

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.
- 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 .
 - 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 .
 - Use la expresión apropiada de a. ó b. Para calcular T' en los casos
 - Pión incidiendo sobre electrón con $T=70$ MeV.
Idem con $T=2$ MeV.
 - 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.
- 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.
 - Calcule la energía cinética de un deuterón que tenga en agua el mismo valor de S_{col} que los protones de a..
 - 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.
- Encuentre la energía (por cm^2) transferida al agua por colisiones y la radiada en la primera capa de 1 mm. Justifique sus cálculos.
 - 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.