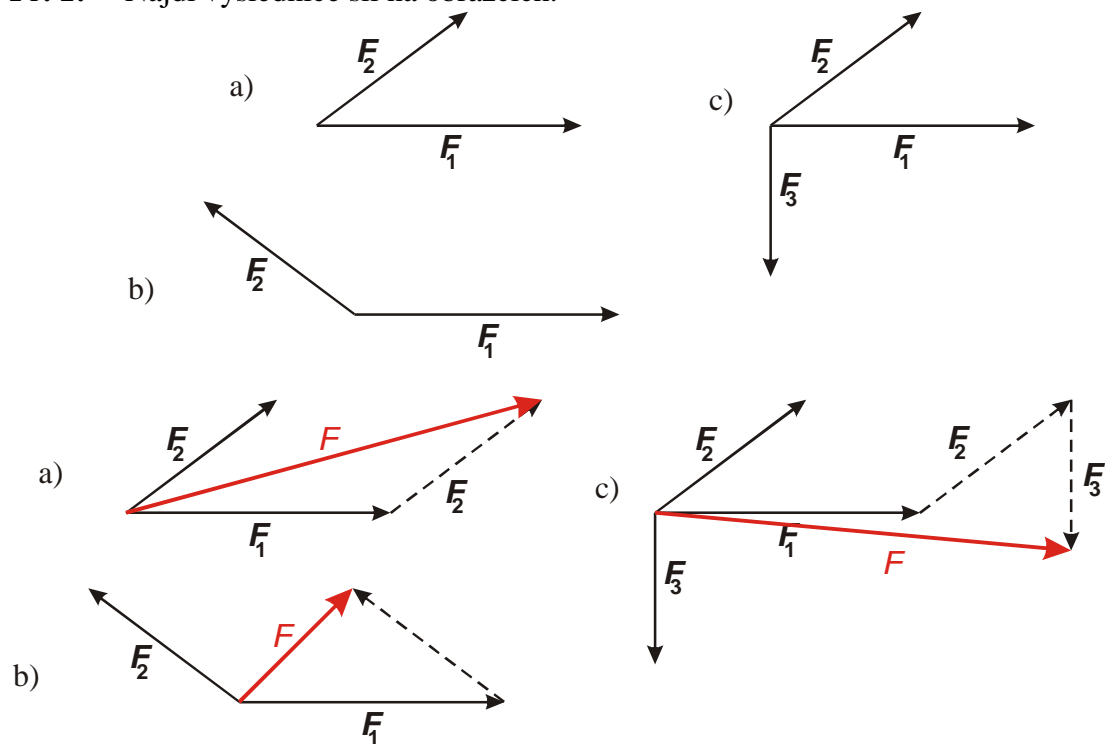


1.7.3 Skládání a rozklad sil

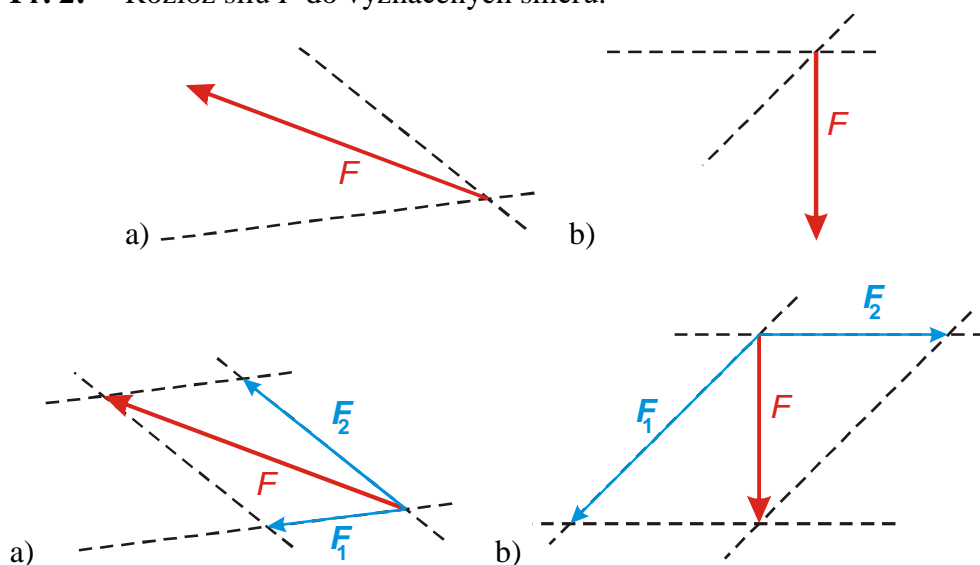
Předpoklady: 1212, 1702

Pedagogická poznámka: Větší část hodiny zabírá opakování, které je však pro další hodiny velmi podstatné.

Př. 1: Najdi výslednice sil na obrázcích.

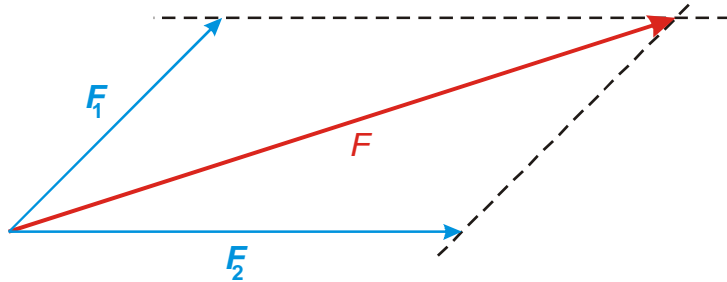


Př. 2: Rozlož sílu F do vyznačených směrů.



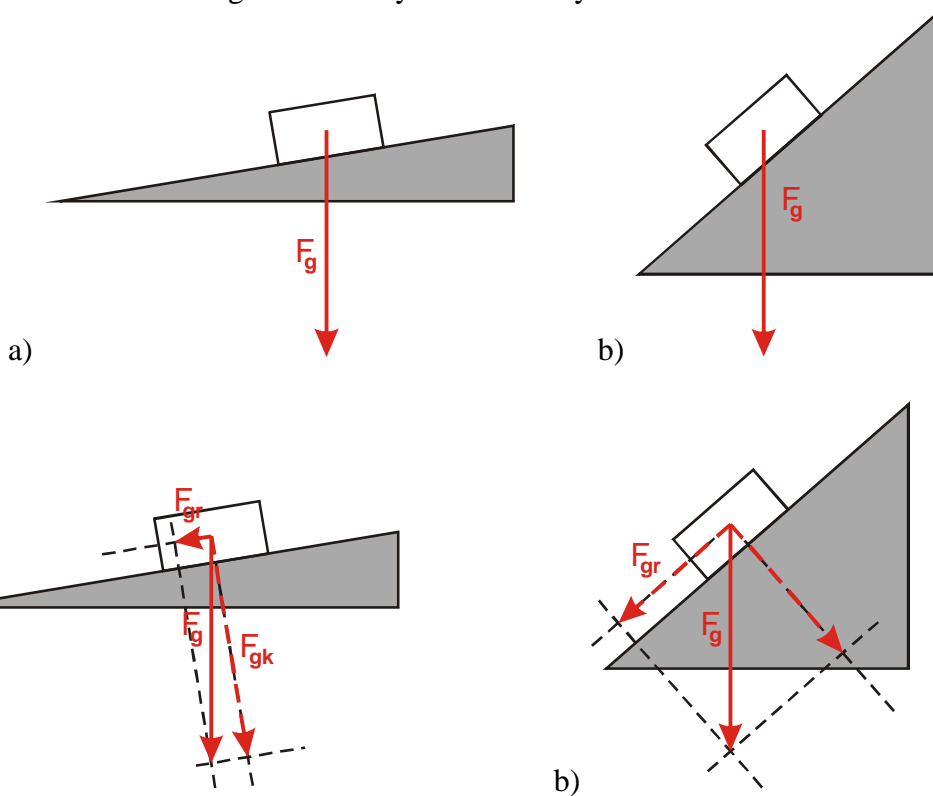
Př. 3: Urči rýsováním a měřením výslednici sil $F_1 = 40\text{ N}$ a $F_2 = 60\text{ N}$, které spolu svírají úhel 45° .

Nakreslíme situaci, pro vynesení obou sil si zvolíme měřítko (například $10\text{ N} \dots 1\text{ cm}$).



Délka výslednice: $9,3\text{ cm} \Rightarrow$ výslednice má velikost 93 N .

Př. 4: Nakresli rozklad gravitační síly na nakloněných rovinách.



Př. 5: Automobil o hmotnosti 1600 kg stojí na nakloněné rovině, která se zvedá pod úhlem 15° . Urči kolmou a rovnoběžnou složku gravitační síly.

Stačí dosadit do vzorců.

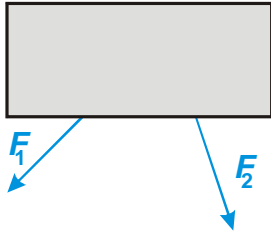
Kolmá složka (s rostoucím úhlem se zmenšuje):

$$F_{gk} = F_g \cdot \cos \alpha = mg \cos \alpha = 1600 \cdot 10 \cdot \cos 15^\circ \text{ N} = 15500 \text{ N}.$$

Rovnoběžná složka (s rostoucím úhlem roste):

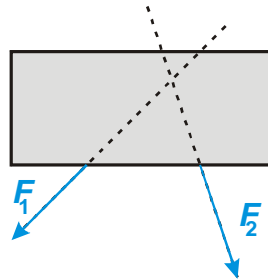
$$F_{gr} = F_g \cdot \sin \alpha = mg \sin \alpha = 1600 \cdot 10 \cdot \sin 15^\circ \text{ N} = 4100 \text{ N}.$$

Všechny síly, které jsme dosud skládali, měly jednu společnou vlastnost – působily ve stejném místě. Pokud dvě síly působí na tuhé těleso, můžeme je skládat, i když mají nestejná působišťe.

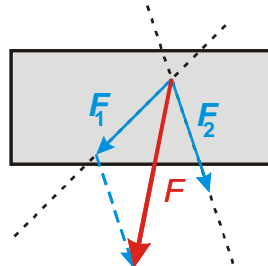


Jak složit síly F_1 a F_2 na obrázku?

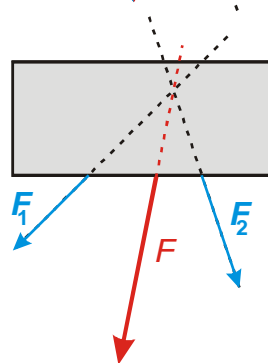
Nakreslíme vektorové přímky obou sil.



Vektory sil přesuneme do průsečíku vektorových sil, kde je klasicky sečteme.



Působišťe získané síly pak posuneme po její vektorové přímce tak, aby leželo na spojnici působišť sil F_1 a F_2 .

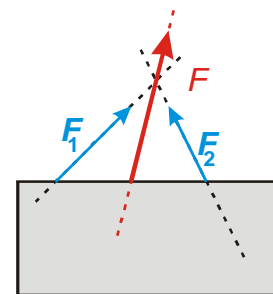
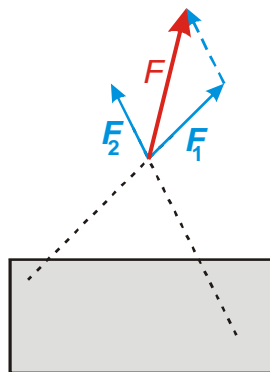
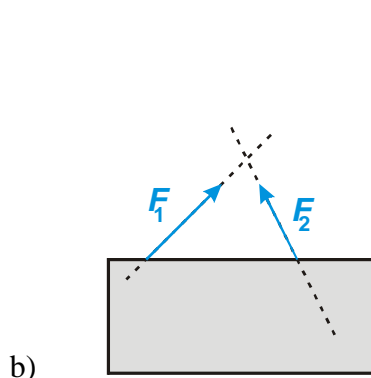
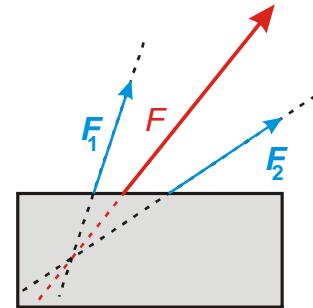
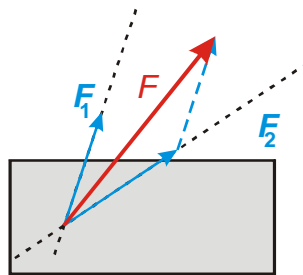
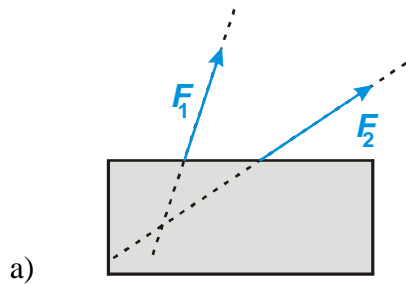
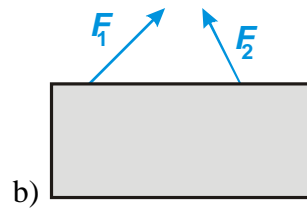
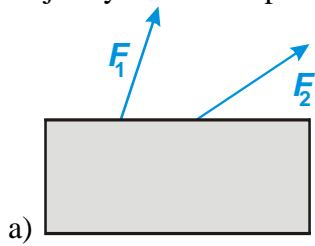


Pedagogická poznámka: Žáci mají velkou tendenci nedodržovat velikosti sil na obrázcích (například je často kreslí tak, aby končily na kraji předmětu). Pokud kreslíte na tabuli (jako já), zkuste u předchozího pokusu nakreslit síly podobně jako v učebnici tak, aby po přesunutí jedna končila před krajem obdélníku a jedna za ním, ale aby to nebylo extrémně nápadné. Dobře se tak pozná, kdo dává pozor.

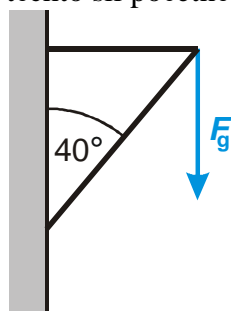
Př. 6: Vysvětlí, proč je možné přesouvat sílu po její vektorové přímce.

Moment síly vzhledem k libovolné ose otáčení je určen její velikostí a velikostí ramene (kolmé vzdálenosti vektorové přímky od osy otáčení) \Rightarrow pokud přesouváme sílu po její vektorové přímce, nemění se velikost momentu této síly vůči libovolné ose otáčení.

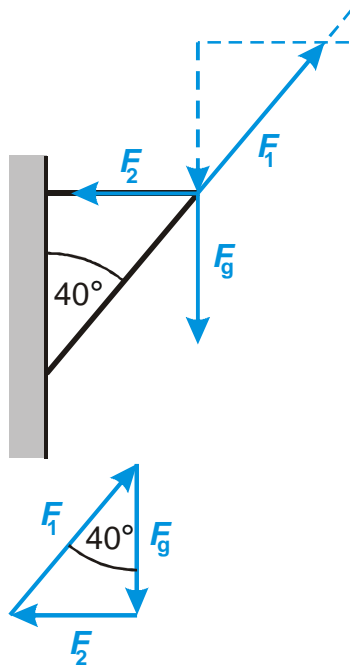
Př. 7: Najdi výslednici sil působících na pevné těleso.



Př. 8: Na konzole je zavěšen předmět o hmotnosti 150 kg. Jakým směrem mohou na místo zavěšení působit obě konzolové tyče? Urči velikost těchto sil graficky. Urči velikost těchto sil početně.



$m = 150 \text{ kg}$, $\alpha = 40^\circ$, $F_1 = ?$, $F_2 = ?$



Zavěšený předmět je v klidu \Rightarrow výslednice působících sil je nulová.

Stejná podmínka platí pro místo, kde je předmět připevněn ke konzole: výslednice sil F_g , F_1 a F_2 musí být nulová \Rightarrow vektory sil můžeme zakreslit tak, aby tvořily trojúhelník.

Síla F_1 působí na bod zavěšení šikmo nahoru (bez šikmého nosníku by bod zavěšení padal dolů).

Síla F_2 působí na bod zavěšení šikmo vzhůru (bez vodorovného nosníku by bod zavěšení padal dolů).

Trojúhelník tvořený silami je pravoúhlý s jedním úhlem o velikosti 40° . Známe velikost síly F_g , musí platit (například):

$$\cos 40^\circ = \frac{F_g}{F_1} \Rightarrow F_1 = \frac{F_g}{\cos 40^\circ}$$

$$\operatorname{tg} 40^\circ = \frac{F_2}{F_g} \Rightarrow F_2 = \operatorname{tg} 40^\circ \cdot F_g$$

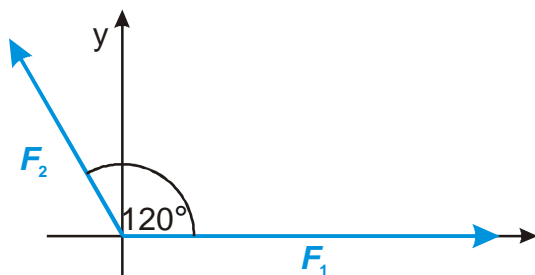
$$F_1 = \frac{F_g}{\cos 40^\circ} = \frac{mg}{\cos 40^\circ} = \frac{150 \cdot 10}{\cos 40^\circ} \text{ N} = 1960 \text{ N}$$

$$F_2 = \operatorname{tg} 40^\circ \cdot F_g = mg \operatorname{tg} 40^\circ = 150 \cdot 10 \cdot \operatorname{tg} 40^\circ \text{ N} = 1260 \text{ N}$$

Konzolové tyče jsou zatíženy silami 1960 N a 1260 N.

Př. 9: Urči výslednici sil F_1 a F_2 (velikost i směr), které spolu svírají úhel 120° , jestliže platí $F_1 = 50 \text{ N}$, $F_2 = 30 \text{ N}$.

Nejdříve musíme určit složky obou vektorů \Rightarrow musíme zvolit soustavu souřadnic, naštěstí můžeme libovolně \Rightarrow zvolíme souřadnice tak, aby osa x měla stejný směr jako síla F_1 .



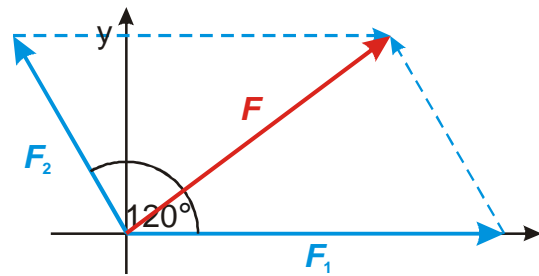
Určíme složky vektorů:

- $F_{1x} = 50 \text{ N}$

- $F_{1y} = 0 \text{ N}$

- $\sin \alpha = \frac{F_{2y}}{F_2} \Rightarrow F_{2y} = F_2 \cdot \sin \alpha = 30 \cdot \sin 120^\circ \text{ N} \doteq 26 \text{ N}$

- $\cos \alpha = \frac{F_{2x}}{F_2} \Rightarrow F_{2x} = F_2 \cdot \cos \alpha = 30 \cdot \cos 120^\circ \text{ N} \doteq -15 \text{ N}$



Určíme složky vektoru $\mathbf{F} = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2$

- $F_x = F_{1x} + F_{2x} = 50 + (-15) \text{ N} = 35 \text{ N}$
- $F_y = F_{1y} + F_{2y} = 0 + 26 \text{ N} = 26 \text{ N}$

Velikost vektoru \mathbf{F} : $|\mathbf{F}| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{35^2 + 26^2} \text{ N} = 44 \text{ N}$

Úhel, který síla \mathbf{F} svírá s osou x : $\text{tg } \alpha = \frac{F_y}{F_x} \Rightarrow \alpha = \text{tg}^{-1} \left(\frac{F_y}{F_x} \right) = \text{tg}^{-1} \left(\frac{26}{35} \right) = 37^\circ$

Součtem sil \mathbf{F}_1 a \mathbf{F}_2 je síla \mathbf{F} o velikosti 44 N, která se silou \mathbf{F}_1 svírá úhel $\alpha = 37^\circ$.

Shrnutí: Síly působící na téže pevné těleso v různých místech můžeme skládat jejich přesouváním po vektorové přímce.