

оси пушки, как показано на рисунке 1. Электронный пучок излучается с катода электронной пушки вдоль ее оси, но имеет разброс направлений до 5° от оси. В общем случае на экране образуется размытое пятно, однако при определенных значениях магнитной индукции оно становится резко сфокусированным.

Рассмотрите движение электрона, который первоначально был излучен электронной пушкой под некоторым углом β к ее оси ($0 \leq \beta \leq 5^\circ$), и, разложив это движение на компоненты, параллельные и перпендикулярные оси пушки, выведите выражение для отношения заряда электрона к его массе (e/m) через следующие величины: наименьшее значение магнитной индукции B_0 , при котором получается сфокусированное пятно, ускоряющую разность потенциалов в электронной пушке U (примите во внимание, что $U < 2$ кВ) и расстояние между катодом и экраном D .

б) Рассмотрим другой метод определения отношения заряда электрона к его массе (установка показана на рисунке 2). В однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} расположены две латунные круглые пластинки радиусом r , разделенные очень малым расстоянием t . Между пластинками существует разность потенциалов U . Пластинки параллельны друг другу и соосны, причем их общая ось перпендикулярна индукции магнитного поля. Фотопленка покрывает внутреннюю поверхность круглого цилиндра радиусом $r + s$, расположенного соосно пластинкам. Таким образом, расстоя-

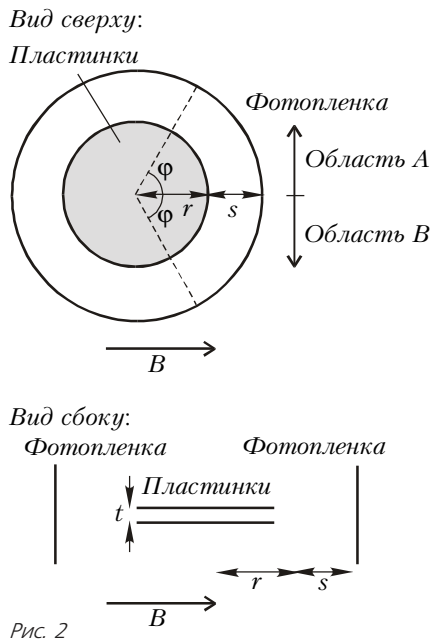


Рис. 2

ние между фотопленкой и краями пластинок равно s . Вся установка находится в вакууме. Отметим, что t намного меньше s и r .

Точечный источник β -частиц, испускающий β -частицы в интервале скоростей равномерно во всех направлениях, помещен посередине между центрами пластинок, и одна и та же пленка облучается при следующих трех различных условиях: $B = 0$ и $U = 0$, $B = B_0$ и $U = U_0$, $B = -B_0$ и $U = -U_0$, где U_0 и B_0 – положительные константы. Примите во внимание, что верхняя пластинка заряжена положительно при $U > 0$ и что индукция магнитного поля направлена, как показано на рисунке 2, при $B < 0$. В этой части задачи расстояние между пластинками можно считать пренебрежимо малым.

На рисунке 2 отмечены две области фотопленки: A и B . Одна из них после засветки пленки и проявления изобра-

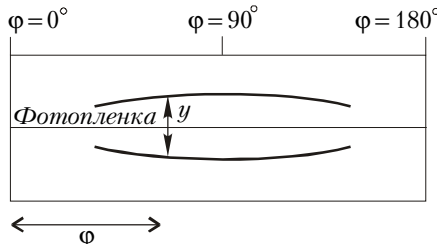


Рис. 3

жена на рисунке 3. Укажите, какая из областей (A или B) изображена на этом рисунке.

с) Расстояние между двумя внешними следами на пленке измеряется с помощью микроскопа. На рисунке 3 показано это расстояние y для одного из значений угла φ . Результаты измерений приведены в следующей таблице (φ определен как угол между вектором магнитной индукции и линией, соединяющей центр пластинок и рассматриваемую точку на фотопленке):

Угол φ , градусы	90	60	50
Расстояние y , мм	17,4	12,7	9,7
Угол φ , градусы	40	30	23
Расстояние y , мм	6,4	3,3	конец следа

Численные значения параметров системы таковы: $B_0 = 6,91$ мТл, $U_0 = 580$ В, $t = 0,80$ мм, $s = 41,0$ мм. Кроме того, вы можете использовать значения скорости света в вакууме: $3,00 \cdot 10^8$ м/с и массы покоя электрона: $9,11 \cdot 10^{-31}$ кг.

Определите максимальную наблюдаемую кинетическую энергию β -час-

тицы. Выразите численный ответ в электрон-вольтах (эВ).

д) Используя информацию, данную в пункте с), найдите значение отношения заряда электрона к его массе покоя. Учтите, что полученное вами значение может не согласоваться с известным из литературы значением из-за систематической погрешности при наблюдениях.

Задача 3

А. Эта часть задачи посвящена трудностям экспериментального обнаружения гравитационных волн, генерируемых при определенных астрономических явлениях. Заметим в этой связи, что взрыв удаленной сверхновой звезды может вызвать флуктуацию гравитационного поля на поверхности Земли порядка 10^{-19} Н/кг.

Модель детектора гравитационных волн (рис.4) состоит из двух металли-

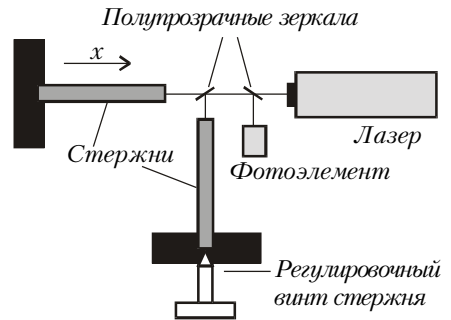


Рис. 4

ческих стержней длиной 1,0 м каждый, расположенных под прямым углом друг к другу. Один из торцов каждого стержня зеркально отполирован, а другой жестко закреплен. Положение одного из стержней выбрано так, чтобы сигнал, принимаемый фотоэлементом, был минимальным. Пьезоэлектрические устройства сообщают стержням резкие продольные импульсы, в результате чего свободные концы стержней колеблются с продольным смещением $\Delta x = ae^{-\mu t} \cos(\omega t + \alpha)$, где a , μ , ω и α – константы.

а) Определите значение μ , если известно, что амплитуда колебаний уменьшается на 20% в течение 50 с.

б) Зная, что скорость продольных волн определяется по формуле $v = \sqrt{E/\rho}$, вычислите наименьшее значение частоты ω_0 , если известно, что стержни сделаны из алюминия с плотностью $\rho = 2700$ кг/м³ и модулем Юнга $E = 7,1 \cdot 10^{10}$ Па.

с) Невозможно изготовить стержни абсолютно одинаковой длины, а из-за разности длин стержней возникают биения сигнала фотоэлемента, частота