**Задачи и упражнения по курсу**

**«Экологические аспекты химии органических соединений»**

В настоящем сборнике представлены задачи и упражнения, касающиеся экологических вопросов в органической химии. Материал структурирован в соответствии с программой школьного курса органической химии: по классам изучаемых соединений от углеводородов до их функциональных производных. Отдельно представлены вводный раздел "Органические вещества как загрязнители окружающей среды" и заключительный раздел "Пути уменьшения химического загрязнения окружающей среды".

Цель сборника – облегчить поиск необходимого материала при реализации педагогом задач экологического образования и воспитания школьников при изучении органической химии. Данные экологические задачи и упражнения можно использовать на уроках и факультативных занятиях по предмету.

В конце сборника указана литература, используемая при составлении заданий.

**Раздел 1. ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА КАК ЗАГРЯЗНИТЕЛИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.**

1. Соберите непищевые отходы, накопленные вами за один день. Проанализируйте их состав. Какие из них имеют органическую природу? Составьте прогноз о превращении этих веществ при попадании их в окружающую среду. Опишите, как вы поступили с собранным вами мусором после проведенного анализа.
2. В выбросах, поступающих в воздух, от предприятий целлюлозно-бумажной промышленности (ЦБП), содержится метилмеркаптан. В городах, где находятся крупные ЦБП и в атмосферном воздухе регистрируются повышенные концентрации метилмеркаптана, выявлены негативные изменения состояния здоровья детей. Установлено, что указанное вещество содержит 25 % С; 8,33 % Н; 66,67 % S. Относительная плотность этого вещества по воздуху равно 1,66. Установите молекулярную и структурную формулы метилмеркаптана.

Ответ: CH4S.

1. Используя данные Приложения 1, приведите примеры, характеризующие наличие связи между строением органических веществ и проявлением ими токсичности.
2. Одним из специфических загрязняющих веществ, определяемым в составе воздуха городов, является один из альдегидов. В состав этого соединения входит углерод (40% по массе), водорода (6,67 %) и кислород. Установите молекулярную формулу альдегида и назовите его.

Ответ: CH2O.

1. Для окружающей среды большую опасность представляют такие токсичные отходы сельского хозяйства как навоз и птичий помет. Объясните, одинакова ли опасность этих отходов в условиях, например, Мурманской и Воронежской областей?
2. Используемые человеком пластмассы, синтетические волокна и другие материалы относят к ксенобиотикам, которые длительное время, находясь в природных условиях, не подвергаются разрушению. Чтобы избавиться от ненужных предметов из данных материалов, некоторые люди сжигают их в открытом пламени. Дайте оценку этому факту.
3. Ниже приведены расчетные данные степени риска для населения России от загрязнения атмосферного воздуха некоторыми органическими соединениями.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вещество | Среднегодовая концентрация, мкг/м3 | Годовое число смертей в расчете на 1 мкг/ м3/год на 1 млн. чел. | Численность населения, млн. чел. | Риск смерти (число смертей в год) |
| Бенз(а)пирен | 0,005 | 660 (25-1300) | 13,9 | 45 |
| Винилхлорид | 50 | 0,6 (0,01-1,2) | 0,4 | 12 |
| Бензол | 37,6 | 0,09 (0,06-0,12) | 2,6 | 9 |
| Формальдегид | 18,7 | 0,09 | 4,9 | 8,2 |

Выявите связи между концентрацией вещества в воздухе, его строением и степенью риска смерти для людей.

**Раздел 2. УГЛЕВОДОРОДЫ.**

1. Зеленые растения способны очищать загазованный городской воздух, в т.ч. и за счет способности некоторых деревьев и кустарников окислять пары бензина, керосина, ацетона и др. К таким растениям относятся: береза карельская, ель колючая голубая, липа крупнолистная, сосна обыкновенная, береза бумажная, ель обыкновенная, рябина обыкновенная и др.

Механизм окисления состоит в следующем. Вследствие жизнедеятельности зеленых растений в окружающей среде увеличивается количество озона (О3). Озон, как известно, - соединение нестойкое и легко распадается на О2 и О. Атомарный кислород – сильный окислитель. Соединяясь с водой, он образует еще более мощный окислитель – пероксид водорода. Пероксид водорода, вступая в реакцию с вредными органическими примесями воздуха (парами бензина, керосина и др.), окисляет их и тем самым способствует очищению окружающей среды.

Составьте уравнения указанных (возможных) превращений.

1. Рассчитайте объем углекислого газа, возвращенного в круговорот углерода в результате деятельности метанокисляющих бактерий, если ими было утилизировано из воздуха 4,8 т метана. Процесс биологического окисления метана идет ступенчато:

СН4 → СН3ОН → НСОН → НСООН → СО2.

(Масса метана в атмосфере составляет 0,43·109 т, а общая масса углекислого газа – 2,3·1012 т.).

Ответ: 6720 м3.

1. На нефтеперерабатывающем заводе негерметичное соединение коммуникаций иногда приводит к утечке бензина или другого нефтепродукта. Например, при утечке одной капли бензина в секунду потери топлива в месяц составляют 130 л, а в год – 1560 л. Сколько километров мог бы пройти автомобиль в месяц и в год на потерянном топливе, если его расход составляет 15 л на 100 км? Какой вред могут принести потери нефти и нефтепродуктов в нефтеперерабатывающей промышленности?

Ответ: 866,7 км в месяц и 10400 км в год.

1. В журнале «Наука и жизнь» (№ 4, 1987) в заметке «Стена из гипсополистирола» говорится следующее: «По отдельности каждый компонент нового материала – гипсополистирола – давно применяется в строительстве. Гипс – вяжущее вещество, которое в некоторых видах отделочных работ с успехом заменяет цемент. Полистирол используют в основном как теплоизолятор. Как выяснили сотрудники Московского инженерно-строительного института В.В. Куйбышева из … пены полистирольной в сочетании с гипсом может «родиться» прочная и легкая строительная панель, которая к тому же хорошо удерживает тепло. …из гипсополистирола делают межкомнатные перегородки». Опишите возможные отрицательные последствия для жителей квартир с такими перегородками.
2. Вот описание получения гипсополистирола, из которого делают межкомнатные перегородки: «В основу … технологии положен … процесс самоуплотнения гипса и полистирола. При нагревании смеси до температуры 80 0С зерна полистирола вспениваются, создавая в замкнутом объеме избыточное давление. В результате вытесняется лишняя вода из пор гипсового камня. Масса становится плотной». Гипсополистирольная панель прочная, легкая и хорошо удерживает тепло. Дайте возможные объяснения указанным свойствам материала из гипсополистирола. Какие негативные с экологической точки зрения свойства вы могли бы назвать для этого же материала? Объясните свой ответ.
3. Суточное поступление стирола в атмосферу с воздухом помещений составляет 6 – 1000 мкг. Какие факторы способствуют увеличению содержания стирола в воздухе помещений?
4. При курении 20 сигарет в воздух поступает 400-960 мкг стирола. Определите возможное количество молекул стирола в воздухе плотно закрытой комнаты объемом 45 м3, в которой человек выкурил 1 сигарету. Превышена ли при этом ПДКмр ? (ПДК максимальная разовая равна 40 мкг/м3.) Можно ли сказать, что выкуренная сигарета абсолютно безвредна для организма? Объясните свой ответ.

Ответ: 1,16·1017 – 2,78·1017 молекул.

1. При курении 20 сигарет в воздух поступает 400-960 мкг стирола. Компания из 10 человек, в которой 7 курящих, собралась в комнате объемом 45 м3. За 30 минут было выкурено 10 сигарет. Какое количество стирола могло поступить при этом в воздух плотно закрытой комнаты. Превысило ли это рекомендации Европейского бюро ВОЗ – 70 мкг/м3 за 30 минут? Прокомментируйте описанную ситуацию.

Ответ: 4,44 – 10,67 мкг/ м3.

1. В одной из статей журнала «Наука и жизнь» (№4, 1987) читаем: «Когда у берегов Бретани потерпел крушение крупный танкер, жители окрестных деревень и переброшенные сюда солдаты французской армии вручную собирали нефть с пляжей. Такие драматические события привлекают внимание широкой общественности к проблеме загрязнения океана, но гораздо больше загрязнений попадает в воду в результате повседневной «тихой» работы … Ежедневно в море попадает от 3 до 5 млн. тонн нефти, и не менее половины этого количества – из источников, расположенных на суше». 1. Назовите источники попадания нефти в океан. От каких источников, расположенных на суше, и как нефть и нефтепродукты попадают в океан? 2. Объясните необходимость сбора разлитой нефти. 3. Как вы думаете, чем вызвано участие в описанном выше событии а) солдат французской армии; б) жителей близлежащих деревень?
2. При выращивании риса в атмосферу выделяется метан. Китай, собирающий в среднем 185 млн. тонн риса в год, производит 36 % всего антропогенного метана на планете. Годовое поступление антропогенного метана в атмосферу составляет приблизительно 350 млн. тонн. Сколько энергии можно было бы получить при сжигании такого же количества метана, которое поступает в атмосферу за год при выращивании риса в Китае? Термохимическое уравнение горения метана:

СН4 + 2 О2 = СО2 + 2 Н2О + 890 кДж.

Ответ: 1,95·1016 кДж.

1. Количественный анализ углеводородов в составе песчаноозерской нефти (о. Колгуев в Печорском море) показал следующий элементный состав некоторых из них: а) содержание углерода 92,3 % и водорода 7,7 %.; относительная плотность углеводорода по водороду равна 39; б) содержание углерода 83,7 % и водорода 16,3 %; относительная плотность углеводорода по водороду равна 43. Установите молекулярную формулу и класс каждого углеводорода.

Ответ: С6Н6 и С6Н14.

1. Исследования воды прибрежной зоны Кольского полуострова показали, что в поверхностном слое воды суммарные концентрации ПАУ (полициклических ароматических углеводородов) варьировали от 0,25 до 105 нг/л, в придонном слое – от 0,02 до 43,9 нг/л. Содержание ПАУ в поверхностном слое донных осадков исследованных районов изменялось от 79 до 7049 нг/г сухой массы осадка. Каким образом можно объяснить изменение содержания ПАУ от поверхностного слоя воды прибрежной зоны Кольского полуострова до придонного и донного слоев?
2. Составьте уравнения известных вам реакций по схемам, соответствующим пути биодетоксикации соответствующих углеводородов: а) метан → метанол → формальдегид → муравьиная кислота → … → СО2; б) бензол → фенол → пирокатехин → муконовая кислота → … → СО2.
3. Объясните, почему не рекомендуют собирать грибы и ягоды у дорог?

**Раздел 3. ХЛОРОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ.**

1. В промышленности винилхлорид получают пиролизом дихлорэтана:

C2H4Cl2 → C2H3Cl + HCl.

В настоящее время осуществлен сбалансированный синтез хлорэтена, при котором получают единственный продукт процесса – винилхлорид. Для этого выделяющийся при пиролизе дихлорэтана хлороводород смешивают с этиленом и подвергают последний окислительному хлорированию на катализаторе, содержащем хлорид меди (II) на носителе:

2 C2H4 + 2 HCl + O2 → 2 C2H3Cl + 2H2O.

Рассчитайте объем хлороводорода (н.у.), выделившегося при пиролизе 19,8 кг дихлорэтана, и массу всего винилхлорида, полученного при сбалансированном синтезе. Какой объем займет этилен (н.у.), необходимый для второй стадии процесса? Оцените новую технологию получения винилхлорида с позиций защиты окружающей среды от загрязнения.

Ответ: по 4,48 м3 хлороводорода и этилена, 25 кг винилхлорида.

1. По расчетным данным, концентрация винилхлорида в северо-западной части города Усолье-Сибирское, где расположено химическое производство, могут достигать 25 мкг/м3. Во сколько раз это содержание превышает ПДК среднесуточное, при которой в 1 м3 воздуха допускается 0,16·10-6 моль винилхлорида?

Ответ: 2,5.

1. В г. Дзержинске Нижегородской области практически все население этого 300-тысячного города испытывает постоянное воздействие повышенных концентраций винилхлорида. В атмосферном воздухе жилых районов города (6 км от завода) концентрации этого вещества могут превышать нормативный уровень в 20 раз. Определите: а) массу; б) количество молекул винилхлорида, находящегося в воздухе, на 1 жителя города. При этом для винилхлорида ПДКсс= 10 мкг/м3.

Ответ: а) 0,67 нг/ м3, б) 6,5·1012 молекул/м3.

1. В истории химии описывается случай, происшедший однажды на балу у французского короля: парафиновые свечи, которые фабрикант для отбелки обработал хлором, при горении выделяли удушливый дым. Причину раскрыл известный химик Ж. Дюма. А что вы думаете о химической сущности этого происшествия?
2. Напишите структурные формулы всех соединений, которые в таблице Приложения 2 обозначены названиями, а также составьте схемы ведущих к ним реакций.
3. Определите массовую долю хлора в гексахлоране, ДДТ.
4. Дайте возможные объяснения большего содержания некоторых хлорированных углеводородов в донных отложениях Баренцева моря в сравнении с таковым в воде (данные таблицы Приложения 3).
5. Одним из этапов превращения пестицидов или других ксенобиотиков в растениях может быть реакция гидролиза, восстановления, окисления, гидроксилирования, или иные химические превращения, в результате которых изменяется их активность. Приведите известные вам из курса органической химии примеры перечисленных реакций.
6. Как бы эффективен ни был пестицид, он редко уничтожает всех особей популяции. С чем это связано? Как меняется состав популяции во времени в связи с этим?

**Раздел 4. КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ.**

1. ПДК фенола у мест водопользования составляет 0,001 мг/л. Рассчитайте, во сколько раз концентрация фенола будет превышать предельно допустимую, если в водоем вместимостью 104 м3 со сточными водами коксохимического предприятия было сброшено 47 кг фенола.

Ответ: 4700.

1. В лабораторных спиртовках этиловый спирт сгорает с выделением углекислого газа и воды. Вычислите объем углекислого газа, который накопился в химическом кабинете вместимостью 288 м3, если на каждом из 18 столов за время работы учеников сгорает 2,3 г спирта. Рассчитайте объемную долю выделившегося углекислого газа и поясните, окажет ли он влияние на самочувствие учащихся, работающих в кабинете, если учесть, что объемная доля углекислого газа в атмосферном воздухе составляет 0,03 %, а если его содержание выше 4 %, то происходит раздражение дыхательных путей, возникают шум в ушах, головная боль.

Ответ: 0,007 %.

1. В питьевой воде были обнаружены следы вещества, обладающего общетоксическим и наркотическим действием. На основе качественного и количественного анализа этого вещества было установлено, что это производное фенола и массовые доли элементов в нем составляют: 56,03 % С; 3,89 % Н; 12,45 % О; 27,63 % Cl. Установите молекулярную формулу вещества. Составьте уравнение реакции его получения, укажите возможные причины попадания этого вещества в природную среду.

Ответ: С6Н4(ОН)Cl.

1. Из 1 м3 древесных отходов (сучья, пни, кора, щепки, листья) можно получить 60 л метанола. Рассчитайте массу 40 %-го раствора формалина, который можно получить при окислении спирта такого объема (ρ (СН3ОН) = 0,272 г/см3).

Ответ: 38,25 кг.

1. В настоящее время адипиновую кислоту в промышленности получают прямым окислением циклогексана. Раньше использовали метод, при котором в качестве окислителя применяли азотную кислоту, поэтому производство служило источником загрязнения окружающей среды оксидами азота. Определите массу адипиновой кислоты, которую можно получить из 252 кг циклогексана по схеме:

кат.

2 С6Н12 + 5 О2 → 2 НООС – (СН2)4 – СООН + 2 Н2О.

Ответ: 438 кг.

1. В настоящее время муравьиную кислоту получают из природного газа путем каталитического окисления содержащегося в нем метана. Вычислите объем природного газа (н.у.), необходимого для получения муравьиной кислоты массой 69 т, если объемная доля метана в нем равна 0,95. Определите преимущества\* данной технологии по сравнению с методом получения муравьиной кислоты путем разложения формиата натрия серной кислотой при охлаждении раствора.

\* Преимущества:

комплексное использование сырья (природного газа);

экономическая выгода, т.к. уменьшается расход ценного сырья.

Ответ: 50842 м3.

1. В среднем человек весом в 70 кг получает суточную дозу фенола, равную 100 мкг/кг веса тела. С копченой пищей человек получает в среднем 2 мг фенола в день. Сколько % это составляет от суточного поступления всего фенола в организм? Сколько фенола в сутки потребляет ребенок весом 40 кг при тех же дозах потребления?

Ответ: 28,6 %, 4 мг.

1. Гидролиз древесины в присутствии разбавленной серной кислоты (0,4-0,7 %-ной) при температуре 120-1900С и давлении 0,6-1,2 МПа дает выход гексоз 70 % от теоретически возможного при степени гидролиза 90 %. Определите массу гексоз, полученных при гидролизе 100 кг целлюлозы. Какова масса отходов в этом производстве?

Ответ: 70 кг, 40 кг.

1. Гидролиз древесины в присутствии концентрированных кислот (70-80 %-ной серной кислоты или 31-41 %-ной соляной кислоты) при температуре не выше 600С и атмосферном давлении дает выход глюкозы 95 % от теоретически возможного. Определите массу глюкозы, полученной из 10 тонн сухой древесины хвойных пород, содержащей 58 % целлюлозы. Какова масса побочных продуктов может быть получена на этом производстве, если из 1 т абсолютно сухой древесины может быть получено 110 кг кормовых дрожжей и 80 кг фурфурола?

Ответ: 6,1 т глюкозы, 1,1 т кормовых дрожжей, 800 кг фурфурола.

1. При гидролизном способе производства этанола из 1 т абсолютно сухой хвойной древесины получают 170 кг этанола и до 120 кг углекислого газа. Содержание целлюлозы в древесине составляет 55 %. Определите выход этанола от теоретически возможного. Определите минимальную массу едкого натра, который связал бы весь углекислый газ, полученный из 1 т древесины. Составьте уравнения всех химических превращений, соответствующих условию задачи.

Ответ: 54,4 %, 109,1 кг.

1. При производстве целлюлозы из древесины сульфитным методом существующая технология дала в 1989 г. до 74 млн. м3 щелоков, которые большей частью выбрасывают в виде отходов целлюлозного производства. Сколько тонн этанола можно было бы получить из этих щелоков, если на 1 м3 щелока выход этанола составляет 11 л (ρ = 0,8 г/см3).

Ответ: 6,5·105 т.

1. При закислении водоемов первыми гибнут моллюски и некоторые ракообразные. Чем это можно объяснить? Вспомните особенности строения «внешнего скелета» этих групп беспозвоночных. Ниже для справки приведено строение элементарного звена молекулы хитина, который является полимером моносахарида N-ацетил-D-глюкозамина:

СН2ОН

О

О ОН О

NН

С = О

СН3

1. Сравните степени риска смерти от различных факторов (в таблице сопоставляется риск от органических соединений с другими факторами). Какие выводы можно сделать из этого сравнения?

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Степень опасности | Загрязняющее вещество | Другие факторы риска и причины смерти |
| Относительно высокая | Винилхлорид | Пожары |
| Относительно высокая или средняя | Бензол | Природные явления |
| Средняя | Бенз(а)пирен | Наводнения, цунами, бури, землетрясения |
| Относительно низкая | Формальдегид | Ураганы |

**Раздел 5. ПУТИ УМЕНЬШЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.**

1. Один из способов очистки коксовых газов от оксидов азота (II) – использование метана:

кат.

4 NO + CH4 → 2 N2 + CO2 + 2 H2O.

Какой объем метана расходуется в час на взаимодействие с оксидом азота (II), полученным на установке по очистке коксового газа производительностью 130 тыс. м3/ч, если коксовый газ содержит 6 см3/м3 оксида азота (II)?

Ответ: 195 л.

1. В основе самоочищения водоемов от органических загрязнителей лежит процесс их окисления. Если органических веществ в воде немного, то они окисляются растворенным в воде кислородом. Этот процесс ускоряется под действием солнечного света. Способствуют окислению и некоторые микроорганизмы. Существуют химические методы интенсификации процесса окисления органических загрязнений в воде. Какой из предложенных ниже реагентов вы выберите для ускорения этого процесса: а) пероксид водорода; б) хлор или его кислородсодержащие производные; в) озоно-воздушную смесь? Дайте обоснованный ответ.

1. При газификации угля с использованием тепла атомного реактора полученный газ проходит определенные этапы очистки. Полученный газ, содержащий СО и Н2 (синтез-газ), передается для технологического использования. Если требуется обогатить газ метаном, его направляют в метанатор, где протекает реакция гидрирования СО водородом до метана с образованием воды. После отделения воды полученный синтетический природный газ используют в качестве топлива. Составьте уравнения описанных выше превращений. Определите объем метана, который можно получить из 350 м3 СО. Сколько воздуха по объему потребуется для полного сжигания полученного метана?

Ответ: 350 м3; 3341 м3

.

1. При газификации мелкозернистого топлива в «кипящем» слое (газогенератор Винклера, парокислородный процесс) состав конечного газа по объему следующий: 19 % СО2, 38 % СО, 40 % Н2, 2 % СН4, 1 % N2. Определите массу углерода в угле, из которой образовалось 100 м3 конечного газа (н.у.).

Ответ: 31,6 кг.

1. При газификации пылевидного топлива в аэрозольном потоке (газогенератор Копперса-Тотцека, парокислородный процесс) состав конечного газа по объему следующий: 12 % СО2, 56 % СО, 29,4 % Н2, 0,6 % СН4, 2 % N2. Определите массу углерода в топливе, из которой образовалось 300 м3 конечного газа (н.у.).

Ответ: 110,25 кг.

1. Используя знания об известном вам производстве серной кислоты, предложите возможный технологический принцип, который может обеспечить отсутствие спекания углей при их газификации в газогенераторе.
2. Известно, что семь цыплят дают такое же количество нечистот, как один человек. Физиологические выделения одной свиньи примерно соответствуют количеству выделений 10 человек. Рассчитайте, городам с каким населением (количеством человек) соответствуют по отходам птицефабрика на 350 тыс. бройлеров и свинооткормочный комплекс на 108 тыс. свиней.

Ответ: 50 тыс. и 1 млн. 80 тыс. человек.

1. На основе данных об уровнях загрязнения атмосферного воздуха различными веществами в более чем 100 городах России определена ориентировочная численность населения, находящегося на загрязненных территориях (см. рис.). Проанализируйте представленные данные и назовите источники попадания этих веществ в атмосферу. Назовите пути уменьшения выбросов этих веществ в окружающую среду.

Рис. Ориентировочная численность населения (млн. чел.) на территориях с повышенным уровнем загрязнения атмосферного воздуха некоторыми вредными веществами**: 1.** бенз(а)пиреном (13,9 млн чел.); **2.** фенолом (10,4 млн. чел.); **3.** формальдегидом (4,9 млн. чел.); **4.** стиролом (3,6 млн. чел.); **5.** бензолом (2,6 млн. чел.); **6.** метилмеркаптаном (1,1 млн. чел.); **7.** винилхлоридом (0,4 млн. чел.).

**Приложение 1.**

**Предельно допустимые концентрации (ПДК, мг/м3) некоторых вредных органических веществ в воздушной среде.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вещество | Формула | В атмосферном воздухе населенных пунктов | | В рабочей зоне производ-ственных помещений | ЛД50, мг/кг | | Класс опас-ности |
| Макси-мально-разовая | Сред-несу-точная |
| Бутан | СН3 – (СН2 )2 – СН3 | 200 | - | 300 | - | 4 | |
| 1,2-Дихлорэтан | C2H4Cl2 | 3 | 1 | 10 | 625 | 3 | |
| Этилен | CН2 = СН2 | 3 | 3 | - | - | - | |
| Пропилен | СН3 – СН = СН2 | 3 | 3 | - | - | - | |
| Бутилены | С4Н8 | 3 | 3 | 150 | - | 4 | |
| Дивинил (бутадиен –1,3) | СН2 = СН – СН = СН2 | 3 | 1 | 100 | 259 | 4 | |
| Бензол | С6Н6 | 1,5 | 0,1 | 5 | 4600 | 3 | |
| Толуол | С6Н5 – СН3 | 0,6 | 0,6 | 50 | - | 4 | |
| Стирол | С6Н5 – СН= СН2 | 0,04 | 0,002 | 5 | 9500 | 3 | |
| Хлор-бензол | С6Н5 – Сl | 0,1 | 0,1 | 50 | 1825 | 4 | |
| Метанол | СН3 – ОН | 1 | 0,5 | 5 | - | 3 | |
| Пропанол-1 | С3Н7 – ОН | 0,3 | 0,3 | 10 | - | 3 | |
| Бутанол-1 | С4Н9 – ОН | 0,1 | 0,1 | 10 | 603 | 3 | |
| Фенол | С6Н5 – ОН | 0,01 | 0,003 | 0,3 | 395 | 2 | |
| Формаль-дегид | Н2С = О | 0,035 | 0,012 | 0,5 | 385 | 2 | |
| Этаналь (ацеталь-дегид) | СН3СНО | 0,01 | 0,01 | 5 | 1930 | 3 | |
| Ацетон | (СН3) 2 С=О | 0,35 | 0,35 | 200 | 3800 | 4 | |
| Этановая (уксусная) кислота | СН3 - СООН | 0,2 | 0,06 | 5 | - | 3 | |
| Валериановая (пентано-вая) кислота | СН3 – (СН2)3 – СООН | 0,03 | 0,01 | 5 | 600 | 3 | |
| Капроновая (гексано-вая) кислота | СН3 – (СН2)4 –СООН | 0,5 | 0,005 | 5 | 5000 | 3 | |
| Амил-ацетат | СН3 – СОО – С5Н11 | 0,1 | 0,1 | 100 | - | 4 | |
| Нитро-бензол | С6Н5 – NO2 | 0,008 | 0,008 | 3 | - | 3 | |
| Анилин | С6Н5 – NH2 | 0,05 | 0,03 | 0,1 | 550 | 2 | |
| Капро-лактам (пары, аэрозоль | СН – СН – СН  | СО  СН – СН – NН | 0,06 | 0,06 | 10 | 2,14 мл/кг | 3 | |
| Нафталин | С10Н8 | 0,003 | 0,003 | 20 | 490 |  | |

ПДК – предельно допустимая концентрация – максимальная концентрация вредных веществ, не оказывающая вредного влияния на здоровье человека. ЛД50 – летальная доза химического вещества, вызывающая при введении в организм гибель 50 % животных, мг/кг.

По степени воздействия на организм человека вредные вещества подразделяют на 4 класса: 1 – чрезвычайно опасные; 2 – высокоопасные; 3 – умеренно опасные; 4 – малоопасные.

**Приложение 2.**

**Важнейшие хлорорганические промышленные продукты.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Исходный углеводород. | Хлорорганический продукт. | Область применения. |
| Метан  Этан  Бутаны  Алканы С9 – С25  Этилен  Пропилен  Изобутилен  Ацетилен  Бензол  Толуол  Нафталин | Метилхлорид  Метилендихлорид  Хлороформ  Тетрахлорметан  Перхлорэтилен  Гексахлорбутадиен  Высшие моно- и полихлориды  Этилхлорид  Дихлорэтан  Винилхлорид  Аллилхлорид  Металлилхлорид  Тетрахлорэтан  Трихлорэтилен  Винилхлорид  Хлоропрен  Хлорбензол  Дихлорбензол  Гексахлорбензол  Моно, ди и трихлориды с хлором в боковой цепи  Продукты полихлорирования | Сырье для силоксанов, метилцеллюлозы и т.д.  Растворитель, хладоагент.  Растворитель, сырье для фреонов.  Растворитель, сырье для фреонов.  Химчистка, производство фреонов, обезжиривание металлов.  Инсектицид.  Смазки, охлаждающие жидкости, пластификаторы.  Синтез тетраэтилсвинца, местная анестезия.  Растворитель, сырье для синтеза.  Поливинилхлорид.  Сырье для синтеза глицерина и многих других продуктов.  Инсектицид, химическое сырье.  Сырье для трихлорэтилена.  Растворитель, сырье для монохлоруксусной кислоты.  Сырье для поливинилхлорида.  Мономер для хлоропренового каучука.  Полупродукт, растворитель.  Инсектицид (против моли).  Инсектицид.  Сырье для синтеза.  «Галовакс» – заменитель воска, смол для пропитки тканей, бумаги. |

**Приложение 3.**

**Содержание некоторых хлорированных углеводородов**

**в воде и донных отложениях Баренцева моря.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вещество | Суммарные концентрации | | |
| в поверхностном слое воды прибрежных районов | в придонном слое | в донных отложениях |
| Гексахлорбензол | от 0 до 3,18 нг/л | от 0 до 1,82 нг/л | от 0,17 до 15,8 нг/г сухой массы осадка |
| ДДТ | от 0,27 до 5,82 нг/л | от 0 до 5,14 нг/л | от 0,57 до 162 нг/г сухой массы осадка |
| Полихлорбифенилы\* | от 0,11 до 6,27 нг/л | от 0, 08 до 7,87 нг/л | От 0,39 до 150 нг/г сухой массы осадка |

\* - рыбохозяйственный норматив – 10 нг/л

ЛИТЕРАТУРА

1. Артамонов В.И. Растения и чистота природной среды. – М.: Наука, 1986.
2. Артеменко А.И., Тикунова И.В. Органическая химия: Проб. учеб для 10-11 кл. общеобразоват. Учеб. заведений.- М.: Просвещение, 1992.
3. Беспамятнов Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Справочник. – Л.: Химия, 1985.
4. Большой энциклопедический словарь: Биология. – М.: «Большая Российская энциклопедия», 1998.
5. Василега Н.Д. Цiкава хiмiя – 2-ге вид., перероб. i доп.- К.: Рад. шк., 1989.
6. Габриелян О.С., Лысова Г.Г. Химия. 11 класс: Учеб. для общеобразоват. Учреждений.- 4-е изд., стереотип.- М.: Дрофа, 2004.
7. Гамбург Д.Ю. Широкомасштабная газификация твердого топлива. – ж. «Химия в школе», № 5, 1989, с.6-17.
8. Грейдел Т.Э., Крутцен П.Д. Меняющаяся атмосфера. – ж. «В мире науки. Scientific american.», № 11, 1989, с.16-25.
9. Данилов А.Д. Популярная аэрономия. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989.
10. Дроздов Д.Д. Экология Мурманской области. – Мурманск, 1996.
11. Ерыгин Д.П., Фоминых Н.А. Задачи с экологическим содержанием в курсе органической химии. - ж. «Химия в школе», № 5-6, 1992, с.47-49.
12. Институт проблем промышленной экологии Севера: Кольский научный центр: Российская Академия Наук. – 1999, с.16.
13. Князева Р.Н., Бородихина А.М. Ознакомление с химическими веществами, применяемыми в военном деле. – ж. «Химия в школе», № 3, 1989, с.66-72.
14. Кроткевич П.Г. Роль растений в охране водоемов. – М.: Знание, 1982.
15. Ливчак И.Ф., Воронов Ю.В. Охрана окружающей среды: Учеб. пособие. – М.: Стройиздат, 1988.
16. Мельников Н.Н., Белан С.Р. Органические соединения хлора и окружающая среда. – ж. «Химия в школе», № 3, 1999, с.15-20.
17. Михеев А.В., Константинов В.М. Охрана природы: Учеб. пособие для СПТУ. – М.: Высш. шк.., 1986.
18. Монахова Л.П. Стенограмма урока – ролевой игры по теме: «Пути развития нефтехимической промышленности на Кольском полуострове». – ж. «Химия в школе», № , 1989, с.35-39.
19. Назаренко В.Н. Экологизация курса химии: от темы к теме. – ж. «Химия в школе», № 3, 1994, с.13-26.
20. Небел Б. Наука об окружающей среде: Как устроен мир: В 2-х т. – М.: Мир, 1993.
21. Никонов А.Л., Чургель А.О., Чесноков В.С. Химизация сельского хозяйства и ее альтернативы. – ж. «Химия в школе», № 3, 1989, с.10-21.
22. Новости химической науки и промышленности. – ж. «Химия в школе», № 3, 1989, с.24; № 4, 1989, с.25, с.44; № 4, 1991, с.49, с.77.
23. Окружающая среда. Спец. выпуск: Информационная брошюра Мин. охраны окр. среды о Баренц-регионе. – Норвегия, 1996.
24. Пилипенко А.Т. и др. Справочник по элементарной химии.- К.: Наук. Думка», 1978.
25. Пименова Г.С. О роли зеленых насаждений. – ж. «Биология в школе», № 3, 1994, с.18-20.
26. Потапов В.М. Органическая химия: Проб. учеб. пособие для учащихся 10-11 кл. шк. с углубл. Изуч. Химии.- М.: Просвещение, 1992.
27. Ревич Б.А. Загрязнение окружающей среды и здоровье населения: Введение в экологическую эпидемиологию: Учебное пособие. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2001.
28. Реймерс Н.Ф. Всему свое место и время. – ж. «Химия в школе», № 3, 1989, с.21-24.
29. Рэмсден Э.Н. Начала современной химии. – Л.: Химия, 1989.
30. Северюхина Т.В. Старые опыты с новым содержанием. – ж. «Химия в школе», № 3, 1999, с.64-70.
31. Соловьянов А.А. Проблемы защиты озонового слоя в России. – ж. «Химия в школе», №2, 1999, с. 4-9.
32. Состояние природной среды и проблемы экологии на Кольском полуострове в 1997 году: Доклад Гос. комитета по охране окр. среды Мурманской обл. – Мурманск, 1998.
33. Состояние природной среды и проблемы экологии на Кольском полуострове в 2003 году: Доклад Гос. комитета по охране окр. среды Мурманской обл. – Мурманск, 2004.
34. Толковый словарь по химии и химической технологии: Основные термины./Под ред. Ю.А. Лебедева. – М.: Рус.яз., 1987.
35. Химическая энциклопедия: В 5 т. – М.: Большая Российская энцикл., 1988 - 1994.
36. Швец В.Ф. Технология основного органического и нефтехимического синтеза. – ж. «Химия в школе», № 3, 1994, с.4-9.
37. Шарипова Д.Д. Совершенствование гигиенических знаний школьников. – ж. «Химия в школе», № 5, 1989, с.91-95.
38. Шустов С.Б., Шустова Л.В. Химические основы экологии: Учеб. пособие для уч-ся шк., гимназий с углубл. изуч. химии, биологии и экологии. – М.: Просвещение, 1994.
39. Экологический атлас Мурманской области. – Москва-Апатиты, 1999.
40. Экология и охрана природы Кольского Севера. – Апатиты, 1994.
41. Экология человека. Учебное пособие. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2001.
42. Эткинс П. Молекулы. – М.: Мир, 1991.
43. Состояние природной среды и проблемы экологии на Кольском полуострове в 2003 году: Доклад Гос. комитета по охране окр. среды Мурманской обл. – Мурманск, 2004.
44. Толковый словарь по химии и химической технологии: Основные термины./Под ред. Ю.А. Лебедева. – М.: Рус.яз., 1987.
45. Химическая энциклопедия: В 5 т. – М.: Большая Российская энцикл., 1988 - 1994.
46. Швец В.Ф. Технология основного органического и нефтехимического синтеза. – ж. «Химия в школе», № 3, 1994, с.4-9.
47. Шарипова Д.Д. Совершенствование гигиенических знаний школьников. – ж. «Химия в школе», № 5, 1989, с.91-95.
48. Шустов С.Б., Шустова Л.В. Химические основы экологии: Учеб. пособие для уч-ся шк., гимназий с углубл. изуч. химии, биологии и экологии. – М.: Просвещение, 1994.
49. Экологический атлас Мурманской области. – Москва-Апатиты, 1999.
50. Экология человека. Учебное пособие. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2001.