

TUSHAYOTGAN SHARCHANING KINETIK VA POTENSIAL ENERGIYALARINI ANIQLASH

Kerakli asboblari: Grimzel qurilmasi, po‘lat sharcha, masshtabli chizg‘ich, ko‘chiruvchi qora qog‘oz, toza oq qog‘oz, elektromagnit.

Ishning maqsadi

Laboratoriya ishini bajarish davomida talaba “energiya” va “ish” kabi fizikaviy tushunchalarining ma’nosini tushunishi hamda energiyaning saqlanish qonuni mazmunini anglab olishi kerak.

Tushayotgan sharcha misolida mexanik jarayonlarda energiyaning bir turdan boshqa turga o‘tishini tahlil qila olishi kerak.

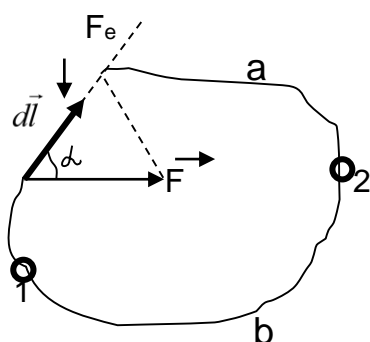
Topshiriq

1. Laboratoriya ishi bajariladigan qurilma tuzilishini va o‘lchash usulini o‘rganish.
2. Tushayotgan sharchaning kinetik va potensial energiyasini o‘lchash.
3. Energiyaning saqlanish qonunini bajarilishini analitik va grafik ravishda tahlil qilish.
4. O‘lchash natijalari aniqligini tekshirish.

Asosiy nazariy ma’lumotlar

Materiyaning barcha shakldagi harakatlarining universal o‘lchovi energiyadir. U mexanik tizimning holat funksiyasi bo‘lib, tizimning oxirgi konfiguratsiyalari va tezliklarning oxirgi qiymatlari bilan aniqlanadi $W=f(x,y,z, v_x, v_y, v_z)$. Energiyaning o‘zgarishi jismlarning o‘zaro ta’siri jarayonida, ya’ni ish bajarish jarayonida sodir bo‘ladi. Demak energiya shunday fizikaviy kattalikki, uning o‘zgarishi ishga tengdir va u jismning ish bajarish qobiliyatini ifodalaydi.

\vec{F} kuchning $d\vec{l}$ kichik siljishdagi ta'siri (1-rasm) elementar ish deb ataluvchi, \vec{F} ning $d\vec{l}$ ga skalyar ko'paytmasiga teng bo'lgan kattalik bilan



1-rasm

xarakterlanadi.

$$\delta A = (\vec{F}, d\vec{l}) = F dl \cos \alpha = F_l dl . \quad (1)$$

Butun l yo'l bo'yicha \vec{F} kuch tomonidan bajarilgan ish yo'lining alohida kichik bo'laklarida bajarilgan elementar ishlar yig'indisiga teng bo'ladi

$$A = \int_l F_l dl . \quad (2)$$

Agar jismni 1 nuqtadan 2 nuqtaga ko'chirishda \vec{F} kuch tomonidan bajarilgan A_{12} ish ko'chirish qaysi trayektoriya bo'yicha amalga oshirilganligiga bog'liq bo'lmay, faqat jismning boshlang'ich va oxirgi vaziyatlari (tizimning boshlang'ich va oxirgi konfiguratsiyalari) bilan aniqlansa, jismga ta'sir etayotgan \vec{F} kuch konservativ kuch deyiladi

$$A_{1-2} = A_{1-a-2} = A_{1-b-2} . \quad (3)$$

Jism harakati yo'nalishini teskari tomonga o'zgartirish konservativ kuch bajargan ishning ishorasi o'zgarishiga olib keladi. Shuning uchun jism yopiq trayektoriya bo'yicha harakatlenganda konservativ kuch bajargan ish nolga teng bo'ladi

$$\oint_l F_l dl = 0 . \quad (4)$$

(3) va (4) dan ko'rinadiki, konservativ kuchlar bajargan ish tizimning konfiguratsiyaga bog'liq bo'ladi. Tizimning konfiguratsiyasi bilan bog'liq ish zaxirasi tizimning potensial energiyasini ifodalaydi. Potensial

energiya faqat uning koordinatalari funksiyasi hisoblanadi. Konservativ kuchlar bajargan ish tizimning potensial energiyasini kamaytiradi

$$A_{1-2} = W_{p1} - W_{p2} = -\Delta W_p . \quad (5)$$

Konservativ kuchlarga misol qilib, butun olam tortishish kuchi, elastik kuchlar, elektrostatik o‘zaro ta’sir kuchlarini ko‘rsatish mumkin.

(3) va (4) shartlarni qoniqtirmaydigan kuchlar nokonservativ kuchlar deyiladi. Nokonservativ kuchlarning xususiy holi sifatida dissipativ kuchlarni ko‘rsatish mumkin. Bu kuchlar ta’sirida mexanik energiya boshqa turdagi (masalan, issiqlik) harakatiga aylanadi.

Agar jismga bir vaqtning o‘zida bir necha $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$, kuchlar ta’sir etsa, $d\vec{l}$ siljishda barcha kuchlar bajargan ishlarning algebraik yig‘indisi, shunday siljishda kuchning teng ta’sir etuvchisi bajaradigan ishga teng bo‘ladi. $d\vec{l} = g dt$ ekanligini hisobga olgan holda, Nyutonning 2-qonunini

$F = m \frac{d g}{dt}$ qo‘llab, teng ta’sir etuvchi kuch bajargan ishni topamiz

$$A = \int_{g_1}^{g_2} m \frac{d g}{dt} g dt = \int_{g_1}^{g_2} m g d g = \frac{m g_2^2}{2} - \frac{m g_1^2}{2} . \quad (6)$$

(6)dan ko‘rinadiki, teng ta’sir etuvchi kuch ishi quyidagi kattalikni oshib borishiga olib keladi

$$W_K = \frac{m g^2}{2} , \quad (7)$$

bu kattalik jism o‘zining mexanik harakati hisobiga bajarishi mumkin bo‘lgan ishni ifodalaydi va u jismning kinetik energiyasi deyiladi.

Potensial va kinetik energiyalar yig‘indisi jismlar tizimining to‘liq mexanik energiyasi deyiladi.

Mexanik tizimni tashkil etuvchi jismlar bir-biri bilan yoki tizimga tegishli bo‘lmagan boshqa jismlar bilan ta’sirlashishi mumkin. Shunga

binoan, tizimdagi jismlarga ta'sir etuvchi kuchlarni ichki (tizimdagi jismlarning o'zaro ta'sirlashuvi) va tashqi (tizimga tegishli bo'lmagan jismlar ta'sirlashuvi) kuchlarga ajratiladi. Ichki kuchlar har doim konservativ bo'ladi, tashqi kuchlar esa konservativ ham, dissipativ ham bo'lishi mumkin.

Teng ta'sir etuvchi kuchlar bajargan ish tizimning kinetik energiyasini o'zgartiradi, ichki va tashqi konservativ kuchlar ishi tizimning umumiy potensial energiyasini o'zgartiradi, dissipativ kuchlar ishi esa tizimning to'liq mexanik energiyasini o'zgartiradi. Bu o'zgarishlar bir-biri bilan quyidagicha bog'langan

$$dW_k = -dW_{pi} - dW_{pt} + dA_{nk} \quad (8)$$

yoki,

$$d(W_k + W_{pi} + W_{pt}) = dA_{nk} \quad (9)$$

Agar tizimda faqat konservativ kuchlar ta'sir qilsa, $dA_{nk} = 0$ va

$$W_k + W_{pi} + W_{pt} = W_k + W_p = const \quad (10)$$

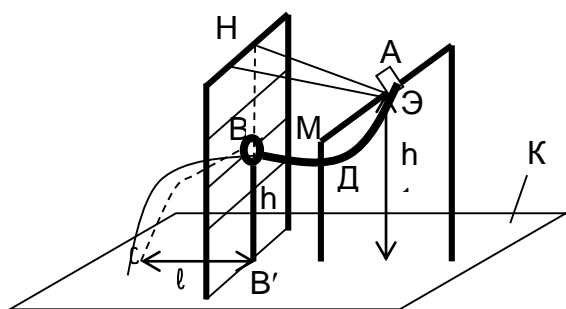
bo'ladi.

Agar jismlar tizimiga faqat konservativ kuchlar ta'sir etayotgan bo'lsa, bu tizimning to'liq mexanik energiyasi o'zgarmas bo'lib qoladi (mexanik energiyaning saqlanish qonuni).

Agar tizimga nokonservativ kuchlar ta'sir etayotgan bo'lsa, tizimning mexanik energiyasi kamayadi: energiyaning dissipatsiyasi (sochilishi) ro'y beradi, lekin ekvivalent miqdorda boshqa turdagi energiyalar hosil bo'ladi. Energiya hech qachon yo'qolmaydi va qayta hosil bo'lmaydi, u faqat bir turdan ikkinchi turga aylanadi (energiya saqlanishining umumiy qonuni).

Qurilmaning tuzilishi va o'lchash usuli

Qurilmaning sxemasi (Grimzel qurilmasi) 2-rasmda ko'rsatilgan. Gorizontaal taxtaga vertikal ustunlar o'rnatilgan. (H) ustunlarga yengil bifilyar osmada mis halqa biriktirilgan bo'lib, u bo'sh qo'yilganda (vertikal holatda) halqaning teshigi (H) ustunlarga ko'ndalang mahkamlangan (M) plastina teshigiga to'g'ri keladi. Ustunlarga yoysimon metal tarnov (D) o'rnatilgan bo'lib, tarnov bo'ylab (EM) elektromagnit harakatlanadi. Elektromagnit toki (K) kalit bilan o'chiriladi va yoqiladi. Osmo halqa va metal sharchani moddiy nuqta deb hisoblash mumkin.



Agar sharchali halqani elektromagnitga tekkuncha siljitsak (A holatga), elektromagnit sharchani shu holatda tutib turadi. Elektromagnit toki o'chirilganda sharcha ABC trayektoriya bo'ylab harakatga keladi. AB oraliqda sharcha aylana yoyi bo'ylab, BC

oraliqda esa parabola bo'ylab harakatlanadi.

Elektromagnitni yoysimon tarnov bo'ylab surib, sharchaning h_1 ko'tarilish balandligini o'zgartirish mumkin.

A nuqtada sharcha quyidagi potensial energiyaga ega bo'ladi

$$W_{p1} = mgh_1. \quad (11)$$

B nuqtada sharchaning potensial energiyasi

$$W_{p2} = mgh_2. \quad (12)$$

AB yo'lda sharchaning potensial energiyasi kamayadi

$$\Delta W_p = W_{p1} - W_{p2} = mg(h_1 - h_2). \quad (13)$$

Shu vaqtning o'zida sharcha quyidagi kinetik energiyaga ega bo'ladi

$$W_K = \frac{m g^2}{2}, \quad (14)$$

g - sharchaning B nuqtadagi tezligi.

Bu ishda havoning qarshilik kuchi sharchaning og'irlik kuchidan juda kichik bo'lganligi uchun havoning qarshilik kuchi e'tiborga olinmaydi. Sharchaning harakatini ikkita harakatning ya'ni gorizontal yo'nalishda g tezlik bilan tekis harakat va vertikal yo'nalishda g tezlanish bilan tekis tezlanuvchan harakat yig'indisi deb qarash mumkin. (B) nuqtada tezlikning vertikal tashkil etuvchisi nolga teng. Unda BC trayektoriya bo'ylab sharchaning harakat vaqti sharchaning BB' vertikal bo'ylab erkin tushish vaqtiga tengdir, ya'ni

$$t = \sqrt{\frac{2h_2}{g}}. \quad (15)$$

Sharchaning gorizontal yo'nalishdagi siljishi l va harakat vaqti t ni aniqlab, tezlikning gorizontal tashkil etuvchisini hisoblash mumkin. U o'zgarmas bo'lib, sharchaning tezligiga teng

$$g = \frac{l}{t} = \frac{l}{\sqrt{\frac{2h_2}{g}}}. \quad (16)$$

Sharcha ko'chirma qog'oz qoplangan oq qog'oz ustiga tushib, iz qoldiradi. Bunda chizg'ich bilan gorizontal ko'chish $l = B'C$ osongina o'lchanadi.

Tezlikning topilgan qiymatini (14) formulaga qo'yib, sharchaning B nuqtadagi kinetik energiyasi hisoblanadi

$$W_K = \frac{mgl^2}{4h_2}. \quad (17)$$

Energiyaning saqlanish qonuniga binoan sharchaning B nuqtadagi kinetik energiyasining qiymati sharchani A nuqtadan B nuqtaga ko‘chirganda potensial energiyasining kamayishiga teng bo‘lishi kerak

$$\frac{m g^2}{2} = mg (h_1 - h_2), \quad (18)$$

yoki (17) ni hisobga olgan holda,

$$\frac{mgl^2}{4h_2} = mg (h_1 - h_2). \quad (19)$$

Ishni bajarish tartibi va o‘lchash natijalarini hisoblashga doir uslubiy ko‘rsatmalar

1. Sharchaning massasi m va h_2 balandlik o‘lchanadi. Olingan natijalar 1-jadvalning yuqori qismiga yoziladi.
2. A nuqtaga sharchali halqa keltirilib, elektromagnit yoqiladi, sharcha ko‘tarilgan h_1 balandlik o‘lchanadi.
3. Qurilma stoliga oq qog‘oz qo‘yilib, ko‘chirma qog‘oz bilan qoplanadi. (K) kalit orqali elektromagnit o‘chiriladi. Chizg‘ich bilan $l_i = B'C_i$ masofa o‘lchanadi va qog‘ozda qolgan sharchaning izi belgilanadi. Qog‘ozni biroz surib, yana ko‘chirma qog‘oz qoplanadi.
4. Tajriba 5 marta qaytariladi. Muayyan h_1 balandlikdan sharchaning uchib tushish uzunligining o‘rtacha arifmetik qiymati $\langle l \rangle$ topiladi.
5. 2,3,4 punktlar h_1 ning boshqa qiymatlari uchun takrorlanadi. h_1 balandlik 5 marta o‘zgartiriladi.
6. Sharchaning B nuqtadagi W_k kinetik energiyasi (17) formula bo‘yicha va $\square W_p$ potensial energiyaning kamayishi (13) formula bo‘yicha hisoblanadi.
7. Usulning aniqligini baholash uchun quyidagi nisbat hisoblanadi

$$\delta = \frac{\Delta W_p - W_k}{\Delta W_p} . \quad (20)$$

8. O'lchash natijalari va hisoblashlar jadvalga yoziladi.

9. Olingan natijalar asosida grafik chiziladi. "x" o'qiga ΔW_p , "y" o'qiga W_k qiymatlari joylashtiriladi. (18) ga asosan nazariy chiziq o'qlarga nisbatan 45° burchak ostida o'tuvchi to'g'ri chiziq ko'rinishida bo'lishi kerak. Nazariy chiziq punktir bilan, tajriba grafigi uzluksiz chiziq bilan chiziladi.

1-jadval

№	m=..... kg					h ₂ =..... m		
	h ₁ (m)	l ₁ (m)	l ₂ (m)	l ₃ (m)	< l >	W _k	ΔW _p	δ
1								
2								
3								
4								
5								

NAZORAT SAVOLLARI

1. Kinetik energiya nima va u qanday hisoblanadi? Qanday kuchning bajargan ishi kinetik energiya o'zgarishiga teng bo'ladi?

2. Potensial energiya nimani tavsiflaydi? Qanday kuchlarning bajargan ishi potensial energiyaning o'zgarishi bilan bog'liq?

3. Mexanik energiya nima? Mexanikada energiyaning saqlanish qonuni qanday ifodalanadi? Qanday sharoitlarda u bajariladi?

4. Qanday kuchlar dissipativ kuchlar deb ataladi? Energiyaning umumiy saqlanish qonuni qanday ifodalanadi?

5. Qurilma sxemasini tushuntiring. Nima uchun sharcha dumalab harakatlanmay halqa bilan birga harakatlanadi?
6. Kinetik energiyani hisoblash formulasini keltirib chiqaring.
7. Tushayotgan sharchaning potensial energiyasi o'zgarishi qanday hisoblanadi?