

2.3. Заключительный (городской) этап. Теоретический тур

8 класс

№ 1

Решение:

Пример смеси: железные опилки, медные опилки, растительное масло, растворимая соль.

Последовательность действий:

- 1) действие магнитом – только железо притягивается магнитом;
- 2) добавление воды позволит отделить соль, растворитель впоследствии можно выпарить;
- 3) фильтрацией отделяем медные опилки, всё остальное остается в растворе;
- 4) отстаиваем полученную смесь и разделяем с помощью делительной воронки, так как масло и вода плохо смешиваются;
- 5) выпариваем воду на спиртовке, таким образом отделяем растворимую соль от воды.

Рекомендации к оцениванию:

- 1) Пример смеси 4 балла = 4 балла
- 2) Схема разделения 6 баллов = 6 баллов

ИТОГО

10 баллов

№ 2

Решение:

- 1) $6\text{Li} + 3\text{N}_2 \rightarrow 2\text{Li}_3\text{N}$;
- 2) $2\text{ZnS} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{ZnO} + 2\text{SO}_2$;
- 3) $\text{V}_2\text{O}_5 + 5\text{H}_2 \rightarrow 2\text{V} + 5\text{H}_2\text{O}$; (или образование низших оксидов ванадия: VO , V_2O_3)
- 4) $2\text{Al} + 3\text{Br}_2 \rightarrow 2\text{AlBr}_3$.

Всего в записях уравнений химических реакций фигурирует 7 сложных веществ: Li_3N (нитрид лития), V_2O_5 (оксид ванадия (V)), H_2O (оксид водорода, вода), ZnS (сульфид цинка), ZnO (оксид цинка), SO_2 (оксид серы (IV)), AlBr_3 (бромид алюминия).

Рекомендации к оцениванию:

- 1) Верно определены продукты реакций по 0,75 балла $0,75 \cdot 4 = 3$ балла
- 2) Каждая уравненная реакция по 1 баллу $1 \cdot 4 = 4$ балла
- 3) Правильное название сложного вещества по 0,75 балла $0,75 \cdot 4 = 3$ балла

ИТОГО

10 баллов

№ 3

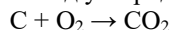
Решение:

- 1) Молярная масса эквимолярной смеси газов **A** и **B** равна $1,125 \cdot 32 = 36$ г/моль. Молярная масса одного оксида должна быть меньше 36. В его составе должен быть как минимум один атом кислорода, т.е. $M(\text{X}) < 36 - 16 = 20$. Только два элемента в этом диапазоне образуют газообразные оксиды – это углерод и азот:

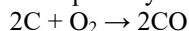
	CO	CO ₂	NO	N ₂ O	NO ₂
M, г/моль	28	44	30	44	46

Легко показать, что эквимолярная смесь оксидов будет иметь молярную массу 36 г/моль только в случае углерода: $(28 + 44)/2 = 36$. Таким образом, **X** – C, **A** – CO, **B** – CO₂.

- 2) Вещества, состоящие только из атомов углерода: графит, алмаз, сажа (аморфный углерод), фуллерен и др. – аллотропные модификации углерода.
- 3) При сжигании углерода на воздухе образуется оксид углерода (IV):



Оксид углерода (II) может быть получен в недостатке кислорода при более высокой температуре (например, в печи при закрытой заслонке происходит неполное сгорание угля):



Рекомендации к оцениванию:

- 1) Обоснование, что элемент **X** – углерод 1 балл = 1 балл
- 2) **X** – 0,5 балла, **A** и **B** по 1 баллу $0,5 + 1 \cdot 2 = 2,5$ балла
- 3) Понятие аллотропной модификации 0,75 балла = 0,75 балла
- 4) Примеры аллотропных модификаций по 0,75 баллу $0,75 \cdot 3 = 2,25$ балла
- 5) Реакции образования CO и CO₂ по 1 баллу $1 \cdot 2 = 2$ балла
- 6) Указания образования на воздухе CO₂ 0,5 балла = 0,5 балла
- 7) Объяснение образования CO 1 балл = 1 балл

ИТОГО

10 баллов

№ 4

Решение*1 способ*

Используем пропорциональность масс и молярных масс двух веществ.

1) Рассчитаем массу активной формы в одной таблетке:

$$m(\text{FeSO}_4) = M(\text{FeSO}_4) \cdot m(\text{Fe}) / M(\text{Fe}) = 152 \cdot 40 / 56 = 108,6 \text{ мг}$$

Пациенту нужно принять 21 таблетку, т.е. 2,28 г FeSO_4 .

2) Рассчитаем массу активной формы по известной массе сырья, учитывая, что из 1 формульной единицы Fe_2O_3 можно получить 2 формульных единицы FeSO_4 :

$$m(\text{FeSO}_4) = 2 \cdot M(\text{FeSO}_4) \cdot m(\text{Fe}_2\text{O}_3) / M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2 \cdot 152 \cdot 0,9143 / 160 = 1,737 \text{ г.}$$

Примечание. Можно вести расчет не напрямую, а по массе Fe_2O_3 рассчитать массу Fe, затем как в действии 1.

3) Рассчитаем число полученных таблеток: $1737 / 108,6 = 16$.

Этого хватит на 5 дней + 1 таблетка.

2 способ: расчёты ведутся по количеству вещества.

Рекомендации к оцениванию:

- | | | |
|---------------------------------------------------------|---------|-----------|
| 1) Расчёт массы FeSO_4 в 1 таблетке | 2 балла | = 2 балла |
| 2) Расчёт числа назначенных таблеток | 1 балл | = 1 балл |
| 3) Расчёт массы FeSO_4 в назначенных таблетках | 2 балла | = 2 балла |
| 4) Расчёт массы FeSO_4 из массы сырья | 3 балла | = 3 балла |
| 5) Расчёт числа полученных таблеток | 1 балл | = 1 балл |
| 6) Оценка срока приёма | 1 балл | = 1 балл |

ИТОГО**10 баллов****№ 5****Решение:**

1) $\omega(\text{Au}) = 1,95 / (1,95 + 0,26 + 0,39) = 0,75$ (75%) соответствует **750** пробе.

Массу изделия 585 пробы будет определять количество золота, содержащегося в предыдущем изделии (1,95 г): $1,95 \cdot 100 / 58,8 = 3,33$ г.

2) Золото – красивое, пластичное, ковкое, не окисляется, но очень мягкое, легко царапается. Украшения из чистого золота быстро изнашиваются, теряют свой вид, могут сломаться. Поэтому при производстве ювелирных изделий используют сплавы золота со специальными добавками (лигатурами). Золото 999 пробы используют Центробанки многих стран мира для формирования государственного золотого запаса.

3) Заметим, что еще $100 - 39,76 - 21,49 = 38,75\%$ приходится на некий неизвестный элемент. Скорее всего, это кислород. Принимая формула соли $\text{Au}_x\text{Se}_y\text{O}_z$, найдем отношение индексов элементов $x : y : z = 47,9 / 197 : 28,8 / 79 : 23,3 / 16 = 0,243 : 0,365 : 1,456 = 1 : 1,5 : 6 = 2 : 3 : 12$.

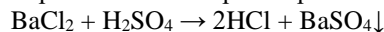
Соль – селенат золота (III) $\text{Au}_2(\text{SeO}_4)_3$, кислота **X** – селеновая H_2SeO_4 (сильная кислота, аналог серной кислоты, и сильный окислитель).

Рекомендации к оцениванию:

- | | | |
|----------------------------------------------------------------|---------------|----------------------------|
| 1) Массовая доля золота, проба, новая масса сплава | по 1 баллу | $1 \cdot 3 = 3$ балла |
| 2) Объяснение добавки лигатур и использования золота 999 пробы | по 1 баллу | $1 \cdot 2 = 2$ балла |
| 3) Предположение о третьем элементе – кислороде | 0,5 балла | = 0,5 балла |
| 4) Расчет индексов элементов в формуле соли | 2 балла | = 2 балла |
| 5) Формулы соли и кислоты | по 0,5 балла | $0,5 \cdot 2 = 1$ балл |
| 6) Названия кислоты и соли | по 0,75 балла | $0,75 \cdot 2 = 1,5$ балла |

ИТОГО**10 баллов****№ 6****Решение:**

Уравнение реакции, протекающей при смешивании растворов:



Количества исходных веществ:

$$v(\text{BaCl}_2) = 156 \cdot 0,08 / 208 = 0,06 \text{ моль}$$

$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = 49 \cdot 0,16 / 98 = 0,08 \text{ моль}$$

$$v(\text{BaCl}_2) < v(\text{H}_2\text{SO}_4), \text{ расчет ведем по } \text{BaCl}_2.$$

Вычислим количество выпавшего осадка и его массу $v(\text{BaSO}_4) = v(\text{BaCl}_2) = 0,06$ моль; $m(\text{BaSO}_4) = 0,06 \cdot 233 = 13,98$ г ≈ 14 г.

После протекания реакции в растворе присутствует образовавшийся хлороводород и не полностью прореагировавшая серная кислота:

$$v(\text{HCl}) = 2v(\text{BaCl}_2) = 0,12 \text{ моль}; m(\text{HCl}) = 0,12 \cdot 36,5 = 4,38 \text{ г}$$

$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,08 - 0,06 = 0,02 \text{ моль}; m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,02 \cdot 98 = 1,96 \text{ г}$$

При вычислении массы раствора необходимо учесть массу выпавшего осадка, который не входит в раствор: $156 + 49 - 14 = 191$ г.

$$\omega(\text{HCl}) = 4,38 \cdot 100 / 191 = 2,3\%$$

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,96 \cdot 100 / 191 = 1,0\%$$

Рекомендации к оцениванию:

- | | | |
|-----------------------------------------------|---------------|----------------------------|
| 1) Уравнение реакции | 1,5 балла | = 1,5 балла |
| 2) Количества исходных веществ | по 1 баллу | $1 \cdot 2 = 2$ балла |
| 3) Вывод о расчете по BaCl_2 | 0,5 балла | = 0,5 балла |
| 4) Масса осадка | 1 балл | = 1 балл |
| 5) Вывод о составе раствора | 0,5 балла | = 0,5 балла |
| 6) Количества веществ оставшихся в растворе | по 0,75 балла | $0,75 \cdot 2 = 1,5$ балла |
| 7) Расчет массовых долей растворенных веществ | по 1,5 балла | $1,5 \cdot 2 = 3$ балла |

* *Правильные элементы решения с арифметическими ошибками, а также расчеты массовых долей без учета массы выпавшего осадка оцениваются в 50% баллов за соответствующий элемент решения.*

ИТОГО**10 баллов****№ 7****Решение:**

- 1) При электролизе воды водорода получается в 2 раза больше, чем кислорода. При плотности водорода $2/22,4 = 0,09$ г/л, масса шарика с медведем $10000 + 0,09 \cdot 11200 = 11008$ г, а масса воздуха, вытесненного шаром заметно больше: $11200 \cdot 1,29 = 14448$ г. Шар с Винни-Пухом должен взлететь.
- 2) Электролиз протекает по уравнению реакции: $2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2 + \text{O}_2$, причем $11,2 \text{ м}^3$ соответствует $11200/22,4 = 500$ моль водорода, воды то же количество, а ее масса – $18 \cdot 500 = 9000$ г (9 л).
- 3) Продувал в очаг, поджигая тлеющий уголь: $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$
- 4) См. выше.

Рекомендации к оцениванию:

- | | | |
|-----------------------------------------------|--------------|------------------------|
| 1) Сможет ли медвежонок взлететь (с расчётом) | 4 балла | = 4 балла |
| 2) Масса воды | 4 балла | = 4 балла |
| 3) Использование кислорода | 1 балл | = 1 балл |
| 4) Уравнения реакций | по 0,5 балла | $0,5 \cdot 2 = 1$ балл |

ИТОГО**10 баллов**

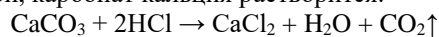
2.4. Заключительный (городской) этап. Практический тур

8 класс

1. Гранулированный цинк можно удалить из смеси пинцетом.

2. Хлорид натрия – единственное растворимое в воде соединение из этого перечня. Помещаем смесь в стаканчик, добавляем немного воды, перемешиваем и фильтруем. Фильтрат содержит растворенный хлорид натрия. Далее необходимо упарить раствор.

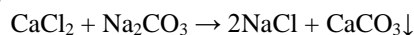
3. Смесь, оставшуюся на фильтре, необходимо перенести в стаканчик и залить раствором соляной кислоты: не будет реагировать с соляной кислотой, карбонат кальция растворится:



Аналогично, можно отфильтровать уголь и собрать фильтрат, содержащий хлорид кальция и соляную кислоту.

Примечание: фосфорную кислоту для этой операции использовать нельзя, т.к. будет образовываться нерастворимый фосфат $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, который невозможно будет выделить в виде карбоната.

4. Далее к полученному фильтрату добавим карбонат натрия, при этом выпадет осадок карбоната кальция, который можно будет отфильтровать:



Для получения более чистого карбоната кальция его необходимо дополнительно промыть дистиллированной водой для удаления карбонат-ионов (из карбоната натрия).