

第1次試験地	受験番号	氏名

平成30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】  $\frac{x}{x^2+3x+2}$  を積分した場合の解として正しいのはどれか。

ただし、 $\log$  は自然対数を表し、 $C$  を積分定数とする。

1.  $\log|x+1|+C$
2.  $\log(x+1)^2+C$
3.  $\log(x+2)^2+C$
4.  $\log\frac{|x+1|}{(x+2)^2}+C$
5.  $\log\frac{(x+2)^2}{|x+1|}+C$

【No.2】 表と裏がでる確率がそれぞれ  $1/2$  であるコインを 10 回投げたとき、7 回以上表のでる確率はいくらか。

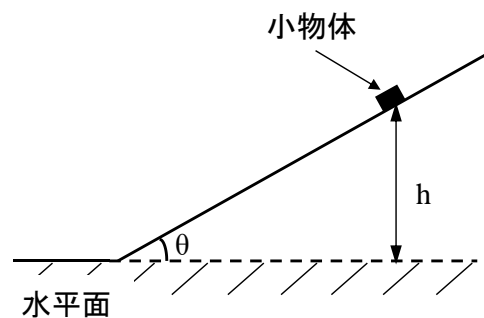
1.  $3/10$
2.  $7/32$
3.  $11/64$
4.  $15/128$
5.  $175/1024$

【No.3】  $x - \frac{1}{x} = 1$  であるとき、 $x^3 - \frac{1}{x^3}$  の値として正しいのはどれか。

1. 2
2. 4
3. 6
4. 8
5. 10

【No.4】 下図のように小物体を水平面と傾斜角  $\theta$  ( $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ ) の斜面上の高さ  $h$  の地点に置き、静かに放したときに、水平面に到達するまでの時間  $T$  として最も妥当なのはどれか。

なお、重力加速度の大きさを  $g$  とし、小物体は質点とみなすことができ、小物体に摩擦は生じないものとする。



1.  $\frac{h}{g \sin^2 \theta}$
2.  $\frac{1}{\sin \theta} \sqrt{\frac{2h}{g}}$
3.  $\frac{2h}{g \sin \theta}$
4.  $\sqrt{\frac{2h}{g \sin \theta}}$
5.  $\frac{1}{\cos \theta} \sqrt{\frac{2h}{g}}$

【No.5】 次の記述のうち、正しいもののみを挙げているのはどれか。

- A 陽子と中性子は、質量はほぼ等しいが、電荷の有無とスピンの大きさの違いがある。
- B 原子核の質量は、構成粒子の質量の総和より結合エネルギー分だけ大きい。
- C 原子核の核子当たりの結合エネルギーは、 $A$ （質量数） $= 4$ において極大となるので、この性質が核融合反応に利用される。
- D 原子核の核子当たりの結合エネルギーは、 $A$ （質量数） $= 60$ 近くで最大となり、 $A$ が更に大きくなると徐々に小さくなる。

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

【No.6】 容積一定の容器内に、質量  $m_1$ 、圧力  $P_1$ 、絶対温度  $T_1$  の単一の理想気体が入っていた。容器から気体の一部が漏れ、質量  $m_2$ 、圧力  $P_2$ 、絶対温度  $T_2$  となったときの気体の漏れによる容器内の圧力の変化量 ( $P_1 - P_2$ ) を  $m_1$ 、 $P_1$ 、 $T_1$ 、 $m_2$ 、 $T_2$  を用いて表す式として最も妥当なのはどれか。

- 1.  $P_1 \left(1 - \frac{m_1 T_1}{m_2 T_2}\right)$
- 2.  $P_1 \left(1 - \frac{m_1 T_2}{m_2 T_1}\right)$
- 3.  $P_1 \left(1 - \frac{m_2 T_2}{m_1 T_1}\right)$
- 4.  $P_1 \left(1 - \frac{m_1 m_2}{T_1 T_2}\right)$
- 5.  $P_1 \left(1 - \frac{T_1 T_2}{m_1 m_2}\right)$

【No.7】 水素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。

常温・常圧での単体の水素は、 の気体で、水に  が、空气中で燃焼し、酸素と結びつくと、 になる。

また、水素結合は、水素と電気陰性度の  原子との間で生じる。

	ア	イ	ウ	エ
1.	無色	ほとんど溶けない	水	大きい
2.	無色	ほとんど溶けない	水	小さい
3.	無色	容易に溶ける	ヘリウム	小さい
4.	白色	ほとんど溶けない	ヘリウム	小さい
5.	白色	容易に溶ける	水	大きい

【No.8】 炭素 C 及び水素 H の 2 種類の元素のみからなる化合物 X 22g を完全燃焼させたとき、二酸化炭素  $\text{CO}_2$  が 66g と水  $\text{H}_2\text{O}$  が 36g 発生した。このとき、化合物 X の組成式として最も妥当なのはどれか。

ただし、原子量は、 $\text{H} = 1.0$ 、 $\text{C} = 12.0$ 、 $\text{O} = 16.0$  とする。

1.  $\text{CH}_4$
2.  $\text{C}_2\text{H}_4$
3.  $\text{C}_2\text{H}_6$
4.  $\text{C}_3\text{H}_6$
5.  $\text{C}_3\text{H}_8$

【No.9】 次の記述のうち、正しいもののみを全て挙げているのはどれか。

- A フッ素は、常温・常圧で淡黄色の気体。水素と反応すると HF（フッ化水素）を生じる。
- B ヨウ素は、常温・常圧で黒紫色の固体。デンプンと反応して青紫色を示す。
- C 臭素は、常温・常圧で赤褐色の固体。水にほとんど溶けない。
- D 塩素は、常温・常圧で無色の気体。水溶液は強い還元作用を示す。

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

【No.10】 天然放射性核種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。

天然に存在する非常に長い半減期を有する放射性核種のうち、 $^{238}\text{U}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{235}\text{U}$  の崩壊過程をそれぞれ  系列、トリウム系列、 系列という。これらの系列の共通点として、崩壊過程において気体状の放射性核種の  が存在し、また、最終的に  の安定核種となる。

- |    | ア      | イ      | ウ    | エ |
|----|--------|--------|------|---|
| 1. | アクチニウム | ウラン    | キセノン | 鉛 |
| 2. | アクチニウム | ウラン    | ラドン  | 鉄 |
| 3. | ウラン    | アクチニウム | キセノン | 鉛 |
| 4. | ウラン    | アクチニウム | キセノン | 鉄 |
| 5. | ウラン    | アクチニウム | ラドン  | 鉛 |



【No.11】 放射線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。

運動エネルギーが物質の熱運動のエネルギーより十分に高い中性子は、物質中では主に原子核との **ア** によりエネルギーを失う。**ア** においては、原子核の質量が **イ** ほど原子核が中性子から受ける反跳エネルギーが大きくなるため、水素を多く含む物質中で中性子は効率よく減速する。

減速により物質の熱運動と同程度のエネルギーとなった中性子は、生体内では水素、窒素等の原子核と **ウ** を起こし、そのときに発生する陽子、ガンマ線等により生体にエネルギーを与える。

	ア	イ	ウ
1.	コンプトン散乱	大きい	核反応
2.	コンプトン散乱	小さい	一次電離
3.	コンプトン散乱	小さい	核反応
4.	弾性散乱	大きい	一次電離
5.	弾性散乱	小さい	核反応

【No.12】 次の放射線とそれに関連する物理現象・物理量の組合せのうち、誤っているのはどれか。

1. アルファ線 — 非弾性散乱
2. ベータ線 — 阻止能
3. ガンマ線 — 電子対生成
4. 中性子線 — チェレンコフ効果
5. エックス線 — 制動放射

【No.13】 原子数が  $10^{10}$  個のセシウム 137 はおよそ何ベクレルか。

ただし、セシウム 137 の半減期は 30 年 ( $9.5 \times 10^8$  秒)、 $\ln 2 = 0.693$  とする。

1. 0.73
2. 1.1
3. 7.3
4. 11
5. 73

【No.14】 放射線の量と単位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 放射能とは単位時間に発生する壊変の数を表し、ベクレル(Bq)という単位を用いる。その値は放射性物質の質量と半減期に比例する。
- B 吸収線量とは放射線防護における基本的な線量計測量であり、グレイ(Gy)という単位を用いる。その値は単位質量当たりに吸収されるエネルギーを表す。
- C 等価線量とは放射線による確定的影響を表す量であり、シーベルト(Sv)という単位を用いる。その値は各組織・臓器への被ばく線量を表す量である。
- D 実効線量とは放射線による確率的影響を表す量であり、シーベルト(Sv)という単位を用いる。その値は等価線量と組織加重係数により算定する。

1. AとB
2. AとC
3. BとC
4. BとD
5. CとD

【No.15】 燃料と減速材の均質混合溶液を用いて直方体原子炉を構成する場合の最小臨界体積  $V_{\min}$  を表した式として最も妥当なのはどれか。

ただし、外挿距離は一辺の長さ (a,b,c) に含まれているものとし、材料バックリングは  $B_m^2$ 、円周率  $\pi$  は 3.14 とする。

なお、必要に応じて、以下に示す裸の原子炉の幾何学的バックリングと中性子束の関係を用いてもよい。

裸の原子炉の幾何学的バックリングと中性子束

形状	寸法	バックリング ( $B_g^2$ )	中性子束
直方体	a,b,c	$\left(\frac{\pi}{a}\right)^2 + \left(\frac{\pi}{b}\right)^2 + \left(\frac{\pi}{c}\right)^2$	$A \cos\left(\frac{\pi}{a}x\right) \cos\left(\frac{\pi}{b}y\right) \cos\left(\frac{\pi}{c}z\right)$

1.  $V_{\min} = \frac{93}{B_m^3}$

2.  $V_{\min} = \frac{130}{B_m^3}$

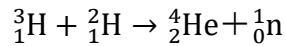
3.  $V_{\min} = \frac{148}{B_m^3}$

4.  $V_{\min} = \frac{161}{B_m^3}$

5.  $V_{\min} = \frac{174}{B_m^3}$

【No.16】 静止したトリチウム( ${}^3_1\text{H}$ )の標的が、2MeV の運動エネルギーをもつ重陽子( ${}^2_1\text{H}$ )と反応し、以下に示す反応により、アルファ粒子( ${}^4_2\text{He}$ )と中性子( ${}^1_0\text{n}$ )が生成した。生成したアルファ粒子と中性子の運動エネルギーの和として最も妥当なのはどれか。

なお、それぞれの質量は、 ${}^3_1\text{H}$ を 3.016 u、 ${}^2_1\text{H}$ を 2.014 u、 ${}^4_2\text{He}$ を 4.002u、 ${}^1_0\text{n}$ を 1.009 u とし、1u の質量に相当するエネルギーは約 930MeV としてよい。



1. 約 16MeV
2. 約 18MeV
3. 約 20MeV
4. 約 22MeV
5. 約 24MeV

【No.17】 中性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。

核分裂生成物の一部には核分裂後の崩壊に伴って中性子を放出するものがある。

この中性子を核分裂による放出中性子の一部とみて、ア という。逆に核分裂直後に放出される中性子を イ という。ア の存在により、原子炉は イ だけでは ウ にならないように エ することができ、反応度の投入に対処して急激な出力の変化を防ぐ時間的余裕が得られることになる。原子炉の エ にとって重要である。

- |    | ア     | イ     | ウ   | エ  |
|----|-------|-------|-----|----|
| 1. | 即発中性子 | 遅発中性子 | 臨界  | 制御 |
| 2. | 即発中性子 | 遅発中性子 | 超臨界 | 制御 |
| 3. | 即発中性子 | 遅発中性子 | 超臨界 | 停止 |
| 4. | 遅発中性子 | 即発中性子 | 臨界  | 制御 |
| 5. | 遅発中性子 | 即発中性子 | 超臨界 | 停止 |

【No.18】 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12条（安全施設）第1項及び第2項から引用した次の記述のA～E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。

（安全施設）

第十二条 安全施設は、その安全機能の  に応じて、安全機能が確保されたものでなければならない。

2 安全機能を有する系統のうち、安全機能の  が特に高い安全機能を有するものは、当該系統を構成する機械又は器具の  が発生した場合であって、 が利用できない場合においても機能できるように、当該系統を構成する機械又は器具の機能、構造及び動作原理を考慮して、 を確保するものでなければならない。

	ア	イ	ウ	エ
1.	重要度	共通要因故障	外部電源	頑健性又は位置的分散を確保し、及び操作性
2.	重要度	単一故障	外部電源	多重性又は多様性を確保し、及び独立性
3.	重要度	単一故障	交流電源	多重性又は多様性を確保し、及び独立性
4.	信頼性	共通要因故障	外部電源	頑健性又は位置的分散を確保し、及び操作性
5.	信頼性	単一故障	交流電源	多重性又は多様性を確保し、及び独立性

【No.19】 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。

下図に示すように水平に置かれたベンチュリ管の中を密度  $1000\text{kg/m}^3$  の水が流れている。また、入口円筒部の断面積は  $0.080\text{m}^2$ 、のど部の断面積は  $0.040\text{m}^2$  である。入口円筒部での流速が  $0.50\text{m/s}$  のとき、のど部では   $\text{m/s}$  となる。この場合、管路での圧力損失がなければ、のど部での圧力は入口円筒部での圧力より約   $\text{Pa}$  低くなる。

実際には管路に圧力損失があり、このベンチュリ管の流出係数が  $0.75$  であることがわかっている。入口円筒部とのど部の圧力差が  $320\text{Pa}$  の場合、ベンチュリ管を流れる流量は   $\text{m}^3/\text{s}$  となる。



	ア	イ	ウ
1.	0.50	380	0.024
2.	0.50	430	0.012
3.	1.0	380	0.012
4.	1.0	380	0.024
5.	1.0	430	0.012

【No.20】 加圧水型原子炉（PWR）の反応度制御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 PWRの反応度制御は、動的な制御系として制御棒とケミカルシムで行う。制御棒は速い反応度調整に、ケミカルシムは比較的遅い反応度調整に用いられる。
- B ケミカルシムは、一次冷却材中のホウ素濃度の調整により反応度を制御する。サイクル初期の余剰反応度の大きな状態で最もホウ素濃度が高くなる。キセノンが平衡に達した後の燃焼に伴う1日当たりのホウ素濃度の変化量は2～3ppm程度であり、この変化量を管理することにより、サイクル寿命の予測を容易に行うことができる。
- C PWRの制御棒は、十字形であり、制御棒挿入、引抜きによる局所出力分布の変化を小さくする構造となっている。制御棒は、出力制御を主目的とする制御グループと、停止余裕確保を主目的とした停止グループに分かれる。
- D 減速材中のホウ素濃度がある値以上になると、温度上昇に伴う水の密度の減少に伴いホウ素の密度も低下し中性子吸収量が減るため、ドップラー温度係数が正になる傾向がある。そのため、余剰反応度の補償として可燃性毒物を用い、サイクル初期のケミカルシムの負担を減らしている。

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

【No.21】 原子炉システムの構成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

熱中性子炉の炉心特性は主に減速材に支配されるため、それが軽水の場合には軽水炉、重水の場合には重水炉、黒鉛の場合には黒鉛炉と呼ばれている。この3種類の減速材のうち中性子の吸収が最も少ないのは  である。

現在、実用化され世界的に最も普及している発電用原子炉は軽水炉であり、燃料としては低濃縮ウランが用いられている。また、重水炉、黒鉛炉では燃料として  を使用することも可能である。

原子炉のうち、核分裂の連鎖反応による臨界の維持を主にエネルギーの高い高速中性子に依存する原子炉は高速中性子炉である。ナトリウム冷却高速増殖原型炉もんじゅでは、炉心燃料として富化度の高いMOX燃料を、燃料増殖の役割を果たすブランケット燃料として  燃料を用いる。

BWRは、出力運転中の炉内において冷却材が2相流状態であること、及び炉内で発生した蒸気でタービン・発電機を回して発電していることから、蒸気の除熱量の急速な変化に対して炉心反応度への影響は  。

PWRは炉内が液単相に加圧されていること、及び蒸気発生器により一、二次系が分離していることにより、二次側除熱量の急変に対しても炉心反応度への影響は  。

	ア	イ	ウ	エ	オ
1.	軽水	劣化ウラン	天然ウラン	緩和される	大きい
2.	軽水	天然ウラン	劣化ウラン	大きい	緩和される
3.	重水	劣化ウラン	天然ウラン	大きい	緩和される
4.	重水	天然ウラン	劣化ウラン	緩和される	大きい
5.	重水	天然ウラン	劣化ウラン	大きい	緩和される



【No.22】 加圧水型原子炉（PWR）の停止操作の概要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。

定格出力状態から  減少に追従して  出力を低下させ、 出力  で制御棒制御を自動運転から手動運転に切り替える。 出力を徐々に下げ発電機を解列する。ホウ素濃度を所定の濃度に高めた後、 制御系によって約 28°C/h の冷却率で一次冷却材系統を冷却していく。一次冷却系の圧力、温度が約 28kg/cm<sup>2</sup> (2.7MPa)、約 178°C以下になったら、 除去系を使用して冷却を続け、一次冷却系が 60°C以下になると停止操作は終了する。

	ア	イ	ウ	エ	オ
1.	原子炉負荷	原子炉	約 30%	加圧器温度	残留熱
2.	原子炉負荷	タービン	約 30%	タービンバイパス	残留熱
3.	タービン負荷	原子炉	約 15%	タービンバイパス	余熱
4.	タービン負荷	原子炉	約 15%	加圧器温度	余熱
5.	タービン負荷	タービン	約 30%	タービンバイパス	残留熱

【No.23】 沸騰水型原子炉（BWR）の制御に係る特徴に関する次の記述のうち、誤っているのはどれか。

1. 一般的にBWRの出力制御は、制御棒（中性子吸収材）及び制御棒駆動系による方法、並びに原子炉再循環流量制御系による方法の2方法によって行われる。
2. BWRのプラント制御の特徴は「タービン主原子炉従」方式である。
3. 標準的な110万kWe級のBWRでは、炉心内に185本の制御棒が設置され、その各々に制御棒駆動系が設けられ、通常は水圧によって炉心下部から制御棒の挿入・引き抜きが行われる。
4. 標準的な110万kWe級のBWRでは、原子炉の緊急停止（原子炉スクラム）が必要な場合は、通常は全制御棒が同時に水圧により緊急挿入される。
5. 標準的な改良型沸騰水型原子炉（ABWR）では、従来の制御棒駆動機構に代えて電動及び水圧駆動の改良型制御棒駆動機構を採用し、通常は制御棒挿入・引き抜き操作は電動で、スクラム操作は水圧で行われる。

【No.24】 軽水炉の制御系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 BWRの原子炉水位制御では、原子炉水位信号、給水流量信号、主蒸気流量信号の3要素により給水流量を調整して、あらかじめ定めた水位を保つように制御する。
- B PWRの加圧器制御系は、一次冷却材の体積変化による、加圧器の圧力変化及び水位変化を制御するものである。一次冷却材の圧力が一定値となるように、スプレイ弁、安全弁、ヒータにより制御される。
- C BWRの原子炉再循環流量による原子炉出力の制御は、負のボイド反応度係数を利用したものであり、その特徴は、炉心内出力分布をほぼ一定に保持しながら、原子炉の出力レベルを高速で変更できることである。
- D PWRでは、原子炉出力を増加すれば、蒸気圧力が設定値より上がるので、自動的に蒸気加減弁を開けてタービン出力を増し、逆に原子炉出力を減少させた場合には、タービン出力を減らして、いずれの場合も蒸気圧力を一定に保つようになっている。

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

【No.25】 原子炉運転時（中性子照射時）の軽水炉燃料のふるまい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。

原子炉運転時に燃焼が進むと燃料を構成する  $\text{UO}_2$  ペレットや燃料被覆管の材料特性が変化する。ペレットは燃焼の初期段階でわずかに体積が  する。これを  という。更に燃焼が進むと、核分裂により生成する気体状及び固体状の核分裂生成物がペレット内に蓄積すること等により、ペレット体積が増加する。これを  という。熱膨張と  により燃料被覆管に過大なひずみが生じないよう、ペレットと燃料被覆管の間隙（ギャップ）を設定する必要がある。また、中性子の照射を受けると、燃料被覆管の材料であるジルカロイの強度が  し、延性が  する。

	ア	イ	ウ	エ	オ
1.	増加	リロケーション	リッジング	増加	低下
2.	増加	リロケーション	リッジング	減少	増大
3.	減少	焼きしまり	スエリング	増加	低下
4.	減少	焼きしまり	スエリング	減少	増大
5.	減少	焼きしまり	リッジング	減少	増大

【No. 26】 シビアアクシデント時の炉心の燃料挙動に係る次の記述のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- A スクラム直後の高発熱率条件下で冷却材の流量が急減したりすると、沸騰遷移により燃料被覆管表面が蒸気膜に覆われる膜沸騰状態になり、燃料棒は大きく昇温する場合がある。燃料棒が水面上に露出すると崩壊熱が低下しても燃料棒に大きな昇温が生じる。
- B ジルコニウム合金製の燃料被覆管の温度が 600°Cを超えると、酸化・発熱する水-ジルコニウム反応が活発化し、水素が発生するとともに、その反応熱により水-ジルコニウム反応はさらに加速されて燃料被覆管の温度は急速に上昇する。
- C 二酸化ウランがジルコニウム合金製の燃料被覆管と共存する場合、二酸化ウランの単体時の融点よりも低い温度で熔融物が生成する場合がある。
- D 下部プレナムに堆積した熔融炉心を十分に除熱できない場合、熔融炉心は原子炉圧力容器下部を貫通して格納容器床面に落下する。熔融炉心が格納容器床面のコンクリートと相互作用するが、コンクリートの分解過程から可燃性ガスは発生しない。

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

【No.27】 軽水炉における応力腐食割れ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。

応力腐食割れ（SCC：Stress Corrosion Cracking）は、 応力が作用する状態で腐食性の環境に金属材料がさらされる時に生じる割れ現象である。応力腐食割れは、 ではほとんど起こらないが、 で起こりやすい。応力腐食割れは、材料・環境・応力の三要素が特定の条件を満たす場合に限って発生する。そのため、応力腐食割れを防止するには、材料・環境・応力の三要素のうち、いずれかが発生条件を満たさないようにすればよい。

軽水炉における応力腐食割れは、燃料被覆管のジルコニウム合金、ステンレス鋼配管等に生じ得る。応力腐食割れを生じさせる腐食環境としては、燃料被覆管のジルコニウム合金に対しては核分裂生成物中の  等、ステンレス鋼に対しては原子炉冷却材の高温高压水中に存在する溶存  が挙げられる。

	ア	イ	ウ	エ	オ
1.	圧縮	合金	純金属	希ガス	水素
2.	圧縮	合金	純金属	ヨウ素	酸素
3.	圧縮	純金属	合金	希ガス	酸素
4.	引張	純金属	合金	ヨウ素	水素
5.	引張	純金属	合金	ヨウ素	酸素

【No.28】 発電用原子炉材料及び燃料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。

日本の発電用原子炉は、軽水で減速した中性子を利用し、また軽水を熱の輸送に利用することから軽水炉または熱中性子炉と呼ばれる。燃料となるウランはウラン235の濃縮度が  の濃縮ウランで、化学式は二酸化ウラン ( $\text{UO}_2$ ) である。

二酸化ウランは直径および高さが約1cmのペレットに成型され、長さ約400cmのジルコニウム合金製の燃料被覆管に密閉され燃料棒になる。100万kWe級の発電用原子炉では、炉心に約5万本の燃料棒が装荷されている。

原子炉の起動、停止、出力制御には、ホウ素、 などを含む制御材が利用される。原子炉圧力容器はマンガン、、ニッケルをそれぞれ含む低合金鋼である。高温水輸送の配管と炉内構造物には、低炭素オーステナイト系ステンレス鋼が利用され、熱交換器にはが利用されている。

	ア	イ	ウ	エ	オ
1.	約3～5%	カドミウム	モリブデン	1%前後	ニッケル基合金
2.	約3～5%	カドミウム	アルミニウム	5%前後	鉄基合金
3.	約3～5%	亜鉛	モリブデン	1%前後	ニッケル基合金
4.	約8～10%	カドミウム	アルミニウム	1%前後	ニッケル基合金
5.	約8～10%	亜鉛	モリブデン	5%前後	鉄基合金

【No.29】 六フッ化ウラン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

六フッ化ウランは、転換工程、濃縮工程、再転換工程で取り扱われる。その性質は、大気圧・室温では  で安定しており、輸送や貯蔵に適している。しかし、大気圧のもと、 °C以上で  するため、漏洩事故なども発生している。また、ウラン濃縮施設における濃縮ウランの均一化工程においては、六フッ化ウランが昇温・昇圧（約 64.1°C以上、約 1.52 気圧以上）で  となる性質を利用し、温度と圧力を制御している。

	ア	イ	ウ	エ
1.	液体	約 46.6	気化	気体
2.	液体	約 56.6	気化	液体
3.	固体	約 46.6	液化	気体
4.	固体	約 56.6	液化	気体
5.	固体	約 56.6	気化	液体

【No.30】 再処理工場における分離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。

再処理工場におけるウランとプルトニウムの分離は、化学的性質の違いを利用して行う。使用済燃料を硝酸により溶解し、この硝酸溶液と  を向流接触させることにより、ウラン及びプルトニウムを  に抽出する。プルトニウムは硝酸ウラナス（）を加えることで原子価が  価から  価になり、 価のプルトニウムは水相（硝酸溶液）中に移行するという性質を利用し、ウラン及びプルトニウムを含む  と硝酸ウラナスを含む硝酸溶液を向流接触させることでプルトニウムを硝酸溶液中に抽出する。

	ア	イ	ウ	エ
1.	有機溶媒	還元剤	4	3
2.	有機溶媒	酸化剤	3	2
3.	無機溶媒	還元剤	4	3
4.	無機溶媒	還元剤	3	2
5.	無機溶媒	酸化剤	4	3



【No.31】 ウラン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。

ウランは、 に属する元素である。ウランの同位体は全て放射性核種であるが、半減期が長い同位体は、ウラン 238 (半減期は約  年) と、ウラン 235 (半減期は約  年) である。

	ア	イ	ウ
1.	アクチノイド	4 億 6800 万	7380 万
2.	アクチノイド	44 億 6800 万	7380 万
3.	アクチノイド	44 億 6800 万	7 億 380 万
4.	ランタノイド	4 億 6800 万	7380 万
5.	ランタノイド	44 億 6800 万	7 億 380 万

【No.32】 回収ウラン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。

回収ウラン燃料 (原子炉で使用した燃料を再処理し、ウランを回収して再利用する燃料) には、天然ウランに含まれない核種である  や  が含まれる。

このうち、 は半減期が  より 、娘核種である  $^{208}\text{Tl}$  や  $^{212}\text{Bi}$  といった放射線量の高い核種からの被ばく低減の考慮が重要である。

また、 は  断面積が大きいため、反応度低下に影響する。

	ア	イ	ウ	エ
1.	$^{232}\text{U}$	$^{236}\text{U}$	長く	核分裂
2.	$^{232}\text{U}$	$^{236}\text{U}$	短く	中性子吸収
3.	$^{232}\text{U}$	$^{236}\text{U}$	短く	核分裂
4.	$^{236}\text{U}$	$^{232}\text{U}$	長く	中性子吸収
5.	$^{236}\text{U}$	$^{232}\text{U}$	短く	中性子吸収

【No.33】 軽水炉ではウラン 235 の同位体比率を天然に存在するよりも高めたものを燃料として使用しているが、この比率を高める工程がウラン濃縮である。これまで実用化されてきたウラン濃縮技術のうち、日本やイギリスで採用されているのはどれか。

1. ガス拡散法
2. ADU法
3. PUREX法
4. 遠心分離法
5. 原子レーザー法

【No.34】 放射性廃棄物の処分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。

原子力発電所で使用した燃料を  工程にかけることにより、核燃料物質として使えるウランやプルトニウムが回収される。その  工程で発生するものが、強い放射能を有し寿命の長い放射性物質を含む  放射性廃液である。この  放射性廃液を高温で溶かした  原料と混ぜて、 と呼ばれる容器に入れて安定な形態に固化する。この固化体は、外径約 40cm、高さ約 1～1.3m、重さ約 400～500kg の円柱形である。それらを地上で 30～50 年間冷却したのち、地下  以深の地層中に処分することが我が国の基本方針である。

	ア	イ	ウ	エ	オ
1.	再処理	高レベル	アスファルト	キャスク	300m
2.	再処理	高レベル	ガラス	キャニスター	300m
3.	再転換	高レベル	プラスチック	キャスク	30m
4.	再転換	低レベル	ガラス	キャスク	30m
5.	再処理	低レベル	ガラス	キャニスター	3000m

【No.35】 平成 11 年 9 月 30 日に茨城県東海村で発生した JCO 臨界事故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。

茨城県東海村の JCO の施設で、高速実験炉「常陽」の燃料用としての精製硝酸ウラニル溶液を製造する過程で、 $U_3O_8$  粉末を再溶解して得られた硝酸ウラニル溶液を均一化する作業が行われていた。作業員 3 名が、本来の使用目的と異なる沈殿槽に  以上の硝酸ウラニル溶液を注入したところ臨界に達し、約 20 時間にわたって臨界状態が継続した。

作業員のうち 2 名は、硝酸ウラニル溶液をステンレス製ビーカーと漏斗を使って直接沈殿槽に注入していたので、極めて高い線量の放射線を被ばくした。350m 圏内の住民の被ばくは大多数が 5mSv 以下であったが、一部の住民はこれ以上の被ばくをしたと推定された。これらはすべて臨界超過及び臨界継続の結果、沈殿槽内の  反応で放出された放射線である  による被ばく、すなわち  による被ばくである。

	ア	イ	ウ	エ
1.	制限流量	核分裂	アルファ線及びベータ線	非電離放射線
2.	制限流量	核融合	中性子及びガンマ線	直達放射線
3.	制限質量	核分裂	中性子及びガンマ線	非電離放射線
4.	制限質量	核分裂	中性子及びガンマ線	直達放射線
5.	制限質量	核融合	アルファ線及びベータ線	非電離放射線

【No.36】 放射平衡に関する次の記述のうち、最も妥当なのはどれか。

1. 親核種とその娘核種の間で放射平衡が成立する条件として、親核種の半減期はその娘核種の半減期よりも長くなければならない。
2. 放射平衡は、人工放射性核種に特有の事象であって、天然に存在する放射性核種では観測することができない。
3. 放射性核種を定量する場合、放射平衡を利用することはない。
4. 放射平衡には永続平衡と過渡平衡があり、両者の違いは放射性核種の原子番号に由来する。
5. 永続平衡が成立すると、親核種と娘核種の原子数の比はちょうど 2 になる。

【No.37】 一般環境中に存在する放射性核種の放射能分析に関する次の記述のうち、最も妥当なのはどれか。

1. 河川水試料を採取し、ガンマ線測定をしたところ、ベリリウム 7 ( ${}^7\text{Be}$ ) が検出されたが、この放射性核種は天然に存在しないものであることから、原子力施設ではなく試料採取場所の周辺での工業用ベリリウムの汚染等を判断する目安になる。
2. 土壌試料に含まれるプルトニウム同位体（ここでは  ${}^{239}\text{Pu}$  と  ${}^{240}\text{Pu}$  を指す。）を定量する方法として、Si 半導体検出器を用いたアルファ線スペクトロメトリーによる放射化学分析法がある。この方法では、 ${}^{239}\text{Pu}$  と  ${}^{240}\text{Pu}$  のアルファ線エネルギーが近いために弁別することができず、その合算値 ( ${}^{239+240}\text{Pu}$ ) として結果が得られる。
3. 樹木片などの年代測定に用いられる炭素 14 ( ${}^{14}\text{C}$ ) は、宇宙線と高層大気中での相互作用により生成する核種であり、大気中において地球誕生時から常に  ${}^{14}\text{CO}_2$  として一定の濃度を保つことから、現時点での大気中  ${}^{14}\text{CO}_2$  濃度を基準にして年代測定を行うことが一般的である。
4. 粉乳試料に含まれるストロンチウム 90 ( ${}^{90}\text{Sr}$ ) を定量する方法としては、粉乳試料を乾燥・粉砕し、一定容量のプラスチック容器に詰めて密封後、2 週間放置させたのち、ゲルマニウム半導体検出器により 8 万秒程度の測定を行って定量する方法が一般的である。
5. 海水試料に含まれるセシウム 137 ( ${}^{137}\text{Cs}$ ) を定量する方法の一つとして、NaI (Tl) サーベイメータを用いた直接測定法があり、比較的容易に  ${}^{137}\text{Cs}$  を定量できるため、環境モニタリングの分野で広く利用されている。

【No.38】 日本の原子力発電所は海洋に面したところに立地している。これに関して、平常時における海洋環境を対象とした環境放射能モニタリングを実施する際の手順等を示した次の記述のうち、最も妥当なのはどれか。

1. 海洋環境は人間生活拠点（いわゆる居住域）ではないため、平常時であれば海洋環境放射能モニタリングを実施する必要はない。
2. 魚類や軟体類（いわゆるイカやタコ）は、そのまま生の状態で試料として供することが一般的である。
3. 海産生物中に含まれるセシウム 137 ( $^{137}\text{Cs}$ ) はその質量数から考えて特異的に造血組織に集まる性質があるので、骨だけを取り出して試料として供した。
4. 海洋環境における環境放射能モニタリングでは、目的とする放射性核種の種類や半減期に加え、海洋環境での元素としての挙動を考慮して試料選定や採取法、放射性核種の分析方法を考えなければならない。
5. 平常時であれば原子力発電所から放射性核種が海洋へ漏洩することはあり得ないため、年に 1 回程度の頻度で周辺の海洋環境から海水を採取して放射能モニタリングを実施すればよい。

【No.39】 原子力災害対策指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。

本指針は、 特別措置法（平成 11 年法律第 156 号）第 6 条の 2 第 1 項に基づき、原子力事業者、指定行政機関の長及び指定地方行政機関の長、地方公共団体、指定公共機関及び指定地方公共機関その他の者が  を円滑に実施するために定めるものである。本指針の目的は、 及び  を確保することが最も重要であるという観点から、緊急事態における原子力施設周辺の住民等に対する  を最小限に抑える防護措置を確実なものとするところにある。

	ア	イ	ウ	エ
1.	原子力防災	国民の生命	身体の安全	放射線の影響
2.	原子力防災	国民の安全	国民の財産	被害の拡大
3.	原子力災害対策	国民の生命	身体の安全	放射線の影響
4.	原子力災害対策	国民の生命	国民の財産	被害の拡大
5.	原子力災害対策	国民の安全	国民の財産	放射線の影響

【No.40】 放射性物質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 ヨウ素 131 の物理的半減期は約 8 日と短く、体内に入ると 10～30%が甲状腺に蓄積される。
- B セシウム 137 の壊変はベータ線の他にガンマ線も放出し、半減期は約 30 年と長く環境に放出された場合には汚染が長く続くことが問題である。
- C キセノン 133 は放射性希ガスであり、呼吸により体内に取り込まれて肺に蓄積する。
- D トリチウムの壊変は放出するガンマ線エネルギーが高く、測定には電離箱が適している。

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

(空白)

(空白)



