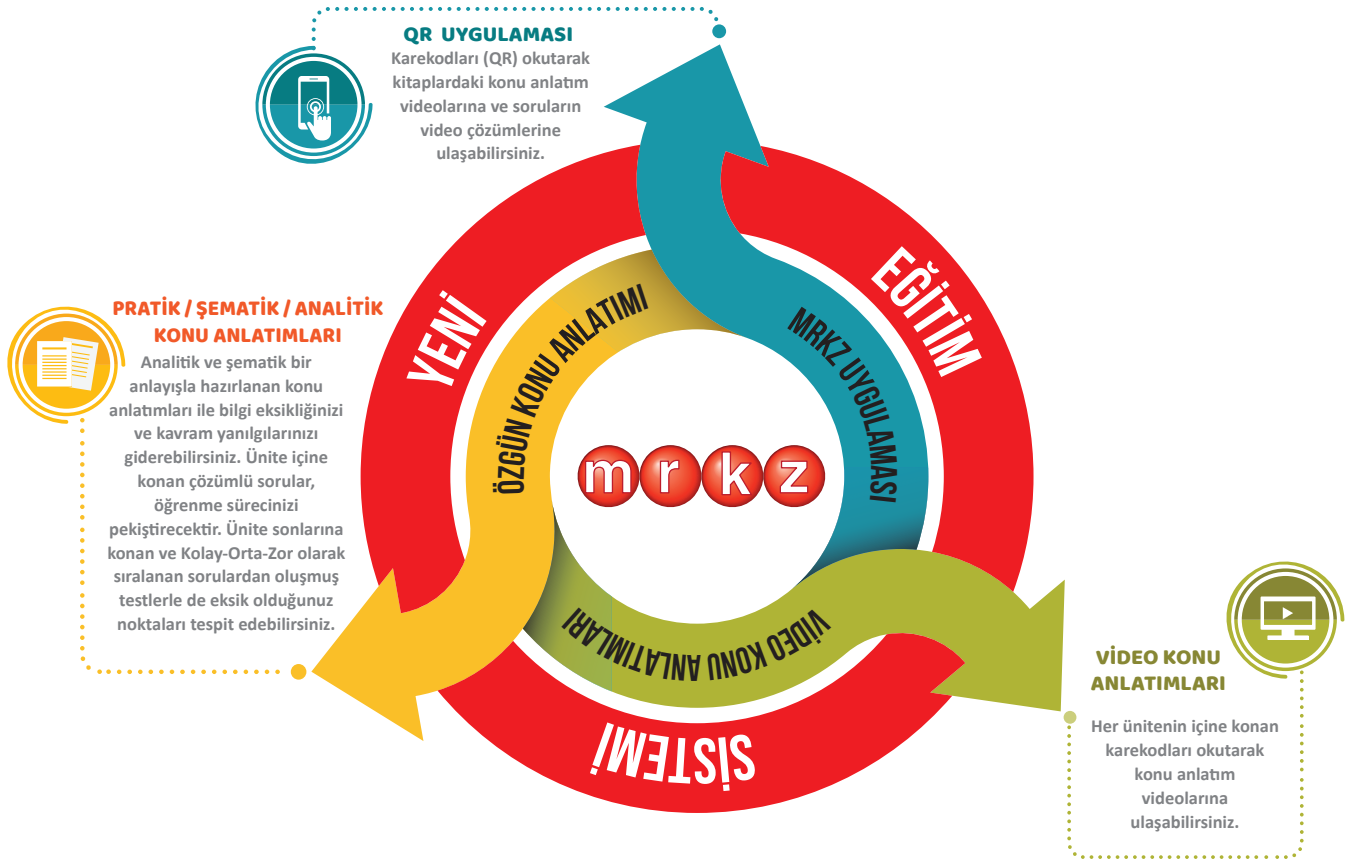




İDEALİNİZDEKİ ÜNİVERSİTE İÇİN PLANLANMIŞ EN İYİ YOL



Analitik Konu Anlatım Kitapları, tek başına ve tam öğrenmeyi sağlayacak şekilde özgün bir formatta hazırlandı. Bu amaç doğrultusunda kitaplarımızın içeriği, dört kavram üzerinde odaklanarak oluşturuldu. Bu kavramlar; “analitik öğrenme”, “sarmal içerik”, “görsel öğrenme stili” ve “bireysel öğrenme” özellikleridir. Kitaplarımızın içerisinde yer alan konular, tamamen görselleştirilerek ve en etkili öğrenme şekli olan bütün-parça-bütün ilişkisi göz önünde bulundurularak oluşturulmuştur.

Bu kitabın tüm hakları yayınevine aittir.

Yayınevinin izni olmaksızın, kitabın tümünün veya bir kısmının elektronik, mekanik, fotokopi veya başka yollarla basımı, çoğaltılması ve dağıtımı yapılamaz. Kitaba ait metinler, şemalar, tablolar ve sorular kaynak göstererek de olsa kullanılamaz. Kitabın hazırlanış yöntemi taklit edilemez.

YAYIN KOORDİNATÖRÜ

Sedat ÇALIŞKAN

EDİTÖR

Aleyna SELÇUK

YAZARLAR

Gülbin Yavuz CANER
Fırat AKKUŞ
Özgür AKSOY

REDAKSİYON

Erol KESKİN

DİZGİ - GRAFİK

Mümine TORUN

ISBN

978 - 605 - 7952 - 31 - 8

BASKI

ERTEM BASIM Ltd. Sti./ANKARA
Tel: (0312) 640 16 23 Faks: (0312) 640 16 24
Sertika No: 48083

İLETİŞİM

Ostim Mahallesi 1207. Sokak No: 3/C-D
Ostim / ANKARA
Tel: (0312) 395 13 36 - 386 00 26
GSM: (0549) 814 44 40

ÖN SÖZ

Merhaba Değerli Arkadaşlar,

YKS 2. Oturumu (AYT) için hazırladığımız bu kitabımız, YKS adaylarının fizik konularını kolay ve kalıcı bir şekilde öğrenmeleri için başarısı kanıtlanmış bir yöntemle hazırlandı. YKS Analitik Fizik Konu Anlatım Kitabı, Ortaöğretim 11. ve 12. Sınıf Fizik Dersi Müfredatı'nda yer alan kazanımları, neden – sonuç ilişkisi içerisinde en iyi şekilde kavratmak ve öğrenme sürecinizi etkin biçimde değerlendirmek amacıyla oluşturulmuştur. Fizik öğretimine yeni bir soluk getireceğini düşündüğümüz bu kitabın içeriği, dört kavram üzerinde odaklanarak oluşturuldu. Bu kavramlar; analitik öğrenme, sarmal içerik belirleme yaklaşımı, görsel öğrenme stili ve bireysel öğrenme özellikleridir.

Kitap içerisinde yer alan konular, görselleştirilerek ve en etkili öğrenme şekli olan bütün-parça-bütün ilişkisi göz önünde bulundurularak analitik öğrenmeyi kolaylaştıracak şekilde oluşturulmuştur. Öğrenme yasaları, bütünü parçaya göre daha kolay algılandığını savunur. Bütünsel ve şematik olarak üniteyi görmenizi sağlayan bu yöntem sayesinde, o üniteye geçen bütün kavramların ve bu kavramlar arasındaki ilişkilerin kolayca öğrenilmesi hedeflenmiştir.

Öğrenme üniteleri hem ünitenin başında hem de içerisinde kavram haritaları ile desteklenerek görsel öğrenme stili ile öğrenme kalıcı hâle getirilmek istenmiştir. Bunların yanında kitabın belki de en önemli özelliği, sizlerin bireysel öğrenme stillerimize uygun olması ve fizik dersi ile ilgili eğer varsa ön yargılarınızı ortadan kaldıracak olmasıdır.

Ünite sonlarına konan Kalite Performans Göstergeleri (KPG) testleri, kolaydan zora anlayışına uygun olarak Kavrama, Pekiştirme ve Güçlendirme testleri sıralaması ile ÖSYM yönelimlerine uygun sorulardan oluşturulmuştur.

Bu kitabın devamı niteliğindeki AYT Analitik Fizik Soru Bankası'nda ise, fizik üniteleriyle ilgili akıl yürütme ve üst düzey düşünme becerilerinizi ölçen çoktan seçmeli sorular hazırlanarak etkili ve kalıcı öğrenmenin pekiştirilmesi amaçlanmıştır.

Kitabımız ile ilgili tüm soru ve önerilerinizi “info@mrkz.com.tr” adresi ile “MRKZ Merkez Yayınları” facebook, “@merkez yayincilik” instagram sayfalarından bize doğrudan iletebilirsiniz.

Ortaöğretim Fizik Müfredatı ile ÖSYM'nin yaptığı sınavlardaki fizik soru yönelimleri dikkate alınarak hazırlanan bu kitabın, tüm öğrencilere ve sınavlara hazırlanan adaya yardımcı olmasını dileriz.

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ 3

İÇİNDEKİLER 4

ÜNİTE 1 - KUVVET VE DENGE

Vektörler 6

Kuvvet ve Denge 11

Tork (Moment) ve Denge..... 14

Kütle ve Ağırlık Merkezi 18

Basit Makineler 22

TEST 29

ÜNİTE 2 - KUVVET VE HAREKET

Bağıl Hareket..... 32

Newton'un Hareket Yasaları 36

Bir Boyutta Sabit İvmeli Hareket 42

Atış Hareketleri 48

Enerji ve Hareket..... 56

İtme ve Çizgisel Momentum..... 61

TEST 69

ÜNİTE 3 - ÇEMBERSEL HAREKET VE

BASİT HARMONİK HAREKET

Düzgün Çembersel Hareket..... 74

Dönme Hareketi 81

Açısal Momentum..... 85

Kütle Çekim Kuvveti Kepler Kanunları..... 87

Basit Harmonik Hareket 91

TEST 97

ÜNİTE 4 - ELEKTRİK VE MANYETİZMA

Elektriksel Kuvvet ve Elektrik Alan 100

Elektriksel Potansiyel 104

Düzgün Elektrik Alan ve Sığa..... 108

Manyetizma 114

Elektromanyetik İndükleme..... 121

Alternatif Akım 126

Transformatörler 129

TEST 131

ÜNİTE 5 - DALGA MEKANIĞI

Dalgalarda Kırınım, Girişim ve Doppler Olayı 136

Elektromanyetik Dalgalar 145

TEST 149

ÜNİTE 6 - ATOM MODELLERİ - ATOM FİZİĞİNE GİRİŞ

ve RADYOAKTİVİTE

Atom Kavramının Tarihsel Gelişimi..... 152

Büyük Patlama ve Evrenin Oluşumu..... 160

Radyoaktivite 164

TEST 167

ÜNİTE 7 - MODERN FİZİK

Özel Görelilik 170

Fotoelektrik Olayı..... 172

Compton Saçılması ve Madde Dalgaları 179

TEST 181

ÜNİTE 8 - MODERN FİZİĞİN TEKNOLOJİDEKİ

UYGULAMALARI

Görüntüleme Teknolojileri 184

Yarı İletken Teknolojisi 186

Süper İletkenler 188

Nanoteknoloji 189

Lazer Işınları 190

TEST 191

CEVAP ANAHTARI 192



ÜNİTE

1

KUVVET VE DENGE

KUVVET VE DENGE

1. BÖLÜM : VEKTÖRLER

2. BÖLÜM : KESİŞEN KUVVETLERİN DENGESİ

3. BÖLÜM : TORK (MOMENT) VE DENGE

4. BÖLÜM : KÜTLE VE AĞIRLIK MERKEZİ

5. BÖLÜM : BASİT MAKİNELER

KALDIRAÇLAR

MAKARALAR

PALANGALAR

EĞİK DÜZLEM

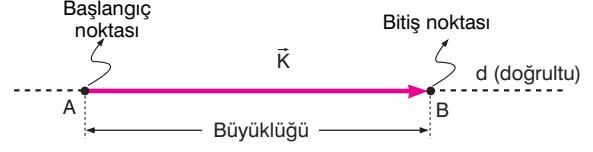
VİDA

ÇIKRIK

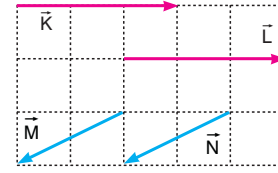
DIŞLİ VE KASNAKLAR

VEKTÖRLERİN ÖZELLİKLERİ

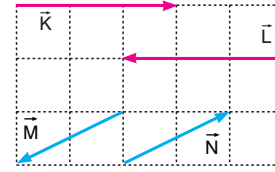
- Yönlendirilmiş doğru parçasına **vektör** denir. Vektörün **başlangıç noktası, doğrultusu, yönü ve şiddeti** (büyüklüğü) vardır.
- Vektörel büyüklükleri, skaler büyüklüklerde olduğu gibi bir sayı ve birimle ifade etmek yeterli değildir.
- Şekildeki \vec{K} vektörünün doğrultusu d doğrusu, yönü A 'dan B 'ye doğru, büyüklüğü vektörün büyüklüğüdür.
- Vektörel büyüklükler ok ile gösterilir. Okun yönü vektörel niceliğin yönünü, büyüklüğü ise vektörel niceliğin büyüklüğünü belirtir.
- Vektörel büyüklükler türetilmiş büyüklüklerdir. Bir niceliğin üzerine konulan ok, onun vektörel büyüklük olduğunu belirtir. (\vec{A} , \vec{F} , \vec{K} gibi)
- Büyüklüğü bir birim olan vektöre **birim vektör** denir.
- Aynı yönlü ve büyüklükleri eşit olan iki vektöre **eşit vektör** denir. Şekilde, \vec{K} ile \vec{L} ve \vec{M} ile \vec{N} vektörleri eşit vektörlerdir. $\vec{K} = \vec{L}$ $\vec{M} = \vec{N}$ şeklinde gösterilir.
- Büyüklükleri eşit vektörler yön ve doğrultularına bakılmaksızın şiddetleri eşit vektörlerdir. $A = B$ veya $|\vec{A}| = |\vec{B}|$ şeklinde gösterilir.
- Büyüklükleri eşit yönleri zıt olan vektörlere **ters vektör** denir. $\vec{K} = -\vec{L}$; $\vec{M} = -\vec{N}$ şeklinde gösterilir.
- Bir vektörün büyüklüğü ve yönü değiştirmeden bir yerden başka bir yere taşınabilir. Vektörün yönü değişirse, o vektör başka bir vektör olur.
- Bir vektör bir sayıyla çarpılıp, bölünürse vektörün doğrultusu değişmez. Yalnız büyüklüğü ve yönü değişebilir. Şekilde \vec{K} vektörünün -2 , $+3$ ile çarpımı ve -2 'ye bölümü ile elde edilen vektörler gösterilmiştir. ($-$ ile çarpıldığında yönünün değiştiğine dikkat ediniz.



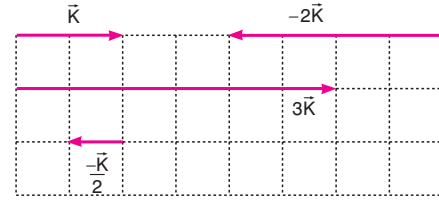
Bir vektörün gösterimi



Eşit vektörler



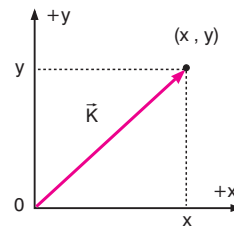
Ters (zıt) vektörler



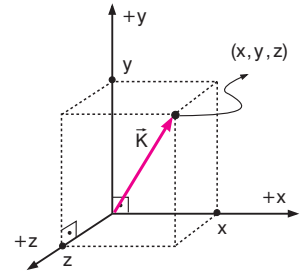
Vektörün skaler ile çarpılması

Vektörün Kartezyen Koordinat Sisteminde Gösterimi

- Yatay ve dikey eksenlerin kesiştiği noktanın orijin olarak alındığı koordinat sistemine **kartezyen koordinat sistemi** ya da dik koordinat sistemi denir.
- İki boyutlu (x, y) kartezyen koordinat sisteminde vektör çizilirken vektörün başlangıç noktası orijin $(0, 0)$ olarak kabul edilir. Vektörün bitiş noktası ise (x, y) koordinatlarla belirtilen noktadır. Başlangıç noktası ile bitiş noktası arasına çizilen ok, çizilmesi istenen vektördür. Vektörün yönü daima başlangıç noktasından bitiş noktasına yöneliktir.
- Üç boyutlu dik koordinat sisteminde vektör çizilecekse benzer şekilde yine vektörün bitiş noktasının (x, y, z) koordinatları belirtilir ve orijinden o noktaya şekildeki gibi ok çizilir. Bu ok kenar uzunlukları (x, y, z) koordinatları belirtilen değerdeki kare ya da dikdörtgenler prizmasının köşegenidir.



İki boyutlu kartezyen koordinat sisteminde vektör gösterimi

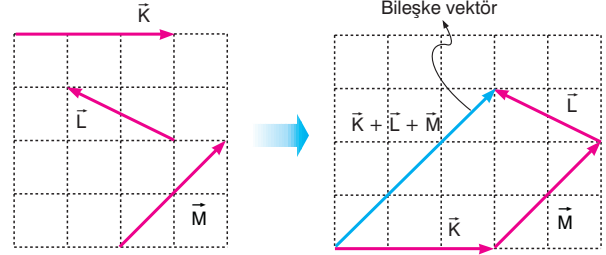


Üç boyutlu kartezyen koordinat sisteminde vektör gösterimi

VEKTÖRLERDE TOPLAMA İŞLEMİ

Uç Uca Ekleme Yöntemi

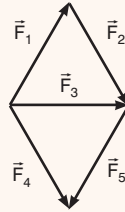
- ◆ Herhangi bir vektör seçilir. Sıra gözetmeksizin vektörlerin yönünü değiştirmeden kendisinden bir önce seçilen vektörün uç noktasına eklenir.
- ◆ Tüm vektörler uç uca eklendikten sonra ilk vektörün başlangıç noktasından son vektörün bitiş noktasına çizilen vektör, bileşke vektördür. Şekilde \vec{K} , \vec{L} ve \vec{M} vektörleri uç uca eklenerek toplanmıştır.
- ◆ Vektörler uç uca eklendiğinde, ilk vektörün başlangıç noktası ile son vektörün bitiş noktası çakışıyor ise, toplam vektör sıfırdır.



ÖRNEK 1 [ÖSYM'den]

Şekildeki $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \vec{F}_4, \vec{F}_5$ kuvvetlerinin her birinin büyüklüğü F dir.

Kuvvetler aynı düzlemde olduğuna göre, bu kuvvetlerden hangisi çıkarılırsa geri kalan kuvvetlerin bileşkesinin büyüklüğü $2F$ olur?



- A) \vec{F}_1 B) \vec{F}_2 C) \vec{F}_3 D) \vec{F}_4 E) \vec{F}_5

Çözüm:

Uç uca ekleme yöntemine göre, verilen kuvvetlerin bileşkesi

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 + \vec{F}_5 \text{ tir.}$$

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_5 = \vec{F}_4 \text{ olduğundan,}$$

$$\vec{R} = 2\vec{F}_4 + \vec{F}_3 \text{ olur.}$$

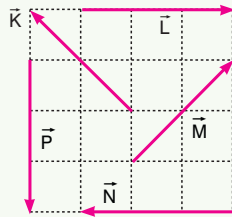
Kuvvetlerin her birinin büyüklüğü F olduğuna göre, bileşke kuvvetin büyüklüğünün $2F$ olması için \vec{F}_3 kuvveti yok edilmelidir. Bu durumda yeni bileşke kuvvet $\vec{R}' = 2\vec{F}_4$ olacaktır. $F_4 = F$ olduğundan $R' = 2F$ olur.

Cevap: C

SORU 1

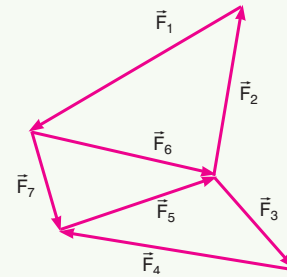
Aynı düzlemde olan $\vec{K}, \vec{L}, \vec{M}, \vec{N}$ ve \vec{P} vektörleri şekildeki gibi verilmiştir.

Bölmeler 1 br olduğuna göre, aşağıdaki yargılardan hangisi yanlıştır?



- A) \vec{L} ve \vec{N} vektörleri zıt vektörlerdir.
 B) Bütün vektörlerin toplamının büyüklüğü 1 br'dir.
 C) $\vec{P} + \vec{L}$ vektörü ile \vec{K} vektörünün yönleri zıttır.
 D) \vec{K} ve \vec{M} vektörleri eşit vektörlerdir.
 E) $\vec{K} + \vec{M}$ vektörünün doğrultusu \vec{L} vektörünün doğrultusuna diktir.

SORU 2



Aynı düzlemde bulunan şekildeki $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \vec{F}_4, \vec{F}_5, \vec{F}_6$ ve \vec{F}_7 vektörlerinin bileşkesi bu vektörlerden hangisine eşittir?

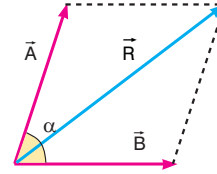
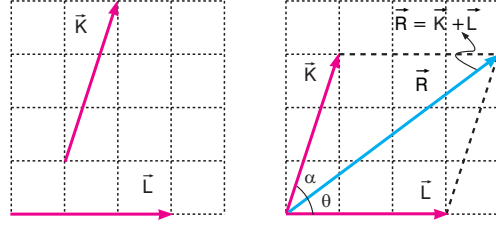
- A) \vec{F}_1 B) \vec{F}_3 C) \vec{F}_4 D) \vec{F}_5 E) \vec{F}_7

Paralel Kenar Yöntemi

- ◆ Paralel kenar yöntemiyle bileşkesi bulunacak K ve L vektörleri, yön ve doğrultuları değiştirilmeden başlangıç noktaları bir araya gelecek şekilde taşınır.
- ◆ \vec{K} vektörünün bitiş noktasından \vec{L} ye paralel, \vec{L} vektörünün bitiş noktasından da \vec{K} ye paralel çizgiler çizilerek paralel kenar oluşturulur.
- ◆ Vektörlerin çakışık olan başlangıç noktasını paralel kenarın karşı köşesine birleştiren vektör, iki vektörün toplamına eşit olan bileşke vektördür. Bu şekilde $\vec{R} = \vec{K} + \vec{L}$ bulunmuş olur.
- ◆ Şekildeki \vec{K} ve \vec{L} vektörlerinin büyüklükleri eşit olursa, bileşke vektör açıortay üzerinde olur. Yani $\alpha = \theta$ olur.
- ◆ Vektörlerden birinin büyüklüğü daha fazla ise, bileşke vektör büyük vektöre yakın olur. Örneğin $|\vec{L}| < |\vec{K}|$ ise, $\alpha < \theta$ olur.
- ◆ Aralarında α açısı bulunan \vec{A} ve \vec{B} vektörlerinin bileşkesinin büyüklüğü aşağıdaki bağıntıdan bulunur.

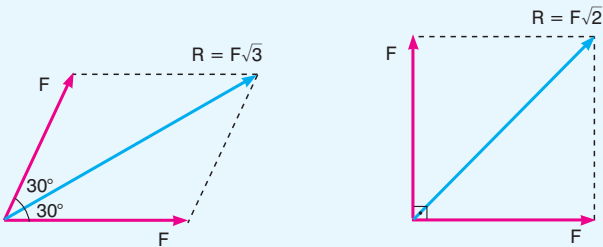
$$R^2 = A^2 + B^2 + 2 \cdot A \cdot B \cdot \cos \alpha$$

- ◆ İki vektörün bileşkesinin maksimum değeri vektörlerin büyüklüklerinin toplamı, minimum değeri vektörlerin farkı kadardır. Aralarındaki açı büyüdükçe bileşke vektör küçülür.



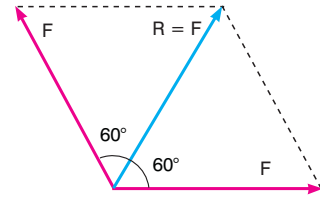
Büyüklükleri Eşit Olan Vektörlerin Bileşkesi

- ◆ Kuvvet vektörel büyüklük olduğu için vektörlerin özellikleri kuvvetler üzerinden de açıklanabilir.
- ◆ Büyüklükleri F olan iki vektör arasındaki açı değiştiğinde bileşkeleri de değişir.
- ◆ Kuvvetler aynı yönlü olup aralarındaki açı $\alpha = 0^\circ$ ise, bileşke kuvvetin büyüklüğü $R = 2F$ dir.
- ◆ Kuvvetler zıt yönlü olup aralarındaki açı $\alpha = 180^\circ$ ise, bileşke kuvvetin büyüklüğü sıfırdır. $R = 0$ dir.
- ◆ Kuvvetler eşit büyüklükte ve aralarındaki açı $\alpha = 60^\circ$ ise, bileşke kuvvetin büyüklüğü, $R = F\sqrt{3}$ tür.

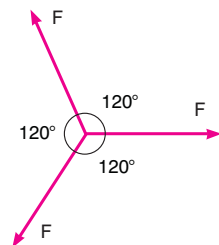


- ◆ Kuvvetler arasındaki açı 90° ise, bileşke kuvvetin büyüklüğü Pisagor bağıntısından bulunur. $R = F\sqrt{2}$ dir.

- ◆ Eşit büyüklükteki kuvvetler arasındaki açı, $\alpha = 120^\circ$ ise bileşke kuvvetin büyüklüğü kuvvetlerden bir tanesinin büyüklüğüne eşittir. $R = F$ dir.

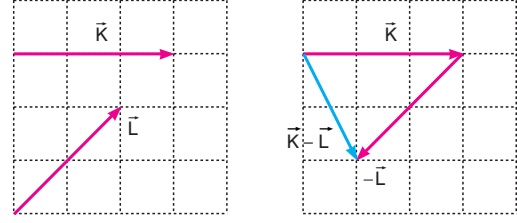


- ◆ Eşit büyüklükteki üç kuvvetin arasındaki açı, $\alpha = 120^\circ$ ise bileşke kuvvetin büyüklüğü sıfırdır. Üç kuvvette olduğu gibi aralarındaki açı eşit olan n tane eşit büyüklükteki kuvvetin bileşkesi sıfır olur.



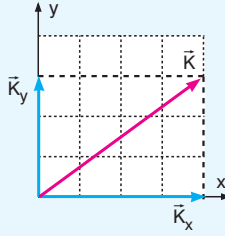
VEKTÖRLERDE ÇIKARMA İŞLEMİ

- ◆ Vektörlerle yapılan çıkarma işlemi, toplama işleminin özellikleri kullanılarak yapılabilir. Aynı düzlemdeki \vec{K} ve \vec{L} vektörlerinden $\vec{K} - \vec{L}$ vektör farkı $\vec{K} + (-\vec{L})$ şeklinde yazılabilir. Bu ifade \vec{K} vektörü ile $-\vec{L}$ vektörü uç uca eklenerek toplama işlemi yapılabilirliğini belirtir.
- ◆ $\vec{K} - \vec{L}$ vektörünü bulmak için, \vec{K} vektörü aynen alınır, \vec{L} vektörü ters çevirilip toplanır. Başlangıç uçları çakışık vektörlerin çıkarma işlemi, eksi işaretli vektörün ucundan, artı vektörün ucuna çizilerek de bulunabilir.



VEKTÖRLERDE DİK BİLEŞENLERİNE AYIRMA

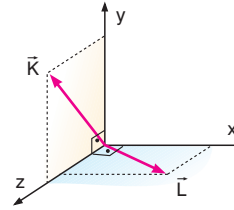
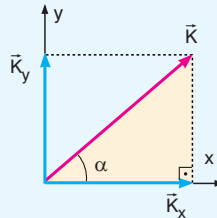
- ◆ Bir vektörün dik bileşenleri, o vektörü oluşturan x ve y eksenlerindeki vektörlerdir. Bu bileşenleri bulmak için, vektörün başlangıç noktası, x, y koordinat ekseninin başlangıcına alınır.
- ◆ Şekilde \vec{K} vektörünün ucundan x eksenine dik inilerek başlangıç noktasını bu noktaya birleştiren vektör \vec{K} 'nin \vec{K}_x bileşenidir. Benzer şekilde y eksenine dik inilerek \vec{K}_y bileşeni bulunur.
- ◆ Dik bileşenlerin bileşkesi \vec{K} vektörüdür.



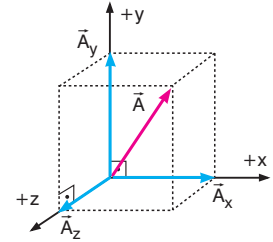
- ◆ Taralı üçgende sinüs ve cosinüs değerlerinden faydalanılarak bileşenlerin büyüklüğü bulunur.

$$\cos \alpha = \frac{K_x}{K} \Rightarrow K_x = K \cdot \cos \alpha \text{ dir.}$$

$$\sin \alpha = \frac{K_y}{K} \Rightarrow K_y = K \cdot \sin \alpha \text{ dir.}$$



Şekil - I

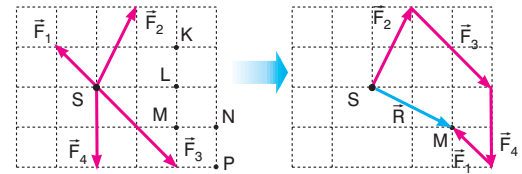


Şekil - II

- ◆ Şekil - I'deki vektörlerden yz koordinat düzleminde olan \vec{K} vektörünün y ve z eksenlerde dik bileşeni vardır. xy koordinat düzleminde olan \vec{L} vektörünün ise x ve z eksenlerde bileşeni vardır.
- ◆ Şekil - II'deki \vec{A} vektörü ise üç boyutlu vektör olduğundan, xyz koordinat eksenlerinin her birinde \vec{A}_x , \vec{A}_y , \vec{A}_z bileşenleri vardır.

KUVVETİN HAREKETE ETKİSİ

- ◆ Kuvvetin hareket ettirme ya da hareketi engelleme özelliğinin olduğu TYT konusunda öğrenmiştiniz. Burada farklı doğrultudaki kuvvetler uygulandığında harekete etkisi incelenecek.
- ◆ Duran cisimler, üzerine uygulanan kuvvetlerin **bileşkesi yönünde** harekete geçer. Bileşke kuvvet sıfır ise, duran cisim harekete geçemez, hareket hâlinde ise sabit süratli hareketini devam ettirir.
- ◆ Cismin hareketi yönünde uygulanan bileşke kuvvet cisim aynı yönde hızlandırır, zıt yönde uygulanan ise aynı yönde yavaşlatır.
- ◆ Cismin hareket yönü ile uygulanan kuvvet vektörü aynı doğrultuda değilse, cisim kuvvetin etkisi ile eğrisel yörünge izler.



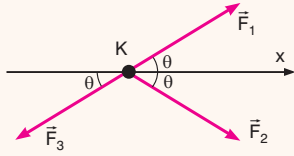
Şekil - I

Şekil - II

- ◆ Sürtünmesi önemsiz ölçekli yatay düzlemde durmakta olan noktasal S cismine yatay \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 , \vec{F}_4 kuvvetleri Şekil - I'deki gibi uygulandığında cismin hangi noktadan geçeceğini bulmak için bileşke kuvvet Şekil - II'deki gibi uç uca ekleme metodundan bulunur. Duran cisimler bileşke kuvvet yönünde harekete geçeceği için cisim M noktasından geçer.

ÖRNEK 2 [ÖSYM'den]

Sürtünmesiz yatay düzlemdeki noktasal K cismine, bu düzlemde bulunan $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$ kuvvetleri şekildeki gibi etki ettiğinde, cisim x yönünde hareket ediyor.



$\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$ kuvvetlerinin büyüklükleri sırasıyla F_1, F_2, F_3 olduğuna göre, aşağıda verilenlerden hangisi kesinlikle yanlıştır? (Şekildeki kuvvetlerin büyüklükleri ölçekli çizilmemiştir.)

- A) $F_1 = F_3$ B) $F_2 = F_3$ C) $F_1 > F_2$
D) $F_1 > F_3$ E) $F_2 > F_3$

Çözüm:

Cismin x yönünde hareket etmesi için kuvvetlerin bileşkesinin x yönünde olması gerekir. \vec{F}_1 ile \vec{F}_3 zıt yönlü olduğu için bu ikisinin bileşkesi \vec{F}_1 yönünde olmalıdır.

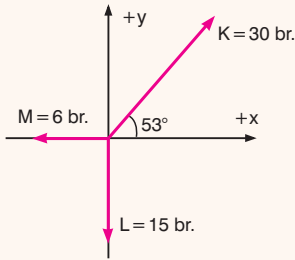
Ayrıca $F_1 - F_3 = F_2$ olmalıdır. Çünkü, ancak böyle bir durumda bileşke açığortay üzerinde olabilir. Buradan, $F_1 = F_2 + F_3$ olur.

Sonuç olarak F_1 hem F_2 den hem de F_3 ten kesinlikle büyüktür. Ancak F_2 ile F_3 arasında kesin bir ilişki kurulamaz. Eşitlik olabileceği gibi birisi diğerinden büyük de olabilir.

Soruda kesinlikle yanlış olan sorulduğu için, $F_1 = F_3$ olamaz. Eğer $F_1 = F_3$ olursa, cisim x yönünde hareket etmez \vec{F}_2 yönünde hareket eder.

Cevap: A

ÖRNEK 3



Büyüklükleri ve yönleri şekildeki gibi ola x, y düzlemindeki \vec{K}, \vec{L} ve \vec{M} vektörlerinin bileşkesinin $(\vec{K} + \vec{L} + \vec{M})$ büyüklüğü kaç birimdir? ($\cos 53^\circ = 0,6$; $\sin 53^\circ = 0,8$)

Çözüm:

\vec{K} vektörünün dik bileşenleri;

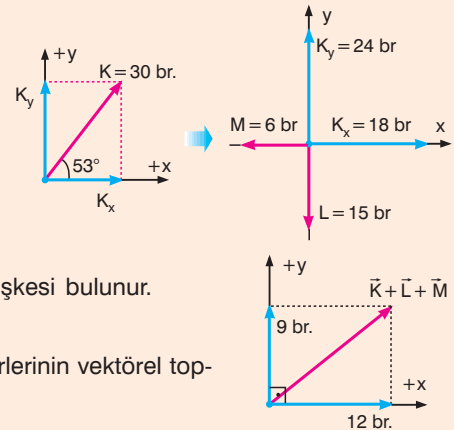
$$K_x = K \cdot \cos 53^\circ = 30 \cdot 0,6 = 18 \text{ br}$$

$$K_y = K \cdot \sin 53^\circ = 30 \cdot 0,8 = 24 \text{ br}$$

x ve y eksenlerindeki zıt yönlü olan vektörlerin bileşkesi alınarak iki vektöre indirgenir. Daha sonra da 9 birimlik y eksenindeki vektör ile x eksenindeki 12 br'lik vektörün bileşkesi bulunur.

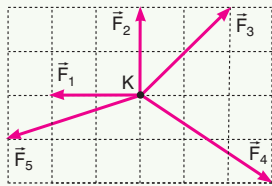
$$R^2 = 9^2 + 12^2 \Rightarrow R = 15 \text{ br dir.}$$

Bu aynı zamanda $\vec{K} + \vec{L} + \vec{M}$ vektörlerinin vektörel toplamına eşittir.



SORU 3

Yatay düzlemdeki beş kuvvet duran noktasal K cismine şekildeki gibi uygulanıyor.

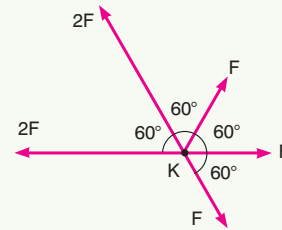


Buna göre, cisim hareket halinde iken kuvvetlerden hangisi kaldırılırsa cisim hareket doğrultusunu değiştirmez? (Bölmeler eşit aralıktır.)

- A) \vec{F}_1 B) \vec{F}_2 C) \vec{F}_3 D) \vec{F}_4 E) \vec{F}_5

SORU 4

Yatay düzlemde bulunan noktasal K cismine büyüklükleri F ve 2F olan yatay kuvvetler şekildeki gibi etki ediyor.



Buna göre, noktasal K cismine etki eden kuvvetlerin bileşkesi kaç F'dir?

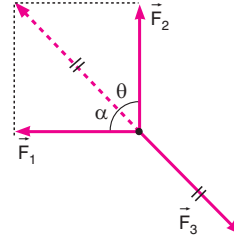
- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

2. BÖLÜM

KUVVET VE DENGE

KESİŞEN KUVVETLERİN DENGESİ

- ◆ Hareketin belirli yasaları olduğu gibi dengede olmanın da yasaları vardır. Birçok durumda cisimlere birden fazla kuvvet etki eder. Bazı durumlarda da etki eden kuvvetlerin etkileri birbirini sıfırlar ve cisim hareketsiz kalabilir.
- ◆ Bir cismin üzerine etki eden net kuvvet sıfır ise, cismin **dengelemiş kuvvetlerin etkisinde olduğunu TYT konularında öğrenmişsiniz.**
- ◆ Bir cisme uygulanan kuvvetlerin toplamı sıfır ise o cisim dengededir.
- ◆ Dengedeki cisimler ya durur (statik denge) ya da sabit hızla öteleme veya dönme hareketi yapar (dinamik denge).
- ◆ Bir cismin dengede kalabilmesi için uygulanan kuvvetlerin bileşkesi sıfır olmalıdır. $\Sigma \vec{F} = 0$ olmalıdır. Buna **dengenin 1. şartı** denir.
- ◆ Kuvvetler x ve y eksenlerine göre bileşenlere ayrılarak taşınırsa, x ve y eksenlerindeki kuvvetlerin bileşkesi ayrı ayrı sıfır olmalıdır. $\Sigma \vec{F}_x = 0$, $\Sigma \vec{F}_y = 0$ olmalıdır.



Kesışen üç kuvvet dengede ise, kuvvetlerden herhangi ikisinin bileşkesi üçüncü kuvvete eşit büyüklükte ve zıt yönlüdür. Kuvvetlerin büyüklükleri arasındaki ilişki kuvvetler arasındaki açıya göre bulunur.

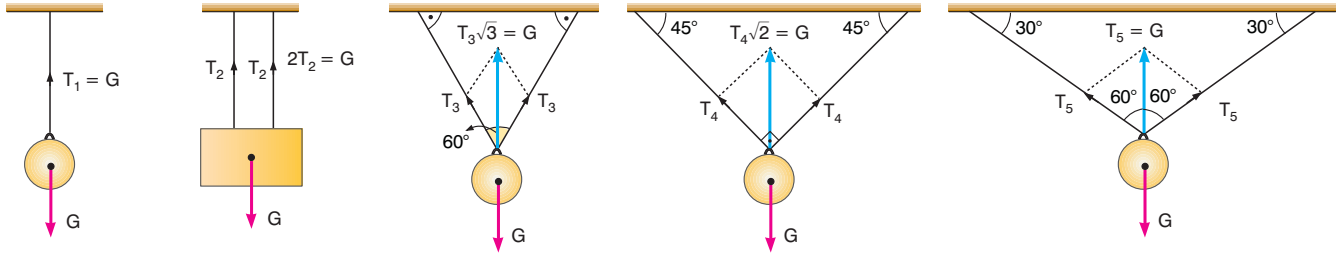
$$\vec{F}_1 + \vec{F}_3 + \vec{F}_2 = 0 \quad \alpha = \theta \Rightarrow F_1 = F_2$$

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_3 = -\vec{F}_2 \quad \alpha < \theta \Rightarrow F_1 > F_2$$

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_3 = -\vec{F}_2 \quad \alpha > \theta \Rightarrow F_1 < F_2$$

$$\vec{F}_2 + \vec{F}_3 = -\vec{F}_1$$

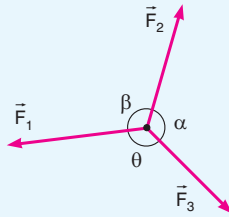
Aşağıdaki denge durumlarında eşit kuvvetler arasındaki açıların değerlerinden yola çıkılarak ip gerilmeleri cismin G ağırlığı cinsinden yazılmıştır.



Lami Teoremi

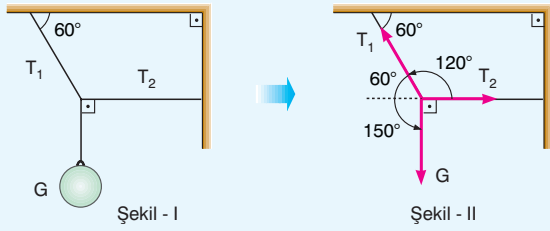
- ◆ Bir noktada kesışen üç kuvvet dengede yani bileşkesi sıfır ise, kuvvetlerin karşısındaki açıların sinüslerine oranı eşit ve sabittir.
- ◆ Kuvvetlerin büyüklükleri arasındaki ilişki, aşağıdaki bağıntı ile bulunabilir.

$$\frac{F_1}{\sin \alpha} = \frac{F_2}{\sin \theta} = \frac{F_3}{\sin \beta} = \text{Sabit}$$
- ◆ Kuvvetlerin karşısındaki açı, kuvvetin yönüne göre ters tarafında olan açıdır.
- ◆ Lami teoreminden aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir.
 1. Kesışen kuvvetler arasındaki açılar eşit ise kuvvetlerin büyüklükleri de eşittir.
 2. Küçük açı karşısında büyük kuvvet, büyük açı karşısında küçük kuvvet bulunur.



3. Her hangi iki kuvvetin büyüklüğü değiştirilmeden aralarındaki açı küçültülürse, dengenin bozulmaması için üçüncü kuvvetin de büyütülmesi gerekir. Ya da açı büyütülürse üçüncü kuvvetin küçültülmesi gerekir.
4. Dengede olan cisimlerin serbest cisim diyagramını göstermek sorunun çözümünde kolaylık sağlar.
5. Denge sorularında kuvvetlerin büyüklükleri hesaplanırken Lami teoremi uygulanabildiği gibi dengenin şartı olan her eksenindeki bileşke kuvvetin sıfır olma şartından da daha kolay bulunabilir.
6. Lami teoremi uygulanırken trigonometrinin özelliklerine dikkat edilmelidir.
7. Birbirini 180°'ye tamamlayan açıların sinüsleri ya da cosinusleri eşittir.

$$\sin 37^\circ = \sin 143^\circ \text{ ya da } \cos 53^\circ = \cos 127^\circ \text{ gibi.}$$

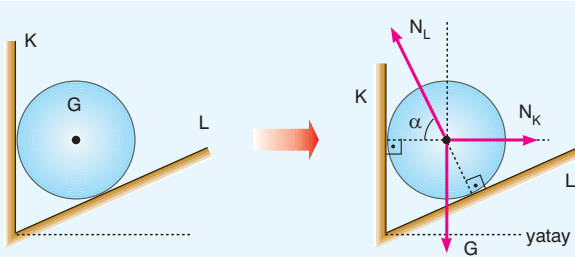


Şekil - I'deki G ağırlıklı cisim dengede iken, G, T₁ ve T₂ kuvvetler arasındaki ilişki Şekil - II'deki açılar dikkate alınarak kıyaslanabilir. T₁ kuvvetinin karşısındaki açı 90° ve en küçük olduğu için T₁ gerilme kuvveti en büyük, T₂ kuvvetinin karşısındaki açı 150° ve en büyük olduğu için T₂ gerilme kuvveti en küçüktür. Aralarındaki ilişki T₂ < G < T₁ dir.

Cismin ağırlığı biliniyorsa T₁ ve T₂ gerilme kuvvetlerinin büyüklüğü Lami teoreminden bulunabildiği gibi T₁ kuvveti bileşenlerine ayrılarak dengenin şartından,

$$T_2 = T_1 \cdot \cos 60$$

$$G = T_1 \cdot \sin 60 \quad \text{eşitliklerinden de bulunabilir.}$$

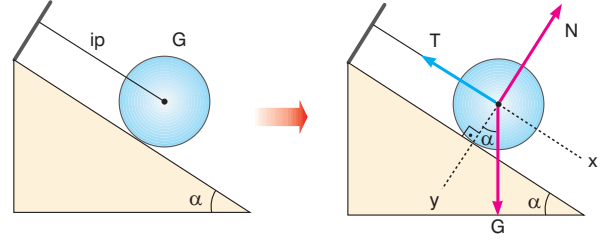


K ve L yüzeylerinin NK ve NL tepki kuvvetleri yüzeyden dik olarak çizilir cisim dengede olduğuna göre, bu kuvvetler bir noktada kesişir.

$$\vec{N}_K + \vec{N}_L + \vec{G} = 0$$

$$G = N_L \cdot \sin \alpha$$

$$N_K = N_L \cdot \cos \alpha \quad \text{dir.}$$



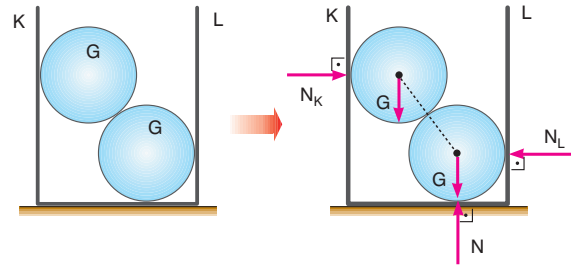
Şekildeki küreye etki eden kuvvetlerin gösterimi yapılırken yüzeyin tepki kuvvetinin yüzeye dik olduğuna dikkat ediniz.

$$\vec{T} + \vec{N} + \vec{G} = 0$$

$$N = G \cdot \cos \alpha$$

$$T = G \cdot \sin \alpha \quad \text{dir.}$$

Ayrıca Lami teoremi kullanılarak da kuvvetlerin büyüklükleri bulunabilir.



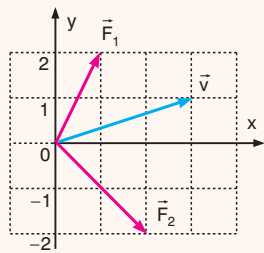
◆ Şekilde, kap içinde sıkışmış özdeş ve türdeş G ağırlıklı iki küreye uygulanan tepki kuvvetleri yüzeyden dik olarak gösterilmiştir.

◆ Dengenin şartına göre, $\Sigma \vec{F}_x = 0$ olduğundan, düşey K ve L duvarlarının NK ve NL tepki kuvvetleri birbirine büyüklükçe eşittir. $N_K = N_L$

◆ $\Sigma \vec{F}_y = 0$ dan, kürelerin ağırlık kuvvetlerinin toplamı düşey doğrultuda 2G olduğundan, yatay zeminin N tepki kuvveti de 2G'ye eşit ve zıt yönlüdür. $N = 2G$ dir

ÖRNEK 4 [ÖSYM'den]

M kütleli bir cisim, sürtünmesiz bir masa üzerinde üç farklı kuvvetin etkisi altında sabit \vec{v} hızıyla şekilde gösterilen doğrultuda hareket etmektedir. Cisme etki eden kuvvetlerden iki tanesi, koordinat sisteminde \vec{F}_1 ve \vec{F}_2 vektörleriyle gösterilmiştir.



Buna göre, koordinat sisteminin merkezinde yer alan cisme uygulanan üçüncü kuvvet vektörünün bitiş noktasının koordinatı, (x, y) aşağıdakilerden hangisidir?

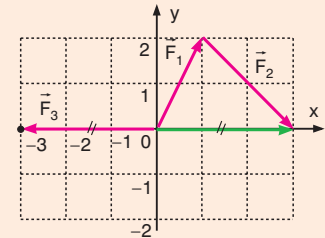
- A) (0, 3) B) (0, 4) C) (3, 1) D) (-3, 0) E) (-4, 0)

Çözüm:

Sürtünmesiz ortamda cisim sabit hızla hareket ettiğine göre, dengelenmiş kuvvetlerin etkisindedir. Üç kuvvetin bileşkesi sıfırdır. Bu durumda cismin hangi yönde gittiğinin bir önemi yoktur. Dolayısıyla şekilde verilen hız vektörü bizi yanıltmasın.

Üç kuvvetin bileşkesi sıfır olduğuna göre, üçüncü kuvvet şekildeki gibi \vec{F}_1 ve \vec{F}_2 kuvvetlerinin bileşkesine eşit büyüklükte ve zıt yönlü olmalıdır.

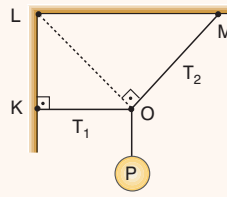
Bu durumda \vec{F}_3 kuvvetinin bitiş noktasının koordinatları şekildeki gibi (-3, 0) olur.



Cevap: D

ÖRNEK 5 [ÖSYM'den]

P cismi ve ağırlıksız iplerden oluşan şekildeki sistem dengededir. T_1 gerilme kuvvetine sahip olan ip K noktasından sökülerek boyu uzatılmakta ve L noktasına bağlanmaktadır. Bu işlem sırasında O noktasının yeri değişmemektedir.



Buna göre, yeni denge durumunda T_1 ve T_2 ip gerilmeleri için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

	T_1	T_2
A)	Azalır	Azalır
B)	Artar	Azalır
C)	Azalır	Artar
D)	Artar	Artar
E)	Azalır	Değişmez

Çözüm:

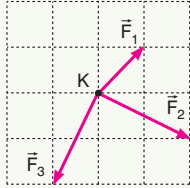
Kesişen üç kuvvet dengede ise herhangi iki kuvvetin bileşkesi ters yöndeki üçüncü kuvvete eşittir. Verilen şekilde T_1 ve T_2 ip gerilmelerinin bileşkesi P cisminin ağırlığına eşittir.

İpin ucu L noktasına bağlandığında T_1 ve T_2 kuvvetlerinin aralarındaki açı küçülmektedir. Eğer kuvvetler sabit iken aralarındaki açı küçülüyorsa bileşke kuvvet büyür. Bileşke kuvvet olan P cisminin ağırlığı değişmediğine göre, dengenin korunması için iki kuvvetin bileşkesi sabit kalmak zorundadır. O hâlde açı küçüldüğüne göre kuvvetlerin de küçülmesi gerekir. T_1 ve T_2 ip gerilmeleri azalır.

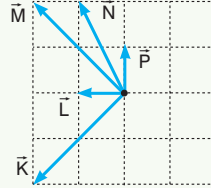
Cevap: A

SORU 5

Noktasal K cismi sürtünmesi önemsiz yatay düzlemde, düzleme paralel dört kuvvetin etkisinde dengededir.



Şekil - I



Şekil - II

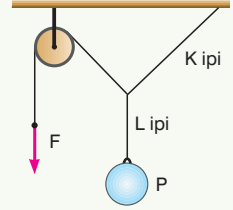
Kuvvetlerden üçü Şekil - I'de verilenler olduğuna göre, dördüncü kuvvet Şekil - II'de verilenlerden hangisidir? (Bölmeler eşit aralıktır.)

- A) \vec{K} B) \vec{L} C) \vec{M} D) \vec{N} E) \vec{P}

SORU 7

Şekildeki düzenekte P ağırlıklı cisim \vec{F} kuvvetiyle dengede tutuluyor.

\vec{F} kuvvetinin büyüklüğü biraz artırılıp düzenek tekrar dengede tutulduğuna göre, K ve L iplerindeki T_K ve T_L gerilme kuvvetleri için ne söylenebilir? (Sürtünmeler önemsiz.)



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

SORU 6

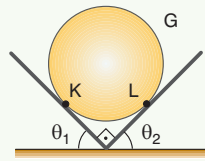
İki yüzey arasında dengede olan türdeş küreye, yüzeylerin K ve L noktalarında uyguladığı tepki kuvveti N_K ve N_L dir.

$N_L < N_K$ olduğuna göre,

- I. $\theta_1 < \theta_2$ dir.
- II. $\theta_2 < \theta_1$ dir.
- III. $N_K < G$ dir.

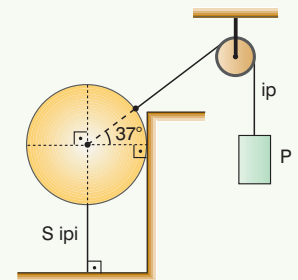
yargılarından hangileri doğrudur?

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

**SORU 8**

Ağırlığı 24 N olan türdeş küre şekildeki gibi ipler ve sürtünmesiz duvar yardımıyla dengededir.

S ipindeki gerilme kuvveti 24 N olduğuna göre, P cisminin ağırlığı kaç N'dir? ($\sin 37^\circ = 0,6$; $\cos 37^\circ = 0,8$)



- A) 24 B) 32 C) 48 D) 64 E) 80

3. BÖLÜM

TORK (MOMENT) VE DENGE

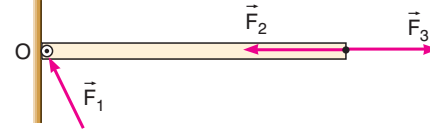
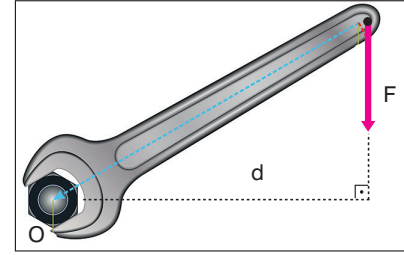
TORK

- ◆ Günlük yaşamda, arabanın direksiyonunu çevirirken, vanayı sıkarken, kapıyı açıp kapatırken, tornavida ile vidayı sıkarken **kuvvetin döndürme etkisinden** yararlanır.
- ◆ Bir kuvvetin, bir cismi bir eksen çevresinde döndürme etkisine **tork** ya da **moment** denir.
- ◆ Tork $\vec{\tau}$ ile, moment ise \vec{M} sembolü ile, gösterilir. Vektörel büyüklüktür.
- ◆ Şekilde, O noktasından geçen dik eksen etrafında dönebilen anahtara etki eden F kuvvetinin torku vektörel olarak aşağıdaki bağıntı ile bulunur.

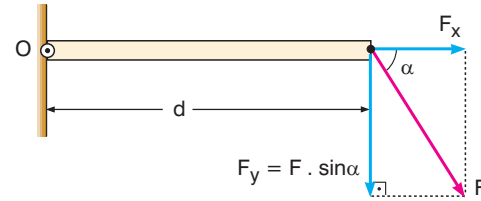
$$\vec{\tau} = \vec{d} \times \vec{F}$$

- ◆ Torkun büyüklüğü ise $\tau = F \cdot d$ bağıntısı ile bulunur. Buradaki d uzaklığı, dönme noktası ya da dönme ekseninden kuvvetin uygulanma doğrultusuna olan dik uzaklıktır.
- ◆ Kuvvet birimi newton, dik uzaklık birimi metre olduğu için tork birimi **newton metre** dir.
- ◆ Tork sabit ise, dik uzaklık arttıkça F kuvveti küçülür. Cisimleri kolay döndürmek için dik uzaklığın büyük olmasına dikkat edilir. Bir kapı dönme eksenine yakın yerden açılmaya kalkılırsa daha büyük kuvvet gereklidir.
- ◆ Uygulanan kuvvet çubuğa dik değilse kuvvetin çubuğa dik bileşeni bulunur.
- ◆ Çubuğa paralel olan \vec{F}_x bileşeninin uzantısı O noktasından geçtiği için torku sıfırdır. \vec{F}_y bileşeni çubuğa dik olduğundan O noktasına göre torku,

$$\tau_y = F_y \cdot d \Rightarrow \tau_y = F \sin\alpha \cdot d \text{ dir.}$$

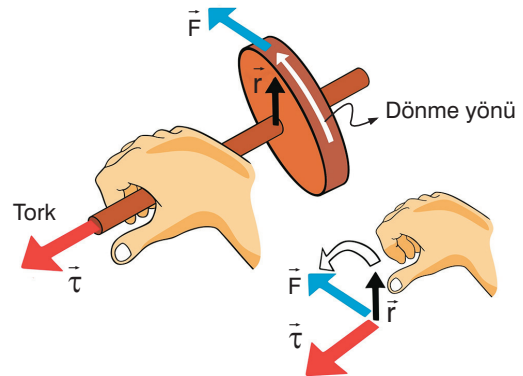


- ◆ Bir kuvvetin etki çizgisi (uzantısı) tork merkezinden geçiyorsa ya da kuvvet tork merkezine uygulanmışsa d uzaklığı sıfır olduğundan döndürme etkisi yoktur. $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$



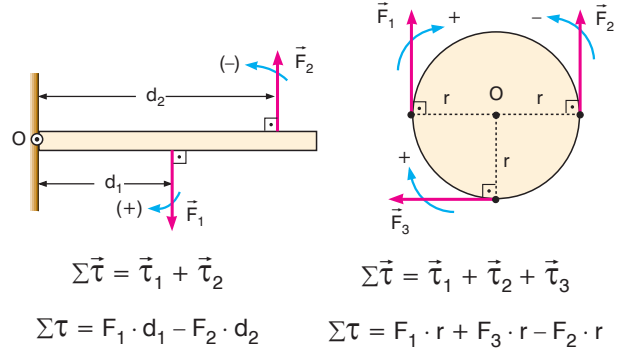
Tork Vektörünün Yönü

- ◆ Tork vektörel büyüklük olduğundan, tork vektörü, cismin dönme eksenini üzerindedir. d uzaklığı ile kuvvet vektörlerinin oluşturduğu düzleme diktir.
- ◆ Tork vektörünün yönü sağ el kuralı ile bulunur.
- ◆ Sağ elin avuç içi dönme eksenine bakacak ve dört parmak kuvvetin dönmeye zorladığı yönü gösterecek şekilde tutularak başparmak dört parmağa dik olarak açıldığında başparmak tork vektörünün yönünü gösterir.



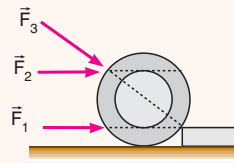
BİLEŞKE TORK

- ◆ Bir cisme birden fazla kuvvet etki ettiğinde dönme yönü ve dönüp dönmeyeceğini anlamak için bileşke torku bulmak gerekir.
- ◆ Şekildeki ağırlığı önemsiz çubuk O noktasından geçen sayfa düzlemine dik eksen çevresinde dönebilmektedir. Bileşke torku bulmak için önce \vec{F}_1 ve \vec{F}_2 kuvvetlerinin O noktasına göre döndürme yönleri tespit edilir.
- ◆ Herhangi bir yön “+”, zıt yön ise “-” seçilir. O noktasına göre kuvvetlerin toplam torku, kuvvetlerin ayrı ayrı torklarının cebirsel toplamına eşittir.
- ◆ Sonucun “+” değerinde çıkması, çubuğun “+” kabul edilen yönde, “-” değerinde çıkması da “-” yönde; çıkan değer kadar bir tork etkisinde döndüğünü ifade eder. Sıfır çıkarsa çubuk dengede demektir. Bu durumda çubuk duruyor ya da sabit hızla dönüyordur.



ÖRNEK 6 [ÖSYM'den]

Bir basamağa çıkarılacak tekeri şekildeki yönlerde ayrı ayrı uygulanması düşünülen \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 kuvvetlerinden hangileri tekeri basamağa çıkarabilir?



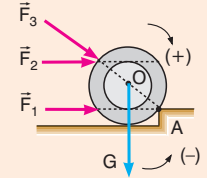
- A) Yalnız \vec{F}_1 B) Yalnız \vec{F}_2 C) \vec{F}_1 ve \vec{F}_2
D) \vec{F}_2 ve \vec{F}_3 E) \vec{F}_1 , \vec{F}_2 ve \vec{F}_3

Çözüm:

Tekeri basamağtan çıkarabilmek için, basamağın köşesi olan A noktası etrafında döndürmek gerekir.

Tekerin G ağırlık kuvvetinin A noktasına göre torku (-) yöndedir. O halde bu torku yenecek (+) yönde bir tork olmalıdır.

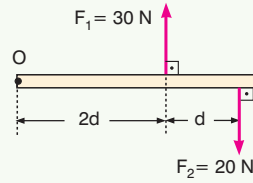
\vec{F}_1 ve \vec{F}_3 kuvvetlerinin uygulanma doğrultusu A noktasından geçtiği için tork değerleri sıfırdır. Yani küreyi döndürmeleri mümkün değildir. (+) yönde tork uygulayan yalnız \vec{F}_2 kuvvetidir. Dolayısıyla tekeri basamağa yalnız \vec{F}_2 kuvveti çıkarabilir.



Cevap: B

SORU 9

Sayfa düzleminde bulunan ve O noktasından geçen sayfa düzlemine dik eksen çevresinde dönebilen çubuğa F_1 ve F_2 kuvvetleri şekildeki gibi uygulanmıştır.



Kuvvetler yatay düzlemde olduğuna göre,

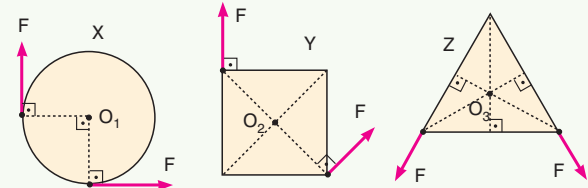
- Kuvvetlerin dönme eksenine göre torkları eşittir.
- Kuvvetlerin torkları sayfa düzlemine diktir.
- F_1 kuvvetinin torku saat ibresinin tersi yönünde, F_2 kuvvetinin torku ise saat ibresi yönündedir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

SORU 10

Dairesel X levhası O_1 merkezinden, kare şeklindeki Y levhası köşegenlerin kesim noktası olan O_2 noktasından, eşkenar üçgen şeklindeki Z levhası kenar ortayların kesim noktası olan O_3 noktasından geçen ve levhaya dik eksenler çevresinde dönebilmektedir.



Levhalara şekillerdeki gibi eşit büyüklükteki F kuvvetleri uygulandığına göre, hangi levhalar dönmez?

- A) Yalnız X B) Yalnız Y C) Yalnız Z
D) X ve Z E) X, Y ve Z

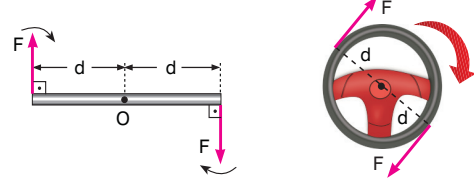
TORK DENGESİ

- ◆ Bir cismin kesin olarak dengede kalabilmesi için iki şartın sağlanması gerekir. Buna dengenin şartları denilmektedir.
- ◆ **Dengenin 1. şartı:** Kuvvet dengesinde belirtildiği gibi, bir cismin üzerine etki eden kuvvetlerin bileşkesi sıfır ise cisim duruyor ya da sabit hızla hareket etmektedir. Bu durumda cismin ilk hızı yoksa öteleme hareketi yapmaz.

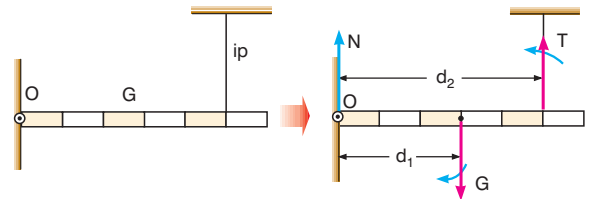
$$\Sigma \vec{F} = \vec{0} ; \Sigma F_x = 0, \Sigma F_y = 0$$

- ◆ Bir cisme etki eden net kuvvetin sıfır olması cismin dengede olması için yeterli değildir.
- ◆ **Dengenin 2. şartı :** Bir cismin dönmeden dengede kalabilmesi için üzerine etki eden kuvvetlerin dönme noktasına ya da eksenine göre torklarının toplamı sıfır olmalıdır. $\Sigma \vec{\tau} = \vec{0}$ olmalıdır.
- ◆ Dengenin iki şartı birlikte sağlandığında cisim, statik (durgun) dengededir.
- ◆ Bir düzeneğin dengede olduğu verildiğinde, dengenin iki şartı sağlanıyor demektir. Bileşke torkun ve bileşke kuvvetin sıfır olma şartı ile ilgili eşitlikler yazılarak sorular çözülür.
- ◆ Denge sorularında tork eşitliği yazılırken bilinmeyen kuvvetin uygulama noktası tercih edilir. Örneğin şekildeki dengede olan çubuk için ip gerilmesi bulunurken duvarın tepki kuvvetinin olduğu noktaya göre tork eşitliği yazılır.

Aynı düzlemde, eşit büyüklükteki kuvvetler şekildeki gibi zıt yönlü uygulandıklarında çubuk ok yönünde döner. Bu sisteme **kuvvet çifti** denir.



Kuvvet çiftinde toplam kuvvet sıfır olmasına rağmen, toplam tork sıfır olmadığı için dengede kalmaz. Çubuk $2F \cdot d$ kadarlık toplam tork etkisinde döner.



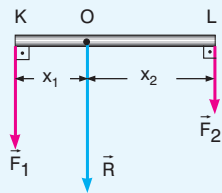
Dengenin 1. şartından, $N + T = G$ dir.

Dengenin 2. şartından, O noktasına göre tork eşitliği yazılırsa, $G \cdot d_1 = T \cdot d_2$ dir.

Aynı Yönlü Paralel Kuvvetlerin Bileşkesi

- ◆ Kuvvetler aynı yönlü olduğunda bileşke kuvvetin büyüklüğü kuvvetlerin toplamı kadardır. (\vec{R})
- ◆ Bileşke kuvvetin uygulama noktası kuvvetlerin arasında büyük olan kuvvete daha yakındır. Bu nokta torkların büyüklük eşitliğinden bulunur.

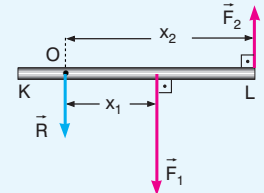
$$F_1 \cdot x_1 = F_2 \cdot x_2$$



Zıt Yönlü Paralel Kuvvetlerin Bileşkesi

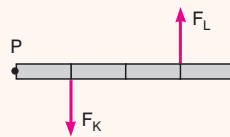
- ◆ Kuvvetler zıt yönlü olduğunda bileşke kuvvetin büyüklüğü kuvvetlerin farkı kadardır. (\vec{R}) Yönü, büyük kuvvetin yönündedir.
- ◆ Bileşke kuvvetin uygulama noktası kuvvetlerin dışında, büyük olan kuvvete daha yakındır. Bu nokta torkların büyüklük eşitliğinden bulunur.

$$F_1 \cdot x_1 = F_2 \cdot x_2$$



ÖRNEK 7 [ÖSYM'den]

P noktasından geçen bir mil etrafında sürtünmesiz yatay düzlemde kolayca dönebilen, eşit bölmelendirilmiş ve ağırlığı ihmal edilen katı çubuk, şekilde gösterildiği gibi, kendisine dik olarak uygulanan F_K ve F_L kuvvetlerinin etkisiyle dengede durmaktadır.



F_K kuvvetinin P noktasına göre çubuğa uyguladığı torkun büyüklüğü τ olduğuna göre, F_L kuvvetinin P noktasına göre çubuğa uyguladığı torkun büyüklüğü kaç τ 'dir?

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

Çözüm:

Çubuğun ağırlığı ihmal edildiğine göre dengede etkili olan yalnız F_K ve F_L kuvvetleridir.

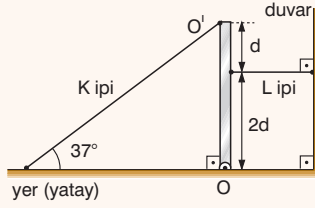
Kuvvetler çubuğu zıt yönlerde döndürmeye çalıştıkları halde çubuk dönmediğine göre, kuvvetlerin P noktasına göre torkları eşit büyüklükte ve zıt yönlü demektir.

Buna göre, F_K kuvvetinin torkunun büyüklüğü τ ise F_L 'nininki de τ 'dir.

Cevap: E

ÖRNEK 8 [ÖSYM'den]

O ucuna bağlı menteşe çevresinde serbestçe dönebilen, düzgün, türdeş OO' kalasını, gergin K, L ipleri şekildeki konumda dengede tutuyor.



Bu durumda K ipindeki gerilme kuvvetinin büyüklüğü T olduğuna göre, L ipindeki gerilme kuvvetinin büyüklüğü kaç T'dir?

$$(\sin 37^\circ = \frac{3}{5}, \cos 37^\circ = \frac{4}{5})$$

- A) $\frac{6}{5}$ B) $\frac{5}{4}$ C) $\frac{3}{2}$ D) $\frac{8}{5}$ E) $\frac{5}{3}$

Çözüm:

Düzgün, türdeş OO' kalası yere dik olarak dengelendiğinden ağırlık kuvvetinin K ve L iplerindeki gerilme kuvvetlerine bir etkisi olmaz. Kalas dengede olduğundan, O noktasına bağlı menteşeye göre, K ipindeki gerilme kuvvetinin torqu, L ipinin aynı noktaya göre torkuna büyüklükçe eşittir.

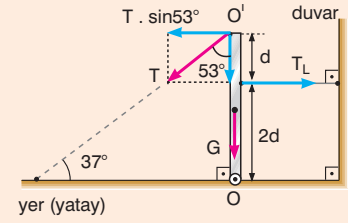
L ipindeki gerilme kuvvetine T_L denilir ve K ipinin yer ile yaptığı açı dikkate alınır,

$$T \cdot \sin 53^\circ \cdot (2d + d) = T_L \cdot 2d$$

$$T \cdot 0,8 \cdot 3d = T_L \cdot 2d$$

$$T \cdot 2,4 = 2T_L \Rightarrow T_L = \frac{6}{5} \text{ olur.}$$

Cevap: A

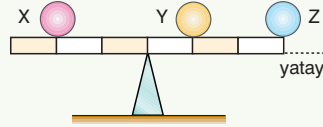


SORU 11

Düzgün, türdeş ve eşit bölmeli çubuk ağırlıkları P_X, P_Y, P_Z olan X, Y, Z cisimleri ile şekildeki gibi dengededir.

Buna göre,

- I. $P_Y < P_X$ dir.
- II. $P_Y = P_Z$ dir.
- III. $P_Z < P_X$ dir.

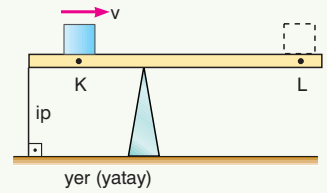


yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

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

SORU 13

İp ve destek ile dengelenmiş türdeş çubuğun K noktasından bir cisim v sabit hızı ile hareket ediyor.

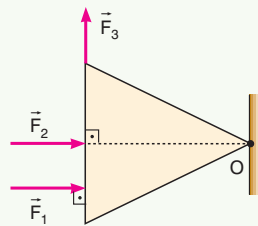


Cisim K noktasından L noktasına gelinceye kadar geçen sürede ipteki gerilme kuvveti için ne söylenebilir?

- A) Önce artar sonra azalır. B) Sürekli artar.
C) Önce azalır sonra artar. D) Sürekli azalır.
E) Değişmez.

SORU 12

Düştay düzlemdeki üçgen levha O noktasından geçen yatay eksen çevresinde dönebilmektedir. Levhaya ayrı ayrı F_1, F_2, F_3 kuvvetleri şekildeki gibi uygulanmaktadır.



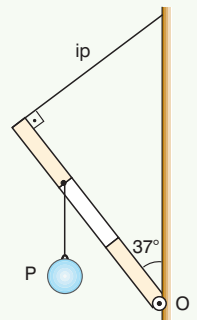
Buna göre, hangi kuvvetler levhayı şekildeki gibi dengede tutabilir?

- A) Yalnız F_1 B) Yalnız F_2 C) Yalnız F_3
D) F_1 ve F_3 E) F_1, F_2 ve F_3

SORU 14

O noktasından geçen çubuğa dik eksen çevresinde serbestçe dönebilen üç eşit bölmeli, ağırlığı önemsiz çubuğa asılan P ağırlığındaki cisim şekildeki gibi dengededir.

Buna göre, ipteki gerilme kuvveti kaç P dir? ($\sin 37^\circ = 0,6$)



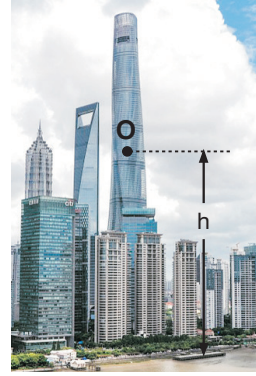
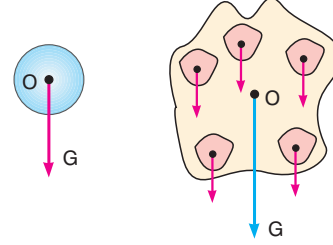
- A) 0,4 B) 0,5 C) 0,6 D) 1,2 E) 1,8

4. BÖLÜM

KÜTLE VE AĞIRLIK MERKEZİ

KÜTLE VE AĞIRLIK MERKEZLERİ FARKLI MIDIR?

- ♦ Kütlelerin skaler bir büyüklük olup madde miktarını belirttiğini, Dünya'nın ve uzayın hiç bir yerinde değişmediğini TYT konusunda öğrenmiştik.
- ♦ Ağırlık ise yerin cisme uyguladığı çekim kuvveti ($\vec{G} = m \cdot \vec{g}$) olup vektörel bir büyüklüktür. Dünya yüzeyinden uzaklaştıkça ağırlık kuvveti azalmaktadır.
- ♦ Boyutları ne olursa olsun sistemin kütlesi bir noktada toplanmış gibi hareket eder. Bu noktaya **kütle merkezi** denir. Bütün kütle, kütle merkezine yerleştirilmiş ve kütlesi sistemin kütlesine eşit olan noktasal bir parçacık gibi davranır.
- ♦ Cismi oluşturan parçacıkların ağırlıklarının bileşkesinin uygulama noktasına **ağırlık merkezi** denir. Yer çekimi olmayan ortamlarda cismin ağırlığı olmadığı için ağırlık merkezi kavramından söz edilemez.
- ♦ Yer çekimi ivmesinin sabit kabul edildiği ortamda bir cismin kütle merkezi ile ağırlık merkezi aynı noktadır.
- ♦ Yüksek binalar için kütle merkezi ile ağırlık merkezi aynı nokta olamaz. Yer çekimi ivmesi yer yüzüne yakın olan yerde daha büyük olduğu için bir bina düzgün yapılı da olsa ağırlık merkezi, kütle merkezine göre yere biraz daha yakın olur.
- ♦ Görseldeki silindirik şekilde olan yüksek binanın kütle merkezi O noktası ise ağırlık merkezi O noktasının biraz altındadır.

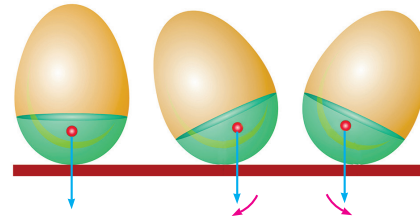


Uyarı

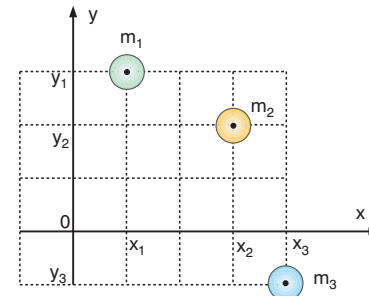
Aynı cins maddeden meydana gelen maddeye **türdeş madde** denir. Örneğin türdeş levha denildiğinde, levhanın her tarafı aynı maddedir. Levhanın kalınlığının her yerinde eşit olması düzgün kelimesi ile ifade edilir.

Kütle Merkezinin Koordinatları

- ♦ Birden fazla cismin meydana getirdiği düzeneğin bütün kütlelerinin toplandığı varsayılan nokta tüm cisimlerin ortak **kütle merkezidir**. Yer çekim ivmesi sabit ise kütle merkezi ile ağırlık merkezi aynı nokta olduğunu tekrar hatırlatalım.
- ♦ Bir düzlem üzerinde bulunan m_1, m_2, \dots, m_n kütlelerinden oluşan cisimlerin koordinatları; $(x_1; y_1), (x_2; y_2), \dots, (x_n; y_n)$ ise, düzeneğin ortak kütle merkezi x ve y koordinatları ile belirtilir. Kütle merkezinin x eksenindeki yeri aşağıdaki bağıntı ile bulunur
$$x_{KM} = \frac{m_1 \cdot x_1 + m_2 \cdot x_2 + \dots + m_n \cdot x_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$$
- ♦ Kütle merkezinin y eksenindeki yeri aşağıdaki bağıntı ile bulunur.
$$y_{KM} = \frac{m_1 \cdot y_1 + m_2 \cdot y_2 + \dots + m_n \cdot y_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$$
- ♦ Ortak kütle merkezinin koordinatları; $(x_{KM}; y_{KM})$ ile gösterilir.



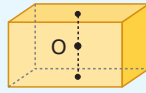
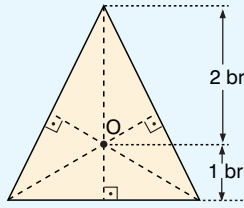
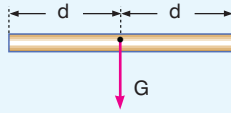
Hacı yatmaz olarak bilinen şekildeki cisimlerin kütle merkezi yere yakın olduğu için eğildiğinde tekrar doğrulur.



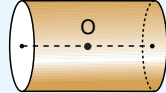
Birim kütlelerin koordinatları (x, y) yazılırken işaretlerine dikkat edilmelidir.

DÜZGÜN GEOMETRİK CİSİMLERİN KÜTLE MERKEZİ

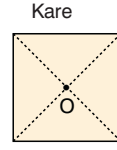
- ◆ Düzgün cisimlerin kütle merkezi geometrik şeklin merkezidir.
- ◆ Düzgün ve türdeş çubuğun kütle merkezi, çubuğun tam orta noktasındadır.
- ◆ Düzgün ve türdeş üçgen levhanın kütle merkezi, kenarortayların kesim noktası olan O noktasıdır. Bu nokta kenardan 1 birim, köşeden 2 birim uzaklıktadır.
- ◆ Üçgen levha şekildeki gibi eşkenar üçgen şeklinde olursa, kenarortayların hepsi eşit olur.
- ◆ Türdeş silindir, dikdörtgen prizma ve küpün kütle merkezi, üst ve alt taban merkezlerini birleştiren doğruyunun tam orta noktasındadır.



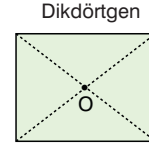
Prizma



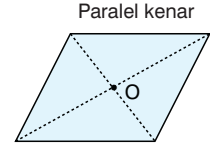
Silindir



Kare

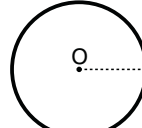


Dikdörtgen

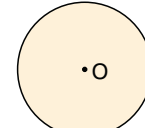


Paralel kenar

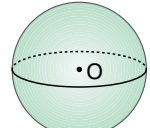
Düzgün ve türdeş olan, kare, dikdörtgen ve paralel kenar şeklindeki levhaların kütle merkezi köşegenlerin kesim noktasıdır.



Çember



Daire

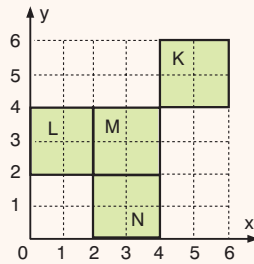


Küre

Düzgün ve türdeş çember, daire ve kürenin kütle merkezi, cisimlerin geometrik merkezleridir.

ÖRNEK 9 [ÖSYM'den]

Şekildeki eşit kalınlıklı, ince, türdeş ve özdeş K, L, M, N levhalarının ortak kütle merkezinin koordinatları (x , y) aşağıdaki-lerden hangisidir?



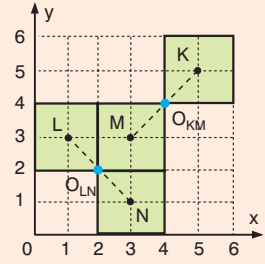
- A) (3 , 2) B) (3 , 3) C) (3 , 4)
D) (4 , 3) E) (4 , 4)

Çözüm:

Eşit kalınlıktaki ince, türdeş ve özdeş levhalardan K ile M'nin kütle merkezinin koordinatı (4 ; 4), L ile N'nin kütle merkezinin koordinatı ise (2 ; 2) dir.

Bu parçalar özdeş oldukları için ortak kütle merkezinin koordinatı ise, kütle merkezlerini birleştiren doğrultunun tam ortasıdır. Bu koordinat (3 ; 3) tür.

x_{KM} , y_{KM} bağıntıları kullanılarak da bulunabilir fakat bu şekilde daha pratik olarak bulunabilir.

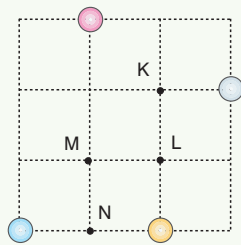


Cevap: B

SORU 15

Aynı düzlemdeki dört cisim şekildeki gibi ölçekli zemine konulmuştur.

Buna göre, bu dört cismin ortak kütle merkezi K, L, M, N noktalarından hangileri olabilir?

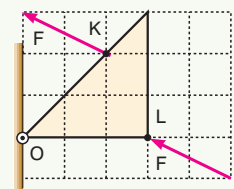


- A) K ve L B) L ve M C) L ve N
D) K, L ve M E) K, L, M ve N

SORU 16

Düzgün türdeş üçgen şeklindeki levha bir köşegeninden menteşelenip K ve L noktalarına aynı anda uygulanan \vec{F} kuvvetleri ile dengelenmiştir.

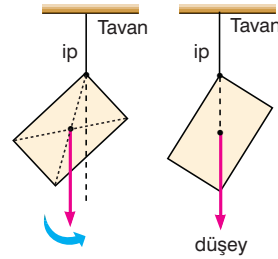
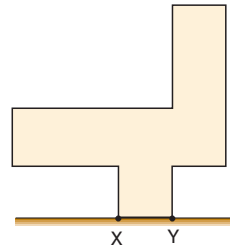
K noktasına uygulanan kuvvetin O noktasına göre torku $240 \text{ N} \cdot \text{m}$ olduğuna göre, levhanın ağırlığı kaç newtondur? (Bölmeler eşit aralıktır.)



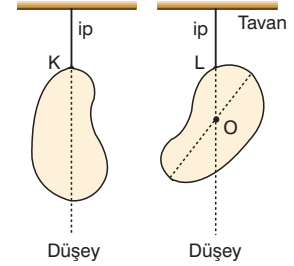
- A) 60 B) 90 C) 100 D) 140 E) 180

Asılan Ya Da Yüze Konulan Cisimlerin Denge Durumları

- ◆ Bir cismin devrilmeden dengede kalabilmesi için, ağırlık kuvvetinin taban alanının sınırladığı bölgeden geçmesi gerekir. Eğer ağırlık kuvveti bu bölgenin dışına çıkarsa denge bozulur.
- ◆ Şekildeki cismin ağırlık kuvveti X - Y arasından geçerse (X ve Y noktaları dahil) devrilmeden dengede kalır. X'in ya da Y'nin dışından geçerse devrilir. Ayrıca bir cisim kütle merkezinden asılırsa dengede kalır.
- ◆ Bir cisim herhangi bir yerinden iple asılırsa ipin doğrultusu cismin kütle merkezinden geçecek şekilde dengede kalır. Şekil - I'deki gibi asılan cismin ağırlık kuvveti cismi denge konumuna doğru harekete zorlar ve bir süre sonra dengeye gelir.
- ◆ Bir cisim farklı iki noktasından iple asılıp dengelendiğinde iki durumdaki ipin uzantılarının kesiştiği nokta cismin kütle merkezidir. Şekil - II'de K ve L noktalarından asılan cismin iki durumda da ipin geçtiği tek nokta olan O noktası cismin kütle merkezidir.



Şekil - I



Şekil - II

ÖRNEK 10 [ÖSYM'den]

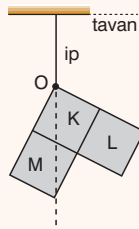
Düzgün ve türdeş K, L, M karelerinden oluşan levha O köşesinden tavana asıldığında, şekildeki konumda dengede kalıyor.

Buna göre,

- K'nin kütlesi L'ninkine eşittir.
- K'nin kütlesi M'ninkine eşittir.
- M'nin kütlesi L'ninkine eşittir.

Yargılarından hangileri kesinlikle yanlıştır?

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



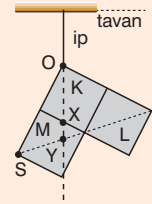
Çözüm:

Levhalar şekildeki gibi dengede kaldığına göre, üç levhanın kütle merkezi ipin uzantısı üzerinde olur.

Eğer K ve M'nin kütleleri eşit olsa idi, ikisinin kütle merkezi X noktası olurdu. O zaman L'nin olmaması gerekirdi. Buna göre, K ve M'nin kütleleri eşit olamaz.

Benzer şekilde, M ve L'nin kütle merkezi ipin sol tarafında yani Y ile S arasında olur. X'in kütle merkezi de ipin uzantısının sağ tarafındadır. Bu da L ve M'nin kütlelerinin eşit olamayacağını gösterir. K ve L'nin ise kütleleri eşit olabilir.

Cevap: E

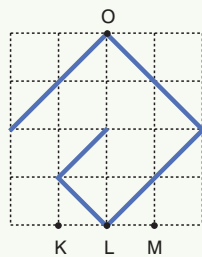


SORU 17

Düzgün ve türdeş bir tel bükülerek şekildeki biçim verilmiştir.

Buna göre, tel O noktasından tavana iple asılırsa ipin uzantısı nereden geçer?

(Bölmeler eşit aralıktır.)



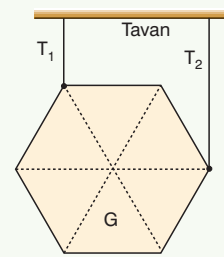
- A) K'den B) K ve L arasından C) L'den
D) L ve M arasından E) M'den

SORU 18

G ağırlığındaki düzgün ve türdeş altıgen şeklindeki levha şekildeki gibi ipler ile tavana asıldığında, iplerdeki gerilme kuvvetleri T_1 ve T_2 oluyor.

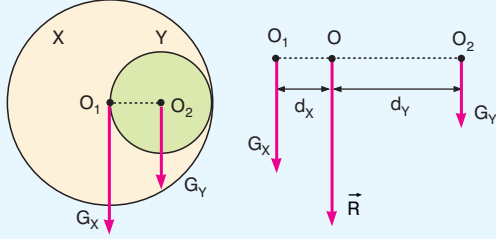
Buna göre, T_1 , T_2 ve G arasındaki ilişki nedir?

- A) $T_1 > T_2 = G$ B) $G > T_1 > T_2$ C) $G > T_2 > T_1$
D) $T_1 > T_2 > G$ E) $T_1 = G > T_2$



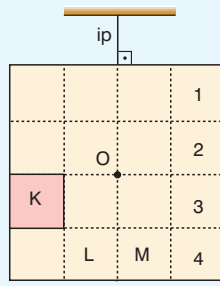
Parça Ekleme, Parça Çıkarma, Katlama

- Şekildeki gibi X dairesel levhası üzerine Y dairesel levhası yapıştırılıyor. Levhalar aynı cins ve aynı kalınlıkta ise ağırlık kuvveti, levhaların alanları ile doğru orantılıdır.



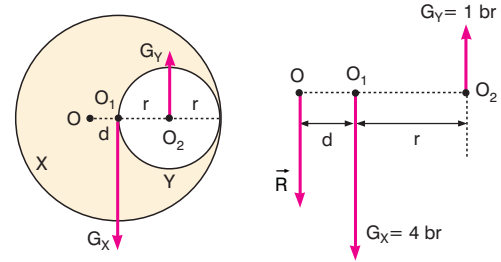
- Ağırlık kuvvetleri her bir parçanın ağırlık merkezinden ayrı ayrı gösterilir. Aynı yönlü paralel kuvvetlerin bileşkesinin uygulama noktası bulunur. Bu nokta ortak kütle ya da ağırlık merkezidir. O noktası ortak ağırlık merkezi olmak üzere; $G_X \cdot d_X = G_Y \cdot d_Y$ 'dir.
- Parça ekleme sorularında ağırlık merkezi eklenen parçanın ağırlık merkezine doğru kayar.

- İple asılı şekildeki düzgün levhadan K parçası kesilip atılıyor. Dengenin bozulmaması sorularında; K parçasının O noktasına göre torkunun büyüklüğü aynı olan parça ya da parçalar çıkarılır. Buna göre 1, 2, 3 ve 4 parçalarından birinin çıkarılması yeterlidir.



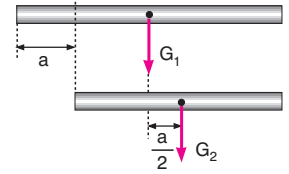
- Ağırlık merkezinin değişmemesi sorularında ise çıkartılan parçaların bileşkesi O'da olmalıdır. K'nin O'ya göre simetriği olan 2 nolu parça çıkarıldığında hem denge bozulmaz hem de kütle merkezinin yeri değişmez.

- Şekildeki gibi X dairesel levhası üzerinden Y dairesel levhası kesilip çıkarılırsa kütle merkezi çıkarılan parçanın kütle merkezinin tersi yönünde kayar. Şekilde görüldüğü gibi O1 noktasından O noktasına d kadar kayar.

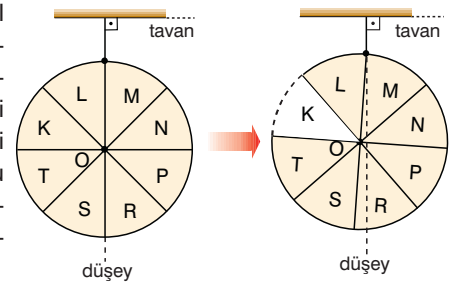


- Çıkarılan parça için ağırlık kuvveti ters yönde gösterilir ve iki zıt yönlü paralel kuvvet elde edilir. Bu paralel kuvvetlerin bileşkesinin uygulama noktası kalan şeklin kütle merkezidir.
- O noktası yeni kütle merkezi olmak üzere ; $G_X \cdot d = G_Y \cdot (r + d)$ tork eşitliği yazılır.

- L uzunluğunda bir telin ucundan a kadarlık bir parça kesilip atılırsa kütle merkezi $\frac{a}{2}$ kadar kayar.



- Şekildeki dairesel levhadan K parçası çıkarıldığında kütle merkezi K'nin karşısındaki P parçasına doğru kayar ve ipin uzantısı yeni kütle merkezinden geçer.

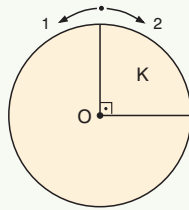


SORU 19

O merkezli düzgün ve türdeş levha düşey düzlemde olacak şekilde O noktasından sürtünmesiz yatay mile takılıyor. Levha şekildeki konumda iken 90° lik K parçası kesilip atılıyor.

Buna göre, levhanın yeni dengesi sağlandığında ilk duruma göre hangi yönde kaç derece dönmüştür?

- A) 1 yönünde; 30° B) 2 yönünde; 30°
 C) 1 yönünde; 45° D) 2 yönünde; 45°
 E) 1 yönünde; 60°

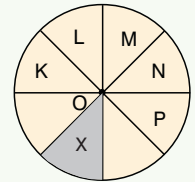


SORU 20

Düzgün ve türdeş levhanın kütle merkezi O noktasıdır. Taralı X bölgesi kesilip P bölgesinin üzerine yapıştırılıyor.

Aşağıdaki işlemlerden hangisi de yapıldığında kütle merkezinin yeri değişmez?

- A) N parçasını kesip K'nin üzerine yapıştırmak
 B) M parçasını kesip K'nin üzerine yapıştırmak
 C) L parçasını kesip M'nin üzerine yapıştırmak
 D) M parçasını kesip L'nin üzerine yapıştırmak
 E) L parçasını kesip atmak



5. BÖLÜM

BASİT MAKİNELER

BASİT MAKİNELERİN GENEL ÖZELLİKLERİ

- ◆ Günlük hayatta iş yapma kolaylığı sağlayan, işten kazandırmayan fakat yoldan, kuvvetten, hızdan ya da zamandan kazandırabilen araçlara **basit makine** denir.
- ◆ Basit makineler enerjinin korunumu yasasından dolayı kesinlikle işten kazanç sağlamaz. Kuvvetin uygulama noktasını ve yönünü değiştirebilir.
- ◆ Kuvvetten ve yoldan kazanç sağlayabilir. Kuvvetten kazanç olduğunda yoldan kayıp vardır.
- ◆ Yük kuvvet ile dengelenmiş, sürtünmeler ve düzeneğin ağırlığı önemsiz ise, basit makinelerde kuvvet kazancı (mekanik avantaj) yükün kuvvete oranına eşittir.

$$\frac{\text{Yük}}{\text{Kuvvet}} \text{ ya da } \frac{\text{Kuvvet kolu}}{\text{Yük kolu}}$$

- ◆ İdeal bir basit makinede kuvvetin yaptığı iş, sistemin kazandığı enerjiye eşittir. (%100 verim)
- ◆ İdeal olmayan bir basit makinede,

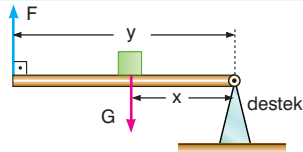
$$\text{Verim} = \frac{\text{Yükün yaptığı iş}}{\text{Kuvvetin yaptığı iş}} \text{ olarak ifade edilir.}$$



KALDIRAÇLAR

Destek Uçta

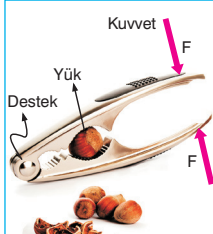
- ◆ Bu tip kaldıraçlarda kuvvetin büyüklüğü desteğe göre tork alınarak bulunur. Kuvvetten kazanç sağlar.



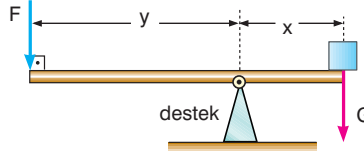
- ◆ Çubuğun ağırlığı ihmal edilirse kuvvetin ve yükün desteğe göre tork eşitliği aşağıdaki gibi yazılır.

$$F \cdot y = G \cdot x$$

El arabası, fındık kıracağı bu türdendir.



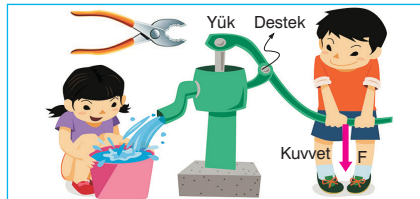
Destek Arada



Çubuğun ağırlığı ihmal edilirse kuvvetin ve yükün desteğe göre tork eşitliği aşağıdaki gibi yazılarak kuvvet ile yük arasındaki ilişki kurulur.

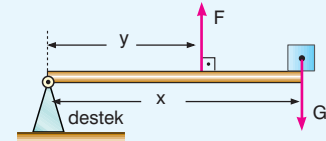
$$F \cdot y = G \cdot x$$

Makas, pense, tahterevallı, manivela bu tip kaldıraçlara örnek verilebilir. Kuvvet kazancı x ile y ilişkisine bağlıdır.



Kuvvet Arada

- ◆ Destek ve yük uçlarda, kuvvetin arada olduğu kaldıraç tipidir.



- ◆ Kuvvet ile yük arasındaki ilişki desteğe göre tork eşitliğinden bulunur.

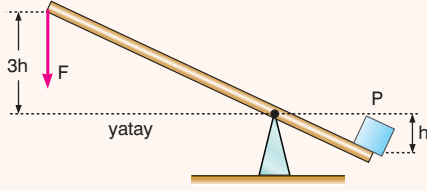
$$F \cdot y = G \cdot x$$

- ◆ Bu kaldıraçta $y < x$ olduğundan kuvvetten kayıp, yoldan kazanç vardır. Maşa ve cımbızda olduğu gibi.



ÖRNEK 11

Ağırlığı önemsiz düzgün ve türdeş çubuk ile şekildeki kaldıraç düzeneğinde, F kuvveti, P ağırlıklı cisim ile birlikte kaldıraç yatay konuma sabit hızla getiriliyor.



Buna göre, kaldıraçın kuvvet kazancı kaçtır?

Çözüm:

Kaldıraçta kuvvetin uygulandığı uç 3h aşağı inerken yük h kadar yukarı çıkıyor. Kuvvetin yaptığı iş yükün yaptığı işe eşittir. Ağırlığı önemsiz olan kaldıraçta yükün kuvvete oranı kuvvet

kazancı olduğundan,

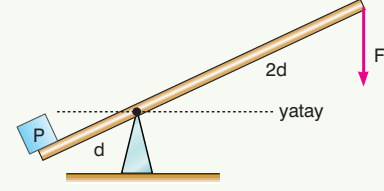
$$F \cdot 3h = P \cdot h \text{ den,}$$

$$\text{Kuvvet } k. = \frac{P}{F} = 3 \text{ olur.}$$

Ayrıca benzerlikten yararlanılarak kuvvet kolunun 3L, yük kolunun L olduğu sonucundan da kuvvet kazancı bulunabilir.

SORU 21

Ağırlığı P olan düzgün ve türdeş çubuk ile şekildeki kaldıraç düzeneği kurulmuştur. F kuvveti, P ağırlıklı cisim ile birlikte kaldıraç yatay konuma sabit hızla getiriliyor.



Buna göre,

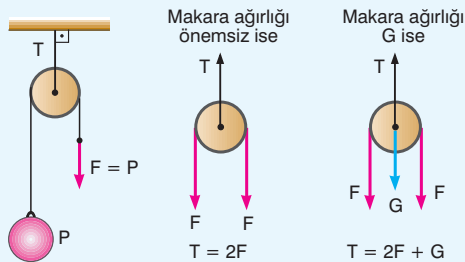
- I. Kaldıraçın kuvvet kazancı 4 tür.
- II. Kuvvetten kazanç oranında yoldan kayıp vardır.
- III. Kaldıraç yatay konuma gelirken P yükü h kadar yükselmiş ise, kaldıraçın diğer ucu 2h kadar aşağı iner.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

SABİT MAKARALAR

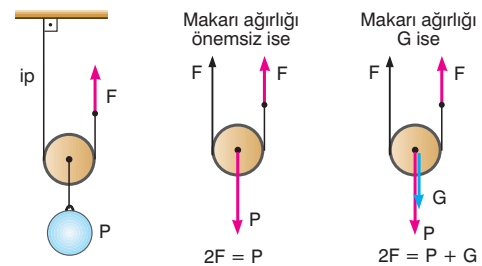
- ◆ Merkezinden geçen eksen çevresinde serbestçe dönebilen ve çevresine dolanan ipin çekilmesi ile dönme hareketi sağlanan tekerlek biçimindeki sistemlere **makara** denir.
- ◆ Makaralar, kuvvetten kazanç sağlamak ya da kuvvetin yönünü değiştirmek için kullanılır.
- ◆ Sabit bir yere tutturulmuş, çevresinden geçen ip çekildiğinde yalnızca dönme hareketi yapabilen makaralara **sabit makara** denir. Kuvvetten kazanç yoktur, yalnız kuvvetin yönünü değiştirir.
- ◆ Yükün h kadar yükselmesi için kuvvet h kadar çekilmelidir. Yükselme miktarı makara yarıçapına bağlı değildir.
- ◆ Makaralarda denge şartları kullanılarak ip gerilmesi, yük ağırlığı gibi nicelikler bulunabilir.



- ◆ Makara ağırlığı önemsiz şekildeki sabit makarada,
 $F = P$ dir.
 $T = 2F = 2P$

HAREKETLİ MAKARALAR

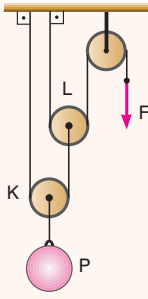
- ◆ Çevresinden geçen ip çekildiğinde hem dönebilen hem de yükselebilen makaralara **hareketli makara** denir. Yük hareketli makaraya asılmıştır.
- ◆ Bu tür makaralar, makaranın çevresinden geçen ipe bir kuvvet uygulandığında yük ile birlikte hareket eder.
- ◆ Aynı ipin bütün noktalarındaki gerilme kuvveti aynıdır.



- ◆ Hareketli makara ağırlığı ihmal edilmiş ise, dengenin şartına göre, $F = \frac{P}{2}$ dir.
- ◆ Makara ağırlığı G ise, $F = \frac{P + G}{2}$ dir.
- ◆ Yükün h kadar yükselmesi için ipin ucu 2h kadar çekilmelidir. Yükselme miktarı makaranın yarıçapına bağlı değildir.
- ◆ Makaraların dönme sayısı (n), çevresinden çekilen ip uzunluğunun makaranın çevre uzunluğuna bölümünden bulunur. $n = \frac{L}{2\pi r}$ dir.

ÖRNEK 12

Şekildeki makara düzeneğinde P ağırlıklı cisim F kuvveti ile sabit hızla yükseltiyor.



Buna göre,

- I. Makara ağırlıkları önemsiz ise $4F = P$ dir.
- II. Makara ağırlıkları da P ise $F = P$ dir.
- III. İpin ucu 4h kadar çekilirse L makarası 2h, K makarası ve cisim h kadar yükselir.

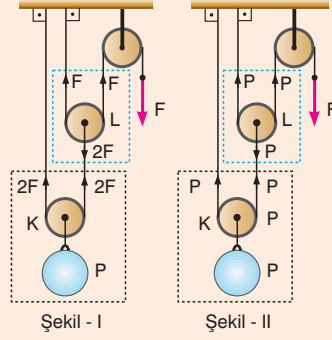
yargılarından hangileri doğrudur?

Çözüm:

Aynı ipin bütün noktadaki gerilme kuvveti eşit olduğundan ip gerilmeleri ve dengenin şartı kullanılarak Şekil - I'deki gibi $4F = P$ olur. (I doğru)

Şekil - II'deki gibi makara ağırlıkları P ise, K makarasının ağırlığı ile birlikte $2P$ ağırlığını taşıyan iki ip olduğundan iplerdeki gerilme kuvveti P olur. L makarasına bağlı olan ipteki gerilme kuvveti P, L makarasının ağırlığı da P olduğundan bu $2P$ ağırlığını iki ip dengelediği için her bir ipteki gerilme kuvveti yine P olur. Dolayısıyla $F = P$ dir. (II doğru)

Hareketli makarada ipin ucu ne kadar çekilirse makara onun yarısı kadar yükselir. İpin ucu 4h kadar çekildiğinde L makarası 2h kadar yükselir. Bu durumda makaranın iki tarafından 2h kadar ip kısılması olur ve çekilen ip uzunluğu 4h olur. L makarası 2h yükselirse benzer şekilde K makarası bunun yarısı olan h kadar yükselir. (III doğru)

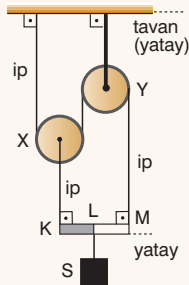


ÖRNEK 13 [ÖSYM'den]

S cismi, şekildeki makara düzeneğinde ağırlığı önemsenmeyen, eşit bölmeli KLM çubuğunun L noktasına asıldığında çubuk yatay dengede kalıyor.

X makarasının ağırlığı P olduğuna göre, S cisminin ağırlığı kaç P'dir?

(Makaralardaki sürtünmeler önemsizdir.)



Çözüm:

S cismi, ağırlığı önemsenmeyen KLM çubuğunun ortasına asılı olduğundan K ve M uçlarına bağlı iplerdeki gerilme kuvvetleri eşit oluşur. Bu ip gerilmelerine T diyelim. Şekilden de görüldüğü gibi,

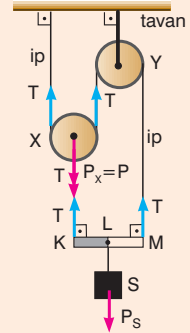
$P_S = 2T$ ve X makarasındaki denge durumundan da,

$2T = P_X + T$ dir.

$P_X = P$ olduğuna göre, $T = P$ olur.

$P_S = 2T$ olduğundan

$P_S = 2P$ dir.



Cevap: D

SORU 22

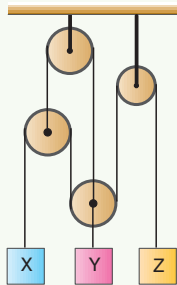
Kütleleri sırasıyla m_X , m_Y , m_Z olan X, Y, Z cisimleri sürtünmeleri ve ağırlıkları önemsiz makaralar ile birlikte şekildeki gibi dengededir.

Buna göre,

- I. $m_X = m_Z$ dir.
- II. $m_Y = 4m_Z$ dir.
- III. $m_Y = 2m_X$ tir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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



SORU 23

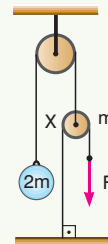
Kütlesi m olan X makarası ve $2m$ kütleli cisim F kuvveti ile şekildeki gibi dengededir.

Buna göre,

- I. $mg = 2F$ dir.
- II. Cismin h kadar yükselmesi için ipin ucu 2h kadar çekilmelidir.
- III. Kuvvetten kazanç vardır.

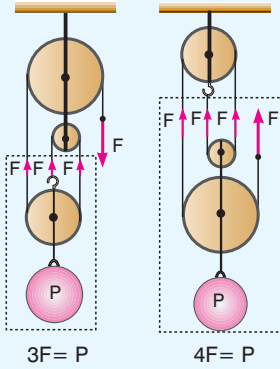
yargılarından hangileri doğrudur? (g : yer çekim ivmesi)

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



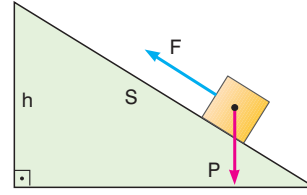
PALANGALAR

- İki ya da daha fazla makaranın farklı şekillerde bağlanmasıyla elde edilen sisteme **palanga** denir. Palanga sistemi dengede ise sisteme etki eden net kuvvet sıfırdır.
- Palangalarda tek ip kullanıldığından ipin bütün noktalarındaki gerilme kuvvetleri eşit büyüklüktedir.
- Hareketli grubu taşıyan makaralara dengenin şartı uygulanarak kuvvet ve yük arasındaki ilişki kurulabilir. Hareketli makaraların ağırlıkları ihmal edilmemiş ise yüke dahil edilir.
- Sabit makaraların ağırlıkları, tavana bağlanan bağlantı aparatı ile dengelenir.



EĞİK DÜZLEM

- Eğimli yola eğik düzlem denir. Cisim, eğik düzlem boyunca çekilerek ya da itilerek istenilen yere çıkartılabilir.
- Eğik düzlemde kuvvet kazancı sağlanırken yoldan kayıp olur. Bunun anlamı cismi daha küçük kuvvet uygulayarak daha uzun yoldan götürmek demektir.

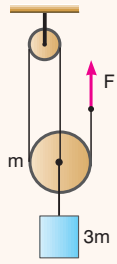


- Sürtünmesi önemsiz eğik düzlemde iş prensibi kullanılır.
Kuvvet · Kuvvet yolu = Yük · Yük yolu
 $F \cdot S = P \cdot h$
- Kuvvet yolu, kuvvete paralel olan S yolu, yük yolu ise, yüke paralel olan h yoludur.

ÖRNEK 14

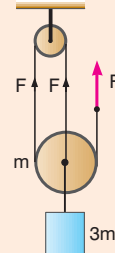
Sürtünmesiz ve makara kütleleri m olan şekildeki düzende 3m kütleli cisim F kuvveti ile sabit hızla yükseltiliyor.

Buna göre, palanga düzenerinin verimi yüzde (%) kaçtır?
(g : yer çekim ivmesi)



Çözüm:

Palangalarda makaralardan geçen ip aynı ip olduğundan, ipin her noktasındaki gerilme kuvveti F'dir. Hareketli makara ile birlikte toplam 4mg ağırlığındaki yükü üç ip dengeler. Buna göre, $3F = 4mg$ dir.



Palanganın verimi, yükün yaptığı işin, kuvvetin yaptığı işe oranından bulunur. Yükün h kadar yükselmesi için ipin ucu F kuvveti ile 3h çekilmesi gerekir.

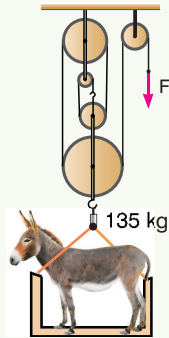
$$\text{Verim} = \frac{3mg \cdot h}{F \cdot 3h} \quad (F = \frac{4mg}{3} \text{ idi})$$

$$\text{Verim} = \frac{3}{4} = 0,75 \text{ olur. } \% 75 \text{ dir.}$$

SORU 24

Kütlesi 135 kg olan eşek palanga düzeneriyle kaldırılmak istenilmektedir.

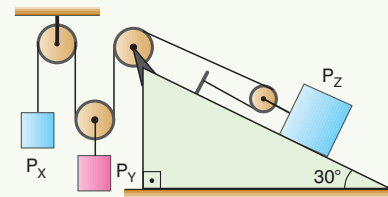
Makara ağırlıkları ve sürtünmeler önemsiz olduğuna göre, eşeği kaldıracak en küçük kuvvet değeri kaç newton olmalıdır? (g = 10 m/s²)



- A) 27 B) 35 C) 135 D) 270 E) 540

SORU 25

Makara ağırlıklarının ve sürtünmelerin önemsiz olduğu şekildeki düzenek dengede ve X, Y, Z cisimlerinin ağırlıkları sırasıyla P_X, P_Y, P_Z dir.

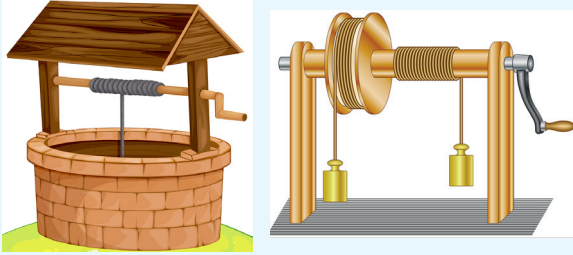


Buna göre, P_X, P_Y, P_Z arasındaki ilişki nedir? (sin 30° = 0,5)

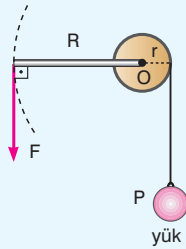
- A) P_X < P_Y < P_Z B) P_Y < P_X < P_Z C) P_X = P_Y < P_Z
D) P_Z < P_Y < P_X E) P_X = P_Y = P_Z

ÇIKRIK

- ◆ **Çıkrık;** merkezinden geçen eksen etrafında dönebilen bir silindir, silindirin merkezine perçinli bir kol ve üzerine sarılı halat ya da zincirden oluşmuş bir sistemdir.
- ◆ Çıkrık kolu 1 tur döndüğünde P yükü silindirin çevre uzunluğu kadar yükselir ya da alçalır.

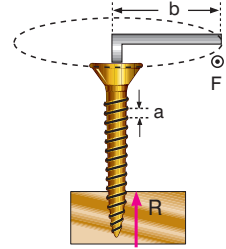


- ◆ Tork prensibine göre; kuvvetin O noktasına göre torku, yükün aynı noktaya göre torkuna eşit büyüklüktedir.
 $P \cdot r = F \cdot R$ olur.
- ◆ Burada, r çıkrık silindirin yarıçapı, R kol uzunluğudur. $R > r$ olduğundan kuvvetten kazanç vardır.
- ◆ Çıkrığın tur sayısı N, cismin yer değiştirme miktarı Δh ise;
 $\Delta h = N \cdot 2\pi r$ bağıntısından hesaplanır.
- ◆ Yükselme ve alçalma miktarı F ve P'ye bağlı değildir.



VİDA

- ◆ Vida, üzerindeki dişler yardımıyla parçaları birbirine bağlamak için kullanılır.
- ◆ Vidada ardışık iki diş arasındaki uzaklığa **vida adımı** denir. Vida adımı, vidanın bir tur döndüğünde aldığı yola eşittir.
- ◆ Vida ilerlerken zemine P büyüklüğünde bir kuvvet uygular. Zemin de vidaya tepki olarak aynı büyüklükte bir R direnç kuvveti uygular. Bu direnç kuvveti vidanın ilerlediği ortamın özelliğine göre değişir.
- ◆ Vidaya uygulanan F kuvveti, vida kolunun çevresi ($2\pi \cdot b$) kadar yol alır. Vida ise R direnç kuvveti ile aynı doğrultuda a kadar yol alır. F ile R ilişkisi aşağıdaki iş prensibi ile bulunur.



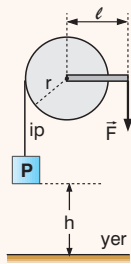
$$F \cdot 2\pi b = R \cdot a$$

- ◆ Vida N tur döndürüldüğünde aldığı yol,
 $h = N \cdot a$ dir.



ÖRNEK 15 [ÖSYM'den]

Bir P yükü, şekildeki çıkrıkla h kadar yükseltiliyor. Çıkrık silindirin r yarıçapı küçültüldüğünde, aşağıdaki işlemlerden hangisi yapılmazsa bu P yükü aynı h yüksekliğine çıkarılamaz?



- ℓ çıkrık kolunu uzatma
- ℓ çıkrık kolunu kısaltma
- Çıkrık koluna uygulanan \vec{F} kuvvetinin büyüklüğünü artırma
- Çıkrık silindirin daha çok sayıda döndürme
- Çıkrık silindirin daha az sayıda döndürme

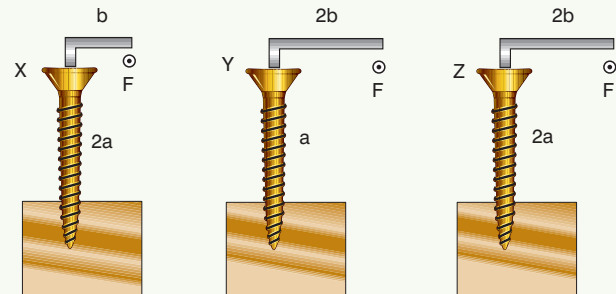
Çözüm:

P yükünün h kadar yükselme miktarı, r yarıçaplı silindire sarılan ipin uzunluğu kadar olmak zorundadır. Dolayısıyla; $h = n \cdot 2\pi r$ yazılabilir. (n : dönme sayısı) r küçültülürken n artırılmalı ki, P yükü h yüksekliğine çıksın, ℓ uzunluğu kuvvet kazancını etkiler. Dönme sayısını etkilemez.

Cevap: D

SORU 26

Kol uzunlukları sırasıyla b, 2b, 2b, vida adımları 2a, a, 2a olan X, Y, Z vidaları, eşit büyüklükteki kuvvetler ile n_X , n_Y , n_Z tur döndürülüyor.



Vidalar eşit miktar yol aldığına göre, n_X , n_Y , n_Z tur sayıları arasındaki ilişki nedir?

- $n_X < n_Y < n_Z$
- $n_Y < n_X < n_Z$
- $n_X = n_Z < n_Y$
- $n_Z < n_Y < n_X$
- $n_X < n_Y = n_Z$

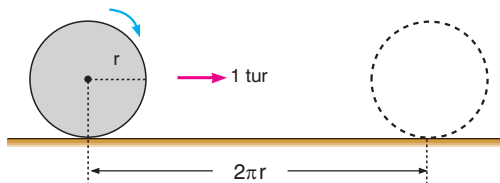
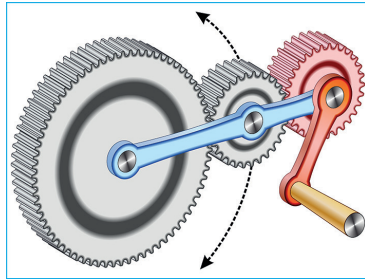
DİŞLİ ÇARKLAR VE KASNAKLAR

DİŞLİ ÇARKLAR

- ◆ **Dişli çarklar**, üzerinde eşit aralıklarla özdeş dişlerin sıralandığı ve bir eksen çevresinde dönebilen basit makinelerdir.
- ◆ Dişliler, birlikte ve eş zamanlı çalışması gereken mekanik parçalar arasında bağlantıyı sağlar.
- ◆ Üzerinde özdeş dişler bulunan çarkların diş sayıları, yarıçaplarıyla doğru orantılıdır.
- ◆ Dişli çarklar ile dönme yönü ve tur sayısı değiştirilerek iş yapma kolaylığı sağlanmış olur.
- ◆ Merkezlerinden perçinli dişliler, yarıçapları farklı da olsa aynı yönde ve eşit dönme yapar.
- ◆ Şekildeki gibi birbiriyle temas ederek ya da zincirle döndürülen dişli çarkların devir sayıları (n); diş sayıları ve yarıçaplarıyla (r) ters orantılıdır. Devir sayıları aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$n_1 \cdot r_1 = n_2 \cdot r_2$$
- ◆ Birbiriyle temas hâlindeki dişlilerin dış noktalarının çizgisel hızları eşittir ve dişliler zıt yönde döner.

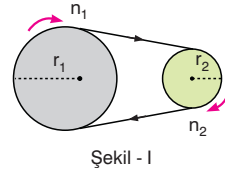
Birbiri ile temas hâlindeki üç dişliden aradaki dişli aktarım görevi üstlenir ve bu dişlinin yarıçapı diğer iki dişlinin devir sayıları arasındaki oranı etkilemez.



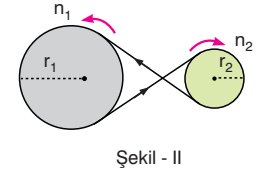
r yarıçaplı bir kasnak düz bir yolda yuvarlanıp bir tur döndüğünde çevre uzunluğu kadar yol alır.

KASNAKLAR

- ◆ Bir merkez çevresinde dönebilen ve çevresine kayış sarılabilen disk şeklindeki basit makinelere **kasnak** denir. Kasnaklar kayışla birbirlerine bağlanarak hareket ve enerji aktarımı sağlar.
- ◆ Kayışlarla düz bağlı kasnaklar aynı yönde, çapraz bağlı olanlar ise zıt yönde döner.



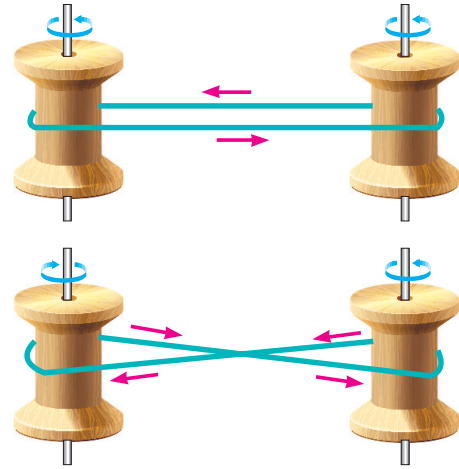
Şekil - I



Şekil - II

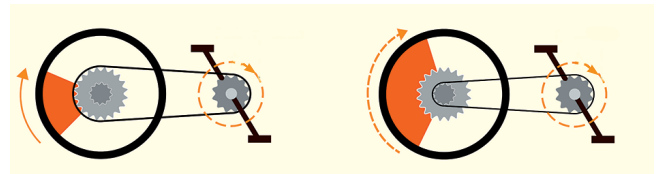
- ◆ Dişlilerde olduğu gibi devir sayıları yarıçapları ile ters orantılıdır. Devir sayıları aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$n_1 \cdot r_1 = n_2 \cdot r_2$$
- ◆ Birbiriyle temas hâlindeki dişlilerin dış noktalarının çizgisel hızları eşittir. Bu hız kayışın hızıdır.



Düşük vites

Yüksek vites



Şekil - I

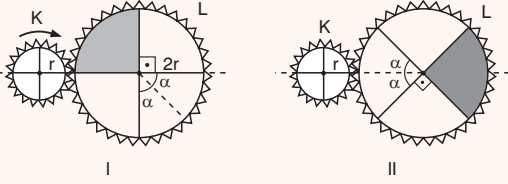
Şekil - II

Şekildeki bisiklet pedalı zincirle birbirlerine bağlanmıştır. Pedala tork uygulanarak döndürüldüğünde, bu etki zincir ile arka tekerdeki dişliye aktarılır ve teker döner.

Şekil - I'de eşit sürede daha kısa yol alınır fakat daha fazla güç elde edilir. Şekil - II'de ise fazla yol alınır daha az güç üretilir.

ÖRNEK 16 [ÖSYM'den]

Yarıçapları sırasıyla r , $2r$ olan K, L dişlileri şekildeki I konumunda duruyor.



K dişlisi ok yönünde en az kaç devir yaparsa L dişlisi şekildeki II konumuna gelir?

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

Çözüm:

Dişlilerden L dişlisinin I konumundan II konumuna gelmesi saat ibresinin tersi yönde $90^\circ + 90^\circ + 45^\circ = 225^\circ$ dönmesi ile sağlanır.

K dişlisinin en az kaç devir yaptığı sorulduğu için,

$$L \text{ dişlisi en az } \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} = \frac{5}{8} \text{ tur yapmalıdır.}$$

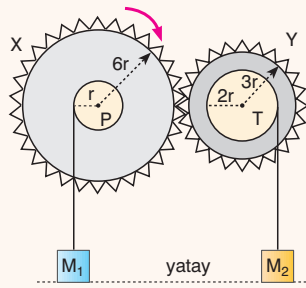
Birbirini döndüren dişlilerde dönme sayıları ile yarı çapların çarpımı eşit olacağından, K'nin dönme sayısına n denilirse,

$$n \cdot r = \frac{5}{8} \cdot 2r \Rightarrow n = \frac{5}{4} \text{ devir olur.}$$

Cevap: A

ÖRNEK 17 [ÖSYM'den]

Şekilde dikey kesiti verilen düzende, $6r$ yarıçaplı X dişlisine r yarıçaplı P silindiri, $3r$ yarıçaplı Y dişlisine de $2r$ yarıçaplı T silindiri aynı merkezli olarak çakılmıştır. Silindirin çevresine sarılmış gergin iplere bağlı M_1 ve M_2 cisimleri aynı yatay düzlemde durmaktadır.



X dişlisi şekildeki ok yönünde döndürülerek M_1 cismi h kadar yükseltildiğinde, M_2 cismi kaç h kadar yükselir?

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

Çözüm:

Eş merkezli dişli ve kasnaklar aynı yönde dönerler ve devir sayıları eşittir. Farklı merkezli dişli ve kasnaklar zıt yönlü döner ve devir sayıları yarı çaplarıyla ters orantılıdır. X dişlisi bir devir yaparsa, Y dişlisi 2 devir yapar.

X dişlisi 1 devir yaptığında M_1 cisminde bağlı olan ip $h = 2\pi r$ kadar P silindirin dolunur. Y dişlisi 2 devir yaparsa, M_2 cisminde bağlı ip,

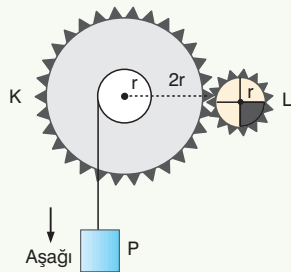
$$h' = 2 \cdot 2\pi \cdot 2r = 8\pi \cdot r \text{ kadar T silindirin dolunur.}$$

Buna göre M_2 cismi $4h$ kadar yükselir.

Cevap: D

SORU 27

Şekildeki düzende, $3r$ yarıçaplı K dişlisi ile r yarıçaplı silindir merkezlerinden perçinlidir. K dişlisi ile r yarıçaplı L dişlisi temas hâlinindedir.

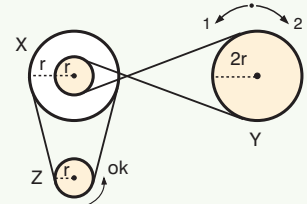


Buna göre, P cismi aşağı doğru $3\pi r$ kadar çekilirse L dişlisinin görünümü aşağıdakilerden hangisi gibi olur?

- A) B) C) D) E)

SORU 28

Şekildeki kasnak düzeneğinde, küçük kasnakların yarıçapı r , büyük kasnakların yarıçapı $2r$ dir. X kasnağı ile küçük kasnak merkezlerinden perçinlidir.



Buna göre,

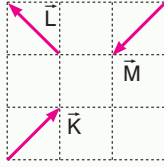
- I. Z kasnağı ok yönünde 8 tur dönerse Y kasnağı 2 yönünde 2 tur döner.
- II. X kasnağı ile Y kasnağının devir sayıları arasındaki ilişki X kasnağının yarıçapına bağlı değildir.
- III. X kasnağı 2 devir yaparsa Y kasnağı 1 devir, Z kasnağı ise 4 devir yapar.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

KUVVET VE DENGE

1. Aynı düzlemde bulunan \vec{K} , \vec{L} ve \vec{M} vektörleri şekilde verilmiştir.

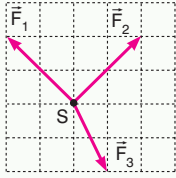


- Buna göre,
I. $\vec{K} = \vec{L}$ dir.
II. $\vec{L} = \vec{M}$ dir.
III. $\vec{K} = -\vec{M}$ dir.

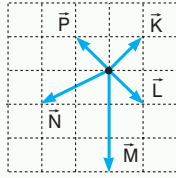
yargılarından hangileri doğrudur?
(Bölmeler eşit aralıklıdır.)

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

2. Sürtünmesiz yatay bir düzlem üzerindeki noktasal S parçacığı, aynı düzlemdeki beş ayrı kuvvetin etkisinde hareketsiz kalıyor.



Şekil - I



Şekil - II

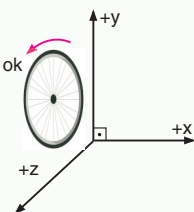
Bu kuvvetlerden üçü \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 Şekil - I'deki gibi olduğuna göre, diğer iki kuvvet,

- I. M ile P
II. L ile N
III. K ile M

şekil - II'de verilenlerden hangileri olabilir?

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

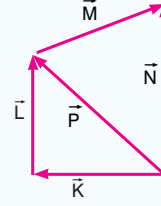
3. yz düzlemindeki bisiklet tekerine tork uygulanarak şekildeki gibi ok yönünde döndürülüyor.



Buna göre, tork vektörü hangi yödedir?

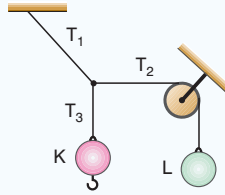
- A) +x B) +y C) +z D) -y E) -z

4. Şekilde aynı düzlemde bulunan \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} , \vec{N} ve \vec{P} vektörlerinin bileşkesi aşağıdakilerden hangisine eşittir?



- A) $\vec{K} + \vec{N}$ B) $\vec{K} + \vec{M}$ C) $\vec{M} + \vec{N}$
D) $\vec{P} + 2\vec{N}$ E) $2\vec{L} + \vec{P}$

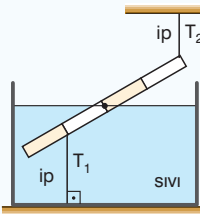
5. İplere bağlı K, L cisimleri şekildeki gibi dengede iken iplerdeki gerilme kuvvetleri T_1 , T_2 , T_3 oluyor.



K cisminin altına başka bir cisim asılıp yeni denge sağlandığına göre, T_1 , T_2 , T_3 için ne söylenebilir?

T_1	T_2	T_3
A) Artar	Değişmez	Azalır
B) Azalır	Azalır	Değişmez
C) Azalır	Artar	Azalır
D) Azalır	Artar	Artar
E) Artar	Değişmez	Artar

6. Düzgün, türdeş ve eşit bölmeli çubuğun iki bölmeli sıvı içinde olacak biçimde iplerle şekildeki gibi dengede kalmaktadır.



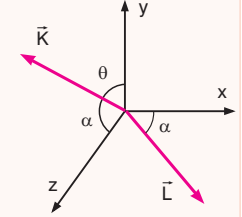
Çubuğa uygulanan kaldırma kuvveti F , iplerdeki gerilme kuvvetleri T_1 , T_2 olduğuna göre,

- I. $T_1 < F$ dir.
II. $T_2 < F$ dir.
III. $T_2 < T_1$ dir.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

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

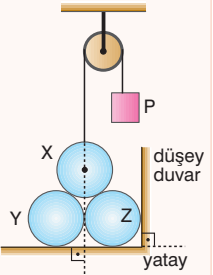
7. Büyüklükleri eşit \vec{K} vektörü yz düzleminde, \vec{L} vektörü xz düzleminde.



Buna göre, vektörlerin K_y , K_z , L_x bileşenlerinin büyüklükleri arasındaki ilişki nedir? ($\theta < \alpha$ dir.)

- A) $L_x < K_y < K_z$ B) $K_y < L_x = K_z$
C) $L_x = K_y < K_z$ D) $K_z < K_y < L_x$
E) $L_x = K_z < K_y$

8. Sürtünmelerin önemsiz olduğu şekildeki düzenekte X cismi P cisminin altına bağlanmış, Y ve Z cisimleri yatay düzlemde dengededir.



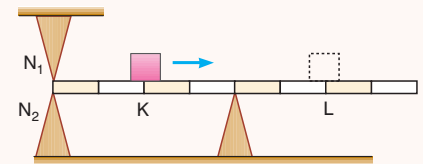
Buna göre,

- I. X küresinin ağırlığı P cisminin ağırlığına eşittir.
II. Düşey duvar Z küresine tepki uygulamaz.
III. Y ile Z küreleri arasında tepki kuvveti yoktur.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

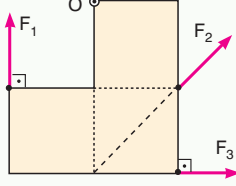
9. Eşit bölmeli türdeş çubuğun bir ucu iki destek arasındadır. Bu durumda desteklerin tepki kuvvetlerinin büyüklükleri N_1 ve N_2 dir.



Buna göre, cisim K noktasından L noktasına gelirse, N_1 ve N_2 için ne söylenebilir?

N_1	N_2
A) Artar	Azalır
B) Azalır	Azalır
C) Azalır	Artar
D) Değişmez	Değişmez
E) Artar	Değişmez

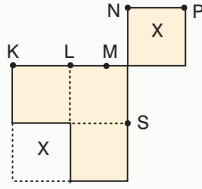
10. Eşit kare bölmeli levha, O noktasından geçen levhaya dik eksen çevresinde dönebilir. Levha düzleminde ve eşit büyüklükteki F_1, F_2, F_3 kuvvetlerinin O noktasına göre torklarının büyüklükleri sırasıyla τ_1, τ_2, τ_3 tür.



Buna göre; τ_1, τ_2, τ_3 arasındaki ilişki nedir?

- A) $\tau_1 < \tau_2 < \tau_3$ B) $\tau_2 < \tau_3 < \tau_1$
 C) $\tau_1 < \tau_2 = \tau_3$ D) $\tau_2 < \tau_1 < \tau_3$
 E) $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3$

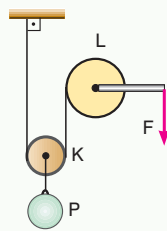
11. Dört özdeş bölmeli düzgün ve türdeş kare levhanın X bölmesi kesilip şekildeki gibi diğer köşeye perçinleniyor.



Buna göre, elde edilen yeni şekil hangi noktadan iple tavana asılırsa ipin uzantısı S noktasından geçer?

- A) K B) L C) M D) N E) P

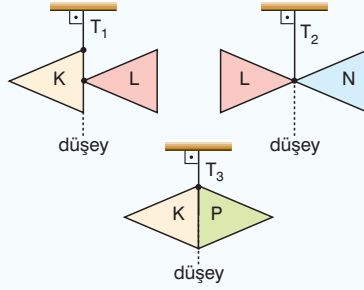
12. Şekildeki çıkık ve makara düzeneğinde, çıkık koluna uygulanan F kuvveti ile çıkık n kez döndürülerek P cismi yükseltiliyor.



Buna göre, P cisminin yükselme miktarı aşağıdakilerden hangisine bağlıdır?

- A) K makarasının yarıçapı
 B) F kuvvetinin büyüklüğü
 C) L çıkığının kol uzunluğu
 D) n tur sayısı
 E) P cisminin ağırlığı

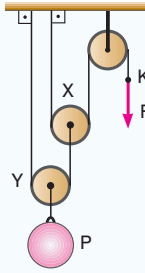
13. Boyutları eşit olan düzgün türdeş K, L, N, P levhaları ikiyeşerli olarak perçinlenip iple tavana asıldığında şekillerdeki gibi dengede kalıyor.



İplerdeki gerilme kuvvetleri sırasıyla T_1, T_2, T_3 olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?

- A) $T_1 < T_2 < T_3$ B) $T_2 < T_1 < T_3$
 C) $T_1 = T_2 < T_3$ D) $T_3 < T_2 < T_1$
 E) $T_1 = T_3 < T_2$

14. Yalnız sürtünmelerin önemsiz olduğu şekildeki düzenekte ipin K ucu F kuvveti ile 4h kadar aşağı çekiliyor.



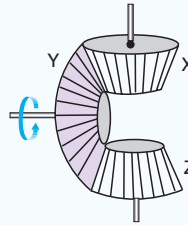
Buna göre,

- I. P yükü h kadar yükselir.
 II. X makarası Y makarasından uzaklaşır.
 III. Kuvvetten kazanç oranında yoldan kayıp vardır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

15. X, Y, Z dişlileri şekildeki gibi birbirleri ile temas hâlinindedir.



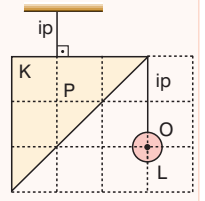
Buna göre,

- I. X ile Z dişlileri zıt yönde döner.
 II. X ile Z dişlileri arasındaki devir sayılarının oranı Y dişlisinin yarıçapına bağlı değildir.
 III. Y dişlisi X'in döndürme etkisini Z dişlisine aktarma görevi görür.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

16. Düzgün levhalar iple asıldığında şekildeki gibi dengede kalıyor.



L'nin merkezi O noktası olduğuna göre,

I. K levhası türdeş değildir.

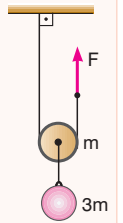
II. L levhası türdeşdir.

III. K levhasının kütle merkezi P noktasıdır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

17. Sürtünmelerin önemsiz olduğu şekildeki hareketli makaraya asılı 3m kütleli cisim F kuvveti ile sabit hızla yükseltiliyor.



Buna göre,

I. Makaranın kütlesi m ise verim %75'tir.

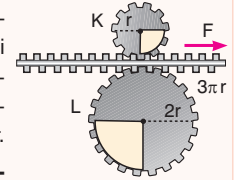
II. Verim %50 ise makaranın kütlesi 2m'dir.

III. Düzenekte işten kayıp vardır.

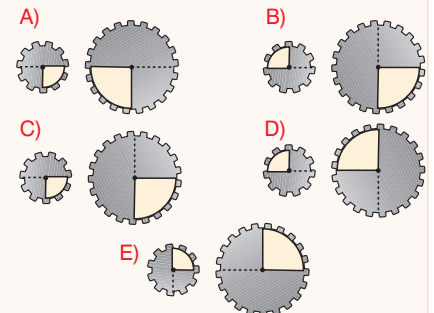
yargılarından hangileri doğrudur?

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

18. Şekildeki r ve 2r yarıçaplı K ve L dişlileri merkezlerinden geçen eksen çevresinde dönebilmektedir.



Dişli çubuk $3\pi r$ kadar çekildiğinde dişlilerin görünümü aşağıdakilerden hangisi gibi olur?





ÜNİTE

2

KUVVET VE HAREKET

KUVVET VE HAREKET

1. BÖLÜM : BAĞIL HAREKET

2. BÖLÜM : NEWTON'UN HAREKET YASALARI

3. BÖLÜM : BİR BOYUTTA SABİT İVMELİ HAREKET

DÜZGÜN HIZLANAN HAREKET

DÜZGÜN YAVAŞLAYAN HAREKET

4. BÖLÜM : YERYÜZÜNDE ATIŞ HAREKETLERİ

SERBEST DÜŞME

DÜŞEY ATIŞ

YATAY ATIŞ

EĞİK ATIŞ

5. BÖLÜM : ENERJİ VE HAREKET

6. BÖLÜM : İTME VE ÇİZGİSEL MOMENTUM

1. BÖLÜM

BAĞIL HAREKET

HAREKETİN GÖRECELİ OLMASI

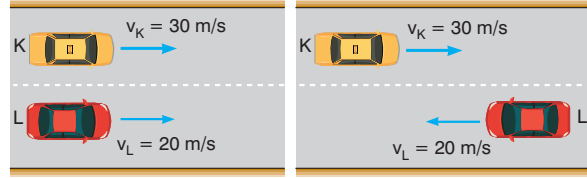
- ◆ Hareketli ya da duran cisimlere farklı gözlem noktalarından bakıldığında cisimler gerçek hareketlerinden farklı hareket yapıyor gibi algılanabilir.
- ◆ Örneğin araçla hareket hâlinde iken yol kenarındaki bir ağacı geriye doğru gidiyormuş gibi görürüz. Bundan dolayı **hareketin görelî** bir kavram olduğu ifade edilir.
- ◆ Bir cismin hareketini tanımlamak için duruyor kabul edilen noktaya **referans noktası** denir. Cisimlerin hareketlerinin veya hızlarının tanımlanması, seçilen referans sistemine göre farklılık gösterebilir.
- ◆ Hareket halindeki araç içinde koltukta oturan bir yolcu aracın şoförünü duruyor olarak görürken, yol kenarından bakan birisi aynı şoförün hareket hâlinde olduğunu görür.
- ◆ Bir gözlemcinin başka bir gözlemciye göre hareketine **bağlı hareket**, gözlemcilerin birbirine göre hızına **bağlı hız** denir.
- ◆ Evrende mutlak duran hiçbir cisim olmadığı hâlde, yer küre sabit referans noktası seçilmektedir.
- ◆ Araçların hızlarını anlatmak için kullanılan ifadelerde, referans sistemi olarak yerküre seçilmiştir. Yere göre aracın hızı 40 km/h denildiğinde yer hareketsiz kabul edilmektedir.
- ◆ Bağlı hız \vec{v}_b ile gösterilir. Vektörel bir büyüklüktür. Birimi m/s dir. Bağlı hız bulunurken vektörel işlem yapılır. Cismin hızı ile gözlemcinin hızının vektörel farkı bağlı hız verir.

$$\vec{v}_{\text{bağlı}} = \vec{v}_{\text{cisim}} - \vec{v}_{\text{gözlemci}}$$

- ◆ \vec{v}_{cisim} : Cismin yere göre hızı, $\vec{v}_{\text{gözlemci}}$: Gözlemcinin yere göre hızıdır.

İKİ CİSMİN BİRBİRİNE GÖRE HAREKETİ

- ◆ K aracının L aracına göre hızı denildiğinde, L aracının hızı gözlemcinin hızı, K aracının hızı da gözlenen hızıdır.



Şekil - I

Şekil - II

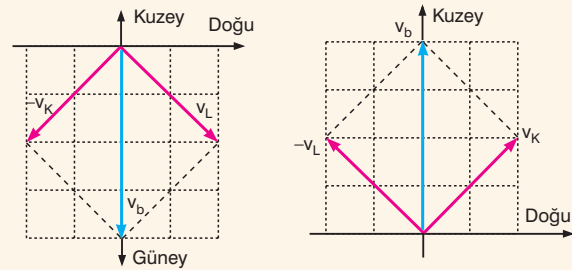
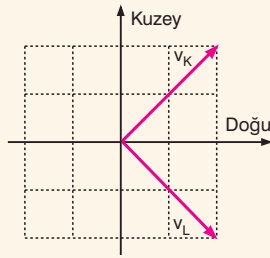
- ◆ Aynı yönde aynı hızla giden araçların sürücülere birbirlerini hareket etmiyormuş gibi görür.
- ◆ Hareket yönleri aynı olan araçların bağlı hızının büyüklüğü hızlarının farkına eşittir. Şekil - I'de K ve L araçlarının birbirlerine göre hızının büyüklüğü 10 m/s dir. K aracının sürücüsü L aracını geriye doğru 10 m/s hızla gidiyormuş gibi görürken, L'nin sürücüsü ise K aracını 10 m/s hızla ileriye gidiyormuş gibi görür.
- ◆ Şekil - II'deki gibi hareket yönleri zıt olan araçların bağlı hızının büyüklüğü hızlarının toplamına eşittir. K ve L araçlarının birbirlerine göre hızlarının büyüklüğü 50 m/s dir. K aracının hareket yönü pozitif seçilirse,
- ◆ K'nin L'ye göre hızı, $v_b = v_K - v_L = 30 - (-20) = +50$ m/s
- ◆ L'nin K'ye göre hızı, $v_b = v_L - v_K = -20 - (+30) = -50$ m/s dir.
- ◆ Bağlı hızların işareti vektör farkından daha kolay anlaşılabilir. Gözlemcinin hız vektörünü ters çevirip toplamak yeterlidir.

İKİ BOYUTTA BAĞIL HAREKET

- ◆ Araçlar aynı yönlü hareket ettiklerinde bağlı hızın büyüklüğü en az, zıt yönde hareket ettiklerinde ise en büyüktür. Hız vektörleri arasındaki açı arttıkça bağlı hızın büyüklüğü de artar.
- ◆ Şekildeki gibi yere göre, v_K , v_L hızları ile hareket eden K ve L araçlarının birbirlerine göre bağlı hızın büyüklüğü,

$$\vec{v}_{\text{bağlı}} = \vec{v}_{\text{cisim}} - \vec{v}_{\text{gözlemci}}$$

ile bulunur.



- ◆ Kuzeydoğu yönünde yere göre v_K hızı ile giden aracın sürücüsü yere göre v_L hızı ile giden L aracını güney yönünde gidiyormuş gibi görür. L aracının sürücüsü ise K aracını kuzey yönünde gidiyormuş gibi görür.
- ◆ Bağlı hız, gözlemcinin hızı ters çevrilip gözlenen hızla vektörel olarak toplanması ile bulunur.