Урок 33

Розв’язування задач.
Підготовка до контрольної роботи

Мета уроку:

навчальна:

- сприяти формуванню умінь застосувати набуті знання про електричну і магнітну взаємодію на практиці під час розв’язування експериментальних, якісних та розрахункових задач.

розвивальна:

- активізувати розумову діяльність учнів, розвивати логічне та алгоритмічне мислення.

виховна:

- виховувати культуру наукового мовлення, культуру запису розв’язків задач;
- виховувати наполегливість, кмітливість, уміння сприймати точку зору іншого.

Тип уроку: формування знань, умінь, навичок.

«Коли задачу розв’язує інший, усе легко,
коли розв’язуєш сам – нічого не виходить».

Хід уроку

I. Організаційний момент

II. Актуалізація опорних знань

Інтерактивна вправа «Компетентність»

Завдання оцінюються по 0,5б.

- Магнітне поле існує тільки…. (навколо заряджених частинок)
- За напрямок магнітного поля беруть…. (напрямок від південного полюса S до північного N магнітної стрілки поміщеної в це поле)
- Силовою характеристикою магнітного поля є……(магнітна індукція)
- 1 Тл – це…. (Н/ А·м)
- Напрямок вектора магнітної індукції…. (збігається з напрямком осі магнітної стрілки в поле від південного полюса до північного;збігається з напрямком вектора позитивної нормалі до вільно підвішеної рамки зі струмом правило свердлика;)
- Лінії магнітної індукції…. (Лінія, дотична якої в кожній точці співпадає з напрямком вектора магнітної індукції)
- Сила, що діє з боку магнітного поля на ділянку провідника зі струмом називають….(силою Ампера).
- Напрямок сили Ампера визначають за….. (правилом лівої руки)
- Сила, що діє з боку магнітного поля на заряджені частинки, що рухаються називається…(силою Лоренца)
- Напрямок сили Лоренца визначають за…. (правилом лівої руки)
- Наведіть приклади руху заряджених частинок у магнітному полі. (по прямій лінії, по колу, по гвинтовій лінії)

III. Розв'язування задач

Задача 1. Стержень лежить на горизонтальних рейках, які знаходяться на відстані 0,3 м одна від одної. Знайдіть індукцію магнітного поля, якщо стержень починає рухатися за сили струму в ньому 50 А. Маса стержня 0,5 кг, Коефіцієнт тертя між стержнем і рейками 0,2.

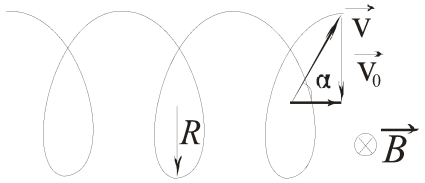
Дано:	**Розв'язок:**	
l=0,3 м I=50 А m=0,5 кг μ =0,2	За основним законом динаміки $F_A \geq F_0$, або	$B = \frac{0,2 \cdot 0,5 \cdot 9,8}{50 \cdot 0,3} = 0,065$ (Тл)

B - ?	$BIl \geq \mu mg$, звідки $B = \frac{\mu mg}{Il}$	

Задача 2. Прямий провідник зі струмом 10 А в горизонтальному положенні підвішений на двох пружинах з однаковими розмірами і жорсткостями. Перпендикулярно на відрізок провідника довжиною 1,2 м діє горизонтально спрямоване однорідне магнітне поле з індукцією 160 мТл. На скільки зміниться довжина пружин, якщо магнітне поле зникне? Жорсткість пружин 40 Н/м.

Дано:	**Розв'язок:**	
I=10 А l=1,2 м B=0,16 Тл k=40 Н/м Δl - ?	Розглянемо випадок, за якого сила ампера, що діє на провідник, спрямована вертикально вгору. За другим законом динаміки $mg = 2F_n + F_A$, або $mg = 2k\Delta l + BIl$, звідки $\Delta l = \frac{mg - BIl}{2k}$. Якщо не враховувати вагу провідника $\Delta l = \frac{BIl}{2k}$	$\Delta l = \frac{0{,}16 \cdot 10 \cdot 1{,}2}{2 \cdot 40} = 0{,}024$ (м)

Задача 3. Електрон, що влетів в однорідне магнітне поле під кутом 60^0 до ліній магнітної індукції, рухається по гвинтовій лінії діаметром 10 см з періодом 60 мкс. Визначити швидкість електрона.

Дано:	**Розв'язок:**	
$\alpha = 60^0$ D=0,1 T=60·10^{-6} с v- ?	Шлях, пройдений електроном за один оберт (за період) визначається: $s = 2\pi R = \pi D$ Для швидкості знаходимо: $v_0 = v \sin\alpha$	$v = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}8660}{6 \cdot 10^{-5}} =$ =4,532·10^3 (м/с) 

	$$v_0 = \frac{s}{T}$$ Отже: $$v = \frac{\pi D \sin\alpha}{T}$$	

Задача 4. На паралельні горизонтальні рейки подано напругу і по провіднику *AB* (див. рисунок) тече струм 1 А. Під дією магнітного поля провідник рухається з прискоренням 2 м/с^2. Знайдіть індукцію магнітного поля, якщо площа поперечного перерізу провідника дорівнює 1 мм^2, а густина матеріалу провідника 2500 кг/м^3. Тертя не враховуйте.

Дано:	**Розв'язок:**	
I=1 А $a = 2$ м/с^2 s=1 мм^2 $\rho = 2500$ кг/м^3 B - ?	Під дією сили Ампера, провідник отримує прискорення у напрямку дії цієї сили: $$ma = F_A,$$ або $$ma = BIl,$$ де $$m = \rho V = \rho ls$$ тоді $$\rho lsa = BIl.$$ отже $$B = \frac{\rho sa}{I}$$	$B = \frac{2500 \cdot 1 \cdot 2}{1}$ =5000 (Тл)

Задача 5. Горизонтальний провідник масою 10 г і довжиною 100 мм висить на гнучких провідних невагомих підвісах. На нього діє однорідне магнітне поле. Вектор магнітної індукції напрямлено вертикально, сила струму в провіднику

10 А. Підвіси відхилилися на 20^0 від вертикалі (підвіси знаходяться поза магнітним полем). Знайдіть модуль вектора магнітної індукції.

Дано:	**Розв'язок:**	
m=0,01 кг l=0,1 м I=10 А $\alpha = 20^0$ B - ?	За виконаним рисунком запишемо: $F_A = mg\text{tg}\alpha$, або $BIl = mg\text{tg}\alpha$ звідки $\boxed{B = \frac{mg\text{tg}\alpha}{Il}}$	$B = \frac{0{,}01 \cdot 9{,}8 \cdot 0{,}3640}{10 \cdot 0{,}1} =$ $=3{,}5672 \cdot 10^{-2}$ (Тл).

Задача 6. Електрон описує в магнітному полі гвинтову лінію з радіусом $4 \cdot 10^{-3}$ м. Знайдіть крок гвинтової лінії, якщо вектор швидкості складає кут 30^0 з вектором магнітної індукції.

Дано:	**Розв'язок:**	
R=$4 \cdot 10^{-3}$ м $\alpha = 30^0$ x - ?	За один оберт перпендикулярна до вектора магнітної індукції складова переміщення електрона рівна: $x = \text{v}_x T$, де $\text{v}_x = \text{v}\cos\alpha$ Для вертикальної складової швидкості знаходимо: $\text{v}_0 = \text{v}\sin\alpha$ $\text{v}_0 = \frac{s}{T}$ Отже $x = 2\pi R\text{tg}\alpha$	$x = 2 \cdot 3{,}14 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}5774 =$ $=0{,}0145$ (м).

Задача 7. Прямий провідник масою 10 г підвішений горизонтально на двох тонких дротинах. Центральна частина провідника довжиною 20 см знаходиться в однорідному магнітному полі з індукцією 10^{-1} Тл (вектор магнітної індукції

напрямлено вертикально). На який кут від вертикалі відхиляться дротини, що підтримують провідник, якщо по ньому протікає струм 2 А?

Дано:	**Розв'язок:**	
m=0,01 кг l=0,2 м I=2 А B=10^{-1} Тл α =20^0	За виконаним рисунком (провідник зображено у перерізі) зв'язок між діючими силами наступний: $F_A = mg\text{tg}\alpha$, або $BIl = mg\text{tg}\alpha$ звідки $\text{tg}\alpha = \frac{BIl}{mg}$ $\alpha = \text{arctg}\frac{BIl}{mg}$	$\alpha = \text{arctg}\frac{0,1\cdot 2\cdot 0,2}{0,01\cdot 9,8} =$ $= \text{arctg}\,0,4081 = 22^0$

Задача 8. Протон розганяється зі стану спокою в електричному полі з різницею потенціалів 1,5 кВ і влітає в однорідне магнітне поле перпендикулярно до ліній магнітної індукції. У магнітному полі він рухається по дузі кола радіусом 60 см. Визначити модуль вектора магнітної індукції.

Дано:	**Розв'язок:**	
q=1,6·10^{-19} Кл m=1,67·10^{-27} кг U=1,5·10^3 В R=0,6 м $\sin\alpha = 1$ B - ?	За енергією, якої протону надає електричне поле $W = qU = \frac{m\text{v}^2}{2}$ знаходимо для швидкості $\text{v}^2 = \frac{2qU}{m}$ (1) З другого закону динаміки для руху протона в магнітному полі $\frac{m\text{v}^2}{R} = Bq\text{v}$ з урахуванням (1) знаходимо:	$B = \sqrt{\frac{2\cdot 1,5\cdot 10^3\cdot 1,67\cdot 10^{-27}}{1,6\cdot 10^{-19}\cdot 0,36}} =$ =9,3·10^{-3} (Тл).

	$B=\frac{m\text{v}}{Rq}=\sqrt{\frac{2Um}{qR^2}}$	

Задача 9. Однозарядні іони двох ізотопів аргону розганяються в електричному полі і потім в однорідному магнітному полі розділяються на два пучки, що рухаються у вакуумі по дугах кіл з радіусами 7,63 см і 8,05 см. Знайти відношення мас іонів двох ізотопів.

Дано:	**Розв'язок:**	
R_1=7,63 см R_2=8,05 см $\frac{m_1}{m_2}$ - ?	Запишемо другий закон динаміки відповідно для руху кожного ізотопу в магнітному полі $\frac{m_1\text{v}^2}{R_1}=Bq\text{v}$ $\frac{m_2\text{v}^2}{R_2}=Bq\text{v}$ За умови рівності початкових швидкостей знаходимо $\frac{m_1}{m_2}=\frac{R_1}{R_2}$	$\frac{m_1}{m_2}=\frac{7,63}{8,05}=0,948$

Задача 10. Протон влітає зі швидкістю 60 км/с у простір з електричним і магнітним полями, напрями яких збігаються, перпендикулярно до полів. Знайдіть напруженість електричного поля, якщо індукція магнітного поля дорівнює 0,1 Тл, а початкове прискорення протона, викликане дією цих полів, складає 10^{12} м/с^2.

Дано:	**Розв'язок:**	
q=1,6·10^{-19} Кл m=1,67·10^{-27} кг v=6·10^4 м/с B=0,1 Тл a=10^{12} м/с E - ?	Прискорення, викликане полями, дорівнює геометричній сумі прискорень, викликаних окремо кожним полем $a=a_e+a_{м.}$ $a_e=\frac{qE}{m}$, а $a_м=\frac{Bq\text{v}}{m}$ Після підстановки одержуємо:	$E=\frac{10^{12}\cdot 1,67\cdot 10^{-27}}{1,6\cdot 10^{-19}}-0,1\cdot 6\cdot 10^4=$ =589,6·10^3 (В/м)

	$a = \frac{qE}{m} + \frac{Bq\text{v}}{m}$, звідки $E = \frac{am}{q} - B\text{v}$	

Задача 11. Визначити величину вектора індукції магнітного поля, в якому на провідник довжиною активної частини 5 см діє сила 50 мН? Сила струму у провіднику 25 А. Провідник розміщений у просторі перпендикулярно лініям індукції магнітного поля.

Дано:	**Розв'язок:**	
l=0,05 м F=0,05 Н I=25 А $\sin\alpha$ =1 B - ?	З формули для визначення сили Ампера $F = BIl\sin\alpha$ знаходимо: $B = \frac{F}{Il\sin\alpha}$	$B = \frac{0,05}{25 \cdot 0,05 \cdot 1} = 0,04$ (Тл)

Задача 12. В однорідне магнітне поле з індукцією 0,01 Тл перпендикулярно до ліній індукції влітає протон з кінетичною енергією $12 \cdot 10^{-16}$ Дж. Який радіус траєкторії руху протона?

Дано:	**Розв'язок:**	
B= 0,01 Тл W=$12 \cdot 10^{-16}$ Дж q=$1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл m=$1,67 \cdot 10^{-27}$ кг R - ?	Сила Лоренца зрівноважується доцентровою силою: $Bq\text{v} = \frac{m\text{v}^2}{R}$. З рівняння для кінетичної енергії протона	$R = \frac{\sqrt{2 \cdot 1,2 \cdot 10^{-16} \cdot 1,67 \cdot 10^{-27}}}{0,01 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} =$ $=62,5 \cdot 10^{-6}$ (м).

	$$W=\frac{m\mathrm{v}^2}{2}$$ знаходимо: $$\mathrm{v}^2=\frac{2W}{m}.$$ Для радіуса знаходимо: $$R=\frac{\sqrt{2Wm}}{Bq}$$	

Задача 13. У мас-спектрографі заряджені частинки прискорюються електричним полем на ділянці з різницею потенціалів U і попавши в магнітне поле з індукцією B, описують коло радіуса R. Вивести формулу для розрахунку питомого заряду частинки $\frac{q}{m}$, якщо їх початкова швидкість рівна нулеві.

Дано:	**Розв'язок:**
U, B, R	При русі в електричному полі робота поля витрачається на зміну кінетичної енергії, тобто $$qU=\frac{m\mathrm{v}^2}{2} \quad (1).$$
$\frac{q}{m}$ -?	За другим законом динаміки для руху частинки в магнітному полі $$Bq\mathrm{v}=\frac{m\mathrm{v}^2}{R} \quad (2).$$ Розділивши (1) на (2), знаходимо вираз для швидкості: $$\mathrm{v}=\frac{2U}{RB}.$$ Підставивши останній вираз в рівняння (2), визначаємо: $$\frac{q}{m}=\frac{2U}{R^2B^2}$$

Задача 14. В однорідне магнітне поле, індукція якого 1 Тл, помістили прямий провідник довжиною 40 см, сила струму в ньому 25 А. Визначте кут між напрямком ліній магнітної індукції й напрямком струму в провіднику, якщо відомо, що на провідник діє сила Ампера 5 Н?

Дано:	Розв'язання:
B= 1Тл	Скористаємось формулою сили Ампера.

ℓ=40см=0,1м $\quad F = B\cdot I\cdot \Delta l\cdot \sin\alpha$;

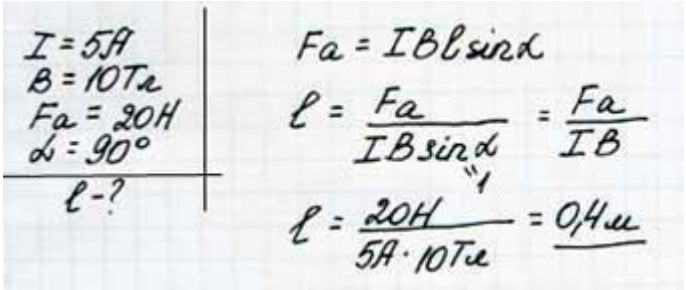
I=25A $\quad \sin\alpha = F/(B\cdot I\cdot \Delta l)$

F_A=5H $\quad \sin\alpha = 5/(1\cdot 25\cdot 0{,}4) = 0{,}5$

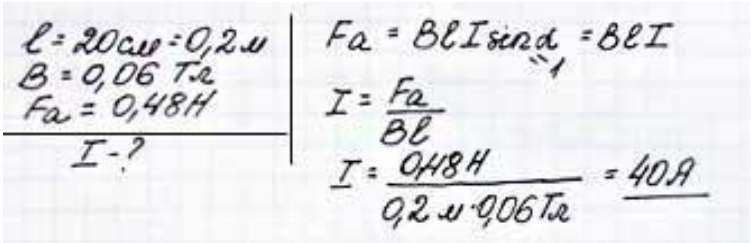
α-? $\quad$ Звідси α = 30°.

Відповідь: 30°.

Задача 15. Провідник зі струмом 5А знаходиться в магнітному полі з індукцією10 Тл. Визначити довжину провідника, якщо магнітне поле діє на нього з силою 20Н і перпендикулярно розташоване до провідника.



Задача 16. На прямий провідник довжиною 20см, розташований перпендикулярно до ліній магнітної індукції поля, значення якої 0,06Тл, діє сила 0,27Н. Визначте силу струму в провіднику.



Задача 17. Визначити доцентрову силу, яка діє на протон в однорідному магнітному полі з індукцією 0,01Тл (вектор магнітної індукції перпендикулярний до вектора швидкості), якщо радіус кола, по якому рухається протон дорівнює 5см.

$R = 5\,см = 0{,}05\,м$
$B = 0{,}01\,Тл$
$q = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\,Кл$
$m = 1{,}7 \cdot 10^{-27}\,кг$

$F_ц = ?$

$F_ц = F_л = |q| v B \sin\alpha = |q| v B$ ($\sin\alpha = 1$)

$R = \frac{mv}{|q|B} \rightarrow v = \frac{R|q|B}{m}$

$v = \frac{0{,}05\,м \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}\,Кл \cdot 0{,}01\,Тл}{1{,}7 \cdot 10^{-27}\,кг} \approx 5 \cdot 10^{4}\,\frac{м}{с}$

$F_ц = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\,Кл \cdot 5 \cdot 10^{4}\,\frac{м}{с} \cdot 0{,}01\,Тл = \underline{8 \cdot 10^{-17}\,Н}$

Задача 18. Яка швидкість зарядженого тіла, яке рухається в магнітному полі з індукцією 2 Тл, якщо на нього з боку магнітного поля діє сила 32Н. Швидкість і магнітне поле взаємно перпендикулярні. Заряд тіла дорівнює0,5 мКл.

$B = 2\,Тл$
$F_л = 32\,Н$
$q = 0{,}5\,мКл = 0{,}0005\,Кл$

$v - ?$

$F_л = |q| B v \sin\alpha = |q| B v$ ($\sin\alpha = 1$)

$v = \frac{F_л}{|q|B}$

$v = \frac{32\,Н}{5 \cdot 10^{-4}\,Кл \cdot 2\,Тл} = 32\,000\,\frac{м}{с} = 32\,\frac{км}{с}$

Задача 19. Плоска прямокутна котушка із сторонами 1 см і 0,5 см, що має 100 витків, перебуває в однорідному магнітному полі. Яке значення магнітної індукції поля, якщо при струмі в котушці 1 А на неї діє максимальний момент 0,01 Н

Дано :
$a = 1 \cdot 10^{-2}$ м
$b = 0{,}5 \cdot 10^{-2}$ м
$N = 100$
$I = 1\,A$
$M_{max} = 1 \cdot 10^{-2}$ Н·м

$B - ?$

Розв'язування

Модуль магнітної індукції визначається за формулою:

Ця формула справедлива для рамки з одним витком. Для N витків можна вважати, що площа рамки в N разів більша:

Задача 20. Яке значення модуля магнітної індукції в точці поля, що віддалена на 3 см від нескінченно довгого провідника, по якому проходить струм 6 А.

Дано :	Розв'язування	Магнітна індукція поля прямого провідника визначається за формулою:
$r = 3 \cdot 10^{-2}$ м $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ $I = 1$ А		Підставивши значення величин, одержимо:
B – ?		

Задача 21. Електрон влітає в однорідне магнітне поле з індукцією 10^{-4} Тл перпендикулярно до ліній магнітної індукції. Його швидкість $1{,}6 \cdot 10^{6}$ м/с. знайти радіус кола, яким рухається електрон.

Дано :	Розв'язування	Сила Лоренца діє під прямим кутом до швидкості руху електрона і надає електрону доцентрового прискорення:
$B = 1 \cdot 10^{-4}$ Тл $\upsilon = 1{,}6 \cdot 10^{6}$ м/с $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл $\alpha = 90^{\circ}$ $m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ кг		Звідси
R – ?		

IV. Підсумок уроку

Інтерактивна вправа «Результат»

Учні роблять висновки про те, чого вони навчилися на уроці, якого результату досягли.

Закінчимо наш урок словами Блеза Паскаля: «Не тільки сама істина дає впевненість, але й пошук її».

Дякую всім за урок , ви молодці, гарно попрацювали.

V. Домашнє завдання.

1. Повторити §10-16
2. Завдання для самоперевірки стор.94