

Семинар 1

Единицы измерения в ядерной физике.

1.1. В квантовой физике имеется несколько фундаментальных констант, не вычисляемых теоретически. Это заряд электрона $e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ Кл, масса электрона $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31}$ кг, постоянная Планка $h = 6.6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, скорость света $c = 3.0 \cdot 10^8$ м/с, постоянная закона Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Дж·м/Кл². Сколько независимых (не выражаемых друг через друга через как простые функции) безразмерных констант можно сформировать из перечисленных фундаментальных? Есть ли у них физический смысл?

Корпускулярно-волновой дуализм в макро и микромире (энергия и длина волны).

1.2. При увеличении энергии электрона на 200 эВ, его дебройлевская длина волны изменилась в 2 раза. Найти первоначальную длину волны электрона.

1.3. Вычислить длину волны человека, бегущего со скоростью 10 м/с? Какой ее физический смысл?

1.4. Вычислить энергию электронов, с помощью которых возможно изучение внутренней структуры ядра железа ($R=6 \cdot 10^{-13}$ см).

1.5. Заполните пропуски в таблице, вычислив энергию и длину волны электрона и фотона:

	Энергия	Длина волны, см
Электрон	1 эВ	?
	2 кэВ	?
	5 МэВ	?
	8 ГэВ	?
Фотон	?	$1 \cdot 10^{-5}$
	?	$2 \cdot 10^{-8}$
	?	$5 \cdot 10^{-11}$
	?	$8 \cdot 10^{-14}$

В каких случаях электроны и фотоны можно использовать для изучения внутренней структуры ядер?

Принцип неопределённости.

1.6. Тело массой 1 г покоится на абсолютно гладкой поверхности. Какая скорость будет сообщена телу при измерении его положения оптическим способом с точностью 0.1 мм?

1.7. Атом излучает фотон с длиной волны 6000 \AA в течение $\sim 10^{-9}$ с. Какова относительная неопределенность в энергии фотона?

1.8. Найти относительную неопределенность скорости и энергии протона в ядре атома железа ($R=6 \cdot 10^{-13}$ см), локализованного с точностью до его радиуса.

1.9. Найти неопределённость скорости свободного электрона, положение которого определено оптическим методом с точностью до 10^{-4} см? Где может находиться электрон спустя 1 с?

Релятивизм.

1.10. Чему равно относительное возрастание массы реактивного лайнера, летящего со скоростью 1000 км/ч?

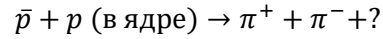
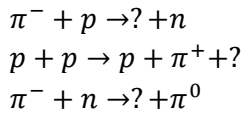
1.11. Какова скорость элементарной частицы, если ее масса в 10 раз превышает массу покоя?

1.12. Найти путь, который проходят π^\pm -мезоны и мюоны космических лучей, образованные в верхних слоях атмосферы (если их собственное время жизни $\tau = 2.6 \cdot 10^{-8}$ с и $\tau = 2.2 \cdot 10^{-6}$ с соответственно). Могут ли они достичь поверхности земли?

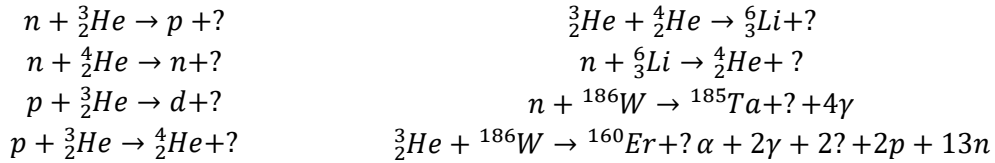
Законы сохранения в реакциях с элементарными частицами.

1.13. Определить с помощью законов сохранения электрического, лептонного и барионного зарядов, неизвестные частицы в следующих реакциях:



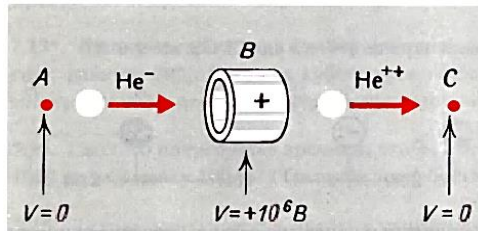


1.14. Вычислить продукты следующих ядерных реакций



Ускорение элементарных частиц и ядер.

1.15. Отрицательно заряженный ион гелия (He^-) начинает двигаться из точки A и ускоряется в направлении положительно заряженного цилиндра B.



Между A и B действует разность потенциалов $+10^6\text{В}$. Достигнув B, ион гелия проходит сквозь тонкую фольгу, где теряет все электроны и выходит в виде полностью ионизированного атома (He^{++}). Этот положительный ион отталкивается от одноименно заряженного цилиндра B и устремляется в направлении точки C, находящейся под тем же потенциалом, что и точка A. Какую кинетическую энергию имеет ион в точке C? (В задаче описан принцип работы тандемного ускорителя Ван де Графа).

1.16. Какую разность потенциалов должен пройти электрон, укоряемый из состояния покоя, чтобы его длина волны стала равна 1.6 \AA ?

1.17. Вычислить до какой энергии необходимо ускорить электроны, с помощью которых возможно изучение внутренней структуры ядра железа ($R=6 \cdot 10^{-13} \text{ см}$).

Одна из причин, которой объясняют необходимость сооружения дорогостоящих ускорителей частиц, состоит в том, что частицы высоких энергий (и фотоны) нужны для проникновения вглубь атомных ядер и нуклонов, и изучения их структуры. Согласны ли Вы с этим утверждением и почему.

1.18. Найти радиус орбиты протонов с энергией 1ГэВ , движущихся в магнитном поле ускорителя ЛНС напряженностью 8.36 Тл и в магнитном поле Земли $\sim 10^{-5} \text{ Тл}$?

Космические лучи

1.19. Найти энергию космических лучей, которые могут удерживаться в плоскости галактического диска толщиной 300 пк магнитным полем Галактики. Магнитное поле галактики $\sim 1 \text{ мкГс}$ (10^{-6} Гс).

1.20. Величина дипольной анизотропии реликтового излучения $\Delta T = 3.35 \cdot 10^{-3} \text{ К}$; $T_0 = 2.73 \text{ К}$. Найти скорость движения Галактики относительно реликтового излучения.

1.21. Используя спектр галактических космических лучей (частиц с энергией выше 1МэВ), найти долю частиц с энергиями выше 10^{18} МэВ .

Дополнительные вопросы.

Как изменились бы: а) эволюция Вселенной и б) события, наблюдаемые в повседневной жизни, если бы постоянная Планка внезапно возросла до $1 \text{ эрг}\cdot\text{с}$?