

8 класс

Задача 1. Арбидол

Одним из препаратов для лечения коронавируса является арбидол (умифеновир), имеющий брутто-формулу $C_{22}H_{25}N_xO_yBrS$. Молярная масса арбидола равна 477 г/моль. Препарат выпускается в форме таблеток, каждая таблетка содержит $2.096 \cdot 10^{-4}$ моль действующего вещества.

1. Рассчитайте массу молекулы арбидола в граммах.
2. Установите значения индексов x и y (целые числа) в формуле арбидола.
3. Рассчитайте массовые доли углерода и азота (%) в молекуле арбидола.
4. Рассчитайте массу (мг) и количество молекул арбидола в одной таблетке.

Решение и Критерии оценивания

№	Элемент ответа (допускаются иные формулировки и способы решения, удовлетворяющие условию задачи)	Баллы
1.	Массу молекулы вещества можно определить, используя соотношения для нахождения количества вещества $m/M = N/N_A$. Откуда масса молекулы $m = M \times N / N_A$ m (молекулы арбидола) = $477 / 6.02 \cdot 10^{23} = 7.924 \cdot 10^{-22}$ г	5 б
2.	Исходя из брутто-формулы арбидола $C_{22}H_{25}N_xO_yBrS$ и его молярной массы, находим массу, приходящуюся на атомы азота и кислорода в молекуле $M(N_xO_y) = 477 - (12 \times 22 + 1 \times 25 + 80 + 32) = 477 - 401 = 76$ г/моль Получим уравнение $14x + 16y = 76$ Оно имеет решение с целочисленными значениями $x = 2$ и $y = 3$. Следовательно, формула арбидола $C_{22}H_{25}N_2O_3BrS$	2+2 = 4 б
3	Массовая доля углерода $\omega(C) = 12 \times 22 / 477 = 0.5535$ или 55.35% Массовая доля азота $\omega(N) = 14 \times 2 / 477 = 0.0587$ или 5.87%	4 б 4 б
4.	Масса арбидола $m(C_{22}H_{25}N_2O_3BrS) = n \times M = 2.096 \cdot 10^{-4} \times 477 = 0.1$ г = 100 мг Количество молекул арбидола в одной таблетке: $N(C_{22}H_{25}N_2O_3BrS) = n \times N_A = 2.096 \cdot 10^{-4} \times 6.02 \cdot 10^{23} = 1.262 \cdot 10^{20}$ молекул	4 б 4 б
	Итого	25 баллов

Задача 2. Коронавирусная шифровка

Юный химик был недоволен эффективностью арбидола и искал новое чудодейственное средство от вирусов. Он установил, что оно должно содержать 8 химических элементов, а их символы зашифрованы в слове CORONAVIRUS. При этом атомные номера всех элементов должны быть меньше 55. Все буквы слова должны быть использованы по одному разу, причем каждую букву можно использовать либо как заглавную, либо как строчную. (Например, в слове SARANSK можно найти символы пяти элементов: As, Ar, N, S, K).

1. Отыщите в слове CORONAVIRUS символы восьми химических элементов, выпишите их в порядке увеличения атомного номера.

2. Укажите, какие из найденных химических элементов находятся во втором периоде ПСХЭ имени Д.И. Менделеева.

3. Для самого тяжелого из найденных элементов укажите количество протонов в ядре и количество валентных электронов.

4. Укажите, какие из найденных элементов образуют простые вещества – газы. Напишите формулы данных простых веществ.

Решение и Критерии оценивания

№	Элемент ответа (допускаются иные формулировки и способы решения, удовлетворяющие условию задачи)	Баллы
1.	С учетом ограничений (атомный номер элемента меньше 55) в слове CORONAVIRUS можно отыскать символы следующих химических элементов (в порядке возрастания атомного номера): N O S Ar V Co Ru I (За каждый элемент по 1 б + 2 б за верный порядок)	$1 \times 8 + 2 =$ 10 б
2.	Во втором периоде ПСХЭ имени Д.И. Менделеева расположены элементы: азот N и кислород O	$2+2 =$ 4 б
3	Самый тяжелый элемент из найденных – иод I Число протонов в ядре атома совпадает с порядковым номером элемента в ПСХЭ и для иода составляет $N(p) = Z = 53$. Число валентных электронов атома соответствует номеру группы ПСХЭ, в которой находится химический элемент. Число валентных электронов иода $N(\text{вал. e}) = 7$	2 б 3 б
4.	Из числа найденных элементов образуют простые вещества – газы: азот N₂, кислород O₂ и аргон Ar	$3 \times 2 =$ 6 б
	Итого	25 баллов

Задача 3. Газ для ИВЛ

При тяжелом течении коронавируса (сильное поражение легких) больных подключают к аппарату искусственной вентиляции легких (ИВЛ). В ИВЛ используется воздух, обогащенный газом **X**. Содержание газа **X** в обычном воздухе равно 21% по объему, в смесях для ИВЛ содержание составляет 21-30%. Частота дыхания человека в среднем равна 15 вдохов в минуту, один вдох составляет 500 мл воздуха.

1. Установите газ **X**, напишите название и химическую формулу.

2. Рассчитайте объем воздуха (л), который требуется человеку для дыхания в течение часа.

3. Сколько литров **X** содержится в газовой смеси для часовой терапии в аппарате ИВЛ с содержанием 25% **X**?

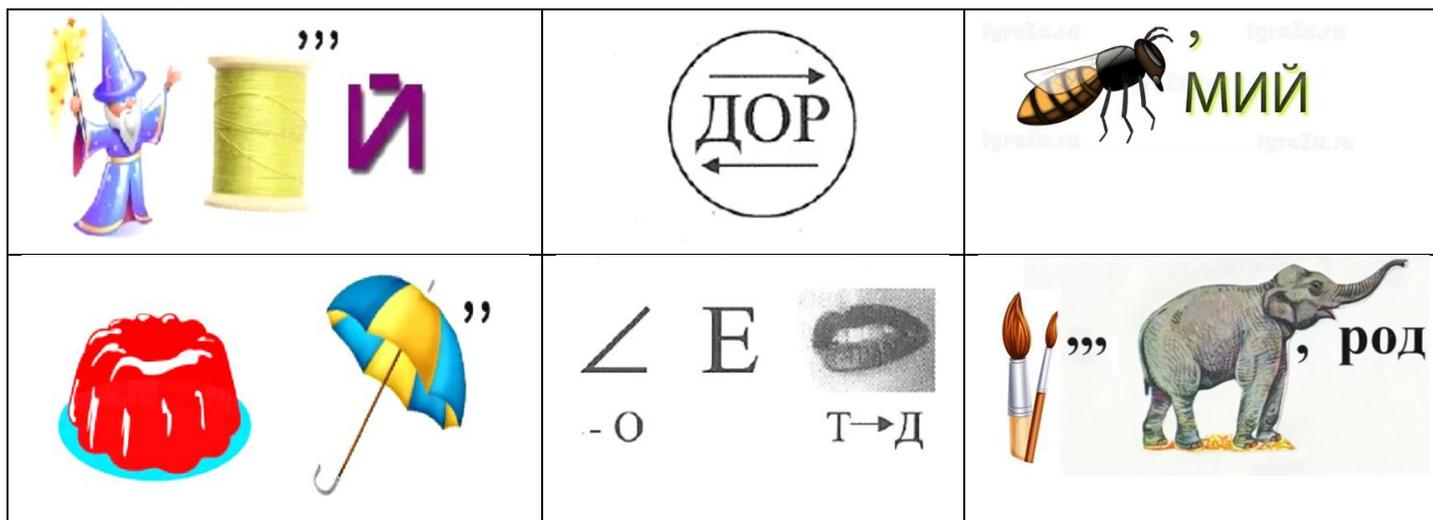
4. Газ **X** можно получать разложением воды. Напишите уравнение данной реакции. Рассчитайте массу воды, которую необходимо разложить для получения **X** в количестве, необходимом для часовой терапии в аппарате ИВЛ.

Решение и Критерии оценивания

№	Элемент ответа (допускаются иные формулировки и способы решения, удовлетворяющие условию задачи)	Баллы
1.	Газ X – кислород O₂	2+2 = 4 б
2.	Определение объема воздуха: С учетом того, что в 1 часе 60 минут, а в минуту человек вдыхает 15 раз по 500 мл или 0.5 л, найдем объем воздуха $V(\text{возд.}) = 15 \times 60 \times 0.5 \text{ л} = \mathbf{450 \text{ л}}$	6 б
3	Определение объема газа X Учитывая объемную долю кислорода в смеси для терапии, найдем объем газа $V(\text{O}_2) = V(\text{смеси}) \times \varphi(\text{O}_2) = 450 \times 0.25 = \mathbf{112.5 \text{ л}}$	5 б
4.	Кислород из воды получают путем электролиза Уравнение реакции: $\mathbf{2H_2O = 2H_2 + O_2}$ По уравнению реакции количество вещества H₂O в 2 раза больше количества вещества кислорода. $n(\text{O}_2) = V / V_m = 112.5 / 22.4 = 5.022 \text{ моль}$ $n(\text{H}_2\text{O}) = 5.022 \times 2 = 10.045 \text{ моль}$ $m(\text{H}_2\text{O}) = n \times M = 10.045 \times 18 = \mathbf{180.8 \text{ г}}$	5 б 5 б
	Итого	25 баллов

Задача 4. Ребусы и антисептик

В период пандемии повсеместно используются антисептические средства наружного применения, уничтожающие вирусы на коже рук и других поверхностях. Одним из самых широко используемых антисептиков является вещество **X**, состоящее из трех элементов. Это вещество является жидкостью с плотностью 0.79 г/мл. Юный химик очень хотел узнать формулу **X** и обратился за помощью к профессору Алхимкину. Профессор улыбнулся и задал головоломку. Ниже представлены ребусы от профессора, в каждом из которых зашифрован химический элемент. Половина из данных элементов является неметаллами, другая половина – металлами. Молекула вещества **X** состоит из атомов зашифрованных неметаллов, причем массовая доля самого легкого из них равна 13.043%, а самого тяжелого – 34.783%.



1. Расшифруйте ребусы и напишите символы и названия всех зашифрованных элементов.
2. Из найденных элементов выпишите символы неметаллов в порядке увеличения атомных масс.
3. Рассчитайте массовую долю третьего неметалла в составе **X** и установите простейшую брутто-формулу **X**. Рассчитайте молярную массу **X** в г/моль.
4. Некоторое антисептическое средство содержит 80% **X** и 20% воды по массе. Какой объем **X** и какой объем воды (мл) потребуется для приготовления 500 г данного средства?

Решение и Критерии оценивания

№	Элемент ответа (допускаются иные формулировки и способы решения, удовлетворяющие условию задачи)	Баллы
1.	Расшифровка ребусов В ребусах зашифрованы названия следующих элементов: 1 – Mg магний, 2 – H водород, 3 – Os осмий 4 – Fe железо, 5 – C углерод, 6 – O кислород	12 б
2.	Среди найденных химических элементов неметаллами являются: (символы в порядке увеличения атомных масс): H, C, O (За каждый элемент по 1 б + 1 б за верный порядок)	4 б
3	Определение брутто-формулы X По условию задачи, вещество X состоит из атомов неметаллов, мас-	

	<p>свая доля водорода (самого легкого неметалла из расшифрованных) в нём 13.043%, кислорода (самого тяжелого из определённых) 34.783%. Находим массовую долю углерода: $\omega(\text{C}) = 100 - 13.043 - 34.783 = 52.174 \%$ Определим формулу $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ $x : y : z = 52.174/12 : 13.043/1 : 34.783/16 = 4.35 : 13.043 : 2.17 = 2 : 6 : 1$ Брутто-формула $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ Молярная масса $M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 12 \times 2 + 1 \times 6 + 1 \times 16 = 46 \text{ г/моль}$</p>	<p>1 б</p> <p>2 б</p> <p>2 б</p>
4.	<p>500 г антисептического средства содержат: $m(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = m_{\text{р-ра}} \times \omega = 500 \times 0.8 = 400 \text{ г}$ $m(\text{H}_2\text{O}) = 500 - 400 = 100 \text{ г}$ Плотность воды равна 1 г/мл, то ее объем $V(\text{H}_2\text{O}) = m/\rho = 100/1 = 100 \text{ мл}$ Объем вещества X: $V(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = m/\rho = 400/0.79 = 506.33 \text{ мл}$</p>	<p>2 б</p> <p>2 б</p>
	Итого	25 баллов