

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ
(ТУСУР)**

Кафедра физики

**ТЕРМОДИНАМИКА
(Часть 2)**

Сборник тестовых вопросов

2010

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ
(ТУСУР)

Кафедра физики

УТВЕРЖДАЮ
Зав. каф. физики

Е.М. Окс

« __ » _____ 2010г.

Физика

ТЕРМОДИНАМИКА
(Часть 2)

Сборник тестовых вопросов
для самостоятельной работы и практических занятий
студентов всех специальностей

Разработчики:
Доценты кафедры физики

А.И. Галеева

А.В. Лячин

А.Л. Магазинников

« __ » _____ 2010г.

2010

Сборник включает в себя тестовые вопросы курса общей физики по разделу «Термодинамика» (Второе начало термодинамики. Циклы Карно. Энтропия). Может быть использован преподавателями для контроля знаний студентов и студентами для самостоятельной подготовки к контрольным работам и экзаменам.

Вариант 1

1.1. Что называется энтропией? Укажите **правильный** ответ:

1) величина, изменение которой $\Delta S = S_2 - S_1$ можно выразить формулой $\Delta S = \frac{Q}{T_2} - \frac{Q}{T_1}$, где T_1 и T_2 – начальная и конечная тем-

пературы системы, соответственно;

2) мера обесценивания энергии;

3) это функция состояния, полный дифференциал которой для обратимых процессов равен $dS = \frac{\delta Q}{T}$, где δQ – полученное системой элементарное количество теплоты.

1.2. Какая из нижеперечисленных формул справедлива **только** для цикла Карно?

Ответы: 1) $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$; 2) $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$,

где T_1 – температура нагревателя; T_2 – температура холодильника; Q_1 и Q_2 – количество теплоты, полученное и отданное рабочим телом, соответственно.

1.3. Как меняется энтропия изолированной системы при протекании в ней каких-либо процессов?

Ответы:

1) возрастает при протекании в системе необратимых процессов и остается неизменной при протекании обратимых циклических процессов;

2) возрастает при протекании любых процессов;

3) остается неизменной при протекании любых процессов.

1.4. Укажите **правильную** формулировку второго начала термодинамики.

Ответы:

1) невозможны такие процессы, единственным конечным результатом которых явилось бы отнятие от некоторого тела определенного количества теплоты и превращение его полностью в работу;

2) теплота может переходить только от более нагретого тела к менее нагретому;

3) вечный двигатель невозможен.

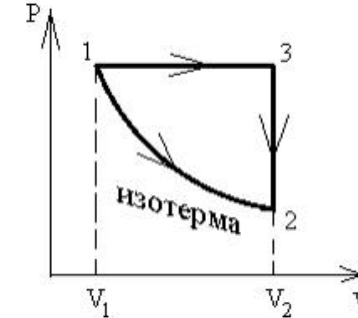
1.5. Идеальный газ количеством 1 кмоль изотермически расширяется так, что при этом происходит изменение энтропии на 5,75 кДж/К. Определите отношение начального и конечного давлений газа (P_1/P_2).

Примечание: $e^{0.69} = 2$; $e^{-0.69} = 1/2$; $e^{1.098} = 3$;
 $e^{-1.098} = 1/3$; $e^{-0.405} = 2/3$

Ответы: 1) 3; 2) 1/2; 3) 1/3; 4) 2/3; 5) 2.

Вариант 2

2.1. Приращение энтропии ΔS при переводе идеального газа из состояния 1 в состояние 2 двумя путями: $1 \rightarrow 3 \rightarrow 2$ и $1 \rightarrow 2$ (рисунок) будет соотноситься... (выберите **верный** ответ):



Ответы:

- 1) $\Delta S_{1 \rightarrow 2} = 0$,
- 2) $\Delta S_{1 \rightarrow 3} + \Delta S_{3 \rightarrow 2} < \Delta S_{1 \rightarrow 2}$ (изотерм.),
- 3) $\Delta S_{1 \rightarrow 3} + \Delta S_{3 \rightarrow 2} > \Delta S_{1 \rightarrow 2}$ (изотерм.),
- 4) $\Delta S_{1 \rightarrow 3} + \Delta S_{3 \rightarrow 2} = \Delta S_{1 \rightarrow 2}$ (изотерм.).

2.2. Из каких процессов состоит цикл Карно?

- Ответы:
- 1) из двух изотерм и двух изохор;
 - 2) из двух адиабат и двух изотерм;
 - 3) из двух адиабат и двух изохор.

2.3. Какими, из нижеперечисленных, свойствами обладает энтропия изолированной системы:

- а) при протекании в системе необратимых процессов энтропия убывает;
- б) при протекании обратимых циклических процессов энтропия остаётся постоянной;
- в) при протекании в системе необратимых процессов энтропия возрастает.

Ответы: 1) а, б; 2) а, в; 3) б, в.

2.4. Найти изменение энтропии при нагревании алюминиевого шара массой 8 кг от 300 К до 900 К. Удельная теплоёмкость алюминия $c = 920$ Дж/(кг·К).

Ответы: 1) 8086 Дж/К; 2) 14720 Дж/К; 3) $4,4 \cdot 10^6$ Дж/К.

2.5. При каком, из нижеперечисленных, процессе энтропия остается постоянной:

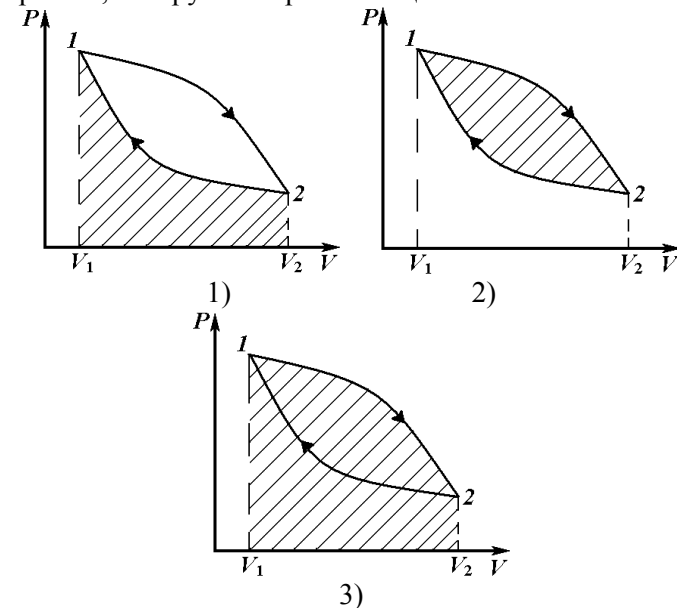
Ответы: 1) при изотермическом;
2) при адиабатическом;
3) при изохорическом.

Вариант 3

3.1. Сравните к.п.д. тепловой машины, работающей по циклу Карно (η_k), с к.п.д. тепловой машины, работающей по любому другому циклу (η). Обе машины работают с одинаковыми нагревателями (T_1) и холодильниками (T_2).

Ответы: 1) $\eta_k = \eta$; 2) $\eta_k > \eta$; 3) $\eta_k < \eta$

3.2. Укажите, на каком из графиков заштрихованная площадь равна работе, которую совершает за цикл тепловая машина



3.3. При каком, из нижеперечисленных, процессе количество теплоты Q , получаемое системой, может быть выражено формулой $Q = T(S_2 - S_1)$

Ответы: 1) при любом процессе;
2) при адиабатическом процессе;
3) при изобарическом процессе;
4) при изотермическом процессе.

3.4. Какое из приведенных ниже выражений соответствует изменению энтропии ΔS идеального газа массой m при изохорическом процессе, если давление газа меняется от P_1 до P_2 ?

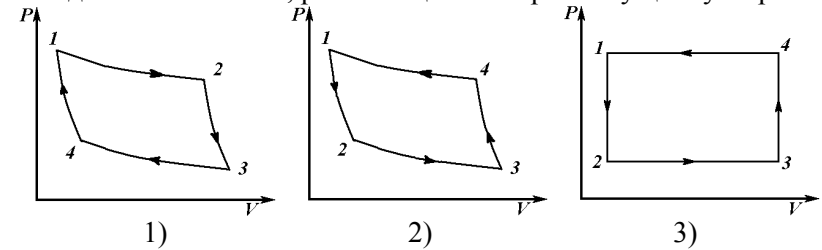
- Ответы:
- 1) $\Delta S = \frac{m}{\mu} C_V \ln \frac{P_2}{P_1}$;
 - 2) $\Delta S = \frac{m}{\mu} R \ln \frac{P_2}{P_1}$;
 - 3) $\Delta S = \frac{m}{\mu} C_P \ln \frac{P_2}{P_1}$.

3.5. Автомобиль массой $m = 10^3$ кг движется со скоростью $v = 15$ м/с, затем тормозит и останавливается. Определить полное изменение энтропии Вселенной. Считать температуру равной 300 К.

- Ответы:
- | | |
|--------------|---------------|
| 1) 500 Дж/К; | 2) 1000 Дж/К; |
| 3) 375 Дж/К; | 4) 750 Дж/К; |
| 5) 50 Дж/К; | 6) 100 Дж/К. |

Вариант 4

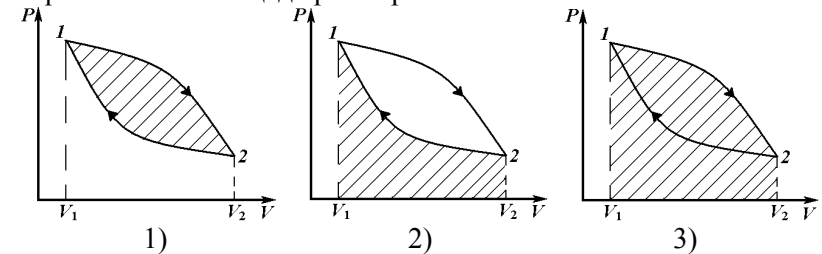
4.1. Какой из приведенных ниже циклов соответствует работе холодильной машины, работающей по обратному циклу Карно?



4.2. Какое из приведенных ниже соотношений соответствует изменению энтропии при изотермическом расширении газа массой m , если его объем меняется от V_1 до V_2 ?

- Ответы:
- | | |
|---|---|
| 1) $\Delta S = \frac{m}{\mu} R \ln \frac{V_2}{V_1}$; | 2) $\Delta S = \frac{m}{\mu} C_V \ln \frac{V_2}{V_1}$; |
| 3) $\Delta S = \frac{m}{\mu} C_P \ln \frac{V_2}{V_1}$. | |

4.3. Укажите, на каком из приведенных ниже графиков заштрихованная площадь равна работе сжатия газа:



4.4. Какие из утверждений **верны**:

- а) система пребывает в наиболее вероятном состоянии неограниченно долго;
- б) предоставленная самой себе, система не может переходить из одного состояния в другое;
- в) энтропия и вероятность состояний изолированной системы ведут себя сходным образом – или возрастают или остаются неизменными.

Ответы: 1) а, б; 2) а, б, в;
 3) б, в; 4) а, в.

4.5. Найти приращение энтропии при превращении 200 г льда, находившегося при температуре -10°C , в воду при температуре 0°C . Теплоемкость льда $2100 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$, удельная теплота плавления льда $3,35 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$.

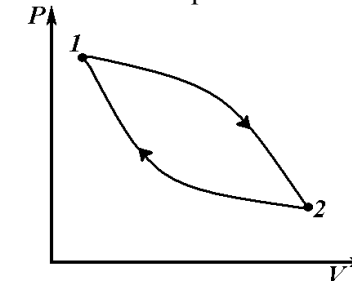
Ответы: 1) $7,12 \cdot 10^4 \text{ Дж}/\text{K}$; 2) $3,5 \cdot 10^3 \text{ Дж}/\text{K}$;
 3) $261 \text{ Дж}/\text{K}$.

Вариант 5

5.1. Замкнутая термодинамическая система перешла из состояния (1) в состояние (2) с помощью необратимого процесса, так что давление возросло в два раза. Как изменилась энтропия системы?

Ответы: 1) Возросла;
 2) Уменьшилась;
 3) Не изменилась;
 4) Для ответа недостаточно информации.

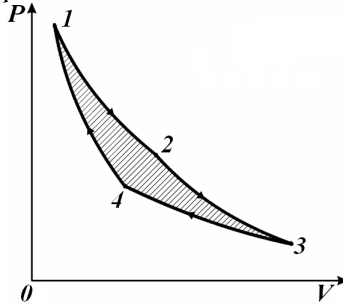
5.2. Термодинамическая система совершила некоторый равновесный (обратимый) процесс, изображённый на рисунке. На какие из приведённых ниже вопросов Вы ответите **«нет»**?



- а) изменилась ли по завершении процесса внутренняя энергия системы?
- б) обменивалась ли система тепловой энергией с окружающими телами?
- в) совершала ли система работу?
- г) изменялась ли в ходе процесса температура системы?
- д) изменилась ли по завершении процесса энтропия системы?

Ответы: 1) а, б; 2) а, в; 3) а, г;
 4) а, д; 5) б, в; 6) б, г;
 7) б, д; 8) в, г; 9) в, д;
 10) г, д.

5.3. Термодинамическая система совершила цикл Карно 1-2-3-4-1. При каком процессе газ поглощает тепло:



Ответы: 1) При изотермическом расширении;
2) При адиабатическом расширении;
3) При изотермическом сжатии;
4) При адиабатическом сжатии.

5.4. Найти приращение энтропии при нагревании воды массой 2 кг от 0 °С до 100 °С. Удельная теплоёмкость воды $c_v = 4200$ Дж/(кг·К).

Ответы: 1) 1498,1 Дж/К; 2) 2621,7 Дж/К;
3) 5243,4 Дж/К.

5.5. В двух одинаковых закрытых сосудах находится по 1 киломолю гелия (He) и кислорода (O₂). Сосуды нагревают от температуры T_1 до температуры T_2 . Укажите правильное соотношение между изменениями энтропии газов при этом процессе.

Ответы: 1) $\Delta S(\text{He}) = -\Delta S(\text{O}_2)$;
2) $\Delta S(\text{He}) = \frac{5}{7} \Delta S(\text{O}_2)$;
3) $\Delta S(\text{He}) = \frac{3}{5} \Delta S(\text{O}_2)$

Вариант 6

6.1. Термодинамическая система перешла из одного состояния в другое так, что изменение энтропии составило $\Delta S = k \ln 0,5$. Как изменился статистический вес этой системы?

Ответы: 1) Не изменился;
2) Увеличился;
3) Уменьшился;
4) Для ответа недостаточно информации.

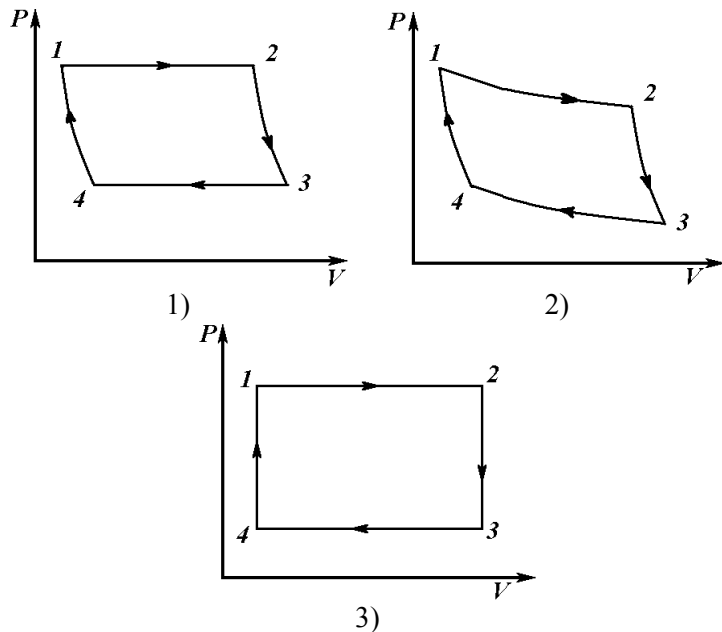
6.2. Объём некоторого газа может вырасти при изотермическом (1), адиабатическом (2) и изобарическом (3) процессах. При каком из этих процессов изменение энтропии будет максимальным, при каком – минимальным?

Ответы: 1) ΔS_1 – минимальное, ΔS_2 – максимальное;
2) ΔS_1 – минимальное, ΔS_3 – максимальное;
3) ΔS_2 – минимальное, ΔS_1 – максимальное;
4) ΔS_2 – минимальное, ΔS_3 – максимальное;
5) ΔS_3 – минимальное, ΔS_1 – максимальное;
6) ΔS_3 – минимальное, ΔS_2 – максимальное.

6.3. В результате кругового процесса газ совершил работу 2 Дж и передал охладителю количество теплоты 8,4 Дж. Определить к.п.д. цикла.

Ответы: 1) 19,3 %; 2) 23,8 %;
3) 42 %; 4) 31,25 %.

6.4. На каком из приведенных ниже графиков изображен цикл Карно?



6.5. Какое утверждение может служить формулировкой второго начала термодинамики?

- 1) любая тепловая машина имеет холодильник и нагреватель;
- 2) статистический вес (термодинамическая вероятность) какого-либо макросостояния системы, состоящей из невзаимодействующих частей, равен произведению статистических весов (термодинамических вероятностей) соответствующих макросостояний этих частей;
- 3) любой необратимый процесс в замкнутой системе происходит так, что энтропия системы при этом возрастает;
- 4) равновесный процесс необратим.

Вариант 7

7.1. Термодинамическая система из состояния (1) перешла адиабатически в состояние (2), при этом давление газа уменьшилось. Что можно сказать об изменении энтропии этой системы в результате этого процесса?

- Ответы:
- 1) Энтропия не изменилась;
 - 2) Энтропия системы уменьшилась;
 - 3) Энтропия системы возросла;
 - 4) Для ответа недостаточно информации.

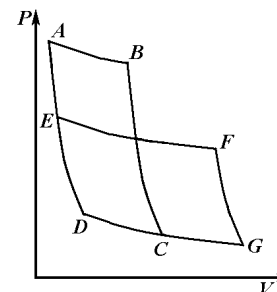
7.2. Что нужно сделать для повышения к.п.д. цикла Карно?

Выбрать **нужные ответы**:

- а) подобрать рабочее вещество;
- б) увеличить температуру изотермического расширения рабочего вещества;
- в) увеличить температуру изотермического сжатия рабочего вещества;
- г) снизить температуру изотермического сжатия рабочего вещества.

- Ответы:
- | | | |
|----------|----------|----------|
| 1) а, б; | 2) б, в; | 3) в, г; |
| 4) а, в; | 5) б, г. | |

7.3. На рисунке изображены циклы ABCDA (а) и EFGD (б) двух тепловых машин. Площади, охватываемые двумя изотермами и двумя адиабатами, одинаковы. Какая машина имеет больший к.п.д. (η)? Как соотносятся полезные работы, совершаемые машинами за цикл?



- Ответы:
- 1) $\eta_a = \eta_b$, $A_a > A_b$;
 - 2) $\eta_a > \eta_b$, $A_a > A_b$;
 - 3) $\eta_a < \eta_b$, $A_a > A_b$;
 - 4) $\eta_a = \eta_b$, $A_a < A_b$;
 - 5) $\eta_a < \eta_b$, $A_a < A_b$;
 - 6) $\eta_a > \eta_b$, $A_a < A_b$;
 - 7) $\eta_a = \eta_b$, $A_a = A_b$;
 - 8) $\eta_a > \eta_b$, $A_a = A_b$;
 - 9) $\eta_a < \eta_b$, $A_a = A_b$.

7.4. Как находятся изменение энтропии при изобарическом расширении идеального газа массой m , если его объём изменяется от V_1 до V_2 ?

Ответы:

- 1) $S_2 - S_1 = \frac{m}{\mu} C_V \ln \frac{V_2}{V_1}$;
- 2) $S_2 - S_1 = \frac{m}{\mu} R \ln \frac{V_2}{V_1}$;
- 3) $S_2 - S_1 = \frac{m}{\mu} C_P \ln \frac{V_2}{V_1}$.

7.5. Один киломоль гелия (He), изобарически расширяясь, увеличил свой объём в 4 раза. Определить изменение $\Delta S(\text{He})$ энтропии при этом расширении.

Ответы:

1) 29 кДж/К;	2) -29 кДж/К;
3) 0 Дж/К;	4) 17,4 кДж/К.

Вариант 8

8.1. Термодинамическая система перешла из одного состояния в другое так, что изменение энтропии составило $\Delta S = k \ln 2$. Как изменился статистический вес этой системы?

- Ответы:
- 1) Не изменился;
 - 2) Увеличился;
 - 3) Уменьшился;
 - 4) Для ответа недостаточно информации.

8.2. Объёмы одного моля гелия и одного моля азота увеличены вдвое в результате одного и того же процесса.

а) зависит ли соотношение между $\Delta S(\text{He})$ и $\Delta S(\text{N}_2)$ от условий расширения газов;

б) имеется ли такой изопроцесс, при котором $\Delta S(\text{He}) > \Delta S(\text{N}_2)$;

в) имеется ли такой процесс, при котором $\Delta S(\text{He}) = \Delta S(\text{N}_2)$ и не равно нулю;

г) имеется ли такой изопроцесс, при котором $\Delta S(\text{He}) < \Delta S(\text{N}_2)$;

д) может ли оказаться, что $\Delta S(\text{He}) = \Delta S(\text{N}_2)$ и равно нулю?

$\Delta S(\text{He})$, $\Delta S(\text{N}_2)$ – изменения энтропии гелия и азота соответственно.

На какие вопросы вы ответили «да»?

- Ответы:
- | | |
|----------------|-------------------|
| 1) а, б, в, г; | 2) а, б, в, г, д; |
| 3) а, в, г, д; | 4) а, г, д; |
| 5) а, б, в; | 6) а, в, д; |
| 7) в, г, д. | |

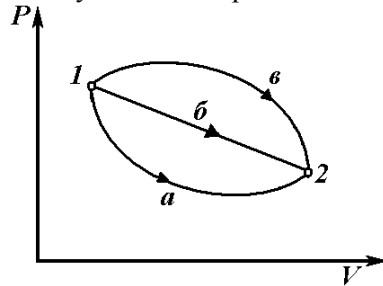
8.3. Камень массой 2,2 кг падает с высоты 13,6 м на землю. Определите вызванное этим процессом изменение энтропии системы камень–земля. Температура камня и окружающей среды 20 °С.

Ответы: 1) 0 Дж/К; 2) 0,5 Дж/К; 3) 1 Дж/К.

8.4. Чему равен коэффициент полезного действия идеальной тепловой машины, нагреватель и холодильник которой имеют температуру соответственно 100°С и 20°С?

Ответы: 1) 21,5 %; 2) 4 %; 3) 80 %;
4) 50%; 5) 27,3 %; 6) 20 %.

8.5. На рисунке представлены три пути (а, б, в) перехода газа из состояния 1 в состояние 2. Что можно сказать об изменении энтропии в результате указанных процессов?



Ответы: 1) $\Delta S_a > \Delta S_b > \Delta S_v$;
2) $\Delta S_a < \Delta S_b < \Delta S_v$;
3) $\Delta S_a = \Delta S_b = \Delta S_v$;
4) $\Delta S_a = \Delta S_b > \Delta S_v$;
5) $\Delta S_a = \Delta S_b < \Delta S_v$;
6) $\Delta S_a < \Delta S_b > \Delta S_v$;
7) $\Delta S_a > \Delta S_b < \Delta S_v$;

Вариант 9

9.1. Термодинамическая теплоизолированная система совершает обратимый процесс. Как изменится энтропия в конце процесса.

Ответ: 1) Уменьшается;
2) Не изменяется;
3) Возрастает;
4) Для ответа недостаточно информации.

9.2. Систему привели в неравновесное состояние и изолировали от окружающих тел. Пренебрегая флуктуациями в системе, ответьте на следующие вопросы.

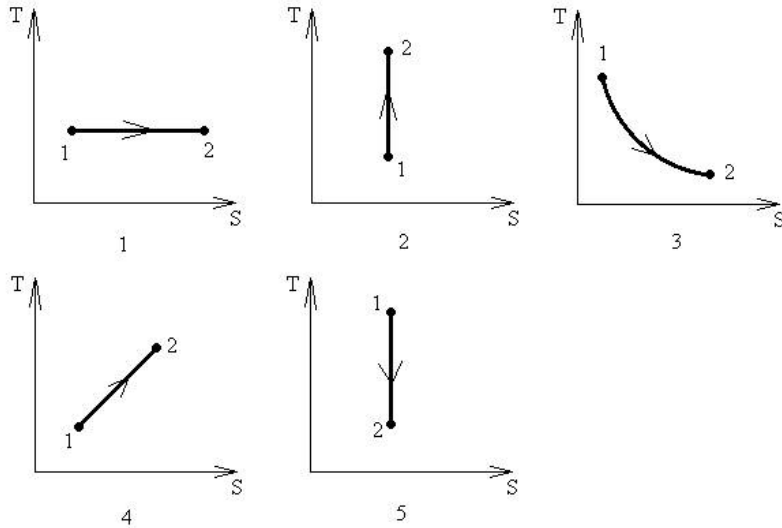
- а) будет ли изменяться термодинамическое состояние системы;
б) возможно ли уменьшение термодинамической вероятности (статистического веса) этой системы;
в) возможно ли уменьшение энтропии этой системы;
г) возможно ли увеличение энтропии этой системы?
На какие вопросы вы ответили «нет»?

Ответы: 1) а, б; 2) а, в; 3) а, г;
4) б, в; 5) б, г.

9.3. Найти прирост энтропии при превращении 1 кг воды при 0 °С в пар при 100 °С. Удельная теплоёмкость $c = 4200$ Дж/(кг·К), удельная теплота парообразования $r = 26,2 \cdot 10^5$ Дж/кг.

Ответы: 1) $6,82 \cdot 10^3$ Дж/К; 2) $30,4 \cdot 10^5$ Дж/К;
3) 8335 Дж/К.

9.4. 1 моль водорода сжимается обратимым образом до объема $V_2 = 0,2 V_1$. Процесс адиабатический. На каком из графиков (см. рисунок) правильно представлен описанный процесс? T – абсолютная температура газа, S – энтропия.



9.5. Какое утверждение может служить формулировкой второго начала термодинамики?

Ответы:

- 1) Энтропия системы, состоящей из невзаимодействующих частей, равна сумме энтропий отдельных частей.
- 2) $S = k \cdot \ln \Omega$, где Ω – статистический вес.
- 3) При любом процессе количество тепла, подведённое к системе, не может быть больше приращения её внутренней энергии и совершённой системой работы.
- 4) Невозможен самопроизвольный переход тепла от менее нагретого тела к более нагретому телу.

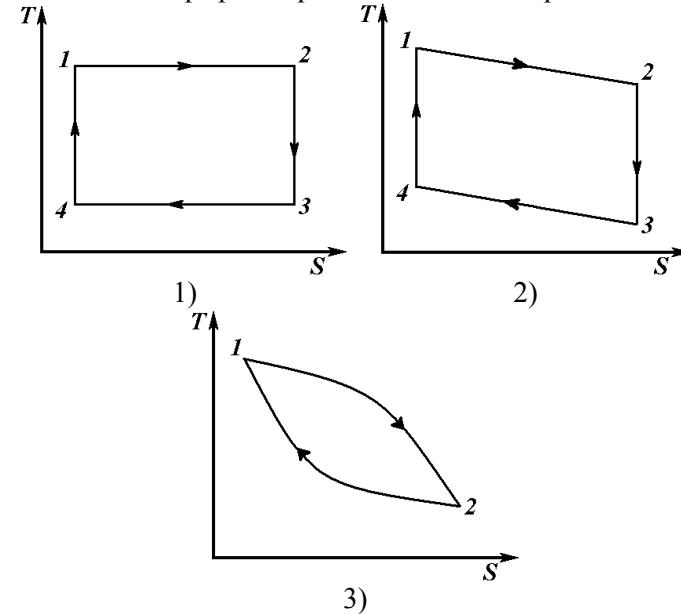
Вариант 10

10.1. При каком из нижеприведённых процессов энтропия системы уменьшится?

Ответы:

- 1) неравновесное адиабатическое сжатие;
- 2) равновесное адиабатическое сжатие;
- 3) изобарическое расширение;
- 4) изотермическое сжатие;
- 5) ни при одном из процессов.

10.2. На каком графике представлен цикл Карно?



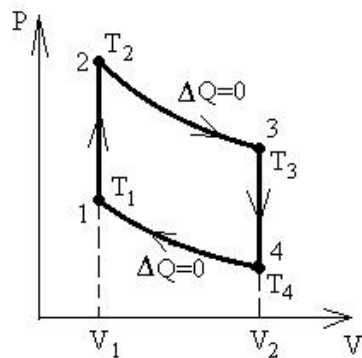
10.3. Определить изменение энтропии при кристаллизации 1 кг воды, взятой при 0°C . Удельная теплота плавления льда $\lambda = 335 \text{ кДж/кг}$.

Ответы: 1) 0 Дж/К; 2) $3,35 \cdot 10^5 \text{ Дж/К}$;
3) 1227,1 Дж/К.

10.4. Каково изменение энтропии ΔS системы, совершившей цикл Карно?

Ответы: 1) $\Delta S = 0$; 2) $\Delta S > 0$; 3) $\Delta S < 0$.

10.5. Сколько **правильных** значений изменения энтропии ΔS приведено ниже для цикла (либо его участков), изображенного на рисунке?



а) $\Delta S = 0$.

б) $\Delta S = \frac{m}{\mu} C_V \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T}$.

в) $\Delta S = \frac{m}{\mu} C_V \int_{T_1}^{T_4} \frac{dT}{T}$.

г) $\Delta S = \Delta S_{1 \rightarrow 2} + \Delta S_{4 \rightarrow 1}$.

д) $\Delta S = \frac{m}{\mu} C_V \left(\ln \frac{T_2}{T_1} + \ln \frac{T_4}{T_3} \right)$.

Ответы: 1) а, в; 2) а, б, г; 3) а, б, д;
4) б, в; 5) б, г.