

День 9

1. Магнітне поле. Сила Лоренца. Сила Ампера.

№ 1. Як поводитиметься магнітна стрілка, якщо до її північного полюса піднести наелектризовану негативно ебонітову паличку? Відповідь обґрунтуйте.

№ 2. Під час фізичної вікторини вчитель продемонстрував такий дослід: до південного полюса магнітної стрілки він підніс відрізок сталеві труби. Як і передбачалося, магнітна стрілка почала притягуватися до найближчого до неї кінчика труби. Потім учитель декілька разів сильно вдарив по відрітку труби молотком і знов підніс її до південного полюса магнітної стрілки тим же кінчиком. На диво, стрілка відштовхнулася. Чому?

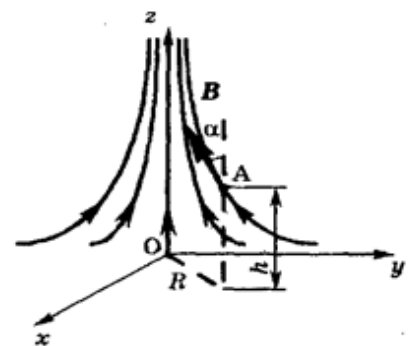
№ 3. З однакових шматків дроту спаяно куб. Джерело струму під'єднано до протилежних вершин куба. Доведіть, що магнітне поле у центрі куба відсутнє.

№ 4. По жорсткому кільцю з мідного дроту тече струм силою $I = 5$ А. Кільце знаходиться в перпендикулярному до його площини магнітному полі з індукцією $B = 0.5$ Тл. Визначте силу Ампера, яка намагається розтягнути кільце

№ 5. Електрон влітає в однорідне магнітне поле під кутом α до напрямку поля. По якій траєкторії буде рухатися електрон, якщо його швидкість v , а магнітна індукція поля B ?

№ 6. Магнітне поле (див. рисунок) симетрично щодо осі z , причому проекція вектора магнітної індукції \vec{B} на вісь z становить $B_z = B_0 \left(1 + \frac{z}{h_0} \right)$.

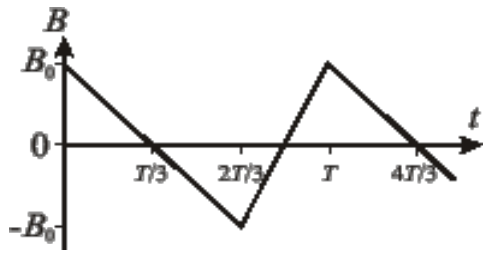
Визначте кут α між вектором B і віссю z в точці A , що лежить на відстані R від осі z і на відстані h від площини xOy .



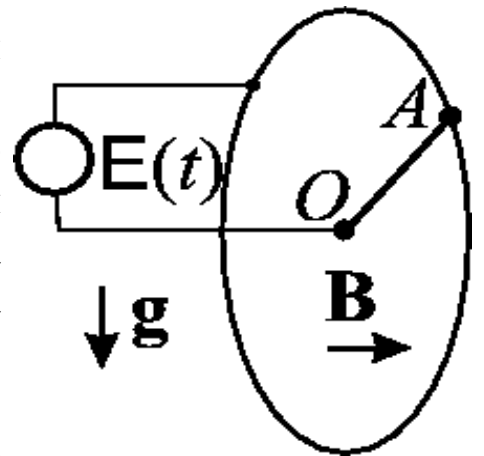
2. Електромагнітна індукція. Індукційний струм.

№ 7. Під час гальмування поїзда двигуни електровоза можуть працювати як генератори. Для чого це потрібно?

№ 8. Кільце радіусом a з тонкого мідного дроту, що має опір R , утримують в однорідному магнітному полі, лінії індукції якого перпендикулярні площині кільця. Проекція B вектора індукції на вісь кільця змінюється з періодом T за законом, зображеному на малюнку. Нехтуючи індуктивністю кільця, знайти середню теплову потужність за період, що виділяється в кільці.

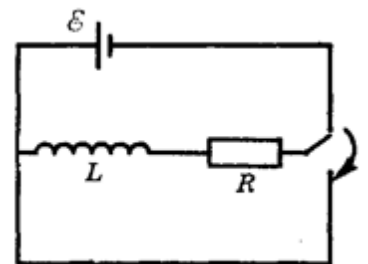


№ 9. Тонке провідне кільце радіусом r знаходиться в горизонтальному однорідному магнітному полі з індукцією \vec{B} , перпендикулярному його площині. Рухомий провідник OA , який має масу m і досить великий опір R , одним кінцем шарнірно закріплений в центрі кільця (точка O), а іншим (точка A) — ковзає по кільцю, як показано на малюнку. Знайти закон, за яким повинна змінюватися з часом ЕРС $\varepsilon(t)$ джерела напруги, підключеного до точки O і кільця, щоб провідник обертався з постійною кутовою швидкістю ω . Опором кільця і тертям знехтувати. Прискорення вільного падіння \vec{g} .



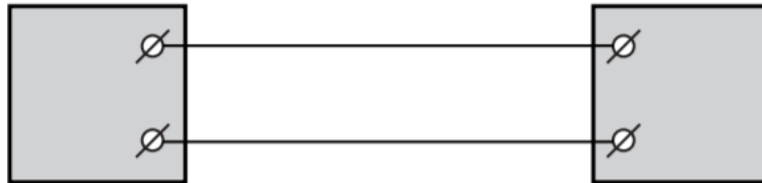
№ 10. Котушка з індуктивністю L і електричним опором R підключена через ключ до джерела струму з ЕРС ε . У момент $t = 0$ ключ замикають. Як змінюється з часом сила струму I в колі відразу ж після замикання ключа? Через тривалий час після замикання? Оцініть характерний час τ зростання струму в такому колі. Внутрішнім опором джерела струму можна знехтувати.

№ 11. Через котушку (див. задачу 10) тече постійний струм. У момент t_0 джерело струму відключають і котушку замикають накоротко (див. рисунок). Який вигляд має графік залежності сили струму від часу? Яке характерний час τ спадання струму в ланцюзі?



Домашнє завдання 9

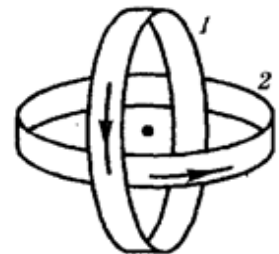
№ 1. На столі стоять дві «чорні скриньки». Одна з них містить батарею, інша ж — резистор. Батарея та резистор з'єднані провідниками (див. рисунок). Запропонуйте, як за допомогою вольтметра та магнітної стрілки визначити, у якій саме з «чорних скриньок» міститься батарея. Розмикати коло не можна (0.5 бала).



№ 2. Щоб магніт якомога довше зберігав свої магнітні властивості, його не можна кидати на тверду підлогу. Чому? (0.5 бала).

№ 3. Чому намагнічування залізного стрижня, який торкається сильного магніту, відбувається краще, якщо по стрижню постукати твердим предметом? (0.5 бала).

№ 4. По двом однаковим круглим металевим обручам проходять однакові струми. Один з обручів розташований вертикально, другий — горизонтально (див. рисунок). Визначте напрямок вектора магнітної індукції B у спільному центрі обручів (0.5 бала).

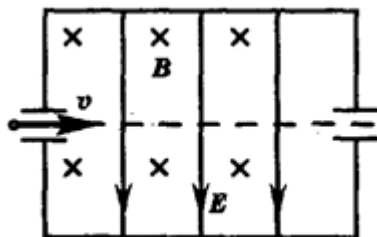


№ 5. Дріт лежить у площині, перпендикулярній однорідному магнітному полю. По дроту тече струм. Доведіть, що величина сили Ампера, що діє на дріт, визначається тільки силою струму та відстанню між кінцями дроту, але не залежить від її форми та довжини (1 бал).

№ 6. Опишіть рух електрона в однорідних паралельних електричному і магнітному полях. Початкова швидкість електрона v спрямована під кутом α до векторів \vec{E} і \vec{B} (2 бали).

№ 7. Суцільний металевий циліндр радіуса $R = 20$ см обертається з постійною кутовою швидкістю $\omega = 10^3$ рад/с. Чому дорівнює напруженість E електричного поля всередині циліндра на відстані r від осі? Яка різниця потенціалів U між поверхнею циліндра і віссю обертання? Яка повинна бути індукція B магнітного поля, спрямованого уздовж осі циліндра, щоб для внутрішнього електричного поля $E = 0$? (2 бали)

№ 8. Поясніть дію «фільтра швидкостей», показаного на малюнку. Всередині пристрою створені однорідні поля: магнітне з індукцією B і електричне з напруженістю E . Поля спрямовані перпендикулярно один до одного і до початкової швидкості частинок (2 бали).

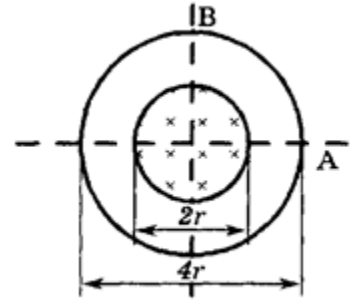


№ 9. Пучок однозарядних іонів проходить «фільтр швидкостей» (див. задачу 8), в якому $\vec{E} = 500$ В/м і $\vec{B} = 0.1$ Тл і потрапляє потім в область однорідного магнітного поля з індукцією $B_1 = 60$ мТл. Іони рухаються під прямим кутом до напрямку вектора B_1 . На якій відстані x один від одного виявляться іони двох різних ізоотопів неону з відносною атомною масою 20 і 22, пройшовши половину кола? (2 бали).

№ 10. Каркас для глобуса зроблений з двох тонких ізолюваних один від одного сталевих обручів, розташованих у взаємно перпендикулярних площинах (див. рисунок). В одному з них тече змінний електричний струм. Чи виникає у другому обручі ЕРС індукції? (1 бал).

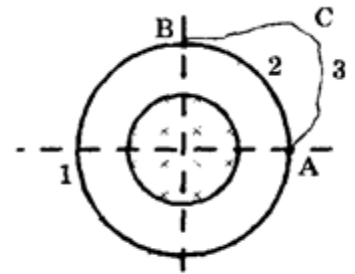


№ 11. Індукція однорідного магнітного поля в циліндричному осерді радіуса r (див. рисунок) зростає з часом за законом $B = kt$. Дротове кільце радіуса $2r$ має спільну з осердям вісь. Яка різниця потенціалів між точками A і B ? Яка напруга покаже підключений між точками A і B вольтметр? Опір вольтметра велике в порівнянні з опором кільця (2 бали).



№ 12. Половина дротяного кільця виготовлена з міді, а інша половина — з латуні. Переріз дроту всюди однаковий, радіус кільця $r = 30$ мм. Кільце надіто на циліндричне осердя такого ж радіуса. В осерді створено однорідне магнітне поле, індукція якого зростає з постійною швидкістю $\frac{\Delta B}{\Delta t} = 500$ Тл/с. Визначте напруженість електричного поля в різних частинах кільця (2 бали).

№ 13. Між точками A і B (див. задачу 11) включений надпровідник ACB (див. рисунок). Визначте силу струму на різних ділянках ланцюга і різницю потенціалів U між точками A і B . Опір дроту, з якого зроблено кільце, дорівнює R (2 бали).



№ 14. Магнітне поле має вертикальну вісь симетрії (вісь z). Проекція вектора магнітної індукції \mathbf{B} на

цю вісь $B_z = B_0 \left(1 + \frac{z}{h_0} \right)$. З великої висоти падає мідне кільце діаметром d ,

що має електричний опір R ; площа кільця весь час горизонтальна, а центр рухається вздовж вісі z . Визначте швидкість падіння v , що встановилася, якщо маса кільця рівна m (2 бали).