

Pretočni kalorimeter

1. Naša naloga je bila, da smo določili specifično toploto zraka.

2. Podatki:

- Temperatura okolice: $T_z = 23,5^\circ\text{C}$
- Zunanji tlak : $p_z = 997 \text{ mbar}$
- Začetno stanje števca: 4419110 l
- Končno stanje števca: 4419160 l
- Čas: 60 s
- Napetost na grelcu: 12,9 V
- Tok skozi grelec: 0,5 A
- Temperatura vhodnega zraka: $T_1 = 23^\circ\text{C}$
- Temperatura izhodnega zraka: $T_2 = 30,9^\circ\text{C}$

3. Vprašanja in odgovori:

I. Izračunajte specifično toploto zraka pri konstantnem tlaku:

$$c_p = \frac{U \cdot I \cdot R \cdot T_z}{\Phi_v \cdot p_z \cdot M \cdot (T_2 - T_1)} = 855 \text{ g/kgK}$$

II. V literaturi poiščite pravilno vrednost za c_p zraka in jo primerjajte z izmerjeno. Navedite nekaj razlogov, zaradi katerih je prišlo do napake.

$$c_p = 1005 \text{ J/kgK}$$

Rezultat pri meritvah je drugačen, ker je pri naših meritvah lahko prišlo do napak, iz literature prebrana specifična toplota je merjena pri drugačnem tlaku.

Čas trka

1. Naša naloga je bila, da smo izmerili čas trka jeklene kroglice ob ravno steno pri različnih hitrostih in primerili izmerjeni čas s teoretično napovedjo.

2. Podatki:

a. Tabela

s(cm)	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15
5	232	236	210	227	225	221	245	213	224	226	235	231	215	238	232
10	201	184	200	192	201	198	198	202	202	205	204	191	183	205	184
15	173	190	191	182	172	181	191	188	179	185	201	189	182	174	198
20	89	160	172	175	174	181	168	161	174	179	160	178	157	163	160

b. Drugi podatki:

- frekvenca oscilatorja: 3 MHz
- radij kroglice: 1,5 mm
- dolžina nihala: 58,5 cm

3. Vprašanja in odgovori:

I. Meritve in rezultate predstavi v tabeli, kjer morajo biti izračunano povprečno število impulzov N, izmerjeni čas trka t_m , izračunani čas trka t_t , in hitrost kroglice ob trku v.

s(cm)	N	t_m (s)	t_t (s)	v (m/s)
5	229	$76,3 \times 10^{-6}$	$64,01 \times 10^{-6}$	0,205
10	197	$65,6 \times 10^{-6}$	$55,73 \times 10^{-6}$	0,411
15	185	$61,6 \times 10^{-6}$	$51,31 \times 10^{-6}$	0,619
20	163	$54,3 \times 10^{-6}$	$48,36 \times 10^{-6}$	0,832

II. Meritve predstavite v grafu, kjer na vodoravno os nanašate $(v/c)^{-1/5}$, na navpično os pa nanašate t_m . V istem grafu prikažite tudi premico, ki jo dobimo z izračunanim časom t_t .

Graf je na milimetrskem papirju.

III. Za vsak odklon izračunajte relativno mersko napako pri času trka.

$$R_1 = \frac{\sigma_1}{t_{m1}} = \frac{12,29}{76,3} = 16,11\%$$

$$R_2 = 15,05 \%$$

$$R_3 = 16,70 \%$$

$$R_4 = 10,94 \%$$

IV. Do odstopanj je prišlo zaradi nenatančnosti pri merjenju impulzov, zaradi samega človeka, ki je odvisen, kako natančno spušča kroglico, in premalo meritev.

Magnetna idukcija

1. Naša naloga je bila, da smo določili gostoto magnetnega polja v sredini tuljave in si ogledali indukcijo v zemeljskem magnetnem polju.³

2. Podatki:

a. Izmerjeni podatki

- dolžina velike tuljave: $L = 50 \text{ cm}$
- premer velike tuljave: $d_v = 9 \text{ cm}$
- št. ovojev velike tuljave: $N = 120$
- tok skozi veliko tuljavo: $I_0 = 8,5 \text{ A}$
- premer male tuljave: $d_m = 5 \text{ cm}$
- št. ovojev male tuljave: $n = 1300$

b. Prebrani podatki iz izrisane inducirane napetosti:

- amplituda inducirane napetosti: $U_0 = 0,3 \text{ V}$
- čas enega obrata majhne tuljave: $t_0 = 0,125 \text{ s}$

3. Vprašanja in odgovori:

I. Izračunaj gostoto magnetnega polja velike tuljave iz izmerjenih geometrijskih podatkov. Za koliko odstotkov se spremeni izračunana gostota magnetnega polja, če računaš s približkom za zelo dolgo tuljavo?

$$B = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{\sqrt{L^2 + d^2}} = 2,5230 \cdot 10^{-3} \text{ T}$$

$$B_{\text{dolga}} = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{L} = 2,5635 \cdot 10^{-3} \text{ T}$$

Izračuna gostota magnetnega polja se z približkom za dolgo tuljavo spremeni za 1,6%.

II. Izračunaj gostoto magnetnega polja velike tuljave s pomočjo časovnega poteka inducirane napetosti na mali tuljavi.

$$B = \frac{U_0}{n\omega S} = 2,338 \cdot 10^{-3} \text{ T}$$

III. Primerjaj izračunani vrednosti magnetnega polja in navedi nekaj razlogov, zakaj pride do odstopanja.

Izračunani vrednosti se razlikujeta za $0,185 \times 10^{-3} \text{ T}$ oziroma za 7,33%

Do odstopanj pride zaradi pogreškov osciloskopa, nenatančnosti določitve časa enega obrata male tuljave iz grafa, nenatančna določitev inducirane napetosti in nanatančni izmeri dolžin in premera male tuljave.

IV. Podrobno izpelji enačbo za gostoto magnetnega polja v dolbi tuljavi. Pomagaj si s primernim učbenikom.

$$dB = \left(\frac{n}{L}\right) \cdot dx \cdot \left(\frac{\mu_0 \cdot I \cdot a^2}{2}\right) \cdot (x^2 + a^2)^{-\frac{3}{2}}$$

$$B = \int B = \left(\frac{\mu_0 \cdot n \cdot I \cdot a^2}{2L}\right) \cdot \int_{x_1}^{x_2} (a^2 + x^2)^{-\frac{3}{2}} dx; \text{ pri čemr je } x_1 = a \cdot \text{ctg}\beta \text{ in } x_2 = a \cdot \text{ctg}\alpha$$

$$\text{po integraciji : } B = \left(\frac{\mu_0 \cdot n \cdot I}{2L}\right) \cdot (\cos \alpha + \cos \beta)$$

$$\text{V sredini tuljave je } \alpha = \beta \text{ ter } \cos \alpha = \cos \beta = \frac{L}{\sqrt{L^2 + d^2}}$$

$$B = \frac{\mu_0 \cdot n \cdot I}{\sqrt{L^2 + d^2}}$$

Če pa je tuljava zelo dolga v primerjavi s premerom, lahko zanemarimo d^2 .

$$B = \frac{\mu_0 \cdot n \cdot I}{L}$$

V. V literaturi poišči vrednost za gostoto zemeljskega magnetnega polja in oceni, koliko to polje vpliva na našo meritev.

Gostota magnetnega polja v Sloveniji je 2×10^{-5} T . To polje vpliva na naše meritve malo maj kot 1%.

Nihanje

1. Naša naloga je bila, da smo določili zemeljski težni pospešek, izmerili in izračunali nihajni čas fizičnega nihala ter iz sledi nihanja določili koeficient dušenja.

2. Podatki:

a. matematično nihalo:

Dolžina nihala: $l = 170,9 \text{ cm}$

Čas nihanja 99 nihajev: $t_n = 4 \text{ min } 20 \text{ s} = 260 \text{ s}$

b. fizično nihalo:

Razdalja med osiščem in težiščem uteži je $26,5 \text{ cm}$.

št. meritve	1	2	3	4	5	6	povprečje
$t_{10} \text{ (s)}$	10,90	10,94	11,00	10,80	11,00	10,81	10,91

3. Vprašanja in odgovori

I. Iz znanega nihajnega časa matematičnega nihala in njegove dolžine izračunaj težni pospešek. Primerjaj ga z natančno vrednostjo iz literature. Od kod napaka?

$$T_m = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow g = \frac{l \cdot 4\pi^2}{T_m^2} = 9,784 \text{ m/s}^2$$

Napake so zaradi nenatančnosti pri izmeri nihajnega časa 99 nihajev, upora zraka in nenatančnega izmerka dolžine nihala.

II. Izračunaj nihajni čas fizičnega nihala za znano lego uteži. Primerjaj ga z izmerjenim. Navedi razloge zaradi katerih pride do odstopanja. Izračunaj absolutno in relativno mersko napako.

$$T_f = 2\pi \sqrt{\frac{J}{m \cdot g \cdot d}} = 10,23 \text{ s}$$

Vzroki za odstopanje zaradi nenatančnega izmerka časa za 10 nihajev, upora zraka, in nenatančno izmerjena razdalja med osiščem in težiščem.

$$\sigma = \bar{T} - T_f = 0,34$$

$$R = \frac{\sigma}{T_f} = 3,32\%$$

III. Izračunaj koeficient dušenja za posnet primer.

$$n = 20, T = 25 \text{ s}, t_0 = 0 \text{ s}$$

$$\beta = \frac{1}{nT} \cdot \ln \frac{A(t_0)}{A(t_0 + nt)} = 0,0105$$

IV. Podrobno izpelji enačbi za nihajni čas matematičnega in fizičnega nihala.

a. matematično nihalo:

$$m \cdot g \cdot L \cdot \sin \varphi = m \cdot L^2 \cdot a \Rightarrow a = -\frac{g}{L} \sin \varphi$$

$$\sin \varphi \approx \varphi \Rightarrow a \approx -\frac{g}{L} \varphi, \text{ oziroma } \omega^2 = \frac{g}{L}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}}$$

b. fizično nihalo:

$$J \cdot a = -m \cdot g \cdot d \cdot \sin \varphi$$

$$J = J_c + m \cdot d^2 \text{ in } \sin \varphi \approx \varphi$$

$$a \approx -\left(\frac{m \cdot g \cdot d}{J}\right) \varphi = -\omega^2 \varphi$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{m \cdot g \cdot d}}$$

Dinamični upor

1. Naša naloga je bila, da smo preverili kvadratni zakon upora z merjenjem sile upora na okrogli ploščici in izmerili koeficiente zračnega upora C za različne modele.

2. Podatki:

Utež z maso $m = 10$ g ustreza premiku 100 enot.

telo	v(m/s)	10	5	7	9	12
okrogla ploščica $r = 50$ mm		50	20	32	48	74
Polvalj vbočen $S = 50 \times 50$ mm ²		85				
Polvalj izbočen $S = 50 \times 50$ mm ²		37				
Krogla $r = 50$ mm		20				
Kapljica $r = 50$ mm		7				

3. Vprašanja in odgovori:

I. Izračunajte silo upora za vse primere in rezultate predstavite v tabeli.

telo	v(m/s)	10	5	7	9	12
okrogla ploščica $r = 50$ mm		0,05 N	0,02 N	0,032 N	0,048 N	0,074 N
Polvalj vbočen $S = 50 \times 50$ mm ²		0,085 N				
Polvalj izbočen $S = 50 \times 50$ mm ²		0,037 N				
Krogla $r = 50$ mm		0,02 N				
Kapljica $r = 50$ mm		0,007 N				

II. Za ravno ploščo predstavite silo upora na grafu.

Graf je na milimetrskem papirju.

III. Izmerite koeficiente zračnega upora C za vse opazovane modele.

$$C = \frac{2F_k}{S\rho v^2} \quad C_{op} = 0,098; C_{pv} = 0,527; C_{pi} = 0,229; C_k = 0,039; C_{kap} = 0,013$$

IV. V tabeli primerjajte izmerjene koeficiente uporov s koeficienti podanimi v priročnikih. Komentirajte odstopanja.

	C_{op}	C_{pv}	C_{pi}	C_k	C_{kap}
izračunano	0,098	0,527	0,229	0,039	0,013
podano	1,1	0,4	1,3	0,2 – 0,5	0,004

Do odstopanja pride zaradi nenatančnosti izmere in ne postavljanja teles pravokotno na puhalnik.