

2021년03월07일년 원자력기사 필기시험 기출문제 답안

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

① 1, 1, 2, 3

② 1, 2, 1, 3

③ 2, 1, 1, 3

④ 2, 2, 2, 3

2. ^{210}Po 의 방사성 붕괴 반응에 대한 설명으로 맞는 것은?

① 붕괴하는 것은 핵력이 강한 척력을 가지기 때문이다.

② 원자핵 속의 양성자에 대한 중성자의 비율이 너무 높아 에너지 상태가 불안정하여 알파붕괴한다.

③ 헬륨의 원자핵이 ^{210}Po 원자핵에 의한 쿨롱 포텐셜 장벽을 투과하는 양자터널 효과를 이용하여 설명할 수 있다.

④ 원자핵 속의 핵력은 양성자 간의 힘이 중성자와 양성자 간의 힘보다 작다.

3. 핵분열 생성물에 대하여 바르게 설명한 것은?

① 대표적인 핵분열 생성물인 ^{137}Cs , ^{60}Co 는 베타붕괴 직후 감마선을 방출하며 안정화 된다.

② ^{90}Sr 은 감마붕괴하여, 시간이 지남에 따라 ^{90}Y 과 연속평형 상태에 놓이게 된다.

③ ^3H 는 주로 내부피폭에 영향을 미치는 핵종이다.

④ 사능은 핵분열 후 경과시간의 1.2제곱에 반비례하며 감소한다.

4. 중수소(D)-삼중수소(T) 핵융합 반응으로부터 1MW-day의 열 에너지를 얻기 위해 필요한 삼중수소의 양(g)은? (단, 핵융합 반응 한번 당 발생하는 열에너지는 17.6MeV이다.)

① 약 0.10

② 약 0.15

③ 약 0.20

④ 약 0.25

5. 중성자 감속에 대한 다음 설명 중 옳지 않은 것은?(오류 신고가 접수된 문제입니다. 반드시 정답과 해설을 확인하시기 바랍니다.)

① 감속능은 대수적 에너지감쇠율과 거시적 흡수단면적을 곱한 값이다.

② 페르미연령이 작은 값을 가진 물질 내에서는 속중성자 누설이 적다.

③ 탄소는 물보다 감속능이 크지만, 감속비는 더 작다.

④ 물, 중수, 탄소 중 감속능이 가장 큰 것은 중수이다.

6. 중성자 누설과 관련된 다음 설명 중 옳지 않은 것은?

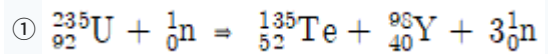
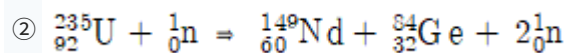
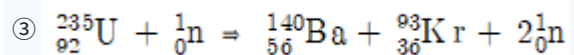
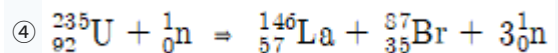
① 속중성자 비누설확률은 페르미 연령에 의해 결정된다.

② 열중성자 비누설확률은 중성자 확산거리에 의해 결정된다.

③ 이론 상 무한대 원자로의 버클링은 1이다.

④ 독물질이 증가하면, 열중성자 비누설확률은 증가한다.

7. 다음 중 핵분열 반응에 의하여 발생 가능한 반응 식은?



8. 다음 중 중수로에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 가동 중 핵연료를 교체할 수 있다.

② 경수로에 비해 열역학적 효율이 좋다.

③ 감속재와 냉각재가 분리되어 있다.

④ 경수로에 비해 삼중수소의 발생량이 많다.



전자문제집 CBT(App Store) : [\[다운로드\]](#)



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

9. 3.232MeV의 에너지를 가진 γ 선이 전자쌍생성 반응을 일으킬 때, 발생하는 양전자(Positron)의 최대 운동에너지(MeV)는? (오류 신고가 접수된 문제입니다. 반드시 정답과 해설을 확인하시기 바랍니다.)

① 0.511

② 1.105

③ 1.699

④ 2.21

10. 다음 중 중성자 반응에 대한 도플러 효과와 가장 관련이 적은 것은?

- ① 감속재온도계수
- ② 핵연료온도계수
- ③ 공명이탈확률
- ④ 자기차폐효과

11. 핵분열이 없는 매질 내에 등방 중성자 점선원이 존재할 때, 확산 방정식을 통해 계산된 중성자속에 대한 다음 설명 중 맞는 것은?

- ① 중성자속은 중성자 선원으로부터 거리의 제곱에 반비례한다.
- ② 중성자 확산계수(D)가 클수록 중성자속이 크다.
- ③ 중성자 확산 면적(L2)은 선원으로부터 중성자가 흡수된 곳까지의 직선거리의 평균에 비례한다.
- ④ 중성자 흡수단면적이 작을수록 동일 거리에서의 중성자속이 크다.

12. 농축도가 5w/o인 UO_2 의 거시적 흡수단면적(Σ_a)은? (단, UO_2 의 밀도는 $10.5g/cm^3$, $\sigma_a(^{235}U)=650b$, $\sigma_a(^{238}U)=3b$, $\sigma_a(O)=0.0003b$ 이다.)

- ① 약 $0.235cm^{-1}$
- ② 약 $0.8385cm^{-1}$
- ③ 약 $1.7925cm^{-1}$
- ④ 약 $3.5245cm^{-1}$

13. 천연우라늄으로 된 10cm 두께의 표적물을 통과한 후, 중성자속이 표적물에 입사할 때의 30%가 되었다. 천연우라늄에 대한 중성자의 평균자유행정거리는? (단, 천연우라늄의 밀도는 $19g/cm^3$ 이다.)

- ① 약 1.132cm
- ② 약 3.275cm
- ③ 약 5.023cm
- ④ 약 8.305cm

14. 모든 제어봉이 완전히 삽입된 상태에서 계측기의 계수 값은 100cps를 가르키고 있으며, 유효 증배계수는 0.94로 계산되었다. 정지제어봉을 완전히 인출한 후 계수값은? (단 정지제어봉의 제어봉 가는 $0.032(\Delta k/k)$ 이다.)

- ① 약 108cps
- ② 약 194cps
- ③ 약 353cps
- ④ 약 542cps

15. 정상운전 중인 원자로의 핵연료 온도가 $50^\circ C$ 감소할 때, 50초의 주기로 원자로의 출력이 증가하는 경우, 투입된 반응도는? (단, $\lambda=0.08s^{-1}$, $l_p=10^{-4}s$, $\beta_{eff}=0.007$ 이다.)

- ① $5.2 \times 10^{-4} \Delta k/k$
- ② $9.8 \times 10^{-4} \Delta k/k$
- ③ $7.8 \times 10^{-4} \Delta k/k$
- ④ $1.4 \times 10^{-3} \Delta k/k$

16. 질소가 중성자와 반응하여 방사성탄소를 생성하는 핵반응 $^{14}N(n, p)^{14}C$ 에서 Q값은? (단, ^{14}N , ^{14}C , ^1H , 중성자, 양성자, 전자의 질량은 각각 $14.003074u$, $14.003242u$, $1.007825u$, $1.008665u$, $1.007276u$, $5.486 \times 10^{-4}u$ 이며, $1u=931.5MeV/c^2$ 이다.)

- ① -1.14MeV
- ② -0.626MeV
- ③ 0.626MeV
- ④ 1.14MeV

17. 다음 중 증배계수를 구성하는 인자에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 재생계수는 노심초기와 노심말기의 값이 다르다.
- ② 속핵분열계수를 정확히 계산하기 위해서는 모든 에너지 영역에서의 단면적을 고려하여 중성자 수송방정식을 풀어야 한다.
- ③ 노심말기로 갈수록 공명이탈확률은 감소한다.
- ④ 연료에 대한 감속재의 비(N_m/N_f)가 증가하면, 재생계수는 증가한다.

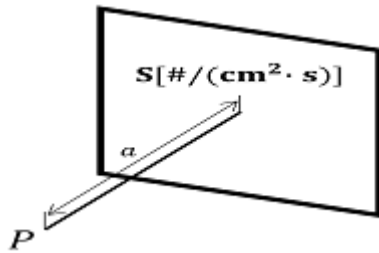
18. 원자로에서 생성되는 독물질에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 원자로 운전에서 중요하게 고려되는 핵분열 생성 독물질로는 Xe와 Sm이 있다.
- ② Xe 평형 농도는 출력에 정비례한다.
- ③ 원자로 정지 후, 제논으로 인해 원자로의 작동불능시간이 존재한다.
- ④ 원자로 정지 후, Sm의 농도는 일정시간 동안 증가하다가 일정하게 유지된다.

19. 다음 중 원자로의 동특성에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 중성자 평균수명은 중성자가 생성될 때부터 최종적으로 흡수 또는 누설되기까지 평균적으로 소요되는 시간이다.
- ② ^{239}Pu 를 핵연료로 사용하는 원자로는 ^{235}U 를 사용하는 원자로에 비해 반응도 삽입에 대한 허용한계가 작다.
- ③ 원자로의 기동율(SUR)은 원자로 출력의 변화율을 나타내는 지표로써, 분당 출력변화율을 10의 승배 t수 (10SUR)형태로 나타낸 것이다.
- ④ 원자로 주기는 원자로 출력이 2배 증가 또는 감소하는데 걸리는 시간으로, 주기가 짧을수록 출력 변화가 급격하고 주기가 길수록 출력 변화가 완만하다.

20. 핵분열이 일어나지 않는 매질에서 무한 평판형태의 중성자 선원이 다음 그림과 같이 놓여 있을 때, 거리 a만큼 떨어진 점 P에서의 중성자속은? (단, 중성자 확산 거리는 L, 중성자 확산계수 D, 중성자 선원의 세기는S이다.)



- ① $\frac{DLS}{4\pi a^2} e^{-\frac{a}{L}}$
- ② $\frac{S}{4\pi D a} e^{-\frac{a}{L}}$
- ③ $\frac{SL}{2D} e^{-\frac{a}{L}}$
- ④ $\frac{SL}{D} e^{-\frac{a}{L}}$

21. 100% 출력으로 운전 중인 원자로가 갑자기 정지되었을 때, 핵연료의 손상 여부를 확인하는 인자는?

- ① 붕소농도 변화 값
- ② 출력분포 측정 값
- ③ 옥소방사능 침투 값
- ④ 축방향 출력편차 값

22. 가압경수로 냉각각재계통 구조물의 부식 생성물 생성률을 억제하기 위해 냉각각재에 주입하는 첨가제가 아닌 것은?

- ① H_2
- ② LiOH
- ③ N_2H_4
- ④ H_3BO_3

23. 핵연료 제조 공정에 대한 다음 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① 용매추출법, 이온교환법을 이용하여 우라늄 용해액 내의 우라늄을 추출한다.
- ② 우라늄 정광(Yellow Cake)을 정제하는 건식법으로 ADU법, AUC법 등이 있다.
- ③ 변환(Conversion) 공정에서 생산된 육불화우라늄(UF_6)은 우라늄 농축에 사용한다.
- ④ 재변환(Re-Conversion)은 가압중수로 연료제조에는 필요하지 않은 공정이다.

24. 국내 운영 중인 가압경수로 핵연료집합체에 관한 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① 핵연료봉은 8~13단의 지지격자에 형성된 스프링의 힘으로 지지된다.
- ② 최상단과 최하단의 지지격자에만 냉각재 유동 시 혼합을 돕는 혼합날개가 있다.
- ③ 상하단 고정체와 지지격자에 접합된 안내관이 핵연료집합체의 골격을 구성한다.
- ④ 상하단 고정체와 연료봉 사이에 틈을 두어 조사성장, 열팽창을 수용하게 된다.

25. 방사성 붕괴계열 중 토륨계열은 $^{232}_{90}\text{Th}$ 에서 안정한 최종 핵종인 $^{208}_{82}\text{Pb}$ 로 될 때까지 발생한 알파붕괴와 베타붕괴 횟수는?

- ① 6, 4
- ② 7, 4
- ③ 8, 4
- ④ 8, 6

26. 금속우라늄과 이산화우라늄에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① 금속우라늄은 융점 2,850°C, 밀도 19.05g/cm³의 중금속이다.
- ② 금속우라늄은 미세분말은 대기 중 자연산화 연소하므로 기름 속에 보관한다.
- ③ 이산화우라늄은 형석형 입방정이며 밀도는 10.96g/cm³이다.
- ④ 이산화우라늄은 실온에서 깨지기 쉽고 파괴강도는 기공도와 결정립이 적을수록 크다.

27. 국내 경수로 원전의 소내 사용 후 핵연료 저장조에 대한 유효 증배계수 제한치는?

- ① 0.90미만
- ② 0.95미만
- ③ 0.98미만
- ④ 1.00미만

28. 가압경수로형 원전의 핵연료 소결체 제작공정과 출력운전 중 1차 냉각재의 화학적인 조건을 각각 나열한 것은?

	화학 조건	
	핵연료 소결체 제작공정	출력운전 중 1차 냉각재
①	산화성	산화성
②	산화성	환원성
③	환원성	산화성
④	환원성	환원성

- ① ①
- ② ②
- ③ ③
- ④ ④

29. 원자력발전소 정상운전 중 핵연료 펠렛-피복재 상호작용(PCI)에 의한 핵연료 손상을 억제하는 방안 중 옳지 않은 것은?

- ① 피복재 내부 도포
- ② 출력 상승률 제한
- ③ 선출력 밀도 증가
- ④ 펠렛밀도 개선

30. 가압경수로 사용 후 핵연료를 화학적으로 재처리하여 플루토늄(Pu)과 우라늄(U)으로 분류 후 혼합하여 제작한 개량형 연료는?

- ① CANFLEX 연료
- ② DUPIC 연료
- ③ TANDEM 연료
- ④ MOX 연료

31. 가압경수로형 원전 수화학 관리기술 중 전회발성처리(All Volatile Treatment : AVT)에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 수산화리튬(LiOH)으로 pH를 조절한다.
- ② 2차 계통 수화학 관리기술이다.
- ③ 하이드라진으로 용존산소를 제거한다.
- ④ 계통에 첨가하는 화합물이 모두 휘발성 물질이다.

32. 붕소중성자포획치료(Boron Neutron Capture Therapy : BNCT)를 이용한 암환자 치료에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 환자의 체내에¹⁰B를 주입한다.
- ② 암세포에 중성자를 조사한다.
- ③ 고에너지⁷Be이 생성된다.
- ④ 고에너지 알파입자가 생성된다.

33. 어떤 방사성 핵종 ¹⁰⁵Bq이 용존 상태로 존재하는 액체폐기물 1리터를 새 이온교환수지 10g이 장착된 탈염기로 처리하였다. 처리 후 이온교환수지의 총 방사능이 6×10⁴Bq일 때, 해당 탈염기의 제염계수는 얼마인가? (단, 처리과정에서 액체폐기물의 부피는 변하지 않는다고 가정한다.)

- ① 0.4
- ② 1.7
- ③ 2.5
- ④ 4.0

34. 안정한 표적 물질 A에 중성자를 조사하면, 방사화반응을 통하여 반감기가 5분인 방사성 핵종 B가 생성된다. 표적물질 A에 중성자를 10분 동안 조사하고 이어서 10분 동안 방치한 후 계측했더니 방사성 핵종 B의 방사능이 3MBq로 나타났다. 같은 질량의 새로운 표적물질 A에 중성자를 연속해서 20분 동안 조사한 직후 방사성 핵종 B의 방사능은 얼마인가?

- ① 12MBq
- ② 15MBq
- ③ 16MBq
- ④ 20MBq

35. 사용 후 핵연료 저장시설의 책임제 안전성 평가에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 사용후핵연료를 신연료로 가정하는 것이 보수적이다.
- ② 연소도이득을 적용하면, 저장할 수 있는 범위가 늘어날 수 있다.
- ③ 연소도이득에서는 핵분열 생성물을 고려할 수 있다.
- ④ 연소도이득에서는 방사화생성물을 고려할 수 있다.

36. 가압경수로형 원전에서 주로 사용되는 핵연료 피복관 재료에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 지르코늄(Zr)에서 하프늄(Hf)을 제거한 후 피복관 재료로 사용한다.
- ② 지르코늄(Zr)은 하프늄(Hf)보다 열중성자 흡수단면적이 크다.
- ③ Zircaloy-4는 Zircaloy-2보다 수소흡수현상이 적다.
- ④ 수소흡수는 피복관의 연성을 감소시킨다.

37. 다음 중 자기장을 이용하여 우라늄 동위원소를 농축하는 공정은?

- ① 기체확산법
- ② 원심분리법
- ③ 레이저농축법
- ④ 이온교환법

38. 지하매질 내에서 방사성 핵종의 지연계수에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 지연계수는 1보다 작거나 같다.
- ② 매질의 밀도가 증가하면 지연계수는 증가한다.
- ③ 매질의 다공도가 증가하면 지연계수는 감소한다.
- ④ 매질에서 방사성핵종의 분배계수가 증가하면 지연계수는 증가한다.

39. PUREX 공정의 용매추출과정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 유기용매인 TBP를 이용한 용매추출로 U, Pu를 따로 분리한다.
- ② Pu는 Pu(III), Pu(IV)으로 산화된다.
- ③ 우라늄은 U(VI)이 U(IV)으로 환원된다.
- ④ 환원제를 첨가하면 U는 유기용매 상에 남고 Pu는 수용액 상으로 추출된다.

40. 가압경수로형 원전 1차 냉각재의 삼중수소 재고량을 저감하기 위한 방법으로 옳지 않은 것은?

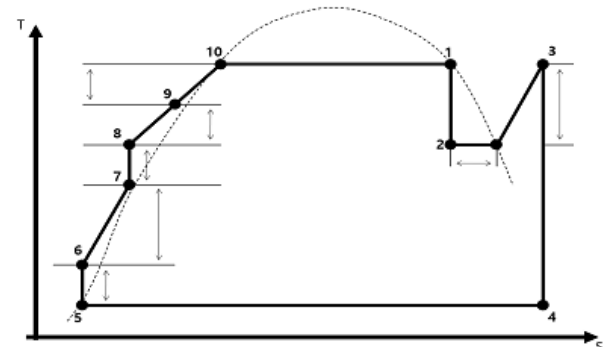
- ① pH조절제로 Li화합물을 사용한다.
- ② 핵연료 피복관의 건전성을 개선한다.
- ③ 제어봉 피복관의 건전성을 개선한다.
- ④ 10B이 농축된 붕산을 반응도 조절제로 사용한다.

【3과목】 발전로계통공학 (20문제)

41. 열유체와 관련된 용어 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① 정상 유동계 : 질량 또는 에너지 변화가 일어나지 않는 계
- ② 유동에너지 : 계 경계를 통해 유입 또는 유출되는 유체 유동에 의한 에너지
- ③ 등적과정 : 계의 압력이 일정하게 유지되는 조건에서 상태변화가 일어나는 과정
- ④ 단열과정 : 상태의 변화 중 계의 경계를 통해 열전달이 일어나지 않는 과정

42. 다음 그림은 가압경수로형 원자력발전소의 이론적인 T-S선도이다. 다음 T-S선도 각 구간에 해당하는 발전소 기기의 명칭이 옳지 않은 것은?



- ① 1 - 2 : 고압터빈
- ② 2 - 3 : 저압터빈
- ③ 4 - 5 : 복수기
- ④ 9 - 10 : 증기발생기

43. 점성유체의 층류와 난류를 구분하기 위한 레이놀드 수는 아래와 같다. 비중 0.9, 동점성계수 $5.45 \times 10^{-5} \text{m}^2/\text{s}$ 의 유체가 지름 15cm인 원형 배관 속을 0.6m/s로 흐르고 있을 때, 이 유체흐

$$R = \frac{\rho V D}{\mu} = \frac{V D}{\nu}$$

름의 특성은?

- ① 층류
 - ② 난류
 - ③ 난류와 층류의 혼합(천이)
 - ④ 와류
44. 원자로 용기의 기능으로 옳지 않은 것은?
- ① 물리적 방벽 기능 제공
 - ② 핵연료와 원자로 내장품 지지 및 보호
 - ③ 원자로 냉각재 유로 형성 및 하중 흡수
 - ④ 노외핵계측 장비 수용
45. 증기발생기 수위팽창(Swelling) 현상이 일어날 수 있는 경우가 아닌 것은?
- ① 주증기 격리밸브 닫힘
 - ② 터빈출력의 급격한 증가
 - ③ 주급수격리밸브 닫힘
 - ④ 증기덤프밸브 개방
46. 직경이 8.6mm인 어떤 핵연료봉의 표면온도가 349°C, 냉각재 온도는 299°C이다. 이 때, 핵연료봉의 선형출력(kW/m)은? (단, 대류열전달계수 h_c 는 21,850W/m²°C로 계산하시오.)
- ① 28.0
 - ② 28.5
 - ③ 29.0
 - ④ 29.5
47. 원자로냉각재계통 운전변수와 핵비등이탈율(DNBR)과의 관계에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?
- ① 반경방향 첨두계수 증가 시 핵비등이탈율이 증가한다.
 - ② 원자로냉각재계통 온도 증가 시 핵비등이탈율이 감소한다.
 - ③ 원자로냉각재계통 유량 증가 시 핵비등이탈율이 증가한다.
 - ④ 가압기 압력이 감소 시 핵비등이탈율이 감소한다.

48. 원자로용기에 가압열충격(PTS)을 유발할 수 있는 경우가 아닌 것은?

- ① 안전주입계통 동작
- ② 증기발생기 튜브 파열사고
- ③ 격납건물살수계통 동작
- ④ 주증기계통 안전밸브 개방 고착

49. 노심상부 출력이 0.52이고, 노심하부 출력이 0.48일 경우, 이 노심의 축방향출력편차(ASI : Axial Shape Index)는?

- ① -0.04
- ② -0.02
- ③ 0.02
- ④ 0.04

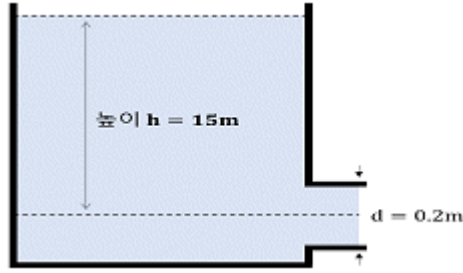
50. 발전소보호계통(Plant Protection System)의 구성계통이 아닌 것은?

- ① 원자로보호계통
- ② 터빈보호계통
- ③ 공학적안전설비계통
- ④ 다양성보호계통

51. 가압경수로형 발전소의 원자로냉각재계통 누설에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① 확인누설 : 격납건물 대기로의 누설로 누설탐지계통의 운전을 방해하지 않고 압력경계누설이 아닌 것
- ② 미확인 누설 : 확인누설과 압력경계누설을 제외한 누설
- ③ 증기발생기 튜브를 통한 누설 : 어느 한 증기발생기의 1차측에서 2차측으로의 누설
- ④ 압력경계누설 : 원자로 냉각재계통의 기기 몸체, 배관 벽, 용기 벽의 누설로 차단할 수 없는 누설

52. 다음 그림과 같은 원형 노즐에서 출구속도와 출구 유량으로 바
른 것은? (단, 중력가속도는 9.8m/s^2 , 물의 밀도는
 $1,000\text{kg/m}^3$, 원주율은 3.14로 계산하되, 출구속도와 출구유
량은 각각 소수점 셋째 자리에서 반올림하여 계산하시오.)



- ① 12.12m/s, 380.57kg/s
② 12.12m/s, 538.51kg/s
③ 17.15m/s, 380.57kg/s
④ 17.15m/s, 538.51kg/s
53. 가압경수로형 원자력발전소의 가압기 기능으로 옳지 않은 것
은?
- ① 원자로냉각재계통 압력제어 수단 제공
② 원자로냉각재계통 압력이 설계치 미만으로 감소하는 것
을 방지
③ 원자로냉각재계통 체적변화 수용
④ 출력운전 중 원자로냉각재 과냉각 상태유지를 위한 압력
형성
54. 화학 및 체적제어계통(CVCS)의 기능이 아닌 것은?
- ① 출력운전 중 정지냉각계통의 일부 유량을 유출관 여과기
와 이온교환기를 통과시켜 정화한다.
원자로 냉각재 펌프 사용 불능으로 가압기 정상살수가 안
② 되면, 충전유량 일부를 가압기 살수관으로 공급하여 보조
살수로 사용할 수 있다.
③ 충전유량 중 일부를 원자로냉각재펌프 밀봉부로 공급하
고, 밀봉부 유출 유량을 체적제어탱크로 회수한다.
④ 충전펌프로 원자로냉각재계통을 설계 압력까지 가압하
여 원자로냉각재계통 누설시험 수단을 제공한다.
55. ANSI N18.2(1973)에서 분류한 발전소 설계 시 고려하는 사건
분류(Condition I ~ IV)를 따를 때, Condition II(비교적 자주
발생하는 경미한 사고)에 해당하지 않는 사건은?
- ① 제어불능의 붕소희석사고
② 외부 부하상실 혹은 터빈 정지
③ 원자로냉각재펌프 1대의 회전자 고착
④ 원자로냉각재계통의 우발적 감압

56. 한국표준형 원자력발전소에서 정지냉각계통의 입구에 설치된
저온과압보호(LTOP : Low Temperature Overpressure
Protection)설비의 기능을 올바르게 설명한 것은?

- ① 정지냉각계통 압력이 가압기 압력 이상으로 높아짐을 방
지하여 계통 압력이 설계압력 이상으로 높아짐을 방지
② 가압기 만수위 상태에서 원자로냉각재계통의 압력과도
현상에 대한 과압보호
③ 원자로 냉각재 압력에 노출되는 배관의 길이 및 체적의
최소화
④ 정지냉각운전 시작 시 발생 가능한 붕산희석 가능성 최소
화

57. 열출력이 2,775MWth인 원자력발전소가 있다. 복수기로의 에
너지 방출률이 $6.54 \times 10^{12}\text{J/hr}$ 일 때, 이 발전소의 효율은 얼마
인가?

- ① 31.5%
② 32.5%
③ 33.5%
④ 34.5%

58. 가압경수로에 설치된 비상노심냉각계통(ECCS) 또는 안전주입
계통의 기능으로 옳지 않은 것은?

- ① LOCA 발생 시 RCS에 노심냉각을 위한 붕산수 공급
② LOCA 후 장기노심냉각수단 제공
③ LOCA 발생 시 격납건물 내 과압 방지를 통한 건전성 유
지
④ 주증기관 파단에 의한 RCS 과냉 발생 시 붕산수 공급으
로 충분한 정지 여유도 확보

59. 노심보호연산기(CPC)에서는 노심 및 원자로에서 누설되는 중
성자를 측정하여 원자로 출력을 측정하는 노외핵계측기의 측정
부정확성으로 인하여 이를 보정한 값을 사용하고 있다. 노외핵
계측기의 부정확성을 보장하기 위한 인자가 아닌 것은?

- ① 제어봉 집합체 그림자 계수
② 형상 처리 행렬
③ 온도 그림자 계수
④ 기포 계수

60. 원자로냉각재계의 유동정체(Flow Stagnation)를 유발할 수 있는 경우가 아닌 것은?

- ① 낮은 열생성
- ② 원자로냉각재 재고량 상실
- ③ 원자로냉각재계의 압력 감소
- ④ 열제거원의 심각한 불평형(비대칭)

【4과목】 원자로 안전과 운전 (20문제)

61. 가압경수로형 원자력발전소에서 제어봉을 삽입하거나 인출할 때, 제어봉군(Control Bank) 간에 중첩(Overlap)시키도록 되어 있는데, 그 이유로 옳지 않은 것은?

- ① 균일한 제어봉 제어값 유지
- ② 평탄한 축방향 중성자속 분포 유지
- ③ HCF(Hot channel Factor)를 제한치 이내로 유지
- ④ 제어봉 이탈사고 시 부(-)반응도 삽입 제한

62. 원자력발전소의 반응도 제어계통에 관한 기술 기준으로 옳지 않은 것은?

- ① 제어봉에 의한 제어계통, 액체제어제 주입 또는 1차 냉각재의 유량조정 등에 의해 반응도를 제어할 수 있다.
서로 다른 설계원리를 가진 2개의 독립적인 반응도 제어
- ② 계통이 제공되어야 하고, 그 중 하나는 액체제어제를 사용해야 한다.
서로 다른 설계원리를 가진 두 개의 독립적인 반응도 제어
- ③ 어계통 중 하나는 정상운전의 원자로를 저온조건 하에서 미임계 상태로 유지할 수 있어야 한다.
- ④ 제어봉에 의한 제어계통은 운전 중에 어떠한 하나의 제어봉이 고착된 경우에도 반응도를 제어할 수 있다.

63. 원자력발전소에서 원자로 보호계통의 신뢰성을 향상하기 위한 아래 설명에 해당하는 설계기준으로 맞는 것은?

가. 한 측정기의 오동작으로 인한 불필요한 정지를 배제하고 또 언제 보호계통을 작동해야 할지를 판단하는 어떤 기준의 설정이 필요하다. 나. 논리 회로에 의해 이루어진다.

- ① 다중성
- ② 독립성
- ③ 다양성
- ④ 동시성

64. 가압경수로형 원자로의 축방향 중성자속 분포에 영향을 주는 주요 인자가 아닌 것은?

- ① 제어봉 삽입 위치
- ② Xe 진동
- ③ 원자로 냉각재 내 붕소농도
- ④ 연료 연소(Burn-Up)

65. 원자로냉각재계의 과냉각여유도(Subcooling Margine)를 감시하는데 사용되는 변수가 아닌 것은?

- ① 원자로 노외핵계측기 출력
- ② 원자로 냉각재 고온관 온도
- ③ 노심출구 열전대 온도
- ④ Sm의 증가

66. 원자력발전소 기동 시 전출력 도달 후 약 40~50시간 동안 노심의 반응도가 급격히 감소하는 가장 큰 이유는 무엇인가?

- ① 핵연료 연소의 증가
- ② 냉각재의 온도변화
- ③ Xe의 증가
- ④ Sm의 증가

67. 원자력발전소의 심층방어에서 효과적인 이행을 위한 전제조건으로 옳지 않은 것은?

- ① 보수적 가정 및 접근
- ② 결정론적 안전성 평가
- ③ 품질보증
- ④ 안전문화

68. 가압경수로형 원전에서 출력운전 중 원자로가 긴급정지되었다. 다음 중 원자로 정지를 확인하기 위한 방법이 아닌 것은?

- ① 모든 제어봉 삽입 확인
- ② 원자로 정지 차단기 개방 확인
- ③ 터빈정지밸브 닫힘 확인
- ④ 출력영역 중성자속 준위 급속 감소 확인

69. 어떤 원자로 노심에서 핵비등이탈율(DNBR)dl 1.4에서 1.6으로 증가할 경우에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 열전달계수는 감소한다.
- ② 핵비등(Nucleate Boiling)이 감소한다.
- ③ 피복재 온도에 관해서는 안전하다.
- ④ 막비등(Film Boiling)이 발생한다.

70. 발전소 최대 가상사고 시 원자로를 보호하고 방사능으로부터 종사자 및 공중보호를 위한 공학적 안전설비의 기능으로 옳지 않은 것은?

- ① 사고 시 에너지 방출 최대화로 사고 완화
- ② 비상노심냉각으로 핵연료 피복재 보호
- ③ 극심한 냉각재 유출 사고 시 핵분열 생성물 제거
- ④ 격납건물 차단 및 냉각으로 격납건물 건전성 유지

71. 출력이 2배로 증가하는데 28초 걸리는 원자로가 있다. 기동률 (Start up)으로 맞는 것은?

- ① 0.32dpm
- ② 0.64dpm
- ③ 0.72dpm
- ④ 0.84dpm

72. 원자로를 70% 출력으로 운전하다가 붕소희석으로 100% 출력으로 증가하려고 한다. 100% 출력 도달 시 붕소농도로 맞는 것은? (단, 제어봉은 현위치를 유지하며 Xe의 조건은 무시한다.)

70% 출력운전 시 붕소농도 : 810ppm
출력 계수 : 14pcm/%
출력붕소 계수 : 10pcm/ppm

- ① 768ppm
- ② 789ppm
- ③ 831ppm
- ④ 852ppm

73. 가압경수로형 원자력발전소에서 출력운전 중 정지여유도 (Shutdown Margine)의 감소 요인이 아닌 것은?

- ① 원자로 냉각
- ② 제어봉 인출
- ③ 붕소희석
- ④ 제논(Xe) 붕괴

74. 가압경수로형 원자력발전소 원자로의 반응도 조절에 사용하는 화학적 제어제(Chemical Shim)의 장점에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 신속한 반응도 제어로 부하추종 운전이 용이하다.
- ② Xe, Sm등의 독물질에따른 반응도를 보상할 수 있다.
- ③ 원자로 정지 시 충분한 정지여유도를 확보할 수 있다.

정상운전 중 출력 변화에 관계없이 제어봉을 비교적 높게
④ 적절한 위치로 유지하면서 중성자 속 분포를 고르게 유지할 수 있다.

75. 원자로냉각재상실사고(LOCA) 시 증기발생기 U-튜브 상단에 불응축성 가스가 집적되면 자연순환 냉각을 방해하여 노심의 안전성을 저해하게 된다. 다음 중 발생 가능한 불응축성 가스의 생성원이 아닌 것은?

- ① 냉각재 내 용존수소의 방출
- ② 물의 방사선 분해에 의한 수소의 발생
- ③ 핵연료 피복재 손상 시 헬륨 및 핵분열 기체
- ④ 화학 및 체적제어탱크(VCT)의 수소가스 방출

76. 경수로형 원자력발전소 설계기준사고 중 저출력 운전상태에서 노심에 더욱 심각한 손상을 줄 우려가 있는 사고는?

- ① 원자로냉각재배관 파열사고
- ② 주증기관 파열사고
- ③ 증기발생기 전열관 파열사고
- ④ 가압기 안전밸브 개방사고

77. 전원상실에 의하여 원자로 냉각재펌프가 정지되면 자연순환에 의하여 노심을 냉각해야 하는데, 자연순환을 유지하기 위한 조건으로 옳지 않은 것은?

- ① 가압기 수위 유지
- ② 가압기 압력 유지
- ③ 주증기관 격리 및 대기덤프 닫힌 상태 유지
- ④ 증기발생기 수위 유지

78. 원자로 냉각재상실사고(LOCA) 시, 일정 시간 경과 후 고온관 및 저온관에 안전주입을 동시에 수행하는 이유는 무엇인가?

- ① 노심에서 방출되는 증기의 부유 운반 정지
- ② 원자로 노심에서의 우회 가능성 차단
- ③ 노심상부 봉산 침적 발생 가능성 방지
- ④ 고온관 주입에 의한 붕괴열 감소 가속화

79. 아래에서 설명하고 있는 발전소 과도상태로 맞는 것은?

가. 원자력 시설에서 발생 가능성이 희박한 사고에 대해서도 공중의 안전보호 목적으로 사고의 안전수습이 가능하도록 구조, 계통, 기기를 설계하는데 이와 같은 설계를 위해 상정된 일련의 가상사고
나. 연료손상 및 방사성 물질에 의한 영향이 제한치 이내인 사고

- ① 예상운전 과도상태
- ② 설계기준사고
- ③ 설계기준 초과 사고
- ④ 중대사고

80. 중대사고 정책에 대한 기관별 정책 이행사항으로 원자력 사업자가 이행해야 할 사항이 아닌 것은?

- ① PSA 세부 이행계획 수립 및 이행
- ② 중대사고 대처능력 확보
- ③ 중대사고 관리전략, 조직, 지침서 등을 포함한 사고관리 계획 수립 및 이행
- ④ 중대사고 정책 이행에 필요한 세부 지침서 개발

【5과목】 방사선이용 및 보건물리 (20문제)

81. 다음에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 의료상 피폭은 선량한도가 적용되지 않는다.
- ② 일반인과 작업자 선량한도에 차이가 있는 이유 중 하나는 위험의 수용준위가 다르기 때문이다.
- ③ 규제배제는 정상 또는 이상 상황에서 행위로 인한 위험 즉, 선량이 지극히 사소한 경우에 해당된다.
- ④ 규제해제는 규제대상이던 선원 또는 행위를 규제 대상에서 제외하는 것을 의미한다.

82. 다음에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 피부 홍반 발생 문턱선량은 대략 5Gy로 알려졌다.
- ② 방사선 감수성은 인간의 경우 연령이 증가할수록 감소한다.
- ③ 결정적 영향의 증상 심각도는 선량에 비례한다.
- ④ 확률적 영향 발생기전은 세포 돌연변이와 유전의 결과로 발생 가능한 영향이다.

83. 다음에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 태아의 지능저하는 1Sv 당 IQ 30점 정도로 알려졌다, 확률적 영향의 특성을 갖고 있다.
- ② 태아의 기형유발 발단선량은 약 0.1Gy로 알려졌다.
- ③ 자연적 돌연변이 발생과 동일한 유발율을 나타내는 선량을 배가선량이라고 한다.
- ④ 방사선장해 중 임신 8~25주 기간에는 태아의 지능 저하가 나타날 수 있다.

84. 비례계수관에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 알파선 측정 펄스가 베타선 측정 펄스에 비해 대부분 크다.
- ② 저전압 영역 Plateau는 알파선과 베타선에 기인한 것이다.
- ③ 비례계수관은 에너지분해능이 있다.
- ④ 기체유입형에는 P-10(아르곤 90% + 메탄 10%)가스가 많이 사용된다.

85. 다음에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 중성자 피폭선량 생체시료분석법을 이용하고자 할 때, 측정대상이 되는 가장 중요한 핵종 중 하나는 이다.
- ② 흡수선량과 커마의 단위는 동일하다.
- ③ LET(선형에너지전달)와 저지능의 단위는 동일하다.
- ④ 내부 피폭선량 선량예탁을 평가 시 성인은 50년 아동은 70년을 고려한다.

86. 기존피폭(Existing Exposure)에 대한 참조준위(Reference Level)은?

- ① 1 ~ 10mSv
- ② 1 ~ 20mSv
- ③ 20 ~ 50 mSv
- ④ 20 ~ 100 mSv

87. 다음 핵종을 내장하고 있는 밀봉선원 중 제동복사선 차폐에 가장 많은 주의가 요구되는 핵종은?

- ① 35S
- ② 63Ni
- ③ 90Sr
- ④ 147Pm

88. 방사선작업종사자가 실수로 어떤 핵종을 $3 \times 10^5 \text{Bq}$ 섭취하고, 이 방사성 핵종에 공기가 500Bq/m^3 으로 오염된 방사선작업구역에서 400시간 근무하였다. 이 종사자의 유효선량은? (단, 상기 핵종의 연간섭취한도(ALL)는 $6 \times 10^5 \text{Bq}$, 연간 작업시간은 2,000시간, 호흡률은 $1.2 \text{m}^3/\text{h}$ 으로 가정한다.)

- ① 8 mSv
- ② 10 mSv
- ③ 14 mSv
- ④ 18 mSv

89. 다음 중 괄호 안에 알맞은 것은?

입자형 방사성핵종 배기관리 설비에 사용되는 고성능 HEPA필터는 () μm 크기 입자에 대해 99.97% 제거율을 가진 필터를 의미한다.

- ① 0.1
- ② 0.3
- ③ 0.5
- ④ 0.7

90. 다음 중 베타선이 물질 중에서 에너지 손실에 가장 크게 기여하는 핵종은?

- ① 원자핵과의 탄성산란
- ② 원자핵과의 비탄성산란
- ③ 궤도전자와의 탄성충돌
- ④ 궤도전자와의 비탄성충돌

91. 다음 중 중성자와 물질과의 상호반응에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- 비탄성 산란에서는 중성자와 원자핵이 충돌하여 산란할 때, 중성자의 에너지 일부가 원자핵을 여기시키는데 사용되고, 여기된 원자핵은 비탄성감마선을 방출한다.
- 방사 포획 반응에서는 원자핵이 중성자를 포획해 하나 또는 몇 개의 감마선을 방출하는데, 이 때 발생하는 감마선을 포획 방사선이라 한다.
- 중성자는 흡수반응의 결과로 양성자나 알파입자 등의 하전입자를 방출할 수 있는데, 이 때, 이러한 반응은 발열반응일 수도 있고, 흡열반응일 수도 있다.
- 중성자와 원자핵이 충돌할 경우 때때로 $(n, 2n)$ 과 $(n, 3n)$ 반응이 일어날 수 있으며, 이 때 이러한 반응은 발열반응이다.

92. 다음 설명 중 옳은 것은?

- ① 1MeV의 광자가 물 팬텀에 입사한 경우의 표면선량은 커마보다 흡수선량이 크다.
- ② 동일한 방사선에 대하여 물질의 반가층이 클수록 차폐의 공간적인 측면에서 더 유리하다.
- ③ 2가지 종류의 차폐체로 감마선을 차폐할 경우, 비충돌선속의 지수감쇠는 차폐체 순서와 무관하다.
- ④ 반도체 검출기의 경우, 저에너지 감마선 영역에서는 사층(Dead Layer)으로 인해 계측효율이 높아진다.

93. 기체유입형 비례계수관을 이용하여 알파선과 베타선을 측정할 때, 다음 설명 중 옳은 것은?

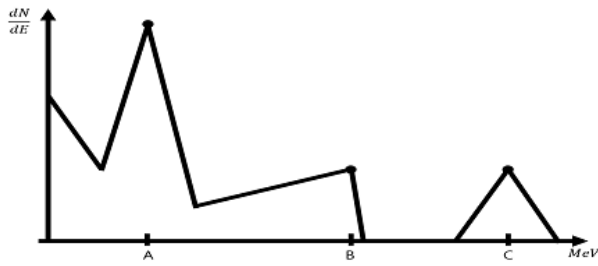
가. 방사능 측정뿐만 아니라, 방사선의 에너지 측정도 가능하다.
 나. 알파선의 경우, 에너지가 증가함에 따라 계측기의 펄스도 증가한다.
 다. 베타선의 경우, 에너지가 증가함에 따라 계측기의 펄스도 증가한다.

- ① 가, 나
- ② 가, 다
- ③ 나, 다
- ④ 가, 나, 다

94. 1MeV의 감마선이 섬광체에 모든 에너지를 전달하고 평균 450nm의 파장을 가진 20,000개의 섬광광자를 생성하였을 경우, 섬광체의 섬광효율은? (단, 플랑크 상수 $h=6.626 \times 10^{-34} \text{J} \cdot \text{sec}$, 광속 $c=3 \times 10^8 \text{m/s}$, $1\text{eV}=1.6 \times 10^{-19} \text{J}$ 이다.)

- ① 2.0 %
- ② 5.5 %
- ③ 7.0 %
- ④ 9.5 %

95. ${}^3\text{He}(n,p){}^3\text{H}$ 는 속중성자 측정에 사용되는 중요한 핵반응 중 하나이다. 2MeV의 속중성자가 ${}^3\text{He}$ 비례계수관에 입사했을 때, 생성되는 출력 펄스 신호를 아래와 같은 그림에 나타내었다. 지점에 해당하는 에너지를 옳게 나타낸 것은? (단, 상기 핵반응의 Q값은 0.76MeV이다.)



- ① 0.764MeV
 ② 1.5MeV
 ③ 2MeV
 ④ 2.764MeV
96. 다음 중 천연방사성핵종에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?
- ① ${}^3\text{H}, {}^{14}\text{C}$ 는 우주선 작용으로 생성된다.
 ② ${}^{232}\text{Th}, {}^{235}\text{U}, {}^{238}\text{U}$ 등은 붕괴계열에 따라 붕괴한다.
 ③ 질량수가 $4n+3$ 인 계열은 자연계에 존재하지 않는다.
 ④ ${}^{40}\text{K}, {}^{87}\text{Rb}$ 는 방사성 붕괴계열을 만들지 않는다.

97. 2.3MeV 단일 에너지 감마선이 매우 작은 크기의 반도체검출기 (HPGe)에 입사 시 다중채널분석기(MCA)에서 관찰이 가장 용이하지 않은 피크는?

- ① 광전자피크
 ② 컴프턴산란
 ③ 이중이탈피크
 ④ 단일이탈피크

98. 다음 중 측정에 적합한 방사선측정기로 올바르게 짝지어진 것은?

- ① NaI(Tl) - HPGe
 ② Znsi(Ag) - CR39
 ③ HPGe - Hgl2
 ④ CdTe - LR115

99. 흡수선량이 같은 체내피폭의 경우 등가선량이 가장 큰 핵종은?

- ① ${}^{85}\text{Kr}$
 ② ${}^{90}\text{Sr}$
 ③ ${}^{131}\text{I}$
 ④ ${}^{210}\text{Po}$

100. 제염계수가 가장 큰 10인 액체폐기물 배수 관리 설비가 직렬로 연결되어 있을 때, 전체 설비의 방사성폐기물 제거효율은 얼마인가?

- ① 90%
 ② 95%
 ③ 99%
 ④ 99.9%