

Теоретичний тур, 11-й клас

1. Постійне магнітне поле спрямоване вздовж осі Oz. Його індукція змінюється в просторі за законом $B=B_0(1+y/L)$. У площині $y=0$ у поле влітає електрон, вектор початкової швидкості якого v_0 спрямований вздовж осі Oy. Який напрямок середньої швидкості переміщення електрона за час набагато більший періоду циклотронного обертання? Оцініть її величину.
2. Еластична гумова куля розширюється, об'єм кулі зростає з постійною швидкістю u . На кулі сидить мураха. В момент часу t_0 на поверхню кулі впала крихта хлібу на відстані L від мурахи вздовж поверхні кулі. Радіус кулі в цей момент часу R_0 . Мураха голодна, і одразу почала рухатись в напрямку їжі, яка може знаходитись на поверхні кулі в точці падіння лише фіксований інтервал часу τ , а потім злетить з поверхні кулі. З якою швидкістю v повинна рухатись мураха в напрямку крихти, щоб гарантовано пообідати нею? Розміри мурахи та крихти хліба значно менші за розмір кулі.
3. Заряджена мала намистинка може ковзати без тертя вздовж нитки, що з'єднує центри двох нерухомих паралельних рівномірно заряджених круглих пластин (рис. 1). Знайти період малих коливань намистинки поблизу положення рівноваги. Заряди намистинки та кожної пластини однойменні й дорівнюють q та Q відповідно, маса намистинки m , радіус пластин R , відстань між пластинами $2d$.
4. Вода в електричному чайнику потужністю 2 кВт нагрілася від 20 до 100°C за 4 хв. Коли потужність нагрівника чайника зменшили до 1,46 кВт, час закипання води збільшився до 8 хв. Визначте: а) масу води в чайнику; б) час остигання води від 100 до 95°C після вимкнення чайника. Питома теплоємність води 4,2 кДж/(кг·К), температура в кімнаті 20°C, теплоємністю чайника знехтувати. Вважати теплові втрати пропорційними різниці температур води та повітря в кімнаті.
5. Металева пружина жорсткістю k використовується також як котушка (з активним опором R_0) електромагніту, відштовхуючи підвішений на цій пружині як вантаж постійний магніт із силою, пропорційною до сили струму через неї: $F_M = aI$. Осердя електромагніту закріплене, разом з верхнім кінцем пружини. В положенні рівноваги за відсутності струму рухомий електрод встановлюється точно посередині реостату з повним опором R , а за наявності струму цей електрод зсувається на відстань x в напрямку дії сили F_M , змінюючи опір між рухомих електродом та крайнім виводом реостату на величину $\Delta R = \beta x$. Зсув x вважати дуже малим у порівнянні з віддаллю між вантажем та осердям електромагніту. Якою буде сила струму I_1 через пружину, якщо підключити до системи джерело сталого струму ($I_0 = \text{const}$, рис.2)? Перехідними процесами знехтувати.

Задачі запропонували І.О.Анісімов (1), С.Й.Вільчинський, О.С.Томалак (2), Є.П.Соколов (3), І.М.Гельфгат (4), С.І.Кельник (5).

Теоретический тур, 11-й класс

1. Постоянное магнитное поле направлено вдоль оси Oz. Его индукция изменяется в пространстве по закону $B=B_0(1+y/L)$. В плоскости $y=0$ в поле влетает электрон, вектор начальной скорости которого v_0 направлен вдоль оси Oy. Какое направление средней скорости перемещения электрона за время намного большее периода циклотронного вращения? Оцените ее величину.
2. Эластичный резиновый шар расширяется, объем шара возрастает с постоянной скоростью u . На шаре сидит муравей. В момент времени t_0 на поверхность шара упала крошка хлеба на расстоянии L от муравья вдоль поверхности шара. Радиус шара в этот момент времени составляет R_0 . Муравей голоден, и сразу начал двигаться в направлении пищи, которая может находиться на поверхности шара в точке падения лишь фиксированный интервал времени τ , а потом слетит с поверхности шара. С какой скоростью v должен двигаться муравей в направлении крошки, чтобы гарантированно отобедать ею? Размеры муравья и крошки хлеба значительно меньше размера шара.
3. Заряженная маленькая бусинка может скользить без трения вдоль нитки, соединяющей центры двух неподвижных параллельных равномерно заряженных круглых пластин (рис. 1). Найти период малых колебаний бусинки вблизи положения равновесия. Заряды бусинки и каждой пластины одноименные и равны q и Q соответственно, масса бусинки m , радиус пластин R , расстояние между ними $2d$.
4. Вода в электрическом чайнике мощностью 2 кВт нагрелась от 20 до 100°C за 4 мин. Когда мощность нагревателя чайника уменьшили до 1,46 кВт, время закипания воды увеличилось до 8 мин. Определите: а) массу воды в чайнике; б) время остывания воды от 100 до 95°C после выключения чайника. Удельная теплоемкость воды 4,2 кДж/(кг·К), температура в комнате 20°C, теплоемкостью чайника пренебречь. Считать тепловые потери пропорциональными разнице температур воды и воздуха в комнате.
5. Металлическая пружина жесткостью k используется также как катушка (с активным сопротивлением R_0) электромагнита, отталкивая подвешенный на этой пружине как груз постоянный магнит с силой, пропорциональной силе тока через нее: $F_M = aI$. Сердечник электромагнита закреплён, вместе с верхним концом пружины. В положении равновесия при отсутствии тока подвижный электрод устанавливается точно посередине реостата с полным сопротивлением R , а при наличии тока этот электрод смещается на расстояние x в направлении действия силы F_M , изменяя сопротивление между подвижным электродом и крайним выводом реостата на величину $\Delta R = \beta x$. Смещение x считать очень малым в сравнении с расстоянием между грузом и сердечником электромагнита. Какой будет сила тока I_1 через пружину, если подключить к системе источник постоянного тока ($I_0 = \text{const}$, рис.2)? Переходными процессами пренебречь.

Задачи предложили И.А.Анисимов (1), С.И.Вильчинский, О.С.Томалак (2), Е.П.Соколов (3), И.М.Гельфгат (4), А.И.Кельник (5).

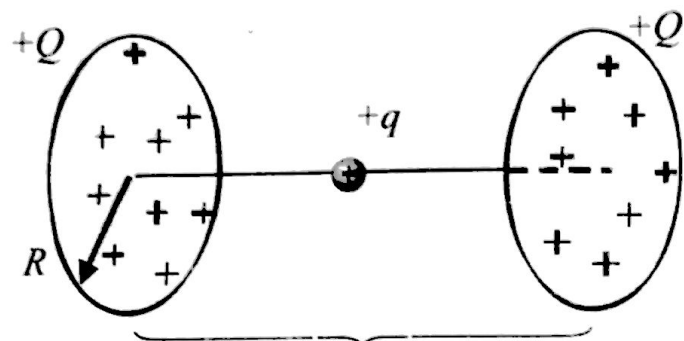


Рис.1

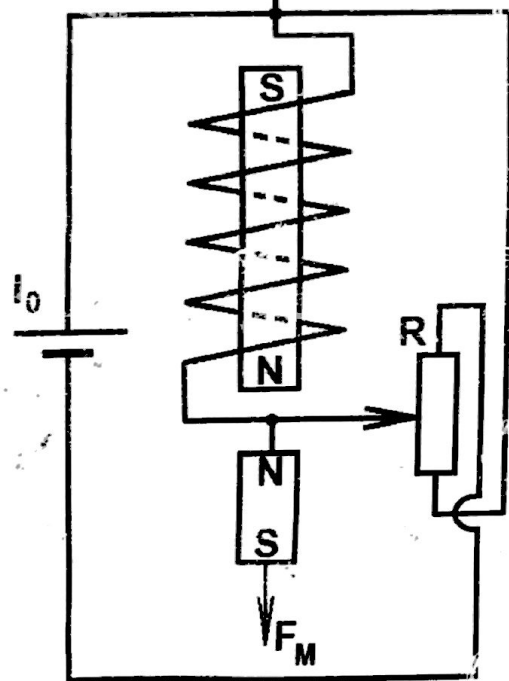
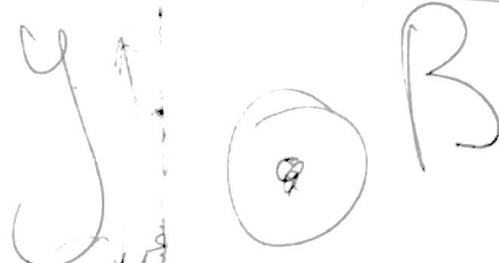


Рис.2

$$w = \frac{2 \pi \epsilon_0 m (R^2 + d^2)^{3/2}}{9q}$$

$$u = \frac{v}{L}$$



$$B=0$$

