2. РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

2.1. Отборочный (районный) этап. Теоретический тур

8 класс

I вариант

№ 1

Количество вещества молекулярного фтора: $\nu(F_2) = 16,8 / 22,4 = 0,75$ моль.
Количество вещества атомарного фтора: $\nu(F) = 0,75 \cdot 2 = 1,5$ моль.
Число атомов фтора: $N(F) = 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 1,5 = 9,03 \cdot 10^{23}$ атомов.
Атом фтора содержит 9 электронов, значит общее число электронов в 16,8 л фтора:
$N(e) = 9 \cdot 9,03 \cdot 10^{23} =$ $\mathbf{8,127 \cdot 10^{24}}$ электронов.
Так как число протонов в атоме фтора равно числу электронов, то, очевидно, что протонов в 16,8 л фтора столько же, сколько и электронов ($N(p) = 8,127 \cdot 10^{24}$).

Рекомендации к оцениванию:

1) Количество вещества молекулярного фтора	1 балл
2) Количество вещества атомарного фтора	1 балл
3) Число атомов фтора	1 балл
4) Число электронов	1 балл
5) Число протонов	1 балл
ИТОГО	**5 баллов**

№ 2

Рассчитаем, какая масса йода содержится в 1 кг настойки: $m(I_2) = 1000 \cdot 0,05 = 50,0$ г.
Молярная масса I_2 равна: $M(I_2) = 127 \cdot 2 = 254$ г/моль.
Количество вещества молекулярного йода: $\nu(I_2) = 50,0/254 = 0,197$ моль.
Так как в молекуле йода два атома иода, а в иодиде калия – один, то для получения 0,197 моль йода необходимо взять в два раза большее количество вещества иодида калия, т.е. 0,394 моль.
Молярная масса KI равна: $M(KI) = 127 + 39 = 166$ г/моль.
Тогда необходимая для получения настойки масса иодида калия: $m(KI) = 0,394 \cdot 166 =$ **65,4 г.**

Рекомендации к оцениванию:

1) Масса I_2	1 балл
2) Количество вещества I_2	1,5 балла
3) Количество вещества KI	1 балл
4) Масса KI	1,5 балла

Замечание: если ход решения правильный, но из-за округления получена другая масса иодида калия (от 65,3 до 66,4 г), то за задачу выставляется полный балл.

ИТОГО	**5 баллов**

№ 3

А) Уравнение реакции: $C_3H_8 + 5O_2 = 3CO_2 + 4H_2O$.
Б) Рассчитаем количество вещества пропана и его объём.
Молярная масса пропана: $M(C_3H_8) = 12 \cdot 3 + 8 \cdot 1 = 44$ г/моль.
Количество вещества пропана: $\nu(C_3H_8) = 100000/44 = 2273$ моль.
Объём пропана: $V(C_3H_8) = 2273 \cdot 22,4 = 50915$ л.
Тогда имеющегося пропана хватит на $50915/224 \approx$ **227 дней.**
В) Пропан является более легколетучим (три атома углерода, M = 44 г/моль, температура кипения –42 °C), чем бутан (четыре атома углерода, M = 58 г/моль, температура кипения –1 °C), и легче испаряется, что необходимо для использования в котле. В летний период

применение смесей с высоким содержанием пропана противопоказано, поскольку в этом случае высокая температура вызывает чрезмерное повышение давления в газовом

Рекомендации к оцениванию:

1) Уравнение реакции	1 балл
2) Количество вещества пропана	1,5 балла
3) Объём пропана	1 балл
4) Количество дней	0,5 балла
5) Ответ на последний вопрос	1 балл
ИТОГО	**5 баллов**

№ 4

А) Пусть масса амальгамы 10 г. Тогда по условию m(Hg) = m(Cu) = 5 г, соответствующие количества:

$$\nu(Hg) = 5/201 = 0{,}025 \text{ моль} \qquad \nu(Cu) = 5/64 = 0{,}078 \text{ моль}$$

Соотношение числа молей металлов в амальгаме:

$$\nu(Hg) : \nu(Cu) = 0{,}025 : 0{,}078 = \mathbf{1 : 3.1}$$

Б) При взаимодействии ртути с серой образуется сульфид ртути (II):

$$Hg + S = HgS$$

В) При взаимодействии ртути с раствором хлорида железа (III) образуются хлориды ртути (II) и железа (II):

$$Hg + 2FeCl_3 = HgCl_2 + 2FeCl_2$$

Основную часть ртути можно собрать с помощью образования амальгамы, но не всю. Оставшуюся часть лучше обработать раствором хлорида железа (III). Реакция с серой (твердое вещество) идет существенно медленнее.

Рекомендации к оцениванию:

1) Соотношение числа молей металлов	1,5 балла
2) Уравнение реакции образования сульфида ртути	1 балл
3) Уравнение реакции взаимодействия ртути с хлоридом железа (III)	1,5 балла
4) Оценка эффективности способов	1 балл
ИТОГО	**5 баллов**

№ 5

А) Уравнение реакции: $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$.

Б) Количество вещества цинка: $\nu(Zn) = 20/65 = 0{,}31$ моль.

Количество вещества кислоты: $\nu(H_2SO_4) = 200 \cdot 0{,}2/98 = 0{,}41$ моль.

Цинк находится в недостатке, соответственно, он прореагирует полностью, а 0,1 моль серной кислоты останется. По уравнению реакции количество вещества водорода равно количеству вещества цинка, т.е. получилось 0,31 моль водорода. Его объём $0{,}31 \cdot 22{,}4 =$ **6,9 л**.

В) Водород легче воздуха, поэтому его собирают в положении «дном вверх».

Г) Так как объём водорода больше объёма сосуда, то водород вытеснит из него весь воздух, то есть займёт весь сосуд **5,0 л**.

Рекомендации к оцениванию:

1) Уравнение реакции	1 балл
2) Расчет объёма газа	2 балла
3) Положение сосуда (с объяснением)	1 балл
4) Ответ на последний вопрос	1 балл
ИТОГО	**5 баллов**

II вариант

№ 1

Количество вещества молекулярного брома: $\nu(Br_2) = 40/160 = 0,25$ моль.
Количество вещества атомарного брома: $\nu(Br) = 0,25 \cdot 2 = 0,5$ моль.
Число атомов брома: $N(Br) = 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 0,5 = 3,01 \cdot 10^{23}$ атомов.
Атом брома содержит 35 электронов, значит общее число электронов в 40,0 г брома:
$N(e) = 35 \cdot 3,01 \cdot 10^{23} = \mathbf{1,05 \cdot 10^{25}}$ электронов.
Так как число протонов в атоме брома равно числу электронов, то, очевидно, что протонов в 40,0 г брома столько же, сколько и электронов ($N(p) = 1,05 \cdot 10^{25}$).

Рекомендации к оцениванию:

1) Количество вещества молекулярного брома	1 балл
2) Количество вещества атомарного брома	1 балл
3) Число атомов брома	1 балл
4) Число электронов	1 балл
5) Число протонов	1 балл
ИТОГО	**5 баллов**

№ 2

Рассчитаем, какая масса йода содержится в 1 кг настойки: $m(I_2) = 1000 \cdot 0,04 = 40,0$ г.
Молярная масса I_2 равна: $M(I_2) = 127 \cdot 2 = 254$ г/моль.
Количество вещества молекулярного йода: $\nu(I_2) = 40,0/254 = 0,157$ моль.
Так как в молекуле йода два атома иода, а в иодиде натрия – один, то для получения 0,157 моль йода необходимо взять в два раза большее количество вещества иодида натрия, т.е. 0,314 моль.
Молярная масса NaI равна: $M(NaI) = 127 + 23 = 150$ г/моль.
Тогда необходимая для получения настойки масса иодида натрия: $m(NaI) = 0,314 \cdot 150 =$ **47,1 г**

Рекомендации к оцениванию:

1) Масса I_2	1 балл
2) Количество вещества I_2	1,5 балла
3) Количество вещества NaI	1 балл
4) Масса NaI	1,5 балла

Замечание: если ход решения правильный, но из-за округления получена другая масса иодида натрия (от 47,0 до 48,0 г), то за задачу выставляется полный балл.

ИТОГО	**5 баллов**

№ 3

А) Уравнение реакции: $2C_4H_{10} + 13O_2 = 8CO_2 + 10H_2O$.
Б) Рассчитаем количество вещества бутана и его объём.
Молярная масса бутана: $M(C_4H_{10}) = 12 \cdot 4 + 10 \cdot 1 = 58$ г/моль.
Количество вещества бутана: $\nu(C_4H_{10}) = 100000/58 = 1724$ моль.
Объём бутана: $V(C_4H_{10}) = 1724 \cdot 22,4 = 38618$ л.
Тогда имеющегося бутана хватит на $38618/224 \approx$ **172 дня**.
В) Пропан является более легколетучим (три атома углерода, M = 44 г/моль, температура кипения –42 °C), чем бутан (четыре атома углерода, M = 58 г/моль, температура кипения –1 °C), и легче испаряется, что необходимо для использования в котле. В зимний период бутан будет плохо испаряться, поэтому используют смеси с более высоким содержанием легколетучего пропана.

Рекомендации к оцениванию:

1) Уравнение реакции	1 балл
2) Количество вещества бутана	1,5 балла
3) Объём бутана	1 балл

4) Количество дней	0,5 балла
5) Ответ на последний вопрос	1 балл
ИТОГО	**5 баллов**

№ 4

А) Пусть масса амальгамы 10 г. Тогда по условию m(Hg) = m(Al) = 5 г, соответствующие количества:

$$\nu(Hg) = 5/201 = 0{,}025 \text{ моль} \qquad \nu(Al) = 5/27 = 0{,}185 \text{ моль}$$

Соотношение числа молей металлов в амальгаме:

$$\nu(Hg) : \nu(Al) = 0{,}025 : 0{,}185 = \mathbf{1 : 7.4}$$

Б) При взаимодействии ртути с серой образуется сульфид ртути (II):

$$Hg + S = HgS$$

В) При взаимодействии ртути с раствором хлорида железа (III) образуются хлориды ртути (II) и железа (II):

$$Hg + 2FeCl_3 = HgCl_2 + 2FeCl_2$$

Основную часть ртути можно собрать с помощью образования амальгамы, но не всю. Оставшуюся часть лучше обработать раствором хлорида железа (III). Реакция с серой (твердое вещество) идет существенно медленнее.

Рекомендации к оцениванию:

1) Соотношение числа молей металлов	1,5 балла
2) Уравнение реакции образования сульфида ртути	1 балл
3) Уравнение реакции взаимодействия ртути с хлоридом железа (III)	1,5 балла
4) Оценка эффективности способов	1 балл
ИТОГО	**5 баллов**

№ 5

А) Уравнение реакции: $Mg + 2HCl = MgCl_2 + H_2$.

Б) Количество вещества магния: ν(Mg) = 5/24 = 0,21 моль.

Количество вещества кислоты: ν(HCl) = 200·0,1/36,5 = 0,48 моль.

Магний находится в недостатке, соответственно, он прореагирует полностью, а 0,06 моль хлороводородной кислоты останется. По уравнению реакции количество вещества водорода равно количеству вещества магния, т.е. получилось 0,21 моль водорода. Его объём 0,21·22,4 = **4,7 л**.

В) Водород легче воздуха, поэтому его собирают в положении «дном вверх».

Г) Так как объём водорода больше объёма сосуда, то водород вытеснит из него весь воздух, то есть займёт весь сосуд **3,0 л**.

Рекомендации к оцениванию:

1) Уравнение реакции	1 балл
2) Расчет объёма газа	2 балла
3) Положение сосуда (с объяснением)	1 балл
4) Ответ на последний вопрос	1 балл
ИТОГО	**5 баллов**