

Тепловой баланс, тепловое равновесие

1. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате 29°C на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до 27°C . По результатам этих экспериментов определите абсолютную и относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. Поясните, почему конденсация паров воды в воздухе может начинаться при различных значениях температуры. Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре показано в таблице:

$t, ^\circ\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16	19	21	23	25	27	29	40	60
$p, \text{гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18	22	25	28	32	36	40	74	200
$\rho, \text{г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6	16,3	18,4	20,6	23,0	25,8	28,7	51,2	130,5

Задание 29 № 2939

2. В калориметре находился 1 кг льда. Чему равна первоначальная температура льда, если после добавления в калориметр 20 г воды, имеющей температуру 20°C , в калориметре установилось тепловое равновесие при -2°C ? Теплообменом с окружающей средой и теплоемкостью калориметра пренебречь.

Задание 29 № 2987

3. В калориметре находился лед при температуре $t_1 = -5^\circ\text{C}$. Какой была масса m_1 льда, если после добавления в калориметр $m_2 = 4 \text{ кг}$ воды, имеющей температуру $t_2 = 20^\circ\text{C}$, и установления теплового равновесия температура содержимого калориметра оказалась равной $t = 0^\circ\text{C}$, причем в калориметре была только вода?

Задание 29 № 2988

4. В калориметре находился 1 кг льда. Какой была температура льда, если после добавления в калориметр 15 г воды, имеющей температуру 20°C , в калориметре установилось тепловое равновесие при -2°C ? Теплообменом с окружающей средой и теплоемкостью калориметра пренебречь.

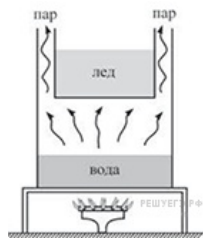
Задание 29 № 3073

5. В 2012 году зима в Подмосковье была очень холодной, и приходилось использовать системы отопления дачных домов на полную мощность. В одном из них установлено газовое отопительное оборудование с тепловой мощностью 17,5 кВт и КПД 85%, работающее на природном газе — метане CH_4 . Сколько пришлось заплатить за газ хозяевам дома после месяца (30 дней) отопления в максимальном режиме? Цена газа составляла на этот период 3 рубля 30 копеек за 1 кубометр газа, удельная теплота сгорания метана $50,4 \text{ МДж/кг}$. Можно считать, что объём потреблённого газа измеряется счётчиком при нормальных условиях. Ответ округлите до целого числа рублей в меньшую сторону.

Задание 29 № 3670

6.

На газовую плиту поставили сосуд, в котором находится 0,5 литра воды при температуре $+20^\circ\text{C}$. В верхней части сосуда имеется ёмкость с 1 кг льда при температуре 0°C (см. рисунок). Пары воды могут выходить из сосуда, обтекая ёмкость со льдом. Что и при какой температуре окажется в верхней ёмкости к моменту, когда вся вода в сосуде испарится? Считать, что на нагревание ёмкости расходуется 50% теплоты, получаемой водой в сосуде. Испарением воды при температуре ниже $+100^\circ\text{C}$, а также теплоемкостью стенок сосуда и ёмкости пренебречь.



Задание 29 № 3688

7. Среднеквадратичная скорость молекул идеального одноатомного газа, заполняющего закрытый сосуд, равна $\bar{v} = 450 \text{ м/с}$. Как и на сколько изменится среднеквадратичная скорость молекул этого газа,

если давление в сосуде вследствие охлаждения газа уменьшить на 19%?

Задание 29 № 3695

8. Теплоизолированный цилиндр разделён подвижным теплопроводным поршнем на две части. В одной части цилиндра находится гелий, а в другой — аргон. В начальный момент температура гелия равна 300 К , а аргона — 900 К ; объёмы, занимаемые газами, одинаковы, а поршень находится в равновесии. Поршень медленно перемещается без трения. Теплоёмкость поршня и цилиндра пренебрежимо мала. Чему равно отношение внутренней энергии гелия после установления теплового равновесия к его энергии в начальный момент?

Источник: Демонстрационная версия ЕГЭ—2013 по физике.

Задание 29 № 3814

9. Теплоизолированный цилиндр разделён подвижным теплопроводящим поршнем на две части. В одной части цилиндра находится гелий, а в другой — аргон. В начальный момент температура гелия равна 300 К , а аргона — 900 К , объёмы, занимаемые газами, одинаковы, а поршень находится в равновесии.

Во сколько раз изменится объём, занимаемый гелием, после установления теплового равновесия, если поршень перемещается без трения? Теплоёмкостью цилиндра и поршня пренебречь.

Задание 29 № 4149

10. В теплоизолированном цилиндре, разделённом на две части тонким невесомым теплопроводящим поршнем, находится идеальный одноатомный газ. В начальный момент времени поршень закреплён, а параметры состояния газа - давление, объём и температура - в одной части цилиндра равны $p_1 = 1 \text{ атм}$, $V_1 = 1 \text{ л}$ и $T_1 = 300 \text{ К}$, а в другой, соответственно, $p_2 = 2 \text{ атм}$, $V_2 = 1 \text{ л}$ и $T_2 = 600 \text{ К}$. Поршень отпускают, и он начинает двигаться без трения. Какое давление газа установится в цилиндре спустя достаточно долгое время, когда будет достигнуто состояние равновесия? Теплоёмкостями цилиндра и поршня можно пренебречь.

Источник: МИОО: Диагностическая работа по физике

Задание 29 № 4217

21.03.2013 вариант ФИ1401.

11. В теплоизолированном цилиндре, разделённом на две части тонким невесомым теплопроводящим поршнем, находится идеальный одноатомный газ. В начальный момент времени поршень закреплён, а параметры состояния газа - давление, объём и температура - в одной части цилиндра равны $p_1 = 2 \text{ атм}$, $V_1 = 2 \text{ л}$ и $T_1 = 300 \text{ К}$, а в другой, соответственно, $p_2 = 4 \text{ атм}$, $V_2 = 3 \text{ л}$ и $T_2 = 450 \text{ К}$. Поршень отпускают, и он начинает двигаться без трения. Какое давление газа установится в цилиндре спустя достаточно долгое время, когда будет достигнуто состояние равновесия? Теплоёмкостями цилиндра и поршня можно пренебречь.

Источник: МИОО: Диагностическая работа по физике

Задание 29 № 4252

21.03.2013 вариант ФИ1402.

12. Для отопления обычной московской квартиры площадью $S = 60 \text{ м}^2$ в месяц требуется при сильных морозах, судя по квитанциям ЖКХ, примерно 1 гигакалория теплоты ($1 \text{ кал} \approx 4,2 \text{ Дж}$). Она получается в основном при сжигании на московских теплоэлектростанциях природного газа - метана с КПД η преобразования энергии экзотермической реакции в теплоту около 50 %. Уравнение этой химической реакции имеет вид:

$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + Q$, где $Q \approx 1,33 \cdot 10^{-18} \text{ Дж}$. Представим себе, что пары воды, получившиеся в результате сжигания метана, сконденсировались, замёрзли на морозе и выпали в виде снега на крыше дома, равной по площади квартире. Будем считать плотность такого снега равной 100 кг/м^3 .

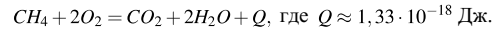
Какова будет толщина h слоя снега, выпавшего за месяц в результате этого процесса?

Источник: МИОО: Тренировочная работа по физике 11.04.2013 вариант ФИ1501.

Задание 29 № 4368

13. Для отопления обычной московской квартиры площадью $S = 63 \text{ м}^2$ в месяц требуется при сильных морозах, судя по квитанциям ЖКХ, примерно 1 гигакалория теплоты ($1 \text{ кал} \approx 4,2 \text{ Дж}$). Она получа-

ется в основном при сжигании на московских теплоэлектростанциях природного газа - метана с КПД η преобразования энергии экзотермической реакции в теплоту около 50 %. Уравнение этой химической реакции имеет вид:



Представим себе, что пары воды, получившиеся в результате сжигания метана, сконденсировались, замёрзли на морозе и выпали в виде снега на крыше дома, равной по площади квартире. Будем считать плотность такого снега равной 100 кг/м^3 .

Какова будет толщина h слоя снега, выпавшего за месяц в результате этого процесса?

Источник: МИОО: Тренировочная работа по физике 11.04.2013 Задание 29 № 4403
вариант ФИ1502.

14. В цилиндре объёмом $V = 10 \text{ л}$ под поршнем находится воздух с относительной влажностью $r = 60\%$ при комнатной температуре $T = 293 \text{ К}$ под давлением $p = 1 \text{ атм}$. Воздух сжимают до объема $V/2$, поддерживая его температуру постоянной. Какая масса m воды сконденсируется к концу процесса сжатия? Давление насыщенного пара воды при данной температуре равно $p_n = 17,5 \text{ мм рт. ст.}$

Источник: МИОО: Тренировочная работа по физике 17.10.2013 Задание 29 № 5744
вариант ФИ10101.

15. В цилиндре объёмом $V = 9 \text{ л}$ под поршнем находится воздух с относительной влажностью $r = 80\%$ при комнатной температуре $T = 293 \text{ К}$ под давлением $p = 1 \text{ атм}$. Воздух сжимают до объема $V/3$, поддерживая его температуру постоянной. Какая масса m воды сконденсируется к концу процесса сжатия? Давление насыщенного пара воды при данной температуре равно $p_n = 17,5 \text{ мм рт. ст.}$

Источник: МИОО: Тренировочная работа по физике 17.10.2013 Задание 29 № 5779
вариант ФИ10102.

16. Некоторое количество азота находится в замкнутом сосуде при давлении 1 атм. Когда температуру сосуда повысили до 3000 К, давление увеличилось до 15 атм, при этом половина имевшихся молекул азота распалась на атомы. Какой была температура газа до нагревания?

Источник: ЕГЭ по физике 08.05.2014. Досрочная волна, резервный день. Вариант 201. Задание 29 № 6433

17. Некоторое количество азота находится в замкнутом сосуде при температуре 300 К и давлении 2 атм. Когда температуру сосуда повысили до 3000 К, часть молекул азота распалась на атомы, и в результате этого давление увеличилось до 30 атм. Какая часть молекул азота распалась на атомы?

Источник: ЕГЭ по физике 08.05.2014. Досрочная волна, резервный день. Вариант 202. Задание 29 № 6468

18. В калориметре находится лёд при температуре -10°C . В него добавляют 50 г воды, имеющей температуру 30°C . После установления теплового равновесия температура содержимого калориметра оказалась равной -2°C . Определите первоначальную массу льда в калориметре. Теплообменом с окружающей средой и теплоёмкостью калориметра пренебречь.

Источник: СтатГрад: Диагностическая работа по физике 06.02.2015 Вариант ФИ10401. Задание 29 № 6749

19. Теплоизолированный сосуд объёмом $V = 4 \text{ м}^3$ разделен пористой перегородкой на две равные части. В начальный момент в одной части сосуда находится 1 моль гелия, а в другой 1 моль неона. Атомы гелия могут свободно проникать через перегородку, а атомы неона — нет. Начальная температура гелия равна температуре неона: $T = 400 \text{ К}$. Определите внутреннюю энергию газа в той части сосуда,

где первоначально находился неон, после установления равновесия в системе.

Источник: СтатГрад: Диагностическая работа по физике 06.02.2015 Вариант ФИ10402.

20. Два сосуда объёмами 20 л и 30 л, соединённые трубкой с краном, содержат влажный воздух при комнатной температуре. Относительная влажность в сосудах равна соответственно 30% и 40%. Если кран открыть, то какой будет относительная влажность воздуха в сосудах после установления теплового равновесия, считая температуру постоянной?

Источник: ЕГЭ — 2015. Досрочная волна. Задание 29 № 6911

21. В калориметр поместили $m = 200 \text{ г}$ льда при температуре $t_1 = -18^\circ\text{C}$, затем сообщили льду количество теплоты $Q = 120 \text{ кДж}$ и добавили в калориметр еще $M = 102 \text{ г}$ льда при температуре $t_2 = 0^\circ\text{C}$. Какая температура t_3 установилась в калориметре в состоянии равновесия? Теплообменом содержимого калориметра с окружающей средой и теплоёмкостью калориметра можно пренебречь.

Источник: СтатГрад: Тренировочная работа по физике 14.04.2015 Вариант ФИ10601. Задание 29 № 6943

22. В калориметр поместили $m = 100 \text{ г}$ льда при температуре $t_1 = -10^\circ\text{C}$, затем сообщили льду количество теплоты $Q = 100 \text{ кДж}$ и добавили в калориметр ещё $M = 200 \text{ г}$ льда при температуре $t_2 = 0^\circ\text{C}$. Какая температура t_3 установилась в калориметре в состоянии равновесия? Теплообменом содержимого калориметра с окружающей средой и теплоёмкостью калориметра можно пренебречь.

Источник: СтатГрад: Тренировочная работа по физике 14.04.2015 Вариант ФИ10602. Задание 29 № 6975

23. Теплоизолированный горизонтальный сосуд разделён пористой перегородкой на две равные части. В начальный момент в левой части сосуда находится $\nu = 2$ моль гелия, а в правой — такое же количество моль аргона. Атомы гелия могут проникать через перегородку, а для атомов аргона перегородка непроницаема. Температура гелия равна температуре аргона: $T = 300 \text{ К}$. Определите отношение внутренних энергий газов по разные стороны перегородки после установления термодинамического равновесия.

Источник: Демонстрационная версия ЕГЭ—2016 по физике. Задание 29 № 7201

24. В цилиндре под поршнем находится некоторое количество идеального одноатомного газа, среднеквадратичная скорость молекул которого равна $u = 400 \text{ м/с}$. В результате некоторого процесса объём газа увеличился на $a = 80\%$, а давление уменьшилось на $b = 20\%$. Каким стало новое значение ν среднеквадратичной скорости молекул этого газа?

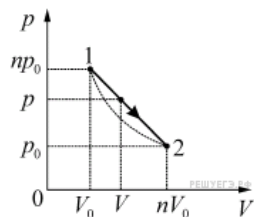
Источник: СтатГрад: Тренировочная работа по физике 22.03.2016 Вариант ФИ10403. Задание 29 № 7717

25. В цилиндре под поршнем находится некоторое количество идеального одноатомного газа, среднеквадратичная скорость молекул которого равна $u = 440 \text{ м/с}$. В результате некоторого процесса объём газа уменьшился на $\alpha = 20\%$, а давление выросло на $\beta = 80\%$. Каким стало новое значение ν среднеквадратичной скорости молекул этого газа?

Источник: СтатГрад: Тренировочная работа по физике 22.03.2016 Вариант ФИ10404. Задание 29 № 7749

26. Процесс 1–2 с идеальным газом, изображённый на p – V -диаграмме, имеет вид прямой линии $p(V)$, соединяющей две точки (1 и 2), лежащие на одной изотерме. Во сколько раз максимальная температура T_m в этом процессе превышает температуру T_0 на изотерме? Параметры точек 1 и 2 (давления и объёмы) приведены на рисунке, $n = 5$.

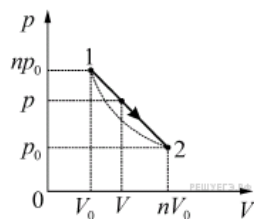
Источник: СтатГрад: Тренировочная работа по физике
29.04.2016 Вариант ФИ10503



Задание 29 № 7806

27. Процесс 1–2 с идеальным газом, изображённый на p – V -диаграмме, имеет вид прямой линии $p(V)$, соединяющей две точки (1 и 2), лежащие на одной изотерме. Во сколько раз максимальная температура T_m в этом процессе превышает температуру T_0 на изотерме? Параметры точек 1 и 2 (давления и объёмы) приведены на рисунке, $n = 3$.

Источник: СтатГрад: Тренировочная работа по физике
29.04.2016 Вариант ФИ10504



Задание 29 № 7838

28. В начальный момент времени газ имел давление $p_1 = 1,8 \cdot 10^5$ Па при $t = 100$ °С. Затем газ изотермически сжали в $k = 4$ раз. В результате давление газа увеличилось в 3 раза. Определите относительную влажность в начальный момент времени. Потерями вещества пренебречь.

Источник: ЕГЭ 20.06.2016 по физике. Основная волна

Задание 29 № 7910

29. Два одинаковых теплоизолированных сосуда соединены короткой трубкой с краном. Объём каждого сосуда $V = 1$ м³. В первом сосуде находится $\nu_1 = 1$ моль гелия при температуре $T_1 = 400$ К; во втором — $\nu_2 = 3$ моль аргона при температуре T_2 . Кран открывают. После установления равновесного состояния давление в сосудах $p = 5,4$ кПа. Определите первоначальную температуру аргона T_2 .

Источник: Демонстрационная версия ЕГЭ—2017 по физике.

Задание 29 № 8024

Ключ

№ п/п	№ задания	Ответ
1	2939	25,6