

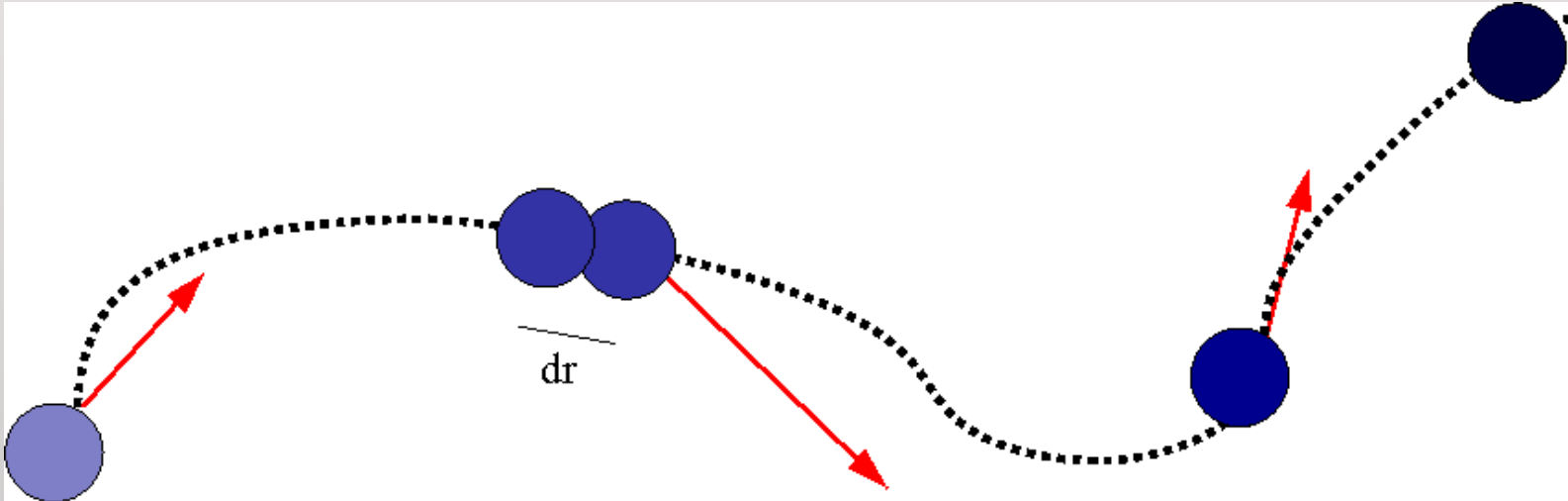
# Wybrane Działy Fizyki

(3)

## Energia i Prawa zachowania

Z każdym z dyskutowanych oddziaływań elementarnych (grawitacyjne, elektromagnetyczne, słabe i silne) jest związana pewna forma energii pozwalająca każdej z tych sił wykonać pracę. Wykonanie pracy zawsze związane jest ze zmianą energii. Przyjrzyjmy się temu zagadnieniu dokładniej.

# Praca



$$\Delta W = \vec{F} \cdot d\vec{r} \quad W = \int_l \vec{F} \cdot d\vec{r}$$

## **Energia definicja fizyczna**

**Energia** - skalarna wielkość fizyczna opisująca stan materii i zdolność materii do wykonania pracy lub spowodowania przepływu ciepła. Jest wielkością addytywną i zachowawczą. Energia występuje w różnych rodzajach. Procesy fizyczne, mogą być postrzegane jako przemiany energii.

# Przykład

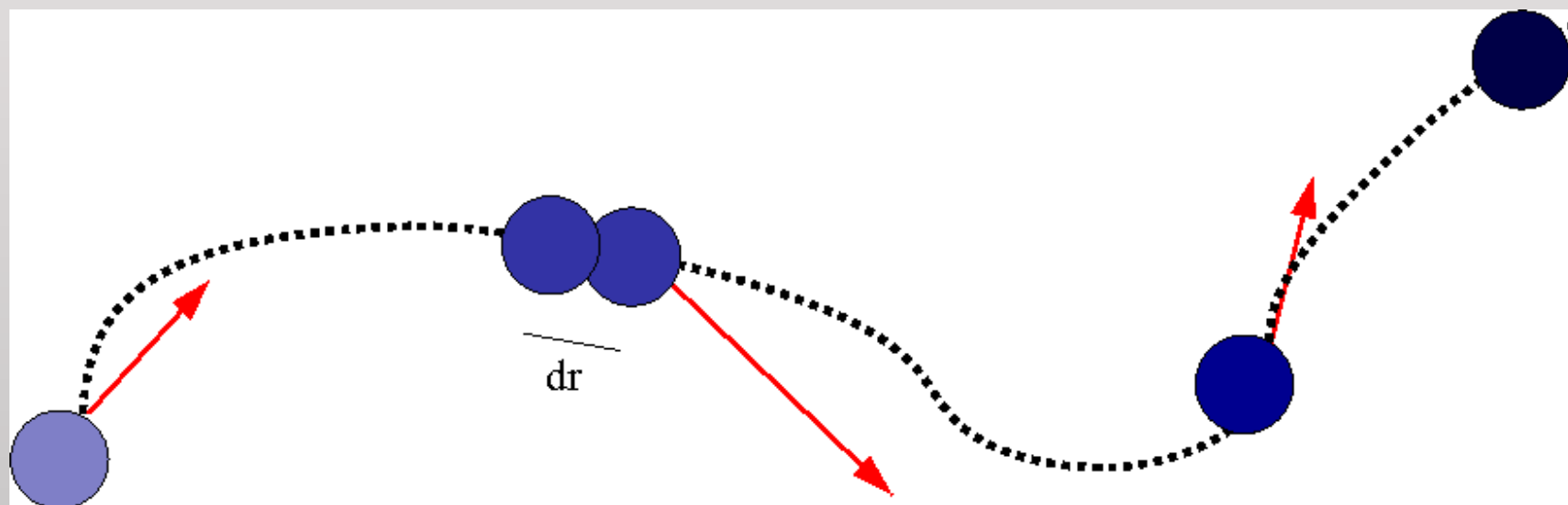


## Podstawowe prawo fizyki klasycznej (postulat!)

Praca wykonana nad układem zawsze wiąże się ze zmianą energii układu

$$\Delta E = W$$

# Przykład



# Formy energii

- ♦ energia mechaniczna
- ♦ energia cieplna
- ♦ energia elektryczna
- ♦ energia chemiczna
- ♦ energia jądrowa



# Energia mechaniczna

Suma energii kinetycznej i potencjalnej. Jest postacią energii związaną z ruchem i położeniem obiektu fizycznego W sensie technicznym- zdolność wytworzenia oraz przekazania napędu (momentu siły na wale, siły na ciągnie itp.) przez maszynę.

♦ **energia kinetyczna** - związana z ruchem ciał

♦ **energia potencjalna** - związana z położeniem lub odkształceniem ciała

# Energia mechaniczna - (kinematyczna)

♦ energia ruchu postępowego

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

♦ energia ruchu obrotowego

$$E_o = \frac{1}{2} I \omega^2$$

# Energia mechaniczna - (potencjalna)

♦ energia grawitacyjna

$$E_p = m g h$$

♦ energia sprężysta

$$E_e = \frac{1}{2} \sigma \cdot \epsilon$$

## **Energia termiczna (cieplna)**

Energia termiczna (energia cieplna) to energia wewnętrzna układu, która jest związana z chaotycznym ruchem cząsteczek układu. Miarą energii termicznej jest temperatura. Każda postać energii może się przemienić w energię termiczną. Wymiana energii pomiędzy układami poprzez chaotyczny ruch cząsteczek lub atomów nazywa się wymianą ciepła.

**Energia termiczna i ciepło to nie to samo!.**

Ciepło, podobnie jak praca są sposobem przekazywaniem energii, a nie formą energii.

## **Energia termiczna (cieplna)**

Ciepło w fizyce to jeden z dwóch sposobów, (obok pracy) przekazywania energii układowi termodynamicznemu polegający na przekazywaniu energii chaotycznego ruchu cząstek w zderzeniach cząstek tworzących te układy i zawsze związany jest ze zmian energii.

Ciepło przepływa między ciałami, które nie znajdują się w równowadze termicznej, tzn. gdy mają one różne temperatury i wywołuje zwykle zmianę temperatury. Ciała te muszą pozostawać ze sobą w kontakcie termicznym i musi istnieć możliwość przepływu ciepła.

## Energia termiczna (cieplna)

Pierwsza zasada termodynamiki - jedno z podstawowych praw termodynamiki, jest sformułowaniem zasady zachowania energii dla układów termodynamicznych.

Dla układu zamkniętego:

$$\Delta U = \Delta Q + \Delta W$$

Zmiana energii wewnętrznej układu zamkniętego jest równa energii, która przepływa przez jego granice na sposób ciepła lub pracy.

# Przepływ ciepła

- ♦ Przewodzenie ciepła - bezpośredni kontakt układów, wymiana energii odbywa się w wyniku oddziaływania cząsteczek ciał;
- ♦ Konwekcję - przenoszenie energii w cieczach i gazach nie na skutek ruchu pojedynczych cząsteczek, a w wyniku ruchu makroskopowych ilości substancji. Ruchy te występują na skutek różnicy gęstości substancji w różnych temperaturach (np. w polu grawitacyjnym planety ciepłe masy wody lub gazów unoszone są do góry, a chłodne masy opadają, ponieważ mają większą gęstość w pewnym zakresie temperatur), ruch płynu może być też wywołany inną przyczyną;
- ♦ Promieniowanie elektromagnetyczne - ruch drgający (przyspieszenie) ładunku elektrycznego w drgających cząsteczkach wywołuje promieniowanie elektromagnetyczne, zwane promieniowaniem termicznym, które może być pochłonięte przez inne ciało. Potocznie sądzi się, że za zjawisko transportu ciepła odpowiada promieniowanie podczerwone, podczas gdy dotyczy ono wszystkich długości promieniowania elektromagnetycznego.

# Energia elektryczna

Energia elektryczna - związana z różnymi aspektami oddziaływań elektromagnetycznych można podzielić na:

- ♦ energię elektrostatyczną
- ♦ energię magnetyczną
- ♦ energię prądu elektrycznego



## Energia elektryczna (elektrostatyczna)

Energia elektrostatyczna jest to energia nieruchomego układu ładunków wynikająca z oddziaływania między nimi. Za energię elektrostatyczną uznaje się też energię poruszających się ładunków, jeżeli pomija się efekty ich ruchu. Energia elektrostatyczna jest też opisywana jako energia ładunku w polu elektrycznym. Przykład - energia zgromadzona w kondensatorze.

$$W = \frac{1}{2} C U^2$$

## Energia elektryczna (magnetyczna)

Energia magnetyczna jest to energia zgromadzona w polu magnetycznym - potrzebna do jego wytworzenia

$$E_M = \frac{1}{2} B \cdot H$$

Możliwość bardzo sprawnej transformacji energii elektrycznej na magnetyczną i *vice versa* wykorzystuje się w energetyce (elektronice) do zmian wielkości napięcia za pomocą transformatorów.

## Energia elektryczna (popularnie)

Energia elektryczna prądu elektrycznego to energia, jaką prąd elektryczny przekazuje odbiornikowi wykonującemu pracę lub zmieniającemu ją na inną formę energii. Energię elektryczną przepływającą lub pobieraną przez urządzenie określa iloczyn natężenia prądu płynącego przez odbiornik, napięcia na odbiorniku i czasu przepływu prądu przez odbiornik.

$$W = \Delta E = U \cdot I \cdot t = P \cdot t$$

## Energia chemiczna

Energia chemiczna to energia potrzebna do rozerwania (utwozenie) wiązania chemicznego. Energię wiązań wyraża się najczęściej w jednostkach kJ/mol (MeV/u).

Energia wiązania substancji AB jest to energia wymieniana między układem a otoczeniem podczas rozpadu 1 mola AB na atomy A i B lub podczas tworzenia się 1 mola AB z atomów A i B. Łączna energia wiązań jest sumą wszystkich wiązań między A i B z uwzględnieniem ich krotności.

## Energia chemiczna

Ten typ energii jest wygodny do magazynowania energii elektrycznej (baterie akumulatory). Równocześnie jest popularnym źródłem energii cieplnej uzyskiwanej w procesie spalania (egzotermiczne reakcje utleniania)

benzyna- 45 MJ/kg

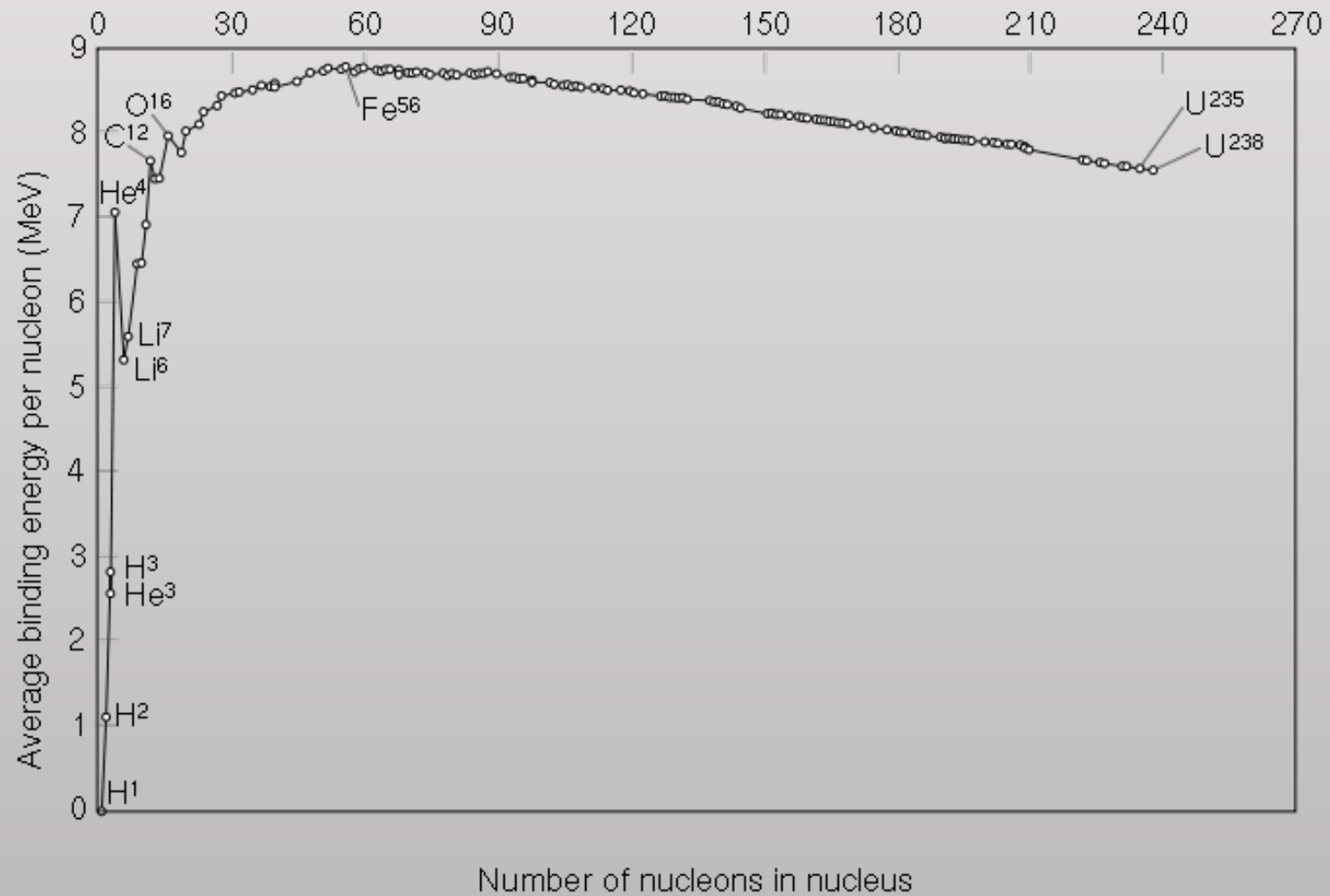
LPG - 35 MJ/kg

wodór -121 MJ/kg

# Energia jądrowa

Energia jądrowa to energia wydzielana podczas przemian jądrowych. Uwalnianie się energii podczas tych przemian związane jest z różnicami w energii wiązania poszczególnych jąder atomowych.

# Energia jądrowa

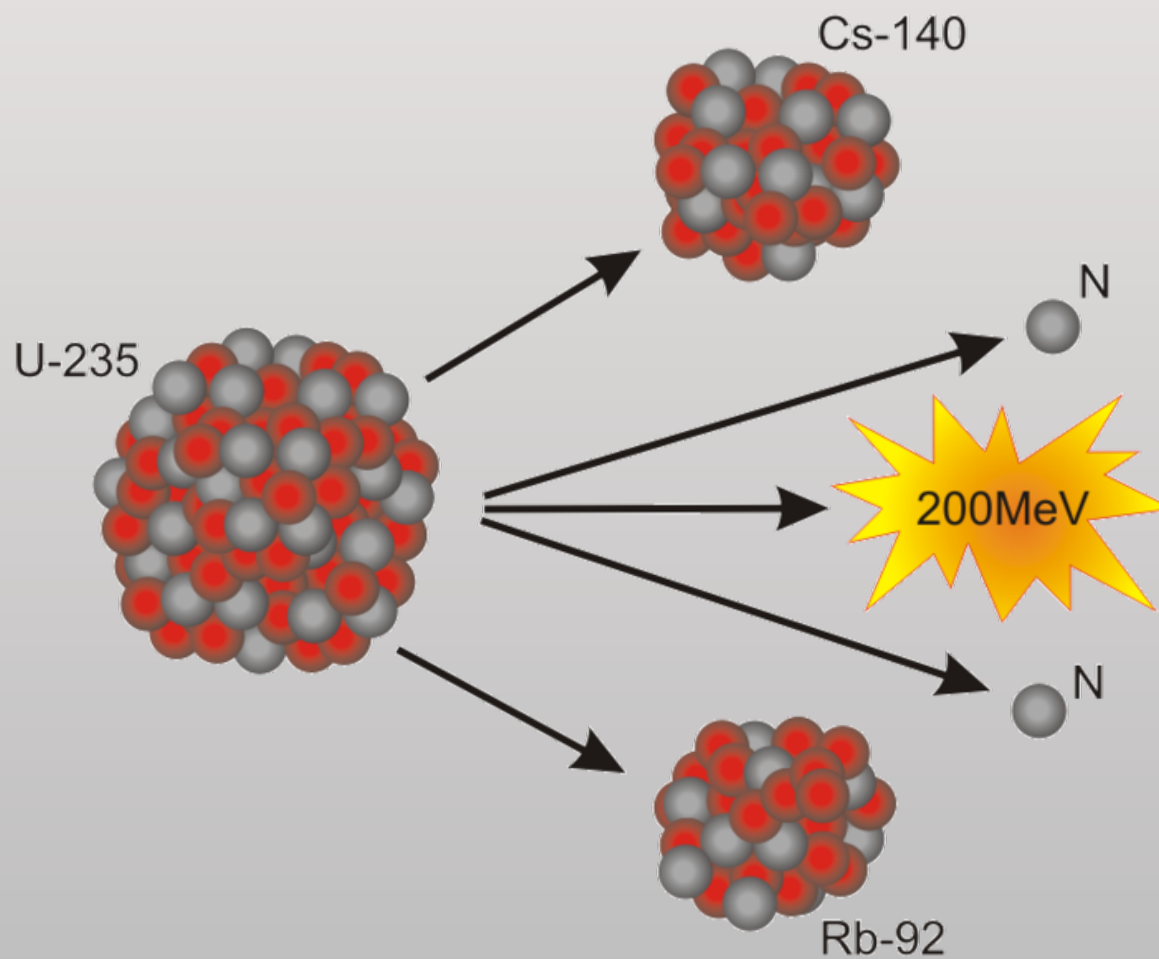


# Energia jądrowa

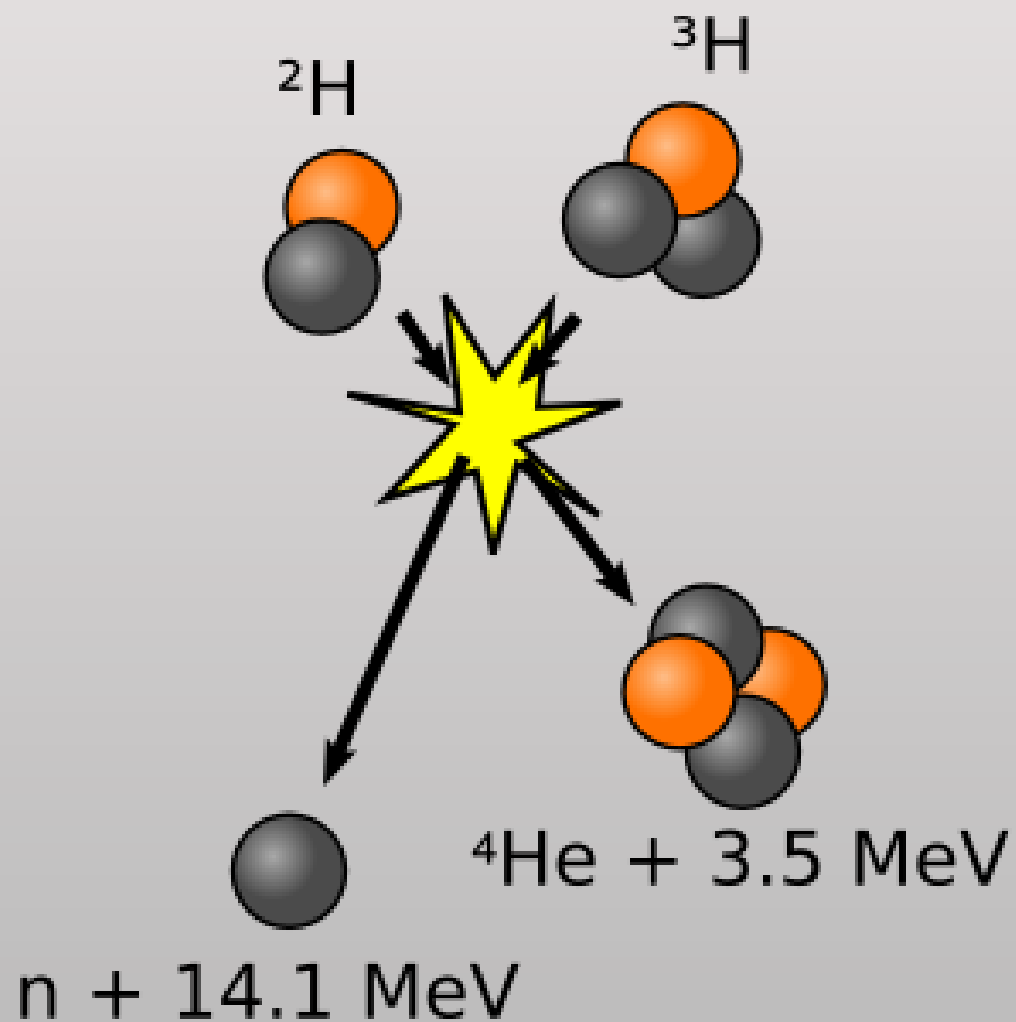
Jądra żelaza ( $^{56}\text{Fe}$ ) są najbardziej stabilnymi ze wszystkich jąder, co oznacza największą energię wiązania w przeliczeniu na jeden nukleon. Jądra masywniejsze od jąder żelaza mają stopniowo coraz mniejszą energię wiązania na nukleon. Dlatego rozszczepiając ciężkie jądro na mniejsze fragmenty, uzyskuje się energię. Podobnie dzieje się podczas łączenia jąder lżejszych od jądra żelaza. Różnice w energiach wiązania i, co za tym idzie, wydzielana energia są tak duże, że następuje mierzalny spadek masy produktów takich reakcji jądrowych (część masy zamienia się na energię). Reakcje jądrowe w przeliczeniu na jednostkę masy - są około milion razy bardziej efektywne od reakcji chemicznych.



# Energia jądrowa - reakcja rozszczepienia



## Energia jądrowa - reakcja syntezy



## Przykład energia syntezy $^{23}_{11}\text{Na}$

$^{23}_{11}\text{Na}$  - - 11 protonów i 12 neutronów

♦ masa protonu:  $m_p = 1,007276u$

♦ masa neutronu:  $m_n = 1,008665u$

♦  $m_z = 11 \times m_p + 12 \times m_n = 23,184016u$

♦ masa atomowa sodu:  $m_{Na} = 22,989770u$

$$\Delta E = m_z - m_{Na} \times 931.494 \text{MeV}/u = 180,939 \text{MeV}.$$

## Masa i energia

Według szczególnej teorii względności masa cząstki i energia są sobie równoważne. W układzie związanym z cząstką (nazywanym układem spoczynkowym) energia spoczynkowa tej cząstki jest określona wzorem

$$E_0 = m_0 \cdot c^2$$

## Prawo zachowanie energii ???

Zgodnie z twierdzeniem **E. Noether** z symetrii translacji czasowej (co można interpretować jako taką właściwość świata, zgodnie z którą prawa fizyki dzisiaj są takie same jak były wczoraj) wynika zasada zachowania energii.

## Zasada minimum energii

Układy fizyczne w tak zwanych stanach stacjonarnych lub podstawowych charakteryzowane są energią, której wartość jest minimalna. W związku z rozpraszaniem się energii (dyssypacja energii) obserwuje się samorzutne”przechodzenie układów ze stanów scharakteryzowanych dużą wartością energii do stanów podstawowych. Przykładem jest postawiony na sztorc ołówek, który samorzutnie się przewraca osiągając stan o najmniejszej możliwej energii.