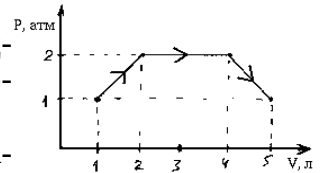
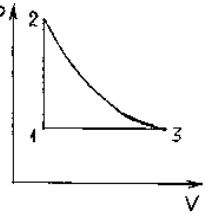


## Термодинамика

1. Чему равна внутренняя энергия  $1 \text{ м}^3$  гелия при нормальных условиях?
2. При изобарном нагревании  $150$  молей газа была совершена работа  $50 \text{ кДж}$ . На сколько градусов нагрели газ?
3. На рисунке дан график некоторого цикла, совершаемого с идеальным газом в координатах  $P - V$  (участок  $2 - 3$  изотермический). В каких процессах газ поглощает, а в каких отдаёт теплоту?
4. При изобарном охлаждении над гелием совершили работу  $20 \text{ кДж}$ . Найти изменение внутренней энергии и отданную гелием теплоту.
5. Найти изменение внутренней энергии  $1$  моля некоторого газа при изобарном нагревании на  $20^\circ\text{C}$ , в котором газу было передано  $581 \text{ Дж}$  теплоты.
6. При изобарическом нагревании на  $10 \text{ К}$  некоторого газа потребовалось  $5 \text{ кДж}$  теплоты, а при изохорическом –  $3 \text{ кДж}$ . Найти количество газа.
7.  $200$  молей гелия адиабатически сжали, совершив работу  $50 \text{ кДж}$ . На сколько градусов при этом нагреется газ?
8. Из некоторого состояния газ сжимают до конечного объёма один раз изотермически, другой раз адиабатически. В каком случае требуется совершить большую работу?
9. На рисунке в координатах  $P - V$  изображён процесс, переводящий гелий из одного состояния в другое. Найти работу, изменение внутренней энергии газа и полученное им тепло.
10. Одноатомный газ изохорически охлаждается так, что его давление уменьшается в  $n$  раз. Затем его изобарически расширяют до объёма в  $2n$  раз большего первоначального. Суммарное количество теплоты, задействованное в этих процессах, в  $2$  раза больше первоначальной внутренней энергии газа. Найти число  $n$ .
11. Моль гелия нагревается при постоянном давлении, а затем при постоянном объёме переводится в состояние с температурой, равной первоначальной  $T_0 = 300 \text{ К}$ . При этом газу было передано  $Q = 6 \text{ кДж}$  теплоты. Какое количество теплоты газ отдал окружающему пространству и как изменились объём и давление газа?
12. Теплоизолированный сосуд разделен неподвижной теплопроводящей перегородкой на две части равного объёма. В одной части находится  $1$  моль идеального одноатомного газа, в другой –  $3$  моля того же газа. Среднеквадратичная скорость атомов первого газа в  $2$  раза выше среднеквадратичной скорости атомов второго. Как изменятся давления в частях сосуда после установления теплового равновесия?
13. КПД идеального теплового двигателя равен  $25\%$ . Во сколько раз температура нагревателя выше температуры холодильника?
14. В некотором цикле Карно температура нагревателя в  $3$  раза выше температуры холодильника, а работа, совершаемая рабочим телом за цикл равна  $80 \text{ Дж}$ . Найти КПД цикла, а также получаемую и отдаваемую за цикл теплоту.
15. Идеальная тепловая машина потребляет тепловую мощность  $100 \text{ кВт}$ . При этом рабочее тело меняет за цикл свою температуру в пределах от  $300 \text{ К}$  до  $500 \text{ К}$ . Какую работу совершает данная машина за  $20$  минут?
16. В кастрюлю влили  $2$  литра воды при температуре  $t = 22^\circ\text{C}$  и  $1$  литр только-что закипевшей воды. Какова установившаяся температура воды?\*
17. В стакан с горячей водой массой  $m = 100 \text{ г}$  опустили термометр. Какова была температура воды, если термометр изменил свои показания с  $t_1 = 20^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 35^\circ\text{C}$ ? Теплоёмкость термометра  $C = 280 \text{ Дж/К}$ .
18. В сосуде находилось  $200 \text{ г}$  воды и  $300 \text{ г}$  льда в состоянии теплового равновесия. Сколько стоградусного пара необходимо впустить в сосуд, чтобы установилась температура системы  $t = 30^\circ\text{C}$ , если  $15\%$  тепла ушло в окружающую среду?
19. Смесь из железных и алюминиевых опилок общей массой  $M = 150 \text{ г}$  при температуре  $t_1 = 170^\circ\text{C}$  погружена в воду, масса которой  $m = 400 \text{ г}$ , а температура  $t_2 = 10^\circ\text{C}$ . В результате температура воды поднялась на  $\Delta t = 20^\circ\text{C}$ . Сколько в смеси было алюминия?
20. Сколько надо сжечь угля, чтобы  $2 \text{ кг}$  льда, взятых при температуре  $t = -10^\circ\text{C}$  превратить в пар, если удельная теплота сгорания угля  $q = 30 \text{ МДж/кг}$ , а КПД нагревательной установки  $\eta = 80\%$ ?



\* Если особо не оговорено, то теплоёмкостью сосудов, в которых происходит теплообмен, пренебрегать.

21. На нагреватель поставили сосуд с водой. Через  $\tau_1 = 23$  минуты после начала кипения в сосуд добавили воду, масса которой равна массе выкипевшей за это время воды. При неизменных условиях нагрева вода в сосуде снова закипела спустя  $\tau_2 = 1$  минуту. Какова была первоначальная температура добавленной воды?
22. Два одинаковых свинцовых тела движутся навстречу друг другу со скоростями  $v_1 = 20$  м/с и  $v_2 = 36$  м/с. На сколько повысилась температура этих тел в результате абсолютно неупругого удара, если до удара она была у тел одинаковой?
23. Свинцовая пуля, летевшая со скоростью  $v_1 = 300$  м/с, пробивает доску, в результате чего её скорость снижается до  $v_2 = 100$  м/с. Какая часть пули расплавилась при этом, если первоначальная температура пули  $t_1 = 27^\circ\text{C}$ , а температура плавления  $t_2 = 327^\circ\text{C}$ ?
24. Почему на предметах, принесённых с мороза в тёплую комнату, появляются капельки воды?
25. В комнату с температурой воздуха  $t_1 = 25^\circ\text{C}$  внесли стакан с водой при температуре  $t_2 = 15^\circ\text{C}$ . Будет ли испаряться вода из стакана?
26. Какая масса водяного пара может быть в комнате объёмом  $40$  м<sup>3</sup> при температуре  $10^\circ\text{C}$ ?
27. В закрытом сосуде объёмом  $2$  л при температуре  $20^\circ\text{C}$  находится насыщенный водяной пар. Сколько воды окажется в сосуде при понижении температуры до  $10^\circ\text{C}$ ?
28. Человек в очках вошел с улицы в теплую комнату и обнаружил, что его очки запотели. Какой должна быть температура на улице, чтобы наблюдалось это явление? В комнате температура воздуха  $22^\circ\text{C}$ , а относительная влажность воздуха  $50\%$ .

### Давление насыщенных паров воды при различных температурах

$t, ^\circ\text{C}$	8	9	10	11	12	13	14	15
$p, \text{кПа}$	1,07	1,15	1,23	1,31	1,40	1,50	1,60	1,70
$t, ^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23
$p, \text{кПа}$	1,82	1,94	2,06	2,20	2,34	2,49	2,64	2,81

Удельная теплоёмкость (Дж/(кг×К)):

вода	4200
лёд	2100
железо	640
алюминий	900
свинец	130

Удельная теплота (Дж/кг):

парообразования воды	$2,3 \times 10^6$
плавления льда	$3,3 \times 10^5$
плавления свинца	$2,5 \times 10^4$