

2.4.1 1. Newtonův zákon I

Předpoklady: 020303

Pomůcky: válcové závaží 100 g, podložky s různým koeficientem tření, tvrdý papír na nájezdovou rampu a podložka rampy s výškou odpovídající tloušťce křídly

Víme, že pohyb souvisí s působením sil (když chceme, aby se něco začalo nebo přestalo pohybovat, musíme do toho strčit) \Rightarrow zkusíme prozkoumat, jak přesně tato souvislost vypadá.

Dnešní hodina je základním fyzikálním problémem, jehož úspěšné vyřešení na počátku 17. století odstartovalo její obrovský rozvoj (a rozvoj techniky).

Souvislost mezi silou a pohybem studovali vědci od pradávna a už od starověku ho považovali za vyřešený, jak se ukázalo v 17. století, vyřešený byl špatně. Pro nás to znamená, že musíme být velmi opatrní.

Př. 1: Na stole leží krabice. Co musíme udělat, aby se dala do pohybu? Proč se pak krabice pohybuje?

Musíme do krabice strčit. Krabice se pohybuje, protože na ní působí síla ruky.

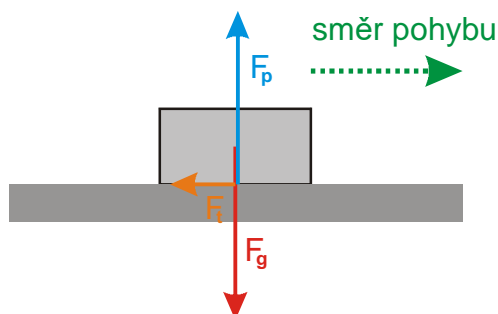
Př. 2: Zformuluj, jaký je vztah mezi silou ruky a pohybem krabice.

Dokud působí síla ruky, krabice se pohybuje.

Př. 3: Sleduj pohyb krabice po různých způsobech strkání rukou. Platí Tvůj předchozí závěr?

Náš předchozí závěr neplatí vždy. Pokud do krabice strčíme víc, chvíli se pohybuje, i když do ní rukou již nestrkáme.

Př. 4: Nakresli do obrázku síly, které působí na krabici poté, co do ní již rukou nestrkáš a ona se ještě pohybuje.



Součet gravitační síly a síly podložky je nulový (síly se navzájem vyruší) \Rightarrow výsledná síla, která působí na krabici je rovna třecí síle a působí tedy proti směru pohybu krabice.

V této části pohybu se krabice chová přesně opačně než jsme ještě před chvílí předpokládali.

- Náš předpoklad: předměty se pohybují tam, kam je tlačí vnější síla.

- Skutečnost: krabice se pohybuje opačným směrem než na něj tlačí vnější (třecí síla).

Dodatek: Použití válečku na následující pokus není zcela korektní, protože se kromě posuvného pohybu i otáčí. Postupoval jsem tímto způsobem však mnohokrát a nikdy se u žáků neobjevily žádné nejasnosti.

Budeme se situací, která nastává během brždění zabývat podrobněji.

Provedeme dvě změny:

- místo krabice budeme sledovat kutálející se váleček, protože zastavuje pomaleji a máme delší čas pozorovat, co se děje,
- do válečku nebudeme strkat prstem, ale budeme ho pouštět ze šikmého nájezdu (tím dosáhneme toho, že na začátku vodorovného pohybu bude mít váleček vždy stejnou rychlost).

Během jízdy po vodorovné rovině působí na váleček pouze třecí síla \Rightarrow budeme zmenšovat velikost třecí síly mezi válečkem a podložkou a sledovat, jak se mění pohyb válečku.

Najdeme si několik různých povrchů a pomocí siloměru a krabice se přesvědčíme, jak se mění tření, kterým brzdí předměty, které se po nich pohybují.

Získáme například takovou posloupnost povrchů (od největšího tření k nejmenšímu): molitan, chlupatý koberec, hrubý sololit, leštěný sololit.

Pedagogická poznámka: Opět není nutné studenty o pořadí povrchů podle velikosti tření přesvědčovat.

Váleček postupně pouštíme ze stále stejného nájezdu tak, aby se při vodorovné části pohybu, kutálel po různých površích. \Rightarrow **Při každém zmenšení třecí síly se prodlouží dráha, kterou váleček ujede než zastaví.**

Nemáme k dispozici lepší povrch než sklo \Rightarrow myšlenkový pokus:

- Pustili jsme váleček po molitanu, zastavil se na určité dráze.
- Pustili jsme váleček po koberci, tím jsme snížili tření a on dojel dál.
- Pustili jsme váleček po hrubém sololitu, tím jsme opět snížili tření a on dojel ještě dál.
- Jak by se změnila dráha válečku na kvalitnějším povrchu než je hrubý sololit? Dráha válečku se opět zvětší.

Rozhodující okamžik:

Představme si, že budeme třecí sílu pořád zmenšovat \Rightarrow dráha, kterou urazí váleček, bude stále delší a delší.

Př. 5: Co se stane, když váleček nebude brzdit žádné tření ani jiné síly působící proti směru jeho pohybu (odpor vzduchu, ...)?

Dvě možnosti:

- Váleček i s nulovým třením na nějaké (třeba hodně dlouhé) dráze zastaví.
- V okamžiku, kdy váleček nebude nic brzdit, se váleček bude pohybovat pořád dál a dál až do nekonečna. Váleček, který nebrzdí žádná síla, nebude zpomalovat.

Oba závěry jsou divné, ale druhý je pravděpodobnější (kdyby platil první musel by nastat okamžik, že bychom zmenšili brzdící sílu a při tom by se neprodloužil dojezd).

Váleček, na který nepůsobí žádné síly, nebo výslednice působících sil je nulová, se pohybuje přímočaře stále stejnou rychlostí a nikdy se nezastaví.

Pedagogická poznámka: Pokud budete argumentovat výše uvedeným způsobem, podaří se Vám studenty přesvědčit asi poměrně snadno (v mých hodinách volí špatnou odpověď jen jednotlivci). Tím je ovšem splněna pouze menší část úkolu, protože při řešení příkladů z praxe se většina studentů začne podvědomě vracet k aristotelovskému pojetí.

Proč je tento závěr tak obtížně přijatelný?

V našem okolí neexistují žádné předměty, na které by nepůsobily žádné síly. Na všechny předměty z naší zkušenosti působí třecí síla (nebo odpor vzduchu, nebo obojí). Proto když na ně přestaneme působit ve směru jejich pohybu, postupně zastaví.

Náš závěr se nepopisuje bezprostřední chování předmětů, se kterými se běžně setkáváme, protože na ně brzdící síly působí.

K čemu je výsledek, který popisuje chování předmětů, se kterými se běžně nesetkáme? Tímto výsledkem jsme pochopili, jakým způsobem se pohybují předměty v nejjednodušším možném případě (bez působení sil nebo s nulovou výslednicí) \Rightarrow máme větší šanci pochopit, jak se předměty chovají ve složitějších situacích (s nenulovou výslednicí).

1. Newtonův pohybový zákon:

Těleso, na nějž působí síly, jejichž výslednice je nulová, se pohybuje rovnoměrně přímočaře nebo zůstává v klidu.

Jiná formulace:

Každé těleso setrvává v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu, pokud není nuceno vnějšími silami tento stav změnit.

Př. 6: Najdi předměty, které se dlouhodobě pohybují stále stejným způsobem, aniž by na ně působila síla ve směru jejich pohybu.

Například Měsíc se otáčí kolem Země po přibližně kruhové dráze, stále stejnou rychlostí. Ve směru jeho pohybu na něj nepůsobí žádná síla, protože gravitační síla od Země působí do jeho středu, kolmo k jeho dráze.

Podobně obíhá Země kolem Slunce, družice kolem Země.

Kosmické sondy pro průzkum vnějších částí sluneční soustavy se pohybují s vypnutými motory desítky let a dosud se nezastavily (jejich rychlost se však kvůli přitahování Slunce pomalu zmenšuje, přesto je Slunce už nikdy nezastaví).

Př. 7: Existuje situace, za které se v běžném životě, tření výrazně zmenší a my můžeme pozorovat pohyb předmětů za situace, která připomíná předpoklady 1. Newtonova zákona.

Při náledí se chvilkově ocitáme v situacích, kdy nám příroda téměř doslovně demonstruje platnost 1. Newtonova zákona:

- Pokud jdeme, nemůže se ihned zastavit ani zatočit.
- Stojící auto se nemůže rozjet.
- Jedoucí auto nemůže zastavit ani zatočit.

Tření je velmi malé \Rightarrow výsledná síla, která na nás působí je velmi malá \Rightarrow setrváváme v rovnoměrném přímočarém pohybu nebo v klidu.

Pokud těleso zůstává v klidu nebo v pohybu rovnoměrném přímočarém, znamená to, že setrvává ve stále stejném pohybovém stavu \Rightarrow 1. Newtonův zákon se často nazývá **zákon setrvačnosti**.

\Rightarrow **Setrvačnost není síla, ale základní tendence všech hmotných předmětů, zachovávat svůj pohybový stav.**

Př. 8: Jak se projeví setrvačnost těles při jízdě autobusem v zatáčce? Jak se projevuje při brždění?

Zatáčení: Pasažér si chce uchovat svůj pohybový stav \Rightarrow chce se pohybovat přímočaře \Rightarrow má pocit, že ho něco tlačí k ven ze zatáčky.

Brždění: Pasažér si chce uchovat svůj pohybový stav \Rightarrow chce se pohybovat stále stejnou rychlostí dopředu \Rightarrow má pocit, že ho něco zvedá ze sedadla (stojící se musí držet, aby nepadl směrem dopředu).

Př. 9: Proč se musí v automobilech používat bezpečnostní pásy?

Při nárazu automobil velmi rychle zabrzdí, ale cestující mají podle zákona setrvačnosti tendenci pokračovat v rovnoměrném přímočarém pohybu \Rightarrow proletí předním sklem a vyletí ven z automobilu. \Rightarrow Musí být připoutání pásy, které na cestující působí silou potřebnou k tomu, aby zabrzdili s autem.

Dodatek: Síly nutné k zastavení cestujícího s narážejícím automobilem jsou obrovské, odpovídají hmotnosti několika tun a je zcela vyloučeno, aby se v takové situaci cestující "nějak udržel sám".

Př. 10: Když neseš talíř s polévkou nemůžeš ani rychle rozejít ani rychle zastavit. Proč? Co by se stalo, kdybys to udělal?

Když budu stát a pokusím se rychle rozejít, polévka vyteče směrem ke mně, protože podle zákona setrvačnosti zůstává stát (není pevně přidělaná k talíři a nepůsobí na ní síla, která by ji uvedla do pohybu jako síla našich rukou, která rozpohybuje talíř).

Když s polévkou jdu a rychle zastavím nastává opačná situace. Polévka vyteče směrem ode mně dopředu ve směru, kterým jsem šel.

Shrnutí: Pokud na předmět působí nulová výsledná síla, zůstává v klidu nebo se pohybuje rovnoměrně přímočaře (zachovává si svůj pohyb).