

국가기술 자격검정 시험문제

기술사 제 75 회

제 1 교시 (시험시간: 100 분)

분야	에너지	자격 종목	핵연료기술사	수검 번호	성명

※ 다음 문제중 10 문제를 선택하여 설명하십시오. (각 10 점)

1. 농축공정에서 공급물질로 UF₆가 사용되는 이유를 설명하십시오.
2. 핵연료 물질은 핵분열성 물질(Fissile material)과 핵원료성 물질(Fertile material)로 구분하는데 이들에 대한 간략한 설명과 물질 종류를 예거하십시오.
3. 임계안전을 평가하는데 고려해야 할 인자들을 열거하십시오.
4. 고속증식로 냉각재로 Na 이 사용되는데, 냉각재로서의 Na 의 장점과 단점을 비교하십시오.
5. 사용후 핵연료봉의 연소도 및 축방향으로 연소도의 분포를 비파괴검사 방식으로 측정하고자 한다. 이 경우 활용하는 비파괴검사 기술은 무엇인가 ?
6. 이산화우라늄(UO₂)핵연료에 비하여 탄화우라늄(UC) 및 질화우라늄(UN) 핵연료의 장점 및 단점을 설명하십시오.
7. 우라늄금속 핵연료가 경수로 발전용 핵연료로서 사용되지 못하였던 이유를 설명하십시오.
8. 우라늄-플로토늄 산화물 혼합 핵연료(MOX)제조공정으로서 외국에서 개발된 공정으로서 OCOM(Optimized-Comilling), MIMAS(Micronized Master Blend)등이 있다. 이러한 공정을 개발하게 된 이유는 무엇인가?
9. 농축된 UF₆ 에서 UO₂ 소결체까지 만들어지는 과정을 간략히 설명하십시오.
10. 지로코늄합금 피복관의 수소화물(Hydride)형성에 의한 피복관 손상을 방지하기 위하여 집합조직(Texture)을 조절한다. 피복관 제조시 집합조직을 조절하는 방법을 간략히 설명하십시오.
11. 핵분열기체 방출이 UO₂ 핵연료의 연소 중 성능에 미치는 영향을 쓰시오.
12. UO₂ 소결체의 열전도도가 온도에 따라 어떻게 변화되는지 설명하고 연소에 따라 열전도가 어떻게 변화되는지 간략히 기술하십시오.
13. 기존에 사용되던 지르칼로이 (Zircaloy-4)피복관의 성능을 개선하기 위해

M5, Zirlo 등의 신 피복관의 개발되고 있다. 주요 합금성분의 차이에 대하여 간략히 설명하시오.

국가기술 자격검정 시험문제

기술사 제 75 회

제 2 교시 (시험시간: 100 분)

분야	에너지	자격 종목	핵연료기술사	수검 번호	성명

※ 다음 문제중 4 문제를 선택하여 설명하십시오. (각 25 점)

--

1. 지르코늄합금 피복관이 중성자 조사를 받으면 아래의 현상이 나타난다.
각 현상의 발생원인과 핵연료 성능에 미치는 영향을 기술하십시오.
가) 조사크리프
나) 조사성장
2. RIA(Reactivity Initiated Accident)에 관련된 질문이다. 물음에 답하십시오.
가) 경수로에서 RIA 발생시, 핵연료의 거동에 대하여 기술하십시오.
나) 고연소도 핵연료의 RIA 취약성에 대하여 논하십시오.
3. 최근의 국제 원자력 환경에서 장래에는 핵확산 저항성을 갖는 핵연료 주기 기술(특히, 후행핵연료주기분야)의 개발이 요구되고 있다. 후행 핵연료 주기 기술이 핵확산 저항성을 갖고 있다고 평가받기 위하여 갖추어야 할 기술 요건을 설명하십시오.
4. 사용후 핵연료의 재처리 기술로서 습식공정과 건식공정이 있다. 건식재처리법(예, 고온야금공정)의 장.단점을 습식재처리법(예, PUREX)에 비교하여 설명하십시오.
5. 핵연료 제조에 사용되는 비파괴검사의 종류에 대해 설명하십시오.
6. 90 만 Kw 용량의 가압경수로 발전소의 경우 초기장전에 소요되는 핵연료가 4% 농축 우라늄으로 75 톤이 소요된다. 농축공장에서 초기장전에 소요되는 75 톤을 농축하는데 필요한 천연우라늄의 소요량을 계산하십시오.
(단, 단위는 kg, 천연우라늄은 0.71w/o, 폐기농도는 0.2w/o)

국가기술 자격검정 시험문제

기술사 제 75 회

제 3 교시 (시험시간: 100 분)

분야	에너지	자격 종목	핵연료기술사	수검 번호	성명

※ 다음 문제중 4 문제를 선택하여 설명하십시오. (각 25 점)

1. 사용후 핵연료의 재활용시설(예, 재처리시설, 혼합핵연료 가공시설)을 건설하고자 한다. 이때 일반적인 시설과 달리 특별히 고려하여야 할 사항을 설명하십시오.
2. 사용후 핵연료의 습식 재처리공정(PUREX)에 대하여 공정 단계별로 설명하십시오.
3. UO_2 소결체가 가압 경수로에서 연소될때 나타나는 현상이다. 정상상태에서 핵연료 소결체 중심온도는 $1500^{\circ}C$ 를 넘지 않는다. 질문에 답하십시오.
가) 핵연료가 연소되기 시작하면 소결체 균열(Fracturation)이 발생한다. 왜 발생하는지 간략히 설명하십시오.
나) 연소초기에 고밀화(densification)가 발생한다. 고밀화 발생기구에 대하여 기술하십시오.
다) 연소가 진행될수록 소결체의 부피는 증가한다. 이 팽윤(swelling)기구에 대하여 설명하십시오.
4. 가압경수로의 핵연료가 점차 고연소도 및 장주기로 운전되어, 최근에는 비정상 축방향 출력분포(AOA-Axial Offset Anomaly)가 발생하고 있다.
가) AOA의 생성원인과 현상에 대하여 간략히 기술하십시오.
나) AOA의 방지방법에 대하여 논하십시오.
5. 제어봉에서 사용되는 제어재료의 조건과 종류에 대해 설명하십시오.
6. 사용후 핵연료의 최종 처분전에 중간저장을 한다. 중간저장 방법중의 하나인 건식저장법에 대해 설명하십시오.

국가기술 자격검정 시험문제

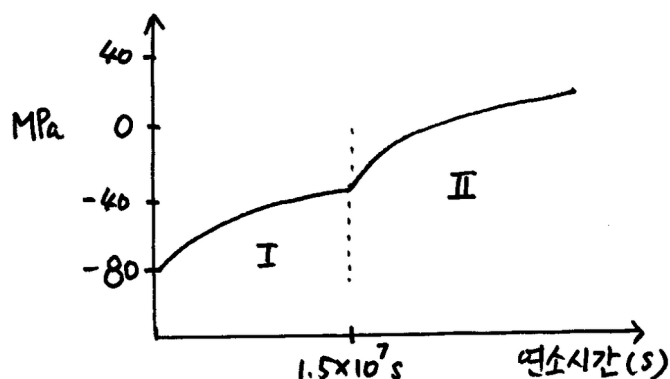
기술사 제 75 회

제 4 교시 (시험시간: 100 분)

분야	에너지	자격 종목	핵연료기술사	수검 번호	성명

※ 다음 문제중 4 문제를 선택하여 설명하십시오. (각 25 점)

1. 사용후 핵연료는 현재 발전소내에 위치한 수조(Pool)에 습식 저장방식으로 저장하고 있으나 저장용량의 부족이 현안 문제이다. 수조의 저장 용량을 확대, 이용할 수 있는 방안을 설명하십시오.
2. 우라늄 농축(enrichment)방법으로 원심분리법과 기체확산법이 주로 이용되고 있다. 각각의 농축방안의 기본원리를 설명하고 원심분리법을 기체 확산법에 비교하여 장점과 문제점을 설명하십시오.
3. 소결체 - 피복관 상호작용(Pellet Cladding Interaction)을 예방하기 위한 대책을 논하십시오.
4. 핵연료 피복재의 수소화물 형성(Hydriding)에 대해 설명하십시오.
5. 경수로 핵연료가 원자로내에서 연소될때 핵연료 피복관에 걸리는 원주방향 응력(hoop stress)을 측정한 자료이다. 질문에 답하십시오.



- 가) 영역 I 에서 피복관의 압축응력은 연소에 따라 감소하게 된다. 그 이유는 ?
- 나) 영역 II 가 시작되는 시점에서 어떠한 현상이 발생한 것인가?
- 다) 영역 II 에서 지속적으로 연소중 압축응력은 감소하여 인장응력 영역으로 넘어가게 된다. 왜 이렇게 변화되는가 ?

국가기술 자격검정 시험문제

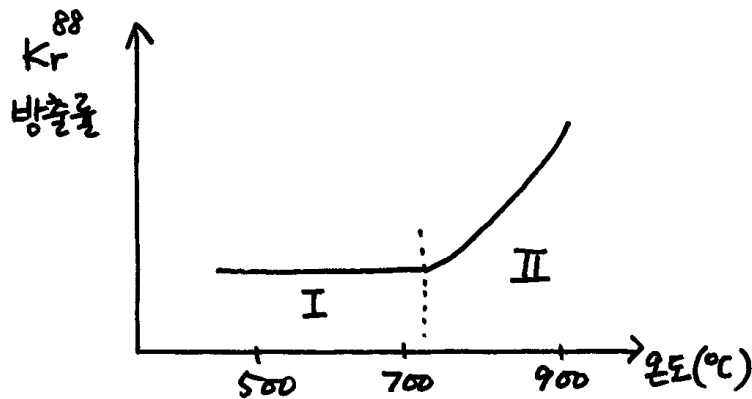
기술사 제 75 회

제 4 교시 (시험시간: 100 분)

분야	에너지	자격 종목	핵연료기술사	수검 번호	성명

※ 다음 문제중 4 문제를 선택하여 설명하십시오. (각 25 점)

6. 아래 그림은 경수로 핵연료 소결체에서 방출되는 핵분열 기체(^{88}Kr)의 온도에 따른 방출량을 나타낸 것이다. 질문에 답하십시오.



- 가) I 영역에서 핵분열기체의 방출은 온도에 둔감하다. 이영역에서 방출기구를 설명하십시오.
 나) II 영역에서 핵분열기체는 온도 증가에 따라 급증한다. 방출기구를 간략히 설명하십시오.
 다) 핵분열기체는 소결체내에서 결정립내, 결정립계 기포에 존재한다. 출력이 순간적으로 증가하면 핵분열기체 방출량이 급격히 증가하는 과정을 설명하십시오.