

Олимпиада школьников «Будущее медицины» 2024

ХИМИЯ 11 класс

эталоны ответов интернет-тура

Проверка выполненных заданий и присуждение баллов проводится в автоматизированном режиме. Все задания представлены в тестовой форме с вводом свободного ответа, а также с однозначным и множественным выбором ответа. Приведённые решения являются только вариантом из возможных и не являются объектом оценивания. Оценке подлежит только ответ, введённый в соответствующую строку в соответствии с определённым форматом. Цифры в строку ответа могут быть введены в любом порядке. За введение в строку ответа всех номеров, предложенных ответов, автоматически в задании ставится 0 баллов.

1. Бесцветный газ **X** с резким запахом с массовой долей углерода равной 0,571 может быть получен разложением средней кальциевой соли **Z**. При растворении **X** в воде образует соединение **Y** с массовой долей углерода 0,4, которое входит в список основных лекарственных средств Всемирной организации здравоохранения. Кальциевую соль **Z** можно получить пропусканием газа **Q** через известковую воду.

1.1. Определите систематическое название соединения **Y**.

Введите в строку ответа систематическое название вещества в русской транскрипции прописными буквами, например: ЭТАНОЛ или ЭТИЛОВЫЙ СПИРТ

ключ ответа	в ключе автоматизированной проверки должны быть введены словосочетания: ЭТАНОВАЯ КИСЛОТА, УКСУСНАЯ КИСЛОТА, КИСЛОТА ЭТАНОВАЯ, КИСЛОТА УКСУСНАЯ (<u>но не УКСУС</u>) (за любое из совпадений 2 балла)
-------------	---

решение	резкопахнувший газ, содержащий углерод и полученный разложением средней соли кальция, предположительно имеет состав $H_xC_yO_z$, тогда соединение Y образовано элементами C, O, H, при $n(C) = 1$, $M(Y) = 12 \cdot 1 / 0,4 = 30 \text{ г} \cdot \text{моль}^{-1}$, такой молярной массой обладает формальдегид, который является раздражителем, канцерогеном и не входит в список основных лекарственных средств ВОЗ; если $n(C) = 2$, тогда $M(Y) = 12 \cdot 2 / 0,4 = 60 \text{ г} \cdot \text{моль}^{-1}$; такой молярной массой обладает этановая кислота, которая в качестве лекарства для ушей, носа и горла входит в список основных лекарственных средств
---------	--

баллы	2
-------	---

1.2. Какое вещество используют в качестве сырья в промышленном синтезе **Y**:

вариант ответа	1	2	3	4	5	6
	метанол	метаналь	крахмал	этилен	метан	ацетальдегид

Ведите в строку ответа номера всех соответствующих условию веществ			
ключ ответа	1346 (за каждую правильную цифру в любом порядке 1 балл)		
решение	<p>Около 75 % уксусной кислоты производится путём карбонилирования метанола: $\text{H}_3\text{COH} + \text{CO} \rightarrow \text{CH}_3\text{C(O)OH}$, катализатором процесса является иодид кобальта. Большая часть уксусной кислоты производится путём окисления ацетальдегида: $2\text{H}_3\text{CC(O)H} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CH}_3\text{C(O)OH}$ этот способ остаётся вторым по значимости, хотя он, как правило, уступает карбонилированию метанола</p> <p>Компания Showa Denko внедрила более дешёвую одноступенчатую технологию синтеза уксусной кислоты из этилена: $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{C(O)OH}$, катализирует процесс палладий на основе кремневольфрамовой кислоты и диоксида кремния. При биохимическом производстве уксусной кислоты используется способность анаэробных бактерий рода <i>Clostridium</i> или <i>Acetobacterium</i>, преобразовывать сахар в уксусную кислоту минуя этанол: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 3\text{CH}_3\text{C(O)OH}$.</p>		
баллы	1 или 2, или 3, или 4		
1.3. В каком гибридном состоянии находится углерод в соединении X. Выберите кликом все соответствующие условию обозначения: sp^3 , sp^2 , sp (ps. В этом задании обозначения sp^3 , sp^2 , sp нужно ввести в условие в качестве ответа и сделать формат задания с выбором одного или нескольких ответов)			
ключ ответа	sp^2 , sp (за каждое правильно выбранное обозначение 1 балл)		
ps. <u>или, как в прошлом году, можно использовать таблицу;</u> введите в строку ответа номера всех соответствующих условию типов гибридизации:			
вариант ответа	1	2	3
	sp^3	sp^2	sp
ключ ответа	23 (за каждую правильно введённую цифру 1 балл)		
решение	<p>если $n(\text{C}) = 2$, $M(\text{X}) = 12 \cdot 2 / 0,571 = 42 \text{ г} \cdot \text{моль}^{-1}$; такая молярная масса соответствует соединению $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}$; возможное циклическое соединение такого состава — это гетероциклическое соединение оксирен, оксид этина или</p> <div style="text-align: center;">$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \text{H} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} = \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{O} \end{array}$</div> <p>эпоксирен: , в котором оба углерода находятся в sp^2-гибридном состоянии или кетен: $\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{O}$, в котором один углерод находится в sp^2-гибридном состоянии, а углерод, связанный с кислородом, находится в sp-гибридном состоянии, но оксирен неустойчив и подвержен перегруппировке Вольфа с переходом в кетен, следовательно, искомым газ X — это кетен.</p>		
баллы	1 или 2		

1.4. Определите молярную массу ($\text{г}\cdot\text{моль}^{-1}$) соли **Z** и введите в строку ответа её числовое значение с точностью до целых, например, 100

ключ ответа	142 (за единственно правильно введённое число 1 балл)
-------------	--

решение	если вещество X — это кетен с молярной массой $42 \text{ г}\cdot\text{моль}^{-1}$, а при разложении кальциевых солей остаётся карбонат кальция с молярной массой $100 \text{ г}\cdot\text{моль}^{-1}$, тогда исходная соль имела молярную массу $142 \text{ г}\cdot\text{моль}^{-1}$, или, карбонильные органические соединения образуются при разложении кальциевых солей карбоновых кислот, в данном случае пропандиоата (малоната) кальция.
---------	--

баллы	1
-------	---

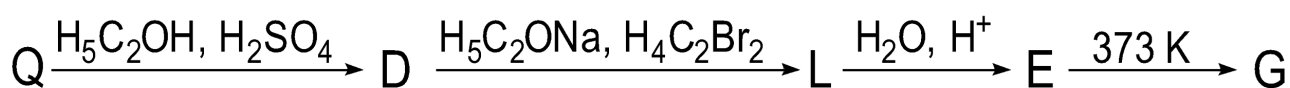
1.5. Составьте соответствующее условию уравнение химической реакции получения соли **Z** и введите в строку ответа числовое значение суммы всех наименьших целых коэффициентов в данном уравнении

ключ ответа	3 (за единственно правильно введённое число 3 балла)
-------------	---

решение	$\text{C}_3\text{O}_{2(\text{г})} + \text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{р-р})} = \text{Ca}(\text{H}_2\text{C}_3\text{O}_4)_{(\text{тв})}$
---------	---

баллы	3
-------	---

1.6. Определите соединение **G** в соответствии с приведённой схемой:



и из предложенных вариантов выберите область применения вещества **G**:

вариант	1	2	3	4
ответа	антиоксидант	антисептик	пищевая добавка	антацид

Введите в строку ответа номера всех соответствующих условию ответов

ключ ответа	13 (за каждую правильно введённую цифру в любом порядке 1 балл)
-------------	---

баллы	1 или 2
-------	---------

1.7. Продукт **E** считается одним из наиболее перспективных сшивающих агентов для обработки хлопчатобумажных и льняных тканей с целью придания им свойства не сминаемости. За счёт чего натуральная ткань приобретает такое свойство:

вариант	1	2	3	4
ответа				

	за счёт образования межмолекуляр ных водородных связей	за счёт образования сложноэфирных связей с молекулами целлюлозы	за счёт разрушения полимерных связей в молекулах целлюлозы	за счёт разрушения межмолекулярн ых водородных связей
Введите в строку ответа номера всех соответствующих условию ответов				
ключ ответа	2 <i>(за единственно правильно введённую цифру 1 балл)</i>			
баллы	1			
решение	<p>(Q)</p> $\text{O}=\text{C}=\text{C}=\text{C}=\text{O} + 2\text{H}_3\text{C}-\text{H}_2-\text{OH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \begin{array}{c} \text{O}=\text{C}-\text{H}_2-\text{C}=\text{O} \\ \qquad \qquad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{H}_2-\text{O} \quad \text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$ <p>(D)</p> $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \\ \text{H}_2\text{C} \\ \\ \text{O}=\text{C}-\text{O} \\ \\ \text{H}_2\text{C} \\ \\ \text{O}=\text{C}-\text{O} \\ \\ \text{H}_2\text{C} \\ \\ \text{H}_3\text{C} \end{array} + \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2 \xrightarrow{2\text{H}_5\text{C}_2\text{ONa}} \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \\ \text{H}_2\text{C} \\ \\ \text{O}=\text{C}-\text{O} \\ \\ \text{HC} \\ \\ \text{O}=\text{C}-\text{O} \\ \\ \text{H}_2\text{C} \\ \\ \text{H}_3\text{C} \end{array} -\text{CH}_2-\text{CH}_2- \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{O}-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{O}=\text{C}-\text{O} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} + 2\text{NaBr} + 2\text{H}_5\text{C}_2\text{OH}$ <p>(L)</p> $\begin{array}{c} \text{O}=\text{C}-\text{HC}-\text{C}=\text{O} \\ \qquad \qquad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{H}_2-\text{O} \quad \text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{O}=\text{C}-\text{HC}-\text{C}=\text{O} \\ \qquad \qquad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{H}_2-\text{O} \quad \text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array} \xrightarrow{+ 4\text{H}_2\text{O}, \text{H}^+, \text{T}} \begin{array}{c} \text{O}=\text{C}-\text{HC}-\text{C}=\text{O} \\ \qquad \qquad \\ \text{HO} \qquad \qquad \text{HO} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{O}=\text{C}-\text{HC}-\text{C}=\text{O} \\ \qquad \qquad \\ \text{HO} \qquad \qquad \text{HO} \end{array} + 4\text{H}_5\text{C}_2\text{OH}$ <p>(E)</p> $\begin{array}{c} \text{O}=\text{C}-\text{HC}-\text{C}=\text{O} \\ \qquad \qquad \\ \text{HO} \qquad \qquad \text{HO} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{O}=\text{C}-\text{HC}-\text{C}=\text{O} \\ \qquad \qquad \\ \text{HO} \qquad \qquad \text{HO} \end{array} \xrightarrow{373 \text{ K}} \begin{array}{c} \text{O}=\text{C}-\text{H}_2\text{C} \\ \\ \text{HO} \qquad \qquad \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{H}_2\text{C}-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{HO} \end{array} + 2\text{CO}_2$ <p>(G)</p>			

Всего:

15 баллов

2. Врачеватели Древнего Востока для этих целей использовали глину, а в средневековой Европе использовали смесь камфарного спирта с куриным белком и раствором свинцового сахара. В современной медицине с той же целью используют кристаллический гигроскопичный тонкий белый порошок **X** из класса клатратов.

2.1. Из предложенных вариантов выберите медицинское назначение порошка **X**:

вариант	1	2	3	4
ответа	адсорбция	терморегуляция	иммобилизация	костные цементы

Введите в строку ответа номера всех соответствующих условию ответов

ключ ответа	34 (за каждую правильно введённую цифру в любом порядке 1 балл)
баллы	1 или 2

2.2. Определите химический состав порошка **X** и введите в строку ответа его молярную массу ($\text{г}\cdot\text{моль}^{-1}$) с точностью до целых, например, 100

ключ ответа	145 (за правильно введённое число 2 балла)
решение	предположение, что эти материалы при высыхании образуют жёсткие структуры и могли использоваться в медицине в качестве фиксирующих материалов, ведёт к пониманию, что искомый порошок должен обладать такими же свойствами, и это может быть гипс. В отличие от веществ, используемых в древности, медицинский гипс затвердевает не при потере воды, а при смачивании, т.е. по условию это кристаллогидрат с недостатком воды, а это т.н. обожжённый гипс или полуводный с химической формулой $\text{CaSO}_4\cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ и молярной массой равной $145 \text{ г}\cdot\text{моль}^{-1}$
баллы	2

2.3. Определите область значения pH 0,1M водного раствора **X** (используйте справочные данные констант диссоциации кислот и оснований в воде):

вариант	1	2	3	4
ответа	меньше 2	от 6 до 7	равно 7	больше 7

Введите в строку ответа номер соответствующего условию ответа

ключ ответа	2 (за единственно правильно введённую цифру 2 балла)
решение	$\text{CaSO}_4\cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ — соль подвержена слабому гидролизу по катиону, следовательно, среда раствора будет слабо кислой, т.е. значение pH составит от 6 до 7.
баллы	2

2.4. Из предложенных вариантов выберите область применения порошка **X**:

вариант	1	2	3	4
ответа	строительство	ортопедия	рентгеноскопия	стоматология
Введите в строку ответа номера всех соответствующих условию ответов				
ключ ответа	124 (за каждую правильно введённую цифру в любом порядке 1 балл)			
баллы	1, или 2, или 3			
2.5. Из предложенных вариантов выберите фамилии естествоиспытателей, которые внесли значительный вклад в медицинскую практику использования вещества X:				
вариант	1	2	3	4
ответа	Сеченов	Мечников	Павлов	Пирогов
Введите в строку ответа номера всех соответствующих условию ответов				
ключ ответа	4 (за единственно правильно введённую цифру 1 балл)			
баллы	1			
Всего:	10 баллов			

3. Белый кристаллический порошок **X**, используемый в современной медицине при интоксикации и инфекциях, может быть получен пропусканием бесцветного газа **G** с резким запахом в горячую известковую воду в присутствии кремниевой кислоты с последующим упариванием смеси. Вещество **X** очищают и растворяют в водном щелочном растворе молекулярного иода. Далее раствор нейтрализуют соляной кислотой и добавляют мел до прекращения выделения газа. Полученный раствор отфильтровывают и фильтрат очищают перекристаллизацией, а затем, очищенный раствор упаривают до концентрации 600-700 г/л и кристаллизуют при температуре 3-6° С. Выделенный белый кристаллический порошок **Z** без вкуса и без запаха используют в качестве лекарственного средства.

3.1. Определите массовую долю углерода в соединении **X**.

Введите в строку ввода ответа число с точностью до десятых, например, 0,2

ключ ответа	0,4 <i>(за единственно правильно введённое число 3 балла)</i>
решение	по условию кристаллический порошок X содержит углерод, следовательно газ G с резким запахом также содержит углерод, а т.к. газ G с резким запахом реагирует только с горячим раствором гидроксида кальция, то можно предположить, что это органическое вещество с нейтральной средой раствора. Таким газом может быть формальдегид, а одним из продуктов взаимодействия в соответствии с синтезом Бутлерова является глюкоза $C_6H_{12}O_6$, которая используется при интоксикации (например, при пищевом отравлении) и инфекциях, и входит в список основных лекарственных средств ВОЗ
баллы	3

3.2. Определите количество всех возможных изомеров соединения **X**:

вариант ответа	1	2	3	4
	2	16	24	более 70

Введите в строку ответа номера всех соответствующих условию ответов

ключ ответа	4 <i>(за единственно правильно введённую цифру 2 балла)</i>
решение	глюкозе соответствуют циклические (фуранозные и пиранозные) и ациклические изомеры, альдозы и кетозы L-ряда и D-ряда, α и β аномеры, и др.
баллы	2

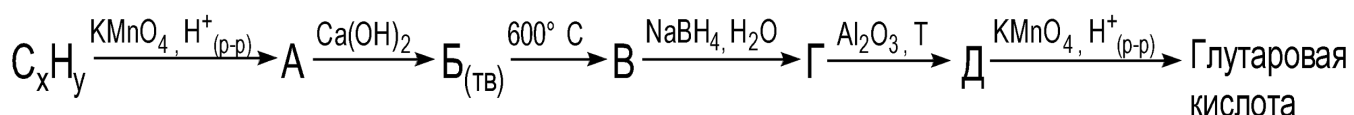
3.3. Какую роль в предложенном синтезе **X** играет кремниевая кислота:

вариант ответа	1	2	3	4
	активатор	комплексообразователь	осушитель	катализатор

Введите в строку ответа номера всех соответствующих условию ответов				
ключ ответа	2 (за единственно правильно введенную цифру 1 балл)			
решение	силикаты избирательно присоединяют к себе пяти- и шестиуглеродные сахара (по две молекулы сахара на один атом кремния) и образующиеся комплексы уже не участвуют в дальнейших химических преобразованиях. Молекулы с большим числом атомов углерода (7, 8, 9, 10 и т. д.), весьма характерные для «обычной» реакции Бутлерова, в присутствии силикатов просто не успевают образовываться.			
баллы	1			
3.4. Количественно содержание X в водном растворе можно определить методом:				
вариант	1	2	3	4
ответа	алкометрии	перманганатометрии	иодометрии	комплексометрии
Введите в строку ответа номера всех соответствующих условию ответов				
ключ ответа	3 (за единственно правильно введенную цифру 2 балла)			
решение	кетозы в щелочном растворе не окисляются иодом, что даёт возможность количественно определить глюкозу в присутствии фруктозы. В исследуемый раствор приливают щелочной раствор молекулярного иода. Через 30 мин к раствору приливают соляную кислоту и выделившийся иод оттитровывают тиосульфатом натрия с добавлением на последней стадии крахмала.			
баллы	2			
3.5. Из предложенных вариантов выберите физиологическое действие вещества G:				
вариант	1	2	3	4
ответа	ирритант	антиперспирант	антидепрессант	консервант
Введите в строку ответа номера всех соответствующих условию ответов				
ключ ответа	124 (за каждую правильно введенную цифру в любом порядке 1 балл)			
баллы	1, или 2, или 3			
3.6. Определите фармакологическую группу лекарственного средства Z				
вариант	1	2	3	4
ответа	макро- и микроэлементы	сердечно-сосудистые средства	гормоны и их антагонисты	иммуностропные средства
Введите в строку ответа номера всех соответствующих условию ответов				

ключ ответа	1 <i>(за единственно правильно введенную цифру 1 балл)</i>			
решение	по условию водный раствор X (глюкоза) растворяют в щелочном растворе иода, глюкоза окисляется иодат-анионом до глюконат-аниона, который с катионами кальция образует малорастворимый в холодной воде глюконат кальция.			
баллы	1			
3.7. Из предложенных вариантов выберите показания лекарственного средства Z				
вариант	1	2	3	4
ответа	гипокальциемия	гипергликемия	аллергия	интоксикация
Введите в строку ответа номера всех соответствующих условию ответов				
ключ ответа	134 <i>(за каждую правильно введенную цифру в любом порядке 1 балл)</i>			
решение	по условию водный раствор X (глюкоза) растворяют в щелочном растворе иода, глюкоза окисляется иодат-анионом до глюконат-аниона, который с катионами кальция образует малорастворимый в холодной воде глюконат кальция.			
баллы	1, или 2, или 3			
Всего:	15 баллов			

4. Глутаровая кислота содержится в свёкле, соевых бобах. Она присутствует в организме человека в небольших количествах, является одним из промежуточных продуктов цикла Кребса и выводится вместе с мочой. По повышенному содержанию глутаровой кислоты в моче диагностируют редкое наследственное аутосомно-рецессивное заболевание — глутаровую ацидурию 1 типа. На схеме представлен лабораторный синтез глутаровой кислоты из углеводорода с массовой долей углерода равной 87,7 % :



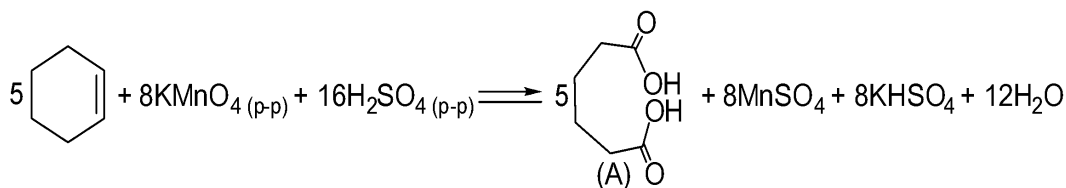
4.1. Продукт **А** является важным химическим реагентом в реакции поликонденсации при производстве полимеров, а также используется в качестве пищевой добавки. Определите минимальный целый коэффициент продукта **А** в уравнении химической реакции согласно данной схеме.

Введите в строку ввода ответа целое число, например, 12

ключ ответа 5 (за единственно правильно введенное число 2 балла)

решение

соотношение $x \div y$ в углеводороде составляет $87,7/12 \div (100-87,7)/1 = 6 \div 10$, следовательно углеводород содержит тройную связь или две двойные связи, либо цикл с двойной связью. При жёстком окислении перманганатом калия в кислой среде кратные связи полностью разрушаются, а т.к. конечным продуктом синтеза является двухосновная глутаровая кислота, то разрыв должен быть у диена или у циклоалкена. в случае диена C_6H_{10} максимальная длина цепи может быть C_4 , а глутаровая кислота $C_5H_8O_4$. В цепи синтеза нет реагента, содержащего углерод, следовательно, искомым углеводородом циклогексен, тогда:



баллы

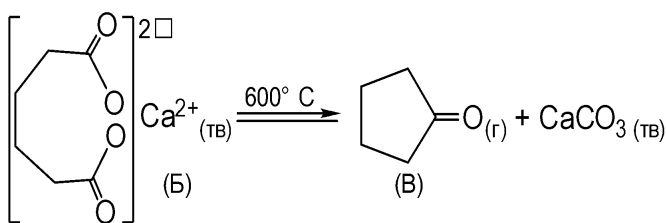
3

4.2. Определите массовую долю углерода в соединении **В**.

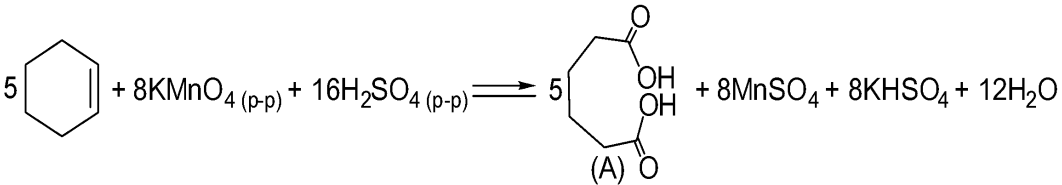
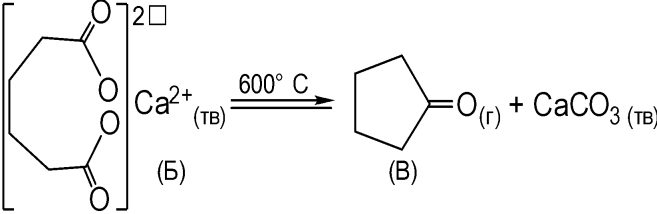
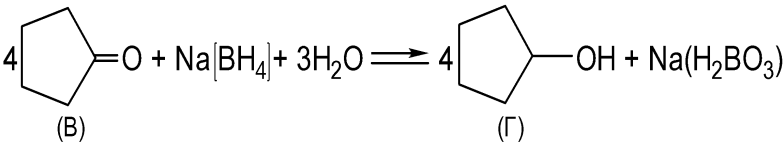
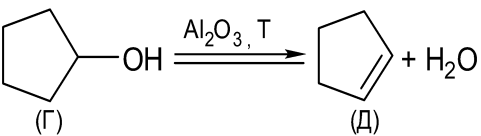
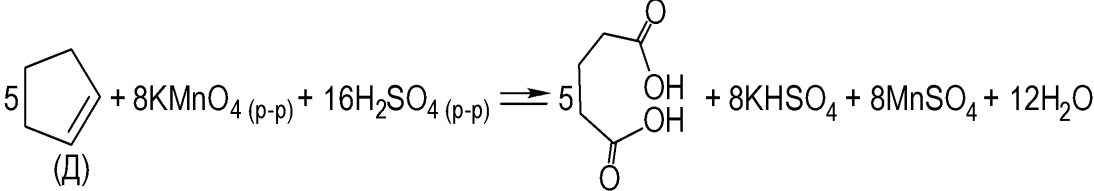
Введите в строку ввода ответа число с точностью до десятых, например, 0,2

ключ ответа 0,7 (за единственно правильно введенное число 2 балла)

решение



баллы	2			
4.3. Из предложенных вариантов выберите область применения продукта Г:				
вариант ответа	1	2	3	4
	пищевые добавки	парфюмерия	дезинфекция	инсектицид
Введите в строку ответа номера всех соответствующих условию ответов				
ключ ответа	2 (за единственно правильно введённую цифру 1,5 балла)			
решение	$4 \text{ (В) } \text{Cyclopentyl-C(=O)-H} + \text{Na[BH}_4\text{]} + 3\text{H}_2\text{O} \Rightarrow 4 \text{ (Г) } \text{Cyclopentyl-CH}_2\text{-OH} + \text{Na(H}_2\text{BO}_3\text{)}$			
баллы	1,5			
4.4. Определите название реакции образования продукта Д.				
Введите в строку ответа слово в русской транскрипции в именительном падеже прописными буквами, например, ОТВЕТ				
ключ ответа	ДЕГИДРАТАЦИЯ (за совпадение 1,5 балл)			
решение	$\text{Cyclopentyl-CH}_2\text{-OH (Г)} \xrightarrow{\text{Al}_2\text{O}_3, \text{ T}} \text{Cyclopentyl-CH=CH}_2 \text{ (Д)} + \text{H}_2\text{O}$			
баллы	1,5			
4.5. Определите суммарное количество всех окислительно-восстановительных реакций в данном синтезе.				
Введите в строку ответа соответствующее число, например, 2.				
ключ ответа	5 (за единственно правильно введённое число 2 балла)			

<p>решение</p>	<div style="text-align: center;">  <p>(A)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(Б)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(Б) (Г)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(Г) (Д)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(Д)</p> </div>
<p>баллы</p>	<p>1</p>
<p>4.6. Определите практический выход (%) глутаровой кислоты в данном синтезе, если массовая доля выхода продукта В составляет 0,85, массовая доля выхода продукта Г составляет 0,6, а массовая доля выхода продукта Д составляет 0,8. Введите в строку ввода ответа число с точностью до десятых, например, 80,2</p>	
<p>ключ ответа</p>	<p>40,8 <i>(за единственно правильно введённое число 1 балл)</i></p>
<p>решение</p>	<p>$\eta(\text{HOOC}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}) = 0,85 \cdot 0,6 \cdot 0,8 \cdot 100 = 40,8$</p>
<p>баллы</p>	<p>1</p>
<p>Всего:</p>	<p>10 баллов</p>