

دعاء من استصعب عليه أمر

(اللهم لا سهل إلا ما جعلته سهلاً وأنت تجعل الحزن إذا شئت سهلاً)

المباني الأولى:

(14 درجة)

ضع علامة (✓) أمام الإجابة الصحيحة وعلامة (X) أمام الإجابة الخاطئة، مع تصحيح الخطأ في حال كانت الإجابة خاطئة.

1. انتقال الحرارة من الأجسام منخفضة درجة الحرارة إلى الأجسام مرتفعة درجة الحرارة، يمكن حدوثها (✓)
2. يشير مفهوم الحرارة إلى مقياس لخصر الطاقة الحرارية التي يكتزنها جسم ما. (X)
3. بالنسبة للمواد الصلبة والسوائل تختلف سعتها الحرارية عند ضغط ثابت عن تلك، لها صة عند حجم ثابت. (X)
4. إذا كان هناك جسمين في حالة اتزان حراري مع جسم ثالث فإنهما يكونا في حالة اتزان حراري مع بعضهما البعض وهنا يعني أن الأجسام الثلاثة لهم نفس نفس درجة الحرارة. (✓)
5. كلما كانت المادة أقل سخونة كان متوسط طاقة حركتها أقل. (X)
6. ينص قانون فورير أن معدل انتقال الحرارة خلال جدار صلبت متجانس يتناسب تناسباً عكسياً مع مساحة المقطع المتعامد مع اتجاه سريان الحرارة وطولها مع تغير في درجة الحرارة بالنسبة لمساحة الجدار. (X)
7. تعتمد التوصيلية الحرارية k للمواد على عدد من العوامل أهمها تخرج درجة الحرارة، وخصائص المادة. (✓)
8. عندما يتعرض جـ سم صلب لائع متحرك له درجة حرارة مختلفة من درجة حرارة الجسم سم، تنتقل الطاقة من المائع إلى الجسم أو العكس بواسطة المائع وهنا ما يعرف بالانتقال الحرارة بالحمل. (✓)
9. كلما قلت سرعة حركة المائع كلما زاد انتقال الحرارة بالحمل. (X)
10. الفيحة أو صغيرة ثلاثة شارة الحراري تعني أن المادة تمتص الحرارة في الغالب و سينم لو صلب كمية صغيرة من الحرارة عبر الجسم. (✓)

ب. أذكر ما يلي:

1. لزاد الأبعاد الطولية لسطح مساحته عند تسخينها تحت تأثير ضغط ثابت.
2. تميز بين السعة الحرارية عند ضغط ثابت، والسعة الحرارية عند حجم ثابت عند التعامل مع الغازات، في حين لا تفعل ذلك مع المواد الصلبة والسوائل.

المسألة الثاني (يجب من أحد الفترتين التاليين)

15 نقطة

6 درجات

1. عازلة من الزجاج الرمادي 2×2 متر و سمك 0.5 cm ، لها صفات درجة حرارة ال سطح الداخلي والخارجي على التوالي 10 درجات مئوية و 7 درجات مئوية، وصفت الموصلية الحرارية للزجاج هي 0.78 W/m.K ، حدد مقدار الحرارة المفقودة بواسطة K من خلال العازلة وليلة 3 ساعات؟

لها، جدار من سطح 4 سمك 25 cm ، معرض الهواء درجة حرارته 30 درجة مئوية. وله موصلية حرارية 1.4 W/m.K ، وصفت درجة حرارة ال سطح الداخلي للجدار 315 درجة مئوية. يمتد الجدار الحرارة إلى المحيط الخارجي من طريق الحمل الحراري. احسب قيمة معامل انتقال الحرارة بالحمل على ال سطح الخارجي للمادة من أن درجة حرارة السطح الخارجي لا تتجاوز 41 درجة مئوية؟

المسألة الثالث

25 نقطة

10 درجات

3. جدار فرن من العزل الحراري له سمك 125 mm وموصلية حرارية 1.6 W/m.K ثلثها طبقة من الطوب الطويل 4 سمك $(k = 0.3 \text{ W/m.K})$ 125 mm ثلثها طبقة من الهواء، كلما تقطعت الجدار الخارجي طبقة إضافية من مادة لها موصلية حرارية 0.14 W/m.K وصفت درجة حرارة ال سطح الداخلي للفرون عند 1100 درجة مئوية في الوقت الذي كانت فيه درجة حرارة الغرفة عند 25 درجة مئوية. إذا كانت أن هذا جدار من ال سطح الخارجي للفرون إلى هواء الغرفة 17 W/m.K والمقاومة الحرارية للفرون هي 0.16 K/W ، أوجد المقاومة الحرارية الكلية للمادة؟ إذا علمت أن معدل فقد الحرارة 1.344 kW لكل وحدة مساحة أوجد درجة حرارة السطح الخارجي للجدار؟

المسألة الرابع

20 نقطة

10 درجات

4. صحن 15 m واد صاف القطره $r_1 = 2 \text{ cm}$ $r_2 = 2.4 \text{ cm}$ وموصلية حرارية $k = 7.2 \text{ W/m.K}$ ينطق البخار من الأنبوب بمعدل 250 درجة مئوية، ومعدل معامل نقل الحرارة بالحمل الحراري على ال سطح الداخلي بمعدل $h = 1.25 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ، إذا كان منسوب سطح درجة الحرارة على الأسطح الخارجية للأنبوب هو $T_2 = 160$ درجة مئوية، أوجد درجة الحرارة عند نصف القطر $r = 2.2 \text{ cm}$ إذا علمت معامل توزيع درجات الحرارة كما التالي: □

$$T(r) = C_1 \ln r + C_2, \quad C_1 = \frac{T_2 - T_\infty}{\ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{k}{hr_1}}$$

نسال الله لكم التوفيق

دعاء من استصعب عليه أمر

(اللهم لا سهل الا ما جعلته سهلا وانت تجعل الحزن اذا قلت سهلا)

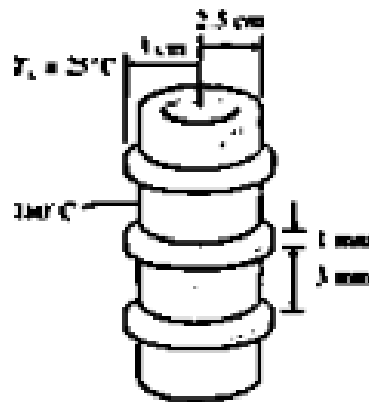
المسألة الأولى:

(12 درجة)

- أ. قطعة من الألمونيوم كتلتها 4.78 kg تكون بداية عند درجة حرارة 290°C ويتم غمرها في مائع عند 15°C ، معامل انتقال الحرارة بالعمل هو 54 W/m.K ، بأخذ الألمونيوم ككرة لديها نفس الكتلة للمسطح، فتر الزمن المطلوب لتبريد الألمونيوم إلى 290°C ، أوجد أيضاً الحرارة الكلية المنتقلة خلال هذه الفترة، مع العلم أن خواص الألمونيوم كالتالي: ($C_p = 0.896\text{ kJ/kg.K}$, $k = 216\text{ W/m.K}$, $\rho = 2705\text{ kg/m}^3$).
- ب. باستخدام المعلومات السابقة أوجد درجة حرارة قطعة الألمونيوم بعد 6 min من غمرها في المائع، كذلك أوجد معدل انتقال الحرارة اللحظي عند بداية الغمر وكذلك بعد 6 min .

المسألة الثانية:

(8 درجات)



يتدفق البخار في منظومة تسخين عبر أنبوب يبلغ قطره الخارجي 5 cm ولقني يتم الحفاظ على جدرانه عند درجة حرارة 180°C مئوية. يغطي سطح الأنبوب زعانف دائرية من سبيكة الألمونيوم 2024-T6 بقطر خارجي 6 cm وبمسك 1 mm . تبلغ المسافة بين الزعانف 3 mm . كتل الحرارة إلى الهواء المحيط عند درجة حرارة 25°C مئوية، مع معامل انتقال حرارة $40\text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$. حدد مقدار الزيادة في انتقال الحرارة من الأنبوب لكل متر من طوله نتيجة لإضافة الزعانف.

المسألة الثالثة:

(4+8 درجات)

- أ. قضيب من الفولاذ المقاوم للصدأ بطول 10 cm وقطره 2 mm له وموصلية حرارية $k = 216\text{ W/m.K}$ يتعرض للقضيب لهواء درجة حرارته $T = 20^\circ\text{C}$ ومعامل انتقال الحرارة بالعمل $100\text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$. كلا طرفي القضيب متصل بجدار يتم الحفاظ عليه عند 100°C مئوية. حدد صفائي الحرارة المتفردة للقضيب؟

ب. أصب السبك العرج (القطر العرج) لعازل من الأسستوس ($K = 0.17 \text{ w/m} \cdot ^\circ\text{C}$) يغطي سطوحه ومعرض للهواء. غرفة درجة حرارتها 20°C ولأن معامل انتقال الحرارة بالحمل له ($h = 3.0 \text{ w/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$). أصب نفث الحراري من الأنبوبة إذا كانت درجة حرارة السطح الداخلي 200°C وقطر الأنبوبة 5cm . عندما تغطي بطبقة من العازل وعندما تكون بغير عازل.

المطلوب الرابع:

(8 درجات)

يتم تصنيع الكرات المستخدمة في المعامل من الفولاذ المقاوم للصدأ ($C_p = 0.480 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$, $k = 15.1 \text{ W/m} \cdot \text{K}$, $\rho = 8085 \text{ kg/m}^3$, $\alpha = 3.91 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$) بقطر 1.2cm يتم إخمادها في الماء. تخرج الكرات من الفرن عند درجة حرارة تبلغ 900 درجة مئوية وتعرض للهواء عند 30 درجة مئوية لفترة من الوقت قبل أن يتم إسقاطها في الماء. إذا كانت درجة حرارة الكرات لا تقل عن 850 درجة مئوية قبل التبريد وكان معامل نقل الحرارة في الهواء $125 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ، حدد السعة التي يمكن أن تقل فيها الكرات في الهواء قبل أن تسقط في الماء.



نسلّم الله لكم التوفيق

$$\frac{T(x, t) - T_\infty}{T_i - T_\infty} = \text{erfc} \left(\frac{x}{2\sqrt{\alpha t}} \right)$$

$$\frac{T - T_\infty}{T_i - T_\infty} = \exp(-Bi^2 Fo)$$

$$Q(t) = hA_s \theta_c (1 - e^{-Bi^2 Fo}) \frac{1}{Bi^2 Fo}$$

$$\tau_r = \left(\frac{1}{hA_s} \right) \ln(T_r) = R_s C_s$$

$$Q = \rho V C_p \theta_c (1 - \exp(-\frac{hA_s}{\rho V C_p} t))$$

يرجاء من المتصحب عليه أسر

(التميز لا سطر إلا ما يطلبه سطر وأنت لعل العزل لها ثلث سطر)

المسألة الأولى:

الزمن 30 دقيقة (7 درجات)

أ. صغوان كخبير من الطلبة الكثر الذين يحبون التزلج والتسكع دائماً، في أحد الرياض التي قام بها إلى تركيا وبها كان في رحلة إلى حلبة التزلج على الجليد في مركز تسوق داخلي هناك، حيث كان الجليد يغطي مساحة $480m$ ، حطز في ذهن صغوان أن يقوم بتقدير معدل التبريد المطلوب للحفاظ على الجليد عند درجة حرارة $0^\circ C$ متوبة، (علماً بأن درجة حرارة الهواء المحيط بالجليد حينها $22^\circ C$ في حين درجة حرارة الجدران المحيطة بالجليد $25^\circ C$ والتي يمكن اعتبارها مصدر للإشعاع، كما يبلغ معامل انتقال الحرارة بالحمل $10 W/m^2.K$ بسبب حركة الهواء الناتج من حركة المتزلجين في حين تبلغ قيمة الإشعاعية حوالي 0.95)، الرجاء مساعدة صغوان في تقدير ذلك؟

ب. لم يكتفي صغوان بذلك فقط حيث اكتشف أن عدم تجمعه على محاضرات مقرر انتقال الحرارة لم يذهب سداً، فقرر تقدير المدة المستغرقة لإذابة $3mm$ من سطح حلبة التزلج، إذا لم يتم توفير التبريد وتم اعتبار السطح معزولاً على الجانب الخلفي، (علماً بأن صغوان يحتاج إلى طاقة $333.7kJ$ لصهر $1kg$ من الثلج).

المسألة الثانية:

الزمن 20 دقيقة (7 درجات)

أ. ضع علامة (✓) أمام الإجابة الصحيحة وعلامة (X) أمام الإجابة الخاطئة، مع تصحيح الخطأ في حال كانت الإجابة خاطئة.

1. السمك الأمثل للعزل الحراري هو السمك الذي تكون عنده المقاومة الكتلية ما يمكن وبالتالي العزل الحراري أقل ما يمكن ()

2. القيمة الصغيرة للانتشار الحراري تعني أن المادة تمنع الحرارة في الغالب وسيتم توصيل كمية صغيرة من الحرارة عبر الجسم. ()

3. لكي تنتقل الحرارة بالإشعاع يلزم وجود رابط بين مصدر الحرارة والجسم الي تنتقل إليه الحرارة وهذا مشابه تماماً لانتقال الحرارة بالحمل ()

ب. يتعرض جدار من الطوب بسمك $0.1m$ ($k = 0.7 W/m.K$)، لرياح باردة عند $270K$ من خلال معامل انتقال حرارة بالحمل يبلغ $40W/m^2.K$ ، ويتواجد على الجانب الآخر للجدار هواء عند $330K$ ، مع معامل انتقال الحرارة بالحمل $10W/m^2.K$. احسب معدل نقل الحرارة لكل وحدة مساحة.

- أ. لوح مستطوي أبعاده 3×2 متر درجة حرارة سطحه 40°C مئوية، معرض للهواء مساهن درجة حرارته 80°C مئوية. إذا كان متوسط معامل انتقال الحرارة بالحمل هو $50 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ، حدد معدل انتقال الحرارة من الهواء إلى اللوح ؟



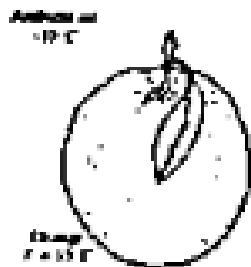
- ب. يغطي الثلج أحد المواقع في أحد المدن الباردة عند درجة حرارة -10°C ولمدة 60 يوماً متواصلة، (علما بأن خصائص الثلج في تلك الموقع) $(k=0.4 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C} \text{ \& } \alpha=0.15 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s})$ ، بفترض أن درجة الحرارة الأولية للأرض كما هو موضح في الشكل تبلغ $+15^\circ\text{C}$ حدد الحد الأدنى لمسق الثلج لمنع انسياب المياه من التجمد؟

- أ. إذا تم اعتبار عنصر رقيق بسطحه Δx في جدار مستوي كبير كما هو موضح في الشكل، لتفترض أن كثافة الجدار ρ والحرارة النوعية له C ومساحة الجدار العمودية على اتجاه سريان الحرارة A ، أوجد المعادلة العامة لمعدل انتقال الحرارة المستمر بالتوصيل خلال الجدار؟
- ب. إذا تم اعتبار كرة لها نصف قطر خارجي Δr في اسطوانة طويلة كما هو موضح في الشكل، لتفترض أن كثافة الجدار ρ والحرارة النوعية له C وطول الاسطوانة L ومساحة جدار الاسطوانة والعمودي على اتجاه سريان الحرارة $A = 4\pi r^2$ ، يمكن التعبير عن المعادلة العامة لانتقال الحرارة المستمر بالتوصيل خلال كرة كالتالي:

$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 k \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \dot{q} = \rho C \frac{\partial T}{\partial t}$$

وضح ما ستصبح عليه المعادلة في الحالات التالية:

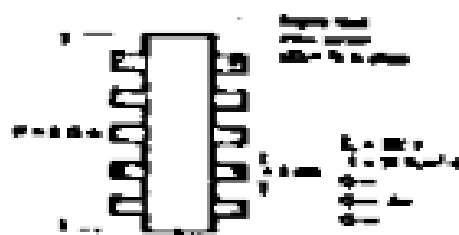
- إذا كان معدل انتقال الحرارة مستمر
 - انتقال حرارة حثوي، ولا يوجد توليد حرارة
 - انتقال حرارة مستمر، ولا يوجد توليد حرارة
- ج. ثم أجب عن المسألة التالية: بونفالة لطرها 8 سم ودرجة حرارتها الأولية 15°C مئوية. في ليلة باردة انخفضت درجة الحرارة المحيطة فجاء إلى -6°C مئوية، مع معامل انتقال حرارة $15 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$. باستخدام خصائص الماء للبرقالة وبافتراض بقاء الظروف المحيطة ثابتة لمدة 4 ساعات قبل اعتدال الجو للمحيط، حدد ما إذا كان البرققال سيتجمد في تلك الليلة ؟؟



$$(C_p = 4205 \text{ J/kg} \cdot \text{K}, k = 0.571 \text{ W/m} \cdot \text{K}, \rho = 1000 \text{ kg/m}^3)$$

أ. ضع علامة (✓) أمام الإجابة الصحيحة وعلامة (X) أمام الإجابة الخاطئة، مع تصحيح الخطأ في حال كانت الإجابة خاطئة.

1. استخدام الزعانف أكثر فاعلية في التطبيقات التي يكون فيها معدل انتقال الحرارة بالحمل متدنياً ()
2. عند استخدام الزعانف لو الريش سهل عندما يكون الوسط سائلاً أكثر منه إذا كان غاز ()
3. تعرف كفاءة الريشة على أنها النسبة بين معدل انتقال الحرارة بواسطة الريشة إلى معدل انتقال الحرارة بدون وجود الريشة ()



ب. يتدفق البخار في منظومة تسخين عبر أنبوب يبلغ قطره الخارجي 5cm والذي يتم الحفاظ على جدرانه عند درجة حرارة 600K. يغطي سطح الأنبوب زعانف دائرية من سبيكة الألمنيوم 2024-T6 ($k=186 \text{ W/m.K}$) بقطر خارجي 9cm وبسمك 6mm. تبلغ المسافة بين الزعانف 2.4cm. تنتقل الحرارة إلى الهواء المحيط عند درجة حرارة 300K، مع معامل انتقال حرارة $50 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. حدد مقدار الزيادة في انتقال الحرارة من الأنبوب لطول 15cm نتيجة لإضافة الزعانف؟

ج. فسر ما يلي: لا يمكن تبرير زيادة طول الريشة (الزعنفة) عن الحد المقبول ما لم تكن الفوائد المصاحبة أكبر أهمية من للتكلفة.

نمال الله لكم التوفيق

$$\frac{T_1 - T_2}{T_1 - T_2} = \exp\left(-\frac{hA}{\dot{m}C_p}\right)$$

$$T_2 = T_1 \exp\left(-\frac{hA}{\dot{m}C_p}\right)$$

$$\frac{T - T_\infty}{T_1 - T_\infty} = \exp(-BiFo)$$

$$Q = hA(T_1 - T_\infty)(1 - \exp(-\frac{hA}{\dot{m}C_p}))$$

$$Q(1) = hA_1(T_1 - T_\infty)(1 - \exp(-\frac{hA_1}{\dot{m}C_p}))$$