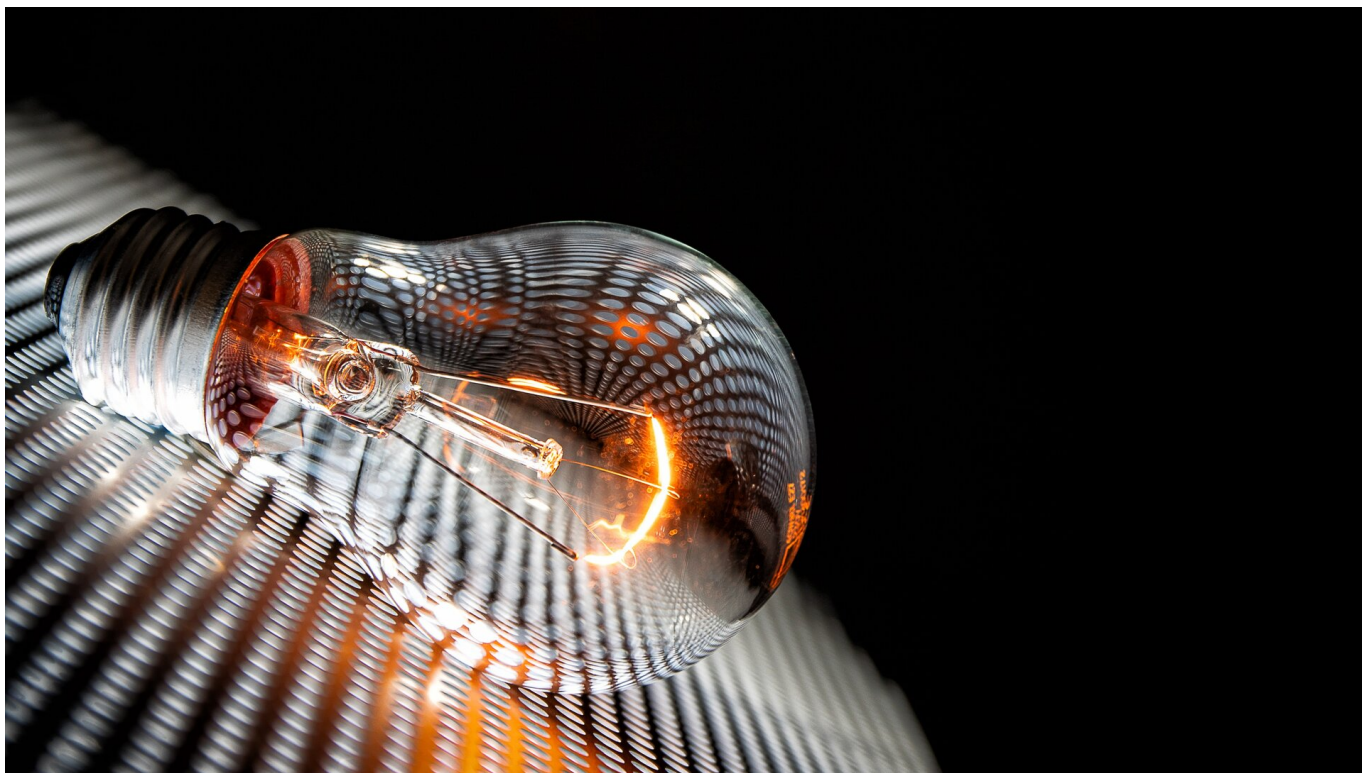




Badanie charakterystyki prądowo-napięciowej żarówek

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Symulacja interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Badanie charakterystyki prądowo-napięciowej żarówek

Źródło: dostępny w internecie: <https://pixabay.com/pl/photos/%c5%bcar%c3%b3wka-o%c5%9bwietlenie-lekki-energia-4297600/> [dostęp 14.07.2022].

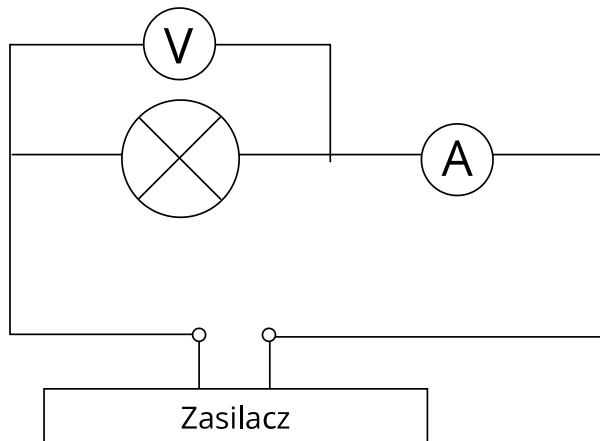
Czy to nie ciekawe?

Jeśli zmieniasz napięcie podłączone do żarówki, zmienia się także natężenie płynącego przez nią prądu. Ciekawe, jak: rośnie, czy maleje? Czy ta zależność jest liniowa, czy nie? Na te i inne pytania odpowiesz sobie badając charakterystykę prądowo-napięciową żarówki w sposób przedstawiony w tym e-materiale.

Twoje cele

- opiszesz zasady doświadczalnego badania charakterystyki prądowo-napięciowej żarówki,
- opiszesz zasady zaznaczania niepewności pomiarowych napięcia elektrycznego i natężenia prądu na charakterystyce,
- przeanalizujesz i zinterpretujesz symulowane wyniki doświadczalnie,
- zastosujesz zdobytą wiedzę do rozwiązywania zadań pojęciowych i rachunkowych.

Charakterystyka prądowo-napięciowa elementu obwodu to zależność natężenia prądu płynącego przez ten element od napięcia przyłożonego do jego końców. Metody doświadczalnego wyznaczania takich charakterystyk opisano w e-materiale „Jak doświadczalnie wyznaczyć charakterystykę prądowo-napięciową elementu obwodu?”. Zwykle przedstawia się je w formie wykresów zależności natężenia prądu od napięcia $I(U)$. Więcej na temat sposobów graficznego przedstawiania i opisywania charakterystyk możesz dowiedzieć się z e-materiału „Prezentacja graficzna charakterystyki prądowo-napięciowej”.



Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Żarówka musi być „tradycyjna”, czyli zawierająca żarnik w formie cienkiego drucika zamknięty w szklanej bańce (przykłady na Rys. 2.). Inne rodzaje żarówek (LED, halogenowe, neonowe itp.) nie nadają się do wykonania naszego doświadczenia.

Radzimy posłużyć się żarówkami przeznaczonymi do zasilania niskimi napięciami (3 V, 6 V, 7 V, 9 V), używanymi w starszych typach latarek lub jako kontrolki w samochodach. Żarówki żarnikowe o napięciu znamionowym 230 V zostały wycofane ze sprzedaży, a używanie mniejszego napięcia niż sieciowe będzie bezpieczniejsze.



Rys. 2. Fotografia przykładowych żarówek żarnikowych o niskim napięciu znamionowym

Źródło: dostępny w internecie: https://www.freepik.com/premium-photo/small-old-light-bulbs-three-lamps-white_4942450.htm [dostęp 14.07.2022].

W zależności od wybranej żarówki, musisz odpowiednio dobrać zasilacz oraz zakresy mierników pomiarowych. Obwód będziesz zasilać napięciem stałym, zmieniającym się od zera do wartości napięcia znamionowego żarówki lub przekraczającej je o nie więcej niż 10%.

Układ pomiarowy kompletowany

Jeżeli będziesz używać mierników tradycyjnych (wskazówkowych lub jedynie wyświetlających cyfrowo wyniki), musisz zmieniać wartość podawanego napięcia, zapisywać wskazania mierników, a następnie sporządzić wykres uzyskanych danych pomiarowych. Trudno z góry przewidzieć, ile razy musisz to powtórzyć. Jeśli punkty pomiarowe będą się układały wzdłuż prostej, wystarczy ich kilka lub kilkanaście, by charakterystyka była poprawna. Jeśli jednak zauważysz odchylenie od zależności

proporcjonalnej w pewnym zakresie, pomiarów musisz wykonać więcej, by odkryć charakter zależności.

Wykonując wykres, czyli prowadząc linię przez uzyskane punkty pomiarowe, trzeba uwzględnić niepewności pomiarowe, wynikające z dokładności mierników. Jeżeli używasz urządzenia analogowego, odczytaj z tarczy klasę miernika, a następnie zastosuj wzór:

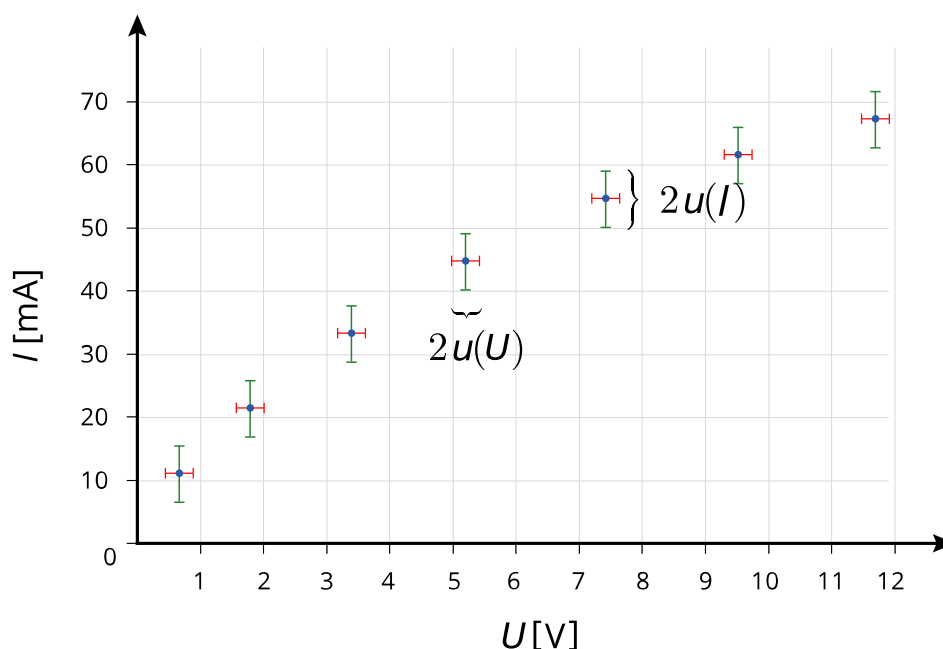
$$\text{Dokładność} = \frac{\text{Klasa} \cdot \text{Zakres}}{100} \quad (1)$$

Jeżeli używasz mierników cyfrowych, odczytaj dokładność z tabliczki znamionowej lub instrukcji obsługi.

Dokładność, czyli niepewność pomiarową graniczną oznacza się ΔU (dla napięcia) oraz ΔI (dla natężenia prądu). Na ich podstawie wyznacza się niepewność standardową tych wielkości za pomocą ogólnego wyrażenia:

$$u(U) = \frac{\Delta U}{\sqrt{3}} \quad \text{oraz} \quad u(I) = \frac{\Delta I}{\sqrt{3}}$$

Niepewności standardowe zaznacza się na wykresie tak, jak pokazano to na Rys. 3.



Rys. 3. Nanoszenie niepewności pomiarowych na wykresie za pomocą odcinków niepewności o długości równej podwojonej wartości niepewności.

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Zintegrowane układy pomiarowe

Jeżeli będziesz używać współczesnych cyfrowych systemów pomiarowych, przeznaczanych do celów dydaktycznych (np. pokazanego na Rys. 4. systemu PASCO lub innych), Twoja rola ograniczy się do zmieniania w sposób ciągły napięcia zasilania i interpretacji wyników. System sam zapamięta wyniki i sporządzi żądany przez Ciebie wykres.



Rys. 4. Układ pomiarowy zbudowany z wykorzystaniem cyfrowych bezprzewodowych mierników napięcia i natężenia prądu oraz sterowanego komputerem (również bezprzewodowo) źródła napięcia stałego bądź zmiennego.

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Po zbudowaniu obwodu musisz w programie obsługującym czujniki wybrać wielkości fizyczne odkładane na osiach: napięcie na poziomej, a natężenie prądu na pionowej. Po kliknięciu START, zmieniaj napięcie zasilania tak, by pokryć cały zakres pomiarowy, od 0 V do napięcia znamionowego żarówki. Jeżeli zajmie Ci to 10 sekund, a częstotliwość odczytu danych wynosi 20 Hz (20 odczytów na sekundę), to uzyskasz 200 punktów pomiarowych. Możesz zdecydować, czy na wykresie program połączy je linią, czy zaznaczy w formie oddzielnych punktów.

Dokładność pomiaru obu wielkości fizycznych (napięcia i natężenia prądu) odczytasz z tabliczki znamionowej urządzeń lub instrukcji obsługi.

Żarówka nie jest liniowym elementem obwodu

Bez względu na użytą metodę pomiarową, otrzymany przez Ciebie wykres charakterystyki prądowo-napięciowej żarówki prawdopodobnie nie będzie linią prostą. Gdyby tak było, żarówka spełniałaby prawo Ohma, z którym możesz zapoznać się w e-materiale „Jaką zależność opisuje prawo Ohma?”. Jeśli chcesz poznać przyczynę odstępstwa, przeczytaj e-materiał „Badanie jak zmienia się opór elektryczny przewodu wykonanego z metalu w zależności od temperatury”. Zasada działania użytej przez nas żarówki polega na rozgrzaniu jej żarnika do tak wysokiej temperatury, by uzyskać efekt emisji promieniowania świetlnego.

Słowniczek

Klasa miernika

(*ang.: accuracy class*) – największe możliwe odstępstwo wyniku pomiaru miernika od wartości rzeczywistej, określane jako niedokładność procentowa w stosunku do pełnego zakresu pomiarowego.

Niepewność pomiarowa graniczna

(*ang.: maximum measurement uncertainty*) niepewność pomiaru wykonanego jednokrotnie, wynikająca z konstrukcyjnych cech przyrządu pomiarowego i związanej z nimi skończonej dokładności. Cechę tę określa producent przyrządu. Oznaczana symbolem Δ . Niepewność graniczną zwano dawniej maksymalną.

Niepewność pomiarowa standardowa

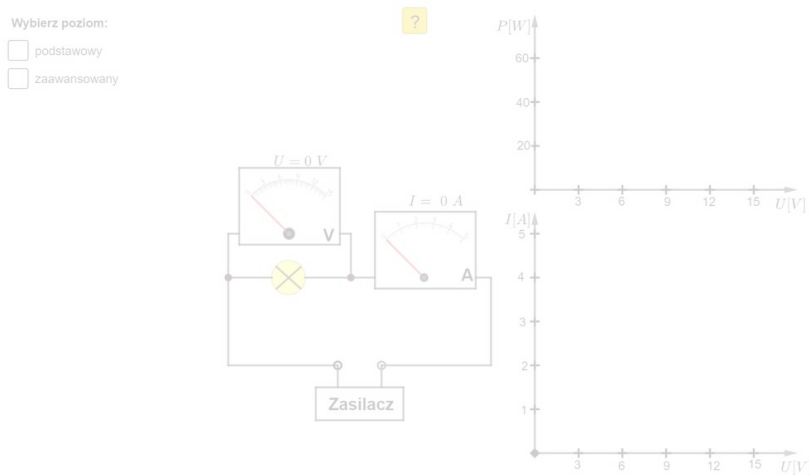
(*ang.: uncertainty of measurement*) zwana również niepewnością standardową – niepewność pomiaru wielkości fizycznej, oznaczana symbolem u , związana z rozrzutem wyników, które można uzyskać w serii niezależnych pomiarów, dokonanych w powtarzalnych warunkach. W przypadku pomiarów bezpośrednich mamy dwa rodzaje niepewności standardowych: niepewność typu A (wyznaczoną w oparciu o statystyczne metody opracowania wyników) i niepewność typu

B (wyznaczoną w oparciu o naukowy osąd badacza wykonującego pomiary i biorącego pod uwagę dostępne informacje nt. rozdzielczości przyrządów pomiarowych, wyniki poprzednich pomiarów itd.).

Symulacja interaktywna

Badanie charakterystyki prądowo-napięciowej żarówek

Symulacja interaktywna pozwala wyznaczyć charakterystyki prądowo-napięciowe trzech rodzajów żarówek samochodowych (światła drogowe, mijania i stopu) oraz wykresy mocy tych żarówek w funkcji napięcia. Zapoznaj się z symulacją, a następnie wykonaj polecenia.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DpSnExU0w>

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Polecenie 1

Uruchom symulację na poziomie podstawowym. Porównaj wykresy $I(U)$ i $P(U)$ dla różnych rodzajów żarówek samochodowych. Spróbuj wyjaśnić obserwowane różnice w wykresach w oparciu o przeznaczenie tych żarówek.

Polecenie 2

Uruchom symulację na poziomie zaawansowanym. Porównaj wykresy $I(U)$ i $P(U)$ żarówek samochodowych z wykresami wzorcowego opornika (linia przerywana). Opornik wzorcowy jest opornikiem liniowym, którego opór jest równy oporowi żarówki, gdy jest ona zasilana napięciem znamionowym (12 V) i pobiera swoją moc znamionową.

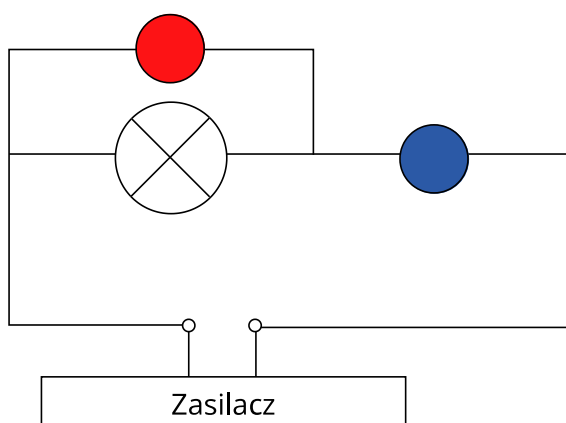
Zwróć uwagę na wykres zależności oporu każdej żarówki od napięcia.

Opisz a) podobieństwa, b) różnice w obserwowanych wykresach. W przypadku b) wskaż wpływ zmian oporu na te różnice.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Jakich mierników użyjesz do doświadczalnego wyznaczenia charakterystyki prądowo-napięciowej żarówki o mocy 3 W i napięciu znamionowym 24 V?

Odpowiedź:

czerwony –

niebieski –

amperomierz (zakres 0-50 A)

miliwoltomierz (zakres 0-250 mV)

watomierz (zakres 0-10 W)

miliamperomierz (zakres 0-1000 mA)

miliamperomierz (zakres 0-250 mA)

woltomierz (zakres 1-50 V)

Ćwiczenie 2

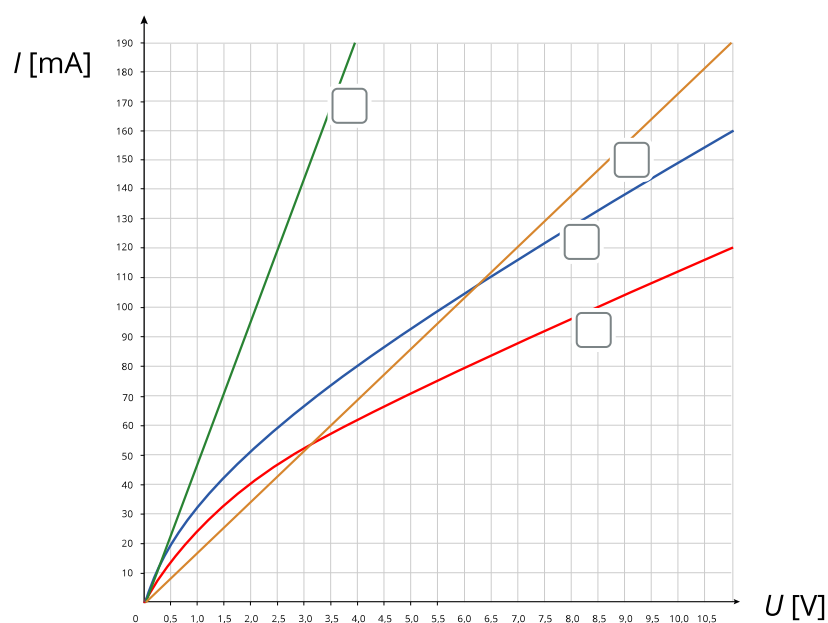


Uczniowie wyznaczyli charakterystykę prądowo-napięciową żarówki i otrzymali dane zgromadzone w tabeli.

U [V]	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
I [mA]	0,0	40,0	60,6	77,3	91,9	105,1	117,2	128,6	139,3	149,7

Otwórz obiekt multimedialny i wskaż wykres, który odpowiada tym danym.

Wskaż wykres, który odpowiada danym z tabeli?



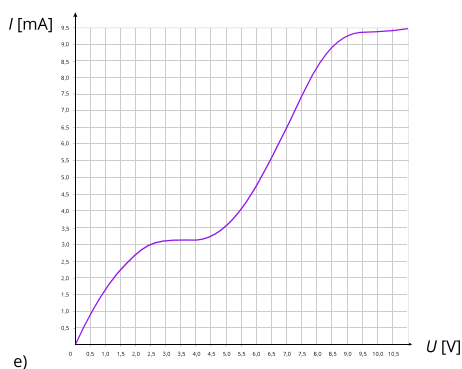
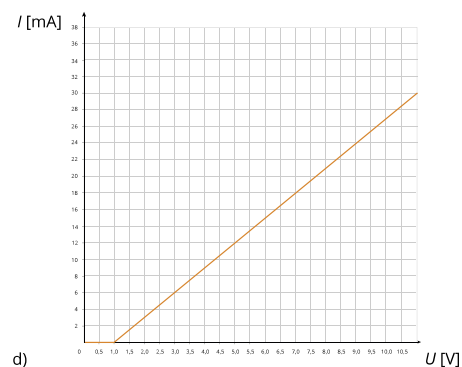
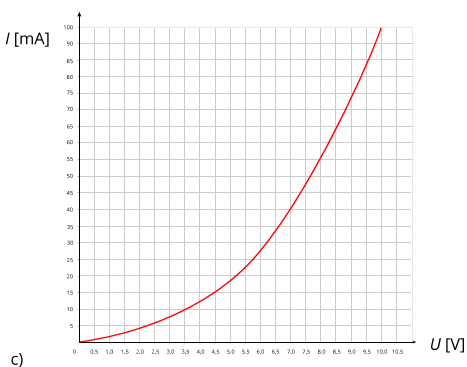
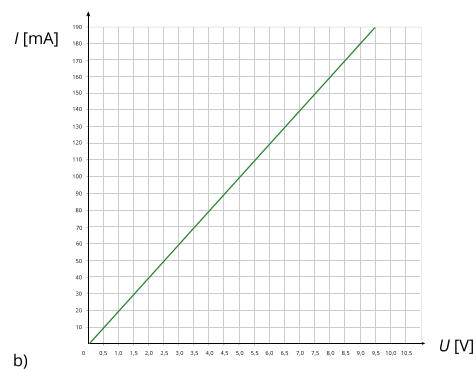
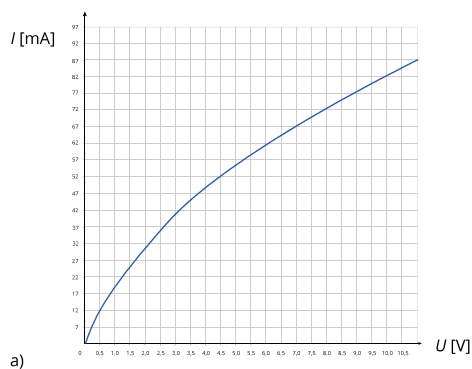
Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

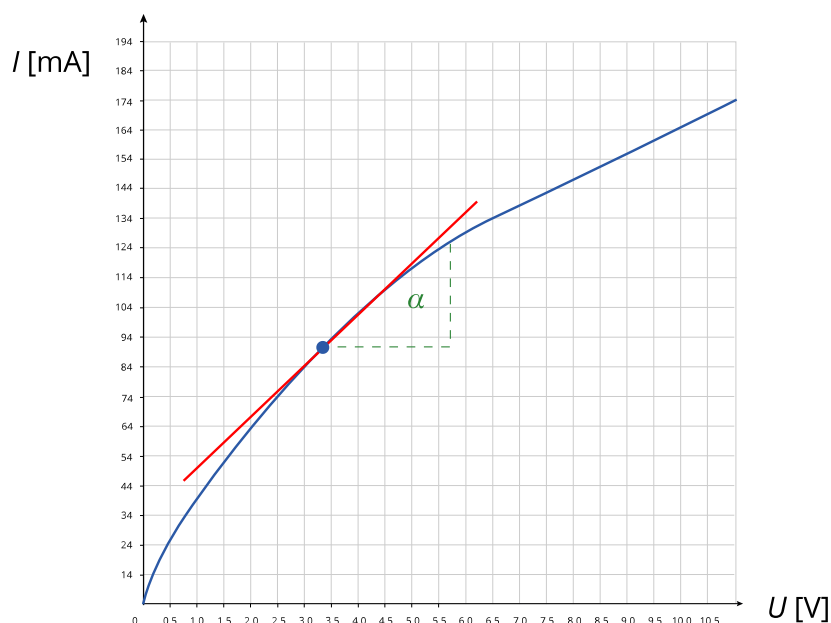
Ćwiczenie 3



Na podstawie poniższych charakterystyk prądowo-napięciowych wskaż element, który spełnia prawo Ohma. Jeśli potrzebujesz, zajrzyj do e-materiału „Jaką zależność opisuje prawo Ohma?”



Ćwiczenie 4



Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Jaką wielkość fizyczną X można wyznaczyć jako nachylenie przedstawionej charakterystyki prądowo-napięciowej żarówki (na rysunku – tangens kąta α)?

Ułóż wzór przeciągając kafelki z jednostkami, liczbami lub wielkościami na właściwe miejsce, aby wyznaczyć tę wielkość i jej jednostkę.

Odpowiedź: $X =$ / , $[X] =$ /

Kafelki z jednostkami i liczbami:

Ćwiczenie 5



Jaka jest przyczyna tego, że charakterystyka prądowo-napięciowa żarówki nie jest liniowa, czyli żarówka nie spełnia prawa Ohma? Porównaj swoją odpowiedź z naszą propozycją.

Ćwiczenie 6



Ułóż podane elementy w zestawy odpowiadających sobie wartości, zawierające: klasę miernika, zakres pomiarowy i dokładność pomiaru.

Klasa	0,5	1	2,5
Zakres			
Dokładność ΔU			

±0,5 V

25 V

10 V

±0,3 V

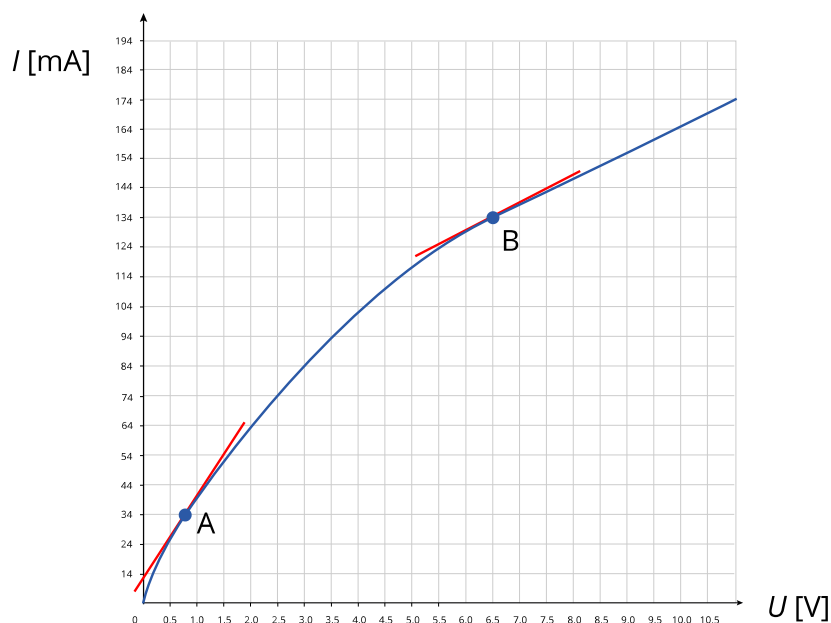
±0,2 V

50 V

Ćwiczenie 7



Oszacuj opór elektryczny żarówki w punktach zaznaczonych na wykresie, a następnie wskaż, które z zaproponowanych odpowiedzi są prawidłowe.



Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Punkt A:

☐ 24 Ω

☐ 40 Ω

Punkt B:

☐ 49 Ω

☐ 100 Ω

Ćwiczenie 8



Opór żarówki o mocy 60 W i napięciu znamionowym 230 V, zmierzony omomierzem wykorzystującym małe natężenie prądu (taki prąd nie rozgrzeje włókna żarówki) wyniósł 441 Ω . O ile procent w stosunku do tej wartości wzrośnie opór elektryczny żarówki podczas jej pracy w warunkach znamionowych?

Odpowiedź: $p =$ %

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Tomasz Sobiepan
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Sporządzanie charakterystyki prądowo-napięciowej żarówki
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony

**Podstawa
programowa:**

Cele kształcenia – wymagania ogólne

II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.

III. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji lub doświadczeń oraz wnioskowanie na podstawie ich wyników.

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:

4) przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem;

6) tworzy teksty, tabele, diagramy lub wykresy, rysunki schematyczne lub blokowe dla zilustrowania zjawisk bądź problemu; właściwie skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi;

7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu;

przedstawia te informacje w różnych postaciach;

10) przeprowadza wybrane obserwacje, pomiary i doświadczenia korzystając z ich opisów; planuje i modyfikuje ich przebieg; formułuje hipotezę i prezentuje kroki niezbędne do jej weryfikacji;

12) przestrzega zasad bezpieczeństwa podczas wykonywania obserwacji, pomiarów i doświadczeń;

15) posługuje się pojęciem niepewności pomiaru wielkości prostych i złożonych; zapisuje wynik pomiaru wraz z jego jednostką oraz z uwzględnieniem informacji o niepewności; uwzględnia niepewności przy sporządzaniu wykresów;

16) przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub z danych.

VIII. Prąd elektryczny. Uczeń:

16) doświadczalnie:

d) bada charakterystykę prądowo-napięciową żarówki.

Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.: • kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, • kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, • kompetencje cyfrowe, • kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.
Cele operacyjne:	Uczeń: 1. omówi, jak doświadczalnie wykonać charakterystykę prądowo-napięciową żarówki; 2. zastosuje metody wyznaczania niepewności pomiarowych w doświadczeniach dotyczących prądu elektrycznego; 3. przeanalizuje i zinterpretuje wyniki uzyskane doświadczalnie; 4. zastosuje zdobytą wiedzę do rozwiązywania zadań pojęciowych i rachunkowych.
Strategie nauczania	strategia eksperymentalno-obserwacyjna
Metody nauczania	doświadczalna, wykład z elementami rozwiązywania problemów, rozwiązywanie zadań
Formy zajęć:	praca w parach, praca w grupach
Środki dydaktyczne:	symulacja interaktywna, zestaw zadań, zestaw przyrządów doświadczalnych (np.: modułowy obwód prądu PASCO, zasilacz)
Materiały pomocnicze:	e-materiał: „Badanie charakterystyki prądowo-napięciowej żarówek”

PRZEBIEG LEKCJI

Faza wprowadzająca:

Zaciekawienie uczniów wg części „Czy to nie ciekawe?”

Uzgodnienie z uczniami celów do osiągnięcia na lekcji.

Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów i nawiązanie do tej wiedzy: dokonywanie pomiarów woltomierzem i amperomierzem.

Faza realizacyjna:

Nauczyciel omawia warunki BHP oraz dzieli klasę na grupy. Zadanie polega na wyznaczeniu charakterystyki prądowo-napięciowej żarówki.

Uczniowie pracują samodzielnie w grupach, planując doświadczenie, wykonując je i interpretując wyniki. Jeśli używają prądu sieciowego, przed włączeniem zasilania muszą uzyskać zgodę nauczyciela. Uczniowie mogą korzystać według uznania z dowolnych materiałów pomocniczych, w tym z e-materiału. Nauczyciel pełni rolę doradcy, obserwuje pracę uczniów i, w razie potrzeby, udziela wskazówek i odpowiedzi.

Pod koniec lekcji nauczyciel prosi grupy o przedstawienie wyników oraz prowadzi krótką dyskusję prowadzącą do ustalenia przyczyny odstępstwa od prawa Ohma.

Uczniowie rozpoczynają w parach rozwiązywanie zadań nr 5 – 8.

Faza podsumowująca:

Nauczyciel podsumowuje pracę uczniów zwracając uwagę na proces rozwiązywania problemów podczas wykonywania doświadczenia oraz kwestię dokładności pomiarów.

Uczniowie odnoszą się do postawionych sobie celów lekcji, ustalają które osiągnęli a które wymagają jeszcze pracy, jakiej i kiedy. W razie potrzeby nauczyciel dostarcza im informację zwrotną kształtującą.

Praca domowa:

Uczniowie utrwalają wiedzę i umiejętności zdobyte w czasie lekcji przez rozwiązanie w domu zadań nr 1 – 4.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium	Symulacja interaktywna może zostać również wykorzystana przy powtórzeniu materiału dotyczącego prądu elektrycznego, prawa Ohma, zależności oporu od temperatury.
---	--