

Otázka: Pohyby těles v gravitačním poli

Předmět: Fyzika

Přidal(a): Michaela H

Pohyby těles v gravitačním poli

- homogenní tíhové pole (viz kapitola [Gravitační pole](#))

Pohyby těles v homogenním tíhovém poli:

- Volný pád
- Svislý vrh vzhůru
- Vodorovný vrh
- Šikmý vrh vzhůru

Vrh tělesa

- Vzniká složením dvou pohybů:

- rovnoměrný přímočarý pohyb ve směru rychlosti
- volný pád ve směru zrychlení g

Volný pád

- Nejjednodušší pohyb těles v homogenním tíhovém poli Země
- **Rovnoměrně zrychlený pohyb s nulovou** počáteční rychlostí a s tíhovým zrychlením g
 - $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$
 - $s = \frac{1}{2} * g * t^2$
 - $v = g * t$
- Více viz otázka [Kinematika](#)

Svislý vrh vzhůru

- Těleso vržené **počáteční rychlostí** v_0 **opačným směrem**, než je tíhové zrychlení g
- Pohyb rovnoměrně zpomalený
- Rychlost v max. výšce (výška výstupu) $v_h = 0 \text{ ms}^{-1}$
- Těleso dopadá na zem stejně velkou rychlostí jakou bylo vrženo $v_0 = v_d$
 - $v = v_0 - g * t$
 - $y = v_0 t - (\frac{1}{2} * g * t^2)$
 - $v_0 - g t_h = 0 \Rightarrow t_h = v_0 / g$
 - $h = v_0 t_h - \frac{1}{2} * g * t_h^2 = v_0^2 / 2g$
 - $t_d = t_h$
 - $v_d = g t_d = g v_0 / g = v_0$
 - v - okamžitá rychlost tělesa v čase t
 - y - okamžitá výška tělesa v čase t
 - v_d - rychlost dopadu

- h - výška výstupu
- t_d - doba pádu
- t_h - doba výstupu

Vodorovný vrh

- Těleso s počáteční rychlostí v_0 ve vodorovném směru
- Vzniká složením **rovnoměrného přímočarého pohybu** ve vodorovném směru a **volného pádu** ve svislém směru
- Trajektorie je **část paraboly** s vrcholem v místě vrhu
- Délka vrhu **závisí** na velikosti **počáteční rychlosti** v_0 **a na výšce** h
- **Délka vrhu** d - největší vzdálenost od místa vrhu ve vodorovném směru
 - $x = v_0 t$, $y = h - (1/2)gt^2$
 - $h - 1/2 * g * t_d^2 = 0 \Rightarrow t_d = \sqrt{2h/g}$
 - $d = v_0 \sqrt{2h/g}$

Šikmý vrh vzhůru

- Těleso s počáteční rychlostí v_0 ve směru, který svírá s vodorovnou rovinou **elevační úhel** α
- Trajektorie je část **paraboly**, jejíž vrchol C je v jejím nejvyšším bodě
- Délka vrhu d se určí ze souřadnic bodu D:
 - $v_0 t_d \sin \alpha - 1/2 * g t_d^2 = 0 \Rightarrow t_d = (2v_0 \sin \alpha) / (g)$
 - $d = (2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha) / (g) = (v_0^2 \sin 2\alpha) / (g)$
- **vakuum** - největší d při $\alpha = 45^\circ$
- **vzduch** - největší d při $\alpha = 42^\circ$
- parabolická trajektorie se deformuje působením odporové síly na **balistickou křivku**
- $x = v_0 t \cos \alpha$, $y = v_0 t \sin \alpha - 1/2 * g t^2$

Pohyby těles v centrálním gravitačním poli

- centrální tíhové pole (viz kapitolu 10)
- Kosmické rychlosti
 - první (kruhová)
 - druhá (parabolická)
 - třetí
- Keplerovy zákony
- Sluneční soustava
- Lety umělých kosmických těles

1) Kosmická rychlost (kruhová)

- Velikost kruhové rychlosti závisí na výšce h , ale **nezávisí** na **hmotnosti** tělesa:
 - $v_k = \sqrt{(\kappa M_z / R_z + h)}$
 - $gt_h = 0 \Rightarrow t_h = v_0 / g$
 - $\kappa = 6,6742 * 10^{-11} * m^3 * kg^{-1} s^{-2}$
- K odvození vztahu pro velikost kruhové rychlosti:
 - **1** - malá počáteční rychlost v_0 , pohyb po trajektorii tvaru **elipsy**, ohnisko je střed Země
 - **2** - při větší počáteční rychlosti těleso opisuje **celou elipsu**
 - **3** - těleso opíše **kružnici** se středem v gravitačním středu Země

2) Kosmická rychlost (parabolická)

- **4** - těleso se kolem Země pohybuje po elipse ($v_0 > v_k$)

- Bod P – **perigeum**
 - těleso má od středu Země **nejmenší** vzdálenost
- Bod A – **apogeum**
 - těleso má od středu Země **největší** vzdálenost
- v_p = parabolická (úniková) rychlost
- $v_p = 11,2 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ -> 2. kosmická rychlost
- **5** - uzavřená elipsa se mění na parabolu - těleso se trvale vzdaluje od Země

3) Kosmická rychlost

- Při dosažení 3. kosmické rychlosti těleso **opouští sluneční soustavu**
- $v = 16,7 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$

Keplerovy zákony

- Pohyby těles v gravitačním poli Slunce
- Popisují pohyb planet z hlediska kinematiky
- Lze je použít např. i pro pohyby umělých družic Země

1. Keplerův zákon

- Popisuje **tvár trajektorie** planet:
 - *Planety se pohybují kolem Slunce po elipsách málo odlišných od kružnic, v jejichž společném ohnisku je Slunce.*
 - **Číselná výstřednost** – veličina, která vyjadřuje, do jaké míry se liší elipsa od kružnice
 - $|OF|$

- $e = |OF|/a =$ vzdálenost ohniska od středu elipsy
- délka hlavní poloosy elipsy: $a = |OA|$

2. Keplerův zákon

- *Obsahy ploch opsaných průvodičem planety za jednotku času jsou konstantní.*
- **Průvodič** – úsečka spojující střed planety a střed Slunce
- **Perihelium** – P (přísluní)
 - **nejkratší** průvodič, **největší** rychlost
- **Afélium** – A (odsluní)
 - **nejdelší** průvodič, **nejmenší** rychlost
- Pohyb planety je **nerovnoměrný**

3. Keplerův zákon

- Uvádí vztah mezi **oběžnými dobami planet** a **délkami hlavních poloos** eliptických trajektorií:
- Poměr druhých mocnin oběžných dob dvou planet se rovná poměru třetích mocnin délek hlavních poloos jejich trajektorií.
- $(T_1^2/T_2^2) = (a_1^3/a_2^3)$
 - T_1, T_2 – oběžné doby dvou planet
 - a_1, a_2 – délky jejich hlavních poloos
- Považujeme-li trajektorie planet za **kružnice**:
- $(T_1^2/T_2^2) = (r_1^3/r_2^3)$
 - r_1, r_2 – střední vzdálenosti planet od Slunce

- **Astronomická jednotka AU**

- střední vzdálenost Země od Slunce
- $1 \text{ AU} = 149,6 \cdot 10^6 \text{ km}$
- Je-li např. oběžná doba Jupiteru $T_1 = 12$ let a víme-li, že pro Zemi $T_2 = 1$ rok, $r_2 = 1 \text{ AU}$, pak střední vzdálenost Jupiteru od Slunce je $r_1 = 5,2 \text{ AU}$

Sluneční soustava

- Slunce + všechny tělesa v jeho gravitačním poli
- 8 planet:
 - zemského typu (Merkur, Venuše, Země, Mars)
 - velké planety (Jupiter, Saturn, Uran, Neptun)
- Měsíce planet
- Planetky (asteroidy)
- Komety, meteory, meteorické roje
- Prachové a plynné částice meziplanetární látky
- **Meteoroidy** - malá tělíška obíhající **kolem Slunce** po rozpadu komety
- **Meteory** - **meteoroidy** v zemské atmosféře
- **Bloidy** - velmi jasné meteory
- **Meteority** - meteory, které **dopadnou** na zemský **povrch**

Lety umělých kosmických těles

- Umělé družice Země
 - sledování počasí, družice telekomunikační, vojenské, špionážní, navigační
- Raketoplány
 - kosmické dopravní prostředky pro mnohonásobné použití

- Kosmické stanice
 - určeny k trvalejšímu pobytu na oběžné dráze kolem Země
- Kosmické sondy
 - vypouštěné na dráhy k jiným tělesům sluneční soustavy i k jiným hvězdám
- **12. dubna 1961** – 1. člověk ve vesmíru (J. A. Gagarin)
- **21. července 1969** – 1. lidé na Měsíci (N. Armstrong, E. Aldrin)