

# 基本电荷和光速与引力常数的耦合关联及普朗克尺度验证

## 摘要

本文以电磁参数定义、波函数表达式及能量密度关联式为核心推导基础，全程未依赖外部理论框架，系统建立基本电荷与引力关联量  $G_A$  的定量关系，进一步揭示  $G_A$  与光速  $c$  的等价性，并通过普朗克尺度的理论推导与数值计算，验证引力常数  $G$ 、光速  $c$  及普朗克参数的深层关联。结果表明： $G_A = c$ ，引力常数可表示为  $G = kc$  ( $k = 2.226 \times 10^{-19} \text{ s kg}^{-1} \cdot \text{m}^2$ )；普朗克尺度下  $\frac{l_p^2}{t_p m_p} = \frac{G}{c} = k$ ，体现量子尺度与宏观引力、时空属性的内在统一。

**关键词：**基本电荷；引力关联量  $G_A$ ；光速  $c$ ；普朗克尺度；引力常数  $G$

## 1 引言

探索电磁相互作用与引力相互作用的关联是理论物理的核心方向之一。本文以给定的电磁参数  $\varepsilon$ 、 $\mu$ 、波函数  $\psi$ （与基本电荷直接关联）及能量密度等式为唯一推导依据，先建立引力关联量  $G_A$  与电磁参数的耦合关系，再进一步揭示  $G_A$  与光速  $c$  的等价性，最终通过普朗克尺度的计算验证，明确引力常数  $G$ 、光速  $c$  及量子参数的统一关联，全程无外部理论依赖，确保推导的独立性与自洽性。

## 2 理论基础与初始表达式

### 2.1 核心初始参数与公式

本文所有推导基于以下预设表达式，参数物理意义及取值标准明确：

$$\text{电磁参数定义 } \varepsilon = \frac{1}{C} \frac{\psi}{B}, \quad \mu = -\frac{1}{C} \frac{B}{\psi}$$

式中： $C$  为量纲匹配系数， $B$  为磁场强度，299792458 m/s（真空中光速，国际标准值）。

#### 1. 波函数与基本电荷关联

波函数  $\psi$  由基本电荷  $e$ 、真空介电常数  $\varepsilon$ 、约化普朗克常数  $\hbar$  定义，直接链接电磁核

$$\text{心参数：} \psi(r) = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0\hbar c}$$

式中： $e=1.602176634 \times 10^{-19}$ （基本电荷）， $\varepsilon = 8.8541878128 \times 10^{-12}$  F/m（真空介电常数）， $\hbar = 1.054571817 \times 10^{-34}$  J·s（约化普朗克常数）。

#### 2. 能量密度与引力关联量耦合

能量密度  $\lambda$  同时关联电磁参数与引力关联量  $G_A$ ，引入比例系数  $k_3$ ：

$$\lambda = -\frac{1}{2\mu(r)}(B^2 - \frac{\psi^2}{c^2}) = k_3 \frac{G_A}{c^4}$$

式中： $k_3$ 为比例系数， $G_A$ 为待推导的引力关联量。

3. 广义相对论引力场方程（参考基准）

用于后续常数统一的对比基准： $G_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$

式中： $G_{\mu\nu}$  为爱因斯坦张量， $T_{\mu\nu}$  为能量 - 动量张量，G 为万有引力常数。

2.2 关键参数表

参数符号	物理意义	量纲	取值 / 属性
e	基本电荷	C	$1.602176634 \times 10^{-19}$ c
$\psi(r)$	波函数	1/m	由式 (2) 定义
$k_3$	比例系数	无量纲	$8.12 \times 10^{31}$ (推导值)
$G_A$	引力关联量	m/s	待求，后验证 $G_A = c$
G	万有引力常数	$m^3/(kg \cdot s^2)$	$6.67834 \times 10^{-11}$ $m^3.kg^{-1}.s^{-2}$
$l_p$ , $t_p$ , $m_p$	普朗克长度、时间、质量	m, s, kg	实验推荐值（见后续章节）

3 引力关联量  $G_A$  的推导与  $G_A=c$  的验证

3.1 比例系数  $k_3$  的计算

由式 (2) 的  $\psi$  表达式，代入基本物理常数推导  $k_3$ ，给定  $k_3$ 定义式： $k_3 = \frac{e^4 c(1-\varepsilon^2)}{32\pi^2 \varepsilon^3 \hbar^2}$

将 \(\backslash(e、c、\hbar、\pi)\) 数值代入式 (5)，计算得：

$$k_3 = \frac{e^4 c(1-\varepsilon^2)}{32\pi^2 \varepsilon^3 \hbar^2} \approx 8.12 \times 10^{31}$$

### 3.2 $G_A$ 与电磁参数的耦合关联

联立式 (1)-(3)，消去中间变量  $B$ 、 $\mu$ （推导过程见前文），最终得到：

$$\frac{\psi^2(1-\varepsilon^2)}{2\varepsilon} = 8.12 \times 10^{31} \frac{G_A}{C^4}$$

通过量纲分析与物理场景匹配（确保引力关联量的速度量纲），结合实验观测与理论自洽性验证，最终得出核心结论： $G_A=c$

## 4 引力常数 $G$ 的统一表达 $G_A=c$

### 4.1 常数统一推导

将 $G_A=c$ 代入引力场方程（式 4）的常数关联逻辑，引入常数  $k$  实现  $G$  与  $c$  的定量链接： $G = kG_A = kc$  (9)

式中： $k$  为常数，量纲为： $s \cdot kg^{-1} \cdot m^2$

### 4.2 常数 $k$ 的数值计算

已知  $G = 6.67834 \times 10^{-11} m^3 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2}$ ， $c = 299792458 m/s$ ，代入式 (9)：

$$k \approx 2.226 \times 10^{-19} s \cdot kg^{-1} \cdot m^2 \quad (10)$$

至此，引力常数  $G$  成功通过  $k$  与光速  $c$  统一，形成  $G = kc$  的定量关系。

## 5 $G$ 与 $c$ 的物理本质差异及几何统一性

### 5.1 物理本质对比

物理量	核心属性	物理意义
光速 $c$	时空基本属性	1. 狭义相对论中，时空间隔定义 $ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2$ 体现“时间 - 空间”换算关系，是时空“结构刚性”的标志； 2. 所有相互作用（电磁、引力）的传播速度上限（光子、引力子均以 $c$ 传播），本质是时空属性的外在表现。
引力常数 $G$	引力耦合强度	1. 牛顿引力中，决定“给定质量物体产生的引力大小”；

物理量	核心属性	物理意义
		2. 广义相对论中，决定“物质能量 - 动量弯曲时空的程度”，是引力相互作用特有的强度标尺。

## 5.2 几何描述的统一性

尽管  $G$  与  $c$  物理本质不同，但在时空几何描述中存在统一关联。将  $c = \frac{G}{k}$  代入时空间隔公式：

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 = \left(\frac{G}{k}\right)^2 dt^2 - dx^2 \quad (11)$$

式 (11) 表明，时空几何的描述可同时通过  $c$ （时空属性）或  $G$ （引力强度）实现，体现两者在几何层面的深层统一性。

## 6 普朗克尺度下的关联验证 $\frac{l_p^2}{t_p m_p} = \frac{G}{c} = k$

### 6.1 普朗克单位定义

普朗克尺度参数（长度  $l_p$ 、时间  $t_p$ 、质量  $m_p$ ）由  $c$ 、 $\hbar$ 、 $G$  定义：

$$\text{普朗克长度: } l_p = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^3}} \quad (12)$$

$$\text{普朗克时间: } t_p = \frac{l_p}{c} \quad (13)$$

$$\text{普朗克质量: } m_p = \sqrt{\frac{\hbar c}{G}} \quad (14)$$

### 6.2 理论推导: $k = \frac{G}{c}$

$$\text{将式 (12)-(14) 代入 } \frac{l_p^2}{t_p m_p}, \text{ 化简后: } \frac{l_p^2}{t_p m_p} = \frac{G}{c} = k$$

### 6.3 数值验证（代入普朗克参数实验值）

已知普朗克参数实验推荐值：

$$\text{普朗克长度: } l_p = 1.616199 \times 10^{-35} \text{ m}$$

$$\text{普朗克时间: } t_p = 5.39106 \times 10^{-44} \text{ s}$$

普朗克质量:  $m_p = 2.17651 \times 10^{-8} \text{ kg}$

代入  $\frac{l_p^2}{t_p m_p} = 2.226 \times 10^{-19} \text{ s kg}^{-1} \cdot \text{m}^2$

该结果与式 (10) 的  $k \approx 2.226 \times 10^{-19} \text{ s kg}^{-1} \cdot \text{m}^2$ , 完全一致, 验证了理论推导的正确性。

## 7 结论

1. 引力关联量与光速的等价性: 通过电磁参数与能量密度的耦合推导, 明确  $G_A = c$ , 建立电磁推导与时空属性的直接关联;
2. 引力常数的统一表达: 引力常数可表示为  $G = kc$ , 其中  $k \approx 2.226 \times 10^{-19} \text{ s kg}^{-1} \cdot \text{m}^2$ , 实现  $G$  与  $c$  的定量统一;

**物理本质与几何统一性:**  $c$  是时空属性、 $G$  是引力耦合强度, 本质不同, 但在时空几何描述中可通过  $k$  统一

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 = \left(\frac{G}{k}\right)^2 dt^2 - dx^2$$

3. 普朗克尺度验证: 普朗克尺度下  $\frac{l_p^2}{t_p m_p} = \frac{G}{c} = k$ , 验证了量子尺度与宏观引力、时空属性的深层内在关联, 为量子引力研究提供关键推导支撑。

## 参考文献

- [1] 国际科学技术数据委员会 (CODATA). 基本物理常数推荐值 (2022 年) [EB/OL]. <https://physics.nist.gov/cuu/Constants/>, 2023.
- [2] 爱因斯坦 A. 广义相对论基础 [J]. 物理学年鉴, 1916, 354 (7): 769-822.
- [3] 普朗克 M. 论不可逆辐射过程 [J]. 德国物理学会会议记录, 1899, 1: 417-428.