

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
2023-2024 учебный год

Решения и критерии оценивания

9 класс

ЗАДАЧА 1

Для производства серной кислоты используют минерал пирит (FeS_2), который бывает зачастую загрязнён примесями цинковой обманки (ZnS). Навеска такого природного пирита при обжиге уменьшает свою массу на 32,82%. Рассчитайте массовую долю чистого пирита в образце. Какая масса серной кислоты может быть получена из 1 т такой руды, если выход процесса составляет 76%?

Максимальный балл – 10.

Решение задачи 1.

	Действие	Баллы
1	Запишем уравнения реакций: $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$ $2\text{ZnS} + 3\text{O}_2 = 2\text{ZnO} + 2\text{SO}_2$	2 по 0,5
2	Пусть масса руды 100 г, а количества пирита и сульфида цинка составляют x и y моль соответственно. Тогда масса смеси оксида железа и цинка – 67,18 г.	0,5
3	Составляем уравнения: Масса исходной смеси: $120x + 97y$ Масса смеси после обжига: $160 \cdot 0,5x + 81y$	2 по 1,0
4	Решая систему уравнений находим, что $x = 0,808$ моль $y = 0,031$ моль	2,5
5	Находим массу пирита и сульфида цинка: $m(\text{FeS}_2) = 0,808 \cdot 120 = 97$ г $m(\text{ZnS}) = 0,031 \cdot 97 = 3$ г	0,5
6	Массовая доля пирита: $\omega(\text{FeS}_2) = 97/100 = 97\%$	0,5
7	Находим массу и количество пирита в 1 т руды: $m(\text{FeS}_2) = 970$ кг = 970000 г $n(\text{FeS}_2) = 970000 / 120 = 8083,3$ моль	0,5
8	По уравнениям реакций или через количество серы в пирите находим теоретическое и практическое количество серной кислоты: $n(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{теор.}} = 2 \cdot 8083,3 = 16166,6$ моль $n(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{пр.}} = 16166,6 \cdot 0,76 = 12286,6$ моль	0,5

9	Находим массу серной кислоты: $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 12286,6 * 98 = 1204087 \text{ г} = 1,204 \text{ т}$	2,0
		Итого: 10 баллов

ЗАДАЧА 2

100 г сплава меди с оловом содержит $2,67 \cdot 10^{25}$ электронов. Найдите массовые доли металлов. Как называется этот сплав?

Максимальный балл – 10.

Решение задачи 2.

	Действие	Баллы
1	Находим количество вещества электронов: $n(e) = 2,67 \cdot 10^{25} / 6,02 \cdot 10^{23} = 44,35 \text{ моль}$	1,0
2	В одном атоме меди 29 электронов, а в одном атоме олова – 50 электронов	1,0
3	Вводим переменные: $n(\text{Cu}) = x \text{ моль}$ $n(\text{Sn}) = y \text{ моль}$	
4	Составляем уравнения: Масса сплава: $64x + 119y$ Количество электронов: $29x + 50y$	2,0
5	Решаем систему уравнений и находим: $x = 1,109 \text{ моль}$ $y = 0,244 \text{ моль}$	4,0
6	Находим массу металлов и массовую долю: $m(\text{Cu}) = 1,109 \cdot 64 = 71 \text{ г}; \omega = 71\%$ $m(\text{Sn}) = 29 \text{ г}; \omega = 71\%$	1,0
7	Бронза	1,0
		Итого: 10 баллов

ЗАДАЧА 3

В лаборатории неорганической химии сплавляли эквимольное количество двух простых веществ и полученный образец вещества X растворили в воде. При этом собрали газ, плотность которого по азоту составила 1,2143. В соседней лаборатории органической химии повторили опыт, получили такую же навеску вещества X и тоже бросили в воду. Но при этом объём полученного газа был на 3,35% меньше.

- Найдите температуру помещения в лаборатории органической химии, если по сводкам Росгидрометцентра в тот день атмосферное давление составляло 750 мм рт. ст, а температура в помещениях лаборатории неорганической химии была 25°C .
- Предложите, какие простые вещества могли участвовать в реакции и напишите все уравнения реакций.

Максимальный балл – 10.

Решение задачи 3.

	Действие	Баллы
1	Находим молярную массу газа: $M(X) = 1,2143 \cdot 28 = 34 \text{ г/моль}$	0,5
2	Варианты газа: H_2S или PH_3	1,0
3	Пересчитываем температуру и давление: $T = 25 + 273 = 298 \text{ К}$ $p = 101,3 \cdot 750 / 760 = 100 \text{ кПа}$	2 по 0,5
4	Пусть объём газа в первой лаборатории 1 л. Тогда количество газа по уравнению Менделеева-Клапейрона: $n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{100 \cdot 1}{8,314 \cdot 298} = 0,04 \text{ моль}$	2,0
5	Находим объём газа во второй лаборатории: $V_2 = 0,9665 \cdot V_1 = 0,9665 \text{ л}$	1,0
6	Если количество газа одинаково, находим температуру: $T = \frac{p \cdot V}{n \cdot R} = \frac{100 \cdot 0,9665}{8,314 \cdot 0,04} = 291 \text{ К} = 18^\circ\text{C}$	3,0
7	Варианты простых веществ и реакций: $2\text{Al} + 3\text{S} = \text{Al}_2\text{S}_3$; $\text{Al}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{S}$ $3\text{Ca} + 2\text{P} = \text{Ca}_3\text{P}_2$; $\text{Ca}_3\text{P}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{PH}_3$	2 по 1,0
Итого:		10 баллов

ЗАДАЧА 4

Норматив потребления тепла связан с температурными нормами в помещении. В среднем на 1 кв.м. жилого помещения требуется 0,0342 Гкал за месяц. Показатель может быть разным в зависимости от региона и климатических условий.

Рассчитайте, сколько потребуется сжечь природного газа (м^3 , н.у.) для обогрева квартиры площадью 50 м^2 . Содержание метана в природном газе 95%, его теплота сгорания $891,5 \text{ кДж/моль}$, а потери теплоты при передаче составляют 30%. (1 кал = 4,18 Дж).

Максимальный балл – 10.

Решение задачи 4.

	Действие	Баллы
1	Записываем уравнение реакции $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 891,5 \text{ кДж}$	1,0
2	Находим необходимое количество тепла: $Q = 50 \cdot 0,0342 = 1,71 \text{ Гкал} = 7,15 \text{ ГДж}$	3,0
3	Находим количество тепла с учётом потерь: $Q_{\text{пр.}} = 7,15 \text{ ГДж} / 0,7 = 10,214 \text{ ГДж}$	1,0
4	Находим количество метана, при сгорании которого выделяется необходимое количество тепла: $n(\text{CH}_4) = 10214000 / 891,5 = 11457 \text{ моль}$	2,0

5	Находим объём метана: $V(\text{CH}_4) = 11457 \cdot 22,4 = 256636,8 \text{ л} = 256,6 \text{ м}^3$	2,0
6	Находим объём природного газа: $V(\text{газ}) = 256,6 / 0,95 = 270,1 \text{ м}^3$	1,0
		Итого: 10 баллов

ЗАДАЧА 5

Элемент X входит в состав окрашенного газа А, являющегося одним из компонентов фотохимического смога, и в состав газа Б, который входит в состав атмосферы. Смесь газов А и Б при растворении в воде образуют вещество В, окрашивающее метилоранж в красный цвет. При пропускании газа А через раствор гидроксида натрия образуется смесь солей Г и Д в мольном соотношении 1:1. При нагревании соли Г она превращается в соль Д и выделяется при этом газ Б.

Максимальный балл – 10.

Решение задачи 5.

	Действие	Баллы
1	X – O	2,0
2	A – NO ₂ Б – O ₂ В – HNO ₃ Г – NaNO ₃ Д – NaNO ₂	5 по 0,5
	$4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ $2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaNO}_2 + \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{NaNO}_3 = 2\text{NaNO}_2 + \text{O}_2$	3 по 0,5
		Итого: 10 баллов