

Newtonovy pohybové zákony pro učební obory

Autor: Mgr. Jaromír JUŘEK

Kopírování a jakékoliv další využití výukového materiálu je povoleno pouze s uvedením odkazu na www.jarjurek.cz.



1. Newtonovy pohybové zákony - učební obory

Issac Newton položil základ klasické mechaniky. Vyslovil tři pohybové zákony:

1. Zákon setrvačnosti
2. Zákon síly
3. Zákon akce a reakce

I. pohybový zákon - zákon setrvačnosti (princip setrvačnosti)

Těleso setrvává v klidu nebo v pohybu rovnoměrném přímočarém tak dlouho, dokud na něj nepůsobí nějaká vnější síla, případně dokud všechny působící síly jsou v rovnováze.

Příklady:

Jízda v tramvaji; lidé v ní mají rychlost tramvaje. Ta náhle zastaví a lidé začnou padat. Opačná je situace při rozjíždění.

Poznámka:

Setrvačnost je schopnost tělesa setrvávat v klidu nebo v pohybu rovnoměrném přímočarém.

Užití zákona setrvačnosti:

- ve sportu: Vrh koulí, oštěpem

Zajímavý příklad:

Mějme poleno, které je zavěšeno na provázku od stropu; provázek pokračuje i pod zavěšeným polenem. Jestliže zatáhneme pomalu, působí na horní část provázku síla naše + síla polena, proto se provázek přetrhne nahoře. Pokud ale zatáhneme rychle, působí síla polena směrem nahoru (setrvačnost) a proti ní síla naše, provázek se tedy přetrhne dole.

II. pohybový zákon - zákon síly

Mějme veličiny F (síla), m (hmotnost), a (zrychlení). Mezi nimi platí vztah $a \sim F$ (1)

Zrychlení tělesa je přímo úměrné působící síle.

Dále lze odvodit, že $a \sim (1/m)$

Zrychlení je tedy nepřímo úměrné hmotnosti tělesa.

Zrychlení je přímo úměrné působící síle při konstantní hmotnosti tělesa a nepřímo úměrné hmotnosti tělesa při konstantní síle.

Ze vzorce (1) pak snadno dostaneme závěr $F = m \cdot a$

Jednotky síly:

1 newton = 1 N

$[N] = [kg \cdot m \cdot s^{-2}]$

Jeden newton je síla, která tělesu o hmotnosti 1 kg uděluje zrychlení 1 m/s².

Druhý pohybový zákon může mít i jiné formulace - např.:

$$F = m \cdot a$$

Platí ale, že $a = v/t$ tedy $F = m \cdot (v/t)$

neboli $F \cdot t = m \cdot v$

Příklad 1:

Na těleso o hmotnosti 120 g, které je v klidu, začne působit stálá síla. Účinkem této síly urazí těleso za 5 minut dráhu 1800 m. Jak velká je síla?

Řešení:

$$m = 120 \text{ g} = 0,12 \text{ kg}$$

$$t = 5 \text{ min} = 300 \text{ s}$$

$$s = 1800 \text{ m}$$

$$F = ?$$

$$F = m \cdot a \qquad a = 2s/t^2$$

$$F = 2ms/t^2$$

$$F = 2 \cdot 0,12 \cdot 1800/300^2$$

$$F = 0,0048 \text{ N}$$

Síla má velikost 0,0048 N .

Příklad 2:

Vůz, jehož hmotnost je 490 kg a je původně v klidu, je tažen silou 24,5 N. Za jakou dobu dosáhne rychlosti 2,0 m/s?

Řešení:

$$v = 2 \text{ m/s}$$

$$m = 490 \text{ kg}$$

$$F = 24,5 \text{ N}$$

$$t = ?$$

$$t = v/a = v/(F/m) = mv/F$$

$$t = 490 \cdot 2/24,5$$

$$t = 40 \text{ s}$$

Vůz dosáhne rychlosti za 40 sekund.

Příklad 3:

Těleso vážící 20 tun se pohybuje se zrychlením 0,5 km/s² . Určete velikost síly, která tento pohyb způsobuje.

Řešení:

$$m = 20 \text{ t} = 20\,000 \text{ kg}$$

$$a = 0,5 \text{ km/s}^2 = 500 \text{ m/s}^2$$

$$F = ?$$

$$F = m \cdot a$$

$$F = 20\,000 \cdot 500 = 10\,000\,000$$

$$F = 10\,000\,000\text{ N} = 10\text{ MN}$$

Velikost síly je 10 MN.

Poznámka:

Setrvačná hmotnost

Hmotnost tělesa můžeme určit i jinak než vážením. Známe-li sílu a zrychlení, můžeme hmotnost spočítat:

$$F = m \cdot g \Rightarrow m = \frac{F}{g}$$

Užití: Některé typy kuchyňských vah, astronomie, atomová fyzika.

III. pohybový zákon - zákon akce a reakce

Síly, kterými na sebe navzájem působí dvě tělesa, jsou stejně velké a opačně orientovaného směru. Současně vznikají a současně zanikají.

Využití:

- Nálevka se zahnutou gumovou hadičkou ... síla, kterou je voda vyháněna ven je akce, "narovnění" hadičky je reakce.
- Segnerovo kolo (nálevka se dvěma rameny dole, z nichž vytéká voda na opačné strany) ... v lihovaru výroba kyseliny octové
- Heronova baňka (nádobka se dvěma rameny, z nichž vychází pára na opačné strany) ... jednoduchý parní stroj
- Zpětný ráz při střelbě
- Lodní šroub, vrtule
- Raketové motory



2. Newtonovy pohybové zákony - procvičovací úlohy

1. **Síla o velikosti 3,0 N působí po dobu 10 s na těleso, které bylo na počátku v klidu. Těleso dosáhlo konečné rychlosti o velikosti 2,0 m.s⁻¹. Jak velká je hmotnost m tělesa?**
OK 15 kg 825
2. **Jak velká síla působila na střelu o hmotnosti 20 g, která proletěla hlavní za dobu 0,010 s a nabyla rychlosti o velikosti 800 m.s⁻¹?**
OK 1,6 kN 822
3. **Jak velkou silou (v N) přitahuje Země mouchu o hmotnosti 8 mg ? Hodnota tíhového zrychlení je 10 m/s².**
OK 0,00008 N 818
4. **Na povrchu Měsíce je těleso přitahováno silou šestkrát menší než na Zemi. Určete, jak velkou silou je na povrchu Měsíce přitahováno těleso o hmotnosti 54 kg ? Hodnota tíhového zrychlení je 10 m/s².**
OK 90 N 819

5. V následující tabulce vidíte, jakou silou by bylo přitahováno kilogramové závaží na povrchu Slunce, Měsíce a planet sluneční soustavy. Pan Prokop má na Zemi hmotnost 85 kg. Jaká by byla jeho tíha na Marsu?

Slunce	Merkur	Venuše	Země	Měsíc	Mars	Jupiter	Saturn	Uran	Neptun	Pluto
270 N	4 N	8 N	10 N	1,6 N	4 N	26 N	11 N	9 N	15 N	8 N

OK 340 N

6. Síla o velikosti $F = 4 \text{ N}$ uděluje vozíku, který se pohybuje bez tření, konstantní zrychlení o velikosti $a = 20 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-2}$. Určete hmotnost vozíku.

OK 20 kg

7. Jakou tíhu má závaží o hmotnosti 1 kg? Hodnota tíhového zrychlení je $g = 10 \text{ m/s}^2$.

OK 10 N

8. V následující tabulce vidíte, jakou silou by bylo přitahováno kilogramové závaží na povrchu Slunce, Měsíce a planet sluneční soustavy. Pan Prokop má na Zemi hmotnost 85 kg. Jaká by byla jeho hmotnost na Marsu?

Slunce	Merkur	Venuše	Země	Měsíc	Mars	Jupiter	Saturn	Uran	Neptun	Pluto
270 N	4 N	8 N	10 N	1,6 N	4 N	26 N	11 N	9 N	15 N	8 N

OK 85 kg

9. Na těleso o hmotnosti 0,5 kg, které je v klidu, začne působit stálá síla. Těleso za dobu 10 s urazí dráhu 50 m. Určete velikost působící síly.

OK 0,5 N

10. Jaká je tíha člověka o hmotnosti 75 kg (hodnota tíhového zrychlení je přibližně: $g = 10 \text{ m/s}^2$)?

OK 750 N

11. Hokejista udeřil do puku o hmotnosti 200 g ležícího v klidu na ledě silou o velikosti 420 N ve vodorovném směru. Jak velkou rychlostí odletěl puk, trval-li náraz hokejky dobu 0,010 s?

OK 21 m/s

12. Jaké rychlosti dosáhne těleso o hmotnosti 50 kg, působí-li na něj síla o velikosti 100 N po dobu 30 s?

OK 60 m/s

13. Jakou hmotnost (v kilogramech) má automobil, který je k Zemi přitahován silou 8 kN? (hodnota tíhového zrychlení je přibližně $g = 10 \text{ m/s}^2$).

OK 800 kg

 **Obsah**

 1. Newtonovy pohybové zákony - učební obory	2
 2. Newtonovy pohybové zákony - procvičovací úlohy	4