

## Старшая группа командный этап (10-11 кл.)

1. «Болотный газ может быть получен сравнительно в весьма чистом виде разными способами. Самый чистый газ образуется, если смешивать с водой жидкое вещество, называемое цинкметилом и содержащее металлический цинк и углеродистый водород». (Д. И. Менделеев «Основы химии»)

- 1) Выразите данную реакцию уравнением.
- 2) Укажите, сколько потребуется цинкметила для получения 500 мл болотного газа (н.у.).
- 3) Какие углеводороды можно получить метилированием болотного газа? Напишите их структурные формулы и названия. **(3 балла)**

### Решение:

- 1)  $(\text{CH}_3)_2\text{Zn} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{CH}_4\uparrow$  **(1 балл)**
- 2)  $n((\text{CH}_3)_2\text{Zn}) = n(\text{CH}_4) : 2 = 0,5 : 22,4 : 2 = 0,011$  моль;  $m((\text{CH}_3)_2\text{Zn}) = 0,011 \cdot 95 \approx 1$  г **(1 балл)**
- 3)  $\text{CH}_3\text{CH}_3$  этан;  $\text{CH}_2(\text{CH}_3)_2$  пропан;  $\text{CH}(\text{CH}_3)_3$  метилпропан или изобутан;  $\text{C}(\text{CH}_3)_4$  диметилпропан или неопентан **(1 балл)**

2. Составьте уравнение следующей химической реакции:

ФОСГЕН + АММИАК = МОЧЕВИНА + НАШАТЫРЬ

Массовые доли элементов в соединениях

- фосген: углерод – 12,12%, кислород – 16,16%, хлор – 71,72%
- мочевины: углерод – 20%, кислород – 26,7%, азот – 46,7%, водород – 6,6%.

Какое из этих веществ нашло применение в пищевой промышленности как компонент жевательной резинки? **(4 балла)**

### Решение:

$n(\text{C}) : n(\text{O}) : n(\text{Cl}) = 12,12/12 : 16,16/16 : 71,72/35,5 = 1 : 1 : 2$

(фосген –  $\text{COCl}_2$ ) **(1 балл)**

$n(\text{C}) : n(\text{O}) : n(\text{N}) : n(\text{H}) = 20/12 : 26,7/16 : 46,7/14 : 6,6/1 = 1 : 1 : 2 : 4$

(мочевина –  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) **(1 балл)**

$\text{COCl}_2 + 4\text{NH}_3 = \text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl}$  **(1 балл)**

Компонентом жевательной резинки является мочевины (карбамид). **(1 балл)**

3. Составьте уравнения химических реакций, позволяющих получить аминбензол из угарного газа. При этом в цепь превращений должны быть включены реакции Зинина и Зелинского-Казанского. Укажите условия протекания реакций. **(5 баллов)**

**Решение:** Если не указаны условия протекания реакций (там, где они необходимы), то в таких случаях вычитается 0,3 балла. Если схема не уравнена, то вычитается также 0,2 балла.

- 1)  $\text{CO} + 3\text{H}_2 = \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$  (условие: Ni,  $t^\circ$ , P) **(1 балл)**
- 2)  $2\text{CH}_4 = 2\text{C}_2\text{H}_2 + 3\text{H}_2$  (условие:  $t^\circ = 1500^\circ\text{C}$ ) **(1 балл)**
- 3)  $3\text{C}_2\text{H}_2 = \text{C}_6\text{H}_6$  (условие: P,  $t^\circ$ , уголь активированный) **(1 балл)**
- 4)  $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HNO}_3 = \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  (условие: конц. серная кислота) **(1 балл)**
- 5)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + 6[\text{H}] = \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  **(1 балл)**

4. В раствор соляной кислоты опустили пластинку неизвестного металла массой 16,25 г, при этом выделился газ объемом 224 мл (н.у.). Через некоторое время масса пластинки изменилась на 4%. Установите металл. **(6 баллов)**

### Решение:

$\text{Me} + x\text{HCl} = \text{MeCl}_x + x/2\text{H}_2\uparrow$  **(1 балл)**

$n(\text{H}_2) = 0,224 : 22,4 = 0,01$  моль **(1 балл)**

$n(\text{Me}) = 0,01 : x/2 = 0,02/x$  моль **(1 балл)**

16,25 (г) – 100%

$\Delta m$  (г) – 4%  $\Delta m = 0,65$  (г) **(1 балл)**

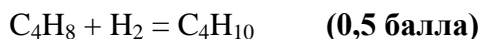
$$M(\text{Me}) = m/n = 0,65 : 0,02/x = 32,5x \text{ (г/моль)} \quad (1 \text{ балл})$$

Если  $x = 1$ , то  $M(\text{Me}) = 32,5 \text{ г/моль}$  – такого металла не существует.

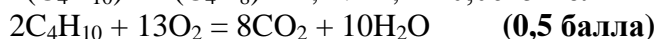
$$\text{Если } x = 2, \text{ то } M(\text{Me}) = 65 \text{ г/моль} - \text{Zn} \quad (1 \text{ балл})$$

5. Бутен объемом 1,4 л подвергли гидрированию. Продукт реакции сожгли, а полученный газ пропустили через 300 мл 5,1%-ного раствора гидроксида калия (плотность 1,1 г/мл). Газ и щелочь прореагировали полностью. Установите состав полученного раствора и массовые доли компонентов в нём. (9 баллов)

**Решение:**



$$n(\text{C}_4\text{H}_{10}) = n(\text{C}_4\text{H}_8) = 1,4 : 22,4 = 0,0625 \text{ моль} \quad (0,5 \text{ балла})$$



$$n(\text{CO}_2) = 4n(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 4 \cdot 0,0625 = 0,25 \text{ моль} \quad (0,5 \text{ балла})$$

$$n(\text{KOH}) = 0,051 \cdot 1,1 \cdot 300 / 56 = 0,3 \text{ моль} \quad (1 \text{ балл})$$

$$n(\text{CO}_2) : n(\text{KOH}) = 0,25 : 0,3 = 5 : 6 \quad (1 \text{ балл})$$



$$\text{По уравнению: } n(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0,05 \text{ моль; } n(\text{KHCO}_3) = 0,2 \text{ моль} \quad (0,5 \text{ балла})$$

$$m(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0,05 \cdot 138 = 6,9 \text{ г} \quad (0,5 \text{ балла})$$

$$m(\text{KHCO}_3) = 0,2 \cdot 100 = 20 \text{ г} \quad (0,5 \text{ балла})$$

$$m(\text{раствора}) = 300 \cdot 1,1 + 0,25 \cdot 44 = 341 \text{ г} \quad (0,5 \text{ балла})$$

$$w(\text{K}_2\text{CO}_3) = 6,9 : 341 \cdot 100\% = 2\% \quad (0,5 \text{ балла})$$

$$w(\text{KHCO}_3) = 20 : 341 \cdot 100\% = 5,86\% \quad (0,5 \text{ балла})$$

6. Смесь этилена, этана и пропилена пропустили через 320 г 25%-ного раствора брома до полного обесцвечивания. При сжигании такого же объема смеси образуется 47,04 л углекислого газа, а после гидрирования такой смеси конечный объем этана составил 13,44 л. Установите объемную долю каждого компонента в исходной смеси. (12 баллов)

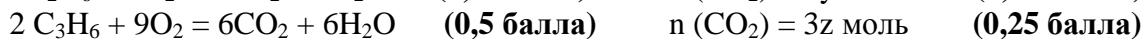
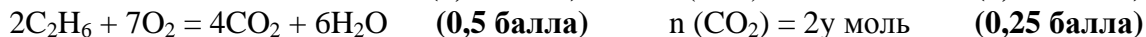
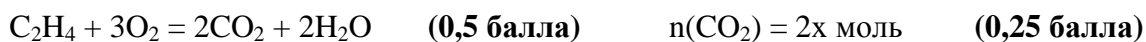
**Решение:**

Пусть  $n(\text{C}_2\text{H}_4) - x$  моль,  $n(\text{C}_2\text{H}_6) - y$  моль,  $n(\text{C}_3\text{H}_6) - z$  моль.

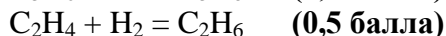


$$m(\text{Br}_2) = 320 \cdot 0,25 = 80 \text{ г} \quad (0,5 \text{ балла})$$

$$n_{\text{общее}}(\text{Br}_2) = 80 : 160 = 0,5 \text{ моль} \quad (0,5 \text{ балла}) \quad x + z = 0,5 \quad (0,5 \text{ балла})$$



$$n_{\text{общее}}(\text{CO}_2) = 47,04 : 22,4 = 2,1 \text{ моль} \quad (0,5 \text{ балла}) \quad 2x + 2y + 3z = 2,1 \quad (0,5 \text{ балла})$$



$$n_{\text{общее}}(\text{C}_2\text{H}_6) = 13,44 : 22,4 = 0,6 \text{ моль} \quad (0,5 \text{ балла})$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_6) = x \text{ моль} \quad (0,25 \text{ балла})$$

$$x + y = 0,6 \quad (0,5 \text{ балла})$$

$$\begin{cases} x + z = 0,5 \\ 2x + 2y + 3z = 2,1 \\ x + y = 0,6 \end{cases} \quad \begin{cases} x = 0,2 \\ y = 0,4 \\ z = 0,3 \end{cases} \quad (1,5 \text{ балла})$$

$$n(\text{смеси}) = 0,2 + 0,4 + 0,3 = 0,9 \text{ моль} \quad (0,5 \text{ балла})$$

$$\varphi(\text{C}_2\text{H}_4) = 0,2 : 0,9 \cdot 100\% = 22,22\% \quad (0,5 \text{ балла})$$

$$\varphi(\text{C}_2\text{H}_6) = 0,4 : 0,9 \cdot 100\% = 44,45\% \quad (0,5 \text{ балла})$$

$$\varphi(\text{C}_3\text{H}_6) = 0,3 : 0,9 \cdot 100\% = 33,33\% \quad (0,5 \text{ балла})$$

**Максимально за командный этап старшей группы – 39 баллов.**