

РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЙ ЗАОЧНОЙ ОЛИМПИАДЫ «ПЕРВАЯ ОРБИТАЛЬ – 2024»

- Принимаются все верные варианты решения независимо от предложенных методической комиссией варианта.

Задание 1. Используя только 11 букв, которые входят в название элемента номер 91 в периодической системе Д. И. Менделеева, составьте как можно больше названий других химических элементов и заполните таблицу (включить сам элемент №91):

№ в таблице Менделеева	Название элемента	Год открытия элемента	В какой стране открыли элемент и кто автор	В каких областях деятельности человека нашли применение элемент и его соединения (
91	Протактиний	1949	Германия, Отто Хан и Лиза Мейтнер.	<ul style="list-style-type: none"> • Используется в качестве добавки к топливному урану. Из-за дефицита протактиния, его высокой радиоактивности и радиотоксичности в настоящее время он не находит применения вне научных исследований, и для этой цели его получают в основном из отработанного ядерного топлива. • используется для установления возраста донных осадков^[6].
11	Натрий	1807	Англия, Хемфри Деви	<ul style="list-style-type: none"> • Используется для осушения органических растворителей • Как сильный восстановитель в препаративной химии и промышленности • Натрий также используется в газоразрядных лампах высокого и низкого давления • Натрий применяется и как жидкометаллический теплоноситель в некоторых ядерных реакторах на быстрых нейтронах.
22	Титан	1791, 1795	Англия, Уильям Грегор и немецкий химик Мартин Генрих Клапрот	<ul style="list-style-type: none"> • важнейший конструкционный материал в авиа- и ракетостроении, в кораблестроении; • химическая промышленность (реакторы, трубопроводы, насосы, трубопроводная арматура), • военная промышленность (бронезилеты, броня и противопожарные перегородки в авиации, корпуса подводных лодок), • медицина (протезы, остеопротезы, зубные имплантаты), автомобильная, и т. д.
36	Криптон	1898	Уильям Рамзай	<ul style="list-style-type: none"> • производство сверхмощных лазеров; • для заполнения ламп накаливания; • теплоизолятор и шумоизолятор в стеклопакетах. • в качестве окислителей ракетного топлива.
39	Иттрий	1794	Финляндия, Юхан (Иоганн) Гадолин	<ul style="list-style-type: none"> • Хромит иттрия — материал для лучших высокотемпературных нагревателей сопротивления, способных эксплуатироваться в окислительной среде (воздух, кислород). • Оксид иттрия используют для изготовления инфракрасных «окон» специальной аппаратуры и ракет, в качестве смотровых «глазков» высокотемпературных печей, для плавки ряда высокоактивных металлов (в том числе и самого иттрия).

				<ul style="list-style-type: none"> • Легирующие добавки для сплавов алюминия, титана и стали; • Сплавы иттрия: авиакосмическая промышленность, атомная техника, автомобилестроение. Очень важно то обстоятельство, что иттрий и его некоторые сплавы не взаимодействуют с расплавленным ураном и плутонием, что позволяет применить их в ядерном газофазном ракетном двигателе. • Легирование алюминия иттрием повышает на 7,5 % электропроводность изготовленных из него проводов. • Напыление (детонационное и плазменное) иттрия на детали двигателей внутреннего сгорания позволяет увеличить износостойкость деталей в 400—500 с хромированием.
89	Активный	1899	Франция, Андре-Луи Дебьерн	^{227}Ac в смеси с бериллием является источником нейтронов. ^{225}Ac применяется для получения ^{213}Bi , а также для использования в радиоиммунотерапии. ^{227}Ac может использоваться в радиоизотопных источниках энергии. ^{228}Ac применяют в качестве радиоактивного индикатора в химических исследованиях. Смесь изотопов ^{228}Ac - ^{228}Ra используют в медицине как интенсивный источник γ -излучения.
90	Торий	1828	Швеция, Йёнс Якоб Берцелиус	<ul style="list-style-type: none"> • Ядерная энергетика. Применяются карбид, оксид и фторид тория (в высокотемпературных жидкосольевых реакторах) совместно с соединениями урана и плутония и вспомогательными добавками. Так как общие запасы тория в 3—4 раза превышают запасы урана в земной коре, то ядерная энергетика при использовании тория позволит на сотни лет полностью обеспечить энергопотребление человечества. • Металлургия (легирование магния и др.), придавая сплаву повышенные эксплуатационные характеристики (сопротивление разрыву, жаропрочность). • Производство наиболее ответственных конструкций и изделий, работающих в сверхмощных тепловых потоках. • Катализаторы в органическом синтезе.

Система оценивания

1. За каждое правильное название (исключая протактиний) – 0,5 балл x 6 = 3 балла.
2. За правильный номер в таблице Менделеева (исключая протактиний) – 0,25 баллов x 6 = 1,5 балла.
3. За верное указание даты открытия элемента – 0,5 баллов x 7 = 3,5 балла.
4. За указание страны и автора – 0,5 x 7 = 3,5 балла.
5. За указание областей применения элементов и их соединений – 0,5 балл x 7 = 3,5 балла (учитывать любое верное указание, 0,5 балла независимо от количества областей применения элемента).

Всего – 15 баллов

Задание 2

1. Сублимация (от лат. *sublimo* «возносить»), возгонка — переход вещества из твёрдого состояния сразу в парообразное, минуя стадию плавления (перехода в жидкое состояние) и кипения. Это свойство характерно для йода.

Миша начал нагревать спиртовой раствор йода, при нагревании произошла сублимация йода и в выпарной чашке ничего не осталось. Йод испарился, как и спирт.

2. Теоретически можно было бы получить $m(I_2) = \frac{25 \cdot 5}{100} = 1,25 \text{ г}$

3. В 100 г раствора 10 г йода и 90 г спирта, тогда $v(\text{спирта}) = \frac{90}{0,8} = 112,5 \text{ см}^3$

4. <https://dzen.ru/a/Y8gkKX6rwAyVgjjx>

<http://sam0delka.ru/topic/10377/>

В домашних условиях:

3 мл раствора йода спиртового (5%);

2 мл уксусной кислоты (9%);

14 мл перекиси водорода (3%).

Смешать вещества и дать отстояться 15-20 мин.

Кристаллический йод выпадет в осадок, можно промыть водой и высушить

Опыт проводить в хорошо проветриваемом помещении и небольшом количестве реагентов.

Система оценивания

1. Указание процесса сублимации (возгонки) – 1 балл.
2. Расчет теоретической массы йода – 1 балл.
3. За расчет объема спирта – 2 балла.
4. За верно предложенный способ получения кристаллического йода – 1 балл.

Всего 5 баллов

Задание 3

Для решения задачи надо использовать следствие из закона Авогадро.

Закон: Равные объемы газов (V) при одинаковых условиях (Т - температура, Р - давление) содержат одинаковое количество молекул.

Следствие: один моль любого газа при одинаковых условиях занимает одинаковый объем. При нормальных условиях данная величина составляет 22,4 л/моль.

Решение: В химии масса моля обычно определяется в граммах:

В условии задания $m(\text{CO}) = 5 \cdot 10^8 \text{ г} = 5 \cdot 10^8 \cdot 10^6 \text{ г} = 5 \cdot 10^{14} \text{ г}$,

тогда определим количество молей

1 моль CO – 28 г

x моль CO - $5 \cdot 10^{14} \text{ г}$

$x = 1,78 \cdot 10^{13} \text{ моль}$,

вычислим объем $v = 1,78 \cdot 10^{13} \cdot 22,4 = 39,8 \cdot 10^{13} \text{ л} = 3,98 \cdot 10^{14} \text{ л} = 3,98 \cdot 10^{11} \text{ м}^3 \approx 4 \cdot 10^{11} \text{ м}^3$

Задание решается достаточно просто, главное не запутаться в переводах значений в разные единицы измерения и правильно работать с числами в десятичных степенях.

*Правильное решение будет приниматься в любых измерениях объема.

Система оценивания

1. Верное решение – 5 баллов.

Всего 5 баллов

Задание 4

1. Известь гашеная $\text{Ca}(\text{OH})_2$
2. Вода питьевая H_2O
3. Мрамор CaCO_3
4. Бертолетова соль KClO_3
5. Гипс CaSO_4
6. Известь хлорная (белильная) $\text{Ca}(\text{OCl})_2 \cdot \text{CaCl}_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ или $3\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{Cl}_2$
7. Известь негашеная CaO
8. Сода каустическая NaOH

9. Железный купорос FeSO_4
11. Угарный газ CO
10. Серный ангидрид SO_3
12. Селитра чилийская NaNO_3
13. Селитра норвежская $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
14. Пушонка $\text{Ca}(\text{OH})_2$
15. Купоросное масло H_2SO_4
16. Железный колчедан FeS_2
17. Нашатырный спирт NH_4OH
18. Сухой лед CO_2
19. Олеум $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{SO}_3$
20. Мел CaCO_3

Знание тривиальных названий веществ очень важно для успеха в олимпиадах и ЕГЭ. Бывают случаи, что вы знаете ход решения задачи, но в условии задачи приведено тривиальное название вещества, а вы его не знаете... в итоге задачу решить не сможете... Поэтому старайтесь выучить <http://www.alhimik.ru/teleclass/sprav/trivial.shtml> и другие источники

Система оценивания

За каждый правильный ответ – 0,25 баллов x 20 = 5 баллов.

Всего 5 баллов

Задание 5

- 1) простые – азот N_2 , водород H_2 , хлор Cl_2 , кислород O_2 ;
- 2) оксиды - угарный газ CO , углекислый газ CO_2 ; оксид азота(IV) NO_2
- 3) окрашенные – хлор (желто-зеленый), оксид азота(IV) (бурый газ);
- 4) с характерным запахом - хлороводород, аммиак, хлор, сероводород, оксид азота(IV);
- 5) ядовитые - хлороводород, аммиак, хлор, угарный газ, сероводород, оксид азота(IV).

Система оценивания

За каждый правильный ответ – 0,5 баллов x 20 = 10 баллов.

Всего 10 баллов

Задание 6

Моль - количество вещества, содержащее 6×10^{23} структурных единиц данного вещества. Молярная масса одного моля элемента в граммах равна массе этих частиц в а.е.м. Предположим, что масса человека 50 кг. Вычислим количество молей элемента (не вещества, вещество кислород, водород и азот – двухатомные, а элемент состоит из одного атома) по формуле: $m(\text{элемента}) = \frac{\text{масса элемеента}}{\text{молярная атомная масса элемента}}$

Элемент	% по массе	Масса элемента, кг	Количество вещества, кмоль	Число атомов
Кислород	65	32,5	2,03	$1,22 \cdot 10^{24}$
Углерод	18	9	0,75	$4,51 \cdot 10^{23}$
Водород	9,5	4,75	4,75	$2,86 \cdot 10^{24}$
Азот	3,5	1,75	0,125	$7,52 \cdot 10^{22}$
Кальций	1,5	0,75	0,0187	$1,13 \cdot 10^{22}$
Фосфор	1	0,5	0,0161	$9,7 \cdot 10^{21}$
Железо	0,606	0,303	0,0054	$3,26 \cdot 10^{21}$

Так как в задании следует только расположить элементы по числу атомов, то не обязательно рассчитывать их количество (колонка в таблице «Число атомов»). Вывод можно сделать по количеству молей. Для расчета «Число атомов» необходимо количество молей умножить на одно число – постоянную Авогадро.

Ряд в порядке возрастания:

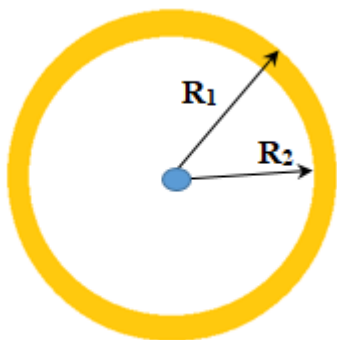
железо – фосфор – кальций– азот – углерод – – кислород - водород

Система оценивания

1. За каждый правильный расчет – 1 балл x 7 = 7 баллов.
2. За правильное расположение в ряду элементов – 2

Всего 9 баллов

Задание 7



1. Определим объем золотого слоя, который будет равен разнице объемов шара с радиусом R_1 и R_2 .
 $R_2 = \frac{12}{2} - 0,4 = 5,6$ см
 $V(\text{Au}) = \frac{4}{3}\pi(R_1^3 - R_2^3) = \frac{4}{3} \cdot 3,14(6^3 - 5,6^3) = 169,07 \text{ см}^3$
2. Найдем массу золота $m(\text{Au}) = 169,07 \cdot 19,32 = 3\,266,51$ г.
3. Найдем количество атомов золота:
 $n(\text{Au}) = \frac{3266,51}{197} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 9,98 \cdot 10^{24}$ атомов

Система оценивания

1. За правильный расчет объема – 4 балла.
2. За правильный расчет массы золота – 1 балл.
3. За правильный расчет количества атомов золота – 1 балл.

Всего 6 баллов

Задание 8

Уравнение химической реакции	Признак химической реакции
$\text{Sr}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{HBr} \rightarrow \text{SrBr}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	Мутный раствор станет прозрачным
$\text{Sr} + \text{Cl}_2\uparrow \rightarrow \text{SrCl}_2$	1. Металл серебристо-белого цвета с металлическим блеском при взаимодействии с хлором образует порошок с бесцветными кристаллами. 2. Газ желто-зеленый обесцветится.
$\text{Sr} + 2\text{HBr} \rightarrow \text{SrBr}_2 + \text{H}_2\uparrow$	1. Выделение газа 2. Металл серебристо-белого цвета с металлическим блеском растворится, раствор бесцветный.
$\text{Sr} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Sr}(\text{OH})_2\downarrow + \text{H}_2\uparrow$	1. Выделение газа 2. Мутный раствор
$\text{SrCO}_3\downarrow + 2\text{HBr} \rightarrow \text{SrBr}_2 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	1. Мутный раствор станет прозрачным.

	2. Выделение газа.
$\text{SrO} + 2\text{HBr} \rightarrow \text{SrBr}_2 + \text{H}_2\text{O}$	Нерастворимый оксид растворится.
$\text{SrO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Sr}(\text{OH})_2 \downarrow$	Мутный раствор
$\text{SrCl}_2 + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Sr}(\text{NO}_3)_2 + \text{AgCl} \downarrow$	Образование белого осадка

Система оценивания

1. За каждое правильное уравнение реакции – 1 балл \times 8 = 8 баллов.
2. Указание всех признаков реакции – 1 балл \times 8 = 8 баллов.
3. Указание аналога (Са или Ва) – 1 балл.

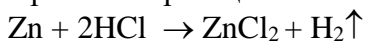
Всего 17 баллов

Задание 9

Сколько денег потратил юный химик Миша для своего опыта? Он надул воздушный шар объемом 1 м^3 (н.у.) водородом. Водород он получил при взаимодействии цинка с соляной кислотой. Стоимость цинка – 70 рублей за килограмм, 36% соляная кислота техническая стоит 25 рублей за килограмм.

Решение:

Уравнение реакции:



1. Найдем количество молей водорода, используя закон Авогадро ($1 \text{ м}^3 = 1000 \text{ л}$):

$$n(\text{H}_2) = \frac{1000}{22,4} = 44,64 \text{ моля}$$

2. Найдем количество молей цинка и хлороводорода по уравнению реакции:

$$n(\text{Zn}) = n(\text{H}_2) = 44,64 \text{ молей}, \quad n(\text{HCl}) = 2n(\text{H}_2) = 89,28 \text{ молей}$$

3. Найдем массу веществ:

$$m(\text{Zn}) = 44,64 \cdot 65 = 2901,6 \text{ г или } 2,9 \text{ кг} - \text{цена } 2,9 \cdot 70 = 203 \text{ рубля}$$

$$m(\text{HCl}) = 2n(\text{H}_2) = 89,28 \cdot 36,5 = 3258,7 \text{ г}$$

4. Найдем массу соляной кислоты:

$$m(\text{раствора HCl}) = 3258,7 \cdot \frac{100}{36} = 9052 \text{ г или } 9,052 \text{ кг} - \text{цена } 9,052 \cdot 25 = 226,3 \text{ рубля}$$

5. Всего Миша потратил $203 + 226,3 = 429,3$

Система оценивания

1. За уравнение реакции – 0,5 балла.
2. За расчет массы цинка и хлороводорода - 2 балл \times 2 = 4 баллов.
3. За расчет массы раствора соляной кислоты – 2 балла
4. За расчет затрат – 1,5 балла.

Всего 8 баллов