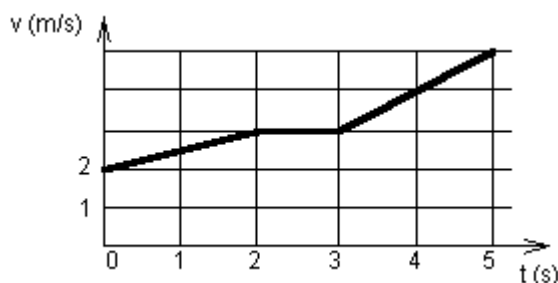


OP3MK_ZFYZ úlohy

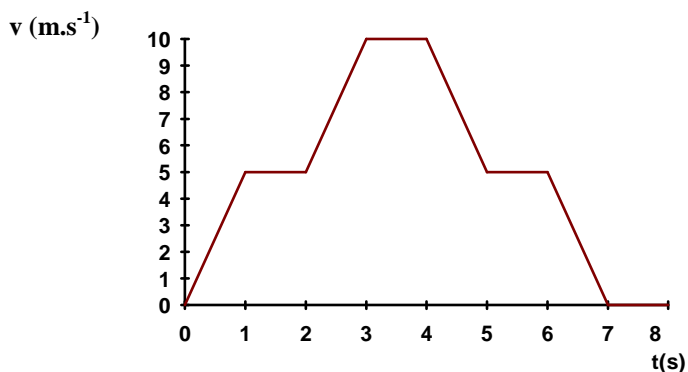
1. Kinematika hmotného bodu

Pohyb rovnoměrný přímočarý, rovnoměrně zrychlený, rovnoměrně zpomalený, volný pád.
Rovnoměrný pohyb hmotného bodu po kružnici.

- 1) Vlak metra se smí pohybovat maximální rychlostí o velikosti $v = 60 \text{ km.h}^{-1}$ a s maximálním zrychlením (zpomalením) o velikosti $a = \pm 2 \text{ m.s}^{-2}$. Vypočtete, jaká je nejkratší možná doba t potřebná k jízdě mezi dvěma stanicemi vzdálenými $s = 1 \text{ km}$ v případě, že v obou stanicích vlak zastavuje.
- 2) Kabina výtahu se rozjíždí po dobu $t_1 = 3 \text{ s}$ se zrychlením o velikosti $a = 1 \text{ m.s}^{-2}$. Při zastavování brzdí stejně dlouho a se stejně velkým záporným zrychlením. Jak dlouho jede výtah do šestého podlaží, je-li výška jednoho podlaží $h = 5 \text{ m}$?
- 3) Vlak se pohyboval rychlostí o velikosti $v_1 = 80 \text{ km.h}^{-1}$. Ve vzdálenost $d = 2,0 \text{ km}$ před mostem začal vlak brzdít a dále se pohyboval až k mostu rovnoměrně zpomaleně. Přes most přešel konstantní rychlostí o velikosti $v_2 = 28 \text{ km.h}^{-1}$. Určete velikost a směr zrychlení vlaku na tomto úseku a dobu t , po kterou vlak konal rovnoměrně zpomalený pohyb.
- 4) Dvě tělesa vzdálená od sebe 100 m se pohybují proti sobě. První těleso má konstantní rychlost $v_1 = 3 \text{ m.s}^{-1}$, druhé se pohybuje rovnoměrně zrychleným pohybem o počáteční rychlosti $v_0 = 7 \text{ m.s}^{-1}$ a zrychlením o velikosti $a = 4 \text{ m.s}^{-2}$. Určete, jak daleko od místa startu prvního tělesa se setkají.
- 5) Vlak jede po vodorovné trati stálou rychlostí o velikosti 72 km.h^{-1} . Na určitém úseku trati se začne pohybovat rovnoměrně zpomaleně se zrychlením o velikosti $0,1 \text{ m.s}^{-2}$. jaká je brzdná dráha vlaku? Za jakou dobu od začátku brždění vlak zastaví?
- 6) Pomocí grafu vypočtete dráhu tělesa uraženou za prvních 5 sekund. Určete průměrnou rychlost pohybu.



- 7) Popište jednotlivé fáze pohybu, sestrojte grafy závislosti dráhy a zrychlení na čase, určete celkovou dráhu a průměrnou rychlost v prvních osmi sekundách pohybu.



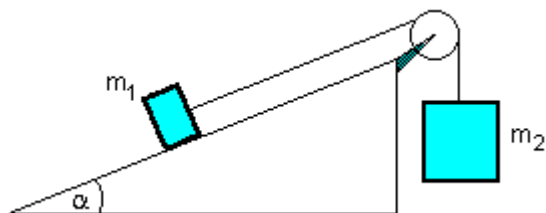
- 8) Určete velikost obvodové rychlosti a velikost dostředivého zrychlení na povrchu Země na 60° zeměpisné šířky. Poloměr Země je asi 6400 km .

OP3MK_ZFYZ úlohy

2. Dynamika hmotného bodu

Newtonovy pohybové zákony, zákon zachování hybnosti. Práce, výkon, energie.

- 1) Vozík o hmotnosti 250 kg jede po vodorovných kolejích rychlostí $2,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a srazí se s vozíkem o hmotnosti 500 kg, který jede rychlostí $1,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Při srážce se oba vozíky spolu spojí a dále se pohybují společně. Vypočítejte úbytek mechanické energie vozíků při srážce, jestliže oba vozíky před srážkou jedou za sebou.
- 2) Chlapec jede na kolečkových bruslích po vodorovné rovině rychlostí 8,0 m/s a vjede na šikmou rovinu, svírající s vodorovnou rovinou úhel 11° . Jakou dráhu na šikmé rovině ujede, než se zastaví? Tření a odpor vzduchu zanedbejte.
- 3) Kulička o hmotnosti 0,2 kg je zavěšena na tenkém vlákně o délce 1,7 m. Závěs kuličky vychýlíme o 30° od svislého směru. Určete a) rychlost, kterou kulička projde nejnižším bodem, b) sílu, kterou je v nejnižším bodě namáhán závěs kuličky. Tření a hmotnost niti neuvažujte, kuličku pokládejte za hmotný bod.
- 4) Těleso o hmotnosti $m = 1 \text{ kg}$ je zavěšeno na niti o délce $L = 30 \text{ cm}$. Těleso se pohybuje tak, že rychlostí o stálé velikosti v opisuje kružnici ve vodorovné rovině, přičemž nit svírá se svislým směrem úhel $\alpha = 60^{\circ}$. Vypočítejte periodu oběhu tělesa T . Tření a odpor vzduchu neuvažujte.
- 5) Na automobil o hmotnosti $m = 1000 \text{ kg}$ působí odporová síla o velikosti $F_0 = 1000 \text{ N}$. Určete velikost tahové síly motoru F na automobil, který koná rovnoměrně zrychlený pohyb do kopce se sklonem 1 m na každých 25 m trasy. Velikost zrychlení je $a = 1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.
- 6) Lyžařský vlek táhne rovnoměrně do vrchu o stoupání 20 % délky trati několik lyžařů o celkové hmotnosti $m = 800 \text{ kg}$ rychlostí $v = 0,84 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Součinitel smykového tření mezi lyžemi a sněhem je $f = 0,1$. Vypočítejte výkon motoru P .
- 7) Na nakloněné rovině leží těleso o hmotnosti $m_1 = 1 \text{ kg}$ a vláknem vedeným přes kladku je spojeno s druhým tělesem o hmotnosti $m_2 = 10 \text{ kg}$, které je na vlákně volně zavěšené (viz obr.). Hmotnost a tření kladky pokládejte za zanedbatelně malé. Určete zrychlení u obou těles, je-li součinitel smykového tření mezi prvním tělesem a podložkou $f = 0,1$ a úhel nakloněné roviny $\alpha = 20^{\circ}$.



- 8) Osobní automobil se pohybuje po vodorovné dráze se zrychlením o velikosti $a_1 = 2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ a při rovno - měrném stoupání se zrychlením o velikosti $a_2 = 1,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Vypočítejte úhel stoupání α za předpokladu, že tahová síla motoru a tření se nezměnily.

OP3MK_ZFYZ úlohy

3. Zákon zachování energie v různých oblastech fyziky

Objasněte souvislost mezi prací a energií a fyzikální význam těchto veličin. Formulujte zákon zachování a přeměny energie a specifikujte ho pro procesy z různých oblastí fyziky (mechanické, tepelné, ...).

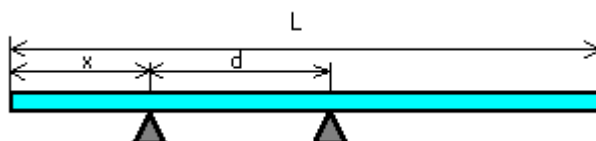
- 1) Vodu o objemu 1 l a počáteční teplotě 23°C ohříváme ponorným vaříčem o příkonu 500 W a účinnosti 90%. Vypočtete za jakou dobu se voda ohřeje na 100°C .
- 2) Výstupní práce elektronů pro sodík je 2,3 eV. S jakou energií budou vyletovat elektrony z povrchu sodíkové katody, když na ni dopadá UV záření s vlnovou délkou 300nm? ($h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$)
- 3) Jak velikou rychlost musí mít olovený projektil, aby se roztavil při nárazu na tuhou překážku? Počáteční teplota projektilu je 20°C , bod tání olova je $t_f = 327^{\circ}\text{C}$, měrné skupenské teplo tání je $l_f = 23,9 \cdot 10^3 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$, měrná tepelná kapacita olova je $c = 138 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.
- 4) Prázdný nákladní železniční vůz o hmotnosti 10 tun se pohybuje rychlostí $0,9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ po vodorovné trati a narazí na naložený vůz o hmotnosti 20 tun, který se pohybuje rychlostí $0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ve stejném směru.. Po nárazu jsou oba vozy spolu spojeny. Určete, jakou společnou rychlostí se po srážce pohybují. Určete celkovou mechanickou energii vagónů před srážkou a po srážce.
- 5) Koule o hmotnosti $m_1 = 100\text{g}$ se pohybuje stálou rychlostí o velikosti $v_1 = 12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ tak, že se její střed pohybuje po vodorovné přímce. Koule narazí na druhou kouli o hmotnosti $m_2 = 50\text{g}$, která je v klidu. Určete velikost rychlosti u_2 druhé koule po nárazu, předpokládáme-li, že šlo o dokonale pružný středový ráz.
- 6) Dřevěnou deskou šířky 2m, délky 3m a tloušťky 0,5m prolétne projektil o hmotnosti 2kg. Velikost dopadové rychlosti projektilu je $800\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ a výstupní rychlosti $600\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. Za předpokladu, že 1/4 úbytku kinetické energie střely se spotřebuje na ohřev desky, určete změnu teploty desky, je-li hustota dřeva $500\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ a jeho měrná tepelná kapacita $2700 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Předpokládejte rovnoměrný ohřev desky.
- 7) Do koule o hmotnosti m zavěšené na vlákne narazí vodorovně letící náboj, jehož hmotnost je 1000-krát menší než hmotnost koule. Náboj uvízne v kouli. Jaká byla velikost rychlosti náboje při nárazu, jestliže se koule po nárazu vychýlila ze své rovnovážné polohy tak, že závěs svíral se svislým směrem úhel $\alpha = 10^{\circ}$? Délka závěsu od místa upevnění do středu koule $L = 1 \text{ m}$.
- 8) Těžký kulomet s vodním chlazením může vystřelit až 600 ran za minutu. Prach v každé nábojnici má hmotnost 3,2g a výhřevnost $H=3,78 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$. Pouze 28% z množství tepla, které vzniká spálením střelného prachu, se dodává k ohřívání vody v chladiči, která má objem 4l a počáteční teplotu 20°C . Za jakou dobu po zahájení nepřetržité střelby začne voda vařit? (hustota vody $1000\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, měrná tepelná kapacita vody $4200 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$).

OP3MK_ZFYZ úlohy

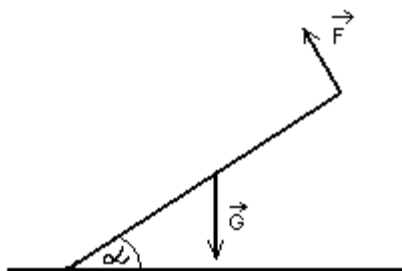
4. Mechanika tuhého tělesa

Skládání a rozklad sil působících na tuhé těleso. Momentová věta, dvojice sil. Porovnání posuvného a otáčivého pohybu. Druhy rovnovážných poloh, stabilita těles.

- 1) Na vodorovné desce stolu je stejnorodá krychle o hraně 0,20 m a hmotnosti 26 kg. Jak velkou vodorovnou silou můžeme krychli překloupat kolem hrany, působí-li síla ve výšce 0,15 m nad deskou stolu?
- 2) Na nakloněnou rovinu svírající s vodorovnou rovinou úhel 20° chceme postavit stejnorodý válec o poloměru podstavky 0,12 m. Jaká může být nanejvýš výška válce, aby se nepřekloupl?
- 3) Dva chlapci nesou břemeno o hmotnosti 80 kg zavěšené na tyči o zanedbatelně malé hmotnosti. První z nich opírá tyč o rameno ve vzdálenosti 0,6 m od břemene, druhý ve vzdálenosti 0,9 m. Jak velkou silou tyč na každého z nich působí?
- 4) Na koncích vodorovné tyče délky $l = 8$ m a tíhy o velikosti $G = 200$ N visí závaží o tíhách $G_1 = 500$ N, $G_2 = 300$ N. Jaká je vzdálenost d od konce, kde visí lehčí závaží, kde je třeba tyč podepřít, aby byla v rovnováze ?
- 5) Ocelové trubky o délce $L = 6$ m jsou složeny na podstavcích, které jsou od sebe vzdáleny $d = 2$ m. Na podstavce mají působit síly o velikosti $F_1 = 0,4G$, $F_2 = 0,6G$, kde G je velikost tíhy trubek. Vypočítejte vzdálenost x méně zatíženého podstavce k bližšímu konci trubek.



- 6) Žebřík o hmotnosti 6 kg je opřen jedním koncem o podlahu a druhým o svislou stěnu, se kterou svírá úhel 30° . Těžiště je uprostřed žebříku. Jakou nejmenší vodorovnou silou, působící na horním konci žebříku, odkloníme žebřík od stěny? Tření na podlaze je dostatečně velké, aby žebřík neklouzal.
- 7) Dělník zvedá za jeden konec trám o délce 4,0 m a hmotnosti 40 kg. Při určité poloze svírá osa trámu s vodorovným směrem úhel $\alpha = 30^\circ$. Určete velikost síly F , kterou působí dělník na trám v dané poloze. Síla F je kolmá k ose trámu.



OP3MK_ZFYZ úlohy

5. Mechanika kapalin a plynů

Zákony hydrostatiky (Pascalův, Archimedův zákon) a hydrodynamiky (rovnice kontinuity, Bernoulliho). Využití zákonů v praxi.

- 1) V kapalině o hustotě $\rho_1 = 900 \text{ kg/m}^3$ plove těleso o hustotě $\rho_2 = 800 \text{ kg/m}^3$. Kolik procent objemu tělesa je vynořeno?
- 2) Písty hydraulického lisu mají obsah průřezů 5 cm^2 a 400 cm^2 . Na užší píst působíme silou 500 N . Jaký tlak tato síla v kapalině vyvolá? Jakou celkovou tlakovou silou působí kapalina na širší píst?
- 3) Jak velký musí být plošný obsah S ledové kry o tloušťce $h = 30 \text{ cm}$ plovoucí ve vodě, která by udržela člověka o hmotnosti $m = 72 \text{ kg}$ ještě nad vodou, je-li hustota ledu $\rho_1 = 920 \text{ kg.m}^{-3}$ a hustota vody $\rho_v = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$?
- 4) Jakou největší hmotnost může mít člověk, má-li ho ve vodě unést záchranný pás z korku o hmotnosti 2 kg ? Předpokládejme, že 90% těla člověka může být ponořeno, aniž by se člověk začal topit. Průměrná hustota lidského těla je 1080 kg.m^{-3} , hustota korku 220 kg.m^{-3} a hustota vody 1000 kg.m^{-3} .
- 5) Určete vhodný průměr ropovodu, kterým má protékat nafta o objemu 1 m^3 za sekundu maximální rychlostí 1 m.s^{-1} .
- 6) Vodovodním potrubím s průřezem o obsahu 50 cm^2 proudí voda rychlostí 4 m/s při tlaku 200 kPa . Určete rychlost a tlak vody v zúženém průřezu o obsahu 10 cm^2 .
- 7) Jak velkou rychlostí proudí voda vodorovnou trubicí s průřezem o obsahu 15 cm^2 , jestliže ve zúženém místě s průřezem o obsahu 5 cm^2 se zmenší tlak o hodnotu 500 Pa ? Vnitřní tření vody neuvažujeme.
- 8) Zahradnická hadice s vnitřním průřezem o obsahu $S_1 = 5 \text{ cm}^2$ je na konci opatřena zúženým nátrubkem s otvorem o obsahu $S_2 = 1 \text{ cm}^2$. Z nátrubku, který je ve výšce $h = 80 \text{ cm}$ nad rovinou záhonu, tryská vodorovným směrem voda. Proud vody dopadá na záhon ve vodorovné vzdálenosti $d = 2 \text{ m}$. Jak velkou rychlostí v_1 protéká voda průřezem hadice? Vnitřní tření vody a odpor vzduchu neuvažujte.
- 9) Nádoba válcového tvaru má ve stěně nad sebou dva otvory ve výškách $h_1 = 0,3 \text{ m}$ a $h_2 = 0,5 \text{ m}$. V jaké výšce H nad dnem nádoby musí být hladina kapaliny v nádobě, aby kapalina z obou otvorů dopadala do stejné vzdálenosti od nádoby na vodorovnou rovinu, na které nádoba stojí? Všechny odpory a ztráty energie zanedbejte.

OP3MK_ZFYZ úlohy

6. Gravitační pole, Keplerovy zákony

Gravitační pole, tíhové pole, Keplerovy zákony. Pohyb těles v homogenním a nehomogenním gravitačním poli, vrhy, kosmické rychlosti.

- 1) Země se pohybuje kolem Slunce přibližně po kruhové dráze s poloměrem $r = 150 \cdot 10^9$ m. Hmotnost Slunce je $M = 2 \cdot 10^{30}$ kg, a gravitační konstanta $\kappa = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N m² kg⁻². Vypočítejte obvodovou rychlost Země kolem Slunce.
- 2) Hmotnost Měsíce m je přibližně rovna 1/81 hmotnosti Země M . Určete v poloměrech Země v jaké vzdálenosti x od středu Země na spojnici středů Země Měsíc je přitažlivost obou těles stejná. Výsledek запиšte jako násobek poloměru Země. Země a Měsíc jsou od sebe vzdáleny asi $60R$ (R je poloměr Země).
- 3) Jak velkou silou působí Měsíc na kosmickou loď o hmotnosti 10 tun, která obíhá kolem Měsíce po kružnici ve vzdálenosti 22 km nad jeho povrchem? (Poloměr Měsíce je 1738 km a hmotnost Měsíce je $73,55 \cdot 10^{21}$ kg). Určete velikost dostředivé síly působící na kosmickou loď, jejíž oběžná doba je 6640 s.
- 4) Hmotnost planety Jupiter je $1,9 \cdot 10^{27}$ kg, její poloměr je 70 000 km, doba rotace 9 hodin 50 minut. Určete velikost gravitačního a tíhového zrychlení na rovníku planety.
- 5) V jaké výšce h nad povrchem Země se pohybuje stacionární družice? ($\kappa = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N m² kg⁻², $R = 6378$ km, $M = 5,98 \cdot 10^{24}$ kg)
- 6) Míč vržený svisle vzhůru dopadl zpět na povrch Země za dobu 2,8 s. Určete velikost počáteční rychlosti míče a největší výšku, do které míč vystoupil ($g = 9,8$ m.s⁻²)
- 7) Kámen vržený vodorovným směrem dopadl na vodorovný povrch Země ve vzdálenosti 15 m od místa vrhu za dobu 0,6 s od okamžiku vrhu.
 - a) Jak velká byla počáteční rychlost kamene a s jak velkou rychlostí dopadl kámen na Zem?
 - b) Z jaké výšky byl kámen vržen?
 - c) Ve vhodném měřítku nakreslete trajektorii kamene v rovině se souřadnicemi x ve vodorovném a y ve svislém směru.
- 8) Letadlo letí vodorovně ve výšce h nad povrchem Země a má rychlost o velikosti v . V jaké vodorovné vzdálenosti d od místa A je třeba vypustit volně těleso o hmotnosti m , aby dopadlo do místa A, jestliže $h = 5$ km, $v = 600$ km/h, $m = 10$ kg? Určete rychlost dopadu. Odpor vzduchu zanedbejte.
- 9) Ze sedačky kolotoče, která je od svislé osy kolotoče vzdálená $r = 5$ m, se během otáčení uvolnila matka a spadla na dlažbu. V jaké vzdálenosti L od osy kolotoče matka dopadla, jestliže víme, že kolotoč se otočí 30-krát za minutu a během otáčení je sedačka ve výšce $h = 5$ m. Odpor prostředí zanedbejte.
- 10) Určete úhel α , který musí svírat ústí trubice s vodorovnou rovinou, aby voda tryskající z trubice dosáhla stejné maximální výšky H , jako je vzdálenost, v níž dopadá na vodorovnou rovinu. Odpor vzduchu zanedbejte.