



Jak czytać wykresy i schematy?

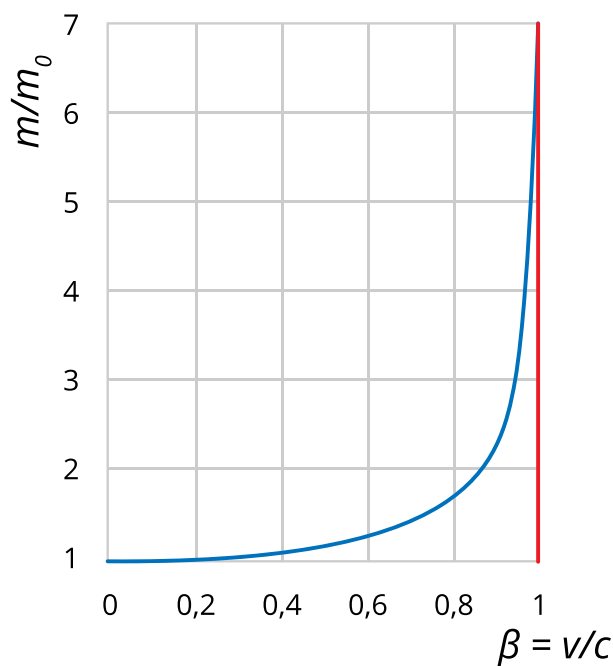
- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Grafika interaktywna (schemat)
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Jak czytać wykresy i schematy?

Czy to nie ciekawe?

Spójrz na wykres pokazany poniżej. Nie wygląda zbyt ciekawie. Jest na nim tylko jedna krzywa i to wciśnięta w jeden róg. Może najciekawsza jest ta czerwona linia pionowa, do której zbliża się krzywa, ale jej nie osiąga.



Powiem Ci, że informacja zawarta na tym wykresie zrewolucjonizowała fizykę XX-go wieku. Pokazała, że masa ciała musi być rozpatrywana tak, jakby wzrastała jej wartość w układzie odniesienia, w którym to ciało się porusza. Pokazała, że istnieje prędkość, której żadne ciało materialne nie może nigdy osiągnąć. Pokazała, że obowiązujące przez 200 lat prawo dynamiki Newtona, $F = ma$, nie zawsze jest słuszne, bo przyspieszenie nie zawsze jest proporcjonalne do działającej na to ciało siły. Interpretacja tej zależności jest wciąż przedmiotem dyskusji wśród fizyków.

Wykres ten kryje w sobie pryncypialne dla fizyki informacje – trzeba tylko umieć je odnaleźć – trzeba umieć je odczytać. Tym właśnie będziemy się teraz zajmować.

Twoje cele

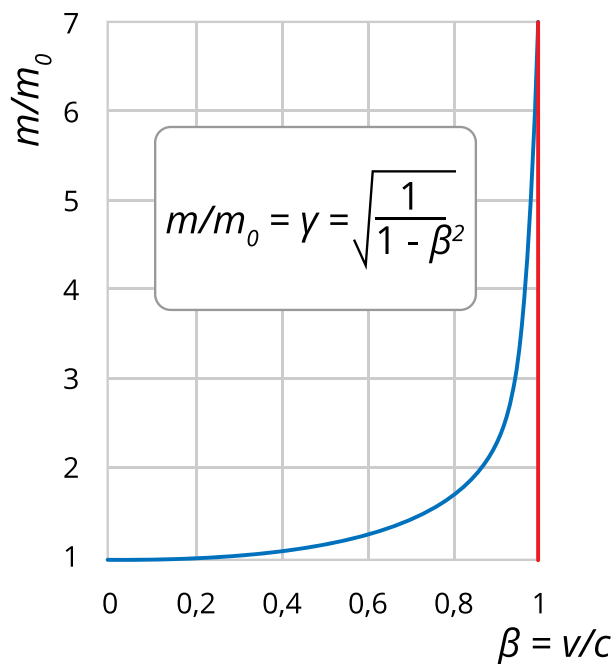
Dzięki lekturze tego tekstu:

- poznasz szczegóły konstrukcji różnego typu wykresów i związane z tym zasady odczytywania zapisanej na wykresach informacji,
- otrzymasz wskazówki dotyczące kolejności odczytywania treści zapisanej na wykresach tak, aby rozumieć sens znajdujących się na wykresie informacji,
- zapoznasz się ze schematem największego na świecie systemu akceleracji cząstek,
- zobaczysz, jak wykres i schemat mogą wzajemnie się uzupełniać, umożliwiając zrozumienie nieznanymi zjawisk lub zagadnień,
- w oparciu o informacje zapisane na wykresie ocenisz możliwości zachodzenia, bądź niezachodzenia, określonych zjawisk fizycznych.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Uwaga na początek – [wykres](#) jest konstrukcją graficzną. Oznacza to, że na wykresie każdy symbol coś oznacza i przy „czytaniu” nie może być pominięty, bo inne symbole będą wtedy niezrozumiałe. Dotyczy to nie tylko samego symbolu, ale także miejsca jego położenia na powierzchni wykresu, jego skierowania w określoną stronę itd. Dodatkowe informacje umieszczane na wykresach w postaci słów, wzorów lub symboli, mają na celu ułatwienie zrozumienia graficznej treści wykresu. Omawiany tu wykres pokazuje zależność masy cząstki m od jej prędkości v , a ściślej mówiąc, zależność stosunku masy cząstki do jej masy spoczynkowej: m/m_0 od stosunku prędkości cząstki do prędkości światła: $\beta = v/c$ w układzie odniesienia, w którym ta cząstka się porusza. Zależność tę określa podany na Rys. 1. wzór.



Rys. 1. Masa cząstki w funkcji jej prędkości w danym układzie odniesienia. Więcej informacji w tekście

Odczytajmy, co jest na tym wykresie. Zawsze zaczynamy od tego, co i jak odłożone jest na osiach.

Oś pozioma, na której odłożone są wartości β , zawiera się w granicach od 0 do 1. Dalej nie ma żadnej strzałki, jak to często na wykresach bywa. Dlaczego? Bo wartości większe od 1 są niemożliwe. A czy β może być równe 1? Dla cząstek o niezerowej masie – absolutnie **nie może!** Zobacz postać wzoru, który jest na tym rysunku. Gdyby β było równe 1, to w mianowniku ułamka pod pierwiastkiem mielibyśmy zero, co jest niedopuszczalne. Kiedy β równałoby się 1, to prędkość cząstki musiałaby być równa prędkości światła. Tym wzorem

Einstein pokazał, że **żadne ciało materialne nie może osiągnąć prędkości światła**. Nikt na świecie wcześniej nie zdawał sobie z tego sprawy.

Tyle dowiedzieliśmy się patrząc tylko na oś poziomą. Popatrzmy teraz na **oś pionową**. Zawiera się w granicach od 1 do 7. A czy można byłoby tę oś rozciągnąć na przykład od 0 do 10? Jak widać z postaci pokazanego na rysunku wzoru, na osi pionowej odłożona jest wartość γ , która jest stosunkiem masy cząstki do jej masy przy prędkości równej zero. Z postaci wzoru widzimy jednak, że kiedy prędkość się zwiększa, to masa rośnie, a nie maleje. Rozciąganie osi pionowej w kierunku zera, nie ma więc sensu. Najmniejsza wartość γ wynosi 1. A czy możemy rozciągać oś pionową w kierunku do góry? Tak, możemy. Kiedy prędkość będzie zbliżać się do prędkości światła, czyli β będzie zbliżać się do 1, to γ zdążać będzie do nieskończoności, a więc skalę osi pionowej możemy śmiało rozciągnąć w górę.

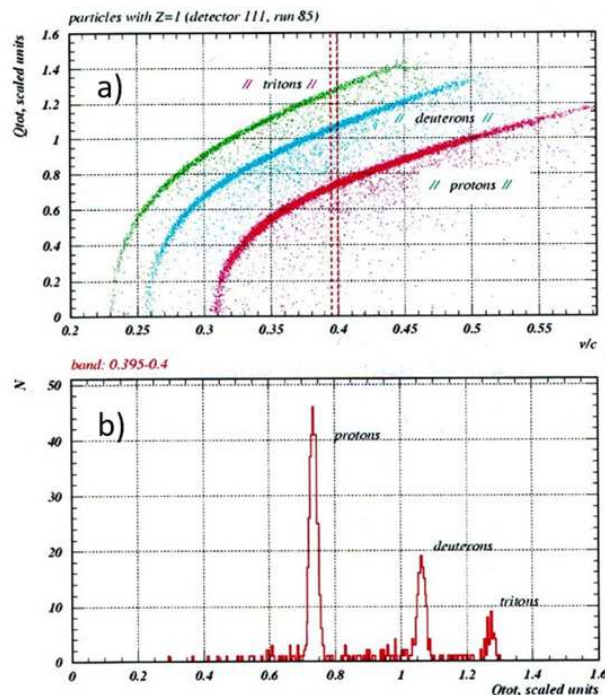
Wszystko, co powiedzieliśmy, dotyczyło tylko osi układu współrzędnych. To tak, jakbyśmy przeczytali zaledwie wstęp do książki o nazwie „wykres”. Postać krzywej, która dla wartości mniejszych od 0,5 niewiele podnosi się względem jedynki, a potem pnie się do nieskończoności w coraz to większym tempie, kryje w sobie mnóstwo efektów fizycznych, dla których wartość γ odgrywa kluczową rolę. Wystarczy wspomnieć relatywistyczne poprawki, które muszą być wprowadzane przy budowie akceleratorów. Tutaj powiemy tylko o największych i najmniejszych wartościach β i γ . W Wielkim Zderzaczu Hadronów w Europejskim Laboratorium CERN protony poruszają się z prędkościami 0,999999991c. Wtedy $\gamma = 7454$, a wartość masy spoczynkowej stanowi promile „masy relatywistycznej”. A czy masa dużo wzrasta, kiedy obiekty poruszają się z prędkościami kosmicznymi. W przypadku drugiej prędkości kosmicznej wynoszącej około 11,2 km/s mamy $\beta = 0,00003733$, a $\gamma = 1,000000001$, a więc efekt wzrostu masy jest znikomy. Oblicz sam, jaki będzie przyrost masy, kiedy jedziesz z prędkością 100 km/h, czyli ok. 0,028 km/s.

Widzimy, że taki bardzo prosty [wykres](#) zawiera mnóstwo informacji, której na pierwszy „rzut oka” nie widać, ale która jest tam zawarta, tylko trzeba umieć ją odczytać.

Omówiony tu wykres prezentował zależności wynikające z teorii. Teraz pokażemy wykres prezentujący wyniki eksperymentu, w którym rejestrowano cząstki emitowane w reakcjach jądrowych, a którego opis jest w e-materiale: „Jak właściwie zaplanować eksperyment?”.

Na tym wykresie (Rys. 2.) nie ma krzywych i inaczej trzeba „czytać” jego treść. Gęstość punktów na powierzchni wykresu a) jest funkcją dwóch niezależnych zmiennych, których wartości odłożone są na osiach: poziomej i pionowej. Współrzędne punktów pomiarowych, pokazanych w postaci kropek, grupują się w trzy wyraźne pasma.

Rysunek b) pokazuje liczby punktów w przedziałach współrzędnej pionowej dla wąskiego zakresu współrzędnej poziomej. Zakres ten jest zaznaczony na rysunku a) liniami przerywanymi. Możemy z niego dowiedzieć się, jakie liczby cząstek należą do poszczególnych pasm w wybranym zakresie współrzędnej poziomej.



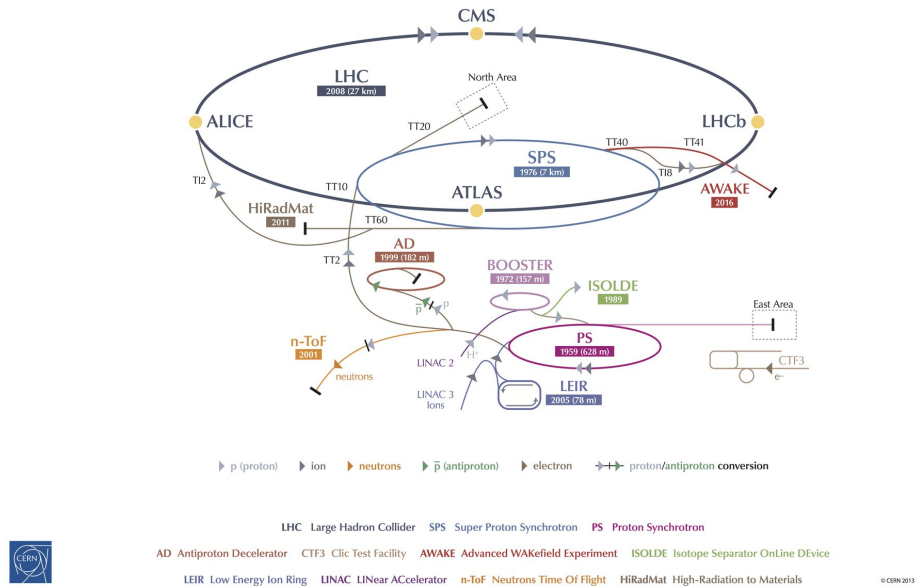
Rys. 2. a) Współrzędne punktów pomiarowych dla cząstek rejestrowanych w reakcji jądrowej. b) Rozkład liczb cząstek względem współrzędnej pionowej dla wąskiego zakresu współrzędnej poziomej, pokazanego na rysunku a) liniami przerywanymi.

Jaka jest treść fizyczna tego wykresu? Trzy pasma na Rys. 2. a) odpowiadają trzem izotopom wodoru rejestrowanym w detektorze. Wybierając dane pasmo, wybieramy do dalszej analizy określony izotop. Sumując liczby cząstek w trzech maksimach widocznych na Rys. 2. b), otrzymujemy informację o tym, ile poszczególnych izotopów zostało zarejestrowanych. Jest to bardzo ważna informacja dla dalszej analizy fizycznej.

W ten sposób zobaczyliśmy dwa przykłady wykresów, charakterystycznych dla fizyki teoretycznej i doświadczalnej. Ten pierwszy prezentuje krzywą, której kształt wynika z określonej teorii fizycznej. Ten drugi pokazuje prawidłowości w wynikach pomiarów, a jego analiza umożliwia wyciągnięcie wniosków fizycznych. Te dwa przykłady nie wyczerpują oczywiście wszystkich możliwości konstrukcji wykresów, ale są dla nich charakterystyczne.

Pozostaje nam jeszcze pokazanie przykładu [schematu](#). Wybieramy taki, który prezentuje unikalne urządzenie do badań z zakresu fizyki jądrowej i fizyki cząstek elementarnych.

CERN's Accelerator Complex



Rys. 3. Układ akceleratorów w CERN

Jest to schemat struktury systemu akceleratorów Europejskiego Laboratorium CERN znajdującego się w pobliżu Genewy.

Na początek kilka uwag ogólnych. **Schemat jest graficznym przedstawieniem** jakiejś złożonej struktury: urządzenia, organizacji, systemu, przedsiębiorstwa itp. Schemat zwykle składa się z **elementów**, które połączone są siecią **związków**. Elementami mogą być moduły elektryczne, ale mogą być też grupy społeczne lub czynności realizujące określone zadania. Może być to schemat telewizora, może być schemat struktury przedsiębiorstwa, schemat organizacji uroczystości. Powiązania mogą dotyczyć transmisji sygnałów elektrycznych, ale mogą dotyczyć przekazywania informacji, kolejności wykonywania zadań itp.

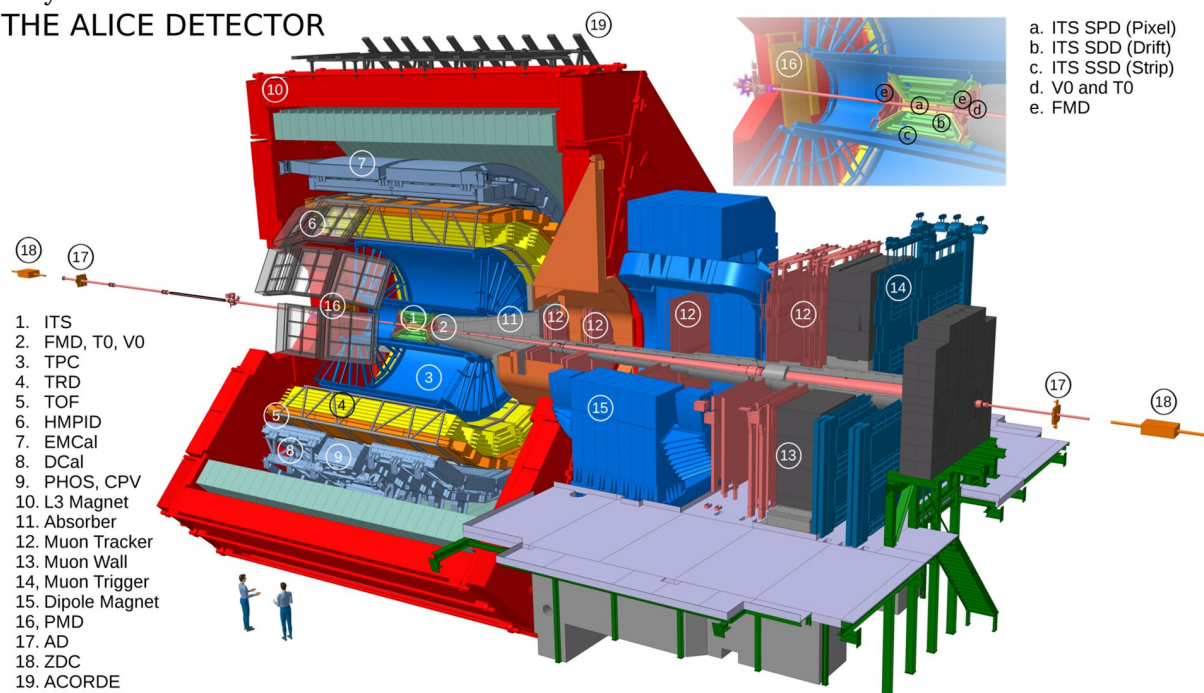
Prezentowany tu schemat systemu akceleratorów CERN-u wymaga małego przygotowania. **Akcelerator** to urządzenie, w którym przyspiesza się cząstki elementarne albo jądra atomowe do takich energii, dla których znany Ci już współczynnik γ osiąga bardzo duże wartości. To jednak nie jest możliwe w jednym kroku. Trzeba wielu stopni akceleracji, w których formuje się wiązki cząstek i przyspiesza je do coraz wyższych energii. System akceleratorów CERN-u łączy wiele akceleratorów różnego typu, służących do różnych celów. Cała ich sieć pokazana jest na Rys. 3. Prześledźmy jedną przykładową „trasę”, przebiegając poszczególne systemy akceleracji.

Patrz na schemat i podążaj po trasach oznaczonych strzałkami. Zaczynamy w miejscu oznaczonym **LINAC 2** w dolnej części schematu. To liniowy akcelerator wstępnego przyspieszania. Podążając za strzałką trafiamy na **BOOSTER**. To kolejny stopień akceleracji – akcelerator kołowy. Następny, większy krąg, to pierwszy akcelerator CERN-u – **Proton Synchrotron, PS**, uruchomiony w 1959 roku jako najpotężniejszy wtedy akcelerator świata.

Kolejny stopień, to **Super-Proton Synchrotron, SPS**, z pomocą którego wykryto nowe cząstki, tzw. bozony pośredniczące, co zostało uhonorowane nagrodą Nobla.

Najciekawsza część jest jednak jeszcze przed nami. Z akceleratora SPS w miejscach TT40 i TT60, cząstki kierowane są do największego na świecie akceleratora **Large Hadron Collider, LHC**. Zobacz uważnie – jak są kierowane. Tak, by obiegały krąg LHC w przeciwnych kierunkach. Wszystko po to, by w miejscach, gdzie znajdują się największe na świecie detektory: ATLAS, **ALICE**, CMS i LHCb, następowały zderzenia wiązek biegnących w przeciwnych kierunkach. Schematyczny widok detektora ALICE pokazany jest na Rys. 4.

THE ALICE DETECTOR



Rys. 4. Schematyczny widok detektora ALICE. Zaobserwuj sylwetki ludzi.

Schemat aparatury pomiarowej to często spotykany w fizyce typ schematów. Drugim typem często spotykanym są schematy układów elektrycznych i elektronicznych. Przykład takiego schematu omówimy w naszym Multimedium.

Słowniczek

Wykres

(ang.: *graph, chart*) konstrukcja graficzna przedstawiająca zależność pomiędzy badanymi wielkościami. Najczęściej dotyczy dwóch wielkości, ale może też przedstawiać zależności wielowymiarowe.

W celu skonstruowania wykresu wybiera się określony układ współrzędnych, na którego ośiach odkłada się wartości badanych wielkości. Podstawą skonstruowania wykresu mogą być zależności dane w postaci formuł matematycznych, a mogą to być wyniki pomiarów, danych w postaci punktów wraz z niepewnościami pomiarowymi. Często wykres służy porównaniu wyników pomiarów z przewidywaniami teoretycznymi.

Schemat

(ang.: *scheme, diagram*) to graficzna prezentacja złożonych struktur, składających się z wielu elementów powiązanych ze sobą różnego rodzaju zależnościami. Te złożone struktury mogą być różnego typu, np. elektroniczne układy pomiarowe powiązane systemem połączeń elektrycznych, układy hydrauliczne, systemy produkcyjne, przemysłowe, rolnicze, organizacje społeczne, polityczne ekonomiczne itp. Konkretnymi przykładami mogą być: schemat elektronicznego termometru, wzmacniacza sygnałów, odbiornika telewizyjnego itp., schemat ewakuacji pożarowej w szkole lub schemat systemu edukacji w Polsce...

Związek wykresu ze schematem

między schematem i wykresem może istnieć zależność, kiedy schemat przedstawia pewien układ pomiarowy, a wykres prezentuje rezultaty pomiarów wykonanych z pomocą tego układu. Takie połączenie jest często spotykane, bowiem wtedy informacje zawarte na schemacie ułatwiają zrozumienie zależności prezentowanych na wykresie.

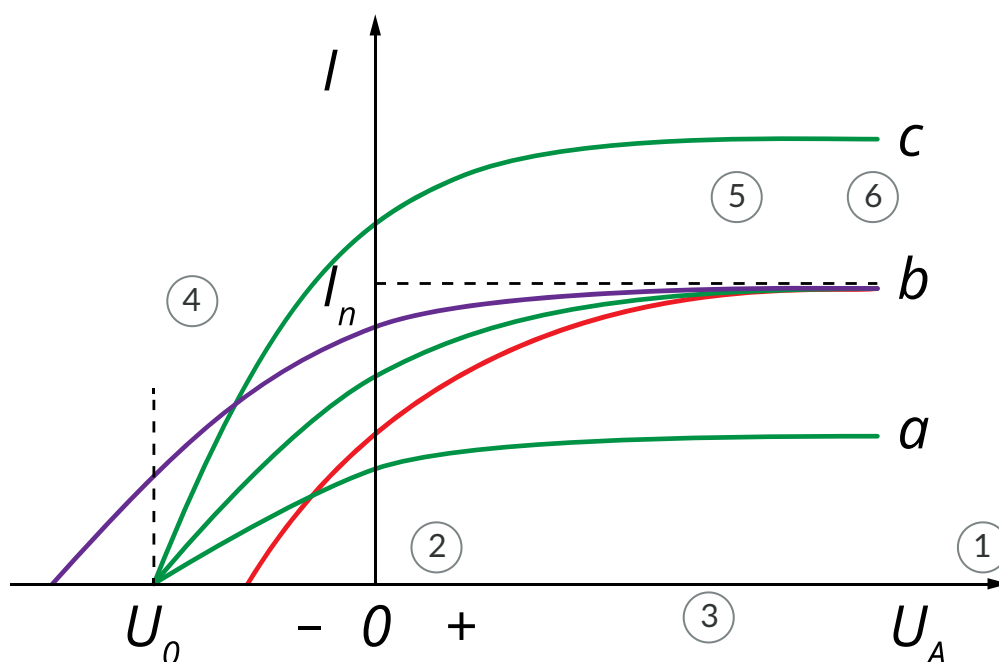
Grafika interaktywna (schemat)

Jak czytać wykresy i schematy?

Wykresy i schematy to graficzne prezentacje złożonych struktur składających się z wielu elementów powiązanych ze sobą różnego typu zależnościami. Także pomiędzy schematem i wykresem może istnieć zależność, jeśli schemat przedstawia pewien układ pomiarowy, a wykres prezentuje rezultaty pomiarów wykonanych z pomocą tego układu. Takie połączenie jest często spotykane, bowiem wtedy informacje zawarte na schemacie ułatwiają zrozumienie zależności prezentowanych na wykresie.

Jako przykład takiego połączenia zobaczysz schemat układu pomiarowego do badania własności jednego z najciekawszych zjawisk w fizyce, za wyjaśnienie którego Albert Einstein otrzymał nagrodę Nobla. Zobaczysz też wykres prezentujący kształt wyników pomiarów, które mogą być otrzymane z pomocą pokazanego na schemacie układu pomiarowego.

Obejrzyj grafikę interaktywną. Zwróć uwagę, że układ elektryczny ma dwa elementy regulacyjne: klucz i potencjometr i dwa pomiarowe: woltomierz i amperomierz, a układ optyczny dwa elementy regulacyjne: do zmiany barwy światła i intensywności oświetlenia.



1

Zaczynamy

Czytanie wykresu zaczynamy zwykle od tego, co jest na osiach. Na osi poziomej jest napięcie elektryczne U_A , a na pionowej natężenie prądu I .

2

Początek układu współrzędnych odpowiada zerowym wartościom napięcia i natężenia prądu.

3

Jednostki

Brak jednostek podpowiada, że konkretne wartości nie odgrywają w tym przypadku istotnej roli.

4

"Treść" wykresu

Widzimy kilka krzywych. Wszystkie zaczynają się po stronie ujemnych wartości napięcia, najpierw fioletowa, potem trzy zielone dla $U = U_0$, a czerwona najbliżej punktu zerowego.

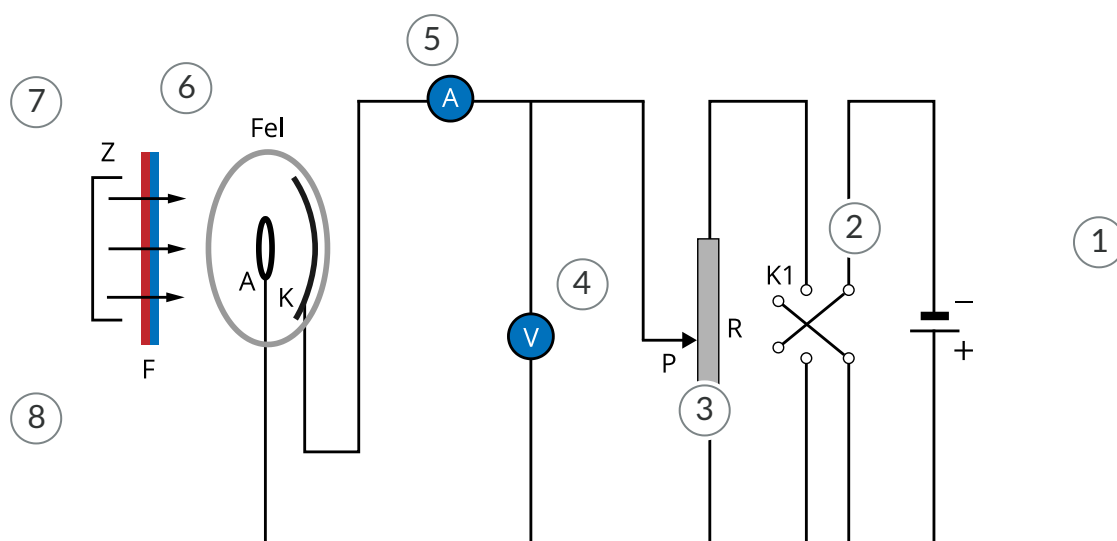
5

Przebieg wykresów

Po stronie dodatnich napięć trzy krzywe zbiegają do punktu „b” dla $I = I_n$, zaś dwie zielone wychodzą na „plateau” niżej i wyżej, tj. w punktach „a” i „c” („plateau” to płaska część krzywej).

6

To był pierwszy „rzut oka” na wykres. Zauważamy ciekawe prawidłowości, nie rozumiejąc jeszcze ich przyczyny. Jedno jest jasne, prawo Ohma tu nie działa, bo przy zerowym napięciu prąd jest niezerowy.



1

Ogniwo

Ogniwo elektryczne prądu stałego, podłączone do klucza K1

2

Klucz

Może zmieniać polaryzację napięcia podawanego do dalszej części układu (zamieniać plus z minusem)

3

Potencjometr z suwakiem

Służy do zmiany wartości podawanego napięcia

4

Woltomierz

Do pomiaru napięcia

5

Amperomierz

Do pomiaru natężenia prądu

6

Fotoelement

Składa się z katody (K) i anody (A), umieszczonych w szklanej bańce, z której wypompowano powietrze. Katoda może mieć potencjał dodatni lub ujemny (w zależności od położenia klucza) oraz wartości większe lub mniejsze (w zależności od położenia suwaka potencjometru).

7

Źródło światła

Strumień światła ze źródła Z, po przejściu przez filtr F przepuszczający światło o określonej barwie (czyli o określonej długości fali), może padać na katodę fotoelementu. (Anoda A ma postać siatki lub pętelki i nie stanowi dla światła istotnej przeszkody.)

8

Filtr

Przepuszcza światło o określonej barwie (czyli o określonej długości fali)

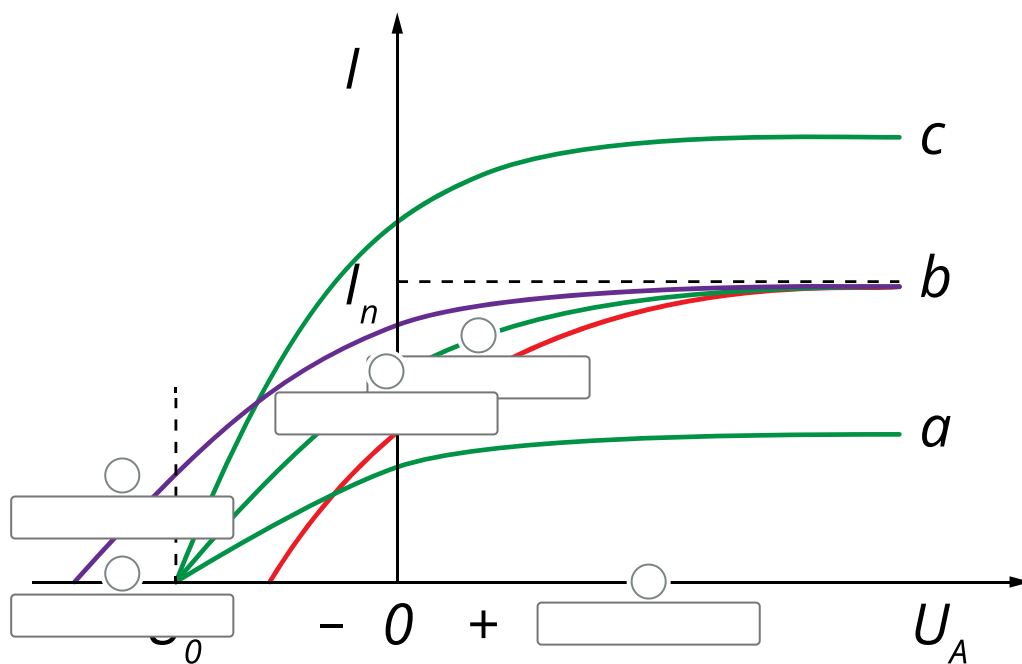
Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Polecenie 1

Poniżej podano kolejne kroki przy wykonywaniu pomiarów. Przesuń „kafelki” z cyframi na wykres tak, aby wskazywały odpowiadające im numery kroków.

Uwaga: Kolor krzywej odpowiada barwie światła padającego na katodę.

1. Klucz K1 ustawiamy tak, by na katodzie był minus, a na anodzie plus; potencjometr w środkowym położeniu. Nie oświetlamy fotoelementu. Woltomierz wskazuje wartość napięcia w obwodzie, a amperomierz wskazuje zero. Prąd w obwodzie nie płynie, bo uniemożliwia to przerwa pomiędzy anodą i katodą.
2. Włączamy źródło światła, a filtr ustawiamy na światło zielone. Widzimy, że amperomierz wskazuje przepływ prądu. Potencjometrem P zwiększamy napięcie i zauważamy wzrost natężenia prądu, ale tylko do pewnej wartości I_n . Przy dalszym zwiększaniu napięcia natężenie prądu już nie wzrasta (wykres dąży do linii ozn. przez b)
3. Kiedy zmniejszamy intensywność oświetlenia, prąd maleje do wartości a , kiedy zwiększamy, wzrasta do wartości c .
4. Z pomocą potencjometru zmniejszamy napięcie zasilające aż do zera. Amperomierz wskazuje mniejszy prąd, ale nie zero.
5. Zmieniamy polaryzację elektrod. Teraz katoda ma potencjał dodatni, a anoda ujemny. Zwiększamy napięcie i widzimy zmniejszanie się natężenia prądu aż do zera przy wartości napięcia U_0 .
6. Zmieniamy filtr na czerwony. Prąd nadal nie płynie.
7. Zmieniamy filtr na fioletowy. Prąd zaczyna płynąć.



1

2

4

5

7

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

Wykonaliśmy następny krok w odczytaniu treści naszego wykresu. Dzięki powiązaniu ze schematem wiemy, co jest przyczyną obserwowanego kształtu krzywych na wykresie. Pozostają jednak pytania:

1. Dlaczego pomimo zwiększania napięcia w punkcie 2. prąd wzrastał tylko do pewnej wartości?
2. Dlaczego pomimo zmniejszenia napięcia do zera w punkcie 4. prąd nie zmniejszył się do zera?
3. Dlaczego prąd przestał płynąć dla ujemnego napięcia U_0 ?
4. Dlaczego zmiana barwy światła z zielonego na czerwone nic nie dała, a zmiana na fioletową spowodowała przepływ prądu?

Aby wykonać kolejny krok w odczytaniu naszego wykresu, potrzebujemy wiedzy o naturze światła.

Popatrzmy na światło, jak na strumień cząstek (zwanymi fotonami), których energia $E = h \cdot \nu$, gdzie h jest tzw. stałą Plancka, a ν jest częstotliwością fali świetlnej odpowiadającej danej barwie. Foton, padając na katodę, zostaje pochłonięty, a w rezultacie wyemitowany jest elektron, którego energia kinetyczna E_k równa jest energii fotonu pomniejszonej o energię potrzebną do wybicia elektronu z materiału katody E_w . Zapisujemy to w postaci: $h \cdot \nu = E_k + E_w$.

Tak więc:

- przez zwiększenie natężenia światła zwiększamy liczbę wyemitowanych fotonów,
- przez zmianę barwy światła zmieniamy ich energię.

Teraz już bez trudu odpowiemy po kolei na wszystkie pytania:

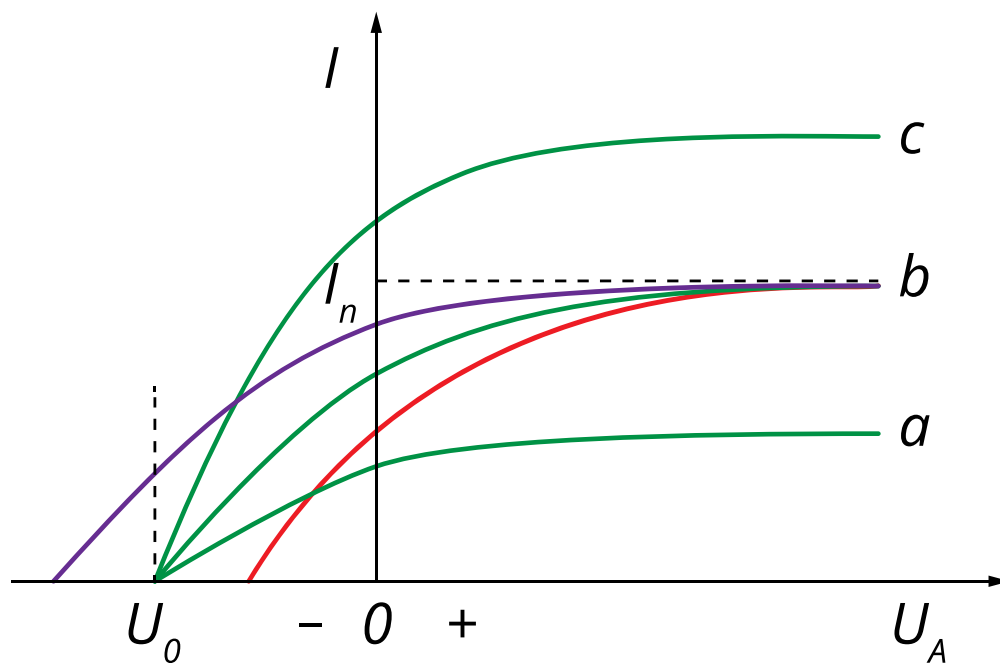
1. Prąd wzrastał do takiej wartości, przy której wszystkie elektrony uwolnione pod wpływem światła z katody zostały zebrane na anodzie.
2. Pomimo zmniejszenia napięcia do zera, elektrony docierały do anody, bo posiadały już pewną energię kinetyczną.
3. Prąd przestał płynąć, kiedy ujemne napięcie na anodzie było na tyle duże, że nie pozwoliło żadnemu elektronowi dotrzeć do anody.
4. Fotony barwy czerwonej mają mniejszą energię niż fotony barwy zielonej, a fotony barwy fioletowej – większą. Aby prąd zaczął płynąć, potrzebne było zwiększenie energii elektronów, a to było możliwe przez zmianę barwy światła na fioletową.

Jestem pewien, że teraz już samodzielnie odpowiesz, dlaczego krzywa barwy czerwonej zaczyna się przy najmniejszym napięciu ujemnym. Wykres nie ma już żadnych dla Ciebie tajemnic – jest odczytany. A co najważniejsze – rozumiesz istotę jednego z najciekawszych zjawisk w fizyce, za wyjaśnienie którego Albert Einstein otrzymał nagrodę Nobla.

Jest to **zjawisko fotoelektryczne**.

Sprawdź się

Poniższy wykres dotyczy trzech pierwszych zadań.



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

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Czy coś się zmieni w położeniu krzywych na wykresie z naszego Multimedium i przedstawionego powyżej, jeśli w pomiarze użyjemy fotoelementu z innym materiałem katody? Jeśli:

☐ nie zmieni się – to dlaczego?

☐ zmieni się - to co się zmieni?

Ćwiczenie 2



Czy coś się zmieni na wykresie, jeśli zwiększymy napięcie dostarczane przez ogniwo zasilające? Jeśli:

☐ nie zmieni się – to dlaczego?

☐ zmieni się – to co się zmieni?

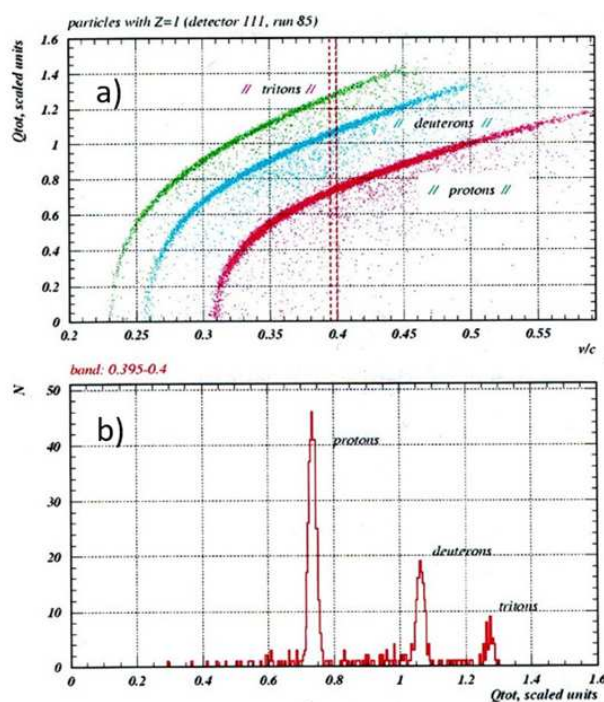
Ćwiczenie 3



Kontynuujemy tematykę z Multimedium. Czego można oczekiwać przy zmianie „barwy” światła na podczerwień i nadfiolet? Jeśli:

☐ nic się nie zmieni – to dlaczego?

☐ zmieni się – to co się zmieni?



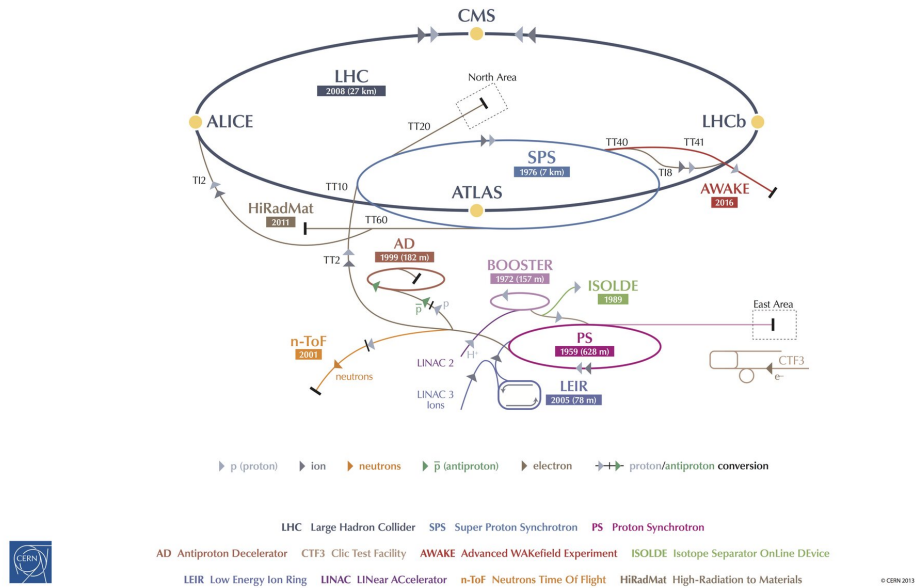
Źródło: A. Staranowicz, rozprawa doktorska, licencja: CC BY 4.0.

Na Rys. b) powyżej widać trzy wyraźne zgrupowania cząstek (piki) odpowiadające trzem izotopom wodoru. Twoim zadaniem jest wyznaczenie, ile razy więcej cząstek jest w najwyższym pikie w stosunku do średniego i najniższego. Jak to zrobić?

- ☐ Obliczyć stosunki wysokości tych pików.
- ☐ Obliczyć stosunki współrzędnych na osi poziomej.
- ☐ Obliczyć stosunki powierzchni odpowiadających poszczególnym pikom.

Rysunek dotyczy zadań 5 i 6:

CERN's Accelerator Complex



Źródło: CERN, licencja: CC BY 4.0.

Ćwiczenie 5



Na rysunku powyżej widzisz, że akceleratory przyspieszające cząstki do coraz wyższych energii mają coraz większą średnicę. Dlaczego?

Ćwiczenie 6



Kontynuujemy tematykę zadania 5. Na rysunku widzisz, że cząstki z akceleratora PS kierowane są nie tylko do SPS, który ma większą średnicę, ale też do innego, AD, którego średnica jest mniejsza. Jaka może być rola tego urządzenia? Zaznacz wszystkie prawidłowe odpowiedzi.

Podpowiedź

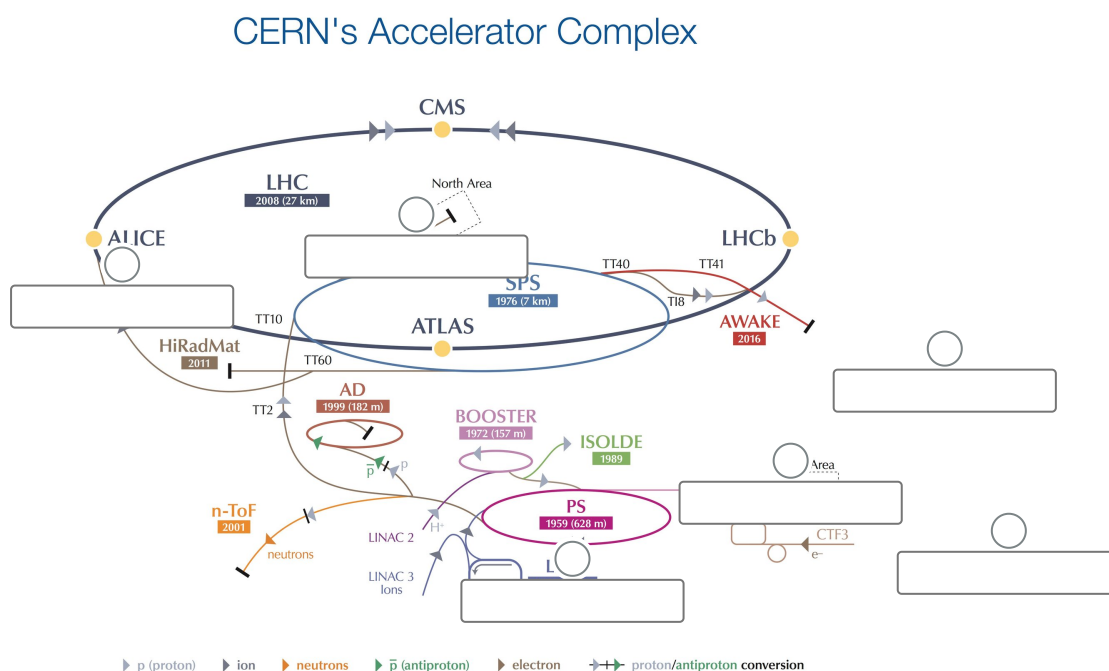
AD – to Antiproton Decelerator, którego zadaniem jest spowolnić antyprotony w celu badania ich własności, np. wytworzyć atomy antymaterii.

- ☐ W AD cząstki są przyspieszane
- ☐ AD nie jest deceleratorem
- ☐ W AD cząstki nie są przyspieszane
- ☐ AD nie jest akceleratorem

Ćwiczenie 7



Na podstawie opisu trasy cząstek elementarnych zamieszczonego w części „Przeczytaj” wstaw podpisy we właściwe miejsca schematu.



Wielki Zderzacz Hadronów

Detektor

Akcelerator liniowy

Synchrotron Protonowy

Akcelerator kołowy

Super Synchrotron Protonowy

Źródło: CERN, licencja: CC BY 4.0.

Ćwiczenie 8



Kształt jakiej krzywej ma wykres zależności drogi od czasu w swobodnym spadaniu ciał?

☐ linii prostej

☐ sinusoidy

☐ paraboli

☐ elipsy

Ćwiczenie 9



Kontynuujemy tematykę poprzedniego zadania. Jaki będzie wykres zależności prędkości od czasu w przypadku spadku spadochroniarza przed i po otwarciu spadochronu?

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Jan Pluta
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Jak czytać wykresy i schematy?
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony
Podstawa programowa:	Cele kształcenia – wymagania ogólne II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych. Zakres podstawowy Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 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. Zakres rozszerzony Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 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.
Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenia 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. przedstawia zasady konstrukcji różnego typu wykresów i sposoby zapisu na nich informacji; 2. analizuje treść wykresu, zaczynając od wielkości umieszczonych na osiach, poprzez punkty doświadczalne i krzywe teoretyczne oraz dodatkowe informacje pomocnicze; 3. wyjaśnia, w jakich celach stosuje się schematy, jakie informacje na nich się umieszcza i jak dotrzeć do poszukiwanej informacji; 4. wiąże treść zawartą na schemacie układu pomiarowego z wynikami pomiarów wykonanych z pomocą tego układu.
Strategie nauczania:	nauczanie przez dociekanie IBSE
Metody nauczania:	wykład informacyjny, dyskusja
Formy zajęć:	praca w grupach oraz całego zespołu
Środki dydaktyczne:	wykorzystanie multimediu z tego e-materiału oraz (w miarę możliwości) wykonanie autentycznego pomiaru zgodnie z przeanalizowanym schematem oraz weryfikacja uzyskanych wyników
Materiały pomocnicze:	materiały z Internetu: przykładowe schematy i wykresy
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
Wprowadzenie nauczyciela z wykorzystaniem wykresu z pierwszej części tego e-materiału. Dyskusja powinna pokazać, że wykres kryje w sobie więcej informacji niż tekst.	
Faza realizacyjna:	
Praca z grafiką interaktywną. Uczniowie wykonują kolejne polecenia: zapoznają się z opisem wykresu bez pokazania schematu układu pomiarowego, potem analizują schemat układu i zapoznają się z przebiegiem pomiaru, następnie wskazują na wykresie wyniki pomiarów, otrzymane w kolejnych krokach. Nauczyciel stymuluje dyskusję uczniów, którzy sami stopniowo odkrywają własności światła jako strumienia fotonów.	
Faza podsumowująca:	
Uświadomienie uczniom, że schemat i wykres stanowią niezwykle cenne źródło informacji, którą trudno, a czasami nawet niemożliwe, jest przekazać w postaci tekstu. Trzeba tylko umieć te informacje odczytać.	

Praca domowa:

Wyszukać jakiś schemat lub wykres i opisać odczytaną z niego treść.

**Wskazówki
metodyczne
opisujące różne
zastosowania danego
multimedia**

Multimedia może być wykorzystane jako podstawa do wykonania doświadczenia dotyczącego badania efektu fotoelektrycznego.