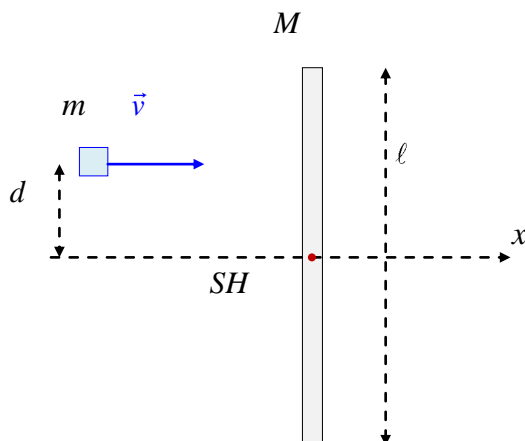


## Téma 9. Impulsové věty, zákony zachování

### Úloha 9.1

Homogenní tyč o hmotnosti  $M$  a délce  $\ell$  leží v klidu na vodorovném stole. Tyč může po stole klouzat bez tření. Malá krychlička (hmotný bod) o hmotnosti  $m$  narazí do tyče rychlostí  $\vec{v}$  kolmou k délce tyče ve vzdálenosti  $d = \ell / 2$  od jejího středu.



Krychlička se po stole pohybuje rovněž bez tření. Srážka je pružná. Popište pohyb tyče a kostky po srážce.

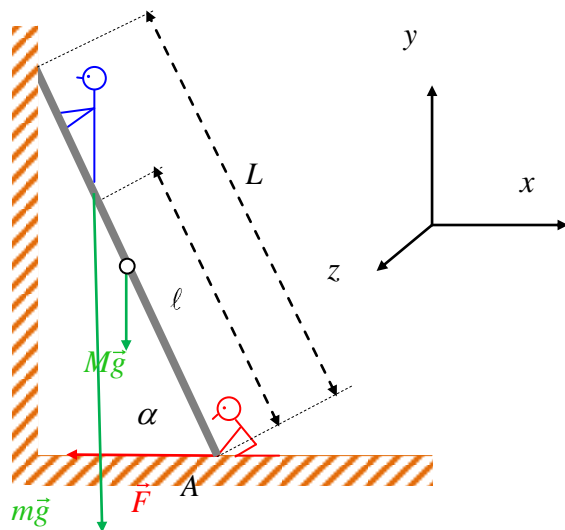
### Úloha 9.2

Kláda o délce  $L = 12\text{ m}$  je v rovnováze, jestliže ji podepřeme ve vzdálenosti  $d_1 = 3,0\text{ m}$  od tlustšího konce.

- Pokud podpěru posuneme o  $d_2 = 3,0\text{ m}$  směrem k tenčímu konci a na tenčí konec se posadí Vašek o hmotnosti  $m_1 = 60\text{ kg}$ , bude opět v rovnováze. Jaká je hmotnost  $m$  klády?
- Kde musíme kládu podepřít, aby byla v rovnováze, když se na tenčí konec místo Vaška posadí Lenka o hmotnosti  $m_2 = 30\text{ kg}$ ?

### Úloha 9.3

Homogenní žebřík o hmotnosti  $M = 10,0\text{ kg}$  a délce  $L = 3,0\text{ m}$  je opřený o drsnou stěnu (koeficient statického tření mezi žebříkem a stěnou je  $f_0 = 0,25$ ) a s vodorovnou podlahou svírá úhel  $\alpha = 30^\circ$ . Podlaha je dokonale hladká. Po žebříku pomalu vystupuje Pat o hmotnosti  $m = 60\text{ kg}$ . Mat drží žebřík v bodě A jeho kontaktu s podlahou a působí na žebřík vodorovnou silou  $\vec{F}$ . Největší síla, kterou je Mat schopen vyvinout, je  $250\text{ N}$ . Velikost tíhového zrychlení je  $g = 9,8\text{ ms}^{-2}$ .

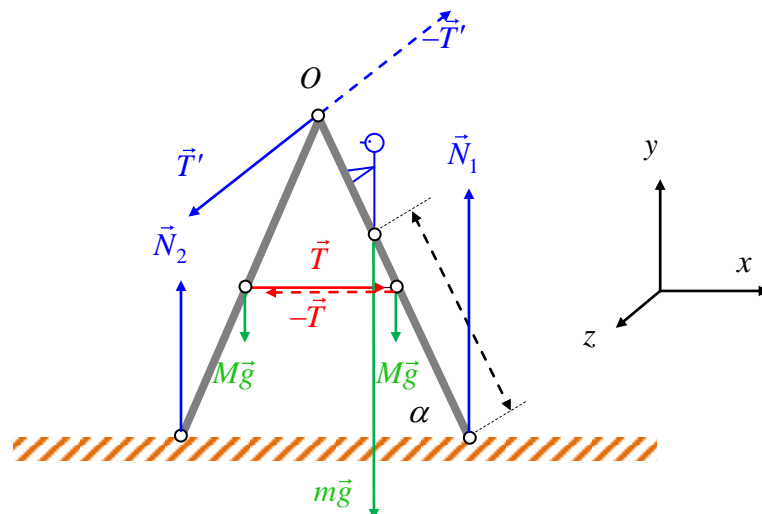


- Jak vysoko ( $\ell$  měřeno podél žebříku) může Pat vystoupit, aby s ním žebřík nesklouzl?
- Co mohou Pat a Mat jednoduše udělat pro to, aby Pat mohl vylézt alespoň do tří čtvrtin délky žebříku?

#### Úloha 9.4

Na štaflích o hmotnosti  $2M = 20 \text{ kg}$  s homogenními rameny délky  $L = 2,0 \text{ m}$  se po jednom rameni pohybuje malíř o hmotnosti  $m = 60 \text{ kg}$  (pro jednoduchost jej považujeme za hmotný bod). Ramena štaflí jsou v polovině své délky spojena lanem o délce  $\ell = 1,0 \text{ m}$ . Štafle stojí na vodorovné podlaze, která je hladká. V závislosti na vzdálenosti  $s$  měřené podél rameno, do které malíř vystoupí, zjistěte

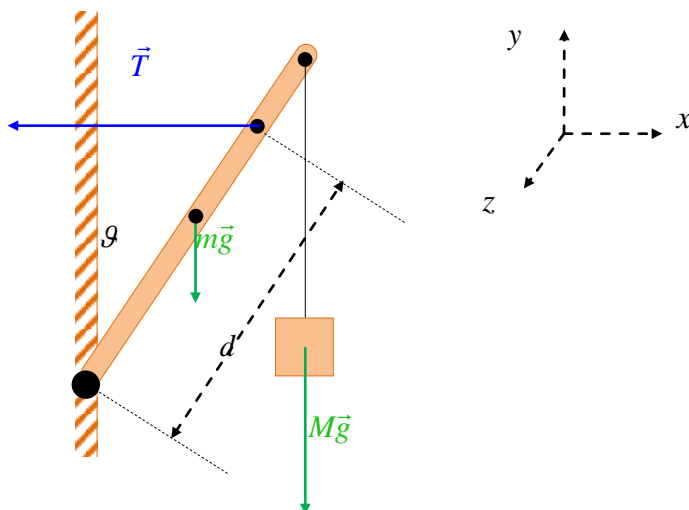
- velikost síly napínající spojovací lano,
- směry a velikosti sil vzájemného působení ramen štaflí v jejich vrcholu (kloub).



Číselné hodnoty vypočítejte pro  $s = (2/3)L$  a pro velikost tíhového zrychlení  $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ .

### Úloha 9.5

Zvedák je tvořen homogenní tyčí délky  $\ell$  a hmotnosti  $m$ . Dolní konec tyče je připevněn ke stěně kloubem. Tyč svírá se svislým směrem úhel  $\vartheta$  díky vodorovně napjatému lanu uchycenému k tyči ve vzdálenosti  $d$  od kloubu (měřeno podél tyče). Na horním konci tyče visí břemeno o hmotnosti  $M$ . Určete velikost síly  $\vec{T}$ , jíž je napínáno lano.



### Úloha 9.6

Dva bruslaři o stejných hmotnostech  $m = 50 \text{ kg}$  se k sobě přibližují po rovnoběžných přímkách vzdálených  $\ell = 3,0 \text{ m}$ , každý rychlostí o velikosti  $v = 10 \text{ ms}^{-1}$ . Prvý bruslař nese tyč o délce právě  $\ell = 3,0 \text{ m}$ , hmotnost tyče je zanedbatelná. Druhý bruslař uchopí volný konec tyče v okamžiku, kdy se míjejí. Postupně řešte tyto úkoly:

- Popište kvantitativně pohyb bruslařů po jejich spojení.
- Přitahováním po tyči zkrátí bruslaři svou vzdálenost na hodnotu  $d = 1,0 \text{ m}$ . Popište jejich pohyb po provedení tohoto úkonu.
- Porovnejte kinetickou energii v případech a) a b) a interpretujte výsledek.
- Jak se pohybuje střed hmotnosti soustavy?

Odpor vzduchu a tření mezi bruslemi a ledem ve všech případech zanedbejte.

### Úloha 9.7

Homogenní tyč o délce  $\ell$  a hmotnosti  $M$  leží na vodorovném stole, po kterém může klouzat bez tření. Hokejový kotouč (hmotný bod) o hmotnosti  $m$  se po stole pohybuje (rovněž bez tření) rychlostí  $\vec{v}$  kolmo k tyči a narazí do ní ve vzdálenosti  $d$  od jejího středu. Srážka je pružná a doba jejího trvání zanedbatelně malá.

- Vyjmenujte všechny veličiny charakterizující soustavu kotouč-tyč jako celek, které se při srážce zachovávají (tj. jsou stejné bezprostředně před srážkou, tj. v intervalu  $t \in [0, t_0]$ , kde  $t_0$  je okamžik, kdy dojde ke kontaktu kotouče s tyčí, a bezprostředně poté, co srážka skončila, tj. pro  $t \geq t_0 + \Delta t$ , kde  $\Delta t$  je doba trvání srážky.
- Popište pohyb středu hmotnosti soustavy před srážkou a po ní. Co lze říci o pohybu středu hmotnosti v intervalu  $\Delta t$  během trvání srážky?
- Jakou hmotnost by měl mít kotouč, aby zůstal po srážce v klidu?

Číselně řešte pro hodnoty  $m = 0,20 \text{ kg}$ ,  $M = 0,60 \text{ kg}$ ,  $\ell = 3,0 \text{ m}$ ,  $d = 0,50 \text{ m}$ ,  $v = 20 \text{ m s}^{-1}$ .