

Уважаемый студент, выполнение указанных заданий строго обязательно!

Группа ПКД2/1

Дисциплина: ЕН Химия

Дата: 10.02.2023.

Преподаватель: Воронкова А.А.

Тема 3.2. Классификация катионов и анионов

Цель:

- **обучающая:** закрепление классификации анионов, их характеристик; умений характеризовать и классифицировать анионы I-III аналитических групп; закрепление навыков записи химических реакций; понимания значимости качественного анализа в своей профессии.
- **развивающая:** развитие умений анализировать полученные данные в соответствии с заданными параметрами сравнивать, обобщать, наблюдать, запоминать, осуществлять самоконтроль, развитие навыков химического мышления;
- **воспитательная:** воспитание личностных качества, обеспечивающих успешность исполнения задания, побуждение к научной, к самостоятельной деятельности студентов.

Формируемые компетенции: ОК 1-ОК3, ОК5, ОК7, ОК9, ОК10

Лекция 13

(2 часа)

План занятия

1. Классификация анионов.
2. Частные реакции анионов первой, второй, третьей групп.
3. Значение анионов в осуществлении химико- технологического контроля.
4. Систематический ход анализа соли

Как известно из курса неорганической химии, к анионам относятся отрицательно заряженные частицы, состоящие из отдельных атомов или групп атомов различных элементов. Эти частицы могут нести один или несколько отрицательных зарядов. В отличие от катионов, которые в большинстве своем состоят из одного атома, анионы могут иметь сложный состав, состоящий из нескольких атомов.

Общепринятой классификации анионов не существует. Разными авторами предложены различные системы классификации их. В настоящем руководстве принята наиболее часто применяемая классификация, по которой все анионы делятся на три аналитические группы в зависимости от растворимости их бариевых и серебряных солей. В данном случае групповыми реагентами являются растворимые соли бария и серебра (табл. 1).

К первой аналитической группе анионов относятся сульфат-ион SO_4^{2-} , сульфит-ион SO_3^{2-} , карбонат-ион CO_3^{2-} , фосфат-ион PO_4^{3-} , силикат-ион SiO_3^{2-} .

Эти анионы образуют с катионом Ba^{2+} соли, мало растворимые в воде, но, за исключением сульфата бария, хорошо растворимые в разбавленных минеральных кислотах. Поэтому выделить анионы этой группы в виде осадка групповым реагентом-хлоридом бария $BaCl_2$ можно только в нейтральной или слабощелочной среде.

Анионы первой группы образуют с катионами серебра Ag^+ соли, растворимые в разбавленной азотной кислоте, а сульфат серебра Ag_2SO_4 растворим даже в воде

Классификация анионов по группам

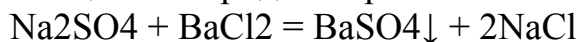
Номер группы	Анионы	Групповой реагент	Характеристика группы
I	SO ₄ ²⁻ (сульфат-ион); SO ₃ ²⁻ (сульфит-ион); S ₂ O ₃ ²⁻ (тиосульфат-ион); CO ₃ ²⁻ (карбонат-ион); PO ₄ ³⁻ (фосфат-ион); BO ₂ ⁻ (борат-ион) или B ₄ O ₇ ²⁻ (тетраборат-ион); CrO ₄ ²⁻ (хромат-ион) или Cr ₂ O ₇ ²⁻ (дихромат); C ₂ O ₄ ²⁻ (оксалат-ион)	BaCl ₂ в нейтральном или слабощелочном растворе	Соли бария малорастворимы в воде
II	Cl ⁻ (хлорид-ион); Br ⁻ (бромид-ион); I ⁻ (йодид-ион); S ²⁻ (сульфид-ион)	AgNO ₃ в присутствии 2 моль/л HNO ₃	Соли серебра малорастворимы в воде и в разбавленной HNO ₃
III	NO ₃ ⁻ (нитрат-ион); NO ₂ ⁻ (нитрит-ион); CH ₃ COO ⁻ (ацетат-ион)	Группового реагента нет	Соли бария и серебра растворимы в воде

Частные реакции анионов первой группы

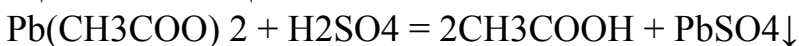
Реакции 1 группы анионов

1). Реакции сульфат иона.

Реакция с хлоридом бария



осадок не растворим в минеральных кислотах даже при нагревании. Реакция с ацетатом свинца



осадок не растворим в разбавленных минеральных кислотах, но растворяется в щелочах.



2). Реакции сульфит иона Реакция с хлоридом бария

Na₂SO₃ + BaCl₂ = BaSO₃↓ + 2NaCl осадок растворяется в сильных кислотах.



Реакция с кислотами



Реакция с иодом

Na₂SO₃ + I₂ + H₂O = Na₂SO₄ + 2HI прилить к полученному раствору соль бария.

Реакция с перманганатом калия.



3). Реакции тиосульфат иона. Реакция с нитратом серебра

Na₂S₂O₃ + 2AgNO₃ = Ag₂S₂O₃↓ + 2NaNO₃ осадок растворяется в избытке реактива



Реакция с хлоридом бария Na₂S₂O₃ + BaCl₂ = BaS₂O₃↓ + 2NaCl осадок нагреть до кипения. Реакция с кислотами Na₂S₂O₃ + 2HCl = 2NaCl + H₂S₂O₃

Реакция с иодом. Na₂S₂O₃ + I₂ + H₂O = Na₂S₄O₆ + 2NaI

4). Реакции карбонат иона. Реакция с хлоридом бария Na₂CO₃ + BaCl₂ = BaCO₃↓ + 2NaCl осадок растворяется в уксусной кислоте.

Реакция с кислотами $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = \text{BaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ выделяющийся CO_2 можно определить по помутнению известковой воды.

$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$

5). Реакции фосфат иона Реакция с хлоридом бария $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaHPO}_4\downarrow + 2\text{NaCl}$ осадок растворяется в соляной и азотной кислотах.

Реакция с магниезильной смесью $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{MgCl}_2 + \text{NH}_4\text{OH} = \text{NH}_4\text{MgPO}_4\downarrow + 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

Реакция с молибденовой жидкостью

$\text{Na}_2\text{HPO}_4 + 12(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 + 23\text{HNO}_3 = (\text{NH}_4)_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}\downarrow + 2\text{NaNO}_3\downarrow + 21$

$\text{NH}_4\text{NO}_3 + 12\text{H}_2\text{O}$ осадок растворяется в едких щелочах.

Реакция с нитратом серебра $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + 3\text{AgNO}_3 = \text{Ag}_3\text{PO}_4\downarrow + 2\text{NaNO}_3 + \text{HNO}_3$

осадок растворяется в HNO_3 и NH_4OH . $\text{Ag}_3\text{PO}_4\downarrow + 6\text{NH}_4\text{OH} = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]_3\text{PO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$

6). Реакции оксалат иона Реакция с хлоридом бария или кальция $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaC}_2\text{O}_4\downarrow + 2\text{NaCl}$ осадок растворяется в соляной и азотной кислотах.

Реакция с перманганатом калия (при нагревании). $5\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 = 5\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O} + 10\text{CO}_2\uparrow$

7). Реакции борат иона Реакция с хлоридом бария $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + \text{BaCl}_2 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Ba}(\text{BO}_2)_2\downarrow + \text{H}_3\text{BO}_3 + 2\text{NaCl}$ осадок растворяется в разбавленных кислотах.

Реакции 2 группы анионов

Ко второй аналитической группе анионов относятся хлорид-ион Cl^- , бромид-ион Br^- , иодид-ион I^- , и сульфид-ион S^{2-} .

Эти анионы образуют с катионом Ag^+ соли, нерастворимые в воде и разбавленной азотной кислоте. Групповым реагентом на анионы второй группы является нитрат серебра AgNO_3 в присутствии азотной кислоты HNO_3 . Хлорид бария BaCl_2 с анионами второй группы осадков не образует.

1). Реакции хлорид иона Реакция с нитратом серебра $\text{HCl} + \text{AgNO}_3 = \text{AgCl} + \text{HNO}_3$ осадок растворяется в аммиаке $\text{AgCl} + 2\text{NH}_4\text{OH} = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} + 2\text{H}_2\text{O}$ при подкислении снова образуется осадок $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} + \text{HNO}_3 = \text{AgCl} + \text{NH}_4\text{NO}_3$

2). Реакции бромид иона Реакция с нитратом серебра $\text{NaBr} + \text{AgNO}_3 = \text{AgBr} + \text{NaNO}_3$ осадок растворяется в аммиаке.

Реакция с фуксинсерной кислотой. $10\text{NaBr} + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 = 5\text{Br}_2\uparrow + 2\text{MnSO}_4 + 6\text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$

3). Реакции иодид иона Реакция с нитратом серебра $\text{KI} + \text{AgNO}_3 = \text{AgI} + \text{KNO}_3$

Реакция с ацетатом свинца $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{KI} = 2\text{CH}_3\text{COOK} + \text{PbI}_2\downarrow$ растворяется в горячей воде.

Реакция с нитритом калия $2\text{KI} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KNO}_2 = \text{I}_2\downarrow + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}\uparrow$

4). Реакции роданид иона Реакция с нитратом серебра $\text{KCNS} + \text{AgNO}_3 = \text{AgCNS} + \text{KNO}_3$ осадок растворяется в аммиаке. $\text{AgCNS} + 2\text{NH}_4\text{OH} = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{CNS} + 2\text{H}_2\text{O}$

Реакция с хлорным железом $3\text{KCNS} + \text{FeCl}_3 = \text{FeCNS} + 3\text{KCl}$

Реакция с солями кобальта $\text{CoCl}_2 + 4\text{NH}_4\text{CNS} = (\text{NH}_4)_2[\text{Co}(\text{CNS})_4] + 2\text{NH}_4\text{Cl}$

Реакция с солями меди $2\text{KCNS} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu}(\text{CNS})_2 + \text{K}_2\text{SO}_4$

5). Реакции сульфид иона (выполнять под тягой) Реакция с нитратом серебра $(\text{NH}_4)_2\text{S} + 2\text{AgNO}_3 = \text{Ag}_2\text{S} + \text{NH}_4\text{NO}_3$ осадок растворяется в HNO_3 .

Реакция с кислотами $\text{FeS} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{S}\uparrow + \text{FeSO}_4$ $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{PbS} + 2\text{CH}_3\text{COOH}$

Реакция с солями цинка и кадмия. $(\text{NH}_4)_2\text{S} + \text{CdSO}_4 = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CdS}$

Реакции 3 группы анионов

К третьей группе анионов относятся нитрат-ион NO_3^- , нитрит-ион NO_2^- , ацетат-ион CH_3COO^- . Катионы бария Ba^{2+} и серебра Ag^+ с анионами этой группы осадок не образуют. Группового реагента на анионы третьей группы нет.

1). Реакции нитрат иона (выполнять под тягой) Реакция с медью и серной кислотой
 $\text{Cu} + 4\text{H}_2\text{SO}_4 + 6\text{NaNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{Na}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}\uparrow$

Реакция с сульфатом железа $2\text{NaNO}_3 + 6\text{FeSO}_4 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{Na}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}\uparrow$

Реакция с алюминием или цинком. $3\text{NaNO}_3 + 5\text{NaOH} + 8\text{Al} + 2\text{H}_2\text{O} = 8\text{NaAlO}_2 + 3\text{NH}_3\uparrow$

2). Реакции нитрит иона Реакция с кислотами $2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}\uparrow + 2\text{NO}_2\uparrow$

Реакция с иодидом калия $2\text{KNO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KI} = \text{I}_2 + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}\uparrow$

Реакция с перманганатом калия (при нагревании). $5\text{KNO}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 5\text{KNO}_3 + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$

3). Реакции ацетат иона Реакция с серной кислотой $\text{CH}_3\text{COONa} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CH}_3\text{COOH}$ слегка нагреть.

Реакция с этиловым спиртом $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{NaOH}$

Реакция с хлорным железом $3\text{CH}_3\text{COONa} + \text{FeCl}_3 = \text{Fe}(\text{CH}_3\text{COONa})_3 + 3\text{NaCl}$

Многие элементы в виде минеральных солей, ионов, комплексных соединений входят в состав живой материи и являются незаменимыми нутриентами, которые должны ежедневно потребляться с пищей.

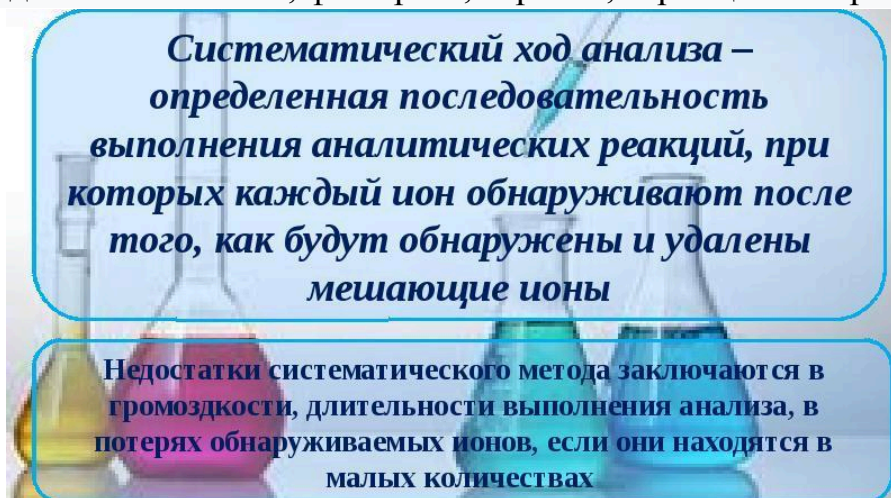
Роль минеральных веществ в организме человека чрезвычайно разнообразна. Они содержатся в протоплазме и биологических жидкостях, играют основную роль в обеспечении постоянства осмотического давления, что является необходимым условием для нормальной жизнедеятельности клеток и тканей. Минеральные вещества входят в состав сложных органических соединений, например гемоглобина, гормонов, ферментов, являются пластическим материалом для образования костной и зубной ткани. В виде ионов минеральные вещества участвуют в передаче нервных импульсов, обеспечивают свертывание крови и другие физиологические процессы организма.

В зависимости от количества минеральных веществ в организме и пищевых продуктах их подразделяют на макро- и микроэлементы. К макроэлементам относятся кальций, калий, магний, натрий, фосфор, хлор, сера. Они содержатся в количествах, измеряемых сотнями и десятками миллиграммов на 100 г тканей или пищевого продукта. Микроэлементы — это железо, кобальт, цинк, фтор, йод и др. Они входят в состав тканей организма в концентрациях, выражаемых десятками, сотыми и тысячными долями миллиграмма.

К наиболее дефицитным минеральным веществам в питании современного человека относятся кальций и железо, к избыточным — натрий и фосфор.

В зависимости от преобладания катионов или анионов в пищевых продуктах проявляются их щелочные или кислотные свойства. Молоко, овощи, фрукты, ягоды придают рационам щелочную направленность, а мясо, рыба, яйца, крупы — кислотную. Например, несмотря на кислый вкус многих плодов при их потреблении увеличиваются щелочные резервы организма, так как органические кислоты, входящие в состав этих продуктов (лимонная, яблочная и др.), быстро окисляются до оксида углерода (IV) и вода, а K^+ , Mg^{2+} и другие катионы остаются в тканях. В мясе, рыбе и других продуктах животного происхождения, богатых белками, фосфором, мало

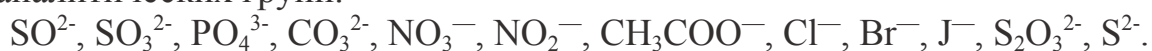
катионов; при окислении протеинов, являющихся источниками серы (метионин, цистин, цистеин), образуются ионы серной кислоты, на нейтрализацию которой расходуются щелочные резервы тканей. Минеральные вещества имеют важное значение в качестве факторов, необходимых для устранения и профилактики ряда заболеваний: эндемического зоба, флюороза, кариеса, стронциевого рахита и др.



Не существует такая схема систематического анализа смеси анионов в растворе, которая была бы общепринятой, в отличие от систематического анализа смеси катионов.

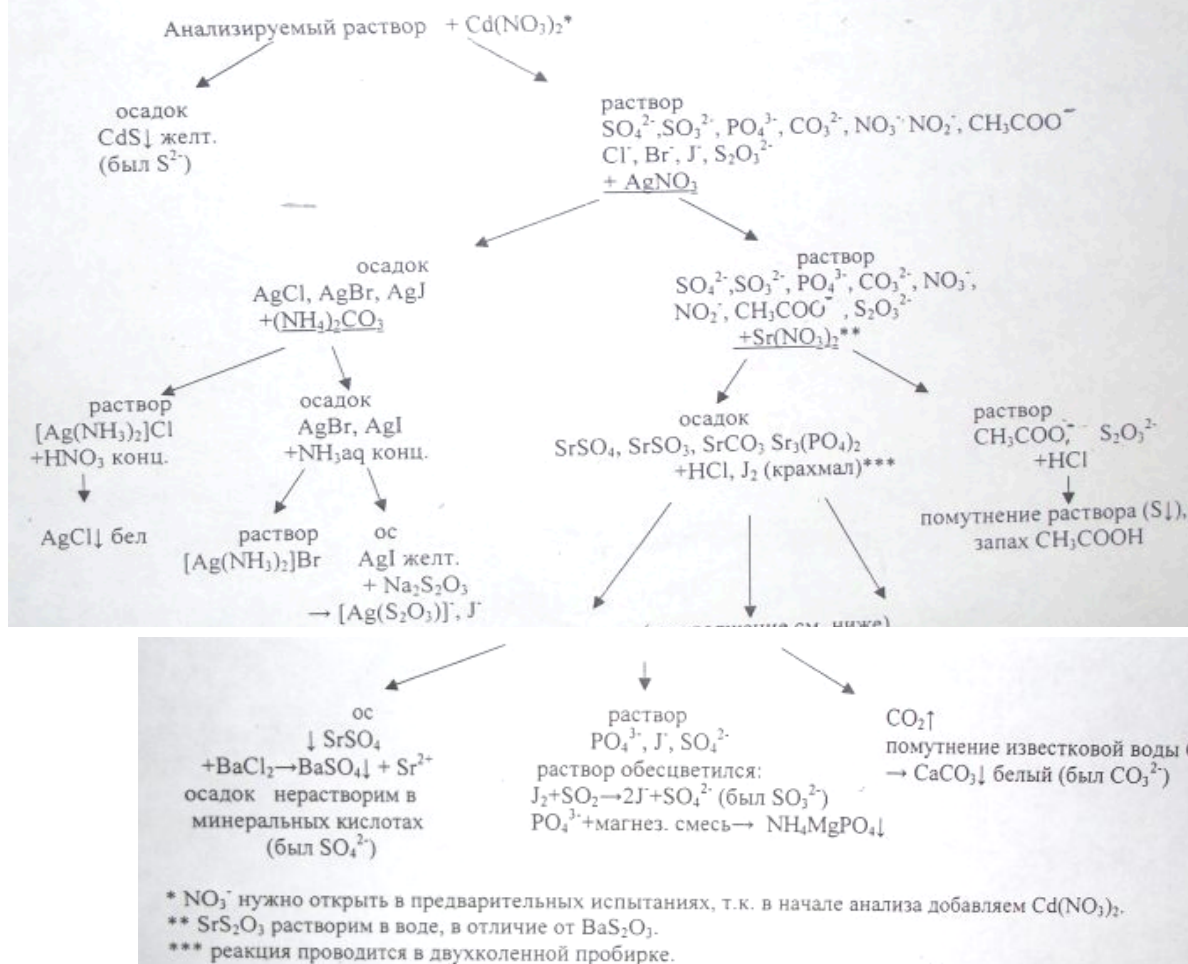
Ниже предложен один из вариантов анализа смеси анионов. Последовательность операций в общем случае заключается в следующем. Вначале проводятся предварительные испытания, затем дробно в отдельных порциях раствора открывают некоторые анионы, после чего осуществляют разделение анионов с помощью групповых реагентов с последующим открытием анионов в разделенных осадках и растворах.

Пусть анализируемый раствор содержит наиболее распространенные анионы трех аналитических групп.



В отдельных порциях раствора проводят предварительные испытания и дробно открывают анионы NO_3^- , NO_2^- , CH_3COO^- (обязательно!) и некоторые другие. Затем проводят систематический анализ; один из возможных способов описан в схеме 8.

Схема 8. Систематический анализ смеси наиболее распространенных анионов:
 SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , PO_4^{3-} , CO_3^{2-} , NO_3^- , NO_2^- , CH_3COO^- , Cl^- , Br^- , I^- , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, S^{2-} .



Контрольные вопросы и задачи

1. Охарактеризуйте положение в периодической системе и строение атомов углерода, кремния, фосфора и серы.
2. Каковы характерные валентности углерода и кремния, оксиды и гидроксиды, их химические свойства?
3. Какие валентности проявляет фосфор? Каков химический характер его оксидов?
4. Охарактеризуйте валентности серы, химические свойства ее оксидов.
5. Как можно разделить анионы PO_4^{3-} , SiO_3^{2-} и SO_4^{2-} ? Напишите уравнения химических реакций.
6. Как отличить осадок углекислого бария от осадка серно-кислого бария?

Задание: 1. изучить материал лекции, учебника §4.5;

2. ответить на контрольные вопросы в тетради

Литература

1. Аналитическая химия: уч. для студ. учреждений СПО / [Ю.М.Глубоков, В.А. Головачева, Ю.А.Ефимова и др.]: под ред. А.А.Ищенко. – 12-е изд., стер.- М. : Издательский центр «Академия», 2017. – 464с.

Для максимальной оценки задание нужно прислать до 15.00 ч. 10.02.2023г.

Выполненную работу необходимо сфотографировать и отправить на почтовый ящик voronkova20.88@gmail.com, Александра Александровна (vk.com), добавляемся в [Блог преподавателя Воронковой А.А. \(vk.com\)](https://vk.com/anna.voronkova) -здесь будут размещены видео материалы

–ОБЯЗАТЕЛЬНО ПОДПИСЫВАЕМ РАБОТУ НА ПОЛЯХ + в сообщении указываем дату/группу/ФИО