

2.3.5 2. Newtonův zákon II

Předpoklady: 020404

Pomůcky: kulička na provázku, kyblík na vodu, provázek

Př. 1: Na čem a jak závisí zrychlení způsobené výslednou silou? Demonstruj na výsledcích z minulé hodiny i na zkušenostech z běžného života.

Zrychlení způsobené vnější silou závisí na:

- velikosti výsledné síly (čím větší síla, tím větší zrychlení):
 - když jsme táhli větší silou, bruslař se rozjížděl rychleji,
 - auto se silnějším motorem se rychleji rozjíždí,
 - když do krabíčky na stole víc strčím, rychleji se rozjede,
 - když hodím míč větší silou, letí rychleji,
 - ...
- hmotnosti předmětu (čím větší hmotnost, tím menší zrychlení):
 - bruslař se závažím na zádech se při stejné výsledné síle rozjížděl pomaleji,
 - těžší míč (medicimbal se hůř hází i chytá),
 - plně naložené auto se pomaleji rozjíždí,
 - plně naložený vozík se hůře rozpohybovává,
 - ...

Př. 2: Uveď alespoň jeden příklad, kdy:

- a) výsledná síla působí ve směru pohybu a pohyb tím zrychluje,
- b) výsledná síla působí proti směru pohybu a pohyb tím zpomaluje,
- c) výsledná síla působí kolmo na směr pohybu a mění tím jeho směr.

a) výsledná síla působí ve směru pohybu a pohyb tím zrychluje

Na padající předmět působí výsledná síla směrem dolů (dokud je odpor vzduchu menší než gravitace) a padající předmět zrychluje svůj pád.

b) výsledná síla působí proti směru pohybu a pohyb tím zpomaluje

Krabíčku, do které strčíme rukou, brzdí třecí síla a postupně zastavuje její pohyb.

c) výsledná síla působí kolmo na směr pohybu a mění tím jeho směr

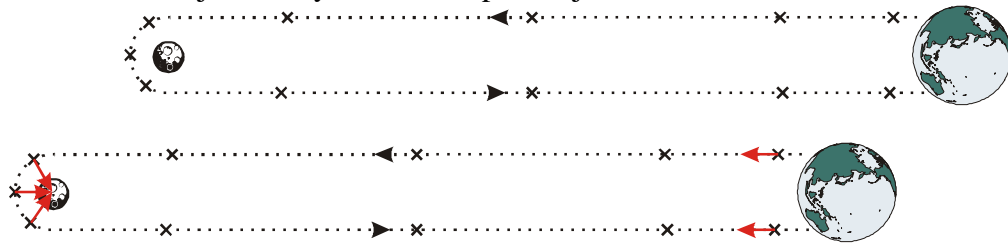
Země přitahuje Měsíc, který se nepohybuje rovnoměrně přímočaře, ale otáčí se okolo Země (jako by byl přidělán na provázku).

Př. 3: Kára (malý přívěs) na osobní auto musí mír při větším nosnosti vlastní brzdy. Proč?

Kára naložená velkou hmotností má velkou setrvačnost (tendenci udržet si svůj pohyb) \Rightarrow potřebuje velkou sílu, která by ji dokázala dostatečně rychle zabrzdit \Rightarrow síla, kterou brzdí káru závěs nemusí být dostačující \Rightarrow kára musí mít vlastní brzdy.

Př. 4: Kosmická sonda byla vyslána ze Země vyfotografovat odvrácenou stranu měsíce. Sonda zrychluje ihned po startu, pak se pohybuje stále stejnou rychlostí až do chvíle, kdy brzdí před návratem na Zem. Na obrázku je nakreslena její dráha. Nakresli do

obrázku do vyznačených míst výslednou sílu působí na raketu. Co tuto výslednou sílu v jednotlivých bodech způsobuje?

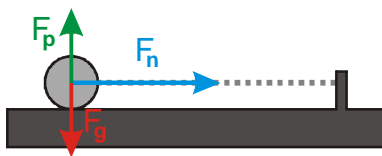


Během rovnoměrného pohybu působí na sondu nulová výsledná síla. Nenulová výsledná síla působí na sondu ve třech okamžicích:

- po startu sonda zrychluje \Rightarrow působí na ní výsledná síla ve směru pohybu (zřejmě síla zapnutých motorů),
- během obletu Měsíce sonda mění směr rychlosti \Rightarrow působí na ní výsledná síla kolmo na směr pohybu směrem do středu Měsíce (gravitační síla Měsíce, pokud není dostatečně silná, pak ještě síla motorů, které se musí zapnout a vhodně natočit),
- před přistáním sonda zpomaluje \Rightarrow působí na ní výsledná síla proti směru pohybu (zřejmě síla zapnutých brzdných motorů nebo hlavních motorů, pokud se sonda otočí proti směru svého pohybu).

Dodatek: Pokud uvažujeme gravitační působení Měsíce a Země i jindy než při otočce okolo Měsíce, situace se trochu znepráhlední: kromě místa, ve kterém se gravitační přitahování Země a Měsíce navzájem vyruší se sonda nebude pohybovat rovnoměrně (při cestě od Země bude kvůli gravitaci Země zpomalovat, při přibližování k Měsíci bude kvůli přitahování Měsíce zrychlovat, na zpáteční cestě bude situace opačná), při zrychlování i zpomalování bude muset motor překonat gravitační působení Země opačným směrem).

Př. 5: Kulička přidělaná k niti je položena na stole a rovnoměrně se točí. Nakresli síly, které na ní působí, a vysvětli její pohyb. Co se stane, když se nit přetrhne?

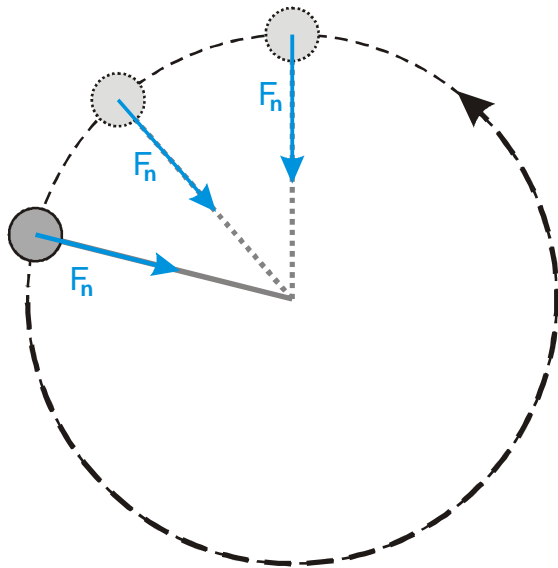


Při pohledu z bodu je vidět, že na kuličku působí tři síly:

- gravitační síla F_g směrem dolů,
- síla podložky F_p směrem nahoru (stejně velká jako gravitace),
- síla nitě F_n vodorovně v každém okamžiku ve směru k místu upevnění provázku.

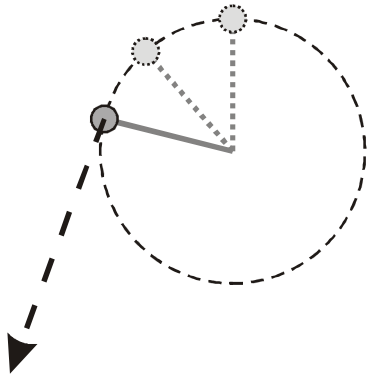
Síly F_g a F_p jsou stejně velké a navzájem se vyruší \Rightarrow výsledná síla na kuličku se rovná síle na nit.

Pohled seshora



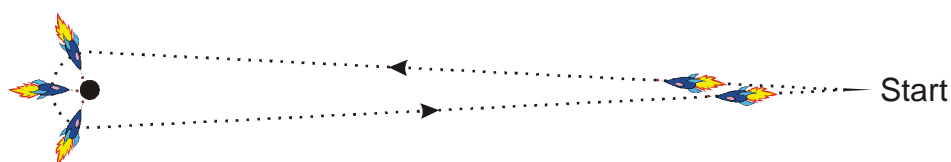
Výsledná síla působí v každém okamžiku kolmo na směr pohybu \Rightarrow rychlost kuličky se nemění, mění se pouze směr jejího pohybu (nit ji drží svou silou v kruhu).

Když se nit přetrhne, na kuličku bude působit nulová výsledná síla a kulička se bude pohybovat rovnoměrně přímočaře po tečně.



Pokud se má předmět rovnoměrně pohybovat po zakřivené dráze, musí na něj působit nenulová výsledná síla směrem do středu oblouku.

Př. 6: Závody kosmických sond se konají v dostatečné vzdálenosti od všech planet i hvězd v prostoru, kde je jejich gravitační působení zanedbatelně malé. Úkolem závodníků je co nejrychleji doletět ze startu do k bójce, obletět ji a vrátit se zpátky na start. Všichni závodníci mají k dispozici stejné rakety s jedním hlavním motorem v zádi a malými manipulačními motory, které umožňují měnit její směr, ale nemohou podstatně změnit její rychlost. Zásoba paliva v raketě je tak malá, že podstatnou část cesty musí raketa proletět rovnoměrným pohybem, aby závodník mohl před cílem zastavit. Nakresli obrázek situace a do něj postavení rakety v místech, kde musí mít zapnutý hlavní motor.



Raketa musí mít motor zapnutý:

- po startu, natočena je ve směru letu, aby síla motoru urychlovala raketu,
- během otáčení okolo bóje, kdy musí být natočena kolmo na směr letu špičkou k bóji, aby síla motoru působila kolmo na směr letu a raketu zatočila,
- před doletem do cíle, kdy musí být natočena proti směru pohybu, aby síla motoru působila proti směru pohybu a raketu zpomalila.

Př. 7: V otevřeném kyblíku je nalitá voda. Je možné ho obrátit vzhůru nohama tak, aby se voda nevyliła.

Pokud se nám podaří kyblík dostatečně rychle roztočit, voda se ani v nejvyšším místě nevylije.

Na kyblík sice v nejvyšším místě působí gravitace směrem dolů, ale pokud se pohybuje dostatečně rychle, veškerá gravitační síla se spotřebuje na udržování vody na kruhové dráze
⇒ voda nevyteče ani z převráceného neotevřeného kyblíku.

Př. 8: Co se stane se sedačkami na kolotoči, když se kolotoč začne točit? Vysvětli.

Jakmile se kolotoč začne točit, sedačky se začnou vyklánět. Čím rychleji se kolotoč točí, tím více jsou sedačky vykloněny od svislého směru.



Sedačka je svislá, působí na ní dvě síly:

- svisle dolů gravitační síla F_g ,
- svisle vzhůru síla závěsu F_z .

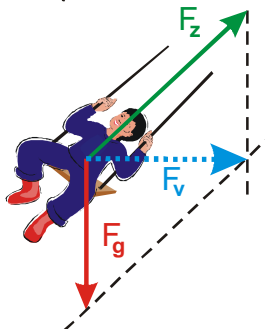
Obě síly mají opačný směr, stejnou velikost ⇒ výsledná působící síla je nulová ⇒ dítě na sedačce může stát nebo se pohybovat rovnoměrně přímočaře.



Sedačka je málo nakloněná, působí na ní dvě síly:

- svisle dolů gravitační síla F_g ,
- šikmo vzhůru síla závěsu F_z .

Síly mají nenulovou výslednici, působící vodorovně ke středu v každém okamžiku kolmo na směr pohybu ⇒ dítě se může pohybovat po kružnici.



Sedačka je hodně nakloněná, působí na ní dvě síly:

- svisle dolů gravitační síla F_g ,
- šikmo vzhůru síla závěsu F_z .

Síly mají nenulovou výslednici, působící vodorovně ke středu v každém okamžiku kolmo na směr pohybu ⇒ dítě se může pohybovat po kružnici větší rychlostí (z obrázků je vidět, že větší naklonění, znamená větší výslednou sílu zatáčející dítě).

Př. 9: Cyklista vjíždí do zatáčky. Co musí udělat, aby zatáčkou bezpečně projel? Proč?

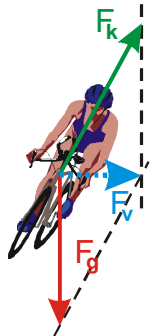
Cyklista se musí naklonit. Podobná situace jako u kolotoče.



Cyklista jede svisle, působí na něj dvě síly:

- svisle dolů gravitační síla F_g ,
- svisle vzhůru síla kola F_k .

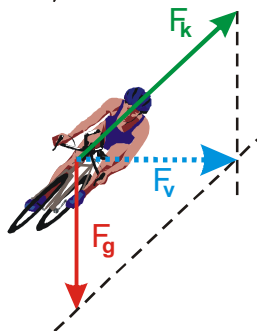
Obě síly mají opačný směr, stejnou velikost \Rightarrow výsledná působící síla je nulová \Rightarrow cyklista na kole může stát nebo se pohybovat rovnoměrně přímočaře.



Cyklista je trochu nakloněný, působí na něj dvě síly:

- svisle dolů gravitační síla F_g ,
- šikmo vzhůru síla kola F_k .

Síly mají nenulovou výslednici, působící vodorovně ke středu v každém okamžiku kolmo na směr pohybu \Rightarrow cyklista se může pohybovat po kružnici (zataččet).



Cyklista je hodně nakloněný, působí na něj dvě síly:

- svisle dolů gravitační síla F_g ,
- šikmo vzhůru síla kola F_k .

Síly mají nenulovou výslednici, působící vodorovně ke středu v každém okamžiku kolmo na směr pohybu \Rightarrow cyklista se může pohybovat po kružnici větší rychlostí (z obrázků je vidět, že větší naklonění, znamená větší výslednou sílu zatačející cyklistu – pokud kolo nepodklouzne).

Př. 10: Jestliže kolo působí šikmo nahoru na zatačejícího cyklistu, musí jiné těleso působit šikmo nahoru na kolo (jinak by se kolo začalo šikmo propadat). Jak je to možné? Může se cyklista naklonit do zatáčky za každé situace? Vysvětli.

Šikmo nahoru působí na cyklistu silnice. Tato síla je složena ze dvou sil:

- tlaková síla silnice působící kolmo vzhůru (jediná působící síla, pokud cyklista nezatačí a kolo působí na silnici kolmo dolů),
- třecí síla mezi kolem a silnicí působící směrem do středu zatáčky a zabraňující podklouznutí nakloněného kola.

Kolo nemůžeme naklonit do zatáčky, pokud tření mezi kolem a silnicí nedokáže vytvořit dostatečně velkou třecí sílu (například při náledí je možné kolo naklánět jen velmi málo a zatáčky je nutné projíždět velmi pomalu).

Shrnutí: Na předměty, které zatačí, musí působit výsledná síla směřující do středu zatáčky.