

11.1.6. Enerji ve Hareket

11.1.6.1. Esneklik potansiyel enerjisini örneklerle açıkla.

a. Öğrencilerin deney yaparak yaylara uygulanan kuvvet ile yayın boyundaki değişim arasındaki matematiksel modeli çıkarmaları sağlanır.

b. Öğrencilerin kuvvet-uzama miktarı grafiğinden yararlanarak esneklik potansiyel enerjisini hesaplamaları sağlanır.

11.1.6.2. Cisimlerin hareketini mekanik enerji korunumunu kullanarak analiz eder ve problemler çözer.

a. Öğrencilerin serbest düşme, atış hareketleri ve esnek yay içeren olayları incelemeleri ve mekanik enerjinin korunumunu kullanarak problemler çözmeleri sağlanır.

11.1.6.3. Sürtünmeli yüzeylerde enerji korunumunu ve dönüşümlerini kullanarak cisimlerin hareketini analiz eder ve problemler çözer.

1.6. ENERJİ VE HAYAT

Hayatımızın her anında ihtiyacımız olan enerjiyi birçok kaynaktan elde ederiz. Petrol kaynaklı enerji kaynaklarının tükenmeye başladığı günümüzde güneş, rüzgar enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına dönüş artmaktadır. Enerji, birçok farklı türde bulunabilir. Hareket eden cisimler için kinetik enerji, yüksekte duran cisimler için çekim potansiyel enerjisi, yediğimiz yiyeceklerde bulunan ATP enerjisi bunlardan bazılarıdır.

1.6.1. Esneklik Potansiyel Enerjisi

Bir yay kuvvet uyguladığımızda yay sıkışır. Yayı serbest bıraktığımızda yay, sıkışmadan önceki durumuna döner. Yay uyguladığımız kuvvet yayda enerji depolanmasına sebep olur.

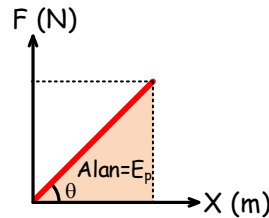
Yaydaki uzama, kuvvetle doğru orantılı olarak değişir.

Yaydaki uzamanın kuvvetle nasıl değiştiği gözlemi ilk olarak 1678 yılında Robert Hooke yapmıştır. Yayların kuvvetle uzanım bağıntısı $F=kx$ olarak ifade edilir. Bu ifadede F kuvveti, x uzama miktarını ve k da yay sabitini ifade eder. Bu ifade Hooke kanunu olarak adlandırılır. Fakat bir kanun değildir. Gerçek yaylar her zaman denklem ile tam uyumlu değildir. Bu ifade işimize yarayan ideal bir modeldir.

Yay sabiti (k) yayın cinsine ve kalınlığına göre değişir. Araba amortisörlerinde kullanılan yayların yay sabiti 10^5 mertebesinde.

Yay uyguladığımız kuvvet arttıkça yaydaki uzamanın değişimi şekildeki gibi olur. **Bu grafiğin uzama eksenine ile arasında kalan alan, yayda depolanan enerjiyi verir.** Bu alan:

Yaylarda depolanan bu enerjiye yayın esneklik potansiyel enerjisi denir.



$$F = kx$$

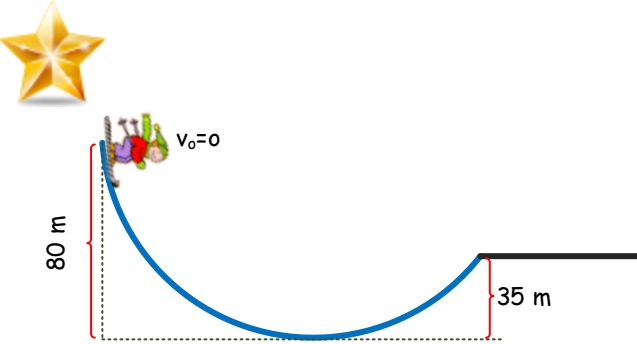
$$E_p = \frac{1}{2} kx^2$$

1.6.2. Mekanik Enerji Korunumu

Smaç atmak için zıplayan basketbolcunun zıplarken potansiyel enerjisi artar ve yukarı çıktıkça hızı azalır. Smaç attıktan sonra basketbolcu yere düşerken potansiyel enerjisi azalır, kinetik enerjisi artar.

Sırıyla yüksek atlayan sporcu, sıriği deliğe soktukten sonra sıriğin esneklik potansiyel enerji kazanmasını sağlar. Sporcu yükseldikçe sıriğin esneklik potansiyel enerjisi, çekim potansiyel enerjiye dönüşür. En yüksek noktaya gelen sporcu sıriği bırakarak en yüksek noktadan kendini düşmeye bırakır. Düşerken sporcunun potansiyel enerjisi kinetik enerjiye dönüşür (Hava sürtünmesi önemsiz).

Enerji, evrende korunan bir büyüklüktür. **Bir cismin sahip olduğu kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamına mekanik enerji denir.** Hareket eden bir cismin sürtünmesiz ortamda sahip olduğu mekanik enerji zamanla değişmez.



80 m yükseklikten ilk hızsız kaymaya başlayan kayakçı sürtünmelerin ihmal edildiği zeminde şekildeki yolu izliyor. Kayakçının 35 m yükseklikteki hızını bulunuz.

$$(g=10 \text{ m/s}^2)$$

$$E_{p1} = E_k + E_{p2}$$

$$mg(h_1 - h_2) = \frac{1}{2}mv^2$$

$$mgh_1 = E_k + mgh_2$$

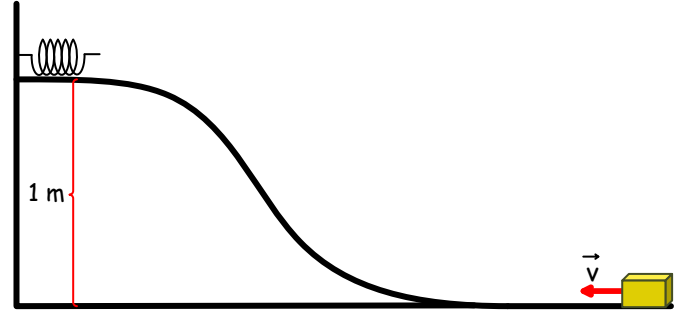
$$g(h_1 - h_2) = \frac{1}{2}v^2$$

$$mg(h_1 - h_2) = E_k$$

$$10(80-35) = \frac{1}{2}v^2$$

$$v^2 = 900$$

$$v = 30 \text{ m/s}$$



2 kg kütleli bir cisim, sürtünmenin ihmal edildiği yüzeyde v hızıyla şekildeki gibi atılarak yay sabiti 4000 N/m olan yayı 20 cm sıkıştırıyor. Cismin ilk hızını bulunuz.

$$(g=10 \text{ m/s}^2)$$

$$E_k = E_p + E_{pyay}$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh + \frac{1}{2}kx^2$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = 2 \cdot 10 \cdot 1 + \frac{1}{2} \cdot 4000 \cdot (0,2)^2$$

$$v^2 = 100$$
$$v = 10 \text{ m/s}$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = 2 \cdot 10 \cdot 1 + \frac{1}{2} \cdot 4000 \cdot (0,2)^2$$

$$\frac{1}{2}2v^2 = 100$$

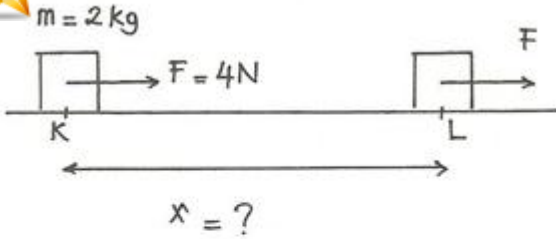
1.6.3. Sürtünmeli Yüzeylerde Enerji Korunumu ve Dönüşümü

Bir hızla hareket eden otomobil, kinetik enerjiye sahiptir. Otomobil, fren yapıp durduğunda kinetik enerjisini kaybeder. Otomobilin kinetik enerjisi tekerleklerle yol arasındaki sürtünme kuvvetinden dolayı ısı enerjisine dönüşür. Sürtünmeli yüzeylerde sürtünme kuvveti bir iş yapar. Yapılan iş, cismin sahip olduğu enerjiyi azaltır. Sürtünme kuvvetinin yaptığı iş:

$W = F_s \cdot x$ bağıntısı ile hesaplanır.

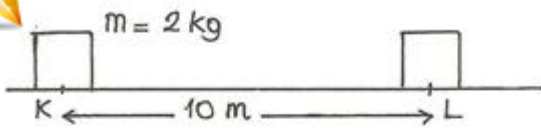
F_s , sürtünme kuvveti, x sürtünme kuvvetinin etki ettiği mesafeyi gösterir.

$$W = F_s \cdot x$$



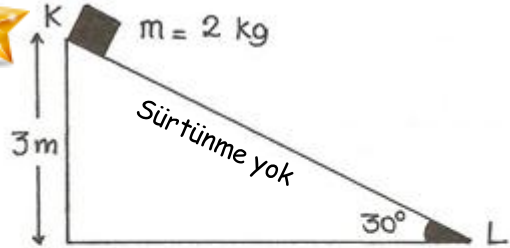
Sürtünmesiz yatay düzlemde durmakta olan cisme etkiyen F kuvvetinin etkisiyle L noktasındaki hızı 6 m/s oluyor. Buna göre KL arası kaç metredir? (9 m)

$$\left. \begin{array}{l} W = E_k \\ F \cdot x = \frac{1}{2} mv^2 \\ 4x = \frac{1}{2} 2 \cdot 6^2 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 4x = 36 \\ x = 9 \text{ m} \end{array}$$



Sürtünlü KL yolunda; K dan 10 m/s hızla geçen cisim L de duruyor.
 KL arası 10 m olduğuna göre cisme etki eden sürtünme kuvvetini ve yerin sürtünme katsayısını bulunuz. (10 N ; $0,5$)

$$\left. \begin{array}{l} W = E_k \\ F_s \cdot x = \frac{1}{2} mv^2 \\ F_s \cdot 10 = \frac{1}{2} 2 \cdot 10^2 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 10 F_s = 100 \\ F_s = 10 \text{ N} \\ F_s = kmg \\ 10 = k \cdot 2 \cdot 10 \end{array} \rightarrow k = 0,5$$



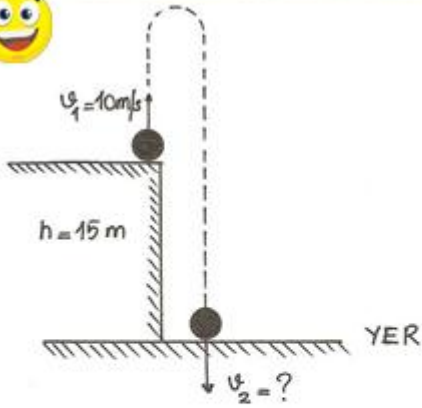
K noktasından serbest bırakılan cismin L noktasına varış hızını bulunuz. ($\sin 30^\circ = 0,5$)
 ($\sqrt{60} \text{ m/s}$)

$$\begin{array}{ll} mgh = \frac{1}{2} mv^2 & 10 \cdot 3 = \frac{1}{2} v^2 \\ gh = \frac{1}{2} v^2 & v^2 = 60 \end{array} \quad v = \sqrt{60} \text{ m/s} //$$



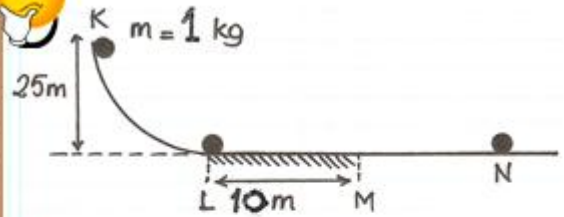
Yerden 45 m yükseklikten serbest bırakılan bir cismin yere çarpma hızı kaç m/s olur? (30 m/s)

Kendinizi deneyin!.....



Şekildeki gibi 10 m/s'lik hızla düşey yukarı atılan cismin yere çarpma hızını ve yerden maksimum yüksekliğini bulunuz. (20 m/s ; 20 m)

Kendinizi deneyin!.....

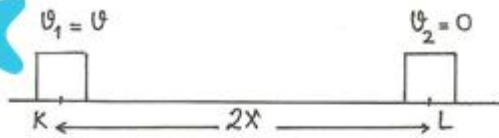


Şekildeki K noktasından serbest bırakılan cisme yalnızca LM arasında 5 N'lık sürtünme kuvveti etki etmektedir. Buna göre cismin N noktasındaki hızı nedir? (20 m/s)

$$mgh = f_s \cdot X + \frac{1}{2} mv^2 \quad 250 - 50 = \frac{1}{2} 1 \cdot v^2$$

$$1.10.25 = 5.10 + \frac{1}{2} 1 \cdot v^2 \quad v^2 = 400$$

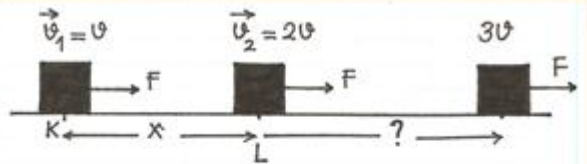
$$v = 20 \text{ m/s}$$



Şekildeki gibi sürtünmeli yatay düzlemde K noktasından v hızı ile geçen cisim 2x metre sonra duruyor. Bu cismin K'dan geçtikten x metre sonra hızı ne olur?

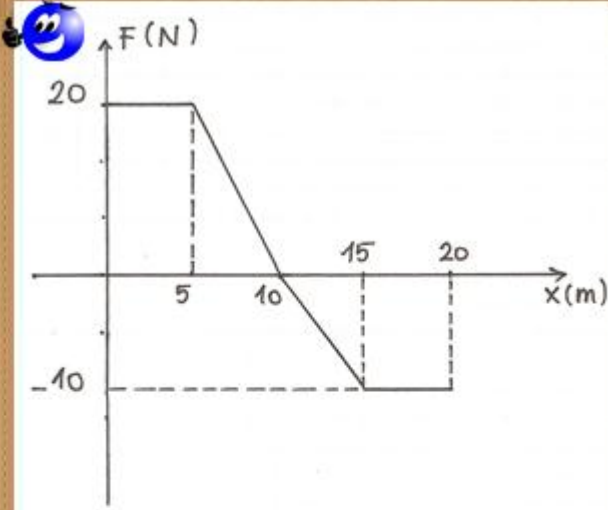
$$\left(\frac{\sqrt{2}}{2} v \right)$$

Kendinizi deneyin!.....



Sürtünmesiz yatay düzlemde K noktasındaki ilk hızı v olan cisme sabit F kuvveti etki etmeye başlıyor. Cismin hızı x metre sonra $2v$ oluyor. L'den kaç x metre sonra hızı $3v$ olur? (5/3)

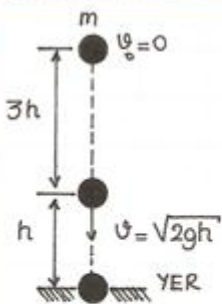
Kendinizi deneyin!.....



Sürtünmesiz yatay bir yolda hareket etmekte olan 2 kg kütleli bir cisim $x=0$ konumundan 5 m/s hızla geçmektedir. Bu cisme hareket doğrultusuna paralel kalan fakat büyüklüğü ve yönü grafikteki gibi değişen bir kuvvet uygulanıyor.

20 m'lik yolun sonunda cismin kinetik enerjisi ve hızı ne olur? (100 J ; 10 m/s)

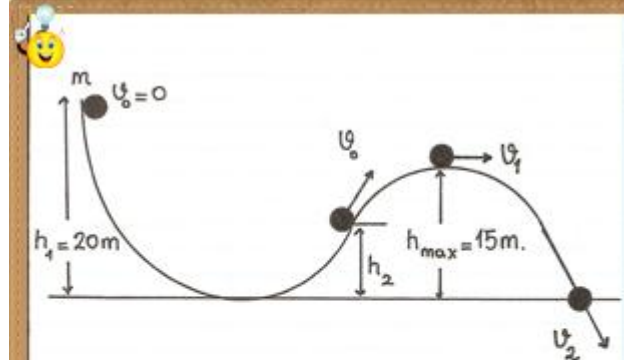
Kendinizi deneyin!.....



Yerden $4h$ yükseklikten serbest bırakılan cisim, yere çarpmasına h metre kaldığında hızı $\sqrt{2gh}$ oluyor. Buna göre $3h$ boyunca yere göre potansiyel enerjisinin ne kadarını kaybetmiştir?

(2mgh)

Kendinizi deneyin!.....



Sürtünmesiz ray üzerinde serbest bırakılan cisim şekildeki yolu izliyor. Şekle göre u_1 / u_2 hızlarının büyüklükleri oranı nedir? (1/2)

$$mgh_1 = \frac{1}{2} m(v_2)^2$$

$$(v_2)^2 = 2gh_1$$

$$(v_2)^2 = 2 \cdot 10 \cdot 20$$

$$(v_2)^2 = 400$$

$$v_2 = 20 \text{ m/s}$$

$$mgh_1 = \frac{1}{2} m(v_1)^2 + mgh_{\text{max}}$$

$$mgh_1 - mgh_{\text{max}} = \frac{1}{2} m(v_1)^2$$

$$10(20 - 15) = \frac{1}{2} (v_1)^2$$

$$(v_1)^2 = 2 \cdot 10 \cdot 5$$

$$(v_1)^2 = 100$$

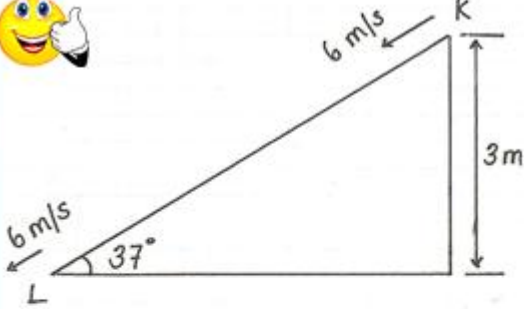
$$v_1 = 10 \text{ m/s}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{2}$$

0,2 kg kütleli bir top 2m yükseklikten yere düşüyor.

Düşme ve geri sıçrama süresince enerjisinin % 10'u ısıya dönüşüyor. Top ilk sıçramada yerden kaç m yükselir? (1,6 m)

Kendinizi deneyin!.....



K dan 6 m/s hızla atılan cisim eğik düzlem üzerinde sabit hızla hareket ediyor. L den 6 m/s hızla K'ya doğru atılırsa L den kaç metre ileride durur? (1,5 m)
($\sin 37^\circ = 0,6$; $\cos 37^\circ = 0,8$)

$$\frac{1}{2} mv^2 + mgh = \frac{1}{2} mv^2 + f_s \cdot X$$

$$mgh = f_s \cdot X$$

$$m \cdot 10 \cdot 3 = f_s \cdot 5$$

$$f_s = 6m$$

$$\frac{1}{2} mv^2 = mgh' + f_s \cdot X'$$

$$\frac{1}{2} m6^2 = m \cdot 10h' + 6m \cdot X'$$

$$18m = 10m(0,6X') + 6m \cdot X'$$

$$18m = 12mX'$$

$$X' = 1,5 \text{ m}$$

$$\sin 37^\circ = \frac{h}{X}$$

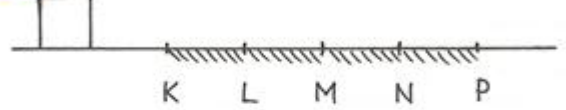
$$0,6 = \frac{3}{X}$$

$$X = 5 \text{ m}$$

$$\sin 37^\circ = \frac{h'}{X'}$$

$$0,6 = \frac{h'}{X'}$$

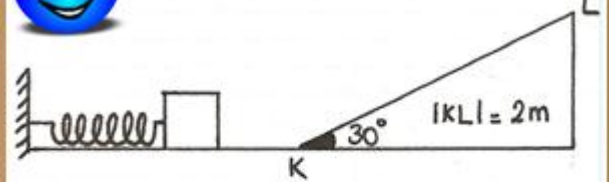
$$h' = 0,6X'$$



Şekildeki eşit bölmeli yatay KP yolunda sürtünme kuvveti sabittir.

Bu sürtünmeli yola v hızıyla giren cisim P noktasında durduğuna göre hızı nerede yarıya düşmüştür? (N noktasında)

Kendinizi deneyin!.....



Şekildeki sürtünmesiz düzende yay sabiti 600 N/m olan yay 0,2 m sıkıştırılarak önüne 1 kg kütleli cisim konmuştur.

Yay serbest bırakıldığında cisim L noktasından kaç m/s hızla geçer? (2 m/s)

$$\frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} mv^2 + mgh$$

$$\frac{1}{2} 600 \cdot (0,2)^2 = \frac{1}{2} 1 \cdot v^2 + 1 \cdot 10 \cdot 1$$

$$12 = \frac{1}{2} v^2 + 10$$

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

$$v^2 = 4$$

$$v = 2 \text{ m/s}$$

$$\sin 30^\circ = \frac{h}{KL}$$

$$0,5 = \frac{h}{2}$$

$$h = 1 \text{ m}$$



Sürtünmesiz yatay düzlemde bulunan 2 kg kütleli bir cisim, yay sabiti 200 N/m olan bir yaya 2 m/s hızla çarpıyor.

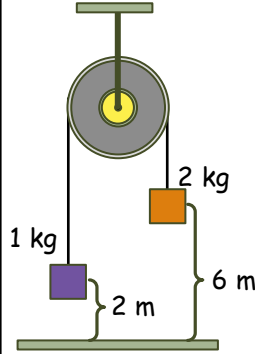
a. Yay en fazla kaç cm sıkışır ?
b. Yay 10 cm sıkıştığında cismin hızı kaç m/s dir ?
(a. 20 cm b. $\sqrt{3}$ m/s)

Kendinizi deneyin!.....

Kavram Yanılgıları

- ☐ Enerji kullanılır, azalır veya tükenir.
- ☐ Hareket etmeyen hiçbir şey enerjiye sahip değildir.
- ☐ Bir cisme etki eden kuvvet, cisim hareket etmese de iş yapar.
- ☐ Enerji, bir türden diğer türe dönüşürken kaybolur.
- ☐ Enerji tekrar kullanılabilir.
- ☐ Yer çekimi potansiyel enerji potansiyel enerjinin tek türüdür.
- ☐ Bir cisim düşmeye bırakıldığında, yer çekimi potansiyel enerjinin tamamı aynı anda kinetik enerjiye dönüşür.
- ☐ Enerjinin Newton'un kanunları ile bir ilgisi yoktur.
- ☐ Enerji bir kuvvettir.

Bölüm Sonu Değerlendirme Soruları



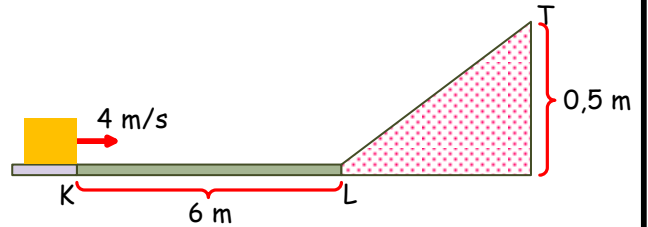
1) Ağırlıksız makara şeklindeki gibi bağlanan 1 kg ve 2 kg kütleli cisimlerle dengede tutuluyor. Sistem serbest bırakılırsa 2 kg kütleli K cismi yere çarpma hızı kaç m/s olur?

Cisimler aynı ipe bağlı olduklarından hızları aynı olur. 2 kg'lık cisim 6m aşağı inerse 1 kg'lık cisim 6 m yukarı çıkar ve yerden yüksekliği 8 m olur.

$$m_1gh_1 + m_2gh_2 = \frac{1}{2} m_1v^2 + \frac{1}{2} m_2v^2 + m_1g(h_1)'$$

$$1 \cdot 10 \cdot 2 + 2 \cdot 10 \cdot 6 = \frac{1}{2} 1 \cdot v^2 + \frac{1}{2} 2 \cdot v^2 + 1 \cdot 10 \cdot 8$$

$$140 - 80 = \frac{3v^2}{2} \quad 3v^2 = 120 \quad v^2 = 40 \quad v = 2\sqrt{10} \text{ m/s}$$



2) 2 kg kütleli cisim 4 m/s hızla şekildeki gibi fırlatılıyor. Cisim sürtünmeli olan 6 m uzunluğundaki KL yolunu geçtikten sonra sürtünmesiz eğik düzlemde T noktasına kadar çıkıyor ve geri dönüyor. Geri dönen cismin K noktasındaki hızını bulunuz.

K'den T'ye çıkarken

$$\frac{1}{2} mv^2 = f_s \cdot x + mgh$$

$$\frac{1}{2} 2 \cdot 4^2 = f_s \cdot x + 2 \cdot 10 \cdot 0,5$$

$$16 = f_s \cdot x + 10$$

$$f_s \cdot x = 6 \text{ J}$$

T'den K'ye gelirken

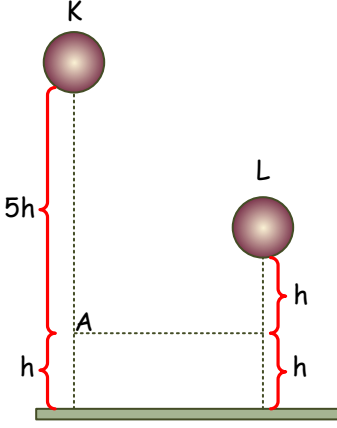
$$mgh = f_s \cdot x + \frac{1}{2} m(v')^2$$

$$\frac{1}{2} mv^2 = f_s \cdot x + f_s \cdot x + \frac{1}{2} m(v')^2$$

$$\frac{1}{2} 2 \cdot 4^2 = 6 + 6 + \frac{1}{2} 2(v')^2$$

$$(v')^2 = 16 - 12$$

$$v' = 2 \text{ m/s}$$



3) Şekildeki yüksekliklerden aynı anda bırakılan K ve L cisimleri A seviyesinden aynı kinetik enerji ile geçiyor. Cisimlerin yere çarptıkları andaki kinetik enerjilerinin oranı, $\frac{E_K}{E_L}$ kaçtır?

$$m_K g 6h = E_{KA} + m_K gh \quad m_L g 2h = E_{LA} + m_L gh$$

$$E_{KA} = 5m_K gh \quad E_{LA} = m_L gh$$

$$E_{KA} = E_{LA}$$

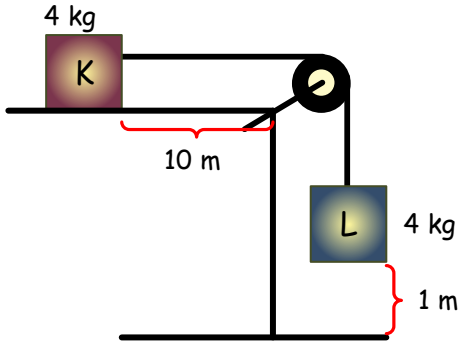
$$5m_K gh = m_L gh$$

$$5m_K = m_L$$

$$m_K g 6h = E_K \quad m_L g 2h = E_L$$

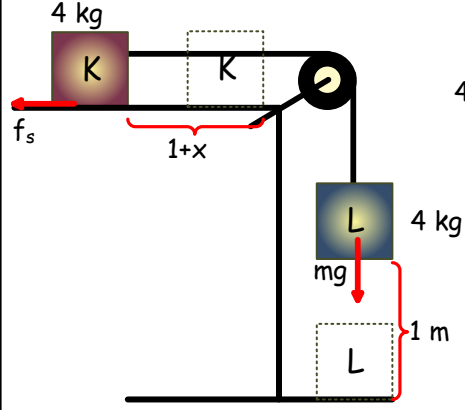
$$5m_K g 2h = E_L \quad 10m_K gh = E_L$$

$$\frac{E_K}{E_L} = \frac{6m_K gh}{10m_K gh} = \frac{3}{5}$$



4) Sürtünme katsayısı 0,5 olan düzlemde eşit kütleli cisimler şekildeki gibi bağlanarak serbest bırakılıyor. K cismi kaç metre yol aldıktan sonra durur?

Cisimler aynı ipe bağlı olduklarından hızları ve aldıkları yollar eşit olur. $mg > kmg$ olduğundan cisimler 1 m yol alırlar. L cismi yere değdiğinde K cismi sahip olduğu hızla sürtünme kuvvetinin etkisinde düzgün yavaşlayan hareket yapar. Duruncaya kadar sahip olduğu kinetik enerji sürtünme kuvveti tarafından harcanır.



$$F_{net} = m_T \cdot a$$

$$mg - fs = 8a$$

$$4 \cdot 10 - 0,5 \cdot 4 \cdot 10 = 8a$$

$$20 = 8a$$

$$a = 2,5 \text{ m/s}^2$$

$$v^2 = 2ax$$

$$v^2 = 2 \cdot 2,5 \cdot 1 = 5$$

L yere değdiğinde K cisminin sahip olduğu kinetik enerji

$$E_K = \frac{1}{2} mv^2$$

$$E_K = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 5$$

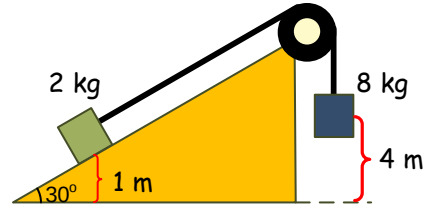
$$E_K = 10 \text{ J}$$

$$E_K = f_s \cdot x$$

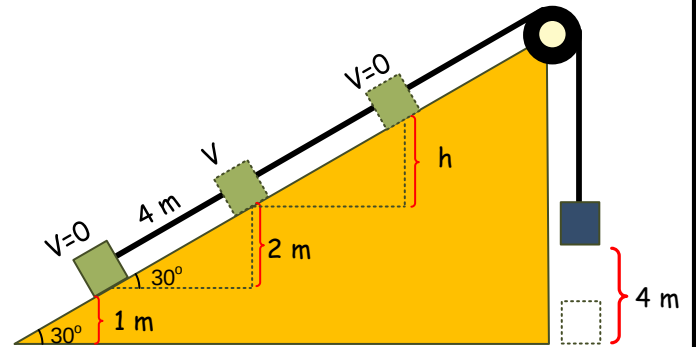
$$10 = 0,5 \cdot 4 \cdot 10 \cdot x$$

$$x = 0,5 \text{ m}$$

K cismi harekete başladıktan $1 + 0,5 = 1,5 \text{ m}$ sonra durur.



5) Şekildeki sürtünmesiz sistem serbest bırakılıyor. 8 kg'lık cisim yere çarptığı anda 2 kg'lık cismin hızını ve yerden en fazla çıkabileceği yüksekliği bulunuz (Eğik düzlem yeterince uzun).



Sistem serbest bırakıldığında net kuvvetin etkisinde sağa doğru hareket eder. 8 kg kütleli cisim yere çarpıncaya kadar 4 m yol alır. Bu sırada 2 kg kütleli cisim eğik düzlem üzerinde 4 m yol alırken $\sin 30^\circ = 0,5$ olduğundan yerden 3 m yüksekliğe ulaşır. Cisimlerin başlangıçta sahip oldukları potansiyel enerjilerin toplamı, 8 kg kütleli cisim yere çarptığı anda cisimlerin sahip oldukları kinetik enerjilerinin toplamı ile 2 kg kütleli cismin sahip olduğu potansiyel enerjiye eşit olur.

Cisimler aynı ipe bağlı olduklarından hızları ve aldıkları yollar eşit olur.

$$2 \cdot 10 \cdot 1 + 8 \cdot 10 \cdot 4 = \frac{1}{2} 2v^2 + \frac{1}{2} 8v^2 + 2 \cdot 10 \cdot 3$$

$$340 - 60 = 5v^2$$

$$280 = 5v^2$$

$$v^2 = 56$$

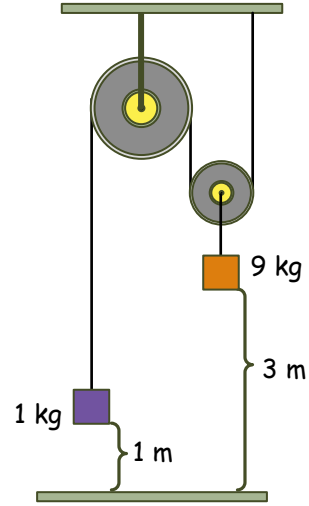
2 kg kütleli cisim eğik düzlem sürtünmesiz olduğundan sahip olduğu kinetik enerjinin tamamı potansiyel enerjiye dönüşünceye kadar hareketine devam eder.

$$\frac{1}{2} 2v^2 = 2 \cdot 10 \cdot h$$

$$\frac{1}{2} 2 \cdot 56 = 2 \cdot 10 \cdot h$$

$$h = 2,8 \text{ m}$$

2 kg'lık cisim yerden toplam $3 + 2,8 = 5,8 \text{ m}$ yüksekliğe çıkar ve hızı sıfır olur.



7) Ağırlıksız makaralar ile kurulan şekildeki sistem serbest bırakılıyor.

A) 9 kg kütleli cisim yere kaç m/s hızla çarpar?

B) 1 kg kütleli cisim en fazla kaç m yükselir?

9 kg kütleli cismin hızı v ise 1 kg kütleli cismin hızı $2v$ olur. Buna göre 9 kg kütleli cisim 3 m yol alarak yere düştüğünde 1 kg kütleli cisim 6 m yol alarak yerden 7 m yükseklikte olur.

9 kg kütleli cisim yere düştüğünde, 1 kg kütleli cisim sahip olduğu kinetik enerjinin tamamı potansiyel enerjiye dönüşmek üzere h kadar daha yükselir.

$$m_1gh_1 + m_2gh_2 = \frac{1}{2} m_1(2v)^2 + \frac{1}{2} m_2v^2 + m_1gh'$$

$$1 \cdot 10 \cdot 1 + 9 \cdot 10 \cdot 3 = \frac{1}{2} 1 \cdot 4v^2 + \frac{1}{2} 9v^2 + 1 \cdot 10 \cdot 7$$

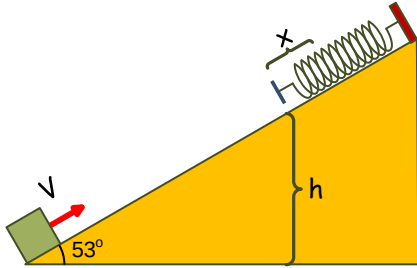
$$210 = \frac{13v^2}{2}$$

$$v^2 = \frac{420}{13}$$

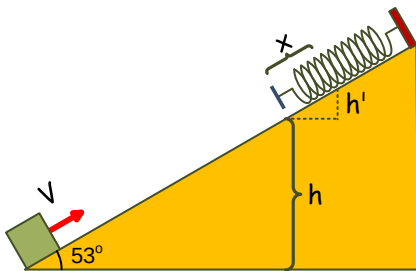
$$v = \sqrt{\frac{420}{13}} \text{ m/s}$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{2} 1 \cdot 4v^2 &= 1 \cdot 10 \cdot h \\ \frac{1}{2} 4 \frac{420}{13} &= 10 \cdot h \end{aligned} \right\} \begin{aligned} H &= 7 + \frac{84}{13} \\ H &= \frac{175}{13} \text{ m} \end{aligned}$$

$$h = \frac{84}{13} \text{ m}$$



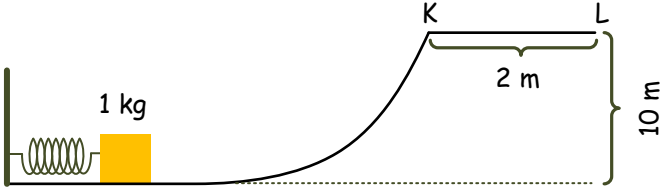
6) Şekildeki m kütleli K cismi v hızıyla fırlatıldığında yayı x kadar sıkıştırıyor. Sistemin enerji dönüşüm denklemlerini yazınız.



$$h' = x \sin 53^\circ$$

$$\frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} kx^2 + mg(h + h')$$

$$\frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} kx^2 + mg(h + x \sin 53^\circ)$$



8) Kütlesi 1 kg olan bir kutu şekildeki gibi 10 cm sıkıştırılmış yayın önüne konuluyor. Yay serbest bırakıldıktan sonra sürtünmesi önemsiz yolu izleyen kutu sürtünmeli KL yoluna gelerek L noktasında duruyor. Sürtünme katsayısı $k=0,1$ olduğuna göre yayın yay sabiti kaçtır?

$$\frac{1}{2} kx^2 = f_s \cdot x + mgh$$

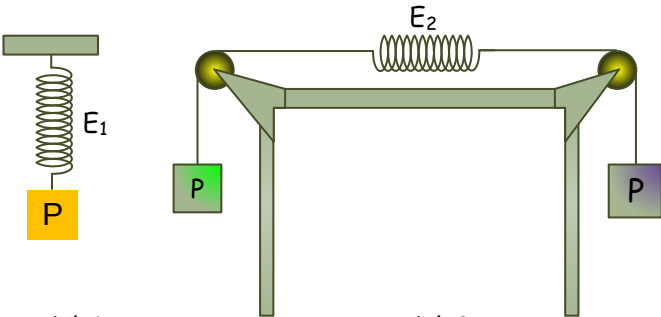
$$\frac{1}{2} k(0,1)^2 = 0,1 \cdot 10 \cdot 2 + 1 \cdot 10 \cdot 10$$

$$\frac{1}{2} 0,01k = 102$$

$$k = 20400 \text{ N/m}$$

$$P=kx \quad x = \frac{P}{k}$$

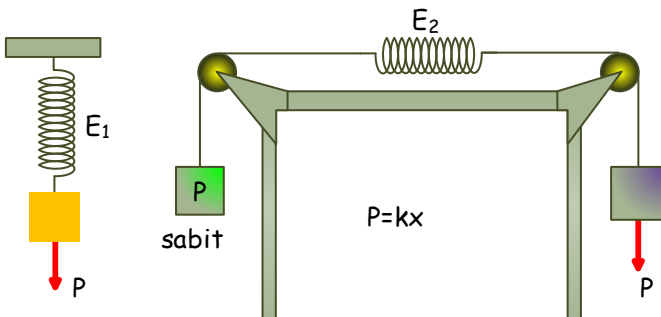
$$\left. \begin{matrix} x_1 = x_2 \\ k_1 = k_2 \end{matrix} \right\} E = \frac{1}{2} kx^2 \Rightarrow E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = 1$$



Şekil-1

Şekil-2

9) Özdeş yaylarla kurulu sistemlerde Şekil 1'deki yayda depolanan enerji E_1 , Şekil 2'deki sistemde yayda depolanan enerji E_2 dir. $\frac{E_1}{E_2}$ oranı kaçtır?



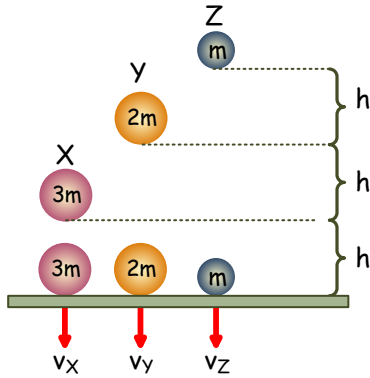
Şekil-1

Şekil-2

TEST SORULARI

1

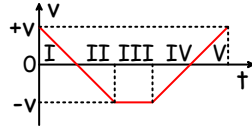
Şekilde kütleleri ve yükseklikleri verilen cisimler serbest bıraktıklarında yere çarpma hızları arasında nasıl bir ilişki vardır?



- A) $v_X > v_Y > v_Z$ B) $v_Z > v_Y > v_X$ C) $v_X = v_Z < v_Y$
D) $v_Y = v_Z > v_X$ E) $v_X = v_Y = v_Z$

2

Şekilde düz bir yolda giden cismin hız-zaman grafiği verilmiştir.

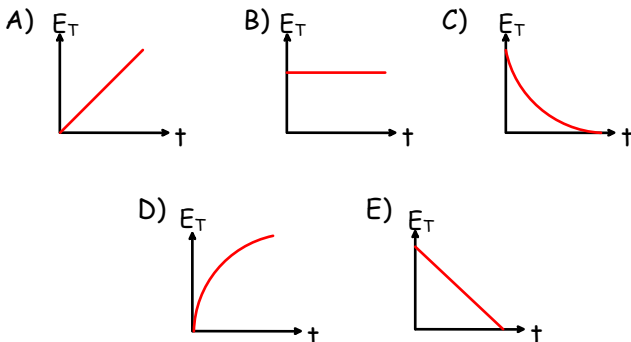
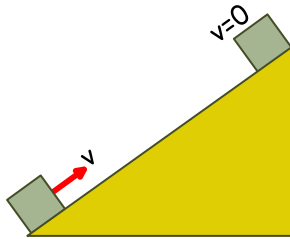


Hangi aralıklarda cismin kinetik enerjisi azalmıştır?

- A) Yalnız I B) Yalnız IV C) II ve V
D) I ve IV E) II ve IV

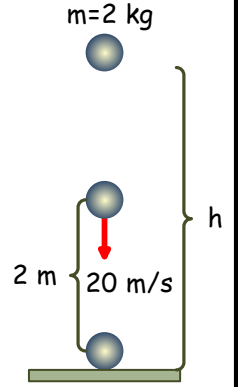
3

Sürtünmesiz eğik düzlemin alt ucundan v hızı ile atılan cismin toplam enerjisini aşağıdaki grafiklerden hangisi ifade eder?



4

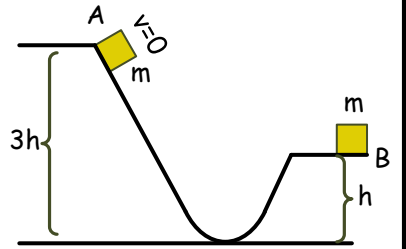
Şekilde 2 kg kütleli bir cisim serbest bırakılıyor. Yere çarpmadan önce 2 metre yükseklikteki hızı 20 m/s olan cismin bırakıldığı yükseklik kaç metredir? (Sürtünme yok.)



- A) 20 B) 22 C) 26 D) 32 E) 36

5

Sürtünmesiz sistemde A noktasından serbest bırakılan cismin B noktasındaki hızı aşağıdakilerden hangisidir?



- A) $\sqrt{gh}$ B) $\sqrt{2gh}$ C) $\sqrt{3gh}$ D) $2\sqrt{gh}$ E) $\sqrt{5gh}$

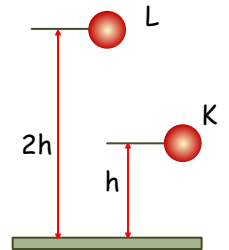
6

Sürtünme katsayısı 0,1 olan bir yüzeyde 10 m/s hızla gitmekte olan 2 kg kütleli bir cisme hareket yönünde, 2 saniye süresince $F=4N$ şiddetinde bir kuvvet etki ediyor. Buna göre cismin son kinetik enerjisi kaç joule olur?

- A) 50 B) 100 C) 144 D) 150 E) 200

7

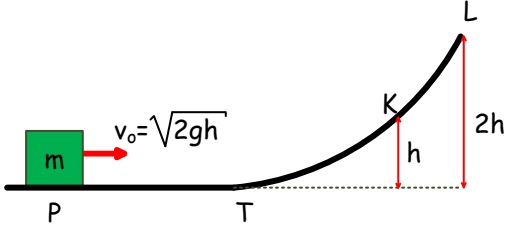
Şekildeki istemde K ve L cisimlerinin yükseklik potansiyel enerjilerinin oranı $\frac{E_K}{E_L} = \frac{1}{3}$ tür.



Cisimler kendi aralarında yer değiştirirse $\frac{E_K}{E_L}$ oranı ne olur?

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

8



Şekildeki sürtünmesiz sistemde P noktasından $v_0 = \sqrt{2gh}$ ilk hızıyla hareket geçen m kütleli cisim hangi noktaya çıkabilir?

- A) K B) TK arası C) L
D) KL arası E) L'den daha yukarı

9

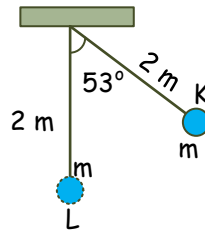
Sürtünmeli bir yüzeyde duran m kütleli bir cisim v_0 hızıyla fırlatılınca x yolunu alarak duruyor. Cisimle yüzey arasındaki sürtünme katsayısı aşağıdaki ifadelerden hangisiyle bulunur?

- A) $\frac{v_0}{2xg}$ B) $\frac{(v_0)^2}{2xg}$ C) $\frac{v_0}{xg}$ D) $\frac{(v_0)^2g}{2x}$ E) $\frac{(v_0)^2x}{2g}$

10

K noktasından serbest bırakılan m kütleli cismin L noktasındaki hızı nedir?

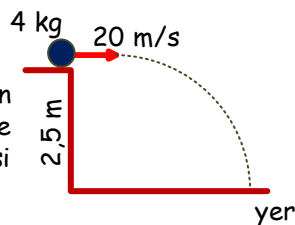
($\sin 53^\circ = 0,8$; $\cos 53^\circ = 0,6$)



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

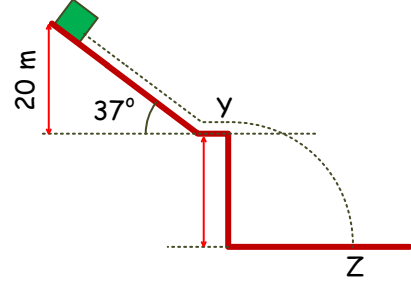
11

Yerden 2,5 m yükseklikten şekildeki gibi atılan cismin yere çarptığı andaki kinetik enerjisi kaç J'dür?



- A) 500 B) 600 C) 700 D) 800 E) 900

12



Bir cisim şekildeki sürtünmesiz ortamda hızlanarak Y noktasında yatay atış yapıyor ve t süre sonra Z noktasında yere çarpıyor. Cismin Y ve Z noktalarındaki hızlarının $\frac{v_Y}{v_Z}$ oranı kaçtır?

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

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

13

Yerden h kadar yükseklikte bulunan 2m ve 2h yükseklikte bulunan m kütleli cisimler serbest bırakılıyor. 2m kütleli cisim yere v_A , m kütleli cisim v_B hızlarıyla çarptığına göre, bu hızlar hakkında ne söylenebilir?

- A) $v_A = 2v_B$ B) $2v_A = v_B$ C) $v_A = v_B$
D) $\sqrt{2}v_A = v_B$ E) $v_A = \sqrt{2}v_B$

14

Yatay düzlemde bulunan 1 metre uzunluğunda ve 2 kg kütleli kalasın bir ucunu yerden 0,5 m yukarı kaldırmak için yapılan iş kaç J olur?

- A) 5 B) 6 C) 7 D) 9 E) 10

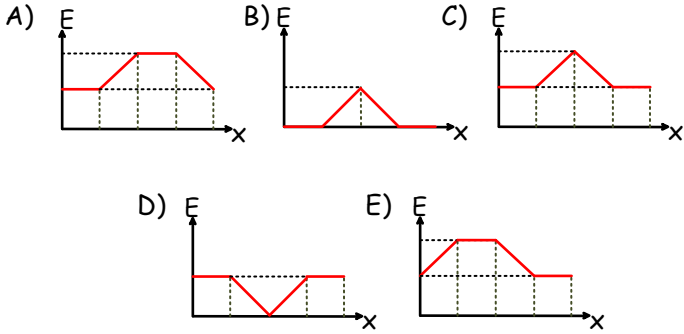
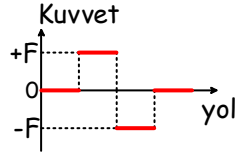
15

Sürtünmeli yatay düzlemde 4 m/s hızla fırlatılan 2 kg kütleli cisim 10 m sonra durduğuna göre sürtünme kuvveti kaç N'dur?

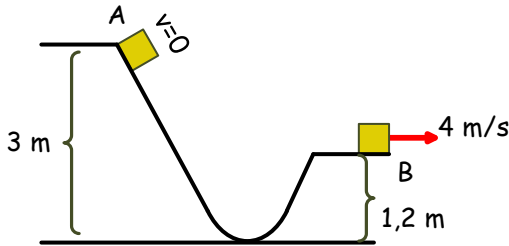
- A) 3 B) 2,5 C) 2 D) 1,6 E) 1

16

Pozitif x yönünde sabit v hızı ile giden cismin kuvvet-yol grafiği şekildeki gibidir. Bu cisme ait enerji-yol grafiği nasıldır?



17



A noktasından serbest bırakılan 2 kg kütleli cisim B noktasından 4 m/s hızla geçiyor.

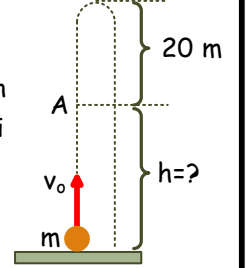
Buna göre sürtünmeden dolayı ısıya dönüşen enerji kaç J'dur?

- A) 10 B) 20 C) 36 D) 160 E) 180

18

v_0 hızıyla düşey yukarı yönde atılan cismin A noktasındaki kinetik enerjisi E_k , toplam enerjisi E_T dir.

$\frac{E_T}{E_k} = 4$ ise, A noktasının yerden yüksekliği kaç m'dir?



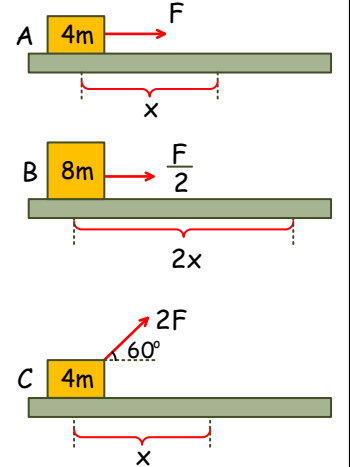
- A) 25 B) 45 C) 60 D) 75 E) 90

19

Sürtünmesiz yüzeylerdeki A, B, C cisimlerine uygulanan kuvvetler F, F/2 ve 2F dir.

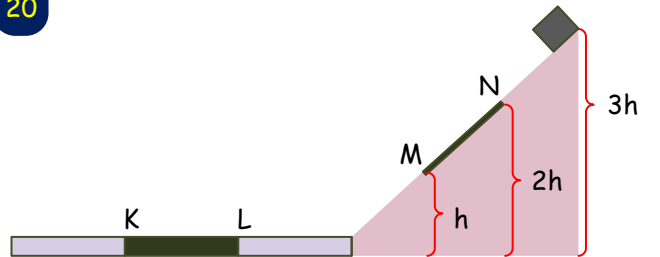
Cisimlerin aldıkları x, 2x, x yollarının sonunda ulaştıkları hızları v_1, v_2, v_3 ise aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

($\cos 60^\circ = 0,5$)



- A) $v_1 > v_2 > v_3$ B) $v_1 = v_2 < v_3$ C) $v_1 = v_3 < v_2$
D) $v_1 = v_3 > v_2$ E) $v_1 = v_2 = v_3$

20

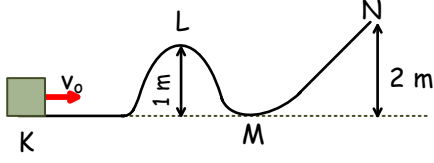


Şekildeki sistemde sadece KL ve MN bölümü sürtünmelidir. Eğik düzlemin üst ucundan serbest bırakılan cisim, MN bölümünden sabit hızla geçip K noktasında duruyor.

Isıya dönüşen enerjinin MN bölümündeki değeri E_{MN} 'nin, KL bölümündeki değeri E_{KL} 'ye oranı kaçtır?

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

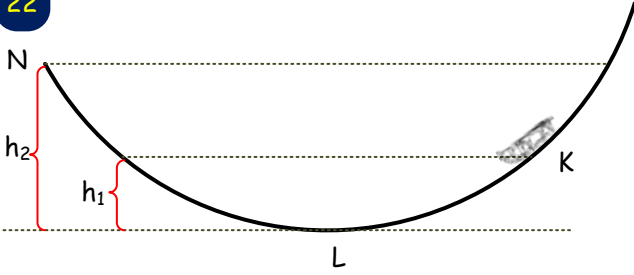
21



Düsey kesiti verilen sürtünmesiz yolun K ucundan v_0 hızıyla fırlatılan cisim KLMN yolunu izleyerek N'ye çıkıp geri dönüyor. v_0 hızı kaç m/s dir?

- A) 4 B) 6 C) $\sqrt{40}$ D) $2\sqrt{30}$ E) 40

22



Düsey kesiti şekilde verilen buzlu yolun K noktasından harekete geçen bir kızak, K'den daha yuksekteki N noktasına çıkıyor.

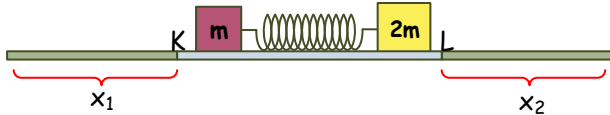
Bu olayda,

- I. LN yolunun az eğimli olması,
II. Yolun LN bölümünün daha az sürtünmeli olması
III. K'de kızığa ilk hız verilmesi

koşullarından hangisi etkin olmuştur?

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

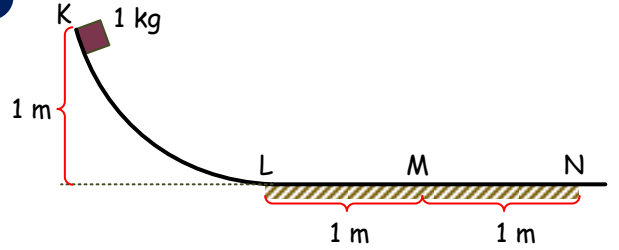
23



Şekilde yatay düzlemin yalnız KL arası sürtünmesizdir. Sıkıştırılmış yay serbest kalınca m ve 2m kütleli cisimler, sürtünmeli bölgede x_1 ve x_2 yollarını aldıktan sonra duruyorlar. Sürtünme katsayısı her iki cisim için aynı olduğuna göre $\frac{x_1}{x_2}$ oranı kaçtır?

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

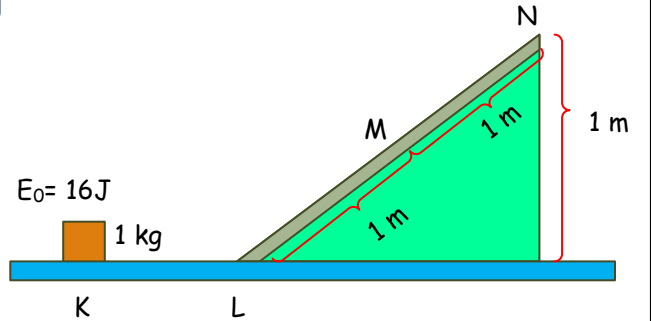
24



Şekildeki yolun K noktasından ilk hızsız bırakılan cisme LMN sürtünmeli bölgede 6 N'luk sürtünme kuvveti etki ediyor. **Cisim nerede durur?**

- A) LM arasında B) M'de C) MN arasında
D) N'de E) N'den ötede

25

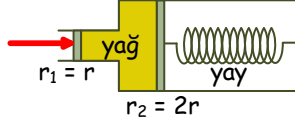


Şekildeki yolun KL arası sürtünmesiz, LN arası sürtünmelidir. K'den 16 J'lük bir enerjiyle fırlatılan cisme LN arasında 4 N'luk sabit bir sürtünme kuvveti etki ediyor. **Cismin hareketi nasıl tanımlanır?**

- A) LM arasında bir yere çıkar ve orada kalır.
B) Tam M'ye çıkar ve oradan geri döner.
C) MN arasında bir yere çıkar ve oradan geri döner.
D) MN arasında bir yere çıkar ve orada kalır.
E) N'den boşluğa fırlar.

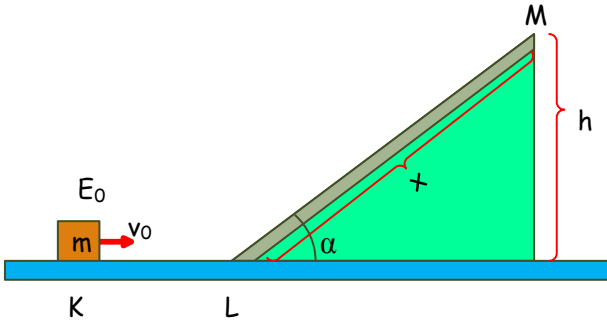
26

Şekildeki düzende r yarıçaplı piston x kadar itilince esneklik sabiti k olan yayda depolanan enerji aşağıdakilerden hangisine eşit olur?



- A) $\frac{kx^2}{32}$ B) $\frac{kx^2}{16}$ C) $\frac{kx^2}{8}$ D) $\frac{kx^2}{4}$ E) $\frac{kx^2}{2}$

27



Şekildeki yolun KL arası sürtünmesiz, LM arası sürtümlüdür. K'den v_0 hızı ve E_0 enerjisiyle harekete geçirilen m kütleli cisme LM yolu boyunca sabit f_s sürtünme kuvveti etki ediyor.

Cismin M noktasına kadar çıkıp geri dönebilmesi için,

I. $f_s < mg \frac{h}{x}$

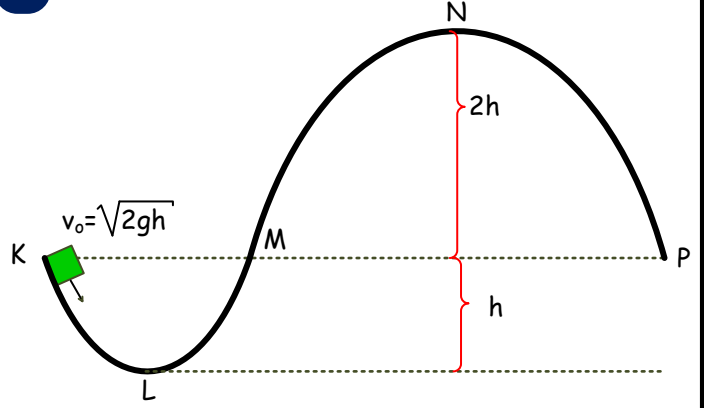
II. $E_0 = mgh + f_s \cdot x$

III. $(v_0)^2 < 2gh$

koşullarından hangisi ya da hangileri gereklidir?

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

28



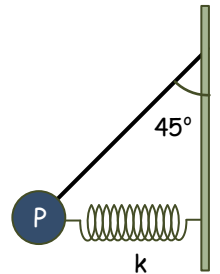
Düsey kesiti şekilde verilen sürtünmesiz yolun K ucundan $v_0 = \sqrt{2gh}$ hızıyla fırlatılan cismin bu yol üzerindeki hareketi nasıl olur?

- A) M'ye kadar çıkar ve oradan geri döner.
B) MN arasından geri döner, K'den v_0 hızıyla fırlar.
C) N'ye kadar çıkar ve orada kalır.
D) N'den boşluğa yatay olarak fırlar.
E) P'den boşluğa düşer.

29

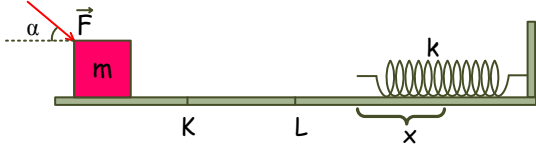
Ağırlığı P olan bir küre, şekildeki yayı sıkıştırmıştır. Esneklik sabiti k olan bu yayda depolanan enerji aşağıdakilerden hangisine eşit olur?

($\tan 45^\circ = 1$)



- A) $\frac{P}{2k}$ B) $\frac{2P^2}{k}$ C) $\frac{P^2}{k}$ D) $\frac{P}{\sqrt{2}k}$ E) $\frac{P^2}{2k}$

30



Sürtünmesiz yatay düzlemdeki m kütleli cisme F kuvveti yalnız KL yolu boyunca etki ediyor. Cisim yayı x kadar sıkıştırdığına göre aşağıdaki niceliklerden hangisinin değişimi x'in büyüklüğünü etkilemez?

- A) α açısı B) F kuvveti C) KL yolu
D) k, yay sabiti E) m kütlesi

31

Şekildeki kap, yarısına kadar su dolu iken, üzerine alkol akıtılarak ağızına kadar dolduruluyor.

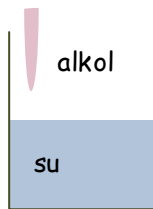
Kap dolarken,

- I. Özkütle,
II. Basınç,
III. Karışımın potansiyel enerjisi

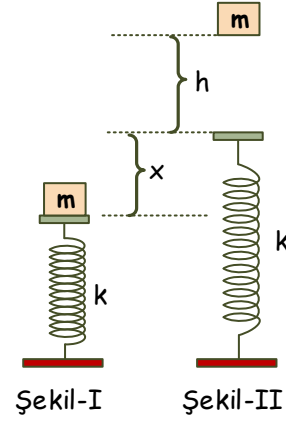
niceliklerinde zamanla neler gözlenir?

$(d_{alkol} < d_{su})$ (Alkol, suda çözünür.)

- A) I ve II artar, III değişmez.
B) I azalır, II ve III artar.
C) I azalır, II ve III değişmez.
D) I ve II azalır, III değişmez.
E) I ve II artar, III azalır.



32



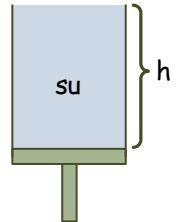
Kuvvet sabiti k olan bir yay tamponu x kadar sıkıştırılıp üzerine m kütleli bir cisim konmuştur. Yay serbest bırakılınca cisim h yüksekliğine kadar çıkıyor.

Buna göre yayın cisme aktardığı kinetik enerji aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $\frac{1}{2} kx^2 - mgx$ B) $\frac{1}{2} kx^2 + mgh$
C) $\frac{1}{2} kx^2 + mg(h+x)$ D) $\frac{1}{2} kx^2$
E) $mg(h+x)$

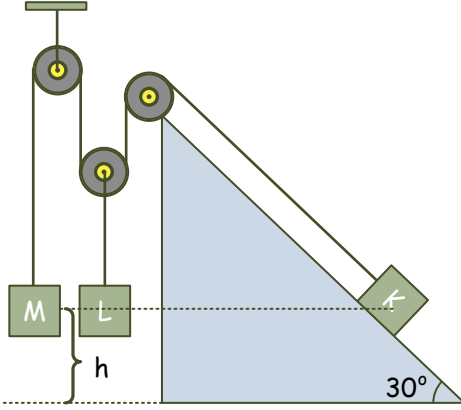
33

Şekildeki piston itilerek suyun hepsi boşaltılıyor. Bu işlemde yapılan iş aşağıdakilerden hangisine eşittir?



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

34



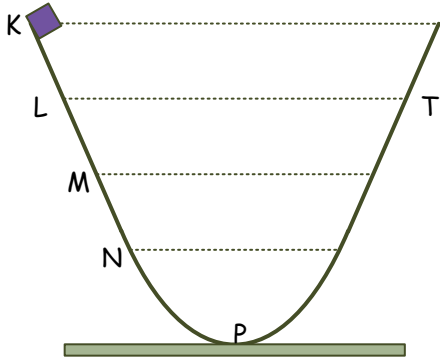
Şekildeki sistemde sürtünmelerle makaraların ağırlıkları önemsiz ve sistem dengededir.

Buna göre aynı düzeyde bulunan K, L, M cisimlerinin yere göre potansiyel enerjilerinin büyüklük sırası nasıldır?

$$(\sin 30^\circ = \frac{1}{2}; \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2})$$

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

35



Şekilde sürtünmeli yolun K noktasından ilk hızsız bırakılan m kütleli cisim T noktasına kadar çıkabiliyor. Yol boyunca sürtünme kuvveti sabit olduğuna göre cisim T'den döndükten sonra nereye kadar çıkabilir? (Paralel çizgiler eşit aralıktır)

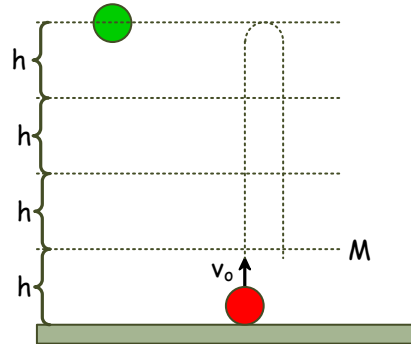
- A) L B) LM arası C) M
D) MN arası E) N

36

Sürtünmelerin önemsenmediği bir ortamda yerden h yükseklikten bırakılan m_1 ve $3h$ yükseklikten bırakılan m_2 kütleli cisimlerin yere çarpma kinetik enerjileri birbirine eşit olduğuna göre m_1/m_2 oranı kaçtır?

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

37

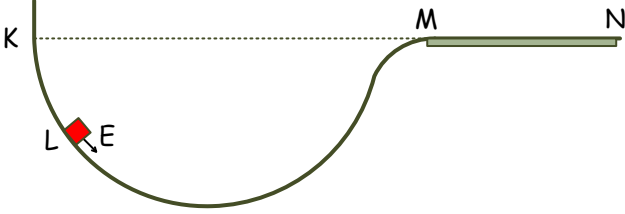


Özdeş cisimlerden birisi yerden $4h$ yüksekliğinden serbest bırakıldığında, diğeri yerden düşey olarak yukarı doğru v_0 hızıyla atılmaktadır.

Cisimlerin yörüngeleri şekildeki gibi ise M noktasındaki kinetik enerjilerinin oranı kaçtır?

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

38

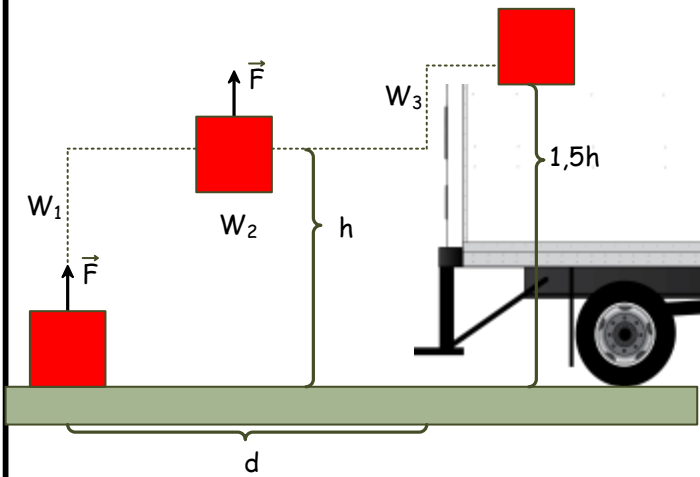


Şekildeki KN yolunun yalnız MN bölümü sürtünmelidir. L konumundan E kinetik enerjisi ile harekete başlayan bir cisim MN yolunu alarak N de duruyor.

Bu cisim aynı kinetik enerji ile N'den M'ye doğru atılırsa nasıl bir hareket yapar?

- A) M konumuna gelmeden durur.
- B) L konumuna kadar gelip oradan geri döner.
- C) KL arasında bir yere çıkıp geri döner.
- D) K konumuna kadar çıkıp geri döner.
- E) K konumundan daha yukarı çıkar ve geri döner.

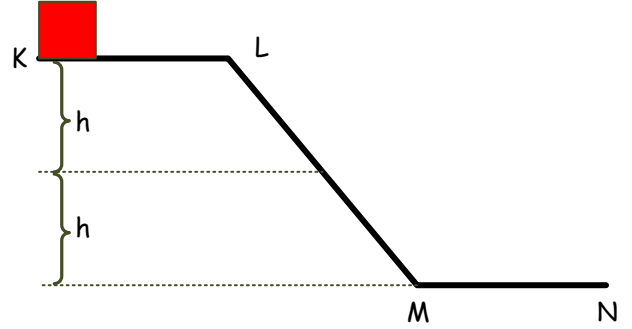
39



Bir sandık yerden h kadar kaldırılarak d kadar uzaktaki kamyonu getiriliyor ve yerden $1,5h$ yükseklikteki kasasına yükleniyor. Üç ayrı olay için yapılan işler W_1 , W_2 , W_3 olduğuna büyükten küçüğe nasıl sıralanır?

- A) $W_1 > W_2 > W_3$
- B) $W_1 > W_3$, $W_2 = 0$
- C) $W_2 > W_1$, $W_3 = 0$
- D) $W_1 > W_2 = W_3$
- E) $W_3 = W_2 > W_1$

40



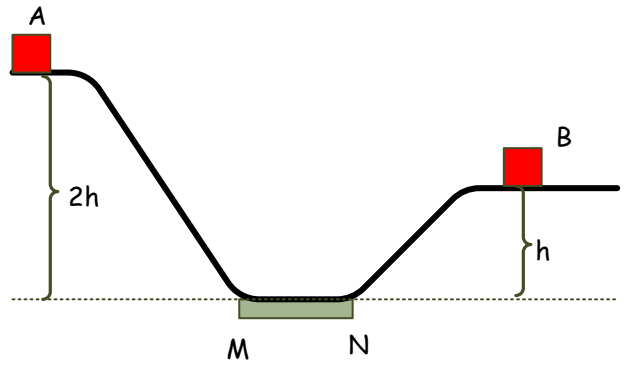
Şekildeki sistemde cisim K noktasından itilip bırakılınca KLMN yolu boyunca hızının büyüklüğü değişmiyor.

Buna göre aşağıdaki olaylardan hangisi doğrudur?

- I. KL yolu sürtünmesizdir.
- II. LM ve MN yolu boyunca sürtünme kuvveti sabittir.
- III. Sürtünmeler nedeniyle LM ve MN yollarında ısıya dönüşen enerjiler eşittir.

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

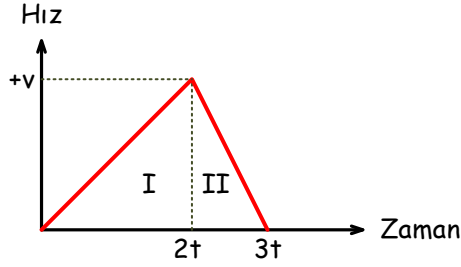
41



Şekildeki yörüngenin sadece MN arası sürtünmelidir. A noktasındaki enerjisi E olan cisim B'ye geldiği anda kinetik enerjisi $E/8$ olduğuna göre MN arasında sürtünmeye karşı kullanılan enerji nedir?

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

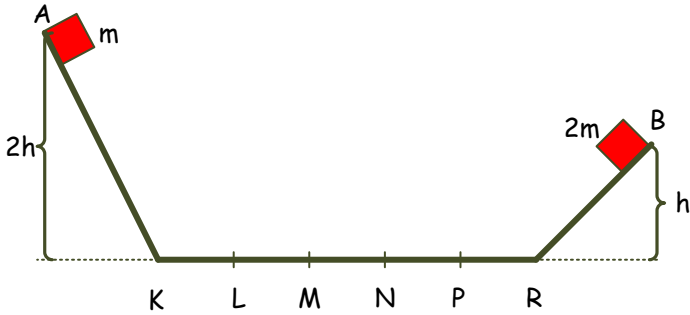
42



Sürtünmesiz yatay düzlemde hareket eden m kütleli cismin hız-zaman grafiği şekildeki gibidir. I'inci bölgede yapılan iş W_1 , II'nci bölgede yapılan iş W_2 ise aralarındaki ilişki nedir?

- A) $W_1 = W_2$ B) $W_1 = 2W_2$ C) $W_2 = 2W_1$
 D) $W_1 = 4W_2$ E) $W_2 = 3W_1$

43

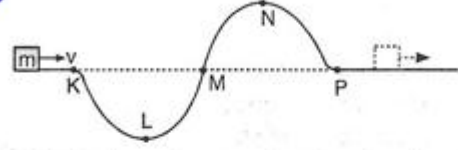


Sürtünmesiz eğik düzlemlerde A noktasından bırakılan m kütleli cisim M'de duruyor. B noktasından bırakılan $2m$ kütleli cisim nerede durur?

(Cisimler ile yatay yüzey arasında sürtünme katsayıları eşittir.)

- A) M B) N C) P D) L E) MN arası

44)



Şekildeki sürtünmesiz ortamda v hızıyla atılan cisim KLMNP yolunu izliyor.

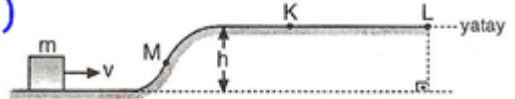
Buna göre,

- I. Cismin K, M ve P noktalarındaki kinetik enerjileri eşittir.
- II. Cisim, en büyük kinetik enerjiye L noktasında iken sahiptir.
- III. Cismin, N noktasındaki mekanik enerjisi en küçüktür.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

45)



Düşey kesiti şekildeki gibi olan sürtünmesi önemsiz zeminde hareket eden m kütleli cismin hızı v dir.

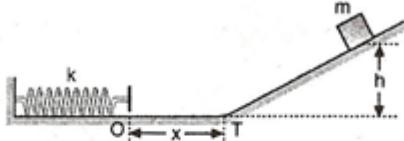
Bu cisim;

- I. M ye kadar çıkıp geri dönebilir.
- II. L noktasına gelir ve serbest düşme yapar.
- III. L den yatay atış hareketi yapabilir.

hareketlerinden hangilerini yapamaz?

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

46)



Sürtünmesi önemsiz düzende m kütleli cisim serbest bırakılıyor ve yayı bir miktar sıkıştırıyor.

Yaydaki sıkışma miktarını artırmak için,

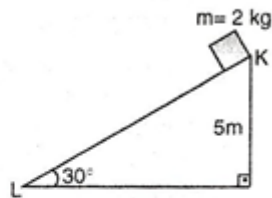
- I. m kütlesi artırılmalı
- II. x uzaklığı azaltılmalı
- III. h yüksekliği artırılmalı

işlemlerinden hangileri tek başına yapılmalıdır?

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

47)

Şekildeki eğik düzlemin K noktasından serbest bırakılan 20 newton ağırlıklı cisim kayarak L noktasına 8 m/s hızla varıyor.



Buna göre,

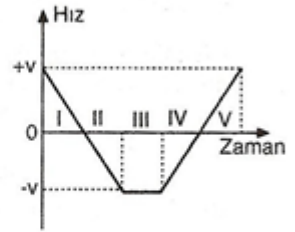
- I. K noktasındaki toplam enerji, L deki toplam enerjiye eşittir.
- II. Isıya dönüşen enerji 36 joule dır.
- III. Yüzey sürtünmelidir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

48)

Düz bir yolda giden cismin hız – zaman grafiği şekildeki gibidir.

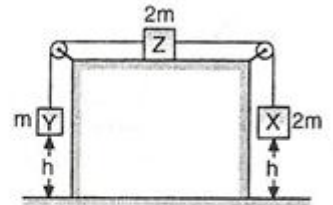


Hangi aralıklarda cismin kinetik enerjisi azalmıştır?

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

49)

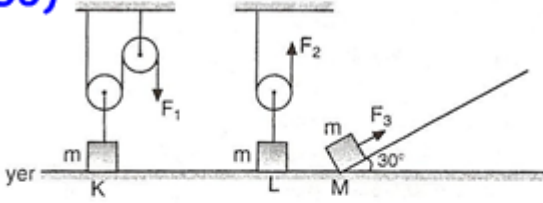
Şekildeki sürtünmesi önemsiz düzende kütleleri m , m ve $2m$ olan X, Y, Z cisimleri serbest bırakılıyor.



X cismi yere çarptığı anda Z cisminin kinetik enerjisi nedir? (g : yerçekim ivmesi)

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

50)



Eşit kütleli K, L, M cisimleri F_1 , F_2 , F_3 kuvvetlerle eşit miktarda çekildiklerinde, cisimlerin yere göre potansiyel enerjileri E_K , E_L , E_M oluyor.

Buna göre, bu potansiyel enerji artışları arasındaki ilişki nasıldır?

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

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1) B | 11) E | 21) C | 31) B | 41) A |
| 2) D | 12) E | 22) C | 32) A | 42) A |
| 3) B | 13) D | 23) A | 33) C | 43) C |
| 4) B | 14) A | 24) C | 34) D | 44) C |
| 5) D | 15) D | 25) C | 35) B | 45) B |
| 6) C | 16) C | 26) A | 36) E | 46) C |
| 7) C | 17) B | 27) C | 37) A | 47) D |
| 8) A | 18) C | 28) B | 38) E | 48) D |
| 9) B | 19) D | 29) E | 39) B | 49) C |
| 10) C | 20) A | 30) E | 40) A | 50) B |