

4. NEWTONOVI ZAKONI IN GRAVITACIJA

4.1 Kandidat naj zna uporabiti Newtonove zakone pri premem gibanju, kroženju in padanju

Sila povzroča spremembo gibanja telesa; zaradi sile se vektor hitrosti telesa spremeni, pojavi se pospešek. Pospešek je premo sorazmeren sili in obratno sorazmeren masi telesa: $a = \frac{F}{m}$ (Newtonov zakon gibanja). Masa je merilo za vztrajnost telesa proti spremembi gibanja. Če na telo učinkuje več sil, poiščemo rezultanto vseh. Pospešek je razmerje med rezultanto sil in maso telesa.

Osnovna enota sile je $1 \text{ N} = 1 \text{ kgm/s}^2$; to je sila, ki da telesu z maso 1 kg pospešek 1 m/s^2 .

Zakon vztrajnosti pravi: Če na telo ne deluje sila ali če je rezultanta vseh sil, ki učinkujejo na telo, nič, telo miruje ali se giblje premo in enakomerno.

Drsenje po klancu:

1. Brez upoštevanja trenja

Telo drsi po klancu navzdol enakomerno pospešeno. Edina sila, ki deluje v smeri njegovega gibanja, je dinamična komponenta teže telesa F_d . Ta podeljuje pospešek a . Velja:

$$\begin{aligned}F_d &= m \cdot a \\mg \cdot \sin \alpha &= m \cdot a \\a &= g \cdot \sin \alpha\end{aligned}$$

2. Z upoštevanjem trenja

Gibanju telesa po klancu navzdol nasprotuje sila trenja. Telesu podeljuje pospešek rezultanta sil F_d in in F_t :

$$\begin{aligned}F_d - F_t &= m \cdot a \\mg \cdot \sin \alpha - k_t \cdot mg \cdot \cos \alpha &= m \cdot a \\a &= g \cdot (\sin \alpha - k_t \cdot \cos \alpha)\end{aligned}$$

Ko telo drsi po klancu navzdol enakomerno, je pospešek $a = 0$. Torej je $\sin \alpha - k_t \cdot \cos \alpha = 0$. Sledi:

$$k_t = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha$$

Če izmerimo naklonski kot klanca, po katerem drsi klada enakomerno navzdol, določimo koeficient trenja med telesom in klancem.

Telo na klancu miruje, če je koeficient trenja večji od strmine klanca.

Na podoben način izmerimo s klancem tudi koeficient lepenja.

Kroženje:

Radialna sila povzroča kroženje teles s tem, da podeljuje telesu radialni pospešek. Po II. Newtonovem zakonu lahko zapišemo:

$$F_r = m \cdot a_r = m \cdot \frac{v^2}{r} = m \cdot \omega^2 \cdot r$$

Padanje teles:

Padanje teles je pospešeno gibanje. Za manjše višinske razlike predpostavimo, da je težni pospešek stalen. Teža je sila, ki pospešuje telo in mu podeljuje težni pospešek g :

$$F_g = m \cdot g$$

Zrak ovira gibanje teles. Če hitrost telesa ni zelo majhna, je sila zraka – upor – sorazmerna s kvadratom hitrosti telesa $F_u = k \cdot v^2$. Koeficient k je odvisen od gostote zraka, od velikosti prečnega preseka telesa in od oblike telesa.

Padajočemu telesu v primeru, ko zračni upor ni zanemarljiv, podeljuje pospešek a rezultanta sile teže in upora zraka:

$$\begin{aligned} F_g - F_u &= m \cdot a \\ m \cdot g - k \cdot v^2 &= m \cdot a \\ a &= g - \frac{k}{m} \cdot v^2 \end{aligned}$$

V začetku gibanja, ko je hitrost majhna, je pospešek enak začetnemu. Ko se hitrost večja, postaja pospešek vse manjši. Če traja gibanje dovolj časa, upor uravnesi težo. Tedaj se giblje telo enakomerno s hitrostjo

$$v = \sqrt{\frac{mg}{k}}$$

To je tako imenovana terminalna ali končna hitrost.

4.2 Kandidat naj zna pojasniti in uporabiti zvezo med težo in maso

Masa telesa je mera za njegovo vztrajnost. Vztrajnost telesa je lastnost, s katero povemo, kako se telo upira vsaki spremembi gibanja.

Enota za maso je kilogram.

Masa je za telo značilen podatek in se ne spreminja, če hitrost ni prevelika. Zato jo jemljemo tudi kot mero za količino snovi.

Teža telesa je sila, s katero Zemlja privlači telo. Smer teže je proti središču Zemlje.

Pri prostem padanju teža podeljuje telesu pospešek $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

$$F_g = m \cdot g$$

Teža telesa se s krajem spreminja, saj je težni pospešek g na različnih krajih različen.

Teža kilogramske uteži je: $F_g = m \cdot g = 1 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 9,81 \text{ kgm/s}^2 = 9,81 \text{ N}$

Težo teles ugotavljamo s tehtanjem. Poznamo vzvodne in vzmetne tehtnice, pa tudi druge. Pri tehtanju telesa z vzvodno tehtnico primerjamo njegovo težo s težo uteži.

Telesi (predmet in uteži), ki imata enako težo, imata tudi enako maso.

Pri tehtanju telesa z vzmetno tehtnico primerjamo njegovo težo s silo vzmeti. S takšno tehtnico lahko tudi ugotovimo spreminjanje teže telesa s krajem (spreminjanje težnega pospeška g).

4.3 Kandidat naj zna uporabiti zvezo med maso in gostoto

Gostoto homogenega telesa definiramo kot kvocient mase in prostornine. Gostota pove, kolikšna je masa prostorninske enote snovi: $\rho = \frac{m}{V}$. Enota za gostoto je 1 kg/m^3 . Gostota je za snov značilni podatek.

Snov	Gostota
Voda	$1000 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ kg/dm}^3 = 1 \text{ g/cm}^3$
Železo	$7800 \text{ kg/m}^3 = 7,8 \text{ kg/dm}^3 = 7,8 \text{ g/cm}^3$

Specifično težo snovi definiramo kot kvocient teže in prostornine snovi. Pove težo prostorninske enote snovi: $\sigma = \frac{F_g}{V}$.

Enota je 1 N/m^3 . Specifična teža je za snov značilni podatek.

Snov	Specifična teža
Voda	$9800 \text{ N/m}^3 = 9,8 \text{ N/dm}^3 = 0,0098 \text{ N/cm}^3$

Teža telesa F_g je sorazmerna z njegovo maso m : $F_g = g \cdot m$.

Podobna zveza velja med specifične težo in gostoto snovi: $F_g = g \cdot m \quad /:V$
 $\sigma = g \cdot \rho$

4.4 Kandidat naj zna zapisati gravitacijski zakon, iz njega izpeljati težni pospešek in na osnovi tega določiti maso Zemlje

Newtonov gravitacijski zakon:

Homogeni kroglasti telesi z masama m_1 in m_2 se privlačita s silo F :

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2},$$

kjer je R razdalja med središčema krogel. G je gravitacijska konstanta; $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$.

Težni pospešek na površini Zemlje.

m pomeni maso telesa, m_0 maso Zemlje, $R_0 = 6400 \text{ km}$ pa polmer Zemlje. Zapišemo težo telesa kot gravitacijsko silo med telesom in Zemljo ter izpeljemo gravitacijski pospešek na površju Zemlje:

$$F_g = m \cdot g_0 = G \cdot \frac{m \cdot m_0}{R_0^2}$$

$$g_0 = G \cdot \frac{m_0}{R_0^2}$$

Določitev mase Zemlje:

Težni pospešek g_0 na površini Zemlje poznamo, prav tako pa tudi njen polmer R_0 in gravitacijsko konstanto G . Iz zgornje enačbe izrazimo maso Zemlje in jo izračunamo: $m_0 = 6,02 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.