

Campos de fuerza centrales descritos mediante la teoría m , Parte I.

Horst Eckardt,¹

A.I.A.S. y UPITEC

(www.aias.us, www.upitec.org)

Documento 449, Copyright © por AIAS

Junio 2, 2022

Traducción: Alex Hill

Resumen

La introducción de la teoría m fue un reemplazo de la errónea teoría de campo de Einstein. La nueva teoría se aplicó en el área macroscópica a problemas de gravitación usando la teoría de Lagrange. Extendemos aquí el formalismo subyacente a todo el alcance de la geometría de Cartan, obteniendo todas las cantidades internas como conexiones de espín para un dado potencial.

Los resultados son válidos para ambas estructuras centrales, electromagnética y gravitacional. Obtenemos una nueva fuerza central que se origina de la estructura geométrica y del espaciotiempo mismo. Además, aparece un nuevo campo rotacional, aun cuando no hay partes rotacionales en el potencial. El enfoque de la teoría m , que se basa en el elemento lineal del espaciotiempo de la relatividad general, puede generalizarse sin cambios esenciales en los resultados.

Palabras clave: Teoría de campo unificada; teoría m ; simetría central; gravitación; electromagnetismo.

1 Introducción.

La teoría ECE es la interpretación física de la geometría de Cartan, la cual se ha desarrollado desde el año 2003. Reemplaza la teoría de Einstein de la relatividad general al introducir la torsión en la física teórica. La torsión fue inferida por Cartan para completar la geometría de Riemann, la cual sólo contiene curvatura. La torsión no puede despreciarse porque la curvatura siempre está vinculada con la torsión. El establecer la torsión como igual a cero conduce a contradicciones. Por lo tanto, la ecuación de campo de Einstein ya no se sustenta, y sólo puede considerarse como una aproximación en el caso de campos débiles, donde transita hacia la teoría ECE sólo bajo ciertas circunstancias [7].

Sin embargo, lo que sí retiene su valor es la métrica del espaciotiempo, que describe las coordenadas curvilíneas tal como éstas aparecen en la teoría de la relatividad de Einstein y en la teoría ECE. La teoría m [5] se dedujo a partir de esta métrica. Describe la distorsión de las coordenadas en una geometría con simetría central, como se emplea a menudo en cosmología, y también se ha aplicado en el mundo cuántico. Mediante la teoría m se logró la unificación de la teoría cuántica con la relatividad general [6].

En [5], la métrica de la teoría m se ha combinado con la mecánica lagrangiana. Se han obtenido resultados valiosos en el campo de la mecánica relativista a través de la aplicación de este

¹email: mail@horst-eckardt.de

enfoque. En particular, la desviación de la luz a causa de objetos celestiales pesados pudo describirse correctamente y en forma libre de parámetros. En este documento, ampliamos las posibles aplicaciones de la teoría m. Con el objeto de cubrir todo el campo de la física descrita por la geometría de Cartan, integramos por completo la teoría m en esta geometría. Para ello, la métrica debe expresarse mediante la tétrada de Cartan. Entonces, puede calcularse todo el campo de la física cubierto por la geometría de Cartan, desde los potenciales hasta los símbolos de Christoffel, y desde las conexiones de espín hasta los campos de fuerza de la mecánica y la electrodinámica.

Ya se ha demostrado en [5] que la métrica diagonal de la teoría m puede convertirse en una estructura de tétrada diagonal. A esta tétrada podemos entonces aplicar el mecanismo de cálculo completo de la geometría de Cartan tal como se describe en [5] y [8].

Esto genera conceptualizaciones interesantes, cuando la función m se vuelve igual a cero en un horizonte de evento o en el centro del sistema de coordenadas. La función $m(r)$ describe una densidad espacial radial o una densidad de éter. Una disminución significativa en esta densidad conduce a efectos muy particulares.

2 Conexión del elemento lineal de relatividad general con la geometría de Cartan.

En este documento, utilizaremos la métrica de un espaciotiempo no constante, con simetría central que difiere del espacio de Minkowski. Basaremos nuestro desarrollo en una métrica que es de empleo común en la teoría de Einstein, pero desarrollaremos nuestro método dentro del marco de la teoría ECE2, o sea la geometría de Cartan. De todas maneras, esto es un desarrollo de “verdadera relatividad general”, incluso en el sentido de la física tradicional.

De acuerdo con la Sección 2.1.3 de [5], el cuadrado del elemento lineal en un espacio con curvatura y torsión es

$$ds^2 = g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu, \quad (1)$$

donde $g_{\mu\nu}$ es la métrica simétrica y dx^μ es el diferencial de la coordenada del espaciotiempo x^μ . En un espacio de Minkowski para un espaciotiempo con simetría esférica, esto adopta la forma

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dr^2 - r^2 d\theta^2 - r^2 \sin(\theta)^2 d\phi^2 \quad (2)$$

con una coordenada temporal $x_0 = ct$, coordenada de radio r , ángulo polar θ y ángulo azimutal ϕ . En un espaciotiempo con simetría esférica general y con torsión y curvatura, el elemento lineal debe generalizarse como se describe en el Capítulo 7 de [9]:

$$ds^2 = c^2 m(r, t) dt^2 - n(r, t) dr^2 - r^2 d\theta^2 - r^2 \sin(\theta)^2 d\phi^2. \quad (3)$$

$m(r, t)$ y $n(r, t)$ son funciones generales que describen la distorsión del espaciotiempo por una masa puntual central en $r=0$. Sólo las coordenadas radial y temporal se ven afectadas. Las partes angulares permanecen sin cambio por simetría rotacional. Se demostró en [9] que el elemento lineal puede simplificarse aun más mediante el reemplazo

$$n(r, t) = \frac{1}{m(r, t)}, \quad (4)$$

y que la dependencia temporal de $m(r, t)$ puede transferirse a la coordenada temporal. Por lo tanto, el elemento lineal simplificado se lee como:

$$ds^2 = c^2 m(r) dt^2 - \frac{dr^2}{m(r)} - r^2 d\theta^2 - r^2 \sin(\theta)^2 d\phi^2. \quad (5)$$

Esta forma se utiliza en la ecuación de campo de Einstein, en la que el tensor de Ricci es cero y se deduce una expresión para $m(r)$ en el vacío, que conduce a la métrica de Schwarzschild. En la teoría ECE2, empleamos esta forma por simplicidad, pero podemos definir libremente la función $m(r)$. Comparando la Ec. (1) con la Ec. (5), se obtiene que la métrica es diagonal y los coeficientes de la métrica son

$$g_{00} = m(r), \quad g_{11} = -\frac{1}{m(r)}, \quad g_{22} = -r^2, \quad g_{33} = -r^2 \sin^2(\theta). \quad (6)$$

Esta teoría basada en la métrica, que denominamos *teoría m* [5], también puede desarrollarse de la geometría de Cartan misma. En la geometría de Cartan, el elemento base es la tétrada, y la métrica se obtiene a partir de la tétrada [5] mediante

$$g_{\mu\nu} = n q^a{}_\mu q^b{}_\nu \eta_{ab}, \quad (7)$$

donde $q^a{}_\mu$ son los elementos de la tétrada, η_{ab} es la métrica de Minkowski del espacio tangente, y $n = 4$ es la dimensión de la variedad base. La métrica por lo general no permite que se determine en forma única. En este caso, sin embargo, la métrica es diagonal. Podemos asumir que la matriz de la tétrada también es diagonal, porque no consideramos efectos específicos de polarización de la geometría de Cartan. Por lo tanto, la Ec.(7) se reduce a los elementos de la diagonal tanto en la variedad base y en el espacio tangente, y en consecuencia se obtiene

$$q^{(0)}{}_0 = \frac{1}{2} \sqrt{m(r)}, \quad q^{(1)}{}_1 = \frac{1}{2\sqrt{m(r)}}, \quad q^{(2)}{}_2 = \frac{r}{2}, \quad q^{(3)}{}_3 = \frac{r \sin(\theta)}{2}. \quad (8)$$

Esta es la conexión de la teoría m con la geometría de Cartan.

El vector posición en el espacio m es

$$\mathbf{r} = \frac{r}{m(r)^{1/2}} \mathbf{e}_r, \quad (9)$$

y la velocidad en el espacio m con dos dimensiones espaciales es

$$\mathbf{v} = \dot{\mathbf{r}} = \frac{1}{m(r)^{1/2}} \left(\dot{r} \mathbf{e}_r + r \dot{\phi} \mathbf{e}_\phi \right). \quad (10)$$

Algunas veces, utilizamos el nombre de la variable

$$\mathbf{r}_1 = r_1 \mathbf{e}_r = \frac{r}{m(r)^{1/2}} \mathbf{e}_r, \quad (11)$$

de manera que la velocidad deviene

$$\mathbf{v}_1 = \dot{\mathbf{r}}_1 = \dot{r}_1 \mathbf{e}_r + r_1 \dot{\phi} \mathbf{e}_\phi. \quad (12)$$

Puede definirse una nueva variable temporal mediante

$$t_1 = m(r)^{1/2} t. \quad (13)$$

\mathbf{r}_1 y t_1 son las variables características del espacio m.

A partir del elemento lineal (5) del espacio m, resulta

$$ds^2 = c^2 m(r) dt^2 - \left(\frac{d\mathbf{r}_1}{dt} \right)^2 dt^2 = c^2 dt_1^2 - \mathbf{v}_1^2 dt^2. \quad (14)$$

En coordenadas polares planas relacionadas con el espacio del observador, esto deviene

$$\begin{aligned} ds^2 &= c^2 \left(m(r) - \frac{\dot{r}^2 + r^2 \dot{\phi}^2}{m(r)c^2} \right) dt^2 \\ &= \frac{c^2 dt^2}{\gamma^2}. \end{aligned} \quad (15)$$

Así, el factor relativista general γ del espacio m se define mediante

$$\gamma = \left(m(r) - \frac{\dot{r}^2 + r^2 \dot{\phi}^2}{m(r)c^2} \right)^{-1/2}. \quad (16)$$

El momento lineal del espacio m es

$$\mathbf{p}_1 = \gamma m \mathbf{v}_1 = \gamma m \frac{\mathbf{v}}{m(r)^{1/2}}. \quad (17)$$

3 Base computacional y ejemplos.

En [8], se mostró cómo todos los símbolos de Christoffel, las conexiones de espín, los tensores de curvatura y de torsión, se obtienen a partir de la tétrada de Cartan. Aquí, sólo repetimos los nombres de las variables y sus denominaciones:

- $\Gamma_{\mu\nu}^{\rho}$: conexión de Christoffel
- $\omega_{\mu b}^a$: conexión de espín
- $R_{\rho\mu\nu}^{\lambda}$: tensor de Riemann (curvatura)
- $T_{\mu\nu}^{\lambda}$: tensor de torsión
- $R_{b\mu\nu}^a$: forma de curvatura
- $T_{\mu\nu}^a$: forma de torsión
- \mathbf{E}^a : campo eléctrico
- \mathbf{B}^a : campo magnético
- $\Lambda_{\mu\nu}^{\lambda}$: conexión dual de Christoffel
- $\omega_{(\Lambda)}^a{}_{\mu b}$: conexión dual de espín

De acuerdo con la Ec. (8), la matriz de la tétrada es

$$(q^a{}_{\mu}) = \begin{bmatrix} \frac{1}{2}\sqrt{m(r)} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2\sqrt{m(r)}} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{r}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{r \sin(\theta)}{2} \end{bmatrix}, \quad (18)$$

y a partir de esto se obtiene la métrica:

$$(g_{\mu\nu}) = \begin{bmatrix} m(r) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{1}{m(r)} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -r^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -r^2 \sin^2(\theta) \end{bmatrix}. \quad (19)$$

El determinante de la métrica es

$$\det(g_{\mu\nu}) = -\frac{1}{r^4 \sin(\theta)^2}. \quad (20)$$

Obviamente, resulta independiente de la función m .

La ejecución del código de álgebra computacional desarrollado en [8] da todos los parámetros y conexiones de curvatura y torsión. La mayoría de ellos son iguales a cero, ya que la tetrada es diagonal. Algunos resultados que no desaparecen son

$$\Gamma^0_{01} = -\Gamma^0_{10} = -\frac{\frac{dm(r)}{dr}}{2m(r)} \quad (21)$$

$$\Gamma^2_{12} = -\Gamma^2_{21} = \frac{1}{r} \quad (22)$$

$$\omega^{(0)}_{0(1)} = \omega^{(1)}_{0(0)} = -\frac{\frac{dm(r)}{dr}}{2} \quad (23)$$

$$\omega^{(1)}_{2(2)} = -\omega^{(2)}_{2(1)} = \sqrt{m(r)} \quad (24)$$

$$\Lambda^2_{03} = -\Lambda^3_{02} = \frac{1}{r} \quad (25)$$

$$\omega_{(\Lambda)}^{(2)}{}_{1(2)} = -\frac{1}{r} \quad (26)$$

$$R^0_{202} = -R^0_{220} = -\frac{r \frac{dm(r)}{dr}}{2} \quad (27)$$

$$T^0_{01} = -T^0_{10} = -\frac{\frac{dm(r)}{dr}}{m(r)} \quad (28)$$

$$R^{(0)}_{202} = -R^{(0)}_{220} = -\frac{\sqrt{m(r)} \frac{dm(r)}{dr}}{2} \quad (29)$$

$$T^{(0)}_{01} = -T^{(0)}_{10} = -\frac{\frac{dm(r)}{dr}}{2\sqrt{m(r)}} \quad (30)$$

Los campos de fuerza eléctricos y magnéticos resultantes para las cuatro direcciones de polarización son

$$\mathbf{E}^{(0)} = \frac{A_0 c}{2} \begin{bmatrix} -\frac{\frac{dm(r)}{dr}}{2\sqrt{m(r)}} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad (31)$$

$$\mathbf{E}^{(1)} = \mathbf{E}^{(2)} = \mathbf{E}^{(3)} = \mathbf{0}, \quad (32)$$

$$\mathbf{B}^{(0)} = \mathbf{B}^{(1)} = \mathbf{0}, \quad (33)$$

$$\mathbf{B}^{(2)} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -B_0 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{B}^{(3)} = \begin{bmatrix} -C_0 r \cos \theta \\ B_0 \sin \theta \\ 0 \end{bmatrix} \quad (34)$$

con las constantes A_0 , B_0 y C_0 . A_0 es el vector potencial primordial $A^{(0)}$ de la teoría ECE, B_0 es una constante de campo magnético, C_0 una constante con unidades Tesla/m.

Promediando las polarizaciones, podemos escribir

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}^{(0)} + \mathbf{E}^{(1)} + \mathbf{E}^{(2)} + \mathbf{E}^{(3)} = \frac{A_0 c}{2} \begin{bmatrix} -\frac{dm(r)}{dr} \\ \sqrt{m(r)} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad (35)$$

$$\mathbf{B} = \mathbf{B}^{(0)} + \mathbf{B}^{(1)} + \mathbf{B}^{(2)} + \mathbf{B}^{(3)} = \begin{bmatrix} -C_0 r \cos \theta \\ B_0 \sin \theta \\ -B_0 \end{bmatrix}. \quad (36)$$

Para la gravitación, el campo \mathbf{E} corresponde al campo gravitacional \mathbf{g} , y el campo \mathbf{B} corresponde al campo gravitomagnético $\mathbf{\Omega}$. El campo \mathbf{E} posee sólo un componente radial, mientras que el campo \mathbf{B} posee los componentes r , θ y ϕ .

Para demostrar gráficamente estos campos en una geometría con simetría central, usamos la función $m(r)$ que hemos utilizado anteriormente [5]:

$$m(r) = 2 - \exp\left(\log(2) \exp\left(-\frac{r}{R}\right)\right) \quad (37)$$

con un alcance radial R . Esta función, su derivada y el componente de campo E_r se graficaron en la Fig.1 con todas las constantes iguales a la unidad. Tenemos $m(r) \rightarrow 0$ para $r \rightarrow 0$. Sin embargo, la derivada de $m(r)$ llega a un límite final. En consecuencia, el campo eléctrico (o gravitacional) diverge cuando r tiende a cero. Esta conducta ya ha sido identificada en [5] como una "fuerza de vacío" que aparece a causa de la variación radial de $m(r)$. Tal fuerza no existe en la física clásica, y constituye una consecuencia de la relatividad general basada en la geometría de Cartan. Es una fuerza de atracción, y significa que la materia se ve atraída hacia el centro tan pronto llega a la región donde $m(r)$ se desvía de la unidad. En cierto sentido, esto podría interpretarse como una región donde existe la versión ECE de "hoyos negros", que de otro modo se obtienen de la relatividad general einsteiniana mediante una manera matemáticamente errónea.

Otro resultado interesante es que existe un campo magnético (o gravitomagnético) rotacional. Esto resulta sorprendente, porque la tétrada, que corresponde al potencial, no posee partes rotacionales. El campo se representa gráficamente en la Fig. 2, donde se muestran los vectores de campo en dos hemisferios. (Se omite el lado negro a fin de no oscurecer la visibilidad). La figura muestra un enrollamiento en cada esfera. En principio, esto representa una estructura de torkado, tal como se comentó en el Ejemplo 8.15 de [5]. El torkado tiene, adicionalmente, un sendero posterior en su eje central que no aparece en nuestro ejemplo, pero que también podría estar presente en una geometría más especializada.

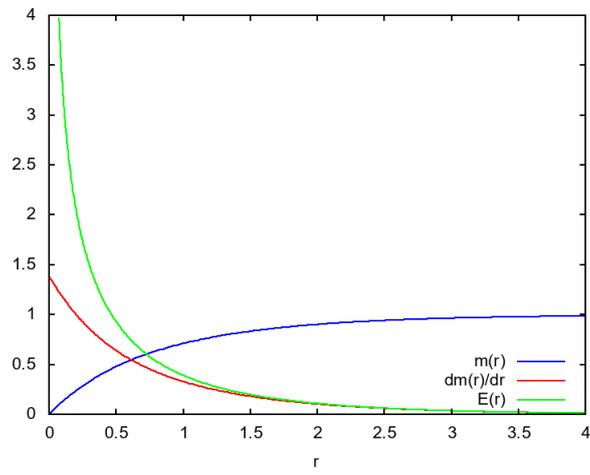


Figura 1: $m(r)$, $dm(r)/dr$ y $E_r(r)$ para la función modelo $m(r)$.

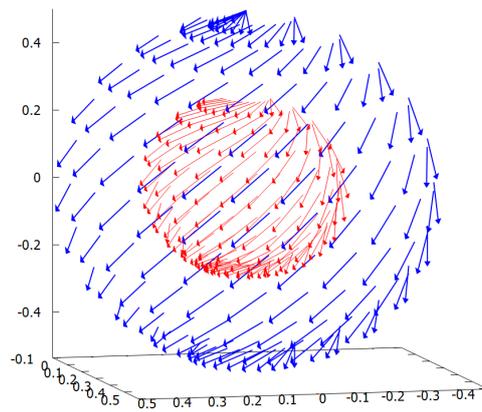


Figura 2: Representación en 3D de $\mathbf{B}(r)$ para la función modelo $m(r)$.

4 Generalizaciones para la simetría esférica.

Hasta ahora, hemos utilizado el elemento lineal (5) de la simetría esférica. Allí se efectuó la aproximación

$$n(r) \approx \frac{1}{m(r)} \quad (38)$$

para la función $n(r)$ y que aparece en el elemento lineal más básico (3).

Utilizando ambas funciones, la tétrada (18) resulta

$$(q^a{}_\mu) = \begin{bmatrix} \frac{1}{2}\sqrt{m(r)} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2}\sqrt{n(r)} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{r}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{r \sin(\theta)}{2} \end{bmatrix}. \quad (39)$$

Una evaluación mediante álgebra computacional da los mismos resultados (31-34) para los campos de fuerza. sólo se ven afectados los parámetros de curvatura y torsión. Esto significa que la Ec. (37) no es una aproximación sino una simplificación exacta del elemento lineal. Otra modificación fue el evitar la dependencia temporal de la función m al rolarla hacia la coordenada temporal. Si permitimos dependencias temporales explícitas bajo la forma $m(r,t)$ y $n(r,t)$, obtenemos el valor original del campo \mathbf{E} , o sea $\mathbf{E}^{(0)}$, más un campo adicional $\mathbf{E}^{(1)}$:

$$\mathbf{E}^{(0)} = \frac{A_0 c}{2} \begin{bmatrix} -\frac{dm(r,t)}{\sqrt{m(r,t)}} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{E}^{(1)} = \frac{A_0 c}{2} \begin{bmatrix} -\frac{dn(r,t)}{\sqrt{n(r,t)}} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}. \quad (40)$$

El resultado para $\mathbf{E}^{(0)}$ no cambia, pero $\mathbf{E}^{(1)}$ contiene la derivada temporal de $n(r)$ en vez de la derivada radial de $m(r)$. En el caso de

$$n(r,t) = \frac{1}{m(r,t)}, \quad (41)$$

obtenemos para la segunda polarización del campo \mathbf{E} :

$$\mathbf{E}^{(1)} = \frac{A_0 c}{2} \begin{bmatrix} -\frac{dm(r,t)}{(m(r,t))^{3/2}} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}. \quad (42)$$

Si sólo m depende del tiempo, pero no n , se obtiene el resultado original de las Ecs. (31, 32). Concluimos que sólo una dependencia temporal bajo la forma $n(r,t)$ conduce a un campo \mathbf{E} adicional.

Podemos experimentar un poco más si introducimos términos no diagonales en la tétrada. Descubrimos que si ocupamos la primera fila o columna con elementos distintos de cero resulta una selección muy crítica. El sistema de ecuaciones para resolver los símbolos de Christoffel Γ en muchos casos no da soluciones. Esto significa que acoplamientos binarios entre el tiempo y el espacio no pueden elegirse arbitrariamente, y merecen mucha atención. Obviamente, hay restricciones físicas al efectuar tales acoplamientos.

En resumen, hemos hallado una poderosa fuerza del vacío en la simetría esférica. Aparece una estructura rotacional adicional como campo ya sea magnético o gravitomagnético. Se han justificado las aproximaciones de la teoría establecida en las funciones $m(r)$ y $n(r)$.

Referencias

- [1] M. W. Evans, “Generally Covariant Unified Field Theory: the Geometrization of Physics”, Vols. 1 to 7, Abramis Academic, Bury St Edmunds, 2005 ff.
- [2] M. W. Evans, H. Eckardt (editor), D. W. Lindstrom, S. J. Crothers; “Principles of ECE Theory, Volume I: A New Paradigm of Physics”, New Generation Publishing, London, 2016, and ePubli, Berlin, 2019.
- [3] M. W. Evans, H. Eckardt (editor), D. W. Lindstrom, S. J. Crothers, U. Bruchholz “Principles of ECE Theory, Volume II: Closing the Gap between Experiment and Theory”, softcover and hardcover: ePubli Berlin, 2017.
- [4] M. W. Evans, S. J. Crothers, H. Eckardt, K. Pendergast, “Criticisms of the Einstein Field Equation - The End of the 20th Century Physics”, Cambridge Internetaional science Publishing, Great Abington, 2011.
- [5] H. Eckardt, “ECE UFT - The Geometrical Basis of Physics, Vol. I - Classical Physics”, textbook, epubli, Berlin, 2022, freely available as UFT paper 438, Unified Field Theory (UFT) section of www.aias.us.
- [6] H. Eckardt, “ECE UFT - The Geometrical Basis of Physics, Vol. II - Quantum Physics”, textbook in preparation, UFT paper 448, Unified Field Theory (UFT) section of www.aias.us.
- [7] D. W. Lindstrom, H. Eckardt, M. W. Evans, “Ramifications of a Totally Antisymmetric Torsion Tensor I - A Bridge to Einstein’s Theory of General Relativity”, UFT paper 445, Unified Field Theory (UFT) section of www.aias.us.
- [8] H. Eckardt, ‘ The full path of calculation through Cartan geometry”, UFT paper 439, Unified Field Theory (UFT) section of www.aias.us.
- [9] S. Carroll, “Spacetime and Geometry: Introduction to General Relativity” (Pearson Education Limited, 2014); manuscript online: <https://arxiv.org/pdf/gr-qc/9712019.pdf>.