

第 41 回

核燃料取扱主任者試験

核燃料物質の化学的性質  
及び物理的性質

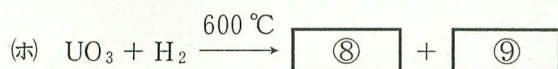
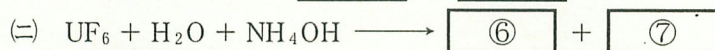
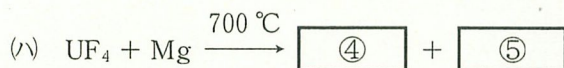
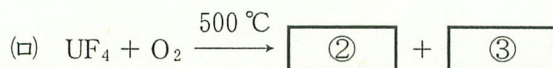
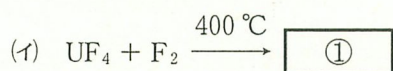
平成 21 年 3 月 26 日

第1問 核燃料物質の性質に関する以下の問に答えよ。

- (1) ウランなどが含まれる15個の元素群はアクチノイド元素といわれる。アクチノイド元素の化学的性質をランタノイド元素のそれと比較しつつ簡単に説明せよ。
- (2) ピューレックス法再処理工場ではTBPによる溶媒抽出を用いて使用済燃料からウラン、プルトニウムを分離する。その原理を簡単に説明せよ。
- (3) MOX燃料においてプルトニウムの同位体組成には $^{239}\text{Pu}$ 以外のものがある。どのような同位体があるか、それが生成される過程とともに説明せよ。

また、MOX燃料製造後10年程度保管中にはMOX燃料の燃料としての核的特性と放射能強度が変化する。これらについて理由を付して説明せよ。

- (4) 以下の化学反応式の空欄に入る適切な化学記号を番号と共に記せ。反応の係数は省略しているため係数は不要である。



第2問 核分裂及び核分裂生成物に関する以下の問に答えよ。

- (1)  $^{235}\text{U}$ が熱中性子によって核分裂してできる核分裂生成物の質量分布について簡単に説明せよ。
- (2) 高速増殖炉では $^{239}\text{Pu}$ の核分裂が利用される。その理由を簡単に説明せよ。
- (3) 核分裂生成物の燃料中での存在状態は核分裂生成物の化学的性質によって異なる。以下の核分裂生成物は軽水炉燃料中でどのような化学形態で存在するか。理由を付して簡単に説明せよ。

(イ) Nd

(ロ) Xe

(ハ) Ru

(ニ) I

(ホ) Cs

第3問 以下の文章は、軽水炉燃料の燃焼が進むにつれて燃料棒内で起こる現象について述べたものである。文章中の  の部分に入る適切な語句を番号と共に記せ。ただし、異なる番号に同じ語句が入る場合がある。

〔解答例〕 ㉑—東京

- (1) 0～100 MWd/t 程度の燃焼初期には、(イ)燃料ペレットの  ① が始まり、 ② が生じる、(ロ)ペレット中の  ③ の収縮および  ④ の発生と消滅が生じて  ⑤ が起こる、(ハ)ペレットの  ⑥ が放出される、(ニ)  ⑦ と酸素の  ⑧ が生じる。
- (2) 100～10,000 MWd/t 程度まで燃焼が進むと、(イ)  ⑨ が飽和する、(ロ)  ⑩ が始まる、(ハ)  ⑪ が始まる、(ニ)  ⑫ による内圧の上昇が始まる。
- (3) さらに燃焼が進み、数万 MWd/t 程度になると、(イ)  ⑬ が増加する、(ロ)  ⑭ が析出する、(ハ)  ⑮ による内圧の上昇が著しくなる、(ニ)被覆管の  ⑯ が生じる、(ホ)  ⑰ の低下が起こる。燃焼度が 50,000～80,000 MWd/t を超えると、ペレット周辺部に、 ⑱ が高く、結晶粒が  ⑲ した領域が生成する。これは  ⑳ と呼ばれている。

第4問 軽水炉には現在、二酸化ウラン燃料が用いられている。二酸化ウラン燃料と比較して以下の核燃料の各種物性の違いについて簡単に説明せよ。

- (1) 金属燃料
- (2) 窒化物燃料
- (3) 炭化物燃料
- (4) MOX 燃料

第5問 核燃料に関連して、以下の事項を簡単に説明せよ。(ただし、(1)、(2)と(3)、(4)、(5)は、別の解答用紙に記入すること。)

- (1) 不均化反応
- (2) 被覆粒子燃料

- 
- (3) プルトニウムスポット
  - (4) ジルコニウムライナー付被覆管
  - (5) フレッキング破損

第41回核燃料取扱主任者試験「核燃料物質の化学的性質及び物理的性質」正誤表

| 頁 | 箇所          | 誤   | 正  |
|---|-------------|---|--|
| 2 | 下から2行目(第1問) | $\text{UF}_6 + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \boxed{\text{6}} + \boxed{\text{7}}$ | $\text{UF}_6 + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \boxed{\text{6}} + \boxed{\text{7}} \text{ (湿式反応)}$ |
|   |             |   |  |
|   |             |   |  |