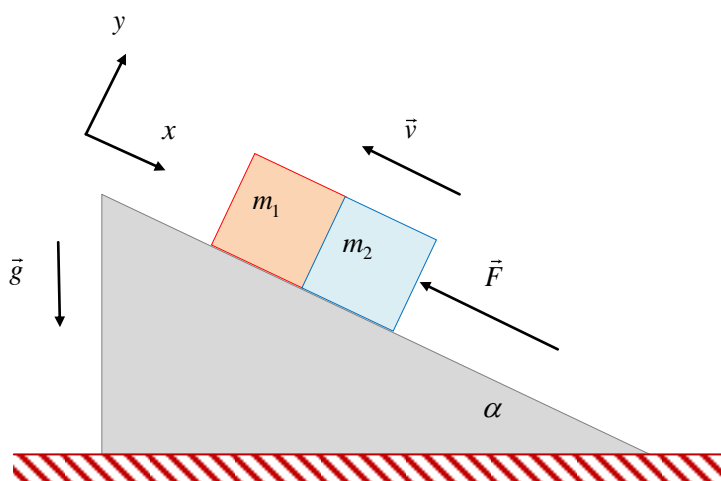


Téma 4. Dynamika částice – zákony newtonovské mechaniky

Úloha 4.1

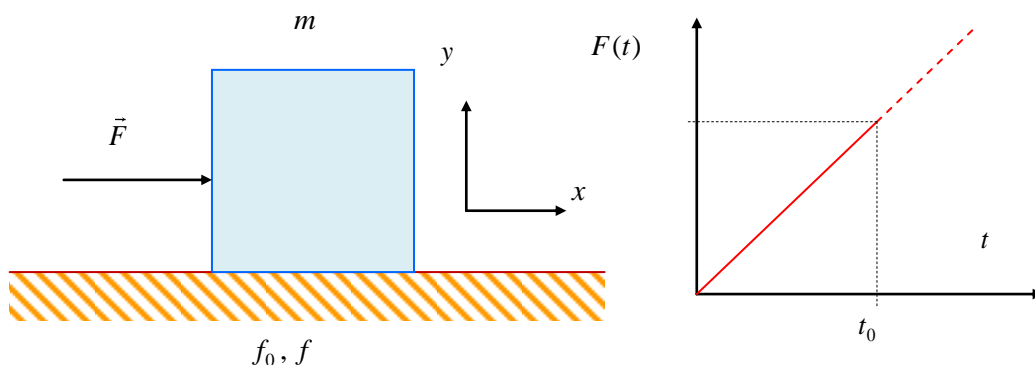
Na nakloněné rovině pevně spojené s povrchem Země jsou tři kostky o hmotnostech m_1 , m_2 , které jsou tlačeny směrem vzhůru stálou silou \vec{F} rovnoběžnou s nakloněnou rovinou o úhlu sklonu α (obrázek). Kostky se vzhledem k laboratorní vztažné soustavě pohybují směrem vzhůru stálou rychlostí \vec{v} .



Koeficient dynamického tření mezi každou z kostek a podložkou je f . Tíhové pole Země považujte za homogenní, tíhové zrychlení je \vec{g} . Odpor vzduchu proti pohybu kostek je zanedbatelný. V soustavě Země (s nakloněnou rovinou) – kostky vypište všechny dvojice sil popisujících interakci objektu podle třetího Newtonova zákona. Určete jejich směry, velikosti a působiště a specifikujte, zda se řídí silovými zákony a v kladném případě uveďte jakými.

Úloha 4.2

Kostka o hmotnosti m spočívá na vodorovném stole (v klidu). V okamžiku $t = 0$ s začne na kostku působit vodorovná tlaková síla \vec{F} , která se ji snaží posunout vpravo (obrázek).



Tíhové pole Země považujeme za homogenní, odpor prostředí zanedbáváme. Velikost síly \vec{F} se mění s časem lineárně, $F = Kt$, $K > 0$ je konstanta. Koeficient statického tření mezi kostkou a podložkou je f_0 , koeficient dynamického tření je f , přičemž $f < f_0$.

- Určete okamžik t_0 , kdy se kostka dá do pohybu.
- Vyjádřete závislost statické třecí síly, jíž působí podložka na kostku, v časovém intervalu $[0, t_0]$ s.
- Určete všechny síly (směr, velikost), jimiž na kostku působí její okolí v časových intervalech $[0, t_0]$ s a $[t_0, \tau]$ s, $\tau > t_0$.
- Popište pohyb kostky v časovém intervalu $[t_0, \tau]$ s, $\tau > t_0$.

Úloha 4.3

Malé tělísko o hmotnosti m je zavěšeno na niti, jejíž hmotnost je zanedbatelná a délka ℓ neproměnná. Soustava je v tíhovém poli Země, které považujeme za homogenní (tíhové zrychlení \vec{g}). Tělísko vychýlíme tak, aby nit svírala se svislým směrem úhel $0 < \alpha < 90^\circ$ a udělíme mu rychlost \vec{v} ve vodorovné rovině ve směru kolmém k niti. Odpor vzduchu proti pohybu tělíska zanedbáváme. Pohyb tělíska popisujeme vzhledem k laboratorní vztažné soustavě, kterou považujeme za inerciální.

- Lze velikost udělené rychlosti zvolit tak, aby tělísko obíhalo rovnoměrně po kružnici ležící ve vodorovné rovině? Případnou zápornou odpověď zdůvodněte, v případě kladné odpovědi velikost rychlosti určete.
- V případě kladné odpovědi ad a) vypočítejte velikost tahové síly, jíž působí nit na tělísko.
- Určete velikost a směr výslednice všech sil, jimiž okolní objekty působí na tělísko.

Úloha 4.4

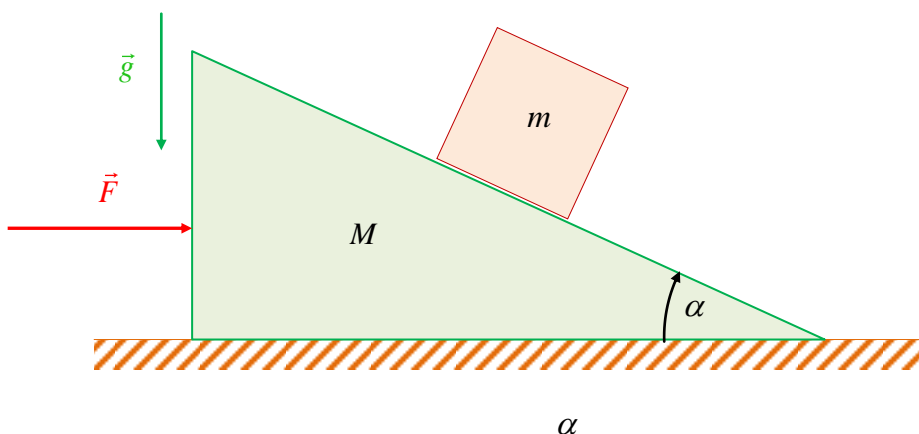
Malé tělísko o hmotnosti m je zavěšeno na niti, jejíž hmotnost je zanedbatelná a délka ℓ neproměnná. Soustava je v tíhovém poli Země, které považujeme za homogenní (tíhové zrychlení \vec{g}). Tělísko vychýlíme tak, aby nit svírala se svislým směrem úhel $0 < \alpha < 90^\circ$ a volně vypustíme (tzv. matematické kyvadlo). Odpor vzduchu proti pohybu tělíska zanedbáváme. Pohyb tělíska popisujeme vzhledem k laboratorní vztažné soustavě, kterou považujeme za inerciální.

- Vyjmenujte všechny síly, jimiž okolní objekty působí na tělísko.
- Určete velikost tahové síly, jíž působí nit na tělísko, v okamžiku, kdy tělísko prochází rovnovážnou polohou (nit je svislá).
- Určete velikost tahové síly, jíž působí nit na tělísko, v okamžiku, kdy tělísko prochází krajní polohou (nit svírá se svislým směrem úhel α).
- Určete velikost a směr výslednice sil v rovnovážné poloze a v krajní poloze tělíska.

Úloha 4.5

Na nakloněné rovině (blok ve tvaru klínu) o hmotnosti M a úhlu sklonu α , která se může bez tření pohybovat po přímce ve vodorovném směru, je volně položena kostka o hmotnosti m , která se po nakloněné rovině může pohybovat bez tření. Odpor vzduchu rovněž zanedbáváme. Soustava se nachází v tíhovém poli Země, které považujeme za homogenní (tíhové zrychlení \vec{g}). Na kostku působí vodorovná tlaková síla \vec{F} (obrázek). Kostka je vzhledem k nakloněné rovině v klidu.

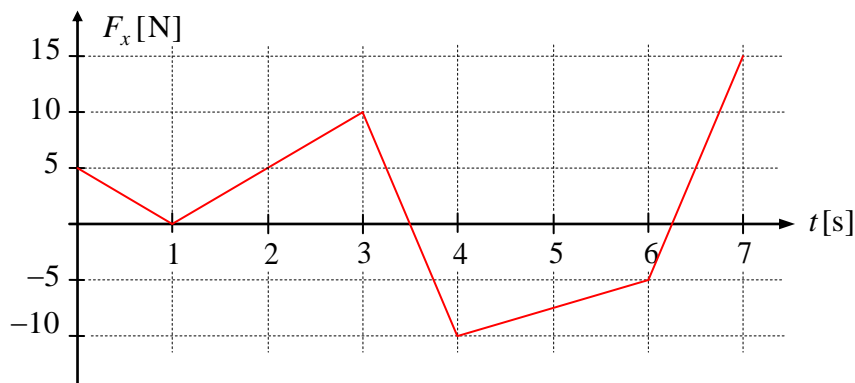
- Je možné zvolit velikost síly \vec{F} kostka byla vzhledem k nakloněné rovině v klidu? V případě, že ne, zdůvodněte, v případě, že ano, velikost této síly vypočtete.
- Jak velká je tlaková síla, již působí na kostku podložka, je-li v případě a) odpověď kladná a síla \vec{F} velikost zvolenou tak, aby kostka byla vzhledem k nakloněné rovině v klidu?



Úlohu řešte vzhledem k laboratorní vztažné soustavě, již považujeme za inerciální.

Úloha 4.6

Závislost výsledné síly $\vec{F} \sim (F_x, 0, 0)$, již působí okolní objekty na hmotný bod s konstantní hmotností $m = 0,2 \text{ kg}$ v časovém intervalu $[t_1, t_2] = [0, 0; 7, 0] \text{ s}$ je na obrázku.

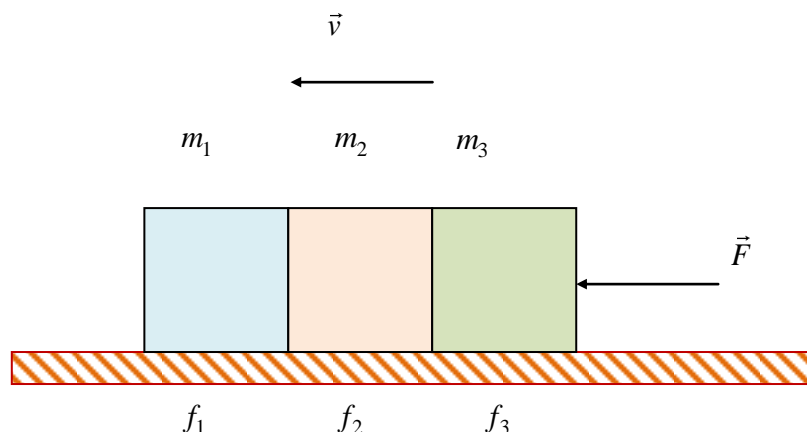


Pro daný časový interval určete

- změnu hybnosti hmotného bodu,
- střední hodnotu síly \vec{F} (vektor),
- střední hodnotu zrychlení (vektor) a její velikost,
- střední hodnotu velikosti zrychlení.

Úloha 4.7

Na vodorovném stole leží tři kostky 1, 2 a 3 o hmotnostech $m_1 = 0,5 \text{ kg}$, $m_2 = 1,0 \text{ kg}$, $m_3 = 0,4 \text{ kg}$, které se navzájem dotýkají (viz obrázek).



Jsou tlačeny vodorovnou silou \vec{F} o velikosti $3,6 \text{ N}$ a pohybují se společně rovnoměrně přímočaře. Koeficient dynamického tření mezi první kostkou a podložkou je $f_1 = 0,1$, mezi druhou kostkou a podložkou $f_2 = 0,15$. Určete

- koeficient tření f_3 mezi třetí kostkou a podložkou,
- velikosti vodorovných tlakových sil, jimiž na sebe navzájem působí kostky 1 a 2 a kostky 2 a 3.