

Перезарядная мишень для 10 мА 1 Мэв пучка Н⁻

В.И.Давыденко, А.С. Кривенко

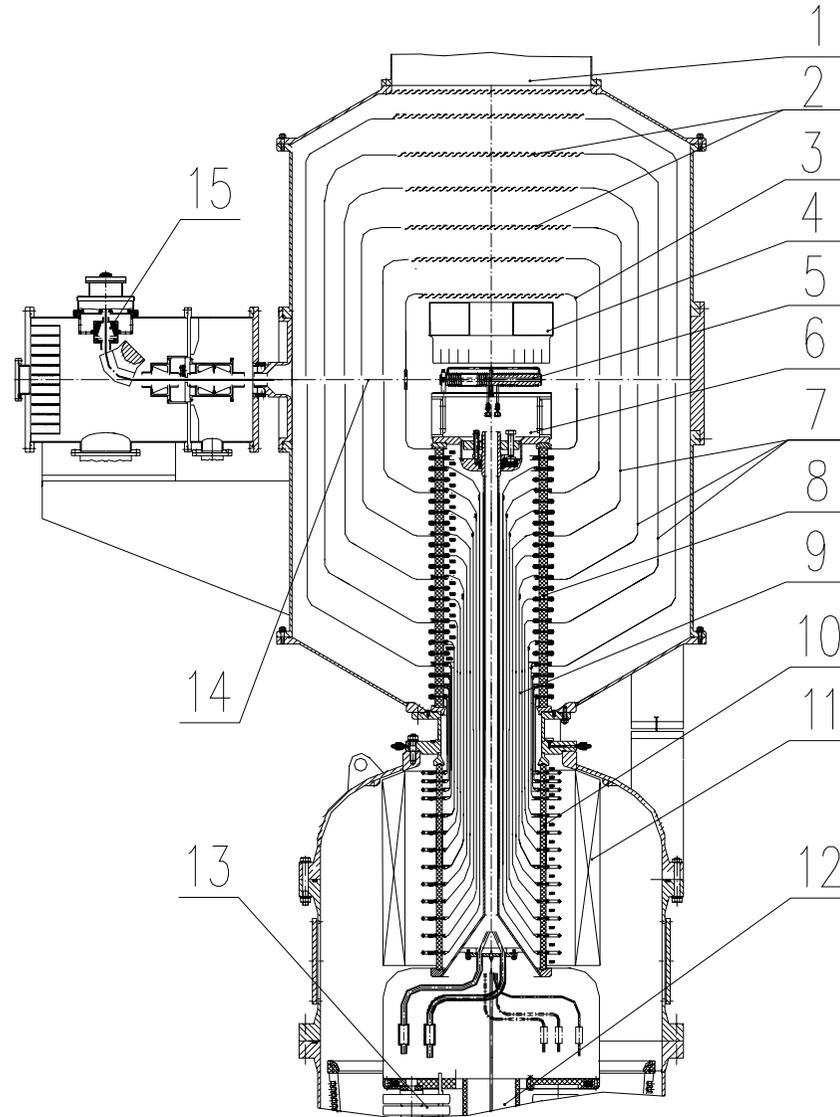
Институт ядерной физики СО РАН, 630090, Новосибирск, Россия



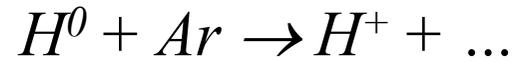
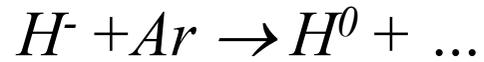
Содержание

- Параметры мишени
- Мишень с рециркуляцией
- Плазма в перезарядной мишени
- Экспериментальный стенд

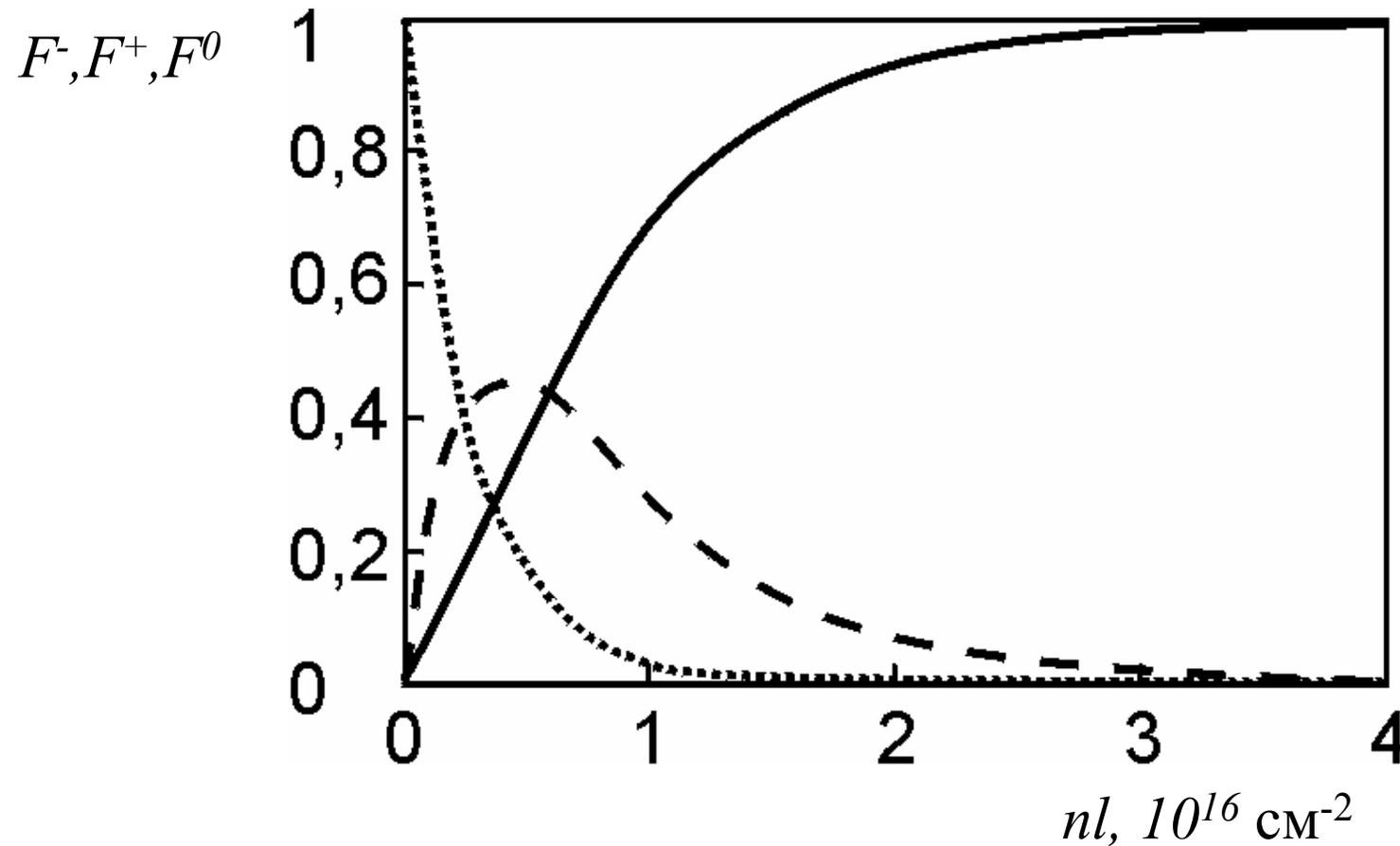
Ускоритель-тандем



Процессы в мишени



Состав водородного пучка при прохождении Ar мишени



Параметры мишени и пучка

Длина $L \approx 40$ см

Внутренний радиус $a \approx 0.5$ см

Плотность Ar $n \approx 8 \cdot 10^{14}$ см⁻³

Поток Ar $Q \approx 50$ мТор л/с

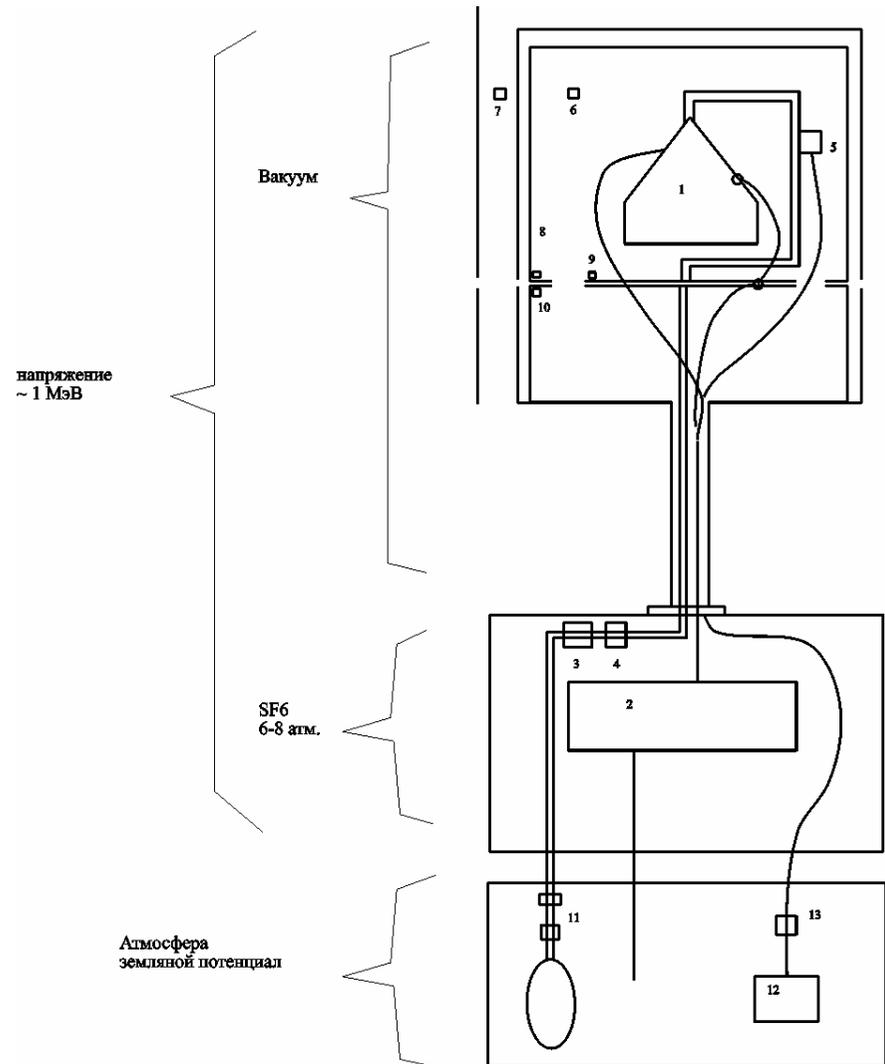
Давление Ar внутри электрода $P \approx 3.5 \cdot 10^{-5}$ Тор

Энергия ионов H⁻ $E_b \approx 1$ МэВ

Ток ионов H⁻ $I_b \approx 10$ мА

Мишень с рециркуляцией газа

- Снижение давления газа на входе в ускоритель



Ионизация мишени пучком

Количество пар ионов Ar^+ и электронов, возникающих при прохождении быстрого водородного иона

Ионизационные потери

Быстрый водородный ион теряет в мишени $\Delta E \approx 600$ эВ

Количество ионизаций ~ 8

δ - электроны $F(E) \sim E^{-2}$ $\langle E \rangle \approx 60$ эВ

Ионизация δ - электронами мала - $n\sigma_i a \sim 0.1$

Оторванные от иона H^- электроны

$E \approx 500$ эВ $n\sigma_i L \approx 6$

Энергетическая цена иона Ar^+ $W_i \approx 60$ эВ

Торможение без рассеяния до энергии ~ 200 эВ

Количество ионизаций оторванными электронами ~ 10

Суммарное количество ионизаций в мишени после прохождения одной быстрой водородной частицы - $A \approx 18$

Параметры плазмы

Темп роста числа ионов в мишени	$dN_i/dt \approx AI_b$
Темп роста плотности ионов	$dn_i/dt \approx AI_b/\pi a^2 L$
Темп ухода ионов	$dn_i/dt \approx -n_i/\tau$, где $\tau \approx a/v_i$ и $v_i \approx 5 \cdot 10^5$ см/с
Равновесная плотность плазмы	$n_i \approx AI_b/\pi a L v_i \approx 3 \cdot 10^{10}$ см ⁻³
Температура электронов	$T_e \approx 5$ эВ
Дебаевский радиус	$r_d \approx (T_e/4\pi n_i e^2)^{1/2} \approx 10^{-2}$ см
Потенциал плазмы	$\phi \approx 3T_e/e \approx 15$ В
Плотность ионов H ⁺ в пучке	$n_b \approx I_b/\pi a^2 e v_b \approx 5 \cdot 10^7$ см ⁻³
Перепад потенциала в пучке ионов H ⁺	$\delta\phi \approx \pi a^2 n_b e \approx 6$ эВ
Кулоновский нагрев электронов плазмы быстрыми водородными ионами	$\Delta T_e \approx 3 \cdot 10^{-4}$ эВ

Ток ионов из мишени

Поток ионов из перезарядной трубки $I_i \approx 2\pi a^2 n_i v_i \approx 4$ мА

Ток ионов в ускоритель $I_a \approx I_i b^2/s^2$, где b - радиус входной апертуры перезарядной камеры, s - расстояние от перезарядной трубки до входной апертуры.

При $b \approx 1$ см и $s \approx 10$ см $I_a \approx 40$ мкА

Эмиссия ультрафиолета

Количество фотонов, образующихся при прохождении одного быстрого водородного иона $V \approx 30$

Полный поток фотонов из перезарядной трубки $S \approx V I_b \approx 2 \cdot 10^{18} \text{ с}^{-1}$

Поток фотонов в ускоритель $S_a \approx S \langle \Omega \rangle \approx 5 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1}$

Ток фотоэлектронов $I_p \approx \gamma S_a$, при $\gamma \approx 0.1$ - $I_p \approx 80 \text{ мкА}$

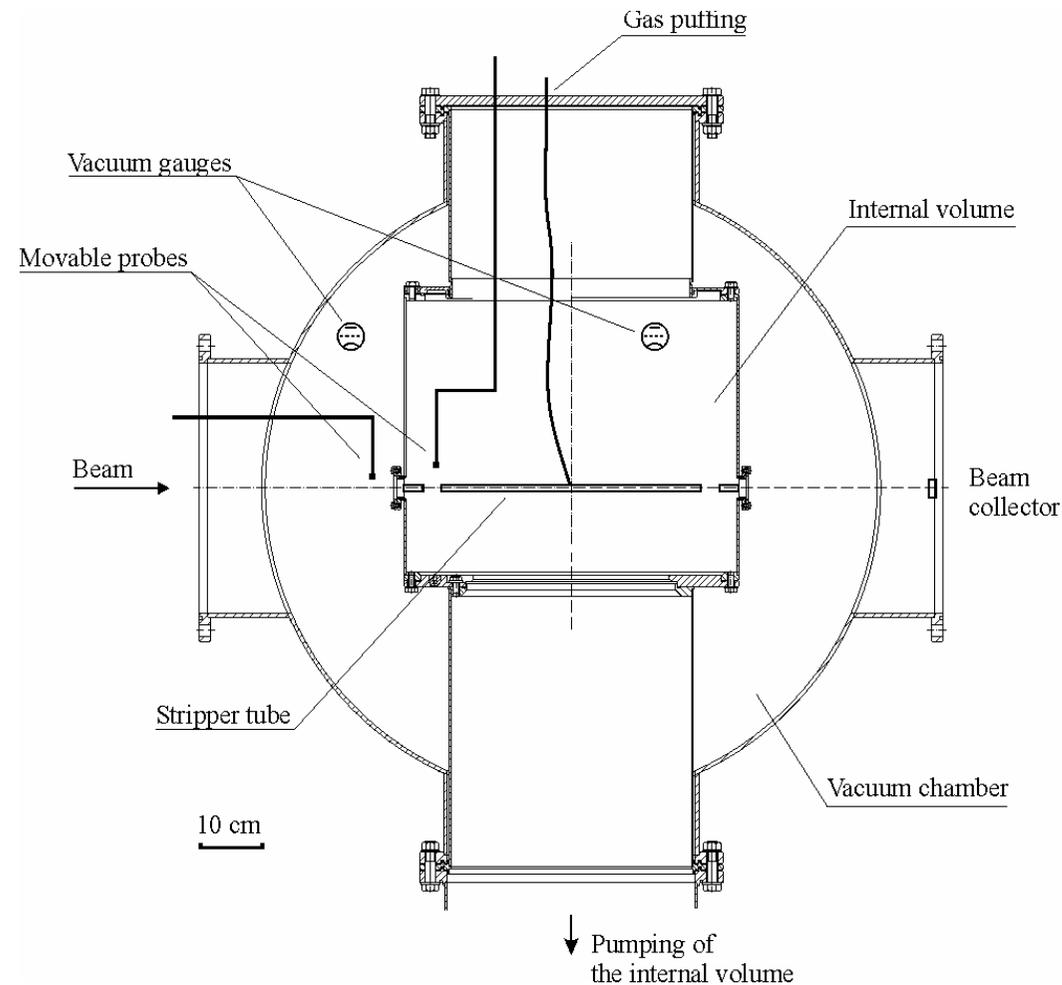
Коэффициент отражения ультрафиолета $\alpha \approx 0.6$

Снижение влияния мишени

- Уменьшение диаметра перезарядной трубки
- Подавление потока ионов в ускоритель
- Установка Мо диафрагм на электроды ускорителя
- Оптимизация геометрии диафрагм
- Применение поперечного магнитного поля для отклонения вторичных электронов в ускорителе
- Использование лабиринтов для снижения потока ультрафиолета
- Измерение токов на электроды ускорителя

Экспериментальный стенд

- Оптимизация рециркуляции
- Изучение образования плазмы в мишени



Планы

- Подготовка начального варианта мишени для ускорителя-тандема
- Проведение экспериментов на стенде
- Выбор мер для снижения влияния мишени на работу ускорителя