

**Всесибирская открытая олимпиада школьников по химии
II (Заочный) тур (2010-2011 уч. год)**

Решения заданий

8 класс

Задание 1. «Четвертый лишний». (Авторы В.Н. Конев, М.А. Ильин).

1. Исключить лишнее химическое соединение можно по разным причинам. Приведем *один из возможных вариантов решения*.

а) HCl, H₂SO₄, HNO₃, H₃PO₄ – лишней в этом ряду может быть ортофосфорная кислота (H₃PO₄), поскольку все остальные кислоты являются сильными электролитами, а H₃PO₄ относят к электролитам средней силы.

б) NaOH, KOH, Ca(OH)₂, Cu(OH)₂ – лишним является Cu(OH)₂, поскольку все остальные гидроксиды относятся к щелочам.

в) MgO, MnO, Na₂CO₃, Al(OH)₃ – лишним является MnO, поскольку остальные соединения образованы элементами главных подгрупп, а MnO образован элементом переходного ряда.

г) H₂S, HI, NaH, Cu – лишней является медь, поскольку остальные соединения являются бинарными водородными соединениями.

д) MgS, MnS, Mo₂S₃, Al₂S₃ – лишним является Al₂S₃, поскольку остальные сульфиды образованы элементами, названия и символы которых начинаются с буквы «М».

2. Уравнения реакций с участием перечисленных выше веществ, приводящих к образованию:

а) кислой соли: H₃PO₄ + KOH → KH₂PO₄ + H₂O;

б) «горькой соли» (MgSO₄): MgS + H₂SO₄ → MgSO₄ + H₂S;

в) «глауберовой соли» (Na₂SO₄ · 10H₂O): H₂SO₄ + 2NaOH → Na₂SO₄ + 2H₂O;

г) углекислого газа (CO₂): 2HNO₃ + Na₂CO₃ → 2NaNO₃ + H₂O + CO₂;

д) сернистого газа (SO₂): 2H₂SO₄ _{конц.} + Cu → CuSO₄ + SO₂ + 2H₂O;

е) бурого газа (NO₂): 4HNO₃ _{конц.} + Cu → Cu(NO₃)₂ + 2NO₂ + 2H₂O;

ж) водорода: H₂SO₄ + 2NaH → Na₂SO₄ + 2H₂;

з) иода: 4HI + 2Cu(OH)₂ → 2CuI + 4H₂O + I₂.

Система оценивания:

1. Исключение лишнего соединения с обоснованием.....	2 б. × 5 = 10 баллов
2. Уравнения реакций.....	1 б. × 8 = 8 баллов
Всего	18 баллов

Задание 2. «Палитра названий». (Авторы В.Н. Конев, М.А. Ильин).

1.

По вертикали: 1 – фтор, F; 2 – железо, Fe; 3 – титан, Ti; 4 – кислород, O; 5 – углерод, C; 6 – индий, In;

По горизонтали: 1 – фосфор, P; 2 – азот, N; 3 – калий, K; 4 – кальций, Ca; 5 – уран, U; 6 – ртуть, Hg; 7 – сера, S; 8 – дубний, Db; 9 – иод, I.

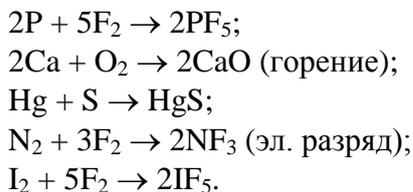
2. Металлы: железо, титан, индий, калий, кальций, уран, ртуть, дубний.

Неметаллы: фтор, кислород, углерод, фосфор, азот, сера, иод.

3. Формулы минералов, упомянутых в условии задачи:

Гематит – Fe₂O₃; магнетит – Fe₃O₄; ильменит – FeTiO₃; рутил – TiO₂; апатиты – собирательное название минералов группы фосфата кальция (Ca₃(PO₄)₂) «гидроксоапатит» (Ca₅(PO₄)₃(OH)) и «фторапатит» (Ca₅(PO₄)₃F); кремнезем – SiO₂; сильвинит – xKCl · yNaCl; карналлит – KCl · MgCl₂ · 6H₂O; кальцит – CaCO₃; алебастр – CaSO₄ · 0,5H₂O; гипс – CaSO₄ · 2H₂O; киноварь – HgS; пирит – FeS₂; халькопирит – CuFeS₂; сфалерит – ZnS; галенит – PbS.

4. Можно записать довольно много уравнений реакций, в которых участвуют только простые вещества, образованные элементами из кроссворда. Приведем некоторые из них:



Система оценивания:

1. Символы элементов.....	0,25 б. × 15 = 3,75 балла
Названия элементов.....	0,25 б. × 15 = 3,75 балла
2. Указание металлов.....	0,25 б. × 8 = 2 балла
Указание неметаллов.....	0,25 б. × 7 = 1,75 балла
3. Формулы минералов.....	0,25 б. × 16 = 4 балла
Указание для апатитов формул фтороапатита и гидроксиапатита.....	0,25 б. × 2 = 0,5 балла
4. Уравнения реакций.....	0,25 б. × 5 = 1,25 балла
Всего	17 баллов

Задание 3. «Немного похимичим!». (Автор М.А. Ильин).

Дорогой Юный химик! Спасибо за проведенные эксперименты! Жюри Олимпиады внимательно ознакомится с полученными Вами результатами и оценит комментарии. Универсального ответа в этой задаче не может быть, поэтому приводим здесь только лишь систему оценивания.

Система оценивания:

1. Определение крахмала в картофеле (проведение эксперимента)	0,5 балла
Определение наличия крахмала в хлебе, муке, поваренной соли и пищевой соде (проведение эксперимента)	0,5 б. × 4 = 2 балла
Комментарии (объяснение результатов эксперимента)	2 балла
2. Описание изменений при добавлении к чаю соды (проведение эксперимента)	0,5 балла
Описание изменений при добавлении к чаю кислоты (проведение эксперимента)	0,5 балла
Описание изменений аналогичных опытов с «Каркадэ» (проведение эксперимента)	0,5 б. × 2 = 1 балл
Описание изменений аналогичных опытов с соком (проведение эксперимента)	0,5 б. × 2 = 1 балл
Комментарии (объяснение результатов эксперимента)	2 балла
3. Описание изменений при добавлении к соде кислоты (проведение эксперимента)	0,5 балла
Отсутствие изменений при добавлении к соли кислоты (проведение эксперимента)	0,5 балла
Комментарии (объяснение результатов эксперимента с уравнением реакции, не обязательно требовать от участника написание формулы лимонной кислоты (можно в виде «H⁺»))	2 балла
4. Описание изменений гвоздей в трех емкостях (проведение эксперимента)	0,5 б. × 3 = 1,5 балла
Уравнение реакции ржавления железа	2 балла
Объяснение различной глубины ржавления гвоздя	2 балла
Всего	18 баллов

Всесибирская открытая олимпиада школьников по химии
II (Заочный) тур (2010-2011 уч. год)

Решения заданий

9-11 класс

Задание 1. «Новогодняя химия». (Автор В.В. Бакакин).

Перепишем текст, выделив названия элементов.

«Работает в нашем отделе старшим научным сотрудником интереснейшая личность с непривычным именем - Аллий **Борисович** Лийченко. Ростом метра два, фигура **стат**ная, с вытяжным шкафом хорошо гармонирующая и любое начальство **дородно**стью своей затмевающая. В соответствии с именем и **натура** необычная. Экспериментаторского **таланта** на семерых хватает, да и в теории не **пустоголов**. Одно разве что подводит - компьютерная графика по нынешним стандартам малость **хромает**.

Зато почти трезвенник, на работе навеселе **ни** разу его не видели. И политика **Лий**ченко не колышет. В этом балагане **он** плоховато ориентируется, мягко говоря, большой путаник. **Ель цин**, как габаритный харизматик, сначала был его кумиром, однако вскоре он в нём, как ранее во всём цековском иконостасе, **разочаровался**. И в сухом остатке для него вся политика - **барахло**, **реакционно-непредсказуемое**. Сейчас он ведет себя, можно сказать, как **ангел**, и **йогу** свою ни на какое дзюдо не меняет.

Творческая специфика Аллия - молекулярный дизайн, синтез экзотики. **Однако** в нынешнем бедламе **дьявольски** трудно проводить эксперимент - бюджетных **выплат** и на элементарный бидистиллят со скрипом наскребешь. Правда, порой этот самый **скрип** тонизирует умельцев. Без русской смекалки давно бы всё научное ремесло **закисло**, **родное** правительство уже тринадцать лет ставит эксперимент на выживание. Но в этом году у Лийченко грант РФФИ, и по первому же **трансферту** **т**ьму таблеток активированного угля удалось через аптеки выкупить. Спросите, для чего? Да ведь он, считай, **одним** из первых в нашей стране **о** димеризации фуллеренов заговорил и давно **уже лез** от одной стадии синтеза к другой. К исходу декабря реакцию **эту** **Лий**ченко победно завершил. А в основе лежала оригинальная гипотеза, что фуллерен - это как бы **мутант** алмаза. Мутированный алмаз **от**личается от исходного только тринадцатым **ребром** координационного полиэдра. Парадокс? Но, как в любом научном парадоксе, **нонсенс** - бессмыслица лишь для дилетантов.

Согласно новой идее фуллерены можно полимеризовать не только на алмазе, но и на графите и активированном **угле** - **родственников** алмаза по составу. И в этом, собственно, главный нанотехнологический **пафос!** **Формальное** родство можно перевести в конструктивное русло, только **б** альтернативные варианты правильно просчитать. И вот **Аллий Борисович** шестиугольный графитобензол **отобразил** по биссектрисе, **ребро** C=C каждого "отображанта" ориентировал в полушар, **гониометрически** выправив напряженные углы. В итоге получилась фигура, **до** неузнаваемости асимметричная сферическому фуллероэдру. Удивительно изящный аллотроп! Когда структурщики смоделировали его, даже компьютер от изумления **завис**, **мутантовых** красот не выдержав.

Все, естественно, к виновнику: - Ну, стратег **Аллий**, результат наверняка войдет в основные достижения института. Твой триумф **торжественно** обмыть надо, иначе фортуна не простит. - **А** намеченный в лауреаты смущенно упирается: - Да я сейчас беден, как церковная **мышь**. **Я** квартплату за два месяца внес и вчера ёлку аж двухметровую купил...

Посоветовались коллеги и в плановый отдел, к Нателле, давнишней **зазнобе** **Лий**ченко (им дирекция надбавки из любого вакуума сублимирует). **Нателлу** расходы не смутили, и вскоре

предновогодний день удачно трансформировался в очень содержательный "семинар" для всей координационной сферы нашего скромного героя-синтетика».

В порядке появления в тексте: бор, астат, водород, уран, лантан, олово, хром, селен, калий, неон, никель, цинк, сера, хлор, гелий, иод, медь, платина, криптон, кислород, ртуть, йод (*можно засчитать, если пропущено точное название элемента иод*), неодим, железо, тулий, тантал, азот, бром, ксенон, углерод, фосфор, кобальт, таллий, бор (*встречается повторно, засчитывается один раз*), золото, серебро, аргон, радон, висмут, галлий, фтор, титан, мышьяк, нобелий, теллур. Всего 43 разных элемента.

Система оценивания:

1. Без учета фосфора 42 элемента по 0,5 б $42 * 0,5 б = 21$ балл.

Всего 21 балл.

Задание 2. «Палитра названий». (Авторы В.Н. Конев, М.А. Ильин).

1.

По вертикали: 1 – фтор, F; 2 – железо, Fe; 3 – титан, Ti; 4 – кислород, O; 5 – углерод, C; 6 – индий, In;

По горизонтали: 1 – фосфор, P; 2 – азот, N; 3 – калий, K; 4 – кальций, Ca; 5 – уран, U; 6 – ртуть, Hg; 7 – сера, S; 8 – дубний, Db; 9 – иод, I.

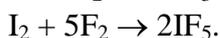
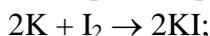
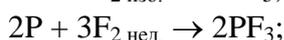
2. Металлы: железо, титан, индий, калий, кальций, уран, ртуть, дубний.

Неметаллы: фтор, кислород, углерод, фосфор, азот, сера, иод.

3. Формулы минералов, упомянутых в условии задачи:

Гематит – Fe_2O_3 ; магнетит – Fe_3O_4 ; ильменит – $FeTiO_3$; рутил – TiO_2 ; апатиты – собирательное название минералов группы фосфата кальция ($Ca_3(PO_4)_2$) «гидроксоапатит» ($Ca_5(PO_4)_3(OH)$) и «фторапатит» ($Ca_5(PO_4)_3F$); кремнезем – SiO_2 ; сильвинит – $xKCl \cdot yNaCl$; карналлит – $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$; кальцит – $CaCO_3$; алебастр – $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$; гипс – $CaSO_4 \cdot 2H_2O$; киноварь – HgS ; пирит – FeS_2 ; халькопирит – $CuFeS_2$; сфалерит – ZnS ; галенит – PbS .

4. Можно записать довольно много уравнений реакций, в которых участвуют только простые вещества, образованные элементами из кроссворда. Приведем некоторые из них:



Система оценивания:

1. Символы элементов 0,25 б. $\times 15 = 3,75$ балла

Названия элементов 0,25 б. $\times 15 = 3,75$ балла

2. Указание металлов 0,25 б. $\times 8 = 2$ балла

Указание неметаллов 0,25 б. $\times 7 = 1,75$ балла

3. Формулы минералов 0,25 б. $\times 16 = 4$ балла

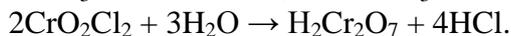
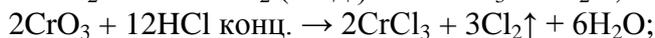
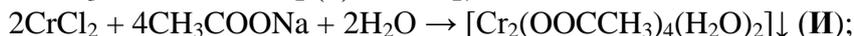
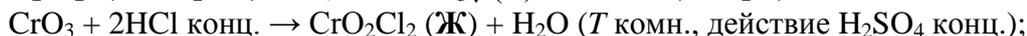
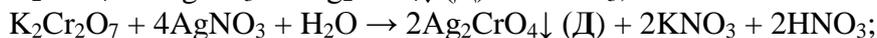
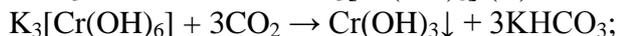
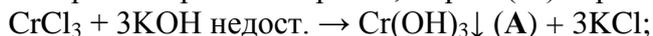
Указание для апатитов формул фторапатита и гидроксоапатита 0,25 балла

4. Уравнения реакций 0,25 б. $\times 10 = 2,5$ балла

Всего **18 баллов**

Задание 3. «Снова множество цветов». (Автор К.А. Коваленко).

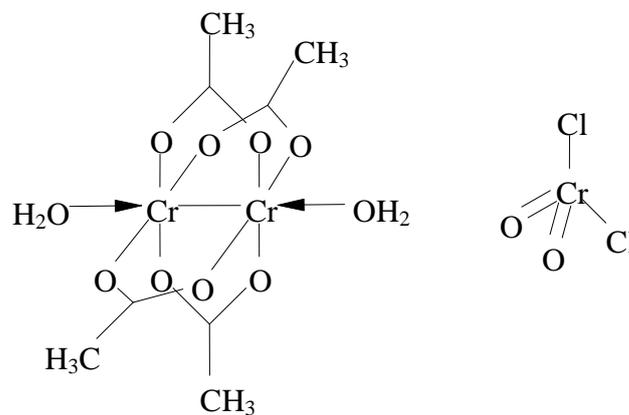
1-2. Незаменимый компонент нержавеющей стали и покрытий, соединения которого имеют яркие и разнообразные окраски, - хром (М). Уравнения реакций:



3. При добавлении Ag^+ к раствору $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ происходит смещение равновесия в реакции $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$ за счёт образования малорастворимого соединения Ag_2CrO_4 .

4. Ацетат хрома (II) (соединение И) представляет собой биядерный кластерный (т.е. содержащий связь Cr–Cr) комплекс:

Молекулы хлорида хромила (соединение Ж) CrO_2Cl_2 имеют тетраэдрическое строение.



Система оценивания:

- | | |
|--|-----------------------|
| 1. Вещества А-И (формулы или названия) и металл М по 1 б | 10 * 1 б = 10 баллов; |
| 2. Уравнения реакций по 1 б | 14 * 1 б = 14 баллов; |
| 3. Смещение равновесия за счет растворимости 1 б | 1 балл; |
| 4. Структурные формулы по 1 б | 2 * 1 б = 2 балла. |

Всего 27 баллов.

Задание 4. «Не все атомы одинаковые». (Автор М.М. Быков).

1. Ключей к решению два – горючие газы в реакции с натрием и творожистый осадок в растворе нитрата серебра. Более очевиден осадок **З** – хлорид серебра массой 14,3 г, что составляет ровно 0,1 моль. Поскольку вещества **А**, **Б**, **Д-З** бинарные, то **Д** – соединение кремния, уже не содержащее хлора. Тогда количество вступившего в реакцию тетрахлорида кремния $0,1/4 = 0,025$ моль. Соответственно, столько же кремния ($0,025$ моль или $0,025 \cdot 28 = 0,7$ г) содержится и в осадке **Д**, остальные $1,5 - 0,7 = 0,8$ г приходятся на неизвестный элемент. Если в составе этого осадка на один атом кремния приходится n атомов элемента **Х**, то $M_X = 0,8/0,025n = 32/n$, что при $n = 2$ дает атомную массу кислорода. В принципе для $n=1$ подходит сера, да и n совсем не обязательно целое, но у нас еще есть ряд цифр, чтобы убедиться в правильности сделанного в пользу кислорода выбора. Одно из бинарных газообразных веществ (**Е** или **Ж**), являющееся поставщиком хлорид-ионов в раствор нитрата серебра, скорее всего хлороводород. Собственно, водород и сам просматривается, как один из этих двух легких горючих газов (**В** или **Г**), образующихся в реакции с натрием.

Что ж, предположим, что **В** – водород, тогда его количество – $0,05/2 = 0,025$ моль. Запишем реакцию его образования:



Количество соединения **A**: $0,025/0,5m = 0,05/m$ моль. Его молярная масса = $0,9m/0,05 = 18m$, что для $m=1$ замечательно совпадает с молярной массой воды и подтверждает наши догадки о составе соединения **A**. Итак **A** – H_2O , **B** – H_2 , **Д** – SiO_2 , **Е** – HCl , **З** – $AgCl$.

Теперь разберемся с соединением **B**. Его молярная масса $18*1,1 \approx 20$ г/моль. В реакции 1 г (0,05 моль) **B** с $SiCl_4$ образуются те же 1,5 г **Д** – диоксида кремния ($1,5/60 = 0,025$ моль). Следовательно, 16 из 20 г/моль **B** приходится на кислород и лишь 4 г/моль – на что-то еще. Вариантов немного – снова водород, но H_4O – не бывает (да и **Г** – не водород), или гелий, но HeO – снова не бывает. Заметим, что 1 г **B** (0,05 моль) содержат 0,8 г кислорода ($0,05*16$) и 0,2 г другого элемента, а в реакции с натрием выделяется всего 0,1 г газа, т.е. элемент имеет атомную массу не только не больше 4, но и не больше 2, поэтому гелий все равно не подходит. После всех мучений придется признать, что это может быть только водород, но с другой атомной массой, т.е. это его изотоп – дейтерий, и тогда **Г** – не водород, а дейтероводород D_2 , **Ж** – DCl – хлорид дейтерия, **B** – D_2O – тяжелая вода, свойства которой и в самом деле чрезвычайно близки к свойствам воды обычной.

2. Уравнения реакций: $2H_2O + 2Na = 2NaOH + H_2$; $SiCl_4 + 2H_2O = SiO_2 + 4HCl$;
 $HCl + AgNO_3 = AgCl \downarrow + HNO_3$; $2D_2O + 2Na = 2NaOD + D_2$; $SiCl_4 + 2D_2O = SiO_2 + 4DCl$;
 $DCl + AgNO_3 = AgCl \downarrow + DNO_3$.

3. Температура плавления H_2O $0^\circ C$, кипения $100^\circ C$. Тяжелую воду в промышленности получают при электролизе большого количества природной воды (извлекают из остатков электролита).

4. а) $6D_2O + Al_2S_3 = 2Al(OD)_3 \downarrow + 3D_2S \uparrow$; б) $4D_2O + Li[AlH_4] = LiOD + Al(OD)_3 \downarrow + 4HD \uparrow$;
 в) $D_2O + H_2O \leftrightarrow 2HOD$.

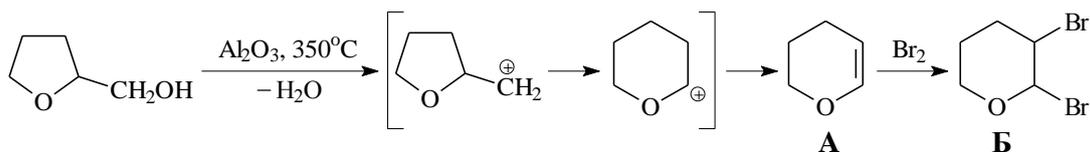
Система оценивания:

- | | |
|--|---------------------|
| 1. Вещества A-З (формулы или названия) по 1 б | 8 * 1 б = 8 баллов; |
| 2. Уравнения реакций по 1 б | 6 * 1 б = 6 баллов; |
| 3. Значения температур по 1 б, способ получения 1 б | 3 * 1 б = 3 балла; |
| 4. Уравнения реакций по 1 б | 3 * 1 б = 3 балла. |

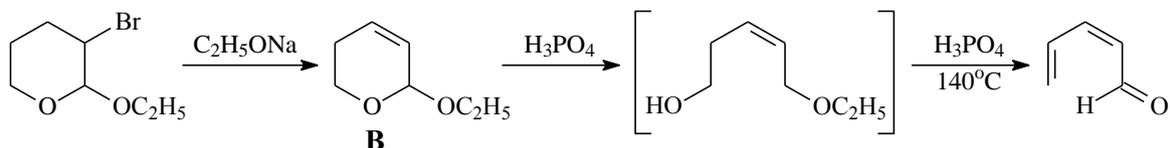
Всего 20 баллов.

Задание 5. «Светочувствительные углеводороды». (Автор М.А. Ильин).

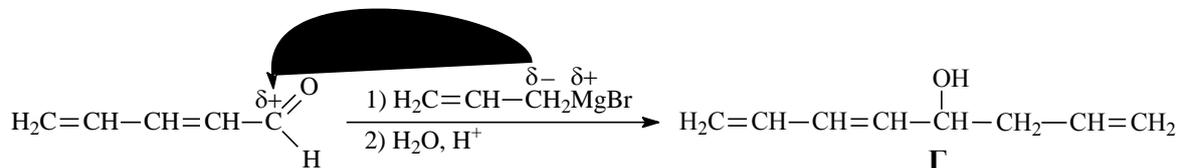
1-2. Один из лабораторных способов получения алкенов – дегидратация спиртов над нагретым оксидом алюминия. Следовательно, **A** – гетероциклическое соединение, содержащее двойную связь. Взаимодействие **A** с бромом – реакция электрофильного присоединения по двойной связи, в результате чего образуется дибромпроизводное. Заметим, что при обработке дибромпроизводного **B** этанолом в щелочной аммиачной среде (нуклеофильное замещение атома брома, примыкающего к богатому электронами гетероатому кислорода, и легко замещаемому этоксигруппой) продуктом реакции служит соединение, содержащее шестичленный цикл с гетероатомом кислорода. Вероятнее всего, **A** и **B** тоже содержат шестичленный цикл, т.е. при дегидратации тетрагидрофурурилового спирта происходит расширение исходного пятичленного цикла.



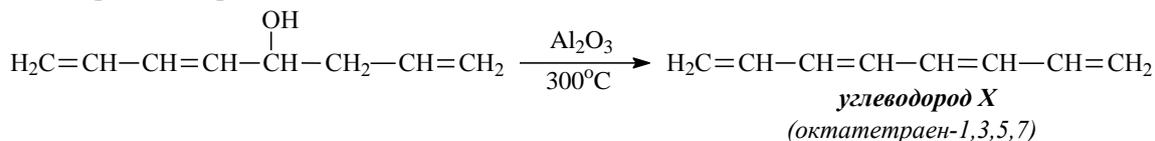
При действии этилата натрия (сильного основания) на соединения, содержащие атомы галогенов, происходит реакция элиминирования галогеноводорода, в результате чего образуются ненасыщенные соединения. Положение двойной связи в продукте **B** можно определить, руководствуясь структурной формулой ненасыщенного альдегида, полученного при последующем кислотном расщеплении **B**.



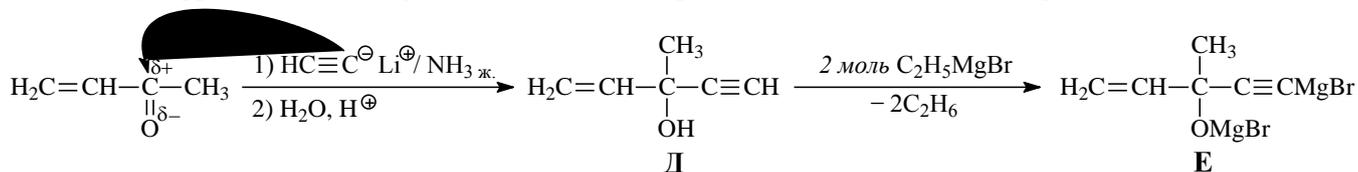
Взаимодействие альдегидов с магниорганическими соединениями с последующим гидролизом промежуточных продуктов приводит к образованию спиртов. Соединение Г – непредельный спирт.



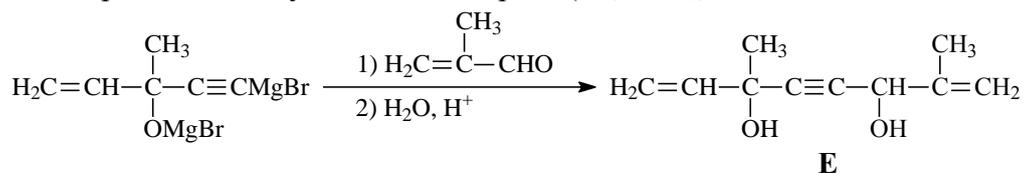
В результате дегидратации спирта Г на оксиде алюминия при 300°C образуется углеводород (X) с четырьмя сопряженными двойными связями.



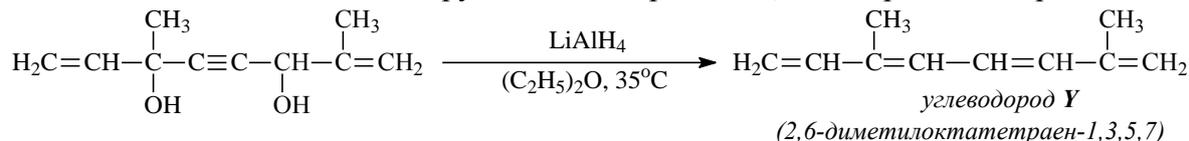
Рассмотрим схему получения углеводорода Y. При взаимодействии винилметилкетона с суспензией ацетиленида лития в жидком аммиаке с последующим гидролизом алкоголята лития образуется непредельный спирт Д. Это соединение содержит две группы, обладающие слабыми кислотными свойствами – спиртовую (ОН) и концевую алкинильную (C≡CH) группу. Известно, что реактивы Гриньяра способны выступать в роли оснований, следовательно, Е – димагнийгалогенпроизводное, строение которого схоже со строением спирта Д. Это предположение подтверждается также и разностью брутто-формул Д (C₆H₈O) и Е (C₆H₆OBr₂Mg₂): в спирте Д два атома Н замещены на два фрагмента (BrMg), источником которых является этилмагнийбромид.



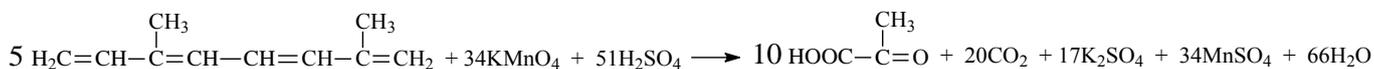
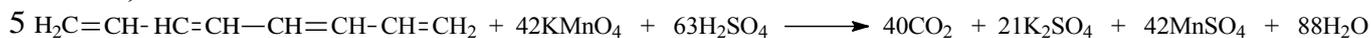
Полученное димагнийгалогенпроизводное взаимодействует с альдегидом и после гидролиза превращается в непредельный двухатомный спирт Е (C₁₀H₁₄O₂).



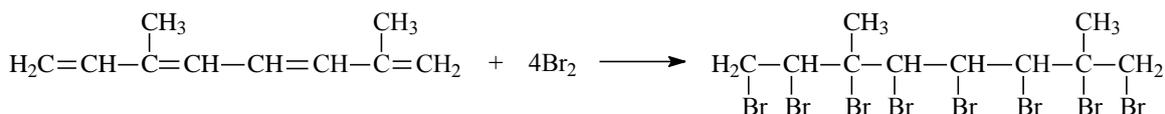
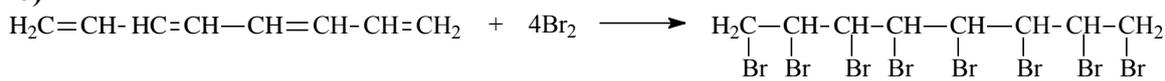
Данные, приведенные в условии задачи, говорят о схожести структурных формул октатетраена-1,3,5,7 (углеводорода X) и углеводорода Y. Оба углеводорода представляют собой сопряженные тетраены (присоединяют 4 эквивалента брома), однако в молекуле Y содержатся метильные группы. Положения этих метильных групп можно определить, зная строение спирта Е.



3. а)



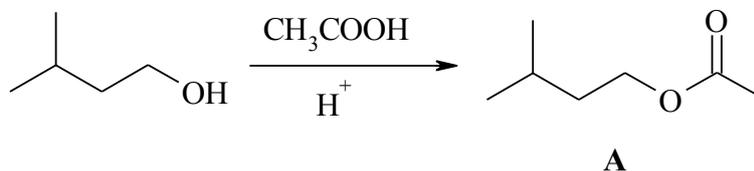
б)



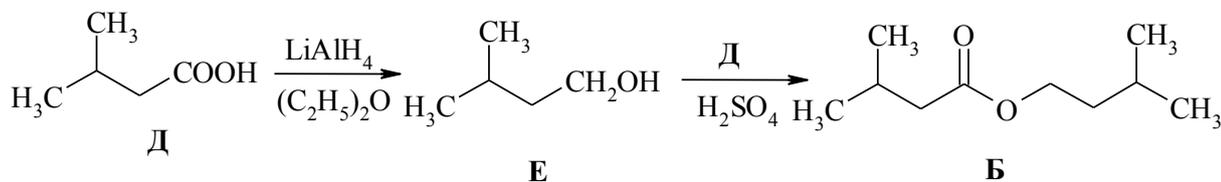
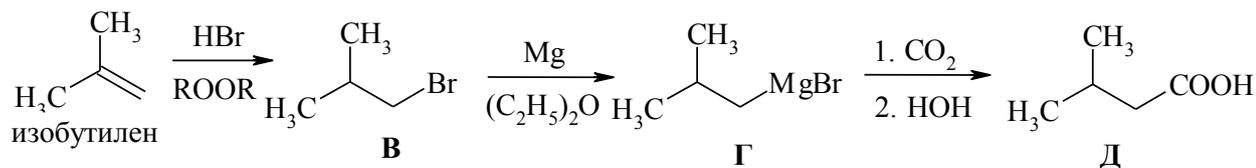
Система оценивания:

1. Формулы А–Ж, X и Y	1 б. × 9 = 9 баллов
2. Названия X и Y	1 б. × 2 = 2 балла
4. Уравнения реакций а)	3 б. × 2 = 6 баллов
Уравнения реакций б)	1 б. × 2 = 2 балла
Всего	19 баллов

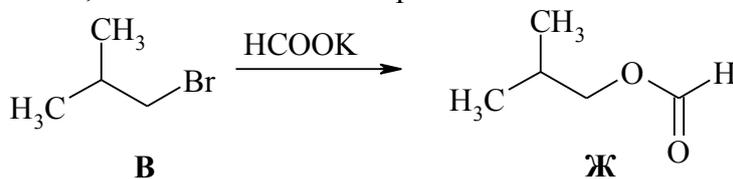
Задание 6. «Чарующие ароматы». (Автор В.Н. Конев).



Запахом Дюшеса обладает соединение А – изоамилацетат.



Соединение Б – изоамилизовалериат, В – 1-бром-2-метилпропан, Г – изобутилмагнийбромид, Д – изовалериановая кислота, Е – изоамиловый спирт.



Ж – изобутилформиат.

