

4.2.B. PAGRINDINIO SUKAMOJO JUDĖJIMO DINAMIKOS DĖSNIO PATIKRINIMAS

Darbo tikslas

Naudojant mechaninę Oberbeko svyruoklę patikrinti pagrindinio sukamojo judėjimo dinamikos dėsnį ir nustatyti svyruoklės inercijos momentą.

Darbo užduotys

- Patikrinkite pagrindinį sukamojo judėjimo dinamikos dėsnį.
- Nustatykite svyruoklės inercijos momentus skirtingo skersmens skriemuliams ir keičiant svarelių mases.

Teorinės temos

- Materialiojo taško judėjimas apskritimu. Kietojo kūno sąvoka.
- Sukimo momentas. Inercijos momentas, jo fizikinė prasmė.
- Pagrindinis sukamojo judėjimo dinamikos dėsnis.
- Besisukančio kūno kinetinė energija.
- Oberbeko svyruoklė.

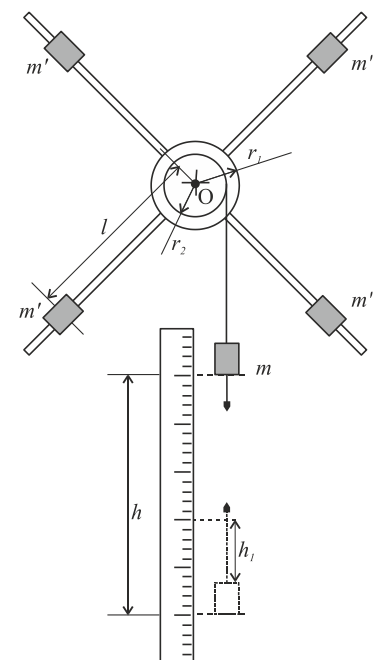
Darbo priemonės ir prietaisai

Mechaninė Oberbeko svyruoklė, slankmatis, liniuotė, įvairių masių svarelių rinkinys, laiko matuoklis.

Darbo metodika

Naudojamos šiame darbe Oberbeko svyruoklės schema pavaizduota 4.2.B.1 paveiksle. Ji susideda iš keturių strypų ir dviejų skirtingų spindulių r_1 ir r_2 skriemulių, pritvirtintų ant vienos horizontaliosios ašies O (statmenos brėžinio plokštumai). Strypai yra pritvirtinti simetriškai prie sukimosi ašies taip, kad tarp strypų susidarytų 90° kampas. Strypų galuose pritvirtinti tam tikroje padėtyje keturi vienodos masės svareliai m' (po vieną svarelį ant kiekvieno strypo). Svyrūklę išjudina skirtingos masės m svareliai, pritvirtinti prie siūlo, užvynioto ant vieno ar kito skriemulio. Tuomet svyruoklė, paveikta jėgos momento, sukasi apie nejudančią horizontaliąją ašį O , o svarelis juda žemyn, o po to iš inercijos vėl pakyla į viršų atstumu h_1 nuo apatinio taško. Svarelio nusileidimo trukmė matuojama rankiniu ar elektroniniu sekundmačiu.

Vienas iš Oberbeko svyruoklės praktinių pavyzdžių yra krijelis, dar kitaip vadinamas reketuku. Tai yra prietaisas, ant kurio vejami siūlai, prieš vyniojant juos ant mestuvų.



4.2.B.1 pav. Oberbeko svyruoklė

Laisvai krisdamas svarelis įtempia siūlą, todėl Oberbeko svyruoklė sukasi su pagreičiu. Krintantį m masės svarelį veikia trys jėgos: sunkio jėga $\vec{F}_s = m\vec{g}$, siūlo įtempimo jėga (reakcijos jėga \vec{F}) ir trinties jėga, kuri yra maža, palyginus su svarelių sunkio jėga, todėl jos galima nepaisyti. Sunkio ir siūlo įtempimo jėgų atstojamoji suteikia svareliui pagreitį \vec{a} . Tuomet pagal antrąjį Niutono dėsnį:

$$ma = F_s - F = mg - F. \quad (4.2.1)$$

Oberbeko svyruoklę veikia sunkio jėga, savo didumu lygi jėgai F , kuri nuo sukimosi ašies yra nutolusi per skriemulio spindulį r . Ši jėga sukuria sukimosi momentą M :

$$M = Fr. \quad (4.2.2)$$

Sulyginus (4.2.2) formulės išraišką su pagrindine sukamojo judėjimo dinamikos lygtimi $M = I\varepsilon$:

$$Fr = I\varepsilon; \quad (4.2.3)$$

čia I – Oberbeko svyruoklės inercijos momentas, ε – jo kampinis pagreitis.

Oberbeko svyruoklės sukimosi kampinis pagreitis ε ir skriemulio paviršiaus taškų linijinis pagreitis a , kuris lygus svarelio kritimo pagreičiui, yra susiję:

$$a = \varepsilon r. \quad (4.2.4)$$

Į (4.2.1) formulę įrašius iš (4.2.3) formulės F , o iš (4.2.4) formulės – ε išraiškas, įvertinamas svarelio pagreitis:

$$a = \frac{mgr^2}{I + mr^2} \quad (4.2.5)$$

Kita vertus, pagreitis a gali būti randamas iš tolygiai greitėjančio objekto judėjimo lygčių, kai pradinis greitis lygus nuliui, t.y. $h = \frac{at^2}{2}$, bei atsižvelgiant į svarelio pakilimą viršun, atstumu h_1 nuo apatinio taško:

$$a = \frac{2h}{t^2 \left[1 - \left(\frac{h-h_1}{h+h_1} \right) \right]}, \quad (4.2.6)$$

čia h – atstumas, kurį nukrito svarelis, t – laikas, per kurį siūlas nusivynioja nuo skriemulio, o svarelis pasiekė savo žemiausią savo padėtį, h_1 – atstumas nuo žemiausio taško iki aukščiausio pakilimo taško.

Sulyginus (4.2.5) ir (4.2.6) lygti išreiškiamas Oberbeko svyruoklės inercijos momentas:

$$I_1 = m r^2 \left[g \frac{t^2}{2h} \left(1 - \frac{h-h_1}{h+h_1} \right) - 1 \right] \quad (4.2.7)$$

čia m – krovinio masė, r – skriemulio spindulys, g – laisvo kritimo pagreitis, t – svarelio judėjimo trukmė.

Darbo eiga

1. Išmatuojami skriemulių skersmenys.
2. Pasveriami $m_1, m_2 \dots m_n$ masės svareliai.
3. m_1 masės svarelis pritvirtinamas prie siūlo, o siūlas užvyniojamas ant vieno iš skriemulių.
4. Išmatuojama svarelio nusileidimo trukmė t_1 , nusileidimo aukštis h ir pakilimo aukštis h_1 .
5. Pagal (4.2.7) formulę apskaičiuojamas sistemos inercijos momentas:
6. Darbo eigos 1 - 5 punktai pakartojami su kitos masės svareliais ir/ar kito skersmens skriemuliu.
7. Matavimų ir skaičiavimų duomenys surašomi į 1 lentelę. Įvertinamas matavimų tikslumas.

1 lentelė

m, kg	r, m	h, m	h_1, m	t, s	I, kgm^2	$\Delta I, \text{kgm}^2$

8. Palyginami svyruoklės inercijos momentai ($I_1 \cong I_2 \cong \dots \cong I_n$).
9. Eksperimentas gali būti pakartotas, pakeitus svarelių m' padėtį ant kiekvieno strypo.

Literatūra:

1. J. Butrimaitė, A. Dementjev, G. Dikčius, R. Gadonas, J. Jasevičiūtė, V. Karenauskaitė, V. Sirutkaitis, V. Smilgevičius (2003). Vadovėlis Fizika biomedicinos ir fizinių mokslų studentams 1 dalis, Vilnius, Vilniaus universiteto leidykla, 212psl. ISBN 9986-19-595-9. El. vadovėlis: ISBN 978-9955-33-538-2.