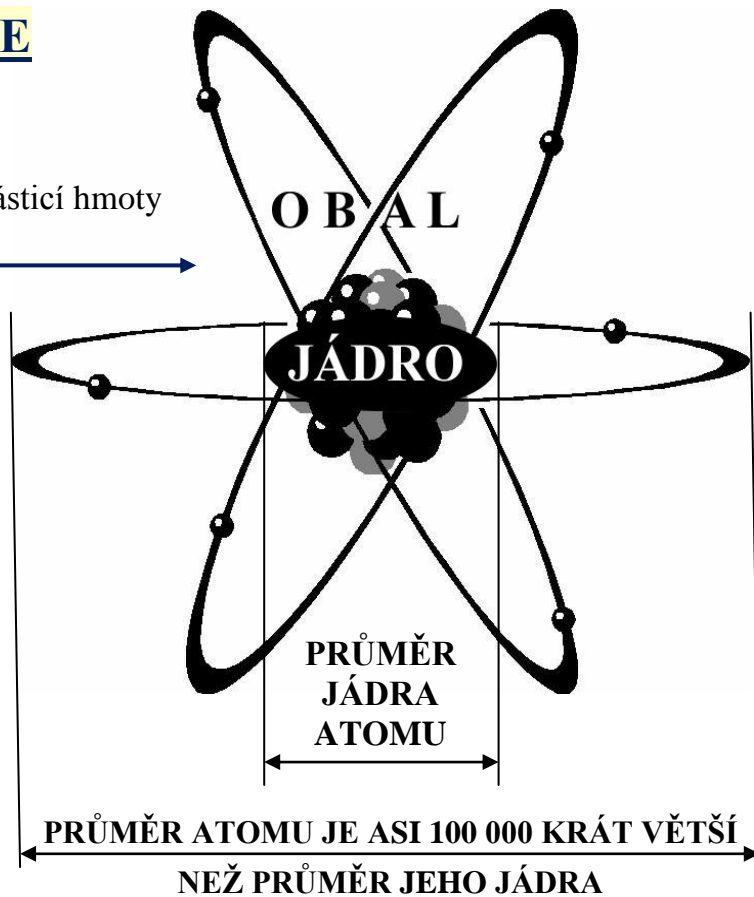


V. – JADERNÁ ENERGIE

SLOŽENÍ ATOMU:

Základní (nikoli nejmenší) stavební částicí hmoty je **ATOM**

OBAL ATOMU
Obal atomu je složen z ELEKTRONŮ .
ELEKTRON → e
= Částice s nejmenším záporným elektrickým nábojem:
$e = -1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
COULOMB [C] je jednotka elektrického náboje Q
$1\text{C} = 6 \cdot 10^{18} e$
HMOTNOST ELEKTRONU:
$m_e = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$



JÁDRO ATOMU	
JÁDRO ATOMU je složeno z NUKLEONŮ ⇒ PROTONŮ a NEUTRONŮ . Soustřeďuje v sobě 99,9% hmotnosti celého atomu.	
PROTON → p	NEUTRON → n
Částice s nejmenším kladným elektrickým nábojem:	Částice bez elektrického náboje.
$p = +1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	Neutrony mají přibližně stejnou hmotnost jako protony.
HMOTNOST PROTONU:	HMOTNOST NEUTRONU:
$m_p = 1,672 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$	$m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

📖 Kladný náboj protonu je stejně velký jako záporný náboj elektronu.

📖 Počet elektronů v obalu atomu je roven počtu protonů v jeho jádře ⇒ Atom je jako celek elektricky neutrální.

PROTONOVÉ A NUKLEONOVÉ ČÍSLO:

Počet nukleonů (protonů a neutronů) v jádře atomu udává

NUKLEONOVÉ ČÍSLO → 238 U

Počet protonů v jádře atomu udává PROTONOVÉ ČÍSLO → 92 U

Atom uranu **238** má v jádře **92** protonů (a tedy 92 elektronů v obalu) a **146** neutronů.

$$146 = 238 - 92$$

PŘÍKLAD:

Zjisti počet neutronů radonu $^{222}_{86}\text{Rn}$
Počet protonů 86
Počet neutronů $222 - 86 = \underline{136}$

PŘÍKLAD:

Zjisti počet neutronů olova $^{206}_{82}\text{Pb}$
Počet protonů 82
Počet neutronů $206 - 82 = \underline{124}$

IZOTOPY A NUKLIDY:

IZOTOPY

= Atomy, které mají stejné protonové číslo, ale liší se číslem nukleonovým
→ Tvoří různé nuklidy téhož prvku.



NUKLIDY

= Látky složené z atomů, které mají stejné protonové číslo a stejné nukleonové číslo
→ Atomy nuklidů jsou zcela stejné.

Nejjednodušším příkladem jsou tři IZOTOPY VODÍKU:

BĚŽNÝ VODÍK
^1_1H
1 proton + 1 elektron
Nejjednodušší a nejrozšířenější prvek ve vesmíru.

DEUTERIUM
^2_1H
1 proton + 1 elektron + 1 neutron
Stabilní izotop vodíku.

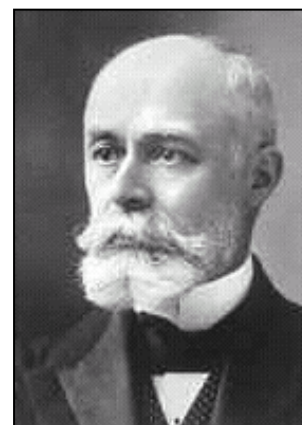
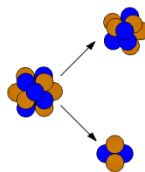
TRITIUM
^3_1H
1 proton + 1 elektron + 2 neutrony
Radioaktivní izotop vodíku.

CHEMICKÝ PRVEK = Látka skládající se z atomů se stejným protonovým číslem.

Některé nuklidy (izotopy) mají nestabilní jádra, která se postupně mění → Vznikají nová jádra nových prvků.

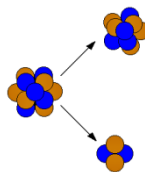
Tyto jaderné přeměny jsou doprovázeny vyzařováním neviditelného

RADIOAKTIVNÍHO ZÁŘENÍ



RADIONUKLIDY (RADIOIZOTOPY) = Látky tvořené atomy, jejichž jádra vyzařují radioaktivní záření.

V současnosti známe asi **50** přirozených radionuklidů.



ZÁŘENÍ α , β , γ :

ZÁŘENÍ ALFA

= Proud jader atomů helia ${}^4_2\text{He}$

Jádro nuklidu vysílá dva protony a dva neutrony → V podstatě jádra atomu helia.

Toto záření dokáže pohltnout již list papíru, běžný oděv nebo tenká vrstva vzduchu.

Záření α může být nebezpečné, je-li radionuklid vdechnut nebo pozřen.

Francouzský fyzik
**Antoine Henri
Becquerel**
(1852 – 1908)

V roce **1896**
objevil, že uranová
ruda zvaná
smolinec
(pocházející z českého
Jáchymova)
vyzařuje
neviditelné záření

ZÁŘENÍ BETA

= Proud elektronů e^- nebo pozitronů e^+ .

POZITRON = Kladná částice s hmotností elektronu → Antičástice elektronu.

Toto záření dokáže pohltnout tenký hliníkový plech, překližka nebo prkno.

ZÁŘENÍ GAMA

= Pronikavé krátkovlnné elektromagnetické záření, podobné záření rentgenovému.

Toto záření dokáže pohltnout silná olověná deska.

POZNÁMKA:

V jaderných bombách a v jaderných reaktorech vzniká i pronikavé

NEUTRONOVÉ ZÁŘENÍ

= Proud neutronů.

Toto záření dokáže pohltnout silná vrstva vody nebo betonu.

OCHRANA PŘED RADIOAKTIVNÍM ZÁŘENÍM, DÁVKOVÝ EKVIVALENT:

Radioaktivní záření může vyvolat rakovinu a genetické změny ⇒ Je třeba se před ním chránit:

- Při práci s radionuklidy dodržovat bezpečnostní předpisy.
- Zdroje záření (např. při rentgenovém vyšetření) používat jen v míře nezbytně nutné, aby DÁVKOVÉ EKVIVALENTY u ozařovaných osob nepřesáhly stanovená omezení.

DÁVKOVÝ EKVIVALENT (H):

= Veličina, která popisuje biologický účinek radioaktivního (ionizujícího) záření:

- Závisí na druhu záření a absorbované dávce
- Jednotkou je SIEVERT [Sv] → $1 \text{ Sv} = 1 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$
- Výhodou je možnost vyjádřit radiační zátěž těla i při nerovnoměrném ozáření.
- Maximální dávkový ekvivalent pro jednotlivce nesmí překročit $\frac{5 \text{ mSv}}{1 \text{ rok}}$

RADIAČNÍ OCHRANA:

= Systém organizačních a technických opatření k omezení ozáření osob radioaktivním zářením a k zabránění radioaktivní kontaminace.

Pro případ ohrožení obyvatelstva radioaktivním zářením (např. po radiační havárii) jsou uváděny ochranné faktory různých materiálů a objektů.

KOEFICIENTY ZESLABENÍ [K_Z] ZÁŘENÍ GAMA V NĚKTERÝCH OBJEKTECH:

$K_Z = 2$	Automobil, autobus, krytý železniční vagon
$K_Z = 10$	Přízemí obytného domu
$K_Z = 40$	Sklep obytného domu
$K_Z = 15 - 30$	Úkryt s nakrytím 60 cm zeminy
$K_Z = 50 - 130$	Úkryt s nakrytím 90 cm zeminy



RADIOAKTIVITA:

RADIOAKTIVITA = Schopnost některých nuklidů vyzařovat radioaktivní záření:

PŘIROZENÁ RADIOAKTIVITA	UMĚLÁ RADIOAKTIVITA
Samovolné vyzařování radioaktivního záření.	Radioaktivita vyvolaná umělým ozářením nuklidu.

SCHÉMA PŘEMĚNOVÉ ŘADY URANU $^{238}_{92}\text{U}$

RADIONUKLID	NÁZEV	TYP ROZPADU	POLOČAS ROZPADU
^{238}U	URAN	alfa	4,468 miliardy roků
^{234}Th	THORIUM	beta	24,1 dne
^{234}Pa	PROTAKTINIUM	beta	1,17 minuty
^{234}U	URAN	alfa	245 500 roků
^{230}Th	THORIUM	alfa	75 380 roků
^{226}Ra	RADIUM	alfa	1 602 let
^{222}Rn	RADON	alfa	3,82 dne
^{218}Po	POLONIUM	alfa	3,11 minuty
^{214}Pb	OLOVO	beta	26,8 minuty
^{214}Bi	VIZMUT	beta	19,9 minuty
^{214}Po	POLONIUM	alfa	164,3 mikrosekundy
^{210}Tl	THALLIUM	alfa	1,3 minuty
^{210}Pb	OLOVO	beta	22,3 roku
^{210}Bi	VIZMUT	beta	5,012 dne
^{210}Po	POLONIUM	alfa	138,376 dne
^{206}Pb	OLOVO	STABILNÍ PRVEK	

VYUŽITÍ RADIONUKLIDŮ:

ZDRAVOTNICTVÍ	<u>RADIODIAGNOSTIKA</u> – Používá METODU ZNAČENÝCH ATOMŮ , při níž vybraný radionuklid zobrazuje orgány a procesy v živém organismu.
	<u>RADIOTERAPIE</u> – Léčení nádorových onemocnění ozařováním nádorových buněk, které jsou citlivější na ionizující záření.
POTRAVINÁŘSTVÍ	Ozařování potravin zářením GAMA zpomaluje dozrávání ovoce a zeleniny a ničí bakterie v mase.
ARCHEOLOGIE GEOLOGIE	<u>RADIOMETRICKÉ DATOVÁNÍ</u> – Určování stáří organických látek (poločas přeměny $^{14}_6\text{C}$) nebo hornin.
STROJÍRENSTVÍ	<u>PRŮMYSLOVÁ DEFEKTOSKOPIE</u> – Slouží ke zjišťování povrchových i vnitřních vad výrobků.
KOSMONAUTIKA	Jaderné elektrické baterie jako dlouhodobý zdroj napětí.

JADERNÉ REAKCE:

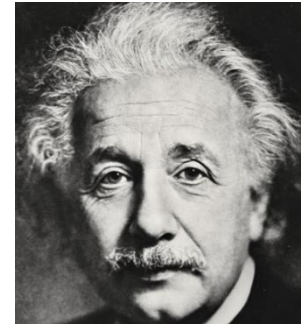
Jádra atomů vážou ohromné množství energie.

Tato energie se uvolňuje v průběhu

JADERNÝCH REAKCÍ

- ★ Při jaderných reakcích se mohou jádra jednoho nuklidu přeměňovat v jádra jiných nuklidů.
- ★ Elektrický náboj i počet nukleonů přitom zůstává stejný před reakcí i po reakci.
- ★ Jaderné reakce zapisujeme rovnicemi podobnými chemickým rovnicím.

E = energie
m = hmotnost
c = rychlost světla
ve vakuu



Německý fyzik a matematik
Albert Einstein
(1879 – 1955)
vyjádřil množství energie
v látce rovnicí $E = mc^2$

ŠTĚPENÍ JADER ATOMŮ

= Proces, při kterém se těžká nestabilní jádra rozdělí na dvě lehčí, přibližně stejně velká jádra → ŠTĚPNÉ PRODUKTY.

Přitom dojde k uvolnění 2 nebo 3 neutronů a velkého množství energie.

Produkty štěpení mohou být radioaktivní.

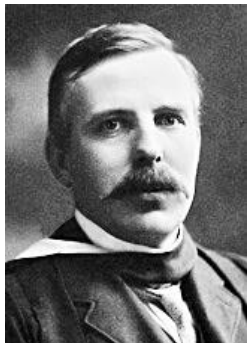
Je-li v látce dostatek štěpitelných jader, mohou neutrony vzniklé štěpením způsobit další štěpení → Dojde k ŘETĚZOVÉ REAKCI:

ŘÍZENÉ

Jaderný reaktor

NEŘÍZENÉ

Jaderná bomba



Anglický fyzik
Ernest Rutherford
(1871 – 1937)
uskutečnil v roce 1919
první umělou jadernou
reakci:
 ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$

SLUČOVÁNÍ (SYNTÉZA, FÚZE) JADER ATOMŮ

Proces, při kterém se dvě velmi lehká jádra vzájemnou srážkou spojí do těžšího stabilnějšího jádra.

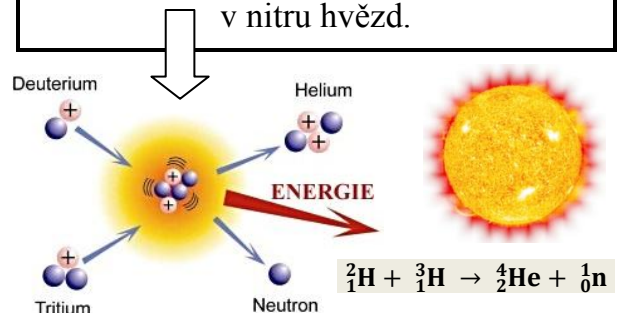
Přitom dojde k uvolnění velkého množství energie.

Produkty slučování nejsou radioaktivní.

Jaderná fúze vyžaduje teploty dosahující **milionů °C** → Aby jádra získala dostatečnou pohybovou energii k překonání odpuzivých sil při srážce.

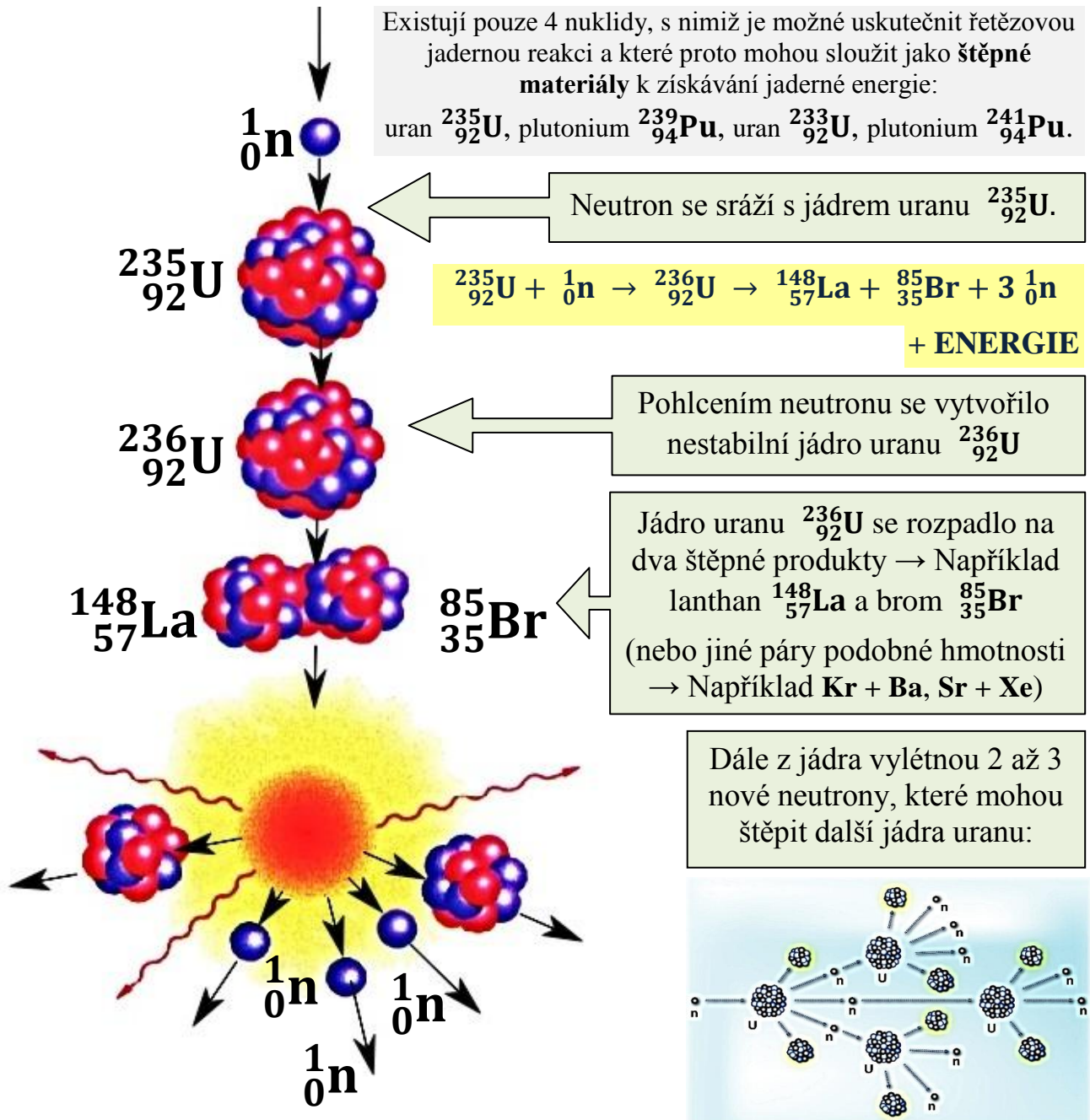
Proto v případě jaderného slučování hovoříme o **TERMONUKLEÁRNÍ (TERMOJADERNÉ) REAKCI**.

Termojaderné reakce probíhají přirozeně v nitru hvězd.



ŘETĚZOVÁ REAKCE:

Jediný štěpný materiál, který se vyskytuje v přírodě, je nuklid uranu $^{235}_{92}\text{U}$.



Tímto procesem se lavinovitě zvýší počet štěpených atomů ⇒ Rozběhne se **ŘETĚZOVÁ REAKCE** s prudkým nárůstem uvolněné energie.

- Je-li hmotnost štěpné látky větší než KRITICKÁ HMOTNOST, projeví se řetězová reakce JADERNÝM VÝBUchem → NEŘÍZENÁ ŘETĚZOVÁ REAKCE.
- Pro užitečné využití jaderné energie je třeba štěpnou reakci stabilizovat zachycováním přebytečných uvolněných neutronů → ŘÍZENÁ ŘETĚZOVÁ REAKCE.