

1과목 : 원자력기초

1. (가)와 (나)는 핵분열 과정에서 생성된 핵종이 베타(β^-) 붕괴하는 과정을 나타낸 도식의 예이다. 괄호 안 ㉠, ㉡, ㉢에 들어갈 핵종을 순서대로 올바르게 표기한 것은?

(가) $\text{Te} \rightarrow (\text{㉠}) \rightarrow \text{Xe-135} \rightarrow (\text{㉡}) \rightarrow \text{Ba(Stable)}$
 (나) $\text{Nd} \rightarrow (\text{㉢}) \rightarrow \text{Sm-149(Stable)}$

- ① Cs-131, I-136, Pm-148
 ② I-134, Cs-136, Pm-148
 ③ Cs-135, I-135, Pm-149
 ④ I-135, Cs-135, Pm-149
2. 원자의 질량수가 200, 밀도가 50g/cm^3 , 두께가 4cm인 표적을 통과한 후 중성자선의 강도가 표적을 통과하기 이전에 비하여 60% 감소한 경우, 이 표적의 거시적 단면적은?
 ① 0.13 cm^{-1} ② 0.23 cm^{-1}
 ③ 0.33 cm^{-1} ④ 0.43 cm^{-1}
3. 두께가 0.03cm인 Co-59표적을 $1.0 \times 10^{12}\text{#/cm}^2 \cdot \text{sec}$ 의 중성자속으로 2시간 동안 조사하여 Co-60을 생성하고자 한다. Co-60의 생성율은? (단, Co-59의 밀도는 8.9g/cm^3 , 포획단면적은 30barn이고, 아보가드로수는 6.02×10^{23} 이다.)
 ① $1.13 \times 10^7\text{#/cm}^2 \cdot \text{sec}$
 ② $9.18 \times 10^{10}\text{#/cm}^2 \cdot \text{sec}$
 ③ $8.17 \times 10^9\text{#/cm}^2 \cdot \text{sec}$
 ④ $5.88 \times 10^{14}\text{#/cm}^2 \cdot \text{sec}$
4. 가압경수로에서 제어봉은 노심 상부에서 하부로 삽입되거나 노심 하부에서 상부로 인출되는 방식으로 사용된다. 이와 같은 제어봉의 움직임에 의한 영향을 가장 적게 받는 것은?
 ① 버클링 ② 재생계수
 ③ 중성자 누설율 ④ 원자로 출력
5. 지발중성자에 대한 설명으로 틀린 것은?
 ① 여기상태인 핵분열생성물의 방사성붕괴과정에서 방출된다.
 ② 수명이 길어 원자로주기 증가에 기여한다.
 ③ 모핵종의 반감기에 따라 주로 6개 군으로 분류된다.
 ④ 즉발중성자에 비해 중성자감속 과정에서의 누설률이 크다.
6. 기동율(Start up rate)에 대한 설명으로 바른 것은?
 ① 기동율이 0이면, 원자로 안정주기는 무한대이다.
 ② 기동율로 배가시간을 구할 수 있다.
 ③ 기동율의 단위는 DPM이다.
 ④ 기동율이 30이면, 원자로 출력은 분당 30배로 증가된다.
7. 반응도를 나타내는 단위가 아닌 것은?
 ① dps ② cent
 ③ $\Delta k/k$ ④ pcm

8. 아래 제시된 원자로 정보를 사용할 때, 유효증배계수는? (여기서, τ 는 페르미연령, L_{th}^2 : 열중성자 확산연적, B^2 은 버클링, K_{INF} 은 무한증배계수이다.)

$\tau : 0.012\text{m}^2, L_{th}^2 : 0.018\text{m}^2, B^2 : 8.6\text{m}^{-2}, K_{INF} : 1.7$

- ① 1.33 ② 1.36
 ③ 1.39 ④ 1.42
9. $^{120}_{50}\text{Sn}$ 의 원자질량이 120amu일 때, $^{120}_{50}\text{Sn}$ 의 핵자 당 결합에너지는? (단, 양성자 질량은 1.007amu, 중성자 질량은 1.009amu, 1amu의 등가에너지는 931MeV이다.)
 ① 7.30MeV ② 7.40MeV
 ③ 7.50MeV ④ 7.60MeV
10. 순수 U-235를 핵연료로 사용하는 원자로에서 유효증배계수가 1.001에서 1.008로 변하였다면, 반응도와 원자로의 상태로 올바른 것은? (단, 지발중성자 비율은 0.0065이다.)
 ① 0.00694, 즉발임계 ② 0.00793, 즉발임계
 ③ 0.00694, 초즉발임계 ④ 0.00793, 초즉발임계
11. 핵분열에 대한 설명 중 틀린 것은?
 ① Th-233은 중성자를 흡수한 후 핵분열성물질로 전환된다.
 ② U-233은 핵분열 당 생성되는 평균 중성자는 2 ~ 3개이다.
 ③ U-238의 핵분열 시 생성되는 에너지는 약 200MeV이다.
 ④ U-235의 핵분열 시 생성되는 에너지의 대부분은 중성자의 에너지이다.
12. 원자로 내의 한 지점에서 중성자의 수밀도가 $1.0 \times 10^9/\text{cm}^3$ 이고, 이 지점에서 핵분열 반응 수가 $2.2 \times 10^{13}\text{#/cm}^3 \cdot \text{sec}$ 일 때, 핵연료의 거시적 핵분열 단면적은 얼마인가? (단, 중성자 속력은 2,200m/sec이다.)
 ① 0.1 cm^{-1} ② 0.2 cm^{-1}
 ③ 0.3 cm^{-1} ④ 0.4 cm^{-1}
13. 다음 중 핵반응단면적에 대한 설명 중 틀린 것은?
 ① 1barn은 10^{-24}cm^2 이다.
 ② 거시적단면적은 미시적단면적에 단위체적 당 원자핵의 수를 곱한 값이다.
 ③ U-235의 핵분열단면적은 중성자 에너지가 특정 값 이상일 때, 0이다.
 ④ U-238은 특정 중성자에너지 영역에서 흡수단면적이 매우 커지는 공명흡수영역을 갖는다.
14. 2MeV의 속중성자가 중수소와 충돌하여 1eV의 열중성자로 감속될 때까지 평균 충돌 횟수는?
 ① 10 ② 20
 ③ 30 ④ 40
15. 반사체가 없는 직육면체 균질로에서 노심출력의 평균값에

대한 최대값의 비율(Average to Max Ratio)은? (단, 직육면체 경계면에서 중성자속은 0으로 가정한다.)

- ① $\pi/2$ ② $\pi^2/3$
 ③ $\pi^3/8$ ④ $\pi^4/16$

16. 핵연료가 U-235인 원자로의 증배계수가 1에서 1.002로 변경되었을 때의 반응도는? (단, U-235의 지발중성자분율은 0.0065이다.)

- ① 0.002dollars ② 0.2dollars
 ③ 0.307dollars ④ 30.7dollars

17. 열중성자로 외곽에 반사체를 설치했을 때, 예상되는 효과에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 원자로 외부로 누설되는 속중성자의 수를 감소시킨다.
 ② 원자로의 임계크기와 임계질량을 감소시킨다.
 ③ 원자로와 반사체 경계 부근의 열중성자 분포를 증가시킨다.
 ④ 원자로 내 열중성자속의 평균값에 최대값의 비율을 증가시킨다.

18. 원자로의 증배계수를 크게 하기 위한 일반적인 방법이 아닌 것은?

- ① 노심 부 외곽에 반사체를 설치한다.
 ② 핵연료와 감속재를 균질하게 섞은 노심을 채택한다.
 ③ 중성자 산란단면적이 큰 감속재를 사용한다.
 ④ 중성자 흡수단면적이 작은 냉각재를 사용한다.

19. 열중성자로에서 핵분열생성물인 Xe-135에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 원자로 운전 중 Xe-135는 방사붕괴와 핵분열로부터 생성된다.
 ② 임계붕소농도는 핵연료 온도와 Xe-135의 영향으로 주기 초에 급격히 증가하다가 서서히 감소한다.
 ③ Xe-135의 부반응도로 인해 원자로 정지 후 일정기간 동안 원자로 재기동이 불가능할 수 있다.
 ④ 원자로 정지 후 생성되는 Xe-135의 양은 원자로 운전 중 중성자속이 클수록 증가한다.

20. 액체금속냉각고속증식로(LMFR)에 대한 설명으로 맞지 않는 것은?

- ① 핵연료 피복재로 주로 스테인리스강을 사용한다.
 ② 블랭킷으로 천연우라늄 또는 토륨을 사용한다.
 ③ 중성자 감속재로 Na, Pb, Pb-Bi등을 사용한다.
 ④ 중간열교환기를 설치하여 방사성물질에 의한 오염을 방지한다.

2과목 : 핵재료공학 및 핵연료관리

21. 사용 후 핵연료 중간저장시설의 설계 기본요건으로 적합하지 않은 것은?

- ① 사용 후 핵연료를 안전하게 회수할 수 있도록 설계하여야 한다.
 ② 설계 및 건설은 실증된 공학적 적용사례에 기초하여야

한다.

- ③ 예상운전과도 시에도 주변환경으로 유출되는 방사성물질이 기준치 이하로 유지되어야 한다.
 ④ 가능한 한 능동형 설비를 이용하여 설계하여야 한다.

22. 경수로 및 중수로에서 삼중수소 생성원인에 대한 설명 중 틀린 것은?

- ① 경수로에서 삼중수소는 우라늄의 삼중 핵분열로 생성될 수 있다.
 ② 중수로에서 삼중수소는 pH 조절제인 KOH의 중성자 흡수로 생성될 수 있다.
 ③ 경수로에서 삼중수소는 B₄C 제어봉의 중성자 흡수로 생성될 수 있다.
 ④ 중수로에서 삼중수소는 냉각재의 방사화로 생성될 수 있다.

23. Sr-90의 붕괴사슬(⁹⁰Sr → ⁹⁰Y → ⁹⁰Zr)에서 초기에 Sr-90(붕괴상수 : $2.7 \times 10^{-6}/h$)만 존재했다면, ⁹⁰Y(붕괴상수 : $1.1 \times 10^{-2}/h$)의 방사능이 최대가 되는 시간은?

- ① 약 800 시간 후 ② 약 1,600 시간 후
 ③ 약 2,400 시간 후 ④ 약 3,200 시간 후

24. 사용 후 핵연료 재처리에 대한 설명 중 틀린 것은?

- ① 재처리 공정을 통해 핵분열성 물질을 회수할 수 있다.
 ② 중성자를 흡수하는 방사성 핵분열생성물을 생성하는 공정을 통해 핵연료를 재이용하는 기술이다.
 ③ 건식 재처리공정은 일반적으로 U과 Pu를 동시에 회수하므로 핵비확산 측면에서 장점을 가진다.
 ④ 습식 재처리공정은 기술성이 입증되어 오랜 운전경험을 가짐에 따라 대부분의 처리시설이 채택되고 있다.

25. 원자력발전소에서 발생하는 방사화 생성물에 대한 설명 중 틀린 것은?

- ① 냉각재의 방사화로 인한 N-16은 짧은 반감기로 인해 원자로 정지 후 신속하게 소멸된다.
 ② 핵연료 자체의 방사화로 인한 방사능은 핵분열생성물의 방사능에 비해 매우 크다.
 ③ 핵연료 자체의 방사화로 인한 생성물은 장수명의 악티나이드를 포함하기 때문에 고준위방사성폐기물 처분에서 중요하다.
 ④ 냉각수 자체의 방사화는 피할 수 없지만, 함유된 불순물의 방사화는 수질관리를 통해 감소시킬 수 있다.

26. 원자력발전소 1차 계통 냉각재에 주입하는 물질에 대한 설명 중 틀린 것은?

- ① 원자로 반응도를 제어하기 위해 붕산 주입
 ② pH를 낮추기 위하여 수산화리튬 주입
 ③ 신연료 장전의 높은 잉여반응도를 낮추기 위해 붕산 주입
 ④ 핵분열성 핵종인 U-235의 함량 감소 시 붕산 주입

27. 가압경수로 화학체적제어계통의 기능에 대한 설명 중 틀린 것은?

- ① RCS 봉산 농도 제어
 ② 원자로냉각재 총량 조정
 ③ 재료의 산화억제를 위한 수소 제거
 ④ 크러드(CRUD) 등 방사성 불순물 제거
28. 경수로 원전의 선행 핵연료주기에 대한 순서로 올바르게 나열된 것은?
 ① 채광 → 정련 → 변환 → 농축 → 재변환 → 가공
 ② 채광 → 정련 → 재변환 → 농축 → 변환 → 가공
 ③ 채광 → 변환 → 농축 → 재변환 → 정련 → 가공
 ④ 채광 → 재변환 → 농축 → 변환 → 정련 → 가공
29. 핵연료 건전성에 영향을 미치는 요인 중 외부적 원인에 의한 결함이 아닌 것은?
 ① 연료봉 접촉
 ② 부식
 ③ 취급손상
 ④ 펠렛 - 피복재 상호작용(PCI)
30. 가 붕괴하여 가 될 때까지, 알파 및 베타 붕괴 횟수가 맞는 것은?
 ① 알파붕괴 : 5회, 베타붕괴 : 0회
 ② 알파붕괴 : 6회, 베타붕괴 : 2회
 ③ 알파붕괴 : 7회, 베타붕괴 : 4회
 ④ 알파붕괴 : 8회, 베타붕괴 : 6회
31. 사용 후 핵연료에 포함된 Pu-239는 15년이 지나면 원래 양의 0.043%가 감소한다. Pu-239의 반감기는?
 ① 약 14,174년 ② 약 17,174년
 ③ 약 21,174년 ④ 약 24,174년
32. 의료용 방사성동위원소의 활용 분야에 대한 설명 중 틀린 것은?
 ① I-131 : 갑상선 기능 질환 치료
 ② Na-24 : 순환계 전해질 연구
 ③ F-19 : 양전자단층촬영(PET)에서 양전자 방출체
 ④ Xe-133 : 폐포 가스 교환 기능 검사
33. 금속 핵연료에 비해 UO₂ 세라믹 핵연료가 가진 장점이 아닌 것은?
 ① 높은 녹는점 ② 높은 열전도도
 ③ 우수한 화학적 안정성 ④ 냉각수와 낮은 반응성
34. 가압경수로형 원전의 핵연료 피복재가 가져야 할 성질이 아닌 것은?
 ① 열중성자에 대한 큰 충돌단면적
 ② 냉각재에 대한 우수한 내부식성
 ③ 우수한 중성자조사 저항성
 ④ 높은 열전도도
35. 가압경수로형 원전에서 핵분열생성물이 핵연료 및 피복재에 미치는 영향이 아닌 것은?
 ① 열중성자에 대한 큰 충돌단면적
 ② 냉각재에 대한 우수한 내부식성

- ③ 우수한 중성자조사 저항성
 ④ 높은 열전도도

36. 원자력발전소에서 발생하는 액체방사성폐기물의 처리방법 중 적절하지 않은 것은?
 ① 이온교환법 ② 응집침전법
 ③ 냉각응축법 ④ 증발농축법
37. 원자력발전소 내 사용 후 핵연료 습식저장조에 대한 설계 및 운영 요건 중 틀린 것은?
 ① 봉소 없이 미임계 상태를 유지할 수 있어야 한다.
 ② 저장조의 물이 일정온도 이하로 유지되어야 한다.
 ③ 핵연료집합체가 일정 깊이 이상의 물에 잠겨있어야 한다.
 ④ 저장조 물의 용존산소가 일정농도 이하로 유지되어야 한다.
38. 우라늄 농축공정에서 최종 감손우라늄(tail)의 농축도가 0.1%일 때, 농축한 우라늄 1kg을 얻기 위해서 필요한 천연 우라늄의 최소 질량은? (단, 천연 우라늄의 U-235의 농축도는 0.711%이다.)
 ① 약 6kg ② 약 8kg
 ③ 약 10kg ④ 약 12kg
39. 경구섭취에 대한 연간섭취한도가 6,000,000Bq인 Co-60의 배수 중의 배출관리기준은 얼마인가? (단, 연간 물섭취량은 730L이다.)
 ① 50Bq/L ② 100Bq/L
 ③ 200Bq/L ④ 400Bq/L
40. 핵연료 농축방법 중 우라늄 농축 분리계수가 큰 것에서 작은 순서대로 올바르게 나열된 것은?
 ① 원심분리법 → 레이저농축법 → 기체확산법
 ② 원심분리법 → 기체확산법 → 레이저농축법
 ③ 레이저농축법 → 원심분리법 → 기체확산법
 ④ 레이저농축법 → 기체확산법 → 원심분리법

3과목 : 발전로계통공학

41. 내경이 일정한 관 속을 평균유속 4m/s로 물이 흐르고 있다. 마찰계수가 0.015이며 관의 길이 10m 사이의 압력강하가 약 6.122일 때, 관의 내경은?
 ① 10cm ② 15cm
 ③ 20cm ④ 25cm
42. 단열되지 않은 무한히 긴 증기관의 표면으로부터 자연대류에 의하여 단위길이 당 1000W/m의 열이 반지름 방향으로 전달될 때 증기관 표면온도는? (단, 관의 외경은 20cm, 주변 온도는 20℃, 증기관 표면으로부터 공기로의 자연대류열 전달 계수는 15W/m² · K이다.)



- ① 126℃ ② 136℃
③ 146℃ ④ 156℃

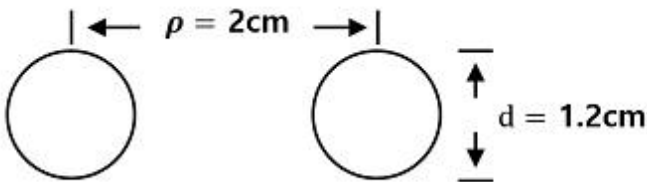
43. 어떤 유체의 유동이 아래와 같이 만족할 때, 이로부터 알 수 있는 것은?

$$p + \frac{1}{2}\rho V^2 + \rho gh = \text{constant}$$

(단, p는 압력, ρ는 밀도, V는 유속, g는 중력가속도, h는 높이이다.)

- ① 비정상 상태의 비압축성 유동으로 마찰손실이 발생한다.
② 비정상 상태의 압축성 유동으로 마찰손실이 발생한다.
③ 정상 상태의 비압축성 유동으로 마찰손실이 없다.
④ 정상 상태의 압축성 유동으로 마찰손실이 없다.

44. 다음 핵연료 배치로부터 레이놀즈 수를 구하기 위한 등가직경은? (단, 핵연료 중심간 거리는 2cm이며, 핵연료 지름은 1.2cm이다.)



- ① 2.573cm ② 3.044cm
③ 3.706cm ④ 4.118cm

45. 다음 가압경수로형 원전의 발전소 제어계통과 제어기기가 잘못 연결된 것은?

- ① 원자로제어계통 : 제어봉 위치
② 주급수제어계통 : 급수제어밸브, 주급수펌프 속도
③ 가압기압력제어계통 : 가압기 히터 및 살수
④ 증기우회제어계통 : 주증기격리밸브, 증기우회제어밸브

46. 원자력발전소 설비에서 정상상태로 유체가 흐를 때 일어나는 엔탈피의 변화에 대한 설명으로 맞지 않는 것은?

- ① 증기발생기에서 운동에너지를 무시하면 엔탈피는 열전달에 의하여 감소된다.
② 주급수펌프에서 펌프 자체의 일에 의하여 엔탈피는 증가

된다.

- ③ 터빈 노즐 내에서 증기 속도에 의한 운동에너지의 변화 때문에 엔탈피는 변화한다.
④ 유체가 밸브를 통과할 때, 압력강하가 생기지만 엔탈피의 변화는 없다.

47. 가압경수로형 원전과 같이 원자로냉각재가 아래에서 위로 흐르는 연료봉의 출력이 cosine 형태를 지닐 때, 핵연료 피복재 표면온도가 최고인 지점은?

- ① 연료봉 아래로부터 약 1/4지점
② 연료봉 중간지점
③ 연료봉 아래로부터 약 3/4지점
④ 연료봉 출구지점

48. 무한히 긴 원통형 핵연료피복재의 반경(r) 방향 정상상태 온도분포(T)형태로 적절한 식은? (단, A, B, C는 임의의 상수이다.)

- ① $T(r) = Ar^2 + C$
② $T(r) = A \ln(r) + C$
③ $T(r) = A \cos(Br) + C$

④ $T(r) = A \frac{\sin(Br)}{r} + C$

49. 가압경수로형 원전의 냉각재 특성으로 알맞지 않은 것은?

- ① 핵분열과정에서 생성된 열을 증기발생기를 거쳐 2차 계통에 전달한다.
② 원자로심 밖으로의 중성자 손실을 감소하는 감속재의 역할을 한다.
③ 핵분열 생성물의 방출을 차단하는 역할을 한다.
④ 중성자 흡수 물질인 붕산의 운반체 역할을 한다.

50. 가압경수로형 원전의 공학적 안전설비 작동신호의 목적이 잘못 기술된 것은?

- ① 안전주입작동신호 : 핵연료피복재 보호
② 주제어설비상한기작동신호 : 원자로건물 내 방사능 물질 외부 누출 방지
③ 주증기격리신호 : 원자로냉각재계통 과냉 방지
④ 보조급수작동신호 : 1차측 열 제거원 확보

51. 펌프 설계에 사용되는 유효흡입수두(NPSH)에 대한 설명으로 맞지 않는 것은?

- ① NPSH는 펌프 입구 유체의 압력이 높을수록 커진다.
② NPSH는 펌프 입구 유체의 온도가 높을수록 커진다.
③ NPSH가 클수록 펌프 내 공동현상이 일어날 확률이 작다.
④ NPSH는 펌프의 위치를 결정할 때 필수로 고려해야 한다.

52. 대기압에서 물 수조의 바닥면을 가열할 때 발생하는 풀 비등(Pool Boiling)에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 가열면에서 비등이 발생하지 않을 때는 자연대류에 의해 열이 전달된다.

- ② 핵비등 영역에서는 기포가 생성되면서 열전달이 매우 효율적으로 일어난다.
- ③ 임계열유속(CHF)은 천이비등영역에서 막비등으로 전환되는 지점의 열유속이다.
- ④ 막비등 영역에서 열전달은 증기막을 통한 전도, 대류, 복사 등에 의해 이루어진다.

53. 가압경수로형 원전의 원자로 열 설계에 대한 설명으로 맞지 않는 것은?

- ① 핵연료 최고온도는 용융점보다 낮아야 한다.
- ② 연료봉 표면에서 기포가 발생하지 않아야 한다.
- ③ 핵비등이탈률(DNBR)은 정해진 값보다 크게 해야 한다.
- ④ 원자로 내에서 수력학적 불안전성이 발생하지 않아야 한다.

54. 가압경수로형 원전의 원자로압력용기 및 내부구조물에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 원자로압력용기는 핵분열생성물의 유출을 방지하는 방호벽으로의 안전기능을 수행한다.
- ② 원자로압력용기 감시시편은 노심지지통에 설치된다.
- ③ 유량분배관은 노심 내로 유입되는 유량을 균일하게 분배하도록 한다.
- ④ 상부안내구조물 집합체는 핵연료집합체를 눌러주어 사고시에 핵연료집합체가 들리지 않도록 한다.

55. 가압경수로형 원전에서 냉각재 상실사고(LOCA) 시 비상노심냉각계통의 성능기준에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 최소 핵비등이탈률은 1 이상이어야 한다.
- ② 침투 피복재 온도 제한치는 1,204℃이다.
- ③ 노심형상의 변화는 노심이 냉각상태를 유지할 수 있어야 한다.
- ④ 국부최대피복재 산화도는 피복재 두께의 17% 이내이다.

56. 내경이 20cm에서 30cm로 확장되는 원형 배관 내부를 물이 흐르고 있을 때 확장 전후 유속에 대한 설명으로 맞는 것은?

- ① 확장 후 유속은 1.5배 증가한다.
- ② 확장 후 유속은 1.5배 감소한다.
- ③ 확장 후 유속은 2.25배 증가한다.
- ④ 확장 후 유속은 2.25배 감소한다.

57. 가압경수로형 원전의 원자로 격납건물 살수계통(Containment Spray System)의 기능이 아닌 것은?

- ① 사고 시 원자로격납건물 내의 압력상승 제한
- ② 사고 시 원자로격납건물 내의 열 제거
- ③ 사고 시 원자로격납건물 대기 중의 수소 제거
- ④ 사고 시 원자로격납건물 대기 중의 핵분열생성물 제거

58. 원자력발전소의 열효율에 대한 설명으로 맞지 않는 것은?
(단, 증기발생기에 전달되는 열에너지, 터빈에서 일로 전환되는 에너지, 복수기에서 제거되는 열에너지, 펌프에서 전달되어 온 일은 각각 Q_s , W_T , Q_C , W_P 이다.)

- ① 이상적인 랭킨 사이클에서 열효율은 $W_T - W_P$ 이다.

- ② 실제 랭킨사이클에서 터빈의 효율이 100%보다 작으므로 복수기에서 제거되는 열은 이상적인 랭킨 사이클에 비해 증가한다.
- ③ 복수기 내 증기압을 감소시키는 것은 복수기 내의 증기의 온도를 낮추어 열효율을 높이기 위함이다.
- ④ 실제 랭킨 사이클에서는 터빈의 효율($\eta_T - W_P / \eta_T \cdot Q_s$)을 고려하여 열효율은 이다.

59. 다음이 설명하는 핵연료봉 손상 원인은?

피복재 표면에 생긴 작은 결함부위로 들어간 냉각재가 고온의 환경으로 수소와 산소로 분해되며 거기서 발생한 수소가 피복재와 화학반응을 일으켜서 피복재의 취화현상이 발생됨.

- ① PCCI
- ② 1차 수소화
- ③ 2차 수소화
- ④ 피복재의 평탄(Flattening)

60. 가압경수로형 원전의 원자로보호계통(RPS) 작동 신호에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 저핵비등 이탈률 신호는 특정 허용연료 설계제한치 초과를 방지하여 비등위기 발생을 사전에 방지한다.
- ② 가압기 저압작동 신호는 핵비등이탈률이 안전제한치에 도달하는 것을 방지한다.
- ③ 고 중성자속 작동 신호는 제어봉 인출사고 등 급격한 정반응도 삽입 시 노심을 보호하고 사고를 완화한다.
- ④ 증기발생기 저압력 신호는 증기의 과다한 습분동반으로부터 터빈을 보호한다.

4과목 : 원자로 안전과 운전

61. 노심 핵연료에서 발생하는 도플러 효과에 대한 설명 중 틀린 것은?

- ① 핵연료 내부 U-238의 열외중성자 공명흡수 변화량에 의해 발생하는 효과이다.
- ② 핵연료의 온도가 증가하면 공명흡수가 발생하는 중성자 에너지 범위가 증가한다.
- ③ 핵연료의 온도가 증가하면 공명흡수되는 열외중성자의 총량은 감소한다.
- ④ 도플러 효과는 원자로 고유안전성 유지를 위해 필요한 요소이다.

62. 가압경수로형 원자력발전소의 최초 핵연료 장전 시 중성자 선원을 장전하는 가장 큰 이유는?

- ① 운전 초기 핵분열 유도
- ② 노심 반응도 변화 감시
- ③ 축방향 중성자속 분포 측정
- ④ 반경방향 침투 출력 억제

63. 원자로 노심에서 핵비등이탈률(DNBR)을 감소시키는 요인이 아닌 것은?

- ① 냉각재 압력의 감소
- ② 냉각재 유량 감소

- ③ 냉각재 온도의 상승 ① 국부 열속 감소

64. 가압경수로형 원자력발전소에서 원자로 기동 시 원자로냉각재에 주입하는 약품인 하이드라진(N_2H_2)의 사용목적은?

- ① 원자로 냉각재 내 용존산소 제거
② 원자로 냉각재 내 부식생성물 제거
③ 원자로 냉각재 내 비이온성 방사성물질 제거
④ 원자로 냉각재 pH 조절

65. 가압경수로형 원자력발전소의 노심 반응도 제어와 관련된 설명 중 틀린 것은?

- ① 일정기간 동안 정격출력 운전을 지속하기 위해 잉여반응도를 가지도록 핵연료가 장전된다.
② 잉여반응도는 핵연료 연소, 핵분열생성물 축적 등에 의해 감소한다.
③ 노심의 반응도를 제어하는 수단으로는 수용성 독물질, 가연성 독물질, 제어봉 등이 사용된다.
④ 제어봉이 삽입/인출 되는 경우 노심 내 국부 출력변화를 유발하지 않는다.

66. 원자로 냉각재의 붕소농도 제어로 원자로 출력을 100%에서 50%로 감소시키고자 한다. 필요한 붕소농도 변화량으로 맞는 것은? (단, Xe등의 독물질 변화량은 고려하지 않는다.)

출력계수 : -20pcm/%power
붕소계수 : -8pcm/ppm

- ① -125ppm ② 125ppm
③ -250ppm ④ 250ppm

67. 가압경수로형 원자력발전소에서 가압열충격으로부터 원자로 압력용기를 보호할 수 있는 방법이 아닌 것은?

- ① 원자로냉각재계통의 압력을 감소시킨다.
② 원자로용기의 중성자 조사를 최소화한다.
③ 사고 시 원자로냉각재계통의 열을 신속히 제거하기 위해 증기발생기를 이용한 급속냉각을 수행한다.
④ 증기 및 급수를 적정유량으로 제어한다.

68. 가압경수로형 원자력발전소의 안전설비 설계요건 중 다음 설명에 해당하지 않는 것은?

증기발생기로 냉각수를 공급하는 보조급수계통의 경우, 보조급수펌프의 구동원을 증기터빈, 전동기 등으로 구성

- ① 다중성 ② 다양성
③ 독립성 ④ 안전정지

69. 국제원자력사건등급(International Nuclear Event Scale, INES)에 대한 설명 중 틀린 것은?

- ① 원자력시설에서 사건이 발생한 경우 대중에게 이의 심각성을 신속하게 전달하기 위해 사용된다.
② 0등급에서 7등급까지 8단계로 분류되며 등급이 올라갈수록 사건의 심각도가 높아진다.
③ 0등급은 경미한 고장, 1 ~ 3등급은 고장, 4 ~ 7등급은

사고로 분류된다.

- ④ 체르노빌, TMI 및 후쿠시마 원전사고의 경우, 대규모 방사성물질 방출이 발생되어 7등급에 해당한다.

70. 가압경수로형 원자력발전소에서 원자로냉각재상실사고(LOCA)의 대표적인 증상이 아닌 것은?

- ① 원자로 건물 온도, 압력 상승
② 원자로냉각재계통 압력 감소
③ 원자로건물 방사능 준위 증가
④ 원자로냉각재계통 과냉각여유도 증가

71. 가압경수로형 원자력발전소에서 발생 가능한 사고의 발생빈도 및 주민에 영향을 주는 방사능 준위의 정도에 따라 사고 분류를 하는데, 다음 중 Condition III에 해당하지 않는 사고는?

- ① 증기발생기 튜브 파열
② 중요하지 않은 증기배관 상실
③ 원자로냉각재 강제 순환 유량의 완전상실
④ 전출력 운전 시 제어봉 제어군 인출

72. 가압경수로형 원자력발전소에서 수평방향 중성자속 분포에 영향을 미치는 인자는?

- ① 출력 ② 제논
③ 제어봉 ④ 연료연소

73. 정지여유도(SDM)에 관한 설명으로 틀린 것은?

- ① 원자로 정지 시 독물질인 제논에 대한 영향을 고려하지 않는다.
② 원자로가 임계상태로부터 가장 큰 제어봉 제어값을 갖는 제어봉 인출 고착된 상태에서 모든 제어봉이 삽입될 경우 순간적으로 부가되어야 하는 반응도의 양이다.
③ 정지여유도 점검 시 가장 최근의 B-10 동위원소 비 측정값을 적용해야 한다.
④ 출력운전 중이던 원자로가 정지하면 정지 여유도는 증가 후 감소한다.

74. 심층방어 이행수단으로 해당되지 않는 것은?

- ① 안전성 평가 및 심층방어 유효성 평가
② 사고관리계획서(AMP) 관리
③ 소내외 방사선 비상계획
④ 확률론적 안전성 평가 및 개선

75. 중대사고 진행과정 중 노외사고의 진행 현상으로 틀린 것은?

- ① 노외 냉각수와 용융물의 반응(FCI)
② 수소 연소
③ 노심 용융물과 콘크리트의 반응(MCCI)
④ 원자로 압력용기의 파손(Reactor Vessel Failure)

76. 가압경수로형 원자력발전소에서 출력운전 중 제어봉 삽입한계 이상 유지하는 목적으로 틀린 것은? (문제 오류로 실제 시험에서는 3, 4번이 정답처리 되었습니다. 여기서는 3번을 누르면 정답 처리 됩니다.)

- ① 제어봉 이탈사고 시 삽입되는 정반응도 제한

- ② 정지여유도 유지
 ㉓ 목표값 이내로 축방향 중성자속 분포 유지
 ④ 중성자속 분포를 고르게하여 출력분포를 제한치 내로 유지

77. 가압경수로형 원자력발전소 노심초기(BOC)에서 노심말기(EOC)로 진행되면서 나타나는 노심 반응도 변화로 맞는 것은?

- ① 연료연소에 따라 제어봉 값은 점점 감소한다.
 ② 감속재 온도계수는 점점 큰 부의 값을 갖는다.
 ③ 전출력계수는 점점 정(+)의 값에 가까워진다.
 ④ 도플러계수는 점점 작은 부(-)의 값을 갖는다.

78. 원자로 냉각재 상실사고(LOCA) 후 격납건물 내 수소생성 원인이 아닌 것은?

- ① 냉각재 내 용존수소
 ② 피복재 손상 시 지르코늄과 물과의 반응
 ㉓ 가압기 수위 상실 시 상부 기포영역의 기체
 ④ 냉각재의 방사성 분해

79. 열출력이 300MWth인 원자로에 부(-)반응도를 삽입하여 30초 후 열출력이 200MWth로 감소되었다. 원자로 주기 및 부(-)반응도 삽입 3분 후 원자로 열출력으로 맞는 것은? (단, $\ln 2/3 = -0.40$ 이다.)

- ① 12초 주기로 감소, 3분 후 2.72MWth
 ㉓ 75초 주기로 감소, 3분 후 27.2MWth
 ③ 12초 주기로 감소, 3분 후 27.2MWth
 ④ 75초 주기로 감소, 3분 후 2.72MWth

80. 다중고장사고, 극한재해 또는 중대사고 시 사고관리를 통한 원자력발전소의 제한구역 경계에서의 예상 방사선 피폭선량(유효 선량) 목표값은?

- ① 250mSv 이하 ② 500mSv 이하
 ③ 750mSv 이하 ④ 1000mSv 이하

5과목 : 방사선이용 및 보건물리

81. I-131을 섭취한 직후 갑상선에서의 선량률이 0.5mSv/h이다. 예탁유효선량은 얼마인가? (단, I-131의 물리적 반감기는 8일이고, 생물학적 반감기는 180일이다.)

- ① 96mSv ㉓ 133mSv
 ③ 192mSv ④ 266mSv

82. NaI(Tl) 검출기로 1000Bq의 교정용 Cs-137 선원을 100초 동안 측정된 결과 5,350Counts이다. 선원을 제거한 후 100초 동안 백그라운드를 측정하여 100counts를 얻었다면, 교정용 Cs-137선원의 계수효율은? (단, Cs-137에서 방출되는 감마선의 에너지는 0.662MeV이고 감마선 방출비는 85%이다.)

- ① 3.7% ② 4.3%
 ③ 5% ㉓ 6.2%

83. 다음 중 방사선장해에 영향을 미치는 인자에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 방사선의 생물학적 영향은 온도에 의한 영향을 받을 수 있다.
 ② 어린이가 성인에 비해 방사선에 민감한 이유는 어린이의 세포분열 활동이 성인보다 왕성하기 때문이다.
 ㉓ 생물학적 효과비(RBE)는 일반적으로 고에너지 양성자가 알파선보다 크다.
 ④ 구경곤효과란, 우리의 세포 중에서 특정한 세포에 선량을 부여한 경우 인근의 피폭하지 않은 세포에서도 영향이 나타나는 현상을 말한다.

84. 인체에서 방사선에 의한 생물학적 영향의 발생단계 중 시간이 가장 짧은 것은?

- ① 물리적 단계 ② 물리 화학적 단계
 ③ 화학적 단계 ④ 생물학적 단계

85. 다음 설명 중 틀린 것은?

- ① DNA는 사다리 모양의 꼬여진 이중나선 구조이다.
 ② 베르그니-트리본드 법칙이란, 세포의 방사선 감수성이 세포의 증식활동에 비례하며, 세포의 분화정도에 반비례한다는 이론이다.
 ㉓ 방사선에 의한 생물학적 영향의 발생단계에서 생물학적 단계는 유리기와 산화제가 염색체를 이루는 분자를 파괴하는 단계이다.
 ④ 아주 작은 흡수에너지에도 큰 생물학적 효과가 초래 가능한 것은 손상받은 세포물질의 분열로 인해 장애가 크게 확대되어 나가기 때문이다.

86. 방사선량이나 오염정도에 대하여 그 원인규명 등 필요한 방호조치가 필요할 때, 적용되는 준위는?

- ① 기록준위 ㉓ 조치준위
 ③ 개입준위 ④ 감시준위

87. 다음 중 틀린 것은?

- ① 흡수선량은 커마에서 2차 광자 및 δ -Ray가 가지고 나가는 에너지를 제외한 양이다.
 ② ICRP103에서 권고하고 있는 종사자의 유전적영향에 대한 명목위험계수(10^{-2}Sv^{-1})는 0.1이다.
 ③ ICRP103에서 권고하고 있는 기존피폭에 대한 참고준위의 선량값은 1 ~ 20mSv이다.
 ㉓ 동일한 방사선장에서 선량당량지수와 실용량은 차이가 발생하지 않는다.

88. 축적인자(Build-Up factor)에 영향을 미치는 인자에 대한 설명 중 틀린 것은?

- ① 선원의 크기가 증가할수록 감마선과 차폐체의 기하학적 인자가 증가되어 축적인자는 증가한다.
 ② 차폐체의 두께가 증가할수록 감마선과 차폐체의 상호작용 확률이 증가되어 축적인자는 증가한다.
 ③ 차폐체의 밀도가 증가할수록 감마선과 차폐체의 상호작용 확률이 증가되어 축적인자는 증가한다.
 ㉓ 감마선의 에너지가 증가할수록 감마선과 차폐체의 상호작용 확률이 증가되어 축적인자는 증가한다.

89. 다음 설명 중 틀린 것은?

- ① HPGe 계측기는 보관 시 상온에서 냉각하지 않아도 된다.
- ② 다중파고분석기의 채널수를 크게하면 분해시간이 길어진다.
- ③ 보상형 GM계수관은 고에너지 광자의 반응도를 보정한 검출기를 말한다.
- ④ 섬광물질 중 LiI(Eu)은 Li-6을 농축한 리튬을 사용하여 열중성자 측정에 이용된다.

90. 다음 중 2π 비례계수관에서 보정하여야 하는 인자가 아닌 것은?

- ① 기하학적 효율
- ② 후방산란 보정인자
- ③ 선원의 자기흡수와 산란의 보정인자
- ④ 계수관의 창과 공기에 의한 흡수보정인자

91. 연구용 원자로에 안정동위원소를 넣어 반감기가 5.3년인 방사성동위원소를 제조할 때 방사능이 포화방사능의 90%에 이르는데 걸리는 시간은?

- ① 2.6년
- ② 5.3년
- ③ 12.4년
- ④ 17.6년

92. 다음 중 반도체 검출기 효율의 정의에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① $3'' \times 3''$ NaI(Tl) 검출기로부터 25cm 거리에서 Co-60의 1.17MeV 방사선에 대한 계측효율의 상대효율
- ② $3'' \times 3''$ NaI(Tl) 검출기로부터 25cm 거리에서 Co-60의 1.33MeV 방사선에 대한 계측효율의 상대효율
- ③ $3'' \times 3''$ NaI(Tl) 검출기로부터 50cm 거리에서 Co-60의 1.17MeV 방사선에 대한 계측효율의 상대효율
- ④ $3'' \times 3''$ NaI(Tl) 검출기로부터 50cm 거리에서 Co-60의 1.33MeV 방사선에 대한 계측효율의 상대효율

93. 다음 중 기체봉입형 검출기의 출력펄스 크기에 영향을 미치는 인자가 아닌 것은?

- ① 인가전압
- ② 방사선량
- ③ 검출기의 음극물질
- ④ 봉입기체의 종류와 밀도

94. 다음 중 방사선 감수성에 가장 큰 영향을 주는 요인은?

- ① 세포의 재생률
- ② 세포의 크기
- ③ 세포의 질량
- ④ 세포의 강도

95. 0.8DAC의 Cs-137로 오염된 작업장에서 주당 10시간, 연간 30주를 작업한 방사선작업종사자의 연간 유효선량은?

- ① 1.2mSv
- ② 2.4mSv
- ③ 3.6mSv
- ④ 4.8mSv

96. 다음 설명 중 틀린 것은?

- ① 오제전자의 방출은 대체로 원자번호가 낮은 원자에서 발생하며 전형적인 에너지의 크기는 수 MeV 정도이다.

- ② 주어진 물체가 여러 방사성핵종을 혼합하여 포함하고 있다면 총 방사능은 단순히 각 핵종 방사능의 합이다.
- ③ 불안정한 정도가 큰 핵은 빨리 변환하므로 붕괴상수가 크며 반면 비교적 안정한 핵종은 붕괴상수가 매우 작다.
- ④ 베타선의 연속스펙트럼 모양은 주로 페르미(Fermi) 함수에 따라 결정되고 형태함수 및 스크린 수정함수가 약간 보정한다.

97. I-131은 붕괴 당 0.364MeV 감마선 80%와 0.638MeV 감마선 8%를 방출한다. 37MBq의 I-131 점선원으로부터 2cm 거리에서의 에너지 플루언스율(MeV/cm · sec)은?

- ① 1.25×10^4
- ② 2.5×10^5
- ③ 6.75×10^5
- ④ 1.5×10^6

98. 다음 TL 물질 중 30keV 광자에 대한 조직 반응도가 가장 큰 것은?

- ① LiF
- ② $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$
- ③ CaSO_4
- ④ MgB_4O_7

99. 어떤 GM계수관의 불감시간이 300μs이다. 불감시간으로 인한 계수손실이 참계수율의 6%가 일하는 시료의 방사능은 약 얼마인가? 단, 계수기의 전 계수효율은 25%이다.

- ① 850Bq
- ② 900Bq
- ③ 950Bq
- ④ 1000Bq

100. 다음 비례계수관에 대한 설명 중 올바르게 짝지어진 것은?

가. 1개의 입사입자에 의해 계수관 전체에 걸쳐 방전이 발생한다.

나. 1차 이온쌍의 수에 비례하는 펄스파고를 얻을 수 있다.

다. 양이온이 음극과 충돌하며 2차 전자를 생성하는 것을 방지하기 위해 소멸기체를 주입한다.

라. 장점은 베타선이나 감마선 백그라운드가 있는 상태에서 알파선을 측정할 수 있다.

- ① 가, 나
- ② 가, 다
- ③ 나, 다
- ④ 나, 라

전자문제집 CBT PC 버전 : www.comcbt.com

전자문제집 CBT 모바일 버전 : m.comcbt.com

기출문제 및 해설집 다운로드 : www.comcbt.com/xs

전자문제집 CBT란?

종이 문제집이 아닌 인터넷으로 문제를 풀고 자동으로 채점하며 모의고사, 오답 노트, 해설까지 제공하는 무료 기출문제 학습 프로그램으로 실제 시험에서 사용하는 OMR 형식의 CBT를 제공합니다.

PC 버전 및 모바일 버전 완벽 연동

교사용/학생용 관리기능도 제공합니다.

오답 및 오탈자가 수정된 최신 자료와 해설은 전자문제집 CBT에서 확인하세요.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
④	②	③	②	④	④	①	①	④	③
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
④	①	③	②	③	③	④	②	②	③
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
④	②	①	②	②	④	③	①	④	③
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
④	③	②	①	①	③	④	②	③	③
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
③	①	③	②	④	①	③	②	②	②
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
②	③	②	②	①	④	③	④	③	④
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
③	②	④	①	④	②	③	②	④	④
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
①	③	①	②	④	③	②	③	②	①
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
②	④	③	①	③	②	④	④	③	④
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
④	②	③	①	②	①	②	③	①	④