

Laboratoorne töö nr 1

Reaktsioonikiiruse määramine

Töö eesmärgid

1. Reaktsioonikiiruse määramine.
2. Statistilise andmetöötluse meetoditega tutvumine

Töövahendid:

Joonlaud.

Töö käik, teoreetiline osa:

Kui keha kukub vabalt ning õhutakistuse võib jätta arvestamata, siis tema y-koordinaat h sõltub ajast t järgmiselt:

$$h = \frac{1}{2} g t^2, \quad (1.1)$$

kus $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ on vaba langemise kiirendus. Antud töös määratakse inimese reaktsiooni kiirus seost (1.1) kasutades järgmiselt. Joonlauda (või mingi muu õhuke lauda) hoitakse seinale lähedal. Inimene, kelle reaktsioonikiirust mõõdetakse, hoiab oma kätt võimalikult laua lähedal, kuid mitte vastu lauda. Laud lastakse kukkuma ning inimene, kelle reaktsioonikiirust mõõdetakse, surub selle vastu seinale. Kui laud on seinale piisavalt lähedal ning inimese käsi lauale väga lähedal, siis võib jätta arvestamata aja, mis kulub käe liigutamiseks seinale suunas. Seega võib eeldada, et laua kukkumiseks kulunud aeg on ligikaudu võrdne inimese reaktsiooniajaga. Seosest (1.1) saame

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}. \quad (1.2)$$

Töö käik:

Töö viiakse läbi paarikaupa. Üks üliõpilane hoiab joonlauda vastu seinale ning laseb lahti, uuritav üliõpilane hoiab kätt joonlauda lähedal ning üritab joonlauda lahtilaskmise hetkel selle tihedalt vastu seinale suruda. Pärast iga katset tuleb leida joonlauda kukkumisel läbitud vahemaa h . Katset tuleb korrata vähemalt 10 korda ning andmed kanda tabelisse 1.1.

Tabel 1.1. Joonlauda kukkumise kõrgus ning selleks kulunud aeg.

Kukkumise vahemaa h (cm)	Kukkumise vahemaa h (m)	Kukkumise aeg t (s)

Andmetöötlus ja andmete analüüs:

1. Kandke saadud andmed tabelandmetöötlusprogrammi OOO Calc või MS Excel tabelisse.
2. Leidke keskmine aeg, mis kulus joonlauda kukkumiseks $\bar{t}$ kasutades käsklust 'AVERAGE'
3. Leidke üksikmõõtmise standardhälve σ_t kasutades käsklust STDEV ning selle abil aritmeetilise keskmise standardhälve $\sigma_{\bar{t}} = \frac{1}{\sqrt{n}} \sigma_t$, kus n on katsete arv.
4. Leidke reaktsiooniaja mõõtemääramatus $\Delta t = t_{n,\beta} \sigma_{\bar{t}}$, kus $t_{n,\beta}$ on Studenti tegur n mõõtmise ning usaldusväarsuse $\beta = 95\%$ korral.
5. Andke reaktsiooniaja hinnang kujul $t = (\bar{t} \pm \Delta t) \text{ s}$.
6. Koguge kokku ka rühma teiste liikmete reaktsiooniajad (vähemalt 30 katsetulemust) ning koostage tabelandmetöötlusprogrammis histogramm. (vt ka loengukonspekt, kuidas valida klasside arv N ning kuidas andmeid esitada histogrammis).

Laboratoorne töö nr 2

Kehade ruumala ja tiheduse määramine

Töö eesmärgid:

1. Kehade ruumalade ja tiheduse leidmine.
2. Statistilise andmetöötluse meetoditega tutvumine.

Töövahendid:

Nihkkaliiber ehk nihik, kaalud, kaaluvihid, 3-5 katsekeha.

Töö käik:

Antud katses mõõdetakse risttahukate pikkus a , laius b ning kõrgus h nihkkaliibri ehk nihikuga. Samuti mõõdetakse risttahukate mass m kaaludega. Seejärel leitakse risttahukate ruumala $V = abh$ ning tihedus

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{abh} . \quad (2.1)$$

Kuivõrd ruumala ja tiheduse määramisel on tegemist kaudsete mõõtmistega, siis tuleb mõõtemääramatuse arvestamisel arvutada mõõtetäpsusest tulenev mõõtemääramatus järgmiselt:

$$\Delta V = \left| \frac{\partial V}{\partial a} \right| \Delta a + \left| \frac{\partial V}{\partial b} \right| \Delta b + \left| \frac{\partial V}{\partial h} \right| \Delta h = bh \Delta a + ah \Delta b + ab \Delta h, \quad (2.2)$$

kus $\Delta a, \Delta b, \Delta h$ on vastavalt pikkuse, laiuse ja kõrguse mõõtetäpsused.

Tiheduse mõõtemääramatuse leiame sel juhul järgmiselt:

$$\Delta \rho = \left| \frac{\partial \rho}{\partial a} \right| \Delta a + \left| \frac{\partial \rho}{\partial b} \right| \Delta b + \left| \frac{\partial \rho}{\partial h} \right| \Delta h + \left| \frac{\partial \rho}{\partial m} \right| \Delta m = \frac{m}{a^2 b h} \Delta a + \frac{m}{a b^2 h} \Delta b + \frac{m}{a b h^2} \Delta h + \frac{1}{a b h} \Delta m \quad (2.3)$$

kus Δm massi mõõtetäpsus.

1. Mõõtke risttahukate lineaarmõõtmel ning mass ja kandke need tabelisse 2.1.

$a \text{ (mm)}$	$b \text{ (mm)}$	$h \text{ (mm)}$	$a \text{ (m)}$	$b \text{ (m)}$	$h \text{ (m)}$	$m \text{ (g)}$	$m \text{ (kg)}$	$V \text{ (mm}^3\text{)}$	$\rho \text{ (g/mm}^3\text{)}$	$\rho \text{ (kg/m}^3\text{)}$

$\Delta a = \dots$

$\Delta b = \dots$

$\Delta h = \dots$

$\Delta m = \dots$

2. Leidke vastavalt seostele (2.2) ning (2.3) mõõtetäpsusest tingitud mõõtemääramatused ruumala ja tiheduse jaoks: ΔV_1 ja $\Delta \rho_1$. Eeldame, et mõõtetäpsused on antud 95% usaldusväärsuse juures.

3. Leidke risttahukate keskmine ruumala $\bar{V}$ ja $\bar{\rho}$. Samuti leidke aritmeetilise keskmise standardhälbed ruumala ja tiheduse jaoks $\sigma_{\bar{V}}$ ja $\sigma_{\bar{\rho}}$ (vt laboratoorne töö nr 1) ning risttahukate juhuslikest erinevustest tingitud mõõtemääramatused $\Delta V = t_{n,\beta} \sigma_{\bar{V}}$ ja $\Delta \rho = t_{n,\beta} \sigma_{\bar{\rho}}$, kus $t_{n,\beta}$ on Studenti tegur (vt loengukonspekti).

4. Et mõõtmistel mõõtevead (ja mõõtemääramatused) liituvad, siis saab leida kogu mõõtemääramatuse

järgmiselt: $\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2$ ning $\Delta \rho = \Delta \rho_1 + \Delta \rho_2$.

5. Andke vastused kujul:

Risttahuka keskmine ruumala on $V = (\bar{V} + \Delta V) m^3$

Risttahuka keskmine tihedus on $\rho = (\bar{\rho} + \Delta \rho) m^3$.

Leidke ka risttahuka ruumala määramise suhteline viga ning tiheduse määramise suhteline viga:

$$R_V = \frac{\Delta V}{\bar{V}} 100 \%, \quad R_\rho = \frac{\Delta \rho}{\bar{\rho}} \quad \%.$$