

**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. силиоксан
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

Вычислите массу исходного соединения.

1. 0,04 г
2. 4 г
3. 4,3 г
4. 0,8 г

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

---

5. 4,3 мг

Ответ: 3

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

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

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.

Основу любой резины составляет каучук, который прежде всего определяет высокоэластические свойства изделия, а также ряд технических, технологических свойств и стоимость резинового изделия. Поэтому технологу

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

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

В таблице представлены справочные данные.

Соединение	Энергия Гиббса образования, $\Delta G_{обр.}$ , кДж/моль
------------	--

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

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 растворится в соляной кислоте?

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

Ответ: 3

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

Ответ: 20.1 - 21.4

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

Ответ: 38.0 - 40.3

Определите изменение энергии Гиббса реакции растворения сульфида натрия

Ответ: -118.8 - -107.4

Решение:



$$\Delta G_{\text{реакц.}} = n(\text{H}_2\text{S}) \cdot \Delta G_{\text{обр.}}(\text{H}_2\text{S}) + n(\text{ZnCl}_2) \cdot \Delta G_{\text{обр.}}(\text{ZnCl}_2) - n(\text{HCl}) \times \Delta G_{\text{обр.}}(\text{HCl}) - n(\text{ZnS}) \cdot \Delta G_{\text{обр.}}(\text{ZnS}) = 1 \cdot (-33,1 \text{ кДж/моль}) + 1 \cdot (-409,6 \text{ кДж/моль}) - 2 \cdot (-131,3 \text{ кДж/моль}) - 1 \cdot (-201,3 \text{ кДж/моль}) = 21,1 \text{ кДж/моль}$$

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



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

$$\Delta G_{\text{реакц.}} = n(\text{H}_2\text{S}) \cdot \Delta G_{\text{обр.}}(\text{H}_2\text{S}) + n(\text{PbCl}_2) \cdot \Delta G_{\text{обр.}}(\text{PbCl}_2) - n(\text{HCl}) \times \Delta G_{\text{обр.}}(\text{HCl}) - n(\text{PbS}) \cdot \Delta G_{\text{обр.}}(\text{PbS}) = 1 \cdot (-33,1 \text{ кДж/моль}) + 1 \cdot (-286,9 \text{ кДж/моль}) - 2 \cdot (-131,3 \text{ кДж/моль}) - 1 \cdot (-96,7 \text{ кДж/моль}) = 39,3 \text{ кДж/моль}$$

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



$$\Delta G_{\text{реакц.}} = n(\text{H}_2\text{S}) \cdot \Delta G_{\text{обр.}}(\text{H}_2\text{S}) + n(\text{NaCl}) \cdot \Delta G_{\text{обр.}}(\text{NaCl}) - n(\text{HCl}) \times \Delta G_{\text{обр.}}(\text{HCl}) - n(\text{Na}_2\text{S}) \cdot \Delta G_{\text{обр.}}(\text{Na}_2\text{S}) = 1 \cdot (-33,1 \text{ кДж/моль}) + 2 \cdot (-443,7 \text{ кДж/моль}) - 2 \cdot (-131,3 \text{ кДж/моль}) - 1 \cdot (-358,1 \text{ кДж/моль}) = -113,1 \text{ кДж/моль}$$

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

**Задача 5.2**

В таблице представлены справочные данные.

Соединение	Энергия Гиббса образования, $\Delta G_{\text{обр.}}$ , 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**

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

**Ответ: 21.2 - 22.0**

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

**Ответ: 48.0 - 50.0**

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

Определите изменение энергии Гиббса реакции растворения сульфида натрия

Ответ: -118.8 - -107.4

Решение:



$$\Delta G_{\text{реакц.}} = n(\text{H}_2\text{S}) \cdot \Delta G_{\text{обр.}}(\text{H}_2\text{S}) + n(\text{ZnCl}_2) \cdot \Delta G_{\text{обр.}}(\text{ZnCl}_2) - n(\text{HCl}) \times \Delta G_{\text{обр.}}(\text{HCl}) - n(\text{ZnS}) \cdot \Delta G_{\text{обр.}}(\text{ZnS}) = 1 \cdot (-33,1 \text{ кДж/моль}) + 1 \cdot (-409,6 \text{ кДж/моль}) - 2 \cdot (-131,3 \text{ кДж/моль}) - 1 \cdot (-201,3 \text{ кДж/моль}) = 21,1 \text{ кДж/моль}$$

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



$$\Delta G_{\text{реакц.}} = n(\text{H}_2\text{S}) \cdot \Delta G_{\text{обр.}}(\text{H}_2\text{S}) + n(\text{AgCl}) \cdot \Delta G_{\text{обр.}}(\text{AgCl}) - n(\text{HCl}) \times \Delta G_{\text{обр.}}(\text{HCl}) - n(\text{Ag}_2\text{S}) \cdot \Delta G_{\text{обр.}}(\text{Ag}_2\text{S}) = 1 \cdot (-33,1 \text{ кДж/моль}) + 1 \cdot (-40,7 \text{ кДж/моль}) - 2 \cdot (-131,3 \text{ кДж/моль}) - 2 \cdot (-96,7 \text{ кДж/моль}) = 50,5 \text{ кДж/моль}$$

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



$$\Delta G_{\text{реакц.}} = n(\text{H}_2\text{S}) \cdot \Delta G_{\text{обр.}}(\text{H}_2\text{S}) + n(\text{NaCl}) \cdot \Delta G_{\text{обр.}}(\text{NaCl}) - n(\text{HCl}) \times \Delta G_{\text{обр.}}(\text{HCl}) - n(\text{Na}_2\text{S}) \cdot \Delta G_{\text{обр.}}(\text{Na}_2\text{S}) = 1 \cdot (-33,1 \text{ кДж/моль}) + 2 \cdot (-443,7 \text{ кДж/моль}) - 2 \cdot (-131,3 \text{ кДж/моль}) - 1 \cdot (-358,1 \text{ кДж/моль}) = -113,1 \text{ кДж/моль}$$

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

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

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

Ответ: 56.0 - 73.0

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

Ответ: 478.9 - 515.2

Решение:

$$n(\text{CO}_2) = 300 \cdot 10^3 / 22,4 \text{ л/моль} = 13393 \text{ моль}$$





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

---



Составим систему уравнений:

Так как для сжигания 1 части пропана нужно 3 части кислорода, а для сжигания 1 части бутана нужно 4 части кислорода, а доли реагентов смеси 30% бутана и 70% пропана, то

$$3x + 4y = 13393,$$

$3x = 7y$ , причём  $x$  - количество пропана,  $y$  - количество бутана. Решением системы уравнений получаем количества каждого из компонентов, затем находим массы:

$$m(x) = n(x) * M(x) = 2840 \text{ моль} * 44 \text{ г/моль},$$

$$m(y) = n(y) * M(y) = 1217 \text{ моль} * 58 \text{ г/моль};$$

$$m(x) = 124960 \text{ г}, m(y) = 70\ 586 \text{ г}.$$

$V(\text{O}_2) = (5n(x) + 13/2n(y)) * 22,4 \text{ л/моль} = 495\ 275,2 \text{ л} = 495,3 \text{ м}^3$ . Ответ:  
 $m(\text{пропан}) = 124960 \text{ г}$ ,  $m(\text{бутан}) = 70\ 586 \text{ г}$ ,  $V(\text{O}_2) = 495\ 275 \text{ л}$ .

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.

Ответ: 431.4 - 439.0

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

Ответ: 131.5 - 137.7

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

Ответ: 399.1 - 404.8