

**FİZİKANIN TƏDRİSİ METODİKASI  
МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ  
METHODS OF TEACHING PHYSICS**

UOT 372.853

**Afət Calal qızı Məmmədzadə**  
*fəlsəfə doktoru proqramı üzrə doktorant  
Gəncə Dövlət Universiteti*

**“QRAVİTASIYA SAHƏ İNTENSİVLİYİ” MÖVZUSUNUN TƏDRİSİNDƏ  
ASTRONOMİYA FƏNNİNİN ROLU**

**Афет Джалал гызы Мамедзаде**  
*докторант по программе доктора философии  
Гянджинский Государственный Университет*

**РОЛЬ ПРЕДМЕТА АСТРОНОМИИ В ПРЕПОДАВАНИИ ТЕМЫ  
«ИНТЕНСИВНОСТЬ ГРАВИТАЦИОННОГО ПОЛЯ»**

**Afet Jalal Mammadzadeh**  
*doctorial student in the program of doctor of philosophy  
Ganja State University*

**THE ROLE OF THE SUBJECT ASTRONOMY IN TEACHING THE TOPIC INTENSITY  
OF THE GRAVITATIONAL FIELD**

**Xülasə.** Ümumdünya cazibə qanununu ümumtəhsil məktəbinin X sinfində “Qravitasiya qüvvələri” bölməsində tədris olunur. Metodik ədəbiyyatda bu qanunun bir neçə yolla tədrisinə təsadüf olunur [1]. Qanunun kəşfi ilə əlaqədar aşağıdakı üç əsas tarixi mərhələni nəzərdən keçirək:

1. Nyutona qədərki dövr.
2. Nyutonun fəaliyyəti dövrü.
3. Nyutondan sonrakı dövr.

Ümumdünya cazibəsi haqqında ilk elementar təsəvvürləri yunan alimləri Aristotel, Empidokl, Anaksagor və Demokrit yaratmışlar. Qədim Yunan mütəfəkkirlərinə görə təbiətdə oxşar olan cisimlər birləşməyə çalışırlar. Aristotel müəyyən hündürlükdən buraxılmış cisimlərin Yerə düşmə hadisəsini belə izah edirdi: bütün cisimlər Yerin mərkəzinə doğru hərəkət etməyə çalışır. O, Yeri kainatın mərkəzi hesab edirdi [2].

**Açar sözlər:** *Qravitasiya, cazibə, period, astronomiya, Günəş, Yer, planet*

**Резюме.** Закон всемирного тяготения изучается в разделе "Силы гравитации" в X классе общеобразовательной школы. В методической литературе этот закон преподается несколькими способами [1]. Рассмотрим следующие три основных исторических этапа в связи с открытием закона:

1. Эпоха до Ньютона.
2. Период деятельности Ньютона.
3. Постньютоновская эра.

Впервые элементарные представления о всемирной гравитации создали греческие ученые Аристотель, Эмпидокл, Анаксагор и Демокрит. По мнению древнегреческих мыслителей, сходные по своей природе объекты имеют свойство соединяться. Феномен падения предметов на Землю с определенной высоты Аристотель объяснял так: все предметы стремятся двигаться к центру Земли. Он считал Землю центром Вселенной [2].

**Ключевые слова:** *гравитация, притяжение, период, астрономия, Солнце, Земля, планета*

**Summary.** The law of universal gravitation is taught in the section "Forces of gravity" in the X grade of a comprehensive school. In the methodological literature, this law is taught in several ways [1]. Consider the following three main historical stages in connection with the discovery of the law:

1. The era before Newton.
2. The period of Newton's activity.
3. Post-Newtonian era.

For the first time, elementary ideas about universal gravity were created by the Greek scientists Aristotle, Empidocles, Anaxagoras and Democritus. According to ancient Greek thinkers, objects similar in nature tend to combine. Aristotle explained the phenomenon of objects falling to the Earth from a certain height as follows: all objects tend to move towards the center of the Earth. He considered the Earth to be the center of the Universe [2].

**Key words:** Gravity, attraction, period, astronomy, Sun, Earth, planet

Kopernikin verdiyi heliosentrik sistem astronomiyada inqilab yaratdığı kimi mexanikanın inkişafına da güclü təkan vermiş və Günəş sisteminin öyrənilməsi problemi yaranmışdır. Bu sahədə ilkin fikirlər ingilis alimi Hilbertə və fransız riyaziyyatçısı R. Dekarta məxsusdur. Hilbert planetləri nəhəng maqnit kimi təsəvvür edib, qarşılıqlı təsirin maqnit təbiətli olduğunu söyləyirdi. R. Dekarta görə isə, Kainat gözəgörünməz şəffaf burulğanlı materiya ilə dolu olduğundan, planetlər burulğana düşüb fırlanmaqla bərabər Günəş ətrafında da hərəkət edirlər. O dövrdə bu təsəvvürlərdən kəmiyyət xarakterli nəticələr almaq mümkün olmadığından, onlar elm tarixində sadələvh təsəvvürə çevrilmişdir.

İlk dəfə olaraq danimarkalı astronom Tixo Braqe uzun müddət planetlərin hərəkətini müşahidə etmiş, onların hərəkətini izləmiş və vəziyyətlərini qeydə götürmüşdür. T. Braqenin astronomik müşahidə cədvəllərindən istifadə edən İ. Kepler planetlərin hərəkətinin üç kinematik qanununu kəşf etmişdir [3].

1. Bütün planetlər fokuslarının birində Günəş yerləşən ellipslər üzrə hərəkət edir.
2. Planetin radius vektoru bərabər zamanlarda eyni sahələr cızır.
3. Planetlərin Günəş ətrafında fırlanma periodlarının kvadratları nisbəti orbitlərinin böyük yarımoxlarının kubları nisbətində bərabərdir.

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_1^3}{R_2^3} \quad (1)$$

Bununla da ümumdünya cazibə ideyasına doğru yeni yol açılmışdır. Təbii olaraq belə bir sual meydana gəlmişdir: planetlərin Günəş ətrafındakı hərəkətinin səbəbi nədir? Bu suala cavab

vermək üçün o dövrün alimləri, o cümlədən Kepler, Qaliley böyük zəhmət sərf etmişlər. Həmin axtarış zamanı Qaliley cisimlərin hərəkətinin qanunauyğunluqlarını tədqiq etmiş, qüvvələrin asılı olmaması prinsipini və ətalət qanununu kəşf etməklə həmin yolu daha da genişləndirmişdir [4].

Ümumdünya cazibə qanunu tədris olunarkən tarixi faktlara əsaslanmaq vacibdir. Bu qanunun ideyası XVII əsrin əvvəllərində Qaliley tərəfindən verilmişdir. Nyuton o dövrdə ona qədər olan fikirləri ümumiləşdirərək bu ideyanı ifadə edən qanun vermişdir. Təəssüflər olsun ki, Nyutonun bu barədə heç bir yazılı məlumatı saxlanılmamışdır. Nyutonun sözlərinə görə, bu qanunun kəşfinə səbəb almanın ağacdan düşməsi və Ayın Yer ətrafında hərəkəti mühüm rol oynamışdır. O dövrdə Nyutona aşağıdakı faktlar məlum idi. Məhz bu faktların təhlili ümumdünya cazibə qanununun kəşfi üçün əsas olmuşdur [5].

1. Bütün cisimlər Yerə düşür.
2. Bütün cisimlər Yerə eyni təcillə düşür.
3. Ay fırlanma periodu təqribən 27,3 sutka olan periodla Yer ətrafında dairəvi orbitə yaxın trayektoriya boyunca fırlanır.
4. Ayın Yer ətrafında fırlanma orbitinin radiusu Yerin radiusunun təqribən 60 mislinə bərabərdir.

Təbii ki, yuxarıda sadalanan faktların Nyuton tərəfindən hansı ardıcılıqla araşdırılması məlum deyil. Bizə məlum olan faktları təhlil edib Nyutonun qanunlarından və onun mülahizələrindən istifadə edib müəyyən mülahizələrlə ümumdünya cazibə qanununun riyazi ifadəsini çıxaraq:

1. Cisimlərin Yerə düşməsinə Nyuton cisimlərin Yer tərəfindən cəzb olunması ilə izah etmişdir;

2. Müxtəlif cisimlər üçün sərbəstdüşmə təcilinin eyni olması göstərir ki, cisimlərə təsir edən cazibə qüvvəsi cisimlərin kütləsi ilə mütənasibdir. Nyutonun ikinci qanununa görə

$$F = mg \text{ və ya } F \approx m;$$

3. Dairəvi orbit boyunca hərəkət edən cismə mərkəzəqaçma qüvvəsi təsir edir. Nyuton təklif etmişdir ki, Ay Yeri hansı qüvvə ilə cəzb edilirsə, Ay da həmin qüvvə ilə Yerə cəzb olunur. Bu cazibə qüvvəsi də Ayın kütləsi ilə mütənasibdir:

$$F \approx m_Y;$$

4. Yer də özlüyündə Ay tərəfindən onun kütləsi ilə mütənasib olan qüvvə ilə cəzb olunur:

$$F_{Y \approx} \approx m_Y$$

Nyutonun III qanununa görə, Yerin Ay tərəfindən və Ayın Yer tərəfindən cazibə qüvvələri qiymətcə bir-birinə bərabərdir:

$$F_A = F_Y$$

Deməli, Ayın Yerə cəzb olunma qüvvəsi həm də Yerin kütləsi ilə mütənasibdir:

$$F_A \approx m_Y$$

3. Nyuton ona məlum olan məlumatlara əsaslanaraq Ayın mərkəzəqaçma təcilini hesablamışdır:

$$a_{Ay} = \frac{v_{Ay}^2}{R_{or.Ay}}$$

Burada,  $R_{or.Ay}$  – Ayın orbitinin radiusudur. Ayın orbit boyunca fırlanma sürətinin  $v = \frac{2\pi R_{or.Ay}}{T_{Ay}}$  olduğunu nəzərə alsaq, onda mərkəzəqaçma təcili üçün alarıq:

$$a_{Ay} = \frac{4\pi^2 R_{or.Ay}}{T_{Ay}^2} = \frac{4 \cdot 9,8 \cdot 60 \cdot 640 \cdot 10^3}{(27,3 \cdot 24 \cdot 360)^2} = \frac{9,8}{3600} \frac{m}{san^2} = \frac{g}{3600} \frac{m}{san^2}$$

Sonuncu ifadədən alınır ki, Ay öz orbitində olduqda Yer tərəfindən Yer səthinə nəzərən 3600 dəfə az qüvvə ilə cəzb olunur. Kepler qanunundan istifadə etsək, onda Ay orbitinin radiusunun kvadratının, Yerin radiusunun kvadratına olan nisbəti üçün alarıq:

$$\frac{R_{or.Ay}^2}{R_Y^2} = \frac{(60R_Y)^2}{R_Y^2} = 3600$$

Başqa sözlə, Ayın Yer tərəfindən cəzb olunma qüvvəsi Ay və Yer arasındakı məsafənin kvadratı ilə tərs mütənasibdir:

$$F_A \approx \frac{1}{R_{or.Ay}^2} [6]$$

Yuxarıdakı ifadələri

$$(F_{Ay} \approx m_{Ay}; F_A \approx m_Y; F_{Ay} \approx \frac{1}{R_{or.Ay}^2})$$

ümumiləşdirsək, ümumdünya cazibə qanununun ifadəsini alarıq:

$$F_{Ay} \approx \frac{m_{Ay} \cdot m_Y}{R_{or.Ay}^2} \text{ və ya}$$

$$F = G \frac{m_{Ay} \cdot m_Y}{R_{or.Ay}^2}$$

Burada  $G$  mütənasiblik əmsalı olub, Ümumdünya cazibə sabiti adlanır. Ümumdünya cazibə qanunu təbiətin fundamental qanunlarından biridir. Kainatda olan bütün cisimlər bir-birinə qarşılıqlı təsir edir. Bəs bu təsir necə yaranır? Müəyyən olunmuşdur ki, hər bir cisim ətrafında bu təsiri yaradan qravitasiya sahəsi mövcuddur. Bu sahəni biz onun təsirinə görə, məsələn, cisimlərin Yerə cəzb olunması ilə müşahidə edirik. Qravitasiya sahəsi cisim ətrafında eyni olmayıb, cismin səthindən uzaqlaşdıqca zəifləyir. Ona görə də cisim bizdən nə qədər uzaq olarsa, onun cazibəsi də zəif olur.

*İki maddi cisim arasındakı qarşılıqlı təsir qüvvəsi bu maddi cisimlərin kütlələri hasili ilə düz, onların aralarındakı məsafənin kvadratı ilə tərs mütənasib olub bu maddi cisimləri birləşdirən düz xətt boyunca yönəlmişdir.* Bu qüvvə qravitasiya qüvvəsi və ya ümumdünya cazibə qüvvəsi adlanır:

$$\vec{F} = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \vec{r} [7]. (2)$$

Burada  $G$  - qravitasiya sabiti olub fiziki mənaca bir-birindən 1 m məsafədə yerləşmiş və kütlələri 1 kq olan iki maddi cisim arasındakı qarşılıqlı təsir qüvvəsidir. Qravitasiya sabitinin ədədi qiyməti təcrübi olaraq ilk dəfə Kavendiş tərəfindən müəyyən olunmuşdur. Bu məqsədlə Kavendiş burulma tərəzisindən istifadə etmişdir. Təcrübədə ipə bağlanmış və müəyyən ox ətrafında dönə bilən çubuğun uclarından hər birinin kütləsi  $m = 729$  q olan iki kürə asılmışdır. Təcrübəməz  $C$  linginin uclarından isə kütləsi

$M = 158 \text{ kq}$  olan iki kürə asılır.  $C$  lingini fırlatmaqla  $m$  və  $M$  kürələri arasındakı məsafə dəyişdirilir və hər bir halda burulma tərəzisi ilə qüvvə ölçülür. Təcrübədən alınan nəticələrə görə qravitasiya sabiti təyin olunmuşdur. Qravitasiya sabiti başqa bir təcrübədə Jole tərəfindən də təyin olunaraq bu sabit üçün  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kq^2}$  qiyməti müəyyən olunmuşdur.

Fizika dərsliklərində Ümumdünya cazibə qanunu aşağıdakı kimi ifadə olunur: *İstənilən iki maddi cisim bir-birini kütlələrinin hasili ilə düz, aralarındakı məsafənin kvadratı ilə tərs mütənasib qüvvə ilə cəzb edir.* Kainatda əksər hallarda iki göy cisimi bir-birindən o qədər uzaqdır ki, onları maddi nöqtə hesab etmək olar. Odur ki, kütlələri  $m_1$  və  $m_2$ , aralarındakı məsafə  $r$  olan iki göy cisminin qarşılıqlı cazibə qüvvəsi də  $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$  şəklində ifadə olunur. Nyutonun

cazibə qanunu ona görə Ümumdünya cazibə qanunu adlanır ki, göy cisimlərinin həqiqi hərəkətlərinə bu qanun tətbiq olunduqda alınan nəticələr müşahidələrlə üst-üstə düşür. Məsələn, neptun planetinin kəşfi buna parlaq misaldır [3].

**Problemin aktuallığı.** Keplerin qanunları elmə məlum olduqdan sonra məşhur alimlər planetlərin bu qanunlarla hərəkətinin səbəbini tapmağa çalışdılar. Qalileyin kəşf etdiyi ətalət qanunu bu səbəbləri araşdırmaqda ilk addımlardan olmuşdur. Odur ki, planeti hərəkətə gətirən qüvvəni deyil, onu düzxətli və bərabərsürətli hərəkətdən çıxaran və orbitdə saxlayan qüvvənin – ümumdünya cazibə qüvvəsinin tədqiqi aktualdır.

**Problemin elmi yeniliyi.** Tədqiqat işində Ayın timsalında cazibə qüvvəsi ilə ağırlıq qüvvəsinin eyniliyi qarşılıqlı əlaqələndirilmişdir.

**Problemin praktik əhəmiyyəti.** Tədqiqat işində iki maddi cisim arasındakı cazibə qanununun planetlər üçün də doğru olması faktı təsdiqlənir. Bu qanunun öyrənilməsi yeni planetlərin aşkar olmasına səbəb olmuşdur.

#### Ədəbiyyat:

1. Qaralov, Z. Fizika qanunlarının tədrisi. / Z. Qaralov. -Bakı: Elm, -1997.
2. Quluzadə, C. Klassik astronomiya. / C. Quluzadə. -Bakı, 2007.
3. Hüseynov, R. Astronomiya. / R. Hüseynov. -Bakı, 1997.
4. Quluzadə, C. Ümumi astronomiya kursu (Klassik astronomiyanın əsasları). / C. Quluzadə. -Bakı, 2018.
5. Малафеев, Р. И. Проблемное обучение физике в средней школе :Пособие для учителей / Р. И. Малафеев. - Москва: Просвещение, -1980. - 127 с.
6. Кононович, Э.В. Общий курс астрономии. / Кононович Э.В., Мороз В.И. 2-е изд., испр. - М.: Едиториал УРСС, -2004. - 544 с. (Классический университетский учебник.).
7. Orta məktəb. Fizika dərslisi. X sinif. -Bakı, 2022.

**E-mail:** afet.memmedzade@bk.ru

**Rəyçilər:** fiz-riy. ü. fəls. dok., dos, **R. M. Məmmədov**  
fiz-riy. ü. fəls. dok., dos **R. Ş. Rəhimov**

**Redaksiyaya daxil olub:** 06.03.2023