

ПИТАЊА И ЗАДАЦИ ИЗ ЕЛЕКТРОДИНАМИКЕ

за припрему пријемног испита за упис на докторске академске студије физике
у Институту за физику Природно-математичког факултета у Крагујевцу

1. Колико износи наелектрисање електрона? Израчунати наелектрисање металне кугле полупречника $r = 10\text{cm}$ чији јепотенцијал $\phi = 100\text{V}$.
2. Ако је Δq количина наелектрисања која се налази у запремини ΔV око тачке \mathbf{r} у тренутку t , дефинисати густину наелектрисања у моделу континуума и написати формулу за укупно наелектрисање у области V .
3. Применом Диракове делта функције написати формулу за густину наелектрисања система од N тачкастих наелектрисања.
4. На основу израза $Q = \int_V \rho(t, \mathbf{r}) d^3 r$ за наелектрисање унутар неке запремине V , извести једначину континуитета наелектрисања.
5. Написати израз за Лоренцову силу којом електромагнетно поље делује на пробно наелектрисање q .
6. Написати израз за силу интеракције између наелектрисања q_1 и q_2 у систему референције где оба наелектрисања мирују. (Обавезно скицирати слику).
7. Написати израз за електрично поље у тачки \mathbf{r} тачкастог наелектрисања q постављеног у тачки \mathbf{r}' . Написати израз за $\mathbf{E}(\mathbf{r})$ у случају непрекидне расподеле наелектрисања. (Обавезно скицирати слику).
8. Написати израз за магнетно поље тачкастог наелектрисања.
9. Нацртати један елементарни електрични дипол; написати израз за електрични момент дипола и дефиницију јачине електричне поларизације.
10. Нацртати један магнетни дипол; написати израз за магнетни момент дипола, и дефинисати јачину магнетне поларизације.
11. Написати везу између електричног поља $\mathbf{E}(\mathbf{r})$ и потенцијала $\phi(\mathbf{r})$ (електростатичко поље).
12. Написати основне законе електродинимике у интегралној форми.
13. Написати систем Максвелових једначина за електромагнетно поље у вакууму.
14. Дефинисати скаларни и векторски потенцијал и објаснити њихов физички смисао.
15. Шта се подразумева под појмом магнетостатичко поље? Написати Био-Свар-Лапласов закон. (Обавезно скицирати слику).
16. Написати Амперову теорему и диференцијалној и интегралној форми.
17. Написати једначине које комплетно одређују електростатичко и магнетостатичко поље.
18. Шта значи „самоусаглашено одређивање ЕМ поља у вакууму“?

19. Написати једначине за електромагнетне потенцијале за хомогену, изотропну средину без дисперзије.
20. Шта представља калибрациона симетрија?
21. Написати систем Максвел-Лоренцових једначина за ЕМ поље у супстанцијалној средини.
22. Написати електродинамичке (супстанцијалне) једначине средине за:
- непроводну средину у електростатичком односно магнетостатичком пољу,
 - проводну средину у статичком пољу,
 - анизотропну средину без дисперзије,
 - линеарне средине са просторно временском дисперзијом.
23. Написати граничне услове у електродинамици.
24. Написати изразе за рад, енергију и импулс електромагнетног поља.
25. Написати Лоренцове трансформације.
26. Написати израз за квадривектор густине струје и квадривектор електромагнетних потенцијала у свету Минковског.
27. Извести таласну једначину у линеарној непроводној средини без дисперзије.
28. Написати основне особине равних електромагнетних таласа.
29. Написати Поасонову и Лапласову једначину за електростатичко поље у вакууму.
30. Под дејством спољашњег електростатичког поља диелектрици се поларизују. Написати изразе за векторе \mathbf{D} и \mathbf{P} .
31. Написати супстанцијалну једначину за линеарни магнетик који се налази у константном магнетном пољу.
32. Шта је диполни слој?
33. Решити Лапласову једначину у:
- Декартовим координатама,
 - сферним координатама,
 - цилиндричним координатама.
1. Применом Гаусове теореме наћи електрично поље унутар и ван равномерно запремински наелектрисане сфере полупречника R и наелектрисања Q .
2. Применом Био Саваровог закона, наћи магнетну индукцију у било којој тачки M на растојању a од бесконачног линијског проводника кроз који протиче струја јачине I .
3. На основу асиметричног тензора у свету Минковског $F_{\mu\nu} = \frac{\partial A_\nu}{\partial x^\mu} - \frac{\partial A_\mu}{\partial x^\nu}$, где су A_μ коваријантне компоненте квадривектора електромагнетних потенцијала $A_\mu = \left(-\mathbf{A}, \frac{1}{c}\phi \right)$

написати тензор електромагнетног поља и тако показати да су електрично и магнетно поље узајамно повезани у једну нераздвојну целину.

Упутство: користити дефиницију ротора вектора у свету Минковског: $\text{rot}A_\mu = \left(\frac{\partial A_\nu}{\partial x^\mu} - \frac{\partial A_\mu}{\partial x^\nu} \right)$.

4. Доказати да је скаларни производ $\mathbf{E} \cdot \mathbf{B}$ инваријантан у односу на Лоренцове трансформације.

5. Написати изразе за (реално) електрично и магнетно поље монохроматског таласа чија је амплитуда E_0 , фреквенција ω и нулте почетне фазе за талас: (а) који се простире у негативном смеру x осе и поларизован је у z правцу, и (б) који се из координатног почетка простире у тачку $(1,1,1)$, чија је поларизација паралелна са xOz равни. У оба случаја скицирати талас и написати формуле за векторе \mathbf{k} и \mathbf{n}_0 .

Упутство: користити изразе за реално електрично и магнетно поље равног монохроматског таласа чији је тласни вектор \mathbf{k} и поларизација \mathbf{n}_0 :

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}, t) = E_0 \cos(\mathbf{k} \cdot \mathbf{r} - \omega t + \delta) \mathbf{n}_0,$$

$$\mathbf{B}(\mathbf{r}, t) = \frac{1}{c} E_0 \cos(\mathbf{k} \cdot \mathbf{r} - \omega t + \delta) (\mathbf{k} \times \mathbf{n}_0).$$

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] V. Radovanović, *Elektrodinamika*, Физички факултет Универзитета у Београду, Београд (2020)
- [2] Ђ. Муџићи, *Увод у теоријску физику III/1, електродинاميка са теоријом релативности*, Грађевинска књига, Београд (1981)
- [3] Ђ. Муџићи, *Увод у теоријску физику III/2*, PMF, Универзитет у Београду (1987)
- [3] B. Milić, *Мексвелова електродинاميка*, Универзитет у Београду (1996)
- [3] J. D. Jackson, *Classical Electrodynamics*, John Wiley and Sons, INC. (1999)