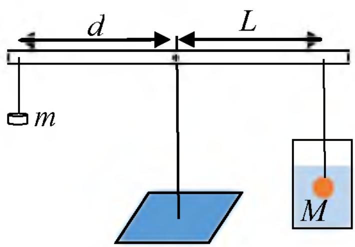
2014-2015 ուս.տ. ֆիզիկայի օլիմպիադա: Եզրափակիչ փուլ

Փորձարարական փուլի խնդիրները և լուծումները

1. Աղաջրի խտության կախվածությունն աղի կոնցենտրացիայից: (9, 10 դաս.):

Սարքեր և նյութեր. Կշեռք, ամրակալան կցորդիչով, աղ, բաժակ (2 հատ), պլաստիլինե կտոր ($M = 40$ գ) , բեռ - $m = 10$ գ, քանոն (անցքով), ձողիկ, կախիչ (2 հատ): Պլաստիլինի խտությունը 1,5 գ/սմ^3



Լուծում: Ամրակալանի վրա ամրացնում ենք ձողիկը, դրա վրա նստեցնում ենք քանոնը: Այս սարքը կօգտագործենք որպես լծակ, որի միջոցով կչափենք 400գ ջրի մեջ ընկղմված պլաստիլինից կախված թելի լարման ուժը (տե՛ս նկ.): Կշեռքով կշռում ենք և հաջորդաբար ավելացնում ենք ջրի մեջ 5գ աղ, խառնում և հավասարակշռելով լծակը գրանցում ենք բազուկները: Քանի որ լուծույթի խտության աճի հետ պետք է փոքրանա բեռի բազուկը, սկզբնական վիճակում այդ բեռը հավասարակշռում ենք քանոնի եզրում և հաստատուն թողում պլաստիլինին կապված թելի բազուկը՝ L=16սմ: Ստացած չափումների արդյունքները բերված են աղյուսակում:

d (սմ)	$m_{աղ}$ (գ)	ρ (գ/սմ^3)	d (սմ)	$m_{աղ}$ (գ)	ρ (գ/սմ^3)
22	0	1.00	14.5	20	1.13
19	5	1.05	12.5	25	1.16
18	10	1.07	10.8	30	1.19
15.5	15	1.11			

Եթե պլաստիլինի զանգվածը M է, ծավալը V , լուծույթի խառնուրդի խտությունը ρ, ապա հավասարակշռության պայմանը կլինի

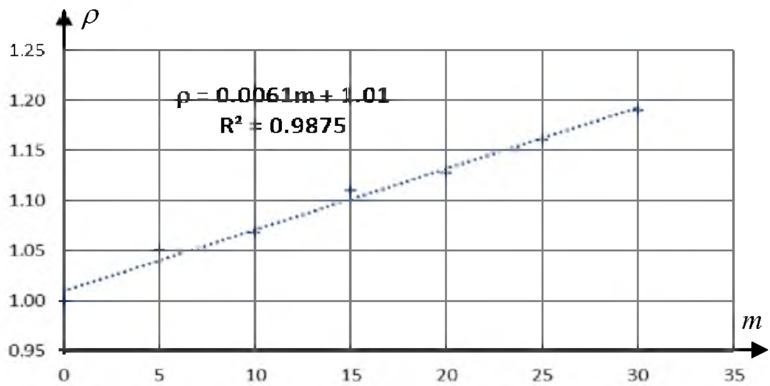
$$\left(M-\rho V\right)gL = mgd \Rightarrow \rho = \frac{M}{V} - \frac{md}{LV}:$$

Երբ $m{=}0$, $d = d_0 = 22$ սմ, $\rho = \rho_0 = 1$ գ/սմ^3 և հավասարումը կարելի է արտագրել հետևյալ տեսքով.

$$\rho = \rho_0 + \frac{m}{LV}\left(d - d_0\right):$$

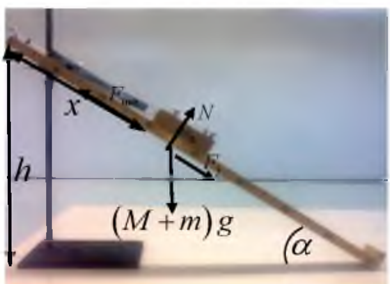
Աղյուսակի վերջին սյունակում գրված են այդ բանաձևով հաշված հեղուկի խտությունները աղի տարբեր պարունակություն-ների դեպքում, որտեղ տեղադրել ենք $\frac{m}{LV} = \frac{10}{22\cdot 40/1,5} = 0,017$ գ/սմ^4:

Գրաֆիկից երևում է, որ լուծույթի խտությունն ուղիղ համեմատական է լուծված աղի քանակին:



Թեք հարթության միջոցով զսպանակի կոշտության և դադարի շփման գործակցի որոշումը (10, 11 դաս.):

Սարքեր: Ամրակալան (կցորդիչով, թաթիկով), փայտե հենարան, քանոն, զսպանակ, չորսու, բեռ $m = 150$ գ:



Լուծում: Նկարում պատկերված է սարքը. զսպանակը ամրացված է թեք հարթության վերևում, դրա մյուս կողմում ամրացված է անհայտ զանգվածով չորսու, որի վրա դրված են հայտնի զանգվածով բեռներ: Չորսուն իջեցնում ենք այնքան, որ այն բաց թողնելուց հետո շարժվի վեր: Նվազեցնելով զսպանակի երկարացումը գտնում ենք այն դիրքը, որի դեպքում նա չի շարժվում բաց թողնելուց հետո:

Այդ դիրքում չորսուի վրա ազդող ուժերը ցույց են տրված նկարում:

Հավասարակշռության պայմանից՝

$$F_{\text{առ}} = mg\sin\alpha + F_{շ} \Rightarrow k\left(x - x_0\right) = mg\sin\alpha + \mu_{\text{դ}} mg\cos\alpha ,$$

որտեղ x_0-ն չորսուի վերին կետի կոորդինատն է առանց բեռների, $\mu_{\text{դ}}$-ն դադարի շփման գործակիցն է, կարող ենք գրել

$$\frac{x - x_0}{\cos\alpha} = \frac{mg}{k}\text{tg}\,\alpha + \frac{\mu_{\text{դ}} mg}{k} :$$

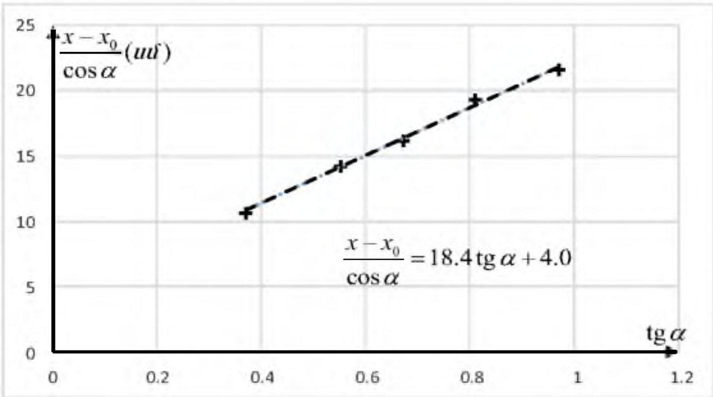
Այստեղից երևում է, որ եթե կառուցենք $\frac{x - x_0}{\cos\alpha}$-ի կախումը $\text{tg}\,\alpha$-ից, ապա նա պետք է նկարագրվի ուղիղ գծով, որի թեքությունից ստացվում է զսպանակի կոշտությունը, իսկ y առանցքի հետ հատման կետի արժեքից ստանում ենք դադարի շփման գործակիցը:

Փորձի չափումները բերված են աղյուսակում: Չափվում են h բարձրությունը և x ու x_0-ն:

h	x0 (M)	x(M+m)	sinα	cosα	tgα	(x-x0)/cosα
28.5	20	30	0.35	0.94	0.37	11.2
39.5	21	33.5	0.48	0.88	0.55	16.0
45.5	22	35.5	0.55	0.83	0.67	19.2
51.5	22.5	37.5	0.63	0.78	0.81	23.1
57	23	38.5	0.70	0.72	0.97	26.4

Ստացված տվյալներով կառուցում ենք (x-x0)/cosα-ի tgα-ից կախվածության գրաֆիկը:

Գրաֆիկից երևում է, որ այն գծային է, դրա թեքությունը՝ 18.4 սմ է, y առանցքի հետ հատման կետը՝ 4.0 սմ:



Ուստի՝

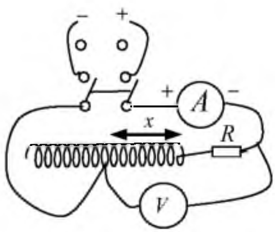
$$\frac{mg}{k}=0.26մ\Rightarrow k=\frac{0.15կգ\cdot 9.8մվ^{-2}}{0.18մՆ/մ}=8.2Ն/մ\,,$$

$$\mu_դ=\frac{4.0}{18.4}=0.22\,:$$

Հաղորդալարի տեսակարար դիմադրության որոշումը: (11 դաս.)

Որոշել պարուրալարի տեսակարար դիմադրությունը:

Սարքեր: Պարուրալար (ամրացված փայտին), ամպերմետր, վոլտմետր, քանոն, բանալի:



Լուծում: Տեսակարար դիմադրությունը որոշելու համար հավաքում ենք նկարում պատկերված շղթան, որտեղ պարուրալարը միացված է հաջորդաբար R դիմադրությանը: Ամպերմետրը չափում է հոսանքի ուժը շղթայում, վոլտմետրը՝ լարումը պարուրալարի x երկարությամբ տեղամասի վրա:

Այդ տեղամասի լարի երկարությունը հավասար է $L=\pi Dnx$, որտեղ $D=7$ մմ գալարների տրամագիծն է, $S=\pi d^2/4$-ը՝ լարի հատույթի մակերեսը, $d=0,55$ մմ, n-ը մեկ սմ-ի վրա գալարների թիվը: Հաշվելով զալարների քանակը 10 սմ երկարության վրա ստանում ենք 26 զալար, ուստի $n = 2{,}6$ սմ$^{-1}$:

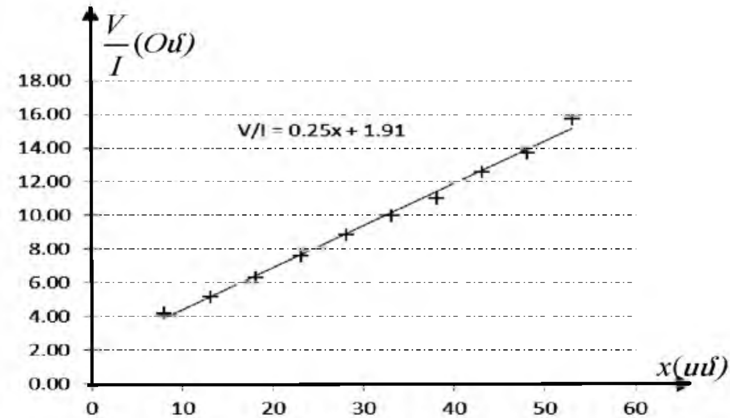
Օհմի օրենքից լրիվ շղթայի համար ունենք

$$V = I\left(R + \rho\frac{L}{S}\right) \Rightarrow \frac{V}{I} = R + \rho\pi Dn\frac{x}{S},$$

Որտեղից երևում է, որ եթե կառուցենք $\frac{V}{I}$-ի կախումը x-ից, ապա գրաֆիկի թեքությունը կլինի $\pi Dn\frac{\rho}{S}$, իսկ ուղղաձիգ առանցքի հետ հատումը R է:

V (Վ)	I(Ա)	x (սմ)	V/I (Օմ)	V (Վ)	I(Ա)	x (սմ)	V/I (Օմ)
4,0	0,95	8	4,21	4,3	0,43	33	10,00
4,0	0,77	13	5,19	4,3	0,39	38	11,03
4,1	0,65	18	6,31	4,4	0,35	43	12,57
4,2	0,55	23	7,64	4,4	0,32	48	13,75
4,25	0,48	28	8,85	4,4	0,28	53	15,71

Չափումների արդյունքները ներկայացված են աղյուսակում: Այդ տվյալներով կառուցած գրաֆիկը կարելի է նկարագրել, ինչպես սպասվում էր, ուղիղ գծով, որի թեքությունը 0,25Օմ/սմ է, իսկ ուղղաձիգ առանցքի հետ հատվում է 1,91Օմ կետում:

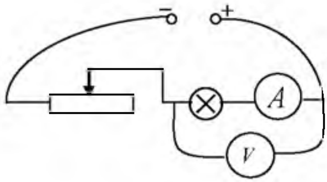


Վերջինս նշանակում է որ $R \approx 1{,}9$ Օմ: Քանի որ թեքությունը հավասար է

$\pi Dn\dfrac{\rho}{S}$, ստանում ենք

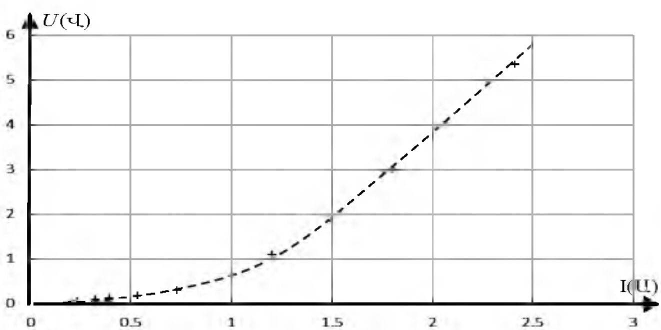
$$\rho = 0{,}25 \cdot \frac{\pi d^2}{4\pi Dn} = 0{,}25\frac{Օմ}{մմ}\frac{\left(0{,}55 \cdot 10^{-3} մ\right)^2}{4 \cdot 7 \cdot 10^{-3} մ \cdot 2{,}6 մմ^{-1}} = 1{,}04 \cdot 10^{-6} Օմ \cdot մ:$$

Լույսի աղբյուրի թելիկի ջերմաստիճանի կախումը հոսանքի ուժից:
(12. դ)
Սարքեր: Լույսի աղբյուր, մուլտիմետրեր, ռեոստատ: Շիկացման թելիկի ջեմաստիճանային գործակիցը $\alpha = 0{,}005 Կ^{-1}$:
Լուծում: Հավաքում ենք նկարում պատկերված շղթան և շարժելով սողնակը գրանցում ենք ամպերմետրի և վոլտմետրի ցուցմունքները, որոնք բերված են աղյուսակում:



U(Վ)	I(Ա)	R(Օմ)	t⁰C	U(Վ)	I(Ա)	R(Օմ)	t⁰C
0,07	0,23	0,30	20	0,3	0,73	0,41	90
0,1	0,32	0,31	25	1,1	1,2	0,92	422
0,13	0,39	0,33	39	3	1,8	1,67	915
0,19	0,53	0,36	56	5,35	2,41	2,22	1279

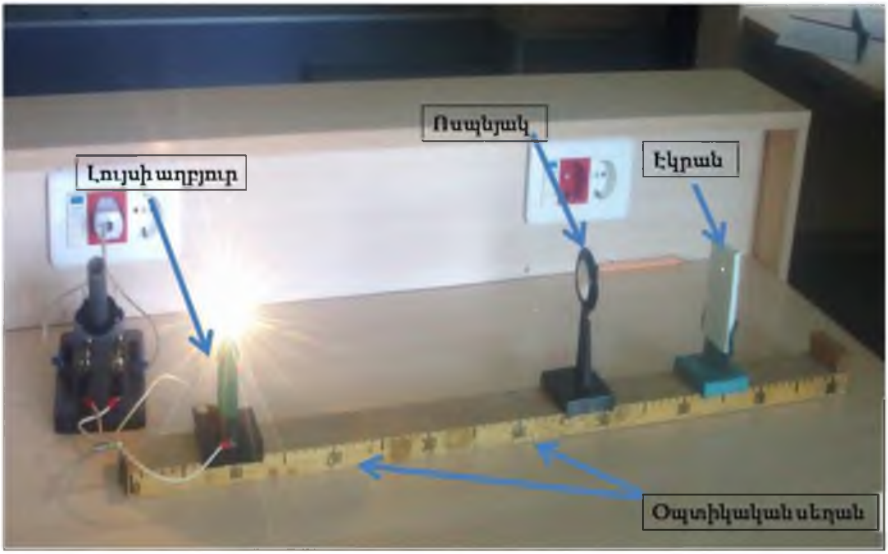
Աղբյուրի վոլտ-ամպերային բնութագիրը պատկերված է նկ.-ում: Աղյուսակի երրորդ սյունակում գրառված են լամպի դիմադրու-



թյունների արժեքները ($R = U/I$),իսկ վերջին սյունակում այդ դիմադրություններին համապատասխան ջերմաստիճանները, հաշված է $t \approx \frac{1}{\alpha}\left(\frac{R}{R_{20}} - 1\right) + 20\,^0C$ բանաձևով;

Լույսի աղբյուրի զալարների միջև հեռավորության որոշումը: (12. դ)

Սարքեր: Շիկացման լամպ, ոսպնյակ, էկրան, քանոն:

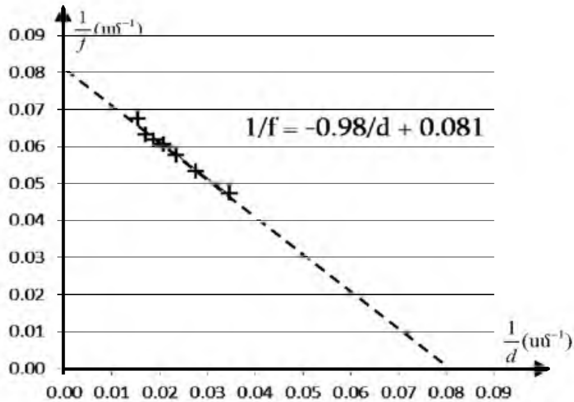


Լուծում: Խնդիրը լուծելու համար կպահանջվի ոսպնյակի կիզակետային հեռավորության որոշումը: Դրա համար հավաքում ենք նկարում պատկերված համակարգը: Ոսպնյակը տեղադրում ենք լույսի աղբյուրի շիկացման լամպի ու էկրանի միջև և շարժելով այն ստանում ենք երկու հստակ պատկեր: Մեկում զալարների պատ-կերը խոշորացված է, մյուսում նույնքան անգամ փոքրացված: Կիզակետային հեռավորության որոշելու դեպքում նպատակահարմար է օգտագործել փոքրացված դիրքը քանի որ այդ դեպքում հստակ պատկերը ստանալու համար ոսպնյակի դիրքի փոփոխությունները փոքր են: Էկրանի և աղբյուրի միջև տարբեր L հեռավորությունների դեպքում գտնում ենք աղբյուրից ոսպնյակի այն d հեռավորությունը, որի դեպքում էկրանի վրա ստացվում է հստակ փոքրացված պատկեր: Ստացված արդյունքները ներկայացված են աղյուսակում:

L	d	f	F	1/d	1/f
80	65.2	14.8	12.06	0.015	0.068
75	59.2	15.8	12.47	0.017	0.063
70	53.8	16.2	12.45	0.019	0.062
65	48.5	16.5	12.31	0.021	0.061
60	42.7	17.3	12.31	0.023	0.058
55	36.3	18.7	12.34	0.028	0.053
50	28.9	21.1	12.20	0.035	0.047

Աղյուսակում բերված են յուրաքանչյուր դեպքում $F = df/(d+f)$ բանաձևով հաշված կիզակետային հեռավորությունները: Դրանց միջին արժեքը $F_{միջ}$=12,3սմ:

Կարելի է նաև կառուցել $\frac{1}{f}$-ի կախումը $\frac{1}{d}$-ից գրաֆիկը:



Ոսպնյակի բանաձևից ունենք $\frac{1}{f} = -\frac{1}{d} + \frac{1}{F}$, ուստի այդ գրաֆիկը պետք է նկարագրվի -1 թեքությամբ ուղիղ գծով, որի հատումը առանցքների հետ հավասար է $\frac{1}{F}$-ի:

Գրաֆիկից երևում է, որ փորձնական կետերը լավ են նկարագրվում -1 թեքությամբ ուղղով և որ 1/F=0.081 սմ$^{-1}$, ինչը նշանակում է, որ F=12 սմ, որը մոտ է նախկինում ստացված կիզակետային հեռավորությանը:

Այժմ տեղադրենք էկրանը լամպից 1մ հեռավորության վրա և ոսպնյակը տեղադրենք լամպից այնպիսի հեռավորության վրա, որ էկրանում ստանանք թելիկի խոշորացված պատկերը: Չափենք ոսպնյակի հեռավորությունները լամպից՝ $d = 14$ սմ և էկրանից՝ $f = 86$ սմ: Ըստ խոշորացման բանաձևի $\Gamma = \frac{f}{d} = 6$: Այնուհետև քանոնի օգնությամբ չափենք էկրանին ստացված պատկերի $N = 10$ գալարի երկարությունը՝ $l = 1,5$ սմ, և գալարի լայնությունը՝ $d = 0,5$ սմ: Այս տվյալներից կարող ենք հաշվել գալարների միջև հեռավորությունը՝ $l_0 = \frac{l}{N \cdot \Gamma} = 0,025$ սմ և լայնությունը՝ $d_0 = \frac{d}{\Gamma} = 0,083$ սմ:

2015-2016 ուս.տ. Ֆիզիկայի հանրապետական օլիմպիադա
Եզրափակիչ փուլ, փորձարարական փուլ
Տևողությունը 3 ժամ

9-րդ դասարան

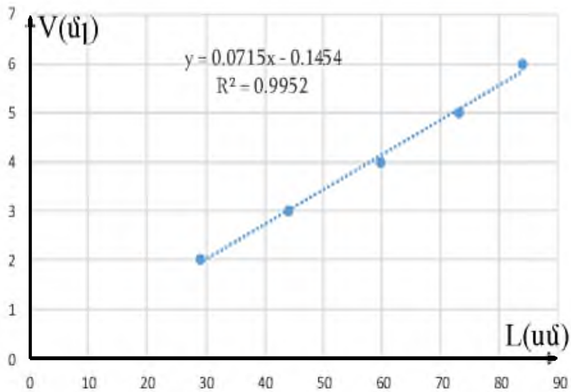
1. Որոշեք բժշկական կաթոցիկի խողովակի պատերի հաստությունը:

Սարքեր և նյութեր. բժշկական կաթոցիկի խողովակ, ներարկիչ, քանոն, ջուր:

Լուծում. Ներարկիչի միջոցով կաթոցիկի խողովակի մեջ լցնենք որոշ ծավալի ջուր և չափենք ջրի սյան երկարությունը: Ստացված արդյունքները բերված են աղյուսակում:

V (մլ)	L(սմ)	S(սմ²)	d(մմ)
6	84	0.071	3,0
5	73.2	0.068	2,9
4	59.7	0.067	2,9
3	44	0.068	2,9
2	29	0.069	3,0

Այդ տվյալներով հաշված անցքի մակերեսը և տրամագիծը բերված են աղյուսակի երրորդ և չորրորդ սյունակներում: Տվյալների հիման վրա կառուցած գրաֆիկից երևում է, որ ծավալը ուղիղ համեմատական է երկա-



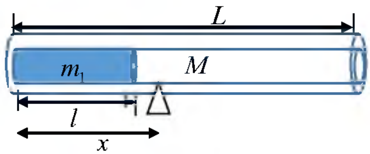
րության և որ մակերեսը 0,071սմ² է, ինչը նշանակում է, որ խողովակի ներքին տրամագիծը 3մմ է:

Խողովակի արտաքին տրամագիծը չափելու համար կարելի է այն փաթաթել առանց ձգելու: 5 գալարի երկարությունը 20,5մմ էր, ինչը նշանակում է, որ խողովակի արտաքին տրամագիծը 4 մմ է: Այժմ կարող ենք գտնել խողովակի պատի հաստությունը (4-3)/2=0,5մմ:

2. Որոշեք պլաստիլինե խցանի երկարությունը մետաղապլաստե խողովակում:

Սարքեր և նյութեր. մի ծայրը փակ մետաղապլաստե խողովակ, որի մյուս ծայրում կա պլաստիլինե խցան, պլաստիլինե չորսու, թել, քանոն:

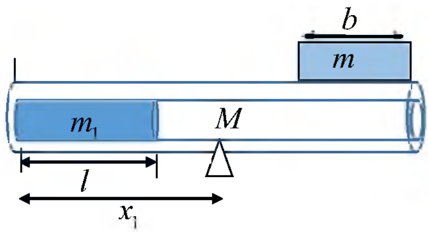
Լուծում. Նախ չափենք խողովակի երկարությունը $L = 16,4$ սմ: Այժմ գտնենք զանգվածի կենտրոնի դիրքը: Վերցնենք պլաստիլինե խցանով խողովակը և դնենք սեղանից մի քիչ դուրս այնպես որ այն գտնվի հավասարակշռության վիճակում: Քանոնով չափենք հենման կետի, զանգվածի կենտրոնի, հեռավորությունը պլաստիլինե ծայրից: Ստանում ենք



$x = 6,2$ սմ: Հավասարակշռության պայմանից ստանում ենք $m_1\left(x - l/2\right) = M\left(L/2 - x\right)$, որտեղ m_1-ը խցանի մեջ տեղադրված պլաստիլինի զանգվածն է, l-ը երկարությունն է, M-ը խողովակի զանգվածն է:

Մեզ պետք կգա պլաստիլինի խտությունը: Դրա համար չափենք պլաստիլինե չորսուի չափերը

$a = 7$սմ, b=2,2սմ, c=0,6սմ:



Եթե պլաստիլինե չորսուի զանգվածը $\mathbf{m}$ է, դրա խտությու-նը կլինի $\rho\mathrm{abc}=\mathbf{m}$: Այդ դեպքում $\mathbf{m}_1=\rho\pi r^2 l$, որտեղ r-ը խողովակի ներքին շառավիղն է: Չափումներից ստանում ենք $r=7,5$**մմ**:

Տեղադրենք պլաստմասե չորսուն խողովակի ծայրում նորից հավասարակշռվում են այն սեղանի եզրին: Այս դեպքում՝ $\mathrm{x}_1=9,7$**սմ**:

Ունենք

$$\mathbf{m}\left(L-b/2-x_1\right)=\left(M+m_1\right)\left(x_1-x\right)\Rightarrow 3,5\left(M+m_1\right)=m\cdot 5,6:$$

$$M+m_1=1,6m\Rightarrow M=1,6m-m_1:$$

Տեղադրելով այս կապը և թվային արժեքները ստանում ենք $\rho\pi r^2 l\left(6,2-l/2+1\right)=1,6abc\rho$, որտեղից՝

$$\frac{l^2}{2}-7,2l+\frac{1,6\cdot 7\cdot 2,2\cdot 0,6}{3,14\cdot 0,75^2}=\frac{l^2}{2}-7,2l+8,4=0:$$

Այս հավասարումն ունի երկու լուծում՝

$$l_1=1,28\text{սմ},\ \ l_1'=13\text{սմ}:$$

10-րդ դասարան

1.Որոշեք մետաղապլաստե խողովակի պատերի լայնական հատույթի մակերեսը:

Սարքեր և նյութեր. ամրակալան կցորդիչով և թաթիկով, լծակ, հայտնի զանգվածով կշռաքար, մետաղապլաստե խողովակ, քանոն, ջրով անոթ:

m (գ)	l_m (սմ)	L_M (սմ)	M (գ)

Լուծում. Նախ որոշենք խողովակի զանգվածը: Լծակի մի կողմում l_m հեռավորության վրա կախենք m զանգվածով կշռաքարերը և հավասարակշռենք M զանգվածով խողովակը, որը կախված է L_M հեռավորության վրա: Չորրորդ սյունակում բերված են հավասարակշռության պայմանից՝ $ml_m = ML_M$ ստացված M զանգվածի արժեքները: Դրանց միջին արժեքը 17.8 գ է:

100	4	21.5	18.6
50	7.5	21.5	17.4
20	19	21.5	17.7
10	10.5	6	17.5

m (գ)	l_m (սմ)	L_M (սմ)	M (գ)	V(մլ)
100	2	21.5	17.8	8.50
50	3.9	21.5	17.8	8.73
20	9.5	21.5	17.8	8.96
10	20.2	21.5	17.8	8.40

Այժմ ընկղենք խողովակի 10 սմ ջրի մեջ և նորից հավասարակշռենք լծակի կախման կետից $L_M = 21,5$ սմ հեռավորության վրա կախված լծակը: Արդյունքները բերված են աղյուսակում: Վերջին սյունակում բերված են հավասարկշռության պայմանից՝ $\left(M - \rho V\right) L_M = ml_m \Rightarrow V = \dfrac{ML_M - ml_m}{\rho L_M}$ հաշված ընկղմված մասի ծավալը:

Այսպիսով ընկղմված մասի ծավալի միջին արժեքը 8.6սմ^3 և հետևաբար պատերի լայնական հատույթի մակերեսը 0.86 սմ^2 է:

2. Տե՛ս 9-րդ դասարանի 2-րդ խնդիրը:

11-րդ դասարան

1.Ուսումնասիրեք գազի ճնշման՝ ծավալից կախվածությունն իզոթերմ պրոցեսում և որոշեք մթնոլորտային ճնշումը սենյակում ու երկար խողովակի ազատ մասի ծավալը:

Սարքեր և նյութեր. մանոմետր, կարճ և երկար ռեզինե խողովակներ, բժշկական ներարկիչ:

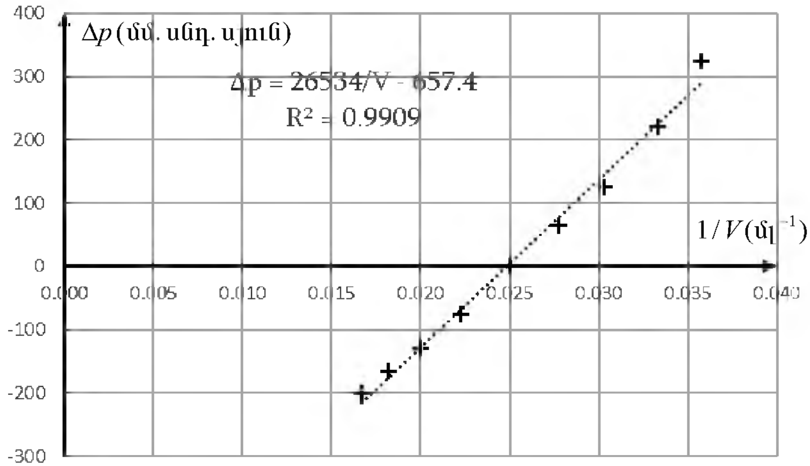
<u>Ցուցում.</u> Մանոմետրի ներքին ծավալը շատ փոքր է 20 մլ-ից:

Լուծում. Տեղադրենք ներարկիչի մխոցը 40 մլ գծի վրա: Դա թույլ կտա փոքրացնել ծավալը երկու անգամ ու մեծացնել ծավալը մինչև 1.5 անգամ: Միացնում ենք ներարկիչը կարճ ճկուն խողովակով մանոմետրին: Այժմ սեղմում և ընդարձակում ենք ծավալը, գրանցելով ճնշումները ծավալի որոշակի արժեքների դեպքում: Ստացված արդյունքները բերված են աղյուսակում: Քանի որ մանոմետրը ցույց է տալիս ներարկիչի ներսի ճնշման տարբերությունը մթնոլորտային ճնշումից, աղյուսակում կան բացասական արժեքներ այն ծավալների համար, որոնք մեծ են սկզբնականի ծավալից: Քանի որ պրոցեսը իզոթերմ է, ունենք՝

V մլ	$1/V$ Մլ$^{-1}$	$\Delta p = p - p_0$ Մմ.սնդ. սյուն
60	0.017	-200
55	0.018	-165
50	0.020	-130
45	0.022	-75
40	0.025	0
36	0.028	65
33	0.030	125
30	0.033	220
28	0.036	325

$$pV = \nu RT \Rightarrow p = \nu RT\frac{1}{V} \Rightarrow \Delta p = p - p_0 = \nu RT\frac{1}{V} - p_0 :$$

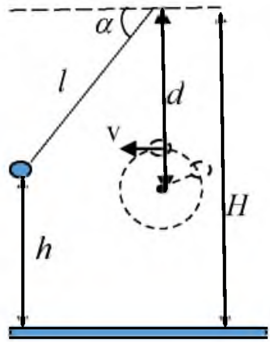
Քանի որ մանոմետրը ցույց է տալիս ներարկիչում ճնշման տարբերությունը մթնոլորտային ճնշումից, ներկայացված արժեքները բացասական են երբ գազի ծավալը ներարկիչում մեծ է սկզբնականի ծավալից: Բերված բանաձևից երևում է, որ եթե կառուցենք Δp-ի կախվածությունը $1/V$-ից կարող ենք որոշել p_0-ն:



Կառուցված գրաֆիկից երևում է, որ Բոյլ-Մարիոտի օրենքը բավարարվում է և $p_0 = 657$ մմ.սնդ.սյուն:

2.Գտեք, թե պատկերված փորձարարական սարքում (տե՛ս նկ.) գնդիկի սկզբնական շեղման ի՞նչ նվազագույն անկյան դեպքում թելը կլինի լարված ամբողջ շարժման ընթացքում: Որոշեք այդ անկյան ձողի բարձրությունից կախվածությունը: Փորձը կրկնեք մետաղական ձողը փոխարինելով խողովակով: Որոշեք թե ի՞նչ սկզբնական շեղման անկյան դեպքում գնդիկը կհարվածի ձողին: Ստացված արդյունքը համեմատեք տեսական հաշվարկների հետ:

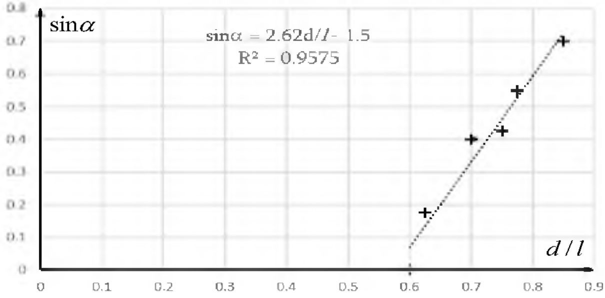
Սարքեր և նյութեր. ամրակալան կցորդիչներով, ձողեր, թել, խողովակ, քանոն:



Լուծում. Նկարում ցույց են տրված չափվող մեծությունները: Թելի l երկարությունը միշտ հավասար էր 40սմ: Փոփոխվում էր ձողի d հեռավորությունը կախման կետից և դրա յուրաքանչյուր արժեքի համար գտնվում էր այն α անկյունը, մինչև ուր պետք է թեքվեր թելը որպեսզի գնդիկը բաց թողնելուց հետո նա կատարեր լրիվ պտույտ ձողի շուրջ: Ստացված արդյունքները բերված են աղյուսակում:

d(սմ)	H-h (սմ)	$\sin\alpha = \frac{H-h}{l}$	d/l
24	0	0	0.6
25	7	0.18	0.63
28	16	0.40	0.7
30	17	0.43	0.75
31	22	0.55	0.78
34	28	0.70	0.85

Այս տվյալներով կառուցենք $\sin\alpha$-ի կախվածությունը d/l-ից: Ստանում ենք նկարում ներկայացված գրաֆիկը:



Այն նկարագրվում է $\sin\alpha = 2.62d/l$-1.5 կախվածությամբ:

Ստանանք տեսական այդ նույն մեծությունների կախվածությունը:

Թելը վերևի կետում կլինի ձգված եթե

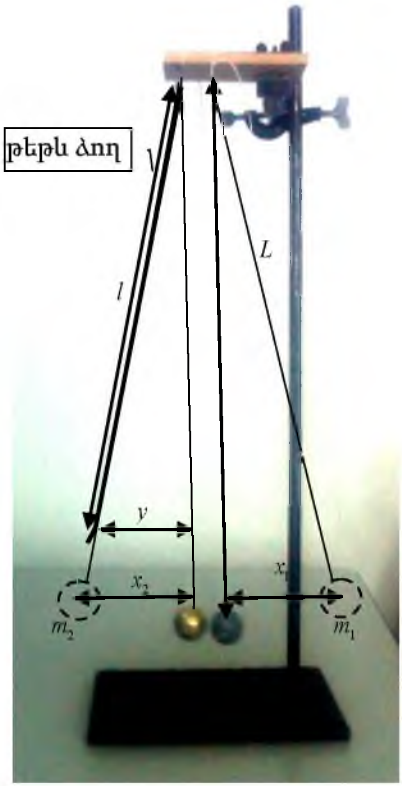
$$\frac{m\mathrm{v}^2}{l-d} = mg\,,$$

$$\frac{m\mathrm{v}^2}{2} = mg\left(l-2\left(l-d\right)-l\sin\alpha\right) = mg\left(2d-l-l\sin\alpha\right)$$

Այդ հավասարումներից ստանում ենք՝

$$5d-3l = 2l\sin\alpha \Rightarrow \sin\alpha = \frac{5}{2}\frac{d}{l}-\frac{3}{2}:$$

Տեսնում ենք, որ փորձնական արդյունքները մոտ են տեսական բանաձևին, որտեղ անտեսված էին ձողի չափսերը և էներգիայի կորուստները:



12-րդ դասարանի

1. Ուսումնասիրեք գնդիկների բախման ժամանակ էներգիայի կորստի՝ հարվածող գնդի շեղման սկզբնական անկյունից կախվածությունը: Փորձը կրկնեք՝ շեղելով մյուս գունդը:

Սարքեր և նյութեր.

ամրակալան կցորդիչով և թաթիկով, պողպատե և ալյումինե գնդեր, գնդերը կախելու հարմարանք, քանոն:

Լուծում. Նկարում ցույց է տրված փորձարարական սարքը և նշանակումները: Գնդիկները կախված են L երկարությամբ թելերով: m_1 զանգվածով գնդիկը շեղում ենք հորիզոնական ուղղությամբ x_1-ով և բաց ենք թողնում: Նա հասնում է հավասարակշռության դիրք և բախվում է m_2 զանգվածով գնդիկին, որը հետագա շարժման ժամանակ շեղվում է x_2-ով: Շարժման ընթացքում նա շարժում է թեթև երկաթե ձողը, որը փոքր շփման ուժի ազդեցությամբ մնում է առավելագույն շեղման դիրքում: Դրա ներքևի կետի y շեղումը թույլ է տալիս ստանալ երկրորդ գնդիկի առավելագույն x_2 շեղումը՝ $x_2 = y\dfrac{L}{l}$, որտեղ l-ը ձողի երկարությունն է:

Հավասարակշռության դիրքում առաջին գնդիկի արագությունը՝

$$\frac{m\,\mathrm{v}^2}{2} = mg\left(L - \sqrt{L^2 - x_1^2}\right) \approx mg\frac{x_1^2}{2L}\left(1 - \frac{x_1^2}{4L^2}\right):$$

Եթե սկզբնական շեղումները փոքր են՝ $x_1 \le L/3$, փակագծերում երկրորդ անդամը թոքր է 1/40-ից և այն կարելի է հաշվի չառնել: Այդ դեպքում $\mathrm{v} = \sqrt{\dfrac{g}{L}}x$:

Բախման ժամանակ պահպանվում է համակարգի իմպուլսը՝

$$m_1\,\mathrm{v}_1 = m_1\,\mathrm{v}_1' + m_2\,\mathrm{v}_2:$$

Փոքր շեղումների դեպքում կարող ենք գրել

$$m_1 x_1 = m_1 x_1' + m_2 x_2\,,$$

ուստի $x_1' = x_1 - \frac{m_2}{m_1}x_2$, որտեղից էլ վերջնական էներգիայի համար ստանում ենք

$$W_2 = \frac{m_1 g x_1'^2}{2L} + \frac{m_2 g x_2^2}{2L} = \frac{m_1 g}{2L}\left(x_1'^2 + \frac{m_2}{m_1}x_2^2\right):$$

Հաշվի առնելով, որ սկզբնական էներգիան հավասար է $W_1 = \frac{m_1 g x_1^2}{2L}$, ստանում ենք, որ առաձգականության գործակիցը՝

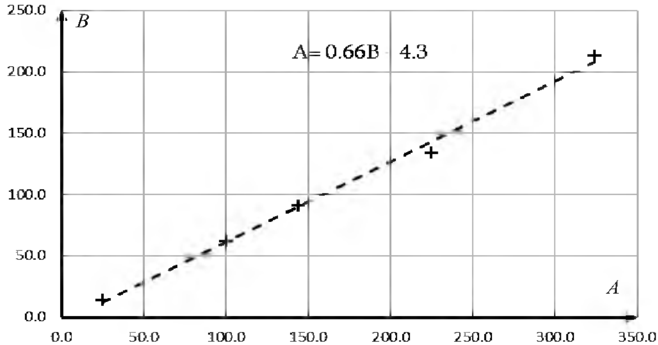
$$\kappa = \frac{W_2}{W_1} = \frac{x_1'^2 + \frac{m_2}{m_1}x_2^2}{x_1^2} = \frac{A}{B}:$$

$$A = x_1'^2 + \frac{m_2}{m_1}x_2^2,\ B = x_1^2$$

Առաջին փորձում երկաթե գնդիկների զանգվածը $m_1 = m_2 = 165$գ: x_1 տարբեր արժեքների համար ստացված y-ի արժեքները բերված են աղյուսակում: Օգտվելով վերը ստացված բանաձևերից ստանում ենք աղյուսակի մնացած սյունակների թվերը:

x_1	y	x_2	x_1'	B	A
5	2	3.31	1.69	25.0	13.8
10	4.5	7.45	2.55	100.0	62.0
12	5.5	9.11	2.89	144.0	91.3
15	6.5	10.77	4.23	225.0	133.8
18	8.5	14.08	3.92	324.0	213.6

Կառուցենք A-ի կախումը B-ից: Այդ գրաֆիկի գրադիենտը հավասար է առաձգականության գործակցին: Ունենք՝

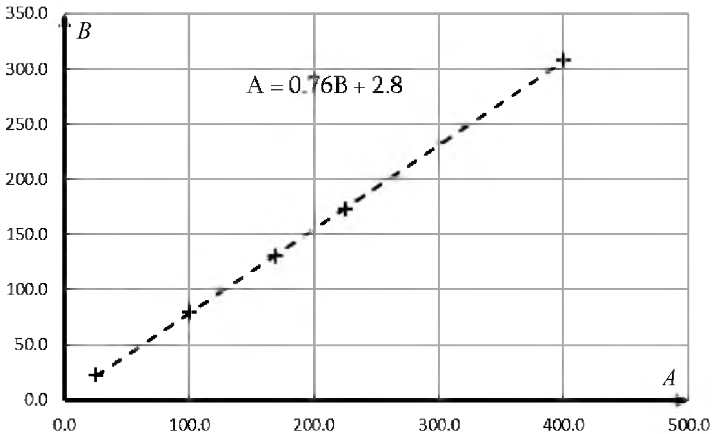


Այսպիսով ստացանք, որ բախման ժամանակ առաձգականության գործակիցը կախված չէ շեղումից և հավասար է 0,66: Դա նշանակում է որ երկու երկաթե գնդերի բախման ժամանակ մեխանիկական էներգիայի 34% վերածվում է ջերմայինի:

Երկրորդ փորձում երկաթե գնդիկի զանգվածը $m_1 = 165$ g, պլաստմասե գնդիկինը $m_2 = 54$ գ: Փորձի չափումներից կստանանք աղյուսակը:

x_1	y	x_2	x_1'	B	A
5.0	4.0	6.6	2.8	25.0	22.4
10.0	6.5	10.8	6.5	100.0	79.9
13.0	7.5	12.4	8.9	169.0	130.3
15.0	8.5	14.1	10.4	225.0	172.9
20.0	11.5	19.0	13.8	400.0	308.2

Կառուցելով համապատասխան գրաֆիկը նորից ստանում ենք, որ առաձգականության գործակիցը կախված չէ շեղումից և հավասար է 0,76-ի, ինչը նշանակում է, որ այդ դեպքում

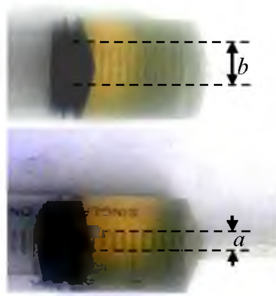


ջերմության է վերածվում միայն սկզբնական մեխանիկական էներգիայի 24%-ը:

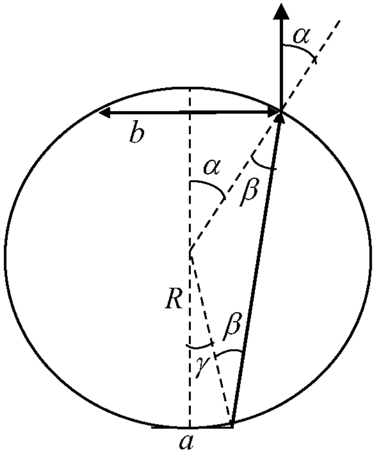
2. Որոշեք շաքարաջրի բեկման ցուցիչը:

Սարքեր և նյութեր. շաքարաջուր, բժշկական ներարկիչ, միլիմետրական թուղթ:

<u>Լուծման առաջին եղանակ</u>



Եթե ներարկիչի վրայի $a = 6$ մմ լայնությամբ գծերի վրա նայենք հակադիր կողմից, գծերի լայնությունը կլինի $b = 16$ մմ: Հարկ է հասկանալ ճառագայթների ընթացքը: Դրա համար թղթի վրա գրում ենք A տառը և նայելով ներարկիչի միջով տեսնում ենք, որ պատկերը շրջված չէ: Դա նշանակում է, որ ճառագայթների ընթացքը սրվակում այնպիսին է, ինչպես ցույց է տրված նկարում: Քանի որ նայում ենք ուղղաձիգ դեպի ներքև մեծ հեռավորությունից, պատկերից դուրս եկող ճառագայթները ուղղաձիգ են, ուստի բեկման անկյունը α-ն է: Ունենք՝



$$\mathrm{tg}\,\gamma = \frac{a}{2R},\ \mathrm{tg}\,\alpha = \frac{b}{2R}:$$

Անկման β անկյունը գտնելու համար հաշվի առնենք, որ

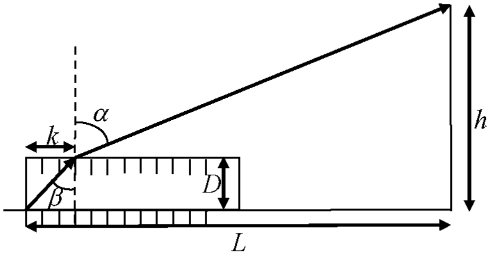
$$\alpha + \gamma = 2\beta \Rightarrow \beta = \frac{\alpha+\gamma}{2}:$$

α	γ	β	n
0.56	0.20	0.38	1.44

Անկյունները ռադիաններով են, վերջին սյունակում շաքարաջրի բեկման ցուցիչն է:

<u>Լուծման երկրորդ եղանակ</u>

Միլիմետրական թղթի վրա գծում ենք ներարկիչի վրայի գծերի սանդղակը: Այդ գծերի հեռավորությունը $\Delta = 3$ մմ է: Մենք կնայենք ներարկիչից L հեռավորության և h բարձրության վրա գտնվող կետից, որը որոշում ենք այնպես, որ



թղթի վրա գծված գծերը շեղվեն սրվակի վրայի գծերի նկատմամբ k գծով:

Ունենք $\text{tg}\,\beta = \frac{k\Delta}{D}$, $\text{tg}\,\alpha = \frac{L - k\Delta}{h - D}$, բեկման ցուցիչը՝ $n = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$:

Փորձում $L = 35$սմ, ընտրված բարձրությունները և մնացած տվյալները բերված են աղյուսակում: Ստացված բեկման ցուցիչների միջին արժեքը՝ n=1.39 է: Այն մոտ է առաջին եղանակով ստացված արդյունքին: Սակայն պետք է նշել, որ այս դեպքում բարձրությունները չափվում են փոքր ճշտությամբ:

h (սմ)	k	kΔ(մմ)	sinβ	sinα	n
28	7	21	0.573	0.796	1.39
35	6	18	0.514	0.720	1.40
46	5	15	0.447	0.615	1.38
60	4	12	0.371	0.510	1.38

2016-2017 ուս.տ. Ֆիզիկայի հանրապետական օլիմպիադա
Եզրափակիչ փուլ, փորձարարական փուլ
Տևողությունը 3 ժամ

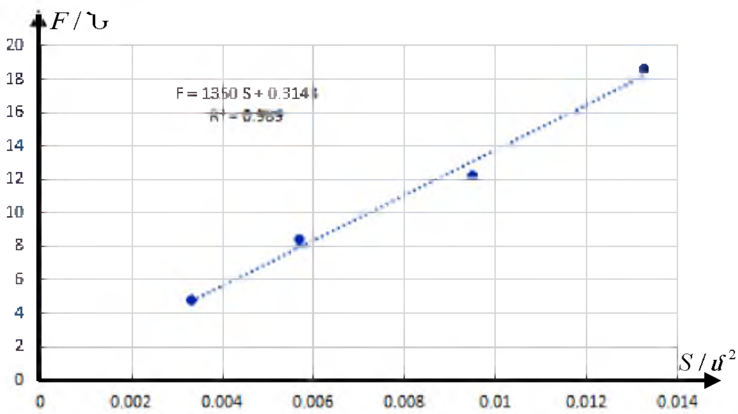
9-ՐԴ ԴԱՍԱՐԱՆ

Փորձ 1. Ճնշումը փուչիկում
Որոշել փուչիկի ներսում ճնշման կախումը փուչիկի չափսերից:
Սարքեր: Կշեռք, փուչիկ, թել, վանդակավոր տետրի էջեր, թափանցիկ թիթեղ

Լուծում: Նախ պետք է փչել փուչիկը և կապել վզիկը այնպես, որ այլևս փուչիկի ծավալը չփոխվի: Այժմ պետք է չափել այն ուժը, որի դեպքում փուչիկի մակերեսը դեֆորմացվում է որոշակի կերպով: Դրա համար օգտագործում ենք թափանցիկ թիթեղը: Սեղմելով փուչիկը թիթեղի վրա նշում ենք հպվող տեղամասի սահմանները, ինչպես ցույց է տրված ձախ նկարում: Այնուհետև տեղադրում են փուչիկը կշեռքի վրա և նորից սեղմելով փուչիկը այնպես, որ հպվող տեղամասերը համապատասխանեն նշված սահմաններին (աջ նկար) գրանցում ենք կշեռքի ցուցմունքները: Այդ ցուցմունք-ները գրամներով նշված են նույն ձախ նկարի վրա: Արդյունքում ստանում են աղյուսակում բերված տվյալները, որտեղ բերված են նույն-պես «շրջանների» շառավիղները: Մակերեսները բերված դեպքում կարելի է գնահատել որպես շրջանների մակերես: Այդ դեպքում, երբ հպվող սահմանները հեռու են շրջանագծային տեսքից, կարելի է այդ սահմանները գծել վանդակավոր թերթի վրա և գնահատել մակերեսները հաշվելով սահ-մանի ներսի վանդակների քանակը:

D(սմ)	M (գ)	S/մ^2	F / Ն
6.5	485	0.0033	4.75
8.5	860	0.0057	8.43
11	1250	0.0095	12.3
13	1900	0.0133	18.6

Աղյուսակում բերված են շրջանագծերի D և կշեռքի M ցուցմունքը: Դրանց միջոցով հաշված են հպման $S = \pi D^2 / 4$ մակերեսը և հպվող մակերեսի վրա ազդող $F = Mg$ ուժը: Քանի որ



սեղմելու ժամանակ ծավալի փոփոխությունը անտեսելի է, կարելի է համարել, որ օդի ճնշումը փուչիկում չի փոխվում: Այժմ եթե կառուցենք ուժի կախվածությունը մակերեսից կարող ենք որոշել օդի p ճնշումը փուչիկի ներսում հաշվելով ստացված ուղիղ գծի թեքությունը, քանի որ $F = pS$:

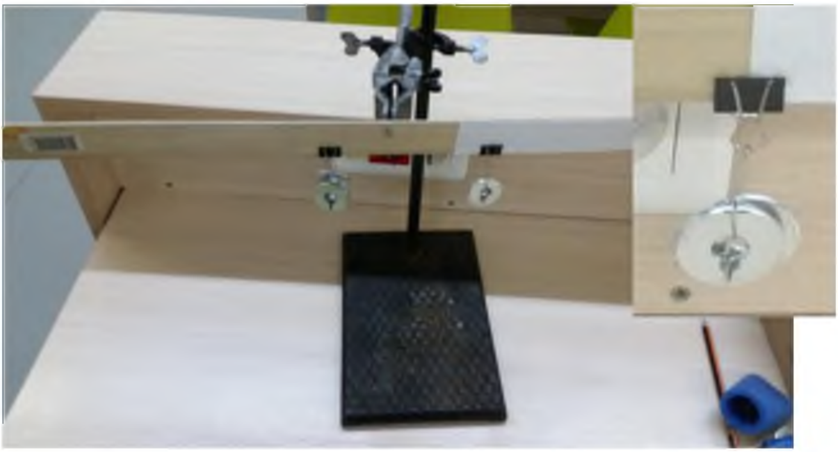
Գրաֆիկից ստանում ենք, որ ճնշումը փուչիկում 1350Պա է: Հաշվի առնելով, որ

$$1\text{մմ.սնդ.սյուն} = 13.6 \cdot 10^3 \text{կգ/մ}^3 \cdot 9.8\text{մ / վ}^2 \cdot 10^{-3}\text{մ} = 133\text{Պա},$$

ստանում ենք, որ ճնշումը մոտ 10մմ.սնդ.սյուն է, ինչը համապատասխանում է անմիջապես ճնշումը չափելիս բժշկական ճնշաչափով:

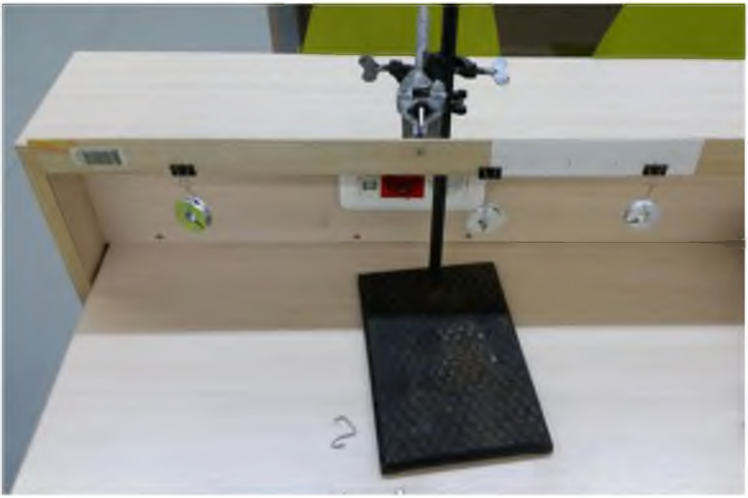
Փորձ 2. Թուղթը հինգ հավասար մասերի բաժանելը

Սարքեր: քանոն, թղթով, 4 կախիչներ, ամրակալան, 10 մետաղե օղակներ:



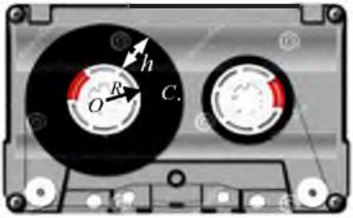
Լուծում Նկարում ցույց են տրված քանոնը, որի վրա սոսնձած է թղթի ժապավենը, և կախիչները, որոնցից կախված են մետաղե օղակները: Թուղթը հինգ հավասար մասի բաժանելու համար պետք ունենանք չափման միավոր, որից կօգտվենք հատվածը բաժանելու համար: Որպես այդպիսին ընտրենք թղթի ձախ եզրի a հեռավորությունը կախման առանցքից: Եթե կախիչը տեղադրել այդ եզրի մոտ այնպես, որ լարը լինի ճիշտ եզրի տակ (տե՛ս նկարը), ապա տեղադրելով մեկ կախիչ ձախ կողմում և դրանցից կախելով հավասար քանակի օղակներ կարող ենք շարժել ձախ կողի կախիչը հավասարակշռություն ստանալու համար: Այդ դեպքում կախիչի կենտրոնի հեռավորությունը պտտման առանցքից կլինի հավասար a-ի: Նշենք այդ կետը քանոնի ձախ մասում: Եթե այժմ աջ կախիչի օղակների քանակը լինի 4, իսկ ձախինի՝ 2, ապա հավասարակշռության վիճակում ձախ կախիչի հեռավորությունը պտտման առանցքից կլինի $2a$: Այդ կետը նույնպես նշենք քանոնի վրա: Նույնանման ստանում ենք $3a$ ու $4a$ կետերը: Այժմ չափենք ժապավենի երկարությունը a-երով: Դրա համար տեղադրենք աջ կախիչը ժապավենի աջ եզրի մոտ և հավասարակշռենք քանոնը փոխելով օղակների քանակը ձախ կողմում a հեռավորության վրա գտնվող կախիչի վրա: Այս փորձում հավասարակշռությունը ստացվում է, երբ այդ օղակների քանակը 4 է: Դա նշանակում է, որ թղթի երկարությունը $3a$ է: Այսպիսով յուրաքանչյուր մասի երկարությունը $3a/5$ է: Այժմ կարող ենք գծագրել հետագա քայլերի տրամաբանությունը: Եթե օրինակ ուզում ենք որոշել ձախից երկրորդ բաժանող գծի դիրքը, պետք է նախ որոշենք դրա հեռավորությունը պտտման առանցքից՝ $d_2 = a + 2\frac{3a}{5} = \frac{11a}{5}$: Եթե այդ կետում տեղադրված կախիչից կախենք 5 օղակ, դրա ծանրություն ուժի մոմենտը պտտման առանցքի նկատմամբ կլինի $11amg$, որտեղ m-ը մեկ օղակի զանգվածն է: Եթե քանոնի ձախ կողմում $3a$ հեռավորության վրա կախենք 3 օղակ, իսկ $2a$ հեռավորության վրա՝ 2 օղակ, ապա դրանց գումարային մոմենտը նույնպես կլինի $11amg$: Այսպիսով մենք պետք է ձախ կողմում տեղադրենք այդ օղակները և շարժելով աջ կողմում կախիչը, որի վրա կախված է 5 օղակ, տեղաշարժենք և ստանանք հավասարակշռության դիրքը, որը և կլինի այդ երկրորդ գծի դիրքը: Նույնանման կարող ենք որոշել բոլոր գծերի դիրքերը: Նկատենք, որ հավասարակշռությունը կարելի ստանալ ցանկացած քանակի կախիչներով, որոնք կարելի է ամրացնել ձախ, ինչպես և աջ կողմերում (տե՛ս նկ.): Օրինակ նախորդ դեպքում հավասարակշռությունը կարելի էր ստանալ տեղադրելով ձախ կողմում

$3a$ հեռավորության վրա կախենք 4 օղակ, աջ կողմում a հեռավորության վրա կախենք 1 օղակ, և նորից տեղաշարժելով 5 օղակով կախիչը: Գծերի հեռավորությունները պտտման առանցքից հավասար են $\frac{8a}{5}, \frac{11a}{5}, \frac{14a}{5}, \frac{17a}{5}$, այդ կետերում կախված 5 օղակի մոմենտը պտտման առանցքի նկատմամբ համապատասխանաբար $8mga, 11mga, 14mga, 17mga$, որոնք կարելի է ներկայացնել որպես $8mga = 4 \cdot 2mga$, $11mga = 4 \cdot 3mga - 1 \cdot mga = 3 \cdot 3mga + 2 \cdot mga$, $14mga = 4 \cdot 3mga + 2 \cdot mga$, $17mga = 4 \cdot 4mga + 1 \cdot mga$: Այսպիսով ապացուցեցինք, որ այս փորձը կարելի է իրականացնել 10 օղակով:

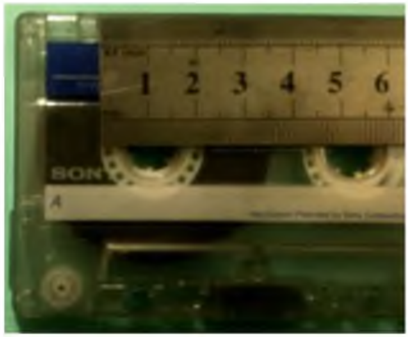


10-11 ԴԱՍԱՐԱՆՆԵՐ

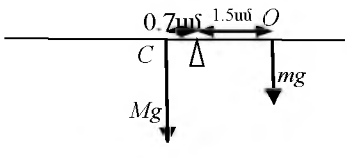
Փորձ 1. Գտնել մագնիսական ժապավենի հաստությունը և խտությունը: Կոճերը, որոնց վրա այն փաթաթվում է, ունեն 11 մմ շառավիղ, ձայներիզի լրիվ զանգվածը 40 գ., ժապավենի լայնությունը 3,9 մմ:
Տրված սարքեր՝ մագնիսական ձայներիզ, գրիչ, քանոն:



<u>Լուծում</u> Նշանակենք ժապավենի հաստությունը d, լրիվ փաթաթած ժապավենի հաստությունը՝ h, $h = nd$, որտեղ n-ը փաթույթների լրիվ քանակն է: Այդ դեպքում ժապավենի ծավալը կլինի $V = Sl$, որտեղ $l = 3.9$մմ՝ ժապավենի լայնությունն է, $S = \pi(R+h)^2 - \pi R^2$՝ ժապավենի մակերեսն է: Փաթույթների քանակը կարելի է հաշվել, այն ստացվում է մոտ 1300: Չափումներից ստանում ենք՝ $2(R+h) = 5$ սմ, $2R = 2.2$ սմ, որտեղից ստանում ենք $R = 1,1$ սմ, $h = 1.4$ սմ: Հաշվի առնելով փաթույթների քանակը ստանում ենք $d = h/n = 11 \cdot 10^{-6}$ մ: Ունենք նաև $S = \pi(2.5^2 - 1.1^2) = 15.9$ սմ^2,



$V = Sl = 15.9 \cdot 0.39 = 6.18$ սմ^3:
Ժապավենի խտությունը որոշելու համար պետք է գտնել դրա զանգվածը: Հավասարակշռենք ձայնաերիզը սեղանի եզրին (տե՛ս նկ.):



Ձայնաերիզի գումարային զանգվածը 36 գ է: Եթե նշանակենք դատարկ ձայնաերիզի զանգվածը M-ով, իսկ ժապավենիները՝ m-ով, ապա հավասարակշռության պայմանից ունենք՝

$$M \cdot 0,7 = m \cdot 1.5\ ,\ M + m = 36\,\text{գ},$$

որտեղից ստանում ենք $m = 10,9$ գ:

Հիմա կարող ենք որոշել ժապավենի նյութի խտությունը՝

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{10.9}{6,18} = 1.6\ \text{գ/սմ}^3:$$

Փորձ 2. Հետազոտել անոթի հովացումը սենյակում: Ապացուցել, որ ջերմային կորուստները ուղիղ համեմատական են ջրի և սենյակի ջերմաստիճանների տարբերությանը: Որոշել սենյակի ջերմաստիճանը: Ինչպե՞ս է ազդում ջերմային կորուստների վրա անոթի վրա փաթաթած ալյումինե թիթեղը:

Սարքեր: տաք ջրով անոթ, ջերմաչափ, վայրկյանաչափ, ալյումինե թիթեղ:

Լուծում Ջերմաչափը իջեցնում ենք տաք ջրով անոթի մեջ, որը փակված է կափարիչով, որպեսզի հովացումը կատարվի կողմնային մակերևույթով:

Ջրի սկզբնական ջերմաստիճանը $T_0 = 59,7^0 C$, սենյակի ջերմաստիճանը՝ $T_0 = 59,7^0 C$: Եթե ջերմային կորուստները նկարագրվում են Նյուտոնի օրենքով, ապա ունենք

$$cm\Delta T = -\kappa S\left(T - T_1\right)\Delta t,$$

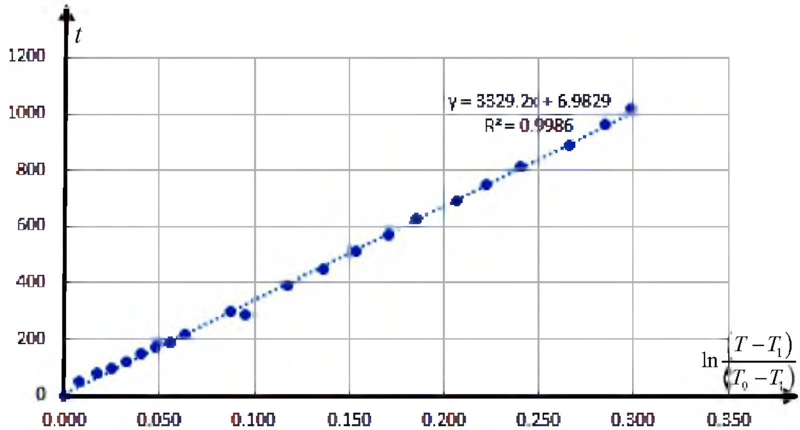
որը կարելի է գրել ավելի պարզ տեսքով

$$\frac{dT}{dt} = -k\left(T - T_1\right),$$

որտեղ k-ն հաստատուն է: Այդ հավասարման լուծումն է

$$\ln\frac{\left(T - T_1\right)}{\left(T_0 - T_1\right)} = -kt:$$

T C	t_1 /ր	t_2 /վ	$\ln\frac{T - T_1}{T_0 - T_1}$	t/վ
59.7	0	0	0.000	0
59.4	0	50	0.007	50
59	1	20	0.017	80
58.7	1	36	0.025	96
58.4	2	0	0.032	120
58.1	2	28	0.040	148
57.8	2	50	0.048	170
57.5	3	7	0.056	187
57.2	3	40	0.063	220
56	4	45	0.095	285
56.3	4	58	0.087	298
55.2	6	30	0.117	390
54.5	7	30	0.137	450
53.9	8	30	0.154	510
53.3	9	30	0.171	570
52.8	10	30	0.186	630
52.1	11	30	0.207	690
51.6	12	30	0.222	750
51	13	30	0.240	810
50.2	14	50	0.266	890
49.6	16	0	0.285	960
49.2	17	0	0.298	1020



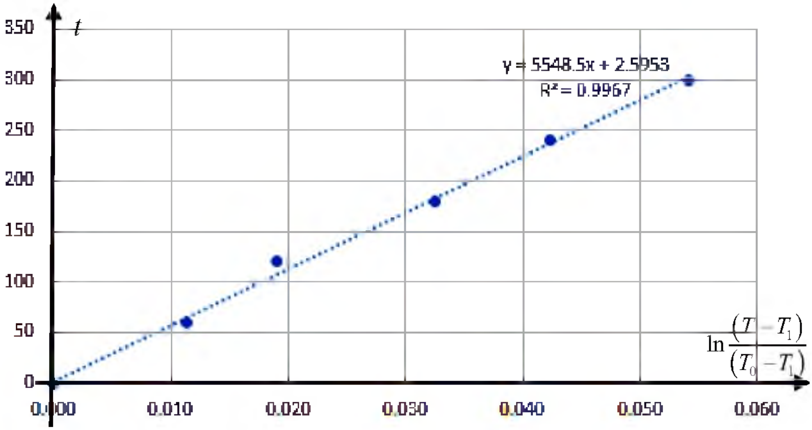
Դա նշանակում է, որ $\ln\frac{(T-T_1)}{(T_0-T_1)}$-ն ուղիղ համեմատական է t ժամանակին: Դա ստուգելու համար աղյուսակում հաշված են համապատասխան մեծությունները և դրանցով կառուցում ենք գրաֆիկը, որը ներկայացված է նկարում:

Նկարից երևում է, որ ջերմային կորուստները շատ լավ են նկարագրվում Նյուտոնի օրենքով: Երբ անոթը փաթաթում ենք ալյումինե թիթեղով, նույնանման չափումների արդյունքում ստանում ենք աղյուսակում բերված տվյալները:

T °C	t_1 /ր	t_2 /վ	$\ln((T-T_1)/(T_0-T_1))$	t/վ
72.1	0	0	0.000	0
71.5	1	0	0.011	60
71.1	2	0	0.019	120
70.4	3	0	0.033	180
69.9	4	0	0.042	240
69.3	5	0	0.054	300

Աղյուսակի տվյալներով կառուցած է գրաֆիկ:

Տեսնում ենք որ այս դեպքում ջերմային կորուստները նորից նկարագրվում են Նյուտոնի օրենքով, սակայն ջերմային կորուստների գործակիցը մոտ 1,7 անգամ ավելի փոքր է՝

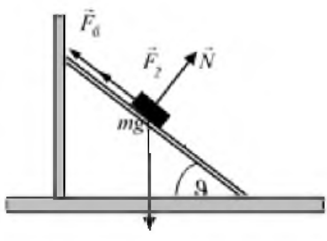


$$\frac{k_1}{k_2}=\frac{5548}{3329}\approx 1.7:$$

12-ՐԴ ԴԱՍԱՐԱՆ

Փորձ.1 Փորձնականորեն ցույց տալ, որ մագնիսը շարժվում է մետաղյա թեք հարթությամբ հաստատուն արագությամբ, ցույց տալ, որ մակածման արդյունքում առաջացած դիմադրության ուժը համեմատական է արագությանը: Որոշել շփման գործակիցը հարթության և մագնիսի միջև:

Սարքեր՝ մետաղյա հարթություն, մագնիս, քանոն, վայրկյանաչափ, ամրակալան թաթիկով:



<u>Լուծում</u> Ուշադիր դիտենք գլանաձև մագնիսի սահելը ալյումինե թեք

հարթությամբ: Կնկատենք որ մագնի-սը շարժվում է կայունացված արա-գությամբ: Դա պայմանավորված է այն բանով, որ մագնիսը թեք հարթությամբ շարժվելիս ալյումինի մեջ մակածվում են մրրկային հոսանքներ, որոնց ուղղությունն, ըստ Լենցի կանոնի, այնպիսին է, որ դրանց մագնիսական դաշտը փոքրացնում է իրենց ստեղծող մագնիսա-կան դաշտի փոփոխությունը: Հետևաբար այդ հոսանքների մագ-նիսական դաշտը կազդի գլանաձև մագնիսի վրա՝ նրա շարժմանը հակառակ ուղղված $\vec{F}_մ$ ուժով: Ալյումինի մեջ թափանցող մագնի-սական դաշտի հոսքի փոփոխությունն ուղիղ համեմատական է գլանաձև մագնիսի շարժման արագությանը, հետևաբար $\vec{F}_մ$ ուժը կախված է գլանաձև մագնիսի շարժման արագությունից: Նկ.1ում պատկերված են գլանաձև մագնիսի վրա ազդող շփման ($\vec{F}_շ$), մագնիսական ($\vec{F}_մ$), ծանրության ($m\vec{g}$) և հենարանի հակազդեցու-թյան ($\vec{N}$) ուժերը: Եթե ընդունենք, որ $\vec{F}_մ = -k\vec{\mathrm{v}}$, ապա թեք հարթու-թյամբ գլանաձև մագնիսի շարժման հավասարումը կլինի՝

$$ma = m\frac{\Delta \mathrm{v}}{\Delta t} = mg\sin\vartheta - \mu mg\cos\vartheta - k\,\mathrm{v},$$

որտեղից կստանանք՝

$$\mathrm{v} = \frac{mg}{k}(\sin\vartheta - \mu\cos\vartheta)\left(1 - e^{-\frac{k}{m}t}\right):$$

Ստացված առնչությունից երևում է, որ գլանաձև մագնիսի արագությունը կայունանում է $\tau = m/k$ կարգի ժամանակում, և որ այն որոշվում է

$$\mathrm{v} = \frac{mg}{k}(\sin\vartheta - \mu\cos\vartheta):$$

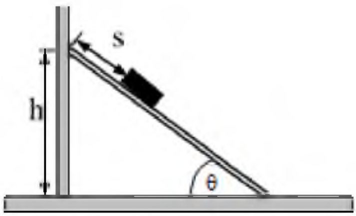
բանաձևով: Նկատենք, որ τ - ն կախված չէ թեք հարթության հո-րիզոնի հետ կազմած անկյունից: Մյուս կողմից, հարթության թեքության փոքր անկյունների դեպքում փոքր է նաև կայունաց-ված շարժման արագությունը, հետևաբար փոքր է նաև τ ժամանակում անցած ճանապարհը: Փորձը պետք է կատարել զգուշությամբ, աշխատելով չդիպչել շփվող մակերևույթներին, քանի որ դրա պատճառով կարող է փոխվել շփման գործակիցը:

Առաջին հերթին պետք է համոզվել, որ գլանը սահում է հաստատուն արագությամբ: Դրա համար անկյունակի վրա նշում ենք 40սմ երկարությամբ հատվածներ և չափում ենք այդ հատվածներն անցնելու ժամանակները:

sinα	t_1(0-40սմ)վ	t_2(40-80սմ)վ	t_3(80-120սմ)վ
0.5	1.7	1.5	1.5
0,55	1,4	1,2	1,3

Աղյուսակից երևում է, որ հաշվի առնելով, որ ժամանակի չափման սխալանքը 0,1վ-ի կարգի է, կարելի է ընդունել որ գլանի շարժումը հավասարաչափ է:

Երևույթը հետազոտելու համար նախ պետք է որոշել շփման գործակիցը: Դրա համար գլանաձև մագնիսը պետք է դնել թեք հարթության վրա և դանդաղ մեծացնելով թեքության անկյունը հասնել այն սահմանային



անկյանը, որի դեպքում թեթևակի հրումից գլանաձև մագնիսը հավասարաչափ սահում է: Շփման գործակիցը կարող ենք հաշվել $\mu = tg\alpha_0$ բանաձևով, որտեղ α_0 -ն հարթության թեքության չափված սահմանային անկյունն է:

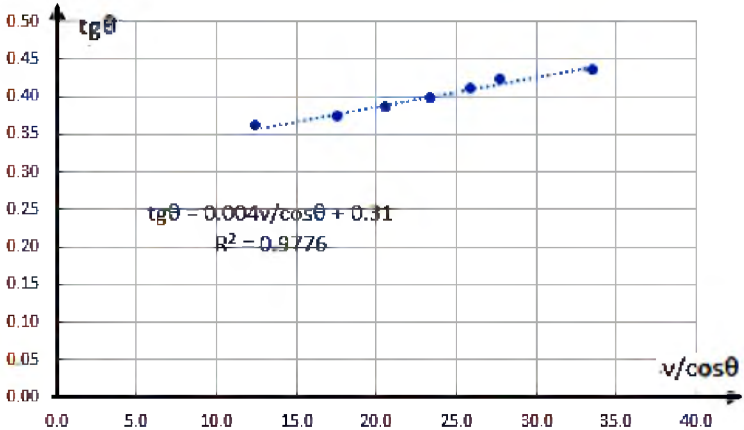
Շփման գործակցի որոշման մյուս եղանակը կապված է գլանաձև մագնիսի կայունացված արագության և հարթության թեքության անկյան միջև վերն ստացված առնչության հետ:

Ունենք՝ $tg\vartheta = \frac{k\,\mathrm{v}}{mg\cos\vartheta} + \mu$: Նկատենք, որ եթե կոորդինատային առանցքներից մեկի վրա տեղադրենք $tg\vartheta$-ի, իսկ մյուսի վրա՝ $\frac{\mathrm{v}}{\cos\vartheta}$-ի արժեքները, ապա կստանանք ուղիղ գիծ, որը $tg\vartheta$-ների առանցքը հատում է μ կետում, իսկ մյուս առանցքի հետ կազմած անկյան տանգենսը հավասար է $\frac{k}{mg}$: Այդ գրաֆիկը կառուցելու համար համապատասխան մեծությունները որոշելիս պետք է համոզվել, որ տվիչների միջև ընկած հատվածում գլանաձև մագնիսը շարժվում է հավասարաչափ: Դրա համար պետք է հետազոտել այդ հատվածն անցնելու ժամանակի կախվածությունը գլանաձև մագնիսի սկզբնական դիրքից (թեք հարթության գագաթից ունեցած S=30սմ հեռավորությունից (տե՛ս նկ.): Երեք անգամ կատարելով չափումները հաշվում ենք արագությունները, այնուհետև գտնում ենք դրանց միջինը: Աղյուսակում բերված են ստացված արդյունքները:

sinθ	t_1 վ	t_2 վ	t_3 վ	v_1 սմ/վ	v_2 սմ/վ	v_3 սմ/վ	v սմ/վ	v/cosθ սմ/վ	tgθ
0.34	2.5	2.7	2.5	12.00	11.11	12.00	11.7	12.4	0.36
0.35	1.8	2	1.7	16.67	15.00	17.65	16.4	17.5	0.37
0.36	1.3	1.7	1.8	23.08	17.65	16.67	19.1	20.5	0.39
0.37	1.2	1.6	1.4	25.00	18.75	21.43	21.7	23.4	0.40
0.38	1.1	1.3	1.4	27.27	23.08	21.43	23.9	25.9	0.41
0.39	1	1.2	1.4	30.00	25.00	21.43	25.5	27.7	0.42
0.40	0.8	1.1	1.1	37.50	27.27	27.27	30.7	33.5	0.44

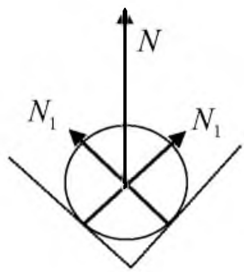
Այդ թվերով կազմած գրաֆիկը ցույց է տրված նկարում: Ստացված գծային մոտավորությունից ստանում ենք որ շփման գործակիցը՝ $\mu = 0.31$:

$\tau = \frac{m}{k}$ կայունացման ժամանակը որոշելու համար օգտվում ենք այն բանից, որ ուղղի թեքությունը հավասար է



$k/mg = 0.004$ վ/սմ, որտեղից տեղադրելով $g = 980$ սմ/վ^2 ստանում ենք $\tau = m/k \approx 0,25$ վ, ինչը փոքր է աղյուսակում բերված շարժման ժամանակներից: Սակայն դա նշանակում է որ կայունացման ժամանակը մոտ 0,5 վ է, ուստի 30 սմ հեռավորության վրա համարել հավասարաչափ շարժում դժվար է:

Այժմ հաշվի առնենք, որ մեր դեպքում գլանաձև մագնիսը սահում էր անկյունակով, որի անկյունը 90^0 էր և որ թեք հարթությանը ուղղահայաց N ուժը իրականում երկու N_1 մեծությամբ ուժերի վեկտորական գումարն էր $N = \sqrt{2} N_1$ ու որ շփման ուժը հավասար է $F_2 = 2\mu_1 N_1$, ստանում ենք

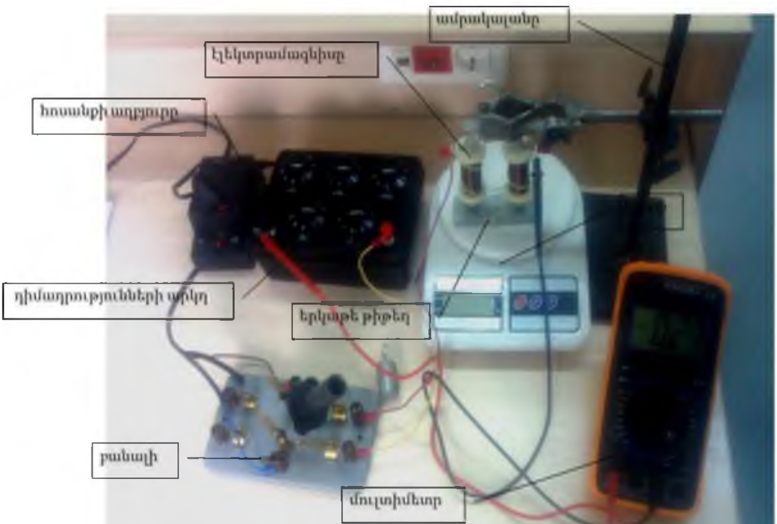


$$\mu N = 2\mu_1 N_1 \Rightarrow \mu_1 = \frac{\mu}{\sqrt{2}} = 0.22:$$

Փորձ 2. Ուսումնասիրել էլեկտրամագնիսի և մետաղի փոխազ-դեցության ուժի կախվածությունը հոսանքի ուժից և մագնիս-մետաղ հեռավորությունից ֆիքսված հոսանքի ուժի դեպքում:

Սարքեր՝ էլեկտրամագնիս, մետաղյա թիթեղ, կշեռք, ամրա-կալան թաթիկով, հոսանքի աղբյուր, ռեոստատ, ամպերմետր, բանալի:

<u>Լուծում</u> Ամրացնենք պայտաձև էլեկտրամագնիսը ամրա-կալանում, և հավաքեք նկարում պատկերած շղթան: Մետաղյա թիթեղը դնում ենք կշեռքի վրա և սեղմում ենք <TARE> կոճակը: Դրանից հետո կշեռքի ցուցմունքը կլինի ուղիղ համեմատական մագնիսի և թիթեղի փոխազդեցության ուժին:



Մագնիսը հաջորդաբար միացրած է ռեոստատին և փոփո-խելով ռեոստատի դիմադրությունը հնարավոր է կառավարել հոսանքի ուժը մագնիսում: Նախ ուսումնասիրենք փոխազդե-ցության ուժի կախվածությունը հոսանքի ուժից մագնիսում:

Չփոխելով մագնիսի հեռավորությունը մետաղյա թիթեղից փոխենք հոսանքի ուժը ռեոստատի օգնությամբ և գրանցենք չափումները:

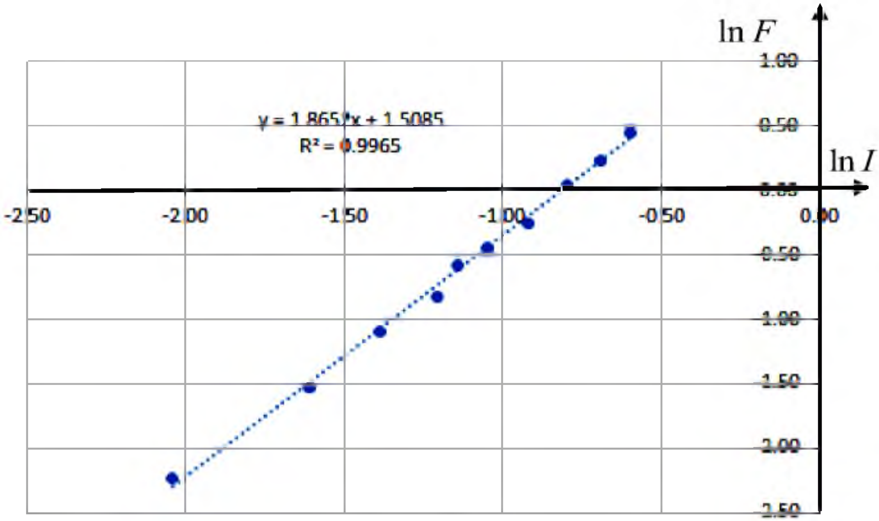
Միացրեք բանալին և կատարելով համապատասխան չափումները լրացրեք աղյուսակը: Քանի որ մենք ենթադրում ենք, որ $F = kI^{\beta}$, β-ի արժեքը որոշելու համար հարմար է կառուցել $\ln F$-ի $\ln I$-ից կախվածությունը, քանի որ այդ դեպքում ստավում է գծային կախվածություն՝

$$\ln F = \ln k + \beta \ln I :$$

Մագնիսի մագնիսական դաշտի ինդուկցիան ուղիղ համե-մատական է հոսանքի ուժին նրանում: Այդ դաշտը երկաթում մակածում է մագնիս, որն ուղիղ համեմատական է մագնիսական դաշտի ինդուկցիային: Հետևաբար երկաթե թիթեղի և էլեկտրամագնիսի փոխազդեցության ուժը կլինի ուղիղ համեմատական հոսանքի ուժի քառակուսուն:

Աղյուսակում բերված են պահանջվող մեծությունները: Այդ տվյալներով կառուցված է գրաֆիկը, որից հետևում է, որ $\beta \approx 1{,}9$, որը շատ մոտ է սպասվող 2 արժեքին:

I/Ա	m (գ)	F Ն	ln *I*	lnF
0.13	11	0.11	-2.04	-2.23
0.2	22	0.22	-1.61	-1.53
0.25	34	0.33	-1.39	-1.10
0.3	45	0.44	-1.20	-0.82
0.32	57	0.56	-1.14	-0.58
0.35	65	0.64	-1.05	-0.45
0.4	79	0.77	-0.92	-0.26
0.45	107	1.05	-0.80	0.05
0.5	129	1.26	-0.69	0.23
0.55	159	1.56	-0.60	0.44

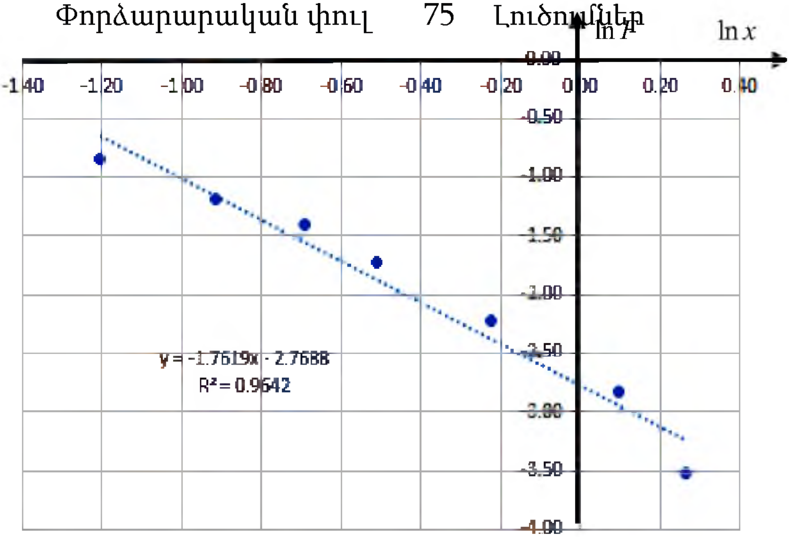


Փոխազդեցության կախվածությունը թիթեղից մազնիսի հեռավորությունից չափելու համար փոփոխում ենք մագնիսի x հեռավորությունը թիթեղից ու գրանցում ենք կշեռքի ցուցմունքը:

Ստացված արդյունքները գրառված են աղյուսակում

Այդ տվյալներով կառուցում ենք գրաֆիկ և նորից փորձում ենք այն նկարագրել $F = kx^{\gamma}$ բանաձևով:

x /սմ	m /գ	F /Ն	lnx	lnF
0.3	44	0.4312	-1.20	-0.84
0.4	31	0.3038	-0.92	-1.19
0.5	25	0.245	-0.69	-1.41
0.6	18	0.1764	-0.51	-1.74
0.8	11	0.1078	-0.22	-2.23
1.1	6	0.0588	0.10	-2.83
1.3	3	0.0294	0.26	-3.53



Գրաֆիկից երևում է, որ ամբողջ տիրույթում կախվածությունը լավ չի նկարագրվում աստիճանային բանաձևով, սակայն x>0.5սմ հեռավորությունների վրա կախվածությունը՝ $F \sim x^{-2}$:

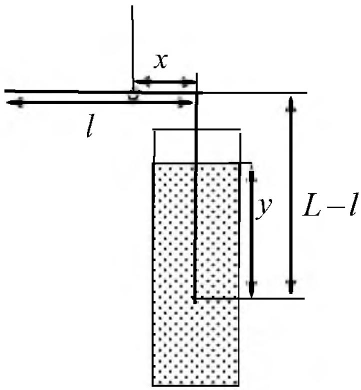
2017-2018 ուս.տ. Ֆիզիկա հանրապետական օլիմպիադայի փորձարարական փուլ

9-10 րդ դասարան

Փորձ 1 «Լար»

Որոշեք լարի խտությունը: Լարը կոտրել չի թույլատրվում:
Ցուցում. Ջրի խտությունը 1գ/սմ^3 է:
Սարքեր. Լարի կտոր, թել, անոթ, ջուր, քանոն, ամրակալան:
Լուծում

Ծռենք մետաղալարն ուղիղ անկյան տակ՝ կարճ ճյուղի երկարությունը $l = 25$ սմ է երկարինը՝ $L - l = 27$ սմ: Կարճ ճյուղը մտցնենք թելի հանգույցի մեջ և հավասարակշռենք



ուղղանկյունն այնպես, որ կարճ ճյուղը լինի հորիզոնական: Այնուհետև երկար մասը ընկղմենք y-ով ջրի մեջ և շեղենք թելի հանգույցը այնպես, որ կարճ մասը նորից լինի հորիզոնական: Աղյուսակում գրառում ենք թելի կախման կետի x հեռավորությունը ուղիղ անկյան գագաթից:

y սմ	x սմ	ρ գ/սմ^3
0	6	
10	6.4	3.15
15	6.7	2.80
20	7	2.72
25	7.3	2.72

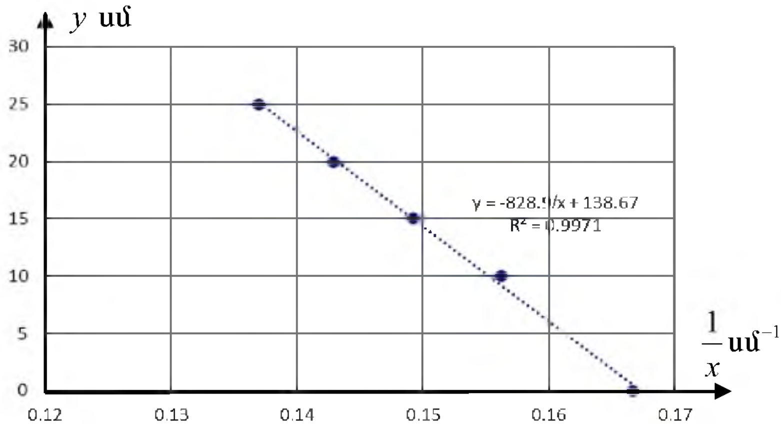
Հավասարակշռության պայմանից ունենք

$$\rho l\left(\frac{l}{2}-x\right)Sg=\left(\rho\left(L-l\right)gS-\rho_0 ygS\right)x\,,$$

որից ստանում ենք $\rho\left(Lx-\frac{l^2}{2}\right)=\rho_0 yx$, որտեղ ρ -ն մետաղի խտությունն է, ρ_0 -ն՝ ջրի խտությունը: Օգտվելով այդ հավասարումից, հաշվում ենք մետաղալարի խտությունը: Արդյունքը գրված է աղյուսակում: Փոքր ընկղման դեպքերում սխալանքը մեծ է, քանի որ արքիմեդյան ուժը փոքր է և ներդրումը փոքր է: Այսպիսով մետաղի խտությունը մոտ 2,8գ/մ³ է: Ձևափոխենք ստացված բանաձևը՝

$$y=\frac{\rho}{\rho_0}\left(L-\frac{l^2}{2}\cdot\frac{1}{x}\right):$$

Կարելի է կառուցել y -ի կախվածությունը $\frac{1}{x}$ -ից, որը պետք է լինի ուղիղ գիծ, որի թեքությունից և y առանցքի հատման կետից կարելի է նույնպես որոշել մետաղալարի խտությունը:



Գրաֆիկից ունենք՝ $\frac{\rho}{\rho_0}L \approx 139$ սմ , $\frac{\rho}{\rho_0}\frac{l^2}{2} = =829$սմ^2 : Այստեղից ստամում ենք՝

$$\rho = \frac{139}{52} = 2.67 \text{ գ/սմ}^3,$$

$$\rho = \frac{829*2}{25^2} = 2.65 \text{ գ/սմ}^3:$$

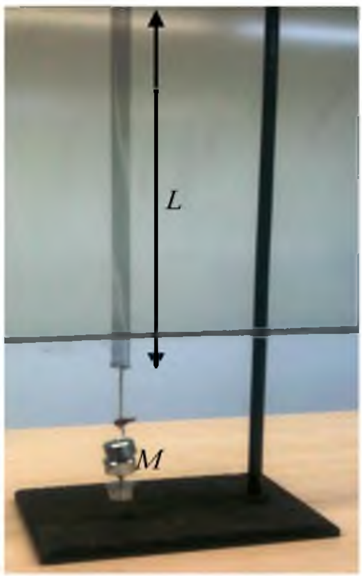
Այս թվերը 10%-ի ճշտությամբ համընկնում են անմիջական հաշվարկների արժեքներից: Այսպիսով կարող ենք եզրակացնել, որ լարի խտությունը՝

$$\rho = 2.7 \pm 0.2 \text{ գ/սմ}^3:$$

Փորձ 2 «Շփում»

Ուժաչափի սանդղակավորումը, շփման ուժի ուսումնասիրությունը և չորսուի ու սեղանի միջև շփման գործակցի որոշումը:

Սարքեր. ուժաչափ, բեռների հավաքածու, քանոն, ամրակալան:



Լուծում

Շփման ուժը չափելու համար հարկավոր է սանդղակավորել զսպանակը, ինչը և թույլ կտա չափել ուժը: Դրա համար ամրացնում ենք զսպանակը ամրակալանից ու չափում ենք զսպանակի L երկարությունը, առաջին գալարներից մինչև վերջինը:

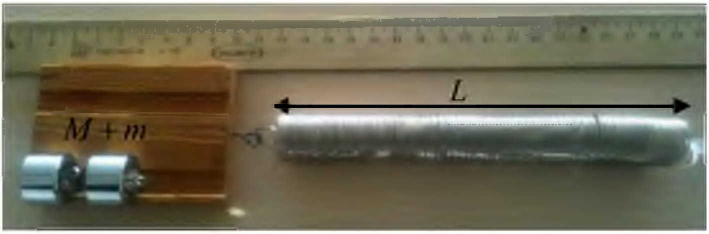
Այնուհետև զսպանակից կախում

ենք M բեռը և նորից չափում ենք զսպանակի L երկարությունը: Ստացված տվյալները գրառում ենք աղյուսակ 1-ում: Այս աղյուսակի տվյալներով կառուցում ենք գրաֆիկ, որը պետք է լինի ուղիղ գիծ: Այդ գծի թեքությունը զսպանակի կոշտությունն է՝

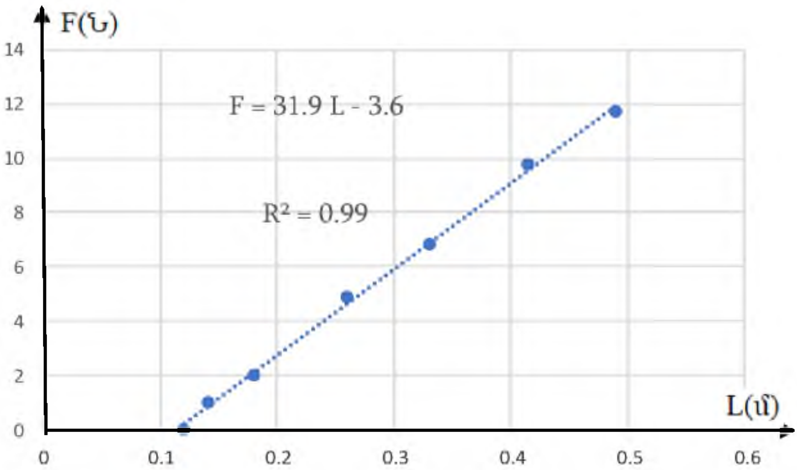
$$k = 31.9 \text{ Ն/մ:}$$

Աղյուսակ 1

M գ	L սմ	L մ	F=Mg Ն
0	12	0.12	0
10	14	0.14	0.98
20	18	0.18	1.96
50	26	0.26	4.9
70	33	0.33	6.86
100	41.5	0.415	9.8
120	49	0.49	11.76



Այժմ կարող ենք օգտագործել զսպանակը շփման ուժը չափելու համար: Դրա համար տեղադրում ենք քանոնը չորսուի երկայնքով ու չափում ենք զսպանակի այն երկարությունը, որի



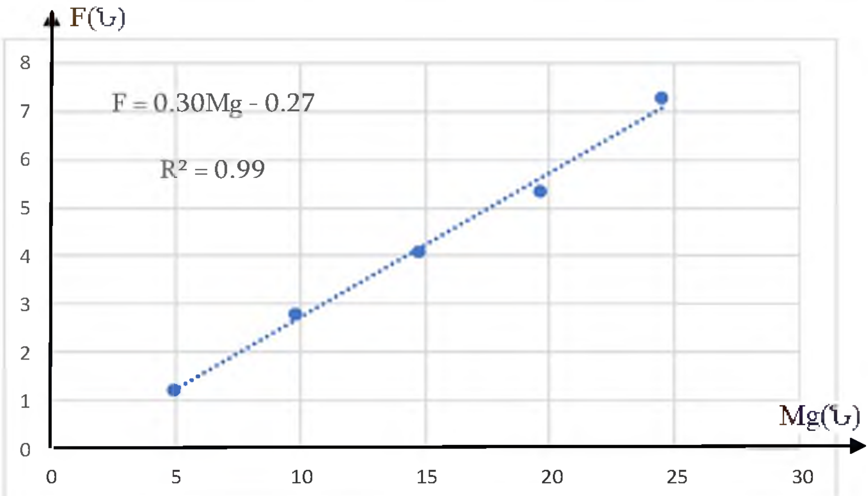
դեպքում չորսուն սկսում է սահել սեղանի վրայով: Այդ դեպքում շփման ուժը հաշվարկում ենք $F = 31.9L - 3.6$ Ն բանաձևով, որտեղ L-ը չափվում է մ-ով: Չափումները կատարում ենք տարբեր M զանգվածների համար: Շփման ուժը պետք լինի

$$F = \mu N = \mu(M+m)g,$$

որտեղ m-ը չորսուի զանգվածն է, μ-ն շփման գործակիցը: Չափման արդյունքները ներկայացված են աղյուսակ 2-ում:

			Աղյուսակ 2
M գ	L սմ	Mg	F
50	15	4.9	1.2
100	20	9.8	2.8
150	24	14.7	4.08
200	28	19.6	5.36
250	34	24.5	7.28

Այդ տվյալներով կառուցած գրաֆիկից ստանում ենք, որ շփման ուժը ուղիղ համեմատական և հակազդեցության ուժին և շփման գործակիցը 0,30 է:



11,12 դասարաններ

Փորձ 1

ԷլՇՈւ-ն և ներքին դիմադրությունը

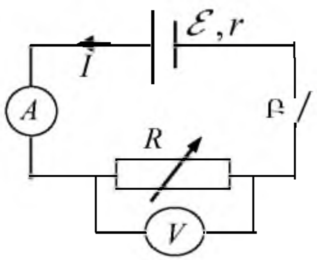
Որոշեք մարտկոցի ԷլՇՈւ-ն և ներքին դիմադրությունը:

Սարքեր. Մարտկոց, դիմադրությունների հավաքածու, ամպերմետր, բանալի, միացնող լարեր:

Ցուցում: Որպեսզի մարտկոցն արագ չլիցքաթափվի, շղթան միացրեք միայն չափումները կատարելիս և անջատել շղթան ձևափոխելու ժամանակ: Չափումների քանակը պետք է 7-ից ոչ պակաս:

Լուծում

Հավաքենք նկարներում ներկայացված շղթաները, որոնք



բաղկացած են ԷլՇՈւ-ից, փոփոխական դիմադրությունից, ամպերմետրից և վոլտմետրից: Փոփոխելով դիմադրությունը աղյուսակում գրառում ենք R դիմադրության արժեքը, I հոսանքի ուժը, V լարումը արտաքին դիմադրության վրա:

Ունենք՝

$$\mathcal{E} = I(R+r),\ R = \mathcal{E}\frac{1}{I} - r,$$

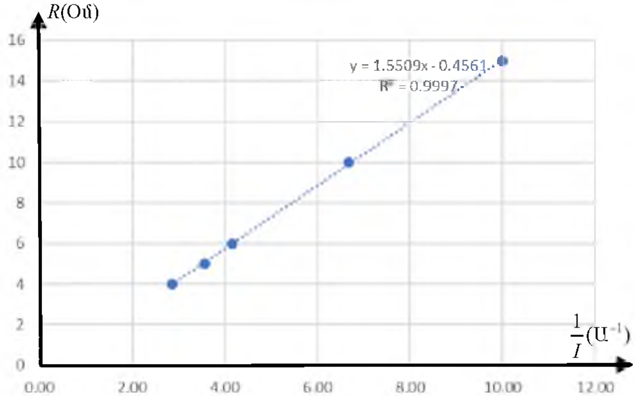
կամ

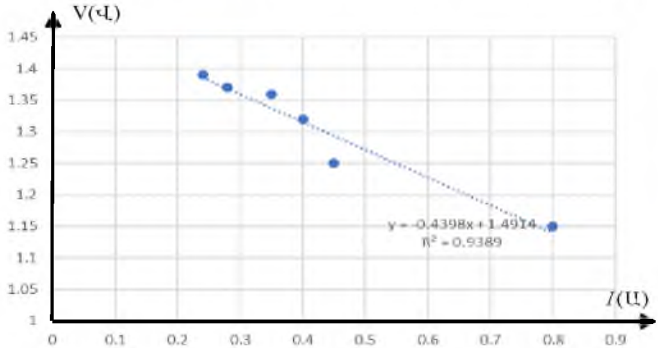
$$\mathrm{V} = \mathcal{E} - Ir :$$

Աղյուսակի տվյալներից կարելի է որոշել է ԷլՇՈւ-ն և ներքին դիմադրությունը կառուցելով կամ R-ի կախվածությունը $\frac{1}{I}$-ից, կամ V-ի կախվածությունը I-ից:

Առաջին դեպքում $\frac{1}{I}$-ի գործակիցը ԷլՇՈւ-ն է, իսկ ազատ անդամը՝ $-r$: Այսպիսով ԷլՇՈւ-ն $\mathcal{E} = 1.5$ Վ, ներքին

R Օմ	I Ա	V Վ	$1/I$ $Ա^{-1}$
1	0.8	1.15	1.25
2	0.45	1.25	2.22
3	0.4	1.32	2.50
4	0.35	1.36	2.86
5	0.28	1.37	3.57
6	0.24	1.39	4.17
10	0.15	1.45	6.67
15	0.1	1.48	10.00



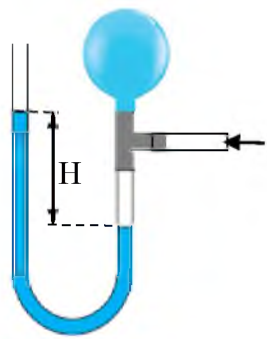


դիմադրությունը՝ $r = 0.46$ Օմ:

Երկրորդ հնարավորությունն է կառուցել V-ի կախվածությունը I-ից: Այս դեպքում ազատ անդամը կլինի ԷլՇՈւ-ն, իսկ I-ի գործակիցը կլինի $-r$:
Այս դեպքում ԷլՇՈւ-ն $\mathcal{E} \approx 1.5$ Վ, ներքին դիմադրությունը $r = 0.44$ Օմ: Երկու եղանակով ստացվեցին շատ մոտ արժեքներ:

Փորձ 2

Այս փորձի նպատակն է որոշել օդային ճնշումը փուչիկումում, որի ծավալը մեծացնում են: Նախ պետք է հավաքել համապատասխան սարքավորումը (տե՛ս նկ): Այնուհետև անհրաժեշտ է որոշել ճնշման կորերը փոչիկի փչելու և օդը դուրս թողնելու ընթացքում:



Սարքեր. Փուչիկ, T-աձև հանգույց, ՊԽՎ-ի խողովակ-120սմ, խողովակ փափուկ ՊԽՎ-ից-10 սմ, խցան անցքով, սեղմակ, չափերիզ, ամրակալան, 0,5լ ջուր, ներարկիչ:

1.2 Ընդհանուր ցուցումներ

Ուշադիր գրառեք բոլոր չափումները և հաշվարկները: Այլ կերպ ասած, բոլոր չափված մեծությունները պետք է նշվեն, և հաշվարկներում օգտագործվող բոլոր արժեքները պետք է լինեն պարզ և հստակ:

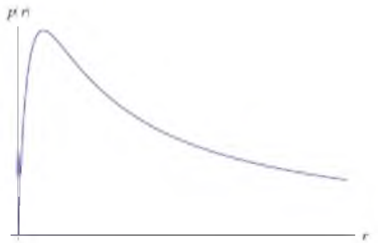
• Բոլոր մեծությունները պետք է տրվեն ՄՀ-ի միավորներով:

2.1 Ֆիզիկական մոդել

Չնայած պարզ տեսքի, փուչիկը նկարագրելը հեշտ չէ: Ընդունելով որ փուչիկը գունդ է և պատրաստված է իդեալական ռետինից, կարելի է ստեղծել մոդել փուչիկը փչելու համար: Այս մոդելը հիմնված է մեխանիկական բանաձևերի, ինչպես նաև ռետինի հատուկ հատկությունների վրա: Դրանց դուրսբերումը բավականին երկար է և նուրբ, մենք այստեղ կտանք միայն վերջնական արդյունքը `շառավղից ճնշման կախվածության բանաձևը:

$$p(r)=\frac{C}{r_0^2 r}\left(1-\left(\frac{r_0}{r}\right)^6\right),$$

որտեղ p-ն փուչիկի ներսի ճնշումն է, r-ը դրա շառավիղը, r_0-ն սկզբնական շառավիղը (երբ ձուչիկը արդեն գնդաձև է, սակայն ճնշումը ներսում շատ մոտ է մթնոլորտայինին) ու C-ն հաստատուն է:



Որակապես այդ կախվածությունը ներկայացված է բերված գրաֆիկում. դրա սզբնակետը $(p,r)=(0,r_0)$ կետում է:

Խնդիր 1: Մի քիչ տեսություն

Գտեք առավելագույն ճնշման r_{max} դիրքը և որոշեք $p_{max}=p(r_{max})$:

Խնդիր 2. Սարքի հավաքում

Հավաքեք սարք որը հարկավոր է 3 և 4 խնդիրների համար: Բացատրեք ձեր գաղափարները և նկարագրեք այն այնպես, որ համակարգը հնարավոր լինի վերակառուցել ցանկացած ժամանակ:

<u>*Ցուցում*</u>. Մարդու թոքերը կարող են առաջացնել մոտ 10000Պա ավելցուկ ճնշում:

Խնդիր 3. Փչելու ընթացքում ճնշման կորը

Որոշեք ճնշումը փուչիկում կախված դրա շրջանագծի երկարությունից: Որպեսզի դա անենք, մենք միայն փչում ենք մի քիչ օդ փուչիկի մեջ, ապա չափում ենք ճնշումը և շրջանագծի երկարությունը, ապա կրկին մի քիչ օդ են փչում, և այդպես շարունակ: Ոչ մի դեպքում օդը չպետք է դուրս գա փուչիկից: Մուտքագրեք ձեր չափումների արդյունքները աղյուսակում, ապա կառուցեք գրաֆիկը:

Խնդիր 4. Ճնշման կորը փուչիկից օդը դուրս թողնելու ընթացքում:

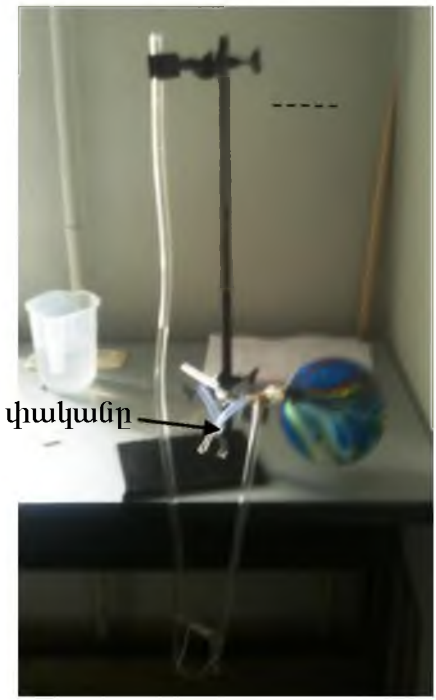
Այս մասում փուչիկի ճնշումը կրկին որոշվում է ըստ շրջանագծի երկարության, բայց այս անգամ, օդը դուրս թողնելու ժամանակ: 3-րդ խնդրի արդյունքում փուչիկը պետք է ամբողջությամբ փչվի: Հետո մի քիչ օդ դուրս ենք թողնում , ապա չափում ենք շրջանագծի երկարությունը ու ճնշումը, ապա նորից մի քիչ օդ ենք դուրս թողնում, և այսպես շարունակ: Կրկին մուտքագրեք ձեր չափումների արդյունքները աղյուսակում և ներկայացրեք տվյալները նույն գրաֆիկում, որը ստացել էիք 3-րդ խնդրում:

Խնդիր 5: Մեկնաբանություն

ա) տեսական բաժնում գտել էիք առավելագույն ճնշման դիրքը: Այժմ որոշեք $r_0 / r_{\max}$ փորձնական արժեքը: Որքան հեռու են տեսությունը և չափումները: Տվեք հնարավոր սխալների աղբյուրները:

բ) 1-ին խնդրի ստացված $p_{\max}$ բանաձևից որոշեք հաստատունը C:

գ) Կա տարբերություններ փչելու կորի և օդը դուրս թողնելու կորի միջև: Որոնք են տարբերությունների հնարավոր պատճառները:



դ) Նյութի համար պահանջ-վող տեսության հիպոթեզներից մեկը այն էր, որ դա իդեալական ռետին է, այսինքն, մասնավորապես, որ եթե փուչիկը այլևս չի ենթարկվի ճնշման, այն կվերականգնի
նախնական ձևը: Սա՞ է իրականությունը:

Լուծում[1]

Հավաքում ենք նկարում ներկայացված սարքը: Փուչիկը հարկավոր էր փչել և բաց թողնել օդը, ինչից հետո կատարել չափումերը: Փչում ենք փուչիկը, փակում փականը ու գրառում ենք շրջանագծի երկարությունը, ճնշումը՝ խողովակներում ջրի մակարդակների H տարբերությունը:

2πr սմ	r սմ	p սմ ջ ս	2πr սմ	r սմ	p սմ.ջ.ս
16	2.55	10	63	10.03	9
18	2.87	12	61	9.71	8.5
20	3.18	14	58	9.24	7.5
24	3.82	15	55	8.76	7.5
28	4.46	16	54	8.60	7
32	5.10	14.5	50	7.96	6.5
34	5.41	14	40	6.37	6
39	6.21	14	36	5.73	6.5
46	7.32	13	31	4.94	9
54	8.60	12	27	4.30	9.5
62	9.87	11	25	3.98	7.5
66	10.51	11			

[1] Այստեղ օգտագործված են Դ. Գևորգյանի փորձի արդյունքները:

Դա նշանակում է որ օդի ճնշումը փուչիկում չափվում է ջրի սյան սմ-ով: Ստացված արդյունքները ներկայացված են աղյուսակում:

Ինչպես երևում է աղյուսակից, առավելագույն շառավիղը 10,5 սմ է, այնուհետև օդը փուչիկից բաց է թողնվում և կատարվում են չափումներ: Քանի որ փուչիկը ռեզինից է, դրա առաձգական հատկությունները չեն անմիջապես վերականգնվում և վերա-դարձի տվյալները չեն համընկնում աճի տվյալների հետ: Աղյուսակի տվյալներով կառուցած գրաֆիկից երևում է որ ճնշումը առավելագույնն է r=4,5 սմ:

$$p(r)=\frac{C}{r_0^2 r}\left(1-\left(\frac{r_0}{r}\right)^6\right)$$

բանաձևից ստանանք, թե ինչ շառավղի դեպքում ճնշումը առավելագույնն է: Դրա դեպքում

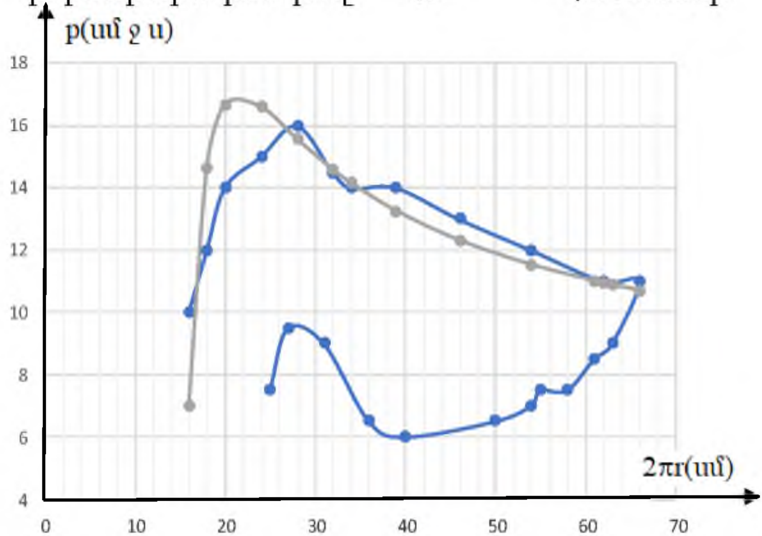
$$\frac{dp}{dr}=\frac{C}{r_0^2}\left(\frac{-1}{r^2}+7\frac{r_0^6}{r^8}\right)=0,$$

որտեղից ստանում ենք

$$r_{\max}=7^{1/6}r_0=1,38r_0,$$

$$p_{\max}=\frac{C}{r_0^2 7^{1/6}}=0.620\frac{C}{r_0^2}:$$

Եթե ընդունենք $r_0=2.6$ սմ, կստանանք որ առավելագույն ճնշումը պետք է լիներ $r_{\max}=3.6$ սմ դեպքում, ինչը տարբերվում է ստացված տվյալներից:



Գրաֆիկում բերված է առաջարկվող կախվածությունով նկարագրվող գրաֆիկը, որը չի նկարագրում տվյալները: Այսպիսով կախվածությունն ունի առաջադրվող տեսքը, հստակ երևում է հիզտերեզիսը: Սակայն առաջադրվող կախավածությունը չի բավարարվում:

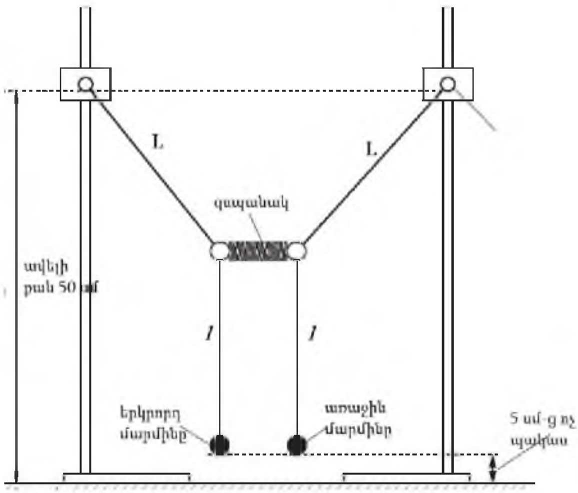
Եզրափակիչ փուլ Խնդիրներ
փորձարարական փուլ 50 Լուծումներ

9-10 դասարաններ

Այս փորձում ուսումնասիրվում է երկու կապված ճոճանակի տատանման պարբերության կախվածությունը դրանք միացնող զսպանակի երկարությունից և կախման եղանակից:

Նախ չափեք չլարված զսպանակի երկարությունը:

Սարքեր. երկու ամրակալան թաթիկներով, զսպանակ կապված թելերով, երկու ռետին ճեղքերով, վայրկենաչափ, քանոն, երկու բեռներ



Առաջադրանքներ.

ա/ Հավաքեք նկարում պատկերված սարքը

բ/ Փորձ 1.

Ֆիքսեք L=l=25 սմ: Տեղաշարժելով ամրակալանները՝ փոխեք զսպանակի երկարությունը: Մի փոքր շեղեք մարմիններից մեկն ուղղաձիգ հարթությանն ուղղահայաց ուղղությամբ; Չափեք մարմիններից մեկի՝ երկու հաջորդական կանգ առնելու միջև ժամանակը:

Աղյուսակում գրառեք զսպանակի երկարությունը ու ստացված

ժամանակը: Կրկնեք չափումները զսպանակի երկարացման
2 սմ ≤ x ≤ 10 սմ արժեքների տիրույթի համար:
Կառուցեք T-ի կախվածությունը x-ից: Ենթադրվում է, որ այն ունի

$$T = px + q$$

տեսքը: Գրաֆիկից գտեք p-ի և q-ի արժեքները:

գ/ Փորձ 2
Այս փորձում, թողնելով l=25 սմ և ձգելով ռետինների միջով անցկացված թելը, փոփոխում ենք L երկարությունը մինչև 8 սմ, միշտ պահպանելով զսպանակի երկարությունը 6 սմ: Մի փոքր շեղեք մարմիններից մեկը ուղղաձիգ հարթությանն ուղղահայաց ուղղությամբ: Չափեք մարմիններից մեկի՝ երկու հաջորդական կանգ առնելու միջև ժամանակը: Աղյուսակում գրառեք L երկարության ու ստացված ժամանակի արժեքները: Կառուցեք T-ի կախվածությունը 1/L -ից: Ենթադրվում է, որ այն ունի

$$T = k/L + b:$$

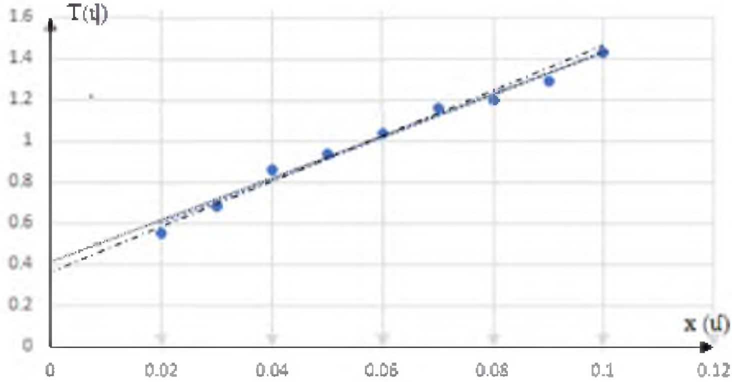
Ճի՞շտ է արդյոք սա, թե՞ ոչ: Եթե այո, ապա ինչքա՞ն է k-ի արժեքը:

<u>Լուծում:</u> փորձ 1:
Սարքը հանձնարարության համաձայն հավաքելուց հետո կատարում ենք համապատասխան չափումները՝ նշված տիրույթի յուրաքանչյուր x-ի համար չափելով 10 տատանման ժամանակը գտնում ենք T պարբերությունը: Արդյունքները ներկայացված են աղյուսակում

x/ սմ	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t վ	5.5	6.8	8.6	9.4	10.4	11.6	12	12.9	14.3
X մ	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1
T վ	0.55	0.68	0.86	0.94	1.04	1.16	1.2	1.29	1.43

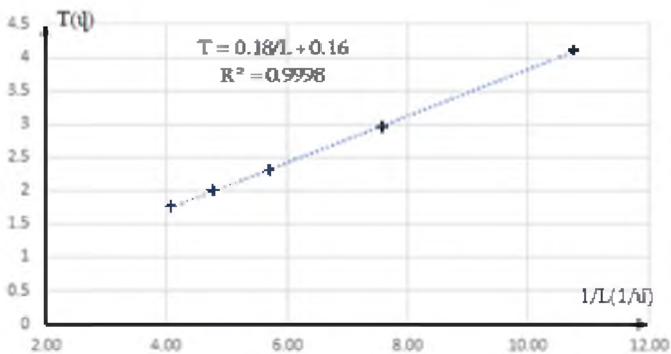
Աղյուսակի տվյալներով կառուցած գրաֆիկը տրված է նկարում: Այդտեղ կետագծով տրվում է լավագույն նկարագրող ուղիղ գիծը, որի համար p=10,40վ/մ, իսկ q=0,40վ: Մյուս գիծը հնարավոր նկարագրող

գծերից սահմանային է, դրա դեպքում p=11,0վ/մ, իսկ q=0,35վ:
Արդյունքում ունենք p=10,4±0,6վ/մ, իսկ q=0,40±0,05վ



Լուծում փորձ 2:
Կատարելով չափումներն առաջին փորձի նման ստանում ենք աղյուսակում բերված արդյունքները: Այս դեպքում տատանումների քանակը 5 էր:

t (վ)	8.8	10	11.6	14.8	20.5
L (սմ)	24.5	21	17.5	13.2	9.3
1/L (1/մ)	4.08	4.76	5.71	7.58	10.75
T(վ)	1.76	2	2.32	2.96	4.1



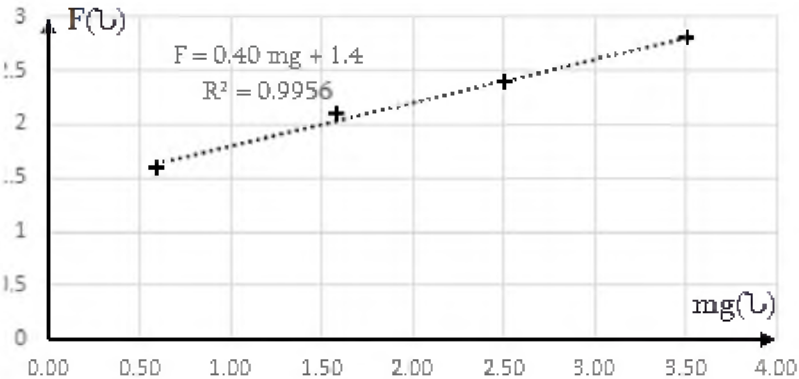
Աղյուսակի տվյալների հիման վրա կառուցած գրաֆիկը բավարարում է պահանջվող կախվածությանը: Սակայն երևում է, որ այդ դեպքում կա 0,2վ-ի կարգի սիստեմատիկ սխալ պարբերության չափման ժամանակ: Ավելի հստակ պատկեր ստանալու համար պետք էր կատարել չափումներ ավելի շատ տատանումների ժամանակը որոշելով, ինչը կփոքրացներ պարբերության սխալանքը: Արդյունքում ստացել ենք, որ $k = 018$վ/մ:

11-12 - րդ դասարաններ

1.ա/ Որոշեք մագնիսական ժապավենի և մետաղե թիթեղի միջև շփման գործակիցը,
բ/ որոշեք մագնիսական ժապավենի և մետաղե թիթեղի փոխազդեցության ուժի կախումը հեռավորությունից:
Սարքեր և նյութեր. մագնիսական ժապավեն, մետաղե թիթեղ, ուժաչափ, 0,1մմ հաստությամբ թուղթ, չորսու, կշռաքարեր, կշեռք:

Լուծում: Նախ չափենք մագնիսի և երկաթե թիթեղի փոխազդեցության ուժը: Դրա համար տեղադրենք մագնիսը թիթեղի վրա, դրա վրա տեղադրենք փայտե չորսուն, որի զանգվածը 60գ է: Դրա վրա կարող ենք տեղադրել լրացուցիչ բեռներ (յուրաքանչյուրը 100 գ) և քաշելով ստացված համակարգը ուժաչափով (պահելով երկաթե թիթեղը) գրանցում ենք աղյուսակում ուժաչափի ցուցմունքը աղյուսակում:

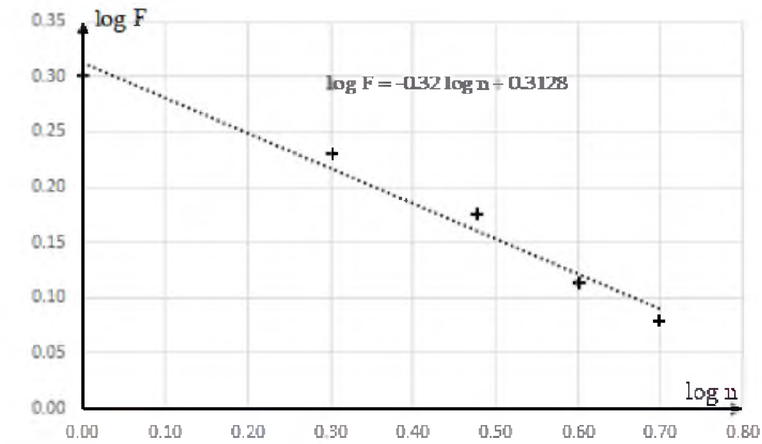
m (գ)	F (Ն)	mg (Ն)	F(Ն)
0	1.4	0.00	1.4
60	1.6	0.59	1.6
161	2.1	1.58	2.1
256	2.4	2.51	2.4
358	2.8	3.51	2.8



Այդ տվյալների համաձայն կառուցում ենք գրաֆիկը: Քանի որ $F = \mu(mg + F_{մագ})$, ստանում ենք $\mu = 0{,}40$, $F_{մագ} = 1.4/0.40 = 3.5$Ն: Մագնիսի և երկաթե թիթեղի փոխազդեցությունը ուսումնասիրելու համար վերցնենք թուղթ և նորից չափենք շփման ուժը պահելով թուղթը և թիթեղը ու հավասարաչափ քաշելով ուժաչափը: Տեղադրելով երկու, երեք … թղթեր կստանանք ուժի կախվածությունը հեռավորությունից: Նկատենք, որ այդ դեպքում մագնիսի վրա բեռ կարելի չդնել, այդ դեպքում շփման ուժը կլինի հահեմատական մագնիսական ուժին: Աղյուսակում բերված են այդպիսի չափումների արդյունքները, որտեղ առաջին տողում գրված է թղթերի քանակը:

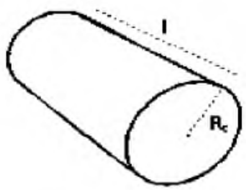
n	1	2	3	4	5
F(Ն)	2	1.7	1.5	1.3	1.2
log n	0.00	0.30	0.48	0.60	0.70
log F	0.30	0.23	0.18	0.11	0.08

Եթե ուզում ենք պարզել կախվածությունը հեռավորությունից, որը նկարագրվում է F $\sim x^{\alpha}$, մենք պետք է կառուցենք log F-ի կախվածությունը log x-ից, ինչը նույնն է, ինչ log n-ից, քանի որ $x = nd$, որտեղ $d -$ն թղթի հաստությունն է:

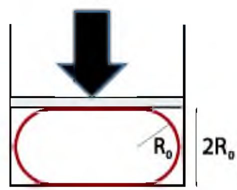


Գրաֆիկից ստանում ենք, որ $\alpha \approx -0.32$:

2.Նկ.1-ում պատկերված է առաձգական թերթից պատրաստված գլանաձև զսպանակ, որն ունի ℓ երկարություն և R_c կորության շառավիղ: Դիցուք գլանը սեղմվում է այնպես, ինչպես ցույց է տրված նկ.2-ում: Տրված սեղմող F ուժի համար գլանաձև զսպանակի շեղումը չդեֆորմացված վիճակից կախված է նրա առաձգական հատկություններից: Սեղմող ուժի արժեքի որոշակի տիրույթի համար



Նկ. 1 Առաձգական թերթից պատրաստված R_c շառավղով և ℓ երկարությամբ գլան։



Նկ. 2. Առաձգական թերթից պատրաստաված գլանաձև զսպանակ: Երբ վերջինս բավականաչափ սեղմված է, այն ունի մոտավորապես ստադիոնի տեսք,

սեղմված թերթի լայնական հատույթը կարելի է նկարագրել ստադիոնի տեսքով. այն կազմված է երկու հավասար զուգահեռ գծերից և և երկու R_0 շառավղով կիսաշրջանագծերից: Կարելի է ցույց տալ, որ

$$R_0^2 = \frac{\pi k \ell}{2F}$$

:

Սարքեր և նյութեր.
-ամրակալան կցորդիչով և թաթիկով,
-կշեռք (չափում է մինչև 5 կգ զանգվածը, ունի TARA հնարավորություն, որի օգնությամբ կարելի է զրոյացնել դրա վրա դրված տարայի զանգվածը)
- թափանցիկ թերթ, որի հաստությունը 0,3 մմ է,
- սկոչի ժապավեն
- քանոն

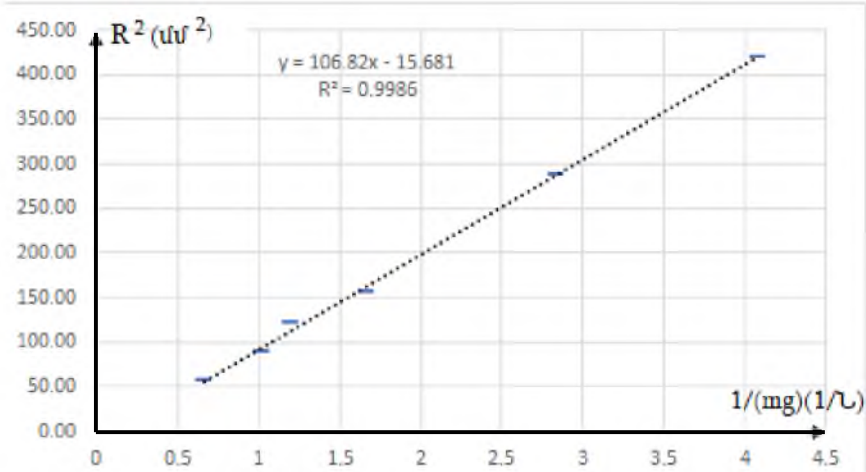
Առաջադրանքներ

1. Առաձգական թերթից պատրաստեք գլան՝ պտտելով երկար կողմի շուրջը: Օգտագործեք սկոչը՝ դրանք ֆիքսելու համար: Եզրերը միմյանց վրա պետք է դրվեն մոտ 0,5 սմ չափով, սկոչը կպցրեք կարի երկայնքով:

2. Հավաքեք նկարում պատկերված փորձարարական սարքը: Կշեռքի և քանոնի միջև դրեք զլանաձև զսպանակը: Գլանի համար չափեք կշեռքի զանգվածային ցուցմունքը՝ թիթեղների հեռավորությունից կախված:
3. Ստացված տվյալներով կառուցեք համապատասխան գրաֆիկը: Քանոնով կառուցեք ստացված կետերով անցնող ուղիղը, որի միջոցով ստացեք գլանի k ճկման կոշտությունը:
4. Իզոտրոպ նյութի համար κ ճկման կոշտության կախվածությունը Y Յունգի մոդուլից և թիթեղի հաստությունից տրվում է հետևյալ բանաձևով՝ $\kappa = \dfrac{Yd^3}{12\left(1-\nu^2\right)}$, որտեղ ν -ն Պուասոնի զործակիցն է փորձարկվող նյութի համար՝ $\nu \approx \dfrac{1}{3}$, d-ն թիթեղի հաստությունն է: Ստացված արդյունքներից որոշեք Յունգի մոդուլը:

Լուծում: հավաքելով սարքը, կատարում ենք չափումները

D մմ	m գ	R^2 (մմ^2)	1/mg (1/Ն)	R^2 (մմ^2)
15	153	56.25	0.667	56.25
19	99	90.25	1.03	90.25
22	85	121.00	1.20	121.00
25	61	156.25	1.67	156.25
34	36	289.00	2.83	289.00
41	25	420.25	4.08	420.25



Գրաֆիկից ստանում ենք , որ $\frac{\pi k l}{2} = \alpha = 1.1 \cdot 10^{-6}$Ն $\cdot$ մ^2: Տեղադրելով $k = \frac{Yd^3}{12(1-\nu^2)}$ կարող ենք որոշել Յունգի մոդուլը՝

$$Y = \frac{2 \cdot 12(1-\nu^2)}{\pi l \cdot d^3} \alpha:$$

Հաշվի առնելով, որ $l = 0.3$սմ և $d = 0.3$ մմ կարող ենք հաշվել Յունգի մոդուլը

$$Y = \frac{1.07 \cdot 10^{-6} 12 \cdot 8/9 \cdot 2}{\pi \cdot (3 \cdot 10^{-4})^3 \cdot 2.5 \cdot 10^{-2}} = 1.1 \cdot 10^{9}\text{Պա}:$$