Gravitační a tíhové pole

Gravitační a tíhové pole

1.) NEWTONŮV GRAVITAČNÍ ZÁKON:

Dva hmotné body o hmotnostech $m1$ a $m2$ se navzájem přitahují gravitačními silami **F**g1, **F**g2, pro jejichž velikosti Fg1 = Fg2 = Fg platí:

$$F_g = \kappa \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

r … vzdálenost mezi hmotnými body nebo vzdálenost středů hmotných koulí

κ = 6,67 × 10–11 N.m2.kg–2 … gravitační konstanta

1.01.) GRAVITACE: Vzájemné přitažlivé silové působení hmotných těles prostřednictvím gravitačního pole. Všeobecná vlastnost všech hmotných těles.

1.02.) GRAVITAČNÍ POLE: Silové pole, v němž na hmotný bod (těleso) působí gravitační síla. Její velikost je přímo úměrná hmotnosti hmotného bodu. (Pole je jednou z forem hmoty)

1.03.) GRAVITAČNÍ SÍLA - **F**g: Síla, kterou na hmotný bod (těleso) působí gravitační pole.

1.04.) HOMOGENNÍ GRAVITAČNÍ POLE: Gravitační pole, v němž mají vektory intenzity pole ve všech bodech stejnou velikost i směr.

1.05.) CENTRÁLNÍ (RADIÁLNÍ) GRAVITAČNÍ POLE: Gravitační pole, v němž vektory intenzity pole mají směr přímek vycházejících z jednoho bodu (středu gravitačního pole).

2.) GRAVITAČNÍ ZRYCHLENÍ - *a*g:

Zrychlení, které v daném místě gravitačního pole uděluje gravitační síla **F**g hmotnému bodu o hmotnosti m.

$$\boldsymbol{a}_g = \frac{\boldsymbol{F}_g}{m}$$

2.01. Velikost gravitačního zrychlení:

a) na povrchu Země

$$a_{g0} = \kappa \frac{M_Z}{R_Z^2}$$

b) ve výšce h nad povrchem Země

$$a_g = \kappa \frac{M_Z}{(R_Z + h)^2}$$

3.) <u>INTENZITA GRAVITAČNÍHO POLE - ***K***:</u>

Působí-li na hmotný bod o hmotnosti m gravitační síla $\boldsymbol{F}$g, je intenzita gravitačního pole v uvažovaném bodě určena vztahem:

$$\boldsymbol{K} = \frac{\boldsymbol{F}_g}{m}$$

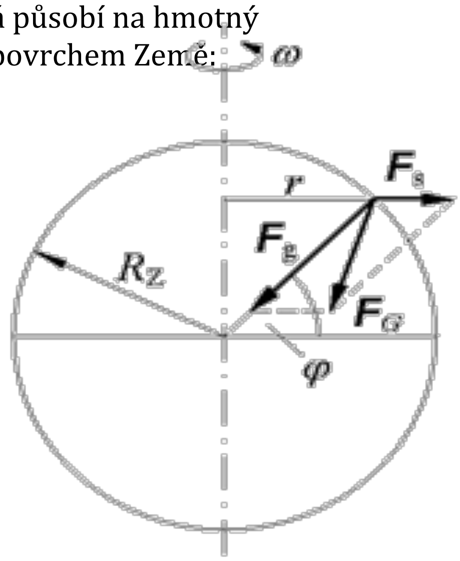
Číselně se intenzita rovná síle působící na těleso jednotkové hmotnosti.

Je rovna gravitačnímu zrychlení v daném bodě gravitačního pole:

$\boldsymbol{K} = \boldsymbol{a}$g [$K$] = N.kg–1 = m.s–2

4.) <u>TÍHOVÁ SÍLA - $\boldsymbol{F}_G$:</u>

Výslednice gravitační síly $\boldsymbol{F}$g a setrvačné síly $\boldsymbol{F}$s, která působí na hmotný bod o hmotnosti m v neinerciální soustavě spojené s povrchem Země:



$F_G = mg = F$g + Fs

Velikost tíhové síly závisí na zeměpisné šířce φ:

$$F_G = \sqrt{F_g^2 + F_s^2 - 2F_g F_s \cos\varphi}$$

Fs = $m\omega$ 2RZ $\cos\varphi$

5.) <u>TÍHOVÉ ZRYCHLENÍ - ***g***:</u>

Zrychlení, které uděluje tíhová síla ***FG*** hmotnému bodu o hmotnosti m v daném místě na povrchu Země (zrychlení volného pádu):

$$\boldsymbol{g} = \frac{\boldsymbol{F}_G}{m}$$

Tíhové zrychlení určuje svislý směr (olovnice)

5.01. NORMÁLNÍ TÍHOVÉ ZRYCHLENÍ - gn:

Mezinárodně dohodnutá standardní velikost tíhového zrychlení:
gn = 9,806 65 m.s–2 (přesně)

6.) <u>VRH HMOTNÉHO BODU (tělesa):</u>

Pohyb složený z rovnoměrného přímočarého pohybu ve směru počáteční rychlosti **v_0** a z volného pádu.

VRHY:

a) Vrh svislý vzhůru
b) Vrh vodorovný
c) Vrh šikmý

6.01. VRH SVISLÝ VZHŮRU:

Vrh, při němž počáteční rychlost **v_0** má směr opačný než tíhové zrychlení **g**. Pro souřadnice polohy a rychlosti tělesa vrženého z počátku soustavy souřadnic platí:

$$y = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$v_y = v_0 - gt$$

Doba výstupu t_h:

$$t_h = \frac{v_0}{g}$$

Výška výstupu h:

$$h = \frac{v_0^2}{2g}$$

6.02. VRH VODOROVNÝ:

Vrh, při němž počáteční rychlost **v_0** má směr kolmý k vektoru tíhového zrychlení **g**.

Pro souřadnice polohy a rychlosti platí:

v_0 je velikost počáteční rychlosti

y_0 je souřadnice počáteční polohy tělesa

$$x = v_0 t$$

$$y = y_0 - \frac{1}{2} g t^2$$

$$v_x = v_0$$

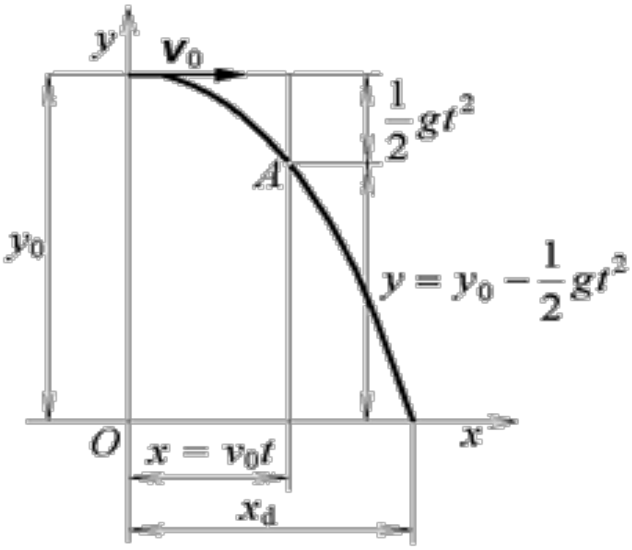
$$v_y = -gt$$

Doba pohybu tělesa:

$$t_d = \sqrt{\frac{2y_0}{g}}$$

Délka vrhu:

$$x_d = v_0\sqrt{\frac{2y_0}{g}}$$



6.03. VRH ŠIKMÝ:

Vrh, při němž vektor počáteční rychlosti ***v***0 svírá s vodorovnou rovinou úhel α (elevační úhel). Pro souřadnice rychlosti a polohy tělesa vrženého z počátku soustavy souřadnic platí:

$$v_{0x} = v_0 \cos\alpha$$

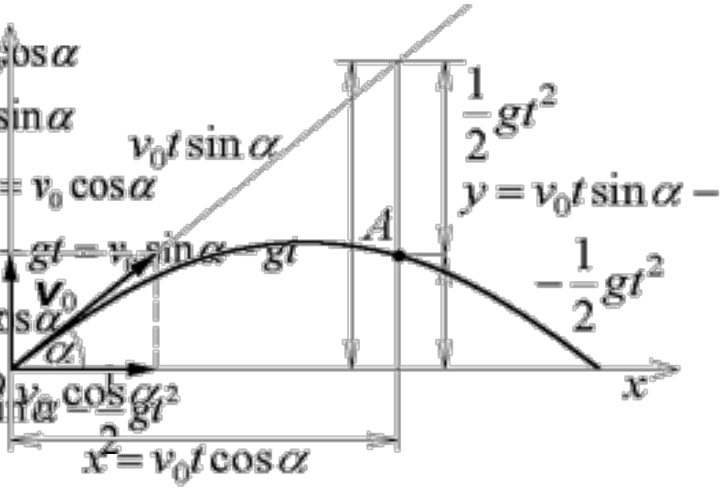
$$v_{0y} = v_0 \sin\alpha$$

$$v_x = v_{0x} = v_0 \cos\alpha$$

$$v_y = v_{0y} - gt = v_0 \sin\alpha - gt$$

$$x = v_0 t \cos\alpha$$

$$y = v_0 t \sin\alpha - \frac{1}{2}gt^2$$



Doba, v níž těleso dosáhne největší výšky:

$$t_1 = \frac{v_0}{g}\sin\alpha$$

Souřadnice vrcholu trajektorie:

$$x_1 = \frac{v_0^2}{g}\sin\alpha\cos\alpha = \frac{v_0^2}{2g}\sin 2\alpha$$

$$y_1 = \frac{v_0^2}{2g}\sin^2\alpha$$

Délka šikmého vrhu:

$$x_2 = \frac{2v_0^2}{g}\sin\alpha\cos\alpha = \frac{v_0^2}{g}\sin 2\alpha$$

Doba pohybu tělesa: $$t_2 = \frac{2v_0}{g}\sin\alpha$$

Největší délka šikmého vrhu (pro elevační úhel α = 45°): $$x_{2\max} = \frac{v_0^2}{g}$$

BALISTICKÁ KŘIVKA: Trajektorie tělesa vrženého vodorovně nebo šikmo vzhůru, ovlivněná odporem vzduchu.

7.) KRUHOVÁ RYCHLOST - *vk*:

Velikost rychlosti v centrálním (radiálním) gravitačním poli, při níž se těleso pohybuje po kružnici o poloměru *r* se středem v gravitačním středu pole:

$$v_k = \sqrt{\kappa\frac{M}{r}}$$

8.) PRVNÍ KOSMICKÁ RYCHLOST - *v*1:

Velikost kruhové rychlosti myšlené družice Země, která by se v gravitačním poli Země pohybovala po kružnici o poloměru Země: 7 905 m.s–1

$$v_1 = \sqrt{\kappa\frac{M_Z}{R_Z}}$$

9.) DRUHÁ KOSMICKÁ RYCHLOST - *v*2:

Velikost rychlosti v centrálním (radiálním) gravitačním poli, při níž se těleso pohybuje po parabolické trajektorii, při níž unikne z gravitačního pole Země.

$$v_2 = \sqrt{2\kappa\frac{M_Z}{R_Z}} = v_1\sqrt{2} = 11\ 180\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$$

10.) TŘETÍ KOSMICKÁ RYCHLOST - *v*3:

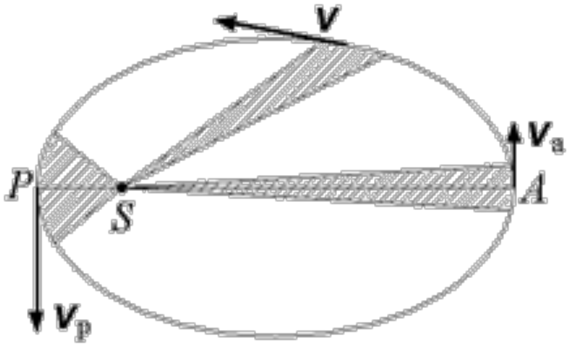
Velikost rychlosti odpovídající nejmenší energii, kterou je nutné dodat tělesu na povrchu Země, aby trvale uniklo ze sféry přitažlivosti Slunce. 16 650 m.s–1

11.) PRVNÍ KEPLERŮV ZÁKON:

Planety se pohybují po elipsách málo odlišných od kružnic, v jejichž společném ohnisku je Slunce.

12.) <u>DRUHÝ KEPLERŮV ZÁKON:</u>

Plochy opsané průvodičem planety za jednotku času jsou konstantní.



13.) <u>TŘETÍ KEPLERŮV ZÁKON:</u>

Poměr druhých mocnin oběžných dob T_1, T_2 dvou planet se rovná poměru třetích mocnin hlavních poloos a_1, a_2 jejich trajektorií:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$