

POGLAVJE 2 – Osnove mehanike

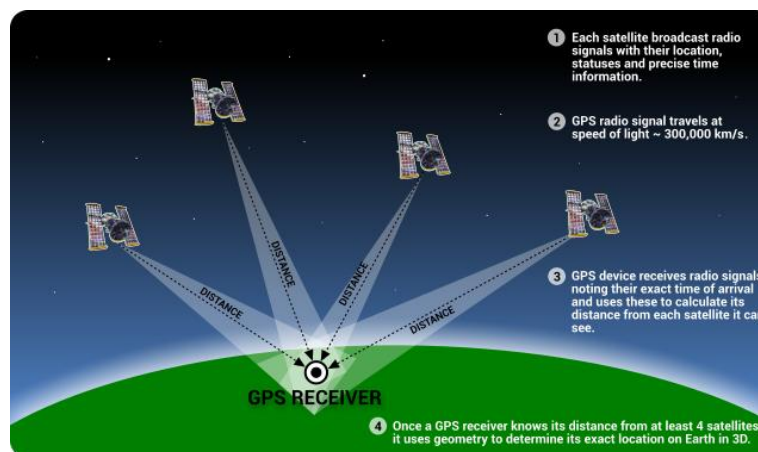
Gibanje

Gibanje je eno izmed temeljnih področij mehanike in se ukvarja s preučevanjem spremembe položaja telesa v prostoru in času. Osnove gibanja so ključne za razumevanje delovanja kmetijskih strojev, gibanja delov v mehanizmih in upravljanje različnih procesov na kmetiji. V tem podpoglavju bomo obravnavali osnovne fizikalne količine, ki opisujejo gibanje.

Položaj (x)

Položaj je osnovna količina, ki opisuje, kje se telo nahaja v določenem trenutku v prostoru. Položaj se običajno meri glede na izhodiščno točko (referenčno točko) in se lahko izrazi v metrih (m) ali drugih enotah dolžine.

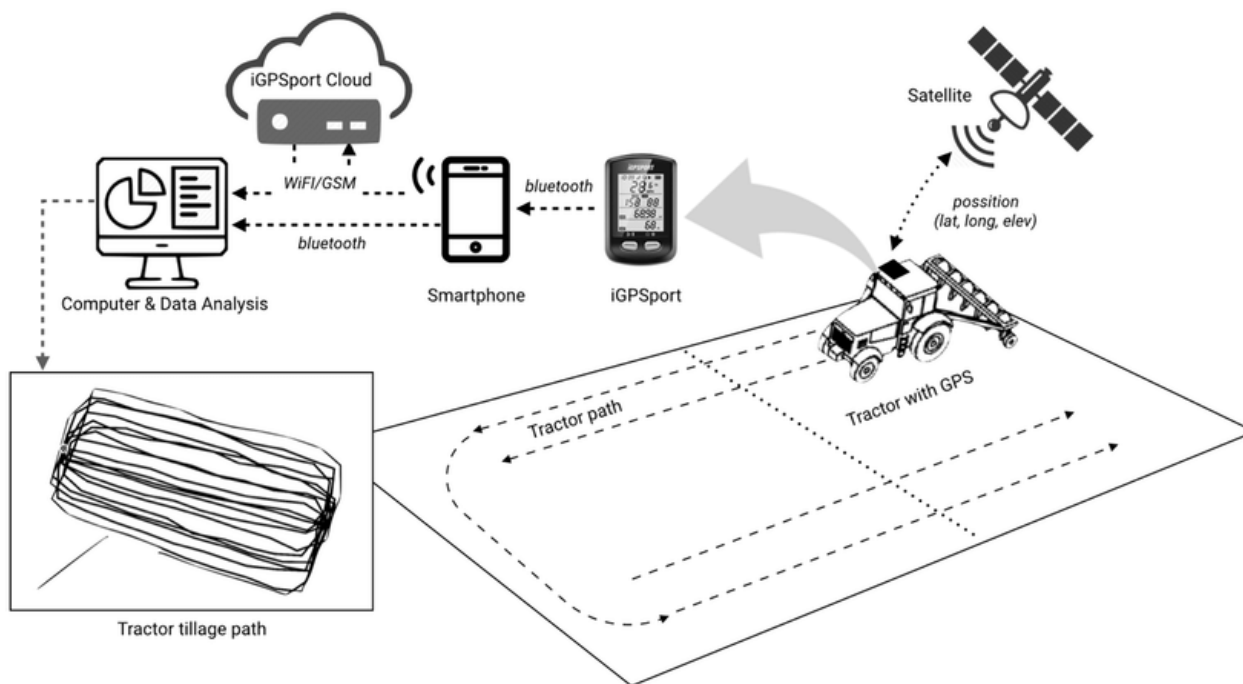
- **Enota:** Meter (m)
- **Primer:** Položaj traktorja na polju se lahko določi z GPS koordinatami ali s pomočjo meritev razdalje od določenih točk na polju.



Premik (Δx)

Premik je razlika med začetnim in končnim položajem telesa. Premik je vektor, kar pomeni, da ima velikost in smer. Za razliko od prepotovane poti, ki meri celotno razdaljo, ki jo prepotuje telo, premik meri samo najkrajšo razdaljo med začetnim in končnim položajem.

- **Enota:** Meter (m)
- **Primer:** Premik traktorja med dvema točkama na polju pri obdelavi zemlje.



Hitrost (v)

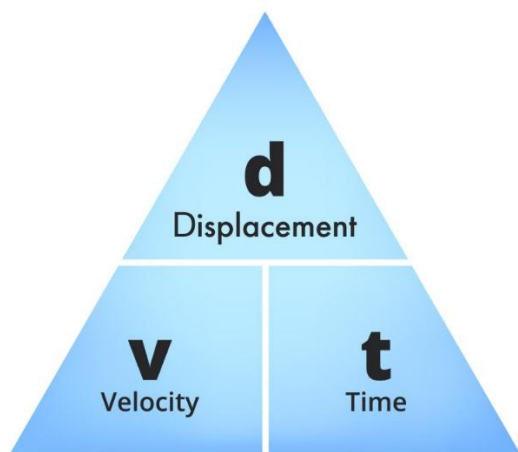
Hitrost opisuje, kako hitro se telo premika in v katero smer. Hitrost je vektorska količina, kar pomeni, da ima velikost in smer. Srednja hitrost (v) je določena kot premik, deljen s časom, ki je bil potreben za ta premik:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Kjer je Δx premik in Δt časovni interval. **Enota:** Meter na sekundo (m/s)

Primer: Hitrost traktorja med obdelavo polja ali hitrost vode v namakalnem sistemu.

VELOCITY FORMULA



$$v = d / t$$

$$t = d / v$$

$$d = v \cdot t$$

WHAT IS VELOCITY?



Velocity is a vector quantity that refers to "the rate at which an object changes its position." It can be defined as the distance covered by an object in unit time.

Although the SI unit for velocity is **m/s (meter per second)**, it can be expressed in any unit of d/t (distance per time).

Some of the units in which one can express velocity is **miles per hour (mph)**, **kilometres per second (km/s)**, and **kilometres per hour (kph)**.

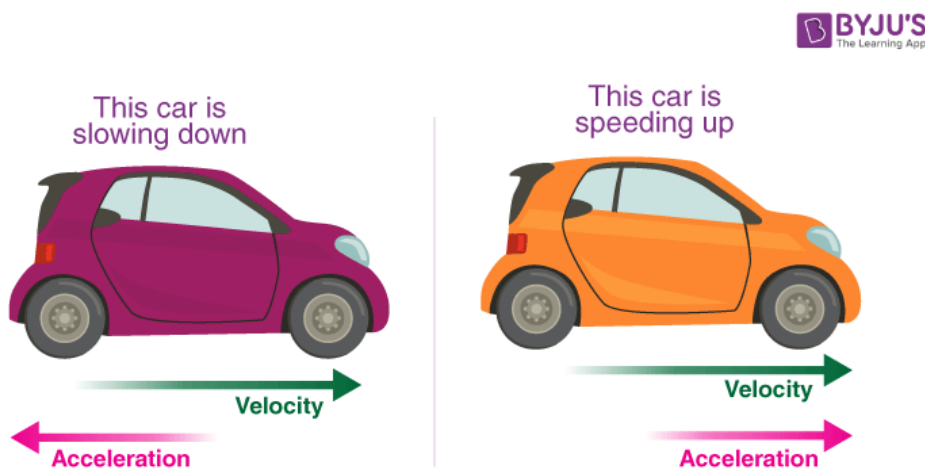
Pospešek (a)

Pospešek je mera za spremembo hitrosti telesa skozi čas. Telo pospešuje, ko se njegova hitrost povečuje ali zmanjšuje. Pospešek je vektorska količina in ga izračunamo kot spremembo hitrosti (Δv) v določenem časovnem obdobju (Δt):

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Enota: Meter na sekundo kvadrat (m/s^2)

Primer: Pospešek delov stroja med zagonom ali pri hitrih premikih mehanizmov v kombajnu.



VELOCITY

Velocity (v) = displacement (Δs)
over change in time (Δt)

$$\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

ACCELERATION

Acceleration (a) = change in velocity
(Δv) over change in time (Δt)

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

YOURDICTIONARY

Pospešek zaradi gravitacije (g)

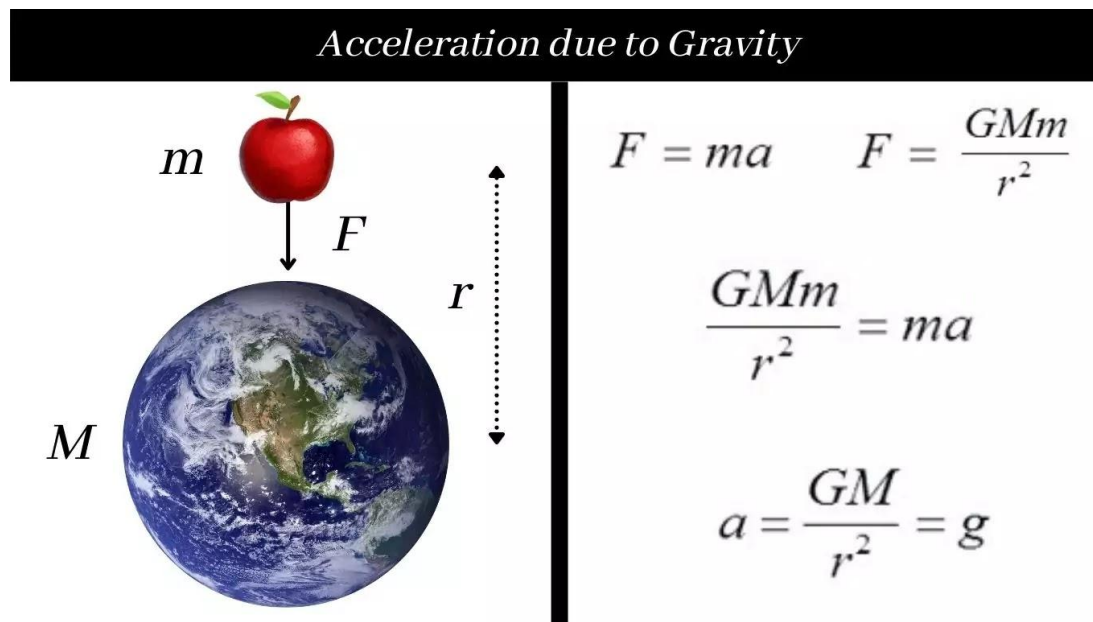
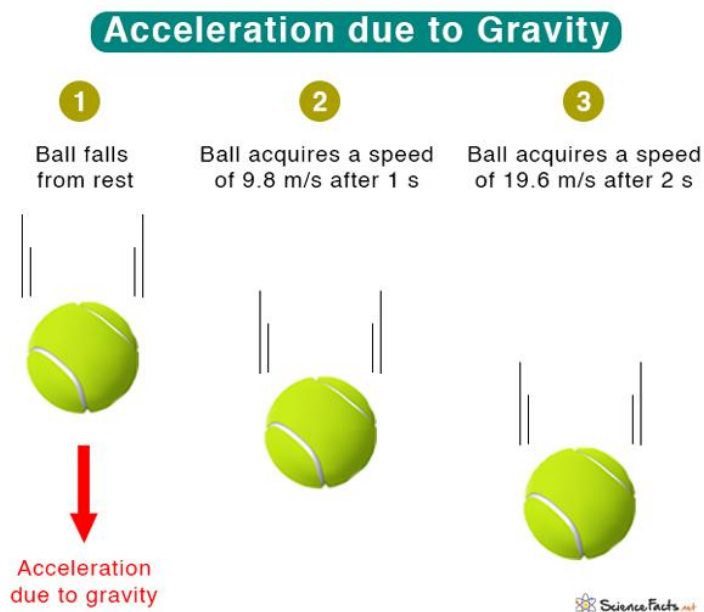
Pospešek zaradi gravitacije je pospešek, ki ga povzroča gravitacijska sila Zemlje. Na površini Zemlje je vrednost pospeška zaradi gravitacije približno:

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Gravitacija vpliva na gibanje vseh teles, ki so v prostem padu ali gibanju po površini Zemlje.

Enota: Meter na sekundo kvadrat (m/s^2)

Primer: Uporaba gravitacije pri pretoku vode v namakalnih sistemih, kjer gravitacija vleče vodo navzdol po pobočjih.



Sila

1. Kaj je sila?

Sila je fizikalna količina, ki deluje na telo in povzroča spremembo njegovega gibanja, oblike ali stanja mirovanja. Sila je vektorska količina, kar pomeni, da ima velikost in smer. Merimo jo v **newtonih (N)**, kjer je 1 N enaka sili, ki telesu z maso 1 kilogram povzroči pospešek 1 meter na sekundo kvadrat (m/s^2).

Matematično je sila definirana kot produkt mase in pospeška:

$$F = m \cdot a$$

Kjer je:

- F – sila v newtonih (N),
- m – masa v kilogramih (kg),
- a – pospešek v metrih na sekundo kvadrat (m/s^2).

Videos:

Veritasum:

What is force: <https://www.youtube.com/watch?v=GmlMV7bA0TM&t=7s>

What forces are acting on you: <https://www.youtube.com/watch?v=aJc4DEkSq4I>

Difference between mass and weight:

https://www.youtube.com/watch?v=_Z0X0yE8loc&t=74s

What is gravity: <https://www.youtube.com/watch?v=XRr1kaXKBsU>

WHAT IS FORCE?



A **force** is an influence that can change the motion of an object.

A force can cause an object with mass to **change its velocity** (e.g. moving from a state of rest), i.e., to accelerate.

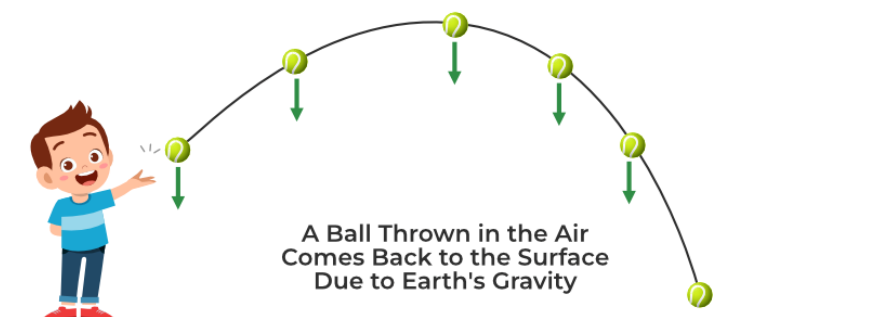
Force can also be described intuitively as a **push or a pull**.

A force has both magnitude and direction, making it a vector quantity. It is measured in the **SI unit of newton (N)**. Force is represented by the symbol F .

Primeri sil v vsakodnevem življenju

V vsakdanjem življenju delujejo različne vrste sil, nekatere očitne, druge manj. Nekateri pogosti primeri sil so:

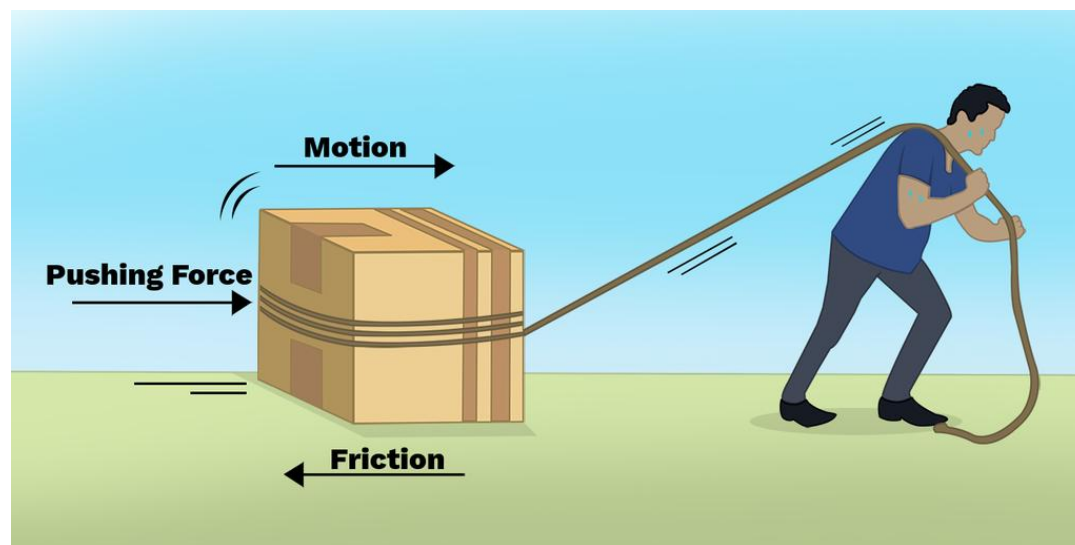
- **Gravitacijska sila:** Ta sila deluje med Zemljo in vsemi telesi, pri čemer privlači predmete k Zemljini površini. Na primer, jabolko pade z drevesa zaradi gravitacijske sile.
- **Sila trenja:** Trenje je sila, ki nasprotuje gibanju med dvema površinama, ki sta v stiku. Na primer, ko drsimo čez zemljo ali ko se kolo traktorja dotika tal, trenje upočasni gibanje.



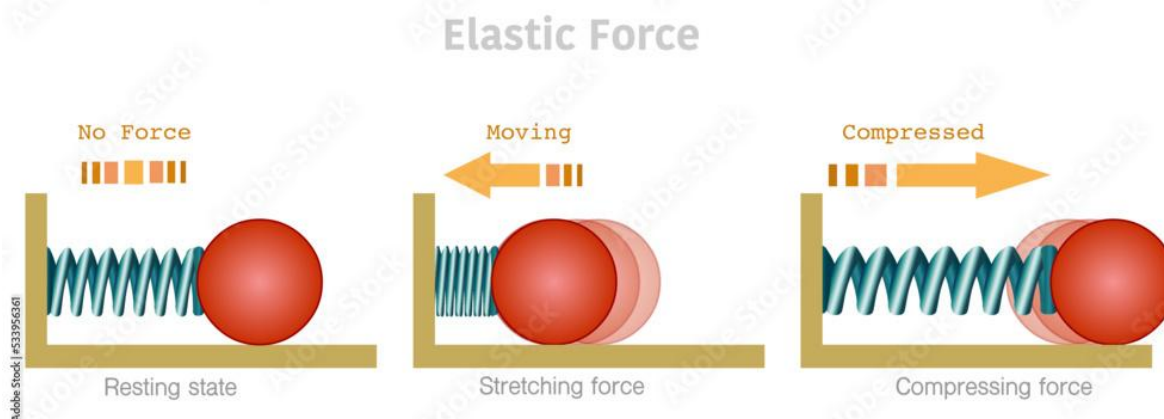
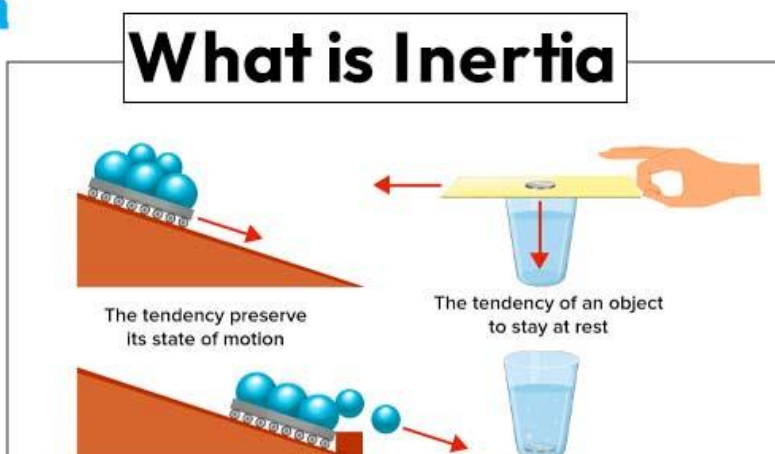
Videos:

Friction: <https://www.youtube.com/watch?v=nRSV1Y4XlhU>

Friction demonstration: <https://www.youtube.com/watch?v=wwO2KQ7uZxY>



- **Vztrajnostna sila:** Ta sila izhaja iz Newtonovega prvega zakona in deluje proti spremembi gibanja telesa. Če se npr. traktor zaustavlja, vztrajnost povzroča, da se še nekaj časa premika naprej.
- **Sila elastičnosti:** Deluje v nasprotju z deformacijo telesa, npr. ko stisnemo vzmet ali gumijasto cev.



Štiri fundamentalne sile v naravi

V naravi delujejo štiri temeljne sile, ki urejajo interakcije med delci in so odgovorne za vse fizikalne pojave. Te sile so:

1. Gravitacijska sila

- **Opis:** Gravitacija je privlačna sila, ki deluje med vsemi telesi z maso.
- **Značilnosti:**
 - Ima neskončen doomet, vendar postaja šibkejša z oddaljenostjo.
 - Najbolj opazna pri velikih masah, kot so planeti, zvezde in galaksije.
- **Pomen:** Uravnava gibanje planetov, nastanek zvezd in galaksij ter obnašanje objektov na Zemlji.

Videos:

The four fundamental forces:

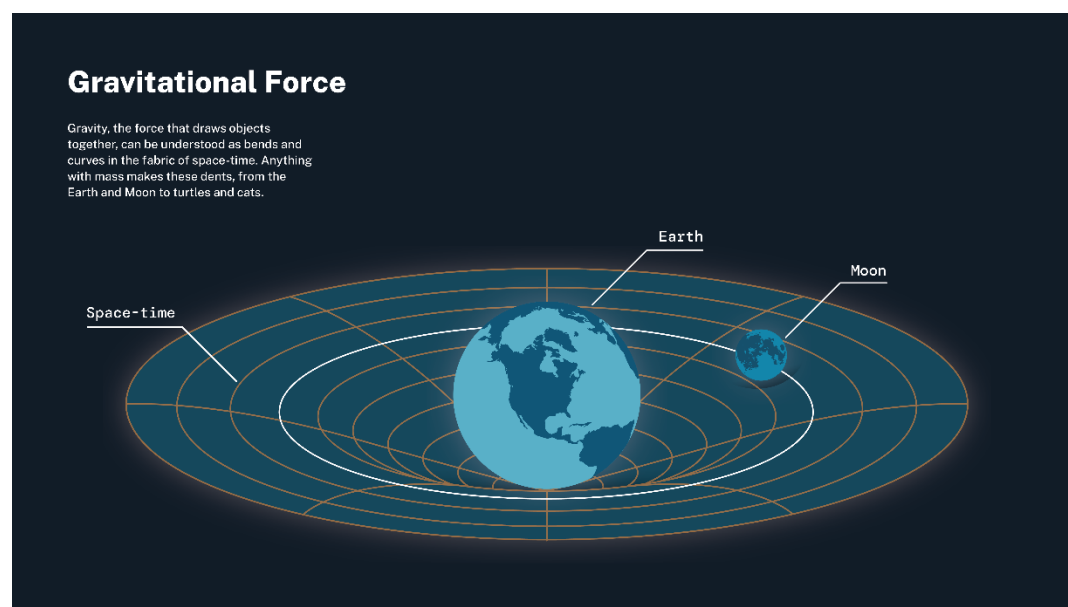
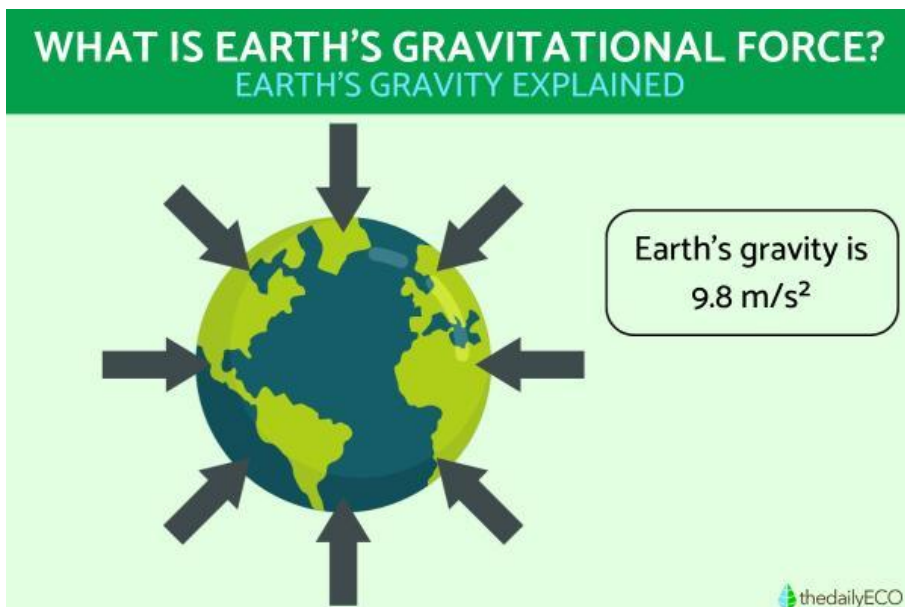
<https://www.youtube.com/watch?v=669QUJrF4u0>

The four fundamental forces (42 min):

<https://www.youtube.com/watch?v=wlb7ZVS2L38>

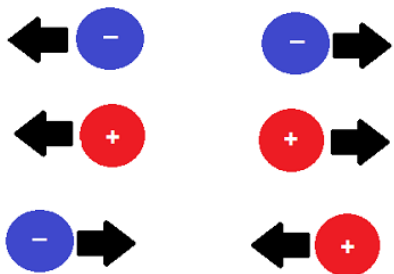
Residual strong force: https://www.youtube.com/watch?v=WF2c_jzefKc

Nucleus stability: <https://www.youtube.com/watch?v=E8hyodMhbRw>

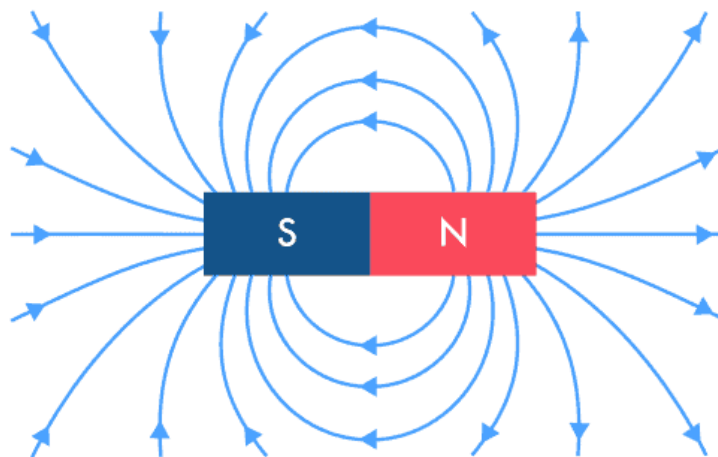


2. Elektromagnetna sila

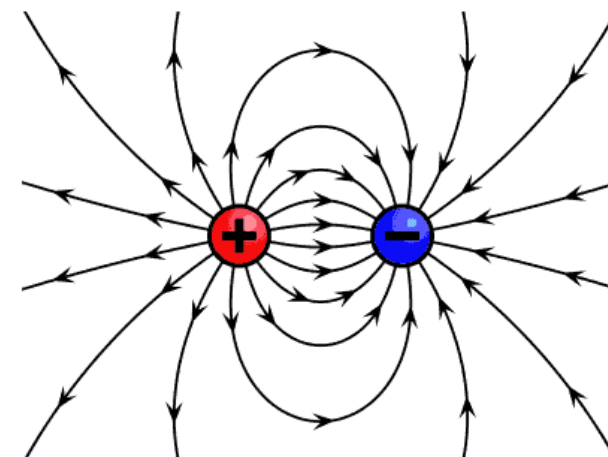
- **Opis:** Sila, ki deluje med nabitimi delci, povzroča električne in magnetne pojave.
- **Značilnosti:**
 - Ima neskončen domet.
 - Lahko je privlačna (med nasprotnimi naboji) ali odbojna (med enakimi naboji).
 - Je bistveno močnejša od gravitacijske sile.
- **Pomen:** Uravnava interakcije med atomi in molekulami, omogoča kemijske vezi, svetlobo in delovanje elektronskih naprav.



Magnetic Field vs. Electric Field

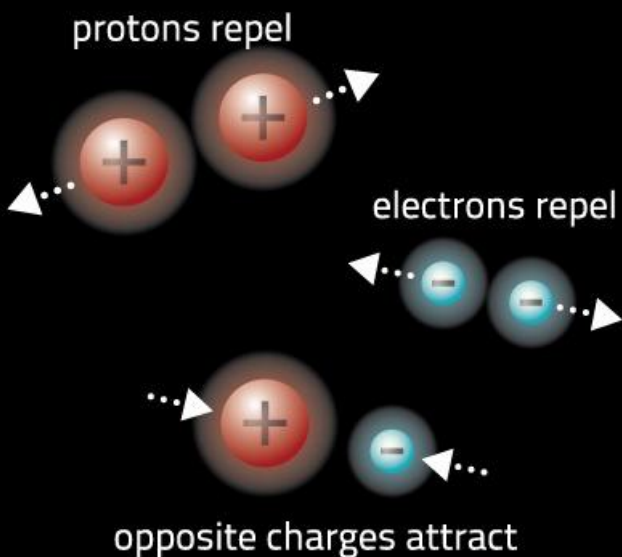


Magnetic Field



Electric Field

The Electromagnetic Force in Forming Matter



Coulomb's Law

Like charges repel, unlike charges attract. Protons repel each other, and the same is true for electrons, but the electromagnetic force attracts electrons to protons.

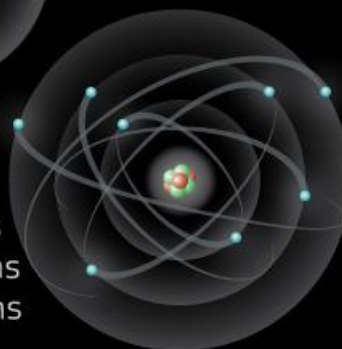
Hydrogen

1 proton
1 electron



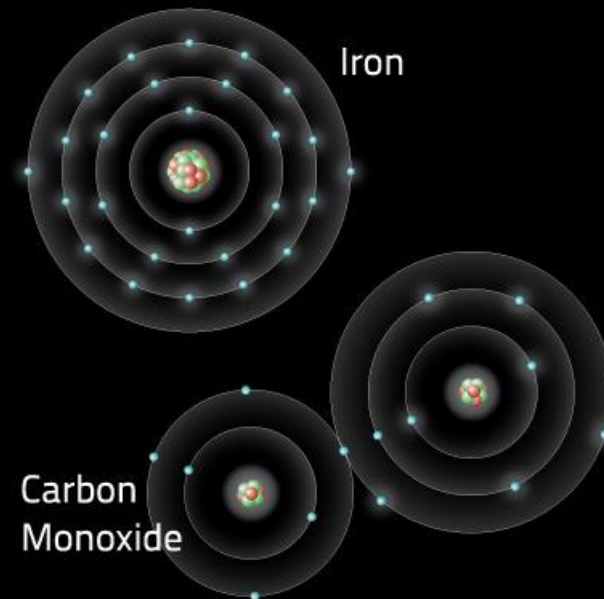
Oxygen

8 protons
8 neutrons
8 electrons



Electron Capture

The electromagnetic force pulls electrons into orbit around positively charged atomic nuclei. The larger the nuclei, the more electrons are pulled in.

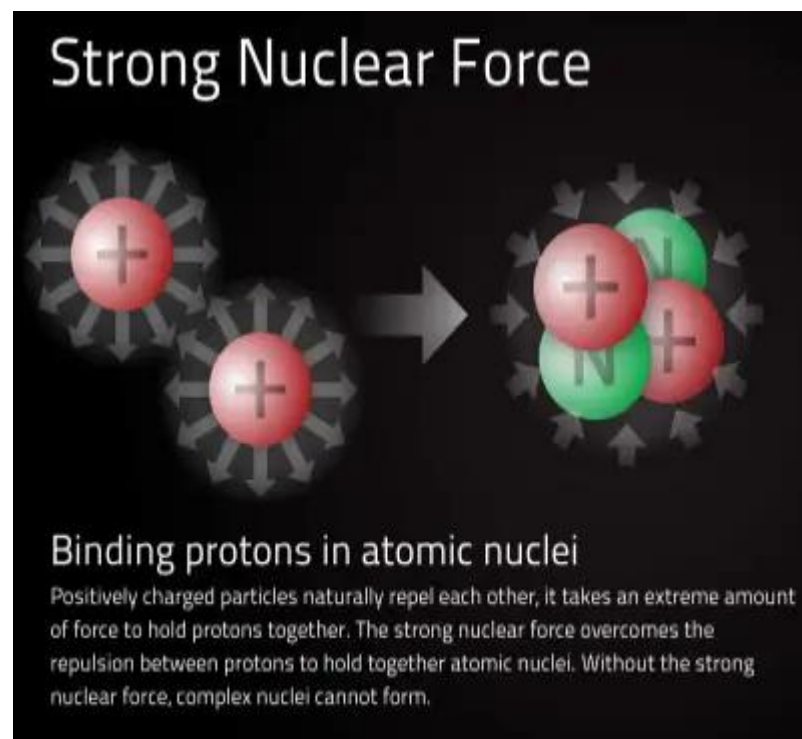
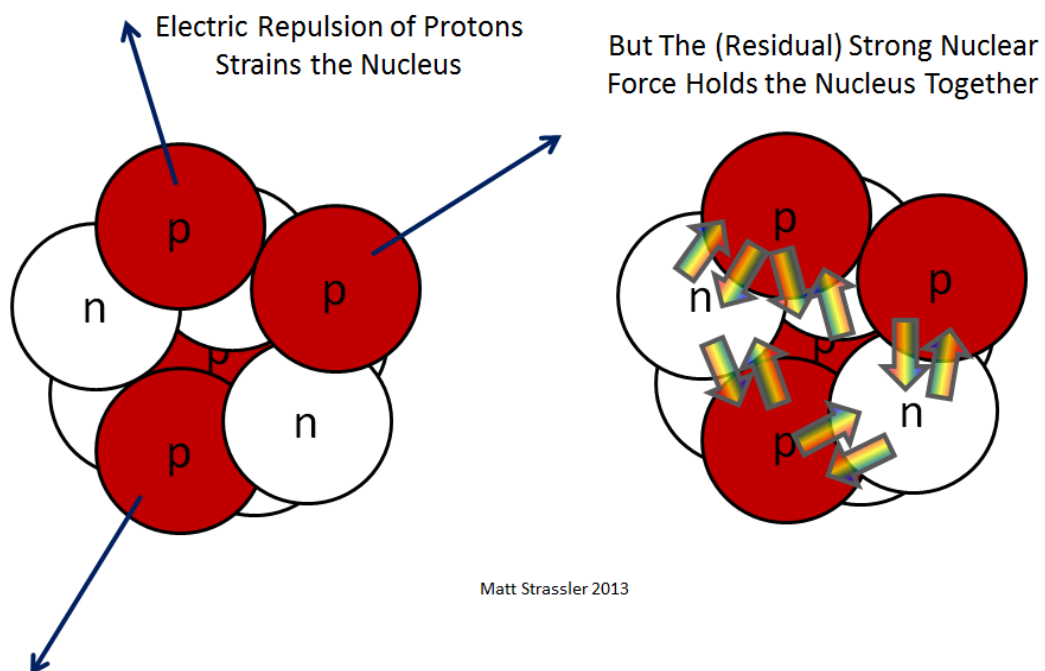


Atoms & Molecules

The electromagnetic force holds atoms and molecules together. Electrons occupy energy levels around atomic nuclei balancing out positive and negative charges.

Močna jedrska sila

- **Opis:** Sila, ki drži skupaj protone in nevtrone v atomskem jedru.
- **Značilnosti:**
 - Deluje le na zelo kratkih razdaljah (približno 10^{-15} metrov).
 - Je najmočnejša izmed vseh štirih sil.
 - Premaga odboj elektromagnetnih sil med protoni.
- **Pomen:** Omogoča stabilnost atomskih jeder in je ključna pri jedrskih reakcijah, kot so fuzija v zvezdah in cepitev v jedrskih elektrarnah.



Šibka jedrska sila

- **Opis:** Sila, ki povzroča radioaktivni razpad in nekatere vrste jedrskih interakcij.
- **Značilnosti:**
 - Deluje na zelo kratkih razdaljah (manj kot 10^{-17} metrov).
 - Je šibkejša od močne in elektromagnetne sile, vendar močnejša od gravitacijske sile na subatomske ravni.
- **Pomen:** Ključna za procese, kot je beta razpad, in igra pomembno vlogo pri jedrskih reakcijah v zvezdah.

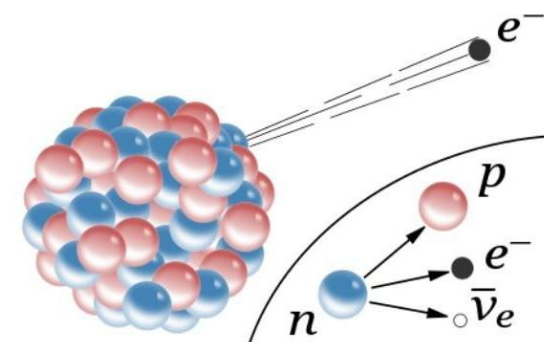
Weak Nuclear Force

Converting protons into neutrons

When two protons collide and fuse, a disruption in the weak nuclear force emits a positron and neutrino, which converts one of the positively charged proton to a neutrally charged Neutron. Without the weak nuclear force converting protons into neutrons, certain complex nuclei cannot form.

Releasing radiation

Heavy atoms have an imbalance of protons and neutrons, so the weak nuclear force converts protons to neutrons releasing radiation.



The radioactive **beta decay** is due to the weak interaction, which transforms a neutron into a proton, an electron, and an **electron antineutrino**.

Newtonovi zakoni gibanja

Newtonovi zakoni gibanja so temelj mehanike in opisujejo, kako sile vplivajo na gibanje teles. Obstajajo trije zakoni:

Videos:

Third law in space: <https://www.youtube.com/watch?v=ZkVU-bj9bDk>

Newton's laws of motion:

<https://www.youtube.com/watch?v=BCnWQrXoHeo>

Newtonov prvi zakon (zakon vztrajnosti): Telo miruje ali se giblje enakomerno premo dokler nanj ne deluje zunanja sila. To pomeni, da telo ostane v svojem trenutnem stanju, če ni zunanjega vpliva.

Primer v kmetijstvu: Traktor, ki se premika po polju, bo ostal v gibanju dokler nanj ne deluje zunanja sila, npr. sila trenja, ki ga ustavi.

Newtonov drugi zakon (zakon sile): Pospešek telesa je premo sorazmeren s silo, ki deluje nanj, in obratno sorazmeren z maso telesa.

$$F = m \cdot a$$

Primer v kmetijstvu: Traktor z večjo maso potrebuje večjo silo za pospeševanje, zato zmogljivejši motorji zagotavljajo večjo silo za premikanje težkih strojev.

Newtonov tretji zakon (zakon akcije in reakcije): Vsaka sila ima nasprotno enako veliko reakcijo. Če telo A deluje na telo B z določeno silo, telo B hkrati deluje na telo A z enako silo, vendar v nasprotni smeri.

Primer v kmetijstvu: Ko traktor potiska plug skozi zemljo, zemlja pritiska na plug z enako, vendar nasprotno usmerjeno silo.

1st Law of Motion



Body remains in a state of rest or uniform motion unless acted upon by a net external force

2nd Law of Motion



$$F = ma$$

The amount of acceleration of a body is proportional to the acting force & inversely proportional to the mass of the body

3rd Law of Motion



$$F_{AB} = -F_{BA}$$

For every action there is an equal but opposite reaction. If an object A exerts a force on object B, then object B will exert an equal but opposite force on object A.

Ravnovesje teles

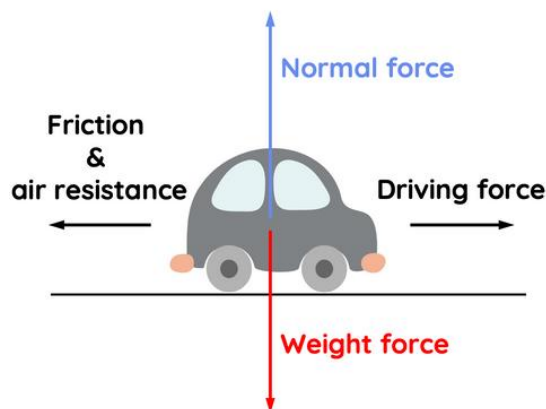
Kaj je ravnovesje?

Ravnovesje teles nastopi, ko vse sile in momenti, ki delujejo na telo, medsebojno uravnotežijo, kar pomeni, da telo ostane v stanju mirovanja ali se giblje enakomerno premo. Ravnovesje je stanje, v katerem je vsota vseh sil in navorov enaka nič, kar zagotavlja, da telo ne doživi nobenega pospeška niti v linearni smeri niti v rotacijskem gibanju.

Če je telo v ravnovesju:

- Vsota vseh zunanjih sil, ki delujejo nanj, mora biti enaka nič: $\sum F=0$,
- Vsota vseh navorov (momentov sil) okoli katere koli točke mora biti enaka nič: $\sum M=0$

Primer v kmetijstvu: Traktor, parkiran na ravni površini, je v statičnem ravnovesju. Vsota sil, kot so gravitacija, trenje in sile, ki delujejo nanj, je enaka nič, kar pomeni, da ostaja nepremičen.



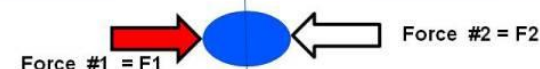
National Aeronautics and Space Administration

Equilibrium - 2 Forces



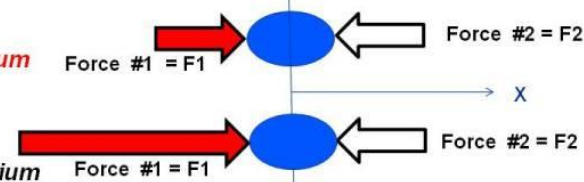
Example 1

Equilibrium



Example 2

Non-equilibrium



Force Equation:

Equilibrium
 $F_1 = -F_2$
 $F_1 + F_2 = F_{net} = 0$

Non-equilibrium
 $F_1 > -F_2$
 $F_1 - F_2 = F_{net}$

Vrste ravnovesja

Ravnovesje telesa lahko razdelimo na tri glavne vrste:

Stabilno ravnovesje: Telo je v stabilnem ravnovesju, če se po manjšem odklonu vrne v začetno lego. To se zgodi, ko je težišče telesa na najnižji možni točki. V tem primeru se po odklonu telo vrne v začetno stanje.

Primer v kmetijstvu: Traktor z nizkim težiščem ima stabilno ravnovesje, ker se bo po manjšem nagibu vrnil v prvotno lego.

Nestabilno ravnovesje: Telo je v nestabilnem ravnovesju, če se po manjšem odklonu ne vrne v začetno lego, ampak se še naprej odmika. V tem primeru se telo premika proti novi ravnovesni točki.

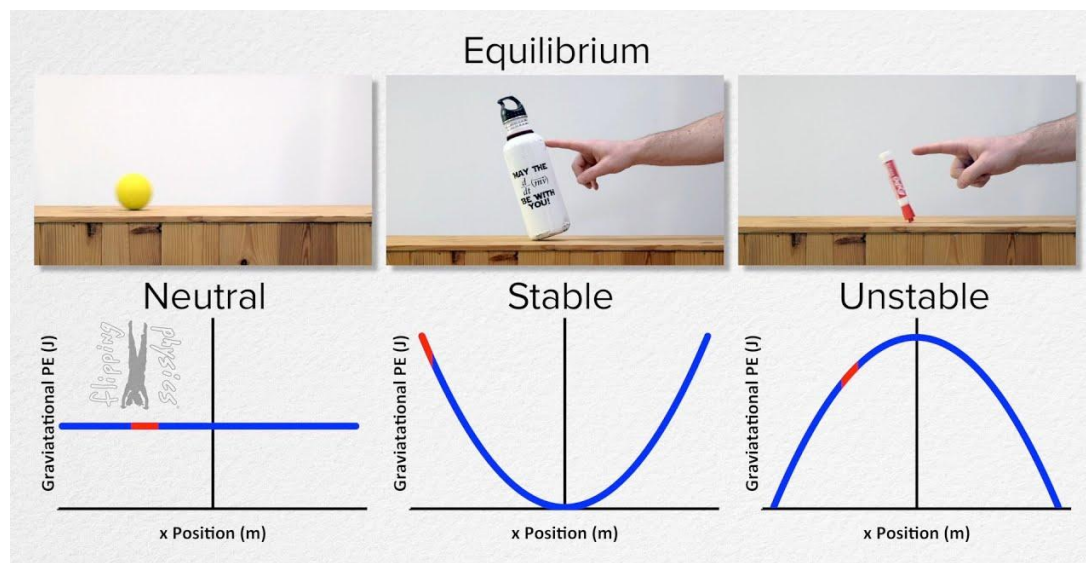
Primer v kmetijstvu: Traktor na strmem hribu je lahko v nestabilnem ravnovesju, saj se bo, če se nekoliko premakne navzdol, začel pospeševati in zdrsnil iz ravnovesja.

Nevtralno ravnovesje: Telo je v nevtralnem ravnovesju, če po manjšem odklonu ostane v novem položaju brez želje, da bi se vrnilo v prvotno stanje. To pomeni, da sprememba ne vpliva na stabilnost telesa.

Primer v kmetijstvu: Kolo traktorja na ravni površini je v nevtralnem ravnovesju – lahko se premakne naprej ali nazaj, ne da bi spremenilo svoje ravnovesno stanje.

Videos

Arches and Chains: <https://www.youtube.com/watch?v=JIL6ZHChhQE>



Navori

Kaj je navor?

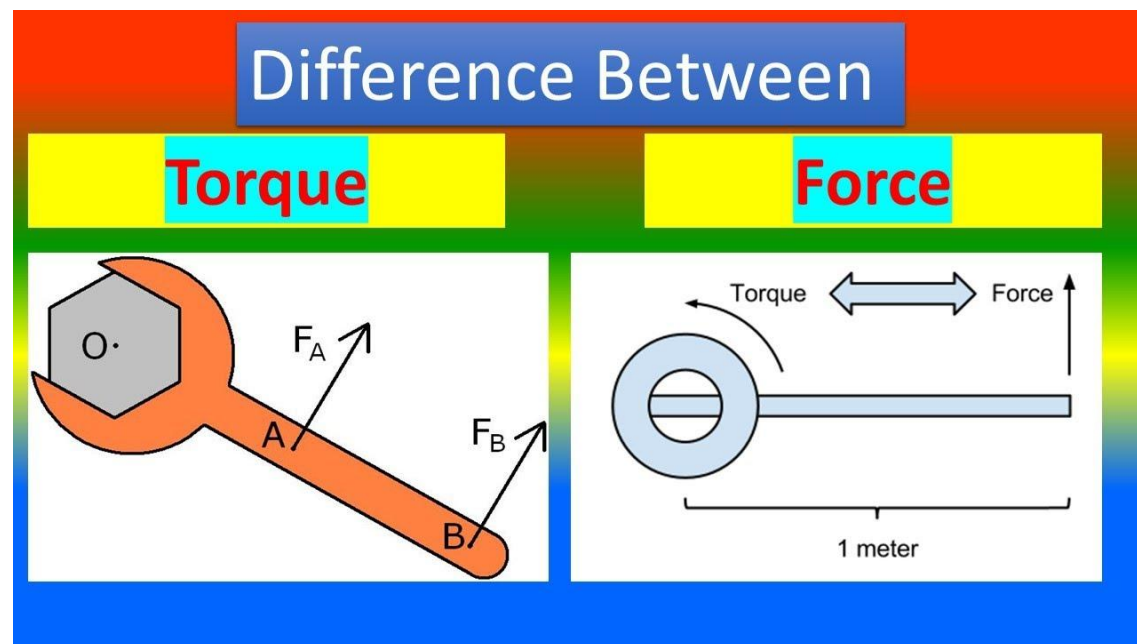
Navor je fizikalna količina, ki opisuje, kako močno sila povzroča vrtenje telesa okoli določene osi ali vrtišča. Navor je vektorska količina, kar pomeni, da ima velikost in smer. Navor nastane, ko na telo deluje sila, ki ni usmerjena skozi vrtišče, ampak je od njega oddaljena za določeno razdaljo, imenovano **roka** ali **momentna ročica**.

Matematično je navor določen kot produkt sile in razdalje med vrtiščem in točko, kjer deluje sila:

$$M = F \cdot r$$

Kjer je:

- M – navor (v newton metrih, $N \cdot m$),
- F – sila (v newtonih, N),
- r – razdalja med vrtiščem in točko delovanja sile (v metrih, m).



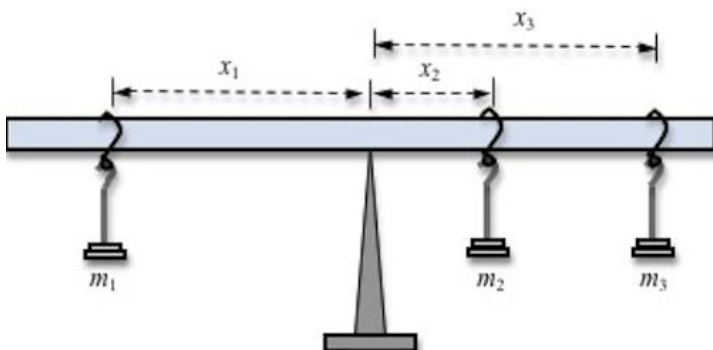
Kaj je ravnovesje navorov?

Ravnovesje navorov nastopi, ko so navori, ki delujejo na telo, v popolnem ravnovesju, kar pomeni, da se telo ne vrti. To se zgodi, ko so vsi navori, ki delujejo na telo okoli vrtilišča, enaki in nasprotno usmerjeni. Telo v tem primeru ostane v statičnem ali dinamičnem ravnovesju.

Pogoji za ravnovesje navorov so naslednji:

- Vsota vseh navorov okoli vrtilišča mora biti enaka nič: $\sum M=0$,
- Vsota vseh sil, ki delujejo na telo, mora biti enaka nič: $\sum F=0$.

Če je ta pogoj izpolnjen, bo telo mirno ali pa se bo gibalo enakomerno premo ali krožno brez spremembe hitrosti. V nasprotnem primeru bo telo doživelo vrtenje oziroma pospešek vrtenja.



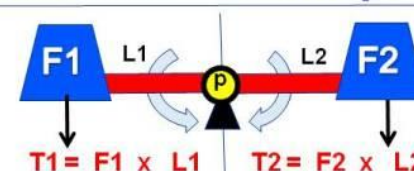
National Aeronautics and Space Administration

Equilibrium - 2 Torques



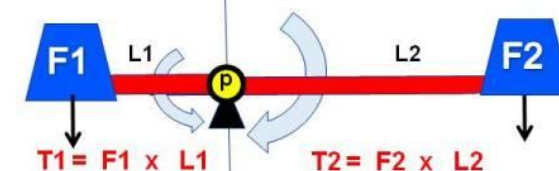
Example 1

Equilibrium



Example 2

Non-equilibrium



Equilibrium

$$T_1 = -T_2$$

$$T_1 + T_2 = T_{\text{net}} = 0$$

Torque Equation:

No net external torque
Object at rest - stays at rest

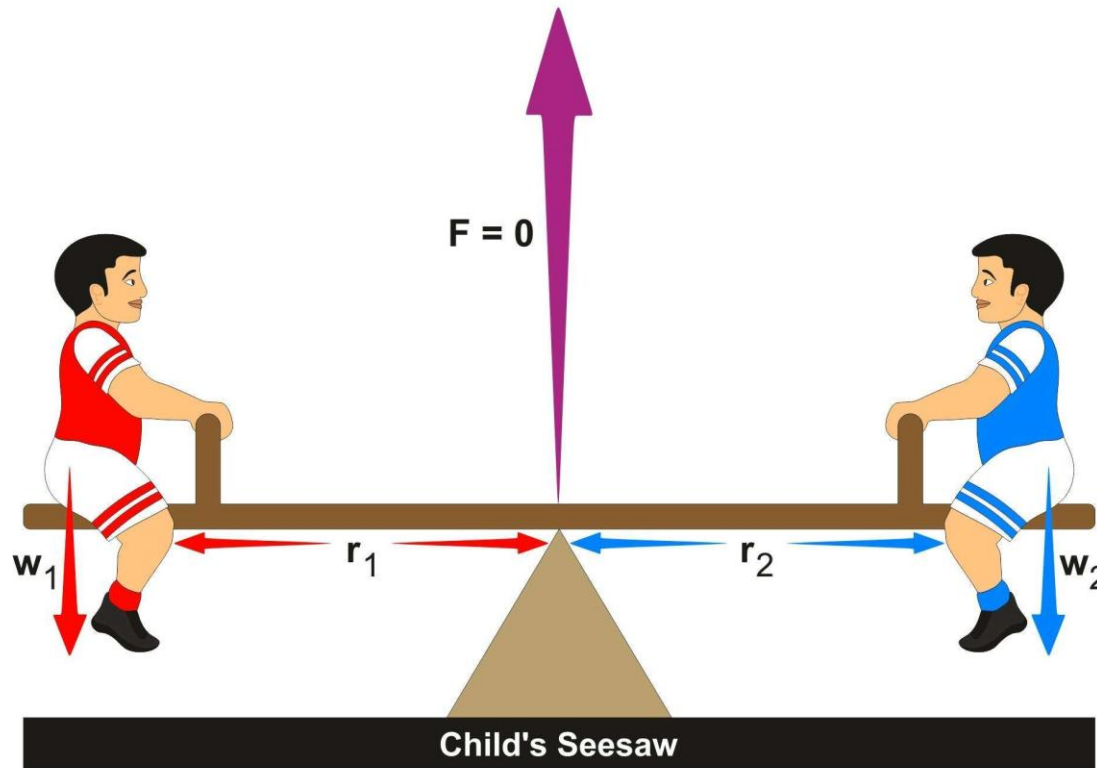
Non-equilibrium

$T_2 > -T_1$
 $T_1 + T_2 = T_{\text{net}}$
Net external torque
Object experiences angular acceleration

Trigonometry

Static Equilibrium

The Physical State in which all Components of a System are at Rest and the Net Force is Equal to Zero throughout the System



r is the distance from the pivot point to the point where the force is applied

F magnitude of the force

w is weight

$$(w_1)(r_1) = (w_2)(r_2)$$