

UOT 053

İ.N.İsmayılov

*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti
isanamazoglu@rambler.ru*

FİZİKANIN TƏDRİSİNDƏ “MOLEKULYAR-KİNETİK NƏZƏRİYYƏ”NİN ƏSASLARINA AİD FUNDAMENTAL TƏCRÜBƏLƏR, ONLARIN ELMİ-NƏZƏRİ VƏ METODİKİ ƏSASLARI

Açar sözlər: atom, molekul, Broun, Perren, Reley, Ştern təcrübələri, ölçü, kütlə, MKN

Məqalədə Molekulyar fizikanın əsasını təşkil edən MKN-nin əsaslarına baxılaraq bəzi fundamental anlayışlara (Molekul və atom) münasibət bildirilmiş, onların materiyanın istilik hərəkətində olmasını təsdiq edən Broun hərəkətinin nəzəri əsaslarına aid Eynşteynin ideyalarına baxılmış, MKN-nin əsasları üzrə mövcud olan fundamental təcrübələr araşdırılaraq onların kompüter modellərinin mahiyyəti şərh edilmiş, müvafiq nəticə ilə ümumiləşdirilmişdir.

Aparılan təhlillər zamanı müəyən edilmişdir ki, fundamental təcrübələrin kompüter modellərinin multimedia texnologiyası ilə audiovizual və dinamik şəkildə canlandırılması şagirdlərin ən mürəkkəb fiziki prosesləri daha yaxşı başa düşmələrinə kömək edir, tədris prosesinin optimallaşdırılmasını təmin edir.

И.Н.Исмаилов

ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ И ИХ НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Ключевые слова: атом, молекула, опыт Броуна, Перрена, Релея и Штерна, измерение, масса, МКТ

В статье рассматриваются основы МКТ, которые лежат в основе молекулярной физики и выражаются их отношение к некоторым фундаментальным понятиям (молекула и атом), которые отражают теоретическую основу Эйнштейна в действиях Броуна, которая подтверждает, что материя находится в движении тепла; исследуя фундаментальные эксперименты на основе МКТ интерпретируется суть их компьютерных моделей, обобщаются с соответствующими выводами.

В ходе анализа было установлено, что аудиовизуальное и динамическое совершенствование основных концепций компьютерных моделей с использованием мультимедийных технологий помогает учащимся лучше

понимать самые сложные физические процессы, оптимизировать учебный процесс.

I.N.İsmayılov

FUNDAMENTALS OF MOLECULAR-KINETIC THEORY IN TEACHING PHYSICS, AND THEIR SCIENTIFIC THEORETICAL AND METHODOLOGICAL FOUNDATIONS

Keywords: *atom, molecule, experiment Brownian, Perren, Reley and Stern, size, mass, MKT*

The article discusses the foundations of MKT, which underlies molecular physics and expresses its relationship to some fundamental concepts (Molecule and atom), which reflect the theoretical basis of Einstein in Brown's actions, which confirms that matter is in motion of heat, and fundamental experiments based on MKT (Broun, Reley, Peren, Stern) and interpreted the essence of their computer models and summarized with the corresponding result.

During the analysis, it was found that the audiovisual and dynamic improvement of the basic concepts of computer models using multimedia technology helps students better understand the most complex physical processes and optimize the learning process.

Ümumtəhsil məktəblərinin fizika fənn kurikulumuna (proqramına) müvafiq olaraq X sinifdə «Molekulyar fizika» bölməsinin öyrənilməsi "Molekulyar kinetik nəzəriyyənin" (MKN) əsaslarına aid tədris materialları ilə başlayır.

Məlumdur ki, məktəbdə fizika fənninin öyrənilməsi VI sinifdən başlayır. Bu sinif üçün tərtib edilmiş fizika dərslində MKN-nin elementlərinə səthi də olsa toxunulur və bəzi əsas anlayışlar (*atom, molekul*) haqqında bəsit məlumat verilir. Bu zaman bir sıra məsələlərə: məsələn, qabdakı su buxarlanır, zaman keçdikcə külək və yağış dağı aşındırır, pilləkən xarab olur, bərk cismləri xırdalamaq mümkündür, qırılmış və ya parçalanmış cismi bəzən birləşdirmək olur, bəzən isə yox. Nə üçün? kimi suallara cavab vermək lazım gəlir.

Çoxlu sayda bu tipli məsələlərlə əlaqədar insanlar, qeyri-iradi olaraq fasiləsiz və fasiləli baş verən fiziki hadisələr haqqında düşünərək onlar arasındakı ziddiyyət və qarşılıqlı əlaqə haqqında müəyyən nəticələrə gəlmişlər. Bu da maddələrin quruluşu, daha doğrusu, maddi obyektlərin – bərk, maye və qaz cismlərin – quruluşu problemini həll etdi. Bu zaman təbii belə bir sual meydana çıxır, cism – fasiləsiz başlanğıcların birləşməsidir yoxsa ayrı-ayrı hissəciklər sistemidir?

Müşahidələr və düşüncələr nəticəsində bu sualın cavabı e.ə. V əsrdə mütəfəkkir Levkip, daha sonra isə onun şagirdi Demokrit tərəfindən irəli sürüldü.

Demokrit öz atom hipotezində iddia edirdi ki, hər bir cismin bölünmə həddi var. Onun fikrincə, bu hədd atomdur (*yunan dilində: atomos – bölünməz*). Bir əfsanəyə görə, sonsuz bölünmənin qeyri-mümkünlüyü ideyası Demokritin ağılına alma dilimləyərkən gəlib və bu da ən kiçik materiya hissəsini – “atom” – adlandırmasına səbəb olub. Görünməz, lakin müəyyən xassələrə malik (*hərəkətli və qarşılıqlı əlaqəli, “hiss edilən”*) cismlərin mövcud olması fikri həqiqətən də dahiyənədir. Maddənin diskret quruluşu, maddənin fəza boşluqları ilə ayrılan hissələrdən təşkil olunması fikri atom hipotezini təcəssüm etdirirdi və müşahidələr əsasında meydana gəlmişdi. Həmin dövrdə nə elm, nə elmi metod, nə də elmi eksperiment mövcud deyildi.

Atom hipotezi minilliklər boyunca unudulmuşdu. Bu heç də təsadüfi deyildi. Orta əsrlərdə təbiət araşdırmaları ağılaşırmaz idi, “Tanrı təbiəti yaradıb, təbiət qanunları yoxdur, Tanrı qanunları var. Təbiət yalnız eyhamdır”. Buna görə də Demokritin ölümündən bir neçə onillər sonra atom hipotezi Aristotel tərəfindən qəti rədd edilmişdi. Təbiətin necə “yaradıldığını”, yoxsa həmişə mövcud olduğunu anlamağa cəhd etmədən onu araşdıran təbiət elmləri meydana gəldi.

Aristotel öz nüfuzu sayəsində atom hipotezini unutturmağa nail olduqdan sonra yalnız XIII-XIV əsrlərdə yenidən atomizm tərəfdarları meydana çıxdı və yalnız XVII əsrdə elmə yenidən atom anlayışı daxil oldu və molekul anlayışı meydana gəldi (fransalı alim Pyer Qassendinin əsərlərində). Daha bir 100 ildən sonra atomizm ideyaları M.V.Lomonosovun tədqiqatları ilə inkişaf etdi. Lakin yalnız ingilis alimi Con Dalton atomları kəmiyyətcə təsvir etdikdən sonra atom hipotezinin yenidən canlanmasından danışmaq mümkün oldu. Uzun müddət ərzində atom nəzəriyyələri, əsasən, C.Dalton, A.Avoqadro (1776-1856), D.İ.Mendeleyev (1834-1907) və başqalarının araşdırmalarıyla inkişaf etdi. 1860-cı ildə kimyaçı-alimlərin konqresində “*atom*” və “*molekul*” anlayışlarının fərqi haqqında xüsusi qərar qəbul edildi. Atom və molekulyar nəzəriyyənin əsas tərəfdarı avstriyalı fizik L.Bolsman olmuşdur. O, bütün ömrünü molekulyar-kinetik nəzəriyyənin yaradılmasına həsr etmişdi, lakin maddə hissəciklərinin mövcudluğunu qəti şəkildə sübut edən təcrübələrin həyata keçirilməsini görmədən vəfat etmişdir.

Atomizm nəzəriyyəsinin əleyhdarları sırasında alman fiziki F.Ostvald (1853-1932), avstriyalı fizik və filosof E.Max (1838-1916) olmuşdur. 1901-ci ildə Ostvald kimi məşhur bir fizik-kimyaçı alim öz mühazirələrinin birində qeyd etmişdir ki, “Maddələrin quruluşunun atom nəzəriyyəsinə kitabxananın tozu içərisində çürüyərək məhv olmuş bir şey kimi atmaq lazımdır”.

Lakin atom nəzəriyyəsinin təşəkkülündə həlledici rol oynamış nəzəri və praktik tədqiqatlardan biri və əsası 1827-ci ildə mayedə asılı olan kiçik hissəciklərin hərəkətini aşkar edən ingilis botaniki R.Brounun (1773-1858)

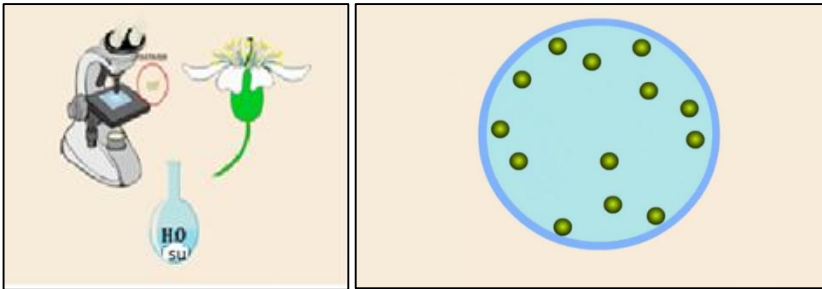
təcrübələri olmuşdur. Bu təcrübə sonralar MKN-nin yaranmasına səbəb olmuş və onun müddəalarının formalaşmasına imkan yaratmışdır.

Molekulyar-kinetik nəzəriyyənin əsasını çoxlu sayda təcrübi faktların ümumiləşdirilməsindən əldə edilmiş aşağıdakı müddəalar və nəzəriyyənin inkişafında xüsusi əhəmiyyət kəsb edən bir sıra anlayışlar (atom, molekul) təşkil edir:

1. Bütün maddələr çoxlu sayda atom və molekulardan ibarətdir.
2. Maddəni təşkil edən atom və molekul daimi xotik hərəkətdədir.
3. Molekullar (və ya atomlar) arasında qarşılıqlı təsir mövcuddur.

Molekulyar-kinetik nəzəriyyənin əsas müddəalarını təsdiq edən təcrübi faktlardan yalnız ikisi: Broun hərəkəti və diffuziya hadisəsi haqqında qısa məlumat verməklə də kifayətlənmək olardı. Lakin qeyd edək ki, bu sahədə xeyli təcrübələr aparılmışdır. Bir-biri ilə təmasda olan cismlər (bək-bək, bək-maye, bək-qaz, maye-maye, maye-qaz və qaz-qaz) heç bir xarici təsir olmadan, özbaşına bir-birinə nüfuz edə bilir. Bu hadisə diffuziya adlanır. Maddələri təşkil edən atom, yaxud molekul daimi xotik hərəkət etməsəydilər, sözsüz ki, diffuziya hadisəsi baş verə bilməzdi. Bu hadisə ilə MKN-nin müddəaları təsdiq edilmiş oldu.

Molekulların hərəkətinin ən əsas sübutlarından biri broun hərəkətidir. Maddə hissəciklərinin arasıkəsilmədən xotik hərəkət etmə hadisəsi təcrübi olaraq 1827-ci ildə ingilis botaniki Broun tərəfindən müşahidə olunmuşdur. R.Broun mikroskop altında tərkibində çiçək tozcuqları olan kiçik bir maye damcısını (bu mayədə asılı vəziyyətdə çoxlu sayda bək hissəcik var idi) nəzərdən keçirib gördü ki, bu hissəciklər bir yerdə dayanmır (şəkil 1), nizamsız hərəkət edir və bu zaman ziqzaq formalı mürəkkəb trayektoriyalar təsvir edilir.



Şəkil-1

Mayədə asılı hissəcikləri broun hissəcikləri, onların hərəkətini isə Broun hərəkəti adlandırdılar. Çiçək tozcuqlarının hərəkətini izah etmək məqsədilə Broun bütün mümkün hipotezləri önə sürdü, sonra isə onları eksperimentlər vasitəsilə yoxladı. Məsələn, o, hissəciklərin canlı olduğunu, onların hərəkətinin temperatur dəyişkənliyi və ya işıq dəyişkənliyi səbəbindən yaranan təzyiq fərqi ilə maye axınının nəticəsi olduğunu və s. düşündü. Lakin müşahidələr göstərdi

hərəkətinin nəzəriyyəsinin yaradılması və onun eksperimental sübutu maddə quruluşunun molekulyar-kinetik nəzəriyyəsinin qələbəsinə çevrildi.

Yalnız maddələrin diskret quruluşu hipotezi əsasında bu hissəciklərin hərəkətini izah etmək mümkün oldu. Lakin XIX əsrdə atom ideyaları sadəcə kiçik bir qrup elmi cəmiyyət nümayəndəsi tərəfindən qəbul edildiyi üçün Broun təcrübələrinin əhəmiyyəti XX əsrin əvvəllərində anlaşıldı, 1905-ci ildə A.Eynşteyn Broun hərəkətinin nəzəriyyəsinə yaratdı. O, mexanika qanunlarına istinad edərək isbat etdi ki, *hər bir zərbə intervallarına sərf olunan zaman zərrəciyin həmin andakı yerdəyişməsinin kvadratı ilə mütənəsbdir. Yəni $\Delta\tau \sim (\Delta s)^2$ bunu bərabərlik şəklində ifadə etsək, onda yazıla bilər ki, $\Delta\tau = k(\Delta s)^2$.* Buradakı k-əmsali temperaturdan, mayedəki zərrəciklərin konsentrasiyasından və mayenin fiziki-kimyəvi xassəsindən asılıdır.

Bundan sonra A.Eynşteynin bu sahədə apardığı tədqiqatı ümumiləşdirərək riyazi formada ifadə olunan düsturu təqdim edərək şərh etməliyik.

Eynşteyn göstərmişdir ki, broun hissəciyinin yerdəyişməsinin kvadratının orta qiyməti $\overline{(\Delta x)^2} = b \frac{T}{N_A} \Delta t$ düsturu ilə ifadə olunur. Bununla da o, Broun hərəkətinin nəzəri əsaslarını verərək bu sahədə aparılan tədqiqatları yekunlaşdırmışdır.

Broun hərəkətinin öyrənilməsindən aşağıdakı nəticələr çıxdı:

1. Broun hərəkətinin səbəbi hissəciklərin yerləşdiyi mühitin molekullarının hərəkətidir. Hər bir kiçik zaman anında broun hissəcikləri ilə molekullar toqquşur. Fərqli tərəflərdən hissəciyə zərbə endirən molekulların sayı qeyri-bərabərdir, modul və istiqamətlər fərqlidir; müvafiq olaraq hissəciyə müxtəlif tərəflərdən verilən impulslar bir-birini kompensasiya etmir və hissəciyə sıfıra bərabər olmayan son qüvvə (əvəzləyici qüvvə) təsir edir. Hissəcik bu qüvvənin təsiri istiqamətində hərəkət edir. Növbəti zaman anında kompensasiya olunmayan impuls hissəciyin başqa istiqamətə hərəkət etməsinə səbəb olur.

2. Broun hərəkəti molekulların istilik hərəkəti olub, heç vaxt dayanmır, daimidir.

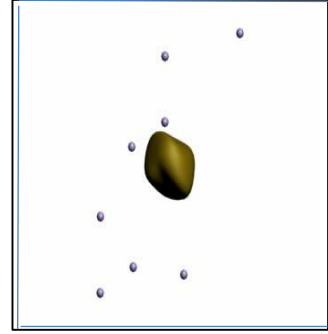
3. Hissəciklərin molekullarla toqquşması təsadüfi olduğundan Broun hərəkəti nizamsızdır. Lakin çoxsaylı müşahidələr nəticəsində məlum olur ki, o, statistik qanuna tabe olur: broun hissəciyinin yerdəyişməsi müəyyən tərzdə zamandan asılıdır. Eyni zaman aralığında broun hissələrinin yerdəyişməsi eyni deyil, həmçinin onların OX oxunda proyeksiyaları da fərqlidir: $\Delta x_1, \Delta x_2, \dots, \Delta x_N$. Yerdəyişmə proyeksiyalarını kvadrata yüksəltsək

$$\overline{(\Delta x)^2} = \frac{(\Delta x_1)^2 + (\Delta x_2)^2 + \dots + (\Delta x_N)^2}{N}$$

deməli, A.Eynşteyn və polşalı fizik-nəzəriyyəçi M.Smoluxovskinin nəzəriyyəsinə əsasən yerdəyişmə proyeksiyasının orta kvadratı $(\Delta x)^2 - \tau$ zamanı ilə düz mütənasibdir.

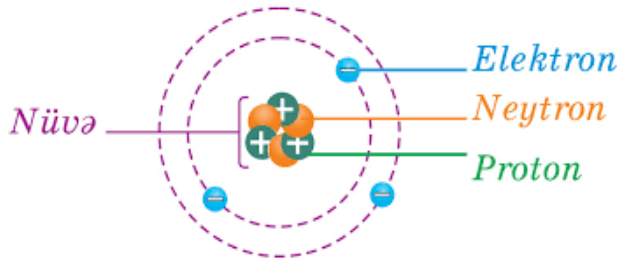
4. Broun hərəkətinin intensivliyi temperaturun yüksəlməsiylə artır, dəqiqliklə desək: hissəciyin yerdəyişməsinin orta kvadratı temperaturla düz mütənasibdir.

Bütün qeyd edilən məsələlərin qısa şərhindən sonra Broun hərəkətini əks etdirən kompüter modelini nümayiş etdirməklə şagirdlər verilmiş izahı əyani müşahidə edərək mikroaləmdə baş verən proseslərin şahidi olurlar (şəkil 3). Bu da onlarda biliklərin sistemli şəkildə formalaşmasını təmin edir. Hal-hazırda atom və molekulların mövcudluğu heç kimdə şübhə doğurmur. Lakin “müasir” atom, prinsip etibarilə, “Demokritin atomundan” fərqlənir, çünki XX əsrdə elmə atomun mürəkkəb quruluşu məlum oldu.



Şəkil-3

Atom- müsbət yüklü nüvədən və onun ətrafında hərəkət edən mənfi yüklü elektronlardan ibarət mürəkkəb əlaqəli sistemdir (şəkil-4).



Şəkil-4

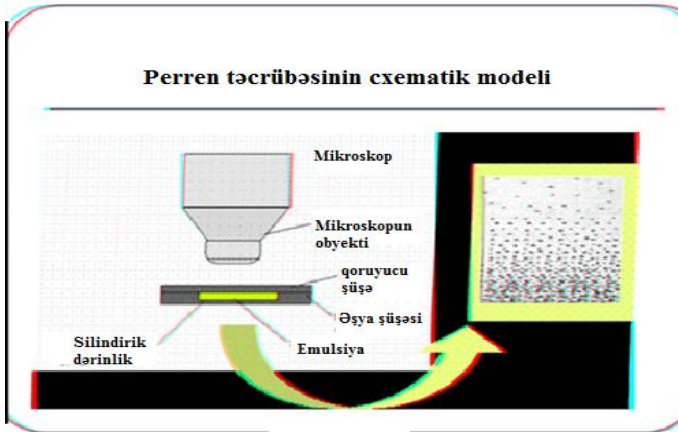
Atomun quruluşca tərifindən başqa onun mahiyyətə də izahı aşağıdakı kimidir: atomu elementin kimyəvi xassələrini daşıyan (əks etdirən) ən kiçik zərrəcik kimi də izah etmək olar.

Molekul – atomlardan ibarət mürəkkəb əlaqəli sistemdir. Molekula atomdan fərqli olaraq maddənin fiziki və kimyəvi xassələrini daşıyan və özündə saxlayan ən kiçik dayanıqlı zərrəcik kimi də baxmaq olar.

Atom-molekul anlayışı quruluşca və mahiyyətə formalaşmaqla bərabər onların bəzi parametrlərinin təyini bir sıra fizik-alimləri düşündürməyə başladı. Daha dəqiq desək, onların ölçülərini təyin etmək qarşıya məqsəd qoyuldu. Bu sahədə aparılan tədqiqatlardan biri molekulun kütləsinin təyini ilə əlaqədar fizika elminə fundamental təcrübə kim daxil olmuş fransız fizik-alimi Jan Batist

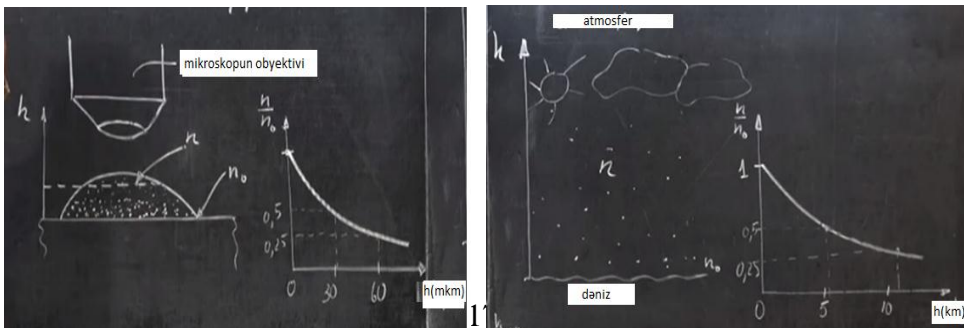
Perrenin adı ilə bağlıdır. Perren suda həll olunmuş qumiqut qatışıqlı mayenin bir damcısında broun hərəkətini müşahidə etmişdir. O, bir damcı qumiqut qatışıqlı mayeni şüşənin üzərinə tökərək ellips formasında yayılmış damcının içərisində broun hərəkətini mikroskopla müşahidə edərək 1908-ci ildə atom və molekulun kütləsini təyin etdi. Fizika tarixinə öz əhəmiyyətinə görə fundamental təcrübə kimi daxil olan bu təcrübənin modeli aşağıdakı kimidir (şəkil-5). Model nümayiş edilərək təcrübənin gedişi haqqında şagirdlərə məlumat verilir.

Perren təcrübənin gedişi zamanı müşahidə etmişdir ki, zərrəciklər, əsasən damcının ellips formasında yayıldığı səthin ən aşağı təbəqəsində daha çox və sıx yerləşir. Foksun yönəldiyi qat çox aydın göründüyündən bu qatın alt və üst təbəqələrindəki qatlarda zərrəciklərin sıx və seyrək olduğu mikroskopla asanlıqla müşahidə edilmişdir (şəkil 5).



Şəkil-5

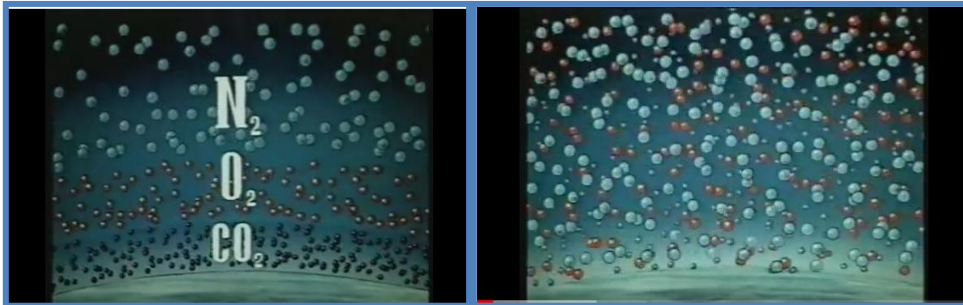
Mikroskopun obyektivində aydın görünürdü ki, aşağı səthdəki təbəqələrdə zərrəciklər yuxarı təbəqələrə nəzərən daha sıx yerləşirlər. Yəni yuxarı qaxdıqca zərrəciklərin seyrəkliyi mikroskopun obyektivində çox aydın görünürdü. Yaxşı olar ki, müəllim bu mənzərəni lövhədə çəkərək onun üzərində müvafiq əməliyyatları qrafiklər əsasında izah etsin (şəkil- 6 a, b).



Şəkil-6(a,b)

Şəkil 6(a) – da ellips formalı damcının üst təbəqəsindəki molekulların konsentrasiyası n , alt səthdəki molekulların konsentrasiyası n_0 -la işarə edilməklə, onların nisbəti şaquli oxda (şəkil 6 b) damcının hündürlüyü şərti olaraq nm -lə üfiqi ox üzərində qeyd edilərək müvafiq qrafik qurulmuşdur. Bu zaman belə bir sual meydana çıxmışdır. Nə üçün zərrəciklərin konsentrasiyası damcı səthinin aşağı təbəqəsində daha sıxdır? Məlumdur ki, bu zərrəciklərə molekulların hərəkəti təsir edir. Əslində zərrəciklərin özünü də daha iri molekul kimi qəbul etmək olar. Perren daha sonra atmosferlə əlaqədar başqa bir təcrübəyə müraciət etmişdir. Şəkil 6(b)-də dəniz səviyyəsindən yuxarıda atmosferdə havanın atmosfer qatında molekulların konsentrasiyasını və yuxarıya qalxdıqca hər 5,5 km-dən atmosfer təzyiqinin dəyişməsinə müvafiq qrafik quraraq hər iki qrafikin eyni nəticə verdiyinə əmin olmuşdur.

Biz atmosfer havasının əhatəsində yaşayırıq. Onda soruşulur, bizi əhatə edən qazların atomları nə üçün ağırlıq qüvvəsinin təsirindən Yer təbəqəsinin üzərinə tökülmür. Çünki atmosferdə olan bütün qaz atomları broun hərəkətindədir. Onlar bir-birinə təsir edərək hərəkət etdikləri üçün bir-birini itələyirlər. Yəni atmosferi təşkil edən qaz molekul və atomları istilik hərəkətində olduqlarından, onlar xotik hərəkət edir və bir-birinə endirdikləri zərbələrin təsirindən yerin səthinə tökülmürlər (şəkil 7).



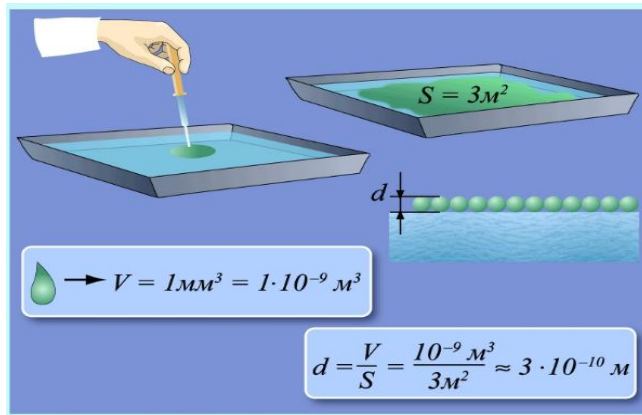
Şəkil-7. Atmosferdə hava molekullarının yerləşməsi

Yer atmosferində hava qatının yerləşməsi də Broun hərəkətinin hesabına baş verir. Həm də yerin səthində molekulların sıx yerləşməsi müşahidə edilir. Qaz molekullarının xotik hərəkəti onların yer səthinə, maye damcısının içərisindəki zərrəciklərin onun alt səthinə tökülməsinə imkan vermir. Bunun əsas səbəbi broun hərəkətidir. Perren hər iki qrafiki müqayisəli təhlil edərək oksigen molekulunun kütləsini təyin edə bilmişdir. Bundan başqa o, qumiqut maddəsini suda həll edərək, ilk dəfə Molyar kütlədən və Avoqadro ədədindən istifadə etməklə də oksigen molekulunun kütləsini təyin etmişdir.

$$m_0 = \frac{m}{M} = \frac{m}{\nu N_A} = \frac{M}{N_A}$$

Oksigen molekulunun kütləsi $O_2 = 5 \cdot 10^{-26} \text{ kq}$, Azot molekulunun kütləsi isə $m_{0N_2} = 2.14 \text{ a.k.v.} = 28 \text{ a.k.v.} = 28 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} = 46,5 \cdot 10^{-27} \text{ kq}$ müəyyən edilmişdir. Beləliklə, MKN-nin ikinci müddəası öz təsdiqini hərtərəfli tapdı. Broun və Perrenin eksperimentlərini ona görə fundamental hesab etmək olar ki, onlar molekulyar-kinetik nəzəriyyənin əsasını qoydu və əsas müdələrin doğruluğunu təsdiq etdi.

Bu təcrübələrdən sonra molekulun ölçüsünün təyini ilə əlaqədar aparılmış fundamental təcrübələrdən biri də XX əsrin əvvəllərində, yəni 1890-cı ildə yerinə yetirilmiş, lord Reley tərəfindən aparılmış təcrübə hesab edilir. Bu təcrübə ilə Reley molekulyar fizikada çox böyük dönüş yaratdı. Bu vaxta qədər maddənin quruluşu ilə əlaqədar kimyada çoxlu təcrübələr aparılsa da, Releyə qədər heç kim belə təcrübə qoymağa təşəbbüs etməmişdir. Halbuki Ernest Max XIX əsrdə atom-molekul anlayışının qəti ələhinə idi. O, bu anlayışı mücərrəd hesab etməklə, onu yalnız təsəvvürdə canlandırmağı təklif edirdi. Bu təcrübə ilə Reley Maxizm ideyalarını alt-üst etdi. Təcrübə çox sadə olsa da, mahiyyətə olduqca qiymətli hesab edilirdi. O, bir damcı zeytun yağını ölçüləri məlum olan vannadakı suyun üzərinə tökərək bütün səthdə suyun yayılmasını mikroskopla izləmişdir (şəkil-8).



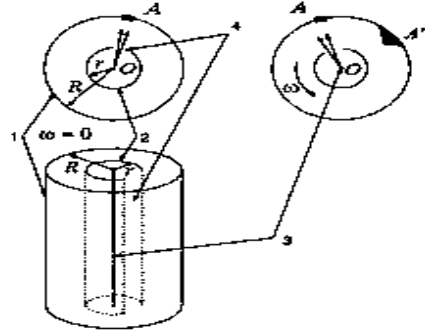
Şəkil-8

Suyun səthində yağ təbəqəsinin lipidləri tam suya bataraq molekulun ölçüsündə yayılana qədər izlənməmiş və onun həcmi ilə səthin nisbətindən istifadə olunaraq molekulun diametri hesablanmışdır.

Məktəbdə fizikanın tədrisində nəzəri təhlillə yanaşı, eksperiment və təcrübə nümayişinə də xüsusi yer verilməlidir. Praktikada əldə edilən biliklər həqiqət meyarı olur, başqa sözlə desək, təlim prosesində əldə edilən biliklərin təcrübədə yoxlanılması, onların doğruluğu şagirdlərdə çox böyük inam yaradır. Həmçinin hadisələrin canlı müşahidəsi nəticəsində şagirdlər fiziki hadisə və prosesin əsl mahiyyətini daha yaxşı anlayaraq mənimsəyirlər. Fizikanın tədrisi

eksperiment və təcrübə nümayişi əsasında qurulduqda şagirdlərdə fiziki hadisələri öyrənməyə maraq artır, həmçinin çoxlu sayda hiss üzvləri təlimdə fəaliyyət göstərdiyindən öyrənilən proses daha yaxşı yadda qalır.

Məlumdur ki, ümumtəhsil tam orta məktəbdə MKN-nin inkişafına aid mövcud fundamental təcrübələrdən biri də molekulların sürətinin təyininə həsr edilmiş Ştern təcrübəsidir. Molekulların hərəkət sürətini təcrübi yolla ilk dəfə 1920-ci ildə Ştern təyin etmişdir. Şternin istifadə etdiyi eksperimental qurğu bir-birinə sərt şəkildə bağlanmış, eyni fırlanma oxuna malik iki silindrdən ibarətdir (Şəkil-9). Daxili silindr boyunca ensiz yarıq açılmışdır və xarici silindrin daxili səthinə həmin yarığa perpendikulyar metal lövhə yerləşdirilmişdir. Silindrlərin oxu platin teldən ibarətdir və üzərinə gümüş təbəqəsi çəkilmişdir. Telə cərəyan verildikdə, o, isinir və gümüş buxarlanmaya başlayır. Beləliklə, daxili silindr gümüş atomlarının qazı ilə dolur.



Səkil-9

Gümüş atomlarının silindr daxilindəki hava molekulları ilə toqquşmaması üçün onun daxilindəki hava sorulur. Gümüş atomları həmin kəsikdən keçərək metal lövhənin üzərinə çökür. Silindrlər hərəkətə gətirildikdə isə gümüş atomları (1) silindrin daxili səthində əvvəlki yerə deyil, hərəkətsiz silindrlər halında meydana gələn zolaqdan bir qədər uzağa düşəcəkdir, çünki gümüş atomlarının silindr (2)-dən (1)-ə doğru hərəkəti üçün lazım olan müddətdə silindrlər müəyyən bucaq altında dönəcəkdir, bir qədər yerini dəyişəcəkdir. Proses bu cür izah edilir: gümüş atomları fərqli sürətə malikdir və silindr (1)-in daxili səthinə fərqli müddətdə çatırlar. Atomların sürəti nə qədər yavaş olarsa, onlar yarığın əks tərəfindəki yerdən o qədər uzağa çökəcəklər. Atomların sürəti nə qədər çox olarsa, həmin yerə o qədər yaxın olacaqlar.

Təcrübə göstərdi ki, həm “sürətli”, həm də “yavaş” atomlar az saydadır. Onların əksəriyyəti müəyyən orta sürətlə hərəkət edirlər. Sürəti v olan gümüş atomları $R-r$ məsafəsini $t = \frac{R-r}{v}$ müddətə qət edirlər. $l = R\varphi$, $\varphi = \omega t$ olduğundan $l = \frac{R\omega(R-r)}{v}$ alınır. Cihazın öz ətrafında fırlanma tezliyi ilə dairəvi tezlik arasındakı $\omega = 2\pi\nu$ asılılığından istifadə etsək, təcrübədən atomların sürəti üçün aşağıdakı düstur alınır:

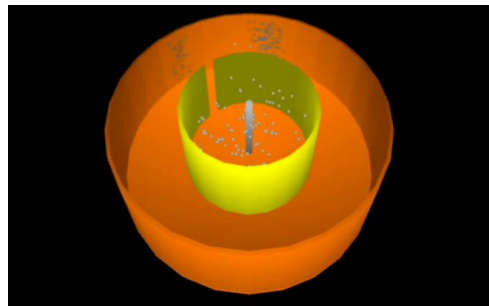
$$v = \frac{2\pi\nu R(R-r)}{l}$$

Ştern təcrübəsi müəyyənləşdirdi ki, 120 °C temperaturda əksər gümüş atomlarının sürəti 500-625 m/s intervalında olur. Təcrübə şərtləri dəyişdirildikdə, məsələn, telin temperaturu, hazırlandığı maddə dəyişəndə sürət də dəyişir, lakin atomların paylanma xarakteri dəyişmir. Buradan belə bir nəticə əldə edilir ki, molekulların sürətə görə paylanması müəyyən qanuna uyğundur. Sonra Maksvell nəzəri olaraq molekulların sürətə görə paylanması qanununu formalaşdırdı, bu qanun Maksvelin paylanma qanunu adlanır. Daha sonra bu qanun Şternin təcrübələri sayəsində eksperimental təsdiqini tapdı. Şternin təcrübəsi də fundamental fiziki eksperimentlərə aiddir və maddə quruluşunun molekulyar-kinetik nəzəriyyəsinin əsas müddələrinin doğruluğunu sübut edir.

Təcrübənin kompüter modeli ilə bütün proses əyaniləşdiyindən baş verən hadisələrin hesablanması asan və rahatdır. Şagirdlər isə təcrübənin mahiyyətini yüksək səviyyədə dərk edərək onu tam başa düşürlər.

Ümumiyyətlə, nəticə olaraq deyə bilərik ki, fizika təlimində istifadə olunan kompüter modelləri şagirdlərin fənnə maraqlarını artırmaqla onlarda tədris materialının öyrənilməsinə güclü həvəs oyadır, şagirdlərin məntiqi, bədii və obrazlı təfəkkürlərinin inkişafını təmin edir. Aparılan təhlillər zamanı müəyyən olunmuşdur ki, MKN-nin əsasları üzrə bütün fundamental təcrübələrin (*Broun, Peren, Reley, Ştern*) mahiyyəti kompüter modelləri əsasında daha asan başa düşülür. Həmin dövrdə molekulyar fizikanın inkişafı sahəsində nəhəng işlər görmüş adları qeyd edilən alimlərin həyat və yaradıcılıqları ilə birlikdə onların elmi ideyalarının fiziki mahiyyəti müqayisəli şəkildə izah edilərək başa salınması daha məqsədəuyğundur.

Bu zaman fundamental təcrübələrin kompüter modelləri vasitəsi ilə nümayişi fiziki hadisələrin elmi əsaslarının yaxşı başa düşülməsini təmin etməklə, şagirdlərin **obrazlı, məntiqi, əməli, yaradıcı, eksperimental və texniki təfəkkürünün** inkişaf etdirilməsində çox böyük əhəmiyyət kəsb edir, onlarda sistemli biliklərin formalaşdırılması təmin edilir. Bütün bu işlər nəticədə, fənnin daha yaxşı öyrənilməsinə marağı artırmaqla tədris materialının mənimsənilməsini asanlaşdırır.



Şəkil-10

ƏDƏBİYYAT

1. *Əlizadə Ş.H.* Pedaqoji universitetlərdə “Məktəb fizika eksperimenti” II hissə. Bakı, 2011
2. Fizika. Yeni nəsil multimedia dərsləri (Mexanika və Molekulyar fizika). Bakı.: Bakınəşr, 2007
3. *İsmayılov İ.N.* Fizikadan nümayiş eksperimentinin izahında yeni informasiya texnologiyalarından istifadənin bəzi məsələləri // Pedaqoji Universitet Xəbərləri. Pedaqoji-psixoloji elmlər seriyası. Bakı, ADPU, 2009, №3
4. *İsmayılov İ.N.* Ümumtəhsil məktəblərində fizika təliminin müasir texnologiyaları. Bakı: Elm, 2012
5. *İsmayılov İ.N.* Ümumtəhsil məktəblərində fizikanın tədrisində yeni informasiya texnologiyalarından istifadənin nəzəri və praktik problemləri. Bakı: Mütərcim, 2013
6. *İsmayılov İ.N.* Fizikanın tədrisi metodikasının müasir problemləri. Bakı, 2016
7. *Мякишев Г.Я., Синяков А.З.* Физика. Молекулярная физика. Термодинамика. 10 класс. Учебник для углубленного изучения физики. М.: Дрофа, 2001
8. *Самойленко П.И.* Теория и методика обучения физике. М.: Дрофа, 2010
9. Теория и методика обучения физике в школе. Частные вопросы / Под ред. С.Е.Каменецкого. М.: АСАДЕМА, 2003
10. Фундаментальные опыты по физике в средних ПТУ / С.Л.Вольштейн, Н.И. Иванова, С.В.Позойский, В.В.Усанов. Минск: Выш. школа, 1982, 176 с.
11. Теория и методика обучения физике в школе: Частные вопросы / Под ред. С.Е.Каменецкого. М.: Академия, 2000