

Лекция 7

Понятие фазы вещества. Насыщенный пар и его свойства

г. Санкт-Петербург
2020г.

Понятие фазы вещества

- Фаза-термодинамически равновесное состояние вещества, отличающееся по свойствам от других возможных равновесных состояний того же вещества.
- Фазовый переход-переход вещества из одной фазы в другую при изменении внешних условий.

Три агрегатных состояния воды – лед, обычная вода, водяной пар – это также три ее различные фазы.

В пределах одного и того же агрегатного состояния вещество может находиться в различных фазах: алмаз и графит – это две различные фазовые модификации твердого углерода.

Фазовый переход вещества



Реальный газ

- В реальных газах и жидкостях молекулы имеют конечные (хотя и малые) размеры и определенную форму и между ними существуют значительные силы взаимодействия.
- Чем ниже температура и выше давление, тем свойства газа ближе к свойствам реального газа

Парообразование

Газ при низких температурах и высоких давлениях называют паром, при этом указывают, из какой жидкости он образовался.

Явление перехода вещества в пар называется парообразованием.

Парообразование происходит в виде испарения и кипения.

Испарение

Это парообразование с открытой поверхностью жидкости, граничащей с газообразной средой или вакуумом.



Удельная теплота парообразования

Это количество теплоты Q , необходимое для превращения в пар 1 кг жидкости при постоянной температуре T

$$r = Q / m$$

$$\text{СИ: } [r] = [\text{Дж} / \text{кг}]$$

Когда молекула жидкости переместится от границы поверхностного слоя на расстояние, больше радиуса действия молекулярных сил жидкости ($\approx 1\text{ нм}$), она становится молекулой пара.

Скорость испарения

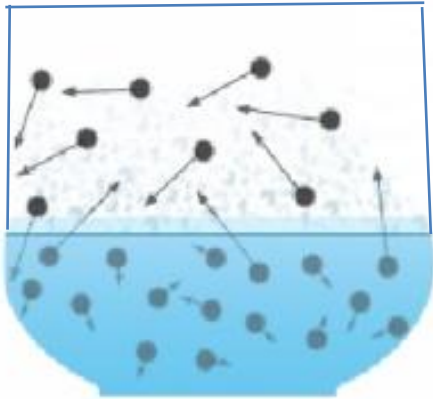
Испарение жидкости происходит при **любой** температуре

Скорость испарения зависит:

- **от рода жидкости,**
- **площади ее свободной поверхности,**
- **температуры,**
- **плотности пара над жидкостью.**

Насыщенный пар

Пусть жидкость находится в замкнутом сосуде, из которого откачан воздух.



Момент времени	Число испарившихся молекул	Число конденсировавшихся молекул	Число молекул пара	
0	0	0	0	Ненасыщенный пар
1	5	0	5	
2	7	3	9	
3	12	7	14	
4	15	10	19	Насыщенный пар
5	18	18	19	
6	20	20	19	

Насыщенный пар

Если число молекул пара увеличивается, то такой пар называется ненасыщенным.

Если за одно и то же время число испаряющихся и конденсирующихся молекул пара одинаково, то число молекул пара над жидкостью будет оставаться постоянным – это **состояние динамического равновесия**.

Пар, находящийся в динамическом равновесии с жидкостью, называют насыщенным.

От чего зависит давление насыщенного пара?

С увеличением числа молекул пара над жидкостью при $T = \text{const}$ его давление увеличивается.

Давление максимально для насыщенного пара.

$$p \approx n_0 k T$$

Давление насыщенного пара зависит от температуры, но не зависит от его объема.

Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре

$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{кПа}$	$\rho, \text{г/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{кПа}$	$\rho, \text{г/м}^3$
-20	0,10	0,88	18	2,06	15,4
-10	0,26	2,14	19	2,20	16,3
-5	0,40	3,25	20	2,34	17,3
0	0,61	4,85	21	2,49	18,34
1	0,66	5,20	22	2,64	19,4
2	0,71	5,57	23	2,81	20,6
3	0,76	5,95	24	2,98	21,8
4	0,81	6,37	25	3,17	23,1
5	0,87	6,80	26	3,36	24,4
6	0,94	7,27	27	3,56	25,8
7	1,00	7,70	28	3,78	27,3
8	1,07	8,28	29	4,00	28,7
9	1,15	8,83	30	4,24	30,3
10	1,23	9,41	40	7,38	51,2
11	1,31	10,0	50	12,33	83,2
12	1,40	10,7	60	19,91	130
13	1,50	11,4	70	31,16	198
14	1,60	12,1	80	47,30	354
15	1,70	12,8	90	70,09	424
16	1,82	13,6	100	101,32	598
17	1,94	14,5	200	1555	7099