# A szabadesés

Az elejtett kulcs, a fáról lehulló alma vagy a leejtett kavics függőlegesen esik le. Ősszel a falevelek azonban imbolygó mozgással, görbe vonalú pályán hullanak a földre, mert esésüket a levegő közegellenállása is befolyásolja. Ha a közegellenállás elhanyagolható, akkor *a kezdősebesség nélkül leeső test mozgását szabadesésnek nevezzük.*

Az indulást követően különböző időpontokban megmértük egy szabadon eső vasgolyónak a sebességét. A mérések eredményét táblázatba foglaltuk:

| $t\,(\mathrm{s})$ | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 |
|---|---|---|---|---|---|
| $v\,(\mathrm{m/s})$ | 0,98 | 1,96 | 2,94 | 3,92 | 4,90 |

Ha kiszámítjuk a golyó átlaggyorsulását az egyes szakaszokon, akkor minden esetben 9,8 m/s² értéket kapunk. Ha a mérést más tömegű vagy anyagú testtel is elvégezzük, akkor is ugyanekkora gyorsulás adódik. Ezek szerint a szabadesés olyan *egyenes vonalú, egyenletesen változó mozgás*, amelynél a pálya függőleges.

*A szabadon eső test gyorsulását nehézségi (vagy gravitációs) gyorsulásnak nevezzük.* A nehézségi gyorsulás jele $\boldsymbol{g}$, iránya függőleges, azaz megközelítőleg a Föld középpontja felé mutat. (Az egyenes vonalú mozgásoknál megtárgyaltak szerint a $\boldsymbol{g}$ helyett a $g$ jelölést is használhatjuk.)

Mérések szerint a gravitációs gyorsulás a Föld felszínének különböző pontjain nem pontosan ugyanakkora. Értéke függ a Föld középpontjától mért távolságtól és a földrajzi helytől is. Pontos mérések szerint a nehézségi gyorsulás „*normális*” értéke 9,80665 m/s², de például Budapesten ennél kissé nagyobb, 9,80850 m/s². Feladatokban többnyire elegendő a 9,81 m/s² értékkel (vagy az egészekre kerekített 10 m/s² értékkel) számolni. *Más égitesteken* a szabadon eső testek szintén egyenes vonalú egyenletesen változó mozgást végeznek, de a gravitációs gyorsulás általában eltér a Földön mérhető értéktől.

Az előző fejezetben láttuk, hogy a meredekebb lejtőn mozgó test gyorsulása nagyobb, mint az enyhébb lejtőn. A szabadesés úgy is felfogható, mint egy 90°-os lejtőn végbemenő mozgás. Ennél meredekebb lejtő nem képzelhető el, így a lejtőn mozgó test gyorsulásának nagysága

legfeljebb $g$ lehet. Ha a lejtő hajlásszöge 90°-nál kisebb, akkor a test $g$-nél kisebb gyorsulással mozog rajta.

A szabadon eső test *gyorsulása, sebessége és elmozdulása* az egyenes vonalú egyenletesen változó mozgásoknál megismert képletek alapján számítható ki:

$$a = g = \text{állandó}, \qquad v = g \cdot t, \qquad \Delta x = \frac{g}{2} \cdot t^2 .$$

Ha a testnek függőleges irányú kezdősebessége is van, akkor a mozgást függőleges hajításnak nevezzük. A hajításokkal egy további fejezetben külön is foglalkozunk.

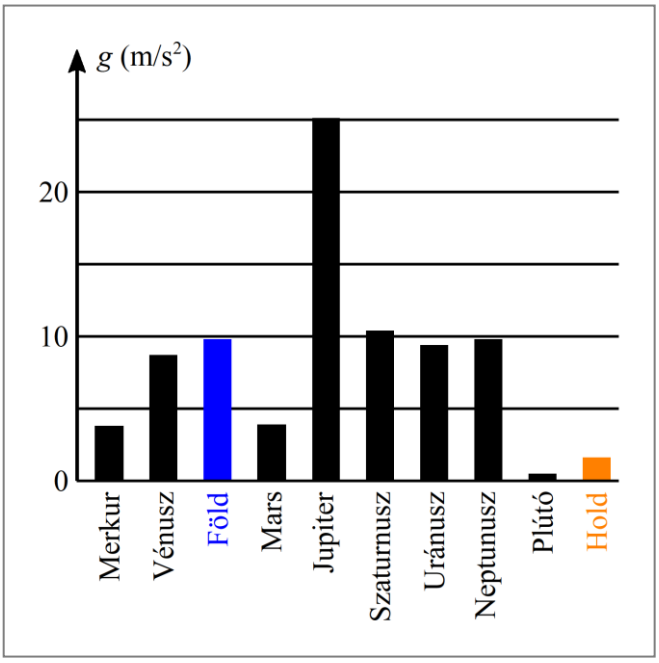
## Kiegészítés

**1.** A szabadesést kísérleti úton Galileo *Galilei* (1564–1642) olasz fizikus vizsgálta elsőként.

**2.** A nehézségi gyorsulás $g$-vel történő jelölését Johann *Bernoulli* (1667–1748) svájci fizikus vezette be.

**3.** A nehézségi gyorsulás értéke a Naprendszer néhány tagjának a felszínén:

| Égitest | $g$ (m/s$^2$) |
|---|---|
| Nap | 274,6 |
| Merkúr | 3,8 |
| Vénusz | 8,7 |
| Föld | 9,8 |
| Mars | 3,9 |
| Jupiter | 25,1 |
| Szaturnusz | 10,4 |
| Uránusz | 9,4 |
| Neptunusz | 9,8 |
| Plútó | 0,5 |
| Hold | 1,6 |




**4.** A Holdon járt amerikai űrhajósokról készült filmfelvételeken az űrhajósok úgy mozognak, mintha lassított felvételt látnánk róluk. Ennek az az oka, hogy a talajtól történt elrugaszkodás után a kisebb nehézségi gyorsulás miatt lassabban értek vissza a Hold felszínére.

## Kísérlet

Azonos magasságból egyszerre indítva ejtsünk le egy papírlapot és egy kavicsot! Hasonlítsuk össze a két test esésének időtartamát! Mivel magyarázható a kísérlet eredménye? Gyűrjük össze kis gombóccá a papírt, és ismételjük meg a kísérletet! Mit tapasztalunk? Magyarázzuk meg a látottakat!

## Példa

Milyen magasról kell leejteni egy testet, hogy 90 km/h sebességgel érjen földet?

*Megoldás*

$v$ = 90 km/h = 25 m/s

$g$ =10 m/s

---

$h$ = ?

A keresett magasság megegyezik a szabadon eső test elmozdulásával. Ez a négyzetes úttörvény alapján, az esési idő ismeretében számítható ki.

$$h = \Delta x = \frac{g}{2} \cdot t^2 .$$

Az esés időtartama a $v = g \cdot t$ összefüggésből határozható meg:

$$t = \frac{v}{g} .$$

Ezt az előző összefüggésbe helyettesítve:

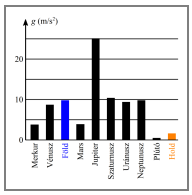
$$h = \frac{g}{2} \cdot t^2 = \frac{g}{2} \cdot \left( \frac{v}{g} \right)^2 = \frac{v^2}{2 \cdot g} .$$

Az adatokat behelyettesítve:

$$h = \frac{v^2}{2 \cdot g} = \frac{\left( 20 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \right)^2}{20 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}} = 20\,\mathrm{m} .$$

A testet 20 m (kb. hét emelet) magasról kell leejteni, hogy 90 km/h sebességgel érjen földet.

# Képek jegyzéke


| | |
|---|---|
|   | **A nehézségi gyorsulás a Naprendszer néhány tagjának felszínén**<br>© http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0073.svg |