Краткий вывод: представление гравитационно–электромагнитного поля через билинейные формы кватернионов и D-повороты в униметрии

1 Одевание тел в метрические кватернионы

Для тела i с массой m_i и зарядом Q_i вводится *метрически одетый* кватернион потока

$$\widetilde{\mathsf{q}}_i = L_{E,i}\,\hat{h} + L_{G,i}\,\widehat{\boldsymbol{n}}_i, \tag{1}$$

где обе компоненты имеют размерность длины (метры):

$$L_{E,i} = \sqrt{\frac{G}{4\pi\varepsilon_0 c^4}}\,Q_i, \qquad L_{G,i} = \frac{G}{c^2}\,m_i. \tag{2}$$

Здесь $\hat{h}$ — темпоральный (электромагнитный) канал, а $\widehat{\boldsymbol{n}}_i$ — направление гравитационного потока тела в наблюдаемом трёхмерном пространстве (или его проекции).

Таким образом, вся размерностная физика (G, ε_0, c) упакована во внутренние длины L_E, L_G, а ориентации потоков задают чистую геометрию.

2 Билинейные формы A, B, C

Для двух кватернионов

$$q_1 = T_1\hat{h} + \boldsymbol{S}_1, \qquad q_2 = T_2\hat{h} + \boldsymbol{S}_2 \tag{3}$$

естественным образом выделяются три билинейные формы:

$$A(q_1, q_2) = T_1T_2 - \boldsymbol{S}_1 \cdot \boldsymbol{S}_2, \tag{4}$$

$$B(q_1, q_2) = T_1\boldsymbol{S}_2 + T_2\boldsymbol{S}_1, \tag{5}$$

$$C(q_1, q_2) = \boldsymbol{S}_1 \times \boldsymbol{S}_2. \tag{6}$$

Интерпретация:

- A — скалярный (минковский-подобный) инвариант. В нашем контексте он задаёт *скалярный потенциал* взаимодействия гравитационно–электромагнитного поля (ГЭМ).
- B — симметричная векторная форма; описывает *токовые каналы*: гравитационные и электрические потоки при относительном движении тел.
- C — антисимметричная векторная форма; вихревой канал. Для ЕМ-сектора она даёт магнитную составляющую, а в чисто статической гравитации $C \equiv 0$.

3 Статический ГЭМ: Кулон + Ньютон из A-формы

Рассмотрим два тела 1 и 2 с одетыми кватернионами $\widetilde{\mathsf{q}}_1, \widetilde{\mathsf{q}}_2$. Статическая скалярная форма

$$A_0 := A(\widetilde{\mathsf{q}}_1, \widetilde{\mathsf{q}}_2) = L_{E,1}L_{E,2} - L_{G,1}L_{G,2} \tag{7}$$

даёт при подстановке определений

$$A_0 = \frac{G}{4\pi\varepsilon_0 c^4} Q_1 Q_2 - \frac{G^2}{c^4} m_1 m_2. \tag{8}$$

Потенциальная энергия взаимодействия на расстоянии r берётся в виде

$$U(r) = \frac{c^4}{G}\,\frac{A_0}{r}. \tag{9}$$

Тогда

$$U(r) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q_1 Q_2}{r} - G\frac{m_1 m_2}{r}, \tag{10}$$

то есть *строго* стандартный Кулоновский плюс ньютоновский потенциал. Таким образом, одна скалярная форма A при одной общей калибровке $\frac{c^4}{G}$ полностью воспроизводит статический ГЭМ.

4 Расстояние и поле в трёхмерном пространстве

Расстояние до источника j в точке $\boldsymbol{x}$ представляется чисто мнимым кватернионом

$$R_j(\boldsymbol{x}) = \boldsymbol{r}_j = \boldsymbol{x} - \boldsymbol{x}_j, \qquad R_j^{-1} = -\frac{\widehat{\boldsymbol{r}}_j}{r_j}, \tag{11}$$

где $\widehat{\boldsymbol{r}}_j$ — единичный вектор, $r_j = \|\boldsymbol{r}_j\|$.

Тогда *безразмерный* кватернионный потенциал ГЭМ-поля в точке $\boldsymbol{x}$:

$$\mathcal{U}_{\text{GEM}}(\boldsymbol{x}) := \sum_j R_j(\boldsymbol{x})^{-1}\,\widetilde{\mathsf{q}}_j, \tag{12}$$

а “силовой” объект (с размерностью 1/m):

$$\mathcal{F}_{\text{GEM}}(\boldsymbol{x}) := \sum_j R_j(\boldsymbol{x})^{-1}\,\widetilde{\mathsf{q}}_j\,R_j(\boldsymbol{x})^{-1}. \tag{13}$$

Электростатическое поле $\boldsymbol{E}$ и гравитационный потенциал U_G получаются из скалярного канала (формы A) этих кватернионов при внешней калибровке через ε_0 и G соответственно.

5 Динамика: D-поворот как буст потока

D-ротор вводится как чисто геометрическое преобразование в фазовом пространстве:

$$d(\zeta) = \cos\frac{\zeta}{2} + \widehat{\boldsymbol{u}}\,\sin\frac{\zeta}{2}, \tag{14}$$

где ζ — безразмерный угол, а $\widehat{\boldsymbol{u}}$ — направление в наблюдаемом 3-пространстве.

Он действует на кватернион потока по правилу

$$\widetilde{\mathsf{q}}' = d\,\widetilde{\mathsf{q}}\,d. \tag{15}$$

В плоскости $(\hat{h}, \widehat{\boldsymbol{u}})$ это обычный поворот:

$$T' = T\cos\zeta - S_u\sin\zeta, \qquad S_u' = T\sin\zeta + S_u\cos\zeta, \tag{16}$$

где S_u — компонента вектора $\boldsymbol{S}$ вдоль $\widehat{\boldsymbol{u}}$.

Связь угла ζ с безразмерной скоростью $\beta = v/c$ задаётся *на уровне физической интерпретации* (например, $\beta = \sin\zeta$). При этом D-поворот остаётся чисто безразмерным оператором; световой масштаб c входит только во внешнюю калибровку потоков.

6 Поведение форм A, B, C при движении

Чистая гравитация

Для чисто гравитационного канала ($L_{E,i} = 0$) имеем $\widetilde{\mathsf{q}}_i = L_{G,i}\widehat{\boldsymbol{n}}_i$. В статике при коллинеарных потоках $\widehat{\boldsymbol{n}}_1 \parallel \widehat{\boldsymbol{n}}_2$:

$$A = -L_{G,1}L_{G,2}, \qquad B = 0, \qquad C = 0. \tag{17}$$

Это соответствует чистому ньютоновскому потенциалу без токов и вихрей.

При радиальном D-повороте (скорость вдоль линии соединения):

- A уменьшается по $\cos\vartheta$: часть потока переходит в темпоральный канал (релятивистская кинематика);
- появляется продольный B — гравитационный "ток" массы;
- C остаётся нулевой: гравитационных вихрей в этом режиме нет.

Заряд + масса, поперечное движение (магнетизм)

Если заряд движется поперёк радиус-вектора, D-поворот в плоскости $(\hat{h}, \widehat{\boldsymbol{u}} \perp \widehat{\boldsymbol{n}})$ даёт:

- модификацию A (смешение вкладов EM и GR в результате буста);
- ненулевой B — токовые каналы;
- ненулевую вихревую форму

  $$C \;\propto\; L_E\, L_{G,\mathrm{t}}\, \sin\vartheta\, (\widehat{\boldsymbol{u}} \times \widehat{\boldsymbol{n}}), \tag{18}$$

  геометрически совпадающую с $\boldsymbol{v} \times \widehat{\boldsymbol{r}}$.

  При учёте 2-сферической симметрии гравитационного потока массивных стабильных тестовых тел вклад через $L_{G,\mathrm{t}}$ усреднённо исчезает, и вихревой EM-канал становится чисто зарядовым.

Таким образом:

- форма B описывает токи (гравитационные и электрические);
- форма C задаёт вихревой EM-канал (магнитное поле), причём в чистой статике и в чистой гравитации $C = 0$, как и ожидается.

7 Калибровка $\boldsymbol{E}$ и $\boldsymbol{B}$, роль $\varepsilon_0, \mu_0, c^3$

Из скалярного канала (A-формы) получаем электростатическое поле:

$$\boldsymbol{E}(\boldsymbol{r}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\,\frac{Q}{r^2}\,\widehat{\boldsymbol{r}}. \tag{19}$$

Вихревая часть (C-канал) геометрически даёт (после учёта расстояния и безразмерной скорости $\beta = v/c$)

$$C_{\text{geom}} \;\propto\; \frac{Q}{r^2}\,\beta\,(\widehat{\boldsymbol{v}} \times \widehat{\boldsymbol{r}}), \qquad \beta = \frac{v}{c}. \tag{20}$$

Вводим калибровку магнитного поля через тот же масштаб k_E:

$$\boldsymbol{B} := \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 c}\,C_{\text{geom}}. \tag{21}$$

Тогда

$$\boldsymbol{B}(\boldsymbol{r}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 c^2}\frac{Q\,\boldsymbol{v} \times \widehat{\boldsymbol{r}}}{r^2} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Q\,\boldsymbol{v} \times \widehat{\boldsymbol{r}}}{r^2}, \tag{22}$$

так как $\mu_0\varepsilon_0 c^2 = 1$.

Одновременно выполняется стандартное соотношение

$$\boldsymbol{B} = \frac{1}{c^2}\,\boldsymbol{v} \times \boldsymbol{E}, \tag{23}$$

что согласуется с силой Лоренца $\boldsymbol{F} = q(\boldsymbol{E} + \boldsymbol{v} \times \boldsymbol{B})$ и размерностной ролью μ_0:

$$\frac{\mu_0}{c} = \frac{1}{\varepsilon_0 c^3} \tag{24}$$

естественно интерпретируется как “магнитная жёсткость вакуума” на единицу объёмного фазового потока (масштаб c^3).

8 Карта соответствий

Сводно:

- Одетое тело $\widetilde{\mathsf{q}}_i$:
  - $L_{E,i}$ соответствует заряду Q_i,
  - $L_{G,i}$ соответствует массе m_i,
  - $\widehat{\boldsymbol{n}}_i$ задаёт направление гравитационного потока.
- Формы:
  - $A(q_1, q_2)$ — скалярный GEM-потенциал (Кулон + Ньютон);
  - $B(q_1, q_2)$ — токовые каналы (гравитационные и электрические);
  - $C(q_1, q_2)$ — вихревой EM-канал (магнитное поле); в чистой статике и для чисто гравитационного взаимодействия $C = 0$.

- D-поворот $q' = dqd$:
  - чисто геометрический поворот в фазовом пространстве;
  - реализует релятивистские бусты через перераспределение потока между темпоральной и пространственной частью;
  - связь угла с $\beta = v/c$ задаётся на уровне интерпретации, константа c входит только во внешнюю калибровку.
- Статика:
  - A даёт ровно $U(r) = k_e Q_1 Q_2/r - G m_1 m_2/r$ при $k_e = 1/(4\pi\varepsilon_0)$;
  - ЕМ-поле $\boldsymbol{E}$ и гравитационный потенциал следуют из того же инварианта A.
- Динамика:
  - B и C возникают при D-поворотах (относительном движении), описывая токи и магнитные вихри;
  - калибровка через ε_0, μ_0, c даёт стандартные максвелловские выражения для $\boldsymbol{E}$ и $\boldsymbol{B}$ без введения новых фундаментальных констант.

Таким образом, гравитация и электромагнетизм объединяются в униметрии в едином кватернионном представлении: статически — через одну скалярную форму A, динамически — через D-повороты, порождающие токовые (B) и вихревые (C) каналы, согласованные с релятивистской кинематикой и стандартными константами $G, \varepsilon_0, \mu_0, c$.