

2021

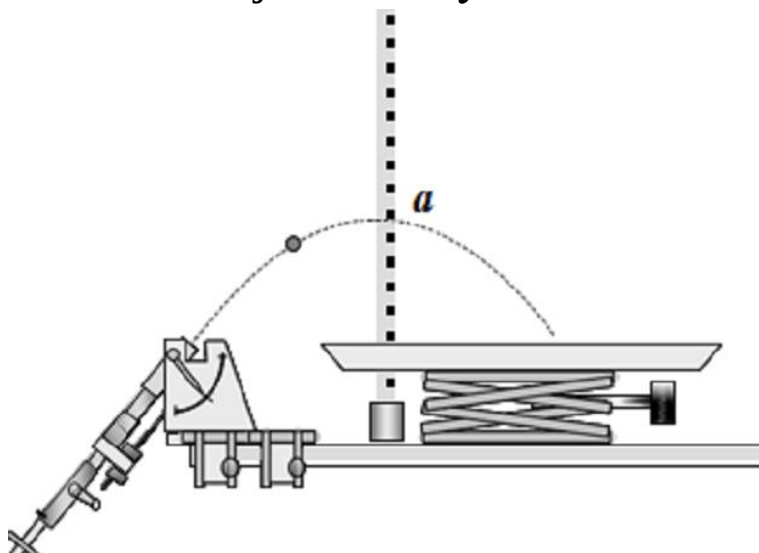


FIZPRAKTIKUM

(MEXANIKA)

FANIDAN

“GORIZONTAL BURCHAK OSTIDA OTILGAN JISM
HARAKATINI O'RGANISH”
mavzusidagi laboratoriya ishini
bajarish bo'yicha



USLUBIY KO'RSATMA

Uslubiy ko'rsatmada «Fizpraktikum» (Mexanika) fani bo'yicha laboratoriya ishlarini tashkil qilish, hamda rioya qilinishi zarur bo'lgan xavfsizlik choralari, shuningdek, laboratoriya ishlarini bajarishga oid tavsiyalar va mavzular bo'yicha nazariy ma'lumotlar keltirilgan.

Tuzuvchi: Mo'minov B.S. - TerDU, Umumiy fizika kafedrasini o'qituvchisi;

Taqrizchi: To'rayev E.Yu. -TerDU, Umumiy fizika kafedrasini professori.

Uslubiy ko'rsatma "Umumiy fizika" kafedrasining 2021 yil 25 -avgustdagi 1 –son yig'ilishida muhokama qilingan va fakultet Kengashiga tavsiya etilgan.

Kafedra mudiri:

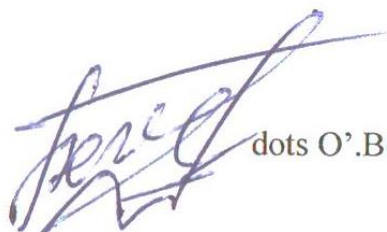


Qosimov A.S.

Uslubiy ko'rsatma Fizika-matematika fakultet Kengashining 2021 yil 26-avgustdagi 1 –son yig'ilishida muhokama qilingan va foydalanishga tavsiya etilgan.



Fakultet o'quv-uslubiy kengashi raisi:



dots O'.Berdiyev

Uslubiy ko'rsatma 60530900 – Fizika yo'nalishi " Fizpraktikum" fanidan
namunaviy o'quv dasturi asosida tayyorlandi.

KIRISH

“Fizpraktikum” fani olingan nazariy bilimlarni amaliy tajribalar orqali chuqur mustahkamlashda muhim ahamiyatga ega. Bu fanni o’rganish natijasida talaba o’z kasbiy faoliyati davomida mexanika bo’limi bo’yicha egallagan nazariy bilimlarni laboratoriya mashg’ulotlarida mos holdagi asbob va uskunalar yordamida amalda tekshirish, tegishlicha nazariy va eksperimental metodlarni qo’llash, eksperiment natijalarini qayta ishlash va tahlil qilish qobiliyatiga ega bo’ladi.

LABORATORIYA ISHLARINI BAJARISHNI TASHKIL QILISH

Har bir talaba laboratoriya ishlarini bajarish uchun mashg’ulotga tayyorlanib kelishi lozim. Buning uchun u ma’ruzalar matni va adabiyotlardan takrorlab, laboratoriya ishlarini bajarish buyicha qo’llanmani kutubxonadan olib o’rganishi va ish bo’yicha hisobot shakli (formasi)ni tayyorlab kelishi shart.

Mashg’ulot boshlanishida o’qituvchi talabalarning ishni bajarishga tayyorgarlik darajasini tekshiradi va ushbu tekshiruv natijalari asosida tayyorgarligi yetarli bo’lgan talabalarga laboratoriya mashg’ulotlarini bajarishga ruxsat beradi.

Har bir laboratoriya ishini 3 ta talaba birgalikda bajaradi. Laboratoriya ishining tajriba qismi qo’llanmada tavsiya qilingan tartibda va xavfsizlik choralariga rioya qilingan holda bajariladi.

Ishning tajriba qismi bajarilgandan so’ng laboratoriya ishlari bo’yicha hisobotga o’tkazilgan tajriba natijalari kiritilib, xulosa yoziladi va ushbu laboratoriya ishi himoya qilinadi.

Betartib rasmiylashtirilgan hisobot himoyaga qabul qilinmaydi. Himoya davomida savollarga aniq javob berib, o’tkazilgan tajriba natijalarini tushuntura olgan talabalarga ushbu laboratoriya ishiga ajratilgan reyting sinovdan o’tganligi haqida o’qituvchi daftoriga belgilab qo’yiladi.

Mashg’ulot davomida laboratoriya ishini himoya qila olmagan talabalar keyingi mashg’ulotgacha o’qituvchi ajratgan qo’shimcha vaqtda ushbu ishni himoya qilishlari shart.

Laboratoriya ishlarini o’quv rejasi bilan ko’rsatilgan muddatlarda bajarmagan talabalar ularni barcha asosiy laboratoriya mashg’ulotlari tugallangandan so’ng, o’qituvchi bilan kelishilgan qo’shimcha vaqtlarda bajarishlari kerak.

LABORATORIYA ISHLARINI BAJARISH DAVOMIDA XAVFSIZLIK CHORALARI

1. Laboratoriya ishini bajarishga kirishishdan avval o'qituvchilardan texnika xavfsizligi bo'yicha tushuntirish olib, diqqatingizni ishni bajarishda xavf chiqishi mumkin bo'lgan qismlarga qarating.
2. Mashg'ulot o'tkazish xonasida tartib saqlang. Laboratoriya ishini bajarish bilan bog'liq bo'lmagan ishlar bilan shug'ullanmang.
3. Mashg'ulot xonasidagi barcha jihozlarni yehtiyotkorlik bilan ishlating.
4. Ish joyingizni bajarilayotgan ishga aloqador bo'lmagan jihozlar bilan to'smang, bu holat baxtsiz hodisaga sabab bo'lishi mumkin.
5. Boshqa ish joylardagi jihozlarga tegmang, o'qituvchi yoki laborantning ruxsatisiz ularni ishlatmang.
6. Quydagilar taqiqlanadi:
 - Asbob va jihozlarni ularning yo'riqnomasi bilan tanishmasdan ishlatishga urinish.
 - Asbob va jihozlarni o'qituvchi yoki laborantning ruxsatisiz olib ishlatish.
 - Yelektr o'lchov asboblari suv va boshqa suyuqliklar sepish,
 - Tajriba jarayonida asbob va jihozlar joylashgan taglikka o'tirish, har xil buyumlar qo'yish va unga kuch bilan zarba berish.
 - Asbob va jihozlarni begonalarning foydalanishi uchun berish.
 - Asbob va jihozlarni yoki ortiqcha buyumlarni olib ketish
7. Ishni tugatib o'z ishjoyingizni tartibga keltiring.
8. Mashg'ulot xonasini o'qituvchi ruxsati bilan tarketing.

GORIZONTGA NISBATAN BURCHAK OSTIDA OTILGAN JISMNING HARAKATINI O'RGANISH.

Isning maqsadi: Uchish uzoqligini otish burchagining funksiyasi sifatida o'rganish. Jismning yuqoriga ko'tarilish balandligini otish burchagiga bog'liqligini o'rganish.

Qisqacha nazariya

Egri chiziqli harakatga misol tariqasida, gorizotga nisbatan burchak ostida otilgan jismning harakatini ko'rib chizamiz. Bu harakat ham murakkab harakatlardan iborat bo'lib, bunda jism vertikal o'q bo'ylab maksimal balandlikka chiqquncha tekis sekinlanuvchan, so'ngra tekis tezlanuvchan harakat qiladi. Gorizont o'q bo'ylab esa jism tekis harakatlanadi (albatta havoning qarshiligi qisobga olinmaganda). Ma'lum bir massali jism gorizont bilan α burchak tashkil qiluvchi va son qiymati v_0 ga teng bo'lgan boshlang'ich tezlik bilan otilgandagi (1-rasm).

Otilgan jismning harakat traektoriyasini, eng katta ko'tarilish balandligini, uchish uzoqligini, umumiy harakat vaqtini aniqlaylik. Sanoq sistemasini 1 – rasmda ko'rsatilganidek tanlab olinsa, jism tezligining tashkil etuvchilari quyidagicha ifolanadi (havoning qarshiligi hisobga olinmaganda):

$$\left. \begin{aligned} v_{0x} &= v_0 \cos \alpha, \\ v_{0y} &= v_0 \sin \alpha \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} v_x &= v_{0x} = v_0 \cos \alpha, \\ v_y &= v_{0y} - gt = v_0 \sin \alpha - gt \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Jismning x va y koordinatalarini vaqtining funktsiyalari sifatida quyidagi shaklda yozish mumkin:

$$\left. \begin{aligned} x &= v_0 t = v_0 t \cos \alpha, \\ y &= v_{0y} t - \frac{gt^2}{2} = v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

(16) dagi tenglamalardan t ni yo'qotib, jismning traektoriyasini topish mumkin:

$$y = \operatorname{tg} \alpha \cdot x - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 \quad (4)$$

Bu yerda boshlang'ich koordinatalar $x_0=0$ va $y_0=0$ deb olindi. Bu formuladagi x va x^2 oldidagi koeffitsientlar o'zgarmas kattalik bo'lganligi uchun, ularni mos ravishda k va b orqali belgilasak, ifoda $y = kx - bx^2$ ko'rinishiga keladi. Bu parabola tenglamasidir. Demak, gorizontga burchak ostida otilgan jismning harakat traektoriyasi paraboladan iborat ekan.

Traektoriyaning eng yuqori B nuqtasida $v_y = 0$, shuning uchun,

$$v_0 \sin \alpha - gt_\alpha = 0, \quad (5)$$

bundan jismning harakat traektoriyaining eng yuqori nuqtasiga ko'tarilishiga ketgan vaqt $t_k = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$ ga tengligi kelib chiqadi. Jismning maksimal ko'tarilish balandligi

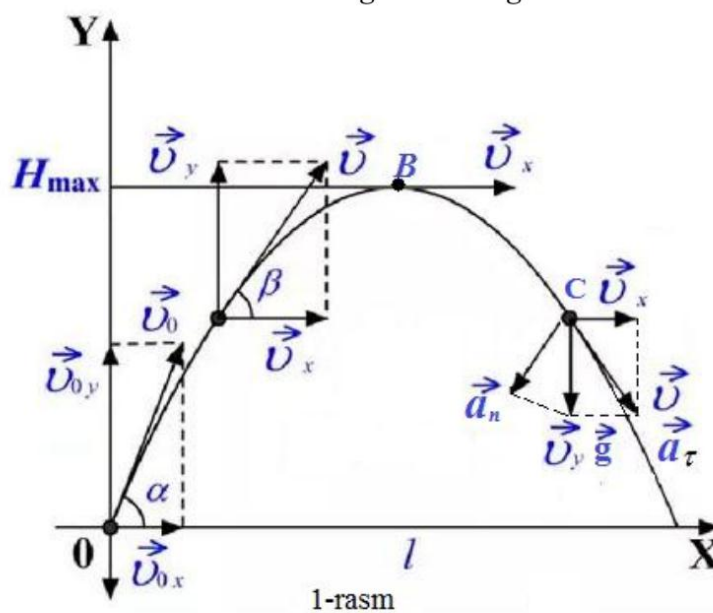
$$h = v_{0y} \cdot t_k - \frac{gt_k^2}{2} = v_0 t_k \sin \alpha - \frac{gt_k^2}{2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \quad (6)$$

ga teng bo'ladi. Jismning pastga tushish vaqti uning yuqoriga ko'tarilish vaqtiga teng, ya'ni jismning umumiy uchish vaqti

$$t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \quad (7')$$

ga teng bo'ladi. Jismning uchish uzoqligini hisoblash uchun t ning bu qiymatini $s = v_x t$ ifodaga qo'yamiz:

$$s = v_x t = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \quad (7)$$



1-rasm

1-rasm: Moddiy nuqtaning gravitatsipn maydonidagi harakati.

Gorizontga burchak ostida otilagan jismning maksimal ko'tarilish balandligini (6) dan, uchish uzoqligini esa (8) dan aniqlash mumkin.

Gorizontga burchak ostida otilgan jismning maksimal ko'tarilishi balandligi va uchish uzoqligi jismning otilish tezligi v_0 ga va bu tezlik vektorining gorizont bilan hosil qilgan burchakka bog'liq bo'lar ekan. (8) formuladan ko'rinadiki, v_0 ning ma'lum qiymatida, burchk $\alpha = 45^\circ$ bo'lganda jism eng uzoqqa borib tushadi.

Agar jismning faqatgina maksimal balandlikka ko'tarilish vaqti ma'lum bo'lsa, (5) va (6) chi ifodalar yordamida jismning eng yuqori nuqtaga ko'tarilish balandligini quyidagi hisoblaymiz:

$$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{g^2 t_k^2}{2g} = \frac{gt_k^2}{2} \quad (9)$$

Topilgan formulalarning hammasi jism vakuumda harakat qilgandagina o'rinli

Dastlab, traektoriyaning eng yuqori nuqtasida tezlik vektori $\vec{v}$ ning yo'nalishini aniqlaymiz. U joyda $v_y = 0$ bo'lgani uchun: $\operatorname{tg} \beta = \frac{v_y}{v_x} = 0$ bo'lganda $\beta = 0$ bo'ladi.

Demak, traektoriya eng yuqori nuqtasida jismning tezligi gorizontali yo'naladi.

Gorizontga nisbatan α burchak ostida otilgan jismning maksimal ko'tarilish balandligi h bo'lsa, traektoriyaning eng yuqori nuqtasining egrilik radiusi R qanday hisoblanishini ko'rib chiqaylik. Bu nuqtadagi markazga intilma tezlanish erkin tutishish tezlanishiga teng bo'ladi, ya'ni $a_n = g$. O'z navbatida $a_n = \frac{v_x^2}{R}$ bo'lganligi sababli, $v_x = \sqrt{gR}$ deb yozish mumkin. 1 – rasm va (6) ifodadan foydalanib, quyidagi tenglikni yozsak bo'ladi:

Gorizontga burchak ostida otilgan jismning maksimal ko'tarilishi balandligi va uchish uzoqligi jismning otilish tezligi v_0 ga va bu tezlik vektorining gorizont bilan hosil qilgan burchakka bog'liq bo'lar ekan. (8) formuladan ko'rinadiki, v_0 ning ma'lum qiymatida, burchk $\alpha = 45^\circ$ bo'lganda jism eng uzoqqa borib tushadi.

Agar jismning faqatgina maksimal balandlikka ko'tarilish vaqti ma'lum bo'lsa, (5) va (6) chi ifodalar yordamida jismning eng yuqori nuqtaga ko'tarilish balandligini quyidagi hisoblaymiz:

$$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{g^2 t_k^2}{2g} = \frac{gt_k^2}{2} \quad (9)$$

Topilgan formulalarning hammasi jism vakuumda harakat qilgandagina o'rinli

Dastlab, traektoriyaning eng yuqori nuqtasida tezlik vektori $\vec{v}$ ning yo'nalishini aniqlaymiz. U joyda $v_y = 0$ bo'lgani uchun: $\operatorname{tg} \beta = \frac{v_y}{v_x} = 0$ bo'lganda $\beta = 0$ bo'ladi.

Demak, traektoriya eng yuqori nuqtasida jismning tezligi gorizontali yo'naladi.

Gorizontga nisbatan α burchak ostida otilgan jismning maksimal ko'tarilish balandligi h bo'lsa, traektoriyaning eng yuqori nuqtasining egrilik radiusi R qanday hisoblanishini ko'rib chiqaylik. Bu nuqtadagi markazga intilma tezlanish erkin tutishish tezlanishiga teng bo'ladi, ya'ni $a_n = g$. O'z navbatida $a_n = \frac{v_x^2}{R}$ bo'lganligi

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v_{0y}}{v_{0x}} = \frac{v_0 \sin \alpha}{\sqrt{gR}} = \sqrt{\frac{2h}{R}} \quad (10)$$

Bundan

$$R = \frac{2h}{\operatorname{tg}^2 \alpha} \quad (11)$$

ekanligini topish mumkin.

Jismning C nuqtadagi vaziyati uchun va undan ifodalar yordamida normal va tangentsial tezlanishlarni aniqlashimiz mumkin.

Jismning C nuqtadagi vaziyati uchun $\frac{a_n}{g} = \frac{v_x}{v}$ va undan $a_n = \frac{v_x^2}{v} \cdot g$ (12) hamda

$\frac{a_n}{g} = \frac{v_y}{v}$ va undan $a_\tau = \frac{v_y}{v} \cdot g$ (13) ifoda yordamida normal va tangentsial tezlanishlarni aniqlashimiz mumkin.

Ishning qisqacha nazariyasi

Tajribada m massali po'lat sharcha gorizontga α burchak ostida v_0 boshlang'ich burchak ostida otilgan. Po'lat sharchaning gravitatsiya maydonidagi harakatining tekislikdagi proeksiyasi (1-rasm) quyidagi tenglama bilan tavsiflanadi.

$$m = \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} = m \left(\frac{0}{g} \right) \quad (14)$$

bu erda $\vec{r} = \vec{r}(xy)$ - radius vektor, m- po'lat sharcha massasi,

$F = m_0 g$ po'lat sharchaga ta'sir qiluvchi kuch

Quyidagi boshlang'ich shartlar asosidagi

$$\vec{r}(0) = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \text{va} \quad \vec{V} = \begin{pmatrix} V_0 \cos \alpha \\ V_0 \sin \alpha \end{pmatrix} \quad \vec{V} = V(V_0 \cos; V_0 \sin \alpha)$$

(I) tenglama yechimi po'lat shar koordinatalarining t vaqt funksiyasi kabi ifodalanadi:

$$x(t) = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$y(t) = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{1}{2} g t^2 \quad (15)$$

Bularni s uchish masofasi va h maksimal ko'tarilish balandligining, otilish burchagi α va v_0 boshlang'ich tezlikka bog'liq tenglamalar kabi ifodalash mumkin:

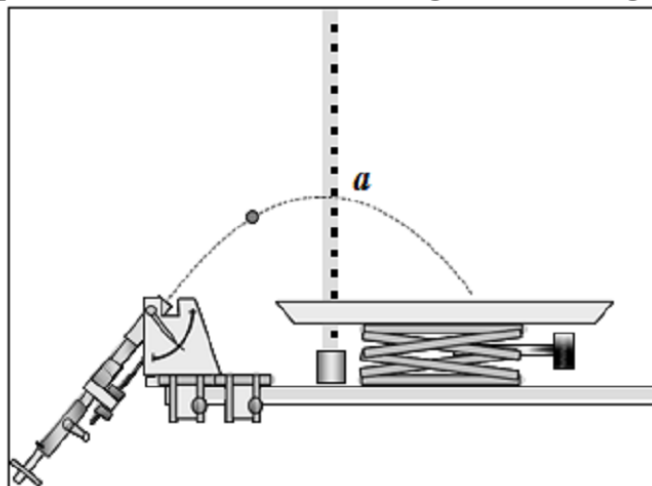
$$s = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha \quad (16)$$

$$h = \frac{v_0^2}{2g} \sin^2 \alpha \quad (17)$$

Bu tajribada uchish uzoqligi s va h maksimal ko'tarilish balandligini α otilish burchagining funksiyasi sifatida v_0 boshlang'ich tezlikning uchta turli qiymati uchun aniqlanadi.

Eksperimental qurilma

- Sharchani otish qurilmasini 2-rasmda ko'rsatilgani kabi stolga o'rning.



2-rasm

Uchish uzoqligi va balandligining otilish burchagiga bog'liqligini aniqlovchi taqir qurilmasi.

- Sharcha kelib tushadigan latokni laboratoriya tagligiga o'rning.
- Lotokka solingan qum to'shalma sathi (I usulda) yoki oq qog'oz varagi ustida nusxa olishda qog'ozining (II usulda) sathi otish qurilmasidagi sharcha sathi (10 sm) bilan bir xil bo'lsin.
- Traektoriyaning h maksimal ko'tarilish balandligini o'lchash uchun siljitgichga a shkala o'rning.

Tajribani o'tkazish tartibi:

a) Uchish uzoqligining otilish burchagiga bog'liqligini aniqlash.

s uchish uzoqligining α otilish burchagiga bo'g'liqligi aniq belgilab olingan boshlang'ich v_0 tezlikda amalga oshiriladi.

-Tajribani qurilma prujinasining boshqa ikki holati, y'ani v_0 boshlang'ich tezlikning yana ikki qiymati uchun ham takrorlang.

Eslatma: Sharchaning tushish nuqtasi ikki usulda: lotokka solingan qum ustida (I usul) yoki oq qog'oz varagi ustidagi nusxa olish qog'ozi (II usul) bilan qayd qilinishi mumkin. Ikkinchi usul uchun nusxa olish va oq qog'ozlarni yopishqoq lenta bilan mahkamlash tavsiya qilinadi. Har bir tushish nuqtasini raqamlab boring.

b) Ko'tarilish balandligining otilish burchagiga bog'liqligini aniqlash

- h maksimal ko'tarilish balandligining α otilish burchagiga bo'g'liqligi aniq belgilab olingan boshlang'ich v_0 tezlikda amalga oshiriladi.

- Tajribani proyeksion qurilma prujinasining boshqa ikki holati y'ani v_0

boshlang'ich tezlikning yana ikki qiymati uchun ham takrorlang.

Eslatma. Trayektoriyaning h maksimal ko'tarilish balandligi vertikal shkalali harakatlanuvchi chizg'ich bilan oson va aniq aniqlanishi mumkin.

O'lchash namunasi

1-jadval. Turli boshlang'ich tezliklarda uchish uzoqligining α otilish burchagiga bog'liqligi jadvalga yoziladi.

1-jadval.

α gradus	$s_1, m (\vartheta_{10})$	$s_2, m (\vartheta_{20})$	$s_3, m (\vartheta_{30})$
00			
15			
20			
25			
30			
35			
40			
45			

50			
55			
60			
65			
70			
75			
80			
85			

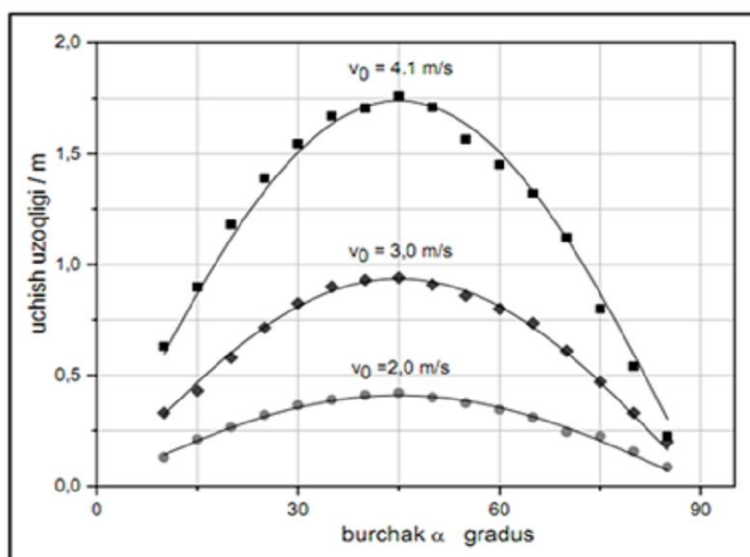
b) Balandlikning otilish burchagiga bog'liqligini aniqlash. 2-jadvalga uchta har xil boshlang'ich tezliklar uchun aniqlangan h maksimum ko'tarilish balandligining α otilish burchagiga bog'liqligi yozib boriladi.

2-jadval

α gradus	$h_1, m (\vartheta_{10})$	$h_2, m (\vartheta_{20})$	$h_3, m (\vartheta_{30})$
10			
15			
20			
25			
30			
35			
40			
45			
50			
55			
60			
65			
70			
75			
80			
85			

Olingan natijalar asosida uchish uzoqligi va maksimal ko'tarilish balandligining sharchaning otilish burchagiga bog'liqligi grafiklari chiziladi.

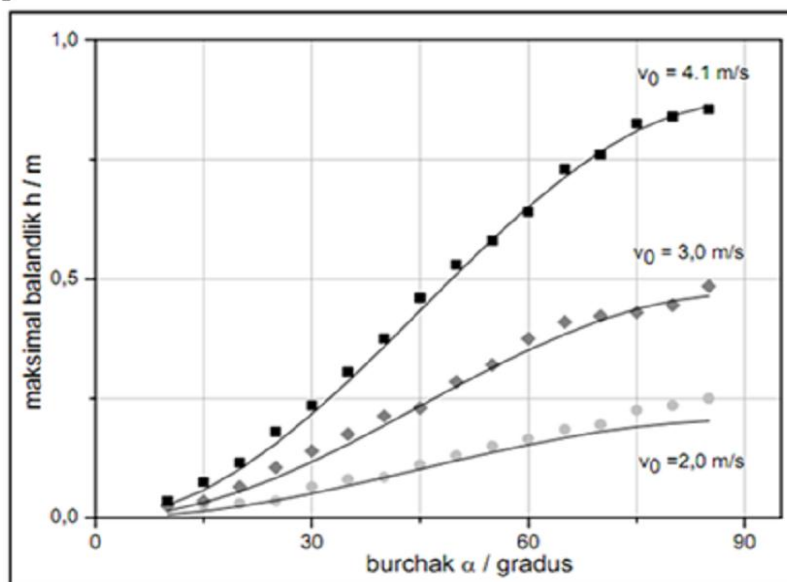
Olingan natijalar baholanib, tahlil qilinadi.



3-rasm. v_0 boshlang'ich tezlikning uchta turli qiymatlarida h maksimal ko'tarilish balandligining α otilish burchagiga bog'liqligi.

Uzliksiz chiziqlar (16) tenglama asosida kichik kvadratlar usulida aniqlangan qiymatlarga mos keladi.

3-rasmdan $\alpha = 45^\circ$ burchak uchun (3) tenglamadan v_0 boshlang'ich tezlik qiymatlari aniqlandi:



4-rasm. Boshlang'ich tezlikning uchta turli qiymatlarida maksimal ko'tarilish balandligining α og'ish burchagiga bog'liqligi.

Uzliksiz chiziqlar (16) tenglama asosida kichik kvadratlar usulida aniqlangan qiymatlarga mos keladi.

Parobalik qonuniyatdan chetlashish havoning qarshiligi natijasi bo'lishi mumkin. 3- va 4-rasmlardagi grafiklar (7) va (17) tenglamalarda ifodalangan qonuniyatlarni

vertikal erkin tushishda va gorizontal harakatda qarshilik bo'lmagan deb hisoblansa to'la tasdiqlaydi. Po'lat sharcha trayektoriyasi kengligi va balandligi otilish burchagi va boshlang'ich tezligi qiymatiga bog'liq bo'lgan paraboladir.

Qo'shimcha ma'lumot: v_0 boshlang'ich tezlik shoxsimon moslamaga o'rnatilgan yorug'lik datchigi o'lchanishi mumkin. Tajriba qurilmasi haqida ko'proq ma'lumotlarni 336 56 yo'riqnomasidan olasiz. O'lchangan qiymatlar to'g'ridan to'g'ri a) qismda tajriba natijalariga ko'ra eng kichik kvadratlar usulida topilgan – qiymati bilan solishtirish mumkin. b) O'lchangan v_0 boshlang'ich tezlik qiymatini tajriba natijalari bilan solishtiring.

v) Yorug'lik datchigi bilan v_0 tezlikni o'lchash shuni ko'rsatadiki, boshlang'ich tezlik v_0 ning qiymati α burchakka bog'liq emasligiga ishonch hosil qiladi.

Nazorat savollari:

1. Nima uchun gorizontga burchak ostida otilgan jism avval tekis sekinlanuvchan, so'ngra tekis tezlanuvchan harakat qiladi?
2. Gorizontga nisbatan burchak ostida otilgan jismning harakat trayektoriyasi tenglamasini keltirib chiqaring.
3. Harakat trayektoriyasining ixtiyoriy nuqtasida markazga intilma tezlanish qanday aniqlanadi?
4. Harakat trayektoriyasining ixtiyoriy nuqtasi uchun egrilik radiusini aniqlash tamoilini tushuntiring.
5. Butun olam tortishish qonunini tushuntirig?
6. Nima uchun Yer barcha jismlarga bir xil tezlanish beradi?
7. Harakat trayektoriyasi bo'ylab kinetik energiya qanday o'zgaradi?
8. Harakat trayektoriyasi bo'ylab potentsial energiya qanday o'zgaradi?
9. Maksimal ko'tarilish balandligi va maksimal uchish uzoqligi formulalarini keltirib chiqaring. Harakat trayektoriyasining egrilik radiusi qanday aniqlanadi?
10. Havoning qarshlik kuchlarini e'tiborga olsak, olingan natijalar qanday o'zgaradi?

Adabiyotlar

1. С.П. Стрелков. Механика. Тошкент: Ўқитувчи, 1977, IX боб, §36-37 (128-135 б.).
2. Д.В. Сивухин. Умумий физика курси. 1 – том. Механика. Тошкент: Ўқитувчи, 1981, IX боб, §4 (29-38 б.).
3. С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. Умумий физика курси. 1 – том, Тошкент: Ўқитувчи, 1965, §20 (66 – 71б.).
4. И.С. Савельев. Умумий физика курси. 1 – том. Механика. Тошкент: Ўқитувчи, 1971, §8-9 (26-31б.).
5. J.Walker. Fundamentals of Physics N.-Y.: 2011. V, VI, VII. (102-152 s.).