Министерство образования, науки и молодежной политики Нижегородской области
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Всероссийская олимпиада школьников по химии
Муниципальный (районный) этап

8 класс

Решение задач

Задача 1

№	Элемент решения	Баллы
1	$C_{15}H_{89}O_{14}N_{14}PCo$	10
2	M = 1355 г / моль	4
3	Расчет массовых долей ω (C) = 55.79 %, ω (H) = 6.57 %, ω (O) = 16.53 %, ω (N) = 14.46 %, ω (P) = 2.29 %, ω (Co) = 4.35 %	По 2 балла за каждый расчет = 12 баллов
4	Диаграмма	4
Итого:		30 баллов

Задача 2

№	Элемент решения	Баллы
1	Основа для разделения веществ перегонкой – различие в давлении насыщенного пара (или температурах кипения) компонентов смеси	3
2	Расчет объемов газов в смеси: $V(N_2) = V(\text{смеси}) \cdot \varphi = 1 \cdot 0.78 = 0.78$ (л) $V(O_2) = V(\text{смеси}) \cdot \varphi = 1 \cdot 0.21 = 0.21$ (л) $V(Ar) = V(\text{смеси}) \cdot \varphi = 1 \cdot 0.01 = 0.01$ (л)	По 1 баллу за каждый газ = 3 балла
3	Расчет числа молекул: $N(N_2) = [V(N_2) / V_m] \cdot N_A = [0.78 / 22.4] \cdot 6.02 \cdot 10^{23} =$ $= 2.1 \cdot 10^{22}$ $N(O_2) = [V(O_2) / V_m] \cdot N_A = [0.21 / 22.4] \cdot 6.02 \cdot 10^{23} =$ $= 5.6 \cdot 10^{21}$ $N(Ar) = [V(Ar) / V_m] \cdot N_A = [0.78 / 22.4] \cdot 6.02 \cdot 10^{23} =$ $= 2.7 \cdot 10^{20}$	По 3 балла за каждый газ = 9 баллов
4	Нормальные условия: T = 0ºC = 273 K p = 1 атм = 760 мм рт.ст. = 101325 Па	По 1 баллу за каждую из величин = 5 баллов
Итого:		20 баллов

Задача 3

№	Элемент решения	Баллы
1	Расчет массы активного хлора в растворе: 1) m(р-ра) = ρ · V = 1.0 г/мл · 20 000 мл = 20 000 (г) 2) m(Cl) = m(р-ра) · ω = 20 000 · 0.0006 = 12 (г)	10
2	Расчет числа таблеток: N(таблеток) = 12 : 1.5 = 8	5

3	Расчет массы натриевой соли дихлоризоциануровой кислоты: m(соли) = m(таблеток) · ω = 8 · 3.2 · 0.7325 = 18.752 (г)	5
Итого:		20 баллов

Задача 4

№	Элемент решения	Баллы
1	$N_2 + 3\ H_2 \leftrightarrow 2\ NH_3$ $4\ NH_3 + 5\ O_2 \rightarrow 4\ NO + 6\ H_2O$ $2\ NO + O_2 \rightarrow 2\ NO_2$ $4\ NO_2 + 2\ H_2O + O_2 \rightarrow 4\ HNO_3$	По 4 балла за каждый пропуск = 16 баллов
2	Представленные реакции отражают последовательность процесса промышленного синтеза азотной кислоты	4 балла
3	Основные области применения азотной кислоты: – производство минеральных удобрений; – производство взрывчатых веществ; – производство красителей; – производство лекарств; – производство искусственных волокон; – органический синтез; – ювелирное дело и др.	По 1 баллу за каждую перечисленную область, но не более 5 баллов в сумме
4	Перечисленная смесь для первой реакции и платина для второй – катализаторы, используют для ускорения реакции. Кроме того, для второй реакции платина нужна для образования нужного продукта – NO, без нее получается азот	3 балла за указание катализатора, 2 балла за указание нужного продукта = 5 баллов
Итого:		30 баллов

Министерство образования, науки и молодежной политики Нижегородской области
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Всероссийская олимпиада школьников по химии
Муниципальный (районный) этап

9 класс

Решение задач

Задание 1

1.1. Взаимодействие между гидроксидом натрия и хлоридом алюминия протекает по уравнению:

$$3\ NaOH + AlCl_3 \rightarrow Al(OH)_3 + 3\ NaCl,$$

а в случае избытка гидроксида натрия:

$$Al(OH)_3 + NaOH \rightarrow Na[Al(OH)_4].$$

Прокаливание гидроксида приводит к оксиду алюминия:

$$2\ Al(OH)_3 \rightarrow Al_2O_3 + 3\ H_2O.$$

1.2. Для выяснения какое из веществ дано в недостатке, найдем массу растворенного вещества хлорида алюминия и его количество вещества:

$$m_{\text{р.в.}}(AlCl_3) = \omega(AlCl_3) \times m_{\text{р-ра}} = 0.02 \times 267\ \text{г} = 5.34\ \text{г},$$

$$n(AlCl_3) = \frac{m(AlCl_3)}{M(AlCl_3)} = \frac{5.34\ \text{г}}{133.5\ \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0.04\ \text{моль}.$$

Аналогично рассчитаем количество вещества гидроксида натрия:

$$n(NaOH) = c(NaOH) \times V_{\text{р-ра}} = 0.26\ \frac{\text{моль}}{\text{л}} \times 0.5\ \text{л} = 0.13\ \text{моль}.$$

С учетом коэффициентов первого уравнения убеждаемся, что хлорид алюминия взят в недостатке:

$$n'(AlCl_3) = \frac{n(AlCl_3)}{1} = 0.04\ \text{моль},$$

$$n'(NaOH) = \frac{n(NaOH)}{3} = 0.043\ \text{моль}.$$

Количество вещества гидроксида алюминия, образовавшегося по первой реакции $n(Al(OH)_3) = 0.04$ моль, количество вещества гидроксида натрия осталось после взаимодействия с хлоридом алюминия $n_{\text{ост}}(NaOH) = 0.13$ моль – 0.12 моль = 0.01 моль.

По второй реакции растворяется гидроксид алюминия, и для нее гидроксид натрия уже находится в недостатке, поэтому количество вещества оставшегося гидроксида алюминия будет равно $n_{\text{ост}}(Al(OH)_3) = 0.04$ моль – 0.01 моль = 0.03 моль.

Тогда образуется оксида алюминия $n(Al_2O_3) = ½\ n_{\text{ост}}(Al(OH)_3) = 0.015$ моль, а его масса равна $m(Al_2O_3) = 0.015$ моль × 102 г/моль = 1.53 г.

Задание 2

2.1. Рассчитаем молярную массу газовой смеси, основываясь на уравнении Менделеева–Клапейрона:

$$M = \rho\frac{RT}{p} = 1.363\,\tfrac{\text{г}}{\text{л}}\,\frac{0.082\,\frac{\text{л}\times\text{атм}}{\text{моль}\times\text{К}}\times 273\,\text{К}}{1\,\text{атм}} = 30.5\,\tfrac{\text{г}}{\text{моль}}.$$

Молярную массу неизвестного газа рассчитаем, используя выражение для средней молярной массы газовой смеси:

$$M_{\text{смеси}} = x(\text{NH}_3)M(\text{NH}_3) + (1-x)M(\text{газ}).$$

Учитывая, что смесь эквимолярная т.е. количество вещества газов равны, значит мольные доли равны 50 %, найдем молярную массу неизвестного газа:

$$30.5 = 0.5\times 17 + 0.5\times M(\text{газ}),$$

$$M(\text{газ}) = 44\,\tfrac{\text{г}}{\text{моль}}.$$

2.2. Вычисленной молярной массе удовлетворяют три газа: CO_2, C_3H_8, N_2O. Учитывая, что число атомов азота в смеси равно числу атомов водорода, то вторым компонентом к аммиаку может быть только N_2O – оксид азота(I).

Задание 3

3.1. Расшифровка веществ:

A – $Fe(NO_3)_2$, **B** – Fe_2O_3, **C** – $NaFeO_2$, **D** – $Fe(OH)_3$, **E** – $FeCl_3$, **F** – $FeCl_2$.

3.2. Уравнения протекающих реакций:

$$Cu(NO_3)_2 + Fe \rightarrow Fe(NO_3)_2 + Cu,$$
$$4\,Fe(NO_3)_2 \rightarrow 2\,Fe_2O_3 + 8\,NO_2 + O_2,$$
$$Fe_2O_3 + Na_2CO_3 \rightarrow 2\,NaFeO_2 + CO_2,$$
$$NaFeO_2 + 2\,H_2O \rightarrow Fe(OH)_3 + NaOH,$$
$$Fe(OH)_3 + 3\,HCl \rightarrow FeCl_3 + 3\,H_2O,$$
$$2\,FeCl_3 + Fe \rightarrow 3\,FeCl_2,$$
$$FeCl_2 \rightarrow Fe + Cl_2.$$

Задание 4

4.1. При взаимодействии исходной смеси со щелочью протекают реакции:

$$2\,Al + 2\,NaOH + 6\,H_2O \rightarrow 2\,Na[Al(OH)_4] + 3\,H_2,$$
$$3\,S + 6\,NaOH \rightarrow 2\,Na_2S + Na_2SO_3 + 3\,H_2O.$$

Прокаливание приводит к образованию сульфида алюминия:

$$2\,Al + 3\,S \rightarrow Al_2S_3.$$

Если в избытке остался алюминий, то он также как и сульфид, будет реагировать с соляной кислотой:

$$Al_2S_3 + HCl \rightarrow 2\,AlCl_3 + 3\,H_2S,$$
$$2\,Al + 6\,HCl \rightarrow 2\,AlCl_3 + 3\,H_2.$$

4.2. Обозначим количество вещества алюминия и серы в смеси после разделения: $n(\text{Al}) = a$, $n(\text{S}) = b$. В первом случае выделяется только водород, и его масса будет равна $m_1(H_2) = 3/2a\times 2 = 3a$.

При прокаливании смеси происходит реакция и, если алюминий и сера находятся в эквивалентных количествах, или сера находится в избытке, то образуется $a/2$ моль сульфида алюминия, и выделяется $3/2a$ моль сероводорода массой $34\times 3/2a = 51a$ г. Сравнивая массы этого газа и выделившегося в первом случае $51a/3a = 17$, получаем, что значение не совпадает с условием задачи, а значит, сера находится в недостатке, и после прокаливания смесь будет состоять из

металлического алюминия и его сульфида.

Тогда, при взаимодействии серы и алюминия, сера прореагирует полностью, количество вещества сульфида алюминия будет равно $n(Al_2S_3) = b/3$, количество вещества алюминия, которое останется после взаимодействия с ней, будет равно: $n_{ост}(Al) = a - 2/3b$.

После взаимодействия с соляной кислотой выделится $n(H_2S) = b$ и $n(H_2) = 3/2(a - 2/3b) = 3/2a - b$. Их массы будут равны: $m(H_2S) = 34b$ и $m(H_2) = 2(3/2a - b) = 3a - 2b$.

Суммарная масса смеси газов $m(H_2S + H_2) = 34b + 3a - 2b = 3a + 32b$. Тогда, по условию задачи, отношение массы газов будет равно:

$$\frac{m_2(\text{газа})}{m_1(\text{газа})} = 15 = \frac{3a + 32b}{3a}.$$

Выражая одну переменную через другую, получим:

$$\frac{3a + 32b}{3a} = 15,$$

$$3a + 32b = 45a,$$

$$b = \frac{21}{16}a.$$

Выразим массовую долю алюминия в смеси:

$$\omega(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{m(\text{Al}) + m(\text{S})}.$$

Выразим массы веществ через их количества вещества и подставим уже установленное между ними взаимоотношение:

$$\omega(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{m(\text{Al}) + m(\text{S})} = \frac{n(\text{Al})M(\text{Al})}{n(\text{Al})M(\text{Al}) + n(\text{S})M(\text{S})} = \frac{27a}{27a + 32b} =$$

$$= \frac{27a}{27a + 32\frac{21}{16}a} = \frac{27a}{69a} = 0.3913 \quad \text{или} \quad 39.13\,\%.$$

Рекомендации по оценке решения

Задние 1	
За верно записанные уравнения реакций (по 3 балла за уравнение)	9
За верный расчет количества вещества хлорида алюминия	4
За верный расчет количества вещества гидроксида натрия	4
За верное и подтвержденное расчетом утверждение о недостатке хлорида алюминия в первом случае	2
За верное и подтвержденное расчетом утверждение о недостатке гидроксида натрия во втором случае	2
За верный расчет массы оксида алюминия	4
Всего	25 баллов

Задание 2	
За верный расчет молярной массы газовой смеси	5
За верный расчет мольной доли компонентов газовой смеси	3
За верный расчет молярной массы неизвестного газа	5
За верное определение оксида азота(I)	5
За верное название N_2O	2
Всего	20 баллов

Задание 3	
За верно расшифрованные вещества (по 1 баллу за вещество)	6
За верно написанные уравнения реакций (по 2 балла за уравнение)	14
Всего	20 баллов

Задание 4	
За верно записанные уравнения реакций (по 3 балла за уравнение)	15
За верный вывод о недостатке серы при реакции с алюминием	5
За верный расчет массы водорода в первом случае	5
За верный расчет массы водорода и сероводорода во втором случае	5
За верный расчет массовой доли алюминия	5
Всего	35 баллов

Максимальная возможная оценка 100 баллов

Министерство образования, науки и молодежной политики Нижегородской области
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Всероссийская олимпиада школьников по химии
Муниципальный (районный) этап

10 класс

Решение задач

Задание №1

1. Определим молярные массы смесей

$M(1) = M(\text{He}) \cdot 4.83 = 4 \cdot 4.83 = 19.32$ г/моль.

$M(2) = M(\text{воздуха}) / 5.52 = 29 / 5.52 = 5.254$ г/моль.

Так как при добавлении газа **Б** молярная масса смеси уменьшается, газ **Б** легче газа **А** (*).

2. Обозначим молярные массы газов x и y и примем, что во второй смеси масса газа **А** – 2 г, а масса газа **Б** – 1 г. Тогда для двух смесей получаем систему:

$2/3x + 1/3y = 19.32$ и

$[(2/x) \cdot x] / (2/x + 1/y) + [(1/y) \cdot y] / (2/x + 1/y) = 5.254$.

Упрощая второе уравнение и решая систему, находим 2 пары решений:

а) $x = 27.99$ и $y = 1.98$ и б) $x = 3.62$ и $y = 50.72$.

С учетом (*), получаем, что M(**А**) = 27.99 ≈ 28 г/моль и M(**Б**) = 1.98 ≈ 2 г/моль.

Тогда: газ **А – азот, угарный газ или этилен**, газ **Б – водород**

3. Газы **А** и **Б** могут реагировать в соответствии со следующими уравнениями:

$3\ H_2 + N_2 = 2\ NH_3$ (температура не менее 500°C, давление не менее 300 атм, катализатор – оксид железа Fe_3O_4)

$H_2 + CO = CH_3OH$ (температура 350°C, давление 250 атм, катализатор – оксид цинка), либо

$H_2 + CO = CH_4 + H_2O$ (температура 300°C, давление 1 атм, катализатор – никель)

$H_2 + C_2H_4 = C_2H_6$ (катализаторы – платиновые металлы или никель).

Примечание:

1. за выполнение пункта (1) решения – 4 балла

2. за определение природы газов **А** и **Б** – 8 баллов (4 балла за систему уравнений + 4 балла за установление веществ А и Б)

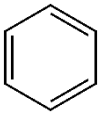
3. за запись уравнений реакции – 8 баллов (по 2 балла за каждое уравнение)

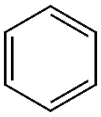
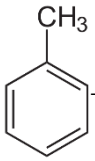
Итого: 20 баллов

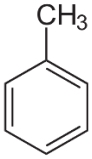
Задание №2

Запишем уравнения шести реакций и укажем условия их протекания:

1) $Cl(CH_2)_6Cl + Mg \rightarrow$ $+ MgCl_2$

2) $\xrightarrow{t,\ Pt}$  $+ 3H_2$

3)  $+ CH_3Cl \xrightarrow{AlCl_3}$  $+ HCl$

4)  $+ 2Br_2 \xrightarrow{h\nu} C_6H_5CHBr_2 + 2HBr$

5) $C_6H_5CHBr_2 + 2KOH \rightarrow C_6H_5CHO + 2KBr + H_2O$

6) $5C_6H_5CHO + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5C_6H_5COOH + K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O$

***Примечание*:**

1. За установление формул веществ **A**–**E** – 5 баллов (по 1 баллу за каждое)

2. За запись уравнений реакций 1-6 и условий их протекания − 24 балла (по 4 балла за каждую реакцию, при отсутствии необходимых условий – 3 балла)

Итого: 29 баллов

Задание №3

Уравнения реакций сгорания компонентов смеси:

$C_3H_4 + 4O_2 \rightarrow 3CO_2 + 2H_2O$

$C_nH_{2n-1}Cl + (1.5n - 0.5)O_2 \rightarrow nCO_2 + (n-1)H_2O + HCl$

Пусть в смеси было x моль C_3H_4 ($M_1 = 40$) и y моль $C_nH_{2n-1}Cl$ ($M_2 = 14n + 34.5$).

Количество веществ в смеси: $n = pV/RT = 98.0 \cdot 19.75/8.31 \cdot 388 = 0.6$ моль.

Молярная масса смеси: $M = D_{возд} \cdot 29 = 2.218 \cdot 29 = 64.32$ г/моль.

Количество образовавшейся воды: $n(H_2O) = 21.6/18 = 1.2$ моль

Получаем систему уравнений:

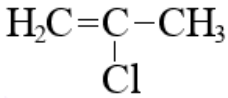
$x+y = 0.6$

$40x+(14n + 34.5)y = 64.32 \cdot 0.5$

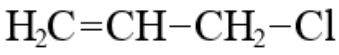
$2x + (n-1)y = 1.2$

Решение этой системы дает $x = 0.2$, $y = 0.4$, $n = 3$

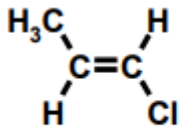
Таким образом, общая формула монохлоралкенов – C_3H_5Cl. Этой формуле соответствуют 5 изомеров: 2-хлорпропен, 1-хлорпропен (транс-изомер), 1-хлорпропен (цис-изомер), 3-хлорпропен, хлорциклопропан.



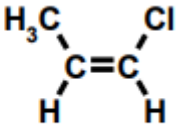
2-хлорпропен



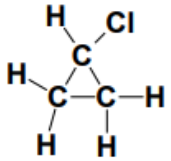
3-хлорпропен



транс-1-хлорпропен



цис-1-хлорпропен



(хлорциклопропан)

Объемные доли компонентов исходной смеси: φ (C_3H_4) = 0.2/0.6 = 33.3%, φ(C_3H_5Cl) = 0.4/0.6 = 66,7%.

Примечание:

-за запись уравнений химических реакций – 6 баллов (по 3 балла за каждое)

-за составление системы уравнений – 8 баллов

-за запись структурных формул изомеров – 5 баллов (по 1 баллу за каждую)

-за расчет объемных долей веществ в исходной смеси – 4 балла

Итого: 23 балла

Задание №4

1. Пусть в исходной смеси было *x* моль Ca и *y* моль Al. При разделении смеси на две равные порции в каждой из них оказалось 0.5*x* моль Ca и 0.5*y* моль Al.

2. Реакции первой порции:

$$\overset{0.5x}{Ca} + 2C \rightarrow \overset{0.5x}{CaC_2}$$

$$\overset{0.5y}{4Al} + 3C \rightarrow \overset{0.125y}{Al_4C_3}$$

$$\overset{0.5x}{CaC_2} + 2H_2O \rightarrow \overset{0.5x}{C_2H_2}\uparrow + Ca(OH)_2$$

$$\overset{0.125y}{Al_4C_3} + 12H_2O \rightarrow \overset{0.375y}{3CH_4}\uparrow + 4Al(OH)_3$$

Реакции второй порции:

$$\overset{0.5x}{Ca} + H_2O \rightarrow \overset{0.5x}{H_2}\uparrow + Ca(OH)_2$$

$$\overset{0.5y}{2Al} + 2NaOH + 6H_2O \rightarrow \overset{0.75y}{3H_2}\uparrow + 2Na[Al(OH)_4]$$

3. При реакции с водным раствором щелочи выделилось:

$n(H_2)$ = 17.92/22.4 = 0.8 моль водорода,

а при реакции с водой выделилось:

$n(C_2H_2 + CH_4)$ = 11.2/22.4 = 0.5 моль газообразных продуктов.

Составим и решим систему уравнений с двумя неизвестными:

$0.5x + 0.75y = 0.8$

$0.5x + 0.375y = 0.5$

Решение системы являются $x = 0.4$; $y = 0.8$.

m(смеси) = m(Al) + m(Ca) = 0.8·27 + 0.4·40 = 37.6 г

Ответ: 37.6 г

Примечание:

1. за запись уравнений реакций – 18 баллов (по 3 балла за каждое уравнение)

2. за составление и решение системы уравнений – 8 баллов

3. за нахождение массы исходной смеси – 2 балла

Итого: 28 баллов

Министерство образования, науки и молодежной политики Нижегородской области
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Всероссийская олимпиада школьников по химии
Муниципальный (районный) этап

11 класс

Решение задач

Задание 1

1. Уравнения реакций:

- Метод Пристли:

$$2\ NH_4Cl + Ca(OH)_2 \xrightarrow{\Delta} CaCl_2 + 2\ NH_3\uparrow + 2\ H_2O$$

- Из нитридов:

$$Li_3N + 3\ H_2O \longrightarrow NH_3\uparrow + 3\ LiOH$$

или

$$Ca_3N_2 + 6\ H_2O \longrightarrow 2\ NH_3\uparrow + 3\ Ca(OH)_2$$

- Процесс Габера-Боша (железный катализатор с добавками при температуре 420–500°C и давлении около 300 атм (на некоторых заводах давление может достигать 1000 атм):

$$3\ H_2 + N_2 \longrightarrow 2\ NH_3\uparrow$$

2. Чилийская селитра – нитрат натрия $NaNO_3$ (можно принять KNO_3 или NH_4NO_3)

Получение азотной кислоты:

$NaNO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow NaHSO_4 + HNO_3$ (вариант с Na_2SO_4 засчитывать!)

3. Получение азотной кислоты из аммиака проходит постадийно:

$$4\ NH_3 + 5\ O_2 \xrightarrow{Pt} 4\ NO + 6\ H_2O$$

$$2\ NO + O_2 \xrightarrow{\Delta} 2\ NO_2$$

$$4\ NO_2 + O_2 + 2\ H_2O \longrightarrow 4\ HNO_3$$

4. $CuO + H_2 \longrightarrow Cu + H_2O$

$$3\ CuO + 2\ NH_3 \longrightarrow 3\ Cu + 3\ H_2O + N_2$$

Пусть исходная смесь содержала *x* моль водорода и *y* моль аммиака. Уменьшение массы трубки с оксидом меди произошло за счет удаления кислорода, т.е., n(O) = 0.16 г / 16 г/моль = 0.01 моль.

Оксид фосфора поглощает образовавшуюся воду. На выходе из второй трубки будет азот. $n(N_2)$ = 0.0224 л / 22.4 л/моль = 0.001 моль. Следовательно, **$n(NH_3)$ = y = 0.002 моль**.

Кислород содержится в молекуле воды:
$x + 1.5\,y = 0.01 \Rightarrow$ **$x = 0.007$ моль = $n(H_2)$**

$$M(\text{смеси}) = \frac{0.002 \times 17 + 0.007 \times 2}{0.002 + 0.007} = 5.33 \text{ г/моль}$$

$D(O_2) = M(\text{смеси}) / M(O_2) = 5.33 / 32 = 0.17$

5. В результате внедрения процесса Габера-Боша целая отрасль перестала зависеть от природных месторождений и смогла значительно увеличить производство удобрений и химического сырья. А это в свою очередь повысило урожайность сельскохозяйственной продукции, облегчило фермерский труд и стало одним из факторов взрывного роста населения Земли. В 1918 году Ф. Габер стал лауреатом Нобелевской премии по химии «за синтез аммиака из составляющих его элементов».

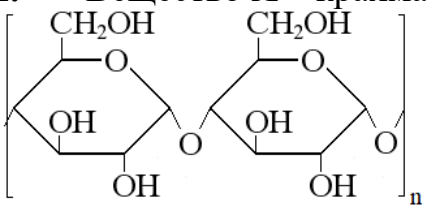
Процесс Габера-Боша позволил Европе и, прежде всего, Германии больше не зависеть от импорта селитры. Страна стала способна сама прокормить себя (в буквальном смысле удобрения теперь производились из воздуха) и обеспечить выпуск военной продукции: порох, взрывчатка. Это послужило одним из факторов начала в 1914 г. Первой мировой войны.

Рекомендация по оценке решения

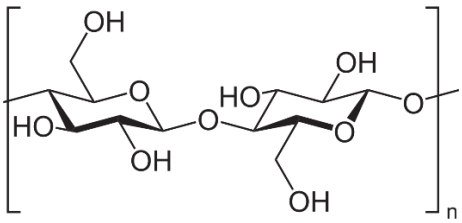
За уравнения реакций получения аммиака – по 2 балла	**6**
За формулу чилийской селитры	**1**
За уравнения реакции получения азотной кислоты из селитры	**2**
За уравнения получения азотной кислоты из аммиака	**3**
За расчет плотности газовой смеси по кислороду	**10**
За историческое и социальное значение процесса Габера-Боша	**3**
Всего	**25 баллов**

Задание 2

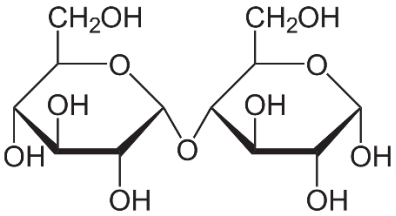
1. Вещество **А** – крахмал $(C_6H_{10}O_5)_n$



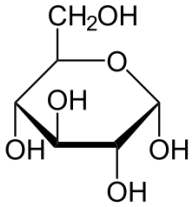
Вещество **Б** – целлюлоза $(C_6H_{10}O_5)_n$



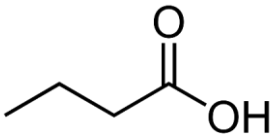
Вещество **В** – мальтоза, $C_{12}H_{22}O_{11}$



Вещество **Г** – глюкоза $C_6H_{12}O_6$ (допускается написание в открытой форме альдегидоспирта)



Вещество **Д** – бутановая кислота **C_3H_7COOH**



2. Реактив Швейцера (водный раствор гидроксида тетраамминиаката меди $[Cu(NH_3)_4](OH)_2$) растворяет только целлюлозу.

Крахмал дает с йодом характерное синее окрашивание (При взаимодействии йода с крахмалом образуется соединение включения (клатрат) канального типа)

Несмотря на то, что оба полимера образованы остатками D-глюкозы, их структурное звено описывается формулой $C_6H_{10}O_5$, а общая формула — $(C_6H_{10}O_5)_n$, однако у крахмала звенья развернуты в одном направлении (альфа-связи). У целлюлозы каждое звено повернуто к соседнему на 180 градусов (бета-связи).

Крахмал выполняет энергетическую функцию, целлюлоза – основной компонент клеточной стенки растений.

Применение крахмала: для получения патоки, подкрахмаливания белья, приготовления киселей, производства этанола, выпечки и т.д. Применение целлюлозы: производство бумаги и бумажных изделий, марли, ваты, целлулоида, фотопленки, клея, пороха, эмалей и лаков, искусственных волокон и тканей.

3. А – В – Г – Д

Крахмал **(А)** - мальтоза **(В)** - глюкоза **(Г)** – масляная (бутановая) кислота **(Д)**

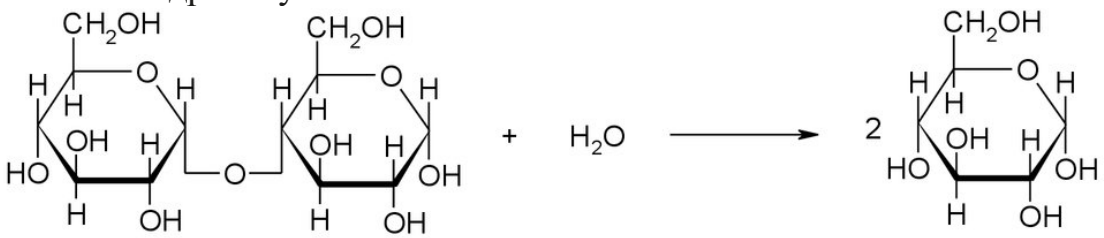
А – В

Гидролиз крахмала до мальтозы происходит при кипячении его с кислотами или под действием ферментов, содержащихся в солоде и слюне.

$$(C_6H_{10}O_5)_n + \frac{n}{2} H_2O = \frac{n}{2} C_{12}H_{22}O_{11}$$

В – Г

При кипячении мальтозы с разбавленной кислотой и при действии фермента она гидролизуется:



Г - Д

Маслянокислое брожение глюкозы (под действием маслянокислых бактерий)

$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow C_3H_7COOH + 2\ H_2 + 2\ CO_2$

4. Масляная кислота.

5. По условию задачи взяли 2.4 г. глюкозы.

n ($C_6H_{12}O_6$) = 2.4 г / 180 г/моль = 0.013 моль

n (CO_2) = n (H_2) = 2n ($C_6H_{12}O_6$) = 0.026 моль

Объем выделившегося водорода равен:

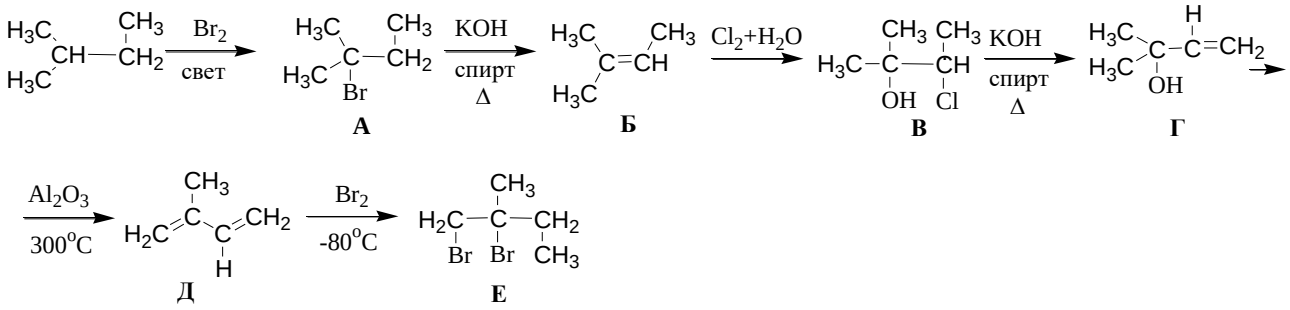
V (CO_2) = V (H_2) = 0.026 моль x 22.4 л/моль = 0.58 л

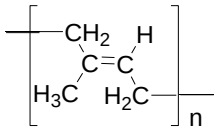
Суммарный объем газа: 0.58 x 2 = 1.16 л

Рекомендация по оценке решения

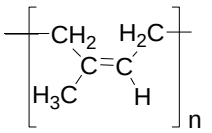
За написание структурных формул и названия – по 1 баллу	**5**
За отличие **А** и **Б**	**4**
За 3 уравнения реакций – по 2 балла	**6**
За название вещества **Д**	**2**
За реактив Швейцера	**3**
За расчет объема газа	**5**
Всего	**25 баллов**

Задание 3





транс-1,4-полиизопрен



цис-1,4-полиизопрен

исходное вещество - 2-метилбутан
А - 2-бром-2-метилбутан
Б - 2-метилбутен-2
В - 2-метил-3-хлорбутанол-2
Г - 2-метилбутен-3-ол-2
Д - 2-метилбутадиен-1,3
Е - 1,2-дибром-2-метилбутан

Природный продукт - натуральный каучук - представляет собой *цис*-1,4-

За 6 уравнений реакций – по 2 балла	**12**
За названия органических соединений – по 1 баллу	**7**
За написание формул полимеров	**4**
За применение каучука	**2**
Всего	**25 баллов**

полиизопрен, который после нагревания с серой (вулканизации) используют для производства различных резиновых изделий, в основном, шин и шинных продуктов (66% от всего мирового потребления).

Рекомендация по оценке решения

Задание 4

1. М(вещества) = 2.552 х 29 = 74 г/моль.

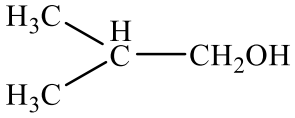
Пусть масса вещества 100 г, тогда массы углерода и кислорода, соответственно, равны 64.86 г и 21.63 г. Масса водорода 100 - 64.86 - 21.63 = 13.51 г.

$n(C) : n(H) : n(O) = \frac{64.86}{12} : \frac{13.51}{1} : \frac{21.63}{16} = 5.40 : 13.51 : 1.35 = 4 : 10 : 1$

Таким образом, искомое соединение имеем формулу $C_4H_{10}O$. Вещество

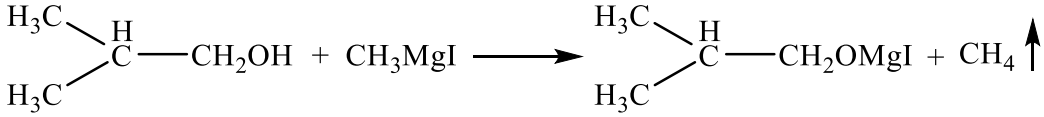
имеет подвижный водород, следовательно, это спирт.

2. Условию задачи удовлетворяет изобутиловый спирт (2-метилпропанол-1).



Гидратацией изобутилена он не может быть получен, так как она проходит по правилу Марковникова и будет приводить к *трет*-бутиловому спирту (2-метилпропанолу-2).

3. В ходе анализа по Чугаеву-Церевитинову выделяется метан, по количеству которого определяют концентрацию спирта в растворе:



По уравнению Менделеева – Клайперона:

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{755 \text{ x } 0.012}{62.36 \text{ x } 290} = 0.00049 \text{ моль}; \; C = \frac{n}{V} = \frac{0.00049 \text{ моль}}{0.005 \text{ л}} = \mathbf{0.01 \text{ моль/л}}$$

Рекомендация по оценке решения

За расчет и определение молекулярной формулы спирта	**7**
За установление структурной формулы спирта и объяснение особенностей гидратации алкена	**7**
За уравнение реакции анализа по Чугаеву-Церевитинову	**5**
За расчет молярной концентрации	**6**
Всего	**25 баллов**