

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Martin Fleischmann; Stanley Pons

Elektrochemicky indukovaná jaderná syntéza deutheria

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 35 (1990), No. 3, 120--129

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137613>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1990

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>

- [13] HENRY C.: *An existence theorem for a class of differential equations with multi-valued right-hand side*, J. Math. Anal. Applications 41 (1973), 179–186.
- [14] KURZHANSKII A.B., FILIPPOVA T.F.: *Dynamics of the set of viable trajectories to a differential inclusion: the evolution equation*, Problems of Control and Information Theory 17 (1988), 137–144.
- [15] KURZWEIL J.: *Obyčejné diferenciální rovnice*. SNTL, Praha (1978).
- [16] KŘIVAN V.: *Aplikace teorie viability v biologii*. Disertační práce, JBC ČSAV České Budějovice (1988).
- [17] MARCHAUD M.: *Sur le champs de demi-cones et les équations différentielles du premier ordre*, Bull. Sc. Math. 62 (1938), 1–38.
- [18] NAGUMO M.: *Über die lage der integralkurven gewöhnlicher differentialgleichungen*, Proc. Phys. Math. Soc. Japan 24 (1942), 551–559.
- [19] PAPAGEORGIOU N.S.: *Viable and periodic solutions for differential inclusions in Banach spaces*, Kobe J. Math. 5 (1988), 29–42.
- [20] ZAREMBA S.C.: *Sur les équations au paratingent*, Bull. Sc. Math. 60 (1936), 139–160.

Elektrochemicky indukovaná jaderná syntéza deuteria

Martin Fleischmann, Stanley Pons

Těsně před velikonoce 1989 vzrušila odborný svět zpráva M. Fleischmanna a S. Ponse o uskutečnění řízeného slučování jader při pokojové teplotě. Široká odezva této zprávy v hromadných sdělovacích prostředcích, které téměř formou sportovních zpráv vypočítávaly, v kterém ústavu a zemi se tento výsledek již podařilo zopakovat, vyvolala velký zájem i u laické veřejnosti. Po objevení tzv. vysokoteplotní supravodivosti jsme byli v krátké době již podruhé v hraniční oblasti mezi chemií a fyzikou pevných látek (a v tomto případě ještě jadernou fyzikou) svědky bouřlivého dění. Není ani divu. Pokud by se tento objev potvrdil, měl by dva mimořádné rysy: Je-li interpretace autorů správná, otřásá se dogma o neovlivnitelnosti jaderných procesů chemickými prostředky a naznačuje se cesta k ekologicky čisté výrobě elektrické energie. Pro československou veřejnost není bez zajímavosti ani fakt, že dr. Martin Fleischmann, iniciátor a spoluautor objevu, je rodák z Karlových Varů.

MARTIN FLEISCHMANN, STANLEY PONS: *Electrochemically induced nuclear fusion of deuterium*. J. Electroanal. Chem., 261 (1989), 301–308. Přeložil PETR TARAS.

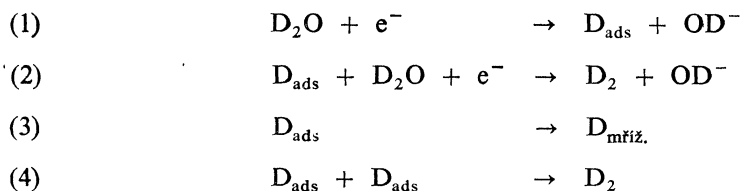
© 1989 Elsevier Sequoia S. A.

*Považovali jsme za užitečné předložit československým čtenářům překlad předběžného sdělení publikovaného M. Fleischmannem a S. Pensem v časopisu Journal of Electroanalytical Chemistry. Během práce na překladu se však situace ve světové literatuře značně zkomplikovala. Snadnost realizace experimentu přilákala celou řadu laboratoří ke snaze o jeho zopakování. Ze světových laboratoří začaly vycházet rozporuplné výsledky, které jen zesilovaly pochybnosti o věrohodnosti zprávy M. Fleischmanna a S. Pense, resp. o správnosti interpretace pozorovaných efektů. Položili jsme proto pěti předním československým odborníkům otázku, jak vidí problém studené fúze československý fyzik k 30. 6. 1989. Svě odpovědi nám zaslali RNDr. Vladislav Čápek, DrSc. z MFF UK v Praze, prof. RNDr. Jozef Kvasnica, DrSc. z MFF UK v Praze, doc. RNDr. Štefan Jánoš, CSc. z MFF UK v Bratislavě, prof. RNDr. Pavel Povinec, DrSc., člen korespondent SAV z MFF UK v Bratislavě a ing. Karel Jungwirth, CSc. z Ústavu fyziky plazmatu ČSAV v Praze. I když podle některých názorů může dlouhá výrobní lhůta našeho časopisu transformovat aktuálnost článku M. Fleischmanna a S. Pense stejně jako i názorů vzpomenu-
tých odborníků „na nepříliš zajímavou archivní záležitost“, myslíme si, že jejich příspěvky alespoň částečně ilustrují čtenářům atmosféru na fyzikálních pracovištích v době, kdy se objevují zajímavé výsledky a až čas ukáže, zda jde o velký objev, nebo velký omyl.*

Redakce PMFA

Úvod

Neobvyklé chování elektrolyticky produkovaného vodíku rozpuštěného v palladiu je studováno již hodně přes 100 let; později byly tyto studie rozšířeny na deuterium a tritium [1]. Pro elektrolyzu deuteria z alkalických roztoků v těžké vodě musíme uvažovat reakční kroky:



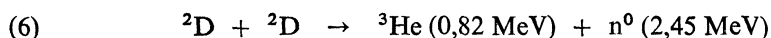
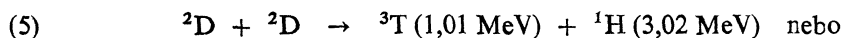
Je známo, že při negativním potenciálu do +50 mV na reverzibilní vodíkové elektrodě je mřížka ve fázi β , vodík je ve formě protonů (jak bylo dokázáno migrací v elektrickém poli), které jsou velmi pohyblivé ($D = 10^{-7} \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ pro fázi α při 300 K).

Celkový mechanismus vyvíjení deuteria sestává z reakcí (1) a (2) [2], takže chemický potenciál rozpuštěných deuterionů D^+ je obvykle určován relativní rychlostí těchto dvou kroků.

Určení záporného přepětí na výstupní straně palladiové membránové elektrody pro elektrolytické vylučování vodíku na vstupní straně [3] (odvozeného z bilance všech reakčních kroků (1) až (4)) ukazuje, že chemický potenciál může být zvýšen na značné hodnoty.

Naše vlastní experimenty s palladiovými difúzními trubkami naznačují, že může být snadno dosahováno hodnoty až 0,8 eV [4] (maximální dosažitelné hodnoty mohou být až 2 eV). Astronomická hodnota této veličiny může být jednoduše oceněna: pokusy dosáhnout této úrovně stlačováním deuteria (krok (4)) by vyžadovaly tlaků vyšších než 10^{26} atmosfér. Přes tak vysokou kompresi se molekulární D_2 nevytváří, tzn. hustota elektronů s vlnovou funkcí typu S je v blízkosti jader velmi nízká a elektrony se stávají

součástí pásové struktury celého systému. Mimořádně zajímavým momentem, který urychlil současný výzkum, je velmi vysoký separační faktor pro absorbovaný vodík a deuterium (viz obr. 4 a 6 v literatuře [2]). To může být vysvětleno pouze tím, že se H^+ a D^+ v mřížce chovají jako klasické oscilátory (možná jako delokalizované částice), tj. musí být ve velmi mělkých potenciálových jámách. Z hlediska značné komprese a pohyblivosti rozpuštěných atomů musí docházet k významnému počtu těsných srážek a tak si lze položit otázku: mohla by za těchto podmínek být dosažitelná jaderná fúze deutronů podle těchto rovnic?



Experimentální část

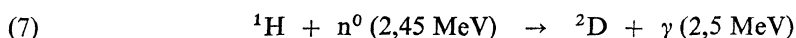
V předkládané práci byly deuterony galvanostaticky komprimovány do vzorků palladia ve tvaru plechu, tyče a krychle z roztoků 0,1 M LiOD v 99,5 % D_2O + 0,5 % H_2O . Elektronové potenciály byly měřeny k referenční elektrodě Pd-D v rovnováze $\alpha - \beta$.

Zde popíšeme experimenty různých typů:

1) Kalorimetrická měření tepelné bilance při malých proudových hustotách (cca 1,6 mA . cm⁻²), prováděná s plechovou Pd katodou o rozměrech 2 mm . 80 mm . 80 mm obklopenou rozměrnou Pt plechovou anodou. Měření byla prováděna v Dewarově nádobě obklopené rozměrnou vodní lázní o konstantní teplotě (300 K), přičemž teplota v Dewarově nádobě i ve vodní lázni byla měřena Beckmannovými teploměry. Vodní hodnota Dewarovy nádoby s obsahem a rychlost tepelné ztráty z Newtonova zákona byly stanoveny přidáním teplé D_2O a měřením křivky chladnutí.

2) Kalorimetrická měření při vyšších hustotách proudu byla prováděna s palladiovými tyčkami o průměru 1, 2 a 4 mm a délky 10 cm, které byly obklopeny anodou z platinového drátu, navinutého na kleci ze skleněných tyčinek. Dewarovy nádoby byly vybaveny odporovým topením k určení Newtonova zákona tepelných ztrát; teplota byla měřena kalibrovanými termistory. Experimenty s tyčkami o průměru až 2 cm budou popsány jinde [5]. Míchání bylo v těchto (a dále uvedených) experimentech v případě potřeby realizováno probubláváním elektrolyticky generovaným deuteriem. Měření s nejvyšší proudovou hustotou uváděnou v tomto článku (512 mA . cm⁻²) byla prováděna s tyčinkami o délce 1,25 cm; výsledky shrnuté v tabulce I byly přepočteny na délku tyčky 10 cm.

3) Spektrum záření γ emitovaného z vodní lázně v důsledku reakce (n, γ):



bylo určeno měřením scintilačním detektorem s jodidem sodným a analyzátozem vysokých energií typu ND-6 firmy Nuclear Data. Spektrum bylo sejmuto nad vodou bezprostředně obklopující katodu — Pd tyčku \varnothing 0,8 . 10 cm nabitou na rovnovážný poten-

Tabulka I. Pozitivní bilance vývinu tepla na Pd katodách jako funkce proudové hustoty a rozměrů katody

Typ elektrody	Rozměry /cm	Proudová hustota /mA cm ⁻²	Produkce tepla /W	Měrná produkce tepla /W cm ⁻³
Tyč	0,1 × 10	8	0,0075	0,095
		64	0,079	1,01
		512*	0,654*	8,33
	0,2 × 10	8	0,036	0,115
		64	0,493	1,57
		512*	3,02*	9,61
	0,4 × 10	8	0,153	0,122
		64	1,751	1,39
		512*	26,8*	21,4
Plech	0,2 × 8 × 8	0,8	0,153	0
		1,2	0,027	0,0021
		1,6	0,079	0,0061
Krychle	1 × 1 × 1	125	POZOR! ZAPÁLENÍ? Viz text	
		250		

* Měřeno na elektrodách o délce 1,25 cm a přepočteno na 10 cm

ciál. Spektrum bylo korigováno na pozadí odečtením spektra změřeného nad nádobou, obsahující identické stínící materiály, 10 m od vodní lázně s vlastním experimentem.

Neutronový tok z článku obsahujícího tyčkovou Pd elektrodu \varnothing 0,4 . 10 cm byl měřen monitorem dávkového příkonu neutronů Harwell, typ 95/0949-5. Detekční účinnost této Bonnerovy koule pro neutrony energie 2,5 MeV byla stanovena na cca $2,4 \cdot 10^{-4}$ a byla dále snížena o faktor cca 100 v důsledku nevýhodné geometrie měření (tyč orientována proti detektoru plněnému BF₃). Úroveň pozadí byla určena z měření provedených 50 m od laboratoře s instalovanými experimenty. Obě místa v suterénu novostavby, nad nímž bylo ještě 5 betonových podlaží. Z důvodů nízké detekční účinnosti bylo měření prováděno po dobu 50 hod. Měření s tyčkovou elektrodou \varnothing 0,4 . 10 cm zatíženou 64 mA . cm⁻² poskytla neutronový dávkový příkon 3krát nad pozadím kosmického záření.

4) Rychlost tvorby, resp. akumulace tritia, byla měřena za použití podobných článků (zkumavky uzavřené Parafilmem) obsahujících tyčkové Pd elektrody \varnothing 1 mm . 10 cm.

Měření separačního faktoru deuteria a tritia byla prováděna v identickém článku obsahujícím platinovou tyčkou elektrodu \varnothing 1 mm . 10 cm (toto měření sloužilo zároveň jako srovnávací pokus, poněvadž separační faktory na Pd a Pt jsou si velmi blízké). Ve dvoudenních intervalech byly odtaheny vzorky objemu 1 ml, neutralizovány hydroftalátem draselným a obsah tritia byl určen měřením s kapalným scintilátorem „Ready

Gel“ v čítači typu Beckman IS 5000 TD. Detekční účinnost byla stanovena na 45 % při použití standardních vzorků roztoků obsahujících tritium. Scintilační spektrum rozpadu β bylo určeno týmž čítačím systémem.

V těchto experimentech následoval odebrání každého vzorku přídavek 1 ml elektrolytu. Ztráty D_2O elektrolyzou v těchto a dalších experimentech zde zaznamenaných byly vyrovnávány čistou těžkou vodou. Při všech experimentech byl veden záznam o objemu těchto doplňků D_2O .

Ve všech zde popisovaných experimentech byly všechny elektrické přívody těsně uloženy v zátkách typu Kel-F a zátky byly ve skleněných nádobkách utěsněny Parafilmem.

Výsledky hmotové spektroskopie uvolněných plynů a úplné experimentální údaje o všech měřeních budou podány jinde [5].

Výsledky

1) a 2)

Kalorimetrickými měřeními můžeme stanovit dolní a horní mez pro Jouleův ohřev, závisející na tom, zda reakce (1), (2), a (4) jsou na anodě kompenzovány reakcí



nebo opačnými reakcemi (1), (2) a (4). V prvním případě je Jouleův ohřev jednoduše vyjádřen součinem proudu článkem a napětí na článku zmenšeném o 1,54 V, tj. napětí na článku, při němž reakce (1), (2) a (4), vyvážené reakcí (8) jsou termoneutralní. Nevratné procesy v elektrodoých reakcích a ohmické ztráty mají na Jouleův ohřev identický vliv.

Jestliže však na anodě probíhají procesy opačné k reakcím (1), (2) a (4) a stejně tak opačná reakce (8) přispívá ke katodovým procesům, dostáváme horní mez Jouleova ohřevu, která je prostě součinem proudu článkem a napětí na článku.

V dlouhodobých experimentech jsme potvrdili, že množství přídavek D_2O do článku, potřebné k udržení konstantního objemu elektrolytu, odpovídá množství odpovídajícímu reakcím (1), (2) a (4) vyvážených reakcí (8). Odečtení ohmického úbytku napětí na elektrolytu v článku obsahujícím velkou Pt anodu navíc ukazuje, že elektrolyza D_2O je dominantním procesem, to znamená, že musíme předpokládat, že Jouleův ohřev je blízko své dolní meze.

Tabulka I podává výsledky experimentů koncipovaných k popisu efektů geometrie elektrolyzy, velikosti elektrod, proudové hustoty (nebo přepětí), druhu provozu atd.

Povaha a značný rozměr efektů mohou být oceněny z těchto pozorování:

a) Produkce entalpie výrazně závisí na aplikované proudové hustotě (tj. velikosti posuvu chemického potenciálu) a je úměrná objemu elektrod (spíše poměru objemu a povrchu – pozn. překl.), to znamená, že máme co do činění s jevem v objemu Pd elektrod.

Tabulka II. Vývin tepla na Pd tyčkových katodách vyjádřená v procentech energetického vyrovnání (break-even). Všechny hodnoty jsou založeny na reakcích ${}^2\text{D} + {}^2\text{D}$, to znamená bez uvážení reakcí ${}^2\text{D} + {}^3\text{T}$.

Typ elektrody	Rozměry /cm	Proudová hustota /mA cm ⁻²	Produkce tepla /% break-evenu		
			a	b	c
Tyč	0,1 × 10	8	23	12	60
		64	19	11	79
		512	5	5	81
	0,2 × 10	8	62	27	286
		64	46	29	247
		512	14	11	189
	0,4 × 10	8	111	53	1224
		64	66	45	438
		512	59	48	839

a % break-evenu vypočtené na základě Jouleova tepla dodaného článku a anodové reakce $4 \text{OD}^- \rightarrow 2 \text{D}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^-$

b % break-evenu vypočtené na základě celkové energie dodané článku a anodové reakce $4 \text{OD}^- \rightarrow 2 \text{D}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^-$

c % break-evenu založené na celkové energii dodané článku a vypočtené pro elektrodovou reakci $\text{D}_2 + 2 \text{OD}^- \rightarrow 2 \text{D}_2\text{O} + 4\text{e}^-$ s potenciálem článku 0,5 V.

b) Produkce entalpie může překročit 10 W na cm³ Pd elektrody; tato hodnota je dosahována po dobu měření přes 120 hodin. Za tuto dobu je uvolněno teplo více než 4 MJ na cm³ objemu elektrody. Je neuvěřitelné, že by to mohlo být způsobeno něčím jiným než nukleárním procesem.

c) Při výzkumu termonukleární fúze se energetické efekty vyjadřují v procentech vkladu – tzv. „break-even“, přičemž 100 % break-even znamená, že tepelný výstup se rovná vstupu (zanedbáváme výkon nutný k činnosti zařízení).

V elektrochemických experimentech musíme brát dodatečně v úvahu, zda má být break-even založen na Jouleově teple nebo na celkové energii dodané do článku. V druhém případě závisí dále dodaná energie na typu anodové reakce. Tabulka II uvádí tři takové hodnoty a je zřejmé, že již můžeme reálně plánovat 1000 %. Některé z faktorů důležitých pro zvětšení experimentu jsou již zřejmé z tabulek I a II.

d) Efekty zde popisované byly změřeny pouze s D₂O. Projekty využití vhodných směsí D₂O/DTO/T₂O (jak je to běžné ve výzkumu jaderné fúze) by tedy mohly reálně poskytnout přebytek tepla v rozsahu 10⁵–10⁶ % (dokonce i při absenci polarizace spinu) s produkcí entalpie více než 10 kW · cm⁻³. **Zde musíme uvést, že za podmínek posledního experimentu i při použití samotné D₂O byla roztavena podstatná část katody (bod tání 1554 °C), ta se částečně vypařila a článek s obsahem i část digestoře byly zničeny.**

3)

Obr. 1A ilustruje spektrum γ záření, které bylo zaznamenáno v prostoru nad vodní lázní v blízkosti elektrolytických článků. Toto spektrum potvrzuje, že neutrony s energií 2,45 MeV jsou skutečně generovány v elektrodách reakcí (6). Paprsky γ jsou generovány reakcí (7). Poznamenáváme, že intenzita složek spektra je velmi slabá. V souladu s tím neutronový tok vypočtený z měření dozimetrem je řádově $4 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ pro tyčkovou elektrodu $\varnothing 0,4 \cdot 10 \text{ cm}$ polarizovanou proudem hustoty $64 \text{ mA} \cdot \text{cm}^{-2}$.

4)

V soulase s tímto nízkým neutronovým tokem naznačuje také akumulace tritia v elektrolytu malou rychlost reakce (5) (která v experimentech fyziky vysokých energií vykazala o něco vyšší rychlost než reakce (6)). Časově závislý podíl tritia v roztoku může být vyjádřen takto [5]:

$$(9) \quad \alpha_T = \gamma_T \exp [-(1 + \lambda S_{D,T}) Rt/(\lambda S_{D,T}N)] + [(1 + \lambda) \gamma_T + \beta/R] \times \\ \times S_{D,T}/(1 + \lambda S_{D,T}) \{1 - \exp [-(1 + \lambda S_{D,T}) Rt/(\lambda S_{D,T}N)]\},$$

kde γ_T je podíl tritia v elektrolytu – přidávaném v rozpouštědle, λR (v atomech T za sec., zde $4 \cdot 10^{11} \text{ at} \cdot \text{s}^{-1}$) je rychlost odběru vzorku, o níž se předpokládá, že je spojitá v čase, N je celkový počet atomů deuteria v Dewarově nádobě ($14,6 \cdot 10^{23}$), $S_{D,T}$ je separační faktor D/T, β je rychlost nukleární reakce (5) v počtu elementárních aktů za sec., R je rychlost elektrolýzy vyjádřená v atomech D za sec. (zde $1,24 \cdot 10^{18} \text{ at} \cdot \text{s}^{-1}$). Je vidět, že konečná hodnota α_T pro článek s Pt katodou (pro kterou předpokládáme $\beta_A = 0$) je:

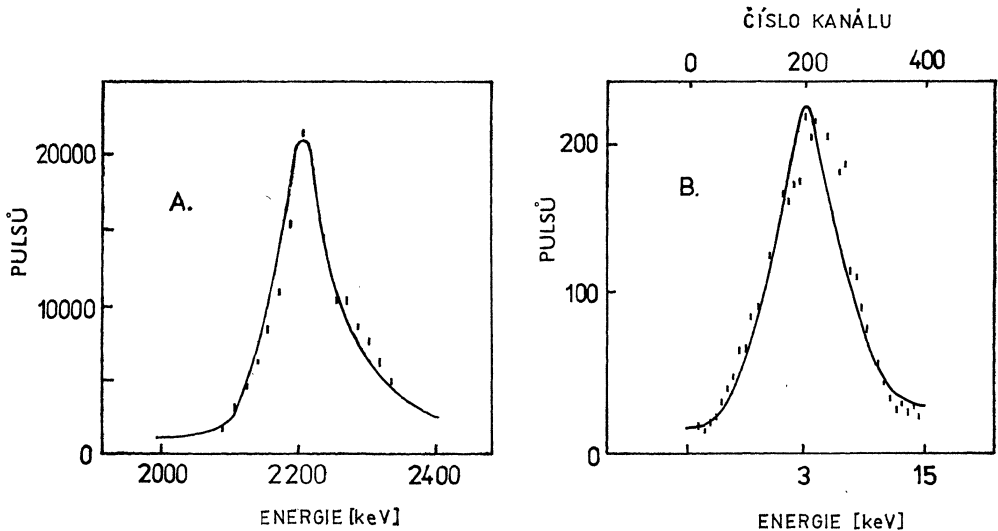
$$(10) \quad \alpha_T = [(1 + \lambda) \gamma_T + \beta/R] \cdot S_{D,T}/(1 + \lambda S_{D,T})$$

Srovnávací experimenty s katodami z platiny (která má separační faktor velmi blízký s Pd) vykazují velmi nízkou akumulaci DTO, takže $S_{D,T}$ je za podmínek našich experimentů velmi blízký jedničce. DTO se hromadí v člancích s Pd katodami v rozsahu cca $1,7 \text{ Bq} \cdot \text{ml}^{-1}$ elektrolytu a obr. 1B dokazuje, že akumulovaným nuklidem je skutečně tritium. Aplikace rovnice (10) pak ukazuje, že reakce (5) probíhá rychlostí $1 - 2 \cdot 10^4 \text{ at} \cdot \text{s}^{-1}$, což je konzistentní s měřeními neutronového toku, bereme-li v úvahu rozdíl v poloměrech. Na druhé straně produkce entalpie by vyžadovala rychlosti reakcí (5) a (6) v řádu $10^{12} - 10^{14} \text{ at} \cdot \text{s}^{-1}$. Je evidentní, že reakce (5) a (6) jsou jen malou částí celkového reakčního schématu a že musí být zahrnuty další jaderné procesy.

Diskuse

Uvědomujeme si, že zde uvedené výsledky více otázek kladou než zodpovídají a že na toto téma je třeba vykonat mnoho další práce. Pozorování tvorby neutronů a tritia v důsledku elektrochemické komprese D^+ v palladiové katodě je samo o sobě překvapivým výsledkem a je zjevně nezbytné znovu posoudit kvantovou mechaniku elektronů a deutronů v podobných hostitelských mřížkách. Konkrétně se musíme ptát: je možné dosáhnout rychlosti fúze 10^{19} s^{-1} pro reakce (5) a (6) prostřednictvím shluků deutronů

Obr. 1. (A): Spektrum záření γ změřené nad vodní lázní s tyčovými katodami. Měření byla prováděna se scintilačním detektorem NaI a analyzátozem spekter vysokých energií Nuclear Data ND-6. Uvedené spektrum je diferencí mezi spektrem změřeným nad vodní lázní a referenční nádobou obsahující identické stínící materiály, vzdálenou 5 m od experimentu; akumulací doba 48 h. (B): Dezintegrační spektrum paprsků β měřené čítačem — spektrometrem Beckman LS 5000 TD.



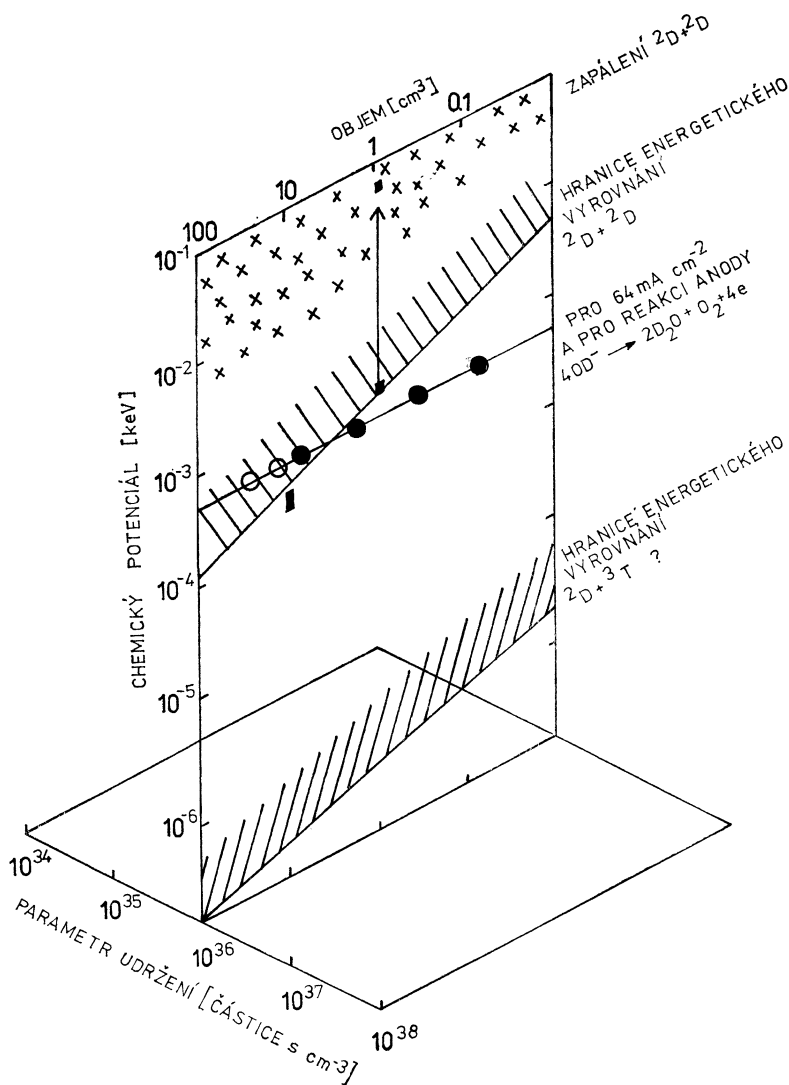
(pravděpodobně lokalizovaných v mřížkových pozicích oktaedru) při typických energiích 1 eV? Experimenty s izotopicky substituovanými hydridy s dobře definovanou strukturou by mohly správně odpovědět na tuto otázku.

Nejprekvapivějším rysem našich výsledků však je to, že reakce (5) a (6) tvoří pouze malou část celkového reakčního schématu a že podstatná část uvolněné energie spadá na vrub dosud neznámého jaderného procesu nebo procesů (zřejmě opět v souvislosti se shluky deutronů). Orientujeme pozornost opět na velikost pozorovaných efektů na diagramu jaderného udržení („confinement“) uvedeném na obr. 2. Konstatujeme, že hodnoty parametru udržení jsou ve srovnání s výzkumem konvenční fúze mimořádně vysoké (vysoké hustoty částic, doba udržení $10^5 - 10^6$ roků), zatímco chemický potenciál v těchto experimentech je velmi nízký ve srovnání s odpovídajícím parametrem — teplotou. Je jasné, že diagramy tohoto typu vyžadují pro případ elektrochemických procesů rozšíření ve třetí dimenzi vzhledem k tomu, že výsledky tak výrazně závisí na objemu elektrody (růst proudové hustoty posouvá experimentální body ve vertikálním směru). Upozorňujeme opět na fakt, že dosud provedené experimenty jsou blízko rovnovážné hodnotě break-even; další práce ve směru zvětšení elektronových rozměrů (a k určení povahy procesu odpovědného za produkci entalpie) pokračují. Nakonec naléhavě apelujeme na mimořádnou opatrnost při takových experimentech; možné vysvětlení experimentů s krychlovou Pd elektrodou spadá do oblasti iniciace termojaderné exploze.

Extrapolace hodnot z tabulek I a II na extrémní podmínky naznačuje, že to skutečně může být reálné.

Poděkování

Děkujeme společnosti Johnson Matthey PLC za zapůjčení drahých kovů pro tento projekt.



Obr. 2. Diagram parametru udržení chemického potenciálu a objemu pro fúzi $2D + 2D$ v palladiových katodách, extrapolace na reakci $2D + 3T$. Prázdné kroužky představují nejnovější zkoumané systémy.

Literatura

- [1] MUELLER, W. M., BLACKLEDGE, J. P., LIBOWITZ, G. G.: *Metal Hydrides*. New York: Academic Press 1968; BAMBAKADIS, G. (Ed.): *Metal Hydrides*. New York: Plenum Press 1981.
- [2] DANDAPANI, B., FLEISCHMANN, M.: J. Electronal. Chem. 39 (1972), 323.
- [3] FRUMKIN, A. N., ALADZHALOVA, N. A.: Acta Physicochim. U.R.S.S. 19 (1944), 1.
- [4] FLEISCHMANN, M., PONS, S., nepublikované výsledky.
- [5] FLEISCHMANN, M., HAWKINS, M., PONS, S.: J. Electronal. Chem., bude nabídnuto k tisku.

Martin Fleischmann

*Department of Chemistry, The University, Southampton, Hants,
SO9 5NH (Great Britain)*

Stanley Pons

*Department of Chemistry, University of Utah, Salt Lake City,
UT 84112 (USA)*

Stanovisko některých československých fyziků k problému nízkoteplotní jaderné syntézy ke dni 30. 6. 1989

Vladislav Čápek

Stručně řečeno, problém se jeví jako nejasný. Z hlediska teorie se zdá být fúze při pokojových teplotách prakticky vyloučena, pokud se nevezme do úvahy možnost tunelování dvou deuteronů k sobě za účasti lázně (okolí). Tam je situace dosud nejistá. Experimentálně toho nevíme o mnoho více. Po počáteční euforii vyvolané oznámením Fleischmannových a Ponsových výsledků [1] následovalo období zklamání, kdy byly předchozí pozitivní výsledky řady autorů ověřující výsledky Fleischmanna a Ponse postupně odvolávány a objevila se řada negativních výsledků. Pokud lze soudit ze zaručených zpráv (třebas i o předběžných, ale veřejně oznámených výsledcích) dostupných k 30. 6. 1989 v ČSSR, zdá se, že se atmosféra uklidnila a objevily se první solidnější práce, z nichž některé jsou dokonce kompatibilní s výsledky [1], pokud jde o tepelný zisk, resp. s detekcí neutronů oznámenou Jonesem a spolupracovníky [2] – viz např. zpráva z konference v Santa Fe v Novém Mexiku [3]. Současně se však objevují zprávy o záporných výsledcích jak v detekci neutronů, tak i v produkci tepla [3] (resp. zpráva ze zasedání Elektrochemické společnosti v Los Angeles [4]). Zdá se, že se začíná klást důraz na metalurgii a čistotu palladiových elektrod [4, 5]. Pochyby zůstávají v interpretaci γ -záření v experimentech Fleischmanna a Ponse (viz [6]) i v tom, jakého původu je někdy pozorovaný [3, 4] tepelný zisk (nejaderného původu [7, 8] či jaderného původu, ale jiného než fúze [9]). Podle mého soukromého názoru nelze to v současné době definitivně rozhodnout. V každém případě, ať už se experimenty Fleischmanna a Ponse a jejich interpretace potvrdí, či ne, byla odkryta nová mimořádně zajímavá oblast výzkumu.