



2. Ünite

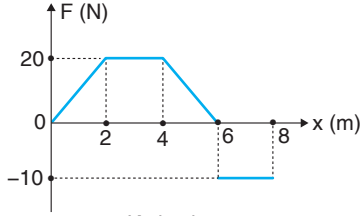
ENERJİ

2. ÜNİTE: ENERJİ

Sınıf Çalışması 1: Kuvvetin Yaptığı İş

MODEL SORU 1

a)



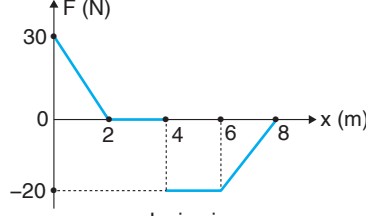
K cismi

$$W_K = \frac{20 \cdot 2}{2} + 2 \cdot 20 + \frac{20 \cdot 2}{2} - 2 \cdot 10$$

$$= 20 + 40 + 20 - 20$$

$$= 60 \text{ J}$$

b)



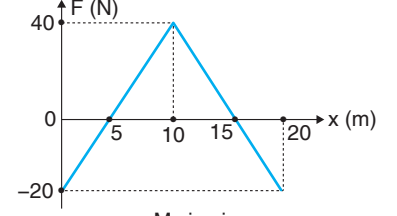
L cismi

$$W_L = \frac{30 \cdot 2}{2} + 0 - 2 \cdot 20 - \frac{20 \cdot 2}{2}$$

$$= 30 - 40 - 20$$

$$= -30 \text{ J}$$

c)



M cismi

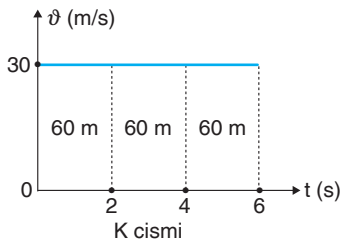
$$W_M = -\frac{20 \cdot 5}{2} + \frac{40 \cdot 10}{2} - \frac{20 \cdot 5}{2}$$

$$= -50 + 200 - 50$$

$$= 100 \text{ J}$$

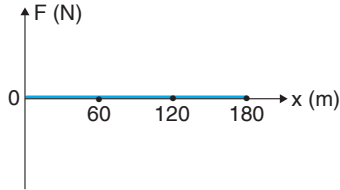
MODEL SORU 2

a)



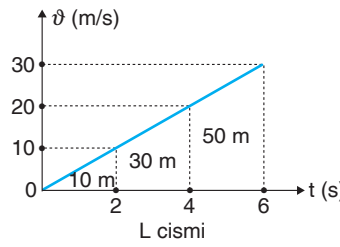
K cismi

K cisminin her aralıkta aldığı yol şekilde gösterilmiştir.



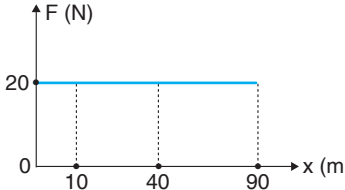
$F_K = 0$ olduğundan kuvvet - yer değiştirme grafiği şekildeki gibidir.

b)



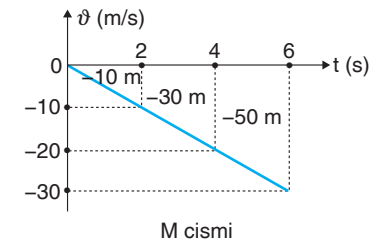
L cismi

L cisminin her aralıkta aldığı yol şekilde gösterilmiştir.



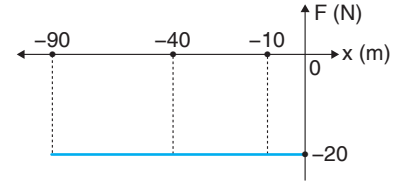
$F_L = 20 \text{ N}$ olduğundan kuvvet yer değiştirme grafiği şekildeki gibidir.

c)



M cismi

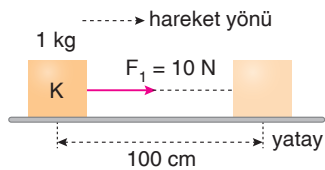
M cisminin her aralıkta aldığı yol şekilde gösterilmiştir.



$F_M = -20 \text{ N}$ olduğundan kuvvet yer değiştirme grafiği şekildeki gibidir.

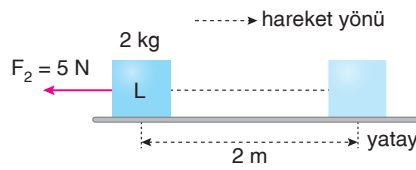
MODEL SORU 3

a)



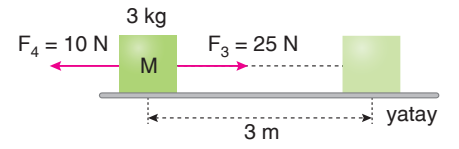
$$W_K = 10 \cdot 1 = 10 \text{ J}$$

b)



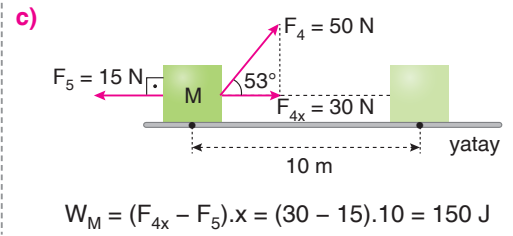
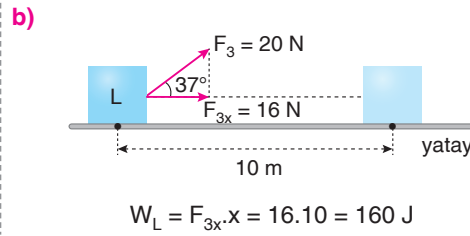
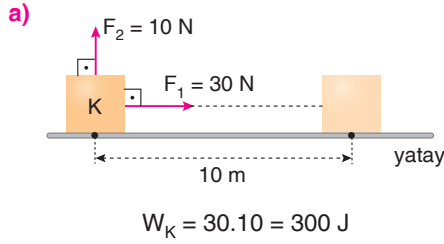
$$W_L = -5 \cdot 2 = -10 \text{ J}$$

c)

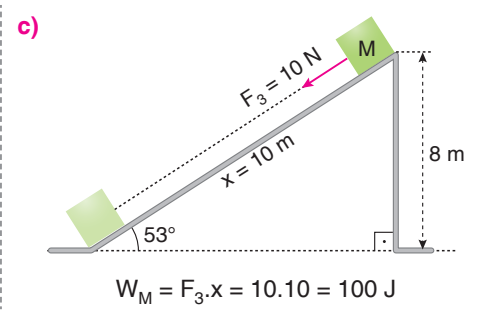
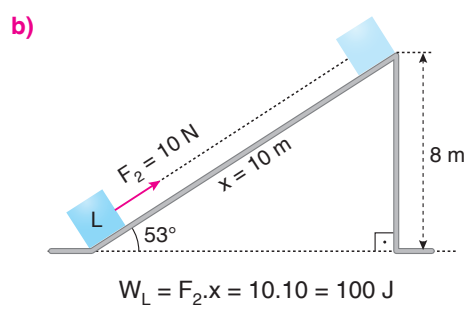
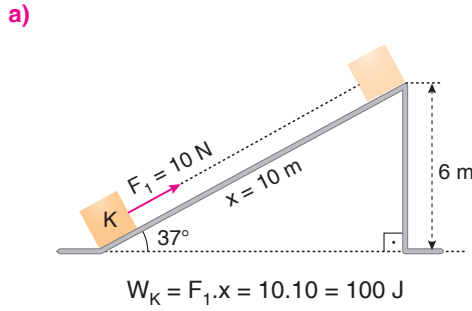


$$W_M = F_{\text{net}} \cdot x = (25 - 10) \cdot 3 = 45 \text{ J}$$

MODEL SORU 4

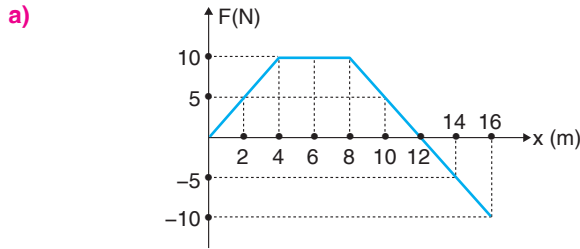


MODEL SORU 5



MODEL SORU 6

Kuvvet (N)	0	5	10	10	10	5	0	-5	-10
Yer değiştirme (m)	0	2	4	6	8	10	12	14	16



Kuvvet - yer değiştirme grafiği şekildeki gibidir.

b) Kuvvet - yer değiştirme grafiğinin altındaki alan yapılan net iř verir.

$$W = \frac{10 \cdot 4}{2} + 10 \cdot 4 + \frac{10 \cdot 4}{2} - \frac{10 \cdot 4}{2}$$

$$= 20 + 40 + 20 - 20$$

$$= 60 \text{ J olur.}$$

MODEL SORU 7

Kutu sabit ivmeli hareket yaptığından hızı düzgün şekilde artar. Kutunun hızı ve aldığı yol,

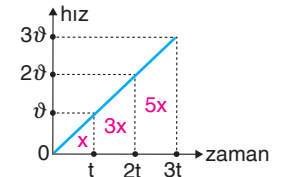
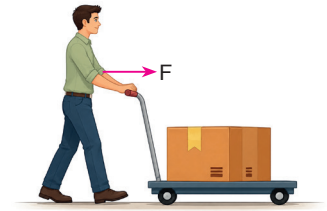
$$t \rightarrow \vartheta \rightarrow x$$

$$2t \rightarrow 2\vartheta \rightarrow 3x$$

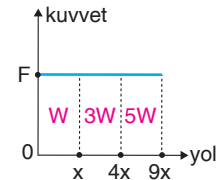
$$3t \rightarrow 3\vartheta \rightarrow 5x$$

şeklinde artar.

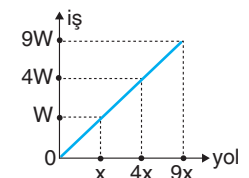
a) Hız - zaman grafiği şekildeki gibi olur.



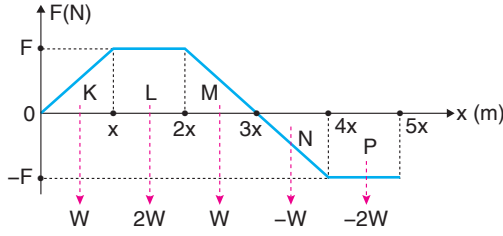
b) Kuvvet - yol grafiği şekildeki gibi olur.



c) İř - yol grafiği şekildeki gibi olur.



MODEL SORU 8



- a) x yolunun sonunda cisim üzerine yapılan iş W olduğuna göre yapılan net iş,

$$W_{\text{net}} = W + 2W + W - W - 2W = W$$

olur.

- b) K, L ve M aralıklarında cismin kinetik enerjisi artar. N ve P aralıklarında cismin kinetik enerjisi azalır.

MODEL SORU 9



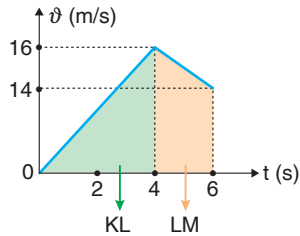
KL arasında kutuya $F_A = 20$ N lik kuvvet etki ederken LM arasında ise $F_M = -10$ N lik kuvvet etki etmektedir.

Hız - zaman grafiğinden,

$$|KL| = \frac{16.4}{2} = 32 \text{ m}$$

$$|LM| = \frac{(14 + 16)}{2} \cdot 2 = 30 \text{ m}$$

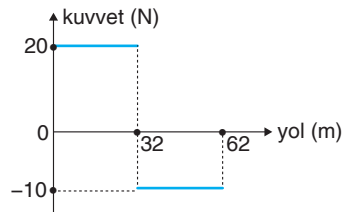
kutunun aldığı yollar bulunur.



Kutuya ait kuvvet - yol grafiği şekildeki gibidir.

Yapılan iş,

$$\begin{aligned} W &= 20.32 - 10.(62 - 32) \\ &= 640 - 300 \\ &= 340 \text{ J olur.} \end{aligned}$$



MODEL SORU 10

Araç	Uygulanan Kuvvet	Yapılan İş
K Aracı	F	4W
L Aracı	2F	6W
P Aracı	3F	3W

K, L ve P araçlarının aldıkları yollar,

$$4W = F \cdot x_K \Rightarrow x_K = \frac{4W}{F} = 4x \text{ alınırsa,}$$

$$6W = 2F \cdot x_L \Rightarrow x_L = \frac{3W}{F} = 3x$$

$$3W = 3F \cdot x_P \Rightarrow x_P = \frac{W}{F} = x \text{ olur.}$$

$x_P < x_L < x_K$ olur.

K aracının aldığı yol en büyük, P aracının aldığı yol en küçüktür.

C seçeneği yanlıştır.

En büyük kuvvet uygulanan P aracı en az yol almıştır.

B seçeneği doğrudur.

L aracının üzerine yapılan iş $6W$ iken $3x$ yolu alınır.

K aracının üzerine yapılan iş $4W$ iken $4x$ yolu alınır.

A seçeneği yanlıştır.

$W = F \cdot x \Rightarrow x = \frac{W}{F}$ olur. Eşitlikte görüldüğü gibi yolun (x) ne kadar olduğunu bilmek için hem yapılan işin (W) hem de uygulanan kuvvetin (F) değerine ihtiyaç vardır. Bunlardan sadece birini bilmek, yolu belirlemek için yeterli değildir. Bu, fizik prensiplerine göre her zaman geçerli olan kesin bir ifadedir.

D seçeneği doğrudur.

Araçların ivmeleri eşit olduğundan araçların aldıkları yol $x = \frac{1}{2}a \cdot t^2$

eşitliğinde ivme sabit olduğundan $x \propto t^2$ orantılı olur.

$x_K > x_L > x_P \Rightarrow t_P < t_L < t_K$ olur.

Araçlar üzerinde yapılan işi P en kısa, K en uzun sürede yapar.

E seçeneği yanlıştır.

Cevap D

MODEL SORU 11

Çalışan	Kolinin kütlesi	Uygulanan kuvvet	Kolinin aldığı yol
Ali	m	F	4x
Bora	2m	2F	2x
Cem	4m	4F	x

Ali, Bora ve Cem'in yaptıkları işler,

$$W_{\text{Ali}} = F \cdot 4x = 4F \cdot x$$

$$W_{\text{Bora}} = 2F \cdot 2x = 4F \cdot x$$

$$W_{\text{Cem}} = 4F \cdot x$$

$$W_{\text{Ali}} = W_{\text{Bora}} = W_{\text{Cem}} \text{ olur.}$$

I. yargı doğrudur.

Soruda aynı ivmeyle hareket ettiği verilmiştir.

Ali koliyi 4x, Bora koliyi 2x, Cem ise x kadar taşımaktadır.

$$x = \frac{1}{2} a \cdot t^2 \text{ eşitliğine göre ivmeler eşit olduğundan}$$

$$t_{\text{Ali}} > t_{\text{Bora}} > t_{\text{Cem}} \text{ olur.}$$

II. yargı doğrudur.

Sürtünme olmadığından yapılan iş, kinetik enerji artışına eşittir.

$$\Delta E_k = W = 4F \cdot x \text{ olur.}$$

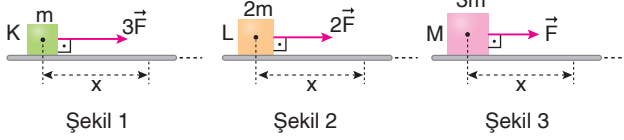
Üçününde son kinetik enerjisi eşittir.

III. yargı doğrudur.

Cevap E

Uygulama Testi 1: Kuvvetin Yaptığı İş

1.



Kuvvetlerin yaptıkları işler cisimlerin kütlelerine bağlı değildir.

$$W_1 = 3F \cdot x$$

$$W_2 = 2F \cdot x$$

$$W_3 = F \cdot x$$

Buna göre, $W_1 > W_2 > W_3$ olur.

Cevap A

2. Melisa'nın aldığı toplam yol,
 $x = 40 + 60 = 100$ m dir.

I. yargı doğrudur.

Melisa'nın yer değiştirmesi,

$$\begin{aligned} \Delta \vec{x} &= \vec{x}_{\text{son}} - \vec{x}_{\text{ilk}} \\ &= \vec{x}_M - \vec{x}_K \\ &= -20 - 0 \\ &= -20 \text{ m dir.} \end{aligned}$$

II. yargı yanlıştır.

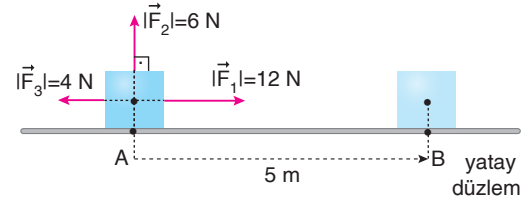
Melisa'nın araba üzerinde yaptığı net iş,

$$\begin{aligned} W_{\text{net}} &= W_1 + W_2 \\ &= 10 \cdot 40 + 40 \cdot 60 \\ &= 400 + 2400 \\ &= 2800 \text{ J olur.} \end{aligned}$$

III. yargı doğrudur.

Cevap D

3.



Kuvvetin fiziksel anlamda iş yapabilmesi için kuvvetin yola paralel olması gerekir.

$\vec{F}_2$ kuvveti yola dik olduğundan iş yapmaz. Bu kuvvet cisme etki doğrultusunda yol aldırılmaz.

$\vec{F}_1$ ve $\vec{F}_3$ kuvvetleri yola paralel olduğundan ikisi de iş yapar. $\vec{F}_3$ kuvveti hareket yönüne zıt yönde olduğundan yapılan net iş,

$$\begin{aligned} W &= (F_1 - F_3) \cdot \Delta x \\ &= (12 - 4) \cdot 5 \\ &= 8 \cdot 5 \\ &= 40 \text{ J olur.} \end{aligned}$$

Cevap C

4. Hız - zaman grafiğinin altındaki alandan kutunun aldığı yol,

$$x = \frac{12 \cdot 15}{2} = 90 \text{ m}$$

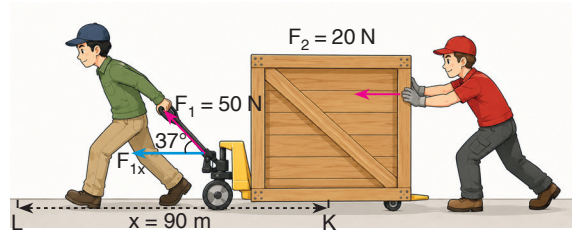
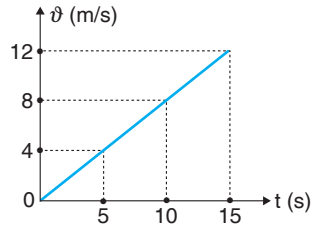
olur.

I. yargı doğrudur.

Kutunun ortalama hızı,

$$\vec{v}_{\text{ort}} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{90}{15} = 6 \text{ m/s olur.}$$

II. yargı doğrudur.



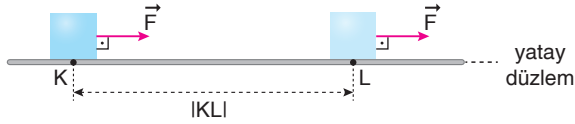
Kutuya yapılan net iş,

$$\begin{aligned} W_{\text{net}} &= F_{\text{net}} \cdot x \\ &= (F_{1x} + F_2) \cdot x \\ &= (50 \cdot 0,8 + 20) \cdot 90 \\ &= (40 + 20) \cdot 90 \\ &= 60 \cdot 90 \\ &= 5400 \text{ J olur.} \end{aligned}$$

III. yargı yanlıştır.

Cevap C

5.



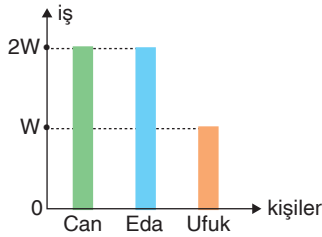
Kuvvet yola paralel olarak uygulanıyor.

Kuvvetin yaptığı iş, $W = F \cdot IKLI$

eşitliğine göre yapılan iş F kuvvetine ve yolun IKLI uzunluğuna bağlıdır.

Cevap B

6.



Grafiğe baktığımızda Can ve Eda'nın $2W$, Ufuk'un ise W işi yaptığını görüyoruz.

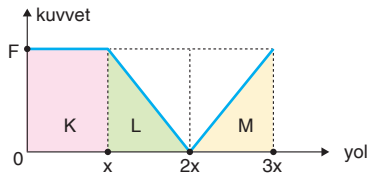
II. yargı kesinlikle doğrudur.

Cisimlere uygulanan kuvvetler bilinmiyor. Bu durumda Can ve Eda'nın cisimlere aldıkları yollar hakkında yorum yapamaz.

I. ve III. yargılarda kesinlik yoktur.

Cevap B

7.



Kuvvet - yol grafiğinin altındaki alan yapılan işi, dolayısıyla kinetik enerji değişimini verir.

$$0-x \text{ aralığında : } W_K = \Delta E_K = F \cdot x$$

$$x-2x \text{ aralığında : } W_L = \Delta E_L = \frac{F \cdot x}{2}$$

$$2x-3x \text{ aralığında : } W_M = \Delta E_M = \frac{F \cdot x}{2} \text{ olur.}$$

K, L ve M aralıklarında alanlar pozitif olduğundan, üç aralıkta da cismin kinetik enerjisi artmaktadır.

III. yargı doğrudur

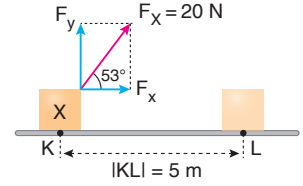
I. ve II. yargılar yanlıştır.

Cevap A

8. F_X kuvvetinin yatay ve düşey bileşenleri,

$$F_x = F_X \cdot \cos 53^\circ = 20 \cdot 0,6 = 12 \text{ N}$$

$$F_y = F_X \cdot \sin 53^\circ = 20 \cdot 0,8 = 16 \text{ N}$$



Şekil 1

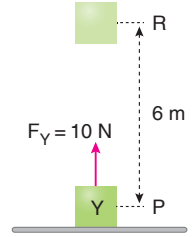
olur.

Ortam sürtünmesiz olduğundan F_x yatay kuvveti iş yapar.

$$W_X = F_x \cdot IKLI = 12 \cdot 5 = 60 \text{ J olur.}$$

F_Y kuvvetinin düşey düzlemde yaptığı iş,

$$W_Y = F_Y \cdot h = 10 \cdot 6 = 60 \text{ J olur.}$$



Şekil 2

Şekildeki eğik düzlemde ISTI yolu,

$$\sin 53^\circ = \frac{h}{|ST|}$$

$$0,8 = \frac{8}{|ST|}$$

$$|ST| = 10 \text{ m}$$

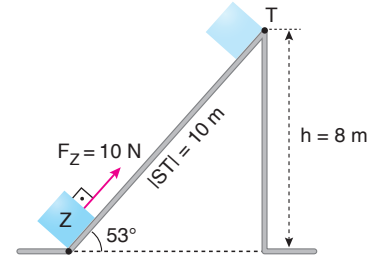
olur.

F_Z kuvvetinin yaptığı iş,

$$W_Z = F_Z \cdot |ST| = 10 \cdot 10 = 100 \text{ J olur.}$$

Yapılan işler arasında,

$$W_X = W_Y < W_Z \text{ ilişkisi vardır.}$$



Şekil 3

Cevap E

Sınıf Çalışması 2: Güç

MODEL SORU 12

- a) Ahmet Amca ve Ceylin'in güçleri,

$$P = \frac{W}{t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} \text{ eşitliğinden,}$$

$$P_{\text{Ahmet}} = \frac{60 \cdot 10 \cdot h}{t} = P$$

$$P_{\text{Ceylin}} = \frac{120 \cdot 10 \cdot h}{2t} = \frac{60 \cdot 10 \cdot h}{t} = P$$

$$P_{\text{Ahmet}} = P_{\text{Ceylin}} = P \text{ olur.}$$

Birim zamanda yapılan işlerin aynı olması güçlerinin aynı olduğu anlamına gelir. Ahmet Amca ve Ceylin'in güçleri eşit olduğundan yarışı kazanan olmamıştır.

- b) Ahmet Amca ve Ceylin'in yapmış oldukları işler,

$$E_{\text{Ahmet}} = E_p = m \cdot g \cdot h = 60 \cdot 10 \cdot h = 600 h = E$$

$$E_{\text{Ceylin}} = E_p = m \cdot g \cdot h = 120 \cdot 10 \cdot h = 1200 h = 2E$$

$$E_{\text{Ceylin}} = 2E_{\text{Ahmet}} \text{ olur.}$$

MODEL SORU 13

- a) Fork - lift yükü Şekil 1 deki durumdan Şekil 2 deki 4 m yüksekliğe 10 saniyede çıkardığına göre,

$$P = \frac{W}{t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} = \frac{2000 \cdot 10 \cdot 4}{10} = 8000 \text{ W} = 8 \text{ kW}$$

olur.

- b) Yük Şekil 2 deki konumdan Şekil 3 teki konuma,

$$P = \frac{W}{t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t}$$

$$8000 = \frac{2000 \cdot 10 \cdot 8}{t}$$

$$8000 = \frac{160000}{t} \Rightarrow t = 20 \text{ s}$$

de çıkarılır.

MODEL SORU 14

Motor	Yapılan iş	Geçen süre
X	2W	t
Y	W	2t
Z	3W	2t

- a) Bir motorun gücü birim zamanda yaptığı işe eşittir. X, Y ve Z motorlarının güçleri;

$$P_X = \frac{2W}{t} = 2P$$

$$P_Y = \frac{W}{2t} = \frac{P}{2}$$

$$P_Z = \frac{3W}{2t} = \frac{3P}{2} \text{ olur.}$$

Motorların güçleri arasındaki ilişki $P_X > P_Z > P_Y$ olur.

- b) Y motorunun 1 saatte yaptığı işi X motoru,

$$W_X = W_Y$$

$$P_X \cdot t_X = P_Y \cdot t_Y$$

$$2P \cdot t_X = \frac{P}{2} \cdot 1$$

$$t_X = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ saatte yapar.}$$

MODEL SORU 15

- a) İşçilerin güçleri,

$$P_{\text{Tuna}} = \frac{2W}{t} = 2P$$

$$P_{\text{Bera}} = \frac{3W}{2t} = \frac{3}{2} P$$

$$P_{\text{Yusuf}} = \frac{4W}{2t} = 2P \text{ olur.}$$

Bu durumda Tuna ve Yusuf'un güçleri eşittir.

$$P_{\text{Tuna}} = P_{\text{Yusuf}} > P_{\text{Bera}} \text{ olur.}$$

- b) Yapılan iş,

$$P = \frac{W}{t} \Rightarrow E = P \cdot t$$

eşitliğinden bulunur.

Yusuf'un 6t sürede yaptığı iş,

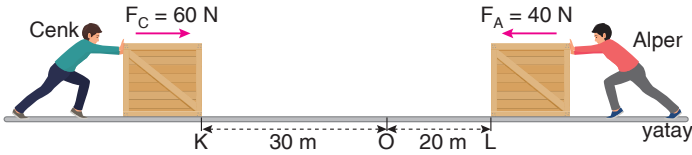
$$W_{\text{Yusuf}} = 2P \cdot 6t = 12P \cdot t$$

olur. Yusuf'un bu yaptığı işi Bera,

$$W_{\text{Yusuf}} = W_{\text{Bera}}$$

$$12P \cdot t = \frac{3P}{2} \cdot t_{\text{Bera}} \Rightarrow t_{\text{Bera}} = 8t \text{ sürede yapar.}$$

MODEL SORU 16



- a) Cenk ve Alper'in yaptıkları işler,

$$W_C = 60 \cdot 30 = 1800 \text{ J}$$

$$W_A = 40 \cdot 20 = 800 \text{ J olur.}$$

- b) Kutular aynı anda O noktasına vardıklarına göre,

$$P = \frac{W}{t} \Rightarrow t = \frac{W}{P} \text{ eşitliğinden,}$$

$$\frac{W_{\text{Cenk}}}{P_{\text{Cenk}}} = \frac{W_{\text{Alper}}}{P_{\text{Alper}}}$$

$$\frac{1800}{90} = \frac{800}{P_{\text{Alper}}}$$

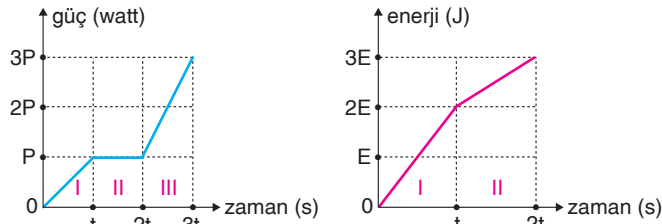
$$\frac{1800}{90} = \frac{800}{P_{\text{Alper}}}$$

$$\frac{1800}{90} = \frac{800}{P_{\text{Alper}}}$$

$$20 = \frac{800}{P_{\text{Alper}}} \Rightarrow P_{\text{Alper}} = 40 \text{ W}$$

olur.

MODEL SORU 17



Şekil 1

Şekil 2

- a) Güç - zaman grafiğinde doğrunun altındaki alan yapılan işi verir.

$$W_1 = \frac{P \cdot t}{2}$$

$$W_2 = P \cdot t$$

$$W_3 = \frac{(P + 3P)}{2} \cdot t = 2Pt$$

$$W_1 < W_2 < W_3 \text{ olur.}$$

- b) Enerji - zaman grafiğinde doğrunun eğimi gücü verir.

$$P_1 = \frac{2E}{t}$$

$$P_2 = \frac{E}{t}$$

$$P_1 \text{ ve } P_2 \text{ taraf tarafa oranlanırsa } \frac{P_1}{P_2} = 2 \text{ olur.}$$

MODEL SORU 18

- a) Elektrikli aletlerin yayınladıkları elektriksel enerjileri, $E = P \cdot t$ eşitliğinden,

$$E_1' = 3000 \cdot 3 = 9000 \text{ Wh} = 9 \text{ kWh}$$

$$E_2' = 5000 \cdot 0,6 = 3000 \text{ Wh} = 3 \text{ kWh}$$

$$E_3' = 2500 \cdot 2 = 5000 \text{ Wh} = 5 \text{ kWh}$$

30 günde harcadıkları enerjiler

$$E_1 = 30 \cdot E_1' = 30 \cdot 9 = 270 \text{ kWh}$$

$$E_2 = 30 \cdot E_2' = 30 \cdot 3 = 90 \text{ kWh}$$

$$E_3 = 30 \cdot E_3' = 30 \cdot 5 = 150 \text{ kWh}$$

$$E_1 > E_3 > E_2 \text{ olur.}$$

- b) Toplam harcanan enerji,

$$E = E_1 + E_2 + E_3$$

$$= 270 + 90 + 150$$

$$= 510 \text{ kWh olur.}$$

Elektriğin	1 kWh	3 ₺ olduğuna göre
510 kWh	x olur.	
		x = 1530 ₺ olur.

MODEL SORU 19

- a) Elektrikli aletlerin yayınladığı elektrik enerjisi, $E = P \cdot t$ eşitliğinden,

$$E_1 = 2500 \cdot 20 = 50000 = 50 \text{ kWh}$$

$$E_2 = 100 \cdot 200 = 20000 = 20 \text{ kWh}$$

$$E_3 = 100 \cdot 150 = 15000 = 15 \text{ kWh}$$

Yayılan toplam enerji,

$$E = E_1 + E_2 + E_3$$

$$= 50 + 20 + 15$$

$$= 85 \text{ kWh}$$

- b) 1 kWh 4 TL olduğuna göre
85 kWh T olur.

$$T = 340 \text{ TL olur.}$$

MODEL SORU 20

- a) Sayaçta tüketilen enerji kilowattsaat cinsinden ölçülmektedir.

30 günde tüketilen enerji,

$$E = 400,5 - 280,5 = 120 \text{ kWh}$$

olur. Ortalama günlük elektrik tüketimi,

$$E_{\text{günlük}} = \frac{120}{30} = 4 \text{ kWh olur.}$$

- b) 1 kWh elektrik enerjisi 5 TL ise
120 kWh elektrik enerjisi x olur.

$$x = 120 \cdot 5 = 600 \text{ TL olur.}$$

MODEL SORU 21

Elektrikli ev aleti	Güç (Watt)	Günlük ortalama çalıştırılma süresi (Saat)
K	1500	0,2
L	80	7
M	100	6

K, L ve M elektrikli aletlerinin elektrik enerjileri,

$$E_K = P_K \cdot t_K = 1500 \cdot 0,2 = 300 \text{ Wh}$$

$$E_L = P_L \cdot t_L = 80 \cdot 7 = 560 \text{ Wh}$$

$$E_M = P_M \cdot t_M = 100 \cdot 6 = 600 \text{ Wh}$$

$E_M > E_L > E_K$ olur.

Cevap B

MODEL SORU 22

1. Önce günlük enerji tüketimlerini hesaplayalım.

$$E = P \cdot t \text{ eşitliğinden}$$

$$\text{Klima: } 1800 \times 5 = 9000 \text{ Wh} = 9 \text{ kWh}$$

$$\text{Televizyon: } 200 \times 6 = 1200 \text{ Wh} = 1,2 \text{ kWh}$$

$$\text{Bulaşık makinesi: } 1500 \times 1 = 1500 \text{ Wh} = 1,5 \text{ kWh}$$

$$\text{Çamaşır makinesi: } 1200 \times 2 = 2400 \text{ Wh} = 2,4 \text{ kWh}$$

olur.

Klima, günlük kullanım süresi azaltılmadan yalnızca daha düşük güçlü bir modelle değiştirilirse, güç azalır, kullanım süresi aynı kalırsa tüketim azalır.

A seçeneği doğrudur.

Televizyonun günlük kullanım süresi ilk katına çıkarılırsa tüketimi $2 \cdot 1,2 = 2,4 \text{ kWh}$ olur.

Çamaşır makinesiyle eşit olur.

B seçeneği doğrudur.

Klimanın harcadığı enerji 9 kWh dır. En büyük enerjiyi klima harcayacağından aylık faturaya en büyük katkısı klima yapar.

C seçeneği doğrudur.

Bir günde harcanan toplam enerji,

$$E_{\text{gün}} = 9 + 1,2 + 1,5 + 2,4 = 14,1 \text{ kWh}$$

30 günde harcanan toplam enerji,

$$E_{\text{ay}} = 30 \cdot E_{\text{gün}} = 30 \cdot 14,1 = 423 \text{ kWh}$$

$$\begin{array}{cc} 1 \text{ kWh enerji} & 5 \text{ TL ise} \\ 423 \text{ kWh enerji} & x \end{array}$$

$$x \cdot 1 = 5 \cdot 423$$

$$x = 2115 \text{ TL olur.}$$

D seçeneği doğrudur.

Bulaşık makinesi ile çamaşır makinesinin kullanım süreleri yer değiştirseydi,

$$\text{Bulaşık: } W_1 = 1500 \cdot 2 = 3000 \text{ Wh} = 3 \text{ kWh}$$

$$\text{Çamaşır: } W_2 = 1200 \cdot 1 = 1200 \text{ Wh} = 1,2 \text{ kWh}$$

olur. Elektrik tüketimleri eşit olmaz.

E seçeneği yanlıştır.

Cevap E

2. Elektrik cihazlarında okunan değer belirli sürede tükettikleri elektrik enerjisini gösterir.

I. yargı doğrudur.

Gücü en küçük olan televizyondur. 1 günde harcadığı enerji $W_{\text{televizyon}} = 1,2 \text{ kWh}$ dır. Bir ay boyunca elektrik enerjisi tüketimi en az televizyondur.

II. yargı yanlıştır.

Klimanın 1 günde harcadığı enerji,

$$E_1 = 9 \text{ kWh}$$

Televizyon, bulaşık makinesi ve çamaşır makinesinin 1 günde harcadığı toplam enerji,

$$E_2 = 1,2 + 1,5 + 2,4 = 5,1 \text{ kWh}$$

olur.

Klimanın 1 günde harcadığı enerji diğer üç elektrikli aletten daha fazladır.

III. yargı doğrudur.

Cevap D

Uygulama Testi 2: Güç

1.

Motor	Yapılan iş (J)	Geçen süre (s)
K	200	10
L	400	40
R	600	30

Bir motorun gücü, birim zamanda yaptığı işe eşittir.

Buna göre; K, L, R motorlarının güçleri,

$$P_K = \frac{W}{t} = \frac{200}{10} = 20W$$

$$P_L = \frac{400}{40} = 10W$$

$$P_R = \frac{600}{30} = 20W \text{ olur.}$$

Bu durumda, $P_K = P_R$ dir.

I. yargı doğrudur.

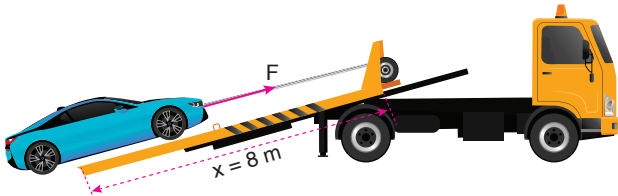
$P_K = 2P_L$ olduğundan K motorunun 1 saatte yaptığı işi L motoru 2 saatte yapar.

II. yargı doğrudur.

$P_R = 2P_L$ olduğundan III. yargı doğrudur.

Cevap E

2.



Güç eşitliğinden,

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot x}{t}$$

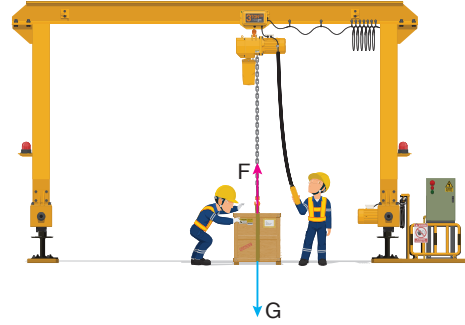
$$400 = \frac{F \cdot 8}{2.60}$$

$$50 = \frac{F}{120} \Rightarrow F = 6000 \text{ N}$$

olur.

Cevap C

3.

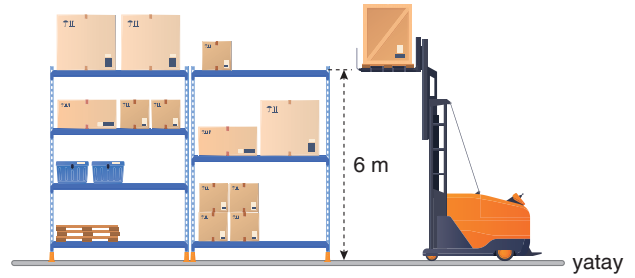


Sandığa uygulanan F kuvveti G ağırlığından büyük olduğundan $F_{\text{net}} = F - G$ olur. Kutu hızlanarak yukarı çıkacağından kinetik enerjisi ve mekanik enerjisi artar.

$$\text{Güç } P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot x}{t} = F \cdot v \text{ eşitliğinde kutuya etki eden net kuvvet sabit, hız artacağından motorun gücü artar.}$$

Cevap E

4.



Fork - liftin gücü,

$$P = \frac{W}{t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t}$$

$$= \frac{4000 \cdot 10 \cdot 6}{60}$$

$$= \frac{240000}{60}$$

$$= 4000 \text{ W}$$

$$= 4 \text{ kW olur.}$$

Cevap A

5.

	Elektrikli ev aletleri	Güç (watt)	Günlük ortalama çalışma süresi (saat)
I.	Ütü	4000	2
II.	Elektrik süpürgesi	5000	0,6
III.	Bulaşık makinesi	3000	1,5

30 günde harcadıkları elektrik enerjileri,

$$E_1 = 4000.2.30 = 240 \text{ kWh}$$

$$E_2 = 5000.0,6.30 = 90 \text{ kWh}$$

$$E_3 = 3000.1,5.30 = 135 \text{ kWh}$$

$$E_1 > E_3 > E_2 \text{ olur.}$$

Cevap C

6.

Elektrikli ev aletleri	Güç (watt)	Günlük ortalama çalışma süresi
Su ısıtıcısı	400	1 saat
Ütü	2000	30 dakika
Televizyon	200	10 saat
Tost makinesi	3000	20 dakika

Eda'nın kullandığı aletlerin harcadıkları enerjiler,

$$E_{\text{ısıtıcı}} = 400.1 = 400 \text{ Wh}$$

$$E_{\text{ütü}} = 2000. \frac{30}{60} = 1000 \text{ Wh}$$

$$E_{\text{televizyon}} = 200.10 = 2000 \text{ Wh}$$

$$E_{\text{tost}} = 3000. \frac{20}{60} = 1000 \text{ Wh}$$

olur.

Televizyonun harcadığı enerji en fazla olduğundan en fazla enerji tüketir.

I. yargı doğrudur.

Ütü ve tost makineleri aynı miktarda enerji tüketir.

II. yargı doğrudur.

Su ısıtıcısının tükettiği enerji, televizyonun tükettiği enerjinin

$$\frac{400}{2000} = \frac{1}{5} \text{ ine eşittir.}$$

III. yargı yanlıştır.

Cevap C

7.

Derin dondurucu motoru her 2 dakikalık çalışmadan sonra 4 dakika dinlenmektedir. Öyleyse 6 dakika içerisinde 2 dakika çalışmaktadır.

$$6 \text{ dakikada} \quad 2 \text{ dakika çalışır}$$

$$60 \text{ dakikada} \quad 20 \text{ dakika çalışır.}$$

Derin dondurucu motoru bir günde, $24.20 = 480$ dakika çalışır.

$$1 \text{ günde} \quad \frac{480}{60} = 8 \text{ saat çalışır.}$$

$$1 \text{ günde} \quad 8 \text{ saat çalışır}$$

$$30 \text{ günde} \quad 240 \text{ saat çalışır.}$$

Motorun harcadığı enerji,

$$E = P.t = 500.240 = 120000 \text{ watt saat}$$

$$= 120000 \text{ watt saat}$$

$$= 120 \text{ kWh olur.}$$

$$1 \text{ kWh} \quad 2,5 \text{ TL}$$

$$120 \text{ kWh} \quad x$$

$$x = 300 \text{ TL olur.}$$

Cevap D

8.

ÖDENECEK Tutar (₺) 425,00 Son Ödeme Tarihi 23.05.2025 Fatura Ort. Tüketim (kWh/gün) 4,779			
Okuma Bilgileri	İlk	Son	Fark
Okuma (Gün)	09.04.2025	13.05.2025	34
Tek Zaman (Endeks)			162,501
Gündüz (Endeks)	8.832,077	8.913,475	81,398
Puant (Endeks)	5.360,893	5.400,284	39,391
Gece (Endeks)	4.317,925	4.359,637	41,712

Enerji kilowatt saat (Whh) cinsinden ölçülmüştür.

I. yargı doğrudur.

Enerji tüketim maliyetinin gece ve gündüz değerleri farklıdır.

II. yargı doğrudur.

Fatura 34 gün üzerinden değerlendirilip ücretlendirilmiştir.

III. yargı yanlıştır.

Cevap B

Sınıf Çalışması 3: Enerji Biçimleri

MODEL SORU 23

- a) 5 f) $2 \Rightarrow 1$
 b) 3 g) $7 \Rightarrow 1$
 c) $6 \Rightarrow 1$ h) $6 \Rightarrow 1 \Rightarrow 4$
 d) $6 \Rightarrow 4$ i) $3 \Rightarrow 4 \Rightarrow 1 \Rightarrow 6$
 e) $2 \Rightarrow 1$

MODEL SORU 24

- a) Kimyasal enerji $\rightarrow$ Hareket + ısı + ses enerjisi
 b) Elektrik enerjisi $\rightarrow$ Mekanik + ısı + ses enerjisi
 c) Kimyasal enerji $\rightarrow$ Kinetik enerji + elektrik enerjisi
 d) Elektrik enerjisi $\rightarrow$ Kinetik enerji
 e) Ses enerjisi $\rightarrow$ Elektrik enerjisi + ses enerjisi
 f) Kimyasal enerji $\rightarrow$ Isı $\rightarrow$ elektrik

MODEL SORU 25

1. Koşu bandının gücü verilmediğinden enerji karşılaştırılması yapılamaz.
 A söylenemez.
 Rüya koşu bandında olduğu yerde koştuğundan Rüya'nın aldığı yol sıfırdır. Koşu bandı üzerindeki bir noktanın aldığı yol denilmiş olsaydı bu nokta yol alırdı.
 Rüya koşu bandında yer değiştirmemiştir.
 $\Delta \vec{x} = 0$ dır. Yer değiştirme her iki durumda da sıfırdır.
 B seçeneği yanlıştır.
 Aynı enerji tüketiminde maliyet, birim elektrik fiyatıyla doğru orantılıdır. Fiyat iki katına çıkarsa ödenecek ücret de iki katına çıkar.
 C seçeneği doğrudur.
 Tavuk miktarı artsa bile pişirme süresinin nasıl değişeceği verilmemiştir.
 D söylenemez.
 Koşu bandının üzerindeki bir nokta yol alır. Rüya koşu bandının üzerinde hep aynı noktada koştuğundan aldığı yol sıfırdır.
 E seçeneği yanlıştır.

Cevap C

2. • Ocak : Elektrik enerjisi $\rightarrow$ Isı enerjisi
 • Koşu bandı : Elektrik enerjisi $\rightarrow$ Hareket enerjisi + kimyasal enerji
 • Tost makinesi : Elektrik enerjisi $\rightarrow$ Isı enerjisi
 • Şarjlı dikey süpürge : Kimyasal enerji $\rightarrow$ Hareket enerjisi
 • Kahve makinesi : Elektrik enerjisi $\rightarrow$ Isı enerjisi
 • Elektrikli araba : Elektrik enerjisi $\rightarrow$ kimyasal enerji $\rightarrow$ hareket enerjisi
 • Klima : Elektrik enerjisi $\rightarrow$ Kinetik enerji
 • Fırın : Elektrik enerjisi $\rightarrow$ Isı enerjisi
 • Saç kurutma makinesi : Elektrik enerjisi $\rightarrow$ Hareket + ısı enerjisi
 • Bulaşık makinesi : Elektrik enerjisi $\rightarrow$ Hareket + ısı enerjisi

Rüya'nın koşu bandındaki yer değiştirmesi ve aldığı yol sıfırdır.

A seçeneği yanlıştır.

Şarjlı dikey süpürge kimyasal enerji hareket enerjisine dönüşür.

B seçeneği yanlıştır.

Fırının harcadığı enerji,

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

$$E = 2400 \cdot 2,5$$

$$E = 6000 \text{ Watt.saat} = 6 \text{ kWh}$$

C seçeneği doğrudur.

Klima ortamdan ısı çekerek ortamı serinletir.

D seçeneği yanlıştır.

Elektrikli araçta temel dönüşümün elektrik enerjisinden hareket enerjisine doğrudur.

E seçeneği yanlıştır.

Cevap C

3. Sürat SI da m/s olarak verilmiştir.

Zaman SI da s dir.

Sıcaklık SI da K dir.

Kütle SI da Kg dir.

Güç SI da Watt olarak verilmiştir.

Metindeki büyüklüklerin SI birimlerindeki karşılıkları:

- 30 dakika = 1800 s
- 500 g = 0,5 kg
- 2400 W (zaten SI birimindedir.)
- 2,5 saat = 9000 s
- $\frac{C}{100} = \frac{K - 273}{100}$
 $C = K - 273$
 $40 = K - 273 \Rightarrow K = 313$ Kelvin olur.

40 °C = 313 K

Seçenekler SI birim sisteminde değerlendirildiğinde,

Rüya'nın koşu süresi 1800 saniyedir.

A seçeneği doğrudur.

Tavuğun kütlesi SI da 0,5 kg dir.

B seçeneği doğrudur.

Koşu bandının sürati SI da 5 m/s dir.

C seçeneği doğrudur.

Fırının gücü SI da 2400 W tır.

D seçeneği yanlıştır.

Odanın sıcaklığı SI da 313 Kelvindir.

E seçeneği doğrudur.

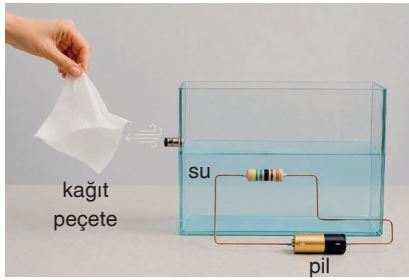
Cevap D

Uygulama Testi 3: Enerji Biçimleri

1. Dizel araba kimyasal enerjiyi önce ısı enerjisine, sonra mekanik enerjiye dönüştürür; elektrikli araba ise elektrik enerjisini doğrudan mekanik enerjiye dönüştürür.

Cevap B

2.



Peçetenin hareket etmesini sağlayan enerji dönüşümü sırasıyla

- kimyasal enerji (2)
- elektrik enerjisi (1)
- ısı enerjisi (4)
- kinetik enerji (3)

2 → 1 → 4 → 3 şeklinde olur.

Cevap D

3. B, C, D ve E seçeneklerinde verilen enerji dönüşümleri doğrudur.

Pildeki kimyasal enerji → Işık + Isı enerjisine dönüşür.

A seçeneği yanlıştır.

Cevap A

4. Rüzgâr enerjisi rüzgârın hareket enerjisinin elektrik enerjisine dönüşmesiyle elektrik üretilir.

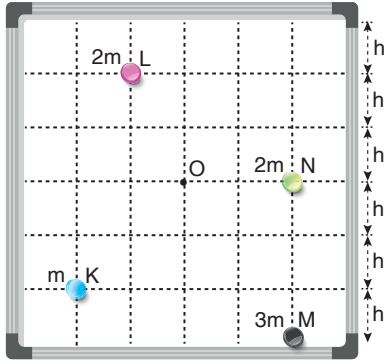
Hidroelektrik santralinde suyun potansiyel enerjisi hareket enerjisine sonra da elektrik enerjisine dönüşür.

Güneşteki ısı enerjisi güneş santralinde ısıya sonra da elektrik enerjisine dönüşür.

Cevap E

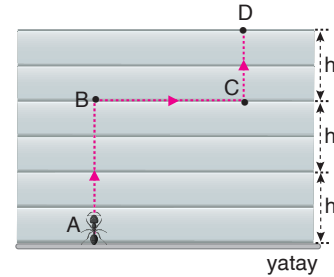
Sınıf Çalışması 4: Potansiyel Enerji

MODEL SORU 26



- a) O noktasına göre;
- $$E_M = -m \cdot g \cdot 2h = -2m \cdot g \cdot h$$
- $$E_L = 2m \cdot g \cdot 24 = 4m \cdot g \cdot h$$
- $$E_M = -3m \cdot g \cdot 3h = -9m \cdot g \cdot h$$
- $$E_N = 0$$
- $$E_M < E_K < E_N < E_L \text{ olur.}$$
- b) O noktasına göre toplam potansiyel enerji,
- $$E_O = -2m \cdot g \cdot h + 4m \cdot g \cdot h - 9m \cdot g \cdot h + 0$$
- $$= -7mgh \text{ olur.}$$
- c) M raptiyesine göre toplam potansiyel enerji,
- $$E_M = E_K + E_N + E_L$$
- $$= m \cdot g \cdot h + 2m \cdot g \cdot 3h + 2m \cdot g \cdot 5h$$
- $$= m \cdot g \cdot h + 6m \cdot g \cdot h + 10m \cdot g \cdot h$$
- $$= 17mgh \text{ olur.}$$
- d) K raptiyesine göre toplam potansiyel enerji,
- $$E_K = E_M + E_N + E_L$$
- $$= -3m \cdot g \cdot h + 2m \cdot g \cdot 2h + 2m \cdot g \cdot 4h$$
- $$= -3m \cdot g \cdot h + 4m \cdot g \cdot h + 8m \cdot g \cdot h$$
- $$= 9mgh \text{ olur.}$$
- e) L raptiyesine göre; K, M ve N raptiyelerinin potansiyel enerjileri,
- $$E_K = -m \cdot g \cdot 4h = -4m \cdot g \cdot h$$
- $$E_M = -3m \cdot g \cdot 5h = -15m \cdot g \cdot h$$
- $$E_N = -2m \cdot g \cdot 2h = -4m \cdot g \cdot h$$
- $$E_M < E_K = E_N \text{ olur.}$$

MODEL SORU 27



Karıncaya etki eden kuvvet yer çekimi kuvvetidir. Karınca bulunduğu yatay düzlemden, düşeyde yol aldığı anda yer çekimi kuvvetine karşı iş yapmış olur.

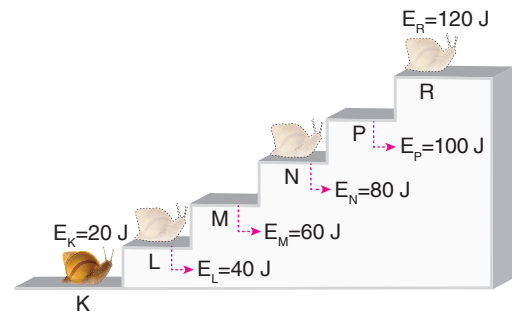
- a) A noktasından B noktasına çıktığında yapılan iş,

$$W_{AB} = mg \cdot 2h = 2mgh \text{ olur.}$$
- b) B noktasından C noktasına yol aldığı anda fiziksel olarak iş yapılmaz.

$$W_{BC} = 0$$
- c) C noktasından D noktasına çıktığında yapılan iş,

$$W_{CD} = mgh \text{ olur.}$$

 MODEL SORU 28



Salyangozun potansiyeli K da 20 J ve R de 120 J olduğuna göre, K den R ye geldiğinde $\Delta E = 120 - 20 = 100$ J yer çekimi potansiyel enerji kazanmıştır.

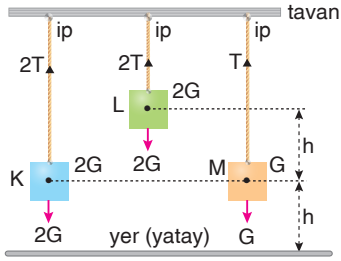
Salyangoz beş basamak çıktığına göre, her basamağı çıktığında $E_{\text{basamak}} = \frac{100}{5} = 20 \text{ J}$ enerji kazanmıştır. Bu durumda salyangozun basamaklardaki potansiyel enerjileri,

$$E_L = 40 \text{ J}, E_M = 60 \text{ J}, E_N = 80 \text{ J}, E_P = 100 \text{ J}$$

olur.

- a) L ye göre potansiyel enerjisi $E_L = 40 \text{ J}$
 b) N ye göre potansiyel enerjisi $E_N = 80 \text{ J}$
 c) Salyangoz M den P ye çıktığında potansiyel enerjisi
 $\Delta E_P = E_P - E_M = 100 - 60 = 40 \text{ J}$ artar.

MODEL SORU 29



İplerdeki gerilme kuvvetleri ağırlıkları ile doğru orantılıdır.

$$G_K = 2G$$

$$G_L = 2G$$

$$G_M = G \text{ olur.}$$

a) Cisimlerin yere göre potansiyel enerjileri,

$$E_K = 2G \cdot h = 2E$$

$$E_L = 2G \cdot 2h = 4Gh = 4E$$

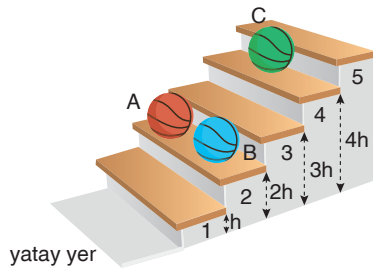
$$E_M = G \cdot h = E$$

$$E_M < E_K < E_L \text{ olur.}$$

b) Cisimlerin yere çarpma süratleri yüksekliğe bağlıdır.

$$v_K = v_M < v_L \text{ olur.}$$

MODEL SORU 30



a) Topların yere göre potansiyel enerjileri

$$E_A = E_B = mg \cdot 2h = 2mgh = 2E$$

$$E_C = mg \cdot 4h = 4E$$

$$E_C = 2E_A = 2E_B \text{ olur.}$$

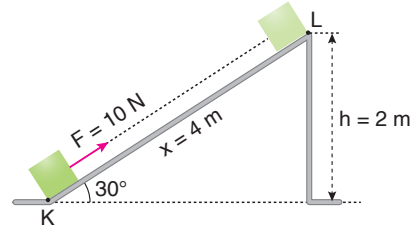
b) 3. basamağa göre,

$$E_{AB} = -mgh - mgh = -2mgh$$

$$E_C = mgh$$

$$E_C > E_{AB} \text{ olur.}$$

MODEL SORU 31



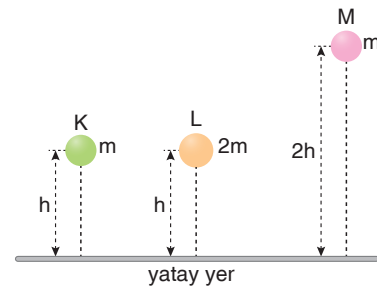
a) F kuvvetinin yaptığı iş,

$$W = F \cdot x = 10 \cdot 4 = 40 \text{ J olur.}$$

b) Cisim sabit hızla yukarı çıktığından kuvvetin yaptığı iş cismin kazandığı potansiyel enerjiye eşittir.

$$E_p = W = 40 \text{ J olur.}$$

MODEL SORU 32



a) Cisimlerin potansiyel enerjileri,

$$E_K = m \cdot g \cdot h = E$$

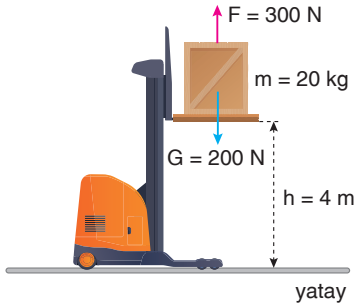
$$E_L = 2m \cdot g \cdot h = 2E$$

$$E_M = m \cdot g \cdot 2h = 2E$$

$$E_K < E_L = E_M \text{ olur.}$$

b) Cisimlerin yere göre çarpma hızları kütlelerine bağlı değildir. Yüksekliklerine bağlıdır. $v_K = v_L < v_M$ olur. Hızı büyük olan M cismi en fazla yükselirken K ve L aynı yüksekliğe çıkarlar.

MODEL SORU 33



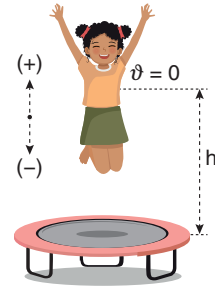
- a) Yer çekimi kuvvetine karşı yapılan iş,
 $W = m \cdot g \cdot h = 20 \cdot 10 \cdot 4 = 800 \text{ J}$ olur.
- b) F kuvvetinin yaptığı iş,
 $W = F \cdot h = 300 \cdot 4 = 1200 \text{ J}$ olur.
- c) Net kuvvetin yaptığı iş,
 $W_{\text{net}} = F_{\text{net}} \cdot h$
 $= (300 - 200) \cdot 4$
 $= 100 \cdot 4$
 $= 400 \text{ J}$ olur.

MODEL SORU 34



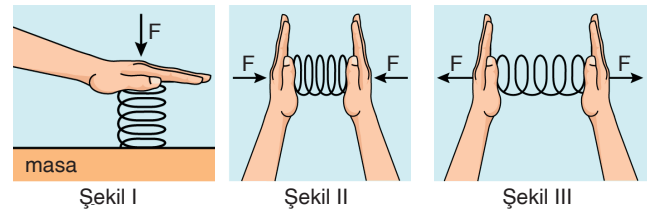
- a) Köpeğin kazandığı potansiyel enerji,
 $W = E_p = m \cdot g \cdot h$
 $= 10 \cdot 10 \cdot 3$
 $= 300 \text{ J}$ olur.
- Köpeğin gücü,
 $P = \frac{W}{t} = \frac{300}{10} = 30 \text{ W}$ olur.
- b) Köpek aynı yüksekliğe çıktığından köpeğin yaptığı iş değişmez. Köpek aynı işi daha kısa sürede yaptığından gücü artar.
 $P' = \frac{W}{t'} = \frac{300}{5} = 60 \text{ W}$ olur.

MODEL SORU 35



- a) Defne kendini trambolin üzerinden bıraktığı anda yer çekimi potansiyel enerjisi vardır. Aynı konuma gelinceye kadar enerji dönüşümü
 Yer çekimi potansiyel enerji → Yay potansiyel enerjisi → kinetik enerji → Yer çekimi potansiyel enerji
- b) Kütle çıkacağı yüksekliği değiştirmez.
- c) Defne $\vec{g}$ çekim ivmesiyle hareket eder.

MODEL SORU 36



Herhangi bir yaya F kuvveti uygulandığında yay sıkışır veya uzar. Her iki durumda da yayda potansiyel enerji birikir.

Şekil 1 de yayı F kuvveti ile sıkıştırdığımızda yay x kadar sıkışsın. Yayda depolanan esneklik potansiyel U_1 olmaktadır.

Şekil 2 de yay her iki taraftan F kuvveti ile itildiğinde kuvvetlerden biri yayı dengede tutarken diğeri yayı sıkıştırır. Şekil 2 de yayı iten kuvvet yine F dir. Yayda depolanan potansiyel enerji U_2 olmaktadır.

Şekil 3 te yay her iki taraftan F kuvveti ile çekildiğinde kuvvetlerden biri yayı dengede tutarken diğeri F kuvveti yayın açılmasını sağlar. Yayda depolanan potansiyel enerji U_3 olmaktadır.

Her üç durumda yaylar özdeş ve yaylara uygulanan net kuvvet F olduğundan yayların sıkışması ya da açılması eşittir. Dolayısıyla yaylarda depolanan potansiyel enerjileri eşittir.

$$U_1 = U_2 = U_3 \text{ olur.}$$

Cevap E

Uygulama Testi 4: Potansiyel Enerji

1. Çekim potansiyel enerjisi bir noktaya göre tanımlanır.

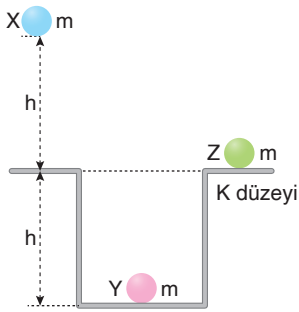
K düzeyine göre cisimlerin potansiyel enerjileri,

$$E_X = mg.h$$

$$E_Y = -mg.h$$

$$E_Z = 0 \text{ olur.}$$

Bu durumda, $E_X > E_Z > E_Y$ olur.



Cevap C

2. K seviyesine göre toplam enerji,

$$E_K = 0 + (-3m.g.h) + (-2m.g.2h) = -7mgh$$

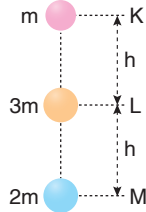
L seviyesine göre toplam enerji,

$$E_L = mgh + 0 + (-2m.g.h) = -mgh$$

M seviyesine göre toplam enerji,

$$E_M = m.g.2h + 3m.g.h + 0 = 5mgh$$

olur. Enerjiler arasında, $E_K < E_L < E_M$ ilişkisi vardır.



Cevap B

3. Top atıldığı noktaya dönene kadar yer çekim kuvvetinin yaptığı toplam iş sıfırdır.

I. yargı doğrudur.

Top maksimum yüksekliğe çıkarken yer çekimine karşı iş yapılmıştır.

II. yargı doğrudur.

Top yere düşerken, yer çekimi çıkarken yapılan işi geri almıştır.

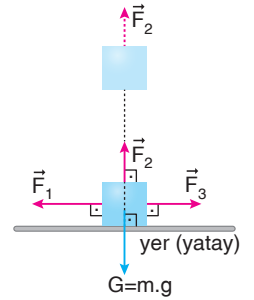
III. yargı doğrudur.



Cevap E

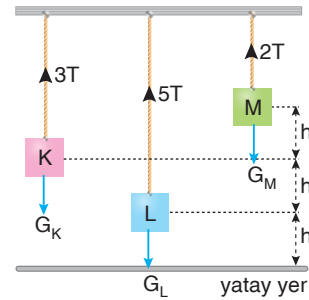
4. Bir kuvvetin iş yapabilmesi için cismin kuvvet doğrultusunda yol alması gerekir.

Bu durumda $\vec{F}_2$ ve $\vec{G}$ kuvvetleri iş yapar.



Cevap D

- 5.



İplerdeki gerilme kuvvetleri cisimlerin ağırlıklarına eşittir. Bu durumda cisimlerin potansiyel enerjileri,

$$E_K = G_K.h_K = 3T.2h = 6 T.h$$

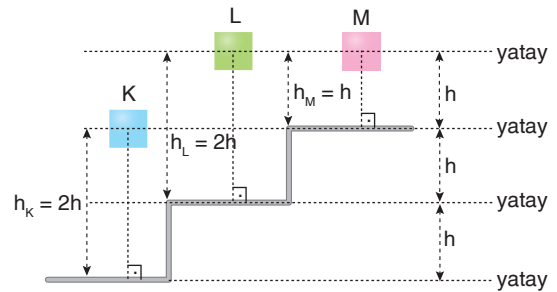
$$E_L = G_L.h_L = 5T.h$$

$$E_M = G_M.h_M = 2T.3h = 6 T.h \text{ olur.}$$

Buna göre; $E_K = E_M > E_L$ dir.

Cevap A

- 6.



K, L, M cisimlerinin bulundukları konumlarda yatay doğrultudaki düzlemlere göre potansiyel enerjileri eşit olduğuna göre,

$$E_{p_K} = E_{p_L} = E_{p_M}$$

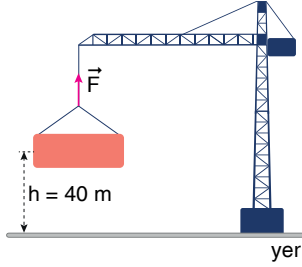
$$m_K.g.2h = m_L.g.2h = m_M.g.h$$

$$2m_K = 2m_L = m_M \text{ olur.}$$

Buna göre, $m_M > m_K = m_L$ olur.

Cevap B

7.



Yer çekimi kuvvetine karşı yapılan iş,

$$W = m \cdot g \cdot h = 20 \cdot 10 \cdot 40 = 8000 \text{ J}$$

olur.

I. yargı doğrudur.

F kuvvetinin yaptığı iş,

$$W = F \cdot h = 300 \cdot 40 = 12000 \text{ J}$$

II. yargı doğrudur.

Net kuvvetin yaptığı iş,

$$\begin{aligned} W_{\text{net}} &= F_{\text{net}} \cdot h \\ &= (F - G) \cdot h \\ &= (300 - 200) \cdot 40 \\ &= 4000 \text{ J olur.} \end{aligned}$$

III. yargı doğrudur.

Cevap E

8. Vinç hurdaları dağıtırken ucundaki elektromıknatıs demir parçalarını çekerek kendine doğru getirir. Bu durumda manyetik kuvvet iş yapar.

I. yargı doğrudur.

Vinç yükselirken ucundaki demirler ve elektromıknatıs, potansiyel enerji kazanır.

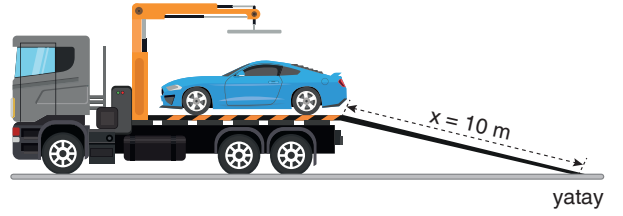
II. yargı doğrudur.

Bobin üzerindeki akım kesilirse manyetik özelliğini kaybeder. Asılı duran demir parçaları yere düşer ve demir parçaları temas gerektirmeyen yer çekimi kuvveti etkisinde kinetik enerji kazanır.

III. yargı yanlıştır.

Cevap C

9.



Güç ifadesinden,

$$P = \frac{F \cdot x}{t}$$

$$200 = \frac{F \cdot 10}{60} \Rightarrow F = 1200 \text{ N olur.}$$

I. yargı yanlıştır.

Yapılan iş,

$$W = F \cdot x = 1200 \cdot 10 = 1200 \text{ J olur.}$$

II. yargı doğrudur.

Yapılan iş arabanın kazandığı potansiyel enerjiye eşittir.

$$E_p = W = 12000 \text{ J olur.}$$

III. yargı doğrudur.

Cevap D

10.



Elif trambolin üzerinden h kadar yükseğe çıktığına göre potansiyel enerjisi $E_p = mgh$ dir. Elif trambolinin üzerine çarptığında kinetik enerjisi $E_k = \frac{1}{2} m v^2$ olur. Bu enerji tramboline aktarıldıktan sonra tekrar Elif'e aktarılır.

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

Elif'in çıkacağı yükseklik veya tramboline çarpma hızı kütlesine bağlı değildir.

Ortam sürtünmesiz olduğundan Elif'in mekanik enerjisi sabittir.

Trambolin Elif'i fırlattıktan sonra Elif'e tramboline çarpma kadar etki eden net kuvveti yer çekimi kuvvetidir. ($G = mg$) Dolayısıyla ivme (-) yöndedir.

Cevap A

Sınıf Çalışması 5: Kinetik Enerji

MODEL SORU 37

Araç	Kütle	Hız
K	m	ϑ
L	$\frac{m}{2}$	2ϑ
M	2m	ϑ
N	2m	2ϑ

Tablo m kütleli ϑ hızı ile hareket eden K aracın kinetik enerjisi,

$$E = \frac{1}{2} m \vartheta^2 \text{ dir.}$$

a) L aracının kinetik enerjisi,

$$E_L = \frac{1}{2} \cdot \frac{m}{2} \cdot 4\vartheta^2 = 2 \cdot \left(\frac{1}{2} m \vartheta^2\right) = 2E \text{ olur.}$$

b) M aracının kinetik enerjisi,

$$E_M = \frac{1}{2} \cdot 2m \cdot \vartheta^2 = 2E \text{ olur.}$$

c) N aracının kinetik enerjisi,

$$E_N = \frac{1}{2} \cdot 2m \cdot 4\vartheta^2 = 8 \cdot \left(\frac{1}{2} m \vartheta^2\right) = 8E \text{ olur.}$$

MODEL SORU 38



a) $\vartheta = 36 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 36 \cdot \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 10 \text{ m/s}$ olur.

Arabanın kütlesi,

$$E_k = \frac{1}{2} m \cdot \vartheta^2$$

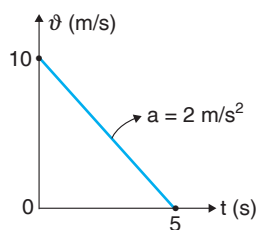
$$20000 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (10)^2$$

$$20000 = 50 m \Rightarrow m = 400 \text{ kg} \text{ olur.}$$

b) Aracın ivmesi 2 m/s^2 olduğuna göre $t = 5 \text{ s}$ sonra araç durur. Duruncaya kadar aldığı yol,

$$x = \frac{10 \cdot 5}{2} = 25 \text{ m}$$

olur.



MODEL SORU 39

Kutu t sürede x yolu aldığıında yapılan iş,

$$W = F \cdot x = E$$

Harcanan güç,

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

Kinetik enerji,

$$E_k = \frac{1}{2} m \vartheta^2 = E \text{ olur.}$$

a) Kuvvet $2t$ süre uygulandığında kutu toplam,

$$x + 3x = 4x \text{ yolunu alır.}$$

Yapılan iş,

$$W' = F \cdot 4x = 4W \text{ olur.}$$

b) Harcanan güç,

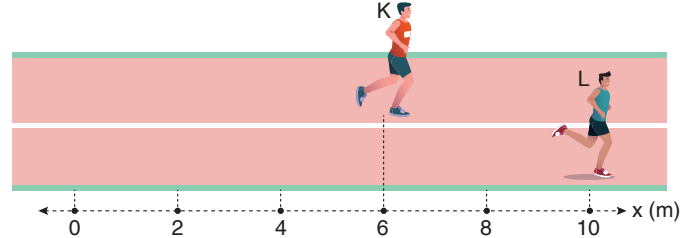
$$P' = \frac{W'}{2t} = \frac{4W}{2t} = \frac{2W}{t} = 2P \text{ olur.}$$

c) Yapılan iş kinetik enerjiye dönüşür.

$$E' = W' = 4W = 4E \text{ olur.}$$



MODEL SORU 40



a) K ve L sporcularının hızları

$$\vartheta_K = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{6}{2} = 3 \text{ m/s}$$

$$\vartheta_L = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{10}{2} = 5 \text{ m/s} \text{ olur.}$$

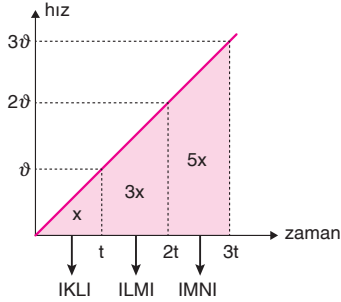
b) K ve L sporcularının kinetik enerjileri,

$$E_K = \frac{1}{2} \cdot 60 \cdot (3)^2 = 270 \text{ J}$$

$$E_L = \frac{1}{2} \cdot 50 \cdot (5)^2 = 625 \text{ J} \text{ olur.}$$

MODEL SORU 41

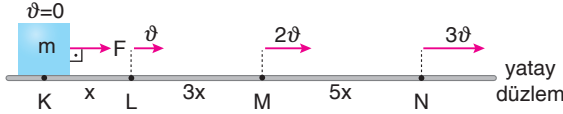
- a) Cismin hız - zaman grafiği çizilecek olursa şekildeki gibi olur.



Cisim ivmesi sabit olduğundan her t zaman aralığında aldığı yol; $x, 3x, 5x \dots$ şeklinde artar. Cisim KL arasında x , LM arasında $3x$, MN arasında $5x$ yollarını alır.

$$\frac{|LM|}{|MN|} = \frac{3x}{5x} = \frac{3}{5} \text{ olur.}$$

- b)



I. yol: Cismin L deki hızı $\vec{v}$, M deki hızı $2\vec{v}$, N deki hızı $3\vec{v}$ olur.

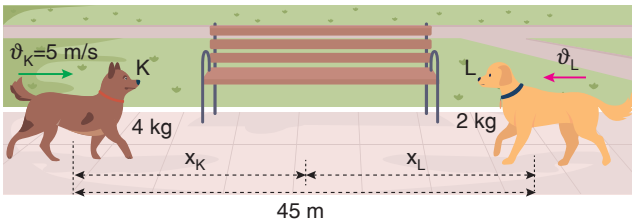
$$\frac{E_M}{E_N} = \frac{\frac{1}{2} \cdot m \cdot 4v^2}{\frac{1}{2} \cdot m \cdot 9v^2} = \frac{4}{9} \text{ olur.}$$

II. yol: Kuvvetin yaptığı iş kinetik enerjiye eşit olduğuna göre,

$$\frac{E_M}{E_N} = \frac{F \cdot 4x}{F \cdot 9x} = \frac{4}{9} \text{ olur.}$$

MODEL SORU 42

- a)



Köpekler 3 s sonra karşılaştıklarına göre,

$$45 = 5 \cdot 3 + v_L \cdot 3$$

$$45 = 15 + v_L \cdot 3$$

$$30 = v_L \cdot 3 \Rightarrow v = 10 \text{ m/s olur.}$$

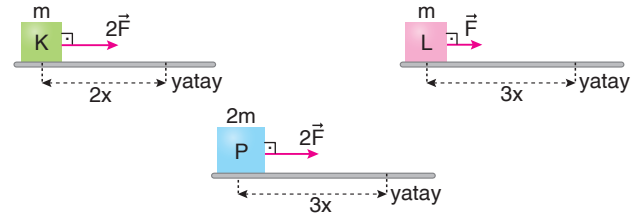
L köpeğinin $t = 3$ s de aldığı yol,

$$x_L = v_L \cdot t = 10 \cdot 3 = 30 \text{ m olur.}$$

- b) L köpeğinin kinetik enerjisi,

$$E_L = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot (10)^2 = 100 \text{ J olur.}$$

MODEL SORU 43



- a) K, L ve P cisimlerinin kazandıkları kinetik enerjiler,

$$E_K = W_K = 2F \cdot 2x = 4F \cdot x = 4E$$

$$E_L = W_L = F \cdot 3x = 3F \cdot x = 3E$$

$$E_P = W_P = 2F \cdot 3x = 6Fx = 6E \text{ olur.}$$

$$E_L < E_K < E_P \text{ olur.}$$

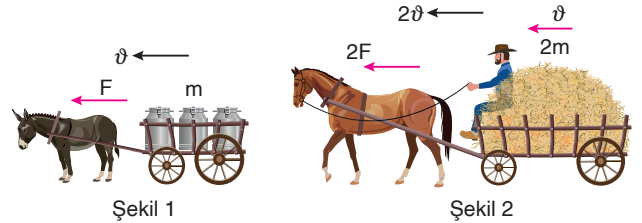
$$b) 4E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_K^2 \Rightarrow v_K^2 = \frac{8E}{m}$$

$$3E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_L^2 \Rightarrow v_L^2 = \frac{6E}{m}$$

$$6E = \frac{1}{2} \cdot 2m \cdot v_P^2 \Rightarrow v_P^2 = \frac{6E}{m}$$

$$v_L = v_P < v_K \text{ olur.}$$

MODEL SORU 44



- a) Arabaların kinetik enerjileri,

$$E_1 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = E$$

$$E_2 = \frac{1}{2} \cdot 2m \cdot (2v)^2 = 8E$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{1}{8} \Rightarrow E_2 = 8E_1 \text{ olur.}$$

- b) Eşek ve atın yer değiştirmeleri,

$$x_E = v_{\text{ort}} \cdot t = \frac{(0 + v)}{2} \cdot t = \frac{v \cdot t}{2} = x$$

$$x_A = v_{\text{ort}} \cdot t = \frac{(v + 2v)}{2} \cdot t = \frac{3v \cdot t}{2} = 3x$$

$$\frac{x_E}{x_A} = \frac{x}{3x} = \frac{1}{3} \text{ olur.}$$

Uygulama Testi 5: Kinetik Enerji

1. Sporcunun kinetik enerjisi, $E = \frac{1}{2} m v^2$ eşitliğinden bulunur.

Sporcunun kütlesi 2m olsaydı kinetik enerjisi 2E olurdu.

I. yargı doğrudur.

Sporcunun hızı $2v$ olursa,

$$E_k = \frac{1}{2} m (4v^2) = 4E \text{ olur.}$$

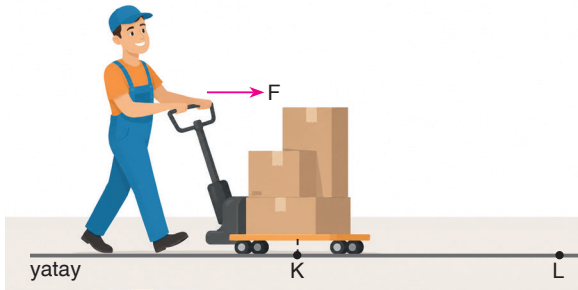
II. yargı doğrudur.

Sporcunun enerjisi ve kütlesi iki katına çıkarsa hızı sabit kalır.

III. yargı doğrudur.

Cevap E

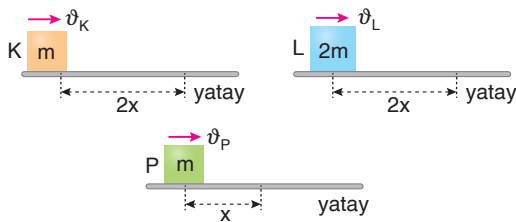
2.



Okan'ın KL arasında yaptığı iş, $W = F \cdot IKLI$ eşitliğinden bulunur. Yapılan iş arabanın L noktasındaki kinetik enerjisine eşittir. IKLI uzunluğuna ve F kuvvetine bağlıdır.

Cevap A

3.



Cisimlerin hızları sabit olduğuna göre alınan yol,

$$x = v \cdot t \text{ eşitliğinden bulunur.}$$

K cisminin hızı: $2x = v_K \cdot t \Rightarrow v_K = 2v$

L cisminin hızı: $2x = v_L \cdot t \Rightarrow v_L = 2v$

P cisminin hızı: $x = v_P \cdot t \Rightarrow v_P = v \text{ olur.}$

Cisimlerin kinetik enerjileri,

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

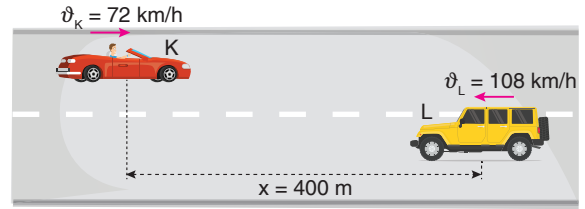
$$E_L = \frac{1}{2} \cdot 2m \cdot (2v)^2 = 4mv^2$$

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

$$E_P < E_K < E_L \text{ olur.}$$

Cevap B

4.



K ve L araçlarının hızları,

$$v_K = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 72 \cdot \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 20 \text{ m/s}$$

$$v_L = 108 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 108 \cdot \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 30 \text{ m/s}$$

olur. K ve L araçlarının kinetik enerjileri,

$$E_K = \frac{1}{2} \cdot m_K \cdot v_K^2 = \frac{1}{2} \cdot 1000 \cdot (20)^2 = 2 \cdot 10^5 \text{ J}$$

$$E_L = \frac{1}{2} \cdot m_L \cdot v_L^2 = \frac{1}{2} \cdot 2000 \cdot (30)^2 = 9 \cdot 10^5 \text{ J}$$

olur. Araçların karşılaşma süreleri,

$$x = (v_K + v_L) \cdot t$$

$$400 = (20 + 30) \cdot t$$

$$400 = 50 \cdot t \Rightarrow t = 8 \text{ s olur.}$$

Cevap E

5.

İsim	Kütlesi	Anlık Sürati
Kaan	m	2ϑ
Leyla	2m	ϑ
Mert	2m	2ϑ

Eren, Kaan, Leyla ve Mert'in kinetik enerjileri,

$$E_E = \frac{1}{2} m \cdot \vartheta^2 = E$$

$$E_K = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (2\vartheta)^2 = 2m \cdot \vartheta^2 = 4E$$

$$E_L = \frac{1}{2} \cdot 2m \cdot \vartheta^2 = m \cdot \vartheta^2 = 2E$$

$$E_M = \frac{1}{2} \cdot 2m \cdot (2\vartheta)^2 = 4m \cdot \vartheta^2 = 8E \text{ olur.}$$

Mert'in kinetik enerjisi 8E, Kaan'ın kinetik enerjisi 4E olduğundan Mert'in kinetik enerjisi Kaan'ın kinetik enerjisinin 2 katıdır.

I. yargı doğrudur.

Kaan ve Leyla'nın kinetik enerjileri 4E ve 2E olduğundan eşit değildir.

II. yargı yanlıştır.

Kaan ve Mert'in süratleri K noktasından geçerken ikisinde 2ϑ olduğundan L noktasını aynı anda geçerler.

III. yargı yanlıştır.

Cevap A

6. Sabit net kuvvet uygulandığından ivme sabittir. İlk hız sıfır olduğundan

Vagon t süre boyunca:

$$\text{Yol: } x = \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$\text{İş: } W = F \cdot x$$

$$\text{Kinetik enerji: } E_k = W = E$$

$$\text{Güç: } P = \frac{W}{t} \text{ olur.}$$

Kuvvet 2t süre boyunca uygulandığında

$$\text{Yol: } x' = \frac{1}{2} a \cdot (2t)^2 = 4x$$

$$\text{İş: } W' = F \cdot 4x = 4W$$

$$\text{Kinetik: } E'_k = 4W = 4E$$

$$\text{Güç: } P' = \frac{4W}{2t} = \frac{2W}{t} = 2P \text{ olur.}$$

A, B, C ve E seçenekleri doğrudur.

Vagon (0 - t) süresi içinde x yolu aldığından,

$$W_2 = F \cdot x = W$$

Vagon (t - 2t) süresi içinde 3x yolunu aldığından,

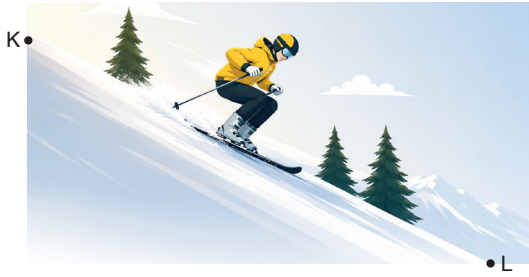
$$W_2 = F \cdot 3x = 3W \text{ olur.}$$

D seçeneği yanlıştır.

Cevap D

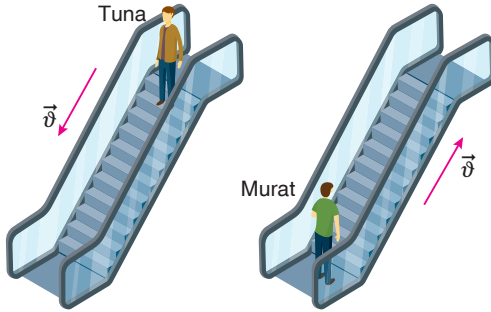
Sınıf Çalışması 6: Mekanik Enerji ve Korunumu

MODEL SORU 45



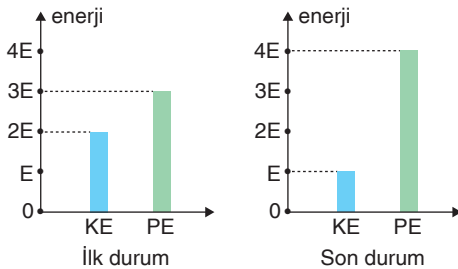
- a) Sporcu dağın yamacındaki K noktasından L noktasına sabit hızla indiğine göre kinetik enerjisi değişmez.
- b) Yere göre potansiyel enerjisi azalır.
- c) Mekanik enerjisi azalır.

MODEL SORU 46



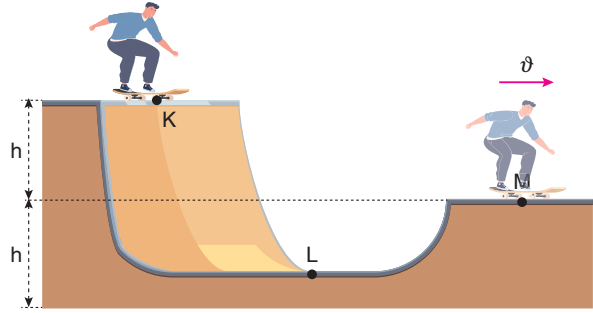
- a) Tuna'nın potansiyel enerjisi azalırken, Murat'ın potansiyel enerjisi artar.
- b) Tuna'nın mekanik enerjisi azalırken, Murat'ın mekanik enerjisi artar.

MODEL SORU 47



- a) Cismin mekanik enerjisi,
 $E_{\text{mekanik}} = 2E + 3E = 5E$ dir.
- b) Cismin kinetik enerjisi E kadar azalmıştır.
- c) Son durumda mekanik enerji,
 $E'_{\text{mekanik}} = E + 4E = 5E$ dir.
 Mekanik enerji korunduğundan ortam sürtünmesizdir.

MODEL SORU 48



- a) Ortam sürtünmesiz olduğunda sporcunun mekanik enerjisi korunur.

$$E_K = E_L = E_M$$

- b) Ortam sürtünmeli olduğunda mekanik enerji azalır.

$$E_K > E_L > E_M \text{ olur.}$$

MODEL SORU 49

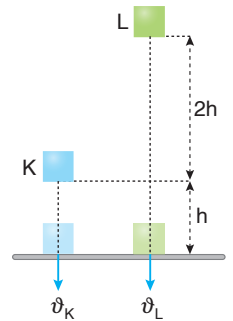
- a) Cisimlerin yere çarptıklarında kinetik enerjileri eşit olduğuna göre bırakıldıklarında potansiyel enerjileri eşittir.

$$E_K = E_L$$

$$m_K \cdot g \cdot h = m_L \cdot g \cdot 3h$$

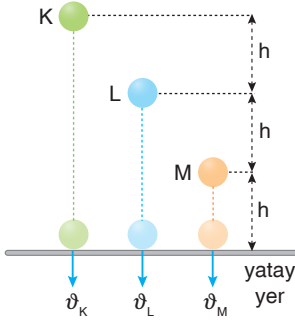
$$m_K = 3m_L \text{ olur.}$$

$$m_L = m \Rightarrow m_K = 3m \text{ olur.}$$



- b) Cisimlerin yere çarpma hızları kütlelerden bağımsızdır. Yüksekliğe bağlıdır, $v_L > v_K$ olur.
- c) Cisimlerin yere çarptıklarında kinetik enerjileri mekanik enerjisine eşittir. Cisimlerin kinetik enerjileri eşit olduğundan mekanik enerjileri eşittir.

MODEL SORU 50



- a) Ortam sürtünmesiz olduğuna göre mekanik enerji korunur. Cisimlerin yere göre potansiyel enerjileri eşit olduğuna göre yere çarptığında bu enerjinin hepsi kinetik enerjiye dönüşür. Bu durumda yere çarptığında kinetik enerjileri de eşit olur.

$$E_K = E_L = E_M$$

- b) Cisimlerin yere çarpma hızları,

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \Rightarrow v^2 = 2g \cdot h$$

cisimlerin bırakıldıkları yüksekliklere bağlıdır, kütlelerine bağlı değildir.

$h_K = 3h$, $h_L = 2h$, $h_M = h$ olduğundan, $v_M < v_L < v_K$ olur.

Yere çarptıktan sonra cisimler aynı yüksekliklere çıkarlar.

$$h_M < h_L < h_K \text{ olur.}$$

MODEL SORU 51

- a) Cevizlerin sahip oldukları potansiyel enerji yere çarptığında kinetik enerjiye dönüşür.

$$mgh = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \Rightarrow v^2 = 2gh \text{ olur.}$$

Cevizlerin yere çarpma hızları cevizlerin kütlelerine bağlı olmayıp, bırakıldıkları yüksekliğe bağlıdır. $h_K = h_L = h$ ve $h_M = 2h$ olduğundan $v_K = v_L < v_M$ olur.

- b) K, L ve M cevizlerinin bırakıldıkları andaki potansiyel enerjileri aynı zamanda mekanik enerjilerine eşittir. Ortam sürtünmesiz olduğundan cevizlerin hareketleri süresince mekanik enerjileri sabittir. K, L ve M cevizlerinin mekanik enerjileri,

$$E_K = m \cdot g \cdot h = E$$

$$E_L = 2m \cdot g \cdot h = 2E$$

$$E_M = m \cdot g \cdot 2h = 2E$$

$$E_K < E_L = E_M \text{ olur.}$$

- c) L ve M nin mekanik enerjileri K nin mekanik enerjisi küçüktür.

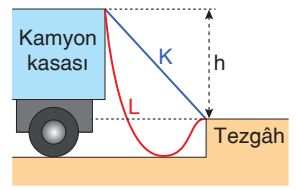
$$E_K < E_L = E_M \text{ olur.}$$

MODEL SORU 52

Karpuzların bırakıldıkları yükseklikler eşittir. Tezgaha ulaştıklarında hız yüksekliğe bağlı olduğundan süratleri aynıdır.

Karpuzlar K ve L yollarında farklı ivmelerle hareket ederler. Karpuzların tezgaha ulaşma süreleri kıyaslanamaz.

Karpuzlar özdeş olduğundan ve tezgaha olan yükseklikleri eşit olduğundan yer çekimi kuvvetinin üzerlerinde yaptığı toplam işler eşittir.



Cevap D

MODEL SORU 53

1. Sürtünmesiz ortamda başlangıç hızları ve yükseklikleri aynı olduğundan bitiş süratleri eşittir.

A seçeneği doğrudur.

Kütleleri eşit olduğundan ve ortam sürtünmesiz olduğundan bitişteki kinetik enerjileri eşittir.

B seçeneği doğrudur.

1. parkurdaki sürtünme küçük ise başlangıçtaki mekanik enerjiyle pedal çevirmeden bitiş çizgisine ulaşabilir.

C seçeneği doğrudur.

Sürtünmeli ortamda sürtünmeye harcanan enerji eşit değildir. Yol uzunlukları farklı olduğundan sürtünmenin yaptığı iş de farklı olur.

D seçeneği yanlıştır.

Sürtünmeli ortamda sürtünme kuvveti sabit olduğundan $W_s = f_s \cdot x$ yol uzadıkça sürtünmeye harcadıkları enerjide artar.

E seçeneği doğrudur.

Cevap D

2. Yol uzadıkça sürtünmenin yaptığı iş artacağından mekanik enerjideki azalmada en fazla olur.

A seçeneği doğrudur.

Sporcuların kütleleri eşit olduğundan yer çekiminin yaptığı iş yalnızca yükseklik farkına bağlıdır. Üç parkurda da aynıdır.

B seçeneği doğrudur.

Sürtünme kuvvetinin yaptığı iş yol uzunluğuna bağlı olarak değişebilir.

C seçeneği doğrudur.

Yol uzunlukları farklı olduğundan sürtünmeye harcanan enerjiler de farklıdır. Bu nedenle bitişteki kinetik enerjileri kesinlikle eşit değildir.

D seçeneği yanlıştır.

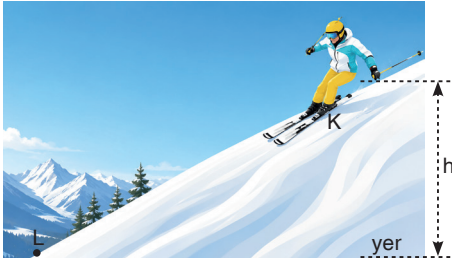
Yer çekiminin yaptığı iş parkurun şekline değil, başlangıç ve bitiş yükseklikleri arasındaki farka bağlıdır.

E seçeneği doğrudur.

Cevap D

Uygulama Testi 6: Mekanik Enerji ve Korunumu

1.



Sürtünmesiz ortamda sporcunun toplam enerjisi mekanik enerjisine eşit olup hareketi boyunca değişmez. Sporcu K den L ye gelirken mekanik enerjisi azaldığına göre ortam sürtünmelidir.

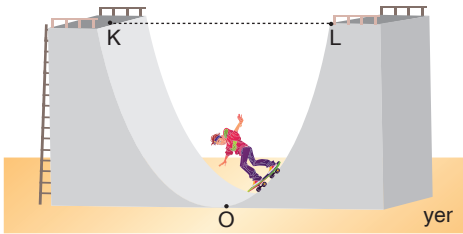
Sporcu K den L ye sabit hızla gelebileceği gibi hızlanarak veya yavaşlayarak da gelebilir. Her üç durumda da mekanik enerjisi azalır. Ortam sürtünmeli olduğundan ısı enerjisi devamlı artar.

Mekanik enerji azaldığına göre sporcunun toplam enerjisi K den L ye gelirken azalır.

Sporcu K den L ye gelirken yere olan h yüksekliği azalacağından sporcunun yere göre $E_p = m \cdot g \cdot h$ potansiyel enerjisi azalır.

Cevap D

2.



Ortam sürtünmesiz olduğundan çocuğun hareketi boyunca mekanik enerjisi sabittir.

III. yargı yanlıştır.

Çocuk yerden en yüksek noktaya geldiği zaman tüm mekanik enerjisi yere göre potansiyel enerjisine eşittir.

I. yargı doğrudur.

Çocuk rampanın en alt noktasına geldiğinde tüm mekanik enerjisi kinetik enerjisine eşittir.

II. yargı doğrudur.

Cevap C

3.



Çocuk K noktasından L noktasına sabit hızla geldiğine göre hareketi sırasında potansiyel enerjisi azalır, kinetik enerjisi sabittir. Cismin potansiyel enerjisi azaldığından mekanik enerjisi azalır.

I. yargı doğrudur.

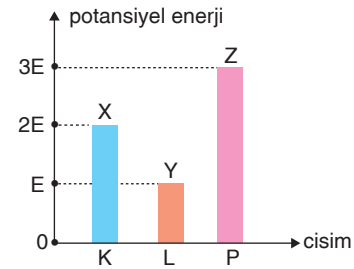
II. yargı yanlıştır.

Mekanik enerjisindeki azalma sürtünmeye ısı enerjisi olarak aktarılır. Isı enerjisi artar.

III. yargı doğrudur.

Cevap D

4.



Potansiyel enerji $E_p = m \cdot g \cdot h$ eşitliğinden bulunur. m ve h cisimler için aynı olduğundan potansiyel enerji çekim ivmesi ile doğru orantılıdır.

$g_Y < g_X < g_Z$ olur.

I. yargı doğrudur.

Cisimler Y gezegeninde bulunduklarında cisimlerin ağırlıkları eşittir.

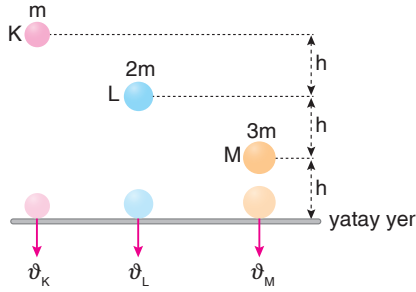
II. yargı yanlıştır.

Cisimler gezegenlerin yüzeylerine çarptıklarında K ve L'nin kinetik enerjilerinin toplamı P'nin kinetik enerjisine eşittir.

III. yargı doğrudur.

Cevap D

5.



Cisimlerin yere göre potansiyel enerjileri,

$$E_{PK} = m \cdot g \cdot 3h = 3mgh$$

$$E_{PL} = 2m \cdot g \cdot 2h = 4mgh$$

$$E_{PM} = 3m \cdot g \cdot h = 3mgh \text{ olur.}$$

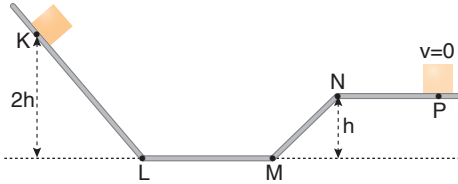
Bu durumda, $E_{PK} = E_{PM} < E_{PL}$ olur.

Sürtünme olmadığından cisimlerin mekanik enerjileri korunur. Son durumda cisimler yere çarptıklarında da mekanik enerjileri, başlangıçtaki potansiyel enerjilerine eşit olur.

Bu durumda, $E_L > E_K = E_M$ olur.

Cevap E

6.



Ortam sürtünmesiz ise mekanik enerji korunur. Cismin hareketi boyunca mekanik enerjisi sabit olup değişmez. Eğer ortam sürtünmeli ise mekanik enerji azalır. Cisim P de durduğuna göre kesinlikle NP arası sürtünmelidir.

A seçeneğinde:

LM arası sürtünmesiz, MN arası sürtünmeli ise verilen diyagram doğrudur.

B seçeneğinde:

NP arası kesinlikle sürtünmeli olduğundan cismin N ve P deki mekanik enerjileri eşit olamaz. Her zaman P deki mekanik enerji N deki mekanik enerjiden küçüktür. Verilen diyagram yanlıştır.

C seçeneğinde:

KLM arası sürtünmesiz ise mekanik enerji korunacağından verilen diyagram doğrudur.

D seçeneğinde:

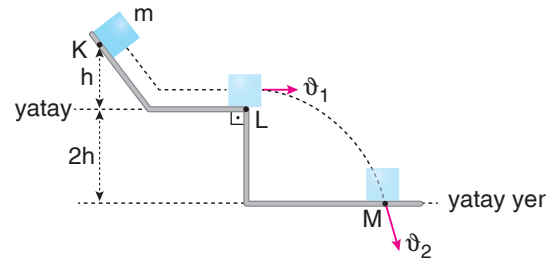
LM arası sürtünmesiz ise verilen diyagram doğrudur.

E seçeneğinde:

KLM yolu sürtünmeli ise cismin mekanik enerjisi giderek azalır. Verilen diyagram doğrudur.

Cevap B

7.



Enerjinin korunumundan,

$$E_K = E_L$$

$$mgh = \frac{1}{2} m v_1^2 \dots (1)$$

$$E_K = E_M$$

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

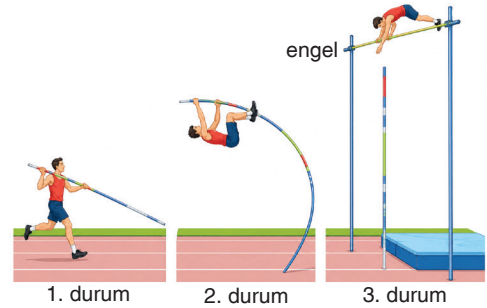
(1) ve (2) eşitlikleri taraf tarafa oranlanırsa,

$$\frac{mgh}{mgh} = \frac{\frac{1}{2} m v_1^2}{\frac{1}{2} m v_2^2}$$

$$\frac{1}{3} = \frac{v_1^2}{v_2^2} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{3} \text{ olur.}$$

Cevap A

8.



Sporcu, yatay düzlemde hızlanarak koştuğunda kinetik enerji kazanır. Kazandığı kinetik enerji, sırtıyla atladiğında çıkabileceği maksimum yükseklikte potansiyel enerjiye dönüşür. Sürtünmeler ihmal edildiğinden enerjinin korunumundan,

$$\frac{1}{2} m v^2 = mgh \text{ olur.}$$

h yüksekliği sporcunun kütlesine bağlı değildir.

I. yargı doğrudur.

Ortam sürtünmesiz olduğundan sporcunun hareketi boyunca mekanik enerjisi sabittir.

II. yargı doğrudur.

Sporcunun yerde kazandığı maksimum kinetik enerjisi çıtının en üstündeki potansiyel enerjisine eşittir.

$$\frac{1}{2} m v_{\text{yer}}^2 = mgh \text{ olur.}$$

III. yargı yanlıştır.

Cevap C

Sınıf Çalışması 7: Enerji Kaynakları

MODEL SORU 54

	Yenilenemez	Yenilenebilir	İklim değişikliği	Su kirliliği	Toprak kirliliği	Gürültü	Radyasyon
Kömür	✓	—	✓	✓	✓	✓	✓
Petrol	✓	—	✓	✓	✓	✓	—
Doğal gaz	✓	—	✓	✓	✓	✓	—
Nükleer enerji	✓	—	✓	✓	✓	—	✓
Hidroelektrik enerjisi	—	✓	✓	✓	—	—	—
Jeotermal enerji	—	✓	—	✓	—	✓	—
Rüzgâr enerjisi	—	✓	—	—	✓	—	—
Güneş enerjisi	—	✓	—	—	—	—	—
Biyokütle enerjisi	—	✓	—	—	—	—	—
Hidrojen enerjisi	—	✓	—	—	—	—	—
Dalga enerjisi	—	✓	—	—	—	—	—

MODEL SORU 55

a) Yenilenemez daha yüksektir.

Kömür → % 35,2

Doğal gaz → % 18,9

Toplam → %54,1

Yenilenebilir enerji kaynakları

$$100 - 54,1 = 45,9$$

olduğundan yenilenemez enerji kaynaklarının kullanımı daha yüksektir.

b) Yenilenebilir enerji kaynakları %45,9 ile önemli bir yer tutsa da daha fazla teşvik edilmelidir.

Enerji bakanı olsaydım:

1. Güneş panelleri ve rüzgar türbinleri için yatırım teşvikleri sağladım.
2. Yerli yenilenebilir enerji teknolojileri geliştirmek için AR-GE yatırımı yaptım.
3. Kamu binalarında yenilenebilir enerji kullanımını zorunlu hâle getirdim.

c) • Tek kaynağa bağımlılık kriz, savaş ve fiyat artışı durumlarında risklidir.

- Farklı coğrafi bölgelerde farklı kaynaklar verimli kullanılabilir.
- Çevre korunur, karbon salınımı azalır.

Türkiye için öneriler:

- Her bölgeye uygun enerji planlanması yapılmalı
- Jeotermal ve biyokütle gibi yerli kaynaklar daha fazla desteklenmeli
- Enerji depolama sistemleri yaygınlaştırılmalı

d) **Örnek:** İç Anadolu Bölgesi'nde yaşıyorum. Bölgemde güneşli gün sayısı fazla olduğundan güneş enerjisi kullanımı uygundur. Rüzgâr potansiyeli düşük olduğundan rüzgar enerjisi çok tercih edilmez.

MODEL SORU 56

- a) Yenilenemez enerji kaynakları hangileridir? 1 ve 6
- b) Yenilenebilir enerji kaynakları hangileridir? 2, 3, 4, 5, 7, 8
- c) Yatırım maliyetinin yüksek olması ve yağışlardan olumsuz etkilenmesi gibi dezavantajı olan enerji kaynağı hangisidir? 2
- d) Fotovoltaik piller ve fotovoltaik sistemler ile ısı ve ışık enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren enerji kaynağı hangisidir? 5
- e) Kimyasal enerjinin elektrik enerjisine dönüşmesiyle oluşan enerji kaynağı hangisidir? 7
- f) Üretiminin zorluğundan dolayı yaygın olarak kullanılmayan enerji kaynağı hangisidir? 4

MODEL SORU 57

- a) I. Güneş enerjisi II. Jeotermal enerji
III. Fosil yakıtlar IV. Doğal gaz
- b) I. Işık enerjisi → elektrik enerjisi + ısı enerjisi
II. Isı enerjisi → elektrik enerjisi
III. Kimyasal enerji → ısı enerjisi
IV. Kimyasal enerji → ısı enerjisi
- c) I. Geceleri ve bulutlu havada enerji üretilemez, geniş alana ihtiyaç duyulur, kurulum maliyeti yüksektir, güneş ışığı şiddeti değişkendir.
II. Her bölgede uygulanmaz, yer altında çıkan gazlar çevreye zarar verebilir, kurulum maliyeti yüksektir.
III. Sera gazı salınır, kimyasal ısınmaya neden olur, sızıntı olursa çevreyi kirletir, deniz ve kara canlıları için zararlı olur, sınırlıdır, siyasi krizlere neden olabilir.
IV. Karbon salınımına neden olur, sera gazı salınır, ithalat bağımlılığı yaratır, maliyeti yüksektir, patlama riskinde sızıntı tehlikesi oluşturur.

Uygulama Testi 7: Enerji Kaynakları

1. Fosil yakıtların kullanımı → Atmosfere CO₂ salınımını artırır → Sera etkisi artar → küresel sıcaklıklar artar → kutuplardaki buzullar erir → kutup ayılarının yaşam alanları daralır.

Bu zincirleme olaylar gösteriyor ki kutuplardaki ekosistemin zarar görmesi, fosil yakıtların dolaylı bir sonucudur.

Cevap A

2. I. Rüzgârın hızı ne kadar büyük ise elde edilen elektrik enerjisi o kadar büyüktür. (Doğru)
 II. Rüzgârın hızı ve şiddeti, ısı ve coğrafi özelliklere bağlı olarak değişiklik gösterir. (Doğru)
 III. Rüzgâr türbinlerinin kanatları kuşların ölümüne sebep olabilir. (Yanlış)
 I ve II doğrudur.

Cevap C

3. Kömür, petrol ve doğalgaz kimyasal enerji içerir.
 Kimyasal enerji → ısı enerjisi → mekanik enerji → elektrik enerjisi

Cevap D

4. Tablo - 1: Enerji kaynakları

a.	Yıldızlardan elde edilen enerji
b.	Pilden elde edilen enerji
c.	Atom çekirdeklerinden elde edilen enerji
d.	Esnek bir cisim sıkıştırıldığında ya da uzatıldığında sahip olduğu enerji

Tablo - 2: Enerji türleri

I.	nükleer enerji
II.	ısı ve ışık enerjisi
III.	kimyasal enerji
IV.	elektrik enerjisi
V.	potansiyel enerji

- a. II
 b. IV
 c. I
 d. V

Cevap C

Sınıf Çalışması 8: Enerji Tasarrufu

MODEL SORU 58

Enerji verimliliğinin temel amacı, aynı ihtiyacı daha az enerji kullanarak karşılamaktır. Akıllı ev sistemleri, cihazları yalnızca ihtiyaç duyulduğunda çalıştırdığı için gereksiz enerji tüketimini önler. Akıllı ev sistemleri; ısıtma, soğutma, aydınlatma ve elektrikli cihazların uzaktan kontrol edilmesini sağlar. Böylece evde kimse yokken gereksiz enerji kullanımı önlenir. Otomatik olarak enerji verimli şekilde kullanılır ve enerji israfı azaltılır. Bu sayede hem elektrik faturaları düşer, hem de çevre korunmuş olur.

- Enerji tüketimi azalır, çevre kirliliği azalır.
- Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim artar.
- Bireyler bilinçlenir ve enerji tasarrufu alışkanlık haline gelir.
- Ülkelerin enerjiye olan dış bağımlılığı azalır.
- Daha sürdürülebilir, çevre dostu şehirler oluşur.

A, C, D ve E seçenekleri yanlıştır.

B seçeneği doğrudur.

Cevap B

MODEL SORU 59

Senaryoda bisiklet kullanma, toplu taşıma, geri dönüşüm ve enerji tasarrufu gibi uygulamaların enerji ve yakıt tüketimini azalttığı, bunun da atmosfere salınan sera gazı miktarını düşürdüğü belirtiliyor. Bu nedenle karbon ayak izi azalır.

A yanlıştır: Geri dönüşüm karbon ayak izini de azaltır.

B yanlıştır: Karbon ayak izi yalnızca ulaşımdan kaynaklanmaz.

C yanlıştır: Enerji tasarruflu ürünler daha az enerji tüketir.

D yanlıştır: Tüm elektrikli cihazları kapatmak tek çözüm değildir.

E doğru: Enerji ve yakıt tüketimini azaltan uygulamalar sera gazı salımını azaltarak karbon ayak izini düşürür.

Cevap E

Uygulama Testi 8: Enerji Tasarrufu

1. Enerji takip uygulamaları kullanıcılara zaman ayarlı kullanım, kapatma uyarısı, fazla enerji tüketen cihazları belirleme gibi özellikler sunar.

I, II, III, IV doğrudur.

Cevap E

2. Telefonu gereğinden fazla şarjda bırakmak hem enerji israfına hem de ısınmaya ve yangın tehlikesine yol açabilir.

Cevap C

3. X, Y, Z lambaları ile ilgili verilen bilgiye göre en fazla ısınan en düşük verimli demektir.

En çok ısınan: X

En az ısınan: Y

olduğuna göre lambaların verimlilikleri arasındaki ilişki,

$Y > Z > X$ olur.

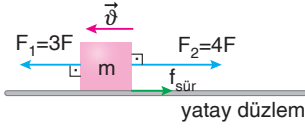
Cevap A

4. A) Hareket sensörleriyle yalnızca ihtiyaç duyulan alanlarda çalışabilirler. (Doğru)
 B) Gün ışığına duyarlı olup otomatik olarak kendilerini ayarlayabilirler. (Doğru)
 C) Geleneksel ampullere göre daha az enerji tüketirler. (Doğru)
 D) Elektrik kesintilerinde yüksek voltaj sağlayarak ortamı aydınlatırlar. (Yanlış)
 E) Daha az bakım gerektirir ve daha uzun ömürlüdürler. (Doğru)

Cevap D

Tekrar Testi 1: Enerji

1.

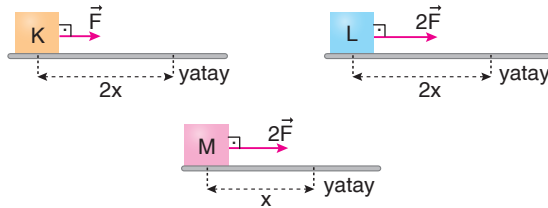


Kuvvetin etki doğrultusu yola paralel ise kuvvet fiziksel anlamda iş yapar.

$\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ ve $\vec{f}_{\text{sür}}$ kuvvetleri yola paralel olduklarından kuvvetlerin hepsi de fiziksel anlamda iş yapar.

Cevap E

2.



Cisimler üzerine yapılan işler, cisimlere kinetik enerji olarak aktarılır. Bu durumda, yolların sonunda cisimlerin kazandıkları hızlar,

$$2F \cdot 2x = \frac{1}{2} m \cdot v_K^2 \Rightarrow v_K^2 = \frac{8F \cdot x}{m}$$

$$F \cdot 3x = \frac{1}{2} m \cdot v_L^2 \Rightarrow v_L^2 = \frac{6F \cdot x}{m}$$

$$2F \cdot 3x = \frac{1}{2} 2m \cdot v_P^2 \Rightarrow v_P^2 = \frac{6F \cdot x}{m} \text{ olur.}$$

Hızlar arasındaki büyüklük ilişkisi, $v_K > v_L = v_P$ olur.

Cevap A

3. K ve L cisimleri farklı yükseklikten bırakıldıklarından yere çarpma hızları farklıdır. Hız yüksekliğe bağlı olduğundan, $v_K > v_L$ dir.

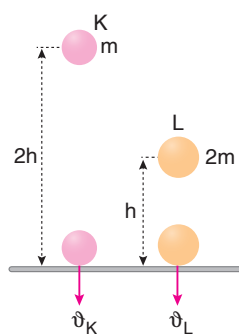
Mekanik enerji, cismin kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamına eşittir. Buna göre, cisimler serbest bırakıldıklarında potansiyel enerjileri,

$$E_K = m \cdot g \cdot 2h = 2mgh$$

$$E_L = 2m \cdot g \cdot h = 2mgh$$

olduğundan eşittir. Mekanik enerji korunacağından cisimler yere çarptıklarında kinetik enerjileri eşittir.

Cevap D



4.

Cisim	Kütle	Kinetik Enerji
K	m	E
L	2m	E
P	2m	2E

Tablodaki değerler kullanıldığında,

$$E = \frac{1}{2} m \cdot v_K^2 \Rightarrow v_K^2 = \frac{2E}{m}$$

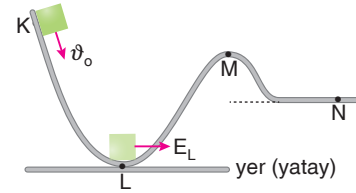
$$E = \frac{1}{2} m \cdot v_L^2 \Rightarrow v_L^2 = \frac{E}{m}$$

$$2E = \frac{1}{2} 2m \cdot v_P^2 \Rightarrow v_P^2 = \frac{2E}{m}$$

$$v_L < v_K = v_P \text{ olur.}$$

Cevap D

5.



Yörünge boyunca mekanik enerji değişmediğinden cismin L noktasındaki potansiyel enerjisi sıfır, kinetik enerjisi maksimumdur. Cismin L noktasındaki mekanik enerjisi kinetik enerjisine eşittir.

Cevap B

6. Cisim K noktasından L noktasına gelirken hızı artacağından kinetik enerjisi de artar. I. yargı doğrudur.

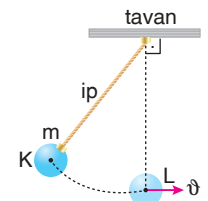
Cisim K noktasından L noktasına gelirken potansiyel enerjisi azalır. Yer çekimi kuvveti iş yapar.

II. yargı doğrudur.

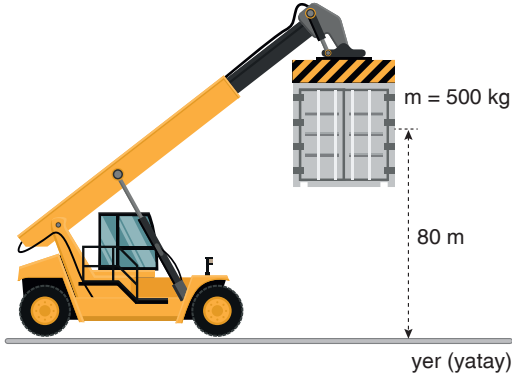
Ortam sürtünmesiz olduğundan cismin mekanik enerjisi sabittir.

III. yargı yanlıştır.

Cevap B



7.



Vincin oluşturduğu güç,

$$P = \frac{W}{t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t}$$

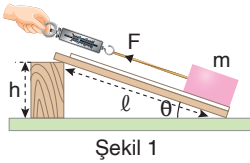
$$= \frac{500 \cdot 10 \cdot 80}{20}$$

$$= 20000 \text{ W}$$

$$= 20 \text{ kW olur.}$$

Cevap C

8.



Şekil 1

Şekil 1 de:

Kuvvetin yaptığı iş $W = F \cdot l$

Cismin kazandığı potansiyel enerji $E = m \cdot g \cdot h$

Dinamometrenin gösterdiği değer F olsun.

Şekil 2 de:

Eğik düzlemin θ açısı değişmediğinden dinamometrenin gösterdiği değer $F' = F$ değişmez.

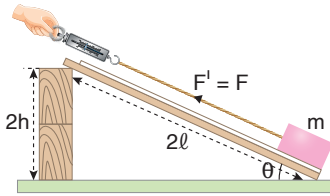
Kuvvetin yaptığı iş,

$$W' = F \cdot 2l = 2W$$

Cismin kazandığı potansiyel enerji,

$$E' = mg \cdot 2h = 2E \text{ olur.}$$

Cevap C



Şekil 2

9.

Elektrikli ev aletleri	Güç (watt)	Aylık ortalama çalışma süresi (saat)
Çamaşır makinesi	2000	20
Buzdolabı	100	200
Mikrodalga fırın	2800	10

Harcanan elektrik enerjileri,

$$E_1 = P_1 \cdot t_1 = 2000 \cdot 20 = 40.000 \text{ watt.saat}$$

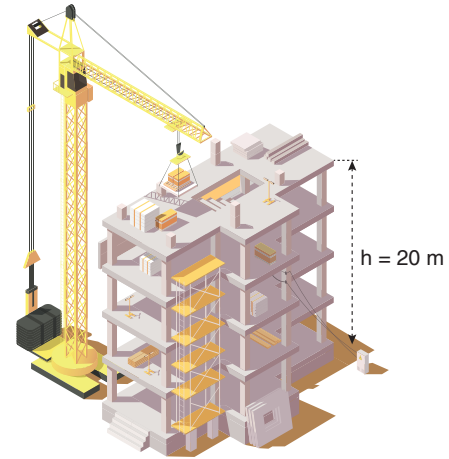
$$E_2 = P_2 \cdot t_2 = 100 \cdot 200 = 20.000 \text{ watt.saat}$$

$$E_3 = P_3 \cdot t_3 = 2800 \cdot 10 = 28.000 \text{ watt.saat}$$

$E_1 > E_3 > E_2$ olur.

Cevap A

10.



Yer çekimine karşı yapılan iş,

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 20 \cdot 10 \cdot 20 = 4 \cdot 10^3 \text{ J}$$

I. yargı doğrudur.

Vincin yaptığı iş,

$$W = F \cdot h = 300 \cdot 20 = 6 \cdot 10^3 \text{ J}$$

II. yargı doğrudur.

Net kuvvetin yaptığı iş,

$$W = F_{\text{net}} \cdot h$$

$$= (300 - 200) \cdot 20$$

$$= 100 \cdot 20$$

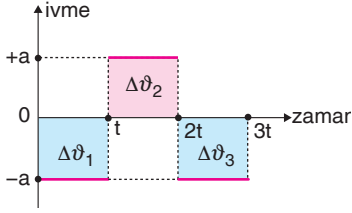
$$= 2 \cdot 10^3 \text{ J}$$

III. yargı doğrudur.

Cevap E

Tekrar Testi 2: Enerji

1.



İvme - zaman grafiğinde doğrunun altındaki alan hızdaki değişmeyi verir.

(0 - t) zaman aralığında,

$$\Delta v_1 = -a \cdot t$$

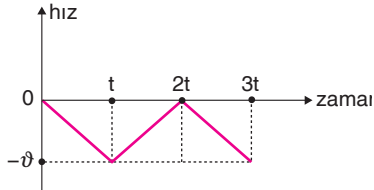
(t - 2t) zaman aralığında,

$$\Delta v_2 = a \cdot t$$

(2t - 3t) zaman aralığında,

$$\Delta v_3 = -a \cdot t$$

olur. Cismin ilk hızı sıfır olduğundan hız - zaman grafiği şekildeki gibi olur.



Cismin t anındaki hızı $-v$

2t anındaki hızı 0

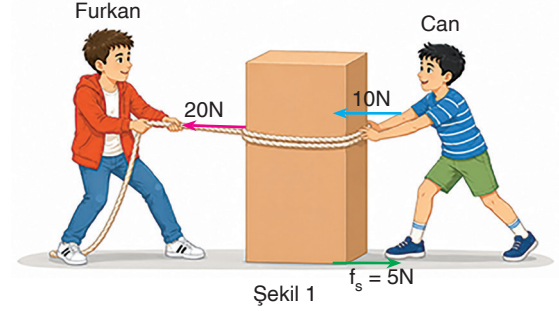
3t anındaki hızı $-v$ dir.

Cismin kinetik enerjisi $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ olduğundan,

$$E_2 < E_1 = E_3 \text{ olur.}$$

Cevap D

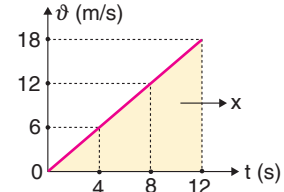
2.



Dolaba etki eden net kuvvet,

$$F_{\text{net}} = 20 + 10 - 5$$

$$F_{\text{net}} = 25 \text{ N olur.}$$



Şekil 2

Hız - zaman grafiğinde doğrunun altındaki alan dolabın aldığı yolu verir.

$$x = \frac{18 \cdot 12}{2} = 108 \text{ m olur.}$$

Dolabın ortalama hızı,

$$\vec{v}_{\text{ort}} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{108}{12} = 9 \text{ m/s olur.}$$

I. yargı doğrudur.

Dolaba yapılan net iş,

$$W_{\text{net}} = F_{\text{net}} \cdot x = 25 \cdot 108 = 2700 \text{ J}$$

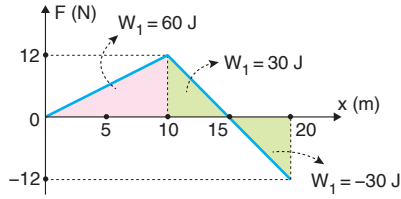
II. yargı doğrudur.

Can ve Furkan'ın yapmış oldukları işler dolaba kinetik enerji ve sürtünmeye ısı enerjisi olarak aktarılmıştır.

III. yargı yanlıştır.

Cevap D

3.



Kuvvet - yol grafiğinin altındaki alanların cebirsel toplamı yapılan toplam işi, dolayısıyla kinetik enerji değişimini verir.

$$W = \Delta E_k = \frac{1}{2} m \cdot (\vartheta_2^2 - \vartheta_1^2)$$

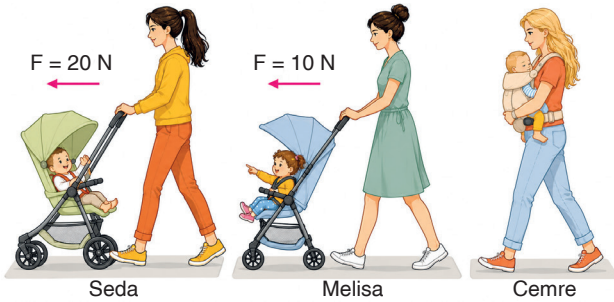
$$60 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot (\vartheta_2^2 - \vartheta_1^2)$$

$$60 = \vartheta_2^2 - 4$$

$$60 = \vartheta_2^2 \Rightarrow \vartheta_2 = 8 \text{ m/s olur.}$$

Cevap C

4.



Seda'nın yaptığı iş,

$$W_1 = F_1 \cdot x_1 = 20 \cdot 400 = 8000 \text{ J}$$

Melisa'nın yaptığı iş,

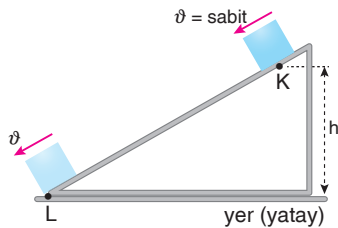
$$W_2 = F_2 \cdot x_2 = 10 \cdot 400 = 4000 \text{ J}$$

Cemre bebeğine yatayda bir kuvvet uygulamadığından yaptığı iş $W_3 = 0$ dır.

$W_1 > W_2 > W_3$ olur.

Cevap A

5.



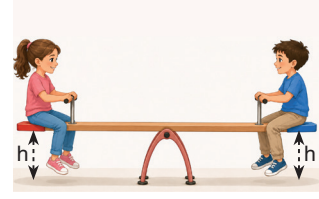
Cisim K den L ye sabit hızla geldiğinden kinetik enerjisi değişmez.

Cismin yere olan düşey uzaklığı (h) azaldığından potansiyel enerjisi (mgh) azalır.

Cismin mekanik enerjisi kinetik ve potansiyel enerjilerin toplamıdır. Kinetik enerji sabit, potansiyel enerji azaldığından mekanik enerji de azalır. Isı enerjisi, sürtünme kuvvetinin yaptığı iştir. Sürtünme kuvvetinin yaptığı iş arttığından ısı enerjisi de artar.

Cevap B

6.



Şekil 1



Şekil 2



Şekil 3

Şekil 1 de Selin ve Emre'nin kütleleri, boyları ve yere olan yükseklikleri eşit olduğundan potansiyel enerjileri,

$$E_{P1} = E_{P2} = mgh \text{ olur.}$$

I. yargı doğrudur.

Şekil 2 de Selin ve Emre'nin süratleri ve kütleleri eşit olduğundan kinetik enerjileri

$$E_{K1} = E_{K2} = \frac{1}{2} m \vartheta^2 \text{ olur.}$$

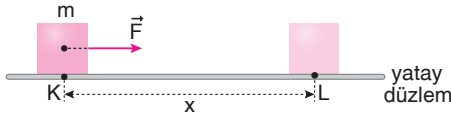
II. yargı yanlıştır.

Şekil 3 te Selin'in potansiyel enerjisi maksimum, Emre'nin potansiyel enerjisi minimumdur. Kinetik enerjileri eşit olduğundan Selin'in toplam enerjisi Emre'nin toplam enerjisinden büyüktür.

III. yargı yanlıştır.

Cevap A

7.



t sürede

$$\text{Alınan yol : } x = \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$\text{Yapılan iş : } W = F \cdot x$$

$$\text{Güç : } P = \frac{W}{t}$$

$$\text{Hız : } v = a \cdot t \text{ olur.}$$

Cisme kuvvet 2t süresi boyunca uygulandığında,

$$\text{Alınan yol : } x' = \frac{1}{2} a \cdot (2t)^2 = 4x$$

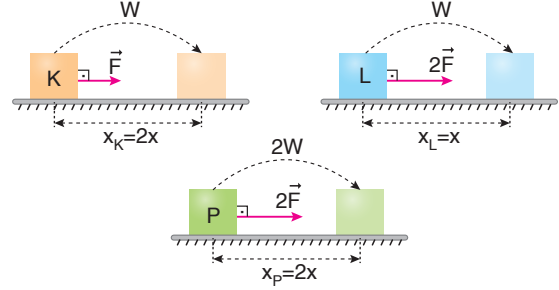
$$\text{İş : } W' = F \cdot 4x = 4W$$

$$\text{Güç : } P' = \frac{W'}{2t} = \frac{4W}{2t} = \frac{2W}{t} = 2P$$

$$\text{Hız : } v' = a \cdot 2t = 2v \text{ olur.}$$

Cevap B

8.



İş sütun grafiğine baktığımızda K, L ve P cisimlerine yapılan işler $W_K = W$, $W_L = W$, $W_P = 2W$ olduğu görülür. K ve L nin üzerine yapılan işler eşittir. Yapılan iş $W = F \cdot x$ eşitliğinden bulunur. K cismine F, L cismine 2F kuvvetleri uygulanmaktadır. Yapılan işlerin eşit olması için K cismi 2x yolunu almış ise L cismi x yolunu alır.

K cisminin aldığı yol, L cisminin aldığı yoldan büyüktür.

I. yargı doğrudur.

L ve P cisimlerine aynı büyüklükte 2F kuvvetleri uygulanmıştır. P cismine yapılan iş daha büyük olduğundan P cismi L den daha fazla yol almıştır.

L cismi x yolunu almış ise P cismi 2x yolunu almıştır.

II. yargı doğrudur.

K ve L nin üzerine W, P nin üzerine 2W işi yapıldığına göre K ve L nin üzerine yapılan işlerin toplamı, P nin üzerine yapılan işin toplamına eşittir.

$$W_K + W_L = W_P$$

$$W + W = 2W$$

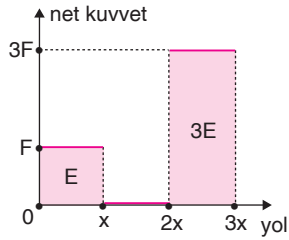
$$2W = 2W$$

III. yargı doğrudur.

Cevap E

Tekrar Testi 3: Enerji

1.

Cismin $3x$ yolunun sonundaki kinetik enerjisi,

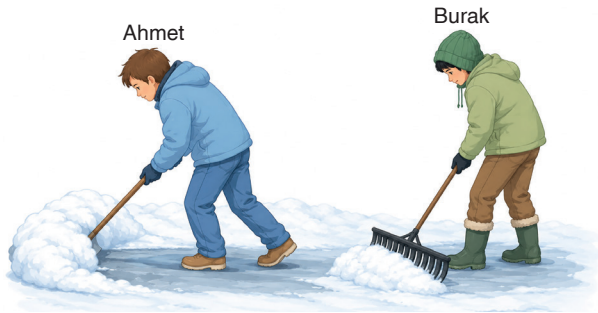
$$E' = E + 3E = 4E \text{ olur.}$$

Cismin $3x$ yolunun sonundaki hızı,

$$\begin{aligned} \frac{E}{E'} &= \frac{\frac{1}{2} m v^2}{\frac{1}{2} m v'^2} \\ \frac{E}{4E} &= \frac{v^2}{v'^2} \\ \frac{1}{2} &= \frac{v^2}{v'^2} = v' = 2v \text{ olur.} \end{aligned}$$

Cevap D

2.



Ahmet ve Burak aynı miktarda karı, aynı uzunluktaki kaldırımlardan temizlediği için yaptıkları işler eşittir.

II. yargı yanlıştır.

Güç $P = \frac{W}{t}$ olduğundan, Ahmet aynı işi daha kısa sürede yaptığı için gücü daha büyüktür.

I. yargı doğrudur.

Kuvvet hakkında kesin yorum yapılamaz.

Aynı iş, farklı kuvvetlerle farklı biçimlerde yapılabilir.

III. yargıda kesinlik yoktur.

Cevap A

3.

Ortam sürtünmesiz olduğuna göre mekanik enerji korunur. Cismin K noktasındaki mekanik enerjisi,

$$E_K = mgh = 3mgh \text{ tır.}$$

Cisim P'ye geldiğinde potansiyel enerjisi,

$$E_p = mgh \text{ olur.}$$

Cismin P'deki kinetik enerji ise,

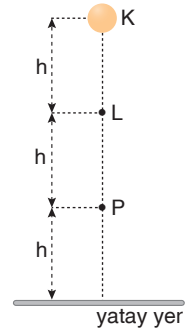
$$E_K = E_p$$

$$3mgh = mgh + E_{kin}$$

$$E_{kin} = 2mgh$$

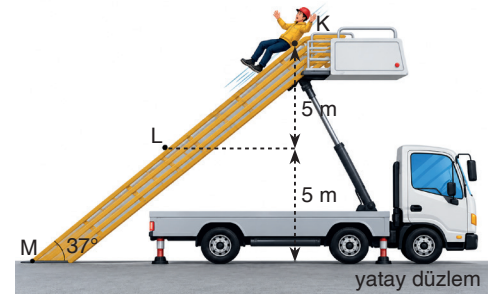
olur. Enerjilerin oranı,

$$\frac{E_k}{E_p} = \frac{2mgh}{mgh} = 2 \text{ olur.}$$



Cevap D

4.



Enerjinin korunumundan

$$E_K = E_L$$

$$mgh = \frac{1}{2} m v_L^2$$

$$10.5 = \frac{1}{2} v_L^2$$

$$100 = v_L^2 \Rightarrow v_L = 10 \text{ m/s olur.}$$

Kinetik enerjisi,

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot 60 \cdot (10)^2 = 3000 \text{ J olur.}$$

I. yargı doğrudur.

Enerjinin korunumundan

$$E_K = E_M$$

$$mgh = \frac{1}{2} m v_M^2$$

$$10 \cdot 10 = \frac{1}{2} v_M^2$$

$$200 = v_M^2 \Rightarrow v_M = 10\sqrt{2} \text{ m/s olur.}$$

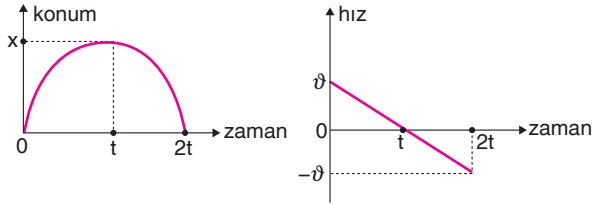
II. yargı yanlıştır.

L noktasından geçerken sahip olduğu kinetik enerjisi yere göre potansiyel enerjisine eşittir.

III. yargı doğrudur.

Cevap C

5.



Konum - zaman grafiğinde eğim hızı verir.

0 - t aralığında hız azaldığından kinetik enerji de azalmıştır. t anında cismin hızı sıfır olduğundan durmuştur. Kinetik enerji sıfırdır. Cisim düz bir yolda hareket etmektedir. Cismin hızı önce azalmış sonra artmıştır. Mekanik enerji korunmamıştır.

I. ve II. yargılar doğrudur.

III. yargı yanlıştır.

Cevap B

6.

1. Asansör:

- Kütle = 300 kg
- Süre = 60 s

2. Asansör:

- Kütle = 100 kg
- Süre = 40 s

1. asansörün yaptığı iş ve güç değerleri,

$$W_1 = m \cdot g \cdot h = 300 \cdot 10 \cdot 20 \text{ h} = 6 \cdot 10^4 \text{ h}$$

$$P_1 = \frac{W_1}{t_1} = \frac{6 \cdot 10^4 \text{ h}}{60} = 1 \cdot 10^3 \text{ h}$$

2. asansörün yaptığı iş ve güç değerleri,

$$W_2 = m \cdot g \cdot h = 100 \cdot 10 \cdot 60 \text{ h} = 6 \cdot 10^4 \text{ h}$$

$$P_2 = \frac{W_2}{t_2} = \frac{6 \cdot 10^4 \text{ h}}{40} = 1,5 \cdot 10^3 \text{ h}$$

2. asansör 1. asansöre göre daha güçlüdür.

I. yargı doğrudur.

1. ve 2. asansörlerin yaptıkları işler eşittir.

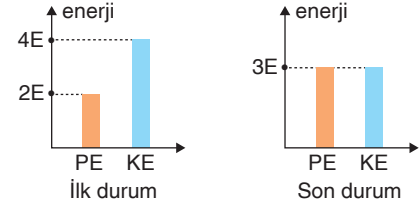
II. yargı yanlıştır.

Yer çekimine karşı yapılan iş potansiyel enerji artışına eşittir.

Asansörlerin yaptıkları işler eşit olduğundan mekanik enerji-deki artışlar eşittir.

Cevap A

7.



Sürtünmesiz sistemde bir cismin toplam enerjisi mekanik enerjiye eşittir. Cismin toplam enerjisi 60 J olduğuna göre,

$$E_{\text{toplam}} = E_{\text{potansiyel}} + E_{\text{kinetik}}$$

$$60 = 2E + 4E$$

$$60 = 6E \Rightarrow E = 10 \text{ J olur.}$$

İlk durumda cismin kinetik ve potansiyel enerjileri,

$$E_{PE} = 2E = 2 \cdot 10 = 20 \text{ J}$$

$$E_{KE} = 4E = 4 \cdot 10 = 40 \text{ J olur.}$$

Son durumda cismin kinetik ve potansiyel enerjileri,

$$E_{PE}^I = 3E = 3 \cdot 10 = 30 \text{ J}$$

$$E_{KE}^I = 3E = 3 \cdot 10 = 30 \text{ J olur.}$$

I. ve II. yargılar doğrudur.

Sürtünmesiz sistemde cismin mekanik enerjisi her zaman sabittir. Cismin kinetik enerjisi azalırken, potansiyel enerjisi artar. Sürtünmeye enerji harcanmaz.

III. yargı yanlıştır.

Cevap B

8. Otomobil motorunun gücü,

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot x}{t} = \frac{100 \cdot 40}{8} = 500 \text{ W olur.}$$

I. yargı doğrudur.

Net kuvvetin yaptığı iş,

$$\begin{aligned} W_{\text{net}} &= (F - f_{\text{sür}}) \cdot x \\ &= (100 - 30) \cdot 40 \\ &= 2800 \text{ J olur.} \end{aligned}$$

II. yargı doğrudur.

Otomobilin gücü bulunurken otomobile etki eden net kuvvet dikkate alınır. İş hesaplanırken net kuvvet hesaplanır. Otomobilin gücü,

$$P = \frac{W_{\text{net}}}{t} = \frac{2800}{8} = 350 \text{ W olur.}$$

III. yargı yanlıştır.

Cevap C

Tekrar Testi 4: Enerji

1.

Cisim	Uygulanan Net Kuvvet	Yapılan İş	Hareket Süresi
K	F	4W	4t
L	2F	6W	2t
P	3F	3W	t

Cisimlerin aldıkları yollar;

$$4W = F \cdot x_K \Rightarrow x_K = \frac{4W}{F} = 4x$$

$$6W = 2F \cdot x_L \Rightarrow x_L = \frac{3W}{F} = 3x$$

$$3W = 3F \cdot x_P \Rightarrow x_P = \frac{W}{F} = x$$

 $x_P < x_L < x_K$ olur.

I. yargı doğrudur.

Cisimlerin ortalama güçleri,

$$P_K = \frac{4W}{4t} = \frac{W}{t} = P$$

$$P_L = \frac{6W}{2t} = \frac{3W}{t} = 3P$$

$$P_P = \frac{3W}{t} = 3P$$

 $P_K < P_L = P_P$ olur.

L ve P nin ortalama güçleri eşittir.

II. yargı doğrudur.

Cisimlerin ivmeleri $x = \frac{1}{2}at^2$ eşitliğinden

$$4x = \frac{1}{2} \cdot a_K \cdot (4t)^2 \Rightarrow a_K = \frac{x}{2t^2}$$

$$3x = \frac{1}{2} \cdot a_L \cdot (2t)^2 \Rightarrow a_L = \frac{3x}{2t^2}$$

$$x = \frac{1}{2} \cdot a_P \cdot t^2 \Rightarrow a_P = \frac{2x}{t^2}$$

 $a_K < a_L < a_P$ olur.

III. yargı doğrudur.

Cevap E

2.

Araştırmacı	Kütlesi	Başlangıç Platformu	Bitiş Platformu
K	m	5	2
L	2m	5	8
M	2m	3	6
N	3m	4	2

Yer çekimi potansiyel enerji değişimi

$$\Delta E_p = m \cdot g \cdot \Delta h$$

bağıntısıyla hesaplanır. Platformlar arası düşey uzaklık h olduğundan:

K: $5 \rightarrow 2 \Rightarrow 3$ platform yukarı

$$\Delta E_p = +3mgh$$

L: $5 \rightarrow 8 \Rightarrow 3$ platform aşağı

$$\Delta E_p = -2m \cdot 3gh = -6mgh$$

M: $3 \rightarrow 6 \Rightarrow 3$ platform aşağı

$$\Delta E_p = -2m \cdot 3gh = -6mgh$$

N: $4 \rightarrow 2 \Rightarrow 2$ platform yukarı

$$\Delta E_p = +3m \cdot 2gh = +6mgh$$

Seçenekler incelendiğinde;

A) Yanlıştır. K ve N aynı platformda bitirmediği gibi kütleleri de farklıdır.

B) Doğrudur. L ve M nin kütleleri eşit olup aynı düşey mesafeyi aşağı yönde hareket ettiklerinden potansiyel enerji değişimleri eşittir.

C) Yanlıştır. K nin değişimi $+3mgh$, N nin değişimi $+6mgh$ dir.

D) Yanlıştır. Potansiyel enerjisi en fazla artan araştırmacı N dir.

E) Yanlıştır. M aşağı hareket ettiği için yer çekimi iş yapar; N yukarı hareket ettiği için yer çekimine karşı iş yapılır.

Cevap B

3.

Sandık	Halattaki Gerilme	Yerden Yükseklik
K	T	5h
L	2T	3h
M	3T	2h

En yüksekte bırakılan K sandığı yere en büyük hızla çarpar.
I. yargı doğrudur.

Halattaki gerilme kuvveti ağırlığa eşit olduğundan,

$$T = mg$$

K: m , 5h

L: $2m$, 3h

M: $3m$, 2h

Halatlar koptuğunda yere göre sahip oldukları çekim potansiyel enerjileri:

$$K: E_p = 5mgh = 5Th$$

$$L: E_p = 2m.g.3h = 6Th$$

$$M: E_p = 3m.g.2h = 6Th$$

Halatlar koptuğunda sandıkların hızı sıfır olduğundan yalnızca potansiyel enerjileri vardır.

$$E_K < E_L = E_M \text{ olur.}$$

L ve M sandıklarının potansiyel enerjileri eşit olduğundan yere ulaştıklarında kinetik enerjileri eşit olur.

II. yargı doğrudur.

K sandığının çekim potansiyel enerjisi en küçüktür.

III. yargı yanlıştır.

Cevap D

4. 1. Toplam Harcanan Enerjinin Bulunması:

$$\text{Toplam Enerji} = \text{Günlük Tüketim} \times \text{Gün Sayısı}$$

$$\text{Toplam Enerji} = 150 \text{ kWh/gün} \times 30 \text{ gün} = 4500 \text{ kWh}$$

Bu bilgiyle A şıkkı elenir (3000 kWh değil, 4500 kWh).

2. Ortalama Birim Maliyetin Bulunması:

$$\text{Birim Maliyet} = \frac{\text{Toplam Tutar}}{\text{Toplam Enerji}} = \frac{4950 \text{ TL}}{4500 \text{ kWh}} = 1,1 \text{ TL/kWh}$$

Bu bilgiyle E şıkkı elenir (1,5 TL değil, 1,1 TL).

3. Dönemsel Tüketim Miktarlarının Hesaplanması:

$$\text{Gündüz (\%40): } 4500 \times 0,40 = 1800 \text{ kWh}$$

$$\text{Puant (\%40): } 4500 \times 0,40 = 1800 \text{ kWh}$$

$$\text{Gece (\%20): } 4500 \times 0,20 = 900 \text{ kWh}$$

Bu bilgiyle C şıkkı doğrulanır (Gece tüketimi 900 kWh tir.)

4. Diğer Şıkların Kontrolü:

B Şıkkı: Puant dönemi birim fiyatı normalde en yüksek tarifiedir. Ortalama birim fiyat 1,1 TL olduğuna göre, puant tarifesi kesinlikle 1,1 TL den büyüktür. Dolayısıyla puant bedeli 1800 kWh x 1,1 TL = 1980 TL değerinden daha fazla olmak zorundadır. (B şıkkı elenir.)

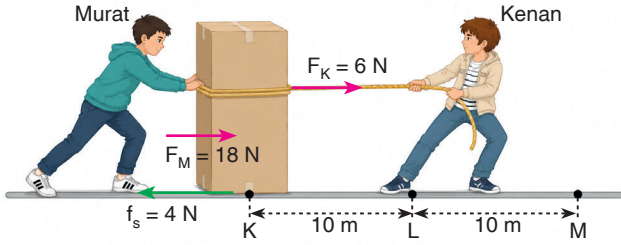
D şıkkı: Gündüz ile gece arasındaki tüketim farkı

$$1800 - 900 = 900 \text{ kWh tir. (D şıkkı elenir).}$$

Cevap C

Ünite Yazılı Provası 1

1.



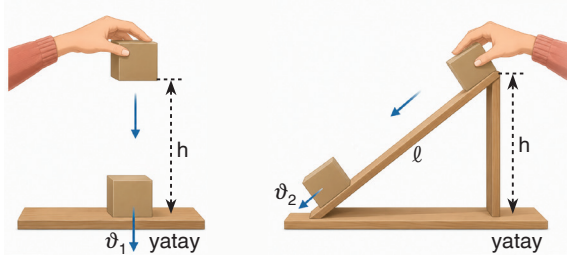
a) Dolaba yapılan net iş,

$$\begin{aligned} W &= 18 \cdot 10 + 6 \cdot 20 - 4 \cdot 20 \\ &= 180 + 120 - 80 \\ &= 220 \text{ J olur.} \end{aligned}$$

b) Yapılan iş dolaba kinetik enerji olarak aktarılır.

$$E_M = W = 220 \text{ J olur.}$$

2.



Şekil 1

Şekil 2

a) Enerjinin korunumundan,

$$E_1 = m \cdot g \cdot h = E$$

$$E_2 = m \cdot g \cdot h = E$$

$$E_1 = E_2 \text{ olur.}$$

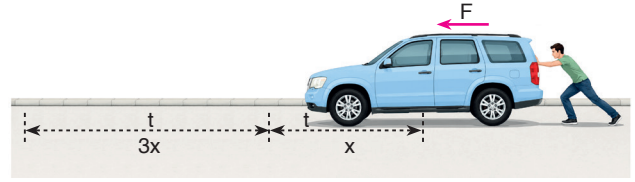
b) Cisimlerin hızları,

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} m v_1^2$$

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} m v_2^2$$

$$v_1 = v_2 \text{ olur.}$$

3.



t süre içerisinde:

$$\text{Yapılan iş } W = F \cdot x$$

$$\text{Harcanan güç } P = \frac{W}{t} \text{ olur.}$$

Yalın arabayı F kuvveti ile 2t süre iterse arabanın aldığı toplam yol,

$$x_{\text{toplam}} = x + 3x = 4x \text{ olur.}$$

a) Yapılan iş,

$$W' = F \cdot 4x = 4Fx = 4W \text{ olur.}$$

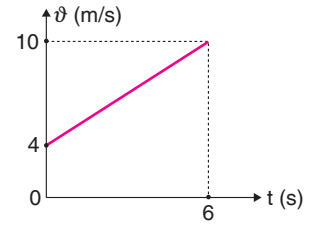
b) Harcanan güç,

$$P' = \frac{W'}{2t} = \frac{4W}{2t} = 2P \text{ olur.}$$

4.



Şekil 1



Şekil 2

a) Hız - zaman grafiğinde doğrunun altındaki alan,

$$x = \frac{(4 + 10)}{2} \cdot 6 = 42 \text{ m olur.}$$

b) Kuvvetin yaptığı iş kinetik enerji değişimine eşittir.

$$F \cdot x = \frac{1}{2} m v_s^2 - \frac{1}{2} m v_i^2$$

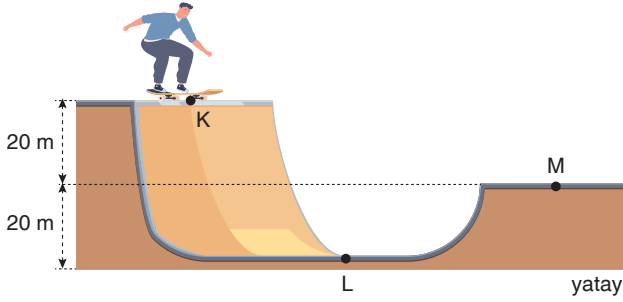
$$F \cdot 42 = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot (10)^2 - \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot (4)^2$$

$$F \cdot 42 = 200 - 32$$

$$F \cdot 42 = 168$$

$$F = 4 \text{ N olur.}$$

5.



a) Sporcunun K, L ve M deki mekanik enerjileri eşittir.

$$E_K = E_L = E_M = m \cdot g \cdot h = 80 \cdot 10 \cdot 40 = 32000 \text{ J olur.}$$

b) Sporcunun L den geçen sürati,

$$32000 = \frac{1}{2} m v_L^2$$

$$32000 = \frac{1}{2} \cdot 80 \cdot v_L^2 \Rightarrow v_L = 20\sqrt{2} \text{ m/s}$$

olur. Sporcunun M den geçen sürati

$$mgh = \frac{1}{2} m v_M^2$$

$$10 \cdot 20 = \frac{1}{2} \cdot v_M^2$$

$$400 = v_M^2 \Rightarrow v_M = 20 \text{ m/s olur.}$$

6.

	Yenilenemez	Yenilenebilir	İklim değişikliği
Kömür	✓		✓
Petrol	✓		✓
Doğal gaz	✓		✓
Nükleer enerji	✓		✗
Hidroelektrik enerji		✓	✓
Jeotermal enerji		✓	✗
Rüzgâr enerji		✓	✗
Güneş enerji		✓	✗
Biyokütle enerji		✓	✗
Hidrojen enerji		✓	✗
Dalgı enerji		✓	✗

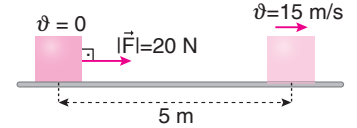
7. a) Vücudumuzda depoladığımız kimyasal enerji gün içinde yürürken ve bisiklete binerken hareket enerjisine dönüşür.
- b) Hidroelektrik santrallerde yüksekten biriken suyun potansiyel enerjisi, daha aşağıya inerken kinetik enerjiye, kinetik enerji de elektrik enerjisine dönüşür.
- c) Nükleer santraller, nükleer enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür. Nükleer enerji sırasıyla ısı enerjisi, kinetik enerji ve elektrik enerjisine dönüşür.
- d) Mikrofonların yapısında bulunan piezoelektrik malzemelerin ses dalgalarına maruz kalması ile bu malzemeler elektrikle yüklenir. Bu olay sesin elektrik enerjisine dönüşebileceğini gösterir.
- e) Güneş'ten çıkan ışıklar boşluktan geçerek Dünya'ya ulaşır. Dünya'daki canlılar ağaçlar ve bitkiler bu enerjiyi alarak kimyasal enerji olarak depolarlar.

8. I. Sistem

Cisim K den L ye geldiğinde kuvvetin yaptığı iş,

$$W = F \cdot x = 20 \cdot 5 = 100 \text{ J}$$

olur.



Verilen hız değerinden cismin L noktasındaki kinetik enerjisi,

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot (15)^2 = 225 \text{ J olur.}$$

Enerjinin korunum ilkesine göre $W < E_k$ olduğundan bu durumun oluşması mümkün değildir.

II. Sistem

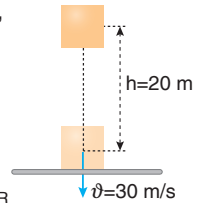
Cismin P noktasındaki potansiyel enerjisi,

$$E_p = mgh = m \cdot 10 \cdot 20 = 200 \text{ m olur.}$$

Cismin R noktasındaki kinetik enerjisi,

$$E_R = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (30)^2 = 450 \text{ m olur.}$$

Enerjinin korunum ilkesine göre $E_p < E_R$ olduğundan bu durumun oluşması mümkün değildir.



III. Sistem

Motorun yaptığı iş,

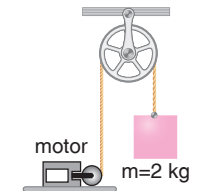
$$W = P \cdot t = 20 \cdot 10 = 200 \text{ J olur.}$$

Cisim 10 s de 5 m yükseğe çıktığında kazandığı potansiyel enerji,

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 2 \cdot 10 \cdot 5 = 100 \text{ J olur.}$$

Enerjinin korunum ilkesine göre bu durum gerçekleşebilir.

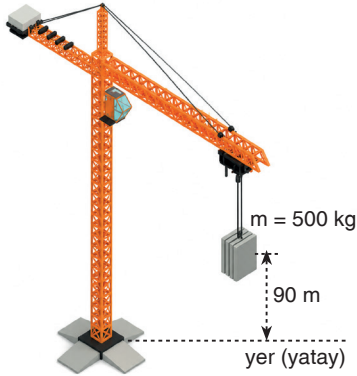
Motor 200 J iş yapar. Bu enerjinin 100 J ü ise cismin potansiyel enerji kazanmasını sağlamıştır. Geri kalanı ise ya kinetik enerjiye ya da ısı enerjisine dönüşmüştür. Bu olay mümkündür.



- a) III. durumun oluşması mümkündür.
- b) I. ve II. durumların oluşması mümkün değildir.

Ünite Yazılı Provası 2

1.



- a) Beton parçasının mekanik enerjisi potansiyel enerji kadar artar.

$$\begin{aligned}\Delta E &= m \cdot g \cdot h \\ &= 500 \cdot 10 \cdot 90 \\ &= 45 \cdot 10^4 \text{ J}\end{aligned}$$

- b) Vincin oluşturduğu güç

$$P = \frac{W}{t} = \frac{45 \cdot 10^4}{30} = 15 \cdot 10^3 \text{ Watt} = 15 \text{ kW}$$

olur.

2. K, L ve M arabaların süratleri

$$v_K = 36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}$$

$$v_L = 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$$

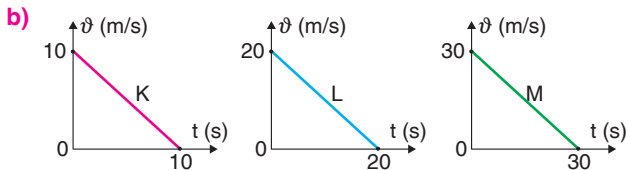
$$v_M = 108 \text{ km/h} = 30 \text{ m/s} \text{ olur.}$$

- a) Arabaların kinetik enerjileri,

$$E_K = \frac{1}{2} \cdot 4000 \cdot (10)^2 = 2 \cdot 10^5 \text{ J}$$

$$E_L = \frac{1}{2} \cdot 1000 \cdot (20)^2 = 2 \cdot 10^5 \text{ J}$$

$$E_M = \frac{1}{2} \cdot 800 \cdot (30)^2 = 36 \cdot 10^4 \text{ J olur.}$$



K, L ve M araçların hız - zaman grafiği şekildeki gibidir.

$$x_K = \frac{10 \cdot 10}{2} = 50 \text{ m}$$

$$x_L = \frac{20 \cdot 20}{2} = 200 \text{ m}$$

$$x_M = \frac{30 \cdot 30}{2} = 450 \text{ m olur.}$$

3.



- a) Hız yüksekliğe bağlıdır. Çocuklar aynı yükseklikten kayarak yatay düzleme ulaştıklarında süratleri eşittir.
- b) Çocukların potansiyel enerjileri yatay düzleme ulaştığında kinetik enerjiye dönüşür.

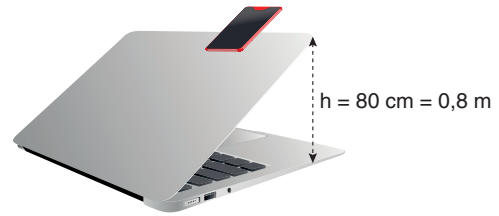
$$E_{3m} = 3m \cdot gh = 3E$$

$$E_{2m} = 2m \cdot gh = 2E$$

$$E_m = m \cdot gh = E$$

$$E_{3m} > E_{2m} > E_m \text{ olur.}$$

4.



- a) Enerjinin korunumunda,

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

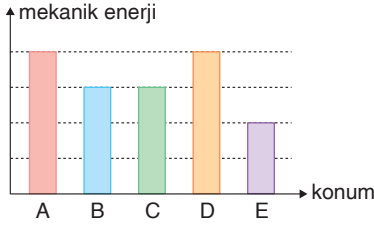
$$10 \cdot 0,8 = \frac{1}{2} \cdot v^2$$

$$16 = v^2 \Rightarrow v = 4 \text{ m/s olur.}$$

- b) Cep telefonunun kinetik enerjisi

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,2 \cdot (4)^2 = 1,6 \text{ J olur.}$$

5.



a) Mekanik enerjinin değişmediği aralıklarda sürtünme yoktur. Grafiğe göre B - C mekanik enerji sabittir.

Cevap: B - C

b) Mekanik enerjinin azaldığı aralıklarda sürtünme vardır. Bu durum A - B ve D - E aralıklarında görülmektedir.

Cevap: A - B ve D - E

c) Mekanik enerji C den D ye artmıştır. Bu artış yalnızca sporcunun sisteme enerji vermesiyle mümkün olduğundan sporcu C - D aralığında pedal çevirmiştir.

Cevap: C - D

d) Başlangıçta A noktasında bisikletçi durgun ve yüksekliği 4h olduğundan:

$$E_A = 4mgh$$

Grafikten başlangıçtaki mekanik enerjiler:

$$E_A = 4mgh$$

$$E_B = 3mgh$$

$$E_C = 3mgh$$

$$E_D = 4mgh$$

$$E_E = 2mgh$$

A - B aralığında başlangıçta mgh kadar enerji sürtünme nedeniyle kaybedilmiştir. Parkur sürtünmesiz olduğunda bu kayıp olmayacağından:

$$E_B = 4mgh$$

B - C aralığı zaten sürtünmesiz olduğundan mekanik enerji korunur:

$$E_C = 4mgh$$

C - D aralığında sporcu başlangıçta mekanik enerjisi 3mgh den 4mgh ye çıkarmıştır. Yani pedal çevirerek:

$$4mgh - 3mgh = mgh$$

kadar enerji aktarmıştır. Yeni durumda da aynı miktarda enerji aktaracağı için:

$$E_D = 4mgh + mgh = 5mgh$$

D - E aralığında başlangıçta 2mgh enerji sürtünme nedeniyle kaybedilmiştir. Yeni durumda sürtünme olmadığından bu kayıp gerçekleşmez:

$$E_E = 5mgh$$

Dolayısıyla yeni durumda:

$$E_A = 4mgh, E_B = 4mgh, E_C = 4mgh, E_D = 5mgh, E_E = 5mgh$$

Yani A sütunu değişmez; B ve C sütunları 4mgh ye, D ve E sütunları 5 mgh ye yükselir.

6.

Kutu	Uygulanan Net Kuvvet	Yapılan İş	Hareket Süresi
K	3F	12W	4t
L	2F	6W	2t
M	F	3W	t

a) Kutuların aldıkları yollar,

$$12W = 3F \cdot x_K \Rightarrow x_K = \frac{12W}{3F} = 4x$$

$$6W = 2F \cdot x_L \Rightarrow x_L = \frac{6W}{2F} = 3x$$

$$3W = F \cdot x_M \Rightarrow x_M = \frac{3W}{F} = 3x$$

$$x_L = x_M < x_K$$

b) Ortalama güçler,

$$P_K = \frac{12W}{4t} = \frac{3W}{t} = 3P$$

$$P_L = \frac{6W}{2t} = \frac{3W}{t} = 3P$$

$$P_M = \frac{3W}{t} = 3P$$

$$P_K = P_L = P_M \text{ olur.}$$