

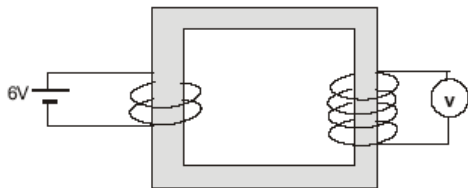
## 8. Indukcja elektromagnetyczna.

### Prąd przemienny – zadania z arkusza I

#### 8.1

##### Zadanie 5. (1 pkt)

Źródło prądu stałego, transformator i woltomierz połączono ze sobą tak, jak przedstawiono to na poniższym schemacie.



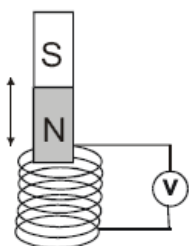
Woltomierz umieszczony w obwodzie wtórnym transformatora wskazuje wartość napięcia równą:

- A. 0 V; C. 6 V;  
B. 3 V; D. 12 V.

#### 8.2

##### Zadanie 20. (3 pkt)

Uczeń wsuwał magnes do zwojnicy i wysuwał go, w wyniku czego w zwojnicy powstawał prąd indukcyjny.

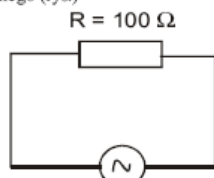


Czy magnes podczas takiego ruchu jest przez zwojnicę przyciągany, czy odpychany? Uzasadnij odpowiedź.

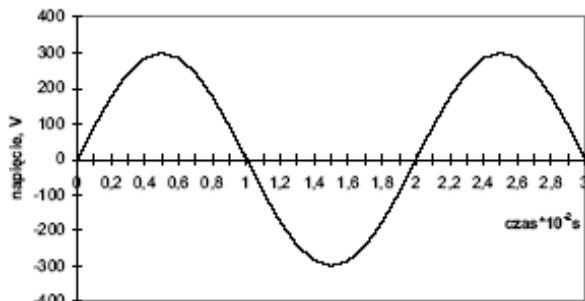
#### 8.3

##### Zadanie 21. (3 pkt)

Obwód prądu elektrycznego (rys.)



zasilany jest prądem zmiennym, którego zależność napięcia od czasu przedstawiona jest na wykresie:



Oblicz skuteczną wartość natężenia prądu elektrycznego w tym obwodzie.

#### 8.4

##### Zadanie 6. (1 pkt)

Transformatory mają powszechne zastosowanie w technice. Jedne wykorzystywane są w zasilaczach sieciowych radioodbiorników, dostosowując napięcie z sieci do napięcia np. 9 V. Inne, stosowane np. w zasilaczach lamp kineskopowych telewizorów, muszą dostosować napięcie sieciowe o wartości skutecznej 220 V do bardzo wysokiego napięcia 25000 V.

Zakładając, że przekładnia transformatora określona jest jako iloraz liczby zwojów w uzwojeniu wtórnym do liczby zwojów w uzwojeniu pierwotnym, możemy powiedzieć, że przekładnia transformatora stosowanego w zasilaczu lampy kineskopowej wynosi:

- A. około 0,0004 B. około 0,009 C. około 113,6 D. około 2778

#### 8.5

##### Zadanie 7. (1 pkt)

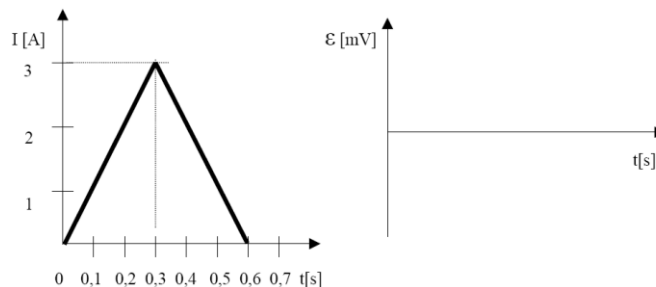
Kwadratowa ramka o boku 0,1 m ustawiona prostopadle do linii jednorodnego pola magnetycznego o indukcji 0,03 T została usunięta z pola ruchem jednostajnym w czasie 0,3 s. Bezwzględna wartość siły elektromotorycznej wyindukowanej w ramce wyniosła:

- A. 0,09 V B. 0,01 V C. 0,009 V D. 0,001 V

#### 8.6

##### Zadanie 16. (3 pkt)

Przez cewkę o współczynniku samoindukcji  $L = 2\text{mH}$  przepływa prąd, którego wykres w funkcji czasu przedstawiono na rysunku. Oblicz wartość indukowanej siły elektromotorycznej i narysuj wykres zależności siły elektromotorycznej samoindukcji w funkcji czasu.



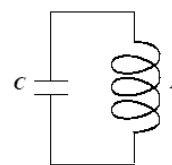
## Indukcja elektromagnetyczna.

### Prąd przemienny – zadania z arkusza II

#### 8.7

##### Zadanie 29. Obwód elektryczny (9 pkt)

Obwód drgający, będący częścią odbiornika fal elektromagnetycznych, przedstawiono na rysunku. Obwód ten zawiera kondensator o pojemności  $10\ \mu\text{F}$  i zwojnicę.



Gdy na okładkę kondensatora doprowadzono ładunek  $q_0 = 200\ \mu\text{C}$ , w obwodzie pojawiły się drgania elektromagnetyczne opisane wzorem

$$q = q_0 \cos \omega t$$

o okresie równym  $12,56 \cdot 10^{-6}$  s. Opory rzeczywiste w tym obwodzie są tak małe, że je pomijamy.

##### 29.1 (3 pkt)

Opisz odpowiednim wzorem zależność napięcia na okładkach kondensatora od czasu. Pewne wielkości w tym wzorze nie zależą od czasu. Oblicz ich wartości. Przyjmij  $\pi = 3,14$ .

##### 29.2 (2 pkt)

Opisz krótko proces przemian energii podczas drgań elektromagnetycznych w tym obwodzie.

##### 29.3 (2 pkt)

Zapisz, jak zmienią się długość odbieranych fal elektromagnetycznych przez odbiornik, gdyby do kondensatora wsunięto dielektryk o stałej dielektrycznej  $\epsilon_r$ . Odpowiedź uzasadnij.

##### 29.4 (2 pkt)

Obwód drgający II, znajdujący się w stacji nadawczej (rys.) zawiera dwa kondensatory o takiej samej pojemności, jak kondensator rozważany w zadaniu w obwodzie I, oraz zwojnicę o dwukrotnie mniejszej indukcyjności.

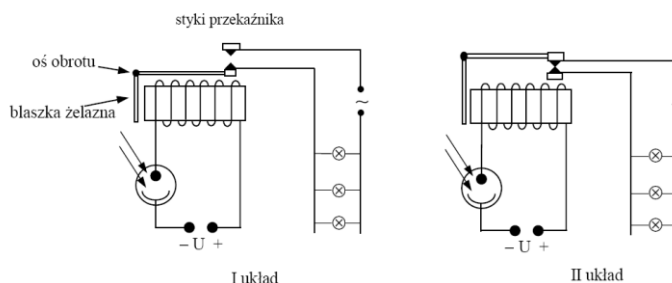


Zapisz, czy odbiornik fal elektromagnetycznych, w którym znajduje się obwód I, będzie w rezonansie z nadajnikiem zawierającym obwód II? Uzasadnij swoją odpowiedź.

#### 8.8

##### Zadanie 26. (11 pkt) FOTOKOMÓRKA

Po lekcji o budowie i zasadzie działania fotokomórki nauczyciel fizyki polecił uczniom zaprojektowanie układu, który włączałby oświetlenie, kiedy zapada zmrok i wyłączał, kiedy zaczyna się dzień. Adam zaprojektował I układ, a Alek II układ. Poniższy rysunek przedstawia oba układy. Opis przy układzie I dotyczy także układu II.



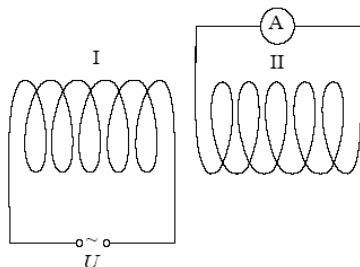
- a) (4 pkt) Napisz, który z układów działa zgodnie z założeniami. Opisz działanie obu układów, gdy światło świeci na fotokomórkę i gdy przestaje świecić.
- b) (3 pkt) Katoda fotokomórki pokryta jest cezem, dla którego praca wyjścia elektronu wynosi 2 eV. Wykaż, że światło o długości fali  $\lambda < 600$  nm (a więc światło widzialne) spowoduje działanie takiej fotokomórki.
- c) (2 pkt) Napięcie w obwodzie z żarówkami ma wartość skuteczną równą 230 V. Oblicz maksymalną wartość napięcia między zaciskami żarówek.
- d) (2 pkt) W obwodzie włączono 3 żarówki o mocy 100 W każda. Oblicz skuteczne natężenie prądu płynącego między stykami przełącznika.

### 8.9

#### Zadanie 27. Transformator (10 pkt)

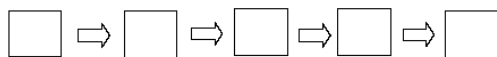
##### 27.1 (2 pkt)

Podczas wykonywania doświadczenia w szkole uczniowie stwierdzili, że w czasie przepływu prądu przemiennego w cewce (zwojnicy) pierwszej (I) dołączonej do źródła napięcia przemiennego o wartości skutecznej  $U = 9$  V, w amperomierzu dołączonym do drugiej cewki (II) płynie prąd.



- a) Podaj i zapisz nazwę zjawiska, które powoduje przepływ prądu elektrycznego w drugim obwodzie. (1 pkt)
- b) Poniżej wymieniono zjawiska (oznaczone literami od A do E), zachodzące w układzie przedstawionym na rysunku. Wpisz je do diagramu we właściwej kolejności (w pola wpisz litery odpowiadające zjawiskom). (1 pkt)

- A. wytworzenie zmiennego pola magnetycznego,
- B. przepływ prądu przez amperomierz,
- C. przepływ prądu przez cewkę I,
- D. wytworzenie zmiennego strumienia pola magnetycznego,
- E. wytworzenie siły elektromotorycznej indukcji w obwodzie drugim.



##### 27.2 (2 pkt)

Uczniowie mieli do dyspozycji jednakowej wielkości rdzenie (w kształcie walca, o wymiarach zbliżonych do wymiarów zwojnicy) wykonane z aluminium, żelaza i miedzi. Zapisz, który z tych rdzeni po wsunięciu do wnętrza obu cewek jest w stanie, w znaczący sposób, zmienić natężenie prądu płynącego przez amperomierz. Podaj nazwę własności magnetycznych materiału, z którego wykonany jest ten rdzeń.

##### 27.3 (2 pkt)

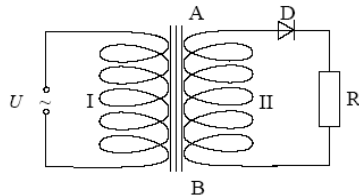
Końce cewki (II) zostały rozwarte. Napisz, jaką liczbę zwojów powinna mieć cewka (II) w porównaniu z liczbą zwojów jaką posiada cewka (I), aby wartość napięcia na końcach cewki II była większa od wartości napięcia na końcach cewki I. Odpowiedź uzasadnij.

##### 27.4 (2 pkt)

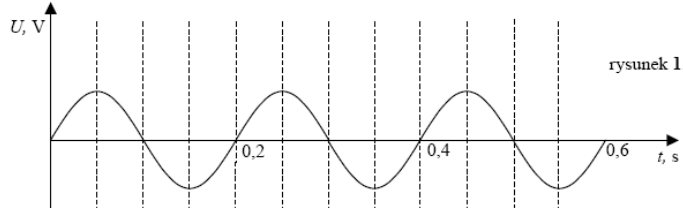
Uczniowie pierwszą cewkę podłączyli do baterii o napięciu  $U = 4,5$  V. Napisz, co zauważą uczniowie obserwując amperomierz dołączony do drugiej cewki. Odpowiedź uzasadnij.

##### Zad. 27.5 (2 pkt)

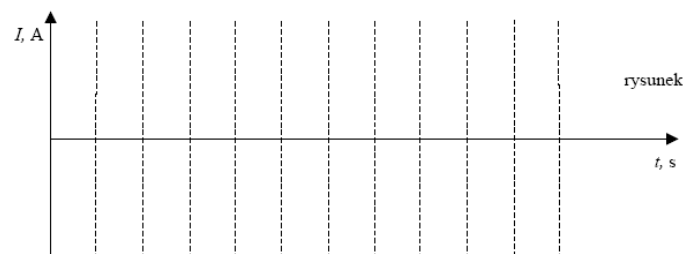
Z dwóch cewek i odpowiednio dobranego rdzenia zbudowano transformator. Cewkę pierwszą podłączono do źródła napięcia przemiennego. Do cewki drugiej podłączono diodę D i opornik R (rys.)



Na rysunku 1. przedstawiono zależność napięcia na końcach cewki (uzwojenia) II od czasu.



rysunek 1.



rysunek 2.

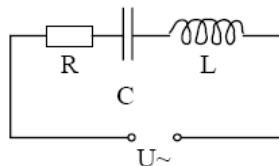
- a) Na rysunku 2. naskicuj (bez zaznaczania wartości liczbowych) zależność natężenia prądu płynącego przez opornik R od czasu. (1 pkt)

- b) Ustal i napisz, który z końców cewki A czy B ma wyższy potencjał podczas przepływu prądu przez opornik. (1 pkt)

### 8.10

#### Zadanie 28. Obwód RLC (12 punktów)

Cewkę o indukcyjności L, kondensator o pojemności C i opornik o oporze R połączono szeregowo ze źródłem napięcia przemiennego U, jak na rysunku.



##### 28.1 (8 punktów)

Narysuj wykresy wektorowe (wskazowe) dla wszystkich przypadków podanych w tabeli 28.2.

##### 28.2 (1 punkt)

Uzupełnij poniższą tabelę:

	$U_R$ [V]	$U_L$ [V]	$U_C$ [V]	$U$ [V]
a	10	20	10	
b		110	150	50
c	50	10		50
d	0		15	30

##### 28.3 (3 punkty)

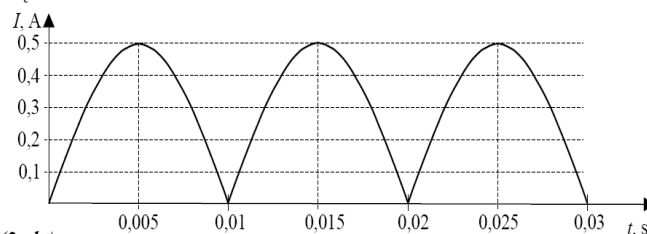
Oblicz, jaką pojemność powinien mieć kondensator w obwodzie, aby przy indukcyjności  $L = 250$   $\mu$ H obwód można było nastroić na częstotliwość 500 Hz. (Przyjmij, że  $R = 0$ ).

### 8.11

#### Zadanie 2. Prąd zmienny (12 pkt)

Do źródła prądu przemiennego poprzez układ prostowniczy dołączono żarówkę, w której zastosowano włókno wolframowe. Opór żarówki podczas jej świecenia wynosił 100  $\Omega$ .

Na wykresie poniżej przedstawiono zależność natężenia prądu elektrycznego płynącego przez żarówkę od czasu.



##### 2.1 (2 pkt)

Podaj, jaką wartość oporu (większą, czy mniejszą niż 100  $\Omega$ ) miało włókno żarówki przed dołączeniem jej do źródła prądu. Odpowiedź uzasadnij.

##### 2.2 (2 pkt)

Określ, analizując wykres, częstotliwość zmian napięcia źródła prądu przemiennego zasilającego układ prostowniczy.

##### 2.3 (2 pkt)

Oblicz wartość ładunku elektrycznego, jaki przepłynął przez żarówkę w czasie 0,02 s.

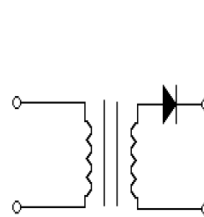
##### 2.4 (4 pkt)

Naskicuj wykres ilustrujący zależność napięcia na żarówce od czasu. Na wykresie zaznacz odpowiednie wartości. Wykres sporządź dla przedziału czasu [0 s – 0,03 s]. Dokonaj niezbędnych obliczeń. Indukcyjność obwodu pomini.

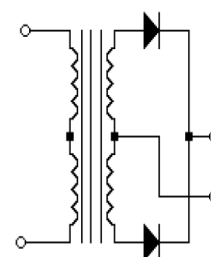
##### 2.5 (2 pkt)

Na rysunkach poniżej przedstawiono schematy dwóch układów zasilających, w których zastosowano diody prostownicze.

Wskaż, który z układów A czy B zastosowano w sytuacji opisanej w zadaniu. Oznacz na wybranym przez Ciebie układzie znakami +, – oraz ~ prawidłową biegunowość czterech zacisków układu zasilającego.



Układ A



Układ B

## Indukcja elektromagnetyczna.

### Prąd przemienny – inne zadania

#### 8.12

Oblicz wartość strumienia wektora indukcji pola magnetycznego, którego wartość  $B=0,01T$ , przenikającego przez powierzchnię  $S=10cm^2$ , ustawioną:

- prostopadle do linii pola
- równoległe do linii pola
- tak, że kierunek wektora  $B$  tworzy kąt  $60^\circ$  z normalną do powierzchni

#### 8.13

Ramka o powierzchni  $S=0,2m^2$  umieszczona jest w polu o wartości wektora indukcji magnetycznej  $B=0,003T$ . Prosta prostopadła do powierzchni ramki tworzy z liniami pola magnetycznego kąt  $30^\circ$ . Strumień wektora indukcji zmienia się na skutek obrotu ramki o kąt  $15^\circ$ . Oblicz zmianę strumienia, wiedząc, że obrót powoduje zwiększenie kąta.

#### 8.14

Obwód kołowy o średnicy  $d=8cm$  znajduje się w jednorodnym polu magnetycznym  $0,1 T$  i jest ustawiony prostopadle do linii sił. Obwód połączony jest z galvanometrem balistycznym. Obliczyć ładunek, który popłynie w galvanometrze, jeżeli obwód zostanie wyciągnięty z pola magnetycznego. Opór obwodu z galvanometrem wynosi  $R = 2\Omega$ .

#### 8.15

W dławiku o samoindukcji  $L = 10H$  płynie prąd o natężeniu  $I = 5mA$ . Prąd ten został wyłączony. Wyłączenie trwało przez  $t = 0,01 s$ . Obliczyć siłę elektromotoryczną powstałą w dławiku podczas tego wyłączenia.

#### 8.16

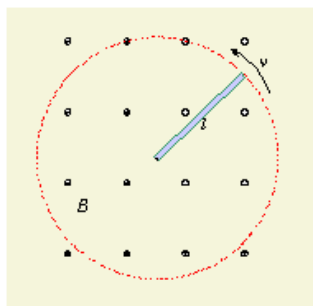
W cewce o samoindukcji  $L = 0,2 H$  natężenie prądu w czasie  $t = 0,01 s$  spada równomiernie od  $I_1 = 720mA$  do  $I_2 = 170mA$ . Jaka siła elektromotoryczna indukcji powstała w czasie wyłączenia prądu w tej cewce?

#### 8.17

Cewka o promieniu  $10cm$  ma  $500$  zwojów. Cewka znajduje się w jednorodnym polu magnetycznym prostopadłym do jej powierzchni. W ciągu czasu  $0,3s$  indukcja pola wzrosła od  $1T$  do  $1,5T$ . Obliczyć wzbudzoną w tej cewce średnią siłę elektromotoryczną indukcji.

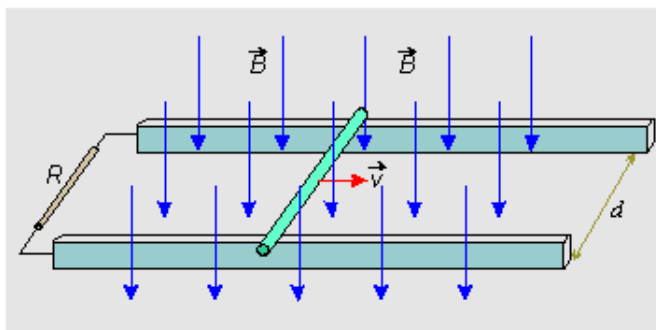
#### 8.18

8. Metalowy pręt o długości  $l = 1 m$  wiruje ze stałą częstością  $n = 10 s^{-1}$  w jednorodnym polu magnetycznym o indukcji  $B = 0,1 T$ . Jak duża SEM indukcji pojawi się w pręcie?



#### 8.19

Pręt metalowy położono na dwóch równoległych poziomych szynach odległych od siebie o  $d$ . Szyny znajdują się w jednorodnym polu magnetycznym o indukcji  $B$  skierowanej pionowo. Szyny są połączone jednym końcem oporem  $R$ . Jaką siłą należy działać na pręt, aby poruszał się ruchem jednostajnym z określoną prędkością  $v$ ? Zaniedbaj tarcie i opór elektryczny szyn i pręta.



#### 8.20

Jaka różnica potencjałów wytworzy się na końcach skrzydeł samolotu lecącego poziomo z prędkością  $v = 900 km/h$ ? Składowa pionowa wektora natężenia pola magnetycznego Ziemi wynosi  $H = 159,2 A/m$ . Rozpiętość skrzydeł wynosi  $15 m$ .

#### 8.21

Chwilową wartość napięcia prądu zmiennego odpowiadającego fazie  $\omega t = \pi/6$  wynosi  $155 V$ . Obliczyć amplitudę.

#### 8.22

Określić maksymalny strumień magnetycznej przenikający ramkę, która wiruje w jednorodnym polu magnetycznym i wykonuje  $n = 10$  obrotów/s, jeżeli wiadomo, że max wartość siły elektromotorycznej indukcji w ramce wynosi  $2V$ ?

#### 8.23

Ile obrotów wykonuje ramka w jednostce czasu w jednorodnym polu magnetycznym o indukcji  $B = 0,5 T$ , jeżeli amplituda wzbudzonej w ramce siły elektromotorycznej indukcji jest równa  $E_0 = 10 V$ , liczba zwojów w ramce  $N = 20$ , a powierzchnia objęta przez ramką  $S = 20 cm^2$ ?

#### 8.24

Napięcie na oporze  $R$  zmienia się według funkcji  $U = U_0 \sin(\omega t + \pi/6)$ . W chwili  $t$  jest równe  $T/12$ , napięcie  $U = 10 V$ . Obliczyć wartość:  $U_0$ ,  $\omega$  i  $v$  dla  $T = 10^{-2}s$ .

#### 8.25

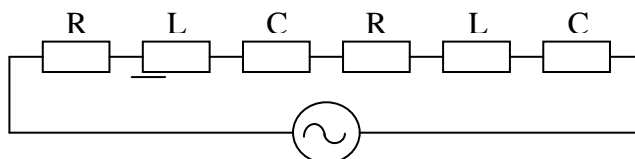
W obwodzie RLC (elementy połączone szeregowo) wartości elementów wynoszą:  $R = 120 \Omega$ ,  $L = 600 mH$ ,  $C = 200 \mu F$ . Przyłożono do niego SEM o amplitudzie  $e_0 = 300V$ . Dla jakiej częstości  $\omega$  przyłożonego napięcia wystąpi w układzie rezonans? Jakie będzie wówczas natężenie skuteczne prądu  $I_{skt}$ ?

#### 8.26

Obwód drgający składa się z  $C_1 = 10^{-4} F$  oraz cewki o pewnej indukcyjności. W obwodzie tym zachodzą drgania o częstotliwości  $f_1 = 2 kHz$ . Jaki kondensator należy włączyć dodatkowo do tego obwodu, aby częstotliwość drgań rezonansowych była  $f_2 = 1 kHz$ ?

#### 8.27

Dwa obwody RLC o wartościach elementów:  $R_1, C_1$  i  $L_1$  oraz  $R_2, C_2$  i  $L_2$  połączono szeregowo. Policz zawadę układu i częstość, dla której nastąpi rezonans.



#### 8.28

Fale średnie w odbiorniku radiowym przypadają na zakres częstotliwości  $540-1600 kHz$ . Strojenie odbiornika do odpowiedniej częstotliwości (i długości fali) uzyskuje się za pomocą zmiany pojemności kondensatora obwodu LC. Oblicz, w jakim zakresie powinna zmieniać się pojemność kondensatora, jeżeli indukcyjność wynosi  $L = 2 mH$ .

#### 8.29

Masz do dyspozycji następujące pomoce:

- miękki przewodnik prostoliniowy o długości  $0,5m$
- magnes sztabkowy
- baterię  $6V$
- czuły mikroamperomierz

a) Opisz trzy sposoby wzbudzenia prądu indukcyjnego za pomocą wymienionych pomocy

b) Wymień dwa warunki, które muszą być spełnione, aby w obwodzie wzbudził się prąd indukcyjny.

#### 8.30

Sieć elektryczna o napięciu  $10kV$  dostarcza do stacji transformatorowej prąd o natężeniu  $0,1A$ . Mieszkania zasilane są ze stacji napięciem  $230V$ .

a) Oblicz przekładnię transformatora

b) Oblicz natężenie prądu płynącego ze stacji transformatorowej zakładając, że sprawność transformatora wynosi  $100\%$ .

#### 8.31

Prosta prądnicą prądu przemiennego składa się ze zwojnicy mającej swobodę obrotu oraz elektromagnesu zasilanego prądem stałym. Zwojnica może być obracana za pomocą korbki w jednorodnym polu magnetycznym wytworzonym przez elektromagnes. Dane techniczne:

- wartość indukcji pola magnetycznego wytwarzanego przez elektromagnes  $0,1T$
- promień przekroju poprzecznego zwojnicy  $10cm$
- długość zwojnicy  $10cm$
- wartość prędkości kątowej korbki  $100rad/\pi s$

liczba zwojów –  $100$

a) Wymień wielkości fizyczne opisujące generowany prąd, które ulegną zmianie, jeżeli zwiększymy szybkość obrotu korbki. Napisz, jakiej zmianie ulegną te wielkości fizyczne.

b) Oblicz maksymalne napięcie generowane przez tę zwojnicę.

c) Oblicz indukcyjność opisanej zwojnicy zakładając, że w jej wnętrzu znajduje się substancja o względnej przenikalności magnetycznej równej  $10$ .