

Radiační biofyzika ~ radiobiologie

Přednáška 2

2021



Radiační biofyzika 2

Objev přirozené radioaktivity a další vývoj

Martin Falk, falk-at-ibp.cz, Biofyzikální ústav AVČR, Brno



**18. května 1896, Antoine Henri Becquerel
Objev přirozené radioaktivity**



Inspirace pro Becquerelův objev

1. FASCINACE OBJEVEM „MAGICKÝCH“ PAPRSKŮ X

Wilhelm Conrad Röntgen krátce předtím zjistil, že záření vznikající při průchodu elektronů vakuovou trubicí dokáže pronikat pevnými látkami a zanechávat stopy na fotografické desce, stejně jako obyčejné světlo. Snímek kostí ruky i s kovovým prstenem jeho manželky obletěl svět a uvedl vědce do varu. Záření, které dokáže zobrazovat věci dosud neviditelné!

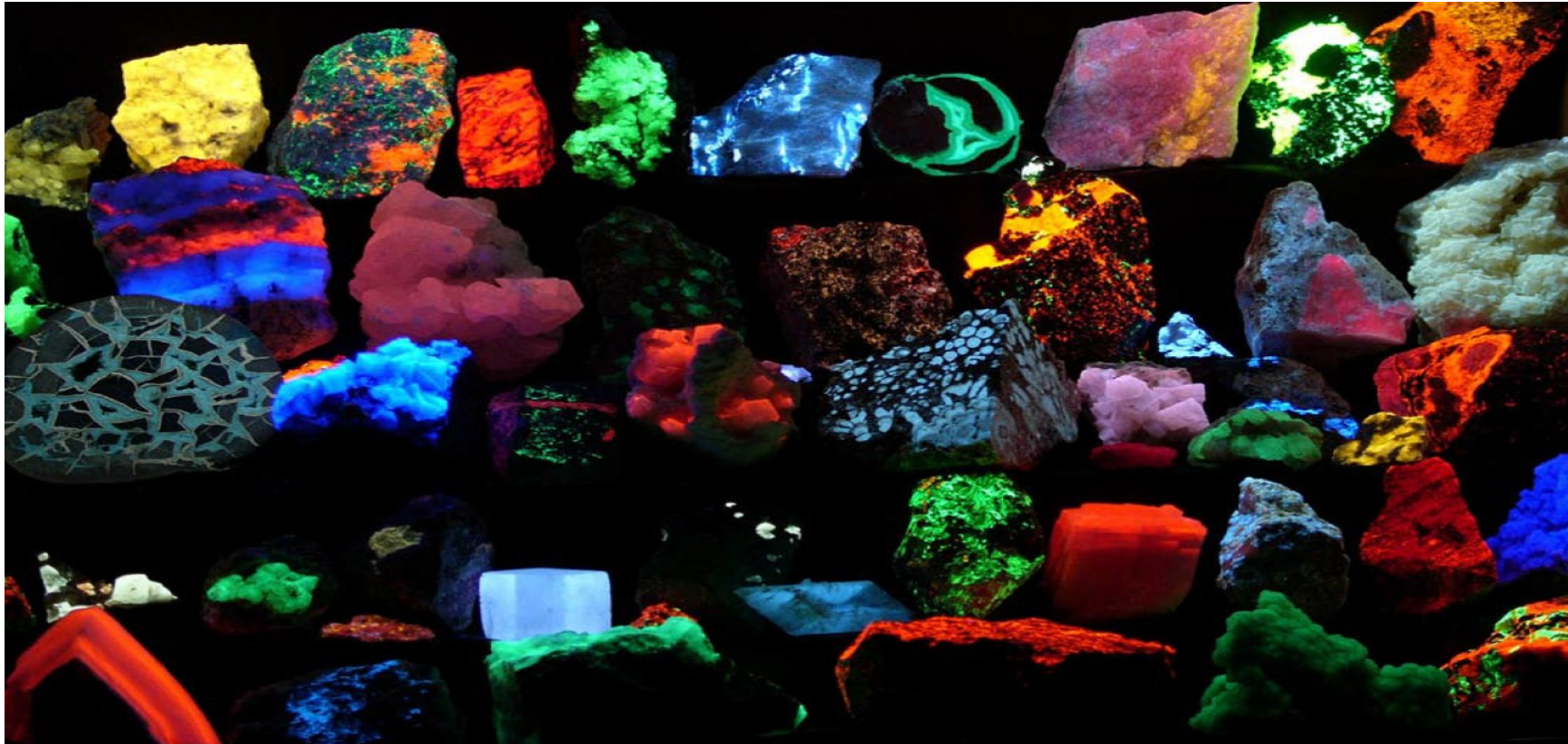
20. února 1895. Jako řádný člen francouzské Akademie věd se Becquerel pořádaně dostavil na zasedání této ctihodné instituce, aby tu **vyslechl přednášku svého kolegy Henriho Poincarého o Röntgenových pokusech s katodovými paprsky**



Další inspirace pro Becquerelův objev

EXPERIMENTY světélkování látek ve slunečním světle JEHO OTCE.

(otcem H.B. byl Alexandre Edmond Becquerel, 1820-1891, též významný fyzik).

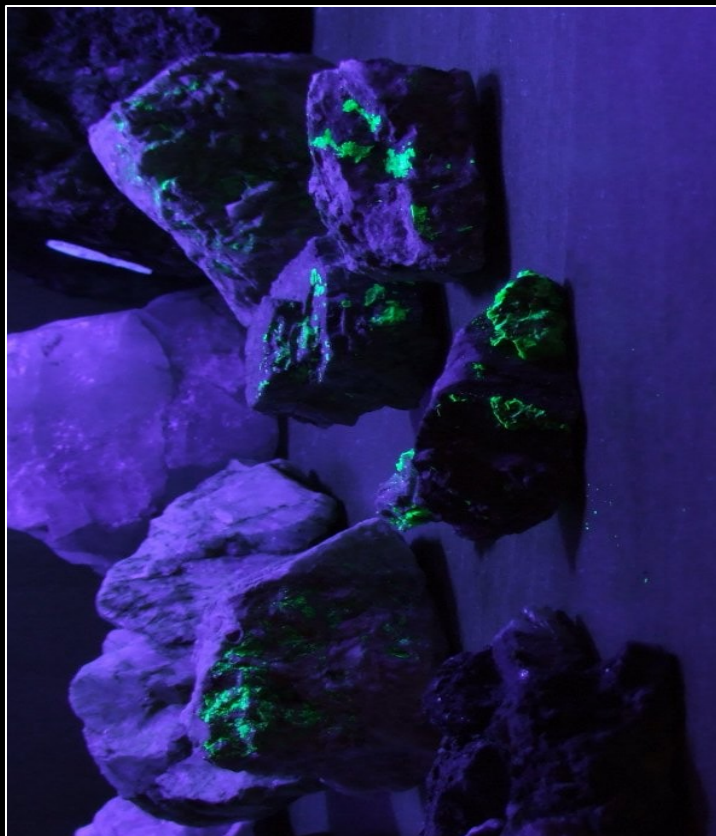


Paříž, Francie, Antoine Henri Becquerel



Antoine Henri Becquerel

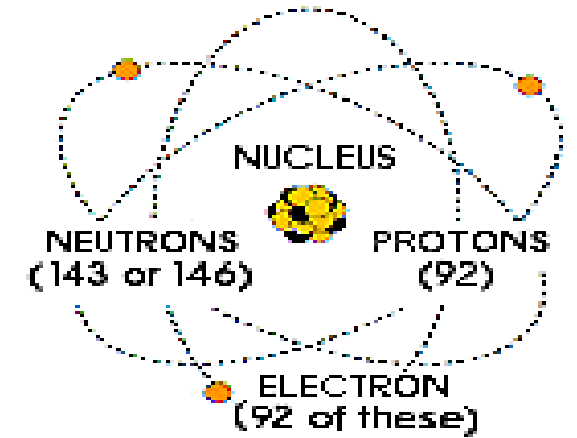
1852, Paříž –1908, Le Croisic, francouzský fyzik



Uranové soli a sklo pod UV-světlem světélkují podobně jako katodový konec trubice emitující paprsky X, to H. B. fascinovalo a dovedlo ho to k vykonání převratného experimentu...

URAN –

- nejtěžší přirozeně se vyskytující prvek na Zemi (Z=92)
- prvek s „nakumulovanou silou supernov“
- objev U změnil svět od základu



Protonové číslo: 92

Teplota tání: 1 130 °C

Teplota varu: 3 900 °C

Molární hmotnost: 238,03 g·mol⁻¹

Hustota: 19 050 kg·m⁻³



Izolace URANU

- Eugène-Melchior Péligot
(1811–1890, Paříž)
- francouzský chemik
- 1841 jako první izoloval uran
a použil termín „uranyl“ (pro
označení žlutých solí uranu).
- Uran začal být zajímavý pro
barvení skla, stále však trpělivě
čekal, až přijde jeho čas...

U



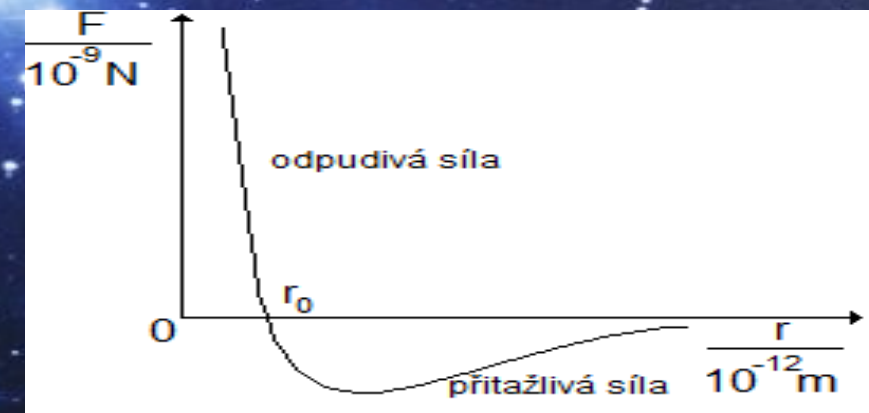
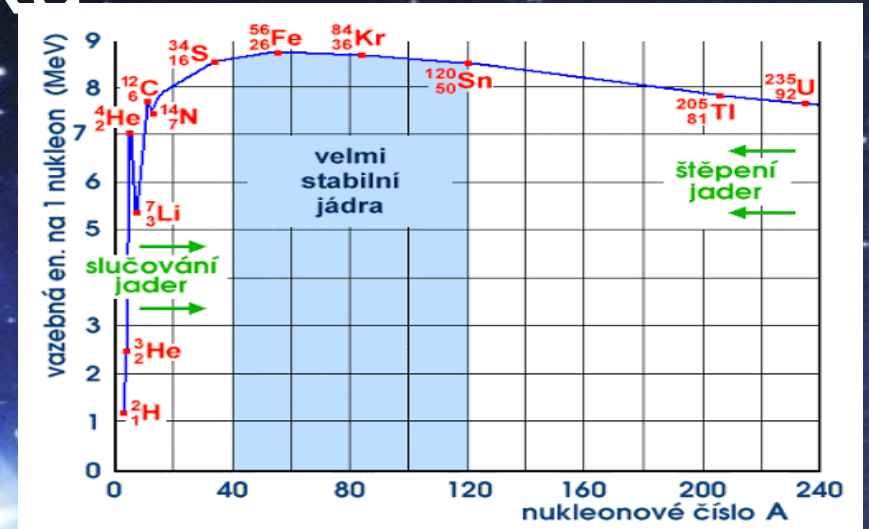
92
238.03



OBROVSKÁ ENERGIE URANU

→ Vznik lehkých a těžších prvků

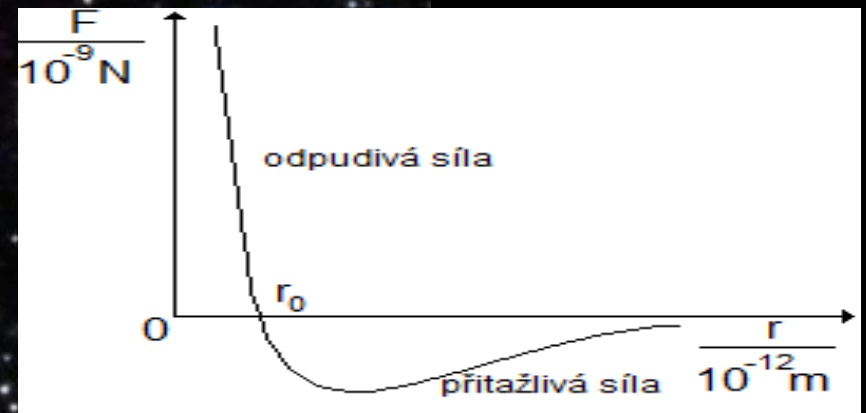
- **H, He, (Li)** – prvotní nukleogeneze (celý vesmír do cca. 3 vteřin po velkém třesku) + jaderná fúze v prvních hvězdách
- **Li, Be, B**: specifický znik v mezihvězdném prostoru (interakce produktů supernov s kosmickým zářením?)
- **Těžší prvky až po železo**: Obrovský tlak hmoty zažehl v nitrech hvězd termojadernou fúzi, jež po spotřebování H „spaluje“ hélium... následkem postupně vznikají těžší prvky až po železo
- **ANI JADERNÁ FÚZE OVŠEM NESTAČÍ K PRODUKCI PRVKŮ $>Fe$**



Vznik nejtěžších prvků → URAN



- Prvky těžší než Fe:
 - Exploze prvních supernov
- Nepředstavitelně obrovská energie umožňující vznik jader v endotermických reakcích
- Vznik těžších prvků než Fe, včetně U (asi -6.6 mld. let)

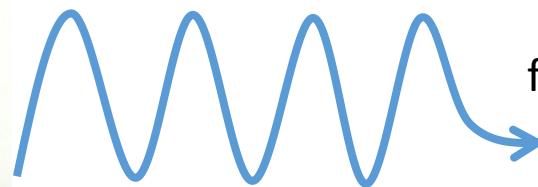
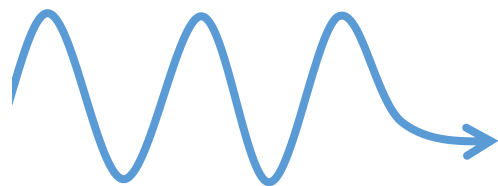


- Před 4.5 mld let – vznik Země z hmoty, jež obsahuje uran vyprodukovaný erupcemi dávných supernov
- Dnes je již U ve Sluneční soustavě vzácný
- Nicméně, jeho pomalý rozpad je hlavním **zdrojem zahřívání kůry** Země, zodpovídá za **kontinentální drift** (asi ale i participace dalších fenoménů)



H. Becquerela tak napadlo, zdali světélkující nerosty také nevydávají paprsky X.

Nejprve si však myslel, že nerosty mohou vydávat tajemné neviditelné záření jen tehdy, když viditelně světélkují.

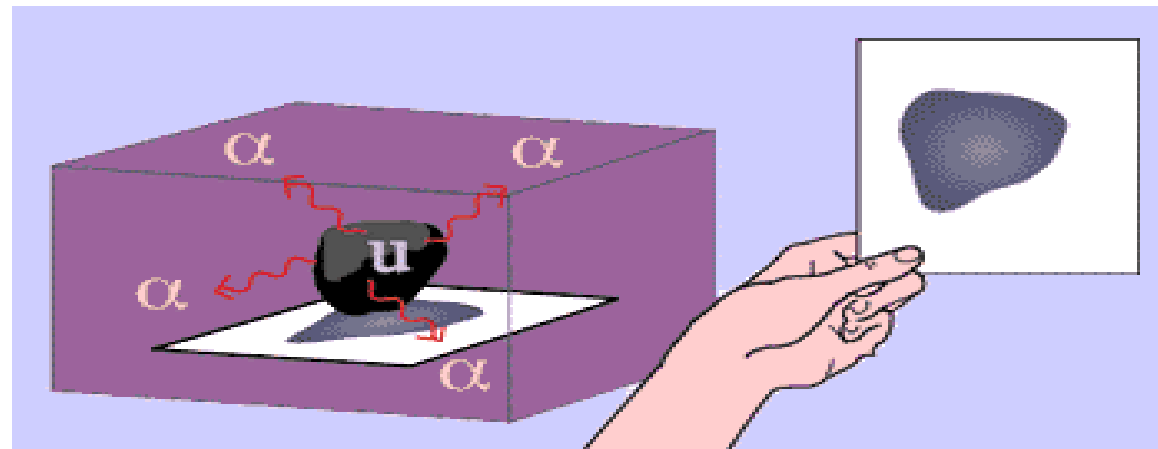
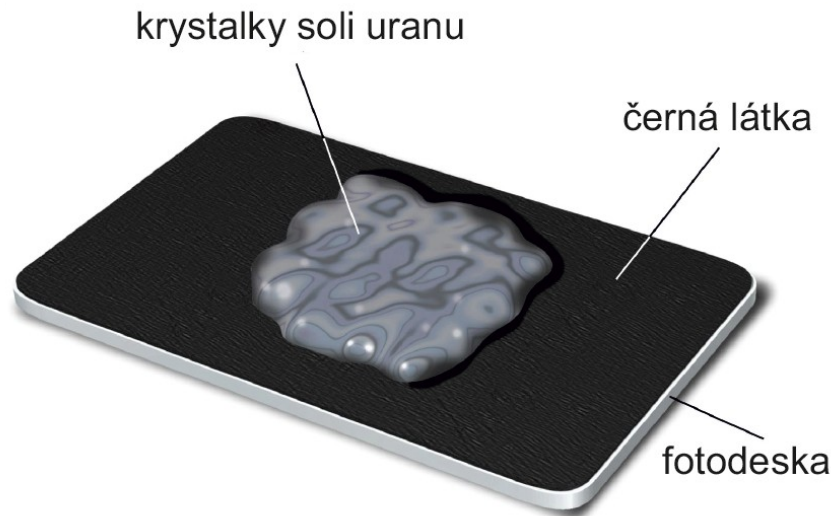


fluorescence

paprsky-X



Epochální Becquerelův experiment



Becquerelův experiment. Soli uranu osvítily zakrytou fotografickou desku.

Dal vybrané kameny z otcovy sbírky na slunce, a když se dostatečně "nasvítily" a začaly samy pěkně zářit, **položil je na světlotěsně zabalené fotografické desky** a po čase je vyvolal

Poté se nestačil divit: Většina desek zůstala naprosto nezměněná, **jen pod několika vzorky zčernaly**

Ukázalo se, že jde o fluoreskující **soli uranu**.

Becquerelův experiment

Rok po Poincarého přednášce (24. února 1896) Becquerel informoval Akademii o svém objevu:

"Uran vydává záření pronikající hmotou i bez vysokého napětí katodové trubice."

To byl nepochybně významný poznatek, ale k objevu přirozené radioaktivity stále ještě nesměřoval.

Becquerel se totiž stále ještě domníval, že záření souvisí s luminiscencí uranových solí.

Becquerelův experiment – A ZASE TA NÁHODA!

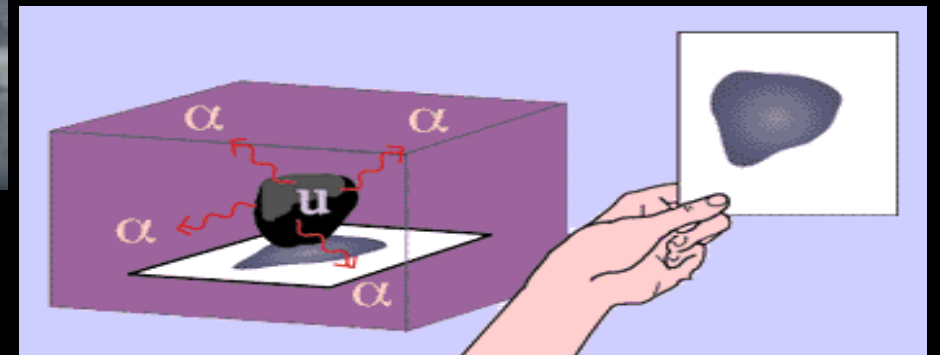
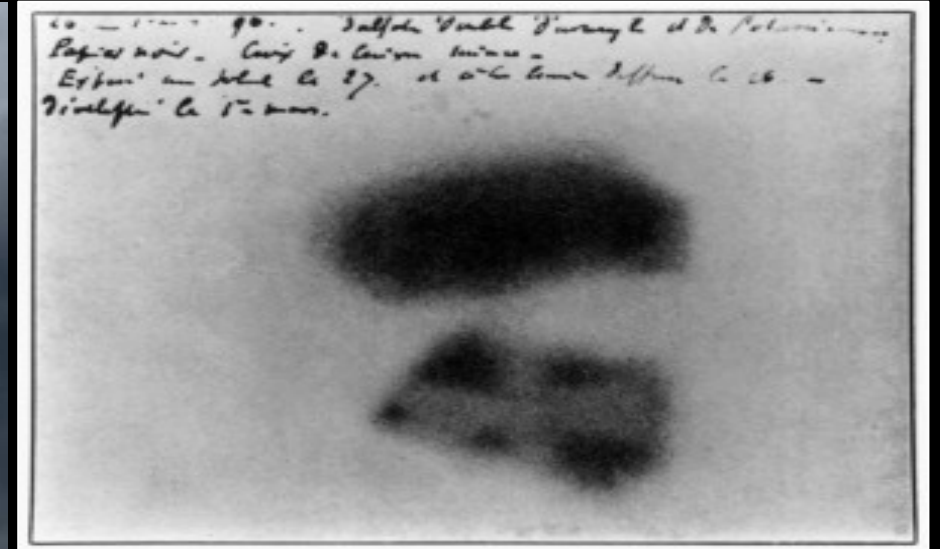
Když chtěl pokus opakovat,

neočekávaně se zatáhlo

... rozhodl se proto experiment odložit a neexponované desky i s uranem uklidil na několik dní do šuplíku

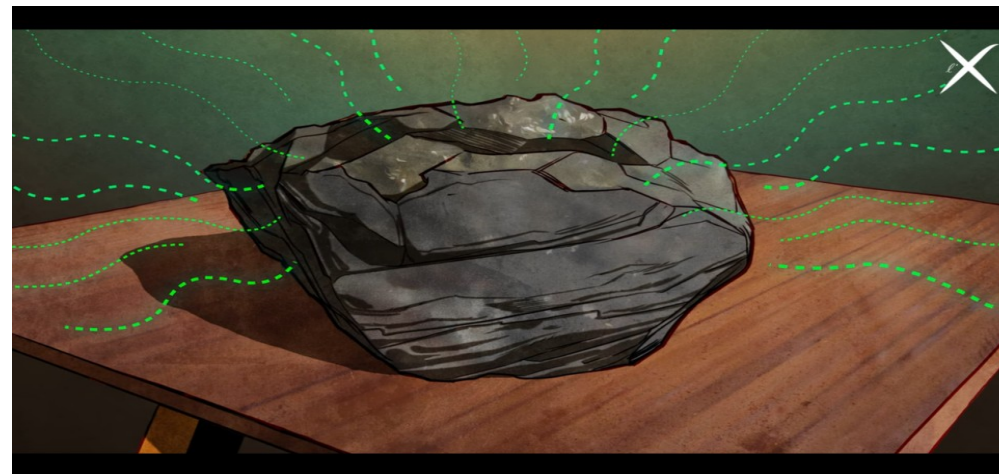
Posléze desky ale přesto z nejasných pohnutek vyvolal, a byl udiven ještě více: opět ztmavly!

Bylo zřejmé, že sluncem vyvolané světélkování nebylo příčinou expozice desek.



Becquerelovo záření

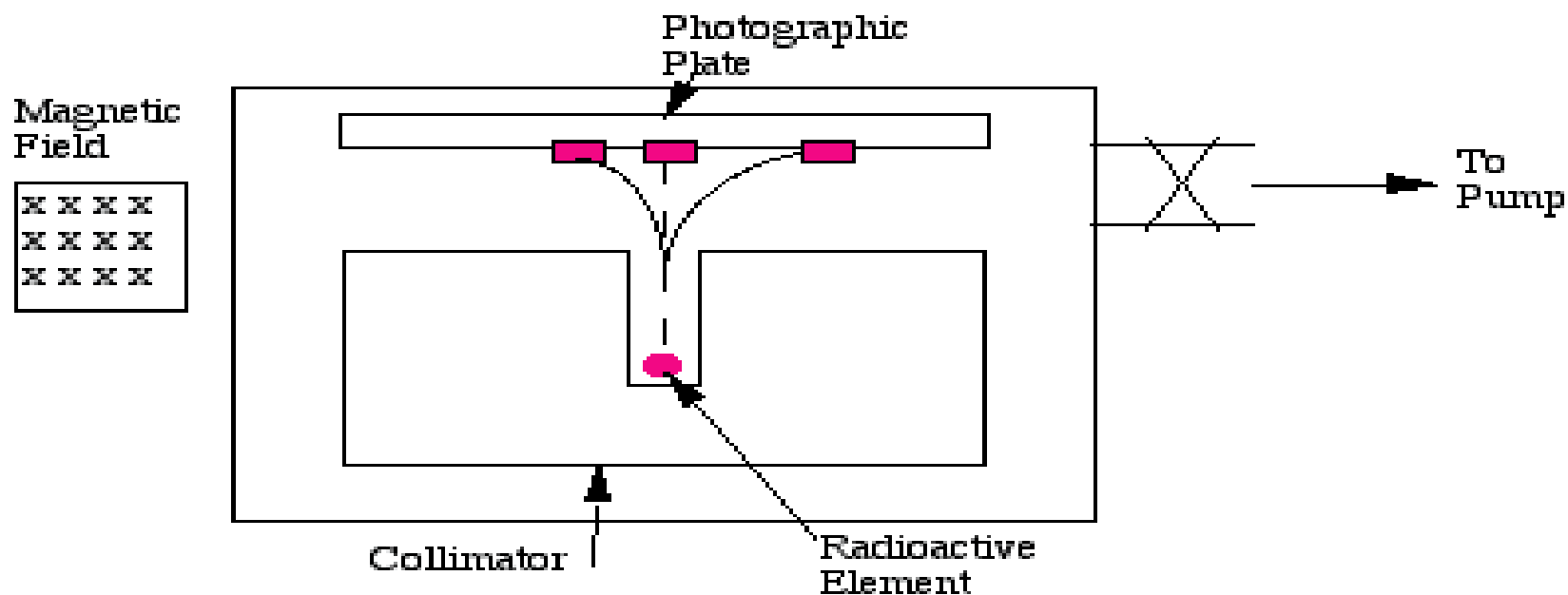
- Becquerel se podivným zářením z nitra uranu dál intenzivně zabýval a zjistil, že:



- **černání fotografických desek způsobují všechny sloučeniny obsahující uran, zatímco luminescencí se vyznačují jen některé jeho soli**
- **Luminescenční krystaly solí uranu přitom vydávaly neznámé záření i poté, co následkem rekrystalizace ztratily schopnost fosforeskovat**
- **Jiné fosforeskující látky naopak neznámé záření nevyzařovaly**
- 18. května 1896 konstatoval: "**Pronikavá zářivost je vlastností samotného uranu bez ohledu na jeho fyzikální či chemickou formu.**"
- **PRÁVĚ TAK OBJEVIL PŘIROZENOU RADIOAKTIVITU, nejprve nazývanou jako Becquerelovo záření**

Becquerel zjistil některé další zajímavé charakteristiky záření vycházejícího z uranu:

- ionizuje vzduch
- lze jej odklonit pomocí magnetického pole.
- Tento poznatek zveřejnil v roce 1899. **Vyplývalo z něj, že se neznámé záření (přinejmenším z určité části) skládá z elektricky nabitých částic. Na jeho podstatu však přijít nedokázal.**



RADIOAKTIVITA, Marie a Pierre Curieovi

Štafetu od H.B. převzali manželé **Marie a Pierre Curieovi** (byli to spolupracovníci H. Becquerela - Pierre Curie měl pracovnu jen několik kroků chodbou od laboratoře profesora Becquerela a sdílel ji se svou mladou manželkou Marií).

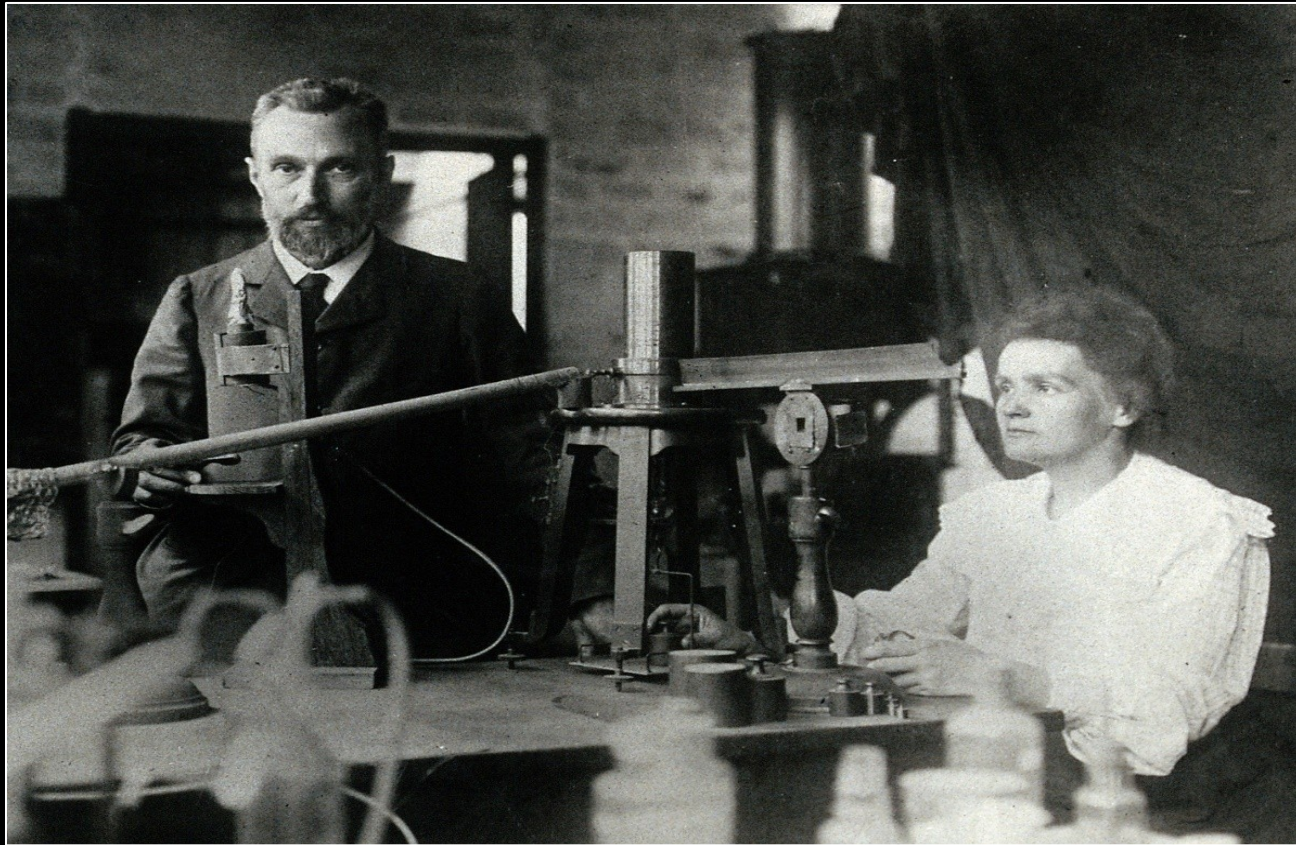
mladá žena polského původu, **Marie Curie, tehdy ještě Sklodowská**, byla jednou z Becquerelových studentek a právě se vdala za fyzika Pierra...



Pierre Curie (1859-1906)

Marie Sklodowska-Curie (1867-1934)

Radioaktivita, Marie a Pierre Curieovi



- Zobecnění Becquerelova objevu:
- Curieovi již v roce 1896 zjistili, že stejné záření jako uran vydávají také **sloučeniny thoria** (prvenství objevu bylo nicméně přiřknuto Gerhardu Carlemu Schmidtovi) - na světě tedy existuje přinejmenším ještě jeden „zářící“ prvek
- Tehdy Marie Curie pro tuto vlastnost (které se zpočátku říkalo **Becquerelovy paprsky**) poprvé použila název **radioaktivita**.
- Objevitel záření (H.B.) však o fyzikální zvěčnění svého jména nakonec přece jen nepřišel: byla po něm pojmenována **jednotka radioaktivity**
(1 Becquerel [1 Bq] vyjadřuje takovou aktivitu zdroje při níž se za 1 sec rozpadne 1 atom)

- M a P Curie brzy zjistili, že s horninami a radioaktivitou něco neseďí:

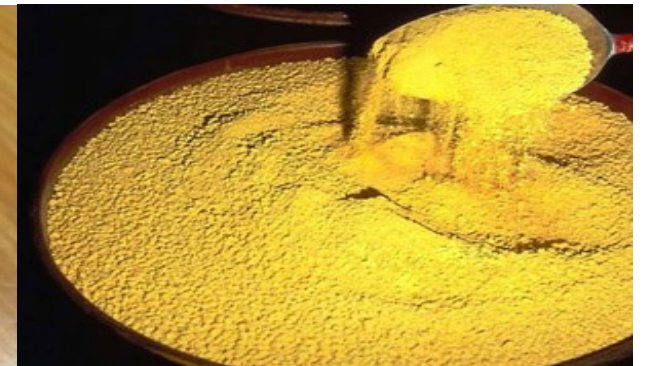
- Radioaktivita nerostů uranitu a chalkolitu byla mnohem vyšší, než by odpovídalo zastoupení uranu a thoria ve vzorcích



>>



SMOLINEC



ČISTÝ URAN / URANOVÉ SOLI

- Jediným logickým vysvětlením bylo, že rudy obsahují **další dosud neznámé prvky, jejichž radioaktivita je ještě výrazně vyšší.**

PECHBLENDE (SMOLINEC)



Jáchymov, dnešní ČR, kdysi dávno...

Stříbrné doly

Na začátku byly stříbrné mince, které byly raženy v Jáchymově v Krušných horách. Německý název pro Jáchymov byl **Joachimstal** a ta mince, která se tam razila, se nazývala **joachimstaler**. A protože to bylo dlouhé slovo, bylo zkracováno na **taler**. Z toho se pak vyvinulo české **tolar**. To se šířilo do různých zemí Evropy, protože **tyto mince měly dobrý zvuk, a dostaly se i do Anglie, kde byly přijaty v podobě dollar**. Když v 18. století hledaly Spojené státy získaly nezávislost, hledaly vhodný název pro svoje oficiální platidlo, protože se chtěly odlišit od Francie, Anglie atd., a sáhly po tomto pojmenování dollar, které od 16. století v Anglii žilo, ale nebylo prakticky využíváno. **Takže v původu amerického dolaru je český tolar, který vznikl z jáchymovské mince na počátku 16. století.**" (etymolog z Ústavu českého jazyka a komunikace Filosofické fakulty UK PhDr. Jiří Rejsek).



PECHBLENDE (SMOLINEC)

Po roce 1515 těžba stříbra v Jáchymově

V dolech se těžily nejdříve stříbrné rudy, později rudy kobaltu a arsenu

Během těžby někdy horníci narazily na žílu podivné horniny, jejíž nalezení znamenalo pro horníky smůlu – znamenalo to totiž, že zásoby stříbra byly vyčerpány

Nazvali ho proto **PECHBLENDE**

pech = smůla, blende = nekov

z toho **SMOLINEC** (nosící smůlu)

Později **URANIT**



PROČ „SMOLINEC“ ?

- jednak **vypadá jako pryskyřice** (smůla),
- pak ho mohli takto označit horníci ve stříbrných dolech, protože se vyskytuje tam, kde se nevyskytuje stříbro, a mohl jim tak přinášet **smůlu v těžbě**.
- Jako třetí původ smolného označení se nabízí možnost, že si horníci spojili jeho nálezy se zvýšenou **úmrtností** kolegů, i když se v té době ještě nevědělo o rakovině plic a její spojitosti s touto horninou (a jejími štěpnými produkty).



„smolné blejno“
(typická jáchymovská uranová ruda –
ledvinitý smolinec v žíle s růžovým
dolomitem a tmavě fialovým fluoritem)



počátek větrání
smolince



směs síranů a uhličitánů
(uranopilit, zippeit, zellerit)



uranové karbonáty
(světle žlutý zellerit s liebigitem)



uranové sírany
(zelený johannit, žlutý zippeit)



tmavě zelený andersonit a světle
žlutý schröckerit (karbonáty)



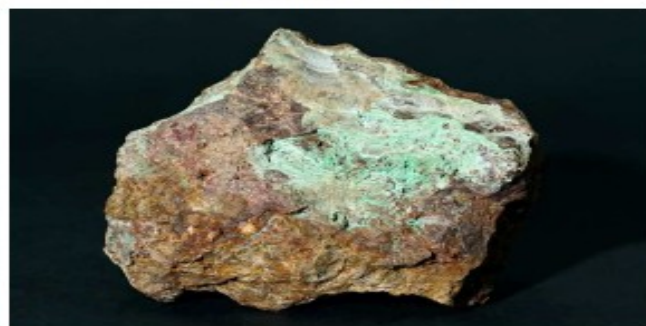
uranophan,
(silikát uranu)



metatorbernit
(fosforečnan uranu)



žlutý autunit
(fosforečnan uranu)



metazeunerit
(arzeničnan uranu)

zvětráváním jáchymovského smolince vzniká pestrá škála nápadně barevných druhotných uranových minerálů,
okrů a slíd, kterých si mj. povšimli i skláři

(Jáchymov, 2010)

PECHBLENDE (SMOLINEC)

Smolinec proto nejprve končil na haldách kolem dolů jakožto naprosto bezcenný materiál...



Radioaktivita, Marie a Pierre Curieovi

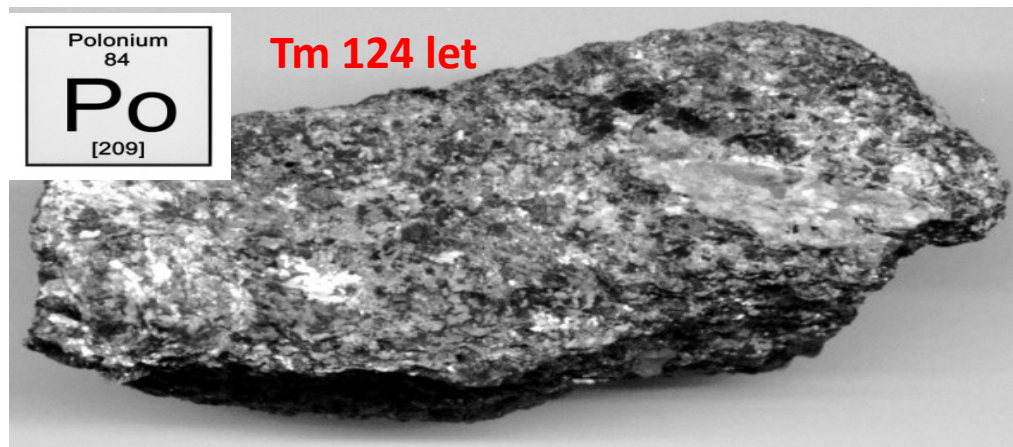
- Manželé Curieovi pak prováděli pečlivá měření v různých horninách (uranitu a chalkolitu).
- **Hlavní roli zde hrál SMOLINEC Z JÁCHYMOVA**
- Bádání bylo totiž nesmírně náročné na množství výchozího materiálu
- M.C. proto požádala vídeňského ministra orby, hraběte Buquoye, o zaslání vzorku smolince z Jáchymova. Ten jí nechal poslat **několik tun odpadu z továrny na uranové barvy v Jáchymově.**
- (nakonec M-C. získala **0.1 g Po z několika tun smolince**)



Marie a Pierre Curieovi – objev nových radioaktivních prvků, polonia a radia

Nejprve identifikovali **polonium**, které bylo **150x radioaktivnější** než uran.

Později ještě objevili **radium**, jehož aktivita byla **dokonce 900x** vyšší než u uranu. Proto ho také pojmenovali „radium“ = zářící



POLONIUM (Po)

stříbřitě bílý, silně radioaktivní kov

Existuje 42 izotopů polonia s atomovou hmotností 194 až 218 (izotopy = liší se počtem neutronů)



34 známých radioaktivních izotopů, s nukleonovými čísly 201 až 234

BOHUSLAV BRAUNER

Český chemik

Spektra smolince -> čáry patřící neznámým prvkům

Žádá vídeňské ministerstvo školství o zakoupení uranové hlušiny z jáchymovských dolů

Chtěl neznámé

O cca. 25 let později, ta samá žádost, avšak od manželů Curieových je schválena



Prvenství Marie Curie-Skłodowské, 7. 11. 1867 - 4. 7. 1934

- Z Polska odešla do Francie, kde v roce 1891 složila **jako první žena v historii přijímací zkoušky na fakultu fyziky a chemie pařížské Sorbonny.**
- Pierre Curie. Ten pracoval jako doktorand u prof. Becquerela. Sňatek uzavřeli o rok později.
- Becquerel na doporučení Pierra nabídl Marii doktorandské studium ve své laboratoři.
- Díky své práci byla **jako první žena na světě dvakrát oceněna Nobelovo cenou, navíc ve dvou oborech.**
- Nejprve v roce 1903 obdržela společně s Becquerelem Nobelovo cenu **za fyziku za zkoumání radioaktivních jevů** a v roce 1911
- **za objev a izolaci polonia a radia** obdržela společně s Pierrem Curie Nobelovo cenu **za chemii.**
- V roce 1903 **jako první žena na světě obdržela i titul doktora fyziky na Sorbonně.**
- jmenována na místo svého zesnulého manžela a stala se **tak historicky první profesorkou na Sorbonně.**
- **V roce 1925 navštívila Jáchymov** a některé její připomínky k lázeňským procedurám se používají dodnes. Dnes její jméno nese lázeňský hotel Curie.



Fenomenální Marie Curie-Sklodowska

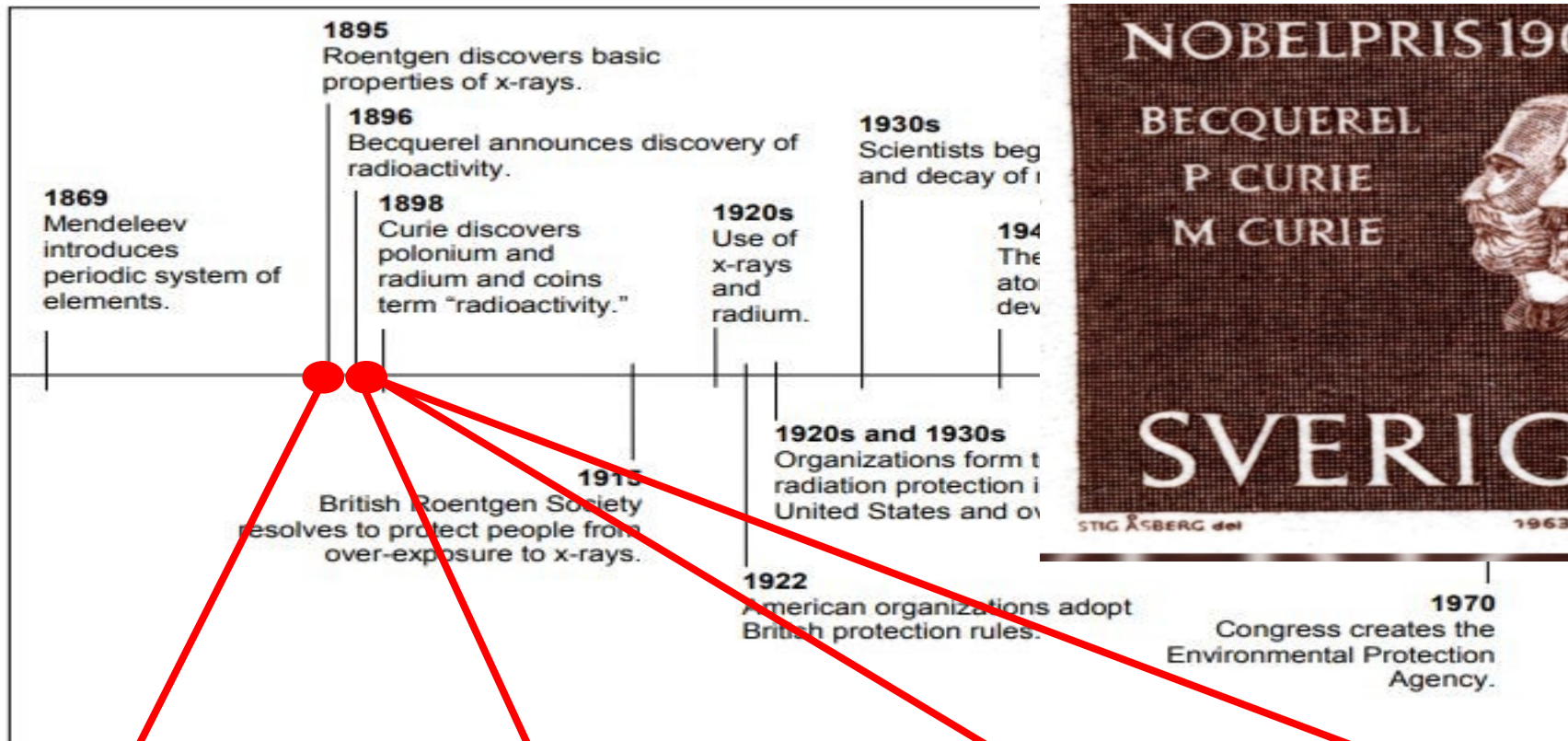


1911: druhá Nobelova cena, nyní za chemii, za izolaci radia a objev polonia, plus další objevy ohledně radioaktivity

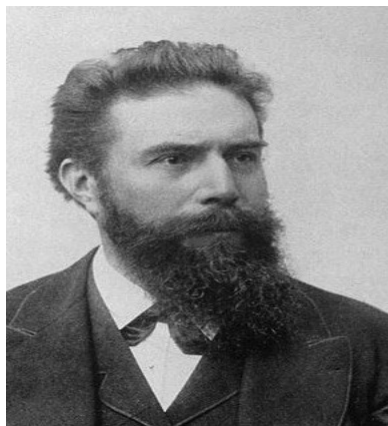


1903: Nobelova cena za fyziku za objev radioaktivity, spolu s Pierrem a A.H. Becquerelem





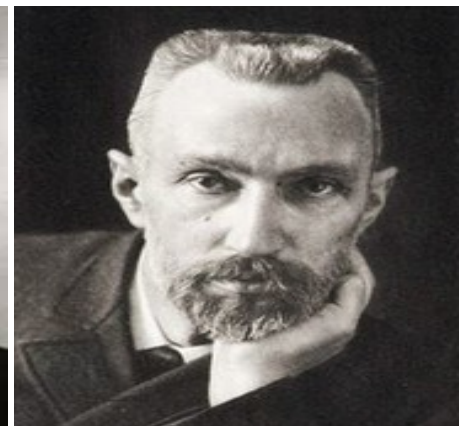
Marie Curie
První žena
oceněná
Nobelovou cenou
Původně měl být
ale oceněn jen
Becquerel a Pierre
Curie!!



1901 vůbec první NB za fyziku



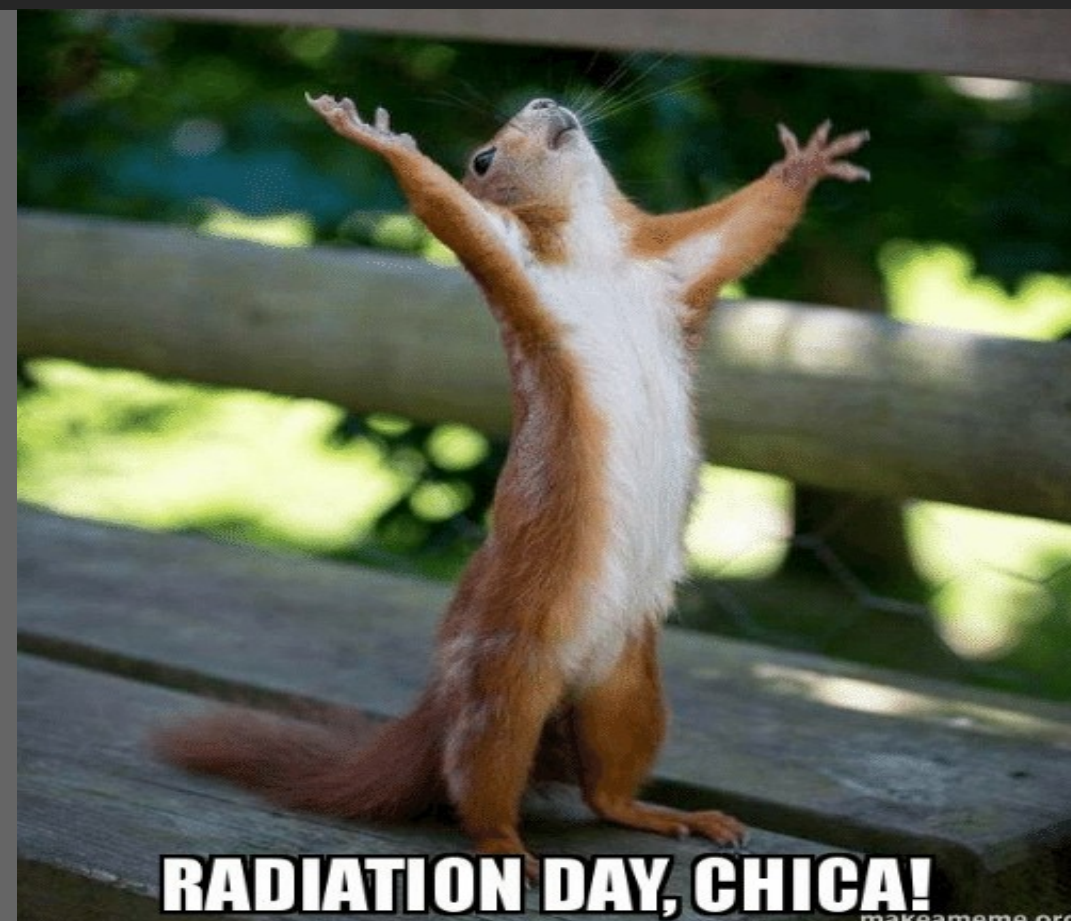
1903 Nobelova cena za fyziku



Radium se následně začalo v USA vyrábět uměle a než se poznalo nebezpečí ionizujícího záření,

propuklo doslova období bezuzdného opojení radioaktivitou

Paprsky X se používaly nezřídka ke zcela nepatřičným účelům a radium se přidávalo snad do čehokoliv kam to jen bylo možné - prodávaly se nejrůznější magické kosmetické a léčebné přípravky, ale také technické výrobky a výrobky pro zábavu (glow-in-the-dark).



DOBA BEZUZDNÉHO OPOJENÍ RADIOADTIVITOU

Částečně tomu napomohla přímo Marie Curie:

- Sama totiž před smrtí navrhla, jak by lidstvo mohlo v budoucnu profitovat z IR
- nastínila i možné medicínské využití IR – kromě radioterapie nádorů předpokládala, že významné zdravotní benefity může přinést mj.:
- **pití vody „nasycené“ radonem** (vznikajícím následkem rozpadu thoria a uranu),
- **injekční vstřikování ozářeného/radioaktivního fyziologického roztoku** přímo do krevního oběhu, svalů a kloubů,
- **inhalování radonem obohaceného vzduchu,**
- a také **koupele v radioaktivní vodě**
- Jelikož však byla vědkyně, upozorňovala zároveň, že vědecké podklady pro tato tvrzení jsou zatím nedostatečné a převažuje jen empirická zkušenost
- **I přesto lékaři v té době předepisují radium proti artritidě, dně, hypertenzi, ischiasu, bolestem v kříži a celé řadě dalších obtíží**
- Ještě v roce 1916 lékařský časopis Radium ubezpečuje, že radium nemá absolutně žádné toxické účinky a je harmonicky přijato tělem jako rostliny přijímají světlo

Maria Curie-Skłodowska

- Během I. sv. války prosadila zřízení **polních rentgenologických stanic**, které z pozice vedoucího vojenské lékařské buňky organizovala a řídila. Tyto stanice vyšetřily více než 3.000.000 miliony případů zranění vojáků.
- Po válce cestovala po světě a **iniciovala zakládání Ústavů pro léčbu rakoviny**. V této době patří mezi její žáky **František Běhounek** – zakladatel československé atomové fyziky. V roce **1925** Marie Curie-Skłodovská **navštěvuje město, které stálo na počátku její vědecké kariéry – Jáchymov**. Zde sfárala do dolu Svornost a navštívila i lázně. Zde prokázala neúčinnost pitných kúr a naopak vhodnost koupelí v radiové vodě.
- Zemřela v nemocnici Sallanches v Savoy u Paříže (1934, 67 let) **na aplastickou anémii, kterou si pravděpodobně přivodila absolutní absencí ochranných opatření při práci s radioaktivními látkami**.
- Pro zásluhy na poli vědy byly její ostatky v roce 1995 slavnostně přeneseny do pařížského Panteonu.



Marie Curie driving the Renault car that she converted into a radiological unit during the first World War, 1917

X-rays: KURIOSITY DOBY

Objev paprsků X vedl až k jisté posedlosti
Zdravotní rizika tehdy ještě neznámá

→ aplikace X paprsků „všude, kde se dalo“

Advertisement showing a drawing of the Tricho machine. “Clients sat at a mahogany cabinet with a small front window for the treatment area. The operators ... threw a switch, and then – nothing happened, save for a faint hum and a whiff of ozone. After a few minutes the machine automatically shut off and the patient booked her next session.” (Collins, 2007)



Adrian [shoe-fitting fluoroscope](#) used prior to 1950 in shoe stores for testing the fit of shoes. A high-tech sales gimmick, these were phased out due to concerns about unnecessary radiation exposure.

**SUPERFLUOUS
HAIR
REMOVED
PERMANENTLY
PAINLESSLY
HARMLESSLY**

Positively will not injure the most delicate skin. Devoid of all sensation.

**THE MODERN METHOD
NO CHEMICALS
NEEDLES
OR WAX**

Grand Prix PARIS 1925 and Gold Medal LIEGE 1926

Consultations Gratis
Booklet sent on request

**TRICHO
SYSTEM**

87 REGENT ST.
LONDON
W. 1

Telephone:
GERRARD
7997

Hair Removed Permanently

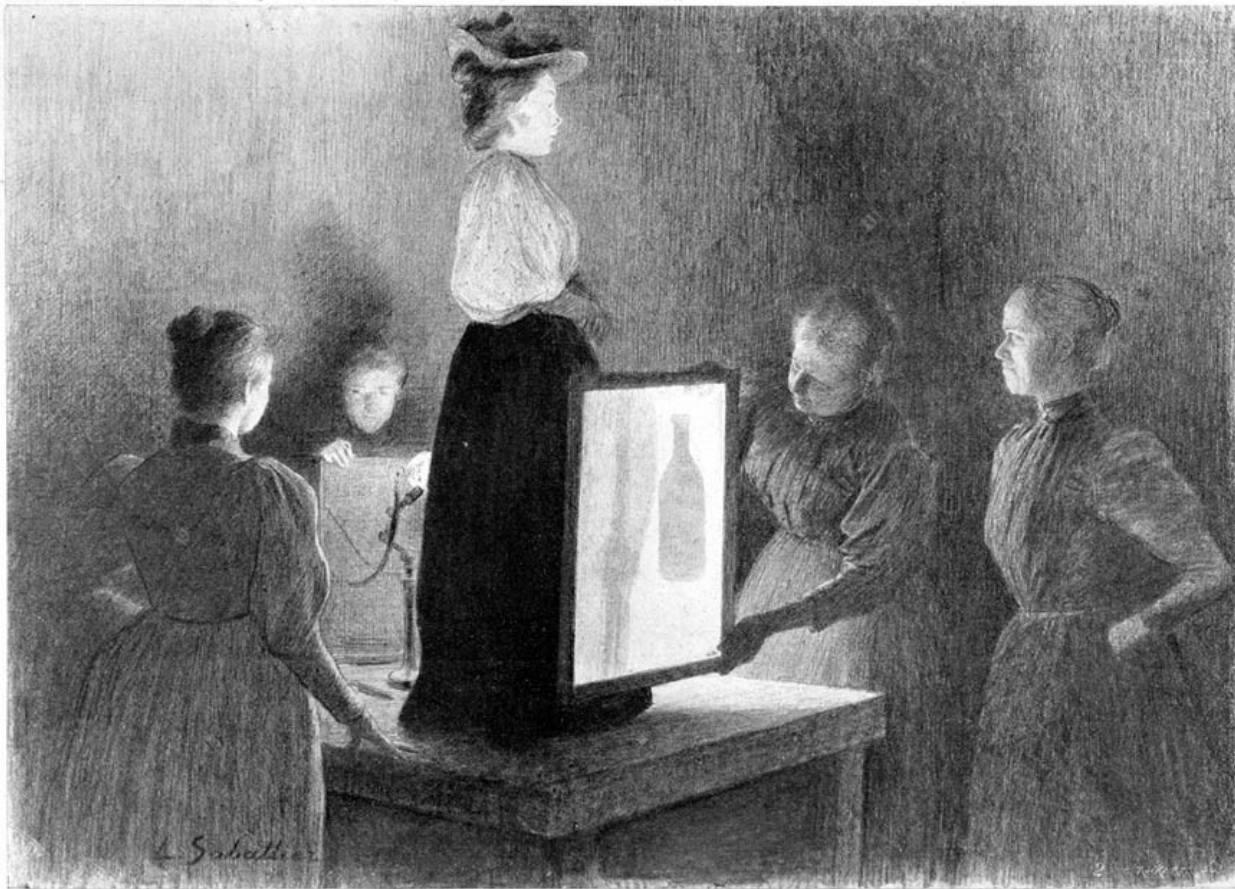
Patient receiving treatment on the cheek. No pain or sensation of any kind. The **INFALLIBLE** method successfully used for 16 years by Dr. Albert C. Geyser, late Professor of Electrical Therapeutics at Cornell University and endorsed by many leading physicians.
No Needle, No Wax, No Chemical
Painless and Harmless—Guaranteed to be Permanent

Tricho System

Central 5013 1010 State-Lake Bldg. 190 N. State St. Free Booklet



Miss X-Ray



Fraudeuse dénoncée par les rayons X.

Jsou pravé! Iva Kubelková podala důkaz o původu svých čtyřek, které zaujaly i Jardu Jágra



<https://www.super.cz/500276-jsou-prave-iva-kubelkova-podala-dukaz-o-puvodu-snych-ctyrek-ktere-zaujaly-i-jardu-jagra.html>

‘Human Telescopes’ –a crude form of fluoroscope, became fun party toys among the elite, where they offered a new use for those Crooke’s tubes which were ever-so popular novelties back then.

Much like radio communication, radiography even became a fun hobby for those who could afford the necessary equipment. [Not to say that it this is untrue today!]

JAMES BOND X-RAY GLASSES



X-RAY SPECS
An Hilarious Optical Illusion **\$1.00**

Scientific optical principle really works. Imagine — you put on the "X-Ray" Specs and hold your hand in front of you. You seem to be able to look right through the flesh and see the bones underneath. Look at your friend. Is that really his body you "see" under his clothes? Loads of laughs and fun at parties. Send only \$1 plus 25¢ shipping charges

Money Back Guarantee
HONOR HOUSE PRODUCTS CORP.
Lynbrook, N. Y. Dept. 77XR40



"I CAN SEE HIS TRUE INTENTIONS!"

X-RAY FOR GIRLS

FUTURE OF TORMENT AND PAIN

ONLY **\$1.00**

PREVENT A LIFE OF MISERY

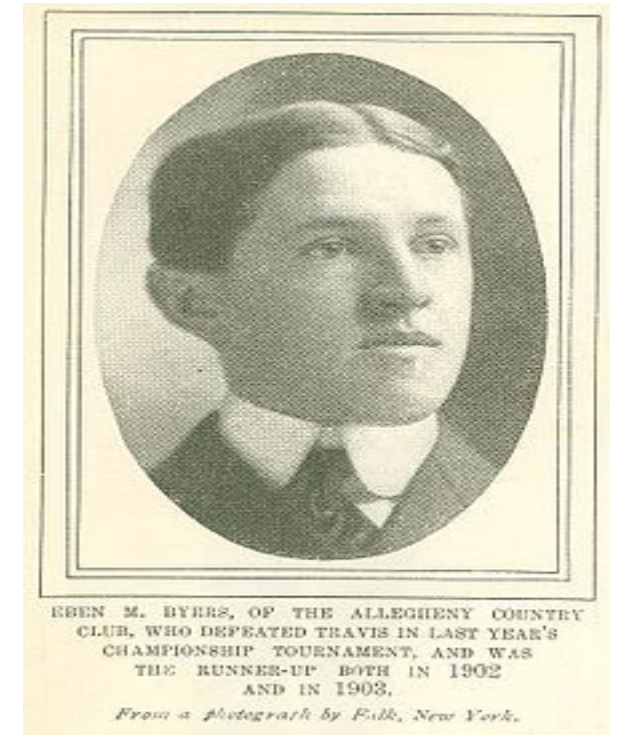
RADITHOR: léčebné radioaktivní kapky

Malá lahvička prodávaná jakožto lék proti artritidě, revmatismu, mentálním chorobám, rakovině žaludku a impotenci

Jednalo se o 3x destilovanou vodu s nepatrným přídávkem radia (^{226}Ra a ^{228}Ra ; $1\ \mu\text{Ci} = 37\ \text{kBq}$; aktivita v řádech jednotek Bq až kBq je velice nízká; radioterapeutika MBq-GBq).

Existovaly však i přípravky určené přímo pro intravenózní (injekční) aplikaci

Ebenezer McBurney Byers
(April 12, 1880 – March 31, 1932)



He won the 1906 [U.S. Amateur](#) in golf. He earned notoriety in the early 1930s when **he died from multiple radiation-induced cancers after consuming Radithor.**

REVIGATOR: levnější cesta k léčebné radioaktivní vodě

- Kdo neměl finance na drahé léčivé radioaktivní kapky, mohl si připravit radioaktivní vodu sám doma pomocí Revigatoru.
- Jednalo se o keramickou nádobu s vložkou s příměsí uranu a radia
- Revigator se přes noc naplnil vodou, která byla během noci ozářena a patrně i nepatrně „obohacena“ přítomným uranem a radiem
- Následující den byla voda připravena ke konzumaci
- Pití této vody zaručovalo pevné zdraví, například prevenci artritidy, nadýmání a senility.



RADIUM THERAPY

The only scientific apparatus for the preparation of radio-active water in the hospital or in the patient's own home.

This apparatus gives a high and measured dosage of radio-active drinking water for the treatment of gout, rheumatism, arthritis, neuralgia, sciatica, tabes dorsalis, catarrh of the antrum and frontal sinus, arterio-sclerosis, diabetes and glycosuria, and nephritis, as described in Dr. Saubermann's lecture before the Roentgen Society, printed in this number of the "Archives."



DESCRIPTION.

The perforated earthenware "activator" in the glass jar contains an insoluble preparation impregnated with radium. It continuously emits radium emanation at a fixed rate, and keeps the water in the jar always charged to a fixed and measurable strength, from 5,000 to 10,000 Maché units per litre per diem.

SUPPLIED BY

RADIUM LIMITED,

93, MORTIMER STREET, LONDON, W.

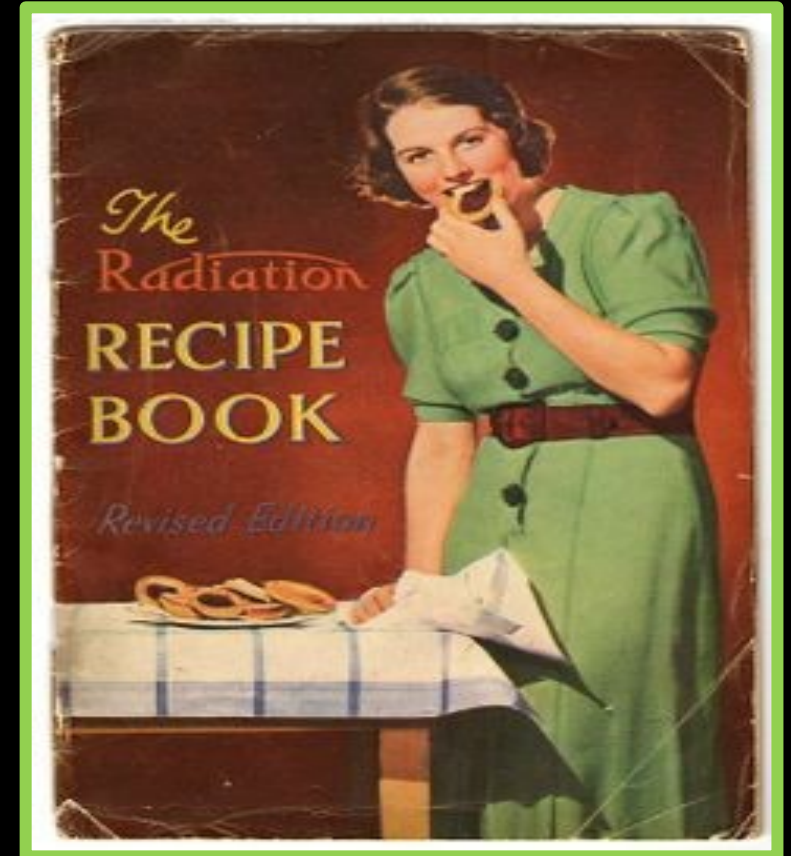
Telephone: 409 RAYFAR.

Sweets & Food...

Hippman-Blach bakery's Radium Bread, made with that amazing radium water.



Radioactive Chocolate Bar - to make you look and feel younger
(vyráběna v Německu)



Sweets & Food...



Doramad – radioaktivní **zubní pasta** s příměsí thoria

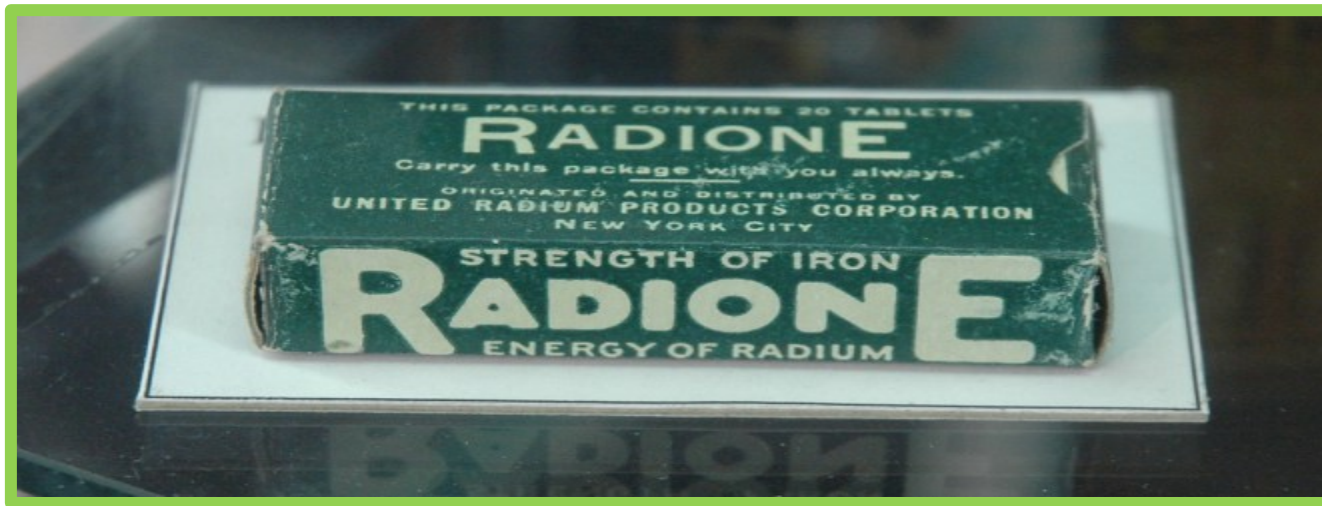


Úrovně radioaktivity velmi nízké, nicméně deklarováno, že tato pasta:

“Its radioactive radiation increases the defenses of the teeth and gums. The cells are loaded with a new energy of life, the destructive effect of bacteria is hampered. That explains the excellent prophylaxis and the healing process of gum disease ... ” ...its radioactive qualities gently polishes the dental enamel so it turns white and shiny.”

Vyráběla a prodávala s v Německu v letech 1940 až 1945, tedy během 2. světové války. Ještě štěstí, že německé vědce tehdy více zajímali aplikace radioaktivních materiálů v kosmetice než ve vývoj atomových zbraní.

ZDRAVÍ - Radione **energy pills**



Některé směsi „dokázaly léčit“ až **150 chorob**, například malátnost / letargii / únavu, impotenci atd.

V tomto směru vynikaly např. **Radione energy pills**, jakýsi předchůdce dnešní Viagra a obdobných medikamentů



Vita Radium Suppositories – Radioaktivní čípky

- Zlepšení sexuálních funkcí
- Celková energizace nervového systému, krevního oběhu a sekrečních žláz
- Účinnou látkou bylo vysoce přečištěné RADIUM v kakaovém másle jako nosiči
- Radium se mělo vstřebat v tlustém střevě, prostoupit takto do krevního oběhu, a následně distribuováno do celého těla – tedy oslabených orgánů, které potřebují vitalizovat. Po zajištění dlouhodobých zdravotních benefitů mělo být radium postupně vyloučeno během asi tří dnů
- Výrobce garantoval neprostou neškodnost přípravku
- Doručovala se kombinace s tabletami NU_MAN, též na bázi radia



Radiendocrinator



- Radiendocrinator provided you with a **stack of radioactive cards**
- Sleeping every night with radium **pressed against your gonads** was supposedly a sure way to reinject that lost vigor into your days.
- **Its inventor, a regular user of the device, died of bladder cancer.**

Radium Hand Cleaner – všemocná **léčící a čistící pasta** na vše živé i neživé

- Kolem roku 1910 (to není tak dávno!!!)
- Pasta rychle odstraňuje maz, barvu, asfalt, korozi atd., **bez iritace kůže**
- **Kůži naopak čistí a léčí**
- Doporučováno pro “**kotlíky, pánve, vědra, grily, čajové konvice**, atd.”



Leštidlo na boty

Tho-Radia Beauty Products



"Tho-radia" pudr



- Po bezprecedentně dokonalém vyčištění pokožky čistícími přípravky s příměsí rádia / thória bylo možné postoupit k dalšímu ošetření pleti a zkrášlování pomocí celé Tho-Rádiové řady produktů: parfémů, krémů, obličejových pudrů, rtěnek a dalších výrobků.
- Produkty zaručovaly omlazení a projasnění pokožky, a vůbec všechny benefity, co si jen lze představit.
- Tho-Rádiové produkty byly pyšně propagovány pod záštitou dr. Alfreda Curie. Tento doktor překvapivě skutečně existoval a takto se jmenoval, neměl však žádný vztah k manželům Curie, jak se snažila reklama navodit dojem.

Princess Radium Lingerie & cosmetics

I want to **Pay You**
\$85 a week

Man or Woman
 Send for my proposition, I pay men and women \$85.00 weekly to as high as \$36.00 per day for either all or spare time help. No experience necessary.

Sell **PRINCESS RADIUM LINGERIE**
 Charming ladies lingerie and hosiery, pretty, low priced, sells on sight, actually. Miss Grace James averaged \$36 a day, spare time; R. G. Thompson earned \$38 in one day. You can do as well, we tell you how.

Profits in Advance
 Your profits in advance, we ship and collect. You show goods and mail us the orders. Nothing in any store prepares in beauty and value to "Princess Radium" lingerie and hosiery.

High Grade-Steady
 Unusual opportunity for big cash quick, write for plan and exclusive territory, build a steady income for life. District managers wanted. Territorial rights going fast, don't delay, write now.

Free
 Handsome photos from actual models and samples of genuine "Princess Radium" silk, free.

ROBERTS-FRANK & CO
 1733 Irving Park Blvd
 DEPT 1023 CHICAGO

MÉTHODE
THO-RADIA
 EMBELLISSANTE PARCE QUE CURATIVE

DENTIFRICE
THO-RADIA
 A BASE DE SELS DE THORIUM
 FORMULE
 du Docteur Alfred Curie

Astringent et bactéricide, il stérilise la cavité buccale, évite et combat les gingivites, prévient la carie et les pyorrhées alvéolaires. Il assainit les dents, laisse dans la bouche une délicieuse impression de fraîcheur, conserve l'éclat, la blancheur et l'intégrité de la dentition.

Le grand tube : 6 francs

Pas de jolte souris sans de jolies dents

CRÈME **POUDRE**
THO-RADIA
 EMBELLISSANTES PARCE QUE CURATIVES
 à base de thorium et de radium selon la formule du
DOCTEUR ALFRED CURIE

Radium and Beauty

HERE are the first toilet preparations to embody Actual Radium, an astonishing new force for betterment, applied as an aid to Beauty. Learn how the amazing Energy of Radium has proved a boon to the human skin. Learn what Radium actually means to Beauty and how its power is employed in "Radium" Preparations. Study our \$5,000 guarantee. Then turn to "Radium" Toilet Requisites. When you have used, enjoyed and tested them you will adopt them as your own first aid to Beauty.

PREHISTORIC woman first discovered her image in water quiet jungle pool. Ever since Beauty has changed the world's attention. Radium, though new to the world, is no less of absorbing interest. Its secrets have seemed and thrilled us all. Who would have imagined that three few weeks would see it go hand in hand with Beauty? Radium, indeed, has discovered a world. It comes back to Radium. Any woman who uses Radium preparations an ever new power to her toilet requisites. The United States of Radium shows off a magnificent power of Energy Rays, its Energy never diminishing, never ceasing day or night, over its vast expanse. A billion times more and radiance impregnates all their own preparations and for sale in any market. They are the first and only preparations for the toilet to contain Actual Radium—Radium's greatest aid to Beauty.

Every "Radium" Preparation is guaranteed, makes skin beautiful, so smooth, a delicate beauty of Actual Radium—Radium's greatest aid to Beauty—guaranteed for at least twenty years. As in England, "Radium" Preparations are a source of actual power glowing. They are used by social women of style and fashion. They are the hope for the leading dress.

It is proved true in the United States as the greatest benevolent benefactor of the vulgar portion of complexion, rounded, puffed, facial features, a healthy skin and beautiful hair.

Each and every "Radium" Toilet Aid is in the

Radium
 Toilet Requisites

"Radium" Toilet Requisites are necessarily lighter in price. This must be expected in preparations containing the finest ingredients only, plus a definite quantity of Actual Radium. But the greater benefits obtained from "Radium" Preparations would justify all even higher price. The skin is always the clearest and goes further.

It is easy to prove the superiority of "Radium" Preparations. Try them. See how smoothly the Venetian Cream

GUARANTEED

Radium Articals
 1733 Irving Park Blvd. Chgo.

Korzety a spodní prádlo s příměsí rádia / thória



1st — 6th
NOVEMBER

demonstration

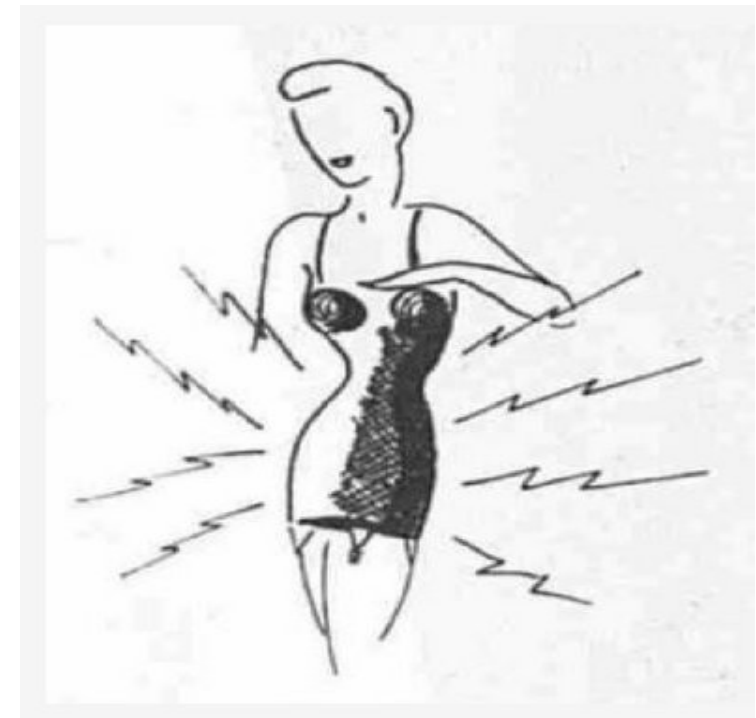
Silhouette Radiante
RADIO-ACTIVE CORSETRY

Let all your social functions go by the board — but don't let anything stop you seeing our demonstrators of the thrilling new corsets. Next week, a contour expert from Corsets Silhouette, London—Paris, will explain the wonders of these dainty fashion creations, and the many beneficial effects which accrue to their wearers—apart from their unquestionable perfection as—just corsets!

HANDLEYS LTD.
SOUTHSEA
Telephone 2241

This advertisement includes a drawing of a woman in a corset and a smaller figure holding a banner that says '1st — 6th NOVEMBER' and 'demonstration'. The text describes the 'Radio-Active Corsetry' and provides contact information for Handleys Ltd. in Southsea.

Prvně patentováno v Paříži roku 1937
Radioaktivní materiály měly zajistit
stimulující, posilující, léčebné,
antibakteriální, a ... účinky
(a patrně i oslnit ostatní přítomné ;-))



Radium (Undark) Girls



**PAPPY'S
UNDARK
GIRLS**

"Hey, baby, you're looking radioactive!"

The advertisement features a woman with glowing skin and a pocket watch. In the top left corner, there is a logo consisting of a yellow square with a red and blue star-like shape inside.





Pub. André Weiss - Paris

Une saine et douce chaleur, **radio-active...**

Une laine, souple, élastique, résistante, épaisse et confortable, qu'un traitement physico-chimique a doué d'un remarquable pouvoir : la radio-activité. Chacun connaît les extraordinaires effets de stimulation organique, d'excitation cellulaire, transmis par le radium. Une laine ainsi traitée allie aux avantages propres du textile une indéniable valeur hygiénique. Pour tricoter la layette de Bébé, les lainages des enfants, vos sous-vêtements et vos pull-over, utilisez la

LAINÉ ORADIUM

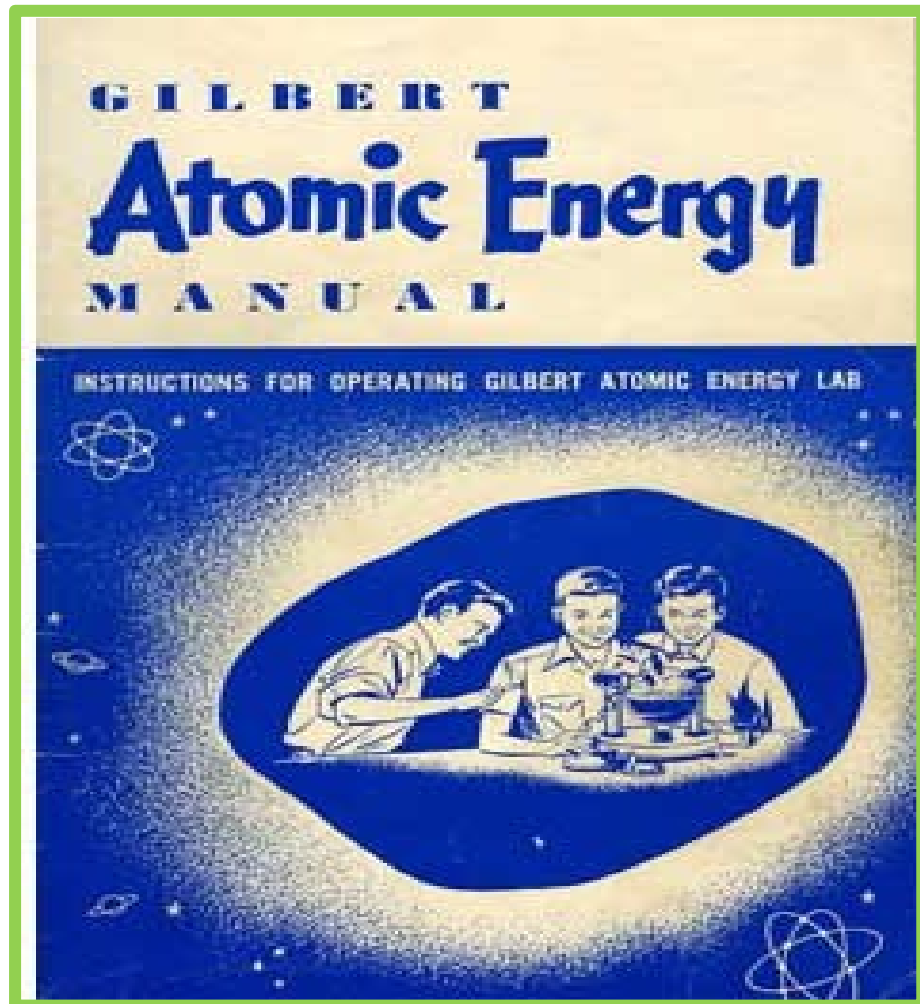
Source précieuse de chaleur et d'énergie vitale, irrétrécissable, infeu-trable. C'est un Produit de la LAINÉ MÉDICALE, 20, rue St-Georges, PARIS - Trud. 07-28

La LAINÉ ORADIUM est vendue chez votre pharmacien au prix imposé de frs 1 8.50 la pelote de 50 grammes.

DEMANDEZ LA BROCHURE ET LA CARTE DES COLORES
Si votre pharmacien habituel n'est pas encore approvisionné ou n'a pas en stock le coloris que vous désirez, veuillez nous en aviser en nous donnant son adresse et nous nous ferons un plaisir de vous faire parvenir les pelotes de LAINÉ ORADIUM par un intermédiaire.



Children toys...



The Gilbert Atomic Energy Lab –
Patrně nejnebezpečnější dětská hračka
Prodávána pouze : 1950-51
Prodejnost však malá – ne kvůli této nebezpečnosti, ale
pro svou enormní cenu, tehdy \$50 (dnes cca. \$400)

The Gilbert Atomic Energy Lab - pokračování

Mezi ingredience „stavebnice“ patily např.:

- Uranová ruda
- ^{210}Pb ($\alpha + \beta$ zářič)
- ^{106}Ru ? (čistá β -zářič)
- a ^{65}Zn (γ -zářič),
- spintariscop (pro počítání záblesků vznikajících při dopadu ionizujících částic na povrch materiálu; záblesky je možno pozorovat na stínítku zařízení lupou-okulárem)
- mlžnou komoru pro detekci α -částic
- Electroscop
- Geigerův počítač (který asi zejména umožňoval rodičům změřit kontaminaci jejich dětí ;-))
- manuál,
- Komixovou knihu Dagwood Splits the Atom
- A vládní manuál “Prospecting for Uranium.”



Pokud se stavebnice osvědčila, avšak děti stihly radioaktivní zdroje rozprášíť po okolí – žádný problém, rodiče mohli svým ratolestem **doobjednat nové ;-)**



STAVEBNICE „MLADÝ ROENTGEN“



Batschari Radium Cigarettes

A mezitím, co si děti spokojeně hrají a září úsměvem, rodiče si mohou dopřát trochu relaxace s povzbudivými, omlazujícími, léčivými,... CIGARETAMI S RADIEM



the Batschari tobacco company in Baden-Baden, Germany made radium cigarettes between 1910 and 1915.

Účinky Ra na lidský organismus , radioterapie

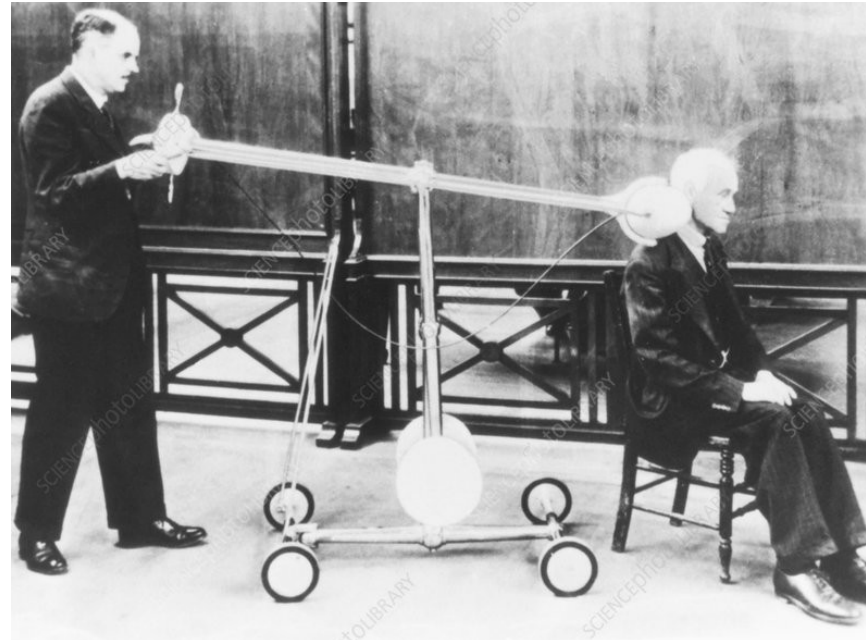
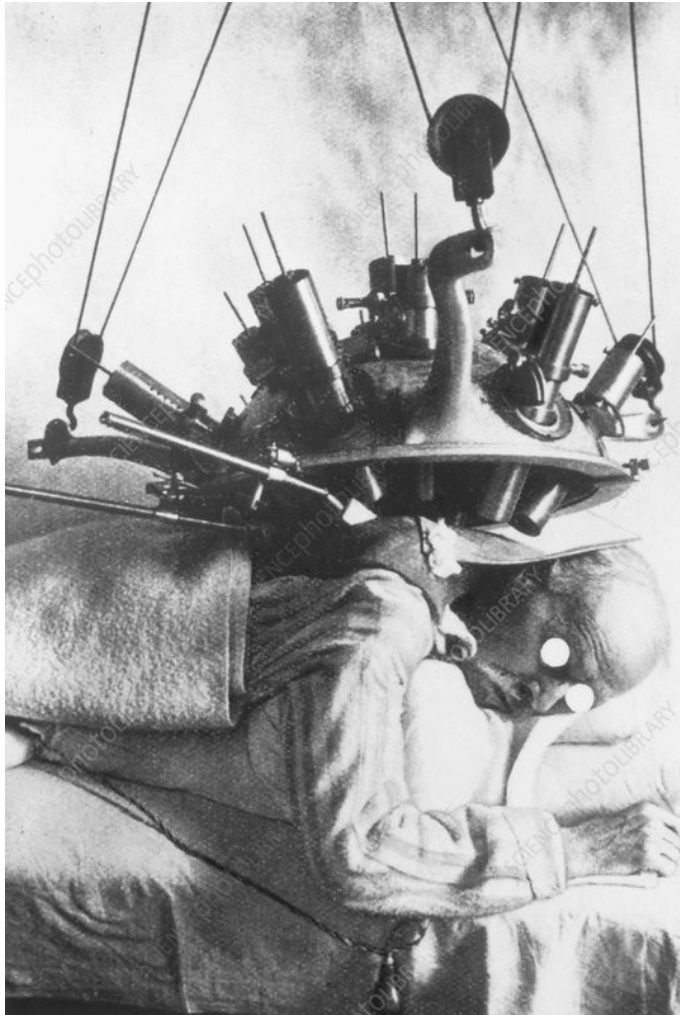
- Henri Becquerel i Pierre a Marie Curie i někteří další si postupně povšimli, že když si chtěně či nechtěně přiložili skleněnou rádiu ke kůži, pocítili pálení a došlo k těžce a dlouho se hojícímu spálení podobnému silnému spálení od slunce
- Tehdy se nádory léčily vypalováním, a tak zde byl jen krůček k nápadu využít rádiu pro terapii nádorů
- Skleněné nádoby s rádiem všité do bandáží se přímo přikládaly k nádorům
- Radium ale velice drahé: 1 g Ra = 7 tun uranové rudy (1908 – 1 g Au = 66 centů, 1 g Ra = 88 tis USD)



Mask for radium treatment for cancer of the neck and face.
<http://t.co/Yf52s5yAKE>

RADIUM V LÉKAŘSTVÍ

První pokusy o prostorově
frakcionovanou terapii

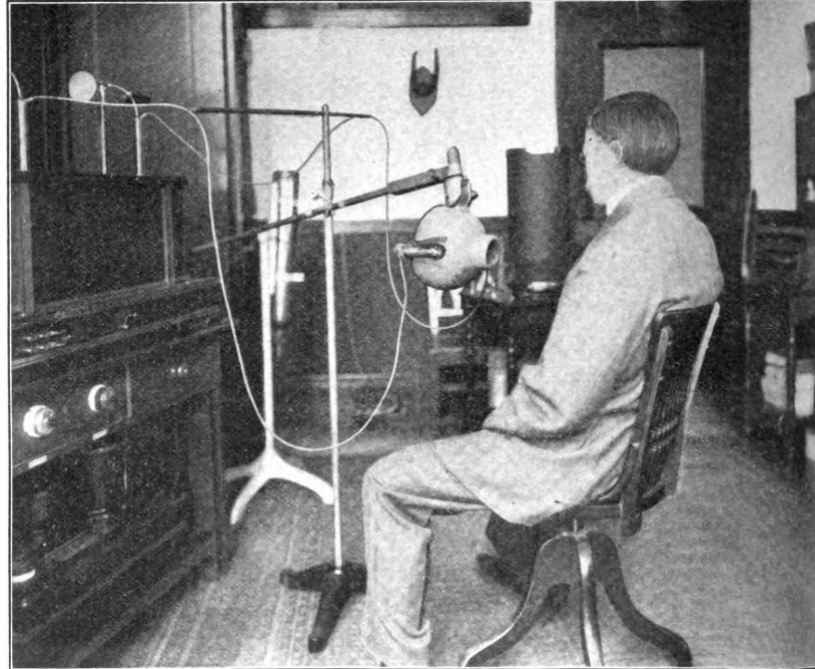


Radium therapy. Man with neck cancer receiving radiotherapy treatment from a Flint radium "bomb", designed in 1934 for four hospitals in London, England. This bomb produced radiation from four radium sources placed close to the patient's skin. Each source focused on the cancer from a different angle, so that this was the only tissue that received radiation from all four. At left, the doctor can be seen adjusting the bomb. In radiotherapy, ionising radiation is targeted on cancerous tissue, destroying the cells or stopping further development of the cancer. Radium was discovered by the French scientists Marie and Pierre Curie in 1898.

Radioterapie paprsky X

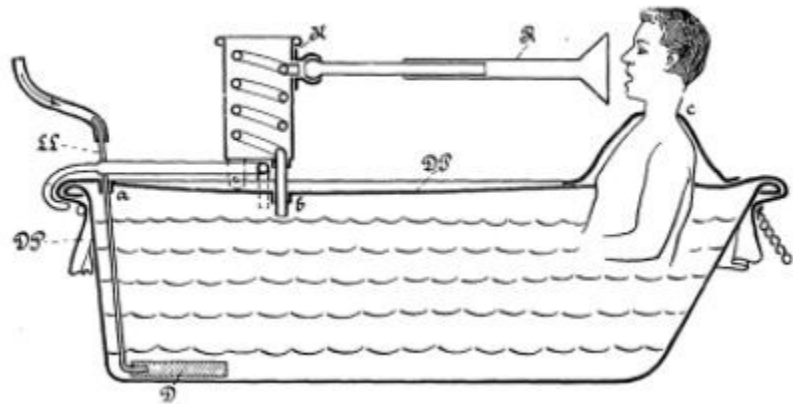


X-ray apparatus used for treatment of epithelioma of the face, 1915. The tube is in a localizing shield, and a perforated sheet of metal is securely fashioned to the surface by adhesive plaster



X-ray treatment of tuberculosis in 1910

Jáchymov – radioaktivní koupele



- *Becquerelův objev znamenal pro Jáchymov nový rozkvět.*
- *Už v roce 1909 tu byly zřízeny **první radioaktivní lázně na světě**.*
- *V lázeňském paláci Radium se léčily nemoci pohybového ústrojí, nervové i cévní.*
- *V 50. letech našeho století se náhle stal **uran nejhledanější surovinou světa**. Světa, ve kterém hlavním trumfem **byla atomová bomba**.*
- *Do Jáchymova opět plynuly obrovské částky peněz, zároveň se tu však rodila smrt, bolest, strach a zoufalství.*
- *V uranových dolech byli v nepředstavitelně krutých podmínkách nuceni dobývat strategickou surovinu pro Sovětský svaz českoslovenští **političtí vězni**.*
- *Tisíce jich to zaplatilo životem nebo poškozeným zdravím. Veškerá těžba byla odvážena do Sovětského svazu, aby z ní byl vyroben jaderný arzenál.*
- *Po vyrabování zásob skončila již podruhé (tentokrát poněkud pochmurná) sláva města, které mimoděk stálo na začátku nové epochy - epochy atomové energie.*

První procitnutí – nebezpečí IZ

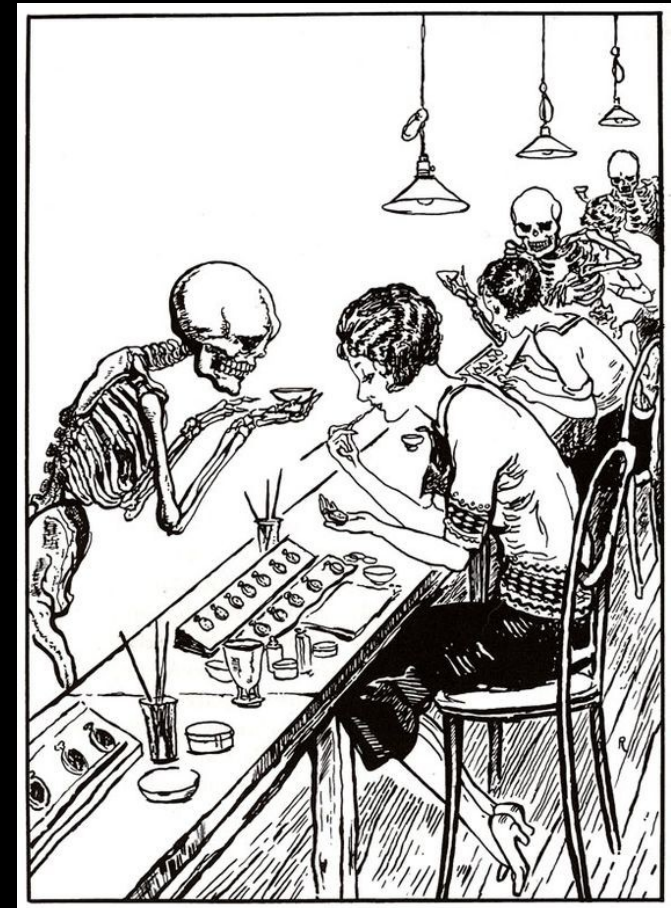
- Už v roce **1901 Becquerel** - patrně jako vůbec **první člověk - doslova na vlastní kůži zjistil, že radioaktivita není jen úžasná ale i zhoubná**. Když v dubnu toho roku nosil nějaký čas vzorek uranové sloučeniny v kapse u vesty, krátce na to se mu v těch místech na těle objevila **spálenina**. Rána se nehojila a nakonec pomohl jen radikální chirurgický zákrok.



- Pravděpodobně i proto se **Antoine Henri Becquerel** ze svých úspěchů příliš dlouho netěšil. **Zemřel** v Le Croisic 25. srpna roku 1908 **ve věku pouhých 55 let**. Mnohé nasvědčuje tomu, že na jeho předčasnou smrt se podepsala především radioaktivita - jako ďábel, který za úpis zařídí úspěch, ale nikdy nezapomene na řádné splacení dluhu.
- Marie Curie-Skłodovská kvůli dlouhodobému styku s radioaktivními prvky zemřela na anémii roku 1934.

Radium Girls

- Between 1917 and 1926, the *US Radium Corporation* hired women to paint the faces of watches with *Undark*, a revolutionary luminescent paint made from radium salt.
- ...they shape and clean the tips with their tongues and lips. They repeated this mechanical action several hundred times a day, ..., unaware of the extreme toxicity of the radium



RADIUM GIRLS

.... Sometimes they would paint their fingernails and teeth glow-in-the-dark to surprise their boyfriends after work.



Radium Girls - SARKOMY



Ra biologicky podobné Ca
(akumulace v kostech)

SMRTÍČÍ POLONIUM

- Po = jedna z nejtoxičtějších substancí
- ([trillion times](#) more toxic than hydrogen cyanide).
- Alfa emiter → nebezpečné při vnitřní kontaminaci
- **Alexander Litvinenko** – ruský agent otrávený Rusy
- **Irène Joliot-Curie (dcera M.C.)** 17. března 1956 zemřela na leukémii způsobenou zářením (z velké části díky práci s Po), kterému byla celý život vystavena.
- **Yasser Arafat** možná též otráven Po (palestinský terorista na kterého měl dlouho spadeno Mosad).

Alexander Litvinenko

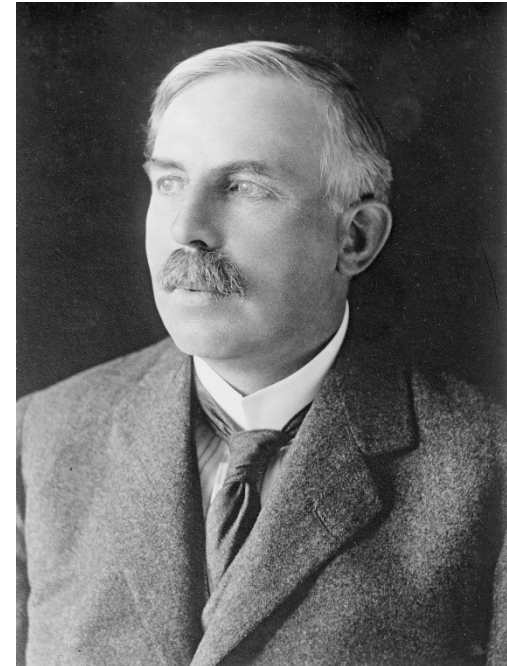


RADIOAKTIVITA = energie uvolněná při přeměně prvků

- v roce 1899 Marie Curieová objasnila podstatu radioaktivního záření:
- Radioaktivní záření považovala za vedlejší produkt rozpadu atomových jader.
- Usoudila, že jádra těžkých atomů se zbavují vyzařováním svých částí, čímž se tyto prvky mění na jednodušší.

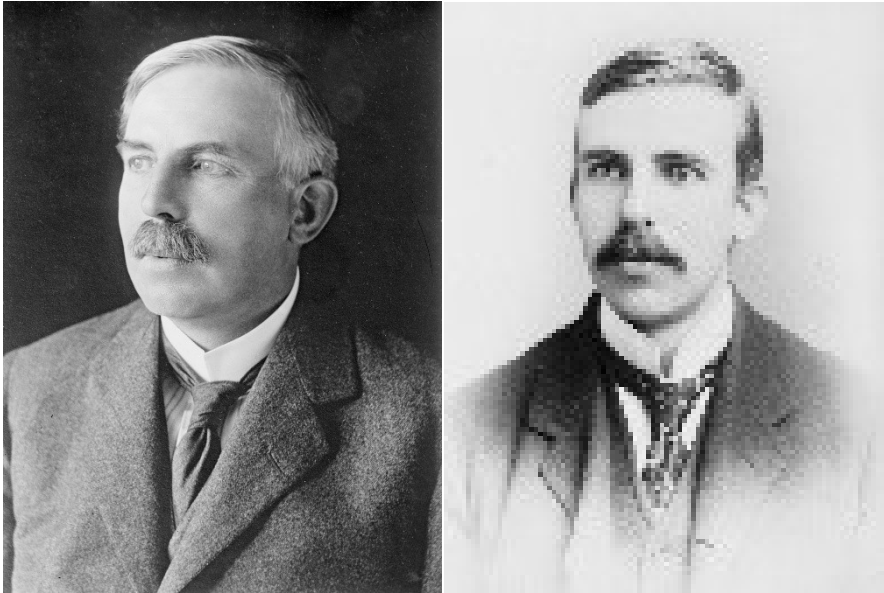


Rutherford + Soddy



- M + P Curie – na oslavu Nobelovy ceny uspořádali zahradní párty, kde Pierre ukázal lahvičku s radiem - Ernest Rutherford, mezi přítomnými, se podívoval, proč tato látka září
- Ernest Rutherford se „spolčil“ s Frederickem Soddy (chemik) a studovali uran a thorium

Rutherford + Soddy



- dospěli k převratnému závěru, že **radioaktivita je atomárním jevem**, jehož podstatou je nestabilita atomů některých chemických prvků, jež se samovolně přeměňují v atomy prvků jiných za současné emise (radioaktivního) záření

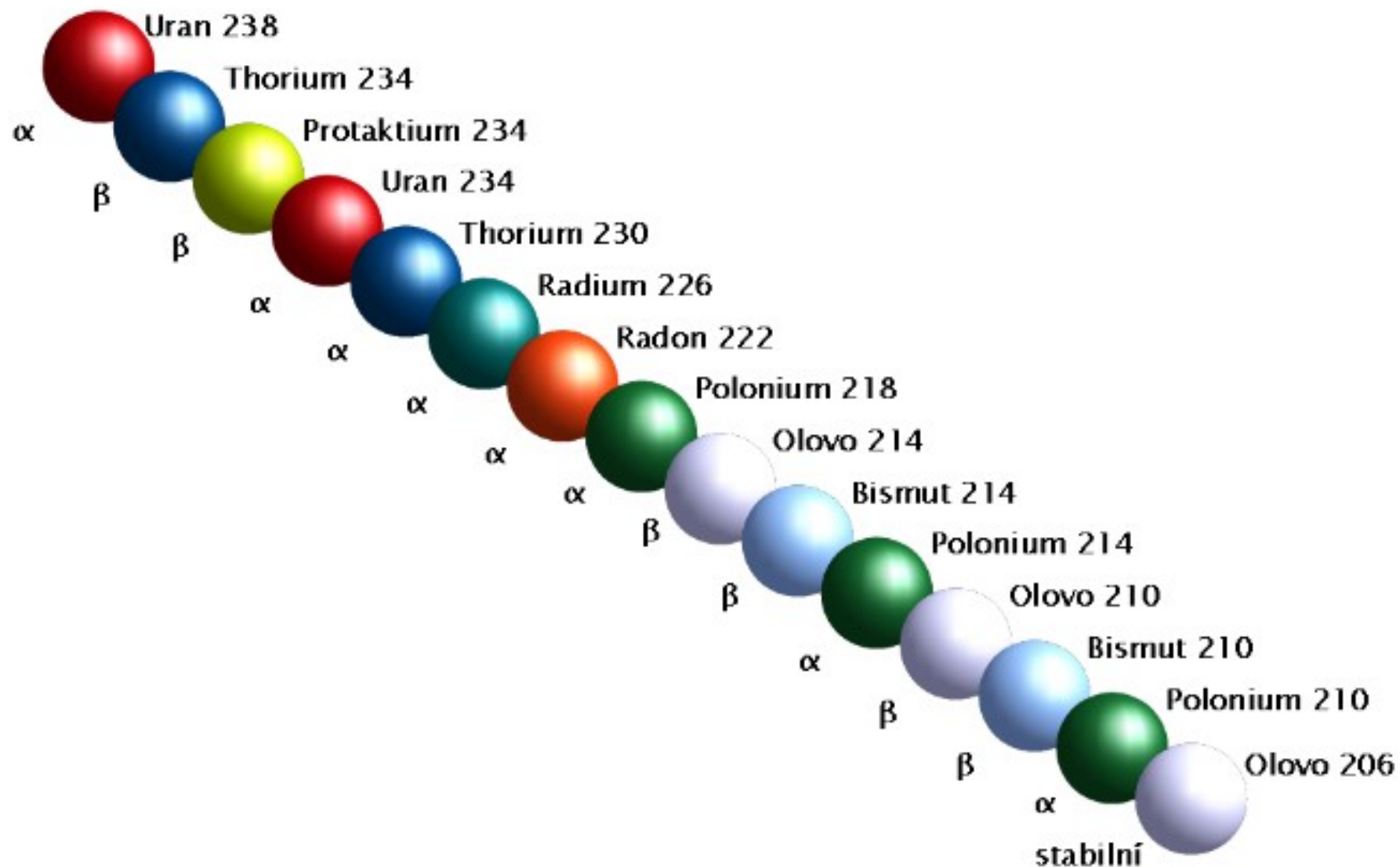
- Soddy: „Rutherforde, tohle je transmutace“
- Rutherford: „Proboha, nenazývej to transmutací. Nebo nám nechají setnout hlavy jako alchymistům“



Rutherford + Soddy

- prvek záleží na počtu protonů v jádře (vodík – 1, ale U – 92!!). U je tak těžký, že tím „trpí“ a zbavuje se proto svých částí (alfa částice), čímž se mění na prvek jiný
- U → Thorium → Protaktinium → ..Radium → Radon → Polonium → celkem 14 generací „dcer“ – poslední je olovo
- systemizoval dosavadní poznatky a **uspořádal radioelementy do skupin**, jejichž členy byly vzájemně svázány radioaktivními přeměnami.
- Dospěl ke konečnému výsledku, jímž je **detailní popis tří rozpadových řad: uranové, thoriové a aktiniové** (velmi významně přispěl Bertram Boltwood, 1870 – 1927)
- Rozpadem U se postupně uvolňuje energie – kdyby ji někdo dokázal z atomu dostat najednou, měl by v rukách ohromnou moc
- Postulování exponenciálního rozpadového zákona a poločasu rozpadu
- Rutherford navrhl využít měření aktuálního množství výchozího a koncového elementu rozpadového procesu ke stanovení délky jeho trvání, t.j. k určení stáří vzorku. Tímto postupem, jenž **je ideovým základem současné metodiky radioaktivního datování**

Rozpad uranu 238



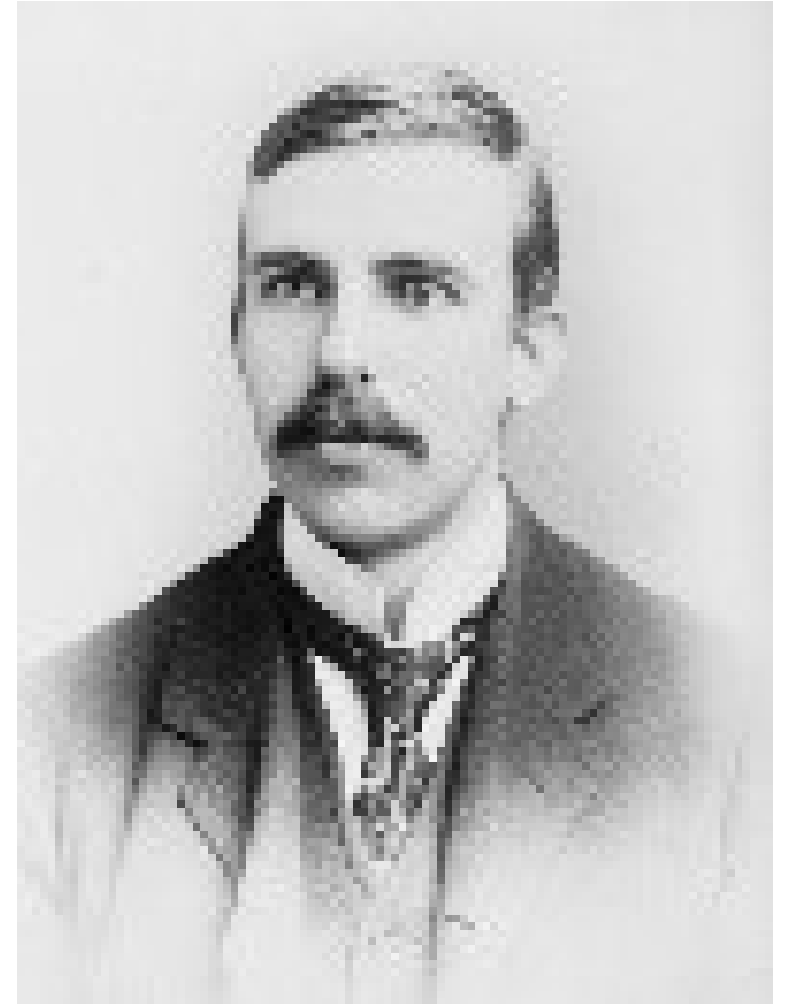
RADIOAKTIVITA = energie uvolněná při přeměně prvků

- Svým způsobem tak Marie Curie a Rutherford rehabilitovali dávné alchymisty, kteří usilovali o transmutaci prvků - jen poněkud nestandardními metodami.



Opět Frederick Soddy

- Prvním, kdo spekuloval o využití jaderné energie byl Frederick Soddy:
- *„Člověk, který dostane do rukou tuto energii, jako by vlastnil zbraň, kterou by mohl zničit Zemi, kdyby chtěl.“*



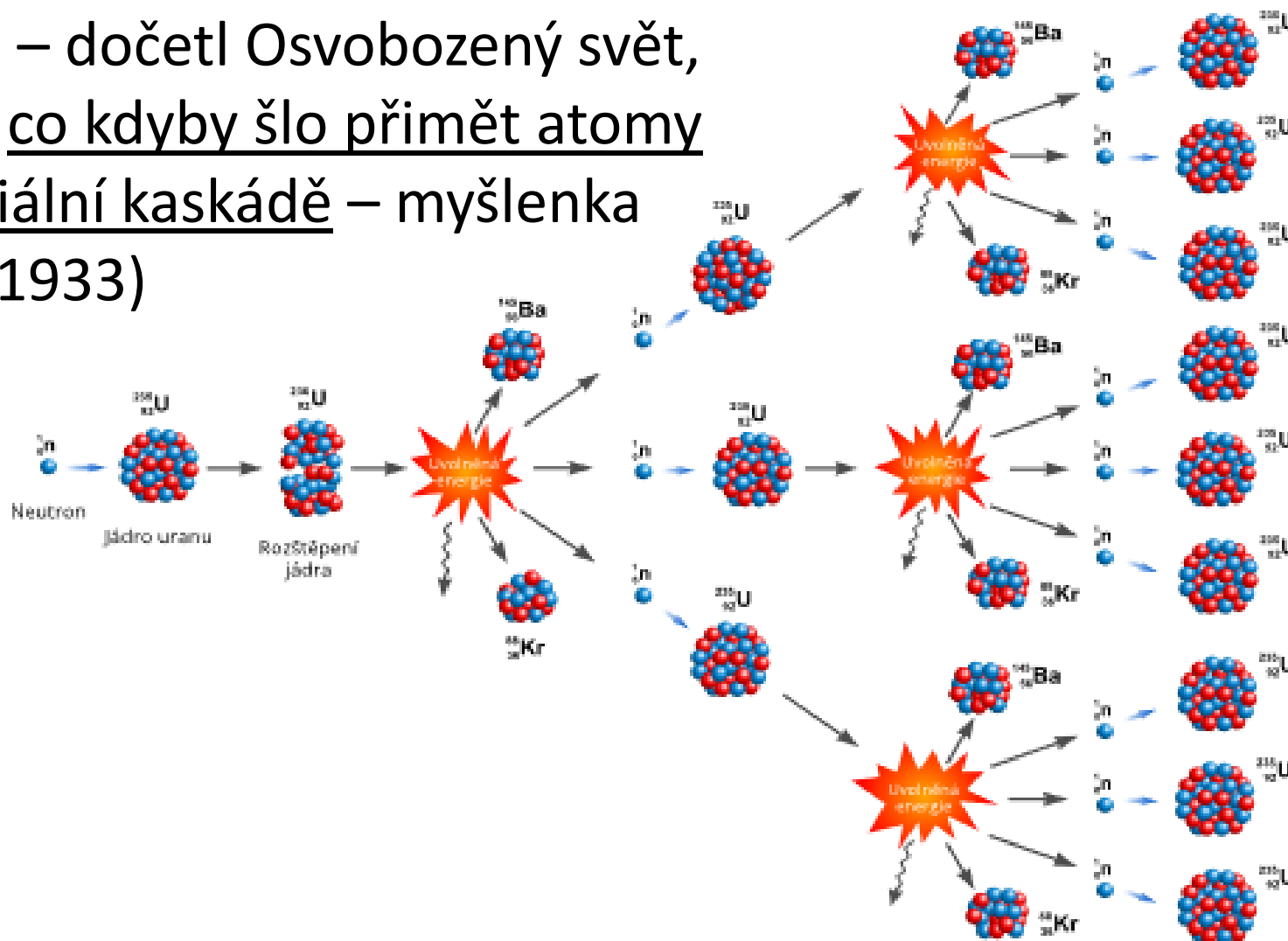
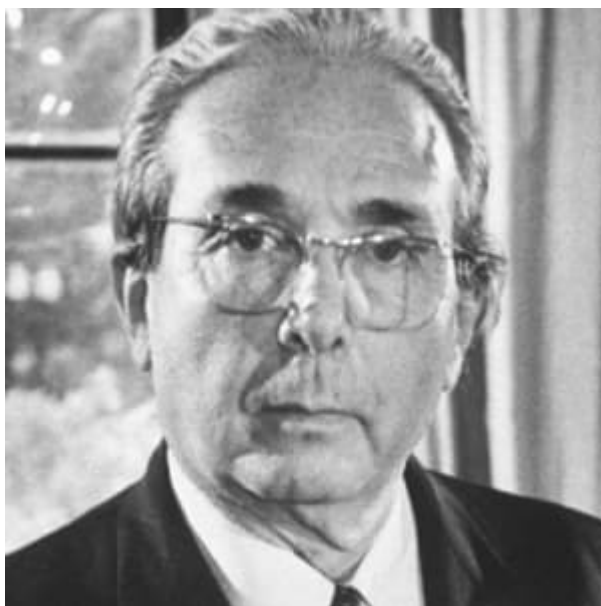
Herbert George Wells (Sci Fi spisovatel):

- **1914:** – novela **Osvobozený svět**
- kde se lidé naučili ovládnout sílu atomové energie – rok 2036,
- věnoval knihu právě F. Soddymu.
- Poprvé se zde objevuje znepokojivý výraz –
ATOMOVÁ BOMBA



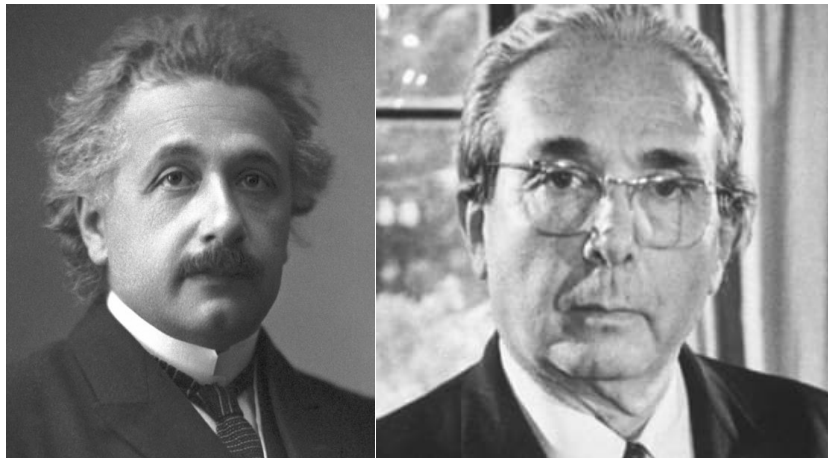
Leo Szilard v kontextu událostí

- 1933 – Londýn, Leo Szilard – dočetl Osvobozený svět, což mu vnuklo myšlenku – co kdyby šlo přiměť atomy uvolnit energii v exponenciální kaskádě – myšlenka **ŘETĚZOVÉ REAKCE** (12. 9. 1933)



Leo Szilard v kontextu událostí

- V Německu byl toho času kancléřem **Adolf Hitler** a Německo bylo vědeckou mocností
- Albert Einstein a Leo Szilard (maďarský žid) prchají do USA



- Szilard věděl, že **Německo má vysokou šanci vyrobit atomovou bombu jako první**
(→ Otto Hahn – Kaiser Wilhelm Institut)



Irène Joliot-Curie

- Ve stopách svých rodičů dále pokračovala **Irène Joliot-Curie s manželem Frédéricem,**
- Dokázali, že **neutrony mají o něco větší hmotnost než protony.**
- Při výzkumu neutronů **ostřelovali atomy** hliníku, hořčíku a boru **částicemi α** (kladně nabitá jádra helia)
- Zjistili, že **tyto prvky začaly vyzařovat neviditelné radioaktivní záření** až na základě jejich ostřelování. Tento jev byl označen jako **umělá radioaktivita (1934)**, neboť byl vznik radioaktivního záření uměle vyvolán.



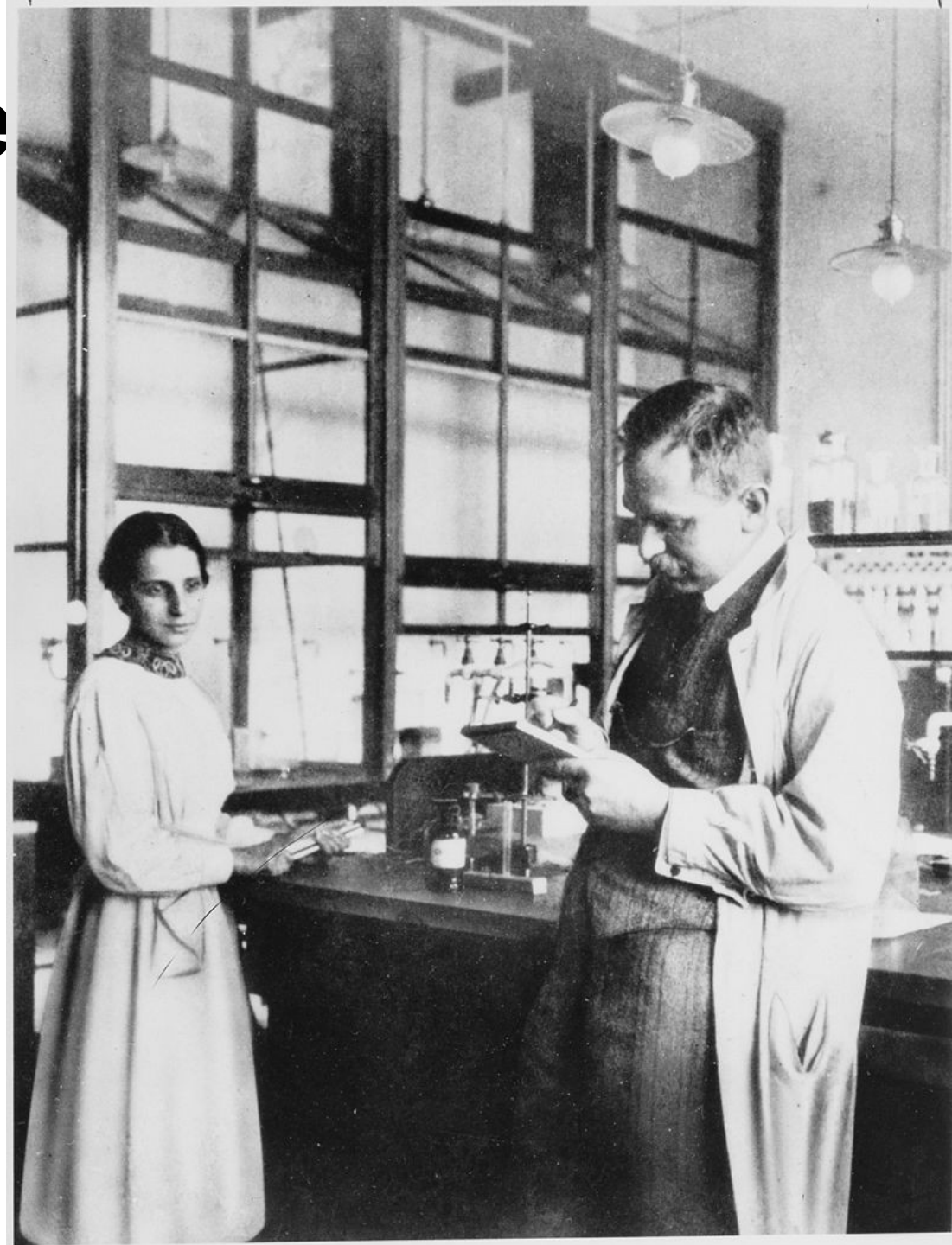
Irène Joliot-Curie



- V roce **1935** společně se svým manželem Frédéricem obdržela **Nobelovu cenu za chemii za společné práce na syntéze nových radioaktivních prvků**.
- ve stejném roce objevila také **neptuniovou radioaktivní řadu** (navíc k přirozeným řadám - uranové, thoriové a aktiniové). Kompletně byla ale tato rozpadová řada prozkoumána až v roce 1947.
- V roce 1938 Irene Joliot–Curie a Pavel Savic zjistili, že jeden z produktů vytvořených při ozáření uranu neutrony nebyl transuran, jak se očekávalo, ale prvek ze skupiny vzácných zemin. Znamenalo to, že **objevili nový druh jaderných reakcí**.
- Tento výsledek byl v říjnu 1938 na Solvayovském kongresu přijat s velkým skepticismem. Bylo oběma doporučeno experimenty zopakovat s větší přesností a důkladností, protože takový výsledek nebyl podle teorie možný.
- Proto prvenství objevu štěpení uranu bylo přiznáno až Otto Hahnovi, Fritzi Strassmanovi a Lise Meitner na základě jejich prací publikovaných v roce 1939.

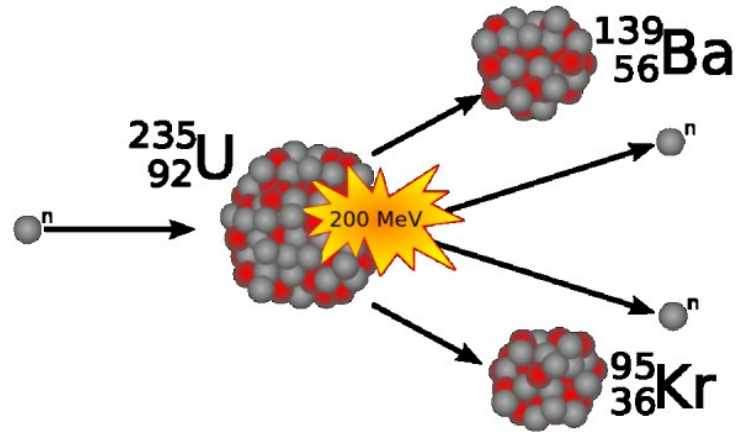
Otto Hahn & Lise Meitner

- **Otto Hahn** – brilantní německý chemik, který studoval u Rutherforda, právě v době, kdy se Soddy zjistil, že uran se štěpí
- Snažil se uran **uměle přimět ke štěpení** s nejasnými výsledky → poslal je své kolegyni **Lise Meitnerové** (též židovka, dlouho pracovala s O.H., ale po anexi Rakouska musela uprchnout z Německa)



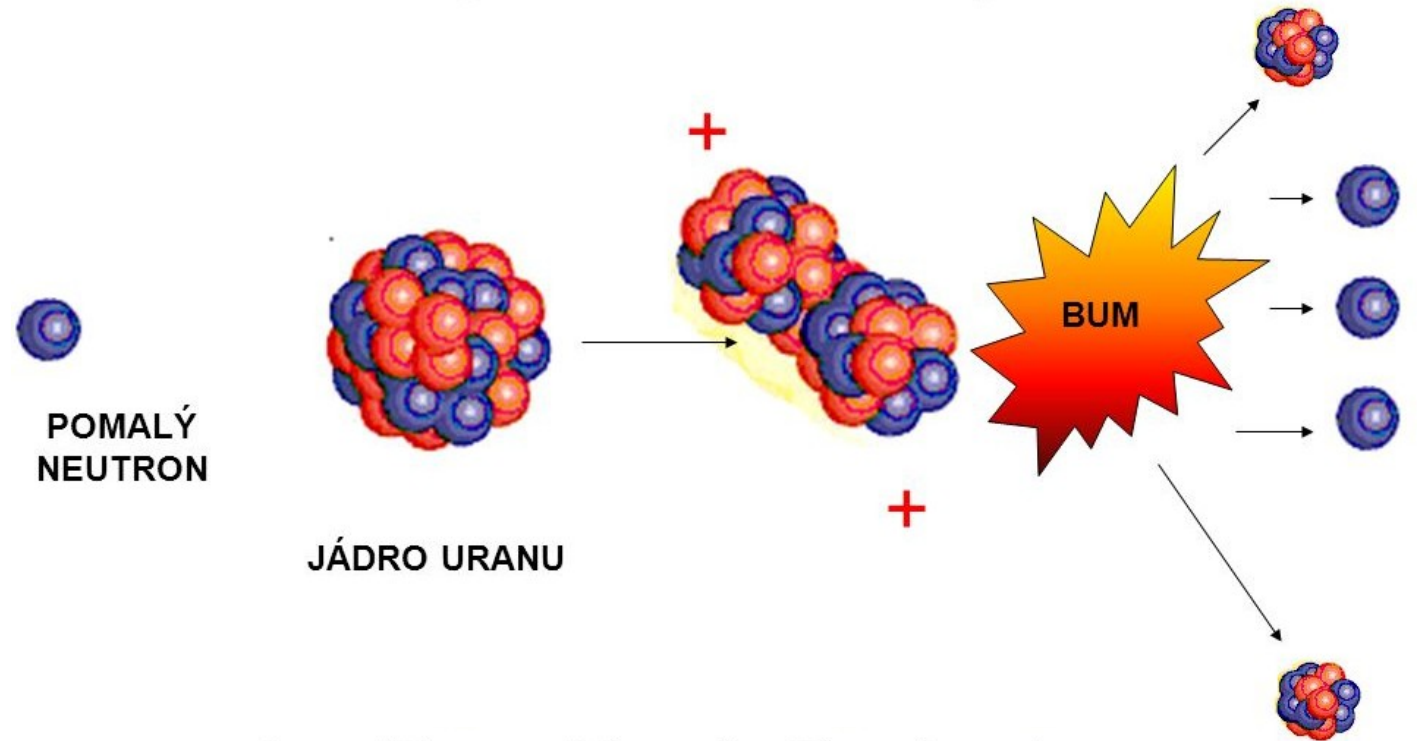
Lise Meintnerová (1912–1968)

(1878 Vídeň –1968 Cambridge)

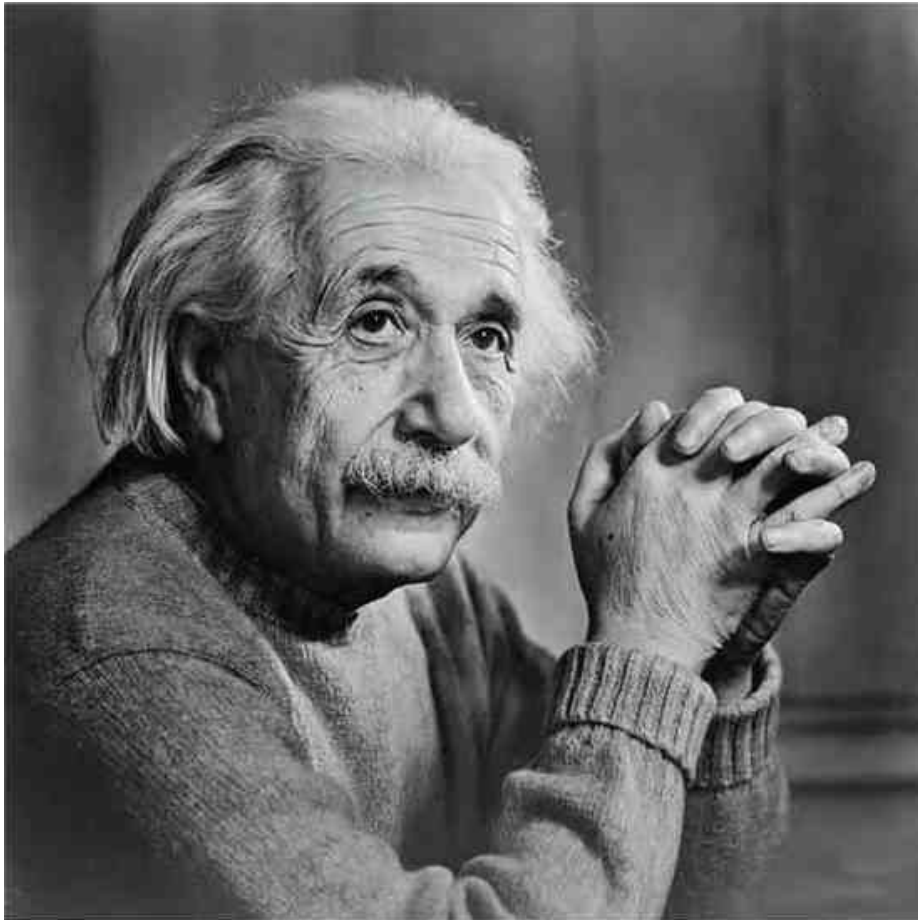


- Zjistila, čeho Otto Hahn dosáhl → **rozštěpil atom uranu**
- To do té doby bylo považováno za nemožné
- **Štěpí se pouze ^{235}U** (92 protonů 143 neutronů)

- **Silná jaderná síla** – nejsilnější síla ve vesmíru, drží pohromadě atomová jádra
- **Přesto je jádro uranu tak nestabilní, že pronikne-li do něj další neutron, štěpí se**
- Hmotu uvolněných (rozštěpených) částí uranu je silnou jadernou interakcí více zhušťována než v původním jádru uranu
- → jejich celková hmota je proto menší → **rozdíl se uvolní ve formě (obrovské) energie**
- **Zároveň se uvolňují další 2 až 3 neutrony**, ty mohou štěpit dále (Szilard → řetězová reakce)



Albert Einstein



$$E = mc^2$$

- Hmota a energie jsou zaměnitelné!
- Nebo též: malé množství hmoty nám dá (protože c^2) obrovské množství energie

CESTA K ATOMOVÉ BOMBĚ

- Szilard nyní ví, že uran může vytvořit bombu a Němci vědí, jak to udělat
- Okupace Československa – **nyní má Hitler přístup k jedinému nalezišti uranu v Evropě** (U je ještě více i v Německu, tenkrát ale nebyl objeven)
- Kdyby Němci měli atomovou bombu první, vyhráli by válku. Szilard proto přes Alberta Einsteina apeluje na presidenta Franklina Roosevelta, aby USA začaly s vývojem atomové bomby
- Albert Einstein byl v té době nejznámějším vědcem na světě, ale myšlenka na atomovou bombu ho nikdy předtím nenapadla. Nyní měl však také ihned jasno a byl vyděšen. Podepsal proto Szilardův dopis Rooseveltovi, kde ho varovali, že Německo patrně vyvíjí uranovou bombu
- **Roosevelt ihned nařídil aby USA začaly urychleně pracovat na uranové bombě**
- **→ PROJECT MANHATTAN**



Albert Einstein
Old Grove Rd.
Nassau Point
Peconic, Long Island

August 2nd, 1939

F.D. Roosevelt,
President of the United States,
White House
Washington, D.C.

Sir:

Some recent work by E. Fermi and L. Szilard, which has been communicated to me in manuscript, leads me to expect that the element uranium may be turned into a new and important source of energy in the immediate future. Certain aspects of the situation which has arisen seem to call for watchfulness and, if necessary, quick action on the part of the Administration. I believe therefore that it is my duty to bring to your attention the following facts and recommendations:

In the course of the last four months it has been made probable - through the work of Joliot in France as well as Fermi and Szilard in America - that it may become possible to set up a nuclear chain reaction in a large mass of uranium, by which vast amounts of power and large quantities of new radium-like elements would be generated. Now it appears almost certain that this could be achieved in the immediate future.

This new phenomenon would also lead to the construction of bombs, and it is conceivable - though much less certain - that extremely powerful bombs of a new type may thus be constructed. A single bomb of this type, carried by boat and exploded in a port, might very well destroy the whole port together with some of the surrounding territory. However, such bombs might very well prove to be too heavy for transportation by air.

-2-

The United States has only very poor ores of uranium in moderate quantities. There is some good ore in Canada and the former Czechoslovakia, while the most important source of uranium is Belgian Congo.

In view of this situation you may think it desirable to have some permanent contact maintained between the Administration and the group of physicists working on chain reactions in America. One possible way of achieving this might be for you to entrust with this task a person who has your confidence and who could perhaps serve in an unofficial capacity. His task might comprise the following:

a) to approach Government Departments, keep them informed of the further development, and put forward recommendations for Government action, giving particular attention to the problem of securing a supply of uranium ore for the United States;

b) to speed up the experimental work, which is at present being carried on within the limits of the budgets of University laboratories, by providing funds, if such funds be required, through his contacts with private persons who are willing to make contributions for this cause, and perhaps also by obtaining the co-operation of industrial laboratories which have the necessary equipment.

I understand that Germany has actually stopped the sale of uranium from the Czechoslovakian mines which she has taken over. That she should have taken such early action might perhaps be understood on the ground that the son of the German Under-Secretary of State, von Weizsäcker, is attached to the Kaiser-Wilhelm-Institut in Berlin where some of the American work on uranium is now being repeated.

Yours very truly,

A. Einstein
(Albert Einstein)

ATOMOVÝ DŽIN BYL VYPUŠTĚN Z LÁHVE a už se do ní nikdy nevrátí...

Radioaktivita,
není z těch
džinů, které
jde snadno
vyvolat a
stejně snadno
také zapudit
zpět do láhve.



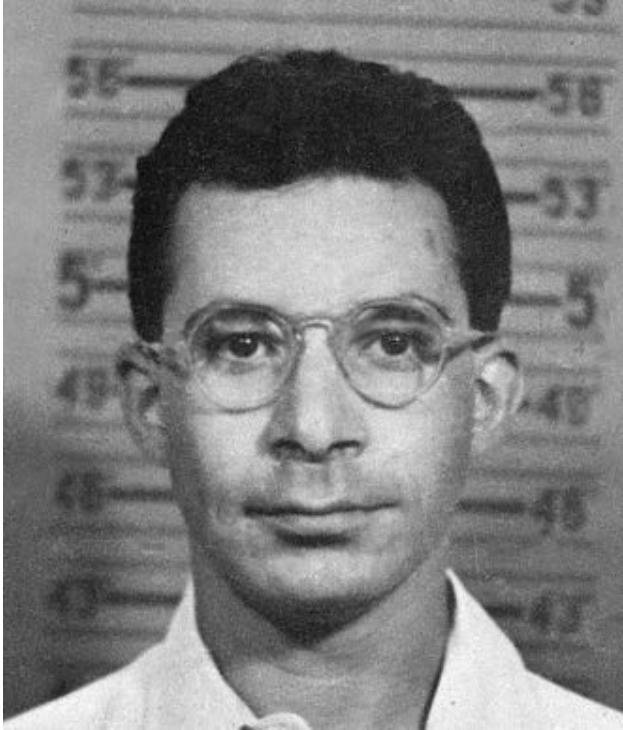
Project Manhattan

- Vybudováno městečko v poušti v Novém Mexiku - **Los Alamos**
- Vynaloženy **2 mld USD a povolání nejvýznamnější vědci.** Tenkrát zde největší koncentrace nositelů Nobelovy ceny.
- **1921 Robert Oppenheimer** – navštívil Jáchymovské lázně, fascinovala ho uranová ruda
- O 21 let (1942) později učinil z uranu nejděsivější horninu na světě – udělal z něj atomovou bombu
- Byl to fyzik se slabostí pro Martini, ženy a dávnou indickou poezii
- Německo kapitulovalo ještě před dokončením bomby – USA zadržely německé fyziky – též Otto Hahna.
- Zjistilo se, že Německo s vývojem bomby vlastně nikam nepokročilo



Louis Slotin

Tahání draka za ocas "tickling the dragon's tail"

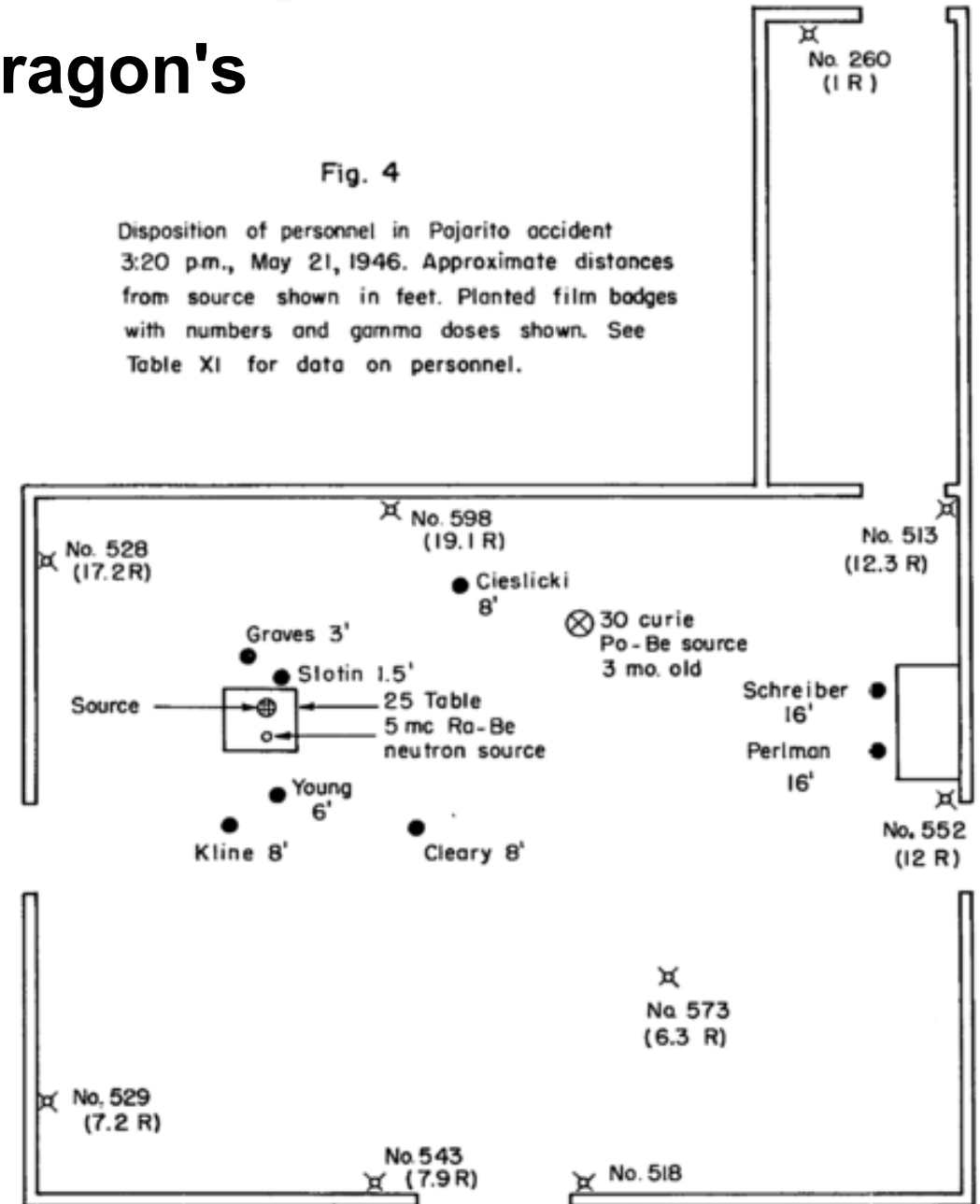


- Na projektu se podílel i mladý vědec **Louis Slotin**. Již předtím pracoval na stavbě prvního funkčního jaderného reaktoru
- Hledání kritického množství jaderného materiálu a studování reakcí přibližováním hemisfér s podkritickým množstvím k sobě s pomocí šroubováku

Louis Slotin

Tahání draka za ocas "tickling the dragon's tail"

- Jednou Louisovi Slotinovi šroubovák sklouzl a obě hemisféry se na chvíli zcela spojily, než je Slotin rychle odtrhl. Tím zachránil spoustu lidí, sám byl však exponován smrtelné dávce neutronů a záření gama
- Po přílišném přiblížení kovových hemisfér v jejichž středu byla umístěna podkritická množství plutonia došlo ke krátké řetězové reakci
- Laboratoř osvítil modrý záblesk a radiace vystoupala nad kritické hodnoty.
- Slotin následně zakreslil pozice jednotlivých pracovníků pro odhad jejich ozáření
- „*Vy budete O. K., ale já jsem nejspíš vyřízený,*“ řekl obraceje se k ostatním vyděšeným vědcům. Měl bohužel pravdu, za pouhých devět dní v nemocnici zemřel.



Řetězová štěpná reakce

