أســـــس
الفيـزياء الإشعاعية

تأليـــــف

الدكتور/ محمد فاروق أحمد
أستاذ الفيزياء النووية

الدكتور/ أحمد محمد السريع
أستاذ الفيزياء النووية

قسم الفيزياء – كلية العلوم
جامعة الملك سعود

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود
ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

ⓒ جامعة الملك سعود، ١٤٢٦هـ - ٢٠٠٥م

الطبعة الأولى ١٤٠٩هـ (١٩٨٩م)
الطبعة الثانية ١٤١٩هـ (١٩٩٨م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

أحمد، محمد فاروق

أسس الفيزياء الإشعاعية / محمد فاروق أحمد؛ أحمد محمد السريع - ط٣

الرياض ١٤٢٥هـ

٥٣٧ ص ١٧ × ٢٤سم

ردمك: ٣ -٧٥٦ -٣٧ -٩٩٦٠

١ - الفيزياء الإشعاعية ٢ - الإشعاع النووي أ - السريع، أحمد محمد (مؤلف مشارك) ب - العنوان

ديوي ٧, ٥٣٩ ١٤٢٥/٥٣٦٢

رقم الإيداع: ١٤٢٥/٥٣٦٢

ردمك: ٣ -٧٥٦ -٣٧ -٩٩٦٠

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة، شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس على نشره بعد إطلاعه على تقارير المحكّمين في اجتماعه التاسع عشر الذي عُقد بتاريخ ١٤٠٦/٩/٣هـ الموافق ١٩٨٦/٥/١١م. ثم وافق المجلس على إعادة طباعته للمرة الثانية في اجتماعه الرابع عشر للعام الدراسي ١٤١٥/١٤١٦هـ الذي عُقد بتاريخ ١٤١٥/٩/١٣هـ الموافق ١٩٩٥/٢/١٢م. ثم وافق المجلس على إعادة طباعته للمرة الثالثة في اجتماعه السادس عشر للعام الدراسي ١٤٢٤هـ/١٤٢٥هـ المعقود بتاريخ ١٤٢٥/٢/٢١هـ الموافق ٢٠٠٤/٤/١١م.

النشر العلمي والمطابع ١٤٢٦هـ

مقدمة الطبعة الثالثة

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على رسوله الأمين ومن أهتدى بهديه إلى يوم الدين وبعد، تفتقر المكتبة العربية إلى المراجع العلمية للمستويات الجامعية في مجالات العلوم الأساسية والتطبيقية.

وقد لوحظ أن التأليف والترجمة في هذا المجال قاصران على كتب المستويات الجامعية الأولى ويندر وجود مؤلف عربي للمستويات العليا.

وهذا الكتاب هو محاولة متواضعة لعمل مرجع دراسي عربي في أسس الفيزياء الإشعاعية والوقاية من الإشعاعات المؤينة.، فقد اتسع استخدام النظائر المشعة والإشعاعات المؤينة في مجالات شتى كالطب والزراعة والصناعة وغيرها فضلاً عن استخداماتها في مجالات العلوم الأساسية.

لذا فقد راعينا عند إعداد هذا المرجع أن يغطي محتويات مقرر "الفيزياء الإشعاعية" الذي تقدمه العديد من الجامعات لطلابها وأن يشتمل على عرض مبسط لأسس الوقاية من الإشعاعات وأخطارها.

ونظراً لتفرع مجالات استخدام الإشعاعات المؤينة، لم يعد تدريس هذا المقرر قاصراً على الطلاب المتخصصين في الفيزياء بل تعدى ذلك ليشمل الطلاب المتخصصين في مجالات أخرى متعددة.

لذا رأينا عند وضع الكتاب ضرورة عرض بعض المفاهيم الأساسية للذرة والتفكك الإشعاعي.، وتدرجنا في عرض الموضوعات بحيث بدأت من المفاهيم الأساسية للموضوع المعني وتدرجت بأسلوب مبسط وبدون براهين رياضية معقدة حتى الحدود اللازمة لفهمه واستيعابه.

وقد نفذت الطبعة الثانية من هذا الكتاب المتضمن لأسس الفيزياء الإشعاعية في أقل من خمس سنوات بعد ظهورها، وقد يكون في ذلك دلالة على أن الكتاب قد حاز القبول لدى مجموعات عريضة من الدارسين وطلاب العلم وراغبي المعرفة.

وأمام ذلك كان لزاماً علينا أن نعيد طباعته للمرة الثالثة بعد تنقيح الطبعة الثانية وقد تم اضافة باب كامل عن التطبيقات الطبية للاشعاعات المؤينة وكذلك اضافة بعض الفقرات المدعمة بالامثلة التطبيقية وإجراء بعض التعديلات البسيطة علاوة على الاضافات السابقة المتضمنة نبذة يسيرة عن الأشعة السينية كأحد أنواع الإشعاعات المؤينة، وكذلك لمحة مقتضبة عن غاز الرادون وأخطاره الإشعاعية نظراً لأنه موجود في جميع بيوتنا وأماكن أعمالنا بل وفي الهواء الطلق بتركيزات شديدة التفاوت تعتمد على نمط الحياة ونوع المسكن والتربة .، وكذلك توصيات اللجنة الدولية للحماية الإشعاعية (ICRP) في نشرتها الستين لعام ١٩٩٠م ،متضمنة تعديلات في عدد من المفاهيم المرتبطة بالوقاية من الإشعاع، والتوصيات بحدود جديدة للتعرض الإشعاعي تقل عن سابقاتها، وذلك في ضوء الحقائق التي توفرت عن أحجام المخاطر الإشعاعية وزيادة القيم النسبية لمعامل الخطورة لوحدة الجرعة المكافئة أو الفعالة من الإشعاع.

كذلك أصدرت اللجنة العلمية للأمم المتحدة في تقريرها الأخير في نهاية عام ١٩٩٣م حول تأثيرات الإشعاعات المؤينة (UNSCEAR) متضمناً العديد من المستجدات ، حول أحجام الإشعاعية المختلفة. وفي ضوء هذه المستجدات كان لزاماً علينا أن تتضمن الطبعة الثالثة المفاهيم الجديدة التي تبنتها المنظمات العلمية الدولية والحدود والقيم الجديدة للتعرض الإشعاعي التي أوصت بها هذه المنظمات. ليساير الكتاب التطور العلمي السريع في هذا المجال.

لذلك فقد جاءت الأبواب الأربعة الأول من الطبعة الحالية بلا تغيير محسوس عن الطبعة الثانية باستثناء بعض الفقرات التي أضيفت، وهي الأبواب التي تتناول القوانين الأساسية للتفكك الإشعاعي وتفاعل الإشعاعات مع المادة وكواشف الإشعاعات المؤينة، وبدءًا من الفصل الخامس تم إجراء بعض التعديلات في الطبعة الحالية على قيم الحدود والمخاطر الإشعاعية وعلى بعض المفاهيم لتتمشى مع المفاهيم والحدود والمخاطر الصادرة عن المؤسسات العلمية المعنية بالأمر على المستوى الدولي.

ويحتوي الكتاب على أثنى عشر فصلاً ، خصص الأول والثاني منها لعرض المفاهيم الأساسية للذرة والنواة والتفكك الإشعاعي وقوانينه، وخصص الفصل الثالث للتعرف على كيفية تفاعل الإشعاعات المختلفة مع المادة، أما الفصل الرابع فيتطرق لبعض أنواع كواشف الإشعاعات المؤينة. وخصصت الفصول من الخامس حتى الثامن للتعرف على أثر الإشعاعات المؤينة على الخلية الحية ووحدات قياس الجرعات الإشعاعية والحدود الدولية لهذه الجرعات وأجهزة المسح الإشعاعي وقياس الجرعات الشخصية.، وقد خصص الفصل التاسع عن التطبيقات الطبية للاشعاعات المؤينة أما الفصلان العاشر والحادي عشر فقد خصصا للتعرف على الأخطار الإشعاعية الخارجية والداخلية، ثم ينتهي الكتاب بالفصل الثاني عشر الذي يعطي فكرة مبسطة عن التخلص من النفايات المشعة.

وقد توخينا في عرض الموضوعات سهولة العبارة ووضوح المعنى، كما التزمنا باستخدام المصطلحات النووية المقترحة من قبل مكتب تنسيق التعريب في الوطن العربي التي كان للمؤلفين نصيب في المشاركة مع آخرين في وضعها. وقد جاء ترتيب المادة العلمية متمشيا مع محتويات مقرر الفيزياء الإشعاعية.

ونأمل أن نكون قد قدمنا لأبنائنا الدارسين من خلال هذا العمل المتواضع ما يعينهم على فهم واستيعاب هذا الفرع من فروع المعرفة.

كما يتقدم المؤلفان بجزيل الشكر للفيزيائي/ **عاطف يوسف محمد**، مسؤول الحماية الاشعاعية بجامعة الملك سعود على المجهود الكبير في مراجعة واخراج الكتاب في صورته الحالية.

ونسأل الله أن يجعل فيه نفعاً وفائدة للجميع . . . . والله من وراء القصد.

المؤلفان.

مقدمة الطبعة الثانية

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على رسوله الأمين. وبعد، فقد نفذت الطبعة الأولى من هذا الكتاب المتضمن لأسس الفيزياء الإشعاعية في أقل من خمس سنوات بعد ظهوره. وقد يكون في ذلك دلالة على أن الكتاب قد حاز القبول لدى مجموعات عريضة من الدارسين وطلاب العلم وراغبي المعرفة. وأمام ذلك كان لزاماً علينا أن نعيد طباعته بعد تنقيح الطبعة الأولى وإجراء بعض التعديلات والإضافات البسيطة ليساير الكتاب التطور العلمي السريع في الموضوع.

فقد تم إضافة نبذة يسيرة عن الأشعة السينية كأحد أنواع الإشعاعات المؤينة. كما أضيفت لمحة مقتضبة عن غاز الرادون وأخطاره الإشعاعية نظراً لأنه موجود في جميع بيوتنا وأماكن أعمالنا بل وفي الهواء الطلق بتركيزات شديدة التفاوت تعتمد على نمط الحياة ونوع المسكن والتربة.

وفي نهاية عام ١٩٩٠م أصدرت اللجنة الدولية للحماية الإشعاعية CRP نشرتها الستين متضمنة تعديلات في عدد من المفاهيم المرتبطة بالوقاية من الإشعاع، وتوصيات بحدود جديدة للتعرض الإشعاعي تقل عن سابقاتها، وذلك في ضوء الحقائق التي توفرت عن أحجام المخاطر الإشعاعية وزيادة القيم النسبية لمعامل الخطورة لوحدة الجرعة المكافئة أو الفعالة من الإشعاع.

كذلك أصدرت اللجنة العلمية للأمم المتحدة حول تأثيرات الإشعاعات المؤينة UNSCEAR تقريرها الأخير في نهاية عام ١٩٩٣م متضمنا العديد من المستجدات حول أحجام المخاطر الإشعاعية المختلفة. وفي ضوء هذه المستجدات كان لزاماً علينا أن نضمن الطبعة الحالية المفاهيم الجديدة التي تبنتها المنظمات العلمية الدولية والحدود والقيم الجديدة للتعرض الإشعاعي التي أوصت بها هذه المنظمات.

لذلك فقد جاءت الأبواب الأربعة الأولى من الطبعة الحالية بلا تغيير محسوس عن الطبعة الأولى، وهي الأبواب التي تتناول القوانين الأساسية للتفكك الإشعاعي وتفاعل الإشعاعات مع المادة وكواشف الإشعاعات المؤينة. وبدءًا من الفصل الخامس تم إجراء بعض التعديلات في الطبعة الحالية على قيم الحدود والمخاطر الإشعاعية وعلى بعض المفاهيم لتتمشى مع المفاهيم والحدود والمخاطر الصادرة عن المؤسسات العلمية المعنية بالأمر على المستوى الدولي.

ونأمل أن نكون قد ساهمنا بهذا العمل المتواضع في متابعة التطور السريع في هذا الفرع من فروع المعرفة. ويود المؤلفان أن يعبرا عن شكرهما لكل من ساعد في إخراج هذا الكتاب على صورته الحالية ونخص الأستاذ حسن عثمان محمد بالشكر الجزيل.

والله نسأل أن يحقق به نفعاً وفائدة للدارسين والمطلعين على هذا الجانب من المعرفة.. والله من وراء القصد.

المؤلفان

مقدمة الطبعة الأولى

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على رسوله الأمين ومن اهتدى بهديه إلى يوم الدين. وبعد، تفتقر المكتبة العربية إلى المراجع العلمية العربية للمستويات الجامعية في مجالات العلوم الأساسية والتطبيقية. وقد لوحظ أن التأليف والترجمة في هذا المجال قاصران على كتب المستويات الجامعية الأولى ويندر وجود مؤلف عربي للمستويات العليا.

وهذا الكتاب هو محاولة متواضعة لعمل مرجع دراسي عربي في أسس الفيزياء الإشعاعية والوقاية من الإشعاعات المؤينة. فقد اتسع استخدام النظائر المشعة والإشعاعات المؤينة في مجالات شتى كالطب والزراعة والصناعة وغيرها فضلا عن استخداماتها في مجال العلوم الأساسية. لذا فقد راعينا عند إعداد هذا المرجع أن يغطي محتويات مقرر "الفيزياء الإشعاعية" الذي تقدمه العديد من الجامعات لطلابها وأن يشتمل على عرض مبسط لأسس الوقاية من الإشعاعات وأخطارها. ونظرا لتفرع مجالات استخدام الإشعاعات المؤينة، لم يعد تدريس هذا المقرر قاصرا على الطلاب المتخصصين في الفيزياء بل تعدى ذلك ليشمل الطلاب المتخصصين في مجالات أخرى متعددة. لذا رأينا عند وضع الكتاب ضرورة عرض بعض المفاهيم الأساسية للذرة والتفكك الإشعاعي. وتدرجنا في عرض الموضوعات بحيث بدأت من المفاهيم الأساسية للموضوع المعني وتدرجت بأسلوب مبسط وبدون براهين رياضية معقدة حتى الحدود اللازمة لفهمه واستيعابه.

ويحتوي الكتاب على أحد عشر فصلا. خصص الأول والثاني منها لعرض المفاهيم الأساسية للذرة والنواة والتفكك الإشعاعي وقوانينه. وخصص الفصل الثالث للتعرف على كيفية تفاعل الإشعاعات المختلفة مع المادة. أما الفصل الرابع فيتطرق لبعض أنواع كواشف الإشعاعات المؤينة. وخصصت الفصول من الخامس حتى الثامن للتعرف على أثر الإشعاعات المؤينة على الخلية الحية ووحدات قياس الجرعات الإشعاعية والحدود الدولية لهذه الجرعات وأجهزة المسح الإشعاعي وقياس الجرعات الشخصية. أما الفصلان التاسع والعاشر فقد خصصا للتعرف على الأخطار الإشعاعية الخارجية والداخلية. ثم ينتهي الكتاب بالفصل الحادي عشر الذي يعطي فكرة مبسطة عن التخلص من النفايات المشعة.

وقد توخينا في عرض الموضوعات سهولة العبارة ووضوح المعنى. كما التزمنا باستخدام المصطلحات النووية المقترحة من قبل مكتب تنسيق التعريب في الوطن العربي التي كان للمؤلفين نصيب في المشاركة مع آخرين في وضعها. وقد جاء ترتيب المادة العلمية متمشيا مع محتويات مقرر الفيزياء الإشعاعية.

ونأمل أن نكون قد قدمنا لأبنائنا الدارسين من خلال هذا العمل المتواضع ما يعينهم على فهم واستيعاب هذا الفرع من فروع المعرفة.

والله نسأل أن يجعل فيه نفعا وفائدة... والله من وراء القصد.

المؤلفان

المحتويات

صفحة

مقدمة الطبعة الثالثة ..... هـ

مقدمة الطبعة الثانية ..... ط

مقدمة الطبعة الأولى ..... ك

الفصل الأول : نبذة عن الذرة والنواة

(١-١) المقدمة ١

(١-٢) الذرة ٢

(١-٣) العدد الكتلي والعدد الذري ٤

(١-٤) النظائر ٥

(١-٥) حجم وكتلة النواة ٧

(١-٦) الوحدات الذرية للطاقة ٩

(١-٧) طاقة الترابط للنواة ١٠

(١-٨) مسائل وأسئلة للمراجعة ١٢

الفصل الثاني : النشاط الإشعاعي والإشعاعات.

(٢-١) مقدمة ١٥

(٢-٢) تفكك ألفا ١٦

(٢-٣) تفكك بيتا ٢٠

(٢-٣-١) أنواع تفكك بيتا ٢٣

(٢-٣-٢) طاقة جسيمات بيتا ٢٥
(٢-٤) إشعاعات جاما ٢٧
(٢-٤-١) التحول الداخلي ٣٠
(٢-٥) الأشعة السينية ٣٣
(٢-٥-١) الأشعة السينية المميزة للعنصر ٣٣
(٢-٥-٢) الأشعة السينية الانكباحية ٣٧
(٢-٥-٣) الكترونات أوجر ٣٨
(٢-٦) التفكك الإشعاعي ٣٩
(٢-٦-١) قانون التفكك الإشعاعي ٣٩
(٢-٦-٢) الشدة الإشعاعية للعينة ٤٠
(٢-٦-٣) عمر النصف ومتوسط العمر ٤١
(٢-٦-٤) تعيين ثابت التفكك وعمر النصف ٤٢
(٢-٦-٥) تحديد العمر النصفي للنظائر المختلطة ٤٥
(٢-٦-٦) التفكك الإشعاعي المتتابع ٤٧
(٢-٦-٧) التوازن الإشعاعي ٥٠
(٢-٧) السلاسل الإشعاعية الطبيعية ٥٥
(٢-٨) النشاط الإشعاعي المستحث ٥٦
(٢-٨-١) حساب عدد النوى المشعة المستحثة بالتشعيع..... ٦٠
(٢-٩) وحدات قياس النشاط الإشعاعي ٦٢
(٢-١٠) أسئلة ومسائل للمراجعة ٦٤

الفصل الثالث : تفاعل الإشعاعات المتبادل مع المادة

(٣-١) مقدمة ٦٩
(٣-٢) التفاعل المتبادل بين الجسيمات المشحونة والمادة ٧٠
(٣-٢-١) انتقال الطاقة من الجسيمات للمادة ٧٠
(٣-٢-٢) مدى الجسيمات المشحونة الثقيلة ٧٢
(٣-٢-٣) التأين النوعي وقدرة الإيقاف ٧٤
(٣-٣) التفاعل المتبادل بين الإلكترونات والمادة ٨٠
(٣-٣-١) انتقال الطاقة من الإلكترون للمادة ٨٠
(٣-٣-٢) فقد الطاقة بالتصادمات غير المرنة ٨١
(٣-٣-٣) فقد الطاقة بالإشعاع ٨٢
(٣-٣-٤) امتصاص الإلكترونات ٨٤
(٣-٣-٥) تحديد مدى الإلكترونات من منحنى الامتصاص ٨٨
(٣-٤) التفاعل المتبادل بين إشعاعات جاما والمادة ٩٠
(٣-٤-١) انتقال الطاقة من إشعاعات جاما إلى المادة ٩٠
(٣-٤-٢) امتصاص إشعاعات جاما في المادة ٩٢
(٣-٤-٣) التأثير الكهروضوئي ٩٧
(٣-٤-٤) تأثير كومبتون ١٠٠
(٣-٤-٥) إنتاج الأزواج ١٠٣
(٣-٤-٦) التشتت النووي التجاوبي وأثر موسباور ١٠٥
(٣-٥) التفاعل المتبادل بين النيوترونات والمادة ١٠٦
(٣-٥-١) مصادر النيوترونات ١٠٧

(٣-٥-٢) التفاعل المتبادل بين النيوترونات والمادة ١١٢
(٣-٥-٣) التشتت المرن للنيوترونات ١١٣
(٣-٥-٤) التشتت غير المرن للنيوترونات ١١٧
(٣-٥-٥) الأسر النيوتروني ١١٨
(٣-٥-٦) المقطع العرضي الكلي للنيوترونات وتعيينه عملياً ١٢٢
(٣-٦) أسئلة ومسائل للمراجعة ١٢٣

الفصل الرابع : كواشف الإشعاعات النووية

(٤-١) مقدمة ١٢٩
(٤-٢) حركة الإلكترونات والأيونات في الغازات ١٣٢
(٤-٢-١) الحركة الانسياقية ١٣٢
(٤-٢-٢) الالتصاق ١٣٣
(٤-٢-٣) إعادة الالتحام ١٣٤
(٤-٣) التيار الإلكتروني والأيوني في الغازات ١٣٤
(٤-٤) الكواشف الغازية ١٣٦
(٤-٤-١) غرفة التأين ١٣٦
(٤-٤-٢) خصائص غرفة التأين ١٤٠
(٤-٤-٣) منحنى الاستجابة الديناميكي لغرفة التأين ١٤٤
(٤-٤-٤) استخدام غرف التأين للكشف عن
الإشعاعات المختلفة ١٤٦
(٤-٤-٥) غرف التأين النبضية ١٥٠

(٤-٤-٦) القدرة التحليلية للطاقة ١٥٤
(٤-٥) العدادات التناسبية ١٥٥
(٤-٥-١) شكل نبضات العداد التناسبي ١٦٠
(٤-٦) عدادات غايغر — ميولر ١٦٤
(٤-٦-١) عدادات غايغر ذات الإطفاء الخارجي ١٦٥
(٤-٦-٢) عدادات غايغر ذات الإطفاء الذاتي ١٦٧
(٤-٦-٣) شكل النبضة والزمن الميت وزمن الاسترجاع ١٦٨
(٤-٧) الغرفة السحابية ١٧٠
(٤-٨) غرفة الانتشار ١٧٣
(٤-٩) الغرفة الفقاعية ١٧٥
(٤-١٠) الكواشف الوميضية ١٧٧
(٤-١٠-١) مكونات الكاشف الوميضي ١٧٧
(٤-١٠-٢) أنواع المواد الوميضية ١٨٠
(٤-١٠-٣) أنبوب التضاعف الفوتوني ١٨٢
(٤-١٠-٤) القدرة التحليلية للطاقة والزمن للكواشف الوميضية ١٨٦
(٤-١٠-٥) استخدام الكواشف الوميضية ١٨٨
(٤-١١) الكواشف شبه الموصلة ١٩٢
(٤-١١-١) ثنائي الملتقي الثقبي الإلكتروني ١٩٣
(٤-١١-٢) كواشف السليكون ١٩٧
(٤-١١-٣) كاوشف الجرمانيوم — ليثيوم ٢٠٠

(٤-١١-٤) كواشف الجرمانيوم عالية النقاء ٢٠١
(٤-١١-٥) أهم مزايا الكواشف شبه الموصلة ٢٠١
(٤-١٢) العداد الشراري ٢٠٤
(٤-١٣) كواشف تشيرنكوف ٢٠٧
(٤-١٤) ألواح وأفلام التصوير المستحلبة ٢١٠
(٤-١٥) أسئلة ومسائل للمراجعة ٢١٤

الفصل الخامس : التأثيرات البيولوجية للإشعاعات المؤينة

(٥-١) مقدمة ٢١٩
(٥-٢) فسيولوجية الإنسان وكيفية دخول المواد المشعة ٢٢٠
(٥-٢-١) الجهاز الدوري ٢٢١
(٥-٢-٢) الجهاز التنفسي ٢٢٢
(٥-٢-٣) الجهاز الهضمي ٢٢٣
(٥-٣) الخلية الحية ٢٢٤
(٥-٤) تفاعل الإشعاعات المؤينة مع الخلية ٢٢٥
(٥-٤-١) المرحلة الفيزيائية ٢٢٦
(٥-٤-٢) المرحلة الفيزيوكيميائية ٢٢٦
(٥-٤-٣) المرحلة الكيميائية ٢٢٧
(٥-٤-٤) المرحلة البيولوجية ٢٢٨
(٥-٥) التأثيرات الحتمية والعشوائية للإشعاعات المؤينة ٢٢٩
(٥-٥-١) التأثيرات الحتمية للإشعاعات ٢٢٩

(٥-٥-٢) التأثيرات المتأخرة ٢٣١
(٥-٥-٣) معامل المخاطر ٢٣٥
(٥-٦) التأثيرات الوراثية للإشعاعات ٢٣٩
(٥-٧) أسئلة للمراجعة ٢٤٠

الفصل السادس : أجهزة المسح الإشعاعي وقياس الجرعات.

(٦-١) مقدمة ٢٤١
(٦-٢) أهم خصائص جهاز المسح الإشعاعي ٢٤٢
(٦-٣) أجهزة المسح الإشعاعي ٢٤٤
(٦-٣-١) أجهزة المسح الإشعاعي ذات غرفة التأين ٢٤٨
(٦-٣-٢) أجهزة المسح الإشعاعي ذات العداد التناسبي
أو عداد غايغر ٢٥١
(٦-٣-٣) معايرة أجهزة المسح الإشعاعي ٢٥٣
(٦-٤) أجهزة رصد التلوث الاشعاعي ٢٥٥
(٦-٥) أجهزة قياس الجرعات الشخصية ٢٥٦
(٦-٥-١) شارة الفيلم الحساس ٢٥٧
(٦-٥-٢) مزايا وعيوب الأفلام الحساسة ٢٦١
(٦-٥-٣) مقياس الجرعة بالوميض الحراري ٢٦٢
(٦-٥-٤) ألواح أثر النيوترونات السريعة ٢٦٤
(٦-٥-٥) مقياس الجرعة الجيبي ٢٦٥
(٦-٦) أسئلة للمراجعة ٢٦٧

الفصل السابع : وحدات قياس الجرعات الإشعاعية.

(٧-١) مقدمة ٢٦٩
(٧-٢) كثافة تدفق الإشعاعات (أو معدل سيولة الإشعاعات) ٢٧٠
(٧-٣) التعرض ٢٧٢
(٧-٤) الجرعة الإشعاعية الممتصة ٢٧٦
(٧-٤-١) الراد الوحدة القديمة لقياس الجرعة الممتصة ٢٧٧
(٧-٤-٢) الغراي وحدة الجرعة الممتصة في النظام المعياري..... ٢٧٧
(٧-٥) التكافؤ بين الرونتجن والراد ٢٧٨
(٧-٦) التأثير البيولوجي على جسم الإنسان ٢٧٩
(٧-٦-١) التأثير البيولوجي النسبي ٢٧٩
(٧-٦-٢) العامل المرجح للإشعاع ٢٨٠
(٧-٦-٣) الجرعة المكافئة للعضو أو النسيج ٢٨١
(٧-٦-٤) وحدات قياس الجرعة المكافئة ٢٨٢
(٧-٦-٥) العامل المرجح للنسيج أو العضو ٢٨٤
(٧-٦-٦) الجرعة الفعالة ٢٨٥
(٧-٦-٧ الجرعة الفعالة الجماعية ٢٨٩
(٧-٧) معدل الجرعة ٢٨٩
(٧-٨) أسئلة ومسائل للمراجعة ٢٩٠

الفصل الثامن : حدود الجرعات

(٨-١) الهيئات الدولية الراعية للوقاية من الاشعاع ٢٩٣

(٨-١-١) اللجنة الدولية للوقاية الإشعاعية ٢٩٣
(٨-١-٢) اللجنة العلمية للامم المتحدة ٢٩٥
(٨-٢) تطور المعايير الدولية للوقاية الاشعاعية ٢٩٦
(٨-٢-١) جرعة التحمل ٢٩٦
(٨-٢-٢) الحد الأقصى المسموح للجرعة ٢٩٧
(٨-٣) توصيات اللجنة الدولية للوقاية الإشعاعية .....
(٨-٣-١) النشرة رقم ٢٦ لعام ١٩٧٧م ٢٩٨
(٨-٣-٢) النشرة رقم ٦٠ لسنه ١٩٩٠م ٣٠٠
(٨-٣-٣) حدود الجرعات الفعالة والمكافئة للعاملين المهنيين .٣٠١
(٨-٣-٤) تصنيف أماكن العمل ٣٠٢
(٨-٣-٥) حدود الجرعة لعموم الجمهور ٣٠٣
(٨-٤) التعرض في ظروف خاصة ٣٠٤
(٨-٤-١) التعرض المخطط في ظروف خاصة ٣٠٤
(٨-٤-٢) التعرض في ظروف الطواريء الاشعاعية ٣٠٤
(٨-٥) أسئلة ومسائل للمراجعة ٣٠٧

الفصل التاسع : التطبيقات الطبية للإشعاعات المؤينة

(٩-١) مقدمة ٣٠٩
(٩-٢) استخدام الإشعاعات المؤينة في التشخيص ٣١٠
(٩-٢-١) إنتاج وخصائص الأشعة السينية
التشخيصية والعلاجية ٣١٠

(٩-٢-٢) ترشيح حزمة الأشعة السينية ٣١٣
(٩-٢-٣) نوعية الأشعة السينية والسمك النصفي ٣١٦
(٩-٢-٤) قياس السمك النصفي للأشعة السينية ٣١٦
(٩-٢-٥) السمك النصفي والمرشحات للأجهزة العلاجية ٣٢٠
(٩-٢-٦) السمك النصفي والمرشحات للأجهزة
التشخيصية ٣٢٢
(٩-٢-٧) مستقبلات الصورة في أجهزة الأشعة السينية ٣٢٣
(٩-٣) التشخيص بالطب النووي ٣٢٥
(٩-٣-١) استخدام النويدات المشعة في الطب النووي ٣٢٧
(٩-٣-٢) مولد التكنيشيوم ٩٩م ٣٢٨
(٩-٣-٣) التوازن الإشعاعي في المولدات ٣٢٩
(٩-٣-٤) استحلاب مولدات التكنيشيوم ٩٩م..... ٣٣١
(٩-٣-٥) الصيدلانيات المشعة للتكنيشيوم ٩٩م ٣٣٣
(٩-٣-٦) الفحوص الداخلية والخارجية ٣٣٤
(٩-٤) التصوير بالنويدات المشعة ٣٣٦
(٩-٤-١) المصورة الجامية أو مصورة آثغر ٣٣٦
(٩-٤-١-١) المسددة ٣٣٦
(٩-٤-١-٢) حساسية المصورة وقدرتها التحليلية الفراغية ٣٣٨
(٩-٤-١-٣) البللورة الوميضية ٣٣٨
(٩-٤-١-٤) أنابيب التضاعف الفوتوني ٣٤٠
(٩-٤-٢) تكوين الصورة ٣٤١

(٩-٤-٣) طومغرافيا الانبعاث البوزتروني ٣٤١
(٩-٥) الدراسات التشخيصية بالنويدات المشعة ٣٤٤
(٩-٥-١) دراسة امتصاص اليود في الغدد الدرقية ٣٤٤
(٩-٥-٢) دراسة حجم البلازما للمريض ٣٤٨
(٩-٦) حساب الجرعة الناتجة عن حقن مادة مشعة
في الجسم ٣٥١
(٩-٦-١) البيانات النووية المطلوبة ٣٥١
(٩-٦-٢)حساب الجرعة الداخلية..... ٣٥٧
(٩-٧) استخدام النظائر المشعة والإشعاعات في العلاج ٣٥٩
(٩-٨) استخدام الإشعاعات المؤينة في التعقيم الطبي ٣٦٠
(٩-٩) استخدامات طبية أخرى للنظائر المشعة والإشعاع ٣٦١
(٩-١٠) أسئلة ومسائل للمراجعة ٣٦٣

الفصل العاشر : الأخطار الإشعاعية الخارجية

(١٠-١) مصادر الإشعاعات الطبيعية في البيئة ٣٦٧
(١٠-١-١) الأشعة الكونية ٣٦٨
(١٠-١-٢) الإشعاعات الصادرة من التربة ٣٧١
(١٠-١-٣) المواد المشعة الموجودة داخل جسم
الكائن الحي ٣٧٣
(١٠-١-٤) غاز الرادون ٣٧٥
(١٠-٢) المصادر الإشعاعية الإصطناعية ٣٧٩

(١٠-٢-١) الأشعة التشخيصية ٣٧٩
(١٠-٢-٢) الأشعة العلاجية ٣٨٠
(١٠-٢-٣) الطاقة النووية وصناعاتها ٣٨١
(١٠-٢-٤) النفايات المشعة ٣٨١
(١٠-٢-٥) الغبار الذري ٣٨٢
(١٠-٣) حساب معدل جرعة التعرض الخارجي من
مصادر مشعة ٣٨٣
(١٠-٣-١) حساب الجرعة لمصادر جسيمات بيتا ٣٨٣
(١٠-٣-٢) حساب معدل الجرعة لاشعاع جاما ٣٨٩
(١٠-٣-٣) معامل جاما النوعي ٣٩٣
(١٠-٤) العوامل المؤثرة على الجرعات الخارجية ٣٩٧
(١٠-٤-١) زمن التعرض ٣٩٨
(١٠-٤-٢) المسافة ٤٠٠
(١٠-٤-٣) الدروع (الحواجز) الواقية ٤٠٢
(١٠-٤-٣-١) دروع مصادر بيتا ٤٠٢
(١٠-٤-٣-٢) دروع الأشعة السينية
وإشعاعات جاما ٤٠٨
(١٠-٤-٣-٣) دروع النيوترونات السريعة ٤١٩
(١٠-٦) أسئلة ومسائل للمراجعة ٤٢٤

الفصل الحادي عشر : الأخطار الإشعاعية الداخلية

(١١-١) مقدمة ٤٢٩
(١١-١-١) المصادر محكمة الإغلاق ٤٢٩
(١١-١-٢) المصادر غير محكمة الإغلاق ٤٣٠
(١١-٢) مصادر الأخطار الداخلية ٤٣٠
(١١-٣) طرق دخول المواد المشعة للجسم ٤٣٢
(١١-٣-١) مواصفات الشخص المعياري ٤٣٣
(١١-٤) حساب الجرعة الناتجة عن التلوث الداخلي ٤٣٥
(١١-٤-١) الجرعة المكافئة الأولية لملوثات بيتا ٤٣٥
(١١-٤-٢) تغير معدل الجرعة مع الزمن ٤٣٦
(١١-٤-٣) الجرعة المكافئة الكلية المتراكمة ٤٤٠
(١١-٥) حساب الجرعة المكافئة للتلوث الداخلي ببواعث جاما ٤٤٣
(١١-٦) الحد السنوي للإندخال ٤٤٦
(١١-٧) الرقابة على الأخطار الداخلية ٤٥٢
(١١-٧-١) التركيز المشتق للهواء ٤٥٣
(١١-٧-٢) الحد المشتق للعمل ٤٥٤
(١١-٨) تصنيف أماكن العمل والمختبرات ٤٥٥
(١١-٨-١) تصنيف أماكن العمل تبعاً لخطورة
المادة المشعة ٤٥٥
(١١-٨-٢) تصنيف أماكن العمل تبعاً لدرجة سمية
المادة المشعة ٤٥٧

(١١-٨-٣) تصنيف المختبرات تبعاً لكمية النظائر
المشعة المتداولة فيها ٤٥٩
(١١-٩) الملابس الواقية ٤٦٠
(١١-١٠) مراقبة التلوث ٤٦١
(١١-١٠-١) قواعد عامة لمراقبة التلوث ٤٦٣
(١١-١١) الشارات الدولية المميزة للإشعاعات ٤٦٤
(١١-١١-١) تحذير: منطقة إشعاعية ٤٦٥
(١١-١١-٢) تحذير: مادة مشعة ٤٦٥
(١١-١١-٣) تحذير: مواد مشعة ٤٦٥
(١١-١١-٤) منطقة نشاط إشعاعي عالق في الهواء ٤٦٥
(١١-١٢) الشروط الواجب توافرها في أماكن العمل
بالمصادر والمواد المشعة ..... ٤٦٦.
(١١-١٢-١) نظام التهوية ٤٦٧
(١١-١٢-٢) الحالة الفنية للأسطح ٤٦٨
(١١-١٣) رصد التلوث ٤٦٩
(١١-١٣-١) حساسية جهاز رصد التلوث ومعايرته ٤٦٩
(١١-١٣-٢) الكشف المباشر عن تلوث الأسطح ٤٧٠
(١١-١٣-٣) الكشف غير المباشر عن تلوث الأسطح ٤٧٠
(١١-١٣-٤) رصد تلوث الهواء ٤٧١
(١١-١٤) علاج الأشخاص الملوثين ٤٧٢
(١١-١٥) تخزين المواد المشعة ٤٧٤

(١١-١٦) أسئلة ومسائل للمراجعة ٤٧٥

الفصل الثاني عشر: التخلص من النفايات المشعة

(١٢-١) التخلص من النفايات المشعة ٤٧٩
(١٢-٢) تخزين النفايات المشعة ٤٨١
(١٢-٣) النفايات الصلبة ٤٨٢
(١٢-٤) النفايات السائلة ٤٨٤
(١٢-٤-١) تصريف النفايات إلى وسائل الصرف الصحي .. ٤٨٥
(١٢-٤-٢) تصريف النفايات إلى الأنهار والبحيرات ٤٨٥
(١٢-٤-٣) تصريف النفايات إلى البحار ٤٨٥
(١٢-٥) النفايات الغازية ٤٨٦
(١٢-٦) أسئلة للمراجعة ٤٨٩

المراجع ٤٩١

ثبت المصطلحات العلمية

أولاً: عربي – إنجليزي ٤٩٣
ثانياً: إنجليزي – عربي ٥٠٥

كشاف الموضوعات ٥١٧