



سلسلة أكسفورد لمبادئ الكيمياء

انتقال الحرارة

Heat Transfer

تأليف

ر. هـ . س. ونترتن

R. H. S Winterton

كلية الهندسة الميكانيكية والصناعية
جامعة برمنجهام - المملكة المتحدة

ترجمة

د. حامد بن عبد الرزاق السويدان

أستاذ مساعد - قسم الفيزياء والفلك

كلية العلوم - جامعة الملك سعود

منشورات جامعة أكسفورد

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب. ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية



جامعة الملك سعود، ١٤٣١هـ - (٢٠١٠م)

ح

هذه ترجمة عربية مصرح بها من مركز الترجمة بالجامعة لكتاب

Heat Transfer

By: R. H. S. Winterton

© Oxford University Press 2004, New York

This translation of Heat Transfer was Originally published in English in 2004. This translation is published by an arrangement with Oxford University Press.

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

ونترتن، ر. هـ.

انتقال الحرارة / ر. هـ. ونترتن؛ ترجمة حامد بن عبد الرزاق السويدان.

ط ١ - الرياض، ١٤٣٠ هـ.

٢٠٤ ص؛ ١٧ سم × ٢٤ سم

ردمك: ٣-٥٦٨-٥٥-٩٩٦٠-٩٧٨

١- الحرارة. ٢- الحركة الحرارية. أ. السويدان، حامد بن عبد الرزاق (مترجم)

ب - العنوان

١٤٣٠/٧٥٣٩

ديوي ٥٣٦، ٢

رقم الإيداع: ١٤٣٠/٧٥٣٩

ردمك: ٣-٥٦٨-٥٥-٩٩٦٠-٩٧٨

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة، شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس العلمي على نشره - بعد اطلاعه على تقارير المحكمين - في اجتماعه الحادي العشرين للعام الدراسي ١٤٢٩/١٤٣٠هـ، الذي عقد بتاريخ ١١/٧/١٤٣٠هـ، الموافق ٤/٧/٢٠٠٩م.

النشر العلمي والمطابع ١٤٣١هـ



مقدمة المترجم

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على نبينا محمد الهادي الأمين وبعد :
فقد وقع اختياري على ترجمة كتاب "انتقال الحرارة" "Heat Transfer" لمؤلفه ر.س. ونترتن لأمرين اثنين ، أولهما دراستي السابقة لمقرر انتقال الحرارة في المفاعلات النووية في جامعة برمنجهام حيث كان مؤلف الكتاب الحالي هو أستاذ المادة وهو مؤلف لكتاب آخر مشابه بعنوان "التصميم الحراري في المفاعلات النووية Thermal design of nuclear reactors" وبالتالي فإن بعض موضوعات الكتاب الحالي لاتزال حاضرة في ذهني وهي مشابهة لما درسته سابقاً . وثانيهما ، أن الكتاب - كما ذكر مؤلفه يُغطّي المادة العلمية الأساسية للموضوع بحجم أقل مقارنة مع مثيلاته من الكتب الدراسية الأخرى . ويضاف إلى ذلك أن المكتبة العربية لاتزال في حاجة ماسة إلى الكتب العلمية المتقدمة ، والتي تعتبر عوناً للطلاب في دراستهم الجامعية والعليا في مجالات العلوم والهندسة .

يشتمل كتاب "انتقال الحرارة" على خمسة فصول : مقدمة ثم فصل عن التوصيل الحراري ويتبع ذلك فصلان عن الحمل الحراري بطوريه القسري والطبيعي ، وأخيراً فصل خاص عن الإشعاع الحراري . يحتوي كل فصل من فصول الكتاب عدا

فصل المقدمة على أمثلة مشروحة وكذلك على مسائل في نهاية كل فصل ، مع قيمة الجواب النهائي لكل مسألة . كما وضع المؤلف مراجع خاصة لكل فصل على حدة ، مع جدول بجميع الاختصارات الواردة في الكتاب. وأضيف لذلك ، ضمن الترجمة ، سرد للمصطلحات "عربي- إنجليزي" و "إنجليزي- عربي" يتبعه كشاف للموضوعات في نهاية الكتاب .

لقد تمت ترجمة كتاب "انتقال الحرارة" اعتماداً على أشهر المعاجم العربية في العلوم والهندسة والتي من أبرزها "المعجم الموحد للمصطلحات العلمية" والصادر من المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم عام ١٩٨٩ م ، وأيضاً بالرجوع للمعاجم المشهورة لترجمة المصطلحات والكلمات غير العلمية الواردة في الكتاب .

وأخيراً فإن أملّي كبير أن يكون هذا الكتاب مرجعاً مفيداً للطلاب والدارسين لموضوع انتقال الحرارة ، ويسرني في نفس الوقت أن أتلقى أي ملاحظات على الكتاب على عنواني البريدي المكتوب أدناه . والله أسأل أن يتم عملي هذا بالقبول ، إنه سبحانه وتعالى خير مسؤول ، والحمد لله رب العالمين.

حامد بن عبدالرزاق السويدان

الرياض- ذي الحجة ١٤٣٠هـ

halsewaidan@gmail.com

مقدمة المؤلف

لقد كنت مقتنعاً لسنوات عديدة بأن العديد من الكتب الدراسية الحديثة هي طويلة جداً، وغرضي من كتابة هذا الكتاب هو تغطية المادة الأساسية لموضوع ربّما كتب بضعف حجمه الحالي . ويرجع حكم نجاحي في ذلك إلى الآخرين .

ومن الواضح أنه لا يُمكن تغطية جميع مواضيع الانتقال الحراري في كتاب بمثل هذا الحجم . وقد كُتِبَ عن موضوع الانتقال الحراري يَطوِّره ومواضيع الإشعاع الحراري المتقدمة في كتب أخرى من نفس السلسلة . تم حذف الطرق العددية لحل مسائل الانتقال الحراري ، استناداً إلى أنه سوف تتوفر ، وبصورة متزايدة برامج حاسوبية لحل المسائل العددية . وقد كان التركيز في هذا الكتاب على أساسيات الانتقال الحراري ، وليس على المبادلات الحرارية.

ر. هـ. س. و

برمنجهام

يوليو ١٩٩٧م

مقدمة ناشر السلسلة

صُممت هذه السلسلة لتعطي مقدمة واضحة وموجزة لمجموعة واسعة من المواضيع التي قد تواجه طلاب الكيمياء والهندسة الكيميائية. إن مبادئ الانتقال الحراري تعتبر أساسية لفهم معظم عمليات التفاعل الكيميائية ، وبالتالي فهي تقع في قلب أي مقرر في الهندسة الكيميائية. ويقدم هذا الاصدار الخاص في الهندسة الكيميائية المفاهيم الأساسية للانتقال الحراري بتركيز خاص على التوصيل ، والحمل القسري ، والحمل الطبيعي. وقد تم بوضوح شرح المناقشات النظرية التي تُبنى عليها حسابات الانتقال الحراري مع توضيح الاستخدامات بأمثلة محلولة تفصيلية .

سوف يكون هذا الاصدار ذو أهمية لجميع الطلاب (وغيرهم!) من الذين يرغبون في الحصول على فهم عملي وجديد لظاهرة الانتقال الحراري في الهندسة الكيميائية .

لين ف. جلادين

قسم الهندسة الكيميائية

جامعة كامبردج - المملكة المتحدة

الاختصارات

Abbreviations

الوحدة بالنظام العالمي	الوصف	الرمز
(SI)		
m ²	المساحة ، مساحة السطح (الفصل الثالث و الفصل الخامس)	A
-	ارتفاع الفجوة/عرضها (الفصل الرابع)	AR
m	نصف القطر الخارجي للأسطوانة (الفصل الثاني)، نصف القطر الداخلي للأنبوب (الفصل الثالث)	a
-	رقم بايوت ، $\frac{hL}{k}$ ، المعادلة (3.40)	Bi
Jkg ⁻¹ K ⁻¹	السعة الحرارية النوعية	c
ms ⁻¹	سرعة الضوء ، المعادلة (5.3) فقط	c
	ثابت معرف في الكتاب	C
m	القطر	d
m	القطر المكافئ ، المعادلة (3.30) (d =) للأنبوب الدائري)	d _e
m	القطر الخارجي للأنبوب ، الأسطواني أو الكروي	D
-	عامل الرؤية	F ₁₂
ms ⁻²	تسارع الجاذبية الأرضية	g

الرمز	الوصف	الوحدة بالنظام العالمي (SI)
Gr	رقم جراشوف ، المعادلة (4.15)	-
G	التشعيع	$W m^{-2}$
h	معامل الانتقال الحراري ، $\frac{q}{(T_w - T_b)}$	$W m^{-2} K^{-1}$
H	المحتوى الحراري	$J kg^{-1}$
h	ثابت بلانك ، المعادلة (5.3) فقط	Js
J	الإشعاعية المغادرة	$W m^{-2}$
k	التوصيلية الحرارية	$W m^{-1} K^{-1}$
k_B	ثابت بولتزمان ، المعادلة (5.3)	JK^{-1}
L	الطول	m
m	معدل الجريان الكتلي	$kg s^{-1}$
m	معرفة بالمعادلة (2.29) ، (الفصل الثاني)	
n	دليل لمعادلات متنوعة	-
Nu	رقم نوسلت ، $\frac{hd_e}{k}$	-
P	الخطوة (المسافة بين مراكز الأنابيب)	m
Pr	رقم براندتل ، $\frac{\mu c}{k}$	-
Q	معدل الجريان الحراري	W
q	الفيض الحراري	$W m^{-2}$
r	نصف القطر	m
s	فواصل الزعانف	m

الاختصارات

م

-	رقم رايلي ، المعادلة (4.16)	Ra
-	رقم رينولدز ، $\frac{\rho u d_c}{\mu}$	Re
m	الطول ، الطول الرأسي للصفحة	L
-	رقم ستانتون ، $\frac{h}{\rho u c}$	St
s	الزمن	t
K	درجة الحرارة	T
K	درجة الحرارة الإجمالية للمائع أو المتوسطة للخليط	T _b
K	درجة حرارة الجدار (المتصل مع المبرد)	T _w
K	درجة حرارة الغشاء ، $\frac{(T_w + T_b)}{2}$	T _f
K	درجة حرارة المائع غيرالمنتشر (المسافة من السطح)	T _∞
m	المسافة الفاصلة بين الزعانف	s
Wm ⁻² K ⁻¹	معامل الانتقال الحراري الكلي	U
W m ⁻³	معدل الحرارة المتولدة لوحدة الحجم (الفصل الثاني)	u
ms ⁻¹	السرعة المتوسطة ؛ السرعة الموضعية (الفصل الرابع)	v
ms ⁻¹	السرعة المرجعية (الفصل الرابع)	v ₀
m ³	الحجم	V
m	المسافة	x
m	المسافة	y

الرموز الإغريقية

Greek Symbols

الرمز	الوصف	الوحدة بالنظام العالمي (SI)
α	الانتشارية الحرارية ، $\frac{k}{\rho c}$ ، الفصل الثاني	$m^2 s^{-1}$
α	الامتصاصية ، الفصل الخامس	-
β	معامل التمدد الحجمي	-
δ	سُمك الطبقة الإنسيابية ، وعرض الفجوة	m
ε	الإنعائية	-
θ	زاوية الميل مع الرأسى (الفصل الرابع)	rad
θ	فرق درجة الحرارة ، T مطروحاً منها درجة حرارة المرجع	K
λ	الطول الموجي (الفصل الخامس)	m
μ	اللزوجة	$kg m^{-1} s^{-1}$
ρ	الكثافة	$kg m^{-3}$
ρ	الانعكاسية (الفصل الخامس)	-
σ	ثابت ستيفان-بولتزمان ، 5.67×10^{-8}	$W m^{-2} K^{-4}$
τ	سُمك الزعنفة	m
ϕ	الزاوية	rad
ω	التردد الزاوي = التردد $\times 2\pi$	s^{-1}

س

الاختصارات

الرموز السفلية

Subscripts

الوصف	الرمز
المتوسط	av
الإجمالي	b
الجدار	w
القيمة الموضعية عند الموضع x	x

المحتويات

الصفحة

هـ	مقدمة المترجم
ز	مقدمة المؤلف
ط	مقدمة ناشر السلسلة
ك	الاختصارات
١	الفصل الأول : مقدمة
٥	الفصل الثاني : التوصيل
٥	(٢,١) مقدمة
١١	(٢,٢) التوصيلية في الحالة المستقرة في بعد واحد
٣٢	(٢,٣) المعادلة التفاضلية العامة للتوصيل الحراري
٣٥	(٢,٤) المسائل العابرة
٤٤	المراجع
٤٤	مسائل

٥١	الفصل الثالث: الحمل القسري
٥١	(٣٠١) مقدمة
٥٧	(٣٠٢) معامل الانتقال الحراري
	(٣٠٣) علاقات الانتقال الحراري للجريان الخارجي (أي الجريان
٦٦	خارج الأجسام)
	(٣٠٤) علاقات الانتقال الحراري للجريان المضطرب للموائع
٧٣	اللافلزية في القنوات
٧٩	(٣٠٥) علاقات الجريان المضطرب للفلزات السائلة في القنوات
٨٣	(٣٠٦) الجريان الانسيابي في القنوات
٨٥	(٣٠٧) درجات الحرارة العابرة-تقريب عامل التكتل
٩١	(٣٠٨) المبادلات الحرارية- لوغاريتم متوسط فرق درجة الحرارة
٩٦	المراجع
٩٧	مسائل
١٠١	الفصل الرابع: الحمل الطبيعي
١٠١	(٤٠١) مقدمة
	(٤٠٢) الحمل الطبيعي الانسيابي على صفيحة رأسية متساوية
١٠٣	بدرجة الحرارة
١١٦	(٤٠٣) الطبقة الجدارية المضطربة
١١٧	(٤٠٤) مقاطع هندسية أخرى بسيطة
١٣٠	(٤٠٥) فواصل الزعانف
١٣١	(٤٠٦) سطوح الفيض الحراري الثابتة
١٣٤	المراجع
١٣٥	مسائل

١٣٩	..... الفصل الخامس: الإشعاع
١٣٩	..... (٥.١) مقدمة
١٤٨	..... (٥.٢) السطوح الحقيقية
١٦٥	..... (٥.٣) عامل الرؤية
١٦٧	..... (٥.٤) التبادل الحراري بين الأجسام الرمادية- التماثل الكهربائي
١٧١	..... (٥.٥) العلاقة العامة لعامل الرؤية
١٧٤	..... المراجع
١٧٥	..... مسائل
١٧٩	..... الملحق
١٨٣	..... ثبت المصطلحات
١٨٣	..... أولاً: عربي - إنجليزي
١٩١	..... ثانياً: إنجليزي - عربي
٢٠١	..... كشف الموضوعات