

第1次試験地	受験番号	氏名

2019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】 $x=11$ の時に、下記の多項式 $F(x)$ の値として正しいものはどれか。

$$F(x) = 2x^5 - 21x^4 - 12x^3 + 14x^2 - 12x + 11$$

1. 12
2. 67
3. 242
4. 753
5. 1266

【No.2】 ある製品について、良品か不良品かを判断する検査がある。この検査では良品を良品と正しく判断する確率が $\frac{4}{5}$ 、不良品を不良品と正しく判断する確率が $\frac{7}{10}$ である。

いま、良品と不良品の数の比が 5:1 である製品の中から、ランダムに 1 個を選び出し、検査を行ったところ、良品と判断された。これが本当は不良品である確率はいくらか。

1. $\frac{1}{5}$
2. $\frac{1}{6}$
3. $\frac{3}{43}$
4. $\frac{7}{48}$
5. $\frac{1}{100}$

【No.3】 2018年9月6日に北海道胆振東部地震が発生し、その余震が約半年後の2019年2月21日に発生した。前者の地震の規模はマグニチュード6.7と推定され、後者はマグニチュード5.8と推定されている。地震の規模を表すマグニチュードMと地震のエネルギーE[J]の間には、およそ次の関係が成り立つ。

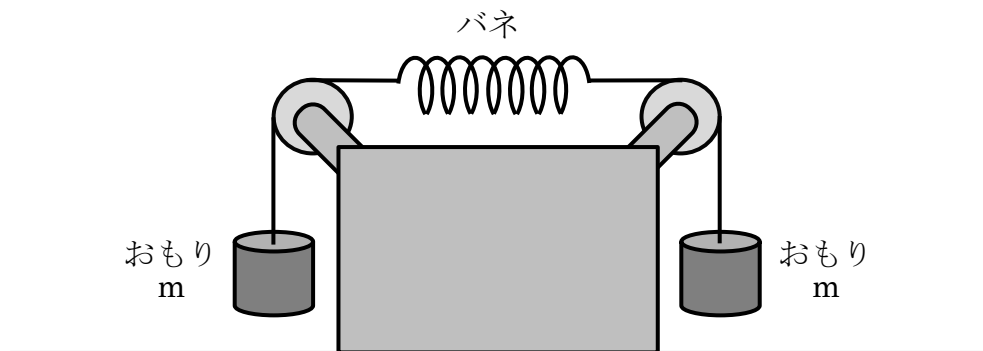
$$\text{Log}_{10}E = 4.8 + 1.5M$$

北海道胆振東部地震のエネルギーをE1[J]、その余震の地震のエネルギーをE2[J]とすると、E1/E2に最も近い値はどれか。

X	1	5	10	20	30	40	50
Log ₁₀ X	0	0.70	1.00	1.30	1.48	1.60	1.70

1. 10
2. 20
3. 30
4. 40
5. 50

【No.4】 質量mのおもりを鉛直につるすとき、Lだけ伸びるバネがある。このバネの両端にそれぞれ質量mのおもりが下図のように取り付けられている。このとき、バネの伸びに係る記載のうち、最も妥当なものはどれか。



1. バネは左にL、右にLだけ伸びるので、全体でバネの伸びは2Lとなる。
2. バネの伸びはおもりの質量の合計の二乗に比例し、バネの伸びは4Lとなる。
3. バネの片端を固定した場合と同じとなり、バネの伸びはLとなる。
4. おもりの質量の合計は2mだから、バネの伸びは2Lとなる。
5. バネの両端に働く力は互いに打ち消し合い、バネは伸びない。

【No.5】 すべての原子核の質量は、それを構成している個々の陽子および中性子の質量の和よりもわずかに小さい。この質量の差（質量欠損）をエネルギーの単位で表す場合は、結合エネルギーと呼ばれる。

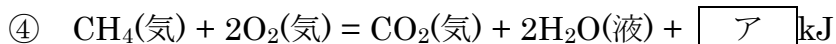
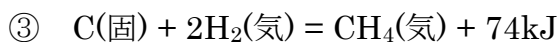
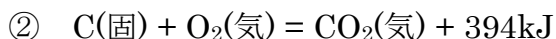
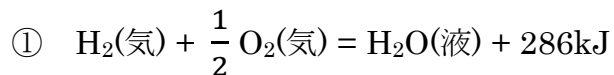
原子番号 Z 、質量数 A の原子核の場合、原子核の質量を M 、陽子と中性子の静止質量をそれぞれ m_p 、 m_n とするとき、結合エネルギーを表す式として正しいものはどれか。ただし、真空中の光の速さを c とする。

1. $(Zm_p + Am_n - M) c^2$
2. $(Zm_n + Am_p - M) c^2$
3. $\{(A - Z)m_p + Zm_n - M\} c^2$
4. $\{Z m_p + (A - Z)m_n - M\} c^2$
5. $\{A(m_p + m_n) - M\} c^2$

【No.6】 真空である xyz 空間上の点 $(0, 0, 0)$ に、電気量 Q の点電荷が置かれており、このときの点 $(2, 0, 0)$ における電界の大きさを $2E_0$ とする。さらに、点 $(3, 0, 0)$ にも電気量 $2Q$ の点電荷を置いた。このときの点 $(2, 0, 0)$ における電界の大きさとして最も妥当なのはどれか。

1. $10E_0$
2. $11E_0$
3. $12E_0$
4. $13E_0$
5. $14E_0$

【No.7】 以下の熱化学方程式が成り立つとき、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。



④の式における熱量 $\boxed{\text{ア}}\text{kJ}$ は $\text{CH}_4(\text{気})$ の $\boxed{\text{イ}}$ を表しており、④の式の反応は、 $\boxed{\text{ウ}}$ 反応である。

また、反応熱は反応の経路によらず、反応の最初の状態と最終の状態で決定するという法則を $\boxed{\text{エ}}$ の法則という。

	ア	イ	ウ	エ
1.	754	生成熱	吸熱	ヘス
2.	754	燃焼熱	発熱	ルシャトリエ
3.	892	燃焼熱	発熱	ルシャトリエ
4.	892	生成熱	吸熱	ルシャトリエ
5.	892	燃焼熱	発熱	ヘス

【No.8】 有機化合物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 メタン及びベンゼンは、いずれも炭化水素である。
- B メタノールを酸化すると酢酸が生成する。
- C エタノール及びジメチルエーテルは、互いに異性体である。
- D エチレン及びシクロヘキサンは、いずれもアルケンである。

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

【No.9】 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。

原子が1個の電子を放出して、1価の陽イオンになるのに必要なエネルギーを **ア** といい、一般に、**イ** の原子は **ア** の値が大きいという特徴を有する。また、原子が1個の電子を受け取って、1価の陰イオンになるときに放出するエネルギーを **ウ** といい、一般に、ハロゲンの原子は **ウ** の値が **エ** という特徴を有する。

- | | ア | イ | ウ | エ |
|----|-------------|--------|-------------|-----|
| 1. | 第一イオン化エネルギー | アルカリ金属 | 電子親和力 | 小さい |
| 2. | 電子親和力 | アルカリ金属 | 電気陰性度 | 大きい |
| 3. | 電子親和力 | 希ガス | 第一イオン化エネルギー | 小さい |
| 4. | 第一イオン化エネルギー | 希ガス | 電子親和力 | 大きい |
| 5. | 第一イオン化エネルギー | 希ガス | 電気陰性度 | 小さい |

【No.10】 原子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。

原子核は **ア** と **イ** から構成されている。**ア** の数は原子番号に等しく、その原子の化学的性質を定める。**ア** の数が等しく **イ** の数が異なる原子核又は原子を互いに **ウ** という。原子核の半径はおおよそ **エ** メートルと非常に小さい。

	ア	イ	ウ	エ
1.	陽子	中性子	同位体	$10^{-15} \sim 10^{-14}$
2.	陽子	中性子	同素体	$10^{-15} \sim 10^{-14}$
3.	陽子	中性子	同位体	$10^{-10} \sim 10^{-9}$
4.	中性子	陽子	同素体	$10^{-10} \sim 10^{-9}$
5.	中性子	陽子	同位体	$10^{-10} \sim 10^{-9}$

【No.11】 光子と物質との相互作用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。

ガンマ線やエックス線などの光子が物質中を移動すると、光電効果、**ア**、電子対生成などの現象により、光子から物質中の電子へとエネルギーが伝達される。これらの現象により、光子が物質中を距離 x 進むことで単位面積を通過する光子数 ϕ は $\phi(x) = \phi(0)e^{-\mu x}$ のように減少することが知られている。ここで、 μ は線減弱係数であり、物質中で散乱された光子の寄与は無視している。

コバルト 60 ガンマ線に対してコンクリート（密度 2.3g/cm^3 ）の線減弱係数が 0.14cm^{-1} であることから、その半価層は約 **イ** cm である。また、ここで、質量減弱係数 $\mu_m = \mu/\rho$ は物質の種類にあまり依存しないため、鉛（密度 11.3g/cm^3 ）の半価層は約 **ウ** cm となる。ただし、 ρ は物質の密度、 $\ln 2 = 0.693$ とする。

	ア	イ	ウ
1.	コンプトン散乱	5.0	1.0
2.	コンプトン散乱	0.5	1.0
3.	コンプトン散乱	5.0	10
4.	制動放射	0.5	10
5.	制動放射	5.0	10

【No.12】 ①熱中性子のエネルギー、②原子間の結合エネルギー及び③核子間の結合エネルギーの範囲をそれぞれ eV の単位で表した数値について、最も適切なものの組合せはどれか。
ただし、②については、1 原子と 1 原子間の共有結合のおよそのエネルギー範囲とする。

	①	②	③
1.	$\sim 10^{-2}$,	1~10,	$10^6\sim 10^7$
2.	$\sim 10^{-2}$,	$10^2\sim 10^3$,	$10^6\sim 10^7$
3.	$\sim 10^{-2}$,	1~10,	$10^3\sim 10^4$
4.	$\sim 10^{-4}$,	$10^2\sim 10^3$,	$10^3\sim 10^4$
5.	$\sim 10^{-4}$,	1~10,	$10^3\sim 10^4$

【No.13】 1 グラムのカリウムに含まれるカリウム 40 (^{40}K) はおよそ何ベクレルか。ただし、カリウム中の ^{40}K 質量割合を 0.012%、 ^{40}K の半減期を 4.0×10^{16} 秒、アボガドロ数を 6.0×10^{23} 、 $\ln 2 = 0.693$ とする。

1. 0.31
2. 1.5
3. 31
4. 150
5. 3100

【No.14】 元素の同位体に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A フッ素やナトリウムは、安定核種が1種しかない単核種元素である。
- B 自然に存在する鉛の同位体組成には変動がない。
- C 天然水中の水素の同位体組成は場所に依らず一定である。
- D ^{204}Pb , ^{206}Pb , ^{207}Pb , ^{208}Pb はいずれも安定な核種である。

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

【No.15】 原子炉において核分裂で毎秒当たり得られる出力は、1核分裂当たりの回収可能なエネルギーと原子炉全体の中で毎秒当たり起こっている核分裂数から求めることができる。1核分裂当たりの回収エネルギーを $E[\text{eV}]$ 、原子炉の出力を $P[\text{W}]$ 、 $1[\text{eV}] = 1.60 \times 10^{-19}[\text{J}]$ とすると、原子炉の中における1日当たりの核分裂数を表す式について、正しいものはどれか。

- 1. $5.40 \times 10^{23} \times \frac{P}{E}$
- 2. $6.25 \times 10^{17} \times \frac{P}{E}$
- 3. $5.40 \times 10^{23} \times \frac{E}{P}$
- 4. $6.25 \times 10^{17} \times \frac{E}{P}$
- 5. $5.40 \times 10^{23} \times EP$

【No.16】 核分裂についての以下の記述のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- A 核分裂による分裂片は、低・中エネルギー領域においては分裂前の質量の半分にピークを持つ連続分布となる。
- B ウランの熱中性子による核分裂によって発生するエネルギーは、分裂片の運動エネルギー、核分裂生成物からの放射線のエネルギー等からなり、核分裂あたりの放出エネルギーは約 200MeV 程度である。
- C 核分裂によって直ちに放出される中性子を即発中性子と呼ぶ。核分裂により放出される即発中性子の数は、入射する中性子のエネルギーに依存せず、 ^{235}U で約 2.4 個である。
- D 核分裂では放出される中性子のうち、1 秒から 1 分程度遅れて放出される中性子を遅発中性子と呼ぶ。遅発中性子は全核分裂中性子数の 1%以下であるので、原子炉の制御には大きな影響は与えない。
- E 自発核分裂は、基底状態からトンネル効果により自然に核分裂する現象であり、ウランくらいの質量数ではあまり起こらないが、カリホルニウムより大きな原子番号の核種では主たる壊変になりうる。

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

【No.17】 軽水炉における核分裂で発生した高速中性子は、主に軽水との弾性散乱により減速していく。エネルギー E_1 の中性子が散乱によってエネルギー E_2 になったとき、 $\ln(E_1/E_2)$ をレサジー変化と呼び、その平均値を $\bar{\xi}$ で表す。軽水の $\bar{\xi}$ を0.92としたとき、エネルギー2MeVで発生した中性子が1eVまで減速するために必要な軽水との平均衝突回数として正しいものはどれか。
ただし、 $\ln 2 = 0.693$ 、 $\ln 10 = 2.30$ とする。

1. 約 14.5
2. 約 15.8
3. 約 20.0
4. 約 91.3
5. 約 1730

【No.18】 「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」（平成2年8月30日 原子力安全委員会決定）においては、異常発生防止系（PS）及び異常影響緩和系（MS）のそれぞれに属する構築物、系統及び機器を、その有する安全機能の重要度に応じ、それぞれクラス1、クラス2及びクラス3に分類しているが、次の表のア～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。

分類		定義	安全機能
クラス1	PS-1	その損傷又は故障により発生する事象によって、 (a) 炉心の著しい損傷、又は (b) 燃料の大量の破損を引き起こすおそれのある構築物、系統及び機器	1) <input type="text" value="ア"/>
			2) 過剰反応度の印加防止機能
			3) 炉心形状の維持機能
	MS-1	1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧を防止し、敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物、系統及び機器	1) <input type="text" value="イ"/>
			2) 未臨界維持機能
			3) 原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能
			4) 原子炉停止後の除熱機能
			5) <input type="text" value="ウ"/>
			6) 放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能
2) 安全上必須なその他の構築物、系統及び機器	1) <input type="text" value="エ"/>		
	2) 安全上特に重要な関連機能		

- | | | | | |
|----|-----------------|------------|-----------------|-----------------|
| | ア | イ | ウ | エ |
| 1. | 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能 | 原子炉の緊急停止機能 | 事故時のプラント状態の把握機能 | 工学的安全施設及び原子炉停止系 |

2.	原子炉冷却材の循環機能	安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能	事故時のプラント状態の把握機能	使用済燃料プール冷却系
3.	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能	炉心冷却機能	工学的安全施設及び原子炉停止系
4.	原子炉冷却材の循環機能	原子炉の緊急停止機能	事故時のプラント状況の把握機能	使用済燃料プール冷却系
5.	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	原子炉の緊急停止機能	炉心冷却機能	工学的安全施設及び原子炉停止系

【No.19】 重大事故が発生した場合に想定される格納容器破損の形態（A群）とそれらに対する対策例（B群）の組合せとして最も妥当なものはどれか。

< A群 >

- ① 雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）
原子炉格納容器内へ流出した高温の原子炉冷却材及び熔融炉心の崩壊熱等の熱によって発生した水蒸気、金属－水反応によって発生した非凝縮性ガスなどの蓄積によって、原子炉格納容器内の雰囲気圧力・温度が緩慢に上昇し原子炉格納容器が破損する場合がある。
- ② 高压熔融物放出／格納容器雰囲気直接過熱
原子炉圧力容器が高い圧力の状況で損傷すると、熔融炉心並びに水蒸気及び水素が急速に放出され、原子炉格納容器に熱的・機械的な負荷が発生して原子炉格納容器が破損する場合がある。
- ③ 水素燃焼
原子炉格納容器内に酸素等の反応性のガスが混在していると、水－ジルコニウム反応等によって発生した水素と反応することによって激しい燃焼が生じ、原子炉格納容器が破損する場合がある。
- ④ 熔融炉心・コンクリート相互作用
原子炉圧力容器内の熔融炉心が原子炉格納容器内の床上へ流れ出し、熔融炉心からの崩壊熱や化学反応によって、原子炉格納容器床のコンクリートが浸食され、原子炉格納容器の構造部材の支持機能が喪失する場合がある。

< B群 >

- ア) 触媒式再結合装置（PAR）、原子炉格納容器内の不活性化（窒素注入）
- イ) 原子炉冷却材圧力バウンダリの減圧設備
- ウ) 原子炉格納容器下部注水設備
- エ) 格納容器圧力逃がし装置、格納容器再循環ユニット

- 1. ①－エ, ②－ウ, ③－イ, ④－ア
- 2. ①－ア, ②－エ, ③－イ, ④－ウ
- 3. ①－イ, ②－エ, ③－ウ, ④－ア
- 4. ①－エ, ②－イ, ③－ア, ④－ウ
- 5. ①－イ, ②－ウ, ③－ア, ④－イ

【No. 20】 使用済燃料プール中の使用済燃料の残留熱（崩壊熱）を除去するため、プール水を対向流型の熱交換器に送り、この残留熱の全てを二次側の水で冷却する。系統は定常状態であるとする。熱交換器の一次側（プール側）の入口温度 T_{1in} を 55°C 、出口温度 T_{1out} を 35°C とし、また、二次側の水の入口温度 T_{2in} を 25°C 、出口温度 T_{2out} を 35°C とする。この熱交換器の除熱量の設計値を $430[\text{kW}]$ とすると、必要な伝熱面積として最も近い値はどれか。

ただし、熱交換器の熱交換率を $1[\text{kW} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}]$ とし、熱交換器の熱交換量は、対数平均温度差に比例するものとする。また、水の比熱と熱交換率は温度によらず一定とし、 $\ln 2 = 0.693$ とする。

※対数平均温度差 $= (\Delta T_b - \Delta T_a) / \ln(\Delta T_b / \Delta T_a)$ 、 $\Delta T_a = T_{1in} - T_{2out}$ 、
 $\Delta T_b = T_{1out} - T_{2in}$

1. 25m^2
2. 30m^2
3. 35m^2
4. 40m^2
5. 45m^2

【No.21】 一般的な加圧水型発電用原子炉（PWR）の系統に関する記述のうち、
妥当なものはどれか。

1. 補助給水系は、電動補助給水ポンプ、タービン動補助給水ポンプ、1次系との接続配管、弁類等で構成されるシステムであり、通常の給水系統の機能が失われた場合に蒸気発生器に給水するシステムである。
2. 高圧注入系は、高圧注入ポンプ、1次系との接続配管、弁類等で構成されるシステムであり、非常用炉心冷却設備作動信号により高圧注入ポンプを手動起動させ、燃料取替用水タンクのほう酸水を1次系に注入するシステムである。
3. 蓄圧注入系は、高圧ガスと水を保有するタンク、1次系との接続配管、逆止弁等で構成されるシステムであり、冷却材喪失事故等により1次系圧力がタンク内圧力より低くなると自動的にタンク保有水をガスの膨張力により注入するシステムである。
4. 低圧注入系は、余熱除去ポンプ、余熱除去冷却器、1次系との接続配管、弁類等で構成されるシステムであり、非常用炉心冷却設備作動信号により余熱除去ポンプが自動起動し、燃料取替用水タンクの純水を1次系に注入するシステムである。
5. 原子炉格納容器スプレー系は、格納容器スプレーポンプ、格納容器スプレー冷却器、よう素除去薬品タンク、配管及び弁類等で構成されるシステムであり、非常用炉心冷却設備作動信号により格納容器スプレーポンプが自動起動し、燃料取替用水タンクのほう酸水を格納容器内にスプレーするシステムである。

【No.22】 沸騰水型発電用原子炉（BWR）の異常時の制御に関する次の記述のうち、誤ったものはどれか。

1. 制御棒の自動挿入による原子炉緊急停止に失敗した場合には、ほう酸水注入系（SLC）により、炉心にほう酸水を注入し、原子炉を停止させる。
2. 原子炉を緊急停止する場合には、制御棒の緊急挿入を行うとともに、原子炉再循環ポンプを起動し、炉心流量を確保することにより、燃料の破損を防止する。
3. 原子炉冷却材喪失により過度に原子炉水位が低下した場合には、非常用炉心冷却系（ECCS）により、炉心への注水を行い、燃料の破損を防止する。
4. タービントリップが発生した場合には、過度に原子炉圧力が上昇することを防止するため、タービンバイパス弁が開放され、原子炉圧力を制御する。
5. 主蒸気系の隔離が発生した場合には、過度に原子炉圧力が上昇することを防止するため、主蒸気逃がし安全弁が開放され、原子炉圧力の上昇を抑制する。

【No.23】 原子力プラントで用いられている PID 制御に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

1. P 動作（比例動作）は、偏差に比例する操作量を生成し、P 動作のみによる制御方式では、制御量に定常偏差が残る。
2. I 動作（積分動作）は、過去の偏差の累積（積分）に比例する操作量を生成し、P 動作のみの制御において残る制御量の定常偏差を除去する機能がある。
3. D 動作（微分動作）は、偏差の微分に比例する操作量を生成し、I 動作による過渡特性を抑制することより、系を早く安定化させる機能がある。
4. PID 制御の伝達関数は、 $G(s)=K_p(1+T_I s+1/T_D s)$ である。なお、 K_p は比例ゲインと呼ばれ、 T_I 、 T_D はそれぞれ積分時間、微分時間と呼ばれる。
5. PID 制御系の減衰特性を適正化するため、PID 定数（ K_p 、 T_I 、 T_D ）を調整し最適な設定とする。

【No.24】 熱中性子炉の運転に大きな影響を及ぼす核分裂生成物の毒作用について、最も重要な毒物であるキセノン ^{135}Xe の変化に関する以下の記述のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- A 原子炉が十分長い間運転され、 ^{135}Xe が平衡状態に達したときの ^{135}Xe の原子個数密度は、 ^{135}Xe の微視的吸収断面積、独立核分裂収率と崩壊定数及び炉心の巨視的核分裂断面積と中性子束のみから求められる。
- B 一般的な軽水炉において、 ^{135}Xe が平衡状態に達した後、原子炉がスクラムすると、 ^{135}Xe の原子個数密度は約 50 時間後に最大となり、その後減少する。
- C 軽水炉の運転サイクル末期のような余剰反応度が低下している状態で原子炉がスクラムした場合、 ^{135}Xe による負の反応度によって原子炉が再起動できない期間が生じる可能性がある。
- D 一般的な軽水炉において、 ^{135}Xe の原子個数密度は空間的・時間的な振動を生じることがある。これはキセノン振動と呼ばれ、原子炉の運転に影響を与えることがある。

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

【No.25】 沸騰水型原子力発電所（BWR）における燃料管理に関する次の記述の
ア～エに当てはまる語句の組合せとして最も妥当なものはどれか。

- A 燃料加工工場で製造された燃料集合体は、定期検査に合わせて発電所に輸送される。発電所に到着した新燃料については、受取検査を行い、外観や主要な寸法の検査により、の異常の有無を確認する。
- B 定期検査中の燃料取替作業として、使用済燃料を使用済燃料プールに取り出し、新燃料を装荷するとともに、炉内でのシャッフリング（配置替え）を行う。燃料装荷後には、水中テレビカメラを用いて燃料が取替計画どおりに配置されているか、の確認を行う。
- C 定期検査時には、の燃料の健全性を確認するため、燃料集合体外観検査が行われ、水中テレビカメラなどを用いて、損傷や変形の有無、燃料棒間隔の変化などを確認する。
- D 原子炉から取り出された使用済燃料は使用済燃料プールに保管し、一定期間以上冷却した後、再処理施設に搬出される。近年、発電所内の貯蔵容量の増強を目的に、ラックの稠密化（リラッキング）やでの貯蔵などの対策が講じられている。

	ア	イ※	ウ	エ
1.	輸送中	種類	照射中	乾式貯蔵キャスク
2.	製造中	種類	使用済	湿式貯蔵キャスク
3.	製造中	種類	使用済	乾式貯蔵キャスク
4.	製造中	種類及び番号	照射中	湿式貯蔵キャスク
5.	輸送中	種類及び番号	照射中	乾式貯蔵キャスク

※ 種類とはBWRにおける9×9燃料などの燃料タイプをいう。また、番号とは燃料集合体を特定する識別番号をいう。

【No.26】 加圧水型軽水炉（PWR）に用いられる燃料の設計に関して、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に燃料の健全性を維持するように、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。

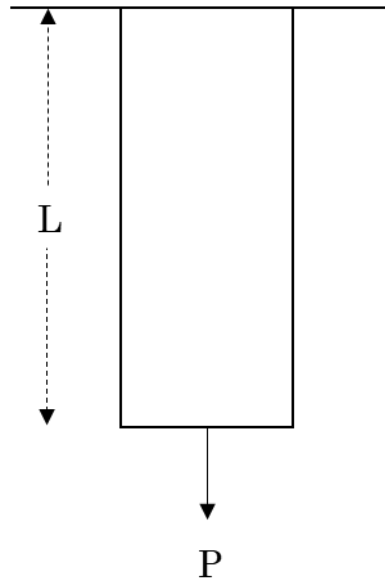
- A 燃料最高温度は二酸化ウランの溶融点未満であること。
- B 被覆に生ずる円周方向引張ひずみの変化量は各過渡変化に際して3%を超えないこと
- C ドップラ係数は負であり、減速材温度係数は運転状態で正であること。
- D 最小DNBR（最小限界熱流束比）は通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時にあっては、許容限界値以上でなければならない。

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

【No.27】 原子炉材料の腐食や経年劣化に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- 1. 低サイクル疲労損傷は、温冷水の混合部位などに生じる多数回の温度変化や微振動が要因となって発生する現象である。
- 2. 応力腐食割れは、材料因子、環境因子、応力因子の3つの因子がある条件を満たした場合に発生する現象である。
- 3. エロージョンとは、炭素鋼や低合金鋼などの表面の保護被膜が、流動水や水・蒸気混合物中への溶出により腐食が促進される化学的作用が支配的な現象である。
- 4. 中性子照射脆化とは、金属材料が中性子の照射を受けて結晶構造の中に微小な欠陥等が生じ、靱性が増加する現象である。
- 5. コンクリート構造物のコンクリートは、中性子及びガンマ線の照射による発熱で水分逸散が生じることにより鉄筋の保護機能が失われ、鉄筋が腐食して膨張し、ひび割れることがある。

【No.28】 断面一様な棒の上端を固定して、下方に引張荷重 P を加える。比重 ρ 、断面積 A 、長さ L 、縦弾性係数 E とする場合、棒全体の伸びとして正しいものはどれか。



1. $AE L(P + AL\rho)$
2. $\frac{L}{AE} (P + \frac{AL\rho}{2})$
3. $\frac{L(P+\rho)}{AE}$
4. $\frac{AE}{L} (P + \frac{AL\rho}{2})$
5. $\frac{AE}{L} (P + AL\rho)$

【No.29】 プルトニウムの性質と特徴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

プルトニウムは、原子炉内の核反応により生成し、代表的な α 放射体と見なされている。プルトニウムの **ア** はウランに比較してはるかに大きいため、放射線防護の観点から嚴重な **イ** が必要である。プルトニウムの代表的な同位体であるプルトニウム 239 の半減期は **ウ** 年である。

	ア	イ	ウ
1.	比放射能	閉込め対策	2.4 万
2.	比表面積	拡散対策	2.4 万
3.	比放射能	拡散対策	24 万
4.	比表面積	衝撃対策	24 億
5.	比放射能	閉込め対策	24 億

【No.30】 二酸化ウラン (UO_2) 燃料の性質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。

燃料集合体の燃料棒に使われる UO_2 は融点が約 **ア** $^{\circ}C$ と金属 U に比べて高く、化学的にも極めて安定な化合物であり、熱伝導率は $1,000^{\circ}C$ で約 **イ** W/mK である。 UO_2 ペレットは、低濃縮ウランを用いた UO_2 粉末を圧縮し、**ウ** 工程により製造される。 UO_2 の理論密度は約 **エ** g/cm^3 であるが、 UO_2 ペレットは空孔を有し、その密度は理論密度の 95～98% である。

	ア	イ	ウ	エ
1.	2,800	3	焼結	19
2.	2,800	3	焼結	11
3.	640	30	焼鈍	11
4.	1,900	3	焼結	19
5.	1,900	30	焼鈍	19

【No.31】 ウラン 235 (^{235}U) とプルトニウム 239 (^{239}Pu) の核分裂収率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。

^{235}U と ^{239}Pu の核分裂反応による核分裂収率は、質量数が を中心とした 2 つのピークを示すが、質量数が低い方のピーク位置は ^{235}U と ^{239}Pu とで異なり、 ^{239}Pu のピーク位置は ^{235}U に比べて にずれている。このことは、使用済燃料の再処理施設で発生する不溶解残渣中に含まれるモリブデン、テクネチウム、ルテニウム、ロジウム、パラジウムが多くなることを示している。また、 ^{235}U の方が ^{239}Pu に比べてクリプトンの核分裂収率は 。

	ア	イ	ウ
1.	80 と 153 付近	低質量数側	低い
2.	96 と 137 付近	高質量数側	低い
3.	80 と 153 付近	高質量数側	低い
4.	96 と 137 付近	高質量数側	高い
5.	96 と 137 付近	低質量数側	高い

【No.32】 燃料ペレットにおける核分裂生成ガス (FP ガス) のふるま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。

燃料ペレットから FP ガスとして放出されるクリプトンやキセノンは、燃料棒内のペレット-被覆管ギャップの を低下させる。これは、燃料温度の と燃料棒内の圧力 を引き起こす。一方、ペレット内に留まった FP ガスが気泡として析出すると、ペレットを大きく させ、ペレット-被覆管機械的相互作用 (PCMI) を増大させる。

	ア	イ	ウ
1.	熱伝達率	低下	照射脆化
2.	線出力密度	低下	スエリング
3.	熱伝達率	上昇	スエリング
4.	線出力密度	低下	照射脆化
5.	熱伝達率	上昇	リッジング

【No.33】 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号）の条文に基づき、燃料の加工施設において行われる各プロセス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。

核燃料物質の「加工」とは、核燃料物質を原子炉で燃料として使用できる形状又は組成とするために、これを物理的又は化学的方法により処理することをいい、転換、濃縮、再転換、の4つの工程から構成される。

転換とは、されたウラン、又は使用済み燃料の再処理で得られた回収ウランを濃縮しやすいに変換する工程をいう。

濃縮とは、転換後のウラン中のの含有率を高める工程をいう。

再転換とは、濃縮されたを原子炉で使用するとする工程をいう。

	ア	イ	ウ	エ	オ
1.	使用	精製	四フッ化ウラン (UF ₄)	ウラン 238	二酸化ウラン
2.	再処理	使用	六フッ化ウラン (UF ₆)	プルトニウム 239	MOX（混合 酸化物）
3.	成型加工	精製錬	六フッ化ウラン (UF ₆)	ウラン 235	二酸化ウラン
4.	廃棄	精製	水酸化ウラニル	ウラン 235	MOX（混合 酸化物）
5.	成型加工	精製錬	六フッ化ウラン (UF ₆)	プルトニウム 239	二酸化ウラン

【No.34】 使用済燃料の再処理においてウラン、プルトニウムを分離・精製する、PUREX法のプロセス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。

使用済燃料をせん断して硝酸により溶解し、この溶液の硝酸濃度を適切に調整した後に 30% を用いて抽出操作を行うことで、所定のウラン、プルトニウムを の形態で 相に抽出し、大部分の 及びマイナーアクチノイド (MA) を 相に残すことができる。

	ア	イ	ウ	エ	オ
1.	二塩化トリグリコール	6 価	有機	コバルト	水
2.	リン酸トリブチル (TBP)	錯体	水	核分裂生成物 (FP)	有機
3.	ジブチルカルビトール (ジエチレングリコールジブチルエーテル)	4 価	水	マンガン	有機
4.	リン酸トリブチル (TBP)	錯体	有機	核分裂生成物 (FP)	水
5.	ヘキソン (メチルイソブチルケトン)	酸化物	水	酸化物	有機

【No.35】 サイクル施設から発生する放射性廃棄物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。

TRU廃棄物（長半減期低発熱放射性廃棄物）は、再処理施設やMOX（混合酸化物）燃料加工施設の操業等にもない発生する低レベル放射性廃棄物であって、廃溶媒、廃銀吸着材、、スラッジ、可燃・難燃・不燃の雑固体廃棄物などがあり、その種類や性状は多種・多様である。

TRU廃棄物は、などを除いて低発熱性であり、燃料の核分裂により生成するストロンチウム 90、、セシウム 137 等の核分裂生成物（FP）のほか、燃料が中性子を吸収することにより生成するプルトニウム 239、アメリシウム 241 等のを含み、、コバルト 60 等の放射化生成物（AP）も含まれる。また、MOX燃料加工施設の場合には、ウランとプルトニウムが含まれている。なお、再処理施設で発生する放射性廃棄物は、以外は低レベル放射性廃棄物である。

	ア	イ	ウ	エ	オ
1.	低レベル濃縮 廃液	鉄 59	ランタノイド	炭素 14	ガラス固化体
2.	ハル・エンド ピース	ヨウ素 129	超ウラン核種	ウラン 238	高放射性廃液
3.	廃樹脂	マンガン 54	ランタノイド	ウラン 235	ガラス固化体
4.	低レベル濃縮 廃液	鉄 59	マイナーアク チノイド	炭素 14	廃銀吸着剤
5.	ハル・エンド ピース	ヨウ素 129	超ウラン核種	炭素 14	ガラス固化体

【No.36】 トリチウム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。

トリチウムは半減期 、 最大エネルギー18.6keV の純 放出核種である。放出される のエネルギーが非常に ことから測定を行う際には、 が主に用いられる。

	ア	イ	ウ	エ
1.	12.32 年	β 線	低い	液体シンチレーションカウンター
2.	14.26 日	α 線	高い	液体シンチレーションカウンター
3.	12.32 年	α 線	低い	液体シンチレーションカウンター
4.	12.32 年	β 線	低い	ゲルマニウム半導体検出器
5.	14.26 日	β 線	高い	ゲルマニウム半導体検出器

【No.37】 原子力基本法の基本方針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。

原子力利用は、平和の目的に限り、安全の確保を旨として、 的な運営の下に、 的にこれを行うものとし、その成果を に資するものとする。また、安全の確保については、 を踏まえ、国民の生命、健康及び財産の保護、環境の保全並びに我が国の安全保障に資することを目的として、行うものとする。

	ア	イ	ウ	エ
1.	民主	自主	秘匿し、我が国の発展	我が国独自の基準
2.	自主	民主	公開し、進んで国際協力	確立された国際的な基準
3.	自主	民主	秘匿し、我が国の発展	確立された国際的な基準
4.	民主	自主	公開し、進んで国際協力	我が国独自の基準
5.	民主	自主	公開し、進んで国際協力	確立された国際的な基準

【No.38】 内部被ばくの測定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 β 線のみ放出する核種の場合、バイオアッセイ法が適している。
- B α 線放出核種の場合、飛程が短く身体への影響が少ないので測定を行う必要がない。
- C γ 線放出核種の場合、ホールボディカウンタによる体外測定法が適している。
- D 体外測定法を行う場合、測定対象者の身体表面に汚染がないことを確認する。

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

【No.39】 ある外部被ばくを伴う放射性同位元素を取り扱う作業について、Aのピンセットを用いて行ったところ作業時間は10分かかり、外部被ばく線量は $100\mu\text{Sv}$ であった。このとき放射性同位元素からの距離は15cmであった。

同じ作業を放射性同位元素からの距離が30cmとなるように1回目より長いBのピンセットを用いて行ったところ、作業時間は2倍となった。この場合、1回目に比べ2回目の作業時の外部被ばく線量の変化について最も妥当なのはどれか。

- 1. 4分の1に減少
- 2. 2分の1に減少
- 3. 変わらない
- 4. 2倍に増加
- 5. 4倍に増加

【No.40】 眼の水晶体の等価線量限度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。

現在、眼の水晶体の等価線量限度は、「の勧告」を踏まえ、我が国の放射線業務従事者に対する各種規制において、年間を超えないことと定められている。

一方、は平成23年4月に「組織反応に関する声明」において眼の水晶体の等価線量限度を「定められた5年間の平均で20mSv/年、かついずれの1年においても50mSvを超えない」こととする新たな勧告を行った。

これを受け我が国では、が新たな眼の水晶体の等価線量限度の各種規制への取り入れを検討するため「眼の水晶体に係る放射線防護の在り方について」を取りまとめ、関係行政機関へ意見具申を行っている。

	ア	イ	ウ	エ
1.	国際放射線防護委員会	1990年	150mSv	原子力委員会
2.	国際原子力機関	2007年	500mSv	放射線審議会
3.	国際放射線防護委員会	1990年	150mSv	放射線審議会
4.	国際放射線防護委員会	2007年	500mSv	原子力委員会
5.	国際原子力機関	2007年	500mSv	原子力委員会

(空白)

(空白)

