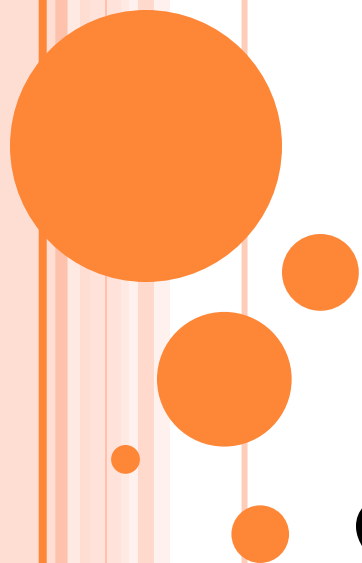


Ву
Та
ня
Ск
ора
я

ЭКОЛОГИЯ

ЗАДАЧА



Условие. Какой объем займет угарный газ, выделяющийся при полном сгорании древесины, угля или другого топлива в помещении (банька «по черному») со следующими параметрами: $l=4,0\text{ м}$ – длина помещения; $n=2,0\text{ м}$ – ширина помещения; $h=3,0\text{ м}$ – высота помещения. Масса топлива $m=12\text{ кг}$; коэффициент сгорания $k=0,8$; коэффициент, отвечающий количеству углерода, подвергающегося неполному сгоранию (образующему CO) $\psi_1=0,1$; коэффициент, отвечающий количеству углерода, образующего CO во вторичном процессе, $\psi_2=0,15$. $T_1=40^\circ\text{C}=313\text{K}$; $P_1=780\text{ мм.рт.ст.}$. Определить, с какой высоты помещения будет начинаться зона, заполненная угарным газом. Упрощенно полагаем, что угарный газ располагается вверху и не смешивается с другими газами.



Решение:

Считаем, что все сгоревшее топливо – чистый углерод. Тогда его количество определяется произведением массы топлива на коэффициент сгорания:

$$m_1 = m \times k \quad (1.5)$$

или $m_1 = 12 \times 0,8 = 9,6 \text{ кг.}$

При сгорании топлива параллельно идут два процесса:



Часть углекислого газа вступает во вторичную реакцию с раскаленными углями:



Масса углерода, участвующего в реакции (1.6), равна

$$m_2 = m_1 \times \psi_1 \quad (1.9)$$

или $m_2 = 9,6 \times 0,1 = 0,96 \text{ кг.}$

Масса углерода, участвующего в реакции (1.7), равна

$$m_3 = m_1 \times \psi_2 \quad (1.10)$$

или $m_3 = 9,6 \times 0,15 = 1,44 \text{ кг.}$

Общая масса углерода, образующего CO, равна

$$m_4 = m_2 + m_3 \quad (1.11)$$

или $m_4 = 0,96 + 1,44 = 2,4 \text{ кг.}$

Для простоты будем считать, что весь процесс образования угарного газа идет по реакции (1.7). Исходя из соотношения масс, участвующих в химической реакции (см. пояснения к решению задания 1.1), находим массу образовавшегося угарного газа.

$$m_{CO} = \frac{m_C \times M_{CO}}{M_C} \quad (1.12)$$

или
$$m_{CO} = \frac{2,4 \times 28}{12} = 5,6 \text{ кг}$$

(молекулярную массу CO находим как сумму атомных масс углерода и кислорода; коэффициенты перед CO и C в уравнении (1.7) взаимно уничтожаются).

Объем, который займет это количество угарного газа при нормальных условиях, составляет:

$$V_{CO} = \frac{5,6 \text{ кг}}{0,028 \text{ кг}} \times 22,4 \text{ л} = 4480 \text{ л} \quad \text{или} \quad 4,480 \text{ м}^3.$$

(0,028 кг – масса одного моля CO; 22,4 л – объем, занимаемый одним молем газа при нормальных условиях – см. пояснения к решению задания 1.1).

По уравнению объединенного газового закона найдем истинный объем угарного газа при $T=313\text{K}$:

$$V_{ист} = \frac{P_0 V_0 T_1}{P_1 T_0}, \quad (1.13)$$

где $V_0 = V_{CO} = 4,480 \text{ м}^3$; $T_0 = 273\text{K}$; $P_0 = 760 \text{ мм.рт.ст.}$.

$$V_{ист} = \frac{760 \text{ мм.рт.ст.} \times 4,480 \text{ м}^3 \times 313 \text{ K}}{780 \text{ мм.рт.ст.} \times 273 \text{ K}} \approx 5,0 \text{ м}^3.$$

Площадь помещения равна $S = 1 \times n = 4 \times 2 = 8 \text{ м}^2$.

Определим высоту зоны, заполненной угарным газом:

$$h_x = \frac{V_{\text{ист}}}{S} = \frac{5,0 \text{ м}^3}{8 \text{ м}^2} = 0,625 \text{ м}.$$

Следовательно, угарный газ заполнит помещение выше уровня $(h - h_x)$
или $3 \text{ м} - 0,625 \text{ м} = 2,375 \text{ м}$.

Ответ: зона, заполненная угарным газом, находится выше уровня 2,375 м.

Таблица 1.2

Варианты для выполнения задания

№№	m , кг	T_1 , °C	P_1 , мм.рт.ст.	K	ψ_1	ψ_2	l , м	n , м	h , м
1	15	42	780	0,75	0,1	0,15	2	4	2
2	25	46	784	0,83	0,18	0,17	2,5	5	3,7
3	17	50	786	0,82	0,19	0,18	8	3	2,75
4	24	54	785	0,76	0,17	0,19	3	6	2,7
5	19	40	788	0,79	0,2	0,14	3	3	3
6	31	58	787	0,77	0,3	0,12	2	4	2
7	26	52	783	0,78	0,21	0,13	2,5	5	3,7
8	10	48	782	0,84	0,16	0,11	8	3	2,75
9	21	44	789	0,85	0,14	0,1	3	6	2,7
10	37	56	781	0,8	0,15	0,2	3	3	3