

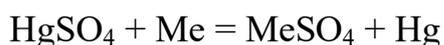
## 10 К Л А С С

### Задача 10.1 (10 баллов)

Две пластинки с одинаковой массой и изготовленные из металла, образующего двухзарядные ионы, погрузили – одну в раствор сульфата меди (II), другую – в раствор сульфата ртути (II). Через некоторое время масса пластинки, погруженной в раствор сульфата меди, уменьшилась на 3,6 %, а масса второй пластинки увеличилась на 6,675 %. Уменьшение молярной концентрации обоих растворов было одинаковым. Определите металлы, из которых изготовлены пластинки.

Решение:

Реакции вытеснения меди и ртути неизвестным металлом можно выразить уравнениями:



Поскольку при вытеснении меди масса пластинки уменьшилась, то атомная масса этого металла больше, чем атомная масса меди. Но при вытеснении ртути масса пластинки увеличилась, так как атомная масса ртути больше, чем атомная масса металла.

Дальше решения задачи можно продолжить двумя способами.

**1 способ.** По условию задачи масса пластинки при вытеснении ртути увеличилась на 6,675%. Увеличение массы пластинки обусловлено разностью атомных масс металла и ртути, выделившейся на пластинке и массой металла, перешедшего в раствор  $(201 - M)$  г, где  $M$  - молярная масса металла. Уменьшение массы пластинки при вытеснении меди равно  $(M - 64)$  г. Так как изменение молярной концентрации растворов было одинаковым:

$$(M - 64)/3,6 = (201 - M)/6,675; M = 112. \text{Me} - \text{Cd}$$

Отсюда: кадмий.

**2 способ.** Предположим, что масса пластинки была равна 100 г. При вытеснении меди масса ее уменьшилась на 3,6 г, а при вытеснении ртути масса ее увеличилась 6,675 г. Разность масс обеих пластинок равна  $3,6 + 6,675 = 10,275$  г. Если на пластинках выделится по 1 моль ртути и меди, то масса одной из них увеличится на  $(201 - M)$  г, а другой - уменьшится на  $(M - 64)$  г. Разность масс пластинок будет равна  $(201 - M) + (M - 64) = 137$  г.

Разделив разность масс пластинок, данных по условию задачи, на разность масс, рассчитанных на выделение 1 моль каждого металла, можно определить, сколько прореагировало молей меди, ртути и неизвестного металла:  $10,275/137 = 0,075$  моль. Тогда уменьшение и увеличение масс пластинок составит:

$$0,075M - 0,075 \times 64 = 3,6$$

$$0,075 \times 201 - 0,075M = 6,675.$$

Оба уравнения дают значение:  $M = 112$ . Me - кадмий.

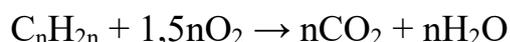
Ответ должен содержать следующие элементы:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• правильно записаны уравнения реакций, соответствующих условию задания;</li> <li>• правильно произведены вычисления, в которых используются необходимые физические величины, заданные в условии задания;</li> <li>• продемонстрирована логически обоснованная взаимосвязь физических величин, на основании которых проводятся расчёты;</li> <li>• в соответствии с условием задания определена искомая физическая величина</li> </ul>	
Правильно записаны четыре элемента задания	10 б
Правильно записаны три элемента задания	9 б
Правильно записаны два элемента задания	6 б
Правильно записан один элемент задания	3 б

### Задача 10.2 (20 баллов)

В герметический закрывающийся сосуд при 25°C поместили газообразный циклопарафин и избыток кислорода в молярном отношении 1:9,5. Полученную газовую смесь взорвали. После охлаждения сосуда до той же температуры оказалось, что давление в нем уменьшилось в 1,5 раза (объемом воды пренебречь). Найдите молекулярную формулу неизвестного углеводорода и напишите структурные формулы всех изомерных циклопарафинов с установленным элементным составом (с учетом стереоизомеров).

Решение:

Общая молекулярная формула гомологов ряда циклопарафинов  $C_nH_{2n}$ , поэтому уравнение процесса горения можно записать следующим образом:



Так как объемом конденсированной воды можно пренебречь, то объем и температура системы имеют постоянные значения, поэтому в соответствии с

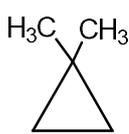
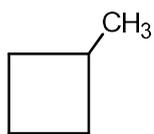
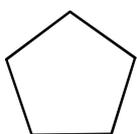
уравнением Менделеева – Клайперона давление в сосуде пропорционально количеству газов  $N_1$  (моль) и  $N_2$  (моль) до и после взрыва:

$$p_1 V = \frac{m}{M} RT = N_1 RT; \quad p_2 V = N_2 RT; \quad \frac{p_1}{p_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

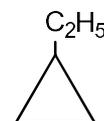
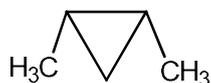
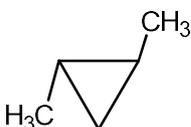
Если предположить, что в сосуде помещен циклопарафин количеством 1 моль, то  $N_1 = 1 + 9,5 = 10,5$  моль. Учитывая, что при этом условии избыток кислорода составит  $(9,5 - 1,2n)$  моль, получим:  $N_2 = n + (9,5 - 1,2n) = (9,5 - 0,2n)$  моль. Отсюда

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{10,5}{9,5 - 0,2n} = 1,5; \quad n = 5$$

Молекулярная формула неизвестного циклопарафина  $C_5H_{10}$ . Этому элементному составу соответствует следующие изомерные циклические углеводороды:



циклопентан метилциклобутан 1,1-диметилциклопропан



транс-1,2-диметилциклопропан

цис-1,2-диметилциклопропан

этилциклопропан

Содержание верного ответа	
<p>Расчетная часть задачи должна должен содержать следующие элементы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• правильно записано общее уравнение реакции, соответствующих условию задания;</li> <li>• правильно произведены вычисления, в которых используются необходимые физические величины, заданные в условии задания;</li> <li>• продемонстрирована логически обоснованная взаимосвязь физических величин, на основании которых проводятся расчёты;</li> <li>• в соответствии с условием задания определена искомая молекулярная формула</li> </ul>	
Правильно записаны четыре элемента задания	7 б
Правильно записаны три элемента задания	5,25 б

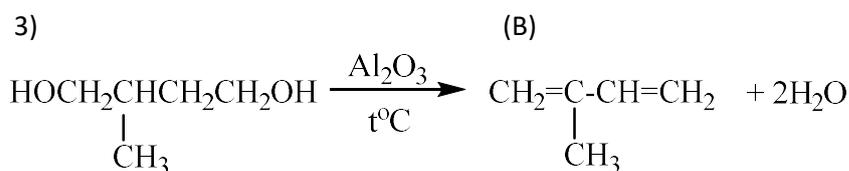
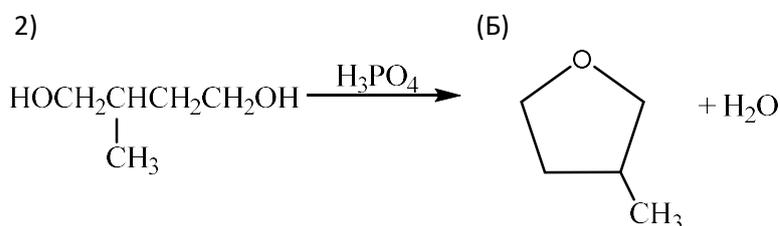
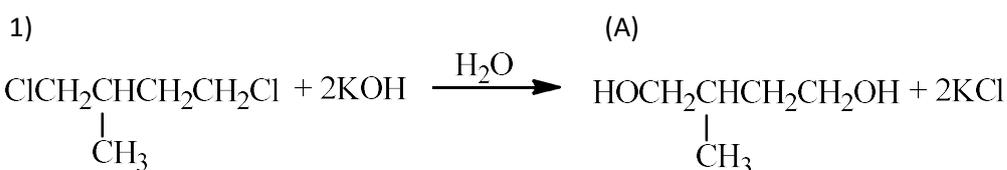
Правильно записаны два элемента задания	3,5 б
Правильно записан один элемент задания	1,75 б
Структурная формула каждого изомера 0,5 балла	3 б

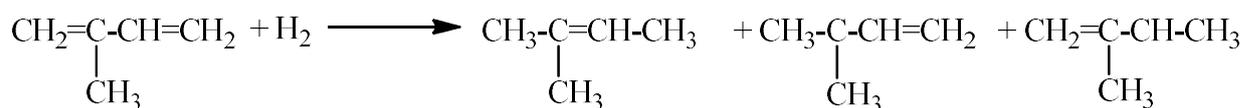
### Задача 10.3 (20 баллов)

При обработке 1 моль 2-метил-1,4-дихлорбутана водным раствором, содержащим 2 моль КОН, получается вещество А. При действии фосфорной кислоты на вещество А, образуется легколетучее вещество Б, которое не обесцвечивает бромную воду и в обычных условиях не реагирует с натрием. В присутствии  $Al_2O_3$  при повышенной температуре вещество А превращается в В. Это вещество присоединяет 1 моль водорода. При этом может образоваться несколько изомерных продуктов, среди которых преобладает изомер Г, являющийся термодинамически более устойчивым среди остальных. Изомер Г в разбавленном водном растворе  $KMnO_4$  превращается в соединение Д, обладающее следующими свойствами. Под действием 30%-ной серной кислоты оно дегидратируется и перегруппировывается в соединение Е. При окислении тетраацетатом свинца соединение Д расщепляется на два вещества - Ж и З, являющихся продуктами крупнотоннажного органического синтеза. Вещество Ж дает реакцию серебряного зеркала, а вещество З – нет, но оба реагирует с соединением Д с образованием циклических продуктов И и К. Напишите уравнения всех протекающих реакций. Приведите механизм перегруппировки вещества Д в вещество Е при действии 30%-ной  $H_2SO_4$ . Установите формулы все веществ, напишите схемы превращений.

Решение:

Будем отвечать на вопросы последовательно:

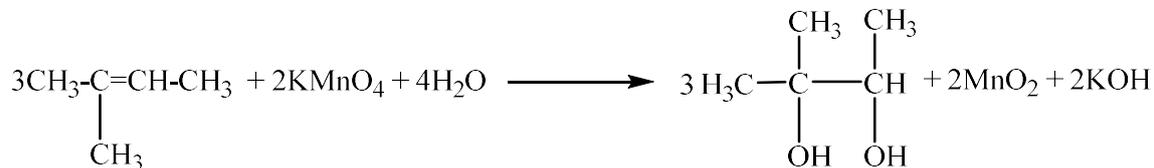




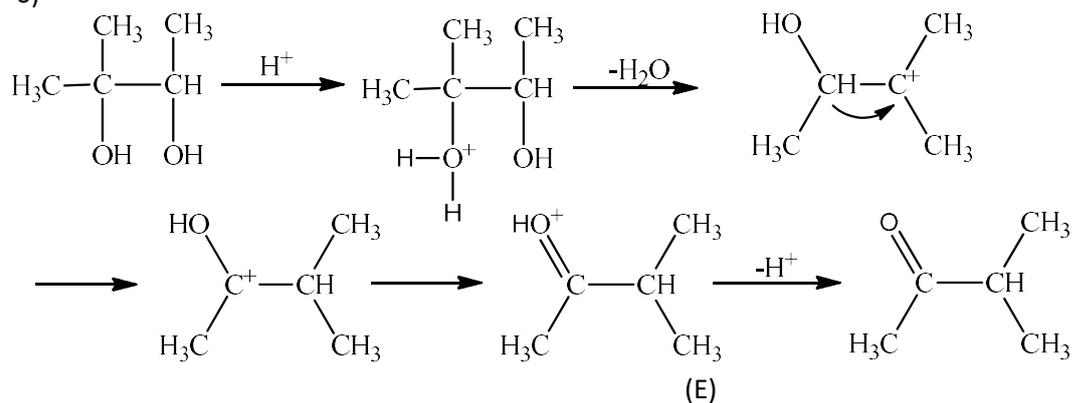
Наиболее устойчив наиболее замещенный при двойной связи изомер.

5)

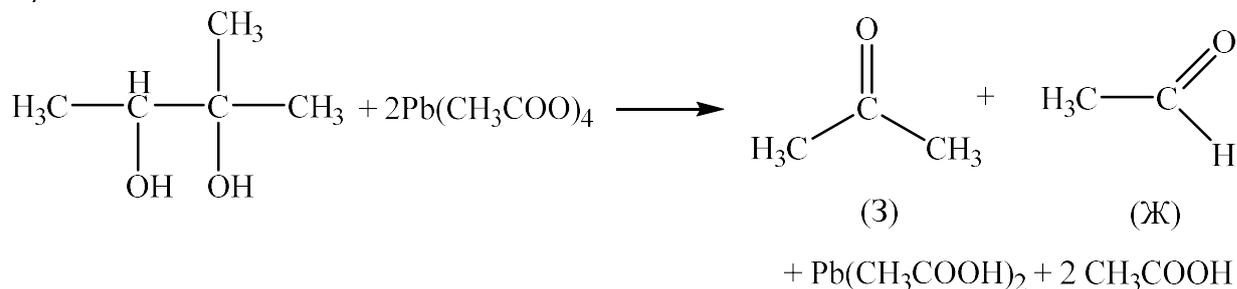
(Д)



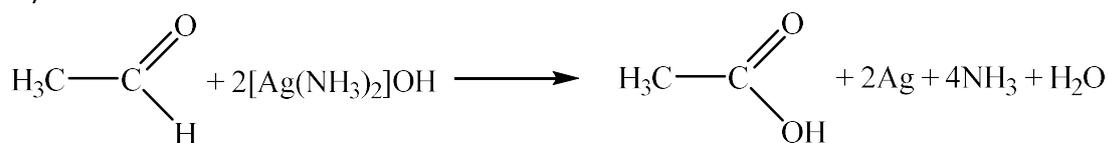
6)



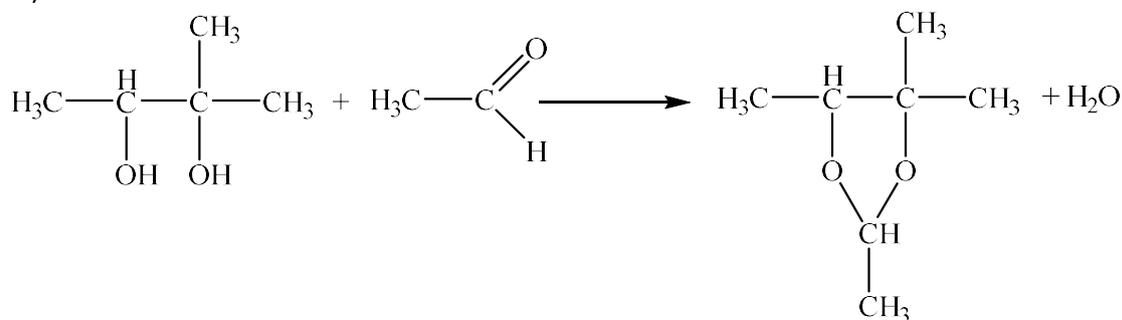
7)

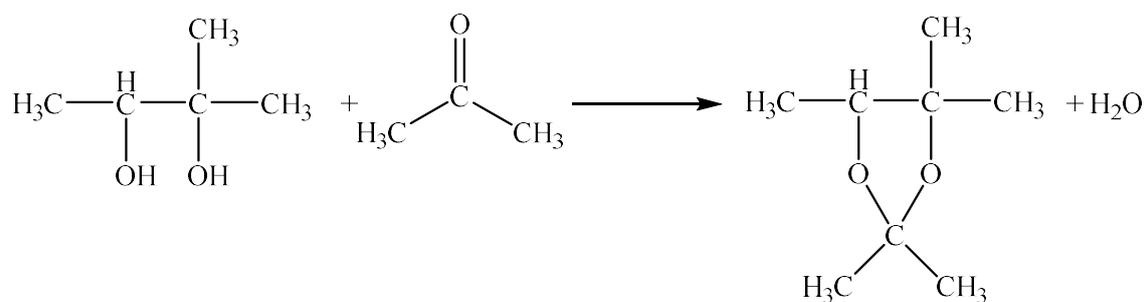


8)



9)





Ответ должен содержать следующие элементы	
За каждую правильно записанную схему превращений (кроме механизма перегруппировки вещества Д в вещество Е) – 0,75 балла	6,75 б
За правильно написанный механизм перегруппировки вещества Д в вещество Е	3,25 б