

PARCIAL 2
Física de radiaciones 2, 30 de octubre 2017
Licenciatura en Física Médica, Facultad de Ciencias,
2 horas, consulta notas de clase y tablas únicamente

1. Considere una partícula de masa M con energía cinética T que colisiona con otra partícula de masa m en reposo.
- a. Calcule la máxima energía cinética T' que la partícula de masa m puede tener luego de la colisión, en función de m , M y T .
 - b. Si $m \ll M$ y $T \ll M$, calcule la expresión aproximada de a. en función de m y la velocidad incidente v de la partícula de masa m .
 - c. Use la expresión apropiada de a. ó b. Para calcular T' en los casos
 - c1. Pión incidiendo sobre electrón con $T=70$ MeV.
Idem con $T=2$ MeV.
 - c2. Positrón incidiendo sobre electrón con $T=0,15$ MeV.
Idem con $T=150$ MeV. Compare y explique los dos valores obtenidos.

Use para la masa del pión el valor $140 \text{ MeV}/c^2$ y para el electrón $0.5 \text{ MeV}/c^2$.
En todo el cálculo en a. y/o b. puede usar unidades naturales y poner $c=1$.

2. Considere la ecuación de Bethe para el poder de frenado másico S_{col} para una partícula pesada, despreciando la corrección de capas y de densidad.
- a. Determine S_{col} en unidades de $\text{MeV}\cdot\text{cm}^2/\text{g}$ para protones incidentes en agua con $T = 51$ MeV. Use que $I_{\text{agua}} = 75$ eV y que el número de electrones por unidad de masa del agua es 3.343×10^{23} el/g.
 - b. Calcule la energía cinética de un deuterón que tenga en agua el mismo valor de S_{col} que los protones de a..
 - c. Considere partículas α , iones de carbono 6, iones de neon 10, con las mismas velocidades que los protones a.. Calcule para los mismos las energías cinéticas y S_{col} .

Las masas de las partículas mencionadas, en orden creciente y en MeV/c^2 son 938.3, 1875.6, 3727.3, 11174.9, 18617.7.

3. Un haz monoenergético de electrones de 20 MeV con una fluencia de 10^4 electrones por cm^2 incide en (un fantoma de) agua.
- a. Encuentre la energía (por cm^2) transferida al agua por colisiones y la radiada en la primera capa de 1 mm. Justifique sus cálculos.
 - b. Estime una cota superior y una inferior del rango CSDA.
-

Poder de frenado másico

Para el problema 3 use la tabla siguiente, en la que S_{ion} se refiere al poder de frenado másico por colisiones.

TABLE 6-3
Stopping Powers, Ranges, Radiation Yields and Average Stopping Powers for Electrons in Water

Energy E_0	S_{ion}	S_{rad} MeV cm ² /g	S_{tot}	Range R g/cm ² (eq. 6-28)	B-Fraction Energy Radiated (eq. 6-31)	\bar{S} , Average Ionizational Stopping Power (eq. 6-41)
keV						
10	22.56	.0039	22.56	.0003		39.8
20	13.17	.0040	13.18	.0009	.0001	23.4
40	7.777	.0040	7.781	.0029	.0003	13.7
80	4.757	.0041	4.762	.0098	.0005	8.19
100	4.115	.0042	4.120	.0143	.0006	6.99
200	2.793	.0048	2.798	.0447	.0010	4.47
400	2.148	.0063	2.154	.1282	.0017	3.12
800	1.886	.0104	1.897	.3294	.0029	2.42
MeV						
1	1.852	.0128	1.865	.4359	.0036	2.29
2	1.839	.0268	1.866	.9720	.0071	2.04
4	1.896	.0608	1.957	2.019	.0149	1.95
8	1.970	.1398	2.110	3.984	.0317	1.94
10	1.994	.1823	2.176	4.917	.0404	1.95
20	2.063	.4097	2.472	9.237	.0826	1.99
40	2.125	.8962	3.021	16.55	.1582	2.03
80	2.184	1.914	4.099	27.88	.2736	2.08
100	2.204	2.434	4.637	32.47	.3183	2.10

Transformaciones de Lorentz para la energía E y el impulso relativista p en una dimensión son:

$$E' = \gamma (E - \beta pc)$$

$$p' = \gamma (p - \beta E/c)$$

Fórmula de Bethe

$$\frac{dT}{\rho dx} = 4\pi r_0^2 m_0 c^2 z^2 \frac{N_A Z}{A} \frac{1}{\beta^2} \left[\ln \left(\frac{2m_0 c^2 \beta^2}{I} (1 - \beta^2) \right) - \beta^2 \right] \text{ donde}$$

$$4\pi r_0^2 m_0 c^2 z^2 \frac{N_A Z}{A} \frac{1}{\beta^2} = 0.3071 \frac{z^2 Z}{A \beta^2} \frac{\text{MeV} \cdot \text{cm}^2}{\text{g}}, \quad 4\pi r_0^2 = 99.791 \times 10^{-26} \text{cm}^2 \text{ y}$$

$m_0 c^2 = 0.511 \text{ MeV}$, siendo A la masa molar en unidades de g/mol.

El número de electrones de un medio es $\frac{N_A Z}{A}$ es el número de electrones por g de material.