

الباب الرابع " الأحمال الحرارية "

قوانين أحمال التكييف

| م | القانون |
|---|---|
| 1 | <p style="text-align: center;">- الحمل الحراري للسقف والحوائط والأرضية :-</p> $Q1 = u \times A \times (\Delta T + \Delta T_e) = watt$ <p> u (w/m².k) (معامل انتقال الحرارة) A (m²) (المساحة) ΔT (C) (فرق درجات الحرارة) ΔT_e (C) (فرق درجات الحرارة المعادلة للأشعاع الشمسى) </p> |
| 2 | <p style="text-align: center;">- الحمل الحرارى للزجاج :-</p> $Q2 = Ag [(Ug \times \Delta T) + (I \times corr \times S.f)]$ <p> Ag (m²) (مساحة الزجاج) Ug (w/m².k) (معامل انتقال الحرارة للزجاج) I (w/m²) (شدة الاشعاع الشمسى) $Corr$ (%) (معامل التصحيح للمستأنروالكريثال) $S.F$ (%) (معامل التخزين الحرارى للزجاج) </p> |
| 3 | <p style="text-align: center;">- الحمل الحرارى للإضاءة :-</p> $Q3 = n \times w \times S.f \times D.f$ <p style="text-align: center;">(فى حالة اللمبات العادية)</p> $Q3 = 1.25 \times n \times w \times S.f \times D.f$ <p style="text-align: center;">(فى حالة اللمبات الفلورسنت)</p> $Q3 = Af \times w \times S.f \times D.f$ <p style="text-align: center;">(فى حالة ربط الاضاءة بمساحة الارضية)</p> <p> , معامل التباين للإضاءة D.f , معامل التخزين للإضاءة s.f , قدرة اللمبة الواحدة w , عدد اللمبات n , مساحة الأرضية Af </p> |

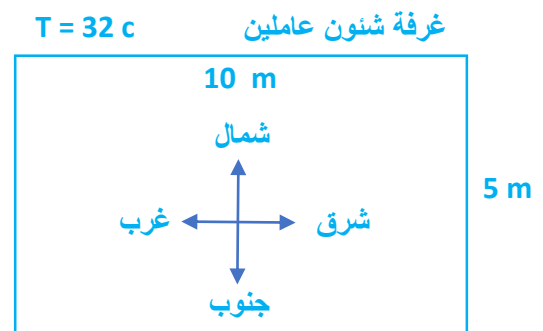
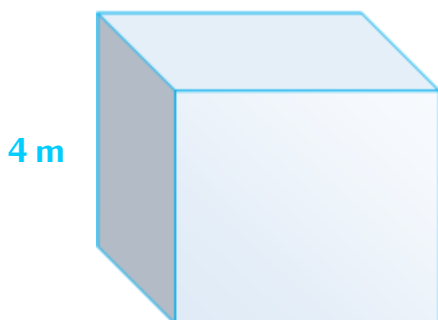
| | |
|----|---|
| 4 | <p>- الحمل الحرارى للأجهزة:-</p> $S.H.E = n \times s.h.e \times S.f \times D.f$ <p>(حمل محسوس)</p> $L.H.E = n \times L.h.e \times D.f$ <p>(حمل كامن)</p> <p>(معامل التباين للأجهزة D.f , معامل التخزين للأجهزة s.f , قدرة الجهاز الواحد E , عدد الأجهزة n)</p> |
| 5 | <p>- الحمل الحرارى للأشخاص:-</p> $S.H.P = n \times S.h.p \times S.f \times D.f$ <p>(حساب الحمل المحسوس للأشخاص)</p> $L.H.P = n \times L.h.p \times D.f$ <p>(حساب الحمل الكامن للأشخاص)</p> <p>(الحرارة الكامنة للشخص L.h.p , الحرارة المحسوسة للشخص s.h.p , عدد الأشخاص n)</p> <p>(معامل التباين للأشخاص D.f)</p> |
| 6 | <p>- الحمل الحرارى للهواء المتسرب:-</p> $S.H.a = 1.3 \times V \times (T_o - T_i)$ <p>V هو معدل الهواء المتسرب (حمل محسوس)</p> $L.H.a = 3000 \times V \times (W_o - W_i)$ <p>V هو معدل الهواء المتسرب (حمل كامن)</p> |
| 7 | <p>- حساب الحمل المحسوس للغرفة:-</p> $R.S.H = Q1 + Q2 + Q3 + S.H.E + S.H.P + S.H.a$ |
| 8 | <p>- حساب الحمل الكامن للغرفة:-</p> $R.L.H = L.H.E + L.H.P + L.H.a$ |
| 9 | <p>- حساب الحمل الكلى للغرفة:-</p> $R.T.H = R.S.H + R.L.H$ |
| 10 | <p>- حساب معامل الحرارة المحسوسة للغرفة:-</p> $R.S.H.F = R.S.H / R.T.H$ |

مثال رقم 1 :-

صالة أنتظار في إحدي البنوك ، كانت بها واجهة شرقية من الزجاج المزدوج الذي له معامل انتقال حراري $3.6 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$ وكانت بطول 5 m ، والحائط الشمالي يجاور غرفة شئون العاملين التي درجة الحرارة بها 32°C وبطول 10 m وارتفاع السقف 4 m وباقي الحوائط والأسقف والأرضيات تجاور مكان مكيف ، ومعامل انتقال الحرارة للحوائط $12 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$ ، وكانت الإضاءة بلمبات فلوريسنت عددهم 50 لمبة يعمل منهم 70% ساعة عند الحمل واللمبة الواحدة 100 w ، وعدد الأشخاص الموجودين عند حساب الحمل 40 شخص ، وكانت الحرارة المحسوسة من الشخص الواحد 60 w والكامنة 80 w ، ويوجد 10 أجهزة حاسب الحرارة المتولدة من الجهاز الواحد تعادل 20 w ، وحالة التصميم الخارجية ($W=0.02$, $dbt=37^\circ \text{C}$) ، وحالة التصميم الداخلية ($dbt=26^\circ \text{C}$, $W=0.011$) ، وشدة الأشعاع الناتجة عن الشمس تعادل (210 W/m^2) ، ومعامل التصحيح للستائر 1.17 والكريتال 0.6 ، ومعامل الخزن الحراري للإضاءة 0.8 ، وللزجاج 0.9 ، وللأشخاص 0.7 ، ومعدل الهواء المتسرب (100 L/s) فأحسب :-

1- الحمل الكلي للصالة .
2- معامل الحرارة المحسوس للصالة .

| الجدران | الزجاج | الإضاءة |
|---|---|--|
| $To = 37^\circ \text{C}$ $Wo = 0.02$ $Ti = 26^\circ \text{C}$ $Wi = 0.011$ $uw = 12 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$ | $ug = 3.6 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$ $s.f = 0.9$ $I = 210 \text{ w/m}^2$ $Corr = 1.17 \times 0.6$ | $NL = 50$ $D.F = 0.7$ $W = 100 \text{ w}$ $s.f = 0.8$ |
| الأشخاص | الأجهزة | التهوية والتسريب |
| $Np = 40$ $s.h.p = 60 \text{ w}$ $L.h.p = 80 \text{ w}$ $s.f = 0.7$ | $N.E = 10$ $s.h.e = 20 \text{ w}$ | $V = 100 \text{ liter / sec}$ |



1- حساب الحمل الحراري للحوائط :-

أ - حساب الحمل الحراري للحوائط الشمالى :-

$$\varphi_1 = u \times A \times \Delta T = 12 \times 4 \times 10 \times [32 - 26] = 2880 \text{ w}$$

ب - حساب الحمل الحراري للحوائط الشرقي :-

$$\begin{aligned}\varphi_2 &= Ag [(Ug \times \Delta T) + (I \times corr \times S.f)] \\ &= 4 * 5 [(3.6 \times 11) + (210 \times 1.17 \times 0.6 \times 0.9)] = 3445.56 \text{ w}\end{aligned}$$

2- حساب الحمل الحراري للإضاءة :-

$$\begin{aligned}\varphi_3 &= 1.25 \times n \times w \times S.f \times D.f \\ &= 1.25 \times 50 \times 100 \times 0.8 \times 0.7 = 3500 \text{ w}\end{aligned}$$

3- حساب الحمل الحراري للأشخاص :-

أ - حساب الحمل الحراري المحسوس :-

$$S.H.P = n \times S.h.p \times S.f \times D.f = 40 \times 60 \times 0.7 = 1680 \text{ w}$$

ب - حساب الحمل الحراري الكامن :-

$$L.H.P = n \times L.h.p \times D.f = 40 \times 80 \times 1 = 3200 \text{ w}$$

4- حساب الحمل الحراري للأجهزة :-

$$S.H.E = n \times S.h.e \times S.f \times D.f = 10 \times 20 = 200 \text{ w}$$

5- حساب الحمل الحراري للتهوية :-

أ - حساب الحمل الحراري المحسوس :-

$$S.H.a = 1.3 \times V \times (T_o - T_i) = 1.3 \times 100 \times (37 - 26) = 1430 \text{ w}$$

ب - حساب الحمل الحراري الكامن :-

$$L.H.a = 3000 \times V \times (w_o - w_i) = 3000 \times 100 \times (0.02 - 0.011) = 2700 \text{ w}$$

6 - حساب الحمل المحسوس للصالة :-

$$\begin{aligned}R.S.H &= \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + S.H.P + S.H.E + S.H.a \\ &= 2880 + 3445.56 + 3500 + 1680 + 200 + 1430 = 13135.56 \text{ w}\end{aligned}$$

7 - حساب الحمل الكامن للصالة :-

$$R.L.H = L.H.P + L.H.E + L.H.a = 3200 + 0 + 2700 = 5900 \text{ w}$$

8- حساب الحمل الكلى للصالة :-

$$R.T.H = R.S.H + R.L.H = 13135.56 + 5900 = 19035.56 \text{ w}$$

8- حساب معامل الحرارة المحسوسة للصالة :-

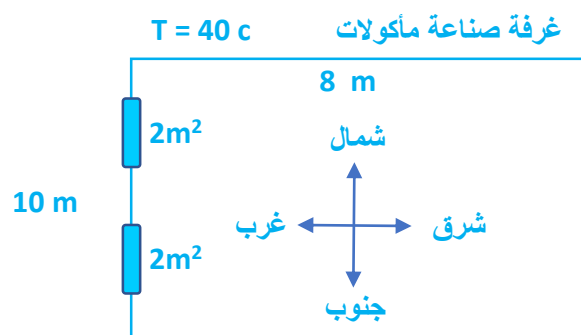
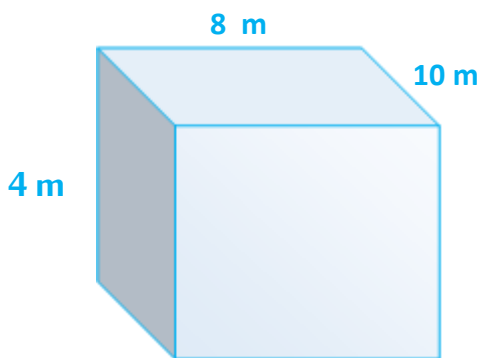
$$R.S.H.F = R.S.H / R.T.H = 13135.56 / 19035.56 = 0.69$$

مثال رقم 2 :-

مطعم أبعاده (4m× 8× 10) ، وكانت حالة التصميم الخارجية ($t=35$, $W=0.021$) ، والداخلية ($t=24$, $W=0.011$) ، والكافتريا لها واجهة غربية بطول 10m وبها نافذتان ابعاد كلا منهما 1m×2m ومصنوع من زجاج مزدوج معامل انتقال الحرارة له ($3.6 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$) ، ومعاملات التصحيح للستائر والكريتال (0.6 , 1.17) والكسب الحراري للاشعاع الشمسي 200 w/m^2 ، ومعامل الخزن للزجاج 0.8 ، والحائط الشمالي يجاور غرفة صناعة المأكولات درجة حرارتها 40°C ، ومعامل انتقال الحرارة للسقف والارضية والحوائط $2 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$ ، وباقي السقف والحوائط والارضية تجاور مكان مكيف وفرق درجات الحرارة المعادل للاشعاع الشمسي 15°C ، وتقدر نسبة الاشغال للمطعم بعدد 50 فرد يصدر من الفرد الواحد 60 w حرارة محسوسة و 80 w حرارة كامنة ، والقدرة المستهلكة للاضاءة 60 w/m^2 من مساحة الارضية ، والخزن الحراري للأشخاص والاضاءة 0.7 ، والحرارة المنبعثة من الاطعمة 2000 w محسوس و 3000 w كامن ومعدل الهواء المتسرب (200L/s) فأحسب:

- 1- الحمل الكلي للمطعم .
- 2- معامل الحرارة المحسوسة للمطعم .

| الجدران | الزجاج | الإضاءة |
|--|---|---------------------------------------|
| $To = 35^\circ \text{C}$ $Wo = 0.021$ $Ti = 24^\circ \text{C}$ $Wi = 0.011$ $uw = 2 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$ $\Delta Te = 15^\circ \text{C}$ | $ug = 3.6 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$ $Corr = 1.17 \times 0.6$ $I = 200 \text{ w/m}^2$ $s.f = 0.8$ | $W = 60 \text{ w/m}^2$ $s.f = 0.7$ |
| الأشخاص | الأجهزة | التهوية والتسريب |
| $Np = 50$ $s.h.p = 60 \text{ w}$ $L.h.p = 80 \text{ w}$ $s.f = 0.7$ | $s.h.e = 2000 \text{ w}$ $L.h.e = 3000 \text{ w}$ | $V = 200 \text{ liter / sec}$ |



1- حساب الحمل الحراري للحوائط :-

أ - حساب الحمل الحراري للحائط الشمالي :-

$$\phi_1 = u \times A \times \Delta T = 2 \times 4 \times 8 \times [40 - 24] = 1024 \text{ w}$$

ب - حساب الحمل الحراري للحائط الغربي :-

$$\begin{aligned}\phi_2 &= u \times A \times (\Delta T + \Delta T_e) \\ &= 2 \times (4 \times 10 - 4) \times [35 - 24 + 15] = 1872 \text{ w}\end{aligned}$$

2- حساب الحمل الحراري للزجاج :-

$$\begin{aligned}\phi_3 &= Ag [(U_g \times \Delta T) + (I \times \text{corr} \times S.f)] \\ &= 4 [(3.6 \times 11) + (200 \times 1.17 \times 0.6 \times 0.8)] = 607.68 \text{ w}\end{aligned}$$

3- حساب الحمل الحراري للإضاءة :-

$$\phi_4 = Af \times w \times S.f \times D.f = 10 \times 8 \times 60 \times 0.7 \times 1 = 3360 \text{ w}$$

4- حساب الحمل الحراري للأشخاص :-

أ - حساب الحمل الحراري المحسوس :-

$$S.H.P = n \times S.h.p \times S.f \times D.f = 50 \times 60 \times 0.7 = 2100 \text{ w}$$

ب - حساب الحمل الحراري الكامن :-

$$L.H.P = n \times L.h.p \times D.f = 50 \times 80 \times 1 = 4000 \text{ w}$$

5- حساب الحمل الحراري للأجهزة :-

$$S.H.E = 2000 \text{ w} \quad L.H.E = 3000 \text{ w}$$

6- حساب الحمل الحراري للتهوية :-

أ - حساب الحمل الحراري المحسوس :-

$$S.H.a = 1.3 \times V \times (T_o - T_i) = 1.3 \times 200 \times (35 - 24) = 2860 \text{ w}$$

ب - حساب الحمل الحراري الكامن :-

$$L.H.a = 3000 \times V \times (w_o - w_i) = 3000 \times 200 \times (0.021 - 0.011) = 6000 \text{ w}$$

7 - حساب الحمل المحسوس للمطعم :-

$$\begin{aligned}R.S.H &= \phi_1 + \phi_2 + \phi_3 + \phi_4 + S.H.P + S.H.E + S.H.a \\ &= 1024 + 1872 + 607.68 + 3360 + 2100 + 2000 + 2860 = 13823.68 \text{ w}\end{aligned}$$

8- حساب الحمل الكامن للمطعم :-

$$R.L.H = L.H.P + L.H.E + L.H.a = 4000 + 3000 + 6000 = 13000 \text{ w}$$

9- حساب الحمل الكلي للمطعم :-

$$R.T.H = R.S.H + R.L.H = 13823.68 + 13000 = 26823.68 \text{ w}$$

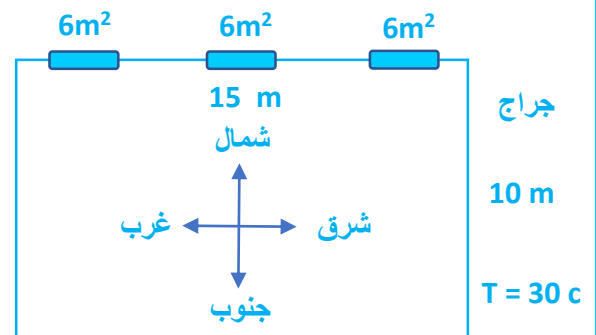
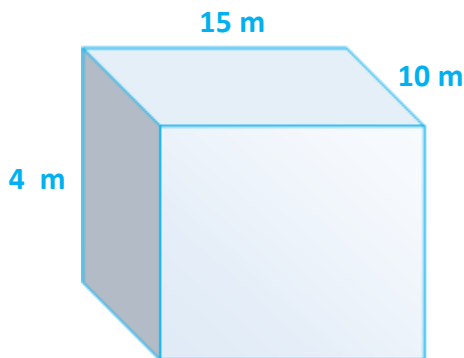
10- حساب معامل الحرارة المحسوسة للمطعم:-

$$R.S.H.F = R.S.H / R.T.H = 13823.68 / 26823.68 = 0.52$$

مثال رقم 3 :-

صالة للانترنت كان بها واجهة ناحية الشمال بطول 15m ، وكانت الواجهة بها ثلاث نوافذ مساحة النافذة الواحدة 6m² ، والحائط الشرقي بطول 10m ويجاور جراج درجة الحرارة بداخله 30C ، وارتفاع السقف 4m ، وباقي الحوائط والسقف والارضية تجاور مكان مكيف ، فاذا كان معامل انتقال الحرارة للحوائط 1.2 w/m².k ، وللزجاج 3.6 w/m².k ، وفرق درجات الحرارة المعادل للاشعاع الشمسي 15C ، وشدة الاشعاع الشمسي 210w/m² ، ومعامل التصحيح للستائر والكريتال (0.7, 1.17) بالترتيب ، وكانت شروط التصميم الخارجية (t=38C, w=0.023) ، وشروط التصميم الداخلية (t=24C, w=0.010) ، وهناك 50 جهاز حاسب يصدر من الجهاز الواحد حرارة مقارها 40w ، وكانت نسبة الاشغال للجهاز في الساعة عند حسب الحمل 80% ، والحرارة المحسوسة للأشخاص 200w ، والكامنة 220w ، وأن الهواء المتسرب يعادل (80L/s) ، ومعامل الخزن الحراري للأشخاص والاضاءة 0.7 ، وللزجاج 0.8 ، والاضاءة 2Kw. فأحسب معامل الحرارة المحسوسة للصالة .

| الجدران | الزجاج | الإضاءة |
|---|--|------------------------------------|
| $T_o = 38\text{ }^{\circ}\text{C}$ $W_o = 0.023$ $T_i = 24\text{ }^{\circ}\text{C}$ $W_i = 0.01$ $uw = 1.2\text{ w/m}^2.k$ $\Delta T_e = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $ug = 3.6\text{ w/m}^2.k$ $Corr = 1.17 \times 0.7$ $I = 210\text{ w/m}^2$ $s.f = 0.8$ | $W = 2000\text{ w}$ $s.f = 0.7$ |
| الأشخاص | الأجهزة | التهوية والتسريب |
| $s.h.p = 200\text{ w}$ $L.h.p = 220\text{ w}$ $s.f = 0.7$ | $N.E = 50$ $s.h.e = 40\text{ w}$ $D.f = 0.8$ | $V = 80\text{ liter/sec}$ |



1- حساب الحمل الحراري للحوائط :-

أ - حساب الحمل الحراري للحوائط الشرقي :-

$$\varphi_1 = u \times A \times \Delta T = 1.2 \times 4 \times 10 \times [30 - 24] = 288 \text{ w}$$

ب - حساب الحمل الحراري للحوائط الشمالي :-

$$\varphi_2 = u \times A \times (\Delta T + \Delta T_e)$$

$$= 1.2 \times (4 \times 15 - 18) \times [38 - 24 + 15] = 1461.6 \text{ w}$$

2- حساب الحمل الحراري للزجاج :-

$$\varphi_3 = Ag [(U_g \times \Delta T) + (I \times \text{corr} \times S.f)]$$

$$= 18 [(3.6 \times 14) + (210 \times 1.17 \times 0.7 \times 0.8)] = 3383.86 \text{ w}$$

3- حساب الحمل الحراري للإضاءة :-

$$\varphi_4 = w \times S.f \times D.f = 2000 \times 0.7 \times 1 = 1400 \text{ w}$$

4- حساب الحمل الحراري للأشخاص :-

$$S.H.P = 200 \times 0.7 = 140 \text{ w}$$

$$L.H.P = 220 \text{ w}$$

5- حساب الحمل الحراري للأجهزة :-

$$S.H.E = n \times S.h.e \times S.f \times D.f$$

$$= 50 \times 40 \times 0.8 \times 1 = 1600 \text{ w}$$

6- حساب الحمل الحراري للتهوية :-

أ - حساب الحمل الحراري المحسوس :-

$$S.H.a = 1.3 \times V \times (T_o - T_i) = 1.3 \times 80 \times (38 - 24) = 1456 \text{ w}$$

ب - حساب الحمل الحراري الكامن :-

$$L.H.a = 3000 \times V \times (w_o - w_i) = 3000 \times 80 \times (0.023 - 0.01) = 3120 \text{ w}$$

7 - حساب الحمل المحسوس للصالة :-

$$R.S.H = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4 + S.H.P + S.H.E + S.H.a$$

$$= 288 + 1461.6 + 3383.86 + 1400 + 140 + 1600 + 1456 = 9729.46 \text{ w}$$

8- حساب الحمل الكامن للصالة :-

$$R.L.H = L.H.P + L.H.a = 220 + 3120 = 3340 \text{ w}$$

9- حساب الحمل الكلي للصالة :-

$$R.T.H = R.S.H + R.L.H = 9729.46 + 3340 = 13069.46 \text{ w}$$

10- حساب معامل الحرارة المحسوسة للصالة :-

$$R.S.H.F = R.S.H / R.T.H = 9729.46 / 13069.46 = 0.74$$

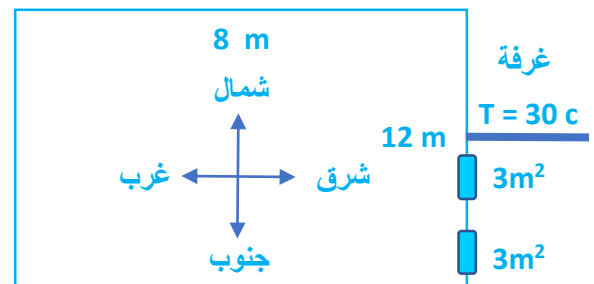
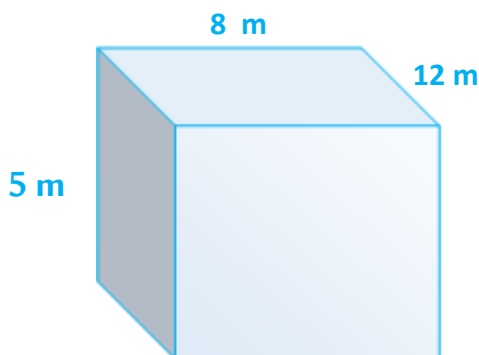
مثال رقم 4 :-

يراد تكييف مكان أبعاده (12x8x5m) ، وكان الحائط الشرقي بطول 12m مقسم الي جزئين أحدهما داخلي ويجاور غرفة درجة حرارتها 30C ، والاخر خارجي والجزان متساويان ، والجزء الخارجي به نافذتان أبعاد النافذة الواحدة 3m x 1m ، وباقي الحوائط والسقف والارضية تجاور مكان مكيف ، وحالة التصميم الخارجية $t=38C$ ، $w=0.020$ ، وحالة التصميم الداخلية ($t=22C$ ، $w=0.009$) ، ومعامل الخزن الحراري للزجاج 0.8 ، وفرق درجات الحرارة المعادل للاشعاع الشمسي 12C ، وشدة الاشعاع الشمسي $200w/m^2$ ، ومعامل التصحيح للستائر والكريتا (0.6, 1.2) بالترتيب ، ويوجد بالمكان اجهزة ينتج عنها حرارة محسوسة مقدارها 200w وكامنة 300w ، ويوجد 30 لمبة فلورسنت بقدرة 100w بنسبة تشغيل 80% ، والهواء المتسرب يعادل 80L/s ، وعدد الاشخاص الموجودين بالمكان 12 شخص ، الحرارة المحسوسة للشخص 200w والكامنة 240w ، ومعامل الخزن الحراري للاشخاص والاضاءة 0.7 ، ومعامل الانتقال الحراري للزجاج ($3.6 w/m^2.k$) ، وللحوائط ($1.2 w/m^2.k$) فأحسب كلا من:

RTH -2

RSHF -1

| الإضاءة | الزجاج | الجدران |
|--|---|---|
| $NL = 30$ $W = 100 w$ $D.f = 0.8$ $s.f = 0.7$ | $ug = 3.6 w/m^2.k$ $Corr = 1.2 \times 0.6$ $I = 200 w/m^2$ $s.f = 0.8$ | $To = 38 C^o$ $Wo = 0.02$ $Ti = 22 C^o$ $Wi = 0.009$ $uw = 1.2 w/m^2.k$ $\Delta Te = 12 c$ |
| التهوية والتسريب | الأجهزة | الأشخاص |
| $V = 80 liter / sec$ | $s.h.e = 200 w$ $L.h.e = 300 w$ | $Np = 12$ $s.h.p = 200 w$ $L.h.p = 240 w$ $s.f = 0.7$ |



1- حساب الحمل الحراري للحوائط :-

أ - حساب الحمل الحراري للحوائط الشرقي الداخلى :-

$$\phi_1 = u \times A \times \Delta T = 1.2 \times 5 \times 6 \times [30 - 22] = 288 \text{ w}$$

ب - حساب الحمل الحراري للحوائط الشرقي الخارجى :-

$$\phi_2 = u \times A \times (\Delta T + \Delta T_e)$$

$$= 1.2 \times (5 \times 6 - 6) \times [38 - 22 + 12] = 806.4 \text{ w}$$

2- حساب الحمل الحراري للزجاج :-

$$\phi_3 = Ag [(U_g \times \Delta T) + (I \times \text{corr} \times S.f)]$$

$$= 6 [(3.6 \times 16) + (200 \times 1.2 \times 0.6 \times 0.8)] = 1036.8 \text{ w}$$

3- حساب الحمل الحراري للإضاءة :-

$$\phi_4 = 1.25 \times n \times w \times S.f \times D.f = 1.25 \times 30 \times 100 \times 0.7 \times 0.8 = 2100 \text{ w}$$

4- حساب الحمل الحراري للأشخاص :-

أ - حساب الحمل الحراري المحسوس :-

$$S.H.P = n \times S.h.p \times S.f \times D.f = 12 \times 200 \times 0.7 \times 1 = 1680 \text{ w}$$

ب - حساب الحمل الحراري الكامن :-

$$L.H.P = n \times L.h.p \times D.f = 12 \times 240 \times 1 = 2880 \text{ w}$$

5- حساب الحمل الحراري للأجهزة :-

$$S.H.E = 200 \text{ w}$$

$$L.H.E = 300 \text{ w}$$

6- حساب الحمل الحراري للتهوية :-

أ - حساب الحمل الحراري المحسوس :-

$$S.H.a = 1.3 \times V \times (T_o - T_i) = 1.3 \times 80 \times (38 - 22) = 1664 \text{ w}$$

ب - حساب الحمل الحراري الكامن :-

$$L.H.a = 3000 \times V \times (w_o - w_i) = 3000 \times 80 \times (0.02 - 0.009) = 2640 \text{ w}$$

7 - حساب الحمل المحسوس للمكان :-

$$R.S.H = \phi_1 + \phi_2 + \phi_3 + \phi_4 + S.H.P + S.H.E + S.H.a$$

$$= 288 + 806.4 + 1036.8 + 2100 + 1680 + 200 + 1664 = 7775.2 \text{ w}$$

8- حساب الحمل الكامن للمكان :-

$$R.L.H = L.H.P + L.H.E + L.H.a = 2880 + 300 + 2640 = 5820 \text{ w}$$

9- حساب الحمل الكلى للمكان :-

$$R.T.H = R.S.H + R.L.H = 7775.2 + 5820 = 13595.2 \text{ w}$$

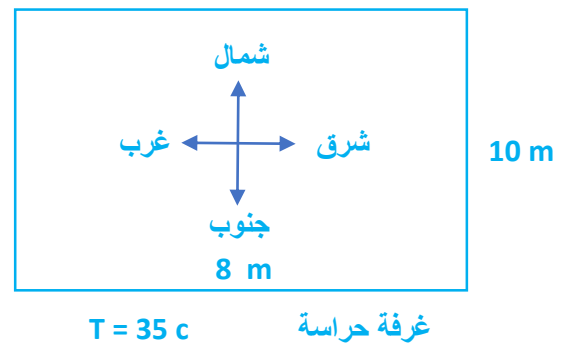
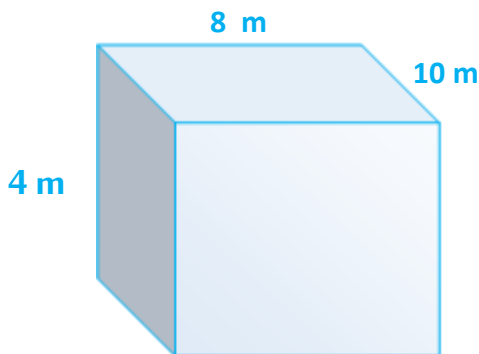
10- حساب معامل الحرارة المحسوسة للمكان :-

$$R.S.H.F = R.S.H / R.T.H = 7775.2 / 13595.2 = 0.57$$

مثال رقم 5 :-

صالة أنتظار بالمطار كانت بها واجهة زجاجية ناحية الشرق بطول 10m وارتفاع السقف 4m والحائط الجنوبي بطول 8m ويجاور غرفة للحراسة ودرجة حرارتها 35C وجميع الحوائط والسقف والارضية تجاور مكان مكيف وكان معامل انتقال الحرارة للزجاج $4w/m^2 \cdot k$ وللحوائط $1.4w/m^2 \cdot k$ والكسب الحراري للشمس $210w/m^2$ ومعامل التصحيح للستائر 1.2 والكريстал 0.6 ومعامل الخزن الحراري للزجاج 0.8 والاضاءة 3.5Kw وعدد الاشخاص وقت حساب الحمل 50 شخص والحمل للشخص الواحد 200w محسوس و300w كامن ومعدل الهواء المتسرب 200L/s وشروط التصميم الخارجية ($t=38C, w=.021$) وشروط التصميم الداخلية ($t=24C, w=.011$) ومعامل الخزن الحراري للاشخاص 0.8 والاجهزة الموجودة بالمكان تصدر حرارة المحسوس منها يعادل 40% من محسوس الاضاءة والكامن 60% من كامن الاشخاص والمطلوب حساب الحمل الكلي للصالة وكذلك معامل الحرارة المحسوس للصالة.

| الإضاءة | الزجاج | الجدران |
|-----------------------|--|--|
| $W = 3.5 kw$ | $u_g = 4 w/m^2 \cdot k$ $Corr = 1.2 \times 0.6$ $I = 210 w/m^2$ $s.f = 0.8$ | $T_o = 38 C^o$ $W_o = 0.021$ $T_i = 24 C^o$ $W_i = 0.011$ $uw = 1.4 w/m^2 \cdot k$ |
| التهوية والتسريب | الأجهزة | الأشخاص |
| $V = 200 liter / sec$ | $s.h.e = 0.4 \times \phi 3$ $L.h.e = 0.6 \times L.h.P$ | $Np = 50$ $s.h.p = 200 w$ $L.h.p = 300 w$ $s.f = 0.8$ |



1- حساب الحمل الحراري للحوائط :-

أ - حساب الحمل الحراري للحوائط الجنوبي :-

$$\phi_1 = u \times A \times \Delta T = 1.4 \times 4 \times 8 \times [35 - 24] = 492.8 \text{ w}$$

ب - حساب الحمل الحراري للحوائط الشرقي (للزجاج) :-

$$\begin{aligned}\phi_2 &= Ag [(Ug \times \Delta T) + (I \times corr \times S.f)] \\ &= 40 [(4 \times 14) + (210 \times 1.2 \times 0.6 \times 0.8)] = 7078.4 \text{ w}\end{aligned}$$

3- حساب الحمل الحراري للإضاءة :-

$$\phi_3 = 3500 \text{ w}$$

4- حساب الحمل الحراري للأشخاص :-

أ - حساب الحمل الحراري المحسوس :-

$$\begin{aligned}S.H.P &= n \times S.h.p \times S.f \times D.f \\ &= 50 \times 200 \times 0.8 \times 1 = 8000 \text{ w}\end{aligned}$$

ب - حساب الحمل الحراري الكامن :-

$$L.H.P = n \times L.h.p \times D.f = 50 \times 300 \times 1 = 15000 \text{ w}$$

5- حساب الحمل الحراري للأجهزة :-

$$S.H.E = 0.4 \times 3500 = 1400 \text{ w}$$

$$L.H.E = 0.6 \times 15000 = 9000 \text{ w}$$

6- حساب الحمل الحراري للتهوية :-

أ - حساب الحمل الحراري المحسوس :-

$$S.H.a = 1.3 \times V \times (T_o - T_i) = 1.3 \times 200 \times (38 - 24) = 3640 \text{ w}$$

ب - حساب الحمل الحراري الكامن :-

$$L.H.a = 3000 \times V \times (w_o - w_i) = 3000 \times 200 \times (0.021 - 0.011) = 6000 \text{ w}$$

7 - حساب الحمل المحسوس للصالة :-

$$\begin{aligned}R.S.H &= \phi_1 + \phi_2 + \phi_3 + S.H.P + S.H.E + S.H.a \\ &= 492.8 + 7078.4 + 3500 + 8000 + 1400 + 3640 = 24111.2 \text{ w}\end{aligned}$$

8- حساب الحمل الكامن للصالة :-

$$R.L.H = L.H.P + L.H.E + L.H.a = 15000 + 9000 + 6000 = 30000 \text{ w}$$

9- حساب الحمل الكلي للصالة :-

$$R.T.H = R.S.H + R.L.H = 24111.2 + 30000 = 54111.2 \text{ w}$$

10- حساب معامل الحرارة المحسوسة للصالة :-

$$R.S.H.F = R.S.H / R.T.H = 24111.2 / 54111.2 = 0.44$$

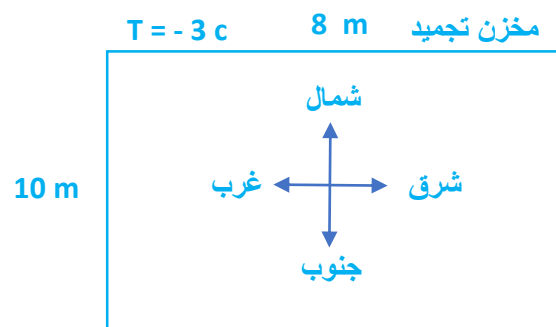
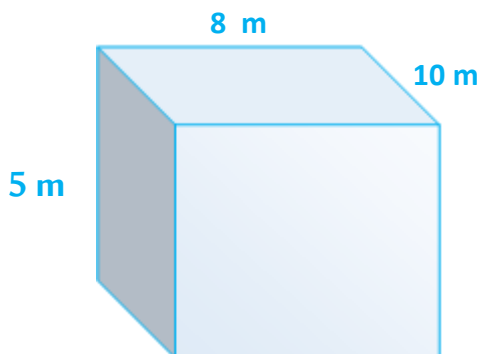
مثال رقم 6 :-

مكان مكيف الهواء ارتفاعه 5m به واجهة غربية بطول 10m كانت نسبة الزجاج بها تعادل 20% والحائط الشمالي بطول 8m يجاور مخزن تجميد له درجة حرارة (-3C) وباقي الحوائط والسقف والارضية يجاور مكان مكيف ومعامل انتقال الحرارة للحوائط والسقف والارضية $1.5w/m^2.k$ وللزجاج $4.6w/m^2.k$ وفرق درجات الحرارة المعادل للاشعاع الشمسي (12C) وشدة الاشعاع الشمسي $200w/m^2$ ومعامل التصحيح للمستائر 1.3 والكريстал 0.8 وشروط التصميم الخارجية ($t=39, w=.02$) وشروط التصميم الداخلية ($t=24, w=.011$) ويوجد بالمكان 12 شخص تبلغ الحرارة المحسوسة من الشخص 200w والكامنة 230w والاضاءة للمبات فلورسينت ذات قدرة 100w وعددها 20 لمبة ومعدل التهوية 90L/s وهناك موتورينتج حرارة قدرها 200w وكفاءة الموتور 80% والخزن الحراري للاضاءة والاشخاص 0.8 والمطلوب حساب كلا من:

RTH-2

RSHF-1

| الإضاءة | الزجاج | الجدران |
|---|--|---|
| $NL = 20$ $W = 100 w$ $s.f = 0.8$ | $ug = 4.6 w/m^2.k$ $Corr = 1.3 \times 0.8$ $I = 200 w/m^2$ | $To = 39 C^o$ $Wo = 0.02$ $Ti = 24 C^o$ $Wi = 0.011$ $uw = 1.5 w/m^2.k$ $\Delta Te = 12 c$ |
| التهوية والتسريب | الأجهزة | الأشخاص |
| $V = 90 liter / sec$ | $s.h.e = 200 w$ $\eta = 0.8$ | $Np = 12$ $s.h.p = 200 w$ $L.h.p = 230 w$ $s.f = 0.8$ |



1- حساب الحمل الحراري للجوانب :-

أ - حساب الحمل الحراري للجوانب الشمالي :-

$$\phi_1 = u \times A \times \Delta T = 1.5 \times 5 \times 8 \times [-3 - 24] = -1620 \text{ w}$$

ب - حساب الحمل الحراري للجوانب الغربي :-

$$\phi_2 = u \times A \times (\Delta T + \Delta T_e) = 1.5 \times (5 \times 10 - 10) \times [39 - 24 + 12] = 1620 \text{ w}$$

2- حساب الحمل الحراري للزجاج :-

$$\begin{aligned} \phi_3 &= Ag [(U_g \times \Delta T) + (I \times \text{corr} \times S.f)] \\ &= 10 [(4.6 \times 15) + (200 \times 1.3 \times 0.8 \times 1)] = 2770 \text{ w} \end{aligned}$$

3- حساب الحمل الحراري للإضاءة :-

$$\phi_4 = 1.25 \times n \times w \times S.f \times D.f = 1.25 \times 20 \times 100 \times 0.8 \times 1 = 2000 \text{ w}$$

4- حساب الحمل الحراري للأشخاص :-

أ - حساب الحمل الحراري المحسوس :-

$$S.H.P = n \times S.h.p \times S.f \times D.f = 12 \times 200 \times 0.8 \times 1 = 1920 \text{ w}$$

ب - حساب الحمل الحراري الكامن :-

$$L.H.P = n \times L.h.p \times D.f = 12 \times 230 \times 1 = 2760 \text{ w}$$

5- حساب الحمل الحراري للأجهزة :-

$$S.H.E = \frac{E}{\eta} = \frac{200}{0.8} = 250 \text{ w}$$

6- حساب الحمل الحراري للتهوية :-

أ - حساب الحمل الحراري المحسوس :-

$$S.H.a = 1.3 \times V \times (T_o - T_i) = 1.3 \times 90 \times (39 - 24) = 1755 \text{ w}$$

ب - حساب الحمل الحراري الكامن :-

$$L.H.a = 3000 \times V \times (w_o - w_i) = 3000 \times 90 \times (0.02 - 0.011) = 2430 \text{ w}$$

7 - حساب الحمل المحسوس للمكان :-

$$\begin{aligned} R.S.H &= \phi_1 + \phi_2 + \phi_3 + \phi_4 + S.H.P + S.H.E + S.H.a \\ &= -1620 + 1620 + 2770 + 2000 + 1920 + 250 + 1755 = 8695 \text{ w} \end{aligned}$$

8- حساب الحمل الكامن للمكان :-

$$R.L.H = L.H.P + L.H.a = 2760 + 2430 = 5190 \text{ w}$$

9- حساب الحمل الكلي للمكان :-

$$R.T.H = R.S.H + R.L.H = 8695 + 5190 = 13885 \text{ w}$$

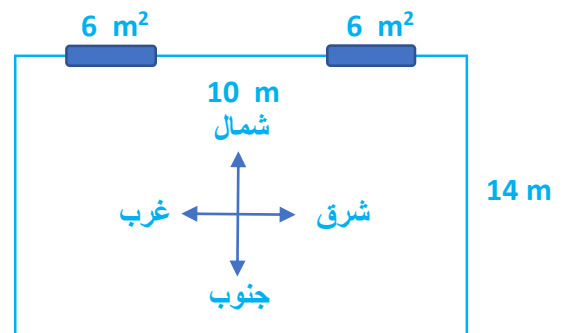
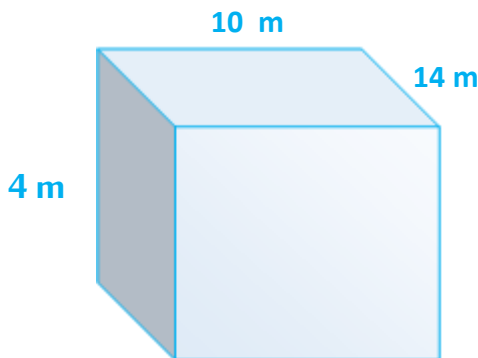
10- حساب معامل الحرارة المحسوسة للمكان :-

$$R.S.H.F = R.S.H / R.T.H = 8695 / 13885 = 0.62$$

مثال رقم 7 :-

كافتيريا مكيفة الهواء ابعادها (14X10X4m) لها واجهة شرقية طولها 14m والاخري شماليه بها نافذتان زجاجيتان مساحتهما 12m^2 وجميع الحوائط والسقف والارضيه تجاور مكان مكيف ومعامل انتقال الحرارة للحوائط $1.3\text{w/m}^2\cdot\text{k}$ وللزجاج $3.6\text{w/m}^2\cdot\text{k}$ ومعامل التصحيح للمستائر 1.17 والكريتال 0.7 وفرق درجات الحرارة المعادل للاشعاع الشمسي 12C للحائط الشرقي و 15C للحائط الشمالي وشدة الاشعاع الشمسي 210w/m^2 ويوجد بالكافتيريا 30 شخص الحمل المحسوس للشخص 60w والكامن 67w والاضاءة لمبات فلورسنت قدرتها 30w/m^2 من مساحة الارضية والخزن الحراري للاشخاص والاضاءة 0.7 وللزجاج 0.8 ومعدل الهواء المتسرب 100L/S وحالة التصميم الداخلية ($t=24, W=.01$) والخارجية ($t=40, w=.024$) وهناك معده لعمل القهوة ينتج عنها 500w حمل محسوس و 400w كامن وهناك اجهزة اخري تولد حرارة محسوسة تعادل 800w فأحسب معامل الحرارة المحسوس للكافتيريا وكذلك الحمل الكلي للكافتيريا .

| الإضاءة | الزجاج | الجدران |
|----------------------------------|---|---|
| $W = 30\text{ w}$ $s.f = 0.7$ | $ug = 3.6\text{ w/m}^2\cdot\text{k}$ $Corr = 1.17 \times 0.7$ $I = 210\text{ w/m}^2$ $s.f = 0.8$ | $To = 40\text{ C}^o$ $Wo = 0.024$ $Ti = 24\text{ C}^o$ $Wi = 0.01$ $uw = 1.3\text{ w/m}^2\cdot\text{k}$ $\Delta Te\ 1 = 12\text{ c}$ $\Delta Te\ 2 = 15\text{ c}$ |
| التهوية والتسريب | الأجهزة | الأشخاص |
| $V = 100\text{ liter/sec}$ | $s.h.e\ 1 = 500\text{ w}$ $L.h.e = 400\text{ w}$ $s.h.e\ 2 = 800\text{ w}$ | $Np = 30$ $s.h.p = 60\text{w}$ $L.h.p = 67\text{ w}$ $s.f = 0.7$ |



1- حساب الحمل الحراري للجوانب :-

أ - حساب الحمل الحراري للجوانب الشرقي :-

$$\phi_1 = u \times A \times (\Delta T + \Delta T_e) = 1.3 \times 4 \times 14 \times [40 - 24 + 12] = 2038.4 \text{ w}$$

ب - حساب الحمل الحراري للجوانب الشمالي :-

$$\phi_2 = u \times A \times (\Delta T + \Delta T_e) = 1.3 \times (4 \times 10 - 12) \times [40 - 24 + 15] = 1128.4 \text{ w}$$

2- حساب الحمل الحراري للزجاج :-

$$\begin{aligned} \phi_3 &= Ag [(U_g \times \Delta T) + (I \times \text{corr} \times S.f)] \\ &= 12 [(3.6 \times 16) + (210 \times 1.17 \times 0.7 \times 0.8)] = 2342.3 \text{ w} \end{aligned}$$

3- حساب الحمل الحراري للإضاءة :-

$$\phi_4 = 1.25 \times Af \times w \times S.f \times D.f = 1.25 \times 140 \times 30 \times 0.7 \times 1 = 3675 \text{ w}$$

4- حساب الحمل الحراري للأشخاص :-

أ - حساب الحمل الحراري المحسوس :-

$$S.H.P = n \times S.h.p \times S.f \times D.f = 30 \times 60 \times 0.7 \times 1 = 1260 \text{ w}$$

ب - حساب الحمل الحراري الكامن :-

$$L.H.P = n \times L.h.p \times D.f = 30 \times 67 \times 1 = 2010 \text{ w}$$

5- حساب الحمل الحراري للأجهزة :-

$$S.H.E = 500 + 800 = 1300 \text{ w} \quad L.H.E = 400 \text{ w}$$

6- حساب الحمل الحراري للتهوية :-

أ - حساب الحمل الحراري المحسوس :-

$$S.H.a = 1.3 \times V \times (T_o - T_i) = 1.3 \times 100 \times (40 - 24) = 2080 \text{ w}$$

ب - حساب الحمل الحراري الكامن :-

$$L.H.a = 3000 \times V \times (w_o - w_i) = 3000 \times 100 \times (0.024 - 0.01) = 4200 \text{ w}$$

7 - حساب الحمل المحسوس للكافتيريا :-

$$\begin{aligned} R.S.H &= \phi_1 + \phi_2 + \phi_3 + \phi_4 + S.H.P + S.H.E + S.H.a \\ &= 2038.4 + 1128.4 + 2342.3 + 3675 + 1260 + 1300 + 2080 = 13824 \text{ w} \end{aligned}$$

8- حساب الحمل الكامن للكافتيريا :-

$$R.L.H = L.H.P + L.H.e + L.H.a = 2010 + 400 + 4200 = 6610 \text{ w}$$

9- حساب الحمل الكلي للكافتيريا :-

$$R.T.H = R.S.H + R.L.H = 13824 + 6610 = 20434 \text{ w}$$

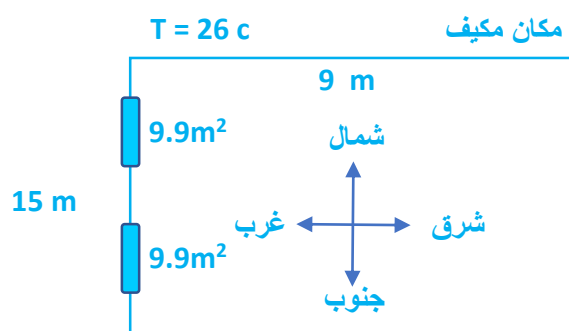
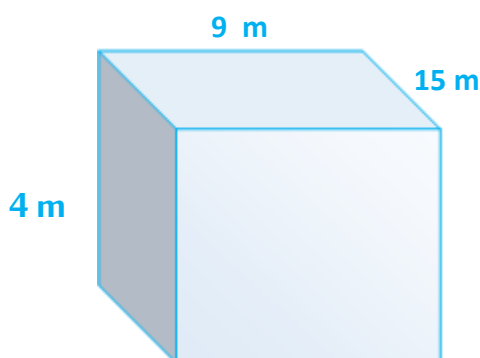
10- حساب معامل الحرارة المحسوسة للكافتيريا :-

$$R.S.H.F = R.S.H / R.T.H = 13824 / 20434 = 0.67$$

مثال رقم 8 :-

البيانات التالية تخص كافتريا ومطعم أبعاده 15 x 9 x 4 m وكانت حالة الهواء الخارجي (tdb=35,w=0.022Kgw/Kga) والداخلي (tdb=22,w=0.009Kgw/Kga) والكافتريا لها واجهة غربية بطول 15m بها شبكان ابعاد كلا منهما 450x220cm من الزجاج المزدوج معامل الانتقال الحراري للزجاج 3.6w/m²·k وكانت معاملات التصحيح للمستائر 1.17 وللكريتال 0.57 ومعامل الكسب الحراري للاشعاع الشمسي الساقط علي الزجاج 180w/m²·k ومعامل الخزن الحراري له 0.8 اما الجدار الشمالي الداخلي بطول 9m يجاور مكانا مكيفا درجة حرارته 26C ومعامل انتقال الحرارة للجدران والسقف والارض 2w/m²·k وفرق درجات الحرارة المعادل للاشعاع الشمسي خلال الحائط الغربي 12k واعلى نسبة اشغال للعاملين بالكافتريا يقدر ب 150 شخص،الحرارة المحسوسة لكل شخص 60w والكامنة 69w والقدرة المستهلكة للاضاءة 50w/m² من مساحة السقف ومعامل الخزن الحراري للاضاءة والاشخاص 0.75 كما يوجد بالكافتريا اجهزة تعطي حرارة محسوسة للمكان بمعدل 1.3 من حمل الاضاءة ومعدل تغير الهواء للكافتريا 200L/s. فأحسب الحمل الكلي للغرفة وكذلك معامل الحرارة المحسوس للكافيتريا .

| الإضاءة | الزجاج | الجدران |
|--|---|--|
| $W = 50 \text{ w/m}^2$ $s.f = 0.75$ | $ug = 3.6 \text{ w/m}^2.k$ $Coor = 1.17 \times 0.57$ $I = 180 \text{ w/m}^2$ $s.f = 0.8$ | $To = 35 \text{ }^{\circ}C$ $Wo = 0.022$ $Ti = 22 \text{ }^{\circ}C$ $Wi = 0.009$ $uw = 2 \text{ w/m}^2.k$ $\Delta Te = 12 \text{ }^{\circ}C$ |
| التهوية والتسريب | الأجهزة | الأشخاص |
| $V = 200 \text{ liter / sec}$ | $s.h.e = 1.3 \times \phi 4$ | $Np = 150$ $s.h.p = 60 \text{ w}$ $L.h.p = 69 \text{ w}$ $s.f = 0.75$ |



1- حساب الحمل الحراري للحوائط :-

أ - حساب الحمل الحراري للحائط الغربي :-

$$\begin{aligned}\varphi_1 &= u \times A \times (\Delta T + \Delta T_e) \\ &= 2 \times (4 \times 15 - 19.8) \times [35 - 22 + 12] = 2010 \text{ w}\end{aligned}$$

ب - حساب الحمل الحراري للحائط الشمالي :-

$$\varphi_2 = u \times A \times (\Delta T + \Delta T_e) = 2 \times (4 \times 9) \times [26 - 22 + 0] = 288 \text{ w}$$

2- حساب الحمل الحراري للزجاج :-

$$\begin{aligned}\varphi_3 &= Ag [(U_g \times \Delta T) + (I \times \text{corr} \times S.f)] \\ &= 19.8 [(3.6 \times 13) + (180 \times 1.17 \times 0.57 \times 0.8)] = 2828.11 \text{ w}\end{aligned}$$

3- حساب الحمل الحراري للإضاءة :-

$$\varphi_4 = Af \times w \times S.f \times D.f = 15 \times 9 \times 50 \times 0.75 \times 1 = 5062.5 \text{ w}$$

4- حساب الحمل الحراري للأشخاص :-

أ - حساب الحمل الحراري المحسوس :-

$$S.H.P = n \times S.h.p \times S.f \times D.f = 150 \times 60 \times 0.75 \times 1 = 6750 \text{ w}$$

ب - حساب الحمل الحراري الكامن :-

$$L.H.P = n \times L.h.p \times D.f = 150 \times 69 \times 1 = 10350 \text{ w}$$

5- حساب الحمل الحراري للأجهزة :-

$$S.H.E = 1.3 \times 5062.5 = 6581.25 \text{ w}$$

6- حساب الحمل الحراري للتهوية :-

أ - حساب الحمل الحراري المحسوس :-

$$S.H.a = 1.3 \times V \times (T_o - T_i) = 1.3 \times 200 \times (35 - 22) = 3380 \text{ w}$$

ب - حساب الحمل الحراري الكامن :-

$$L.H.a = 3000 \times V \times (w_o - w_i) = 3000 \times 200 \times (0.022 - 0.009) = 7800 \text{ w}$$

7 - حساب الحمل المحسوس للمطعم :-

$$\begin{aligned}R.S.H &= \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4 + S.H.P + S.H.E + S.H.a \\ &= 2010 + 288 + 2828.11 + 5062.5 + 6750 + 6581.25 + 3380 = 26899.86 \text{ w}\end{aligned}$$

8- حساب الحمل الكامن للمطعم :-

$$R.L.H = L.H.P + L.H.a = 10350 + 7800 = 18150 \text{ w}$$

9- حساب الحمل الكلي للمطعم :-

$$R.T.H = R.S.H + R.L.H = 26899.86 + 18150 = 45049.86 \text{ w}$$

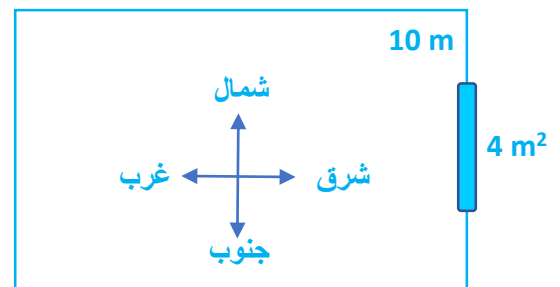
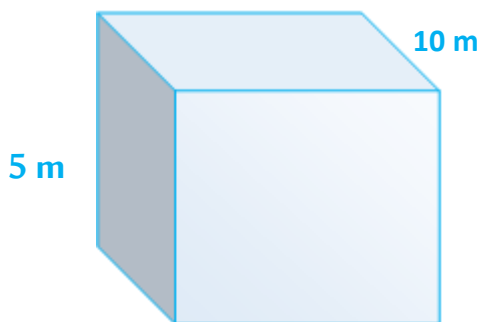
10- حساب معامل الحرارة المحسوسة للمطعم:-

$$R.S.H.F = R.S.H / R.T.H = 26899.86 / 45049.86 = 0.59$$

مثال رقم 9 :-

أحسب الحمل الحراري الكلي لغرفة أرتفاعها 5m بها واجهة ناحية الشرق بطول 10m وبها نافذة زجاجية مساحتها تعادل 8% من مساحة الحائط الكلية ، وباقي الحوائط والسقف والارضية تجاور مكان مكيف ، ومعامل انتقال الحرارة للحوائط $1.8 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$ وللزجاج $3.8 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$ ، ويوجد ستائر وكريстал معامل التصحيح لهما (0.8, 1.3) ، وفرق درجات الحرارة المعادل للإشعاع الشمسي 12 والكسب الحراري من أشعة الشمس للزجاج 210 w/m^2 وعدد الاشخاص 9 أشخاص الحرارة المحسوسة للشخص الواحد تعادل 20 % من حمل الأضاءة ، والحمل الكامن للشخص الواحد تعادل 10 % من الحمل الكامن للأجهزة ، والأضاءة بلمبات فلورسينت عددها 20 لمبة وقدرتها 60 w وهناك أجهزة تعطي حرارة محسوسة قدرها 100w وكامنة 200w ، ومعامل الخزن الحراري للأشخاص والأضاءة والزجاج 0.8 ومعدل الهواء المتسرب 120L/s وشروط التصميم الداخلية ($t=24, w=0.011$) والخارجية ($t=40, w=0.024$) فأحسب الحمل الكلي للغرفة وكذلك معامل الحرارة المحسوس للغرفة.

| الجدران | الزجاج | الإضاءة |
|---|--|--|
| $To = 40 \text{ C}^o$ $Wo = 0.024$ $Ti = 24 \text{ C}^o$ $Wi = 0.011$ $uw = 1.8 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$ $\Delta Te = 12 \text{ c}$ | $ug = 3.8 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$ $Corr = 1.3 \times 0.8$ $I = 210 \text{ w/m}^2$ $s.f = 0.8$ | $NL = 20$ $W = 60 \text{ w}$ $s.f = 0.8$ |
| الأشخاص | الأجهزة | التهوية والتسريب |
| $Np = 9$ $s.h.p = 0.2 \times \varphi 3$ $L.h.p = 0.1 \times L.h.e$ $s.f = 0.8$ | $s.h.e = 100 \text{ w}$ $L.h.e = 200 \text{ w}$ | $V = 120 \text{ liter / sec}$ |



1- حساب الحمل الحراري للحوائط :-

أ - حساب الحمل الحراري للحوائط الشرقي :-

$$\begin{aligned}\phi_1 &= u \times A \times (\Delta T + \Delta T_e) \\ &= 1.8 \times (5 \times 10 - 4) \times [40 - 24 + 12] = 2318.4 \text{ w}\end{aligned}$$

2- حساب الحمل الحراري للزجاج :-

$$\begin{aligned}\phi_2 &= Ag [(U_g \times \Delta T) + (I \times \text{corr} \times S.f)] \\ &= 4 [(3.8 \times 16) + (210 \times 1.3 \times 0.8 \times 0.8)] = 942.08 \text{ w}\end{aligned}$$

3- حساب الحمل الحراري للإضاءة :-

$$\phi_3 = 1.25 \times n \times w \times S.f \times D.f = 1.25 \times 20 \times 60 \times 0.8 \times 1 = 1200 \text{ w}$$

4- حساب الحمل الحراري للأشخاص :-

أ - حساب الحمل الحراري المحسوس :-

$$\begin{aligned}S.H.P &= n \times S.h.p \times S.f \times D.f \\ &= 9 \times 0.2 \times 1200 \times 0.8 \times 1 = 1728 \text{ w}\end{aligned}$$

ب - حساب الحمل الحراري الكامن :-

$$\begin{aligned}L.H.P &= n \times L.h.p \times D.f \\ &= 9 \times 0.1 \times 200 \times 1 = 180 \text{ w}\end{aligned}$$

5- حساب الحمل الحراري للأجهزة :-

$$S.H.E = 100 \text{ w} \quad L.H.E = 200 \text{ w}$$

6- حساب الحمل الحراري للتهوية :-

أ - حساب الحمل الحراري المحسوس :-

$$S.H.a = 1.3 \times V \times (T_o - T_i) = 1.3 \times 120 \times (40 - 24) = 2496 \text{ w}$$

ب - حساب الحمل الحراري الكامن :-

$$L.H.a = 3000 \times V \times (w_o - w_i) = 3000 \times 120 \times (0.024 - 0.011) = 4680 \text{ w}$$

7 - حساب الحمل المحسوس للغرفة :-

$$\begin{aligned}R.S.H &= \phi_1 + \phi_2 + \phi_3 + S.H.P + S.H.E + S.H.a \\ &= 2318.4 + 942.08 + 1200 + 1728 + 100 + 2496 = 8784.5 \text{ w}\end{aligned}$$

8 - حساب الحمل الكامن للغرفة:-

$$R.L.H = L.H.P + L.H.e + L.H.a = 180 + 200 + 4680 = 5060 \text{ w}$$

9- حساب الحمل الكلي للغرفة :-

$$R.T.H = R.S.H + R.L.H = 8784.5 + 5060 = 13844.5 \text{ w}$$

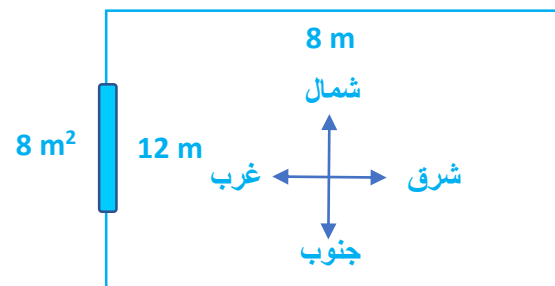
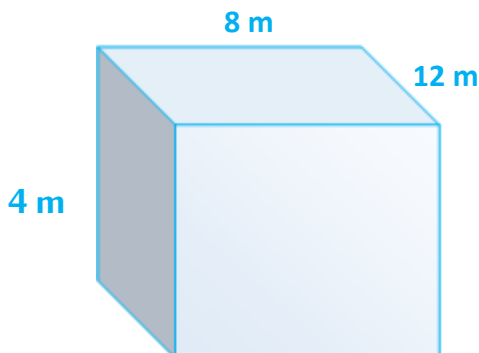
10- حساب معامل الحرارة المحسوسة للغرفة:-

$$R.S.H.F = R.S.H / R.T.H = 8784.5 / 13844.5 = 0.63$$

مثال رقم 10 :-

غرفة مكيفة الهواء أبعادها (12x8x4m) له واجهة واحدة خارجية تواجه الغرب وطولها 12m ، وباقي الجدران والسقف والأرضية تجاور أماكن مكيفة ، ويوجد بالحائط شبك زجاجي أبعاده 4x2m مغطى بستائر، فإذا كانت حالة الهواء الداخلي كالتالي ($t_{db}=22C, w=.01Kgw/Kga$) ، وحالة الهواء الخارجي هي ($t_{db}=35C, w=.022Kgw/Kga$) وحمل الإضاءة $40w/m^2$ من مساحة السقف ويوجد بالمكان عشرون شخص الحمل المحسوس لكل شخص 60w والكامن لكل شخص 70w ومعامل التخزين الحراري للأشخاص والإضاءة 0.8 ومعامل الانتقال الحراري للجدران $3w/m^2.k$ وللزجاج $6w/m^2.k$ ومعدل هواء التسريب للمكان 150L/sec والكسب الحراري للإشعاع الشمسي الساقط على الزجاج وقت حساب الحمل هو $250w/m^2$ ومعاملات التصحيح للمستائر 1.17 وللكرتال 0.7 وللخزن الحراري للزجاج 0.9 وفرق درجات الحرارة المعادل للإشعاع الشمسي للحائط الغربي وقت حساب الحمل $12C$. فأحسب الحمل الكلي للغرفة وكذلك معامل الحرارة المحسوس للغرفة.

| الجدران | الزجاج | الإضاءة |
|---|---|-------------------------------|
| $To = 35 C^o$ $Wo = 0.022$ $Ti = 22 C^o$ $Wi = 0.01$ $uw = 3 w/m^2.k$ $\Delta Te = 12 c$ | $ug = 6 w/m^2.k$ $Corr = 1.7 \times 0.7$ $I = 250 w/m^2$ $s.f = 0.9$ | $W = 40 w/m^2$ $s.f = 0.8$ |
| الأشخاص | الأجهزة | التهوية والتسريب |
| $Np = 20$ $s.h.p = 60 w$ $L.h.p = 70 w$ $s.f = 0.8$ | | $V = 150 liter / sec$ |



1- حساب الحمل الحراري للحوائط :-

أ - حساب الحمل الحراري للحائط الغربي :-

$$\begin{aligned}\phi_1 &= u \times A \times (\Delta T + \Delta T_e) \\ &= 3 \times (4 \times 12 - 8) \times [35 - 22 + 12] = 3000 \text{ w}\end{aligned}$$

2- حساب الحمل الحراري للزجاج :-

$$\begin{aligned}\phi_2 &= Ag [(U_g \times \Delta T) + (I \times \text{corr} \times S.f)] \\ &= 8 [(6 \times 13) + (250 \times 1.17 \times 0.7 \times 0.9)] = 2098.2 \text{ w}\end{aligned}$$

3- حساب الحمل الحراري للإضاءة :-

$$\begin{aligned}\phi_3 &= Af \times w \times S.f \times D.f \\ &= 96 \times 40 \times 0.8 \times 1 = 3072 \text{ w}\end{aligned}$$

4- حساب الحمل الحراري للأشخاص :-

أ - حساب الحمل الحراري المحسوس :-

$$S.H.P = n \times S.h.p \times S.f \times D.f = 20 \times 60 \times 0.8 \times 1 = 960 \text{ w}$$

ب - حساب الحمل الحراري الكامن :-

$$L.H.P = n \times L.h.p \times D.f = 20 \times 70 \times 1 = 1400 \text{ w}$$

6- حساب الحمل الحراري للتهوية :-

أ - حساب الحمل الحراري المحسوس :-

$$\begin{aligned}S.H.a &= 1.3 \times V \times (T_o - T_i) \\ &= 1.3 \times 150 \times (35 - 22) = 2535 \text{ w}\end{aligned}$$

ب - حساب الحمل الحراري الكامن :-

$$\begin{aligned}L.H.a &= 3000 \times V \times (w_o - w_i) \\ &= 3000 \times 150 \times (0.022 - 0.01) = 5400 \text{ w}\end{aligned}$$

7 - حساب الحمل المحسوس للغرفة :-

$$\begin{aligned}R.S.H &= \phi_1 + \phi_2 + \phi_3 + S.H.P + S.H.a \\ &= 3000 + 2098.2 + 3072 + 960 + 2535 = 11665.2 \text{ w}\end{aligned}$$

8- حساب الحمل الكامن للغرفة :-

$$R.L.H = L.H.P + L.H.a = 1400 + 5400 = 6800 \text{ w}$$

9- حساب الحمل الكلي للغرفة :-

$$R.T.H = R.S.H + R.L.H = 11665.2 + 6800 = 18465.2 \text{ w}$$

10- حساب معامل الحرارة المحسوسة للغرفة :-

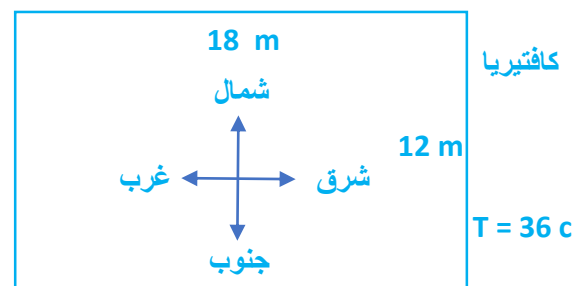
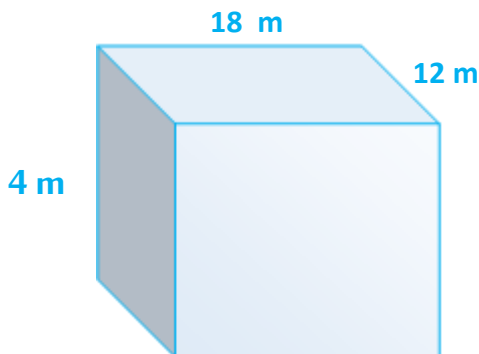
$$R.S.H.F = R.S.H / R.T.H = 11665.2 / 18465.2 = 0.63$$

مثال رقم 11 :-

سوبرماركت يراد تكيفه أبعاده (18X12X4) كان الحائط الشمالي خارجي وبطول 18m والحائط الشرقي يجاور كافتيريا درجة حرارتها 36C وباقي الحوائط والسقف والارضية تجاور مكان مكيف ومعامل انتقال الحرارة للحوائط $1.8 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$ وفرق درجات الحرارة المعادل الشمسي 12C وشروط التصميم الداخلية ($t=24, w=.01$) وشروط التصميم الخارجية ($t=40, w=.024$) ، وهناك أجهزة تصدر حرارة محسوسة تعادل 60% من الحرارة المحسوسة للأشخاص وتصدر حرارة كامنة تعادل 60% من الحرارة الكامنة للأشخاص ، وعدد الاشخاص الموجودين بالمخزن بصفة دائمة 12 شخص والحرارة المحسوسة من الشخص الواحد 180w والكامنة 200w وهناك 20 لمبة عادية قدرة اللمبة الواحدة 100w والهواء المتسرب معدله 110L/s ومعادل الخزن الحراري للأشخاص والاضاءة 0.8 والمطلوب :-

- حساب الحمل الكلي للمخزن وكذلك معامل الحرارة المحسوس للسوبرماركت .

| الإضاءة | الزجاج | الجدران |
|---|--|--|
| $NL = 20$ $W = 100 \text{ w/m}^2$ $s.f = 0.8$ | | $To = 40 \text{ C}^o$ $Wo = 0.024$ $Ti = 24 \text{ C}^o$ $Wi = 0.01$ $uw = 1.8 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$ $\Delta Te = 12 \text{ c}$ |
| التهوية والتسريب | الأجهزة | الأشخاص |
| $V = 110 \text{ liter / sec}$ | $s.h.e = 0.6 \times s.h.p$ $L.h.e = 0.6 \times L.h.p$ | $Np = 12$ $s.h.p = 180 \text{ w}$ $L.h.p = 200 \text{ w}$ $s.f = 0.8$ |



1- حساب الحمل الحراري للحوائط :-

أ - حساب الحمل الحراري للحوائط الشمالي :-

$$\begin{aligned}\phi_1 &= u \times A \times (\Delta T + \Delta T_e) \\ &= 1.8 \times (4 \times 18) \times [40 - 24 + 12] = 3628.8 \text{ w}\end{aligned}$$

ب - حساب الحمل الحراري للحوائط الشرقي :-

$$\begin{aligned}\phi_1 &= u \times A \times (\Delta T + \Delta T_e) \\ &= 1.8 \times (4 \times 12) \times [36 - 24 + 0] = 1036.8 \text{ w}\end{aligned}$$

2- حساب الحمل الحراري للإضاءة :-

$$\phi_3 = n \times w \times S.f \times D.f = 20 \times 100 \times 0.8 \times 1 = 1600 \text{ w}$$

3- حساب الحمل الحراري للأشخاص :-

أ - حساب الحمل الحراري المحسوس :-

$$S.H.P = n \times S.h.p \times S.f \times D.f = 12 \times 180 \times 0.8 \times 1 = 1728 \text{ w}$$

ب - حساب الحمل الحراري الكامن :-

$$L.H.P = n \times L.h.p \times D.f = 12 \times 200 \times 1 = 2400 \text{ w}$$

4- حساب الحمل الحراري للأجهزة :-

$$S.H.E = 0.6 \times 1728 = 1036.8 \text{ w}$$

$$L.H.E = 0.6 \times 2400 = 1440 \text{ w}$$

6- حساب الحمل الحراري للتهوية :-

أ - حساب الحمل الحراري المحسوس :-

$$S.H.a = 1.3 \times V \times (T_o - T_i) = 1.3 \times 110 \times (40 - 24) = 2288 \text{ w}$$

ب - حساب الحمل الحراري الكامن :-

$$\begin{aligned}L.H.a &= 3000 \times V \times (w_o - w_i) \\ &= 3000 \times 110 \times (0.024 - 0.01) = 4620 \text{ w}\end{aligned}$$

7 - حساب الحمل المحسوس للسوبرماركت :-

$$\begin{aligned}R.S.H &= \phi_1 + \phi_2 + \phi_3 + S.H.P + S.H.E + S.H.a \\ &= 3628.8 + 1036.8 + 1600 + 1728 + 1036.8 + 2288 = 11318.4 \text{ w}\end{aligned}$$

8- حساب الحمل الكامن للسوبرماركت :-

$$R.L.H = L.H.P + L.H.E + L.H.a = 2400 + 1440 + 4620 = 8460 \text{ w}$$

9- حساب الحمل الكلي للسوبرماركت :-

$$R.T.H = R.S.H + R.L.H = 11318.4 + 8460 = 19778.4 \text{ w}$$

10- حساب معامل الحرارة المحسوسة للسوبرماركت :-

$$R.S.H.F = R.S.H / R.T.H = 11318.4 / 19778.4 = 0.57$$

أسئلة على الأحمال الحرارية :-

السؤال الأول :-

- في مطار القاهرة يوجد صالة للانتظار الركاب ، كانت بها واجهة شرقية من الزجاج المزدوج الذي له معامل انتقال حراري $4 \text{ w/m}^2\cdot\text{k}$ وكانت بطول 15 m ، والحائط الشمالي يجاور غرفة لأمن المطار التي درجة الحرارة بها 32°C وبطول 20 m وارتفاع السقف 8 m وباقي الحوائط والأسقف والأرضيات تجاور مكان مكيف ، ومعامل انتقال الحرارة للحوائط $10 \text{ w/m}^2\cdot\text{k}$ ، وكانت الإضاءة بلمبات فلوريسنت عددهم 500 لمبة يعمل منهم % 80 ساعة عند الحمل واللمبة الواحدة 200 w ، وعدد الأشخاص الموجودين عند حساب الحمل 400 شخص ، وكانت الحرارة المحسوسة من الشخص الواحد 60 w والكامنة 80 w ، ويوجد 50 أجهزة حاسب الحرارة المتولدة من الجهاز الواحد تعادل 20 w ، وحالة التصميم الخارجية ($dbt=40^\circ\text{C}$, $W=.02$) ، وحالة التصميم الداخلية ($W=.011$) ، $dbt=26^\circ\text{C}$) ، وشدة الأشعاع الناتجة عن الشمس تعادل (210 W/m^2) ، ومعامل التصحيح للستائر 1.17 والكريстал 0.6 ، ومعامل الخزن الحراري للإضاءة 0.8 ، وللزجاج 0.9 ، وللأشخاص 0.7 ، ومعدل الهواء المتسرب (100 L/s) فأحسب :-

1- الحمل الكلي للمكان.

2- معامل الحرارة المحسوس للمكان.

السؤال الثاني :-

هايبر ماركت يراد تكيفه أبعاده ($18 \times 12 \times 4$) كان الحائط الشمالي خارجي وبطول 18 m والحائط الشرقي يجاور كافتريا درجة حرارتها 36°C وباقي الحوائط والسقف والأرضية تجاور مكان مكيف ومعامل انتقال الحرارة للحوائط $1.8 \text{ w/m}^2\cdot\text{k}$ وفرق درجات الحرارة المعادل الشمسي 12°C وشروط التصميم الداخلية ($t=24$, $w=.01$) وشروط التصميم الخارجية ($t=40$, $w=.024$) ، وهناك أجهزة تصدر حرارة محسوسة تعادل % 60 من الحرارة المحسوسة للأشخاص وتصدر حرارة كامنة تعادل % 60 من الحرارة الكامنة للأشخاص ، وعدد الأشخاص الموجودين بالمخزن بصفة دائمة 12 شخص والحرارة المحسوسة من الشخص الواحد 180 w والكامنة 200 w وهناك 20 لمبة عادية قدرة الللمبة الواحدة 100 w والهواء المتسرب معدله 110 L/s ومعادل الخزن الحراري للأشخاص والإضاءة 0.8 والمطلوب :-

- حساب الحمل الكلي للمخزن وكذلك معامل الحرارة المحسوس للهايبر ماركت .

السؤال الثالث :-

- البيانات التالية تخص كافتريا ومطعم أبعاده $15 \times 9 \times 4 \text{ m}$ وكانت حالة الهواء الخارجي ($t_{db}=22, w=0.009 \text{ Kgw/Kga}$) والداخلي ($t_{db}=35, w=0.022 \text{ Kgw/Kga}$) والكافتريا لها واجهة غربية بطول 15 m بها شباكان ابعاد كلا منهما $450 \times 220 \text{ cm}$ من الزجاج المزدوج معامل الانتقال الحراري للزجاج $3.6 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$ وكانت معاملات التصحيح للستائر 1.17 وللكريتال 0.57 ومعامل الكسب الحراري للاشعاع الشمسي الساقط علي الزجاج $180 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$ ومعامل الخزن الحراري له 0.8 اما الجدار الشمالي الداخلي بطول 9 m يجاور مكانا مكيفا درجة حرارته 26°C ومعامل انتقال الحرارة للجدران والسقف والارض $2 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$ وفرق درجات الحرارة المعادل للاشعاع الشمسي خلال الحائط الغربي 12 k واعلى نسبة اشغال للعاملين بالكافتريا يقدر ب 150 شخص، الحرارة المحسوسة لكل شخص 60 w والكامنة 69 w والقدرة المستهلكة للاضاءة $50 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$ من مساحة السقف ومعامل الخزن الحراري للاضاءة والاشخاص 0.75 كما يوجد بالكافتريا اجهزة تعطي حرارة محسوسة للمكان بمعدل 1.3 من حمل الاضاءة ومعدل تغير الهواء للكافتريا 200 L/s . فأحسب الحمل الكلي للغرفة وكذلك معامل الحرارة المحسوس للكافيتريا .

السؤال الثالث :-

- مكان مكيف الهواء ارتفاعه 5 m به واجهة غربية بطول 10 m كانت نسبة الزجاج بها تعادل 20% والحائط الشمالي بطول 8 m يجاور مخزن تجميد له درجة حرارة (-3°C) وباقي الحوائط والسقف والارضية يجاور مكان مكيف ومعامل انتقال الحرارة للحوائط والسقف والارضية $1.5 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$ وللزجاج $4.6 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$ وفرق درجات الحرارة المعادل للاشعاع الشمسي (12°C) وشدة الاشعاع الشمسي 200 w/m^2 ومعامل التصحيح للستائر 1.3 والكريتال 0.8 وشروط التصميم الخارجية ($t=39, w=.02$) وشروط التصميم الداخلية ($t=24, w=.011$) ويوجد بالمكان 12 شخص تبلغ الحرارة المحسوسة من الشخص 200 w والكامنة 230 w والاضاءة للمبات فلورسينت ذات قدرة 100 w وعددها 20 لمبة ومعدل التهوية 90 L/s وهناك موتورينتج حرارة قدرها 200 w وكفاءة الموتور 80% والخزن الحراري للاضاءة والاشخاص 0.8 والمطلوب حساب كلا من:

RSHF-1

RTH-2