

第1次試験地	受験番号	氏名

平成29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（多肢選択式）

### 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40題で解答時間は3時間です。
3. 答えは答案用紙の解答欄の正答の番号を●で塗りつぶしてください。
4. 最も適当な答えは一つであるため、二つ以上にマークした解答は誤りとします。
5. 答案用紙に計算したり、余計なことを書いたりしないでください。汚したり、折ったり、しわにならないように注意してください。
6. 答えを修正する場合は、必ず「消しゴム」で完全にあとが残らないように消してください。
7. 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。
8. この問題集は、本試験種目終了後に持ち帰りができます。
9. 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。

※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)

【No.1】 微分方程式  $\frac{dy}{dx} = \frac{xy}{x^2+y^2}$  の解として正しいのは次のうちではどれか。

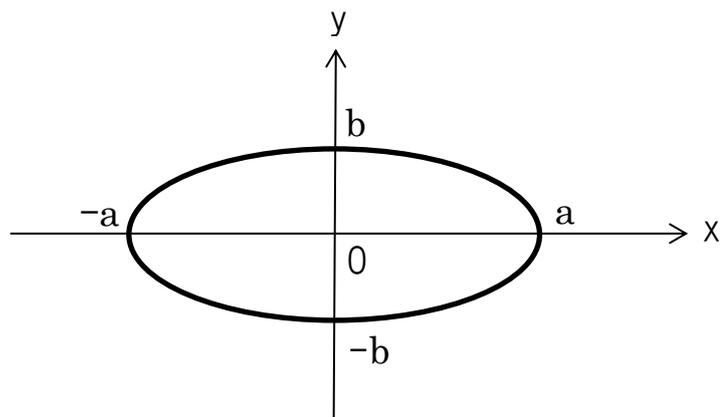
ただし、Cは定数とする。

1.  $\ln y - \frac{x^2}{2y^2} = C$
2.  $\frac{x}{y} - \ln y^2 = C$
3.  $\exp\left(\frac{2}{x+y}\right) = C$
4.  $\exp\left(\frac{2x}{x^2+y^2}\right) = C$
5.  $\exp\left(\frac{2x}{x^2-y^2}\right) = C$

【No.2】 楕円  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$  を X 軸のまわりに回転してできる回転体の体積として

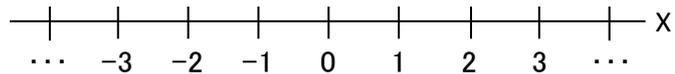
正しいのはどれか。

1.  $\frac{4}{3}\pi ab^2$
2.  $\frac{4}{3}\pi a^2 b$
3.  $\frac{4}{3}\pi a^2 b^2$
4.  $\frac{2}{3}\pi(a+b)ab$
5.  $\frac{2}{3}\pi(a-b)ab$



【No.3】 下図のような数直線の上で、時刻  $t=0$  に  $x=0$  を出発し、単位時間ごとに右又は左に1つずつ移動する粒子を考える。粒子の移動できる位置は、 $x=0$ 、 $\pm 1$ 、 $\pm 2$ 、 $\dots$ の整数値である。また、粒子がどの位置にあっても右に移動する確率と左に移動する確率は等しく  $1/2$  とする。

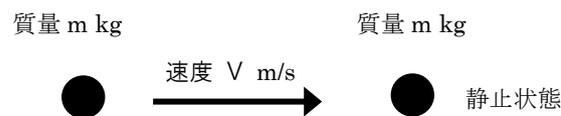
$t=6$  のときに粒子が  $0$ 、 $1$ 、 $2$  のいずれかの位置にいる確率はいくらか。



1.  $2/7$
2.  $3/7$
3.  $2/13$
4.  $25/32$
5.  $35/64$

【No.4】 下図のように、質量  $m$  kg の小球が速度  $V$  m/s で、静止している同じ質量の小球に衝突した。衝突後、衝突した小球は速度  $V_1$  m/s になり、静止していた小球は速度  $V_2$  m/s で動き出した。小球の衝突時の反発係数を  $e$  ( $0 < e < 1$ ) とすると、本衝突で失った運動エネルギーとして正しいのはどれか。

ただし、 $V$ 、 $V_1$ 、 $V_2$  は同じ向きとする。



1.  $mV^2(1 - e^2)$
2.  $\frac{1}{2}mV^2(1 - e^2)$
3.  $\frac{1}{2}mV^2(1 + e^2)$
4.  $\frac{1}{4}mV^2(1 - e^2)$
5.  $\frac{1}{4}mV^2(1 + e^2)$

【No.5】 矩形の流路（縦 3.0 m×横 2.0 m）の流路内を断面平均速度 2.0 m/s で流れている流体のレイノルズ数として正しいのはどれか。

ただし、流体の粘度は  $1.0 \times 10^{-3} \text{ kg}/(\text{m} \cdot \text{s})$ 、密度は  $1.0 \times 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$  とし、代表長さは、矩形の流路の水力等価直径で与えるものとする。

1.  $2.0 \times 10^6$
2.  $2.5 \times 10^6$
3.  $3.0 \times 10^6$
4.  $4.4 \times 10^6$
5.  $4.8 \times 10^6$

【No.6】 原子核の質量等に関する次の記述のア～エに当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

原子核の質量は、これを構成する陽子と中性子の質量の和より 、この差は  と呼ばれる。また、これを質量とエネルギーの関係を用いて、エネルギーの単位で表したものは  と呼ばれる。

核子 1 個あたりの  は、 において最大となる。

	ア	イ	ウ	エ
1.	小さく	質量欠損	内部エネルギー	質量数が 60 付近の原子核
2.	小さく	質量欠損	結合エネルギー	質量数が 60 付近の原子核
3.	小さく	質量欠損	結合エネルギー	軽い原子核（質量数 < 20）
4.	大きく	質量増加	結合エネルギー	重い原子核（質量数 > 200）
5.	大きく	質量増加	内部エネルギー	重い原子核（質量数 > 200）

【No.7】 メタン 0.5 mol と水素 1 mol の混合気体を完全燃焼させたとき、生成する水の質量はいくらか。

ただし、原子量は、H=1.0、C=12.0、O=16.0 とする。

1. 12 g
2. 18 g
3. 27 g
4. 36 g
5. 45 g

【No.8】 イオン化傾向に関する次の記述のア～エに当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

金属の単体が水又は水溶液中で電子を放出して  イオンになろうとする性質を、その金属のイオン化傾向という。例えば、 は  よりもイオン化傾向が 、 は常温の水と反応し、水素を発生するが、 は常温の水とは反応せず、変化しない。

- |  | ア | イ | ウ | エ |
|--|---|---|---|---|
|--|---|---|---|---|

【No.9】 次の有機化合物のうち、酸化することで酢酸が生成するものとして正しいのはどれか。

1. HCHO
2. C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH
3. C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>
4. CH<sub>3</sub>OH
5. CH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub>

【No.10】 自然放射線に関する次の記述のア～エに当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

自然界に元来存在する放射線の総称を「自然放射線」という。「自然放射線」は、起源別に  (地球外空間から地球大気中へ侵入する陽子などの  放射線とこれらが地球大気と相互作用を起こしてできた 2 次粒子) と、岩石・土壌、建材、空気等に含まれる  からの放射線 (α線、β線、 線) に分けられる。

	ア	イ	ウ	エ
1.	宇宙線	低エネルギー	天然放射性核種	γ
2.	宇宙線	高エネルギー	天然放射性核種	γ
3.	宇宙線	高エネルギー	トレーサ	中性子
4.	観測線	低エネルギー	トレーサ	γ
5.	観測線	高エネルギー	トレーサ	中性子

【No.11】 人工放射線に関する次の記述のア～ウに当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

環境中には、自然放射線と人工放射線が存在する。人工放射性物質とは  放射性物質であり、環境中の人工放射線とはこれから放出される放射線である。

主な人工放射性物質としては、核実験により生成され環境中へ移行した放射性物質 ( 放射能)、ならびに原子力発電に伴う  サイクルの各段階で環境に放出された放射性物質が挙げられる。

	ア	イ	ウ
1.	自発的な活動により造り出された	フォールアウト	循環
2.	自発的な活動により造り出された	フォールアウト	核燃料
3.	自発的な活動により造り出された	グラウンドシャイン	核燃料
4.	人間の活動により造り出された	フォールアウト	核燃料
5.	人間の活動により造り出された	グラウンドシャイン	循環

【No.12】 吸収線量に関する次の記述のア～エに当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

放射線と物質との  の結果、物質に入射した1次放射線により  電子が作られ、放射線のエネルギーが物質に吸収される。放射線と物質の  の結果、その物質の単位質量に与えられたエネルギーを吸収線量という。吸収線量  $D$  は、物質の微小質量を  $dm$ 、吸収エネルギーを  $dE$  とすると、イオン電荷  $Q$  が電離されたとき、 $D = \text{$  とされる。

	ア	イ	ウ	エ
1.	直接電離	相互作用	オージェ	$dE/dm$
2.	直接電離	弾性衝突	オージェ	$Q/dm$
3.	電離 (直接及び間接)	相互作用	2次	$dE/dm$
4.	電離 (直接及び間接)	相互作用	2次	$Q/dm$
5.	電離 (直接及び間接)	弾性衝突	2次	$Q/dm$

【No.13】 放射線遮へいに関する次の記述のア～エに当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

放射線遮へいの目的は、の放射線被ばくを法令で定める基準以下に低減させるとともに、作業環境の放射化との作動障害を防ぐことにある。の放射線被ばく低減化にとって効果的な方法は、放射線を距離から時間に操作することと遮へい体の使用である。

	ア	イ	ウ	エ
1.	人体	機器	遠	短
2.	人体	機器	近	長
3.	人体	個人線量計	遠	短
4.	作業監督者	機器	近	短
5.	作業監督者	個人線量計	遠	長

【No.14】 放射性核種が体内に入った場合に、体内における放射能が半分になるまでの時間を実効半減期という。実効半減期  $T_e$  は、物理学的半減期  $T_p$  と体内からの生理的排泄又は臓器・組織からの排除の半減期（生物学的半減期） $T_b$  で決まる。 $T_p=8$  日、 $T_b=14$  日としたとき、 $^{131}\text{I}$  の実効半減期はおよそいくらか。

1. 5.1 日
2. 6.3 日
3. 8 日
4. 14 日
5. 22 日

【No.15】  $^{235}_{92}\text{U}$  が1個の中性子により核分裂し、 $^{144}_{56}\text{Ba}$  と  $^{90}_{36}\text{Kr}$  が生成した。

この核分裂の際に発生したエネルギーはおよそいくらか。

なお、それぞれの質量は、 $^{235}_{92}\text{U}$  を 235.043 u、 $^{144}_{56}\text{Ba}$  を 143.923 u、 $^{90}_{36}\text{Kr}$  を 89.920 u、中性子を 1.009 u とし、1u の質量に相当するエネルギーは 930MeV とする。

1. 約 140 MeV
2. 約 160 MeV
3. 約 180 MeV
4. 約 200 MeV
5. 約 220 MeV

【No.16】 一辺が 1m の立方体の裸の原子炉の形状（幾何学的）バックリング ( $Bg^2$ ) の値として正しいのはどれか。

ただし、外挿距離は、一辺の長さに含まれているものとし、円周率は 3.14 とする。

1. 5.8 [ $1/m^2$ ]
2. 9.9 [ $1/m^2$ ]
3. 12.3 [ $1/m^2$ ]
4. 15.7 [ $1/m^2$ ]
5. 29.6 [ $1/m^2$ ]

【No.17】 中性子源が存在する場合のある時間  $t$  での中性子の数  $N(t)$  を表した式として最も妥当なのはどれか。ここで、 $t=0$  での中性子数を  $N_0$ 、増倍率を  $k$ 、世代時間を  $L$ 、中性子源からの単位時間当たりの発生数を  $S$ （一定）とする。

ただし、先行核の壊変は無視してよい。

1.  $N(t) = N_0 \exp\left(\frac{k-1}{L}t\right)$
2.  $N(t) = N_0 \exp\left(\frac{k-1}{L}t\right) + \frac{L}{1-k}S$
3.  $N(t) = \left(N_0 + \frac{L}{1-k}S\right) \exp\left(\frac{k-1}{L}t\right)$
4.  $N(t) = \left(N_0 - \frac{L}{1-k}S\right) \exp\left(\frac{k-1}{L}t\right) + \frac{L}{1-k}S$
5.  $N(t) = \left(N_0 - \frac{L}{1-k}S\right) \exp\left(\frac{1-k}{L}t\right) + \frac{L}{1-k}S$

【No.18】 非均質格子系での無限増倍率の説明に関する次の記述のア～オに当てはまるものの組合せとして、最も妥当なのはどれか。

非均質格子系の無限増倍率は、高速中性子核分裂係数  $\epsilon$ 、、、熱中性子 1 個当たりの再生率  $\eta$  の 4 因子の積で与えられる。

高速中性子核分裂係数  $\epsilon$  は、 $^{238}\text{U}$  の高速中性子核分裂のみを考慮した場合は大きくなく  $\epsilon$  は 1.03～1.15 程度である。

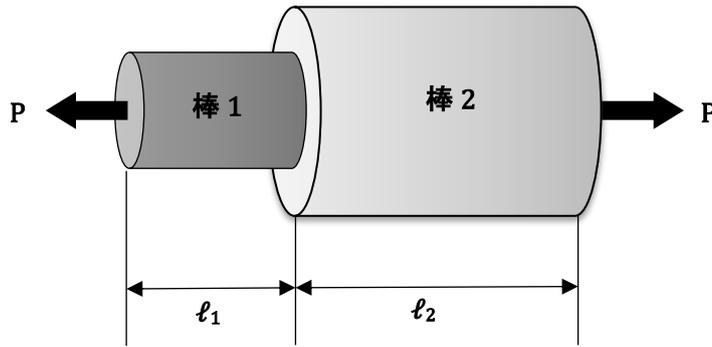
非均質格子系における共鳴レベル近傍では、減速材より燃料内に入射する中性子はそのほとんどが燃料棒の表面近くで吸収されるため中央部の中性子束は極めて低くなる。このために、共鳴による中性子吸収は均質系の場合よりも大幅にし、はする。この効果を空間的なと呼び、非均質格子系における増倍率のに大きく寄与している

は、水対燃料体積比の増加につれて減少する。これは、減速材の増加につれて減速材に吸収される中性子がし、燃料に吸収される熱中性子の割合がするからである。

熱中性子 1 個当たりの再生率  $\eta$  は、主に燃料の濃縮度と核分裂平均発生数  $\nu$  に依存し、非均質格子の形状にはほとんど依存しない。

	ア	イ	ウ	エ	オ
1.	共鳴を逃れる確率 $p$	熱中性子利用率 $f$	増加	減少	非均質効果
2.	共鳴を逃れる確率 $p$	熱中性子利用率 $f$	減少	増加	非均質効果
3.	共鳴を逃れる確率 $p$	熱中性子利用率 $f$	減少	増加	自己遮へい効果
4.	熱中性子利用率 $f$	共鳴を逃れる確率 $p$	減少	増加	自己遮へい効果
5.	熱中性子利用率 $f$	共鳴を逃れる確率 $p$	増加	減少	自己遮へい効果

【No.19】 下図に示すように、棒1と棒2が直列に接続されている段付き棒がある。ここで、棒1の断面積を $A_1$ 、長さを $l_1$ 、縦弾性係数を $E_1$ とし、棒2の断面積を $A_2$ 、長さを $l_2$ 、縦弾性係数を $E_2$ とする。左右方向に荷重 $P$ で引っ張られたときの棒全体の伸び $\delta$ を表すものとして正しいのはどれか。



1.  $\frac{P}{A_1+A_2} \left( \frac{l_1 l_2}{E_1 E_2} \right)$
2.  $\frac{P}{A_1+A_2} \left( \frac{l_1+l_2}{E_1 E_2} \right)$
3.  $P \left( \frac{l_1}{A_1 E_1} + \frac{l_2}{A_2 E_2} \right)$
4.  $P \left( \frac{l_1+l_2}{E_1 E_2 A_1 A_2} \right)$
5.  $P \left( \frac{l_1 l_2}{E_1 E_2 (A_1+A_2)} \right)$

【No.20】 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の第32条(原子炉格納施設)第1項から引用した次の記述のア～オに当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

原子炉格納容器は、に係る発電用原子炉施設が損壊し、又は故障した場合において漏えいする放射性物質がに放射線障害を及ぼさないようにするため、想定される及び適切なに十分に耐えることができ、かつ、適切に作動すると併せて所定の漏えい率を超えることがないものでなければならない。

	ア	イ	ウ	エ	オ
1.	一次冷却系統	環境	最大の圧力、 最高の温度	地震力	遮へい機能
2.	一次冷却系統	公衆	最大の圧力、 最高の温度	地震力	隔離機能
3.	一次冷却系統	公衆	最高使用圧力、 最高使用温度	破壊力	遮へい機能
4.	燃料貯蔵系統	環境	最高使用圧力、 最高使用温度	破壊力	遮へい機能
5.	燃料貯蔵系統	公衆	最高使用圧力、 最高使用温度	破壊力	隔離機能

【No.21】 加圧水型軽水炉（PWR）の特徴を述べた次の記述のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- A. PWR では、軽水を原子炉冷却材および中性子減速材とし、炉内で発生した熱により高温、高圧となった冷却水は蒸気発生器で冷却され、一次冷却材ポンプで炉心へ戻される。一方、蒸気発生器の二次側で発生した蒸気はタービンに導かれ発電に使用されるという、直接サイクル方式となっている。
- B. PWR における加圧器は、運転時に一次冷却材を加圧し未飽和状態に維持する設備である。加圧器容器内の約 2 分の 1 が液相、残りは気相となっており、一次冷却材の加熱・加圧は水スプレーによって行われ、減圧は電熱ヒータによって行われる。
- C. PWR では、炉心内に軽水の沸騰により生じた蒸気ボイドが発生しないことが特徴であり、そのため、炉心の自己制御性に重要な反応度係数は、減速材温度係数とドップラー係数である。
- D. PWR の燃料集合体には、制御棒案内管が設けられ、制御棒クラスタ、可燃性毒物が挿入できる構造となっており、分散的な配置とすることで出力分布への局所的な影響を小さくできる利点がある。

- 1. AとC
- 2. AとD
- 3. BとC
- 4. BとD
- 5. CとD

【No.22】 沸騰水型軽水炉（BWR）に装荷される燃料集合体設計の説明に関する次の記述のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- A. 燃料集合体中央部の燃料棒出力が高くなるのを抑制するため、燃料集合体中央部の燃料棒濃縮度を高く、周辺部の燃料棒濃縮度を低く設計し、燃料集合体内の燃料棒の出力分布の平坦化を図っている。
- B. 沸騰水型軽水炉では、炉心上部でのボイド率が大きくなるため、軸方向出力分布が炉心下部で大きくなる傾向がある。そのため、制御棒を途中まで挿入するとともに、燃料集合体の軸方向に濃縮度分布と可燃性毒物濃度分布をつけて、軸方向出力分布の平坦化を図っている。
- C. 燃焼初期の過大な余剰反応度を抑制するため可燃性毒物が用いられる。可燃性毒物は、吸収断面積の大きなホウ素を含むホウケイ酸ガラスが用いられている。
- D. 運転中の燃料集合体内部は、平均で約 40%（炉心出口では約 70%以上）のボイド率となるため、中性子減速が不十分な状態になる。そのため、燃料集合体中心部に太径のウォーターロッドを配置し、中性子減速の不足を緩和する設計としている。

- 1. AとB
- 2. AとC
- 3. BとC
- 4. BとD
- 5. CとD

【No.23】 国内の加圧水型軽水炉（PWR）での外部電源喪失事象に関して、次のア～エに当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

外部電源喪失とは、アの故障等により、原子炉施設が停電状態となる状態をいう。原子炉施設において、外部電源喪失が発生した場合、制御棒クラスタがイで炉心に挿入され原子炉が停止するとともに、一次冷却材ポンプや主給水ポンプ等の設備への給電が長期的に停止する。この場合でも、原子炉を安定的に冷却等するために、原子炉施設にはウが設置されており、ウから補助給水ポンプに給電することにより蒸気発生器へ水を供給するとともに、蒸気発生器で発生した蒸気はエから放出する。これにより、炉心の崩壊熱は、二次系統の冷却に伴う一次冷却材の自然循環により除熱される。

	ア	イ	ウ	エ
1.	非常用 ディーゼル発電機	手動	送電系統	主蒸気逃がし弁
2.	非常用 ディーゼル発電機	自動	送電系統	加圧器逃がし弁
3.	送電系統	手動	非常用 ディーゼル発電機	加圧器逃がし弁
4.	送電系統	自動	非常用 ディーゼル発電機	加圧器逃がし弁
5.	送電系統	自動	非常用 ディーゼル発電機	主蒸気逃がし弁

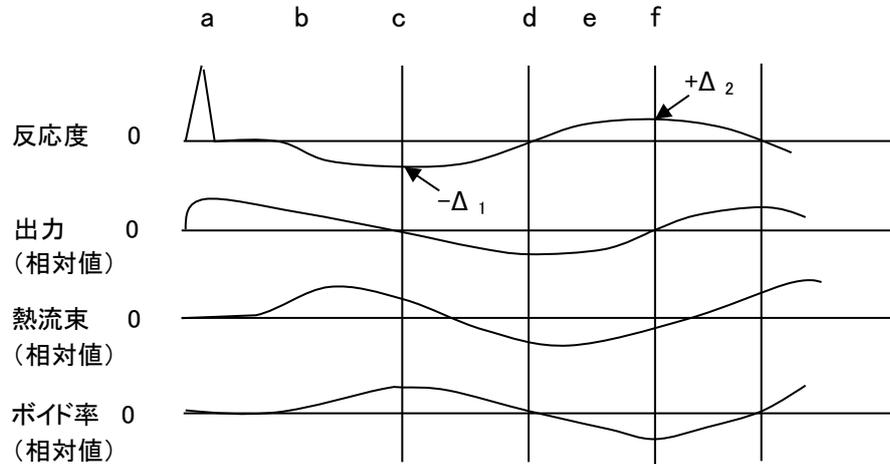
【No.24】 加圧水型軽水炉（PWR）における減速材温度による反応度フィードバックに関する次の記述について、ア～カに当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

減速材温度による反応度フィードバックの効果は冷却材中のホウ素濃度によって影響を受ける。

運転サイクル初期には、燃料の有する余剰反応度を補償するため、冷却材中のホウ素濃度を「ア」しており、冷却材温度が変化した場合のホウ素濃度の変化も「イ」。そのため、冷却材温度の上昇に対して、減速材である水の密度低下による「ウ」の反応度効果と、中性子吸収材であるホウ素の密度低下による「エ」の反応度効果が打ち消しあい、減速材温度係数は負であるが小さな値となる。運転サイクル末期では、冷却材中のホウ素濃度は「オ」、 「カ」の密度低下の効果が支配的となり、減速材温度係数は負の大きな値となる。

	ア	イ	ウ	エ	オ	カ
1.	高く	大きい	負	正	低く	水
2.	高く	大きい	負	正	低く	ホウ素
3.	高く	大きい	正	負	低く	水
4.	低く	小さい	負	正	高く	ホウ素
5.	低く	小さい	正	負	高く	水

【No.25】 沸騰水型軽水炉（BWR）の炉心不安定性のメカニズムを説明した次の図に関する記述のア～オに当てはまるものの組合せとして、最も妥当なものはどれか。



- a. 反応度に外乱が入る。 → 出力上昇
- b. (ア)が遅れて上昇 → ボイド率が上昇 → 負の反応度 → 出力低下開始
- c. 最初の熱流束上昇で発生した余剰ボイドが炉心から流出  
→ ボイド率極大、(イ)極小、ボイド率低下開始、(ウ)は引き続き低下
- d. ボイド率が初期値に一致 → 反応度=0、出力変化率=0  
熱流束、(エ)は引き続き低下
- e. ボイド率は初期値以下 → (オ) → 出力上昇、熱流束も遅れて上昇
- f. ボイド率低下が止まり、上昇を開始、反応度極大

これらの過程において、 $|\Delta_1| < |\Delta_2|$  なら不安定。

	ア	イ	ウ	エ	オ
1.	熱流束	反応度	出力	ボイド率	反応度負
2.	熱流束	反応度	出力	ボイド率	反応度正
3.	熱流束	反応度	反応度	出力	反応度正
4.	反応度	熱流束	反応度	出力	反応度負
5.	反応度	熱流束	反応度	ボイド率	反応度正

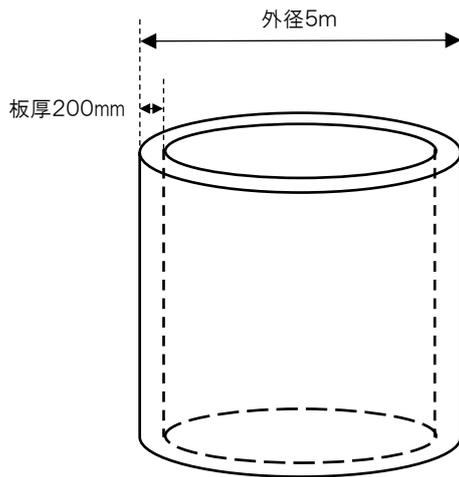
【No.26】 ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料（MOX 燃料）を軽水炉用燃料として用いる場合、プルトニウムの核特性から核設計上考慮しなければならない点を示した次の記述について、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- A. 制御棒反応度価値及びホウ素の反応度価値が減少し、原子炉停止余裕が減少する。
- B. 減速材温度係数及びボイド係数がより負となり、冷温時と出力運転時の反応度差が大きくなる。
- C. 中性子の共鳴吸収が小さくなるため、ドップラー係数がより正側に移行する。
- D. MOX 燃料を装荷された炉心の実効遅発中性子割合は増加する。

- 1. AとB
- 2. AとC
- 3. BとC
- 4. BとD
- 5. CとD

【No.27】 下図のような外径 5 m、板厚 200 mm の薄肉円筒の圧力容器に 12.0 MPa の内圧が負荷されている場合、円周方向の応力、軸方向の応力として正しいのはどれか。

なお、構造不連続部の応力集中は無視できるものとする。



- |    |        |         |       |         |
|----|--------|---------|-------|---------|
| 1. | 円周方向応力 | 69 MPa  | 軸方向応力 | 138 MPa |
| 2. | 円周方向応力 | 75 MPa  | 軸方向応力 | 150 MPa |
| 3. | 円周方向応力 | 138 MPa | 軸方向応力 | 69 MPa  |
| 4. | 円周方向応力 | 144 MPa | 軸方向応力 | 72 MPa  |
| 5. | 円周方向応力 | 150 MPa | 軸方向応力 | 75 MPa  |

【No.28】 原子炉の燃料被覆管に関する次の記述のア～オに当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

軽水炉の燃料被覆管には主にジルコニウム合金が用いられている。ジルコニウムが用いられるようになった理由は、熱中性子吸収断面積が **ア**、中性子経済に優れていること、冷却水に対する耐食性や燃料との両立性も良く、適度な機械的性質を有していることが挙げられる。燃料被覆管は、使用中の炉内での中性子照射により、その機械的性質のうち **イ** は増加し、 **ウ** は低下する。

このように、軽水炉の燃料被覆管の材料として主にジルコニウム合金が用いられているが、高速増殖炉では高温強度及びナトリウムとの共存性のよい **エ** が、高温ガス炉では耐熱性に優れた **オ** で被覆した被覆粒子燃料が用いられている。

	ア	イ	ウ	エ	オ
1.	小さく	強度	延性	セラミックス	ステンレス
2.	小さく	強度	延性	ステンレス	セラミックス
3.	小さく	延性	強度	ステンレス	セラミックス
4.	大きく	強度	延性	セラミックス	ステンレス
5.	大きく	延性	強度	ステンレス	セラミックス

【No.29】 発電用軽水炉燃料に関する次の記述のア及びイに当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

ウラン 235 を約 3～5%に濃縮し、二酸化ウラン（融点  °C）の粉末にして焼き固めた  が、発電用軽水炉燃料に使用されている。

- |    | ア       | イ     |
|----|---------|-------|
| 1. | 約 280   | ペレット  |
| 2. | 約 1,200 | キャニスタ |
| 3. | 約 1,200 | ペレット  |
| 4. | 約 2,800 | キャニスタ |
| 5. | 約 2,800 | ペレット  |

【No.30】 プルトニウムの性質に関する次の記述のア～ウに当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

プルトニウムは、原子番号  で、複数の放射性同位体が知られている。そのうち、プルトニウム 239 は、物理的半減期が  年で、 崩壊する核種である。

- |    | ア  | イ         | ウ        |
|----|----|-----------|----------|
| 1. | 92 | 約 2 万 4 千 | $\beta$  |
| 2. | 93 | 約 2 万 4 千 | $\alpha$ |
| 3. | 93 | 約 24 万    | $\beta$  |
| 4. | 94 | 約 2 万 4 千 | $\alpha$ |
| 5. | 94 | 約 24 万    | $\beta$  |

【No.31】  $\text{UF}_6$ （六フッ化ウラン）の性質に関する次の記述のうち、正しいものを全て挙げているのはどれか。

- A. 常温では固体である。
- B. 1気圧の下、約  $56^\circ\text{C}$  で昇華し気体になる。
- C. 水と反応し、フッ化水素を生ずる。
- D. 比較的安定しており、吸入しても放射線影響をもたらすことはない。

- 1. A、C
- 2. B、C
- 3. A、B、C
- 4. A、B、D
- 5. B、C、D

【No.32】 使用済燃料の再処理のための Purex（ピューレックス）法において、TBP（リン酸トリブチル）を用いた溶媒抽出法により分離を行う際、TBP を含む有機溶媒に抽出されやすい価数と元素の組合せとして最も妥当なのはどれか。ここでは、30%TBP 及び 70%n-ドデカンを混合した有機溶媒と  $2\text{ mol/l}$  の硝酸水溶液を、ともに  $30^\circ\text{C}$  に保った状態で抽出操作を行うものとする。

- 1. 5 価の Np、3 価の Pu
- 2. 5 価の Np、4 価の Pu
- 3. 6 価の Np、3 価の Pu
- 4. 6 価の U、3 価の Pu
- 5. 6 価の U、4 価の Pu

【No.33】 濃縮工程に関する次の記述のア～エに当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

発電用軽水炉で使用する燃料を製造するためには、ウラン 235 の比率を 3～5% に引き上げる必要がある。この工程を濃縮工程という。濃縮方法のうち、法では、原料の気体状のウラン化合物を高速回転中の機に入れると、ウラン 235 とウラン 238 のにより、ウラン 238 の比率が大きいウランはに、ウラン 235 の比率が引き上げられたウランはに分離される。

	ア	イ	ウ	エ
1.	遠心分離	質量の差	円周側	軸側
2.	遠心分離	質量の差	軸側	円周側
3.	遠心分離	沸点の差	減損流	濃縮流
4.	ガス拡散	質量の差	軸側	円周側
5.	ガス拡散	沸点の差	減損流	濃縮流

【No.34】 核燃料サイクルに関する次の記述のア～ウに当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

ウラン精鉱とは、ウラン鉱石を精錬したもので、イエローケーキともいう。原子炉用燃料を製造するいくつかの工程のうち、で使用するため、イエローケーキをによりにする必要がある。

	ア	イ	ウ
1.	濃縮工程	転換工程	六フッ化ウラン
2.	濃縮工程	転換工程	二酸化ウラン
3.	転換工程	濃縮工程	六フッ化ウラン
4.	転換工程	濃縮工程	二酸化ウラン
5.	再転換工程	転換工程	六フッ化ウラン

【No.35】 使用済燃料の再処理の事業に関する規則に関する次の記述のア～エに当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

使用済燃料の再処理の事業に関する規則

(昭和四十六年三月二十七日総理府令第十号)

(重大事故)

第一条の三 法第四十四条の二第一項第二号の原子力規制委員会規則で定める重大な事故は、設計上定める条件より厳しい条件の下において発生する事故であつて、次に掲げるものとする。

- 一 セル内において発生する  ア
- 二 使用済燃料から分離された物であつて液体状のもの又は液体状の放射性廃棄物を  イ 機能が喪失した場合にセル内において発生する蒸発乾固
- 三 放射線分解によつて発生する  ウ が再処理設備の内部に滞留することを防止する機能が喪失した場合にセル内において発生する  ウ による爆発
- 四 セル内において発生する有機溶媒その他の物質による火災又は爆発（前号に掲げるものを除く。）
- 五 使用済燃料貯蔵設備に貯蔵する使用済燃料の著しい損傷
- 六 放射性物質の  エ （前各号に掲げる事故に係るものを除く。）

	ア	イ	ウ	エ
1.	臨界事故	冷却する	酸素	放出
2.	臨界事故	冷却する	水素	漏えい
3.	臨界事故	遮へいする	水素	漏えい
4.	漏えい	冷却する	酸素	放出
5.	漏えい	遮へいする	水素	拡散

【No.36】 放射線防護の目標に関する次の記述のア～エに当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

放射線防護は、種々の立場からそれぞれ異なった目標をもって行われているが、  
アではその目標を以下のように述べている。即ち、人間の被ばくを伴う諸活動に対し、適切に安全な諸条件を作り上げ維持することであり、具体的にはイな影響を防止し、またウ影響を容認できると思われるレベルにまで制限すること、またエを伴う行為が確実に正当とされるようにすることである。

	ア	イ	ウ	エ
1.	国際原子力機関	確率的	確定的	放射線遮へい
2.	国際原子力機関	確率的	確定的	放射線被ばく
3.	国際放射線防護委員会	確率的	確定的	放射線遮へい
4.	国際放射線防護委員会	確定的	確率的	放射線遮へい
5.	国際放射線防護委員会	確定的	確率的	放射線被ばく

【No.37】 炭素 14 法（年代測定法）に関する次の記述のア～エに当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

天然の放射性核種である  $^{14}\text{C}$  は、大気中で  $^{14}\text{N}$  が宇宙線によってアを起こし、作られている。一方作られた  $^{14}\text{C}$  はイを半減期とする  $\beta$  壊変を起こし、安定同位元素 ( $^{14}\text{N}$ ) に戻る。この平衡により、 $\text{CO}_2$  等の中に含まれる  $^{14}\text{C}$  の割合が維持されている。

生物は、生存している間は  $\text{CO}_2$  を摂取しており、 $^{14}\text{C}$  のこの割合を維持するが、死後は摂取が止まるため、 $^{14}\text{C}$  はウしていく。

この原理を利用し、動植物等に含まれる  $^{14}\text{C}$  のエを計ることで、死後の経過年数を推定する方法が、炭素 14 法（年代測定法）である。

	ア	イ	ウ	エ
1.	核転移	約 5,700 年	再転換に従い増加	重量比率
2.	核転移	約 57 万年	再転換に従い増加	存在比率
3.	核変換	約 5,700 年	再転換に従い増加	存在比率
4.	核変換	約 5,700 年	半減期に従い減衰	存在比率
5.	核変換	約 57 万年	半減期に従い減衰	重量比率

【No.38】 放射線施設の遮へいに関する次の記述のア～エに当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

放射線施設の遮へい評価を行う際の線量評価手法としては、一般的には以下の方法がある。

光子による影響を評価する方法としては、透過率データを用いる方法、実効線量  係数を用いる方法、実効換算係数を用いる方法などがある。

$\beta$ 線により影響を評価する方法としては、まず、 $\beta$ 線の  を考慮し、その後  $\beta$ 線が遮へい物により止まる際に発生する  に対する実効線量率定数を考慮する。

放射線発生装置を使用する場合など複雑な施設を評価する方法としては、実効線量率や実効線量の透過率を用いる方法もあるが、実際には  を用いた遮へい計算コードを用いて計算することが多い。

	ア	イ	ウ	エ
1.	減衰	最大飛程	制動粒子	モンテカルロ法
2.	減衰	最小飛程	制動放射線	TOF法
3.	ビルドアップ	最大飛程	制動放射線	モンテカルロ法
4.	ビルドアップ	最大飛程	制動粒子	TOF法
5.	ビルドアップ	最小飛程	制動粒子	モンテカルロ法

【No.39】 密封された放射性同位元素である  $^{192}\text{Ir}$ 、 $370 \text{ GBq} \times 1$  個が保管されているものとする。このとき、線源点から  $5 \text{ m}$  の距離での実効線量を  $0.5 \text{ } \mu\text{Sv/h}$  以下とするのに、必要な遮へいの組合せとして妥当なのはどれか。

ただし、 $^{192}\text{Ir}$  の実効線量率定数は、 $0.117 \text{ } [\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{h} \cdot \text{MBq})]$  とし、光子の実効線量透過率は、コンクリート： $50 \text{ cm}$  では  $0.00223$ 、鉛： $1 \text{ cm}$  では  $0.123$ 、鉄： $5 \text{ cm}$  では  $0.144$  とする。また、遮へい体厚さと実効線量透過率の対数は線形関係とする。

1. コンクリート： $50 \text{ cm}$ 、鉛： $0 \text{ cm}$ 、鉄： $5 \text{ cm}$
2. コンクリート： $50 \text{ cm}$ 、鉛： $1 \text{ cm}$ 、鉄： $0 \text{ cm}$
3. コンクリート： $0 \text{ cm}$ 、鉛： $1 \text{ cm}$ 、鉄： $5 \text{ cm}$
4. コンクリート： $0 \text{ cm}$ 、鉛： $1 \text{ cm}$ 、鉄： $10 \text{ cm}$
5. コンクリート： $0 \text{ cm}$ 、鉛： $2 \text{ cm}$ 、鉄： $5 \text{ cm}$

【No.40】 場の放射線を計る際に使用される測定器として、GM 管式サーベイメータ、シンチレーション式サーベイメータ、電離箱式サーベイメータなどがある。これらの測定器について述べている次の記述のうち正しいものの組合せはどれか。

- ア. GM 管式サーベイメータは、GM 管に入射した放射線の数に応じ、ガス増幅により大きなパルス電流を発生させ、それを検出する。入射した放射線の種類・エネルギーが分別できる。
- イ. GM 管式サーベイメータは、汚染検査に向いているが、窒息現象が起きるため、線源に近づく際は測定値以上の線量の可能性がないか注意が必要である。
- ウ. シンチレーション式サーベイメータは、純粋な結晶に入射した $\gamma$ 線やX線が励起現象を起こし、それにより放出される蛍光を増幅し検出する。微少な線量まで計ることができる。
- エ. 電離箱式サーベイメータは、測定器内の気体の電離量を、発生した電流を増倍し測定する。幅広いエネルギー帯を計測できるが、放射線の種類の分別ができない。

	ア	イ	ウ	エ
1.	正	正	誤	正
2.	正	誤	誤	正
3.	正	誤	誤	誤
4.	誤	正	正	正
5.	誤	正	誤	正

(空白)

(空白)

