

Otázky všeobecného rozhledu ke Státní doktorské zkoušce

Jaderné inženýrství, zaměření Reaktory

1. Interakce záření (α , β , γ , n) s látkou, štěpení těžkých jader, produkty štěpení a doprovázející záření, zpožděné neutrony, materiály používané ke stínění proti neutronům a proti gama záření, ochrana před zářením.
2. Štěpná řetězová reakce, neutronová bilance ve štěpné řetězové reakci, rozdíl mezi difúzním a transportním přiblížením při výpočtu aktivní zóny reaktoru. Difúze neutronů a difúzní rovnice. Zpomalování neutronů. Rezonanční absorpce při zpomalovacím procesu.
3. Řízení tepelného jaderného reaktoru. Způsoby řízení tepelných jaderných reaktorů. Vliv řídicích tyčí na kritičnost jaderného reaktoru. Dlouhodobá kinetika jaderného reaktoru (vyhořívání paliva, štěpné produkty). Střednědobá kinetika jaderného reaktoru (xenonová otrava, jodová jáma a strusky). Xenonové prostorové oscilace.
4. Kampaňová a kontinuální výměna paliva v jaderných reaktorech. Palivové kampaně tlakovodních reaktorů, způsoby návrhu a optimalizace. Provoz reaktoru na výkonovém a teplotním koeficientu.
5. Přístupy k uspořádání palivových vsázek při kampaňových výměnách paliva a jejich zdůvodnění, základní požadavky na uspořádání paliva, vyhořívající absorbatory, důvody jejich používání a způsoby jejich aplikací.
6. Optimalizace vnitřního palivového cyklu tlakovodních reaktorů, hluboké vyhoření paliva, suché a mokré mezisklady vyhořelého paliva
7. Spektrum neutronů v jaderných reaktorech a jeho měření. Detekce neutronů. Měření hustoty toku tepelných neutronů v reaktorech. Neutronová aktivační analýza a její využití v provozu jaderných reaktorů a v monitorování životního prostředí.
8. Určování základních neutronově fyzikálních charakteristik aktivních zón jaderných reaktorů. Základní kritický experiment. Kalibrace absorpčních tyčí. Měření reaktivity. Měření hustoty toku neutronů.
9. Dynamika jaderného reaktor. Rovnice bodové kinetiky. Základní charakteristiky studované v rámci dynamiky jaderných reaktorů. Základní zpětné vazby při provozu energetických a výzkumných reaktorů.
10. Zdroje neutronů. Výzkumné jaderné reaktory - přehled, experimentální vybavení a jejich využívání.
11. Termodynamické oběhy v jaderných elektrárnách.

12. Vývin tepla v jaderných reaktorech: prostorová a časová závislost, zbytkový vývin tepla, vývin tepla v palivových elementech, sdílení tepla v aktivní zóně reaktoru a přenos tepla v primárním okruhu.
13. Vedení tepla kondukcí, sdílení tepla konvekci, krize varu 1. a 2. druhu a jejich význam zejména pro tlakovodní reaktory.
14. Základní koncepce, vývoj a vyhlídky tlakovodních reaktorů. Porovnání západních PWR s reaktory VVER, porovnání VVER-440 a VVER-1000, vysokoteplotní reaktory a rychlé množivé reaktory (koncepce, dosavadní vývoj a vyhlídky), nová generace jaderných reaktorů se zvýšeným podílem pasivních a inherentních bezpečnostních prvků.
15. Palivo pro energetické jaderné reaktory a jeho vyhořívání, metody zpracování radioaktivních odpadů vznikajících při běžném provozu jaderných elektráren, problémy s ukládáním vysoce aktivních jaderných odpadů vznikajících vyhoříváním jaderného paliva.
16. Jaderná bezpečnost, základní principy a požadavky na zajištění jaderné bezpečnosti jaderných zařízení při jednotlivých etapách, ochrana do hloubky, funkce bezpečnostních systémů, členění systémů jaderných zařízení z hlediska významu pro jadernou bezpečnost, význam poruch se stejnou příčinou, bezpečnostní systémy – kritérium jednoduché poruchy, redundance, diverzita, kvalifikace, zajištění jakosti SW.
17. Význam a působnost státního dozoru a mezinárodních organizací (SÚJB, IAEA, EUROATOM) pro bezpečný provoz jaderných zařízení a zárukový proces (zabránění zneužití jaderné energie).
18. Klasifikace možných havárií jaderných elektráren a kvalitativní popis průběhů jednotlivých havárií. Mezinárodní stupnice hodnocení havárií. Havarijní analýza. Maximální projektová havárie. Těžké havárie s tavením paliva a jejich význam z hlediska vývoje bezpečnostních systémů. Příčiny a následky havárie TMI, JE v Černobylu a JE ve Fukušimě.
19. Energetika a zdroje energie, alternativní zdroje energie a jejich možná úloha v řešení energetického problému, porovnání vlivu alternativních zdrojů energie a jaderných elektráren na životní prostředí, srovnání uhelného a jaderného palivového cyklu z hlediska negativních účinků na životní prostředí, ekonomické srovnání jaderné elektrárny s ostatními. Státní energetická koncepce. Národního akčního plánu plán rozvoje jaderné energetiky v České republice.
20. Radiační ochrana jaderných zařízení a zdrojů ionizujícího záření, základní principy ochrany před ionizujícím zářením, limitování dávek, optimalizace radiační ochrany, deterministické a stochastické účinky ionizujícího záření, stínění zdrojů ionizujícího záření, legislativní aspekty radiační ochrany.

21. Havarijní připravenost jaderných zařízení, základní principy a zásady havarijní připravenosti, havarijní plány a havarijní řády, legislativní aspekty havarijní připravenosti.
22. Zabezpečení jaderných zařízení a jaderných materiálů, zárukový proces na jaderném zařízení, rozdíly mezi zabezpečením a bezpečností jaderných zařízení a jaderných materiálů, smlouva o nešíření jaderných zbraní, úloha SÚJB, IAEA a EURATOMu v zárukovém procesu, základní principy a zásady zabezpečení jaderných zařízení a jaderných materiálů, fyzická ochrana jaderných zařízení.

Tento soubor otázek byl schválen vedoucím školicího pracoviště a vstupuje v platnost dne 15. září 2016.

doc. Ing. Lubomír Sklenka, Ph.D.
vedoucí Katedry jaderných reaktorů