

## Вопрос 2, вариант 1

**2.6.1. Задача.** Цилиндр  $A$  соединён с сосудом  $B$  короткой трубкой с краном. В исходном состоянии в сосуде и в цилиндре справа от поршня находились равные количества гелия при одинаковой температуре и давлении  $p_0 = 1$  атм. Закрыв кран, объём гелия в цилиндре изобарно уменьшили в  $n = 3$  раза, а гелий в сосуде нагрели так, что его давление возросло в  $k = 3$  раза. Затем, зафиксировав положение поршня, открыли кран. Пренебрегая объемом трубки и теплообменом гелия с окружающими телами, определите установившееся давление  $p$  в сосуде. Ответ выразите в атмосферах.

**Вопросы.** Запишите уравнение Менделеева–Клапейрона (уравнение состояния идеального газа). Какими уравнениями описываются изотермический, изобарный и изохорный процессы?

**2.6.1. Решение.** Согласно уравнению Менделеева–Клапейрона абсолютная температура  $T_0$ , объём  $V_0$  и число молей гелия в сосуде  $\nu$  удовлетворяют соотношению:  $p_0 V_0 = \nu R T_0$ , где  $R$  – универсальная газовая постоянная. После закрытия крана согласно закону Гей-Люссака температура в цилиндре понизится до  $T_A = \frac{T_0}{n}$ , а согласно закону Шарля температура в сосуде станет равной  $T_B = k T_0$ . После открывания крана внутренняя энергия гелия не изменяется, т.е.  $\frac{3}{2} \nu R (T_A + T_B) = \frac{3}{2} 2 \nu R T$ , где  $T$  – установившаяся температура, причём  $p V_0 \left(1 + \frac{1}{n}\right) = 2 \nu R T$ . Из записанных выражений получаем, что  $p = p_0 \frac{kn + 1}{n + 1}$ . **Ответ:**  $p = p_0 \frac{kn + 1}{n + 1} = 2,5$  атм.

## Критерии оценки

**Задачи (каждая задача оценивается максимально в 15 баллов)**

1. Задача вовсе не решалась – **0 баллов**.
2. Задача не решена, но сделан поясняющий рисунок (если требуется), частично сформулированы необходимые физические законы – **1 – 5 баллов**.
3. Задача не решена, но правильно сформулированы физические законы и правильно записаны основные уравнения, необходимые для решения задачи – **6 – 11 баллов**.
4. Задача решена, но допущены незначительные погрешности – **12-14 баллов**.
5. Задача решена полностью и получен правильный ответ – **15 баллов**.

**Теоретические вопросы (каждый вопрос оценивается максимально в 10 баллов)**

1. Ответ по существу обеих частей вопроса полностью отсутствует – **0 баллов**.
2. Ответ является неполным (даны формальные ответы, но отсутствуют или не полностью приведены необходимые пояснения) - ответы по каждой из частей вопроса оцениваются независимо от **1 до 5 баллов**, далее баллы суммируются **1-9 баллов**.
3. Ответ является полным (содержит по обеим частям вопроса необходимые физические понятия и величины с пояснением их смысла) – **10 баллов**.