



O'ZMU XABARLARI

ВЕСТНИК НУУЗ

АКТА NUUZ

MIRZO ULUG'BEK NOMIDAGI O'ZBEKISTON MILLIY
UNIVERSITETI ILMIY JURNALI

JURNAL
1997 YILDAN
CHIQA
BOSHLAGAN

2023
1/11

Ijtimoiy-
gumanitar
fanlar turkumi

Bosh muharrir:

I.U.MADJIDOV – t.f.d., professor.

Bosh muharrir o'rinbosari:

Y.S.ERGASHOV – f-m.f.d., professor.

R.X. SHIRINOVA – fil.f.d., professor

Tahrir hay'ati:

Sagdullayev A.S. – t.f.d., akademik.

Ashirov A.A. – t.f.d., prof.

Balliyeva R. – t.f.d., prof.

Malikov A.M. – t.f.d., prof.

Yusupova D.Y. – t.f.d., prof.

Murtazayeva R.H. – t.f.d., prof.

Mo'minov A.G. – s.f.d., prof.

Nishonova O.J. – f.f.d., prof.

Abdullayeva N.B. – f.f.d., prof.

Madayeva Sh.O. – f.f.d., prof.

Tuychiyev B.T. – f.f.d., prof.

Utamuradov A. – f.f.n., prof.

Muxammedova D.G. – psix.f.d., prof.

Siddiqova I.A. – fil.f.d., prof.

Mengliyev B.R. – fil.f.d., prof.

Sa'dullayeva N.A. – fil.f.d., dots.

Arustamyan Y.Y. – fil.f.d., dots.

Pardayev Z.A. – fil.f.f.d., PhD.

Mas'ul kotib: Z.A.PARDAYEV

TOSHKENT – 2023

MUNDARIJA

Tarix

Алексеева В. Гендерные различия социального самочувствия Узбекистанцев (по результатам социологических исследований)	4
Axmedov G'. O'zbekistonda dastlabki metallurgiya ishi: tarixi va tahlil	8
Barotov S. XVI asr oxiri-XVII asr boshlarida Buxoro xonligida siyosiy vaziyat. Ashtarxoniylar sulolasining hokimyatga kelishi.....	11
Boltayeva M. Jizzax viloyatida qurilish materiallari ishlab chiqarish sanoatidagi xorijiy investorlar va qo'shma korxonalar faoliyati tarixiga nazar	15
Isoqov B. "Avesto"da ezgulik va yovuzlikkurashi muammolari.....	18
Pazilov A. XIX asr oxiri – XX asr boshlarida Rossiyada qishloq xo'jaligi sohasidagi islohotlar va ularning oqibatlari	22
Raximov N. Xorazm xalq sho'rolar jumhuriyati davr manbalarida	25
Tangrikulov J. "Sovet O'zbekistoni" hamda "Pravda vostoka" gazetalarida qayta qurish siyosati zarurati va oqibatlarining aks etishi (1985-1986-yillar misolida).....	28
Fayziyeva F. Participation of uzbeks abroad in the development of world science (1992-2023)	31
Ernazarov Sh. G'oyalar tarixi va nazariyasi.....	33
Yusupova X. Toshkent vohasining ilk o'rta asrlardagi iqtisodiy hayotida tog'-kon sanoatining tutgan o'rni	36
Falsafa. Pedagogika. Psixologiya. Metodika. Sotsiologiya. Siyosiy fanlar. Islomshunoslik	
Abdullayeva O., Azamxonov B. Bakalavriat talabalarining axborot-kommunikatsiya kompetensiyalarini shakllantirish modeli	40
Abdurayimov S. Talabalarning muvafaqqiyatli oila haqidagi tushunchalarini ijtimoiy-psixologik determinantlari.....	43
Abdurahmonov A. Matematika o'qitishda ta'lim metodlari va uning ahamiyati.....	46
Abdusalilov A. Nogironligi bor shaxslarning turmush sifatini oshirishga qaratilgan ijtimoiy siyosatni olib borishda ijtimoiy sheriklikni rivojlantirishning asosiy yo'nalishlari	49
Abralov O. Bo'lajak biologiya fani o'qituvchilarini tayyorlashda "Flipped classroom" texnologiyasining amaliy samaradorligi	52
Alikulova M. Zamonaviy sharoitda talabalarining oilaga oid majmuaviy bilimlarini shakllantirish ijtimoiy pedagogik muammo sifatida	55
Alimova U. Ayollarda zo'ravonlikdan so'ng yuzaga keladigan psixologik jarohatlar hamda ularning ijtimoiy reabilitatsiyasi	58
Ankabaeva M. Naqshbandiya tasavvufiy g'oyalarining Huvaydo asarlarida aks etishi	61
Асанова Г. Психологические проблемы онкологических больных	64
Asqarova M. Boshlang'ich sinf o'quvchilarida PISA va PIRLS xalqaro baholash dasturlari asosida savodxonlik darajasini rivojlantirish mexanizmlari	66
Axmedova M. Ona tili fanlarini o'qitishda mustaqil ta'lim topshiriqlari mazmuni	69
Axrrova U. Pedagogikada tizimli tahlil bosqichlari.....	73
Ashurova Sh. Maktabgacha yosh davrida sog'lom turmush tarzini shakllantirishda oilaning roli	76
Davidova D., Almatayev T. Ta'lim sifatini oshirishda innovatsion o'quv modellarini qo'llash.....	79
Djabbarov A. Oliy ta'limda jismoniy tarbiyaning o'rni	82
Dilshodov A. ATVUD mashinasini kompyuter modellashtirish yordamida qayta tiklash	85
Ziyayeva X. Zo'ravonlikka uchragan xotin-qizlarni ijtimoiy reabilitatsiya qilish amaliyoti, bosqichlari va jarayonlari: sotsiologik tahlil.....	88
Isabayeva M., Dilmurodova X. Bo'lajak jismoniy tarbiya o'qituvchisini valeologik kompetentlikni rivojlantirish imkoniyatlari.....	92
Исаева Д. Роль медиа в повседневной жизни.....	95
Ismailov S. Oliy ta'lim muassasalarida kimyo fanlarini o'qitishda axborot texnologiyalardan foydalanishning didaktik asoslari	98
Ismaylova R. Turmush o'rtoqlar zo'ravonligi ijtimoiy psixologik muammo sifatida.....	102
Karimova M. Xotin-qizlarni ijtimoiy muhofazalash tarixiy genezisi, zamonaviy tamoyillari va huquqiy asoslari.....	105
Konratbayeva A. Kichik maktab yoshidagi agressivlik psixokorreksiyasi	108
Quybakov X. Umumta'lim maktablarida va akademik litseylarda fizika fanini o'qitishda motivatsiyani shakllantirish ..	111
Kurbanova A. Fundamentals of teaching through art-pedagogy.....	115
Qo'chqarova F. Bo'lajak o'qituvchilarning sanogen tafakkurini rivojlantirishning pedagogik strategiyalarini amalga oshirish yo'llari.....	117
Mamadaliyev K. Elektron o'quv-metodik majmualarni yaratish metodikasi	120
Mirzaaxmedov X. Korruptsiyaning mavjudligiga doir tarixiy dalillar va ularning ijtimoiy-falsafiy jihatlarini	123
Mo'minov K. Talabalarni kreativ tafakkurini rivojlantirishda forsait texnologiyalaridan foydalanish usullari	126
Nasriddinov D. Mobil ilovalar hamda robototexnika elementlari orqali fizika fanidan ilmiy-texnik tadqiqotlarni rivojlantirish asoslari.....	130
Ne'matullayeva S., Mirzayeva S. ART terapiyaning nazariy va psixologik asoslari	133
Nosirova M. Xotin-qizlar o'rtasida sodir etilgan jinoyatchilikni oldini olishga qaratilgan chora-tadbirlar	136
Nurmetova G., Qurbonov J. Detektorlar fizikasi fani ma'ruza mavzularini o'qitishda "Swot-tahlil" metodini qo'llash ..	140
Отажанов Ж. Информационная образовательная среда как основное средство развития профессиональной компетентности будущих учителей информатики	143
Ochilova G. Zamonaviy ta'limni rivojlantirish sharoitida oliy ta'limning pedagogik samaradorligi uchun iqtisodiy rag'batlantirish tushunchasini shakllantirish.....	146
Pozilova Sh. Kasbiy kreativlik turlari va ularning ilmiy-nazariy tahlili	149
Ravshanova G. Axborot xurujining yoshlar ta'lim-tarbiyasiga ta'siri.....	152



UDK:3786:004

Abrorjon DILSHODOV,
TATU Farg'ona filiali katta o'qituvchisi
E-mail: adilshodov@gmail.com

TATU Farg'ona filiali dotsenti, p.f.n I.Bilolov taqrizi asosida

ATVUD MASHINASINI KOMPYUTER MODELLASHTIRISH YORDAMIDA QAYTA TIKLASH

Annotatsiya

Maqolada fizik muammolarni echishda Atvud mashinasi Nyutonning ikkinchi qonunini katta aniqlik bilan ko'rsatish uchun kompyuter modellariga asoslangan tajribada qo'llaniladi. Massalarga ishqalanish kuchini va shkvning inersiya momentini aniqlash haqida so'z boradi. Maqolada o'quvchilarga kompyuter modelini yaratishga misol yordamida ko'rsatib o'tilgan. Ushbu misol fizik tajribalar o'tkazishda sizning mahoratingizni va bilimingizni yaxshilaydi.

Kalit so'zlar: Kompyuter modeli, fizik modellashtirish, kompyuter modellashtirish, kompyuter simulyatsiya, sonli usullar, modellar, muammoli masala.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ МАШИНЫ АТВУДА С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация

В статье при решении физических задач машина Этвуда используется в эксперименте, основанном на компьютерных моделях, для иллюстрации второго закона Ньютона с большой точностью. Речь идет об определении силы трения к массам и момента инерции шкива. Статья показывает читателю на примере построения компьютерной модели. Этот пример улучшит ваши навыки и знания при проведении физических экспериментов.

Ключевые слова: Компьютерная модель, физическое моделирование, компьютерное моделирование, компьютерное моделирование, численные методы, модели, проблемный вопрос.

RESTORATION OF THE ATWOOD MACHINE USING COMPUTER SIMULATION

Annotation

In the article, when solving physical problems, the Atwood machine is used in an experiment based on computer models to illustrate Newton's second law with great accuracy. It is about determining the friction force to the masses and the moment of inertia of the pulley. The article shows readers the example of building a computer model. This example will improve your skills and knowledge when conducting physical experiments.

Key words: Computer model, physical modeling, computer modeling, computer modeling, numerical methods, models, problem question.

Kirish. Hozirda ta'lim muassasalarida fizika fanini o'qitish sifatini oshirish, ta'lim jarayoniga zamonaviy o'qitish uslublarini joriy qilish, iqtidorli o'quvchilarni saralash, mehnat bozoriga raqobatbardosh mutaxassislarni tayyorlash, ilmiy tadqiqot va innovatsiyalarni rivojlantirish hamda amaliy natijadorlikka yo'naltirishga katta e'tibor qaratilmoqda. Shu bilan birga, sohada yechimini topmagan qator masalalar fizika sohasidagi ta'lim sifati va ilmiy tadqiqot samaradorligini oshirishga qaratilgan chora-tadbirlarni amalga oshirish zaruratini ko'rsatmoqda. Jumladan, yoshlarning fizika faniga qiziqishlarini kuchaytirishga yetarli e'tibor berish, ta'lim dasturlari o'quvchilarda mustaqil, kreativ fikrlashni shakllantirishga va rivojlantirishga qaratish, ta'lim sifatini ta'minlash bo'yicha amalga oshirilayotgan ishlar zamon talablaridan biridir[1].

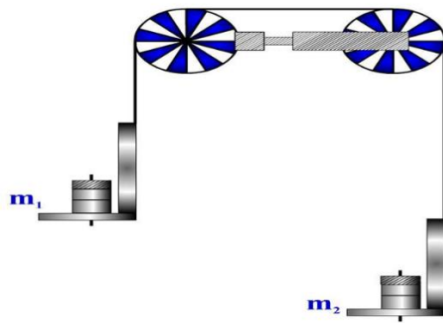
Talaba va o'quvchilarning tadqiqot qobiliyatini rivojlantirishga qaratilgan yondashuvlarning chuqur tahlili asosida fizika fanini o'qitishda iqtidorli maktab o'quvchilarining tadqiqot qobiliyatlarini rivojlantirishda fizik masalalarni yechishda kompyuter modellarini ishlab chiqish eng samarali usul ekanligini ta'kidlashimiz mumkin[2].

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. Raqamli pedagogikaning rivojlanishi talabal va o'quvchilari uchun tushunarli bo'ladigan fizik-texnik tizimlarning oddiy kompyuter modellarini ishlab chiqishni o'z ichiga oladi. Kompyuter modellashtirish usuli ko'rib chiqilayotgan masalani hal qilishning boshqa usullari unchalik samarasiz yoki juda mashaqqatli va murakkab matematik hisob-

kitoblarni talab qilganda qo'llanilishi maqsadga muvofiqdir. Mavjud kompyuter simulyatsiyasi texnikasi ko'plab fizik muammolarni hal qilishga imkon beradi. Shu bilan birga, ishlab chiqish qiyin bo'lmagan mavjud dasturiy vositalardan foydalanish muhimdir [3].

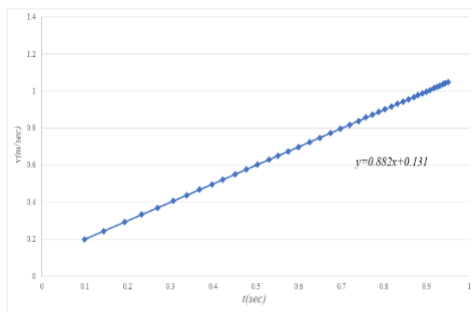
Atvud mashinasi Nyutonning ikkinchi qonunini katta aniqlik bilan ko'rsatish uchun mikrokompyuterga asoslangan tajribada qo'llaniladi. Massalarga ishqalanish kuchini va shkvning inersiya momentini ham taxmin qilish mumkin. Asl Atvud mashinasi birinchi marta ruhoniylar Jorj Atvud (1746-1807) tomonidan 1784 yilda nashr etilgan risolada statsionar shkv orqali ip bilan bog'langan ikkita massadan iborat bu qurilma Nyutonning ikkinchi qonunining bog'langan jism-larning harakatini bashorat qilishdagi rolini hamda boshqa tegishli masalalarni ko'rsatish uchun yillar davomida eng ko'p qo'llaniladigan qurilmalardan biridir. Atvud mashinasidan ko'plab nazariy va eksperimental foydalanish taklif qilingan: masalan, Uayt va Peys (1973) eng yaxshi talabalarni ko'ngil ochish uchun qiziqarli muammoni tasvirlab berdi va Vang (1975) tortishish tezlashishini o'lchashni yaxshilash uchun tajriba ishlab chiqdi. Yaqinda Benenson (1994) yuqoriga tezlashganda og'irlikning ko'rinish turgan o'rinishini ko'rsatish uchun bir xil shkvlardan foydalangan holda qurilmani ishlab chiqdi va DeBuvitz (1994) Nyutonning ikkinchi qonunini ko'rsatish uchun mohir vaqt o'lchash moslamasini ixtiro qildi [4].

Foto to'sqich MBL interfeysiga ulangan



1-rasm. Eksperimental o'rnatish.

Kompyuterga asoslangan laboratoriyalarning paydo bo'lishi va ular nafaqat bog'langan massalarning tezlashishini, balki ularning tezligini ham juda aniq o'lchash imkoniyatini berdi. Kompyuterga asoslangan eksperimentni ko'rib chiqar ekanmiz, unda talabalar Atvud mashinasidan Nyutonning ikkinchi qonunini yuqori aniqlik va aniqlik bilan namoyish qilish, shu jumladan massalarga ta'sir qiluvchi ishqalanish kuchini va g'altakning inersiya momentini baholash uchun foydalanishlari mumkin.



2-rasm. Vaqt funksiyasi sifatida oniy tezlik (vaqtga nisbatan pozitsiyaning raqamli hosilasi sifatida hisoblanadi).

Tadqiqot metodologiyasi. Tajriba uchun zarur bo'lgan asbob-uskunalar quyidagilarni o'z ichiga oladi: 6,4 sm diametrlil tayanch ustiga o'rnatilgan ikkita Pasco Superblok (ulardan faqat bittasi tegishli fotogeytga ega Aqlli blok vazifasini bajaradi), mikrokompyuter, kompyuter tipidagi taymerga to'g'ridan-to'g'ri ulanadigan tegishli interfeys bo'lishi mumkin. Pasco, Logal yoki boshqa har qanday yetkazib beruvchidan sotib olingan, interfeys o'tkazgich simi, 120 sm tayanch, og'irlik va ilgichlar to'plami hamda o'ralgan shnur (1-rasmga qarang).

Aqlli shkv - bu yuqori sifatli shkv bo'lib, o'rnatilgan fotogeyt qurilmasiga ega. Shkv aylanganda, shkvning shpiklari fototuyuk nurini to'xtatadi, ya'ni shkvning har 1.5 sm aylanishiga 1 ta uzilish to'g'ri keladi. Kompyuter fotogeyt uzilishlari vaqtini hisoblab chiqadi, shuning uchun biz vaqtga nisbatan joylashuv va tezlikning jadvallari hamda grafiklarni yaratishimiz mumkin. Talaba yuklarning harakatini to'xtata olishi uchun etarlicha uzunlikdagi (110 sm) arqon ilgichlarni ehtiyotkorlik bilan bog'laydi.

Massalar doimiy tezlanish bilan harakat qilishiga ishonch hosil qilish uchun m_1 - 185 g va m_2 - 225 g qo'yib, ularni harakatga keltiramiz. Biz vaqt va joylashuv o'lchovlarini elektron jadvalga, vaqtga nisbatan pozitsiyaning raqamli hosilasi sifatida hisoblangan tezlik bilan qayd etdik va tezlikni vaqtning funksiyasi sifatida chizdik (2-rasmga qarang).

Ushbu natijalarga ko'ra, massa doimiy tezlanish bilan harakat qiladi. Bunday holda biz tushgan massaning o'rmini uning o'rtacha tezligini vaqtga ko'paytirish orqali hisoblashimiz mumkin. Faraz qilaylik, $t = 0$ bo'lganda massaning pozitsiyasi va tezligi ham nolga teng; keyin yozishimiz mumkin

$$x = vt/2. \quad (1)$$

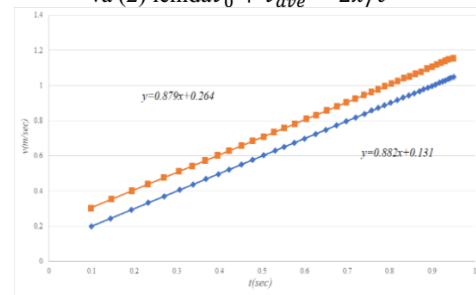
Shuning uchun o'rtacha massa tezligi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi

$$v_{ave} = 2x/t. \quad (2)$$

Darhaqiqat, tezlikni vaqtning funksiyasi sifatida tavsiflovchi tenglama (2-rasmga qarang) boshlang'ich tezlik nolga teng emasligini ko'rsatadi, shuning uchun (1) ga aylanadi.

$$x = \frac{(v_0 + v)t}{2} \quad (3)$$

$$\text{va (2) ichida } v_0 + v_{ave} = 2x/t \quad (4)$$



3-rasm. Vaqt funksiyasi sifatida oniy tezlik (♦) va o'rtacha tezlik (■).

Massalarning tezlanishini hisoblash ularning boshlang'ich tezligiga bog'liq emas, shuning uchun biz buni e'tiborsiz qoldirishimiz mumkin. Har qanday holatda (2) tenglama yordamida o'rtacha tezlikni hisoblash vaqtga nisbatan pozitsiyaning raqamli hosilasini hisoblashdan ko'ra aniqroqdir, chunki vaqt o'sishi bilan raqamli hosila haqiqiy lahzalik tezlikdan tobora ko'proq chetga chiqadi.

Endi elektron jadvalga qaytib, o'rtacha tezlikni hisoblaymiz va ikkala natijani vaqtga nisbatan chizamiz (3-rasmga qarang). Ko'rib turganimizdek, biz deyarli bir xil tezlanishga ega bo'lamiz, lekin har xil boshlang'ich tezliklar, bu o'rtacha hisoblangan dastlabki tezlik soni lotin orqali hisoblanganidan ikki baravar katta ekanligini ko'rsatadi. Bir lahzali tezlik tenglama bilan berilgan

$$v_{inst} = v_0 + at \quad (5)$$

va massaning joylashuvi

$$x = \frac{(v_0 + v)t}{2} \quad (6)$$

shunday qilib

$$\frac{2x}{t} = v_0 + v = v_{ave} \quad (7)$$

Tajriba natijalaridan ko'rganimizdek, o'rtacha tezlik (5) kabi tenglama bilan berilgan bo'lib, u faqat dastlabki tezlikda farqlanadi:

$$v_{ave} = v'_0 + at \quad (8)$$

(7) va (8) dan biz olamiz

$$v_{ave} = v_0 + v = v'_0 + at \Rightarrow v = v'_0 + v_0 + at \quad (9)$$

(9) ni (5) bilan solishtirsak, quyidani olamiz

$$v'_0 - v_0 = v_0 \Rightarrow v'_0 = 2v_0 \quad (10) \text{ quyidagi}$$

tenglamani olamiz.

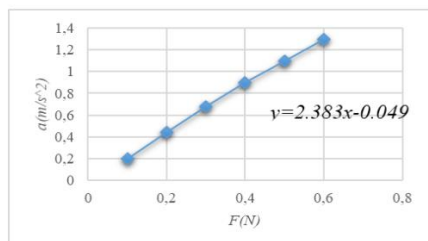
Nyutonning ikkinchi qonunini ko'rsatish uchun biz bir qator o'lchovlarni amalga oshirdik, bunda biz massani doimiy ushlab turdik, tizimdagi aniq kuchni o'zgartirdik va uning tezlanishini o'lchadik. Avvaliga $m_1 = 200$ g va $m_2 = 210$ g ni qo'yamiz va har bir yangi o'lchovda biz 5 g ni m_1 dan m_2 ga ko'chirdik. Natijalar 4-rasmga ko'rsatilgan.

Biz juda yaxshi chiziqli taxminni olamiz, lekin ikkita narsaga e'tibor bering.

1. Grafik koordinata boshidan o'tmaydi, bu massalarga ularning harakat yo'nalishiga qarama-qarshi ta'sir qiluvchi qandaydir ishqalanish kuchi mavjudligini ko'rsatadi.

2. 2,383 koeffitsienti massalar yig'indisining ($m_1 + m_2$) o'zaro qiymatidan kam, $1/0,41 = 2,439$, bu shkiqlarning inertiya momentini hisobga olish zarurligini ko'rsatadi.

Shkiqlarning inertiya momentini hisobga oladigan kuch diagrammasini ko'rib chiqamiz (5-rasmga qarang).



4-rasm. Tezlanishni aniq kuch funksiyasi sifatida o'lchash (massani doimiy saqlash).

Biz quyidagi tenglamalarni yozishimiz mumkin:

$$m_2 g - T_1 = m_2 a \quad (11)$$

$$T_3 - m_1 g = m_1 a$$

$$(12)$$

$$(T_1 - T_2)r = I\alpha = I a/r$$

$$(13)$$

$$(T_2 - T_3)r = I\alpha = \frac{I a}{r} \quad (14)$$

Ushbu tenglamalarning barchasini qo'shgandan so'ng quyidagi tenglikni olamiz

$$m_2 g - m_1 g = a(m_1 + m_2 + 2I/r^2) \quad (15)$$

bu yerda I - shkiqning inertiya momenti, r - shkiqning radiusi, α - uning burchak tezlanishi.

Shkiqlarning inertiya momenti uchun yaxshi yaqinlik - $I \approx m_p r^2/2$, bu erda m_p g'altaklarning samarali inertial massasi, shuning uchun biz quyidagi ifodani olamiz

$$a = \frac{(m_2 - m_1)g}{m_1 + m_2 + m_p} = \frac{F_{net}}{m_1 + m_2 + m_p} \quad (16)$$

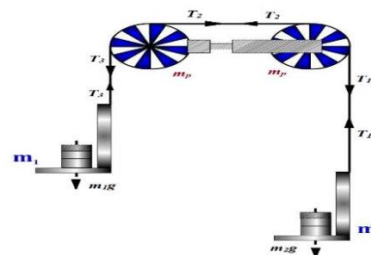
va agar shinaning ishqalanish kuchini f hisobga olsak, biz quyidagi tenglikni olamiz

$$a = \frac{F_{net} - f}{m_1 + m_2 + m_p} = \frac{F_{net}}{m_1 + m_2 + m_p} - \frac{f}{m_1 + m_2 + m_p} \quad (17)$$

Endi, tajribada olingan eng yaxshi moslik (4-rasmga qarang) va tenglama (17) asosida biz ishqalanish kuchi va shkiqlarning samarali inertiya massasini aniq baholashimiz mumkin:

$$m_p = \frac{1}{2.383} - (m_1 + m_2) = 0.42 - 0.41 = 0.01 \text{ kg}$$

$$f = 0.049 \times 0.42 = 0.0206 \text{ N}.$$



5-rasm. Kuchlar diagrammasi.

Xulosa. Iqtidorli talaba va o'quvchilarning tadqiqot ishlarini bajarishda fizik muammolarni kompyuter yordamida imitatsion modelini yaratib, yechimlar chiqarish tahlil qilindi va kompyuter modellashtirish aniqlandi. Fizik imitatsion modellarni yuqori darajada bajarish uchun o'quvchilarga tadqiqot qobiliyatlari, yuqori izlanish faolligi va yuqori darajadagi tadqiqot ishlarini bajarish uchun barqaror ichki motivatsiya kerak. O'quvchilarni tadqiqot faoliyatiga oshirishda raqamli usullar asosida kompyuter modellashtirish kabi jarayonlarni o'z ichiga oladi.

ADABIYOTLAR

1. "Fizika sohasidagi ta'lim sifatini oshirish va ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida" O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 19.03.2021 PQ-5032-sonli qarori.
2. Dilshodov A.D. Iqtidorli maktab o'quvchilarini fizika fanini o'qitishda tadqiqot qobiliyatlarini rivojlantirish kontseptsiyasi. NamDU ilmiy axborotnomasi. 2021. - № 8.
3. Угринович, Н. Д. Исследование информационных моделей. Элективный курс: учеб. пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. с.
4. LoPresto M 1999 Another look at Atwood's machine Phys. Teach. 37 82.