

1. 给出国际单位制下的精细结构数 $\alpha = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{\hbar c}$, 写出其在高斯单位制 cgs 或自然单位制下的表达式。

2. 目前, 超强超短激光经聚焦得到的最高光强已达到了 $10^{21} W/cm^2$ 量级, 已经超过了自然界中已知的最高光强 (宇宙伽玛射线爆的强度达到 $10^{20} W/cm^2$ 量级), 试估计该超短激光的场强, 并给出其在国际单位制 SI, 高斯单位制 cgs 和自然单位制下的数值 (自然单位制下用电子质量平方作单位)。

3. 仿照高斯单位制的定义思路, 我们可以定义牛顿万有引力表达式的引力荷。已知万有引力在国际单位制下的表达式为

$$F = -G_N \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

其中, $G_N = 6.6742(10) \times 10^{-11} m^3 kg^{-1} sec^{-2}$ 。

(1) 若标记引力荷的单位为 gsu (类比高斯单位制下的 esu), 请找出 gsu 在国际单位制下与质量的关系。(提示: 利用万有引力方程。)

(2) 若电子的质量为 $m_e = 9.109 \times 10^{-28} g$, 求出引力荷 $g = \sqrt{G_N} m_e$ 。(以 gsu 为单位)

(3) 估计引力耦合常数 α_G (类比精细结构常数 $\alpha_{EM} = \frac{1}{137}$)。