

Ishqalanish kuchini o'rganish

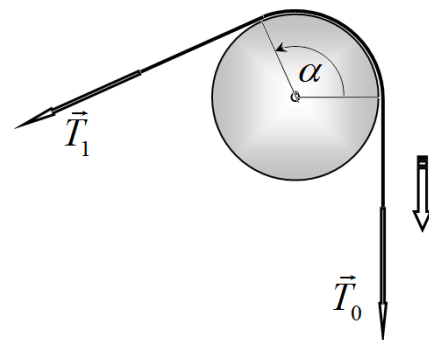
1-qism. Silindrik sterjendagi ishqalanish

Nazariy maslahat:

Ip silindrning yon sirti bo'ylab sirpanip o'tganda ishqalanish kuchi hisobiga ipning taranglik kuchi γ marta kamayadi. Taranglik kuchining bu kamayishi Eyler formulasi orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$T_1 = \gamma T_0 = T_0 \exp(-\mu\alpha) \quad (1)$$

bu yerda μ - ipni silindrning yon sirtiga ishqalanish ko'effitsiyenti, α - ip tomonidan silindr sirtini qoplash burchagi.



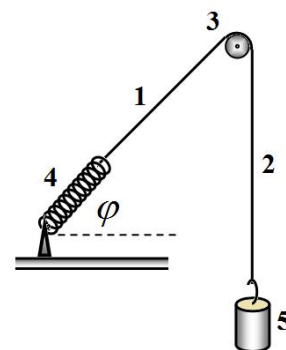
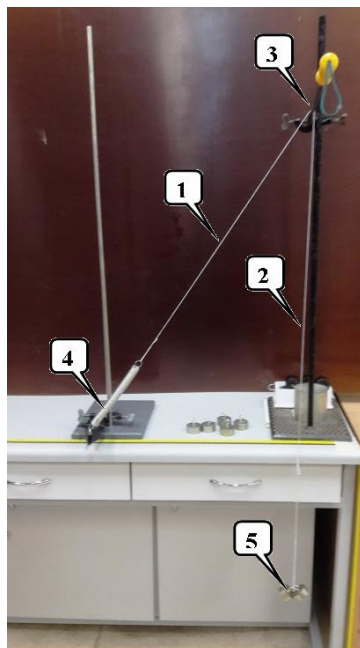
Ishni bu qismining maqsadi Eyler formulasini bajarilishini tekshirish, taranglik kuchini kamayish ko'effitsiyenti γ ni va ishqalanish ko'effitsiyenti μ ni aniqlash.

Eksperiment natijalarini olish uchun rasmda va sxemada ko'rsatilgan qurilmadan foydalanildi.

Yengil cho'zilmas ip (1-2) gorizont qotirilgan sterjen (3) ustidan o'tkazilgan. Ipning bir uchi (1) prujina (4) ga bog'langan, prujinaning ikkinchi uchi esa mahkam qotirilgan. Ipning ikkinchi uchi (2) ga turli massali yuklar osiladi. Prujinani qotirilish nuqtasining vaziyatini o'zgartirib ipning birinchi (1) qismi bilan gorizont orasidagi burchak φ ni o'zgartirish mumkin. Barcha eksperimentlarda bitta prujina qo'llaniladi. Prujina cho'zilishi jarayonida hosil bo'ladigan elastiklik kuchi Guk qonuni

$$F = k\Delta x \quad (2)$$

ga bo'ysinadi deb hisoblash mumkin. Bu yerda k - prujinaning bikrligi, Δx - prujinaning uzayishi. Muvozanat holatida bu prujina qisila olmaydi. Prujinaning massasi ipga osiladigan yuklarning massasidan ancha kichik.



O'lchash ishlarini olib borish metodikasi.

Eksperimentda osilib tinch holatda turgan har xil m massali yuklar uchun prujinaning uzunligi x o'lchanadi.

Ishqalanish mavjudligi tufayli yuklar va prujina muvozanat vaziyatlarining ma'lum bir oraligida joylashishlari mumkin (turg'unlik sohasi). Bu muvozanat sohasining chegaralarini aniqlash uchun o'lchashlar quyidagicha olib boriladi:

- yuk muvozanat vaziyatidan pastga tushiriladi, bunda prujina choziladi, shundan so'ng yuklarga juda sekin ko'tarilib borishga imkon beriladi (buning uchun ipning harakati qo'l yordamida sekinlatib turiladi) va yuk to'xtaguncha harakatlanadi, shundan so'ng deformatsiyalangan prujinaning uzunligi x_1 o'lchanadi;

- yuk muvozanat vaziyatidan yuqoriga ko'tariladi, shundan so'ng yuk sekin (qo'lni ipga ta'siri yordamida) to'xtaguncha pastga tushadi, shundan so'ng deformatsiyalangan prujinaning uzunligi x_2 o'lchanadi.

Prujina uzunligi metal lineyka yordamida o'lchanadi. Jihozning o'lchash xatoligi $\delta x = 0,5 \text{ mm}$.

Osilgan yuklar massasini o'zgartirish uchun ipga massasi aniq bo'lgan $m_{\text{et}} = (100,0 \pm 0,5) \text{ g}$ etalon yuklarning bir nechitasi osiladi.

Erkin tushish tezlanishini $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ga teng deb hisoblaymiz.

1.1-eksperiment

Bu eksperimentda birinchi (1) ip vertikal joylashgan ($\varphi = 90^\circ$).

Muvozanat vaziyatining chegaraviy holatlariga mos keluvchi x_1 va x_2 larning har xil n sonidagi etalon yuklar osilganda o'lchangan qiymatlari 1.1 jadvalda keltirilgan.

1.1 jadval

n	$x_1, \text{ cm}$	$x_2, \text{ cm}$
1	12,2	10,8
2	16,1	12,4
3	20,2	14,1
4	24,1	16,6
5	27,5	19,2
6	30,7	21,3
7	34,2	23,6

Topshiriqlar

1.1. Deformatsiyalangan prujina uzunliklari $x_1(m)$, $x_2(m)$ ni osilgan yuk massasi m ga bog'likligini ifodalovchi nazariy formulalarni keltirib chiqaring. Natijalarni qurilmaning quyidagi parametrlari: prujinaning bikrligi k , uni deformatsiyalanmagan holatdagi uzunligi l_0 , sterjenda taranglik kuchini kamayish koeffitsiyenti γ orqali ifodalang.

1.2. Javoblar varaqasining bitta blankida prujina uzunliklari x_1 va x_2 larni osilgan yuklar soni n ga eksperimental bog'likligining grafigini chizing.

1.3. Olingan eksperimental bog'likliklar chiziqli deb hisoblab va ular quyidagi funksiyalar

$$\begin{aligned} x_1 &= a_1 n + b_1 \\ x_2 &= a_2 n + b_2 \end{aligned} \quad (3)$$

bilan ifodalanadi deb bu bog'lanishlardagi (a_1, b_1, a_2, b_2) parametrlarning son qiymatlarini aniqlang. Topilgan qiymatlarning xatoliklarini hisoblang.

1.4. Olingan ma'lumotlardan foydalanib quyidagilarni hisoblang:



AMALIY BOSQICH



- prujinani deformatsiyalanmagan holatdagi uzunligi l_0 ni;
- prujina bikrligi k ni;
- taranglik kuchini kamayish ko'effitsiyenti γ ni;
- ipni sterjenga ishqalanish ko'effitsiyenti μ ni.

Topilgan qiymatlarning xatoliklarini baholang. Hisoblashlarni amalga oshirishda foydalanilgan formulalarni keltiring.

1.2- va 1.3- eksperimentlar.

Bu eksperimentlarda (1) ip:

- gorizontall joylashganida $\varphi = 0^\circ$ (1.2-eksperiment);
- gorizont bilan $\varphi = 45^\circ$ burchak hosil qilganida (1.3-eksperiment);

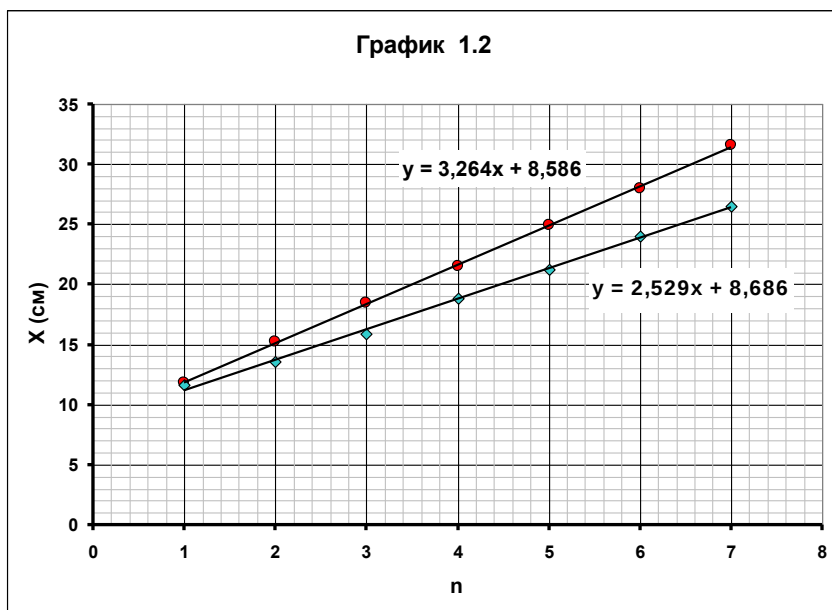
o'lchash ishlari oldingi eksperimentga o'xshash bo'ladi.

1.2 va 1.3 jadvallarda 1.2- va 1.3-eksperimentlarning natijalari keltirilgan (x_1 va x_2 prujina uzunliklarining osilgan etalon yuklar soni n ga bog'likligi).

Ishingizni osonlashtirish maqsadida, jadvaldagi ma'lumotlar asosida prujina uzunliklarining n ga bog'liqligi grafikda chizilgan, hamda mos keluvchi funksiyalar ham yozilgan. Siz bu bog'lanishlarda keltirilgan koeffitsiyentlarning qiymatlaridan foydalanishingiz mumkin.

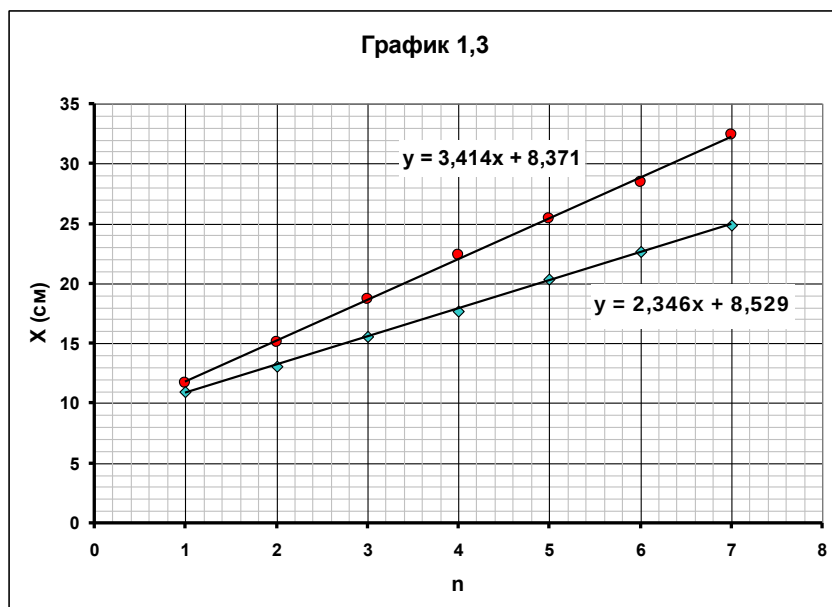
1.2-jadval. (1) ip gorizontall $\varphi = 0^\circ$.

n	x_1 , cm	x_2 , cm
1	11,8	11,6
2	15,2	13,6
3	18,5	15,9
4	21,5	18,8
5	24,9	21,2
6	28,0	24,0
7	31,6	26,5



1.3-jadval. (1) ip $\varphi = 45^\circ$ burchak ostida.

n	x_1 , cm	x_2 , cm
1	11,7	11,0
2	15,1	13,1
3	18,7	15,6
4	22,4	17,7
5	25,4	20,4
6	28,5	22,7
7	32,4	24,9



Topshiriqlar

1.5. 1.2 va 1.3 eksperimentlarda keltirilgan ma'lumotlardan foydalanib qoplash burchaklari uchun γ koeffitsiyent qiymatlarini hisoblang. 1.2 va 1.3 eksperimentlar natijalaridan foydalanib ishqalanish koeffitsiyenti μ ning qiymatlarini hisoblang.

Ushbu bandda o'lchash xatoliklarini hisoblash talab qilinmaydi.

1.6. Berilgan ma'lumotlarning natijalarini ifodalash uchun Eyler formulasi (1) ni qo'llash mumkin yoki mumkin emasligini aniqlang. Javobingizni grafik yoki qo'shimcha hisob-kitoblar asosida asoslang.

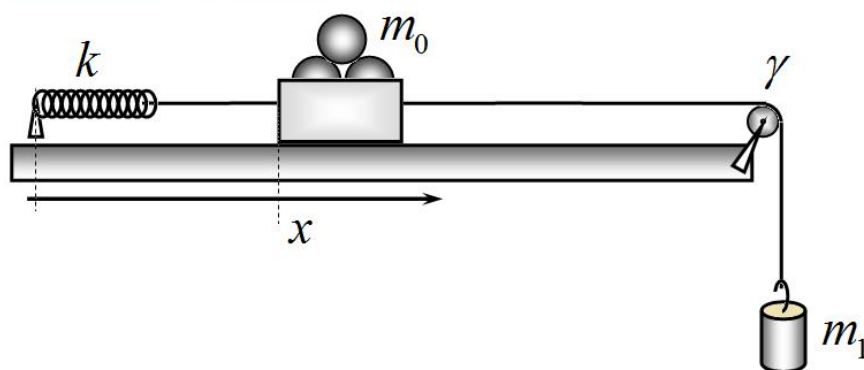
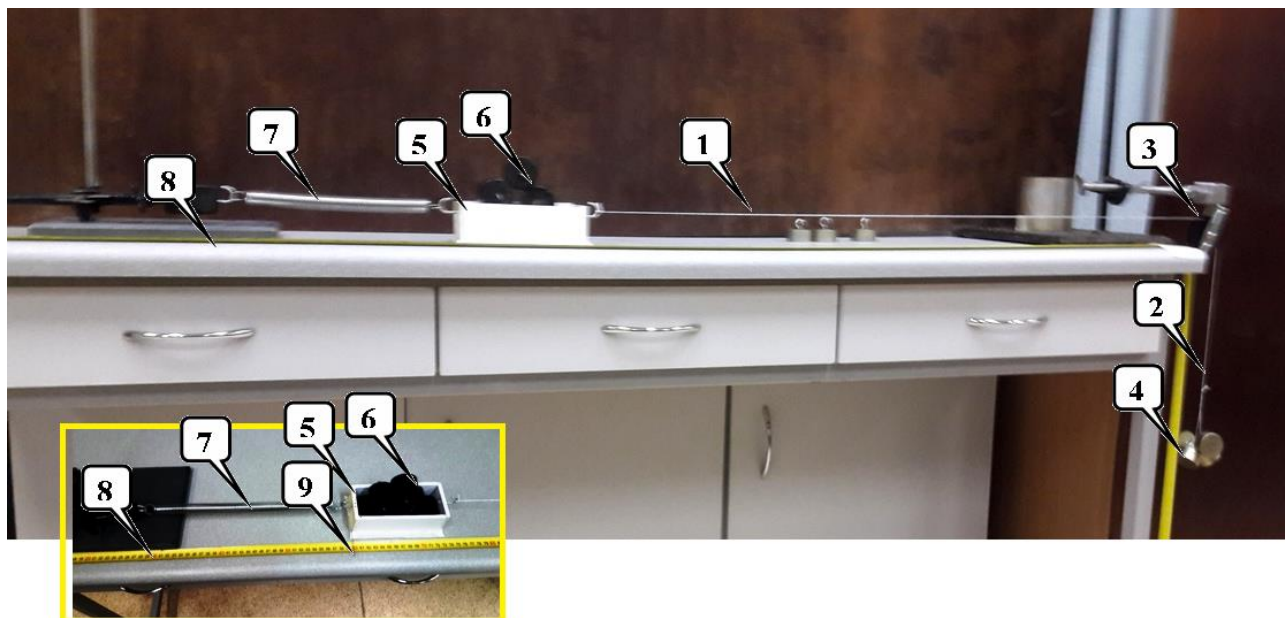
1.7. Barcha eksperimentlar ma'lumotlaridan foydalanib, ip va sterjen orasidagi ishqalanish koeffitsiyentining son qiymatiga aniqlik kiriting. Aniqlangan qiymatning xatoligini baholang. Barcha eksperimentlarda ishqalanish koeffitsiyentlarini hisoblashdagi xatoliklar bir xil va ular 1.1 eksperimentda hisoblangan xatolik bilan mos kelishini hisobga oling.

2-qism. Gorizontaal sirtdagi sirpanish ishqalanishi.

Masalaning bu qismida xatoliklarni baholash talab qilinmaydi!

Masalaning bu qismida plastmassa quti bilan stolning gorizontaal sirti orasidagi ishqalanish kuchi tekshiriladi.

O'lchash ishlarini bajarish uchun quyidagi qurilma qo'llanilgan.



Mustahkam, yengil, cho'zilmaydigan (1-2) ip (3) blok orqali o'tkazilgan. Ipning osilib turgan (2) uchiga (4) yuklar osilgan. Ipning (1) ikkinchi gorizontaal qismiga (5) plastmassa quti bog'langan va unga qo'shimcha (6) yuklar solingan. Qutiga gorizontaal joylashgan (7) prujina biriktirilgan. Prujinaning ikkinchi uchi maxkamlab qo'yilgan. Stol sirtida (8) o'lchov lentasi qo'yilgan bo'lib, uning yordamida quti chetining koordinatalari o'lchanadi. Koordinataning o'lchash aniqligini oshirish uchun, qutiga (9) ingichka strelka biriktirilgan.

Osilgan yuklarning massalarini $m_1 = n_1 m_{et}$ orqali belgilaymiz, bunda n_1 - osilgan etalon yuklarning soni. Qutining massasini qo'shimcha yuklari bilan birgalikda $m_0 = n_0 m_{et} + m_b$ orqali belgilaymiz, bunda n_0 - qutiga solingan qo'shimcha etalon yuklarning soni, m_b - quti massasi.

Prujinaning bikrligini k orqali belgilaymiz. Xuddi shu oldingi prujina ushbu eksperimentda ham qo'llanilganiga qaramasdan, uning bikrligini qaytadan eksperiment natijalari asosida aniqlash lozim bo'ladi.

Blok o'qidagi ishqalanish kuchini ham hisobga olish lozim. Blok o'qida ishqalanish kuchi mavjudligi sababli ipdagi taranglik kuchining kamayish koeffitsiyentini γ orqali belgilaymiz. Bu koeffitsiyent ushbu ishning 1-qismida aniqlangan xuddi shunday koeffitsiyentdan keskin farq qiladi.

Quti koordinatasi x stolning chetidan hisoblanadi va u ushbu qurilmaga "bog'lanmagan". Prujina deformatsiyalanmaganida qutining koordinatasini x_0 orqali belgilaymiz (bu kattalikni siz aniqlashingiz lozim).

Ishqalanish mavjudligi sababli (stolda ham, blok o'qida ham) "turib qolish" soxasi mavjud bo'lib, bu oraliqda quti tinch holatda bo'ladi.

Bu soxa chegaralarini o'lchashda 1-qismni bajarishda foydalanilgan metodika ishlatilgan. Dastlab quti o'ng tomonga suriladi, bunda prujinani shunday cho'zish lozimki, quti "turib qolish" soxasidan o'ngga chiqsin; undan so'ng quti qo'yib yuboriladi va u chapga to'xtagunga qadar sekin qo'zg'ala boshlaydi (buning uchun ip qo'l bilan ushlab ohista qo'yib boriladi). Bu xolda qutining to'xtash joyining koordinatasini x_1 orqali belgilaymiz. So'ngra eksperiment teskari yo'nalishda takrorlanadi: quti chapga siljiriladi va turib qolish holatidan chiqariladi; so'ngra quti qo'yib quboriladi va u sekin o'ngga qarab to'xtagunga qadar harakatlanadi (bunda ham ip qo'l bilan ohista ushlab turiladi). Bu holda quti to'xtash joyining koordinatasini x_2 orqali belgilaymiz.

Qutidagi yuklar n_0 sonining turli qiymatlarida x_1 va x_2 to'xtash koordinatalarining n_1 osilgan yuklar soniga bog'likligining eksperimental o'lchash natijalari quyida keltirilgan jadvallar va grafiklarda berilgan.

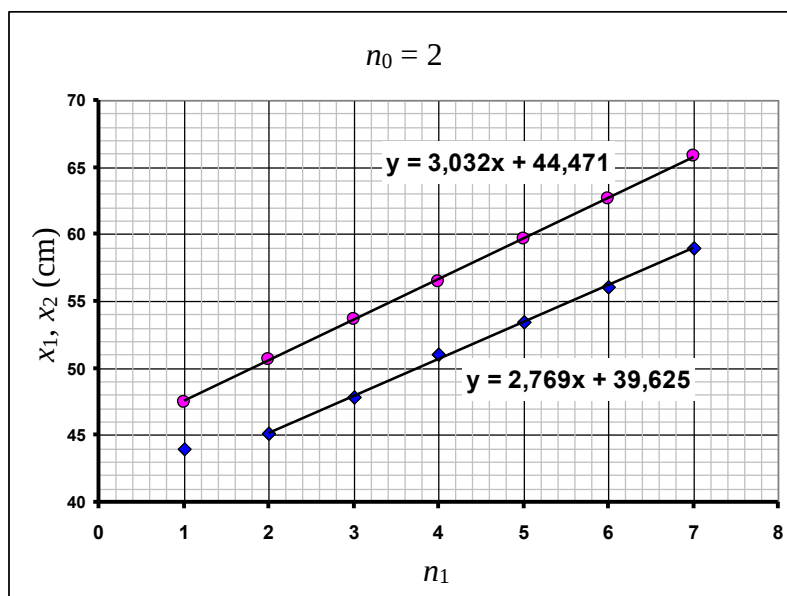
Olingan quyidagi chiziqli bog'lanishlarni

$$\begin{aligned} x_1 &= a_1 n_1 + b_1 \\ x_2 &= a_2 n_1 + b_2 \end{aligned} \quad (4)$$

tavsiflovchi to'g'ri chiziqlar tenglamalari grafiklarda ko'rsatilgan. Tenglamalar chiziqli soxalar uchun ko'rsatilgan. Bu munosabatlar parametrlarini hisoblashlarda qo'llashingiz mumkin.

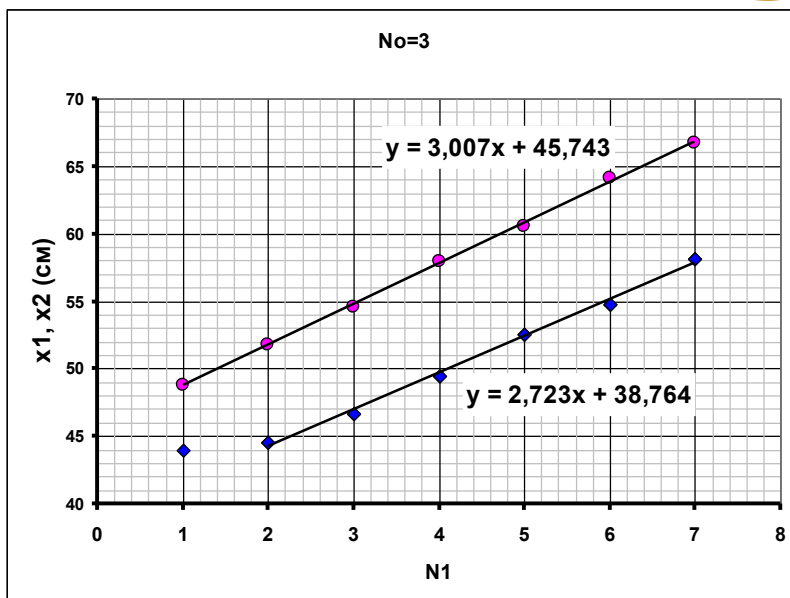
2.1-jadval $n_0 = 2$

n_1	x_2 , cm	x_1 , cm
1	44,0	47,5
2	45,1	50,6
3	47,8	53,6
4	51,0	56,5
5	53,5	59,6
6	56,1	62,6
7	59,0	65,8



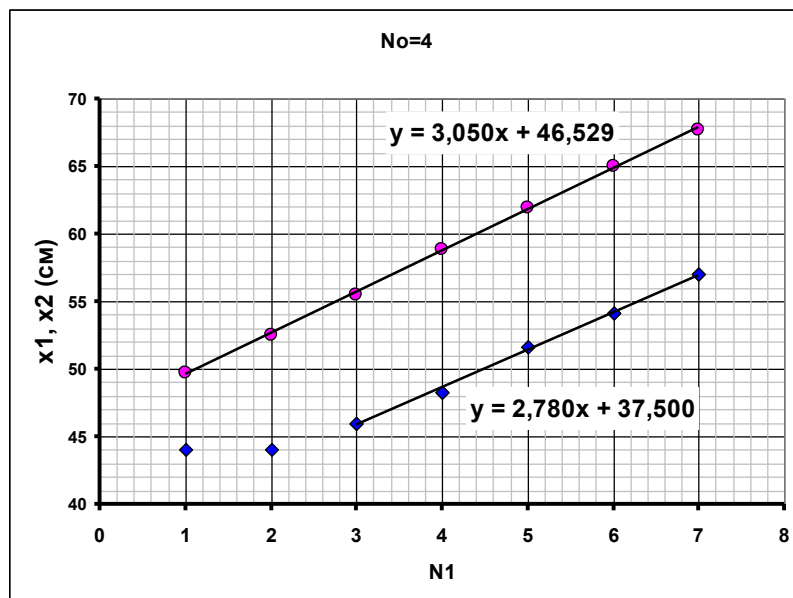
2.2-jadval $n_0 = 3$

n_1	x_2 , cm	x_1 , cm
1	44,0	48,8
2	44,5	51,8
3	46,7	54,6
4	49,5	57,9
5	52,5	60,5
6	54,8	64,1
7	58,1	66,7



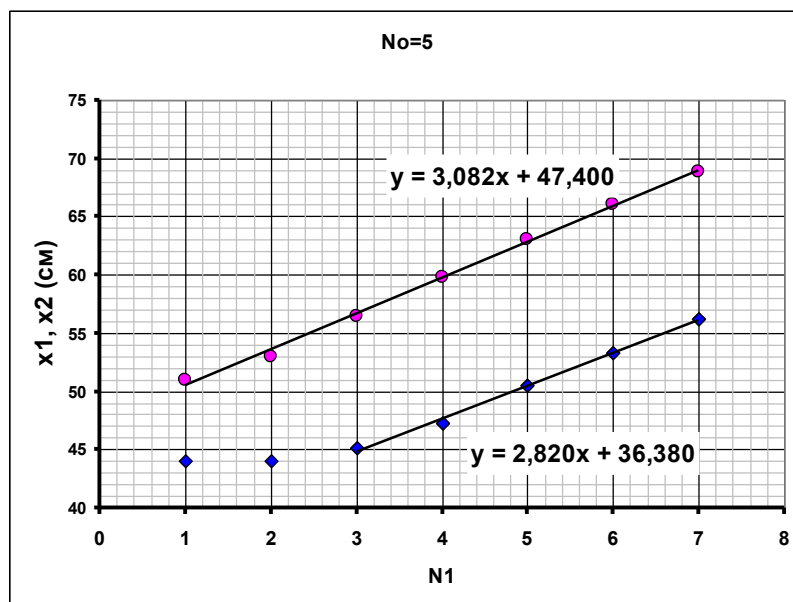
2.3-jadval $n_0 = 4$

n_1	x_2 , cm	x_1 , cm
1	44,0	49,7
2	44,0	52,5
3	46,0	55,5
4	48,3	58,8
5	51,6	61,9
6	54,1	65,0
7	57,0	67,7



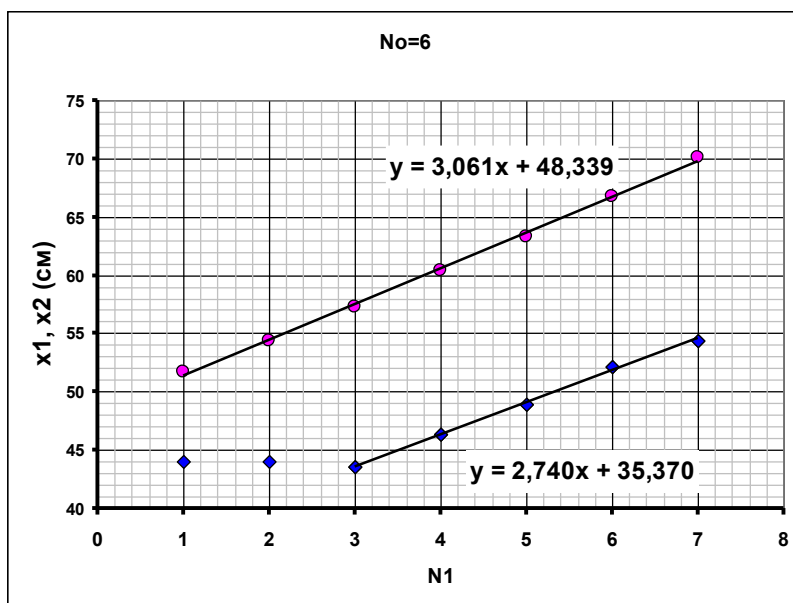
2.4-jadval $n_0 = 5$

n_1	x_2 , cm	x_1 , cm
1	44,0	51,0
2	44,0	53,0
3	45,1	56,4
4	47,3	59,8
5	50,5	63,0
6	53,3	66,0
7	56,2	68,9



2.5-jadval $n_0 = 6$

n_1	x_2 , cm	x_1 , cm
1	44,0	51,7
2	44,0	54,4
3	43,6	57,3
4	46,3	60,4
5	48,9	63,3
6	52,1	66,7
7	54,4	70,1



Topshiriqlar

2.1. Prujina deformatsiyalanmagandagi qutining x_0 koordinatasini aniqlang.

x_0 ning topilgan qiymatini bu qismda qo'llash tavsiya qilinmaydi, chunki uni aniqlash xatoligi yuqori.

2.2. Turib qolish sohasining chegaraviy nuqtalari x_1 va x_2 koordinatalarining osilgan yuk massasi m_1 ga bog'likligini tavsiflovchi nazariy formulalarni toping. Natijani prujinaning birklik koeffitsiyenti k , blokda taranglik kuchining kamayish koeffitsiyenti γ va sirpanish ishqalanish kuchi moduli F orqali ifodalang.

2.3. Qutida solingan n_0 yuklar sonining har bir qiymati uchun, prujinaning bikrligi k va γ ko'effitsiyentni hisoblang. Hisoblash bajarilgan formulani ham yozing. Hisoblashlar natijasini javoblar varaqasidagi jadvalga yozing.

2.4. Masalaning ushbu qismidagi barcha o'lchash natijalarini qo'llagan holda prujinaning $\bar{k}$ bikrligini va $\bar{\gamma}$ ko'effitsiyentni minimal xatolik bilan hisoblang. Hisoblash bajarilgan formulalarni yozing.

2.5. Qutidagi yuklar soni n_0 ning har bir qiymati uchun sirpanish ishqalanish F kuchining modulini hisoblang. Olingan natijalar asosida grafikni chizing.

2.6. 2.5-banddagi natijalardan foydalanib, quti va sirt orasidagi ishqalanish ko'effitsiyenti μ hamda quti massasi m_b ni aniqlang.