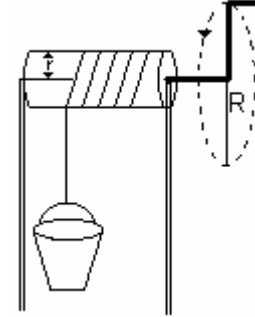
$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \\ F + F + F + F + F &= P \\ 5F &= P \\ F &= \frac{P}{5}\end{aligned}$$

Sekil 2.2-10

## Çıkrik

Genelde su kuyularından su çekmede kullanılan bir sistemdir.

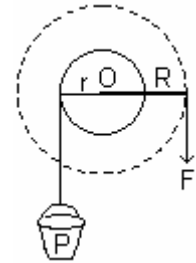
Sek 2.2-11 de görüldüğü gibi çıkığın koluna dik olarak uygulanan bir F kuvveti ve ipin sarıldığı silindirin çapına dik bir P yükü vardır.



Sekil 2.2-11

İsterseniz olaya biraz daha yakından bakalım.

Sek 2.2-12 de F kuvveti çıkığın koluna dik ve P yükü silindirin çapına dik. Yapacağımız tek bir şey var o da moment almak.

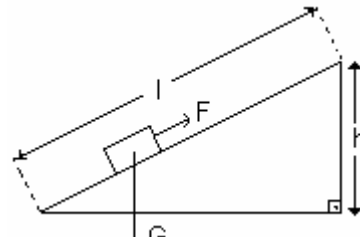


Sekil 2.2-12

$$R \cdot F = r \cdot P$$

## Eğik Düzlem

Ağır yükleri istenilen yüksekliği küçük kuvvet ile çıkartmaya yarayan bir düzenektir. Is prensibine göre çalışır.



Sekil 2.2-13

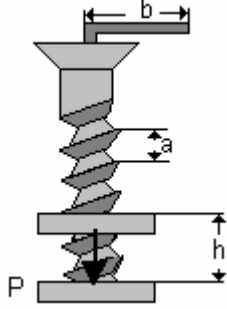
F	Yükü hareket ettiren kuvvet
G	Yükün yer çekiminden kaynaklanan ağırlığı
l	Kuvvet yolu
h	Yük yolu

$$\text{Kuvvet} \cdot \text{Kuvvet Yolu} = \text{Yük} \cdot \text{Yük Yolu} \\ F \cdot l = G \cdot h$$

### Vida

Bir süre ÖSS sınavlarında sorulmayan ama son yıllarda neredeyse her sene sorulmaya başlayan bir basit alettir. Genelde bilgi türünde sorular gelmektedir.

Vida F kuvveti ile bir tur döndürüldüğünde bir vida adımı kadar yani "a" kadar içeri girecektir. n tur attırıldığında ise n.a kadar içeri girecektir. Vida F kuvveti ile döndürüldüğünde buna karşılık yüzey tarafından bir P kuvveti ile karşılanır.



Sekil 2.2-14

Yani bir etki tepki olayı. Bu durumda ;

$$F \cdot 2\pi \cdot r = P \cdot a$$

bağıntısı ortaya çıkar.

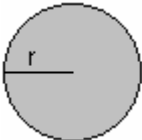
Vidamızı n kez dönerse yüzeye girme miktarı

$$h = n \cdot a$$

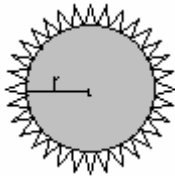
kadar olur.

### Kasnaklar ve Disliler

Sek.2.2-15a ve Sek.2.2-15b de görüldüğü gibidirler. Kasnaklarda is iletimi kayış vasıtası ile, dislilerde ise disler vasıtası ile olur.



Sekil 2.2-15a



Sekil 2.2-15b

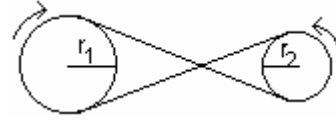
Kasnakları ve dislileri ayrı merkezli ve es merkezli olmak üzere iki grupta inceleyebiliriz.

#### 1. Ayrı Merkezli Kasnak ve Disliler

Kasnaklarda dönme yönünü kayışın durumu belirler. Eger Sek.2.2-16a daki gibi ise kasnaklar aynı yönde Sek.2.2-16b daki gibi ise aksi yönde dönerler.

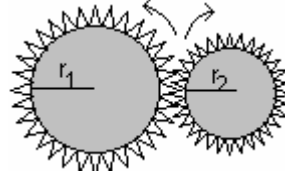


Sekil 2.2-16a



Sekil 2.2-16a

Disliler ise her zaman aksi yönde dönerler.



Sekil 2.2-17

Kasnaklarda ve dislilerde şöyle bir bağıntı vardır. Yarı çapı büyük olan küçük olanda daha az tur yapar.

$$T_1 \cdot r_1 = T_2 \cdot r_2 \quad (T \text{ tur sayısı})$$

#### Özellikler

→ Her disli kendisinden bir önce veya bir sonrakine göre aynı yönde döner. Yani birinci disli ile üçüncü disli aynı yönde döner.

→ Dislilerde, dis sayısı yarıçap ile doğru orantılıdır.

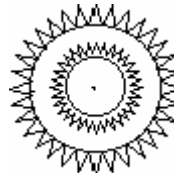
→ Kasnak ve dislilerde birim zamanda tur sayıları, yarıçapları ile doğru orantılıdır.

#### UYARI

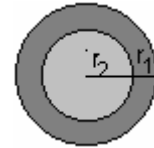
**Dislilerde aradaki elemanın vazifesi sadece iletimdir. Diğer disliler arasındaki devir sayılarını etkilemez. Bu yüzden ara elemanlar etkisiz elemanlardır.**

#### 2. Es Merkezli Kasnak ve Disliler

Dönme eksenleri yani merkezleri birbirleri ile yapışık olan sistemlerdir. Tur sayıları ve dönme yönleri her zaman aynıdır.



Sekil 2.2-18a



Sekil 2.2-18b



**ÇÖZÜMLÜ SORULAR****SORU...1**

Agrilikları  $P$  olan makaralarla kurulan sistemde  $P$  ağırlığının  $F$  kuvveti ile dengelenmektedir.

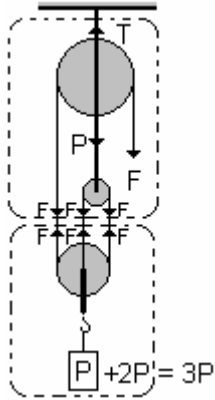
Makaraları tavana bağlayan ip gerilmesi  $T$  olduğuna göre,  $T$  nin  $P$  cinsinden ifadesi nedir?

**ÇÖZÜM :**

DIKKAT! Makaralar ağırlıklı.

Hareketli makaraların ağırlığını yüke ekleyebiliriz., çünkü yük hareketli makaralara bağlı. Tavana bağlı makara sabit olduğundan ağırlığını yüke eklemeyoruz. Ama unutmayın tavana bağlı sabit makaranın ağırlığının da zamanı gelince hesaba katacaz.

Önce makara üzerinde kuvvetlerimizi göstereyim.



Sabit makaranın  
denge sistemi

$$\sum F_y = 0$$

$$4F + P = T$$

$$4F = T - P$$

$$F = \frac{T - P}{4}$$

Hareketli grup için  
denge sistemi

$$\sum F_y = 0$$

$$3F = 3P$$

$$F = P$$

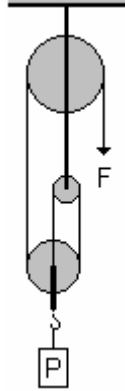
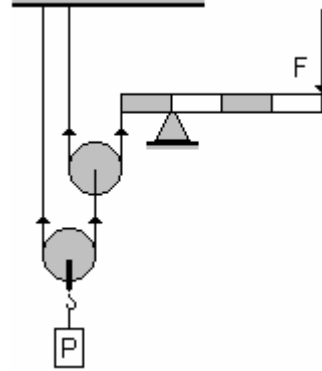
Bizden  $T$  nin  $P$  cinsinden ifadesi isteniyordu,  $F = P$  ve  $F = \frac{T - P}{4}$  ifadelerini birlikte kullanalım.

$$P = \frac{T - P}{4}$$

$$4P = T - P$$

$$T = 5P$$

Genelde yukarıdaki sabit makaranın ağırlığı unutulurak  $T$  hesaplanmaya çalışılır. Makaralar ağırlıklı deniyorsa durup iki kere düşünmekte fayda vardır.

**SORU...2**

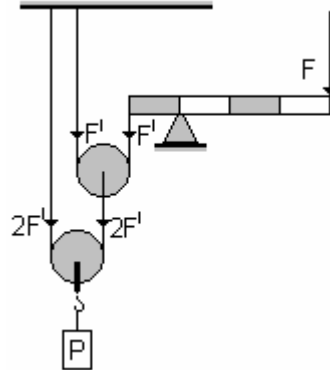
Ağırlığı önemsiz türdes ve homojen bir çubuk, şekildeki yük ve kuvvetlerle dengededir.

**Buna göre  $F$  kuvveti kaç  $P$  dir?**

( Makara ağırlıkları ve iplerdeki sürtünme kuvveti önemsizdir)

**ÇÖZÜM :**

Şekil üzerinde sisteme etki eden kuvvetleri gösterelim.



Aynı ip üzerinde aynı kuvvet olacağından

$$4F^I = P$$

$$F^I = \frac{P}{4}$$

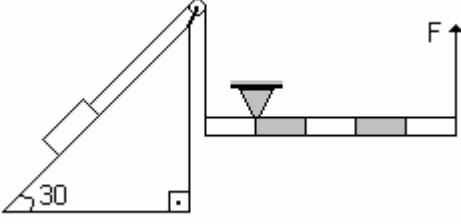
Destek noktasına göre moment alalım.

$$F^I = 3.F$$

$$\frac{P}{4} = 3F$$

$$F = \frac{P}{12}$$

## SORU...3

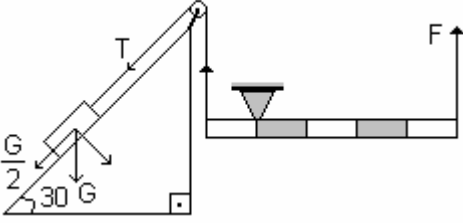


Agirligi G olan sürtünmesiz egik düzlem üzerindeki bir cisim şeklindeki gibi F kuvveti ile dengededir.

Buna göre  $\frac{F}{G}$  oranı nedir?

## ÇÖZÜM

Sistemdeki kuvvetleri tek tek gösterelim..



Kuvvetleri gösterdikten sonra gerisi destek noktasına göre moment almaktan ibaret..

Egik düzlem üzerindeki G ağırlığındaki cismin sadece T ip gerilmesi doğrultusundaki bileşeni

sisteme etki ettiginden  $G \cdot \sin 30 = \frac{G}{2}$

ve  $T = \frac{G}{2}$  dir.

Destek noktasına göre moment alalım.

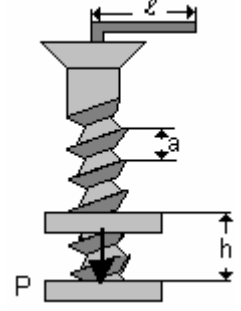
$$\frac{G}{2} = F \cdot 4$$

Bizden  $\frac{F}{G}$  oranı isteniyordu. Moment denklemini isteğe göre düzenleyelim

$$\frac{F}{G} = \frac{1}{8}$$

## SORU...4

Vida adımı a olan bir vida,  $\ell$  uzunluğundaki bir kol vasıtası ile kola dik olarak uygulanan F kuvveti ile döndürülüyor. Bu sayede vida tahta blok içerisinde ilerliyor. Eğer vida tahta blok içerisinde h kadar ilerlemişse, h uzunluğu



a, vida adımı

$\ell$ , kolun uzunluğu

F, uygulanan kuvvetin büyüklüğü

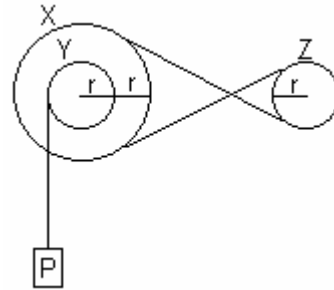
N, devir sayısı

niceliklerinden hangilerine bağlıdır?

## ÇÖZÜM

Vidanın tahta blok içerisinde a kadar ilerleyebilmesi için 1 tam devir yapması gereklidir. Vida N kez tam devir yaptığında, tahta blok içerisinde  $h = N \cdot a$  kadar ilerleyecektir. Dolayısıyla F kuvvetinin uygulandığı kolun uzunluğu  $\ell$  nin ve kolu döndüren F kuvvetinin h yüksekliğine etkisi yoktur. Yani esas etkili olan a ve N dir.

## SORU...5



Esmerkezli X ve Y kasnakları Z kasnagi ile birlikte şeklindeki sistemi oluşturmıştır.

Buna göre P yükü  $\pi \cdot r$  kadar aşağı doğru alçalmış ise, Z kasnagının hareketi için ne söylenebilir?

**ÇÖZÜM**

Bu soruyu çözerken, kasnakların yarı çapları arasındaki orani ile değilse kasnakların çevrelerini kullanacağım.

P yükünün  $\pi \cdot r$  kadar alçalması demek, Y kasnagının saat yönü tersine yarım tur dönmesi demektir. Yarım tur dönecektir çünkü, Y kasnagının çevresi  $2\pi r$  kadardır.

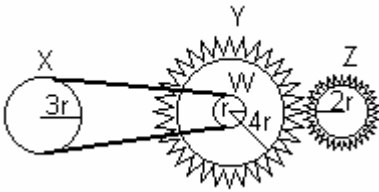
Y kasnagi saat yönü tersine ve yarım tur dönüyorsa, X kasnagıda Y ile esmerkezli olduğundan aynı hareketi yapacaktır.

Z kasnagi ile X kasnagi arasındaki kayış çapraz bağlanmıştır. Bundan dolayı X kasnagının dönme yönü tersi Z kasnagının dönme yönü olacaktır. Yani Z kasnagi saat yönünde dönecektir.

Dönme yönlerini belirledik. Şimdi sıra geldi Z kasnagının tur sayısına. X kasnagi yarım tur dönünce kayış X kasnagının yarısı kadar bir yol

yani  $\frac{2\pi 2r}{2} = 2\pi r$  kadar yol alacaktır. Yani Z

kasnagi 1 tam tur yapacaktır.

**SORU...6**

Z dişlisi saat yönünde 6 tam tur yaparsa X kasnagi hangi yönde kaç tur yapar?

**ÇÖZÜM**

İlk önce dönme yönlerini belirleyelim. Z dişlisinin saat yönünde dönmesi Y dişlisini aksi yönde yani saat yönü tersinde döndürecek. Y dişlisi ile W kasnagi esmerkezli olduğundan ve W kasnagi ile X kasnagi arasındaki kayış düz bağlantılı olduğundan X kasnagi Y dişlisi ile aynı yönde dönecektir. Yani saat yönü tersine Gelelim tur sayılarına. Kasnak ve dişlilerin devir sayıları, yarıçapları ile ters orantılıdır. Z diş-

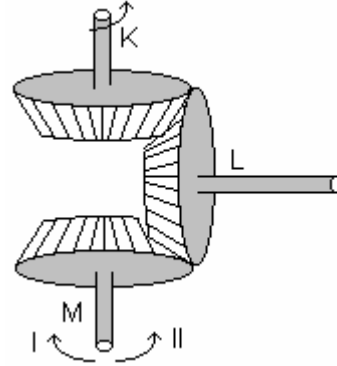
lisi ile Y dişlisi arasında  $\frac{1}{2}$  oranı vardır. Z dişlisi

6 tam tur yaparsa Y dişlisi 3 tam tur yapar.

Dolayısıyla esmerkezli W kasnagıda 3 tam tur yapar. W kasnagi ile X kasnagi arasındaki

oran ise  $\frac{1}{3}$  tür. W kasnagının 3 tam tur yapma-

si, X kasnagina 1 tam tur yaptırır. Sonuçta X kasnagi saat yönü tersine 1 tam tur yapar.

**SORU...7**

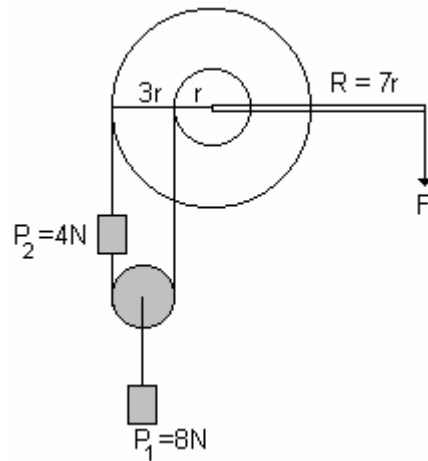
Özdeş dişlilerden meydana gelen sistemde K dişlisinin şekildeki gibi bir tam tur dönmesi ile M dişlisinin dönme sayısı ve yönü için ne söylenebilir?

**ÇÖZÜM**

Bu tür dişlilere konik dişli denir ve diğer dişlilerden hiç bir farkı yoktur.

Burada sorunun kolay çözümünü açısından bilmeniz gereken, dişli sistemlerde ara eleman (yukarıdaki şekilde L dişlisi) sadece iletimi sağlar. Yani dönme sayısına bir etkide bulunmaz.

Dolayısıyla M dişlisi K dişlisi ile aynı hareketi yapacak. II yönünde 1 tam tur.

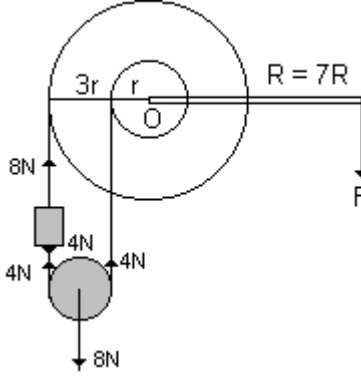
**SORU...8**

Çikrik kol uzunluğu  $R = 7r$  olan bir sistem 4N ve 8N'lik kuvvetler ile dengelenmiştir.

**Buna göre sistemi dengede tutan F kuvveti kaç N'dir?**

**ÇÖZÜM**

Tamamiyle moment alınarak çözülecek bir soru türü. Yapmamız gereken ilk iş kuvvetleri şekil üzerinde göstermek..



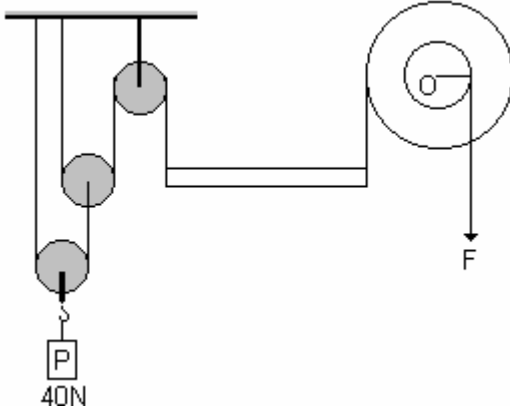
O noktasına göre moment alalım.

$$4r \cdot 8 + r \cdot 4 = 9r \cdot F$$

$$32r + 4r = 9Fr$$

$$36r = 9Fr$$

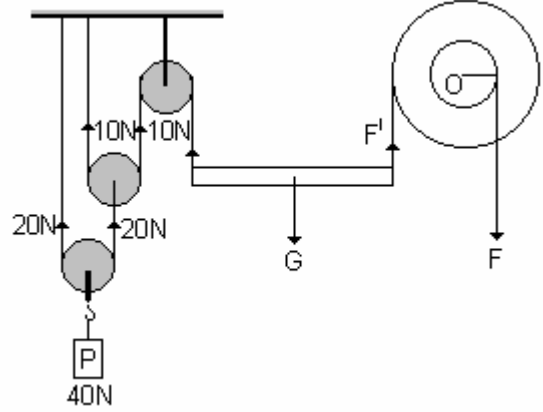
$$F = 4N$$

**SORU...9**

O noktası etrafında dönebilen esmerkezli kasnak ile homojen çubuk şeklindeki gibi yatay konumda dengededir. Esmerkezli kasnaklar arasındaki oran  $\frac{1}{2}$  dir.

**Buna göre sistemi dengeleyen F kuvveti kaç N dir?**

**Her zamanki gibi aynı şeyi tekrarlayacağım. Önce şekil üzerinde kuvvetleri göstereyim.**  
Sürekli tekrarlıyorum çünkü çok önemli..



Makara sisteminden başlayarak kuvvetleri gösterdim. Aynı ip üzerinde aynı gerilim bulunur kuralı ile ipler üzerindeki kuvvetleri sırası ile gösterdim.

Kasnaklar arasındaki oran  $\frac{1}{2}$  olması demek

yarıçapları arasındaki oranın  $\frac{1}{2}$  olması demektir.

Kasnak üzerinde moment alarak soruyu çözmeye başlayalım.

$$r \cdot F = 2r \cdot F'$$

$$F' = \frac{F}{2}$$

Çubuk homojen olduğundan, ağırlık kuvveti orta noktasındadır ve uçlardaki ip gerilmeleri eşittir.

$$T = F'$$

$$T = \frac{F}{2}$$

$$10 = \frac{F}{2}$$

$$F = 20N$$