

# DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE

26. - 29. travnja 2022.

Podgora

srednje škole - 1. grupa

## RJEŠENJE EKSPERIMENTALNOG ZADATAKA (30 bodova)

### i) Opis mjerenja

Čep i špaga na kojoj je cjevčica stave se na stol tako da čep stoji onako kako će se vrtjeti. Špaga se izravna. Od početka cjevčice do početka čepa izmjeri se zadana udaljenost D.

Kako bi se održavala stalna duljina D najbolje je blizu kraja cjevčice flomasterom zacrtati oznaku na špagi (to je onaj dio špage ispod cjevčice na kome visi uteg). Može se također zalijepiti komadić ljepljive trake ispod cjevčice. Prilikom vrtnje samo treba pratiti da li je oznaka na istom mjestu. Uteg se objesi na omču na kraju špage.

Mjerenje perioda vrtnje nije tak jednostavno s mobitelom, ali se može mjeriti. Dobro je malo uvježbati štopanje s štopericom mobitela.

Period možete dobiti tako da mjerite vrijeme određenog broja okretaja. Što je broj okretaja veći to je manja pogreška pri mjerenju. Preporuka je mjeriti vrijeme najmanje 30 okretaja.

Kad promatrate kako se čep vrti u jednom trenutku morate pogledati mobitel i uključiti štopericu. Otprilike ćete znati gdje se čep u tom trenutku nalazi.

Kad uhvatite ritam brojanja okretaja nakon recimo 25 okretaja možete pogledati mobitel i dalje brojiti u tom ritmu kako bi isključili štopericu kad napravi trideseti okretaj.

Čak ako ste pogriješili za jedan krug pri brojanju neće biti tako velika greška ako imate dovoljno veliki broj okretaja.

Druga mogućnost je da uključite odbrojanje. Stavite na primjer odbrojanje na 30 s. Uključite na slični načina kako je to navedeno gore, brojite krugove i prestanete brojiti kad se oglasi alarm.

**(2 boda)**

### a) Mjerenje perioda vrtnje čepa za različite radijuse vrtnje

Period ćete izračunati:

$$T = \frac{t}{n}$$

**(1 bod)**

gdje je n broj okretaja, t vrijeme za koje je čep napravio n okretaja.

Unos u tablicu.

**(1 bod)**

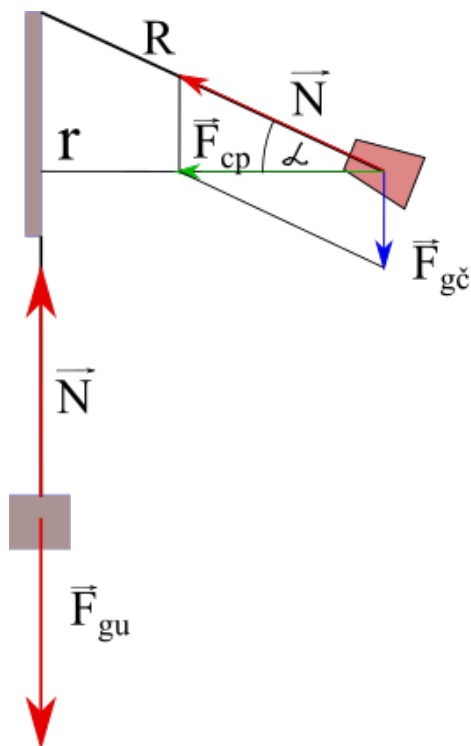
Međutim udaljenost D nije radijus vrtnje. Samo duljine D treba dodati još udaljenost do težišta jer sve sile koje djeluju na čep djeluju od težišta. Može se uzeti da je težište u sredini čepa pa ako je čep dugačak 4 cm udaljenosti D treba dodati još 2 cm. (Doduše čep ima konusni oblik pa je težište pomaknuto nešto prema kraju čepa, ali par milimetara kod ovakvog mjerenja ne igra ulogu.

Tu udaljenost označit ću s R.

$$R = D + d_T$$

**(1 bod)**

$d_T$  – je udaljenost težišta od početka čepa.



Radijus vrtnje  $r$  biti će:

Na slici je prikazan čep koji se vrti. Na uteg djeluje sila teža  $F_{gu}$  i sila napetosti niti  $N$ . Pošto uteg miruje rezultatna sila na njega je nula. Znači da su sila napetosti niti i sila teža koja djeluje na uteg jednake, ali djeluju u suprotnom tijelu.

**(skica 2 boda)**

Na čep djeluje sila napetosti niti  $N$  i sila teža  $F_{gč}$ . Centripetalna sila koja djeluje na čep je rezultatna sila napetosti niti i sile teže.

Sila napetosti niti koja djeluje na čep jednaka je sili teži koja djeluje na uteg:

$$N = F_{gu}$$

**(1 bod)**

Iz paralelograma sila na čep centripetalna sila jednaka je:

$$F_{cp} = \sqrt{F_{gu}^2 - F_{gč}^2}$$

**(2 boda)**

Odnosno:

$$F_{cp} = F_{gu} \cos \alpha$$

$$\begin{aligned} r &= R \cos \alpha \\ r &= R \frac{\sqrt{F_{gu}^2 - F_{gč}^2}}{F_{gu}} \\ r &= R \sqrt{1 - \left(\frac{F_{gč}^2}{F_{gu}^2}\right)} \\ r &= R \sqrt{1 - \left(\frac{m_{č}}{m_u}\right)^2} \end{aligned}$$

$m_{č}$  – masa čepa  
 $m_u$  – masa utega

**(2 boda)**

(Ukoliko zanemarite da na čep djeluje sila teža i čep se vrti tako da špaga stoji horizontalno, od skice do izračunavanje radijusa dobijete ukupno **2 boda** umjesto 7 bodova. Također se ne priznaju rezultati u tablici)

b) *Računanje brzine vrtnje*

Brzinu vrtnje izračunat ćemo:

$$v = \frac{2r\pi}{T}$$

**(1 bod)**

**(podaci u tablici 1 bod)**

U primjeru mjerenja korišten je uteg mase  $m_u = 103 \text{ g}$  i čep mase  $m_{\check{c}} = 50 \text{ g}$ .  
Omjer masa je:  $m_u/m_{\check{c}} = 2,06$

	$m_u/\text{kg}$	$m_{\check{c}}/\text{kg}$		$n$								
	0,103	0,05		30								
	$G_u/\text{N}$	$G_{\check{c}}/\text{N}$		$\mu/\text{m}\check{c}$								
	1,010	0,491		2,06								
D/m	R/m	t/s	T/s	r/m	v/(m/s)	$F_{cp}/\text{N}$	$\Delta F_{cp}/\text{N}$	$F_{cp}'/\text{N}$	$F_{cp}' - F_{cp}$	$E_k/\text{J}$	$E_k'/\text{J}$	
0,3	0,32	22,23	0,741	0,28	2,37	1,00	0,06	0,88	-0,12	0,14	0,12	
0,4	0,42	24,44	0,815	0,37	2,83	1,09	-0,03		-0,21	0,20	0,16	
0,5	0,52	27,29	0,910	0,45	3,14	1,08	-0,02		-0,20	0,25	0,20	
0,6	0,62	31,08	1,036	0,54	3,29	1,00	0,07		-0,11	0,27	0,24	
0,7	0,72	31,32	1,044	0,63	3,79	1,14	-0,08		-0,26	0,36	0,28	
						$\overline{F_{cp}}/\text{N}$	$r$		-0,18			
						1,06	7,16%					

U tablici prikazane su vrijednosti duljine špage od cjevčice do čepa D, udaljenost od cjevčice do težišta čepa R, radijusa vrtnje r, vrijeme t za  $n = 30$  okretaja, period vrtnje T i brzima vrtnje čepa v.

c) Centripetalna sila – eksperimentalna

Iz izmjerenih podataka računa se centripetalna sila:

$$F_{cp} = m_{\check{c}} \frac{v^2}{r}$$

(1 bod)

Podaci su prikazani u tablici.

(1 bod)

d) Račun pogrešaka za mjerenje centripetalne sile

U tablici je izračunata srednja vrijednost centripetalne sile.

$\Delta F_{cp}$  je odstupanje srednje vrijednosti.

Maksimalno odstupanje od srednje vrijednosti po apsolutnoj vrijednosti je:

$$\Delta F_{cp\max} = 0,08 \text{ N}$$

(1 bod)

relativna pogreška  $r = 7,16 \%$

(1 bod)

Prikaz rezultat:

$$F_{cp} = (1,06 \pm 0,08) \text{ N}$$

(1 bod)

e) Centripetalna sila – teorijska

Teorijska vrijednost centripetalne sile računa se prema formuli:

$$F'_{cp} = \sqrt{F_{gu}^2 - F_{g\check{c}}^2}$$

$$F'_{cp} = 0,88 \text{ N}$$

(1 bod)

f) *Usporedba teorijske i eksperimentalne vrijednosti centripetalne sile*

U ovom mjerenju eksperimentalna vrijednost je veća od teorijske prosječno za 0,18 N.

(1 bod)

g) *Kinetička energija*

Kinetičku energiju iz mjerenja izračunati:

$$E_k = \frac{m_{\text{č}} v^2}{2}$$

(1 bod)

Primjer je upisan u tablicu.

(1 bod)

Teorijska vrijednost:

Pošto je

$$F'_{cp} = \frac{m_{\text{č}} v^2}{r},$$

a Kinetička energija:

$$\begin{aligned} E'_k &= \frac{m_{\text{č}} v^2}{2} \\ 2E'_k &= m_{\text{č}} v^2 \\ F'_{cp} &= \frac{2E'_k}{r} \\ E'_k &= \frac{F'_{cp} r}{2} \end{aligned}$$

(2 boda)

Podaci su uneseni u tablicu.

(1 bod)

Kinetička energija povećava se s radijusom kruženja. Teorijska vrijednost u ovom mjerenju je manja od izmjerene.

h) *Rad pri kružnom gibanju*

Pošto centripetalna sila djeluje okomito na smjer gibanja izvršeni rad biti će nula.

(1 bod)

- j) Veličine koje mogu utjecati na mjerenje su
- sila trenja između špage i cjevčice
  - otpor zraka
  - masa špage
  - rastezljivost špage

(1 bod)

**Preciznost mjerenja**

(1 bod)

**Zaokruživanje na pouzdane znamenke**

(1 bod)