

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

В. П. Бригінець, С.О. Подласов

ФІЗИКА
ЯКІСНІ ЗАВДАННЯ З РОЗДІЛУ
«ЕЛЕКТРИКА І МАГНЕТИЗМ»

*Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для студентів усіх спеціальностей*

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2018

Рецензенти: Кузнецова Олена Яківна, доктор пед. наук, професор
Відповідальний редактор: Котовський Віталій Йосипович, доктор техн. наук, професор

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 10 від 21.06.2018 р.)
за поданням Вченої ради фізико-математичного факультету (протокол № 5 від 24.05.2018 р.)*

Електронне мережне навчальне видання

В. П. Бригінець, С.О. Подласов

ФІЗИКА

ЯКІСНІ ЗАВДАННЯ З РОЗДІЛУ «ЕЛЕКТРИКА І МАГНЕТИЗМ»

Якісні завдання з розділу «ЕЛЕКТРИКА І МАГНЕТИЗМ» : навч. посіб. для студ. усіх спеціальностей / В. П. Бригінець, С.О. Подласов; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 0,37 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 12 с.

Посібник відповідає навчальній програмі курсу «Загальна фізика», розділ «Електрика і магнетизм» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти і містить понад 100 якісних завдань, які не потребують розлогих математичних викладок і обчислень. Посібник покликаний сприяти кращому засвоєнню студентами навчального матеріалу під час аудиторних занять і при виконанні завдань самостійної роботи. Також він може допомогти викладачам у контролі якості самостійної роботи студентів.

Матеріал посібника розподілений за темами: «Напруженість і потенціал електричного поля», «Потік поля. Теорема Гаусса», «Електричне поле в речовині», «Конденсатори. Енергія електричного поля», «Електричний струм», «Магнітне поле», «Електромагнетизм» і викладений на сайтах physics.kpi.ua, kzif.kpi.ua, zfft.kpi.ua

© В. П. Бригінець, С.О. Подласов, 2018

© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018

ЕЛЕКТРИКА І МАГНЕТИЗМ

Рекомендована література:

<http://physics.kpi.ua/moodlephysics/mod/book/view.php?id=521>

Напруженість і потенціал електричного поля

1. При внесенні зарядженої кульки в дану точку електричного поля відношення сили, що діє на кульку, до її заряду має величину X . Яким буде це відношення в даній точці для кульки з удвічі більшим зарядом?
2. Який вигляд має формула напруженості електричного поля кубика з ребром a і зарядом q на відстанях $r \gg a$ від нього? Чи можна її використовувати при $r \sim a$? Чому?
3. У двох точках на одній лінії з точковим зарядом напруженість електричного поля складає E_1 і E_2 , відповідно. Чому вона дорівнює посередині між цими точками?
4. Як вплине на силу взаємодії заряджених кульок у двох вершинах правильного трикутника така сама заряджена кулька, вміщена в третю вершину?
5. Кожен із двох точкових зарядів, які розміщені у вершинах правильного трикутника, створює в його центрі поле з напруженістю E_1 . Чому дорівнює результуюча напруженість поля E_0 в центрі трикутника, коли знаки зарядів: а) однакові і б) протилежні.
6. Кожен із двох точкових зарядів, розміщених у вершинах правильного трикутника, створює в третій вершині поле з напруженістю E . Чому дорівнює напруженість поля E_0 в третій вершині, коли знаки зарядів: а) однакові і б) протилежні.
7. Напруженість електричного поля в центрі кривизни рівномірно зарядженого півкільця складає E . Чому вона дорівнює в центрі кільця такого самого радіуса і з таким самим зарядом?
8. Доведіть на основі закону Кулона та принципу суперпозиції, що електричне поле рівномірно зарядженої кулі, або сфери, є центральним, тобто, залежить тільки від відстані до центра і має радіальний напрям.
9. Доведіть на основі закону Кулона та принципу суперпозиції, що електричне поле рівномірно зарядженого нескінченного циліндра має осьову симетрію, тобто, залежить тільки від відстані до осі циліндра та має радіальний відносно неї напрям.
10. Доведіть на основі закону Кулона та принципу суперпозиції, що електричне поле безмежної рівномірно зарядженої нескінченної площини є однорідним, тобто, його напруженість у всіх точках $E = const$.

11. Відомо, що гравітаційні сили є несумірно слабкими порівняно з електричними. Чи означає це, що в електричному полі заряджені частинки рухаються по силових лініях поля?
12. Відповідно до формули $A = q(\varphi_1 - \varphi_2)$, робота сил поля при переміщенні заряду між точками з однаковим потенціалом $A = 0$. Як це пояснити, адже в кожній точці траєкторії на заряд діє сила $F \neq 0$?
13. Який математичний вираз і формулювання має критерій потенціальності електричного поля?
14. У двох точках поля точкового заряду відношення напруженостей $(E_1/E_2) = \eta$. Чому дорівнює відношення (φ_1/φ_2) потенціалів поля в цих точках?
15. У двох точках на одній лінії з точковим зарядом потенціал електричного поля дорівнює φ_1 і φ_2 , відповідно. Яку величину він має посередині між цими точками?
16. Кожен із зарядів у двох вершинах правильного трикутника створює в третій вершині поле з потенціалом φ . Чому дорівнює в цій вершині потенціал φ_0 поля системи, коли знаки зарядів: а) однакові і б) протилежні? Чи можна те саме сказати про напруженість?
17. Точкові заряди q_1, q_2, q_3 , що розміщені по вершинах правильного трикутника, створюють у його центрі поле з потенціалом φ_0 . Якими будуть потенціали $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$, у вершинах цього трикутника, якщо всі заряди перемістити в центр?
18. Потенціал електричного поля в центрі зарядженого кільця складає φ_0 . Чому він дорівнюватиме, якщо кільце перегнути навпіл по діаметру?
19. Чи можна сказати, що в однорідному електричному полі не лише напруженість, а й потенціал у всіх точках однаковий?
20. Чи можна сказати, що, коли при переміщенні в електричному полі потенціал зростає, то зростає і напруженість?
21. Як змінюється відстань між сусідніми екіпотенціальними поверхнями електричного поля а) точкового заряду та б) однорідного поля при переміщенні в напрямку силової лінії? Чому?
22. Чи можуть перетинатися силові лінії електричного поля? Чому?
23. Доведіть взаємну ортогональність силових ліній та екіпотенціальних поверхонь електричного поля.
24. Електричний диполь, утримується в однорідному електричному полі $E = \text{const}$ так, що його момент p складає з напрямком поля кут $\vartheta_0 \approx 180^\circ$. У момент $t = 0$ диполь відпускають. Як буде змінюватися з часом кут ϑ між векторами p і E ? Показати приблизний графік залежності $\vartheta(t)$. Сили тертя та опору відсутні.

25. Електричний диполь, який утримують в неоднорідному електричному полі так, що його момент p складає з напрямом поля кут $\approx 180^\circ$, відпускають. Показати приблизний графік залежності $v_x(t)$ швидкості центра диполя від часу, якщо поле зростає у напрямку осі ОХ.

Потік електричного поля. Теорема Гаусса

26. Прямий конус з радіусом основи R і висотою $h = R$ знаходиться в паралельному до його осі однорідному електричному полі з напруженістю E . Зважаючи на геометричну інтерпретацію потоку, отримати формулу для потоку напруженості крізь бічну поверхню конуса.
27. Незамкнена півсфера радіуса R розташована в однорідному електричному полі. Напруженість поля дорівнює E , а напрям складає з основою півсфери кут α . Зважаючи на геометричну інтерпретацію потоку, отримати формулу для потоку напруженості крізь поверхню півсфери.
28. Незамкнена куполоподібна поверхня з периметром у формі кола радіуса R знаходиться в однорідному електричному полі з напруженістю E , що спрямоване під кутом ϑ до площини основи поверхні. Записати формулу для обчислення потоку поля крізь цю поверхню і пояснити відповідь.
29. Точковий заряд q розташований у центрі куба з ребром a . Чому дорівнює потік напруженості електричного поля крізь поверхню куба.
30. На середині радіуса сфери, що дорівнює R , розташований точковий заряд. Чому дорівнює напруженість електричного поля заряду в центрі сфери, якщо потік поля крізь її поверхню складає Φ ?
31. Точковий заряд q розташований над центром квадрата зі стороною a на відстані $a/2$. Чому дорівнює потік напруженості електричного поля крізь поверхню квадрата?
32. Точковий заряд q розташований над центром круга радіусом R на відстані $R/2$. Чому дорівнює потік напруженості електричного поля крізь поверхню круга?
33. Не посилаючись на закон Кулона та принцип суперпозиції, обґрунтувати те, що електричне поле рівномірно зарядженої кулі, або сфери, є центральним, тобто, залежить тільки від відстані до центра і скрізь має радіальний напрям.
34. Не посилаючись на закон Кулона та принцип суперпозиції, обґрунтувати те, що електричне поле нескінченного рівномірно зарядженого циліндра має осьову симетрію, тобто, залежить тільки від відстані до осі циліндра і скрізь напрямлене радіально відносно осі циліндра.
35. Не посилаючись на закон Кулона та принцип суперпозиції, обґрунтувати те, що електричне поле безмежної рівномірно зарядженої площини є однорідним, тобто, його напруженість по кожен бік має скрізь однакову величину та напрям: $E = const$.

36. Довести, що електричне поле за межами рівномірно зарядженої кулі та сфери, є таким, ніби весь заряд зосереджено в центрах цих тіл.
37. Довести, що електричне поле за межами рівномірно зарядженого нескінченного циліндра, є таким, ніби весь його заряд рівномірно розподілений по осі.
38. На нескінченній зарядженій нитці зосереджений нескінченно великий заряд, але поле, яке він створює в просторі, має обмежену величину напруженості, що визначається відомою формулою. Як це пояснити?
39. Довести, що електричне поле за межами рівномірно зарядженого нескінченного плоского шару будь-якої товщини збігається із полем площини, по якій рівномірно розподілений такий самий заряд.
40. На нескінченній зарядженій площині зосереджений нескінченно великий заряд, але напруженість поля, що створюється цим зарядом у просторі, має обмежену величину. Як це пояснити?
41. Довести, що всередині замкненої зарядженої оболонки будь-якої форми електричне поле відсутнє.
42. У сферичній оболонці, рівномірно зарядженій із поверхневою густиною σ , зроблено круглий отвір малого діаметра d . Визначити вектор напруженості електричного поля E всередині оболонки в точці, положення котрої відносно отвору визначається радіусом-вектором r .

Електричне поле в речовині

43. Пояснити, чому речовина істотно впливає на електричне поле, попри те, що вона є електрично нейтральною.
44. Маленьку незаряджену кульку з пінопласту вносять в електричне поле, показане на рис. 2.1, і надають саму собі. Як поведеться кулька далі у випадках а), б), в)?

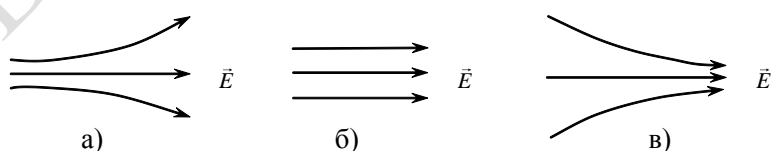
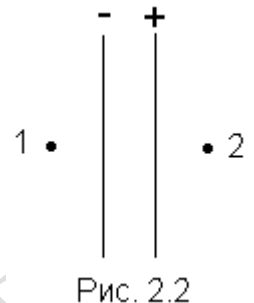


Рис. 2.1.

45. Металева заряджена кулька радіуса R_0 оточена прилеглим сферичним шаром однорідного ізотропного діелектрика. Як пов'язана величина поляризаційного заряду q' всередині шару із його зовнішнім радіусом R ?
46. Порівняти сили взаємодії F_1 і F_2 між двома зарядженими металевими кулями, що розташовані на невеликій відстані одна від одної без дотику, коли заряди куль однакові (F_1) та різноїменні (F_2).
47. Заряджену до заданого потенціалу металеву кульку та незаряджену металеву оболонку з'єднують дротиною. Порівняйте зміни потенціалу кульки $\Delta\varphi_1$ і $\Delta\varphi_2$, коли кулька розташована: 1) поза оболонкою і 2) всередині оболонки без дотику з нею.

48. Довести, що на поверхні провідника та в прилеглих точках лінії електростатичного поля завжди є нормальними до поверхні.
49. Чому не можуть відрізнятись потенціали різних точок поверхні зарядженого, або вміщеного у зовнішнє електростатичне поле провідника?
50. У заряджений плоский конденсатор вміщена без дотику з пластинами незаряджена металева куля. Показати вигляд силових ліній поля системи (наближено, але так, аби були відображені характерні особливості електростатичного поля провідників).
51. Чому дорівнює різниця потенціалів $\varphi_1 - \varphi_2$ між точками 1 і 2 біля пластин ідеального конденсатора (рис. 2.2), що заряджений до напруги U ?



52. Напруженість електричного поля у двох точках по боках великого плоского зарядженого листа жерсті поблизу поверхні і далеко від країв дорівнює E . Якою вона стане, якщо лист згорнути в циліндр?

Електрична ємність. Конденсатори. Енергія електричного поля

53. Пояснити, чому для провідників поняття ємності ϵ , а для діелектриків – немає.
54. Пояснити, чому ємність окремого провідника залежить від присутності поблизу інших провідників та їхнього розташування.
55. Пояснити, як зміниться (зменшиться, чи збільшиться) ємність відокремленого провідника при появі поблизу іншого провідника.
56. Пояснити, чому ємність конденсатора не залежить від наявності оточуючих тіл чи електричних полів.
57. Є декілька конденсторів різної ємності. Як можна і що треба зробити, аби отримати ємність
– меншу за найменшу з наявних;
– найменшу з усіх можливих.
58. Є декілька конденсторів різної ємності. Як можна і що треба зробити, аби отримати ємність
– більшу за найбільшу з наявних;
– найбільшу з усіх можливих.
59. Скільки та якої величини різних ємностей можна ввімкнути між двома точками кола, маючи три конденсатори однакової ємності C ?
60. У плоский повітряний конденсатор паралельно до обкладок вставляють діелектричну пластину, тоншу за зазор між обкладками. Як це вплине на ємність конденсатора? Чи залежатиме вона від положення пластини відносно обкладок?

61. У плоский повітряний конденсатор паралельно до обкладок вставляють пластину діелектрика з проникністю ε і товщиною в половину зазору між обкладками. Як і в скільки разів зміниться ємність конденсатора?
62. В який бік і в скільки разів максимально можна змінити ємність плоского конденсатора, вставляючи між його обкладками пластинку речовини з якою завгодно можливою діелектричною проникністю?
63. Показати, що при гранично великих радіусах обкладок формула ємності сферичного конденсатора переходить у формулу ємності ідеального плоского конденсатора
64. Показати, що при гранично великих радіусах обкладок формула ємності циліндричного конденсатора переходить у формулу ємності ідеального плоского конденсатора.
65. Пояснити як і чому почне змінюватися електростатична енергія довільної системи закріплених зарядів після їхнього вивільнення.
66. Пояснити як і чому буде змінюватися енергія зарядженого повітряного конденсатора при розсуванні його пластин, якщо
 - перед тим його відключили від джерела напруги;
 - він лишається підключеним до джерела напруги.

Електричний струм

67. У рухомому провіднику електрони та ядра атомів рухаються разом з ним у просторі упорядковано, але цей рух не є електричним струмом. Натомість рух різнойменних іонів в електролітичній ванні створює електричний струм. То що ж таке «електричний струм»?
68. Чому при розгляді електричного струму в металах і природи електричного опору не враховують зіткнення електронів між собою, попри те, що вони відбуваються так само часто як і з іонами?
69. Струм у провіднику, що має форму зрізаного конуса, тече в напрямку від меншої основи площею S до більшої основи площею $4S$. Покажіть на графіку зміну швидкості упорядкованого руху (дрейфу) носіїв струму вздовж осі провідника.
70. Багатожильний провідник, який складається з n окремих дротин (жил) і має опір R_0 , розібрали на окремі жили та з'єднали їх так, що утворилася одна довга дротина. Визначте її опір R .
71. Скільки та яких різних опорів можна включити між двома точками якогось кола, маючи три резистори опором R кожен. Показати схеми з'єднань.
72. Чому дорівнює опір ланцюжка з трьох однакових резисторів опором R , що з'єднані, як показано на рис 2.3)?

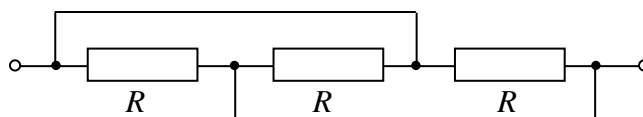


Рис. 2.3

73. Дванадцять однакових дротин опором R кожна зпаяли у формі куба і приєднали протилежними вершинами до омметра. Яку величину R_0 опору з'єднання покаже омметр?
74. Плоский конденсатор заповнено недосконалим діелектриком із проникністю ε і питомим опором ρ . Чому дорівнює електричний опір конденсатора?
75. Відомо, що заряджений конденсатор ємності C через підключений до нього резистор опором R розряджається за законом $U = U_0 e^{-t/\tau}$, де $\tau = RC$. За таким самим законом відбувається і спонтанна (сама по собі) розрядка конденсатора із недосконалим діелектриком через наявність у нього власної електропровідності. Доведіть, що в цьому випадку для конденсатора будь-якого типу величина τ визначається однаковою формулою $\tau = \varepsilon_0 \varepsilon \rho$, де ε і ρ – проникністю питомий опір діелектрика, відповідно.
76. При показаному напрямі струму в ділянці якогось електричного кола (рис. 2.4) різниця потенціалів між точками 1 і 2 $\varphi_1 - \varphi_2 = 0$. Коли таке може бути та чому дорівнює величина I ?

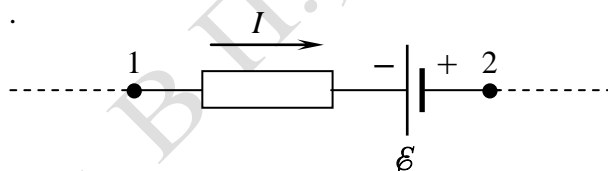


Рис. 2.4

77. Спіраль електричного кип'ятильника складається з двох секцій, опори яких відрізняються в $n = 2$ рази, і котрі можна вмикати в мережу поодиноці, та разом. Чому дорівнює відношення t_{\max}/t_{\min} найбільшого і найменшого можливого часу закипання заданої кількості води з однаковою початковою температурою? Втрати тепла не брати до уваги.
78. Коло складається з джерела з ЕРС ε і внутрішнім опором r та реостата, опір якого R можна змінювати від 0 до дуже великих значень. Визначити:
- залежність теплової потужності струму в реостаті P від його опору R ; показати графік $P(R)$;
 - при якому опорі R величина P буде максимальною та чому дорівнює величина P_{\max} ;
 - як залежить від величини R ККД джерела η , тобто відношення потужності струму P в реостаті (корисна потужність) до потужності P_0 у всьому колі (затрачена потужність), показати графік $\eta(R)$;
 - чому дорівнює η , коли $P = P_{\max}$.

79. За умовою попереднього завдання визначити:

- залежність теплової потужності струму в реостаті P від величини струму I ; показати графік $P(I)$;
- при якій силі струму потужність P буде максимальною та чому дорівнює її величина при такому струмі;
- як залежить від струму I ККД джерела η , тобто відношення потужності струму P в реостаті (корисна потужність) до потужності P_0 у всьому колі (затрачена потужність), показати графік $\eta(I)$.

80. Конденсатор заряджають від джерела струму. Чому дорівнює ККД зарядки, тобто відношення енергії зарядженого конденсатора до енергії, витраченої джерелом за час зарядки?

Магнітне поле

81. Вимірюють індукцію магнітного поля нерухомого провідника із струмом, в якому швидкість упорядкованого руху електронів дорівнює u . В якийсь момент провідник починає рухатися в протилежному до електронів напрямку зі швидкістю $\vec{v} = -u$. Поясніть, як це вплине на результати вимірювань індукції поля?

82. Чому дорівнює індукція магнітного поля прямого відрізка із струмом на лінії струму? Чому?

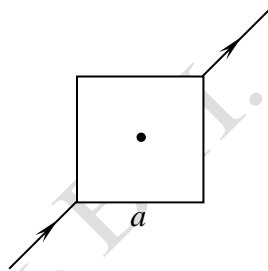


Рис. 2.5

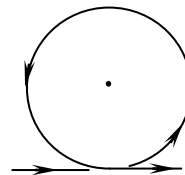


Рис. 2.6

83. Струм I підходить до однієї вершини квадратної рамки із стороною a і виходить з протилежної вершини (рис. 2.5). Чому дорівнює індукція магнітного поля в центрі рамки?

84. Дуже довгий прямий провідник із струмом I має згин у формі круглого кільця радіуса R . Чому дорівнює індукція магнітного поля в центрі кільця?

85. По довгому тонкостінному циліндру радіуса R з поздовжнім прорізом шириною $d \ll R$ тече "до нас" рівномірно розподілений струм величини I , як показано на рис. 2.7. Визначити модуль $B(r)$ індукції магнітного поля всередині циліндра в залежності від відстані r до прорізу.

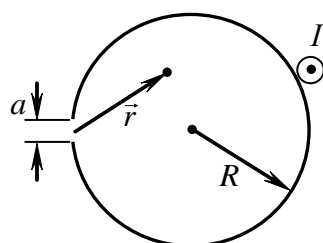


Рис. 2.7

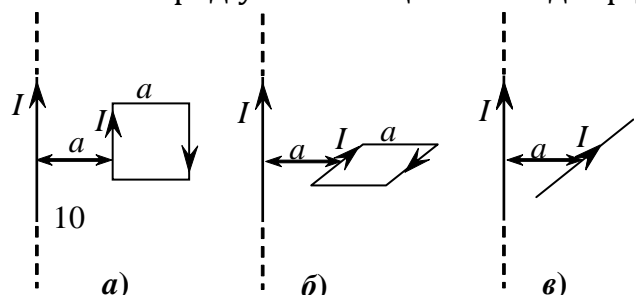


Рис. 2.8

86. Провідник із струмом I у формі півкола радіуса R вміщений в однорідне

магнітне поле з індукцією B . Визначте силу Ампера, що діє на провідник при напрямі поля: а) перпендикулярному до площини провідника; б) перпендикулярному до діаметра півкола і паралельному до його площини; в) паралельному до діаметра півкола.

87. Дротяний квадрат із стороною a і струмом I розташований в одній площині з паралельним до його сторони довгим провідником із таким самим струмом I , як показано на рис. 2.8а. Визначте силу Ампера, що діє на квадрат.
88. Дротяний квадрат із стороною a і струмом I симетрично розташований відносно перпендикулярного довгого провідника із таким самим струмом I , як показано на рис. 2.8б. Визначте силу Ампера, що діє на квадрат.
89. Невагомий стержень із струмом утримують в перпендикулярній до довгого прямого провідника із струмом площині у симетричному положенні (рис. 2.8). Проаналізуйте й опишіть поведінку відрізка після його вивільнення.
90. Кільце із незмінним струмом утримують в однорідному магнітному полі так, що магнітний момент кільця складає з напрямом поля кут близький до 180° . Кільце може без тертя обертатися навколо свого перпендикулярного до поля діаметра. Опишіть рух кільця після того, як його перестануть утримувати.
91. У класичній моделі атома Бора вважається, що в атомі електрон (маса m , заряд e) з великою швидкістю v рухається навколо ядра по коловій орбіті радіуса r , чим уподібнюється мікроскопічному контуру із струмом. Відтак електрон можна характеризувати відповідним "орбітальним" магнітним моментом p . Знайдіть відношення цього моменту до моменту імпульсу електрона $L = mvr$.

Електромагнетизм

92. Замкнений контур розташований в однорідному магнітному полі з індукцією B , яке спрямоване під кутом α до площини контуру. Чому дорівнює зміна магнітного потоку крізь контур при його повороті на 180° навколо осі, що лежить у його площині і є перпендикулярною до напрямку поля.
93. Незамкнена півсфера радіуса R знаходиться в однорідному магнітному полі з індукцією B , напрямленому під кутом α до площини основи півсфери. Визначити потік поля крізь поверхню півсфери.
94. Дуже довгий прямий провідник із струмом I проходить через середини протилежних сторін квадрата площею S . Визначити магнітний потік через поверхню квадрата.
95. Замкнене дротяне кільце вміщено в однорідне магнітне поле. Коли при обертанні кільця навколо нерухомої осі в ньому не виникатиме індукційний струм? Перерахуйте усі можливі випадки.

96. Прямокутну рамку, що знаходиться в перпендикулярному до її площини неоднорідному магнітному полі, за один і той самий час переміщують із положення 1 у положення 2 (рис. 2.9) один раз поступально, а другий – поворотом навколо сторони АВ. Порівняти середні ЕРС індукції в рамці за час переміщення.

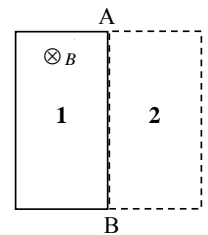


Рис. 2.9

97. На шляху дротяного кільця, що вільно поступально падає, трапляється область перпендикулярного до площини кільця магнітного поля шириною в два діаметри кільця. Показати приблизний графік залежності індукційного струму в кільці від пройденого ним шляху за час від моменту дотику до верхньої межі поля до моменту повного виходу з поля.
98. Покажіть, що правило Ленца для індукційного струму вимагається законом збереження енергії.
99. Визначте напрям індукційного струму в нерухомому контурі, що вміщений у нестационарне магнітне поле $B(t)$ (рис. 2.10), якщо у випадку а) індукція зменшується, а у випадку б) збільшується.

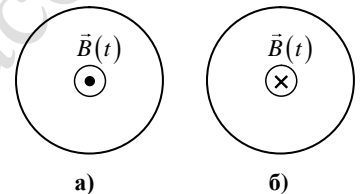


Рис. 2.10

100. По горизонтальному П-подібному металевому каркасу, вміщеному у вертикальне магнітне поле, рухається металева поперечка. Як можна визначити напрям індукційного струму в ній, не застосовуючи правило Ленца?
101. По нерухомому вертикальному П-подібному металевому каркасу, вміщеному в перпендикулярне до його площини однорідне магнітне поле з індукцією B , під дією сили тяжіння починає ковзати металева поперечка. До якої максимальної швидкості розженеться поперечка за відсутності тертя, якщо густина її речовина складає d і питомий опір ρ ?
102. У нерухомому дротяному кільці вміщеному в залежне від часу магнітне поле $B(t)$ виникає ЕРС індукції \mathcal{E} , що створює відповідний струм I . Визначте різницю потенціалів $\Delta\phi$ між точками кільця, відстань між якими складає задану частину η його довжини. Поясніть отриманий результат.
103. Конденсатор із недосконалим діелектриком після відключення від джерела поступово розряджається внаслідок протікання по ньому так званого “струму витоку”, що створюється переміщенням зарядів всередині діелектрика від однієї пластини до іншої. Доведіть, що цей струм не створює магнітного поля.