

Тихомиров Ю.В.

СБОРНИК

контрольных вопросов и заданий с ответами

для виртуального физпрактикума

4_0. ТЕПЛОЕМКОСТЬ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА

Москва - 2011

ЗАДАНИЕ 1

Опишите модель «идеальный газ».

ИДЕАЛЬНЫМ ГАЗОМ называют модель, состоящую из очень большого количества частиц, которые вне контакта не взаимодействуют друг с другом (движутся свободно), а при контакте сталкиваются абсолютно упруго. *

ВОПРОС 2

Для какого физического газа можно применить модель «идеальный газ»? «ИДЕАЛЬНЫЙ ГАЗ» – это название модели, применимой к физическому газу, находящемуся в сильно разреженном состоянии (при не слишком больших давлениях и достаточно высоких температурах). *

ВОПРОС 3

Какова модель частицы в атомарном идеальном газе?

Моделью частицы (молекулы) атомарного идеального газа является абсолютно упругий шар. *

ВОПРОС 4

Как движется частица в атомарном газе?

Частица в атомарном газе между столкновениями движется поступательно. *

ВОПРОС 5

Какова модель частицы в молекулярном газе?

Для МОЛЕКУЛЯРНЫХ газов, частицами которых являются молекулы, состоящие из нескольких атомов, модель молекулы имеет вид совокупности упругих шаров, соединенных друг с другом идеальными стержнями или идеальными пружинами. *

ВОПРОС 6

Как движется частица в молекулярном газе?

В общем случае молекула газа движется поступательно, вращается, а атомы в молекуле колеблются. *

ВОПРОС 7

Что такое тепловое движение частицы газа?

Любое хаотическое движение молекулы газа и атомов внутри молекулы является тепловым. *

ВОПРОС 8

Как сталкиваются частицы атомарного идеального газа?

Частицы атомарного идеального газа (атомы) сталкиваются, как абсолютно упругие шары. *

ВОПРОС 9

Какие законы сохранения выполняются при столкновении частиц атомарного идеального газа?

При столкновении частиц атомарного идеального газа выполняются законы сохранения импульса и кинетической энергии поступательного движения.*

ВОПРОС 10

Что такое внутренняя энергия идеального газа?

Внутренняя энергия идеального газа U есть сумма кинетических энергий E_{ki} всех частиц (молекул):

$$U = \sum_{i=1}^N E_{ki} . *$$

ЗАДАНИЕ 11

Напишите формулу для внутренней энергии атомарного идеального газа.

Формула внутренней энергии U атомарного идеального газа, состоящего из N атомов, имеет вид

$$U = N \cdot (3/2) \cdot kT . *$$

ЗАДАНИЕ 12

Напишите формулу для внутренней энергии молекулярного идеального газа.

Внутренняя энергия U молекулярного идеального газа, состоящего из N молекул, обладающих i степенями свободы каждая

$$U = N \cdot (i/2) \cdot kT . *$$

ВОПРОС 13

Что такое тепловая энергия?

Тепловой называется энергия, которая передается телу (или отбирается у тела) без совершения работы.*

ЗАДАНИЕ 14

Сформулируйте и запишите первый закон термодинамики.

Увеличить внутреннюю энергию системы частиц (макросистемы) на величину dU можно двумя способами: 1) совершив работу над системой $dA_{\text{НАД}}$ и 2) сообщив системе некоторое количество теплоты dQ .

Математически

$$dU = dA_{\text{НАД}} + dQ . *$$

ВОПРОС 15

Что такое работа газа $dA_{\text{ГАЗА}}$ и работа над газом $dA_{\text{НАД}}$?

Работа газа

$$dA_{\text{ГАЗА}} = p dV,$$

работа над газом

$$dA_{\text{НАД}} = -pdV . *$$

ВОПРОС 16

Какому уравнению подчиняется состояние идеального газа? Напишите его.
Уравнением состояния идеального газа является уравнение Менделеева-Клапейрона, которое для одного киломоля имеет вид:

$$p \cdot V = R \cdot T . *$$

ЗАДАНИЕ 17

Дайте определение теплоемкости тела.

ТЕПЛОЕМКОСТЬЮ тела называют его способность накапливать тепловую энергию при малом изменении температуры:

$$C_{\text{ТЕЛА}} = dQ/dT . *$$

ЗАДАНИЕ 18

Дайте определение удельной теплоемкости.

УДЕЛЬНОЙ теплоемкостью вещества $C_{\text{ВЕЩ}}$ называется отношение теплоемкости $C_{\text{ТЕЛА}}$ к массе тела m :

$$C_{\text{ВЕЩ}} = C_{\text{ТЕЛА}}/m . *$$

ЗАДАНИЕ 19

Дайте определение молярной теплоемкости.

МОЛЯРНОЙ (киломольной) называют теплоемкость тела, количество вещества которого равно 1 киломолю. *

ЗАДАНИЕ 20

Напишите формулу для теплоемкости при постоянном объеме.

$$\text{Теплоемкость при постоянном объеме } C_V = (dQ/dT)_{V=\text{const}} . *$$

ЗАДАНИЕ 21

Напишите формулу для теплоемкости молекулярного идеального газа при постоянном давлении.

Теплоемкость молекулярного идеального газа при постоянном давлении:

$$C_p = [(i/2) + 1](m/\mu) \cdot R . *$$

ВОПРОС 22

Что такое число степеней свободы?

ЧИСЛО (количество) СТЕПЕНЕЙ СВОБОДЫ есть минимальное количество независимых движений, суперпозиция которых дает любое движение молекулы. *

ЗАДАНИЕ 23

Напишите общую формулу для числа степеней свободы.

Общая формула для числа степеней свободы:

$$i = 3 + n_{\text{вр}} + 2n_{\text{кол}} . *$$

ВОПРОС 24

Чему равно число степеней свободы для одноатомной молекулы?

Одноатомная молекула может совершать только поступательное движение, поэтому ее число степеней свободы $i = 3$. *

ЗАДАНИЕ 25

Вычислите число степеней свободы для двухатомной молекулы с жесткой связью.

Любое движение двухатомной молекулы с жесткой связью можно представить, как совокупность поступательного движения и двух элементарных вращений, поэтому ее число степеней свободы $i = 5$. *

ЗАДАНИЕ 26

Вычислите число степеней свободы для двухатомной молекулы с упругой связью.

Любое движение двухатомной молекулы с упругой связью можно представить, как совокупность поступательного, двух элементарных вращений и одного колебания, поэтому ее число степеней свободы $i = 7$. *

ЗАДАНИЕ 27

Напишите формулу, выражающую отношение теплоемкостей γ , как функцию числа степеней свободы i молекулы идеального газа.

Отношение теплоемкостей γ зависит от числа степеней свободы i следующим образом

$$\gamma = (1 + 2/i) . *$$

ЗАДАНИЕ 28

Дайте определение изопротесса.

Изопротессом называется процесс в газе, происходящий при условии, что не меняется один из макропараметров. *

ЗАДАНИЕ 29

Перечислите известные изопроцессы.

Процесс, при котором не меняется температура, называется изотермическим.

Процесс, при котором не меняется объем, называется изохорическим.

Процесс, при котором не меняется давление, называется изобарическим. *

ЗАДАНИЕ 30

Напишите уравнение и нарисуйте PV -диаграмму изотермического процесса.

Уравнение изотермического процесса: $P \cdot V = \text{const.}$ *

ЗАДАНИЕ 31

Напишите уравнение и нарисуйте VT -диаграмму изобарического процесса.

Уравнение изобарического процесса: $V/T = \text{const.}$ *

ЗАДАНИЕ 32

Напишите уравнение и нарисуйте PT -диаграмму изохорического процесса.

Уравнение изохорического процесса: $P/T = \text{const.}$ *