

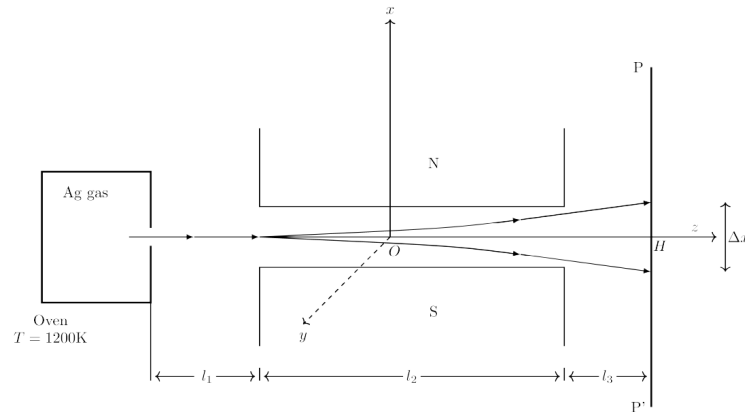


Task Edu

T [Task](#)S [Solution](#)M [Marking scheme](#)

A22

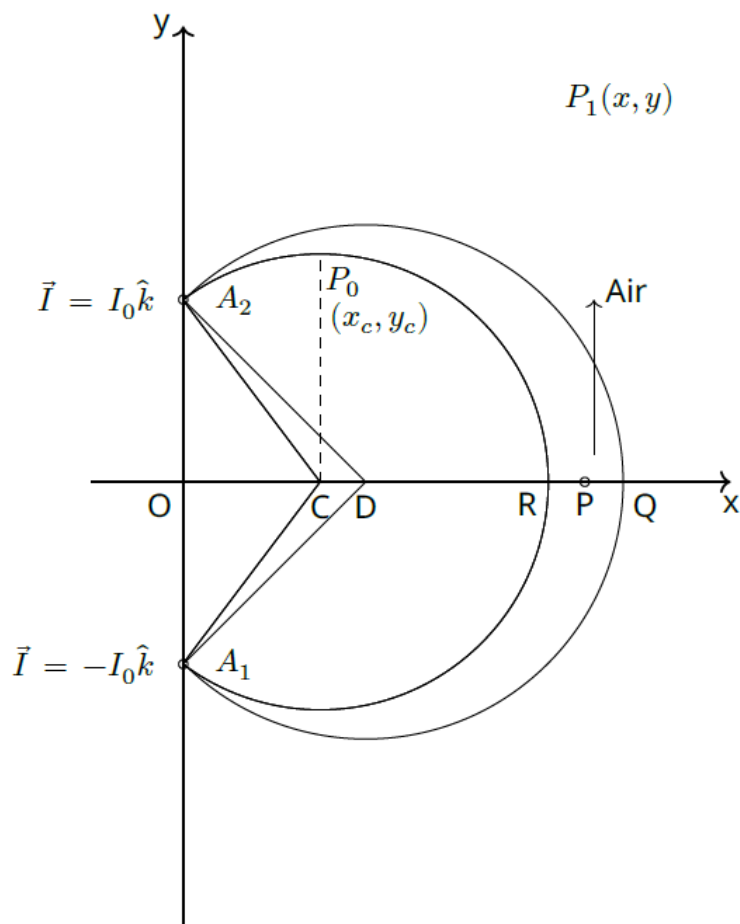
Опыт Штерна-Герлаха был выполнен в 1922 г. и в конечном итоге привел к определению магнитного момента электрона. В этом эксперименте пучок атомов серебра массой $m = 1.80 \times 10^{-25}$ -кг вылетает из печи, поддерживаемой при температуре $T = 1.2 \times 10^3$ -К (рис. 1). Предположим, что при вылете из печи атомы имеют одинаковый импульс вдоль направления z . Влияние гравитации не учитывайте.



A1^{0.50} Скорость v_z атомов серебра, испущенных из печи, может быть оценена как $\sqrt{3k_B T/m}$. Вычислите значение скорости.

B1^{2.00} После испускания из печи атомы серебра проходят расстояние $l_1 = 0.25$ -м вдоль оси z . После этого атомы серебра проходят расстояние $l_2 = 0.5$ -м между двумя магнитами. Магниты создают неоднородное магнитное поле B вдоль оси x с постоянным градиентом dB/dx . Считайте, что магнитный момент атомов серебра направлен либо в направлении $+x$, либо в направлении $-x$, т.е. $\vec{\mu}_s = \pm \mu_s \hat{i}$. После прохождения через магниты атомы серебра проходят расстояние $l_3 = 0.25$ -м перед попаданием на экран PP' . Расстояние между двумя местами попаданий на экране Δx . Получение выражение для расстояния Δx .

Эта часть посвящена установке, создающей неоднородное магнитное поле ($dB/dx \neq 0$). Она состоит из нескольких подчастей. Два очень длинных провода, параллельных оси z , расположены в точках $A_1(0, -a, z)$ и $A_2(0, a, z)$ (рис. ниже). Сила тока в проводах равна I_0 . Через провод $y = -a$ ток протекает в направлении $-\hat{k}$, через провод $y = a$ --- в направлении \hat{k} . Вся система находится в среде с высокой относительной магнитной проницаемостью μ_r . Мы обозначаем $\mu = \mu_0 \mu_r$. Провода изолированы и утечек тока нет.



C1^{1.50} Получите выражение для вектора индукции магнитного поля в точке $P_1(x, y, 0)$ в плоскости $x-y$ (рис. 2).

C2^{0.50} Рассмотрим окружность с центром C на оси $x(x_c, 0)$ с радиусом равным длине отрезка A_1C (рис. 2). Определите направление вектора индукции магнитного поля в точках R (на оси x) и P_0 (CP_0 параллельна оси y).

C3^{0.50} Теперь рассмотрим случай, когда часть материала с высокой магнитной проницаемостью между окружностями радиусами A_1C и A_1D была удалена и заменена воздухом под низким давлением (рис. 2). Из непрерывности можно показать, что магнитное поле в этом зазоре описывается тем же выражением, что и в случае, когда вещество присутствует (мы используем данный факт без доказательства и вам его доказывать не требуется). Получите выражение для вектора индукции магнитного поля в точке $(x, 0)$ в области с воздухом.

... 0.50 ...

Т
Электromагнетизм
Азиатские
Движение в магнитном поле
2022

Неоднородное магнитное поле
Магнитный момент

... атомы серебра проходят через среднюю точку P отрезка RQ (рис. 2). Следующие величины считайте заданными: $\frac{\mu}{\mu_0} = 10^4$; $a = 0.60$ -см; $OC = 0.60$ -см; $OD = 0.80$; $I_0 = 2.00$ -А. Здесь μ_0 --- магнитная постоянная. Получите численные значения для величин магнитного поля B_P и его градиента $\frac{dB_P}{dx}$ в средней точке. Ответ выразите в единицах СИ.

F1^{1.50} В опыте Штерна-Герлаха было получено значение $\Delta x = 0.20$ -см, если скорость атомов серебра была равна $v_z = 5.00 \times 10^2$ -м/с. Получите значение магнитного момента μ_s атомов серебра в единицах СИ.

G1^{0.50} Не все атомы серебра имеют одинаковую скорость. Пусть ширина интервала скоростей составляет 20%. Какой будет ширина δx каждой из линий на экране?

H1^{0.50} Какой вследствие этого будет погрешность $\delta\mu_s$ определения значения магнитного момента?