

Lense-Thirring-Effekt

Vortrag im Hauptseminar SoSe 2025

Marvin Henke - 5. Mai 2025

Betreuer: Dr. Nikodem Szpak

Lense-Thirring-Effekt

Lense-Thirring-Effekt

- Metrik und Geodäten

Lense-Thirring-Effekt

- Metrik und Geodäten
- Einsteinsche Feldgleichungen

Lense-Thirring-Effekt

- Metrik und Geodäten
- Einsteinsche Feldgleichungen
- Gravitoelektromagnetismus

Lense-Thirring-Effekt

- Metrik und Geodäten
- Einsteinsche Feldgleichungen
- Gravitoelektromagnetismus
- Rotierende Kugelmasse

Lense-Thirring-Effekt

- Metrik und Geodäten
- Einsteinsche Feldgleichungen
- Gravitoelektromagnetismus
- Rotierende Kugelmasse
- EM-Felder

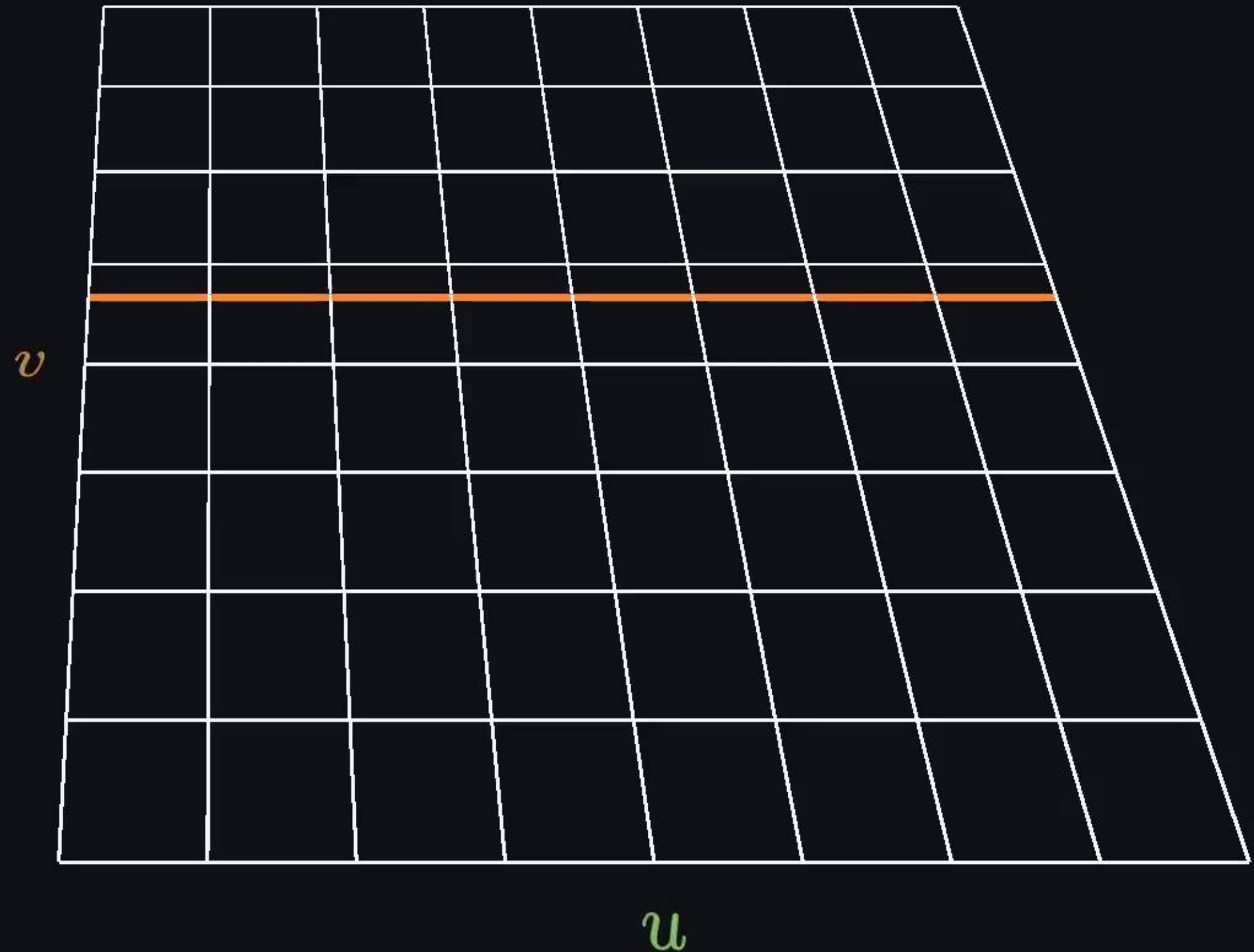
Lense-Thirring-Effekt

- Metrik und Geodäten
- Einsteinsche Feldgleichungen
- Gravitoelektromagnetismus
- Rotierende Kugelmasse
- EM-Felder
- Gravity Probe B

Lense-Thirring-Effekt

- Metrik und Geodäten
- Einsteinsche Feldgleichungen
- Gravitoelektromagnetismus
- Rotierende Kugelmasse
- EM-Felder
- Gravity Probe B
- Paper

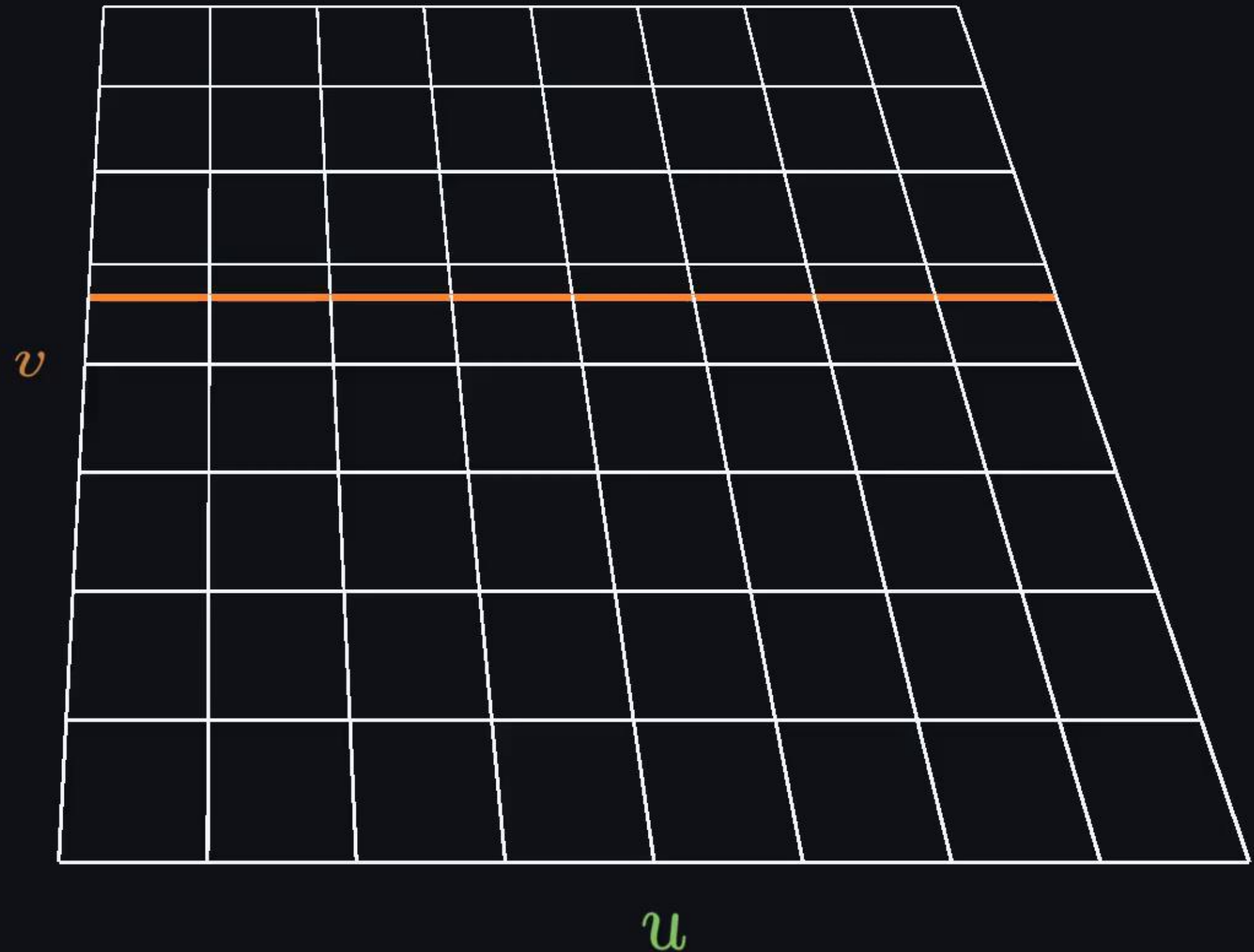
Metrik und Geodäten



Metrik und Geodäten

Fläche

$$\vec{r}(u, v) = (u, v, 0)$$



Metrik und Geodäten

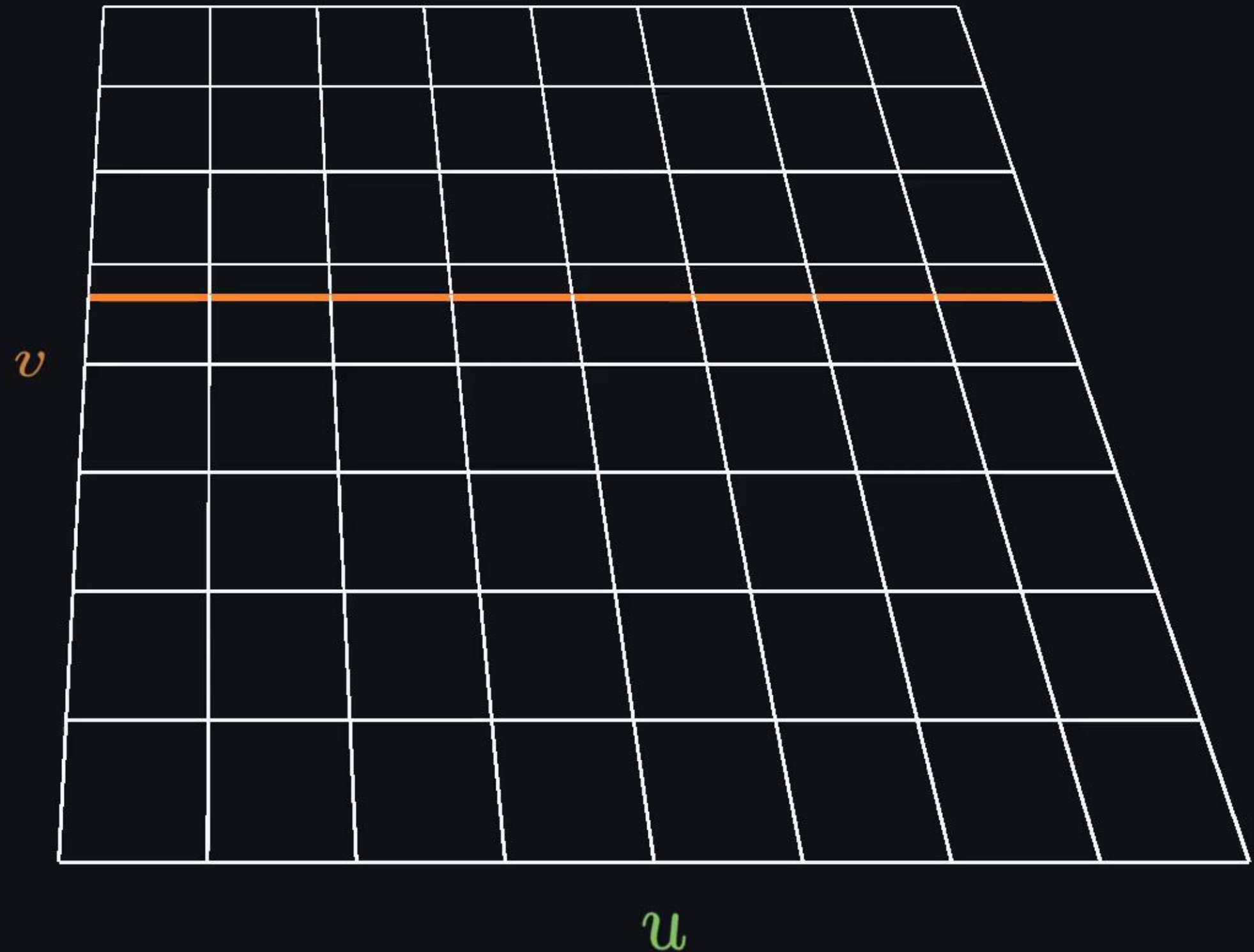
Fläche

$$\vec{r}(u, v) = (u, v, 0)$$

Metrik

$$g_{\mu\nu} = \partial_\mu \vec{r} \cdot \partial_\nu \vec{r}$$

$$g = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$



Metrik und Geodäten

Fläche

$$\vec{r}(u, v) = (u, v, 0)$$

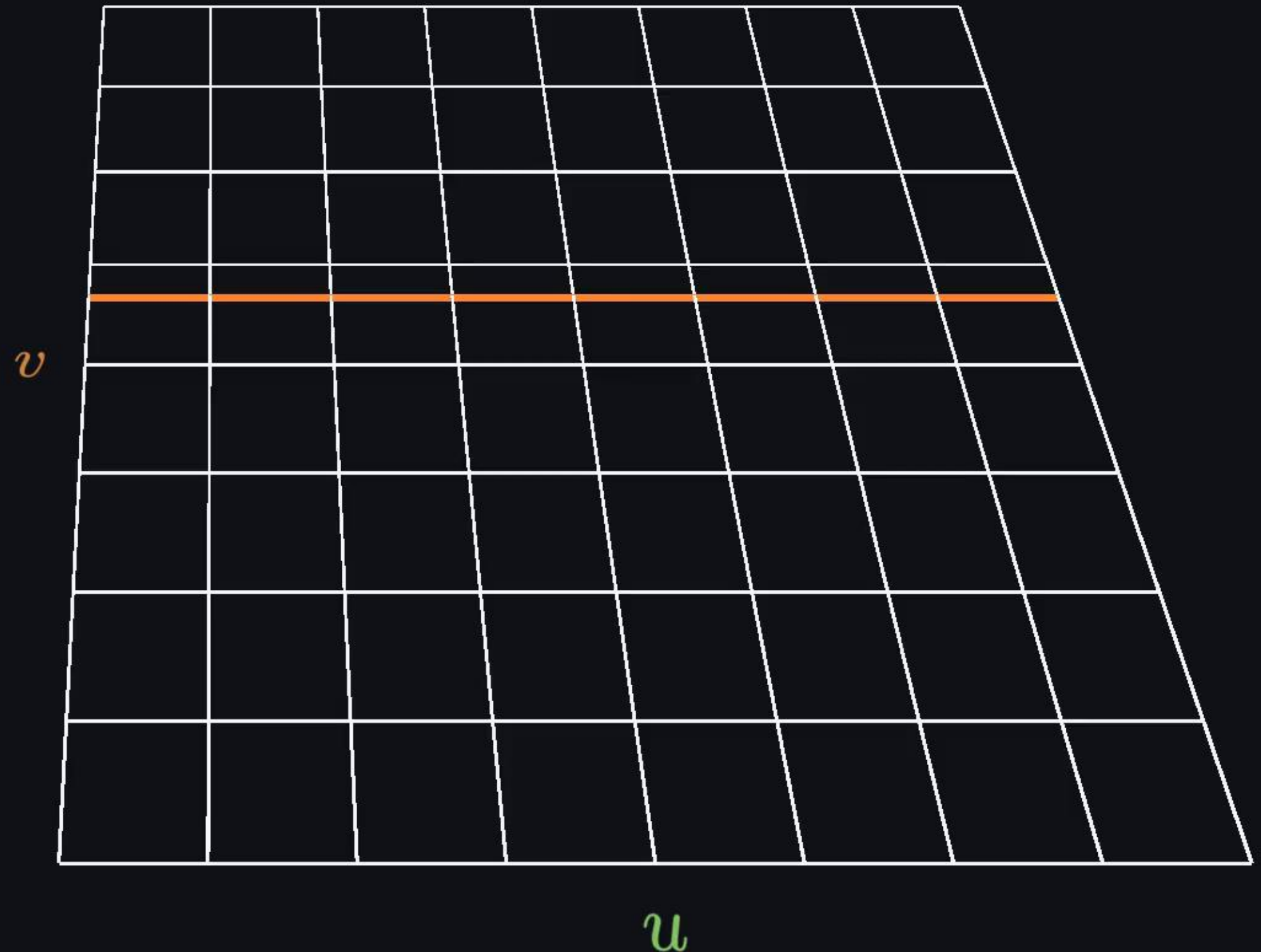
Metrik

$$g_{\mu\nu} = \partial_\mu \vec{r} \cdot \partial_\nu \vec{r}$$

$$g = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Geodätengleichung

$$\frac{d^2 p^\lambda}{d\tau^2} = 0$$



Metrik und Geodäten

Fläche

$$\vec{r}(u, v) = (u, v, 0)$$

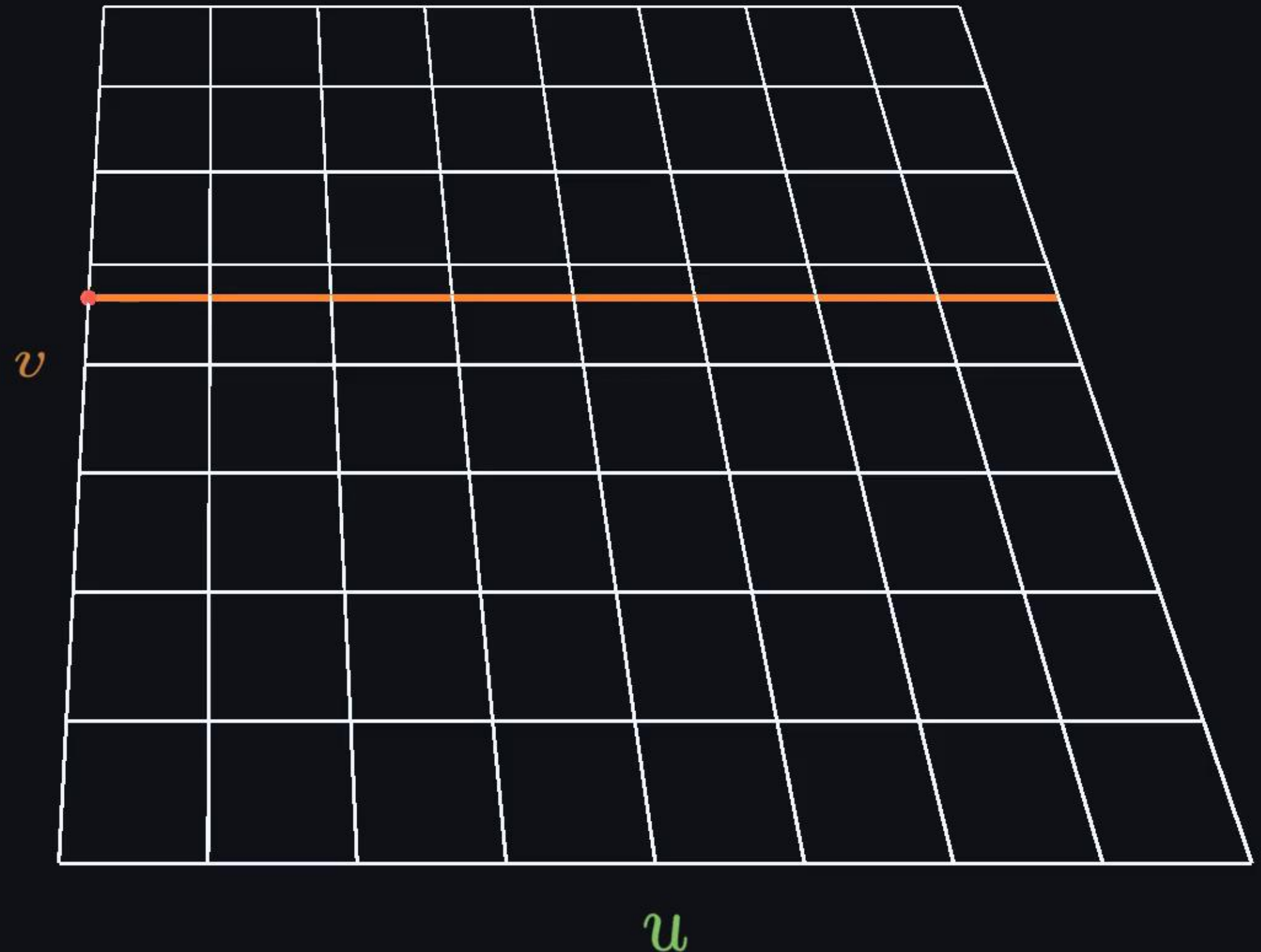
Metrik

$$g_{\mu\nu} = \partial_\mu \vec{r} \cdot \partial_\nu \vec{r}$$

$$g = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Geodätengleichung

$$\frac{d^2 p^\lambda}{d\tau^2} = 0$$



Metrik und Geodäten

Fläche

$$\vec{r} : \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^3$$

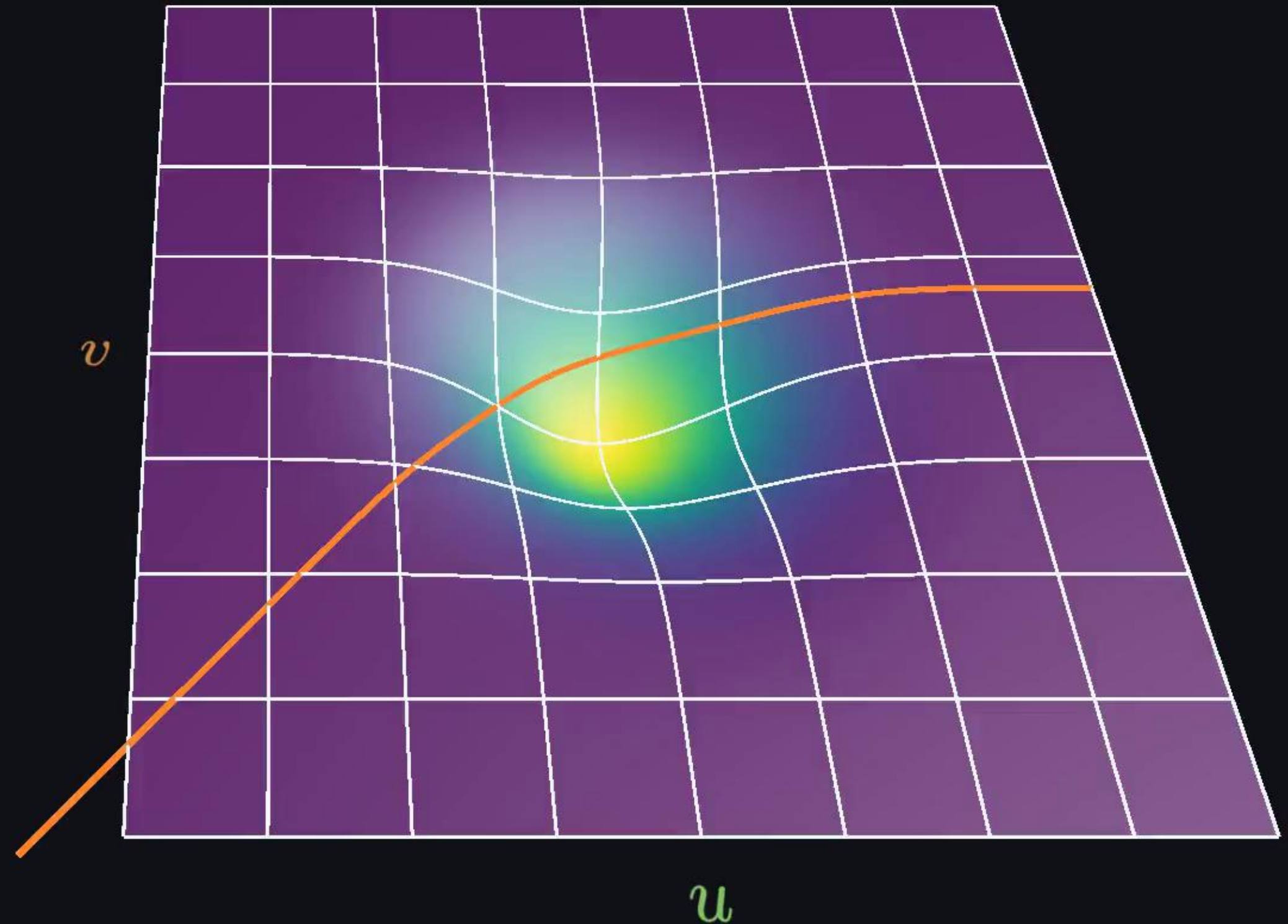
Metrik

$$g_{\mu\nu} = \partial_\mu \vec{r} \cdot \partial_\nu \vec{r}$$

$$g = \begin{bmatrix} 1.00 & 0.00 \\ 0.00 & 1.00 \end{bmatrix}$$

Geodätengleichung

$$\frac{d^2 p^\lambda}{d\tau^2} = -\Gamma_{\mu\nu}^\lambda [g(\vec{r})] \frac{dp^\mu}{d\tau} \frac{dp^\nu}{d\tau}$$



Metrik und Geodäten

Fläche

$$\vec{r} : \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^3$$

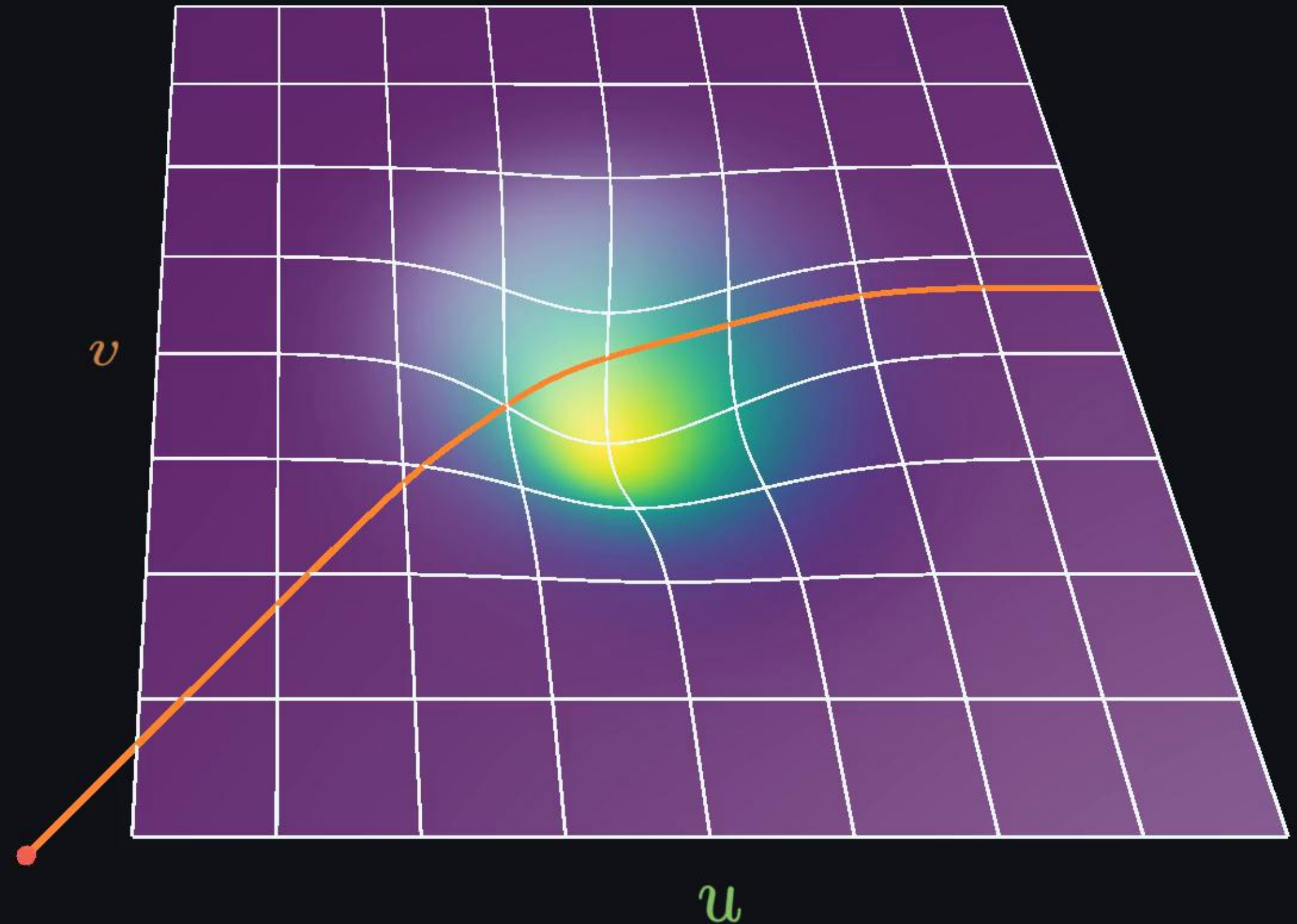
Metrik

$$g_{\mu\nu} = \partial_\mu \vec{r} \cdot \partial_\nu \vec{r}$$

$$g = \begin{bmatrix} 1.00 & 0.00 \\ 0.00 & 1.00 \end{bmatrix}$$

Geodätengleichung

$$\frac{d^2 p^\lambda}{d\tau^2} = -\Gamma_{\mu\nu}^\lambda [g(\vec{r})] \frac{dp^\mu}{d\tau} \frac{dp^\nu}{d\tau}$$



Einsteinsche Feldgleichungen

2D Fläche \rightarrow 4D Mannigfaltigkeit

Einsteinsche Feldgleichungen

2D Fläche \rightarrow 4D Mannigfaltigkeit

Koordinaten $(ct, x, y, z) \Rightarrow \mathbf{g} \in \mathbb{R}^{4 \times 4}$

Einsteinsche Feldgleichungen

2D Fläche \rightarrow 4D Mannigfaltigkeit

Koordinaten $(ct, x, y, z) \Rightarrow \mathbf{g} \in \mathbb{R}^{4 \times 4}$

Feldgleichungen: $\mathbf{R}_{\mu\nu} - \frac{1}{2}\mathbf{g}_{\mu\nu}\mathbf{R} = \frac{8\pi G}{c^4}\mathbf{T}_{\mu\nu}$

Einsteinsche Feldgleichungen

2D Fläche \rightarrow 4D Mannigfaltigkeit

Koordinaten $(ct, x, y, z) \Rightarrow \mathbf{g} \in \mathbb{R}^{4 \times 4}$

Feldgleichungen: $R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R = \frac{8\pi G}{c^4}T_{\mu\nu}$

Ricci-Tensor: $R_{\mu\nu} [\mathbf{g}]$

Einsteinsche Feldgleichungen

2D Fläche \rightarrow 4D Mannigfaltigkeit

Koordinaten $(ct, x, y, z) \Rightarrow \mathbf{g} \in \mathbb{R}^{4 \times 4}$

Feldgleichungen: $R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R = \frac{8\pi G}{c^4}T_{\mu\nu}$

Ricci-Tensor: $R_{\mu\nu}[\mathbf{g}]$

Krümmungsskalar: $R[\mathbf{g}]$

Einsteinsche Feldgleichungen

2D Fläche \rightarrow 4D Mannigfaltigkeit

Koordinaten $(ct, x, y, z) \Rightarrow \mathbf{g} \in \mathbb{R}^{4 \times 4}$

Feldgleichungen: $\mathbf{R}_{\mu\nu} - \frac{1}{2}\mathbf{g}_{\mu\nu}\mathbf{R} = \frac{8\pi G}{c^4}\mathbf{T}_{\mu\nu}$

Ricci-Tensor: $\mathbf{R}_{\mu\nu}[\mathbf{g}]$

Krümmungsskalar: $\mathbf{R}[\mathbf{g}]$

Energie-Impuls-Tensor: $\mathbf{T}_{\mu\nu}$

EM-Felder

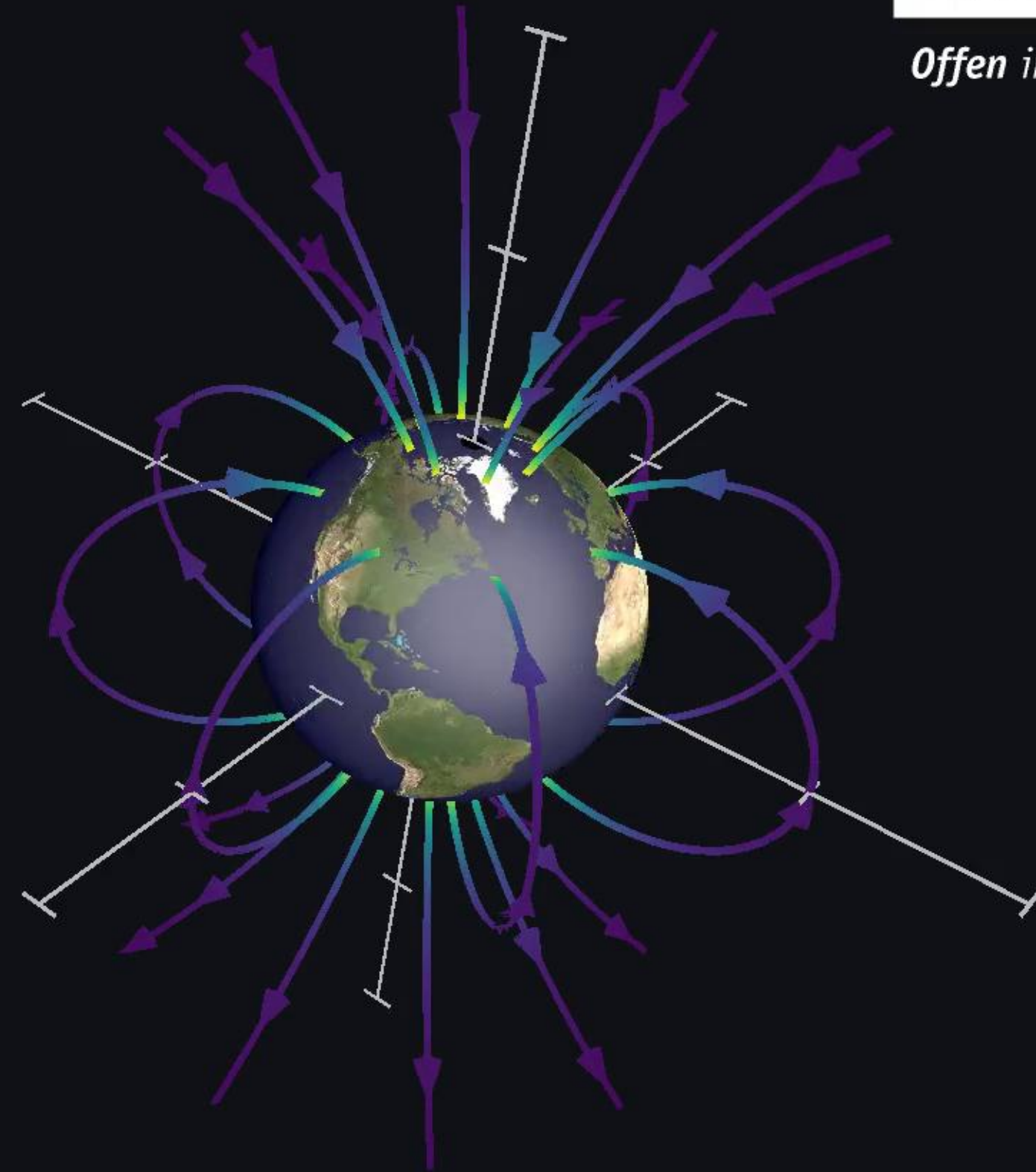
$$\vec{B} = \frac{1}{r^3} \left[\vec{S} - \frac{3(\vec{S} \cdot \vec{r})}{r^2} \vec{r} \right]$$

$$\vec{E} = -\frac{M\vec{r}}{r^3}$$

EM-Felder

$$\vec{B} = \frac{1}{r^3} \left[\vec{S} - \frac{3(\vec{S} \cdot \vec{r})}{r^2} \vec{r} \right]$$

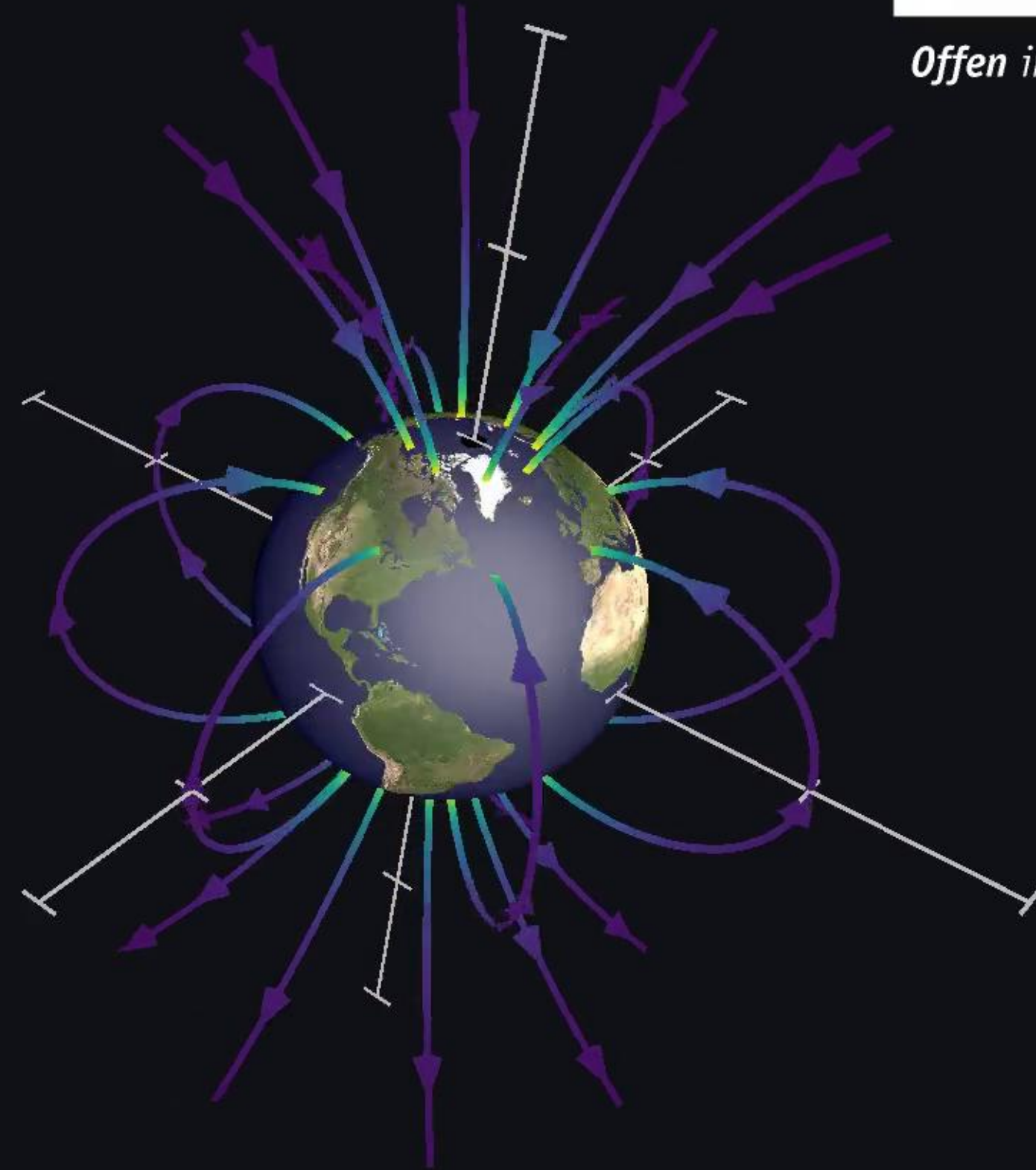
$$\vec{E} = -\frac{M\vec{r}}{r^3}$$



EM-Felder

$$\vec{B} = \frac{1}{r^3} \left[\vec{S} - \frac{3(\vec{S} \cdot \vec{r})}{r^2} \vec{r} \right]$$

$$\vec{E} = -\frac{M\vec{r}}{r^3}$$



EM-Felder

$$\vec{B} = \frac{1}{r^3} \left[\vec{S} - \frac{3(\vec{S} \cdot \vec{r})}{r^2} \vec{r} \right]$$

$$\vec{E} = -\frac{M\vec{r}}{r^3}$$



EM-Felder

$$\vec{B} = \frac{1}{r^3} \left[\vec{S} - \frac{3(\vec{S} \cdot \vec{r})}{r^2} \vec{r} \right]$$

$$\vec{E} = -\frac{M\vec{r}}{r^3}$$

