

2.5.8 Šetříme si svaly II (nakloněná rovina)

Předpoklady: 020507

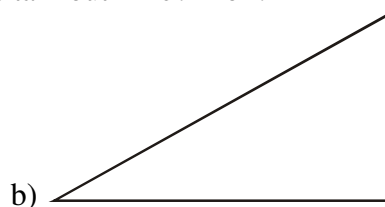
Pomůcky: nakloněná rovina, šroub, smotatelná nakloněná rovina

Př. 1: Jakým způsobem si lidé ulehčují dopravu nákladů do strmého kopce (třeba nakládání míchačky na káru za auto)?

Vezmou silná prkna, položí je jedním koncem na zem druhým na káru a po těchto prknech káru vytáhnou.

Tomuto vynálezu se říká **nakloněná rovina**.

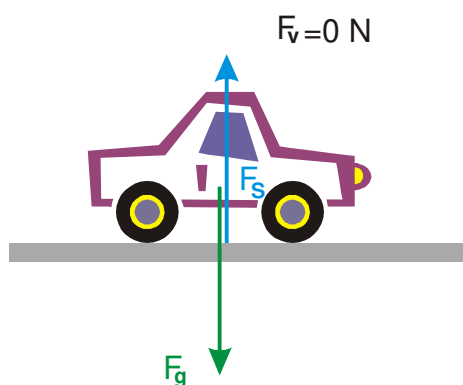
Př. 2: Do které nakloněné roviny se bude náklad táhnout hůře? Proč?



Náklad se hůře táhne do pravé nakloněné roviny, protože je strmější (je to větší kopec, více se podobá zvedání kolmo vzhůru, vede větší výšky, ...)

Žádné z předchozích vysvětlení není příliš fyzikální a jasné \Rightarrow zkusíme si rozebrat situaci a vysvětlit si, jak nakloněná rovina pomáhá.

Př. 3: Nakresli obrázek autíčka na vodorovné rovině. Nakresli síly, které na něj působí (tření zanedbej). Čím se řídí velikost těchto sil? Jaká je jejich výslednice? Jakou silou musíme na autíčko působit, aby se začalo pohybovat?



Na autíčko působí dvě síly:

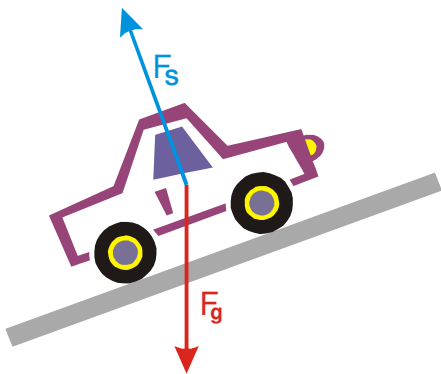
- gravitační síla Země F_g ,
- tlaková síla silnice F_s .

Velikost síly F_g je dána silou přitažlivosti Země a hmotností autíčka. Velikost síly F_s je taková, aby vyrovnala sílu, kterou na silnici působí autíčko (a která má velikost síly F_g) \Rightarrow síla F_s je velká "jak je potřeba, aby vyrovnala sílu F_g ".

Výslednice obou sil je nulová.

Stačí nám libovolně malá síla, která bude na autíčko působit ve vodorovném směru, a autíčko se rozjede.

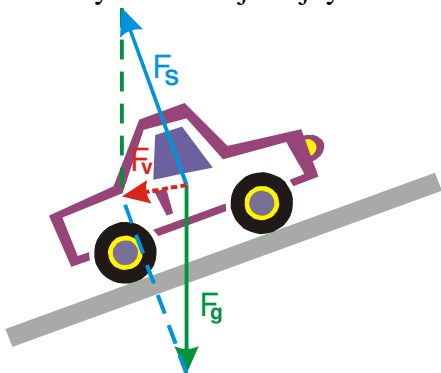
Př. 4: Jak se změní předchozí situace, když autíčko nebude na vodorovné rovině, ale na nakloněné rovině? Nakresli obrázek, působící síly a najdi výslednici.



Na autíčko působí dvě síly:

- kolmo dolů gravitační síla Země F_g ,
- kolmo na silnici tlaková síla silnice F_s .

Obě síly teď nemají stejný směr a proto se navzájem nevyruší a mají nenulovou výslednici.

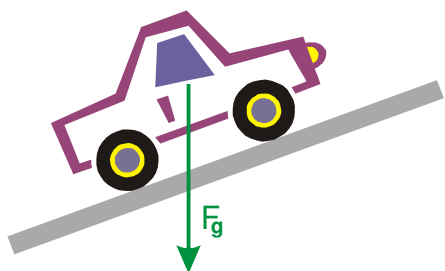


Výsledná síla směřuje dolů vodorovně s nakloněnou rovinou \Rightarrow snaží se autíčko z nakloněné roviny stáhnout (což je přesně to, co se děje).

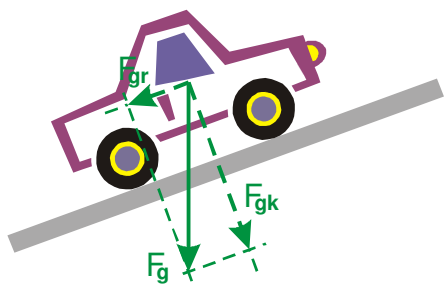
Řešení předchozího příkladu bylo trochu ošizené. Velikost a směr výslednice závisí na velikosti a směru obou sil. U síly F_s jsme si však zdůvodnili pouze její směr (kolmá k silnici) nikoliv její velikost.

Na vodorovné rovině platilo, že síla F_s je tak velká, aby vyrušila gravitační sílu F_g (síla F_s je partnerskou silou k síle, kterou působí autíčko na silnici).

Na nakloněné rovině je situace složitější, gravitace pořád působí kolmo dolů, takže na nakloněnou rovinu nepůsobí celá, ale pouze její část - část, která je kolmá na nakloněnou rovinu \Rightarrow rozdělíme si tedy sílu F_g na část kolmou k nakloněné rovině (F_{gk}) a část s nakloněnou rovinou rovnoběžnou (F_{gr}).



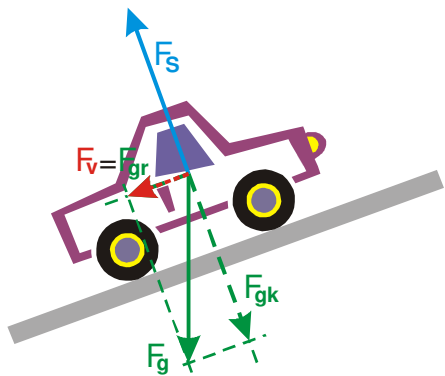
Př. 5: Rozlož gravitační sílu působící na autíčko na složku rovnoběžnou a složku kolmou k nakloněné rovině.



Př. 6: Prohlédni si obrázek z předchozího příkladu a rozhodni, jak velká bude síla F_s i výslednice sil F_g a F_s .

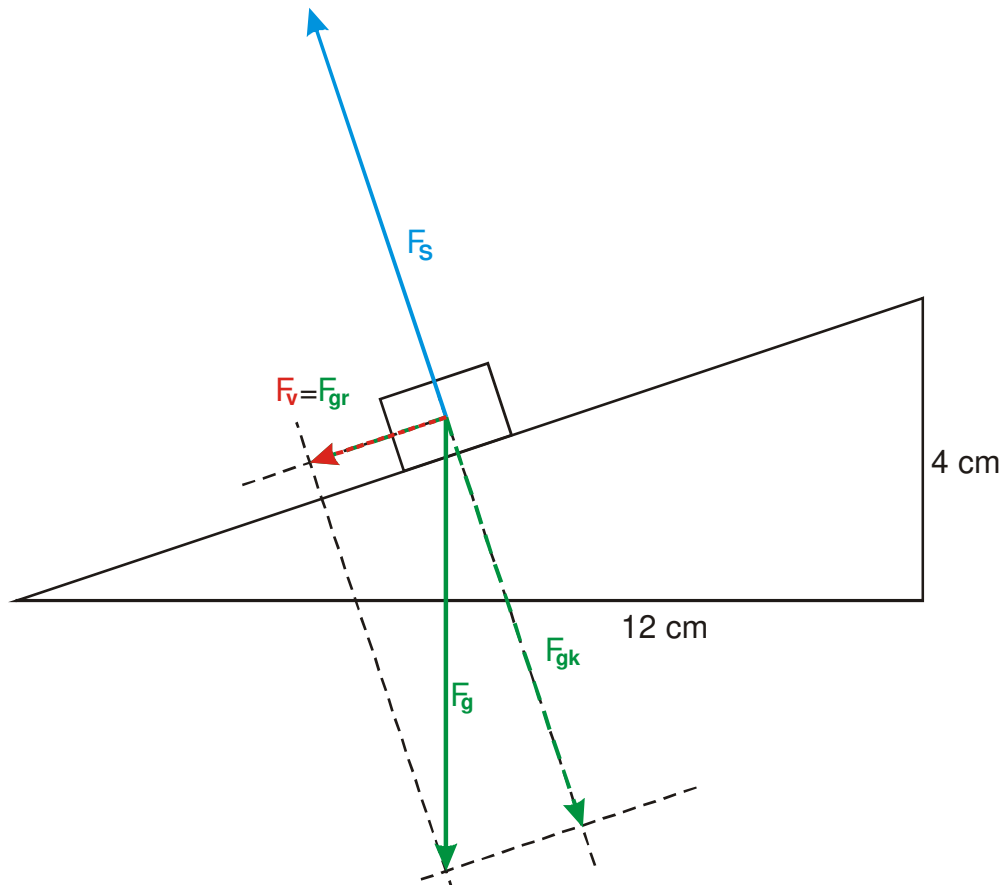
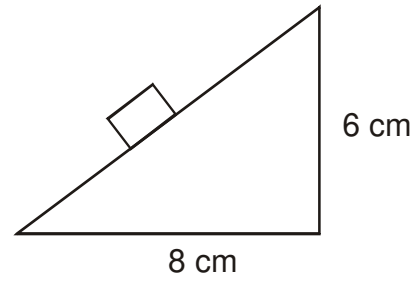
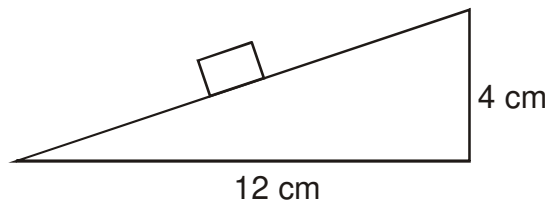
Stejně jako v případě vodorovné silnice bude síla F_s velká tak, jak je potřeba, tedy aby vyrovnala sílu, která do ní tlačí - sílu F_{gk} .

Síly F_s a F_{gk} se navzájem vyruší (mají stejné velikosti a opačný směr) \Rightarrow v obrázku zůstane pouze složka F_{gr} , která je tedy i výslednou silou.

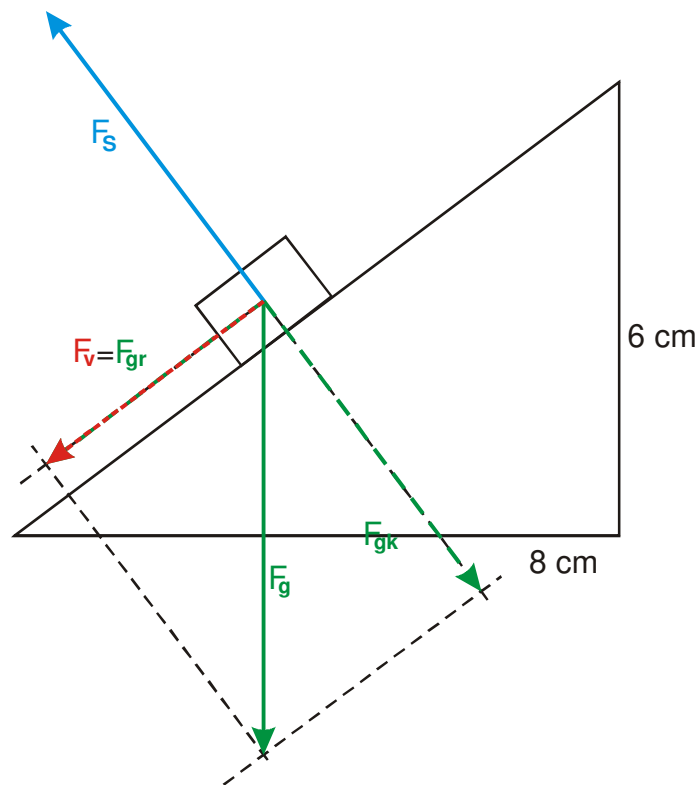


Př. 7: Prerýsuj obrázky do sešitu. Kvádřík má hmotnost 6 kg. Narýsuj do obrázků působící síly, najdi jejich výslednici a změř velikost všech sil i složek. Odpovídají výsledky

řešení příkladu 2?



Platí: $F_v = F_{gr} = 19 \text{ N}$, $F_{gk} = F_s = 57 \text{ N}$.



Platí: $F_v = F_{gr} = 36 \text{ N}$, $F_{gk} = F_s = 48 \text{ N}$.

Př. 8: Vysvětli, proč kvádrík z málo nakloněné roviny nesjede, ale při zvětšování jejího sklonu nakonec sklouzne.

Málo nakloněná rovina:

- rovnoběžná složka gravitace F_{gr} je malá \Rightarrow síla, která se snaží kvádrík stáhnout z nakloněné roviny je malá,
- kolmá složka gravitace F_{gk} je velká \Rightarrow kvádrík hodně tlačí do nakloněné roviny \Rightarrow mezi kvádríkem a nakloněnou rovinou je velké tření, která zabrání kvádríku sjet dolů.

Zvětšujeme sklon nakloněné roviny:

- rovnoběžná složka gravitace F_{gr} se zvětšuje malá \Rightarrow zvětšuje se síla, která se snaží kvádrík stáhnout z nakloněné roviny,
- kolmá složka gravitace F_{gk} se zmenšuje \Rightarrow kvádrík stále méně tlačí do nakloněné roviny \Rightarrow tření mezi kvádríkem a nakloněnou rovinou se zmenšuje,

\Rightarrow při určitém sklonu se tření vyrovná s rovnoběžnou složkou gravitační síly, při dalším zvětšení sklonu je rovnoběžná složka gravitace větší a stáhne kvádrík dolů.

Př. 9: Jak se při stavbě silnic postupuje, když není dost prostoru na výstavbu přímé nakloněné silnice?

Stavbaři postaví serpentiny - zkroucenou nakloněnou rovinu.

Př. 10: Když nakloněnou rovinu smotáme, získáme závit. Vysvětli:

- a) Jak při utahování poměrně malou utahovací silou vytvoříme obrovskou sílu, která

přitahuje k sobě šroub a matici (a s nimi i spojované předměty).
b) Proč utažená matka nepovolí.

a) Jak při utahování poměrně malou utahovací silou vytvoříme obrovskou sílu, která přitahuje k sobě šroub a matici (a s nimi i spojované předměty).

Závit je nakloněnou rovinou s velmi malým sklonem.

Nakloněná rovina s malým sklonem \Rightarrow malá složka F_{gr} a velká složka F_s .

Roli složky F_{gr} hraje síla, kterou se snažíme závit zašroubovat (je malá). Roli síly F_s hraje síla, kterou působí na šroub utahovaný předmět (velká síla) a roli složky F_{gk} hraje síla, kterou působí na matici utahovaný předmět.

b) Proč utažená matka nepovolí.

U utažené matky působí obrovské kolmé síly, kterými se tlačí matice do závitu šroubu, tak vzniká mezi maticí a šroubem velká třecí síla, která brání povolení matice.

Př. 11: Nakloněná rovina má délku 4 m a výšku 0,5 m. Jakou silou bude do této nakloněné roviny nutné táhnout míchačku o hmotnosti 65 kg?

Žáci přinesou příště: zopakují si převádění jednotek objemu.

Shrnutí: Sílu potřebnou ke zvedání můžeme zmenšit pomocí nakloněné roviny.