Princip atomové fontány

Dalším možným principem atomových hodin je tzv. atomová fontána. Její princip, který je schematicky zobrazen na obr. 181, využívá vlastností laserového chlazení atomů. Celá aparatura je magneticky stíněna, protože v tomto případě požadujeme nulové magnetické pole; v tomto případě nesmí totiž nastat Zeemanův jev.

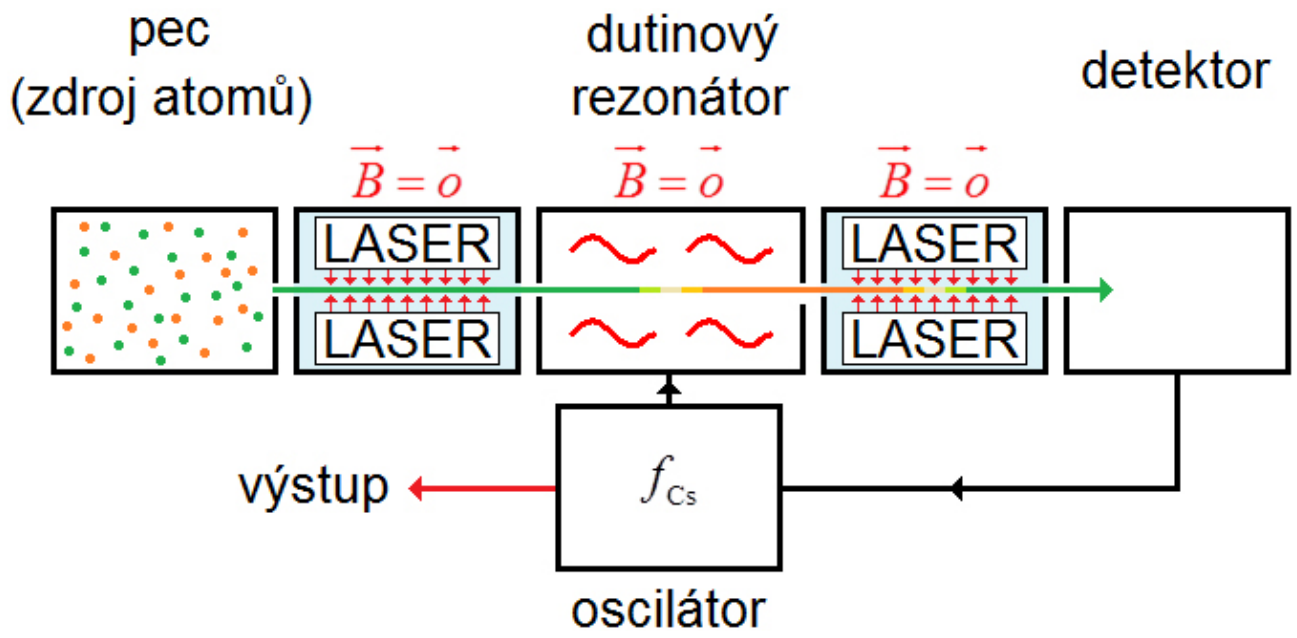
Na shluk atomů cesia svítí ve vakuu šest laserů ze šesti navzájem kolmých směrů (viz obr. 182). Tyto lasery mají v tomto případě dvojí roli. Jednak atomy zpomalují, protože tlakem záření jim brání v dalším pohybu. Tím ale atomy chladí na nižší teplotu.

Teplota určité soustavy je totiž dána mírou tepelného pohybu (náhodného chaotického pohybu). A pokud se tedy atomy soustavy „zklidní“ (tj. pohybují se méně), je teplota soustavy nižší.

Z praxe víme, že např. kostka cukru se rychleji bez míchání rozpustí v teplém čaji, než v čaji studeném. To proto, že v teplém čaji kostku cukru bombardují částice vody a chemikálií uvolněných z čaje rychleji. A při větší velikosti rychlosti při nárazu způsobí na cukru větší škodu - cukr se tedy rozpadá (rozpouští) rychleji.

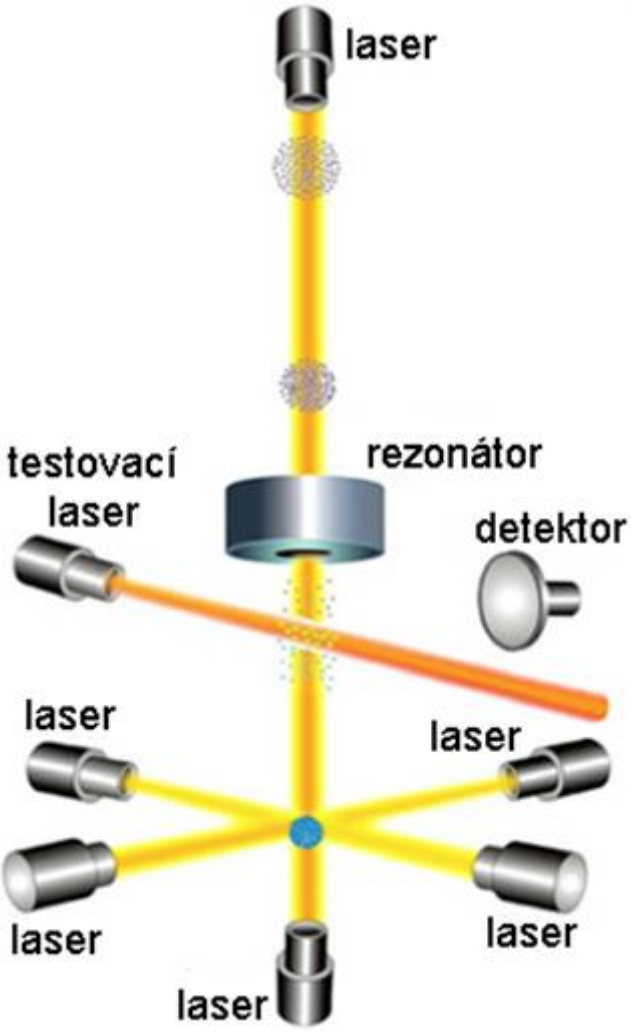
Druhý význam laserů spočívá v tom, že atomy drží ve velmi malém objemu prostoru.

Když lasery svítí ze šesti směrů na konkrétní shluk atomů, nemají atomy šanci z této „pasti“ uniknout.



Obr. 181

V okamžiku, kdy jsou atomy dostatečně vychlazené a stlačené do malého objemu, těchto šest laserů se vypne. Místo toho se zapnou dva lasery, které svítí na shluk atomů ve svislém směru - tj. shora a zdola. Vlivem energie světla těchto laserů je shluk atomů zvednut do určité výšky nad zařízení, ve kterém probíhalo chlazení atomů. Potom se vypnou i tyto lasery a atomy začnou pod vlivem své tíhové síly padat v tíhovém poli Země směrem dolů. Při svém pohybu procházejí relativně pomalu rezonátorem, ve kterém je přítomno mikrovlnné elektromagnetické záření. A právě toto záření (resp. jeho frekvenci) chceme vyladit na frekvenci f_{Cs} odpovídající rozdílu dvou energetických hladin v atomu cesia.



Obr. 182

Pokud je elektromagnetické záření v rezonátoru v rezonanci s přechody elektronů mezi danými energetickými hladinami atomu cesia (tj. pokud je frekvence elektromagnetického záření v dutině rezonátoru rovna f_{Cs}), atomy pohlcují fotony tohoto záření a nastává absorpce. Jakmile padající atomy opustí rezonátor, začínají zpětně záření s frekvencí f_{Cs} vyzařovat - nastává tedy spontánní emise. Takto vyzářené elektromagnetické vlnění se snadno detekuje. Pokud tedy atomy při svém pádu vyzařují elektromagnetické záření, znamená to, že frekvence elektromagnetického záření v dutině rezonátoru má správnou hodnotu. V případě, že atomy po opuštění rezonátoru nevyzařují dané elektromagnetické záření, znamená to, že frekvence záření v rezonátoru nemá správnou hodnotu a je nutné ji změnit.

V tomto případě do detektoru dopadá výrazně více atomů cesia, než u staršího principu atomových hodin; u nich dopadá do detektoru méně než polovina atomů cesia.

© Encyklopedie Fyziky (http://fyzika.jreichl.com); Jaroslav Reichl, Martin Všetička
Licence http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ zakazuje úpravy a komerční distribuci.