

## Zadania domowe z Podstaw Fizyki II

### Seria 9

#### Zad. 1.

Metalowy pręt o masie  $m$  ślizga się bez tarcia po dwóch metalowych szynach, nachylonych pod kątem  $\alpha$  do poziomu, odległych od siebie o  $l$ . Szyny są zwarte u góry oporem  $R$ . Cały układ znajduje się w polu magnetycznym o indukcji  $\mathbf{B}$ , skierowanym pionowo w górę oraz w polu grawitacyjnym  $\mathbf{g}$ . Opory elektryczne szyn i pręta są zaniedbywalne. Znaleźć ruch pręta i jego prędkość graniczną. Zaniedbać samoindukcję.

#### Zad. 2.

W slabym, jednorodnym polu magnetycznym o indukcji  $\mathbf{B}$  znajduje się ramka z drutu, mogąca się obracać wokół osi prostopadłej do kierunku pola. Ramka ma powierzchnię  $S$ , opór elektryczny  $R$  i moment bezwładności względem osi obrotu  $I_0$ . W chwili początkowej ramce nadano pewną prędkość kątową. Po jakim czasie prędkość kątowa ramki zmaleje do połowy wartości początkowej? Zaniedbać wszelkie mechaniczne opory ruchu.

#### Zad. 3.

Kwadratowa ramka o boku  $a$  i oporze elektrycznym  $R$  leży w pobliżu nieskończonego, prostoliniowego przewodu, w którym płynie prąd o natężeniu  $I$ . Dwa boki ramki są równoległe do przewodu, przy czym bliższy bok leży w odległości  $d = a$  od niego. W chwili  $t=0$  zaczynamy zmniejszać natężenie prądu w przewodzie. Obliczyć natężenie  $I_1(t)$  prądu indukowanego w ramce i całkowity ładunek  $Q$ , jaki przepłynie przez ustalony punkt ramki podczas zaniku prądu, jeśli natężenie prądu w przewodzie

a) zanika wykładniczo z czasem tzn.  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ ,

b) zanika liniowo z czasem osiągając wartość zerową w chwili  $t=T$ .

Naszkiecować zależność natężenia prądu indukowanego od czasu dla obu przypadków.

#### Zad. 4.

Z jednorodnego drutu o długości  $l$  zwinięto płaską spiralę Archimedesesa o skoku równym  $a$ , mającą wiele zwojów. Końce spirali połączono opornikiem  $R$ . Obwód ten jest umieszczony w jednorodnym polu magnetycznym prostopadłym do płaszczyzny spirali. Indukcja pola magnetycznego zmienia się proporcjonalnie do czasu, zgodnie z zależnością  $B=bt$ . Obliczyć moc wydzielaną w oporniku. Opór samej spirali i jej indukcję własną można zaniedbać.

*Wskazówka:* Równanie spirali Archimedesesa:  $r=(a/2\pi)\varphi$ .

#### Zad. 5.

Dwie długie powierzchnie walcowe o długości  $l$  każda są współosiowe z bardzo długim solenoidem o promieniu  $R$  i  $n$  zwojach na jednostkę długości, przez który płynie prąd o natężeniu  $I$ . Jedna, znajdująca się wewnątrz solenoidu, ma promień  $a < R$  i jest jednorodnie naładowana powierzchniowo ładunkiem  $+Q$ . Druga, znajdująca się na zewnątrz solenoidu, ma promień  $b > R$  i jest naładowana ładunkiem  $-Q$ . Obie powierzchnie walcowe (cylindry) mogą obracać się wokół wspólnej osi układu. Obliczyć całkowity moment pędu, jaki uzyskają oba cylindry, gdy prąd w solenoidzie zostanie wyłączony.

*Nadprogramowo:* Wykazać, że moment pędu uzyskany przez cylindry jest równy momentowi pędu zawartemu początkowo w polu elektromagnetycznym.

#### Zad. 6.

Dwa solenoidy o jednakowej długości  $l$  zostały umieszczone jeden w drugim.

a) Znaleźć współczynnik indukcji wzajemnej  $M$  solenoidów, jeśli promienie ich zwojów  $R_1$  i  $R_2 > R_1$  są dużo mniejsze od  $l$ , a liczby zwojów są równe  $N_1$  i  $N_2$ .

b) Dla przypadku  $R_1 = R_2$  wyrazić wsp.  $M$  przez indukcyjności  $L_1$  i  $L_2$  obu solenoidów.

**Zad. 7.**

Prostokątna ramka o szerokości  $h$  i długości  $l$ , wykonana z drutu nadprzewodzącego (tzn. o oporze  $R=0$ ) wepchnięta zostaje z prędkością  $v_0$  w obszar jednorodnego pola magnetycznego o indukcji  $\mathbf{B}$ , prostopadłej do powierzchni ramki (rys.1). Przyjmując, że ramka ma masę  $M$  i indukcyjność  $L$  znaleźć ruch ramki przy warunku początkowym  $x(0) = 0$ . Rozważyć zależność dalszego ruchu ramki od jej długości  $l$ .

