ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XIV 1951 5

ФИЗИКА

С. Д. Кайтмазов

Нахождение радиуса кривизны траектории методом отображения

(Представлено А. А. Акопяном 29 XII 1951)

Импульс частицы, проходящей в однородном магнитном поле, связан с радиусом кривизны проекции ее траектории. В случае длинного и узкого магнитного поля, последний достаточно точно выражается через отклонение частиц, легко находимое линейкой. Однако уже при отношении длины поля к ширине, равном 4, погрешность в определении радиуса может достигнуть 20%. Аналитическое же определение радиуса при массовой обработке траекторий практически неприменимо. Поэтому перед нами встал вопрос о графическом методе нахождения радиуса кривизны траектории.

В случае, когда проекции траекторий регистрируются отметками на параллельных прямых, что и имеет обычно место, удобно применить центральную инверсию, предварительно совместив все траектории в центре инверсии. Тогда траектории отобразятся в прямые. Применение центральной инверсии для нахождения радиуса рассмотрим на примере магнитного масс-спектрометра.

В масс-спектрометре, приведенном на рис. 1, радиус кривизны траектории определяется отметками счетчиков в рядах *1*, *2* и *4*, ряд *3* является контрольным. За центр инверсии удобно принять центральную точку ряда *2*. Перенесем траекторию параллельно ряду в центр инверсии, т. е. выразим ее в разностях координат $X_n - X_2$, где X_n — координата регистрирующего счетчика в ряду n. Разности эти удобно выражать в шаге счетчиков ряда *2*.

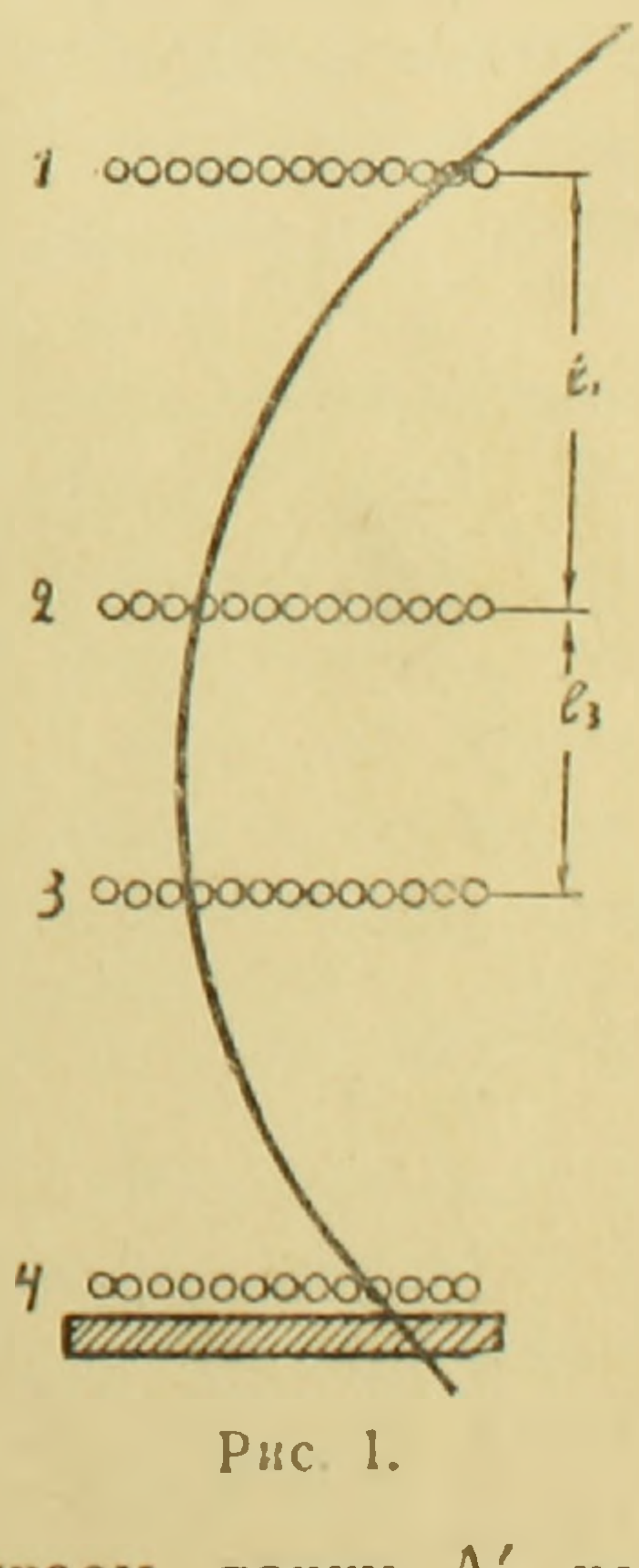

Рис. 1.

Отображаем шкалы разностей, являющиеся геометрическим местом точек пересечения продолжения рядов с траекториями, перенесенными параллельно самим себе в центр инверсии, т. е. те же ряды, только удвоенной длины.

Отображение, например, первой шкалы проводится так (рис. 2): отображаем точку А, получаем точку А′ на расстоянии $z' = \frac{a^2}{z}$ от центра инверсии, где a—постоянная инверсии. Вся шкала отобразится дугой окружности, построенной на диаметре $\overline{OA'}$, причем соответственные точки (B и B', C и C') находятся на лучах, проведенных из центра инверсии.

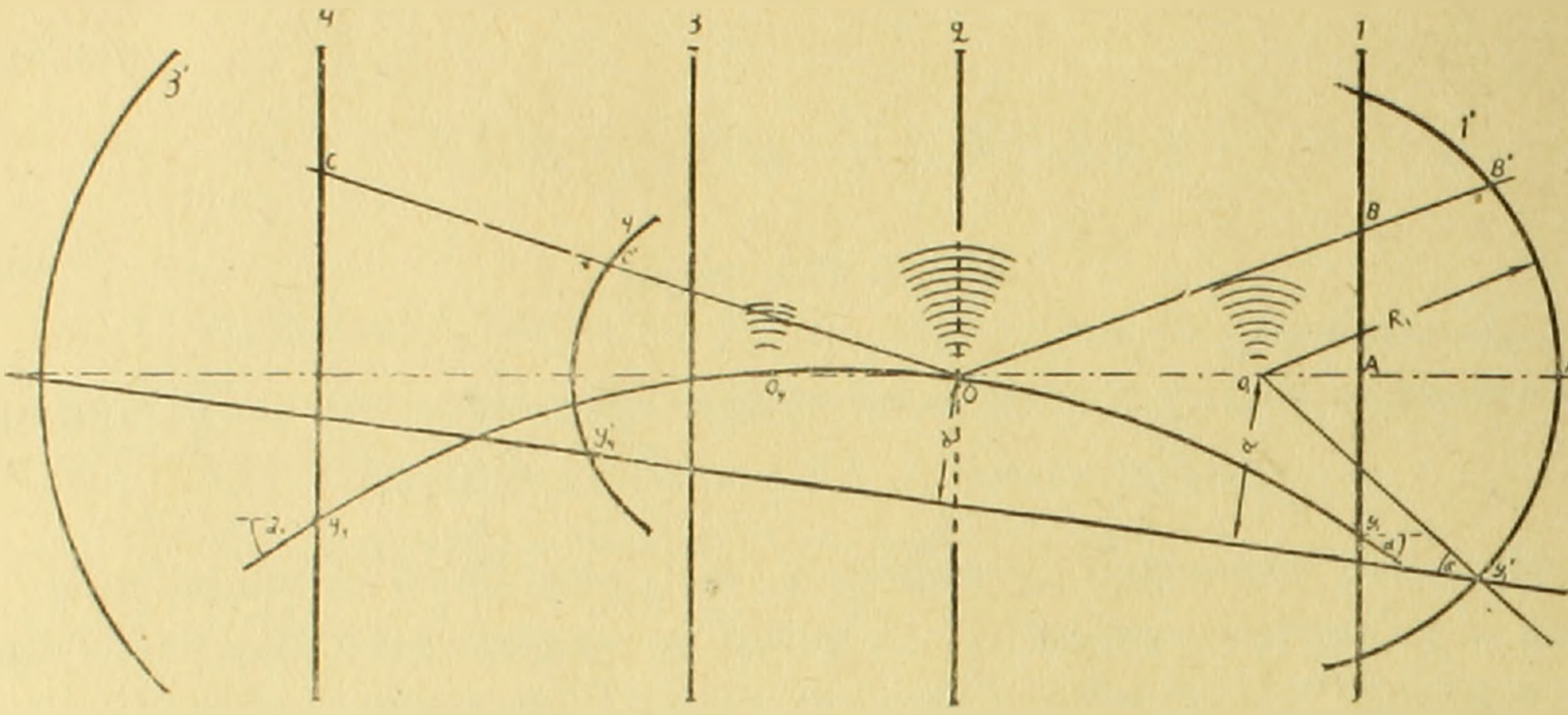

Рис. 2.

На полученных таким образом дугах наносим шкалы разностей. Тогда отображением траектории, заданной разностями Y_1 и Y_4 (дуга окружности $Y_1 O Y_4$) будет прямая $Y_1' Y_4'$. Радиус траектории определится расстоянием этой прямой от центра инверсии $\rho = \frac{a^2}{2d}$. Шкала радиусов* нанесена в виде концентрических окружностей вокруг центра инверсии. Для определения радиуса траектории, заданной разностями Y_1 и Y_4, надо совместить линейку с отметками Y_1' и Y_4' на соответствующих шкалах. Отметка на шкале радиусов, соответствующая окружности касательной к линейке, равна истинной величине радиуса.

Пересечение линейки с отображением контрольных рядов дает контрольные разности.

То же приложение линейки позволяет найти угол входа в первый ряд. Действительно, так как при отображении величина углов не изменяется, то $\angle \alpha = \angle \alpha'$, a $\angle \alpha'$ определяется расстоянием линейки от центра O_1, $d_1 = R_1 \sin\alpha'$. Шкала углов нанесена в виде концентрических окружностей вокруг O_1. Аналогично находим угол выхода из четвертого ряда, который нужен для определения коэфициента удлинения пробега частицы в фильтре, расположенном за полем, $k = \frac{1}{\cos \alpha_4}$.
В этом случае удобнее строить непосредственно шкалу пробега.

Можно построить аналогичную шкалу для любой величины, являющейся функцией угла пересечения траектории с рядом счетчиков.

* Удобнее строить не шкалу радиусов, а шкалу кривизны, так как кривизна пропорциональна расстоянию d.

Номограмму можно использовать и в том случае, когда для определения радиуса имеются только нулевой, первый и второй ряды счетчиков (траектория между нулевым и первым рядами предполагается прямолинейной), но способ пользования ею изменится.

Радиус рассматривается в этом случае, как функция разности $X_1 - X_2$ и угла α, под которым траектория пересекает первый ряд.

Поместив линейку так, чтобы она пересекала отметку разности на отображенной шкале и касалась на шкале углов дуги, соответствующей углу α, читаем на шкале радиусов искомое ρ.

Разности находятся с помощью линейки, на неподвижной шкале которой расположена шкала разности, а на движке шкалы счетчиков — соответствующие их расположению в рядах.

Поскольку угол α однозначно связан с разностью $X_1 - X_0$, для него также можно построить шкалу на линейке.

В некоторых случаях нулевой ряд имеет участки не параллельные остальным рядам (это делается для того, чтобы увеличить светосилу установки для больших углов). Для нахождения угла входа частицы, прошедшей через непараллельный участок нулевого ряда, линейка строится так:

Угол α можно рассматривать, как функцию отношения отрезков OX_0 и OX_1, где O есть точка пересечения нулевого и первого ряда (рис. 3).

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\dfrac{OX_1}{OX_0} - \cos\psi}{\sin\psi} .$$

Для того, чтобы результат, находимый на линейке, был функцией отношения $\dfrac{OX_1}{OX_0}$, мы должны построить шкалы счетчиков в логарифмическом масштабе, а именно, расстояние отметки счетчика (измеренное от произвольно выбранной нулевой точки) должно быть равно логарифму фактического расстояния счетчика от точки O.

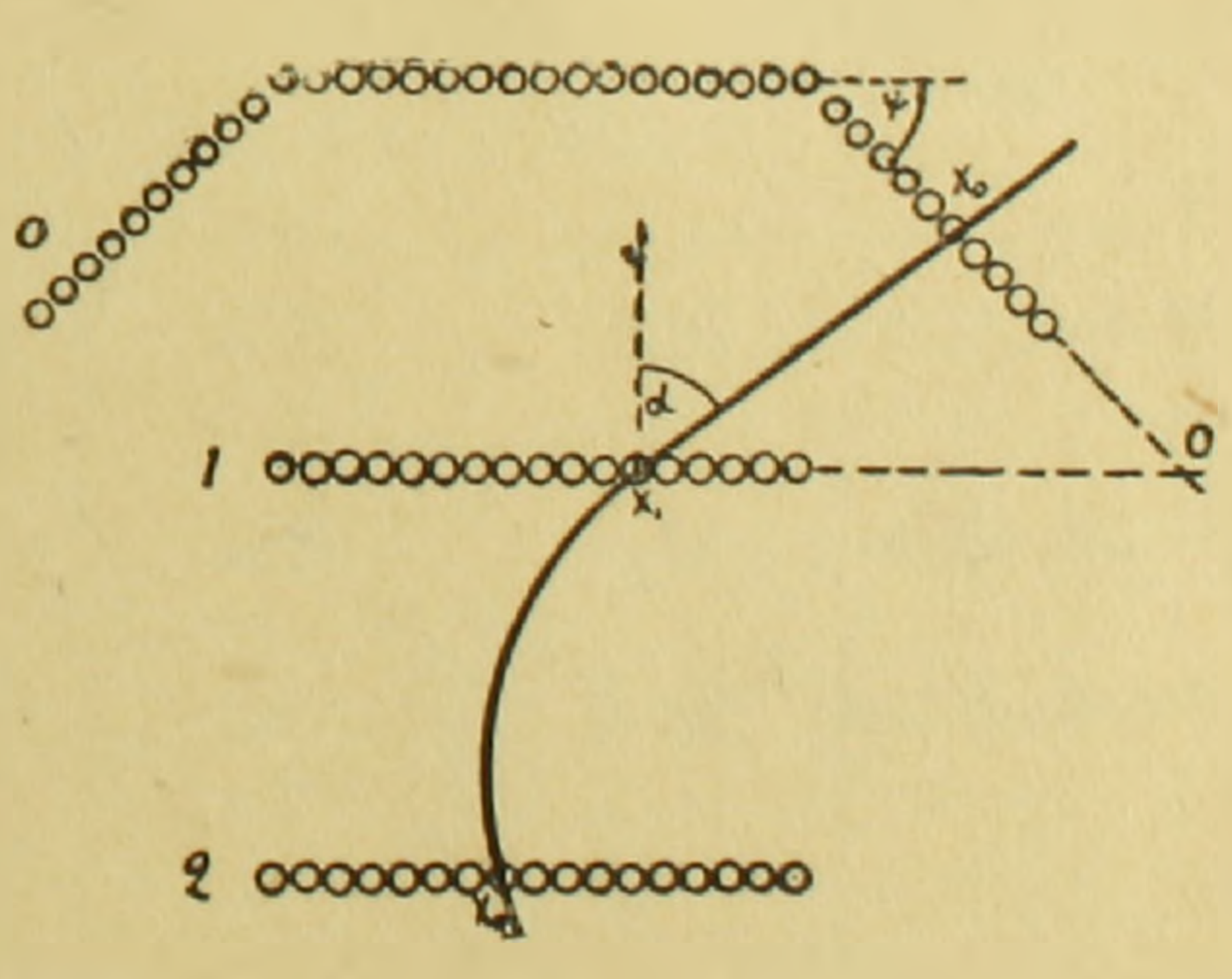

Рис. 3.

Точность нахождения элементов траектории зависит только от точности выполнения номограммы и от точности, с которой определены разности. Если шаги счетчиков всех рядов одинаковы или находятся в простом отношении, то линейка не вносит погрешностей в определение разностей.

Постоянная инверсии a определяется желательным размером номограммы: $L = a^2 \left(\dfrac{1}{l_1} + \dfrac{1}{l_3} \right)$ (l_1 и l_3 на рис. 1).

При радиусе полтора метра практическая погрешность в его определении порядка 0,5%.

Ս. Դ. ԿԱՅԹՄԱԶՈՎ

Հետագծի կորության շառավղի որոշումը արտապատկերման մեթոդով

Ներկա աշխատանքում մենք քննության ենք առնում մասսպեկտրոմետրի համասեռ մագնիսական դաշտում շարժվող լիցքավորված մասնիկի հետագծի կորության շառավղի որոշումը գրաֆիկական եղանակով, երբ հայտնի են շրջանագծի երեք կետերը հաշվիչների երեք հարթություններում։ Դիտարկվում է նաև այն դեպքը, երբ շրջանագծի շառավիղը որոշվում է երկու կետերով և շոշափողով կազմված անկյունը հաշվիչների հարթության հետ։

Բերված նոմոգրամայի կառուցման հիմքում դրված է կենտրոնական ինվերսիայի այն հատկությունը, որ ինվերսիայի կենտրոնով անցնող շրջանագիծը արտապատկերվում է որպես ուղիղ գիծ։

Հոդվածում բերվում է մանրամասն բացատրություն նոմոգրաման կառուցելու, ինչպես նաև նրանից օգտվելու մասին։

Նոմոգրաման հնարավորություն է տալիս որոշելու նաև մասնիկների մուտքի և ելքի անկյունները մասսպեկտրոմետրում։ Առանձին դիտարկվում է շառավիղը որոշելու այն դեպքը, երբ առաջին խմբի հաշվիչները դասավորված են տրապեցիայի ձևով։