



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

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников «Ломоносов»
наименование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Карпушина Максима Александровича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«04» марта 2024 года

Подпись участника
[Подпись]

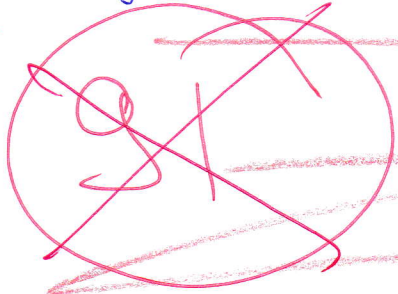
21-89-93-04

(56,5)

Чистовик

Задача 1.5

- 1 - алюминий (-COOH столько же, сколько и -NR₂) ^{средствослабкая) R = или орг. группа}
- 2 - муравьиная к-та (-COOH - групп больше, чем -NR₂) ^{и-но, средствослабкая)}
- 3 - мочевина (-NR₂ больше, чем -COOH) ^{средствослабкая)}



~~деветого одиу~~

Задача 2.1

Возьмем 1 моль изначальной смеси. Пусть x моль CO_2 . Тогда в ней $(1-x)$ моль CO . масса CO_2 равна $44x$, масса CO - $28(1-x)$. Зная, что общая масса смеси $29,2 \cdot 2 = 42,4$ (1 моль смеси с молярной массой $M_{H_2} \cdot d_{H_2}$ (смесь)), составим ур-е:

$$28(1-x) + 44x = 42,4$$

$x = 0,9$ (моль). Тогда в смеси 0,9 моль CO_2 и 0,1 моль CO .

При пропускании смеси через S прошир-ция:



Если объем смеси \uparrow в 1,5 раз, то кол-во газа в смеси \uparrow в 1,5 раз, т.е. стала 1,5 моль, т.е. увеличилось на 0,5 моль. Это соответствует превращению 0,5 моль CO_2 в 1 моль CO . Тогда состав полученной смеси: $(0,9 - 0,5)$ моль CO_2 и $(0,1 + 1)$ моль CO .

$$d_{H_2}(\text{конечной смеси}) = \frac{n_{CO_2} \cdot M_{CO_2} + n_{CO} \cdot M_{CO}}{n_{\text{смеси}} \cdot M_{H_2}} \approx 16,13$$

Ответ: 16,13.

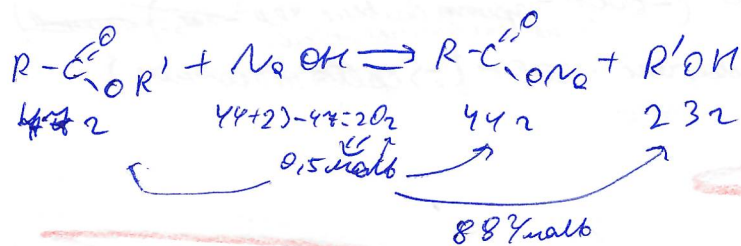
1	2	3	4	5	6	7	8
6	10	12	11	8	12	16	16

То результаты анализа
повысить оценку не будет.
Оценка 9,2 балла.

Чистовик

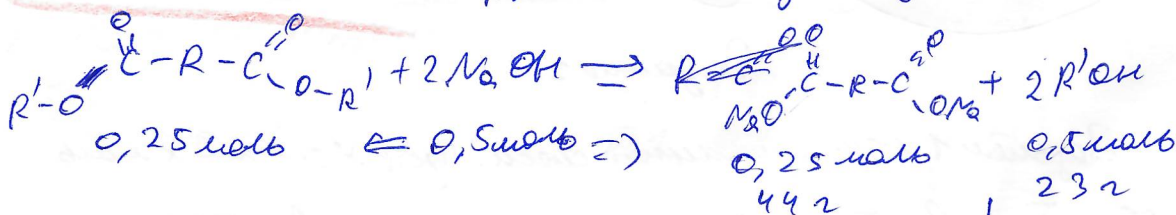
Задача 3.5

Если получившаяся соль нерастворима, то у неё равно 2 первичных C \Rightarrow кислота либо одно-, либо двухосновная:



88 г/моль

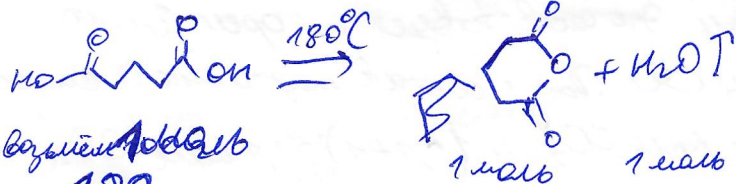
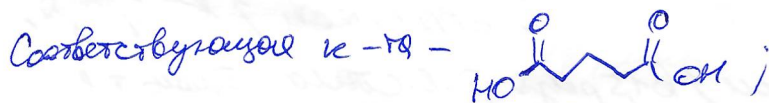
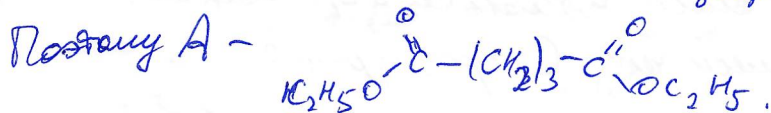
$M_p = (88 - 23 - 32 - 12) \text{ г/моль} = 21 \text{ г/моль}$,
такого алкила не существует



$M_p = 42 \text{ г/моль}$

$\Rightarrow \text{O} - \text{C}_2\text{H}_4 - \text{C}_2\text{H}_4 - \text{O}$
т.к. нерастворимая
углеродная цепочка

$M = 46 \text{ г/моль}$
 $\Rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$



возьмем 1 моль
 $m = 132 \text{ г}$

1 моль

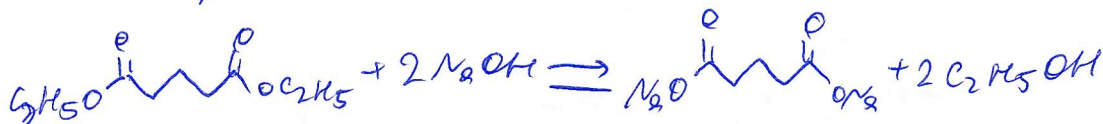
1 моль

18 г - потеря на массе

$$\omega = \frac{m_{\text{кислота}}}{m_{\text{к-та}}} \cdot 100\% \approx 13,64\%$$

\uparrow т.к. сколько %
по массе потеряет к-та

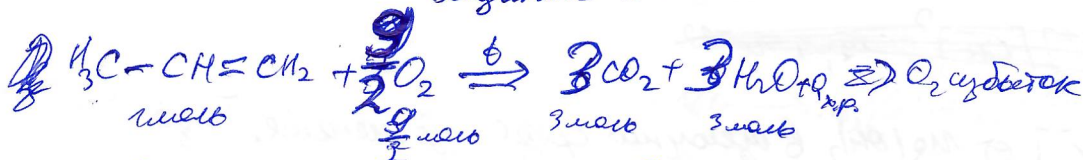
Ответ: 13,64%. Реакция сложного эфира с NaOH :



Ответ: 13,64%.

Чистовик

Задача 4.4



$$Q_{\text{х.р.}} = 3Q_{\text{сдп}}(\text{H}_2\text{O}) + 3Q_{\text{сдп}}(\text{CO}_2) - \frac{9}{2}Q_{\text{сдп}}(\text{O}_2) - Q_{\text{сдп}}(\text{C}_3\text{H}_6) = 1926,3 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

т.е., при р-ции выделяется 1926,3 кДж теплоты. Конечный состав смеси будет 2,5 моль O₂, 3 моль CO₂ и 3 моль H₂O, 80 температура ~~1926,3~~ ^{1926,3} кДж теплоты у всех будет $\phi = 25^\circ\text{C}$.

Температура всей смеси будет равна $C = C_{\text{O}_2}n_{\text{O}_2} + C_{\text{CO}_2}n_{\text{CO}_2} + C_{\text{H}_2\text{O}}n_{\text{H}_2\text{O}}^2$
 $= 1148,35 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$. Тогда $\Delta T = \frac{Q_{\text{х.р.}}}{C} \approx \frac{1640}{1148,35} \text{К}$, ϕ

конечная температура $\phi = \phi_0 + \Delta T \approx 25 + 1,43 = 26,43^\circ\text{C}$

Ответ: ~~1822~~ 1665°C .

Задача 6.1

$$[\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = 7,1 \cdot 10^{-12}$$

Если пренебречь автопротолизом, то $[\text{OH}^-]$ в насыщенном р-ре $\text{Mg}(\text{OH})_2$ вычисляется так:

$$[\text{Mg}^{2+}] = x = [\text{OH}^-]$$

$$[\text{OH}^-] = x = 2[\text{Mg}^{2+}]$$

Тогда $(2x)^3 = 7,1 \cdot 10^{-12}$

$$x \approx 1,525 \cdot 10^{-4} \text{M}$$

$$\text{pOH} = -\lg[\text{OH}^-] \approx 3,82$$

$$\boxed{\text{pH} = 10,18}$$

Заметим, что при таких высоких рН концентрации $[\text{OH}^-]$ автопротолиз воды не вносит вклад, поэтому мы действительно можно пренебречь.

$$\boxed{C_{\text{Mg}(\text{OH})_2} \approx \frac{x}{2} \approx 7,63 \cdot 10^{-5} \frac{\text{моль}}{\text{л}}}$$

При рН = 12,5 для оценки растворимости вклад $\text{Mg}(\text{OH})_2$ в рН можно пренебречь, т.к. $[\text{OH}^-]$ от $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ~~в нейтральной~~ ^{в нейтральной} среде в 20 раз меньше, чем $[\text{OH}^-]$ при рН = 12,5,

числовик

~~Задача 5.1~~

~~$[Mg^{2+}][OH^-] = 4,7 \cdot 10^{-12}$~~

а $[OH^-]$ от $Mg(OH)_2$ в щелочной среде еще меньше. Тогда
 посчитаем $[Mg^{2+}]$ при $[OH^-] = 10^{-11,5}$!

$$pOH = 11,5,$$

$$т.к. pH = 12,5$$

$$[Mg^{2+}] \cdot 10^{-11,5 \cdot 2} = 4,7 \cdot 10^{-12}$$

$[Mg^{2+}] = 4,7 \cdot 10^{-8} M$. Это будет оценка растворимости $Mg(OH)_2$ в
 р-ре с $pH = 12,5$.

Ответ: 1) $4,63 \cdot 10^{-5} M$; $(-)$

2) $pH \approx 10,28$; $(+)$

3) $4,7 \cdot 10^{-8} M$. $(+)$

Чистовик

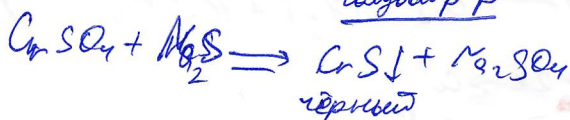
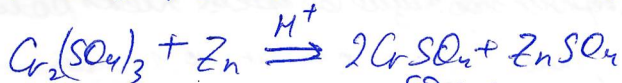
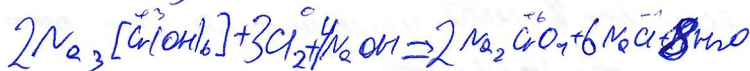
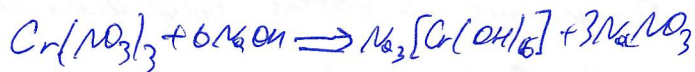
Задача 6.5

A - Cr

X₁ - Na₂[Cr(OH)₆]

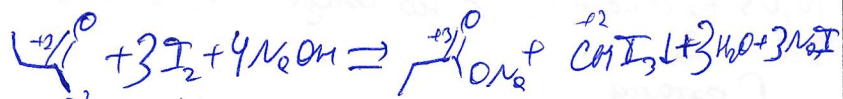
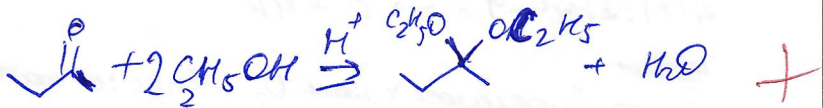
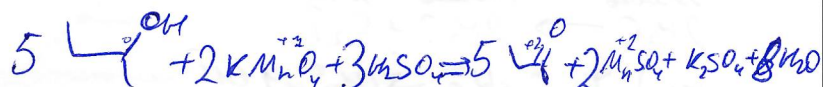
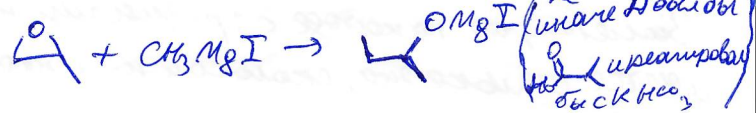
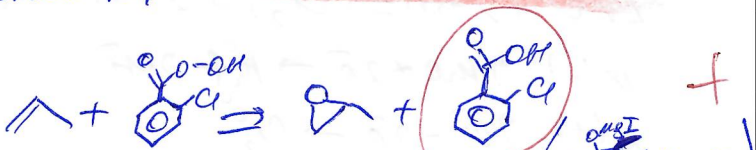
X₂ - Na₂CrO₄

X₃ - Na₂Cr₂O₄



Задача 7.1

- A -
- B -
- C -
- D -
- E -
- F -
- G -



$$M_p^{real} = 10, 82, 0, 75, 28, 12$$

$$M_D^{real} = 0, 125, \text{ или } 2n_F$$

$$M_F = 2n_F \cdot M_{CHI_3} = 244, 3252$$

Ответ: 443252 CHI₃.

Чистовик

Задача 8.4

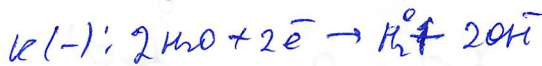
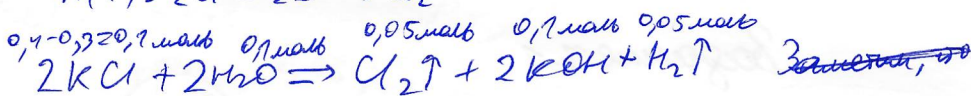
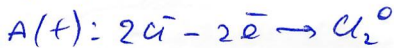
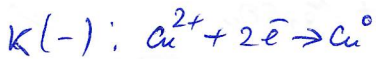
По условию на катоде выделился газ, а это возможно, только если все медь ушла из р-ра, т.к. ~~на~~ на катоде падает потенциал, тогда H_2O (только медь выделилась на катоде). Поэтому

$$n_{CuSO_4} = n_{осадка} = \frac{m_{осадка}}{M_{Cu}} = 2,15 \text{ моль} \quad \text{остаток } n_{KCl} = \frac{m_{осадка} \cdot m_{осадка}}{M_{KCl}} = 20,4 \text{ моль}$$

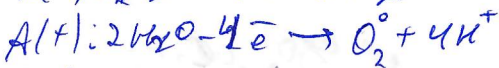
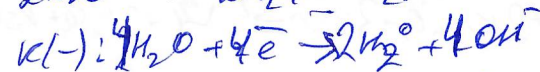
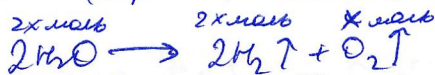
Заставим р-ции, происходящие во время электролиза:



В равном случае
KCl избыток, ~~остаток~~



Заметим, что на катоде в р-ра ушла медь не выделяется, а VO_2 - выделяется столько же, сколько и на аноде. По условию на катоде газ выделился больше, чем на аноде, поэтому H_2O тоже электролизуется (в р-ре остался K_2SO_4 , поэтому электролиз возможен):



Пусть выделилось x моль O_2 . Тогда на катоде выделилось

$(0,05 + 2x)$ моль H_2 , а на аноде - $(0,15 + 0,05)$ моль Cl_2 и x моль O_2 .

Поэтому

$$0,05 + 2x = \frac{3}{2} \cdot (0,2 + x)$$

$x = 0,5$ (моль). Тогда всего прореагировало $(2x + 0,1)$ моль $= 1,1$ моль H_2O .

Тогда осталось $450г - 19,8г = 430,2г$ H_2O .

Также в р-ре осталось $0,15$ моль $\cdot 174 \text{ г/моль} = 26,1г$ K_2SO_4 и

$0,1$ моль $\cdot 56 \text{ г/моль} = 5,6г$ KOH .

$$m_{р-ра} = 461,9г$$

$\omega_{KOH} \approx 1,21\%$

$\omega_{K_2SO_4} \approx 5,65\%$

$\omega_{H_2O} \approx 93,14\%$

Ответ: ~~1,21% KOH~~

число

Если через ^{целесообразный} р-р пропустить H_2S , то образуется только $CuSO_4$!



$$n_{CuS} = 0,25 \text{ моль}$$

$$m_{CuS} = 14,72 \text{ г}$$

Ответ: 1) 1,21% KOH , 5,65% K_2SO_4 (и 83,14% H_2O);

2) 14,72 осадка CuS .

Черновик

$$(y^2 - 2ay + (a-y)(y-a))^2 \cdot (y^2 - 2ay)(y-a) = b(y-a)^2$$

$$(y^2 - 2ay - y^2 + 2ay - a^2)^2 \cdot (y^3 - 2ay^2 - ay^2 + 2a^2y) = b(y^2 - 2ay + a^2)$$

$$a^4 y^3 - 3a^5 y^2 + 2a^6 y - by^2 + 2ab y - ba^2 = 0$$

$$\underbrace{a^4 y^3}_{\rightarrow 0} - \underbrace{(3a^5 + b)}_{\rightarrow 0} y^2 + \underbrace{(2a^6 + 2ab)}_{\rightarrow 0} y - \underbrace{ba^2}_{\rightarrow 0} = 0$$

$$-by^2 + 2aby = 0$$

$$by - 2ab = 0$$

$$y = 2a$$

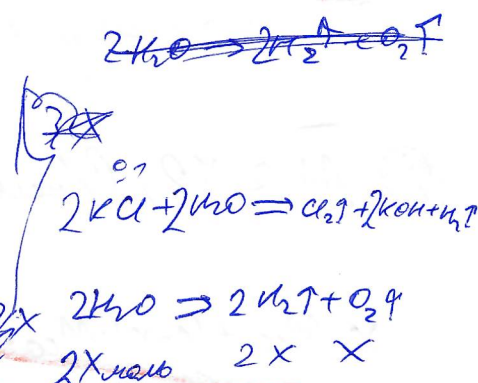
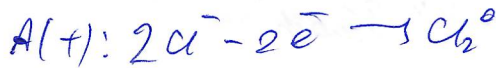
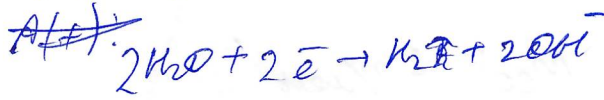
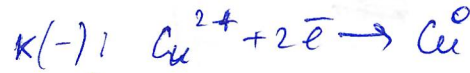
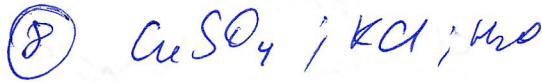
$$x^3 = 4,1 \cdot 10^{-12}$$

$$x = 1,92 \cdot 10^{-4}$$

$$pOH = 3,72$$

$$pH = 10,28$$

Черновик



$M_{Cu} = 63,5$

$n_{CuSO_4} = 0,15 \text{ моль}$

$M_{CuSO_4} = 248$

$M_{KCl} = 74,5$

$n_{KCl} = 0,4 \text{ моль}$



$m_{CuS} = 14,42$

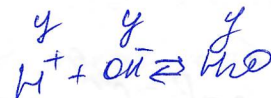
$0,2 + x = \frac{2}{3} (0,05 + 2x)$

$\frac{1}{3} x \cdot 20,2 - \frac{2}{3} \cdot 0,05$

$x = 0,05$

$x \text{ моль } OH^- \text{ растворилось:}$

- 0,15 моль K_2SO_4
- 0,1 моль KOH
- 23,9 моль H_2O



$[Mg^{2+}] = x$

$[OH^-] = x + 10^{-7} - y$

$[H^+] = 10^{-7} - y$

$xy = 10^{-14} - 2xy$

$x = \frac{y^2 - 2xy}{y - 10^{-7}}$

$\left(\frac{y^2 - 2xy}{y - 10^{-7}} + 10^{-7} - y \right)^2 \cdot \frac{y^2 - 2xy}{y - 10^{-7}} = 10^{-14}$

$K_w = \frac{(x + 10^{-7} - y)(10^{-7} - y)}{1} = 10^{-14}$

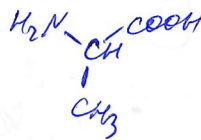
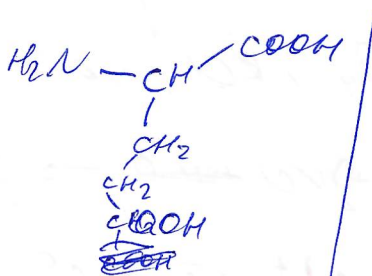
$8x + 10^{-14} - 8y - xy - 8y + y^2 = 10^{-14}$

$y^2 - 2xy - xy + 8x = 0$

Верховик

1

- 1- слабк. алалин
- 2- сильнок. мутил. к-та
- 3- ~~сильн~~ сел. мутил



② $\bar{M} = 72,4\% \text{ моль}$ $M_{\text{CO}} = 28 \text{ г/моль}$
 $M_{\text{CO}_2} = 44 \text{ г/моль}$

$$x \cdot M_{\text{CO}_2} + (1-x) \cdot M_{\text{CO}} = \bar{M}$$

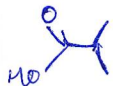
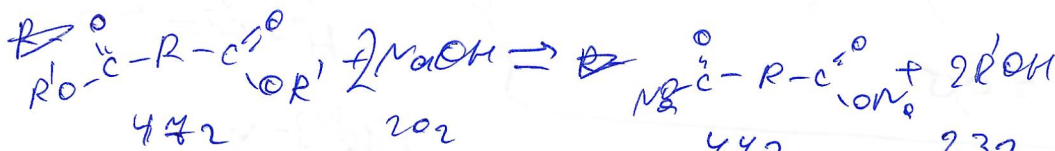
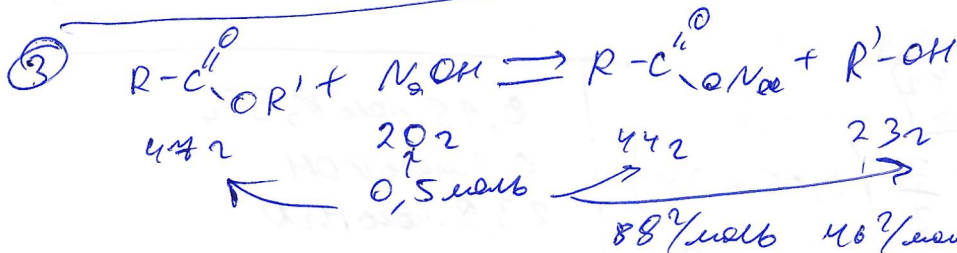
$$x = \frac{\bar{M} - M_{\text{CO}}}{M_{\text{CO}_2} - M_{\text{CO}}} = 0,8$$

0,8 CO₂
0,1 CO



0,4 CO₂
0,4 CO

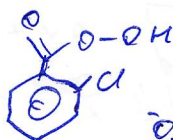
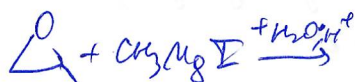
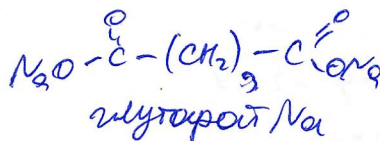
$$\bar{M} = 32,24\% \text{ моль}$$



0,5 моль

442
~~176~~ моль
176 моль

232
C₂H₅OH



По результатам
апелляций
повысить оценку
на 1 балл с 91 до
92 баллов.
Оценка 92 балла.
Эва
Финц


Председателю апелляционной комиссии
олимпиады школьников «Ломоносов»
Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова
академику В.А. Садовничему
от участника заключительного этапа по
профилю «химия»
Карпушина Максима Александровича

апелляция.

Прошу пересмотреть мой индивидуальный предварительный результат заключительного этапа, а именно 91 балл, поскольку считаю, что:

- а) в задании 4 следует поднять количество баллов на 1 (до 12 из 12), так как полученный мной ответ верен, просто записан в °С, а не в К;
- б) в задании 5 следует поднять количество баллов на 3 (до 11 из 14), так как в решении была допущена только одна ошибка – вычислительная (записано $2x^3$ вместо $4x^3$). Эта ошибка повлекла за собой череду неверных ответов, но если бы этой ошибки не было, то все дальнейшие ответы были бы также верны (т.е. в моём решении, помимо этой вычислительной ошибки, везде применены правильные формулы, сделаны правильные выводы, проведены правильные вычисления). Я считаю, что за одну вычислительную ошибку не следует вычитать 6 баллов из 14.

Подтверждаю, что я ознакомлен с Положением об апелляциях на результаты олимпиады школьников «Ломоносов» и осознаю, что мой индивидуальный предварительный результат может быть изменён, в том числе в сторону уменьшения количества баллов.

 Карпушин М.А.

22.03.2024 г.