

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКА В ТЕСТАХ.
ЧАСТЬ II. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

ДГТУ
Ростов-на-Дону
2022

РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАКСВЕЛЛА И БОЛЬЦМАНА

ЗАДАНИЕ № 1

Число молекул в стакане воды примерно равно (молярная масса воды 18 г/моль)...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

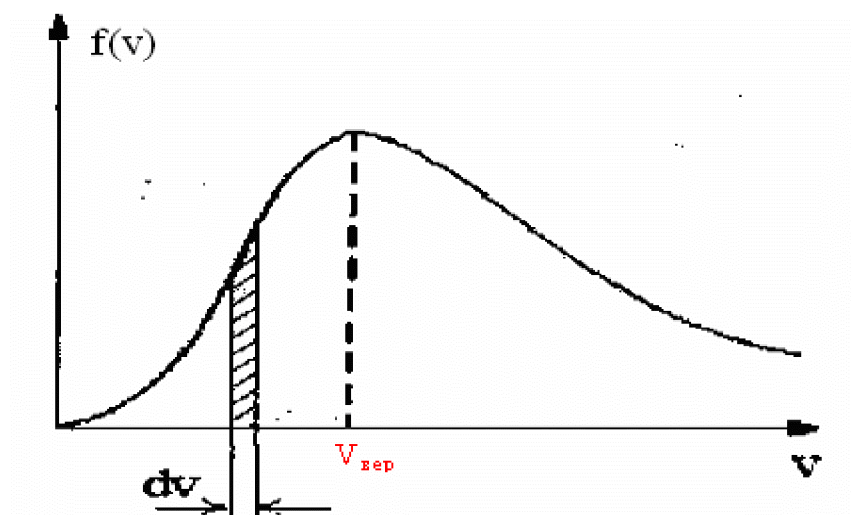
- 1) 10^{22} ; 2) 10^{20} ; 3) 10^{26} ; 4) 10^{28} ; 5) 10^{24} .

Указание

Число молекул $N = \frac{m}{\mu} N_A$, где N_A – число Авогадро ($N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$).

ЗАДАНИЕ № 2

На рисунке представлен график функции распределения молекул идеального газа по скоростям (распределение Максвелла), где $f(v) = (dN/dv)/N$ – доля молекул, скорости которых заключены в интервале скоростей от v до $v+dv$ в расчете на единицу этого интервала.



Выберите верные утверждения.

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

1. С ростом температуры площадь под кривой растет.
2. С ростом температуры максимум кривой смещается вправо.
3. С ростом температуры величина максимума растет.
4. Площадь заштрихованной полоски равна доле молекул со скоростями в интервале от v до $v + dv$.

ЗАДАНИЕ № 3

Как изменится характер распределения молекул газа по скоростям при уменьшении массы молекул газа при неизменной температуре?
Выберите верные утверждения.

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

1. Площадь под кривой распределения уменьшится.
2. Площадь под кривой распределения не изменится.
3. Максимум функции распределения сместится в сторону меньших скоростей.
4. Максимум функции распределения сместится в сторону больших скоростей.
5. Положение максимума функции распределения не изменится.

Указание к заданиям № 2, 3

Наиболее вероятная скорость движения молекул газа: $V_{\text{вер}} = \sqrt{\frac{2kT}{m_0}}$ (m_0 – масса молекулы газа).

ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ И ТЕПЛОЕМКОСТЬ ГАЗОВ ПЕРВОЕ НАЧАЛО ТЕРМОДИНАМИКИ

ЗАДАНИЕ № 4

Укажите, в какой из приведенных единиц измерения не может быть выражена постоянная Больцмана.

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) Дж/К; 2) $\text{кгм}^2/(\text{с}^2\text{К})$; 3) $\text{кгм}^2/(\text{сК})$; 4) Нм/К; 5) эВ/К.

ЗАДАНИЕ № 5

Средняя кинетическая энергия молекул газа при температуре T зависит от их структуры, что связано с возможностью различных видов движения атомов в молекуле. При условии, что имеют место только поступательное и вращательное движения, средняя кинетическая энергия молекул азота (N_2) равна ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) $kT/2$; 2) $3kT/2$; 3) $5kT/2$; 4) $3kT$; 5) $7kT/2$.

ЗАДАНИЕ № 6

В классическом описании газа из N двухатомных молекул используются две возможные модели для молекулы:

1 модель

2 модель

O—O

O--O

Жесткая гантель

Упругая гантель

Какое из следующих утверждений верно для этого газа?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

1. Удельная теплоемкость для второй модели меньше, чем для первой модели.
2. Модель 1 всегда корректна.
3. Модель 2 всегда корректна.
4. Модель 1 имеет теплоемкость $C_V = (3/2)kN_A$ (k – постоянная Больцмана).
5. Выбор модели зависит от температуры.

Указания к заданиям № 4 – 6

Средняя кинетическая энергия молекулы идеального газа при температуре T равна $\varepsilon = \frac{i}{2}kT$. Здесь $i = n_n + n_{вр} + 2n_k$, где n_n , $n_{вр}$ и n_k – число степеней свободы поступательного, вращательного и колебательного движений молекулы.

Молярная теплоемкость при постоянном объеме C_V и при постоянном давлении C_P : $C_V = \frac{\Delta U}{\nu \cdot \Delta T}$; $C_P = \frac{\Delta U + A}{\nu \cdot \Delta T}$,

где ΔU – изменение внутренней энергии; A – работа над внешними телами; ν – число молей; ΔT – изменение температуры.

$C_V = \frac{i}{2}R$; $C_P = \frac{i+2}{2}R$ (i – число степеней свободы молекулы).

$C_P - C_V = R$ – уравнение Майера. $R = kN_A$ (N_A – число Авогадро).

Для многоатомных молекул число степеней свободы, проявляющихся в теплоемкости газа, зависит от температуры. С повышением температуры, кроме степеней свободы поступательного движения, увеличивается роль степеней свободы вращательного и колебательного движений молекулы.

ЗАДАНИЕ № 7

Состояние идеального газа определяется значениями параметров: T_0, p_0, V_0 , где T – термодинамическая температура, p – давление, V – объем газа. Определенное количество газа перевели из состояния (p_0, V_0) в состояние $(2p_0, V_0/3)$. При этом его внутренняя энергия...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) не изменилась ; 2) уменьшилась ; 3) увеличилась.

Указания

Уравнение Клапейрона-Менделеева: $pV = \frac{m}{\mu} RT$.

Изменение внутренней энергии идеального газа: $\Delta U = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} R \Delta T$ ($\Delta T = T_2 - T_1$).

ЗАДАНИЕ № 8

Если ΔU – изменение внутренней энергии идеального газа, A – работа газа, Q – количество теплоты, сообщаемое газу, то для адиабатного расширения газа справедливы соотношения...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) $Q > 0$; $A > 0$; $\Delta U = 0$;
 2) $Q < 0$; $A < 0$; $\Delta U = 0$;
 3) $Q = 0$; $A < 0$; $\Delta U > 0$;
 4) $Q = 0$; $A > 0$; $\Delta U < 0$.

ЗАДАНИЕ № 9

Если ΔU – изменение внутренней энергии идеального газа, A – работа газа, Q – количество теплоты, сообщаемое газу, то для изотермического сжатия газа справедливы соотношения...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) $Q = 0$; $A < 0$; $\Delta U > 0$;
 2) $Q < 0$; $A > 0$; $\Delta U = 0$;
 3) $Q > 0$; $A < 0$; $\Delta U < 0$;
 4) $Q < 0$; $A < 0$; $\Delta U = 0$.

ЗАДАНИЕ № 10

Если ΔU – изменение внутренней энергии идеального газа, A – работа газа, Q – количество теплоты, сообщаемое газу, то для изобарного расширения газа справедливы соотношения...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) $Q=0$; $A>0$; $\Delta U<0$;
- 2) $Q>0$; $A>0$; $\Delta U>0$;
- 3) $Q<0$; $A<0$; $\Delta U>0$;
- 4) $Q>0$; $A>0$; $\Delta U=0$.

ЗАДАНИЕ № 11

Если ΔU – изменение внутренней энергии идеального газа, A – работа газа, Q – количество теплоты, сообщаемое газу, то для изохорного нагревания газа справедливы соотношения...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) $Q=0$; $A<0$; $\Delta U>0$;
- 2) $Q<0$; $A=0$; $\Delta U>0$;
- 3) $Q>0$; $A=0$; $\Delta U>0$;
- 4) $Q>0$; $A>0$; $\Delta U>0$.

Указания к заданиям № 8 - 11

Уравнение адиабатного ($Q=0$) процесса в координатах (V, T): $TV^{\gamma-1} = \text{const}$.

Работа при адиабатном процессе: $A = \frac{m}{\mu} C_V (T_1 - T_2)$.

Уравнение изотермического ($T=\text{const}$) процесса: $pV = \text{const}$.

Работа при изотермическом процессе: $A = \frac{m}{\mu} RT \ln \frac{V_2}{V_1}$.

Уравнение изобарного ($p=\text{const}$) процесса: $\frac{V}{T} = \text{const}$.

Работа при изобарном процессе: $A = p(V_2 - V_1)$.

Уравнение изохорного ($V=\text{const}$) процесса: $\frac{p}{T} = \text{const}$.

Работа при изохорном процессе: $A = 0$.

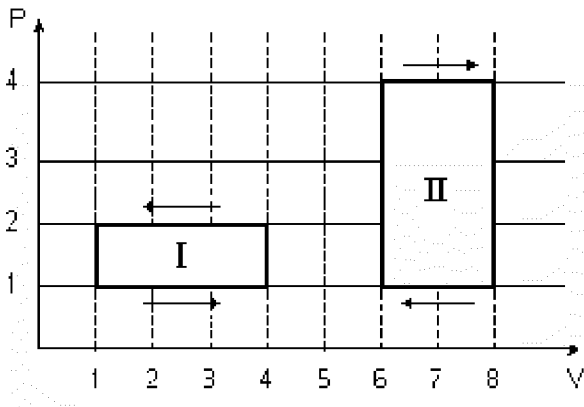
Изменение внутренней энергии: $\Delta U = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} R \Delta T$ ($\Delta T = T_2 - T_1$).

Первое начало термодинамики: $Q = \Delta U + A$.

ВТОРОЕ НАЧАЛО ТЕРМОДИНАМИКИ. ЭНТРОПИЯ. ЦИКЛЫ.

ЗАДАНИЕ № 12

На (p, V) -диаграмме изображены два циклических процесса. Отношение работ, совершенных в каждом цикле A_I/A_{II} , равно...



ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) 2 ; 2) $-1/2$;
3) -2 ; 4) $1/2$.

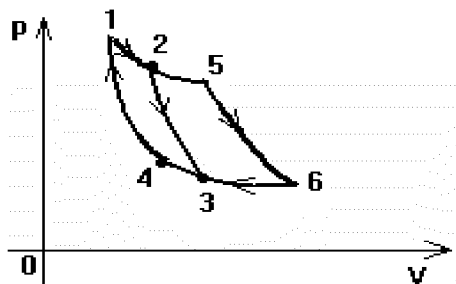
Указания

Работа при круговом процессе: $A = \oint p dV = Q$.

Работа A при круговом процессе равна по величине площади, ограниченной замкнутой кривой (контуром) зависимости $p(V)$ на графике кругового процесса в координатах (p, V) , а знак (+ или -) определяется направлением обхода по контуру (по часовой стрелке “+”, против часовой стрелки “-”).

ЗАДАНИЕ № 13

На рисунке 1-2-5 – изотерма, 6-3-4 – изотерма, 2-3, 5-6, 4-1 – адиабаты. Рассматриваются 2 цикла: I – 12341, II – 15641. Какое из соотношений для КПД циклов справедливо?



ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) $\eta_1 < \eta_2$;
2) $\eta_1 > \eta_2$;
3) $\eta_1 = \eta_2$.

ЗАДАНИЕ № 14

Тепловая машина работает по циклу Карно. Если температуру нагревателя увеличить, то КПД цикла...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) не изменится ; 2) уменьшится ; 3) увеличится .

ЗАДАНИЕ № 15

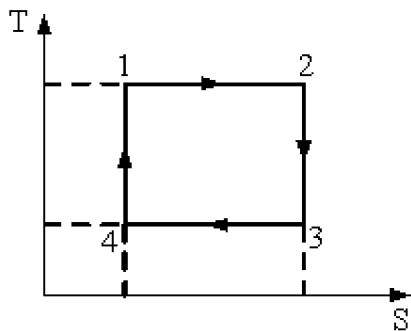
Тепловая машина работает по циклу Карно. Если температуру холодильника увеличить, то КПД цикла...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) не изменится ; 2) уменьшится ; 3) увеличится .

ЗАДАНИЕ № 16

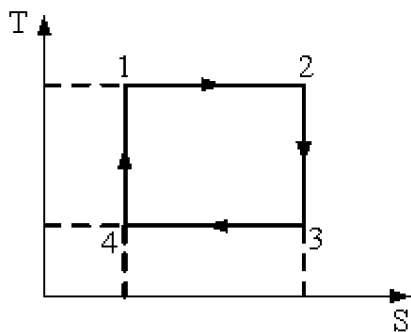
На рисунке изображен цикл Карно в координатах (T , S), где S – энтропия. Теплота подводится к системе на участке ...

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

- 1) 1 – 2 ; 2) 2 – 3 ;
3) 3 – 4 ; 4) 4 – 1 .

ЗАДАНИЕ № 17

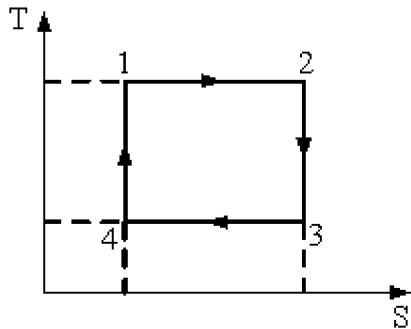
На рисунке изображен цикл Карно в координатах (T , S), где S – энтропия. Изотермическое расширение происходит на этапе ...

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

- 1) 1 – 2 ; 2) 2 – 3 ;
3) 3 – 4 ; 4) 4 – 1 .

ЗАДАНИЕ № 18

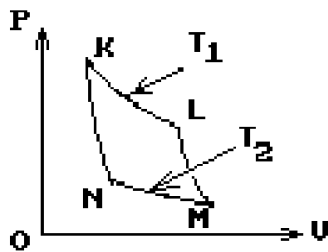
На рисунке изображен цикл Карно в координатах (T,S), где S – энтропия. Адиабатное сжатие происходит на этапе ...

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

- 1) 1 – 2 ; 2) 2 – 3 ;
3) 3 – 4 ; 4) 4 – 1.

ЗАДАНИЕ № 19

Система совершает цикл Карно, получая количество теплоты Q_1 от нагревателя при температуре T_1 и отдавая количество теплоты Q_2 холодильнику при температуре T_2 . Все следующие утверждения верны, за исключением:

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

1. Энтропия нагревателя уменьшается.
2. КПД цикла не зависит от природы рабочего тела.
3. Выполненная работа равна $Q_1 - Q_2$.
4. $Q_1/T_1 = Q_2/T_2$.
5. Энтропия системы возрастает.

Указания к заданиям № 13 – 19

КПД цикла Карно: $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$,

где Q_1 – количество теплоты, полученное рабочим телом от нагревателя при температуре нагревателя T_1 ,

Q_2 – количество теплоты, отданное рабочим телом холодильнику при температуре холодильника T_2 .

Цикл Карно состоит из чередующихся двух изотерм (расширения при температуре нагревателя T_1 и сжатия при температуре холодильника T_2) и двух адиабат (расширения и сжатия).

Второе начало термодинамики: при необратимых процессах энтропия возрастает.

ЯВЛЕНИЯ ПЕРЕНОСА

ЗАДАНИЕ № 20

Явление диффузии имеет место при наличии градиента ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) температуры ;
- 2) электрического заряда ;
- 3) скорости слоев жидкости или газа ;
- 4) концентрации .

ЗАДАНИЕ № 21

При нагревании тела градиент температуры направлен вдоль оси $+OY$.
В каком направлении происходит перенос тепла?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) $+OX$; 2) $-OZ$; 3) $-OY$; 4) $+OZ$; 5) $+OY$.

ЗАДАНИЕ № 22

В жидкости вектор градиента концентрации примеси направлен вдоль оси $+OX$.
В каком направлении происходит перенос массы примеси?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) $+OZ$; 2) $+OX$; 3) $-OZ$; 4) $+OY$; 5) $-OX$.

Указания к заданиям № 20 – 22

Закон теплопроводности Фурье: $Q = -\lambda \frac{dT}{dx} S t$, где Q – теплота, прошедшая посредством теплопроводности через площадь S за время t в направлении x , перпендикулярном площадке S ;

$\frac{dT}{dx}$ – градиент температуры T вдоль оси x ;

λ – коэффициент теплопроводности.

Закон диффузии Фика: $m = -D \frac{d\rho}{dx} S t$ где m – масса вещества, переносимая посредством диффузии через площадь S за время t в направлении x , перпендикулярном площадке S ;

$\frac{d\rho}{dx}$ – градиент плотности вещества ρ вдоль оси x ;

D – коэффициент диффузии.