

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

---

**10 класс**

Задача 1.1

К природным полимерам относятся

1. нуклеиновые кислоты
2. белки
3. вискоза
4. целлюлоза
5. целлулоид

Ответ: 1,2,4

Задача 1.2

К искусственным полимерам относятся:

1. силоксан
2. ацетатное волокно
3. вискоза
4. целлюлоза
5. ацетатный шелк

Ответ: 2,3,5

Задача 2.1

Органическая химия изучает вещества, содержащие атом углерода, образующий цепи различной конфигурации (длины, строения). Установите соответствие между наименованиями и описаниями некоторых процессов и реакций, характерных для органических веществ.

1.	Изомеризация	6.	Перенос с молекулы на молекулу фрагмента с общей формулой $C_nH_{2n+1}$ , где n-целое число, отражающее количество связанных вместе атомов углерода
2.	Ацилирование	7.	Введение остатка RCO- в состав органического соединения, как правило, путём замещения атома водорода
3.	Алкилирование	8.	Реакция карбоновой кислоты со спиртом с образованием эфира
4.	Этерификация	9.	Образование высокомолекулярного вещества путём многократного присоединения молекул низкомолекулярного вещества к активным центрам в растущей молекуле полимера.
5.	Полимеризация	10.	Перегруппировка атомов в молекуле вещества без изменения её качественного и количественного состава

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

---

Ответ: [1,10],[2,7],[3,6],[4,8],[5,9]

Задача 2.2

Органическая химия изучает вещества, содержащие атом углерода, образующий цепи различной конфигурации (длины, строения). Установите соответствие между наименованиями и описаниями некоторых процессов и реакций, характерных для органических веществ.

1.	Диазотирование	6.	реакция элиминирования, которая удаляет галогеноводород с субстрата.
2.	Ацетилирование	7.	взаимодействие ароматических аминов с $\text{HNO}_2$ с образованием ароматического диазосоединения.
3.	Дегидрогалогенирование	8.	Перегруппировка атомов в молекуле вещества без изменения её качественного и количественного состава
4.	Алкилирование	9.	реакция органической этерификации уксусной кислотой.
5.	Изомеризация	10.	Перенос с молекулы на молекулу фрагмента с общей формулой $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$ , где n-целое число, отражающее количество связанных вместе атомов углерода

Ответ: [1,7],[2,9],[3,6],[4,10],[5,8]

Задача 3.1

При прокаливании соединения меди выделилось 3,5 г оксида меди и сконденсировалось некоторое количество воды.

Вычислите объем сконденсировавшейся жидкости.

1. 0,8 л
2. 8 мл
3. 0,8 мл
4. 0,08 мл
5. 16 мл

Ответ: 3

Решение:

В ходе реакции прокалывания образуются оксид меди и вода. Это означает, что исходным соединением является гидроксид меди. Запишем уравнение реакции:



**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

---

Согласно уравнению, на 1 моль оксида меди приходится 1 моль воды. Следовательно, объем образовавшейся воды можно рассчитать так:

$$\begin{aligned} V_{H_2O} &= \frac{m_{H_2O}}{\rho_{H_2O}} = \frac{n_{H_2O} \cdot M_{H_2O}}{\rho_{H_2O}} = \frac{n_{CuO} \cdot M_{H_2O}}{\rho_{H_2O}} = \frac{m_{CuO} \cdot M_{H_2O}}{M_{CuO} \cdot \rho_{H_2O}} = \\ &= \frac{3.5 \cdot (2 \cdot 1 + 16)}{(64 + 16) \cdot 1} = 0.8 \text{ мл.} \end{aligned}$$

Вычислите массу исходного соединения.

1. 0,04 г
2. 4 г
3. 4,3 г
4. 0,8 г
5. 4,3 мг

Ответ: 3

Решение:

Из уравнения реакции видно, что на 1 моль оксида меди приходится 1 моль гидроксида меди. Тогда масса исходного соединения равна:

$$\begin{aligned} m_{Cu(OH)_2} &= n_{Cu(OH)_2} \cdot M_{Cu(OH)_2} = n_{CuO} \cdot M_{Cu(OH)_2} = \frac{m_{CuO} \cdot M_{Cu(OH)_2}}{M_{CuO}} = \\ &= \frac{3.5 \cdot (64 + 2 \cdot 16 + 2 \cdot 1)}{64 + 16} = 4.3 \text{ г.} \end{aligned}$$

Задача 3.2

При прокаливании соли выделилось некоторое количество оксида кальция и 35 г углекислого газа.

Вычислите массу исходной соли.

1. 0,81 моль
2. 80 г
3. 35 г
4. 801 г
5. 100 г

Ответ: 2

Решение:

В ходе реакции прокалывания образуются оксид кальция и углекислый газ. Это означает, что исходным соединением является карбонат кальция. Запишем уравнение реакции:



**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

---

Согласно уравнению, на 1 моль углекислого приходится 1 моль карбоната кальция. Следовательно, массу исходной соли можно рассчитать так:

$$\begin{aligned} m_{CaCO_3} &= n_{CaCO_3} \cdot M_{CaCO_3} = n_{CO_2} \cdot M_{CaCO_3} = \frac{m_{CO_2} \cdot M_{CaCO_3}}{M_{CO_2}} = \\ &= \frac{35 \cdot (40 + 12 + 3 \cdot 16)}{12 + 2 \cdot 16} = 80 \text{ г.} \end{aligned}$$

Вычислите массу получившегося оксида кальция.

1. 44,5 г
2. 80,1 г
3. 35 г
4. 0,8 моль
5. 22,4 г

Ответ: 1

Решение:

Из уравнения реакции видно, что на 1 моль углекислого газа приходится 1 моль оксида кальция. Тогда масса образовавшегося оксида равна:

$$\begin{aligned} m_{CaO} &= n_{CaO} \cdot M_{CaO} = n_{CO_2} \cdot M_{CaO} = \frac{m_{CO_2} \cdot M_{CaO}}{M_{CO_2}} = \\ &= \frac{35 \cdot (40 + 16)}{12 + 2 \cdot 16} = 44,5 \text{ г.} \end{aligned}$$

#### Задача 4.1

Резинотехнические изделия находят широкое применение практически во всех отраслях промышленности, поскольку резины – особый класс уникальных конструкционных полимерных материалов. Резина способна не разрушаясь, без заметных остаточных деформаций выдерживать многократные растяжения на 500-1000% - она высокоэластична. Кроме того, резины обладают рядом других специфических особенностей: малая твёрдость, высокая износостойкость и др.

Основу любой резины составляет каучук, который прежде всего определяет высокоэластические свойства изделия, а также ряд технических, технологических свойств и стоимость резинового изделия. Поэтому технологу при разработке изделия в первую очередь нужно выбрать полимерную основу среди большого ассортимента каучуков.

Состав и структура каучуков определяют свойства готовых изделий. Этот тезис подтверждают данные в таблице. Для оценки свойств будущих изделий специалисты анализируют ряд показателей, часть из которых перечислена в таблице.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

**Свойства резин на основе каучуков общего и специального назначения**

№	Каучук	Показатель*						
		$\rho$	H	$\sigma_p$	$\varepsilon_p$	$\Delta V$	T <sub>хрупк.</sub>	T <sub>max</sub>
		кг/м <sup>3</sup>	ШорА	МПа	%	%	°С	°С
1	Синтетический изопреновый	920	20–100	8–35	100–1000	45–55	-60	+150
2	Этиленпропиленовый тройной	860	30–100	8–28	100–500	70–80	-50	+200
3	Бутадиен-нитрильный	970	30–100	8–33	100–600	30–50	-40	+170
4	Силоксановый	980	20–95	4–10	50–800	>50	-80	+300
5	Полихлоропреновый	1230	20–90	8–30	100–700	1–10	-35	+180
6	Фторкаучук	1800	60–90	8–25	100–350	1–10	-35	+300

\*  $\rho$  – плотность; H – твёрдость;  $\sigma_p$  – условная прочность при растяжении;  
 $\varepsilon_p$  – относительное удлинение;  $\Delta V$  – степень набухания резины в среде нефтепродуктов при 20°С; T<sub>хрупк.</sub> и T<sub>max</sub> – температурный интервал эксплуатации изделия.

Предложите полимерную основу для резинового уплотнителя двери, применяемого для изготовления автомобилей и тракторов, эксплуатируемых в условиях Крайнего Севера. Выберите название каучука.

1. синтетический изопреновый
2. этилен-пропиленовый тройной
3. бутадиен-нитрильный
4. силоксановый
5. полихлоропреновый
6. фторкаучук

Ответ: 4

Решение: выбираем «целевой» показатель – нижняя температура эксплуатации (температура хрупкости). Самая низкая T<sub>хр</sub> у силоксанового каучука.

Задача 4.2

Резинотехнические изделия находят широкое применение практически во всех отраслях промышленности, поскольку резины – особый класс уникальных конструкционных полимерных материалов. Резина способна не разрушаясь, без заметных остаточных деформаций выдерживать многократные растяжения на 500-1000% - она высокоэластична. Кроме того, резины обладают рядом других специфических особенностей: малая твёрдость, высокая износостойкость и др.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

Основу любой резины составляет каучук, который прежде всего определяет высокоэластические свойства изделия, а также ряд технических, технологических свойств и стоимость резинового изделия. Поэтому технологу при разработке изделия в первую очередь нужно выбрать полимерную основу, среди большого ассортимента каучуков.

Состав и структура каучуков определяют свойства готовых изделий. Этот тезис подтверждают данные в таблице. Для оценки свойств будущих изделий специалисты анализируют ряд показателей, часть из которых перечислена в таблице.

**Свойства резин на основе каучуков общего и специального назначения**

№	Каучук	Показатель *						
		$\rho$	H	$\sigma_p$	$\varepsilon_p$	$\Delta V$	T <sub>хрупк.</sub>	T <sub>max</sub>
		кг/м <sup>3</sup>	ШорА	МПа	%	%	°С	°С
1	Синтетический изопреновый	920	20–100	8–35	100–1000	45–55	-60	+150
2	Этиленпропиленовый тройной	860	30–100	8–28	100–500	70–80	-50	+200
3	Бутадиен-нитрильный	970	30–100	8–33	100–600	30–50	-40	+170
4	Силоксановый	980	20–95	4–10	50–800	>50	-80	+300
5	Полихлоропреновый	1230	20–90	8–30	100–700	1–10	-35	+180
6	Фторкаучук	1800	60–90	8–25	100–350	1–10	-35	+300

\*  $\rho$  – плотность; H – твёрдость;  $\sigma_p$  – условная прочность при растяжении;  $\varepsilon_p$  – относительное удлинение;  $\Delta V$  – степень набухания резины в среде нефтепродуктов при 20°С; T<sub>хрупк.</sub> и T<sub>max</sub> – температурный интервал эксплуатации изделия.

Предложите полимерную основу для канцелярской резинки, используемой для скрепления банкнот. Выберите название каучука.

1. синтетический изопреновый
2. этилен-пропиленовый тройной
3. бутадиен-нитрильный
4. силоксановый
5. полихлоропреновый
6. фторкаучук

Ответ: 1

Решение: выбираем «целевой» показатель – эластичность (относительное удлинение) и прочность при растяжении. Самые высокие у изопренового каучука.

Задача 5.1

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

В таблице представлены справочные данные.

Соединение	Энергия Гиббса образования, $\Delta G_{\text{обр.}}$ кДж/моль
ZnS	-201,3
PbS	-96,7
Na <sub>2</sub> S	-358,1
ZnCl <sub>2</sub>	-409,6
PbCl <sub>2</sub>	-286,9
NaCl	-443,7
HCl	-131,3
H <sub>2</sub> S	-33,1

Какое соединение самопроизвольно растворяется в соляной кислоте?

1. сульфид цинка
2. сульфид свинца (II)
3. сульфид натрия

Ответ: 3

Решение: опираясь на расчеты ниже можно сделать вывод, что из предложенных соединений только сульфид натрия самопроизвольно растворяется в соляной кислоте.

Определите изменение энергии Гиббса реакции растворения сульфида цинка с точностью до десятых. Ответ выразите в кДж/моль.

Ответ: 20.1 - 21.4

Решение:

Запишем уравнение реакции:



Рассчитаем изменение энергии Гиббса:

$$\begin{aligned} \Delta G_{\text{реакц}} &= n_{\text{H}_2\text{S}} \cdot \Delta G_{\text{обр}_{\text{H}_2\text{S}}} + n_{\text{ZnCl}_2} \cdot \Delta G_{\text{обр}_{\text{ZnCl}_2}} - n_{\text{HCl}} \cdot \Delta G_{\text{обр}_{\text{HCl}}} - \\ &- n_{\text{ZnS}} \cdot \Delta G_{\text{обр}_{\text{ZnS}}} = 1 \cdot (-33.1) + 1 \cdot (-409.6) - 2 \cdot (-131.3) - 1 \cdot (-201.3) = \end{aligned}$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

---

$$= 21.1 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$\Delta G_{\text{реакц.}} > 0$  – реакция не протекает самопроизвольно.

Определите изменение энергии Гиббса реакции растворения сульфида свинца (II) с точностью до десятых. Ответ выразите в кДж/моль.

Ответ: 38.0 - 40.3

Запишем уравнение реакции:



Рассчитаем изменение энергии Гиббса:

$$\begin{aligned} \Delta G_{\text{реакц}} &= n_{H_2S} \cdot \Delta G_{\text{обр}_{H_2S}} + n_{PbCl_2} \cdot \Delta G_{\text{обр}_{PbCl_2}} - n_{HCl} \cdot \Delta G_{\text{обр}_{HCl}} - \\ - n_{PbS} \cdot \Delta G_{\text{обр}_{PbS}} &= 1 \cdot (-33.1) + 1 \cdot (-286.9) - 2 \cdot (-131.3) - 1 \cdot (-96.7) = \\ &= 39.3 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}. \end{aligned}$$

$\Delta G_{\text{реакц.}} > 0$  – реакция не протекает самопроизвольно.

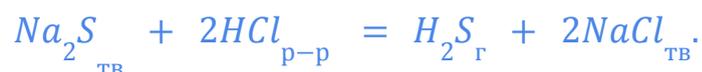
Определите изменение энергии Гиббса реакции растворения сульфида натрия

Ответ: -118.8 - -107.4

Решение:

Решение:

Запишем уравнение реакции:



Рассчитаем изменение энергии Гиббса:

$$\Delta G_{\text{реакц}} = n_{H_2S} \cdot \Delta G_{\text{обр}_{H_2S}} + n_{NaCl} \cdot \Delta G_{\text{обр}_{NaCl}} - n_{HCl} \cdot \Delta G_{\text{обр}_{HCl}} -$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

---

$$- n_{Na_2S} \cdot \Delta G_{обр_{Na_2S}} = 1 \cdot (-33.1) + 2 \cdot (-443.7) -$$
$$- 2 \cdot (-131.3) - 1 \cdot (-358.1) = -113.1 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$\Delta G_{реакц.} < 0$  – реакция протекает самопроизвольно.

Задача 5.2

В таблице представлены справочные данные.

Соединение	Энергия Гиббса образования, $\Delta G_{обр.}$ кДж/моль
ZnS	-201,3
Ag <sub>2</sub> S	-40,7
Na <sub>2</sub> S	-358,1
ZnCl <sub>2</sub>	-409,6
AgCl	-109,8
NaCl	-443,7
HCl	-131,3
H <sub>2</sub> S	-33,1

Какое соединение самопроизвольно растворяется в соляной кислоте?

1. сульфид цинка
2. сульфид серебра (I)
3. сульфид натрия

Ответ: 3

Решение: опираясь на расчеты ниже можно сделать вывод, что из предложенных соединений только сульфид натрия самопроизвольно растворяется в соляной кислоте.

Определите изменение энергии Гиббса реакции растворения сульфида цинка с точностью до десятых. Ответ выразите в кДж/моль.

Ответ: 21.2 - 22.0

Запишем уравнение реакции:



**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

---

Рассчитаем изменение энергии Гиббса:

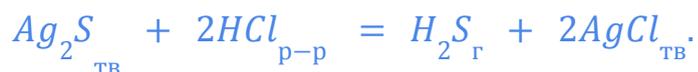
$$\begin{aligned}\Delta G_{\text{реакц}} &= n_{\text{H}_2\text{S}} \cdot \Delta G_{\text{обр}_{\text{H}_2\text{S}}} + n_{\text{ZnCl}_2} \cdot \Delta G_{\text{обр}_{\text{ZnCl}_2}} - n_{\text{HCl}} \cdot \Delta G_{\text{обр}_{\text{HCl}}} - \\ &- n_{\text{ZnS}} \cdot \Delta G_{\text{обр}_{\text{ZnS}}} = 1 \cdot (-33.1) + 1 \cdot (-409.6) - 2 \cdot (-131.3) - 1 \cdot (-201.3) = \\ &= 21.1 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}.\end{aligned}$$

$\Delta G_{\text{реакц.}} > 0$  – реакция не протекает самопроизвольно.

Определите изменение энергии Гиббса реакции растворения сульфида серебра (II) с точностью до десятых. Ответ выразите в кДж/моль.

Ответ: 48.0 - 50.0

Запишем уравнение реакции:



Рассчитаем изменение энергии Гиббса:

$$\begin{aligned}\Delta G_{\text{реакц}} &= n_{\text{H}_2\text{S}} \cdot \Delta G_{\text{обр}_{\text{H}_2\text{S}}} + n_{\text{AgCl}} \cdot \Delta G_{\text{обр}_{\text{AgCl}}} - n_{\text{HCl}} \cdot \Delta G_{\text{обр}_{\text{HCl}}} - \\ &- n_{\text{Ag}_2\text{S}} \cdot \Delta G_{\text{обр}_{\text{Ag}_2\text{S}}} = 1 \cdot (-33.1) + 2 \cdot (-109.8) - 2 \cdot (-131.3) - \\ &- 1 \cdot (-40.7) = 50.2 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}.\end{aligned}$$

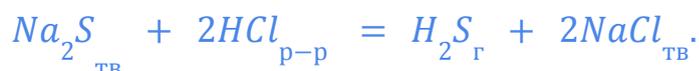
$\Delta G_{\text{реакц.}} > 0$  – реакция не протекает самопроизвольно.

Определите изменение энергии Гиббса реакции растворения сульфида натрия

Ответ: -118.8 - -107.4

Решение:

Запишем уравнение реакции:



**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

---

Рассчитаем изменение энергии Гиббса:

$$\begin{aligned}\Delta G_{\text{реакц}} &= n_{\text{H}_2\text{S}} \cdot \Delta G_{\text{обр}_{\text{H}_2\text{S}}} + n_{\text{NaCl}} \cdot \Delta G_{\text{обр}_{\text{NaCl}}} - n_{\text{HCl}} \cdot \Delta G_{\text{обр}_{\text{HCl}}} - \\ &- n_{\text{Na}_2\text{S}} \cdot \Delta G_{\text{обр}_{\text{Na}_2\text{S}}} = 1 \cdot (-33.1) + 2 \cdot (-443.7) - \\ &- 2 \cdot (-131.3) - 1 \cdot (-358.1) = -113.1 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}.\end{aligned}$$

$\Delta G_{\text{реакц.}} < 0$  – реакция протекает самопроизвольно.

Ответ: -118.8 - -107.4

**Задача 6.1**

При сжигании смеси, содержащей 70% пропана и 30% бутана по объему (н.у.), выделилось 300 литров углекислого газа.

Значения в ходе решения округляйте до первого знака после запятой.

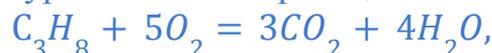
Ответы округляйте до десятых.

Определите массу пропана в исходной смеси. Ответ выразите в граммах.

Ответ: 123.2 - 137.5

Решение:

Для начала запишем уравнения всех реакций:



Затем рассчитаем количество вещества углекислого газа:

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_m} = \frac{300}{22.4} = 13.4 \text{ моль}.$$

Из общего количества вещества углекислого газа 70% образовалось при взаимодействии с пропаном и 30% при взаимодействии с бутаном. Таким образом:

$$n_{\text{CO}_2}^{\text{C}_3\text{H}_8} = \frac{70\% \cdot 13.4}{100\%} = 9.4 \text{ моль},$$

$$n_{\text{CO}_2}^{\text{C}_4\text{H}_{10}} = \frac{30\% \cdot 13.4}{100\%} = 4.0 \text{ моль}.$$

Согласно уравнению реакции на 1 моль пропана приходится 3 моль углекислого газа. Тогда:

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

---

$$m_{C_3H_8} = n_{C_3H_8} \cdot M_{C_3H_8} = \frac{n_{CO_2}^{C_3H_8} \cdot M_{C_3H_8}}{3} = \frac{9.4 \cdot (3 \cdot 12 + 8 \cdot 1)}{3} = 137.9 \text{ г.}$$

Определите массу бутана в исходной смеси. Ответ выразите в граммах.

Ответ: 56.0 - 73.0

Решение:

Согласно уравнению реакции на 2 моль бутана приходится 8 моль углекислого газа. Таким образом:

$$\begin{aligned} m_{C_4H_{10}} &= n_{C_4H_{10}} \cdot M_{C_4H_{10}} = \frac{2 \cdot n_{CO_2}^{C_4H_{10}} \cdot M_{C_4H_{10}}}{8} = \\ &= \frac{2 \cdot 4.0 \cdot (4 \cdot 12 + 10 \cdot 1)}{8} = 58.0 \text{ г.} \end{aligned}$$

Какой объём кислорода потребовался для сжигания смеси газов? Ответ выразите в литрах.

Ответ: 478.9 - 515.2

Решение:

Определим количество вещества пропана и бутана согласно уравнениям их реакций:

$$\begin{aligned} n_{C_3H_8} &= \frac{n_{CO_2}^{C_3H_8}}{3} = \frac{9.4}{3} = 3.1 \text{ моль,} \\ n_{C_4H_{10}} &= \frac{2 \cdot n_{CO_2}^{C_4H_{10}}}{8} = \frac{2 \cdot 4.0}{8} = 1.0 \text{ моль.} \end{aligned}$$

Из уравнений реакции видно, что на сгорание 1 моль пропана требуется 5 моль кислорода, а для сгорания 2 моль бутана – 13 моль. Тогда:

$$\begin{aligned} V_{O_2} &= n_{O_2} \cdot V_m = \left( n_{O_2}^{C_3H_8} + n_{O_2}^{C_4H_{10}} \right) \cdot V_m = \left( 5 \cdot n_{C_3H_8} + \frac{13 \cdot n_{C_4H_{10}}}{2} \right) \cdot V_m = \\ &= \left( 5 \cdot 3.1 + \frac{13 \cdot 1.0}{2} \right) \cdot 22.4 = 492.8 \text{ л.} \end{aligned}$$

Задача 6.2

Смесь газов содержит 60% по объему пропана массой 151 г, остальную часть смеси составляет бутан.

Значения в ходе решения округляйте до первого знака после запятой. Ответы округляйте до десятых.

Какой объём углекислого газа выделится при сжигании этой смеси? Ответ выразите в литрах.

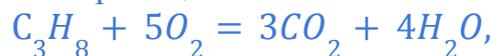
**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

---

Ответ: 431.4 - 439.0

Решение:

Запишем уравнения всех реакций:



Из первого уравнения видно, что 1 моль пропана приходится 3 моль углекислого газа, тогда:

$$n_{CO_2}^{C_3H_8} = 3 \cdot n_{C_3H_8} = \frac{3 \cdot m_{C_3H_8}}{M_{C_3H_8}} = \frac{3 \cdot 151}{3 \cdot 12 + 8 \cdot 1} = 10.2 \text{ моль},$$

$$n_{C_3H_8} = \frac{n_{CO_2}^{C_3H_8}}{3} = \frac{10.2}{3} = 3.4 \text{ моль}.$$

Зная, что 3.4 моль пропана составляют 60% от количества вещества смеси газов, можно рассчитать общее количество вещества и количество вещества бутана:

$$n_{\text{общ}} = \frac{n_{C_3H_8} \cdot 100\%}{60\%} = \frac{3.4 \cdot 100\%}{60\%} = 5.7 \text{ моль},$$

$$n_{C_4H_{10}} = \frac{n_{\text{общ}} \cdot 40\%}{100\%} = \frac{5.7 \cdot 40\%}{100\%} = 2.3 \text{ моль}.$$

Зная количество вещества бутана, можно рассчитать какое количество углекислого газа выделяется при его горении:

$$n_{CO_2}^{C_4H_{10}} = \frac{8 \cdot n_{C_4H_{10}}}{2} = \frac{8 \cdot 2.3}{2} = 9.2 \text{ моль}.$$

Теперь можно рассчитать объем выделившегося углекислого газа:

$$V_{CO_2} = n_{CO_2} \cdot V_m = \left( n_{CO_2}^{C_3H_8} + n_{CO_2}^{C_4H_{10}} \right) \cdot V_m = (10.2 + 9.2) \cdot 22.4 = 434.6 \text{ л}.$$

Определите массу бутана в исходной смеси. Ответ выразите в граммах.

Ответ: 131.5 - 137.7

Решение:

Зная количество вещества бутана, можно рассчитать его массу:

$$m_{C_4H_{10}} = n_{C_4H_{10}} \cdot M_{C_4H_{10}} = 2.3 \cdot (4 \cdot 12 + 10 \cdot 1) = 133.4 \text{ г}.$$

Определите массу углекислого газа выделится от горения бутана. Ответ выразите в граммах.

Ответ: 399.1 - 404.8

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

---

Решение:

Ранее нами было рассчитано количество вещества углекислого газа, выделившегося при горении бутана. Тогда:

$$m_{CO_2}^{C_4H_{10}} = n_{CO_2}^{C_4H_{10}} \cdot M_{CO_2} = 9.2 \cdot (12 + 2 \cdot 16) = 404.8 \text{ г.}$$