

JExLab se představují

P. Jež, J. Prehradný
Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT v Praze
p.jez@seznam.cz

Abstrakt

Toto je referát o činnosti Járových Experimentálních laboratoří. Pojednává o jejich činnostech, úspěších a cílech. Jedná se především o jaderný reaktor TŘESK 2, výzkum chování částic, unikátní poznatky na poli anoptiky a několik málo matematických modelů. V úvodu článku je rovněž několika slovy zmíněna činnost velkého člověka a vynikajícího fyzika Járy Cimrmana, po němž ústav nese své jméno.

1 Jára Cimrman

Jára Cimrman (? – 1914) byl jedním z nejuniverzálnějších vědců vůbec. Pojednání o všech jeho úspěších a zájmech by vydalo na celou knihu, proto se v následujících odstavcích omezíme pouze na jeho práce na poli experimentální fyziky, které vedly k tomu, že JExLab nesou jméno právě po něm. Jára Cimrman se věnoval experimentální fyzice již od útlého mládí. Tam, kde buržoazní rakouská mládež zkoumala zákony fyziky na biliáru a kulečnicku, Jára si musel vystačit se staročeskými skleněnkami. Z této doby pochází také jeho prvotina věnovaná nepružným srážkám příznačně nazvaná „*Střepy*“.

Ovšem Cimrman se nezabýval pouze mechanikou. Jeho činnost zasahuje do všech fyzikálních oborů. Proslulé jsou například jeho demonstrace, že světlo je rychlejší než zvuk, které několikrát předvedl i na pražské polytechnice.

2 Járové experimentální laboratoře - historie

Na počest Járových úžasných výsledků založila Nejednota českých matematiků a fyziků někdy ve dvacátém století Járové Experimentální Laboratoře. Již od svých počátků se tento ústav zabývá všemi disciplínami fyziky od kvantové mechaniky po fyziku matematickou. Dosahuje takových výsledků, že je s podivem, že doposud nebyla nikomu z hlavních představitelů a vědců z tohoto ústavu udělena Nobelova cena, či alespoň nějaké nižší ocenění. Za tímto účelem ústav sám uděluje každoročně tzv. Járovu cenu za fyziku, která prozatím každý rok skončila v rukou někoho z našeho ústavu.

3 Járové experimentální laboratoře – činnost

Jaderný reaktor TŘESK 2

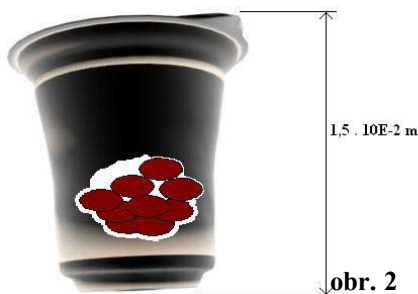
Jaderný reaktor patří už léta ke klíčovému experimentálnímu vybavení JExLab. Toto zařízení pro zkoumání reakcí jader jsme nazvali TŘESK (TŘEšňový Silový Konduktér) podle použitého materiálu, kterým jsou převážně jádra rostliny třešň obecná. Schéma tohoto reaktoru můžete vidět na obr. 2.

V JExLab zkoumáme především reakce jader na vnější podněty přírodního původu. Jak si lze povšimnout z grafu 1, jedná se především o nejrůznější druhy vlnění. Zde jsme ovšem nedosáhli měřitelných výsledků. Usuzujeme z toho, že jádra jsou vůči akustickému, či

elektromagnetickému vlnění indiferentní. Výjimku zde ovšem tvoří světlo, na něž jádra zareagovala způsobem, který by se nejlépe (vzhledem k omezenosti prostoru) dal popsat jako: experimentátor spatřil jádra. Toto je ovšem pouze fenomenologický popis. Na zevrubném vysvětlení tohoto jevu ovšem už pracují naši teoretici.

Po vlnění jsme na jádra nasadili tlak. Tento experiment byl ovšem velkým neúspěchem. Nejenže se neobjevila žádná prokazatelná reakce, ale navíc byl během tohoto experimentu nevratně zničen náš první reaktor TŘESK 1. Nový reaktor jsme získali teprve nedávno, nicméně podařilo se nám na něm dosáhnout neuvěřitelných výsledků.

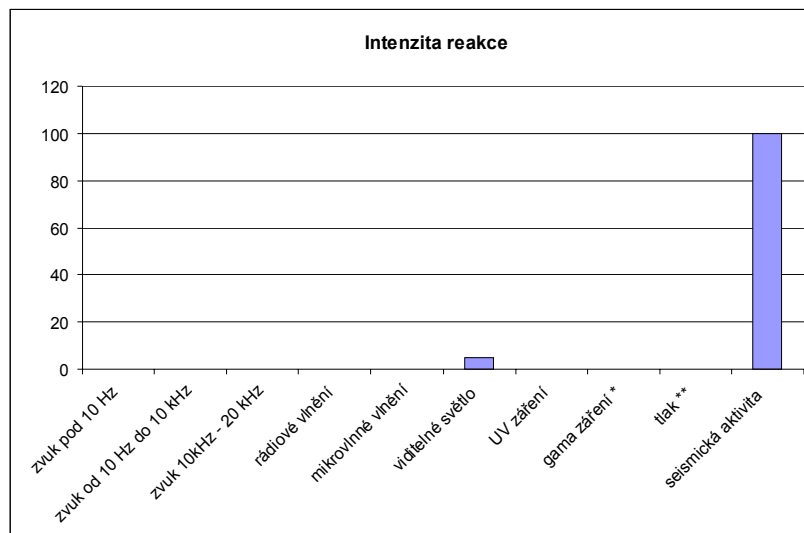
Na počátku byla (jako u řady klíčových objevů) prostá náhoda. Ovšem ta, jak známo, přejde pouze připraveným. A připravený náš tým na detašovaném pracovišti v Japonsku rozhodně byl. Když totiž začalo jedno z velmi častých zemětřesení, tak náš tým nejenže přístroj neodstavil, aby se nepoškodil, ale naopak ho nechal ho v chodu a sledoval jeho chování za těchto podmínek. Pozorovali velmi intenzivní akustickou odezvu na seizmickou aktivitu, ovšem co je ještě více překvapující, když porovnali hmotnost směsi před a po zemětřesení, došlo k úbytku hmotnosti Δm .



obr. 2

Od tohoto průlomového pokusu bohužel nedošlo ani v Japonsku, ani zde v Česku k zemětřesení, proto jsme nuceni pozorovat reakce jader na zemětřesení vyvolané uměle. Po pečlivém měření jsme zjistili, že reakce jader velmi silně závisí na charakteru zemětřesení. Prozatím pracujeme se dvěma druhy otřesů – horizontální a vertikální. Oba doprovází akustická aktivita, ale pouze vertikální je doprovázen úbytkem hmotnosti. Bohužel prozatím nedokážeme toto chování vysvětlit. Objevuje se mnoho teorií, snažících se to vysvětlit, nicméně nejlepší

je asi model „vypadnutí jader“ z reaktoru. Je založen na pozoruhodném matematickém triku, který považuje jádra za hmotné body podřizující se Newtonovým pohybovým rovnicím. Jejich řešením pak dojdeme skutečně k tomu, že jádra s dostatečnou hybností ve vertikálním směru (mlčky zde předpokládáme superpozici s hybností dodanou seizmickou aktivitou) můžou v limitě opustit prostor reaktoru. Otázkou ovšem zůstává nakolik je tento model reálný a to je právě cílem dalšího výzkumu JExLabu.

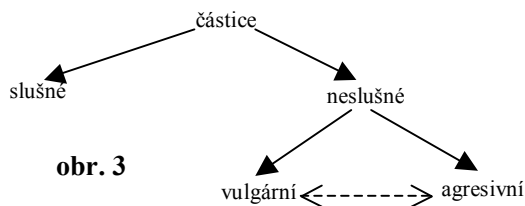


graf 1

* zahynul laboratorní křeček; ** destrukce reaktoru TŘESK 1

Výzkum chování částic

Předtím, než uvedeme více o výzkumu částic, považujeme za vhodné ukázat, jakým způsobem částice klasifikujeme. Na základě dlouhodobých experimentů používáme následující dělení:



obr. 3

Jak diagram naznačuje, tak hranice mezi vulgárními a agresivními částicemi není zcela vyhraněná, je možné, že se jedná o dvě tváře téhož jevu.

Ještě okrajem zmíníme pole, jaká při výzkumu využíváme. Jsou to pole elektrická, magnetická, orná, válečná a minová.

Anoptika

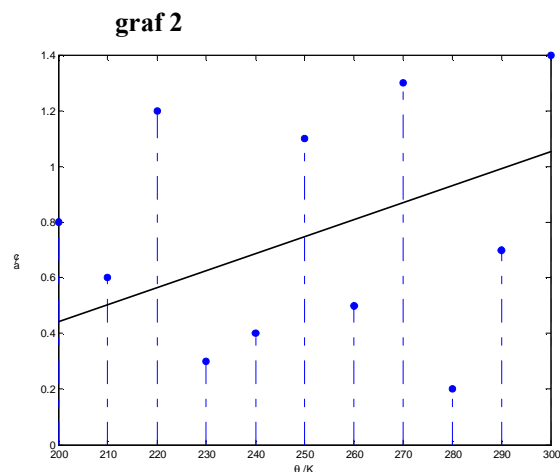
Vlajkovou lodí výzkumu našeho ústavu je anoptika. Pokud můžeme soudit, jsme jediná instituce na světě, která se touto pozoruhodnou mladou vědou seriózně zabývá. Jak už sám název napovídá, tato disciplína se zabývá zkoumáním jevů, které člověk už z jejich podstaty nemůže nikdy vidět, ať by jeho senzory byly sebelepší. Jedná se totiž především o výzkum tmy.

Prvotní otázkou je, jak tma vzniká a zaniká. JExLab zavedly následující klasifikace zdrojů tmy: první z nich je dělení na zdroje bodové a plošné. Bodovými zdroji jsou, jak už sám název napovídá, nejrůznější jehly, vidličky a jim podobné, plošným zdrojem je například deka z neprůhledné tkaniny.

Dalším dělením rozeznáváme zdroje tupé a ostré. Tupým zdrojem může být kladivo, či palice, zatímco velmi kvalitním ostrým zdrojem tmy je methanol. No a naposledy rozeznáváme zdroje přirozené a umělé. Přirozené zdroje tmy jsou takové zdroje, které vydávají tmu bez lidského přičinění, jaksi samy od sebe, bez ohledu na to, zda byly, či nebyly stvořeny člověkem, na rozdíl od zdrojů umělých, které byly člověkem speciálně vytvořeny, aby šířily tmu. Takže velmi dobrým přirozeným zdrojem tmy je zapadlé Slunce, či televize, kvalitním umělým zdrojem je například vybitá baterka.

Dalším problémem je povaha tmy. Prozatím máme vytvořeny tři modely šíření tmy a to geometricko-paprskový, kvantový a posledním je vlnění temného éteru, čímž se vrací na pořad dne jeho (doposud nevyvrácená) existence. Domníváme se, že tyto modely se nemusí nezbytně vylučovat, důkazem toho je, že geometricko-paprskový model byl mnohokrát prokázán experimenty o odrazu tmy (lom bohužel nebyl pozorován), s kvantovou (tedy hmotnou) povahou tmy souvisí celé průmyslové odvětví pohlcovačů tmy (jako třeba žárovky). Tato teorie totiž konečně uspokojivě vysvětluje, proč se zahřívá žárovka, zářivka, či oheň a proč je zároveň v jejich okolí tak málo tmy. Naše teorie říká, že to je proto, že výše zmíněná zařízení tmu pohlcují a přeměňují ji na jiné formy energie. No a bržděním rychle letících kvantů tmy se přirozeně uvolňuje tepelná energie, která může být využita k rozkladu uhlí, či dřeva (v případě ohně), resp. být přeměněna na elektrickou energii, dovedena do elektráren a tam podle typu elektrárny konat užitečnou práci v podobě rozkladu uranu, uhlí, výroby větru, či pohonu řek. V blízké budoucnosti by energie tmy mohla být využita i ke slučování lehkých jader.

Nyní vyvstává přirozená otázka: jak rychle se tma vlastně šíří. Přesně tímto problémem se JExLab zabývaly v poslední době. Výsledek můžete vidět na grafu 2, ze kterého je zjevná lineární závislost rychlosti tmy na teplotě. Na vodorovné ose je absolutní teplota v kelvinech, na svislé je poměr změřené rychlosti tmy a rychlosti světla.



Matematická fyzika a modely

Posledním větším oborem činností, kterými se JExLab zabývají, jsou matematické modely. Ačkoliv již bylo v našich laboratořích zpracováno mnoho modelů, nejpropracovanější jsou modely z oblasti dostihů. Vytvořili jsme 3 druhy modelů: Stacionární, žokejské a koňsko-žokejské, které se přirozeně liší náročností na výpočet a tím, do jaké míry vystihují realitu. Stacionární modely spočívají v zanedbání koně a jezdce. Výhodou je pak velmi snadná matematika, vyvážená ovšem tím, že model je použitelný pouze do okamžiku, než započnou závody.

O něco lépe v tomto smyslu na tom jsou modely žokejské, kde dochází k zanedbání koně a tedy jeden člen v rovnici dostihů je nulový. Z toho potom vyplývá tzv. *základní věta caballostatiky*, která zní:

Výsledek závodu závisí jen a pouze na žokejovi a je invariantní vůči volbě vztažné soustavy.

Můžeme zavést veličinu zvanou žokejův potenciál, kterou označíme ζ . Mezi žokejem, jeho rychlostí a potenciálem platí tento základní vztah:

$$\zeta = \frac{1}{2} \dot{\zeta} \left(\frac{dx}{dt} \right)^2$$

Z něho potom plyne Laplaceovo vyjádření základní věty caballostatiky, které zní:

$$\Delta \zeta = 0$$

Tato rovnice má mnoho důsledků, z nichž nejzávažnější jsou, že průběh závodů je klidný (bez skoků) a také, že pokud žokej jednou padne, tak už nevstane.

Další modely už jsou koňsko-žokejské, tj. uvažují i jezdce, i koně. Nejjednodušší z nich je model sféricky symetrického koně. Ten má výhodu ve velmi snadné mechanice koně, problémem ovšem je, jak popsat interakci kůň-žokej. Pro tyto účely zavádíme představu jezdce jako „lepivého hmotného bodu“. Díky tomuto přiblížení lze velmi snadno spočítat polohu těžiště soustavy kůň-jezdec a celá úloha se tak převádí na slavné Cimirmanovy skleněnky.

V jiném přiblížení můžeme zavést pojem statického koně (obr. 4). Při tomto přístupu nezávisí výsledek závodu na žokejovi.

Pokud přijdeme s představou nekonečně dlouhého a nekonečně úzkého koně, dojdeme k nezávislosti na dráze.

V případě pohybu ve vakuu dojdeme taktéž k velmi zajímavému a nepřilíš obtížnému



obr. 5

matematickému modelu, který je navíc velmi dobře vystihuje skutečnost. Jeho nevýhodou ovšem je, že je přesný jen pro velmi krátké časy. Pro časy delší než jedna minuta dochází k silnému odklonu od reálného průběhu závodů.

Posledním modelem, který JExLab vyvinuly, je model velmi komplexní, s minimální odchylkou vystihující realitu. Bohužel je ovšem velmi náročný na výpočetní výkon a našim modelářům se doposud nepodařilo kvalitní oči, jak si lze povšimnout na obr. 5.



obr. 4