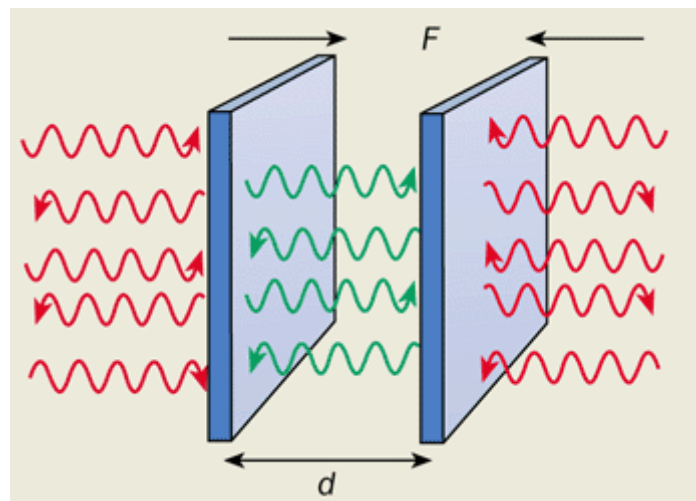


BAJNOK ZOLTÁN: CASIMIR EFFEKTUS

Ha két tükröt nagyon közel helyezünk egymással szemben, vonzani fogják egymást. [Az effektust](#), mely a tükrök közötti vákuum kvantumosságának köszönhető, [Hendrik Casimir](#) holland fizikus jósolta meg 1948-ban. A fellépő erő (az ún. Casimir erő) arányos a felületek nagyságával és fordítottan arányos távolságuk negyedik hatványával. Kvantumos tulajdonságából adódóan nagyon kicsi. Így például, ha két egy négyzetcentiméteres tükröt egy mikrométer távolságra helyezünk, a fellépő erő egy fél milliméter átmérőjű vízcsepp súlyának felel meg. Ezzel magyarázható viszonylag késői (1997) pontos [kísérleti igazolása](#). Az erő a távolság csökkentésével rohamosan nő: 10 nanométeres rés esetén a légköri nyomás nagyságrendje ([Magdeburgi féltekék](#)). Ennek köszönhetően a mai nanotechnológia kutatásokban az elsődleges effektus. Ennek pozitív hatását aknázzák ki számos nanoszerkezetben, például az autók légszákjának vezérlésénél, de a [gekkók](#) is ezt a kvantumos erőt használják, mikor egy lábbal kapaszkodva lógnak a mennyezeten. Nanotechnológiai szempontból káros is lehet ez a hatás, hiszen erős súrlódásként jelentkezik minden miniatűr szerkezetben. Az effektus pontos megértése lehetőséget szolgáltat annak kézbe tartására, irányítására, így a tükrök tulajdonságait megváltoztatva vonzó erő helyett taszító erőt is elérhetünk. Ennek eredményeként a nano-súrlódás teljesen kiküszöbölhető, továbbá lehetőséget jelent a [lebegésre](#) is.



A [Magdeburgi féltekék](#) esetén a két félgömb között vákuumot (üres teret) létrehozva a külső nyomás akadályozta meg a 16 lovat a gömbök széthúzásában. A Casimir erő azért lehet meglepő, mert ott nemcsak a két tükrő között, hanem a tükrők külső oldalán is vákuum van. Az effektus annak megnyilvánulása, hogy a kvantumosság vákuum nem ugyanaz mint a klasszikus vákuum (üres tér). A kvantumelméletben a vákuum a legalacsonyabb energiájú állapot, melyben ún. zérus ponti rezgés van. Az elektromágneses tér esetünkben nem tűnik el, hanem ott hullámszik (minimális módon) a vákuumban. A tükrők között, a tükrőkön kívüli térrésszel ellentétben, csak bizonyos hullámszámú módusok (álló hullámok) létezhetnek. Mivel ezen módusok zérus ponti energiája függ hullámhosszuktól, így a tükrők aktuális távolságától is. Kiseb távolság esetén az energia kisebb, így vonzó erő lép fel. A [pontos származtatásnál](#) gondot jelent, hogy végtelen sok állóhullám fér el a két tükrő között, így két végtelen mennyiséget kell összehasonlítani. Mivel a kis hullámhosszú (nagy energiás)

módusok járulása nem lehet jelentős, így azok értelmes elhanyagolásával a korábban leírt Casimir erő levezethető.

Csoportunk a Casimir erő egy alternatív megfogalmazását és ennek megfelelően egy új [származtatását](#) adta. Mi a vákuumot nem a hullámok zérusponthoz való rezgéseivel írtuk le, hanem a részecske-hullám dualitást kihasználva [virtuális részecske -antirészecske](#) párok tengereként fogtuk fel. A [Heisenberg határozatlansági reláció](#) nagyon rövid ideig megengedi ezen párok felbukkanását és létezését. Mivel e virtuális foton párok fénysebességgel mozognak, előfordulhat, hogy keletkezésük után elrepülnek a két nagyon közeli tükörig, ott visszaverődnek majd utána találkozáskor semmisülnek meg. Megmutattuk, hogy a kísérleti távolságok esetén ez a domináns folyamat. Származtattunk egy [formulát](#), mely a Casimir erőt a virtuális részecskék reflexiók együtthatóival fejezte ki. Levezetésünkben nem kellett a nagyenergiás módusokat elhanyagolnunk, és természetesen módon számolhatóak a több részecskepárból adódó folyamatok is. Az is szembevetendő, hogyan függ az effektus a tükrök anyagi minőségétől, és mi ad lehetőséget az effektus természetének (vonzó/taszító) megváltoztatására.

