

Обзор электростатических спектрометров заряженных частиц

Автор:
студент группы
Т05-143
Шалютин И.А.

2016 г.

Основные характеристики энергоанализаторов

- Разрешающая способность ($\rho = \frac{\Delta E}{E} \times 100\%$)
- Светосила – телесный угол пучка, исходящего из источника, который проходит через анализатор без потерь
- Дисперсия ($D = E \times \frac{dz}{dE}$) – пропорциональна смещению изображения моноэнергетического пучка при малом изменении его энергии dE

Бездисперсионный энергоанализатор на задерживающем потенциале

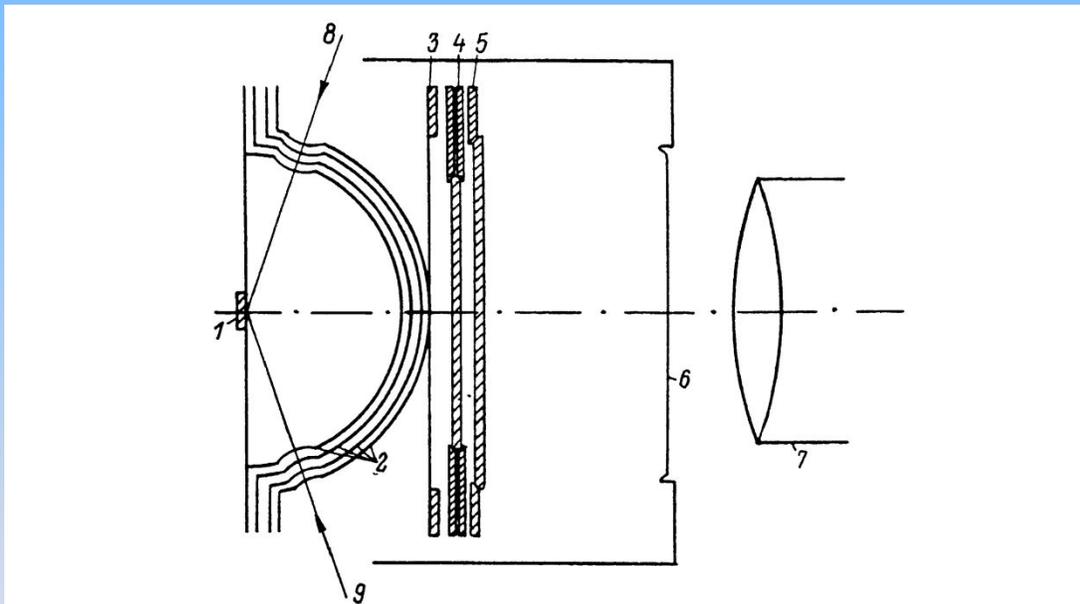
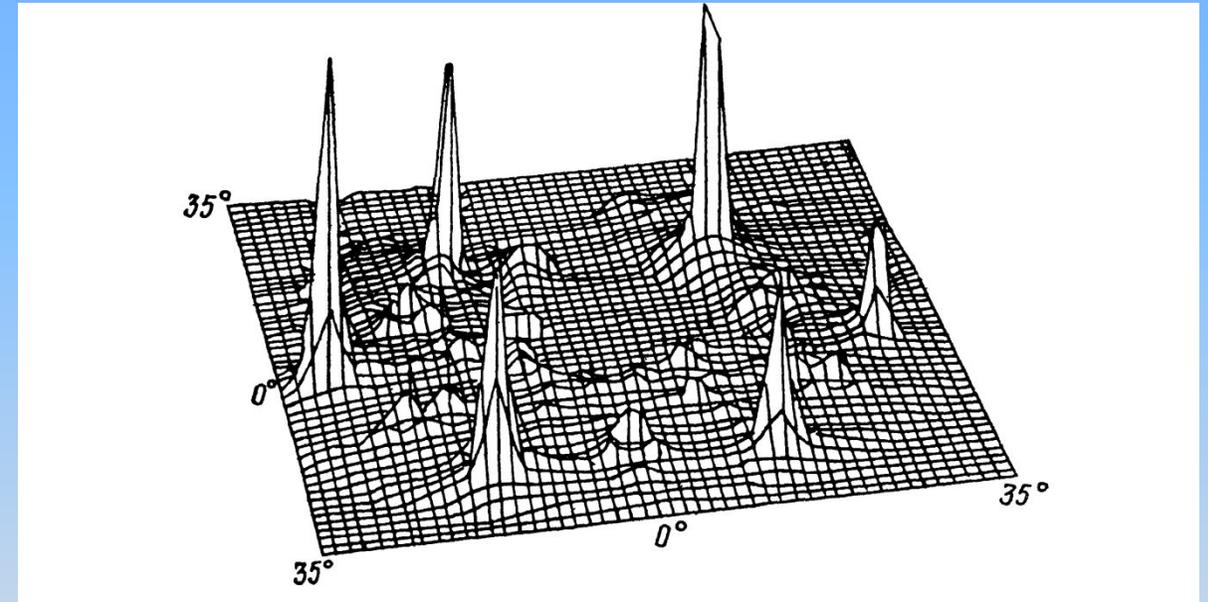


Рис. 1. Схема бездисперсионного энергоанализатора с четырьмя сферическими сетками.
1 — образец, 2 — сферические сетки, 3 — экранирующая сетка, 4 — микроканальная пластина, 5 — флуоресцирующий экран, 6 — окно, 7 — камера видикона, 8 — поток фотонов, 9 — поток электронов.



Достоинства: - большой захватываемый телесный угол ($70^\circ \times 70^\circ$)

- одновременный анализ пучка по энергии и углу вылета

Недостатки: - малое энергетическое разрешение

Более совершенный вариант анализатора того же типа

Достоинства: - анализ частиц в узком энергетическом интервале

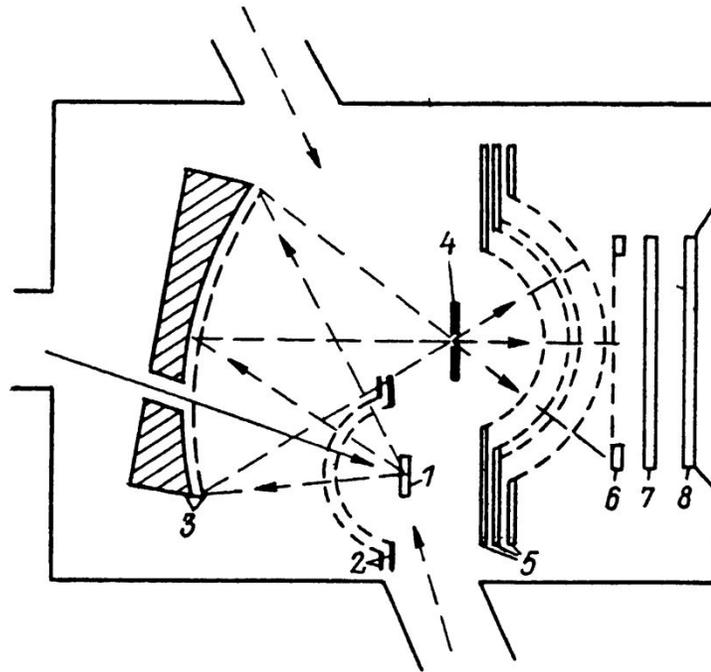


Рис. 3. Схема бездисперсионного энергоанализатора, пропускающего частицы в узком энергетическом интервале.

1 — образец, 2 — замедляющая система, 3 — эллипсоидальное зеркало, 4 — диафрагма, 5 — сферические сетки, 6 — экранирующая сетка, 7 — микроканальные пластины, 8 — флуоресцирующий экран.

$$\Delta E = e(V_3 - V_c),$$

V_3 — разность потенциалов между электродами эллиптического зеркала
 V_c — задерживающий потенциал сеток

Некоторые параметры установки:

- меньший радиус кривизны эллиптического зеркала 10 см
- телесный угол $85^\circ \times 85^\circ$ - разрешаемый энергетический интервал 0.1-0.2 эВ (при диаметре образца 1мм)

Дисперсионные энергоанализаторы

Некоторые параметры данной установки:

- Диапазон углов поворота анализатора - 100° (точность 0.2°)
 - Небольшой анализатор (расстояние между входной и выходной щелями 37 мм, их ширина – 0.25 мм)
 - Анализатор помещен в металлический экранирующий кожух, магнитное поле компенсируется катушками Гельмгольца
- Анализатор типа «корбка»

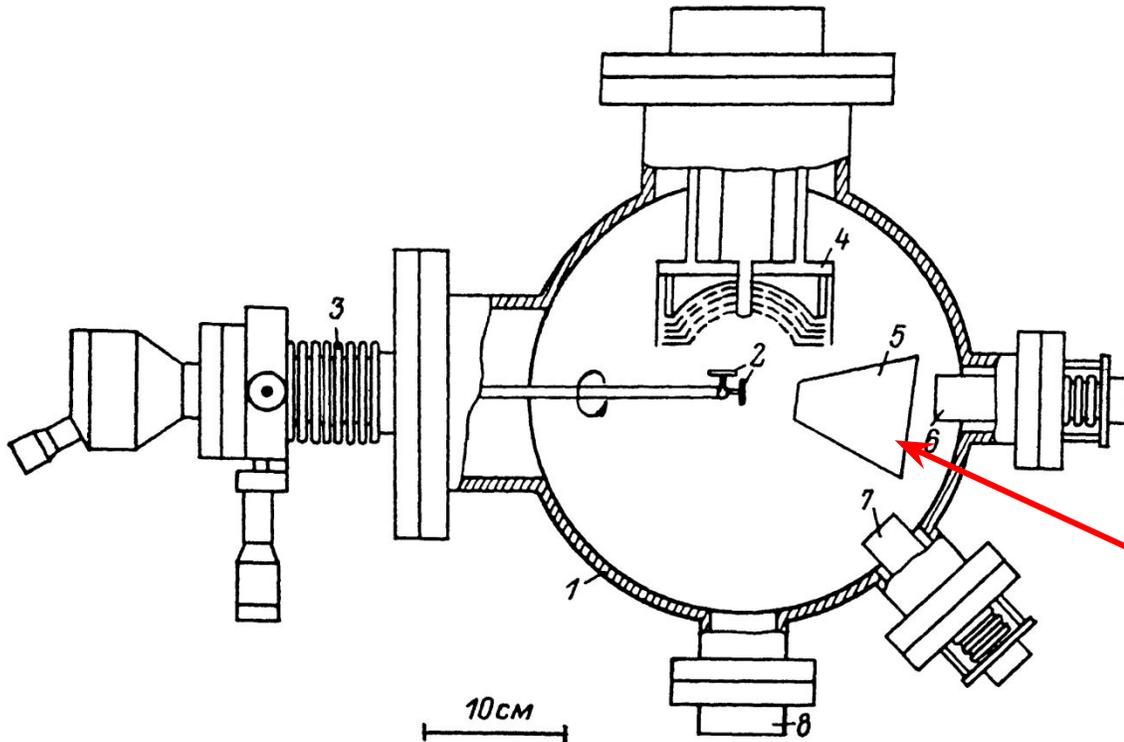
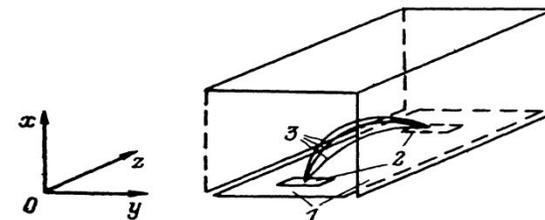


Рис. 4. Основные узлы спектрометра с перемещаемым анализатором.

1 — камера; 2 — образцы; 3 — манипулятор образцов; 4 — дифрактометр; 5 — дисперсионный анализатор; 6, 7 — электронные пушки; 8 — смотровое окно.



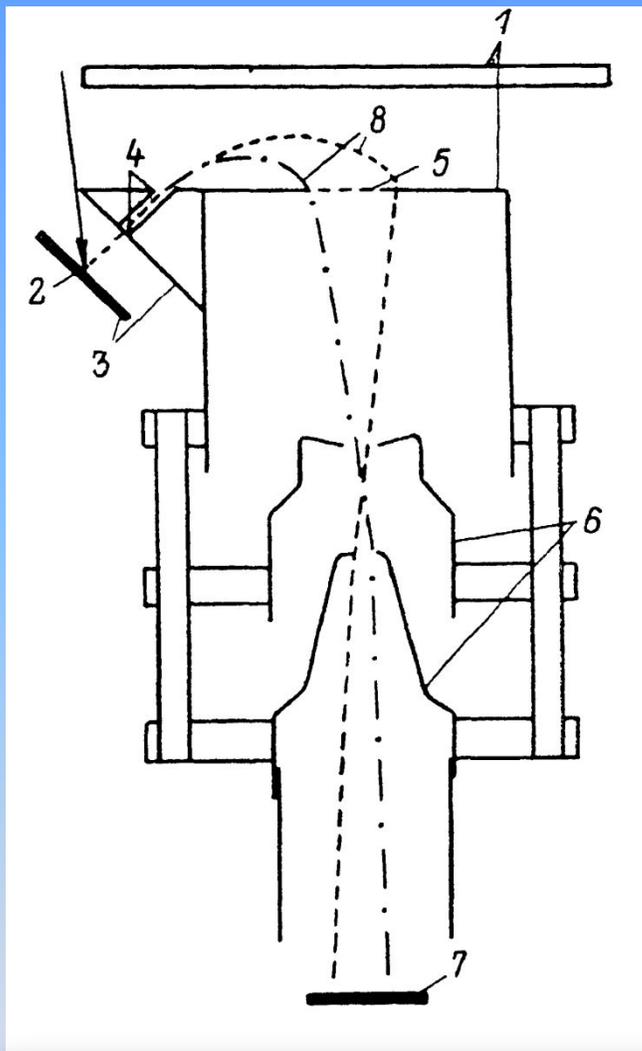


Рис. 6. Схематическое изображение фотоэлектронного спектрометра на основе плоского конденсатора.

1 — электроды анализатора, 2 — образец, 3 — электроды ускоряющей системы, 4 — щели, 5 — сетка, 6 — электронная камера, 7 — электронографическая пленка, 8 — траектории электронов.

Данный анализатор способен одновременно исследовать распределение

фотоэлектронов по энергии и углу вылета из образца

К недостаткам можно отнести неравномерность углового разрешения и его резкое снижение при больших углах.

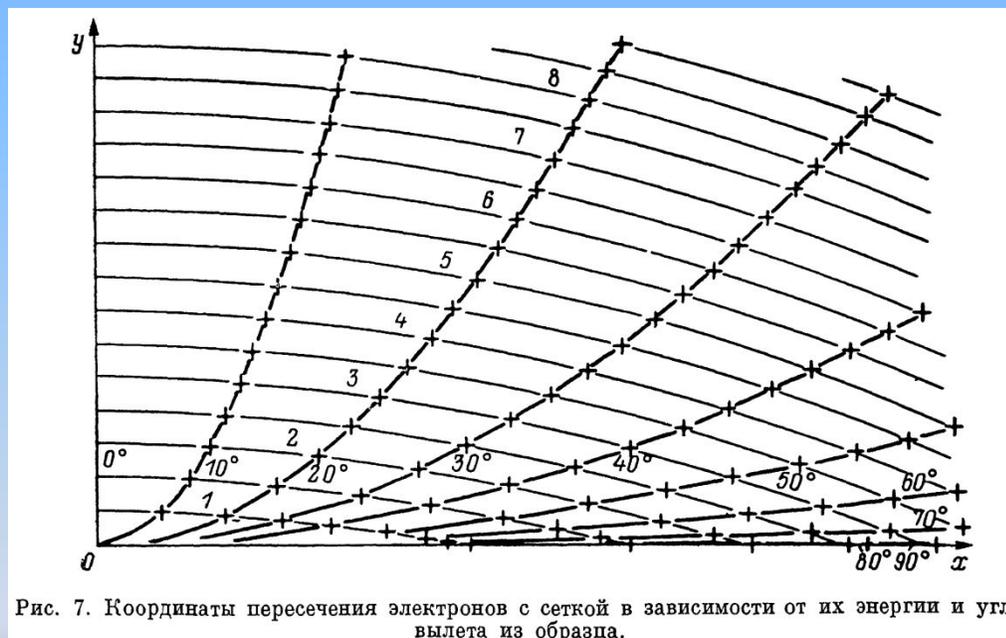


Рис. 7. Координаты пересечения электронов с сеткой в зависимости от их энергии и угла вылета из образца.

Распределение фотоэлектронов по энергии и углу вылета сложно связано с распределением интенсивности электронов на электронно-графической пластине -> усложнение обработки результатов измерений

Для анализа пучков частиц высоких энергий используются дефлекторы

Относительное расположение пары детекторов в т. А и В определяет исследуемый азимутальный угол

Недостатки:

- сложность конструкции
 - трудности в юстировке электродов
 - нет возможности варьировать полярный угол
- угол

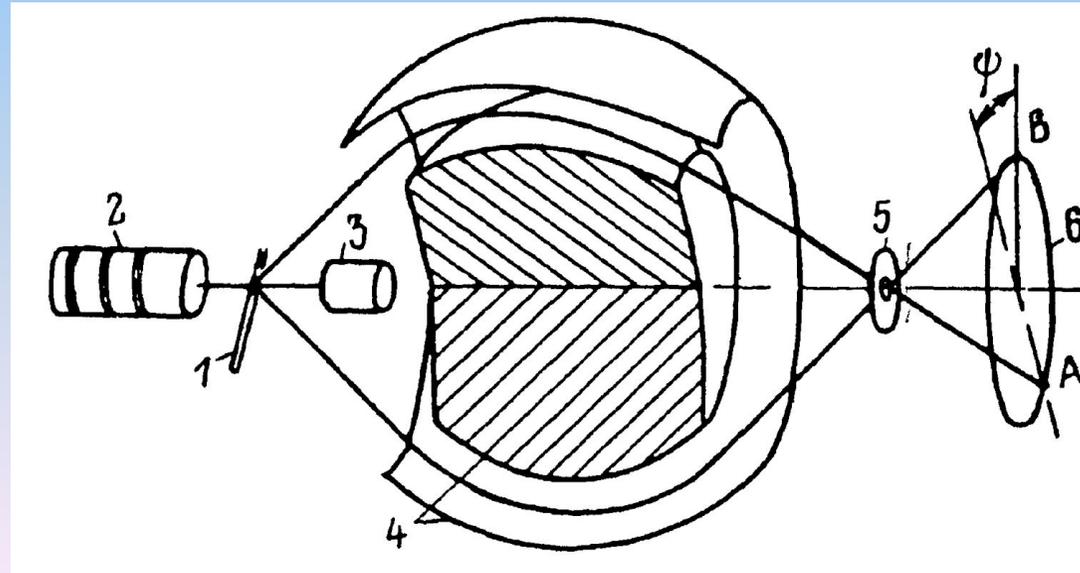


Рис. 10. Схематическое изображение сферического дефлектора.

1 — газовая мишень, 2 — электронная пушка, 3 — цилиндр Фарадея, 4 — электроды анализатора, 5 — выходная диафрагма, 6 — плоскость расположения детекторов.

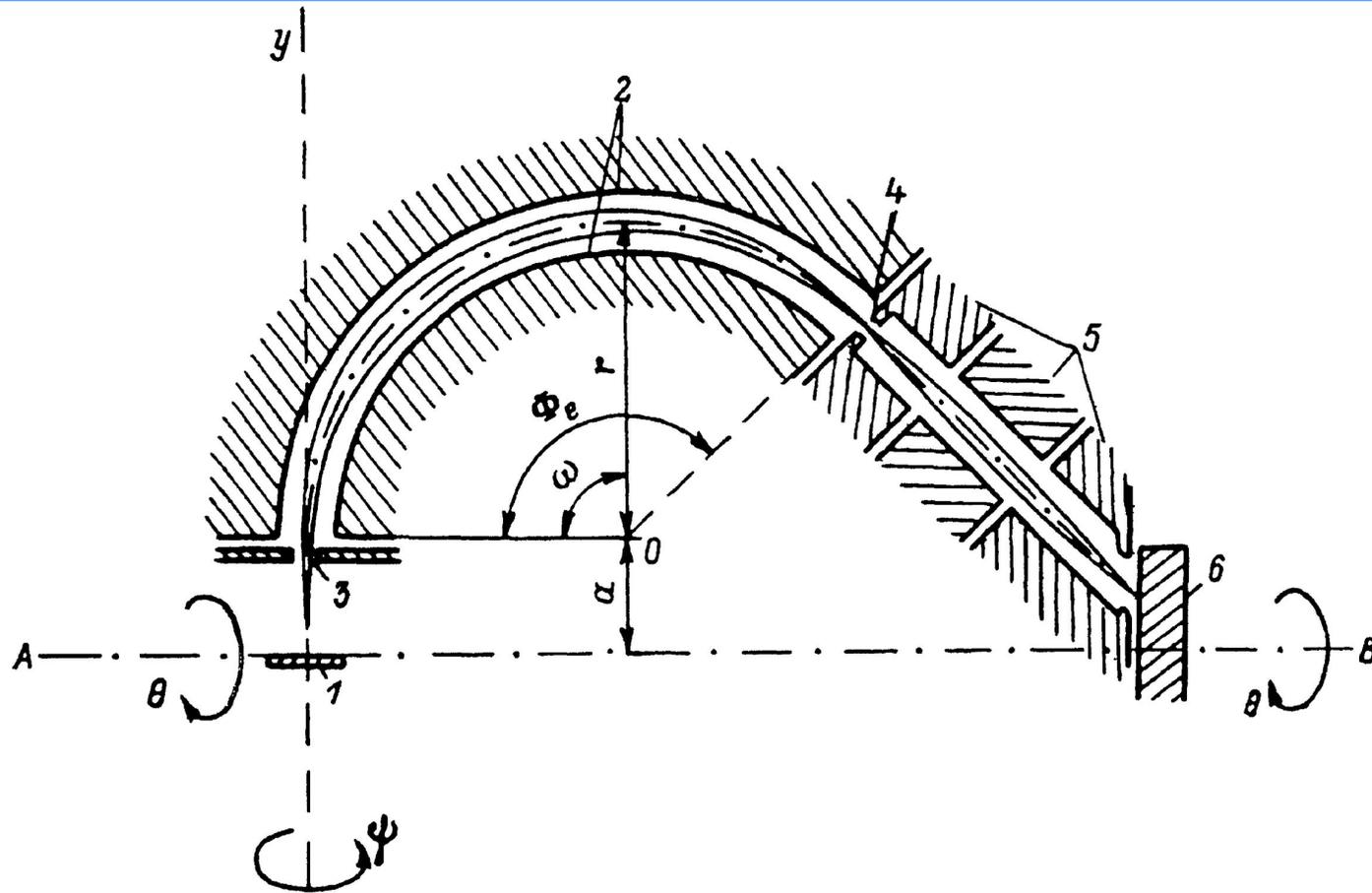


Рис. 11. Торoidalный секторный дефлектор с углом 135° .

1 — образец, 2 — электроды анализатора, 3 — входная щель, 4 — выходная щель, 5 — электроды конической линзы, 6 — детектор.

Характерные размеры:

Радиус кривизны осевой траектории $r=50\text{мм}$

Расстояние между электродами $0.2r$

Расстояние от образца до входной щели 15мм

Ширина входной щели 0.5мм

Раствор пучка $\Delta\Psi=2^\circ$

При данных размерах

Энергетическое разрешение 1.3%

Угловое разрешение $\leq 2.6^\circ$

Усл-я фокусировки:

$r/a=3.3$

Начальная энергия частиц — $5.05U$,
где $\pm U$ — потенциал на электродах дефлектора

Достоинства:

Наличие достаточно свободного пространства вблизи образца

Недостатки: Сложная форма

электродов,

Неортогональность (45°) падения пучка на

Используемая литература

- Л.А. Баранова, С.Е. Явор, «Электростатические спектрометры для энергетического и углового анализа заряженных частиц», Журнал технической физики 1988 г., т.58, в. 2, стр. 217-232
- Курнаев В.А., Машкова Е.С., Молчанов В.А., «Отражение легких ионов от поверхности тела», Энергоатомиздат, 1985 г.
- В.А Курнаев, Ю.С. Протасов, И.В. Цветков, «Введение в пучковую электронику», М.:МИФИ, 2008 г.