

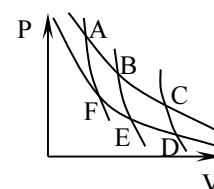
ЗАДАЧИ К ИНДИВИДУАЛЬНОМУ ДОМАШНЕМУ ЗАДАНИЮ №7

(график в конце файла)

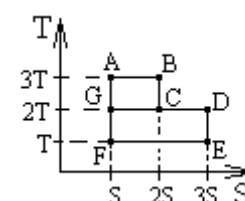
1. Чему равна внутренняя энергия трехатомного газа, заключенного в сосуде объемом 15 л под давлением 5 атм.? Считать, что молекулы совершают все виды молекулярного движения.
2. Определить удельные теплоемкости при постоянном объеме и постоянном давлении смеси из 3 г гелия, 5 г кислорода и 8 г азота.
3. Определить удельные теплоемкости при постоянном объеме и постоянном давлении смеси из 5 г гелия, 10 г кислорода и 3 г азота.
4. Кислород при расширении совершил работу 50 Дж. Какое кол-во тепла было сообщено газу, если процесс был: а) изотермическим б) изобарическим в) адиабатическим.
5. Кислород при расширении совершил работу 30 Дж. Какое кол-во тепла было сообщено газу, если процесс был: а) изотермическим б) изобарическим в) адиабатическим.
6. Кислород находится при температуре 27° С и давлении 2 атм. Газ адиабатически сжимается и его давление становится равным 1 атм. Какова будет температура газа после сжатия и во сколько раз изменится объем газа?
7. Во сколько раз изменится плотность азота, если при адиабатическом процессе давление газа изменится от 10^5 н/м^2 до $0,3 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$?
8. В политропическом процессе давление идеального одноатомного газа изменяется пропорционально T^2 . Найти молекулярную теплоемкость газа при этом процессе.
9. Определить давление P газа, содержащего $N = 10^9$ молекул и имеющего объем $V = 2 \text{ м}^3$, при температуре 950 К.
10. Какая работа совершается при изотермическом расширении водорода массой $m = 30 \text{ г}$, взятого при температуре $T = 290 \text{ К}$, если давление газа при этом падает в $e = 2,72$ раз?
11. Определить работу, которую совершит азот ($M_{N_2} = 28 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$), если ему при постоянном давлении сообщить количество теплоты $Q = 35 \text{ кДж}$.
12. Определить работу, которую совершит кислород, если ему при постоянном давлении сообщить количество теплоты $Q = 45 \text{ Дж}$.
13. В баллоне объемом 10 л находится гелий с молярной массой $\mu = 4 \text{ г/моль}$ под давлением $P_1 = 1 \text{ МПа}$ и при температуре $T_1 = 350 \text{ К}$. После того, как из баллона было взято $m = 10 \text{ г}$ гелия, температура в баллоне понизилась до $T_2 = 300 \text{ К}$. Определить давление P_2 гелия, оставшегося в баллоне.
14. Некоторую массу углекислого газа сжали в $e = 2,718$ раз (по объёму). Один раз - изобарически, другой раз - изотермически. Начальное состояние газа в обоих случаях одинаково. Найти отношение соответствующих работ (A_p / A_T), затраченных на сжатие.
15. Цикл с идеальным газом состоит из двух изобар и двух изохор. При изобарическом процессе объём изменяется в 3 раза, а при изохорических процессах давление меняется в 4 раза. В начальном состоянии газ имел объём $V_1 = 1 \text{ м}^3$ при давлении $P_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Найти работу, совершаемую газом за один цикл.

16. Найти работу, совершаемую идеальным газом за один цикл. Цикл состоит из двух изобар и двух изохор. При изобарических процессах объем изменяется в 3 раза, а при изохорических процессах давление меняется в 2 раза. В начальном состоянии давление газа равно $P_1 = 10^5 \text{ Па}$, объем газа $V_1 = 2 \text{ м}^3$.
17. Найти работу, совершаемую идеальным газом за один цикл. Цикл состоит из двух изобар и двух изохор. При изобарических процессах объем изменяется в 2 раза, а при изохорических процессах давление меняется в 3 раза. В начальном состоянии давление газа равно $P_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$, объем газа $V_1 = 3 \text{ л}$.
18. Цикл с идеальным газом состоит из двух изобар и двух изохор. При изобарическом процессе объем изменяется в 4 раза, а при изохорических процессах давление меняется в 3 раза. В начальном состоянии газ имел объем $V_1 = 2 \text{ л}$ при давлении $P_1 = 3 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Найти работу, совершаемую газом за один цикл.
19. Кислород массой 2 кг отдал 300 Дж теплоты при температуре 300 К. Найти изменение энтропии.
20. Водород массой 5 кг отдал 400 Дж теплоты при температуре 290 К. Найти изменение энтропии.
21. Определить изменение энтропии при изотермическом расширении 15 г кислорода от объема $V_1 = 20 \text{ л}$ до объема $V_2 = 50 \text{ л}$. ($\mu = 32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$, $R = 8,3 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$, $\ln 2 = 0,69$).
22. Определить изменение энтропии при изобарическом нагревании 10 г кислорода от 27°C до 327°C .
23. Определить изменение энтропии при изобарическом нагревании 20 г азота от 30°C до 330°C .
24. Определить изменение энтропии при изохорическом охлаждении 3 киломоля кислорода от температуры 550 К до 275 К. ($\mu = 32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$, $R = 8,3 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$, $\ln 2 = 0,69$).
25. Водород массой 200 г был изобарически нагрет так, что его объем увеличился в 2 раза, а затем изохорически охлажден так, что его давление уменьшилось в 4 раза. Найти изменение энтропии. ($\mu = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$, $R = 8,3 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$).
26. Кислород массой 100 г был изобарически нагрет так, что его объем увеличился в 3 раза, а затем изохорически охлажден так, что его давление уменьшилось в 2 раза. Найти изменение энтропии.
27. Энтропия некоторой термодинамической системы изменяется при изохорическом процессе по закону $S = aT^3$, где $a = 4 \cdot 10^{-7} \text{ Дж/К}^4$. Определить изменение внутренней энергии системы при нагревании от $T_1 = 100 \text{ К}$ до $T_2 = 200 \text{ К}$.

28. На рисунке изображены изотермы и адиабаты для одной и той же порции газа. Сравнить к.п.д. трех циклов: 1- $ABEFA$, 2- $BCDEB$, 3- $ACDFA$, считая, что площадь второго цикла вдвое больше площади первого цикла:



29. Найти соотношение между к.п.д. двух циклов, изображенных на рисунке (η_1 - соответствует циклу $ABCGA$, η_2 - соответствует циклу $GDEFG$).



30. Тепловая машина с идеальным газом работает по циклу Карно, Работа изотермического расширения газа $A_1=5$ Дж, Определить работу, которую совершают над газом в процессе изотермического сжатия, если к.п.д. машины 0,25.
31. Температуру 5 молей кислорода повышают на $\Delta T = 50$ К первый раз при изохорическом процессе, а другой раз изобарически. Определить приращение внутренней энергии в каждом процессе. $R = 8,31$ Дж/моль · К
32. Газ расширяется от объема $V_1 = 2,5$ м³ до объема V_2 и толкает перед собой поршень радиусом $R = 10$ см. В процессе расширения поршень перемещается на расстояние $l = 9$ м. Какую работу (Дж) совершает газ, если его давление изменяется по закону $p=(aV^4 - b)V^2$ Па. Здесь $a=2,3$ и $b=5$.
33. Для двухатомного газа разность удельных теплоемкостей ($c_p - c_v$) равна 260 Дж/кг К. Найти массу киломоля газа и удельные теплоемкости c_p и c_v .
34. Какое количество тепла требуется для нагревания 10 г. Водорода на 100 градусов при постоянном давлении? Как изменится внутренняя энергия газа? Какую работу совершит газ?
35. Объем некоторой массы азота увеличивается в 5 раз. Во сколько раз отличается работа газа для двух случаев, если расширение происходит в первом случае адиабатически, а во втором – изотермически, а начальные параметры одинаковы.
36. Тепловая машина работает от нагревателя, абсолютная температура которого в n раз больше абсолютной температуры холодильника. Какая доля тепла, получаемого от нагревателя, идет на полезную работу?
37. КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно 25%. Во сколько раз повысится КПД машины, если увеличить абсолютную температуру нагревателя в 2 раза?
38. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из двух изотерм и двух изохор. Найти КПД цикла, если отношение наибольшего и наименьшего объема вещества равно 2, а $c_p/c_v = 1.4$.
39. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из двух изотерм и двух изохор. Найти КПД цикла, если отношение наибольшего и наименьшего объема вещества равно 4, а $c_p/c_v = 1.4$.
40. 10 г кислорода нагревается при постоянном давлении 2 атм., в результате чего объем увеличивается с 3 л до 7 л. Найти затраченное количество тепла и изменение энтропии.
41. Газ, занимающий при давлении 4 атм. объем 8 л, изотермически сжимают до объема 2 л, причем энтропия газа уменьшается на 38,2 Дж/К. Какую работу совершают внешние силы и при какой температуре происходит процесс?
42. 30 г гелия нагревается от -20° С до $+20^\circ$ С при постоянном объеме. Найти получаемое тепло и изменение энтропии.
43. 250г льда нагревают при постоянном давлении от -10° С до 0° С и после плавления до 80° С. Найти изменение энтропии.
44. При изобарном процессе 50 г кислорода совершают работу 3,32 КДж, и энтропия газа увеличивается на 29.6 Дж/К. Найти начальную и конечную температуру газа.
45. В калориметр налито 400 г воды, имеющей температуру 10° С. В тот же калориметр добавляют 150 г воды с температурой 20° С и температура смеси становится равной 12° С. Найти изменение энтропии.

46. Один моль одноатомного идеального газа ($\gamma = 5/3$) совершает в тепловой машине цикл Карно между тепловыми резервуарами с температурами $t_1 = 127^\circ\text{C}$ и $t_2 = 27^\circ\text{C}$. Наименьший объем газа в ходе цикла $V_1 = 5$ л, наибольший $V_2 = 20$ л. Какую работу A совершает эта машина за один цикл? Сколько тепла Q_1 берет она от высокотемпературного резервуара за один цикл? Сколько тепла Q_2 поступает за цикл в низкотемпературный резервуар?
47. Тепловая машина Карно используется в качестве холодильной машины для поддержания некоторого резервуара при температуре $t_2 = -3^\circ\text{C}$. Температура окружающего воздуха $t_1 = 27^\circ\text{C}$. Какая механическая работа требуется для выполнения одного цикла машины, если при этом от оболочки отводится $Q_2 = 900$ кал тепла?
48. Масса $m = 2$ кг воздуха, находящегося при давлении $p_1 = 150$ кПа и температуре $t_1 = 30^\circ\text{C}$, расширяется адиабатически и давление при этом падает до $p_2 = 100$ кПа. Во сколько раз увеличился объем воздуха? Найти конечную температуру t_2 , и работу A , совершенную газом при расширении.
49. В цилиндрах карбюраторного двигателя внутреннего сгорания газ сжимается политропически до $V_2 = V_1/6$. Начальное давление $p_1 = 90$ кПа, начальная температура $t_1 = 127^\circ\text{C}$. Найти давление p_2 и температуру t_2 газа в цилиндрах после сжатия. Показатель политропы $n = 1,3$.
50. Если идеальный одноатомный газ перевести из состояния 1 в состояние 3 сначала изобарно (участок 1-2), а затем изохорно (участок 2-3), то будет произведена некоторая работа, а если переход из состояния 1 в состояние 3 произвести непосредственно по прямой 1-3, то работа увеличивается в n раз. Найти давление газа p_3 в состоянии 3, если в состоянии 1 $p_1 = 100$ кПа, $n = 5$.
51. Найти изменение энтропии при изобарном расширении 10 г кислорода от объема 4 л до объема 8 л.
52. КПД идеального двигателя, работающего по круговому циклу состоящему из изотермы, изохоры и адиабаты равен η , а разность максимальной и минимальной температур ΔT . Какую работу A_{12} совершает одноатомный идеальный газ массой m с молярной массой M в процессе 1-2.
53. В теплоизолированном цилиндре под поршнем находится 1 кмоль азота при нормальных условиях. Газ расширяется так, что его объем увеличивается в 5 раз. Найти изменение внутренней энергии и работу, совершенную при расширении.
54. При изобарном нагревании 1 кмоль азота его температура повысилась в 1,5 раза. Найти изменение энтропии при этом процессе.
55. Кислород массой 10 г изохорно нагревается от 327 К до 423 К. Найти изменение энтропии при этом процессе.
56. Найти КПД цикла Карно, если температура холодильника 0°C , количество теплоты, полученной от нагревателя, 6000 Дж, давление при изотермическом и адиабатическом расширении изменяется в 4 раза.
57. Объем двухатомного газа при адиабатическом расширении в цикле Карно изменяется от $V_2 = 2$ л до $V_3 = 4$ л. Найти КПД цикла.
58. КПД цикла Карно 0,6, работа, совершаемая при изотермическом расширении $A_{12} = 10$ кДж. Найти работу, совершаемую при изотермическом сжатии.

кар-во степеней свободы

59. Найти ~~теплоемкость~~ идеального газа, совершающего цикл Карно, если работа за цикл 9 кДж, отношение объемов $V_2/V_1 = 3$. Работа адиабатического сжатия – 13,1 кДж.
60. Кислород, взятый при температуре 300 К, расширяется адиабатически, и его внутренняя энергия уменьшается на 8 кДж, а его объем увеличивается в 9 раз. Определить массу кислорода.

61. На рис. 325 изображена диаграмма обратимого цикла, выполняемого 1 молем идеального газа в некоторой тепловой машине. Найти работы A_{ik} , выполняемые машиной, и количества тепла Q_{ik} , получаемые газом на каждом этапе цикла. Найти КПД цикла, выразив его как функции T_1 и T_2 . Процесс 3—1 изотермический.

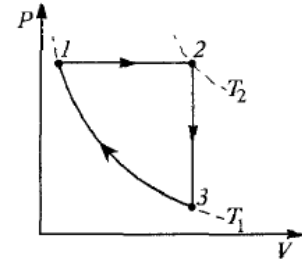


Рис. 325

62. Тепловая машина с идеальным газом в качестве рабочего вещества совершает обратимый цикл, состоящий из изохоры 1—2, адиабаты 2—3 и изотермы 3—1 (рис.326). Рассчитать количества тепла, получаемые рабочим веществом на каждом этапе цикла. Найти КПД машины как функцию максимальной T_2 и минимальной T_1 температур, достигаемых газом в этом цикле.

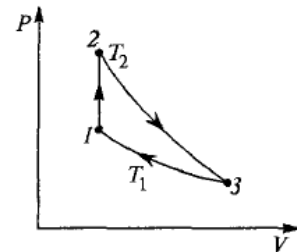


Рис. 326

63. Найти КПД обратимого цикла, изображенного на рис.327, как функцию максимальной T_1 и минимальной T_2 температур вещества в этом цикле. Цикл совершает машина с идеальным газом в качестве рабочего тела. Найти также количества тепла, получаемые рабочим веществом на каждом этапе цикла.

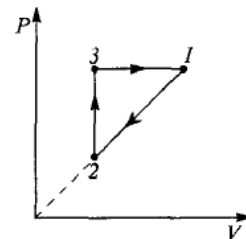


Рис. 327

64. Какое количество теплоты получает идеальный одноатомный газ, переходя из состояния 1 в 2 и из 2 в 3, если 1-2 изохора, 2-3 изобара. В состоянии 1 его давление 0,2 МПа, объем 20 л. В состоянии 2 давление 0,4 МПа. Изобразите график процессов.

65. Найти КПД обратимого теплового цикла Отто, состоящего из адиабат 1—2, 3—4 и изохор 2—3, 4—1 (рис. 328), если в качестве рабочего тела используется идеальный газ. Выразить КПД цикла через температуры газа T_1 и T_2 в состояниях 1 и 2.

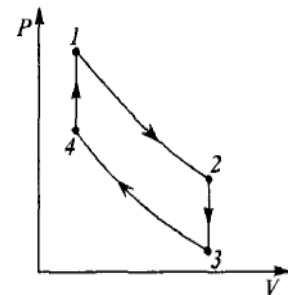


Рис. 328

66. Определить КПД цикла, проходящего последовательно через состояния:
 1) $2P, V$; 2) $2P, 8V$; 3) $P, 4V$; 4) $P, 2V$. Газ идеальный одноатомный, все участки цикла политропические.
67. Определить КПД цикла, проходящего последовательно через состояния:
 1) $8P, V$; 2) $4P, 2V$; 3) $2P, 2V$; 4) P, V . Газ идеальный одноатомный, все участки цикла политропические.

68. Вычислить КПД цикла, состоящего из политропы $1-2$ ($P \propto V$), адиабаты $2-3$ и изобары $3-1$, если в качестве рабочего вещества используется одноатомный идеальный газ, а отношение максимального давления в цикле к минимальному $P_2/P_1 = 2$ (рис.330).

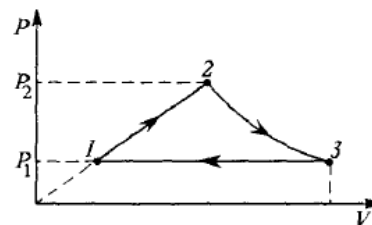


Рис. 330

69. Найти КПД цикла (рис.331), состоящего из политропы $1-2$ изотермы $2-3$ и изохоры $3-1$. Отношение давлений $P_1/P_2=8$, а отношение объемов $V_2/V_1 = 2$. Рабочим веществом является идеальный одноатомный газ.

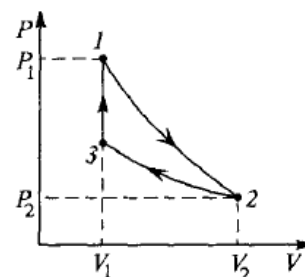


Рис. 331

70. Найти изменение ΔS энтропии при превращении массы $m = 10\text{г}$ льда ($t = -20^\circ\text{C}$) в пар ($t_{\text{п}} = 100^\circ\text{C}$).

№ варианта	Задачи к лабораторной работе ИДЗ № 7				
1	15	20	31	59	70
2	14	19	32	58	69
3	13	18	33	57	68
4	12	17	34	56	67
5	11	16	35	51	66
6	10	15	36	52	65
7	7	21	37	53	64
8	8	22	38	54	63
9	9	23	39	60	42
10	6	24	40	55	61
11	5	25	41	35	60
12	4	20	42	36	59
13	2	19	43	67	58
14	3	18	44	65	57
15	1	17	45	34	56
16	15	29	46	37	55
17	14	15	31	46	54
18	13	21	32	59	63
19	12	22	33	58	52
20	11	23	34	57	65
21	10	24	35	56	66
22	7	20	36	51	70
23	28	19	37	52	69
24	29	18	38	53	68
25	26	17	39	54	67
26	5	16	31	60	47
27	4	15	32	55	65
28	3	21	33	40	64
29	2	22	34	41	63
30	1	23	35	42	62