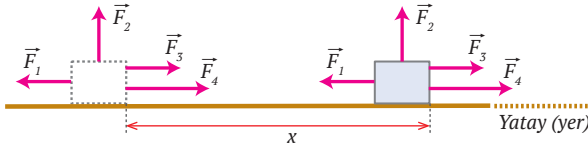


İŞ

- ☛ Kuvvet uygulayarak bir cismin yerini değiştirmesi sağlandığında fiziksel anlamda **iş** yapılmış olur.
- ☛ İş, **skaler** bir büyüklüktür, **W** ile gösterilir ve birimi **Joule**'dür (jul) .
- ☛ Uygulanan kuvvet (F) ve cismin yer değiştirmesi (x) olarak verildiğinde yapılan işin (W) matematiksel modeli aşağıdaki gibidir.

$$W = F \cdot x$$

- ☛ Bir kuvvet uygulandığı halde cisim yer değiştirmiyorsa fiziksel anlamda yapılan iş sıfırdır.



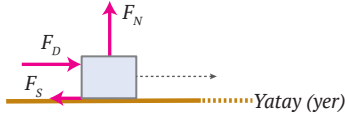
- ☛ Cismin hareket doğrultusuna dik olan kuvvetler (F_2) iş yapmaz.
- ☛ Cisme etki eden birden fazla kuvvet varsa net kuvvet ile alınan yol çarpılarak ya da her bir kuvvetin yaptığı iş toplanarak yapılan net iş bulunur.

$$W_{\text{Net}} = F_{\text{Net}} \cdot x = (F_3 + F_4 - F_1) \cdot x = (F_3 \cdot x) + (F_4 \cdot x) - (F_1 \cdot x)$$

- ☛ Hareket yönüne zıt olan kuvvetlerin yaptığı iş negatiftir.
- ☛ Negatif iş sistemin enerjisini azaltır. Sürtünme kuvvetinin yaptığı iş negatiftir.
- ☛ Bir kuvvetin yaptığı iş, cismin kütlesine bağlı değildir.

Örnek 1

Yatay ve düz bir yolda hareket eden bir cisme; hareketiyle aynı yönde ve doğrultuda uygulanan F_D dış kuvveti, hareket yönüne dik doğrultuda ve yukarı doğru F_N tepki kuvveti, hareket doğrultusunda ve ters yönlü F_S sürtünme kuvveti şekildeki gibi etkiyor.



Cisim yatay doğrultuda belirli bir miktar yer değiştirmesi yaptığına göre F_D , F_N ve F_S kuvvetlerinden hangileri, fiziksel anlamda iş yapar?

- A) Yalnız F_D B) Yalnız F_N C) F_D ve F_N
D) F_D ve F_S E) F_D , F_N ve F_S

(2017 - ÖSYM)

Çözüm



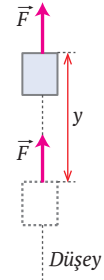
Kuvvet uygulandığında cisim hareket etmiyorsa yapılan iş sıfırdır. Yalnızca enerji harcayarak yorulmuş oluruz.



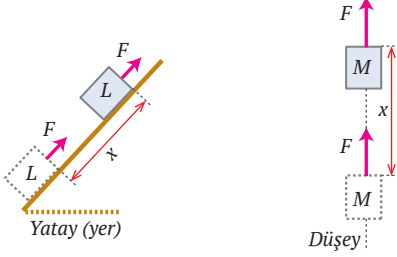
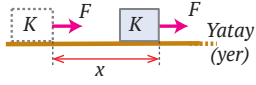
Çantayı taşımak için uygulanan kuvvet düşey, hareket yönü ise yataydır. Bu nedenle çantayı sırtında sabit hızla taşıyan öğrenci fiziksel anlamda iş yapmaz.



1 N kuvvet uygulayarak cisme 1 m yol aldındığında yapılan iş 1 Joule'dür.



Bir cisim düşey F kuvveti ile y kadar yer değiştirirse, F kuvvetinin yaptığı iş yapılan iş $W = F \cdot y$ kadardır.



Örnek 2

Yandaki şekilde verilen kütleleri sırasıyla m , $2m$, $3m$ olan K, L, M cisimleri hareket doğrultularına paralel F kuvvetlerinin etkisi ile x kadar yer değiştiriyor.

F kuvvetlerinin K, L, M cisimleri üzerine yaptığı işler sırasıyla W_K , W_L , W_M olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?

- A) $W_K = W_L = W_M$ B) $W_K < W_M < W_L$ C) $W_M < W_K = W_L$
D) $W_M < W_K < W_L$ E) $W_L < W_M < W_K$

Çözüm

GÜÇ

- Birim zamanda yapılan işe **güç** denir.
- Skaler bir büyüklüktür.
- Birimi **watt**'tır ve **P** ile gösterilir.
- Yapılan iş W , işin yapılma süresi t ise gücün (P) matematiksel modeli aşağıdaki gibidir.

$$P = \frac{W}{t}$$

- F kuvvetinin etkisindeki cisim sabit v hızıyla hareket ettiğinde güç, $P = F \cdot v$ ile de bulunabilir.
- 1 N kuvvet uygulayarak cisme 1 saniyede 1 m yol aldırıldığında ortaya çıkan güç 1 watttır.
- Güç birimi olarak beygir gücü de kullanılır. 1 Beygir Gücü = 746 watt



Kolileri bir işçi de tek tek taşıyabilir. Ancak aynı işi, gücü fazla olan forklift daha kısa sürede yapar.

Örnek 3

Bir vincin elektrik motoru 200 kg yükü 40 m yüksekliğe sabit hızla 100 s'de çıkartıyor.

Buna göre, aynı vinç eşit güç kullanarak 100 kg yükü 20 m yüksekliğe kaç s'de çıkarabilir? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- A) 20 B) 25 C) 30 D) 40 E) 50

Çözüm

Örnek 4

Kerem gücünü ölçmek için bir deney yapıyor. Apartmanlarının ilk katından 5. kata tüm hızıyla çıkarak bu işlemi kaç saniyede gerçekleştirdiğini ölçüyor.

Kerem'in kütlesi 50 kg, 5. kata çıkış süresi 60 s ve her bir katın yüksekliği 3,6 m olduğuna göre, Kerem'in gücü en az kaç watt'tır? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- A) 75 B) 150 C) 225 D) 300 E) 600

Çözüm

Örnek 5

Eşit kütleli katılımcıların performanslarını sergiledikleri bir yarışmada; her birinin kütlesi 50 kilogram olan 10 adet çimento torbasını 10 metre yüksekliğe en kısa sürede çıkaran katılımcı yarışı kazanmaktadır.

Bu yarışmada, katılımcıların hangi fiziksel niceliği dikkate alınarak kazanan belirlenmektedir?

- A) Torbalara aktardıkları toplam enerji
- B) Yaptıkları iş
- C) Kütleçekimsel potansiyel enerji
- D) Ortaya çıkarabildikleri güç
- E) Yaptıkları işin harcadıkları enerjiye oranı

(2019 - ÖSYM)

Çözüm

ENERJİ

- İş yapabilme yeteneğine **enerji** denir.
- Skaler** bir büyüklüktür.
- Birimi **joule**'dür. **E** ile gösterilir.
- İş ve enerji birimleri aynıdır.

KİNETİK ENERJİ

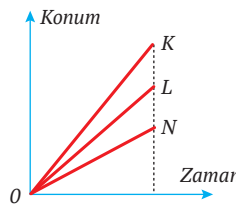
- Cisimlerin süratlerinden dolayı sahip oldukları enerjiye **kinetik enerji** denir.
- Cismin kütlesi ve süratinin karesi ile doğru orantılıdır.
- Kütlesi m , sürati v olan bir cismin kinetik enerjisini E_K veren matematiksel model aşağıdaki gibidir.

$$E_K = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Örnek 6

Konum - zaman grafiği verilen K, L, N cisimlerin kinetik enerjileri eşittir.

Cisimlerin kütleleri m_K , m_L , m_N olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?



- A) $m_K < m_L < m_N$
- B) $m_K = m_L = m_N$
- C) $m_L < m_K < m_N$
- D) $m_N < m_L < m_K$
- E) $m_K < m_N < m_L$

Çözüm

Örnek 7

Bir su pompasının 2 m derinlikteki kuyudan 2 kg su çıkarıp 5 m/s hızla fırlatması isteniyor.

Bu işlemin 5 s'de tamamlanabilmesi için pompanın gücünün en az kaç watt olması gerekir? ($g = 10 \text{ m/s}^2$, pompanın verimi önemsenmeyecektir.)

- A) 5
 - B) 8
 - C) 13
 - D) 25
 - E) 40
- (2012 - ÖSYM)

Çözüm

$$\frac{W}{t} = \frac{65}{5}$$



- Bir aracın sürati iki katına çıkarıldığında kinetik enerjisi dört katına çıkarılmış olur.
- Bir aracın kütlesi iki katına çıkarıldığında kinetik enerjisi iki katına çıkarılmış olur.

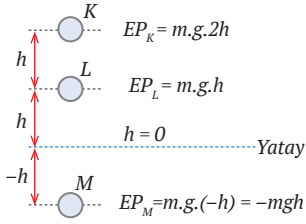
Örnek 8

Kütlesi 1000 kg olan bir otomobil 16 m/s hızla giderken, kütlesi 16 ton olan kamyon ile aynı kinetik enerjiye sahiptir.

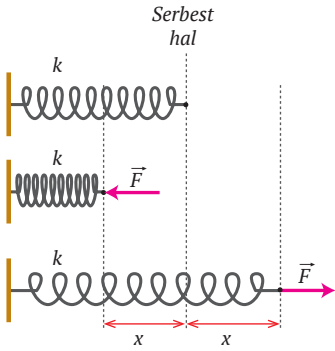
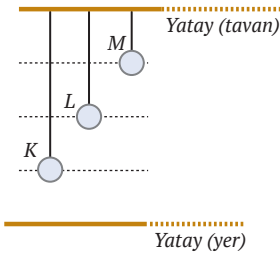
Buna göre, kamyonun sürati kaç m/s'dir?

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

Çözüm



m kütleli K, L, M cisimlerinin yatay $h = 0$ seviyesine göre yer çekim potansiyel enerjileri



Yay sabiti k olan yay x kadar gerildiğinde ya da sıkıştırıldığında yaydaki potansiyel enerji,

$$EP = \frac{1}{2} k \cdot x^2$$

bağıntısı ile hesaplanır.

YER ÇEKİM POTANSİYEL ENERJİSİ

- Cisimlerin konumlarından dolayı sahip oldukları enerjiye **yer çekim potansiyel enerji-si** ya da **kütle çekim potansiyel enerjisi** denir.
- m kütleli bir cismi yer yüzünden belirli bir h yüksekliğine çıkarmak için cisme en az ağırlığı kadar (mg) bir kuvvet uygulamak gerekir.
- Kuvvetin yaptığı iş ($W = F \cdot h = m \cdot g \cdot h$) cisimde yer çekim potansiyel enerjisi olarak depolanır.
- Yer çekimi ivmesinin g olduğu bir ortamda, kütlesi m olan bir cismin belirlenen bir seviyeden h kadar yükseklikteki yer çekim potansiyel enerjisini EP veren matematiksel model aşağıdaki gibidir.

$$EP = m \cdot g \cdot h$$

Örnek : 9

K, L, M cisimleri yanda verilen şekildeki gibi iplerle tavana asıldıklarında iplerdeki gerilme kuvvetleri eşit oluyor.

Cisimlerin yere göre yer çekim potansiyel enerjileri sırasıyla E_K, E_L, E_M olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?

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

Çözüm :

ESNEKLİK POTANSİYEL ENERJİSİ

- Esnek cisimlere kuvvet uygulanarak esnetildiklerinde iş yapılmış olur. Yapılan bu iş, esnek cisimde **esneklik potansiyel enerjisi** olarak depolanır.
- Esnek cisim olan yaylar için birim uzunluk başına düşen kuvvetin ölçüsüne **yay sabiti** denir.
- k ile gösterilen yay sabitinin birimi N/m dir. Yayın sertliğinin bir ölçüsüdür.
- Yay sabiti k olan serbest haldeki yay, x kadar sıkıştırıldığında ya da esnetildiğinde yayda depolanan esneklik potansiyel enerjisi veren matematiksel model aşağıdaki gibidir.

$$EP = \frac{1}{2} k \cdot x^2$$

Örnek : 10

Kerem'in, serbest haldeki bir yayı x kadar sıkıştırmak için harcadığı minimum enerji E oluyor.

Buna göre, Kerem aynı yayı $2x$ kadar uzatmak en az kaç E enerji harcamalıdır?

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

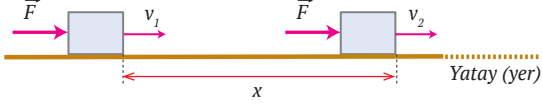
Çözüm :

İŞ İLE ENERJİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

- Kuvvet uygulayarak iş yapıldığında işi yapan sistem enerji harcamış, üzerine iş yapılan sistem de bu enerjiyi kazanmış olur.

Yapılan İş Cisme Kinetik Enerji Kazandırır

- Kuvvet uygulanan cismin x yolu sonunda sürati v_1 'den v_2 'ye çıktığında yapılan iş cismin kinetik enerjisine dönüşmüş olur.



- Yapılan iş W, cismin kinetik enerji değişimi ΔEK ve aralarındaki matematiksel model aşağıdaki gibidir.

$$W = \Delta EK$$

$$F \cdot x = \frac{1}{2} m \cdot (v_2^2 - v_1^2)$$

- Uygulanan kuvvet cismin hareketine zıt yönde ise cismin kinetik enerjisi kuvvetin yaptığı iş kadar azalır.

Yapılan İş Cisme Potansiyel Enerji Kazandırır

- Şekil - A'da bir cismi sabit süratle h kadar yükseğe çıkaran kuvvet, cisme yaptığı iş kadar potansiyel enerji kazandırır.

$$F \cdot h = m \cdot g \cdot h$$

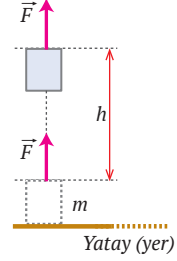
Yapılan İş Cisme Kinetik ve Potansiyel Enerji Kazandırır

- Şekil - B'de eğik düzlemin alt ucunda durmakta olan cisim, F kuvveti ile K noktasına çıkarıldığında K noktasındaki hızı v ise yapılan iş cisme hem kinetik hem de potansiyel enerji kazandırmış olur.

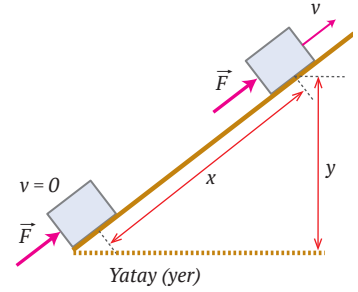
$$F \cdot x = m \cdot g \cdot y + \frac{1}{2} m \cdot v^2$$



Eşit iş yapılarak eşit kinetik enerji kazandırılan cisimlerden kütlesi büyük olanın sürati küçük olur.



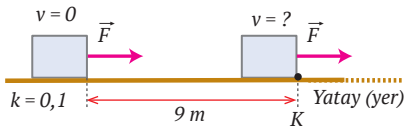
Şekil - A : F kuvveti cisme potansiyel enerji kazandırır.



Şekil - B : F kuvveti cisme hem kinetik hem de potansiyel enerji kazandırabilir.

Örnek 11

Yatay düzlemde durmakta olan 5 kg kütleli bir cisim yatay $F = 15$ N kuvvetinin etkisinde 9 m çekiliyor.



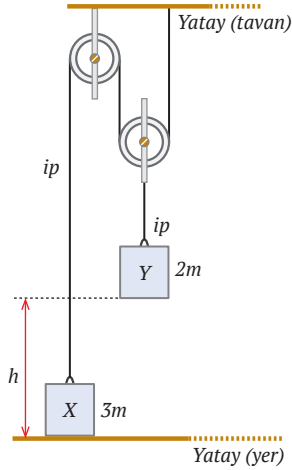
Cisim ile yüzey arasındaki sürtünme katsayısı 0,1 olduğuna göre, K noktasında cismin sürati kaç m/s'dir? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

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

Çözüm

Örnek 12

Şekildeki düzende X, Y cisimlerinin kütleleri sırasıyla 3m ve 2m'dir. Y cismi yerden h kadar yüksektir.



X cismini yerden h kadar yükseltmek için yapılması gereken işin en küçük değeri kaç mgh 'dir? (g: yer çekimi ivmesidir ve makaraların kütlesi önemsizdir.)

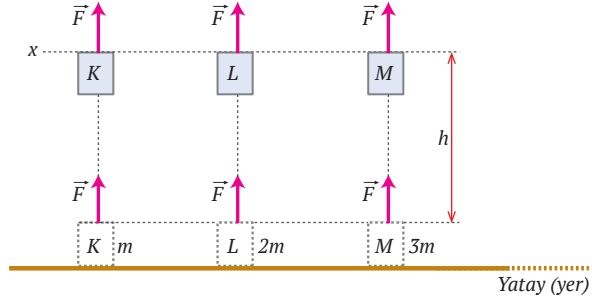
- A) 1 B) $\frac{3}{2}$ C) 2 D) $\frac{5}{2}$ E) 3

(2012 - ÖSYM)

Çözüm

Örnek 13

Kütleleri m, 2m, 3m olan K, L, M cisimleri yatay zeminde durmakta iken düşey ve eşit F kuvvetleri ile düşey yukarı yönde harekete geçiriliyor.



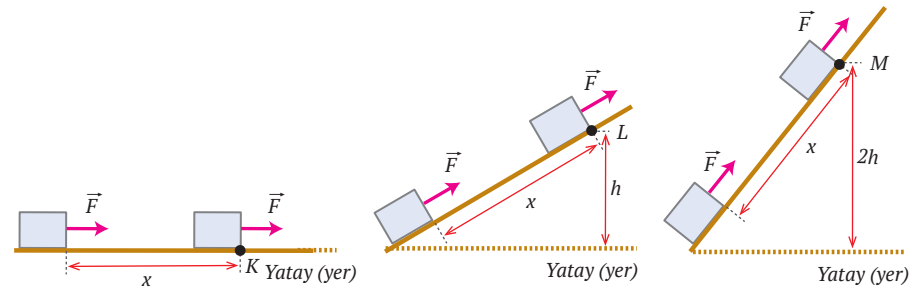
x hızına gelen cisimlerin hızları v_K, v_L, v_M olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir? (Sürtünmeler önemsizdir.)

- A) $v_K = v_L = v_M$ B) $v_K < v_L < v_M$ C) $v_M < v_L < v_K$
D) $v_K < v_M < v_L$ E) $v_L < v_K < v_M$

Çözüm

Örnek 14

Özdeş cisimler, cismin hareket ettiği zemine paralel uygulanan F büyüklüğündeki kuvvetler ile bulundukları zeminler üzerinde hareket ettiriliyor.

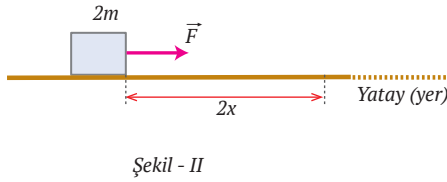
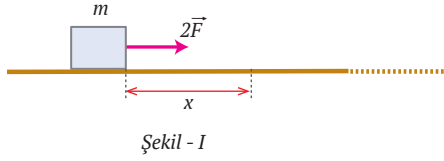


Cisimler K, L, M noktalarına ulaştıkların kinetik enerjileri sırasıyla E_K, E_L, E_M olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir? (Sürtünmeler önemsizdir.)

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

Çözüm

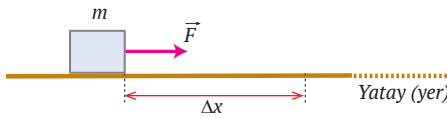
1. Sürtünmesi önemsiz yatay bir yolda bulunan m ve $2m$ kütleli cisimlere Şekil - I ve Şekil - II'deki gibi etki eden yatay $2\vec{F}$ ve $\vec{F}$ büyüklüğündeki kuvvetler cisimlere x ve $2x$ yolunu aldırıyor.



Yapılan işler sırasıyla W_1 , W_2 olduğuna göre, $\frac{W_1}{W_2}$ oranı kaçtır?

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

2. Yatay ve sürtünmesi önemsiz zeminde durmakta olan cisim, büyüklüğü F olan yatay kuvvet ile Δx kadar hareket ettiriliyor.



Başka bir değişiklik yapılmadan cismin kütlesi daha büyük olsaydı,

- I. yapılan iş,
II. ortaya çıkarılan güç,
III. cismin Δx yolunu alma süresi

niceliklerinden hangileri değişmezdi?

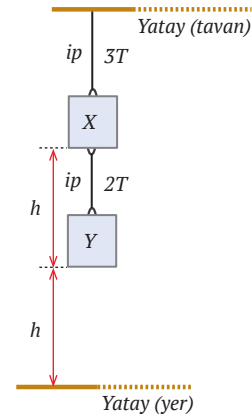
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

3.
❖ K motoru 50 kg kütleli cismi 20 s sürede,
❖ L motoru 100 kg kütleli cismi 10 s sürede,
❖ M motoru 50 kg kütleli cismi 10 s sürede,
sabit hızlarla 10 m yüksekliğe çıkarabiliyor.

Motorların güçleri sırasıyla P_K , P_L ve P_M olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- A) $P_K = P_L = P_M$ B) $P_K > P_M > P_L$ C) $P_L > P_M > P_K$
D) $P_M > P_K > P_L$ E) $P_M > P_L > P_K$

4. X ve Y cisimlerinin asıldıkları iplerde şekilde belirtildiği gibi $3T$ ve $2T$ gerilmeleri oluşturuyor.

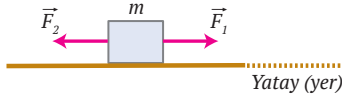


X ve Y cisimlerinin, yere göre potansiyel enerjileri sırasıyla E_X , E_Y olduğuna göre, $\frac{E_X}{E_Y}$ oranı kaçtır?

(Cisimlerin boyutları önemsizdir.)

- A) $\frac{2}{3}$ B) $\frac{3}{4}$ C) $\frac{4}{5}$ D) 1 E) $\frac{6}{5}$

5. Sürtünmesiz yatay zeminde durmakta olan m kütleli cisim, yatay $\vec{F}_1$ ve yatay $\vec{F}_2$ kuvvetlerinin etkisinde Δx yer değiştirmesi sonucunda E kinetik enerjisi kazanıyor.



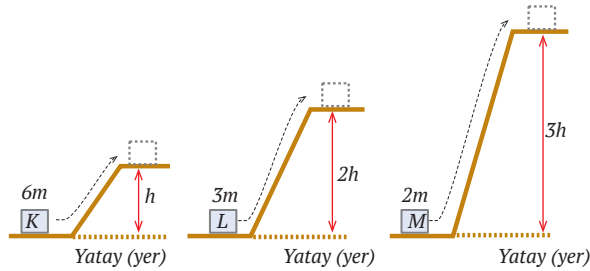
$F_1 < F_2$ olduğuna göre,

- I. F_2 yi artırmak
- II. F_1 i azaltmak
- III. m 'yi azaltmak

işlemlerinden hangisi yapılarak cismin t sürede kazandığı kinetik enerji (E) artırılabilir?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız III
- C) I ya da II
- D) I ya da III
- E) I ya da II ya da III

6. Kütleleri $6m$, $3m$, $2m$ olan K, L, M cisimleri sürtünmesi önemsiz eğik düzlemler üzerinde yükseklikleri h , $2h$, $3h$ olan eğik düzlemler üzerine çıkarılıyor.



Bu yollar boyunca yer çekimine karşı yapılan işler sırasıyla W_K , W_L ve W_M olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?

- A) $W_K = W_L > W_M$
- B) $W_K = W_M > W_L$
- C) $W_M = W_L > W_K$
- D) $W_M > W_L > W_K$
- E) $W_K = W_L = W_M$

7. Üç öğrenciden Can'ın kütlesi 40 kg, Kerem'in kütlesi 45 kg, Aylin'in kütlesi 50 kg'dır. Üç öğrenci aynı noktadan sabit hızla harekete geçip okulun merdivenlerinden en üst kata aynı anda varıyorlar.

Öğrencilerin güçleri P_{Can} , P_{Kerem} , P_{Aylin} olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişkisi nedir?

- A) $P_{Kerem} > P_{Can} > P_{Aylin}$
- B) $P_{Kerem} = P_{Can} > P_{Aylin}$
- C) $P_{Can} > P_{Kerem} > P_{Aylin}$
- D) $P_{Aylin} > P_{Kerem} > P_{Can}$
- E) $P_{Kerem} = P_{Can} = P_{Aylin}$

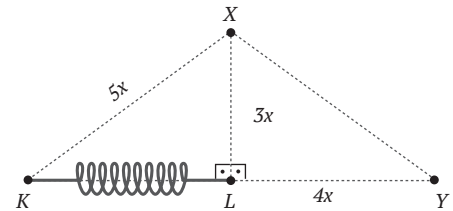
8. Ali, sürtünmesi önemsiz yatay düzlemde durmakta olan 2 kg kütleli cisme yatay 10 N'lık kuvvet uygulayarak cisme 20 m yol aldırıyor.

Mert, aynı düzlemde 5 kg kütleli cisme 10 N'lık yatay kuvvet uygulayarak cisme Ali'nin 2 kg kütleli cisme kazandırdığı enerji kadar enerji kazandırıyor.

Buna göre Mert, cisme kaç metre yol aldırmıştır?

- A) 20
- B) 30
- C) 40
- D) 50
- E) 100

9. Esneklik katsayısı k olan, serbest haldeki yayın bir ucu şekildeki K noktasına sabitlenmiştir.



Yayın L ucu X noktasına götürüldüğünde yayda depolanan esneklik potansiyel enerji EP_1 , Y noktasına götürüldüğünde EP_2 olduğuna göre, $\frac{EP_1}{EP_2}$ oranı kaçtır?

- A) 1
- B) $\frac{1}{2}$
- C) $\frac{1}{4}$
- D) $\frac{1}{8}$
- E) $\frac{1}{16}$