

Otázky k písemné zkoušce z Jaderné energetiky, LS 2016

č.	1. Úvod
1	Kdo a kdy objevil štěpení? Jaké další zásadní úspěchy tento vědec zaznamenal?
2	Které jaderné reaktory / elektrárny se objevily na začátku jaderného věku? Uveďte pouze případy „první svého druhu“.
3	Kdo a kdy uskutečnil první řízenou štěpnou řetězovou reakci? O jaký typ reaktoru se jednalo?
4	Jaké znáte základní rozdíly (z pohledu energetického) mezi fosilní a jadernou elektrárnou?
	2. Základní poznatky z jaderné fyziky
5	Nakreslete a popište neutron-protonový diagram pro stabilní nuklidy. Jaké hmotové číslo má poslední stabilní nuklid?
6	Co je nukleon; jaké znáte základní atomové jednotky (hmotnost, energie), jakých velikostí dosahuje atom a jeho jádro?
7	Jaké znáte síly v jádře atomu? Jaká je jejich velikost a význam?
8	Na jakém principu drží atomové jádro pohromadě?
9	Nakreslete a popište diagram vazebné energie jádra W [MeV] vztahované na jeden nukleon A .
10	Co je radioaktivita, radioaktivní rozpad a poločas rozpadu?
11	Jaké znáte druhy záření (rozpadů), proč k nim dochází?
12	Jaké znáte interakce neutronů s jádrem?
13	Co všechno vzniká při štěpení těžkých jader?
14	Jakými způsoby se projevuje uvolněná energie ze štěpení? Jak velká energie při štěpení vzniká?
	3. Štěpná řetězová reakce
15	Co vyjadřuje multiplikační faktor k ? Jakých stavů může k dosahovat, co jednotlivé stavy znamenají a kdy je v provozu reaktoru nalezneme?
16	Rozdělte štěpitelnost paliva podle energie neutronů. Které izotopy jsou štěpitelné rychlými a které i tepelnými neutrony?
17	Nakreslete a popište orientační závislost účinného průřezu pro absorpci (σ_a) na energii neutronu, a to pro U^{235} a U^{238} .
	4. Bilance neutronů v reaktoru s moderátorem
18	Napište vzorec 4 součinitelů a uveďte, co znamenají jednotlivé členy rovnice (pojmenujte je).
19	Co je regenerační faktor paliva a jak se stanoví? Uveďte vztah a jeho závislost na obohacení paliva
20	Jaký je průběh hustoty toku tepelných neutronů v heterogenním reaktoru (palivo vs. moderátor)? Nakreslete
21	Jak se stanoví efektivní multiplikační koeficient pro reálný reaktor? Jak jeho hodnotu můžeme ovlivnit?
	5. Kritičnost reaktoru
22	Nakreslete a popište, pohyb neutronu od jeho vzniku do jeho zániku (typický pohyb pro tepelný reaktor).
23	Nakreslete a popište rozložení hustoty toku tepelných neutronů v holém válcovém reaktoru.
24	Popište, jakou funkci má reflektor.
25	Jaké existují základní způsoby uspořádání palivových souborů v AZ? Jaký je mezi nimi rozdíl?
26	Popište / nakreslete, jaký mají vliv na hustotu toku neutronů řídicí tyče
	6. Základy reaktorové kinetiky
27	Co je reaktivita, jaké u ní rozlišujeme základní stavy a jaký má vztah ke koeficientu k_{eff} ?
28	Jaký mají vliv zpožděné neutrony na střední dobu života 1 generace neutronů? Jak se změní perioda reaktoru?
	7. Vývin tepla v reaktoru
29	Jak se určí uvolněný výkon v AZ (vzorec+popis)?
30	Co je zbytkový výkon reaktoru a jaké má složky?

	8. Odvod tepla z reaktoru
31	Jakými mechanismy je standardně odváděno teplo z aktivní zóny jaderného reaktoru? Jaké jsou při odvodu tepla omezující podmínky?
32	Graficky znázorněte průběh teplot po průřezu palivového elementu. Na čem je tento průběh závislý?
33	Graficky znázorněte průběh teplot po výšce palivového elementu se sinusovým zatížením. Uveďte, o jaké teploty se v grafu jedná.
	9. Provoz a řízení reaktoru
34	Čím je způsobeno počáteční a postupné zhoršování podmínek pro štěpnou řetězovou reakci během jedné kampaně provozu tepelného reaktoru?
35	Jakým způsobem se v reaktoru kompenzuje reaktivita?
36	Jaký je základní princip otravy reaktoru xenonem?
37	Jak se mění složení paliva během provozu reaktoru (z čeho se skládá na počátku/na konci kampaně)? Uveďte hlavní reakce spojené se změnou složení paliva.
	10. Materiály AZ jaderných reaktorů
38	Z jakých základních složek se skládá AZ tepelných reaktorů?
39	Jakým základním druhům namáhání je vystavena AZ reaktoru? Jaké způsobuje změny radiační poškození?
40	Popište, jaké jsou hlavní rozdíly mezi kovovým a keramickým palivem.
41	Vyjmenujte základní povlakové materiály pro jaderná paliva a uveďte jejich nejdůležitější vlastnosti.
42	Co je moderátor a jaké má hlavní funkce? Jaké materiály se pro moderování používají?
43	Jaká jsou kritéria pro posouzení moderační schopnosti? Co tato jednotlivá kritéria popisují?
44	Jaké jsou hlavní požadavky na chladivo v tepelných reaktorech? Které materiály se pro chladivo používají?
45	Uveďte hlavní rozdíly mezi plynnými a kapalnými chladivy používanými v tepelných reaktorech.
46	Jakou funkci mají absorbatory? Jaké absorbatory a v jaké formě se používají?
	11. Základní typy současných energetických reaktorů
47	Jaký je rozdíl mezi smyčkovým a integrálním uspořádáním primárního okruhu? Uveďte příklad reaktoru se smyčkovým / integrálním uspořádáním.
48	Popište rozdíl mezi reaktorem s tlakovou nádobou a reaktorem kanálového typu. Uveďte příklady použití v praxi.
49	Vyjmenujte základní typy jaderných reaktorů (tedy ne jen jejich zkratku), které se do dnešní doby prosadily v energetice. Uveďte u nich používané chladivo a moderátor.
50	Jaké kombinace moderátor / chladivo se v praxi uplatnilo? Lze v principu provozovat reaktor moderovaný D ₂ O a chlazený plynem?
51	K jakým zásadním změnám došlo mezi 1. a 2. generací grafitových plynem chlazených reaktorů (MAGNOX vs. AGR)?
52	Popište reaktor RBMK (SGGR).
53	Popište reaktor CANDU (PHWR).
54	Popište reaktor typu PWR (VVER).
55	Popište reaktor typu BWR.
56	Co všechno víte o vysokoteplotních reaktorech? Popište jejich základní charakteristiky.
57	Jaké znáte základní rozdíly mezi tepelnými a rychlými reaktory?
	12. Bezpečnost jaderných reaktorů
58	Jaké znáte formy a způsoby působení zářičů na člověka?
59	Jak lze rozdělit záření z hlediska pronikavosti? Přiřaďte do těchto skupin jednotlivé typy záření.
60	Čím se zabývá vědní obor dozimetrie? Popište princip ionizační komory.
61	Co je absorbovaná, ekvivalentní a kolektivní ekvivalentní dávka? Jaké mají jednotky?
62	Jakým druhům dávkových ekvivalentů je lidstvo běžně vystaveno? Uveďte příklady dávkových ekvivalentů. Jaké jsou na Zemi řádově dosahovány roční dávkové ekvivalenty?
63	Jaká jednotka popisuje biologické účinky záření? Jaké znáte dělení biologických účinků?

64	Co znamená zkratka ALARA? Jaké dávky jsou pro člověka již smrtelné?
65	Kde, kdy a jak v jaderném bloku vzniká okamžité záření? Popište je.
66	Kde, kdy a jak v jaderném bloku vzniká indukovaná radioaktivita?
67	Sestavte po sobě jdoucí bariéry zajišťující izolaci radioaktivních látek od ŽP (za normálního provozu).
68	Jaké jsou základní stupně hloubkové ochrany? Co o nich víte?
	13. Palivový cyklus
69	Co je palivový cyklus a jaké má fáze?
70	Jaké existují způsoby těžby uranové rudy? Jak se ruda následně upravuje?
71	Vyjmenujte uranové doly v ČR, ve kterých se těžila (nebo těží) uranová ruda.
72	Jaké existují metody obohacování? Na čem obecně staví jejich princip a jaké z nich se uplatnily v praxi?
73	Jaký je rozdíl mezi otevřeným a uzavřeným palivovým cyklem?
74	Vyjmenujte hlavní části otevřeného palivového cyklu, jak jdou za sebou.
75	Vyjmenujte hlavní procesy, které spadají do jaderné energetiky.
76	Popište přední část palivového cyklu tepelných jaderných reaktorů a uveďte příklady, které země jsou v jednotlivých krocích zastoupeny.
77	Co je MOX palivo, z čeho se skládá a v jakých reaktorech jej lze využít?
	14. Radioaktivní odpady
78	Do jakých skupin (dle aktivity) se dělí radioaktivní odpady? Vyjmenujte lokality, kde jsou v ČR úložiště RaO.
79	Co zahrnuje tzv. Radioactive waste management?
80	Jaké jsou hlavní způsoby dělení RaO?
81	Jaké jsou hlavní způsoby úprav k uložení?
82	Jak v čase probíhá skladování vyhořelého jaderného paliva?
83	Vyjmenujte úložiště RaO v ČR.
	15. Netradiční aplikace
84	V čem se nejvíce reaktory 4. generace liší od v současné době provozovaných reaktorů?
85	Jaký je přínos transmutorů?
86	Jaký je princip termojaderné fúze? Uveďte příklad reakce.
87	Jaké aplikace s jadernými reaktory se (kromě elektráren) doposud uplatnily?