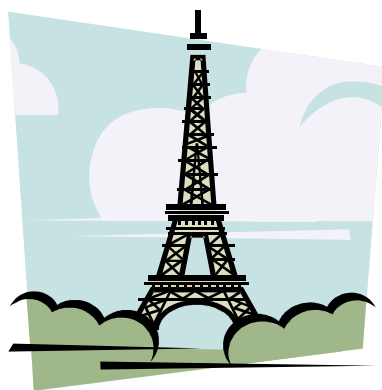


## 2.1. Ķermeņa inerces un masa

Jebkurš ķermenis saglabā miera stāvokli vai turpina vienmērīgu taisnlīnijas kustību ar nemainīgu ātrumu ( $v = \text{const}$ ) tikmēr, kamēr uz to neiedarbojas citi ķermeņi vai tam pieliktie ārējie spēki to neizmaina (to iedarbība savstarpēji kompensējas) – **1. Ņūtona dinamikas likums.**

$\mathbf{a} = 0$ , ja  $\mathbf{F}_{\text{rez}} = 0$ , kur  $\mathbf{F}$  – visu uz ķermeni darbojošos spēku vektoriālā summa

### 2.1.1

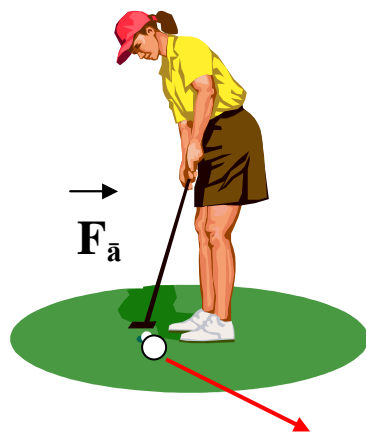


Ķermenis atrodas miera stāvoklī, jo tam pieliktie spēki ir līdzsvarā.

$$\vec{\phantom{F}} + \vec{\phantom{F}} + \vec{\phantom{F}} + \vec{\phantom{F}} + \vec{\phantom{F}} = \mathbf{0}$$

$$\mathbf{F}_{\text{rez}} = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 + \mathbf{F}_3 + \dots + \mathbf{F}_n = \mathbf{0}$$

### 2.1.2



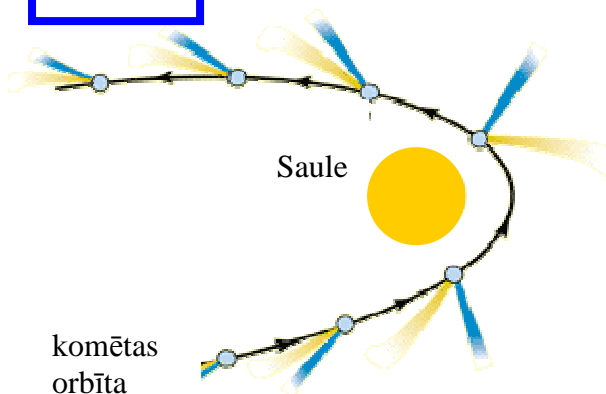
Ķermeņa miera stāvokli var izjaukt ar ārēja spēka iedarbību.

$$\vec{\phantom{F}} = \mathbf{F}_{\text{rez}} \neq \mathbf{0}$$

Šo ķermeņu īpašību saglabāt vienmērīgu taisnlīnijas kustību vai miera stāvokli, ja uz tiem neiedarbojas ārēji spēki, jeb to darbība ir savstarpēji kompensēta, sauc par **inerci**. Šī iemesla dēļ 1. Ņūtona likumu sauc arī par inerces likumu. (1687.g.)

## 2.2. Ķermeņa inerces un masa

### 2.2.1



Komēta kustas pa savu sākotnējo trajektoriju tik ilgi, kamēr Saule vai kāds cits debess ķermenis ar savu gravitācijas spēku neizmaina tās kustības virzienu.

Ķermenis inerces dēļ tiecas saglabāt nemainīgu savu sākotnējo kustības ātrumu un virzienu – gan ātruma lielumu, gan ātruma virzienu.

### 2.2.2



Inerces paņēmieni āmura uzdzīšanai kātā.

### 2.2.3

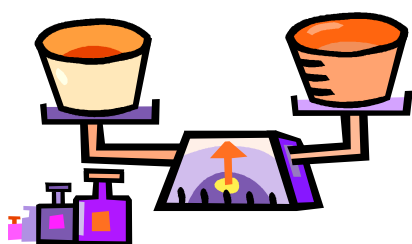


Piemēram, inerces dēļ nav iespējams momentāni nobremzēt transporta līdzekļus.

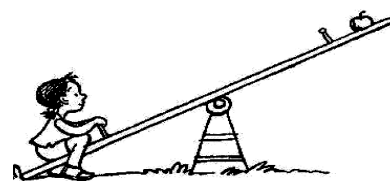
## 2.3. Ķermeņa masa – inerces mērs

Divu ķermeņu inerci salīdzina pēc to masām. Jo lielāka ir ķermeņa masa, jo lielāka ir šī ķermeņa inerce. **Masa** ir fizikāls lielums, kas raksturo ķermeņa inerci un spēju reaģēt uz gravitācijas lauku vai arī to radīt.

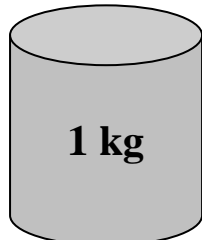
### 2.3.1



Sadzīvē ķermeņa masu (**m**) var noteikt, ķermeni sverot ar sviras svāriem. Vienā svaru kausā novieto sveramo ķermeni, bet otrā atsvarus, kuru masa ir zināma tā, lai abi kausi līdzsvarotos.



### 2.3.2



Masas SI vienība ir kilograms (**kg**). Kilograma etalons ir cilindriskas formas ķermenis, kas izgatavots no platīna (90%) un irīdija (10%) sakausējuma, kura diametrs un augstums ir apmēram 39 mm.

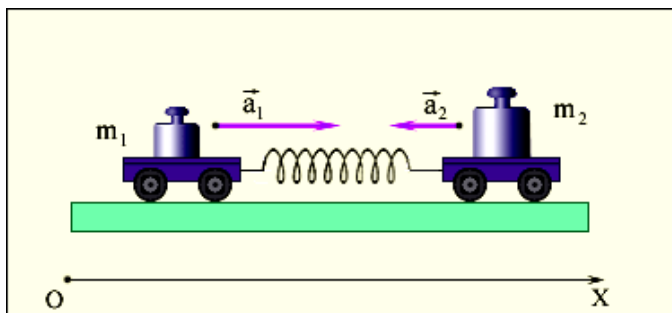
$$m = \rho V$$

, kur  $\rho$  – blīvums ( $\text{kg/m}^3$ )  
 $V$  – tilpums ( $\text{m}^3$ )

Ķermeņa masa ir **skalārs** lielums. Eksperimentāli pierādīts, ka, ja divus ķermeņus ar masām  $m_1$  un  $m_2$  apvieno vienā, tad kopējā masa **m** ir atbilstošo masu  $m_1$  un  $m_2$  summa:  $m = m_1 + m_2$  (šo masu īpašību sauc par **aditivitāti**).

### 2.3.3

$$\frac{m_1}{m_2} = -\frac{a_2}{a_1}$$



Ķermeņu sistēmas pilnā masa ir sistēmas sastāvdaļu masu summa:

$$m = m_1 + m_2 + \dots + m_n$$

Lielāka masa ir tam ķermenim, kura iegūtais paātrinājums ir mazāks:

$$m_1 a_1 = m_2 a_2$$

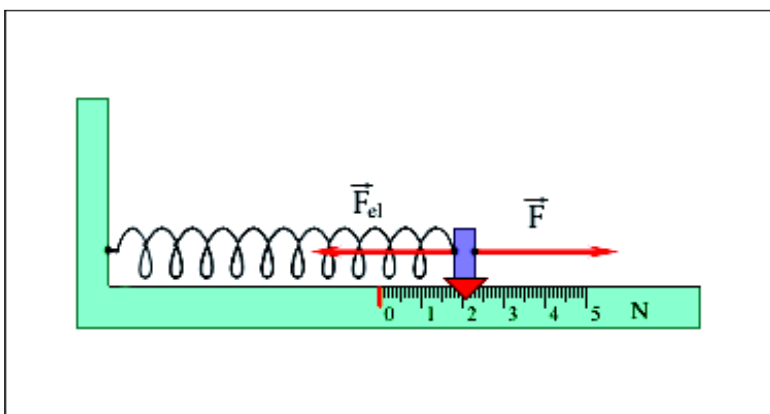
## 2.4. Spēks un ķermeņa paātrinājums

Spēks ( $F$ ) ir fizikāls vektoriāls lielums un dinamikas pamatjēdziens, kas kvantitatīvi raksturo divu vai vairāku ķermeņu mehānisko mijiedarbību, t. i., procesus, kuros tie iegūst paātrinājumu ( $a$ ) vai deformējas. To raksturo skaitliskā vērtība, darbības virziens (projekcijas) un tā pielikšanas punkts.

Nūtona mehānikā spēkiem var būt dažāda izcelsme: berzes spēks, smaguma spēks, elastības spēks un citi. Visu spēku, kas darbojas uz ķermeni, vektoriālā summa tiek saukta par rezultējošo ( $F_{rez}$ ) jeb kopspēku.

### 2.4.1

Spēka mērīšanai izmanto graduētas atsperes, kuras sauc par dinamometriem. Spēks tiek mērīts atbilstoši dinamometra atsperes izstiepšanai.



Spēka mērīšana, izmantojot atsperes sastiepumu.  
Līdzsvara gadījumā:

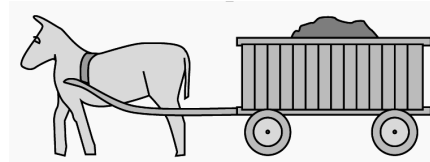
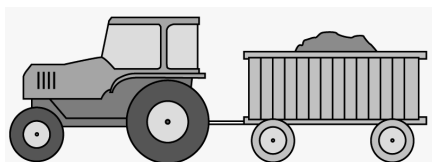
$$\vec{F} = -\vec{F}_{el}$$

### *Spēks ir ķermeņa iegūtā paātrinājuma cēlonis.*

Ķermeņa iegūtais paātrinājums ir atkarīgs no ķermenim pieliktā spēka lieluma. No diviem vienādas masas ķermeņiem lielāku paātrinājumu iegūst tas, kuram pieliktais spēks ir lielāks.

### 2.4.2

Savukārt, ja dažādi spēki iedarbojas uz vienas un tās pašas masas ķermeni, tad ķermeņa paātrinājums ir tieši proporcionāls pieliktajam spēkam:  $\vec{a} \sim \vec{F}$ , ja  $m = \text{const}$

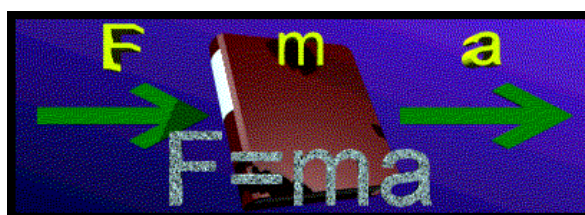


## 2.5. Spēks un ķermeņa paātrinājums

Vispārinot šādus eksperimentālus novērojumus, Ņūtons formulēja otru dinamikas pamatlikumu:

Spēks, kas darbojas uz ķermeni, vienāds ar šī ķermeņa masas un šā spēka piešķirtā paātrinājuma reizinājumu:

### 2.5.1



Tas ir otrais Ņūtona dinamikas pamatlikums. No šī likuma var aprēķināt ķermeņa paātrinājumu, ja ir zināma tā masa  $m$  un spēks ( $F$ ), kas darbojas uz šo ķermeni:

$$\vec{a} = \vec{F}/m$$

Starptautiskajā mērvienību sistēmā (**SI**) par spēka vienību 1 Ņūtons (1N) tiek uzskatīts tāds spēks, kura iedarbībā 1 kg lielas masas ķermenim tiek piešķirts  $1 \text{ m/s}^2$  liels paātrinājums. Šo vienību sauc par **ņūtonu (N)**, ko pieņem par SI sistēmas spēka etalonu:

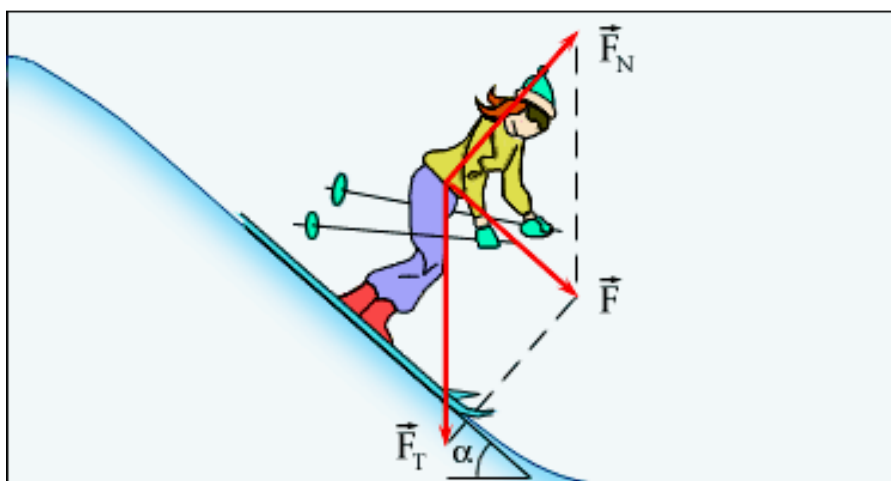
$$1 \text{ N} = 1 \frac{\text{kg}\cdot\text{m}}{\text{s}^2}$$

Ja uz ķermeni vienlaicīgi darbojas vairāki spēki (piemēram,  $F_1$ ,  $F_2$  un  $F_3$  tad spēku  $F$  otrā Ņūtona likuma izteiksmē saprot kā šo spēku rezultējošo spēku ( $F_{\text{rez}}$ ):

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$

## 2.6. Spēks un ķermeņa paātrinājums

### 2.6.1



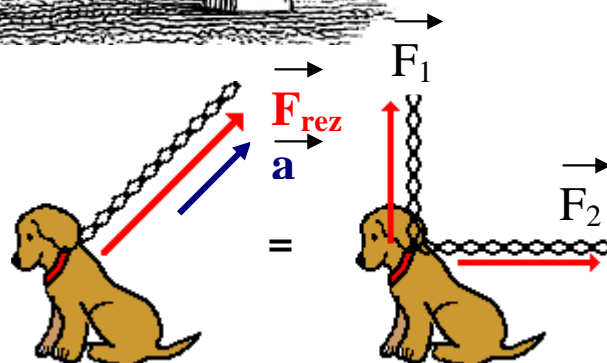
$\vec{F}$  ir smaguma spēka  $F_s$  un virsmas reakcijas spēka  $F_r$ , kas darbojas uz slēpotāju, rezultējošais spēks. Spēks  $\vec{F}$  izraisa slēpotājam paātrinājumu.

Ja rezultējošais spēks  $\vec{F}_{rez} = 0$ , ķermenis atrodas miera stāvoklī vai pārvietojas vienmērīgi taisnlīnijas virzienā. Tādējādi, *otrais Ņūtona likums ir pirmā Ņūtona likuma sastāvdaļa.*



### 2.6.2

**Paātrinājums**  $\vec{a}$ , kuru ķermenim piešķir kopspēks  $\vec{F}_{rez}$ , vienmēr ir vērsts šī kopspēka darbības virzienā.



## 2.7. Darbība un pret darbība

### 2.7.1



Neatkarīgi no tā, kā tiks vilkta virve, mijiedarbības spēki vienmēr būs vienāda lieluma un pretēji vērsti.

#### Trešais Ņūtona likums:

**Ja viens ķermenis darbojas uz otru ķermeni ar noteiktu spēku, tad otrs, savukārt, darbojas uz pirmo ar tikpat lielu spēku, bet vērstu pretējā virzienā.**

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

, kur  $F_1$  – spēks, kas pielikts ķermenim, bet  $F_2$  - pretspēks

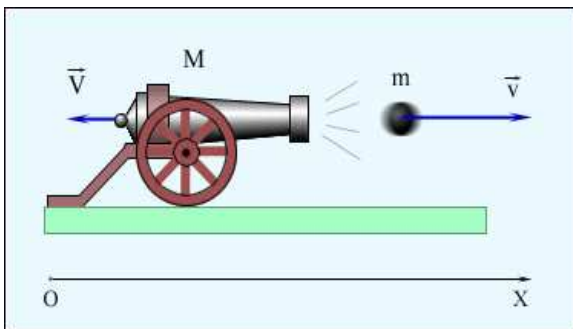
Tā kā šie spēki ir vienādi un  $F = ma$ , tad, ja uz ķermeņiem darbojas vienādi spēki, tad šo ķermeņu iegūtie paātrinājumi ir apgriezti proporcionāli ķermeņu masām:

### 2.7.2



$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1}$$

Arī reaktīvā kustība ir 3. Ņūtona likuma piemērs



Dabā reaktīvo kustību izmanto dzīvie organismi, piem., medūzas pārvietojas, izgrūžot ūdeni no īpašiem ķermeņa dobumiem.

Gaisa vai ūdens plūsmas radīto reaktīvo kustību izmanto sacīkšu un transporta līdzekļiem.

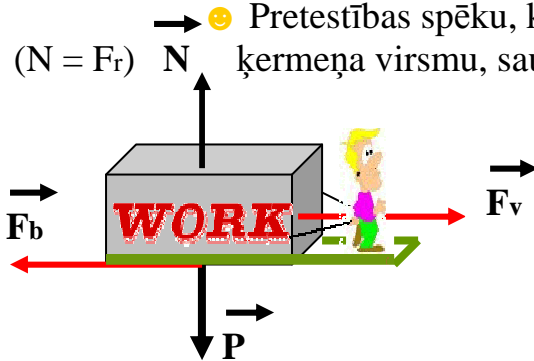


## 2.8. Berze

### 2.8.1

☺ Berze ir pretestība kustībai, kas rodas, ķermeņiem savstarpēji atrodoties kopsaistībā.

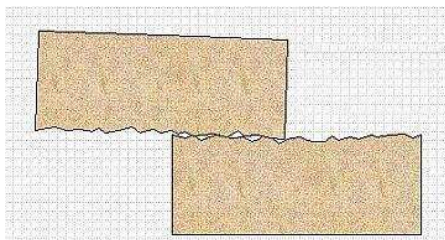
☺ Pretestības spēku, kas jāpārvar, lai ciets ķermenis sāktu slīdēt pa cita ķermeņa virsmu, sauc par *miera stāvokļa berzes spēku*.



- Slīdes berzes spēks, kas darbojas uz ķermeni, ir proporcionāls atbalsta virsmas reakcijas spēkam ( $N$ ).
- ( $F_b$ ) Slīdes berzes spēks

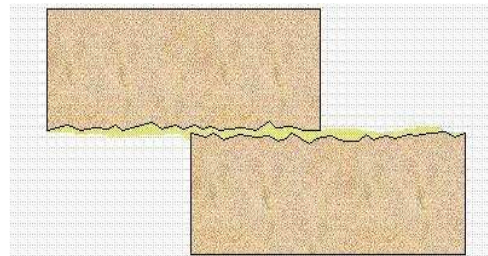
$$F_b = \mu F_r$$

1.



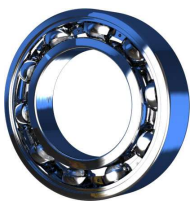
1. Sausā berze

2.



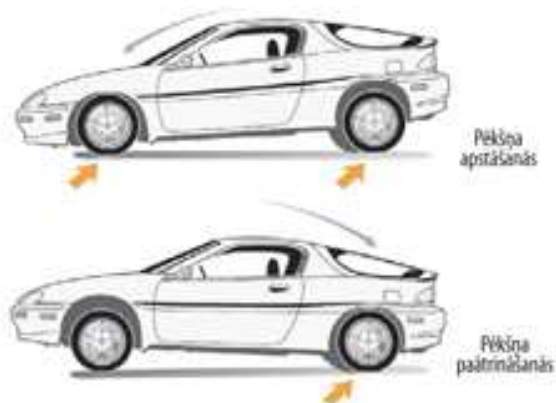
2. Slapjā, jeb viskozā berze

## Berzes procesā ķermeņi arī deformējas



- Berzi, kas rodas vienam ķermenim veļoties pa otra ķermeņa virsmu, sauc par rītes berzi, un berzes spēku, kas kavē kustību, - par rītes berzes spēku.
- ( $F_r$ ) - Rītes berzes spēks
- ( $\mu$ ) - rītes berzes koeficients

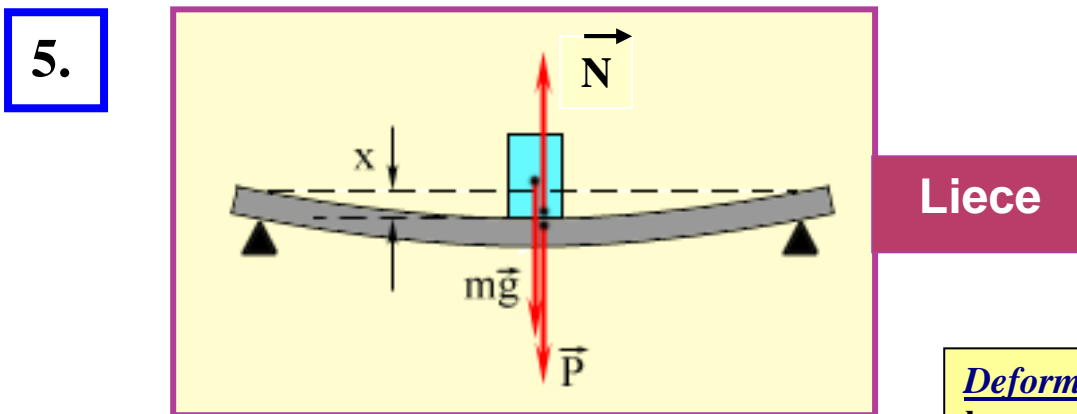
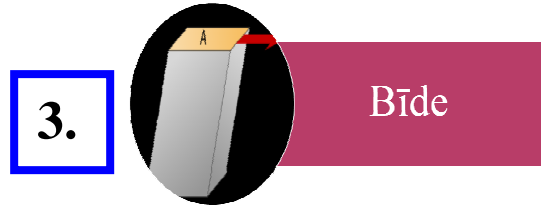
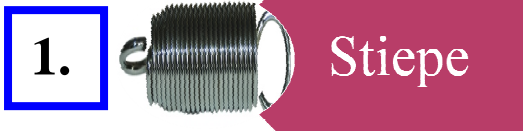
$$F_b = \frac{\mu F_r}{R}$$





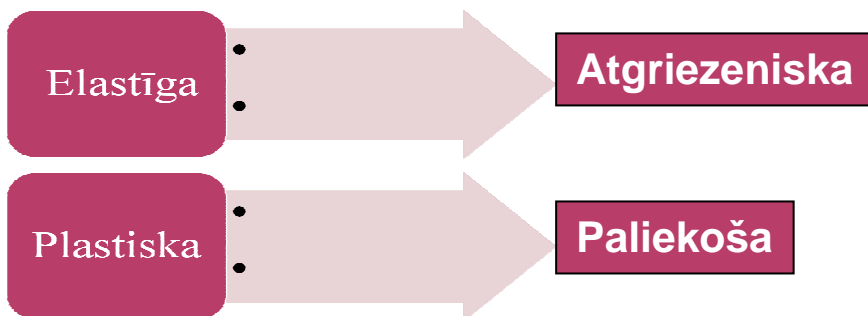
## 2.9. Deformācijas

# DEFORMĀCIJU VEIDI:



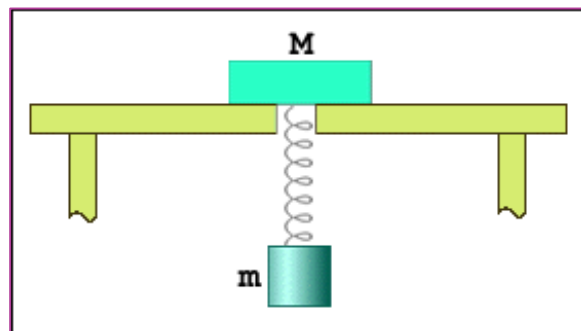
**Deformācija** – ķermeņa formas un izmēru maiņa, ko rada ārējie spēki un citi faktori (temperatūras maiņa, mehāniskā slodze, ...)

*Katra deformācija var būt arī:*



2.9.1

$$\Delta x = l - l_0$$



## 2.10. Elastības spēks. Huka likums

### *ELASTĪBAS SPĒKS:*

#### Elastīga deformācija

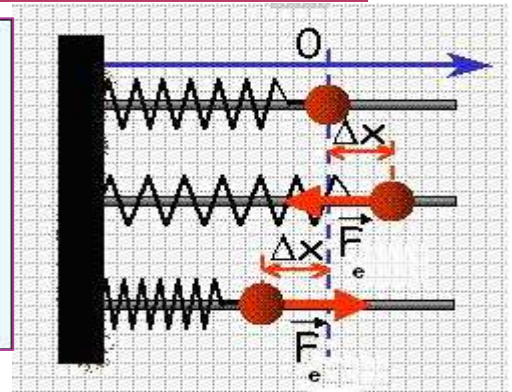
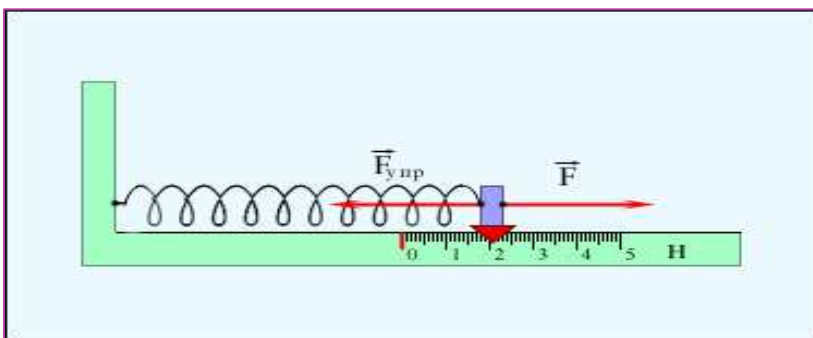
Ķermenis ir deformēts elastīgi, ja pēc ārēja spēka izzušanas tā iepriekšējā forma un izmēri atjaunojas

#### Elastības spēks

Spēks, kas atjauno ķermeņa sākotnējo formu pēc deformācijas

#### Huka likums

Elastības spēks ir proporcionāls ķermeņa deformācijai



**2.10.1**

$$F_e = -k\Delta x$$

**Huka likums** apraksta sakarību starp atsperes (elastīga materiāla) deformāciju un tam pielikto ārējo spēku (R. Hooke – 1660.g.): *Elastības spēks ir tieši proporcionāls ķermeņa deformācijai*, kur  $F$  – pieliktais spēks (N),  $k$  – proporcionalitātes/atsperes stinguma koeficients (N/m),  $x$  – pārvietojums (m).

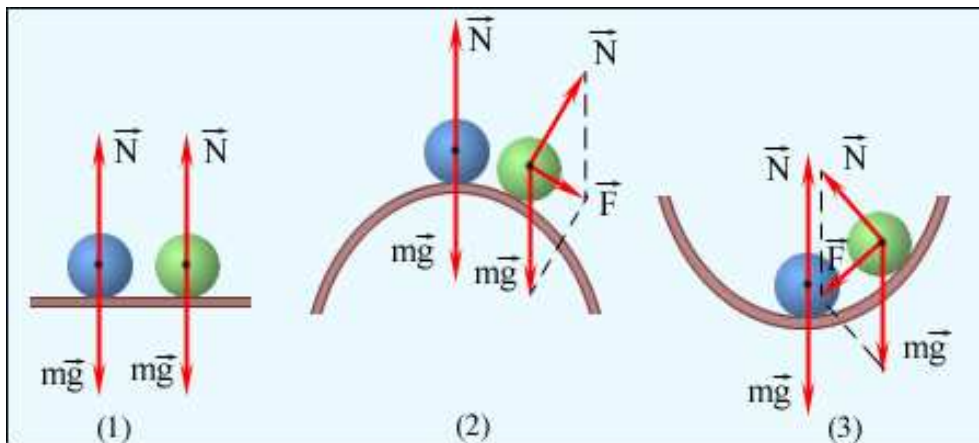


- Relatīvais pagarinājums vai saīsinājums ( $\varepsilon$ ), [%]:  $\varepsilon = \frac{|\Delta x|}{l_0}$
- Materiāla spriegums ( $\sigma$ ), [Pa]:  $\sigma = \frac{F_e}{S}$
- Janga modulis ( $E$ ), [Pa]; ( $k$ ) = (N/m):  $k = \frac{ES}{l_0}$

## 2.11. Ķermeņu līdzsvars

### 2.11.

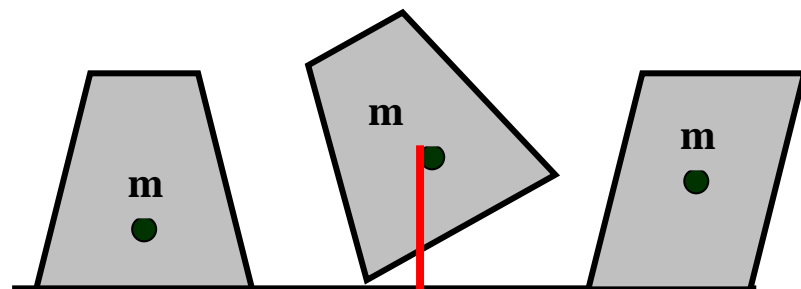
- Ķermenis ir līdzsvarā, ja visu tam pielikto spēku kopsumma – kopspēks/ $F$  rezultējošais ir vienāds ar nulli.



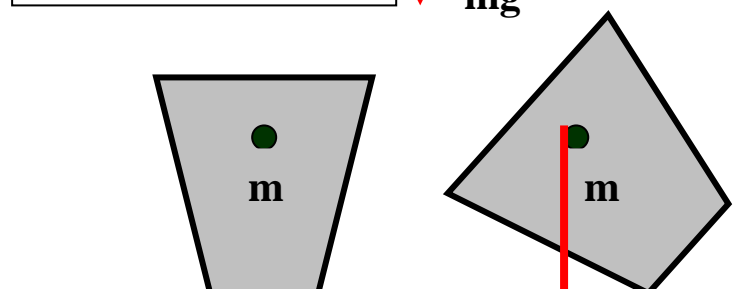
Nenoteikts -  
indiferents

Nestabils - labils

Stabils



a) Stabils ķermenis



b) Nestabils ķermenis



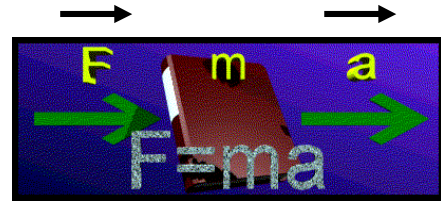
c) Nenoteikts ķermenis

## 2. Nodaļas noslēgums

### 2.12.

### Spēku veidi:

1. Vispasaules gravitācijas spēks ( $F_{gr}$ )
2. Kodospēki
3. Berzes/pretestības spēki ( $F_b$ )
4. Arhimēda cēlējspēks ( $F_c$ ,  $F_A$ )
5. Vilcējspēks ( $F_v$ )
6. Rezultējošais/kospēks ( $R$ ,  $F_{rez}$ )
7. Virsmas reakcijas spēks ( $F_r$ ,  $N$ )
8. Smaguma spēks/svars ( $F_{sm}$ ,  $P = mg$ )
9. Atgriezējspēks
10. Elastības spēks ( $F_{el}$ )
11. Ārējie spēki ( $F_a$ )
12. Molekulu/lādēto daļiņu savstarpējie pievilksnās un atgrūšanās spēki
13. Centrīces spēks ( $F_c$ ), u.c.



### Otrā Nūtona likuma secinājumi:

#### Pirmais secinājums

Paātrinājums  $a$ , kuru ķermenim piešķir kospēks  $F$ , vienmēr ir vērsts kospēka darbības virzienā

#### Otrais secinājums

Paātrinājums  $a$  un ķermenim pieliktais kospēks  $F$  vienmēr ir savstarpēji proporcionāli

#### Trešais secinājums

Ja ķermenim pieliktais kospēks  $F=0$ , tad paātrinājums  $a=0$  un ķermenis atrodas vienmērīgā taisnlinijās kustībā vai miera stāvoklī

#### Elastīga deformācija

Ķermenis ir deformēts elastīgi, ja pēc ārēja spēka izzušanas tā iepriekšējā forma un izmēri atjaunojas

#### Elastības spēks

Spēks, kas atjauno ķermeņa sākotnējo formu pēc deformācijas

#### Huka likums

Elastības spēks ir proporcionāls ķermeņa deformācijai

