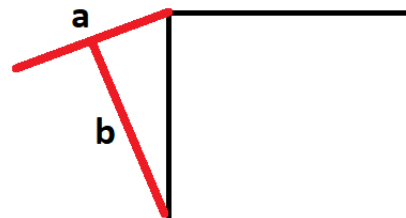


Олимпиада «Высшая проба» по физике

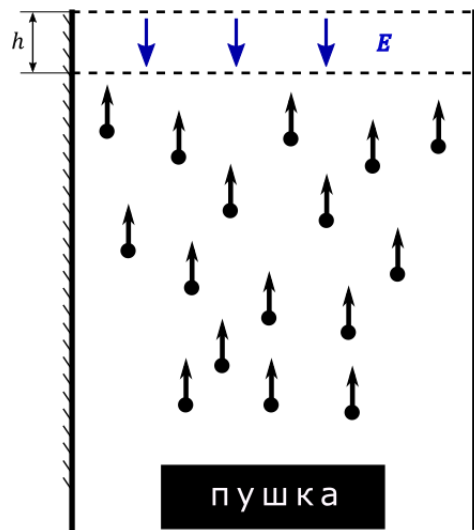
10 класс, 2021 год

1. У буквы «Т» «ножка» и «плечики» изготовлены из плоской рейки с постоянной погонной плотностью, ребро рейки направлено ортогонально плоскости буквы. Буква «Т» свисает с края стола, как показано на рисунке. В верхней точке соприкосновения буква «Т» касается угла стола нижней стороной своего «плечика», и точка касания расположена у самого его конца. Определите при каком коэффициенте трения буквы «Т» о стол возможно равновесие, если $a = b$, а сила нормальной реакции опоры, действующей со стороны «плечика» «Т» на верхнюю точку касания равна $\frac{7}{10\sqrt{5}}Mg$, где M — полная масса тела, а g — ускорение свободного падения. Коэффициент трения принять одинаковым в обеих точках соприкосновения.



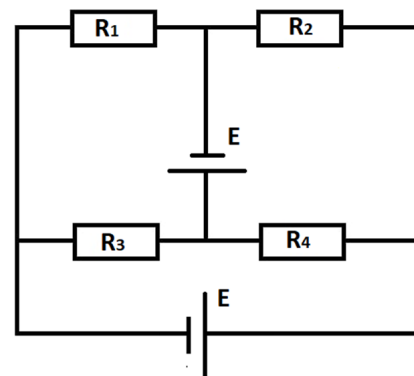
$$\angle \theta \approx \frac{\pi}{2} \leq \pi$$

2. На входе прямого канала с прямоугольным поперечным сечением расположена пушка, испускающая частицы с массой m и зарядом $+q$. На выходе канала расположены две металлические сетки, между которыми фиксирована некоторая разность потенциалов; в результате в пространстве между сетками есть однородное электрическое поле, и на частицу в этом пространстве действует сила F , направленная внутрь канала. Расстояние между сетками равно h . Концентрация выброшенных пушкой частиц, подлетающих к сеткам, равна n , а их скорость направлена вдоль канала и равна u . За сетками находится вакуум. Плотность сеток мала, так что частицы практически не натываются на провода сеток, пролетая сквозь них. Найдите давление, с которым частицы действуют на систему двух сеток. Считайте, что концентрация частиц мала, поэтому их взаимодействием друг с другом можно пренебречь.



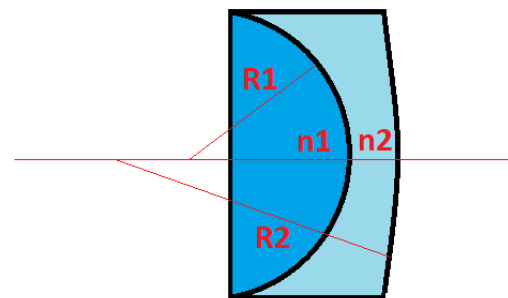
$$\left(\frac{m}{4\pi\epsilon_0} - \sqrt{2}n \right) u u = p = d \text{ в случае разворота частиц в поле } p = 2m u^2 n; \text{ в случае пролета частиц в поле } p = d$$

3. При изучении свойств источников постоянных токов и напряжений было замечено, что, если заменить оба источника постоянного напряжения, показанных на схеме, на источники постоянных токов с сохранением полярности, то все токи, протекающие через резисторы, изменятся в одно и то же число раз. Если теперь поставить в верхнее положение источник тока, а в нижнее — источник напряжения, отношение напряжений на $R_2 = 1$ кОм и $R_3 = 4$ кОм равно $1 : 2$. Определите при каком значении R_1 это возможно.



$$R_1 = 2 \text{ кОм}$$

4. Для того, чтобы создать ахроматическую линзу, используют две линзы из разных материалов. К плосковыпуклой тонкой линзе с радиусом кривизны R_1 и зависимостью показателя преломления от длины волны проходящего света $n_1(\lambda) = n_{01} + \alpha_1 \cdot (\lambda_k - \lambda)$ вплотную прислоняют вогнуто-выпуклую тонкую линзу с радиусами кривизны R_1 и R_2 и показателем преломления $n_2(\lambda) = n_{02} + \alpha_2 \cdot (\lambda_k - \lambda)$. Определите, при каком значении R_2 данная система будет ахроматической, то есть её фокусное расстояние не будет зависеть от длины световой волны. Какой при этом будет величина фокусного расстояния?



$R_1 = 40$ см, $n_{01} = 1,805$, $\alpha_1 = 100 \text{ м}^{-1}$, $n_{02} = 1,500$, $\alpha_2 = 150 \text{ м}^{-1}$.

$$R_2 = \frac{\alpha_2 R_1}{\alpha_1} = 120 \text{ см}; F = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_1} \left(\frac{\alpha_2}{n_{02}} - \frac{\alpha_1}{n_{01}} \right) \right)} = 85 \text{ см}$$