

ATIŞLAR

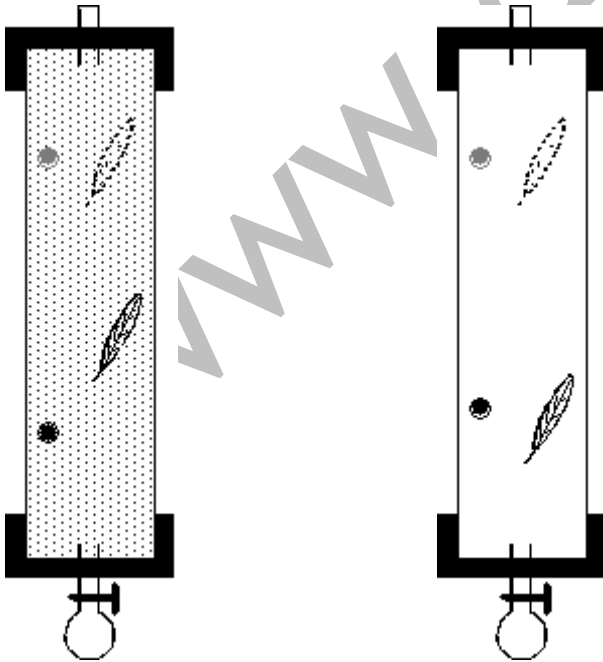
Havada serbest bırakılan cisimlerin aşağı doğru düşmesi etrafımızda her zaman gördüğümüz bir olaydır. Bu düşme hareketleri, cisimleri yerin merkezine doğru çeken bir kuvvetin varlığını gösterir. Daha önceki konularda, bir cisme etki eden yerçekimi kuvvetine o cismin ağırlığı denildiğini öğrenmiştik. Cismin G ağırlığı, $G = mg$ bağıntısı ile bulunur. Burada g , yerçekimi ivmesidir. Yerin çekim alanı da denilebilir. Yerçekimi ivmesinin birimi m/s^2 ya da N/kg dır.

Serbest Düşme

Havasız ortamda serbest bırakılan bir cisim yerçekimi etkisi ile aşağı doğru g ivmesi ile düşer. Bu olaya serbest düşme denir.

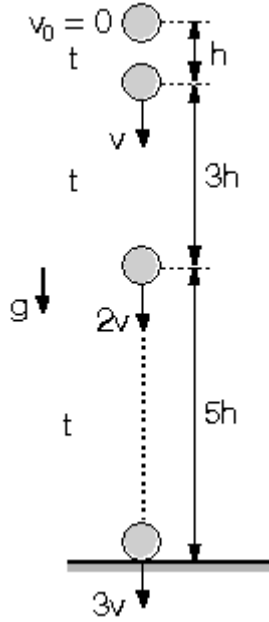
Serbest düşmeye bırakılan bir cisim sabit g yerçekimi ivmesi ile aşağı doğru düzgün hızlanan hareket yapar. Her saniye hızı yerçekimi ivmesi kadar artar. Yerçekimi ivmesi, $g = 9,8 \sim 10 m/s^2$ dir.

NOT:



Hava ortamında aynı anda bırakılan çelik bilye kuş tüyünden önce düşer.

Havasız ortamda aynı anda bırakılan kuş tüyü ve çelik bilye aynı hızla yere düşer.



Hava Direnci

Serbest düşme hareketini incelerken cisimlerin, boşluk gibi sürtünmesiz ideal ortamlarda hareket ettiğini kabul ettik. Oysa gerçek hayatta sıvı ve gaz gibi akışkanlar içinde hareket eden cisimlere bir direnç kuvveti uygulanır.

Bu direnç kuvvetinin büyüklüğü,

1. Cismin hareket doğrultusuna dik, en geniş kesit alanı (A) ile doğru orantılıdır.
2. Hızın kendisi ya da karesiyle doğru orantılıdır.
3. Cismin biçimine ve havanın yoğunluğuna bağlıdır.

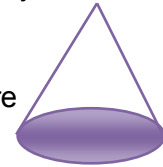
Paraşütle atlayan sporculara ve yeryüzünde hareket eden araçlara, hava tarafından uygulanan direnç kuvveti hızların karesiyle orantılıdır. Buna göre direnç kuvveti

$$F_{\text{direnç}} = k \cdot A \cdot v^2 \text{ olur.}$$

Burada k , sabit bir katsayıdır.



→ İçi boş yarım küre



→ Damla modeli

k en küçük değerini damla modelinde, en büyük değerini ise içi boş yarım kürede alır.

Havanın direnci önemsiz kabul edilirse;

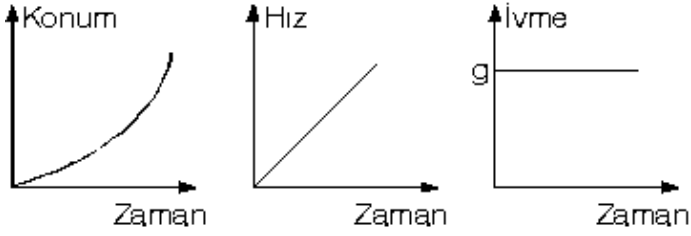
$$a = \frac{F_{\text{net}}}{m} = \frac{G - F_k}{m} = \frac{mg - 0}{m} \quad a = g \text{ bulunur.}$$

Bu durumda serbest düşme hareketi $a = g$ ivmesi ile yapılan ters yönde düzgün hızlanan hareket olur.

$$\begin{aligned} v &= g \cdot t \\ Y &= \frac{1}{2} g t^2 \\ v &= \sqrt{2gh} \end{aligned}$$

Hareketlinin hareket denklemleri;

Hareket Grafikleri:



ÖRNEK: Yerden 320 m. Yüksekten serbest bırakılan bir cisim kaç sn. sonra yere çarpar, hızı kaç m/sn olur? ($g = 10\text{m/s}^2$)

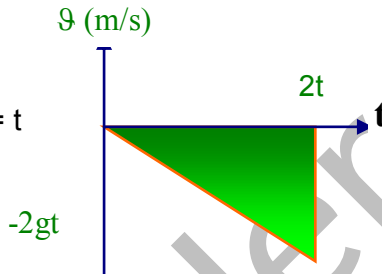
ÇÖZÜM: Cisim serbest düşme hareketi yapacağından $h = \frac{1}{2}gt^2$
 $V = gt$ ve $V = \sqrt{2gh}$ bağıntıları geçerlidir.

$$\left. \begin{array}{l} h = 320 \text{ m} \\ g = 10\text{m/s}^2 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 320 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2 \rightarrow t^2 = 64 \rightarrow t = 8 \\ V = g \cdot t = 10 \cdot 8 \rightarrow V = 80 \text{ m/s} \text{ bulunur.} \end{array}$$

ÖRNEK: Belli bir yükseklikten serbest düşmeye bırakılan bir cisim $2t$ sürede yere varıyor. Bu cisim düştüğü yüksekliğin ilk $\frac{1}{4}$ ünü kaç t sürede alır? (sürtünme yok)

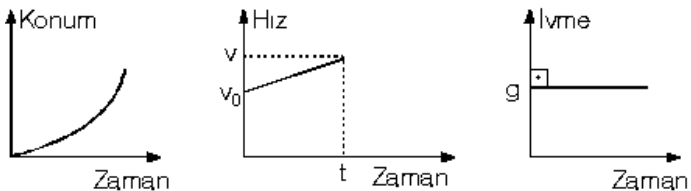
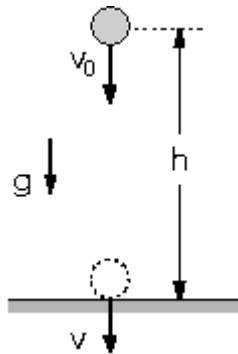
ÇÖZÜM: $h/4 = \frac{1}{2}gt'^2$

$$\frac{2gt^2}{4} = \frac{1}{2}gt'^2 \rightarrow t' = t$$



Yukarıdan Aşağı Düşey Atış

Havasız ortamda yerden h kadar yükseklikten v_0 hızıyla aşağı doğru atılan bir cisim ağırlık kuvvetinin etkisiyle aşağı doğru g ivmesiyle hızlanan hareket yapar. Serbest düşme hareketinden farkı ilk hızının olmasıdır. Aynı yükseklikten serbest bırakılan cisim ile aşağı doğru v_0 hızıyla atılan cisimlerden ilk hızı olan daha önce düşer ve daha büyük bir hızla yere çarpar.



Hareketin denklemleri:

$$V = V_0 + gt$$

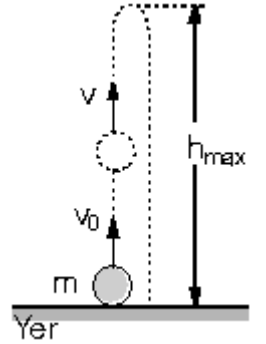
$$h = V_0 \cdot t + \frac{1}{2}gt^2$$

$$V = \sqrt{V_0^2 + 2gh}$$

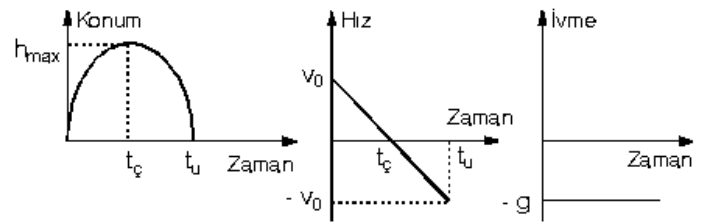
$$y = - (V_0 t + \frac{1}{2}at^2)$$

Aşağıdan Yukarıya Düşey Atış

Havasız ortamda yerden yukarı doğru v_0 hızıyla atılan bir cisim g yerçekimi ivmesi ile düzgün yavaşlar ve bir süre sonra anlık olarak durur. Daha sonrada çıktığı en üst tepe noktasından serbest düşme hareketi yapar. Çıkış ile iniş hareketi birbirinin tersidir.



Bundan dolayı çıkış süresi iniş süresine eşittir. Çıkarırken herhangi bir noktadaki hızının büyüklüğü, dönüşte aynı noktadaki hızının büyüklüğüne eşittir. Cisim yere v_0 büyüklüğünde hızla çarpar.



Hareket denklemleri;

$$V = v_0 - gt \text{ Hız denklemleri}$$

$$h = v_0 \cdot t - \frac{1}{2}gt^2 \text{ Yol denklemleri}$$

$$V = \sqrt{v_0^2 - 2gh}$$

$$t_{\text{çıkış}} = \vartheta_0 / g \text{ den } \vartheta_0 / 10 = 3$$

$$-\vartheta_0$$

$$\vartheta_0 = 30 \text{ m/s}$$

$$h_{\text{max}} = \frac{\vartheta_0^2}{2g} = \frac{30^2}{2 \cdot 10} = \frac{900}{20} \quad h_{\text{max}} = 45$$

Yükselme süresine çıkış süresi ve bu süre içinde aldığı yola da maksimum yükseklik denir. Çıkış süresi ve maksimum yükseklik:

$$t_{\text{çıkış}} = \vartheta_0 / g, \quad h_{\text{max}} = \vartheta_0^2 / 2g \text{ bağıntıları ile verilir.}$$

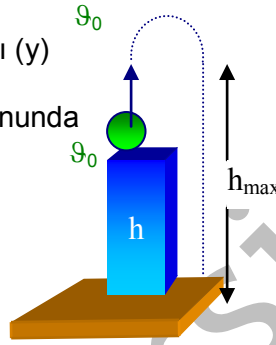
Bir h Yüksekliğinden Yukarı Yönlü Düşey Atış

Cismin herhangi bir anda yere uzaklığı (y)

$$y = h + V_0 t - \frac{1}{2} g t^2 \text{ olup uçuş süresi sonunda } y = 0 \text{ olur.}$$

$t_{\text{uçuş}}$ süresi için;

$$-h = V_0 t_{\text{uçuş}} - \frac{1}{2} g t_{\text{uçuş}}^2 \text{ alınır.}$$



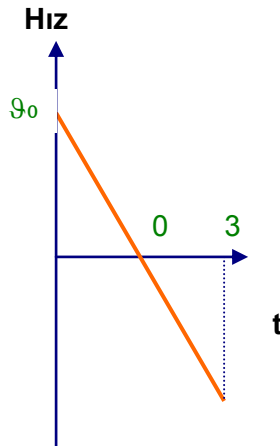
ÖRNEK: V_0 hızıyla yükselmekte olan balon yerden $h = 135 \text{ m}$ yüksekte iken bırakılan taş yere 9 sn sonra düşüyor.

Balonun yükselme hızı kaç m/sn dir? ($g = 10 \text{ m/sn}^2$)

$$\begin{aligned} \text{ÇÖZÜM: } -h &= V_0 t_{\text{uçuş}} - \frac{1}{2} g t_{\text{uçuş}}^2 \\ -135 &= V_0 \cdot 9 - \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot (9)^2 \\ -135 &= 9V_0 - 405 \\ 9V_0 &= 270 \quad V_0 = 20 \text{ m/sn} \end{aligned}$$

ÖRNEK: Yerden yukarıya doğru düşey olarak atılan bir cismin hız zaman grafiği şekildeki gibidir. Cismin çıkabileceği maksimum yükseklik kaç metredir? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

ÇÖZÜM: Grafikten cismin çıkış süresinin 3 s olduğu bulunur.



Yatay Atış

Yerden yüksekteki bir noktadan yatay olarak ϑ_0 hızı ile atılan bir cismin yapacağı harekete **yatay atış** denir. Bir cisim O noktasından ϑ_0 ilk hızıyla yatay doğrultuda fırlatıldığı anda A noktasından bir cisim yatay doğrultuda ϑ_0 ilk hızıyla, B noktasından ikinci bir cisim serbest düşmeye bırakılırsa cisimler aynı anda C noktasına ulaşırlar. O halde, yatay olarak atılan cisim atıldığı andan itibaren yatayda herhangi bir kuvvetin etkisi altında kalmadığından ($F_{\text{hava}} = 0$) yatay doğrultuda sabit ilk hızı ile düzgün doğrusal hareket yapar.

$$\begin{aligned} F_x &= 0 \Rightarrow a_x = 0 \\ V_x &= V_0 \\ h &= \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \\ X_{\text{men}} &= V_0 \cdot t_{\text{uçuş}} \text{ olur.} \end{aligned}$$

$$\vartheta_0 = 30$$

ÖRNEK: Şekildeki gibi yatay atılan

bir cisim kaç s. de yere iner? ($g = 10 \text{ m/sn}^2$)

ÇÖZÜM: Birleşik hareket yapan bir cismin hareket süresi bileşenlerinin hareket süresine eşittir. Yatay atışta cismin hareketini düşey bileşeni: $h = -\frac{1}{2} g t^2$ dir.

$$\begin{aligned} h &= 80 \text{ m} \\ g &= 10 \text{ m/s}^2 \end{aligned} \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} -80 = -\frac{1}{2} g t^2 \rightarrow a160 = 10 \cdot t^2 \rightarrow t = 4 \text{ s}$$

Eğik Atış

Bir cisme yerden; yatay ile belli bir açı yapacak şekilde bir ilk hız verilerek yapılan atış hareketine **eğik atış** denir. Cismin ilk hızının bileşenleri,

$$v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha ;$$

$$v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha \text{ dır.}$$

Eğik atılan cisim atıldığı andan itibaren yatay doğrultuda herhangi bir kuvvetin etkisi altında olmadığından (havanın direnci önemsiz) ilk hızının yatay bileşeni ile düzgün doğrusal hareket yapar.

$$F_x = 0 \rightarrow a_x = 0$$

$$v_x = v_0 \cdot \cos \alpha$$

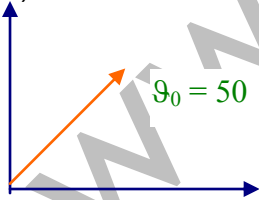
$$X = v_x \cdot t = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t$$

$$t_{\text{çıkış}} = (v_0 \sin \alpha) / g$$

$$h_{\text{max}} = (v_0 \sin \alpha)^2 / g$$

$$X_{\text{men}} = v_x \cdot t_{\text{uçuş}}$$

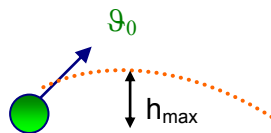
ÖRNEK: Şekildeki gibi atılan bir cisim kaç metre yükseğe çıkar? ($\sin 53 = 0,8$, $\cos 53 = 0,6$, $g = 10 \text{ m/s}^2$)



ÇÖZÜM: $v_{0y} = v_0 \sin 53 = 50 \cdot 0,8 = 40 \text{ m/sn}$

$$t_{\text{çık}} = v_{0y} / g = 4 \text{ s} \quad h_m = 80 \text{ m}$$

ÖRNEK: Şekildeki gibi atılan bir top; B noktasına 4s de vardığına göre, kaç metre yükseğe çıkmıştır? ($h_{\text{max}} = ?$) $g = 10 \text{ m/s}^2$



ÇÖZÜM: Eğik atış hareketi yapan topun uçuş süresi 4s olarak verilmiştir. O halde

$$t_{\text{uçuş}} = 2v_{0y} / g \text{ den}$$

$$v_{0y} = 30 \text{ bulunur.}$$

Maksimum yükseklik: $h_{\text{max}} = v_{0y}^2 / 2g$ idi . Önce elde ettiklerimizi yerine koyarsak,

$$h_{\text{max}} = 400/20 \text{ den } 20 \text{ m bulunur.}$$

Pike Atışı

Belli bir yükseklikten hız kazanılarak aşağı doğru belli açıyla α açısı yapacak şekilde yapılan atış hareketlerine pike atışı denir.

$$X = v_x \cdot t_{\text{uç}}$$

$$h = v_y \cdot t + 1/2 \cdot g \cdot t^2$$

Örnek: 80 m yükseklikten 50 m/s hızla 37°lik açı ile pike atış hareketi yapan cisim atıldığı noktadan kaç metre ileri düşer? ($\cos 37 = 0,8$, $\sin 37 = 0,6$, $g = 10 \text{ m/s}^2$)

Çözüm:

$$v_x = v_0 \cdot \cos 37 = 50 \cdot 0,8 = 40 \text{ m/s}$$

$$v_y = v_0 \cdot \sin 37 = 50 \cdot 0,6 = 30 \text{ m/s}$$

$$h = v_y \cdot t + 1/2 \cdot g \cdot t^2$$

$$80 = 30 \cdot t + 5t^2 \rightarrow t = 2 \text{ sn}$$

$$X = v_x \cdot t_{\text{uç}} \rightarrow X = 40 \cdot 2 = 80 \text{ m}$$

Örnek: Salih, elinde bulunan iki toptan birini 20 m/s düşey olarak yukarı yönde diğerini eğik olarak atıyor.

Eğik olarak atılan top, düşey olarak atılan toptan 2 sn sonra yere çarptığına göre, eğik olarak atılan topun çıktığı en büyük yükseklik nedir?

Çözüm:

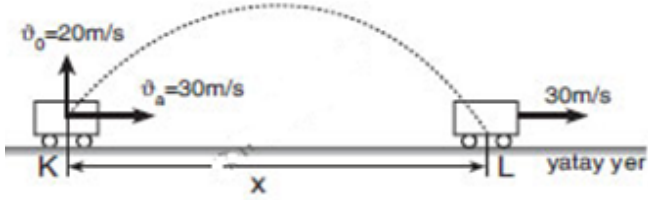
$$t_{uç} = 2 \cdot V_0 / g = 2 \cdot 20 / 10 = 4s$$

Eğik olarak atılan top 2 s geç yere çarptığı için uçuş süresi 4+2=6 s olur.

$$t_{uç} = 2 \cdot V_{0y} / g \quad 6 = 2 \cdot V_{0y} / 10 \rightarrow V_{0y} = 30 \text{ m/s}$$

$$h_{max} = V_{0y}^2 / 2g = 30^2 / 2 \cdot 10 = 45m$$

Örnek:



Düz bir yolda 30 m/s sabit hızla hareket etmekte olan bir arabadan, arabaya göre düşey yukarı yönde 20 m/s hızla bir cisim atılıyor.

Cisim, atıldığı noktadan kaç metre uzaklıkta yine arabanın içine atıldığı noktaya düşer? (g=10 m/s²)

Çözüm:

Cisim fırlatıldıktan sonra tekrar araba içine düştüğü için cisim ile arabanın hareket süreleri eşittir. Cismin hareket süresi aşağıdan yukarı atıldığı için

$$t_{çıkış} = t_{iniş}$$

$$t_{çıkış} \rightarrow Q_0 - g \cdot t_c = Q$$

$$20 - g t_c = 0 \text{ (en üst noktada hız sıfırdır)}$$

$$t_c = 2 \text{ saniye bulunur.}$$

$$t_{uçuş} = 2 t_c = 4 \text{ saniyedir.}$$

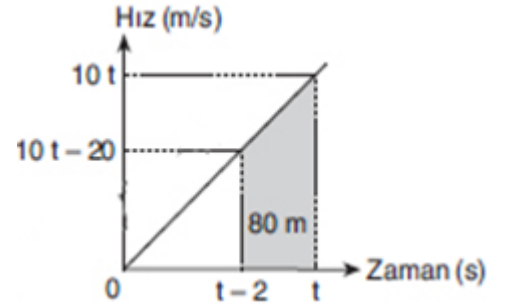
$$X_{menzil} = Q_a \cdot t_{uçuş} = 30 \cdot 4 = 120 \text{ metre}$$

Örnek: h yüksekliğinden serbest bırakılan bir cisim, yere düşmeden önceki son 2 saniyede 80 m yol alıyor.

Buna göre, h yüksekliğinin $Q_{çarpma}$ cismin yere çarpma hızına oranı $h / Q_{çarpma}$ kaçtır? (g=10 m/s²)

Çözüm:

Cismin yere düşme süresi t olsun. Yere çarpma hızı $Q_{çarpma} = g \cdot t = 10t$ olur.



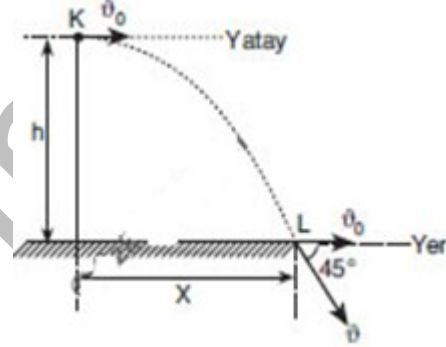
$$80 = \frac{10t - 20 + 10t}{2} \cdot 2 = 20t - 20$$

$$20t = 100 \rightarrow t = 5s \text{ olur.}$$

Buna göre,

$$\frac{h}{Q_{çarpma}} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2}{10t} = \frac{t}{2} = \frac{5}{2} \text{ olur.}$$

Örnek:



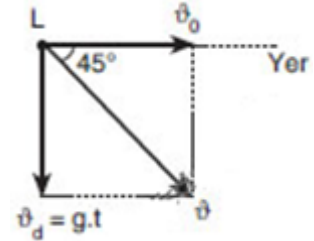
h metre yükseklikten atılan Q_0 hızıyla atılan bir cisim yere 45°lik açıyla çarpıyor.

Buna göre, h/x oranı kaçtır?

(Sürtünme önemsiz; $\sin 45^\circ = \cos 45^\circ = \sqrt{2}/2$)

Çözüm: Cisim t sürede yere düşsün

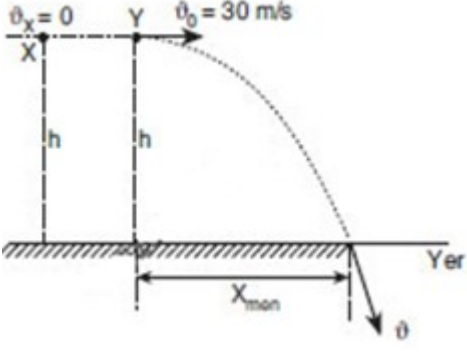
Düşey hız $Q_d = g \cdot t$ olur. Yatay hız Q_0 sabittir.



$$\tan 45^\circ = 1 = \frac{Q_d}{Q_0} \rightarrow Q_d = Q_0 \rightarrow Q_d = g \cdot t \rightarrow Q_0 = g \cdot t$$

$$\frac{h}{x} = \frac{\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2}{Q_0 \cdot t} = \frac{g t^2}{2 Q_0 \cdot t} = \frac{g t}{2 Q_0} = \frac{Q_0}{2 Q_0} = \frac{1}{2}$$

Örnek:



h metre yükseklikten x cismi serbest bırakıldığında, Y cismi 30 m/s hızla yatay atılıyor.

X cismi 4 saniyede yere düştüğüne göre, Y nin menzil uzaklığı kaç metredir?

Çözüm:

Yatay atılan cisimle serbest bırakılan cisim eşit sürede eşit yükseklikten düşerler. O halde Y cisiminde 4 s de yere düşer.

$$X = Q_0 \cdot t = 30 \cdot 4 = 120 \text{ m}$$