

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

Vladimír Novák
Přehled. Mosaika

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 62 (1933), No. 3, R66--R72

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/121796>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1933

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

PŘEHLED.

Mosaika.

Prof. Dr. Vladimír Novák.

Nestálost materiálů. Při uskutečnění měřicí jednotky dbá se přirozeně o to, aby výsledkem byla jednotka pokud možno *stálá a trvalá*. Zjištění takové stálosti je ovšem věc času a rostoucí přesnosti měřicích strojů a měřicích způsobů. Původní metr jako jednotka délky byl dán délkou vyznačenou na tyči z čisté platiny. Poněvadž se pak na povrchu platiny nedaly rýti tak jemné vrypy jako na jiných kovech, byla pro zhotovení mezinárodního metru a jeho kopií zvolena slitina 90% platiny a 10% iridia. Tato základní měřítka délková jsou dnes 46 roků stará a ukazují se na nich *nestálost slitin*. Změny, které byly shledány, nejsou ovšem veliké, pouze asi $\frac{1}{3}$ mikronu, což je třetina z miliontiny celé délky! Ostrost značky a malý vliv teploty na délku tyče vyváženy jsou tudíž proměnností slitiny.

Podobná nestálost nalezena byla také na galvanickém odporu kovových vodičů, které bylo provedeny ze slitin, protože odpor slitin se s teplotou málo mění. Na sjezdu britské společnosti pro pokrok věd („British Association for Advancement of Science“) letos v Yorku předčítal staříčkový sir *Richard Glagebrook* pojednání o britských jednotkách odporu, z něhož vysvítá, že odpory zhotovené z čisté platiny se za 65 let nezměnily, kdežto odpory ze slitiny $\frac{1}{3}$ platiny a $\frac{2}{3}$ stříbra ukázaly v té době značné změny. Technická praxe vykazuje mnoho příkladů o proměnnosti slitin ve vlastnostech, kterých technik zvláště potřebuje, t. j. v pevnosti, pružnosti, tvrdosti atd. Tyto vlastnosti mění se často již zpracováním slitiny, namáháním, zejména proměnným, a pouhými změnami teploty. V hořejších příkladech, kde jde o normály zvláště pečlivě opatrované, jsou to hlavně teplotní změny, které u složitého materiálu způsobují jeho nestálost. Zajímavé je, že změna udržuje určité znamení, třeba byla způsobena střídáním teploty, tak jako by v stavbě materiálu převládala snaha po určitém jeho urovnání. Z těchto zkušeností vyplývá příkaz udržovati normální jednotky pokud možná při *stálé teplotě*. Zajímavé je, že se tato okolnost osvědčila i u fotografických desek. Mají-li míti fotografické desky, zhotovené z téže emulze, tutéž citlivost, musí býti uchovány vesměs v neproměnné teplotě, a to nejlépe při 0°. Při astrofysikálních fotografiích, kde je stálá citlivost velmi důležitá, se vskutku v novější době uchovávají fotografické desky hned po zhotovení při této teplotě až do dne expozice.

Positivní elektron? Jako hoch čítal jsem rád *Guliverovy cesty* do Liliputu a Brobdignagu, sleduje tím přirozený zájem člověka o vše, co se nápadně liší svými rozměry od rozměru lidského těla.

Tak nás zajímá výzkum nesmírných těles nebeských v nepředstavitelných vzdálenostech a stejně život nálevníků v kapce vody, pozorované pod mikroskopem. V obou směrech jak k velikému, tak i k malému hledí moderní věda postoupiti do nejzazších mezí a pokrok fysiky ukazuje se v poslední době právě v tomto posouvání hranic jak světa nesmírného, tak i mikrokosmu. Pro dělitelnost hmoty byly dlouho takovou hranicí nerozborné atomy, jichž průměr určen na několik desetmiliontin milimetru. Objevy spektrální a studium radioaktivních látek přinutily badatele sestoupiti do atomového světa. Zajímavé je, že představy o složení atomu souhlasí v základě s obrazem sluneční soustavy. Středem atomu podle nových těchto domněnek je atomové jádro kladně elektrické, které působí přitažlivě na jednotlivé planety atomové soustavy, kterými jsou záporně nabitě elektrony. Elektrony mají nejmenší (dosud známou) hmotu $9,0 \cdot 10^{-28}$ g, t. j. asi tisícinu z jedné kvadriolintiny gramu. Nejjednodušší jádro má vodíkový atom, jehož hmota je $1,66 \cdot 10^{-24}$ g, t. j. asi 1840krát větší nežli hmota elektronu. Toto jádro vodíkového atomu nalézáme v jádrech jiných prvků a nazýváme je proton.

Složitost jader u prvků s větší atomovou hmotou podařilo se dokázat rozbitím těchto jader. První takové pokusy provedl *Rutherford* (1919) užívaje alfa-záření látek radioaktivních. Toto hmotné záření sestává z rychle letících jader heliového atomu. Hmotná jejich je čtyřikrát větší protonu a náboj má dvě elementární množství elektrická ($= 9,55 \cdot 10^{-10}$ elst. jed.). Rychlost alfa-částic u záření, které vysílá uran I, je $1,4 \cdot 10^9$ cm/sec, u thoria C' dokonce $2,06 \cdot 10^9$ cm/sec. Z těchto čísel lze počítati pohybovou energii alfa-částice a z toho posuzovati účinek při nárazu. Často se tato energie přepočítává na elektrickou energii a vyjadřuje se ve voltech pro elementární náboj elektronu nebo protonu. Přepočítání děje se podle vztahu

$$m \frac{v^2}{2} = e \frac{\text{Volt}}{300},$$

kde m je hmota částice pohybující se rychlostí v a e elementární náboj. U částic, jichž rychlost se blíží k rychlosti světla ($3 \cdot 10^{10}$ cm/sec), je nutno hmotu m zvětšiti podle Einsteinova vztahu

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \text{ kde } m_0 \text{ značí hmotu částice v klidu.}$$

Z těchto vztahů vychází na př. pro pomalé elektrony, které opouštějí jádro prvku, energie 1000 elektron-voltů, kdežto pro nejrychlejší elektrony, jež způsobují nehmotné záření, energie

2 650 000 elektron-voltů. Záření těmito elektrony vznikající má délku vlny pouze $4,7 \cdot 10^{-11}$ cm. V r. 1931 *Bothe a Becker* (na universitě v Giessenu) působili alfa-částicemi na *beryllium*, jež má atomovou hmotu 9, a obdrželi vývoj uhlíkových atomů o hmotě 13 a *uvolnění vnitřní atomové energie*, jež se projevilo zářením neobvykle pronikavým, upomínajícím na *kosmické záření*. Tato „výroba“ energie děje se ovšem jen při správném nárazu alfa-částice na jádro atomové a z pokusů vychází, že taková „trefa“ připadá asi na 50 000 nárazů. Byla by to i pro svátečního střelce drahá koroptev, kdyby na ni vystřílel 50.000 broků!

Druhotné záření, vycházející z beryllia při bombardování alfa-částicemi, studovali také manželé Joliotovi v Paříži a přisoudili je působení protonů, které nabývají rychlosti až $3 \cdot 10^9$ cm/sec. To by odpovídalo energii až 50 milionů elektron-voltů. Tyto výsledky potvrdil počátkem r. 1932 *I. Chadwick* v Cavendishově laboratoři v Cambridgi, jenž ukázal, že zkoumané záření vyrazí z vodíku částice, jež se svým působením (energií) podobají protonům o rychlosti $3,2 \cdot 10^9$ cm/sec. Podle Chadwicka je tedy nové záření *hmotné* a poněvadž se ani polem elektrickým ani magnetickým ze své dráhy neuchyluje, nemají proudící částice náboje, čili jsou neutrální. Částice tyto povstanou spojením kladného protonu se záporným elektronem a náleží jim tudíž název neutronu.

Pohltní-li jádro beryllia alfa-částici, uvoří se jádro uhlíkové (C^{12}) a vytvoří se rychle letící neutron. Podle starší domněnky by se při vylíčeném dopadu alfa-částice utvořilo uhlíkové jádro (C^{13}) a hmotný zbytek by se přeměnil na záření,*) jehož energie by byla pouze $14 \cdot 10^6$ voltů, tedy značně menší, než bylo naměřeno.

V téže laboratoři zařízena byla místnost pro velmi vysoká napětí a *J. D. Cockcroft* a *E. T. S. Walton* upravili způsob, kterým možno dodati protonu energii větší než 600 000 elektron-voltů. Pozorovatelé působili rychlými protony na kovové lithium; některá jádra o hmotě 7 spojila se s protonem o hmotě 1 a povstala dvě heliová jádra, každé o hmotě 4. Při tom byla uvolněna energie 16 milionů elektron-voltů, jež odpovídá energii vzniklé z příslušného úbytku hmotného.

Jiný způsob získati rychle se pohybující protony a iony navrhují *D. H. Sloan* a *E. O. Lawrence* na kalifornské universitě. Ionu pohybují se při potenciálním rozdílu 42 000 voltů řadou kovových trubice, jež jsou ve střídavém elektrickém poli, takže ion, postupující z trubice do trubice, se vždy zrychluje. Při průběhu třiceti takovými stupni získány částice o energii 3 600 000 elektron-voltů.

*) Podle Einsteinova vztahu $\Delta E = \Delta M \cdot c^2$, kde ΔE je přírůstek energie povstalý z úbytku hmoty ΔM a c rychlost světla.

Pokusy Lawrenceovy, prováděné tímto umělým zdrojem pronikavého záření, potvrdily výsledky získané v Cambridgi a potvrdily též možnost domněnky, kterou vyslovil *C. D. Anderson*, že se při tomto násilném zásahu do atomového jádra vyskytují též částice hmotné, které mají kladný elementární náboj a jsou právě tak hmotné jako elektrony. Touto smělou, ale na snadě jsoucí domněnkou by se vyložilo povstání fotonů, t. j. elementárního množství nehmotné energie zářivé, prostě spojením kladného a záporného elektronu, při čemž by hmota se změnila na nehmotné záření o rychlosti světelné. Přirozeně, že těchto nápadů uchopili se teoretikové, jež se snaží přestaviti jádro atomové tak, aby vyvozené teoretické vztahy vyhověly novým skutečnostem. Ze všeho je pak patrna stará pravda: Rozmanitost a složitost přírodních zjevů je tak veliká a obsáhlá, že vzdoruje vždy snahám po jednotnosti a jednoduchosti, těmto základním zbraním vědy.

*

Užití Röntgenových paprsků v technice. Nejnápadnější vlastností Röntgenových paprsků je jejich schopnost pronikat různými látkami, které je propouštějí tím snáze, čím je jejich hustota menší. Vlastnosti této bylo hned s počátku využito v lékařství ke studiu kostry lidské. Již Röntgen sám však upozornil, že by se těchto paprsků dalo užít i ke kontrole technických výrobků, zejména k stanovení jejich vnitřních dutin a kazů. Sám zhotovil několik snímků, které správnost tohoto názoru potvrzovaly. Röntgenovy paprsky pronikají totiž všemi látkami a při tom se v hustších látkách — podobně jako při prosvěcování těla lidského v kostech — zeslabují. Vzduchové bubliny, zrněčka písku, která se z formy dostala do litiny, trhliny nebo mezery u špatně svařených kovových součástí způsobí na fluorescenčním stínítku, na kterém se obraz zachycuje, jasnější skvrny, podle nichž se dají takové kazy i jejich velikost určit. Stačí tedy vložit zkoušený předmět mezi ohnisko lampy a fluorescenční stínítko, které lze případně nahraditi kasetou s fotografickou deskou nebo filmem, a pozorovati jeho stínový obraz.

Tím se dostáváme k prvnímu způsobu užití Röntgenových paprsků v technice, totiž k jejich upotřebení k prozařování a studiu hrubé struktury technického materiálu a výrobků z něho zhotovených. První Röntgenovy lampy dávaly záření příliš slabé, než aby se ho dalo užít i k prozaření silnějších kovových předmětů. Proto užití Röntgenových paprsků v praxi zůstalo dlouho omezeno na jejich užití v lékařství. Teprve ke konci první čtvrtiny XX. století, kdy byly tyto lampy značně zdokonaleny (zejména zásluhou amer. fysika Coolidgea), bylo možno užítí Röntgenových paprsků i v těžkém průmyslu, kde se jich začíná užívati stále více a více.

Prozařováním suroviny nebo výrobků z ní zhotovených můžeme zjistiti, zda v nich není nějaká z vnějška neviditelná chyba,

kteřá činí jejich další upotřebení nemožným. Při odlévání kovových i jiných předmětů může se státi, že odlitek, který vypadá při vnějším pohledu bezvadně, může obsahovati uvnitř bubliny nebo jiné kazy, které by se jinak ukázaly až po dalším, třeba dosti nákladném zpracování. Když se taková chyba ukáže až po zpracování, musí se odlitek stejně vyřaditi a znovu roztaviti, takže práce a čas věnované na jeho opracování přijdou zcela na zmar. Často se však stane, že se taková chyba při zpracování vůbec neprojeví. Pak se taková součástka zpracuje, odešle a zamontuje se do stroje, pro který je určena. Vnitřní káz v takové součástce však působí, že nemá potřebnou pevnost a že se po uvedení stroje v chod dříve nebo později rozlomí. To má pak za následek nutnou výměnu této součástky (není-li náhradní součástka na místě — zastavení stroje třeba na několik dní), a to může mít za následek i poruchu celého stroje a ohrožení třeba i životy lidské. Při dřívějších zkouškách se obvyčejně z celé řady výrobků, obvyčejně několika tisíc, zkoušelo pouze několik málo, které byly po takové zkoušce dále nepotřebné, neboť se při ní zničily. Když na příklad z deseti výrobků takto zkoušených byl jeden špatný, řeklo se, že pravděpodobnost, že v této výrobní serii přijdeme na špatný výrobek jest jedna desetina. Nejdůležitější součástí strojů se pak vybíraly z takových serií, kde tato pravděpodobnost byla nejmenší. Snadno se ovšem mohlo státi, že všechny výrobky byly bezvadné, ale že právě ten, který jsme vybrali, byl závadný. Tato nejistota odpadá, zkoumáme-li každý výrobek pomocí Röntgenových paprsků. Po takové zkoušce víme, že zkoušený výrobek jest zcela určitě bezvadný a můžeme také zjistiti, zda při dalším zpracování a při zatěžovací zkoušce nedoznal žádné poruchy. Zvlášt' důležitá je zkouška součástí rychle pracujících motorů, zejména součástí automobilů a zvlášt' letadel. Tak na příklad u německé vzducholodi „Brehmen“, která r. 1928 přeletěla po prvé bez přestávky oceán z Evropy do Ameriky, byla hlavní hřídel zkoumána tímto způsobem a musela býti několikrát vyměněna, než zcela vyhovovala. Podobným způsobem dají se ovšem zkoušeti i jiné výrobky, na příklad porculánové izolátory pro vedení o vysokém napětí, jichž cena se tím asi o 5% zvýší. Uvážíme-li, jakou škodu může způsobiti krátké spojení způsobené takovým vadným izolátorem, uznáme jistě, že se vždy vyplatí koupiti materiál tímto způsobem zkoušený, třebaž je o něco dražší.

Moderní Röntgenovy lampy umožňují dnes prozařovati aluminiové předměty až do tloušťky 20 cm, železné do tloušťky 5 cm. Zachycujeme-li obraz místo na fluoreskující stínítka na dvojité film se zvláštní zesilovací folií, dají se určití chyby ještě v předmětech dvakrát tak silných. Způsobem tímto dají se určití ještě bubliny a trhliny, jichž velikost činí přes 1% tloušťky prozařovaného materiálu. Zvlášt' u předmětů ne příliš silných je tato

metoda velice přesná. Pro technické účely sestrojeny byly zvláštní převozné přístroje, které se zavezou přímo do dílny, připojí se na osvětlovací síť a umožňují prozařovati různé výrobky přímo na místě. V poslední době začíná se k tomuto účelu užívatí též γ -paprsků látek radioaktivních, které umožňují prozářiti i předměty značně silnější.

Vedle hrubé struktury technických výrobků můžeme však pomocí Röntgenových paprsků zkoumati také jemnou vnitřní strukturu různého technického materiálu. Tento způsob užití Röntgenových paprsků X vychází z objevu, který učinil r. 1912 prof. Laue. Zjistil totiž, že Röntgenovy paprsky se na látkách, které mají pravidelnou krystalickou stavbu, ohýbají. Představujeme si totiž, že v takových látkách jsou jednotlivé atomy rozděleny zcela pravidelně. Když Röntgenovy paprsky procházejí takovou hmotou, ohýbají se kolem těchto atomů a za nimi vznikne tečkovitý obrazec, t. zv. diagram Laueův, který má podobnou souměrnost jako stavba krystalu. Ukazuje se, že také v kovech jsou jednotlivé atomy srovnány podobně jako v krystalech. Protože pak všechny mechanické vlastnosti, zejména pevnost a pružnost, závisí na této jemné vnitřní stavbě, má její kontrola velikou důležitost. Při odlévání, kování, válcování a jiném zpracování kovových předmětů vzniká často v takových výrobcích vnitřní napětí, které zmenšuje jejich pevnost a soudržnost. Když se zkouškou pomocí Röntgenových paprsků takové napětí včas zjistí, dá se vhodným dalším zpracováním, zejména tepelným, odstraniti a zabrání se tím značně větší škodě, která by vznikla poruchou výrobku po jeho zamontování do stroje. Způsobem tímto lze však zkouseti nejen materiál, který chceme dále zpracovati, ale lze také pozorovati, jak se materiál při postupném zpracovávání mění a vyhledávati tak nejvýhodnější způsob výroby.

Třetí možnost užití Röntgenových paprsků v technice skýtá konečně spektrální rozbor těchto paprsků. Vložíme-li totiž zkoumanou látku do Röntgenovy lampy na elektrodu, na níž vznikají Röntgenovy paprsky, ukazuje se, že tyto paprsky tvoří podobné spektrum jako světlo viditelné. Každá látka je charakterisována určitými čarami, z jichž přítomnosti můžeme souditi, jaké prvky se v daném materiálu nalézají. Způsobem tímto — který má dosud spíše význam vědecký — dají se dokázati i nepatrné stopy přímisenin. Tak na příklad byly nalezeny v poslední době dosud neznámé prvky hafnium a dvimangan. V nejnovější době provádí se však tímto způsobem také rozbor skel, cementu, ohnivzdorných látek a četných organických sloučenin, určuje se jím obsah popele a podobně.

Užívatí Röntgenových paprsků v technice jest — zejména u nás — dosud zcela v počátcích. Je však jisto, že brzy dosáhne

velikého významu. Dnešní doba, která chce ve všem dosáhnouti neobvyklých rekordů, která chce přírodní síly spoutati do strojů ohromného výkonu, vyžaduje bezvadného, přesně zkoušeného materiálu a ten jí může dodati pouze závod, kontrolující každý svůj výrobek tímto nejmodernějším a bezpečným způsobem.

(Přednesl Dr. *Kliment Šoler* v rozhlase péčí Konfederace duševních pracovníků Č. S. R.)

Zkoušení betonových staveb Röntgenovými paprsky. V poslední době upoutalo na sebe pozornost stavitelských odborníků zkoušení železobetonových staveb prozařováním Röntgenovými paprsky, jehož výsledky daly podnět k vypracování přesných zkušebních metod. Značný rozdíl mezi prostupností železa a betonové malty umožňuje získati kontrastní röntgenografické stínové obrázky železobetonových staveb, na kterých je zřetelně vidět nejen železnou kostru uloženou ve hmotě betonu, nýbrž i povahu betonové hmoty. Získání röntgenoskopických snímků je velmi snadné, není k nim třeba zvláštní přípravy. Zkoušení železobetonových staveb týká se železné kostry uvnitř betonové hmoty a betonové hmoty samé. Zkoušení kovové kostry má za účel zjistiti stav jednotlivých kovových součástí, jejich vzájemnou polohu, způsob zabetonování atd., u betonové hmoty zkoumá se druh, poloha a průběh vnitřních prasklin, dutin, přítomnost cizích těles, dokonalost promíšení součástí atd. Kromě tohoto pacifického použití Röntgenových paprsků na zkoušení železobetonových staveb, jehož účelem je zvýšiti lidskou bezpečnost, může tento způsob zkoušení staveb nalézti upotřebení i pro válečné účely. (Vynato z podrobného článku čas. „Vynálezy a pokroky“.)

Elektronové trubice s vnějším řízením. Uvedla je na letošní berlínskou radio-výstavu firma Telefunken. Uvnitř trubice jest jen anoda s katodou; řídicí elektroda („mřížka“), ovlivňující elektronový proud uvnitř trubice, je umístěna vně lampy. Má tvar velmi plochého válce a obklopuje lampu. Stejnoseměrné předpětí na řídicí elektrodě nemá vlivu, neboť kladné předpětí na vnější elektrodě způsobí jen, že se vnitřní stěna trubice nabije na stejně veliké záporné napětí. Je-li na řídicí elektrodě záporné předpětí, kompenzuje se částečně s kladným nábojem iontů uvnitř trubice, jež se vyskytují i při dobře vyčerpaných lampách, a potom je možno stanoviti statickou charakteristiku lampy. Kompensace záporného předpětí na řídicí elektrodě ukazuje se zvláště u trubic plněných plynem.

Fakt, že kladné předpětí na řídicí elektrodě nemá žádného vlivu, znamená značné zjednodušení přijímačů. Odpadne mřížkový kondensátor, odpor i předpětí.

A. Zátoupek.