



Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» «Химические технологии»

9-10 классы

Заключительный этап

2024-2025

Задания, ответы и критерии оценивания

Задача 1 (максимум 10 баллов)

Лаборант смешал два раствора, в одном массовая доля растворенного вещества составляла 15 %, в другом – 35 %. В каком соотношении смешаны исходные растворы, если получился раствор концентрацией 55 %.

Решение:

В условии задачи допущена ошибка, так как получается более концентрированный раствор из менее концентрированных.

Ответ: нет решения

Порядковый номер критерия	Количество баллов	Описание
1	5	Приведены расчеты показывающие отрицательный результат смешения
2	10	Приведены рассуждения и сделан правильный вывод

Задача 2 (максимум 20 баллов)

На заводе получают аммиачно-воздушную смесь, содержащую 15 % аммиака по объему. Расход аммиака составляет 3 т/ч. Определите массу и расход воздуха необходимого для приготовления смеси при нормальных условиях.

Молярная масса N = 14 г/моль, молярная масса H – 1 г/моль.

Решение:

Объем аммиака составит $V(\text{NH}_3) = (3000 * 22,4) / 17 = 3952,9 \text{ м}^3$.

Найдем общий объем смеси $V(\text{смеси}) = (3952,9 * 100) / 15 = 26352,7 \text{ м}^3$

Отсюда объем воздуха составит $V(\text{воздуха}) = 26352,7 - 3952,9 = 22399,8 \text{ м}^3$

Рассчитаем расход в час азота и кислорода как основных компонентов воздуха.

Объемная доля азота в воздухе 79 об.%, объемная доля кислорода в воздухе 21 об.%

$m(\text{N}_2) = (22399,8 * 0,79 * 28) / 22,4 = 22119,8 \text{ кг/ч} = 22,1 \text{ т/час}$

$m(\text{O}_2) = (22399,8 * 0,21 * 32) / 22,4 = 6719,9 \text{ кг/ч} = 6,7 \text{ т/час}$

$m(\text{возд.}) = 22,1 + 6,7 = 28,8 \text{ т/час.}$

Критерии оценивания:

Номер критерия	Количество баллов	Описание критерия
1	1	Написан только ответ
2	10	Определена только масса воздушной смеси
3	20	Верно описан ход решения, определены оба требуемых показателя.

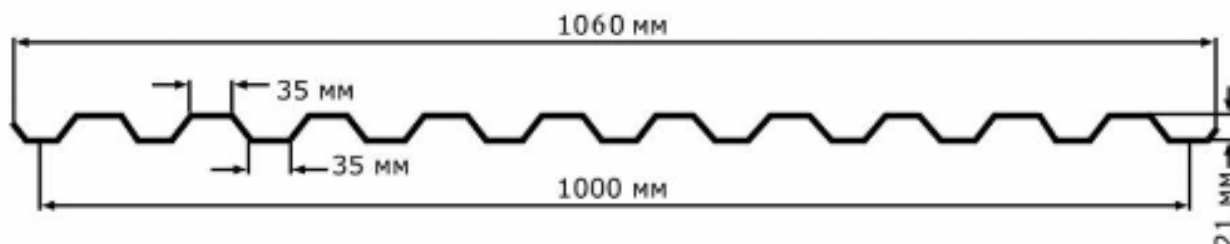
Задача 3 (максимум 20 баллов)

Рисунок 1 – Эскиз профилированного листа

Рабочая ширина профильного листа 1000 мм, общая 1060 мм. Определите сколько нужно закупить полиэфирной эмали в кг для окрашивания стали, если расход на 1 квадратный метр составляет 80 граммов, рабочая площадь заказанного профилированного листа 150 м².

На эскизе имеется излишняя информация в виде высоты и ширины гофр профилированного листа.

Решение:

Определим длину стали, которую нужно окрасить для этого рабочую площадь поделим на рабочую ширину. $150\,000\,000 / 1000 = 150\,000\text{ мм}$

Определим фактическую площадь, которую нужно окрасить, для этого

$$150\,000 * 1060 = 159\,000\,000\text{ мм}^2 = 159\text{ м}^2$$

Зная, расход на 1 м², определим необходимую массу эмали.

$$159 * 0,08 = 12,72\text{ кг}$$

Ответ: 12,72 кг

Номер критерия	Количество баллов	Описание критерия
1	5	Написан только ответ
2	10	Решение приведено через высоту и ширину гофр.
3	20	Приведены последовательные рассуждения, получен верный ответ.

Задача 4 (50 баллов)

Введение

Материальный баланс технологического процесса является практическим выражением закона сохранения массы вещества.

Масса веществ, вступивших в реакцию, равна массе веществ, получившихся в результате реакции.

При получении метанола из формальдегида методом гидрирования используют реактор с максимальной загрузкой по формальдегиду 100 кг.

В формальдегиде содержится 7% примесей, в используемом водороде 5 % примесей. Масса технического водорода 100 кг.

Конверсия формальдегида составляет 0,85.

Составить материальный баланс получения метанола из формальдегида

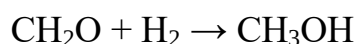
Молярные массы $M(C) = 12$ г/моль, $M(O) = 16,00$ г/моль, $M(H) = 1$ г/моль.

Ответ представить в виде таблицы

ВВЕДЕНО		ВЫВЕДЕНО	
Наименование вещества/соединения	Масса, кг	Наименование вещества/соединения	Масса, кг
СУММАРНО		СУММАРНО	

Решение:

1. Получение метанола из формальдегида методом гидрирования опишем реакцией:



2. Определим молярные массы реагентов

$M(CH_2O) = 30$ кг/кмоль, $M(H_2) = 2$ кг/моль, $M(CH_3OH) = 32$ кг/кмоль

3. Рассчитаем массу чистого формальдегида и примесей

$m_{1\text{чист.}} = 100 \text{ кг} * (100-7) \% = 93 \text{ кг}$, $m_{1\text{прим.}} = 100 \text{ кг} * 7 \% = 7 \text{ кг}$

4. Рассчитаем массу чистого водорода и примесей

$m_{2\text{чист.}} = 100 \text{ кг} * (100-5)\% = 95 \text{ кг}$, $m_{2\text{прим.}} = 100 \text{ кг} * 5 \% = 5 \text{ кг}$

5. Определим массу прореагировавшего формальдегида

$93 \text{ кг} * 0,85 = 79,05$

6. Масса непрореагировавшего остатка составит $93 - 79,05 = 13,95 \text{ кг}$

7. Определим сколько было израсходовано водорода на проведение реакции

$$m(\text{H}_2) = 79,05 \text{ кг} \cdot 2 \text{ кг/кмоль} / 30 \text{ кг/кмоль} = 5,27 \text{ кг}$$

8. Определи массу непрореагировавшего водорода

$$95 - 5,27 = 89,73 \text{ кг}$$

9. Определим массу метанола, которая получилась в результате реакции

$$m(\text{CH}_2\text{OH}) = 79,05 \cdot 32 / 30 = 84,32 \text{ кг}$$

10. Подставляем все данные в таблицу

ВВЕДЕНО		ВЫВЕДЕНО	
Наименование вещества/соединения	Масса, кг	Наименование вещества/соединения	Масса, кг
Формальдегид	93	Метанол	84,32
Примеси форм.	7	Непрореаг. метанол	13,95
Водород	95	Непрореаг. водород	89,73
Примеси водорода	5	Примеси формальдегид	7
		Примеси водород	5
СУММАРНО	200	СУММАРНО	200

Номер критерия	Количество баллов	Описание критерия
1	1	Написан только ответ
2	10	Написано уравнение реакции
3	20	Частично приведено решение, таблица не заполнена
4	30	Написано уравнение реакции, полностью описано решение, таблица не заполнена
5	50	Написано уравнение реакции, приведены расчёты, заполнена таблица материального баланса