

① Понятие политропического процесса. Примеры

Политропический процесс — термодинамический процесс, который протекает при неизменной теплоемкости. $C = \text{const}$.

γ_p -е политропического процесса:

$$pV^n = \text{const},$$

где $n = \frac{C - C_p}{C - C_v}$ — показатель политропического процесса.

Работа при политропическом процессе:

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p dV = \frac{p_1 V_1}{n-1} \left(1 - \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{n-1} \right)$$

Частными случаями политропического процесса являются:

- 1) Изохорный процесс (при $C \rightarrow C_v$, $n \rightarrow \infty$, $V = \text{const}$)
- 2) Изобарный процесс ($C = C_p$, $n = 0$, $p = \text{const}$)
- 3) Изотермический процесс ($C = \infty$, $n = 1$, $pV = \nu RT = \text{const}$)
- 4) Адиабатический процесс ($C = 0$, $n = \frac{-C_p}{-C_v} = \gamma$; $pV^\gamma = \text{const}$)

1-4 — примеры политропических процессов.

② Связь между импульсом и энергией релятивистской частицы (вывод на основе известных выражений для полной энергии и релятивистского импульса)

Полная энергия:

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (1)$$

② (продолжение)

Маслова

Марина

Аматриевна

РК № 2

Релятивистский импульс:

$$p = \frac{m v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (2)$$

Преобразования (1) получаем:

$$E^2 = \frac{m^2 c^4}{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$E^2 = \frac{m^2 c^6}{c^2 - v^2}$$

$$c^2 - v^2 = \frac{m^2 c^6}{E^2} \quad (3)$$

$$v^2 = c^2 - \frac{m^2 c^6}{E^2} \quad (4)$$

Преобразовывая (2), получаем:

$$p^2 = \frac{m^2 v^2}{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad (5)$$

Подставляя (3) и (4) в (5):

$$p^2 = \frac{m^2 v^2 c^2}{c^2 - v^2}$$

$$p^2 = \frac{m^2 \left(c^2 - \frac{m^2 c^6}{E^2} \right) E^2 \cdot c^2}{m^2 c^6}$$

$$p^2 = \frac{c^2 E^2 - m^2 c^6}{c^4}$$

② (продолжение)

Маслова

Марина

Амгрияева

РК №2

$$p^2 c^4 = c^2 E^2 - m^2 c^6 \quad | : c^2$$

$$p^2 c^2 = E^2 - m^2 c^4$$

$$E^2 = p^2 c^2 + m^2 c^4 \quad - \text{связь между импульсом и энергией релятивистской частицы.}$$

③ Во сколько раз изменяется температура азота при адиабатном увеличении его объема в 32 раза?

Дано:

$$\gamma = 5$$

$$V_k = 32 V_0$$

$$\frac{T_k}{T_0} = ?$$

Решение:

Уравнение Пуассона: $p V^\gamma = \text{const}$
 γ - показатель адиабаты

Уравнение Менделеева - Клапейрона:

$$p V = \nu R T$$

Откуда $p = \frac{\nu R T}{V}$

Подставляя в ур-е Пуассона:

$$\nu R T V^{\gamma-1} = \text{const}$$

Т.к. $\nu R = \text{const} \Rightarrow T V^{\gamma-1} = \text{const}$

Таким образом, получаем:

$$T_0 V_0^{\gamma-1} = T_k V_k^{\gamma-1}$$

$$\frac{T_k}{T_0} = \left(\frac{V_0}{V_k} \right)^{\gamma-1} \quad (1)$$

Т.к. азот - двухатомный газ $\gamma = 5$

③ (продолжение)

$$\gamma = \frac{c_p}{c_v} = \frac{c_v + R}{c_v} = 1 + \frac{R}{c_v} = 1 + \frac{2}{i} = \frac{i+2}{i} \quad (2)$$

Подставляя (2) в (1), получаем:

$$\frac{T_k}{T_0} = \left(\frac{V_0}{V_k} \right)^{\frac{2}{i}}$$

$$\frac{T_k}{T_0} = \left(\frac{V_0}{32V_0} \right)^{\frac{2}{5}} = \left(\frac{1}{32} \right)^{\frac{2}{5}} = \frac{1}{4}$$

Ответ: уменьшилась в 4 раза.