

1 Снег на скамейках (3 балла)

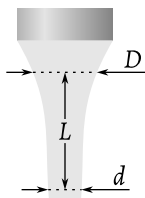
Этой зимой жители Алуksне заметили, что на скамейках вокруг эстрады образовались регулярно расположенные кучки снега (см. фото). Администрация города также поделилась фотографиями того, как эти кучки менялись в течение времени. Предположите и обоснуйте механизм образования таких кучек.

2 Вертолёт (3 балла)

Оцените мощность двигателя, необходимую для поддержания в воздухе вертолёта массой $m = 500$ кг, если длина лопасти пропеллера $L = 3$ м. Примите, что под лопастями вертолёта воздух движется вниз однородным потоком.

3 Вода из-под крана (4 балла)

Из крана вытекает вертикальная струя воды, диаметр которой на протяжении $L = 3$ см уменьшается с $D = 3$ мм до $d = 2$ мм. Найти объём воды, вытекающей из крана каждую секунду.

**4 Ахроматическая линза** (5 баллов)

Коэффициент преломления стекла и, следовательно, оптическая сила линзы зависит от длины волны света. Это вызы-

вает так называемую *хроматическую аберрацию* и мешает получать изображения цветных объектов в оптических системах. Чтобы частично компенсировать этот недостаток, при изготовлении линз используются плотно прижатые друг к другу стёкла разных типов.

Рассчитайте оптические силы D_K и D_F линз двух типов стекла — крона BK7 и флинта Ф2, — если из них нужно составить линзу так, чтобы её оптическая сила в красном и в синем свете была одинаковой и равной $D_{KF} = 10$ м⁻¹. Оптические силы D_K и D_F двух компонент дайте для зелёного света ($\lambda = 550$ нм). Оптическая сила линзы заданной формы в воздухе пропорциональна $(n - 1)$, где n — коэффициент преломления стекла.

λ , нм	n_K	n_F
480	1,5228	1,6331
550	1,5185	1,6237
700	1,5130	1,6126

5 Две катушки (4 балла)

Две одинаковые катушки индуктивности расположены недалеко друг от друга. Одна из них подключена к источнику синусоидального переменного напряжения последовательно с амперметром, а концы другой катушки подключены к другому амперметру. Амперметры показывают 1,0 А и 0,2 А. Цепь второй катушки разрывают. Что покажет после этого оставшийся амперметр? Активное сопротивление катушек пренебрежимо мало; провода, амперметры и источник напряжения также считать идеальными.

6 Падение столба (4 балла)

Вертикальный телеграфный столб высотой $H = 6$ м после лёгкого толчка начинает падать на плоскую поверхность без проскальзывания.

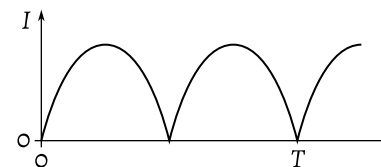
(а) Определите скорость его свободного конца в момент удара.

(б) Какая точка столба в любой момент падения имеет скорость движения, равную скорости тела, свободно падающего с той же начальной высоты?

**7 Зарядка аккумулятора** (4 балла)

Аккумулятор ёмкостью 40 А·ч заряжают выпрямленным переменным током (см. график). Амперметр, включённый в цепь, показывает ток 3 А. За какое время происходит полная зарядка изначально разряженного аккумулятора? Примите, что на зарядку идёт весь протекающий ток.

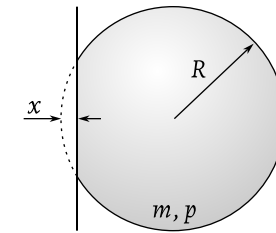
Ёмкость аккумулятора — это заряд, который аккумулятор может отдать при разрядке. Амперметр измеряет действующее (среднеквадратичное) значение силы тока.

**8 Как удержать атмосферу?** (3 балла)

Оцените минимальный радиус планеты, достаточный для длительного удержания вокруг неё атмосферы, состоящей из углекислого газа. Обоснуйте ваше решение. Средняя плотность планеты (без учёта атмосферы) 3,5 г/см³, температура её поверхности 250 К.

9 Подробности отскока (4 балла)

При слабом ударе мяча о стенку он деформируется как показано на рисунке. При этом деформация x мяча много меньше его радиуса R , и можно считать, что давление воздуха в мяче p в процессе удара не меняется. Пренебрегая упругостью оболочки мяча, оцените время соударения мяча со стенкой. Чему оно равно, если масса мяча $m = 0,5$ кг, радиус $R = 15$ см, а давление воздуха в нём $p = 200$ кПа?

**10 Снежные искры** (4 балла)

Свежий снег «искрится» в свете зимнего солнца. Оцените среднее расстояние между соседними блёстками, приняв, что поверхность снега покрыта случайно расположенными плоскими кристаллами размером 1 мм. Угловой диаметр Солнца 0,5°.