

Vznik dynamického Casimirova jevu

Václav Dostál

Statický Casimirův jev bych definoval jako projev (kvantového) **vakua** v klidu – a ne jako působení tajemné přitažlivé síly těles, např. desek zvaných „zrcadla.“ Dvě tělesa (dvě desky, deska a koule, ale také dvě koule) se ve vakuu vzájemně **nepřitahují**, ale jsou k sobě **přitlačována** zvenčí větší vakuovou silou než roztlačována menší silou mezi nimi. Přesně takto to také vysvětluje obr. 1. Tlaková síla vakua nevyvolává přitažlivost desek, ale prostě je tlačí k sobě.

Dynamický Casimirův jev (DCE) je – podle mne – rovněž projev kvantového **vakua**, které **kmitá**, a ne pohybujícího se „zrcadla.“

DCE předpověděli v r. 1976 S. A. Fulling a P. C. W. Davies¹. V abstraktu této práce² je řeč o výpočtu ve dvourozměrné kvantové **teorii** pomocí rovnoměrně zrychlovaného dokonale odražejícího rozhraní, nazvaného v závorce „zrcadlo.“

Jak z tohoto popisu, tak z názvu („Vyzařování z pohybujícího se zrcadla ve **dvourozměrném** prostoročasu“¹) vyplývá, že „zrcadlo“ je pouze uvažované, teoretické, abstraktní. Úvaha o nepohyblivém „zrcadlu“ nebo „zrcadlu“ pohybujícím se rovnoměrně přímočaře by nevedla k výsledkům, které byly získány. Proto autoři uvažovali pohyb rovnoměrně zrychlený.

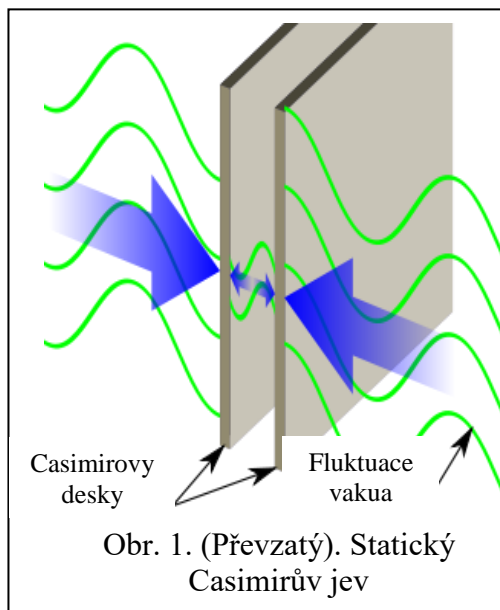
Je zřejmé, že žádné teoretické rozhraní nemůže vytvářet reálné částice či reálnou energii. Ke vzniku skutečných fotonů (jako konkrétního druhu energie) došlo až při pokusech, o nichž píše např. článek Ch. Choe³. Při těchto pokusech bylo získáno skutečné „světlo“, i když jen v záblescích a ne v souvislém toku. Pokusy ukazují, že „zdrojem“ získaného „světla“ může být **vakuum** – entita považovaná laiky za prázdnotu.

Ukazuje se ovšem také, že ztotožnění vakua s (teoretickým) zrcadlem je hodně nesrozumitelné a dokonce zavádějící. V teorii byl vznik fotonů vyvozen z rovnoměrně **zrychleného** pohybu dokonale odražejícího rozhraní – ovšem v geometrickém, prázdném prostoru. Při pokusech⁶ ovšem šlo o elektromagnetické **kmity** části experimentálního zařízení v supravodivém stavu – kmity, simulující oscilace **vakua**! Teoreticky uvažovaný **přímočarý** (zrychlený) pohyb je experimentech nahrazen **oscilacemi** části zařízení, simulujících oscilace vakua mezi Casimirovými deskami.

V článku „Dynamický Casimirův jev uskutečňovaný v optomechanice“⁴ je uvedeno: „*Optomechanické systémy obsahují optickou dutinu (kavernu), tvořenou dvěma zrcadly, z nichž jedno může kmitat. Praktické optomechanické konstrukce byly vytvořeny tak, že v nich zrcadlo mohlo kmitat rychlostí miliarda kmitů za sekundu, To však nemusí být dostatečně rychlé...*“ k získání reálných fotonů.

Text je doprovázen obrázkem 2, který je převzat z práce „Nonperturbative dynamical Casimir effect...“⁵ Výroba mechanických kmitů o frekvenci v gigahertzích (10^9 Hz = miliardy kmitů/s) bude velmi obtížná a možná jen pro nepříliš hmotné „zrcadlo.“ Navíc, jak je citátu uvedeno, to „*nemusí být dostatečně rychlé*“ pro vznik „světla.“

Vyvolávání oscilací vakua (čili periodických změn tloušťky vakua mezi Casimirovými deskami) mechanickými kmity jedné Casimirovy desky je silně omezený způsob pro vznik reálných fotonů z vakua. Mechanické rozkmitání na velmi vysoké – relativistické frekvence je



Obr. 1. (Převzatý). Statický Casimirův jev

hodně nevhodnou metodou pro získání toku světla. Wilsonova simulace elektromagnetickými oscilacemi části elektrického obvodu⁶ je mnohem vhodnější. Místo přeměny mechanické energie na elektromagnetickou jde o přeměnu jedné formy elektromagnetické energie na jinou formu elektromagnetické energie. Elektromagnetické oscilace oscilačního obvodu se mění na tok elektromagnetického záření. Zatím je tento tok přerušovaný – vznikají periodické záblesky, ale úvaha o plynulém toku světla, o konstantním záření, je realistická.

V práci „Neporuchový dynamický Casimirov jev:“⁵ se (mj.) píše o **teoretických** návrzích experimentálních zařízení. Jeví se, že z těchto návrhů je uskutečnitelné „*použití supravodivého kvantového interferenčního zařízení (SQUIDu)*.“

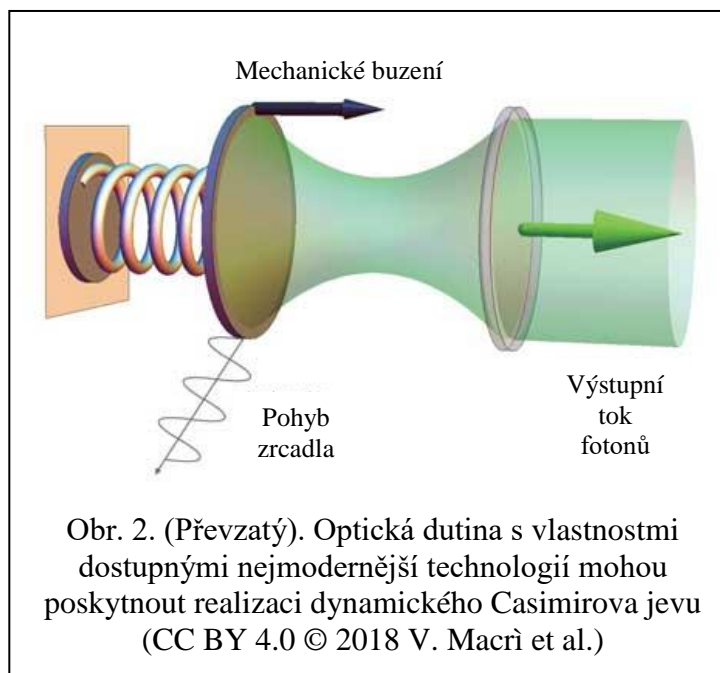
V experimentech byla u SQUIDu „*byla modulována indukce vysokou frekvencí (>10 GHz)*.“ Induktance čili induktivní reaktance je vlastnost ideální cívky, vyjadřovaná v ohmech. Jde o „odpor“ proti periodickým změnám vznikajícího magnetického pole cívky. Tyto změny jsou vyvolány změnami protékajícího proměnného (např. střídavého) proudu.

Přesto, že „*tyto všechny optické experimenty nedemonstrovaly přeměnu mechanické energie na fotony, jak předpovídal DCE*“ si dovoluji tvrdit, že: „*přímé pozorování přeměny mechanické energie na páry fotonů (MDCE)*“ by bylo **nevhodné** a ne že „*by bylo vysoce žádoucí*.“ Rozkmitání Casimirova vakua elektromagneticky se jeví lepší cestou. Přemýšlení o praktickém uskutečnění je **mnohem vhodnější** než snahy po praktické tvorbě světla z vakua pomocí mechanických oscilací!

Chyby ve výkladu, a to i hrubé chyby, mají obrovskou setrvačnost. Samozřejmě ke škodě „věci.“ Ve vysvětleních statického Casimirova jevu se soustavně objevuje **vznik přitažlivosti desek**. Autory, kteří toto vysvětlení přejímají, nezaráží fakt, že daná síla je **kvantovaná**: jak to, že se desky při určitých vzdálenostech nepřitahují, zatímco při jiných se přitahují? Kam se – při „nevhodných“ vzdálenostech – přitažlivá síla desek ztratí? Přitom správně uvádějí, že **jde o přitlačování KVANTOVÝM VAKUEM** z vnějších stran desek směrem k sobě.

U vysvětlování DCE se vyskytuje přejímání výrazu „zrcadlo“ pro Casimirovy desky, což ovšem odpovídá skutečnosti, protože tyto desky (obecně tělesa) vnitřní virtuální fotony částečně odrážejí a tím vzniká chvění. Mezi deskami existují fotony jen některých frekvencí, kdežto vně desek fotony všech frekvencí. Přitom ta frekvence vnitřních fotonů je dána tloušťkou vakua neboli vzdáleností mezi deskami (obecně: tělesy)

Jenže u výkladu DCE se také vyskytuje termín „zrcadlo,“ ztotožňující reálné (odrážející) těleso s původně **teoreticky** uvažovaným odrazivým rozhraním a navíc pohybujícím se v myšleném prostoru (v „dvourozměrném prostoročasu“). Dokonce jsem našel výraz „**kovové** zrcadlo.“ V teorii se uvažuje dokonale odrazivé rozhraní, což může být spíše rozhraní mezi dvěma „prostředími“ s různým indexem lomu, na němž dochází k **totálnímu** (úplnému) odrazu, než kovové zrcadlo, které odráží nedokonale! Je zřejmé, že takové rozhraní



není zdrojem virtuálních nebo/a reálných fotonů, ale že pouze tyto fotony odráží. A kde ty fotony vznikají? No přece v kvantovém **vakuu**! Je to vlastnost toho vakuu.

Takže použití termínu „zrcadlo“, označující kvantové vakuum, je nejen nevhodné, ale přímo **matoucí**. Mate nejen laiky, kteří vysvětlení čtou nebo poslouchají, ale dokonce samotné autory vysvětlení!

Méně nevhodné je používání termínu „dutina“, což označuje kvantové vakuum mezi Casimirovými deskami. Slovo „dutina“ totiž označuje prázdný prostor nebo častěji téměř prázdný prostor – ovšem bez úvahy o něčem konkrétním uvnitř té dutiny. Při použití termínu „dutina“ je pak autor nucen doplňovat, že jde o dvě desky („zrcadla“) oddělená vakuem.

Vhodnější náhradou „dutiny“ se tedy jeví „reálný prostor vytvořený vakuem“ nebo jednodušeji „reálný prostor“ – v případě, kdy je jasné, že se tím míní ono (tvůrčí) vakuum. Např. lze tvrdit, že ve vesmíru (ani v celém, ani v jeho části) neexistuje místočko, v němž by kvantové vakuum nebylo a jež by bylo (absolutně) prázdné. Vakuum je mezi látkovými částicemi (např. mezi protony) a je také mezi obrovskými vlákny galaxií. Je také převážnou částí atomů našich těl.

Odkazy

- 1 *Fulling, S. A.; Davies, P. C. W. (1976). "Radiation from a Moving Mirror in Two Dimensional Space-Time: Conformal Anomaly"*
- 2 *Bibcode:1976RSPSA.348..393F. doi:10.1098/rspa.1976.0045*
- 3 Choi, Ch., Q., Something from Nothing? A Vacuum Can Yield Flashes of Light, Scientific American, 2013; <https://www.scientificamerican.com/article/something-from-nothing-vacuum-can-yield-flashes-of-light/>
- 4 <https://www.nanowerk.com/nanotechnology-news/newsid=50168.php>,
- 5 [Nonperturbative dynamical Casimir effect in optomechanical systems: Vacuum Casimir-Rabi splittings.](#) (Marzi a kol.)
- 6 Wilson, C., M. a kol., Observation of the dynamical Casimir effect in a superconducting circuit. https://www.nature.com/articles/nature10561.epdf?referrer_access_token=L7cr-uaBlr3fC4b9eF8E_tRgN0jAjWel9jnR3ZoTv0OQ-2LD6WTlh9Wm3Ag8yBXXD8tZ--