



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

Вариант 1

Место проведения Москва
город

*Выезд 15³⁴
возврат 15⁴² Кост*

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Шмаренкова Василия Павловича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«03» марта 2024 года

Подпись участника
Влад

Чистовик
№1.5.

84

В 1-й банке среда близка к нейтральной, следовательно, в ней аланин, так как он имеет одну аминогруппу и одну карбоксильную группу.

В 2-й банке глутаминовая кислота, потому что среда кислая, а данная аминокислота имеет две карбоксильные и одну аминогруппу. всегда есть гетере.

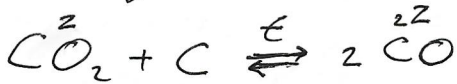
В 3-й банке среда слабощелочная, следовательно, в ней лизин, так как он имеет одну карбоксильную и две аминогруппы.

Ответ: 1 - аланин; 2 - глутаминовая кислота; 3 - лизин.

№2.1.
Было

Пусть в смеси x моль CO и y моль CO₂ тогда

$$\frac{28x + 44y}{x + y} = 42,4 \quad (1) \quad M_{\text{смеси}} = 2,2 \cdot 2 = 42,4 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$



	CO ₂	CO
Было	y моль	x моль
вступило в реакцию	z моль	$2z$ моль
стало	$(y - z)$ моль	$(x + 2z)$ моль

Из уравнения (1):

$$\begin{aligned} 7x + 11y &= 10,6(x + y) \\ 0,4y &= 0,6x \\ y &= 1,5x \end{aligned}$$

$$M_{\text{см}} = \frac{28(x + 2z) + 44(y - z)}{x + 2z + y - z} = \frac{28(x + 2z) + 44(y - z)}{x + y + z} \quad (2)$$

Объёмы газов относятся так же, как их количество вещества:

$$(x + y) \cdot 1,5 = x + y + z \quad (3)$$

$$(x + 1,5x) \cdot 1,5 = x + 1,5x + z$$

$$z = 0,75x$$

Подставляем y и z в формулу (2):

$$M_{\text{см}} = \frac{28 \cdot 1,5x + 44 \cdot 0,75x}{1,5x} = \frac{484}{1,5} = 32,27 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$D_{\text{H}_2}(\text{смеси}) = \frac{32,27}{2} = 16,13$$

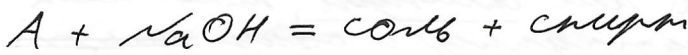
Ответ: 16, 13.

60-47-28-87
(56,14)

11213141516171819
61012111314181312

Чистовик
№9.5 №3.5.

Предположим, что гидролиз протекает по схеме:



$$m(NaOH) = 44 + 23 - 47 = 20 \text{ г} \Rightarrow \nu(NaOH) = \frac{20}{40} = 0,5 \text{ моль}$$

$$\Rightarrow \nu(A) = \nu(соль) = \nu(спирта) = 0,5 \text{ моль}$$

$$M(спирта) = \frac{23}{0,5} = 46 \text{ г/моль, что соответствует этанолу (C}_2\text{H}_5\text{OH)}$$

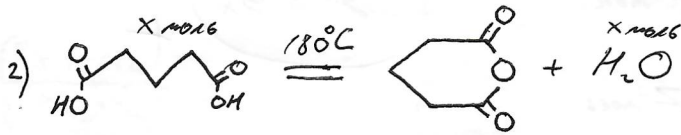
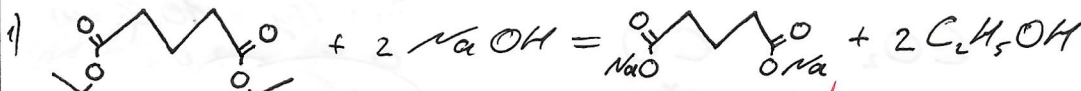
$$M(соль) = \frac{44}{0,5} = 88 \text{ г/моль} - \text{малой соли карбоновой к-ты}$$

\Rightarrow кислота двухосновная. Тогда сама гидролизатная:



Тогда $\nu(соль)$ не 0,5 моль, а 0,25 моль

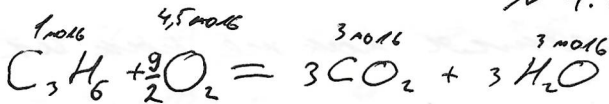
$$M(соль) = \frac{44}{0,25} = 176 \text{ г/моль что соответствует ~~кислоте~~ соли пентадиновой кислоты (C}_5\text{H}_6\text{O}_4\text{Na}_2 - \text{NaO} \text{---} \text{C(=O)} \text{---} \text{CH}_2 \text{---} \text{CH}_2 \text{---} \text{C(=O)} \text{---} \text{ONa})$$



$$\Delta m = \frac{m(H_2O)}{m(к-та)} = \frac{18x}{132x} = 13,64\%$$

Ответ: A - NaO=C(O)CCCC(=O)ONa; 13,64% ✓

№4.4.



Кислород в избытке, \Rightarrow пропен сгорит полностью

$$Q_{сгорания}(C_3H_6) = 3 \cdot Q_{обр}(CO_2) + 3 \cdot Q_{обр}(H_2O) - Q_{обр}(C_3H_6) = 1180,5 + 725,4 + 20,4 = 1926,3 \text{ кДж}$$

Энергия, полученная при сгорании пропена, тратится на нагревание продуктов (CO₂ и H₂O) и оставшееся O₂:

$$\cancel{3 \cdot \Delta t \cdot 53,5 + 3 \cdot \Delta t \cdot 43 = 1926300} \quad \text{оставшееся } O_2$$

$$\Delta t = \frac{1926300}{289,5} = 6653,9 \text{ К} = t_{кон} - 298 \Rightarrow t_{кон} = 6951,9 \text{ К} \quad \times$$

Ответ $3 \cdot \Delta t \cdot 53,5 + 3 \cdot \Delta t \cdot 43 + 25,5 \cdot \Delta t \cdot 34,7 = 1926300 \quad \checkmark$

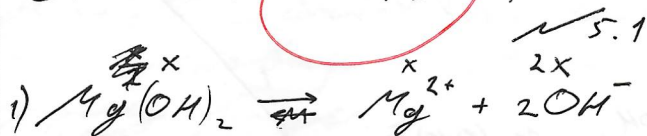
Чистовик

$$\Delta t = \frac{1926300}{1174,35} = 1640,3 = t_{\text{кон}} - 298$$

$$t_{\text{кон}} = 1938,3 \text{ К}$$

Ответ: 1938,3 К.

конечн. ?



Пусть сразу x OH^- растворилось x гидроксидов магния, тогда:

$$K_{\text{пр}}(\text{Mg}(\text{OH})_2) = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = x \cdot 4x^2 = 4x^3 = 7,1 \cdot 10^{-12}$$

$$x = 1,21 \cdot 10^{-4} \text{ С}$$

$$p\text{OH} = -\log[\text{OH}^-] = 3,6$$

$$p\text{H} = 14 - 3,6 = 10,4$$



$$p\text{OH} = 14 - 12,5 = 1,5 = -\log[\text{OH}^-] \Rightarrow [\text{OH}^-] = 3,162 \cdot 10^{-2} \text{ С}$$

Пусть растворилось y гидроксидов магния, тогда:

$$K_{\text{пр}}(\text{Mg}(\text{OH})_2) = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = y(4y^2 + 3,162 \cdot 10^{-2}) = 7,1 \cdot 10^{-12}$$

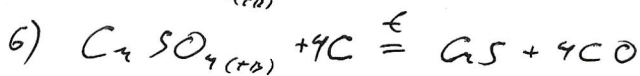
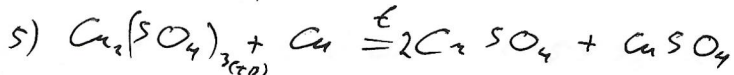
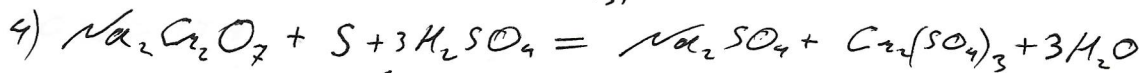
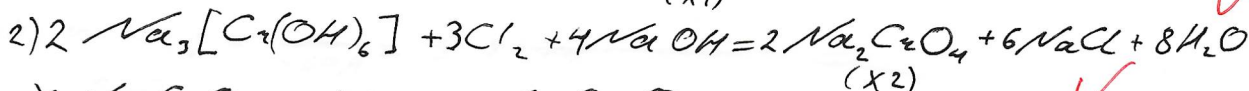
$$4y^3 + 3,162 \cdot 10^{-2}y = 7,1 \cdot 10^{-12}$$

$y < 0 \Rightarrow y^3 \ll 0 \Rightarrow$ слагаемым $4y^3$ можно пренебречь.

$$3,162 \cdot 10^{-2}y = 7,1 \cdot 10^{-12}$$

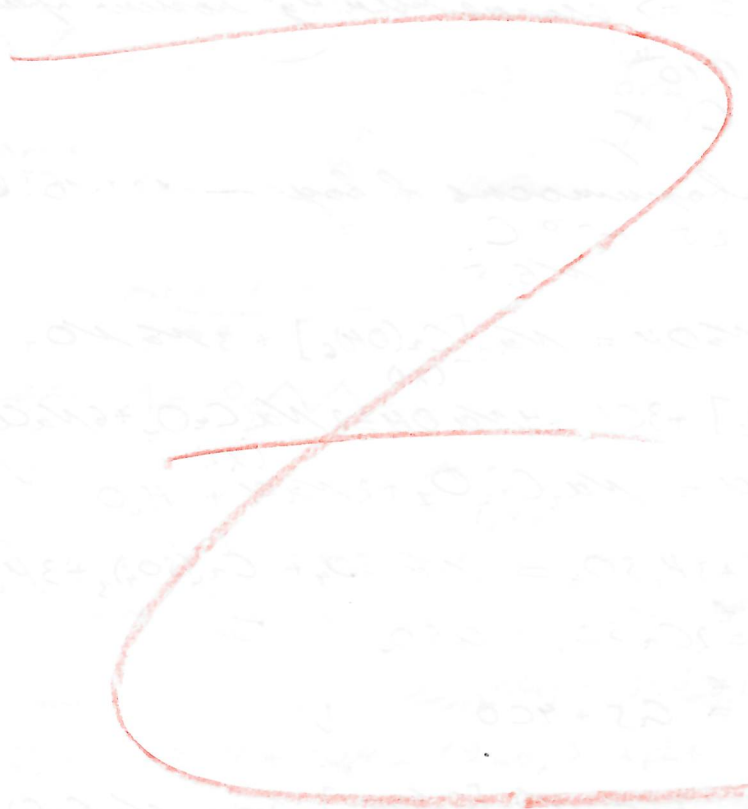
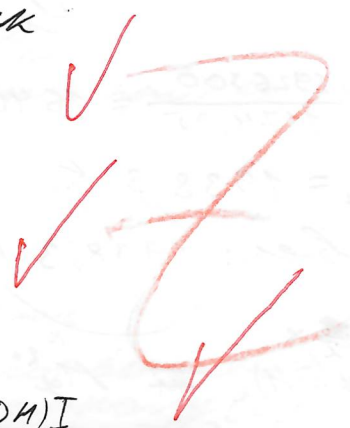
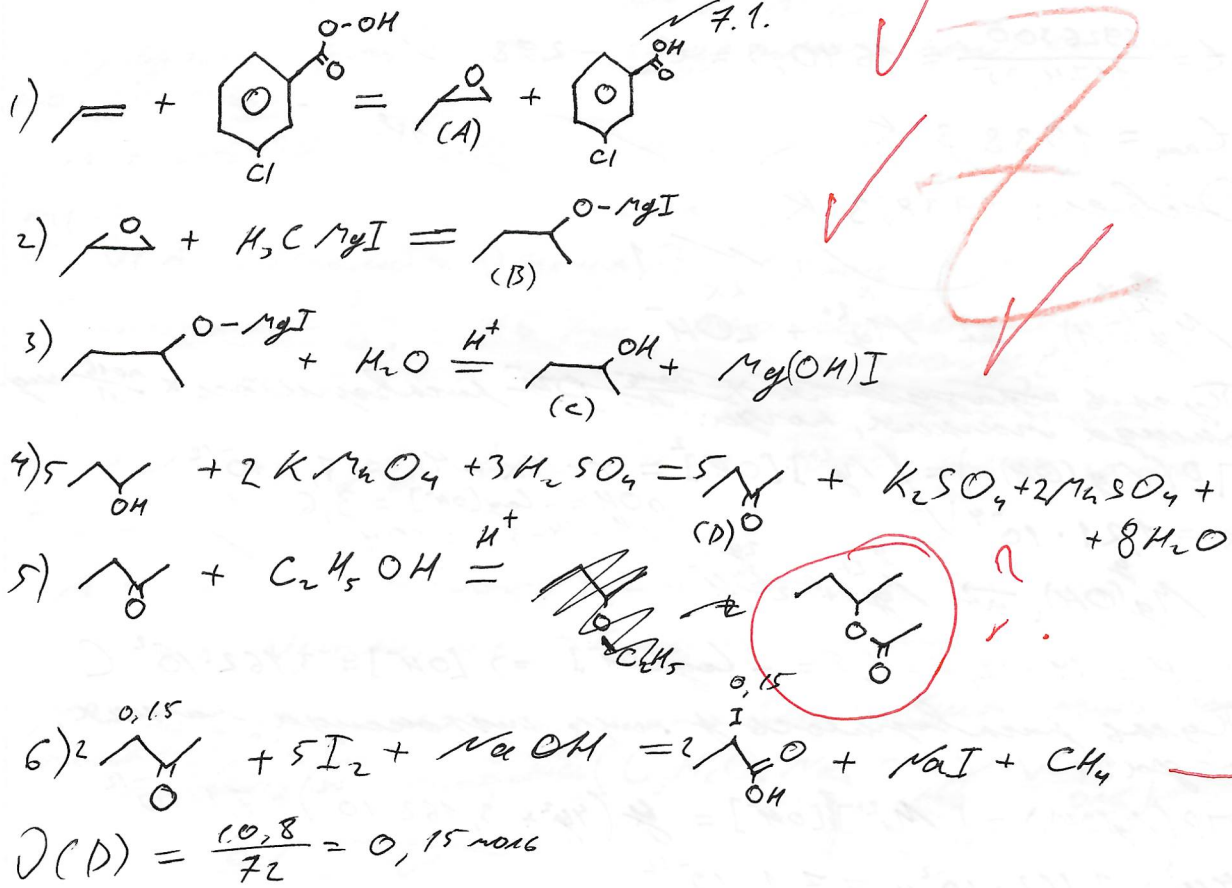
$$y = 2,25 \cdot 10^{-10} \text{ С}$$

Ответ: растворимость в воде — $1,21 \cdot 10^{-4} \text{ С}$,
 $p\text{H} = 10,4$; $2,25 \cdot 10^{-10} \text{ С}$.

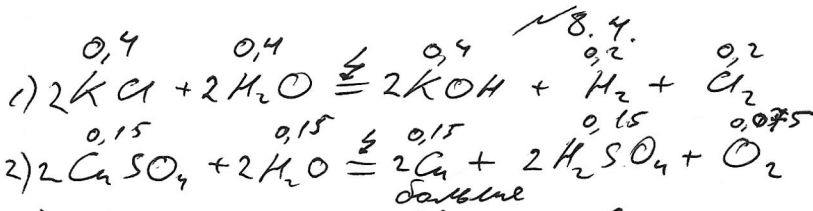


Ответ: А — Cr; x1 — $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$; x2 — $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$;
x3 — $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$; CrS чёрный, CrSO_4 зелёный.

Чистовик

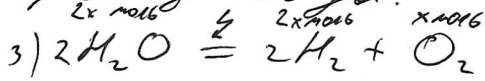


Чистовик



✓
✓
+
не сур
точно
одно
жен

в этом случае газа выделяется на аноде, однако в условиях наоборот, значит, идет электролиз воды.



$$\nu(\text{Cu}) = \frac{9,6}{64} = 0,15 \text{ моль} = \nu(\text{CuSO}_4) \Rightarrow m(\text{CuSO}_4) = 24 \text{ г}$$

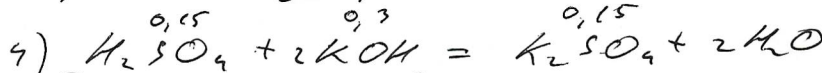
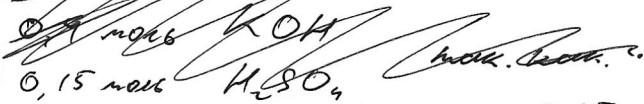
$$m(\text{KCl}) = 53,8 - 24 = 29,8 \text{ г} \Rightarrow \nu(\text{KCl}) = \frac{29,8}{74,5} = 0,4 \text{ моль}$$

$$\frac{0,2 + 0,075 + x}{0,2 + 2x} = \frac{2}{3}$$

$$0,4 + 4x = 0,825 + 3x$$

$$x = 0,425 \text{ моль}$$

~~Дальше:~~



Дальше не влияет, н.к. и к-та и щелочь образуются на катоде

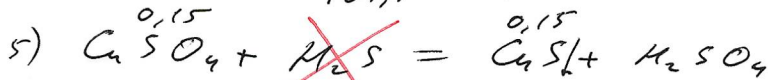
$$0,15 \text{ моль K}_2\text{SO}_4, m = 26,1 \text{ г}$$

$$0,1 \text{ моль KOH}, m = 5,62 \text{ г}$$

$$m_{\text{раств}} = 53,8 + 450 - 2,1 - 9,6 - 8 - 14,2 = 469,9 \text{ г}$$

$$\omega(\text{KOH}) = \frac{5,6}{469,9} = 1,2\%$$

$$\omega(\text{K}_2\text{SO}_4) = \frac{26,1}{469,9} = 5,55\%$$

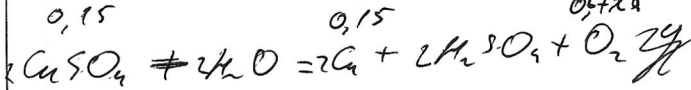
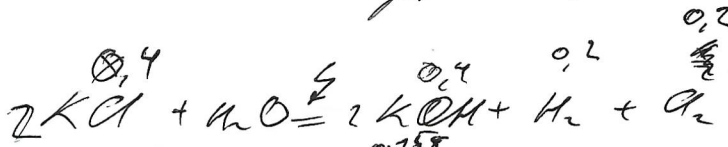


$$m(\text{CuS}) = 14,4 \text{ г}$$

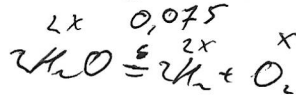
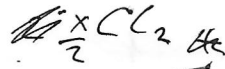
SO₂

Ответ: 1,2% KOH, 5,55% K₂SO₄; 14,4 г CuS.

Черновик



$$64 + 16 = 80$$



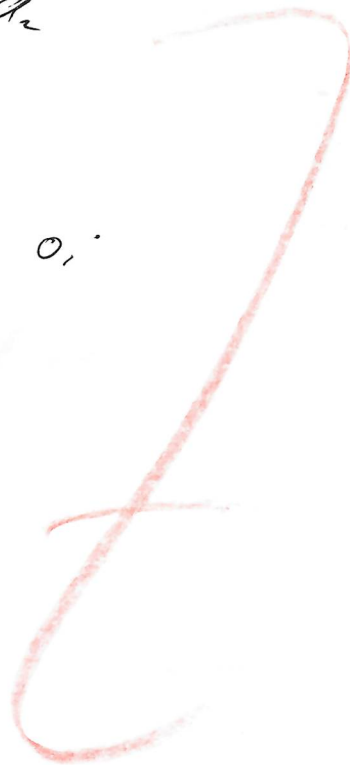
0,075 ·

$$\frac{0,275 + x}{0,2 + 2x} = \frac{2}{7} \quad 39 + 35,5 = 74,5$$

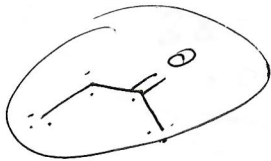
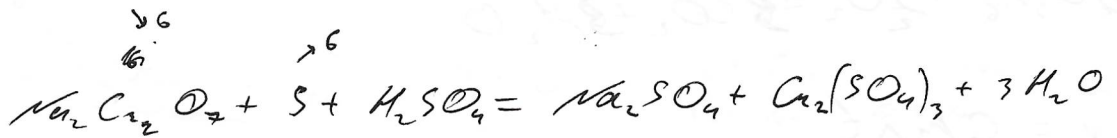
$$0,9 + 4x = 0,825 + 7x$$

$$x = 0,425$$

$$2x = 0,85 \text{ моль}$$

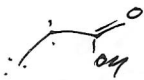


Черновик



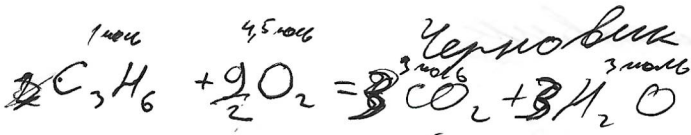
H₂C-C

$$\begin{array}{r} 48 + 8 + 16 = 72 \\ \hline 56 \end{array}$$



$$\frac{10,8}{72}$$

$$\begin{array}{r} 24 + 6 = 30 \\ 74 \end{array}$$

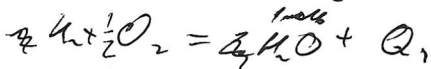
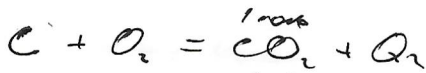
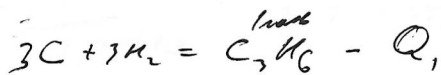


$$Q = cm\Delta t$$

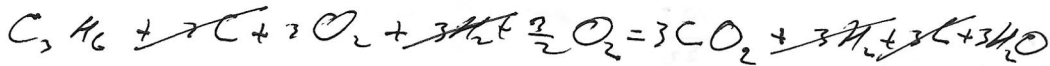
$$2(-20,4) + 0 = 393,5 + 241,8$$

$$Q_{горения} = 3 Q_{обж}(CO_2) + 3 Q_{обж}(H_2O) - Q_{обж}(C_3H_6) - 4,5 Q_{обж}(O_2)$$

$$= 1180,5 + 725,4 + 20,4$$



$$Q = 3(2 + 2(3) - 1)$$



$$Q_{обж} \text{ смеси } (C_3H_6) = +1926,3 \text{ кДж}$$

~~$$42(-298) \cdot x$$~~

$$3(-298) \cdot 53,5 + \frac{3}{2}(-298) \cdot 43 = 1926300$$

$$160,5x + 129x = 1926300$$

$$289,5x = 1926300$$

$$x = 6653,98 \text{ г}$$

$$t_{*} - 298 = x$$

зеленый
4,5
красный

6951,9 К?



Черновик

$$44 + 23 - 47 = 20$$

$$D(\text{NaOH}) = \frac{20}{40} = 0,5 \text{ моль} \Rightarrow D(A) = 0,5 \text{ моль}$$

$$D_{\text{соль}} = 0,5 \text{ моль}$$

$$D_{\text{спирт}} = 0,5 \text{ моль}$$

$$M(\text{спирт}) = \frac{23}{0,5} = 46 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \text{ C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

$$M(\text{соль}) = \frac{44}{0,5} = 88 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$\Rightarrow 88 - 44 = 44$$

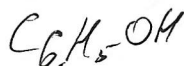
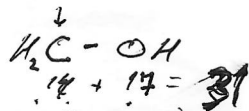
$$44 - 23 = 21$$

$$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

$$29 + 17 = 46$$

$$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} - 32$$

$$15 + 17 = 32$$



$$88 -$$

$$50 =$$

$$92 + 12 = 104$$

$$94 + 18 - 46 =$$

$$= 112 - 46 =$$

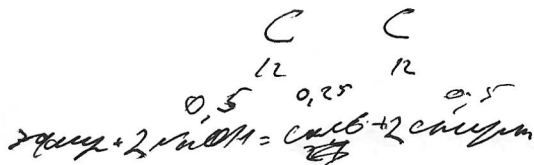
$$= 66 \text{ - Малина}$$

$$M_{\text{соль}} + 46 - 40 = 94$$

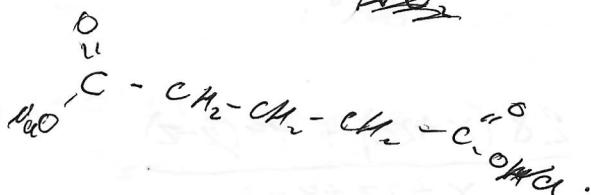
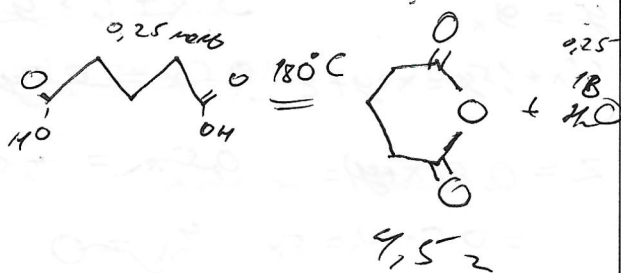
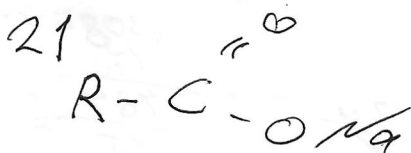
$$\begin{array}{r} 94 \\ - 29 \\ - 44 \\ \hline 21 \end{array}$$

$$M = 88$$

$$\begin{array}{r} 44 \\ - 23 \\ \hline 21 \text{ моль} \end{array}$$



$$\sqrt{14 \cdot 2} = 1,6$$



$$\begin{array}{r} 60 + 6 + 64 + 45 \\ \hline 66 \quad \quad \quad 110 \\ \hline 176 \end{array}$$

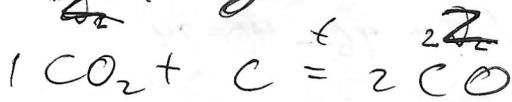
Черновик

среды

- 1- рН близка к нейтральной \Rightarrow это аминокислота
- 2- рН кислая \Rightarrow это глутаминовая кислота, т.к. она имеет 1у амино группы и две карбоксильные группы
- 3- среда щелочная \Rightarrow это цистин, т.к. гамино и 1а карбоксильная группы

42,4 голь

$$\frac{x \cdot 28 + y \cdot 44}{x + y} = 42,4$$



по моли азота: масса, молярный объем
 $(V_1 + V_2) \cdot 1,5 = V_1 + 2V_2$
 система уравнений

\Rightarrow

4.

$$7x + 11y = 10,6x + 10,6y$$

$$\begin{cases} 7x + 11y = 10,6x \\ x + y = 10,6 \end{cases}$$

$$0,4y = 3,6x$$

$$(x+y) \cdot 1,5 = x + (y-2) + 2z$$

$$y = 9x$$

$$1,5x + 1,5y = x + 2z$$

$$y = 9x$$

$$1,5x + 1,5y = x + y + 2z$$

$$0,5x = 0,5y$$

$$z = 0,5(x+y)$$

$$0,5x = 4,5x$$

$$= 0,5 \cdot 10x = 5x$$

$$x = 0$$

$$y = 9x$$

$$z = 5x$$

$$\begin{array}{r} 28 \\ \times 11 \\ \hline 28 \\ 28 \\ \hline 308 \end{array}$$

$$\frac{28(x+2z) + 44(y-z)}{x+2z+y-z} =$$

$$28x + 10x$$

$$308$$

$$= \frac{28(x+2z) + 44(y-z)}{x+y+z}$$

$$= \frac{28 \cdot 11x + 44 \cdot 4x}{15x} =$$

$$\frac{308 + 176}{15} = 32,27$$

$$15$$

$$= 32,27$$

$$D = 64,5$$