II. Dynamika hmotného bodu - základná terminológia

KPHV FVT TUKE

Dynamika (z gréckeho dynamis - sila) je časť fyziky, ktorá skúma príčiny zmeny pohybového stavu telesa.

Jej základom sú tri pohybové zákony, ktoré sformuloval Isaac Newton v roku 1687 a nazývame ich Newtonove pohybové zákony resp. „Newtonovská mechanika“.

Isaac Newton (1642, Woolsthorp - 1727, Londýn)

„Žiaden veľký objav by nebol dosiahnutý bez smelého odhadu.“

KPHV TUKE

Motivácia:

Na ľadovej ploche stoja dvaja muži. Ten väčší je obor, váži 300kg. Ten menší váži „iba“ 100kg. Ten menší (odvážny) sa natiahne a celou svojou silou (10N) strčí do toho väčšieho.

a.) Aký bude výsledok tejto akcie?

b.) Ktorý z nich sa začne šmýkať po ľade a akou rýchlosťou?

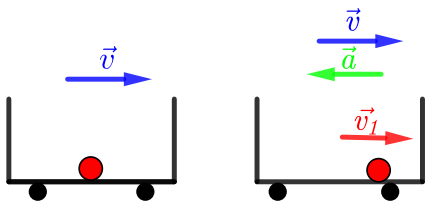
c.) Ako by ste vedeli na tomto príklade vysvetliť Newtonove pohybové zákony?

Prvý Newtonov pohybový zákon

KPHV FVT TUKE

Interakcia je vzájomné pôsobenie hmotných objektov.

Izolované teleso (hmotný bod) je teleso (hmotný bod), ktoré nie je v interakcii so žiadným iným hmotným objektom, t.j.neposôbia na neho žiadne vonkajšie sily (resp. výslednica pôsobiacich síl je nulová).



Prvý Newtonov pohybový zákon (zákon zotvačnosti):

Teleso zotrváva v pokoji ale bo v rovnomernom priamočiarom pohybe, pokiaľ nie je nútené pôsobením vonkajších síl tento stav zmeniť.

Alebo: *Existuje vzťažná sústava, vzhľadom na ktorú izolovaný hmotný bod zotrváva v pokoji alebo v rovnomernom priamočiarom pohybe,* $\sum_{i=1}^{n} \vec{F}_i = \vec{0}$.

Prvý Newtonov pohybový zákon v praxi:

1.) Prečo majú niektorí motoristi zásterky za zadnými kolesami?

KPHV FVT TUKE

Prvý Newtonov pohybový zákon v praxi:

1.) Prečo majú niektorí motoristi zásterky za zadnými kolesami?

V dôsledku zotrvačnosti pri jazde z kolies odlietajú kvapky vody, špina, blato a drobné kamienky smerom dozadu. Toto môže spôsobiť znečistenie alebo poškodenie predného skla na aute idúcom za nami. Zásterky tomu majú zabrániť.

KPHV FVT TUKE

Prvý Newtonov pohybový zákon v praxi:

1.) Prečo majú niektorí motoristi zásterky za zadnými kolesami?

V dôsledku zotrvačnosti pri jazde z kolies odlietajú kvapky vody, špina, blato a drobné kamienky smerom dozadu. Toto môže spôsobiť znečistenie alebo poškodenie predného skla na aute idúcom za nami. Zásterky tomu majú zabrániť.

2.) Ako vysvetlíme, že pri zakopnutí padáme dopredu a pri pošmyknutí (nohou dopredu) padáme dozadu?

KPHV FVT TUKE

Prvý Newtonov pohybový zákon v praxi:

1.) Prečo majú niektorí motoristi zásterky za zadnými kolesami?

V dôsledku zotrvačnosti pri jazde z kolies odlietajú kvapky vody, špina, blato a drobné kamienky smerom dozadu. Toto môže spôsobiť znečistenie alebo poškodenie predného skla na aute idúcom za nami. Zásterky tomu majú zabrániť.

2.) Ako vysvetlíme, že pri zakopnutí padáme dopredu a pri pošmyknutí (nohou dopredu) padáme dozadu?

Zákon zotrvačnosti. Pri zakopnutí ostávajú nohy na mieste, pri pošmyknutí zostáva telo.

KPHV FVT TUKE

Prvý Newtonov pohybový zákon v praxi:

1.) Prečo majú niektorí motoristi zásterky za zadnými kolesami?

V dôsledku zotrvačnosti pri jazde z kolies odlietajú kvapky vody, špina, blato a drobné kamienky smerom dozadu. Toto môže spôsobiť znečistenie alebo poškodenie predného skla na aute idúcom za nami. Zásterky tomu majú zabrániť.

2.) Ako vysvetlíme, že pri zakopnutí padáme dopredu a pri pošmyknutí (nohou dopredu) padáme dozadu?

Zákon zotrvačnosti. Pri zakopnutí ostávajú nohy na mieste, pri pošmyknutí zostáva telo.

3.) Prečo máme vstupovať na eskalátor z pohybu a nie z pokoja?

KPHV FVT TUKE

Prvý Newtonov pohybový zákon v praxi:

1.) Prečo majú niektorí motoristi zásterky za zadnými kolesami?

V dôsledku zotrvačnosti pri jazde z kolies odlietajú kvapky vody, špina, blato a drobné kamienky smerom dozadu. Toto môže spôsobiť znečistenie alebo poškodenie predného skla na aute idúcom za nami. Zásterky tomu majú zabrániť.

2.) Ako vysvetlíme, že pri zakopnutí padáme dopredu a pri pošmyknutí (nohou dopredu) padáme dozadu?

Zákon zotrvačnosti. Pri zakopnutí ostávajú nohy na mieste, pri pošmyknutí zostáva telo.

3.) Prečo máme vstupovať na eskalátor z pohybu a nie z pokoja?

Ak na eskalátor sa postavíme z pokoja, schody uvedú okamžite nohy do pohybu, ale zbytok tela ešte chvíľu v dôsledku zotrvačnosti ostáva v pokoji, čo môže spôsobiť náš pád dozadu.

KPHV FVT TUKE

Prvý Newtonov pohybový zákon v praxi:

4.) Uvarené vajíčko sme odložili do chladničky k surovým vajíčkam. Ako zistíme, ktoré je uvarené?

KPHV FVT TUKE

Prvý Newtonov pohybový zákon v praxi:

4.) Uvarené vajíčko sme odložili do chladničky k surovým vajíčkam. Ako zistíme, ktoré je uvarené?

Obe vajíčka roztočíme na hladkej ploche s nízkym trením. Vidíme, že jedno vajíčko rýchlo zastane, kým druhé sa točí ďalej bez zjavnej zmeny rýchlosti. Vajíčko uvarené na tvrdo predstavuje tuhé teleso a surové vajíčko kvapalné teleso. Uvarené vajíčko tvorí jednoliaty celok. Ak ho roztočíme, uvedieme celé teleso do pohybu, a to v dôsledku zotrvačnosti zotrváva v rotačnom pohybe. V prípade roztočenia surového vajíčka má kvapalina vo vnútri tendenciu zotrvať v pôvodnom pohybovom stave (pokoj), a teda jeho tekutý obsah svojou zotrvačnosťou brzdí rotačný pohyb a vajíčko v krátkej dobe zastane.

KPHV FVT TUKE

Prvý Newtonov pohybový zákon v praxi:

4.) Uvarené vajíčko sme odložili do chladničky k surovým vajíčkam. Ako zistíme, ktoré je uvarené?

Obe vajíčka roztočíme na hladkej ploche s nízkym trením. Vidíme, že jedno vajíčko rýchlo zastane, kým druhé sa točí ďalej bez zjavnej zmeny rýchlosti. Vajíčko uvarené na tvrdo predstavuje tuhé teleso a surové vajíčko kvapalné teleso. Uvarené vajíčko tvorí jednoliaty celok. Ak ho roztočíme, uvedieme celé teleso do pohybu, a to v dôsledku zotrvačnosti zotrváva v rotačnom pohybe. V prípade roztočenia surového vajíčka má kvapalina vo vnútri tendenciu zotrvať v pôvodnom pohybovom stave (pokoj), a teda jeho tekutý obsah svojou zotrvačnosťou brzdí rotačný pohyb a vajíčko v krátkej dobe zastane.

5.) Prečo nie je dobré burinu vytrhávať prudkými pohybmi?

KPHV FVT TUKE

Prvý Newtonov pohybový zákon v praxi:

4.) Uvarené vajíčko sme odložili do chladničky k surovým vajíčkam. Ako zistíme, ktoré je uvarené?

Obe vajíčka roztočíme na hladkej ploche s nízkym trením. Vidíme, že jedno vajíčko rýchlo zastane, kým druhé sa točí ďalej bez zjavnej zmeny rýchlosti. Vajíčko uvarené na tvrdo predstavuje tuhé teleso a surové vajíčko kvapalné teleso. Uvarené vajíčko tvorí jednoliaty celok. Ak ho roztočíme, uvedieme celé teleso do pohybu, a to v dôsledku zotrvačnosti zotrváva v rotačnom pohybe. V prípade roztočenia surového vajíčka má kvapalina vo vnútri tendenciu zotrvať v pôvodnom pohybovom stave (pokoj), a teda jeho tekutý obsah svojou zotrvačnosťou brzdí rotačný pohyb a vajíčko v krátkej dobe zastane.

5.) Prečo nie je dobré burinu vytrhávať prudkými pohybmi?

Pri prudkom trhnutí sa koreň rastliny nestihne z dôsledku snahy zotrvať v pôvodnom pohybovom stave dostať do pohybu a vňať sa utrhne.

KPHV FVT TUKE

Inerciálna vzťažná sústava je sústava, vzhľadom na ktorú izolovaný hmotný bod (teleso) zotrváva v pokoji alebo v rovnomernom priamočiarom pohybe. Táto sústava je v pokoji vzhľadom na povrch Zeme.

Hmotnosť m je mierou zotrvačných a gravitačných vlastností hmotných objektov alebo ich vzájomného gravitačného pôsobenia. Je to kladná skalárna fyzikálna veličina.

Hybnosť $\vec{p}$ hmotného bodu je vektorová fyzikálna veličina, ktorá vyjadruje dynamickú mieru pohybu hmotného bodu s hmotnosťou m, pohybujúceho sa rýchlosťou $\vec{v}$. Charakterizuje pohybový stav hmotného objektu v danej vzťažnej sústave.

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

$$[p] = [m \cdot v] = kg \cdot m \cdot s^{-1} = N \cdot s$$

KPHV FVT TUKE

Zákon zachovania hybnosti:

Celková hybnosť izolovanej sústavy je v inerciálnej vzťažnej sústave konštantná.

Alebo: *Hybnosť hmotného bodu, na ktorý nepôsobia žiadne vonkajšie sily, zostáva v čase nemenná,* $\vec{p} = konst.$

KPHV

Druhý Newtonov pohybový zákon

KPHV FVT TUKE

Na zmenu pohybového stavu telesa v inerciálnej vzťažnej sústave je potrebná jeho vzájomná interakcia (pôsobenie) s inými objektami. Mierou tohoto pôsobenie je sila.

Sila $\vec{F}$ (z angl. force) je vektorová fyzikálna veličina, ktorá je mierou interakcie (pôsobenia) hmotných objektov (telesá, body) a zapríčiňuje zmenu pohybového stavu alebo deformáciu.

Druhý Newtonov pohybový zákon (zákon sily):

Sila pôsobiaca na hmotný bod je úmerná súčinu jeho hmotnosti a zrýchlenia, ktoré mu udeľuje.

Alebo: *Časová zmena hybnosti hmotného bodu je priamo úmerna výslednej pôsobiacej sile a má s ňou rovnaký smer, teda platí:*

$$\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \vec{F}.$$

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

$$\vec{F} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt}$$

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = m\frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}$$

$$[F] = [m] \cdot [a] = 1kg \cdot m \cdot s^{-2} = 1N$$

KPHV FVT TUKE

Druhy interkacie hmotných telies alebo hmotných bodov:

1.) gravitačná interakcia - existuje medzi všetkými hmotnými objektami

2.) elektromagnetická interakcia - vzájomná interakcia medzi elektricky nabitými telesami, elektrickými dipólmi, magnetickými dipólmi, medzi telesami s elektrickým nábojom a pod.

3.) slabá interakcia - podieľa sa na premenách elementárnych častíc

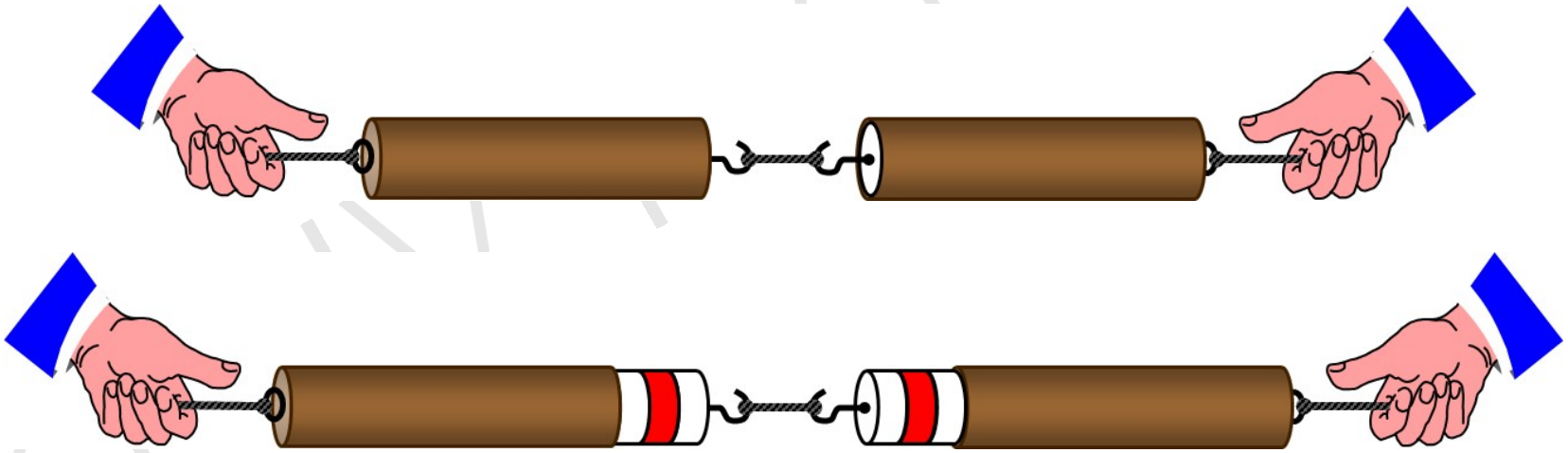
4.) silná interakcia - prejavuje sa medzi časticami v jadrách atómov

KPHV FVT TUKE

Tretí Newtonov pohybový zákon

KPHV FVT TUKE

Majme dva hmotné body A, B, ktoré ležia na spoločnej spojnici. Pôsobenie hmotných objektov je vždy vzájomné. Ak pôsobí teleso A na teleso B silou $\vec{F_1}$ (akcia), pôsobí aj teleso B na teleso A silou $\vec{F_2}$ (reakcia). Sily, ktorými na seba vzájomne pôsobia majú rovnakú veľkosť a opačný smer.



Tretí Newtonov pohybový zákon (zákon akcie a reakcie):

Dva hmotné body pôsobia na seba rovnako veľkými silami opačného smeru, teda $\vec{F_1} = -\vec{F_2}$.

Alebo: *Každá akcia vyvoláva rovnako veľkú opačnú reakciu.*

KPHV PF TUKE

Tretí Newtonov pohybový zákon v praxi:

1.) Prečo, keď ideme po loďke, ktorá pôvodne bola v pokoji, pohybuje sa loďka dozadu?

KPHV FVT TUKE

Tretí Newtonov pohybový zákon v praxi:

1.) Prečo, keď ideme po loďke, ktorá pôvodne bola v pokoji, pohybuje sa loďka dozadu?

Na základe zákona akcie a reakcie, ak človek idúci po loďke pôsobí na loďku, aj loďka pôsobí na človeka rovnako veľkou silou opačného smeru, preto sa dá loďka do pohybu.

KPHV FVT TUKE

Tretí Newtonov pohybový zákon v praxi:

1.) Prečo, keď ideme po loďke, ktorá pôvodne bola v pokoji, pohybuje sa loďka dozadu?

Na základe zákona akcie a reakcie, ak človek idúci po loďke pôsobí na loďku, aj loďka pôsobí na človeka rovnako veľkou silou opačného smeru, preto sa dá loďka do pohybu.

2.) Čo spôsobuje, že pri výstrele z pušky pociťujeme spätný náraz?

KPHV FVT TUKE

Tretí Newtonov pohybový zákon v praxi:

1.) Prečo, keď ideme po loďke, ktorá pôvodne bola v pokoji, pohybuje sa loďka dozadu?

Na základe zákona akcie a reakcie, ak človek idúci po loďke pôsobí na loďku, aj loďka pôsobí na človeka rovnako veľkou silou opačného smeru, preto sa dá loďka do pohybu.

2.) Čo spôsobuje, že pri výstrele z pušky pociťujeme spätný náraz?

Opäť tretí Newtonov pohybový zákon hovorí, že ak puška pôsobí na strelu silou, tak platí to aj opačne a preto pocitíme spätný náraz na ramene od pušky.

KPHV FVT TUKE

Riešenie problému z časti Motivácia:

K pochopeniu tohotu problému z hľadiska fyziky sú potrebné všetky tri Newtonove pohybové zákony.

KPHV FVT TUKE

Riešenie problému z časti Motivácia:

K pochopeniu tohotu problému z hľadiska fyziky sú potrebné všetky tri Newtonove pohybové zákony.

Zákon zotrvačnosti: Teleso zotrváva v pokoji alebo v rovnomernom priamočiarom pohybe, pokiaľ nie je nútené pôsobením vonkajších síl tento stav zmeniť.

Teda, ak menší muž strčí do väčšieho, zapôsobí na neho silou. Newtonov zákon hovorí, že vyvolá pohyb, teda bude sa niekto z nich (alebo obaja) šmýkať po ľade.

KPHV FVT TUKE

Riešenie problému z časti Motivácia:

K pochopeniu tohotu problému z hľadiska fyziky sú potrebné všetky tri Newtonove pohybové zákony.

Zákon zotrvačnosti: Teleso zotrváva v pokoji alebo v rovnomernom priamočiarom pohybe, pokiaľ nie je nútené pôsobením vonkajších síl tento stav zmeniť.

Teda, ak menší muž strčí do väčšieho, zapôsobí na neho silou. Newtonov zákon hovorí, že vyvolá pohyb, teda bude sa niekto z nich (alebo obaja) šmýkať po ľade.

Zákon sily: Sila pôsobiaca na hmotný bod je úmerná súčinu jeho hmotnosti a zrýchlenia, ktoré mu udeľuje.

Teda môžeme vypočítať presné zrýchlenie, ktoré vzniká pôsobením sily.

KPHV FVT TUKE

$$F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m}$$

Zrýchlenie väčšieho muža je $a = \frac{10N}{300kg} = 0,03m \cdot s^{-2}$.

Zrýchlenie menšieho muža je $a = \frac{10N}{100kg} = 0,10m \cdot s^{-2}$.

KPHV FVT TUKE

$$F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m}$$

Zrýchlenie väčšieho muža je $a = \frac{10N}{300kg} = 0,03m \cdot s^{-2}$.

Zrýchlenie menšieho muža je $a = \frac{10N}{100kg} = 0,10m \cdot s^{-2}$.

Zákon akcie reakcie: Dva hmotné body pôsobia na seba rovnako veľkými silami opačného smeru.

Teda ak menší muž strčí do väčšieho silou $10N$, aj väčší muž strčí do menšieho rovnako veľkou silou, pohnú sa obaja, ale opačným smerom. Lebo každá akcia vyvolá rovnako veľkú opačnú reakciu. Ale zrýchlenie menšieho muža bude väčšie, teda sa bude kĺzať po ľade väčšou rýchlosťou.

KPHV FVT TUKE

Druhy síl

KPHV FVT TUKE

Sily gravitačného pôvodu a ich veľkosť:

1.) **Tiažová (gravitačná) sila** $\vec{F_G}$ - sila, ktorou Zem priťahuje telesá, jej pôsobisko je v ťažisku telesa. $F_G = mg$, $g \cong 9,81 m \cdot s^{-2}$

2.) **Tiaž** $\vec{G}$ - sila, ktorou pôsobí teleso na podložku alebo zvislý záves, jej pôsobisko je v pevnom bode závesu alebo v mieste dotyku telesa s podložkou. $G = F_G$

Normalové sily a ich veľkosť:

1.) **Tlaková normalová sila** $\vec{N}$ - sila, ktorou teleso tlači na podložku. $N = G \cos \alpha$, α je uhol, ktorý zviera vektor normalovej sily a vektor tiaže

2.) **Referenčná sila** $\vec{R}$ - sila, ktorou podložka pôsobí na teleso. $R = N$

KPHV FVT TUKE

Sily proti pohybu (brzdiace) a ich veľkosť:

1.) **Trecia sila** $\vec{F_T}$ - sila, ktorá vzniká po šmykaní sa telesa po povrchu iného telesa. $F_T = fN$, f je súčiniteľ šmykového trenia

2.) **Válivý odpor** $\vec{F_V}$ - sila, ktorá vzniká počas válenia (gúľania sa) telesa kruhového prieemru po podložke. $F_V = \epsilon \frac{N}{r}$, r je polomer prierezu telesa, ϵ je rameno válivého odporu

Sily pri krivočiarom pohybe a ich veľkosť:

1.) **Tangenciálna sila** $\vec{F_\tau}$ - má rovnaký smer aj orientáciu ako vektor okamžitej rýchlosti $\vec{v}$. $F_\tau = m\frac{dv}{dt}$

2.) **Dostredivá sila** $\vec{F_d}$ - smeruje do stredu krivosti trajektórie a je kolmá na vektor okamžitej rýchlosti $\vec{v}$. $F_d = m\frac{v^2}{r}$

KPHV FVT TUKE