

Максимальное количество баллов за олимпиаду — 100

Задание 1. Магический квадрат — это квадрат, в котором числа расположены так, что сумма чисел по строкам, столбцам и диагоналям одинакова. Например,

2	7	6
9	5	1
4	3	8

Сумма по каждой строке, столбцу и диагонали равна 15.

Юный химик Менделеев нарисовал магический квадрат, но вместо чисел решил подставить символы химических элементов с таким же зарядом ядра. Заполните пропуски.

Be		
Li		N
O	H	

Ответ:

Be	F	He
Li	B	N
O	H	C

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 2 балла. Всего — 8 баллов

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

Заряд ядра химического элемента равен порядковому номеру этого элемента. Запишем вместо символов элементов значения их заряда.

4		
3		7
8	1	

Решим магический квадрат:

4	9	2
3	5	7
8	1	6

Переведём обратно числа в соответствующие им символы элементов:

Be	F	He
Li	B	N
O	H	C

Задание 2. Элементы X и Y образуют наиболее устойчивые простые вещества A и B соответственно. Атомная масса элемента Y в два раза больше атомной массы элемента X, а молекулярная масса вещества B равна молекулярной массе вещества A. Запишите названия этих элементов.

Ответ:

X: Кислород

Y: Сера

или

X: Азот

Y: Кремний

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 4 балла. Всего — 8 баллов

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

Только одна пара элементов обладает такими свойствами — кислород и сера. Относительная атомная масса кислорода 16 а. е. м, а серы — 32 а. е. м, что в два раза больше. При этом молекулярная масса простого вещества кислорода O_2 — 32 г/моль, что в 8 раз меньше относительной молекулярной массы наиболее устойчивой модификации серы S_8 .

Задание 3. Злая мачеха наказала Золушке разделить смесь веществ, состоящую из двух компонентов. Золушка, торопясь на бал, быстро поняла, что для этого ей понадобятся выпаривательная чашка, спиртовка и штатив с кольцом.

Помогите Золушке найти нужные приборы:

Ответ:



Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 2 балла. За каждую ошибку снимается 2 балла. Всего 6 баллов
Максимальный балл за задание — 6

Задание 4. Какой процесс собралась проводить Золушка?

Ответ:

- Отстаивание
- Фильтрация
- ✓ Выпаривание
- Экстракция

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

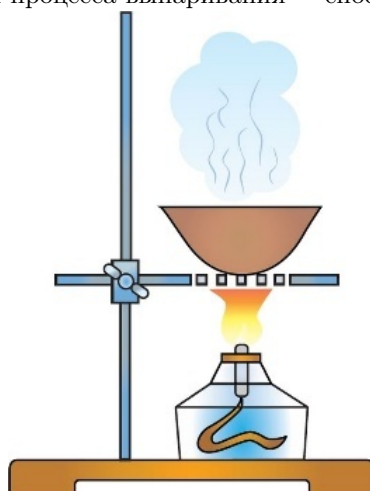
Максимальный балл за задание — 4

Решение.

а)



б) Такой набор посуды потребуется для процесса выпаривания — способа удаления растворителя при нагревании



Задание 5. Атмосферы (газовые оболочки) разных планет отличаются. Известно, что:

- атмосфера Марса имеет такой же качественный состав, что и атмосфера Венеры;
- при одинаковых условиях атмосфера Сатурна имеет наименьшую плотность;
- 44.8 л атмосферы Венеры при н. у. должны содержать около $4.2 \cdot 10^{22}$ молекул азота;
- атмосфера Земли содержит кислород.

Установите соответствие между планетами и содержанием газов, преобладающих в составе их атмосферы.

Ответ:

Атмосфера Венеры	96.5% CO ₂ и 3.5% N ₂
Атмосфера Марса	95.3% CO ₂ и 2.7% N ₂
Атмосфера Земли	78% N ₂ и 21% O ₂
Атмосфера Сатурна	96.3% H ₂ и 3.3% He

Критерий оценивания: за каждую верную пару — 2 балла. Всего — 8 баллов

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

Состав атмосферы Земли общеизвестен — 78 % N₂ и 21 % O₂, также это был единственный вариант, содержащий кислород.

Рассчитаем объёмную долю азота в атмосфере Венеры: $n(\text{N}_2) = \frac{N}{N_A} = \frac{4.2 \cdot 10^{22}}{6.02 \cdot 10^{23}} = 0.07$ моль, $V(\text{N}_2) = n(\text{N}_2) \cdot V_m = 0.07 \cdot 22.4 = 1.57$ л, $\chi(\text{N}_2) = \frac{V(\text{N}_2)}{V_{\text{смеси}}} = \frac{1.57}{44.8} = 0.035$ или 3.5 %.

Значит, ответ для атмосферы Венеры — 96.5 % CO₂ и 3.5 % N₂.

Атмосфера Марса имеет такой же качественный состав, что и атмосфера Венеры, значит, 95.3 % CO₂ и 2.7 % N₂.

Атмосфера Сатурна имеет наименьшую плотность, значит содержит самые лёгкие газы — 96.3 % H₂ и 3.3 % He.

Задание 6. Юный химик Менделеев на 1 апреля решил заменить содержимое некоторых банок на кухне на вещества из лаборатории. Помогите подшутить Менделееву, подобрав наиболее похожие по внешним характеристикам пары для замены.

Ответ:

Сахар-песок	Поваренная соль NaCl
Столовый уксус	Вода H ₂ O
Молотая корица	Песок SiO ₂
Рис	Силикагель SiO ₂ · nH ₂ O

Критерий оценивания: за каждую верную пару — 2 балла. Всего — 8 баллов

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

Замена должна осуществляться по внешнему сходству:



Сахар-песок



Поваренная соль NaCl



Столовый уксус



Этиловый спирт



Молотая корица

Песок SiO₂

Крупа-рис

Силикагель SiO₂ · nH₂O

Задание 7. На острове Неметаллов состоялся спор, кто лучше:

— Я самый активный, а значит, лучше всех, — заявил I элемент.

— И что же в этом хорошего? Мечешься за всеми! Вот я всегда спокоен, никто не сможет меня потревожить, — вклинился II элемент. — У меня даже имя божественное.

— Да ты всегда в облаках летаешь, слишком лёгок на подъём! Я умею показать товар лицом, ни одно стоящее украшение без меня не обходится, — возразил III элемент.

— Ты очень непостоянен, — вмешался IV элемент, — то ты дорогой и твёрдый, то дешёвый и хрупкий. Никуда не годится! Я же — душа компании, без меня ни на одной вечеринке никто не зажжёт!

Запишите химические символы данных элементов, если известно, что это неметаллы 1–2 периодов.

Ответ:

I	II	III	IV
F	He	C	O

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 2 балла. Всего — 8 баллов

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

Элемент I — F. К выражению «я самый активный» подходит фтор как самый электроотрицательный элемент, простое вещество которого способно реагировать почти со всеми простыми веществами.

Элемент II — He. Этот благородный газ пассивен и не образует соединений, поэтому его «никто не может потревожить». Он «в облаках летает», поскольку этот газ легче воздуха. А высказывание «У меня даже имя божественное!» однозначно указывает на гелий, названный в честь бога Гелиоса.

Элемент III — C, «то дорогой и твёрдый, то дешёвый и хрупкий» в зависимости от аллотропной модификации: графит, алмаз (без последнего «ни одно стоящее украшение не обходится»).

Элемент IV — O. В выражении «никто не зажжёт» речь идёт о горении, то есть о реакции с кислородом.

Задание 8. Запишите химическую формулу высшего оксида, в котором массовые доли элементов соотносятся как 10 : 7, а мольные — 2 : 7.

Ответ: Br₂O₇

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 8 балла

Максимальный балл за задание — 8

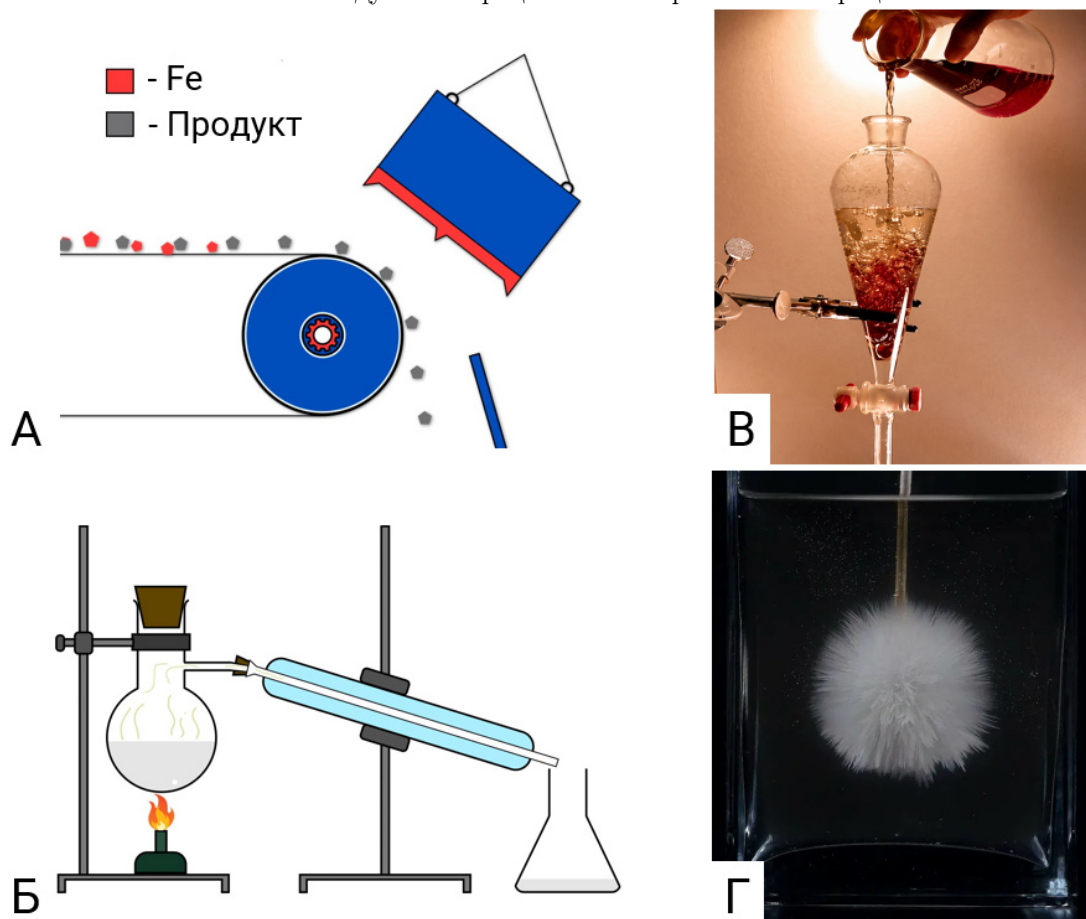
Решение.

Так как мольные доли элементов соотносятся как 2 : 7, пусть оксид A имеет формулу Э₂O₇. Тогда:

$$\frac{\omega_{\text{Э}}}{\omega_{\text{O}}} = \frac{M_{\text{Э}} \cdot 2}{M_{\text{O}} \cdot 7} = \frac{M_{\text{Э}} \cdot 2}{16 \cdot 7} = \frac{M_{\text{Э}}}{56} = \frac{10}{7}.$$

$M_{\text{Э}} = 80$ г/моль, что соответствует бром. Следовательно, формула A — Br₂O₇.

Задание 9. Установите соответствие между иллюстрациями и изображёнными процессами.



Ответ:

Кристаллизация	Г
Перегонка	Б
Магнитная сепарация	А
Декантация	В

Критерий оценивания: за каждую верную пару — 2 балла. Всего — 8 баллов

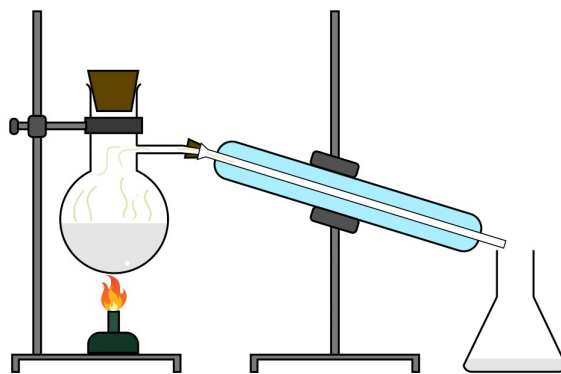
Максимальный балл за задание — 8

Решение.

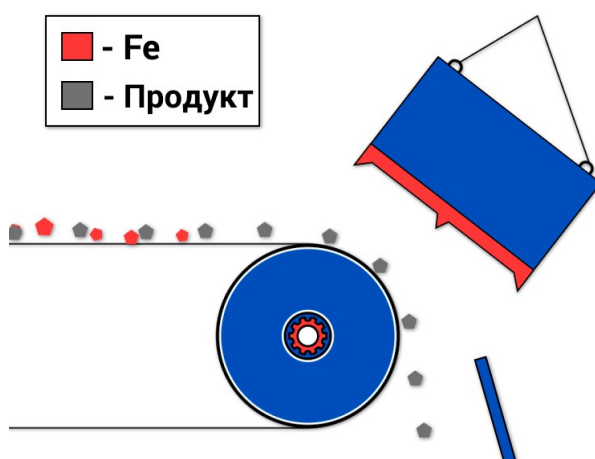
Кристаллизация — это процесс перехода вещества из жидкого состояния в твёрдое, при котором образуются кристаллы.



Перегонка — это способ разделения жидких смесей, основанный на различии в температурах кипения компонентов смеси.



Магнитная сепарация — это метод разделения материалов на основании различия их поведения в зоне действия магнитного поля, изменяющего их гравитационную траекторию.



Декантация — это механическое отделение несмешивающихся веществ разной плотности путём сливания одного раствора.



Задание 10. 19.8 г ядовитого газа X можно получить при смешении стехиометрического количества 5.6 г оксида A и 4.48 л (при н. у.) простого вещества B по реакции:



Запишите химическую формулу газа X.

Ответ: COCl_2

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 10 баллов

Максимальный балл за задание — 10

Решение.

Найдём количество вещества B:

$$n_B = \frac{V_B}{V_m} = \frac{4.48}{22.4} = 0.2 \text{ моль.}$$

Тогда по реакции:

$$n_A = n_X = n_B = 0.2 \text{ моль.}$$

Тогда молярная масса вещества А:

$$M_A = \frac{m_A}{n_A} = \frac{5.6}{0.2} = 28 \text{ г/моль, что соответствует оксиду СО.}$$

Молярная масса вещества X:

$$M_X = \frac{m_X}{n_X} = \frac{19.8}{0.2} = 99 \text{ г/моль.}$$

Так как X был получен по реакции соединения СО и простого вещества В, молярная масса вещества В равна $99 - 28 = 71$ г/моль, что соответствует молекуле хлора Cl₂. Таким образом, вещество X — это фосген СОСl₂.

Задание 11. Ниже представлены словесные схемы неких процессов. Выберите среди них химические явления.

Ответ:

- Вода → лёд
- ✓ Железо → ржавчина
- ✓ Сырое яйцо → яичница
- Стальной слиток → стальной меч
- Деревянная линейка → деревянные опилки
- ✓ Мел → негашёная известь + углекислый газ
- ✓ Свежее молоко → скисшее молоко

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 2 балла. За каждую ошибку снимается 2 балла. Всего 8 баллов
Максимальный балл за задание — 8

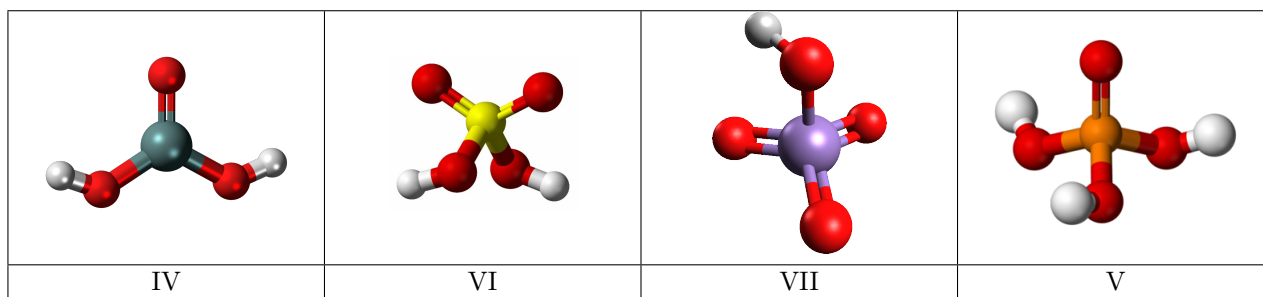
Решение.

Химические явления — это процессы, при которых меняется состав и структура молекул. Превращение воды в лёд, стального слитка в стальной меч и деревянной линейки в деревянные опилки не меняет состав веществ. Признаками протекания химической реакции являются выделение газа, выпадение осадка, изменение цвета, изменение запаха, выделение или поглощение энергии (в виде тепла или света). Подходят ответы:

- Железо → Ржавчина
- Сырое яйцо → Яичница
- Свежее молоко → Скисшее молоко
- Мел → Негашёная известь + Углекислый газ

Задание 12. Валентность — это способность атома химического элемента образовывать определённое число химических связей с другими атомами. В структурах изображённых кислот красными шарами отражены атомы кислорода, белыми — атомы водорода. Определите валентности «оставшихся» элементов.

Ответ:



Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 2 балла. Всего — 8 баллов

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

Валентность центральных элементов равна количеству связей с его участием.

Задание 13. Юный химик Менделей, составляя доклад для выступления, воспользовался помощью ИИ. Заполните пропуски в выражениях, предложенных ИИ.

а) Меньше ... — здоровее тело.

Ответ:

- Fe
- S
- Au
- ✓ NaCl

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) Больше ... — дороже украшение.

Ответ:

- Fe
- S
- ✓ Au
- NaCl

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) Меньше ... — легче чемодан.

Ответ:

- ✓ Fe
- NaCl
- S
- Au

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

г) Больше ... — ярче пламя.

Ответ:

- Fe
- ✓ S
- Au
- NaCl

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

Меньше NaCl — здоровее тело, так как избыток соли в пище может навредить организму.

Больше Au — дороже украшение, так как золото является дорогим драгоценным металлом.

Меньше Fe — легче чемодан, так как железо имеет большую плотность, следовательно, оно тяжёлое.

Больше S — ярче пламя, так как сера входит в состав многих горючих и взрывчатых веществ.