

13.00.00 – ИЛМҲОИ ПЕДАГОГӢ
13.00.00 – ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ
13.00.00 – PEDAGOGICAL SCIENCE

13.00.02 Назария ва усулҳои таълиму тарбия
13.00.02 Теория и методика обучения и воспитания
13.00.02 Theory and methods of training and education

УДК 530.1
ББК 22.31
А14

**ҚОНУНИ ҚОЗИБАИ
УМУМИОЛАМ ВА АҲМИЯТИ
ИЛМИВУ АМАЛИИ ОН**

Абдуманнонов Абдуалӣ - доктори илмҳои физика-математика, профессор, мудири лабораторияи физикаи Маркази илмии Хучанд, e-mail: abduali53@mail.ru

Абдуманнонова Фирӯза Абдуалиевна-корманди илмии лабораторияи физикаи МИХ АМИ ҶТ, e-mail: firuza-tiens@mail.ru.

**ЗАКОН ВСЕМИРНОГО
ТЯГОТЕНИЯ И ЕГО НАУЧНО-
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ**

Абдуманнонов Абдуалӣ - доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией физики Худжандского научного Центра НАН РТ, e-mail: abduali53@mail.ru

Абдуманнонова Фируза Абдуалиевна – научный сотрудник лаборатории физики Худжандского научного Центра НАН Таджикистана, e-mail: firuza-tiens@mail.ru.

**THE LAW OF WORLD GRAVITY AND
ITS SCIENTIFIC AND PRACTICAL
SIGNIFICANCE**

Abdumanonov Abdual i- Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head, of Laboratory Physics Khujand Scientific Center, National Science Academy of Tajikistan, e-mail: abduali53@mail.ru.

Abdumanonova Firuza Abdualievna -Researcher Physics Laboratory, Khujand Scientific Center, National Academy of Sciences of Tajikistan, e-mail: firuza-tiens@mail.ru.

Вожаҳои калидӣ: қувваи қозиб, қонуни қозибҳои умумиолам, Нютон, массаи ҷирмҳои осмонӣ, суръатҳои кайҳонӣ, парвоз ба коинот

Дар мақола оиди заминаҳои илмии каифии қонуни қозибҳои умумиолам, ҳисоб кардани массаи ҷирмҳои осмонӣ ва суръатҳои кайҳонӣ маълумоти рақамӣ оварда шудааст. Аз чунин пешниҳод, ки бори аввал сураат мегирад, толибилмон барои ташаккули дониши физикии худ, омӯзгорон барои пурқувват шудани мотиватсияи омӯзиши дар раванди таълими физика ва астрономия истифода бурда метавонанд.

Ключевые слова: сила гравитации, закон всемирного тяготения, Ньютон, масса небесных тел, космические скорости, полёт в космос

В рамках одной статьи показаны научные предпосылки и открытие закона всемирного тяготения, приведены примеры определения массы небесных тел, расчёта космических скоростей, приведшей к космическим полётам. Такое сочетание способствует лучшему восприятию представленного материала студентами, а преподаватели могут использовать их для повышения мотивации учебного процесса по физике и астрономии.

Key words: force of gravity, law of universal gravitation, Newton, mass of celestial bodies, cosmic speeds, flight into space

Within the framework of one article, scientific prerequisites, the discovery of the law of universal gravitation are shown, examples of determining the mass of celestial bodies are given, the calculation of cosmic speeds led to space flights. This combination contributes to a better perception of the presented material by students, and teachers can use them to increase the motivation of the educational process in physics and astronomy.

Ба саволи «барои чӣ ҷисмҳо ба Замин меафтанд?», одамон аз замонҳои қадим ҷавоб меҷустанд. Дар воқеъ ҳангоми аз даст раҳо шудани санг (ва ё чизи дигар) вай ҳамон ба поён ба сӯи замин ҳаракат менамояд (меафтад). Барои чӣ?

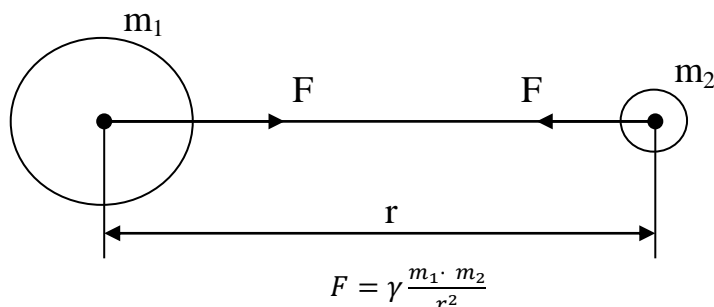
Ба ин савол аввалин шуда физики бузурги англис Исаак Нютон (1642-1727) ҷавоби дуруст додааст. Мувофиқи маълумоти дар [1] овардашуда Нютон соли 1666 дар сини 24 солагӣ ба кашфи қонуни ҷозиба муваффақ шудааст. Бинобар он солҳо он қадар дақиқ набудани масофаи Замин ва Моҳ, то дастрас шудани маълумоти дақиқ ҷопи натиҷаҳои худро мавқуф гузоштааст. Ҳамин тавр, пас аз ба даст овардани натиҷаҳои боварибахш, пас аз 16 сол (1682) ин натиҷаҳоро ба ҷоп расонидааст. Ба ҳар ҳол ҳоло зиёда аз 300 сол мешавад, ки ин қувваи универсалии табиат ошкор ва қонуни ҷозиба муқаррар карда шудааст. Ин кашфиёти беназир дар таърихи башарият ба ҳисоб меравад.

Нютон исбот намудааст, ки сабаби ба Замин афтидани санги ҳавододашуда ин қувваи ҷозиба мебошад. Гардиши Моҳ дар гирди Замин ва гардиши Замин дар гирди Офтоб низ зери таъсири қувваи ҷозиба рух медиҳад. Яъне, ҳама гуна ҷисмҳои дар масофа воқеъбуда бо ҳамдигар ҷазб (кашида) мешаванд. Ин қувваро қувваи ҷозиба меноманд.

Бояд зикр намуд, ки дар физикаи муосир, алҳол, чор навъи боҳамтаъсирро қувваҳои асосӣ (фундаменталӣ) меноманд. Боҳамтаъсири гравитатсионӣ (ҷозибавӣ), электромагнитӣ, ядровӣ (зӯр) ва суст [2]. Дар ин мақола танҳо оиди боҳамтаъсири гравитатсионӣ (қувваи ҷозиба) сухан мекунем.

Қувваи ҷозиба дар байни қувваҳои асосӣ(фундаментали)и табиат дар мақоми аввал ҷойгир мебошад. Зеро, дар физика олимони ба дарки вучуд доштани ин қувва ва муқаррар кардани қонуни он (қонуни ҷозибавӣ умумиолам) қабл аз кашфи дигар қувваҳои асосии табиат расидаанд. Аз тарафи дигар, қувваи ҷозиба дар байни қувваҳои асосии табиат фарогиртар аз ҳама дар коинот мебошад. Яъне таъсири қувваи ҷозиба дар байни зарраҳои элементарӣ (масалан, ду электрони дар масофа воқеъбуда), дар байни ҷирмҳои осмонӣ, масалан, ситора ва сайёраҳо ва дар байни галактиҳо амал мекунад. Ҳамин тавр, қувваи ҷозиба тамоми коиноти бепайдоканорро фаро гирифтааст. Курашакл будани ҷирмҳои осмонӣ (ситораҳо, сайёраҳо, радиои сайёраҳо) ҳамчун натиҷаи таъсири қувваи ҷозиба шарҳ дода мешавад. Устувории низми офтобӣ низ ба таъсири мутақобилаи Офтоб ва сайёраҳои вай фаҳмонида мешавад [2, 3].

Бузургии қувваи ҷозибавӣ байни ду ҷисм ба ҳосили зарби массаи ҷисмҳо мутаносиби роста буда, ба квадрати масофаи байни марказҳои он мутаносиби чаппа мебошад. Инро қонуни ҷозибавӣ умумиолам меноманд. Аввалин маротиба ба чунин хулосаи илмӣ олими бузурги англис Исаак Нютон расидааст.



Ифодаи (1) формулаи қонуни ҷозибавӣ умумиолам мебошад. Дар ин ҷо F - қувваи ҷозиба, γ - доимии ҷозиба, бузургиаш аз интиҳоби воҳидҳои ҷенкунӣ вобаста, m_1 , m_2 массаи ҷисмҳо, r - масофаи байни марказҳои ҷисмҳо. Дар системаи байналхалқии воҳидҳо (СИ) бузургии доимии ҷозиба $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$ мебошад. Доимии ҷозибаро бори аввал олими англис Кэвэндиш соли 1798 дар таҷриба муайян кардааст.

Ба хулосаи болоӣ Нютон зимни таҳлили маълумоти астрономӣ омадааст. Дарвоқеъ, Замин бо қувваи ҷозибавӣ худ ба Моҳ шитобе мебахшад, ки ба массаи Моҳ вобаста нест ва бузургии он аз шитобе ки Замин ба ҷисми дар сатҳи Замин буда мебахшад, $(60)^2$ маротиба хурд мебошад. Радиуси кураи Замин R_3 тақрибан 6400 км ва масофа аз Замин то Моҳ 384 000 км баробар мебошад. Яъне Моҳ аз Замин дар масофаи $60R_3$ воқеъ мебошад. Аз ин ҷо Нютон ба хулоса

омадааст, ки қувваи ба Моҳ шитоббахшанда (қувваи қозибай Замин) ба квадрати масофа мутаносиби чаппа мебошад. Ҳамин тавр, ҳулоса мебарорад Нютон, Офтоб ба сайёраҳо шитобе мебахшад, ки ба квадрати масофа аз Офтоб то сайёра мутаносиби чаппа мебошад.

Хонандае, ки аз донишҳои физикӣ бохбар аст, пурсиданаш мумкин, ки: - «Ба кашфи қонуни қозибай зиёда аз 300 сол шудааст, дар бораи таърихи кашф ва аҳмияти назарӣ ва амалии қонуни қозибай бисёр навиштаанд, рӯй овардан ба ин масъала чӣ зарурат дорад?» Чунин савол воқеан дуруст аст, агар маълумот дар бораи қонуни қозибай ва аҳмияти он дар якҷанд саҳифа навишта мешуд ва ба толибилмону омӯзгорон дастрас мебуд. Таҳлил нишон медиҳад, ки маълумоти илмӣ ва ботафсил навишташудаи дастрас ба омӯзгорони физика ва толибилмон (хонандагони мактабҳои ҳамагонӣ ва донишҷӯён) оиди моҳият ва аҳмияти илмиву амалии қонуни қозибай на танҳо ба забони тоҷикӣ балки ба забони русӣ низ дар якҷанд саҳифа навишта нашудааст. Чунин маълумот пароканда буда [1, 2, 3, 4], зимни дастовардҳои илми муосир таҳлил нашудааст. Хонандагони мактабҳои ҳамагонӣ бо қувва ва қонуни қозибай дар физикаи синфи 10 шинос мешаванд [5]. Минбаъд дар синфи 11 ҳангоми омӯзиши фанни астрономия [3] ба ин мавзӯ бармегарданд, лекин дар ҳарду маврид ҳам якҷанд ҷиҳати масъала бояд шояд баррасӣ намешавад.

Мо кӯшиш намудем, ки чунин маълумоти муфассалро оиди қувва ва қонуни қозибай, моҳияти илмӣ ва аҳмияти амалии он дар якҷанд саҳифа ботафсил нависем. То ки хонанда, толибилмон ва омӯзгорони физика оиди ин кашфиёти беназир маълумоти кифоя дошта бошанд. Аз ин маълумот омӯзгорони фанни физика дар фаъолияти омӯзгории худ истифода баранд. Боварӣ дорем, ки дар сурати дар ҳаҷми як мақола гирд овардани чунин маълумот фаро гирифтани он, истифода бурдани он бо мақсади ҳалли масъалаҳои рақамӣ ва педагогӣ бештар ва самараноктар мешавад.

Таҷрибай бисёрсолаи илмӣ-педагогии мо нишон медиҳад, ки чунин маълумот ба омӯзгорон беш аз ҳама барои пурқувват намудани мотиватсияи донишандӯзӣ кӯмак хоҳад намуд. Зеро, яке аз вазифаҳои асосии таълим дар зинаи дуоми таҳсилоти миёна, дар хонандагон ҳарчи бештар бедор намудани шавқи донишандӯзӣ ва худомӯзӣ мебошад. Ин зарурият ҳангоми таълими фанҳо дар мактабҳои олии бештар ба миён меояд. Зеро, чи тавре, ки таҷрибай собит менамояд, самаранокии қорҳои таълимӣ дар мактаби олии бо зиёд шудани мустақилияти донишҷӯ дар донишандӯзӣ меафзояд.

Устодони донишгоҳҳо ва омӯзгорони мактабҳои лозим аст, ки бо баробари ҳарчи фаҳмо намудани «Чиро меомӯзем?» ба масъалаи «Чаро меомӯзем?» тавачҷӯх зоҳир намоянд. Ҳангоме, ки ба толибилм бо баробари аҳмияти илмӣ-назариявии масъала оиди муҳимияти он дар ташаккули ҷаҳонбинии илмӣ, технологияи муосир ва ҳаёти иҷтимоии одамон маълумот дода мешавад, (мотиватсия пурқувват мешавад), толибилмро қозибай доништа гирифта ба пеш мебарад ва аксаран мустақилона ба амиқтар омӯхтани масъала (аз китобҳои таҳассусӣ ва мақолаҳои илмӣ) ва дарёфти самтҳои нави татбиқи амалии ҳодиса ҷустуҷӯро оғоз менамояд. Ин қабил толибилмон лоиҳаҳои илмӣ-эҷодӣ барои тақмили воситаҳои техникаи мавҷуда ва лоиҳаҳои нав бо истифода аз имкониятҳои техникаи муосир пешниҳод менамоянд. Аз чунин толибилмон муҳаққиқон, ихтирокорон ва муҳандисони эҷодкор ба воя мерасанд. Вазифаи касбии омӯзгорон ва устодон ҳарчи бештар намудани шумораи чунин толибилмон мебошад. Бештар шудани шумораи чунин толибилмон, аз як тараф ба боло рафтани маърифати илмии ҷомеа мусоидат намояд, аз дигар тараф аз доираи чунин толибилмон, минбаъд, мутахассисони соҳибқасб ва баландпоя сабзида мерасанд.

Бармегардем ба қонуни қозибай умумиолам. Ба толибилм фаҳмидан ва аз хотир гуфтани қонуни қозибай душвор нест. Лекин ҷавоб додан ба саволи: «Омӯхтани қонуни қозибай ба мо чӣ медиҳад (барои чӣ лозим) ?» - қори сахл нест. Омӯзгор метавонад аз ин ҳолати психологӣ-педагогӣ бо мақсади пурқувват намудани мотиватсияи омӯзиш истифода барад.

Яъне вай ҷавобҳои нопурра ва нодурусти шогирдонро тавзеҳ дода, пурра намуда, амалан ба саволи гузошташуда ҷавоби муфассал медиҳад. Яке аз вариантҳои ҷавоби муҳтасари омӯзгор ба саволи болоӣ чунин аст: «Шиносоӣ бо қувва ва қонуни қозибай ба мо имкон медиҳад, ки сабаби ба замин афтидани ҷисми ҳавододашударо фаҳмида гирем. Зеро, физика сабабияти ба вукӯъ омадани ҳодисаҳои меомӯзад. Маълум мешавад, ки сабаби ба замин афтидани ҷисми ҳавододашуда қувваи қозибай будааст. Бояд таъкид кард, ки қувваи қозибай таъсири мутақобила мебошад.

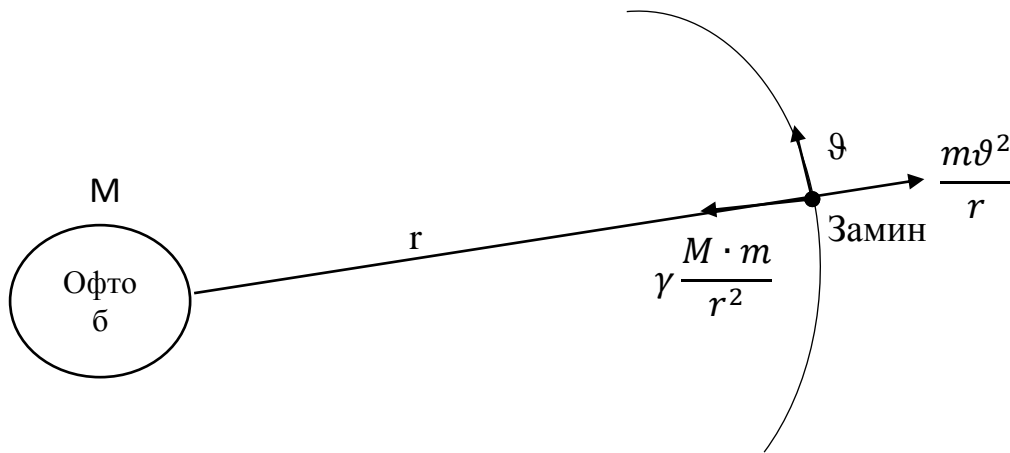
Яъне ҳангоми дида баромадани ҳодисаи ба Замин афтидани санг, бояд дар хотир дошт, ки қувваи қозибай ҳам ба санг ва ҳам ба Замин баробар таъсир менамояд. Яъне ҳамон як қувва (1) дар як вақт ҳам ба Замин ва ҳам ба санг таъсир менамояд. Амалан, санг ва Замин таҳти таъсири қувваи қозибай ба истиқболӣ ҳамдигар бо шитоб ҳаракат менамоянд.

Аз қонуни дуҷоми Нютон шитоби ҳисм ба массааш мутаносиби чаппа мебошад. Азбаски массаи Замин нисбат ба массаи санг хеле бузург аст, шитоби соҳибшудаи Замин хеле ночиз мешавад. Бинобар он ҳангоми афтидани санг ҳаракати Заминро ба сӯи санг пайҳас карда наметавонем. Ба назари мо танҳо санг ба сӯи Замин ҳаракат менамояд (меафтад). Қувваи қозиба яке аз қувваҳои асосии табиат мебошад. Қувваи қозиба дар байни ҳама гуна ҳисмҳои дар масофа воқеъбуда амал мекунад.

Донишмандони формулаи қонуни қозиба имкон медиҳад, ки қувваи боҳамтаъсири ҳисмҳои мухталиф аз зарраҳои элементарӣ то ҷирмҳои осмонӣ ҳисоб карда шавад. Бо истифода аз қонуни қозиба ва натиҷаҳои рақамии мушоҳидаҳои астрономӣ массаи ҷирмҳои осмонӣ муайян карда мешавад.

Бо истифода аз қонуни қозиба Нютон, аввалин шуда, суръатҳои кайҳониро ҳисоб кардааст. Ба вуҷуд омадани маълумоти рақамӣ оиди суръатҳои кайҳонӣ, амалан, имконпазирии парвоз ба коинотро ба инсоният нишон додааст.

Муқаррар карда шудааст, ки дар атрофи ҳама гуна ҳисм (масса) майдони қозиба пайдо мешавад. Ҳисмҳо тавассути майдони қозибашон бо ҳам кашида мешаванд. Таҷриба нишон медиҳад, ки густариш ва таъсири майдони қозибаро садде (монетае) пешгири карда



наметавонад.

Муайян кардани массаи ҷирмҳои осмонӣ. Бо истифода аз қонуни қозиба ва натиҷаҳои мушоҳидаҳои астрономӣ массаи ҷирмҳои осмониро муайян кардан мумкин аст. Барои мисол массаи Офтобро ҳисоб мекунем. Маълум аст, ки Замин дар гирди Офтоб гардиш мекунад. Масофаи аз Замин то Офтоб $r=150\,000\,000$ км мебошад. Зери таъсири қувваи қозибаи Офтоб Замин бо шитоби $\frac{v^2}{r} = \omega^2 r$ гирдхатта ҳаракат менамояд. Дар ин ҷо v – суръати ҳаттии Замин дар мадораш. Дар як вақт ба Замин қувваи марказгурези инерсионӣ, ки самташ муқобил қувваи қозибаи Офтоб мебошад, таъсир мекунад. Ҳангоми баробар шудани қувваи қозиба ва марказгурези инерсионӣ Замин дар мадораш аз рӯи инерсия гирдхатта давр мезанад. Ин чунин маъно дорад, ки ҳангоми дар мадор(орбита)аш давр задани Замин қувваи натиҷавии ба Замин таъсиркунанда ба сифр баробар мешавад. Ин аст, ки Замин на ба Офтоб меафтад ва на аз Офтоб дур меравад. Сайёраи Замин дар коинот (дар вакууми кайҳонӣ) муаллақ дар гирди Офтоб давр мезанад. Азбаски ба ҳаракати Замин муқобилияте нест (дар вакуум соиш намешавад), бинобар он суръати Замин бо гузашти вақт суст намешавад – доимӣ мемонад. Ин хело муҳим аст, зеро ҳангоми кам шудани суръати мадории Замин қувваи қозибаи Офтоб афзалият пайдо намуда Заминро ба Офтоб “афтониданаш” имконпазир мебошад.

Чӣ тавре ки зикр намудем дар мадор $\gamma \frac{M \cdot m}{r^2} = \frac{m v^2}{r}$ мешавад. Дар ин ҷо M – массаи Офтоб, m – массаи Замин, r – масофаи байни Замин ва Офтоб. Аз ин ҷо $\gamma M = r v^2$ мешавад ва $M = \frac{r v^2}{\gamma}$ (2).

Дар ин ҷо v – суръати мадории Замин дар гирди Офтоб. Суръати ҳаттии Заминро аз натиҷаҳои мушоҳидаҳои астрономӣ муайян мекунем. Мадори (орбитаи) Заминро доирашакл ҳисобида навиштан мумкин:

$= \frac{2\pi r}{T}$ (3) Дар ин ҷо $T=1$ сол – даври гардиши Замин дар гирди Офтоб. Мувофиқи маълумоти муосири астрономӣ 1 сол= 365 шабонарӯзу 5 соату 48 дақикаву 46 сония мебошад.

$$\begin{aligned} T &= 31546926 \text{ с (аниқ)} \\ r &= 150\,000\,000\,000 \text{ м} = \\ &= 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м} \\ &g-? \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{2\pi r}{T} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м}}{31546926} = \frac{6,28 \cdot 1,5 \cdot 10^{11}}{4} = \frac{9,42 \cdot 10^{11}}{31546926} = \frac{9,42 \cdot 10^{11}}{31,547 \cdot 10^6} \\ &= 2,986 \cdot 10^4 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 29,86 \cdot 10^3 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 29,86 \frac{\text{км}}{\text{с}} \end{aligned}$$

Ҳамин тавр, ҳисобкунӣ нишон медиҳад, ки Замин дар мадораш бо суръати тақрибан 30 км/с (!) дар ҳаракат мебошад.

Бузургии суръати ҳаттии Замиро дар мадор ба формулаи (2) гузошта массаи Офтобро ҳисоб мекунем:

$$\begin{aligned} M &= \frac{r g^2}{\gamma} = \frac{1,5 \cdot 10^{11} \cdot (29,86 \cdot 10^3)^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}} = \frac{1,5 \cdot 10^{11} \cdot 891,62 \cdot 10^6}{6,67 \cdot 10^{-11}} \\ &= \frac{1337,43 \cdot 10^{17}}{6,67 \cdot 10^{-11}} = 200,51 \cdot 10^{28} \text{ кг} \approx 2 \cdot 10^{30} \text{ кг} \end{aligned}$$

Ҳамин тавр бо истифода аз қонуни қозима массаи Офтобро муайян кардем, ки вай ба $M=2 \cdot 10^{30}$ кг (!) баробар будааст. Бояд таъкид намуд, ки массаи Офтоб хеле бузург мебошад. Барои муқоиса: Массаи Офтоб нисбат ба массаи сайёраи Замин тақрибан $333\,000$ маротиба зиёд мебошад.

Айнан бо ҳамин усул массаи Замиро ҳам ҳисоб карда мешавад. Аз мушоҳидаҳои астрономӣ бармеояд, ки даври гардиши Моҳ дар гирди Замин (моҳи сидерӣ) ба $T=27,3$ шабонарӯз баробар мебошад. Масофа аз Замин то Моҳ тақрибан $384\,000$ км мебошад. Аз рӯи ин бузургиҳо суръати ҳаракати Мохро дар орбитааш ҳисоб мекунем.

$$\begin{aligned} &= \frac{2\pi r}{T} = \frac{6,28 \cdot 3,84 \cdot 10^8 \text{ м}}{23,587 \cdot 10^5 \text{ с}} = \frac{24,115}{23,587} \cdot \frac{10^3 \text{ м}}{\text{с}} = 1,022 \cdot \frac{10^3 \text{ м}}{\text{с}} = \\ &1022 \frac{\text{м}}{\text{с}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T &= 27,3 \times 24 \cdot 3600 \text{ с} = 23,587 \cdot 10^5 \text{ с} \\ r &= 384\,000\,000 \text{ м} = \\ &= 3,84 \cdot 10^8 \text{ м} \\ g_{(\text{моҳ})} &-? \end{aligned}$$

Аз ин ҷо, шитоби марказрави Моҳ хангоми даврзанӣ дар гирди Замин:

$$\begin{aligned} a(\text{моҳ}) &= \frac{v^2}{r} = \frac{(1,022 \cdot 10^3)^2}{3,84 \cdot 10^8} = \frac{1,044 \cdot 10^6}{3,84 \cdot 10^8} = \\ &= 0,27 \cdot 10^{-2} \text{ м/с} \end{aligned}$$

Яъне, Моҳ зери таъсири қувваи қозимаи Замин бо шитоби марказравӣ $2,7 \cdot 10^{-3}$ м/с² ҳаракат менамояд.

Бояд дар хотир дошт, ки суръат бузургии векторӣ мебошад. Ҳангоми бо суръати доимӣ даврзананда ҳаракат кардани ҷисм бефосила тағйир ёфтани самти вектори суръат ба амал меояд. Шитоби марказрав дар натиҷаи тағйирёбии самти суръат ба вучуд меояд.

Ба мо маълум аст, ки шитоби афтиши озод дар сатҳи Замин ба $9,81$ м/с² баробар мебошад. Нисбати шитоби афтиши озод дар сатҳи Замин бар шитоби Моҳ: $\frac{g}{a} = \frac{9,81}{2,7 \cdot 10^{-3}} = 3,63 \cdot 10^3 = 36,3 \cdot 10^2 \approx (60)^2 = 3600$ маротиба. Яъне шитоби афтиши ҷисм зери таъсири қувваи қозима дар сатҳи Замин нисбат ба шитобе ки Моҳ (зери таъсири қозимаи Замин) соҳиб мешавад 3600 маротиба зиёд. Пас, қувваи қозимаи Замин дар масофае, ки Моҳ нисбат ба Замин қойгир аст нисбат ба сатҳи Замин 3600 маротиба кам мебошад. Ана аз ҳамин муқоиса, Нютон ба квадрати масофаи байни ду ҷисм мутаносиби чаппа будани қувваи қозимаро дарёфтааст. Зеро чи тавре, ки дар боло зикраш рафт, нисбати масофа аз Замин то Моҳ бар радиуси Замин ба 60 баробар аст ва $(60)^2$ ба 3600 баробар мебошад.

Қимати суръати ҳаттии Мохро ба формулаи (2) гузошта массаи Замиро ҳисоб мекунем:

$$M_{\text{Замин}} = \frac{r g^2}{\gamma} = \frac{3,84 \cdot 10^8 \cdot (1,044 \cdot 10^6)^2}{6,67 \cdot 10^{-11}} = \frac{4,0089 \cdot 10^{14}}{6,67 \cdot 10^{-11}} = 0,588 \cdot 10^{25} \text{ кг} = 5,88 \cdot 10^{24} \text{ кг}$$

Ҳамин тавр, чи тавре, ки ҳисобкунӣ нишон медиҳад, массаи сайёраи Замин тақрибан ба $6 \cdot 10^{24}$ кг баробар будааст. Донистани ин рақам барои ҳисоб кардани суръатҳои кайҳонӣ лозим мебошад. Чи тавре, ки дида мешавад, хангоми ҳамсафар (радиф) доштани чирми осмонӣ бо усули дар боло овардашуда массаи онро муайян кардан душвор нест. Барои ин дониستاني

масофа то радиф, даври гардиши радиф ва қонуни қозоба кифоя мебошад. Лекин муайян кардани массаи чирми осмоние, ки ҳамсафар надорад, як қадар душвортар мебошад. Барои ин дар астофизикаи муосир аз усулҳои дигар, аз ҷумла, аз назарияи ошӯбҳо истифода мебаранд.

Суръатҳои кайҳонӣ. Нютон пас аз кашфи қонуни қозобаи умумиолам, аввалин шуда суръатҳои кайҳониро ҳисоб кардааст. *Суръати якуми кайҳонӣ*- суръатест, ки ҳангоми ҳисм (ракета) ба он соҳиб шудан, вай ба ҳамсафари сунъии Замин табдил меёбад. Яъне вай дар гирди Замин аз рӯи мадори доиравӣ давр мезанад, вале ба Замин намеафтад. Зеро ҳангоми бо ин суръат давр задани ракета қувваи марказгурези инерсионӣ ба қувваи қозобаи Замин бо ҳам баробар мешавад. Яъне: $\gamma \frac{M \cdot m}{r^2} = \frac{m \vartheta^2}{r}$ аз ин ҷо $\gamma M = r \cdot \vartheta^2$ ва ниҳоят

$$= \sqrt{\gamma \frac{M}{r}} \quad (4) \text{ мешавад. Дар ин ҷо } M=6 \cdot 10^{24} \text{ кг массаи Замин, } \gamma\text{-доимии қозоба, } r\text{-масофа}$$

аз маркази Замин то ракета. Дар сатҳи Замин $r=R_3$ - радиуси Замин $R_3=6370 \text{ км}=6,37 \cdot 10^6 \text{ м}$. Қимати бузургихоро ба ифодаи (4) гузошта суръати якуми кайҳониро барои Замин ҳисоб мекунем.

$$= \sqrt{\gamma \frac{M}{R_3}} = \sqrt{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{6 \cdot 10^{24}}{6,37 \cdot 10^6}} = \sqrt{\frac{40,02 \cdot 10^{13}}{6,37 \cdot 10^6}} = \sqrt{6,282 \cdot 10^7} = \sqrt{62,83 \cdot 10^6} = 7,9 \cdot 10^3 \text{ м/с.}$$

Ҳамин тавр, ҳисобкунӣ нишон медиҳад, ки суръати якуми кайҳонӣ ба $\vartheta_1=7,9 \cdot 10^3 \text{ м/с} \approx 8 \text{ км/с}$ баробар будааст. Дар сатҳи Замин қувваи вазнинӣ mg ба қувваи қозоба баробар аст.

Пас: $\gamma \frac{M \cdot m}{R^2} = mg$ аз ин ҷо $\gamma \frac{M}{R} = R \cdot g$ (5)

Ифодаи (5) – ро ба (4) гузошта формулаи дигари ҳисоб кардани суръати якуми кайҳониро ҳосил мекунем.

$$1 = \sqrt{\gamma \frac{M}{R}} = \sqrt{Rg} = \sqrt{6,37 \cdot 10^6 \cdot 9,81} = \sqrt{62,4897 \cdot 10^6} = 7,9 \cdot 10^3 \text{ м/с}$$

Ҳамин тавр, ҳангоми ҳисбро ба суръати $\vartheta_1=7,9 \cdot 10^3 \text{ м/с} \approx 8 \text{ км/с}$ соҳиб кардан вай ба ҳамсафари сунъии Замин табдил меёбад. Вай аз рӯи мадори доиравӣ дар гирди Замин давр мезанад. Ҳангоми суръати ҳисм $\vartheta > \vartheta_1$ шудан вай дар гирди Замин аз рӯи мадори эллипсӣ давр мезанад. Суръати якуми кайҳонӣ, бори аввал 5 уми октябри соли 1957 дар Иттиҳоди Шӯравӣ (СССР) таҳти роҳбарии академик Сергей Павлович Королев, тавассути ҳаракатдиҳандаҳои реактивӣ, ҳосил карда шудааст. Ҳамон сол ба мадор аввалин радифи сунъии Замин (спутник) бароварда шуда буд.

Суръати дуҷуми кайҳонӣ- суръатест, ки ҳангоми ҳисм (ракета) ба ин суръат соҳиб шудан вай аз қозобаи Замин баромада, ба ҳамсафари сунъии Офтоб (сайёраи сунъӣ) табдил меёбад. Бузургии суръати дуҷуми кайҳонӣ дар асоси қонуни қозоба ва қонуни бақои энергия ҳисоб карда мешавад. Яъне, аз шарти он, ки энергияи кинетикии ракета (ҳисм) ба қори муқобили қувваи қозобаи Замин иҷрошуда бояд баробар бошад. Яъне: $\frac{m \vartheta^2}{2} \geq A_{\text{қозоба}}$, ва $\frac{m \vartheta^2}{2} = F_q \cdot r = \gamma \frac{M \cdot m}{r^2} \cdot r$ мешавад. Аз ин ҷо $\gamma \frac{M}{r} = \frac{\vartheta^2}{2}$ ва $2\gamma M = r \vartheta^2$ ҳосил мекунем. Аз ин ифода суръатро меёбем:

$$= \sqrt{\frac{2\gamma M}{r}} = \sqrt{2\gamma \frac{M}{r}} \quad \text{Ҳангоми } r=R_3 \text{ формулаи ҳисоб кардани суръати дуҷуми кайҳониро}$$

ҳосил мекунем.

$$2 = \sqrt{2\gamma \frac{M}{R_3}} = \sqrt{2} \cdot 1 \quad (6) \quad \text{зеро } 1 = \sqrt{\gamma \frac{M}{R_3}}.$$

Ҳамин тавр, қиматҳоро ба формулаи (6) гузошта ҳосил мекунем:

$$2 = 1,41 \cdot 7,9 \cdot 10^3 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 11,139 \cdot 10^3 \text{ м/с} \approx 11,14 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

Яъне, ҳангоми ба ракета суръати $\vartheta_2=11,14 \text{ км/с}$ додан вай аз қозобаи Замин баромада ба ҳамсафари сунъии Офтоб табдил меёбад. Суръати дуҷуми кайҳониро низ бори аввал дар Иттиҳоди Шӯравӣ (СССР) 2 январи соли 1959 ба даст оварда шудааст.

Суръати сеҷуми кайҳонӣ-суръатест, ки ҳангоми ҳисм (ракета) ба он соҳиб шудан вай аз қозобаи Офтоб баромада ба коинот сӯи ситораҳо меравад. Мисли болоӣ, бо фарзи он ки энергияи кинетикии ракета бо қори муқобили қувваи қозобаи Офтоб сарф мешавад, суръати сеҷуми кайҳонӣ ҳисоб карда мешавад.

$$\frac{m \vartheta^2}{2} = \gamma \frac{M_{\text{офт}} \cdot m}{r^2} \cdot r \quad \text{дар ин ҷо } m \text{ – массаи киштии кайҳонӣ, } M_{\text{офт}} \text{ – массаи Офтоб, } r \text{ – масофаи}$$

аз Замин то Офтоб. Аз ин ҷо ҳосил мекунем: $\vartheta = \sqrt{2\gamma \frac{M}{r}}$ (7). Қиматҳоро ба формулаи (7) гузошта суръати сеюми кайҳониро ҳисоб мекунем.

$$z = \sqrt{2\gamma \frac{M}{r}} = \sqrt{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{2 \cdot 10^{30}}{1,5 \cdot 10^{11}}} = \sqrt{17,786 \cdot 10^8} = 4,22 \cdot 10^4 \frac{M}{c} = 42,2 \cdot 10^3 \frac{M}{c} = 42,2 \frac{KM}{c}$$

Чӣ тавре, ки ҳисобкунӣ нишон медиҳад, суръати сеюми кайҳонӣ барои сайёраи Замин ба 42,2 км/с баробар будааст. Бояд зикр намуд, ки аз тарафи кишварҳои мутараққӣ ҳамаи суръатҳои кайҳонӣ ба даст оварда шудааст. Дар якҷанд кишвари ҷаҳон, аз ҷумла Руссия, ИМА, Франсия, Англия, Хитой, Ҳиндустон ва ғайра дар нимаи дуҷуми асри 20 ва ибтидои асри 21 дар сохтани ҳаракатдиҳандаҳои реактивӣ ва ташкили парвоз ба коинот қадами чиддӣ гузошта шудааст.

12 апрели соли 1961 гражданини Иттифоқи Советӣ Юрий Алексеевич Гагарин бо киштии кайҳонии Восток аввалин шуда ба кайҳон парвоз кардааст. Ҷ дар давоми 108 дақиқа гирди Заминро як маротиба давр зада ба Замин баргаштааст. Минбаъд, 12 апрелро, ҳар сол ҳамчун рӯзи кайҳонавардӣ қайд карда мешавад.

20 июли 1969 астронавтҳои амрикоӣ аввалин шуда ба сатҳи Моҳ қадам ниҳоданд. Минбаъд астронавтҳои амрикоӣ шаш маротиба ба Моҳ сафар анҷом додаанд. Аз тарафи Иттиҳоди Шӯравӣ ба Моҳ таҷҳизоти худкор фиристонида шуданд. Ин автоматҳо аз Замин идора карда мешуданд. Онҳо аз нуқтаҳои гуногун хоки Моҳро гирифта ба Замин баргаштаанд. Минбаъд аз тарафи олимони советӣ ба Моҳ лабораторияҳои худгард – луноходҳо фиристонида шуданд. Луноходҳо дар сатҳи Моҳ даҳҳо километр масофаро тай намуда, релйеф ва шароити физикии Моҳро омӯхтанд. Хоки Моҳро ба Замин оварданд ва таркиби химиявии он омӯхта шуд. Таҳлил нишон додааст, ки таркиби хоки Моҳ ба мисли хоки Замин аз унсурҳои химиявӣ бой нест. Омӯзиш нишон додаст, ки Моҳ атмосфера (ҳаво) надорад, бинобар он вай аз бархӯрд ба сангҳои осмонӣ ва радиатсияи кайҳонӣ химоя надорад [6]. Азбаски Моҳ атмосфера надорад, дар Моҳ боридани борон ва барф дида намешавад.

Моҳ дар гирди меҳвараш дар ҳамворие давр мезанад, ки ба хати Замин-Моҳ перпендикуляр мебошад. Бинобар он Моҳ ҳамеша бо як рӯяш ба Замин «нигоҳ мекунад», як рӯяшро ба мо «нишон намедиҳад». Олимон тарафи ба Замин намоёни Моҳро бо воситаи телескопҳо омӯхта харитаи онро тартиб додаанд. Тарафи нонамоёни Моҳро бо воситаи киштиҳои кайҳонии худкор сурат гирифта ба Замин фиристонида шудааст. Як шабонарӯзи Моҳ ба 14 шабонарӯзи Замин баробар мебошад. Рӯзона температураи сатҳи Моҳ то +120°C гарм, вале шабона то – 170°C хунук мешавад. Сабаби зиёд будани фарқи температураи рӯз ва шаби Моҳ бо дароз будани шаб ва рӯз ва набудани атмосфера маънидод карда мешавад.

Ҳамин тавр, кашфи қонуни ҷозибии умумиҷамъии аҳмияти бағоят бузург илмӣ ва амалӣ дорад. Дар асоси қонуни ҷозибии курашакли чирмҳои осмонӣ ва низоми сайёравии Офтоб маънидод карда шуд. Дар ин замина суръатҳои кайҳонӣ ҳисоб карда шуданд, ки ин амалан кушодани роҳ ба парвозҳои кайҳонӣ буд. Дар натиҷаи сохтани ҳаракатдиҳандаҳои реактивӣ дар нимаи асри 20 суръатҳои кайҳонӣ ба даст оварда шуданд ва парвоз ба коинот амалӣ карда шуд. Дар амалӣ шудани парвоз ба коинот нақши олимони ва конструкторони советӣ (Руссия) ва ИМА хеле бузург мебошад. Оиди аҳмияти илмӣ - амалии парвоз ба коинот дар мавриди дигар, ботафсил, маълумот хоҳем дод.

АДАБИЁТ

1. Липсон Г. Великие эксперименты в физике. Перевод с англ. под ред. В.И.Рыдника. -М.: «Мир», 1972, -216 с.
2. Григорьев В.И., Мякишев Г.Я. Силы в природе. -М.: «Наука», 1973, - 416 с.
3. Дягилев Ф.М. Из истории физики и жизни ее творцов. -М.: «Просвещение», 1986, -256 с.
4. Грушинский Н.П., Грушинский А.Н. В мире сил тяготения. -М.: «Недра», 1985, - 152 с.
5. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10 класс. Учебник для общеобразовательных организаций. -М.:«Просвещение», 2014, -416 с.
6. Воронцов-Вельяминов Б.А. Астрономия. Учебник для 11 класса средней школы. - М.:«Просвещение»,1989,-160 с.
7. Бялко А.В. Наша планета - Земля. - М.: «Наука», 1983, - 208 с.

LITERATURE

1. Lipson G. Great experiments in physics. Translation from English. ed. V.I. Rydник. -М.: "Mir", 1972, - 216 p.
2. Grigoriev V.I., Myakishev G.Ya. Forces in nature. -М.: "Science", 1973, - 416 p.
3. Diaghilev F.M. From the history of physics and the life of its creators. -М.: "Education", 1986, -256 p.
4. Grushinsky N.P., Grushinsky A.N. In the world of gravitational forces. -М.: "Nedra", 1985, - 152 p.
5. Myakishev G.Ya., Bukhovtsev BB, Sotskiy N.N. Physics grade 10. Textbook for educational organizations. -М.: "Education", 2014, - 416 p.
6. Vorontsov-Velyaminov B.A. Astronomy. Textbook for grade 11 high school. -М.: "Education", 1989, - 160 p.
7. Byalko A.V. Our planet is Earth. - М.: "Science", 1983, - 208 p.