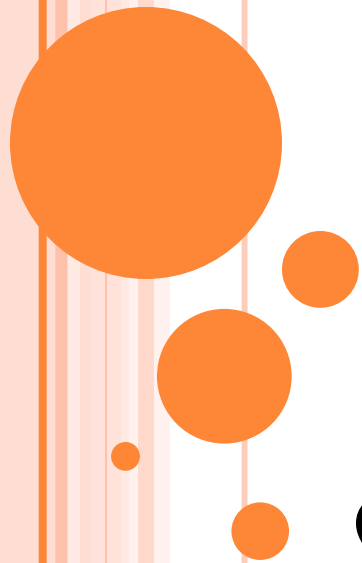


Ву  
Та  
ня  
Ск  
ора  
я

# 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:  $l=4,0$  м – длина помещения;  $n=2,0$  м – ширина помещения;  $h=3,0$  м – высота помещения. Масса топлива  $m=12$  кг; коэффициент сгорания  $k=0,8$ ; коэффициент, отвечающий количеству углерода, подвергающегося неполному сгоранию (образующему СО)  $\psi_1=0,1$ ; коэффициент, отвечающий количеству углерода, образующего СО во вторичном процессе,  $\psi_2=0,15$ .  $T_1=40^\circ\text{C}=313\text{K}$ ;  $P_1=780$  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  $2,375 \text{ м}$ .

Таблица 1.2

### Варианты для выполнения задания

№№	<i>m</i> , кг	<i>T</i> <sub>1</sub> , °С	<i>P</i> <sub>1</sub> , мм.рт.ст.	<i>K</i>	$\psi_1$	$\psi_2$	<i>l</i> , м	<i>n</i> , м	<i>h</i> , 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