

3. BÖLÜM

DOĞRUSAL HAREKET

YERDEĞİŞTİRME

HIZ

İVME

NEWTON KANUNLARI

İŞ, GÜÇ ve ENERJİ

Yazar: Dr. Tayfun Demirtürk

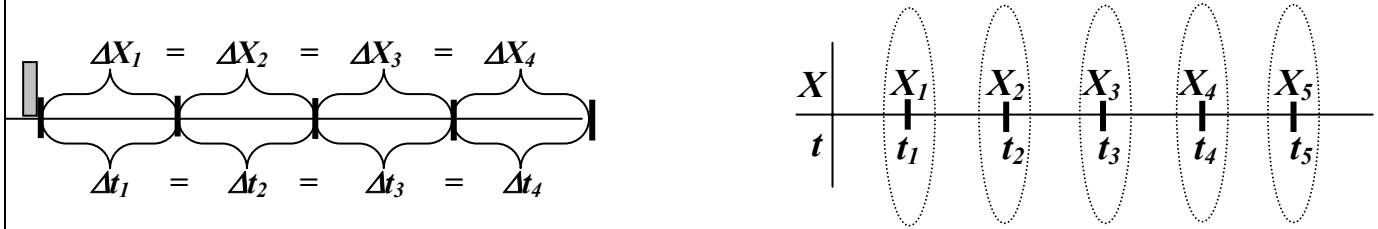
E-posta: tdemirturk@pau.edu.tr

HAREKET

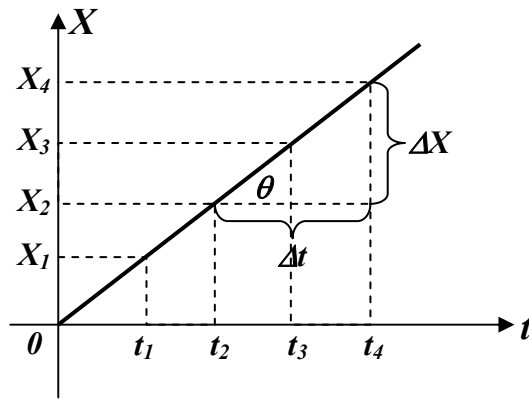
Önce hareket nedir, bunun tanımını bir yapalım. Eğer bir cisim sabit kabul edilen bir referans noktasına göre zamanla yer değiştiriyorsa bu cisim hareket ediyor denir. Anlaşılacağı gibi hareket göreceli bir kavramdır, tanımlanan referans sistemine göre değişir. Bu bölümde DOĞRUSAL HAREKET i inceleyeceğiz. Peki, doğrusal hareket nedir? Doğrusal hareket, doğrusal bir yörünge üzerinde bulunan bir cismin yaptığı harekettir. Doğrusal hareketide iki aşamada inceleyeceğiz.

1. Düzgün Doğrusal Hareket (DDH):

Eğer bir cisim doğrusal bir yörünge boyunca eşit zaman aralıklarında eşit yerdeğiştirmeler yapıyorsa bu cisim DDH yapıyor denir.



Simdide DDH yapan yukarıdaki cismin X-t ölçümlerini bir grafik üzerinde gösterelim.



Bir grafikte karşılaştığımızda şu iki soruyu her zaman kendimize sormalıyız.

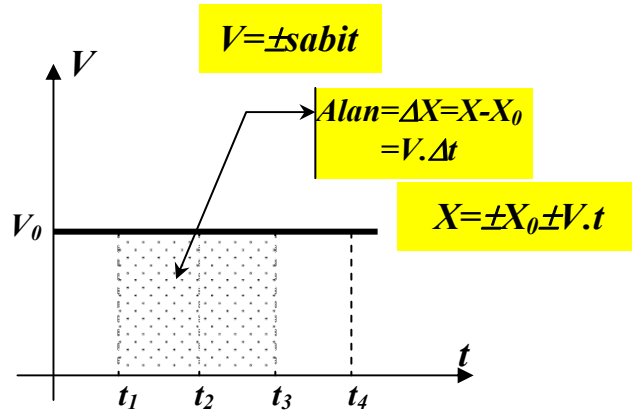
- Bu grafiğin eğimi ve fiziksel anlamı nedir?
- Bu grafikteki eğrinin altındaki alan ve bunun fiziksel anlamı nedir?

Hız (V): Bir cismin birim zamandaki yer değiştirme miktarına denir, vektörel bir niceliktir.

Sürat ise hız vektörünün büyüklüğüdür ve skaler bir niceliktir.

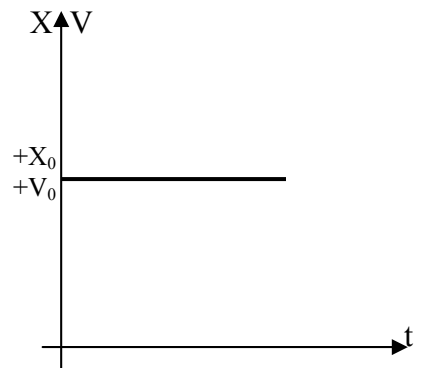
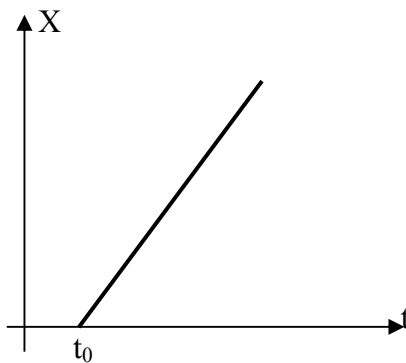
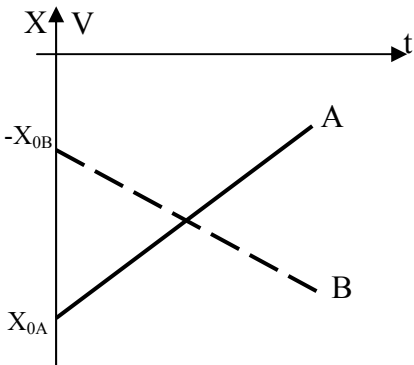
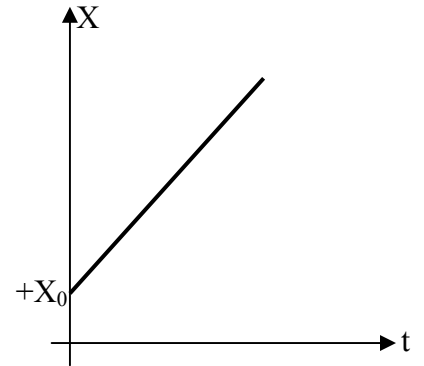
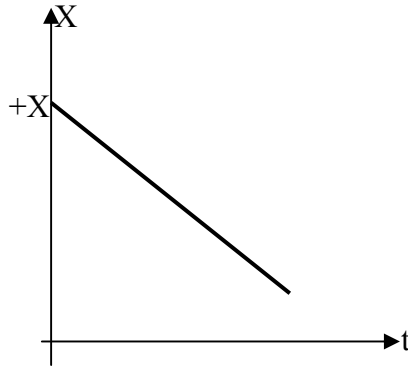
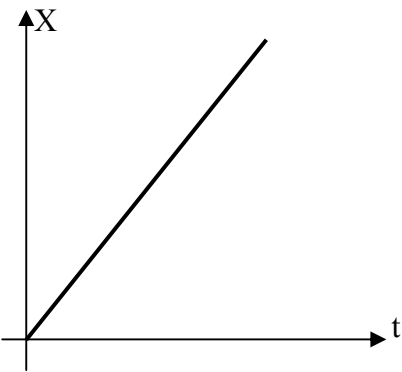
$$V = \frac{\Delta X}{\Delta t} \Rightarrow \frac{m}{sn}$$

- Yukarıdaki grafik ve tanımında anlaşılabacağı gibi X-t eğrisinin eğimi bize hız tanımlar, DDH yapan bir cisim için hız sabittir ve grafiği:



- V-t eğrisinin altındaki alanda bize cismin yerdeğiştirmesini verir. Eğrinin altındaki alan pozitif ise bu bize cismin pozitif yönde yerdeğiştirdiğini, alan negatif ise bu bize cismin negatif yönde yerdeğiştirdiğini gösterir.
- X-t eğrisinin eğimi bize cismin hızını tanımlar. Eğrinin eğimi pozitif ise bu bize cismin pozitif yönde hareket ettiğini, eğim negatif ise bu bize cismin negatif yönde hareket ettiğini gösterir.

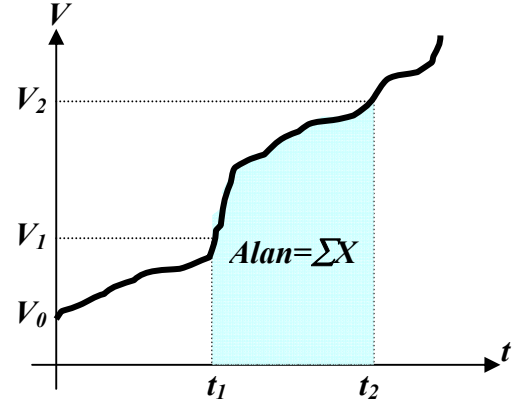
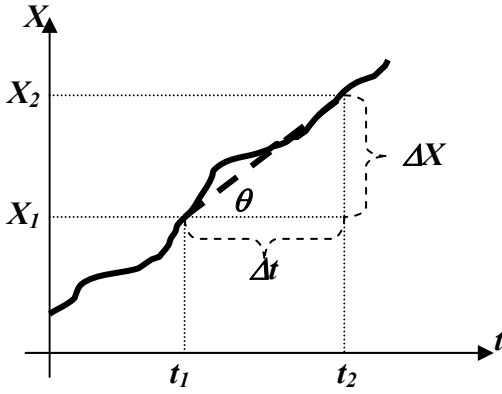
Grafiklerin yorumlarını yan taraflarına yazalım.



Ortalama Hız (V_{or}): Bir cismin toplam yerdeğiştirmesinin, toplam hareket süresine oranı olarak tanımlanır.

$$V_{ortalama} = \frac{\sum X}{\sum t} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

Yada grafik yorumu:

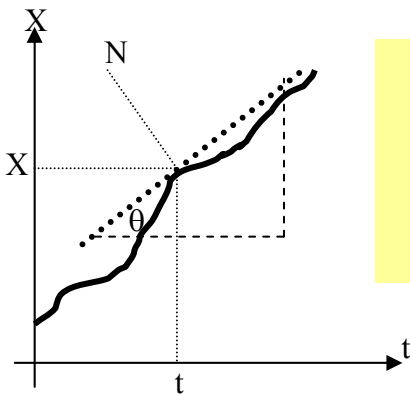


$$V_{ortalama} = \frac{\sum X}{\sum t} = \frac{(V-t) \text{ eğrisinin altındaki alan}}{t_2 - t_1}$$

Ani Hız (V_{ani}): Bir hareketlinin herhangi bir andaki hızına denir.

$$V_{ani} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta X}{\Delta t} \quad (X-t \text{ eğrisine çizilen teğetin eğimi})$$

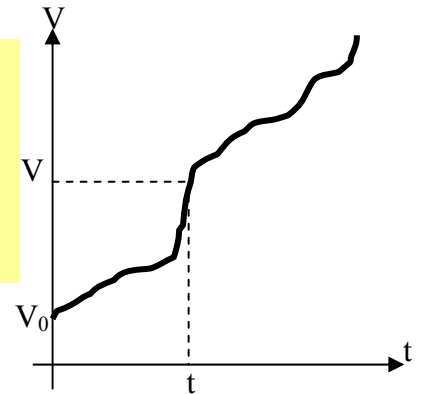
Yada grafik yorumu:



$$V(t) = V_0 + at^m + bt^n + \dots$$

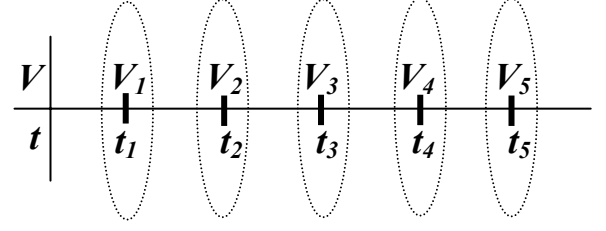
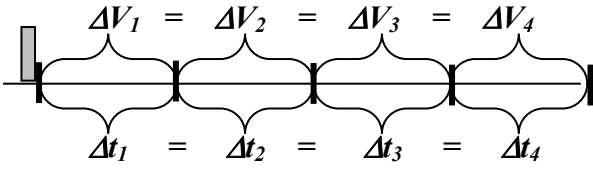
$$V(t) = V_0 + at + bt^2 \Rightarrow V(t) = 5 + 3t + 2t^2$$

$$t=2 \text{ için } V(2) = 5 + 3 \cdot 2 + 2 \cdot 2^2 = 19 \text{ olur.}$$

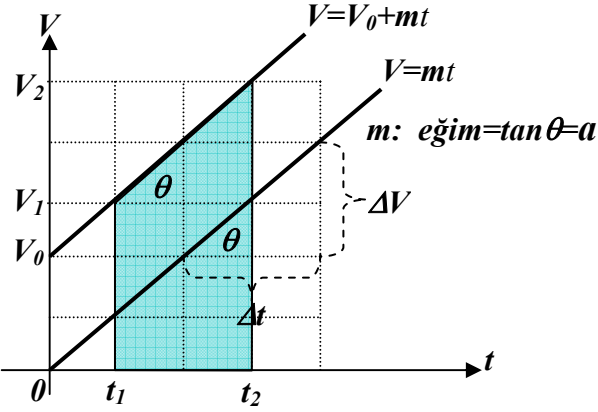


2. Düzgün Değişen Doğrusal Hareket (DDDH):

Doğrusal bir yörünge boyunca hareket eden bir cismin hızı eşit zaman aralıklarında eşit miktarlarda değişiyorsa (diğer bir deyişle düzgün olarak hızlanıyor veya yavaşlıyorsa) bu cisim DDDH yapıyor denir.



Şimdide bu ölçümleri bir V-t grafiğine taşıyalım.

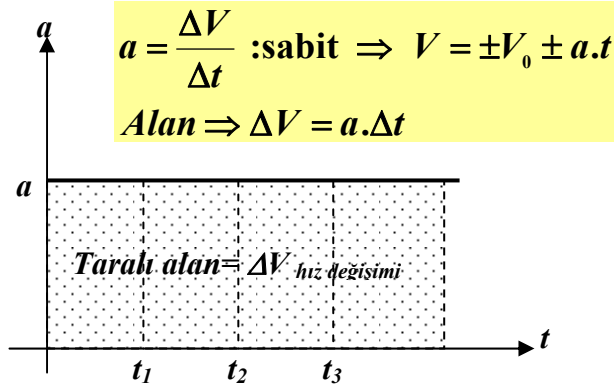


- V-t eğrisinin altında kalan alanda yerdeğiştirme yi tanımladığına göre: şekildeki taralı alan cismin t₁ ve t₂ zaman aralığındaki yerdeğişimini tanımlar.
- Evet, yine karşımızda başka bir grafik, yine sorgulayacağımız iki soru var, neydi bunlar? Eğim, alan ve bunların fiziksel anlamları? Burada yeni bir tanımla karşılaşacağız.

İvme (a): Vektörel bir nicelik olup hızın birim zamandaki değişme miktarına denir.

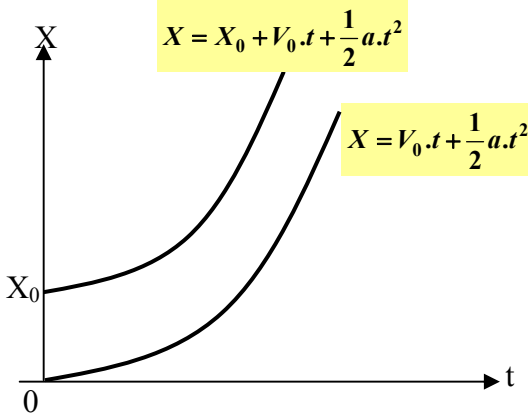
$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} \Rightarrow \frac{m}{sn^2}$$

- Anlaşılacağı gibi DDDH yapan bir cisim için ivme sabittir ve V-t eğrisinin eğimi bize *ivmeyi* tanımlar.



$$\text{Taralı alan} = \pm \Delta V \text{ hız değişimi}$$

- a-t eğrisinin altındaki alanda bize **hız değişimini**, ΔV , tanımlar.
- V-t eğrisinin altındaki alanda bize **yer değiştirmeyi**, ΔX , tanımlar.



V-t grafiğinden:

$$\Delta X = X - X_0 = \frac{(V_2 + V_1)}{2} \cdot (t_2 - t_1)$$

eğer $t_1 = t_0 = 0$, $t_2 = t$, $V_1 = V_0$, $V_2 = V$ ise denklem

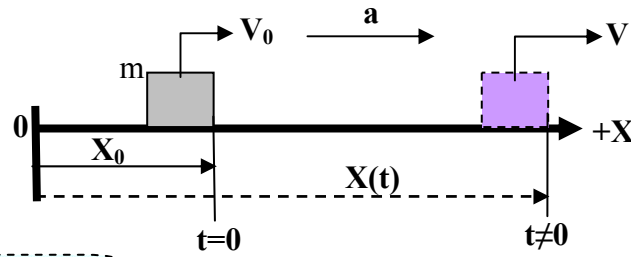
$$\Delta X = X - X_0 = \frac{(V + V_0)}{2} \cdot t \text{ olur buradanda } V = V_0 + a \cdot t$$

eşitliği denklemde yerine koyulup yeniden düzenlenirse

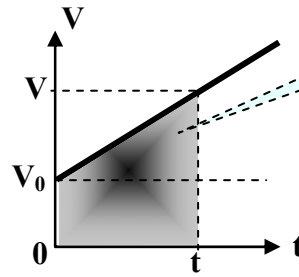
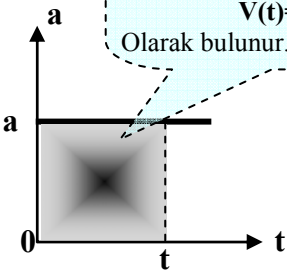
$$X = \pm X_0 \pm V_0 \cdot t \pm \frac{1}{2} a \cdot t^2 \text{ genel denklemi elde edilir.}$$

Şimdide genel olarak doğrusal hareketle ilgili grafikleri bir bütün olarak görelim.

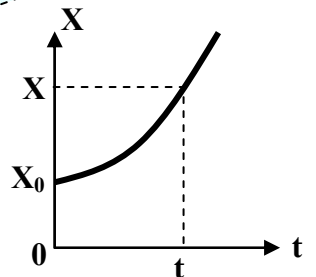
Pozitif Yönde Düzgün Hızlanma:



a-t eğrisinin altındaki alan ΔV hız değişimini tanımlar: Buradanda;
 $\Delta V = V(t) - V_0 = a \cdot t$
 $V(t) = V_0 + a \cdot t$
 Olarak bulunur.



V-t eğrisinin altındaki alan Δx yer değişimini tanımlar: Buradanda;
 $\Delta X = [V(t) + V_0] \cdot t / 2$
 $X(t) - X_0 = [V_0 + a \cdot t + V_0] \cdot t / 2$
 $X(t) = X_0 + V_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$
 Olarak bulunur.



Genel olarak: + yönde düzgün hızlanan bir araç

$a = + \text{sabit}$

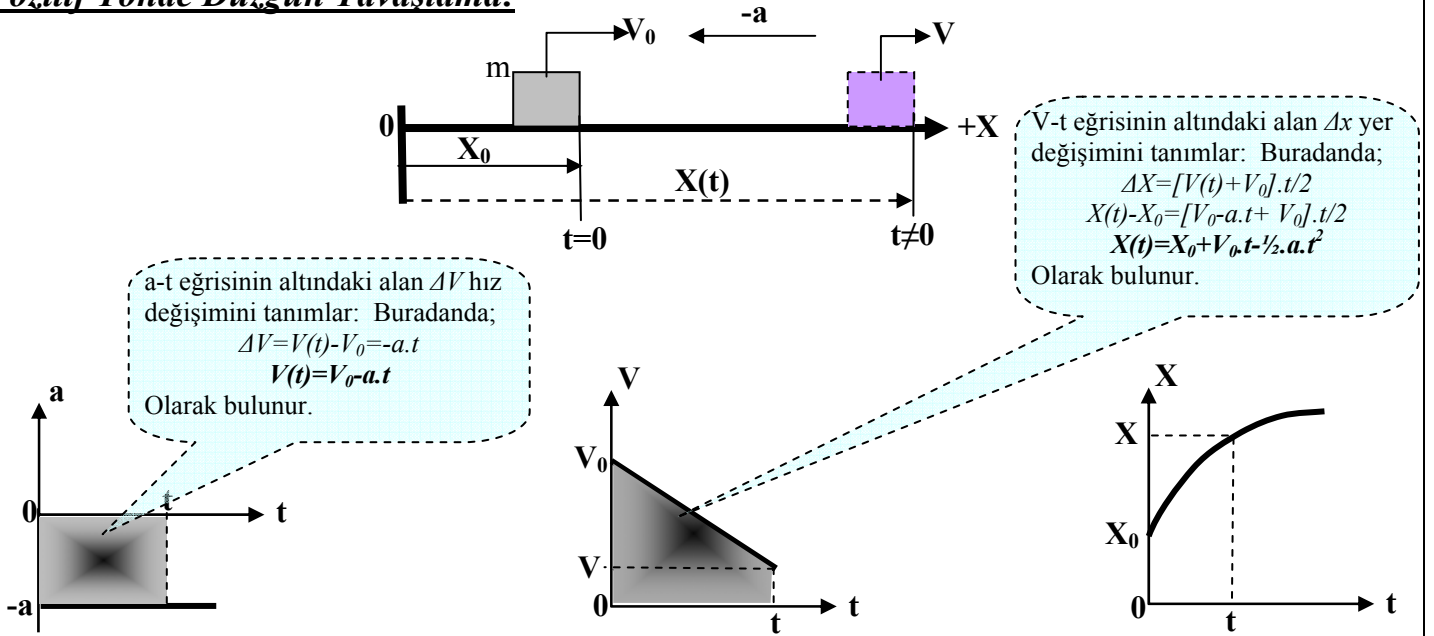
$V(t) = V_0 + a \cdot t$

$X(t) = X_0 + V_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$

$$[V(t)]^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta X = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot [X(t) - X_0]$$

{Zamansız Hız Denklemi}

Pozitif Yönde Düzgün Yavaşlama:



Genel olarak: + yönde düzgün yavaşlayan bir araç

a = - sabit

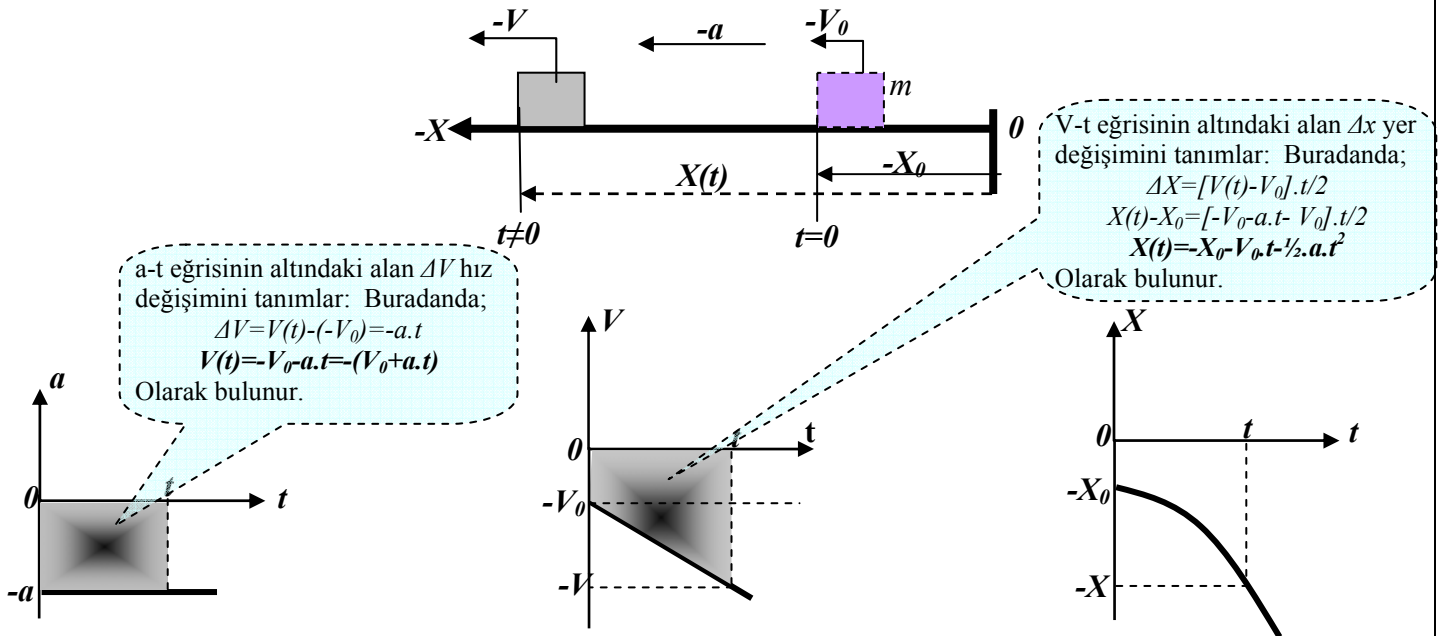
V(t) = V₀ - a.t

X(t) = X₀ + V₀.t - ½.a.t²

$$[V(t)]^2 = V_0^2 - 2 \cdot a \cdot \Delta X = V_0^2 - 2 \cdot a \cdot [X(t) - X_0]$$

{Zamansız Hız Denklemi}

Negatif Yönde Düzgün Hızlanma:



Genel olarak: - yönde düzgün hızlanan bir araç

a = - sabit

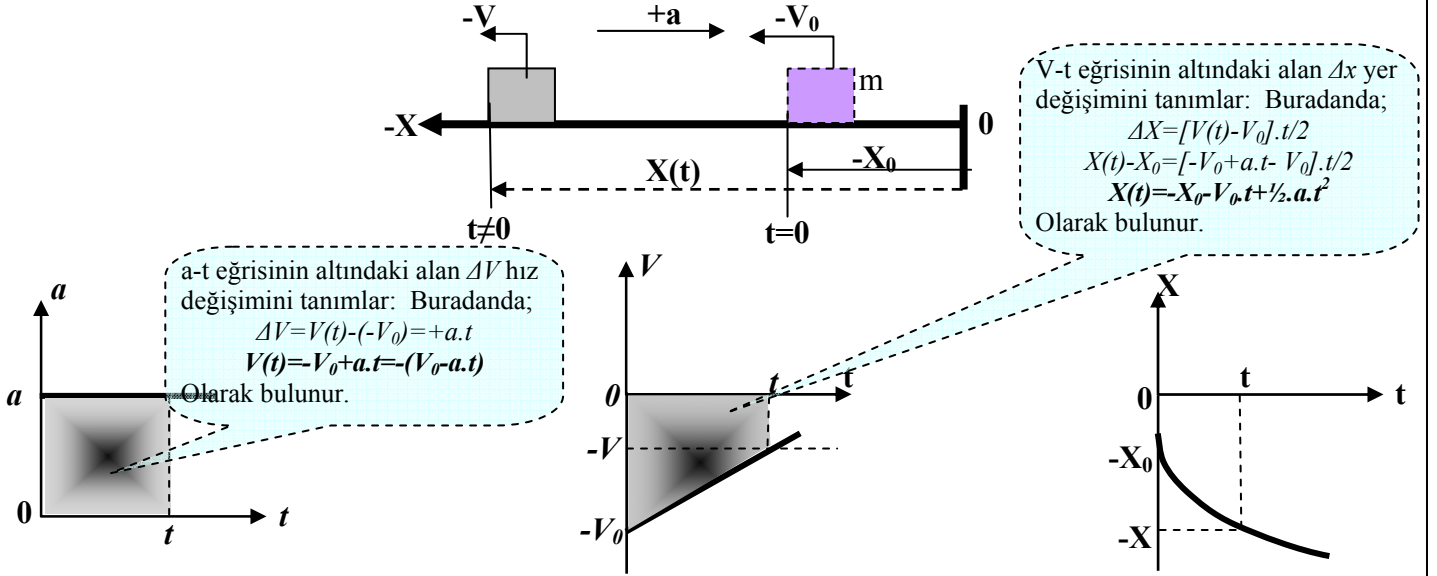
V(t) = -V₀ - a.t

X(t) = ±X₀ - V₀.t - ½.a.t²

$$[V(t)]^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta X = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot [X(t) - X_0]$$

{Zamansız Hız Denklemi}

Negatif Yönde Düzgün Yavaşlama:



Genel olarak: - yönde düzgün yavaşlayan bir araç

$a = + \text{sabit}$ $\longrightarrow$

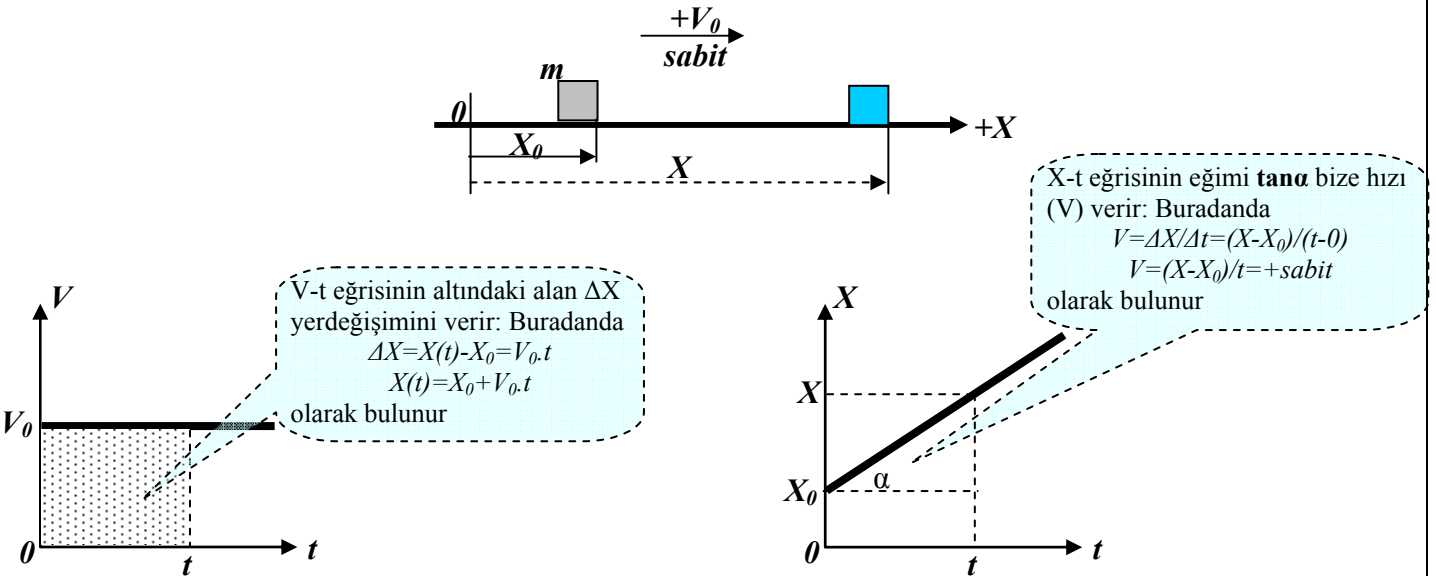
$V(t) = -V_0 + a.t$ $\longleftarrow$

$X(t) = \pm X_0 - V_0.t + \frac{1}{2}.a.t^2$ $\longleftarrow$

$$[V(t)]^2 = V_0^2 - 2.a.\Delta X = V_0^2 - 2.a.[X(t) - X_0]$$

{Zamansız Hız Denklemi}

Pozitif Yönde Sabit Hızlı Hareket:



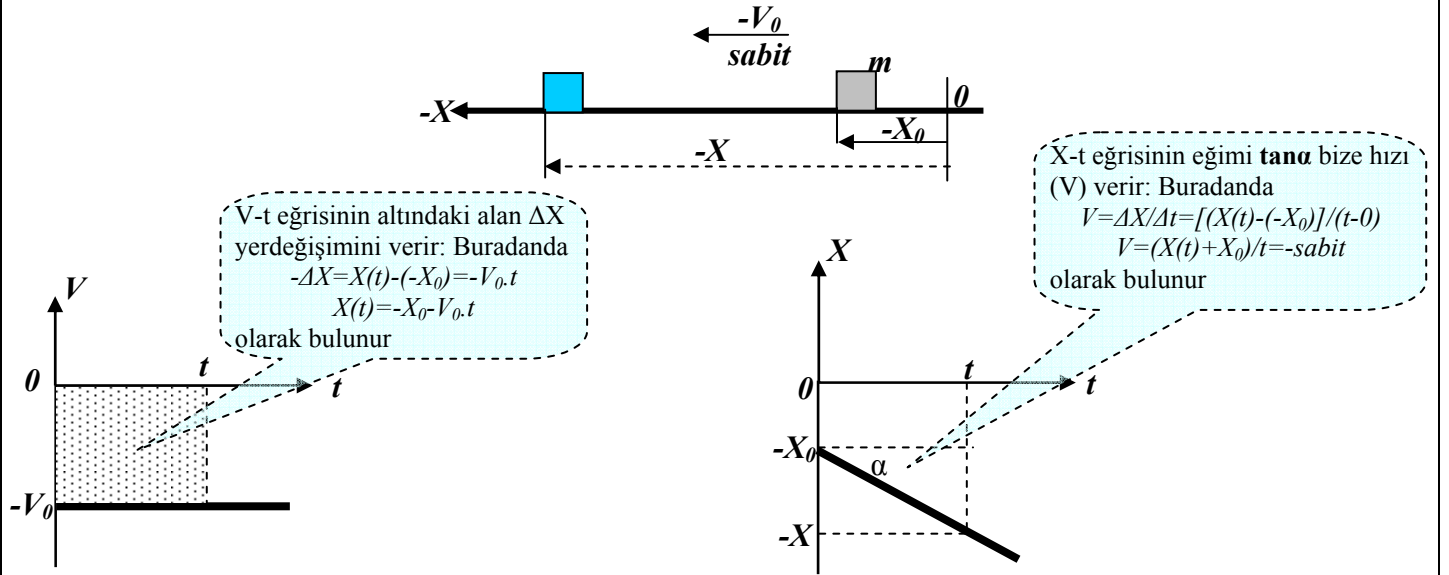
Genel olarak: + yönde sabit hızlı hareket için

$a = \text{sıfır}$ $\longrightarrow$

$V = + \text{sabit}$ $\longrightarrow$

$X = \pm X_0 + V.t$ $\longrightarrow$

Negatif Yönde Sabit Hızlı Hareket:



Genel olarak: - yönde sabit hızlı hareket için

a = sıfır

V = - sabit

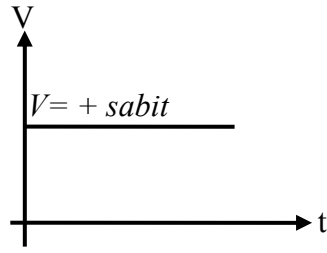
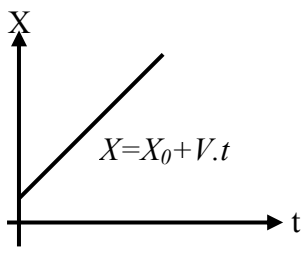


X = $\pm X_0 - V \cdot t$

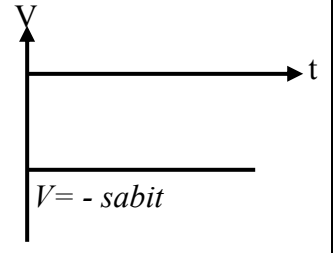
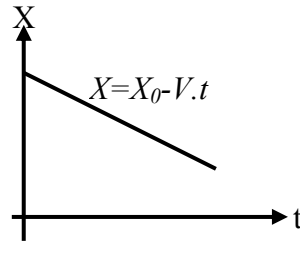


Düzgün Doğrusal Hareket (DDH):

Pozitif yönde DDH



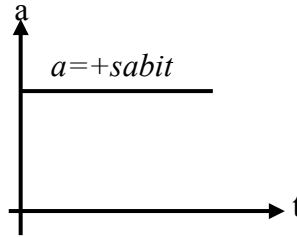
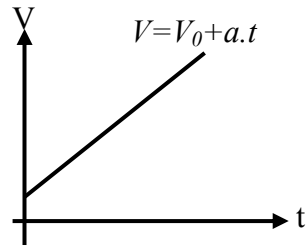
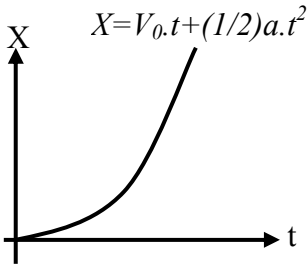
Negatif yönde DDH



Düzgün Değişen Doğrusal Hareket (DDDH):

Pozitif yönde düzgün hızlanma

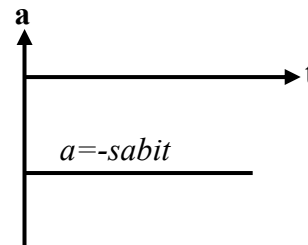
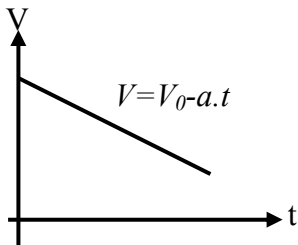
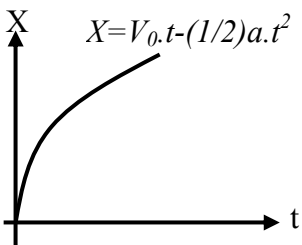
→ X
→ V
→ a



$$\begin{aligned} a &= +sabit \\ V &= V_0 + a.t \\ \Delta X &= X - X_0 = V_0.t + \frac{1}{2}a.t^2 \\ V^2 &= V_0^2 + 2.a.\Delta X \end{aligned}$$

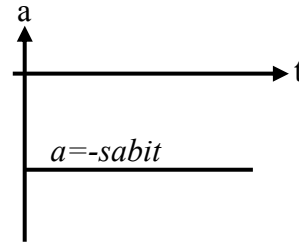
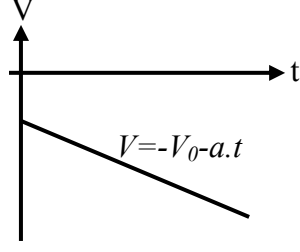
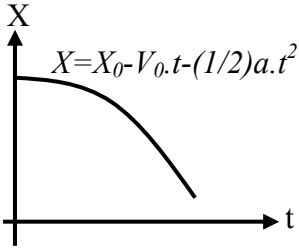
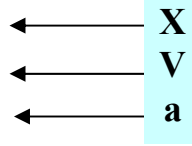
Pozitif yönde düzgün yavaşlama

→ X
→ V
← a



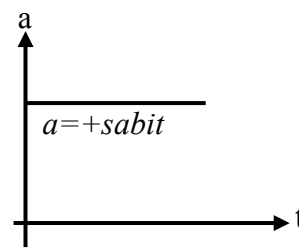
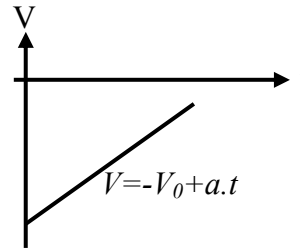
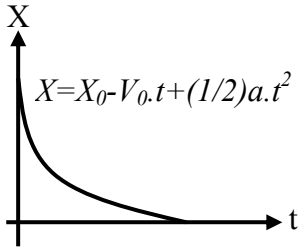
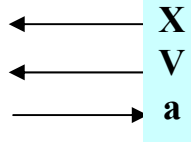
$$\begin{aligned} a &= -sabit \\ V &= V_0 - a.t \\ \Delta X &= X - X_0 = V_0.t - \frac{1}{2}a.t^2 \\ V^2 &= V_0^2 - 2.a.\Delta X \end{aligned}$$

Negatif yönde düzgün hızlanma



$$\begin{aligned} a &= -sabit \\ V &= -V_0 - a \cdot t \\ \Delta X &= X - X_0 = -V_0 \cdot t - \frac{1}{2} a \cdot t^2 \\ V^2 &= V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta X \end{aligned}$$

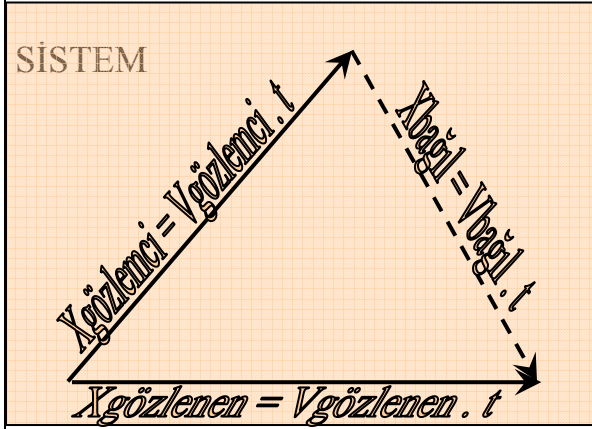
Negatif yönde düzgün yavaşlama



$$\begin{aligned} a &= +sabit \\ V &= -V_0 + a \cdot t \\ \Delta X &= X - X_0 = -V_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 \\ V^2 &= V_0^2 - 2 \cdot a \cdot \Delta X \end{aligned}$$

BAGIL HAREKET (HIZ): V_{bagil}

Bir sistem üzerinde hareket eden (veya duran) bir cismin hareketinin (hızının) yine aynı sistem üzerinde hareket eden (veya duran) bir gözlemci tarafından tanımlanmasına bağıl hareket (bağıl hız) denir.



$$X_{gözlemci} + X_{bağıl} = X_{gözlenen}$$

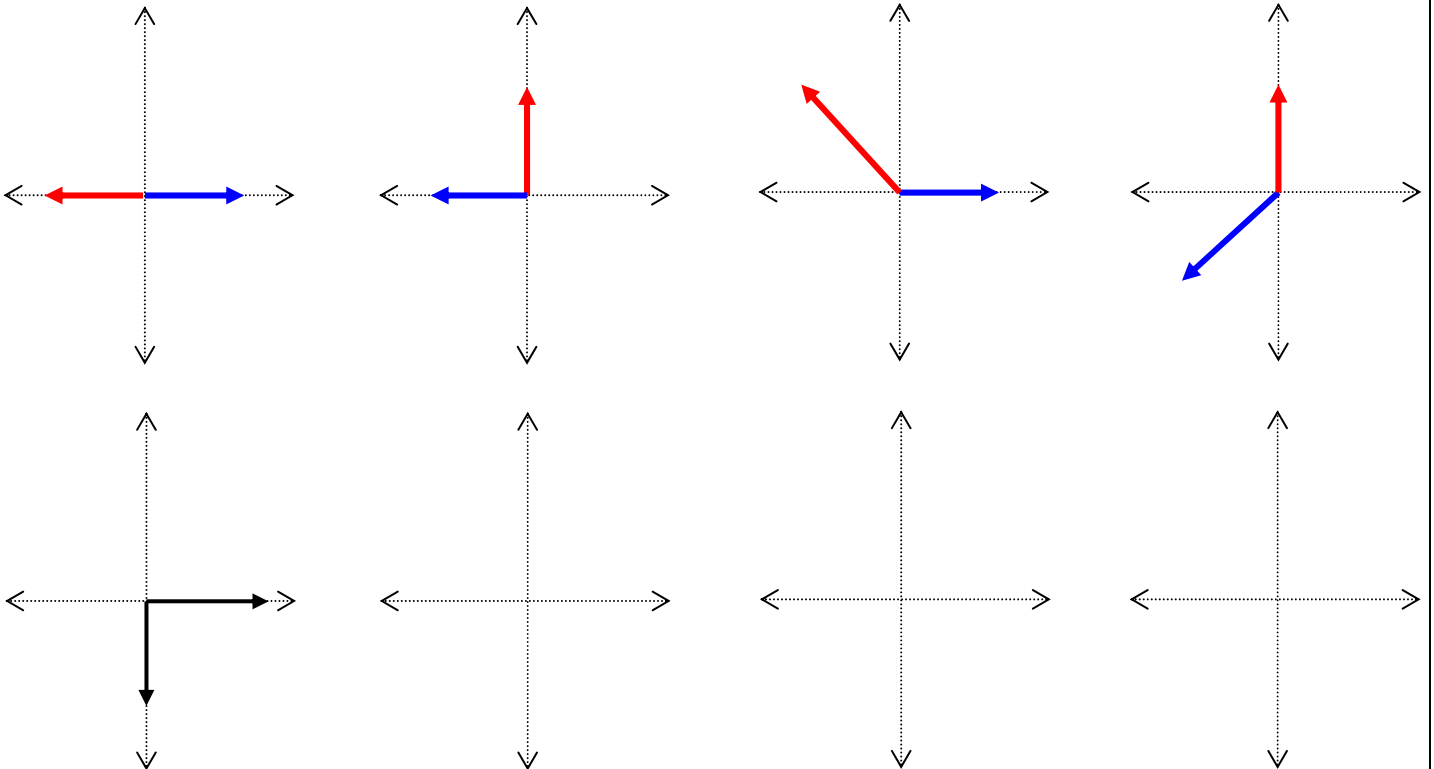
$$X_{bağıl} = X_{gözlenen} - X_{gözlemci}$$

$$V_{bağıl} \cdot t = V_{gözlenen} \cdot t - V_{gözlemci} \cdot t$$

Diğer bir ifadeyle:

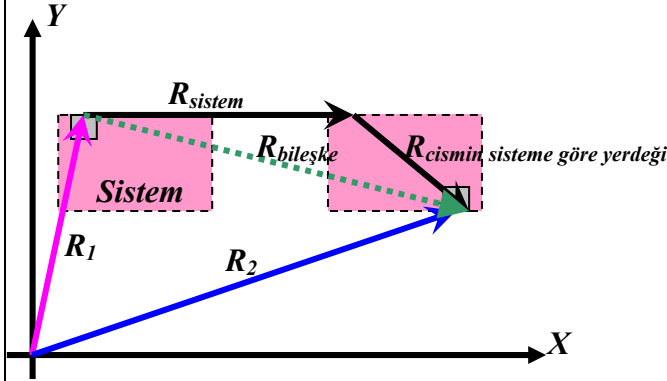
$$V_{bağıl} = V_{gözlenen} - V_{gözlemci}$$

- Bu tip sorularda gözlenen ve gözlemci doğru olarak tanımlanabilmelidir.
- Bağıl hız, gözlemcinin hız vektörünün bitiminden gözlenenin hız vektörünün bitim noktasına doğru çizilen vektör parçasıdır. Gözlemcinin bitiş noktası bağıl hızın başlangıcı, gözlenenin hız vektörünün bitim noktası da bağıl hızın bitim noktasıdır.
- Problemlerin bir yön diagramına yerleştirilerek analiz edilmesi kolaylık sağlar.



BİLEŞKE HAREKET (HIZ): $V_{bileşke}$

Hareketli veya hareketsiz bir sistem üzerinde hareket eden (veya etmeyen) bir cismin hareketinin sistem dışında bulunan sabit bir gözlem noktasına göre tanımlanması olayına bileşke hareket (hız) denir.

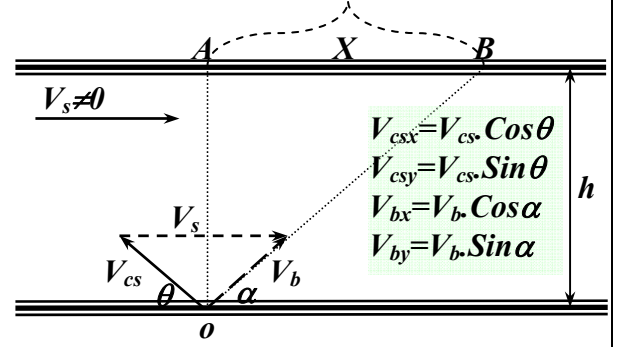
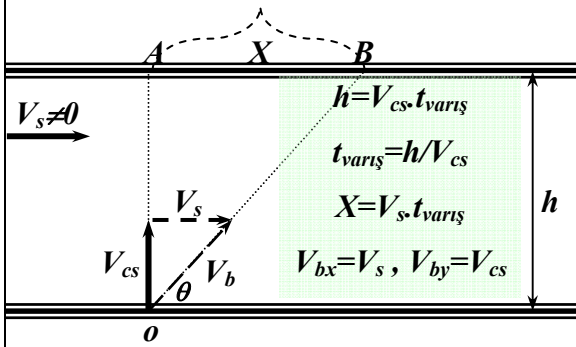
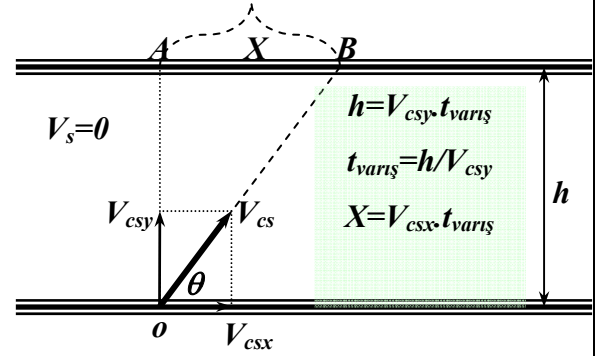
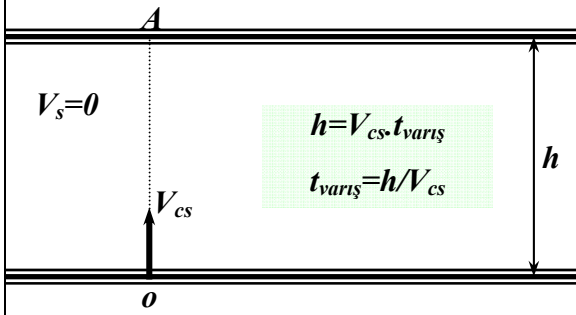


$$R_{bileşke} = R_2 - R_1 = R_{sistem} + R_{cismin\ sisteme\ göre\ yerdeğiştirmesi}$$

$$V_{bileşke} \cdot t = V_{sistem} \cdot t + V_{cismin\ sisteme\ göre\ hızı} \cdot t$$

$$V_{bileşke} = V_{sistem} + V_{cismin\ sisteme\ göre\ hızı}$$

İşte biz bileşke hız ile ilgili soruları nehir problemlerinde sık sık karşılaşıyoruz. Şimdi bunlarla ilgili birkaç örnek üzerinde duralım.



$$h = V_{by} \cdot t_{varış} \quad , \quad t_{varış} = h / V_{by} \quad , \quad X = V_{bx} \cdot t_{varış}$$

$$V_{bx} = V_b \cdot \cos \theta = V_s \quad , \quad V_{by} = V_b \cdot \sin \theta = V_{cs}$$

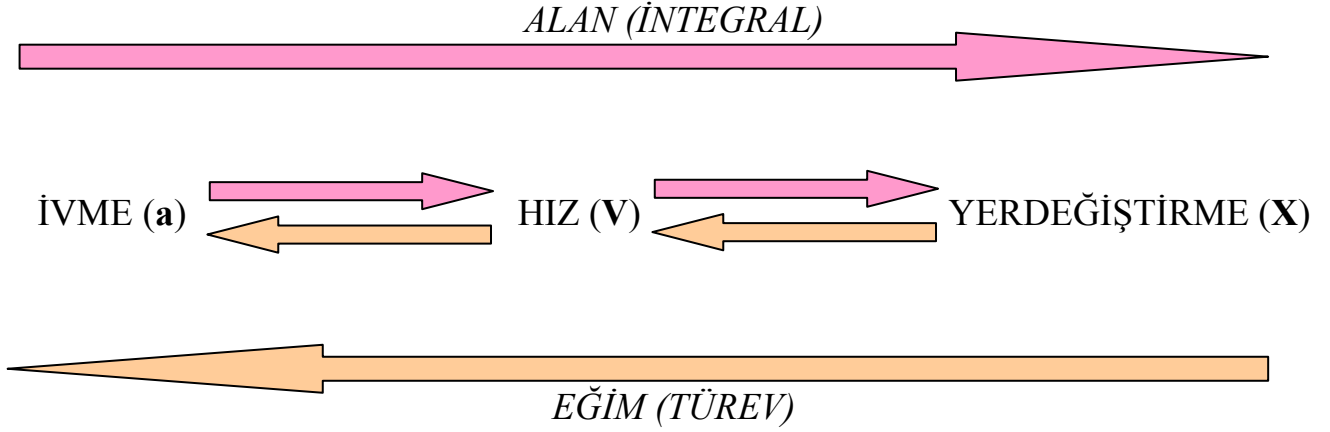
$$h = V_{csy} \cdot t_{varış} = V_{by} \cdot t_{varış} \Rightarrow t_{varış} = h / V_{csy} = h / V_{by}$$

$$X = V_{bx} \cdot t_{varış} = (V_s - V_{csx}) \cdot t_{varış}$$

- Nehir problemlerinde cismin karşıya varış süresini belirleyen cismin sisteme (nehre) göre veya bileşke hız vektörünün düşey bileşenidir.
- Dolayısıyla nehrin akıntı hızının cismin karşıya varış süresine bir etkisi yoktur.
- Sürüklenme miktarını belirleyen ise bileşke hızın yatay bileşenidir. (Veya, cismin sisteme göre olan hız vektörünün yatay bileşeni ile akıntı hız vektörünün vektörel toplamıdır.)

HAREKETLE İLGİLİ UNUTULMAMASI GEREKENLER:

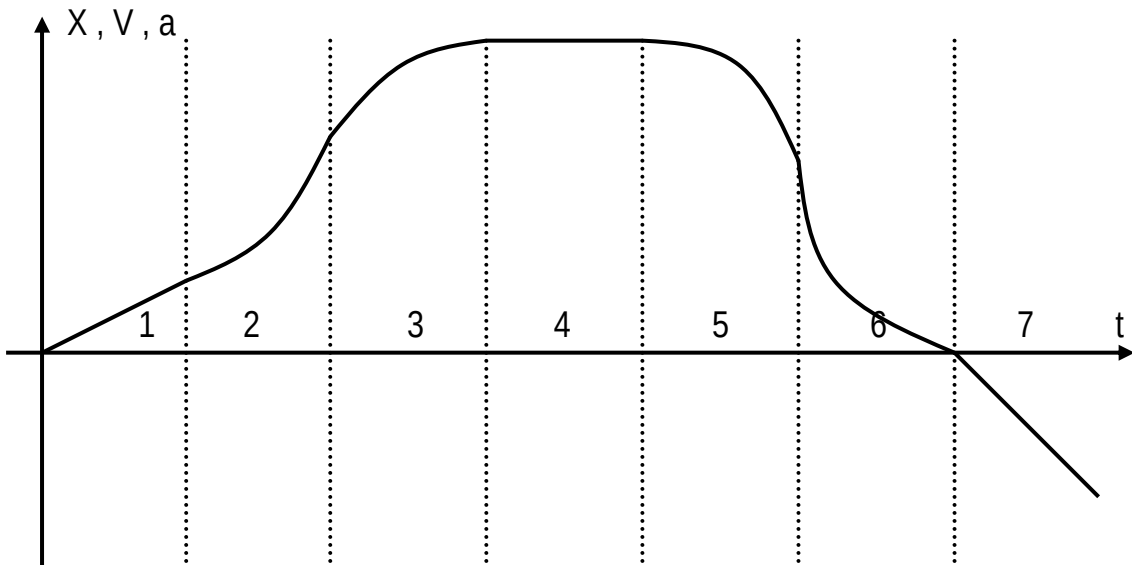
- Konum – Zaman eğrisinin eğimi Hız'ı tanımlar.
- Hız – Zaman eğrisinin eğimi İvme'yi tanımlar.
- İvme – Zaman eğrisinin altındaki alan Hız değişimini tanımlar.
- Hız – Zaman eğrisinin altındaki alan Yerdeğiştirmeyi tanımlar.



İvme (a): Birim zamandaki Hız değişimi (hızlanma veya yavaşlama)

Hız (V): Birim zamandaki yerdeğiştirme.

- Hız zaman eğrisinin altındaki alan (+) pozitif ise cisim +X yönünde ilerliyordur.
- Hız zaman eğrisinin altındaki alan (-) negatif ise cisim - X yönünde ilerliyordur.



NEWTON KANUNLARI:

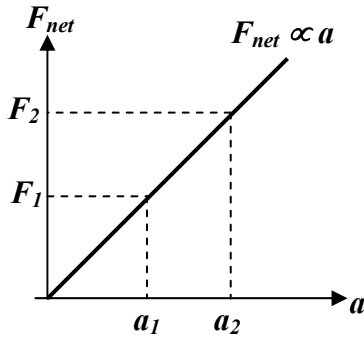
1. KANUN: STATİĞİN TEMEL PRENSİBİ

Bir cismin üzerine etkiyen kuvvetlerin toplamı (*net kuvvet yani bileşke kuvvet*) sıfır ise bu cisim ya duruyordur ya da sabit hızla (*Düzgün Doğrusal Hareket*) hareket ediyordur denir.

$$\sum F = 0 \Rightarrow \begin{cases} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V = 0 \\ V = \text{sabit} \end{cases}$$

2. KANUN: DİNAMİĞİN TEMEL PRENSİBİ

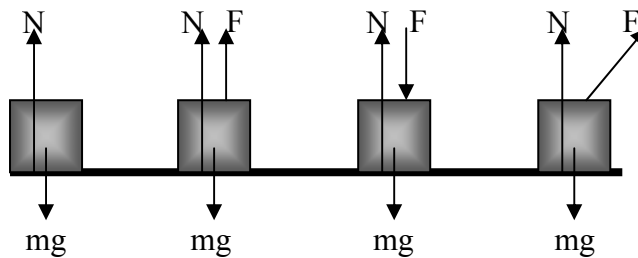
Dengelenmemiş net ve sabit bir kuvvetin etkisi altında olan bir cisim sabit ivmeli (*Düzgün Değişen Doğrusal Hareket*) ediyor denir ve bu cismin üzerine etkiyen Net Kuvvet (toplam (bileşke) kuvvet) o cismin “m” kütlesi ile “a” hareket ivmesinin çarpımına eşittir.

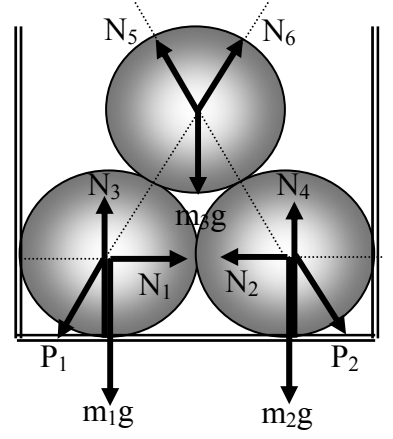
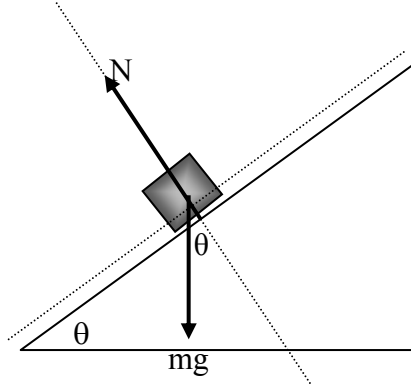
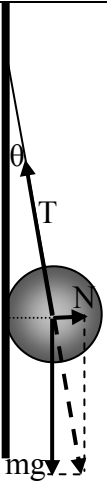


$$F_{net} = m \cdot a$$

3. KANUN: ETKİ - TEPKİ PRENSİBİ

- Her etkiye karşı mutlaka bir tepki vardır.
- Tepki kuvveti hiçbir zaman etkiden büyük olamaz, en fazla eşit olur.
- Eğer bir cisim herhangi bir yüzeye temas halinde ve ağırlığı sebebiyle bu yüzeye bir etki yapıyorsa, yüzeyde bu cisme bir tepki uygulanır.
- Tepki kuvveti daima cismin bulunduğu düzleme diktir.



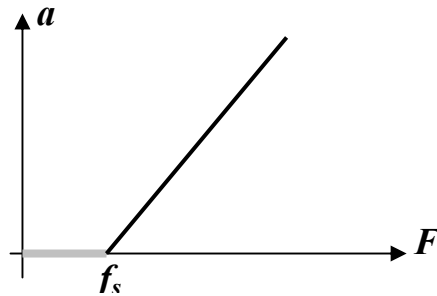
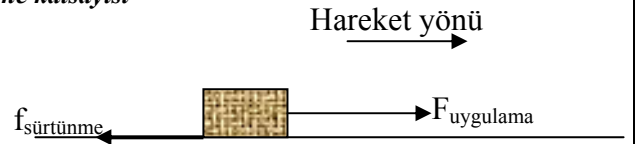
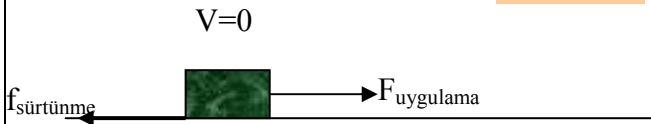


Sürtünme Kuvveti (f_s) : Durmakta olan bir cismin harekete geçirilmesini engel olmaya çalışan ve hareket halindeki bir cismide durdurmaya çalışan kuvvete denir. Sürtünme kuvveti daima:

- Cismi harekete geçirmeye çalışan kuvvete ve-veya cismin hareketine ters yönlüdür.
- Tepki kuvveti ile doğru orantılıdır.
- Sürtünen yüzeylerin cinsine bağlıdır.
- Sürtünen yüzeylerin alanına bağlı değildir.
- Sürtünme kuvveti tek başına iş yapamaz, yani sürünme kuvveti uygulama kuvvetinden büyükse sistem hareket etmez, durur.

$$f_s = k \cdot N$$

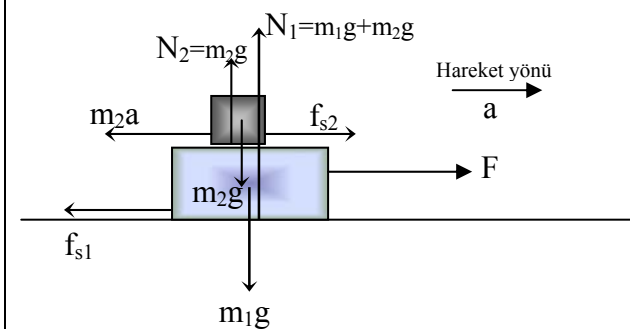
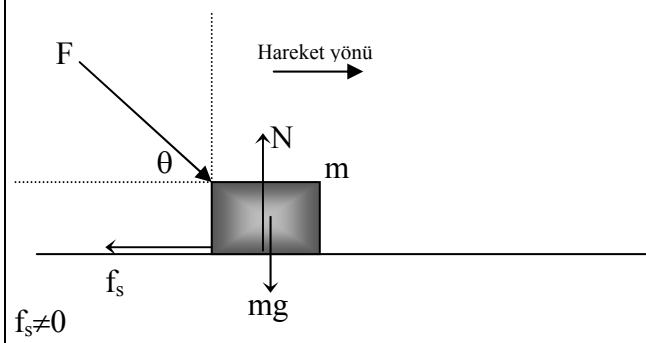
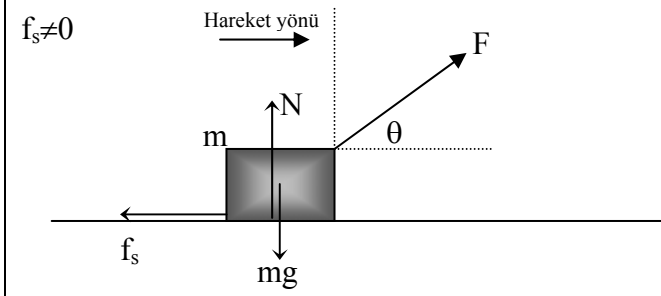
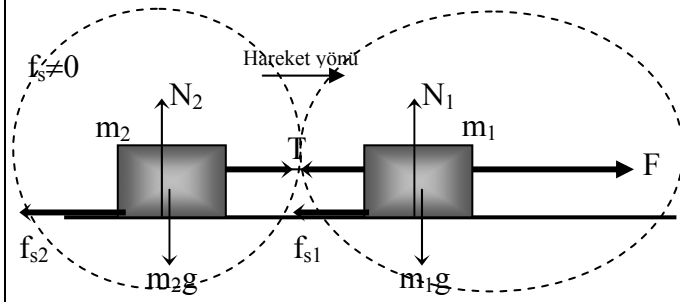
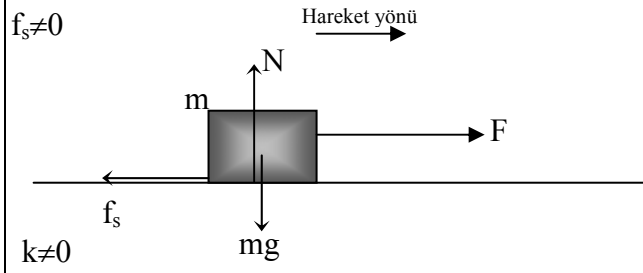
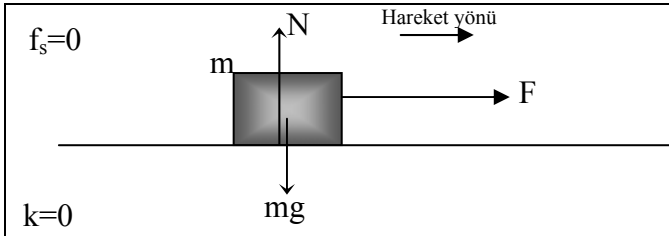
k : sürtünme katsayısı

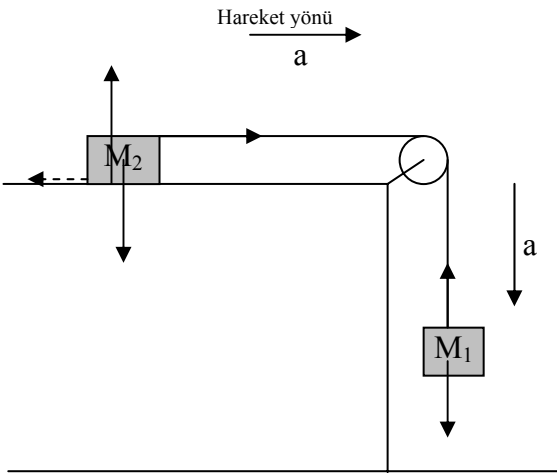
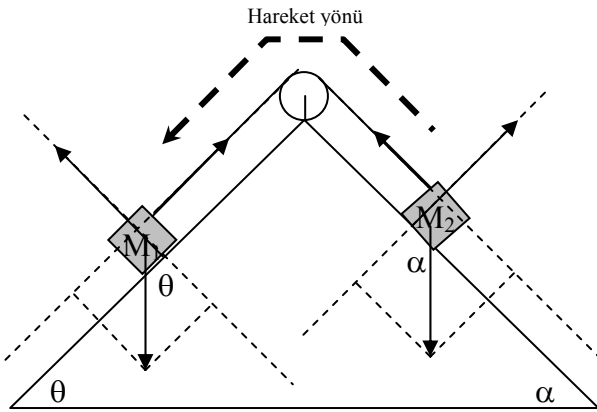
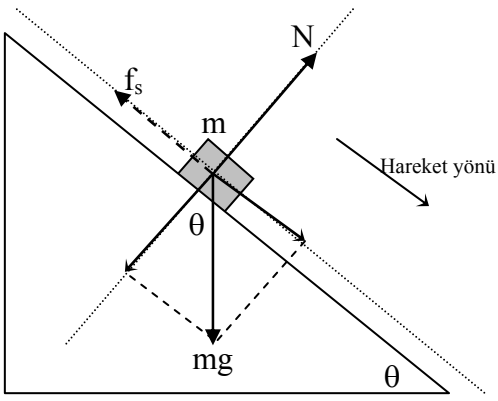


$$f_s = k \cdot N$$

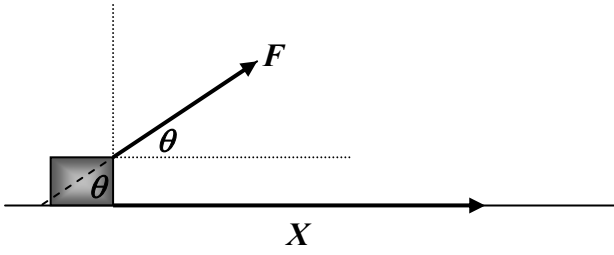
Bir Sistemin Denge yada Hareket Denklemlerini Yazarken Uyulması Gereken Kuralllar:

1. *Önce sistemde bulunan herbir cisim üzerine etkiyen ya da etkiyebilecek tüm kuvvet vektörlerini cisim üzerinde göstermeliyiz.*
2. *Cisim hangi düzlem üzerinde bulunuyorsa dik koordinatlar sistemini o düzlem üzerine yerleştirmeliyiz.*
3. *Eğer varsa, kuvvet vektörlerini bu yerleştirdiğimiz koordinat sistemine göre bileşenlerine ayırmalıyız.*
4. **Sistem dengede ise herbir cisim için:**
 - *Dengenin temel şartı olan Newton'un 1. kanununu uygulamalıyız.*
5. **Sistem dengede değil ise herbir cisim için:**
 - *Önce harekete serbest bırakılan sistemde her bir cisim için muhtemel hareket yönü ve ivmesinin yönü tayin edilir.*
 - *Her bir cisim için, sistemin hareket ivmesi doğrultusuna yönelmiş kuvvet vektörlerini pozitif tersinide negatif kabul ederek cismin üzerine etkiyen kuvvetlerin vektörel toplamını yaparız.*
 - *Yapılan bu toplamı (ki bu, o cismin üzerine etkiyen toplam yani net kuvvettir) o cismin “m” kütlesi ile sistemin “a” hareket ivmesinin çarpımına eşitleriz.*
 - *Bu denklem yazma işlemi sistemde bulunan kütle sayısınca tekrarlanır.*



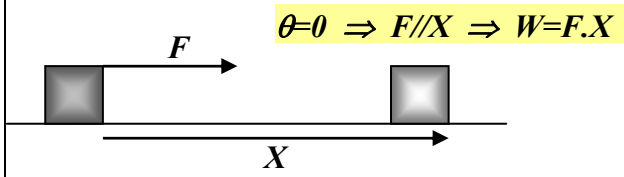


İŞ (W): Skaler bir ifade olup, bir cismin üzerine etkiyen F kuvveti eğer cismi etkisi yada herhangi bir bileşeni doğrultusunda yol aldırabiliyorsa bu kuvvet cisim üzerinde bir iş yapar denir ve yapılan iş:

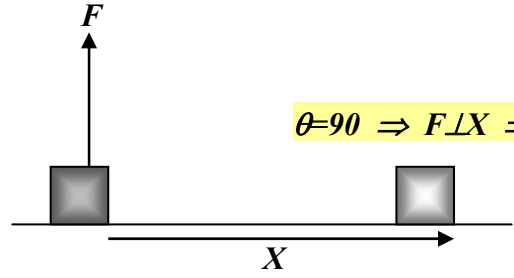


$$W = \vec{F} \cdot \vec{X} = FX \cos \theta$$

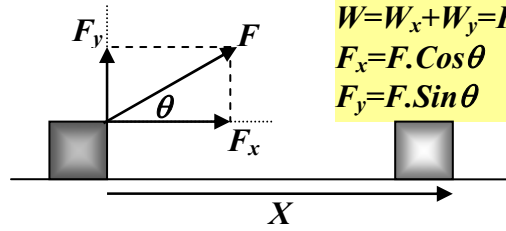
θ : F ile X vektörleri arasındaki açıdır



$$\theta=0 \Rightarrow F \parallel X \Rightarrow W=F.X$$



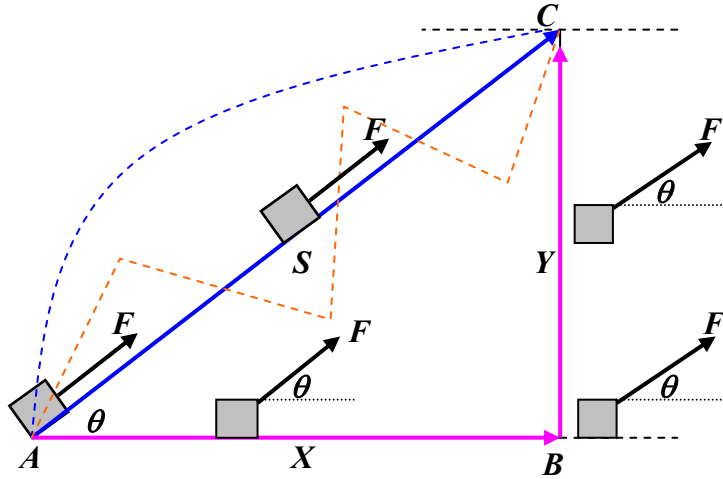
$$\theta=90 \Rightarrow F \perp X \Rightarrow W=0$$



$$\begin{aligned} F_x \parallel X &\Rightarrow W_x \neq 0 \\ F_y \perp X &\Rightarrow W_y = 0 \\ W &= W_x + W_y = F.X \cos \theta \\ F_x &= F \cos \theta \\ F_y &= F \sin \theta \end{aligned}$$

Unutmayalım:

- Korunumlu (doğrultusu, yönü ve büyüklüğü değişmeyen) bir kuvvetin yaptığı iş yoldan bağımsızdır.



İş skaler bir nicelik olduğuna göre bir cisim üzerinde yapılan toplam iş o cisim üzerinde her bir safhada yapılan işlerin toplamına eşittir.

$$W_{AC} = W_{AB} + W_{BC}$$

$$F.S = F.X.\cos \theta + F.Y.\sin \theta$$

$$F.S = F.X.(X/S) + F.Y.(Y/S)$$

$$F.S = F.X^2/S + F.Y^2/S$$

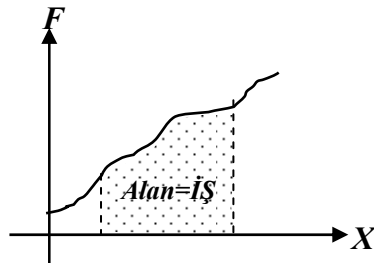
$$F.S = F.(X^2 + Y^2)/S$$

$$X^2 + Y^2 = S^2 \text{ olduğuna göre}$$

$$F.S = F.S$$

Olur. Bu sonuçta bize korunumlu bir kuvvetin yaptığı işin yoldan bağımsız olduğunu gösterir.

GÜÇ (P): Birim zamanda yapılan işe ya da harcanan enerjiye güç denir.

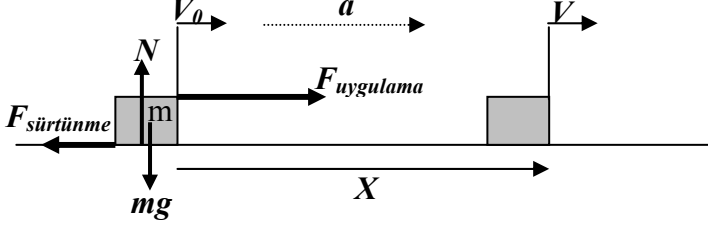


$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

F-X eğrisinin altında kalan taralı alan bize F kuvvetinin X yolu boyunca yaptığı işi tanımlar. Eğer bu kuvvet F_{net} kuvvet ise: net kuvvetin yaptığı iş, o cismin kinetik enerjisindeki değişim miktarına eşittir.

$$W_{\text{net}} = \Delta E_k$$

ENERJİ: Direk olarak enerji çeşitlerine girmeden önce İŞ konusundaki bazı gelişmeleri detaylamasına inceleyelim.



$$W_{uygulama} = F_{uygulama} \cdot X \cdot \cos(0) = +F_{uygulama} \cdot X$$

$$W_{sürtünme} = F_{sürtünme} \cdot X \cdot \cos(180) = -F_{sürtünme} \cdot X$$

$$W_N = N \cdot X \cdot \cos(90) = 0$$

$$W_{mg} = mg \cdot X \cdot \cos(90) = 0$$

+

$$W_{toplam} = W_{uygulama} + W_{sürtünme} + W_N + W_{mg}$$

$$W_{toplam} = F_{uygulama} \cdot X - F_{sürtünme} \cdot X$$

$$W_{toplam} = (F_{uygulama} - F_{sürtünme}) \cdot X$$

$$W_{toplam} = F_{net} \cdot X \Rightarrow F_{uygulama} - F_{sürtünme} = F_{net} = m \cdot a$$

$$W_{toplam} = m \cdot (a \cdot X) \Rightarrow V^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot X$$

$$\Rightarrow a \cdot X = (V^2 - V_0^2) / 2$$

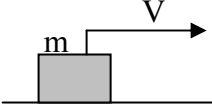
$$W_{toplam} = (1/2) \cdot m \cdot V^2 - (1/2) \cdot m \cdot V_0^2 = \Delta E_k$$

Önce cismin üzerine etkiyen kuvvet vektörlerini cisim üzerinde gösterelim. Daha sonra cismin üzerine etkiyen bu kuvvet vektörlerinin cisim üzerinde yaptıkları işleri tek – tek bulalım. İşte cismin üzerine etkiyen bu kuvvetlerin yaptıkları işlerin toplamı (skaler) net-kuvvetin (bileşke veya toplam kuvvette denilebiliyordu) yaptığı işe eşit olduğu görülür ve ayrıca **net-kuvvetin yaptığı bu iş cismin kinetik enerjisindeki değişme miktarında eşittir.** $\boxed{W_{net} = \Delta E_k}$

KINETİK ENERJİ (E_k):

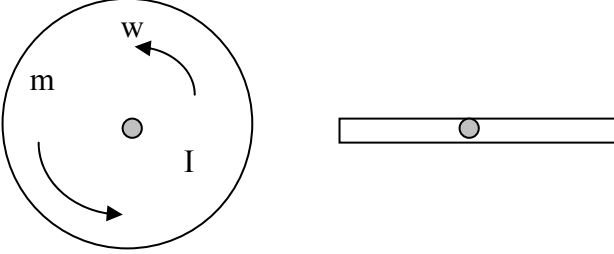
Bir cismin hareketinden dolayı sahip olduğu enerji şeklidir. Bir cisim üç çeşit hareket yapabilir. Bunlar:

- Öteleme (sürüklenme) hareketi.



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

- Dönme hareketi:



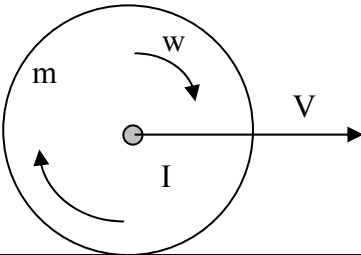
$$E_k = \frac{1}{2} I \cdot w^2$$

w =Dönme açısal hızı (açısal frekansı)

I = Eylemsizlik momenti

$$I = \sum m r^2$$

- Dönme + Öteleme Hareketi:



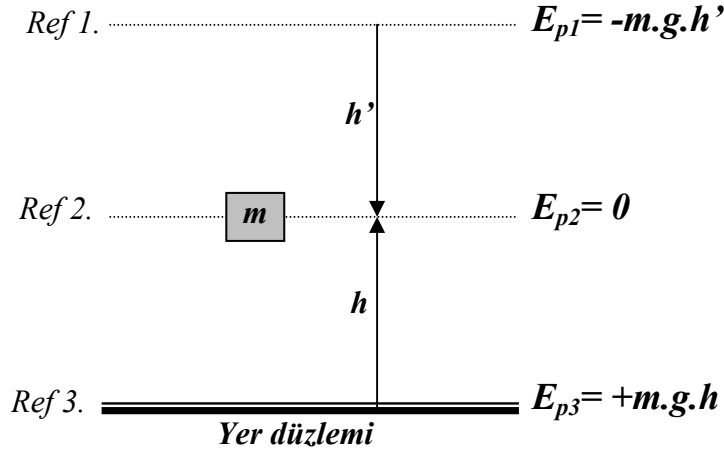
$$E_k = \frac{1}{2} m \cdot V^2 + \frac{1}{2} I \cdot w^2$$

POTANSİYEL ENERJİ (E_p):

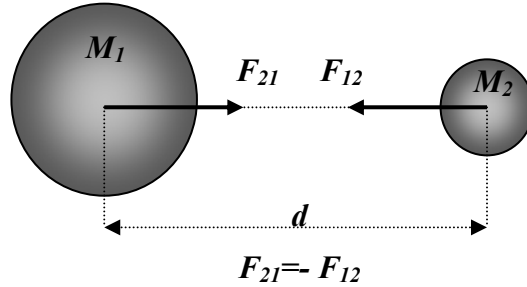
Bir cismin durumundan (pozisyonunun) dolayı sahip olduğu bir enerji şeklidir.

Potansiyel enerji göreceli (izafi) bir kavramdır!!

Yeryüzü Yakınlarında Kütle Çekim Potansiyel Enerjisi: (“g” nin sabit kabul edildiği yerler)



Kütle Çekim Potansiyel Enerjisi:



İki kütle arasındaki kütle çekim kuvveti:

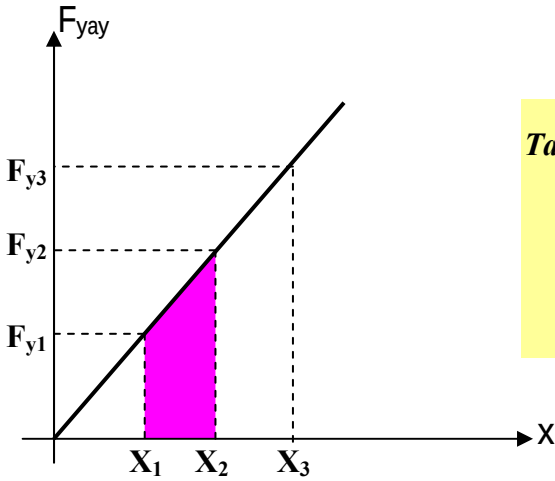
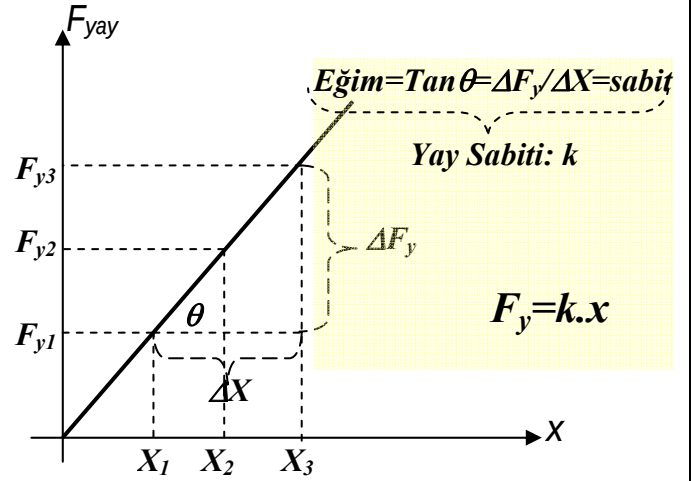
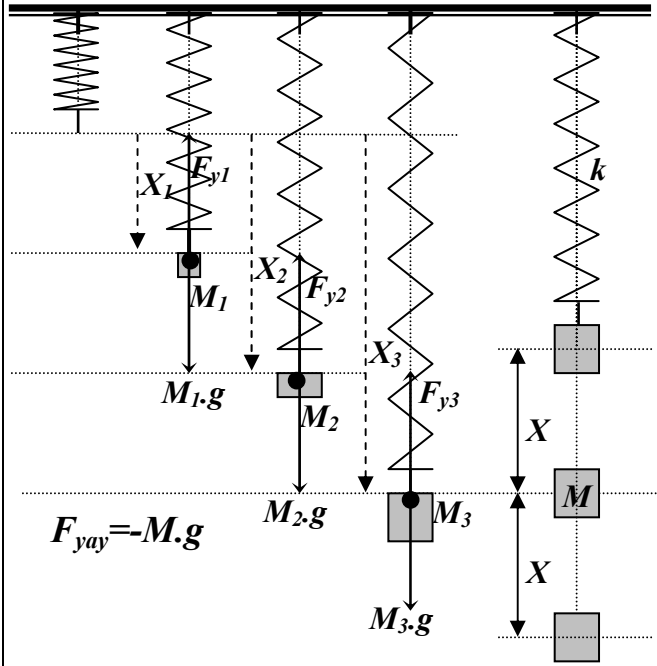
$$F_{\text{kütle}} = G \frac{M_1 \cdot M_2}{d^2}$$

G: Kütle Çekim Sabiti = $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2 / \text{kg}^2$

İki kütle arasındaki kütle çekim potansiyel enerjisi:

$$E_p = G \frac{M_1 \cdot M_2}{d}$$

Yay Potansiyel Enerjisi ve Hook Kanunu:

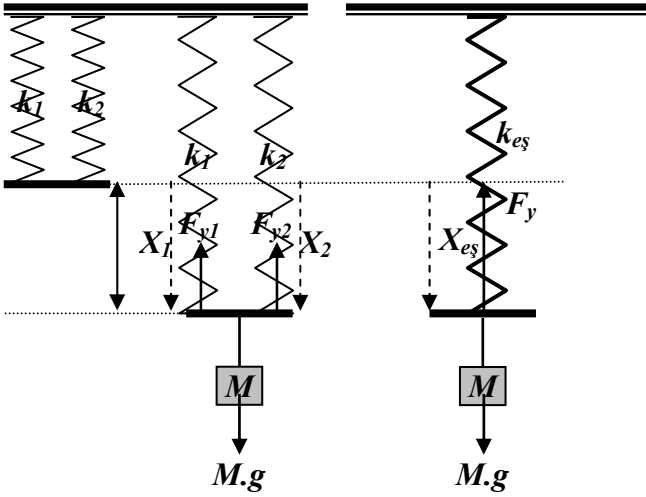


$$\begin{aligned} \text{Taralı Alan} &= \frac{F_{y2} \cdot X_2}{2} - \frac{F_{y1} \cdot X_1}{2} \\ &= \frac{1}{2} k \cdot X_2^2 - \frac{1}{2} k \cdot X_1^2 \\ E_{p_{yay}} &= \frac{1}{2} k \cdot X^2 \end{aligned}$$

Unutmayalım: F_{yay} - X eğrisinin altındaki alan yayı sıkıştıran kuvvetin yaptığı işi verir. Buda cismin Kinetik ve Potansiyel enerjisindeki değişme miktarlarının toplamına eşittir. Ayrıca F_{yay} - X eğrisinin eğimi k yay sabitini verir.

Yayların Bağlanma Sekilleri:

• Paralel Bağlama:



Paralel bağlı yaylarda:

- Herbir yayın uzama ve/veya sıkışma miktarları birbirlerine eşittir,

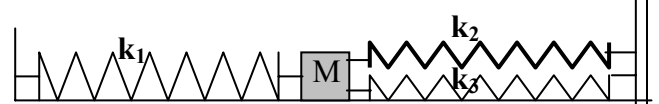
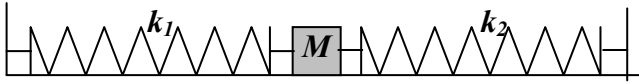
$$X_1 = X_2 = \dots = X_{es}$$

- Dengenin temel şartının uygulanmasıyla,
 $F_{y1} + F_{y2} = M.g$ ve $M.g = F_y = k_{es} \cdot X_{es}$
buradanda

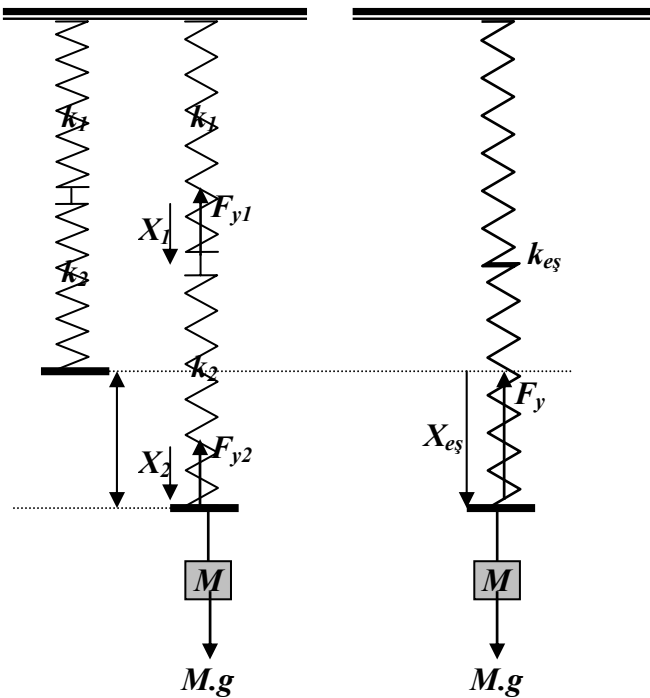
$$k_1 \cdot X_1 + k_2 \cdot X_2 + \dots = k_{es} \cdot X_{es}$$

$$\mathbf{k_1 + k_2 + \dots = k_{es}}$$

bağıntısı elde edilir.



• Seri Bağlama:



Seri bağlı yaylarda:

- Herbir yaya etkiyen kuvvet aynıdır,

$$F_{y1} = F_{y2} = \dots = F_y = M.g$$

- Herbir yaydaki uzama miktarları toplamı, toplam uzama miktarına buda eşdeğer yayın uzama miktarına eşittir.

$$X_1 + X_2 = X_{es}$$

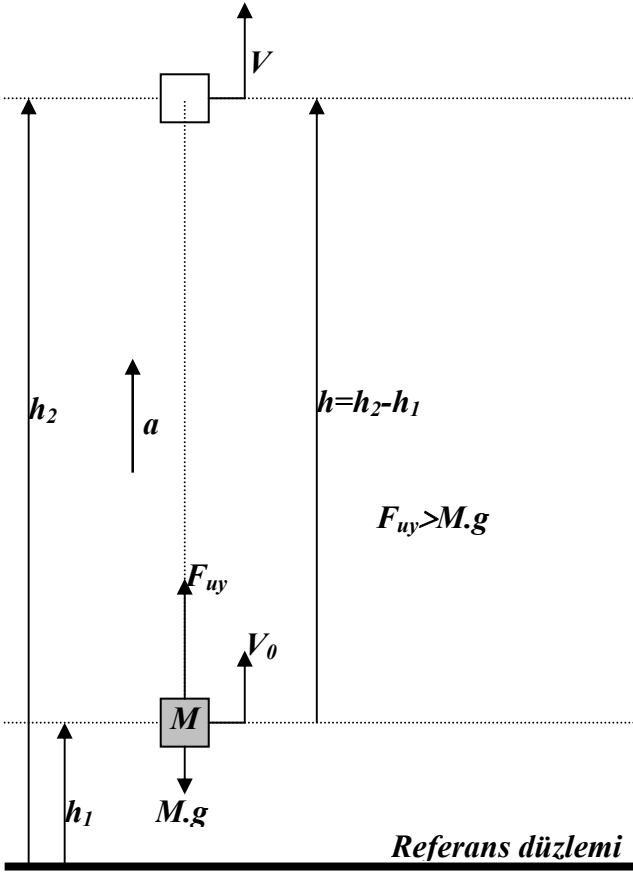
$$F_{y1}/k_1 + F_{y2}/k_2 + \dots = F_y/k_{es}$$

$$\mathbf{1/k_1 + 1/k_2 + \dots = 1/k_{es}}$$

bağıntısı elde edilir.

Şimdide, İŞ konusunda birde şu probleme bakalım.

Soru: Aşağıdaki şekilde Net-kuvvetin yaptığı İŞ nedir?



$$F_{net} = F_{uy} - M \cdot g \Rightarrow W_{net} = F_{net} \cdot h$$

$$W_{net} = (F_{uy} - M \cdot g) \cdot h = F_{uy} \cdot h - M \cdot g \cdot h$$

$$W_{net} = F_{uy} \cdot h - M \cdot g \cdot (h_2 - h_1) \text{ olur.}$$

$$\text{Burada, } M \cdot g \cdot (h_2 - h_1) = M \cdot g \cdot h_2 - M \cdot g \cdot h_1$$

$$= E_{p_2} - E_{p_1} = \Delta E_p = W_{Mg}$$

dir. Yani, yerçekimi kuvvetine karşı yapılan iş cismin potansiyel enerji değişimine eşittir.

$$\text{Ayrıca, } W_{net} = F_{net} \cdot h \Rightarrow F_{net} = M \cdot a$$

$$W_{net} = M \cdot a \cdot h \Rightarrow a \cdot h = \frac{(V^2 - V_0^2)}{2}$$

$$W_{net} = \frac{1}{2} M \cdot V^2 - \frac{1}{2} M \cdot V_0^2 = E_{k_2} - E_{k_1} = \Delta E_k$$

sonucu tekrar elde edilir. Yani, net kuvvetin yaptığı iş cismin kinetik enerji değişimine eşittir.

ENERJİNİN KORUNUMU YASASI:

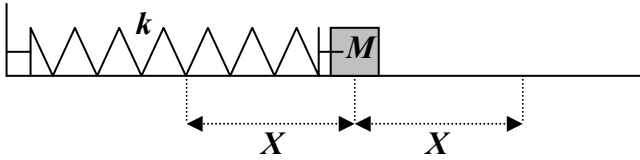
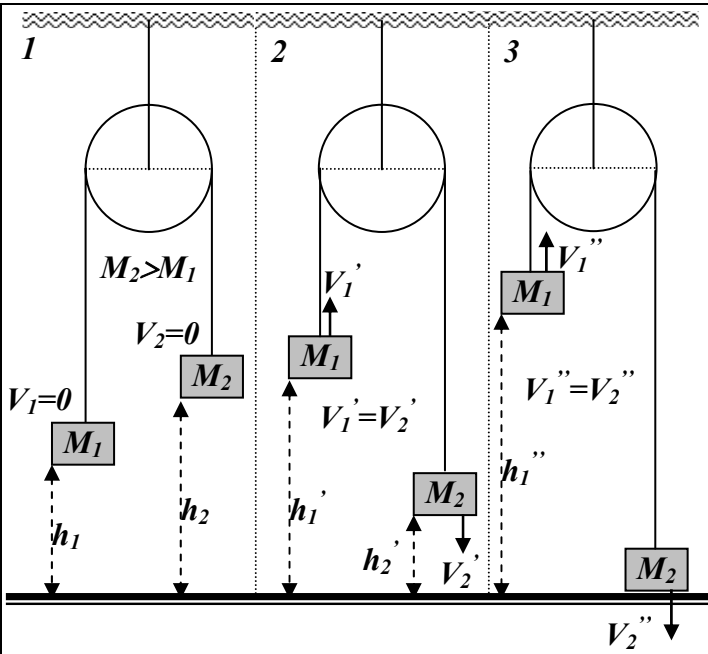
Kapalı bir sistemde toplam enerji daima sabittir. Bu sistemde bulunan cisimlerin konumları şekilleri ve hatta sahip oldukları enerji türleri değişse bile toplam enerji daima sabit kalır.

Diğer bir ifadeyle şöyle de söyleyebiliriz, yine kapalı bir sistemde, etkileşmeden önceki enerjilerin toplamı etkileşmeden sonraki enerjilerin toplamına eşittir.

$$E_{k1} + E_{p1} + \dots = E_{k2} + E_{p2} + \dots$$

$$\sum E_{\text{önce}} = \sum E_{\text{sonra}}$$

Şimdi bunu birkaç örnek üzerinde görelim:

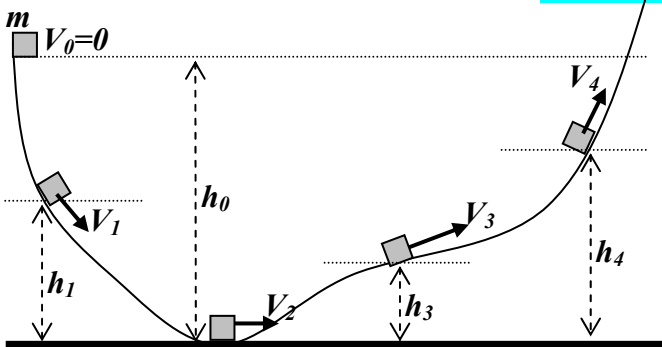


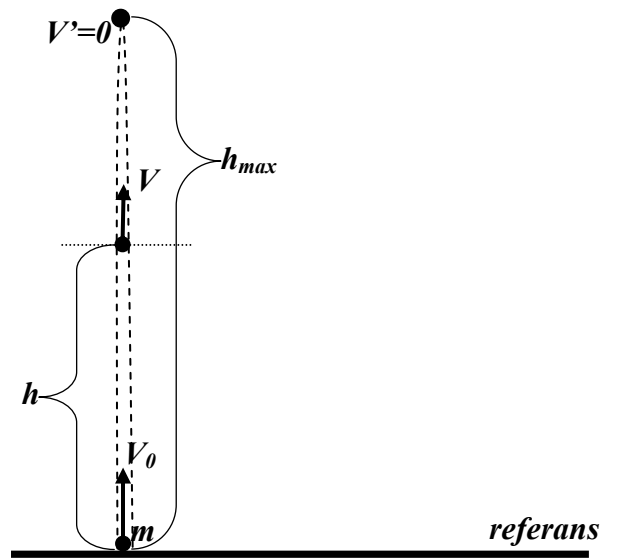
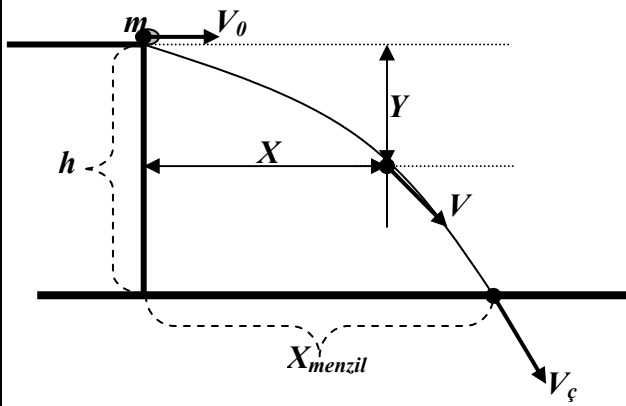
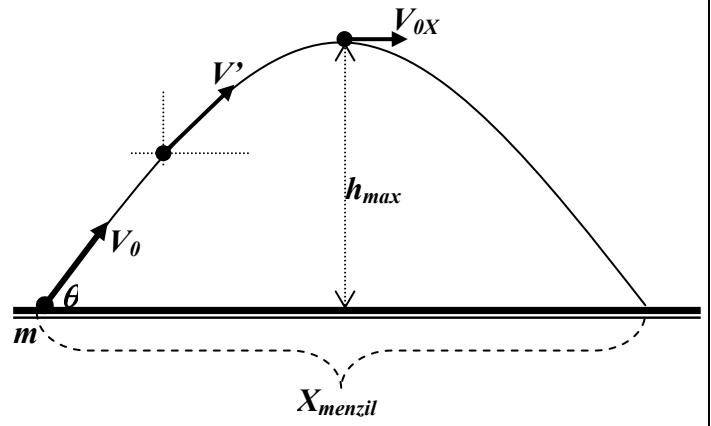
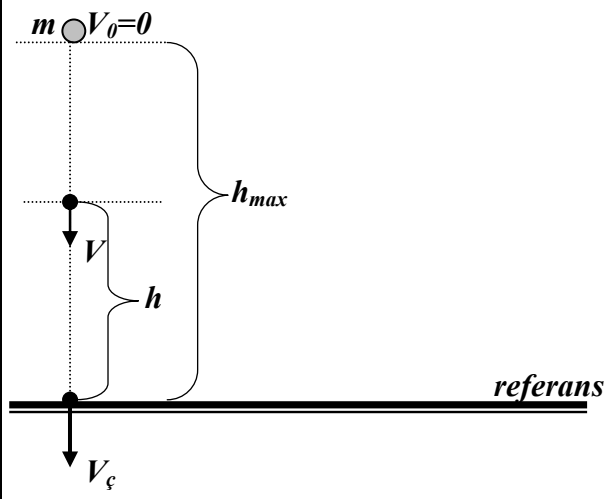
Mekanik Enerji ve Korunumu:

Bir cismin sahip olduğu Kinetik ve Potansiyel enerjilerinin toplamına denir ve sürtünmesiz ortamlarda Mekanik Enerji daima korunur. Dolayısıyla, Mekanik Enerjinin korunumunu şöylede özetleyebiliriz: sürtünmesiz bir sistemde herhangi bir cismin herhangi bir andaki Kinetik ve Potansiyel enerjilerinin toplamı daima sabittir, değişmez.

$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$$

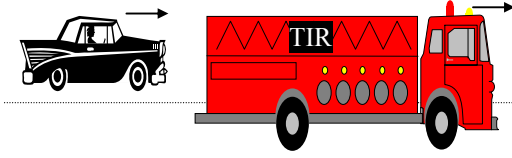
$$\sum E_{\text{önce}} = \sum E_{\text{sonra}}$$





1) 2 metre uzunluğundaki 30 m/s hızla giden otomobil aynı yönde giden 10 metre uzunluğundaki hızı 20 m/s olan tır'a yetiştikten kaç s sonra geçer?

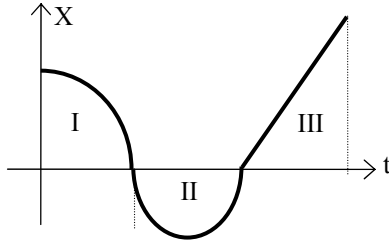
- A) 0,6
B) 0,8
C) 1
D) 1,2
E) 1,6



2) Konum-zaman grafiği şekildeki gibi olan hareketli için aşağıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

- I. Cisim I. bölgede (+) yönde hızlanmıştır.
II. Cisim II. bölgede sürekli yavaşlamıştır
III. Cisim III. bölgede (+) yönde sabit hızlıdır.

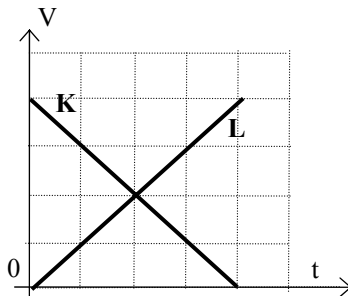
- A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) Yalnız III
D) I ve II
E) I, II ve III



3) Başlangıçta yan yana olan K ve L araçlarına ait hız-zaman grafiği şekildeki gibi gibidir. Buna göre aşağıda söylenen ifadelerden hangileri doğrudur?

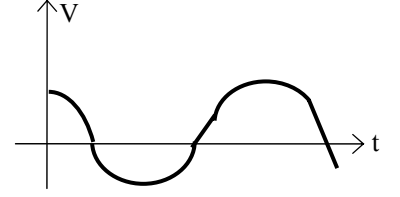
- I. K ve L nin ivmelerinin büyüklükleri eşittir.
II. İki araç karşılaştığında hızları eşittir.
III. Her iki araçta aynı yönde hareket etmektedir.

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

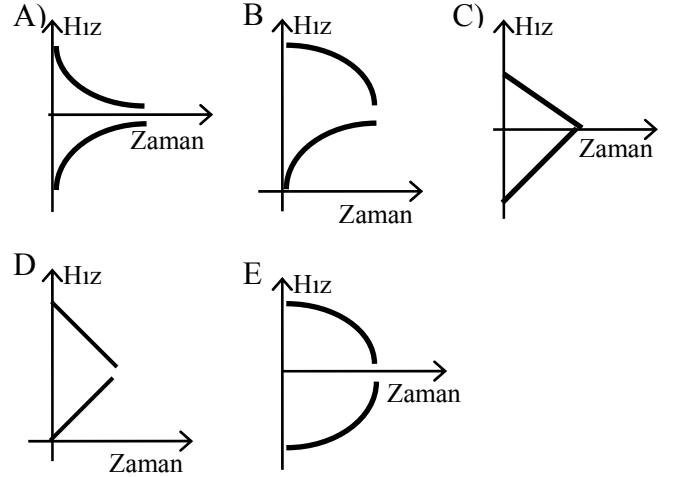


4) Hız-zaman grafiği şekildeki olan hareketli kaç kez yön değiştirmiştir?

- A) 1
B) 2
C) 3
D) 4
E) 6



5) Aynı tek şeritli yolda birbirine doğru hareket eden iki otomobil aynı anda sabit ivme ile yavaşlamaya başlıyorlar. Buna göre otomobillere ait hız-zaman grafiği aşağıdakilerden hangisi gibi olur?



6) Doğuya doğru 10m/sn hızla giden K aracındaki bir gözlemci, kuzeye doğru 10m/sn hızla giden L aracına baktığında L'yi hangi yönde ve hangi hızla gidiyormuş gibi görür?

- A) Kuzey doğuya $10\sqrt{2}$ m/s
B) Kuzey batıya $10\sqrt{2}$ m/s
C) Güney doğuya 10 m/s
D) Güney batıya $20\sqrt{2}$ m/s
E) Kuzey doğuya $10\sqrt{2}$ m/s

7) Doğuya doğru 6 m/sn hızla gitmekte olan K aracındaki bir gözlemci $6\sqrt{2}$ m/s hızla kuzey doğuya doğru giden L aracına baktığında L'yi hangi yönde ve hangi hızla gidiyormuş gibi görür?

- A) Kuzeye 6 m/s
- B) Kuzey batıya $6\sqrt{2}$ m/s
- C) Güney 6 m/s
- D) Güneye 6 m/s
- E) Kuzeye $6\sqrt{2}$ m/s

8) Batıya doğru 6m/sn hızla gitmekte olan otomobil içindeki yolcu yere göre 8 m/sn hızla düşey doğrultuda yağan yağmuru hangi hızla yağıyormuş gibi görür?

- A) 2
- B) 6
- C) 10
- D) 12
- E) 14

9) Bir okyanusta 1,8 m/s hızla doğuya doğru gitmekte olan gemi güvertesindeki yolcu 2 m/s lik sabit hızla önce kuzeye 8 metre sonra 12 metre batıya doğru gitmektedir. Buna göre yolcu durgun suya göre kaç metre yer değiştirmiş olur?

- A) 4
- B) 10
- C) 14
- D) 20
- E) 26

10) Yere paralel, kuzeye doğru uçmakta olan bir uçağın havaya göre hızı 600 km/h 'tir. Rüzgarın yere göre hızı doğuya doğru 250 km/h tir. Yerden bakan bir gözlemciye göre uçağın hızı kaç km/h tir?

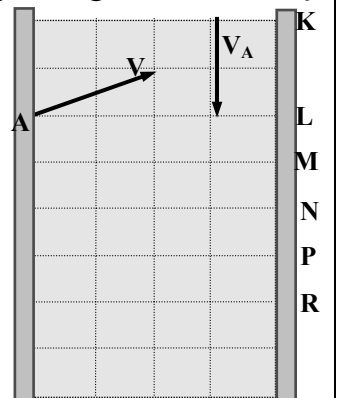
- A) 575
- B) 600
- C) 625
- D) 650
- E) 850

11) Genişliği 100 metre olan bir nehirde akıntı hızı 1,5m/sn dir. Bir yüzücü kıyıdan akıntıya dik olacak şekilde suya göre 2m/sn hızla yüzmeye başlıyor. Buna göre yüzücü hareket doğrultusundan kaç m ötede karşı kıyıya çıkar?

- A) 75
- B) 70
- C) 65
- D) 60
- E) 50

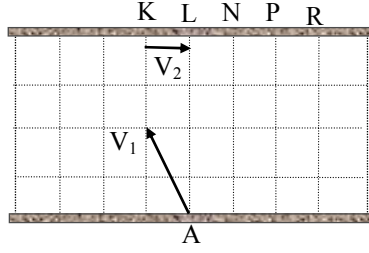
12) A noktasında suya göre şekildeki gibi V hızı ile yüzmeye başlayan bir yüzücü nehrin V_A hızından dolayı hangi noktada karşı kıyıya çıkar?

- A) L noktasında
- B) M noktasında
- C) N noktasında
- D) P noktasında
- E) R noktasında



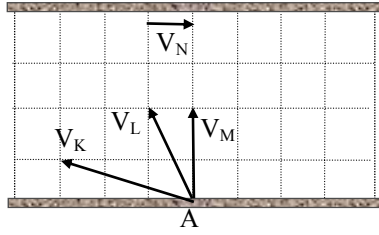
13) Suya göre hızları şekildeki gibi olan iki yüzücüden biri A noktasından diğeri K noktasından harekete başlıyor. 1. Yüzücü K noktasında karşı kıyıya vardığı an diğeri yüzücü hangi noktada bulunur?

- A) L noktasında
- B) N noktasında
- C) N ile P arasında
- D) P noktasında
- E) R noktasında



14) Suya göre şekildeki hız vektörleri ile harekete geçen K, L ve M yüzücülerinin karşı kıyıya ulaşma sürelerini karşılaştıran doğru ifade aşağıdakilerden hangisidir?

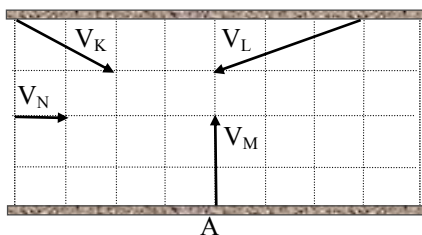
- A) $t_K > t_L > t_M$
- B) $t_L > t_M = t_K$
- C) $t_L = t_M < t_K$
- D) $t_M > t_L > t_K$
- E) $t_M > t_K > t_L$



15) Suya göre şekildeki hız vektörleri ile aynı anda harekete geçen K, L ve M yüzücüleri için aşağıda söylenen ifadelerden hangileri yanlıştır?

- I. Yüzücülerin karşı kıyıya ulaşma süreleri eşittir.
- II. Yüzücülerin yere göre hızları eşittir.
- III. L ve M yüzücüleri çarpışırlar.

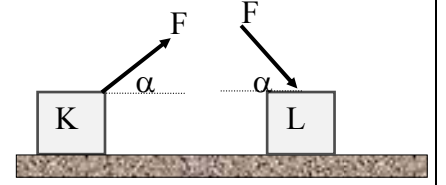
- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) I ve II
- E) I, II ve III



16) Özdeş cisimler aynı sürtünmeli yatay düzlemler üzerinde eşit büyüklükteki kuvvetler yardımıyla hareket ediyorlar. Bu cisimler için aşağıdakilerden hangileri doğrudur?

- I. Cisimlere etki eden sürtünme kuvvetleri eşittir
- II. K'nın ivmesi L'den büyüktür.
- III. Aynı süre sonunda cisimlerin kazandığı hızlar eşittir.

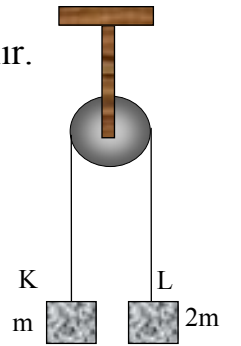
- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) II ve III
- E) I ve III



17) Şekildeki sürtünmesiz sistem serbest bırakılıyor. Bir süre sonra K cisminin kütlesi eriyerek düşüyor. Buna göre aşağıdakilerden hangileri gözlenir?

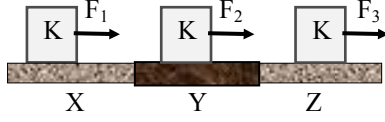
- I. Sistemin ivmesi artar.
- II. İpteki gerilme kuvveti azalır.
- III. K'nın hızı azalır.

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



18) Şekildeki sistemde cisim X, Y ve Z bölgelerinde sabit hızla hareket etmektedir. Bu bölgelerde cisme uygulanan kuvvetler arasındaki ilişki $F_2 > F_1 = F_3$ dir. Buna göre cisme X, Y ve Z bölgelerinde etki eden sürtünme kuvvetleri arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisidir?

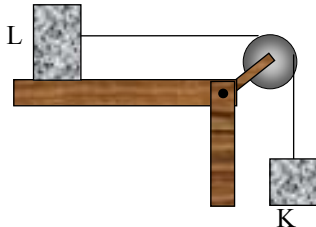
- A) $F_X > F_Y > F_Z$
- B) $F_Z > F_Y > F_X$
- C) $F_X = F_Y = F_Z$
- D) $F_Y > F_Z = F_X$
- E) $F_X = F_Z > F_Y$



19) Şekildeki sistemde sadece yatay düzlemde sürtünme vardır. Sistem serbest bırakıldıktan bir süre sonra L cisminin üzerine başka bir cisim konuluyor. Bu durumda aşağıdakilerden hangileri gözlenebilir?

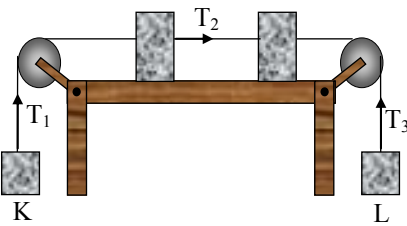
- I. İpteki gerilme kuvveti artar.
- II. Sistem yavaşlar.
- III. Sistem zıt yönde hareket eder.

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



20) Şekildeki sürtünmesiz sistemde K cisminin kütlesi L den büyüktür. Sistem serbest bırakıldığında iplerdeki gerilme kuvvetlerinin karşılaştıran doğru ifade aşağıdakilerden hangisidir?

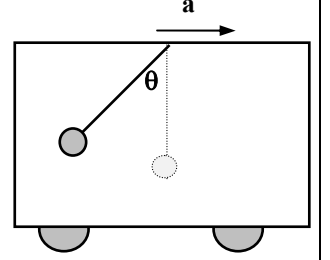
- A) $T_1 > T_2 > T_3$
- B) $T_3 > T_2 > T_1$
- C) $T_1 = T_2 = T_3$
- D) $T_1 > T_3 > T_2$
- E) $T_1 = T_2 > T_3$



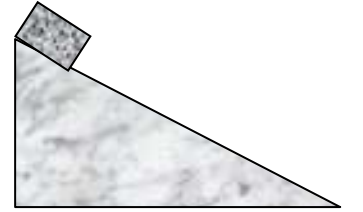
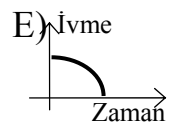
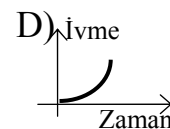
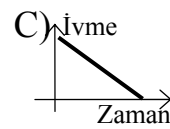
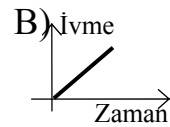
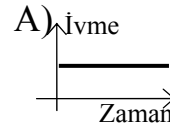
21) Tren vagonunda bulunan şekildeki sarkaç düşey konumda iken tren a ivmesi ile hızlandığında m kütleli sarkaç düşeyle θ açısı yapacak şekilde açılarak dengeleniyor. Buna göre, θ aşağıdakilerden hangilerine bağlı değildir?

- m: Sarkacın kütlesi
- a : Vagonun ivmesi
- g : Yer çekim şiddeti

- A) Yalnız m
- B) Yalnız a
- C) Yalnız g
- D) a ve g
- E) m, a ve g



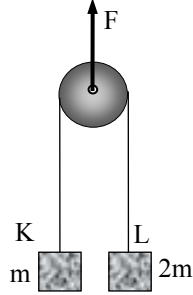
22) Sürtünmesiz eğik düzlem üzerindeki katı naftalin serbest bırakıldığında naftalinin kütlesi zamanla azalmaktadır. Buna göre naftalinin ivme zaman grafiği aşağıdakilerden hangisidir?



23) Şekildeki sürtünmesiz sisteme $F=6mg$ lik kuvvet uygulanıyor. Buna göre aşağıdakilerden hangileri gözlenir? (Makara ağırlığı önemsizdir)

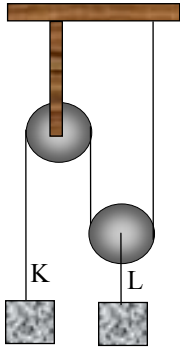
- I. K cismi yukarı çıkar.
- II. İpteki gerilme kuvveti mg dir.
- III. L cismi yukarı çıkar.

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



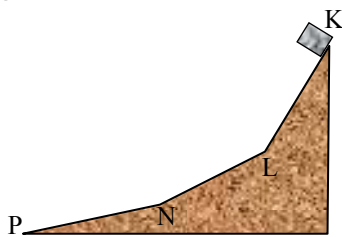
24) Şekildeki sürtünmesiz sistem serbest bırakılıyor. Buna göre K'nın ivmesinin L'nin ivmesine oranı kaçtır?

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



25) K noktasından belli bir hızla atılan cisim tüm yol boyunca aynı hızla yoluna devam ediyor. Cisme KL yolu boyunca etki eden sürtünme kuvveti F_1 , LN yolu boyunca F_2 , NP yolu boyunca F_3 dür. Bu sürtünme kuvvetleri arasındaki doğru ilişki aşağıdakilerden hangisidir?

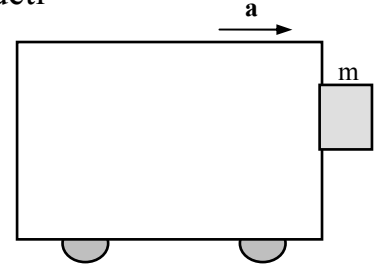
- A) $F_1 > F_2 > F_3$
- B) $F_3 > F_2 > F_1$
- C) $F_1 = F_2 = F_3$
- D) $F_1 > F_3 > F_2$
- E) $F_1 = F_2 > F_3$



26) Bir araç a ivmesi ile hızlandığında aracın düşey ön camına bırakılan m kütleli cisim düşmediğine göre cam ile cisim arasındaki en küçük sürtünme katsayısı aşağıdakilerden hangilerine bağlıdır?

- m: Cismin kütlesi
- a : Aracın ivmesi
- g : Yer çekim şiddeti

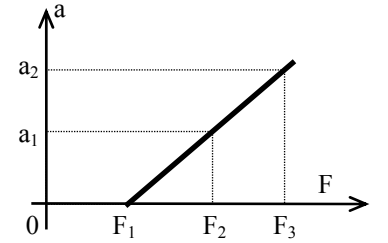
- A) Yalnız m
- B) Yalnız a
- C) Yalnız g
- D) a ve g
- E) m, a ve g



27) Yatay bir düzlemdeki bir cisme ait ivme - kuvvet grafiği şekildeki gibi olan hareketli için aşağıdakilerden hangileri doğrudur?

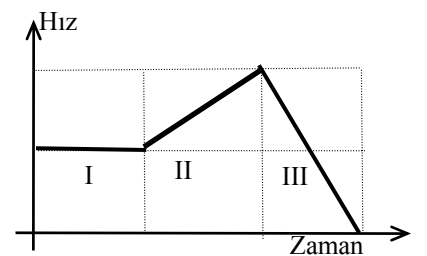
- I. Ortam sürtünmelidir.
- II. Grafikteki değerler biliniyorsa cismin kütlesi bulunabilir.
- III. Sürtünme kuvvetinin büyüklüğü F_1 kadardır.

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



28) Sürtünmesiz yatay düzlem üzerindeki cisme ait hız-zaman grafiği şekildeki gibidir. Bu cisme gösterilen bölgelerde etki eden net kuvvetlerin büyüklükleri arasında ne tür bir ilişki vardır?

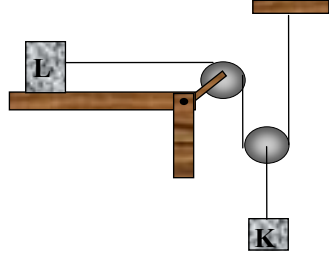
- A) $F_I > F_{III} = F_{II}$
- B) $F_I = F_{II} = F_{III}$
- C) $F_{III} > F_{II} > F_I$
- D) $F_I > F_{II} > F_{III}$
- E) $F_{III} > F_I > F_{II}$



29) Şekildeki sürtünmesiz sistem serbest bırakılıyor. Buna göre aşağıda söylenen ifadelerden hangileri doğrudur? (Makaraların ağırlığı önemsizdir)

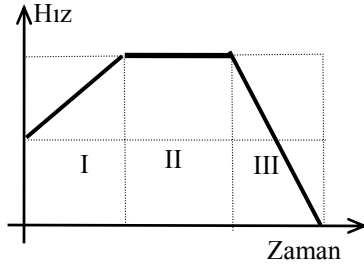
- I. L'nin ivmesi K'nın ivmesinden büyüktür.
- II. K'nın bağlandığı ipteki gerilme kuvveti L'nin yarısıdır.
- III. L'ye etki eden net kuvvet L'nin bağlandığı ipteki gerilme kuvvetine eşittir.

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



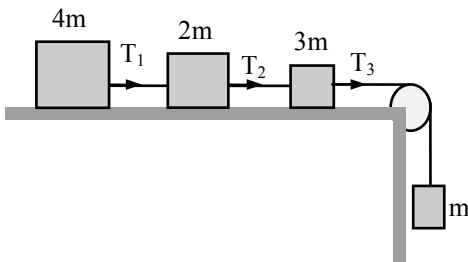
30) Sürtünmesiz yatay düzlem üzerindeki cisme ait hız-zaman grafiği şekildeki gibidir. Bu cisme gösterilen bölgelerde etki eden net kuvvetlerin büyüklükleri arasında ne tür bir ilişki vardır?

- A) $F_I > F_{II} > F_{III}$
- B) $F_{III} > F_I > F_{II}$
- C) $F_{III} > F_{II} > F_I$
- D) $F_I > F_{III} = F_{II}$
- E) $F_I = F_{II} = F_{III}$

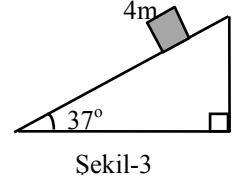
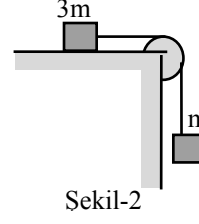
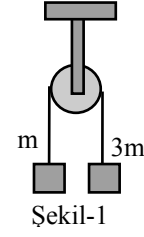


31) Şekildeki sürtünmesiz sistem serbest bırakıldıktan sonra iplerdeki gerilme kuvvetlerinin büyükten küçüğe doğru sıralanışı aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) T_1, T_2, T_3
- B) T_2, T_1, T_3
- C) T_3, T_2, T_1
- D) T_1, T_3, T_2
- E) T_3, T_1, T_2



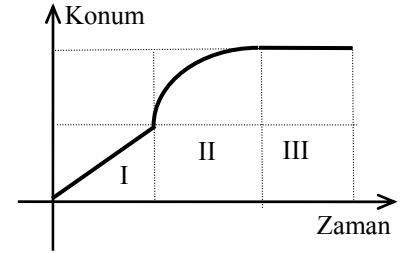
32) Şekillerdeki sistemler sürtünmesiz olup her birinin ivmesi sırasıyla a_1, a_2 ve a_3 dür. Bu ivmeler arasında ne tür bir ilişki vardır? ($\sin 37^\circ = 0.6$; $g = 10 \text{ m/s}^2$)



- A) $a_1 > a_2 > a_3$
- B) $a_2 > a_3 > a_1$
- C) $a_2 = a_3 > a_1$
- D) $a_3 > a_1 > a_2$
- E) $a_1 = a_2 = a_3$

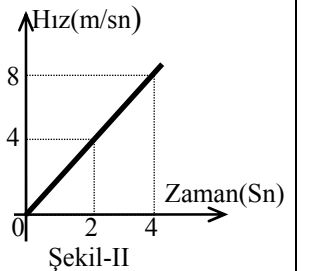
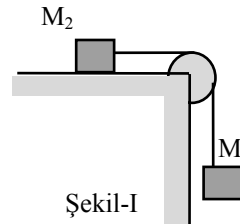
33) Sürtünmesiz yatay düzlem üzerindeki bir cisme ait konum-zaman grafiği şekildeki gibidir. Buna göre, gösterilen bölgelerde cisme etki eden net kuvvetlerin büyüklükleri arasında ne tür bir ilişki vardır? (Eğriler birer parabolüdür)

- A) $F_I = F_{II} = F_{III}$
- B) $F_I = F_{III} < F_{II}$
- C) $F_{III} > F_{II} > F_I$
- D) $F_I > F_{II} > F_{III}$
- E) $F_{III} > F_I > F_{II}$

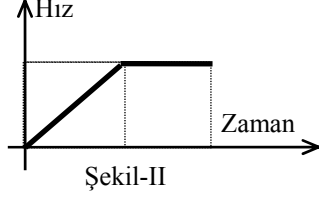
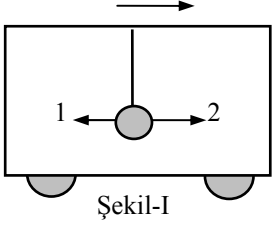


34) Şekil-1 deki sürtünmesiz sisteme ait hız-zaman grafiği şekil-2 deki gibidir. Buna göre, M_2 kütlesi M_1 in kaç katıdır? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

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



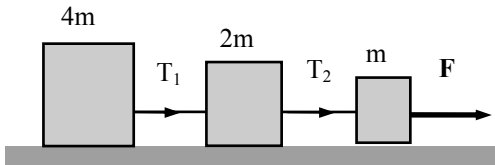
35) Durmakta olan bir tren vagonunun içinde bir sarkaç şekil-1 deki gibi dengededir. Tren hız-zaman grafiği şekil-2 deki gibi olacak şekilde ok yönünde harekete geçtiğinde sarkacın durumuna ait aşağıda söylenenlerden hangisi doğru olur? (Sürtünme yok)



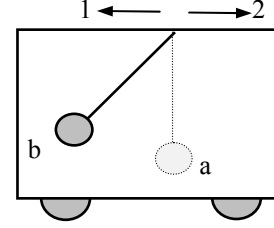
- A) Olduğu yerde durur.
- B) 2 yönünde açılarak durur.
- C) 1 yönünde açılarak durur.
- D) Önce 1 yönünde açılır sonra ilk konumuna gelerek durur.
- E) Önce 1 yönünde açılır sonra basit harmonik hareket yapar.

36) Sürtünmesiz yatay düzlem üzerinde duran üç cisim yatay doğrultuda uygulanan F şiddetindeki kuvvetin etkisinde kalmaktadır. Buna göre, şekilde gösterilen iplerdeki gerilme kuvvetlerinin oranı T_1/T_2 nedir?

- A) $2/3$
- B) $3/2$
- C) 2
- D) $5/2$
- E) 3

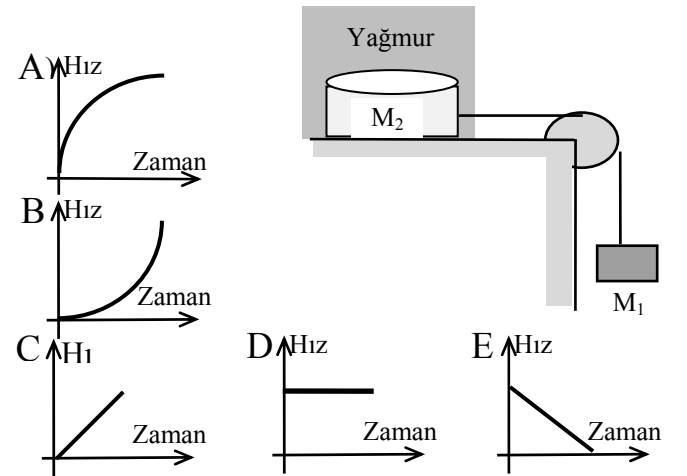


37) Bir tren vagonunun içinde bulunan sarkaç (a) konumunda iken (b) konumundaki gibi açılmaktadır. Buna göre, trenin hareketi ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru olur?



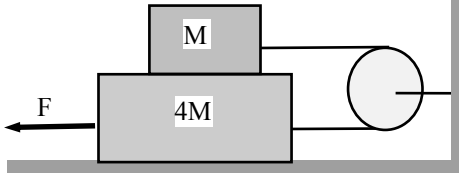
- A) Tren 1 yönünde sabit hızla hareket etmiştir.
- B) Tren 1 yönünde giderken hızlanmıştır.
- C) Tren 2 yönünde hızlanmıştır.
- D) Tren 2 yönünde sabit hızla hareket etmiştir.
- E) Tren durmaktadır.

38) Şekildeki sürtünmesiz sistem serbest bırakıldığı an düşey doğrultuda yağan yağmur suyu M_2 kütleli içi boş kabın içinde toplanmaya başlıyor. Buna göre, sistemin hız-zaman grafiği aşağıdakilerden hangisi gibi olur?



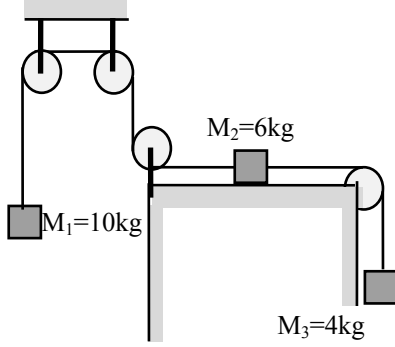
39) Şekildeki sistemde m ve $4m$ arasındaki sürtünme katsayısı $4m$ ile yüzey arasındaki sürtünme katsayısına eşit ve k dir. $4m$ kütlesini harekete geçirebilmek için uygulanacak F kuvveti en az ne olmalıdır?

- A) $3mg$
B) $4mg$
C) $5mg$
D) $6mg$
E) $7mg$



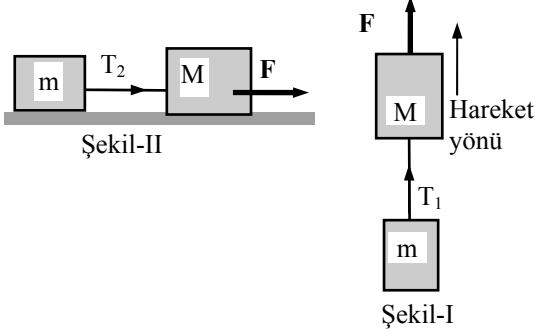
40) Şekildeki sürtünmesiz sistem serbest bırakıldığında M_3 kütlesini taşıyan ipteki gerilme kuvveti kaç Newton olur? ($g=10m/sn^2$)

- A) 28
B) 32
C) 40
D) 52
E) 60

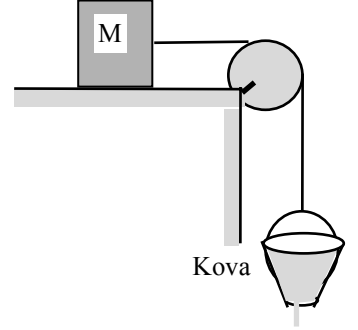
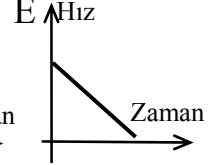
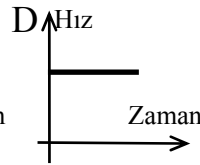
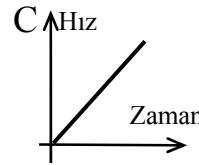
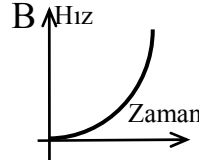
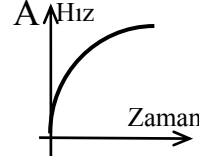


41) Şekildeki sistemler sürtünmesizdir. Şekil-I deki sistem F kuvvetinin etkisiyle yerin çekim alanında düşey yukarı doğru sabit hızla hareket etmektedir. Aynı sistem aynı F kuvvetiyle sürtünmesiz yatay düzlem üzerinde şekil-II deki gibi çekilirse her iki şekle ait iplerdeki gerilme kuvvetleri oranı T_1/T_2 kaç olur?

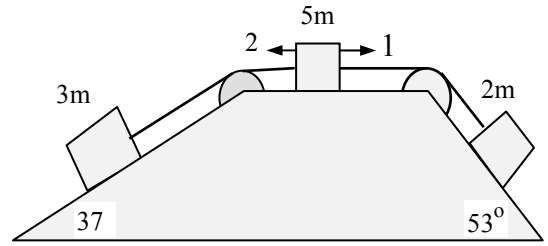
- A) $1/4$
B) $1/2$
C) 1
D) 2
E) 4



42) Şekildeki sürtünmesiz sistemde M kütlesi içi su dolu kovaya bağlanmıştır. Sistem serbest bırakıldığında kovanın dibindeki delikten sabit hızla su akmaya başlıyor. Buna göre, M cisminin hız-zaman grafiği aşağıdakilerden hangisi gibi olur?

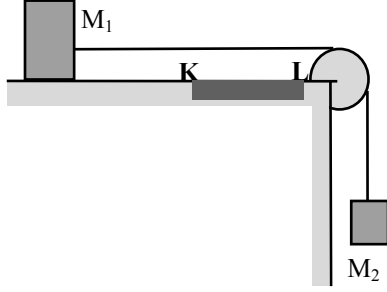
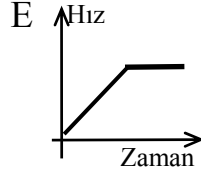
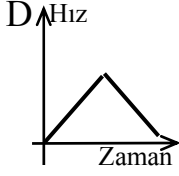
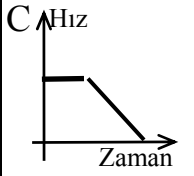
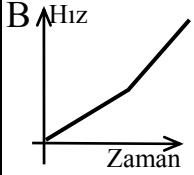
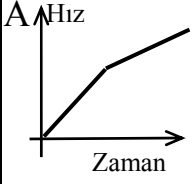


43) Şekildeki sürtünmesiz sistemde kütleler (1) yönünde bir ilk hızla harekete başlatılıyor. Sistemin bundan sonraki hareketi için ne söylenebilir? ($\sin 37^\circ=0.6$; $\sin 53^\circ=0.8$; $g=10$ N/Kg)

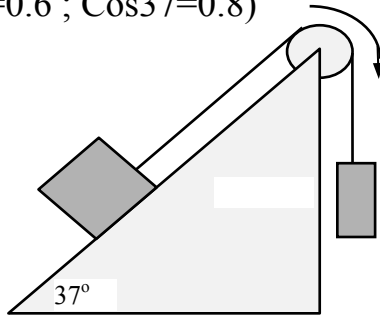


- A) 1 yönünde bir süre hareket ettikten sonra durur.
B) 1 yönünde yavaşlar, durur. Sonra ters yönde hızlanır.
C) 1 yönünde hızlanarak hareketini sürdürür.
D) 2 yönünde hızlanarak hareketini sürdürür.
E) Verilen yönde sabit hızla hareketini sürdürür.

44) Şekildeki sistemde sadece K-L arasında sürtünme olup, sabit sürtünme kuvvetinin değeri M_2 kütesinin ağırlığına eşittir. Buna göre, M_2 kütesinin tüm hareketine ait hız-zaman grafiği aşağıdakilerden hangisidir?



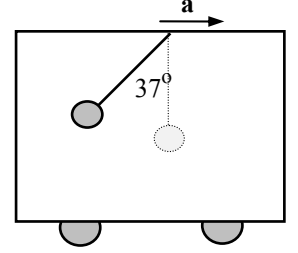
44) Şekildeki sistemde eğik düzlem ile m_1 cismi arasındaki sürtünme katsayısı 0.5 dir. Sisteme ok yönünde bir ilk hız verildikten sonraki hareketi için ne söylenebilir? ($g=10 \text{ N/Kg}$, $\sin 37^\circ=0.6$; $\cos 37^\circ=0.8$)



- A) Verilen ilk hızla yoluna devam eder.
 B) Verilen yönde hızlanarak gider.
 C) Yavaşlayarak durur.
 D) Yavaşlayarak durur, sonra zıt yönde hızlanır.
 E) Ok yönünde hızlanır

45) Bir tren vagonu a ivmesiyle hızlanmaya başladığı an tavanına asılı sarkaçta düşeyle 37° derecelik açı yapacak şekilde şekildeki gibi açılıyor. Buna göre, trenin ivmesi kaç m/s^2 dir? ($\sin 37^\circ=0.6$; $\sin 53^\circ=0.8$, $g=10 \text{ N/Kg}$)

- A) 1
 B) 2,5
 C) 5
 D) 7,5
 E) 10

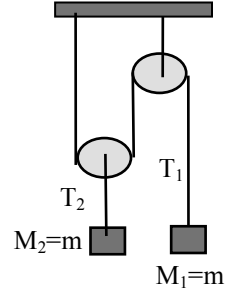


46) Şekildeki sürtünmesiz sistemde makaraların ağırlığı önemsizdir. Sistem serbest bırakıldığında

- I. Olduğu yerde kalır
 II. M_1 ' in ivmesi M_2 ' nin iki katıdır .
 III. T_1 gerilme kuvveti T_2 ' den küçüktür

İfadelerinden hangileri doğrudur?

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

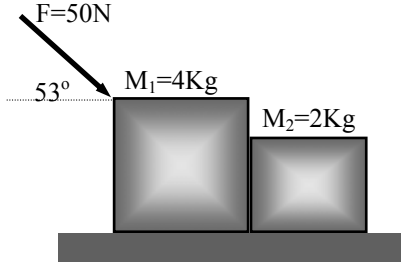


47) Sürtünmesiz yatay düzlem üzerinde sabit hızla giden 5 kg kütleli bir cismin hareketine zıt yönde yatay doğrultuda F şiddetindeki kuvvet etki etmektedir. Cisim bu kuvvetin etkisi altında 5 saniye durup kuvvet kaldırılıyor. Buna göre, cisim hareketinin son 10 saniyesi içinde 30 metre yol aldığına göre F kuvveti kaç Newton dur?

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

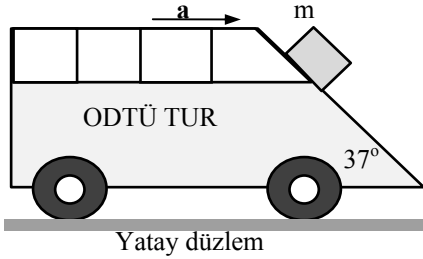
48) Şekildeki kütleler sürtünmesiz yatay düzlem üzerindedir. Buna göre, M_2 cisminin M_1 cismine uyguladığı tepki kuvveti kaç Newton dur? ($\sin 53^\circ = 0,8$; $\cos 53^\circ = 0,6$)

- A) 2
B) 5
C) 10
D) 20
E) 30



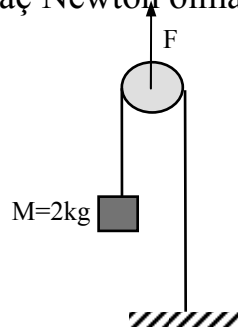
49) Şekildeki araç a ivmesiyle hızlandığında sürtünmesiz eğik düzlemine m kütleli cisim bırakıldığında düşmediğine göre aracın ivmesi en az kaç m/s^2 dir? ($\sin 37^\circ = 0,6$; $\cos 37^\circ = 0,8$)

- A) 2
B) 2,5
C) 5
D) 7,5
E) 10



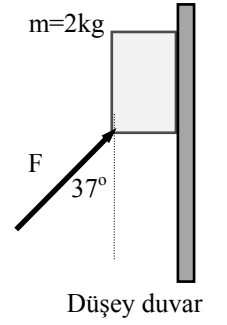
50) Şekildeki sürtünmesiz sistemde makara ve ipler ağırlıksızdır. M kütesini $3 m/s^2$ lik ivme ile yukarı doğru hızlandırmak için uygulanacak F kuvveti kaç Newton olmalıdır?

- A) 24
B) 26
C) 40
D) 46
E) 52



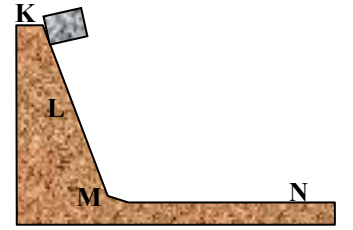
51) Şekildeki cisim ile yüzey arasındaki sürtünme katsayısı 0,5 olup cisim aşağı doğru $4,5 m/s^2$ lik ivme ile hızlanmaktadır. Buna göre F kaç Newton dur? ($\sin 37^\circ = 0,6$; $\cos 37^\circ = 0,8$ $g = 10 m/s^2$)

- A) 4
B) 5
C) 10
D) 15
E) 18



52) K noktasından serbest bırakılan şekildeki cisim L, M ve N noktalarından eşit büyüklükteki hızlarla geçiyor. Buna göre yolun hangi bölgeleri kesin sürtünmelidir?

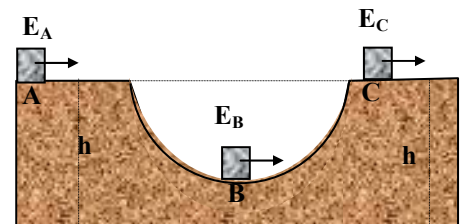
- A) Yalnız LM
B) Yalnız MN
C) Yalnız KL
D) LM ve MN
E) KL ve LM



53) A noktasından E_A kinetik enerjisiyle atılan cisim şekildeki yörüngeyi izliyor. Cismin A, B ve C noktalarındaki kinetik enerjileri için aşağıdakilerden hangileri kesin doğrudur?

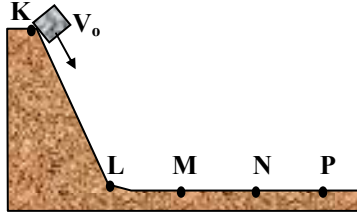
- I. $E_A > E_B$ II. $E_B > E_C$ III. $E_A \geq E_C$

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



54) K noktasından V_0 hızıyla atılan cisim N noktasında duruyor. Sadece cismin kütlesi yarıya indirilirse K noktasından atılan cisim nerede durur? (Bölmeler eşit aralıktır)

- A) LM arasında
B) M noktasında
C) MN arasında
D) N noktasında
E) P noktasında

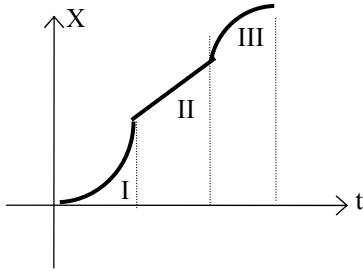


55) $\frac{\text{Watt}}{\text{Newton}}$ aşağıdakilerden hangisinin birimidir?

- A) Yer değiştirme
B) İvme
C) Hız
D) Güç
E) Enerji

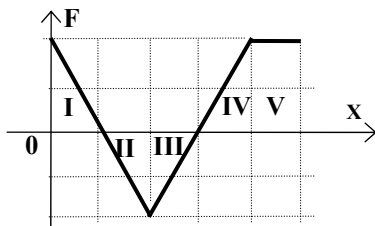
56) Konum-zaman grafiği şekildeki gibi olan hareketlinin hangi bölgelerde kinetik enerjisi artmaktadır?

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



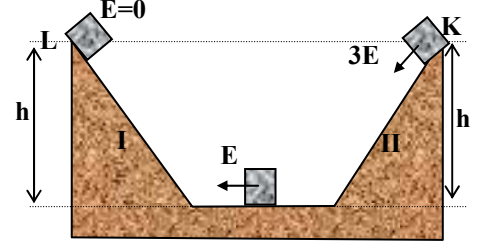
57) Başlangıçta duran bir cisme ait kuvvet-konum grafiği şekildeki gibidir. Grafiğin hangi bölgelerinde kinetik azalmaktadır?

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



58) Şekildeki sistemde K noktasından $3E$ 'lik kinetik enerjiyle atılan cisim E enerjisiyle yatay düzleme ulaştıktan sonra diğer eğik düzlemin L noktasında duruyor. Buna göre sürtünmeden dolayı ısıya dönüşen enerji kaç E dir? (Sadece II. Eğik düzlemde sürtünme vardır.)

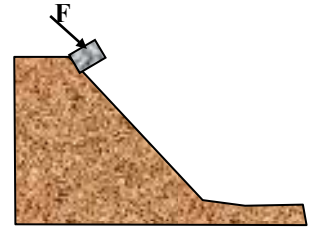
- A) E
B) $2E$
C) $3E$
D) $4E$
E) $5E$



59) Eğik düzlem üzerindeki cisim F kuvvetiyle itilerek sabit hızla eğik düzlemin alt ucuna ulaşıyor. Buna göre aşağıda söylenen ifadelerden hangileri doğrudur?

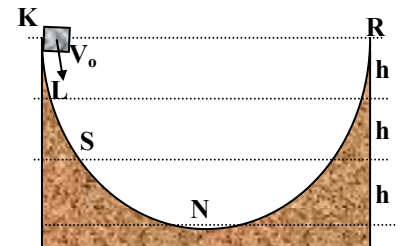
- I. Potansiyel enerji azalmaktadır.
II. Kinetik enerji artmaktadır.
III. Mekanik enerji sabittir.

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



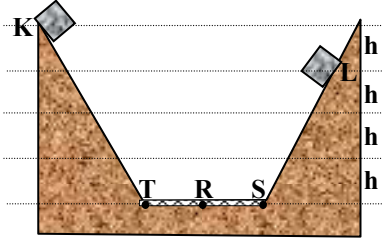
60) Şekildeki gibi V_0 hızıyla atılan cisim R ye kadar çıkabiliyor. Cisim R den geri döndüğünde nereye kadar çıkamaz?

- A) S noktasına
B) L noktasında
C) LN arasına
D) KL arasına
E) K noktasına



61) K noktasından serbest bırakılan cisim L'de duruyor. Cisim en son nerede durur ve bir daha hareket etmez?
(Sadece yatay düzlemde sürtünme vardır.)

- A) S noktasında
- B) R noktasında
- C) TR arasında
- D) RS arasında
- E) T noktasında



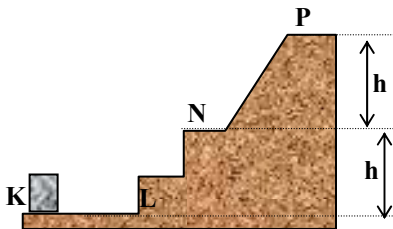
62) Ay yüzeyinden h_1 yüksekliğindeki K cisminin potansiyel enerjisi, L cisminin Dünya yüzeyinden h_2 yüksekliğindeki potansiyel enerjisine eşittir. Buna göre aşağıdaki ifadelerden hangileri kesin doğrudur?
(Hava sürtünmesi ihmal ediliyor)

- I. Cisimlerin yere çarpma hızları eşittir.
- II. Yere çarpma kinetik enerjileri eşittir.
- III. Cisimlerin kütleleri eşittir.

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

63) Bir cisim K noktasından P noktasına çıkartılmak isteniyor. Cisim K'dan L'ye getirilirken yer çekimine karşı yapılan W_1 , L'den N'ye getirilirken yer çekimine karşı yapılan W_2 , N'den P'ye getirilirken yer çekimine karşı yapılan iş W_3 dür. Buna göre W_1 , W_2 ve W_3 arasındaki doğru ilişki aşağıdakilerden hangidir?

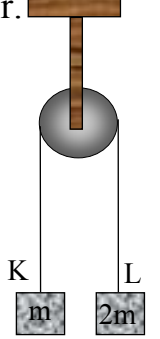
- A) $W_1 > W_2 > W_3$
- B) $W_3 > W_2 > W_1$
- C) $W_2 = W_3 > W_1$
- D) $W_2 > W_1 > W_3$
- E) $W_1 = W_2 = W_3$



64) Şekildeki sürtünmesiz sistem serbest bırakılıyor. Buna göre aşağıda söylenen ifadelerden hangileri doğrudur?

- I. L'nin toplam enerjisi azalır.
- II. K'nin kinetik enerjisi artar.
- III. L'nin kaybettiği potansiyel enerji K'nın kazandığı toplam enerjiye eşittir.

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



65) Limit hızla düşmekte olan bir cisim için aşağıdakilerden hangileri doğrudur?

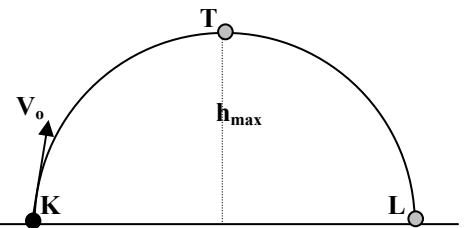
- I. Potansiyel enerjisi artar.
- II. Kinetik enerjisi artar.
- III. Mekanik enerji azalır.

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

66) Şekildeki gibi eğik atılan bir cisim için aşağıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?
(Hava sürtünmesi önemsizdir)

- I. K'da ki kinetik enerji T'de ki potansiyel enerjiye eşittir.
- II. L'de ki mekanik enerji T'de ki mekanik enerjiye eşittir.
- III. T'de ki kinetik enerji en küçüktür.

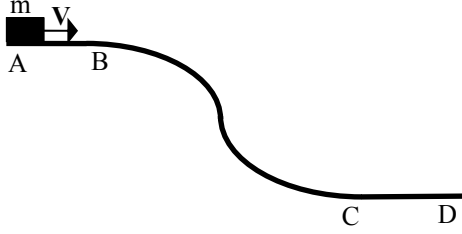
- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) II ve III
- E) I, II ve III



67) A noktasından harekete geçen m kütleli cisim B, C ve D noktalarından aynı hızla geçmektedir. Buna göre, aşağıda söylenen ifadelerden hangileri doğrudur?

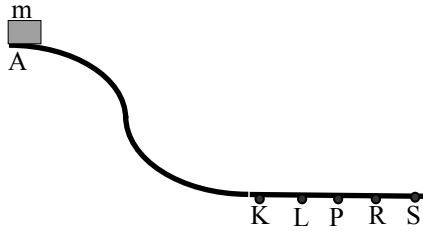
- I. Cismin kinetik enerjisi sabit kalmıştır.
- II. Yolun sadece B-C arası sürtünmelidir.
- III. Mekanik enerji sabittir.

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



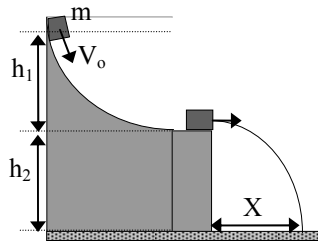
68) Şekildeki yolun sadece K-S arasında sürtünme vardır. A noktasından serbest bırakılan m kütleli cisim L noktasında duruyor. Cismin kütlesi iki katına çıkarıldığında cisim nerede durur? ([KL]=[LP]=[PR]=[RS])

- A) K-L arasında
- B) L'de
- C) L-P arasında
- D) R'de
- E) S'de



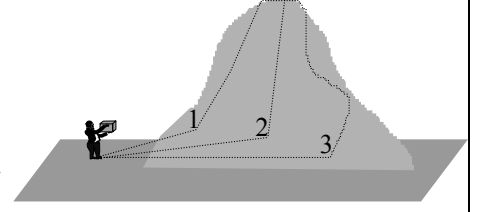
69) Sürtünmesiz ortamda şekildeki gibi V_0 hızı ile bırakılan m kütleli cisim şekildeki yörüngeyi takip etmektedir. X uzaklığı aşağıdakilerden hangisine bağlı değildir?

- A) Cismin kütlesi (m)
- B) h_1 Yüksekliği
- C) h_2 Yüksekliği
- D) Yer çekim şiddeti (g)
- E) Cismin ilk hızı (V_0)



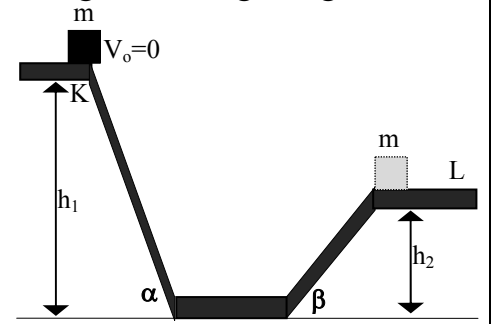
70) Bir öğrenci elindeki bir cismi dağın eteğinden tepesine çıkarmak istiyor. Öğrenci gösterilen yollardan hareket ederse yer çekimine karşı yapacağı işler arasında ne tür bir ilişki vardır.

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



71) K yüzeyinden serbest bırakılan m kütleli cisim şekildeki yolu takip ederek L yüzeyine V hızı ile ulaşıyor. Sürtünmeler önemsenmediğine göre V hızı m, α , β , h_1 , h_2 niceliklerinden hangilerine bağlı değildir?

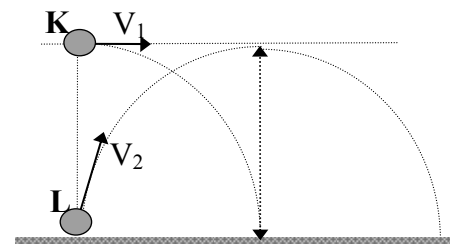
- A) m, α , β
- B) α , β
- C) h_1 , h_2
- D) α , β , h_1 , h_2
- E) Yalnız m



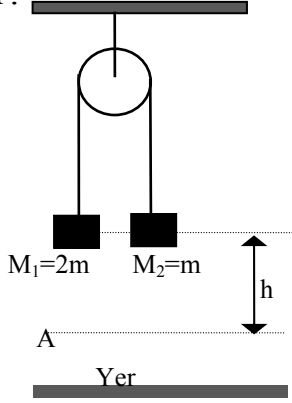
72) Şekildeki gibi atılan K ve L cisimlerinin takip ettiği yol gösterilmiştir. Buna göre aşağıda söylenen ifadelerden hangisi kesin doğrudur?

- I. Cisimlerin yere çarpma hızları eşittir.
- II. Cisimlerin maksimum yükseklikteki potansiyel enerjileri eşittir.
- III. Cisimlerin mekanik enerjileri eşittir.

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



73) Şekildeki sürtünmesiz sistem serbest bırakıldıktan bir süre sonra M_1 A noktasına geldiği an aşağıda söylenen ifadelerden hangisi yanlıştır?



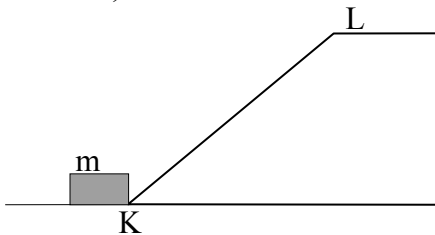
- A) M_1 'in potansiyel enerji kaybı $2mgh$ dır.
 B) M_2 'nin toplam enerjisi mgh dan fazladır.
 C) Sistemin toplam kinetik enerjisi mgh dır.
 D) M_1 'in kinetik enerjisi $2mgh$ dır.
 E) Sistemin potansiyel enerji kaybı mgh dır.

74) Aşağıdakilerden hangisinin birimi güç birimi ile aynıdır.

- A) Enerji x Kuvvet
 B) İvme x Hız
 C) Enerji x Frekans
 D) Kuvvet x İvme
 E) Kütle x Hız

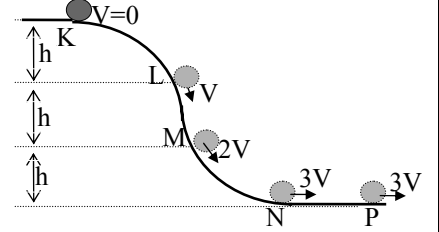
75) K noktasından $2E$ kadarlık kinetik enerjiyle atılan cisim L noktasına E kadarlık kinetik enerjiyle ulaşıyor. Aynı cisim L noktasından $2E$ kadarlık enerjiyle atılırsa K noktasına hangi kinetik enerjiyle ulaşır? (Sürtünmeler önemsiz)

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



76) K noktasından şekildeki gibi serbest bırakılan cismin bazı noktalarındaki hızları verilmiştir. Buna göre gösterilen aralıklardan hangileri kesinlikle sürtünmelidir.

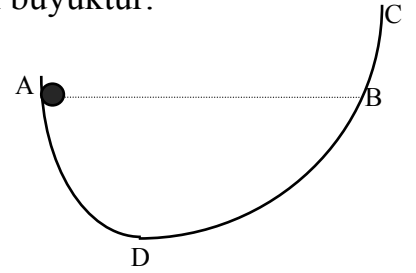
- A) Yalnız [KL]
 B) Yalnız [LM]
 C) Yalnız [MN]
 D) [KL] ve [LM]
 E) [KL] ve [MN]



77) A noktasından harekete başlayan cisim C noktasına kadar çıkabiliyor. Bunun nedeni aşağıdakilerden hangileri olamaz?

- I. A noktasında bir ilk hıza sahiptir.
 II. A-D yolu B-D yolundan daha dik olduğu için cisim C ye kadar çıkmıştır.
 III. A-D yolundaki sürtünme B-D yolundaki sürtünmeden büyüktür.

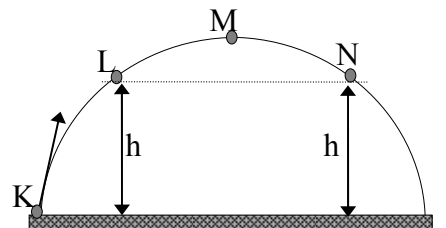
- A) Yalnız I
 B) Yalnız II
 C) Yalnız III
 D) II ve III
 E) I ve II



78) Hava sürtünmesinin de göz önüne alındığı şekildeki eğik atış hareketinde aşağıda söylenen ifadelerden hangileri doğrudur?

- I. Cismin K'deki kinetik enerjisi en büyüktür.
 II. Cismin M'deki potansiyel enerjisi en büyüktür.
 III. Cismin L'deki hızı, N'deki hızından büyüktür.

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



79) Şekildeki yolun K noktasından $\vec{v}$ hızı ile atılan cisim L noktasına kadar çıkıp geri dönerek K noktasında duruyor. Buna göre cismin K noktasındaki kinetik enerjisinin, L noktasındaki yere göre potansiyel enerjisine oranı kaçtır?

- A) $4/3$
- B) $1/2$
- C) 1
- D) 2
- E) 3

