

ФИО _____

группа _____

1А	2А	3А	4А	5А	6А	Оценка

1 зад.	2 зад.	Σ баллов

Подпись преп. _____

ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ТЕРМОДИНАМИКЕ И МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ

9 июня 2018 г.

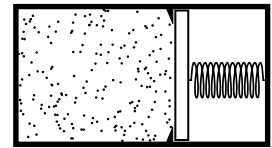
Вариант А

1А. (1,5) Акустический резонатор длиной $L = 70,0$ см заполнен углекислым газом CO_2 при температуре $22,0$ °С. Интервал между соседними резонансными частотами оказался равен $\Delta f = 192$ Гц. Определить молярную теплоёмкость углекислого газа при постоянном объёме C_V .

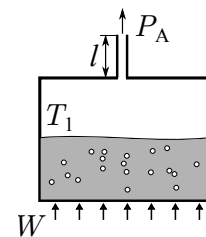
2А. (1,5) Сосуд объёмом $V = 1$ мл, заполненный воздухом, помещён в термостат с температурой $t = 35$ °С. Оценить, при каком давлении P в сосуде относительная среднеквадратичная флуктуация его внутренней энергии составит $\sqrt{\Delta E^2}/E \sim 0,01\%$.

3А. (1,5) В окрестности центра сферы радиусом R компактно сосредоточены $N \gg 1$ молекул с равновесным распределением по скоростям. Наиболее вероятная скорость молекул равна v_0 , масса молекулы m . Частицы разлетаются изотропно, не взаимодействуя между собой, и поглощаются стенками сферы. Найти давление на стенки в момент $t = R/v_0$.

4А. (2) Горизонтально расположенный теплоизолированный цилиндрический сосуд разделён на две части поршнем, прикрепленным пружиной к его правой стенке (см. рис.). Слева от поршня находится идеальный одноатомный газ, справа — вакуум. Пружина не деформирована, когда поршень находится у левой стенки сосуда. Исходно поршень удерживается защёлкой, при этом сила сжатия пружины в $n = 2$ раза превосходит силу давления, оказываемого газом на поршень. В некоторый момент защёлку убирают. Найти изменение молярной энтропии газа ΔS к моменту установления равновесия.



5А. (2) Закрытый сосуд с кипящей водой соединён с атмосферой через капилляр длины $\ell = 10$ см и радиуса $r = 0,30$ мм. Найти тепловую мощность W , которую необходимо подводить к жидкости для поддержания её кипения при температуре $t_1 = 101$ °С. Атмосферное давление $P_A = 100$ кПа, вязкость водяного пара $\eta = 1,2 \cdot 10^{-5}$ Па · с, теплота парообразования $\lambda = 2,3$ кДж/г. Считать, что на всей длине капилляра установилось вязкое ламинарное течение.



6А. (2,5) Вертикально расположенная пробирка высотой $h = 5$ см заполнена водой, в которой диспергированы в небольшом количестве наночастицы плотностью $\rho = 4$ г/см³ каждая. Система исходно находится в равновесии при температуре $T_0 = 3 \cdot 10^2$ К, а отношение максимальной и минимальной концентраций наночастиц равно $n_{\max}/n_{\min} = 1,1$. На дне сосуда размещают адсорбент, поглощающий все попадающие на него наночастицы. Оценить время, требуемое для очистки воды от примеси. Считать, что частицы имеют сферическую форму, а их сила трения в жидкости описывается формулой Стокса $F = 6\pi\eta r v$, где вязкость воды $\eta = 10^{-3}$ Па · с.

*Просим студентов пройти опрос о качестве работы преподавателей кафедры —
— сайт МФТИ, раздел Кафедры общей физики physics.mipt.ru*

ФИО _____

группа _____

1Б	2Б	3Б	4Б	5Б	6Б	Оценка

1 зад.	2 зад.	Σ баллов

Подпись преп. _____

ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ТЕРМОДИНАМИКЕ И МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ

9 июня 2018 г.

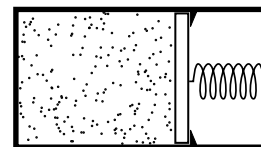
Вариант Б

1Б. (1,5) Акустический резонатор длиной $L = 45,0$ см заполнен смесью гелия ${}^4\text{He}$ и неона ${}^{20}\text{Ne}$ при температуре $24,0$ °С. Минимальная резонансная частота оказалась равна $f_0 = 952$ Гц. Определить мольные доли компонентов смеси.

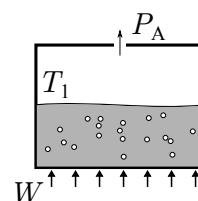
2Б. (1,5) Пылинка радиусом $r = 1$ мкм находится в воздухе при нормальных условиях. Найти среднеквадратичную флуктуацию числа молекул $\sqrt{\Delta N^2}$, ударяющихся о пылинку за $t = 10^{-3}$ с.

3Б. (1,5) В окрестности центра сферы радиусом R компактно сосредоточены $N \gg 1$ атомов с равновесным распределением по скоростям, таким что их среднеквадратичная скорость равна u . Масса атома m . Частицы разлетаются изотропно, не взаимодействуя между собой, и поглощаются стенками сферы. Найти плотность потока энергии на стенки в момент $t = R/u$.

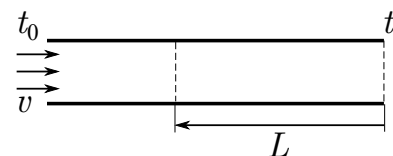
4Б. (2) Горизонтально расположенный теплоизолированный цилиндрический сосуд разделён на две части поршнем, прикреплённым пружиной к правой стенке сосуда (см. рис.). Слева от поршня находится моль азота N_2 при комнатной температуре, справа — вакуум. Вначале пружина не деформирована, а поршень удерживается защёлкой. Защёлку убирают, и когда система приходит в равновесие, давление газа оказывается в $n = 3$ раза меньше исходного. Считая газ идеальным, найти изменение его энтропии ΔS в этом процессе.



5Б. (2) Закрытый сосуд с кипящей водой соединён с атмосферой через отверстие радиусом $r = 0,50$ мм. Атмосферное давление равно $P_A = 103$ кПа. Найти тепловую мощность W , которую необходимо подводить к жидкости для поддержания её кипения при температуре $T_1 = 376$ К. Теплота парообразования $\lambda = 41$ кДж/моль. Течение через отверстие считать изоэнтальпическим. Вкладом колебаний в теплоёмкость водяного пара пренебречь.



6Б. (2,5) По длинному капилляру течёт жидкость, имеющая начальную температуру $t_0 = 0$ °С. На выходе из капилляра поддерживается температура $t_1 = 27$ °С. Скорость потока равна $v = 0,4$ мм/с. Найти установившуюся температуру жидкости на расстоянии $L = 1$ см до края капилляра. Теплопроводность жидкости $\kappa = 8$ Вт/(м·К), теплоёмкость единицы объёма $C = 2$ Дж/(см³·К). Теплопроводность стенок считать пренебрежимо малой, жидкость считать идеальной.



*Просим студентов пройти опрос о качестве работы преподавателей кафедры —
— сайт МФТИ, раздел Кафедры общей физики physics.mipt.ru*