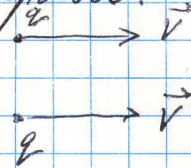
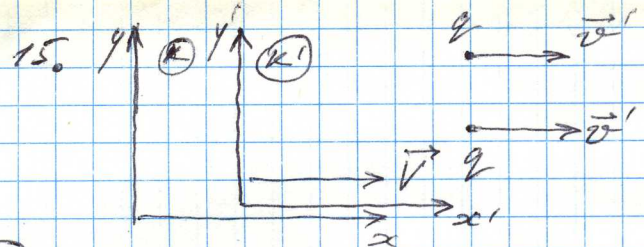


1. Покажите, как определяется напряженность электрич. поля $\vec{E}(\vec{r})$ точечного заряда и напряженность $\vec{g}(\vec{r})$ гравитационного поля точечной массы M .
2. Сравните силы взаимодействия электрического и гравитационного электрона и протона в атоме водорода. Известны соответствующие величины:

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}, \quad M_p = 1836 m_e, \quad |q| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$
3. С помощью силы Ампера введите индукцию \vec{B} магнитного поля и охарактеризуйте магнитное \vec{B} -е параллельных токов, антипараллельных токов.
4. Покажите, как вводится единицы напряженности \vec{E} электр. поля и индукции \vec{B} магнитного поля.
5. Дайте определения единицы силы тока 1А, единицы заряда 1Кл.
6. Покажите, что гравитационное поле $\vec{g}(\vec{r}) = -G \frac{M\vec{r}}{r^3}$ является потенциальным.
7. Покажите, что электрическое поле $\vec{E}(\vec{r}) = k \frac{q\vec{r}}{r^3}$ является потенциалным.
8. Из выражения для сил Ампера $d\vec{F}_A = I [d\vec{l} \times \vec{B}]$ получите силу Лоренца $\vec{F}_{\text{Лор}} = q[\vec{v} \times \vec{B}]$.
9. Получите формулу, связывающую напряженность электрического поля с потенциалом

$$E_e = -\frac{\partial \varphi}{\partial r}, \quad \vec{E} = -\vec{\nabla} \varphi$$
10. Покажите, что силовые линии поля \vec{E} перпендикулярны эквипотенци. поверхностям.
11. Получите радиус орбиты заряженной гасицы, влетающей перпендикулярно однородному магнитному полю \vec{B} в область с этим полем. Известны \vec{v} , \vec{B} , масса m и заряд q гасицы.
12. Проиллюстрируйте, как можно считать структуру магнитного поля с помощью соотв. проводящих тел вблизи провода с током. Нарисуйте силовые линии поля \vec{B} вблизи провода с током, катушка с током; как при этом используется правило буравчика.
13. Изучите взаимодействие движущихся параллельно друг другу электр. зарядов, используя фве ИСО (L - LCO и K) - саст, где заряды покоятся. Разделите электрическую и магнитную части взаимодействия параллельно движущихся зарядов.

14.  Исходя из электрического взаимодействия двух параллельно движущихся зарядов системы координат (K) зарядов получите напряженность \vec{E} электр. поля и индукцию \vec{B} магн. поля, создаваемых одним из зарядов в месте нахождения другого заряда в ЛСО (K) относитель которого заряды движутся со скор. \vec{v} .



Используя две сист. отсчета (K) и (K') , а также два параллельно движущихся со скор. v относительно (K) , получите закон преобр. координат \vec{B} и \vec{E} в сист. (K) при переходе к сист. (K') .

(K') движ. отн. (K) со скор. v .

16. Покажите, как осуществляется релятив. обобщение второго закона Ньютона:

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{F}$$

$$\frac{d\text{Энерг}}{dt} = \vec{v} \cdot \vec{F}$$

$$v \ll c$$

$$\frac{dP}{d\tau} = F = (F^0, \vec{F}) \text{ и } \tau d$$

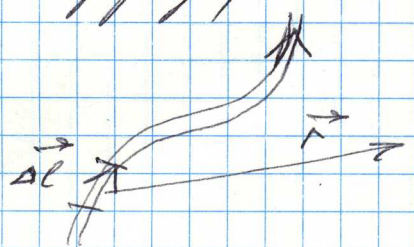
- 17. Сравните геометрии Евклида и Минковского, чем отличаются их метрические тензоры?
- 18. Дайте определение ковариантному четырехвектору A^μ с помощью преобразования Лоренца его компонент.
- 19. Получите матрицу L^μ_ν преобразования Лоренца, как из L^μ_ν получается матрица $(L^{-1})^\mu_\nu$ обратного преобр. Лоренца.
- 20. Дайте определение ковариантному четырехвектору, получите закон преобразования его компонент.
- 21. Охарактеризуйте концепцию дальнего действия в классической физике, получите при этом энергию взаимодействия двух масс m_1 и m_2 , двух эл. зарядов q_1, q_2 .
- 22. Это такое близкое действие, кратко characterize концепцию близкого действия в рамках СТО.
- 23. Используя силу Лоренца $\vec{F}_{Lor} = q\vec{E} + q[\vec{v} \times \vec{B}]$ и релятив. обобщение второго закона Ньютона, введите $F^{\mu\nu}$ - тензор электромагн. поля.
- 24. Покажите, как из принципа относ. \vec{E} и силы Лоренца релятив. обобщение второго закона Ньютона и принципа относ. получается закон преобразования компонент $F^{\mu\nu}$ при переходе к ИСО (K) и ИСО (K') .
- 25. Докажите свойства матрицы преобр. Лоренца

$$L^{-1}(\rho) = L(-\rho) = L^T(\rho)$$

- 26. Получите формулы преобразования Лоренца для полей \vec{B} и \vec{E} при переходе к (K') в (K) .

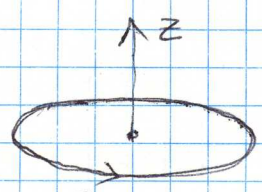
$$\vec{B}'_{||} = \vec{B}_{||}, \vec{B}'_{\perp} = \gamma (\vec{B}_{\perp} - \frac{1}{c^2} [\vec{v} \times \vec{E}]); \vec{E}'_{||} = \vec{E}'_{||}, \vec{E}'_{\perp} = \gamma (\vec{E}_{\perp} + [\vec{v} \times \vec{B}])$$
- 27. Докажите, что величины $\vec{B} \cdot \vec{E} = \text{div } \vec{A}$, $\vec{E}^2/c^2 - \vec{B}^2 = \text{div } \vec{A}$ являются инвариантами преобр. Лоренца.

28. Используя преобразование Лоренца для поле \vec{B} , получите формулу Био-Савара-Лапласа для магн. поле создаваемого отрезком $\Delta \vec{l}$ с током



$$\Delta \vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi r^3} [\Delta \vec{l} \times \vec{r}]$$

29. С помощью формулы Био-Савара-Лапласа получите индукцию магн. поле \vec{B} на оси симметрии кругового тока I



$$B(z) = \frac{\mu_0 R^2}{2(R^2 + z^2)^{3/2}}$$

30. Покажите, что закон Кулона эквивалентен уравнению Максвелла о потоке вектора \vec{E}

$$\vec{E} = k \frac{q \vec{r}}{r^2} \iff \oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

31. Покажите, как вводятся диф. операции градиент $\vec{\nabla} \phi$, $\vec{\nabla} \cdot \vec{A}$ - дивергенция \vec{A} и $[\vec{\nabla} \times \vec{A}]$ - ротор \vec{A} .

32. Пусть $\vec{V} = [\vec{\omega} \times \vec{r}]$, вычислите $\vec{\nabla} \times \vec{V}$.

33. Пусть $\vec{F} = k \vec{r}$, вычислите $\vec{\nabla} \times \vec{F}$, $\vec{\nabla} \cdot \vec{F}$.

34. Докажите теорему Гаусса-Остроградского

$$\int_V \vec{\nabla} \cdot \vec{A} dV = \int_{\partial V} \vec{A} \cdot d\vec{S}$$

35. Докажите теорему Стокса

$$\oint_{\Gamma} \vec{A} \cdot d\vec{l} = \int_S [\vec{\nabla} \times \vec{A}] \cdot d\vec{S}$$

$\Gamma = \partial(S)$ S

37. Покажите, как определяются тензор градиента и тензор дивергенция.

38. Введите тензор j^{μ} , каков смысл его компонентов.

39. Дайте rigorous определение формулировки закону сохранения заряда.

40. Получите две релятив-инв. форму уравнений

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \rho \quad \vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$$

используйте для этого тензор j^{μ} и тензор э.м. поле

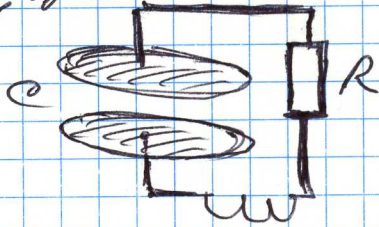
41. Покажите, как из чл. электр. динамик, закона Кулона и существования магн. зарядов в природе выводится свест. чл. Максвелла для магн. поле заряд. системы в вакууме.

42. Из уравнений Максвелла в диф. форме, покажите ур-е Максвелла в интегр. форме.

43. Приведите ур-е Максвелла в релятивистско-инв. форме, какие трёхмерные уравнения Максвелла сводятся в этой системе.

44. Прокомментируйте физический смысл всех уравнений Максвелла в инвариантной форме.

45. Охарактеризуйте смысл тока смещения с помощью схемы



46. Покажите векторное ур-е для поля \vec{E} и поля \vec{B} . Покажите, что эти ур-е имеют векторное решение в вакууме.

47. Используя уравнения Максвелла, покажите закон сохранения энергии для электромагн. поля в релят. частиц в вакууме. Число равно вектор потока энергии поля, плотности энергии э. поля и плотности э. магн. поля.

48. Охарактеризуйте энергетические процессы, происходящие внутри проводящего в цепи цепи тока и около провода с постоянным током. Используйте для этого в том числе и вектор Умова-Пойнтинга.

49. Дайте определение телесному углу, покажите формулу для этого угла в сферич. системе координат.

50. Исходя из закона Кулона, принципа суперпозиции для э. поля, покажите уравнение электростатики:

$$[\nabla \times \vec{E}] = 0 \Leftrightarrow \oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$$

51. Исходя из закона Кулона $\vec{E} = k \frac{q\vec{r}}{r^3}$ и принципа суперп. для электрост. поля, \vec{r}^3 получите закон Гаусса: $\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0} \Leftrightarrow \oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{\sum q_k}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0}$.

52. Поясните, какое ур-е Максвелла следует из факта отсутствия магн. зарядов.

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0 \Leftrightarrow \nabla \cdot \vec{B} = 0$$

53. Приведите физические определения $\nabla \cdot \vec{A}$, $\nabla \times \vec{A}$. Используя концепцию потока поля и циркулирующего поля.