Eletromagnetismo 1

- Prof. Diego Trancanelli
  Sala 344 - Ala Central
  - Terça 8:30 - 10:00
  - Sexta 10:00 - 11:30

- Monitor: Felipe Soares Sá
  Sala 335 - Ala Central
  felipesoaressa@usp.br

Site:
fma.if.usp.br/~dtrancan/notasEM.html

- Provas: P_1 (15/03) P_2 (20/10) P_3 (1/12) P_{SUB} (8/12)
  ↳ Fechada sobre matéria toda

$$\text{Média} = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{3}$$

////

Queremos Chegar nas ...

Equações de Maxwell

no ensino tradicional / histórico

Coulomb
↓
Ampère
↓
Faraday
↓
Maxwell
↓
Ondas
↓
Einstein

Mas vamos adotar uma metodologia diferente

Mecânica Clássica (Teoria Clássica de Campos) → Eq. de Maxwell ← Relatividade Restrita (Simetrias)

Eq. de Maxwell
↓
- Técnicas de Solução / Ondas
  ↳ Análise de Fourier
  ↳ Funções de Green

↓ No Vácuo (P_1 e P_2)

↓ Nos Meios Materiais (P_3)

Vamos começar com...

→ Um pouco de Análise Dimensional

- Não queremos ver ε_0 e μ_0 → Precisamos escolher um sistema de unidades apropriado...

Dimensões → Massa M, Comprimento L, Tempo T } Fundamentais

Dimensões → Carga Elétrica, Temperatura } Ñ Fundamentais Mas úteis

Carga → $F = \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ → $[Q] = \sqrt{ML^3T^{-2}}$

Temp → $E = k_B T$ → Temperatura em função da Energia

↳ Dimensões Fundamentais formam uma base válida

↳ Dimensões independentes e completas

→ A idéia é usar constantes fundamentais da natureza para compor a nossa base:

(M, L, T)

↓

(M, V, T) → velocidade

ainda válida

↓

$\boxed{(G_N, c, \hbar)}$

$$\begin{cases} G_N = 6{,}7 \cdot 10^{-11}\ m^3/Kg s^2 \\ c = 3 \cdot 10^8\ m/s \\ \hbar = 10^{-34}\ m^2 Kg/s \end{cases} \longleftrightarrow \begin{aligned} [G_N] &= L^3 M^{-1} T^{-2} \\ [c] &= L T^{-1} \\ [\hbar] &= L^2 M T^{-1} \end{aligned}$$

↓

É uma base válida

→ Esse será nosso sistema de dimensões

↳ Vantagens → Universal (Aliens Entendem)

↳ Essas constantes somem das equações

... Esse sistema de unidades é chamado...

Unidades Naturais

- As velocidades são medidas com respeito (como fração) à velocidade da luz
- O comprimento e o tempo passam a ser combináveis:

$[c] = LT^{-1} \rightarrow$ [Comprimento] = [Tempo] $\rightarrow \boxed{L = T}$ → "Nos livramos do Tempo"

$[c] = 1 = L^0 T^0 M^0$

c vira um número puro

Massa e Energia também: $E = mc^2 \rightarrow [E] = [m]$

- Momentos angulares são medidos com relação à constante de Planck

$\boxed{\hbar \rightarrow 1}$

$\rightarrow L = M^{-1} \rightarrow$ Massas passa a ser intercambiáveis com comprimentos também

[Comprimento] = [Massa]$^{-1}$ ← nessa forma → "Nos livramos da Massa"

- Fazendo $G_N = 1 \rightarrow$ "Nos livramos" do comprimento da mesma forma que fizemos com as outras dimensões

Descrevemos todas as dimensões fundamentais usando as unidades naturais

Uma combinação qualquer das nossas unidades:

$$[G_N^{\alpha} c^{\beta} \hbar^{\gamma}] =$$

$$= (L^3 M^{-1} T^{-2})^{\alpha} (L T^{-1})^{\beta} (L^2 M T^{-1})^{\gamma} =$$

$$= L^{(3\alpha+\beta+2\gamma)} M^{(-\alpha+\gamma)} T^{(-2\alpha-\beta-\gamma)}$$

→ pode ser escrita em função das dimensões fundamentais

Os casos particulares:

(L) $\begin{cases} \alpha = 1/2 \\ \beta = -3/2 \\ \gamma = 1/2 \end{cases} \rightarrow \boxed{\sqrt{\dfrac{G_N \hbar}{c^3}} = l_P}$ → Comprimento de Planck

(T) $\begin{cases} \alpha = 1/2 \\ \beta = -5/2 \\ \gamma = 1/2 \end{cases} \rightarrow \boxed{\sqrt{\dfrac{G_N \hbar}{c^5}} = t_P}$ → Tempo de Planck

(M) $\begin{cases} \alpha = -1/2 \\ \beta = 1/2 \\ \gamma = 1/2 \end{cases} \rightarrow \boxed{\sqrt{\dfrac{\hbar c}{G_N}} = m_P}$ → Massa de Planck

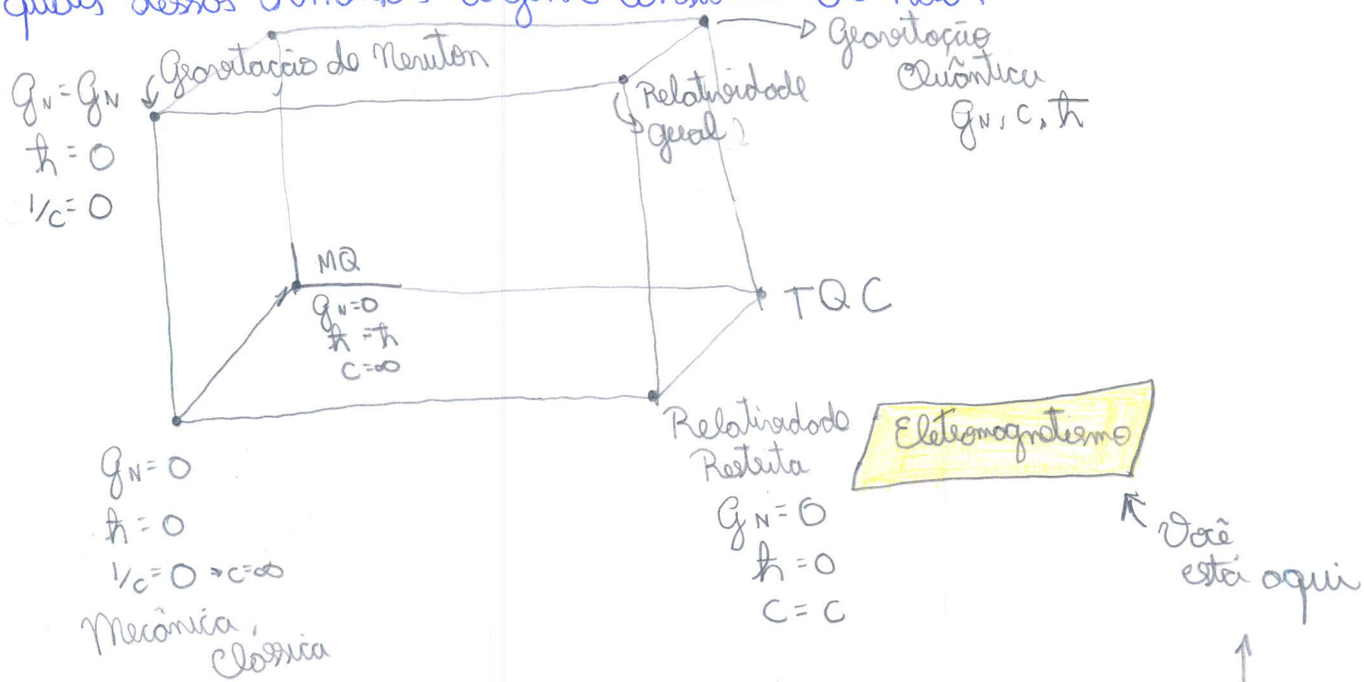
→ No cgs podemos escrevê-los como...

$l_P = 1{,}6 \cdot 10^{-33}\ cm$

$m_P = 2{,}2 \cdot 10^{-5}\ g$

$t_P = 5{,}4 \cdot 10^{-44}\ s$

E olha que divertido! Podemos mapear a "Física" em função de quais dessas dimensões a gente considera ou não:



l_P, m_P e t_P são os pontos em que todos os efeitos são simultaneamente importantes

Bem vindo