



ФИПИ

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
**ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ**



*Подготовка экспертов для работы в региональной предметной комиссии при проведении итоговой аттестации среднего общего образования по «Химии»*

*г. Москва, ноябрь 2019 г.*

# **Методика проверки и оценки заданий с развернутым ответом: задания 34 и 35**

***Молчанова Галина Николаевна, член комиссии по  
разработки КИМ по химии***

# Задание 34

Расчёты массы (объёма, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке. Расчёты с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе».  
Расчёты массовой доли (массы) химического соединения в смеси.

## Критерии оценивания, в которых обозначены элементы ответа

Ответ правильный и полный:

- в ответе правильно записаны все уравнения реакций, соответствующих условию задания;
- правильно произведены вычисления, в которых использованы необходимые физические величины, заданные в условии задания;
- продемонстрирована и логически обоснована последовательность использования во взаимосвязи физических величин, на основании которых проводятся расчёты;
- в соответствии с условием задания определена искомая физическая величина.

# Задание 34

## Рекомендации по оцениванию отдельных элементов ответа и решению возможных проблемных ситуаций

*1. Ставится 1 балл за наличие в ответе правильно записанных уравнений всех реакций, соответствующих условию задания.*

- правильно записаны формулы всех веществ, участвующих в реакции;
- указаны все коэффициенты (при этом допустимо использование дробных и удвоенных коэффициентов).

*Дополнительные рекомендации, которые необходимо учитывать в случае проблемных ситуаций:*

- если допущена ошибка хотя бы в одном из уравнений реакций, даже при условии, что она не влияет на ход дальнейших вычислений, то за этот элемент ответа выставляется 0 баллов.

## Задание 34

*2. Ставится 1 балл за наличие в ответе правильно произведённых вычислений, в которых используются необходимые физические величины из числа указанных в условии задания.*

*3. Ставится 1 балл, если в ответе экзаменуемого продемонстрирована и логически обоснована последовательность использования во взаимосвязи физических величин, на основании которых проводятся расчёты.*

Иными словами, отражены все необходимые этапы расчётов с указанием пропорциональной зависимости между количеством (массой, объёмом) реагирующих веществ.

Вычисление молярной массы веществ можно не приводить.

## Задание 34

**4. Ставится 1 балл, если в ответе экзаменуемого в соответствии с условием задания определена искомая физическая величина:**

- выбран верный способ для нахождения искомой физической величины;
- правильно определены «промежуточные» физические величины, необходимые для её нахождения.

*Дополнительные рекомендации, которые необходимо учитывать в случае проблемных ситуаций.*

В случае наличия в ответе экзаменуемого ошибок в вычислениях (не более трёх), которые привели к неверному ответу, оценка за выполнение задания снижается только на 1 балл.

В случае если в ответе экзаменуемого не указаны единицы измерения искомых физических величин (более четырёх), то оценка за выполнение задания снижается на 1 балл.



## Задание 34

При оценивании выполнения задания принимается во внимание тот факт, что **экзаменуемый может использовать свой алгоритм решения задачи, отличный от предложенного варианта ответа!**

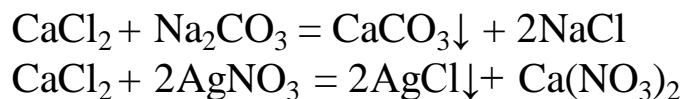


## Задание 34

Растворимость безводного хлорида кальция при некоторой температуре составляет 55,5 г на 100 г воды. Насыщенный раствор, приготовленный при этой температуре добавлением необходимого количества хлорида кальция к 160 мл воды, разлили на две колбы. В первую колбу добавили избыток раствора карбоната натрия. При этом выпал осадок массой 30 г. Во вторую колбу добавили 595 г 40%-ного раствора нитрата серебра. Определите массовую долю нитрата серебра в растворе, образовавшемся во второй колбе. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).



# Задание 34



Рассчитаны количество вещества  
реагентов и продуктов реакций:

$$m(\text{CaCl}_2) = 55,5 \cdot 160 / 100 = 88,8 \text{ г}$$

$$n(\text{CaCl}_2) = 88,8 / 111 = 0,8 \text{ моль}$$

$$n(\text{CaCO}_3) = 30 / 100 = 0,3 \text{ моль}$$

$$n_1(\text{CaCl}_2) = n(\text{CaCO}_3) = 0,3 \text{ моль}$$

$$n_2(\text{CaCl}_2) = 0,8 - 0,3 = 0,5 \text{ моль}$$

$$m(\text{AgNO}_3) = 595 \cdot 0,4 = 238 \text{ г}$$

$$n(\text{AgNO}_3) = 238 / 170 = 1,4 \text{ моль} - \text{избыток}$$

$$n(\text{AgNO}_3 \text{ осталось}) = 1,4 - 1 = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{AgNO}_3 \text{ осталось}) = 0,4 \cdot 170 = 68 \text{ г}$$

$$n(\text{AgCl}) = n_2(\text{CaCl}_2) = 1 \text{ моль}$$

$$m(\text{AgCl}) = 143,5 \text{ г}$$

Вычислена массовая доля нитрата серебра в  
растворе:

$$m_2(\text{р-ра CaCl}_2) = (160 + 88,8) \cdot 0,5 / 0,8 = 155,5 \text{ г}$$

$$m_2(\text{конечного р-ра}) = 155,5 + 595 - 143,5 = 607 \text{ г}$$

$$\omega(\text{AgNO}_3) = 68 / 607 = 0,112, \text{ или } 11,2\%$$



# Задание 34

34. Дано:

$$S_{\text{calc}} \text{ в } \text{H}_2\text{O} = \frac{55,52}{1002}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 160 \text{ мл}$$

$$m_{\text{ос-к}} = 302$$

$$m_{\text{ррр}} \text{ AgNO}_3 = 5952$$

$$\omega_{\text{AgNO}_3} = 40\% = 0,4$$

$$\omega_{\text{AgNO}_3 \text{ итог}} = ?$$

Решение:

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = V \rho = 160 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл} = 1602$$

Пусть  $x$  —  $m_{\text{calc}}$ , тогда:

$$\frac{x}{160+x} = \frac{55,5}{100+55,5}$$

$$155,5x = 8880 + 55,5x$$

$$x = 88,82$$

$$\nu_{\text{calc}} = \frac{m}{M} = \frac{88,82}{1111 \text{ г/моль}} = \underline{0,8 \text{ моль}}$$



$$\nu_{\text{ос-к}} = \nu_{\text{CaCO}_3} = \nu_{\text{calc в и-коне}} = \frac{302}{1004 \text{ г/моль}} = \underline{0,3 \text{ моль}}$$

$$\nu_{\text{calc в и-коне}} = \nu_{\text{calc}} - \nu_{\text{calc в и-коне}} = 0,8 \text{ моль} - 0,3 \text{ моль} = \underline{0,5 \text{ моль}}$$

$$m_{\text{AgNO}_3} = \omega m_{\text{ррр}} \text{ AgNO}_3 = 5952 \cdot 0,4 = 2382$$

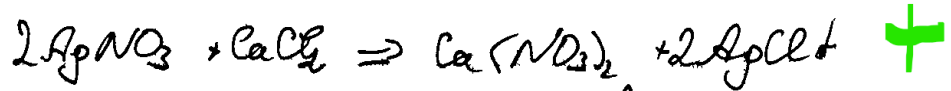
$$\nu_{\text{AgNO}_3} = \frac{m}{M} = \frac{2382}{1704 \text{ г/моль}} = \underline{1,4 \text{ моль}}$$

Решение 1(1)



# Задание 34

Решение 1(2)



коэффициенты в отношении  $\frac{n_{CaCl_2 \text{ в исход.}}}{n_{CaCl_2 \text{ в измеш.}}} = \frac{0,3}{0,5} = \underline{\underline{\frac{3}{5}}}$

$m_{2-й \text{ нолбы}} = \frac{5}{3+5} \cdot (160 \cdot + 38,72) = \underline{\underline{155,52}}$

$AgNO_3\text{-изб.}; n_{AgNO_3 \text{ пор.}} = \cancel{n_{AgNO_3}} \cdot 2 \cdot n_{CaCl_2 \text{ в измеш.}} = 2 \cdot 0,5 \text{ моль} = 1 \text{ моль}$

$n_{AgNO_3 \text{ ост.}} = n_{AgNO_3} - n_{AgNO_3 \text{ пор.}} = 1,4 \text{ моль} - 1 \text{ моль} = 0,4 \text{ моль.}$

$m_{AgNO_3} = n_{AgNO_3} = 0,4 \text{ моль} \cdot 170 \text{ г/моль} = \underline{\underline{68 \text{ г}}}$

$m_{p-ра} = m_{2-й \text{ нолбы}} + m_{p-ра AgNO_3} - m_{AgCl} = \underline{\underline{155,52}} + \underline{\underline{595 \text{ г}}} - \underline{\underline{0,5 \text{ моль} \cdot 2 \cdot 143,54 \text{ г/моль}}} = \underline{\underline{894 \text{ г}}}$

$\omega_{AgNO_3} = \frac{m_{AgNO_3}}{m_{p-ра}} \cdot 100\% = \frac{68 \text{ г}}{894 \text{ г}} \cdot 100\% \approx \underline{\underline{7,6\%}}$

Ответ: 7,6%

3 балла

Допущена 1 арифметическая ошибка



## Задание 34

34

Решение 2(1)

$$55,52 - 100\% \text{ H}_2\text{O}$$

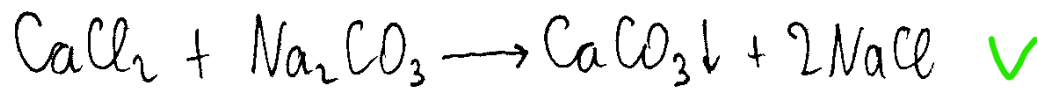
$$V(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O})$$

$$x\% - 160\% \text{ H}_2\text{O}$$

$$x = \frac{55,52 - 160\%}{100\%} = 88,8\%$$

$$m(\text{CaCl}_2) = 88,8\%$$

$$n(\text{CaCl}_2) = \frac{88,8\%}{111\%/\text{моль}} = \underline{0,792 \text{ моль}}$$



$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{30\%}{100\%/\text{моль}} = 0,3 \text{ моль}$$

$$n_{\text{происл}}(\text{CaCl}_2) = n(\text{CaCO}_3) = 0,3 \text{ моль}$$

$$n_{\text{ост}}(\text{CaCl}_2) = 0,792 \text{ моль} - 0,3 \text{ моль} = 0,492 \text{ моль}$$



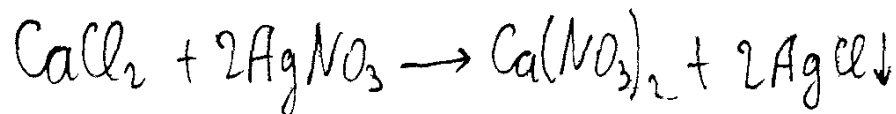
# Задание 34

Решение 2(2)

$$m_{\text{осн}}(\text{CaCl}_2) = 0,492_{\text{моль}} \cdot 111\%_{\text{моль}} = 54,612_{\text{г}}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{CaCl}_2) = m(\text{CaCl}_2) + m(\text{H}_2\text{O}) - \text{во второй кювете}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{CaCl}_2) = 54,612_{\text{г}} + \frac{54,612_{\text{г}} \cdot 100_{\text{г}}}{55,5_{\text{г}}} = 54,612_{\text{г}} + 98,4_{\text{г}} = 153,012_{\text{г}}$$



$$m(\text{AgNO}_3) = 595_{\text{г}} \cdot 0,4 = 238_{\text{г}}$$

$$n(\text{AgNO}_3) = \frac{238_{\text{г}}}{\underline{200\%_{\text{моль}}}} = 1,19_{\text{моль}}$$

# Задание 34

Решение 2(3)

$$n_{\text{присл}}(\text{AgNO}_3) = 2n(\text{CaCl}_2) = 0,492 \text{ моль} \cdot 2 = 0,984 \text{ моль}$$

$$n(\text{AgCl}) = n(\text{AgNO}_3) = 0,984 \text{ моль}$$

$$m(\text{AgCl}) = 0,984 \text{ моль} \cdot 143,5 \text{ г/моль} = 141,204 \text{ г}$$

$$\cancel{n_{\text{присл}}} n_{\text{ост}}(\text{AgNO}_3) = 1,19 \text{ моль} - 0,984 \text{ моль} = 0,206 \text{ моль}$$

$$m_{\text{ост}}(\text{AgNO}_3) = 0,206 \text{ моль} \cdot \underline{200 \text{ г/моль}} = 41,2 \text{ г}$$

$$W = \frac{m_{\text{в.}}}{m_{\text{присл}}} 100\% ; \quad m_{\text{присл}} = 595 \text{ г} + 153,012 \text{ г} + 141,204 \text{ г} = 606,808 \text{ г}$$

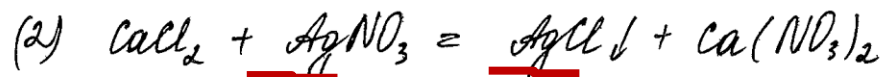
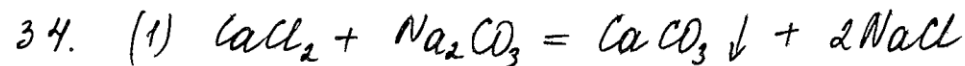
$$w(\text{AgNO}_3) = \frac{41,2 \text{ г}}{606,808 \text{ г}} 100\% = 6,79\%$$

**3 балла**

Допущены 2 арифметические ошибки



# Задание 34



55,5 г соли — 100 г воды

x г соли — 160 г воды

$$x = \frac{55,5 \cdot 160}{100} = 88,8 \text{ г.}$$

$$m(\text{CaCl}_2) = 88,8 \text{ г}$$

$$n(\text{CaCl}_2) = \frac{m(\text{CaCl}_2)}{M(\text{CaCl}_2)} = \frac{88,8 \text{ г}}{111 \text{ г/моль}} = 0,8 \text{ моль}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{CaCl}_2) = m(\text{CaCl}_2) + m(\text{H}_2\text{O}) = 88,8 \text{ г} + 160 \text{ г} = 248,8 \text{ г.}$$

$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{m(\text{CaCO}_3)}{M(\text{CaCO}_3)} = \frac{30 \text{ г}}{100 \text{ г/моль}} = 0,3 \text{ моль}$$

по УР (1):  $n_1(\text{CaCl}_2) = n(\text{CaCO}_3) = 0,3 \text{ моль}$

Решение 3(1)

## Задание 34

Решение 3(2)

$$n_2(\text{CaCl}_2) = n(\text{CaCl}_2) - n_1(\text{CaCl}_2) = 0,8 \text{ моль} - 0,3 \text{ моль} = 0,5 \text{ моль}$$

$$\text{по УР(2)}: n_2(\text{AgNO}_3) = n_2(\text{CaCl}_2) = 0,5 \text{ моль}$$

$$n_{\text{ост.}}(\text{AgNO}_3) = n(\text{AgNO}_3) - n_2(\text{AgNO}_3) = 1,5 \text{ моль} - 0,5 \text{ моль} = 1 \text{ моль} \quad ?$$

$$m_{\text{ост.}}(\text{AgNO}_3) = n_{\text{ост.}}(\text{AgNO}_3) \cdot M(\text{AgNO}_3) = 1 \text{ моль} \cdot 170 \text{ г/моль} = 170 \text{ г.}$$

$$m_{\text{р-ра}} = m_{\text{р-ра}}(\text{AgNO}_3) + m_{\text{р-ра}_2}(\text{CaCl}_2) - m(\text{AgCl})$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{CaCl}_2) = n_2(\text{CaCl}_2) \cdot M(\text{CaCl}_2) = 0,5 \text{ моль} \cdot 111 \text{ г/моль} = 55,5 \text{ г.}$$

55,5 г соли — 100 г воды

$$m_{\text{р-ра}_2}(\text{CaCl}_2) = 55,5 \text{ г} + 100 \text{ г воды} = 155,5 \text{ г}$$

$$n(\text{AgCl}) = n_2(\text{CaCl}_2) = 0,5 \text{ моль}$$

$$m(\text{AgCl}) = n(\text{AgCl}) \cdot M(\text{AgCl}) = 0,5 \text{ моль} \cdot 143,5 \text{ г/моль} = 71,75 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}} = 595 \text{ г} + 155,5 \text{ г} - 71,75 \text{ г} = 678,75 \text{ г}$$

$$\omega_{\text{ост.}}(\text{AgNO}_3) = \frac{m_{\text{ост.}}(\text{AgNO}_3)}{m_{\text{р-ра}}} \cdot 100\% = \frac{170 \text{ г}}{678,75 \text{ г}} \cdot 100\% \approx 25\%$$

1 балл



# Задание 34

Решение 4(1)



$w(\text{AgNO}_3) = \frac{m_{\text{ост}}(\text{AgNO}_3)}{m(\text{p-pa})}$

$m(\text{p-pa}) = m(\text{CaCl}_2) + m_{\text{ост}}(\text{AgNO}_3) - m(\text{AgCl}) = 23,82 + 595,2 - 61,4182$

$\left. \begin{aligned} 55,52(16-69) - 155,52(\text{p-pa}) \\ x(16-69) - 1602(\text{p-pa}) \end{aligned} \right\} \Rightarrow x = \frac{1602 \cdot 55,52}{155,52} \approx 57,12$

$\nu(\text{CaCO}_3) = \frac{m}{M} = \frac{302}{100 \text{ г/моль}} = 0,3 \text{ моль}$

$\nu(\text{CaCl}_2)_{\text{ост}} = \nu(\text{CaCO}_3) = 0,3 \text{ моль}$

$m(\text{CaCl}_2) = M \cdot \nu = 111 \text{ г/моль} \cdot 0,3 \text{ моль} = 33,32$

$m(\text{CaCl}_2)_{\text{ост}} = 57,12 - 33,32 = 23,82$

$\nu(\text{CaCl}_2)_{\text{ост}} = \frac{m}{M} = \frac{23,82}{111 \text{ г/моль}} = 0,214 \text{ моль}$



## Задание 34

Решение 4(2)

$$\nu_{\text{ис}}(\text{AgNO}_3) = \frac{595,2 \cdot 0,4}{170 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = \frac{2382}{170 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 1,4 \text{ моль}$$

$\text{AgNO}_3$  - в избытке

$$\nu(\text{AgNO}_3)_{\text{ост}} = \nu(\text{AgNO}_3)_{\text{ис}} - \nu(\text{AgNO}_3)_{\text{прр}} = 1,4 - (0,214 \cdot 2) \text{ моль} = 0,972 \text{ моль}$$

$$m_{\text{ост}}(\text{AgNO}_3) = M \cdot \nu = 170 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 0,972 \text{ моль} = \underline{165,24 \text{ г}}$$

$$\nu(\text{AgCl}) = 2 \nu(\text{CaCl}_2) = 0,428 \text{ моль}$$

$$m(\text{AgCl}) = 0,428 \text{ моль} \cdot 143,5 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = \underline{61,418 \text{ г}}$$

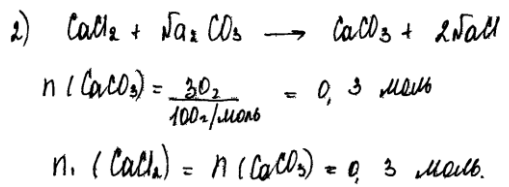
$$\omega(\text{AgNO}_3) = \frac{165,24 \text{ г}}{557,382 \text{ г}} \cdot 100\% = 29,6\%$$

0 баллов



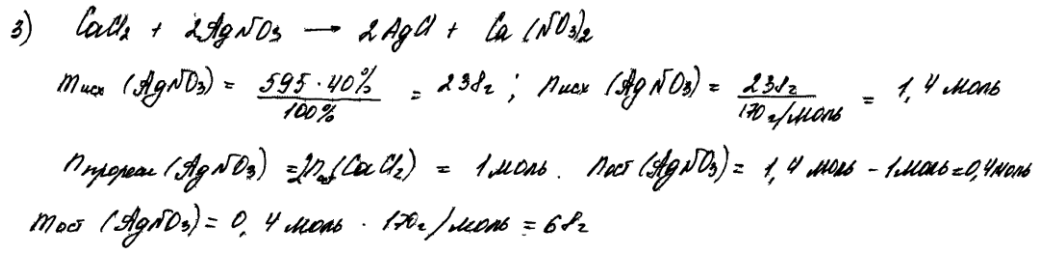
# Задание 34

34. а) В 100 г  $H_2O$  растворяется 55,5 г  $CaCl_2$ . Значит в 100 г  $H_2O$  (100 мл · 1 г/мл) растворяется 88,8 г  $CaCl_2$ .  $масс. (CaCl_2) = \frac{88,8}{111 \text{ г/моль}} = 0,8 \text{ моль}$



Решение 5(1)

$масс(CaCl_2) = 0,8 \text{ моль} - 0,3 \text{ моль} = 0,5 \text{ моль}$ ,  $масс(CaCl_2) = 0,5 \text{ моль} \cdot 111 \text{ г/моль} = 55,5 \text{ г}$



$мр-ра = \underline{масс(CaCl_2)} + масс \text{ р-ра } (AgNO_3) - m(AgCl)$

$n(AgCl) = 2 \cdot масс(CaCl_2) = 1 \text{ моль}$ ;  $m(AgCl) = 1 \text{ моль} \cdot 143,5 \text{ г/моль} = 143,5 \text{ г}$

$мр-ра = \underline{55,5 \text{ г}} + 59,5 \text{ г} - 143,5 \text{ г} = 50,5 \text{ г}$

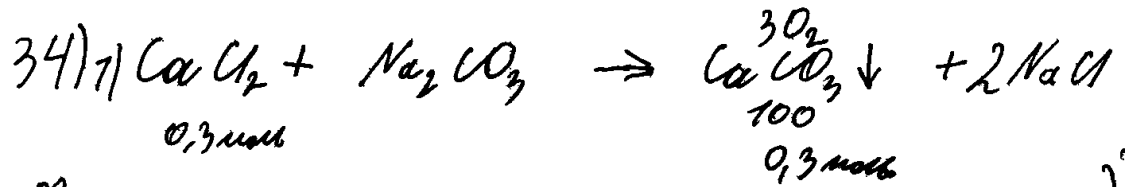
$\omega(AgNO_3) = \frac{68 \cdot 100\%}{50,5} = 13,4\%$

3 балла



# Задание 34

Решение 6(1)



$M_{\text{H}_2\text{O}} = 160_2$

$V(\text{CaCl}_2) = V(\text{CaCO}_3) = 0,3 \text{ моль}$

$M(\text{CaCl}_2)_{\text{г}} = 111 \cdot 0,3 = 33,3_2$

$M(\text{CaCl}_2)_{\text{г}} = \frac{160 \cdot 55,5}{100} = 88,8_2$



$M(\text{CaCl}_2)_{\text{г}} = 88,8 - 33,3_2 = 55,5_2$

$M(\text{AgNO}_3) = 595 \cdot 0,4 = 238_2$

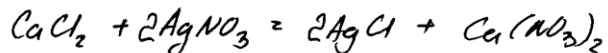
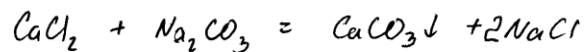
$V(\text{CaCl}_2)_{\text{г}} = \underline{55,5}$

1 балл



# Задание 34

34



$$m(\text{CaCl}_2_{\text{исх}}) = \frac{55,5 \cdot 160}{100} = 88,8 \text{ г}$$

$$\nu(\text{CaCO}_3) = \nu(\text{CaCl}_2_{\text{исх}}) = \frac{30}{100} = 0,3 \text{ моль}$$

$$m(\text{CaCl}_2(1)) = 0,3 \cdot 111 = 33,3 \text{ г}$$

$$m(\text{CaCl}_2(2)) = 88,8 - 33,3 = 55,5 \text{ г}$$

$$\nu(\text{CaCl}_2(2)) = \frac{55,5}{111} = 0,5 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{AgNO}_3) = \frac{595 \cdot 0,4}{170} = 1,4 \text{ моль (исходное)}$$

$$\nu(\text{AgNO}_3)_{\text{ост}} = 1,4 - 1 = 0,4 \quad m(\text{AgNO}_3)_{\text{ост}} = 0,4 \cdot 170 = 68 \text{ г}$$

$$m(\text{AgCl}) = 143,5 \cdot 1 = 143,5 \text{ г}$$

$$m_p = 155,5 + 595 - 143,5 = 607 \text{ г}$$

$$w(\text{AgNO}_3) = \frac{68}{607} \approx 100\% = 11,2\%$$

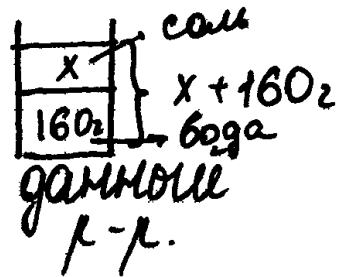
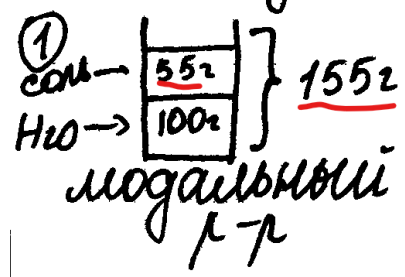
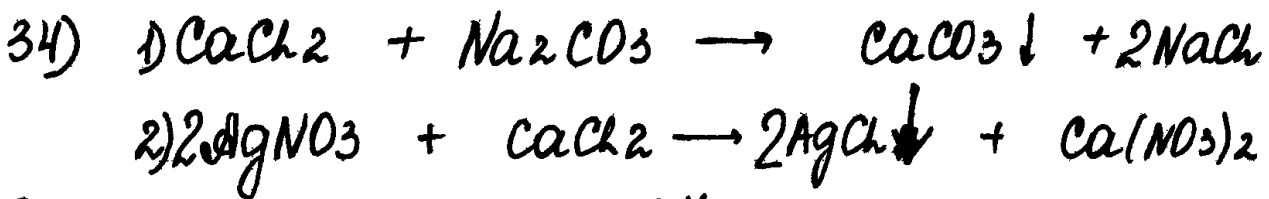
Решение 7(1)

4 балла



# Задание 34

Решение 8(1)



$V(\text{H}_2\text{O}) = 100 \text{ мл}, \rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/мл}$   
 $\Rightarrow m(\text{H}_2\text{O}) = 100 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл} = 100 \text{ г.}$

Найдем  $m$  соли в исходном растворе, пусть  $m(\text{CaCl}_2) = x \text{ г}$ , тогда

$\frac{55\text{г}}{155\text{г}} = \frac{x}{x+160} \Rightarrow$

$155x = 55(x+160)$   
 $155x = 55x + 8800$   
 $100x = 8800$

$x = 88 \text{ г} \Rightarrow$

см. лист 3



# Задание 34

Решение 8(2)

$m(\text{CaCl}_2) = 88\text{г.}, m(\text{CaCl}_2)_{\text{н-р}} = 88\text{г} + 160\text{г} = 248\text{г.}$

② По I ур-ю найдем  $n(\text{CaCO}_3) = \frac{30\text{г}}{100\text{г/моль}} = 0,3\text{ моль}$

по I ур-ю  $n(\text{CaCl}_2) = n(\text{CaCO}_3) = 0,3\text{ моль.}$   
 $m(\text{CaCl}_2)_{\text{н-р}} = M \cdot n = 0,3\text{ моль} \cdot 111\text{г/моль} = 33,3\text{г.}$

найдем  $m(\text{н-ра CaCl}_2)$  ур-ва на I реакцию  $\Rightarrow$  пусть  
 $m(\text{CaCl}_2)_{\text{н-р}} = x\text{г},$  тогда  $\frac{55}{155} = \frac{33,3}{x} \Rightarrow x = \frac{33,3 \cdot 155}{55} = 93,8\text{г.}$  т.к.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  был в избытке  $\Rightarrow \text{CaCl}_2$  прореагировал весь.

$m(\text{CaCl}_2)_{\text{ост н-р}} = 248\text{г} - 93,8\text{г} = 154,2\text{г.}$

③ по II ур-ю:  $m(\text{AgNO}_3 \text{ н-ра}) = 595\text{г} \cdot 0,4 = 238\text{г.}$   
 $n(\text{AgNO}_3) = \frac{238\text{г}}{170\text{г/моль}} = 1,4\text{ моль.}$



## Задание 34

Решение 8(3)

Найдем ост.  $(\text{CaCl}_2)$ , к-ой вступит во II р-цию:  $m(\text{CaCl}_2) = 882 - 33,3 = 54,72$   
 $n(\text{CaCl}_2) = \frac{54,72}{1112/\text{моль}} = 0,49 \text{ моль} \Rightarrow n(\text{AgNO}_3) \rightarrow$  в кубике и  $\text{CaCl}_2$  реагирует полностью;  $n(\text{AgCl}) = x$ , тогда по ур-ю  $\frac{2}{1} = \frac{x}{0,49} \Rightarrow n(\text{AgCl}) = 2 \cdot 0,49 = 0,98 \text{ моль}$ ;  $m(\text{AgCl}) = 0,98 \text{ моль} \cdot 143,52/\text{моль} = 140,632$   
Найдем теорет.  $m(\text{AgNO}_3) = 238 - (54,7 \cdot 2) = 128,62$   
 $m \text{ р-ра} = 595 + 154,2 - 140,632 = 608,572$   
 $w = \frac{128,62}{608,572} \cdot 100\% \approx 21\%$

2 балла

# Задание 35

Установление молекулярной и структурной формулы вещества

## Критерии оценивания, в которых обозначены элементы ответа

Ответ правильный и полный:

- правильно произведены вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы вещества и записана молекулярная формула вещества;
- записана структурная формула органического вещества, которая отражает порядок связи и взаимное расположение заместителей и функциональных групп в молекуле в соответствии с условием задания;
- с использованием структурных формул органических веществ записано уравнение реакции, на которую даётся указание в условии задания.

# Задание 35

***1. Ставится 1 балл за определение молекулярной формулы вещества на основании приведённых необходимых правильных вычислений.***

Ответ должен содержать расчёты, подтверждающие соответствие приведённой молекулярной формулы условиям задачи.

***2. Ставится 1 балл при наличии записи структурной формулы вещества, которая отражает порядок связи и взаимное расположение заместителей и функциональных групп в молекуле органического вещества в соответствии с условием задания.***

При условии, если структурная формула органического вещества не записана как отдельный элемент ответа, а присутствует лишь в уравнении реакции (в последнем элементе ответа) и составлена правильно, то этот элемент ответа считается выполненным и выставляется 1 балл за «структурную формулу».

## Задание 35

**3. Ставится 1 балл при наличии записи уравнения реакции, на которую даётся указание в условии задания:**

- правильно записаны формулы всех веществ, участвующих в реакции, при этом использованы *структурные формулы разного вида* (развёрнутая, сокращённая, скелетная), которые однозначно отражают порядок связи и взаимное расположение заместителей и функциональных групп в молекуле органического вещества.
- указаны все коэффициенты (при этом **допустимо использование дробных и удвоенных коэффициентов**).
- в уравнении реакции записаны формулы тех веществ, которые соответствуют условию задания, или являются продуктами реакций, протекающих при заданных условиях.

Допустимо использование молекулярных формул для простейших представителей гомологических рядов:  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{C}_6\text{H}_6$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{CH}_2\text{O}$  и т.д.,).



## Задание 35

Органическое вещество содержит 3,41% водорода, 34,09% углерода, 36,36% кислорода и 26,14% натрия по массе. Известно, что при нагревании этого вещества с избытком гидроксида натрия образуется предельный углеводород.

На основании данных условия задания:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения физических величин) и установите молекулярную формулу исходного вещества;
- 2) составьте возможную структурную формулу исходного вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции, протекающей при нагревании исходного вещества с избытком гидроксида натрия.



# Задание 35

Общая формула соли –  $C_xH_yO_zNa_m$

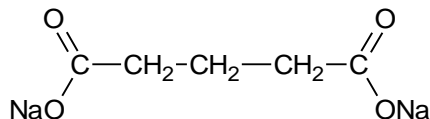
$$x : y : z : m = 34,09 / 12 : 3,41 / 1 : 36,36 / 16 : 26,14 / 23$$

Установлено соотношение числа атомов С, Н, О и Na в соединении:

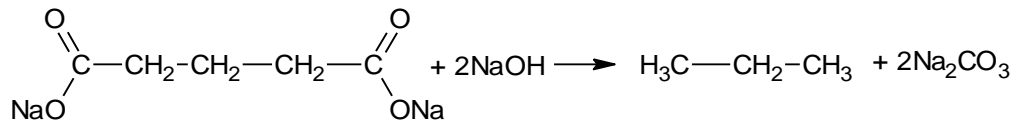
$$x : y : z : m = 2,84 : 3,41 : 2,27 : 1,14 = 2,5 : 3 : 2 : 1 = 5 : 6 : 4 : 2$$

Молекулярная формула вещества –  $C_5H_6O_4Na_2$

Составлена структурная формула вещества:



Написано уравнение реакции, протекающей при нагревании вещества с NaOH:



# Задание 35

Решение 1

35)

Дано:

$$w(H) = 3,41\%$$

$$w(C) = 34,09\%$$

$$w(O) = 36,36\%$$

$$w(Na) = 26,14\%$$

Найти: формулу вещества

Решение:

1) Нах формулу вещества

$$x:z:y:w = \frac{w(C)}{Ar(C)} : \frac{w(H)}{Ar(H)} : \frac{w(O)}{Ar(O)} : \frac{w(Na)}{Ar(Na)}$$

$$x:z:y:w = \frac{34,09\%}{12} : \frac{3,41\%}{1} : \frac{36,36\%}{16} : \frac{26,14\%}{23}$$

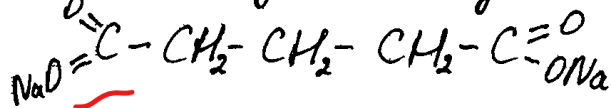
$$x:z:y:w = 2,84083 : 3,41 : 2,2725 : 1,13652174$$

$$x:z:y:w = 2,5 : 3 : 2 : 1 \quad (\cdot 2)$$

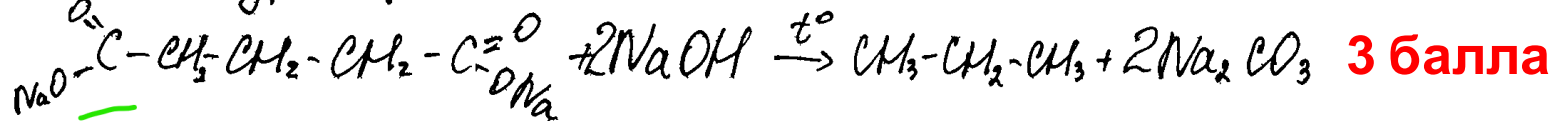
$$x:z:y:w = 5 : 6 : 4 : 2$$



2) Составим структурную формулу вещества



3) Составим уравнение реакции



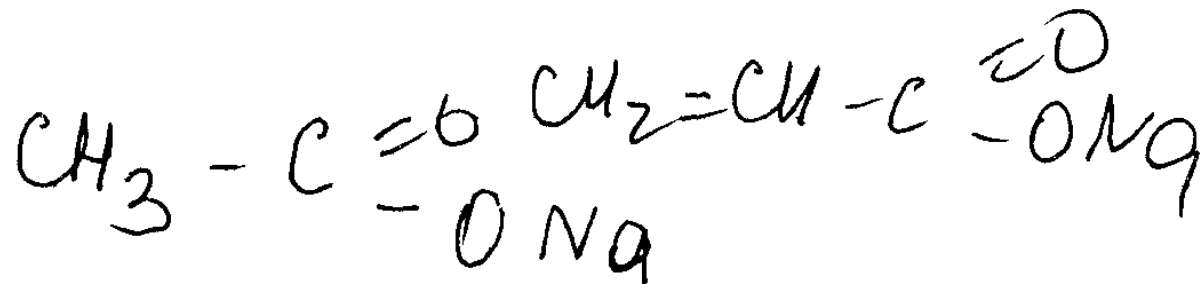
3 балла

# Задание 35

Решение 2

$$2,5 : 3 : 2 : 1 = 5 : 6 : 4 : 2$$

$C_5 H_6 O_4 Na_2$  - макс. формула



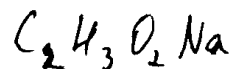
**1 балл**



# Задание 35

Решение 3

$$\begin{aligned} \dot{\nu}(\text{C}) &= \dot{\nu}(\text{H}) = \dot{\nu}(\text{O}) = \dot{\nu}(\text{Na}) = 2,841 : 3,41 \cdot 2,273 = 1,137 = 2,5 : 3 \quad 2,3 : 1 = \\ &= 2 : 3 : 2 : 1 \end{aligned}$$

**0 баллов**



# Задание 35

При сгорании 2,28 г органического вещества получено 2,016 л (н.у.) углекислого газа и 2,16 г воды. Известно, что это вещество реагирует с натрием, азотной кислотой и со свежесажённым гидроксидом меди(II).

На основании данных условия задания:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения физических величин) и установите молекулярную формулу органического вещества;
- 2) составьте структурную формулу исходного вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции исходного вещества с азотной кислотой (используйте структурные формулы органических веществ).



## Задание 35

Проведены вычисления, и найдена молекулярная формула органического вещества.

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = 2,016 / 22,4 = 0,09 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 2,16 / 18 = 0,24 \text{ моль}$$

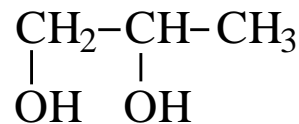
$$m(\text{O}) = 2,28 - 0,09 \cdot 12 - 0,24 \cdot 1 = 0,96 \text{ г}$$

$$n(\text{O}) = 0,96 / 16 = 0,06 \text{ моль}$$

$$\text{C} : \text{H} : \text{O} = 0,09 : 0,24 : 0,06 = 3 : 8 : 2$$

Молекулярная формула вещества –  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$

Составлена структурная формула вещества:



Записано уравнение реакции с азотной кислотой:





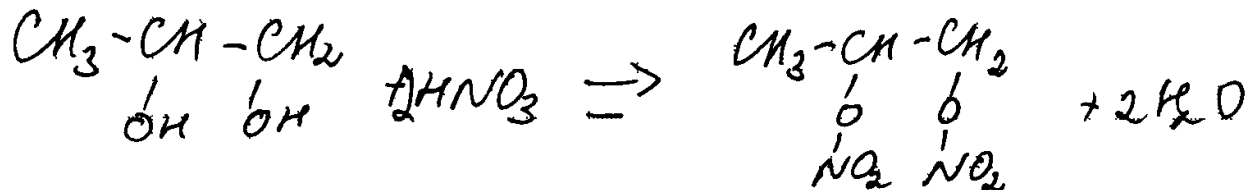
## Задание 35

Решение 4

$$I_C : I_H : I_O = 0,09 : 0,24 : 0,06 = 1,5 : 4 : 1 = 3 : 8 : 2$$

$C_3H_8O_2$  -  $\begin{array}{c} CH_3-CH-CH_2 \\ | \quad | \\ OH \quad OH \end{array}$  - порядок, т.к. <sup>пептизация</sup> ~~реакция~~ с  $Na$ ,  $HNO_3$  и свет.  $Si(OH)_2$

$\begin{array}{c} CH_3-CH-CH_2 \\ | \quad | \\ OH \quad OH \end{array}$  - ОН-группы на соседних С, т.к. реакция с  $Si(OH)_2$



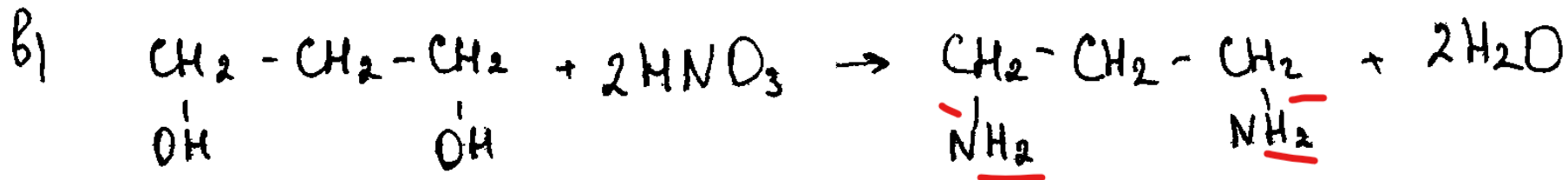
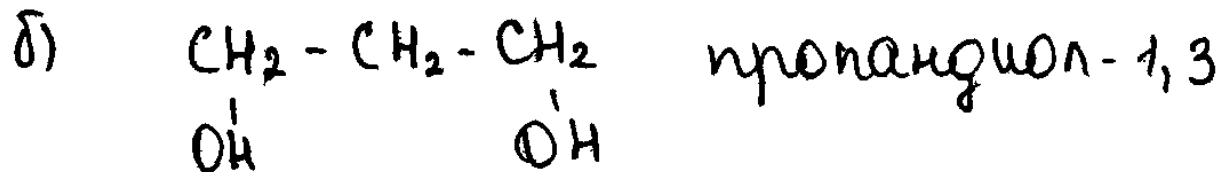
3 балла

## Задание 35

Решение 5

$$x:y:z = \frac{0,09}{0,06} : \frac{0,24}{0,06} : \frac{0,06}{0,06} = 1,5 : 4 : 1$$

$$x:y:z = 3 : 8 : 2$$



1 балл

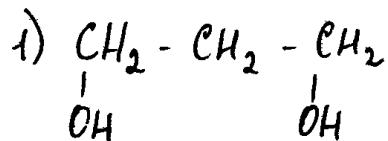
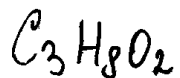
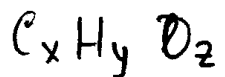


# Задание 35

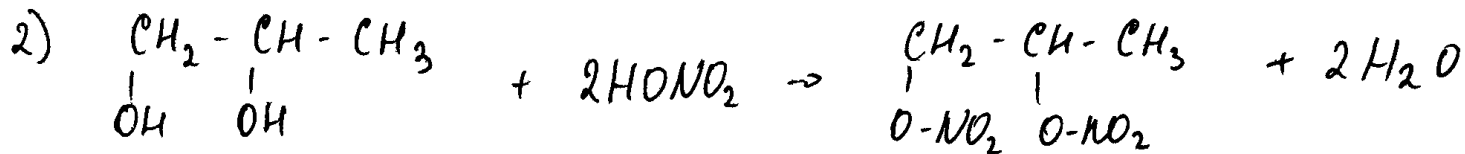
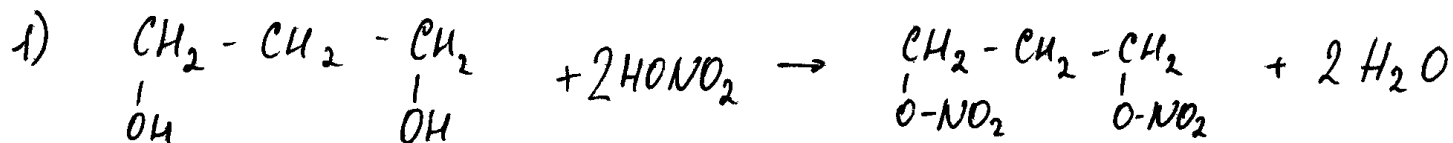
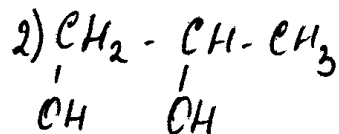
Решение 6

$$x:y:z = 1,5 : 4 : 1$$

$$x:y:z = 3 : 8 : 2$$



или

**2 балла**

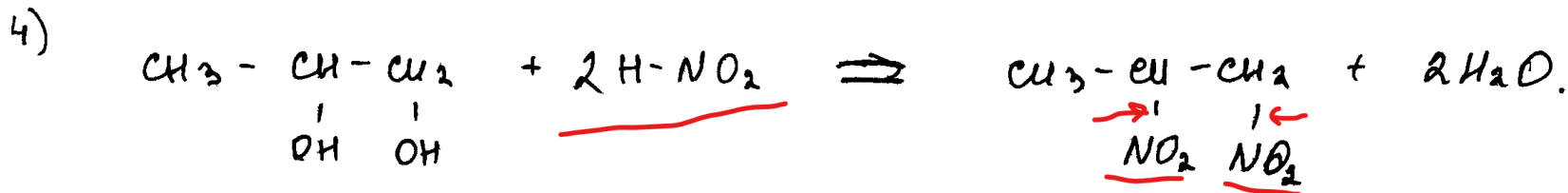
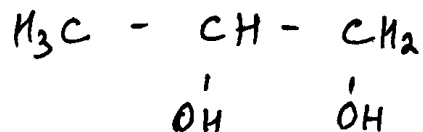


# Задание 35

Решение 7

3)  $C_3H_8O_2$  может быть как кислотой, ~~то~~ спиртом, так и многоатомным спиртом.

Известно, что данное вещество может реагировать с:  $Na$ ;  $HNO_3$ ;  $Si(OH)_2 \Rightarrow$  это многоатомный спирт.

**2 балла**

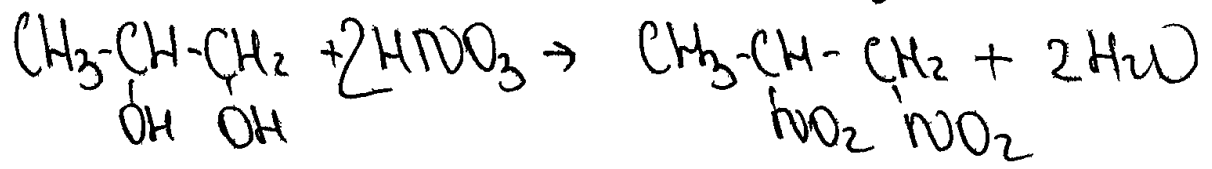


# Задание 35

Решение 8

$x:y:z = 0,09:0,24:0,06 = 3:8:2 \Rightarrow$  Молекулярная формула:  $C_3H_8O_2$

Структурная формула:  $CH_3-CH-CH_2$   
                                   $\begin{matrix} OH \\ | \end{matrix}$   $\begin{matrix} OH \\ | \end{matrix}$



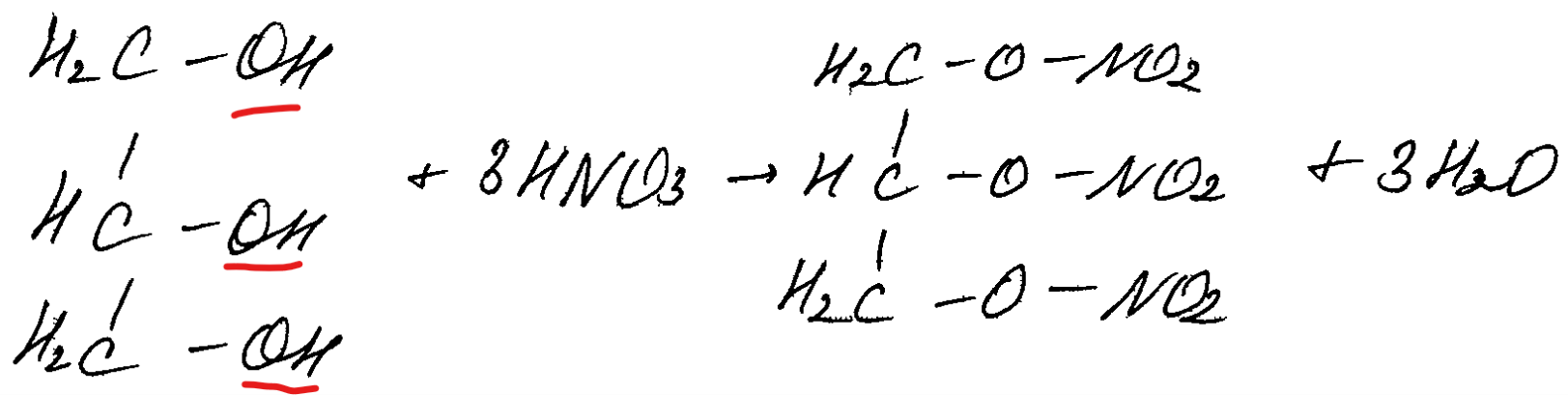
2 балла



# Задание 35

Решение 9

$C_3H_8O_2$  — истинное



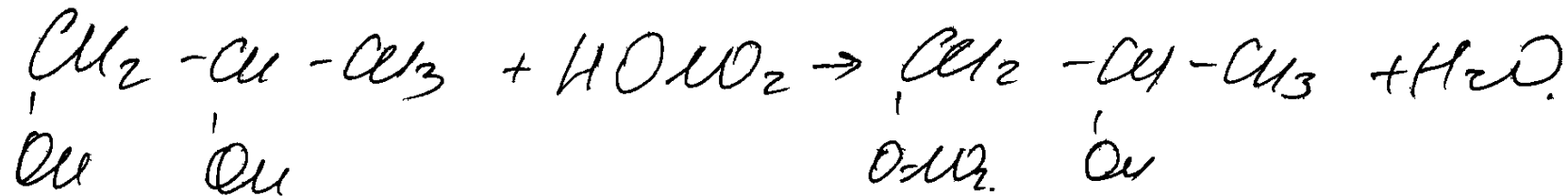
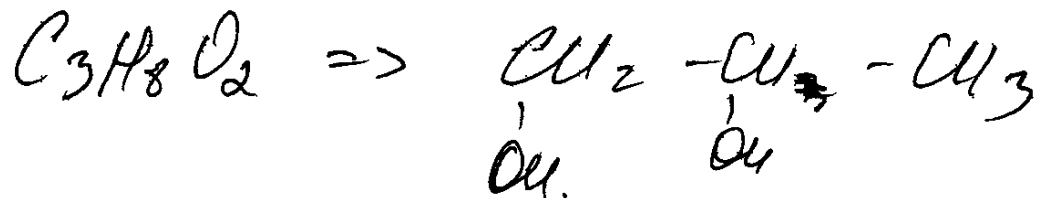
1 балл



# Задание 35

Решение 10

$$3 : 8 : 2,$$

**3 балла**

## Задание 35

**Благодарим за внимание!**