

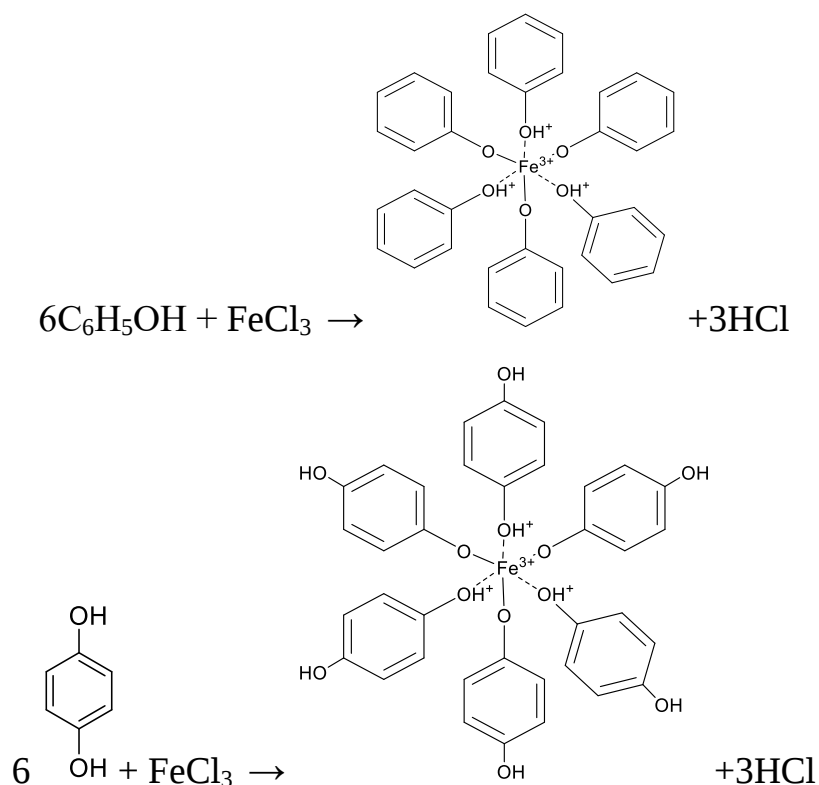
ЗАДАЧА 11-1

Условие задачи

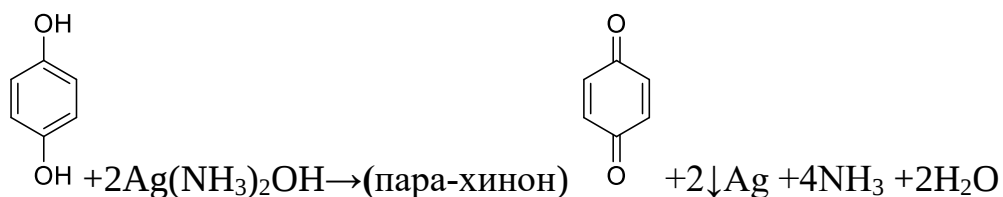
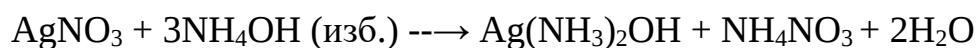
В шести пронумерованных пробирках находятся: стирол (фенилэтен), фенилацетилен (фенилэтин), фенол, бензальдегид, бензойная кислота, гидрохинон. В качестве реагентов имеются: нитрат серебра, водный раствор аммиака, раствор хлорида железа, индикатор – лакмус. Представьте всю **оптимальную** последовательность проведения эксперимента. Напишите все необходимые реакции и условия их проведения.

Решение

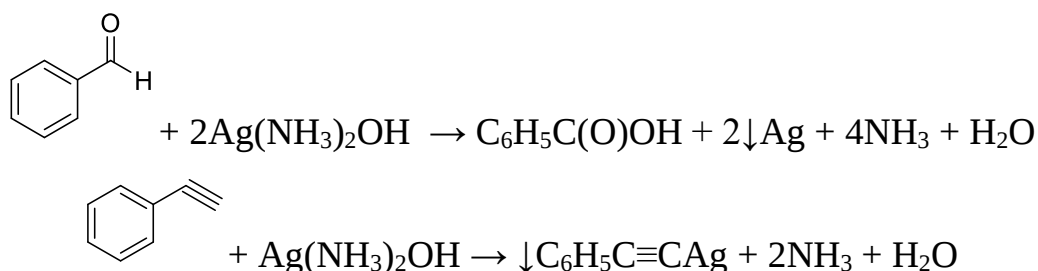
1. С помощью индикатора – лакмуса определяем бензойную кислоты – красное окрашивание.
2. Действуем раствором FeCl_3 : комплексные соединения 6-ти координационного железа образуются только с фенолом и гидрохиноном:



Из этих двух соединений отличить гидрохинон можно по его реакции с аммиачным раствором оксида серебра (реакция «серебряного зеркала»):



3. Различить бензальдегид и фенилацетилен можно по реакции с $\text{Ag(NH}_3)_2\text{OH}$: в первом случае наблюдаем реакцию «серебряного зеркала», во втором – выпадает бурый осадок фенилацетиленида серебра:



Стирол в реакции с этими реагентами не вступает.

Система оценивания:

1	Определена бензойная кислота лакмусом	1 балл
2	Написаны реакции фенола и гидрохинона с FeCl_3	По 2 балла (максимум 4 балла)
3	Написана реакция приготовления аммиачного раствора оксида серебра	1 балл
4	Написана реакция «серебряного зеркала» для гидрохинона	4 балла
5	Написана реакция «серебряного зеркала» для бензальдегида	2 балла
6	Написана реакция образования ацетиленида серебра	3 балла
7	Указано, что стирол не вступает во взаимодействия с приведенными реагентами	2 балла
8	Определены все соединения, при логичной последовательности <u>(без лишних реакций)</u>	3 балла

	ИТОГО:	20 баллов
--	---------------	------------------

ЗАДАЧА 11-2

Условие задачи

Определите структурные формулы углеводородов **A-I**, если известно, что при сгорании 0,5 молей каждого из изомерных органических соединений **A, B, C** (газообразных при н.у.) образуется 33,6 л CO_2 и 18 г H_2O . Кроме того известно, что:

- соединение **A** вступает в реакцию Кучерова, а при 600°C (в присутствии углерода) образует два изомерных циклотримера **D** и **E**.
 - соединение **B** образует два изомера полностью насыщенных трициклодимеров **F** и **G**;
 - соединение **C** образует два изомера непредельных циклодимеров **H** и **I**.
1. Приведите необходимые расчеты. Рассчитайте формулу соединения **A**.
 2. Приведите структурные формулы и названия изомерных соединений **B, В**.
 3. Напишите все необходимые реакции в виде структурных формул и условия их проведения.
 4. Приведите структурные формулы изомеров соединения **A** и их названия.

Решение

1. Исходя из условий задания при сгорании 0,5 моль **A** выделяется 33,6 л CO_2 и 18 г H_2O , тогда при сгорании 1 моль **A** будет выделяться в 2 раза больше:
 $33,6 \cdot 2 = 67,2$ л CO_2 , что соответствует $67,2 \text{ л} / 22,4 (\text{л/моль}) = 3$ моль CO_2 ;
и $18 \cdot 2 = 36$ г H_2O , что соответствует $36 \text{ г} / 18 (\text{г/моль}) = 2$ моль H_2O .

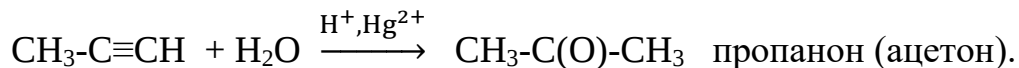
Тогда уравнение реакции будет: $\text{A} + 4\text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

Количество углерода в CO_2 и водорода в H_2O соответственно 3 и 4, значит, формула соединения **A** – C_3H_4 .

2. Структурные формулы для соединений C_3H_4 :



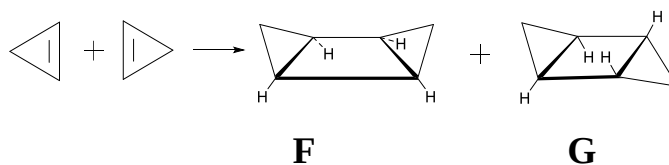
вещество А- пропин:



4. При нагревании до 600 °С в присутствии углерода вещество А

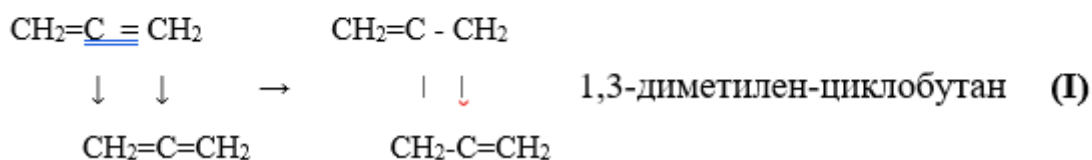
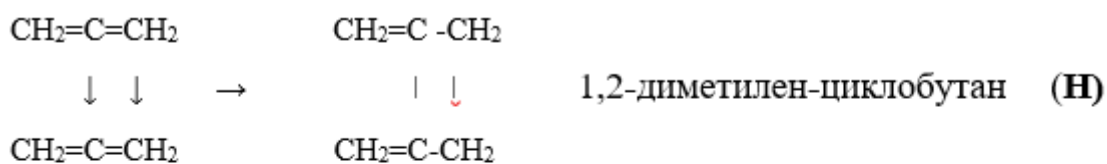


5. Соединение **B** димеризуется, образуя полностью насыщенные трициклические изомеры.



Син(цис)-трицикло[1,1,0,0]гексан (**F**) и анти(транс)- трицикло[1,1,0,0]гексан (**G**), (писать названия не нужно, главное – формулы)

6. Соединение С может димеризоваться двумя способами:



Система оценивания:

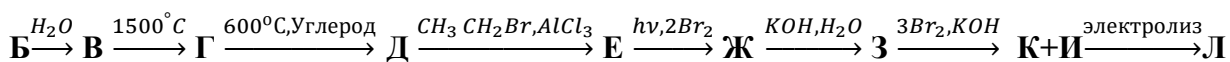
1	Определено количества вещества углекислого газа	1 балл
---	---	--------

2	Определено количества вещества воды	1 балл
3	Составлено уравнение реакции горения	1 балл
4	Определена формула соединения A	1 балла
5	Указаны структурные формулы для соединения состава C ₃ H ₄ Пропин (А) Пропадиен (аллен) (Г) Циклопропен (Д)	1 балл 1 балл 2 балла
6	Составлено уравнение реакции Кучерова, указаны условия протекания	2 балла
7	Определены вещества D и E	по 1 баллу (максимум 2 балла)
8	Определены вещества F и G	по 2 балла (максимум 4 балла)
9	Написана структура вещества H	2 балла
10	Написана структура вещества I	2 балла
	ИТОГО:	20 баллов

ЗАДАЧА 11-3

Условие задачи

Оксид трехвалентного металла (**A**), содержащий 52.94 % металла, взаимодействуя с коксом при температуре 2500° С, дает вещество **B**, которое подвергается приведенным на схеме превращениям.

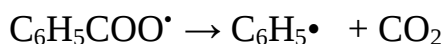
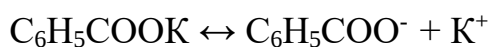
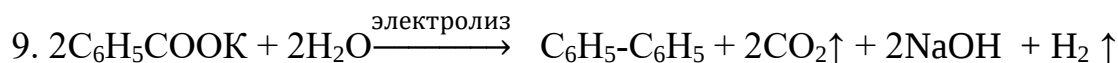
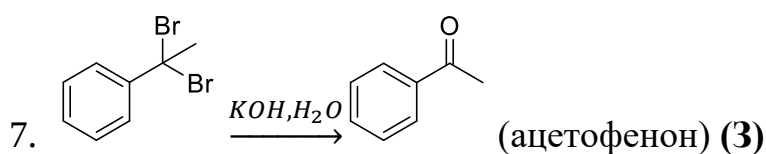
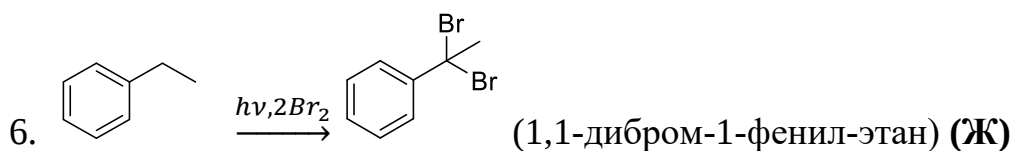
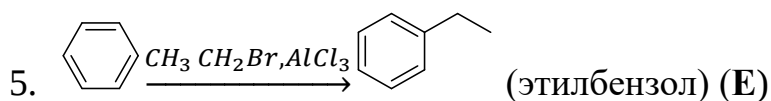
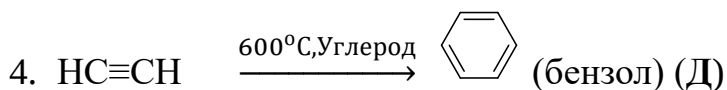
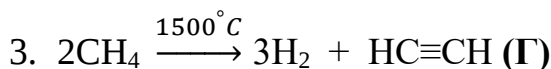
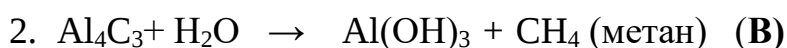
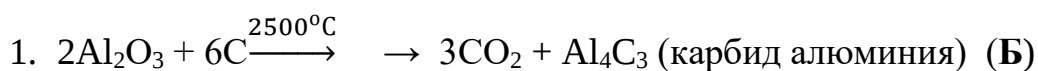
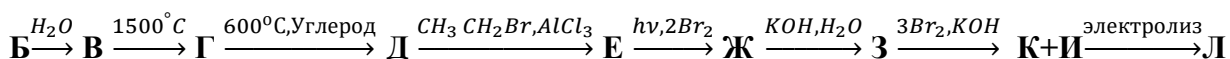


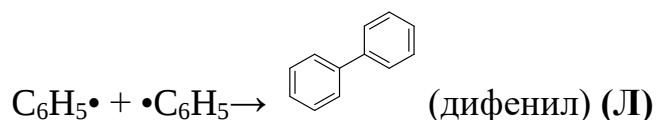
Установите формулу оксида **A**. Расшифруйте схему превращений вещества **B**, учитывая, что электролизу подвергается только вещество **И**. Напишите полные уравнения реакций, укажите процессы, протекающие на аноде и катоде при электролизе.

Решение

Оксид трехвалентного металла имеет формулу Met_2O_3 .

Учитывая, что массовая доля металла 52,94%, найти массовую долю кислорода: $100 - 52,94 = 47,06\%$ далее, можно найти молярную массу оксида по формуле: $W = \frac{3 \cdot M(\text{O})}{M(\text{Met}_2\text{O}_3)}$, тогда $M(\text{Met}_2\text{O}_3) = 102$ г/моль, значит, молярная масса двух атомов металла $102 - 16 \cdot 3 = 54$ г/моль, а одного - 27 г/моль - это алюминий. Вещество А – Al_2O_3 .





Система оценивания:

1	Определена молярная масса металла	1 балл
2	Написана формула оксида металла	1 балл
3	Составлено уравнение реакции образования вещества Б из оксида металла	2 балла
4	Составлено уравнение реакции образования вещества В	1 балл
5	Составлено уравнение реакции образования вещества Г	1 балл
6	Составлено уравнение реакции образования вещества Д	1 балл
7	Составлено уравнение реакции образования вещества Е	1 балл
8	Составлено уравнение реакции образования вещества Ж	2 балла
9	Составлено уравнение реакции образования вещества З	1 балл
10	Составлено уравнение реакции образования веществ И и К	3 балла
11	Написано уравнение электролиза вещества И	3 балла
12	Указаны процессы на катоде и аноде	1 балл
13	Определено вещество Л	2 балла
	ИТОГО:	20 баллов

ЗАДАЧА 11-4

Условие задачи

Гжель-вид русской народной росписи голубой краской по белой керамике. Голубая краска называется тенаровой синью. Ее получают сплавлением оксида алюминия с нитратом двухвалентного металла с образованием двойного оксида этого металла с алюминием и выделением смеси двух газов, содержащей 20% кислорода и 80% одного из оксидов азота. Относительная плотность смеси газов по водороду 21,6. Если весь выделившийся кислород вступит во взаимодействие с угарным газом (н.у.), то образуется 0,224 л углекислого газа. Определите металл, используемый для получения тенаровой

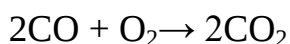
сини, если известно, что для сплавления взяли 1,83 г нитрата этого металла. Напишите уравнение получения тенаровой сини, расставьте коэффициенты методом электронного баланса с указанием окислителя и восстановителя, учитывая, что искомый металл не изменяет свою степень окисления.

Решение

1. Относительная плотность смеси газов по водороду $D = \frac{M(\text{смеси газов})}{M(H_2)}$, значит, $M(\text{смеси газов}) = D \cdot M(H_2)$, подставив значения, найти, что $M(\text{смеси газов}) = 2 \text{ г/моль} \cdot 21,6 = 43,2 \text{ г/моль}$. Зная, что смесь газов состоит из 20% кислорода и 80% оксида азота, составить уравнение, где неизвестным будет молярная масса оксида азота: $M(\text{смеси газов}) = M(N_xO_y) \cdot 0,8 + M(O_2) \cdot 0,2$. Подставив значения, найти $M(N_xO_y)$.

$M(N_xO_y) \cdot 0,8 + 32 \cdot 0,2 = 43,2$, тогда $M(N_xO_y) = 46 \text{ г/моль}$. Такой молярной массе соответствует только один оксид азота- NO_2 .

2. Написать уравнение взаимодействия кислорода с угарным газом:

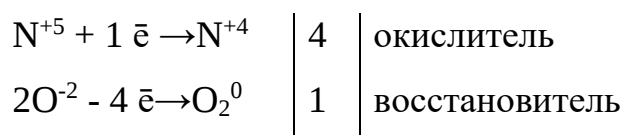
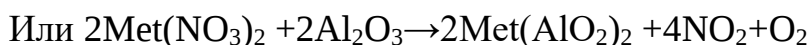
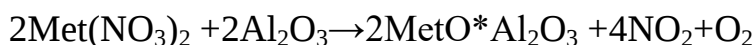


Найти количество вещества углекислого газа по формуле $v = \frac{V}{V_m}$, где

$V_m = 22,4 \text{ л/моль (н.у.)}$, следовательно, $v(CO_2) = \frac{0,224 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,01 \text{ моль}$. Так как

$v(CO_2): v(O_2) = 2:1$, то $v(O_2) = 0,005 \text{ моль}$.

3. Составить уравнение реакции, если известно, что металл двухвалентен и выделяется диоксид азота:



4. Так как уже найдено количество вещества кислорода, значит, можно найти количество вещества нитрата металла по соотношению: $v(Met(NO_3)_2): v(O_2) = 2:1$, тогда $v(Met(NO_3)_2) = 0,01 \text{ моль}$. По условию для сплавления взяли 1,83г нитрата металла, значит,

$$M(\text{Met}(\text{NO}_3)_2) = \frac{m(\text{Met}(\text{NO}_3)_2)}{v(\text{Met}(\text{NO}_3)_2)} = 183 \text{ г/моль.}$$

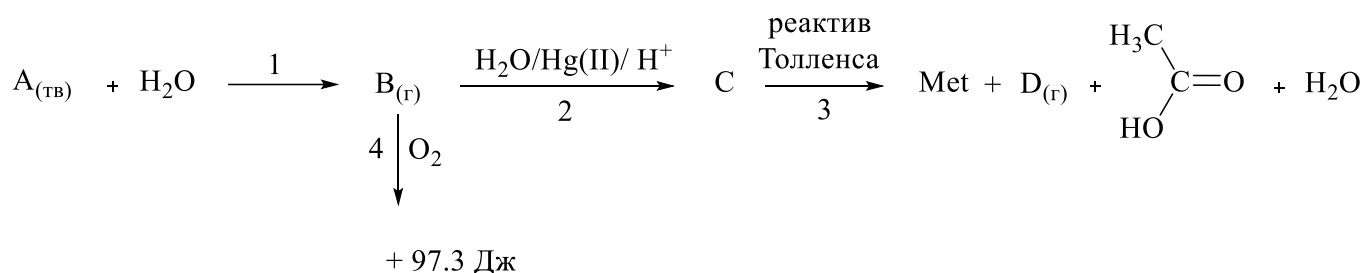
$M(\text{Met}(\text{NO}_3)_2) = M(\text{Met}) + 2 \cdot M(\text{N}) + 6 \cdot M(\text{O})$, тогда $M(\text{Met}) = 59 \text{ г/моль}$,
значит, металл-кобальт.

Система оценивания

1	Найдена молярная масса смеси газов	3 балла
2	Рассчитана молярная масса оксида азота	4 балла
3	Установлена формула оксида азота	2 балла
4	Найдено количество вещества кислорода	1 балл
5	Записано уравнение взаимодействия нитрата металла с оксидом алюминия	6 баллов
6	Написан метод электронного баланса с указанием окислителя и восстановителя (или вещество-окислитель и вещество-восстановитель)	2 балла
7	Найдена молярная масса нитрата металла	1 балл
8	Определен металл	1 балл
	ИТОГО	20 баллов

ЗАДАЧА 11-5

Условие задачи



В растворе объемом 100 см^3 при $t=30^\circ\text{C}$ с постоянной скоростью протекает реакция гидролиза вещества А. Через 15 мин от начала реакции образовавшийся газ сожгли и получили 97,3 Дж тепла. Рассчитайте скорость реакции 1 в единицах $\left[\frac{\text{Па}}{\text{сек}}\right]$, если известно, что теплота сгорания вещества В $Q_{\text{сгор}}(\text{В}) = 226,75 \text{ кДж/моль}$. Запишите цепочки превращений, определите все

вещества. Рассчитайте, какой объем газа D можно получить, проведя реакции 2 и 3 (вместо 4), если известно, что вещество C получается с выходом 73%.

Решение

1. Если $Q_{\text{сгор}}(\text{B}) = 226,75 \text{ кДж/моль}$, а в результате сгорания образуется 97,3 Дж, то вещества В образовалось $= 97,3 \text{ Дж} / 226,75 \cdot 10^3 \text{ Дж/моль} = 0,000429 \text{ моль}$.

2. По уравнению Клапейрона-Менделеева изменение давления составит:

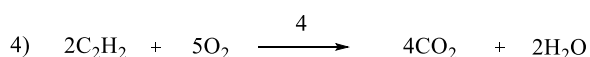
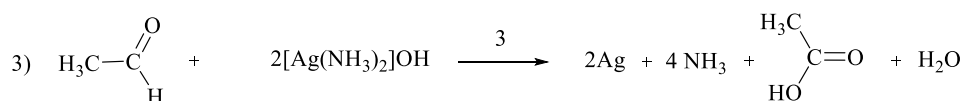
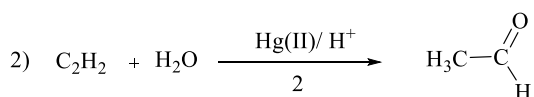
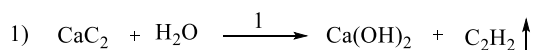
$$\Delta p = \frac{nRT}{V} = \frac{0,000429 \text{ моль} \cdot 303 \text{ К} \cdot 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}}{100 \text{ см}^3} = 0,010807 \frac{\text{Дж}}{\text{см}^3} = 10807 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3} = 10807 \text{ Па} \quad (2 \text{ балла}).$$

3. За 15 мин $\Delta p = 10807 \text{ Па}$, посчитаем Δp за 1 сек: скорость реакции $1 = \frac{10807 \text{ Па}}{15 \text{ сек} \cdot 60} = \frac{10807 \text{ Па}}{900 \text{ сек}} = 12 \text{ Па/сек} \quad (2 \text{ балла})$

4. Реактив Толленса - это щелочной раствор аммиаката серебра – $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$, его используют для осуществления качественной реакции при определении альдегидов, в результате его взаимодействия с альдегидом образуется карбоновая кислота и металлическое серебро, протекает реакция «серебряного зеркала». Исходя из этого $\text{Met} = \text{Ag}$, $\text{D}_{(\text{r})} = \text{NH}_3$; $\text{C} = \text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{H}$

5. В кислой среде в присутствии солей ртути, альдегиды можно получить по реакции Кучерова из алкинов, следовательно, $\text{B} = \text{CH}\equiv\text{CH}$ (ацетилен). (1 балл)

6. Ацетилен можно получить гидролизом карбида кальция, запишем цепочку превращений:



7. Если в реакцию 2 вступит 0,000429 моль C_2H_2 , то с учетом 73% выхода в результате реакции образуется $0,000429 \text{ моль} \cdot 0,73 = 0,0003132 \text{ моль}$ альдегида, тогда $n(NH_3) = 0,0003132 \text{ моль} \cdot 4 = 0,001253 \text{ моль}$.
8. $V_m = 22,4 \text{ л/моль}$, следовательно, $V(NH_3) = 22,4 \text{ л/моль} \cdot 0,001253 \text{ моль} = 0,028 \text{ л} = 28 \text{ мл}$.

Система оценивания

1	Найдено количество вещества соединения В	2 балла
2	Найдено изменение давления по уравнения Менделеева-Клапейрона	2 балла
3	Посчитано изменение давления за 1 секунду	2 балла
4	Установлены вещества Met, D _(г) , С	2 балла
5	Установлено вещество В	1 балл
6	Записаны уравнение реакции 1-4 цепочки превращений	по 2 балла (всего 8 баллов)
7	Найдено количество вещества аммиака	2 балла
8	Найден объем аммиака	1 балл
	ИТОГО	20 баллов