

бюро 15⁶ - 15⁹

РЕУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

666

 $\Sigma = 60$

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII |
|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| I 1 H 1 1,00795 водород | Be 4 9,01218 литий | B 5 10,812 бериллий | C 6 12,0108 углерод | N 7 14,0067 азот | O 8 15,9994 кислород | F 9 18,99840 фтор | He 2 4,002602 гелий |
| II 2 Li 3 6,9412 литий | Al 13 26,98154 алюминий | Si 14 28,086 кремний | P 15 30,97376 фосфор | S 16 32,06 сера | Cl 17 35,453 хлор | Ne 10 20,179 неон | Ar 18 39,948 аргон |
| III 3 Na 11 22,98977 натрий | Mg 12 24,305 магний | Ca 20 40,08 кальций | Sc 21 44,9559 скандий | Ti 22 47,90 титан | V 23 50,9415 ванадий | Cr 24 51,996 хром | Mn 25 54,9380 марганец |
| IV 4 K 19 39,0983 カリй | Ca 20 40,08 кальций | Sc 21 44,9559 скандий | Ti 22 47,90 титан | V 23 50,9415 ванадий | Cr 24 51,996 хром | Fe 26 55,847 железо | Co 27 58,9332 cobальт |
| 5 Cu 29 63,546 медь | Zn 30 65,38 цинк | Ga 31 69,72 галлий | Ge 32 72,59 германий | As 33 74,9216 мышьяк | Se 34 78,96 селен | Br 35 79,904 брон | Kr 36 83,80 криптон |
| V 6 Rb 37 85,4678 рубидий | Sr 38 87,62 стронций | Y 39 88,9059 иттрий | Zr 40 91,22 цирконий | Nb 41 92,9064 ниобий | Mo 42 95,94 молибден | Tc 43 98,9062 технеций | Ru 44 101,07 рутений |
| 7 Ag 47 107,868 серебро | Cd 48 112,41 кадмий | In 49 114,82 индий | Sn 50 118,69 олово | Sb 51 121,75 сурьма | Te 52 127,60 теллур | I 53 126,9045 iod | Xe 54 131,30 ксенон |
| VI 8 Cs 55 132,9054 цезий | Ba 56 137,33 барий | La 57 138,9 лантан x | Hf 72 178,49 гафний | Ta 73 180,9479 тантал | W 74 183,85 вольфрам | Re 75 186,207 рений | Os 76 190,2 осмий |
| 9 Au 79 196,9665 золото | Hg 80 200,59 ртуть | Tl 81 204,37 таллий | Pb 82 207,2 свинец | Bi 83 208,9 висмут | Po 84 [209] астат | At 85 [210] радон | Rn 86 [222] |
| VII 10 Fr 87 [223] франций | Ra 88 [226] радий | Ac 89 [227] актиний xx | Rf 104 [261] резерфордий | Db 105 [262] дубний | Sg 106 [266] сиборгий | Bh 107 [269] борий | Hs 108 [269] хассий |
| 11 Rg 111 [272] рентгений | Cn 112 [285] коперниций | Fl 114 [289] флеровий | 115 | Lv 116 [293] ливерморий | 117 | 118 | |

| x лантаноиды | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|--|--|--|
| Ce 58 140,1 | Pr 59 140,9 | Nd 60 144,2 | Pm 61 [145] | Sm 62 150,4 | Eu 63 151,9 | Gd 64 157,3 | Tb 65 158,9 | Dy 66 162,5 | Ho 67 164,9 | Er 68 167,3 | Tm 69 168,9 | Yb 70 173,0 | Lu 71 174,9 | | | | |
| церий | презеодим | неодим | прометий | самарий | европий | гадолиний | тербий | диспрозий | гольмий | эрбий | тулий | иттербий | лютеций | | | | |

| xx актиноиды | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|--|--|--|
| Th 90 232,0 | Pa 91 231,0 | U 92 238,0 | Np 93 [237] | Pu 94 [244] | Am 95 [243] | Cm 96 [247] | Bk 97 [247] | Cf 98 [251] | Es 99 [252] | Fm 100 [257] | Md 101 [258] | No 102 [259] | Lr 103 [262] | | | | |
| торий | протактиний | уран | нептуний | плутоний | америций | корий | берклий | калифорний | эйнштейний | фермий | менделевий | нобелий | лоуренсий | | | | |

Ряд активности металлов / электрический ряд напряжений
 Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H) Sb Bi Cu Hg Ag Pd Pt Au

активность металлов уменьшается

Растворимость кислот, солей и оснований в воде

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|----------------|------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Ионы | H ⁺ | NH ₄ ⁺ | K ⁺ | Na ⁺ | Ag ⁺ | Ba ²⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Mn ²⁺ | Zn ²⁺ | Ni ²⁺ | Sn ²⁺ | Pb ²⁺ | Cu ²⁺ | Hg ²⁺ | Hg ₂ ²⁺ | Fe ²⁺ | Fe ³⁺ | Al ³⁺ | Cr ³⁺ |
| OH ⁻ | P | P | P | P | - | P | M | M | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H |
| NO ₃ ⁻ | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P |
| F ⁻ | P | P | P | P | P | M | H | M | P | H | P | P | M | P | - | M | M | H | M | M |
| Cl ⁻ | P | P | P | P | P | H | P | P | P | P | P | P | M | P | P | H | P | P | P | P |
| Br ⁻ | P | P | P | P | P | H | P | P | P | P | P | P | M | P | M | H | P | P | P | P |
| I ⁻ | P | P | P | P | P | H | P | P | P | P | P | P | H | P | H | - | H | H | P | - |
| S ²⁻ | P | P | P | P | H | - | - | - | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | - |
| SO ₃ ²⁻ | P | P | P | P | M | M | M | M | H | M | H | - | H | - | - | M | - | - | - | - |
| SO ₄ ²⁻ | P | P | P | P | M | H | M | P | P | P | H | P | P | M | P | P | P | P | P | P |
| CO ₃ ²⁻ | P | P | P | P | H | H | H | H | H | - | H | - | H | - | H | H | - | - | - | - |
| SiO ₃ ²⁻ | H | - | P | P | H | H | H | H | H | H | H | - | H | - | - | H | - | - | - | - |
| PO ₄ ³⁻ | P | P | P | P | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H |
| CH ₃ COO ⁻ | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | M | P | P | P | P |

P — растворимое (больше 10 г на 1000 г воды)
Н — нерастворимое (меньше 0,01 г на 1000 г воды)M — малорастворимое (от 10 г до 0,01 г на 1000 г воды)
— вещества разлагаются водой или не существуют

РЕУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПБГУ
2018–2019**

Заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады

ХИМИЯ (11 КЛАСС)

Город, в котором проводится Олимпиада

Санкт-Петербург

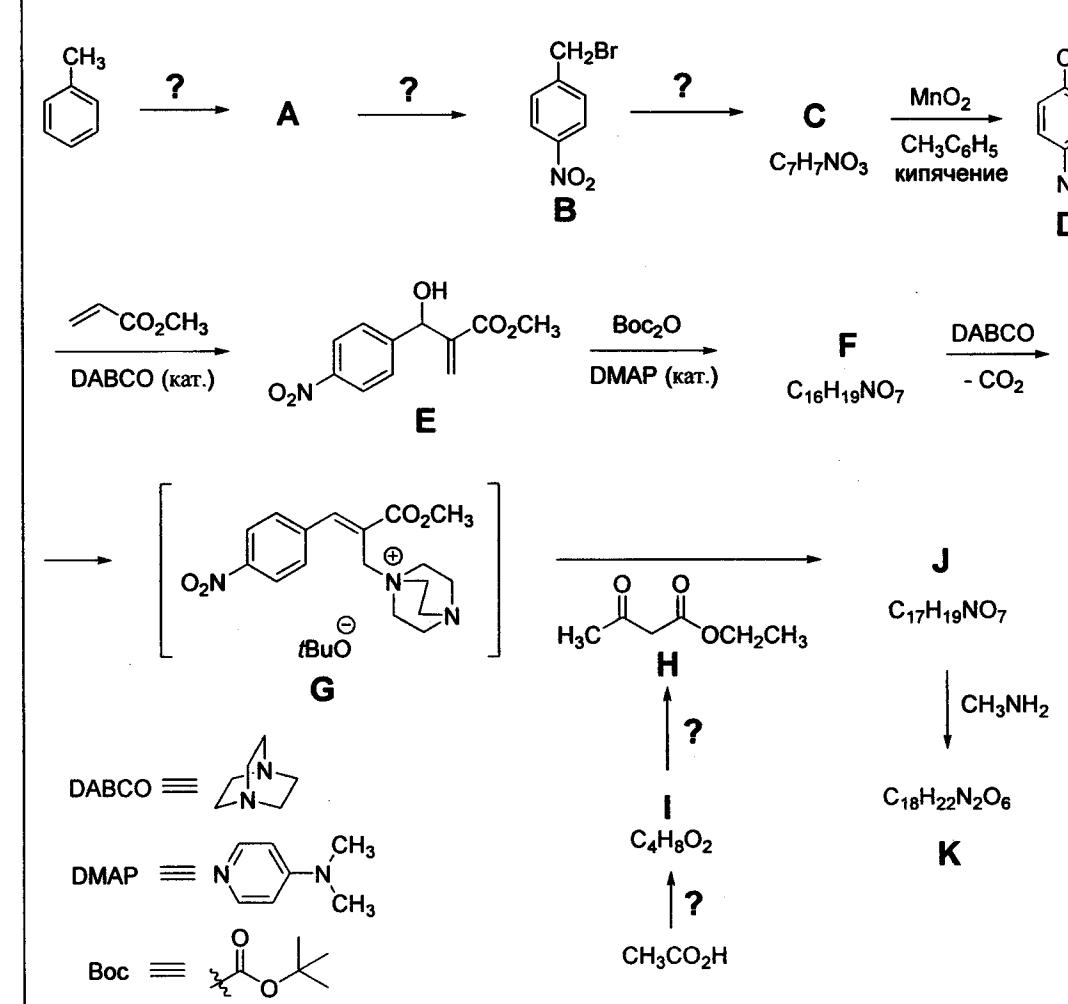
Дата 23 марта 2019 г.

Задача 1

(20 баллов)

Осуществите цепочку превращений. Предложите двухстадийный способ получения соединения В из толуола. Расшифруйте структуру вещества С и условия его образования из В.

ВARIАНТ 10



Реакция получения **E** из **D** (реакция Бейлиса-Хиллмана) была открыта в 1967 году японским химиком Морита, а в 1972 детально исследована американцами Бейлисом и Хиллманом. Предложите механизм протекания этой реакции и структуру интермедиата, образующегося при взаимодействии метилакрилата с DABCO.

Расшифруйте структуру **F**.

Предложите условия получения соединения **H** из уксусной кислоты, расшифруйте структуру **I**.

Расшифруйте структуры **J** и **N**.

Какое гетероциклическое соединение **K** получается при реакции **J** с метиламином?

Задача 2. «Катион- не близнец»

(20 баллов)

Доцент Сергей Михайлович очень обиделся на школьников, которые в прошлом году даже не пытались решить задачу «катион-близнец» и поэтому придумал еще одну задачу на определение неизвестного катиона:

Юный химик нашел на полке банку со стертой надписью «... хлорид». Массовая доля хлора в этом соединении составляет 28.1%. Вещество имело солеобразную природу, было гигроскопично и хорошо растворимо в воде, но нерастворимо в неполярных органических растворителях. Водный раствор соединения имел кислую реакцию. Температура плавления вещества составила 102 °C. При добавлении его к раствору дихромата калия раствор окрасился в зеленый цвет и появился запах горького миндаля вследствие образования соединения, в котором массовая доля элемента, открытого К. Шееле и независимо от него Дж. Пристли, составляет 15.1%. При восстановлении исходного хлорида алюмогидридом лития образуются две соли и несмешивающаяся с водой прозрачная жидкость с температурой замерзания -80 °C и температурой кипения 116 °C. Массовая доля углерода в этой жидкости составляет 91.3%. Определите строение соединения, если известно, что катион не содержит атомов металла. Запишите уравнения реакций. Какой процесс происходит при растворении вещества в воде? По какой причине стабилен данный катион? Приведите структурную формулу аниона, стабильного по той же самой причине, что и неизвестный катион?

Задача 3.

(20 баллов)

Для качественного анализа содержащей некоторое количество крезола смеси сложных эфиров **X** и **Y**, образованных одним спиртом и двумя разными одноосновными карбоновыми кислотами, провели следующие эксперименты. Порцию такой смеси массой 36 г обработали 16% раствором гидроксида натрия, на количественное взаимодействие пошло 100 г раствора щелочи. Такую же порцию исходной смеси разделили на две равные части, первую обработали избытком бромной воды и получили 34,5 г осадка, а вторую обработали избытком реактива Толленса, выпавший осадок отфильтровали и высушили, его масса составила 20,35 г. Обработка этого осадка избытком соляной кислоты уменьшает его массу на 11,67%. Установите структуры эфиров **X** и **Y** и напишите уравнения описанных реакций.

Задача 4. «Квантовые точки»

(20 баллов)

Среди многочисленных типов наноматериалов одним из важнейших являются так называемые *квантовые точки* – фрагменты проводника или полупроводника с размером, близким к длине волны электрона. К таким относятся, например, нанокристаллы селенида кадмия. Для их приготовления в инертной атмосфере к водному раствору хлорида кадмия добавляют водный раствор селениита натрия и раствор органического соединения (например, меркаптоэтанола) для предотвращения агрегации частиц.

Для полученных наночастиц положение максимума поглощения в электронных спектрах зависит от размера частиц. Увеличение диаметра частиц при увеличении температуры синтеза сопровождается следующим сдвигом полосы поглощения:

| | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|-----|------|
| <i>t</i> , °C | 10 | 22 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| <i>λ</i> , нм | 420 | 421 | 421 | 425 | 433 | 440 | 448 |
| <i>d</i> , нм | 2.78 | 2.78 | 2.78 | 2.83 | 2.90 | ? | 3.03 |

- 1) Напишите уравнение реакции, лежащей в основе синтеза селенида кадмия;
- 2) Для чего требуется проводить синтез в инертной атмосфере? По возможности проиллюстрируйте ответ уравнением реакции.
- 3) Оцените диаметр наночастиц при 60 °C;
- 4) Как известно, в растворе происходит мономолекулярная адсорбция молекул тиола на поверхности наночастиц. Во сколько раз изменится количество сорбированного тиола при изменении температуры синтеза с 22 °C до 70 °C?
- 5) Вместо меркаптоэтанола может быть использован и додецилтиол. В какой форме он будет присутствовать в растворе?

Задача 5.

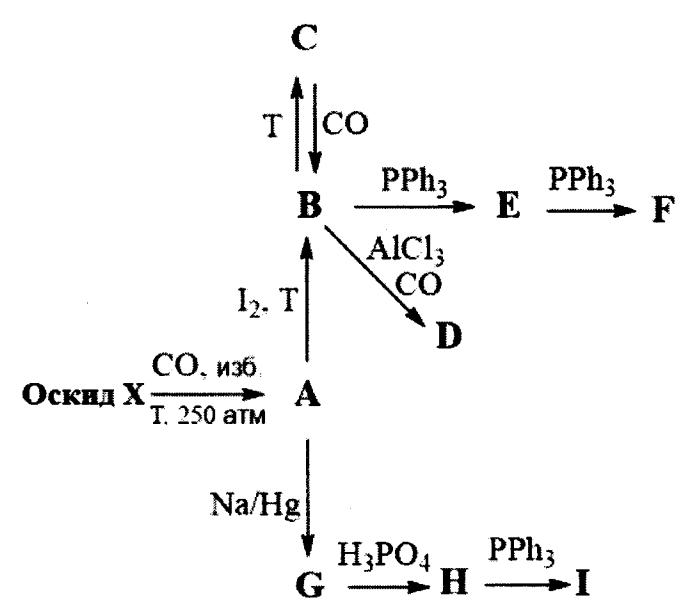
(20 баллов)

На схеме приведены некоторые реакции соединений металла **X** в низких степенях окисления. При взаимодействии оксида **X** ($\omega(X) = 76,86\%$) с избытком монооксида углерода под давлением 250 атм образуется золотисто-желтое летучее соединение **A** (температура плавления 177 °C, $\omega(X) = 57,06\%$), плотность паров которого по воздуху равна 12.5.

Окисление **A** эквивалентным количеством молекулярного иода приводит к образованию соединения **B** ($\omega(X) = 41,06\%$), которое при небольшом нагревании переходит в **C** ($\omega(X) = 43,76\%$). С превращается в **B** при действии монооксида углерода под давлением. Соединение **B** также реагирует с кислотами и основаниями Льюиса. С трихлоридом алюминия в присутствии CO под давлением образуется соединение **D** ($\omega(X) = 30,27\%$), а при действии трифенилfosфина на **B** последовательно образуются соединения **E** и **F** ($\omega(X) = 20,2\%$).

Восстановление **A** амальгамой натрия приводит к соединению **G** ($\omega(X) = 53,3\%$), которое при действии фосфорной кислоты может быть переведено в соединение **H**. **H** реагирует с трифенилфосфином с образованием **I** ($\omega(X) = 33,16\%$). Молекулярные массы катиона в соединении **D** и аниона в соединении **G** отличаются на 28 а.е.м.

Идентифицируйте соединения **A–I**, если известно, что вещества **A**, **B**, **E** и **F** являются молекулярными комплексами. Напишите уравнения реакций. Чему равна степень окисления **X** в соединениях **A**, **B**, **G**? Какова структура соединения **A** и кратность связи **X–X** в этом соединении? Ответ аргументируйте. Нарисуйте структуры комплексов **B**, **E** и **F**. Впервые соединение, аналогичное **A**, было получено в 1890 г Людвигом Мондом из оксида другого металла. Приведите уравнение этой реакции.



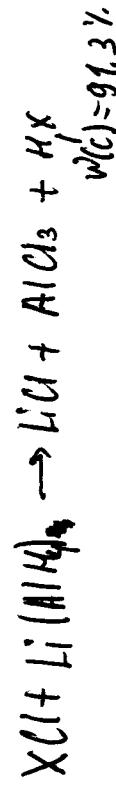
Чистота

Санкт-Петербургский
государственный
университет

Загадка №2. „Катион - не близнец“



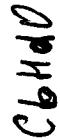
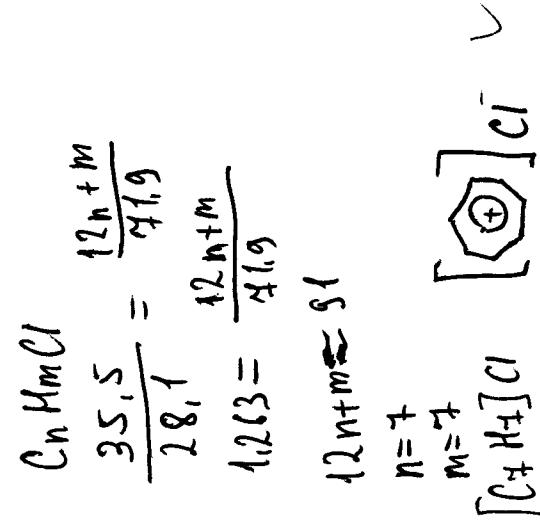
2



$$\frac{35,5}{28,1} = \frac{12n+m}{41,9}$$

$$1,263 = \frac{12n+m}{41,9}$$

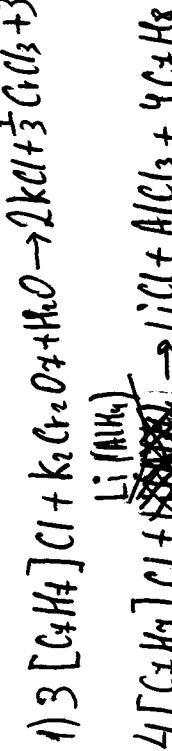
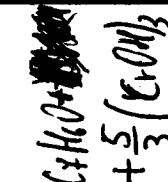
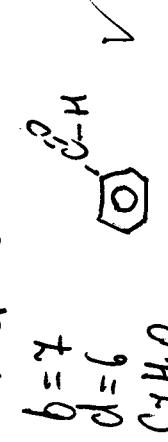
$$12n+m = 91$$



$$\frac{16}{15,1} = \frac{12b+d}{84,9}$$

$$1,059 = \frac{12b+d}{84,9}$$

$$12b+d \approx 90$$

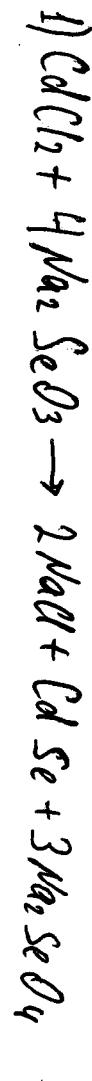


- 2) Процесс - изотермический по катиону
 - 3) Данный катион стабилен в 3-за образования
- Грануло меткия



W

Задача №4

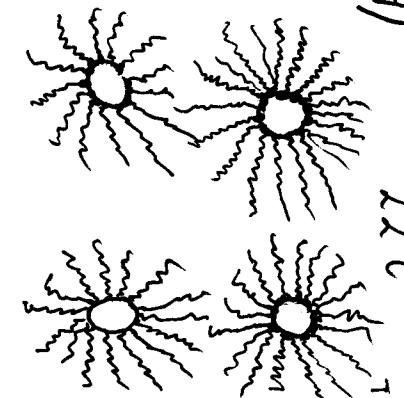


3) гуашер напорасна при 60°C паден $2,9 \text{ кН}$

4)

22°C

тюн



$n_1 > n_2$

$$S_{\text{об}} = n_1 \cdot S_1$$

$$V_{\text{об}} = n_1 \cdot V_1$$

$$S_1 = \pi d_1^2 = \pi \cdot 2,48^2$$

$$n_1 = \frac{V_0 \delta}{V_1}$$

$$V_1 = \frac{4}{3} \pi r_1^3 = \frac{4}{3} \pi \cdot 1,39^3$$

$$n_1 = \frac{V_0 \delta}{\frac{4}{3} \pi \cdot 1,39^3}$$

$$S_{\text{об}} = \frac{V_0 \delta}{\frac{4}{3} \pi \cdot 1,39^3} \cdot \pi \cdot 2,48^2$$

$$S_{1,0\delta} = \frac{V_0 \delta}{\frac{4}{3} \pi \cdot 1,39^3} \cdot \pi \cdot 3,03^2$$

20

$$S_{1,0\delta} =$$

$$\frac{V_0 \delta \cdot 2,48^2}{\frac{4}{3} \cdot 1,39^3} \cdot \frac{\frac{4}{3} \cdot 1,515^3}{3,03^2} = \frac{2,48^2 \cdot 1,515^3}{1,39^3 \cdot 3,03^2} \approx \frac{11,84}{24698} \approx 1,09$$

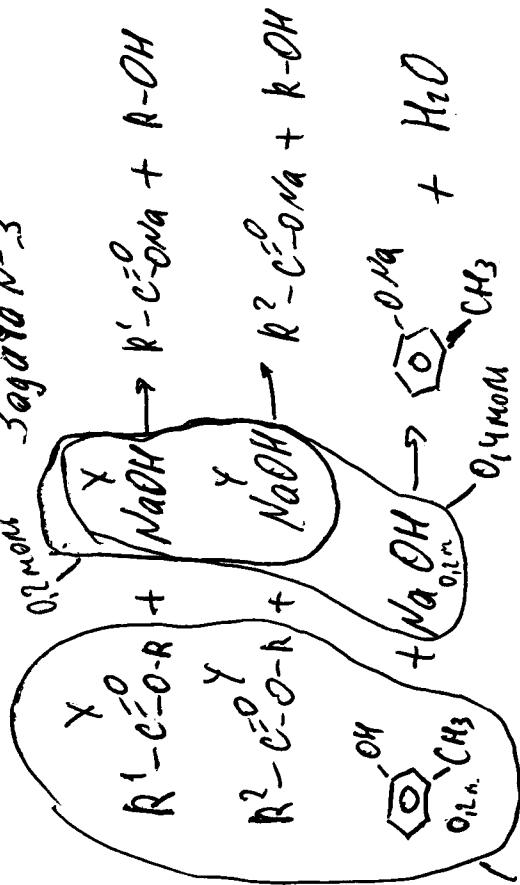
коэффициент коррекции тюнера при изменении температуры цинка

с 22°C до 70°C изменяется в 1,09 раз.

в) В форме звукового колебания, имеющей форму пуговицы.

Nucleobak

Zagadka № 3

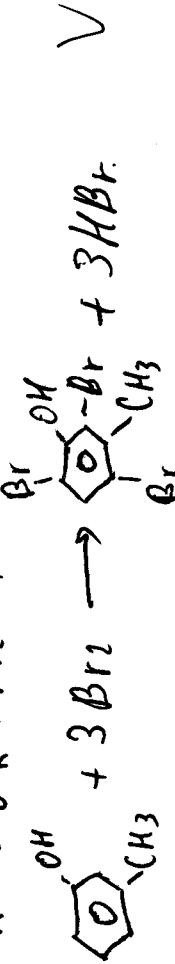
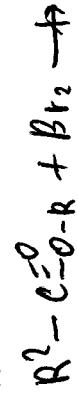
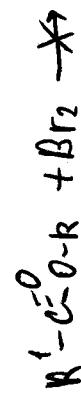


36.e

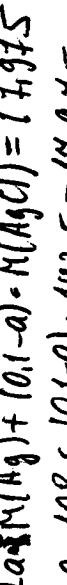
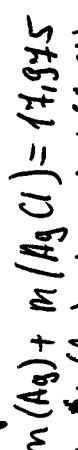
$$m(NaOH) = 100 \cdot 0,16 = 16 \text{ g}$$

$$\lambda(NaOH) = \frac{m}{M} = \frac{16}{40} = 0,4 \text{ mol}$$

$$x+y = 0,2 \text{ mol}$$



0,1 mol, t.k. nonofuka



$$3,625 = 12,5a$$

$$a = 0,05$$

$$m(\text{Ag}) + m(\text{AgP}=\text{C}-\text{R}'-\text{COOR}') = 2035$$

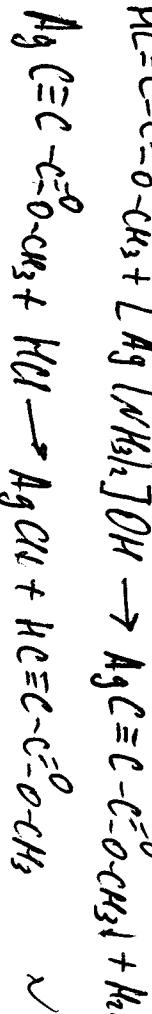
$$0.1 \cdot 108 + 0.05 \{ 108 + 12 + 12 + 44 + \text{R} \} = 2035$$

$$10.8 + 8.8 + 0.05 (\text{R}' + \text{R}) = 20.35$$

$$\text{O}_1 \cdot 45 = 0.05 (\text{R}' + \text{R})$$

$$\text{R}' + \text{R} = 15$$

$$\text{R}' = \text{CH}_3 \quad \text{R}' = 0$$



20