

Obsah

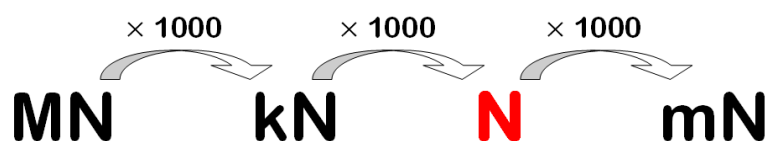
11_ Síla	2
12_ Znázornění síly	5
13_ Gravitační síla.....	5
14_ Gravitační síla - příklady	6
15_ Skládání sil	7
16_ PL: SKLÁDÁNÍ SIL	8
17_ Skládání různoběžných sil působících v jednom bodě	10
18_ Rovnováha sil	10
19_ Těžiště tělesa.....	13
20_ Účinky síly	14
21_ Zákon setrvačnosti	15
22_ Zákon vzájemného působení dvou těles.....	15

11_Síla

značka: **F**

jednotka: **N** ňutn

převody:



Př.: $0,4 \text{ kN} = 400 \text{ N}$

$3\,500 \text{ N} = 3,5 \text{ kN}$

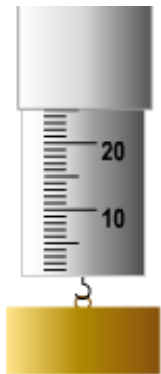
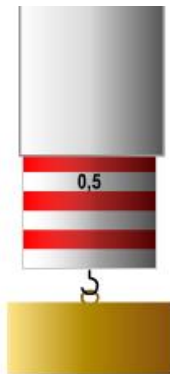
$6,2 \text{ MN} = 6\,200\,000 \text{ N}$

$72\,000 \text{ N} = 0,072 \text{ MN}$

Měřidlo: **siloměr** (prodloužení pružiny je přímo úměrné působící síle)

Nepiš, pouze pro opakování měření síly

Do tabulky doplň velikost síly odpovídající 1 dílku a velikost působící síly.

					
	1 : 4	0,5 : 5	10 : 10	0,5 : 5	1 : 4
1 dílek	0,25	0,1	1	0,1	0,25
síla F =	1,75 N	1,2 N	25 N	0,6 N	2,5 N

Procvičování převodů jednotek síly

200	N	=	kN
5,06	MN	=	N
0,8	kN	=	N
0,04	MN	=	kN
6 500	mN	=	N

350 000	N	=	MN
6 050	mN	=	N
12 300	kN	=	MN
7	MN	=	N
0,004	kN	=	N

Nepiš, procvičování převodů jednotek:

délky, obsahu, objemu, hmotnosti, hustoty, času, rychlosti, síly

200	m	=	km
5,06	kg	=	g
7 000	kN	=	MN
8	min	=	s
0,5	t	=	kg
4,2	g/cm ³	=	kg/m ³
30	s	=	min
20	m/s	=	km/h
0,04	m ³	=	cm ³
6,5	km	=	m
0,8	N	=	mN
36	km/h	=	m/s
6,9	kg	=	g
24	min	=	h
11500	kg/m ³	=	g/cm ³
200	ml	=	l
9	km	=	m

3	h	=	s
54	km/h	=	m/s
36 000	N	=	kN
0,006	m ³	=	l
0,4	dm	=	cm
25	m/s	=	km/h
0,0005	m ³	=	cm ³
0,08	kN	=	N
13	g	=	mg
2,5	d	=	h
20,3	cm	=	m
1 680000	N	=	MN
42	s	=	min
500	cm ²	=	dm ²
6,8	l	=	dm ³
0,004	MN	=	N
15 400	g	=	kg

Procvičování převodů jednotek síly - řešení

200 N	=	0,2 kN
5,06 MN	=	5 060 000 N
0,8 kN	=	800 N
0,04 MN	=	40 kN
6 500 mN	=	6,5 N

350 000 N	=	0,35 MN
6 050 mN	=	6,05 N
12 300 kN	=	12,3 MN
7 MN	=	7 000 000 N
0,004 kN	=	4 N

Nepiš, procvičování převodů jednotek:

délky, obsahu, objemu, hmotnosti, hustoty, času, rychlosti, síly - řešení

200 m	=	0,2 km
5,06 kg	=	5060 g
7 000 kN	=	7 MN
8 min	=	480 s
0,5 t	=	500 kg
4,2 g/cm ³	=	4200 kg/m ³
30 s	=	0,5 min
20 m/s	=	72 km/h
0,04 m ³	=	40 000 cm ³
6,5 km	=	6 500 m
0,8 N	=	800 mN
36 km/h	=	10 m/s
6,9 kg	=	6 900 g
24 min	=	0,4 h
11500 kg/m ³	=	11,5 g/cm ³
200 ml	=	0,2 l
9 km	=	9 000 m

3 h	=	3*60*60 s
54 km/h	=	15 m/s
36 000 N	=	36 kN
0,006 m ³	=	6 000 l
0,4 dm	=	4 cm
25 m/s	=	90 km/h
0,0005 m ³	=	500 cm ³
0,08 kN	=	80 N
13 g	=	13 000 mg
2,5 d	=	2,5*24 h
20,3 cm	=	0,203 m
1 680 000 N	=	1,68 MN
42 s	=	0,7 min
500 cm ²	=	5 dm ²
6,8 l	=	6,8 dm ³
0,004 MN	=	4 000 N
15 400 g	=	15,4 kg

12_Znázornění síly

Síla je určena **velikostí a směrem**.

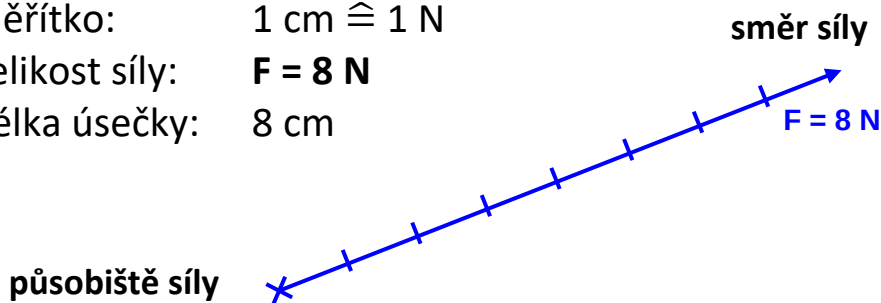
Její účinek závisí i na **působišti síly** (místo, v němž síla působí).

Sílu znázorňujeme **orientovanou úsečkou**.

měřítko: $1 \text{ cm} \hat{=} 1 \text{ N}$

velikost síly: $F = 8 \text{ N}$

délka úsečky: 8 cm



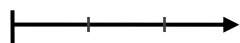
Urči velikost síly v N:

Měřítko:

1 dílek $\hat{=} 10 \text{ N}$

1 dílek $\hat{=} 500 \text{ N}$

1 dílek $\hat{=} 2 \text{ kN}$

 $F_1 = 30 \text{ N}$

 $F_2 = 2000$

 $F_1 = 4 \text{ kN}$

Délka úsečky:

3 dílky

4 dílky

2 dílků

měřítko	velikost síly	délka úsečky
$1 \text{ cm} \hat{=} 2 \text{ N}$	$F_1 = 10 \text{ N}$	5 cm
$1 \text{ cm} \hat{=} 5 \text{ kN}$	$F_2 = 40 \text{ kN}$	8 cm
$1 \text{ cm} \hat{=} 400 \text{ N}$	$F_3 = 1\,200 \text{ N}$	3 cm

13_Gravitační síla

značka: F_g

jednotka: N

výpočet: $F_g = m \cdot g$

Země působí na tělesa silou svisle dolů

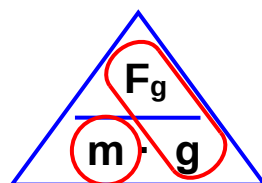
$$m = \frac{F_g}{g}$$

F_g gravitační síla [N]

m – hmotnost tělesa [kg]

g – gravitační zrychlení

$g = 9,81 \text{ N/kg}$ přibližně 10 N/kg



14_Gravitační síla - příklady

- 1) Taška s nákupem váží 12 kg. Vypočti velikost působící gravitační síly.

$$m = 12 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$F_g = ? \text{ [N]}$$

$$F_g = m \cdot g = 12 \cdot 10 = 120 \text{ N}$$

Na tašku s nákupem působí Země svisle dolů silou 120 N

- 2) Jak velká gravitační síla působí na člověka, jehož hmotnost je 80 kg?

$$m = 80 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$F_g = ? \text{ [N]}$$

$$F_g = m \cdot g = 80 \cdot 10 = 800 \text{ N}$$

Země působí na člověka silou 800 N

- 3) Jak velkou gravitační silou je přitahováno Zemí těleso vážící 500 g?

$$m = 500 \text{ g} = 0,5 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$F_g = ? \text{ [N]}$$

$$F_g = m \cdot g = 0,5 \cdot 10 = 5 \text{ N}$$

Země působí na těleso silou 5 N.

- 4) Jakou hmotnost má automobil, který je k Zemi přitahován silou 8 kN?

$$F_g = 8 \text{ kN} = 8\,000 \text{ N}$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$m = ? \text{ [kg]}$$

$$m = \frac{F_g}{g} = \frac{8000}{10} = 800 \text{ kg}$$

Auto váží 800 kg.

- 5) Siloměr ukazuje hodnotu 15 N. Jakou hmotnost má zavěšené těleso?

$$F_g = 15 \text{ N}$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$m = ? \text{ [kg]}$$

$$m = \frac{F_g}{g} = \frac{15}{10} = 1,5 \text{ kg}$$

Těleso váží 1,5 kg.

15_Skládání sil

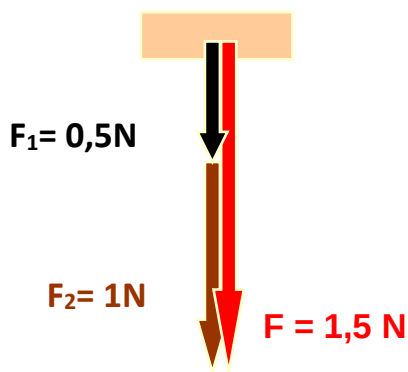
Působí-li na těleso současně více sil, **nahradíme je tzv. výslednicí sil**, která má na těleso **stejný účinek** jako skládané síly

Posuvný účinek síly na těleso se nezmění, posuneme-li působíště ve směru působící síly.

a) stejného směru

na závěsu jsou zavěšena dvě závaží vážící 50g a 100 g,

Výslednice sil má s danými silami **stejný směr** a velikost danu **součtem** dílčích sil.

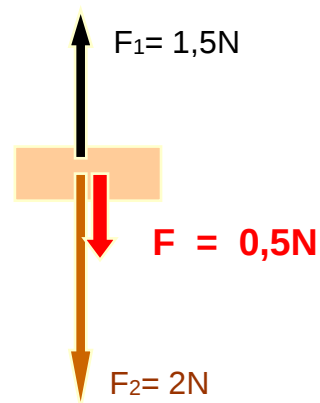


$$F = F_1 + F_2 = 1,5\text{ N}$$

b) opačného směru

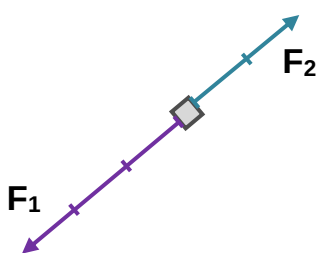
Výslednice sil má velikost danu **rozdílem** velikostí dílčích sil a směr **podle větší** z nich.

$$F = F_2 - F_1 = 2 - 1,5 = 0,5\text{ N}$$



Urči velikosti působících sil, velikost a směr výslednice. Výslednici sil zakresli do obrázku červeně.

1 dílek $\cong$ 20N

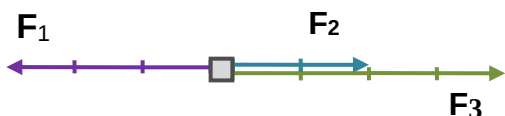


$F_1 =$

$F_2 =$

$F =$

1 dílek $\cong$ 5 kN



$F_1 =$

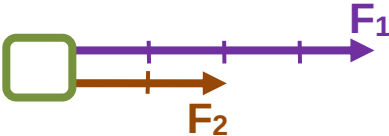
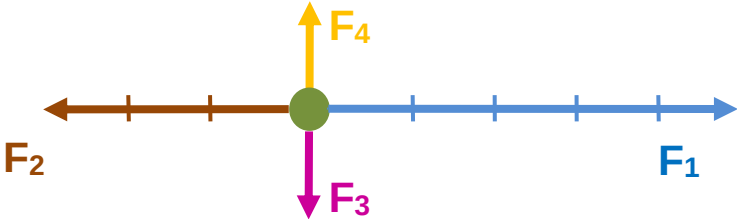
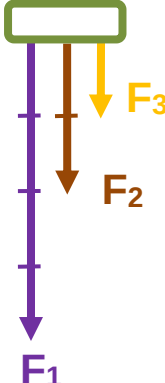
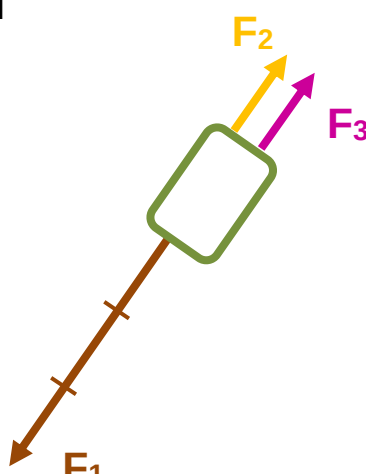
$F_2 =$

$F_3 =$

$F =$

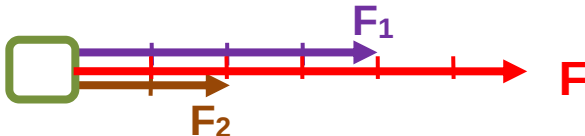
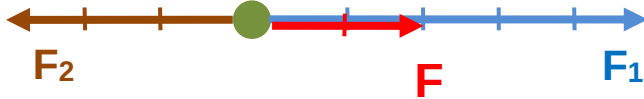
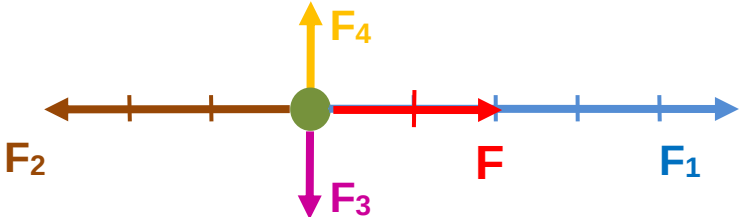
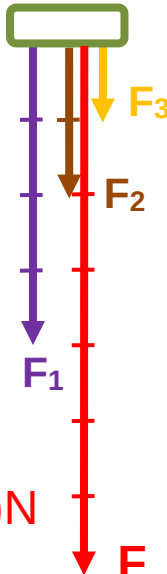
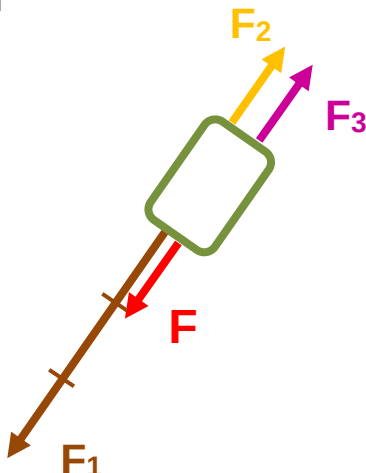
16_PL: SKLÁDÁNÍ SIL

1) Urči velikosti dílčích sil. Do obr. doplň výslednici znázorněných sil.

a)	1 dílek $\cong 10 \text{ N}$ $F_1 =$ $F_2 =$ $F =$ 
b)	1 dílek $\cong 5 \text{ kN}$ $F_1 =$ $F_2 =$ $F =$ 
c)	1 dílek $\cong 1 \text{ N}$ $F_1 =$ $F_2 =$ $F_3 =$ $F_4 =$ $F =$ 
d)	
1 dílek $\cong 400 \text{ N}$ $F_1 =$ $F_2 =$ $F_3 =$ $F =$	1 dílek $\cong 2 \text{ MN}$ $F_1 =$ $F_2 =$ $F_3 =$ $F_{23} =$ $F =$  

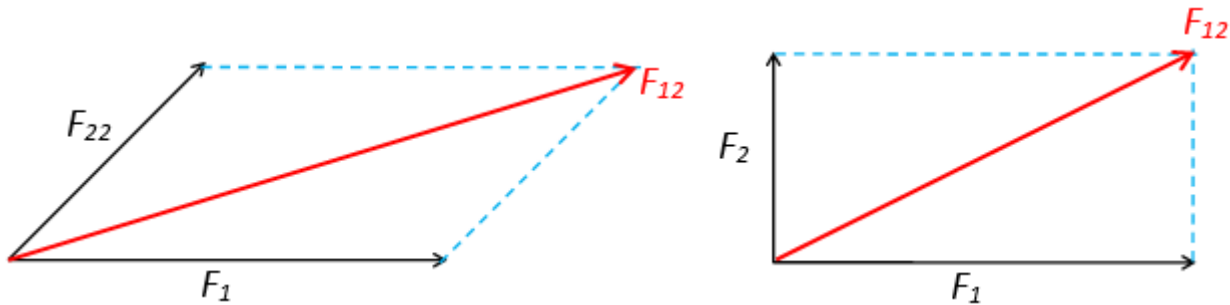
PL: SKLÁDÁNÍ SIL - řešení

1) Urči velikosti dílčích sil. Do obr. doplň výslednici znázorněných sil.

a)	1 dílek $\cong 10 \text{ N}$ $F_1 = 40 \text{ N}$ $F_2 = 20 \text{ N}$ $\mathbf{F = F_1 + F_2 = 40 + 20 = 60 \text{ N}}$ 
b)	1 dílek $\cong 5 \text{ kN}$ $F_1 = 25 \text{ kN}$ $F_2 = 15 \text{ kN}$ $\mathbf{F = F_1 - F_2 = 25 - 15 = 10 \text{ kN}}$ 
c)	1 dílek $\cong 1 \text{ N}$ $F_1 = 5 \text{ N}$ $F_2 = 3 \text{ N}$ $F_3 = 1 \text{ N}$ $F_4 = 1 \text{ N}$ $F_{34} = 0 \text{ N}$ (síly F_3 a F_4 se ve svých účincích ruší) $\mathbf{F = F_1 - F_2 = 5 - 3 = 2 \text{ N}}$ 
d)	
1 dílek $\cong 400 \text{ N}$ $F_1 = 1600 \text{ N}$ $F_2 = 800 \text{ N}$ $F_3 = 400 \text{ N}$ $\mathbf{F = F_1 + F_2 + F_3}$ $\mathbf{F = (1600 + 800 + 400)N}$ $\mathbf{F = 2800 \text{ N}}$ 	e)
1 dílek $\cong 2 \text{ MN}$ $F_1 = 6 \text{ MN}$ $F_2 = 2 \text{ MN}$ $F_3 = 2 \text{ MN}$ $F_{23} = 4 \text{ MN}$ $\mathbf{F = F_1 - F_{23}}$ $\mathbf{F = 6 - 4 = 2 \text{ MN}}$ 	

17_Skládání různoběžných sil působících v jednom bodě

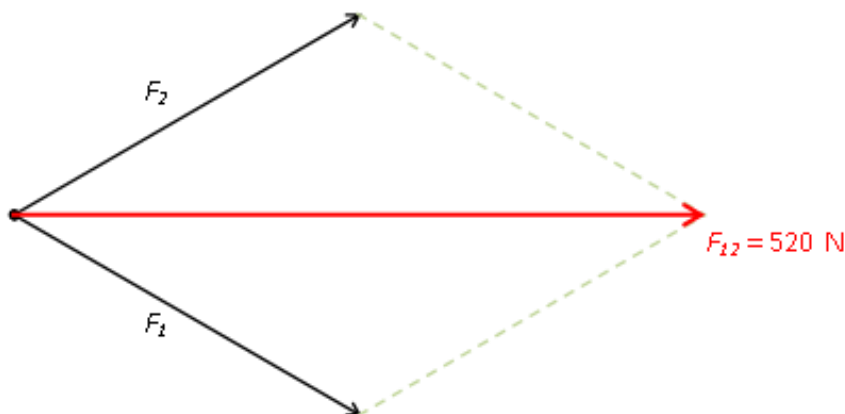
Výslednice je dána úhlopříčkou rovnoběžníku s počátkem v působišti obou sil.
Grafické znázornění výslednice dvojice sil:



Př.:

Dva čluny táhnou do přístavu loď. Každý z nich napíná lano silou o velikosti 300 kN. Lana spolu svírají úhel 60° .

Graficky urči velikost a směr jediného člunu, který by měl na loď stejný pohybový účinek jako oba čluny. Měřítko: $1 \text{ cm} \hat{=} 60 \text{ kN}$



18_Rovnováha sil

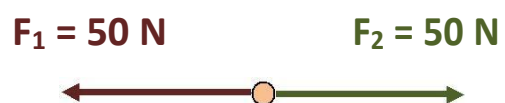
působí-li

- na jedno těleso
- současně
- dvě síly stejné velikosti $F_1 = F_2$
- opačného směru

je jejich výslednice nulová.

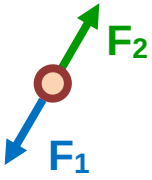
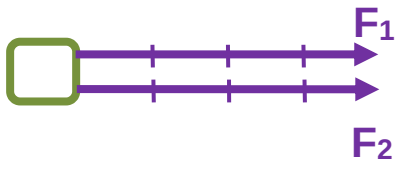
$$F = F_1 - F_2 = 50 - 50 = 0 \text{ N}$$

Síly F_1 a F_2 se ve svých účincích ruší.

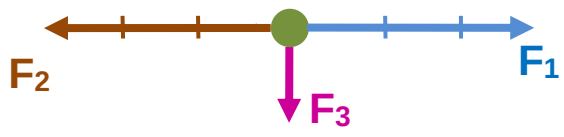


PL: ROVNOVÁHA SIL

1) Jsou síly působící na těleso v rovnováze?

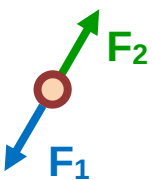
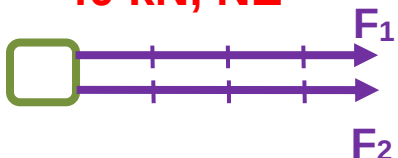
a)	1 dílek $\hat{=}$ 10 N $F_1 = 10$ N $F_2 = 10$ N F = 	Působí síly na jedno těleso? Působí síly současně? Mají síly stejnou velikost? Mají síly opačný směr?
b)	1 dílek $\hat{=}$ 5 kN $F_1 = 20$ kN $F_2 = 20$ kN F = 	Působí síly na jedno těleso? Působí síly současně? Mají síly stejnou velikost? Mají síly opačný směr?

2) Dopln do obrázku 1 sílu tak, aby byly všechny síly v rovnováze.

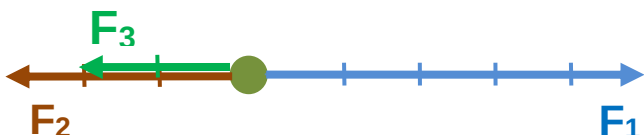
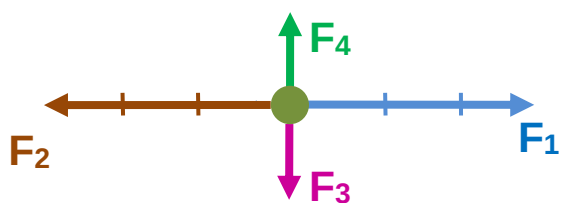
a)	1 dílek $\hat{=}$ 2 MN $F_1 =$ $F_2 =$ $F_3 =$ 
b)	1 dílek $\hat{=}$ 40 N $F_1 =$ $F_2 =$ $F_3 =$ $F_4 =$ 

PL: **ROVNOVÁHA SIL - řešení**

1) Jsou síly působící na těleso v rovnováze?

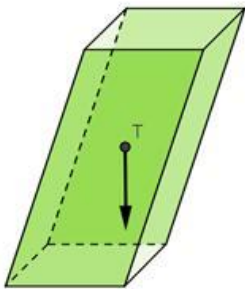
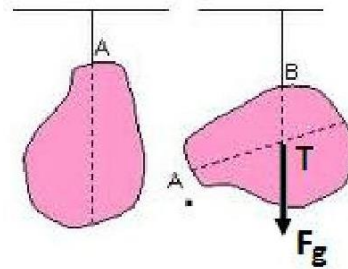
a)	1 dílek $\hat{=}$ 10 N $F_1 = 10$ N $F_2 = 10$ N $F = 0$ N ANO 	Působí síly na jedno těleso? Ano Působí síly současně? Ano Mají síly stejnou velikost? Ano Mají síly opačný směr? Ano
b)	1 dílek $\hat{=}$ 5 kN $F_1 = 20$ kN $F_2 = 20$ kN $F = 40$ kN, NE 	Působí síly na jedno těleso? Ano Působí síly současně? Ano Mají síly stejnou velikost? Ano Mají síly opačný směr? Ne

2) Doplň do obrázku 1 sílu tak, aby byly všechny síly v rovnováze.

a)	1 dílek $\hat{=}$ 2 MN $F_1 = 10$ MN $F_2 = 6$ MN $F_3 = 4$ MN  $F_2 + F_3 = F_1$ $F = 0$ MN $6 + 4 = 10$
b)	1 dílek $\hat{=}$ 40 N $F_1 = 120$ N $F_2 = 120$ N $F_3 = 40$ N $F_4 = 40$ N  $F = 0$ N

19_Těžiště tělesa

- každé těleso má jen **jedno těžiště (T)**
- v těžišti tělesa zakreslujeme **působíště** výsledné gravitační síly F_g , kterou Země působí na těleso
- **poloha těžiště závisí na rozložení látky v tělese**



tělesa zůstávají v klidu, jsou-li:

- zavěšená nad těžištěm nebo v těžišti
- podepřená přesně pod těžištěm nebo v těžišti

Stabilnější jsou tělesa se **širší základnou** a **nízko položeným těžištěm**.

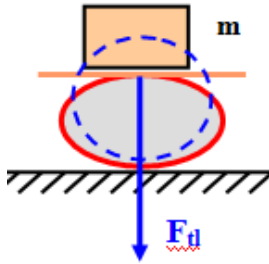
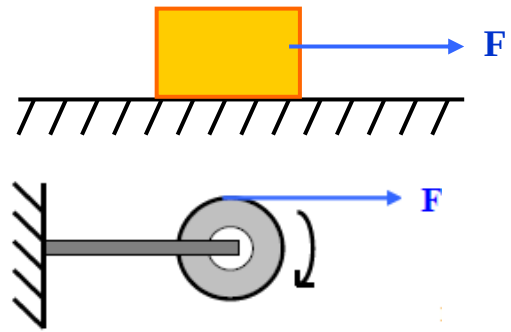
Rovnovážná poloha:

stálá		• těžiště nejnižší • po vychýlení se do ní těleso vrací
vrátká		• těžiště nejvyšší • po vychýlení se do ní těleso nevrací
volná		• po vychýlení zůstává těleso v nové poloze

20_ Účinky síly

Rozdělení účinků síly

- **posuvné**
posunutí tělesa po stole
- **otáčivé**
utahování šroubu, páka, kladka



- **deformační**
tlaková síla mění tvar míče

Urychlující a brzdné účinky na těleso

Pohybové zákony – formuloval I. Newton

Působením vnější síly na těleso se mění:

- **rychlost tělesa**
z klidu do pohybu a naopak, zrychlení nebo zpomalení tělesa
- **směr pohybu**

tyto změny závisí na:

1. **velikosti síly** – čím větší síla, tím větší změna stavu tělesa
2. **hmotnosti tělesa** – čím větší hmotnost tělesa, tím menší změna jeho stavu

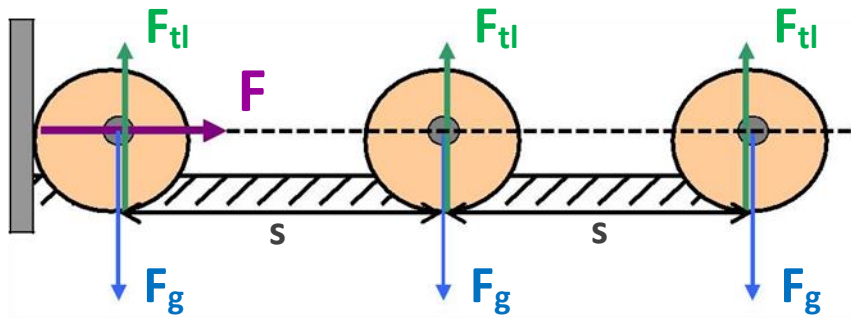
třecí, odporové síly – síly působící proti směru pohybu tělesa (odporová síla vzduchu, kapaliny, třecí síla mezi koly auta a vozovkou, ...)

21_Zákon setrvačnosti

setrvačnost tělesa – vlastnost těles setrvávat v klidu nebo v pohybu
rovnoměrném přímočarém (stálá rychlost i směr)

Úderem (**síla F**) je těleso uvedeno do pohybu.

$F_g = F_{tl}$ gravitační a tlaková síla podložky jsou **v rovnováze** ($F = 0 \text{ N}$)
(odporové a třecí síly zanedbáváme)



Výslednice sil je nulová, a proto se váleček pohybuje rovnoměrně, přímočaře.

Zákon setrvačnosti/ I. Newtonův zákon/ :

těleso setrvává - **v klidu nebo**

v pohybu rovnoměrném přímočarém,

jestliže na ně - **nepůsobí jiná tělesa silou nebo**

síly působící na těleso jsou v rovnováze.

Využití : vyklepávání prachu, ...

22_Zákon vzájemného působení dvou těles

(zákon akce a reakce)

Působí-li jedno těleso na druhé silou (**akce**), působí i druhé těleso na první
stejně velkou silou opačného směru (**reakce**).

Tyto síly **současně vznikají a zanikají.**

Každá síla působí na jiné těleso $\Rightarrow$ **nemohou se vzájemně rušit!!!**

