

Téma 5. Pohybové rovnice a jejich řešení

Úloha 5.1

Vyšetřete pohyb (určete polohu v závislosti na čase) nabité částice o hmotnosti m nesoucí náboj q v prostoru, v němž je přítomno homogenní časově neproměnné elektrické pole o intenzitě \vec{E} . Počáteční poloha částice je $\vec{r}(0) = \vec{r}_0$ a počáteční rychlost je $\vec{v}(0) = \vec{v}_0$. Pro výpočet zvolte vhodnou soustavu souřadnic spojenou s fyzikálně významnými směry.

Úloha 5.2

Vyšetřete pohyb (určete polohu v závislosti na čase) nabité částice o hmotnosti m nesoucí náboj q v prostoru, v němž je přítomno homogenní časově neproměnné magnetické pole o indukci \vec{B} . Počáteční poloha částice je $\vec{r}(0) = \vec{r}_0$ a počáteční rychlost je $\vec{v}(0) = \vec{v}_0$. Pro výpočet zvolte vhodnou soustavu souřadnic spojenou s fyzikálně významnými směry.

Úloha 5.3

Nabitá částice (hmotnost m , náboj q) vstoupí rychlostí \vec{v}_0 do časově proměnného elektrického pole, které považujeme přibližně za homogenní (například uvnitř kondenzátoru). Intenzita pole se mění s časem takto: $\vec{E}(t) \sim \vec{E}_0 \cos \omega t$, kde \vec{E}_0 je konstantní amplituda a ω kruhová frekvence. Zvolte soustavu souřadnic v souladu s fyzikálně významnými směry. Zanedbejte odpor prostředí a vliv gravitační síly. Určete polohu částice v závislosti na čase.

Úloha 5.4

Malé tělísko (malá kulička o poloměru r) je volně vypuštěno v odporujícím prostředí v homogenním tíhovém poli Země. Odporová síla prostředí se v jistém přiblížení řídí Stokesovým silovým zákonem $\vec{F}_{\text{odp}} = -6\pi\eta r \vec{v}$, kde \vec{v} je okamžitá rychlost tělíska a η je tzv. dynamická viskozita prostředí. (pro vzduch při pokojové teplotě přibližně platí $\eta \approx 1,81 \cdot 10^{-5} \text{ Pa} \cdot \text{s}$).

- Při vhodně zvolené soustavě souřadnic vyjádřete polohu tělíska na čase.
- Zjistěte, zda může nastat situace, kdy se od jistého okamžiku pohybuje tělísko rovnoměrně přímočaře. Pokud taková situace může nastat, určete onen okamžik a příslušnou rychlost tělíska.

Úloha 5.5

Malé tělísko (hmotný bod) o hmotnosti m je zavěšeno na svislé pružině o tuhosti k v homogenním tíhovém poli Země. Souřadnicovou osu x zvolte svisle směrem dolů a její počátek O zvolte v místě konce visící nenapjaté pružiny. Odpor prostředí zanedbáváme.

- Předpokládejme, že zavěšené tělísko je v klidu vzhledem laboratorní vztažné soustavě, kterou považujeme za inerciální. Určete jeho rovnovážnou polohu x_{rov} .
- V okamžiku $t = 0$ s uvedeme tělísko do pohybu tak, že je vychýlíme do polohy $x(0) = x_0$ (vzhledem k počátku O) a udělíme mu rychlost o velikost v_0 svisle dolů. Určete závislost polohy tělíska na čase.

Úloha 5.6

Tělisko (hmotný bod) je vypuštěno počáteční rychlostí o velikosti v_0 pod úhlem α vzhledem k vodorovnému povrchu Země. Při jeho pohybu na ně působí kromě tíhové síly také odpor vzduchu, popsáný silovým zákonem $\vec{F}_{\text{odp}} = -K\vec{v}$, kde K je kladná konstanta. Zvolte vhodně soustavu souřadnic (vztažnou soustavou je laboratorní soustava spojená se Zemí, která je považována za inerciální), a sestavte a řešte pohybové rovnice tělíska. Výsledky interpretujte fyzikálně.

Úloha 5.7

Tělisko (hmotný bod) je vypuštěno počáteční rychlostí o velikosti v_0 pod úhlem α vzhledem k vodorovnému povrchu Země – šikmý vrh. Odpor prostředí je zanedbatelný. Zvolte vhodně soustavu souřadnic. Sestavte a podrobně řešte pohybové rovnice tělíska, uplatněte počáteční podmínky a interpretujte výsledky.