

ATVUD MASHINASIDA KINEMATIKA VA DINAMIKA QONUNLARINI O‘RGANISH

Kerakli asboblari: Atvud mashinasi, qo‘shimcha yukchalar, sekundomer.

Ishning maqsadi

Talaba ishni bajarish mobaynida “tezlik”, “tezlanish”, “massa”, “kuch”, “impuls” kabi fizik kattaliklarning ma’nosini bilishi, Nyutonning uchta qonunining mazmunini tushunishi hamda bog‘langan yuklar tizimi harakatini ifodalovchi oddiy o‘lchashlarni bajarib, ushbu harakatlarni tavsiflashda kinematika va dinamika qonunlarini tadbiq eta olishi kerak.

Topshiriq

1. Atvud mashinasining tuzilishini va o‘lchash usulini o‘rganish.
2. Yo‘l qonunini tekshirish.
3. Tezlik qonunini tekshirish.
4. Nyutonning 2- qonunini tekshirish.
5. O‘lchash natijalarining aniqligini tekshirish.

Asosiy nazariy ma’lumotlar

Fazoda jismlarning yoki jism qismlarining bir-biriga nisbatan ko‘chishiga mexanik harakat deyiladi. Jismlarning mexanik harakatini o‘rganishda mutlaq (absolyut) qattiq jism va moddiy nuqta tushunchalaridan keng foydalaniladi. Ixtiyoriy ikki nuqtasi orasidagi masofa doimo o‘zgarishsiz qoladigan jism absolyut qattiq jism deyiladi. Moddiy nuqta deb esa o‘lchamlari va shakli qaralayotgan masofaga nisbatan hisobga olinmasa ham bo‘ladigan jismga aytiladi.

Jism ilgarilama harakat qilganda uning ikkita nuqtasini birlashtiruvchi to‘g‘ri chiziq o‘z-o‘ziga parallelligicha qoladi. Moddiy

nuqtaning mexanik harakati davomida bosib o'tgan nuqtalarining geometrik o'rni harakat trayektoriyasi deyiladi. Harakat trayektoriyasining uzunligi bosib o'tilgan yo'lni beradi. Moddiy nuqtaning boshlang'ich va oxirgi vaziyatlarini tutashtiruvchi, yo'nalishga ega bo'lgan to'g'ri chiziq kesmasiga moddiy nuqtaning ko'chishi deyiladi. Ko'chish vektor kattalik, yo'l esa skalyar kattalikdir.

Jismlarning tezligi vaqt davomida o'zgarib tursa, bunday harakat o'zgaruvchan harakat deyiladi. Bunda tezlanish quyidagi ifoda orqali ifodalanadi:

$$a = \frac{g - g_0}{t}$$

a tezlanish bilan harakatlanayotgan jismning t vaqtdan keyingi tezligi va bosib o'tgan yo'li tekis tezlanuvchan harakatda

$$g = g_0 + at, \quad S = g_0 t + \frac{at^2}{2}$$

tekis sekinlanuvchan harakatda esa

$$g = g_0 - at, \quad S = g_0 t - \frac{at^2}{2}$$

ifodalar orqali topiladi.

Tekis tezlanuvchan harakatda tezlik vektori yo'nalishi bilan tezlanish vektori yo'nalishi bir xil, tekis sekinlanuvchan harakatda esa tezlik vektori yo'nalishi tezlanish vektori yo'nalishiga qarama-qarshi bo'ladi.

To'g'ri chizikli tekis tezlanuvchan harakatda koordinataning vaqt bo'yicha o'zgarishini ifodalovchi tenglamaga harakat tenglamasi deyiladi

$$x = x_0 + g_0 t + \frac{at^2}{2}$$

Bizga ma'lumki Nuyutoning birinchi qonuniga ko'ra jism tezligining kattaligi va yo'nalishi bu jismga boshqa jismlarning ko'rsatadigan ta'siri

natijasida o'zgaradi. Jism tezligining o'zgarishiga, ya'ni tezlanish olishiga yoki uning deformatsiyalanishiga sababchi bo'lgan ta'sirni tavsiflovchi kattalikka kuch deyiladi. Jismning olgan tezlanishi unga ta'sir etuvchi kuchga to'g'ri, jismning massasiga esa teskari proporsionaldir. Bu xulosa Nyutonning ikkinchi qonunini ifodalaydi:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} \quad \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

Nyutonning ikkinchi qonuni faqat inersial sanoq sistemalari uchun o'rinlidir. Ushbu qonunni jismning impulsi ($\vec{P} = m \vec{g}$) orqali quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{d}{dt}(m \vec{g}) = \vec{F} \quad \text{yoki} \quad \frac{d\vec{P}}{dt} = \vec{F}$$

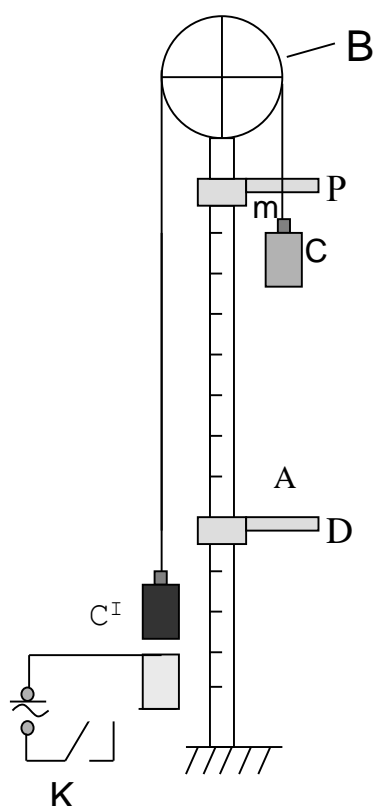
Bu Nyuton ikkinchi qonunining umumiy ko'rinishdagi ifodasi bo'lib, quyidagicha ta'riflanadi: moddiy nuqta impulsining o'zgarish tezligi unga ta'sir etayotgan kuchga teng.

Agar jismga bir nechta kuch ta'sir qilayotgan bo'lsa, unda Nyutonning ikkinchi qonunining matematik ifodasini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$m \vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i = \vec{F}$$

\vec{F} - jismga ta'sir etayotgan hamma kuchlarning natijalovchisidir. U jismga qo'yilgan barcha kuchlarning vektor yig'indisiga teng.

Qurilmaning tavsifi va o'lchash usuli



1-rasm

Qurilma - Atvud mashinasi (1-rasm) vertikal holatda o'rnatilgan **A** sterjendan iborat bo'lib, bu sterjenda santimetrylarga bo'lingan shkala mavjud. Sterjenning yuqori qismiga kam ishqalanish bilan aylana oladigan yengil **B** blok mahkamlangan. Blok orqali uchlariga bir xil massali **C** va **C^I** yuk osilgan ingichka ip o'tkazib qo'yilgan. **C^I** yukni **M** elektromagnit ushlab tura oladi. **C** yuk bemalol o'tishi uchun halqasimon **P** platforma va pastki **D** platforma **A** sterjenga o'rnatiladi. Ishni bajarishda bir-biridan farq qiluvchi **m₁** va **m₂** massali yukchalar va sekundomer kerak bo'ladi.

Agar **C** yuk ustiga og'ir yukchani, **C^I** yuk ustiga yengil yukchani qo'yib, elektromagnit bilan ushlab turib, keyin qo'yib yuborilsa, ta'sir etuvchi kuchlar o'zgarmas bo'lgani uchun, sistema tekis tezlanuvchan harakat qiladi. Tekis harakatni kuzatish uchun yukchalarni faqat **C** yuk ustiga qo'yish kerak. Shunda yukchalarni halqasimon **P** platforma ushlab qolib, **D** platformaga urilguncha sistema tekis harakat qiladi. Agar yengil yukcha **C^I** yuk ustiga qo'yilsa, **C** yuk ustidagi yukchani halqasimon **P** platforma ushlab qoladi va harakat tekis sekinlanuvchan bo'ladi.

Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan, moddiy nuqtaning tezlanishi barcha ta'sir etuvchi kuchlarning vektor yig'indisiga to'g'ri proporsional, massaga esa teskari proporsionaldir. Yukchalar ilgari lanma harakat

qilgani uchun ularni moddiy nuqta deb hisoblash mumkin. Agar **B** blok vaznsiz holatda deb faraz qilinsa, ipning tarangligi o‘ng va chap tomonda bir xil bo‘ladi.

Ishni bajarish tartibi

1-vazifa. Jism tinch holatdan boshlab tekis tezlanuvchan harakat qilgandagi yo‘l qonunini tekshirish

1. **C** yukning ustiga m_1 massali yukcha qo‘yilib **M** elektromagnit zanjiri tok manbaiga ulanadi va **C^I** yukni pastga tushirib **M** magnitga tortiladi. **D** platforma **C** yukning pastki qismidan biron masofada joylashtiriladi. Halqasimon platformani yukdan balandroqda o‘rnatiladi.

2. Elektromagnit toki o‘chirilib, shu ondayoq sekundomer ishga tushiriladi. **C** yuk **D** platformaga urilganda sekundomer to‘xtatiladi. Tajriba 5 marta bajariladi. O‘lchash natijalari 1-jadvalga yozilib, o‘rtacha vaqt hisoblanadi.

3. **D** platforma 10-20 cmga suriladi va platformadan **C** yukning pastki qismigacha bo‘lgan masofa o‘lchanadi. Yuqoridagi tajriba o‘sha yukchalar bilan 5 marta bajariladi va o‘rtacha vaqt hisoblanadi.

4. Tajriba bir xil yukchalar bilan o‘tkazilganda tizimning tezlanishi ham (deyarli) bir xil bo‘ladi

$$a = \frac{2S_1}{t_1^2} = \frac{2S_2}{t_2^2} = \frac{2S_3}{t_3^2}$$

5. Tekis tezlanuvchan harakatda yo‘l qonunini tekshirish aniqligini baholash uchun, har xil o‘tilgan yo‘llarda tezlanishni topishdagi nisbiy xatolikni hisoblash kerak

$$\delta = \frac{\langle \Delta a \rangle}{\langle a \rangle} * 100 \% \quad ,$$

bu yerda $\langle \Delta a \rangle = \frac{1}{3} \{ |\langle a \rangle - a_1| + |\langle a \rangle - a_2| + |\langle a \rangle - a_3| \}$.

Tajriba uch xil S_1, S_2, S_3 masofalar uchun bajariladi.

1-jadval

№	$S_1 =$			$S_2 =$			$S_3 =$			$\bar{a} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 a_i$	δ
	t_1	$\langle t_1 \rangle$	a_1	t_2	$\langle t_2 \rangle$	a_2	t_3	$\langle t_3 \rangle$	a_3		
1											
2											
3											
4											
5											

2-vazifa. Tezlik qonunini tekshirish

1. **C** yukning yuqorigi yuzasidan biror masofada halqasimon **P** platforma joylashtiriladi. Undan pastda (taxminan 30 cm da) tekis **D** platforma oʻrnatiladi. **C** yukga qoʻshimcha yukcha qoʻyiladi va tizim boshlangʻich holatga keltirilib, elektromagnit toki ulanadi.

2. Elektromagnit toki oʻchirilib, shu ondayoq sekundomer ishga tushiriladi. **P** platforma qoʻshimcha yukchani ushlab qolganda sekundomer toʻxtatiladi. **C** yoʻlda tizimning tekis tezlanuvchan harakati uchun ketgan **t** vaqt oʻlchanadi. Vaqt kamida 5 marta oʻlchanadi.

3. Halqasimon platforma yukchani ushlab qolganda tizimning tekis harakatidagi tezligi aniqlanadi. Uni aniqlash uchun platformalar orasidagi masofadan **C** yukning balandligini ayirib l yoʻl topiladi va tekis harakat vaqti τ oʻlchanadi. τ quyidagi tartibda aniqlanadi: elektromagnit toki oʻchirilib shu ondayoq sekundomer ishga tushiriladi, **D** platformaga **C** yuk urilganda sekundomer toʻxtatiladi va t' vaqt hisoblanadi. **C** va l ning

muayyan qiymatlari uchun t' vaqt 5 marta o'lchanadi. Tekis harakat vaqti quyidagicha aniqlanadi

$$\langle \tau \rangle = \langle t' \rangle - \langle t \rangle.$$

Bunda: $g = \frac{l}{t}$ va $a = \frac{g}{\langle t \rangle} = \frac{l}{\langle \tau \rangle \cdot \langle t \rangle}.$

Yuqoridagi tajriba halqasimon platformaning 3 xil holati uchun o'tkaziladi (ya'ni S_2, l_2 va S_3, l_3 holat uchun ham shu tartibda bajariladi). O'lchash natijalari 2- jadvalga yoziladi.

2-jadval

№	$S_1 =$		$l_1 =$		$\langle a_1 \rangle = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3}$ va $\langle \Delta a \rangle$
	t'	t	$\langle \tau \rangle$	$\vartheta_1 = \frac{l_1}{\tau_1}$ $a_1 = \frac{\vartheta_1}{\langle t_1 \rangle}$	
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					

4. Bir xil qo'shimcha yuk qo'yilganda sistemaning tezlanishi bir xil bo'ladi. Shuning uchun quyidagi tenglik o'rinlidir(taqriban)

$$a = \frac{g_1}{\langle t_1 \rangle} = \frac{g_2}{\langle t_2 \rangle} = \frac{g_3}{\langle t_3 \rangle}.$$

Agar birinchi va ikkinchi tajribalarda qo'shimcha yukcha bir xil bo'lsa, unda $a_1 = a_2 = a_3$ (taqriban).

5. Tezlanishni aniqlashdagi xatolikni baholash uchun 1-vazifaning 5 punktidagi amallar bajariladi.

3-vazifa. Nyutonning 2-qonunini tekshirish

Atvud mashinasida qo‘shimcha yukchani **C** yukdan **C^I** yukka olib qo‘yib, tizimning massasini o‘zgartirilmagan holda harakatlanuvchi kuchni o‘zgartirish mumkin. Dinamikaning asosiy qonunini tekshirishda 2 ta qo‘shimcha yukcha kerak bo‘ladi.

1. **C** yukning pastki asosidan **S₁** masofada yaxlit platforma o‘rnatiladi.

2. O‘ngdagi **C** yuk ustiga 2 ta **m₁** va **m₂** yukchalar qo‘yiladi va elektromagnitni tok manbaiga ulab, tizimni boshlang‘ich holatda ushlab turiladi.

3. Elektromagnit tokdan uziladi va bir vaqtning o‘zida sekundomer ishga tushiriladi. **D** platformaga **C** yuk urilganda sekundomer to‘xtatiladi. t vaqt 5 marta o‘lchanadi.

Bu hol uchun,

$$s = \frac{at^2}{2} \quad (1)$$

va

$$m_t a_1 = (m_1 + m_2)g = F_1; \quad (2)$$

bu yerda

$$m_t = 2m + m_1 + m_2$$

O‘lchangan vaqt (t_i) ning qiymatlari, vaqtning o‘rtacha qiymatining kvadrati $\langle t_i \rangle^2$ va **S₁** masofa 3-jadvalga yoziladi.

4. s_1' va s_1'' qiymatlar uchun 1-, 2-, 3- punktlar qaytariladi va 3-jadvalga yoziladi.

5. Chapdagi C^I yuk ustiga yengil yukcha ($m_1 < m_2$) va o'ngdagi C yuk ustiga esa og'ir yukcha qo'yilgan hol uchun tajriba qaytariladi. Bu hol uchun

$$S_2 = \frac{a_2 t_2^2}{2}, \quad (3)$$

$$m_1 a_2 = F_1 = (m_1 - m_2)g. \quad (4)$$

Olingan natijalar 3-jadvalning o'ng tomoniga yoziladi va o'rtacha vaqt $\langle t_2 \rangle$ aniqlanadi hamda $\langle t_2 \rangle^2$ hisoblanadi.

6. (1) va (3) dan

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{S_1 \langle t_2 \rangle^2}{S_2 \langle t_1 \rangle^2} \quad (5)$$

(2) va (4) dan esa

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{F_1}{F_2} = \frac{m_1 + m_2}{m_1 - m_2} \quad (6)$$

hosil qilinadi.

Agar tajribada o'lchangan kattaliklar (5) va (6) formulalarning o'ng tomonlari tengligini isbotlasa, u holda formulaning chap tomonlari ham tengligi isbotlanadi. Demak, tajriba asosida aniqlangan tezlanishlar nisbati (5), Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan hisoblangan (2,4) tezlanishlar nisbatiga teng ekanligi tekshiriladi.

Shuning uchun tajriba natijalari bo'yicha $\frac{S_1 \langle t_2 \rangle^2}{S_2 \langle t_1 \rangle^2}$ nisbat topiladi. Bu

amal 3-6 ta turli kombinatsiyalarda bajariladi. Ularning barchasi taxminan

o'zaro teng bo'lishi hamda $\frac{F_1}{F_2}$ nisbatga yaqin bo'lishi kerak.

3-jadval

№	$F_1 = (m_1 + m_2)g$			$F_2 = (m_1 - m_2)g$			$\frac{S_1 < t_2 >^2}{S_2 < t_1 >^2}$	$\frac{(m_1 + m_2)}{(m_1 - m_2)}$	δ
	S_1	t_1	$< t_1 >^2$	S_2	t_2	$< t_2 >^2$			
1									
2									
3									
4									
5									

№	$F_1 = (m_1 + m_2)g$			$F_2 = (m_1 - m_2)g$			$\frac{S'_1 < t'_2 >^2}{S'_2 < t'_1 >^2}$	$\frac{(m_1 + m_2)}{(m_1 - m_2)}$	δ'
	S'_1	t_1	$< t'_1 >^2$	S'_2	t_2	$< t'_2 >^2$			
1									
2									
3									
4									
5									

s_1'' va s_2'' uchun ham shu tartibda bajariladi.

Quyidagi nisbat aniqlanadi

$$\delta = \left(\frac{m_1 + m_2}{m_1 - m_2} - \frac{S_1 < t_2 >^2}{S_2 < t_1 >^2} \right) / \frac{m_1 + m_2}{m_1 - m_2} \quad (7)$$

va ularning o'rtacha qiymati topiladi

$$\langle \delta \rangle = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta_i * 100 \% .$$

Hisoblashlarni soddalashtirish uchun tajribani $s_1 = s_2$, $s'_1 = s'_2$, $s_1'' = s_2''$ qiymatlarda o'tkazish mumkin, ya'ni bunda 3 punktdan keyin 5 punkt bajariladi va h.k. Masofalar albatta har xil bo'lishi mumkin, unda (5) va (7) formulalar qisqarmaydi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Qattiq jismning ilgari lanma harakati deb qanday harakatga aytiladi? Moddiy nuqta nima? Qachon qattiq jismning ilgari lanma harakatini moddiy nuqtaning harakati deb qarash mumkin?
2. Trayektoriya, ko'chish, tezlik va tezlanish nima?
3. Kuch, kuch impulsi, kuch momenti nima? Teng ta'sir etuvchi kuch nima? Nyutonning 3 ta qonunini ta'riflang.
4. Massa deb nimaga aytiladi? Moddiy nuqtaning impulsi qanday kattalik? Dinamikaning asosiy qonuni qanday tushuntiriladi?
5. Inersial sanoq tizimini tushuntiring.
6. Atvud mashinasining tuzilishini so'zlab bering. Unda yukning tekis, tekis tezlanuvchan va tekis sekinlanuvchan harakati qanday kuzatiladi.
7. Atvud mashinasida tekis tezlanuvchan harakatning yo'l qonuni qanday tekshiriladi?
8. Atvud mashinasida tekis tezlanuvchan harakatning tezlik qonuni qanday tekshiriladi?
9. Nyutonning ikkinchi qonunini Atvud mashinasi yordamida qanday tekshirish mumkin?