



Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» «Экологическая безопасность»

11 класс

Заключительный этап

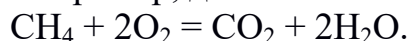
2024-2025

Задания

Задача № 1 (30 баллов).

Количество загрязняющих веществ, образующихся при сжигании природного газа, можно ориентировочно оценить по стехиометрическим соотношениям реакций горения его составляющих.

Например, для метана



Стехиометрическое соотношение по весу:

$$16 + 64 = 44 + 36 \text{ или } 1 + 4 = 2,75 + 2,25.$$

Т.е. при сжигании 1 кг CH_4 будет тратиться на горение 4 кг O_2 и выделяться 2,75 кг CO_2 и 2 кг H_2O .

Составьте подобные стехиометрические соотношения для реакций горения пропана и бутана (полученные числа округлите до тысячных).

Вычислите сколько CO_2 (кг) будет образоваться при горении 50 кг природного газа следующего состава: CH_4 – 10 %, C_3H_8 – 30 %, C_4H_{10} – 40 %, CO_2 – 20 %.

Задача № 2 (20 баллов). При определении общей жесткости 100 мл воды из реки на титрование было потрачено 3,5 мл 0,05 н раствора ЭДТА. Вычислите общую жесткость воды (градусы жесткости, °Ж).

Оцените жесткость исследуемой воды по одной из классификаций:

- мягкая вода – менее 2 °Ж,
- вода средней жёсткости – 2–10 °Ж,
- жёсткая вода – более 10 °Ж.

Содержанием каких солей кальция и магния обусловлена временная жесткость воды? За счет каких процессов происходит умягчение воды при ее кипячении (напишите химические реакции)?

Задача № 3 (25 баллов). Определить категорию загрязнения для каждой пробы почв, взятых с участков на территории разных населенных пунктов. Данные результатов анализа представлены в таблице 1. Фоновые концентрации принять равными нулю.

Таблица 1 – Концентрации загрязняющих веществ в пробах почвы

Номер пробы	1	2	3	4	5
Загрязняющее вещество	Cr	Zn	Pb	Ni	Cu
Концентрации загрязняющих веществ, мг/кг	7,2	20,5	29,0	6,4	58,6

При загрязнении почвы одним веществом неорганической природы оценка степени загрязнения проводится в соответствии с таблицей 2 с учетом класса опасности компонента загрязнения, его ПДК и максимального значения допустимого уровня содержания элемента ($K_{\max}$) по одному из четырех показателей вредности (табл. 3).

Критерии степени загрязнения почв неорганическими веществами представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Критерии степени загрязнения почв неорганическими веществами

Содержание в почве, мг/кг	Категории загрязнения почвы		
Класс опасности вещества	1 класс	2 класс	3 класс
$> K_{\max}$	Очень сильная	Очень сильная	Сильная
от ПДК до $K_{\max}$	Очень сильная	Сильная	Средняя
от 2 фоновых значений до ПДК	Слабая	Слабая	Слабая

Таблица 3 – Предельно допустимые концентрации (ПДК) неорганических химических веществ в почве и допустимые уровни их содержания по показателям вредности (МУ 2.1.7.730-99 Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест)

Наименование вещества	ПДК мг/кг почвы с учетом фона	Уровни показателей вредности в мг/кг				Класс опасности
		Транслокационный (K ₁)	Миграционный		Общесанитарный (K ₄)	
			Водный (K ₂)	Воздушный (K ₃)		
Медь	3	3,5	72	—	3	2
Хром	6	6	6	6	6	2
Никель	4	6,7	14	—	4	2
Цинк	23	23	200	—	37	1
Свинец	32	35	260	—	32	1

Задача 4 (25 баллов). Одним из методов утилизации нефтешлама, состоящего из нефти, воды и твердых примесей, является центрифугирование в две последовательные стадии.

На первой отделяется основная часть (80 %) твердых частиц, которые выводятся из аппарата в виде твёрдого остатка.

Жидкая фаза поступает на вторую ступень очистки, где происходит дальнейшее разделение смеси на нефть, воду и твердый остаток. При этом отделяют 85 % нефти и 95 % твердых частиц, что соответствует 570 кг.

Рассчитайте количество нефти, полученной при такой переработке нефтешлама, если содержание нефти в нефтешламе было изначально 79 масс. %, а твердых частиц – 1,5 масс. %.

В какой промышленной отрасли и в результате каких процессов нефтешламы образуются как отходы?