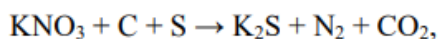


7. Сгорание черного пороха, представляющего собой смесь нитрата калия, угля и серы, можно описать следующей схемой:



- 1) Рассчитайте, какими должны быть массовые доли исходных компонентов, чтобы при сгорании они реагировали без остатка.
- 2) Какой объем газов (н.у.) выделится при сгорании 1.0 г такой смеси?
- 3) Какое давление (Па) могут создать эти газы в стволе ружья в замкнутом объеме 1 мл, если их температура составляет 3000 °С?

*Примечание: для описания газовых смесей используется уравнение Менделеева-Клапейрона*

$pV = nRT$ , где  $p$  – давление газа,  $V$  – объем,  $n$  – количество вещества, универсальная газовая постоянная  $R = 8.31$  (Дж/моль·К) и  $T$  – температура (К).

#### № 7

Уравняем реакцию:  $2\text{KNO}_3 + 3\text{C} + \text{S} = \text{K}_2\text{S} + \text{N}_2 + 3\text{CO}_2$

Молярная масса серы – 32 г/моль, углерода – 12 г/моль, нитрата калия – 101 г/моль.

1) Чтобы вещества реагировали без остатка их нужно взять в количествах веществ, пропорциональных коэффициентам в уравнении реакции. Тогда на 1 моль серы (32 г) необходимо 3 моля углерода ( $12 \cdot 3 = 36$  г) и 2 моля нитрата калия ( $101 \cdot 2 = 202$  г). Суммарная масса равна  $32 + 36 + 202 = 270$  (г).

Массовая доля серы:  $\omega(\text{S}) = 32/270 = \mathbf{0.1185}$  (или  $\approx 12\%$ ). Массовая доля углерода:  $\omega(\text{C}) = 36/270 = \mathbf{0.1333}$  (или  $\approx 13\%$ ). Массовая доля нитрата калия:  $\omega(\text{C}) = 202/270 = \mathbf{0.7481}$  (или  $\approx 75\%$ ).

2) Газообразными продуктами реакции являются азот и углекислый газ. Как следует из предыдущего пункта, в 1 г смеси содержится 0.1185 г серы. Количество вещества серы:  $\nu(\text{S}) = 0.1185/32 = 0.0037$  (моль). По уравнению реакции видно, что количество вещества выделившихся газов в 4 раза больше количества вещества серы:  $\nu(\text{газов}) = 0.0037 \cdot 4 = 0.0148$  (моль). Их объем при нормальных условиях (0 °С, 1 атм):  $V(\text{газов}) = 0.0148 \cdot 22.4 = \mathbf{0.33}$  (л).

3) Рассчитать давление можно по уравнению Менделеева-Клапейрона:  $pV = nRT$ , откуда  $p = nRT/V$ .  $n = 0.0148$  моль;  $R$  (универсальная газовая постоянная) = 8.31 Дж/(моль·К);  $T = 3000 + 273 = 3273$  К;  $V = 1 \cdot 10^{-6}$  м<sup>3</sup>; 1 атм = 101325 Па.

$p = 0.0148 \cdot 8.31 \cdot 3273 / 1 \cdot 10^{-6} = \mathbf{4.03 \cdot 10^8}$  (Па).

#### Рекомендации к оцениванию:

- |  |         |
|--|---------|
| 1. Верные коэффициенты в уравнении               | 1 балл  |
| 2. Массовые доли компонентов – по 1 баллу        | 3 балла |
| 3. Использование молярного объема 22.4 л         | 1 балл  |
| 4. Общая формула или подход к нахождению объема  | 1 балл  |
| 5. Верно рассчитанный объем газов                | 1 балл  |
| 6. Использование уравнению Менделеева-Клапейрона | 1 балл  |
| 7. Верные исходные значения для расчета          | 1 балл  |





