

11 класс
РЕШЕНИЕ

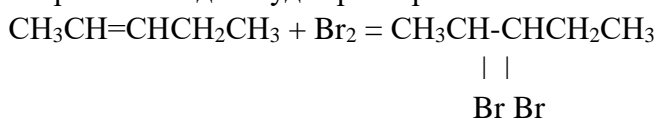
1. На 20 г смеси, состоящей из пентана и пентена-2, действовали бромной водой, содержащей 30 г брома. В результате реакции остались неизрасходованными 6,8 г брома, причем один из компонентов смеси полностью превратился в дибромпроизводное. Рассчитайте состав исходной смеси в (% по массе)

Решение.

Рассчитаем количество вещества прореагировавшего брома

$$\nu = \frac{30\text{г} - 6,8\text{г}}{160 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,145 \text{ моль}$$

С бромной водой будет реагировать только пентен-2



Т.к. произошло полное превращение в дибромпроизводное, то

$$\nu(\text{Br}_2) = \nu(\text{C}_5\text{H}_{10}) = 0,145 \text{ моль}$$

$$m(\text{C}_5\text{H}_{10}) = 0,145 \text{ моль} \cdot 70 \text{ г/моль} = 10,15 \text{ г}$$

$$\omega(\text{C}_5\text{H}_{10}) = 10,15 \text{ г} / 20 \text{ г} = 50,75\%$$

$$\omega(\text{C}_5\text{H}_{12}) = 100 - 50,75 = 49,25\%$$

Баллы:

Расчет количества брома – 1 б

Уравнение реакции – 1 б

Расчет количества пентена – 1 б

Расчет массовой доли пентена – 1 б

Расчет массовой доли пентана – 1 б

Итого – 5б

2. Заполните таблицу

№	Фамилия	Имя, отчество (при наличии)	Страна	Научная деятельность
1	Вагнер			
2	Вёлер			
3	Лебедев			
4	Натта			
5	Шееле			

Выбирая нужные данные из приведенных списков (дано избыточно):

Имя, отчество (при наличии): Джулио, Егор Егорович, Карл Вильгельм, Николай Дмитриевич, Николай Николаевич, Сергей Васильевич, Фридрих, Фридрих Август, Шарль Адольф

Страна: итальянский химик, немецкий химик, русский химик, французский химик, шведский химик, британский химик

Научная деятельность:

- Впервые получил образец бутадиенового каучука
- Лауреат Нобелевской премии, открыл разветвленные цепные реакции
- Осуществил первый синтез природного органического вещества из неорганических веществ
- Открыл каталитическую стереоспецифическую полимеризацию ненасыщенных углеводородов
- Открыл реакцию окисления углеводородов с этиленовой связью раствором перманганата калия
- Открыл шесть химических элементов, выделил и описал мочевую, молочную, бензойную кислоты и др. органические соединения
- Предложил циклическую структуру бензола, создатель теории строения ароматических соединений
- Разработал конструкцию угольного противозага, осуществил процессы ароматизации нефти
- Разработал синтез предельных углеводородов действием металлического натрия на алкилгалогениды

Решение.

№	Фамилия	Имя, отчество (при наличии)	Страна	Научная деятельность
1	Вагнер	Егор Егорович	Русский химик	Открыл реакцию окисления углеводородов с этиленовой связью раствором перманганата калия
2	Вёлер	Фридрих	Немецкий химик	Осуществил первый синтез природного органического вещества из неорганических веществ
3	Лебедев	Сергей Васильевич	Русский химик	Впервые получил образец бутадиенового каучука
4	Натта	Джулио	Итальянский химик	Открыл каталитическую стереоспецифическую полимеризацию ненасыщенных углеводородов
5	Шееле	Карл Вильгельм	Шведский химик	Открыл шесть химических элементов, выделил и описал мочевую, молочную, бензойную кислоты и др. органические соединения

Баллы:

Правильное указание имени- $5 \times 0,5 = 2,5$ б

Правильное указание страны - $5 \times 0,5 = 2,5$ б

Правильное указание научной деятельности - $5 \times 1 = 5$ б

Итого – 10б

3. Избыток газообразного хлороводорода пропустили через 360 г 10%-ного раствора первичного амина до полного его насыщения. Полученный раствор упарили досуха и получили твердое белое вещество, содержащее 43,55 % хлора. Каков объем прореагировавшего хлороводорода?

Решение.

Первичный амин имеет формулу $C_nH_{2n+1}NH_2$

Исходно в растворе содержалось $360 \cdot 0,1 = 36$ г амина.

При пропускании хлороводорода происходит реакция



На 1 атом хлора (35,5г/моль) приходится 43,55%, тогда на остальную часть молекулы – 56,45%.

$$35,5 - 43,55$$

$$X - 56,45\%$$

$$X - 46$$

$$12n + 2n + 1 + 14 + 3 = 46$$

$$14n = 28$$

$$n=2$$

Формула амина $C_2H_5NH_2$

$$M(C_2H_5NH_2) = 45 \text{ г/моль}$$

$$\nu(C_2H_5NH_2) = 36 \text{ г} / 45 \text{ г/моль} = 0,8 \text{ моль}$$

$$\nu(HCl) = \nu(C_2H_5NH_2) = 0,8 \text{ моль}$$

$$V(HCl) = 0,8 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 17,92 \text{ л}$$

Баллы:

Расчет массы амина – 16

Уравнение реакции – 16

Установление формулы амина (любым способом) – 46

Расчет количества вещества - 16

Расчет объема HCl – 16

Итого – 86

4. Разложение 16 г нитрата аммония сопровождается образованием оксида азота (I) и воды. Такое же количество оксида азота (I) может быть получено при растворении 32 г неизвестного металла в 60%-ном по массе растворе азотной кислоты, имеющей плотность 1,37 г/мл. Наряду с оксидом азота (I) при взаимодействии с азотной кислотой образуется соль $Me(NO_3)_2$. О каком металле идет речь? Напишите уравнения происходящих химических реакций. Каков объем азотной кислоты, используемой в этом превращении?

Решение.



$$n(N_2O) = n(NH_4NO_3) = 16 \text{ г} / 80 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(Me) = 4 n(N_2O) = 0,8 \text{ моль}$$

$$M(Me) = 32 \text{ г} / 0,8 \text{ моль} = 40 \text{ г/моль} - \text{это кальций Ca}$$

$$n(HNO_3) = 10 n(N_2O) = 2 \text{ моль}$$

$$m(HNO_3) = 2 \text{ моль} \cdot 63 \text{ г/моль} = 126 \text{ г}$$

$$m(p-pa) = 126 \text{ г} / 0,6 = 210 \text{ г}$$

$$V(p-pa) = 210 \text{ г} / 1,37 \text{ г/мл} = 153,3 \text{ мл}$$

Баллы:

Уравнения реакций - $2 \cdot 1 = 26$

Расчет количества N_2O – 16

Расчет, что металл – кальций – 2 б
расчет количества кислоты -1б
Расчет массы кислоты – 1б
Расчет массы раствора кислоты – 1б
Расчет объема раствора – 1б
Итого – 9б

5. При полном сгорании в замкнутом сосуде 6,8 г вещества, плотность которого по аммиаку равна 2, образовалась фосфорная кислота, которую полностью поглотили 32%-ным раствором гидроксида натрия объемом 37 мл (плотность 1,35 г/мл). Установите формулу исходного вещества и массовую долю (в %) веществ в полученном растворе

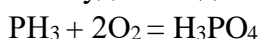
Решение.

$$M(\text{в-ва}) = M(\text{NH}_3) \cdot 2 = 17 \cdot 2 = 34 \text{ г/моль}$$

Т.к. при сгорании получается фосфорная кислота, то в составе есть фосфор и водород.

Атомная масса фосфора – 31. Значит формула вещества PH_3 , фосфин

В сосуде находилось $6,8 / 34 = 0,2$ моль фосфина



Значит образовалось 0,2 моль кислоты

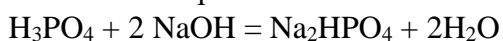
При взаимодействии фосфорной кислоты с гидроксидом натрия могут получиться кислые соли, средняя соль в зависимости от мольного соотношения реагентов.

Рассчитаем количество вещества щелочи

$$m(\text{NaOH}) = 37 \text{ мл} \cdot 1,35 \text{ г/мл} \cdot 0,32 \approx 16 \text{ г}$$

$$n(\text{NaOH}) = 16 / 40 = 0,4 \text{ моль}$$

соотношение реагентов 1:2. Значит получится кислая соль



$$m(\text{р-ра}) = m \text{ р-ра}(\text{NaOH}) + m(\text{H}_3\text{PO}_4) = 37 \text{ мл} \cdot 1,35 \text{ г/мл} + 0,2 \text{ моль} \cdot 98 \text{ г/моль} = 49,95 + 19,6 = 69,55 \text{ г.}$$

$$n(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,2 \text{ моль}$$

$$\omega(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = \frac{0,2 \text{ моль} \cdot 142 \text{ г/моль}}{69,55 \text{ г}} \cdot 100\% = 40,8\%$$

Баллы:

Вывод формулы исходного вещества – 2 б

Уравнение сгорания фосфина – 0,5 моль

Расчет количества фосфина и фосфорной кислоты - $2 \times 0,5 = 1$ б

Расчет количества щелочи – 2 б

Вывод о продукте реакции – 2 б

Уравнение образования гидрофосфата натрия – 0,5 б

Расчет массы раствора – 1 б

Расчет массовой доли - 1б

Итого – 10 б