



3
2024

**FIZIKA,
MATEMATIKA *va*
INFORMATIKA**

ILMIY-USLUBIY JURNAL

2001-yildan chiqa boshlagan

Toshkent – 2024

JISMNING HARAKATINI MUHITNING QARSHILIGINI E'TIBORGA OLGAN HOLDA O'RGANISH VA UNGA DOIR MASALALAR YECHISH

M.Dusmurotov, Chirchiq davlat pedagogika universiteti dotsenti

Ushbu maqolada havoning qarshilik va sirtning ishqalanish kuchi ta'siridagi avtomobilning gorizontal tekislikdagi harakat qonunlari o'rganilgan va ularga oid masalalar ishlab ko'rsatilgan.

Калим сўзлар: *тезланиши; ҳаракат тенгламаси; тезлик тенгламаси; дифференциалтенглама; қаршиликкучи; интеграллаш; интеграл чегаралари; ҳавонинг қаршилиги.*

В данной статье изучены законы транспортного средства под действием сопротивления воздуха и силы поверхностного трения и разработаны вопросы, связанные с ними.

Ключевые слова: *ускорение; уравнение движения; уравнение скорость; дифференциальное уравнение; сила сопротивления; интегрирование; пределы интеграла; сопротивление воздуху.*

This article examines the laws of motion under the impact of the resistance of air and the friction force of the surface, and issues related to them are worked out.

Key words: *acceleration; the equation of motion; the equation velocity; the equation of motion; force of resistance; to take an integral; limits of integral; resistance of an air.*

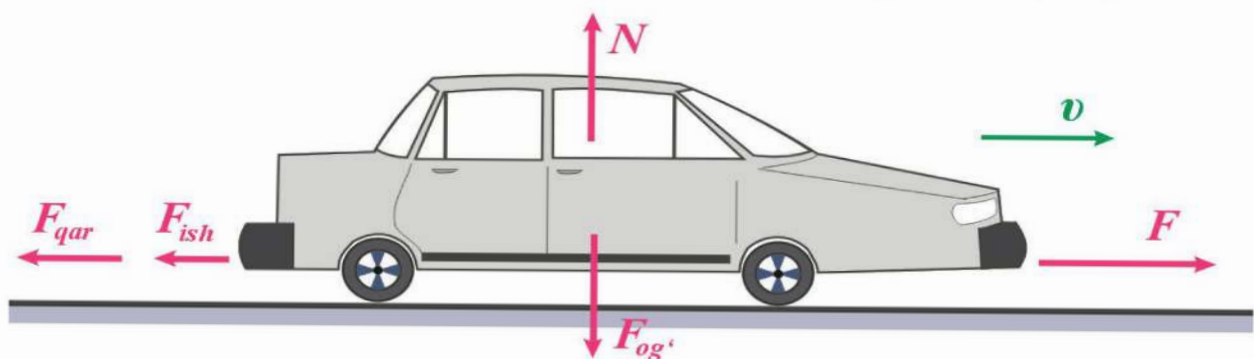
Hammamiz bilamizki, umumta'lim o'rta maktablarining yuqori sinflari hamda akademik litsey o'quvchilariga biror sirtida sirpanib harakatlanayotgan jismning harakatini o'rganish mavzulari juda ham mukammal darajada yoritilgan. Oliy ta'lim muassasalarida ham bu masala chuqurlashtirib differensial va vektor ko'rinishlarida o'qitiladi. Aslida, jism harakatlanganda faqat sirtning sirpanish ishqalanishi ta'sir qilmasdan, balki havoning qarshiligi ham ta'sir etadi. Real holatda



jismning havo qarshiligi e'tiborga olinadigan holdagi harakati haqiqatga ancha yaqin bo'lib, bunga esa oliy ta'lim muassasalarida kam e'tibor beriladi. Shuning uchun ham sirtning ishqalanish kuchi va muhitning qarshiligini birgalikda e'tiborga olingan holdagi jismning harakatini o'rganish talabalarni real vaziyatga ancha yaqinlashtiradi.

Bilamizki, muhitning qarshiligi tezlikning birinchi darajasiga yoki ikkinchi darajasiga to'g'ri proporsional bo'lishi mumkin. Masalan, suyuqlik bilan sodir bo'ladigan hodisalarda (qayiq uoki kemaning harakatini o'rganishda) qarshilik kuchi tezlikning birinchi darajasiga proporsional bo'lsa, havo bilan sodir bo'ladigan hodisalarda (avtomobil harakatini o'rganishda, aviatsiyada, harbiy texnikada parashyut, o'q, snaryad va boshqalarni o'rganishda) qarshilik kuchini tezlikning ikkinchi darajasiga proporsional bo'ladi. Biz ushbu maqolada gorizontal sirtida harakatlanayotgan avtomobilning sirtning ishqalanish kuchi va havoning qarshiligining birgalikdagi ta'siri ostidagi harakatini o'rganamiz va ularga oid masalalar ishlaymiz.

Avtomobil nisbatan tez harakatlanayotgan hol degani bu tezlikning biror kritik qiymatidan kattaroq tezlikda harakatlanish deganidir. Boshqacha aytganda, avtomobil kuzoviga yaqin sohadagi qatlam-qatlam havo oqimlari aralashib girdoblarga aylanadi. Bunda avtomobil havo oqimi tomonidan tezlikning kvadratiga to'g'ri proporsional bo'lgan qarshilik kuchiga uchraydi [1].



1-rasm

Talabalarga bu mavzuni o'qitishda jismga ta'sir qiladigan kuchlarni to'g'ri joytirishlariga e'tibor qilish kerak. Gorizontaal yo'lda harakatlanayotgan avtomobilga quyidagi kuchlar ta'sir qiladi (1-rasm) [2, 4]:

- F_{og} = mg – pastga yo'nalgan og'irlik kuchi hamda bu kuch bilan kompensatsiyalanuvchi $\vec{N} = -\vec{F}_{og}$, sirtning yuqoriga yo'nalgan reaksiya kuchi;

- $F_{ishq} = \frac{x}{R}mg = fmg$ – dumalashdagi ishqalanish kuchi;

x –dumalashdagi ishqalanish koeffitsiyenti; R – avtomobilning g'ildiragi radiusi; $f = \frac{x}{R}$ – dumalashdagi qarshilik koeffitsiyenti, ya'ni avtomobilni joyidan qo'zg'atish uchun kerak bo'lgan kuch avtomobil og'irligining qanday qismini tashkil etishini bildiruvchi koeffitsiyent;

- $F_{qar} = \alpha\mathcal{G}$ – dumalashdagi ishqalanish kuchi (kichik tezliklarda $F_{qar} \sim \mathcal{G}$ bo'ladi);

- F – avtomobilga ta'sir qiluvchi tezlatuvchi yoki sekinlatuvchi kuchi bo'lib, u motorining tortish kuchi uchun $F > 0$ ishorali yoki tormozlangandagi tormoz kuchi uchun $F < 0$ ishorali bo'lishi mumkin [2, 4].

Rasmda ko'rsatilgani kabi avtomobilga ta'sir qilayotgan kuchlar uchun dinamikaning 2-qonuni qo'llaymiz va shu asosda differensial tenglama hosil qilib uni ishlab chiqamiz [3].

$$ma = F - F_{ishq} - F_{qar}, \quad \rightarrow \quad m \frac{d\mathcal{G}}{dt} = F - fmg - \beta\mathcal{G}^2,$$

$$dt = \frac{m d\mathcal{G}}{F - fmg - \beta\mathcal{G}^2} = -\frac{m}{\beta} \cdot \frac{d\mathcal{G}}{\mathcal{G}^2 - \frac{F - fmg}{\beta}}$$

Demak, bizda
$$dt = -\frac{m}{\beta} \cdot \frac{d\mathcal{G}}{\mathcal{G}^2 - \frac{F - fmg}{\beta}} \quad (*)$$



ko'rinishidagi differensial tenglama hosil bo'ldi. Bu differensial tenglamadagi tenglamani $\frac{F - fmg}{\beta}$ ifodaning musbat yoki manfiy

bo'lishi, ya'ni $F > fmg$ yoki $F < fmg$ bo'lishiga qarab differensial tenglama yechishning keyingi qadami ikki xil yo'ldan boradi. **A)** $F > fmg$ bo'lganda $\frac{F - fmg}{\beta} > 0$ bo'ladi va (*) differensial tenglamani yechishda

matematikadan $\int \frac{dx}{x^2 - a^2} = \frac{1}{2a} \ln \left| \frac{x - a}{x + a} \right| + C$ integrallash formulasidan

foydalanamiz [3];

B) $F < fmg$ bo'lganda $\frac{F - fmg}{\beta} < 0$ bo'ladi va (*) differensial tenglamani yechishda matematikadan $\int \frac{dx}{x^2 + a^2} = \frac{1}{a} \operatorname{arctg} \frac{x}{a} + C$

integrallash formulasidan foydalanamiz [3, 5];

Dastlab biz **A)** shartga bo'ysungan hol uchun differensial tenglamani yechib $t = t(\vartheta)$ bog'lanishni, ya'ni avtomobilning ixtiyoriy ϑ tezlikka erishadigan vaqt onini topish formulasini keltirib chiqaramiz [3].

A) shart bo'yicha yechish natijasida gorizontol yo'lda katta tezlikda harakatalanayotgan avtomobilning ixtiyoriy ϑ tezlikka erishish vaqti quyidagicha bo'lar ekan:

$$t = \frac{m}{2\sqrt{\beta(F - fmg)}} \cdot \ln \left| \frac{\sqrt{\frac{F - fmg}{\beta} + \vartheta} \cdot \sqrt{\frac{F - fmg}{\beta} - \vartheta_0}}{\sqrt{\frac{F - fmg}{\beta} - \vartheta} \cdot \sqrt{\frac{F - fmg}{\beta} + \vartheta_0}} \right| \quad (1)$$

Bu shartda $F > fmg$ ekanligidan avtomobil faqat tezlanuvchan harakat qilishi kelib chiqadi. Tezlik oshgan sari esa qarshilik kuchi ortib boradi biror maksimal tezlikka erishganda qarshilik va ishqalanish kuchlari tortishish kuchiga teng bo'lib qoladi. Bu maksimal tezlikni

dinamikaning 2-qonunidan osongina topish mumkin.

$$ma = F - F_{ishq} - F_{qar} = 0, \rightarrow F_{qar} = F - F_{ishq}, \rightarrow \beta g^2 = F - fmg, \rightarrow g_{\max} = \sqrt{\frac{F - fmg}{\beta}}$$

$$g_{\max} = \sqrt{\frac{F - fmg}{\beta}} \quad (2)$$

(2) formulani e'tiborga olsak, (1) formulani quyidagicha ifodalshimiz mumkin bo'ladi:

$$t = \frac{m}{2\beta g_{\max}} \cdot \ln \left| \frac{g_{\max} + g}{g_{\max} - g} \cdot \frac{g_{\max} - g_0}{g_{\max} + g_0} \right| \quad (1')$$

Agar avtomobil tinch holatdan harakat boshlagan bo'lsa, u holda (1) va (1') formulalar quyidagi ko'rinishlarga o'tadi:

$$t = \frac{m}{2\beta g_{\max}} \cdot \ln \left| \frac{g_{\max} + g}{g_{\max} - g} \right| \quad (1'a)$$

Endi esa biz **B**) shartga bo'ysungan hol uchun differensial tenglamani yechib $t=t(g)$ bog'lanishni, ya'ni avtomobilning ixtiyoriy g tezlikka erishadigan vaqt onini topish formulasini keltirib chiqaramiz [3, 5].

Demak, (*) differensial tenglamaning **B**) shart bo'yicha yechish natijasida gorizontol yo'lda katta tezlikda harakatalanayotgan avtomobilning ixtiyoriy g tezlikka erishish vaqti quyidagicha bo'lar ekan [3, 5]:

$$t = \frac{m}{\sqrt{\beta(fmg - F)}} \cdot \operatorname{arctg} \left(\frac{\sqrt{\frac{\beta}{fmg - F}} \cdot (g_0 - g)}{1 + \frac{\beta}{fmg - F} \cdot g_0 g} \right) \quad (2)$$

Bu shartda $F < fmg$ ekanligidan avtomobil faqat sekinlanuvchan harakat qilishi kelib chiqadi. Natijada, qandaydir vaqtdan keyin avtomobil to'xtaydi ($g=0$). To'xtash vaqti quyidagicha bo'ladi [1, 3, 5]:

$$t_{to'xt} = \frac{m}{\sqrt{\beta(fmg - F)}} \cdot \operatorname{arctg} \left(g_0 \sqrt{\frac{\beta}{fmg - F}} \right) \quad (2a)$$

Endi esa 1-rasmdagi holat uchun yo'l va tezlik orasidagi bog'lanishni, ya'ni $s=s(g)$ tenglamani keltirib chiqaraylik. Buning uchun yuqorida keltirib chiqarilgan tenglamalar kabi dinamikaning asosiy tenglamasidan foydalanib differensial tenglama hosil qilamiz va uni yechib chiqamiz [1, 3]

Agar $F > fmg$ shart bajarilsa, u holda avtomobil tezlanuvchan harakat qilib, biror maksimal tezlikka erishadi. Bunda (2) maksimal tezlik formulasini e'tiborga olsak, u holda (2) va (2a) formulalarni quyidagicha yozish mumkin [2, 5]:

$$s = \frac{m}{2\beta} \cdot \ln \left| \frac{g_{\max}^2 - g_0^2}{g_{\max}^2 - g^2} \right| \quad (3')$$

$$s = \frac{m}{2\beta} \cdot \ln \left| \frac{g_{\max}^2}{g_{\max}^2 - g^2} \right| \quad (3a)$$

Agar $F < fmg$ shart bajarilsa, u holda avtomobil sekinlanuvchan harakat qilib, biror masofani o'tib to'xtaydi. (4) formuladan to'xtash masofasi quyidagicha bo'ladi [1, 5]:

$$s_{to'xt} = \frac{m}{2\beta} \cdot \ln \left| 1 + \frac{\beta g_0^2}{fmg - F} \right| \quad (3b)$$

Yuqoridagi (4) formuladan foydalanib tezlikning masofaga bog'lanish $g=g(s)$ formulasini aniqlashimiz mumkin [1, 2, 4].

$$g = \sqrt{\left(g_0^2 - \frac{F - fmg}{\beta} \right) \cdot e^{\frac{2\beta}{m}s} + \frac{F - fmg}{\beta}} \quad (4)$$

Agar $F > fmg$ shart bajarilsa, (2) maksimal tezlik formulasini e'tiborga olsak, u holda (4) formulani quyidagicha yozish mumkin [1, 2, 4]:



$$\mathcal{G} = \sqrt{\mathcal{G}_{\max}^2 - (\mathcal{G}_{\max}^2 - \mathcal{G}_0^2) \cdot e^{-\frac{2\beta}{m}s}} \quad (5')$$

Yuqorida keltirib chiqarilgan formulalardan yana bir nechta xususiy formulalar keltirib chiqarish mumkin. Masala ishlash davomida ular bilan tanishib chiqamiz.

Endi esa yuqorida keltirib chiqarilgan barcha formulalar yuzasidan bir necha masalalar ishlash orqali bilimlarimizni mustahkamlab olamiz.

1-masala: Massasi $m=1340 \text{ kg}$ ga teng bo'lgan NEKSIYA avtomobili 4-uzatmada $F=420 \text{ N}$ tortish kuchi ta'sirida maksimal $\mathcal{G}_{\max}=126 \text{ km/soat}$ tezlik bilan harakatlana oladi. Yo'lning qarshilik koeffitsienti $f=0,025$ ga teng bo'lsa, havoning qarshilik koeffitsienti β nimaga teng? Erkin tushish tezlanishini $g=9,8 \text{ m/s}^2$ deb oling. Bunda tortish kuchining qanday qismi havoning qarshiligini engishga sarf qilinadi?.

Yechish:

Bu masalani yechish uchun yuqoridagi (2) formuladan foydalanib β koeffitsient formulasini hosil qilamiz.

$$\mathcal{G}_{\max} = \sqrt{\frac{F - fmg}{\beta}}, \rightarrow \beta \mathcal{G}_{\max}^2 = F - fmg, \rightarrow \beta = \frac{F - fmg}{\mathcal{G}_{\max}^2}$$

Endi hisob-kitob ishlarini bajaramiz.

$$\beta = \frac{F - fmg}{\mathcal{G}_{\max}^2} = \frac{420 \text{ N} - 0,025 \cdot 1340 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{\left(35 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2} = \frac{92 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{1225 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} \approx 0,075 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Avtomobil harakatiga havoning qarshilik kuchini aniqlaymiz.

$$F_{\text{qarshilik}} = \beta \mathcal{G}_{\max}^2 = 0,075 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot \left(35 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 92 \text{ N}$$

Bu kuch umumiy kuchning $\frac{F_{\text{qar}}}{F} = \frac{92 \text{ N}}{420 \text{ N}} = 0,219 = 21,9 \%$ qismini tashkil etadi.



Biz ushbu maqolada talabalarga umumiy tushunchalar berish maqsadida gorizontal tekislikda harakatlanayotgan jismga qarshilikli muhitning ta'sirini va bundagi harakat va tezlik tenglamalarini o'rgandik. Lekin, hayotda bundanda murakkabroq ham holatlar uchraydi. Masalan, qiya tekislik bo'ylab tepalikka ko'tarilayotgan yoki pastga tushayotgan avtomobilning ishqalanish va havo qarshiligi ta'siridagi harakatini o'rganish birmuncha murakkabdir. Undan tashqari havoning avtomobil harakatiga qarshilik kuchini ham tezlikning ikkinchi darajasi uchun (nisbatan yuqoriroq tezliklar uchun) o'rganduk. Haqiqatda esa real sharoitda avtomobil tezligi oshib borib biror kritik tezlikdan oshganda qarshilik kuchi $F_{qar} \sim \mathcal{V}$ bog'lanishdan birdaniga $F_{qar} \sim \mathcal{V}^2$ bog'lanishga o'tadi, shuningdek mos ravishda harakat va tezlik tenglamalari ham o'zgaradi. Bularni birgalikda yechilishini o'rganish talabalar uchun biroz murakkablik qiladi.

Qarshilikli muhitda jismning harakatini o'rganishda, biz jismdagi qarshilik kuchini va shuning uchun jismning tezlik o'zgarishini uning tezligining biror funksiyasi deb hisoblaymiz. Bunday qarshilik kuchlari odatda konservativ emas va kinetik energiya odatda issiqlik sifatida ajraladi. Bunday mavzuni o'rganish hamda ularga oid masalalar yechish talabalarni ob'ektiv reallikka yaqinlashtiradi hamda tasavvur qila olish qobiliyatini o'stiradi, shuningdek differensial va intgeral hisob-kitob ishlariga ko'nikma hosil qilishda yordam beradi.

Adabiyotlar:

1. Т.Рашидов, Ш.Шозиётов, Қ.Б,Мўминов. Назарий механика. Тошкент.: Ўқитувчи. 1993.
2. Д.Джанколи. Физика, 1-часть. М.: Мир. 1989. 652 ст.
3. А.Ф.Бермант, И.Г.Араманович. Краткий курс математического анализа. Москва.: Наука. 1971.
4. Ronald J. Hershberger, James J. Reynolds. Calculus with Applications, the 2nd edition. Lexington, Massachusetts.: Copyright © 1993 by D.C. Heath and Company.



MUNDARIJA

ILMIY-OMMABOP BO‘LIM

| | |
|---|----|
| E.B.Xujanov. Molekulyar fizikadan “Gazlarda ko‘chish hodisalari” bo‘limini o‘rganishning ilmiy-metodik asoslari | 3 |
| B.N. Nurillayev. Metall o‘tkazgichlar qarshiligining temperaturaga bog‘liqligini o‘rganishda interaktiv metodlar | 12 |
| H.Sh. Abdullayev, M.A. Raxmonov. Qishloq xo‘jaligi ehtiyoji uchun o‘rta kattalikdagi mobil fotoelektrik stansiyalarning ishlash samaradorligini oshirishning vaqtga bog‘liq kuzatuv ishlari natijalari | 21 |
| M.Dusmuratov. Jismning harakatini muhitning qarshiligini e‘tiborga olgan holda o‘rganish va unga doir masalalar yechish | 30 |
| M. A. Raxmonov. Yarim o‘tkazgichlarning sirt xususiyatlari..... | 38 |
| X. X. Tajiboyeva. Steam integratsion ta‘limi kreativ fikrlovchi manba sifatida..... | 47 |
| Ф.М.Талипов, М. Х.Серебрякова. Внедрение инфографики в процесс обучения физики и подготовка педагогов к использованию инфографики на уроках физики..... | 53 |

MATEMATIKA JOZIBASI

| | |
|--|----|
| H.P.Aсанова. Формирование ключевых компетенций учащихся 6 классов в процессе решений задач..... | 60 |
|--|----|

ILG‘OR TAJRIBA VA O‘QITISH METODIKASI

| | |
|--|----|
| F. Q Tugalov. Fizik tadqiqotlar metodining asosiy xususiyatlari | 66 |
| J.Sh.Baratov. Uzluksiz ta‘lim tizimida fizika o‘qitishda pisa topshiriqlari asosida nostandart topshiriqlarni qo‘llash metodikasi | 73 |
| A.Sh.Safarov. Fizika va umumkasbiy harbiy fanlarini o‘qitishda fanlararo fizik masalalarning metodologik asoslari..... | 82 |
| E.K.Kalandarov. Qattiq jismlar fizikasiga oid mashg‘ulotlarni loyixalashni takomillashtirish..... | 88 |

OLIMPIADA VA MASALALAR YECHISH BO‘LIMI

Masalalar va yechimlar⁹⁵

TALAB, TAKLIF VA TAHLIL

| | |
|--|-----|
| J.J.Fayzullayev. Umumiy o‘rta ta‘lim maktab o‘quvchilarida axborot xavfsizligi kompetensiya sifatida..... | 108 |
|--|-----|

