

1.2.2 Síly II

Předpoklady: 1201

Opakování z minulé hodiny:

Pohyb a jeho změny způsobují síly.

pro každou pravou sílu je možné najít:

- původce (těleso, které ji způsobuje)
- cíl (těleso, na které síla působí)
- partnerskou sílu (sílu, která má obrácenou dvojici původce-cíl, stejnou velikost a opačný směr)

Pedagogická poznámka: Tato hodina je z pohledu probírání nové látky zcela zbytečná.

Pokud však chcete dosáhnout toho, aby studenti v dynamice samostatně řešili příklady, musíte nechat studenty, aby následující příklady prošli. Silový rozbor totiž stojí na počátku každého podobného příkladu a ze základních škol ho studenti prostě neovládají.

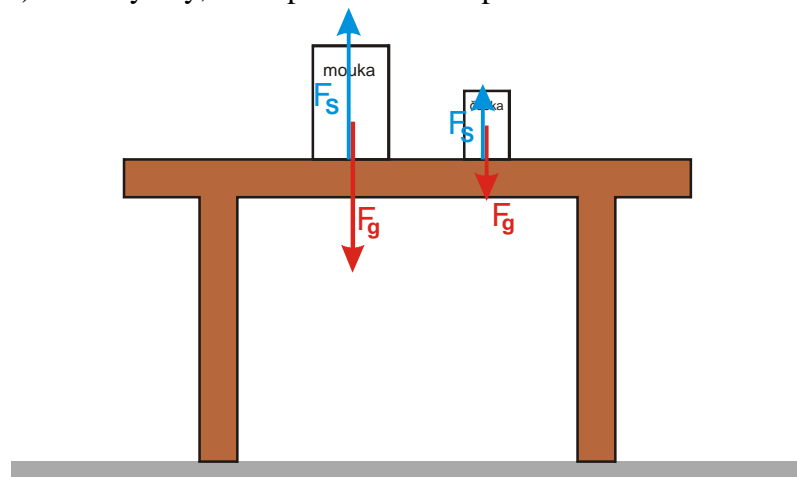
Studenti samozřejmě nemohou stihnout všechny příklady důležitých je prvních pět (se společnou kontrolou po třetím příkladu), poslední dva jsou pouze pro nejlepší (většinou si je společně ani neukazujeme).

Po zbytek hodiny budeme do různých obrázků dokreslovat síly.

Př. 1: Na stole jsou položeny dvě balení potravin. Půl kila čočky a kilo mouky. Nakresli obrázek a do obrázku vyznač:

- a) všechny síly, které působí každou potravinu
- b) všechny síly, které působí na stůl

a) všechny síly, které působí každou potravinu

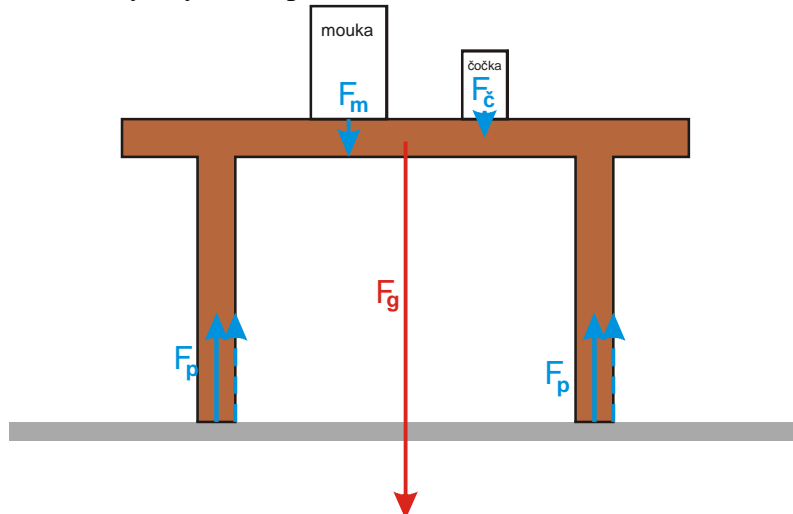


na mouku i čočku působí dvě síly:

- F_g - gravitační síla Země
- F_s - síla stolu

u každé potraviny jsou tyto dvě síly stejně velké, síly působící na mouku jsou dvakrát větší než síly působící na čočku

b) všechny síly, které působí na stůl



Na stůl působí sedm sil:

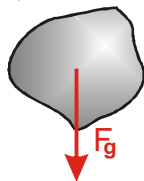
- F_g - gravitační síla Země
- F_p - čtyři přibližně stejné síly od podlahy na každou nohu stolu
- F_m - síla od mouky
- $F_č$ - síla od čočky

gravitační síla je podstatně větší než síly od mouky i čočky, protože hmotnost stolu je větší než hmotnost potravin

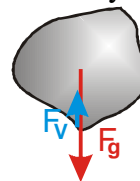
Dodatek: Součet všech sil v bodu b) předchozího příkladu je samozřejmě nulový (měl by tak alespoň přibližně vypadat). Přesná velikost jednotlivých sil od podlahy, závisí na umístění potravin na stole.

Př. 2: Kámen byl volně upuštěn a padá k zemi. Nakresli síly, které na kámen působí:
 a) v okamžiku upuštění (ruka, která kámen držela už na něj nepůsobí, kámen se ještě nezačal pohybovat)
 b) po uplynutí krátké doby od začátku pádu
 c) poté, co kámen padal delší dobu
 d) v okamžiku, kdy dopadl na Zem a začal se zastavovat

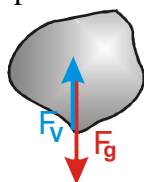
a) v okamžiku upuštění (ruka, která kámen držela už na něj nepůsobí, kámen se ještě nezačal pohybovat)



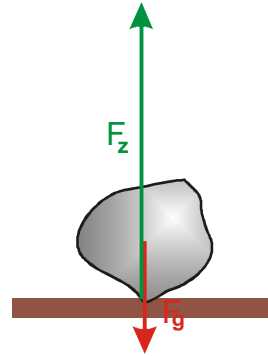
b) po uplynutí krátké doby od začátku pádu



c) poté, co kámen padal delší dobu



d) v okamžiku, kdy dopadl na Zem a začal se zastavovat

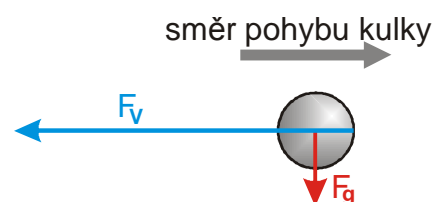


V každém okamžiku působí na kámen stále stejná gravitační síla Země F_g . Se vzrůstající rychlostí pádu začne kámen působit čím dál větší odpor vzduchu F_v . Ve chvíli, kdy se kámen dotkne země, se objeví síla země, která musí být podstatně větší než gravitační síla, aby dokázala kámen zastavit.

Pedagogická poznámka: Větší velikost brzdící síly země si mohou studenti snadno odzkoušet, když podrží nějaký předmět a pak si ho nechají padnout do ruky z výšky alespoň půl metru. Studenti sice neznají vzorec pro velikost odporu vzduchu, ale ze zkušenosti ví, že s rychlostí pohybujícího se předmětu roste.

Dodatek: V závislosti na délce pádu se odpor vzduchu zvětšuje a může dosáhnout stejné velikosti jako gravitační síla (pokud nemá kámen pravidelný povrch a během pádu se otáčí může být i větší). Odpor vzduchu samozřejmě působí i v okamžiku, kdy se kámen dotýká země pouze částí svého povrchu a ještě se pohybuje. Během letu se opravdu nepatrně mění i gravitační síla s tím, jak se kámen přibližuje k Zemi.

Př. 3: Vzduchem vodorovně letí kulka vystřelená z pušky. Nakresli její obrázek a síly, které na ni působí.



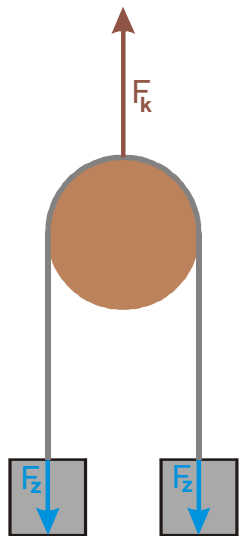
Na kulku působí pouze dvě síly:

- F_g - gravitační síla Země
- F_v - odpor vzduchu

vzhledem k poměrně malé hmotnosti kulky a její obrovské rychlosti je odpor vzduchu podstatně větší

Pedagogická poznámka: V předchozím příkladu se opět se objeví síly výstřelu a podobně. Následuje diskuse o tom, co bylo cílem minulé hodiny a jak si studenti jsou schopni pamatovat nejdůležitější poznatky.

Př. 4: Přes kladku je natažen provaz, na jehož koncích jsou přivázána dvě stejně těžká závaží. Nakresli všechny síly, které působí na provaz. Hmotnost lana zanedbej.



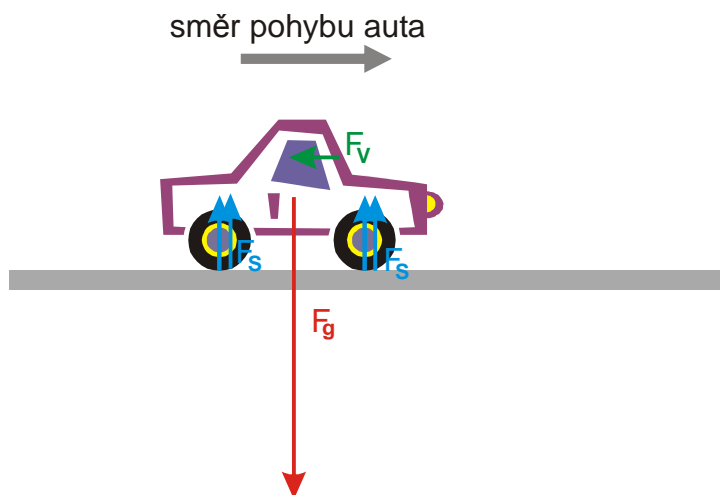
Na lano působí tři síly:

- F_k - síla kladky, která brání pádu lana
- F_z - dvě síla od závaží, které táhnou lano dolů

součet všech tří sil se rovná nule

Pedagogická poznámka: Z mě neznámého důvodu značné množství studentů zapomíná na sílu kladky. Protože myšlenka nulové výslednice u stojících předmětů je studentům vlastní, používám ji k tomu, aby si uvědomili, že v takovém obrázku ještě něco chybí.

Př. 5: Auto s vypnutým motorem jede po vodorovné silnici. Nakresli síly, které na auto působí.



Na auto působí šest sil:

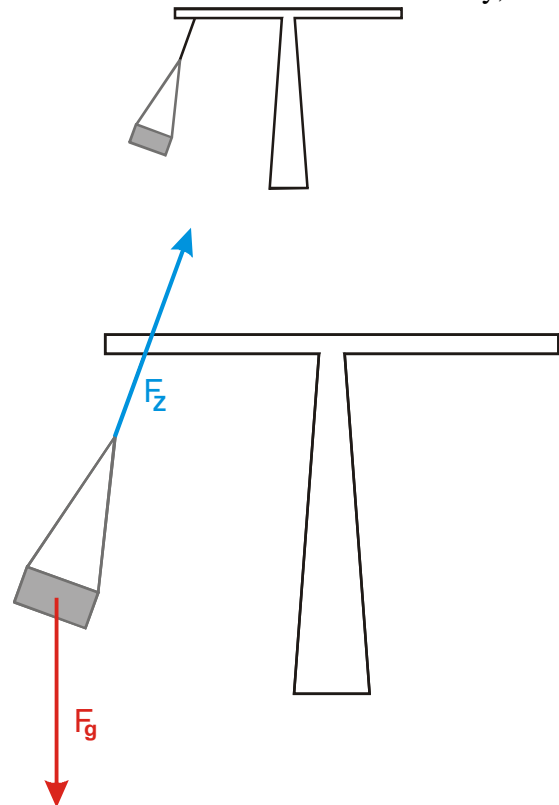
- F_g - gravitační síla Země
- F_s - čtyři přibližně stejné síly od silnice na každé kolo automobilu
- F_v - odpor vzduchu

Součet všech sil F_s a síly F_g by měl být nulový.

Pedagogická poznámka: Stejně jako v příkladu 3 se v řešení objevují síly setrvačnosti.

Příklad 4 je mezi příklady 3 a 5 strčen schválně, aby studenti trochu zapomněli, co jsme v příkladu 3 dělali a příklad s autem neřešili automaticky správně.

Př. 6: Kolotoč se točí. Nakresli síly, které působí na sedačku. Odpor vzduchu zanedbej.

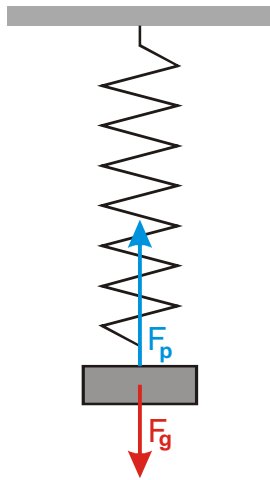


Pokud zanedbáme odpor vzduchu, působí na sedačku dvě síly:

- F_g - gravitační síla Země
- F_z - síla závěsu, kterým je sedačka připevněna ke kolotoči

Pedagogická poznámka: Studenti samozřejmě kreslí odstředivou sílu. Jenom si řekneme, že by nesplňovala tři požadavky na sílu a více se příkladem nezabýváme. Jeho čas ještě přijde.

Př. 7: Závaží zavěšené na pružině kmitá. Na obrázku je zachycena jeho nejnižší poloha. Nakresli všechny síly, které na závaží působí

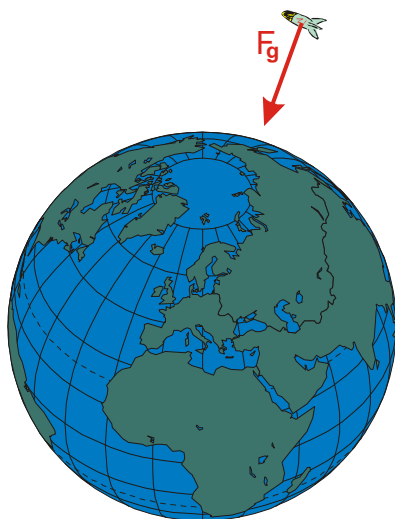


Na závaží působí dvě síly:

- F_g - gravitační síla Země
- F_p - síla pružiny, na které je závaží připevněno

Síla pružiny je větší než gravitační síla Země, protože závaží zvedne vzhůru.

Př. 8: Kolem Země letí kosmická raketa. Nakresli všechny síly, které na raketu působí.

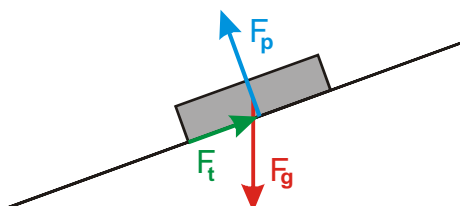


Na raketu působí jediná síla:

- F_g - gravitační síla Země

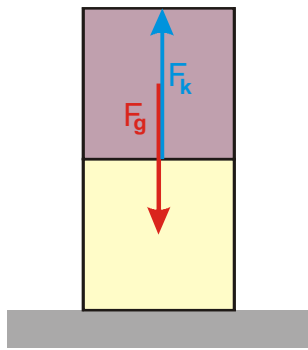
Pedagogická poznámka: Opět se objeví obrázky s odstředivou, případně setrvačnou silou. V tomto okamžiku si jenom ukážeme, že tyto síly nesplňují tři požadavky na pravou sílu s tím, že další diskuse nás teprve čeká.

Př. 9: Na nakloněné rovině je položena kniha. Kniha stojí. Nakresli síly, které na knihu působí.



Na knížku působí šest sil:

- F_g - gravitační síla Země
- F_p - síla od podložky (kniha se nepropadne dolů)

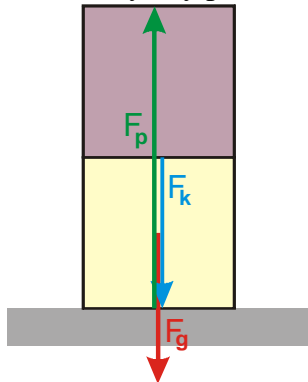


Na vrchní kostku působí dvě síly:

- F_g - gravitační síla Země
- F_k - síla od spodní kostky (vrchní kostka se nepropadne)

Obě síly se navzájem odečtou, aby výsledná síla byla nulová (kostka stojí).

b) všechny síly působící na spodní kostku

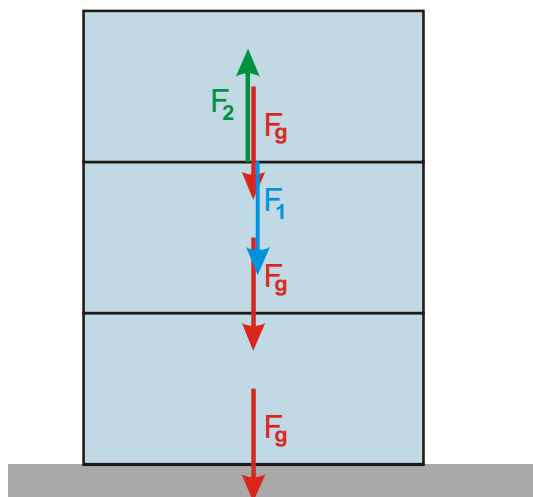


Na spodní kostku působí tři síly:

- F_g - gravitační síla Země
- F_k - síla od vrchní kostky
- F_p - síla od podložky (kostka se nepropadne)

Všechny tři síly se navzájem odečtou, aby výsledná síla byla nulová (kostka stojí).

Př. 12: Na stole jsou na sobě položeny tři litrové krabice s mlékem (o přibližné hmotnosti 1 kg). Nakresli do obrázku všechny síly o velikosti 10 N.



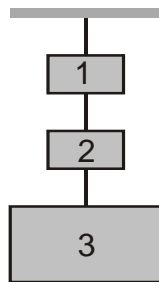
Síly o velikosti 10 N:

- F_g - na každou krabici působí gravitační síla 10 N
- F_1 - síla, kterou tlačí nejhořejší krabice na krabici pod sebou
- F_2 - síle, kterou tlačí prostřední krabice na nejhořejší

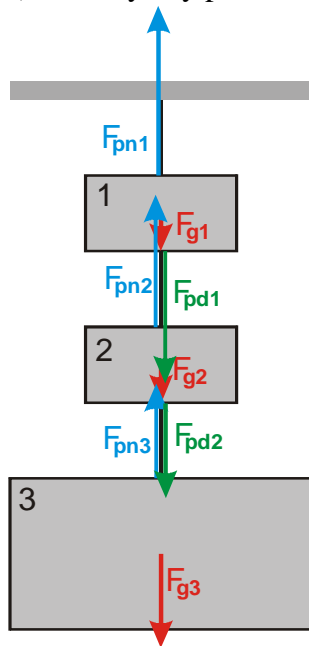
Př. 13: Na provaze jsou zavěšena dvě menší závaží hmotnosti 2 kg a jedno větší závaží o hmotnosti 5 kg (viz. obrázek). Nakresli do obrázku:

a) všechny síly působící na jednotlivá závaží

b) síly působící na jednotlivé kusy provazu
 Urči velikosti všech těchto sil. Hmotnost provazu zanedbej.



a) všechny síly působící na jednotlivá závaží



Na každé závaží působí odpovídající gravitační síla:

$$F_{g1} = F_{g2} = 20 \text{ N}, F_{g3} = 50 \text{ N}.$$

Síly, kterými působí na závaží provázek udržují celou soustavu v klidu. Postupujeme odspodu:

Závaží 3:

- $F_{pn3} = 50 \text{ N}$ - síla provázku na třetí závaží směrem nahoru, vyrovnává sílu F_{g3}

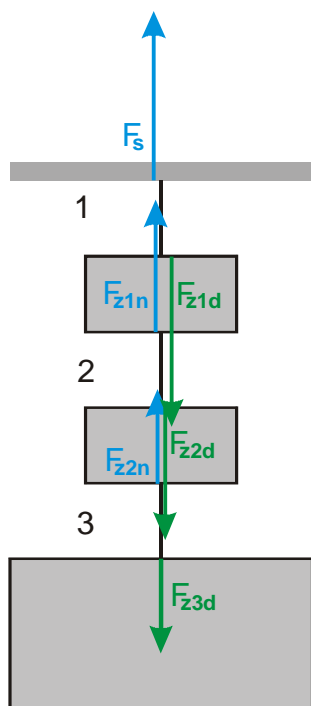
Závaží 2:

- $F_{pd2} = 50 \text{ N}$ - síla provázku na druhé závaží směrem dolů, drží provázek a závaží 3
- $F_{pn2} = 70 \text{ N}$ - síla provázku na druhé závaží směrem nahoru, vyrovnává síly F_{g2} a F_{pd2}

Závaží 1:

- $F_{pd1} = 70 \text{ N}$ - síla provázku na první závaží směrem dolů, drží provázek a závaží 2 a 3
- $F_{pn1} = 90 \text{ N}$ - síla provázku na první závaží směrem nahoru, vyrovnává síly F_{g1} a F_{pd1}

b) síly působící na jednotlivé kusy provazu
 označíme si jednotlivé kusy provazu



Síly, které působí na jednotlivé části provázku udržují celou soustavu v klidu. Postupujeme odspodu:

Provaz 3:

- $F_{z3d} = 50 \text{ N}$ - síla třetího závaží směrem dolů
- $F_{z2n} = 50 \text{ N}$ - síla, kterou druhé závaží drží provaz

Provaz 2:

- $F_{z2d} = 70 \text{ N}$ - síla druhého závaží směrem dolů
- $F_{z1n} = 70 \text{ N}$ - síla, kterou první závaží drží provaz

Provaz 1:

- $F_{z1d} = 90 \text{ N}$ - síla prvního závaží směrem dolů
- $F_s = 90 \text{ N}$ - síla, kterou strop drží provaz

Shrnutí: Každá síla musí splňovat podmínky z minulé hodiny. Součet sil působících na stojící předmět je nulový.