

## C2. Тепловые явления

1. Теплоизолированный сосуд объемом  $V = 2 \text{ м}^3$  разделен пористой перегородкой на две равные части. В начальный момент в первой части сосуда находится  $m = 1 \text{ кг}$  гелия, а во второй —  $m = 1 \text{ кг}$  аргона, а средняя квадратичная скорость атомов аргона равна скорости атомов гелия и составляет  $u = 500 \text{ м/с}$ . Атомы гелия могут свободно проникать через поры в перегородке, а атомы аргона — нет. Определите внутреннюю энергию гелий-аргоновой смеси во второй половине сосуда после установления равновесия в системе.

Ответ:  $U' = \frac{mu^2}{2} \cdot \frac{\mu_{\text{Ar}} + 2\mu_{\text{He}}}{\mu_{\text{Ar}} + \mu_{\text{He}}} \approx 136 \text{ кДж}$

2. Теплоизолированный сосуд объемом  $V = 2 \text{ м}^3$  разделен пористой перегородкой на две равные части. В начальный момент в одной части сосуда находится  $\nu_{\text{He}} = 2$  моль гелия, а в другой —  $\nu_{\text{Ar}} = 1$  моль аргона. Температура гелия  $T_{\text{He}} = 300 \text{ К}$ , а температура аргона  $T_{\text{Ar}} = 600 \text{ К}$ . Атомы гелия могут свободно проникать через поры в перегородке, а атомы аргона — нет. Определите температуру гелия после установления теплового равновесия в системе.

Ответ:  $T = \frac{\nu_{\text{He}} T_{\text{He}} + \nu_{\text{Ar}} T_{\text{Ar}}}{\nu_{\text{He}} + \nu_{\text{Ar}}} = 400 \text{ К}$

3. Теплоизолированный сосуд объемом  $V = 2 \text{ м}^3$  разделен пористой перегородкой на две равные части. В начальный момент в одной части сосуда находится  $\nu_{\text{He}} = 2$  моль гелия, а в другой —  $\nu_{\text{Ar}} = 1$  моль аргона. Температура гелия  $T_{\text{He}} = 600 \text{ К}$ , а температура аргона  $T_{\text{Ar}} = 300 \text{ К}$ . Атомы гелия могут свободно проникать через поры в перегородке, а атомы аргона — нет. Определите температуру смеси после установления равновесия в системе.

Ответ:  $T = \frac{\nu_{\text{He}} T_{\text{He}} + \nu_{\text{Ar}} T_{\text{Ar}}}{\nu_{\text{He}} + \nu_{\text{Ar}}} = 500 \text{ К}$

4. Теплоизолированный сосуд объемом  $V = 2 \text{ м}^3$  разделен теплопроводной перегородкой на две равные части. В начальный момент в одной части сосуда находится  $m = 1 \text{ кг}$  гелия, а в другой —  $m = 1 \text{ кг}$  аргона. Температура гелия  $T_{\text{He}} = 300 \text{ К}$ , а температура аргона  $T_{\text{Ar}} = 600 \text{ К}$ . Определите внутреннюю энергию аргона после установления равновесия в системе.

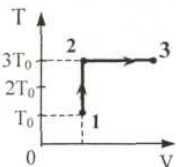
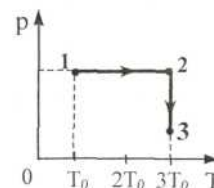
Ответ:  $U' = \frac{3mR}{2\mu_{\text{Ar}}} \cdot \frac{\mu_{\text{Ar}} T_{\text{He}} + \mu_{\text{He}} T_{\text{Ar}}}{\mu_{\text{Ar}} + \mu_{\text{He}}} \approx 102 \text{ кДж}$

5. Теплоизолированный сосуд объемом  $V = 2 \text{ м}^3$  разделен пористой перегородкой на две равные части. В начальный момент в одной части сосуда находится  $m = 1 \text{ кг}$  гелия, а в другой —  $m = 1 \text{ кг}$  аргона. Температура гелия  $T_{\text{He}} = 300 \text{ К}$ , а температура аргона  $T_{\text{Ar}} = 600 \text{ К}$ . Атомы гелия могут свободно проникать через поры в перегородке, а атомы аргона — нет. Определите температуру гелий-аргоновой смеси после установления равновесия в системе.

Ответ:  $T = \frac{\mu_{\text{Ar}} T_{\text{He}} + \mu_{\text{He}} T_{\text{Ar}}}{\mu_{\text{Ar}} + \mu_{\text{He}}} = 327 \text{ К}$

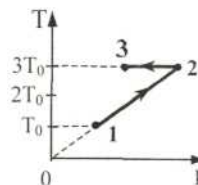
6. Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1 - 2 - 3. На участке 2 - 3 к газу подводят 300 Дж теплоты.  $T_0 = 10 \text{ К}$ . Найдите отношение работы, совершаемой газом в ходе всего процесса  $A_{123}$ , к соответствующему полному количеству подведенной к нему теплоты  $Q_{123}$ .

Ответ:  $\frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{2\nu RT_0 + Q_{23}}{5\nu RT_0 + Q_{23}} = 0,65$



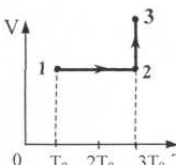
7. Один моль неона совершает процесс 1 - 2 - 3. На участке 2 - 3 к газу подводят 3 кДж теплоты.  $T_0 = 100 \text{ К}$ . Найдите отношение работы, совершаемой газом в ходе всего процесса  $A_{123}$ , к соответствующему полному количеству подведенной к нему теплоты  $Q_{123}$ .

Ответ:  $\frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{3\nu RT_0 + Q_{23}} = 0,55$



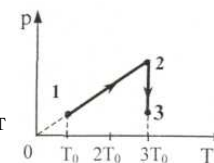
8. Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1-2-3 (см. рисунок). На участке 2 - 3 к газу подводят 3 кДж теплоты.  $T_0 = 100 \text{ К}$ . Найдите отношение работы, совершаемой газом в ходе всего процесса  $A_{123}$ , к соответствующему полному количеству подведенной к нему теплоты  $Q_{123}$ .

Ответ:  $\frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{3\nu RT_0 + Q_{23}} = 0,55$



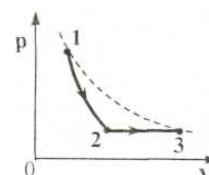
9. Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1-2-3 (см. рисунок). На участке 2 - 3 к газу подводят 3 кДж теплоты.  $T_0 = 100 \text{ К}$ . Найдите отношение работы, совершаемой газом в ходе всего процесса  $A_{123}$ , к соответствующему полному количеству подведенной к нему теплоты  $Q_{123}$ .

Ответ:  $\frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{3\nu RT_0 + Q_{23}} = 0,55$



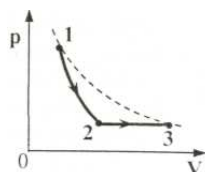
10. Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1 - 2 - 3. На участке 2 - 3 к газу подводят 1 кДж теплоты.  $T_0 = 100 \text{ К}$ . Найдите отношение работы, совершаемой газом в ходе всего процесса  $A_{123}$ , к соответствующему полному количеству подведенной к нему теплоты  $Q_{123}$ .

Ответ:  $\frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{3\nu RT_0 + Q_{23}} = 0,29$

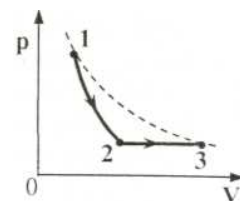


11. Идеальный одноатомный газ расширяется сначала адиабатно, а затем изобарно. Конечная температура газа равна начальной (см. рисунок). За весь процесс 1-2-3 газом совершается работа, равная 5 кДж. Какую работу совершает газ при адиабатном расширении? Ответ:  $A_{12} = \frac{3}{5} A_{123} = 3 \text{ кДж}$

12. Идеальный одноатомный газ расширяется сначала адиабатно, а затем изобарно. Конечная температура газа равна начальной (см. рисунок). При адиабатном расширении газ совершил работу, равную 3 кДж. Какова работа газа за весь процесс 1 - 2 - 3? Ответ:



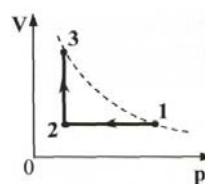
$$A_{123} = \frac{5}{3} A_{12} = 5 \text{ кДж}$$



13. Идеальный одноатомный газ расширяется сначала адиабатно, а затем изобарно. Конечная температура газа равна начальной (см. рисунок). За весь процесс 1—2 — 3 газом совершена работа, равная 5 кДж. Какую работу совершил газ при изобарном расширении?

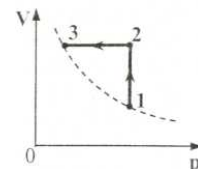
Ответ:  $A_{23} = \frac{2}{5} A_{123} = 2 \text{ кДж}$

14. Один моль идеального одноатомного газа сначала нагрели, а затем охладил до первоначальной температуры 300 К, уменьшив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты сообщено газу на участке 1 - 2? Ответ:  $Q_{12} = 5\nu RT_1 = 12,5 \text{ кДж}$



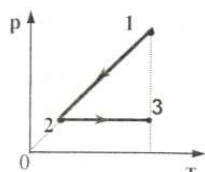
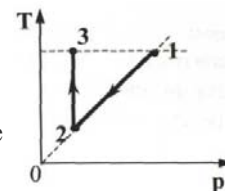
15. 10 моль идеального одноатомного газа охладил, уменьшив давление в 3 раза. Затем газ нагрели до первоначальной температуры 300 К (см. рисунок). Какое количество теплоты сообщено газу на участке 2-3?

Ответ:  $Q_{23} = \frac{5}{3} \nu RT_1 = 41,6 \text{ кДж}$



16. 10 моль идеального одноатомного газа охладил, уменьшив давление в 3 раза. Затем газ нагрели до первоначальной температуры 300 К (см. рисунок). Какое количество теплоты сообщено газу на участке 2-3? Ответ:  $Q_{23} = \frac{5}{3} \nu RT_1 = 41,6 \text{ кДж}$

2-3? Ответ:  $Q_{23} = \frac{5}{3} \nu RT_1 = 41,6 \text{ кДж}$

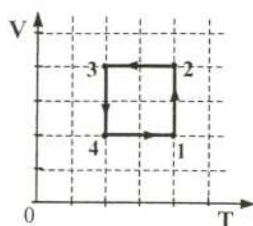
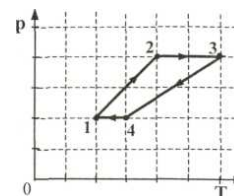


17. Один моль идеального одноатомного газа сначала охладил, а затем нагрели до первоначальной температуры 300 К, увеличив объем газа в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты отдал газ на участке 1 - 2? Ответ:  $Q_{12} = \nu RT_1 = 2,5 \text{ кДж}$

Ответ:  $Q_{12} = \nu RT_1 = 2,5 \text{ кДж}$

18. На рисунке в координатах  $p, T$  показан цикл тепловой машины, у которой рабочим телом является идеальный газ. На каком из четырех участков цикла 1—2, 2—3, 3—4 и 4—1 модуль работы газа имеет наибольшее значение?

Ответ: на участке 2-3.

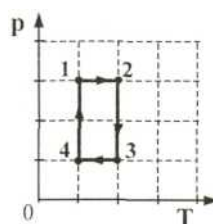
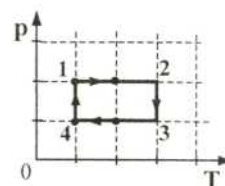


19. На рисунке в координатах  $V, T$  показан цикл тепловой машины, у которой рабочим телом является идеальный газ. На каком из двух участков цикла 1 - 2 и 3 - 4 модуль работы газа больше?

Ответ: на участке 1-2.

20. На рисунке в координатах  $p, T$  показан цикл тепловой машины, у которой рабочим телом является идеальный газ. На каком участке цикла работа газа наименьшая по модулю?

Ответ: на участке 4-1.

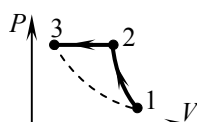
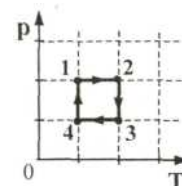


21. На рисунке в координатах  $p, T$  показан цикл тепловой машины, у которой рабочим телом является идеальный газ. На каком из участков цикла 1-2, 2-3, 3-4, 4-1 работа газа наибольшая по модулю?

Ответ: на участке 2-3.

22. На рисунке в координатах  $p, T$  показан цикл тепловой машины, у которой рабочим телом является идеальный газ. На каком участке цикла модуль работы газа наибольший?

Ответ: на участке 2-3.



23. Идеальный одноатомный газ сжимается сначала адиабатно, а затем изобарно. Конечная температура газа равна начальной (см. рисунок). При адиабатном сжатии внешние силы совершили работу, равную 3 кДж. Какова работа внешних сил за весь процесс? Ответ: 5 кДж.