

## 2. РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

### 2.1. Отборочный (районный) этап. Теоретический тур

8 класс

I вариант

№ 1

Количество вещества молекулярного фтора:  $\nu(\text{F}_2) = 16,8 / 22,4 = 0,75$  моль.

Количество вещества атомарного фтора:  $\nu(\text{F}) = 0,75 \cdot 2 = 1,5$  моль.

Число атомов фтора:  $N(\text{F}) = 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 1,5 = 9,03 \cdot 10^{23}$  атомов.

Атом фтора содержит 9 электронов, значит общее число электронов в 16,8 л фтора:

$N(e) = 9 \cdot 9,03 \cdot 10^{23} = 8,127 \cdot 10^{24}$  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:  $m(\text{I}_2) = 1000 \cdot 0,05 = 50,0$  г.

Молярная масса  $\text{I}_2$  равна:  $M(\text{I}_2) = 127 \cdot 2 = 254$  г/моль.

Количество вещества молекулярного йода:  $\nu(\text{I}_2) = 50,0 / 254 = 0,197$  моль.

Так как в молекуле йода два атома йода, 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:  $M(\text{KI}) = 127 + 39 = 166$  г/моль.

Тогда необходимая для получения настойки масса иодида калия:  $m(\text{KI}) = 0,394 \cdot 166 = 65,4$  г.

**Рекомендации к оцениванию:**

- |                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| 1) Масса $\text{I}_2$               | 1 балл    |
| 2) Количество вещества $\text{I}_2$ | 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:  $\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 = 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ .

Б) Рассчитаем количество вещества пропана и его объём.

Молярная масса пропана:  $M(\text{C}_3\text{H}_8) = 12 \cdot 3 + 8 \cdot 1 = 44$  г/моль.

Количество вещества пропана:  $\nu(\text{C}_3\text{H}_8) = 100000 / 44 = 2273$  моль.

Объём пропана:  $V(\text{C}_3\text{H}_8) = 2273 \cdot 22,4 = 50915$  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  $-42$  °С), чем бутан (четыре атома углерода,  $M = 58$  г/моль, температура кипения  $-1$  °С), 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**

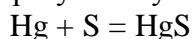
А) Пусть масса амальгамы 10 г. Тогда по условию  $m(\text{Hg}) = m(\text{Cu}) = 5$  г, соответствующие количества:

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

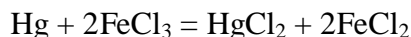
Соотношение числа молей металлов в амальгаме:

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

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



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



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:  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$ .

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

Количество вещества кислоты:  $\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = 200 \cdot 0,2/98 = 0,41$  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  $0,31 \cdot 22,4 = \mathbf{6,9}$  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:  $\nu(\text{Br}_2) = 40/160 = 0,25$  моль.

Количество вещества атомарного брома:  $\nu(\text{Br}) = 0,25 \cdot 2 = 0,5$  моль.

Число атомов брома:  $N(\text{Br}) = 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 0,5 = 3,01 \cdot 10^{23}$  атомов.

Атом брома содержит 35 электронов, значит общее число электронов в 40,0 г брома:

$N(e) = 35 \cdot 3,01 \cdot 10^{23} = 1,05 \cdot 10^{25}$  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:  $m(\text{I}_2) = 1000 \cdot 0,04 = 40,0$  г.

Молярная масса  $\text{I}_2$  равна:  $M(\text{I}_2) = 127 \cdot 2 = 254$  г/моль.

Количество вещества молекулярного йода:  $\nu(\text{I}_2) = 40,0/254 = 0,157$  моль.

Так как в молекуле йода два атома йода, 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:  $M(\text{NaI}) = 127 + 23 = 150$  г/моль.

Тогда необходимая для получения настойки масса иодида натрия:  $m(\text{NaI}) = 0,314 \cdot 150 = 47,1$  г

#### Рекомендации к оцениванию:

- |                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| 1) Масса $\text{I}_2$               | 1 балл    |
| 2) Количество вещества $\text{I}_2$ | 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:  $2\text{C}_4\text{H}_{10} + 13\text{O}_2 = 8\text{CO}_2 + 10\text{H}_2\text{O}$ .

Б) Рассчитаем количество вещества бутана и его объём.

Молярная масса бутана:  $M(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 12 \cdot 4 + 10 \cdot 1 = 58$  г/моль.

Количество вещества бутана:  $\nu(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 100000/58 = 1724$  моль.

Объём бутана:  $V(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 1724 \cdot 22,4 = 38618$  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  $-42$  °С), чем бутан (четыре атома углерода,  $M = 58$  г/моль, температура кипения  $-1$  °С), 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
<b>ИТОГО</b>	<b>5 баллов</b>

#### № 4

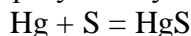
А) Пусть масса амальгамы 10 г. Тогда по условию  $m(\text{Hg}) = m(\text{Al}) = 5$  г, соответствующие количества:

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

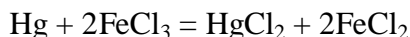
Соотношение числа молей металлов в амальгаме:

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

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



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



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
<b>ИТОГО</b>	<b>5 баллов</b>

#### № 5

А) Уравнение реакции:  $\text{Mg} + 2\text{HCl} = \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$ .

Б) Количество вещества магния:  $\nu(\text{Mg}) = 5/24 = 0,21$  моль.

Количество вещества кислоты:  $\nu(\text{HCl}) = 200 \cdot 0,1/36,5 = 0,48$  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 объем  $0,21 \cdot 22,4 = \mathbf{4,7}$  л.

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

Г) Так как объем водорода больше объема 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 объема газа	2 балла
3) Положение сосуда (с объяснением)	1 балл
4) Ответ на последний вопрос	1 балл
<b>ИТОГО</b>	<b>5 баллов</b>