Главные понятия химии

УРОК 1 СТРОЕНИЕ АТОМА

Блок «Общая химия»

Подготовка к ЕГЭ по химии · ЕГЭ 2027

План урока

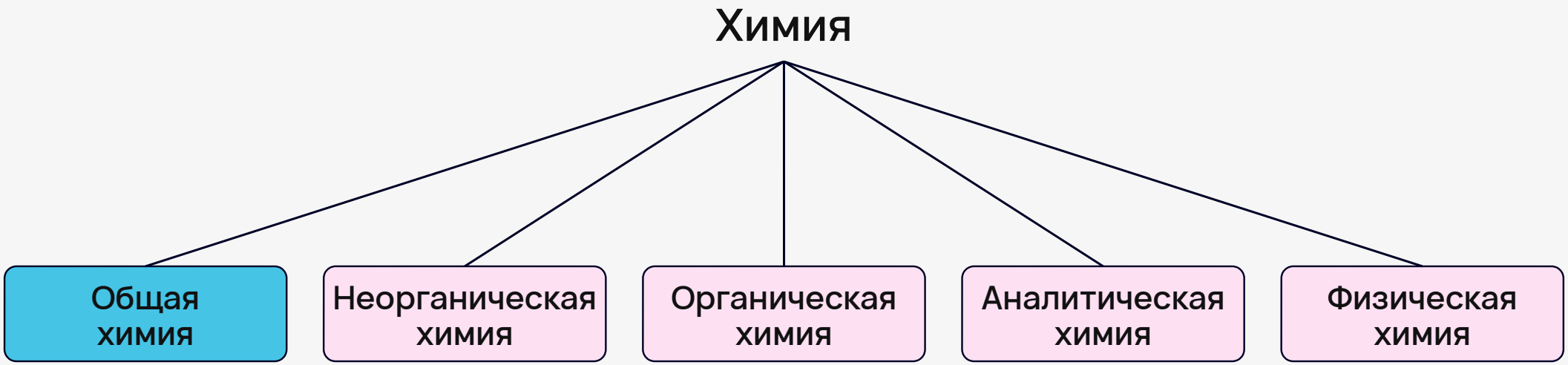
1. Вводная часть. Знакомство с преподавателем
2. Основные понятия химии
3. Итоги урока
4. Ответы на вопросы

Что такое химия?

Химия — наука о веществах, их строении, свойствах, превращениях и явлениях, сопровождающих эти превращения.



Разделы химии





Что изучают разделы химии?

Раздел химии	Что изучает?
Общая химия	Основные понятия, теории и законы химии.
Физическая химия	Общие закономерности строения, свойств и превращений веществ; химические явления на основе законов физики
Неорганическая химия	Неорганические вещества: простые вещества, оксиды, гидроксиды, соли и др.; их свойства
Органическая химия	Органические вещества (соединения углерода, кроме неорганических) и их свойства
Аналитическая химия	Качественный и количественный состав и строение веществ

Главные понятия химии

Вещество

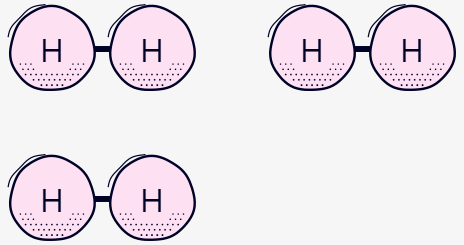
Вещество — устойчивая совокупность частиц (атомов, молекул, ионов), обладающая определёнными физическими и химическими свойствами.

Химическая реакция

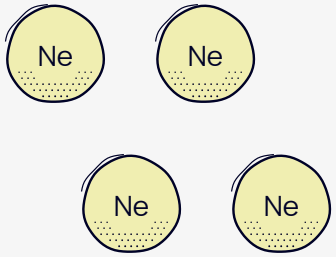
Химическая реакция — процесс превращения одних веществ в другие, сопровождающийся изменением состава и (или) строения.

Вещество

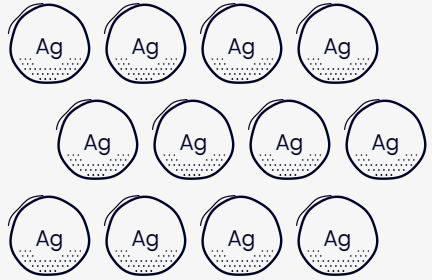
Вещество — это устойчивая совокупность частиц (атомов, молекул, ионов), обладающая определёнными физическими и химическими свойствами.



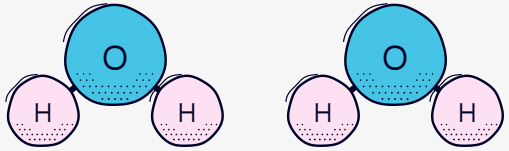
Молекулы водорода H_2



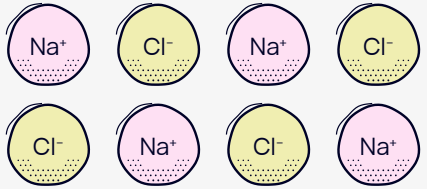
Отдельные атомы неона Ne



Атомы серебра Ag



Молекулы воды H_2O

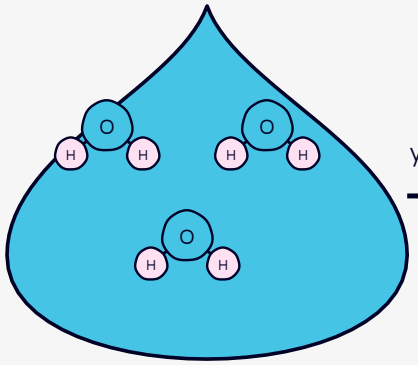


Катионы натрия Na^+
Анионы хлора Cl^-



Строение вещества

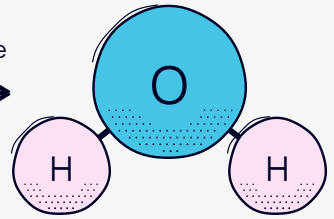
Вещество



Физическое тело: капля воды
Вещество: вода H_2O

увеличение

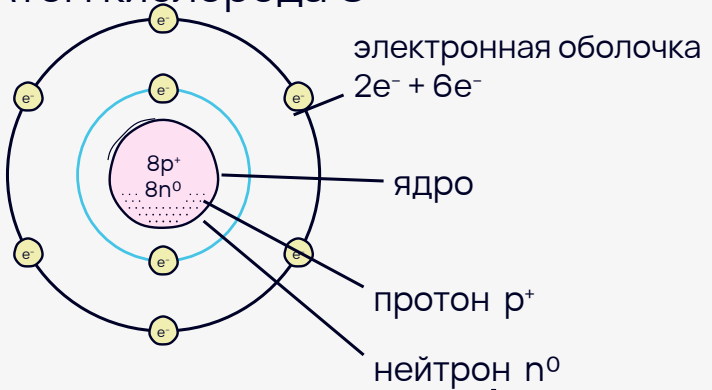
Молекула воды



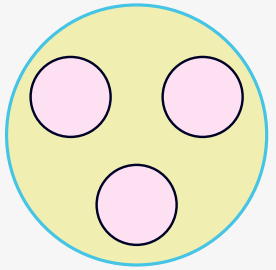
H_2O

увеличение

Атом кислорода O



нейтрон

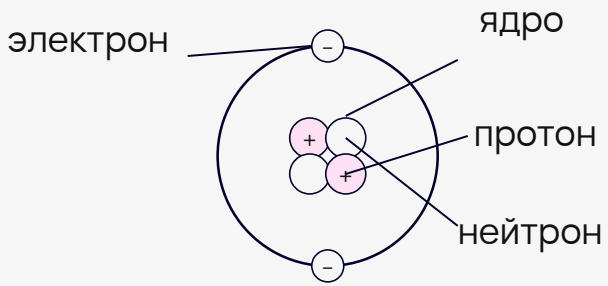




Строение атома

Атом (от греч. átomos — неделимый)

— электронейтральная частица, состоящая из положительно заряженного ядра и электронной оболочки.



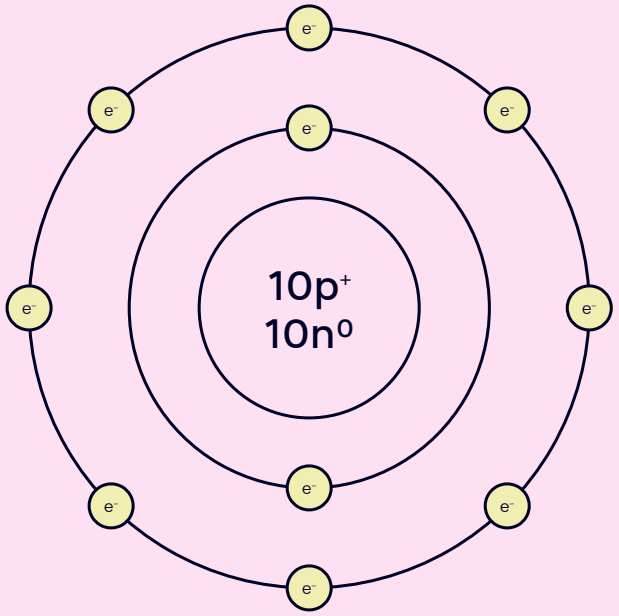
Электронная оболочка — совокупность всех электронов в данном атоме.

Частица	Обозначение	Заряд	Масса, кг	Масса, а.е.м.	Нахождение
Протон	$^{1}_{1}p$	+1	$1{,}67 \cdot 10^{-27}$	1	В ядре
Нейтрон	$^{1}_{0}n$	0	$1{,}67 \cdot 10^{-27}$	1	В ядре
Электрон	$^{0}_{-1}e$ или $\bar{e}$	−1	$9{,}1 \cdot 10^{-31}$	ничтожно мала	В оболочке

Модели строения атома

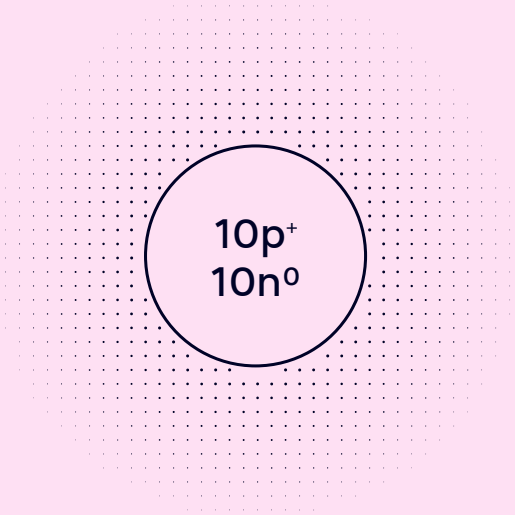
Один и тот же атом неона-20: 10 протонов, 10 нейтронов и 10 электронов

Модель Бора (учебная схема)



1-й уровень: $2e^-$
2-й уровень: $8e^-$

Квантово-механическая модель



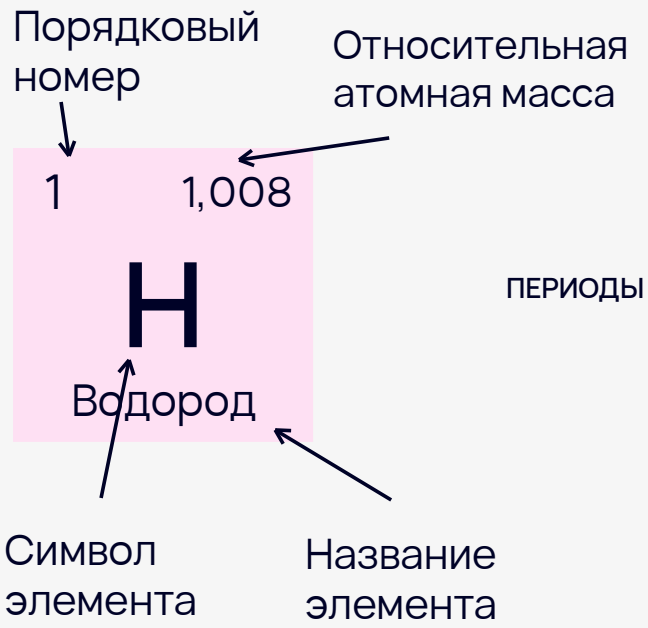
$1s^2\ 2s^2\ 2p^6$

электронное облако

Облако показывает вероятность обнаружения электронов

Периодическая система Д. И. Менделеева

Химический элемент — вид атомов с одинаковым зарядом ядра, то есть одинаковым числом протонов.



ГРУППЫ

ПЕРИОДЫ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H 1,008																	2 He 4,003
2	3 Li 6,94	4 Be 9,012											5 B 10,81	6 C 12,01	7 N 14,01	8 O 16,00	9 F 19,00	10 Ne 20,18
3	11 Na 22,99	12 Mg 24,31											13 Al 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,06	17 Cl 35,45	18 Ar 39,95
4	19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,63	33 As 74,92	34 Se 78,97	35 Br 79,90	36 Kr 83,80
5	37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,95	43 Tc [97]	44 Ru 101,1	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6	53 I 126,9	54 Xe 131,3
6	55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57–71	72 Hf 178,5	73 Ta 181,0	74 W 183,8	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,1	79 Au 197,0	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 209,0	84 Po [209]	85 At [210]	86 Rn [222]
7	87 Fr [223]	88 Ra [226]	89–103	104 Rf [267]	105 Db [268]	106 Sg [269]	107 Bh [270]	108 Hs [269]	109 Mt [277]	110 Ds [281]	111 Rg [282]	112 Cn [285]	113 Nh [286]	114 Fl [290]	115 Mc [290]	116 Lv [293]	117 Ts [294]	118 Og [294]

57 La 138,9	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm [145]	62 Sm 150,4	63 Eu 152,0	64 Gd 157,3	65 Tb 158,9	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,1	71 Lu 175,0
89 Ac [227]	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np [237]	94 Pu [244]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]

Периоды — горизонтальные ряды; группы — вертикальные столбцы.

A_r показывает, во сколько раз масса атома больше атомной единицы массы.

Произношение элементов

Часть 1 из 2

№	Русское название	Латинское название	Знак	Произношение
1	Водород	Hydrogenium	H	Аш
6	Углерод	Carboneum	C	Це
7	Азот	Nitrogenium	N	Эн
8	Кислород	Oxygenium	O	О
14	Кремний	Silicium	Si	Силициум
15	Фосфор	Phosphorus	P	Пэ
16	Сера	Sulfur	S	Эс
26	Железо	Ferrum	Fe	Феррум

Произношение элементов

Часть 2 из 2

№	Русское название	Латинское название	Знак	Произношение
29	Медь	Cuprum	Cu	Купрум
33	Мышьяк	Arsenicum	As	Арсеникум
47	Серебро	Argentum	Ag	Аргентум
50	Олово	Stannum	Sn	Станум
51	Сурьма	Stibium	Sb	Стибиум
79	Золото	Aurum	Au	Аурум
80	Ртуть	Hydrargyrum	Hg	Гидраргирум
82	Свинец	Plumbum	Pb	Плюмбум

Произношение остальных элементов соответствует русскому названию: аргон, хром и т. д.

Выводы из строения атома

! Практически вся масса атома сосредоточена в ядре: массой электронов можно пренебречь.

Число протонов = число электронов = порядковый номер (для нейтрального атома)

Число нейтронов = массовое число A − порядковый номер Z

A характеризует конкретный изотоп и является целым числом; это не средняя A_r элемента.

Массовое и зарядовое числа

Массовое число A

Число протонов и нейтронов в ядре

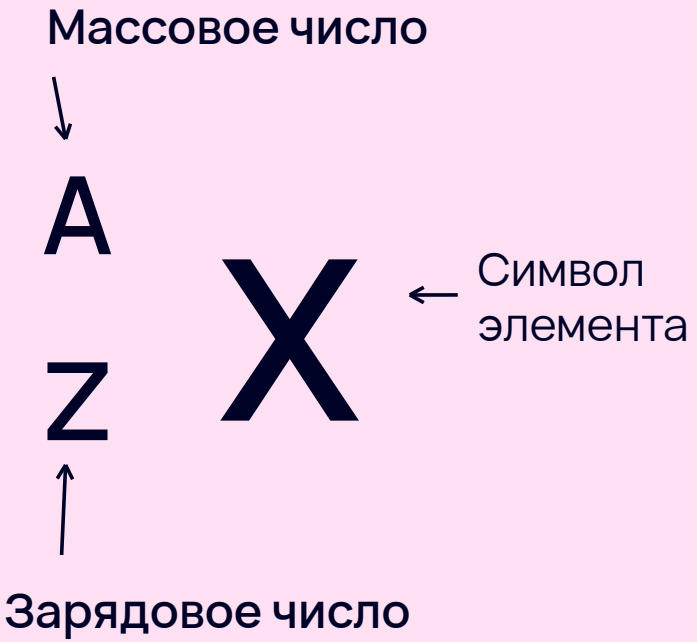
$$A = N(p) + N(n)$$

Зарядовое число Z

Число протонов, порядковый номер элемента

$$Z = N(p) = N(e^-)$$

Последнее равенство — для нейтрального атома

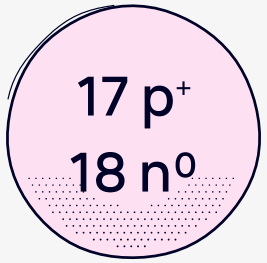


A — целое число для конкретного изотопа. Оно не равно средней A_r элемента.

Изотопы

Изотопы — атомы одного элемента с одинаковым числом протонов, но разным числом нейтронов и разными массовыми числами.

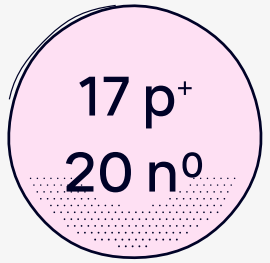
$^{35}_{17}Cl$



ядро

17 электронов: 2, 8, 7

$^{37}_{17}Cl$



ядро

17 электронов: 2, 8, 7

Химические свойства изотопов одного элемента практически одинаковы: у их атомов одинаковое строение электронных оболочек.

Изотопы

Изотоп	p	n	e^-
^{12}C			
^{13}C			
^{16}O			
^{18}O			
^{24}Mg			

p = Z; n = A − Z; для нейтрального атома e^- = Z.

Энергетический уровень



Энергетический уровень (электронный слой) — совокупность электронов с близкими значениями энергии.

Число занятых уровней равно номеру периода.

Максимальное число электронов на уровне: $N = 2n^2$, где n — номер энергетического уровня.

Валентные электроны участвуют в образовании химической связи.

Для s,p-элементов*: группы 1–2 — число валентных электронов равно номеру группы; группы 13–18 — номер группы минус 10.

*Правило относится к s,p-элементам; у Не два валентных электрона.

Энергетический уровень

Показатель	H	Li	O	Mg	S
Общее число электронов					
Число занятых энергетических уровней					
Электронов на внешнем уровне					
Валентных электронов					

Заполните числовые ячейки самостоятельно.

Относительная атомная масса

Относительная атомная масса A_r показывает, во сколько раз масса атома элемента больше 1 а.е.м. Атомная единица массы равна 1/12 массы атома ^{12}C.

$$1\ \text{а.е.м.} = m(^{12}C)/12 \approx 1{,}66054 \cdot 10^{-27}\ \text{кг}$$

Для элемента используют среднее значение изотопных масс с учётом долей атомов изотопов в природе.

Элемент	Изотопы и доля атомов в природе
Al	^{27}Al — 100%
Cl	^{35}Cl — 75,77%; ^{37}Cl — 24,23%
H	^{1}H — 99,985%; ^{2}H — 0,015%
Cr	^{50}Cr — 4,35%; ^{52}Cr — 83,79%; ^{53}Cr — 9,50%; ^{54}Cr — 2,36%

Средняя относительная атомная масса хлора

В природе хлор представлен двумя стабильными изотопами. Доля атомов ^{35}Cl равна 75,77%, а ^{37}Cl — 24,23%. Вычислите $A_r(Cl)$.

Используйте приближение по массовым числам изотопов: 35 и 37.

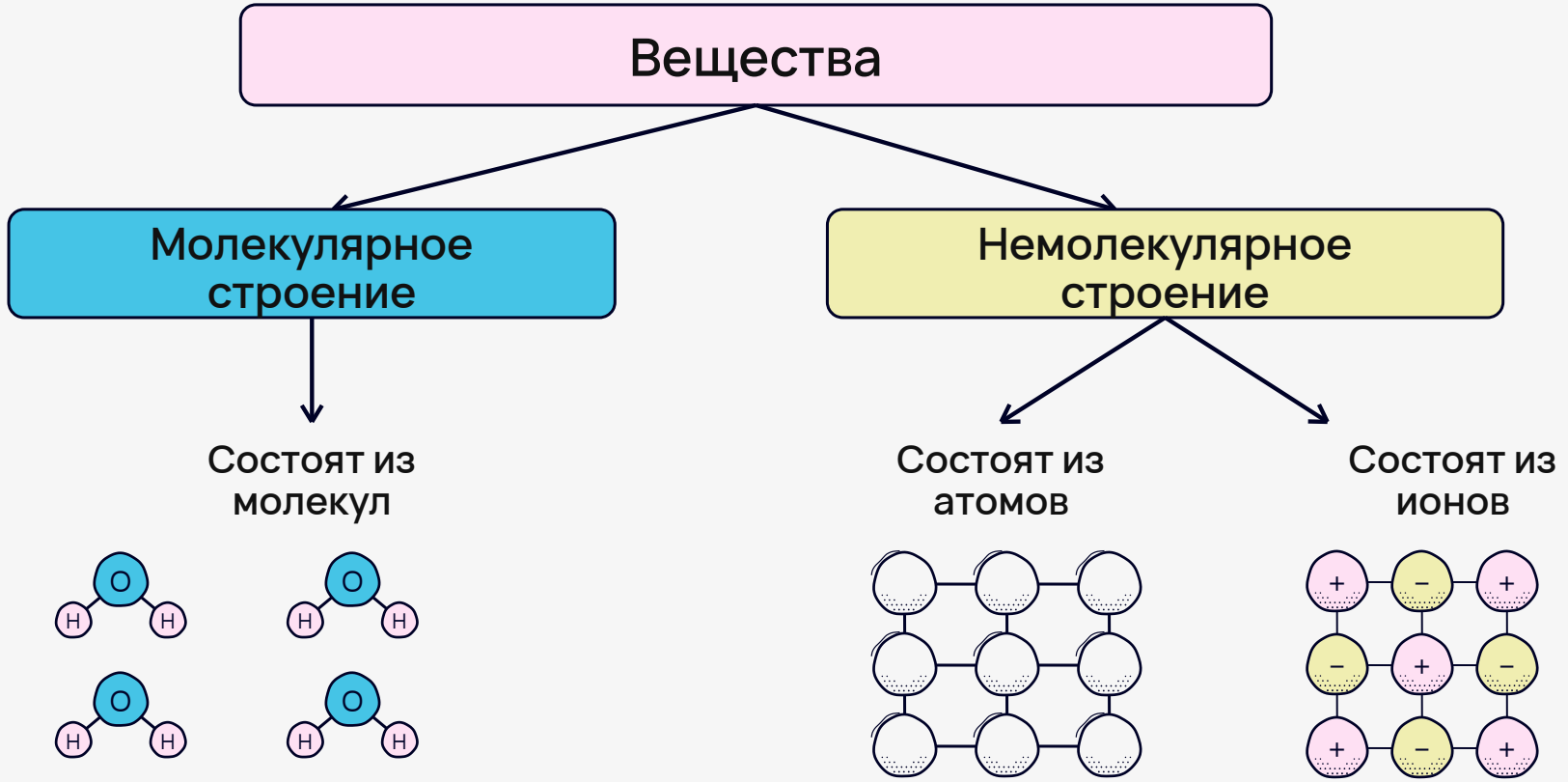
Решение: _____

Ответ: _____



Вещество

Вещество — это устойчивая совокупность частиц (атомов, молекул, ионов), обладающая определёнными физическими и химическими свойствами.

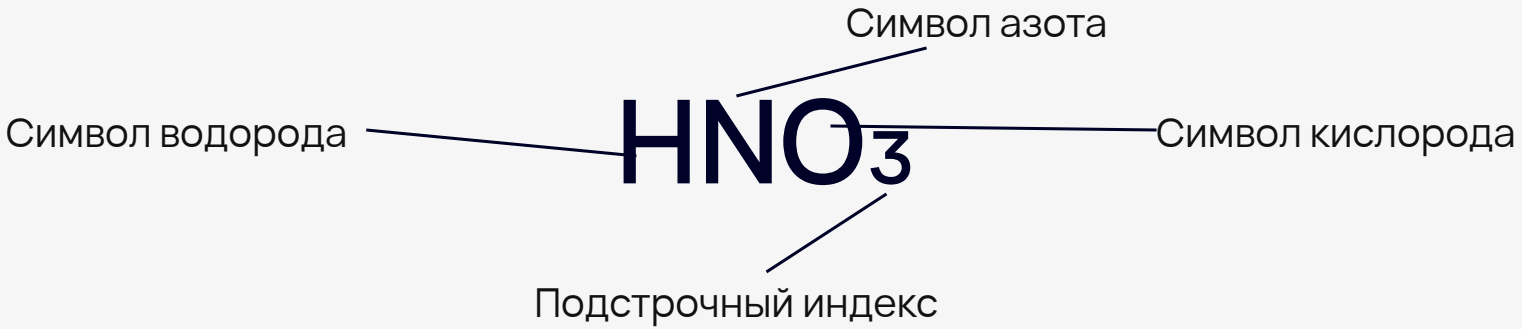


Молекула

Молекула — электронейтральная частица, состоящая из двух или более атомов, соединённых химическими связями.

Химическая формула — условная запись качественного и количественного состава вещества с помощью символов элементов и подстрочных индексов.

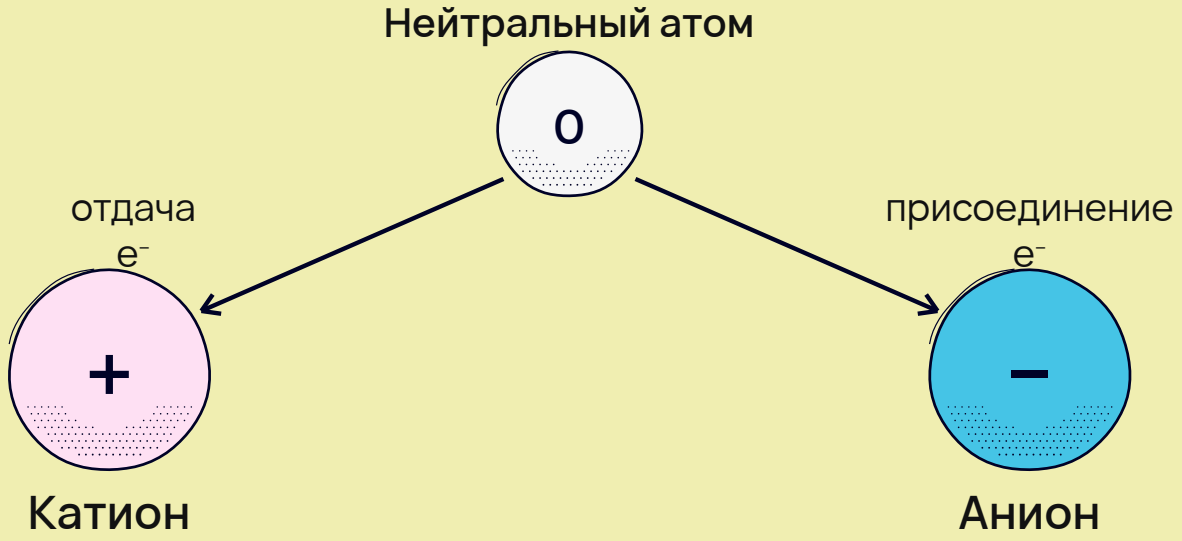
Азотная кислота



1 атом H · 1 атом N · 3 атома O

Ионы

Ион — электрически заряженная частица, образованная атомом или группой атомов при отдаче или присоединении электронов.



Катион — положительно заряженный ион:
$Na - e^- \rightarrow Na^+$

Анион — отрицательно заряженный ион:
$Cl + e^- \rightarrow Cl^-$

Относительная молекулярная масса

Относительная молекулярная масса M_r — безразмерная величина, равная отношению массы молекулы к 1 а.е.м.

$$M_r = m(\text{молекулы}) / 1\ \text{а.е.м.}$$

$M_r(O_2) =$

$M_r(HCl) =$

$M_r(H_2SO_4) =$

Фрагмент периодической системы

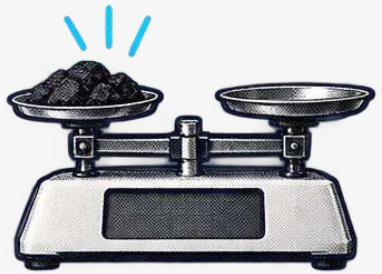
Элемент	Z	A_r
O	8	16
H	1	1
Cl	17	35,5
S	16	32

Моль и молярная масса

Моль — единица количества вещества. Один моль содержит точно $6{,}02214076 \cdot 10^{23}$ указанных структурных единиц.

1 моль = $6{,}02214076 \cdot 10^{23}$ частиц

число Авогадро



$12\ г\ {}^{12}C \approx 1$ моль

Молярная масса M, г/моль — масса одного моля вещества.

$$M(\text{вещества}) = m(\text{вещества}) / n(\text{вещества})$$

В расчётах: масса m измеряется в граммах, количество вещества n — в молях.

Моль и молярная масса

Вычислите молярные массы веществ.

$M(Fe_2O_3)$ =

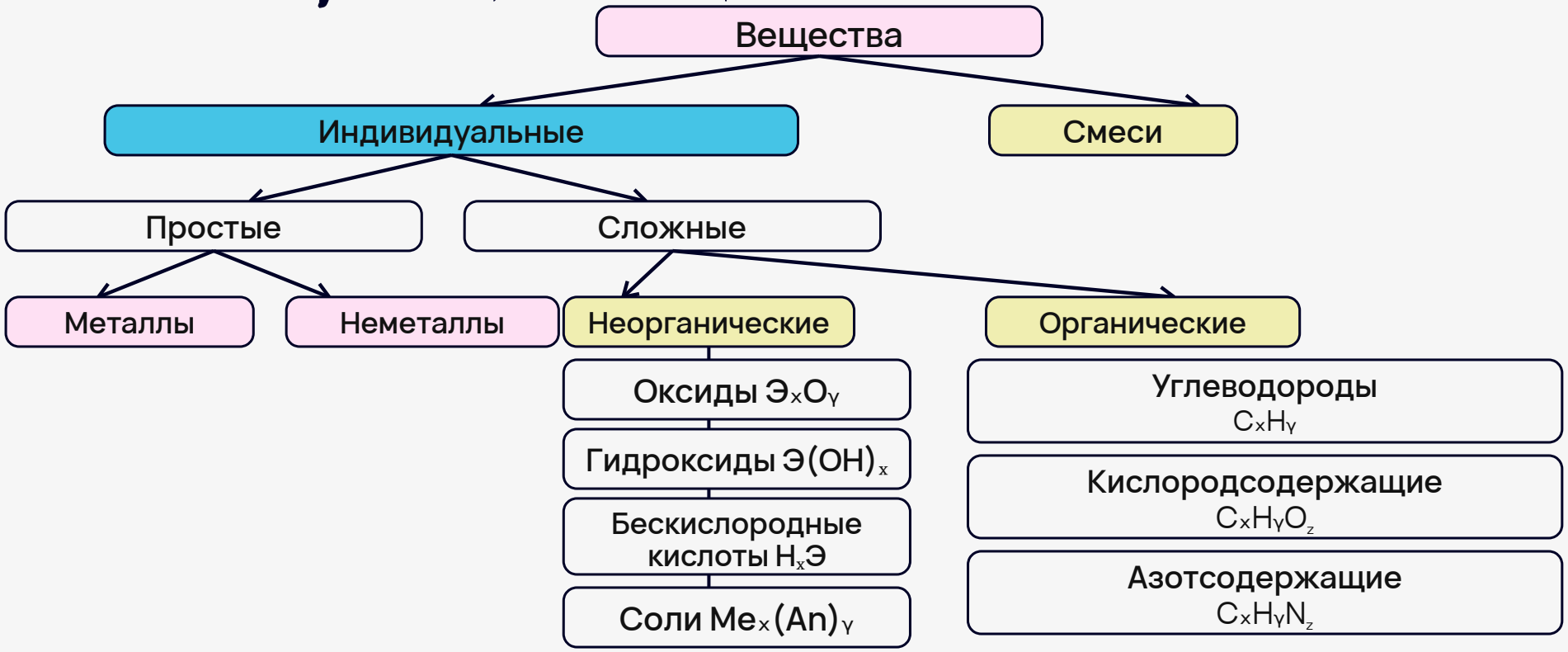
$M(HCl)$ =

$M(H_2CO_3)$ =

Фрагмент периодической системы

Элемент	Z	A_r
Fe	26	56
O	8	16
H	1	1
Cl	17	35,5
C	6	12

Классификация веществ



Простые вещества состоят из атомов одного элемента: Fe, Zn, Si, O_2, O_3, Cl_2.

Сложные вещества состоят из атомов разных элементов: HCl, H_2O, $C_6H_{12}O_6$.

Классификация веществ

Примеры простых и сложных веществ.



Na
под слоем масла



Fe



Cu



F_2 Cl_2 Br_2 I_2



S



NO_2



Al_2O_3



$K_2Cr_2O_7$

- простые вещества
  - металлы
  - неметаллы
- сложные вещества

Смеси веществ

Смесь состоит из частиц различных веществ, которые можно разделить физическими способами.

	Индивидуальные (чистые) вещества	Смеси
Состав	Одно вещество; состав постоянный	Два и более вещества; состав непостоянный
Свойства	Постоянные свойства	Зависят от соотношения компонентов; свойства компонентов сохраняются

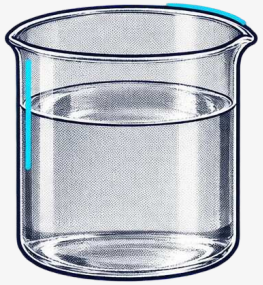
Гомогенные смеси: нет поверхности раздела фаз. Примеры: воздух, сладкий чай, столовый уксус.

Гетерогенные смеси: компоненты разделены поверхностью раздела фаз. Примеры: железные стружки и песок, вода и масло.

Смеси веществ

Гомогенные и гетерогенные системы.

Гомогенные смеси



солёная вода



сладкий чай

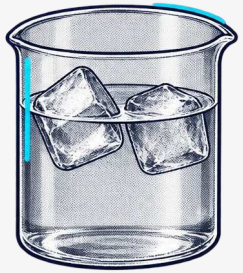
Гетерогенные системы



железо + песок



песок + вода



лёд + вода

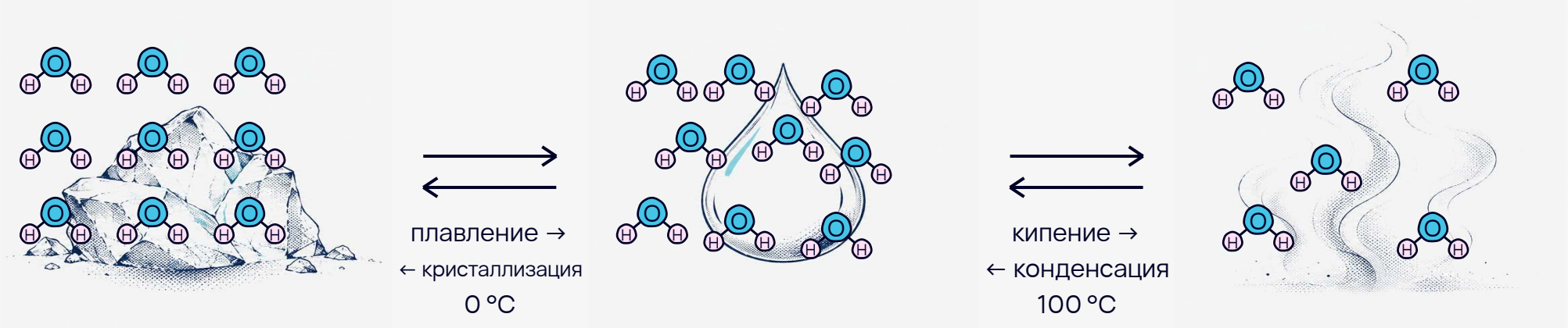


масло + вода

Лёд и вода — гетерогенная система одного вещества, не смесь.

Агрегатное состояние

Температуры переходов указаны при нормальном атмосферном давлении.



Лёд **Жидкая вода** **Водяной пар**

Испарение воды возможно и при температурах ниже 100 °C.

Химическая реакция

Химические реакции — процессы превращения веществ, сопровождающиеся изменением состава и (или) строения.

Химическое уравнение — условная запись химической реакции с помощью химических формул и коэффициентов.



1. Горение

$S + O_2 \rightarrow SO_2$



2. Выпадение осадка

$2KI + Pb(NO_3)_2 \rightarrow PbI_2\downarrow + 2KNO_3$



3. Выделение газа

$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow$



4. Изменение цвета раствора

$K_2Cr_2O_7 + 2KOH \rightarrow 2K_2CrO_4 + H_2O$

Задание 1

Авторское тренировочное задание в формате задания 1 ЕГЭ

Выберите два элемента, у наиболее распространённых природных изотопов которых число протонов равно числу нейтронов.

1) C
2) Ne
3) Na
4) Cl
5) Al

Запишите номера выбранных элементов.

Ответ:

Фрагмент периодической системы

Элемент	Z	A
C	6	12
Ne	10	20
Na	11	23
Cl	17	35
Al	13	27

Задание 2

Авторское тренировочное задание в формате задания 1 ЕГЭ

Выберите два элемента, у наиболее распространённых природных изотопов которых одинаковое число нейтронов.

1) O
2) F
3) Na
4) Mg
5) Al

Запишите номера выбранных элементов.

Ответ:

Фрагмент периодической системы

Элемент	Z	A
O	8	16
F	9	19
Na	11	23
Mg	12	24
Al	13	27

Задание 3

Авторское тренировочное задание в формате задания 1 ЕГЭ

Выберите два элемента, атомы которых в основном состоянии имеют два валентных электрона.

1) H
2) O
3) Na
4) Mg
5) Ca

Фрагмент периодической системы

Элемент	Z	Период	Группа
H	1	1	1
O	8	2	16
Na	11	3	1
Mg	12	3	2
Ca	20	4	2

Запишите номера выбранных элементов.

Ответ: