

**Школьный этап Всероссийской олимпиады по химии
2020-2021 учебный год
Задания для 9 класса (максимальный балл-38)**

Задача 1 (физическая)



Шарик, наполненный гелием, висит в воздухе и уравновешивается привязанной к нему веревкой. Диаметр шара 25 см, масса резиновой оболочки 5 грамм.

1? Определите массу веревки (вместе с гнитью), если:

- температура воздуха 25°C
 - давление нормальное атмосферное вне шара и 1,2 атмосфер внутри шара.
 - плотность воздуха при н.у. 1,295 г/л
 - объем шара вычисляется по формуле $4/3 \pi R^3$ R – радиус шара
- 2? Сколько таких шариков нужно, чтобы на Последнем звонке поднять в воздух колокольчик, сделанный из картона массой 200 грамм. Примите, что все шарики одинаковые по массе и по объему.

3? Сколько шариков понадобится, если их заполнить неоном, а не гелием.

Для справки: перевод объема на Н.У. можно осуществить по формуле $PV = 8,31 * vT$, где P - давление в Па, v – количество вещества в молях, V – объем в м³, T – температура в Кельвинах

Решение задачи 1

1. Подъемная сила шарика равна разнице между массой воздуха и массой гелия одинакового объема.

Вычислим объем шара $4/3 \pi R^3 = 4/3 * 3,14 * 12,5^3 = 8177 \text{ см}^3 = 8,177 \text{ дм}^3$ 1 балл

Вычислим плотность воздуха при 25°C $1,295 * 298 / 273 = 1,414 \text{ г/л}$ 1 балл

Масса воздуха, равная объему шара $1,414 * 8,177 = 11,262 \text{ г}$ 1 балл

Масса гелия внутри шарика

$PV = 8,31 T * v$ $v = PV / 8,31 T = 101325 * 1,2 \text{ атм} * 0,008177 / 8,31 * 298 = 0,4 \text{ моль или}$
 $0,4 \text{ моль} * 4 \text{ г/моль} = 1,6 \text{ г}$

(2 балла)

Так как шарик неподвижно висит в воздухе, то он уравновешивает веревку массой 11,262-1,6 =9,662 г 1 балл **ИТОГО за 1 вопрос 6 баллов**

2. $200/9,662=20,69$ или 21 шарик и более **(1 балл)**

3. Масса неона внутри $PV=8,31 T \cdot v$ $v = PV/8,31T = 101325*1,2 \text{ атм} * 0,008177/8,31*298 = 0,4 \text{ моль}$ или $0,4*20 = 5 \text{ г}$ $200/5 = 40$ Наполненных неоном шариков понадобится 40 и более. (3 балла)

ИТОГО 10 баллов

Задача 2 (литературная)

Во многих произведениях поэтов и писателей упоминаются какие-либо химические реакции.

Примеры :

- 1) *На рукоюйнике моем
Позеленела медь.
Но так играет луч на нем,
Что весело глядеть.* (А. Ахматова, «Молюсь оконному лучу») **Вопросы:** 1. Напишите уравнение реакции позеленения меди в комнатных условиях 2. Как можно химическим путем очистить рукоюйник и удалить «зелень», напишите уравнение реакции.
- 2) *– А я затем в окошки стучусь, – отвечал Мороз Иванович, – чтоб не забывали печей топить да трубы вовремя закрывать; а не то ведь, я знаю, есть такие неряхи, что печку истопят, а трубу закрыть, не закроют, или и закрыть закроют, да не вовремя, когда еще не все угольки прогорели, а оттого в горнице угарно бывает, голова у людей болит, в глазах зелено; даже и совсем умереть от угара можно* (из сказки «Мороз Иванович») **Вопросы:** 1. Напишите уравнение реакции образования угара, 2. Почему у людей болит голова, как действует угар на организм?
- 3) *- Вы слышали об эффекте «собачьей пещеры» в Италии? Есть там такая пещера – яма. Человек войдет и ходит, а собака или кролик погибают через несколько минут.* (В. Короткевич. «Черный замок Ольшанский») **Вопросы:** 1. Почему это происходит?
- 4) *« ...притащили.. изрядную груду известняка, весьма распространенной горной породы... Из этих камней, рассыпавшихся при прокаливании их на огне, получалась жирная негашеная известь, которая сильно всучивалась и бурлила при гашении, известь такая же чистая, как та, что получается при обжигании мрамора и мела.»* (Ж. Верн. «Таинственный остров.») **Вопросы** 1. Напишите уравнения всех реакций, о которых идет речь в отрывке.
- 5) *“По целым дням он (Мишка) толок в ступе серу и сахар, делал алюминиевые опилки и поджигал смесь на пробу”; “Вдруг бенгальские огни вспыхнули, засверкали и рассыпались кругом огненными брызгами. Это был фейерверк! Нет, какой там фейерверк - северное сияние! Извержение вулкана! Вся ёлка сияла и сыпалась вокруг серебром. Мы стояли как зачарованные и смотрели во все глаза”; “Наконец огни догорели, и вся комната наполнилась каким-то едким, удущивым дымом”.* (Н. Носов «Бенгальские огни») **Вопросы:** 1. Напишите уравнение реакции алюминия с серой 2. Для чего в смесь добавляют сахар? 3. Что за едкий и удущивый дым?

Решение задачи 2

- 1) $2\text{Cu} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow (\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ можно удалить с помощью соляной или уксусной кислоты $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 + 4\text{HCl} = 2\text{CuCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 2 балла

- 2) $\text{CO}_2 + \text{C} = 2 \text{CO}$ гемоглобин связывается угарным газом и перестает разносить кислород по организму. В голову не поступает кислород и ощущается головная боль 2 балла
- 3) Углекислый газ тяжелее воздуха и стелется по низу пещеры, собака или кролик низкие и они погибают от недостатка кислорода, а человек высокий и углекислый газ ему не попадает. 1 балл
- 4) $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$ (2 балла)
- 5) $2\text{Al} + 3 \text{S} = \text{Al}_2\text{S}_3$ Горение сахара происходит с выделением большого количества теплоты, необходимой для активизации реакции алюминия с серой, удущивший дым – это SO_2 с примесями SO_3 3 балла
- ИТОГО 10 баллов**

Задача 3 (кухонная)

Чтобы сварить компот, хозяйка решила в целях экономии сахара, добавить к воде варенье. Нормальный компот должен содержать 13,7% сахара по массе. А концентрация сахара в варенье - 60% по массе. Плотность варенья 1,6 г/см³, плотность готового компота – 1,1 г/см³

1? Сколько по объему нужно взять воды и варенья, чтобы заполнить компотом трехлитровую банку?

2? Зная формулу сахарозы $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, найдите молярную концентрацию сахара (моль/л) и моляльную концентрацию сахара (Моляльная концентрация — это число молей растворенного вещества в 1 кг растворителя).

Решение задачи 3

1? Масса трех литров компота 3000 мл * 1,1= 3300 г. В нем $3300 * 0,137 = 452,1$ г сахара. Масса варенья $452,1 / 0,6 = 753,5$ г Объем варенья $753,5 / 1,6 = 470,93$ мл. Значит объем воды (численно равен массе) $3300 - 753,5 = 2546,5$ г или 2546,5 мл (5 баллов)

2? Молярная масса сахара 342 г/моль $452,1 / 342 = 1,322$ моля (2 балла)

Молярная концентрация $1,322 / 3 = 0,44$ моль/л (1 балл)

Моляльная концентрация $1,322 / 2,5465 = 0,519$ моль/кг (1балл)

ИТОГО 9 баллов

Задача 4 (каменная)

В этой задаче речь пойдет о четырех драгоценных и полудрагоценных камнях, существование которых овеяно различными мифами и легендами. Постарайтесь определить их формулы и названия по имеющимся в таблице данным (вместо многоточия название камня на русском языке):

Химический состав	Английское название	Легенда или миф
$\text{W(Al)}=21,33\%$ $\text{W(P)}=16,33\%$ $\text{W(H)}=1,317\%$ $\text{W(O)}=52,67\%$ Остальное – элемент,	Turquoise	<i>Возглавляет список любовных талисманов, безусловно, Еще в Древней Греции называли камнем богини любви Афродиты и считали, что это кости людей погибших от несчастной любви. Ацтеки посвящали небесно голубой камень божествам любви и называли его</i>

придающий цвет камню		<i>слезами богини неба.</i>
M = 537 г/моль W(Be)=5,03% W(Al)=10,06% W(O)=53,63% Остальное- самый распространенный в земной коре химический элемент	Emerald	<i>Испанские завоеватели, опустошившие в XVI в. Южную Америку, находили там великолепные Коренное население долины Мантра в Перу хранило огромный , внушиавший благоговение всем, кто был удостоин чести взглянуть на него. По преданиям он был со страусиное яйцо и носил имя богини Эсмеральды. Люди поклонялись ему во время религиозных торжеств и приносили своей «богине» в дар маленькие - «дочерей» богини. В определённые дни они выставляли его на всеобщее обозрение, поклонялись ему и почитали его Во время завоевания Перу испанская армия, под предводительством дона Педро де Альварадо, разгромила храм Солнца, похитив оттуда множество , но они так и не обнаружили храм Эсмеральды. Чтобы сохранить свою богиню от конкистадоров, жрецы так спрятали объект своего поклонения, что по сей день Эсмеральда и её храм не обнаружены.</i>
Известно много горных пород, полезных ископаемых, поделочных камней, имеющих в основе тот же состав, что и (кальцит, арагонит и ватерит и др.) содержит в своем составе один атом кальция 40% по массе.	Pearl	<i>Индийцы боготворили с глубокой древности. Перламутровые камни они ценили очень высоко – наравне с рубинами и изумрудами. владели самые богатые и знатные люди. В сокровищницах раджей и шахов хранились гигантские россыпи – камнями украшались дворцы от пола до потолка, а также одежда, головные уборы и, конечно же, украшения. По одной древнеиндийской легенде нашёл бог Кришна на самом дне моря. Большие красивые он преподнёс своей обожаемой дочери, как свадебный подарок. С тех пор в Индии считается обязательным видом украшений во время обручальных церемоний.</i>
Простое вещество	Diamond	<i>В известной сказке о путешествиях Синбада-морехода рассказывается о хитроумном способе добычи Где-то в далекой стране есть необычайно глубокое ущелье, дно которого усеяно Доступ к сокровищам преграждают несметные полчища огромных змей. Однако люди нашли способ извлекать драгоценные камни и отсюда. Для этого с окружающих гор они сбрасывали в ущелье большие куски мяса. прилипали к мясу, а огромные орлы уносили его в свои гнезда. Смелые и ловкие искатели добирались до орлиных гнезд и собирали здесь</i>

Решение задачи 4

	Химический состав	Английское название	Легенда или миф
2 балла за расчет формулы 1 балл за название	$\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot \text{H}_2\text{O}$ Можно засчитать $\text{CuAl}_6\text{P}_4\text{H}_{10}\text{O}_{25}$	Turquoise	<i>Возглавляет список любовных талисманов, безусловно, БЮРЮЗА. Еще в Древней Греции называли камнем богини любви Афродиты и считали, что это кости людей погибших от несчастной любви. Ацтеки посвящали небесно голубой камень божествам любви и называли его слезами богини неба.</i>
2 балла за расчет формулы 1 балл за название	$\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ или $3\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	Emerald	<i>Испанские завоеватели, опустошившие в XVI в. Южную Америку, находили там великолепные ИЗУМРУДЫ Коренное население долины Мантра в Перу хранило огромный, внушавший благоговение всем, кто был удостоин чести взглянуть на него. По преданиям он был со страусиное яйцо и носил имя богини Эсмеральды. Люди поклонялись ему во время религиозных торжеств и приносили своей «богине» в дар маленькие - «дочерей» богини. В определённые дни они выставляли его на всеобщее обозрение, поклонялись ему и почитали его Во время завоевания Перу испанская армия, под предводительством дона Педро де Альварадо, разгромила храм Солнца, похитив оттуда множество , но они так и не обнаружили храм Эсмеральды. Чтобы сохранить свою богиню от конкистадоров, жрецы так спрятали объект своего поклонения, что по сей день Эсмеральда и её храм не обнаружены.</i>
1 балл за формулу, 1 балл за название	CaCO_3	Pearl	<i>Индийцы боготворили ЖЕМЧУГ с глубокой древности. Перламутровые камни они ценили очень высоко – наравне с рубинами и изумрудами. владели самые богатые и знатные люди. В сокровищницах раджей и шахов хранились</i>

			<i>гигантские россыпи — камнями украшались дворцы от пола до потолка, а также одежда, головные уборы и, конечно же, украшения. По одной древнеиндийской легенде нашёл бог Кришна на самом дне моря. Большие красивые он преподнёс своей обожаемой дочери, как свадебный подарок. С тех пор в Индии считается обязательным видом украшений во время обручальных церемоний.</i>
1 балл за название	Алмаз С	Diamond	<i>В известной сказке о путешествиях Синбада-морехода рассказывается о хитроумном способе добычи АЛМАЗОВ. Где-то в далекой стране есть необычайно глубокое ущелье, дно которого усеяно Доступ к сокровищам преграждают несметные полчища огромных змей. Однако люди нашли способ извлекать драгоценные камни и отсюда. Для этого с окружающих гор они сбрасывали в ущелье большие куски мяса. прилипали к мясу, а огромные орлы уносили его в свои гнезда. Смелые и ловкие искатели добирались до орлиных гнезд и собирали здесь</i>

ИТОГО 9 баллов