

### \*\*\*Lawsonovo kritérium

V prosinci 1955 sepsal tehdy mladý britský inženýr John David Lawson (narozen 4. 4. 1923) z britského výzkumného střediska pro atomovou [energii](#) A. E. R. E. v Harwellu krátkou a poměrně jednoduchou zprávu „*Některá kritéria pro užitečný termonukleární reaktor*“. Uvedl v ní dvě podmínky nutné pro dosažení termonukleární fúze s kladnou energetickou bilancí:

Tj. takové [reakce](#), jejíž [energie reakce](#) je kladná.

1. minimální [teplotu](#)  $T$ ;
2. minimální součin hustoty  $n$  (vyjádřené počtem [částic](#) v [jednotce](#) objemu) a času trvání [výboje](#)  $t$ .

Často se mluví o jediném Lawsonově kritériu a myslí se tím druhé, stěžejní kritérium pro součin hustoty a času trvání výboje.

Ve zprávě píše, že v pozemském [reaktoru](#) patrně nebude možné udržet [neutrony](#), ale vhodným elektrickým [polem](#) a [magnetickým polem](#) pouze nabitě částice. Přitom minimální teplotu, při které může systém pracovat, lze určit na základě rovnosti energie reakce, kterou nesou nabitě částice, a energetických ztrát způsobeným zejména zářením. Přitom pro užitečný reaktor musí teplota  $T$  překročit hodnotu  $10^8$  K a součin hustoty a času udržení výboje zhruba hodnotu  $10^{16}$  cm<sup>-3</sup>.s. Přitom tyto podmínky jsou nutné, ovšem ne postačující.

Hlavní motivací pro Lawsona přitom byl pocit inženýra „uzemnit“ často velmi nereálná očekávání svých nadšených kolegů přírodovědeckého vzdělání. Tím, že Lawson vystudoval mechanické vědy na inženýrském studiu, získal jiný náhled na celou problematiku.

Lawson svá kritéria odvodil pro krátké výboje s ideálním udržením plazmatu. Od té doby se výzkum termonukleární fúze s [magnetickým udržením](#) přesunul ke stabilním výbojům, v nichž je nutné uvažovat nedokonalé udržení plazmatu. Proto se v současné době používají pro popis trochu jiné [veličiny](#), které ovšem velmi dobře korespondují s původními definovanými Lawsonem.

Místo času trvání výboje  $t$  se používá doba udržení energie  $\tau_E$ , která je dána [poměrem](#) celkové tepelné energie rovnovážného plazmatu k celkovému [výkonu](#) jeho energetických ztrát. Hustoty částic se v původní Lawsonově zprávě uvádějí v počtu částic na centimetr krychlový, nikoliv na [metr krychlový](#). Nicméně základní princip Lawsonových kritérií má stále hluboký význam.

Lawsonova zpráva byla vydána jako tajný dokument britského výzkumu v době, kdy nebylo ještě jasné, že termonukleární fúze s magnetickým udržením nemá pro vývoj zbraní význam. Postupně proto byla Lawsonova zpráva odtajňována. Jedním z důvodů bylo i to, že podobná kritéria formulovali i jiní vědci (I. V. Kurčatov, L. A. Arcimovič, ...). V roce 1957 byla Lawsonova zpráva odtajněna.

V současnosti se spíše než Lawsonova kritéria používá tzv. trojný součin (někdy též fúzní součin)  $n\tau_E T$ . Ten sice platí jen v úzkém rozsahu teplot, ve kterém je v dobrém přiblížení hodnota kritického součinu  $n\tau_E T$  nepřímo úměrná teplotě  $T$ , ale právě tato oblast je z hlediska budoucích reaktorů zajímavá (např. pro [ITER](#) je  $n\tau_E T > 5 \cdot 10^{28}$  m<sup>-3</sup>.s.K). Při dosažení hodnoty trojného součinu se tepelný příkon plazmatu od fúzních produktů vyrovná s výkonem tepelných ztrát plazmatu - tj. dochází k zapálení termojaderné fúze.