

أساسيات تقنية تكييف الهواء - عملي

تمارين على حساب أحمال التبريد والتدفئة

الجدارة: القدرة على حساب أحمال التبريد والتدفئة لأنواع مختلفة من المباني.

الأهداف: عندما تكمل هذه الوحدة تكون قادراً على:

١. تحديد المعلومات الجغرافية عن المبنى.
٢. تحديد ظروف التصميم الخارجية والداخلية.
٣. حساب الحرارة المنتقلة عبر الجدران والأسقف والأرضية.
٤. حساب الحرارة المتسربة خلال الزجاج.
٥. حساب الأحمال نتيجة للأشخاص.
٦. حساب الأحمال نتيجة للإضاءة.
٧. حساب أحمال التهوية والتسرب.
٨. تمثيل نظام التكيف على الخريطة السيكرومترية.
٩. تحديد سعة ملف التبريد باستخدام الخريطة السيكرومترية .
١٠. استخدام النموذج الخاص بحساب الأحمال الحرارية وتطبيقه على برنامج إكسل.

مستوى الأداء المطلوب:

أن لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب:

١٠ ساعات دراسية.

الوسائل المساعدة:

١. الوحدة السادسة من حقيبة النظري الخاصة بالأحمال الحرارية.
٢. الوحدة الخاصة بالعمليات السيكرومترية في المواضيع النظرية.

متطلبات الجدارة:

التدرب على مهارة: حساب انتقال الحرارة عبر الأسطح ، استخدام الخريطة السيكرومترية.

الوأةة الأالأةة : أمارفن على أساب أأمال الأبرء والأأأفففة

مأأمة

أأأوف هأةة الوأةة على أراسة أالة لأأأفء أأمال الأأكفف (أأبرء وأأأفففة) لأاعة أراسفة كببرة أأأ ففأرب المأأرب على أسأعمال الماعألات والأأأال الأف سبأ أراسأها ومن أأ أسأأأام النماأأ الأاصة بأساب الأأمال (Spreadsheets) وأأأففها على برنامأ مافكروسوفأ إأكسل (MS Excel) كأا فأم الأأأرق أفضاً لأعض الأأرق الأأرفبفة الأف أأسأأم فف أساب الأأمال الأأرافية لأعض أنواع المبانف بالمملكة العربفة السعوأفة. وفف نأافة الوأةة أوأأ بعض الأمارفن أول هأةة الأراسة.

ءراسة حالة : حساب الأءمال الحرارية لقاعة تدريس

المعلومات التالية لمءينة الرياض تم إيجاءها من برنامج E20-II والتابع لشركة CARRIER. المعلومات في هذا البرنامج بالوحدات الإنءليزية وتم تحويلها إلى وحدات SI كما في الجدول التالي:

الموقع: مءينة الرياض

الببانات التصميمية:

الرياض		اسم المءينة
المملكة العربية السعودية		القطر
25.7°		خط العرض
- 46.7°		خط الطول
624 m	2047 ft	الارتفاع عن سطح البحر
43.3°C	110°F	ءرءة التصميم (db) - (صيفاً)
25.5°C	78°F	ءرءة التصميم (wb) - (صيفاً)
0°C	32°F	المءى الءومى الصيفى
2.8 ≈ 3°C	37°F	ءرءة التصميم (wb) - (شتاءً)
0.20	0.20	متوسط الانءكاس الأرضى الءومى
0.1154 $\frac{W}{m K}$	0.800 $\frac{BTU}{hr ft F}$	موصلية التربة
	-3 hours	التوقيت المءلى (GMT + / - N hours)

جدول (٣ - ١): معلومات جءرافية عن مءينة الرياض

الهدف:

- أ - حساب أحمال التبريد.
- ب - حساب أحمال التدفئة.

مواصفات القاعة:

$$30m \times 20m \times 4m$$

أبعاد القاعة:

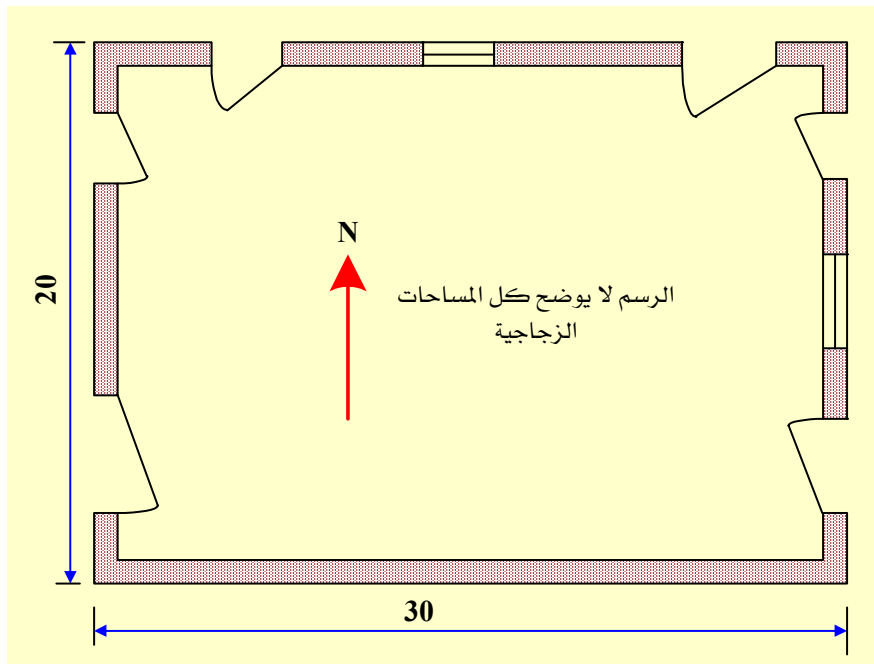
المساحات الزجاجية:

- من الناحية الشمالية $8m^2$
- من الناحية الشرقية $10m^2$
- من الناحية الغربية $10m^2$

الأبواب:

- من الناحية الشمالية $10m^2$
- من الناحية الشرقية $7m^2$
- من الناحية الغربية $7m^2$
- عدد الأشخاص بالقاعة 500

مخطط القاعة:



شكل (٣ - ١): مخطط القاعة الدراسية

حساب أحمال التبريد :

$43^{\circ}C (db),$	$26^{\circ}C (wb),$	$RH = 24\%$	$\omega_0 = 0.014 kg / kg$	شروط التصميم الخارجية
$25^{\circ}C (db),$	$18^{\circ}C (wb),$	$RH = 49.5\%$	$\omega_0 = 0.010 kg / kg$	شروط التصميم الداخلية

لحساب معامل انتقال الحرارة الكلي من المعلومات التالية :

$$h_o = 20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

معامل انتقال الحرارة بالحمل الخارجي

$$h_i = 10 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

معامل انتقال الحرارة بالحمل الداخلي

$$x_w = 0.30 m$$

سمك جدار الحائط

$$k_w = 0.8 \text{ W/m K}$$

معامل التوصيل الحراري للحائط

$$x_p = 0.16 \text{ W/m K}$$

سمك الطلاء

$$k_p = 0.16 \text{ W/m K}$$

معامل التوصيل الحراري للطلاء

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_o} + 2 \frac{x_p}{k_p} + \frac{x_w}{k_w} \quad \text{إذن معامل انتقال الحرارة الكلي}$$

$$U = 1.8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

أحمال الجدران (Q_w)

	A (m ²)	U (w/m ² K)	Δt (K)	Q (W)	
الحوائط الرأسية					
N	102	1.8	18	3305	
S	120	1.8	18	3888	
W	63	1.8	18	2041	
E	63	1.8	18	2041	
					11275
النوافذ					
N	8	5.6	18	806	
S	-	-	-	-	
W	10	5.6	18	1008	
E	10	5.6	18	1008	
					2822
الأبواب					
N	10	3.0	18	540	
S	-	-	-	-	
W	7	3.0	18	378	
E	7	3.0	18	378	
					1296
السقف	600	2.0	18	21600	21600
الأرضية	600	0.26	03	468	468
					37461

جدول (٣ - ٢): أحمال الجدران للقاعة الدراسية (صيفاً)

$$37461 \text{ W} = 37.461 \text{ kW}$$

أحمال الجدران + السقف + الأرضية

أحمال الإضاءة:

تحسب أحمال الإضاءة من المعادلة التالية

$$Q_L = N \times P \times F \times (DF)$$

حيث إن :

N

عدد اللمبات:

$P [W]$

قدرة اللبة الواحدة:

F

المعامل (حسب نوع اللبة):

=1.25 -1.30 for florescent lamps للمبات الفلورسنت

للمبات العادية = 1.0 for bulb lamps

معامل التباين DF

بما أن عدد اللمبات (فلورسنت) التي توجد بصالة الدراسة (المسرح) عددها 428 لمبة قدرة كل لمبة 20 W ، عليه يكون حمل الإضاءة باعتبار $DF = 0.80$ ،

$$Q_L = 428 \times 20 \times 1.25 \times (0.8) \\ = 8560 W = 8.560 kW$$

أحمال الأشخاص:

تعين الحرارة المحسوسة التي يعطيها شاغلو المكان بالمعادلة التالية:

$$Q_{p_s} = n \times q_{p_s} \times (D.F.)$$

وتعين الحرارة الكامنة التي يعطيها شاغلو المكان بالمعادلة التالية

$$Q_{p_L} = n \times q_{p_L} \times (D.F.)$$

حيث إن :

n - عدد الأشخاص داخل المكان المكيف

- معامل التباين (Diversity Factor) والذي يأخذ في الاعتبار عدم تواجد كل الأشخاص في نفس

خطة حمل الذروة ويعين من الجداول DF

q_{p_s} - معدل الحرارة المحسوسة التي يعطيها كل شخص

q_{p_L} - معدل الحرارة الكامنة التي يعطيها كل شخص

ومن الجداول يمكن إيجاد الحرارة المحسوسة والكامنة لكل شخص أي:

$$q_{p_s} = 72 W$$

$$q_{p_L} = 45 W$$

$$Q_p = N \times (q / person) \times D.F.$$

$$Q_{p_s} = 500 \times 72 \times 0.8 = 28800 W = 28.800 kW \quad \text{الحمل المحسوس للأشخاص}$$

$$Q_{p_L} = 500 \times 45 \times 0.8 = 18000 W = 18000 kW \quad \text{الحمل الكامن للأشخاص}$$

$$Q_p = Q_{p_s} + Q_{p_L} \quad \text{أحمال الأشخاص الكلي}$$

$$Q_p = 28.800 + 18.000 = 46.800 kW$$

ءمل التهوية

يستعمل كءير من المصممين نظام معدل تغيير الهواء للءرفة / الساعة (N) ءيء يءسب ءمل الكلي للتسرب أو التهوية (Q_v) بالمعادلة التالية

$$Q_v = \frac{ACH \times V \times \Delta h}{3600 \times v_o}$$

ءيء :

$$V = [m^3]$$

ءجم ءيئز أو الءرفة

$$\dot{V} = [m^3 / s]$$

ءيء : معدل سريان الهواء ءءمي

$$v_o = [m^3 / kg]$$

ءءم النوعي للهواء ءءري

$$ACH$$

معدل تغيير الهواء في الساعة

$$H = 4 \text{ m}$$

وبما أن ارتفاع القاعة

$$A = 30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$$

ومساحة الأرضية

$$V = AH = 600 \times 4 = 2400 \text{ m}^3$$

∴ ءجم القاعة

$$ACH = 3 \text{ (من الجءاول)}$$

معدل سريان هواء التهوية باءبار

ومن ءريطة السيكرومترية (عء $26^\circ C(wb)$, $43^\circ C(db)$)

$$v_o = 0.917 \text{ m}^3 / kg$$

$$\dot{m} = \frac{ACH \times V}{3600 v_o}$$

$$\dot{m} = \frac{3 \times 2400}{3600 \times 0.917} = 2.18 \text{ kg} / s$$

$$h_N = 69.5 \text{ kJ} / kg$$

من ءريطة السيكرومترية

$$h_o = 79.5 \text{ kJ} / kg$$

$$h_R = 51.0 \text{ kJ} / kg$$

$$Q_{v_s} = \dot{m}(h_N - h_R)$$

حمل التهوية المحسوس

$$Q_{v_s} = 2.18 (69.5 - 51.0) = 40.330 \text{ kW}$$

$$Q_{v_l} = \dot{m}(h_0 - h_N)$$

حمل التهوية الكامن

$$Q_{v_l} = 2.18 (79.5 - 69.5) = 21.800 \text{ kW}$$

$$Q_v = Q_{v_s} + Q_{v_l}$$

حمل التهوية

$$Q_v = 40.330 + 21.800 = 62.130 \text{ kW}$$

أو

$$Q_v = \dot{m}(h_o - h_R)$$

حمل التهوية

$$Q_v = 2.18 (79.5 - 51.0) = 62.130 \text{ kW}$$

الكسب الإشعاعي خلال المساحات الزجاجية (Q_{rad})

يمكن التعبير عن كمية الحرارة المنتقلة خلال الأسطح الزجاجية بالمعادلة التالية :-

$$Q_{rad} = A \times I \times (SC)$$

حيث :

$$Q_{rad} = [kW]$$

الكسب نتيجة الإشعاع الشمسي خلال الزجاج

$$I = (W / m^2)$$

شدة الإشعاع الشمسي

$$SC = [None]$$

معامل التظليل

اتجاه المساحة الزجاجية Glass Dierction	المساحة الزجاجية $A\{m^2\}$	شدة الإشعاع (I) $\{W / m^2\}$	SC	$Q_{rad} (W)$
N	8	130	0.83	863
S	-	150	0.83	-
W	10	600	0.83	4980
E	10	660	0.83	4980
				10832

جدول (٣ - ٣) : الكسب الإشعاعي للمساحات الزجاجية

$$Q_{rad} = 10832 \text{ W} = 10.832 \text{ kW}$$

الكسب الإشعاعي خلال المساحات الزجاجية

تحليل أحمال التبريد (محسوس ، كامن) :- بوحدات (kW)

نوع الحمل	حمل محسوس $Q_s \{kW\}$	جمل كامن Q_t	الحمل الكلي Q_t	%
أحمال التوصيل	37.461	-	37.461	22.6
أحمال الإضاءة	8.560	-	8.560	05.2
الكسب الإشعاعي خلال المساحات الزجاجية	10.832	-	10.832	06.5
أحمال الأشخاص	28.800	18.000	46.800	28.2
حمل التهوية	40.330	21.800	62.130	37.5
	125.983	39.800	165.783	100

جدول (٣ - ٤): تحليل أحمال التبريد

$$SHF = \frac{Q_s}{Q_t} = \frac{125.983}{165.783} = 0.76$$

معامل الحرارة المحسوس للغرفة

$$Q_{cc} = 165.783 \text{ kW} (\approx 50TR)$$

سعة ملف التبريد

نموذج حساب الأحمال الحرارية

..... المدينة ، المنطقة
..... اسم المشروع
..... اسم المستخدم
..... ظروف التصميم الخارجية
..... ظروف التصميم الداخلية

أحمال الجدران (Q_w)					
	A (m ²)	U (w/m ² K)	Δt (K)	Q (W)	
الحوائط الرأسية					
N					
S					
W					
E					
النوافذ					
N					
S					
W					
E					
الأبواب					
N					
S					
W					
E					
السقف					
الأرضية					
الكسب الحراري الكلي					
الكسب الإشعاعي خلال المساحات الزجاجية (Q_{rad}) $Q_{rad} = A \times I \times (SC)$					
اتجاه المساحة الزجاجية Glass Dierction	المساحة الزجاجية A{m ² }	شدة الإشعاع (I) {W / m ² }	SC	Q _{rad} (W)	
N					
S					
W					
E					

الكسب الحراري الكلي				
الكسب الحراري نتيجة للتسرب:				
(أ): الكسب الكلي (محسوس + كامن) $Q_{inf-T} = \frac{ACH \times V \times \Delta h}{3600 \times v_o} \times 1000$				
V m^3	ACH	Δh kJ/kg	v_o m^3/kg	Q_{inf-T} W
(ب): الكسب المحسوس $Q_{inf-S} = \frac{ACH \times V \times \Delta T}{3600 \times v_o} \times 1000$				
V m^3	ACH	ΔT $^{\circ}C$	v_o m^3/kg	Q_{inf-S} W
(ج): الكسب الكامن $Q_{inf-T} - Q_{inf-S} \quad Q_{inf-L} =$				
				Q_{inf-L} W
الكسب الحراري نتيجة للتهوية:				
(أ): الكسب الكلي (محسوس + كامن) $Q_{v-T} = \frac{ACH \times V \times \Delta h}{3600 \times v_o} \times 1000$				
V m^3	ACH	Δh kJ/kg	v_o m^3/kg	Q_{v-T} W
(ب): الكسب المحسوس $Q_{v-S} = \frac{ACH \times V \times \Delta T}{3600 \times v_o} \times 1000$				
V m^3	ACH	ΔT $^{\circ}C$	v_o m^3/kg	Q_{v-S} W
(ج): الكسب الكامن $Q_{v-T} - Q_{v-S} \quad Q_{v-L} =$				
				Q_{v-L} W

الكسب الحراري نتيجة للإضاءة $Q_L = N \times P \times F \times (DF)$

N	P W	F	DF	Q_L W

الكسب الحراري نتيجة للأشخاص :

(أ) : الكسب المحسوس $Q_{ps} = n \times q_{ps} \times (D.F.)$

n	q_{ps} W	DF	-	Q_{p-s} W

(ب) : الكسب الكامن $Q_{pl} = n \times q_{pl} \times (D.F.)$

n	q_{ps} W	DF	-	Q_{p-l} W

الكسب الحراري نتيجة للمعدات $Q_E = N \times (1 - \eta) \times P \times D.F$

N	$(1 - \eta)$	P W	DF	Q_{E-S} W

تفاصيل الأحمال الحرارية

	الكسب الحراري المحسوس (W)	الكسب الحراري الكامن (W)
Q_w		
Q_{rad}		
Q_{inf}		
Q_v		
Q_L		
Q_P		
Q_E		
Q_T		

الكسب الحراري الإضافي : (إضافة 10% من الكسب الكلي المحسوس نتيجة الفقد للمجاري والمروحة)

الكسب الحراري الكلي	Q_{TS}	Q_{TL} (kW)
---------------------	----------	------------------

للغرفة	(kW)	

نموذج حساب الأحمال الحرارية

المدينة ، المنطقة : الرياض ، المنطقة الوسطى

اسم المشروع : قاعة مؤتمرات

اسم المستخدم : الكليات التقنية - المؤسسة العامة للتدريب التقنى والمهنى

ظروف التصميم الخارجية $26^{\circ}C (wb)$, $43^{\circ}C (db)$,

ظروف التصميم الداخلية $18^{\circ}C (wb)$, $25^{\circ}C (db)$,

أحمال الجدران (Q_w)					
	A (m ²)	U (w/m ² K)	Δt (K)	Q (W)	
الحوائط الرأسية					
N	102	1.8	18	3305	
S	120	1.8	18	3888	
W	63	1.8	18	2041	
E	63	1.8	18	2041	
					11275
النوافذ					
N	8	5.6	18	806	
S	-	-	-	-	
W	10	5.6	18	1008	
E	10	5.6	18	1008	
					2822
الأبواب					
N	10	3.0	18	540	
S	-	-	-	-	
W	7	3.0	18	378	
E	7	3.0	18	378	
					1296
السقف	600	2.0	18	21600	21600
الأرضية	600	0.26	03	468	468
الكسب الحراري الكلي					37461
$Q_{rad} = A \times I \times (SC)$ (الكسب الإشعاعي خلال المساحات الزجاجية) (Q_{rad})					
اتجاه المساحة الزجاجية Glass Dierction	المساحة الزجاجية $A\{m^2\}$	شدة الإشعاع (I) $\{W / m^2\}$	SC	Q _{rad} (W)	
N	8	130	0.83	863	
S	-	150	0.83	-	
W	10	600	0.83	4980	
E	10	660	0.83	4980	

الكسب الحراري الكلي				10832
الكسب الحراري نتيجة للتسرب:				
$Q_{inf-T} = \frac{ACH \times V \times \Delta h}{3600 \times v_o} \times 1000$ (أ): الكسب الكلي (محسوس+كامن)				
V m^3	ACH	Δh kJ / kg	v_o m^3 / kg	Q_{inf-T} W
				-
$Q_{inf-S} = \frac{ACH \times V \times \Delta T}{3600 \times v_o} \times 1000$ (ب): الكسب المحسوس				
V m^3	ACH	ΔT $^{\circ}C$	v_o m^3 / kg	Q_{inf-S} W
				-
$Q_{inf-T} - Q_{inf-S} \quad Q_{inf-L} =$ (ج): الكسب الكامن				
				Q_{inf-L} W
				-
الكسب الحراري نتيجة للتهوية:				
$Q_{v-T} = \frac{ACH \times V \times \Delta h}{3600 \times v_o} \times 1000$ (أ): الكسب الكلي (محسوس+كامن)				
V m^3	ACH	Δh kJ / kg	v_o m^3 / kg	Q_{v-T} W
2400	3	28.5	0.917	62130
$Q_{v-S} = \frac{ACH \times V \times \Delta T}{3600 \times v_o} \times 1000$ (ب): الكسب المحسوس				
V m^3	ACH	ΔT $^{\circ}C$	v_o m^3 / kg	Q_{v-S} W
2400	3	18	0.917	39258
$Q_{v-T} - Q_{v-S} \quad Q_{v-L} =$ (ج): الكسب الكامن				
				Q_{v-L} W

				22845
$Q_L = N \times P \times F \times (DF)$ الكسب الحراري نتيجة للإضاءة				
N	$\frac{P}{W}$	F	DF	$\frac{Q_L}{W}$
428	20	1.25	0.8	8560
الكسب الحراري نتيجة للأشخاص:				
(أ): الكسب المحسوس $Q_{ps} = n \times q_{ps} \times (D.F.)$				
n	$\frac{q_{ps}}{W}$	DF	-	$\frac{Q_{p-s}}{W}$
500	72	0.8	-	28800
(ب): الكسب الكامن $Q_{pl} = n \times q_{pl} \times (D.F.)$				
n	$\frac{q_{ps}}{W}$	DF	-	$\frac{Q_{p-l}}{W}$
500	45	0.8	-	18000
$Q_E = N \times (1 - \eta) \times P \times D.F$ الكسب الحراري نتيجة للمعدات				
N	$(1 - \eta)$	$\frac{P}{W}$	DF	$\frac{Q_{E-S}}{W}$
-	-	-	-	-
تفاصيل الأحمال الحرارية				
	الكسب الحراري المحسوس (W)	الكسب الحراري الكامن (W)		
Q_w	37460	-		
Q_{rad}	10832	-		
Q_{inf}	-	-		
Q_v	39285	22845		
Q_L	8560	-		
Q_P	28800	18000		
Q_E	-	-		
Q_T	124937	40845		

الكسب الحراري الإضافي: (إضافة 10% من الكسب الكلي المحسوس نتيجة الفقد للمجاري والمروحة)		
الكسب الحراري الكلي للغرفة	Q_{TS} (kW)	Q_{TL} (kW)
	137.470	40.845
	178.315	

ملحوظة: على المتدرب إعادة حساب الأءمال حسب النموذج أعلاه باستخدام برنامج إكسل المتوفر لدى الجميع.

حساب أحمال التبريد بالطريقة التقريبية :

١ - طريقة مساحة الأرضية: (Floor Area Method)

$$\begin{aligned} & \text{نفرض مساحة الأرضية} \\ & 0.30 \text{ kW} / \text{m}^2 \\ & A = 30 \times 20 = 600 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{cc} &= A \times (q \{ \text{kW} / \text{m}^2 \}) & \text{إذن الحمل الكلي للتبريد} \\ Q_{cc} &= 600 \times 0.30 = 180 \text{ kW} (\approx 51.5 \text{ TR}) \end{aligned}$$

٢ - نسبة خلط الهواء: (Air Mixing Ratio)

$$\begin{aligned} \dot{V} &= \frac{ACH \times V}{3600} & \text{كما سبق فإن معدل سريان الهواء الحجمي} \\ \dot{V} &= \frac{3 \times 2400}{3600} = 2 \text{ m}^3 / \text{s} \end{aligned}$$

و باعتبار نسبة الخلط 1:4 ، يكون حجم هواء التغذية

$$\begin{aligned} \dot{V}_s &= 5 \times 2 = 10 \text{ m}^3 / \text{s} \\ 0.20 \frac{\text{m}^3 / \text{s}}{\text{TR}} \text{ أو } OR &= 5 \frac{\text{TR}}{\text{m}^3 / \text{s}} & \text{وحسب نظام ASHRAE بفرض :} \\ \dot{V}_s &= 10 \text{ m}^3 / \text{s} & \text{وبما أن الحجم الكلي لهواء التغذية} \end{aligned}$$

$$Q_{cc} = 10 \times 5 = 50 \text{ TR}$$

إذن حمل ملف التبريد الكلي
ملحوظة: لاحظ تقارب القيم الثلاث

حساب أحمال التدفئة :

شروط التصميم الخارجية $w_0 = 0.003 \text{ kg / kg}$ $3^\circ\text{C}(db), 0^\circ\text{C}(wb), RH = 53\%$
شروط التصميم الداخلية $w_0 = 0.0084 \text{ kg / kg}$ $23^\circ\text{C}(db), 16^\circ\text{C}(wb), RH = 47\%$
أحمال التوصيل (الجدران)

	A (m ²)	U (w/m ² K)	Δt (K)	Q (W)	
الحوائط الرأسية					
N	102	1.8	-20	-3672	
S	120	1.8	-20	-4320	
W	63	1.8	-20	-2268	
E	63	1.8	-20	-2268	
					-12528
النوافذ					
N	8	5.6	-20	-896	
S	-	-	-	-	
W	10	5.6	-20	-1120	
E	10	5.6	-20	-1008	
					-3136
الأبواب					
N	10	3.0	-20	-600	
S	-	-	-	-	
W	7	3.0	-20	-420	
E	7	3.0	-20	-420	
					-1440
السقف	600	2.0	-20	-24000	-24000
الأرضية	600	0.26	-5	-780	-780
					-41884

جدول (٣ - ٥): أحمال الجدران للقاعة الدراسية (شتاء)

$$-41884 \text{ W} = -44.884 \text{ kW}$$

أحمال الجدران + السقف + الأرضية:

$$Q_L = 8.560 \text{ kW}$$

أحمال الإضاءة (من أحمال التبريد)

أحمال الأشخاص :

$$Q_{p_s} = 28.800 \text{ kW}$$

الحمل المحسوس للأشخاص

$$Q_{p_l} = 18.800 \text{ kW}$$

الحمل الكامن للأشخاص

$$Q_p = Q_{p_s} + Q_{p_l}$$

أحمال الأشخاص الكلي

$$Q_p = 28.800 + 18.000 = 46.800 \text{ kW}$$

$$H = 4 \text{ m}$$

$$A = 30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$$

$$V = AH = 600 \times 4 = 2400 \text{ m}^3$$

وبما أن ارتفاع القاعة

ومساحة الأرضية

∴ حجم القاعة

$$ACH = 3 \text{ (من الجداول)}$$

معدل سريان هواء التهوية باعتبار

ومن الخريطة السيكرومترية (عند $0^\circ\text{C}(wb)$, $3^\circ\text{C}(db)$)

$$v_0 = 0.784 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

$$\dot{m} = \frac{ACH \times V}{3600 v_0}$$

$$\dot{m} = \frac{3 \times 2400}{3600 \times 0.784} = 2.55 \text{ kg / s}$$

من الخريطة السيكرومترية

$$h_0 = 9.0 \text{ kJ / kg}$$

$$h_R = 44.5 \text{ kJ / kg}$$

$$h_N = 30.5 \text{ kJ / kg}$$

حمل التهوية المحسوس

$$Q_{v_s} = \dot{m}(h_N - h_R)$$

$$Q_{v_s} = 2.55 (30.5 - 44.5) = -35.700 \text{ kW}$$

حمل التهوية الكامن

$$Q_{v_l} = \dot{m}(h_o - h_N)$$

$$Q_{v_l} = 2.55 (9.0 - 30.5) = -54.826 \text{ kW}$$

حمل التهوية الكلي

$$Q_v = Q_{v_s} + Q_{v_l}$$

$$Q_v = -35.700 + (-54.826) \Rightarrow Q_v = -90.526 \text{ kW}$$

الكسب الإشعاعي خلال المساحات الزجاجية (Q_{rad})

هذا الكسب لا يعتبر عند حساب أءمال التسخين نسبة لأن وقت تخمين أءمال التسخين يكون

ليلاً.

تحليل أحمال التسخين (محسوس ، كامن) : بوحءاء (kW)

الحمل الكلي Q_t	جمل كامن Q_l	حمل محسوس $Q_s \{kW\}$	نوع الحمل
- 44.884	-	- 44.884	أحمال التوصيل
8.560	-	8.560	أحمال الإضاءة
46.800	18.000	28.800	أحمال الأشخاص
-90.526	- 54.826	- 35.700	حمل التهوية
-80.050	-36.826	-43.224	الحمل الكلي

ءءول (٣ - ٦) : تحليل أحمال التسخين

حمل التسخين الكلي اللازم للتخلص من ناتء تسرب الحرارة إلى القاعة

$$= 80.050 kW = 19.212 kcal / s = 273324 BTU / hr$$

تمارين

١. اءسب ءمل الإضاءة اللازم باءءبار مساحة الغرفة مبينا عدد اللمبات اللازمة (فلورسنت أو عادية)

وذلك باءءبار شءة الإضاءة لكل متر مربع تساوي $40 \frac{W}{m^2}$

٢. كم يكون ءمل التهوية (صيفا وشتاء) إذا كان معدل التهوية للشءص الواحد يعادل 5 L/s ؟

٣. إذا تم إضافة عازل للغرفة بسمك 100 mm ، ماهو التغير الذي يطرأ على ءمل الءوائط الرأسية

(صيفا وشتاء) إذا كان معامل التوصيل للعازل يساوي $0.035 \frac{W}{m K}$.

٤. اءكر التغير الذي يطرأ على بعض أءمال التبريد عندما تتغير الأحوال الخارجية إلى:

$30^{\circ}C(db), 25^{\circ}C(wb)$

مصطلحات ورموز

Mass flow rate	kg / s	\dot{m}	معدل تدفق الكتلة
mass	kg	m	الكتلة
Condensed water	kg / s	\dot{m}_w	كمية ماء التكثيف / الترطيب
Air mass flow rate	kg / s	\dot{m}_a	معدل سريان الهواء
Total pressure	Pa	p	الضغط
Pressure difference	Pa	Δp	فرق الضغط
Air pressure	Pa	p_a	ضغط الهواء
Vapor pressure	Pa	p_v	ضغط بخار الماء
Specific heat	J/kgK	c_p	الحرارة النوعية
Cooling coil capacity	W	Q_{cc}	سعة ملف التبريد
Heating coil capacity	W	Q_{hc}	سعة ملف التسخين
Sensible heat load	W	Q_s	حمل الحرارة المحسوسة
latent heat load	W	Q_l	حمل الحرارة الكامنة
Air vlome	m^3	V_a	حجم الهواء
Vapor volume	m^3	V_v	حجم بخار الماء
Air temperature	K	T_a	درجة حرارة الهواء
Vapor temperature	K	T_v	درجة حرارة البخار
Dry bulb temperature	$^{\circ}C$	T_{db}	درجة الحرارة الجافة
Wet bulb temperture	$^{\circ}C$	T_{wb}	درجة الحرارة الرطبة
Relative humidity	%	RH	الرطوبة النسبية
Specific humidity	kg/kg	ω	الرطوبة النوعية
Total load	W	Q_t	الحمل الكلي
Ton of Refrigeration	TR	TR	طن التبريد
Wall gains (conductive heat gains)	W	Q_c	حمل الجدران (حمل التوصيل)
Radiation load	W	Q_r	حمل الإشعاع

Heat gains from people	W	Q_p	حمل الأشخاص
Heat gains from lgths	W	Q_l	حمل الإضاءة
Ventilation load	W	Q_v	حمل التهوية
Heat gains from equipment	W	Q_e	حمل الأجهزة
Miscellaneous loads	W	Q_m	أحمال مختلفة
Specific heat factor	-	SHF	معامل الحرارة المحسوس
Overall heat transfer coefficient	$W/m^2 K$	U	معامل التوصيل الحراري الكلي
Room or space temperature	$^{\circ}C$	T_R	درجة حرارة الغرفة أو الحيز المكيف
Internal temperature	$^{\circ}C$	T_i	درجة الحرارة الداخلية
Outside temperature	$^{\circ}C$	T_o	درجة الحرارة الخارجية
Supply air temperature	$^{\circ}C$	T_s	درجة حرارة هواء التغذية
Temperature difference	$^{\circ}C$	ΔT	فرق درجات الحرارة
Radiation intensity	W/m^2	I	شدة الاشعاع
Absorptivity factor	-	α	معامل الامتصاص
Internal heat transfer coefficient	$W/m^2 K$	h_i	معامل انتقال الحراري الداخلي
External heat transfer coefficient	$W/m^2 K$	h_o	معامل انتقال الحراري الخارجي
Enthalpy	kJ/kg	h	طاقة الإنثالبي
Shading coefficient	-	SC	معامل التظليل
Ventilation load -sensible	W	Q_{vs}	حمل التهوية المحسوس
Ventilation load -latent	W	Q_{vl}	حمل التهوية الكامنة
Specific volume@ outside conditions	m^3/kg	v_o	الحجم النوعي عند الأحوال الخارجية
Latent heat of vaporization	kJ/kg	h_{fg}	الحرارة الكامنة للتبخير
volume	m^3	V	الحجم
Discharge (volume flow rate)	$m^3 s^{-1}$	Q	معدل السريان الحجمي

عدد	n, N	-	number
معامل اللمبات	F	-	Lamps factor
معامل التباين	DF	-	Diversity factor
الكفاءة	η	-	efficiency
كفاءة التشبع	η_s	-	Saturation efficiency
معامل التلامس ملف التبريد	η	-	Contact factor
معدل تغيير الهواء في الساعة	ACH	hr^{-1}	Air change per hour
حمل التبريد	CL	W	Cooling load