

Молекулна физика

За молекулна физика ще говорим съвсем накратко, като се запознаем само с необходимите ни по-нататък понятия за третиране на понятието идеален газ.

Молекулната физика изучава физичните свойства и агрегатните състояния на телата в зависимост от строежа на веществото. Молекулната теория за строежа на веществата се изгражда върху следните три основни положения:

1. Веществата имат прекъснат (дискретен) строеж. Простите химически вещества са изградени от еднотипни неделими в химическо отношение частици, наречени атоми. Например кислород, водород и т.н. Сложните химически вещества са изградени от молекули, които представляват съединения на определен брой атоми на прости химически вещества. Например вода – H_2O , два атома водород и един атом кислород.

1. Атомите и молекулите се намират в непрекъснато хаотично (топлинно) движение, което зависи само от температурата на веществото.

1. Между атомите и молекулите на веществата съществува вътрешно взаимодействие, което се дължи на електромагнитно взаимодействие, макар и като цяло те да са електронейтрални съвкупности от разноименно заредени частици. Знаем, че във всеки атом се съдържат еднакъв брой електрони и протони, които са с различен знак на електричния заряд. Законът за междумолекулните (или междуатомните) сили е много сложен. В най-простата си форма допуска следното описание:

Силите на взаимодействие между две молекули са насочени по правата съединяваща молекулите и зависят от разстоянието между тях. Под разстояние между молекулите разбираме разстоянието между центровете на масите им. Нека означим с r разстоянието между две молекули.

На малки разстояния

$r < r_0$

молекулите се отблъскват и големината

на силата на отблъскване расте силно

с намаляване на разстоянието между тях

(виж графиката встрани).

На големи разстояния

$r > r_0$

молекулите се привличат и големината

на силата на привличане намалява бавно

с увеличаване на разстоянието между тях,

като клони асимптотично към нула

(виж графиката встрани).

На разстояние r 0 , което наричам

Теорията за строежа на веществото се нарича също така молекулно-кинетична теория, поради това, че не само третира дискретния строеж на веществата, т.е. разглежда веществата не само като изградени от отделни молекули, но тези молекули се намират в непрекъснато хаотично движение.

Молекулно-кинетичната теория си поставя за задача да изтълкува онези свойства на телата, които се наблюдават непосредствено (налягане, температура и т.н.) като сумарен резултат от движението на молекулите. Тя използва статистични методи, като се интересува не от движението на отделните молекули, а само от такива средни величини, които характеризират движението на огромна съвкупност от частици (молекули). Поради което тя има и друго наименование – статистична физика.

Идеален газ. В този модел се правят следните опростяващи задачата предположения:

1. Пренебрегва се собствения обем на молекулите. Това може да се направи, тъй като при нормални условия ефективният диаметър на молекулите е много по-малък от средното разстояние между тях, поради което обемът, заеман от газа, е много по-голям от собствения обем на молекулите, съдържащи се в газа. Това приближение е доста добро за голяма част от газовете.

1. Пренебрегва се потенциалната енергия на взаимодействие между молекулите. Смята се, че по-голямата част от времето молекулите се движат праволинейно и равномерно и не взаимодействат помежду си. Те взаимодействат, само когато се

доближат на много малки разстояния помежду си. Това взаимодействие се разглежда като еластичен удар, в резултат на който те рязко променят посоката и големината на скоростта си, след което отново се движат праволинейно и равномерно. Пътят на молекулата между две последователни сблъсквания се нарича свободен пробег. Свободният пробег е случайна величина. За описание на движението се въвежда статистичната величина средна дължина на свободния пробег – λ . При постоянна температура средната дължина на свободния пробег е обратно пропорционална на налягането $\lambda \sim 1/p$.

Много от реалните газове – **въздух, азот, кислород** и т.н. при стайна температура и атмосферно налягане са доста **бли**

зки по свойства до идеалния газ

, особено близки са

хелий

и

водород

. Това именно оправдава въвеждането на този физичен модел.

От тук нататък, говорейки за газ ще разбираме идеален газ.

Атомно тегло. Молекулно тегло

В атомната и в молекулната физика, както и в химията с течение на времето се установява, че е по-добре вместо с теглата на атомите и молекулите, да се работи с така наречените **атомни и молекулни тегла**, които са относителни тегла, т.е. безразмерни величини, т.е. числа.

Атомно тегло на даден атом наричаме относителното тегло на атома към $1/12$ от теглото на един атом на изотопа на въглерода C^{12} с масово число 12 – броя на нуклоните (протоните и неутроните), които изграждат ядрото на изотопа. Следователно, атомното тегло е безразмерна величина т.е. число. Атомното тегло на един атом на C^{12}

е равно на 12.

Отношението на теглото на една молекула към $1/12$ от теглото на атома на C^{12} наричаме **молекулен**

о тегло на молекулата

Пояснение: Нека теглото на една молекула от дадено вещество е равно на a g, нека теглото на един атом C^{12} е a_0 g, нека означим с M молекулното тегло на молекулата. Тогава

$$(1)$$

1 mol (един мол) от даденото вещество наричаме такова количество от веществото, масата m на което изразена в грамаве да е числено равна на неговото молекулно тегло M :

$$m_{1 \text{ mol}} = M \text{ g.}$$

Масата на един мол вещество наричаме **моларна маса**. Ще я означаваме с μ .

Да видим колко молекули съдържа 1 mol от веществото. Да означим този брой с N :

От (1) \square

\square

Следователно, броят на молекулите съдържащи се в един мол не зависи от веществото. Наричаме този брой число на Авогадро, бележим го с N_A :

$$N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}.$$

Числото на Авогадро е размерна величина, тъй като не е просто брой, а брой на молекулите в един мол вещество.

mol – мерна единица за количество вещество в системата СИ.

1 mol от произволно вещество съдържа един и същ брой молекули.

Закон на Авогадро

Един мол от какъвто и да е газ при едно и също налягане и една и съща температура заема един и същ обем.

Число на Лошмид

Всички газове при едно и също налягане и една и съща температура съдържат еднакъв брой молекули в единица обем

,

N_A – числото на Авогадро, $V_{1\text{mol}}$ – обемът на един мол вещество.

Основно уравнение на молекулно кинетичната теория на газовете

Налягането на всеки газ е равно на $2/3$ от средната кинетична енергия на постъпателното движение на молекулите съдържащи се в единица обем,

където p е налягането на газа, n – броя на молекулите в единица обем, $\bar{\epsilon}$ - средната кинетична енергия на постъпателното движение на една молекула ($n\bar{\epsilon}$ е средната кинетична енергия на постъпателното движение на молекулите съдържащи се в единица обем) .

Приложение

Налягане на газ

Газовете се различават от твърдите тела по това, че отделните им части са лесно подвижни една спрямо друга. Можем да си ги мислим като състоящи се от лесно подвижни една спрямо друга отделни частици. Частици на газа наричаме много малки от макроскопична гледна точка обеми от газа, които обаче се състоят от голям брой молекули. Би било, обаче, свършено безсмислено да се опитваме да следим движението на всяка отделна частица, още повече, че поведението на дадена маса газ е твърде различно от поведението на отделните частици. От макроскопична гледна точка газът може да се разглежда като непрекъсната среда с изключително малко съпротивление при плъзгане на отделните му части една спрямо друга.

Газовете са характерни с това, че не притежават определена форма. Те могат да изменят своята форма под въздействието на произволно малка сила. За изменение на обема на газа, обаче, е необходимо да се приложи крайна по големина външна сила. При изменение на обема на газа под въздействие на външно въздействие в газа възникват еластични сили, които в крайна сметка уравновесяват действието на външните сили. Еластичните свойства на газовете се проявяват в това, че отделните части на газа действат една на друга или на телата, които се намират в съприкосновение с тях със сила, която зависи от степента на свиване на газа. Това въздействие се характеризира с величината, наречена налягане.

Да разгледаме даден обем газ, който се намира в равновесие. Това означава, че отделните части на газа не се преместват една спрямо друга или относно границещите с тях тела (Газът винаги заема обема на съда, в който се намира). Нека за произволна точка A от обема на газа поместим в газа мислена пластинка (без дебелина) с площ S , така че точката A да лежи на пластинката. Допиращите се до тази пластинка части от течността действат една на друга с равни по големина и противоположно насочени сили, които са ортогонални на пластинката (виж чертежа по-долу), тъй като ако това не е изпълнено, частиците на течността биха се движили и газът не би бил в равновесие.

Нека въведем означението

Величината p наричаме налягане на газа в точка A от газа. Налягането на газа в точката не зависи от ориентацията на пластинката. Налягането е скаларна величина.

Единицата мярка за налягане в системата SI е 1 Паскал (Pa).

$$1\text{Pa} = 1\text{N}/1\text{m}^2 .$$

1 атмосфера налягане е налягането на стълб живак с височина 760 mm.