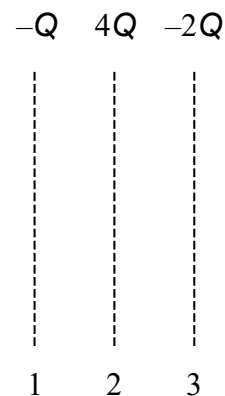


1. Диффузия

Тонкая пробирка длиной L частично заполнена водой и расположена вертикально (открытым концом вверх) в камере большого объема. Воздух в камере поддерживается при нулевой относительной влажности и постоянном давлении p_0 . Вследствие диффузии в пробирке устанавливается линейное изменение концентрации водяного пара с высотой: вблизи поверхности воды пар оказывается насыщенным, при этом $p_n = 0,8p_0$, а у верхнего открытого конца пробирки его концентрация в 2 раза меньше. Пробирку сверху закрывают поршнем массой $m = p_0 S/g$, который может свободно перемещаться внутри пробирки. Определите, на какой высоте H (от нижнего конца пробирки) будет находиться поршень после установления равновесия. Изменением уровня жидкости в пробирке и ее начальным объемом пренебречь. Температура в камере и пробирке постоянна.

2. Эффект Казимира

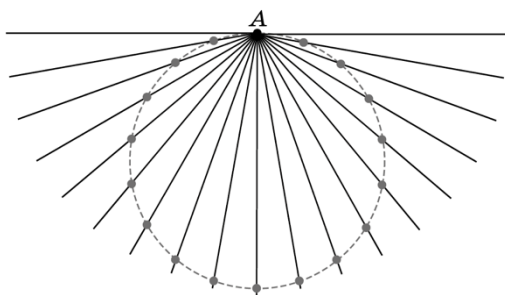
Три протяженные тонкие металлические сетки 1, 2 и 3, имеющие заряды $q_1 = -Q$, $q_2 = 4Q$ и $q_3 = -2Q$ ($Q > 0$) соответственно, расположены параллельно на равных расстояниях $d_{12} = d_{23} = d$ друг от друга (см. рис.). Площадь каждой из сеток равна S (расстояние $d \ll \sqrt{S}$).



- 1) Найдите модуль электрической силы, действующей на среднюю сетку со стороны двух других.
- 2) Найдите разность потенциалов между первой и второй сетками.
- 3) Если от первой сетки отделится без начальной скорости электрон, то на какое минимальное расстояние он приблизится к третьей сетке?
- 4) Найдите модуль электрической силы, действующей на среднюю сетку со стороны двух других при тех же условиях, но $d \gg \sqrt{S}$.
- 5) Получите формулу для модуля силы взаимного притяжения, действующей на единицу площади двух параллельных **незаряженных** сеток 1 и 2 (без третьей сетки) при расстоянии $d \sim 0,1$ мкм по эффекту Казимира (квантовые флуктуации вакуума), если модуль силы Казимира, действующей на единицу площади одной сетки со стороны другой, имеет вид $F/S = \alpha \cdot h^x \cdot c^y \cdot d^z$, где $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с – постоянная Планка, $c = 3 \cdot 10^8$ м/с – скорость света в вакууме, α – некоторая безразмерная постоянная, x , y и z – целые числа, которые вам нужно найти.

3. Бусинки

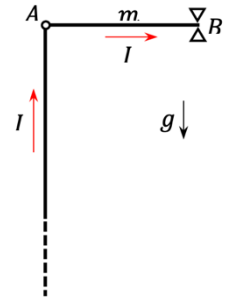
Множество спиц, выходящих из одной точки A , расположены в вертикальной плоскости. Из этой точки одновременно отпускают маленькие бусинки. Каждой спице принадлежит одна бусинка. Определите, как должна зависеть начальная скорость бусинок от угла наклона φ спицы к **вертикали**, чтобы через время τ все бусинки оказались на окружности (см. рисунок) диаметра $g\tau^2/2$. Решите задачу для двух случаев:



1. трения нет;
2. коэффициент трения μ .

4. Жёсткий стержень

Однородный жесткий проводящий стержень состоит из двух частей: первая, вертикальная, полубесконечная и неподвижная, вторая – горизонтальная массой m , один из концов которой свободно вставлен в зазор между опорами (точка B на рисунке). Обе части соединены шарнирно в точке A . По стержню с помощью невесомых гибких проводников пропускается постоянный ток I . Трением в системе пренебречь.



1. Постройте качественный график зависимости проекции силы F_B давления опоры на стержень в точке B от силы тока I . Укажите на графике характерные точки.
2. С каким ускорением a_B начнет двигаться точка B стержня если мгновенно убрать опору, не нарушая условия протекания тока?

5. Фокус с исчезновением

Точечный источник света находится на главной оптической оси тонкой линзы. При смещении источника вдоль оси на расстояние $L = 40$ см в сторону линзы изображение исчезает.

Если из исходного положения сместить источник в перпендикулярном направлении на такое же расстояние L , то поперечное увеличение линзы становится равным $1/3$.

1. Какая это линза — собирающая или рассеивающая?
2. На каком расстоянии от линзы находился источник первоначально?
3. Найдите фокусное расстояние линзы.