

Побег и погоня

Условие

Задача 3. «Побег и погоня»



Перпендикулярно горизонтальной плоскости большого стола протянут длинный электрический кабель. На поверхности стола на расстоянии l от кабеля поставили на ребро алюминиевую монету, так, что электрический кабель оказался в плоскости монеты. Монета представляет собой однородный диск радиуса R и толщиной h . Размеры монеты значительно меньше расстояния до кабеля.

1. Определите массу монеты. По проводу начинают пропускать электрический ток, который быстро возрастает от нуля до максимального значения I_0 , после чего остается постоянным.
2. Какую максимальную скорость приобретет монета за время возрастания тока?
3. На какое расстояние откатится монета? Рассчитайте путь, пройденный монетой, если $l = 50$ см.

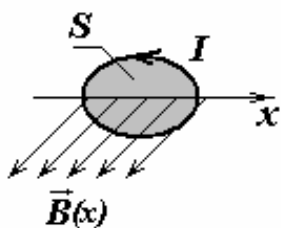
Плотность γ , удельное электрическое сопротивление ρ алюминия считайте известными.

Не смущайтесь использовать простейшие интегралы, например, $\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1}$, при любых $n \neq -1$.

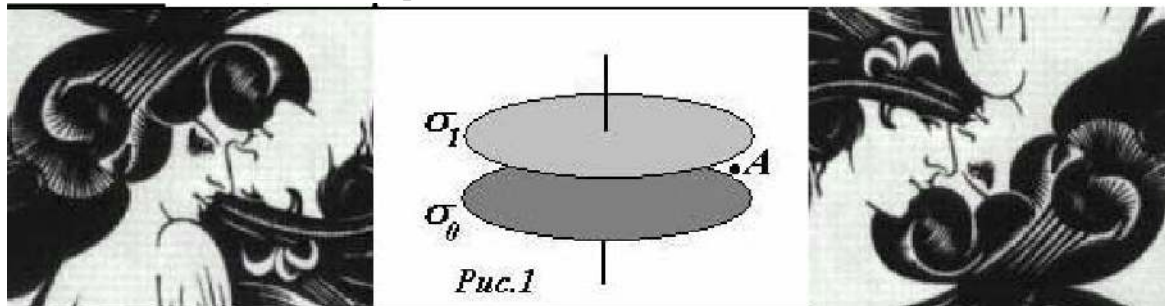
Благодарите за подсказку: Пусть небольшой контур с электрическим током находится в неоднородном магнитном поле. Суммарная сила, действующая на контур, может быть рассчитана по формуле

$$F = IS \frac{\Delta B}{\Delta x},$$

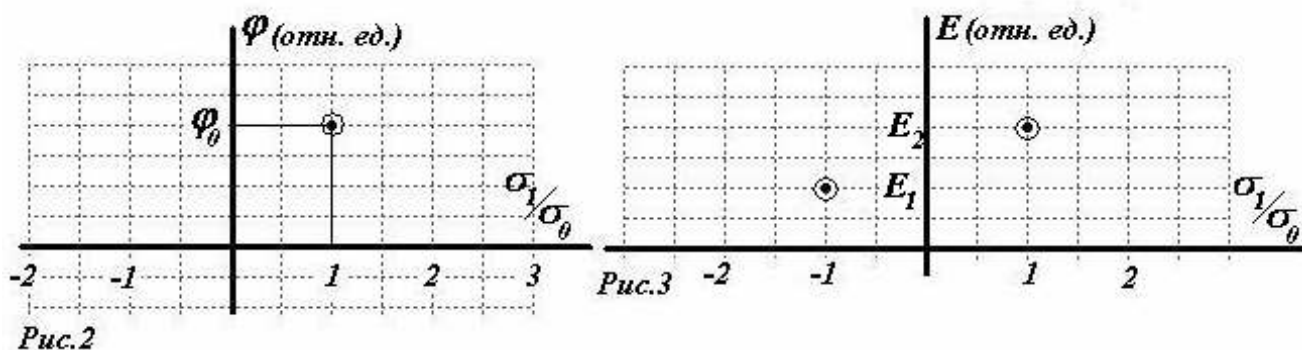
где I - сила тока в контуре, S - площадь контура, B - нормальная к плоскости контура составляющая вектора индукции магнитного поля.



Задание 3. «Конденсатор»



Плоский конденсатор состоит из двух одинаковых пластин, расположенных параллельно друг другу. Точка А находится внутри конденсатора, расстояния от данной точки до пластин одинаковы (рис.1). Поверхностная плотность заряда на нижней пластине поддерживается постоянной и равной σ_0 , поверхностную плотность заряда верхней пластины σ_1 изменяют, проводя при этом измерения потенциала φ и модуля напряженности электрического поля E в точке А. По полученным экспериментальным данным были построены графики исследованных зависимостей. Однако по непонятным причинам на графике зависимости потенциала осталась всего одна точка (рис. 2), а на графике зависимости модуля напряженности две точки (рис. 3).



- Получите аналитические зависимости потенциала и модуля напряженности электрического поля в точке А от отношения $\gamma = \frac{\sigma_1}{\sigma_0}$ поверхностных плотностей зарядов на пластинах. (Выразите эти зависимости через «сохранившиеся» данные φ_0, E_1, E_2)
- Постройте графики этих зависимостей.

Задание 4. «Суперпозиция»

С поверхности бесконечной пластины с начальной скоростью $\vec{V}_0$, направленной перпендикулярно пластине, вылетает электрон. Определите, на какое максимальное расстояние от пластины удалится электрон, если а) над пластиной создано однородное электрическое поле, напряженности $\vec{E}$, направленной перпендикулярно пластине; б) над пластиной создано однородное магнитное поле, индукции $\vec{B}$, направленной параллельно пластине; в) над пластиной созданы однородное электрическое поле, напряженности $\vec{E}$, направленной перпендикулярно пластине, и однородное магнитное поле, индукции $\vec{B}$, направленной параллельно пластине.

