

Онлайн-школа «Фоксфорд»



М.А. ПЕНКИН

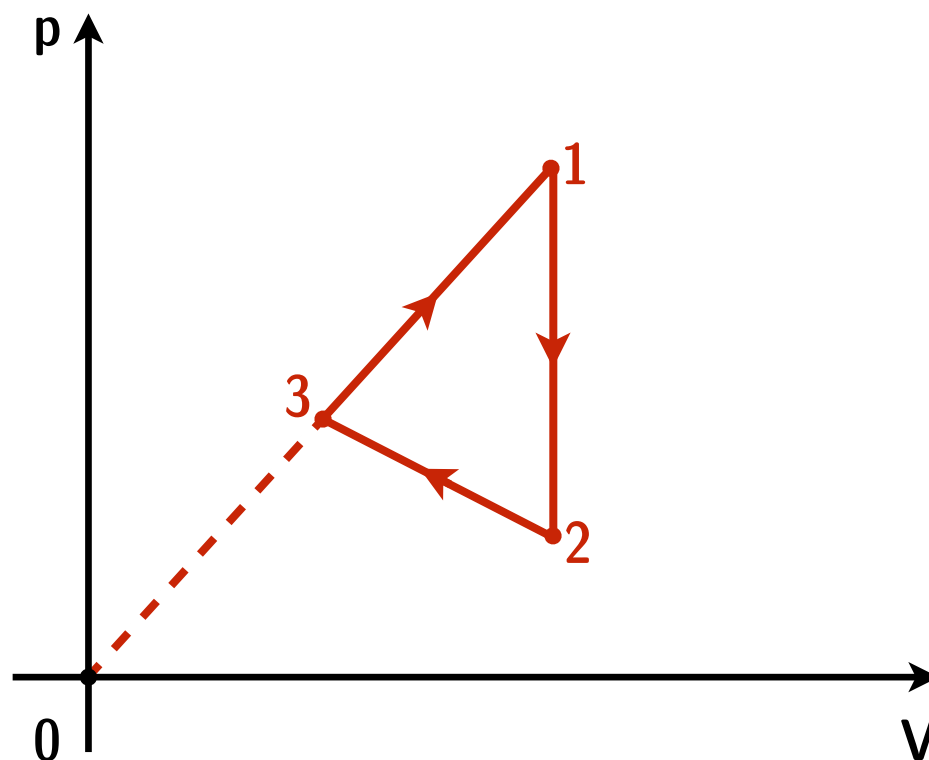
Урок 16


Циклические процессы, циклы,
тепловые машины

Курс подготовки к вузовским
олимпиадам 11 класса


№1. Цикл для ν молей гелия состоит из двух участков линейной зависимости давления p от объёма V и изохоры. В изохорном процессе 1–2 от газа отводится количество теплоты Q ($Q > 0$), и его температура уменьшается в 4 раза. Температуры гелия в состояниях 2 и 3 равны. Точки 1 и 3 на pV -диаграмме лежат на прямой, проходящей через начало координат.

1. Найти температуру гелия в состоянии 1.
2. Чему равна работа газа за весь цикл?



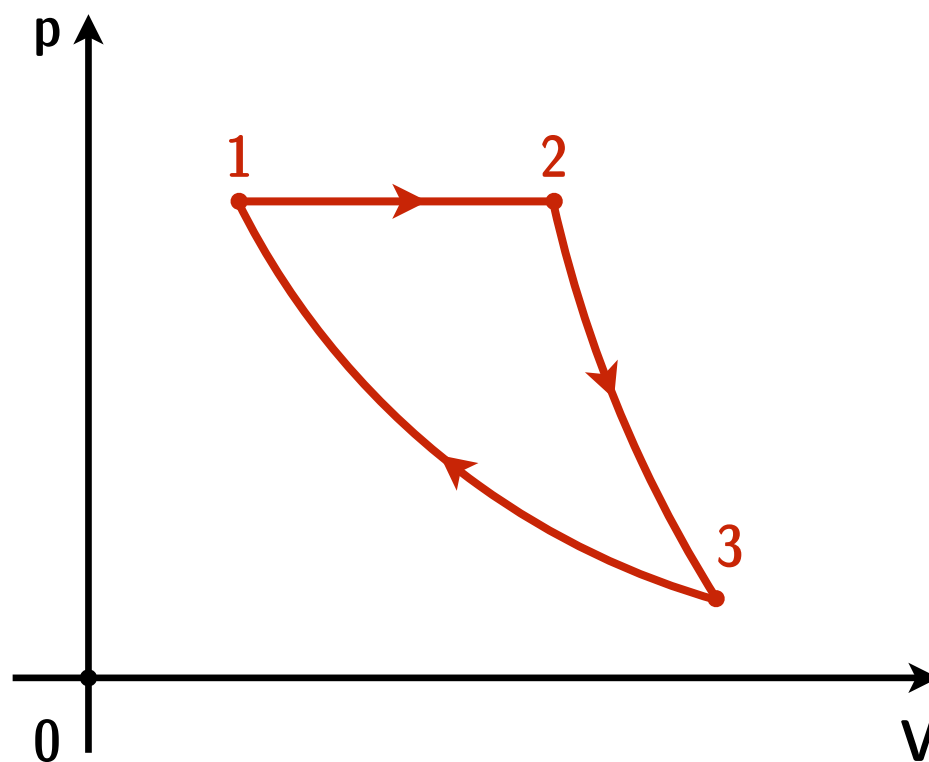


№2. Моль гелия участвует в цикле 1–2–3–1, состоящем из изобарного расширения 1–2, изохорного охлаждения 2–3 и адиабатного сжатия 3–1. В процессе 1–2 газ совершает работу A . Какую работу совершает гелий за весь цикл 1–2–3–1, если разность максимальной и минимальной температур газа в этом цикле составляет ΔT ?

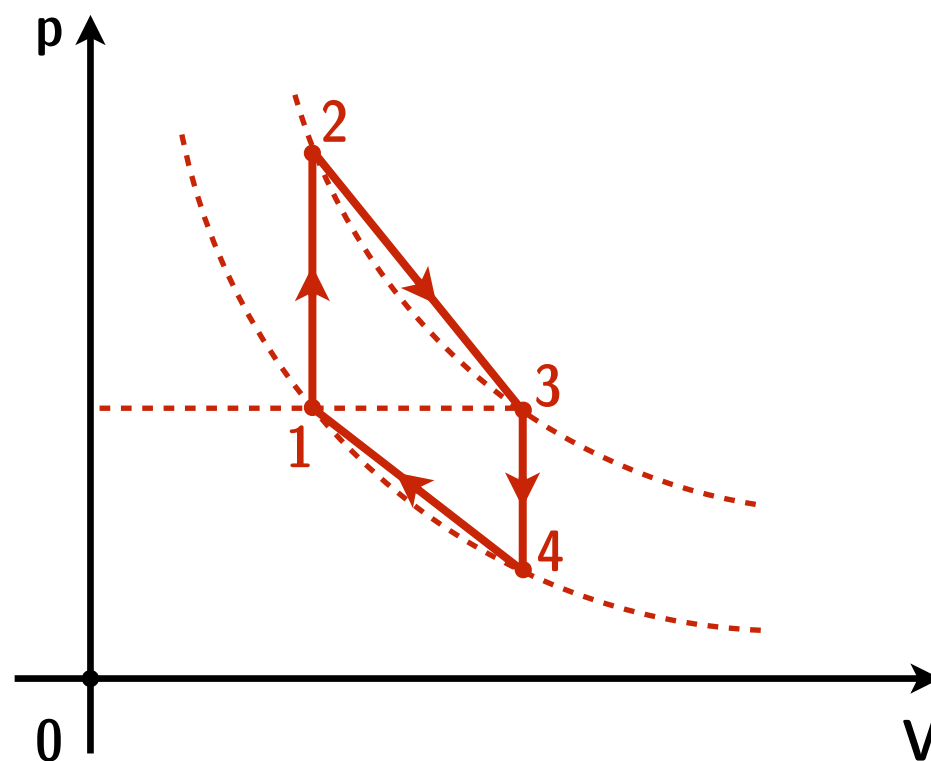


№3. С идеальным одноатомным газом проводят циклический процесс 1–2–3–1, состоящий из адиабатного расширения 1–2, расширения в процессе 2–3, в котором теплоёмкость оставалась постоянной, и сжатия в процессе 3–1 с линейной зависимостью давления от объёма. Известно, что $T_1 = 2T_2 = T_3$, $V_3 = 4V_1$. Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 2–3, если работа, совершённая над газом в цикле, составляет $7/15$ от работы, совершённой над газом в процессе 3–1.

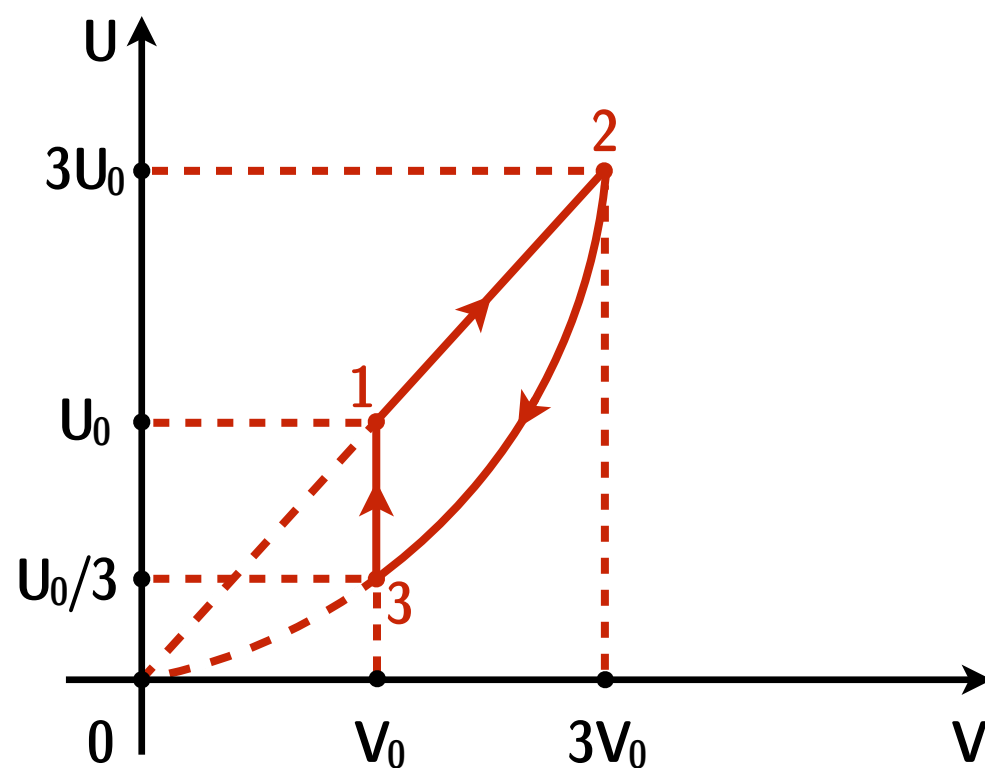
№4. Тепловая машина работает по замкнутому циклу. Процесс 1–2 – изобарный, 2–3 – адиабатный, 3–1 – изотермический. Рабочее вещество – ν молей идеального одноатомного газа. В процессе 1–2 объём газа увеличивается в 5 раз. В процессе изотермического сжатия от газа отводится количество теплоты Q ($Q > 0$). За весь цикл машина совершает работу A . Найти максимальную температуру газа в цикле.




№5. С ν моль идеального газа проводится циклический процесс, состоящий из двух изохор 1–2 и 3–4 и двух процессов 2–3 и 4–1 с линейной зависимостью давления p от объёма V . Температура газа в состояниях 1 и 4 равна T , а в состояниях 2 и 3 – $2T$. Найдите работу, совершаемую газом в цикле 1–2–3–4–1, если давления в состояниях 1 и 3 равны друг другу.




№6. Некоторое количество идеального одноатомного газа участвует в циклическом процессе. При этом внутренняя энергия газа U меняется так, как показано на рисунке. Участок 2–3 – часть параболы. Чему равна работа газа за один цикл процесса? Исходное значение внутренней энергии газа равно $U_0 = 90$ кДж.






№7. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из процесса 1–2 прямо пропорциональной зависимости давления p от объёма V , адиабатного расширения 2–3 и изотермического сжатия 3–1. Её рабочим телом является газообразный гелий в количестве ν моль. КПД тепловой машины равен $\eta = 40\%$. В процессе 1–2 газ получает количество теплоты Q .

1. Определите разность максимальной и минимальной температур газа в цикле.
2. Чему равна работа газа в процессе 1–2?
3. Найти работу газа в процессе 2–3.
4. Какое количество теплоты отводится от газа в процессе 3–1?
5. Найти работу над газом в процессе 3–1.
6. Какую работу совершает тепловая машина за один цикл работы?
7. Какое суммарное количество теплоты получает газ за один цикл работы?




№8. С идеальным одноатомным газом провели прямой цикл, состоящий из двух изобар и двух адиабат. Оказалось, что работа газа при изобарном расширении равна A_1 , а работа над газом при изобарном сжатии равна A_2 ($A_2 > 0$).

1. Какое количество теплоты получил газ при изобарном расширении?
2. Какое количество теплоты отдал газ при изобарном сжатии?
3. Какое суммарное количество теплоты получил газ за весь цикл?
4. Найти КПД этого цикла.



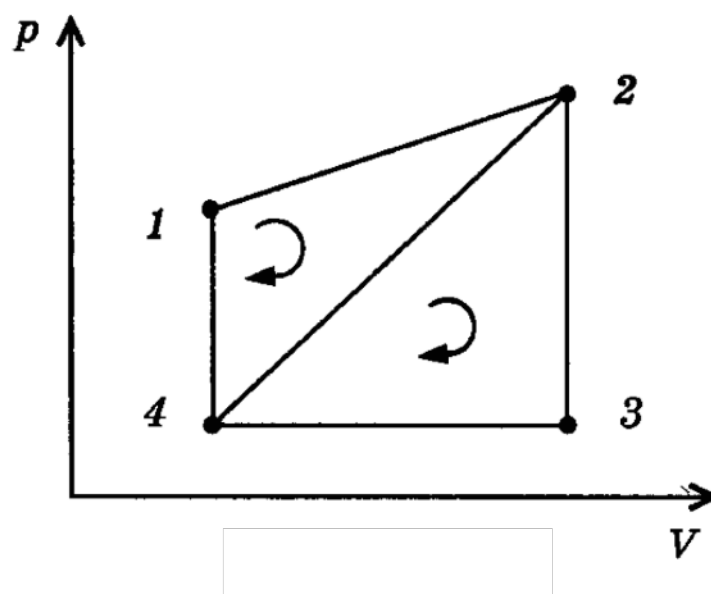
№9. Тепловая машина работает по циклу Карно, состоящему из двух изотерм 1–2 и 3–4 и двух адиабат 2–3 и 4–1. В процессе изотермического расширения с температурой T машина совершает работу A_{12} , а в процессе адиабатического расширения – работу A_{23} . Какую работу совершает машина за цикл 1–2–3–4–1? Рабочее вещество – ν моль идеального одноатомного газа.



№10. Рабочим телом тепловой машины, работающей по циклу 1–2–3–4–1, является двухатомный идеальный газ. Процесс 1–2 – изобарическое расширение, процесс 2–3 – адиабатическое расширение, процесс 3–4 – изобарическое сжатие, процесс 4–1 – изохорическое нагревание. Работа газа в процессе 1–2 равна $3A$. Работа над газом в процессе 3–4 равна $4A$. Изменение внутренней энергии в процессе 4–1 равно $7A$.

1. Найти работу над газом в процессе 2–3.
2. Какое количество теплоты было отведено от газа в процессе 3–4?
3. Найти работу тепловой машины.
4. Найти сумму подведённых теплот к газу в цикле.
5. Определить суммарное подведённое тепло за весь цикл.
6. Определить КПД тепловой машины.

№11. КПД цикла 1–2–4–1 равен η_1 , а цикла 2–3–4–2 равен η_2 . Найти КПД цикла 1–2–3–4–1. Участки 4–1 и 2–3 – изохоры, участок 3–4 – изобара, на участках 1–2 и 2–4 давление линейно зависит от объёма. Все циклы обходятся по часовой стрелке. Рабочее вещество – идеальный газ.





mapenkin.ru

ПРЕЗЕНТАЦИЮ ПОДГОТОВИЛ
Михаил Александрович **ПЕНКИН**

 /penkin

 /mapenkin

 fmicky@gmail.com