

ماکس پلانک در سال ۱۸۹۹ سه کمیت ثابت پلانک h ، سرعت نور در خلا c و ثابت جهانی گرانش نیوتن G را مورد بررسی قرار داد. ثابت پلانک نخستین بار به عنوان ضریب تناسب بین انرژی یک فوتون و بسامد موج الکترومغناطیسی مربوط به آن شناخته شد.

$$E = hv$$

الف) دیمانسون‌های طول، جرم و زمان را برحسب واحدهای پلانک بازنویسی کنید. این کمیت‌ها به ترتیب طول پلانک l_{pl} ، جرم پلانک m_{pl} و زمان پلانک t_{pl} نامیده می‌شوند. (۳ نمره)

م) مقدار m_{pl} را در SI پیدا کنید. (۱ نمره)

ی) نسبت $\frac{E_{grav}}{m_e c^2}$ را محاسبه کنید. m_e جرم الکترون و E_{grav} انرژی پتانسیل گرانشی بین دو الکترون، که در فاصله‌ای به اندازه‌ی طول موج کامپتون الکترونی به جرم m_e از هم قرار دارند می‌باشد. (۳ نمره)

د) ذره‌ای به جرم m_{pl} در نظر بگیرید و نسبت $\frac{E_{grav}}{m_{pl} c^2}$ را برای آن محاسبه کنید. در این قسمت E_{grav} انرژی پتانسیل گرانشی بین دو ذره‌ی مشابه به جرم m_{pl} ، که در فاصله‌ای به اندازه‌ی طول موج کامپتون ذره‌ای به جرم m_{pl} از هم قرار دارند می‌باشد. جالب است بدانید که m_{pl} مقیاس جرمی‌ای است که در آن اثرات گرانش کوانتومی خود را نشان می‌دهند. (۳ نمره)

راهنمایی: طول موج کامپتون، یک خاصیت مکانیک کوانتومی برای ذرات است که از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

$$\lambda = \frac{h}{mc}$$

همچنین مقادیر برخی ثوابت مورد نیاز فیزیکی در SI به شرح زیر است.

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \quad c = 3.00 \times 10^8$$

$$m_e = 9.11 \times 10^{-31} \quad G = 6.67 \times 10^{-11}$$