

ФИО _____

группа _____

1А	2А	3А	4А	5А	Σ	Оценка

Максимум за задачу — 3 очка. Таблица соответствия:

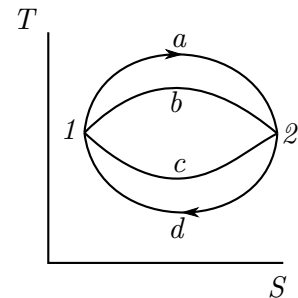
Σ	0-2	3-4	5	6-7	8	9-10	11	12	13-14	15
Оценка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	неуд		удовл		хор			отл		

ПИСЬМЕННЫЙ ЭКЗАМЕН ПО ТЕРМОДИНАМИКЕ И МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ

30 мая 2013 г.

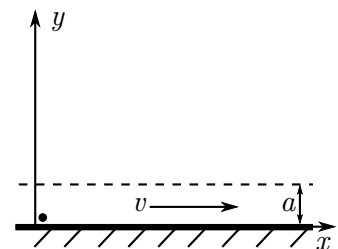
Вариант А

- 1А.** КПД цикла $1-a-2-b-1$ равен $\eta_1 = 0,4$, КПД цикла $1-b-2-c-1$ — $\eta_2 = 0,5$, КПД цикла $1-c-2-d-1$ равен $\eta_3 = 0,2$. Считая все циклы обратимыми, найти КПД цикла $1-a-2-d-1$.



- 2А.** Атмосфера планеты *Ван-дер-Ваальс-1* имеет температуру T и состоит из газа Ван-дер-Ваальса с известными параметрами, причём притяжением между молекулами газа можно пренебречь. Давление на поверхности планеты равно P_0 . Определите высоту, на которой давление будет в 2 раза меньше, чем на поверхности. Ускорение свободного падения g можно считать постоянным.
- 3А.** Вдоль оси длинного цилиндрического сосуда радиуса r , откачанного до высокого вакуума, натянута тонкая проволока. Проволока нагрета до температуры T и медленно непрерывно испаряется, испуская изотропно ν частиц в секунду с единицы длины проволоки. Попадая на стенки сосуда, частицы прилипают к ним. Считая, что испускаемые частицы не сталкиваются между собой, а их скорости распределены по Максвеллу, определить давление, которое они оказывают на стенки сосуда.
- 4А.** При температурах ниже 5 К теплоёмкость металлов изменяется по закону $C = \gamma T + \alpha T^3$, где $\alpha = 1944/\theta^3$ Дж/(моль · К⁴) (θ — температура Дебая металла). 1 моль меди находится в термостате при температуре $T_1 = 4$ К. Какая минимальная работа потребуется для того, чтобы охладить медь до температуры $T_2 = 1$ К за счёт передачи тепла данному термостату? Для меди известны $\theta = 347$ К и коэффициент $\gamma = 6,9 \cdot 10^{-4}$ Дж/(моль · К²).

- 5А.** Над плоской гладкой поверхностью в атмосфере находятся частицы пыли, коэффициент диффузии которых равен D . У поверхности имеется слой толщиной a , в котором дует ветер в фиксированном горизонтальном направлении, увлекающий попавшие в него частицы с постоянной скоростью v по оси x . Рассматривая движение отдельной пылинки как броуновское, оценить эффективный коэффициент диффузии в направлении ветра D_x . Время, прошедшее с момента начала движения, считать большим $t \gg a^2/D$. Начальное положение частицы — непосредственно у поверхности.



ФИО _____

группа _____

1Б	2Б	3Б	4Б	5Б	Σ	Оценка

Максимум за задачу — 3 очка. Таблица соответствия:

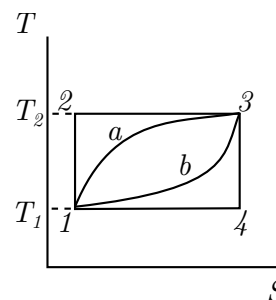
Σ	0-2	3-4	5	6-7	8	9-10	11	12	13-14	15
Оценка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	неуд		удовл		хор			отл		

ПИСЬМЕННЫЙ ЭКЗАМЕН ПО ТЕРМОДИНАМИКЕ И МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ

30 мая 2013 г.

Вариант Б

- 1Б.** В цикле Карно 1-2-3-4 отношение температур $T_2/T_1 = 2$. КПД цикла 1-2-3-a-1 равен $\eta_1 = 0,25$, КПД цикла 1-b-3-4-1 равен $\eta_2 = 0,20$. Считая все циклы обратимыми, найти КПД цикла 1-a-3-b-1.



- 2Б.** Атмосфера планеты *Ван-дер-Ваальс-2* имеет температуру T и состоит из газа Ван-дер-Ваальса с известными параметрами, причём размеры его молекул пренебрежимо малы. Плотность атмосферы на поверхности планеты равна ρ_0 . Определите высоту, на которой плотность будет в 2 раза меньше, чем на поверхности. Ускорение свободного падения g можно считать постоянным.
- 3Б.** Вдоль оси длинного цилиндрического сосуда радиуса r , откачанного до высокого вакуума, натянута тонкая проволока. Проволока нагрета до температуры T и медленно непрерывно испаряется, испуская изотропно ν частиц в секунду с единицы длины проволоки. Попадая на боковые стенки сосуда, частицы прилипают к ним. Считая, что испускаемые частицы не сталкиваются между собой, а их скорости распределены по Максвеллу, определить концентрацию частиц n у стенок сосуда.
- 4Б.** При температурах ниже 5 К теплоёмкость металлов изменяется по закону $C = \gamma T + \alpha T^3$, где $\alpha = 1944/\theta^3$ Дж/(моль · К⁴) (θ — температура Дебая металла). 1 моль серебра находится в термостате при температуре $T_1 = 4$ К. Минимальная работа, необходимая для охлаждения серебра до температуры $T_2 = 1$ К за счёт передачи тепла данному термостату, равна $A = 6,24 \cdot 10^{-3}$ Дж. Для серебра известна температура Дебая $\theta = 227$ К. Определите коэффициент γ .

- 5Б.** Броуновская частица с подвижностью b находится над плоской гладкой поверхностью в атмосфере при температуре T . У поверхности имеется слой толщиной a , в котором дует ветер в фиксированном горизонтальном направлении, увлекающий попавшие в него частицы с постоянной скоростью v по оси x . Оценить среднеквадратичное смещение $\langle \Delta x^2 \rangle$ частицы вдоль направления ветра по прошествии большого времени $t \gg a^2/(kTb)$. Исходное положение частицы — непосредственно у поверхности.

