# ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
# ХИМИЯ. 2026–2027 уч. г. ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 7–8 КЛАССЫ

## ОТВЕТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

### Максимальное количество баллов за олимпиаду - 100

**Задание 1.**

Двое химиков независимо друг от друга провели один и тот же эксперимент, но записали в лабораторный журнал разные наблюдения.

Запись 1. При нагревании неизвестного красного вещества выделился газ, вызывающий воспламенение тлеющей лучинки, и образовалась тяжёлая жидкость металлического цвета.

Запись 2. Неизвестное красное вещество при нагревании разложилось, не оставив твёрдого или жидкого остатка, но на стенке пробирки при этом образовался оранжево-красный налёт.

№1. Какое вещество подвергли разложению? В ответ запишите его формулу.

**Ответ:** HgO

№2. Сравните температуры, при которых проводились опыты 1 и 2.

**Ответ:**

- $T_1 > T_2$
- ✓ $T_1 < T_2$
- $T_1 = T_2$

**Критерий оценивания:** за верную формулу вещества - 4 балла; за верное сравнение температур - 4 балла. Всего - 8 баллов.

**Максимальный балл за задание - 8.**

**Решение.**

Красное вещество - оксид ртути(II). При нагревании он разлагается:

$$2\mathrm{HgO} \longrightarrow 2\mathrm{Hg} + \mathrm{O_2}.$$

Кислород поддерживает горение тлеющей лучинки. В первом опыте образовавшаяся ртуть осталась жидкостью. Во втором она испарилась и затем осела на более холодной стенке пробирки. Значит, температура первого опыта ниже: $T_1 < T_2$.

**Задание 2.**

№3. Выберите химическую посуду, которую нельзя поставить на стол, не используя специальные штативы или подставки:

**Ответ:**

- Химический стакан
- ✓ Круглодонная колба
- Плоскодонная колба
- ✓ Пробирка
- Чашечка для выпаривания
- Мерный цилиндр

№4. Какие два из этих сосудов часто делают не из стекла, а из фарфора?

**Ответ:**

- ✓ Химический стакан
- Круглодонная колба
- Плоскодонная колба
- Пробирка
- ✓ Чашечка для выпаривания
- Мерный цилиндр

**Критерий оценивания:**

№3: за каждый верно выбранный сосуд - 2 балла; за каждый ошибочно выбранный сосуд снимается 1 балл. Всего - 4 балла.

№4: за каждый верный выбор - 2 балла. Если выбрано более двух ответов - 0 баллов. Всего - 4 балла.

**Максимальный балл за задание - 8.**

**Решение.**

Круглодонная колба и пробирка не имеют плоского дна, поэтому их ставят в штатив или на подставку. Из перечисленного фарфоровыми бывают химические стаканы и чашечки для выпаривания. В обоих пунктах выбираем по два сосуда.

**Задание 3.**

**Варианты задания смотрите на стр. 9.**

№5. В каком массовом соотношении следует смешать железо и серу для получения чистого сульфида железа (II), не содержащего примеси исходных веществ? Ответ запишите в виде отношения наименьших целочисленных коэффициентов.

$m(\mathrm{Fe}) : m(\mathrm{S}) = 7 : 4$

**Критерий оценивания:** если указанный участником ответ точно совпадает с правильным, то ставится 8 баллов, иначе - 0 баллов. Всего - 8 баллов.

**Максимальный балл за задание - 8.**

**Решение.**

Сульфид железа(II) образуется по уравнению $\mathrm{Fe + S \longrightarrow FeS}$. На один моль железа требуется один моль серы. При целочисленных атомных массах $A_r(\mathrm{Fe}) = 56$ и $A_r(\mathrm{S}) = 32$ массовое отношение равно $56 : 32 = 7 : 4$.

**Задание 4.**

№6. Установите соответствие между описанием вещества и его названием.

| | |
|---|---|
| 1. Розово-красный порошок, который при нагревании на воздухе чернеет | А. Уголь |
| 2. Зелёный порошок, который при нагревании чернеет | Б. Сера |
| 3. Чёрный порошок, который при нагревании на воздухе раскаляется и «исчезает» | В. Малахит |
| 4. Чёрный порошок, который образуется при нагревании смеси металлических опилок и жёлтого порошка | Г. Медь |
| | Д. Сульфид железа (II) |
| | Е. Медный купорос |

**Ответ:**

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
| Г | В | А | Д |

**Критерий оценивания:** за каждое верное соответствие - 2 балла. Всего - 8 баллов.

**Максимальный балл за задание - 8.**

**Решение.**

Розово-красная медь при нагревании на воздухе покрывается чёрным оксидом меди(II): $\mathrm{2Cu + O_2 \longrightarrow 2CuO}$. Зелёный малахит также даёт чёрный CuO при разложении. Чёрный уголь сгорает на воздухе, а при нагревании железных опилок с серой образуется чёрный FeS. Поэтому соответствия: Г, В, А, Д.

**Задание 5.**

№7. Даны четыре ряда элементов, относительные атомные массы которых, округлённые до ближайшего целого числа, представляют собой геометрические прогрессии. Это означает, что в каждом ряду отношение атомных масс любых двух соседних элементов постоянно.

Пример геометрической прогрессии атомных масс: H($A_r = 1$), He($A_r = 4$), O($A_r = 16$).

Заполните пропуски.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Li, | N, | Si, | Fe, | Cd. |
| 2. | C, | Mg, | Ti, | Mo, | Ir. |
| 3. | Ne, | Ca, | Br. | | |
| 4. | O, | Ti, | Nd. | | |

**Критерий оценивания:** за каждый верный символ элемента - 1 балл. Всего - 10 баллов.

**Максимальный балл за задание - 10.**

**Решение.**

В каждом ряду округлённые атомные массы соседних элементов имеют одинаковое отношение. Получаем ряды $7, 14, 28, 56, 112$; $12, 24, 48, 96, 192$; $20, 40, 80$; $16, 48, 144$. Им соответствуют Li, N, Si, Fe, Cd; C, Mg, Ti, Mo, Ir; Ne, Ca, Br; O, Ti, Nd. Для последнего ряда также подходят H, C, Nd и He, Mg, Nd.

**Задание 6.**

№8. Кислород - важнейшее сырьё для химической промышленности, он используется во многих её отраслях. Заполните пропуски в уравнениях промышленно важных реакций наименьшими целочисленными коэффициентами или формулами веществ.

$C_2H_6O + 1O_2 = C_2H_4O_2 + H_2O$.

$CH_4 + 2\ O_2$(избыток) $= CO_2 + 2\ H_2O$.

$2Cu_2S + 3\ O_2 = 2\ Cu_2O + 2\ SO_2$.

**Критерий оценивания:** за каждый верный коэффициент или формулу - 1 балл. Всего - 8 баллов.

**Максимальный балл за задание - 8.**

**Решение.**

Сначала сохраняем число атомов каждого элемента, затем сокращаем коэффициенты до наименьших целых:

$$C_2H_6O + O_2 \longrightarrow C_2H_4O_2 + H_2O,$$
$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O,$$
$$2Cu_2S + 3O_2 \longrightarrow 2Cu_2O + 2SO_2.$$

**Задание 7.**

**Варианты задания смотрите на стр. 9.**

№9. При полном сжигании неизвестного сложного вещества образуется только углекислый газ. Определите формулу вещества, если известно, что 100 его молекул реагирует с 200 молекулами $O_2$ и образуется 300 молекул $CO_2$.

**Ответ:** $C_3O_2$

**Критерий оценивания:** верная формула вещества - 8 баллов.

**Максимальный балл за задание - 8.**

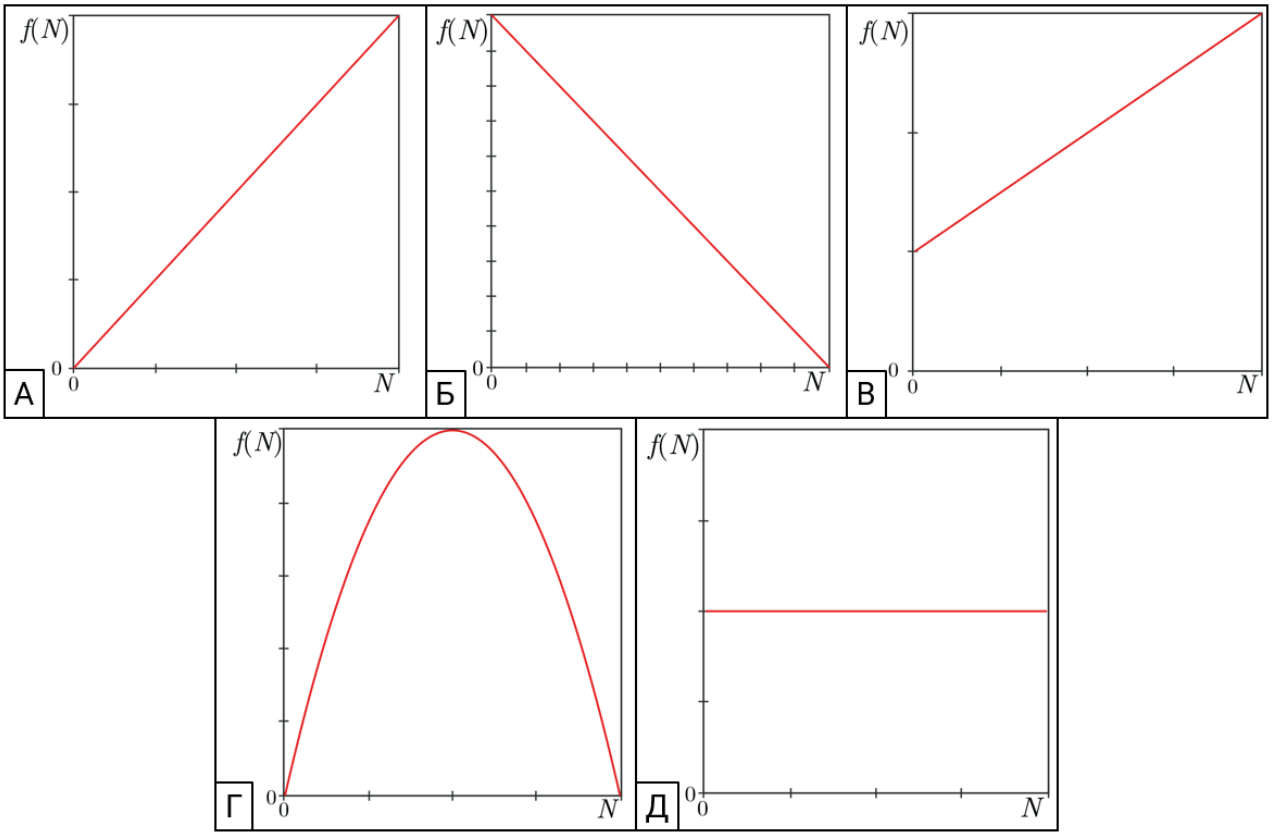
**Решение.**

Если принять число молекул исходного вещества за единицу, оно реагирует с двумя молекулами кислорода и даёт три молекулы углекислого газа. В исходной молекуле поэтому три атома углерода. Сохранение атомов кислорода даёт $y + 2 \cdot 2 = 3 \cdot 2$, откуда $y = 2$. Формула вещества - $C_3O_2$; проверка:

$$C_3O_2 + 2O_2 \longrightarrow 3CO_2.$$

**Задание 8.**

№10. Установите соответствие между свойством вещества и графиком, характеризующим его зависимость от числа частиц $N$.




| | |
|---|---|
| 1. Масса | А |
| 2. Объём твёрдого вещества | Б |
| 3. Плотность | В |
| 4. Относительная молекулярная масса | Г |
| | Д |

**Ответ:**

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
| А | А | Д | Д |

**Критерий оценивания:** за каждое верное соответствие - 2 балла. Всего - 8 баллов.

**Максимальный балл за задание - 8.**

**Решение.**

При увеличении числа частиц масса и объём данного твёрдого вещества растут пропорционально $N$: это график А. Плотность и относительная молекулярная масса вещества от количества частиц не зависят: это горизонтальный график Д. Ответ: А, А, Д, Д.

**Задание 9.**

**Варианты задания смотрите на стр. 9.**



№11. На финальном этапе изготовления глиняной посуды её покрывают глазурью и подвергают повторному обжигу. Глазурь придаёт изделиям из глины красивый вид, делает их водонепроницаемыми. Для получения цветной глазури в её состав вводят пигменты - как правило, оксиды металлов. Одним из таких пигментов является оксид элемента X. Он придаёт глазури жёлто-бурую окраску. В его составе на каждые два атома X приходится три атома кислорода. В 100 г этого оксида содержится 70 г атомов элемента X.
Запишите химический символ элемента X.

**Ответ:** Fe

**Критерий оценивания:** верный символ элемента - 8 баллов.

**Максимальный балл за задание - 8.**

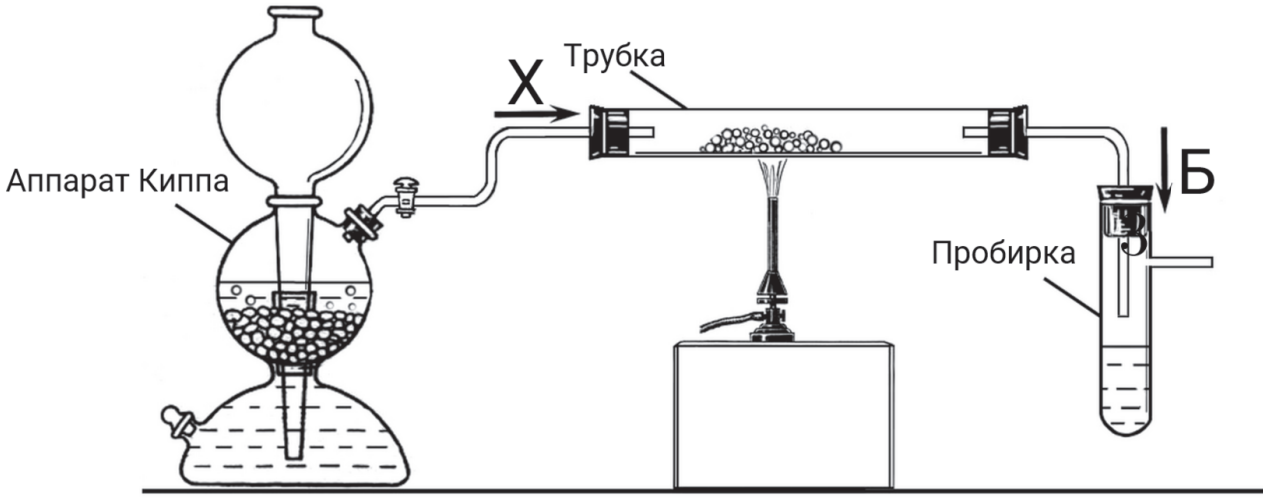
**Решение.**

По условию формула оксида имеет вид $X_2O_3$. В 100 г оксида на кислород приходится $100 - 70 = 30$ г, то есть $30/16 = 1.875$ моль атомов. Количество атомов $X$ составляет $\frac{2}{3} \cdot 1.875 = 1.25$ моль. Тогда $A_r(X) = 70/1.25 = 56$, следовательно, $X$ - железо Fe.

**Задание 10.**

**Варианты задания смотрите на стр. 9.**

№12. В промышленности используют метод получения металлов из различных соединений, восстанавливая их с помощью газа **X**. В лаборатории решили смоделировать данный процесс, для чего собрали установку, как показано на рисунке.




В аппарат Киппа поместили гранулы металла **А** и залили раствор вещества **Б**. При взаимодействии металла **А** с раствором **Б** выделился газ **X**, который пропустили в трубку из тугоплавкого стекла. В трубке нагрели вещество **В**. При взаимодействии вещества **В** с газом **X** получили металл красного цвета **Г** и газ **Б**. Газ **Б** пропустили в пробирку, в которой находилась вода. Газ **Б** растворился в воде.
Определите формулы веществ **X** и **А** - **Г**.

| | |
|---|---|
| **X** | 1 |
| **А** | 3 |
| **Б** | 7 |
| **В** | 5 |
| **Г** | 4 |

**Варианты ответа:** 1. - $H_2$; 2. - $O_2$; 3. - Zn; 4. - Cu; 5. - $CuCl_2$; 6. - CuO; 7. - HCl; 8. - $H_2SO_4$.

**Критерий оценивания:** за каждый верный номер вещества - 2 балла. Всего - 10 баллов.
**Максимальный балл за задание - 10.**
**Решение.**

В аппарате Киппа цинк реагирует с соляной кислотой, выделяя водород:

$$Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2.$$

При нагревании водород восстанавливает хлорид меди(II) до красной меди; выделяющийся хлороводород растворяется в воде:

$$CuCl_2 + H_2 \longrightarrow Cu + 2HCl.$$

Значит, $X = H_2$, А - Zn, Б - HCl, В - $CuCl_2$, Г - Cu. Номера вариантов: 1, 3, 7, 5, 4.

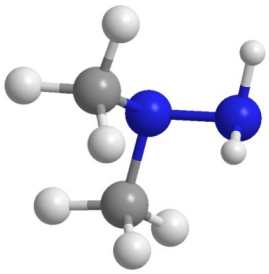
**Задание 11.**

**Варианты задания смотрите на стр. 10.**

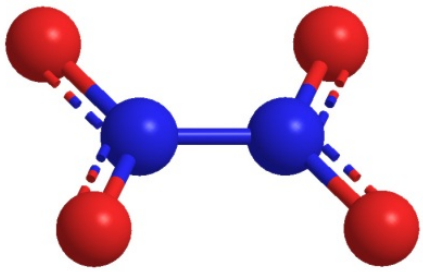
№13. Важнейшей частью ракеты-носителя являются двигатели, которые создают реактивную тягу. Для работы двигателей ракеты требуется не только горючее, но и окислитель - вещество, необходимое для горения в безвоздушном пространстве. Горючее и окислитель хранятся в отдельных баках, их ракета должна нести с собой. Эти два компонента жидкого топлива смешиваются в камере сгорания двигателя, между ними протекает бурная реакция с выделением огромного количества энергии. Образующиеся горячие газы, продукты горения, с большой скоростью вырываются через сопло, создавая реактивную силу, которая толкает ракету вперёд.



В 50-е годы XX столетия активно велись разработки ракетного топлива на основе горючего - несимметричного диметилгидразина (НДМГ). В качестве окислителя был выбран димер оксида азота (IV). Это топливо использовалось на таких легендарных носителях, как тяжёлая ракета «Протон» и аппараты семейства «Космос», а также в двигателях космических кораблей «Союз» и орбитальных станций.



Модель молекулы НДМГ



Модель молекулы димера оксида азота (IV)

В представленных моделях шарики светло-серого цвета соответствуют атомам водорода, тёмно-серого - углерода, красного - кислорода, синего - азота.

Составьте уравнение реакции между НДМГ и димером оксида азота (IV), продуктами которой являются углекислый газ, пары́ воды и молекулярный азот. Коэффициент при НДМГ примите равным 1, остальные коэффициенты надо найти. В ответ запишите наименьшие целочисленные коэффициенты, включая единичные.

| | |
|---|---|
| Коэффициент перед формулой НДМГ | 1 |
| Коэффициент перед формулой димера оксида азота (IV) | 2 |
| Коэффициент перед формулой углекислого газа | 2 |
| Коэффициент перед формулой воды | 4 |
| Коэффициент перед формулой азота | 3 |

**Критерий оценивания:** за каждый верный коэффициент - 2 балла. Всего - 8 баллов.

**Максимальный балл за задание - 8.**

**Решение.**

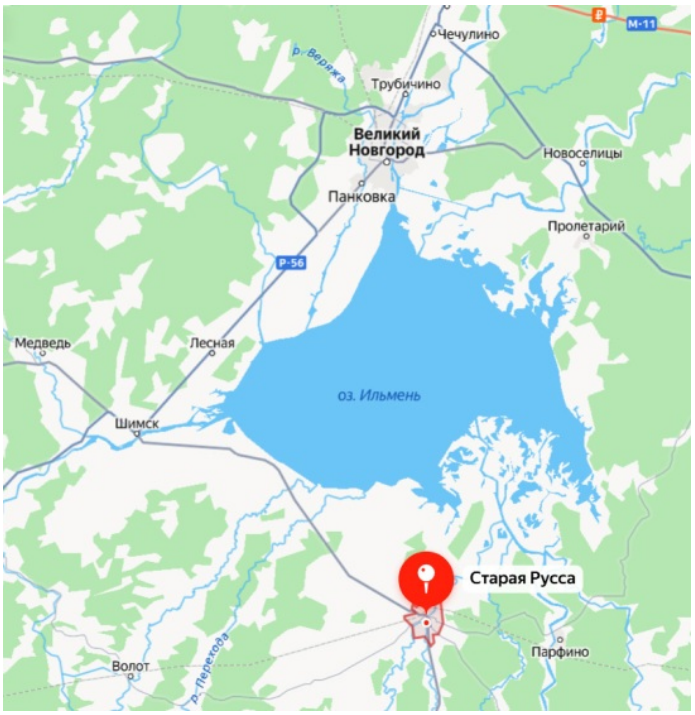
Несимметричный диметилгидразин имеет формулу $C_2H_8N_2$, а димер оксида азота(IV) - $N_2O_4$. По двум атомам углерода получаем $2CO_2$, по восьми атомам водорода - $4H_2O$. Для восьми атомов кислорода нужны две молекулы окислителя. Всего атомов азота слева шесть, значит, справа $3N_2$:

$$C_2H_8N_2 + 2N_2O_4 \longrightarrow 2CO_2 + 4H_2O + 3N_2.$$

**Задание 12.**

**Варианты задания смотрите на стр. 10.**

№14. Старая Русса - один из древнейших городов северо-запада России - возникла благодаря соляному промыслу. Соль здесь варили в чренах - больших сковородах, которые ставились на каменные печи. Воду для варки брали из солёных озёр, она подавалась в варницы при помощи деревянного трубопровода. Рассол нагревали и отстаивали, отделяя примеси. Очищенный раствор выпаривали. Этот процесс был трудоёмким, требовал больших затрат времени и топлива.




В воде одного из солёных озёр в районе Старой Руссы массовая доля хлорида натрия составляет 1.7 %. Плотность воды - 1.01 г/см$^3$.

Какая масса хлорида натрия содержится в 100 л такого раствора? Ответ выразите в граммах.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [1700; 1730] г

Растворимость хлорида натрия при 80 °C составляет 38.1 г на 100 г воды. Сколько воды нужно испарить при данной температуре из 100 л озёрной воды, чтобы в осадок выпал один килограмм соли? Ответ выразите в килограммах.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [97; 97.8] кг

**Критерий оценивания:** за верную массу соли - 2 балла; за верную массу испарённой воды - 6 баллов. Всего - 8 баллов.

**Максимальный балл за задание - 8.**

**Решение.**

Масса 100 л раствора равна $100000 \cdot 1.01 = 101000$ г. В нём содержится $101000 \cdot 0.017 = 1717$ г NaCl. После выпадения 1000 г соли в растворе остаётся 717 г соли. При растворимости 38.1 г на 100 г воды ей соответствуют $717 \cdot 100/38.1 \approx 1882$ г воды. Первоначально воды было $101000 - 1717 = 99283$ г. Значит, требуется испарить

$$m(\mathrm{H_2O}) = 99283 - \frac{717 \cdot 100}{38.1} \approx 97401 \text{ г} = 97.4 \text{ кг}.$$

# Варианты заданий

## Задание 3

| Условие | Ответ |
|---|---|
| железо и сера | 7:4 |
| магний и сера | 3:4 |
| медь и сера | 4:1 |

## Задание 7

| Условие | Ответ |
|---|---|
| 100 молекул реагирует с 200 молекулами O2 | C3O2 |
| 100 молекул реагирует с 400 молекулами O2 | C5O2 |

## Задание 9

| Условие | Ответ |
|---|---|
| 70 г атомов элемента X | Fe |
| 85,7 г атомов элемента X | Nd |
| 87,43 г атомов элемента X | Er |
| 63,2 г атомов элемента X | Mn |

## Задание 10

| Условие | Ответ |
|---|---|
| Газ Б растворялся в воде | 13754 |
| Пары́ воды конденсировались в пробирке | 13864 |
| Газ Г растворялся в воде | 12547 |
| Пары́ Г конденсировались в пробирке | 12648 |

## Задание 11

| Условие | Ответ |
|---|---|
| НДМГ | 2,2,4,3 |
| "синтин" | 1,14,10,8 |

## Задание 12

| Условие | Ответ | Ответ (засчитывается в диапазоне) |
|---|---|---|
| растворимость 38,1 г | 1717 | [1700;1730] |
| | 97,4 | [97;97,8] |
| растворимость 38,6 г | 2020 | [2000;2050] |
| | 96,3 | [96;96,5] |
| растворимость 37,5 г | 2222 | [2200;2250] |
| | 95,5 | [95;96] |
| растворимость 37,2 г | 1515 | [1500;1530] |
| | 98,1 | [97,8;98,5] |