26

- Novamente encontramos uma “lei" que não é verdadeiramente uma “lei”. Como antes disse, uma lei é em física assim chamada por motivos históricos, não verdadeiramente pela situação dela em termos de importância para física. A “lei" de Ampère, como originalmente proposta, só é válida para a magnetostática, não para a eletrodinâmica. Não que Ampère tenha cometido um erro, ele apenas não estava tratando de eletrodinâmica.
- Até o momento temos as equações ao lado. Qual o problema delas?

Um problema na lei de Ampère

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{1}{\epsilon_0}\rho$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J}$$

- É um fato experimental que cargas elétricas satisfazem a equação da continuidade. Na verdade, essa conservação vai além da eletrodinâmica clássica, conservação de carga é um dos pilares do modelo padrão de partículas.
- As equações à direita são compatíveis com a equação da continuidade?
- Resp: não são! Ver o vídeo.

Um problema na lei de Ampère

- Novame ... o antes disse, uma lei é em ... pela situação dela em term ... te proposta, só é válida p ... nha cometido um erro, ele
- Até o m
- É um fa nuidade conserv
- As equa
- Resp: nã

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{1}{\epsilon_0}\rho$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J}$$

Uma correção à lei de Ampère

- Como corrigir o problema?
- A forma mais simples é incluir na lei de Ampère algo cujo divergente seja proporcional a $\dot{\rho}$.
- A lei de Gauss já fornece algo cujo divergente é ρ, logo a resposta é fácil...

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J} + \mu_0 \epsilon_0 \dot{\mathbf{E}}$$

- **Exercício:** Verifique em detalhes que a correção acima é compatível com a equação da continuidade.
- O argumento que usamos para corrigir a lei de Ampère não é um argumento histórico. Na verdade Maxwell introduziu algo chamado de corrente de deslocamento. Por fim funciona, mas acho o método acima mais claro.
- **Exercício:** Apenas a título de conhecimento geral, verifique a correção da lei de Ampère usando a "corrente de deslocamento": $\mathbf{J}_d \equiv \epsilon_0 \dot{\mathbf{E}}$
- <u>Analogamente à lei de Faraday, um campo elétrico variável induz um campo magnético.</u>

$$\boxed{\begin{aligned} \nabla \cdot \mathbf{E} &= \frac{1}{\epsilon_0}\rho \\ \nabla \cdot \mathbf{B} &= 0 \\ \nabla \times \mathbf{E} &= -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \\ \nabla \times \mathbf{B} &= \mu_0 \mathbf{J} \end{aligned}}$$