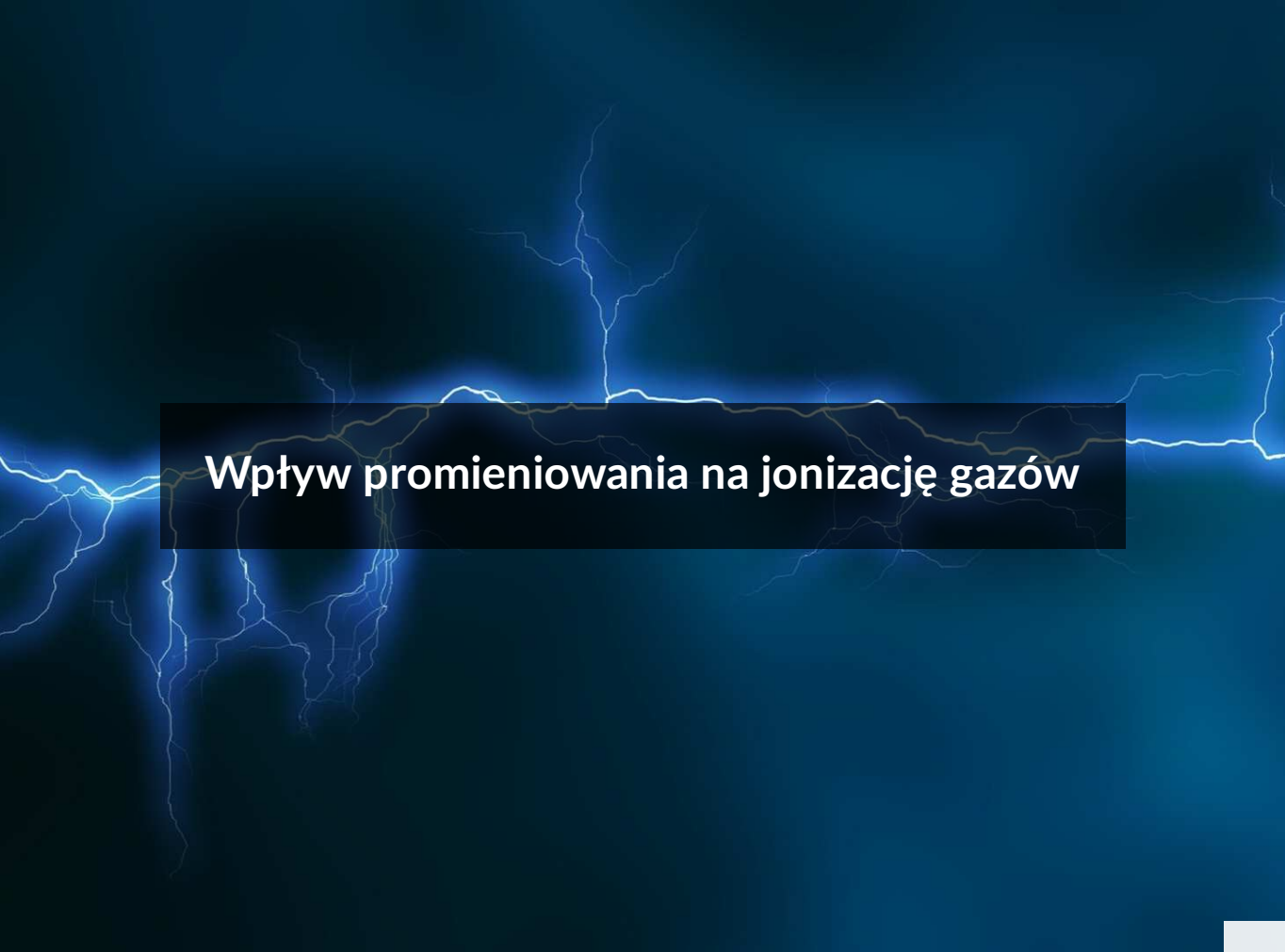




Wpływ promieniowania na jonizację gazów

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film samouczek](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Wpływ promieniowania na jonizację gazów

Czy to nie ciekawe?

Jednym z czynników wywołujących jonizację gazów są zderzenia cząsteczek gazu z cząstkami promieniowania jonizującego. Czy każde z takich zderzeń wywołuje jednakowe efekty? Zapewne domyślasz się, że tak nie jest. Cząstki alfa, beta, gamma i protony mają różne właściwości i w odmienny sposób oddziałują z cząsteczkami lub atomami gazu. Jeśli chcesz poznać szczegóły, zapraszamy do pracy z tym e-materiałem, w którym nie tylko wyjaśniamy wpływ promieniowania na jonizację gazów, ale również omawiamy najważniejsze praktyczne zastosowania tego zjawiska.

Twoje cele

- przeanalizujesz naturę promieniowania jonizującego,
- wyjaśnisz, w jaki sposób różne parametry cząstek jonizujących oraz gazu wpływają na proces jonizacji,
- zastosujesz w praktyce wielkości i jednostki fizyczne używane w fizyce mikroświata,
- wymienisz wybrane zastosowania zjawiska jonizacji gazów przez promieniowanie.

Przeczytaj

Warto przeczytać

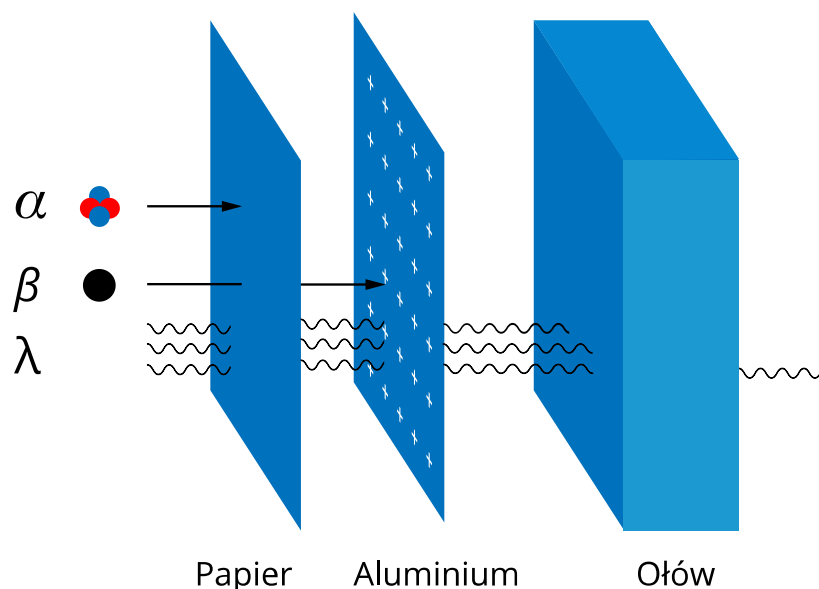
Jonizacja to zjawisko, w wyniku którego obojętny atom lub cząsteczka zamienia się w jon. Mówiąc o gazach, dla uproszczenia, ograniczymy się tu do rozważań dotyczących pojedynczych atomów, w których jonizacja może na przykład nastąpić w wyniku wybicia jednego z elektronów. Powstaje wtedy jon dodatni (**kation**) i wolny elektron. Aby jednak do tego doszło, energia przekazana atomowi musi wystarczyć do przezwyciężenia przyciągania elektrycznego pomiędzy ujemnym elektronem a dodatnim jądrem atomowym. Najmniejsza wartość tej energii nosi nazwę **energii jonizacji** i jest charakterystyczna dla danego pierwiastka.

Jonizacja atomów gazu zachodzi w wyniku ich zderzenia z „jakimiś” obiektami lub wskutek działania silnego pola elektrycznego (zob. materiał pt. *Wpływ natężenia pola elektrycznego na jonizację gazów*). Obiektami, które mogą się zderzyć z atomami gazu są inne atomy tego samego gazu lub cząstki jądrowego promieniowania jonizującego: **alfa** (α), **beta** (β) i **gamma** (γ). Jeżeli nastąpi wiele takich zdarzeń, gaz zaczyna **przewodzić prąd elektryczny**.

Istnieje kilka czynników, które wpływają na jonizację gazów, czyli na to, ile atomów zostanie zjonizowanych przez pojedynczą cząstkę promieniowania jonizującego.

Jest oczywiste, że taka cząstka musi posiadać energię kinetyczną równą co najmniej **energii jonizacji** atomu. Jeśli jednak jej energia jest o wiele większa od energii jonizacji pojedynczego atomu, wówczas, wskutek kolejnych zderzeń, może dojść do jonizacji wielu atomów.

Interesujące jest to, że przy bardzo dużych prędkościach cząstek wpadających w obszar gazu, liczba jonizowanych atomów jest mniejsza niż obserwowana w zakresie ich umiarkowanych prędkości. Obrazowo można powiedzieć, że cząstki jonizujące tak szybko przelatują w pobliżu atomów, że „nie nadążają” z ich jonizacją. W rzeczywistości, aby wyjaśnić tę nietrywialną obserwację trzeba uciec się do teorii kwantowych, czego tutaj robić nie będziemy.



Rys. 1. Obrazowo pokazana przenikliwość różnych składowych promieniowania jonizującego

Promieniowanie jonizujące ma różną przenikliwość (zob. Rys. 1). Wynika to między innymi z różnych „rozmiarów” poszczególnych cząstek promieniowania. Łatwo domyśleć się, że wielkość cząstki wpadającej w obszar gazu ma wpływ na liczbę zderzeń z atomami: im większa cząstka tym większe prawdopodobieństwo zderzenia. Oczywiście, prawdopodobieństwo to rośnie także wraz ze wzrostem liczby atomów gazu przypadającej na jednostkę objętości.

Zjawisko jonizacji gazów, które skutkuje zwiększeniem zdolności przewodzenia przez nie prądu elektrycznego, wykorzystano w praktyce w wielu urządzeniach. Na przykład, trudno byłoby wykryć i badać promieniowanie gamma lub różne cząstki elementarne gdyby nie fakt, że powodują one jonizację powietrza i innych gazów. Buduje się więc tzw. [komory jonizacyjne](#), w których jony i elektrony wytworzone wskutek zderzeń z badanymi cząstkami docierają do elektrod pod napięciem. Badania odbywają się poprzez pomiar prądu jonizacyjnego (komora prądowa) lub zliczanie oddzielnych impulsów (komora impulsowa, na przykład [licznik Geigera-Müllera](#)).

Słowniczek

Anion

(ang.: *anion*) jon naładowany ujemnie, dążący do dodatniej anody (z j. greckiego: *ánodos* - w górę).

Elektronowolt (eV)

(ang.: *electronvolt*) jednostka energii używana w fizyce atomowej, równa energii, jaką uzyska elektron przyspieszany różnicą potencjałów równą 1 woltowi. $1\text{eV} \approx 1,6 \cdot 10^{-19}\text{J}$

Energia jonizacji

(ang.: *ionization energy*) najmniejsza energia, wystarczająca do oderwania elektronu od atomu, charakterystyczna dla danego pierwiastka.

Foton

(ang.: *photon*) cząstka elementarna, kwant pola elektromagnetycznego, np. światła (z j. greckiego: *phôs* – światło).

Jonizacja

(ang.: *ionization*) zjawisko powstawania atomu (lub cząsteczki) naładowanego z obojętnego.

Jonizacja lawinowa

(ang.: *avalanche ionization*) proces zachodzący w gazach, w którym elektrony uwolnione wskutek pierwotnej jonizacji i przyspieszane polem elektrycznym mają na tyle dużą energię, by doprowadzić do jonizacji kolejnych napotkanych na swej drodze atomów.

Kation

(ang.: *cation*) jon naładowany dodatnio, dążący do ujemnej katody (z j. greckiego: *katin* – w dół).

Komora jonizacyjna

(ang.: *ionization chamber*) urządzenie do pomiaru promieniowania, wykorzystujące zjawisko jonizacji gazu.

Licznik Geigera-Müllera

(ang.: *Geiger-Müller counter*) rodzaj komory jonizacyjnej, w której zlicza się impulsy prądu elektrycznego spowodowane **lawinową jonizacją** gazu, wywołaną przez wpadające cząstki promieniowania jądrowego.

Powłoka elektronowa

(ang.: *electron shell*) obszar wokół jądra atomowego, w którym mogą przebywać elektrony o tej samej głównej liczbie kwantowej.

Promieniowanie alfa

(ang.: *alpha ray, alpha radiation*) strumień jąder helu, rodzaj promieniowania jonizującego, emitowanego przez rozpadające się jądra atomowe.

Promieniowanie beta

(ang.: *beta ray, beta radiation*) strumień elektronów, rodzaj promieniowania jonizującego emitowanego przez rozpadające się jądra atomowe.

Promieniowanie gamma

(*ang.: gamma ray, gamma radiation*) promieniowanie elektromagnetyczne, rodzaj promieniowania jonizującego, emitowanego między innymi przez rozpadające się jądra atomowe.

Film samouczek

Jak promieniowanie jonizuje gaz

Obejrzyj film samouczek, z którego dowiesz się, na czym polega zjawisko jonizacji gazu i w jaki sposób ono zachodzi.

Polecenie 1

Do czego służy licznik Geigera-Müllera? Czy potrafisz wyjaśnić zasadę działania tego urządzenia?

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uzereguj rodzaje promieniowania od takiego, dla którego prawdopodobieństwo zderzenia cząsteczki z atomem danego gazu jest najmniejsze do takiego, dla którego jest największe.

alfa (α)



gamma (γ)



beta (β)



protony (p^+)



Ćwiczenie 2



Ile atomów helu może zjonizować kwant gamma o energii 50 keV, jeśli energia jonizacji helu wynosi 25 eV?

Odpowiedź: Co najwyżej atomów.

Ćwiczenie 3



Energia jonizacji atomu neonu wynosi 21,5 eV. Ile to dżuli? Dwie odpowiedzi spośród poniższych są prawidłowe.

☐ 3,44 aJ (attodzuli) (atto= 10^{-18})

☐ $34,4 \cdot 10^{19}$ J

☐ $34,4 \cdot 10^{-19}$ J

☐ $3,44 \cdot 10^{19}$ J

Ćwiczenie 4



Od jakich parametrów zależy stopień jonizacji gazu przez daną cząstkę promieniowania jonizującego?

☐ Od prędkości, energii i rozmiarów cząstki jonizującej i ciśnienia gazu.

☐ Tylko od ciśnienia gazu, czyli liczby atomów w jednostce objętości.

☐ Tylko od prędkości, energii i rozmiarów cząstki jonizującej.

☐ Tylko od tego, czy energia cząstki przewyższa energię jonizacji atomu.

Ćwiczenie 5



Elektron ma masę $9 \cdot 10^{-31}$ kg i porusza się z prędkością 2000 km/s. Czy jest on w stanie zjonizować atomy azotu, dla których energia jonizacji wynosi 15 eV? Uzasadnij swoją odpowiedź.

Ćwiczenie 6



Elektron po uwolnieniu się z obojętnego elektrycznie atomu wskutek jonizacji może przyłączyć się do innego, obojętnego atomu, tworząc jon ujemny. Czy taki anion jest trwały?

- ☐ Nie, ponieważ skoro gaz pierwotnie składa się z obojętnych elektrycznie atomów, to ten właśnie stan jest najbardziej trwały.
- ☐ Nie wiadomo, dla różnych rodzajów jednoatomowych gazów efekt ten jest różny.
- ☐ Tak, kationy i aniony w gazach są jednakowo trwałe.
- ☐ Tak, mechanizm jonizacji w tym przypadku jest taki sam, jak powstawanie kationu.

Ćwiczenie 7



Energia cząsteczki promieniowania jest dużo większa, niż energia jonizacji atomu. Co może się wydarzyć przy pojedynczym zderzeniu cząsteczki z atomem gazu? Należy zaznaczyć, które z poniższych stwierdzeń są prawdziwe.

Wybicie dwóch elektronów z atomu, a nie tylko jednego. [PRAWDA ☐ / FAŁSZ ☐]

Wybicie elektronu z wewnętrznej, a nie zewnętrznej powłoki elektronowej. [

PRAWDA ☐ / FAŁSZ ☐]

Po opuszczeniu atomu elektron porusza się z dużą prędkością. [PRAWDA ☐ /

FAŁSZ ☐]

Po jonizacji cząsteczka leci dalej z nieznacznie mniejszą prędkością. [PRAWDA ☐ /

FAŁSZ ☐]

Ćwiczenie 8



Jak sądzisz, jak wpłynęłoby na pracę licznika Geigera-Müllera zwiększenie ciśnienia gazu wewnątrz do ciśnienia atmosferycznego?

- ☐ Nie wpłynęłoby, licznik działałby tak, jak zwykle.
- ☐ Trzeba byłoby zmniejszyć napięcie na elektrodach.
- ☐ Jonizacja lawinowa zachodziłaby łatwiej, więc sygnały z licznika byłyby wyraźniejsze.
- ☐ Nie zachodziłaby jonizacja lawinowa, więc sygnał elektryczny byłby zbyt słaby.

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Tomasz Sobiepan
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Wpływ promieniowania na jonizację gazów
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony
Podstawa programowa:	Cele kształcenia – wymagania ogólne I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości. Zakres rozszerzony Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 1) przedstawia jednostki wielkości fizycznych, opisuje ich związki z jednostkami podstawowymi; przelicza wielokrotności i podwielokrotności; 19) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu; VIII. Prąd elektryczny. Uczeń: 1) opisuje przewodnictwo w metalach, elektrolitach i gazach; wyjaśnia procesy jonizacji w gazach, wskazuje rolę promieniowania, wysokiej temperatury i dużego natężenia pola;
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. wyjaśnia naturę promieniowania jonizującego, 2. rozróżnia parametry cząstek jonizujących oraz gazów mające wpływ na zjawisko jonizacji. 3. posługuje się wielkościami i jednostkami fizycznymi używanymi w fizyce mikroświata. 4. syntetyzuje wiedzę z zakresu mechaniki i elektrostatyki w celu zastosowania do nowo poznanych zjawisk. 5. charakteryzuje wybrane zastosowania zjawiska jonizacji gazów przez promieniowanie.
Strategie nauczania:	Strategia odwróconej klasy
Metody nauczania:	- pogadanka wstępna, - metoda programowana z użyciem e-materiału.
Formy zajęć:	- praca indywidualna, - praca w grupach,
Środki dydaktyczne:	urządzenia multimedialne dla uczniów
Materiały pomocnicze:	
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
• Przed lekcją nauczyciel zadaje uczniom pracę domową: „Zapoznaj się częścią <i>Przeczytaj</i> niniejszego e-materiału oraz z filmem samouczkiem i upewnij się, że rozumiesz opisane tam zjawiska”. • Nauczyciel zaciekawia uczniów: jonizacja w gazach może zachodzić w rozmaity sposób i na skutek różnych czynników, ale wszystkie te zjawiska możemy zrozumieć i wytłumaczyć korzystając z posiadanej już wiedzy. Spróbujmy to zrobić... • Nauczyciel uzgadnia z uczniami cele do osiągnięcia na lekcji. • Nauczyciel rozpoznaje wiedzę wyjściową uczniów i nawiązuje do tej wiedzy: upewnienie się, że uczniowie pamiętają wzór dotyczący energii kinetycznej poruszającego się ciała oraz dysponują podstawową wiedzą na temat rodzajów promieniowania jonizującego.	
Faza realizacyjna:	

- Nauczyciel pyta uczniów, co w materiałach przygotowanych przed lekcją łatwo było zrozumieć a co sprawiło im największą trudność.
- Wyjaśnia niezrozumiałe przez uczniów zagadnienia (może to zrobić jeden z uczniów).
- Uczniowie pracują indywidualnie nad rozwiązaniem zadania 1 z zestawu ćwiczeń.
- Nauczyciel dzieli uczniów na trzyosobowe grupy, w których rolę lidera obejmuje uczeń o największych możliwościach.
- Uczniowie pracują w grupach nad rozwiązaniem zadań 2-6 z zestawu ćwiczeń. Rolą lidera grupy jest upewnienie się, że pozostali uczniowie właściwie i samodzielnie rozwiązują problemy, w razie potrzeby udzielenie im wskazówek.
- Nauczyciel pełni rolę doradcy, obserwuje pracę uczniów i w razie potrzeby udziela wskazówek i odpowiedzi, wspierając przede wszystkim liderów grup.

Faza podsumowująca:

- Nauczyciel dokonuje podsumowania wiadomości zdobytych na lekcji poprzez zadanie uczniom kilku pytań dotyczących kluczowych zagadnień:
 - Jakie warunki muszą zostać spełnione, by promieniowanie zjonizowało atom?
 - Kiedy nie dojdzie do jonizacji?
 - Jak wykorzystać praktycznie zjawisko jonizacji gazów przez promieniowanie?
- 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 zadania nr: 7. Dla chętnych: poszukaj szczegółowych informacji dot. działania licznika Geigera-Müllera. Rozwiąż zadanie nr 8 z zestawu zadań.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium:

Film samouczek można wykorzystać na lekcji albo do podsumowania wiadomości przez uczniów w domu.