

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по химии для 9 класса

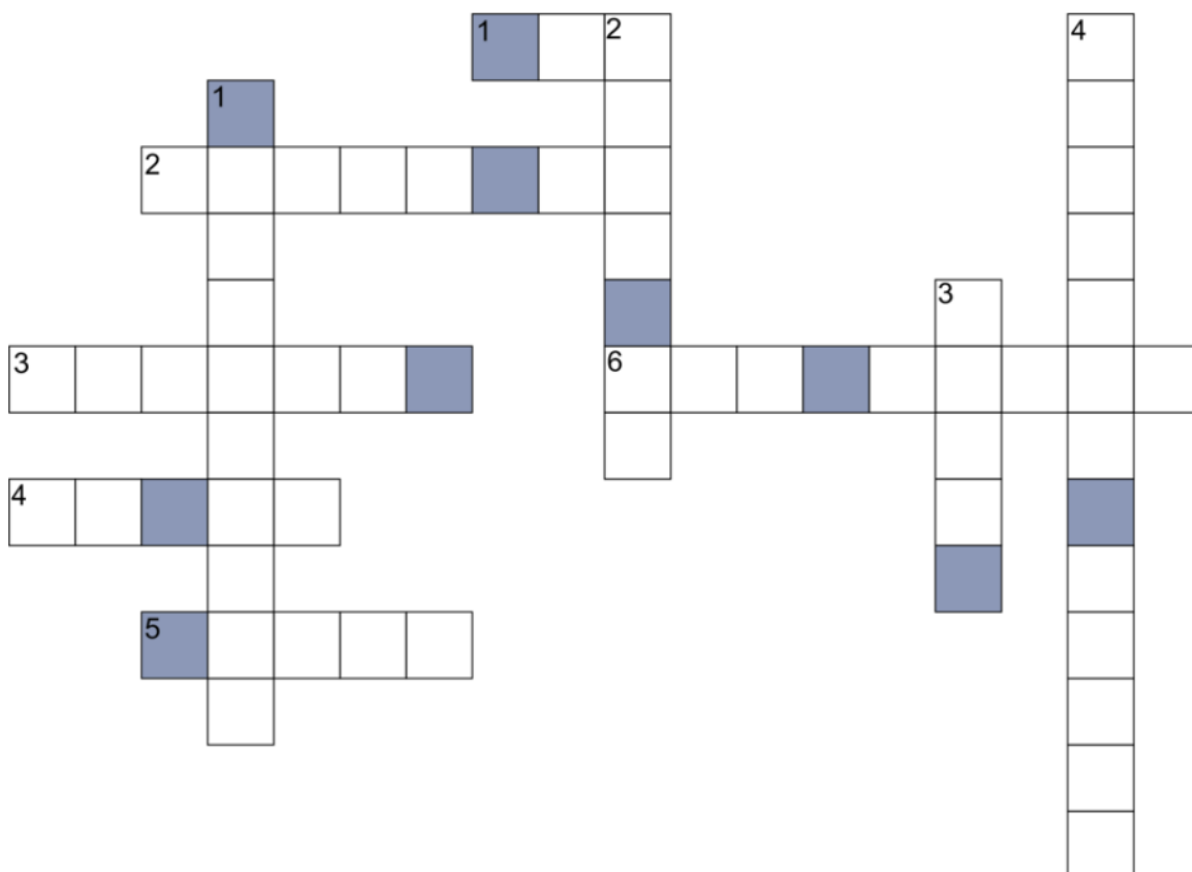
2022/23 учебный год

Максимальное количество баллов — 50

Задание № 1

Общее условие:

Разгадайте кроссворд.



Запишите рядом с каждым из определений **только одну букву** из загаданного слова, выделенную в кроссворде серым цветом. Если вы запишете в поле ответа более одной буквы, ответ засчитан не будет.

По горизонтали:

Условие:

1. Элемент, который можно обнаружить в названии картины.



Ответ: Б

Условие:

2. Уменьшительное от латинского слова *moles*, что означает «масса».

Ответ: У

Условие:

3. Название дисциплины, одной из целей которой было получение философского камня.

Ответ: Я

Условие:

4. Название этого типа реакций между электролитами синонимично слову «бартер».

Ответ: М

Условие:

5. Самый лёгкий металл.

Ответ: Л

Условие:

6. Вещество, по окраске которого можно выяснить кислотность среды раствора.

Ответ: И

По вертикали:

Условие:

1. Вещество, в состав молекул которого входит несколько атомов.

Ответ: С

Условие:

2. Явление превращения веществ из одних в другие.

Ответ: Ц

Условие:

3. Эта величина различна у изотопов одного и того же элемента.

Ответ: А

Условие:

4. Величина, характеризующая способность вещества переходить в раствор.

Ответ: И

По 0.3 балла за каждый верный ответ

Условие:

Из выделенных букв составьте слово, обозначающее явление либо понятие.

Ответ: сублимация

Точное совпадение ответа — 1 балл

Итого за задание — 4 балла

Решение.

По горизонтали:

- 1) бор
- 2) молекула
- 3) алхимия
- 4) обмен
- 5) литий
- 6) индикатор

По вертикали:

- 1) соединение
- 2) реакция
- 3) масса
- 4) растворимость

Зашифрованное слово — сублимация

Задание № 2

Общее условие:

Установите соответствие между парами ионов, обладающих одинаковой электронной конфигурацией.

Варианты ответов:

Первый столбец:



Второй столбец:



Правильные ответы:

- $\text{Ca}^+ — \text{S}^{2-}$
- $\text{Li}^+ — \text{H}^-$
- $\text{Ba}^{2+} — \text{I}^-$
- $\text{Al}^{3+} — \text{F}^-$
- $\text{Se}^{2-} — \text{Zr}^+$

По 0.5 балла за каждую верную пару

Всего 2.5 балла

Решение.

Все указанные катионы и анионы имеют завершённый электронный уровень, соответствующий инертному газу, при этом катионы имеют конфигурацию ближайшего инертного газа с меньшим порядковым номером, а анионы – с большим.

Конфигурацию гелия имеют ионы Li^+ и H^- .

Конфигурацию неона имеют ионы Al^{3+} и F^- .

Конфигурацию аргона имеют ионы Ca^{2+} и S^{2-} .

Конфигурацию криптона имеют ионы Zr^{+4} и Se^{2-} .

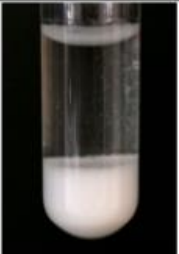














Конфигурацию ксенона имеют ионы Ba^{2+} и I^- .

Задание № 3

Общее условие:

На экспериментальном туре олимпиады по химии перед участниками была поставлена задача распознать шесть бесцветных водных растворов веществ в пронумерованных пробирках, среди которых были серная кислота, карбонат натрия, нитрат бария, соляная кислота, хлорид алюминия и гидроксид натрия.

В представленной таблице номера строк и столбцов соответствуют номерам пробирок, содержимое которых смешали попарно:

	2	3	4	5	6
1					
2					
3					
4					
5					

Условие:

Установите соответствие между номерами пробирок и содержащимися в них веществами.

Варианты ответов:**Первый столбец:**

1
2
3
4
5
6

Второй столбец:

Серная кислота
Карбонат натрия
Нитрат бария
Соляная кислота
Хлорид алюминия
Гидроксид натрия

Правильные ответы:

- 1 — Серная кислота
- 2 — Карбонат натрия
- 3 — Нитрат бария
- 4 — Соляная кислота
- 5 — Хлорид алюминия
- 6 — Гидроксид натрия

По 1 баллу за каждую верную пару

Всего 6 баллов

Решение.

Составим таблицу ожидаемых от сливания растворов эффектов:

	Na_2CO_3	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	HCl	AlCl_3	NaOH
H_2SO_4	↑	↓	—	—	—
Na_2CO_3	—	↓	↑	↑+↓	—
$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	↓	—	—	—	—
HCl	↑	—	—	—	—
AlCl_3	↑+↓	—	—	—	↓, затем раств.

Заметим, что наибольшее число эффектов даёт карбонат натрия. В приведённой в задании таблице это вещество под номером 2. Единственное вещество, никак не реагирующее с карбонатом натрия, – гидроксид натрия, находящийся в пробирке под номером 6. Гидроксид натрия, в свою очередь, взаимодействует только с хлоридом алюминия (пробирка номер 4). Исключительно к образованию осадков приводит взаимодействие с остальными веществами нитрата бария (пробирка 1). Тогда в пробирке 3 находится серная кислота. Оставшаяся соляная кислота находится в пробирке под номером 5.

Задание № 4

Общее условие:

Плотность смеси двух инертных газов равна плотности воздуха при тех же условиях.

Условие:

Выберите пары газов, из которых может состоять такая смесь.

Варианты ответов:

- Гелий и неон
- Неон и аргон
- Аргон и криптон
- Азот и кислород
- Гелий и аргон
- Неон и криптон
- Аргон и ксенон

Правильные ответы:

- Неон и аргон
- Гелий и аргон
- Неон и криптон

По 1 баллу за каждый верный ответ, штраф 1 балл за лишние пункты

Всего — 3 балла

Условие:

Предполагая, что в сосуде находится смесь самого лёгкого и самого тяжёлого нерadioактивного инертного газа, вычислите объёмную долю лёгкого компонента смеси.

Ответ выразите в процентах, округлите до целых.

Ответ: [79; 81]

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Сразу исключаем из рассмотрения смесь кислорода с азотом, поскольку кислород нельзя назвать инертным газом, если иметь в виду реакционную способность. Равенство плотностей означает равенство средних молярных масс газообразных смесей. Если смесь содержит два газа с молярными массами M_1 и M_2 , то средняя молярная масса смеси будет находиться в интервале от M_1 до M_2 . Средняя молярная масса воздуха равна 29 г/моль. Следовательно, один из инертных газов должен иметь молярную массу ниже 29 г/моль, а другой – выше 29 г/моль. Среди инертных газов, удовлетворяющих первому условию, есть только два – гелий и неон. Второй компонент смеси может быть любым из оставшихся газов – это аргон, криптон или ксенон.

Возможные варианты смеси: неон и аргон, гелий и аргон, неон и криптон.

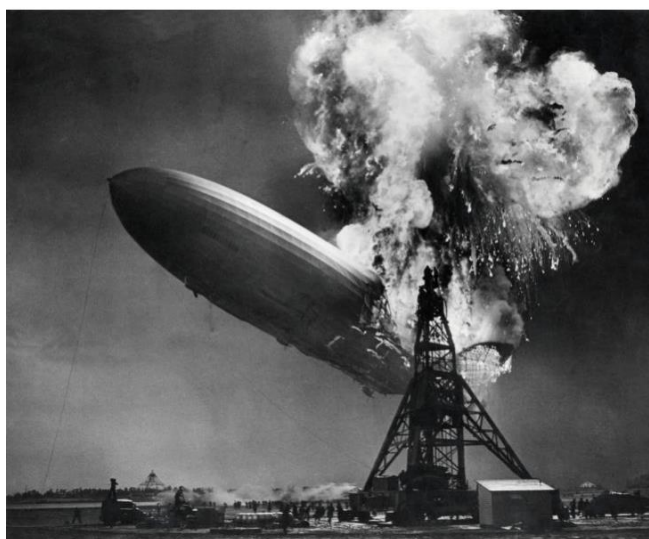
Самый лёгкий инертный газ – гелий, самый тяжёлый нерадиоактивный инертный газ – ксенон. Средняя молярная масса смеси задаётся выражением $M_{\text{ср}} = M_1\chi_1 + M_2\chi_2$, где χ – мольная доля газа, совпадающая с объёмной долей. Сумма мольных долей равна 1. В нашем случае $29 = 4\chi_1 + 131(1-\chi_1)$, откуда $\chi_1 = 0.8$ или 80%.

Задание № 5

Общее условие:

6 мая 1937 года потерпел крушение дирижабль «Гинденбург». Во время посадки в районе хвостовой части дирижабля внезапно началось возгорание, спустя некоторое время произошёл взрыв. Эта катастрофа стала концом эпохи дирижаблей, а её причиной было использование горючего газа для заполнения дирижабля.

Сейчас, более чем 80 лет спустя, высокую теплоту сгорания этого газа (285.8 кДж/моль) стараются использовать для получения энергии, однако, в отличие от привычного топлива, этот газ достаточно сложно хранить и транспортировать. В качестве средства его хранения можно использовать различные сплавы, например, LaNi_5 , превращающийся под давлением газа в LaNi_5X_6 , где X — некоторый элемент



Условие:

Запишите химическую формулу упомянутого газа.

Ответ: H_2

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Сколько энергии выделится при сгорании газа, полученного термическим разложением 1.00 г LaNi_5X_6 , если реакция разложения проходит на 70%? Ответ выразите в килоджоулях, округлите до сотых.

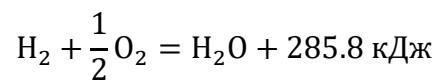
Ответ: [1.35;1.38]

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

Исходя из того, что дирижабль мог летать, элементом **X** может быть водород, гелий или неон (потому что образуемые ими простые вещества легче воздуха). Но гелий и неон не горят на воздухе, поэтому **X** однозначно водород.

$$n_{\text{H}_2} = 0.7 \cdot \omega_{\text{H}_2} m_{\text{LaNi}_5\text{H}_6} = 0.35 \cdot \frac{6}{440} \cdot 1 = \frac{21}{4400} \text{ моль}$$



$$Q = n_{\text{H}_2} \cdot Q_{\text{M}} = 21 \cdot \frac{285.8}{4400} = 1.36 \text{ кДж}$$

Данная величина достаточно мала, в сравнении с количеством тепла, выделяющемся при сгорании 1 г изооктана (44.4 кДж/г).

Задание № 6

Общее условие:

В химический стакан с раствором иодида калия насыпали порошок вещества X и накрыли часовым стеклом. При нагревании стакан стал фиолетовым. Чем могло быть вещество X?



Варианты ответов:

- Сульфат алюминия
- Медный купорос
- Железный купорос
- Хлорид железа (III)
- Хлорид цинка
- Сульфат натрия

Правильные ответы:

- Медный купорос
- Хлорид железа (III)

По 2 балла за каждый верный ответ, штраф 1 балл за лишние пункты

Итого — 4 балла

Решение.

Фиолетовую окраску стакан приобретает из-за выделения паров иода. Следовательно, добавляемое вещество окисляет иодид калия в водном растворе. Если взглянуть на таблицу растворимости, можно увидеть, что диiodид меди и триiodид железа не существуют в водном растворе – именно в этих случаях происходят окислительно-восстановительные реакции. Следовательно, выделение иода будет наблюдаться при добавлении к раствору иодида калия медного купороса или трихлорида железа:



Задание № 7

Общее условие:

Магнетит Fe_3O_4 может быть восстановлен до металлического железа различными восстановителями.

Условие:

Выберите реагент, масса которого, необходимая для полного восстановления заданного количества магнетита, будет...

Варианты ответов:

наименьшей	Al
	Mg
	Ca
наибольшей	Na
	CO

Правильные ответы:

- наименьшей — Al
- наибольшей — Na

По 2 балла каждый верный ответ

Итого — 4 балла

Решение.

В ходе реакции восстановления восстановитель окисляется, отдавая электроны окислителю. В каждом случае необходимо отдать одно и то же количество электронов. Следовательно, восстановителя потребуется тем меньше, чем меньше отношение его молярной массы M к числу отдаваемых им электронов n_e , и наоборот.

Рассчитаем это отношение для каждого восстановителя:

$$\text{Al: } M/n_e = 27/3 = 9$$

$$\text{Mg: } M/n_e = 24/2 = 12$$

$$\text{Ca: } M/n_e = 40/2 = 20$$

$$\text{Na: } M/n_e = 23/1 = 23$$

$$\text{CO: } M/n_e = 28/2 = 14$$

Самым выгодным восстановителем является алюминий, самым невыгодным — натрий.

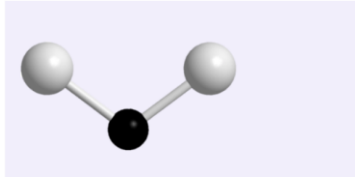
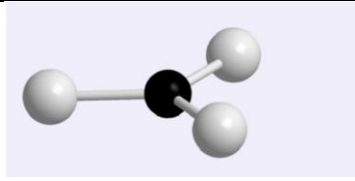
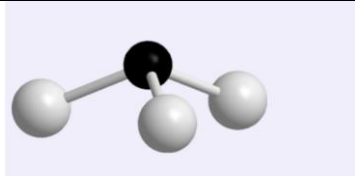
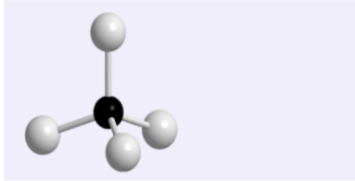
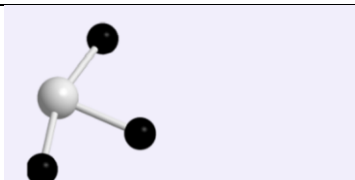
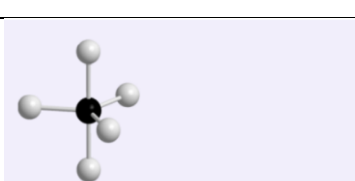
Задание № 8

Общее условие:

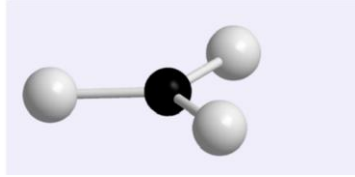
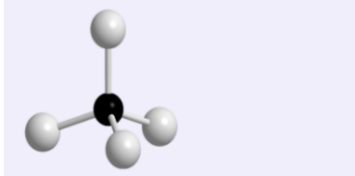
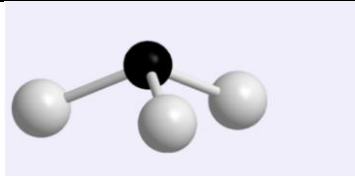
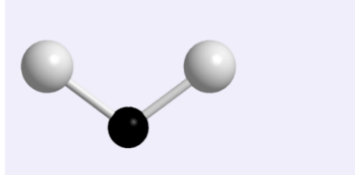
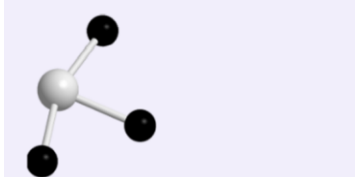
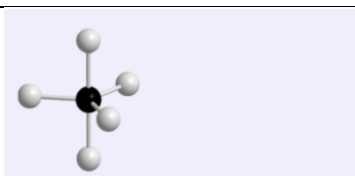
Установите соответствие между элементами и структурами молекул их соединений с хлором.

Белыми шариками обозначены атомы хлора, чёрными — элементы из левого столбца.

Условие:

В		
С		
N		
O		
F		
P		

Правильные ответы:

В	
С	
N	
O	
F	
P	

По 0.75 балла за каждую верную пару

Итого — 4.5 балла

Решение.

При решении задания стоит обратить внимание на валентность атомов (число образуемых атомами связей) и геометрию соединений. По признаку валентности легко можно определить двухвалентный кислород в оксиде Cl_2O и четырёхвалентный углерод в хлориде CCl_4 . Молекула, где атом хлора находится в центре и имеет валентность 3 – ClF_3 .

Бор и азот не проявляют в соединениях валентность 5. Геометрия хлоридов бора и азота будет различной в силу наличия у азота дополнительной неподелённой электронной пары, отсутствующей у бора. Поэтому молекула BCl_3 – плоская, а молекула NCl_3 – пирамидальная. Оставшееся соединение с пятивалентным центральным атомом – PCl_5 .

Задание № 9.1

Общее условие:

В предварительно вакуумированный сосуд с поршнем поместили 0.25 моль аммиака и 0.08 моль бромоводорода. Определите плотность газа в сосуде после приведения системы к н.у. Ответ выразите в г/м³, округлите до целых.

Ответ: [750;760]

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

При смешении аммиака и бромоводорода будет протекать реакция:



Поскольку бромоводород взят в недостатке, он прореагирует полностью, в сосуде в газовой фазе останется чистый аммиак. Его плотность составит:

$$\rho = M/V_m = 17/22.4 = 0.759 \text{ г/л} = 759 \text{ г/м}^3$$

Задание № 10

Общее условие:

В сталях присутствуют соединения нестехиометрического состава, общую формулу которых можно записать в виде FeC_x , где x принимает небольшие дробные значения.

Условие:

В одном из таких соединений массовая доля углерода составляет 0.85%. Установите значение x для этого образца. Ответ округлите до сотых.

Ответ: [0.039; 0401]

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Другой образец содержит смесь карбидов Fe_{16}C и Fe_7C_3 в приблизительном мольном соотношении 3:1 (Fe_{16}C больше). Чему будет равно x , если записать состав образца в виде формулы FeC_x ? Ответ округлите до сотых.

Ответ: 0.10

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Рассмотрим 1 моль соединения, масса железа в котором составит 56 г. Тогда масса углерода в этом соединении может быть найдена из его массовой доли как $56 \cdot 0.0085 / (1 - 0.0085) = 0.48$ г. Количество вещества углерода $n(\text{C}) = 0.48 / 12 = 0.04$ моль. В этом случае формула может быть записана как $\text{FeC}_{0.04}$.

Сложение 3 моль Fe_{16}C и 1 моль Fe_7C_3 даёт эмпирическую формулу Fe_{55}C_6 или $\text{FeC}_{6/55}$. Представление $6/55$ в виде десятичной дроби даёт 0.11.

Задание №11

Общее условие:

При охлаждении раствора, насыщенного карбонатом натрия при температуре 65°C, до температуры 5°C было получено 286 г осадка декагидрата карбоната натрия и 100 г 6.5% (по массе) раствора карбоната натрия.

Условие:

Рассчитайте растворимость карбоната натрия при температуре 5°C. Ответ выразите в граммах безводной соли на 100 г чистой воды, округлите до десятых.

Ответ: [6.9; 7]

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Рассчитайте массовую долю безводной соли в растворе, насыщенном при температуре 65°C. Ответ выразите в процентах, округлите до десятых.

Ответ: [28.5;29.5]

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Проведём расчёт для 100 г раствора. Если масса соли равна 6.5 г, то масса воды составляет 93.5 г. Растворимость, выраженная в г соли/100 г воды, может быть найдена как $100 \cdot 6.5 / 93.5 = 6.95$.

При охлаждении раствора выпало 286 г декагидрата. Рассчитаем количество вещества соли:

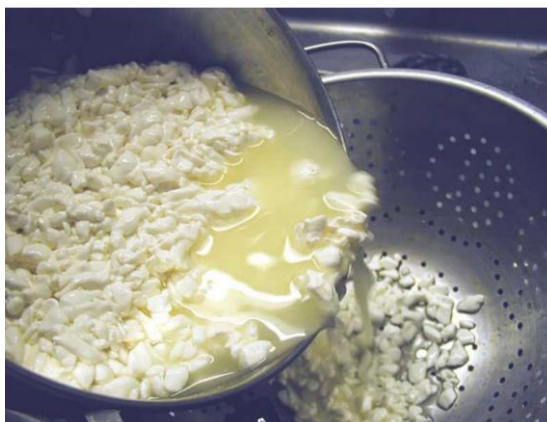
$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 286 / 286 = 1 \text{ моль.}$$

Тогда раствор, из которого выпал осадок, изначально содержал на 106 г больше соли и на 180 г больше воды. Суммарное содержание соли в растворе было равно 112.5 г, воды – 273.5 г, общая масса раствора – 386 г. Массовая доля безводной соли $112.5 / 386 = 0.29$ или 29%.

Задание №12

Общее условие:

Сопоставьте смеси веществ и используемые для их разделения методы.



Варианты ответов:

Сера и железная руда

Вода и речной песок

Сливки и молочная сыворотка

Этиловый спирт и вода

Центрифугирование

Фильтрование

Дистилляция (перегонка)

Экстракция

Флотация

Хроматография

Возгонка (сублимация)

Правильные ответы:

- Сера и железная руда — Флотация
- Вода и речной песок — Фильтрование
- Сливки и молочная сыворотка — Центрифугирование
- Этиловый спирт и вода — Дистилляция (перегонка)

По 1 баллу за каждую верную пару

Итого — 4 балла

Решение.

- 1) Сера не смачивается водой и плавает на ее поверхности. Следовательно, для отделения серы от железной руды можно использовать **флотацию**;
- 2) речной песок не растворяется в воде и легко отделяется **фильтрованием**;
- 3) сливки отделяют от сыворотки **центрифугированием**;
- 4) для увеличения концентрации этилового спирта в растворе используют **перегонку (дистилляцию)**.