



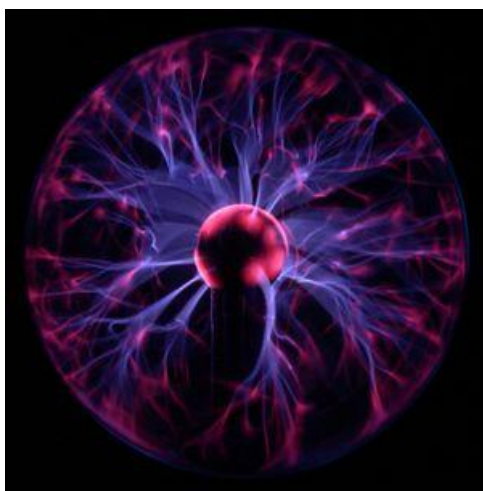
I N V E S T I C E D O R O Z V O J E V Z D Ě L Á V Á N Í

INTERNETOVÝ PORTÁL ELEKTROTECHNIKA - Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky  
CZ.1.07/1.3.09/01.0021 D/0059/2009/RDP

## Termojaderná syntéza

Elektrárny spalující fosilní paliva, vodní, větrné a sluneční elektrárny – ty všechny využívají energii, kterou na Zemi vyzářilo Slunce. Budoucím termojaderným elektrárnám Slunce slouží pouze jako vzor. Termojaderné elektrárny budou, podobně jako štěpné atomové elektrárny, využívat energii jadernou. Jadernou energii lze uvolnit dvěma způsoby. Štěpením jader těžkých prvků, nebo slučováním jader prvků lehkých. Všeobecně je známé, že slučování lehkých jader je mnohem jednodušší, než štěpení jader těžkých. Tento proces je však obtížnější, protože štěpné reakce, při níž se jádra těžkých prvků rozpadají samovolně jsou již běžné, zatímco proces slučujících se jader lehkých prvků asi na Zemi nenajdeme.

Aby došlo k syntéze jader a aby začala působit přitažlivá jaderná síla, je třeba se přiblížit na vzdálenost  $10^{-14}$  m a před tím překonat elektrostatickou odpudivou sílu souhlasně nabitých jader. To je možné tak, že jádra srážíme dostatečnou rychlostí, kterou jim udělíme buď urychlovačem, či zahřáním na takzvanou zápalnou teplotu. Tomuto stavu hmoty pak říkáme plazma.

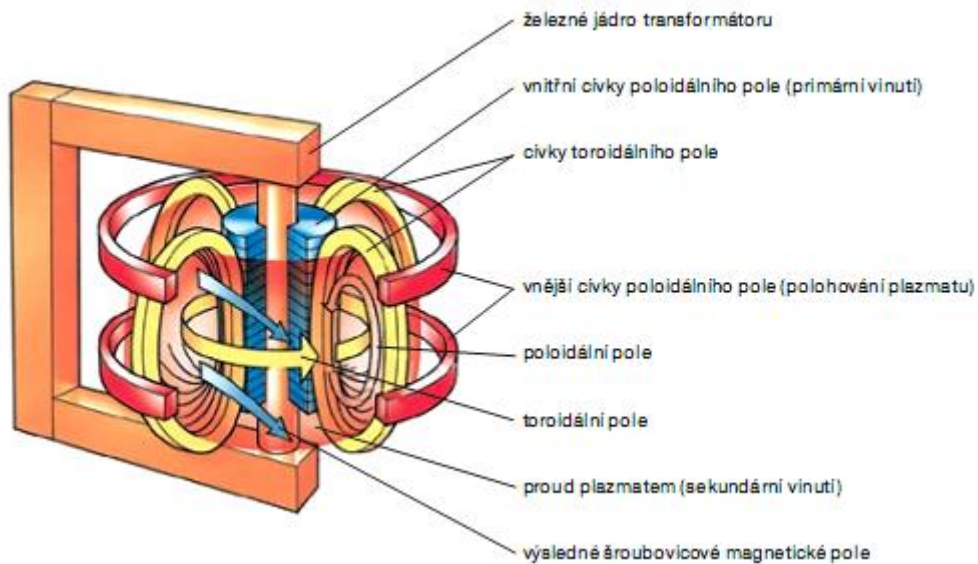


Plazma – ionizovaný plyn – bývá nazýváno čtvrtým skupenstvím hmoty a hraje klíčovou roli v celé řadě důležitých procesů jak v přírodě včetně vesmíru, tak ve vyspělých technologiích. Chování hmoty ve stavu plazmatu je zcela odlišné od chování ostatních tří skupenství. Ač více než 99 % známého vesmíru je ve stavu plazmatu, na Zemi je plazma výjimkou.

## Tokamak

Tokamak (zkratka ruských slov: TOroidalnaja KAmera i MAgнитnyje Katuški – toroidální komora a magnetické cívky) je jedním z nejslibnějších typů zařízení pro uskutečnění řízené termojaderné fúze, v budoucnu i stavby fúzní elektrárny. Jeho koncepce se zrodila v letech 1950–1952 v bývalém Sovětském svazu díky týmu slavného ruského fyzika Andreje Sacharova.

Tokamak si můžeme představit jako dutou prstencovou komoru (nafouknutou automobilovou pneumatiku) naplněnou horkým vodíkovým plynem, která je obklopena magnetickými cívkami a transformátorovým jádrem. V tokamaku rozlišujeme dva význačné směry – toroidální a poloidální, a dva význačné poloměry – hlavní a vedlejší.



## PŘEHLED NEJVĚTŠÍCH SVĚTOVÝCH A EVROPSKÝCH TOKAMAKŮ

název	stát	$R_0$ [m]	a [m]	$B_t$ [T]	I [MA]	Q
ITER	Mezinárodní	6,2	2	5,3	17	10
JET	EU	2,96	1,25	4	7	0,65
JT-60U	Japonsko	3,4	1	4,5	6	
TFTR	USA	2,62	0,97	5,9	3	0,25
DIII-D	USA	1,67	0,67	2,1	3	
MAST	Spoj. království	0,85	0,65	0,5	2	
ASDEX U	Německo	1,65	0,8	3,9	2	
ToreSupra	Francie	2,25	0,7	4,5	2	
T-15	Rusko	2,43	0,7	3,5	2	
KSTAR	Korea	1,8	0,5	3,5	2	
Alcator C-mod	USA	0,67	0,22	8,07	1,5	
HT-7U	Čína	1,75	0,4	4	1,5	
TCV	Švýcarsko	0,88	0,24/1,39	1,43	1,2	
FT-U	Itálie	0,92	0,31	7,5	1,2	
NSTX	USA	0,85	0,67	0,6	1	
TEXTOR	Německo	1,75	0,5	2,8	0,8	
Alcator C	USA	0,64	0,16	13	0,8	
TRIAM-1M	Japonsko	0,8	0,12/0,18	8	0,42	
SST-1	Indie	1,1	0,2	3	0,22	
HL-1	Čína	1,02	0,2	5	0,135	
T-10	Rusko	1,5	0,39	5	0,45	
CASTOR	Česko	0,4	0,1	1,5	0,025	

$R_0$  = hlavní poloměr, a = vedlejší poloměr,  $B_t$  = magnetické pole, I = proud plazmatem, Q = poměr fúzního výkonu k výkonu ohřevu

## Parametry českého tokamaku CASTOR (CZECH ACADEMY OF SCIENCES TORUS)

Hlavní poloměr	0,4 m
Vedlejší poloměr	0,1 m
Magnetické pole	1,5 T
Proud plazmatem	25 kA
Vysokofrekvenční vlečení proudu	20 kW
Doba výboje	50 ms
Hustota plazmatu	$3 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$
Teplota elektronů	200 eV <sup>(2e8)</sup>
Teplota iontů	100 eV

Energie 1 eV odpovídá teplotě 11 600 °C

## Schéma termojaderné elektrárny

