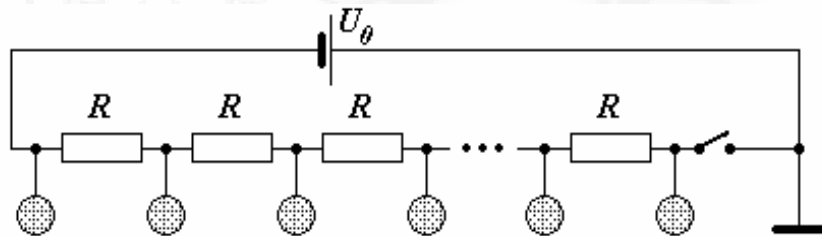


стены в пучок вносят зеркальный шарик, так что его центр оказывается на оси пучка. При этом большая часть стены оказывается освещенной, но в центре образуется круглая “тень” диаметром  $4,0\text{ см}$ . Объясните явление и найдите диаметр шарика.

## 10 класс

**10-1.** К цепи, состоящей из источника постоянного напряжения  $U_0$  и  $N$  одинаковых резисторов сопротивлением  $R$  подвешены  $(N + 1)$  одинаковых проводящих шариков радиусом  $r$  (считать расстояние между шарами значительно большими их радиусов). На сколько изменится суммарный заряд всех шариков, если замкнуть ключ?



**10-2** В теплоизолированном непроницаемом сосуде,

закрытым теплонепроницаемым подвижным поршнем массой  $M = 100\text{ кг}$  находятся в состоянии теплового равновесия  $4,40\text{ г}$  “сухого” льда (твердая углекислота) и  $0,10\text{ моля}$  углекислого газа. Сосуд находится в вакууме. Системе сообщается  $2140\text{ Дж}$  теплоты. Определите установившуюся температуру в сосуде, если известно, что поршень поднялся на  $h = 4,0\text{ см}$ . Температура сублимации  $\text{CO}_2$   $T_c = 194,7\text{ К}$ , удельная теплота парообразования  $r = 16,5\text{ кДж} / (\text{К} \cdot \text{моль})$ , внутреннюю энергию 1 моля  $\text{CO}_2$  считать равной  $U = 3RT$ .

Сообщаемая теплота идет на возгонку, работу по подъему поршня (изобарический процесс) и изменение внутренней энергии газа.

**10-3.** Два камешка брошены с высокой башни под углом  $\alpha$  к горизонту со скоростью  $v$  с интервалом времени  $\Delta t$  один за другим. Определите наименьшее расстояние между ними в течение полета и момент времени, когда камни будут находиться на этом расстоянии. Сопротивлением воздуха пренебречь.

**10-4.** На грампластинку, вращающуюся в горизонтальной плоскости с частотой  $33\text{ об./мин.}$ , попал жук. Радиус пластинки  $20\text{ см}$ . Масса жука  $m = 5,0 \cdot 10^{-4}\text{ кг}$ .

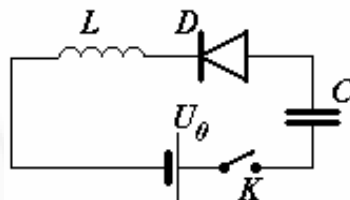
**10-4-1.** Какой должен быть минимальный коэффициент трения между пластинкой и лапками жука, чтобы он мог обежать пластинку по периметру за  $10\text{с}$ .

**10-4-2.** Завершив полный круг, жук направился к центру пластинки, двигаясь радиально с постоянной скоростью (относительно пластинки)  $7,0\text{см/с}$ . Найдите величину и направление силы трения, действующей на жука, когда он находился на расстоянии  $15\text{см}$  от центра.

**10-4-3.** Какую работу совершил жук, перебежав от края пластинки к ее центру?

## 11 класс

**11-1.** В схеме, показанной на рисунке, все элементы идеальные (активное сопротивление катушки равно нулю, внутреннее сопротивление источника напряжения равно нулю, внутреннее сопротивление источника напряжения равно нулю, сопротивление диода  $D$  в прямом направлении нулевое, в обратном – бесконечность). Напряжение источника  $U_0$ .



Найдите установившееся напряжение на конденсаторе после замыкания ключа, если он первоначально был не заряжен.

**11-2.** Дымное облако состоит из черных сферических частиц радиусом  $r = 1,2\text{мкм}$ . Концентрация частиц в облаке  $n = 4,0 \cdot 10^9\text{м}^{-3}$ . Оцените глубину проникновения света в облако. (Облако освещается снаружи.)

**11-3.** В круглую чашу радиусом  $R$ , заполненную водой, падает капля в точку, находящуюся на расстоянии  $a$  от центра. Через небольшой промежуток времени  $\tau$  с поверхности воды брызнул небольшой фонтанчик. Объясните причину его возникновения. В каком месте чаши возник фонтанчик? Какова скорость распространения волн по поверхности воды в чаше?

**11-4.** Железнодорожная платформа может двигаться по горизонтальным рельсам без трения.

**11-4-1.** Платформу начинают загружать песком, насыпающимся из неподвижного бункера с постоянной скоростью погрузки (под которой здесь понимается масса насыпаемого песка в единицу времени). Одновременно с началом погрузки на платформу начала действовать постоянная горизонтальная сила  $F_1 = 4,0\text{кН}$ . На графике 1 представлена зависимость