

За общото между химията и физиката. II Част

М. Натов

*Химикотехнологичен и металургичен университет, бул. „Кл. Охридски“ № 8, 1756 София
Ел. поща: natovma@gmail.com*

Строеж на атомните ядра

Има мнения, че гравитните частици на ядрата – протоните и неутроните – не са размесени хаотично. През 1936 г. Макс Борн (Max Born) предполага, че те са събрани като капки, които имат своите вътрешни и повърхностни напрежения и силови взаимодействия.

През 1950 г. Мария Гьоперт-Майер (Maria Göppert-Mayer) и Йоханес Ханс Даниел Йенсен (Johannes Hans Daniel Jensen) предполагат, че нуклоните се подреждат на нива, разделени от обвивки като в луковична глава. Те допускат, че в изграждането на ядрата могат да участват и по-малки частици. Двамата получават нобелова награда през 1963 г.

Независимо от това как нуклоните са разпределени в ядрото, плътността на ядреното вещество е огромна и достига 10^{14} g/cm³. Според последните изследвания силите, по-точно взаимодействията, които поддържат стабилно нуклоните в ядрото, са 5 вида:

1. „Силно взаимодействие“. То съответства на сили, които действат на много къси разстояния, около 10^{-15} m, но многократно превъзхождат по величина всички останали сили. Поради това силното взаимодействие успява да задържа протоните в ядрата на атомите, въпреки електростатичното отблъскване между тях. В по-раншните представи се приемаше, че силното взаимодействие се осъществява чрез размяна на пиони (π -мезони) между адроните (Юкава). Напоследък се приема, че g -глюон е този, който задържа адроните в ядрата. Представят го като облак обвил протоните и неутроните в ядрата.

2. „Електростатично взаимодействие“. Осъществява се между протоните и неутроните в ядрата чрез обмяна на π -мезони.

3. „Слабо взаимодействие“. Осъществява се чрез обмяна на Z -бозони и W -бозони. Това е слабо взаимодействие и дава възможност за радиоактивно разпадане на ядрата.

4. „Гравитационно взаимодействие“. То създава най-слабите сили между адроните. Очаква се откриването на частицата гравитон, която ще осигурява гравитацията между адроните.

5. „Бозон Higgs (H)“. Тази частица беше предсказана от английския учен Хигс (Peter Ware Higgs) и носи неговото име. Буквата „H“ се произнася „хигс“. Според теорията този бозон осигурява обмен на маса между нуклоните и така ги държи в равновесие. Приема се, че бозон H създава свое поле, което действа не само върху нуклоните в ядрата, но и на цялата материя в пространството. Откриването му засега се смята за най-големият успех в Големия адронен колайдер.

При първо запознаване с елементарните частици и с изградените от тях атомни ядра всичко изглежда много сложно. Всъщност материята е построена изключително просто и изящно, удивително интелигентно. В цялата вселена веществата и целият свят са изградени само от три вида малки частици. Тяхното взаимно подреждане и спазването на природните закони е довело до това разнообразие, което виждаме. Малката мравчица, слонът, Земята, Слънцето, Вселената и ние самите сме изградени само от тези 3 вида частици – 2 вида кварки (горен и долен) и електрони. Всички химически елементи и техните съединения са съставени само от тези три вида елементарни частици. Само три вида частици, но подредени и спазващи строги, непреодолими природни закони! Това е толкова просто и логично! Всеки, който добре се е запознал с тази структура на материята неволно се запитва: това не е ли дело на Велик разум или на Божия ръка?!

Ядрени реакции

Ядрени реакции се наричат взаимодействията на атомните ядра с елементарните частици и взаимодействията на атомните ядра помежду им. През първите две десетилетия на 20 век единствените известни реакции с ядрата са били радиоактивните разпадания. Първата изкуствено предизвикана ядрена реакция извършва Ръдърфорд през 1919 година:



В науката бе прието най-напред атомите, а след това и елементарните частици, да се отбелязват с тех-

ния латински символ. Пред латинския символ като горен индекс се отбелязва масовото число на атома или частицата, а като долен индекс се отбелязва заряда им. Масовото число е броят на протоните и неутроните, които се съдържат в ядрото, т.е. общата маса от неутрони и протони в атомни единици за маса. Долният индекс съответства на броя на протоните в ядрото.

Реакцията проведена от Ръдърфорд има историческо значение. Тя показва, че е възможно да се провеждат изкуствено ядрени реакции. Започна лавинно съобщаване за проведени по аналогичен начин реакции. Така написаните уравнения позволяват да се демонстрира закона за съхранение на масите – сумата от горните индекси в лявата част на уравнението трябва да бъде равна на сумата от индексите в дясната част. Законът за съхранение на заряда изисква и сумата от долните индекси в лявата част да бъде равна на сумата в дясната част. Това изравняване е приемливо когато се пренебрегва дефицитът на масата (дефектът на масата) поради нейната незначителна стойност.

След това беше изучена реакцията между литий и протон с образуване на два атома хелий:



За първи път при тази реакция бе установено, че масите на участващите в лявата страна частици не е равна на масата в дясната част. Горните индекси в уравнението са равни в ляво и дясно, но масите не са равни. Оттук се появи понятието „дефект на масата“. Отново повтаряме, че няма дефект, а е дефицит на масата. Всъщност, противно на двата основни закона на химията и физиката, част от масата на реагиращите вещества сякаш изчезва, а в същото време се „ражда“ голямо количество енергия, съгласно формулата на Поанкаре-Айнщайн.

От тази и последващо изучените реакции бе установено, че сумата от масите на неутроните и протоните в ядрото винаги е по-малка от масите им извън ядрото. Това означава, че при образуване на атомните ядра част от веществото се превръща в енергия, както това се извършва в слънцата. Затова, ако говорим за точен закон, той трябва да бъде закон за съхранение на материята (вещество и енергия). За съжаление много химици и физици не могат да преглътнат факта, че основните закони за съхранение на веществото и за съхранение на енергията в класическия им вид не са верни.

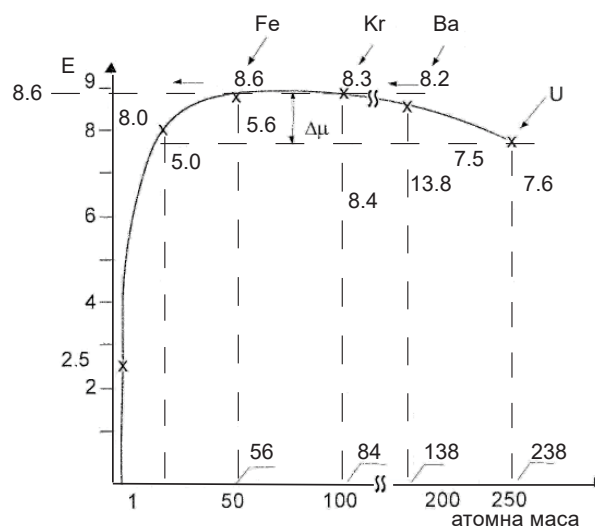
Като се измерва веществото в единици за енергия, не би трябвало да означава, че това вещество е енергия. За да бъде енергия то трябва да извършва движение, съответстващо на енергията. Енергията се измерва с работата, която тя може да извърши. Това вещество, което измерваме в $\text{MeV}\cdot\text{c}^{-2}$, не може да извърши никаква работа. То обаче, като вещество, при подходящи условия, може би може да се превърне в това количество енергия.

Защо физиците, пък и химиците, така упорито не искат да признаят че техният „Закон за съхранение на енергията“ не е общовалиден?! Отговорът вероятно е в това, че не желаят да признаят философското понятие за материята като основополагаща в природата. Всъщност основополагащият закон трябва да бъде „Закон за съхранение на материята“. Материята е сумата от двете свои форми вещество и енергия. Интересно е, ако се докаже, че енергията има маса, тогава законът ще бъде и „Закон за съхранение на масата“, защото масата ще се запазва както във веществото, така и в енергията. Това най-много плаши физиците, до степен да не включват уравнението на Поанкаре-Айнщайн в изучавания материал, а понятието дефицит-маса не се разглежда дори в учебниците!

Остава открит въпросът защо елементарните частици в атомните ядра са по-леки? Имаме ли основание да смятаме, че това са същите частици неутрони и протони, които познаваме извън ядрото? Може би те се превръщат в друг вид частици, респективно с по-малки маси, но по-здравосъвързани помежду си!

Енергията, която съответства на дефицит-масата се нарича по различен начин. Физиците я наричат обща енергия отделена от протони и неутрони при образуване на ядрото. Прието е тя да се отбелязва още като специфична енергия в MeV , съответстваща на дефицит-масата (E), полагаща се на един барион от ядрото на атома. Тази специфична енергия е различна не само за отделните атоми, но дори и за изотопите на един и същи атом. Показана е без детайли на фигура 1, от която се вижда че няма определена закономерност в изменението на специфичната енергия като функция от атомната маса.

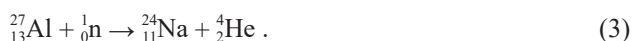
От нея се вижда, че при образуване на леките атоми се отделя повече специфична енергия. Затова енергетиците усилено търсят начини за изкуствено предизвикан и регулиран ядрен синтез, наричан още



Фиг. 1. Изменение на специфичната енергия (E) на един барион от атома като функция от атомната маса.

термоядрен синтез. От фигурата се вижда, че най-висока отделена специфична енергия имат средните по маса атоми, най-висока тя е при желязо, калай и арсен – около 8.6 MeV на барион. След това, при по-тежките атоми специфичната енергия се понижава до около 7.5 MeV на барион. Илюстрацията обяснява защо при разпадането на тежките атоми се получава енергия, а не се поглъща. Те се разпадат до атоми със средна маса и се отделя разликата в специфичната енергия, която е в повече при средните атоми, т.е. ако можем да разрушим урана до елементарни частици, трябва да подадем енергия, съответстваща на E_U от графиката. Ако от тези частици можем да сътворим например криптон, то от същите частици ще се отдели повече специфична енергия, отколкото сме подали за разпадането на урана. Печели се от разликата в специфичните енергии.

Още една ядрена реакция има историческо значение за науката:



Енрико Ферми бомбардира алуминий с неутрони и неочаквано установява, че реакцията се извършва само с бавно движещи се неутрони. Бързите преминават през алуминия без да участват в реакцията. Това се оказва значим факт и при атомните централи. На това наблюдение не е дадено убедително обяснение. В циклотроните и колайдерите се ускоряват елементарните частици, с които се бомбардират ядрата, за да се извърши ядрена реакция, а в случая обяснението е, че бързите неутрони преминават покрай ядрата без да вземат участие в реакцията.

През 1931 г. Пол Дирак от Англия предвижда не само съществуването на позитрона (като „положителен електрон“), но предсказва и процеса аниhilация при срещата му с електрона, водещо до образуване на два гама кванта:



където γ е фотон. През 1933 г. Пол Дирак получава нобелова премия за тези предположения.

За съжаление под аниhilация много учени разбират унищожаване, премахване, изчезване. Това не е унищожаване, а е превръщане в енергия, която отново може да образува вещество, в случая електрон и позитрон!

Реалното съществуване на позитрона, който е антиматерия на електрона, постави въпросът за възможността изобщо да съществува антиматерия. Тя е любим обект на физиците и на фантастите. Вече отбелязахме, че така наречената суперсиметрия, т.е. симетрия, във всичко води в някои случаи до абсурди, например, до „антиенергия“, до екзотичния „таххион“ – частицата с отрицателна маса или до „майорана“ – частицата едновременно материя и антиматерия!

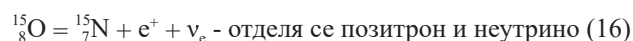
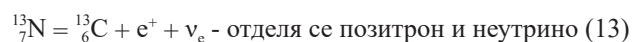
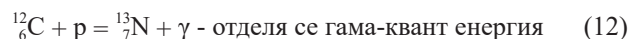
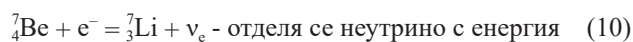
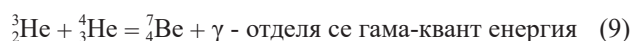
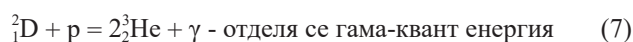
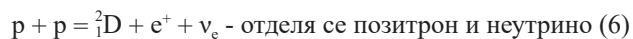
През 1938 г. физиците Ото Хан (Otto Hahn) и Фриц Щрасман (Fritz Strassman) откриват за първи път разпадането на уран-235, при което се отделя огромно количество енергия. За това откритие получават нобелова премия, но по-късно стана ясно, че най-голям принос за това има химичката Лиза Майтнер, обяснила на О. Хан химизма на процеса:



През 1942 година в Чикаго, Енрико Ферми (Enrico Fermi) осъществява управляемо верижно ядрено разпадане по горната реакция.

В периода след 1920 г. бяха открити много реакции, при които се получава точно определено излъчване, което е много интересна база за всевъзможни ядрени реакции. Така например, при разпадане на радон се получава плутоний и се отделят α -частици. За първи път при разпадането на торий се образуват празеодим и електрони. Интересното в тази реакция е, че се отделят електрони, каквито в ядрото няма. Въз основа на нея беше изказано предположение, че в ядрото неутроните могат да се превръщат в протони и електрони.

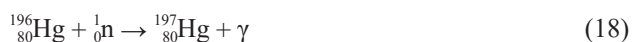
През 1967 година Ханс Бете (Hans Albrecht Bethe, 1906–2005), немец по произход, работещ в САЩ, получава нобелова премия за приноси в изучаване на ядрените реакции. Той определя критичната маса на уран-235 и предлага пълния ход на ядрените реакции във външните слоеве на слънцето. Бете обясни защо свети слънцето, поради извършващите се следни реакции:



Както се вижда при тези реакции се отделят голям брой частици с висока енергия – гама-кванти, неутрино и позитрони. Последните анихилират като отделят също много енергия.

През 1986 г. Уилям Алфред Фаулър (William Alfred Fowler, 1911–1995) получава нобелова премия за изучаване на реакциите вътре в звездите, където се получават и по-тежките елементи.

Към интересните реакции трябва да отнесем и получаването на злато от живак. Тя спада към по-сложните реакции, защото включва едновременно две превръщания:



В Чикагския музей за наука и промишленост са демонстрирани 25 mg злато, получено по горната реакция.

Периодична система на химичните елементи

За да добием представа как от нашите три елементарни частици е възникнал животът, трябва да погледнем междинната материя – атомите. Спектрите на атомите, които получаваме от Космоса, са доказателство, че навсякъде във Вселената, атомите са такива каквито са на нашата планета Земя. Един химик бе казал „Да търсиш в космоса нов химичен елемент, е все едно да търсиш ново цяло число, например между 4 и 5“.

Периодичната система на химичните елементи е гениално прозрение на Д. Менделеев (Дмíтрий Ива́нович Менделеев). Периодичната система дава прекрасна представа за химичните свойства на елементите. Но тя дава много малка представа за физичните им свойства. С няколко примера искаме да покажем това:

1. Литият е метал. Атомите му са свързани здраво в метална решетка, но е два пъти по-лек от водата. Би трябвало неговите малки и леки атоми да образуват плътно опакована структура.

2. Би трябвало тежките атоми да не могат да образуват плътно опаковани твърди вещества, а всъщност най-плътно опакованият метал е тежкият осмий, със специфично тегло 22.86 g/cm³.

3. А защо живакът, цезият, галият и францият над 30°C са течни? Техните тежки атоми би трябвало трудно да извършват брауново движение като течности!

4. Най-леките атоми – литий, берилий, бор, вълглерод са твърди, а един от най-тежките – радон е газ. Би трябвало да е обратното?!

5. Галият е безвреден и полезен за човека, а неговият събрат талий е между най-токсичните вещества. Имат аналогична електронна обвивка, а коренно противоположно влияние върху жизнените процеси.

6. Защо волфрамът е най-високотопимия метал, титанът – най-якия, хромът – най-твърдия? Защо само калаят при ниски температури се саморазрушава от „калаена чума“? Защо технецият практически не се среща на земята?

7. Защо само гадолиният проявява магнитокалоричен ефект (нагриване при въвеждането му в магнитно поле и охлаждане при премахване на полето), което предлага едно много интересно и принципно ново технологично приложение.

8. И някои химични свойства са съвършено неочаквани. Например, защо европият реагира с водата както алкалоземните метали? Измежду редките лантаниди само той взаимодейства с водата при обикновена температура.

9. Цветовете на химичните елементи са резултат от взаимодействие на електронната им обвивка със светлината. Но тогава защо толкова малко елементи са цветни, би трябвало всички да имат цвят?

Защо, защо, защо?

Както вече отбелязахме, през 1911 г. Ръдърфорд предложи планетен модел на атомите. Около положително зареденото малко ядро обикалят по орбити електроните. През 1913 г. датският физик Н. Бор предлага два постулата, свързани със строежа на електронните обвивки:

1. Постулат за стационарните орбити. Орбитите на електроните са стационарни с дискретни енергии E₁..E₂..E₃..E₄E_N. С това той акцентира не върху мястото, а върху енергията на електрона.

2. Постулат за честотата на излъчване. Тя се определя по формулата на Макс Планк от разликата между енергиите на двете орбити, между които е прескочил електронът.

През 1914 година Дж. Франк и Г. Херц потвърждават експериментално постулатите на Бор и получават нобеловата награда за това.

През 1923 година Луи де Бройл развива нова хипотеза за електрона. Той въвежда представата за корпускулно-вълнови свойства и върху електроните в атомите. Според нея всяка свободно движеща се частица може да се представи като плоска монохроматична вълна с дължина на вълната:

$$\lambda = h/p \quad (20)$$

Вече споменахме, че тази формула носи името на дьо Бройл. Той изчислява обиколката на първата орбита на водорода и стига до извода, че тя е 3.3×10⁻¹⁰ m. След това определя дължината на вълната на електрона и намира, че тя също е 3.3×10⁻¹⁰ m. Съвпадение с такава точност не може да бъде случайно. По-късно направени изчисления показват, че и следващите орбити се запълват с цяло число дължини на вълната. Следователно електронът образува по орбитите така наречената „стояща“ вълна. С това дьо Бройл налага

схващането, че електронът не е малка веществена частица, а е по-скоро облак от бързо движеща се вълна. По-късно бе установено, че електронната вълна се движи не само по окръжна орбита, но и по по-сложни повърхности и обеми около ядрото на атомите.

След това се появи принципът на Паули: „В коя да е физическа система не може да има в едно и също квантово състояние повече от един електрон“.

При решаване на уравнението на Шрьодингер се получават три квантови числа за състоянията на атомните електрони. Като се прибави към тях и възможността за спин на електрона квантовите числа стават четири:

1. Главно квантово число. Понякога се нарича и орбитално квантово число, бележи се с буквата „n“ и приема стойностите $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ до 7 вкл., а съответстващите им орбити се означават: K, L, M, N, O, P и Q. Главното квантово число съответства на броя на подорбитите в неговата орбита. Както е известно, след като в ядрото протоните надхвърлят 92 броя атомите вече са нетрайни. Затова максималното квантово число е 7, респ. Q за нерадиоактивните атоми.

2. Подорбитално квантово число. Бележи се с буквата „l“ и приема стойности $l = 0, 1, 2, 3, \dots$ до $(n - 1)$, т.е. сумарно n броя. Подорбитите се бележат, както следва: първа подорбита с „s“ от sharp, втората – с „p“ от principal, третата с „d“ от diffuse, четвъртата – „f“ от fundamental, а след това следват по латинската азбука g и h.

3. Магнитно квантово число. Бележи се с буквата „m“ и приема стойности $m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots, \pm l$, сумарно $(2l + 1)$ броя.

4. Спиново число, което е само два вида: $+1/2$ или $-1/2$.

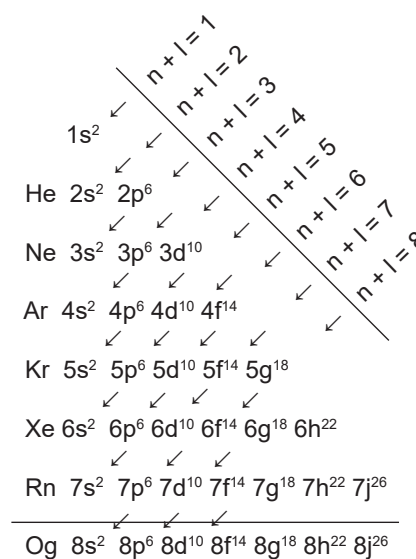
Както се вижда, всяко квантово число предоставя различен брой „квантово разрешени състояния“, наричат се още „квантово предоставени състояния“ в атома. Общият им брой се описва със сума от 0 до $n - 1$:

$$\sum_{l=0}^{n-1} 2(2l+1) = 2n^2. \tag{21}$$

За всяка подорбита максималният брой на квантово предоставените състояния се изчислява по същата формула, като за s-подорбитата $l = 0$, за p-подорбита $l = 1$, за d-подорбита $l = 2$, за f-подорбита $l = 3$ и т.н. Във всяка подорбита електроните могат да бъдат от 1 до до максималния брой $2(2l + 1)$. Броят им се представя като степен върху буквения знак на подорбитата. Така например, $3d^4$ означава на 3-та основна орбита, на d-подорбита има 4 електрона.

В таблица 1 е показан максималният възможен брой на квантово предоставените състояния на електроните по орбити и подорбити. Така подредените квантови състояния позволяват да се изведе подобрена периодична система на елементите. При подреждане на електроните в атомите се спазва принципът за мини-

Таблица 1. Максималният брой на квантово предоставените състояния на електроните по орбити и подорбити



мална енергия на общото състояние. От този принцип следва емпиричното правило на Маделунг-Клечковски. Според него запълването на орбитите с електрони се извършва в посока към нарастване на сумата от двете квантови числа $(n + l)$. При еднаква сума най-напред се запълват състоянията с по-малко главно квантово число „n“. Подредени по Маделунг-Клечковски, квантово разрешените състояния в елементите се извеждат от таблицата като се върви по стрелките отгоре надолу. Тогава се получава поредицата в таблица 2, представена по-долу.

При последователно запълване на орбитите, електрон след електрон, се достига до квантово обоснована поредица от химични елементи. Подредени са в хоризонтални редици, като всяка редица завършва с благороден газ, образуващи периодичната система на химичните елементи.

Когато се описва пълният електронен състав на даден атом за краткост се дава предшестващият благороден газ, след което се описват допълнителните орбитални електронни структури. Например, електронният състав на натрий е $Ne3s^1$, което означава всичко, което има в неона, плюс един електрон на 3s орбита.

Квантово изведената периодична система поставя и някои интересни въпроси. Така например „благород-

Таблица 2. Квантово разрешените състояния, подредени по Маделунг, изведени от таблица 1

$1s^2$	$2s^2$	$2p^6$	$3s^2$	$3p^6$	$4s^2$	$3d^{10}$	$4p^6$			
He	Ne	Ar	Kr							
$5s^2$	$4d^{10}$	$5p^6$	$6s^2$	$4f^{14}$	$5d^{10}$	$6p^6$	$7s^2$	$5f^{14}$	$6d^{10}$	$7p^6$
Kr	Xe	Rn	Og							

ните“ атоми (от Ne до Rn) имат завършена най-външна електронна обвивка от 6 електрона. Може би стабилни са „хекстети“, а не „октети“?! Както бе отбелязано за пълването на атомните орбити става при спазване на принципа за последователно преминаване от по-нискоенергетични състояния към по-високоенергетични. В тези случаи обаче, за да се достигне до „октет“ електроните от s-подорбитите се вписват след крайните p-електрони. Това може да се обясни само ако се приеме хибридизация на тези два вида електрони. Вероятно могат да се търсят и други обяснения. А погледнете периодичната система! Най-напред се запълват s-орбитите с образуване на алкалните елементи, а след това се запълват по-високоенергийни орбити, но често те се слагат преди s-подорбитите.

От особен интерес е и фактът, че при въглеродния атом също има отклонение от правилното разположение на електроните според принципа за минимална енергия на общото състояние. То ще бъде разисквано в следващата част на изложението.

Интересни са предложените нови имена на синтезираните нови, най-тежки атоми, които не се срещат в природата (таблица 3).

Въртене около валентните връзки във въглеродните молекули

Основното електронно състояние на въглеродния атом е $1s^2, 2s^1, 2p_x, 2p_y, 2p_z$. Валентните 2s- и 2p-електрони имат близко енергетично състояние. Затова s-електронът лесно взаимодейства с p-електроните, което се нарича хибридизация, като могат да се образуват три вида хибридни орбити, а именно: sp, sp^2 или sp^3 , в зависимост от това колко от p-електроните участват в хибридизацията. Квантово-механичните изчисления показват, че s-електронът има сферична форма, а p-електроните имат форма на пространствена осморка, в центъра на които е ядрото. При хибридизиране електроните запазват формата на пространствена осморка, но с нарушена симетрия, силно изтеглени са навън от атома. Това ги прави химически много актив-

ни и най-важното е, че могат да реагират помежду си като образуват дълги карбоверижни молекули. По тази си способност въглеродът е единствен сред химическите елементи.

При sp хибридизация се образуват ацетиленови, при sp^2 – етиленови и при sp^3 – наситени въглеводороди. Последният случай съответства на четири равностранни електронни облака, разположени към върховете на един мислен тетраедър, в центъра на който се намира атомното ядро. Тези електронни облаци образуват простите σ -връзки на въглерода. Всяка от тях сключва със съседните връзки от атома $109^\circ 28'$ ъглови градуса.

Електронният облак на σ -връзката притежава аксиална симетрия и поради това енергетичното му състояние не би трябвало да се изменя значително при въртене на двете части от молекулата около единичната връзка. Сравнително свободното въртене около C–C σ -връзката лежи в основата на статистическата теория за формата на полимерните вериги.

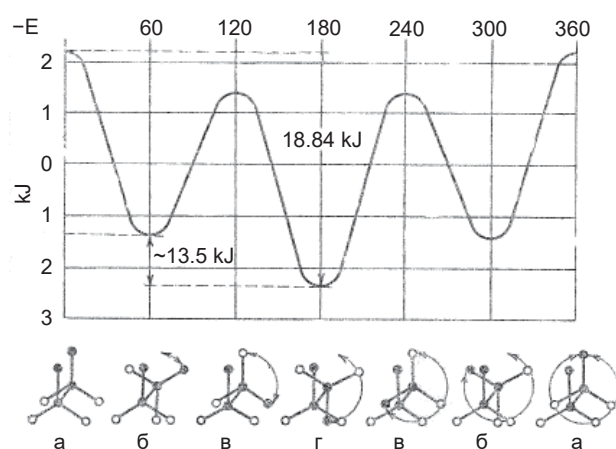
Взаимното пространствено разположение на атомите в молекулите, до което се достига вследствие на въртенето на атомите около валентните им връзки, се нарича конформация, а едно конкретно пространствено разположение на една молекула се нарича конформер. Минимумите от фигура 2 показват, че енергията им е дискретна.

Засега най-точен експериментален метод за определяне на потенциалните бариери и честотата на трептенията в молекулите е радиоспектроскопският. Резултатите, получени при това изследване, показват, че бариерите, които се появяват поради взаимодействието на заместители от типа NH_2, CH_2, NH и SH са малки и имат стойности от 8.4 до 16.8 kJ/mol.

В малките молекули преходът от една конформация в друга е резултат на въртенето около C–C връзка и се извършва с голяма честота, приблизително 10^{10} пъти в секунда при $20^\circ C$.

Таблица 3. Синтезираните най-тежки атоми от периодичната система на химичните елементи, техните масови числа, имена и химични знаци

Масово число	Име	Химичен знак
112	copernisium	Cn
113	nihonium	Nh
114	flerovium	Fl
115	moskovin	Ms
116	livermorium	Lv
117	tennessin	Ts
118	oganeson	Og

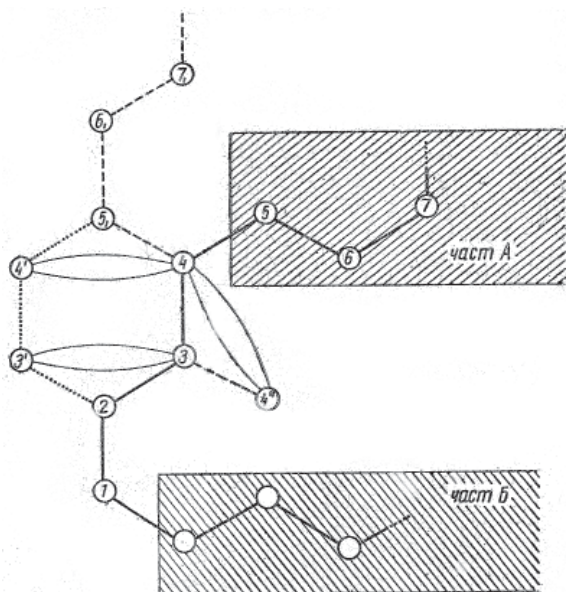


Фиг. 2. Потенциална енергия на 1,2-диметилетан от ъгъла на въртене около средната C–C връзка в молекулата. Формули на Нюмен.

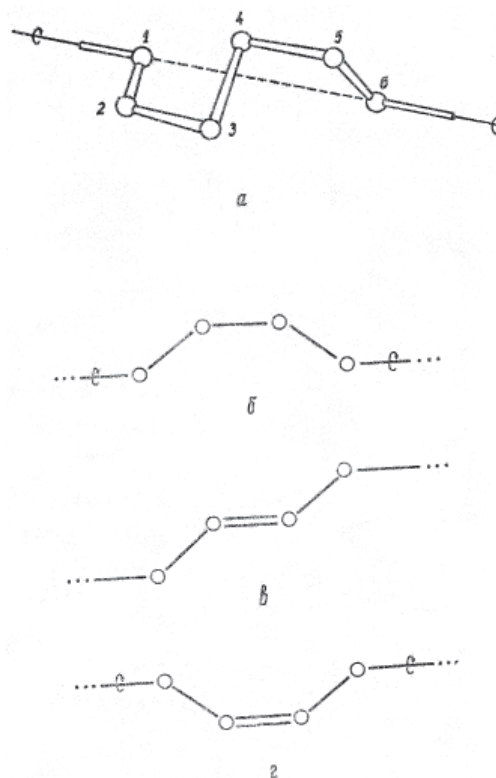
Когато дължината на една молекулна верига нараства, потенциалната бариера за въртене около С–С връзките нараства до определена постоянна стойност. Така например, всеки от атомите на една С–С връзка, намираща се в средата на една дълговерижна макромолекула, е свързана с още стотици и хиляди други атоми. За да се завърти някой от атомите на С–С връзката спрямо съседа си, е необходимо заедно с него да се завъртят всичките стотици и хиляди атоми, с които той е свързан, както е показано на фигура 3. Ясно е, че това е невъзможно. Тогава топлинното движение ще се изразява не във въртене на отделните атоми един спрямо друг, а във въртене на цели атомни групи около крайните им валентни връзки, ако те лежат на една мислена ос. Такива съосни валентни връзки се наричат ковалентни или колинейни. Такива са предложени от Щатски и са представени на фигура 4.

За пръв път гъвкавостта на полимерните макромолекули е разгледана теоретически от Кун, Гут и Марк. Математическото им изследване не е описано. В публикацията си те представят само крайните резултати, без да е ясно как са изведени. Затова в следващите редове предлагаме пълното извеждане, защото то е основа за по-нататъшно развиване на реологията, на механиката, на цялата физикохимия на макромолекулите и тепърва на биологията [1].

Основното предположение е, че в дълговерижните макромолекули се формират участъци със самостоятелно въртене около крайните си валентни връзки. В резултат на това те придобиват самостоятелна подвижност, като че ли не са свързани със съседите си. Тези участъци от молекулата се наричат „верижни статистически сегменти“ или просто „сегменти“. Макромолекулата, представена чрез такива статистически



Фиг. 3. Възможно въртене на въглеродните атоми около С–С връзките при макромолекулите.



Фиг. 4. Участъци от молекулите с колинейни валентни връзки: а) предложени от Щатски; б) най-късите атомни групи с колинейни валентни връзки; в) транс-групите в еластомерите; г) цис-групите в еластомерите.

верижни елементи, се нарича свободно съставена или свободно съчленена молекулна верига.

Ако представим началото на един верижен сегмент по оста X от една произволно избрана декартова координатна система, проекцията на верижния сегмент с постоянна дължина R ще се определя от пространствения ъгъл θ (фиг. 5). Вероятността един верижен сегмент да сключва с оста X пространствен ъгъл в границите от θ до $\theta + d\theta$ ще бъде равна на отношението на обема на кълбовидния изрез с ъгъл $d\theta$ към обема на цялата сфера.

Обемът на сферичния сектор OECFO с ъгъл θ е:

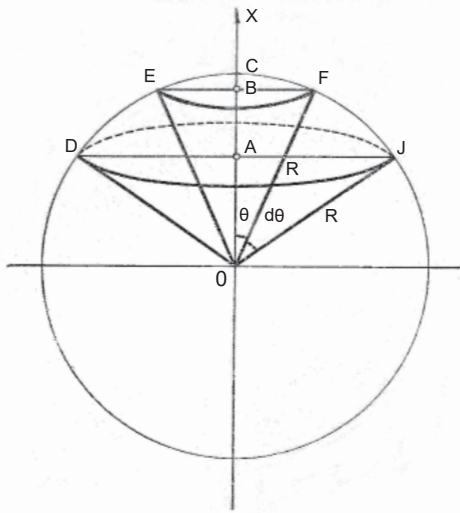
$$V_1 = 2/3\pi R^2 \cdot \overline{BC} = 2/3\pi R^3(1 - \cos\theta) \quad (22)$$

Обемът на сферичния сектор ODCJO с ъгъл $\theta + d\theta$ е:

$$V_2 = 2/3\pi R^2 \cdot \overline{AC} = 2/3\pi R^3[1 - \cos(\theta + d\theta)] \quad (23)$$

Следователно вероятността W един верижен сегмент да сключва с оста X ъгъл между $\theta + d\theta$ е:

$$W = 2/3\pi R^3[\cos\theta - \cos(\theta + d\theta)] / (4/3)\pi R^3 = [\cos\theta - \cos(\theta + d\theta)] / 2 = [\cos(\theta + d\theta) - \cos\theta] / (2d\theta) \cdot d\theta = \{[\sin(\theta + d\theta/2) \cdot \sin d\theta/2] / 2(d\theta/2)\} \cdot d\theta \quad (24)$$



Фиг. 5. Макромолекула, представена чрез началото на един верижен сегмент по оста X.

Средната стойност на проекцията на верижния сегмент върху оста X може да се измери, като сумираме всички стойности на проекцията в границите от 0 до 180° и сумата умножим по вероятността да се осъществи дадена проекция в зависимост от пространствения ъгъл:

$$\bar{R}_x = 1/2 \int_0^\pi R \cos \theta \cdot \sin \theta d\theta = \left| -1/2 (R \cos^2 \theta) / 2 \right|_0^\pi = 0. \quad (25)$$

Закономерно е средната стойност на проекцията да бъде 0, тъй като вероятностите за положително и отрицателно разположение на верижните сегменти са равни помежду си. За да се намери средната стойност на проекцията независимо от знака ѝ, е необходимо да се определи средноквадратичната стойност на проекцията:

$$\bar{R}_x^2 = 1/2 \int_0^\pi (R \cos \theta)^2 \cdot \sin \theta \cdot d\theta = \left| -R^2/2 \cdot (\cos^3 \theta) / 3 \right|_0^\pi = R^2/3. \quad (26)$$

Следователно средната дължина на проекцията на верижния сегмент ще бъде:

$$(\bar{R}_x^2)^{1/2} = R/\sqrt{3}. \quad (27)$$

Аналогично:

$$(\bar{R}_y^2)^{1/2} = R/\sqrt{3} \text{ и } (\bar{R}_z^2)^{1/2} = R/\sqrt{3}. \quad (28)$$

Броят на верижните сегменти в една макромолекула е твърде голям, но не е безкрайно голям. Поради това може да се очаква, че броят на положително разположените сегменти N_1 ще се отличава от броя на отрицателно разположените сегменти N_2 . Те обикновено са близки до половината от общия брой на верижните сегменти и се отличават от него с някакъв малък брой n :

$$N_1 = N/2 + n \text{ и } N_2 = N/2 - n. \quad (29)$$

Общата проекция на макромолекулата по оста X ще бъде:

$$X = (\bar{R}_x^2)^{1/2} (N_1 - N_2) = 2n(\bar{R}_x^2)^{1/2} = 2nR/\sqrt{3}. \quad (30)$$

Вероятността верижните сегменти да имат N само положителни или само отрицателни разположения се дава с израза:

$$N! / (N/2 + n)! (N/2 - n)! . \quad (31)$$

Броят на пермутациите, които могат да се осъществят в макромолекулата, е $(N/2 + n)$ положителни и $(N/2 - n)$ отрицателни верижни сегменти е твърде голям. Произведението от двете величини ще даде вероятността да съществуват молекули с $N_1 - N_2 = 2n$ верижни сегменти.

Този израз може да се опрости, като се логаритмува и се приложи към него опростената формула на Стирлинг:

$$N! = \sqrt{2\pi N} \cdot (N/e)^N (1 + 1/12N + 1/288N^2 + \dots) \quad (32)$$

или:

$$\ln N! = N \ln N - N + 1/2 \ln 2\pi N \approx N \cdot \ln N - N, \quad (33)$$

валидна за $N \gg 1$:

$$\ln W_n = N \ln 1/2 + N \ln N - (N/2 + n) \ln (N/2 + n) - (N/2 - n) \ln (N/2 - n). \quad (34)$$

Логаритмичните членове във втората част на израза могат да се развият с помощта на формулата на Тейлор:

$$f(x) = f(0) + (x/N)f'(0) + (x^2/2!)f''(0) + (x^3/3!)f'''(0) + \dots \quad (35)$$

Така се получава:

$$\ln W_n = k - 2n^2/N, \quad (36)$$

където

$$k = N \ln 1/2 + N \ln N - N \ln N/2 \quad (37)$$

е константна величина, зависеща само от броя на верижните сегменти на макромолекулите. Следователно вероятността за съществуване на молекулната конфигурация ще бъде:

$$W_n = k' \cdot e^{-2(n^2/N)}. \quad (38)$$

Сумата от всички вероятности за съществуване на макромолекули с $N_1 - N_2 = 2n$ ще бъде:

$$\int_{-n}^{+n} W_n \cdot dn = 1 = k' \int_{-n}^{+n} e^{-2n^2/N} \cdot dn. \quad (39)$$

Подинтегралната величина се мени степенно от n , което позволява да се разширят границите на интеграла:

$$k' \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-2n^2/N} \cdot dn = 1 . \quad (40)$$

Оттук следва, че константата е

$$k' = \left[\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-2n^2/N} \cdot dn \right]^{-1} = (2/\pi N)^{1/2} , \quad (41)$$

защото

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{ax^2} \cdot dx = (\pi/a)^{1/2} . \quad (42)$$

Вероятността да съществува конформация с параметър n в границите от $n + dn$ ще бъде:

$$W_n \cdot dn = (2/\pi N)^{1/2} \cdot e^{-2n^2/N} \cdot dn . \quad (43)$$

Общата проекция на макромолекулата по оста X ще бъде:

$$x = 2n(R/\sqrt{3}) \text{ или } n = (\sqrt{3}/2R) \cdot x . \quad (44)$$

Следователно

$$W_n \cdot dx = (3/2\pi NR^2)^{1/2} \cdot e^{-3x^2/2NR^2} \cdot dx . \quad (45)$$

Тази зависимост е известна като закон на Максвел. Аналогично

$$W_n \cdot dy = (3/2\pi NR^2)^{1/2} \cdot e^{-3y^2/2NR^2} \cdot dy . \quad (46)$$

$$W_n \cdot dz = (3/2\pi NR^2)^{1/2} \cdot e^{-3z^2/2NR^2} \cdot dz . \quad (47)$$

Вероятността макромолекулата да има проекции по трите оси на декартовата координатна система, съответстващи на горните уравнения, е равна на произведението от трите вероятности:

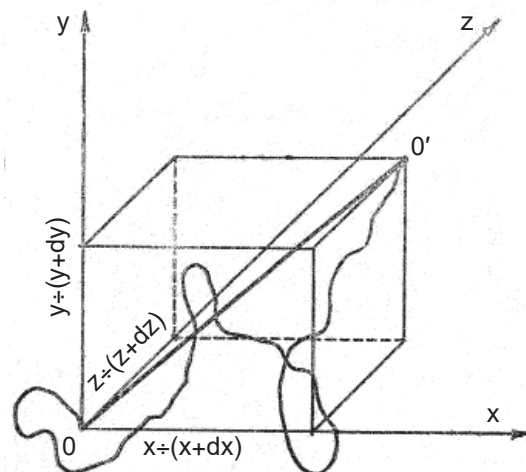
$$W_v \cdot dv = (3/2\pi NR^2)^{1/2} \cdot e^{-3h^2/2NR^2} \cdot dv , \quad (48)$$

където

$$h^2 = x^2 + y^2 + z^2 \text{ и } dv = dx \cdot dy \cdot dz . \quad (49)$$

Тази вероятност показва относителния брой на макромолекулите, двата края на които заемат крайните точки на диагонала на един паралелепипед със страни x до $x + dx$, y до $y + dy$, z до $z + dz$, както това е показано на фигура 6.

Разстоянието h между двата края на макромолекулата се нарича протяжност (разпереност). Някои колеги изказват мнение, че „протяжност“ не е българска дума. Това не е вярно. „Протягам се“ е често използван български глагол, от който идва съществителното име „протяжност“. Разпереност е понятие свързано по-ско-



Фиг. 6. Проекции на верижната макромолекула върху декартова координатна система.

ро с площта на тялото, а тук става дума за разстояние между двата края на макромолекулата. Не е маловажно, че понятието „протяжност“ много лесно се запаметява.

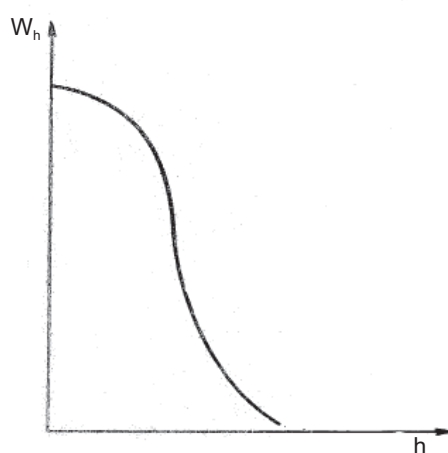
Протяжността, определена по уравнение 38, е векторна величина. Независимо от нейната големина тя е еднакво вероятна във всички посоки. Поради това W_h е намаляваща функция от h (фиг. 7).

За да се намери зависимостта на функцията W_h от размера на протяжността h , независимо от нейното пространствено разположение, е необходимо да се умножи функцията по обема на сферичния слой на разстояние от h до $h + dh$ от центъра:

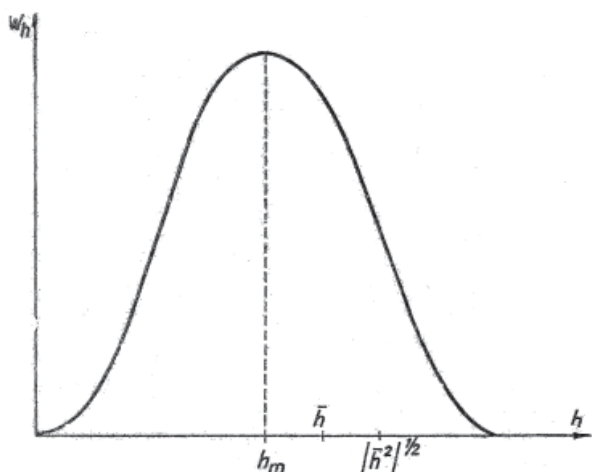
$$W_h \cdot dh = 4/\sqrt{\pi} (3/2NR^2)^{3/2} \cdot e^{-3h^2/2NR^2} \cdot h^2 \cdot dh , \quad (50)$$

$$W_h = 4/\sqrt{\pi} (3/2NR^2)^{3/2} \cdot e^{-3h^2/2NR^2} \cdot h^2 . \quad (51)$$

Графично функцията (50) е показана на фигура 8.



Фиг. 7. Зависимост на вероятността функция W_h от размера на протяжността h на макромолекулата.



Фиг. 8. Максимално вероятна протяжност h_m на макромолекулата.

Тя има гаусово разпределение и затова макромолекулите често се наричат Гаусови вериги. Протяжността има максимална вероятна стойност h_m , която съответства на максимума на функцията. За да се намери тази стойност, първата производна на функцията се приравнява на нула:

$$dW_h/dh = e^{-3h_m^2/2NR^2} \cdot 2h_m - h_m^2 e^{-3h_m^2/2NR^2} \cdot 2h_m/(2/3)NR^2 = 0. \quad (52)$$

Оттук следва:

$$e^{-3h_m^2/2NR^2} [2h_m - 2h_m^3/(2/3)NR^2] = 0. \quad (53)$$

Първият член не може да бъде 0, следователно:

$$2h_m - 2h_m^3/(2/3)NR^2 = 2h_m [1 - h_m^2/(2/3)NR^2] = 0, \quad (54)$$

откъдето следва, че:

$$h_m^2 = (2/3)NR^2. \quad (55)$$

Ако въведем стойността на $h_m^2 = NR^2$ в уравнение 51, ще се получи следният израз:

$$W_h = (4/\sqrt{\pi}) \cdot (1/h_m^3) \cdot e^{-h^2/h_m^2} \cdot h^2. \quad (56)$$

Ако M е общият брой на молекулите, частта от тях с големина h в границите от h до $h + dh$ ще бъде:

$$dM/M = W_h dh. \quad (57)$$

Средната стойност \bar{h} може да се определи:

$$\begin{aligned} \bar{h} &= 1/M \int_0^M h dM = \int_0^{\infty} h \cdot W_h \cdot dh = 1/2 \int_{-\infty}^{+\infty} h \cdot W_h \cdot dh = \\ &= 1/2 \int_{-\infty}^{+\infty} (4/\sqrt{\pi}) \cdot 1/h_m^3 \cdot e^{-h^2/h_m^2} \cdot h^3 \cdot dh. \end{aligned} \quad (58)$$

Както е известно

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-ax^2} \cdot x^3 \cdot dx = 1/a^2. \quad (59)$$

Следователно

$$\bar{h} = 2h_m/3 \cdot \sqrt{\pi} = \sqrt{8NR^2/3\pi} \quad (60)$$

По същия начин

$$\bar{h}^2 = 1/n \int_0^n h^2 dn = 1/2 \int_{-\infty}^{+\infty} h^2 \cdot W_h \cdot dh. \quad (61)$$

Тъй като

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-ax^2} \cdot x^4 \cdot dx = 3/4 \sqrt{\pi} \cdot a^{-5/2}, \quad (62)$$

Следва, че

$$\bar{h}^2 = 3/2 h_m^2 = NR^2, \quad (63)$$

$$(\bar{h}^2)^{1/2} = N^{1/2} R. \quad (64)$$

Както се вижда, конформационната статистика показва, че макромолекулите в среда от идеален разтворител трябва да имат средноквадратична $(\bar{h}^2)^{1/2}$, средна \bar{h} и най-вероятната h_m протяжност.

Изводите на конформационната статистика са вече отдавна опитно доказан факт. Формата на макромолекулите във вид на неплътни кълба е предпочитана не само в среда от идеален разтворител, но и в кондензирано състояние.

Форма на макромолекулите

За да представим формата на макромолекулата, необходимо е да я разгледаме чрез една декартова координатна система, едната ос на която съвпада с посоката на вектора h (фиг. 9) Може да се допусне с голяма вероятност, че най-голямо средно разстояние от оста X ще имат звената, намиращи се близо до средата на макромолекулата. Двете половини на макромолекулата – от началото и от края до средата ѝ, могат да се опишат с разпределението на звената в тях. За всяка половина от молекулата е валидна вероятност:

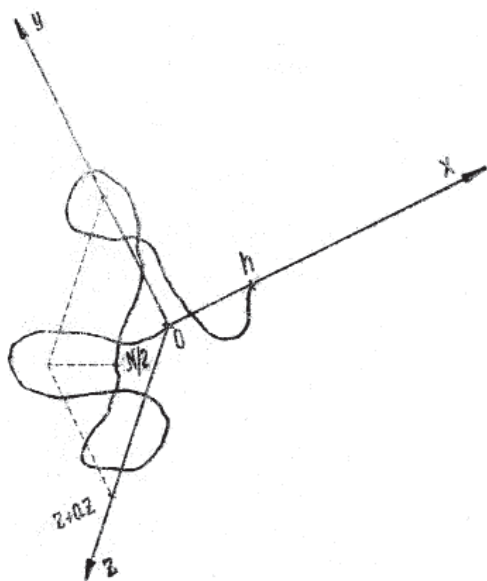
$$W_{n1} = (1/2)^{N/2} (N/2)! / (N/4+n)! (N/4-n)! = W_{n2}. \quad (65)$$

Общата вероятност за съществуване на макромолекулата ще бъде:

$$W_n = W_{n1} \cdot W_{n2} = [(1/2)^{N/2} (N/2)! / (N/4+n)! (N/4-n)!]^2. \quad (66)$$

Аналогично на решението на вероятността по уравнения (31–44) може да се определи:

$$W_n = W_{n1} \cdot W_{n2} = B e^{-8n^2/N}, \quad (67)$$



Фиг. 9. Статистически нагъната макромолекула.

$$W_y = (6/\pi NR^2)^{1/2} \cdot e^{-6y^2/NR^2}, \quad (68)$$

$$W_z = (6/\pi NR^2)^{1/2} \cdot e^{-6z^2/NR^2}. \quad (69)$$

Като се умножи W_y по W_z се намира вероятността $N/2$ -ят сегмент да има проекция върху равнината yz с координати в границите от y до $y+dy$ и от z до $z+dz$:

$$W_{yz} dydz = 6/\pi NR^2 \cdot e^{-6(y^2+z^2)/NR^2} \cdot dy \cdot dz. \quad (70)$$

Вероятността проекцията на $N/2$ -я сегмент да се намира в границите от q до $q+dq$ е:

$$W_q dq = 6/\pi NR^2 \cdot e^{-6q^2/NR^2} \cdot 2\pi q \cdot dq = (12/NR^2) \cdot e^{-6q^2/NR^2} \cdot q \cdot dq. \quad (71)$$

Максимум на тази функция ще намерим като приложим $dW_q/dq = 0$:

$$q_m^2 = (1/12)NR^2. \quad (72)$$

Като се използва тази зависимост, могат да се изчислят и средното \bar{q} , и средноквадратичната стойност \bar{q}^2 на проекцията q :

$$\bar{q} = (\pi NR^2/24)^{1/2}, \quad (73)$$

$$(\bar{q}^2)^{1/2} = (NR^2/6)^{1/2}. \quad (74)$$

За пълното описание на пространственото разположение на верижните сегменти е необходимо да се намери проекцията p върху оста y на $N/4$ -ия сегмент от веригата. Изчисленията показват, че:

$$W_p = (48/\pi NR^2)^{1/2} \cdot e^{-12p^2/NR^2}, \quad (75)$$

$$\bar{p}^2 = NR^2/24. \quad (76)$$

По такъв начин се намира пространственото разположение на три точки от молекулната верига на $N/4$ -я, $N/2$ -я и N -я сегмент спрямо първоначалния. Отношението на средноквадратичните размери е:

$$(\bar{h}^2)^{1/2} : (\bar{q}^2)^{1/2} : (\bar{p}^2) = 1 : (1/6)^{1/2} : (1/24)^{1/2} = 2\sqrt{6} : 2 : 1.$$

Данните показват, че макромолекулната верига не е кълбо и няма и симетрия на триосен елипсоид. По-подробното разглеждане показва, че веригата има бобовидна форма. Тази форма обяснява разликата между реологичните и механичните свойства на полимерите и тези на нискомолекулните вещества. Обяснява високоеластичното състояние на полимерите, което доведе до масовото им приложение в съвременния ни свят.

Изведените тук резултати са едно приложение на математическата „Теория на вероятностите“ за спонтанното подреждане на молекулните звена в полимерите още при получаването им. Прави ми впечатление, че галактиките във Вселената се самоорганизируют по подобен начин до купове, наречени „кълъстери“, след което се подреждат във вериги!

Много е вероятно уважаемите читатели да са прескочили последната математическа част от текста. Това биха направили около 90% от читателите. Тя се публикува по няколко причини:

1. Това е теоретичната основа, върху която се гради цялата физикохимия на полимерите. Крайното уравнение (50) е в основата на теоретичното описание на процесите в реологията, механиката, химичната и термична стабилност и специално на стареенето на полимерите.

2. Описаната тук конформационна статистика не се намира така детайлно и точно в специалната литература. Запълваме необходимостта да се намира в нашата страна пълният математически извод, който е направен и от нас.

3. Теоретичното предсказване на формата на макромолекулите се отнася не само за карбоверижните полимери, но още за полиамидите, полиуретаните, полисулфоните и силиконите.

Изводи

1. Предлагат се две нови определения за физичните мерни единици за маса („килограм“, kg) и дължина („метър“, m). Мерната единица за маса „килограм“ е равна на сумата от масите на $5.018\ 450\ 806 \times 10^{25}$ атоми на ^{12}C (въглерод-12). Мерната единица за дължина „метър“ е равна на $1/300\ 000\ 000$ част от разстоянието, което изминава светлината във вакуум за една секунда.

2. Предлагат се две нови дефиниции на физичните понятия „работа“ и „енергия“. Работа – това е предаване (пренасяне, предизвикване) на каквото и да е дви-

жение от едно тяло или вещество на друго тяло или вещество. Енергия – това е промяната (изменението) на всяко движение или накратко „енергия е промяната на движение“.

3. Обикновено във физиката се смесва “сила“-та, приложена към дадено тяло, с наличие в него на „потенциална енергия“. Така например, използваното понятие „потенциална енергия“ за обясняване на свободното падане на телата не съществува в издигнатите тела. Обяснението привидно е логично, но е погрешно и заблуждава учащите се. Силата се измерва в „нютони“ (N, респ. kg.m/s²), а енергията в „джаули“ (J, респ. kg.m²/s²).

4. Поставя се въпросът дали по уравнението $E=mc^2$, което трябва да се нарича на името на Поанкаре-Айнщайн, масата на веществата може изцяло (100%) да се превръща в енергия, както това е възможно в микросвета, или само малка част от веществата е обръщаема, способна на това в макросвета, каквато е дефицит масата?

5. Дефицитът на маса е открит от Ърнест Ръдърфорд още при първите ядрени реакции. Сега вече знаем, че има дефицит на маса при разпадане на радиоактивните атоми, дефицит на маса при слънчевите процеси, дефицитът на маса е причина за огромната енергия, отделяна при термоядрения синтез, дефицитът на маса е в основата на атомната и водородната бомби. Защо част от физиците избягват името „дефицит на маса“, а го заменят с „обща енергия за свързване на нуклоните“? По този начин се омаловажава ролята на процесите, свързани с промяна на масата.

6. Голямо достижение през 20 век е създаването на „Стандартния модел“ на елементарните частици. В него, обаче, всичко е в три части, физиците теоретици „плащат данък“ за основното число „3“ от една от математическите поредици. Поради това стандартният модел поставя повече въпроси, отколкото решения за елементарните частици.

7. Периодичната система на химичните елементи е разработвана вече повече от един век. Опитът тя да се състави чрез постепенно изграждане на атомите на принципа за минимална енергия на електронните им обвивки е голям успех. Има и не малко несъответствия между теоретично изградените атоми и техните химични и особено физични свойства. Възможно е цвятното разделение на атомите в Периодичната система да се направи още по-пъстро.

8. За първи път се публикува пълното математическо извеждане за свободната конформация на макромолекулите. Най-важният извод от конформационната статистика на макромолекулите е, че тяхната пространствена форма е резултат от вероятностен процес. Това означава, че формата им може да се променя като се преодолява само енергетичната бариера за въртене около C–C σ-връзките от молекулната верига. Така живите организми извършват движения само като про-

менят формата на макромолекулите си, за което изразходват минимално възможното количество ентропийна енергия.

Литература

1. М. Натов, Преработване на пластмасите, Техника, София, 1976.

About the common between chemistry and physics

M. Natov

*University of Chemical Technology and Metallurgy,
8 St. K. Ohridski Blvd., 1756 Sofia, Bulgaria
E-mail: natovma@gmail.com*

The author has studied polymer deformation-strength indicators for many years. When polymers are distorted at the molecular level, changes in their conformation are mainly observed, which leads to a change in their entropy. This is what makes carbon macromolecules unique. With this overview, the reason for this uniqueness is sought.

It begins with the physical units of measurement, which are not related to the so-called world constants. The unit of mass is proposed to be ‘1 kg of mass is equal to the masses of $5.018\ 450\ 806 \times 10^{25}$ atoms of ^{12}C carbon-12’. The unit of meter to be ‘1 m is 1/300 000 000th of the length travelled by light in vacuum in one second’. It is desirable that the basic units of measurement include ‘unity of atomic mass (u)’, which is widely used as a measure of mass in the micro world.

Gravitational masses, which are determined on scales under strict rules, should be called zero, because inertial masses are determined from them. Commonly used term ‘work’ refers only to the action of a mechanical force. In fact, a more general concept should be ‘work is the transmission (carrying, causing) of any motion from one body or substance to another body or substance.’ Despite equating work with energy and having the same unit of measurement, energy is more comprehensive in concept and applicability. ‘Energy is the change of any motion,’ or more briefly, ‘energy is the change of motion.’ Motion is a process that changes the location of a particle, a body, or a set of both, in space or between them. Any initiation, change or cessation of motion involves absorption or release of energy. Unfortunately, the concept of ‘potential energy’ is also used in physics, persistently confusing this ‘energy’ with ‘force’. The equation $E = mc^2$ was published by Poincaré three years before Einstein and should be named after both authors. The most important question it poses is how valid the equation is in the macro world in which we live. In the sun, in nuclear power plants, in chemical process-

es, etc., only part of the masses of the starting substances, always below 9%, is converted into energy. Is there a conversion limit that amazingly coincides with the mass-deficit of atomic nuclei?

Some physicists claim that the greatest success of the 20th century was the creation of the standard model of elementary particles. However, it raises many questions. What is the role of the three generations in the construction of matter, why is there no regularity between the masses of the three generations, why are hyperparticles not included in the model? According to the author's calculations, there can only be protons and neutrons in the nuclei of atoms. The calculated masses of the nuclei do not allow for the presence of other particles.

An examination of the 20th century development of the periodic table of the chemical elements shows how deeply the theory of the systematic arrangement of the elements has developed. After solving the Schrödinger equation and obeying the Pauli principle, four quantum numbers are re-

vealed that determine the quantum-provided states of the electrons by orbitals and suborbitals. The empirical rule of Madelung-Klechkowski leads to the system of elements we know so far. The great difference in the properties (especially physical) of the elements of the same group indicates that colour difference used in the system should be expanded.

Conformational statistics assumes that the spatial shape of macromolecules is the result of a probabilistic process, meaning that their shape is determined by entropy, which decreases when the molecules are stretched and increases when they are compressed, overcoming only the energy barrier for rotation about the C–C axis with the links in the main chain. Therefore, living organisms carry out their movements only by changing the shape of their molecules by using the least possible entropy energy. According to this indicator, carbon-based polymers cannot have a competitor.

За автора Милчо Ангелов Натов



Милчо Ангелов Натов е роден през 1932 г. в гр. Пазарджик. Завършва висше образование в Химикотехнологичния институт в София по специалност „Технология на органичния синтез и високомолекулните съединения“ в края на 1955 г. Постъпва на работа в същия институт от 2.01.1958 г.

През 1961–1962 година е на специализация в Московския държавен университет „М. В. Ломоносов“ в катедра „Високомолекулни съединения“. Част от изследванията му там са публикувани в „Доклади АН СССР“ без участие от домакините.

Защитава научната степен „кандидат на химическите науки“ през 1964 г. През 1966 г. е избран за доцент. Защитава научната степен „доктор на химическите науки“ през 1969 г. Избран е за професор през 1973 г. През 1981 г. Московският химикотехнологичен институт „Д. И. Менделеев“ му присвоява почетната степен „doctoris honoris causa“. На 29.05.1996 г. е избран за член-кореспондент на Международна инженерна академия (МИА). От 1970 до 1992 г. е председател на „Специализирания научен съвет по полимери“ към Висшата атестационна комисия.

Работи без прекъсване във Висшия химикотехнологичен институт (ВХТИ) в София като зам.-декан от

1964 г., зам.-ректор от 1970 г., ректор от 1973 г. От 1981 година до средата на 1982 г. е зам.-председател на Националния съвет за висше образование. Пенсионира се като ръководител на катедра „Технология на пластмасите“ в правоприемника на ВХТИ Химикотехнологичен и металургичен университет от 2.01.2000 г.

Развива научна дейност с помощта на многобройните си аспиранти. От тях 45 защитават успешно дисертации, пет от които са чуждестранни граждани. Шестима от защитилите аспиранти по-късно стават професори – от тях един в САЩ и един в Латакия (Сирия), а 27 са вече доценти. Съвместно с аспирантите си има над 120 публикации в чуждестранни научни списания и над 90 в български списания. Работите му са цитирани около 900 пъти, част от които в над 50 монографични книги. Има признати 103 изобретения, някои от които са патентовани в чужбина.

М. Натов съвместно със Ст. Василева разработват технология за производство на композитен полимерен материал „Дърволит“. Това става възможно благодарение на нови оригинални екструдери (Евр. пат. № 1083 от 1987 г.; пат. Китай № ХИМ – 8013 от 31.10.1990 г.) и каландър с принципно нова конструкция. По чертежи на М. Натов италианската фирма „Амут“ изработва патентованите машини и редовното производство на дърволит започва през 1986 г. в завод „Ив. Стоянов“ в гр. Попово и продължава вече 35 години. Машините се използват и за други производства. Чрез външно-търговската фирма „Техника“ е продаден лиценз и технология за производство на дърволит на германската фирма „Холцхандел“. На 22.12.1988 г. авторите на патентите пускат първата производствена линия за дърволит в Германия като продажбата завършва с тържествено съвместно честване на коледните празници.