

A composite image featuring Isaac Newton. He is shown from the chest up, wearing a red academic or clerical robe over a white shirt. He holds a large, dark telescope to his eye with his right hand. The background is a surreal, dark blue-green space scene. On the left, a bright yellow sun or star is surrounded by several planets and rings, with a white beam of light extending from the sun towards the telescope. On the right, a tree with green leaves and red apples is visible against a dark sky with a full moon. In the foreground, a wooden table holds a large, open book with the title 'PHILOSOPHIAE NATURALIS PRINCIPIA MATHEMATICA' visible on its cover. To the right of the table is a large, dark, spherical object on a stand, possibly a globe or a model of a celestial body. The overall scene is dimly lit, with the primary light source being the sun/star in the background.

Dinamika alapjai
Newton törvényei
I. rész

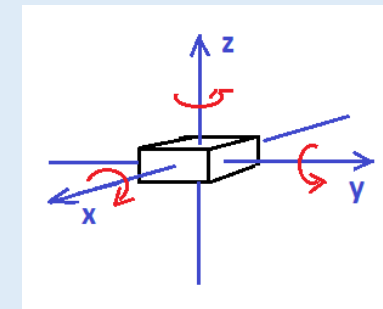
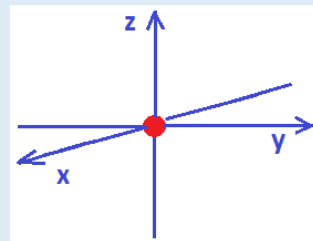
Tömegpont, test fogalma, szabadsági fok

A tömegpont olyan kiterjedés nélküli tömeggel rendelkező alakzat, amelynek forgó mozgásától eltekinthetünk. ●

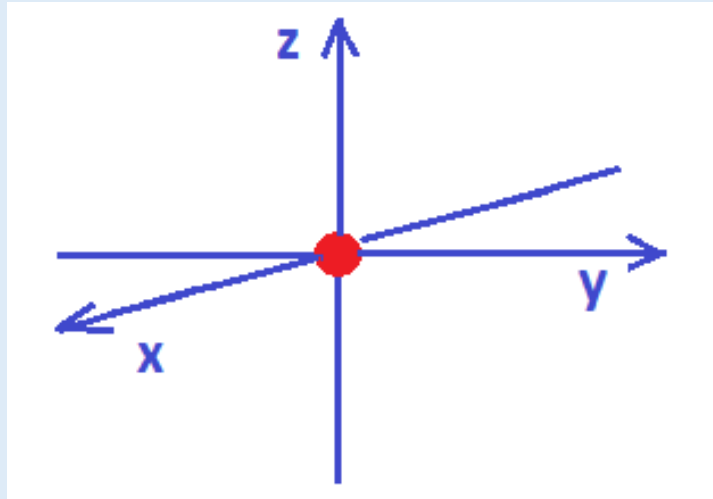
Merev test (tömegpont rendszer): Olyan tömeggel rendelkező alakját nem változtató alakzat, amelynek forgó mozgásától már nem tekinthetünk el.



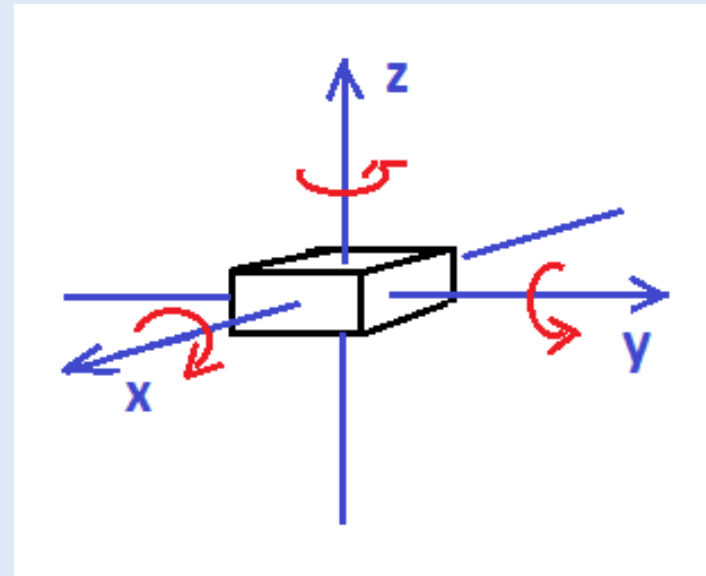
Szabadsági fok: Egymástól független mozgáslehetőségek száma, amelyek segítségével egy test mozgása leírható.



Szabadsági fok



Tömegpont szabadsági fokainak a száma:
3 (csak haladó mozgást végezhet)



Merev test szabadsági fokainak száma: 6
(haladó és forgó mozgást is végezhet)

Lendület

A lendület (impulzus) a test **tömegének és sebességének szorzata** a test mozgásállapotát dinamikai szempontból jellemző fizikai mennyiség.

Jele : p (régebben I)

Mértékegysége : $\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$

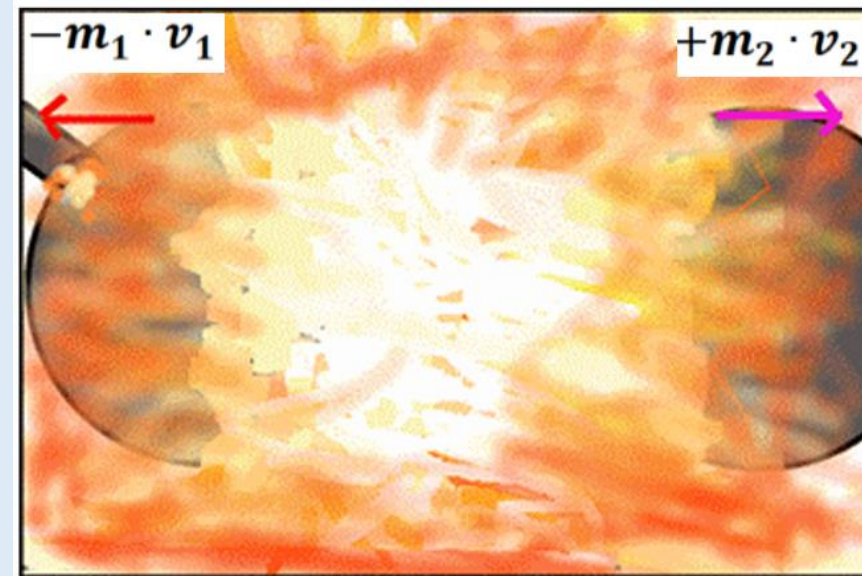
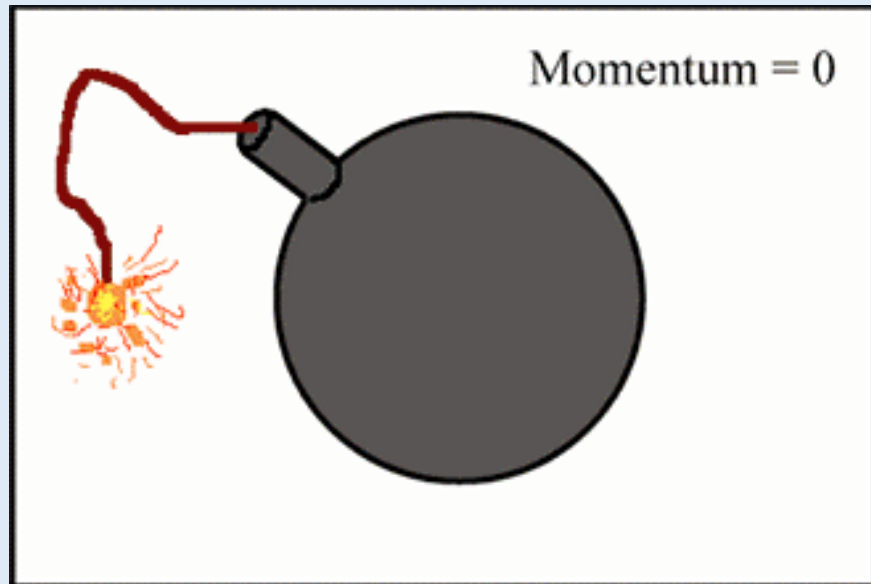
$$p = m \cdot v$$



A lendület **vektormennyiség**, iránya megegyezik a test mozgásának irányával.

Lendületmegmaradás

A zárt rendszer, egy olyan feltételezett rendszer, ahol csak a rendszert alkotó testek egymásra gyakorolt hatása érvényesül, a környezet hatása elhanyagolható.



A bomba kezdeti lendülete nulla volt. A rendszer szétrobbant darabjainak együttes lendülete a robbanás után továbbra is nulla lesz.

Zárt rendszert alkotó testek lendületének összege állandó.

Gondolkodtató kérdések

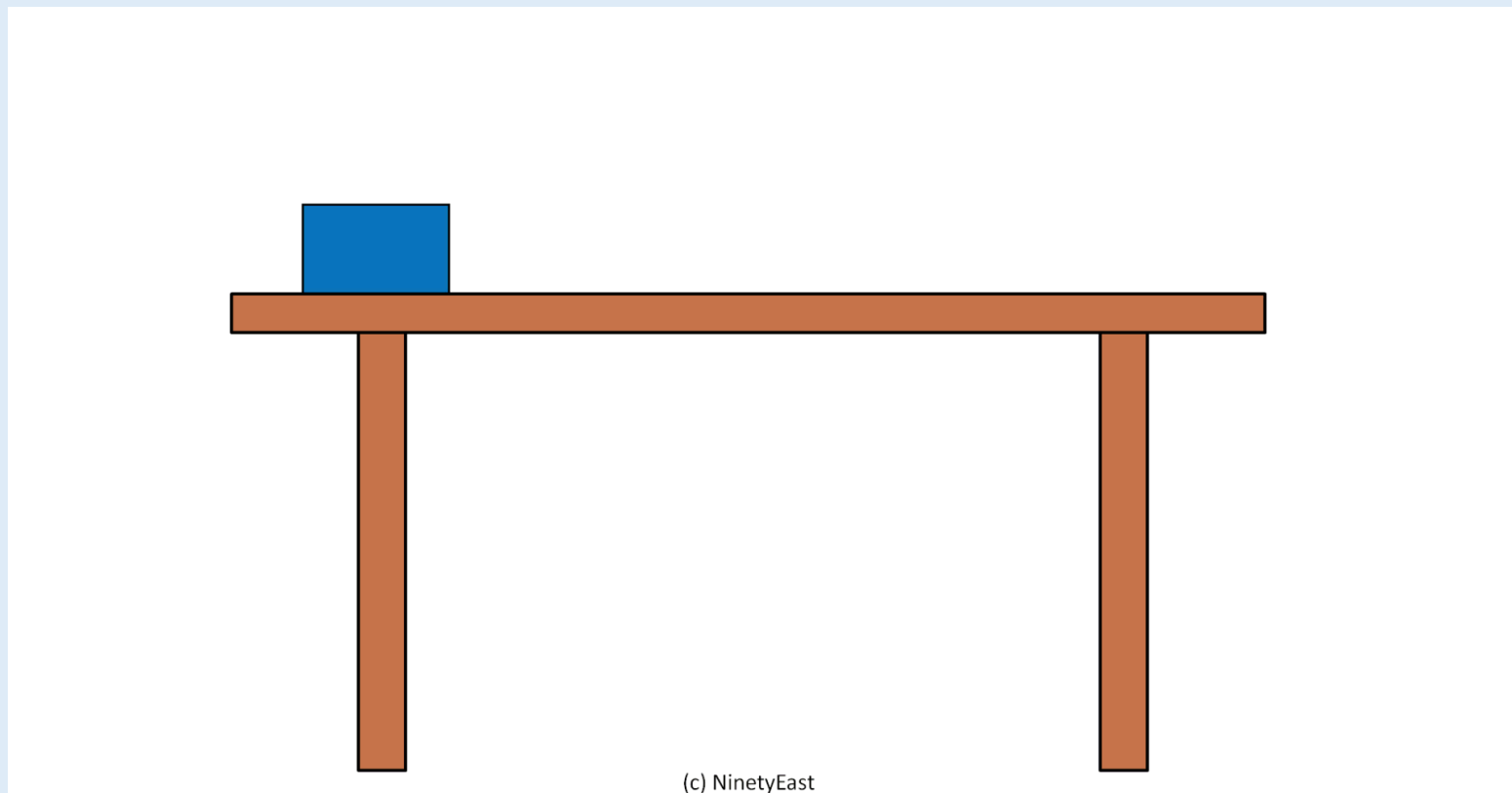
Kérdés: Egy locsolóautó változatlan sebességgel mozog, miközben portalanítja az úttestet. Változik-e a lendülete?

Válasz: Igen, mert a lendület a sebesség és a tömeg szorzata, és locsolás közben csökken az autó tömege.

Kérdés: Megváltozik-e a Föld lendülete egy magasugró elrugaszkodása közben?

Válasz: A lendületmegmaradás törvénye szerint igen, de ez nem érzékelhető a tömegek aránya miatt. A magasugró tömege elhanyagolható a Föld tömegéhez képest.

Newton zsenialitása

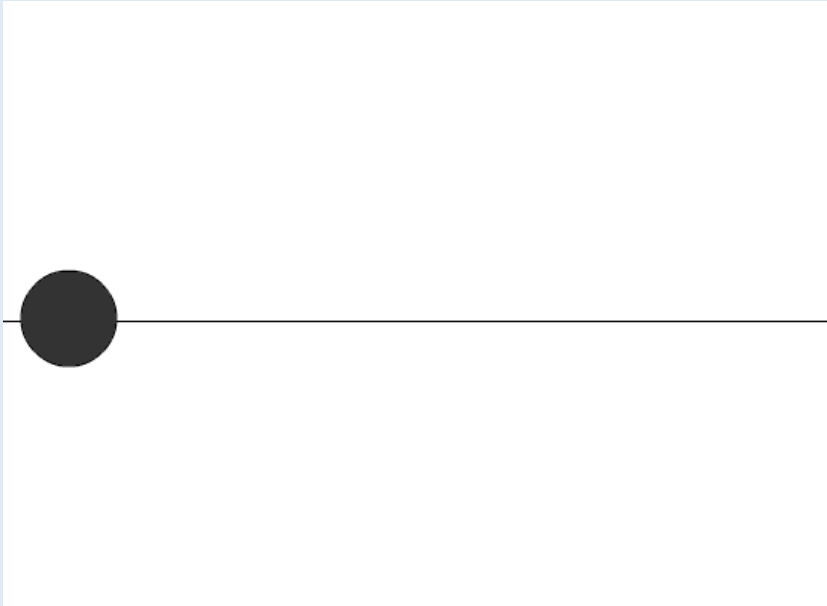


(c) NinetyEast

Newton előtt úgy gondolták, hogy egy test csak akkor mozog, ha erő hat rá. Newton ismerte fel, hogy ez nem így van.

Newton I. törvénye

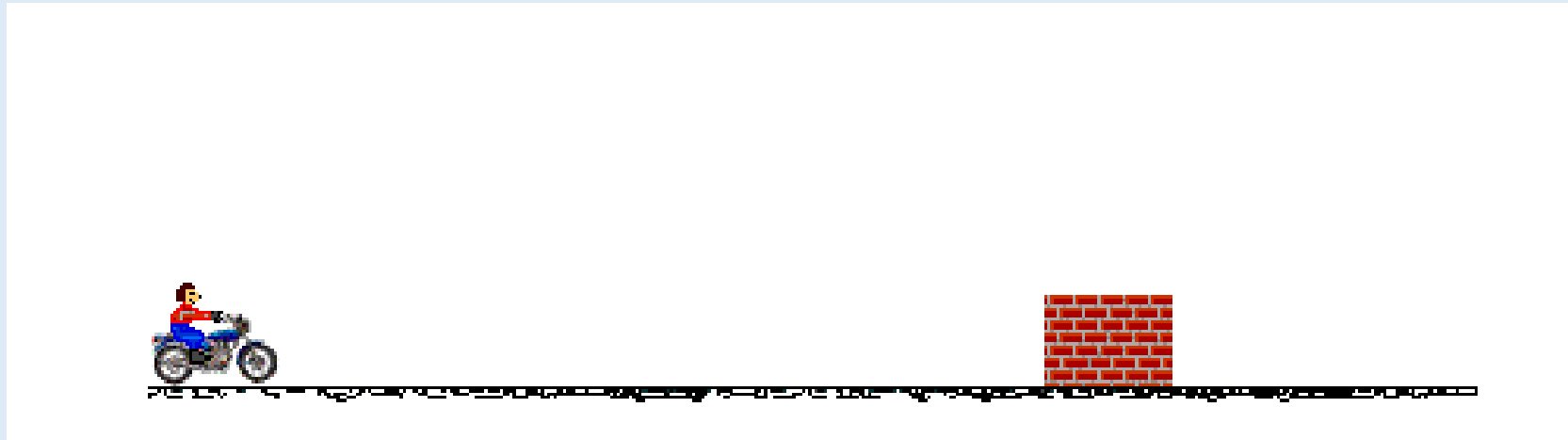
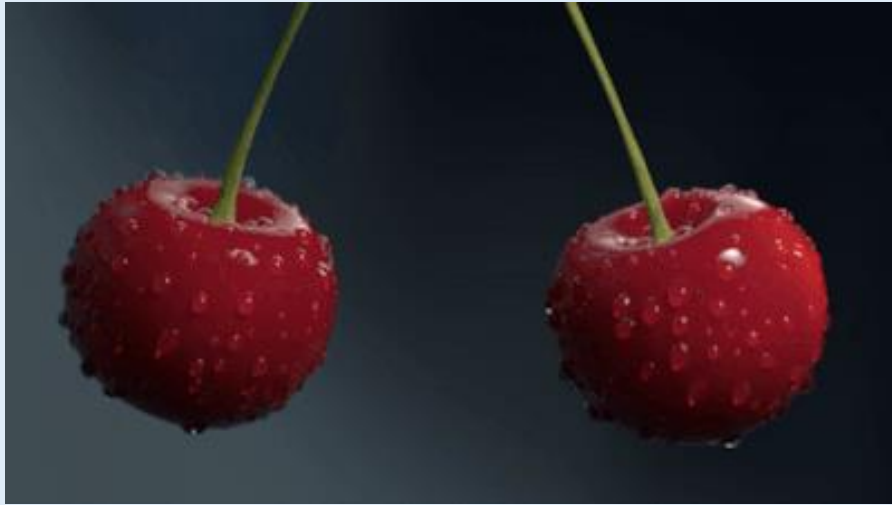
Tehetetlenség törvénye



Minden test nyugalomban van, vagy egyenes vonalú egyenletes mozgást végez mindaddig, amíg környezete mozgásállapotának megváltoztatására nem készíti.

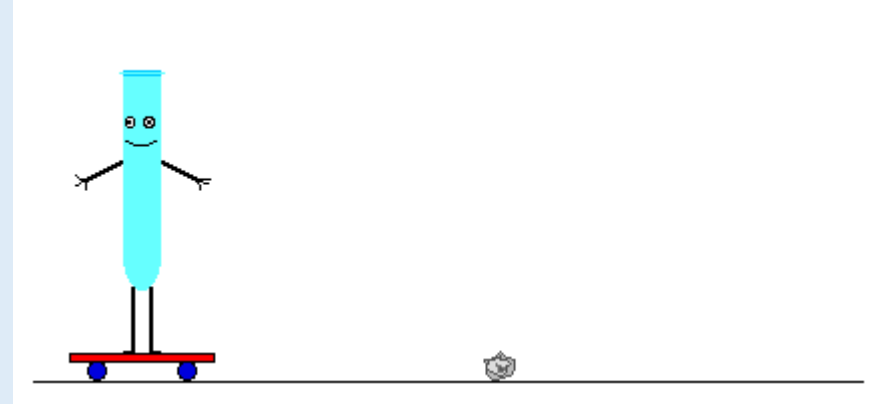
Az olyan vonatkoztatási rendszer, amelyben teljesül a tehetetlenség törvénye, **inerciarendszernek** nevezzük.

Tehetetlenség törvénye



Gondolkodtató kérdések

Kérdés: Miért esik el a gördeszkázó, ha gyors haladása közben a deszka akadályba ütközik?

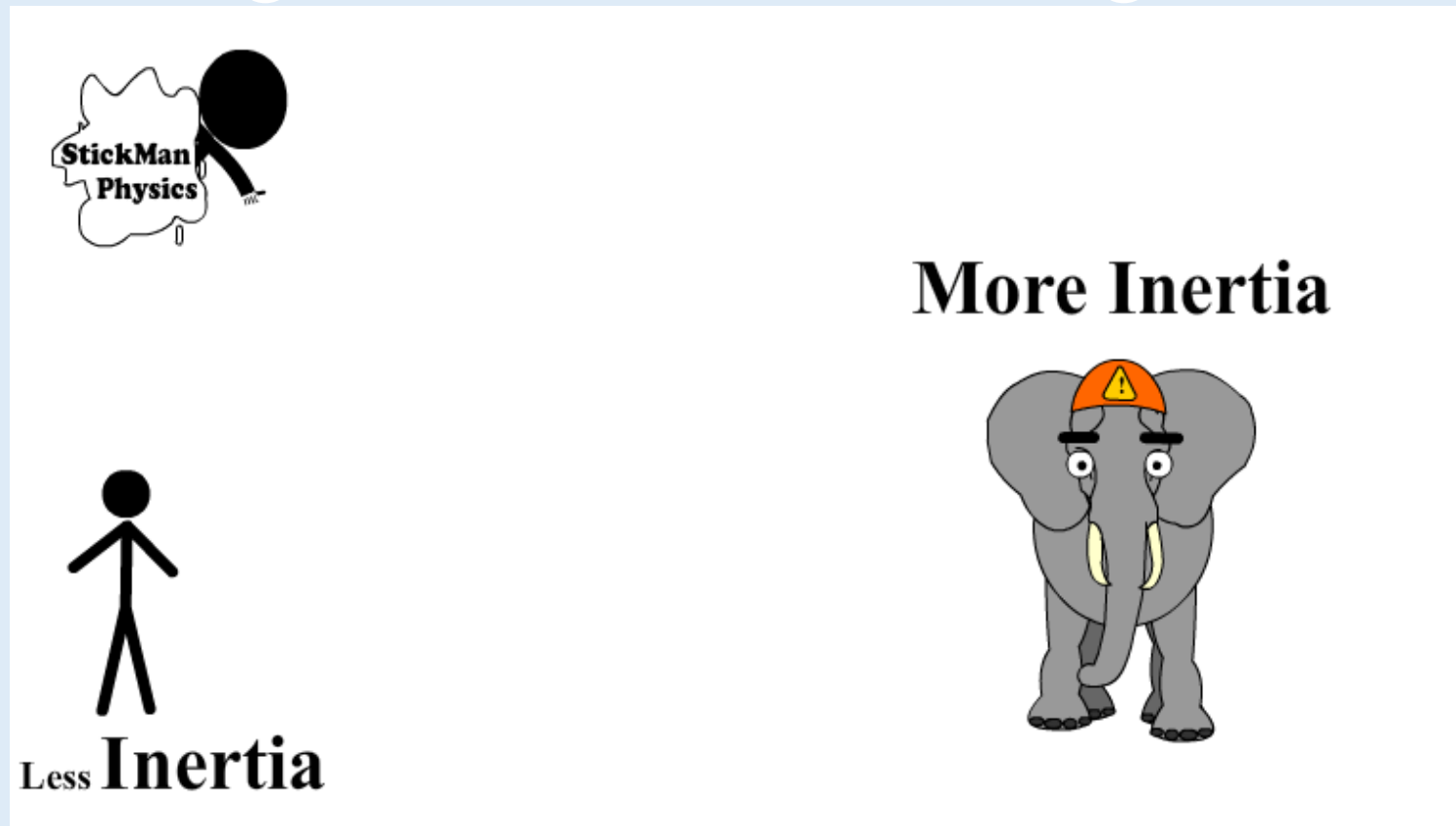


Válasz: Az akadály akkora erőt gyakorol a deszkára, hogy az megáll. De a rajta álló a tehetetlensége miatt megtartja mozgását, vagyis előrerepül.

Kérdés: Miért veszélyes mozgó járműről leugrani vagy mozgó járműre felugrani?

Válasz: Testünk tehetetlensége miatt nem tudja elég gyorsan átvenni a megváltozott sebességet, így ha lelépünk, előrebukhatunk, ha fellépünk a járműre, hátraesünk.

A tömeg a tehetetlenség mértéke



Annak a testnek nagyobb a tehetetlensége, amelyiknek nehezebb megváltoztatni a sebességét. **A tömeg a tehetetlenség mértéke.**

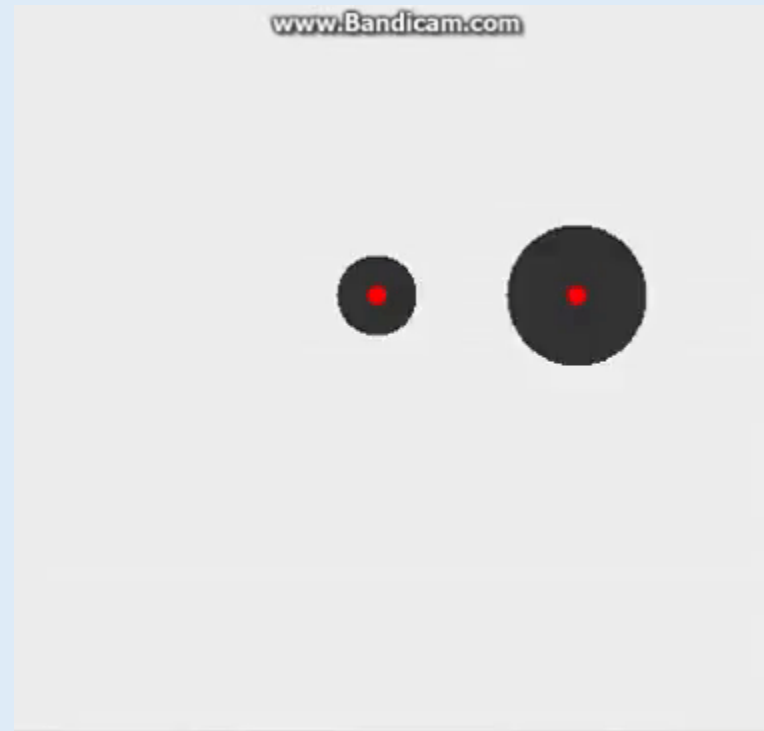
A tömeg dinamikai mérése

Két test kölcsönhatása közben bekövetkező sebességváltozások nagysága fordítottan arányos a testek tömegével.

Ha m_1 tömeget egységnek választjuk, az m_2 test tömege:

$$m_2 = \frac{\Delta v_1}{\Delta v_2} \cdot m_1$$

A tömeg
alapmennyiség, jele:
 m , mértékegysége: kg.



Minden ütközésnél a kisebb test sebességváltozása nagyobb.

Az erő fogalma

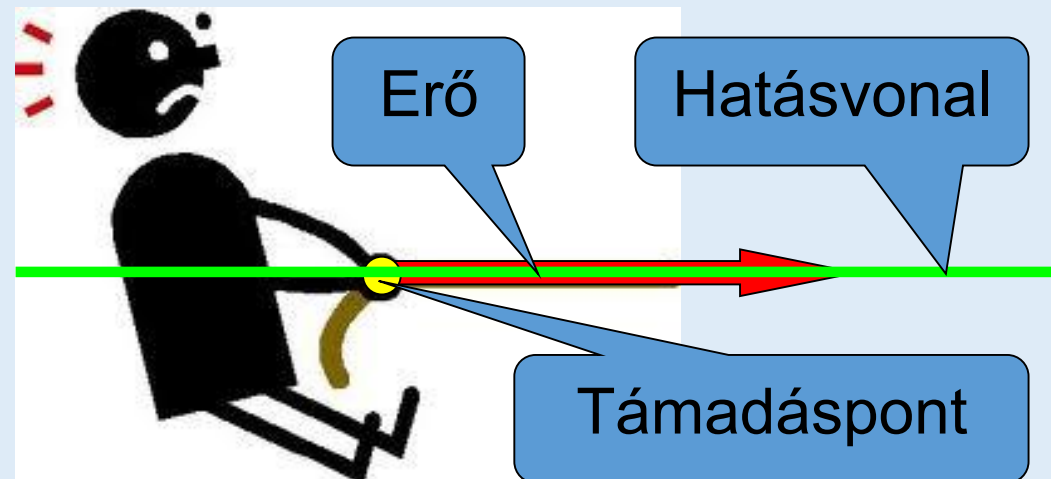
A testek mozgásállapot-változtató hatását **erőhatásnak**, mennyiségi jellemzőjét pedig **erőnek** nevezzük.



Jele : F

Mértékegysége : N (newton)

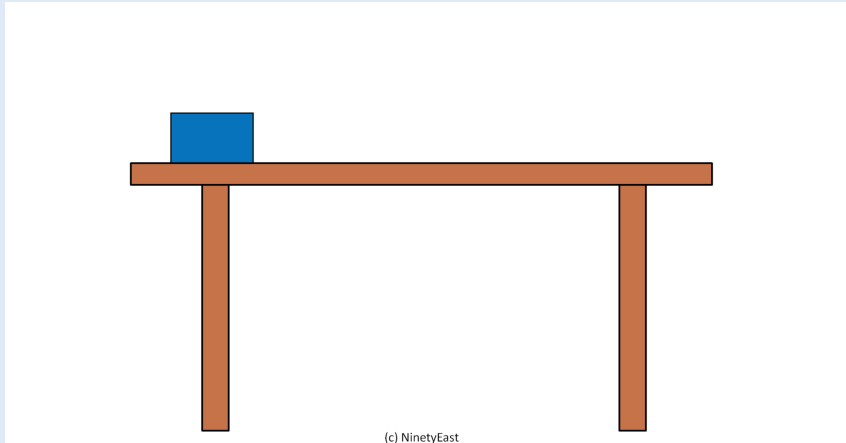
$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$



Az erő vektormennyiség.

Newton II. törvénye

Dinamika alaptörvénye



Ha egy testre ható erők eredője egy állandó nagyságú F_e erő, akkor a test gyorsulása $a = \frac{F_e}{m}$ ($F_e = ma$).

Az erő nem más, mint a lendületváltozás sebessége.

- ❶ Ha az erő állandó, akkor $F = \Delta l / \Delta t$ formában írható fel.
- ❷ Ha a tömeg állandó, akkor $F = m \cdot a$ formában írható fel.

$$F_e = m \cdot a$$

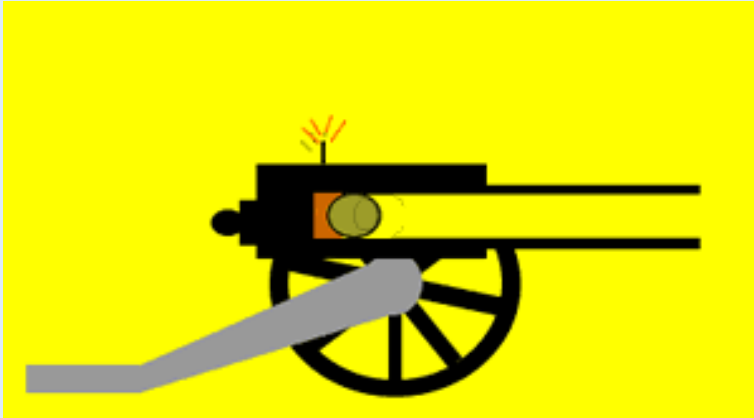


Nagyobb erőhatás nagyobb gyorsulást eredményez.



Ugyanazzal az erővel a nagyobb tömegű testet kisebb gyorsulással tudjuk mozgatni.

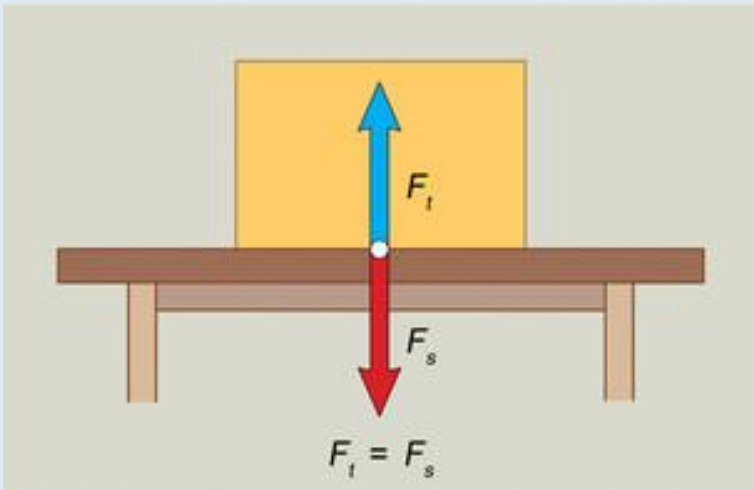
Newton III. törvénye



Hatás-ellenhatás törvénye

Két test kölcsönhatásakor az erők párosával lépnek fel.

Ha A test hat a B testre, akkor B is hat A -ra. A két erőt **erőnek és ellenerőnek** nevezzük.



Ezek az erők:

- 1 egyenlő nagyságúak,
- 2 közös hatásvonalúak,
- 3 és ellentétes irányúak.

Mivel az erő és az ellenerő mindig különböző testekre hat, nem lehet őket összegezni.



1. Feladat

Adatok:

$$m = 50 \text{ kg}$$

$$v_1 = 36 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_2 = 54 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Egy 50 kg tömegű kiskocsi $36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ állandó sebességgel halad.

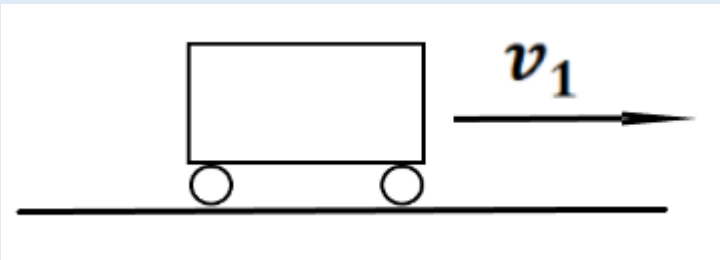
a) Mekkora a lendülete ?

b) Mennyi lesz a lendületváltozás, ha a sebessége $54 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ - ra növekszik?

A lendületek nagyságát $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$ - ban adjuk meg.

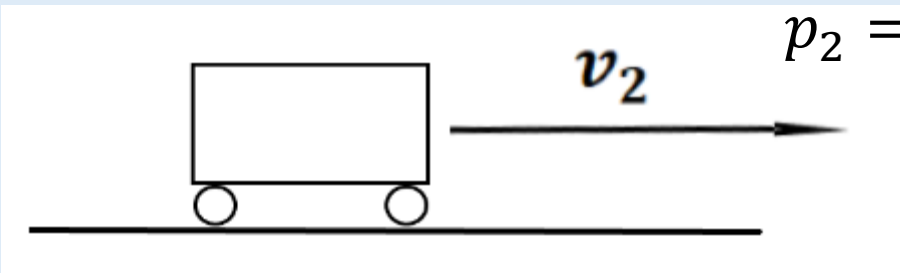
$$p_1 = ?$$

$$\Delta p = ?$$



$$p_1 = m \cdot v_1$$

$$p_1 = 50 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 500 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$



$$p_2 = m \cdot v_2$$

$$p_2 = 50 \text{ kg} \cdot 15 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 750 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{Lendületváltozás: } \Delta p = p_2 - p_1 = 250 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$

2. Feladat

Egy ágyú 800 m/s sebességgel lő ki egy 5 kg tömegű lövedéket. Mekkora sebességgel rúg vissza az ágyú, ha tömege a lövedék nélkül 100 kg?

Elmélet: A kezdeti lendület nulla. A mozgások irányát figyelembe véve ugyanennyi lesz a lövés után is!

A lövedék lendülete a lövés után: $p_L = m_L \cdot v_L$, az ágyú lendülete, amely ezzel ellentétes (negatív) irányú: $p_{\hat{A}} = m_{\hat{A}} \cdot v_{\hat{A}}$.

Adatok:

$$m_L = 5 \text{ kg}$$

$$m_{\hat{A}} = 100 \text{ kg}$$

$$v_L = 800 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_{\hat{A}} = ?$$

Képlet:

$$m_L \cdot v_L - m_{\hat{A}} \cdot v_{\hat{A}} = 0$$

$$m_L \cdot v_L = m_{\hat{A}} \cdot v_{\hat{A}}$$

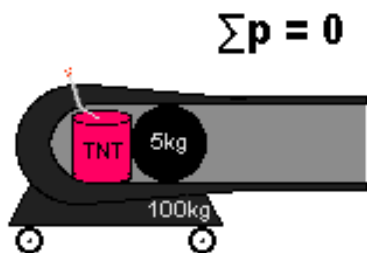
$$\Rightarrow v_{\hat{A}} = \frac{m_L \cdot v_L}{m_{\hat{A}}}$$

Számolás:

$$v_{\hat{A}} = 800 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{5 \text{ kg}}{100 \text{ kg}} = 40 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Válasz:

Az ágyú 40 m/s sebességgel rúg vissza.



3. Feladat

Egy puska 800 m/s sebességgel lő ki egy 30 g tömegű lövedéket. Mekkora sebességgel rúg vissza a puska, ha tömege a lövedék nélkül 6 kg?

Elmélet: A kezdeti lendület nulla. A mozgások irányát figyelembe véve ugyanennyi lesz a lövés után is!

Adatok:

$$m_1 = 30 \text{ g} = 0,03 \text{ kg}$$

$$m_p = 6 \text{ kg}$$

$$v_1 = 800 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Képlet:

$$m_1 \cdot v_1 - m_p \cdot v_p = 0$$

$$m_1 \cdot v_1 = m_p \cdot v_p$$

$$\Rightarrow v_p = v_1 \cdot \frac{m_1}{m_p}$$

Számolás:

$$v_p = 800 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{0,03 \text{ kg}}{6 \text{ kg}} = \frac{8 \cdot 3 \text{ m}}{6 \text{ s}} = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Válasz:

A puska 4 m/s sebességgel rúg vissza.



4. Feladat

Mekkora sebességre gyorsul fel az 50 kg tömegű rakéta, ha belőle 1 kg tömegű üzemanyag 25000 m/s sebességgel áramlik ki?

Elmélet:

A kezdeti lendület nulla. A mozgások irányát figyelembe véve ugyanennyi lesz a rakéta kilövése után is!

A rakéta lendülete a lövés után: $p_r = m_r \cdot v_r$, a kiáramló üzemanyag lendülete, amely ezzel ellentétes (negatív) irányú: $p_{\ddot{u}} = m_{\ddot{u}} \cdot v_{\ddot{u}}$.

Adatok:

Képlet:

$$m_r = 50 \text{ kg}$$

$$m_{\ddot{u}} = 1 \text{ kg}$$

$$v_{\ddot{u}} = 25000 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$m_r \cdot v_r - m_{\ddot{u}} \cdot v_{\ddot{u}} = 0$$

$$m_r \cdot v_r = m_{\ddot{u}} \cdot v_{\ddot{u}} \Rightarrow v_r = v_{\ddot{u}} \cdot \frac{m_{\ddot{u}}}{m_r}$$

Számolás:

$$v_r = 25000 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{50 \text{ kg}} = \frac{25000}{50} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 500 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Válasz:

A rakéta sebessége 500 m/s sebességre gyorsul.



5. Feladat

A 0,5 kg tömegű labdát 0,04 s-ig tartó rúgás gyorsítja fel 31 m/s sebességre. Mekkora a rúgás átlagereje?

Adatok:

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

$$\Delta t = 0,04 \text{ s}$$

$$\Delta v = 31 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Képlet:

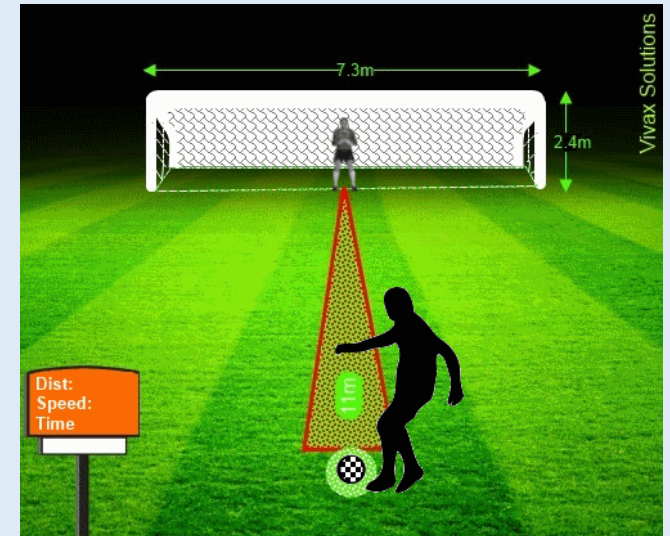
$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m \cdot \Delta v}{\Delta t}$$

Számolás:

$$F = \frac{0,5 \text{ kg} \cdot 31 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,04 \text{ s}} = 387,5 \text{ N}$$

Válasz:

A rúgás átlagereje 387,5 N.



6. Feladat

Egy nyugalomból induló, 120 kg tömegű motorkerékpárt, amelyen egy m_2 tömegű motoros ül, 550 N nagyságú erőhatás 8 másodpercig gyorsít. A motorkerékpár sebessége 20 m/s lesz.

Mennyi a motor gyorsulása? Mekkora a motoros tömege?

A motoros (m_2) és a motorkerékpár (m_1) együttes tömege: $m_{\ddot{o}} = m_1 + m_2$.

Adatok:

$$m_1 = 120 \text{ kg}$$

$$F = 550 \text{ N}$$

$$t = 8 \text{ s}$$

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

Számolás:

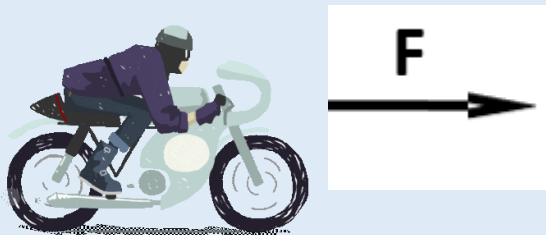
$$\text{A motor gyorsulása: } a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{8 \text{ s}} = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F = m_{\ddot{o}} \cdot a \rightarrow m_{\ddot{o}} = \frac{F}{a}$$

$$m_{\ddot{o}} = \frac{550 \text{ N}}{2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 220 \text{ kg}$$

$$m_2 = m_{\ddot{o}} - m_1$$

$$m_2 = 220 \text{ kg} - 120 \text{ kg} = 100 \text{ kg}$$



Válasz:

A motoros tömege 100 kg.

Gondolkodtató kérdések

Kérdés: **Miért tud repülni a rakéta?**

Válasz: A rakéta légüres térben is képes repülni, sőt még jobban, mint a levegőben. Mozgását az az erő okozza, amely a gázok kilövellésének ellenhatásaként lép föl. Ebben a mozgásban a levegőnek nincs szerepe.

Kérdés: **Miért lökődik vissza lövéskor a fegyver?**

Válasz: Mert a lövedékre és a fegyverre Newton III. törvényének megfelelően ugyanakkora erő hat. Amikor a lövedék elmozdul előre, ugyanazzal a lendületváltozással visszalökődik a puska.