ROZDZIAŁ 8

Prąd elektryczny

Fizyka. Zbiór zadań maturalnych temat po temacie. Poziom rozszerzony 2027

W tym rozdziale

Zakres	VIII. Prąd elektryczny (podstawa programowa, zakres rozszerzony)
R. Repetytorium	Prąd, napięcie, opór, moc; Opór przewodnika i jego zależność od temperatury; Prawo Ohma i charakterystyki prądowo-napięciowe; Źródło napięcia: SEM i opór wewnętrzny; Prawa Kirchhoffa, opór zastępczy, mierniki; Praca, ciepło Joule'a-Lenza, dane znamionowe; Dioda półprzewodnikowa; ramki „Na maturze" i „Typowe błędy"
A. Zadania wprowadzające	zadania 1–5 · 19 punktów
B. Zadania maturalne	zadania 6–14 · 43 punkty
C. Zadania trudniejsze	zadania 15–18 · 34 punkty
Razem	18 zadań (55 poleceń, w tym 31 rachunkowych), 96 punktów
Rozwiązania	osobny plik: klucz do zadań zamkniętych, rozwiązania etapowe zadań rachunkowych, przykładowe odpowiedzi i zasady oceniania w układzie CKE (z wymaganiami podstawy programowej przy każdym poleceniu)

Jak pracować z rozdziałem

A	Zadania sprawdzające podstawowe pojęcia, prawa i zależności działu.
B	Zadania w formule egzaminu maturalnego (Formuła 2023): wiązki poleceń do wspólnego opisu sytuacji, rysunku, wykresu albo doświadczenia.
C	Zadania wymagające łączenia wiadomości z kilku działów, wieloetapowych obliczeń, wyprowadzeń i analizy danych pomiarowych.
Obliczenia	Zapisz zastosowane prawa i zależności, obliczenia pośrednie i wynik z jednostką. Stałe fizyczne bierz z broszury CKE albo z treści zadania („Przyjmij, że…").
Pomoce	Jak na maturze: *Wybrane wzory i stałe fizykochemiczne na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki*, linijka, kalkulator naukowy. Symbole przy numerze zadania: – potrzebny kalkulator, – potrzebna linijka.

Opracowanie własne „Pierwsza Ławka". Zakres zgodny z podstawą programową kształcenia ogólnego – fizyka, zakres rozszerzony (Dz.U. 2024 poz. 1019), bez wymagań, z których nie przeprowadza się egzaminu maturalnego, oraz z Informatorem o egzaminie maturalnym z fizyki od roku szkolnego 2024/2025. Zbiór nie jest materiałem Centralnej Komisji Egzaminacyjnej. Typy zadań i zasady oceniania wzorowane na egzaminie maturalnym CKE.

R Repetytorium

Prąd, napięcie, opór, moc

Natężenie prądu $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ (1 A = 1 C/s); **napięcie** między dwoma punktami $U = \frac{W}{q}$ – praca sił pola na przeniesienie ładunku podzielona przez ten ładunek (1 V = 1 J/C); **opór** $R = \frac{U}{I}$ (1 Ω = 1 V/A); **moc** prądu $P = UI$ (1 W = 1 V·A). Kierunek prądu umowny – od + do − na zewnątrz źródła (przeciwnie do ruchu elektronów w metalu).

Przewodnictwo. Metale: elektrony swobodne (ok. jeden na atom), ruch uporządkowany nakłada się na chaotyczny ruch cieplny. Elektrolity (roztwory i stopione sole, kwasy, zasady): jony dodatnie i ujemne poruszające się w przeciwne strony. Gazy: w normalnych warunkach izolatory; przewodzą po zjonizowaniu (płomień, promieniowanie, silne pole – jonizacja zderzeniowa w wyładowaniu jarzeniowym i iskrowym); nośnikami są jony i elektrony.

Opór przewodnika i jego zależność od temperatury

$R = \rho\frac{l}{S}$, ρ – opór właściwy materiału (Ω·m). Dla drutu o średnicy d: $S = \frac{\pi d^2}{4}$. Opór rośnie proporcjonalnie do długości i maleje odwrotnie proporcjonalnie do pola przekroju.

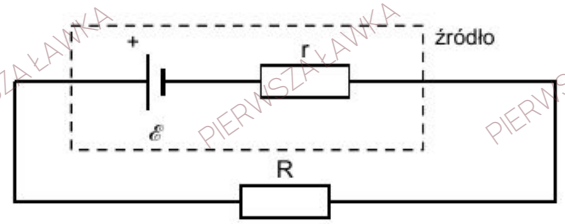
	Metal (np. Cu, Pt, W)	Półprzewodnik (np. Si, Ge, termistor NTC)
Nośniki	elektrony swobodne, ich liczba praktycznie stała	elektrony i dziury; ich liczba silnie rośnie z temperaturą
Wzrost T	silniejsze drgania sieci krystalicznej → częstsze zderzenia → opór rośnie	przybywa nośników → opór maleje (szybko)
Opis przybliżony	$R \approx R_0(1 + \alpha\Delta T)$, $\alpha > 0$	zależność silnie nieliniowa

Prawo Ohma i charakterystyki prądowo-napięciowe

Dla przewodnika w stałej temperaturze $I \sim U$, czyli R = const – charakterystyka $I(U)$ jest odcinkiem prostej przez początek układu, a jej nachylenie to $1/R$. Element nie spełnia prawa Ohma, gdy wykres $I(U)$ jest zakrzywiony: dla żarówki (włókno metalowe nagrzewa się) wykres „ugina się" ku osi napięcia – opór rośnie; dla termistora NTC i diody – ku osi natężenia – opór maleje. Opór w danym punkcie charakterystyki to **iloraz** U/I dla tego punktu (nie nachylenie stycznej).

Źródło napięcia: SEM i opór wewnętrzny

Siła elektromotoryczna $\mathscr{E}$ – praca sił nieelektrostatycznych (chemicznych, magnetycznych) wewnątrz źródła na przeniesienie jednostkowego ładunku; **opór wewnętrzny** r – opór samego źródła. Napięcie na zaciskach: $U = \mathscr{E} - Ir$; prawo Ohma dla obwodu zamkniętego: $I = \frac{\mathscr{E}}{R + r}$.



Bez prądu ($I = 0$) woltomierz idealny pokazuje $\mathcal{E}$; przy zwarciu ($R = 0$) $I_{zw} = \mathcal{E}/r$. Wykres $U(I)$ jest prostą: punkt przecięcia z osią U – $\mathcal{E}$, nachylenie – $-r$. Moc w odbiorniku $P = \dfrac{\mathcal{E}^2 R}{(R+r)^2}$ jest największa dla $R = r$ (wtedy sprawność 50%); sprawność źródła $\eta = \dfrac{U}{\mathcal{E}}$. Podczas ładowania akumulatora prąd płynie w nim od + do –, a $U = \mathcal{E} + Ir$.

Prawa Kirchhoffa, opór zastępczy, mierniki

I prawo: suma natężeń prądów wpływających do węzła równa się sumie natężeń wypływających – ładunek się nie gromadzi w węźle ani nie znika (zasada zachowania ładunku). **II prawo**: w oczku suma SEM = suma spadków napięć $\Sigma\,\mathcal{E} = \Sigma\,IR$ (SEM i spadki ze znakami zależnymi od kierunku obiegu – źródło „pod prąd" odejmujemy). Ogniwa szeregowo zgodnie: SEM i opory wewnętrzne się sumują; jedno ogniwo odwrócone – jego SEM odejmujemy.

	Szeregowo	Równolegle
Wspólne	natężenie I	napięcie U
Sumują się	napięcia: $U = U_1 + U_2$	natężenia: $I = I_1 + I_2$
Opór zastępczy	$R_z = R_1 + R_2 + \ldots$	$\dfrac{1}{R_z} = \dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2} + \ldots$

Amperomierz łączy się szeregowo (opór jak najmniejszy; zakres zwiększa bocznik – opornik połączony równolegle), woltomierz – równolegle (opór jak największy; zakres zwiększa opornik dodatkowy połączony szeregowo).

Praca, ciepło Joule'a-Lenza, dane znamionowe

$P = UI = I^2R = \dfrac{U^2}{R}$; energia $W = Pt$; ciepło Joule'a-Lenza wydzielone w oporniku $Q = I^2Rt$. 1 kWh = $3{,}6 \cdot 10^6$ J. Dane znamionowe (np. 230 V, 1800 W) to napięcie, przy którym urządzenie ma pracować, i moc pobierana przy tym napięciu; z nich $R = U_n^2/P_n$, $I_n = P_n/U_n$. Przy innym napięciu (i niezmienionym oporze) $P = P_n(U/U_n)^2$. Odbiorniki połączone szeregowo: większa moc wydziela się w oporniku o **większym** oporze ($P = I^2R$); równolegle – w oporniku o **mniejszym** oporze ($P = U^2/R$).

Dioda półprzewodnikowa

Dioda przewodzi prąd praktycznie tylko w jednym kierunku (kierunek przewodzenia – zgodnie ze „strzałką" symbolu); w kierunku zaporowym płynie znikomy prąd. Charakterystyka diody jest silnie nieliniowa: w kierunku przewodzenia prąd zaczyna szybko rosnąć po przekroczeniu napięcia progowego (dla diody krzemowej ok. 0,6–0,7 V, dla diod świecących – ok. 1,8–3,3 V zależnie od barwy). **Prostownik** jednopołówkowy (jedna dioda) przepuszcza tylko jedną połówkę napięcia przemiennego; mostek z czterech diod daje prąd jednego kierunku w obu połówkach okresu. **Dioda świecąca (LED)** zamienia energię elektryczną bezpośrednio na światło; zasila się ją przez opornik ograniczający natężenie prądu: $R = \dfrac{U_{zas} - U_{LED}}{I}$.

Na maturze

W zadaniach z obwodów CKE zwykle: • podaje schemat i każe „ocenić prawdziwość stwierdzeń" o natężeniach, napięciach i mocach – uzasadniaj prawami Kirchhoffa i $P = U^2/R$ albo $P = I^2R$, nie intuicją; • w poleceniach „Oblicz …" wymaga zapisania praw (Ohma dla obwodu, Kirchhoffa,

oporu zastępczego) i wyniku z jednostką, często „z dokładnością do dwóch / trzech cyfr znaczących"; • w zadaniach doświadczalnych każe narysować wykres z punktów pomiarowych z niepewnościami, dopasować prostą i z jej nachylenia lub punktu przecięcia z osią odczytać wielkość (np. $\mathscr{E}$ i r); • w poleceniu „Wyznacz … w zależności tylko od …" w końcowym wzorze mogą wystąpić wyłącznie wymienione wielkości – sprawdź to przed oddaniem; • w zadaniach o diodzie wymaga określenia kierunku przewodzenia ze schematu i przebiegu napięcia na odbiorniku.

Typowe błędy

Tak traci się punkty	Tak jest dobrze	Dlaczego
Do wzoru $R = \rho l/S$ wstawiono średnicę drutu (albo πd^2) zamiast pola przekroju.	Najpierw $S = \pi d^2/4 = \pi r^2$, dopiero potem $l = RS/\rho$.	Pomyłka zmienia wynik kilka razy lub o rzędy wielkości; CKE opisało ją przy obliczaniu długości włókna żarówki.
„Po dołączeniu kolejnej gałęzi moc wydzielana na oporniku dołączonym wprost do źródła się zmieni, bo zmienił się prąd w obwodzie".	Jeśli napięcie na oporniku jest stale równe napięciu źródła (idealnego), to $P = U^2/R$ nie zmienia się.	Do analizy wybiera się wzór na moc z wielkościami, które w danej sytuacji są stałe – tu U i R.
Błędny odczyt wartości z wykresu (pomylona podziałka osi, odczyt z niewłaściwego miejsca krzywej).	Wartości odczytuje się z podziałki obu osi; w razie wątpliwości sprawdza się odczyt, podstawiając go do wzoru.	Dane podane na wykresie sprawiają zdającym duże trudności (sprawozdanie CKE 2023, wnioski, zad. 8.2) – błąd odczytu przenosi się na cały wynik.
Wynik z sześcioma cyframi z kalkulatora albo zaokrąglony do jednej cyfry, gdy polecenie wymaga dwóch–trzech cyfr znaczących.	Wynik zaokrągla się do liczby cyfr znaczących podanej w poleceniu (albo wynikającej z danych) i podaje z jednostką.	Za niezastosowanie się do polecenia o dokładności traci się punkt mimo poprawnej metody.
Napięcie podane w eV albo w „eV/C" (pomylenie jednostki energii z jednostką napięcia).	Napięcie wyraża się w woltach: 1 V = 1 J/C; eV to jednostka energii.	Mylenie jednostek jest traktowane jako błąd merytoryczny, nie usterka zapisu.
W poleceniu „Wykaż, że …" korzysta się z tezy jako założenia (np. przyjmuje się $R = r$, żeby wykazać, że moc jest wtedy największa).	Rozumowanie zaczyna się od praw (Ohma dla obwodu, $P = I^2R$) i danych, a teza ma być wnioskiem.	Wykorzystanie tezy do jej dowodu jest błędem logicznym, który CKE wskazuje w sprawozdaniu 2023 (zad. 7.2).

A Zadania wprowadzające

Zadanie 1. (0–4)

Prąd elektryczny może płynąć w metalach, w elektrolitach i w zjonizowanych gazach. W każdym przypadku nośniki ładunku są inne.

Zadanie 1.1. (0–1)

Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń. Wybierz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	W przewodzie miedzianym podłączonym do źródła napięcia stałego elektrony swobodne przemieszczają się od końca o wyższym potencjale do końca o niższym potencjale.	**P**	**F**
2.	W wodnym roztworze siarczanu(VI) miedzi(II) przepływ prądu polega na ruchu jonów dodatnich i jonów ujemnych w przeciwnych kierunkach.	**P**	**F**

Zadanie 1.2. (0–1)

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

W lampie neonowej gaz między elektrodami zaczyna przewodzić prąd po przekroczeniu pewnego napięcia, ponieważ wtedy

A. elektrody emitują jony dodatnie, które jako jedyne przewodzą prąd w gazie.

B. rozpędzone w polu elektrycznym elektrony i jony jonizują przy zderzeniach kolejne atomy gazu.

C. liczba swobodnych elektronów w neonie rośnie, bo napięcie rozrywa wiązania metaliczne.

D. pole elektryczne zmniejsza opór właściwy neonu, a liczba nośników ładunku się nie zmienia.

Zadanie 1.3. (0–2)

Ładowarka telefonu dostarcza do akumulatora prąd o stałym natężeniu 2,4 A przez 25 min. Oblicz liczbę elektronów, które w tym czasie przepłynęły przez przekrój przewodu ładowarki. Wynik podaj z dokładnością do trzech cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Obliczenia

Zadanie 2. (0–3)

Element grzejny suszarki do grzybów ma być wykonany z drutu nichromowego o średnicy $d = 0{,}35$ mm i mieć opór $R = 48\ \Omega$. Opór właściwy nichromu w temperaturze pracy grzałki wynosi $\rho = 1{,}10 \cdot 10^{-6}\ \Omega \cdot m$.

Zadanie 2.1. (0–2)

Oblicz długość drutu potrzebnego do wykonania elementu grzejnego. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Obliczenia

Zadanie 2.2. (0–1)

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Kawałek takiego drutu przeciągnięto przez oczko ciągadła tak, że jego długość wzrosła dwukrotnie, a objętość się nie zmieniła. Opór tego kawałka drutu

A. nie zmienił się.

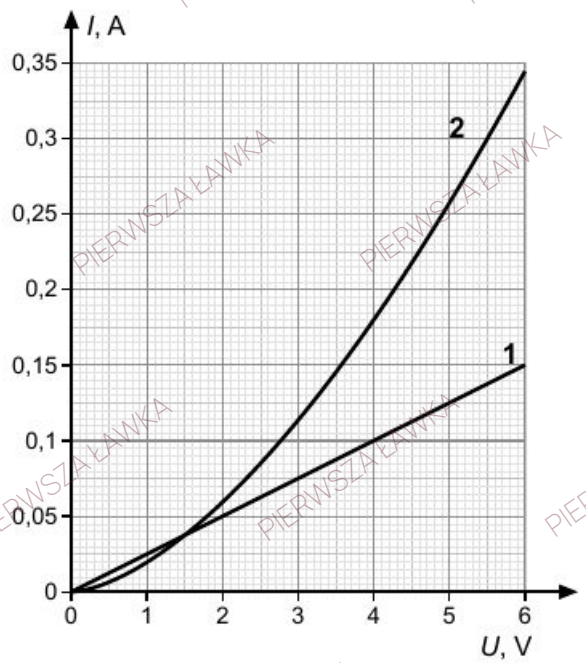
B. wzrósł 8 razy.

C. wzrósł 4 razy.

D. wzrósł 2 razy.

Zadanie 3. (0–4)

Na wykresie przedstawiono zależność natężenia prądu I od napięcia U dla dwóch elementów obwodu oznaczonych 1 i 2, zmierzoną w stałej temperaturze otoczenia.



Zadanie 3.1. (0–1)

Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń. Wybierz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Element 2 spełnia prawo Ohma w całym przedstawionym zakresie napięć.	**P**	**F**
2.	Opór elementu 2 przy napięciu 2 V jest większy niż przy napięciu 5 V.	**P**	**F**

Zadanie 3.2. (0–1)

Oblicz opór elementu 2 przy napięciu 4,0 V. Zapisz obliczenia.

Obliczenia

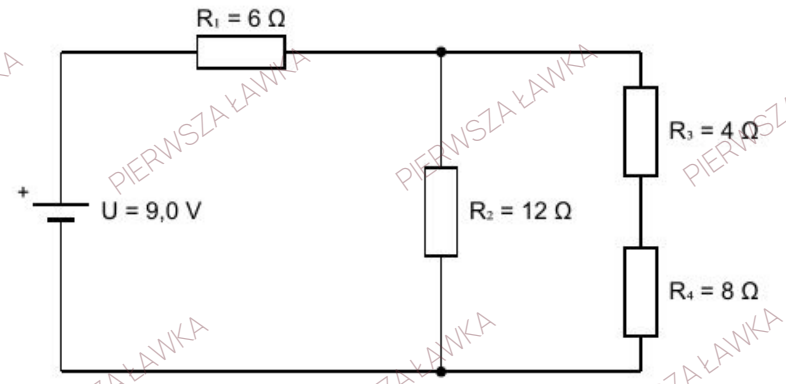
Zadanie 3.3. (0–2)

Elementy 1 i 2 połączono szeregowo i dołączono do źródła napięcia o pomijalnym oporze wewnętrznym. Natężenie prądu w obwodzie wynosiło 0,10 A. Oblicz napięcie źródła. Zapisz obliczenia.

Obliczenia

Zadanie 4. (0–3)

Na schemacie przedstawiono układ czterech oporników dołączony do źródła o napięciu $U = 9{,}0$ V i pomijalnym oporze wewnętrznym. Opór przewodów jest pomijalny.



Zadanie 11.2. (0–1)

Uzupełnij tabelę – oblicz opór żarówki dla napięć 0,5 V, 2,0 V i 3,5 V. Wyniki podaj z dokładnością do 0,1 Ω.

U, V	0,5	2,0	3,5
R, Ω			

Zadanie 11.3. (0–2)

Wyjaśnij, dlaczego żarówka nie spełnia prawa Ohma, i opisz, jak wygląda kształt jej charakterystyki $I(U)$ w porównaniu z charakterystyką opornika.

.....

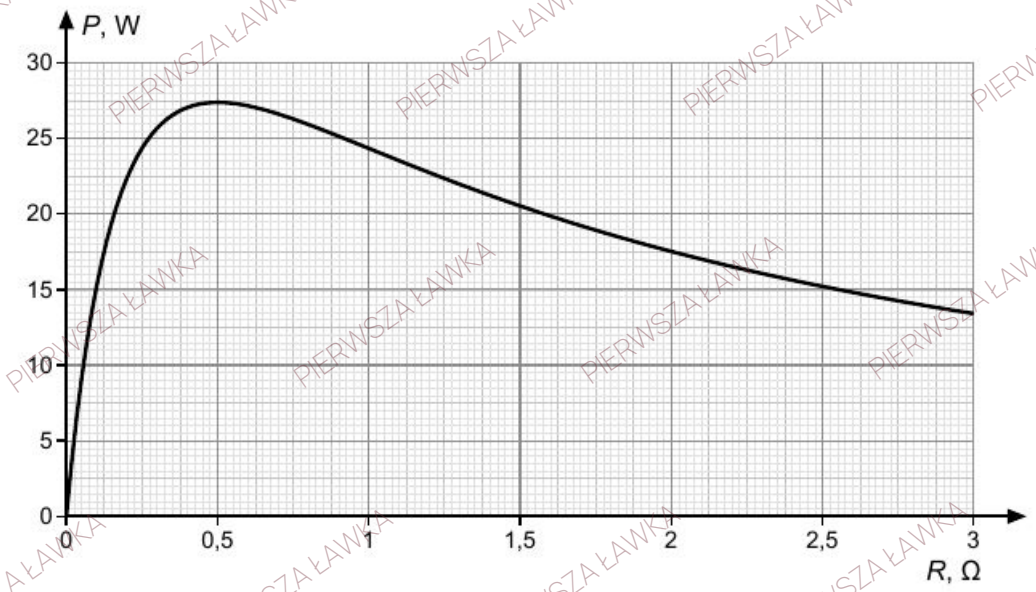
.....

.....

.....

Zadanie 12. (0–4)

Akumulator modelarski o sile elektromotorycznej $\mathscr{E}$ i oporze wewnętrznym r zasila opornik o regulowanym oporze R. Na wykresie przedstawiono zależność mocy P wydzielanej w oporniku od jego oporu R. Opór przewodów jest pomijalny.



CO JESZCZE JEST W ŚRODKU

Matura 2027 z fizyki (poziom rozszerzony) – zbiór zadań, rozdział 8: Prąd elektryczny – repetytorium, zadania i zasady oceniania

Podgląd pokazał 8 z 26 stron. Pełna wersja: 26 stron A4, PDF do druku.

- Zadania (26 stron): repetytorium działu (Prąd, napięcie, opór, moc, Opór przewodnika i jego zależność od temperatury, Prawo Ohma i charakterystyki prądowo-napięciowe, Źródło napięc
- Rozwiązania (23 strony): klucz do zadań zamkniętych, rozwiązania zadań rachunkowych krok po kroku, przykładowe odpowiedzi do zadań otwartych i zasady oceniania w układzie CKE – za

Kup pełną wersję – plik od razu na e-mail
pierwszalawka.pl/material/fizyka-matura-zbior-zadan-rozdzial-08-prad-elektryczny