

2.2. Заключительный (городской) этап. Теоретический тур

8 класс

№ 1

Сначала из текста задания определяются недостающие элементы так, чтобы сумма массовых долей $\omega = 100\%$. Затем перебором из предположений о количестве атомов и их валентности, а также из личных знаний, находят молярные массы соединений, после чего окончательно определяются молекулярные формулы:

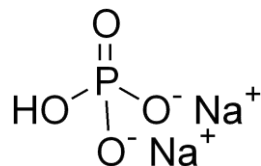
1) **A**: NH_4HSO_4

2) **B**: $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$

3) **C**: NaH_2PO_4

4) **D**: $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

Структурная формула **C**:



Рекомендации к оцениванию:

- | | | |
|----|---|-----------|
| 1. | Брутто-формулы соединений A – C по 0.5 балла
Брутто-формула соединения D – 1 балл | 2.5 балла |
| 2. | Молекулярные формулы соединений A – C по 1 баллу
Молекулярная формула соединения D – 3 балла | 6 баллов |
| 3. | Структурная формула соединения C – 1.5 балла | 1.5 балла |

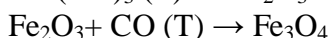
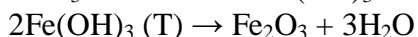
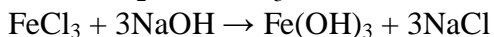
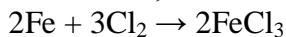
ИТОГО: 10 баллов

№ 2

Для начала определим атомную массу металла:

$$M(X) = \frac{N_a \cdot m}{N} = \frac{6,02 \cdot 10^{23} \cdot 7}{7,525 \cdot 10^{22}} = 56 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

Т.о. **X** – Fe, тогда можно записать реакции:





В итоге, неизвестные вещества: **A** – FeCl₃, **B** – Fe(OH)₃, **C** – Fe₂O₃, **D** – Fe₃O₄

Рекомендации к оцениванию:

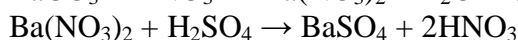
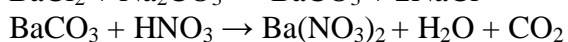
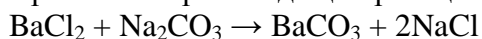
1.	Установление неизвестного элемента X – 1 балл	1 балл
2.	Молекулярные формулы соединений A – D по 1 баллу	4 балла
3.	Уравнения реакций – по 1 баллу	5 баллов
ИТОГО:		10 баллов

№ 3

Неизвестный металл – Ba определяется по цвету пламени и нерастворимому в кислотах и щелочах сульфату.

Кальцинированная сода – Na₂CO₃, *Селитряная водка* – HNO₃, *Купоросное масло* – H₂SO₄

Уравнения происходящих реакций:



Рекомендации к оцениванию:

1.	Названия соединений, выделенных курсивом, по 2 балла	6 баллов
2.	Определение металла – 1 балл	1 балл
3.	Уравнения реакций по 1 баллу	3 балла
ИТОГО:		10 баллов

№ 4

1) Вычислим количества циановодорода и воздуха:

$$v(\text{HCN}) = \frac{0.0075}{27} = 0.00028 \text{ моль}$$

$$v(\text{возд.}) = \frac{15000}{22,4} = 669.643 \text{ моль}$$

Строго говоря, мольная доля представляет собой отношение количества компонента смеси к сумме количеств всех веществ, образующих смесь. Однако количество HCN несопоставимо мало по сравнению с количеством воздуха, поэтому в знаменателе допустимо ограничиться последней величиной:

$$\chi(\text{HCN}) = \frac{0.00028}{669.643} = 4.2 \cdot 10^{-7} = \mathbf{0.42 \text{ ppm}}$$

2) Безопасное содержание соответствует значению меньше предельно допустимой концентрации (ПДК):

$$\chi(\text{HCN}) \leq \text{ПДК}$$

$$\frac{0.00028}{v(\text{возд.})} \leq 0.25 \cdot 10^{-6}$$

$$v(\text{возд.}) \geq 1.12 \cdot 10^3 \text{ моль}$$

$$V(\text{возд.}) \geq 1.12 \cdot 10^3 \cdot 22.4 = 25088 \text{ л} = 25 \text{ м}^3$$

$$V(\text{возд.}) \geq \mathbf{25 \text{ м}^3}$$

Рекомендации к оцениванию:

1.	Расчёт количеств HCN и воздуха по 1 баллу Мольная доля HCN в ppm – 3 балла (в долях или % – 1 балл)	5 баллов
2.	Указание на условие безопасного содержания – 1 балл Значение объема – 2 балла Указание на интервал (больше полученного значения) – 2 балла	5 баллов
ИТОГО:		10 баллов

№ 5

1) Мышьяк и висмут (подобно фосфору) имеют только по одному стабильному изотопу, которые и составляют 100% содержания этих элементов в природе. Самым тяжелым стабильным изотопом в периодической таблице является ^{209}Bi . Все нуклиды (атомные ядра) с большими массами, чем у ^{209}Bi , радиоактивны. *Химия элементов: в 2 томах. / Н. Гринвуд, А. Эрншо; пер. с англ. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. — С. 514.*

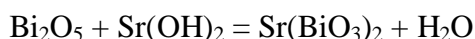
При взаимодействии кислотного оксида с основанием образуется соль. Пусть ее формула $\text{Sr}_x\text{Bi}_y\text{O}_z$, тогда

$$x : y : z = \frac{14.6}{88} : \frac{69.4}{209} : \frac{16}{16} = 0.166 : 0.332 : 1 = 1 : 2 : 6$$

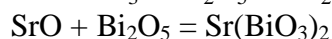
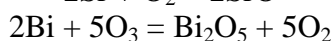
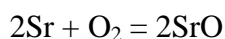
SrBi_2O_6 или $\text{Sr}(\text{BiO}_3)_2$

Следовательно, кислота **X** – **висмутовая HBiO_3** .

2) В ходе взаимодействия соответствующего оксида с гидроксидом стронция образуется **висмутат стронция** и вода:



3) Его получение из простых веществ:



Если использовать не озон, а кислород на этапе окисления висмута, то образуется оксид висмута (III). В этом случае потребуется дополнительная стадия окисления Bi^{+3} в Bi^{+5} (например, пероксидом натрия).

Рекомендации к оцениванию:

1.	Указание на висмут – 1 балл Расчет – 2 балла Формула и название кислоты по 1 баллу	5 баллов
2.	Уравнение реакции и название соли по 1 баллу	2 балла
3.	Метод синтеза – 3 балла	3 балла
ИТОГО:		10 баллов

№ 6

1) В пересчете на P_2O_5 внести потребуется $m(\text{P}_2\text{O}_5) = 0.49 \cdot \frac{500}{10} = 24.5$ кг

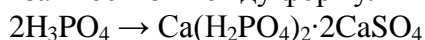
$$v(\text{P}_2\text{O}_5) = \frac{24500}{142} = 172.54 \text{ моль}$$

Одна формульная единица $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{CaSO}_4$ содержит 2 атома фосфора – столько же, сколько и молекула P_2O_5 , следовательно:

$$v(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{CaSO}_4) = 172.54 \text{ моль}$$

$$m(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{CaSO}_4) = 172.54 \cdot 506 = 87305 \text{ г} = \mathbf{87.3 \text{ кг}}$$

2) Для дальнейших расчетов воспользуемся стехиометрической схемой (количественная взаимосвязь между формульными единицами по числу атомов фосфора):



$$v(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{68.6}{98} = 0.7 \text{ кмоль}$$

$$v(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{CaSO}_4) = \frac{0.7}{2} = 0.35 \text{ кмоль}$$

$$m(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{CaSO}_4) = 0.35 \cdot 506 = \mathbf{177.1 \text{ кг}}$$

3) $v(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{CaSO}_4) = 0.35 \text{ кмоль} = v(\text{P}_2\text{O}_5)$

$$m(\text{P}_2\text{O}_5) = 0.35 \cdot 142 = 49.7 \text{ кг}$$

$$\text{Число упаковок } n = \frac{49.7}{0.49} = \mathbf{101}$$

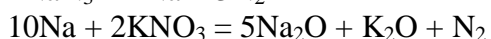
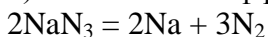
$$\text{Площадь } S = 101 \cdot 10 = \mathbf{1010 \text{ м}^2}$$

Рекомендации к оцениванию:

1.	Количества P_2O_5 – 1 балл Масса $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot 2CaSO_4$ – 2 балла	3 балла
2.	Количества H_3PO_4 – 1 балл Масса $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot 2CaSO_4$ – 2 балла	3 балла
3.	Число упаковок и площадь – по 2 балла	4 балла
ИТОГО:		10 баллов

№ 7

1) Расставим коэффициенты в уравнениях реакций:



Рассчитаем количество вещества азота из первой реакции. Молярная масса азиды натрия: $M(NaN_3) = 23 + 14 \cdot 3 = 65$ г/моль. Количество вещества азиды натрия: $n(NaN_3) = 150/65 = 2.3$ моль, тогда количество вещества газообразного азота из первой реакции: $n_1(N_2) = 2.3 \cdot 3/2 = 3.45$ моль.

Рассчитаем количество вещества азота из второй реакции. Молярная масса нитрата калия: $M(KNO_3) = 39 + 14 + 16 \cdot 3 = 101$ г/моль. Количество вещества нитрата калия: $n(KNO_3) = 50/101 = 0.5$ моль. Из первого уравнения реакции следует, что количество вещества натрия 2.3 моль, для реакции с ним необходимо: $2.3/5 = 0.46$ моль нитрата калия. Таким образом, нитрат калия взят в избытке, поэтому расчет ведем по натрию. Тогда количество вещества газообразного азота из второй реакции: $n_2(N_2) = 2.3/10 = 0.23$ моль.

Рассчитаем давление в подушке, для чего воспользуемся уравнением Менделеева-Клапейрона ($pV = nRT$). Общее количество вещества азота: $n_{\text{общ}}(N_2) = 3.45 + 0.23 = 3.68$ моль. Давление в подушке (для получения давления в Па объем необходимо брать в m^3): $p(N_2) = 3.68 \cdot 8.31 \cdot 298 / 0.055 = 165690$ Па, или $165690/101325 = 1.64$ атм.

2) Диоксид кремния необходим для перевода реакционноспособных оксидов натрия и калия в устойчивые соединения (силикаты): $Na_2O + K_2O + 2SiO_2 = Na_2SiO_3 + K_2SiO_3$

Рекомендации к оцениванию:

1.	Коэффициенты в уравнениях реакций по 0.5 балла Уравнение реакции диоксида кремния и объяснение по 1 баллу	3 балла
2.	Количество вещества азота из первой реакции – 2 балла Количество вещества азота из второй реакции – 3 балла	5 баллов
3.	Давление в подушке – 2 балла	2 балла
ИТОГО:		10 баллов