

**Тренировочные задания к БЛОКУ-7 «Основы термодинамики»****7. Основы термодинамики****7.1. Работа. Внутренняя энергия****Решаем вместе**

1. Углекислый газ массой 10 г нагрет от 20 до 30<sup>0</sup>С при постоянном давлении. Найти работу расширения газа, изменение его внутренней энергии и количество теплоты, полученное газом.
2. Кислород O<sub>2</sub> массой 6 г при температуре 30<sup>0</sup>С расширяется при постоянном давлении, увеличивая свой объём в два раза вследствие притока теплоты извне. Найти работу расширения, изменение внутренней энергии газа и количество теплоты, сообщенное кислороду.
3. Азот N<sub>2</sub> массой 10 г расширяется изотермически при температуре -20<sup>0</sup>С, изменяя давление от 202 до 101 кПа. Определить работу расширения, изменение внутренней энергии азота и количество сообщённой ему теплоты.
4. В цилиндре под невесомым поршнем площадью 15 см<sup>2</sup> находится воздух массой 0,2 г при температуре 20° С. Определить работу, которую надо совершить при медленном равномерном подъёме поршня на высоту от 10 до 20 см. Атмосферное давление нормальное.
5. Азот N<sub>2</sub> массой 200 г нагревают на 100 К сначала изобарически, а затем изохорически. Какое количество теплоты потребуется для этого в том и другом случаях?
6. В сосуде находится 20 г азота N<sub>2</sub> и 32 г кислорода O<sub>2</sub>. Найти изменение внутренней энергии смеси этих газов при ее охлаждении на 28 К.
7. Азот N<sub>2</sub>, начальное давление которого 1,01\*10<sup>5</sup> Па и объём 10л, расширяется изотермически, увеличивая свой объём в два раза. Найти работу, совершаемую газом.
8. Давление азота в сосуде объёмом 3л после нагревания возросло на 2,2МПа. Определить количество теплоты, сообщенное газу.
9. При расширении одноатомного газа от 0,2 до 0,5 м<sup>3</sup> его давление возросло от 404 до 808 кПа. Найти работу газа, количество подведённой к газу теплоты и изменение его внутренней энергии.

**Самостоятельно**

10. Газ при изотермическом расширении получил 10 кДж теплоты. Чему равна совершенная газом работа?
11. Какое количество теплоты получил гелий массой 1,6 г при изохорном нагревании на 120 К?
12. В адиабатическом процессе газ совершил работу 50 кДж. Чему равно приращение его внутренней энергии?
13. Сколько тепла получил газ, если известно, что для его сжатия была совершена работа 8 кДж, а приращение внутренней энергии составило 24,5 кДж?
14. При адиабатном расширении внутренняя энергия газа уменьшилась на 120 Дж. Какую работу совершил газ?
15. При изохорном нагревании 10 г неона его температура увеличилась на 205 К. Сколько тепла было передано газу?
16. Какое количество теплоты сообщили гелию массой 640 г при изобарном нагревании на 20 К?
17. Определить, какое количество теплоты надо сообщить неону массой 400 г, чтобы изохорно нагреть его на 10 К.
18. Какой процесс произошёл при сжатии идеального газа, если работа, совершаемая внешними силами над газом, равна изменению внутренней энергии газа?

19. При постоянном давлении 5 молям одноатомного газа сообщили теплоту 10 кДж. Определите изменение температуры газа.
20. В закрытом сосуде объемом 2,5 л находится гелий при температуре 17 °С и давлении 15 кПа. Гелий охлаждают до 0 °С. Вычислить количество отданного газом тепла.
21. Один моль идеального газа, находящегося при температуре  $T_0$ , нагревают. Какое количество теплоты нужно подвести к газу, чтобы изобарически увеличить его объем втрое?
22. Закрытый баллон емкостью 50 л содержит аргон под давлением 200 кПа. Каким будет давление газа, если ему сообщить 3 кДж теплоты?
23. Криптон массой 1 г был нагрет на 100 К при постоянном давлении. Какое количество теплоты получил газ? Молярная масса криптона равна 84 г/моль.
24. При изобарном расширении газа на  $0,5 \text{ м}^3$  ему было передано 0,26 МДж теплоты. Рассчитать изменение внутренней энергии газа, если его давление 200 кПа.
25. В изотермическом процессе газ совершил работу 2 кДж. На сколько увеличится внутренняя энергия этого газа, если ему сообщить количество теплоты втрое большее, чем в первом случае, а процесс проводить изохорически?
26. Какой график соответствует процессу, в котором температура газа изменяется только за счёт его работы? Рис. 1

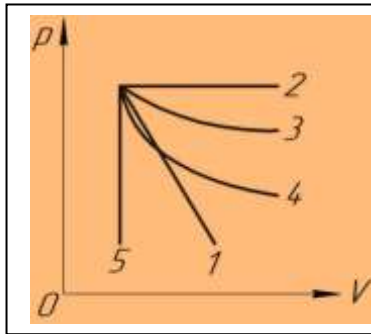


Рис.1

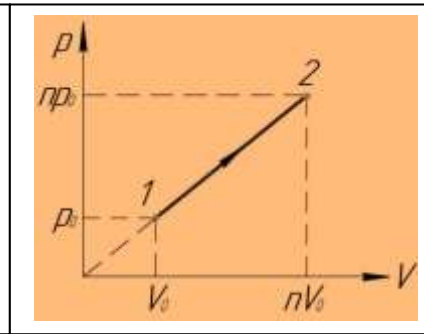


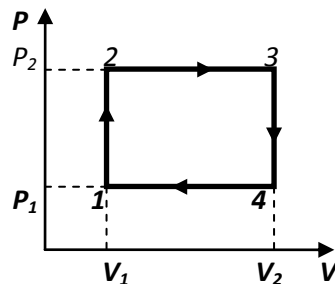
Рис.2

27. Один моль идеального одноатомного газа находится при нормальных условиях. Какое количество теплоты надо сообщить газу, чтобы провести процесс, показанный на рисунке?  $n=1,2$ . Рис.2
28. Количество теплоты, передаваемое газу, одинаково. В каком газовом процессе нагрев газа максимален?
29. Сколько молей одноатомного газа нагрели на 10 К, если количество подведенной теплоты равно 249 Дж? Процесс нагревания изохорический.
30. Один моль одноатомного идеального газа нагревается при постоянном объеме до температуры 280 К. Какое количество теплоты необходимо сообщить ему, чтобы давление увеличилось в 3 раза?
31. При нагревании 1 кг неизвестного газа на 1 К при постоянном давлении требуется 912 Дж теплоты, а при нагревании при постоянном объеме – 649 Дж. Какова молярная масса этого газа?
32. При изобарном расширении 40 г гелия его объем увеличили в два раза. Начальная температура газа 400 К. Определить количество теплоты, сообщенное этому газу.
33. Идеальный одноатомный газ в количестве 5 моль сначала охлаждают при постоянном объеме от температуры 600 К до температуры 400 К, а затем продолжают охлаждать при постоянном давлении до температуры 300 К. Какое количество теплоты отводят при этом от газа?

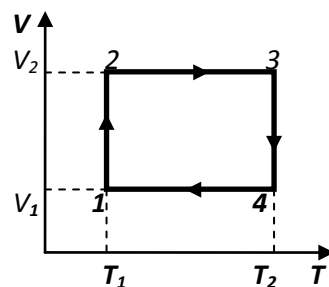
## 7.2. Тепловые машины и КПД

## Решаем вместе

34. Идеальная тепловая машина получает от нагревателя, температура которого 500 К, за один цикл 3360 Дж теплоты. Найти количество теплоты, отдаваемое за один цикл холодильнику, температура которого 400 К. Найти работу машины за один цикл.
35. Идеальная тепловая машина Карно, цикл которой совершается в обратном направлении (холодильная машина), использует воду при 0°C в качестве холодильника и воду при 100°C в качестве нагревателя. Сколько воды нужно заморозить в холодильнике, чтобы превратить в пар 500 г воды в кипяильнике?
36. Найти работу тепловой машины за один цикл, изображённый на рис.



37. В идеальной тепловой машине количество теплоты, полученное от нагревателя, равно 6,3 кДж. 80% этой теплоты передается холодильнику. Найти КПД машины и работу за один цикл.
38. Найти работу тепловой машины за один цикл. (см. рисунок)

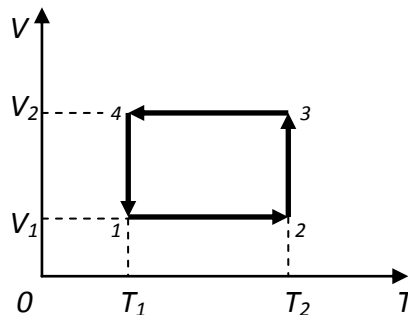


39. Воздух массой 2 кг находится в сосуде при температуре 16°C. Какую работу он совершит при изобарическом нагревании до 100°C?
40. В цилиндре находится азот при температуре 20°C. На высоте 50 см от основания цилиндра расположен легкий поршень, на котором лежит груз массой 100 кг. Определить работу, которую совершит газ при изобарическом нагревании его до 60°C. Площадь основания цилиндра 100 см<sup>2</sup>. Атмосферное давление нормальное.

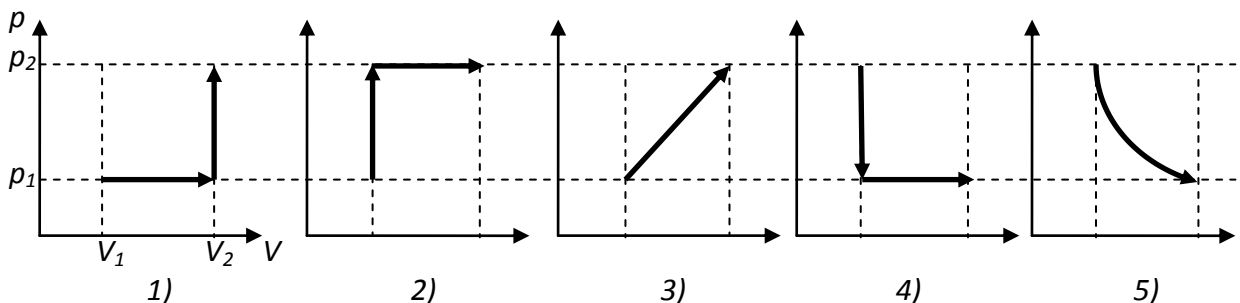
## Самостоятельно

41. Двигатель Дизеля, КПД которого равен 35%, за некоторое время выбросил в атмосферу 420 Дж теплоты. Определите работу, совершенную двигателем за это время.
42. Коэффициент полезного действия тепловой машины 20%. Какую работу совершает машина, если нагреватель сообщает ей 102 кДж тепла?

- 43.** Определить коэффициент полезного действия теплового двигателя, если температура холодильника 280 К, а температура нагревателя втрое больше.
- 44.** Идеальная тепловая машина совершает за цикл работу 1 кДж и отдаёт холодильнику 650 Дж теплоты. Определить КПД тепловой машины.
- 45.** В идеальной тепловой машине температура нагревателя в три раза выше температуры холодильника. Нагреватель передал газу 42 кДж теплоты. Какую работу совершил газ?
- 46.** Во сколько раз максимально возможный КПД газовой турбины больше максимально возможного КПД паровой машины, работающей на перегретом паре при температуре 300 °С, если температура газов в турбине достигает 1000 °С? Отработанные газы и пар имеют одинаковую температуру 160 °С?
- 47.** Тепловая машина работает по циклу Карно. Температура нагревателя 400 °С, холодильника 20 °С. Время выполнения одного цикла 1 секунда. Найти мощность двигателя, если количество тепла, получаемое от нагревателя за цикл, равно 1100 Дж.
- 48.** Тепловая машина с максимально возможным КПД имеет в качестве нагревателя резервуар с кипящей водой при температуре 100 °С, а в качестве холодильника – сосуд со льдом при 0 °С. Какая масса льда растает при совершении машиной работы 10 МДж?
- 49.** Один моль одноатомного газа совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух изобар. При этом максимальное давление в 2 раза больше минимального, а максимальный объем в 3 раза больше минимального. Определите коэффициент полезного действия цикла.
- 50.** Над одним молем идеального газа совершают цикл, показанный на рисунке. Определить КПД цикла, если работа газа на участке 2-3 равна 2 кДж, а на участке 1-4 равна 1,5 кДж.  $T_1=300$  К,  $T_2=2T_1$ .



- 51.** В каком из представленных на рисунке процессов АВ, протекающих в данной массе газа, совершается наибольшая работа? Обозначения на осях везде одинаковые.



52. Два моля идеального газа совершают замкнутый цикл, изображенный на рисунке 1. Известно, что температура  $T_1=280\text{ К}$ ,  $\frac{P_2}{P_1} = 5$ ,  $\frac{T_4}{T_1} = 2$ . Чему равна работа, совершаемая газом за цикл?

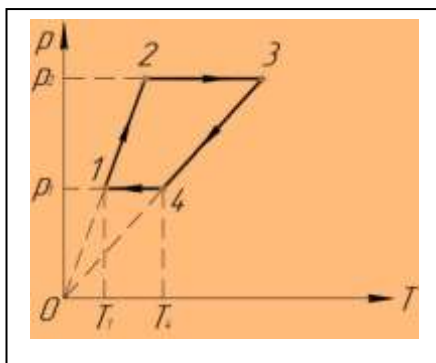


Рис.1

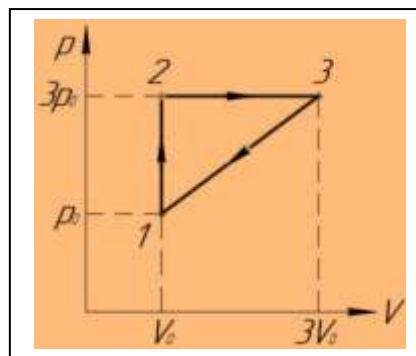


Рис.2

53. На  $p$ - $V$  диаграмме (рис.2) изображен цикл, проводимый с одноатомным идеальным газом. Чему равен коэффициент полезного действия этого цикла?

54. В идеальном тепловом двигателе за счёт каждого килоджоуля энергии, полученной от нагревателя, производится работа, равная 450 Дж. Во сколько раз абсолютная температура нагревателя больше абсолютной температуры холодильника?

55. Холодильник идеального теплового двигателя имеет температуру  $27\text{ }^\circ\text{C}$ . Как изменится КПД этого двигателя, если температуру нагревателя увеличить от  $127$  до  $327\text{ }^\circ\text{C}$ ?

## Ответы

### к тренировочным заданиям к БЛОКУ -7 «Основы термодинамики»

1	2	3	4	5	6	7	8	9
18,9Дж; 56,7Дж; 75,6Дж.	474 Дж; 1670 Дж; 2144 Дж	525 Дж; 0; 525 Дж	3,25 Дж	21 кДж; 15 кДж	995Дж	700 Дж	16,5Дж	182 кДж; 667 кДж; 485 кДж

10	10 кДж	16	66,48 Дж	22	240 кПа	28	-
11	598,3 Дж	17	2493 Дж	23	24,73 Дж	29	2 моль
12	-50 Дж	18	-	24	0,16 МДж	30	2326,8 Дж
13	16,5 Дж	19	96,3 град.	25	6 кДж	31	$32 \cdot 10^{-3}$ г/моль
14	120 Дж	20	3,3 Дж	26	4	32	83,1 кДж
15	1277,7 Дж	21	$5\nu RT_0$	27	1996 Дж	33	23 кДж

34	35	36	37	38	39	40
2688Дж; 672Дж	2,47 кг	-	1,26кДж; 20%	-	48 кДж	130 Дж

41	226 Дж	47	621 Вт	53	11,1%
42	20,4 кДж	48	82 кг	54	1,82
43	66,7%	49	17,4%	55	50 %
44	60,6 %	50	8,71 %		
45	28 кДж	51	2		
46	2,7 раза	52	18,6 кДж		