



# МОЛЬ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ТЕХНОЛОГА

ПОЛЯНСКАЯ И.С.,  
студенты технологического ф-та Вологодской ГМХА,  
26.02. 2020 г.



# План урока

МОЛЬ. МОЛЯРНАЯ МАССА.  
ЭКВИВАЛЕНТ



МОЛЯРНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ  
ЭКВИВАЛЕНТОВ



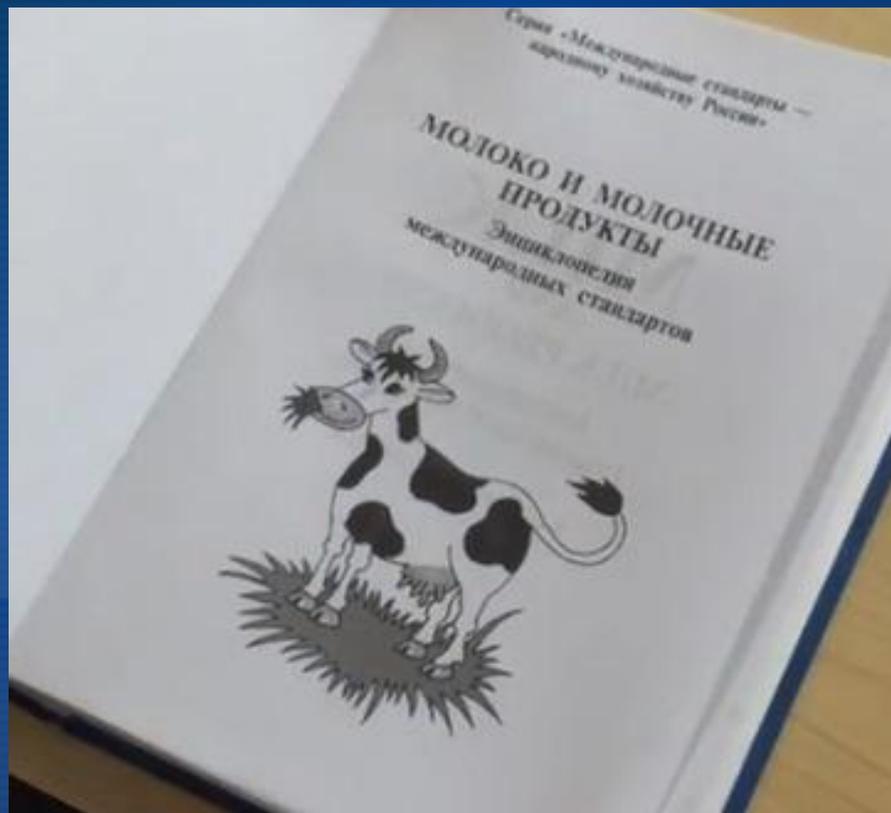
ЗАКОН ЭКВИЛЕНТОВ ДЛЯ  
РАСТВОРОВ



ТИТРИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ



РАСЧЕТ НЕЗВЕСТНОЙ  
КОНЦЕНТРАЦИИ. ВЫВОД О  
КАЧЕСТВЕ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ  
ИЛИ ПРОДУКТА



# История вопроса



В 1811 г. Амадео Авогадро выдвинул гипотезу, согласно которой при одинаковых температуре и давлении в равных объёмах идеальных газов содержится одинаковое количество молекул.

Моль - от лат. *moles* — количество, счётное множество), содержащее Авогадрово число.

$$1908 \text{ г. } N_A = 6,8 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

$$2020 \text{ г. } N_A = 6,022\,140\,857(74) \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

- Моль – это количество вещества, содержащее столько молекул (атомов) этого вещества, сколько атомов содержится в 12 г углерода ( $^{12}\text{C}$ ).

# Число Авогадро $N_A$

1 г атомов водорода содержат  $N_A$  частиц;

в нашей вселенной около  $1 N_A$  звёзд;

$1 N_A$  теннисных мячей покроют  
поверхность планеты Земля слоем  
толщиной 100 км;

$1 N_A$  долларовых банкнот закроют все  
материки Земли двухкилометровым  
слоем;

в пустыне Сахара содержится немногим  
менее  $3 N_A$  песчинок.



# История вопроса

## МОЛЬ – МЕРА КОЛИЧЕСТВА ВЕЩЕСТВА



$\text{H}_2$   
2 г

**1 моль**  
 $6,02 \cdot 10^{23}$   
структурных  
единиц



$\text{O}_2$   
32 г



$\text{NaCl}$   
58,5 г



$\text{Fe}$   
56 г



$\text{H}_2\text{O}$   
18 г



$\text{H}_2\text{SO}_4$   
98 г



$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$   
342 г

$$n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} = \frac{V}{V_m}$$

$n$  – количество вещества (моль)

$m$  – масса вещества (г)

$M$  – молярная масса вещества ( $\frac{\text{г}}{\text{моль}}$ )

$V$  – объём газа (л)

$V_m$  – молярный объём газа  $22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}$  (н.у.)

$N$  – число структурных единиц вещества

$N_A$  – постоянная Авогадро  $6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{моль}}$

н.у. – нормальные условия ( $0^\circ\text{C}$ ; 101,325 кПа – 1 атм)

# Примеры задач с помощью моля



$$\nu = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} = \frac{V}{V_m}$$

1. Определить массу 10 моль ионов водорода  $\text{H}^+$  и молекул водорода  $\text{H}_2$

$$m(\text{H}^+) = 10 \cdot 1 = 10 \text{ г} \quad m(\text{H}_2) = 10 \cdot 2 = 20 \text{ г}$$

$$\nu = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} = \frac{V}{V_m}$$

2. Определить массу одной молекулы кислорода

$$m(1 \text{ молекулы } \text{O}_2) = 32 \cdot 1 / 6,02 \cdot 10^{23} = 5,33 \cdot 10^{-23} \text{ г}$$

$$\nu = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} = \frac{V}{V_m}$$

3. Определить объем 35,5 г хлора при н.у.

$$V = 71,0 \cdot 22,4 / 35,5 = 44,8 \text{ л}$$

$$\nu = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} = \frac{V}{V_m}$$

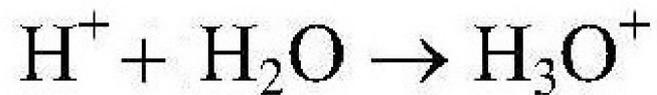
4. Определить число молей ионов водорода  $\text{H}^+$  в 100 г молочной кислоты  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$

$$M(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3) = 98 \text{ г/моль}$$

$$\nu = 100 / 98 = 1 \text{ моль}$$

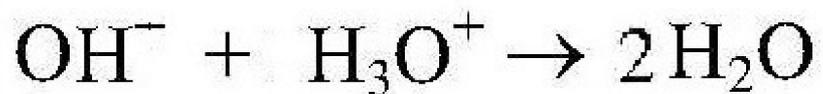
# Реакция нейтрализации

## Ионы гидроксония

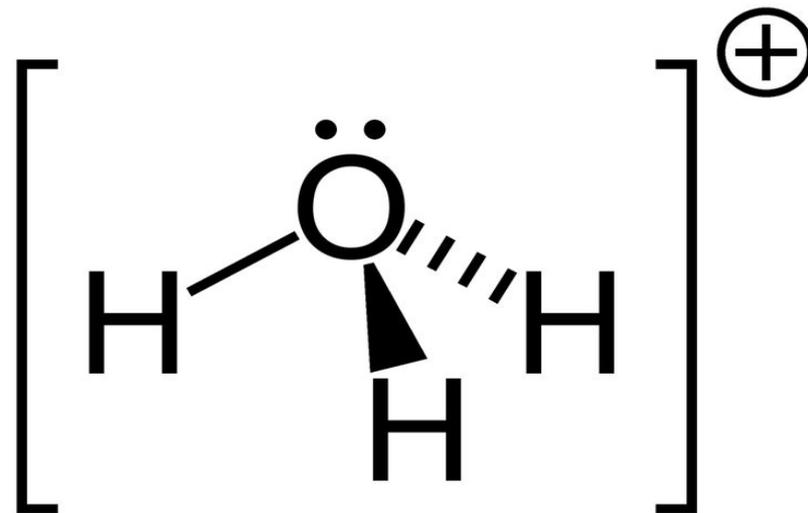


ион  
водорода

ион гидроксония



гидроксид  
анион





# Титриметрический анализ



Молярная масса ( $M$ ) - масса одного моля.

Молярная концентрация ( $C$ ) - сколько молей вещества содержится в 1 л. раствора.

Эквивалент ( $\text{Э}$ ) - реальная или условная частица вещества, которая эквивалентна одному иону водорода (кроме ОВР).

Молярная масса эквивалента ( $M_{\text{Э}}$ ) - молярная масса, поделённая на эквивалент.

Молярная концентрация эквивалента  $C_{\text{Э}} = m / M_{\text{Э}} V$ , моль/л.

Закон эквивалентов для растворов: молярные концентрации эквивалентов растворов, участвующих в нейтрализации равны обратному отношению объемов этих растворов.

$$C_{\text{Э}1} / C_{\text{Э}2} = V_2 / V_1$$

# Молярная масса



МОЛЕКУЛЯРНЫЕ (молярные) МАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ И ИХ РАСТВОРИМОСТЬ В ВОДЕ

АНИОНЫ \ КАТИОНЫ	H <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Rb <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Be <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cr <sup>2+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Cd <sup>2+</sup>	Co <sup>2+</sup>	Co <sup>3+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	АНИОНЫ
O <sup>2-</sup> ОКСИД (не электролит)	18	X	30	62	94	188	153	104	56	40	25	102	71	81	68	152	72	160	128	75	160	75	135	223	80	232	217	O <sup>2-</sup>
OH <sup>-</sup> ГИДРОКСИД	18	35	24	40	56	102	171	122	74	58	43	78	89	99	86	103	90	107	146	93	110	93	153	241	98	125	235	OH <sup>-</sup>
F <sup>-</sup> ФТОРИД	20	37	26	42	58	104	175	126	78	62	47	84	93	103	90	109	94	113	150	97	116	97	157	245	102	127	238	F <sup>-</sup>
Cl <sup>-</sup> ХЛОРИД	36,5	53,5	42,5	58,5	74,5	121,5	208	159	111	95	80	133,5	126	136	123	158,5	127	162,5	183	130	165,5	130	190	278	135	143,5	272	Cl <sup>-</sup>
Br <sup>-</sup> БРОМИД	81	98	87	103	119	165	297	247	200	184	169	267	215	225	212	292	216	296	272	219	299	219	279	367	223	188	360	Br <sup>-</sup>
I <sup>-</sup> ИОДИД	128	145	134	150	166	212	391	341	294	278	263	408	309	319	306	433	310	X	366	313	440	313	373	461	X	235	454	I <sup>-</sup>
S <sup>2-</sup> СУЛЬФИД	34	68	46	78	110	203	169	120	72	56	41	150	87	97	84	200	88	208	144	91	214	91	151	239	96	248	233	S <sup>2-</sup>
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> СУЛЬФАТ	98	132	110	142	174	267	233	184	136	120	105	342	151	161	148	392	152	400	208	155	406	155	215	303	160	312	297	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ГИДРОСУЛЬФАТ	98	115	104	120	136	182	X	282	X	X	X	X	249	259	246	X	X	X	X	X	X	X	X	401	X	205	X	HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> СУЛЬФИТ	82	116	94	126	158	251	217	168	120	104	89	294	135	145	X	344	136	X	192	139	X	139	199	287	144	296	281	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ПЕРХЛОРАТ	100	117	106	122	138	185	336	287	239	223	208	325	254	264	251	350	255	354	311	258	357	258	X	406	262	207	400	ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ХЛОРАТ	84	101	90	106	122	169	304	255	207	191	176	277	222	232	X	302	X	X	279	226	X	226	X	374	230	191	368	ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> НИТРАТ	63	80	69	85	101	147	261	212	164	148	133	213	179	189	X	238	180	242	236	183	245	183	243	331	188	170	325	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> НИТРИТ	47	64	53	69	85	131	229	180	132	116	101	X	147	157	X	X	X	X	X	151	X	151	X	299	156	154	293	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ФОСФАТ	98	149	116	164	212	351	602	453	310	263	217	122	355	386	346	147	357	151	527	367	X	367	546	812	381	419	792	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ГИДРОФОСФАТ	98	132	X	142	174	267	233	184	136	120	105	342	151	161	X	392	152	X	X	X	X	X	215	303	160	312	297	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ДИГИДРОФОСФАТ	98	115	104	120	136	182	331	282	234	218	203	318	249	259	X	X	347	306	X	X	X	313	401	X	205	395	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> АЦЕТАТ	60	77	86	82	98	144	255	206	158	142	127	204	173	183	170	229	174	233	230	177	236	177	237	325	182	167	319	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>
Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> ДИХРОМАТ	218	252	230	262	294	387	353	304	256	240	225	X	X	X	X	X	272	760	X	X	X	X	335	423	280	432	417	Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ХРОМАТ	118	152	130	162	194	287	253	204	156	140	125	X	171	181	X	X	460	228	175	X	175	235	323	180	332	317	CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	
MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ПЕРМАНГАНАТ	120	137	126	142	158	204	375	326	278	262	247	384	X	303	X	X	X	350	X	X	X	297	X	X	X	227	X	MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> КАРБОНАТ	62	96	74	106	138	231	197	148	100	84	69	X	115	125	112	284	116	X	172	119	298	119	X	267	124	276	261	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>

# Титриметрический анализ



- 1. ГОСТ Р 54669-2011 Молоко и продукты переработки молока. Методы определения кислотности. Milk and milk products. Methods for determination of acidity
- 2. ГОСТ 5670-96. Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности. Bread, rolls and buns. Methods for determination of acidity
- 3. ГОСТ 25179-2014 Молоко и молочные продукты. Методы определения массовой доли белка. Метод фомольного титрования  
Milk and milk products. Method for determination of protein
- 4. ГОСТ 31954-2012 Вода питьевая. Методы определения жесткости. Комплексонометрический метод. Drinking water. Methods of hardness determination

# Определение кислотности сухого молока

- Видео подготовили студенты технологического факультета:
- *Собенина Светлана, Войнова Валерия, Дунаева Елена, Техфак-531-о*
- [https://vk.com/video-65013923\\_456239051](https://vk.com/video-65013923_456239051)
- [https://vk.com/video-65013923\\_456239051?list=adc051fe6f1c51b4ec](https://vk.com/video-65013923_456239051?list=adc051fe6f1c51b4ec)



# Качество пищевого продукта. Восприятие вкуса



Убедительно миф о восприятии вкусов различными участками языка разоблачила биолог Вирджиния Коллинз еще в 1974 году: да, есть разница в порогах восприятия, но разные вкусы человек способен воспринимать любым участком по всей площади языка.

# Вывод



- МОЛЬ. МОЛЯРНАЯ МАССА. ЭКВИВАЛЕНТ.  
МОЛЯРНАЯ МАССА ЭКВИВАЛЕНТОВ



- МОЛЯРНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ ЭКВИВАЛЕНТОВ



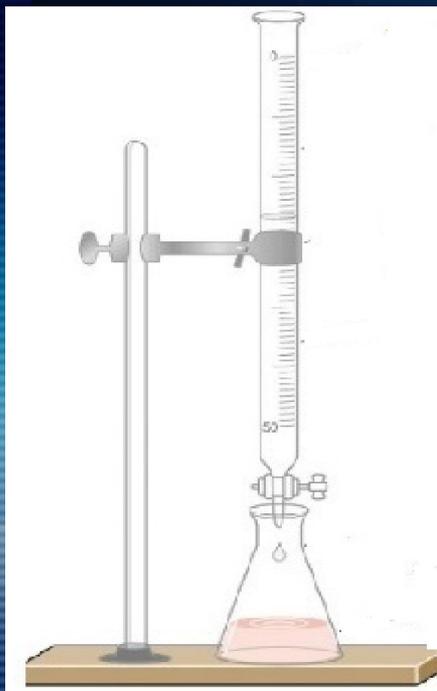
- ЗАКОН ЭКВИЛЕНТОВ ДЛЯ РАСТВОРОВ
- (ЧЕРЕЗ МОЛЯРНЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ  
ЭКВИВАЛЕНТОВ)



- ТИТРИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ. ТОЧКА  
ЭКВАВАЛЕННОСТИ



- РАСЧЕТ НЕЗВЕСТНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ. ВЫВОД  
О КАЧЕСТВЕ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ ИЛИ ПРОДКТА



# Список источников



- Энциклопедия. Химия. М.: Мир энциклопедий Аванта+. 2019. - С. 656 с.
- Моль – единица количества вещества. Молярная масса // CHEMICAL (ХИМИЯ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ)  
<https://sites.google.com/site/chemnikitina/home/vizitka/8-klass/16>
- Ион гидроксония <https://www.google.com/search?q>  
(картинка).
- Международный стандарт ИСО 6092 Определение кислотности сухого молока.

*Спасибо за внимание!*

