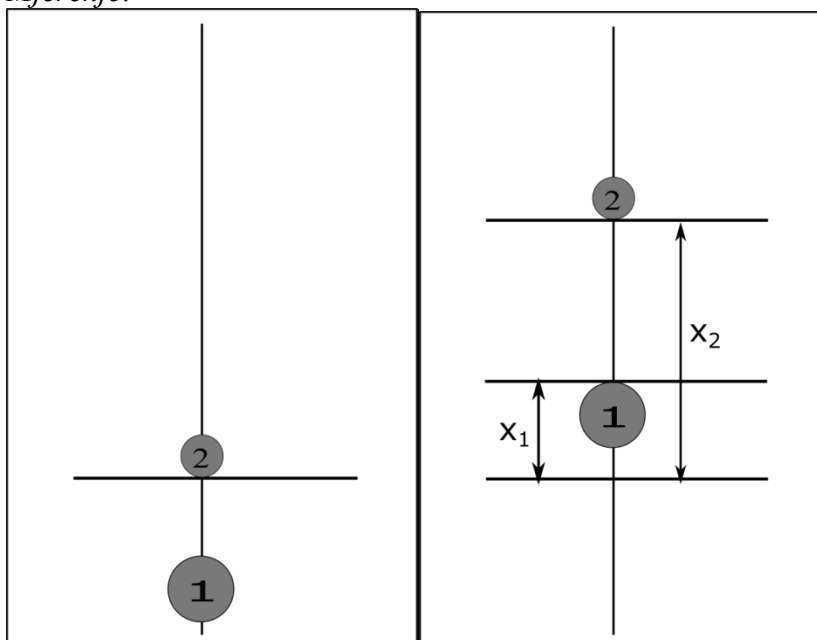


DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE
Poreč, 10. - 13. travnja 2019.

srednje škole - 1. skupina

RJEŠENJE EKSPERIMENTALNOG ZADATAKA
(30 bodova)

Mjerenje:



Na slikama su prikazani novčići prije sudara i poslije sudara. Na papiru je poželjno označiti mjesto sudara linijom i okomitom linijom smjer gibanja novčića. Na drugoj slici je prikazano kako je potrebno mjeriti pomake novčića.

Prvi novčić dobro je postaviti 3 do 4 cm od drugog. Ako su previše daleko preciznost pogotka je manja tako da novčići neće ostati na istom pravcu. Ako su preblizu može se dogoditi da prilikom udaranja prvog novčića zahvati se i drugi novčić. Ako dođe do rotacije novčića mjerenje treba ponoviti. Prvi novčić može se udariti s prstom ili ravnom tako da se ravno malo savine. Pokazalo se da su najbolji rezultati ako se pored novčića stavi ravno i ravno se udari s prstom. Mogući su i drugi načini.

Pravilno označen pomak novčića u prvom mjerenju 2 boda.

Pravilno označen pomak novčića u drugom mjerenju 2 boda.

Računanje koeficijenta restitucije

Vektor količina gibanja prvog novčića u trenutku kad udari u drugi novčić mora biti jednaka zbroju vektora količina gibanja oba novčića odmah nakon sudara:

$$\vec{p}_1 = \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2$$

Jednadžba 1

Ako se novčići nastave gibati u istom smjeru onda vrijedi:

$$m_1 v_1 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$$

Jednadžba 2

Brzina prvog novčića prije sudara biti će jednaka:

$$v_1 = v'_1 + \frac{m_2}{m_1} v'_2$$

Jednadžba 3

(1 bod)

Ako se prvi novčić odbije unazad onda je:

$$m_1 v_1 = -m_1 v'_1 + m_2 v'_2$$

Jednadžba 4

$$v_1 = -v'_1 + \frac{m_2}{m_1} v'_2$$

Jednadžba 5

(1 bod)

v_1 je brzina prvog novčića u trenutku prije sudara, m_1 masa prvog novčića, v'_1 brzina prvog novčića u trenutku nakon sudara, v'_2 brzina drugog novčića u trenutku nakon sudara, m_1 masa prvog novčića, m_2 masa drugog novčića.

Nakon sudara novčići se gibaju usporeno dok se ne zaustave. Početne brzine novčića mogu se izračunati iz izraza:

$$v'_1 = \sqrt{-2as_1}$$

Jednadžba 6

$$v'_2 = \sqrt{-2as_2}$$

Jednadžba 7

(1 bod)

a je deceleracija novčića, s_1 je put koji je prešao prvi novčić nakon sudara, s_2 je put koji je prešao drugi novčić nakon sudara.

$$s_1 = |x_1|$$

Jednadžba 8

$$s_2 = |x_2|$$

Jednadžba 9

Novčići se zaustavljaju zbog sile trenja:

$$F_{tr} = -\mu mg$$

Jednadžba 10

(1 bod)

μ je faktor trenja, m masa, g ubrzanje slobodnog pada

$$F_{tr} = ma$$

Jednadžba 11

a je deceleracija tijela.

$$a = -\mu g$$

Jednadžba 12

Onda je:

$$v'_1 = \sqrt{2\mu g s_1}$$

Jednadžba 13

$$v'_2 = \sqrt{2\mu g s_2}$$

Jednadžba 14

(1 bod)

Uvrštavanjem jednadžbe 11 i 12 u jednadžbu 3 dobijemo brzinu prvog novčića u trenutku sudara ako se prvi novčić nastavi gibati u istom smjeru:

$$v_1 = \sqrt{2\mu g} \left(\sqrt{s_1} + \frac{m_2}{m_1} \sqrt{s_2} \right)$$

Jednadžba 15

(1 bod)

Ukoliko se prvi novčić odbije nazad tada je:

$$v_1 = \sqrt{2\mu g} \left(-\sqrt{s_1} + \frac{m_2}{m_1} \sqrt{s_2} \right)$$

Jednadžba 16

(1 bod)

U slučaju da se drugi novčić giba u istom smjeru nakon sudara koeficijent restitucije biti će:

$$k = \left| \frac{v'_1 - v'_2}{v_1} \right|$$

Jednadžba 17

(1 bod)

$$k = \left| \frac{\sqrt{s_1} - \sqrt{s_2}}{\sqrt{s_1} + \frac{m_2}{m_1} \sqrt{s_2}} \right|$$

Jednadžba 18

(1 bod)

U slučaju da se drugi novčić giba u suprotnom smjeru nakon sudara koeficijent restitucije biti će:

$$k = \left| \frac{-v'_1 - v'_2}{v_1} \right|$$

Jednadžba 19

$$k = \left| \frac{-\sqrt{s_1} - \sqrt{s_2}}{-\sqrt{s_1} + \frac{m_2}{m_1} \sqrt{s_2}} \right|$$

Jednadžba 20

(1 bod)

Primjer rezultata mjerenja kada novčić od 2 kune udara u novčić od 20 lipa:

$$\frac{m_2}{m_1} = 0,465$$

(1 bod)

x_2/cm	x_1/cm	k	Δk
4,60	0,75	0,687	0,024
5,80	1,00	0,665	0,002
8,90	1,80	0,602	0,061
18,10	2,90	0,693	0,030
18,40	3,10	0,674	0,011
19,10	3,50	0,641	0,022
28,40	4,50	0,698	0,035
	$\bar{k} =$	0,663	

,
 $k = 0,663 \pm 0,061$

Jednadžba 21

Relativna pogreška 9,2%.

Primjer rezultata mjerenja kada novčić od 20 lipa udara u novčić od 2 kune:

$$\frac{m_2}{m_1} = 2,15$$

x_2/cm	x_1/cm	k	Δk
1,80	-0,30	0,807	0,011
3,60	-0,60	0,807	0,011
4,30	-0,80	0,831	0,013
5,80	-0,95	0,804	0,015
7,80	-1,40	0,823	0,005
9,80	-1,80	0,829	0,010
14,80	-2,50	0,810	0,008
	$\bar{k} =$	0,818	

tablica 2 boda

$$k = 0,818 \pm 0,015$$

Jednadžba 22

račun pogrešaka 2 boda

Relativna pogreška 1,8%.

Računanje relativnog gubitka mehaničke energije

Relativni gubitak mehaničke energije biti će:

$$\varepsilon = \frac{E_k - E'_k}{E_k} = 1 - \frac{E'_k}{E_k}$$

Jednadžba 23

(1 bod)

E_k je ukupna kinetička energija u trenutku prije sudara, a E'_k ukupna kinetička energija u trenutku nakon sudara.

Kinetička energija u trenutku prije sudara je:

$$E_k = \frac{1}{2} m_1 v_1^2$$

Jednadžba 24

(1 bod)

Kinetička energija u trenutku nakon sudara je:

$$E'_k = \frac{1}{2} m_1 v_1'^2 + \frac{1}{2} m_1 v_2'^2$$

Jednadžba 25

(1 bod)

Uvrštavajući u jednadžbu 21 jednadžbe 22 i 23 te za brzine jednadžbe 11 i 12 i za slučaj da se prvi novčić nastavi gibati u istom smjeru jednadžbu 13 dobije se:

$$\varepsilon = 1 - \frac{s_1 + \frac{m_2}{m_1} s_2}{s_1 + \left(\frac{m_2}{m_1}\right)^2 s_2 + 2 \frac{m_2}{m_1} \sqrt{s_1 s_2}}$$

Jednadžba 26

(1 bod)

Za slučaj da se prvi novčić odbije natrag umjesto jednadžbe 13 koristi se jednadžba 14 i dobije se:

$$\varepsilon = 1 - \frac{s_1 + \frac{m_2}{m_1} s_2}{s_1 + \left(\frac{m_2}{m_1}\right)^2 s_2 - 2 \frac{m_2}{m_1} \sqrt{s_1 s_2}}$$

Jednadžba 27

(1 bod)

Primjer rezultata mjerenja kada novčić od 2 kune udara u novčić od 20 lipa:

x ₂ /cm	x ₁ /cm	ε	Δε
4,60	0,75	16,8%	0,97%
5,80	1,00	17,7%	0,03%
8,90	1,80	20,2%	2,49%
18,10	2,90	16,5%	1,27%
18,40	3,10	17,3%	0,41%
19,10	3,50	18,7%	0,96%
28,40	4,50	16,3%	1,46%
	$\bar{\varepsilon} =$	17,7%	

$$\varepsilon = (17,7 \pm 2,49)\%$$

Jednadžba 28

Relativna pogreška 14,07%.

Primjer rezultata mjerenja kada novčić od 20 lipa udara u novčić od 2 kune:

x_2/cm	x_1/cm	ε	$\Delta\varepsilon$
1,80	-0,30	23,8%	1,23%
3,60	-0,60	23,8%	1,23%
4,30	-0,80	21,1%	1,48%
5,80	-0,95	24,2%	1,63%
7,80	-1,40	22,0%	0,57%
9,80	-1,80	21,4%	1,15%
14,80	-2,50	23,5%	0,91%
	$\bar{\varepsilon} =$	22,6%	

tablica 2 boda

$$\varepsilon = (22,6 \pm 1,63)\%$$

račun pogrešaka 2 boda

Jednadžba 29

Relativna pogreška 7,22%.

Preciznost mjerenja 2 boda