

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	

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.

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:



Задание 4. Какой процесс собралась проводить Золушка?

- Отстаивание
- Фильтрация
- Выпаривание
- Экстракция

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.

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

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

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!

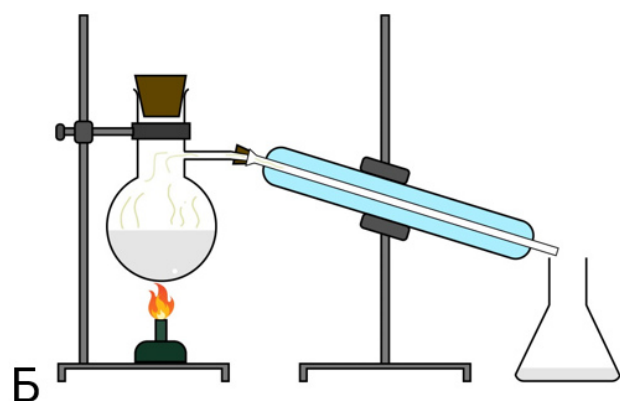
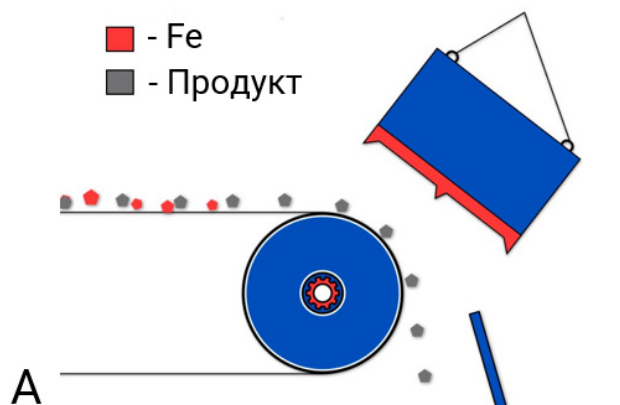
Запишите химические символы данных элементов, если известно, что это неметаллы 1–2 периодов.

Ответ:

I	II	III	IV

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

Задание 9. Установите соответствие между иллюстрациями и изображёнными процессами.



Кристаллизация	А
Перегонка	Б
Магнитная сепарация	В
Декантация	Г

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

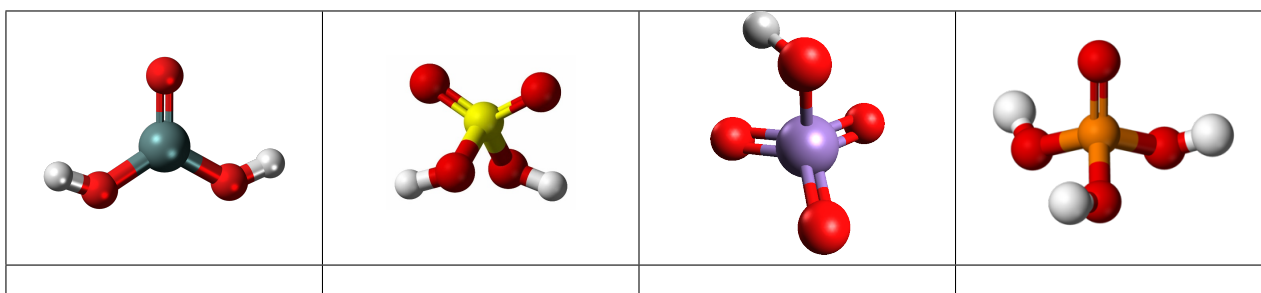


Запишите химическую формулу газа X.

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

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

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.



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

а) Меньше ... — здоровее тело.

- Fe
- S
- Au
- NaCl

б) Больше ... — дороже украшение.

- Fe
- S
- Au
- NaCl

в) Меньше ... — легче чемодан.

- Fe
- NaCl
- S
- Au

г) Больше ... — ярче пламя.

- Fe
- S
- Au
- NaCl

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

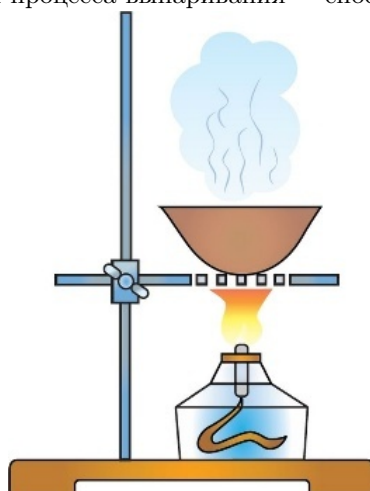
Максимальный балл за задание — 4

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.

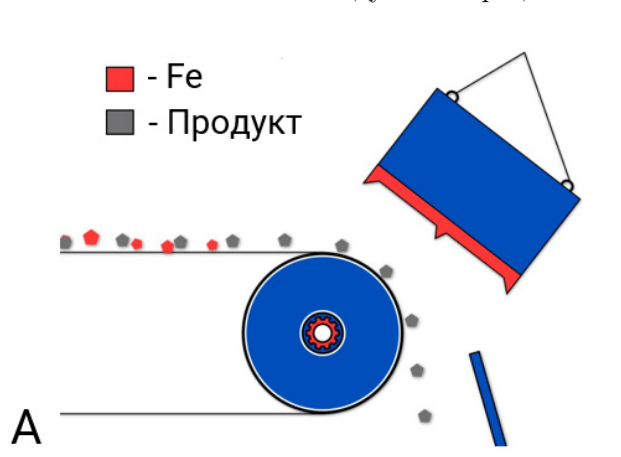
Так как мольные доли элементов соотносятся как 2 : 7, пусть оксид A имеет формулу Э₂O₇. Тогда:

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


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

Задание 9. Установите соответствие между иллюстрациями и изображёнными процессами.

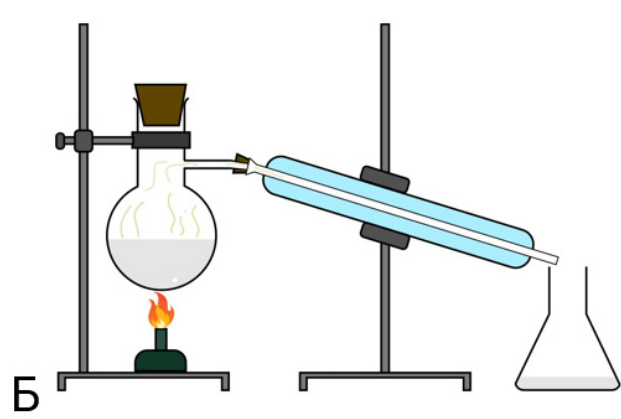
■ - Fe
■ - Продукт




А



В



Б



Г

Ответ:

Кристаллизация	Г
Перегонка	Б
Магнитная сепарация	А
Декантация	В

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

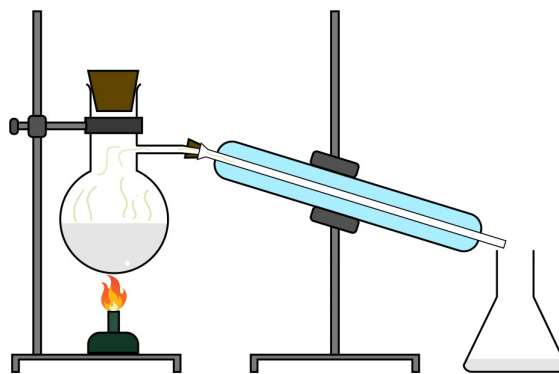
Максимальный балл за задание — 8

Решение.

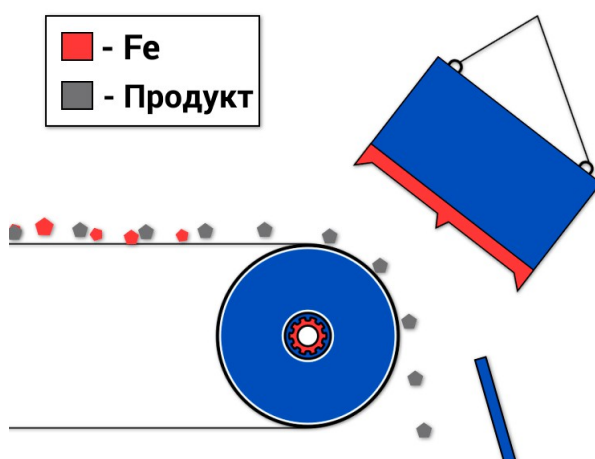
Кристаллизация — это процесс перехода вещества из жидкого состояния в твёрдое, при котором образуются кристаллы.



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

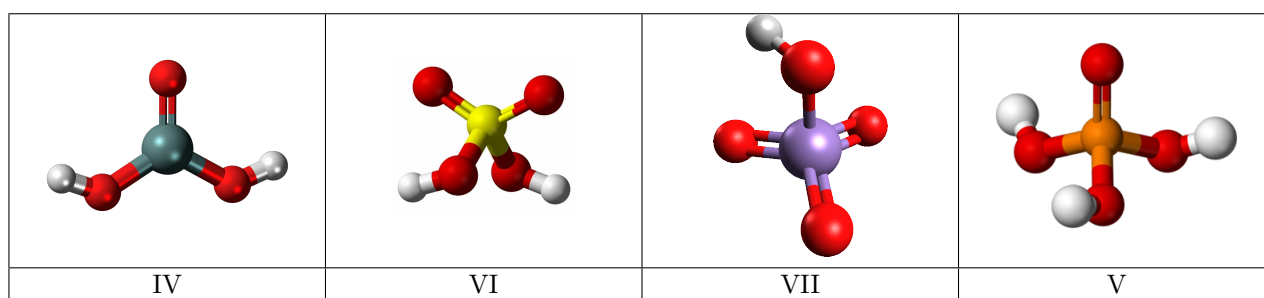
Решение.

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 Менделеев, 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.