

2018년09월09일년 원자력기사 필기시험 기출문제 답안

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

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. 다음 중에서 렙톤(Lepton)에 속하는 입자가 아닌 것은?

① 중성미자(Neutrino)

② 전자(Electron)

③ 양전자(Positron)

④ 양성자(Proton)

2. 다음 중 용어와 단위가 맞게 연결된 것은?

① 중성자속(Neutron Flux, Φ) : 중성자수/cm³-sec

② 거시적 단면적(Macroscopic Cross Section, Σ) : cm⁻¹

③ 미시적 단면적(Microscopic Cross Section, σ) : cm⁻²

④ 중성자류(Neutron current, J) : 중성자수/cm²

3. 최근 사회적으로 큰 이슈가 되고 있는 ⁸⁶Rn222의 양성자수, 중성자수 및 질량수는?

① 양성자수 : 86, 전자수 : 86, 중성자수 : 136, 질량수 : 222

② 양성자수 : 86, 전자수 : 136, 중성자수 : 86, 질량수 : 222

③ 양성자수 : 136, 전자수 : 86, 중성자수 : 86, 질량수 : 222

④ 양성자수 : 136, 전자수 : 136, 중성자수 : 86, 질량수 : 222

4. 다음 중 열중성자 이용률(Thermal Utilization Factor, f)이 증가하는 경우는?

① 핵연료 농축도 증가

② Xenon 농도의 증가

③ 핵연료 연소도 증가

④ 누설중성자의 증가

5. 동위원소(Isotope)와 동중원소(Isobar)에 대한 다음 설명 중 맞는 것은?

① 동중원소는 원자번호가 서로 같은 원소이다.

② ⁸⁰16, ⁸⁰17, ⁸⁰18은 서로 동위원소이다.

③ 동위원소는 질량수가 서로 같은 원소이다.

④ 동중핵변환(Isobaric Transition)으로는 알파붕괴(Alpha Decay)가 있다.

6. 핵력(Nuclear Force)에 대한 설명 중 맞는 것은?

① 핵력은 전자기력(쿨롱힘)보다 약하다.

② 매우 짧은 거리(10-15m 수준)에서 작용하는 힘이다.

③ 원자핵속에서 중성자와 중성자 사이에 작용하는 힘은 중성자와 양성자간에 작용하는 힘보다 크다.

④ 핵력은 전자기력과 마찬가지로 핵자 간에 서로 끌어당기거나 밀어내는 힘을 가진다

7. 마법수(Magic Number)에 대한 설명으로 다음 중 틀린 것은?

원자핵을 구성하고 있는 양성자의 수 또는 중성자의 수가 2, 6, 8, 14, 20, 28, 50, 82, 126일 때, 핵자들이 폐각(Closed Shell)을 형성하여 안정한 원자핵으로 존재할 수 있다.

② 원자핵의 액체방울모형(Liquid Drop Model)에서는 마법수를 이용하여 핵구조를 설명한다.

③ ⁹⁰Zr 원자핵속에는 중성자가 50개의 마법수로 존재하여 안정한 원자핵을 구성한다.

④ 마법수를 가진 원자핵은 안정하여 중성자를 흡수할 확률이 낮기 때문에 피복재 재료로 널리 사용된다.

8. 중성자의 평균 자유 행정(Mean Free Path)에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?

① 중성자가 진행하며 원자핵과 충돌을 일으킬 때 충돌하는 위치들 간의 평균 거리이다.

② 원자 밀도(Atomic Density)가 크면 평균 자유 행정이 길다.

③ 표적에 입사한 중성자가 흡수되기 전에 산란하며 이동한 평균 거리와 관계가 있다.

④ 거시적 단면적(Macroscopic Cross Section)에 반비례한다.

9. 도플러 효과(Doppler Effect) 및 도플러 확장(Doppler Broadening)에 대한 설명으로 틀린 것은?

① 경수로의 즉발 온도계수(Prompt Temperature Coefficient)는 도플러 효과 때문에 음(-)의 값을 가진다.

② 중성자의 반응 단면적은 특정 에너지 영역에서 공명흡수 현상을 가진다

표적핵(Target Nucleus)의 질량에 따라 공명흡수 단면적의 폭이 넓어진다.
③ 적의 분포 형태가 변화하는 현상을 도플러 확장이라 부른다.

④ 도플러 효과로 인해 공명 영역의 형태는 변해도 공명 영역 곡선 아래 부분의 면적은 일정하다.

10. 다음 중 원자로 기동 불능시간(Reactor Dead Time)과 가장 밀접한 관계가 있는 핵종은?

① ^{135}Xe

② ^{149}Sm

③ ^{10}B

④ ^{113}Cd

11. 우라늄(^{235}U)-중성자 핵반응에서 1MW-day의 열에너지를 얻기 위하여 필요한 ^{235}U 의 양(g)은? (단, 우라늄(^{235}U) 원자 한 개가 핵분열을 할 때 발생하는 열에너지는 190MeV이며, ^{235}U 의 원자량은 235로 가정한다.)

① 0.1 g

② 1.1 g

③ 2.1 g

④ 3.1 g

12. 액체금속냉각로(Liquid Metal Cooled Reactor)에 대한 설명으로 틀린 것은?

① 액체금속냉각로는 냉각재의 최고 온도가 경수로나 중수로에 비해 낮다

② 액체금속냉각로는 열전달 성능이 우수하면서도 중성자 감속을 잘 시키지 않는 액체금속이 냉각재로 적합하다

③ 액체금속냉각로는 열효율이 경수로나 중수로에 비해 높다

④ 액체금속냉각로는 냉각재 압력이 경수로나 중수로에 비해 낮다.

13. 물을 감속재 겸 반사체로 사용하는 구형(Spherical Shape) ^{235}U 균질로의 임계 노심 반지름은 얼마인가? (단, 물의 밀도는 $1\text{g}/\text{cm}^3$ 이며 이주면적(Migration Area) $MT^2=30.8\text{cm}^2$, 버클링(Buckling) $B^2=2.8\times 10^{-3}\text{cm}^2$)

① 53.1cm

② 59.4cm

③ 61.3cm

④ 1.07m

14. 다음 중 원자로에서 중성자의 누설을 줄일 수 있는 방법과 관련이 가장 적은 것은?

① 원자로 주위에 반사체(Reflector)를 설치한다

② 원자로의 직경과 높이를 크게 설계한다.

③ 감속재(Moderator) 온도를 높은 상태에서 원자로를 운전한다.

④ 신연료는 노심 안쪽에 장전하고, 연소된 연료는 노심 외곽에 장전한다.

15. 가압경수로의 특징에 대한 설명으로 맞지 않은 것은?(오류 신고가 접수된 문제입니다. 반드시 정답과 해설을 확인하시기 바랍니다.)

① 핵연료로 농축우라늄(2~5 wt%)을 사용한다.

원자로냉각계통인 1차계통과 증기 및 급수계통인 2차계
② 통이 분리되어 있어 2차계통의 방사능 오염이 상대적으로 적다.

원자로 출력이 상승하면 감속재의 중성자 가속 능력은 저하된다.
③

원자로 상부에 여러 개의 안전밸브 및 압력방출밸브
④ (PORV, Power-operated relief valve)가 있어 과압을 방지한다

16. 즉발임계(Prompt Critical) 상태의 원자로에 대한 설명으로 틀린 것은?

① 원자로 주기가 임계 상태의 원자로에 비해 길다.

② $(1-\beta)k=1$ 이 성립한다.

③ 즉발중성자 생성비율은 전체 핵분열 중성자의 $1-\beta$ 이다.

④ 반응도(Reactivity, ρ)는 β 와 같다.

17. 원자로의 반응도 특성 및 제어에 대한 설명으로 맞는 것은?

① ^{135}Xe 의 경우, 평형(Equilibrium)상태에서 수밀도(Number Density)값의 최대치가 달성된다.

평형상태에 도달한 ^{135}Xe 와 ^{149}Sm 의 수밀도는 중성자속(Neutron Flux)에 비례한다
②

화학적 독물질은 원자로 국부출력 분포를 조절함으로써
③ 정지여유도 확보에 필요한 제어봉의 수를 감소시키는 장점이 있다.

제어봉은 원자로 내에 삽입되는 위치의 중성자속에 관계
④ 없이 일정한 제어봉 반응도 값(Control Rod Worth)을 가진다.

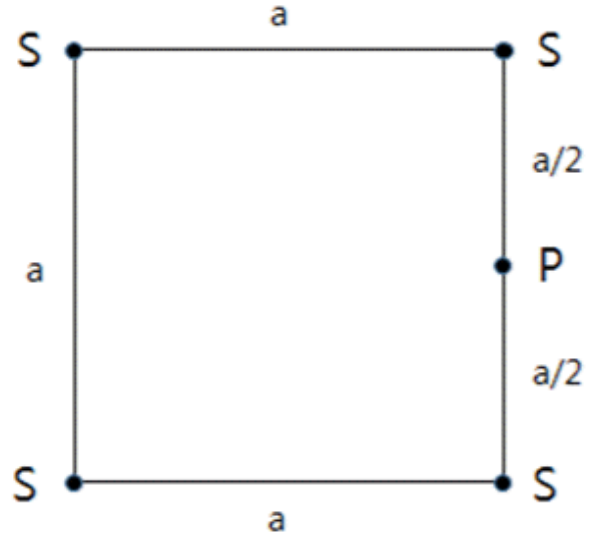
18. 원자로 형태에 따른 버클링(Buckling)에 대한 설명 중 맞는 것은?

- ① 원자로를 원통형으로 만드는 것은 원통형 원자로의 버클링이 가장 크기 때문이다.
- ② 직육면체형 원자로의 버클링이 원통형 원자로의 버클링보다 작다.
- ③ 버클링은 원자로 형태보다 중성자의 에너지와 더 밀접한 관계가 있다.
- ④ 구형 원자로는 버클링이 가장 작아 누설을 최소화할 수 있다.

19. 원자로 내에서 중성자의 특성과 반응률(Reaction Rate)에 대한 설명 중 맞지 않는 것은?

- ① 반응률은 $\Sigma\phi$ 로 나타낼 수 있다. 단, Σ : 거시적단면적, ϕ : 중성자속
- ② 반응률은 단위체적, 단위시간에 일어나는 핵반응의 수를 나타낸다
- ③ 속중성자속(Fast Neutron Flux)은 핵연료 내부에서 가장 낮고, 감속재에서 가장 높다
- ④ 열외중성자(Epithermal Neutron)은 ^{238}U 및 ^{240}Pu 와 공명흡수반응을 한다.

20. 중성자에 의한 핵분열이 일어나지 않는 매질에서 오른쪽 그림과 같이 동일한 세기의 중성자 점선원(S) 4개가 한 변의 길이 a 인 정사각형의 네 꼭지점에 위치하고 있을 때, 어떤 한 변의 중점(P)에서 중성자류(Current)는? (단, 점선원에서 방출된 중성자는 등방성을 가지며, 중성자 확산거리는 L, 확산계수는 D이다.)



① $\frac{Se^{-\frac{\sqrt{5}}{2}\frac{a}{L}}}{5\pi a^2} \left(\frac{2a}{L} + \frac{4}{\sqrt{5}} \right) + \frac{Se^{-\frac{a}{2L}}}{\pi a^2} \left(\frac{a}{L} + 2 \right)$

② $\frac{Se^{-\frac{\sqrt{5}}{2}\frac{a}{L}}}{5\pi a^2} \left(\frac{\sqrt{5}a}{L} + 2 \right) + \frac{Se^{-\frac{a}{2L}}}{\pi a^2} \left(\frac{a}{2L} + 1 \right)$

③ $\frac{Se^{-\frac{\sqrt{5}}{2}\frac{a}{L}}}{5\pi a^2} \left(\frac{2a}{L} + \frac{4}{\sqrt{5}} \right)$

④ $\frac{Se^{-\frac{\sqrt{5}}{2}\frac{a}{L}}}{5\pi a^2} \left(\frac{\sqrt{5}a}{L} + 2 \right)$

【2과목】 핵재료공학 및 핵연료관리 (20문제)

21. 액체폐기물 처리공정이 여과기, 증발기, 혼상탈염기로 구성되어 있을 경우, A 핵종에 대한 처리공정의 총 제염계수는? (단, A 핵종에 대한 여과기의 제염계수는 5, 증발기는 100, 혼상탈염기는 10으로 가정)

- ① 50
- ② 500
- ③ 5,000
- ④ 10,000

22. 핵분열이 ^{235}U 에 의해서만 일어난다고 가정했을 때 가동율 90%, 출력 1000 MWe, 열효율 30%인 원전에서 연간 핵분열을 일으키는 ^{235}U 의 양은 몇 kg인가? (단, 1회의 핵분열시 200MeV의 에너지가 방출된다고 가정)

- ① 약 2.6 kg
- ② 약 392 kg
- ③ 약 1.153 ton
- ④ 약 1.431 ton

23. ^{90}Sr (반감기 28.8년)과 ^{90}Y (반감기 64시간)이 방사 평형상태에 있다. ^{90}Sr 의 방사능이 1,000 Bq일 때 ^{90}Sr 을 완전히 분리하여 32시간 경과 후 ^{90}Sr 과 함께 존재하는 ^{90}Y 의 방사능은 얼마인가?

- ① 약 100 Bq
- ② 약 300 Bq
- ③ 약 500 Bq
- ④ 약 600 Bq

24. 사용후핵연료 중간저장시설의 구조 및 설비 기준으로 옳지 않은 것은?

- ① 해일, 태풍, 홍수 또는 지진 등의 자연 현상에 의한 손괴로 인해 방사선작업자에게 방사선 장해 발생 방지
- ② 사용후핵연료가 붕괴열 등에 의해 용융되는 것을 방지할 수 있는 냉각능력 유지
- ③ 사용후핵연료를 안전하게 취급하고 저장할 수 있는 방사선 차폐능력 유지
- ④ 화재 또는 폭발 등이 발생한 경우에도 안전성유지

25. 중수로 핵연료 제조공정에 필요한 단계가 아닌 것은?

- ① 변환(Conversion)
- ② 재변환(Re-conversion)
- ③ 정광(Milling)
- ④ 정련(Refining)

26. ^{235}U 의 농축을 위해 UF_6 기체분자를 이용한 기체확산법을 사용할 때 이론적인 분리계수는 얼마인가? (단, ^{235}U 의 질량수는 238, F의 질량수는 19로 가정)

- ① 1.004289
- ② 1.006363
- ③ 1.008596
- ④ 1.012766



전자문제집 CBT(App Store) : [\[다운로드\]](#)

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

27. 핵연료 피복관의 결함 여부를 알 수 있는 방법이 아닌 것은?

- ① 옥소 방사능 분석
- ② 지발 중성자 검출
- ③ 중성자속 기울기 측정
- ④ 코발트 방사능 분석

28. 사용후핵연료 중간저장시설의 핵심적인 안전요소로서 가장 거리가 먼 것은?

- ① 책임계 방지
- ② 피복관 단열
- ③ 방사선 차폐
- ④ 방사성물질 격납

29. 우라늄 동위원소 분리방법에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 전기분해 공정은 전력소모가 많으나 분리계수가 높아 우라늄 동위원소 분리공정에 많이 이용된다.
- ② 기체확산법은 분리계수가 거의 1에 가깝기 때문에 많은 단계의 캐스케이드(Cascade) 작업이 필요하다.
- ③ 노즐분리법은 원심력 차이를 이용한 분리 방법이다.
- ④ 질량확산법은 동위원소 간 확산 속도차를 이용한 방법이다.

30. 가압경수로 원자로냉각재에 존재하는 방사성핵종의 생성 원인으로 옳지 않은 것은?

- ① 삼중수소의 주요 생성원은 B, Li, H 등의 중성자 반응과 삼중핵분열이다.
- ② ^{14}C 생성의 대부분은 ^{14}N 와의 (n,p) 반응이다.
- ③ 방사성 부식 생성물은 일차냉각재계통의 금속 표면에서부터 유래한다.
- ④ ^{16}N 생성의 대부분은 ^{16}O 과의 (n,p) 반응이다.

31. 금속재료의 부식 형태에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?

- 점식(pitting)은 금속 표면의 부동태막(passive film)이
- ① 파괴된 좁은 부위에 집중적으로 부식이 진행되는 형태이다.
 - 임계 부식(Intergranular corrosion)은 합금원소의 농
 - ② 도차이에 의해 생기는 결정립계와 기지(Matrix) 간의 전기 화학적 반응성의 차이로 발생한다.
 - ③ **응력 부식은 합금에서 응력이 존재하면 발생하는 부식으로, 합금의 종류에 관계없이 발생한다.**
 - ④ 고온산화시 산화물 핵의 생성 속도는 금속 표면의 결함과 불순물 등에 따라 달라진다.

32. 방사성폐기물 자체처분 규정에 대한 설명 중 틀린 것은?

- ① **희석을 통해 허용농도를 만족시켜야 한다.**
- ② 허용농도 미만일 때 자체처분할 수 있다.
- ③ 허용선량을 만족할 때 자체 처분할 수 있다.
- ④ 허용기준 만족시 방사선관리구역 외부 저장소에 임시로 저장할 수 있다.

33. 사용후핵연료 재처리된 물속에 저장했을 때 얻을 수 있는 효과가 아닌 것은?

- ① **기체 핵분열생성물 제거**
- ② 방사능 감소
- ③ 붕괴열 감소
- ④ 재처리시 취급용이

34. 핵연료 소결체 제조공정이 아닌 것은?

- ① 균질혼합공정
- ② 소결공정
- ③ **화학적 처리공정**
- ④ 연삭공정

35. 사용후핵연료의 재처리 목적이 아닌 것은?

- ① 유용한 핵분열성 물질 회수
- ② 방사성 핵분열생성물 제거
- ③ 장기보관을 위해 사용후핵연료 중의 방사성물질을 안전한 형태로 변화
- ④ **사용후핵연료의 방사능 감소**

36. 금속핵연료의 장점에 대한 설명 중 틀린 것은?

- ① 나트륨(Na)과 반응하지 않는다.
- ② 재처리시 액체폐기물 발생량이 적다
- ③ 높은 열전도도 특성으로 도플러 효과가 작아 반응도 제어 가 용이하다
- ④ **용점이 높아 기하학적으로 안정하다.**

37. 핵연료 피복재에 대한 설명 중 틀린 것은?

- ① 피복재는 핵분열생성물에 의한 화학적 반응 및 변형에 대한 저항성을 가져야 한다.
- ② **펠렛과 냉각재를 직접 접촉시켜 열전도율을 향상시킨다.**
- ③ 냉각재 압력 및 유체역학적 응력에 견디어야 한다.
- ④ 냉각재에 의한 화학적 반응에 견디어야 한다.

38. 다음 중 사용후핵연료 건식저장방법이 아닌 것은?

- ① 금속용기(Cask)
- ② 콘크리트 용기(사일로)
- ③ 볼트(Vault)
- ④ **고건전성 용기(HIC)**

39. 초우라늄원소(Transuranium)와 마이너액티나이드(Minor Actinide)에 동시에 해당되는 핵종은?

- ① 크로뮴(Cr)
- ② 플루토늄(Pu)
- ③ **아메리슘(Am)**
- ④ 버클륨(Bk)

40. 액체방사성폐기물 처리방법 중 제염계수가 가장 높은 것은?

- ① 응집침전법
- ② 이온교환법
- ③ 일시저장법
- ④ **증발법**

【3과목】 발전로계통공학 (20문제)

41. 일반적으로 원자력발전소의 열효율을 증대시키기 위한 방안이 아닌 것은?

- ① 터빈으로 유입되는 증기를 고온으로 가열한다.
- ② 저압터빈 전단에 습분분리 및 재열기를 설치한다.
- ③ 급수가열기를 통해 증기발생기로 공급되는 주급수를 가열한다.
- ④ 복수기 내의 증기압을 가능한 높게 유지한다.

42. 원형 배관 내부를 흐르는 레이놀즈(Re) 수를 구할 때 필요한 값이 아닌 것은?

- ① 배관의 길이
- ② 배관의 직경
- ③ 유체의 점성계수
- ④ 유체의 속도

43. 내부 직경이 10cm인 원형 배관에 물이 5m/sec 속도로 20m를 지나갈 때 수두손실은 얼마인가? 9단, 배관의 마찰계수(f)는 0.016이다.)

- ① 0.04m
- ② 1.24m
- ③ 4.08m
- ④ 8.16m

44. 핵분열 시 생성되는 에너지 중 가장 큰 비율을 차지하는 것은?

- ① 핵분열과 동시에 발생하는 고속중성자의 운동에너지
- ② 핵분열과 동시에 발생하는 핵분열생성물의 운동에너지
- ③ 핵분열과 동시에 발생하는 감마선
- ④ 핵분열생성물의 붕괴로부터 발생하는 에너지

45. 물질의 무질서도를 나타내는 열역학적 개념은?

- ① 엔탈피
- ② 내부에너지
- ③ 엔트로피
- ④ 온도

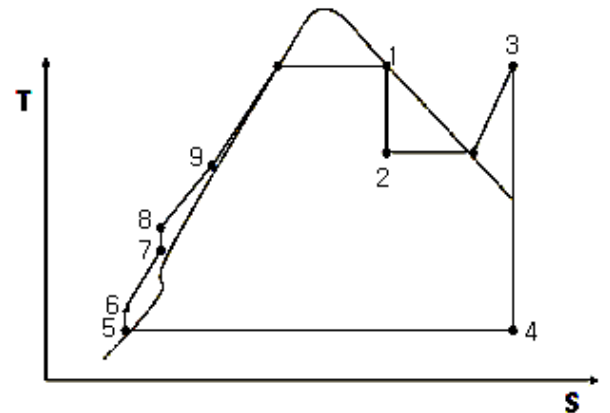
46. 온도가 107°C이고 압력이 500kPa인 물이 주급수펌프로 유입될 때 펌프 입구에서 유효흡입수두(NPSH)는 얼마인가? (단, 유입되는 물의 밀도는 953.1 kg/m³, 107°C에서 물의 포화압력은 129.4kPa이다.)

- ① 12.1m
- ② 39.7m
- ③ 53.5m
- ④ 88.8m

47. 원자력발전소 핵연료봉의 열전달 특성에 대한 설명 중 틀린 것은?

- ① 펠렛(Pellet)에서 온도 구배보다 피복재에서 온도 구배가 더 크다
- ② 핵연료봉 표면에서 열전달 유형은 핵비등이다.
- ③ 펠렛 내부에서 열전달 유형은 열전도이다.
- ④ 연소가 진행됨에 따라 펠렛에서 열전도는 감소한다.

48. 다음은 증기 사이클에 대한 이상적인 TS 선도를 나타낸 것이다. 각 위치에서 상태로 옳지 않은 것은?



- ① 위치 1: 포화증기
- ② 위치 2: 습증기
- ③ 위치 3: 과열증기
- ④ 위치 4: 물

49. 한국표준형 원자력발전소의 공학적안전설비가 아닌 것은?

- ① 원자로격납건물
- ② 원자로보호계통
- ③ 보조급수계통
- ④ 비상노심냉각계통

50. 원자로냉각재압력경계에서 배관파단에 의한 냉각재상실사고의 징후가 아닌 것은?

① 주급수유량의 증가

② 원자로냉각재 온도의 포화온도 접근

③ 원자로격납건물 재순환집수조 수위 증가

④ 가압기 압력 감소

51. 정지된 액체 속에 잠겨있는 가열면에서 풀 비등(Pool Boiling)이 발생할 때 가장 효율적인 열전달 영역은?

① 자연대류 영역

② 핵비등 영역

③ 천이비등 영역

④ 막비등 영역

52. 핵연료봉 표면에서 임계열유속을 $q_{s,crit}$ 라 하고 핵연료봉 표면에서 실제 열유속을 $q_{s,act}$ 라 할 때, 핵비등이탈률(Departure from Nuclear Boiling Ratio, DNBR)의 정의식으로 바른 것은?

① $DNBR=q_{s,crit}/q_{s,act}$

② $DNBR=q_{s,act}/q_{s,crit}$

③ $DNBR=1-q_{s,crit}/q_{s,act}$

④ $DNBR=1-q_{s,act}/q_{s,crit}$

53. 가압경수로형 원자력발전소 증기발생기에 대한 설명으로 틀린 것은?

① 주증기파단사고시 증기유량을 억제하기 위해 증기발생기 출구 노즐에 증기유량 제한장치를 설치한다.

② 증기발생기 내 진동을 방지하기 위해 유량 순환비는 가능한 작게 설계한다

③ 터빈으로 방출되는 습분을 제거하기 위해 상부에 습분분리기를 설치한다.

④ 불순물 농축에 의한 부식을 방지하기 위해 유체가 정체되는 지역이 최소화 되도록 설계한다.

54. 우리나라 원자력발전소에 대한 설명 중 틀린 것은?

① 가압중수로형에서 냉각재의 중수농도는 감속재의 중수농도보다 높다

② 가압중수로형은 사고 시 원자로 건물 상부의 다우징 탱크에서 냉각수를 원자로에 공급한다.

③ 가압중수로형은 감속재와 냉각재로 경수를 사용한다.

④ 가압중수로형의 원자로격납건물 안쪽에 설치된 철판은 방사성물질의 누설을 방지한다.

55. 한국표준형 원자력발전소 화학 및 체적제어계통의 기능에 대한 설명 중 틀린 것은?

① 원자로냉각재펌프의 밀봉수 공급

② 원자로냉각재의 봉산농도 조절

③ 원자로냉각재계통의 수압시험 수단 제공

④ 안전주입계통 동작시 고압안전주입 유량 제공

56. 원자력발전소에서 방사성물질의 외부 유출을 방지하기 위한 4개의 물리적 방벽에 속하지 않는 것은?

① 핵연료피복재

② 원자로냉각재계통

③ 원자로격납건물

④ 사용후핵연료저장조

57. 가압경수로형 원자력발전소의 냉각재로서 요구되는 특성이 아닌 것은?

① 중성자 흡수가 적을 것

② 높은 점성을 가질 것

③ 재료에 대한 부식성이 적을 것

④ 열전달이 우수할 것

58. 원자력발전소 운영 중 가압열충격(Pressurized Thermal Shock, PTS) 사고를 야기할 수 있는 조건이 아닌 것은?

① 소형 냉각재 상실

② 열제거원 상실

③ 2차측 증기배관 파단

④ 원자로격납건물 압력 상승

59. 원자로냉각재상실사고에 따른 비상노심냉각계통의 성능에 관한 허용기준이 아닌 것은?

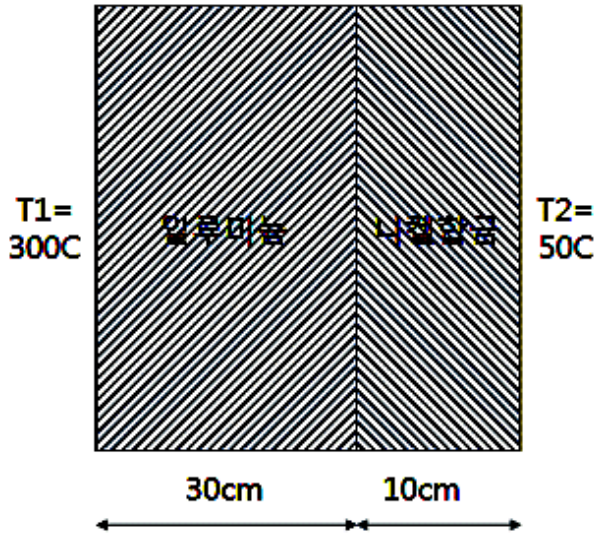
① 핵연료피복재의 최고 온도는 1204C를 초과하지 않아야 한다.

② 핵연료피복재의 산화도는 어느 부분에서도 산화되기 이전 피복재 두께의 17%를 초과하지 않아야 한다.

핵연료피복재에서 생성되는 수소량은 피복재 이외의 부
③ 품에서 생성될 수 있는 총 수소량의 10%를 초과하지 않아야 한다.

노심은 냉각이 가능한 기하학적 형상을 유지해야 하며,
④ 장기간 노심을 충분히 낮은 온도로 유지할 수 있어야 한다.

60. 아래 그림과 같이 두 개의 평판이 겹쳐있을 때, 단위면적당 열전달량은? (여기서 알루미늄의 열전도율(Thermal Conductivity)은 $k = 200 \text{ W/m}\cdot\text{C}$ 이며, 니켈합금의 열전도율은 $k = 20 \text{ W/m}\cdot\text{C}$ 로 가정한다.)



- ① 9,827 W/m²
- ② 13,102 W/m²
- ③ 19,654 W/m²
- ④ 38,462 W/m²

【4과목】 원자로 안전과 운전 (20문제)

61. 가압경수로형 원자력발전소 원자로 내에 가연성 독물질봉 (Burnable Poison Rod)을 연료와 같이 장전한다. 가연성 독물질봉을 장전하는 목적으로 틀린 것은?

- ① 임계질량보다 많은 연료의 장전으로 인한 잉여반응도 (Excess Reactivity) 보상
- ② 노심의 반경방향 출력분포를 균일하게 유지
- ③ 출력변화 시 제논(Xe) 농도 변화에 따른 반응도 보상
- ④ 노심초기 수용성 붕소농도를 과도하게 높지 않도록 유지

62. 다음 중 가압경수로형 원자력발전소의 원자로 운전 시 긴급 붕산주입을 해야 하는 상황이 아닌 것은?

- ① 원자로 정지 시 제어봉이 완전히 삽입되지 않을 경우
- ② 제어봉이 삽입 제한치 이상 위치할 경우
- ③ 정상 붕산수 보충계통 고장으로 붕산수 주입이 불가능할 경우
- ④ 원자로 정지 후 정지여유도 불만족 시

63. 원자력발전소 일반 설계기준에는 발전소 보호계통의 설계요건을 규정하고 있다. 다음 설명에 해당하는 것은?

보호계통의 전원상실 사고는 보호논리에서 정지신호를 발생시키고, 제어봉 제어계통의 전원상실시에는 제어봉을 노심 내에 삽입되도록 하여야 한다.

- ① 다중성(Redundancy)
- ② 안전 정지(Fail to Safe)
- ③ 다양성(Diversity)
- ④ 시험성(Testability)

64. 원자로를 100% 출력으로 운전(Xe 농도 평형)하다가 출력을 감소시켜 50% 출력으로 안정상태로 유지하고 있다. 이 때 원자로 내부의 제논(¹³⁵Xe) 농도변화에 대하여 바르게 설명한 것은?

- ① 출력 감소와 관계없이 일정 농도 유지
- ② 출력 감소와 동시에 감소하여 초기 출력 때보다 높은 농도에서 안정
- ③ 출력 감소와 동시에 감소하여 초기 출력 때보다 낮은 농도에서 안정
- ④ 출력 감소 후 잠시 제논농도가 증가했다가 초기 출력 때보다 낮은 농도에서 안정

65. 다음 각 원자로에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?

- 가압경수로로는 냉각재와 감속재로 경수를 사용하며, 1차 계통과 2차 계통으로 나뉘어 있어 방사선방호에 유리하다.
- ② 가압중수로로는 냉각재와 감속재로 중수를 사용하며, 핵연료로 저농축 우라늄을 사용한다.
- 비등경수로(BWR)는 냉각재와 감속재로 경수를 사용하며, 원자로에서 생산된 증기가 직접 터빈으로 공급되어 1차 계통과 2차 계통이 나뉘어 있지 않다.
- ④ 액체금속 고속증식로(LMFBR)는 냉각재와 감속재로 나트륨을 사용하며, 현재 상업 운전 중인 원전은 없다.

66. 원자로가 미임계 상태에서 중성자 계수율은 500 cps, Keff는 0.90으로 유지 중이다. 제어봉을 인출하였더니 Keff가 0.96으로 변경되었다. 이 때 중성자 계수율은 얼마인가?

- ① 750 cps
- ② 1000 cps
- ③ 1250 cps
- ④ 1500 cps

67. 가압경수로형 원자력발전소에서 출력운전 중 다음의 비정상 상황에서 원자로 출력이 증가하는 경우는?

① 주급수유량 제어밸브 비정상 개방

② 터빈제어밸브 비정상 닫힘

③ 제어봉 삽입

④ 주급수펌프 정지

68. 가압경수로형 원자력발전소에서 증기발생기 튜브 파단(SGTR) 사고 발생 시 증상으로 틀린 것은?

① 손상된 증기발생기 수위 증가

② 가압기 수위 및 압력 감소

③ 격납건물 온도 및 압력증가

④ 복수기 배기구 방사선량 증가

69. 다음 중 원자로냉각재계통의 과냉각 여유도(Subcooling Margin)를 감소시키는 사고의 종류로 틀린 것은?

① 원자로냉각재 압력이 일정하고, 온도가 감소할 경우

② 원자로냉각재 압력이 일정하고, 온도가 증가할 경우

③ 원자로냉각재 압력이 감소하고, 온도가 일정할 경우

④ 원자로냉각재 압력이 감소하고, 온도가 증가할 경우

70. 현재 원자로 출력이 10kW이고 기동율이 0.5 DPM일 때 4분 후의 출력으로 맞는 것은?

① 1,000 kW

② 1,500 kW

③ 2,000 kW

④ 2,500 kW

71. 핵연료 장전 방법의 하나인 저누설 장전방식(Low Leakage Loading Pattern)의 장점이 아닌 것은?

① 핵연료의 연소도 증가

② 중성자 이용률 증가

③ 반경방향 중성자속 평탄화

④ 원자로용기의 피로현상 감소

72. 원자로에 88톤의 연료를 장전 후 전기출력 1,050 MWe로 400일간 운전하였을 때 평균 연소도로 맞는 것은? (단, 발전소 효율은 40%로 가정한다.)

① 약 10,932 MWD/MTU

② 약 11,432 MWD/MTU

③ 약 11,932 MWD/MTU

④ 약 12,432 MWD/MTU

73. 다음 중 가압경수로형 원자력발전소의 핵연료봉 내에 헬륨(He) 기체를 가압하여 충전하는 이유로 적합하지 않은 것은?

① 피복재의 크리프(Creep) 현상을 방지하기 위해

② 피복재가 외압에 의해 찌그러드는 것을 방지하기 위해

③ 연료봉 내부의 열전달을 향상시키기 위해

④ 정상운전 중 핵연료의 손상을 확인하기 위해

74. 다음 중 심층방어(Defense in Depth)의 목표가 아닌 것은?

① 발전소의 안정적인 출력 운전 유지

② 잠재적인 인적실수 및 기기 고장에 대처

③ 물리적 다중방벽의 건전성 유지

④ 대중과 환경을 재해로부터 보호

75. 가압경수로형 원자력발전소의 예상임계점 계산 시 고려하는 반응도 인자가 아닌 것은?

① 제어봉 반응도 결손

② 노심 연소도

③ 붕소 농도에 따른 반응도 결손

④ Xe 결손

76. 가압경수로형 원자력발전소에서 운전원이 노심의 반응도를 제어할 수 있는 수단 중 제어봉에 대한 설명으로 틀린 것은?

① 출력결손을 보상하기 위한 단기 반응도 제어 수단

② 연료 연소, Xe, Sm 등 독물질 생성과 감소에 따른 반응도 보상

③ 삽입 및 인출한계 설정으로 축방향/반경방향 중성자속 분포 제어

④ 원자로이 정지여유도 확보 수단

77. 가압경수로형 원자력발전소에서 원자로냉각재 상실사고 (LOCA) 발생시 원자로냉각재펌프를 계속 운전할 경우 장점으로 틀린 것은?

- ① 가압기 정상살수를 통한 원자로냉각재계통 압력제어 수단 제공
- ② 냉각재 강제 순환으로 증기발생기를 통한 열제거 능력 확보
- ③ 원자로용기 내 하향 유로와 하부 공동관에서 냉각재의 혼합으로 가압 열충격 완화

④ 파열부위를 통한 냉각재 방출에 따른 원자로냉각재계통 압력강화로 안전주입 유량 증가

78. 원자력 안전문화(IAEA INSAG-4, 1991)의 구성요소는 정책, 관리 및 개인 차원의 3가지이다. 다음 중 개인 차원의 세부적인 요소로 틀린 것은?

- ① 의문을 제기하는 태도
- ② 정확하고 신중한 업무접근 방법
- ③ 안전업무 규정 및 관리
- ④ 커뮤니케이션

79. 일본 후쿠시마 원전사고 이후 국내에서 다수의 후쿠시마 후속 조치 사항을 추진하였다. 다음 중 국내 원자력발전소의 후쿠시마 후속조치사항이 아닌 것은?

- ① 대체교류발전기(AAC D/G) 설치
- ② 이동형 발전차량 및 축전기 확보
- ③ 피동축매형 수소재결합기(PAR) 설치
- ④ 지진 자동정지설비(ASTS) 설치

80. 중대사고 발생시 원자로용기 내부에서 발생할 수 있는 현상이 아닌 것은?

- ① 노심용융진행(Core Melt Progression)
- ② 증기폭발(Steam Explosion)
- ③ 노심용융물 냉각수 반응(Fuel Coolant Interaction)
- ④ 고압용융물 분출(High Pressure Melt Ejection)

【5과목】 방사선이용 및 보건물리 (20문제)

81. 다음 중 방사성 핵종의 비방사능(Specific Activity)을 나타내는 식은? (단, A는 핵종의 원자량, T는 반감기, k는 상수)

- ① kAT
- ② kAT²
- ③ kA/T
- ④ k/AT

82. 아래의 방사선 중 연속 스펙트럼의 에너지를 가지는 것은 모두 몇 개인가?

특성엑스선, 오제전자, 소멸방사선, 제동복사선, 내부전환전자

① 1개

② 2개

③ 3개

④ 4개

83. 다음 중 중성자 차폐체와 감마선 차폐체에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 중성자 차폐체는 경원소 물질, 감마선 차폐체는 중원소 물질이 효과적이다.

② 중성자 차폐체는 중원소 물질, 감마선 차폐체는 경원소 물질이 효과적이다.

③ 중성자나 감마선 모두 경원소 물질로 된 차폐체를 사용하는 것이 효과적이다.

④ 중성자나 감마선 모두 중원소 물질로 된 차폐체를 사용하는 것이 효과적이다.

84. 기체방입형검출기의 전압과 집적전하량과의 관계에서 전리함 영역이 평탄한 이유는?

① 입사 방사선량이 일정하기 때문이다.

② 입사 방사선의 에너지가 일정하기 때문이다.

③ 전리함 내에 생성된 전자의 증배계수가 전압변동 만큼 보상되기 때문이다.

④ 인가전압의 증가에 따라 수집되는 이온쌍의 수는 거의 변하지 않기 때문이다.

85. 다음 중 결정론적 영향(Deterministic Effect)에 해당하는 것은?

① 고형암

② 백내장

③ 백혈병

④ 유전결함

86. 어떤 핵종의 연간섭취한도(ALI)가 6×10^5 Bq일 때, 이 핵종의 유도공기중농도(DAC)는 얼마인가? (단, 작업자의 연간 작업시간은 2,000시간이고, 평균 호흡률은 $1.2 \text{ m}^3/\text{hr}$ 이다.)

① 250Bq/m³

② 500Bq/m³

③ 2,500Bq/m³

④ 5,000Bq/m³

87. 에너지가 100 keV 미만인 광자와 물질과의 상호작용에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 광전효과, 콤프턴 산란, 전자쌍생성 반응이 발생할 수 있다.

② 광자의 에너지가 증가함에 따라 광전효과가 발생할 확률이 증가한다.

③ 물질의 원자번호가 증가함에 따라 광전효과가 발생할 확률이 증가한다.

④ 광자가 주로 원자핵과 가까운 궤도 전자와 상호작용하여 콤프턴 산란을 일으킨다.

88. 현재 전체 방사능이 10%를 A 핵종이 차지하고, 나머지 90%를 B 핵종이 차지하고 있다. 30일이 지난 시점에서 A 핵종의 방사능은 전체 방사능의 얼마인가? (단, A핵종의 반감기는 13일이며, B핵종의 반감기는 7일이다.)

① 약 3%

② 약 30%

③ 약 70%

④ 약 97%

89. 용해성 방사성 물질은 체내에서 주로 어떤 경로를 통해 제거되는가?

① 땀

② 대변

③ 호흡

④ 소변

90. 작업자가 오염된 지역에서 ^{60}Co 핵종을 1.5×10^6 Bq을 흡입하였다. 종사자의 예탁유효선량은? (단, ^{60}Co 핵종에 대한 연간섭취한도(ALI)는 3.0×10^6 Bq이다.)

① 4mSv

② 10mSv

③ 25mSv

④ 40mSv

91. 작업장의 공기가 유도공기중농도(DAC)의 40배 수준으로 오염되었고, 동일 작업장에서의 외부피폭 방사선량은 0.4 mSv/hr 로 측정되었다. 작업자가 방호인자 10인 반면마스크를 착용하고 5시간 작업하였다면 작업자의 총 피폭방사선량은?

① 2.2mSv

② 2.5mSv

③ 4.0mSv

④ 25mSv

92. 방사선 감수성이 가장 높은 피부 조직은?

① 각질층(Horny Layer)

② 표피층(Epidermal Layer)

③ 지방세포(Fat cells)

④ 기저세포층(Basal cell layer)

93. 아래의 선원 취급방법 중 옳은 것은 모두 몇 개인가?

가. 밀봉선원 취급 시 피폭방사선량이 최대가 되어야 한다.

나. 밀봉선원 취급 시 Tong 등의 손잡이가 달린 적절한 도구를 사용하여야 한다.

다. 비밀봉선원 취급시설은 부지경계선으로부터 가까운 위치에 설치한다.

라. 비밀봉선원 취급시설은 적절한 폐기물 처분장을 보유하고 있어야 한다.

① 1개

② 2개

③ 3개

④ 4개

94. 다음 중 괄호 안에 들어갈 수 있는 것으로 옳은 것은?

국제방사선단위측정위원회(ICRU)가 정하는 심부선량은 인체의 피부표면 아래 ()mm에서 선량을 측정한다.

① 0.07

② 0.7

③ 1

④ 10

95. 화학선량계에서 물질의 화학적 변화량을 나타내는 G값(G-Value)에 대한 정의로 옳은 것은?

- ① 방사선 에너지 10eV 흡수당 생성되는 변화 수
- ② 방사선 에너지 100eV 흡수당 생성되는 변화 수
- ③ 방사선 에너지 1keV 흡수당 생성되는 변화 수
- ④ 방사선 에너지 1MeV 흡수당 생성되는 변화 수

96. GM 계수관에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① GM계수관은 알파선과 베타선의 분리측정에 용이하다.
- ② GM계수관의 불감시간은 다른 계측기에 비해 상대적으로 짧다
- ③ 플레토우의 경사율이 클수록 양호한 GM계수관이다.
- ④ GM계측기의 전기장 내에서 전자 이동속도는 양이온의 이동속도보다 대략 1000배 정도 빠르다.

97. 다음 중 섬광체와 주요 용도의 관계가 옳지 않은 것은?

- ① NaI(Tl) - 감마선 측정
- ② CsI(Tl) - 감마선 측정
- ③ LiI(Eu) - 알파선 측정
- ④ ZnS(Ag) - 알파선 측정

98. 납에 대한 어떤 감마선의 선형감쇠계수(μ)가 0.43cm^{-1} 일 때, 이 감마선의 세기를 1/16으로 감소시키는데 필요한 납의 두께는 약 얼마인가?

- ① 4.45cm
- ② 5.45cm
- ③ 6.45cm
- ④ 7.45cm

99. 계측기를 이용하여 10분 동안 방사성 시료를 계측하여 400 counts를 얻었고, 백그라운드를 20분간 계측하여 400counts를 얻었다. 이 시료에 대한 순계수율의 표준편차는 약 얼마인가?

- ① 2.236 cpm
- ② 2.834 cpm
- ③ 3.383 cpm
- ④ 4.472 cpm

100. 다음 그림은 ^{137}Cs 감마선에 대한 NaI(Tl) 섬광계수관의 파고 분포이다. 에너지 분해능은 약 얼마인가?

- Energy(MeV) = 0.662
 - Channel No = 200
 - FWHM = 32 Channel
 - PHOTON Peak = 약 300 counts/channel

- ① 4.8 %
- ② 7.6 %
- ③ 11.5 %
- ④ 42.3 %