

Energia jądrowa

# Energia jądrowa – scenariusz lekcji

**Czas:** 90 minut

**Cele ogólne:**

* Wprowadzenie pojęć reakcji rozszczepienia i reakcji łańcuchowej.
* Przytoczenie argumentów przemawiających za energetyką jądrową i przeciw niej.
* Wprowadzenie pojęcia syntezy jądrowej.

**Cele szczegółowe – uczeń:**

* podaje przykłady zastosowania energii jądrowej,
* opisuje reakcję rozszczepienia uranu $$ w wyniku pochłonięcia neutronu, podaje warunki reakcji łańcuchowej,
* wyjaśnia znaczenie pojęcia masy krytycznej,
* opisuje działanie elektrowni atomowej,
* wymienia korzyści i zagrożenia płynące z energetyki jądrowej,
* opisuje reakcje termojądrowe w gwiazdach i bombie wodorowej,
* wyjaśnia, skąd pochodzi energia Słońca i innych gwiazd.

**Metody:**

* pokaz,
* dyskusja,
* pogadanka.

**Formy pracy:**

* praca zbiorowa (z całą klasą),
* praca w grupach,
* praca indywidualna.

**Środki dydaktyczne:**

* link – gra „Budowa i działanie akceleratora LHC”, <http://education.web.cern.ch/education/Chapter2/Teaching/games/LHCGame/>,
* plansza „Reakcja łańcuchowa”,
* tekst „Bomba jądrowa”,
* tekst „Reaktor jądrowy”,
* plansza „Produkcja energii jądrowej w Europie”,
* plansza „Synteza termojądrowa”,
* plansza „Synteza we wnętrzu Słońca”,
* plansza „Pytania sprawdzające”.

# Przebieg lekcji

|  |  |
| --- | --- |
| **Czynności nauczyciela i uczniów** | **Uwagi, wykorzystanie środków dydaktycznych** |
| * Wprowadzenie – przypomnienie:

- energia, jej formy i przemiany,- rozpady alfa i beta. | * Czym jest energia? Jakie istnieją jej formy? Jakim przemianom podlega?
 |
| * Dyskusja: Jak z atomu jednego pierwiastka zrobić atom innego pierwiastka.
* Omówienie reakcji polegających

na zderzeniach jąder atomów.* Pogadanka o akceleratorach.
 | * Warto wspomnieć o tzw. kamieniu filozoficznym, czyli legendarnej substancji poszukiwanej od wieków przez alchemików, zamieniającej metale nieszlachetne

w szlachetne (np. złoto).* Atomy różnią się przede wszystkim składem jądra, w którym zmienia się liczba protonów

i neutronów. Ta zmiana nie jest łatwa; należy zbliżyć do siebie nukleony na taką odległość, aby – zamiast się odpychać siłami elektrostatycznymi – zaczęły się przyciągać siłami jądrowymi.* Aby jądra atomowe się ze sobą zderzyły, muszą mieć ogromną prędkość.
* Rutherford w swoim doświadczeniu użył cząstek *α* ze względu na ich duże prędkości

i z atomów azotu uzyskał atom tlenu w reakcji:$$.* Podczas zderzeń nukleony łączą się ze sobą, ale trudno przewidzieć, co z nich powstanie, bo – jak w doświadczeniu Rutherforda

– może powstać nowy atom oraz inna cząstka, np. proton.* Akceleratory to urządzenia służące

do przyspieszania jąder atomowych lub cząstek elementarnych, które zderzają się ze sobą z prędkościami bliskimi prędkości światła. Analiza tych zderzeń i zachodzących dzięki nim reakcji pozwala na badanie wewnętrznej struktury cząstek i praw, jakim one podlegają.* Jednym z największych akceleratorów

na świecie jest LHC w laboratorium CERN pod Genewą. Aby dowiedzieć się więcej o budowie i działaniu LHC, warto skorzystać z gry dostępnej na stronie: http://education.web.cern.ch/education/Chapter2/Teaching/games/LHCGame/. |
| * Omówienie reakcji z użyciem neutronów.
* Omówienie reakcji rozszczepienia

na przykładzie uranu. | * Neutrony nie mają ładunku elektrycznego, więc mogą być łatwo dołączone do jądra atomowego nawet przy małych prędkościach.
* Neutrony wykorzystywane są do produkcji izotopów promieniotwórczych stosowanych w medycynie.
* Wyniki reakcji z neutronami bywają różne: mogą powstać inne jądra, może dojść

do emisji innych cząstek, możliwy jest także – po wchłonięciu neutronu – rozpad jądra na dwa mniejsze jądra innych pierwiastków z wydzieleniem ogromnych ilości energii i od jednego do trzech neutronów. Taki proces nazywany jest rozszczepieniem jądra. Rozszczepienie w przyrodzie zachodzi samoistnie; można je także wywołać.* Przykład rozszczepienia jądra uranu:

$$.W jądro uranu uderza neutron i rozszczepia je na jądra ksenonu i strontu. W wyniku tego rozpadu powstaje bardzo dużo energii (około 200 MeV) oraz dwa neutrony. |
| * Wprowadzenie pojęcia reakcji łańcuchowej.
* Omówienie wybuchów jądrowych

i wprowadzenie pojęcia masy krytycznej. | * Jeśli neutrony powstałe w wyniku rozszczepienia jądra trafią w następne jądro, mogą spowodować kolejne rozszczepienie,

w którym wydzielone zostaną porcja energii i kolejne neutrony, które mogą trafić w następne jądro i spowodować jego rozpad itd. Reakcja rozszczepienia rozchodzi się coraz szybciej, bo neutronów jest coraz więcej. Taka reakcja nosi nazwę reakcji łańcuchowej.* Wykorzystanie planszy „Reakcja łańcuchowa”.
* Każdy etap reakcji łańcuchowej trwa około $10^{-8}s$ i powoduje wydzielenie około 200 MeV energii. W ułamku sekundy powstaje niewyobrażalna ilość energii – tak się dzieje podczas wybuchu bomby jądrowej.
* Aby neutrony powstające podczas rozszczepienia trafiły w kolejne jądra, neutrony nie mogą uciekać z próbki, więc próbka musi zawierać odpowiednią ilość materiału rozszczepialnego i mieć odpowiedni kształt – kształt kuli.

Jest to tzw. masa krytyczna.* Dla uranu $$ masa krytyczna to około

52 kg w kształcie kuli (mniejszej niż piłka do siatkówki). |
| * Dyskusja o skutkach wybuchu bomby jądrowej.
 | * Bomba jądrowa to materiał rozszczepialny

o masie większej niż masa krytyczna.* Podczas wybuchu wyzwalana jest ogromna energia, a temperatura wzrasta do tysięcy stopni, co powoduje powstanie fali uderzeniowej. Masy ogrzanego powietrza unoszą się i zasysają materię z podłoża,

co jest obserwowane jako kilkukilometrowej wysokości „grzyb”.* Niesione z wiatrem produkty rozszczepienia, które są *β*-promieniotwórcze, zostają rozrzucone na wielkich obszarach,

co powoduje ich skażenie.* Wykorzystanie tekstu „Bomba jądrowa”.
 |
| * Omówienie kontrolowanych reakcji rozszczepienia w reaktorach jądrowych.
* Omówienie budowy elektrowni jądrowej.
* Omówienie produkcji energii jądrowej

w Europie. | * Energię pochodzącą z reakcji rozszczepienia można wykorzystywać m.in. w elektrowniach jądrowych.
* Głównym elementem elektrowni jądrowej jest reaktor jądrowy, urządzenie, w którym zjawisko rozszczepienia przebiega przez długi czas, dostatecznie wolno, aby temperatura nie wzrastała za bardzo, i w sposób kontrolowany, aby nie nastąpił wybuch jak

w bombie jądrowej.* Budowa oraz działanie reaktora jądrowego opisano w tekście „Reaktor jądrowy”.
* Wykorzystanie planszy „Produkcja energii jądrowej w Europie”.
 |
| * Dyskusja: Energetyka jądrowa, „za i przeciw”.
 | * Warto przygotować uczniów do tej dyskusji

– kilka dni wcześniej poprosić ich o zebranie informacji.* Poprowadzenie dyskusji – można podzielić uczniów na dwie grupy: występujących

za energetyką jądrową i przeciw niej. Uczniowie w grupach ustalają swoje argumenty, następnie wywołujemy dyskusję.* Nauczyciel powinien czuwać, aby obie strony operowały prawdziwymi argumentami i aby nie wygrała żadna ze stron – najważniejsze, aby każdy uczeń wyrobił sobie własną opinię.
 |
| * Omówienie reakcji syntezy jądrowej.
* Podanie przykładów takich reakcji.
* Pogadanka na temat elektrowni termojądrowej.
 | * Reakcja syntezy jądrowej polega na łączeniu się jąder lekkich pierwiastków.
* Przeprowadzenie reakcji syntezy jest bardzo trudne; wymaga zbliżenia do siebie cząsteczek gazu na taką odległość, by zaczęły się one przyciągać siłami jądrowymi. Potrzebna jest temperatura milionów stopni Celsjusza, dlatego te reakcje są nazywane termojądrowymi.
* Synteza jądrowa zachodzi we wnętrzu gwiazdy, więc także we wnętrzu Słońca, gdzie gęstość plazmy to 150 000 $\frac{kg}{m^{3}}$, a temperatura wynosi 14 000 000$℃$.
* Przykład syntezy jądrowej:

$+$.Z jąder trytu i deuteru powstaje jądro helu, neutron oraz energia – plansza „Synteza trytu i deuteru”.* Przykład reakcji syntezy we wnętrzu Słońca

– plansza „Synteza we wnętrzu Słońca”.* Kontrolowane syntezy jądrowe udaje się przeprowadzać w laboratoriach, ale trwają one zaledwie kilka sekund, a energia otrzymana w ich wyniku jest mniejsza niż energia potrzebna do ich przeprowadzenia.
* We Francji planuje się uruchomienie elektrowni termojądrowej wytwarzającej więcej energii niż wynosi jej zużycie. Surowca do syntezy jądrowej – wodoru – jest na Ziemi pod dostatkiem, a odpady nie stanowiłyby problemu, ponieważ produktem reakcji syntezy jest nieszkodliwy hel.
* Reakcja syntezy jest wykorzystywana

do budowy bomb wodorowych, kilkaset razy silniejszych od bomb atomowych. |
| * Podsumowanie lekcji.
 | * Zadanie uczniom pytań podsumowujących wiedzę zdobytą na lekcji – „Pytania sprawdzające”.
 |

# Pytania sprawdzające

1. Wyjaśnij, na czym polega:

a) reakcja rozszczepienia,

b) reakcja łańcuchowa,

c) reakcja syntezy jądrowej.

1. Wyjaśnij, czym są akceleratory i do czego służą.
2. Opisz przebieg reakcji rozszczepienia izotopu. Posłuż się dowolnym przykładem.
3. Wyjaśnij znaczenie pojęcia masy krytycznej.
4. Wyjaśnij, jak działa reaktor jądrowy.
5. Wskaż zalety i wady produkowania energii w elektrowniach jądrowych.