



Многопрофильная
инженерная олимпиада
«Звезда»

шифр X-02-10-01

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	Всего
Баллы									

Вариант _____

N1

$$\omega_1 = 0,15$$

$$\omega_2 = 0,35$$

$$\omega_3 = 0,55$$

Пусть взяли x (г) первого раствора, и y (г) второго раствора. Тогда во взятом первом растворе $0,15x$ (г) вещества, во втором $0,35y$ (г) вещества.

$$\frac{m_1(p-100)}{m_2(p-100)} = ?$$

$$\omega_3 = \frac{m_1(b-100) + m_2(b-100)}{m_1(p-100) + m_2(p-100)} = 0,55$$

$$\frac{0,15x + 0,35y}{x + y} = 0,55$$

$$0,55x + 0,55y = 0,15x + 0,35y$$

$$0,4x = -0,2y$$

$$y = -2x$$

Получается, что масса одного из растворов окажется отрицательной, чего быть не может. Значит, невозможно получить раствор с концентрацией 55%.

N2

$$\varphi(\text{NH}_3) = 0,15$$

$$\varphi(\text{возд}) = 0,85$$

$$v(\text{NH}_3) = 3 \text{ м/ч} =$$

$$= 3000 \text{ м/ч}$$

$$m(\text{возд}) = ?$$

$$v(\text{возд}) = ?$$

Пусть время, за которое поглотят смесь и расходуют аммиак и воздух, равно t ч. Тогда:

$$m(\text{NH}_3) = v \cdot t = 3000 \frac{\text{м}}{\text{ч}} \cdot t = 3000 \text{ м}$$

$$n(\text{NH}_3) = \frac{m}{M} = \frac{3000 \text{ м}}{17 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 176,47 \text{ кмоль}$$

$$V(\text{NH}_3) = n \cdot V_m = 176,47 \text{ кмоль} \cdot 22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}} = 3952,928 \text{ м}^3$$

$$V(\text{смеси}) = \frac{V(\text{NH}_3)}{\varphi(\text{NH}_3)} = \frac{3952,928 \text{ м}^3}{0,15} = 26352,85 \text{ м}^3$$

$$V(\text{возд}) = \varphi \cdot V(\text{смеси}) = 0,85 \cdot 26352,85 \text{ м}^3 = 22399,92 \text{ м}^3$$

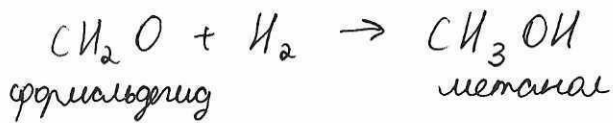
$$n(\text{возд}) = \frac{V}{V_m} = \frac{22399,92 \text{ м}^3}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} \approx 1000 \text{ кмоль}$$

$$m(\text{возд}) = n \cdot M = 1000 \text{ кмоль} \cdot 29 \text{ г/моль} = 29000 \text{ кг} = 29 \text{ т}$$

$$v(\text{возд}) = \frac{m}{t} = 29 \text{ т/ч}$$

Ответ: $m(\text{воздуха}) = 29 \text{ т}$; расход воздуха 29 т/ч .

н 4



Пусть взяли 100 кг формальдегида (мы можем это сделать, так как максимальная нагрузка 100 кг).

В нем содержится 93 кг чистого CH_2O и 7 кг примесей

Масса технического H_2 100 кг, из них 95 кг чистого H_2 и 5 кг примесей. То есть всего примесей $7 \text{ кг} + 5 \text{ кг} = 12 \text{ кг}$.

$$n(\text{CH}_2\text{O})_{\text{боло}} = \frac{93 \text{ кг}}{30 \text{ г/моль}} = 3,1 \text{ кмоль}$$

$$n(\text{H}_2)_{\text{боло}} = \frac{95 \text{ кг}}{2 \text{ г/моль}} = 47,5 \text{ кмоль}$$

Получается, что CH_2O в недостатке. Значит:

$$n(\text{CH}_3\text{OH}) = 3,1 \text{ кмоль} \cdot 0,85 = 2,635 \text{ кмоль}$$

$$m(\text{CH}_3\text{OH}) = n \cdot M = 2,635 \text{ кмоль} \cdot 32 \text{ г/моль} = 84,32 \text{ кг}$$

$$n(\text{CH}_2\text{O})_{\text{непрореаг}} = 0,15 \cdot 3,1 \text{ кмоль} = 0,465 \text{ кмоль}$$

$$m(\text{CH}_2\text{O})_{\text{непрореаг}} = n \cdot M = 0,465 \text{ кмоль} \cdot 30 \text{ г/моль} = 13,95 \text{ кг}$$

$$m(\text{H}_2)_{\text{ост}} = m(\text{H}_2)_{\text{боло}} - m(\text{H}_2)_{\text{реаг}} = 95 \text{ кг} - 2,635 \text{ кмоль} \cdot 2 \text{ г/моль} = 89,73 \text{ кг}$$

Материальный баланс получения метанола

Введено		Выведено	
наименование вещества/соединения	масса, кг	наименование вещества/соединения	масса, кг
Технический формальдегид	100	метанол	84,32
Технический водород	100	Чистый формальдегид	13,95
		Примеси	12 кг
		Чистый водород	89,73
Суммарно	200	Суммарно	200



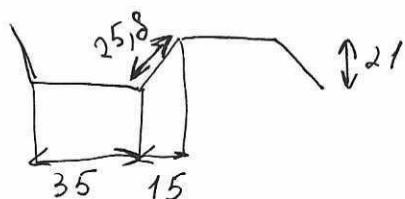
N3

$$S_{\text{рабочая}} = 150 \text{ м}^2$$

$$m(\text{эмаль})_{\text{рабоч}} = 150 \text{ м}^2 \cdot 80 \text{ г} = 12000 \text{ г} = 12 \text{ кг}$$

Также эмаль необходима и для нерабочей части листа.

В рабочую ширину листа входит 20 горизонтальных частей (включая поковки по краям). Их суммарная длина $20 \cdot 35 \text{ мм} = 700 \text{ мм}$. Значит, суммарная ширина ступенек $1000 \text{ мм} - 700 \text{ мм} = 300 \text{ мм}$. Всего их на рабочей ширине листа 20 $\Rightarrow 300 \text{ мм} : 20 = 15 \text{ мм}$ ширина одной ступеньки.



Длина ступеньки равна $\sqrt{15^2 + 21^2} = 25,8 \text{ мм}$

Суммарная длина „кривой“

$$35 \text{ мм} \cdot 20 + 25,8 \text{ мм} \cdot 20 = 1216 \text{ мм} = 1,216 \text{ м}$$

$$\text{Длина листа равна } \frac{S_{\text{раб}}}{\text{длина кривой}} = \frac{150 \text{ м}^2}{1,216 \text{ м}} = 123,36 \text{ м}$$

$$\text{Нерабочая площадь равна } (35 \text{ мм} + 25,8 \text{ мм} \cdot 2) \cdot 123,36 \text{ м} = 10,68 \text{ м}^2$$

$$m(\text{эмаль})_{\text{сум}} = 12 \text{ кг} + 10,68 \text{ м}^2 \cdot 0,08 \text{ кг} = 12,8544 \text{ кг} \approx 12,9 \text{ кг}$$