

## 2023년09월17일년 원자력기사 필기시험 기출문제 답안

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

전자문제집 CBT 홈페이지 : <https://www.cbtestpro.kr>

최신 수정 자료와 해설(오타 · 오답 · 규정변경)은 cbtestpro.kr 웹 및 앱에서 확인하세요.

기출문제의 저작권은 출제기관에 있습니다. cbtestpro.kr 및 관련 앱에서는 편집 및 재구성 작업만 하였음을 밝힙니다.



전자문제집 CBT

빠르고 효과적으로 배워 시험 합격을 노려라!



## 【1과목】 원자력기초 (20문제)

1. UO<sub>2</sub> 핵연료(농축도 2.5 w/o) 90톤이 장전된 원자로가 600일 동안 3,300 MW 출력 수준으로 운전하였을 때 비연소도 (specific burnup, MWd/t)는?

- ① 약 19,000 MWd/t  
 ② 약 22,000 MWd/t  
 ③ 약 25,000 MWd/t  
 ④ 약 28,000 MWd/t

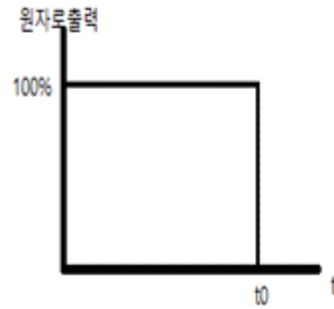
2. 중수로에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 원자로가 수평이어서 운전 중 연료 교체가 가능하다.  
 ② 천연우라늄을 연료로 사용할 수 있는 이유는 중수의 열중성자 흡수단면적이 대단히 높기 때문이다.  
 ③ 감속재로 중수를 사용하나, 열전달을 위해 냉각재는 경수를 사용한다.  
 ④ 중수소가 수소보다 무거워 중성자가 잘 감속되기 때문에 원자로를 경수로에 비해 상대적으로 작게 만들 수 있다.

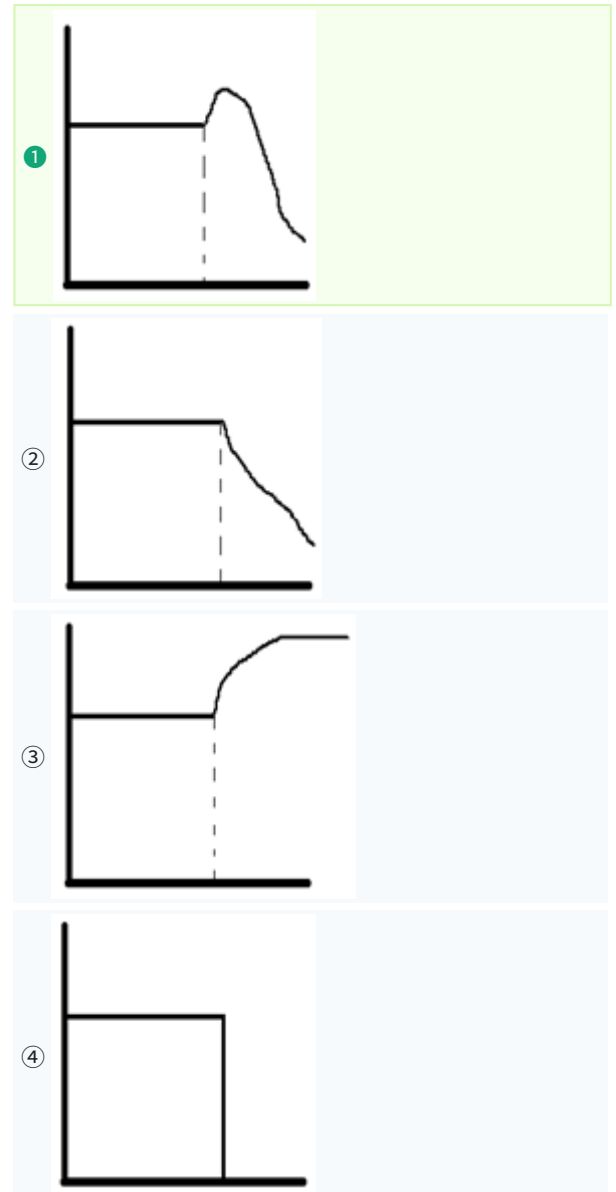
3. 다음 중 좋은 감속재의 요건이 아닌 것은?

- ① 레사지( $\xi$ )가 커야 한다.  
 ② 산란단면적이 커야 한다.  
 ③ 흡수단면적이 작아야 한다.  
 ④ 질량이 커야 한다.

4. 원자로가 아래의 그림과 같이 100% 출력으로 운전하던 중  $t_0$ 에서 정지한 경우, 원자로 정지 후 제논( $^{135}\text{Xe}$ )의 거동으로 적절한 것은? (단, 원자로는  $t_0$ 에서 정지 이후 재기동을 하지 않는



다.)



5. 원자핵의 결합에너지에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 원자량이 큰 원소일수록 총 결합에너지는 증가한다.
- ② 핵자당 결합에너지는 원자량의 크기에 관계 없이 일정하다.
- ③ 결합에너지란 각 핵자를 완전히 분리하는 데 필요한 에너지이다.
- ④ 핵자당 결합에너지는 원자량이 증가함에 따라 급격히 증가하다가 서서히 떨어지는 경향이 있다.

6.  $^{235}\text{U}$ 가 핵분열을 일으킬 때 방출되는 에너지 중 가장 큰 것은?

- ①  $\beta$ -선
- ②  $\gamma$ -선
- ③ 핵분열중성자의 운동에너지
- ④ 핵분열 파편의 운동에너지

7. 감속재에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 물의 감속능이 좋은 이유는 물은 대수적 에너지 감쇠율이 크기 때문이다.
- ② 탄소는 열확산거리가 경수보다 짧으므로 고온 기체냉각로에 감속재로 사용된다.
- ③ 탄소의 감속비는 경수의 감속비보다 크다.
- ④ 경수는 중수에 비해 대수적 에너지 감쇠율 및 거시적 산란 단면적이 모두 크다.

8. 증배계수와 각 입자에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 노심수명이 진행됨에 따라  $^{238}\text{U}$ 이 감소하여 공명이탈확률은 증가한다.
- ② 재생계수와 속핵분열 계수는 항상 1보다 크다.
- ③ 독물질은 주로 열중성자 이용률에 영향을 끼친다.
- ④ 농축도가 증가하면 재생계수 역시 증가한다.

9. 어떤 매질 내에서의 거시적 수송 단면적(macroscopic transport cross-section)이  $0.45\text{cm}^{-1}$ 일 때, 확산방정식의 중성자속 계산에서 고려하는 매질 경계에서의 외삽거리(extrapolation distance)는?

- ① 0.98cm
- ② 1.26cm
- ③ 1.58cm
- ④ 1.88cm

10. 높이 H, 반경 R인 유한 실린더 형태 원자로의 축방향 및 반경방향 중성자속의 형태는?

- ① 축방향:  $Y_0\left(\frac{2.405r}{R}\right)$ , 반경방향:  $\cos\left(\frac{\pi z}{H}\right)$
- ② 축방향:  $Y_0\left(\frac{2.405r}{R}\right)$ , 반경방향:  $\sin\left(\frac{\pi z}{H}\right)$
- ③ 축방향:  $J_0\left(\frac{2.405r}{R}\right)$ , 반경방향:  $\sin\left(\frac{\pi z}{H}\right)$
- ④ 축방향:  $J_0\left(\frac{2.405r}{R}\right)$ , 반경방향:  $\cos\left(\frac{\pi z}{H}\right)$

11. 도플러효과에 가장 큰 영향을 받는 반응도계수는?

- ① 연료온도계수
- ② 감속재온도계수
- ③ 압력계수
- ④ 출력계수

12. 즉발임계상태인 원자로에  $0.001 \Delta k/k$ 의 반응도가 주입되었다. 1초 후 출력은? (단, 지발중성자의 생성은 무시, 즉발중성자의 세대시간은  $10^{-4}$ 초이다.)

- ① 약 220배
- ② 약 2,200배
- ③ 약 22,000배
- ④ 약 220,000배

13. 원자력과 관련된 입자에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 전자소멸이란 양전하와 음전하가 충돌하면서 발생하며, 소멸방사선을 방출하는 것이다.
- ② 양성자의 정지질량은 전자보다 약 1,836배 높으며, 전하가 음(-)인 양성자도 존재한다.
- ③ 중성자는 양성자보다 약간 더 무거우며, 자유중성자(free neutron)는 안정한 입자이다.
- ④ 광자는 전자파와 관련된 입자로 정지질량은 0(zero)이고, 진공에서 하나의 속도만을 갖는다.

14. 원자로 내에서 핵분열 과정을 통해 생성된 물질의 에너지 중 회수되는 것이 아닌 것은?

- ① 즉발중성자
- ② 중성미립자
- ③ 감마선
- ④ 지발중성자

15. 지발중성자에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 핵분열을 통해 방출되는 중성자의 1% 이하이다.
- ② 지발중성자선행핵은 6개 그룹으로 나눌 수 있다.
- ③ 핵분열생성물이 베타붕괴를 하여 생성된 핵종들이 중성자를 방출하며 붕괴할 때 생성된다.
- ④ 원자로주기를 짧게 하여 원자로 제어를 쉽게 할 수 있다.

16. 중성자를 포함하는 매질 내 임의의 체적 V에서의 중성자 거동을 나타낸 항들이 다음과 같이 주어질 때 이들의 관계식으로 옳은 것은?

$$\begin{aligned} \text{변화율: } \int_V \frac{\partial n}{\partial t} dV, \text{ 생성률: } \int_V s dV, \\ \text{흡수율: } \int_V \sum_a \phi, \text{ 누설률: } \int_V \text{div} J dV \end{aligned}$$

- ①  $\int_V \frac{\partial n}{\partial t} dV = \int_V s dV - \int_V \sum_a \phi - \int_V \text{div} J dV$
- ②  $\int_V \frac{\partial n}{\partial t} dV = \int_V s dV + - \int_V \sum_a \phi - \int_V \text{div} J dV$
- ③  $\int_V \frac{\partial n}{\partial t} dV = \int_V \text{div} J dV + \int_V s dV + \int_V \sum_a \phi$
- ④  $\int_V \frac{\partial n}{\partial t} dV = \int_V \text{div} J dV + \int_V s dV - \int_V \sum_a \phi$

17. 어느 물질의 미시적 단면적(microscopic cross section)은  $4.50 \times 10^{-24} \text{ cm}^2$ 이며, 수밀도(atomic density)는  $3.20 \times 10^{23} / \text{cm}^3$ 일 때, 이 물질의 평균자유행정(mean free path)은?

- ① 0.50 cm
- ② 0.69 cm
- ③ 1.44 cm
- ④ 4.50 cm

18. 탄소( $^{12}\text{C}$ )를 감속재로 사용하는 원자로에서, 2MeV의 중성자가 1eV의 열중성자로 감속되기 위해 필요한 평균충돌횟수는? (단,  $\xi = 2/(A+2/3)$ 이다.)

- ① 약 86회
- ② 약 88회
- ③ 약 92회
- ④ 약 96회

19. 50MW의 일정한 출력으로 운전되는  $^{235}\text{U}$ 가 장전된 원자로가 제어봉에 의해 10%의 반응도가 갑작스럽게 주입되어 정지되었다. 10분 후 이 원자로의 출력은 어느 정도까지 감소되는가? (단, 원자로 주기(T)는 80초이다.)

- ① 1.185 MW
- ② 0.185 MW
- ③ 0.0185 MW
- ④ 0.00185 MW

20. 다음 중 반사체를 설치하는 경우에 대한 효과가 아닌 것은?

- ① 적은 양의 핵연료로 연쇄반응을 유지할 수 있다.
- ② 기하학적 버클링(Bg)값이 증가한다.
- ③ 원자로의 크기를 줄일 수 있다.
- ④ 핵연료의 농축도를 낮출 수 있다.

#### 【2과목】 핵재료공학 및 핵연료관리 (20문제)

21. 국내에서 생산하는 가압경수로 핵연료 제조과정 중 첫째 공정은?

- ① 농축
- ② 성형가공
- ③ 정련
- ④ 재변환

22. 핵연료 주기 관련 용어와 그에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 채광: 우라늄이 함유된 광석을 광산에서 캐내는 것
- ② 변환: 핵연료물질을 물리적, 화학적 방법으로 처리하여 가공에 적합한 형태로 만드는 것
- ③ 정련: 핵연료물질에 포함된 우라늄의 비율을 높이기 위해 물리적, 화학적 방법으로 핵연료물질을 처리하는 것
- ④ 가공: 핵연료물질을 물리적, 화학적 방법으로 처리하여 원자로의 연료로 사용할 수 있는 형태로 만드는 것

23. 다음 중에서 트램프(Tramp) 우라늄에 포함되는 것은 몇 개인가?

- (가) 핵연료 성형 중 피복재 표면에 부착된 우라늄  
(나) 핵연료 파손과 무관하게 냉각재에 존재하는 우라늄  
(다) 전 주기(cycle) 결할 핵연료로부터 누출된 우라늄 중 CVCS에서 제거되지 않은 우라늄

① 0개

② 1개

③ 2개

④ 3개

24. 핵연료 농축 공장에서 천연우라늄( $^{235}\text{U}$  농축도 0.7 wt%)으로부터 4wt% 농축 우라늄 100kg을 생산하려고 한다. 농축 후 천연 우라늄 찌꺼기(Tails) 농축도가 0.2wt%일 때, 필요한 천연 우라늄 양은?

① 760 kg

② 920 kg

③ 1,140 kg

④ 2,280 kg

25. 국내 경수로에서 이행하는 방사화 부식생성물질 제어방법과 거리가 먼 것은?

① pH 조절

② 초음파 세정

③ 아연주입법

④ 제어봉 조절

26. 이산화우라늄 핵연료의 특징으로 옳지 않은 것은?

① 결정은 형석형입방정이며 융점은  $2,850^{\circ}\text{C}$ , 밀도는  $10.96 \text{ g/cm}^3$ 이다.

② 열전도도가 상온에서 약  $1,500^{\circ}\text{C}$ 까지는 증가하다가 그 이상 온도에서는 감소한다.

③ 연소 시 핵분열기체 방출은 소결체의 팽창(Swelling)을 유발하며 연소도가 증가할수록 커진다.

④ 소결체는 연소 초기 조사에 의해 고체 내 결함이 증가하며 공극(Pore), 기포(Void)를 흡수하여 고밀화가 생긴다.

27. 핵연료 피복재로 사용되는 지르칼로이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 중성자 흡수단면적이 상대적으로 작다.

② 고온에서 기계적 강도가 좋으므로 팽창은 고려하지 않아도 된다.

③ 내부식성이 좋다.

④  $1,200^{\circ}\text{C}$  이상에서는 물과 화학반응을 일으켜 수소를 발생한다.

28. 사용후핵연료의 재처리 목적이 아닌 것은?

① 유용한 핵분열성 물질의 회수

② 방사성 핵분열 생성물의 제거

③ 방사성 물질의 장기보관을 위한 형태 변화

④ 장 반감기 핵분열 생성물의 핵종 변환

29.  $^{60}\text{Co}$ 이 포함된 고체 방사성폐기물(단일핵종 오염)이 발생하였다. 이 폐기물이 극저준위 방사성폐기물에 해당하는 농도 범위는? (단,  $^{60}\text{Co}$  자체처분 농도 기준은  $0.1\text{Bq/g}$ 이다.)(문제 오류로 가답안 발표시 2번으로 발표되었지만 확정답안 발표시 모두 정답처리 되었습니다. 여기서는 가답안인 2번을 누르면 정답 처리 됩니다.)

①  $0.1 \sim 1 \text{ Bq/g}$

②  $0.1 \sim 10 \text{ Bq/g}$

③  $0.5 \sim 5 \text{ Bq/g}$

④  $0.5 \sim 50 \text{ Bq/g}$

30. 국내 경수로 원전에서 액체방사성폐기물(액체방사성유출물) 배출(단위:TBq)시에 가장 많이 배출되는 방사성핵종은?

①  $^3\text{H}$

②  $^{60}\text{Co}$

③  $^{131}\text{I}$

④  $^{137}\text{Cs}$

31. 선행 핵연료 주기에 관한 내용으로 옳지 않은 것은?

① 선행 핵연료 주기 중 정련은 침출, 정제, 침전, 건조 과정으로 진행된다.

우라늄 함유 용출액에  $\text{HNO}_3$ , TBP(Tri-Butyl Phosphate)를 넣으면 우라늄 정관인 Yellow cake가 얻어진다.

천연우라늄은 234U, 235U, 238U로 구성되고 235U의 농도를 올리기 위해 삼중점이 약  $1.5\text{kg/cm}^2$ ,  $64^\circ\text{C}$ 인  $\text{UF}_6$ 를 이용한다.

④ Yellow cake 재변환을 위한 AUC, GECCO, IDR 공정에는  $\text{H}_2$ 기체 환원 과정이 포함된다.

32. 핵연료 소결체와 피복재의 상호작용에 의한 피복재 파손을 줄이기 위한 방법이 아닌 것은

① 출력상승률을 제한한다.

② 소결체 모양을 개선한다.

③ 연료봉 수를 늘려 선출력밀도를 높인다.

④ 피복재 내부에 윤활재를 도포한다.

33.  $\text{UF}_6$  기체를 사용하지 않아도 되는 우라늄 농축방법은?

① 가스확산법

② 노즐법

③ 화학교환법

④ 원심분리법

34. 경수로 핵연료 집합체 부품 중에서 아래의 모든 기능을 수행하는 것은?

(가) 연료봉의 이탈 방지  
(나) 냉각재의 압력강하를 적절히 유지하면서 상부 노심판으로 유도  
(다) 핵연료 집합체 취급장비와의 양립성 유지

① 상단고정체

② 하단고정체

③ 혼합지지격자

④ 하부지지격자

35. 원자로냉각재 내에 존재하는 방사화 부식 생성물질이 아닌 것은?

① 51Cr

② 58Co

③ 87Kr

④ 187W

36. 핵연료 결함 진단에 사용하는 옥소(Iodine)의 물리적, 화학적 특성으로 옳지 않은 것은?

① 냉각수에 대한 용해도가 작다.

② 핵분열 생성률이 비교적 크다.

③ 피복관 내 이동률이 크다.

④ 동위원소 간의 반감기 차이가 비교적 크다.

37. 천연우라늄을 핵연료로 사용하며 100MWe의 전력을 생산하는 원자로의 가동률이 80%이며, 열효율이 40%일 때, 이 원자로에서 1일간 소비하는 천연우라늄 양은? (단, 핵연료 1MT당 6,600MWd의 열을 생산한다고 가정한다.)

① 약 10kg/day

② 약 20kg/day

③ 약 30kg/day

④ 약 40kg/day

38. 경수로 사용후핵연료의 핵적 특성에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 국내 경수로 원전의 사용후핵연료에는 약 1%의 235U와 약 0.9%의 239Pu가 포함되어 있다.

② 사용후핵연료 내의 초우라늄 원소(Transuranic Elements)는 Np, Po, Am, Cm, Pa 등이 있다.

③ 사용후핵연료 내의 악티나이드(Actinides) 원소는 89Ac부터 103Lr에 이르는 15개 원소로 구성된다.

붕괴열 주요 기여 핵종은 초기 100년 이내에는 Cs, Sr를 포함한 핵분열 생성물 등이고, 그 이후에는 악티나이드(Actinides)이다.

39. 방사성핵종인 세슘이 어떤 지하매질에 흡착되어 평형을 이루고 있을 때의 지연계수는? (단, 지하매질의 밀도는  $2\text{g/cm}^3$ , 유효 공극률은 0.5이며, 세슘의 분배계수는  $4\text{cm}^3/\text{g}$ 이다.)

① 1

② 2

③ 16

④ 17

40. 사용후핵연료 재처리 공정 중 습식법이 아닌 것은?

① 용융전해법

② PUREX법

③ BUTEX법

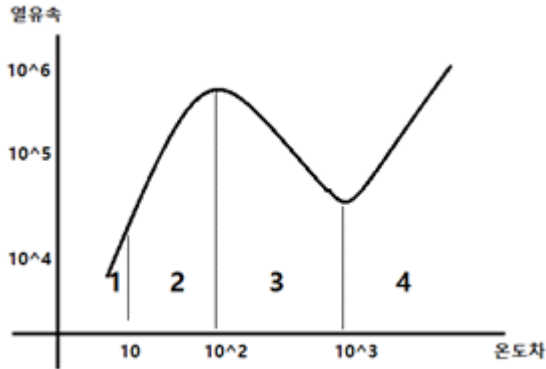
④ 인산비스무스법

**【3과목】 발전로계통공학 (20문제)**

41. 30mm인 원관 속으로 20°C 물이 층류로 흐른다고 가정할 때, 최대 평균 유속은? (단, 임계 레이놀드수는 2,100이고, 20°C 물의 동점성계수는  $1 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ 이다.)

- ① 0.0007 m/s
- ② 0.0014 m/s
- ③ 0.07 m/s
- ④ 0.14 m/s

42. 다음은 풀비등(Pool boiling)에서 열의 이동현상을 나타낸 열전달곡선이다. 영역 I ~ IV에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① 영역 I : 대류영역, 유체가 액체상태로 대류 등에 의해 열전달이 이루어진다.

영역 II : 핵비등영역, 유체 내에서 작은 핵모양의 증기  
② 포가 발생되기 시작하며, 이 증기포로 인하여 열전달 효율이 떨어지기 시작한다.

③ 영역 III: 부분막비등영역, 열전달 표면에 부분적으로 증기가 덮여 있으며, 대류에 의한 열전달이 감소한다.

영역 IV: 막비등영역, 열전달 표면은 완전히 증기로 덮이  
④ 게 되고, 대류에 의한 열전달은 거의 이루어지지 않으며 대부분 복사에 의한 열전달이 이루어진다.

43. 표준형 원자력발전소의 원자로냉각재계통 구성기기에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?

원자로냉각재펌프에 설치된 관성바퀴는 전동기의 전원  
① 이 상실되었을 경우 원자로냉각재펌프의 감속시간을 연장시켜 노심 냉각에 기여한다.

② 증기발생기는 생성된 증기를 증기분리기와 증기건조기를 통해 변환된 건포화증기를 터빈에 공급한다.

③ 원자로용기 상부헤드 플랜지의 홈 속에 설치되어 있는 2개의 오링(O-ring)은 압력식 밀봉장치 역할을 한다.

④ 가압기는 원자로냉각재계통 저온관의 밀림관(Surge line)에 연결되어 있다.

44. 표준형 원자력발전소의 정지냉각계통에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 다중성을 확보하기 위해 동일한 기능을 하는 2개의 계열로 구성되어 있다.

② 독립성을 확보하기 위해 어느 한 계열의 고장이 다른 계열에 미치는 영향이 없도록 설계하였다.

③ 다양성을 확보하기 위해 계열별로 서로 다른 구동원으로 동작하는 정지냉각펌프를 설치하였다.

시험성을 확보하기 위해 원자로 출력운전 중 타 계통에  
④ 미치는 영향이 없이 성능시험을 할 수 있도록 설계되었다.

45. 표준형 원자력발전소의 화학 및 체적제어계통(CVCS) 구성기기 중 붕소농도 제어에 사용되지 않은 기기는?

① 원자로배수탱크

② 붕산저장탱크

③ 원자로보충수탱크

④ 체적제어탱크

46. 표준형 원자력발전소의 노심운전제한치감시계통(COLSS)에서 감시하는 운전제한치가 아닌 것은?

① 사분출력경사비(Azimuthal Tilt)

② 노외증성자속 출력여유도(Excore Power Margin)

③ 핵비등이탈여유도(DNBR Margin)

④ 축방향출력편차(Axial Shape Index)

47. 가압경수로형 원자력발전소에서 381cm 높이의 연료봉이 236개 장입된 연료집합체 177다발을 장전하여 운전하고자 한다. 전 출력 운전 중에 핵비등이탈률(DNBR)은 2.0을 유지하고, 원자로심 중앙에서의 고온열수로계수(Hot Channel Factor)는 2.5이다. 원자로 전체의 평균열속(Average Heat Flux)이  $200,000 \text{ BTU/h-ft}^2$ 이라면 핵비등이탈열속(DNB Heat Flux)은?

①  $1,000 \times 10^3 \text{ BTU/h-ft}^2$

②  $2,500 \times 10^3 \text{ BTU/h-ft}^2$

③  $5,000 \times 10^3 \text{ BTU/h-ft}^2$

④  $7,500 \times 10^3 \text{ BTU/h-ft}^2$

48. 정상운전 중인 가압경수로형 원자력발전소에서 핵연료 손상 여부를 판단하는 방법이 아닌 것은?

① 초음파탐상검사(Ultrasonic Test)

② 지발중성자(Delayed Neutron) 검출

③ 옥소(Iodine) 방사능 분석

④ 전 방사능 분석(Gross  $\beta$ - $\gamma$  Activity)

49. 다음 중 가압열충격(Pressurized Thermal Stress)을 줄이기 위한 접근법이 아닌 것은?

노심설계 시 원자로용기에 속중성자에 의한 조사를 줄이

① 기 위해 저누설장전모형(Low Leakage Loading Pattern)으로 연료를 배치한다.

② 원자로 기동 시 가열률 P-T 곡선(Heat-up rate P-T curve)에 따라 가열한다.

③ 원자로 정지 시 냉각률 P-T 곡선(Cool down rate P-T curve)에 따라 냉각한다.

④ 저온에서는 원자로냉각재계의 압력을 높게 유지하여 운전한다.

50. 핵연료봉에 헬륨(He) 기체를 가압하여 충전하는 이유가 아닌 것은?

① 피복재 크립(creep) 방지

② 핵연료 내부 열전달 향상

③ 피복재 평탄화 방지

④ 피복재 부식 저감

51. 이상적인 랭킨 사이클로 운전되는 원자력발전소의 1차계통을 통과하는 유량률이  $0.64 \times 10^8$  kg/h이다. 원자로 입구와 출구의 온도는 각각  $293^\circ\text{C}$ 와  $315^\circ\text{C}$ 이며 비열은  $5.9 \text{ J/g}\cdot^\circ\text{C}$ 이다. 그리고 복수기를 통과하는 유량률은  $1.0 \times 10^8$  kg/h이며 복수기 입구와 출구의 온도는 각각  $18^\circ\text{C}$ 와  $30^\circ\text{C}$ 이며 비열은  $4.2 \text{ J/g}\cdot^\circ\text{C}$ 이다. 발전소 2차계통의 열효율은?

① 33.3 %

② 35.3 %

③ 37.3 %

④ 39.3 %

52. 열전달 상관식인 Dittus-Boelter correlation에서 나타나지 않는 무차원 수는?

① 레이놀즈 수(Reynolds number)

② 너셀 수(Nusselt number)

③ 그라쇼프 수(Grashof number)

④ 프란틀 수(Prandtl number)

53. 가압중수로(CANDU)형 원전의 특징이 아닌 것은?

① 천연우라늄을 연료로 사용한다.

② 감속재 및 냉각재로 중수를 사용한다.

③ 운전 중 연료를 교체한다.

④ 원자로는 수직 압력관으로 구성되어 있다.

54. 정격 열출력이 2,815 MWth인 원자로의 연료봉 평균 선출력밀도는? (단, 원자로에는 177개 연료집합체가 장전되어 있고, 연료 집합체당 236개 핵연료봉이 있으며, 연료봉 1개당 유효 연료길이는 3.81m이다.)

① 176.88 W/cm

② 186.88 W/cm

③ 196.88 W/cm

④ 206.88 W/cm

55. 정상운전 중인 가압경수로형 원자력발전소에서 가압기의 압력을 조절하기 위한 설비가 아닌 것은?

① 가압기 비례전열기

② 안전감압밸브

③ 가압기 보조전열기

④ 가압기 살수밸브

56. 가압경수로형 원자력발전소에서 증기발생기의 수위 팽창 현상을 일으키지 않는 것은?

① 터빈출력의 급감

② 주증기관의 파열

③ 증기발생기의 압력방출밸브 열림

④ 주증기 우회밸브 열림

57. 가압경수로형 원자력발전소에서 화학 및 체적제어계통(CVCS)의 반응도 제어에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 붕산수(H3BO3)는 열중성자 이용률(f)에 큰 영향을 미친다.
- ② 붕소 농도가 높을수록 미분 붕소값이 증가한다.
- ③ 노심말기(EOL)에는 붕소 희석에 많은 양의 보충수가 필요하다.
- ④ 노심에 균일하게 분포하여 제어봉 사용 시보다 균일한 출력분포를 얻는다.

58. 가압경수로형 원자력발전소에서 공학적안전설비(ESF) 계통에 속하지 않은 것은?

- ① 비상노심냉각계통
- ② 격납건물살수계통
- ③ 1차기냉각수계통
- ④ 보조급수계통

59. 표준형 원자력발전소에서 원자로보호계통(RPS)의 자동 원자로정지 신호 중 우회(Bypass)기능이 있는 신호는?

- ① 국부출력 고밀도
- ② 가압기 고압력
- ③ 격납건물 고압력
- ④ 증기발생기 저수위

60. 표준형 원자력발전소에서 노외 중성자속 감시계통의 원자로 출력신호 중 가장 넓은 범위를 지시하는 것은?

- ① 기동채널
- ② 안전채널(선형출력)
- ③ 안전채널(지수출력)
- ④ 제어채널

**【4과목】 원자로 안전과 운전 (20문제)**

61. 아래의 사고사례에 대한 공통적인 설명으로 옳은 것은?

가. TMI 원전 사고(1979년)  
나. 체르노빌 원전 사고(1986년)  
다. 후쿠시마 원전 사고(2011년)

- ① 중대사고 범주에 해당된다.
- ② 자연재해가 사고 발생의 근원이다.
- ③ 가압경수로 원전으로 동일 노형이다.
- ④ 방사선 피폭에 따른 다수의 사망자가 발생했다.

62. 100% 출력으로 운전 중이던 원자력발전소에서 원자로가 불시에 정지되었을 때 핵분열생성물의 부(-)반응도 영향이 가장 큰 시점은?

- ① 원자로 정지 직후
- ② 원자로 정지 후 1시간
- ③ 원자로 정지 후 10시간
- ④ 원자로 정지 후 24시간

63. 붕소 동위원소 <sup>10</sup>B에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 중성자 흡수 공명 영역을 갖지 않는다.
- ② 열중성자에 대하여 미시적 흡수단면적이 약 3,800 barns이다.
- ③ 원자로 출력을 제어할 수 있는 수용성 독물질(Poison)에 사용한다.
- ④ 미시적 흡수단면적은 열중성자 및 열외중성자 영역에서 중성자의 에너지에 비례한다.

64. 잉여반응도에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 가연성 독물질봉은 운전기간 중 잉여반응도 감소 속도를 줄이는 데 기여한다.
- ② 노심 초기의 잉여반응도는 제어봉으로 적절히 제어하여 감소되지 않도록 한다.
- ③ 출력이 상승할 경우에는 출력 결손과 독물질 축적에 의해 잉여반응도는 감소한다.
- ④ 장기간 출력운전 시 핵연료 연소와 핵분열 생성 독물질 축적에 의해 잉여반응도는 감소된다.

65. 가압경수로형 원자력발전소 운영기술지침서의 안전제한치(Safety Limits) 설정 항목으로 옳은 것은?

- ① 원자로 격납건물 압력
- ② 원자로냉각재계통 온도
- ③ 증기발생기 수위
- ④ 핵비등이탈률(DNBR)

66. 정지여유도(Shut Down Margin, SDM)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- 정지 중일 때의 SDM은 현재의 임계상태로부터 제어값이  
① 가장 큰 제어봉 집합체를 제외한 모든 제어봉들이 삽입될 때 순간적인 미임계 정도를 말한다.
- ② 발전소 출력운전 시 제어봉을 삽입 한계 이상으로 유지하는 목적은 SDM을 유지하기 위함이다.
- ③ 원자로가 정지된 후 72시간 동안 SDM은 제논 축적 및 소멸에 따라 증가 및 감소한다.
- SDM이 규정값을 만족하지 못할 경우 운전원은 요구된  
④ 정지여유도에 도달될 때까지 원자로냉각재계에 봉산수를 계속 주입해야 한다.

67. 아래에서 설명하는 중대사고 현상은?

- 원자로에서 고압용융물이 방출된 직후, 원자로 공동을 이탈한 고온의 노심용융물이 격납건물 대기와 직접 접촉하여 급격한 열전달을 일으킴으로써 격납건물을 가압하는 현상
- ① 수소 생성
- ② 격납건물 직접가열(DCH)
- ③ 노심용융물과 냉각수 반응(FCI)
- ④ 노심용융물과 콘크리트 반응(MCCI)

68. 국제원자력사건등급(International Nuclear Event Scale, INES)에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 사고고장 등급 분류 시에는 피폭 및 환경영향, 시설 내 방사선방벽 및 통제 영향의 두가지를 고려한다.
- ② 1등급에서 7등급까지 7단계로 구성되고, 등급이 올라갈수록 사건의 심각도가 높음을 뜻한다.
- ③ TMI와 후쿠시마 원전사고는 모두 7등급에 해당된다.
- 국내에서는 분기별로 사건등급평가위원회를 개최하여  
④ 최종 등급을 평가한다.

69. 미국원자력학회(ANS)에서 구분하는, 발전소의 네 가지 상태 중 상태 II(Condition II - Faults of Moderate Frequency)에 해당하는 것은?

- ① 단계적(Step) 출력변화
- ② 한 대의 원자로냉각재펌프 회전자 고착
- ③ 원자로냉각재의 강제유량 완전상실
- ④ 제어봉능의 봉소회석

70. 현재 원자로 열출력이 2MWth이고 기동률이 0.5DPM(Decade Per Minutes)일 때, 4분 후의 원자로 출력은?

- ① 10 MWth
- ② 100 MWth
- ③ 200 MWth
- ④ 2,000 MWth

71. 아래의 설명에서 괄호 안에 들어갈 용어는?

- 가압경수로형 원자력발전소의 원자로냉각재계를 통 중 가압기를 제외한 원자로 압력용기 및 유로 부분은 출력운전 중 반드시 ( ) 상태로 운전되어 야 한다.
- ① 과냉각(Subcooled)
- ② 포화(Saturated)
- ③ 과열(Super Heated)
- ④ 미임계(Subcritical)

72. 가압경수로형 원자력발전소의 원자로압력용기 무연성 천이온도를 확인하기 위한 감시시편에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- 감시시편은 원자로 압력용기 제작에 사용된 재질을 가공한 것이다.
- ① 감시시편의 재질은 기본금속, 용접금속, 열 영향을 받은 금속의 3가지로 구성된다.
- 감시시편은 주기적안전성평가(PSR) 시에 인출하여 검사  
③ 한다.
- ④ 감시시편은 원자로 압력용기에서 핵연료가 위치한 중간 높이 부분에 설치된다.

73. 원자로 내 핵연료 장전량이 70 MTU이고 80% 출력으로 200일간 운전하였다면 노심 연소도(Core Burn-up)는? (단, 100% 열출력은 2,825MWth, 발전기 출력은 1,040MWe이다.)

- ① 4 MTU/MWD
- ② 1,271 MW-MTU/Days
- ③ 2,311 MWD/MTU
- ④ 6,457 MWD/MTU

74. 가압경수로형 원자력발전소의 핵연료 재장전 후 출력운전 초기 며칠간 노심의 반응도가 급격히 감소하는데 가장 크게 영향을 미치는 인자는?

- ① 핵연료의 연소
- ② 제논(Xe)의 증가
- ③ 사마리움(Sm)의 증가
- ④ 냉각재 온도변화

75. 다음 가연성 독물질에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① 가연성 독물질은 노심의 축방향 출력분포를 균일하게 해 준다.
- ② 가연성 독물질은 노심수명을 연장하는 효과를 준다.
- ③ 가연성 독물질은 일반적으로 붕소(B)나 가돌리늄(Gd)의 화합물 등으로 만들어진다.
- ④ 가연성 독물질은 수용성 붕소농도가 과도하게 큰 값이 되지 않도록 한다.

76. 다음 중 핵비등이탈(DNB) 운전여유도를 높이는 요인이 아닌 것은?

- ① 원자로냉각재계통 압력 증가
- ② 원자로냉각재계통 유량 증가
- ③ 원자로 출력 증가
- ④ 평탄한 노심출력분포

77. 아래의 원자력발전소의 안전 관련 계통의 설계특성으로 옳은 것은?

안전 관련 계통의 어느 한 계열(Train)이 기능을 상실했을 때 나머지 다른 계열이 본래의 기능을 충분히 발휘하도록 기능이 같은 계열을 두 계열 이상으로 구성하는 것

- ① 다중성(Redundancy)
- ② 독립성(Independency)
- ③ 다양성(Diversity)
- ④ 시험성(Testability)

78. '다중고장'의 정의로 옳은 것은?

- ① 하나의 기기가 의도된 안전기능 수행능력을 상실하는 고장
- ② 설비가 설계기준에 적합하기 위하여 설비의 설계 시 고려하여야 하는 사고
- ③ 단일고장을 초과하여 둘 이상의 기기에 고장이 발생하여 해당 안전기능의 수행능력이 상실되는 것
- ④ 정상운전은 아니나 안전에 중요한 영향을 미치는 원자로 시설에 심각한 손상을 일으키지 아니하거나 사고상태로 진전되지 아니하는 상태로, 원자로시설의 수명기간 동안 수 차례 발생이 예상되는 운전 상태

79. 다음 중 가압열충격(PTS)을 유발할 수 있는, 원자력발전소의 주요 사고가 아닌 것은?

- ① 원자로 냉각재 상실 사고
- ② 증기발생기 전열관 파단 사고
- ③ 증기관 파단 사고
- ④ 제어봉 낙하 사고

80. 노심 운전주기말(End of Life, EOL)에 정(+)반응도 삽입을 유발하는 사고 유형이 아닌 것은?

- ① 주증기관 파열 사고
- ② 급수유량 상실 사고
- ③ 봉산 희석 사고
- ④ 제어봉 이탈 사고

【5과목】 방사선이용 및 보건물리 (20문제)

81. 방사성 옥소에 대한 방호계수가 20인 전면 방호마스크를 착용하고,  $^{131}\text{I}$ 의 공기중 농도가  $1 \times 10^5 \text{ Bq/m}^3$ 인 작업장에서 24 시간 동안 체류한 사람이 받은 호흡에 의한 예탁유효선량은? (단, 작업자의 호흡률은  $1.2 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $^{131}\text{I}$ 의 호흡 예탁유효선량 환산계수는  $1.1 \times 10^{-8} \text{ Sv/Bq}$ 이다.)

- ① 1.58 mSv
- ② 2.89 mSv
- ③ 3.12 mSv
- ④ 4.56 mSv

82. 방사성핵종 분석과 관련하여 감마선 스펙트럼에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 광전피크의 높이가 클수록 좋다.
- ② 에너지분해능(R)이 작을수록 좋다.
- ③ 콤프턴 연속분포영역의 계수율이 낮을수록 좋다.

④ 광전피크의 퍼짐이 클수록 좋다.

83. 1.33MeV 감마선 입사 시 검출기의 크기가 2차 전자만 측정할 정도로 매우 작을 경우 가장 관찰하기 어려운 피크는?

- ① 광전피크(Photo peak)
- ② 콤프턴 단애(Compton edge)
- ③ 이중이탈피크(Double escape peak)

④ 다중콤프턴(Multi-compton) 산란영역

84. ICRP 103 권고에서 제시한 방사선가중치 중 ICRP 60 권고보다 값이 감소한 방사선은?

① 양성자

- ② 광자
- ③ 전자
- ④ 알파입자

85. 다음 중 ICRP 103 권고 기준으로 조직가중치가 가장 높은 장기 는?

① 유방

- ② 갑상선
- ③ 생식선
- ④ 뇌

86. 국제방사선방호위원회(ICRP)에서 채택하고 있는 방사선에 의 한 인체 영향 모델은?

① 문턱선형비례(Linear Threshold dose-effect)

② 무문턱선형비례(Linear Non-Threshold dose-effect)

- ③ 구경꾼효과(Bystander effect)
- ④ 호르메시스(Hormesis)

87. 다음 중 추적자의 요건으로 옳지 않은 것은?

① 방사성핵종의 반감기가 길 것

- ② 라디오 콜로이드(Radio colloid)가 생성되지 않을 것
- ③ 추적자의 화학적 형태가 일정할 것
- ④ 이용 중 동위원소교환이 일어나지 않을 것

88. 다음 중 커마(Kerma)에 대한 설명으로 옳게 짝 지은 것은?

- 가. 커마는 입자 플루언스에 질량에너지 흡수계수 를 곱한 것이다.
- 나. 2차 하전입자 평형이 성립하고 있으면 자유공 기 중의 공기커마와 공기흡수선량은 거의같다.
- 다. 커마는 비하전 방사선에 의하여 단위질량 중 생성된 모든 하전입자의 초기 운동에너지의 합이다.
- 라. 커마는 입사한 방사선이 물질에 전달해준 에너 지를 말한다.

① 가, 나

② 가, 다

③ 나, 다

④ 다, 라

89. X선 발생장치에 대한 차폐시설 설계에 영향을 주는 인자가 아닌 것은?

① 방사화(Radio-activation)

- ② 가동인자(Work load)
- ③ 가동율(Use factor)
- ④ 점유도(Occupancy factor)

90. 방사선작업종사자가 트리튬을 섭취한 후의 초기등가선량률이 0.2mSv/h 였다면 예약유효선량은 약 얼마인가? (단, 트리튬의 유효반감기는 10일이다.)

① 36.6 mSv

② 69.3 mSv

③ 71.3 mSv

④ 73.2 mSv

91. 비용 등을 고려하여 베타선을 가장 효과적으로 차폐하기 위한 차폐체의 배치 순서로 옳은 것은?

① 베타선원 → 알루미늄 → 납

- ② 베타선원 → 알루미늄 → 알루미늄
- ③ 베타선원 → 납 → 알루미늄
- ④ 베타선원 → 납 → 납

92. 기체충전형 검출기에서 방사선의 에너지나 종류에 무관하게 입사 방사선만을 계수하고자 할 때 가장 많이 사용되는 영역은?

- ① 재결합 영역
- ② 전리함 영역
- ③ 비례 영역

④ GM 영역

93. 방사성 시료 계측 시 최소검출방사능(MDA)을 낮추기 위한 방법으로 옳은 것은?

- ① 측정시간은 길게 시료의 양은 적게 한다.
- ② 측정시간을 짧게 시료의 양은 적게 한다.

③ 측정시간은 길게 시료의 양은 많게 한다.

- ④ 측정시간은 짧게 시료의 양은 많게 한다.

94. 다음 중 핵종과 결정장기가 옳게 짝지어진 것은?

①  $^{90}\text{Sr}$  - 골수

- ②  $^{137}\text{Cs}$  - 폐
- ③  $^{210}\text{Po}$  - 근육
- ④  $^{238}\text{U}$  - 갑상선

95. 시료 계수는 5분 동안 510 counts 이고 백그라운드 계수는 1시간 동안 2,400 counts이다. 시료의 순계수율과 표준편차로 옳은 것은?

- ① 순계수율 : 62cpm, 표준편차 : 2.3cpm

② 순계수율 : 62cpm, 표준편차 : 4.6cpm

- ③ 순계수율 : 102cpm, 표준편차 : 2.3cpm
- ④ 순계수율 : 102cpm, 표준편차 : 4.6cpm

96. 괄호 안에 들어갈 것으로 옳게 짝지어진 것은?

유엔방사선과학위원회(UNSCEAR)는 높은 선량 및 선량률에서 평가된 암 위험을 낮은 선량 및 선량률로 적용할 수 있도록 ( )를 사용하였다. 일반적으로 낮은 선량 및 선량률에서 발생하는 암 위험은 역학, 동물실험 및 세포 데이터를 조합해 판단할 때 국제방사선방호위원회(ICRP)는 이 값으로서 ( )을/를 방사선방호의 일반적 목적에 적용해야 한다고 포괄적 판단을 내린 바 있다.

- ① 생물학적효과비(RBE), 2
- ② 선량선량률효과인자(DDREF), 2
- ③ 생물학적효과비(RBE), 1
- ④ 선량선량률효과인자(DDREF), 1



전자문제집 CBT(App Store) : [\[다운로드\]](#)

전자문제집 CBT(Google Play) : [\[다운로드\]](#)

97. 다음 중 반도체 검출기의 특징으로 옳은 것은?

① 넓은 에너지 범위에서 에너지에 대한 펄스 높이의 값이 선형적이다.

- ② 기체 검출기에 비하여 검출부 물질(solid)의 밀도가 높아 계측 효율이 낮다.

- ③ 기체 검출기에 비하여 펄스 응답시간이 느리다.

- ④ 외부 자기장에 대하여 민감하게 반응한다.

98. 시료 및 백그라운드 계수를 총 2시간 동안 하려고 한다. 백그라운드 계수율이 15cpm이고 시료 계수율이 60cpm일 때 통계적 계수 오차를 최소화하기 위한 백그라운드 계수 시간( $T_b$ )과 시료 계수 시간( $T_s$ )으로 옳은 것은?

- ①  $T_b$ : 30분,  $T_s$ : 90분

②  $T_b$ : 40분,  $T_s$ : 80분

- ③  $T_b$ : 50분,  $T_s$ : 70분

- ④  $T_b$ : 60분,  $T_s$ : 60분

99. NaI(Tl) 섬광계수기를 사용하여  $^{60}\text{Co}$  감마선을 측정할 때 1.33MeV 에너지에 대한 반치폭(FWHM)이 3keV이다. 이 검출기의 % 분해능은 약 얼마인가?

- ① 0.00226%

- ② 0.0226%

③ 0.226%

- ④ 2.26%

100. 1 MeV의 감마선의 강도를 1/50으로 줄이기 위한 차폐 콘크리트의 두께는 약 얼마인가? (단, 1MeV 감마선에 대한 콘크리트의 질량감쇠계수 및 밀도는 각각  $0.06495\text{cm}^2/\text{g}$ ,  $2.35\text{g}/\text{cm}^3$  이고 축적인자(Build up factor)는 무시한다.)

- ① 6.4 cm

- ② 12.8 cm

- ③ 19.2 cm

④ 25.6 cm