

2023년 제9회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호	16706144	제한시간	검토
	성명	한솔아카데미	150분	

문제1.

1-1) 풀이

㉠외기에 직접 면하는 거실 외벽 부위의 열관류율($W/m^2 \cdot K$) = 0.164

부위	재료명	두께(m)	열전도율($W/m \cdot K$)	열저항($m^2 \cdot K/W$)
거실 외벽	실외표면열전달저항	-	-	0.043
	콘크리트	0.200	1.600	0.125
	압출법보온판 1호	0.160	0.028	5.714
	석고보드 2겹	0.019	0.180	0.106
	벽지(비닐계)	0.002	0.270	0.007
	실내표면열전달저항	-	-	0.110
	계			6.105
열관류율			0.164	

㉡단위세대 거실 외벽(창 및 문 포함)의 평균 열관류율($W/m^2 \cdot K$)

부위	면적(m^2)	열관류율($W/m^2 \cdot K$)	계수	면적 × 열관류율	
외벽	외기 직접	64	0.164	1	10.496
	외기 간접	28	0.230	0.7	4.508
세대간벽	45	0.170	1	7.65	
창	외기 직접	24	1.000	1	24
문(방화문)	외기 간접	5	0.8	5.6	
계	166	1.400			
계				52.254	

- 평균 열관류율 = $52.254 \div 166 = 0.315(W/m^2 \cdot K)$

1-2) 풀이

부위	면적(m^2)	열관류율($W/m^2 \cdot K$)	온도차	면적 × 열관류율
외벽	외기 직접	64	32	335.872
	외기 간접	28	32	206.08
창	외기 직접	24	32	768
문(방화문)	외기 간접	5	32	224
계	121	1.400		
계				1,533.952

1-1) 정답

㉠ : $0.164(W/m^2 \cdot K)$, ㉡ $0.315(W/m^2 \cdot K)$

1-2) 정답

1,534W

2023년 제9회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호	16706144	제한시간	검토
	성명	한솔아카데미	150분	

문제2.

2-1)

㉠ 리모델링 전·후의 ACH50

① 리모델링 전 침기량(Q_0)

$$\begin{aligned} Q_0 &= 124 \times (\Delta P)^{0.5616} \\ &= 124 \times 50^{0.5616} \\ &= 1,115.7(\text{m}^3/\text{h}) \end{aligned}$$

② 리모델링 전의 ACH50

$$\begin{aligned} \text{ACH50} &= \frac{1,115.7\text{m}^3/\text{h}}{250\text{m}^3/\text{회}} \\ &= 4.5(\text{회}/\text{h}) \end{aligned}$$

③ 리모델링 후의 침기량(Q_1)

$$\begin{aligned} Q_1 &= 29 \times (\Delta P)^{0.7106} \\ &= 29 \times 50^{0.7106} \\ &= 467.4(\text{m}^3/\text{h}) \end{aligned}$$

④ 리모델링 후의 ACH50

$$\begin{aligned} \text{ACH50} &= \frac{467.4\text{m}^3/\text{h}}{250\text{m}^3/\text{회}} \\ &= 1.9(\text{회}/\text{h}) \end{aligned}$$

∴ 리모델링 전·후의 ACH50은 각각 4.5회/h, 1.9회/h

㉡ 침기부하 감소량

① 리모델링 전·후의 침기감소량(Q)

$$Q = (1,115.7 - 467.4) \times 0.07 = 45.38(\text{m}^3/\text{h})$$

② 리모델링 전·후의 침기부하 감소량

$$\begin{aligned} H_i &= 1.01\text{kJ}/\text{kg} \cdot \text{K} \times 1.3\text{kg}/\text{m}^3 \times 45.38\text{m}^3/\text{h} \times 32\text{K} \\ &= 1,906.69\text{kJ}/\text{h} \\ &= 0.53(\text{kW}) \end{aligned}$$

• $1\text{W} = 1\text{J}/\text{s} = 3.6\text{kJ}/\text{h}$

• $1\text{kW} = 3,600\text{kJ}/\text{h}$

2023년 제9회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호	16706144	제한시간	검토
	성명	한솔아카데미	150분	

문제2.

2-2) 풀이

- “기밀성 창” 또는 “기밀성 문” 이라 함은 (a)한국산업규격(KS) F 2292) 규정에 의하여 기밀성 등급에 따른 기밀성이 (b)1~5) 등급인 것을 말한다.
- 외벽에 직접 면하고 1층 또는 지상으로 연결된 출입문은 방풍구조로 하여야 한다. 다만, 바닥면적 (c)3백)제곱미터 이하인 (d)개별 점포)의 출입문은 그러하지 않을 수 있다.
- 방풍구조를 설치하여야 하는 출입문에서 회전문과 일반문이 같이 설치되어진 경우, 일반문 부위는 방풍실 구조의 (e)이중문)을 설치하여야 한다.
- 기밀성을 높이기 위하여 외기에 직접 면한 거실의 창 및 문 등 개구부 둘레를 (f)기밀 테이프) 등을 활용하여 외기가 침입하지 못하도록 기밀하게 처리한다.

2-2)

a)한국산업규격(KS) F 2292, b)1~5, c)3백, d)개별 점포, e)이중문, f)기밀테이프

문제3.

3-1) 풀이

- 수평 고정형 외부차양 $P = 1,000\text{mm}$, $H = 2,350$, $P/H = 0.426$
- 태양열 취득율 = $0.48 - \{(0.48 - 0.45) \times (0.426 - 0.4) \div 0.2\} = 0.476$

3-2) 풀이

방위	① 수직면 일사량	② 수평 고정형 외부차양의 태양열취득률	③ 가동형차양의 태양열취득률	⑤ 유리의 태양열취득률 (SHGC)	⑥ 창틀 계수	⑦ 해당방위의 거실 투광부 면적	거실 태양열 취득 (①×②×③×⑤ ×⑥×⑦)
남	256	0.476	0.88	0.581	0.9	50	2,803.614

- 냉방부하저감을 위한 거실 외피면적당 평균 태양열 취득 = $2,803.614 \div 160 = 17.52$
- 19W/m^2 미만 이므로 배점(b) = 1점

3-1) 정답

0.476

3-2) 정답

1점

2023년 제9회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호	16706144	제한시간	검토
	성명	한솔아카데미	150분	

문제4.

4-1) 인동간격비

- 인동간격비 = (전면부에 위치한 대향동과 이격거리) / (대향동의 높이)
- 대향동의 높이는 옥상 난간(경사지붕인 경우에는 경사지붕의 최고 높이)을 기준으로 높이를 산정하며, 난간 또는 지붕의 높이가 다를 경우에는 평균값을 적용
- 대지 내 전면부에 위치한 대향동이 없는 경우의 인동간격비는(인접대지경계선과의 이격거리*2) / (해당동의 높이)로 산출
- 대지 내 동별 인동간격비가 다를 경우 최솟값을 적용

해당동	대향동	대향동과의 거리(m)	대향동의 높이(m)			해당동의 높이(m)			인동간격비
			최소	평균	최대	최소	평균	최대	
101동 (경사지붕)	103동	60	57.2	58.1	58.3	40.5	40.5	40.5	$60 \div 58.1 = 1.03$
102동 (경사지붕)	인접대지	30	-	-	-	48.7	49.8	49.9	$30 \times 2 \div 49.8 = 1.20$
103동	인접대지	40	-	-	-	57.2	58.1	58.3	$40 \times 2 \div 58.1 = 1.38$

정답 : 인동간격비 = 1.03

4-2) 풀이

- 배점(b) 1점이기 위해 인동간격비는 1.2 이상이어야함
- 대지 내 동별 인동간격비가 다를 경우 최솟값을 적용하므로 101동을 조절해야함.
- 동간 최소이격거리(m) = A
- $A \div 58.1 = 1.2$ 에서 69.72m 이상이어야함

4-1) 정답

인동간격비 = 1.03

4-2) 정답

㉠ 101동, ㉡ 69.72m

2023년 제9회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호	16706144	제한시간	검토
	성명	한솔아카데미	150분	

문제5.

5-1)

항목	외기도입량 증가에 따른 변화		
	증가	감소	변화없음
실내 CO ₂ 농도	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
실내열부하	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
외기부하	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
공조기부하	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5-2)

㉠은 에어컨을 가동하면 상대적으로 차가운 공기가 실하부에 정체가 되는 공기 성층화 현상이 발생.
반면 ㉡은 실하부에 정체된 낮은 온도의 공기를 선풍기를 가동하여 재실자의 피부표면에 강한 기류를 형성함으로써 PMV를 효과적으로 낮출 수 있음.
따라서, 동일한 PMV를 얻기 위해 요구되는 전기에너지는 ㉠과 같이 에어컨과 선풍기를 동시에 사용하는 냉방방식이 ㉡의 에어컨만 사용하는 냉방방식보다 적게 됨.

5-3)
기온, 습도, 기류, 평균복사온도

문제6.

6-1)
전양정=실양정+마찰손실(직관+부속류)
= 50×9.8+[(100×160)+(2×480+3×240+1×1360+1×2000)]×10⁻³=511.04kPa

6-2)
전양정=511.04/9.8=52.147mAq
펌프 동력= $\frac{QH}{102E} = \frac{460 \times 52.147}{60 \times 102 \times 0.6} = 6.53\text{kW}$

2023년 제9회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호	16706144	제한시간	검토
	성명	한솔아카데미	150분	

문제7.

1. “(①위험률)”이라 함은 냉(난)방기간 동안 또는 연간 총 시간에 대한 온도출현분포중에서 가장 높은(낮은) 온도쪽으로부터 총시간의 일정 비율에 해당하는 온도를 제외시키는 비율을 말한다.
2. “(②중앙집중식 냉·난방설비)”라 함은 건축물의 전부 또는 (③냉난방 면적의 60%) 이상을 냉방 또는 난방함에 있어 해당 공간에 순환펌프, 증기난방설비 등을 이용하여 열원 등을 공급하는 설비를 말한다.
3. 난방 및 냉방설비의 용량계산을 위한 설계기준 실내온도는 난방의 경우 (④20)℃, 냉방의 경우 (⑤28)℃를 기준으로 하되(목욕장 및 수영장은 제외) 각 건축물 용도 및 개별 실의 특성에 따라 별표8에서 제시된 범위를 참고하여 설비의 용량이 과다해지지 않도록 한다.
4. 폐열회수를 위한 열회수설비를 설치할 때에는 중간기에 대비한 (⑥바이패스(by-pass)설비)를 설치한다.
5. 보일러의 효율은 해당 보일러에 대한 한국산업규격에서 정하는 계산 방법에 따른다.
단, 배점 판정을 위한 효율은 기름을 연료로 사용하는 보일러의 경우는 (⑦진발열량(저위발열량))에 의한 효율을, 가스를 연료로 사용하는 보일러의 경우는 (⑧총발열량(고위발열량))에 의한 효율에 의해 판정한다.

정답)

- ① 위험률, ② 중앙집중식 냉·난방설비, ③ 냉난방 면적의 60%, ④ 20, ⑤ 28,
⑥ 바이패스(by-pass)설비, ⑦ 진발열량(저위발열량), ⑧ 총발열량(고위발열량)

2023년 제9회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호	16706144	제한시간	검토
	성명	한솔아카데미	150분	

문제8.

8-1)

- (ㄱ) : 전압 : 공기흐름에서 공기가 가지는 전체 에너지로 정압과 동압의 합이다.
(ㄴ) : 동압 : 덕트내 공기 흐름에 의한 속도 에너지로 풍속의 제곱에 비례한다.
(ㄷ) : 정압 : 덕트내 공기 압력에 의한 에너지로 풍속과 무관한 압력이다.

8-2)

$$P = \rho gh$$

- (ㄱ) : 전압 $P_T = \rho gh = 1000 \times 9.8 \times (4+3) \times 10^{-3} = 68.6\text{Pa}$
(ㄴ) : 동압 $P_v = \rho gh = 1000 \times 9.8 \times 4 \times 10^{-3} = 39.2\text{Pa}$
(ㄷ) : 정압 $P_s = \rho gh = 1000 \times 9.8 \times 3 \times 10^{-3} = 29.4\text{Pa}$

별해

$g=9.8\text{m/s}^2$ 이므로 $1\text{mmAq}=9.8\text{Pa}$ 를 이용하면

- (ㄱ) : 전압 $P_T = 9.8 \times (4+3) = 68.6\text{Pa}$
(ㄴ) : 동압 $P_v = 9.8 \times 4 = 39.2\text{Pa}$
(ㄷ) : 정압 $P_s = 9.8 \times 3 = 29.4\text{Pa}$

문제9.

9-1) 외경(직경)이 200mm이므로 반경(반지름 r)은 100mm이다.

A단열재 열전달저항(L=1m당)

$$R = \frac{\ln(r_o/r_i)}{2\pi kL} = \frac{\ln(0.108/0.100)}{2\pi \times 4 \times 1} = 3.064 \times 10^{-3} (\text{K/W})$$

$$\text{손실열량}(q_1) = \frac{1}{R} \Delta t = \frac{1}{3.064 \times 10^{-3}} (80 - 15) = 21,214.10\text{W/m}$$

9-2)

B 단열재 열전달저항(L=1m당)

$$R = \frac{\ln(r_o/r_i)}{2\pi kL} = \frac{\ln(0.112/0.100)}{2\pi \times 3 \times 1} = 6.015 \times 10^{-3} (\text{K/W})$$

$$\text{손실열량}(q_2) = \frac{1}{R} \Delta t = \frac{1}{6.015 \times 10^{-3}} (80 - 15) = 10,806.32\text{W/m}$$

9-3)

$$\text{열손실량 감소율} = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = \frac{21214.10 - 10806.32}{21214.10} \times 100 = 49.06\%$$

2023년 제9회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호	16706144	제한시간	검토
	성명	한솔아카데미	150분	

문제10.

10-1) 외기 도입량 30%에 주의한다.

(1) 공조풍량은 현열부하와 취출온도차(26-16)으로 구한다.

$$Q = \frac{q_s}{\gamma C \Delta t} = \frac{126,000}{1.2 \times 1.01 (26 - 16)} = 10,396.04 \text{ m}^3/\text{h}$$

(2) 냉각코일부하는 송풍량과 코일 입구(혼합점) 출구 엔탈피차로 구한다.

$$\text{혼합점 } h = 82.5 \times 0.3 + 53 \times 0.7 = 61.85 \text{ kJ/kg}$$

$$\begin{aligned} \text{코일부하 kW} &= m \Delta h = 1.2 \times 10396.04 (61.85 - 43.4) \\ &= 230,168.33 \text{ kJ/h} = 63.94 \text{ kW} \end{aligned}$$

(3) 냉동기 소요동력은 압축기 동력으로 코일부하를 성적계수로 나누어 구한다.

$$\text{kW} = \frac{\text{코일부하}}{\text{COP}} = \frac{63.94}{3.5} = 18.27 \text{ kW}$$

10-2) 전열교환기 사용시 외기 100% 운전을 주의한다.

(1) $E = \frac{h_o - h_s}{h_o - h_e}$ 에서

$$h_s = h_o - E(h_o - h_e) = 82.5 - 0.75(82.5 - 53) = 60.38 \text{ kJ/kg}$$

(2) 에너지 절감률은 전열교환기가 없을 때 외기(82.5)를 취출공기(43.4)로 생각하는 것에 비하여 전열교환기 에너지 회수량의 비로 구한다.

$$\text{절감률(\%)} = \frac{82.5 - 60.38}{82.5 - 43.4} \times 100 = 56.57\%$$

(3) 전열교환기 설치에 따른 에너지 절감량은

$$\begin{aligned} q &= m \Delta h = 1.2 \times 10396.04 (82.5 - 60.38) = 275,952.49 \text{ kJ/h} \\ &= 76.65 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\text{연간 동력절감량} = \frac{\text{절감열량}}{\text{COP}} \times \text{운전시간} = \frac{76.65}{3.5} \times 216 = 4730.4 \text{ kWh}$$

2023년 제9회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호	16706144	제한시간	검토
	성명	한솔아카데미	150분	

문제11.

11-1) 풀이

㉠ 해설 및 정답

$$\text{변압기 손실 } P_\ell = P_i + m^2 P_c$$

$$60\% \text{ 부하율일 때 전체손실이 } 3.56\text{kW} \text{이므로 } 3.56 = P_i + 0.6^2 P_c \dots\dots\dots \text{㉠식}$$

$$40\% \text{ 부하율일 때 변압기가 최고효율이므로 } P_i = 0.4^2 P_c \dots\dots\dots \text{㉡식}$$

$$\text{㉠식의 } P_i \text{에 } \text{㉡식을 대입한다. } 3.56 = 0.4^2 P_c + 0.6^2 P_c \dots\dots\dots \text{㉢식}$$

㉢식에서 동손(P_c)을 구할 수 있다.

$$P_c = 6.85[\text{kW}]$$

㉡ 해설 및 정답

$P_c = 6.85[\text{kW}]$ 의 값을 ㉡식에 대입하면 철손(P_i)을 구할 수 있다.

$$P_i = 1.1[\text{kW}]$$

11-2) 풀이

㉠ 해설 및 정답

$$\bullet \text{ 광속 } F = \frac{ES}{UNM} = \frac{500 \times 200}{0.67 \times 50 \times 0.7} = 4264.39[\text{lm}]$$

$$\therefore \text{LED 효율 } \eta = \frac{F}{P} = \frac{4264.39}{30} = 142.15[\text{lm/W}]$$

㉡ 해설 및 정답

$$\bullet \text{ 교체 전 조명밀도 } D_1 = \frac{32 \times 2 \times 50}{200} = 16[\text{W/m}^2]$$

$$\bullet \text{ 교체 후 조명밀도 } D_2 = \frac{30 \times 50}{200} = 7.5[\text{W/m}^2]$$

$$\therefore \text{ 조명밀도의 차이 } 16 - 7.5 = 8.5[\text{W/m}^2]$$

11-3) 풀이

- “거실”이라 함은 건축물 안에서 거주(단위 세대 내 욕실·화장실·현관을 포함한다)·집무·작업·집회·오락 기타 이와 유사한 목적을 위하여 사용되는 방을 말하나, 특별히 이 기준에서는 거실이 아닌 냉방 또는 난방공간 또한 거실에 포함한다.

- 복도 및 홀, 화장실의 경우 냉방 또는 난방을 하는 조건이 없으므로 거실에 해당하는 것을 사무실이다.

$$\text{- 배점(b) = 0.9점, 평점 = } 8 \times 0.9 = 7.2\text{점}$$

$$\text{- 배점 1점을 획득하기 위해 필요한 사무실의 조명밀도(W/m}^2\text{) 는 8미만 득 } 7.99\text{W/m}^2$$

11-3) 정답

$$\text{㉠ : 7.2점, } \text{㉡ : } 7.99\text{W/m}^2$$

2023년 제9회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호	16706144	제한시간	검토
	성명	한솔아카데미	150분	

문제12.

12-1) 풀이

1차 에너지생산량	태양광	$70 \text{ kWh} \times 2.75 = 192.5 \text{ kWh}$	192.5 kWh
1차 에너지소비량	연료(난방)	$200 \text{ kWh} \times 1.1 = 220 \text{ kWh}$	1,100 kWh
	연료(냉방)	$100 \text{ kWh} \times 1.1 = 110 \text{ kWh}$	
	전력	$(150+45+15) \text{ kWh} \times 2.75 = 577.5 \text{ kWh}$	
	태양광	$70 \text{ kWh} \times 2.75 = 192.5 \text{ kWh}$	

1차 에너지생산량 192.5 kWh ÷ 1차 에너지소비량 1,100 kWh × 100(%) = 에너지자립률 17.5%

12-2) 풀이

- 제로에너지건축물 5등급 조건 : 1차에너지 소요량 140kWh/m²·년 미만 / 에너지 자립률 20% 이상
- 1차에너지 생산량 :
 - <표 3>에서 경사각 23도, 방위각 150도는 <표 2>에서 45도, 남동향에 해당
 - 1차에너지 생산량 : $2,829.6 \text{ kWh/kW} \cdot \text{년} \times (0.4 \text{ kW} \times A(\text{패널매수})) \div 1,000 \text{ m}^2$
- 1차에너지 소비량 : $193.5 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{년}$
- 에너지 자립률 20%이기 위한 1차에너지 생산량 $193.5 \text{ Wh/m}^2 \cdot \text{년} \times 20\% = 38.7 \text{ Wh/m}^2 \cdot \text{년}$
- $2,829.6 \text{ kWh/kW} \cdot \text{년} \times (0.4 \text{ kW} \times A(\text{패널매수})) \div 1,000 \text{ m}^2 = 38.7 \text{ Wh/m}^2 \cdot \text{년}$ 에서 $A = 34.19$ 매
- 패널 최소매수는 35매
- 35매일 때 1차에너지 생산량 = $2,829.6 \text{ kWh/kW} \cdot \text{년} \times (0.4 \text{ kW} \times 35) \div 1,000 \text{ m}^2$
= $39.61 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{년}$
- 1차에너지 소요량 140kWh/m²·년 미만이기위한 1차에너지 생산량 = $193.5 - 140$
= $53.5 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{년}$
- $2,829.6 \text{ kWh/kW} \cdot \text{년} \times (0.4 \text{ kW} \times A(\text{패널매수})) \div 1,000 \text{ m}^2 = 53.5 \text{ Wh/m}^2 \cdot \text{년}$ 에서 $A = 47.27$ 매
- 패널 최소매수는 48매
- 48매일 때 1차에너지 생산량 = $2,829.6 \text{ kWh/kW} \cdot \text{년} \times (0.4 \text{ kW} \times 48) \div 1,000 \text{ m}^2$
= $54.33 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{년}$
- 이 때 에너지 자립률 = $54.33 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{년} \div 193.5 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{년} \times 100\% = 28.08\%$
- 제로에너지 건축물 3등급 → 에너지자립률 60% 이상
- 대지의 에너지 생산량 = B
- $60\% = (54.33 + B) \div 193.5 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{년} \times 100\%$ 에서 $B = 61.77 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{년}$

2023년 제9회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호	16706144	제한시간	검토
	성명	한솔아카데미	150분	

문제12.

참고)

주1) 단위면적당 1차에너지 생산량(kWh/m²·년)

$$= \text{대지 내 단위면적당 1차에너지 순 생산량}^* + \text{대지 외 단위면적당 1차에너지 순 생산량}^* \times \text{보정계수}^{**}$$

* 단위면적당 1차에너지 순 생산량 = $\Sigma[(\text{신재생에너지 생산량} - \text{신·재생에너지 생산에 필요한 에너지소비량}) \times \text{해당 1차에너지 환산계수}] / \text{평가면적}$

** 보정계수

대지 내 에너지자립률	~10% 미만	10% 이상~ 15% 미만	15% 이상~ 20% 미만	20% 이상~
대지 외 생산량 가중치	0.7	0.8	0.9	1.0

※ 대지 내 에너지자립률 산정 시 단위면적당 1차 에너지생산량은 대지 내 단위면적당 1차에너지 순 생산량만을 고려한다.

12-1) 정답

㉠ 1차에너지 생산량(kWh) = 192.5 kWh

㉡ 에너지자립률(%) = 17.5%

12-2) 정답

㉠ : 48매, ㉡ : 28.08%, ㉢ : 61.77kWh/m²·년