

имеют атомы при комнатной температуре.

Доказав, что атомные волны действительно когерентны и могут складываться как обычные волны света, экспериментаторы стали выпускать их из ловушки порциями. Пока у них получается восемь порций атомов, после чего лазер приходится перезаряжать. Чтобы сделать его непрерывно работающим и мощным, надо еще работать и работать. Первое, что собираются предпринять экспериментаторы, — при помощи специальных «атомных отражателей» посылать пучки атомов не только вниз (под действием силы тяжести), но и в других направлениях. Второе — побороть распыление пучков. И третье — сделать пучок атомов непрерывным.

Заметим, что есть принципиальное различие между световым и атомным лазерами. Фотоны можно воссоздать в

процессе работы лазера, а атомы нет, поэтому количество атомов в лазере не увеличивается. Если вы выпускаете пучок атомов, то необходимо возобновлять их запасы. Кроме того, атомы взаимодействуют друг с другом, и пучок их будет расширяться от этого взаимодействия. И наконец, на атомы действует притяжение Земли, и если пустить пучок горизонтально, то он будет попросту отклоняться вниз.

Пока рано говорить о возможных применениях атомного лазера. А пометать хочется. Уже сейчас ясно, что наличие когерентного пучка атомов поможет физикам измерять физические константы с большой точностью, повысит точность атомных часов. Станет возможным пристальное исследование самих атомов и их свойств, а кроме того — вращения Земли и наиболее фундаментальных положений теории гравитации и общей теории относи-

тельности. Атомный лазер открывает большие возможности для нанотехнологии (под нанотехнологией обычно принимают процессы, идущие на масштабах в несколько атомов, потому что размеры самого атома примерно десятая часть нанометра). Так вот, при помощи атомного лазера можно будет сажать атомы на поверхность вещества с невиданной точностью, создавая сложные структуры. Это, конечно, фантазии, пока лазер работает медленно, но в принципе можно думать и о фабричном производстве при помощи атомного лазера. Тут, правда, есть еще одна сложность: атомный лазер, в отличие от светового, может работать лишь в абсолютном вакууме.

Но все равно, никакие «но» не могут снизить восторгов по поводу открытия нового физического явления.

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТАТИВ

Принцип суперпозиции и напряженности электрического поля

Д. АЛЕКСАНДРОВ

НПРЯЖЕННОСТЬ поля, создаваемого неподвижным точечным зарядом, можно найти из закона Кулона. Получается

$$\vec{E} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^3} \vec{r}, \quad E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}.$$

Для неточечного заряженного тела задача нахождения напряженности поля сложнее. Один из методов ее решения состоит в разбиении на точечные заряды и применении принципа суперпозиции, согласно которому поле нескольких зарядов равно векторной сумме полей каждого из них. В принципе, этот метод универсален. Он позволяет найти поле в любой ситуации, если известно расположение создающих его зарядов. Единственная проблема — вычислить получающуюся сумму. Разберем несколько практически важных примеров, когда

это удастся сделать сравнительно просто.

Начнем с совсем простого примера — найдем поле равномерно заряженного кольца на его оси (рис. 1).

Разобьем кольцо на маленькие кусочки и найдем поля i -го кусочка в

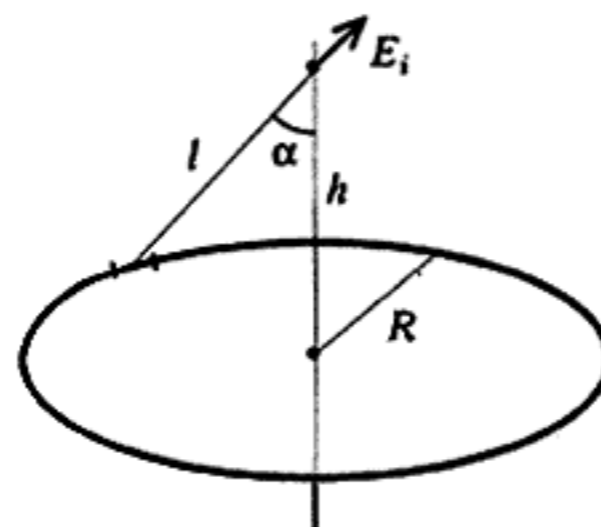


Рис. 1

интересующей нас точке:

$$E_i = \frac{q_i}{4\pi\epsilon_0 l^2}.$$

Поле всего кольца равно

$$\vec{E} = \sum \vec{E}_i.$$

Модуль вектора \vec{E} , конечно, не равен сумме модулей отдельных слагаемых, поэтому сначала учтем симметрию задачи и избавимся от векторности суммы. Понятно, что перпендикулярные оси составляющие поля при суммировании сократятся, а параллельные просто сложатся и для модуля результирующего поля можно записать

$$E = \sum E_{i\parallel} = \sum \frac{q_i \cos \alpha}{4\pi\epsilon_0 l^2}.$$

В любой сумме одинаковые для всех слагаемых множители можно выносить за скобки. В нашем случае l и α одинаковы для всех кусочков. Заряды q_i зависят от того, как мы разрезали кольцо, и в принципе могут быть произвольными (но достаточно малыми). Индекс « i », таким образом, не только нумерует кусочки, но и подсказывает нам, что эту величину нельзя вынести за знак суммы. В результате суммирования получим

$$E = \frac{\cos \alpha}{4\pi\epsilon_0 l^2} \sum q_i = \frac{Q \cos \alpha}{4\pi\epsilon_0 l^2} = \frac{Qh}{4\pi\epsilon_0 (h^2 + R^2)^{3/2}}.$$