

Строение атомовъ въ свѣтѣ радіоактивныхъ излученій.

(Продолженіе) ¹⁾.

Ч А С Т Ь I.

Зарядъ и размѣры положительныхъ ядеръ атомовъ по разсѣянію α —частицъ.

Глава I. — Тяжелые элементы.

§ 4. Механическая теорія столкновенія α —частицы съ неподвижнымъ ядромъ. Мы будемъ предполагать, что α —частица и ядро взаимодействуютъ, какъ точечные заряды, т.-е. отталкиваются съ силой $f = \frac{eE}{r^2}$, гдѣ E —зарядъ α —частицы, e —зарядъ ядра, r —разстояніе между ними; иными словами, размѣры α —частицы и ядра будемъ считать весьма малыми по сравненію съ тѣми разстояніями, на которыя они могутъ приблизиться, отталкиваясь по закону Кулона. Далѣе, массивное ядро тяжелого элемента будемъ считать неподвижнымъ, т.-е. массу его m будемъ считать бесконечно большой по сравненію съ M —массой α —частицы; отъ этого ограниченія мы впослѣдствіи освободимся и докажемъ его допустимость для сравнительно тяжелыхъ элементовъ; что же касается основного предположенія о силѣ взаимодействия f , то правильность его можетъ быть провѣрена только *a posteriori*, сравненіемъ теоріи съ опытомъ; большія отклоненія α —частицъ, отмѣченныя Гейгеромъ и Марсденомъ,

¹ См. Вопросы Физики 11, р. 19.

придаютъ такому предположенію лишь значительную долю вѣроятности (см. Введение).

Рѣшимъ сначала слѣдующую чисто механическую задачу.

Изъ безконечности съ начальной скоростью V летитъ α — частица по прямой L , проходящей на разстояніи p отъ неподвижнаго ядра e (p — есть длина перпендикуляра изъ ядра на прямую L , содержащую первоначальную скорость V); отталкиваемая имъ съ силой $\frac{eE}{r^2}$, α — частица сворачиваетъ съ своего первоначальнаго пути въ сторону, противоположную ядру, и по криволинейной траекторіи приближается къ нему вплоть до разстоянія r_0 , очевидно бѣльшаго p ; затѣмъ она снова удаляется отъ ядра, и уходитъ въ безконечность по прямой L' со скоростью V' .

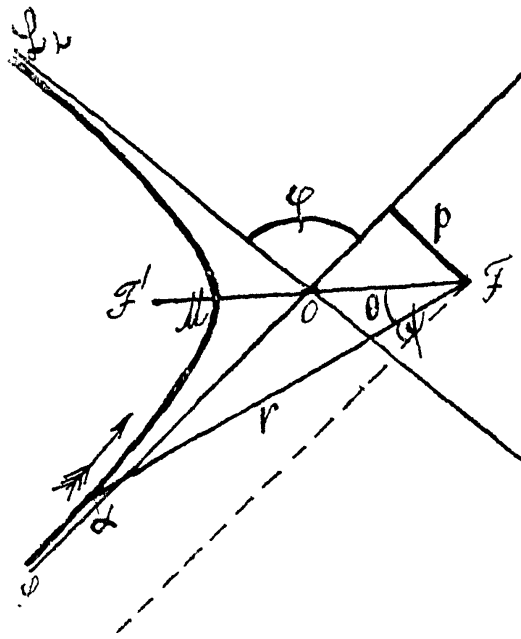


Рис. 1.

Требуется опредѣлить полное отклоненіе α — частицы, т.-е. уголъ $\varphi = (V, V')$ между ея начальной и конечной скоростью (или прямыми L и L') и ближайшее разстояніе r_0 ея орбиты отъ ядра.

Нетрудно вычислить, что орбитой α — частицы будетъ

¹⁾ Только этимъ орбита α — частицы отличается отъ орбиты кометы, притягиваемой солнцемъ, которое помѣщается во внутреннемъ фокусѣ гиперболы. См. примѣчаніе къ § 7.

гипербола, во вѣншнемъ фокусѣ F которой расположено ядро ¹⁾, и асимптотами которой служатъ прямыя L и L' .

Такъ какъ, однако, насъ интересуютъ лишь отклоненіе φ и апсидальное разстояніе r_0 , то мы ихъ вычислимъ непосредственно изъ первыхъ интеграловъ движенія, выражающихъ законы сохраненія энергіи и площадей; вычисленіемъ же орбиты, т.-е. отысканіемъ второго интеграла, заниматься не будемъ.

Обозначимъ скорость α — частицы на разстояніи r отъ ядра черезъ v ; ея полная эрергія будетъ слагаться изъ кинетической $\frac{1}{2} Mv^2$ и потенціальной $+\frac{eE}{r}$, и будетъ равна начальной энергіи, соотвѣтствующей $r = \infty$, т.-е. $\frac{1}{2} M V^2$; отсюда

$$(1) \quad v^2 + \frac{2eE}{M} \cdot \frac{1}{r} = V^2$$

При движеніи подѣ дѣйствіемъ центральной силы имѣетъ мѣсто законъ сохраненія момента количества движенія или площадей; иными словами, произведеніе скорости ¹⁾ v на перпендикуляръ изъ ядра на ея направленіе есть величина постоянная, остающаяся всегда равной своему первоначальному значенію $p \cdot V$. Но моментъ линейной скорости равенъ удвоенной площади, описываемой радіусомъ векторомъ въ единицу времени, т.-е. $vr \sin (v, r) = r^2 \frac{d\psi}{dt}$, гдѣ $\frac{d\psi}{dt}$ — угловая скорость, а ψ уголъ между первоначальнымъ направленіемъ на α — частицу и тѣмъ, которое соотвѣтствуетъ радіусу вектору r . Такимъ образомъ,

$$(2) \quad vr \sin (v, r) = r^2 \frac{d\psi}{dt} = p \cdot V.$$

Изъ этихъ двухъ законовъ явствуетъ, что 1) α — частица уходитъ въ безконечность съ такой же скоростью, съ какой она оттуда пришла (потенціальная энергія обращается снова въ нуль, кинетическая достигаетъ первоначальнаго значенія), т.-е. $V' = V$; 2) прямая, по которой α — частица удаляется въ безконечность, отстоитъ отъ ядра въ такомъ же разстояніи p , какъ и та, по которой она приближается изъ безконечности,—

¹⁾ Такъ какъ M , масса α — частицы, постоянна (при не слишкомъ большихъ r , то вмѣсто количества движенія Mv можно брать просто скорость v).