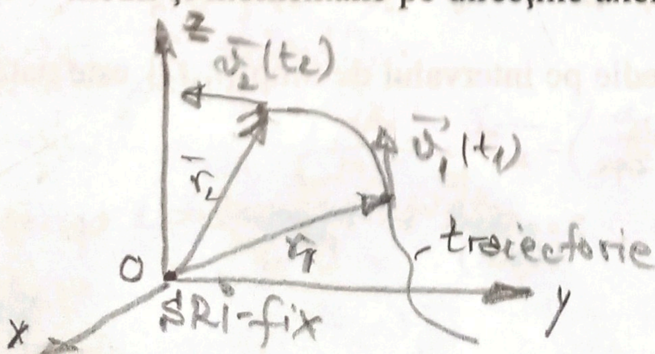
Capitolul I
PRINCIPII ȘI LEGI ÎN MECANICA NEWTONIANĂ

Primul capitol al lucrării include probleme pentru rezolvarea cărora sunt utilizate mărimi fizice ca viteza, accelerația și forța (toate trei având valori medii și momentane), în situații în care sunt întâlnite mișcarea rectilinie (uniformă și uniform variată, pe plan orizontal și înclinat), mișcarea în câmp gravitațional și mișcarea circulară. În acest scop sunt folosite principiile mecanicii, legile mișcării și vitezei, legea deformărilor elastice (Hooke), legile frecării și legea atracției universale. Dacă nu se precizează altfel, pentru accelerația gravitațională se va utiliza $g = 10\ \mathrm{m/s^2}$, N/kg valoare folosită și în subiectele de mecanică administrate la examenul de bacalaureat.

BREVIAR TEORETIC

Pentru rezolvarea problemelor conținute în capitolul de față sunt necesare următoarele definiții, relații și formule:

- definițiile vitezei medii și vitezei momentane în mișcarea rectilinie: $v_m = \dfrac{\Delta x}{\Delta t}$,
  $v = \lim\limits_{\Delta t \to 0} \dfrac{\Delta x}{\Delta r} = \left(\dfrac{dx}{dt}\right)$; $\vec{v} = v_x\cdot\vec{i} + v_y\cdot\vec{j} + v_z\cdot\vec{k}$ $\left\{ \begin{matrix} \vec{i}\perp\vec{j}\perp\vec{k} \\ \vec{v_x}\perp\vec{v_y}\perp\vec{v_k} \end{matrix} \right.$
- definițiile accelerației medii și accelerației momentane în mișcarea rectilinie:
  $a_m = \left(\dfrac{\Delta v}{\Delta t}\right)$, $a = \lim\limits_{\Delta t \to 0}\left(\dfrac{\Delta v}{\Delta t}\right) = \left(\dfrac{dv}{dt}\right)$; $\vec{a} = a_x\cdot\vec{i} + a_y\cdot\vec{j} + a_z\cdot\vec{k}$; $\vec{a_x}\perp\vec{a_y}\perp\vec{a_z}$
- definițiile vectorului viteză medie și vectorului viteză momentană în mișcarea curbilinie plană: $\vec{v}_m = \left(\dfrac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}\right)$, $\vec{v} = \lim\limits_{\Delta t \to 0}\dfrac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = \left(\dfrac{d\vec{r}}{dt}\right)$; definițiile vitezelor medii și momentane pe direcțiile axelor de coordonate: $v_{mx} = \dfrac{\Delta x}{\Delta t}$, $v_{my} = \dfrac{\Delta y}{\Delta t}$,
  $v_m = \sqrt{v_{mxx}^2 + v_{my}^2}$ și $v_x = \left(\dfrac{dx}{dt}\right)$, $v_y = \left(\dfrac{dy}{dt}\right)$, $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$. Se vor reține și formulele
  $\vec{v}_m = v_{mx}\cdot\vec{i} + v_{my}\cdot\vec{j}$ și $\vec{v} = v_x\cdot\vec{i} + v_y\cdot\vec{j} + v_z\cdot\vec{k}$, $v_z = \left(\dfrac{dz}{dt}\right)$; Oxyz - SRI $\vec{i}\perp\vec{j}\perp\vec{k}$
- definițiile vectorului accelerație medie și vectorului accelerație momentană în mișcarea curbilinie plană: $\vec{a}_m = \left(\dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}\right)$, $\vec{a} = \lim\limits_{\Delta t \to 0}\dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \left(\dfrac{d\vec{v}}{dt}\right)$; definițiile accelerațiilor medii și momentane pe direcțiile axelor de coordonate: $a_{mx} = \left(\dfrac{\Delta v_x}{\Delta t}\right)$, $a_{my} = \left(\dfrac{\Delta v_y}{\Delta t}\right)$,
  $a_z = \left(\dfrac{\Delta v_z}{\Delta t}\right) = \dfrac{dv_z}{dt}$



$a_m = \sqrt{a_{mx}^2 + a_{my}^2}$ și $a_x = \frac{dv_x}{dt}$, $a_y = \frac{dv_y}{dt}$, $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$. Se vor reține și formulele $\vec{a}_m = a_{mx} \cdot \vec{i} + a_{my} \cdot \vec{j}$ și $\vec{a} = a_x \cdot \vec{i} + a_y \cdot \vec{j} + a_z \cdot \vec{k}$

- vectorul viteză momentană ($\vec{v}$) este tangent la traiectorie, iar vectorul accelerație momentană $\vec{a}$ este orientat către interiorul traiectoriei (către partea concavă);
- vectorul accelerație momentană ($\vec{a}$) se mai scrie și sub forma $\boxed{\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n}$, în care $\vec{a}_t$ este accelerația tangențială, iar $\vec{a}_n$ este accelerația normală la traiectorie; de asemenea, $a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2}$; cele două componente $\vec{a}_t$ și $\vec{a}_n$ ale accelerației momentane au modulele date de relațiile $a_t = \left(\frac{dv}{dt}\right)$ și $a_n = \left(\frac{v^2}{R}\right)$, în care R este raza de curbură a traiectoriei în punctul în care se calculează accelerația;
- P2/P4 ecuația principiului al II-lea al mecanicii: $\vec{R} = m\vec{a}$, în care $\vec{R} = \sum_{i=1}^{n} \vec{F}_i$ este rezultanta forțelor care acționează asupra unui punct material de masă m, căruia acestea îi imprimă accelerația $\vec{a}$; ecuația vectorială se proiectează pe axele de coordonate astfel: $R_x = ma_x$, $R_y = ma_y$; $R_z = m \cdot a_z$
- P3 ecuația principiului al III-lea al mecanicii: $\vec{F}' = -\vec{F}$ (acțiunea și reacțiunea au module egale și sensuri opuse);
- legea a II-a a frecării: $\boxed{F_f = \mu N}$;
- legea lui Hooke (numită și legea deformărilor elastice): $\boxed{\Delta l = \frac{Fl_0}{ES_0}}$ sau $\varepsilon = \sigma / E$, în care $\varepsilon = \Delta l / l_0$ este alungirea relativă, iar $\sigma = F/S_0$ este efortul unitar (sau tensiunea mecanică). Pentru un corp elastic dat $F = k\Delta l$, în care k este constanta de elasticitate, $k = \left(\frac{ES_0}{l_0}\right)$;
- (MRU) pentru mișcarea rectilinie uniformă a unui mobil: $v = \text{ct.}$, $a = 0$, $x = x_0 + v(t - t_0)$ (legea mișcării); de asemenea, distanța parcursă în această mișcare se poate scrie sub forma $d = v \cdot \Delta t$;
- (MRUV) pentru mișcarea rectilinie uniform variată a unui mobil: $a = \text{ct.}$, $v = v_0 + a(t - t_0)$ (legea vitezei) și $x = x_0 + v_0(t - t_0) + \frac{a(t - t_0)^2}{2}$ (legea mișcării). De asemenea, viteza medie pe intervalul de timp $[t_1, t_2]$ este dată de

$\left\{ x_u = \left(\frac{v_0^2}{2a}\right), \ t_u = \left(\frac{v_0}{a}\right) \right.$
$v = 0$, spațiul (x_u) și timpul (t_u) de oprire/frânare

relația $v_m = \frac{v_1 + v_2}{2}$, în care $v_1 = v(t_1)$ și $v_2 = v(t_2)$; legătura dintre viteză și coordonată este dată de relația lui Galilei: $v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$;

- (MCU) în mișcarea circulară uniformă: $|\vec{v}| = v = \text{ct.}$ (viteza liniară), $\omega = \Delta\theta / \Delta t$ (viteza unghiulară); $\omega = 2\pi\nu$, $\omega = 2\pi / T$, $\nu = 1/T$ (în care T este perioada, iar ν este frecvența); $v = \omega \cdot r$. De asemenea, $\vec{a}_{cp} = -\omega^2 \vec{r}$ (accelerația centripetă) și $\vec{F}_{cp} = m\vec{a}_{cp} = -m\omega^2 \vec{r}$ (forța centripetă); $\boxed{a_{cp} = \omega^2 r}$ sau $\boxed{a_{cp} = v^2 / r}$. Într-un sistem de referință neinerțial (SRN), în raport cu care mobilul se află în repaus, asupra acestuia acționează o forță (fictivă într-un SRI) denumită forță centrifugă de inerție: $\vec{F}_{cf} = -m\vec{a}_{cp} = m\omega^2 \vec{r}$;
- legea atracției universale (Newton, 1687) exprimă forța de atracție gravitațională dintre două corpuri considerate punctiforme în raport cu distanța dintre acestea: $\boxed{F = K \frac{m_1 m_2}{r^2}}$, în care K este constanta atracției universale ($K = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ Nm^2/kg^2), m_1 și m_2 sunt masele celor două corpuri, iar r este distanța dintre ele; intensitatea câmpului gravitațional se definește prin relația $\vec{\Gamma} = (\vec{F}/m)$ (m este masa corpului de probă). Pentru un corp sferic și omogen (cum pot fi considerate cu o bună aproximație Pământul și oricare alt corp ceresc) $\Gamma_{(h)} = g_{(h)} = K \frac{M}{r^2} = K \frac{M}{(R + h)^2}$, în care M este masa corpului și R este raza acestuia, iar h este altitudinea la care se determină mărimea $\Gamma \equiv g$. Se mai poate scrie $g = \frac{g_0}{(1 + h/R)^2} = g_0 \left(\frac{R}{R+h}\right)^2$, în care $g_0 = K \cdot M/R^2$ este accelerația gravitațională la suprafața corpului.

$\Gamma = \Gamma_0 \cdot \left(\frac{R}{R+h}\right)^2$; $\Gamma_0 = K\left(\frac{M}{R^2}\right)$, $K = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$

$g = g_0 \left(\frac{R_p}{R_p + h}\right)^2$; $g_0 = K\left(\frac{M_p}{R_p^2}\right)$ $M_p = 5{,}97 \cdot 10^{24}$ kg, $R_p = 6378$ km, $v_p \sim 30$ km/s.

$v = v_0 \pm gt$
$y = v_0 t \pm \frac{gt^2}{2}$
$v^2 = v_0^2 \pm 2gy$
$t_u = \frac{v_0}{g}$, $y = \frac{v_0^2}{2g}$

[illegible]