

## 核辐射物理及探测学

### 第六章作业

- 借助图 6.9, 求 6MeV 的 $\alpha$ 粒子在硅中的阻止时间。
  - 利用 $\alpha$ 粒子在空气中射程的半经验公式 (6.16) 与不同物质中射程关系的半经验公式 (6.21), 求 6MeV 的 $\alpha$ 粒子在硅中的阻止时间。(空气密度采用  $1.293 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$ , 硅的密度为  $2.33 \text{ g/cm}^3$ )
- 利用 $\alpha$ 粒子在空气中射程的半经验公式 (6.16), 以及公式 (6.19) 和 (6.21), 求 3 MeV 的氦核在氧化铝 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 中的射程是多少? 同样能量的电子呢? 氧化铝密度取  $3.5 \text{ g/cm}^3$ 。
- 利用公式 (6.25), 估算 10 MeV 的 $\alpha$ 粒子和 10 MeV 的电子在铅中的辐射能量损失率之比;
  - 利用公式 (6.27) 估算 10 MeV 的电子在铅中的辐射能量损失率与电离能量损失率之比。
- 证明光子不能与自由电子发生光电效应; 康普顿散射中光子亦无法将能量全传递给电子。
- 计算能量为 0.5MeV, 1MeV, 5MeV 的光子发生康普顿散射时, 散射角为  $90^\circ$  和  $180^\circ$  时的散射光子能量。
  - 当光子能量很高时, 散射角为  $90^\circ$  和  $180^\circ$  时的散射光子能量是多少?
  - 由前面的结果推测, 发生反散射时, 散射光子能量最高不超过多少?
- 由图 6.31, 给出以下五种情况 $\gamma$ 射线与物质的三种主要相互作用截面的相对大小关系:
  - 1 MeV 的 $\gamma$ 射线与铝;
  - 100 keV 的 $\gamma$ 射线与氢;
  - 50 keV 的 $\gamma$ 射线与铁;
  - 10 MeV 的 $\gamma$ 射线与碳;
  - 10 MeV 的 $\gamma$ 射线与铅。
- 一束 6MeV 的准直 $\gamma$ 射线穿过薄铅片, 在  $10^\circ$  方向上探测次级电子, 求此方向上的光电子和反冲电子能量是多少? 若对此方向的反冲电子和相应的散射光子做符合测量 (即用两个探测器同时测量反冲电子和散射光子), 则需要在什么角度探测散射光子? (铅的 K 层电子结合能为 88.1 keV, L 层电子结合能为 15 keV)
- 140 keV 的 $\gamma$ 射线在氢和氧中的质量衰减系数为  $0.26 \text{ cm}^2/\text{g}$  和  $0.14 \text{ cm}^2/\text{g}$ , 则其在纯水中的线性衰减系数是多少? 平均自由程是多少? 在经过一个平均自由程后 $\gamma$ 射线的能量是多少? 强度是原来的多少? (设满足窄束条件)