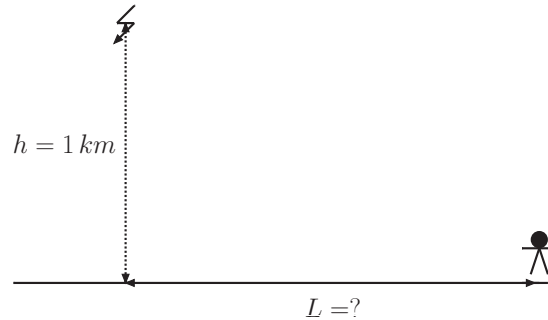


Задание по Статистической физике и термодинамике 1

1. (сдать до 15 февраля) Найти изменение давления и температуры воздуха с высотой для адиабатической атмосферы (для которой $p\rho^{-\gamma} = \text{const}$). Устойчива ли атмосфера относительно конвекции? Сравнить со случаем изотермической атмосферы. Оценить предельное расстояние слышимости грома от разряда, произошедшего на высоте 1 км.



2. (сдать до 23 февраля) Даны три одинаковых тела теплоемкостью 390 Дж/К с начальными температурами $100, 300$ и 300 К . Тепло извне не подводится, работа внешних сил не совершается. Используя два тела как резервуары тепла, найти максимальную работу, которую можно извлечь. Используя эту работу, до какой максимальной температуры можно нагреть третье тело? Как изменится энтропия системы?
3. (сдать до 1 марта) Найти высоту поднятия уровня воды, втягиваемой в вертикальный плоский конденсатор.
4. (сдать до 10 марта) Для одноатомного идеального газа из $N \gg 1$ молекул в бесконечно высоком сосуде в виде расширяющегося вверх конуса в поле тяжести с помощью микроканонического распределения найти
- (a) теплоемкость,
 - (b) распределение по высоте.
 - (c) При каких N газ можно считать больцмановским на высоте z при температуре T ?
5. (сдать до 20 марта) Идеальный газ находится между плоскостями при $z = 0$ и $z = H$ в осесимметричном поле с потенциалом

$$U = \begin{cases} 0, & r < a \\ u_0 \ln \frac{r^2}{a^2}, & r > a \end{cases},$$

где r, ϕ, z — цилиндрические координаты. Найти теплоемкость и давление газа при $r = 0$.

6. (сдать до 1 апреля) Для трехуровневой системы энергии трех уровней $+\epsilon$, 0 , $-\epsilon$. Средний уровень двукратно вырожден. а) Найти теплоемкость N таких систем. Какую температуру покажет термометр с постоянной теплоемкостью $C \ll N$ и начальной температурой $T_0 \sim \epsilon$ после приведения в контакт с этими системами, если все N таких систем находятся в состоянии б) $-\epsilon$, в) 0 , г) $+\epsilon$?
7. (сдать до 10 апреля) Линейная молекула состоит из N элементов. Каждый элемент может находиться в двух состояниях α или β . В состоянии α элемент имеет длину L_α и энергию E_α , в состоянии β L_β E_β . Молекула находится в термостате.
- (а) Найти зависимость длины молекулы L от натяжения f и температуры.
- (б) Найти, какое количество тепла получит молекула от термостата при медленном изменении натяжения от f до f_1 .
- (с) В случае $fL_i, E_i \ll T$ нарисовать цикл Карно для системы, в качестве рабочего тела которой используется эта молекула.
8. (сдать до 20 апреля) Примесь дейтерия (D) в естественном водороде (H) 0.015%. Найти отношение концентраций D_2 и HD при комнатной температуре.
9. (сдать до 1 мая) Энергия разрыва связи $O_2 \leftrightarrow 2O$ равна $I_1 = 5.12$ эВ, энергия разрыва связи $O_3 \leftrightarrow O_2 + O$ равна $I_2 = 1.04$ эВ. Сколько тепла выделится в реакции $2O_3 \leftrightarrow 3O_2$, а) при $p = const$ $Q_p = ?$ б) при $V = const$ $Q_V = ?$ Почему озоновый слой находится на высоте 15 – 35 км, если озон тяжелее воздуха?
10. (сдать до 10 мая) Найти уравнение состояния двумерного газа заряженных частиц (N положительных и N отрицательных). Потенциал взаимодействия

$$U(|\vec{r}_i - \vec{r}_k|) = -q_i q_k \ln |\vec{r}_i - \vec{r}_k|,$$

где $q_i = \pm q$ — заряд i -ой частицы. Газ находится в сосуде в виде квадрата $L \times L$.

11. (сдать до 20 мая) Оценить высоту нижнего края облака, образующегося при быстром поднятии вверх объема воздуха с температурой T и точкой росы T_p . Почему облако не падает?
12. (сдать до 30 мая) Давление внутри красных кровяных телец равно 8 атм. Сколько соли нужно растворить в 1 литре воды, чтобы можно было использовать раствор для внутривенного вливания?