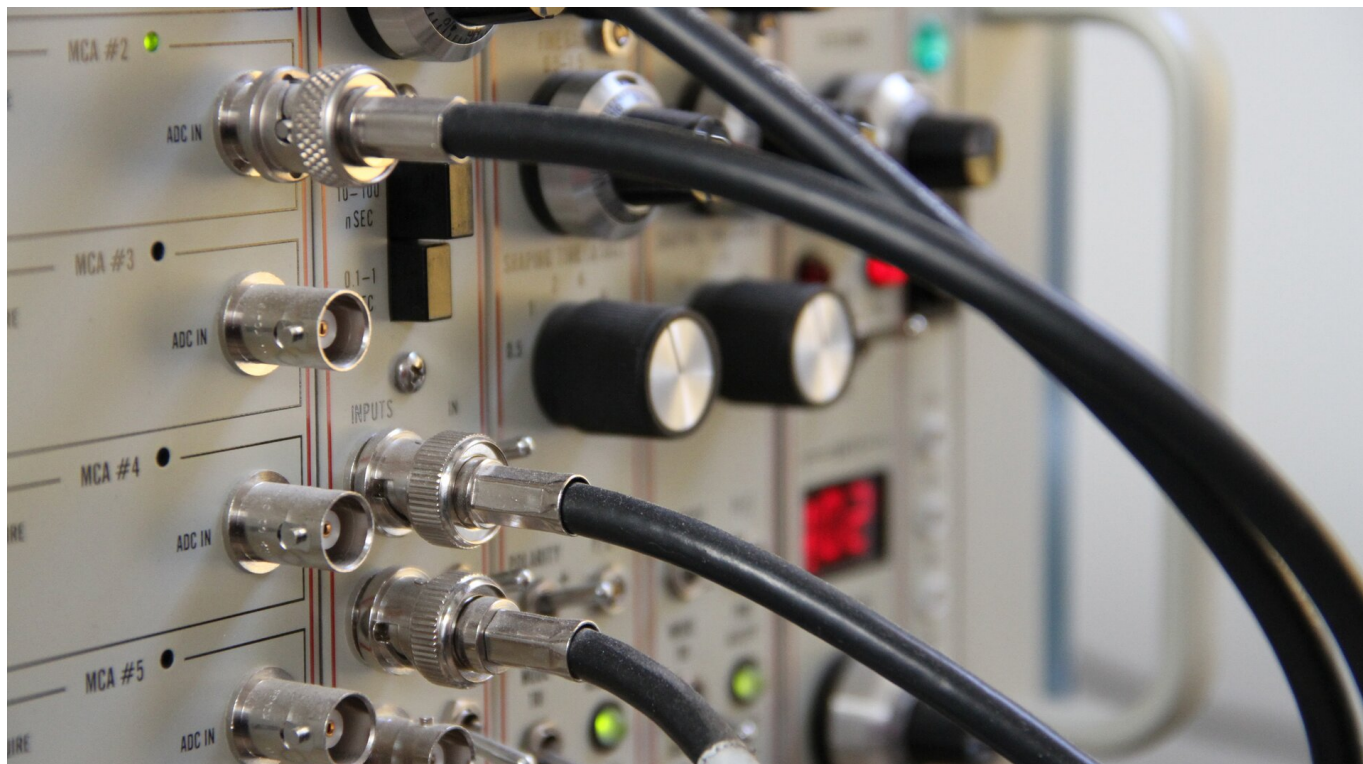




Jak prawidłowo konstruować wykresy?

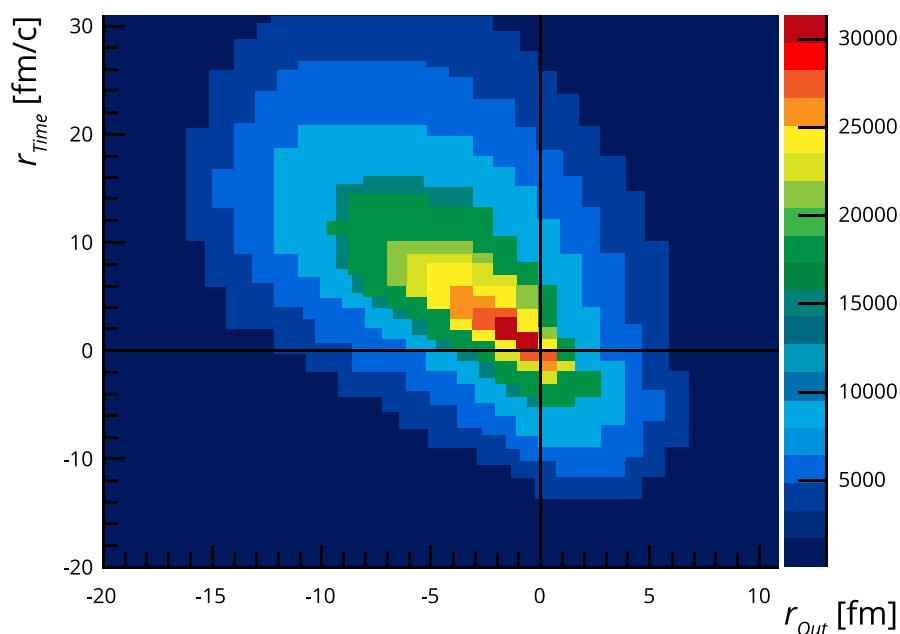
- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Grafika interaktywna \(schemat\)](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Jak prawidłowo konstruować wykresy?

Czy to nie ciekawe?

Przyjrzyj się zamieszczonemu poniżej rysunkowi (Rys. a.). Chociaż rysunek ten przypomina geograficzną mapę przedstawiającą ukształtowanie terenu (ponad i pod powierzchnią wody) w pobliżu jakiejś wulkanicznej wyspy, to jego prawdziwy przekaz jest zupełnie inny. Rysunek ten przedstawia trójwymiarowy wykres, prezentujący wyniki jednego z największych na świecie eksperymentów fizycznych – eksperymentu STAR, realizowanego w Brookhaven National Laboratory w USA, z udziałem grupy z Wydziału Fizyki Politechniki Warszawskiej.



Rys. a. Wykres pochodzący z oryginalnej publikacji naukowej z dziedziny fizyki cząstek elementarnych. Wykres ten zostanie omówiony w dalszej części tego materiału.

W tym materiale pokażę Ci, że wykresy to bardzo ważne i uniwersalne narzędzia pracy fizyka, które spełniają o wiele więcej funkcji niż tylko prezentacja wyników pomiarów. Jednakże, aby wykres był użyteczny, musi spełniać pewne warunki. Jakie to warunki? Dowiesz się z tego materiału.

Twoje cele

Dzięki lekturze tego tekstu:

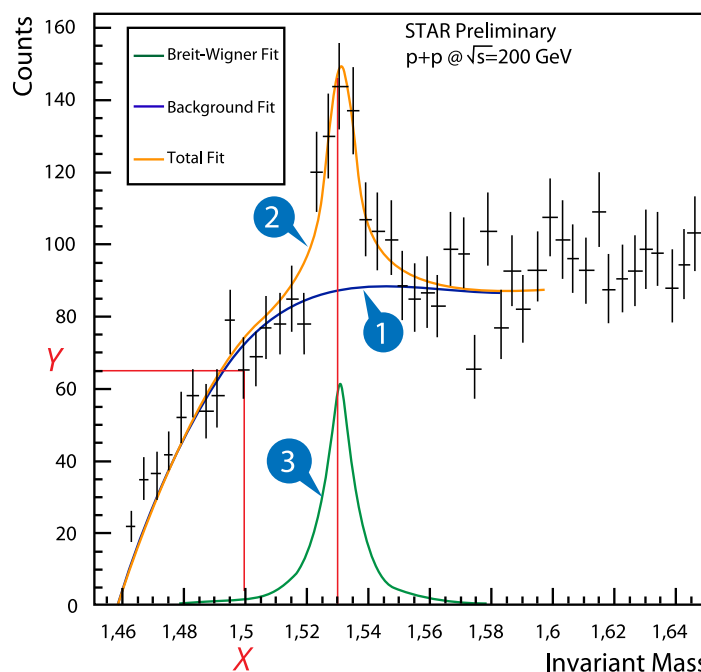
- poznasz różne rodzaje wykresów i dowiesz się, jakie informacje mogą one zawierać,
- dowiesz się, jakie elementy powinny znaleźć się na każdym wykresie,
- wyjaśnisz, w jaki sposób należy rozmieszczać informacje na wykresie, aby były czytelne,
- przeanalizujesz szereg wykresów i ocenisz ich przydatność.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Przykłady wykresów z publikacji naukowych z dziedziny fizyki

Przyjrzyj się [wykresowi](#) umieszczonemu na Rys. 1. Nie przejmuj się, że są na nim umieszczone nieznane Ci nazwy i symbole. Nie o nie teraz chodzi, ale o to, jak skonstruowany jest ten wykres.



Rys. 1. Przykładowy wykres pochodzący z pewnej publikacji naukowej, zawierający wyniki pomiarów i dopasowane do nich krzywe.

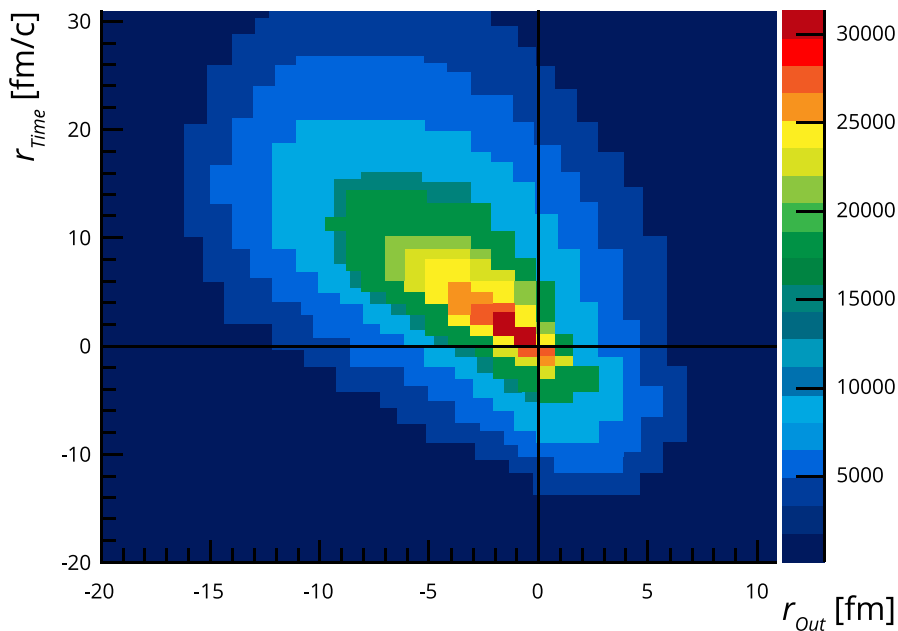
Na tym wykresie punkty pomiarowe zostały przedstawione w [kartezjańskim \(prostokątnym\) układzie współrzędnych](#). Odpowiadająca jednemu z punktów pomiarowych i zaznaczona na pionowej osi tego wykresu współrzędna $Y = 65$ mówi o tym, ile razy wynik pomiaru miał wartość $X = 1,50$. Na zamieszczonym wykresie widać na przykład, że najwięcej pomiarów miało wartości około 1,53.

Na omawianym wykresie zostały też umieszczone trzy krzywe. Krzywa nr 1 jakby nie zauważa, że w pobliżu wartości $X=1,53$ jest maksimum, a krzywa nr 2, w pobliżu tej wartości odciętej, podąża za punktami pomiarowymi. Krzywa nr 3, w dolnej części wykresu, jest rezultatem odejmowania krzywej nr 1 od krzywej nr 2.

Po co to wszystko? Uchyłam tylko rąbka tajemnicy. Na osi odciętych, czyli poziomej, jest odłożona masa poszukiwanej przez nas cząstki w umownych jednostkach, a krzywa nr

2 pokazuje, że rzeczywiście widzimy ją jako maksimum w wynikach pomiarów. Wyłania się ona jednak na tle, które pokazuje krzywa nr 1. To, co zostało po odjęciu tła, to faktyczny wkład poszukiwanej cząstki do liczby wszystkich wykonanych pomiarów. Zarówno wysokość maksimum pod krzywą nr 3, jak i jego szerokość, to bardzo ważne informacje z punktu widzenia ich treści fizycznej, ale o tym nie będziemy tutaj mówić.

A teraz przyjrzyj się wykresowi trójwymiarowemu, przedstawionemu na Rys. 2. Jest to ten sam wykres, który został umieszczony w części „Czy to nie ciekawe?” tego materiału.



Rys. 2. Trójwymiarowy wykres, na którym oś w kierunku czytelnika zastąpiono poprzez zastosowanie kolorów.

Ten typ wykresu nazywa się „wykresem konturowym”. U jego podstaw również leży prostokątny układ współrzędnych, z tym że skala trzeciej osi (która jest skierowana w stronę obserwatora, czyli w Twoją stronę), jest tu reprezentowana przez kolor. Na tym wykresie kolor punktu umieszczonego na płaszczyźnie, czyli mającego zadane wartości w kierunku osi poziomej i pionowej, mówi o tym, ile razy wynik pomiaru miał wartości podane na tychże osiach.

Wykres pokazany na Rys. 2. przypomina wyspę ze wzniesieniem, której szczyt występuje w okolicach początku układu współrzędnych, czyli w pobliżu zerowych wartości osi poziomej i pionowej. Zbocza „wyspy” opadają gwałtownie w kierunku dodatnich wartości na osi poziomej i ujemnych wartości na osi pionowej oraz łagodnie w stronę przeciwną. Liczby punktów pomiarowych w każdym kwadraciku o danym kolorze pokazane są na skali kolorów. Widać wyraźną zależność (korelację) pomiędzy wartościami punktów pomiarowych na osi poziomej i pionowej. Punkty pomiarowe układają się w kierunku rosnących w stronę ujemną wartości na osi poziomej i rosnących w stronę dodatnią wartości na osi pionowej.

Uchylając znów rąbka tajemnicy powiem, że wykres ten (Rys. 2.) przedstawia czasowo-przestrzenne korelacje w procesie emisji cząstek w zderzeniach jądrowych.

Pokazałem Ci dwa przykłady wykresów z aktualnie prowadzonych prac w dziedzinie fizyki, bo takich prawdopodobnie nie będziesz mieć okazji zobaczyć w szkole. O tym zaś, jak konstruuje się wykresy, z którymi spotkasz się w praktyce szkolnej, opowiem w dalszej części tego materiału.

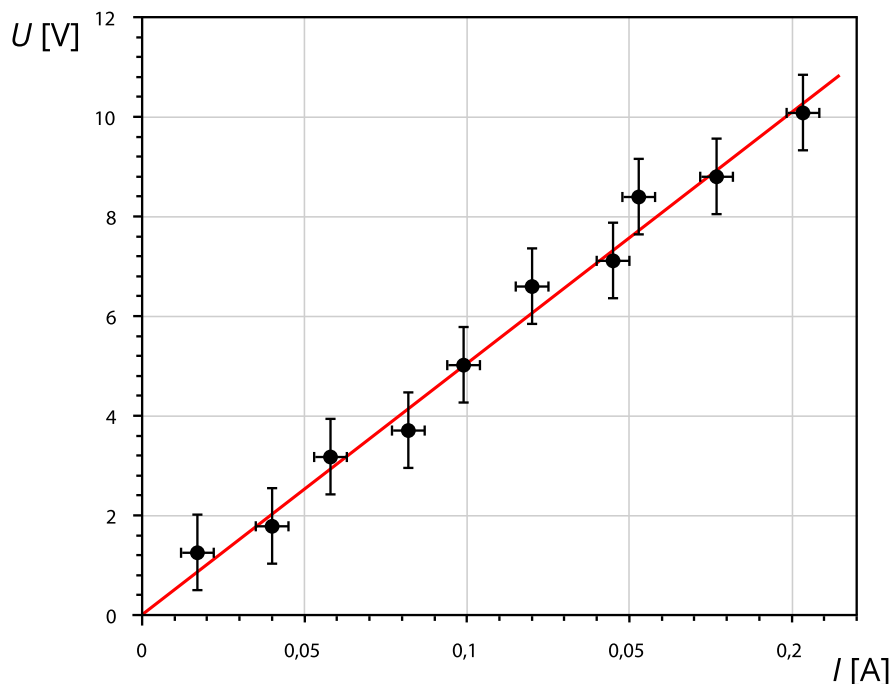
Jak prawidłowo konstruować wykresy?

Wykres stanowi graficzną prezentację zależności pomiędzy interesującym nas wielkościami np. napięciem elektrycznym i natężeniem prądu w obwodzie, przebytą drogą i czasem jazdy, zmianą temperatury i czasem stygnięcia wody w naczyniu itd. Danymi do sporządzenia wykresu są zwykle wyniki pomiarów, które mają określony zakres zmienności np. czas rozpoczęcia i zakończenia jazdy, początkowa i końcowa temperatura wody itd.

Badane zależności mają na ogół charakter ciągły, a punkty pomiarowe odzwierciedlają to dla wybranych wartości, które były przedmiotem pomiaru. Często charakter tych zależności jest znany i znane są równania, które je określają (np. $U = R \cdot I$ lub $s = \frac{a \cdot t^2}{2}$). Wtedy możliwe jest wyznaczenie wartości parametrów występujących w tych równaniach w oparciu o wyniki pomiarów. Jest to bardzo wartościowa informacja i często właśnie to jest celem pomiarów i konstrukcji wykresu.

W praktyce szkolnej często mamy do czynienia z zależnościami liniowymi postaci: $y = a \cdot x + b$. Przykładem takiej zależności jest prawo Ohma: $U = R \cdot I$, gdzie $y \equiv U$, $x \equiv I$, $a \equiv R$, zaś $b = 0$. Także zależności nieliniowe można przekształcić tak, by sprowadzić je do zależności liniowych. Takie postępowanie nazywa się linearyzacją. Na przykład zależność położenia ciała od czasu w spadku swobodnym, czyli: $h = \frac{gt^2}{2} + h_0$, można zlinearyzować (czasem spotyka się termin „wyprostować”), przypisując: $y \equiv h$, $x \equiv t^2$, $a \equiv \frac{g}{2}$ oraz $b \equiv h_0$.

Teraz pokażemy przykładowy, prawidłowo skonstruowany wykres zależności pomiędzy napięciem elektrycznym i natężeniem prądu w obwodzie elektrycznym. Taki wykres można np. wykorzystać do wyznaczenia wartości oporu elektrycznego. W tym celu do przedstawionych na wykresie punktów pomiarowych należy dopasować prostą - opór będzie wtedy równy współczynnikowi kierunkowemu dopasowanej prostej. O metodach dopasowywania prostych do punktów pomiarowych nie będziemy jednak tutaj mówić, bo zagadnieniu temu jest poświęcony odrębny materiał pt. *Jak dopasować prostą do wyników pomiarów?* W tym materiale omówimy za to elementy, które powinien posiadać prawidłowo skonstruowany wykres, np. taki jak ten pokazany na Rys. 3.



Rys. 3. Wykres zależności spadku napięcia na przewodniku U od natężenia przepływającego prądu I . (Szczegółowy opis rysunku umieszczono w tekście.)

Wykres sporządzamy zwykle w układzie współrzędnych prostokątnych, przestrzegając przy tym następujących zasad:

1. Na osi pionowej odkładamy te wartości, które odpowiadają wartościom odkładanym na osi poziomej. Na Rys. 3. tymi wartościami są napięcie - U (oś pionowa) i natężenie prądu - I (oś pozioma).
2. **Skale na obu osiach** dobieramy tak, by obejmowały wartości wszystkich punktów pomiarowych, przy czym powierzchnia wykresu powinna mieć kształt zbliżony do kwadratu i może być obramowana.
3. **Początek układu współrzędnych** dobieramy tak, aby wartości najmniejsze w naszych danych znajdowały się w pobliżu początku osi układu. Nie oznacza to jednak, że współrzędne początku układu muszą mieć wartości równe zeru, choć na wykresie przedstawionym na Rys. 3. tak właśnie jest.
4. Zaznaczamy i opisujemy **działki skali na osiach** układu współrzędnych. Jednostki oznaczanych działek dobieramy tak, by łatwo można było odczytać współrzędne nanoszonych na wykres punktów pomiarowych.
5. **Podpis osi powinien zawierać** nazwę odkładanej wielkości lub jej symbol oraz wymiar odkładanej jednostki miary. Na Rys. 3. podpisy osi mają postać: I [A] oraz U [V], ale dozwolone są również inne oznaczenia osi np.: I , A oraz U , V. Czasem dla wygody pisanie działek np. jako liczb naturalnych z niewielkiego zakresu dzieli się wszystkie dane przez odpowiednią (pod)wielokrotność jednostki. To też trzeba oddać przy opisie osi, np. zamiast I [mA] można napisać $I/10^3$ A i na osi odkładać „bezwymiarowe natężenie prądu” - rzeczywiste, podzielone przez 1 miliamper.

6. **Oznaczenia punktów pomiarowych** muszą być wyraźnie widoczne, dlatego sugerowane jest, by w tym celu wybierać figury geometryczne (kółka, krzyżyki, trójkąty itp.).
7. Jeśli na jednym wykresie chcemy umieścić **kilka serii danych**, to punkty każdej z nich powinny być oznaczone innym symbolem i/lub kolorem. W takiej sytuacji punkty pomiarowe powinny być podpisane albo opisane odpowiednią legendą. Ta sama zasada odnosi się do krzywych teoretycznych (zob. Rys. 1.).
8. **Niepewności związane z punktami pomiarowymi** nanosimy w postaci odcinków pionowych i/lub poziomych o długościach odpowiadających podwójnym zakresom niepewności standardowych (zob. Rys. 3.). Bywa, że niepewności w różnych kierunkach są różne. Wtedy długości odcinków oznaczających niepewności w różnych kierunkach nie są jednakowe (zob. materiał pt. *Przedstawianie niepewności pomiarowych w formie graficznej*). Nie można zamiast odcinków niepewności rysować tzw. „prostokątów niepewności” (zwanych też „prostokątami błędów”), ponieważ ich interpretacja nie jest jasna.
9. **Jeśli punkty pomiarowe układają się na linii prostej**, jak na Rys. 3., wtedy można do nich dopasować prostą. Więcej informacji o tym, w jaki sposób można taką prostą dopasować, znajdziesz w materiale pt. *Jak dopasować prostą do wyników pomiarów?* Tutaj powiemy tylko, że możesz w tym celu skorzystać z przezroczystej linijki, aby widzieć punkty nad i pod prostą. Najlepsze dopasowanie uzyskasz wtedy, gdy w przybliżeniu suma odległości od prostej punktów leżących nad nią i pod nią będzie najmniejsza.
10. **Jeśli punkty nie układają się na linii prostej**, wykreślamy ciągłą krzywą, bez nagłych załamań (nie musi ona przebiegać dokładnie przez wszystkie punkty pomiarowe, bo są one obarczone niepewnościami).
11. **Nie wolno łączyć punktów pomiarowych linią łamaną.**

Słowniczek

wykres

(ang.: *chart* lub *graph*) graficzna forma przedstawienia zależności pomiędzy badanymi wielkościami. Zależności te mogą być określone wynikami pomiarów, mogą być też wyrażone w postaci wzoru wyrażającego zależność funkcyjną. Najczęściej wykresy konstruowane są w dwóch wymiarach, tj. na płaszczyźnie, chociaż stosowane są także wykresy trójwymiarowe. W celu skonstruowania wykresu badaną zależność wyraża się w określonym układzie współrzędnych. Na osiach układu współrzędnych odkłada się skalę (liczbową) wartości zmiennych przyporządkowanych do poszczególnych osi i dobranych tak, by można było zaznaczyć położenia wszystkich punktów pomiarowych.

układ współrzędnych

(ang.: *coordinate system*) konstrukcja graficzna umożliwiaющая przypisanie każdemu punktowi na płaszczyźnie lub w przestrzeni układu liczb określających jednoznacznie jego położenie. Ten układ liczb nazywamy współrzędnymi punktu. Najbardziej popularny jest układ współrzędnych kartezjańskich (prostokątnych) (ang.: *cartesian coordinate system*) na płaszczyźnie, określony przez dwie proste wzajemnie prostopadłe, przecinające się w punkcie zwanym początkiem układu współrzędnych. Proste te nazywa się osiami układu współrzędnych. Położenie punktu w takim układzie określają dwie liczby (x, y) . Oś poziomą nazywa się też osią odciętych, a pionową – osią rzędnych. Układ współrzędnych przestrzennych (trójwymiarowy) ma trzy wzajemnie prostopadłe osie współrzędnych, a położenie punktu w tym układzie określają trzy liczby (x, y, z) . Popularne są też tzw. krzywoliniowe układy współrzędnych, np. biegunowych, walcowych czy sferycznych.

Grafika interaktywna (schemat)

Jak prawidłowo konstruować wykresy?

Istotą fizyki jest eksperyment i jego teoretyczna interpretacja.

Dla fizyka sporządzanie wykresów (odręcznych lub za pomocą komputera) stanowi ważną umiejętność, ponieważ na wykresach łatwo jest porównywać wyniki doświadczeń (np. w postaci punktów pomiarowych) z ich teoretyczną interpretacją czy przewidywaniami teorii.

Na zamieszczonej poniżej grafice interaktywnej podsumowaliśmy najważniejsze elementy poprawnie wykonanych wykresów i najważniejsze zasady, o których warto pamiętać podczas ich sporządzania.

Polecenie 1

Dane pomiarowe umieszczone na wykresie z grafiki interaktywnej pochodzą z doświadczenia, które możecie wykonać na lekcjach fizyki. Zastanów się, co to za doświadczenie. Czym różnią się od siebie obydwie serie pomiarowe?

Polecenie 2

Przyjrzyj się wykresowi przedstawionemu na grafice interaktywnej, który przedstawia dwie serie pomiarów wysokości ciała wyrzuconego pionowo do góry w funkcji czasu. Zaznacz, które z poniższych stwierdzeń odnoszących się do tych serii są prawdziwe?

☐

Seria I odnosi się do ciała, którego początkowa prędkość była większa od początkowej prędkości ciała, któremu przypisano serię II.

☐

Seria I odnosi się do ciała, którego początkowa prędkość była mniejsza od początkowej prędkości ciała, któremu przypisano serię II.

☐

Seria I odnosi się do ciała, którego początkowa wysokość była mniejsza niż ciała reprezentowanego przez serię II.

☐

Seria I odnosi się do ciała, którego początkowa wysokość była większa niż ciała reprezentowanego przez serię II.

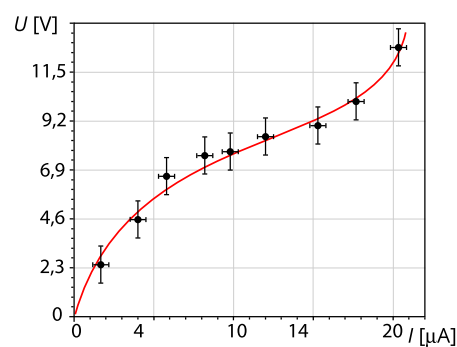
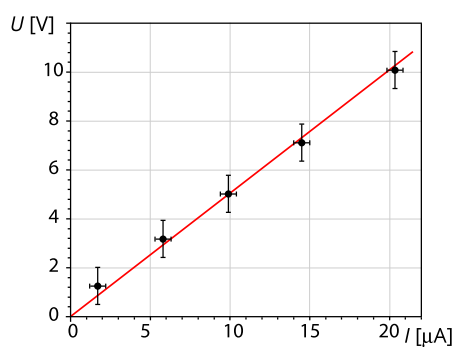
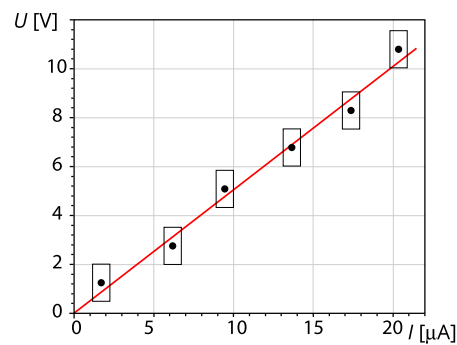
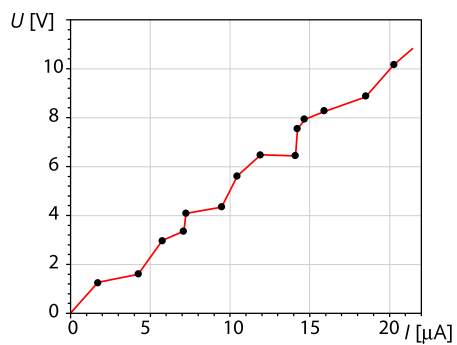
Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz, który z zamieszczonych wykresów został sporządzony poprawnie.



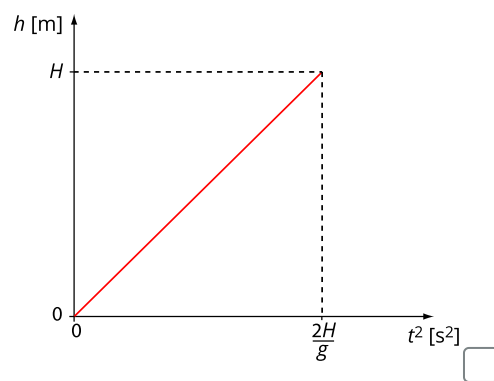
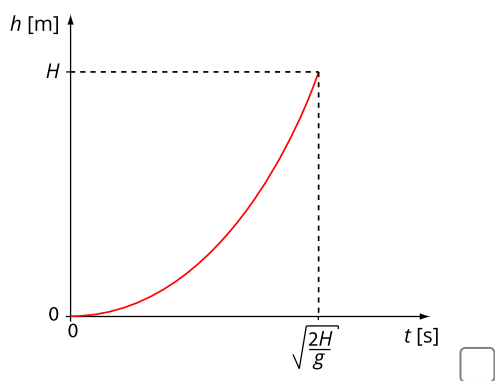
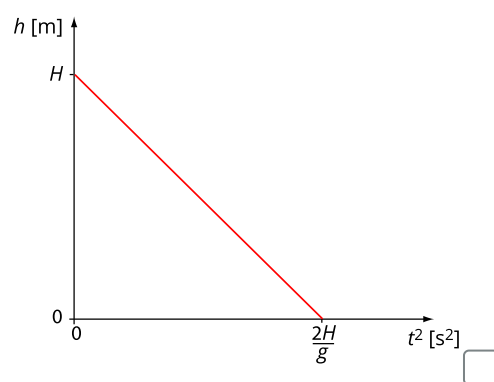
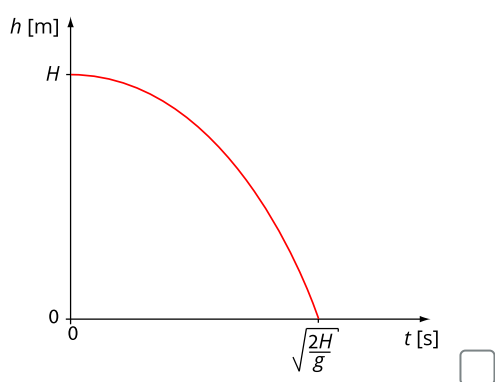
Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



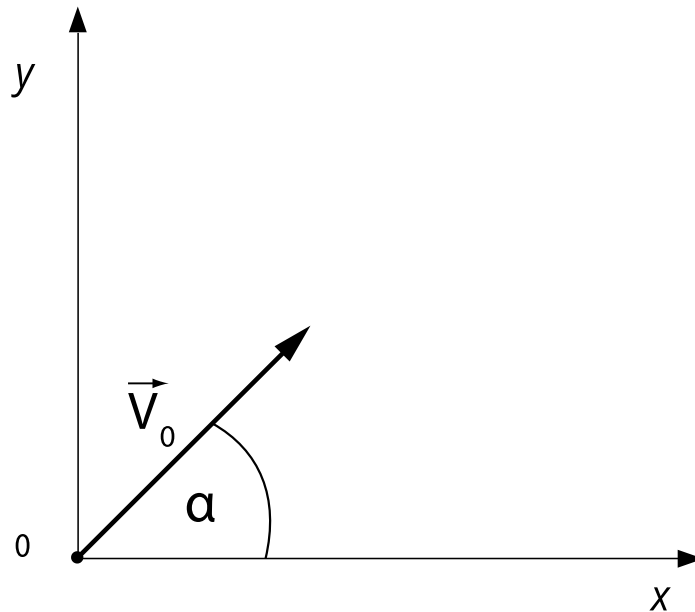
Zaznacz, które z poniższych wykresów w poprawny sposób ilustrują zależność wysokości ciała od czasu w spadku swobodnym z wysokości H .



Ćwiczenie 4

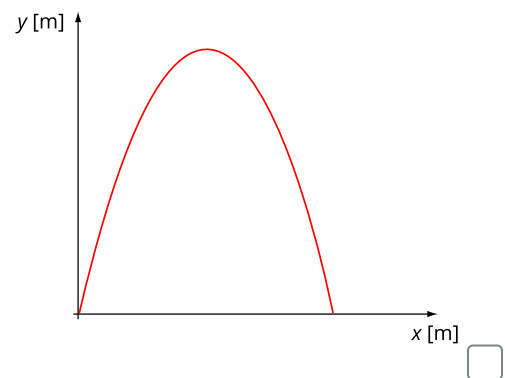
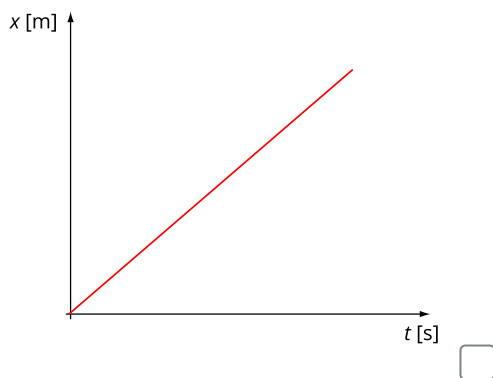


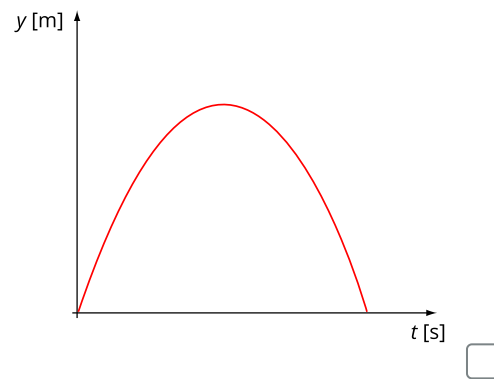
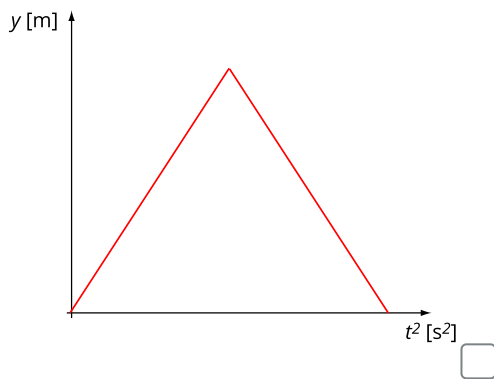
Rzut ukośny jest ruchem, w którym ciało ma pewną prędkość początkową $\vec{v}_0$ skierowaną pod kątem α do poziomu i porusza się z przyspieszeniem ziemskim $\vec{g}$, skierowanym prostopadle do powierzchni Ziemi (zob. rysunek poniżej).



Więcej informacji o rzucie ukośnym znajdziesz w materiałach pt. *Analiza rzutu ukośnego i Równanie toru ruchu w rzucie ukośnym*.

Zaznacz, które z poniższych wykresów w poprawny, schematyczny sposób ilustrują zależności: $x(t)$, $y(t)$ oraz $y(x)$ w rzucie ukośnym.

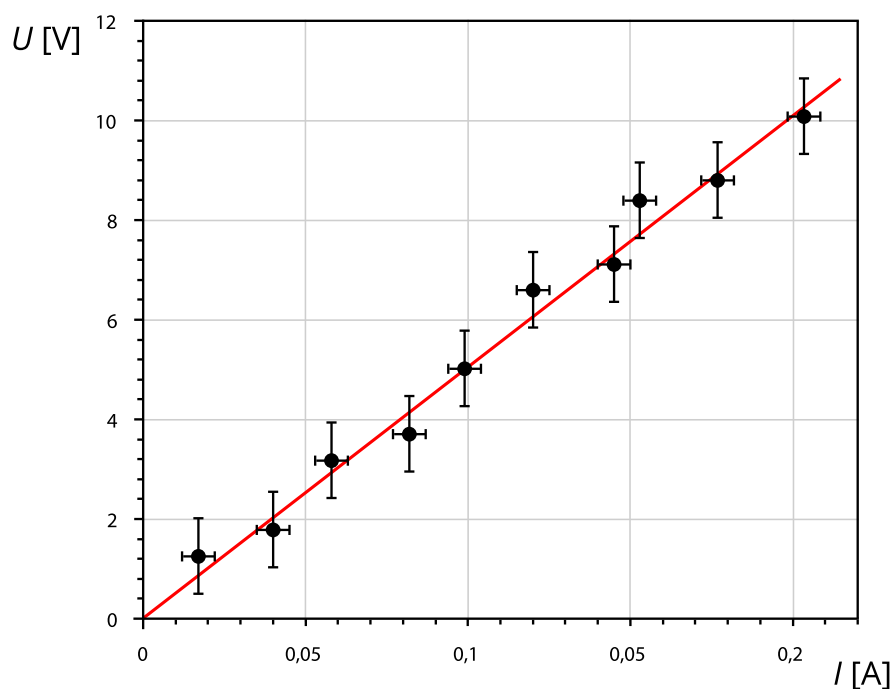




Ćwiczenie 5



Przyjrzyj się zamieszczonemu wykresowi, który pokazuje, w jaki sposób spadek napięcia na oporniku zależy od natężenia przepływającego przez niego prądu. Odczytaj z wykresu parametry (a i b) czerwonej prostej: $U = a \cdot I + b$, dopasowanej do punktów pomiarowych. Parametry te są równe:



☐ $a = 50 \, \Omega, b = 0 \text{ V}$

☐ $a = 50 \, \Omega, b = 0 \text{ A}$

☐ $a = 0,02 \, \Omega, b = 0 \text{ V}$

☐ $a = 0,02 \text{ A} \cdot \text{V}^{-1}, b = 0 \text{ A}$

Ćwiczenie 6



Siedzisz obok kierowcy w samochodzie i przez 25 minut, co 5 minut, notujesz wskazania licznika przejechanych kilometrów (wyzerowanego przed rozpoczęciem jazdy). Niepewność pomiaru czasu to pół minuty, a pomiaru drogi to jeden kilometr. Długość przejechanej w tym czasie trasy to ok. 50 km.

Wykonujesz wykres drogi od czasu o wymiarach ok. 20 cm × 20 cm. Oceń w przybliżeniu, jakie będą długości odcinków niepewności punktów pomiarowych, które umieścisz na tym wykresie:

a) w kierunku osi reprezentującej długość przejechanej drogi: cm,

b) w kierunku osi reprezentującej pomiar czasu: cm.

Ćwiczenie 7



Do wykresu z Zadania 5. dopasowujesz prostą $y = a \cdot x + b$, gdzie y – przebyta droga, x  czas jazdy. Podaj przybliżone wartości współczynników a i b .

☐ $a = 120 \text{ km/h}$, $b = 0 \text{ km}$

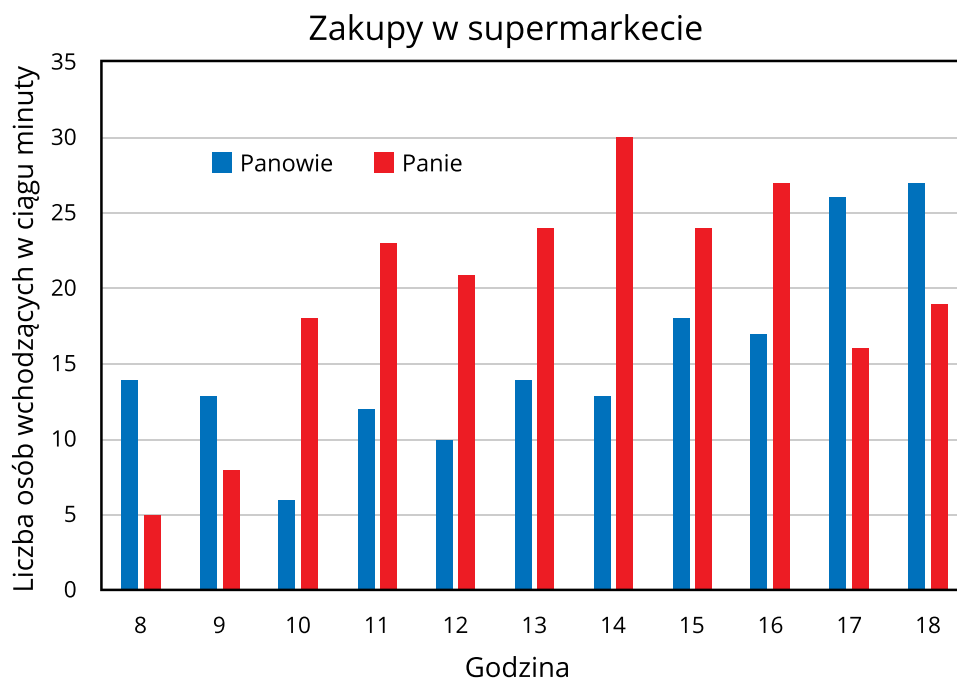
☐ $a = 20 \text{ km}$, $b = 0 \text{ h}$

☐ $a = 1/60 \text{ h}$, $b = 50 \text{ km}$

Ćwiczenie 8



Wykres poniżej dotyczy zakupów w supermarkecie. Jakie wnioski wynikają z pokazanych na nim zależności? Zaznacz prawidłowe odpowiedzi.



☐ Nie ma tam żadnych prawidłowości.

☐ Widać, że częściej zakupy robią mężczyźni.

☐ Widać, że częściej zakupy robią kobiety.

☐ Widać, że mężczyźni robią zakupy w drugiej połowie dnia, a kobiety w pierwszej.

☐ Widać, że mężczyźni preferują zrobienie zakupów rano, a kobiety w środku dnia.

Dla nauczyciela

Scenariusz lekcji

Imię i nazwisko autora:	Jan Pluta
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Jak prawidłowo konstruować wykresy?
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony

**Podstawa
programowa:**

Cele kształcenia – wymagania ogólne

I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:

- 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;
- 8) rozpoznaje zależność rosnącą bądź malejącą na podstawie danych z tabeli lub na podstawie wykresu; rozpoznaje proporcjonalność prostą na podstawie wykresu;
- 13) posługuje się pojęciem niepewności pomiaru wielkości prostych; zapisuje wynik pomiaru wraz z jego jednostką oraz z uwzględnieniem informacji o niepewności.

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:

- 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;
- 8) rozpoznaje zależność rosnącą bądź malejącą na podstawie danych z tabeli lub na podstawie wykresu; rozpoznaje proporcjonalność prostą na podstawie wykresu;
- 9) dopasowuje prostą do danych przedstawionych w postaci wykresu; interpretuje nachylenie tej prostej i punkty przecięcia z osiami;
- 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.

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. opisuje różne rodzaje wykresów, 2. wyjaśnia, jakie elementy powinny znaleźć się na poprawnie przygotowanym wykresie, 3. zaznacza na wykresie punkty pomiarowe i ich niepewności oraz krzywe teoretyczne, 4. analizuje przykładowe wykresy i ocenia poprawność ich wykonania.
Strategie nauczania:	nauczanie przez dociekanie IBSE
Metody nauczania:	wykład informacyjny, dyskusja
Formy zajęć:	praca indywidualna i wspólna
Środki dydaktyczne:	wyniki pomiarów wykonanych wcześniej na lekcjach fizyki; tablica interaktywna umożliwiającą zarówno kreślenie ręczne, jak i pracę z komputerem; komputer, tablety do pracy indywidualnej
Materiały pomocnicze:	dostęp do materiałów z Internetu
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
Wprowadzenie nauczyciela według treści zawartej w części „Czy to nie ciekawe?” E-materiału. Dyskusja, na temat ciekawych możliwości zastosowania wykresów w celach zobrazowania zależności dwu i trójwymiarowych. Propozycje ze strony uczniów ilustracji na wykresach pomiarów pochodzących z różnych doświadczeń fizycznych, ze szczególnym uwzględnieniem tych, które można przeprowadzić na lekcji fizyki w szkole.	
Faza realizacyjna:	

Uczniowie zapoznają się z grafiką interaktywną. Nauczyciel wybiera zestaw danych pomiarowych do zaprezentowania ich w formie wykresu. Wskazane jest, by te dane pochodziły z pomiarów, które zostały wykonane przez uczniów na poprzedniej (lub jednej z wcześniejszych) lekcji. Uczniowie, podczas wspólnej dyskusji, ustalają: dobór skal na osiach, działek, podpisów osi, postaci punktów pomiarowych, zaznaczenia niepewności itd. Jeden, wybrany przez nauczyciela, uczeń wykonuje odręczny wykres na tablicy interaktywnej. Jeśli to możliwe, wskazane jest, by uczniowie powtórzyli wykonanie wykresu przy użyciu dowolnego arkusza kalkulacyjnego.

Faza podsumowująca:

Uczniowie wspólnie z nauczycielem podsumowują wiedzę praktyczną na temat konstruowania wykresów i powtarzają zasady podane w Multimedium. Poprzez analizę wypowiedzi uczniów nauczyciel określa, w jakim stopniu osiągnięte zostały wyznaczone cele.

Praca domowa:

Praca indywidualna: przedstawienie przez ucznia wyników pomiarów (prawdziwych lub fikcyjnych) w postaci wykresu wykonanego ręcznie lub komputerowo.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium:

Multimedium może służyć pomocą podczas różnych lekcji, podczas których uczniowie wykonują doświadczenia i pomiary.