

IV Школа по физике поляризованных нейтронов

Гатчина, Орлова Роща, НИЦ КИ ПИЯФ

17-18 декабря 2015 года



# Флипперы спина нейтронов

Звягинцев О. А.



Флиппер – устройство для эффективного переворота спина нейтрона по отношению к ведущему магнитному полю  $H$ .

$$P = (I^+ - I^-)/(I^+ + I^-).$$

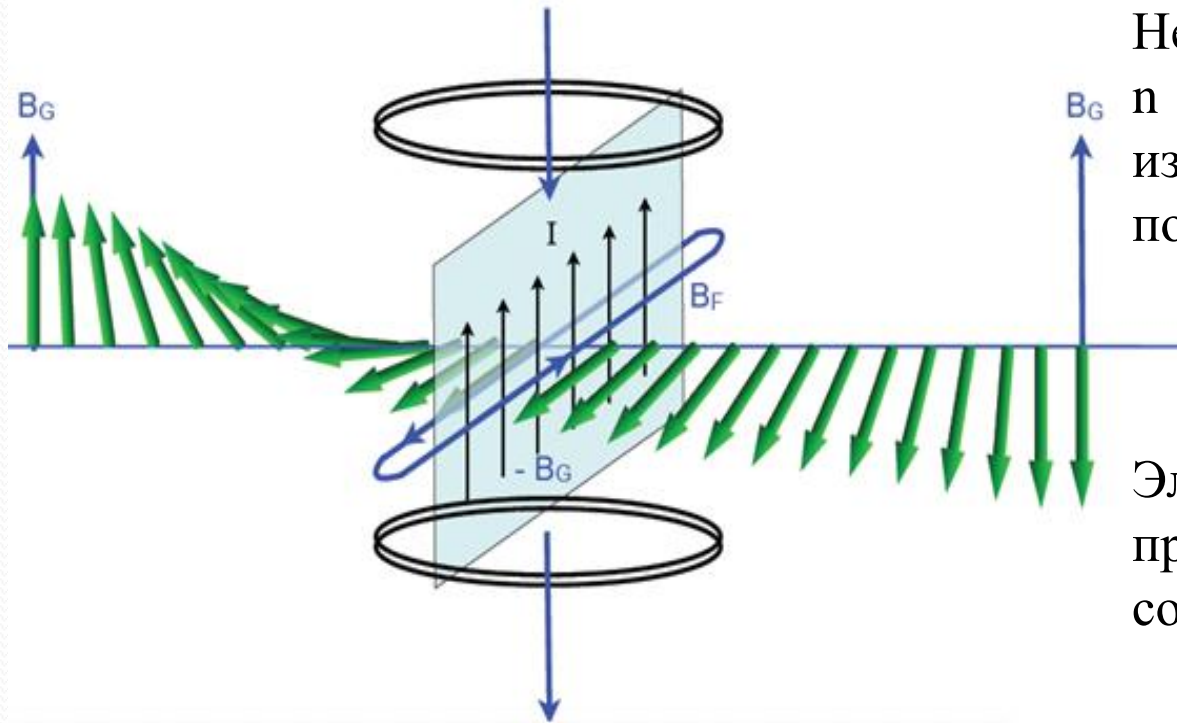
**1932г. Метод спинового резонанса.** Возможен полный переворот поляризации на  $180^\circ$  при определенных значениях ведущего поля  $H$ , амплитуды РЧ поля  $H_1$  и времени пролета нейтронов через область действия РЧ поля.

Недостаток: необходимо хорошо стабилизировать ведущее поле  $H$  и частоту  $\omega$ , а полный поворот поляризации возможен только для монохроматического пучка.

*Chadwick J. // Nature. 1932. V. 129. P. 312.*



# Фольга с током



Неадиабатическое прохождение п через область с резким изменением знака ведущего поля, когда

$$\omega_{\phi} \gg \omega_L$$

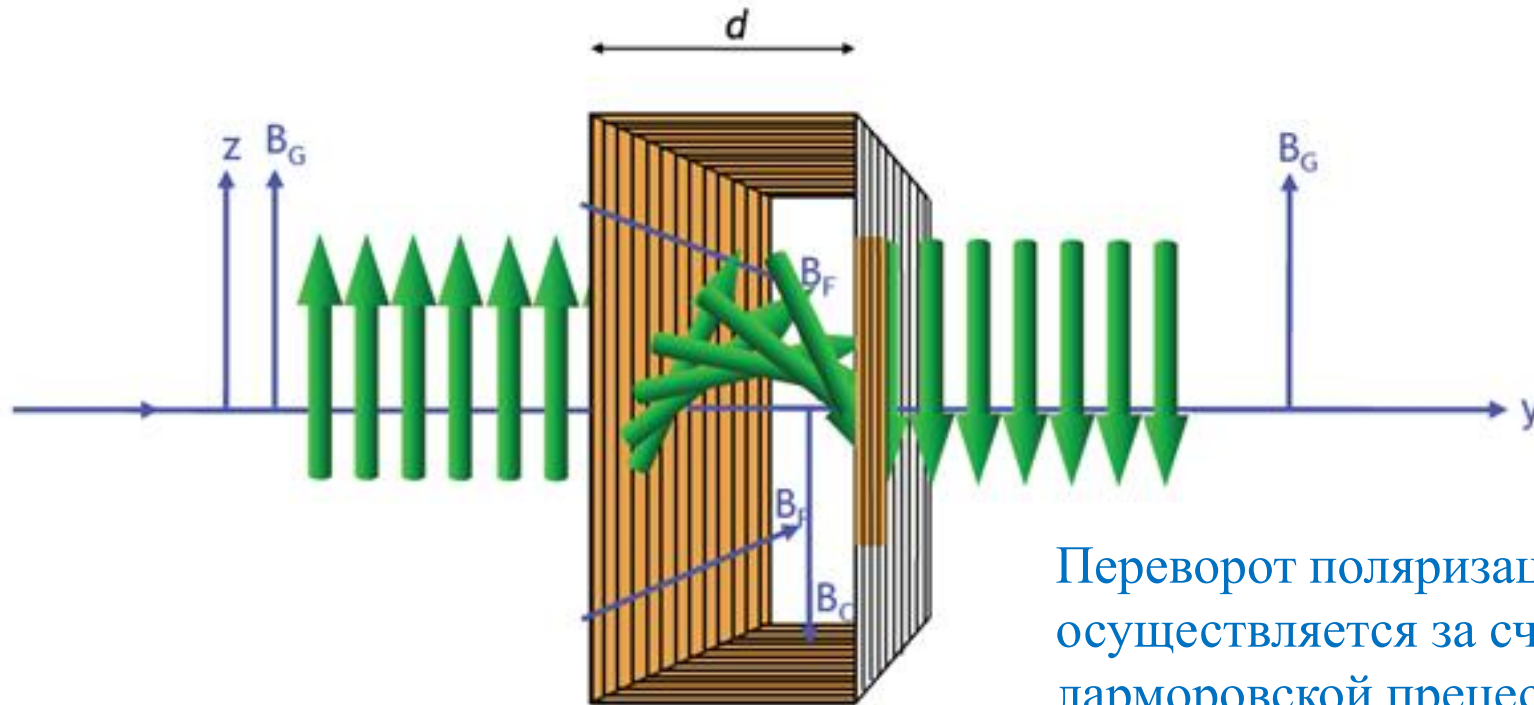
Электрический ток пропускается через фольгу, создавая МП  $\uparrow\downarrow$  знака.

$$K = \omega_L / \omega_{\phi}$$

Dabbs, Physical Review  
116, 1959

Недостаток: в пучок вносится материал, рассеивающий нейтроны; при большом токе возникают проблемы с теплоотводом.

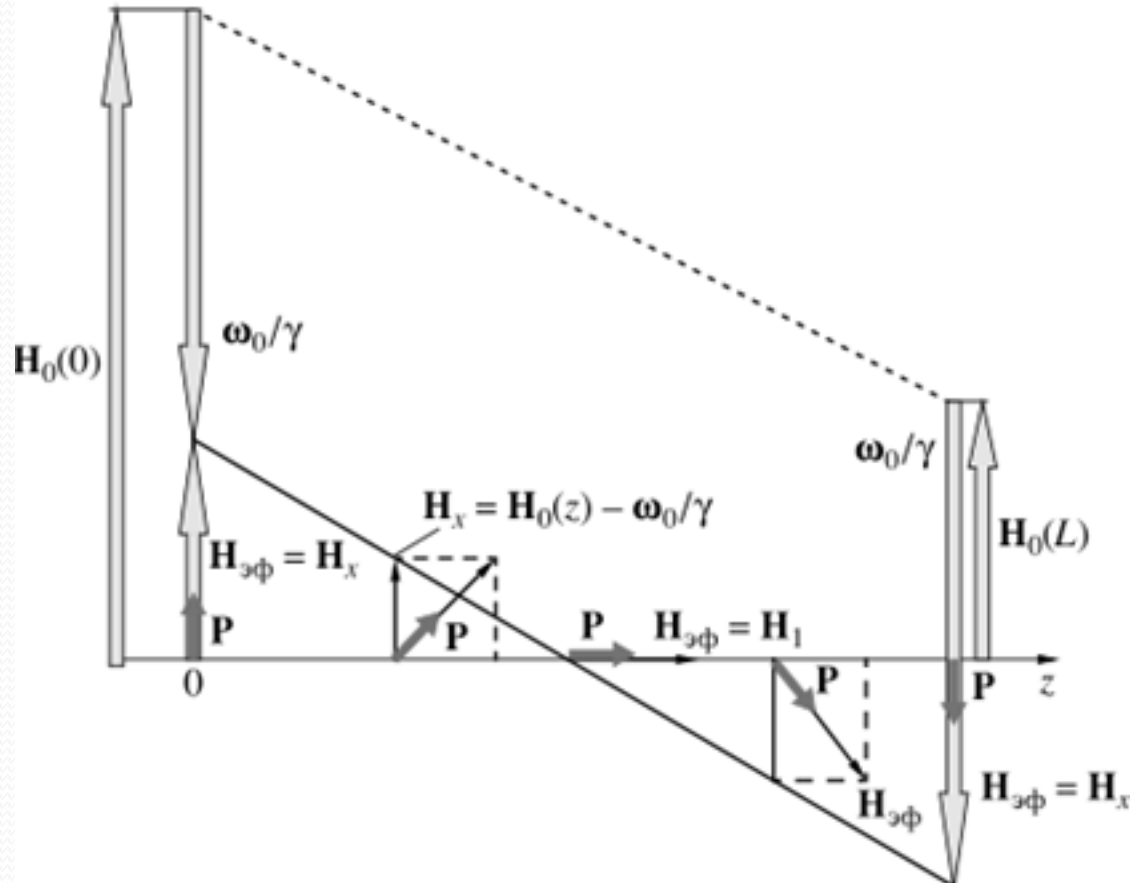
# Флиппер Мезея



Переворот поляризации осуществляется за счет ларморовской прецессии в суммарных полях соленоидов и ведущего поля

Недостаток: остается проблема наличия материала в пучке и монохроматичность пучка.

# Адиабатический РЧ флиппер



В системе координат, вращающейся с частотой  $\omega_0$ , в скрещенных полях (постоянного  $H_0$  и РЧ  $H_1$  полей) на спин нейтрона действует эффективное поле  $H_{\text{эфф}}$ .

Поляризация оказывается перевернутой.

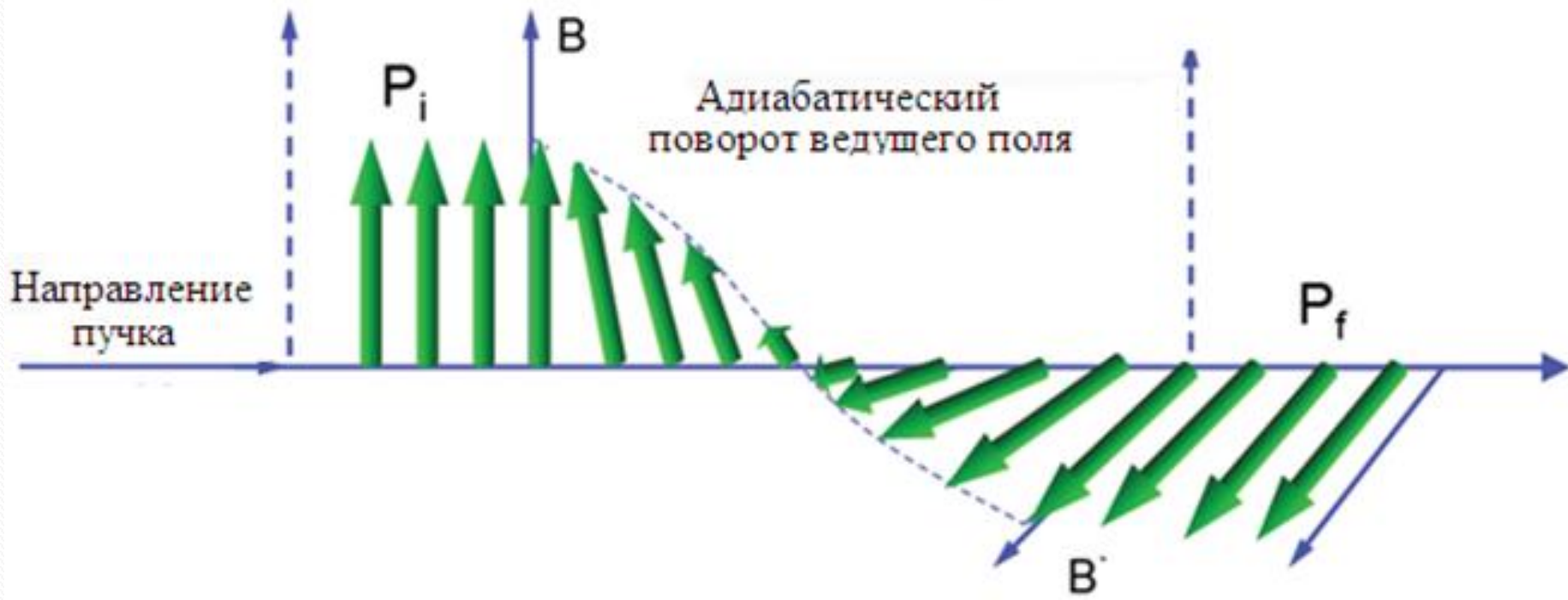
Схема магнитных полей р.ч.-адиабатического флиппера во вращающейся с частотой  $\omega_0$  системе координат



# Адиабатические флипперы

$E \rightarrow \infty$  (в реальности  $E > 10$ )

- 1) Большое ведущее магнитное поле;
- 2) Маленькая скорость нейтронного потока;

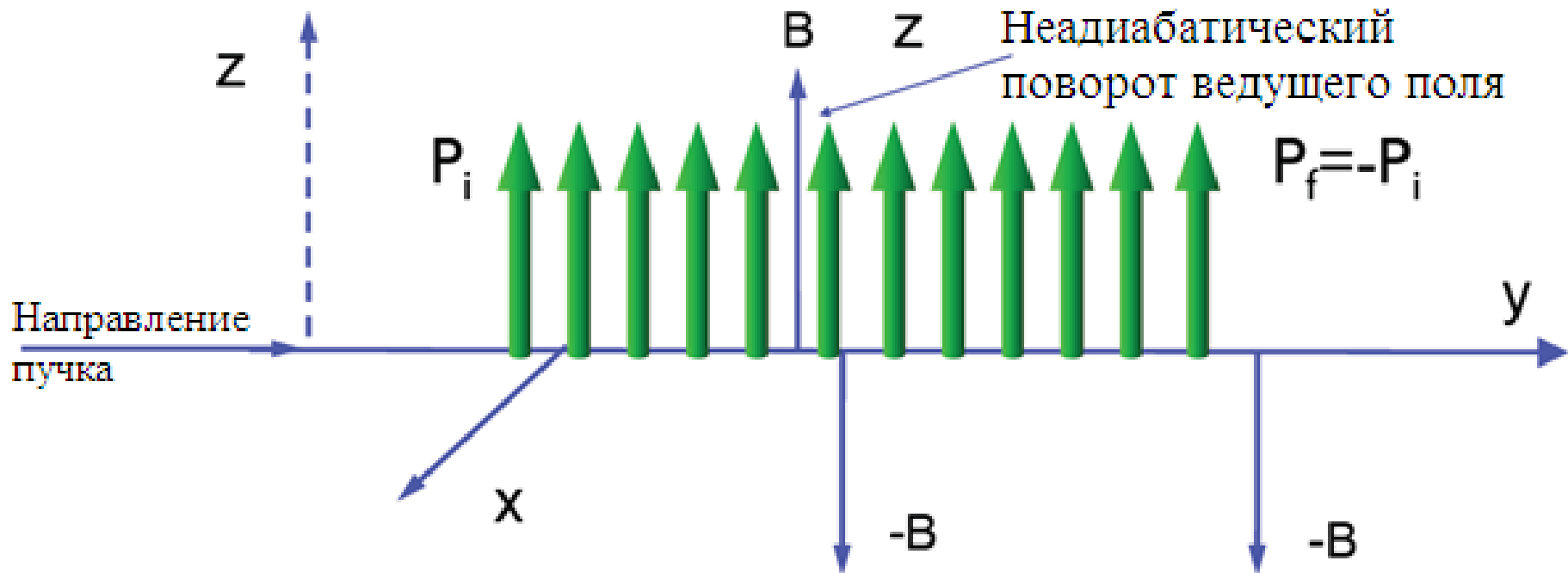




# Неадиабатические флипперы

$E \rightarrow 0$  (в реальности  $E < 10$ )

- МОЖНО использовать «белый» пучок;
- эффективны и при больших сечениях пучка ( $\sim 10 \text{ см}^2$ );



# Заключение



- В *неадиабатическом* флиппере, пригодном для широкого диапазона длин волн, необходимо сделать так, чтобы ведущее поле быстро меняло свое направление на расстоянии, малом по сравнению с периодом ларморовской прецессии.
- В *обычном резонансном* радиочастотном (РЧ) флиппере, где РЧ поле перпендикулярно ведущему постоянному полю, необходимо очень точное поддержание равенства частот РЧ поля и ларморовской прецессии, а также высокая стабильность других параметров, включая монохроматичность нейтронного пучка.
- В *адиабатическом* РЧ флиппере спин нейтрона проходит через постоянное градиентное магнитное поле, на которое перпендикулярно наложено РЧ поле и переворачивается на 180 градусов.





# Благодарности

- Забенкин Владимир Николаевич, НИЦ КИ ПИЯФ
- Аксельрод Леонид Абрамович, НИЦ КИ ПИЯФ



**Спасибо за внимание!**

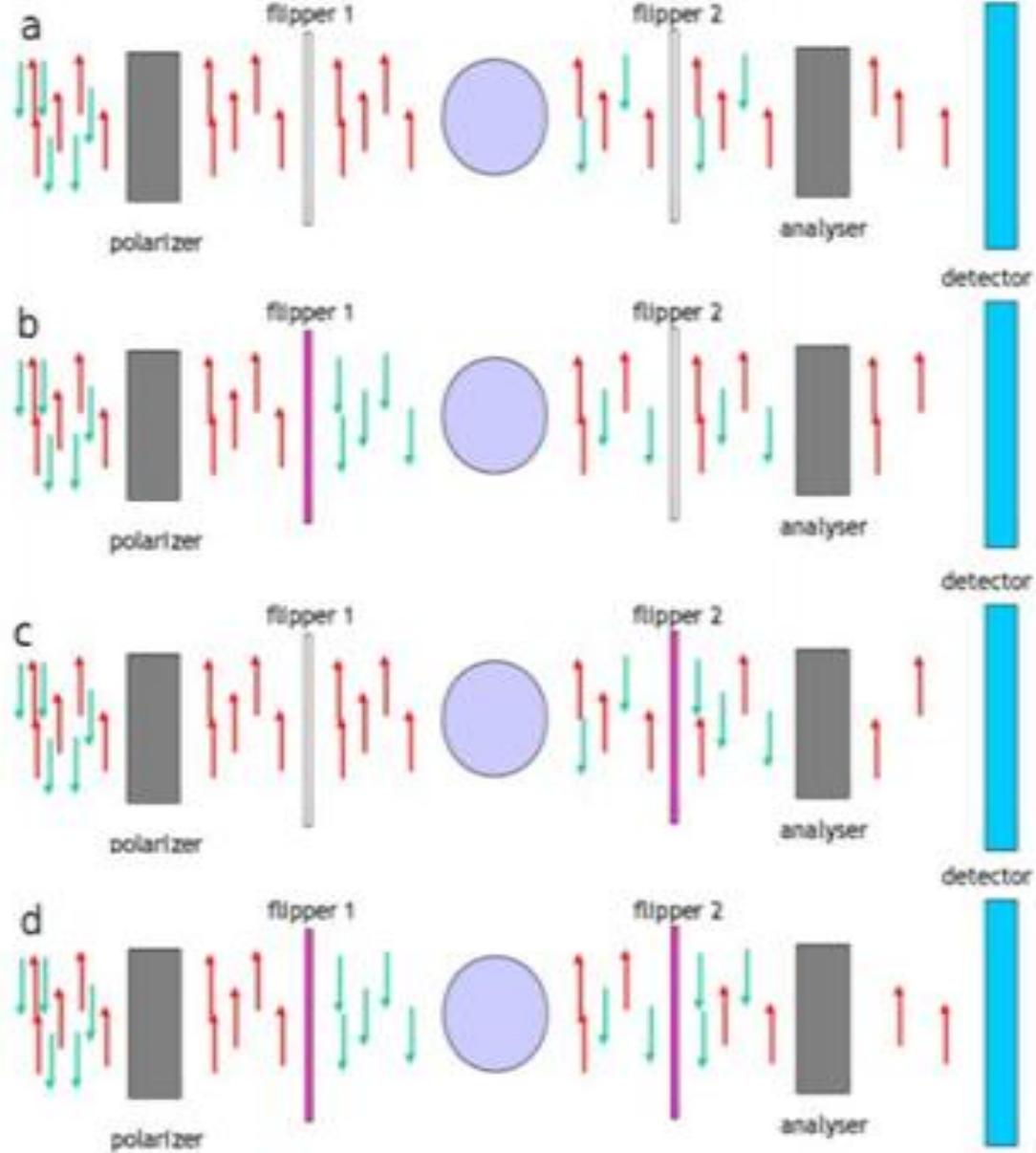
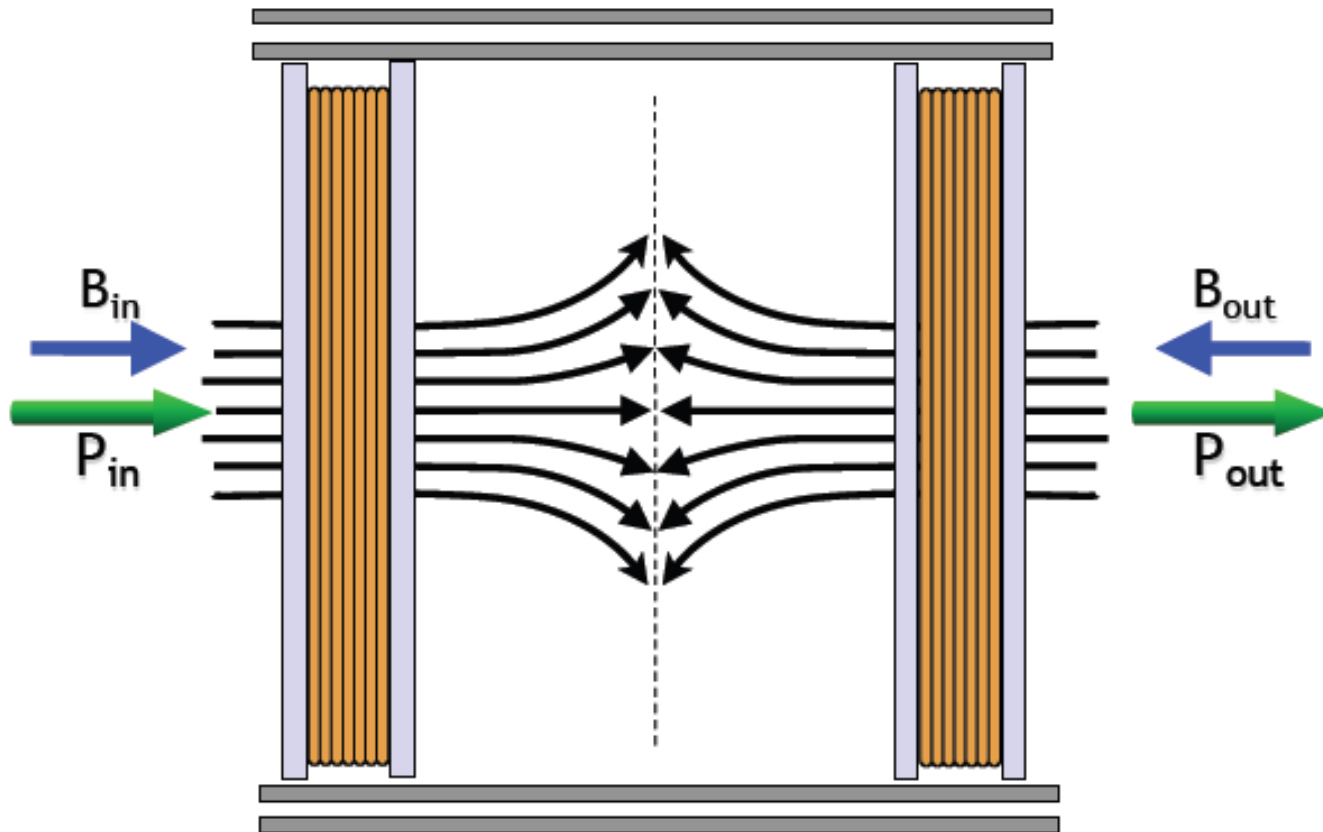


Рисунок С.2 – Четыре этапа эксперимента. Измеряемые сечения рассеяния:

$$(a) - \left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)^{\uparrow\uparrow}, (b) - \left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)^{\downarrow\uparrow}, (c) - \left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)^{\uparrow\downarrow}, (d) - \left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)^{\downarrow\downarrow}.$$



# Флиппер Драбкина



Г.М. Драбкин, А.И.  
Окороков, ЖЭТФ 29,  
1969