

2019년 제5회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호	16706144	제한시간	검토
	성명	한솔아카데미	150분	

문제1.

외기에 직접 또는 간접 면하는 거실의 각 부위에는 제2조에 따라 건축물의 열손실방지 조치를 하여야 한다. 다만, 다음 부위에 대해서는 그러하지 아니할 수 있다.

- ① 지표면 아래 2미터를 초과하여 위치한 지하 부위(공동주택의 거실 부위는 제외)로서 이중벽의 설치 등 하계 표면결로 방지 조치를 한 경우
- ② 지면 및 토양에 접한 바닥 부위로서 난방공간의 주변 외벽 내표면까지의 모든 수평거리가 10미터를 초과하는 바닥부위
- ③ 외기에 간접 면하는 부위로서 당해 부위가 면한 비난방공간의 외피를 별표1에 준하여 단열 조치하는 경우
- ④ 공동주택의 층간바닥(최하층 제외) 중 바닥 난방을 하지 않는 현관 및 욕실의 바닥부위
- ⑤ 제5조제10호아목에 따른 방풍구조(외벽제외) 또는 바닥면적 150제곱미터 이하의 개별 점포의 출입문

문제2.

요소	조절방법	
	높인다	낮춘다
① 기온		○
② 습도		○
③ 기류	○	
④ 평균복사온도		○
⑤ 대수량		○
⑥ 착의량		○

2019년 제5회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호	16706144	제한시간	검토
	성명	한솔아카데미	150분	

문제3.

$$\text{외기량 } Q_o = \frac{400 \times 10^{-3} \times 3600}{1.0 \times 1.2 \times (25 - 10)} = 80 [\text{m}^3/\text{h}]$$

문제4.

4-1)

① 실내공기의 노점온도

실내공기의 절대습도(P)

$$P = p + K/Q$$

$$= 0.002 \text{ kg/kg}' + (0.66 \text{ kg/h}) / (1.2 \text{ kg/m}^3 * 50 \text{ m}^3/\text{h})$$

$$= 0.013 \text{ kg/kg}'$$

따라서 실내공기의 노점온도는 18℃

② 창외 표면온도

$$r/R = t/T$$

$$0.11/0.5 = t/27$$

$$t = 3.94$$

따라서, 창외 표면온도는  $22 - 3.94 = 16.06 = 16.1℃$

③ 결로발생여부

창외 표면온도(16.1℃)가 실내공기의 노점온도(18℃)보다 낮으므로 결로발생

4-2)

① 바닥표면온도가 15℃이므로 노점온도가 15℃보다 낮아야 함

② 노점온도 15℃에서의 실내공기의 절대습도는 0.011 kg/kg'

③ 실내공기의 절대습도(P)

$$P = p + K/Q$$

$$0.011 \text{ kg/kg}' = 0.002 \text{ kg/kg}' + (x \text{ kg/h}) / (1.2 \text{ kg/m}^3 * 50 \text{ m}^3/\text{h})$$

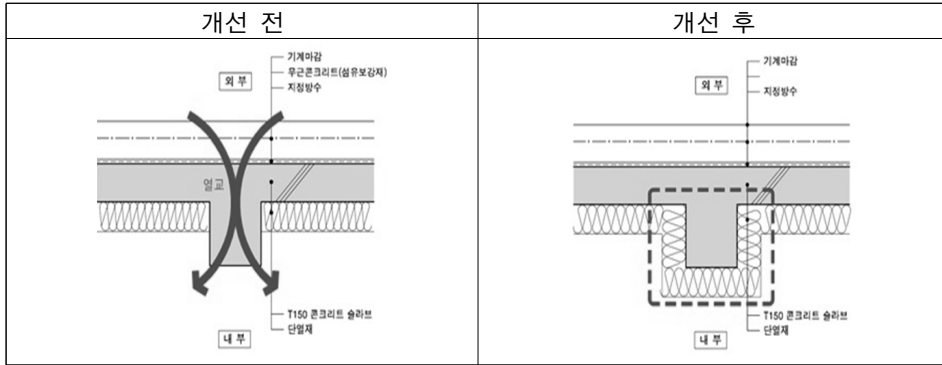
$$x = 0.54 \text{ kg/h}$$

④ 따라서 실내의 수증기 발생량은 0.54 kg/h 보다 작아야 한다.

2019년 제5회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호	16706144	제한시간	검토
	성명	한솔아카데미	150분	

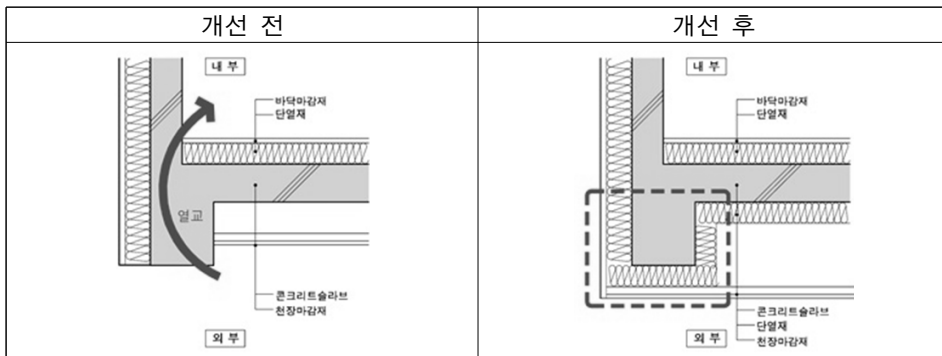
문제5.

1. 최상층 지붕보



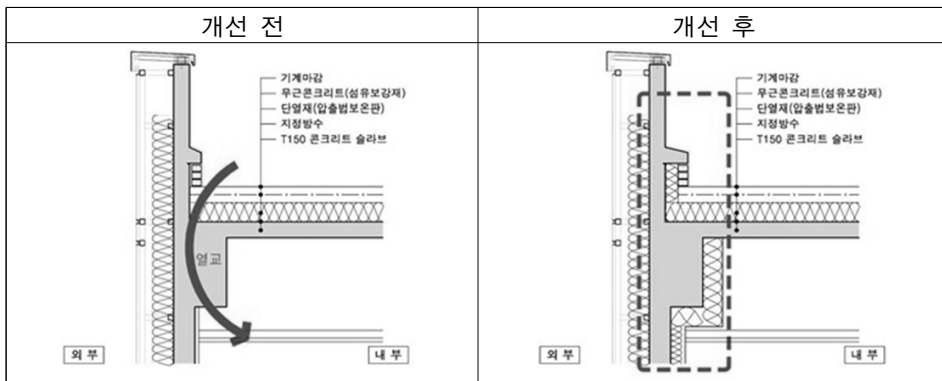
- 단열이 연속될 수 있도록 보 아래에 단열을 추가한다.

2. 필로티 상부 바닥보



- 필로티 상부 바닥보 전체를 단열재로 감싼다.

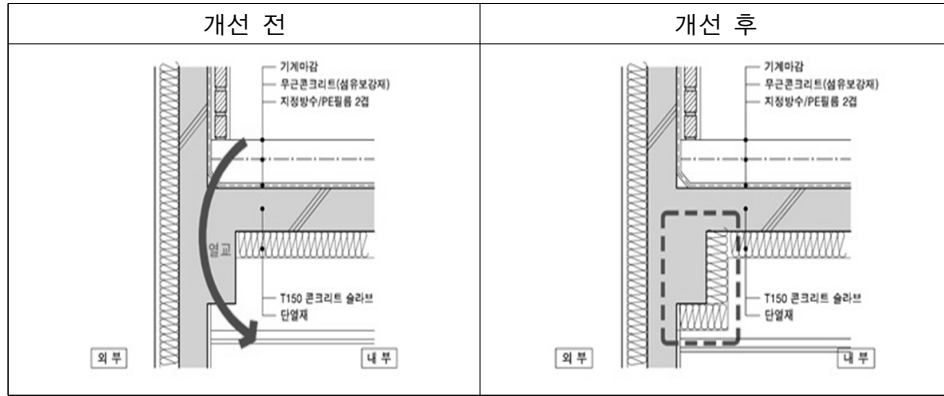
3. 외단열 파라펫



- 파라펫 돌출부위를 단열재로 완전히 감싸거나, 열교부위에 외단열 및 내단열을 추가하여 열 전달 경로를 길게 한다.

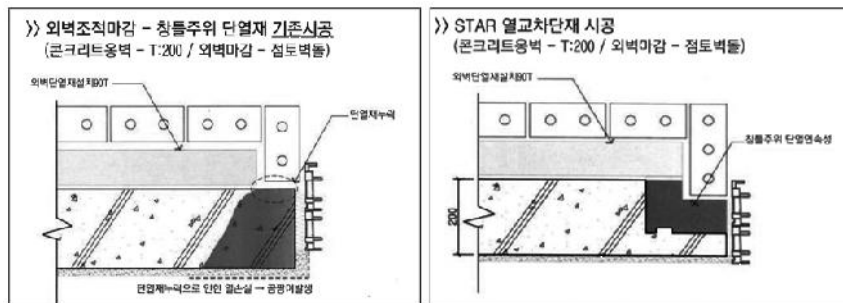
2019년 제5회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호	16706144	제한시간	검토
	성명	한솔아카데미	150분	

#### 4. 내단열 파라펫



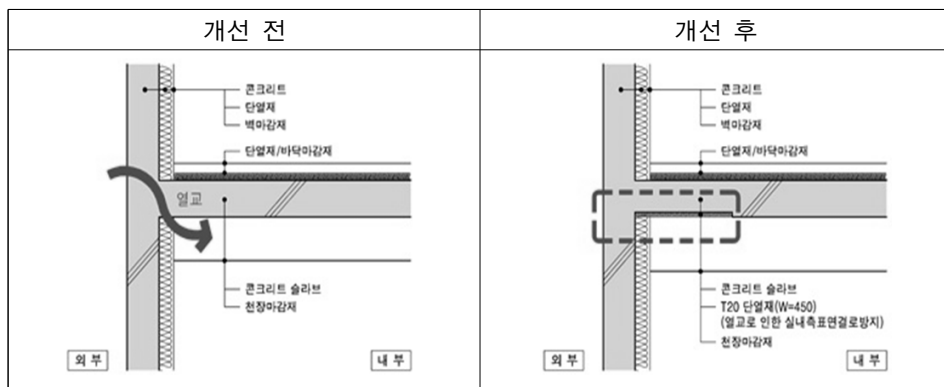
- 내단열을 연장하여 열전달경로를 길게 한다.

#### 5. 창호주위 열교



- 창호주위의 열교를 차단하기 위해 열교차단재를 설계시공한다.

#### 6. 측벽과 층간 슬래브 접합부

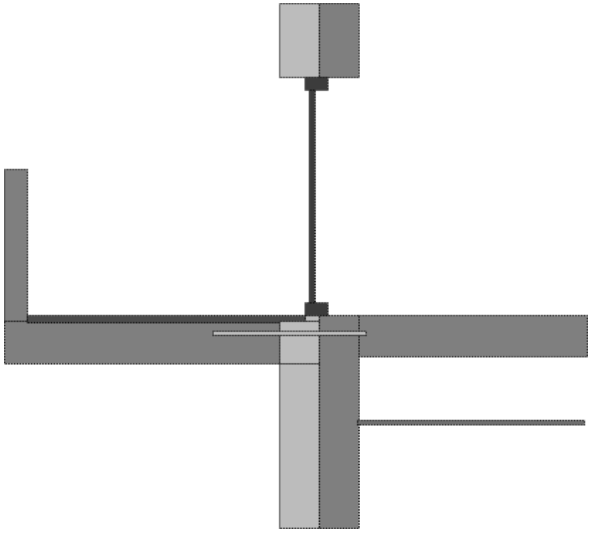


- 외단열로 하거나, 슬래브 하부에 결로방지용 단열재를 추가한다.

2019년 제5회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호	16706144	제한시간	검토
	성명	한솔아카데미	150분	



7. 발코니 캔틸레버



단열재가 연속될 수 있도록 열교차단재를 설치하거나, 발코니를 외단열 건축물의 단열재 외부에 별도의 구조로 설치함으로써 외단열이 연속될 수 있도록 한다.

8. 석재마감의 철제 앵커부위

철제 앵커 대신 플라스틱이 결합된 열교차단앵커를 사용한다.

2019년 제5회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호	16706144	제한시간	검토
	성명	한솔아카데미	150분	

문제6.

6-1) ㉠ ⑤ 2.5[%]
6-2) ㉡ ⑧ 45[%]
6-3) ㉢ ⑱ 엔탈피

문제7.

<p>A : 2중 효용 흡수식냉동기의 냉방용량  <math>28.71 \times 4.18 \times (12 - 7) = 600.039[\text{kW}]</math></p> <p>B : 2중 효용 흡수식냉동기의 성적계수          • 공급열량 : <math>767 \times (2517 - 387) / 3600 = 453.808</math>  <math>\therefore \text{COP} = \frac{600.039}{453.808} = 1.322</math></p> <p>C : 터보 냉동기의 냉방용량  <math>38.28 \times 4.18 \times (12 - 7) = 800.052[\text{kW}]</math></p> <p>D : 터보 냉동기의 성적계수  <math>\therefore \text{COP} = \frac{800.052}{216.23} = 3.700</math></p> <p>E : <math>1469.4 \times (2517 - 67) / 3600 = 1000[\text{kW}]</math></p> <p>F : <math>\eta = \frac{1469.4 \times (2517 - 67)}{95.68 \times 43750} \times 100 = 86[\%]</math></p>
<p>정답          A : ㉡ B : ㉢ C : ㉣ D : ㉠ E : ㉢ F : ㉣</p>

2019년 제5회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호	16706144	제한시간	검토
	성명	한솔아카데미	150분	

문제8.

8-1)  
(표1)

기기종류	효율(%)	배점(b)	용량(kw)	대수	용량 × 대수	용량 × 대수 × 배점
중앙난방식 보일러	88	0.9	1,200	1	1200 × 1 = 1,200	1200 × 1 × 0.9 = 1,080
합계					1,200	1,080

1. 배점 =  $(1,080 \div 1200) = 0.9$ 점
2. 평점 :  $7 \times 0.9 = 6.3$ 점

8-2)  
(표2)

기기종류	성적계수 (COP)	배점(b)	용량(kw)	대수	용량 × 대수	용량 × 대수 × 배점
2중효용흡수식냉동기	1.15	0.9	400	2	400 × 2 = 800	400 × 2 × 0.9 = 720
터보냉동기	4.4	0.8	300	1	300 × 1 = 300	300 × 1 × 0.8 = 240
합계					1,100	960

1. 배점 =  $(960 \div 1100) = 0.87$ 점
2. 평점 :  $6 \times 0.87 = 5.22$ 점

8-3)  
(표2)

기기종류	용량(kw)	대수	용량 × 대수	전력대체기기 용량
2중효용흡수식냉동기	400	2	400 × 2 = 800	800
터보냉동기	300	1	300 × 1 = 300	0
합계			1,100	800

1. 배점 =  $(800 \div 1100) \times 100 = 72.73\% - 0.7$ 점
2. 평점 :  $2 \times 0.7 = 1.4$ 점

2019년 제5회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호	16706144	제한시간	검토
	성명	한솔아카데미	150분	

문제9.

9-1)

여름 :  $\eta = \frac{h_{OA} - h_{SA}}{h_{OA} - h_{RA}} \times 100[\%]$

겨울 :  $\eta = \frac{h_{SA} - h_{OA}}{h_{RA} - h_{OA}} \times 100[\%]$

---

9-2)

1) 유효환기량 = 200 - 8 = 192[m<sup>3</sup>/h]

2) 유효전열교환기효율 = 열교환기의 효율 - 누설율

열교환기 효율 =  $\frac{70.02 - 60.79}{70.02 - 49.04} \times 100 = 43.99 \approx 44[\%]$

누설율 =  $\frac{8}{200} \times 100 = 4[\%]$

∴ 유효전열교환기효율 = 44 - 4 = 40[%]

문제10.

10-1)

㉠ : ①      ㉡ : ③      ㉢ : ④

㉣ : ⑤      ㉤ : ⑨      ㉥ : ⑧

㉦ : ④

---

10-2)



2019년 제5회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호	16706144	제한시간	검토
	성명	한솔아카데미	150분	

10-3)

1) 압축기 출구온도  $t_2$

먼저 1점은 증발압력 200kPa에서의 포화증기 이므로  $h_1 = 224.50\text{kJ/kg}$ ,  $s_1 = 0.93788\text{kJ/kgK}$ 이다.  
1-2과정을 가역단열과정으로 보면  $s_1 = 2s_2$ 이므로  $2s_2 = 0.93788\text{kJ/kgK}$  따라서 과열증기표에 의해  
 $2s_2 = 0.93788\text{kJ/kgK}$ 로 되는 온도를 보간(비례배분)하여 구한다.

$$2st = 50 - (50 - 40) \times \frac{0.93788 - 0.9328}{0.9661 - 0.9328} = 48.47[^\circ\text{C}]$$

2) 냉동기 성적계수

① 압축기 출구 비엔탈피

$$\text{먼저 } 2s_2 \text{의 비엔탈피 } h_{2s} = 244.50 + (284.79 - 244.50) \times \frac{8.47}{10} = 278.625 \approx 278.63[\text{kJ/kg}]$$

$$\text{그리고 압축효율 } \eta_c = \frac{h_{2s} - h_1}{h_2 - h_1} \text{에서 } h_2 = h_1 + \frac{h_{2s} - h_1}{\eta} = 224.50 + \frac{278.63 - 224.50}{0.65} = 307.7769$$

따라서 냉방 시 성적계수

$$COP = \frac{224.50 - 101.62}{307.78 - 224.50} = 1.48$$

문제11.

①

	명칭	기능
ㄱ.	최대수요전력제어설비	수용가에서 피크전력의 억제, 전력부하의 평준화 등을 위하여 최대수요전력을 자동제어 할 수 있음
ㄴ.	변압기대수제어	부하상태에 따라 필요한 운전대수를 자동 또는 수동으로 제어
ㄷ.	자동역률조정장치	부하의 상태 또는 증감에 따라 콘덴서를 투입 또는 개방하여 역률을 자동으로 제어

② 동력용 변압기( $TR_2$ )의 최소표준용량

$$TR = \frac{200 \times 0.8 + 185 \times 0.75 + 170 \times 0.85}{1.15 \times 0.8} = 481.79[\text{kVA}]$$

정답

500[kVA] 선정

2019년 제5회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호	16706144	제한시간	검토
	성명	한솔아카데미	150분	

문제12.

$\cos\theta = 0.85$   
 $Pr_1 = P \times \tan\theta = 30 \times \frac{\sqrt{1-0.85^2}}{0.85} = 18.59[\text{kVar}]$   
 $Pr_2 = 18.59 - 10 = 8.59[\text{kVar}]$

① 개선후 역률

$$\therefore \cos\theta_2 = \frac{30}{\sqrt{30^2 + 8.59^2}} \times 100 = 96.14[\%]$$

② 감소된 피상전력

$$P'_a = P_{a1} - P_{a2} = \frac{30}{0.85} - \sqrt{30^2 + 8.59^2} = 4.09[\text{kVA}]$$

③

- 수명이 늘어난다.
- 소음이 감소한다.
- 전기요금이 절감된다.

문제13.

13-1)

1) 등급 산출용 연간 단위면적당 1차에너지 소요량(kWh/m<sup>2</sup>년) = 100.5 × 2.75 = 276.4(kWh/m<sup>2</sup>년)  
 $\therefore$  에너지효율등급 : 2등급

13-2)

1) 에너지성능지표 건축부문 8번 항목 기준

항 목	기본배점 (a)				배점 (b)				
	비주거		주거		1점	0.9점	0.8점	0.7점	0.6점
	대형 (3,000m <sup>2</sup> 이상)	소형 (500~ 3,000m <sup>2</sup> 미만)	주택 1	주택 2					
8. 냉방부하저감을 위한 제5조 제10호더목에 따른 차양장치 설치(남향 및 서향 거실의 투광부 면적에 대한 차양장치 설치 비율)	5	3	3	3	80% 이상	60%~ 80% 미만	40%~ 60% 미만	20%~ 40% 미만	10%~ 20% 미만

<표2> <표3> <표4>에 따라 태양열취득률이 0.6 이하의 차양장치 설치비율

2019년 제5회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호	16706144	제한시간	검토
	성명	한솔아카데미	150분	

2) 태양열 취득률 기준 : 0.6 이하를 만족하는 최소내민길이(P) 계산(내민길이 10mm단위)

P	P/H	태양열취득률
X	$X \div 2350$	$1.0 - \{(1.0 - 0.57) / 0.2 \times (X \div 2350 - 0.0)\} = 0.6 \therefore X = 440\text{mm}$
440	$440 \div 2350 = 0.187$	$1.0 - \{(1.0 - 0.57) / 0.2 \times (0.187 - 0.0)\} = 0.598 < 0.6$
430	$430 \div 2350 = 0.183$	$1.0 - \{(1.0 - 0.57) / 0.2 \times (0.183 - 0.0)\} = 0.607 > 0.6$

- 즉 태양열 취득률 기준 : 0.6 이하를 만족하는 최소내민길이(P) = 440mm

3) 남향 및 서향 거실의 투광부 면적 =  $4 \times 6 + 44.8 = 68.8\text{m}^2$

4) 건축부문 8번 항목에서 배점(b) 0.7점을 획득하기 위한 차양 설치 비율 = 20% 이상

즉  $68.8\text{m}^2 \times 0.2 = 13.76\text{m}^2$  이상의 투광부에 기준이상 차양 적용 필요

사무실 개별 창호면적  $4\text{m}^2$ , 총 투광부 면적 =  $16\text{m}^2$

$\therefore$  최소 투광부 개수 = 4개소

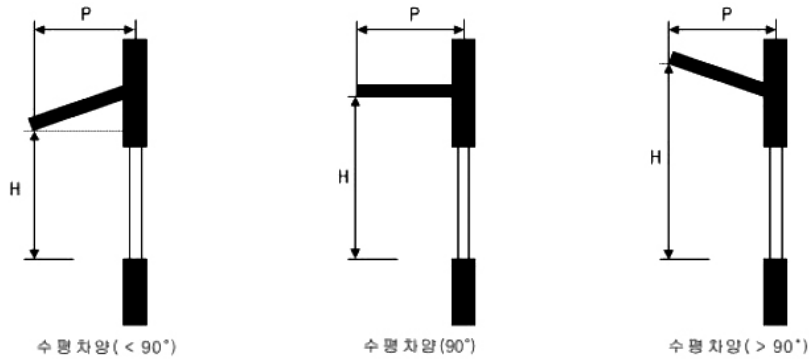
정답

투광부 최소개수 : 4개

2019년 제5회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호	16706144	제한시간	검토
	성명	한솔아카데미	150분	

13-2) (풀이참조)

- 수평 고정형 외부차양의 인정 형태(해설서)
  - 수평 고정형 외부차양의 인정 형태(단면)



〈표2〉에 따른 태양열취득률 선택 방법 : 산출된 P/H 값이 〈표2〉에 따른 구간의 사이에 위치한 경우 보간법을 사용하여 태양열취득률을 계산한다.(P/H 값은 소수점 넷째자리에서 반올림)

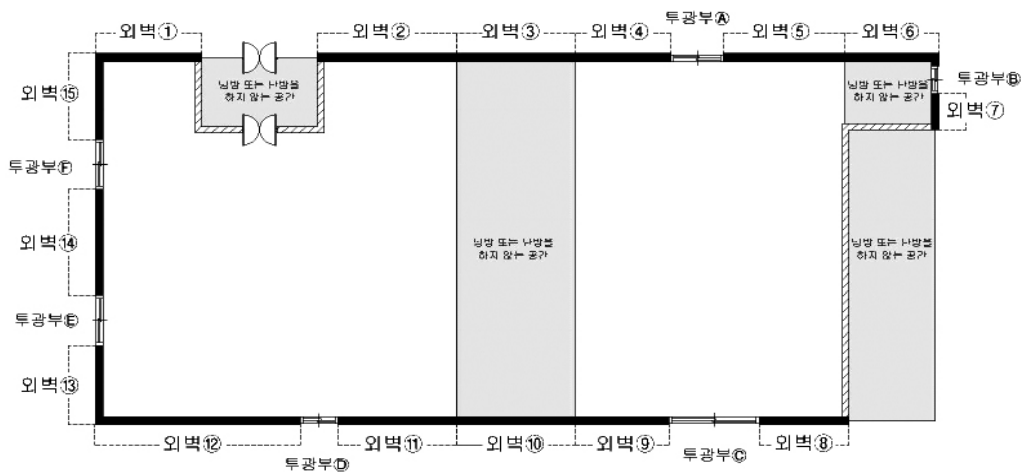
ex) 동향 투광부에 설치된 수평차양에 대한 P/H 값이 0.715인 경우에서의 태양열취득률  

$$= 0.05 - \{(0.50 - 0.42) / 0.2 * (0.715 - 0.6)\} = 0.454$$

※ 산출된 태양열취득률은 소수점 넷째자리에서 반올림

- 거실 투광부 기준(해설서)

- ▶ 거실 투광부 부위 및 거실 외피 부위 판정 예시도



[단열 구분]

외기에 직접 면하는 경우의 단열이 필요한 부위
  외기에 간접 면하는 경우의 단열이 필요한 부위
  단열조치를 아니하여도 되는 부위

- 투광부 면적의 합계 = 투광부 A + C + D + E + F
- 거실 외피 면적의 합계 = 외벽 1 + 2 + 4 + 5 + 8 + 9 + 11 + 12 + 13 + 14 + 15

2019년 제5회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호	16706144	제한시간	검토
	성명	한솔아카데미	150분	

13-3)

1) 예상되는 냉방에너지소요량 증가 원인

: 외벽 사양 변경에 의한 냉방에너지 소요량 증가는 냉방에너지 요구량 증가로 인한 결과이다  
냉방에너지 요구량 증가는 월별 열손실(-)과 열 획득(+) 계산 시 열손실이 감소할 경우 요구  
량이 증가한다.

운영규정 별표1 기상데이터에서 여름철의 경우라도 (외기-설정온도 26도)로 산정 시 대체로  
8월을 제외하고 열손실(-)이 일어난다. 즉 열관류율이 감소(성능향상) 할 경우 관류 열손실  
량(-)이 감소하여 요구량이 증대된다.

또한 기밀성능 향상은 침기량 감소를 의미하며 이는 외기에 의한 열손실량(-) 감소로 이어져  
냉방에너지 요구량이 증대된다.

1) 공기조화 설비제어 방안과 조명설비제어 방안

- 공기조화 설비제어 방안 : 외기냉방제어로 중간기 냉방열원가동 감소
- 조명설비제어 방안 : 조명 스케줄제어에 의한 조명시간 감소로 조명발열 감소

(참조)

2) 부산

월	월별평균 외기온도 [°C]	수평면/수직면 월평균 전일사량 [W/m <sup>2</sup> ]								
		수평면	남	남동	남서	동	서	북동	북서	북
1월	3.0	101.2	154.3	155.4	86.4	94.8	40.6	34.9	27.3	27.3
2월	4.4	123.9	150.6	170.7	86.1	125.9	50.5	57.8	35.7	35.1
3월	9.1	151.1	124.7	114.9	110.1	90.4	85.9	61.3	59.7	51.2
4월	13.9	186.4	108.1	110.2	113.7	101.8	105.4	79.3	80.8	63.0
5월	17.0	196.6	86.7	102.9	102.1	106.6	106.4	88.1	88.6	66.7
6월	20.4	188.6	80.2	104.1	89.3	117.5	91.9	102.6	81.2	73.4
7월	23.8	156.6	74.8	94.3	75.8	102.6	74.6	89.0	67.8	65.5
8월	26.2	180.5	95.4	102.5	102.7	99.0	100.7	81.5	83.7	67.1
9월	22.5	150.0	109.7	110.3	97.8	93.7	82.8	65.4	62.5	53.0
10월	17.6	141.0	145.8	141.0	103.6	100.2	67.6	52.9	44.1	41.4
11월	11.7	109.3	146.1	115.2	117.7	69.0	71.1	37.2	37.7	34.4
12월	5.5	93.4	150.9	140.8	91.8	79.6	42.5	30.0	26.5	26.4

2019년 제5회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호	16706144	제한시간	검토
	성명	한솔아카데미	150분	

13-4) 연간 에너지절감량

1) 팬 풍량

- 급기 팬 풍량  $Q = \frac{(53000 - 8000) \times 10^{-3}}{1.2 \times 1.0 \times (26 - 16)} = 3.75 [\text{m}^3/\text{s}]$

- 환기 팬 풍량  $= 0.9 \times Q = 0.9 \times 3.75 = 3.38 [\text{m}^3/\text{s}]$

2) 팬 소요동력

- 급기 팬 소요동력  $= \frac{3.75 \times 600 \times 10^{-3}}{0.5} = 4.5 [\text{kW}]$

- 환기 팬 소요동력  $= \frac{3.375 \times 400 \times 10^{-3}}{0.4} = 3.38 [\text{kW}]$

3) 에너지 절감율

- 급기 팬  $= \frac{0.6 - 0.5}{0.6}$

- 환기 팬  $= \frac{0.5 - 0.4}{0.5}$

4) 연간에너지 절감량

- 급기 팬  $= 4.5 \times \frac{0.6 - 0.5}{0.6} \times 11 \times 250 = 2062.5 [\text{kWh}]$

- 환기 팬  $= 3.38 \times \frac{0.5 - 0.4}{0.5} \times 11 \times 250 = 1859 [\text{kWh}]$

∴  $2062.5 + 1859 = 3921.5 [\text{kWh}]$

13-5)

1) 전기설비부문 1번 항목 배점(b)

- 변경된 사무실의 조명등 개수 산정

$FUN = DES, F = \text{광속} [\text{lm}], U = \text{조명률}, E = \text{조도} [\text{lx}], S = \text{면적} [\text{m}^2], D = \text{감광보상율} (\text{보수율 역수})$

$N = DES / FU = \{(1/0.7) \times 500 \times 704 \text{m}^2\} \div \{(130 \text{lm/W} \times 33 \text{W}) \times 0.67\} = 174.9,$

∴ 조명등개수 = 175개

- 변경된 사무실의 조명 전력(W) =  $33 \text{W} \times 175 \text{개} = 5,775 \text{W}$

- 거실의 조명밀도(W/m<sup>2</sup>)

= (로비조명전력 + 사무실 조명전력) ÷ (로비바닥면적 + 사무실 바닥면적)

=  $(128 \times 15 + 5,775) \div (128 + 704) = 7,695 \div 832 = 9.25 \text{W/m}^2$

∴ 전기설비부문 1번 항목 배점(b) = 0.9점

2) 신재생설비부문 4번 항목 배점(b)

- 전체조명 설비전력

= (방풍실조명전력 + 로비조명전력 + 사무실 조명전력 + 화장실(남+여)조명전력)

=  $32 \times 5 + 128 \times 15 + 5,775 + 96 \times 8 = 8,623 \text{W}$

2019년 제5회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호	16706144	제한시간	검토
	성명	한솔아카데미	150분	

- 태양광 모듈용량(W)
- 모듈용량 =  $1000\text{W}/\text{m}^2 \times 0.18 \times 2\text{m}^2 = 360\text{W} = 0.36\text{kW}$
- 모듈총 용량 =  $0.36 \times 10 = 3.6\text{kW}$
- 전체조명설비전력에 대한 신재생에너지 용량 비율(%)  
=  $3,600\text{W} \div 8,623\text{W} \times 100\% = 41.7\%$   
∴ 신재생설비부문4번 항목 배점(b) = 0.8점

정답

전기설비부문 1번 항목 배점(b) = 0.9점, 신재생설비부문4번 항목 배점(b) = 0.8점

13-6)

- 제로에너지건축물 인증 5등급 요구조건 : 1++등급(연간 단위면적당 1차에너지소요량 ( $\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{년}$ ) 140 미만 및 에너지 자립률 20% 이상 **40%미만**)
- 연간 단위면적당 1차에너지소요량 ( $\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{년}$ ) = 228.8일 경우  
연간 단위면적당 에너지소요량 ( $\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{년}$ ) =  $228.8 \div 2.75 = 83.2$
- $228.8 : 83.2 = 140 : X$  에서  $X = 50.91(\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{년})$
- 즉  $(83.2 - 50.91) = 32.29(\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{년})$  초과 태양광 신재생에너지 생산 필요
- 모듈용량 =  $1000\text{W}/\text{m}^2 \times 0.18 \times 2\text{m}^2 = 360\text{W} = 0.36\text{kW}$
- 기존 모듈총 용량 =  $0.36 \times 10 = 3.6\text{kW}$
- $3.6 : 3.2 = 0.36 \times Y(\text{추가태양광모듈개수}) : 32.29$ 에서  $Y = 100.9$ 개 ∴ 101개 추가 필요
- 총 111개 모듈용량 = 39.96kW
- 총 신재생에너지 생산량  
 $3.6 : 3.2 = 39.96 : Z, Z=35.52(\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{년}),$   
즉 추가 생산량 =  $35.52 - 3.2 = 32.32(\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{년})$
- 태양광모듈 101개 추가 시 연간 단위면적당 에너지소요량 ( $\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{년}$ )  
=  $83.2 - 32.32 = 50.88$
- 태양광모듈 101개 추가 시 연간 단위면적당 1차에너지소요량 ( $\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{년}$ )  
=  $50.88 \times 2.75 = 139.92 < 140(\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{년})$  ∴ 1++등급
- 단위면적당 1차에너지생산량 =  $35.52 \times 2.75 = 97.68$
- 단위면적당 1차에너지소비량 =  $139.92 + 97.68 = 237.6$
- 에너지자립률(%) =  $\frac{\text{단위면적당 1차에너지생산량}}{\text{단위면적당 1차에너지소비량}} \times 100 = 97.68 \div 237.6 = 41.11\%$   
∴ 추가로 설치해야하는 태양광 모듈의 최소개수 : 101개  
(정답 없음 : 1++등급 및 자립률 20%이상 40% 미만을 만족하는 모듈개수 산정불가)
- 태양광모듈 102개 추가 시 연간 단위면적당 1차에너지소요량 ( $\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{년}$ ) = 139.04, 에너지 자립률 = 41.48%
- 태양광모듈 100개 추가 시 연간 단위면적당 1차에너지소요량 ( $\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{년}$ ) = 140.8, 에너지 자립률 = 40.74%