Pierwsza Ławka · zestaw działowy · liceum i technikum

Dział 3

Magnetyzm i indukcja elektromagnetyczna

Linie pola magnetycznego, siła elektrodynamiczna i siła Lorentza (jakościowo), indukcja elektromagnetyczna, prądnica, prąd przemienny; pole Ziemi i transformator (fakultatywnie). Osiem kart: najważniejsze wiadomości z przykładami, ćwiczenia, utrwalenie, doświadczenie i materiał źródłowy, kartkówka (A i B) i sprawdzian (A i B) – z kluczem i zasadami oceniania.

Fizyka | klasa 3 LO i technikum | Dział 3 | zakres podstawowy (ZP)

	Karta	Rodzaj	Poziom	Zadania
1	**Magnetyzm i indukcja elektromagnetyczna – najważniejsze wiadomości** Teoria w pigułce, przykłady rozwiązane krok po kroku, rozgrzewka	Najważniejsze wiadomości	ZP	4 zad. · 8 pkt
2	**Magnetyzm i indukcja elektromagnetyczna – ćwiczenia podstawowe** Ćwiczę umiejętności z działu	Ćwiczenia	ZP	7 zad. · 14 pkt
3	**Magnetyzm i indukcja elektromagnetyczna – utrwalenie** Zadania łączące wiadomości z całego działu	Ćwiczenia	ZP	6 zad. · 11 pkt
4	**Magnetyzm i indukcja elektromagnetyczna – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy** Pomiary, wykres, niepewność, tekst i dane	Praca z materiałem źródłowym	ZP	3 zad. · 10 pkt
5	**Kartkówka: magnetyzm i indukcja – grupa A**	Kartkówka	ZP	4 zad. · 7 pkt · 15 min
6	**Kartkówka: magnetyzm i indukcja – grupa B**	Kartkówka	ZP	4 zad. · 7 pkt · 15 min
7	**Sprawdzian: Magnetyzm i indukcja elektromagnetyczna – grupa A**	Sprawdzian	ZP	10 zad. · 20 pkt · 45 min
8	**Sprawdzian: Magnetyzm i indukcja elektromagnetyczna – grupa B**	Sprawdzian	ZP	10 zad. · 20 pkt · 45 min

Jak korzystać z zestawu

- Karta 1 przypomina najważniejsze prawa i wzory działu oraz pokazuje przykłady rozwiązane krok po kroku – od niej warto zacząć.
- Karta 2 to ćwiczenia podstawowe, karta 3 – utrwalenie, karta 4 – fizyka w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy (pomiary, wykres, tekst, dane).
- Karty 5–6 to kartkówka (15 minut), a karty 7–8 – sprawdzian (45 minut), każda w grupach A i B: te same typy zadań i ta sama punktacja, inne dane.
- Klucz na końcu: odpowiedzi, wymaganie z podstawy przy każdym zadaniu, przykładowe rozwiązania i zasady oceniania etapami, w stylu zasad oceniania CKE. Osobny plik „Powtórka": prawa i wzory (co jest w broszurze CKE), typowe błędy, test „Sprawdź się".

Oznaczenia

ZP	zakres podstawowy
ZR	zakres rozszerzony (treści tylko dla ZR)
(0–2 pkt)	liczba punktów możliwych do zdobycia za zadanie
Zadanie 4.1.	wiązka zadań do wspólnego materiału źródłowego

Wymagania z podstawy programowej (Dz.U. 2024 poz. 1019)

- **ZP VIII.1** posługuje się pojęciem pola magnetycznego; rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu magnesów stałych i przewodników z prądem (przewodnik prostoliniowy, zwojnica);
- **ZP VIII.2** opisuje jakościowo oddziaływanie pola magnetycznego na przewodniki z prądem i poruszające się cząstki naładowane;
- **ZP VIII.3** omawia rolę pola magnetycznego Ziemi jako osłony przed wiatrem słonecznym;
- **ZP VIII.4** opisuje zjawisko indukcji elektromagnetycznej i jej związek ze względnym ruchem magnesu i zwojnicy lub zmianą natężenia prądu w elektromagnesie; opisuje przemiany energii podczas działania prądnicy;
- **ZP VIII.5** opisuje cechy prądu przemiennego;
- **ZP VIII.6** opisuje zasadę działania transformatora oraz podaje przykłady jego zastosowania;
- **ZP VIII.7** doświadczalnie: a) ilustruje układ linii pola magnetycznego, b) demonstruje zjawisko indukcji elektromagnetycznej na przykładzie względnego ruchu magnesu i zwojnicy lub na przykładzie zmiany natężenia prądu w elektromagnesie.

Materiał oryginalny – zadania nie są kopiami zadań CKE ani podręczników. Podstawa programowa LO i technikum w brzmieniu z 2024 r. (Dz.U. 2024 poz. 1019). Wymagania (PP): VIII.1, VIII.2, VIII.3, VIII.4, VIII.5, VIII.6, VIII.7. Stałe fizyczne – według broszury CKE „Wybrane wzory i stałe fizykochemiczne na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki". Do użytku własnego i pracy z własnymi uczniami.

Magnetyzm i indukcja elektromagnetyczna – najważniejsze wiadomości

Teoria w pigułce, przykłady rozwiązane krok po kroku, rozgrzewka

ZP

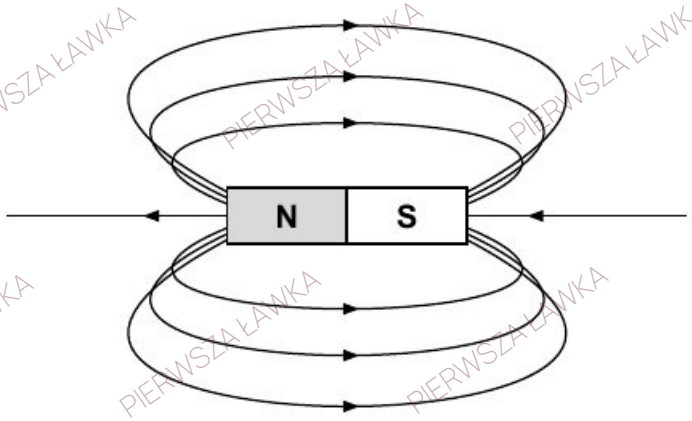
KARTA 1/8

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ... / 8 pkt

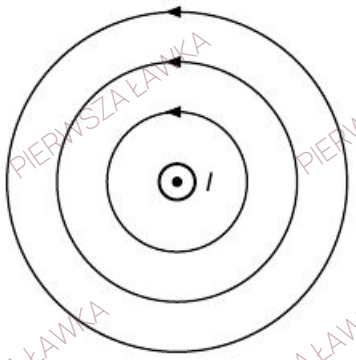
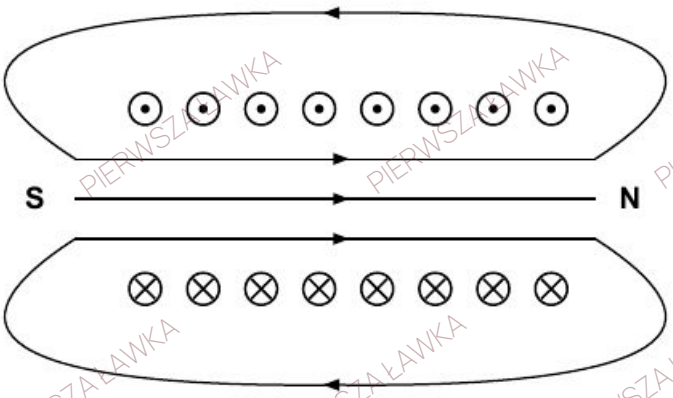
Najważniejsze wiadomości · 8 pkt

Przypomnij sobie

- **Pole magnetyczne** wytwarzają magnesy, przewodniki z prądem i Ziemia. Magnes ma bieguny północny (N) i południowy (S); bieguny jednoimienne się odpychają, różnoimienne przyciągają. **Linie pola** na zewnątrz magnesu wychodzą z bieguna N i wchodzą do bieguna S; są zamknięte i nigdy się nie przecinają. Igła kompasu ustawia się wzdłuż linii pola (jej biegun N wskazuje zwrot linii). Tam, gdzie linie są gęstsze, pole jest silniejsze.



- **Prostoliniowy przewodnik z prądem:** linie pola to współśrodkowe okręgi wokół przewodnika. Zwrot – **reguła prawej dłoni**: kciuk wskazuje kierunek prądu, zgięte palce – zwrot linii pola. Pole słabnie z odległością od przewodnika. Oznaczenia: ⊙ – prąd płynie przed płaszczyznę rysunku (do nas), ⊗ – za płaszczyznę.

Przewodnik prostoliniowy (prąd ⊙)	Zwojnica (u góry ⊙, u dołu ⊗)
	

- **Zwojnica** (cewka): wewnątrz linie pola są prawie równoległe (pole prawie jednorodne), na zewnątrz – jak wokół magnesu sztabkowego. Biegun N wskazuje kciuk prawej dłoni, gdy palce obejmują zwojnicę zgodnie z kierunkiem prądu w zwojach. Zmiana kierunku prądu zamienia bieguny. Zwojnica z rdzeniem z żelaza to **elektromagnes** – wyłączenie prądu „wyłącza" magnes.

- **Pole działa na przewodnik z prądem** siłą elektrodynamiczną: siła jest prostopadła do przewodnika i do linii pola; nie działa, gdy przewodnik jest równoległy do linii. Zmiana kierunku prądu albo zamiana biegunów magnesu zmienia zwrot siły; silniejsze pole albo większe natężenie prądu – większa siła. Tak działa **silnik elektryczny** (obracająca się ramka z prądem w polu magnesu).
- **Pole działa na poruszającą się cząstkę naładowaną** (siła Lorentza), gdy cząstka porusza się w poprzek linii pola. Siła jest prostopadła do prędkości, więc zmienia kierunek ruchu, a nie wartość prędkości. Na cząstkę spoczywającą albo poruszającą się wzdłuż linii pola siła nie działa. Na elektron działa siła o zwrocie przeciwnym niż na proton poruszający się tak samo.
- **Indukcja elektromagnetyczna:** w zamkniętym obwodzie zwojnicy płynie **prąd indukcyjny**, gdy zmienia się pole magnetyczne przechodzące przez zwojnicę – przy względnym ruchu magnesu i zwojnicy albo przy zmianie natężenia prądu w pobliskim elektromagnesie (włączanie, wyłączanie, regulacja). Nieruchomy magnes – brak prądu. Prąd jest większy przy szybszym ruchu, silniejszym magnesie i większej liczbie zwojów; zmiana kierunku ruchu (albo bieguna) zmienia kierunek prądu.
- **Prądnica** zamienia pracę (energię mechaniczną) na energię elektryczną: obracana ramka (albo magnes) zmienia pole w zwojach i powstaje prąd przemienny. Energię mechaniczną daje woda, wiatr, para w turbinie albo mięśnie (dynamo rowerowe). Część energii zamienia się w energię wewnętrzną (ogrzewanie przewodów, tarcie). Gdy odbiornik pobiera prąd, prądnicę trudniej obracać – praca zamienia się w energię elektryczną.
- **Prąd przemienny** – natężenie i napięcie zmieniają się okresowo (w sieci sinusoidalnie), a kierunek prądu zmienia się dwa razy w każdym okresie. Okres T, częstotliwość $f = \frac{1}{T}$ (1 Hz = 1/s). Sieć w Polsce: napięcie 230 V, f = 50 Hz, czyli T = 0,02 s – kierunek prądu zmienia się 100 razy na sekundę.

Dla zainteresowanych (wymaganie VIII.3 – fakultatywne, realizuje się z decyzji nauczyciela; nie ma go na maturze). Pole magnetyczne Ziemi odchyla naładowane cząstki wiatru słonecznego (głównie protony i elektrony lecące od Słońca z prędkością rzędu 400 km/s) i chroni atmosferę oraz organizmy; cząstki docierają nisko tylko w pobliżu biegunów magnetycznych, gdzie wywołują zorze polarne.

Dla zainteresowanych (wymaganie VIII.6 – fakultatywne, realizuje się z decyzji nauczyciela; nie ma go na maturze). **Transformator** – dwie zwojnice na wspólnym rdzeniu z żelaza; prąd przemienny w uzwojeniu pierwotnym zmienia pole w rdzeniu i indukuje napięcie w uzwojeniu wtórnym. Dla transformatora idealnego $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$. Zastosowania: ładowarki i zasilacze (obniżanie napięcia), przesyłanie energii liniami wysokiego napięcia (mniejsze straty), spawarki. Prąd stały nie zmienia pola – transformator na nim nie działa.

Przykłady z rozwiązaniem

Przykład 1. Sieć elektryczna w Polsce ma częstotliwość 50 Hz. Oblicz okres prądu i ustal, ile razy w ciągu 1 s zmienia się kierunek prądu.

$T = \frac{1}{f}$ = 1 : 50 Hz = **0,02 s** (20 ms).

W 1 s jest 50 okresów, a w każdym kierunek zmienia się dwa razy: **100 razy**.

Przykład 2. Wirnik prądnicy w agregacie prądotwórczym (jedna para biegunów) wykonuje 3000 obrotów na minutę. Jedno pełne obrócenie daje jeden okres napięcia. Oblicz częstotliwość napięcia.

Liczba obrotów na sekundę: 3000 : 60 s = 50 obr/s.
Jeden obrót = jeden okres, więc ***f* = 50 Hz** – tyle, ile w sieci.

Przykład 3. **Uczeń zbliża magnes biegunem N do zwojnicy połączonej z galwanometrem i wskazówka wychyla się w prawo. Co pokaże galwanometr, gdy uczeń: a) oddala magnes, b) zbliża magnes biegunem S, c) zbliża biegun N szybciej, d) zatrzyma magnes wewnątrz zwojnicy?**

Prąd indukcyjny powstaje tylko przy zmianie pola w zwojnicy, a jego kierunek zależy od kierunku ruchu i bieguna.

a) wychylenie **w lewo** (odwrotny ruch); b) **w lewo** (odwrotny biegun); c) **w prawo, większe** (szybsza zmiana pola); d) **brak wychylenia** – pole się nie zmienia.

Zadania

Zadanie 1. (0–3 pkt) ..... / 3

Oceń, czy zdanie jest prawdziwe (P), czy fałszywe (F).

1. Na zewnątrz magnesu linie pola magnetycznego wychodzą z bieguna N i wchodzą do bieguna S.	**P**	**F**
2. Linie pola magnetycznego mogą się przecinać.	**P**	**F**
3. Wokół prostoliniowego przewodnika z prądem linie pola są okręgami.	**P**	**F**

Zadanie 2. (0–3 pkt) ..... / 3

Uzupełnij zdania.

1. Zwojnica z rdzeniem z żelaza, przez którą płynie prąd, to _____ .
2. Prąd, który powstaje w zwojnicy przy ruchu magnesu, nazywamy prądem _____ .
3. Częstotliwość prądu w sieci elektrycznej w Polsce wynosi _____ Hz.

Zadanie 3. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Na cząstkę naładowaną w polu magnetycznym magnesu siła magnetyczna działa, gdy cząstka

A. porusza się w poprzek linii pola.
B. spoczywa.
C. porusza się wzdłuż linii pola.
D. jest elektrycznie obojętna.

Zadanie 4. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Prąd indukcyjny NIE płynie w zwojnicy połączonej z galwanometrem, gdy

A. magnes jest wysuwany ze zwojnicy.
B. magnes jest wsuwany do zwojnicy.
C. zwojnica jest nasuwana na nieruchomy magnes.
D. magnes leży nieruchomo wewnątrz zwojnicy.

Magnetyzm i indukcja elektromagnetyczna – ćwiczenia podstawowe

Ćwiczę umiejętności z działu

ZP

KARTA 2/8

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 14 pkt

Ćwiczenia · 14 pkt

Zadanie 1. (0–2 pkt) ..... / 2

Na rysunku przedstawiono przekrój długiego prostoliniowego przewodnika, w którym prąd płynie za płaszczyznę rysunku (⊗). Narysuj dwie linie pola magnetycznego wokół przewodnika i zaznacz strzałkami ich zwrot.

Miejsce na odpowiedź



Zadanie 2. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Prostoliniowy przewodnik z prądem umieszczono między biegunami magnesu podkowiastego, równolegle do linii pola. Siła elektrodynamiczna działająca na przewodnik

A. jest równoległa do linii pola.

B. jest skierowana wzdłuż przewodnika.

C. jest równa zero.

D. ma największą możliwą wartość.

Zadanie 3. (0–4 pkt) ..... / 4

Przyporządkuj każdemu urządzeniu (1–4) zjawisko, na którym opiera się jego działanie (a–d).

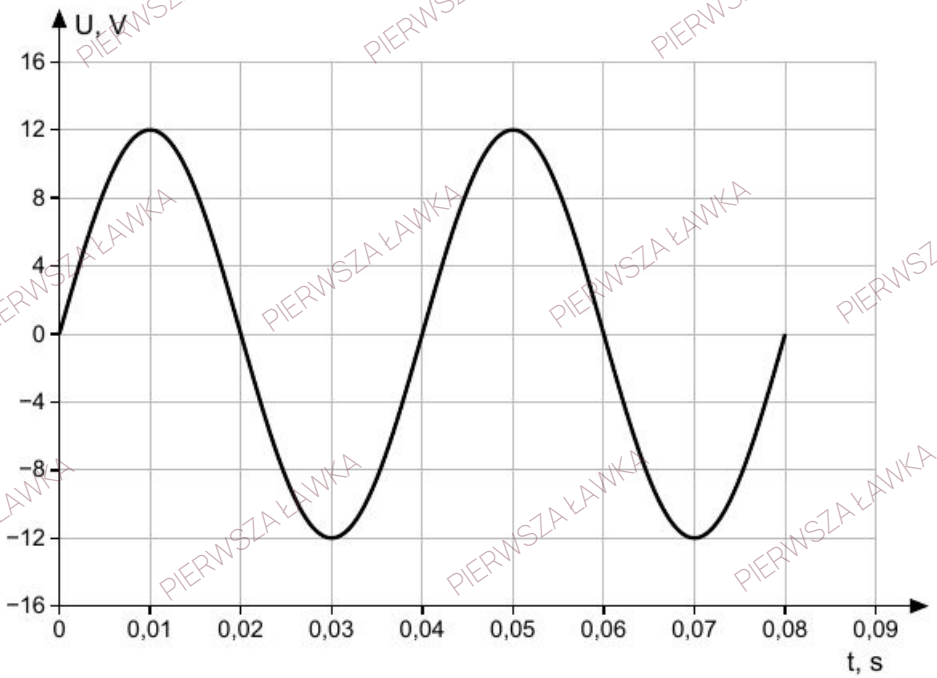
1. silnik elektryczny w wiertarce	a) pole magnetyczne zwojnicy z rdzeniem z żelaza, w której płynie prąd
2. dynamo rowerowe	b) działanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem
3. elektromagnes dźwigu na złomowisku	c) ustawianie się magnesu wzdłuż linii pola magnetycznego Ziemi
4. kompas	d) indukcja elektromagnetyczna przy obracaniu magnesu względem zwojnicy

1 ____ 2 ____ 3 ____ 4 ____

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

Na wykresie przedstawiono zależność napięcia przemiennego od czasu na zaciskach prądnicy. Odczytaj z wykresu napięcie maksymalne i okres, a następnie oblicz częstotliwość tego napięcia. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie



Zadanie 5. (0–3 pkt) ..... / 3

Oceń, czy zdanie jest prawdziwe (P), czy fałszywe (F).

1. Siła, którą pole magnetyczne działa na poruszający się elektron, zwiększa wartość jego prędkości.	**P**	**F**
2. Na proton i elektron poruszające się tak samo w tym samym polu magnetycznym działają siły o przeciwnych zwrotach.	**P**	**F**
3. Zamiana biegunów magnesu w silniku elektrycznym zmienia kierunek obrotu wirnika.	**P**	**F**

PIERWSZA ŁAWKA

Zadanie 6. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Ładowarka zawiera transformator, który obniża napięcie z 230 V do 11,5 V. Uzwojenie pierwotne ma 2000 zwojów. Przyjmij, że transformator jest idealny ($\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$). Uzwojenie wtórne ma



A. 20 zwojów. B. 100 zwojów. C. 400 zwojów. D. 40 000 zwojów.

Zadanie 7. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Zwojnica połączona z galwanometrem leży obok elektromagnesu. Galwanometr NIE wskaże prądu, gdy przez elektromagnes

A. płynie prąd, którego natężenie zwiększamy opornicą.

B. płynie stały prąd o niezmiennym natężeniu.

C. zaczyna płynąć prąd (włączenie).

D. przestaje płynąć prąd (wyłączenie).

Magnetyzm i indukcja elektromagnetyczna – utrwalenie

Zadania łączące wiadomości z całego działu

ZP

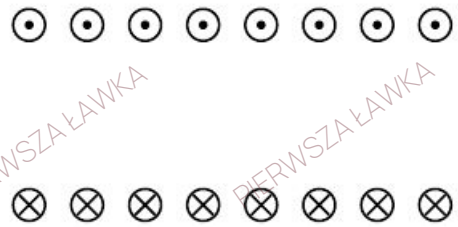
KARTA 3/8

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 11 pkt

Ćwiczenia · 11 pkt

Zadanie 1. (0–3 pkt)

Zwojnicę nawiniętą na żelazny rdzeń podłączono do baterii. Na rysunku przedstawiono przekrój zwojnicy: w górnych przekrojach zwojów prąd płynie przed płaszczyznę rysunku (⊙), w dolnych – za płaszczyznę (⊗). L i P oznaczają końce zwojnicy.



Zadanie 1.1. (0–1 pkt) ..... / 1

Uzupełnij zdanie. Zaznacz właściwe określenie spośród podanych w każdym nawiasie.

Na końcu P zwojnicy powstaje biegun **(N/S)**, a po zmianie biegunów baterii na końcu P powstanie biegun **(N/S)**.

Zadanie 1.2. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Gdy z tej zwojnicy wyjmiemy żelazny rdzeń (prąd bez zmian), pole magnetyczne w pobliżu końca P

A. zmieni zwrot.
B. wyraźnie się wzmocni.
C. wyraźnie osłabnie.
D. zniknie całkowicie.

Zadanie 1.3. (0–1 pkt) ..... / 1

Wyjaśnij, dlaczego elektromagnesy (a nie magnesy trwałe) stosuje się w dźwigach przenoszących złom.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 2. (0–2 pkt) ..... / 2

Rowerzysta włącza lampkę zasilaną z dynama (małej prądnicy z magnesem obracanym przez koło). Opisz przemiany energii w dynamie i wyjaśnij, dlaczego po włączeniu lampki pedałuje się nieco trudniej.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 3. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Elektron wpada w jednorodne pole magnetyczne z prędkością prostopadłą do linii pola. W polu elektron porusza się

A. po łuku okręgu coraz szybciej.

B. po linii prostej ze stałą prędkością.

C. po linii prostej coraz szybciej.

D. po łuku okręgu z prędkością o stałej wartości.

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

Prądnica modelowa w pracowni ma jedną parę biegunów, a jej wirnik wykonuje 1800 obrotów na minutę. Jeden obrót daje jeden okres napięcia. Oblicz częstotliwość i okres napięcia. Okres podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

PIERWSZA ŁAWKA

Magnetyzm i indukcja elektromagnetyczna – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy

Pomiary, wykres, niepewność, tekst i dane

ZP

KARTA 4/8

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 10 pkt

Praca z materiałem źródłowym · 10 pkt

Zadanie 1. (0–4 pkt)

Uczniowie połączyli zwojnicę z czułym galwanometrem (zero na środku skali) i poruszali magnesem sztabkowym. Wyniki zapisali w tabeli (wychylenie w działkach skali, „+” – w prawo, „−” – w lewo).

Próba	Ruch magnesu	Biegun skierowany do zwojnicy	Wychylenie
1	zbliżanie wolne	N	+2
2	zbliżanie szybkie	N	+6
3	magnes nieruchomy w zwojnicy	N	0
4	oddalanie wolne	N	−2
5	zbliżanie wolne	S	?

Zadanie 1.1. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

W próbie 5 wychylenie było najbardziej zbliżone do

A. −6 działek. B. −2 działek. C. 0 działek. D. +2 działek.

Zadanie 1.2. (0–1 pkt) ..... / 1

Wyjaśnij, dlaczego w próbie 3 galwanometr nie wskazał prądu, chociaż magnes był wewnątrz zwojnicy.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 1.3. (0–2 pkt) ..... / 2

Podaj dwa sposoby, którymi uczniowie mogliby zwiększyć wychylenie galwanometru, nie zmieniając sposobu pomiaru.

Miejsce na odpowiedź

PIERWSZA ŁAWKA

CO JESZCZE JEST W ŚRODKU

Magnetyzm i indukcja elektromagnetyczna – kartkówka, sprawdzian i karty pracy z powtórką, fizyka, klasa 3 LO i technikum (zakres podstawowy)

Podgląd pokazał 11 z 35 stron. Pełna wersja: 35 stron A4, PDF do druku i DOCX do edycji.

- Karta 1: Magnetyzm i indukcja elektromagnetyczna – najważniejsze wiadomości – 4 zadania, 8 pkt
- Karta 2: Magnetyzm i indukcja elektromagnetyczna – ćwiczenia podstawowe – 7 zadań, 14 pkt
- Karta 3: Magnetyzm i indukcja elektromagnetyczna – utrwalenie – 6 zadań, 11 pkt
- Karta 4: Magnetyzm i indukcja elektromagnetyczna – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy – 3 zadania, 10 pkt
- Karta 5: Kartkówka: magnetyzm i indukcja – grupa A – 4 zadania, 7 pkt
- Karta 6: Kartkówka: magnetyzm i indukcja – grupa B – 4 zadania, 7 pkt
- Karta 7: Sprawdzian: Magnetyzm i indukcja elektromagnetyczna – grupa A – 10 zadań, 20 pkt
- Karta 8: Sprawdzian: Magnetyzm i indukcja elektromagnetyczna – grupa B – 10 zadań, 20 pkt

Karta 1 przypomina teorię i pokazuje przykłady rozwiązane krok po kroku, dalej ćwiczenia,

Kup pełną wersję – plik od razu na e-mail
pierwszalawka.pl/material/fizyka-liceum-klasa-3-dzial-03-magnetyzm-i-indukcja