بسم الله الرحمن الرحيم

التجارب المعملية
للهندسة الكيميائية

تأليف

الدكتور
أنيس بن حمزة بن عبدالقادر فقيها
أستاذ مشارك

الدكتور
مالك بن إبراهيم بن ناصر الأحمد
أستاذ مشارك

قسم الهندسة الكيميائية - كلية الهندسة - جامعة الملك سعود

النشر العلمي وا لمطابع - جامعة الملك سعود

ص. ب ٦٨٩٥٣ الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

ⓒ جامعة الملك سعود، ١٤٢١هـ (٢٠٠٠م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

فقيها، أنيس حمزة عبدالقادر

التجارب المعملية للهندسة الكيميائية / أنيس حمزة عبدالقادر فقيها، مالك إبراهيم الأحمد. -الرياض

١٩٨ ص، ١٧ × ٢٤ سم

ردمك ٩-٠٥٦-٠٣٧-٩٩٦٠

١-الهندسة الكيميائية أ-الأحمد، مالك إبراهيم (م. مشارك)

ب- العنوان

ديوي ٢, ٦٦٠ ٢٠/٣٦٨٨

رقم الإيداع: ٢٠/٣٦٨٨

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس العلمي على نشره - بعد اطلاعه على تقارير المحكمين- في اجتماعه الرابع عشر للعام الدراسي ١٤١٩/ ١٤٢٠هـ الذي عقد بتاريخ ٢٦/ ١١/ ١٤٢٠هـ الموافق ١٤/ ٣/ ١٩٩٩م.

مطابع جامعة الملك سعود، ١٤٢١ هـ/ ٢٠٠٠م

الإهداء

إلى باسم ، غسان ، أنس وكل البراعم العربية الناشئة

شكـــر

يسر المؤلفيْن التقدم بالشكر لمركز البحوث بكلية الهندسة - جامعة الملك سعود ، الذي سجل تأليف الكتاب به تحت رقم ٤/ ٤٠٩ ، وكذلك كل من ساعد في إخراج الكتاب، ونخص بالذكر :

ا. د. محمد عـز الدهشـان
د. محمد البشـير الأمـين
م . مأمـــون عـــــباس
عثمـــان الســـيد عثمـــان

ا. د. طارق فارس الفارس
م. نايـــــف قاســـــم
مصطفى محمـــد السدسي

المقدمـــــة

نظرًا لشح الكتب الهندسية في المجالات الهندسية والحاجة المستمرة إلى التأليف والترجمة لنقل المعلومات وتحديثها من اللغات المختلفة إلى اللغة العربية، فإن على المتخصصين واجبًا في بناء المكتبة العربية بالكتب المتخصصة لبنة لبنة كل على مقدرته، وفي مجال تخصصه .

وإسهامًا منا للمشاركة في هذا البناء فقد بدأنا في تأليف هذا الكتاب بعنوان : **«التجارب المعملية للهندسة الكيميائية»** ؛ ليصبح مرجعًا لمساعدة الدارسين في الجانب العملي لتجارب الهندسة الكيميائية .

وما هذا الكتاب إلا الطبعة الأولى والمحاولة الأولى في هذا المجال ، وسوف ينقح هذا الكتاب بعد فترة من التجربة مع الطلاب والزملاء أعضاء هيئة التدريس لتحديثه وإضافة مانقص في هذه المحاولة، وصولا إلى إفادة الطالب في هذا المضمار .

وقد اعتمد في تأليف هذا الكتاب على التركيز على الأهداف الرئيسية والتوجيه، كما ركز في الجانب النظري على الأجزاء المهمة من حيث الاقتصار على المعادلات الجوهرية لكي يعتمد الطالب على نفسه عند البحث في المراجع العلمية ذات العلاقة على التفصيل الدقيق .

وقد اختيرت التجارب بناء على الأجهزة المتوافرة في معمل العمليات المشتركة في قسم الهندسة الكيميائية ، بكلية الهندسة - جامعة الملك سعود بالرياض، المملكة

العربية السعودية، والتي تعُدّ من أحدث الأجهزة في مجال التخصص، والتي تغطي الجوانب المنشودة، المتضمنة العمليات المشتركة وظواهر الانتقال بجوانبها الثلاثة (المادة، الحرارة، كمية الحركة)، إضافة إلى المفاعلات الكيميائية.

وقد قسم الكتاب إلى عدة فصول تبدأ بتعريف الطالب على أجزاء التقرير الفني المطلوب، وعلى مايجب أن يحتويه كل جـــزء. ويركز الفصل الثاني على أسلوب عرض النتائـج المعملية ومعالجتها. ويلي ذلك الفصل الذي يوضح التجارب التي تغطي ظواهر الانتقال المختلفة (انتقال المادة، انتقال الحرارة، انتقال كمية الحركة والانتقال الآني للمادة والحرارة)، علاوة على العمليات المشتركة، وتجربة عن تحديد ثوابت التفاعل الكيميائي ورتبته ونظرًا لأهمية إرشادات السلامة في المعامل فقد أفردت في فصل مستقل، ويختتم الكتاب باستعراض المراجع العلمية التي اشتقت منها المعلومات المستخدمة في الكتاب.

نرجو من الله العلي الكبير أن نكون قد قدمنا إلي أبنائنا الطلاب مايفيدهم، ويكون نواة إلى كتب أخرى تغطي فروعًا أخرى من التخصص.

المؤلفان

المحتويات

الموضوع	الصفحة
المقدمة	ط

الفصل الأول :كتابة التقارير المعملية

(١ , ١) تقديم	١
(٢ , ١) محتويات التقرير :	٢
(١ , ٢ , ١) صفحة الغلاف	٢
(٢ , ٢ , ١) صفحة المحتويات	٣
(٣ , ٢ , ١) مستخلص	٣
(٤ , ٢ , ١) المقدمة	٤
(٥ , ٢ , ١) النظرية العلمية	٤
(٦ , ٢ , ١) وصف الجهاز وطريقة التشغيل	٥
(٧ , ٢ , ١) قراءات ونتائج التجربة	٥
(٨ , ٢ , ١) مناقشة النتائج	٦
(٩ , ٢ , ١) الاستنتاجات	٦
(١٠ , ٢ , ١) التوصيات	٧
(١١ , ٢ , ١) الرموز والوحدات المستخدمة	٧

الموضوع الصفحة

(١٢ , ٢ , ١) المراجع ٧
(١٣ , ٢ , ١) الملاحق ٨
(٣ , ١) أنواع التقارير ٨
(١ , ٣ , ١) التقرير الكامل ٨
(٢ , ٣ , ١) التقرير المختصر ٩

الفصل الثاني : عرض النتائج المعملية ومعالجتها

(١ , ٢) مقدمة ١١
(٢ , ٢) طرق عرض النتائج المعملية ١٢
(١ , ٢ , ٢) الجداول ١٢
(٢ , ٢ , ٢) الرسوم البيانية ١٤
(٣ , ٢) إيجاد معادلة رياضية لتمثيل النتائج المعملية ٢٢
(١ , ٣ , ٢) إيجاد المعادلات بالطرق البيانية المباشرة على الرسم ٢٣
(٢ , ٣ , ٢) إيجاد المعادلات بالطرق العددية ٢٥

الفصل الثالث : تجارب عمليات انتقال الحرارة

(١ , ٣) التوصيل الحراري ٣١
(٢ , ٣) عمليات انتقال الحرارة بالحمل القسري ٣٥
(٣ , ٣) عمليات انتقال الحرارة في مبادل مزدوج ٤٢
(٤ , ٣) المبادل الحراري المتقاطع ٤٨
(٥ , ٣) عمليات انتقال الحرارة بالإشعاع ٥٣
(٦ , ٣) مقارنة انتقال الحرارة بتيارات الحمل الطبيعي والقسري ٥٨
(٧ , ٣) الغليان والتكثف ٦٣

الفصل الرابع : تجارب عمليات انتقال المادة

(٤ , ١) الانتشار الجزئي في الغازات ٦٩
(٤ , ٢) امتصاص الغازات ٧٧
(٤ , ٣) الاستخلاص بين طورين سائلين ٨٢

الفصل الخامس : تجارب انتقال كمية الحركة والعمليات الموحدة

(٥ , ١) قياس النقصان في الضغط داخل الأنابيب والتوصيلات أثناء سريان السوائل ٨٧
(٥ , ٢) قياس النقصان في الضغط خلال الأعمدة المحشوة ٩٣
(٥ , ٣) النفاذية والتميع لمهد حبيبي باستخدام سائل ٩٩
(٥ , ٤) مضخة الطرد المركزي ١٠٣
(٥ , ٥) مروحة الطرد المركزية ١٠٧
(٥ , ٦) الطحن والنخل وخواص المواد الصلبة ١١٠
(٥ , ٧) الترشيح ١١٤
(٥ , ٨) التفاعل الكيميائي للسوائل ١١٩

الفصل السادس : تجارب العمليات الآنية لانتقال المادة والحرارة

(٦ , ١) التقطير بالبخار ١٢٥
(٦ , ٢) التقطير المستمر وتقطير الدفعات ١٢٩
(٦ , ٣) برج التبريد ١٣٦
(٦ , ٤) التجفيف ١٤٢

الفصل السابع : السلامة في مختبرات الهندسة الكيميائية

(٧ , ١) توطئة ١٤٥
(٧ , ٢) عناصر السلامة ١٤٦

(٧,٣) الحماية الشخصية ١٤٦
(٧,٤) ملاحظات عامة ١٤٧
(٧,٥) التهوية الآمنة ١٤٩
(٧,٦) الغازات المضغوطة ١٥٠
(٧,٧) السلامة مع الكهرباء ١٥١

المراجع ١٥٣

ثبت المصطلحات
أولا: عربي - إنجليزي ١٥٥
ثانيا: إنجليزي - عربي ١٧٥

كشاف الموضوعات ١٩٣