



ÜNİTE 1



bölüm 3

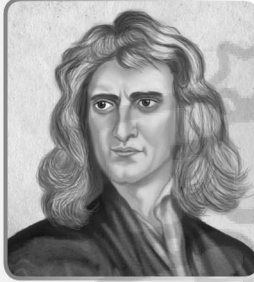
KUVVET VE HAREKET

Newton'ın Hareket Yasaları

NEWTON'IN HAREKET YASALARI

Tarihsel Süreç

- h Johannes Kepler ve Galileo Galilei'nin uzaydaki cisimlerin hareketleri hakkında yaptıkları detaylı sözel ve bilim-sel açıklamalardan etkilenen Newton, evrendeki bütün maddelerin hareketleri için geçerli üç Temel Hareket Yasası çıkarmıştır.
- h Newton'ın Eylemsizlik Yasası, Galileo'nun 1600'lü yıllar-da yaptığı eğik düzlem deneyleri sırasında sürtünmesiz bir ortamda bırakılan bir topun sonsuza kadar hareketini sürdüreceği çıkarımından etkilenmiştir.
- h Newton'ın ikinci yasası ($F = m \cdot a$) sayesinde, öncesinde deneme yanılma ile ayarlanan gülle atışları, topun hareketi için gerekli hesaplamaları yapan mühendisleri orta-ya çıkarmıştır.
- h Newton'ın Etki Tepki yasasından etkilenen mühendis-ler, Sanayi Devrimi sırasında buhar basıncının pistonu hareket ettirmesini kullanarak buhar makinelerini geliştirmiş-tir.



1. YASA: EYLEMSİZLİK YASASI

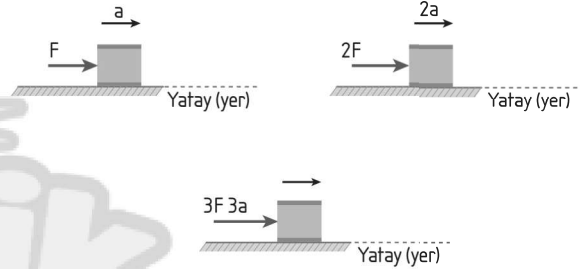
- h Cisme etki eden net kuvvet sıfır ise cisim ya durur ya da sabit hız-la hareketine devam eder.

$$\vec{F}_{\text{net}} = 0$$

- h Net kuvvetin sıfır olması nedeniyle cismin hareket özelliği değiş-mez. Buna eylemsizlik denir.
- L Bir yük gemisinin limana yanaşmadan çok önce motorlarının kapatılmasının sebebi, eylemsizlik nedeniyle hareketine de-vam edecek olmasıdır.

2. YASA: TEMEL YASA

- h Net bir kuvvetin etkisindeki cisimler ivmeli hareket yapar. Şekil-deki gibi yatay ve sürtünmesiz düzlemde bulunan bir cisme farklı büyüklükte net kuvvetler uygulandığında cismin uygulanan kuv-vetle doğru orantılı ivme kazandığı gözlenir.



- h Cisme uygulanan net kuvvetin cismin kazandığı ivmeye oranı sa-bittir ve bu sabit değer, cismin kütlesine eşittir.

$$\frac{F}{a} = \frac{2F}{2a} = \frac{3F}{3a} = \text{sabit} = m$$

- h Cismin ivmesi; net kuvvetle doğru, kütle ile ters orantılıdır. Buna "Temel Yasa" denir.

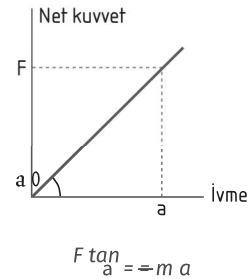
$$\vec{F}_{\text{net}} = m \cdot \vec{a}$$

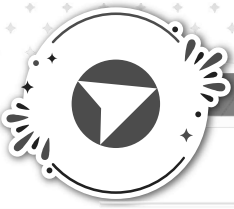
$$\vec{F}_{\text{net}} = m \cdot \vec{a}$$

- L SI'da kütle birimi kg, ivme birimi m/s², kuvvet birimi newton-dır (N).

- L $\vec{F}$ ve $\vec{a}$, yönleri aynı olan vektörel büyüklüklerdir.

- h Bir cismin net kuvvet - ivme grafiğinin eğimi, cismin kütlesini verir.

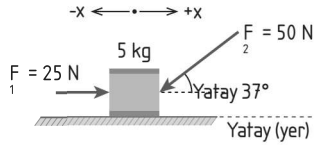




Newton'ın Hareket Yasaları

Örnek

Sürtünmesiz yatay düzlemdeki 5 kg kütleli cisme 25 N'lık ve 50 N'lık kuvvetler şekildeki gibi uygulanıyor.



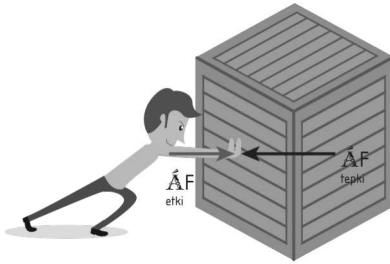
Buna göre, cismin hareket yönü ve ivmesi nedir?

($\sin 37^\circ = 0,6$, $\cos 37^\circ = 0,8$)

- A) -x yönünde, 1 m/s²
- B) -x yönünde, 3 m/s²
- C) +x yönünde, 1 m/s²
- D) +x yönünde, 3 m/s²
- E) -x yönünde, 5 m/s²

3. YASA: ETKİ - TEPKİ YASASI

- h Cisimlerden biri diğerine etki uyguluyorsa diğer cisim de etkiye karşı tepki uygular. Etki ve tepki kuvvetleri zıt yönlü, eşit büyük-lükte ve farklı cisimler üzerindedir.



$$\vec{F}_{\text{etki}} = -\vec{F}_{\text{teпки}}$$

- h Her etkiye karşı eşit ve zıt yönlü bir tepki vardır.
- L Bir sandığı ittiğimizde, sandığa etki kuvveti uygulamış oluruz. Sandık da elimize, bizim uyguladığımız etkiye eşit büyük-lükte fakat zıt yönlü bir tepki kuvveti uygular.
 - L Bir top yere çarptığında yer topa, topun yere uyguladığı etkiye eşit büyüklükte fakat zıt yönlü bir tepki uygular. Bu sebeple top geri seker.

ÖSYM Benzeri

Bir tenis sporcusu elindeki raketle topa vurmuştur.

Bu olayda,

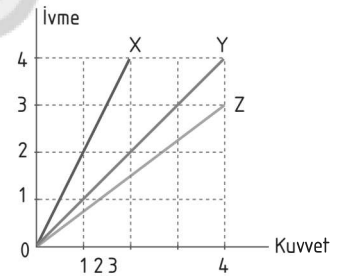
- I. Raketin topa uyguladığı kuvvet etki kuvveti, topun rakete uyguladığı kuvvet tepki kuvvetidir.
- II. Raketin topa uyguladığı kuvvet, topun rakete uyguladığı kuvvete eşittir.
- III. Raketin topa uyguladığı kuvvet ile topun rakete uyguladığı kuvvetin bileşkesi sıfırdır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

Örnek

X, Y ve Z cisimlerine uygulanan net kuvvet ile cisimlerin kazandıkları ivmeler arasındaki ivme - kuvvet grafiği şekildeki gibidir.



X, Y ve Z'nin kütleleri sırasıyla m_x , m_y ve m_z olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?

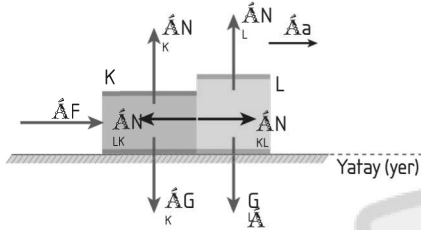
- A) $m_y < m_z < m_x$
- B) $m_x < m_z < m_y$
- C) $m_x < m_y < m_z$
- D) $m_z < m_y < m_x$
- E) $m_z < m_x < m_y$



SERBEST CİŞİM DİYAGRAMI VE TEMEL YASANIN UYGULANMASI

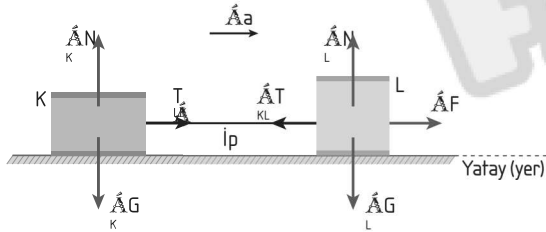
- h Bir ya da daha fazla cisimden oluşan sistemlerde her bir cisme etki eden tüm kuvvetlerin uygulama noktaları, yönleri ve büyük-lüklerinin gösterilmesine **serbest cisim diyagramı** denir.
- h Serbest cisim diyagramından yararlanarak cisim ya da sisteme etki eden net kuvvet, $F = m \cdot a$ uygulanarak ivme bulunur. net toplam
- h Temel Yasa, sistem için uygulanabildiği gibi sistem içindeki cisimlere de uygulanabilir. Bazı sürtünmesi önemsiz sistemlerin serbest cisim diyagramları aşağıdaki gibidir.

L Birbirini iten yan yana konulmuş cisimler:



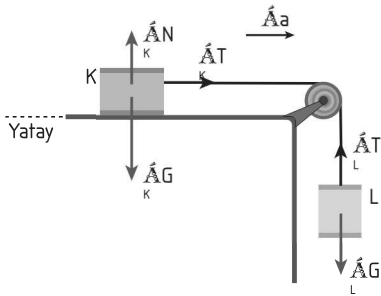
$$F_{\text{net(sistem)}} = F = (m_K + m_L) \cdot a \quad F_{\text{net(K cismi)}} = F - N_{LK} = m_K \cdot a \quad F_{\text{net(L cismi)}} = N_{KL} = m_L \cdot a$$

L Birbirini çeken iple bağlanmış cisimler:



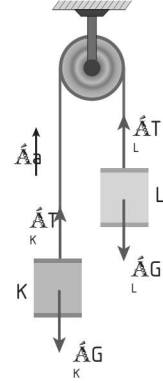
$$F + m_L \cdot a = F + T = m \cdot a_{\text{net(sistem)}} = F = (m_K + m_L) \cdot a \quad F_{\text{net(K cismi)}} = T = m_K \cdot a \quad F_{\text{net(L cismi)}} = F - T = m_L \cdot a$$

L Birbirine iple bağlı yatay ve düşeydeki cisimler:



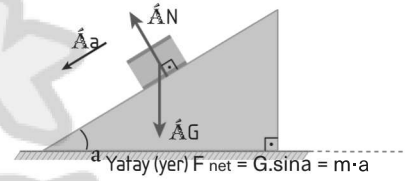
$$F_{\text{net(sistem)}} = G_L = (m_K + m_L) \cdot a \quad F_{\text{net(K cismi)}} = T = m_K \cdot a \quad F_{\text{net(L cismi)}} = G_L - T = m_L \cdot a$$

L Makaranın etrafından geçen iple birbirine bağlı cisimler:

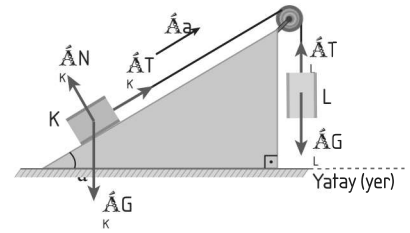


$$F_{\text{net(sistem)}} = G_L - G_K = (m_K + m_L) \cdot a \quad F_{\text{net(K cismi)}} = T_K - G_K = m_K \cdot a \quad F_{\text{net(L cismi)}} = G_L - T_L = m_L \cdot a$$

L Eğik düzlemde aşağıya doğru hızlanan ya da yukarıya doğru yavaşlayan cisim:



L Eğik düzlem üzerinde iple birbirine bağlı cisimler:

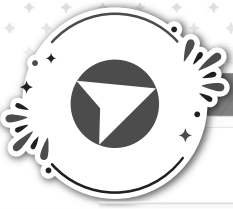


$$F_{\text{net(sistem)}} = G_L - G_K \sin \alpha = (m_K + m_L) \cdot a \quad F_{\text{net(K cismi)}} = T_K - G_K \sin \alpha = m_K \cdot a \quad F_{\text{net(L cismi)}} = G_L - T_L = m_L \cdot a$$

NOT

Newton'ın 2. yasası kullanılarak cisimlere etki eden ivmenin değeri ve yönü bulunur. Cismin hızının yönü ya da değeri bulunmaz.

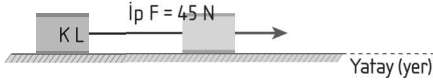
- h Eğer ivme ile cismin hızı aynı yönde çıkarsa buradan cismin hızlanan hareket yaptığı sonucuna ulaşılır.
- h Eğer ivme ile cismin hızı zıt yönde çıkarsa buradan cismin yavaşlayan hareket yaptığı sonucuna ulaşılır.



Newton'ın Hareket Yasaları

Örnek

Sürtünmesiz yatay düzlemdeki ipe birbirine bağlı K ve L cisimlerinin kütleleri sırasıyla 5 kg ve 4 kg'dır. Bu cisimlere 45 N büyüklüğündeki yatay F kuvveti şekildeki gibi uygulanıyor.



Buna göre,

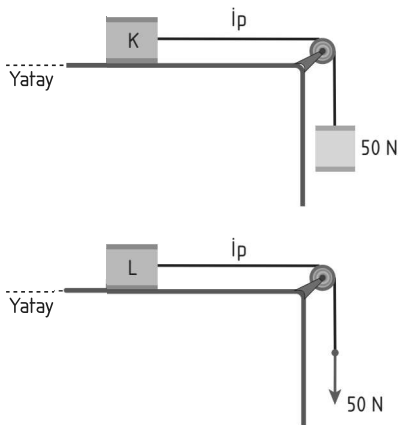
- K'nin ivmesinin büyüklüğü 5 m/s² dir.
- L'ye etki eden net kuvvetin büyüklüğü 20 N'dir.
- İpteki gerilme kuvvetinin büyüklüğü 25 N'dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

ÖSYM Benzeri

Özdeş K ve L sandıkları, yer çekimi ivmesinin 10 m/s² olarak kabul edildiği sürtünmesiz ortamda yatay düzleme paralel, esnemeyen ip-lerle şekillerdeki gibi sabit, özdeş ve ağırlıksız makaralar yardımıyla çekilmektedir. K sandığı, 50 N ağırlıklı tuğla kullanılarak; L sandığı ise 50 N'lik kuvvetin etkisinde hareket ettiriliyor.

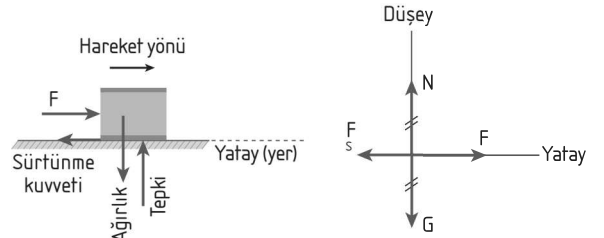


L'nin ivmesinin büyüklüğü 2,5 m/s² olduğuna göre, K'yi çeken ip-teki gerilme kuvvetinin büyüklüğü kaç N'dir?

- A) 20 B) 30 C) 40 D) 45 E) 50

SÜRTÜNME KUVVETİ

- h Yatay düzlemde şekildeki gibi hareket eden cisme etki eden sür-tünme kuvveti, cismin hareketine ters yöndedir. Buna göre cis-min serbest cisim diyagramı aşağıdaki gibi çizilir.



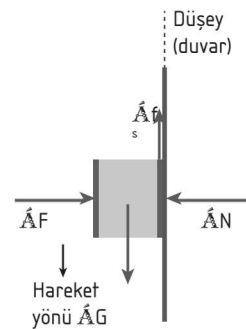
- h Sürtünme kuvvetinin büyüklüğü, sürtünen yüzeylerin cinsine [sürtünme katsayısı (k)] ve zeminin oluşturduğu tepki kuvveti-ne (N) bağlıdır.

$$F_s = k \cdot N$$

- L Durgun cisimlere etki eden sürtünme kuvvetinin değeri cis-me uygulanan kuvvete eşit şiddette fakat zıt yönlüdür. Durgun bir cisme etki eden sürtünme kuvvetinin maksimum değeri $F_{smax} = k_s \cdot N$ formülü ile bulunur. Burada k_s statik sürtünme kat-sayıdır. F_{smax} dan küçük kuvvetler cismi harekete geçiremez.

- L Hareket halindeki cisimlere cismin hareketine zıt yönde bir sürtünme kuvveti etki eder. Bu sürtünme kuvvetinin değe-ri sabit olup $F_s = k_k \cdot N$ formülü ile bulunur. Burada k_k kinetik sürtünme katsayısıdır.

- h Düşey duvara F kuvvetiyle bastırılmış cisim, aşağı yönde hareket ederken bu cisme etki eden kuvvetler, cisim üzerinde (serbest ci-sim diyagramı gibi) şekildeki gibi gösterilebilir.



- h Cismi düşey duvara sıkıştıran yatay F kuvvetine tepki olarak olu-şan N kuvveti sürtünme kuvvetini ortaya çıkarır.

- L Cisim sabit hızla aşağı hareket ediyor ise,
 $G = f_s$ olur.

- L Cisim aşağı yönde ivmeli hareket ediyorsa, $G - f_s = m \cdot a$ $m \cdot g - k \cdot F = m \cdot a$ olur.



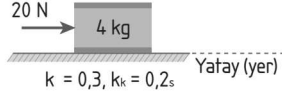
Newton'ın Hareket Yasaları

Örnek

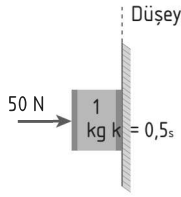
Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3'teki düzeneklerde cisimlerin kütleleri, cisim-lerle yüzeyler arasındaki kinetik (k_k) ya da statik (k_s) sürtünme kat-sayıları ve cisimlere etki eden yatay kuvvetlerin değerleri verilmiştir.



Şekil 1



Şekil 2



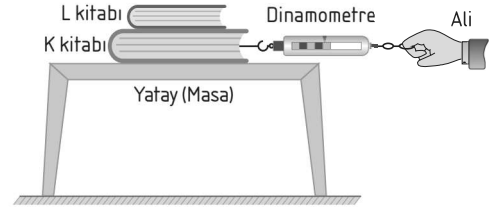
Şekil 3

Cisimlere etki eden sürtünme kuvvetlerinin büyüklükleri sırasıyla F_1 , F_2 ve F_3 olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki aşağıdaki-lerin hangisinde doğru olarak verilmiştir? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- A) $F_1 < F_2 < F_3$ D) $F_3 < F_1 < F_2$ B) $F_2 < F_3 < F_1$ E) $F_3 < F_2 < F_1$ C) $F_2 < F_1 < F_3$

Örnek

Ali, sürtünmesi önemsiz yatay masada kütlesi 2 kg olan K kitabı ile kütlesi 1 kg olan L kitabını üst üste koyarak şekildeki gibi dinamometre bağladığı bir ipile çektiğinde, kitapların birlikte hareket edebil-mesini sağlayan en büyük yatay kuvvetin büyüklüğünün 15 N olduğunu görüyor.

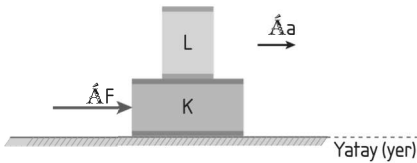


Buna göre, K ve L kitapları arasındaki sürtünme katsayısı kaç-tır? ($g = 10 \text{ N/kg}$)

- A) 0,2 B) 0,3 C) 0,4 D) 0,5 E) 0,6

ÜST ÜSTE CİSİMLERİN BİRLİKTE HAREKETİ

- h Şekildeki gibi üst üste konulmuş K ve L cisimlerinin birlikte hareket etmesi, iki cisim arasındaki sürtünme kuvvetine bağlıdır. L cisminin K ile birlikte hareket etmesini sağlayan kuvvet sürtünme kuvvetidir ve L cismi için cisimlerin hareket yönündedir.



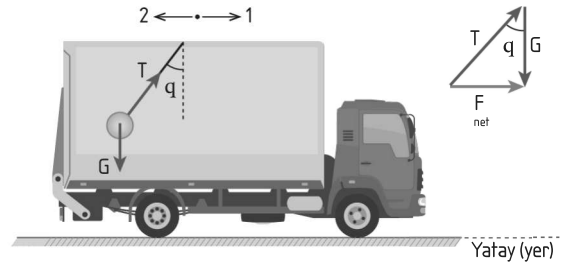
- L Sistemin birlikte hareket edebileceği maksimum ivme değeri-ni cisimler arasındaki sürtünme kuvveti belirler. L cismine etki eden net kuvvet, sürtünme kuvvetidir. $F = f = m \cdot a_{\text{nets}} = m \cdot L \cdot g = m \cdot L \cdot a$
 $a = k \cdot g$
- L Yatay düzlemde sürtünme yoksa K ve L'nin ortak hareketi sırasında sistemin ivmesi aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$F_{\text{net}} = m \cdot a$$

$$F = (m_K + m_L) \cdot a$$

İVMELİ HAREKET EDEN ARAÇ İÇİNDEKİ CİSİMLER

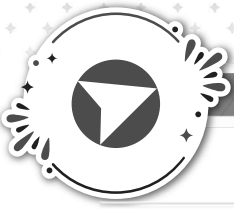
- h Şekildeki gibi bir kamyonun kasasının tavanına asılmış cisim dü-şey ile bir açı yapıyorsa bu durumun nedeni aracın ivmeli hareket etmesidir.



- L Aracın ivmesi cisme etki eden net kuvvetin yönü olan 1 yönü-dür. Öyleyse araç, 1 yönünde hızlanan ya da 2 yönünde ya-vaşlayan hareket yapmaktadır.
- L İp gerilmesi ile ağırlığın bileşkesi cisme etki eden net kuvvet-tir ve cismin araç ile birlikte ivmeli hareket etmesini sağlayan kuvvettir. Şekildeki kuvvet üçgeninden,

$$\tan \theta = \frac{F_{\text{net}}}{G} = \frac{m \cdot a}{m \cdot g} = \frac{a}{g}$$

$$a = g \cdot \tan \theta$$

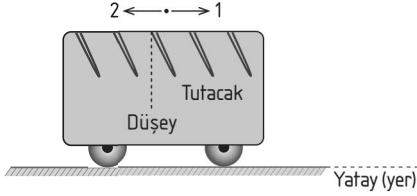


Newton'ın Hareket Yasaları



Örnek

Bir vagonun tavanına asılı tutacaklarının görünümü, vagonun yaptığı bir hareket sırasında şekildeki gibi olmaktadır.



Buna göre vagon;

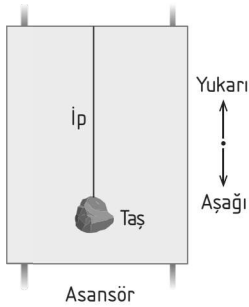
- I. 1 yönünde yavaşlayan,
- II. 2 yönünde sabit hızlı,
- III. 2 yönünde hızlanan

hareketlerinden hangilerini yapıyor olabilir?

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

ASANSÖRDEKİ CİSİMLER

- h Şekildeki gibi bir asansörün tavanına ip ile bağlı bir taşın ağırlığı asansörün ivmeli hareketi sırasında gerçeğinden farklı ölçülür.



- h Asansör yukarı yönde hızlanıyor ya da aşağı yönde yavaşlıyorsa ivmeli hareket yapan taşın ivmesi yukarı yöndedir. Bu durumda,

L $F_{net} = T - mg = ma$ ' $T = mg + ma$ olur. Taşın ağırlığına eşit olması gereken ip gerilmesi gerçek değeri olan mg 'den ma kadar daha fazladır.

- h Asansör yukarı yönde yavaşlıyor ya da aşağı yönde hızlanıyorsa ivmeli hareket yapan taşın ivmesi aşağı yöndedir. Bu durumda,

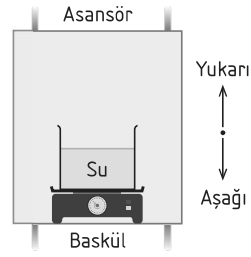
L $F_{net} = mg - T = ma$ ' $T = mg - ma$ olur. Taşın ağırlığına eşit olması gereken ip gerilmesi gerçek değeri olan mg 'den ma kadar daha azdır.

Örnek

Durgun bir asansörün içindeki baskülün üzerinde bulunan şekildeki kaptaki suyun kütlesi 500 g olarak ölçülmüştür.

Buna göre asansör;

- I. yukarı yönde yavaşlayan,
- II. aşağı yönde sabit hızlı,
- III. aşağı yönde yavaşlayan



hareketlerinden hangilerini yaparken suyun kütlesi 600 g olarak ölçülebilir?

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

GÜNLÜK HAYAT VE TEKNOLOJİDEKİ YERİ

- h Şişirilmiş bir balonu bıraktığınızda, hava bir yönde hızla dışarı çıkar ve balon ters yönde hareket eder. Havanın çıkışı ve balonun hareketi etki tepkidir.
- h Modern uzay teknolojisinde, Newton'ın İkinci Yasası, bir roketi uzaya fırlatmak için gereken kuvvetin hesaplanmasında temel rol oynar.
- h Otomobil hava yastıkları ve emniyet kemerleri Newton'ın Yasaları'na göre tasarlanmıştır. Bir çarpışma sırasında otomobil aniden durduğunda, içindeki yolcular atalet (eylemsizlik) nedeniyle ileri doğru hareket etmeye devam eder (Birinci Yasa). Emniyet kemerleri bu hareketi durduracak kuvveti sağlar. Hava yastıkları, kuvveti daha geniş bir alana yayarak ve yolcunun durma süresini artırarak ivmeyi (İkinci Yasa) azaltır ve yaralanmayı en aza indirir.
- h Dronlar uçmak için Newton'ın Üçüncü Yasası'ndan yararlanır. Pervanelerin hızını ayarlayarak, dron hareketini kontrol eder; her hareket ayarı, dronun yön değiştirmesini sağlayan eşit ve zıt bir kuvvet içerir.
- h Sporcuların performansını izlemek için kullanılan giyilebilir sensörler, koşma, zıplama veya bisiklet sürme sırasında ivme ve kuvveti hesaplamak için Newton'ın İkinci Yasası'nı kullanır. Bu sensörler, performansı optimize etmek ve sakatlanmaları önlemek için bu kuvvetleri izler.