

Задания

Задание 25 № 3721

В закрытом сосуде под поршнем находится 4 г насыщенного водяного пара. Двигая поршень, занимаемый паром объем уменьшили в 2 раза, поддерживая температуру сосуда и его содержимого постоянной и равной 100 °С. Какое количество теплоты было при этом отведено от сосуда?

Справочные данные: удельная теплота парообразования воды $2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг. Ответ округлите до целого числа кДж.

Решение.

Насыщенный пар — это пар, имеющий максимально возможную концентрацию при данной температуре, при этом концентрация пара зависит только от температуры. Поскольку при уменьшении объема в два раза, температуру сосуда и его содержимого поддерживали постоянной, заключаем, что концентрация насыщенного пара не изменялась, а значит, в результате такого сжатия сконденсировалась ровно половина всего пара, то есть 2 г.

По первому началу термодинамики изменение внутренней энергии системы равно разности работы, совершаемой над системой, и количеством теплоты, забираемой у системы

$$\Delta U = A - Q \Leftrightarrow Q = -\Delta U + A.$$

При конденсировании 2 г пара его внутренняя энергия уменьшается

$$\Delta U = -r\Delta m = -2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 0,002 \text{ кг} = -4600 \text{ Дж}.$$

При сжатии над паром совершается работа

$$A = p\Delta V = \frac{pV_0}{2} = \frac{m}{2M}RT = \frac{4 \text{ г}}{2 \cdot 18 \text{ г/моль}} \cdot 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)} \cdot 373 \text{ К} \approx 344 \text{ Дж}.$$

Количество забираемой теплоты равно

$$Q = 4600 \text{ Дж} + 344 \text{ Дж} \approx 5 \text{ кДж}.$$

Ответ: 5.