

2022年度

原子力規制庁原子力工学系職員採用試験問題

専門試験（記述式）

受験心得

1. 指示があるまでは開いてはいけません。
2. 問題は全部で5題ありますが、次の要領で解答してください。
 - (ア) 【No. 1】は必ず解答してください。
 - (イ) 【No. 2】～【No. 5】のうち1題を選択し、解答してください。
 - (ウ) 以上、計2題について解答してください。なお、(イ)の選択解答問題について採点すべき答案が明らかでない場合は採点を行いませんので注意してください。
3. 解答時間は1時間です。
4. 答案用紙の記入について
 - (ア) 答案は濃くははっきりと書き、書き損じた場合は、解答の内容がはっきり分かるよう訂正してください。
 - (イ) 答案用紙の表紙の各欄にそれぞれ必要事項を記入してください。
 - (ウ) 答案用紙は問題によって使用するものが異なりますので注意してください。
 - (エ) 試験の公正を害するおそれがありますので、答案用紙には解答と関係のない事項を記載しないでください。
5. 誤って問題集を破損しても、問題集の交換はできませんので注意してください。
6. この問題集は、本試験種目終了後に持ち帰りができます。
7. 本試験種目の途中で退室する場合は、退室時の問題集の持ち帰りはできませんが、希望する方には後ほど渡します。別途試験官の指示に従ってください。
なお、試験時間中に、この問題集を切り取ったり、問題を転記したりしないでください。

第1次試験地	受験番号	氏名

※途中で退室する場合、本試験種目終了後の問題集の持ち帰りを・・・希望しない

(空白)

(空白)

(必須解答問題 必ず解答してください。)

【No.1】 軽水炉における「運転時の異常な過渡変化」とはどのような事象のことをいうか説明せよ。また、燃料健全性・プラント安全性の関係で要求される「運転時の異常な過渡変化」時の判断基準を説明せよ。

(選択解答問題 【No.2】～【No.5】のうち1題を選択し、解答してください。)

【No.2】 原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムに対して、その重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないよう、発電用原子炉を設置する工場等には、特定重大事故等対処施設の設置が求められている。特定重大事故等対処施設が有する設備又は機能について、次の語句を全て用いて300字以内で説明せよ。ただし、用いた語句に下線を引くこと。

語句：

<u>同時に破損</u>	<u>離隔距離</u>	<u>大型航空機の衝突</u>	<u>頑健な</u>
<u>原子炉格納容器の破損</u>	<u>原子炉冷却材圧力バウンダリ</u>	<u>炉内</u>	
<u>原子炉格納容器下部</u>	<u>放射性物質低減</u>	<u>過圧破損</u>	<u>水素爆発</u>

【No.3】 原子炉内の中性子の振る舞いに関する以下の問いに答えよ。

- (1) 原子炉炉心の振る舞いを把握するためには、原子炉内の中性子束の空間分布及びエネルギー分布を計算する必要がある。原子炉内の中性子の振る舞いはボルツマンの輸送方程式で表される。一般の原子炉の解析においては、ボルツマンの輸送方程式に近似を加えて解きやすい形にした拡散理論に基づいて中性子束分布が表される。

中性子エネルギー2群の中性子拡散方程式が以下の式(1)及び(2)のように与えられるとする。

$$-D_1 \nabla^2 \phi_1 + \left(\Sigma_{a,1} + \Sigma_{s,1 \rightarrow 2} \right) \phi_1 = \Sigma_{s,2 \rightarrow 1} \phi_2 + \frac{\chi_1}{k} \left(\nu \Sigma_{f,1} \phi_1 + \nu \Sigma_{f,2} \phi_2 \right) \quad \dots \textcircled{1}$$

$$-D_2 \nabla^2 \phi_2 + \left(\Sigma_{a,2} + \Sigma_{s,2 \rightarrow 1} \right) \phi_2 = \Sigma_{s,1 \rightarrow 2} \phi_1 + \frac{\chi_2}{k} \left(\nu \Sigma_{f,1} \phi_1 + \nu \Sigma_{f,2} \phi_2 \right) \quad \dots \textcircled{2}$$

D_1 及び D_2 は1群及び2群の拡散係数[m]、 $\Sigma_{a,1}$ 及び $\Sigma_{a,2}$ は1群及び2群の巨視的吸収断面積[1/m]、 $\Sigma_{s,i \rightarrow j}$ はi群からj群への巨視的散乱断面積[1/m]、 χ_1 及び χ_2 は1群及び2群の核分裂スペクトル[-] ($\chi_1 + \chi_2 = 1$)、 $\nu \Sigma_{f,1}$ 及び $\nu \Sigma_{f,2}$ は巨視的生成断面積[1/m]、 ϕ_1 及び ϕ_2 は1群及び2群の中性子束[1/m²/s]、 k は中性子増倍率、とする。

式①の両辺の各項の物理的意味を説明せよ。

- (2) 無限に大きく、かつ均質な原子炉を考える。このとき、 k は無増倍率を示すことになる。核分裂中性子は1群においてのみ生じ、また2群から1群への上方散乱は無視できるとしたとき、 k を巨視的吸収断面積、巨視的散乱断面積及び巨視的生成断面積を用いて表せ。

- (3) k を四因子公式に基づき、中性子再生率(燃料に吸収された中性子1個あたりに2群の核分裂で生成される中性子の数) η 、熱中性子利用率(2群において体系全体で吸収された中性子のうち、燃料に吸収されたものの割合) f 、共鳴を逃

れる確率（1群で吸収されず2群に減速された中性子の割合） p 、及び高速核分裂因子（2群の中性子による核分裂で発生した中性子の数と全てのエネルギーの中性子による核分裂で発生した中性子の比率） ϵ の積として表現することを考える。

2群における燃料の巨視的吸収断面積を $\Sigma_{a,2,Fuel}$ とし、中性子再生率が $\eta =$

$\frac{\nu \Sigma_{f,2}}{\Sigma_{a,2,Fuel}}$ であるとき、熱中性子利用率 f 、共鳴を逃れる確率 p 、及び高速核分裂因子 ϵ を、巨視的吸収断面積、巨視的散乱断面積及び巨視的生成断面積を用いて表せ。

- (4) ^{235}U が2wt%のウランと水が均質に混合した体系を考えたとき、ウランの原子数と水の分子数の比が大きくなるにつれて、熱中性子利用率 f は1に近づき、共鳴を逃れる確率 p は小さくなる。このような変化が生じる理由を定性的に説明せよ。

【No.4】 使用済燃料の再処理、放射性廃棄物の処理に関する、以下の問いに答えよ。

- (1) 我が国の再処理施設で採用されているプューレックス (PUREX) 法におけるプル
トニウムとウランの分離工程の原理について 200 文字以内で記述せよ。
- (2) 再処理施設から発生する高レベル放射性廃液は固化処理し地層処分することが
想定されている。
 - ① 高レベル放射性廃液の固化処理について簡易に記述せよ。
 - ② 上述の地層処分における多重バリアシステムを構成する「天然バリア」、「人
工バリア」について、それぞれ期待される機能を記述せよ。

【No.5】 横軸に線量を線形目盛、縦軸に細胞生存率を対数目盛でとり、放射線の線
量増加とともに細胞生存率が低下する関係を表すグラフを細胞生存率曲線とい
う。この細胞生存率曲線を数理的に記述する標的モデルについて説明せよ。

(空白)

(空白)