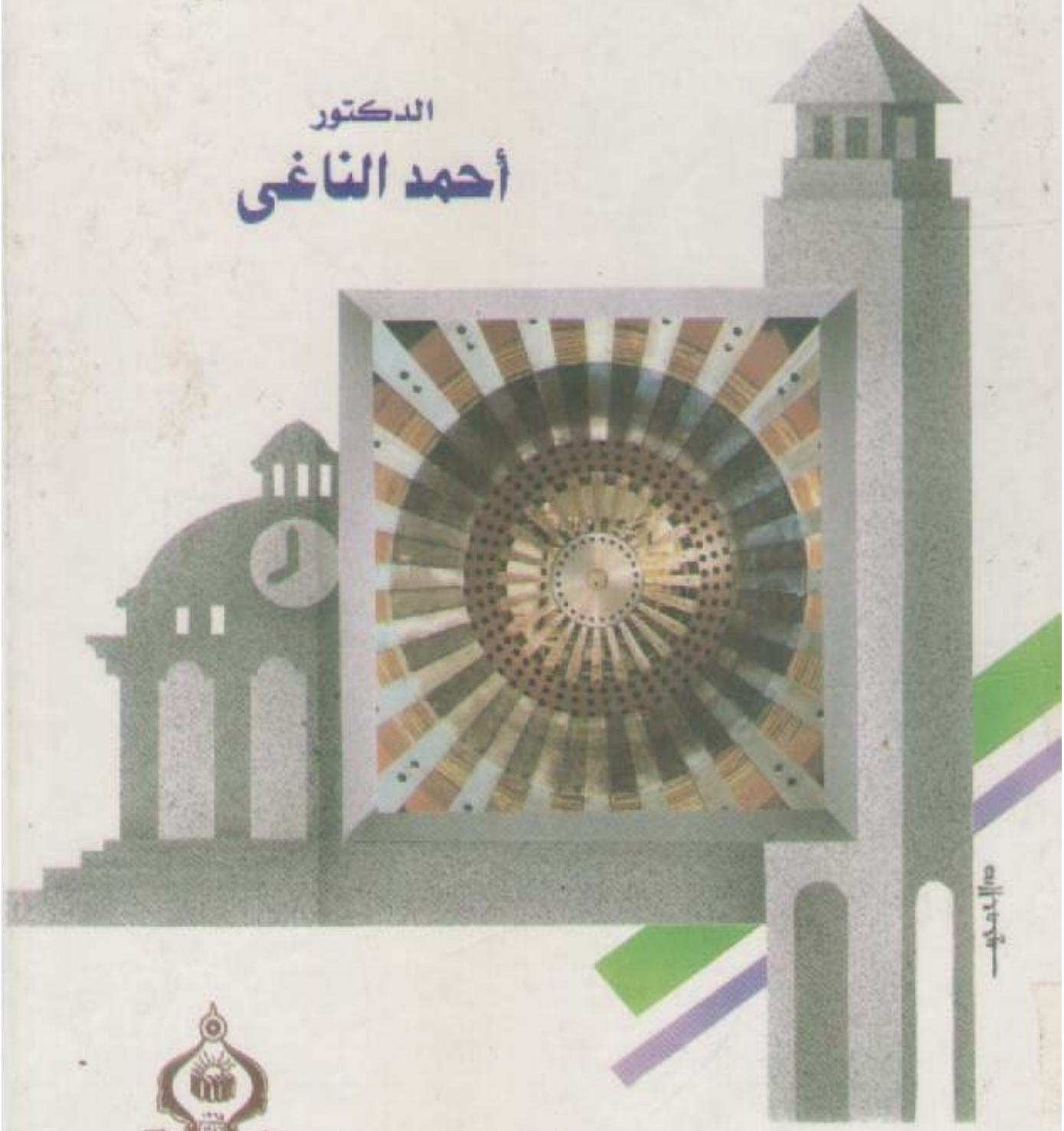
سلسلة الفكر العربي
لمواجهة العلوم الإنسانية

(١٤)

الفيزياء النووية

الدكتور
أحمد الناغي



دار الفكر العربي

3-4-539-1

3 - 4 - 539

سلسلة الفكر العربي
لمراجع العلوم الأساسية

- ١٤ -

الفيزياء النووية

الدكتور
أحمد الناغى
أستاذ الفيزياء النووية - كلية العلوم
جامعة القاهرة

الطبعة الأولى
١٤٢١هـ - ٢٠٠١م

ملتزم الطبع والنشر
دار الفكر العربى
٩٤ شارع عباس العقاد - مدينة نصر - القاهرة
ت: ٢٧٥٢٩٨٤ - فاكس: ٢٧٥٢٧٣٥
www.darelfikrelarabi.com
INFO@darelfikrelarabi.com

جامعة البليدة

المحتويات

إهداء	٧
المقدمة	٩
الفصل الأول: الخواص الأساسية للنواة	١٩
١-١ رقم الكتلة A ورقم الشحنة الكهربية z للنواة الذرية	٢٠
١-٢ شحنة النواة الذرية z	٢٠
١-٣ الكتلة ، الطاقة ووحدات قياسها	٢٢
١-٤ نصف قطر النواة	٢٥
١-٥ اللف المغزلي (المغزلية)	٢٦
١-٦ العزم المغناطيسي	٢٧
١-٧ الندية (الازدواجية الفراغية) وقانون حفظها	٣٢
١-٨ العزم الكهربي رباعي القطب	٣٦
١-٩ المغزلية الأيزوتوبية (اللف الأيزوتوبي)	٤٣
١-١٠ طاقة الترابط النووي	٤٩
١-١٠-١ طاقة الترابط للنيوكلون	٥٠
١-١٠-٢ صور أخرى لطاقة ترابط النواة	٥١
١-١١ خلاصة الفصل الأول	٥٤
١-١٢ أسئلة لمراجعة الفصل الأول	٥٦
الفصل الثاني: النشاط الإشعاعي	٥٩
٢-١أسس نظرية التحلل ذي النشاط الإشعاعي	٥٩
٢-٢ ثابت التحلل و فترة عمر النصف و متوسط العمر	٦٥
٢-٣ التحولات النووية المتتالية	٦٨
٢-٤ الاتزان الإشعاعي	٧٤

٢-٥ خلاصة الفصل الثاني ٧٦
٢-٦ أسئلة لمراجعة الفصل الثاني ٧٧
الفصل الثالث: الإشعاع والمادة ٨٣
٣-١ جسيمات ألفا ٨٣
٣-٢ المدى والطاقة لجسيمات ألفا ٨٤
٣-٣ جسيمات بيتا ٨٥
٣-٤ المدى والطاقة لجسيمات بيتا ٨٧
٣-٥ الاستطارة الخلفية لجسيمات بيتا ٨٧
٣-٦ امتصاص أشعة جاما ٨٨
٣-٦-١ التأثير الكهروضوئي ٨٩
٣-٦-٢ استطارة كومبتون ٩١
٣-٦-٣ إنتاج أزواج الإلكترونات والبوزيترونات ٩٢
الفصل الرابع: انحلال ألفا ٩٥
٤-١ شرط الانحلال ٩٥
٤-٢ تفسير الانحلال ٩٧
٤-٣ المقارنة مع التجربة ٩٨
٤-٤ حدود الاستقرار و العائلات المشعة ١٠٠
٤-٥ أطياف "ألفا" ١٠٤
الفصل الخامس:انحلال بيتا ١٠٧
٥-١ شرط الانحلال ١٠٧
٥-٢ أنواع انحلال بيتا (β) ١٠٨
٥-٣ طاقة الانحلال ١٠٩
٥-٤ طيف - "بيتا" ١١٢

٥-٥ نظرية ١١٣
٥-٦ المقارنة مع التجربة ١١٥
٥-٧ إشعاع جاما (γ) والنيوكلونات المتأخرة ١١٧
٥-٨ نظام انبعاث النيوترونات المتأخرة ١٢٠
٥-٩ الانحلال من حالات مستثارة ١٢٠
الفصل السادس: انحلال جاما ١٢٣
٦-١ زمن انبعاث كم جاما ١٢٣
٦-٢ الأيزوميرية النووية ١٢٤
٦-٣ مدى انتشار الأيزوميرات ١٢٦
٦-٤ إلكترونات التحويل الداخلي ١٢٧
٦-٥ إشعاع رونتجن وإلكترونات أوجى ١٢٨
٦-٦ التحويل مع تكون زوج ١٢٩
الفصل السابع: كواشف الإشعاعات النووية ١٣١
٧-١ مقدمة ١٣١
٧-٢ حركة الإلكترونات والأيونات في الغازات ١٣٣
٧-٢-١ الحركة الانسياقية ١٣٣
٧-٢-٢ الالتصاق ١٣٤
٧-٢-٣ إعادة الالتحام ١٣٤
٧-٣ التيار الإلكتروني والأيوني في الغازات ١٣٥
٧-٤ الكواشف الغازية ١٣٦
٧-٤-١ غرفة التأين ١٣٧
٧-٤-٢ خصائص غرف التأين ١٤١
٧-٤-٣ منحنى الاستجابة الديناميكي لغرفة التأين ١٤٣

٧-٤-٤ استخدام غرف التأين للكشف عن الإشعاعات المختلفة ١٤٤
١٤٧
٧-٤-٥ غرف التأين النبضية
١٥٠
٧-٤-٦ القدرة التحليلية للطاقة
١٥٢
٧-٥ العدادات التناسبية
١٥٦
٧-٥-١ شكل نبضات العداد التناسبي
١٥٩
٧-٥-٢ زمن التأخير
١٥٩
٧-٦ عدادات جايجر - موللر
١٦٠
٧-٦-١ عدادات جايجر ذات الإطفاء الخارجي
١٦٢
٧-٦-٢ عدادات جايجر ذات الإطفاء الذاتي
١٦٣
٧-٦-٣ شكل النبضة والزمن الميت لعداد الإطفاء الذاتي
١٦٤
٧-٦-٤ زمن الاسترجاع
١٦٤
٧-٧ الغرفة السحابية
١٦٧
٧-٨ غرفة الانتشار
١٦٨
٧-٩ الغرفة الفقاعية
١٧٠
٧-١٠ الكواشف الوميضية
١٧٠
٧-١٠-١ مكونات الكاشف الوميضي
١٧٢
٧-١٠-٢ أنواع المواد الوميضية
١٧٤
٧-١٠-٣ أنبوب التضاعف الفوتوني
١٧٧
٧-١٠-٤ القدرة التحليلية للطاقة والزمن للكواشف الوميضية
١٧٩
٧-١٠-٥ استخدام الكواشف الوميضية
١٨٢
٧-١١ الكواشف شبه الموصلة
١٨٣
٧-١١-١ ثنائي الملتقى الثقبي الإلكتروني
١٨٦
٧-١١-٢ كواشف السليكون

المحتويات

٧-١١-٣ كواشف الجرمانيوم-ليثيوم ١٨٩
٧-١١-٤ أهم مزايا الكواشف شبه الموصلة ١٩٠
٧-١٢ العداد الشراري ١٩٣
٧-١٣ كواشف تشيرنكوف ١٩٥
٧-١٤ ألواح وأفلام التصوير (المستحلب النووي) ١٩٨
٧-١٥ أسئلة ومسائل لمراجعة الفصل السابع ٢٠١
الفصل الثامن:التفاعلات النووية ٢٠٥
٨-١ عمليات مرنة ٢٠٦
٨-٢ عمليات غير مرنة ٢٠٦
٨-٢-١ تشتت غير مرن ٢٠٦
٨-٢-٢ تكوين النواة المركبة ٢٠٦
٨-٢-٣ التفاعلات المباشرة ٢٠٧
٨-٣ قوانين الحفظ(البقاء) في التفاعلات النووية ٢٠٧
٨-٣-١ قانون بقاء العدد الكلى للنيوكلونات ٢٠٧
٨-٣-٢ قانون بقاء الشحنة الكلية ٢٠٨
٨-٣-٣ قانون بقاء كمية الحركة الخطية ٢٠٨
٨-٣-٤ قانون بقاء طاقة الكتلة الكلية ٢٠٨
٨-٣-٥ قانون بقاء كمية الحركة الزاوية الكلية ٢٠٩
٨-٣-٦ قانون بقاء الندية (التماثل) ٢١٠
٨-٤ تعيين قيمة الطاقة Q للتفاعلات النووية ٢١٠
٨-٥ التفاعلات النووية ومستويات الطاقة ٢١١
٨-٦ مستويات الإثارة في النواة (المتبقية)الخارجة من التفاعل ٢١١
٨-٧ مستويات الطاقة في النواة المركبة ٢١١

٨-٨ المقطع العرضي للتفاعل النووي ٢١٣
٨-٩ استطارة رذرفورد ٢١٦
٨-١٠ مسائل لمراجعة الفصل الثامن ٢١٩
الفصل التاسع: التفاعلات النووية المستحثة بواسطة أشعة جاما ٢٢٧
٩-١ التفاعلات النووية البسيطة المستحثة بواسطة فوتون جاما ٢٢٧
٩-٢ الانبعاث المباشر للبروتونات المستحث بواسطة فوتونات جاما ٢٢٨
٩-٣ الرنين العملاق لثنائي القطب الكهربي ٢٣٠
الفصل العاشر: تفاعل النيوترونات مع الأنوية المختلفة ٢٣٥
١٠-١ خواص النيوترونات وطرق إنتاجها ٢٣٨
١٠-٢ الأنواع المختلفة للتفاعلات النووية المستحثة بالنيوترونات ٢٣٨
١٠-٢-١ الأسر الإشعاعي للنيوترونات ٢٣٨
١٠-٢-٢ التفاعلات التي ينتج عنها انبعاث البروتونات ٢٣٩
١٠-٢-٣ التفاعلات التي تنتج عنها انبعاث جسيمات ألفا ٢٣٩
١٠-٢-٤ التفاعلات الانشطارية (الانفلاق النووي) ٢٤٠
١٠-٢-٥ التفاعلات التي تؤدى إلى إنتاج نيوكليونين أو أكثر ٢٤٠
١٠-٢-٦ التبعثر غير المرن للنيوترونات ٢٤١
١٠-٢-٧ التبعثر المرن للنيوترونات ٢٤١
١٠-٣ نظرية بوهر للتفاعلات النووية الحادثة بواسطة النيوترونات ٢٤٢
١٠-٤ المستويات النووية للنواة المركبة ٢٤٤
١٠-٥ المقطع المستعرض لتفاعل النيوترونات مع الأنوية ٢٤٩
١٠-٥-١ المقطع المستعرض لتكوين النواة المركبة ٢٤٩
١٠-٦ حيود النيوترونات البطيئة بواسطة البللورات ٢٥٣

الفصل الحادي عشر:التفاعلات النووية المستحثة بواسطة الجسيمات الخفيفة المشحونة ٢٥٥
١١-١ التفاعل الكولومي للجسيمات المشحونة مع الأنوية ٢٥٥
١١-٢ دور حاجز الطرد المركزي ٢٥٧
١١-٣ التفاعلات المستحثة بواسطة جسيمات ألفا (α) ٢٥٨
١١-٣-١ التفاعلات من النوع (α,p) ٢٦٠
١١-٣-٢ التفاعلات من النوع (α,n) ٢٦٢
١١-٤ التفاعلات المستحثة بواسطة البروتونات ٢٦٣
١١-٥ تكون واضمحلال النواة $^{64}_{30}Zn$ في التفاعلات $p+^{63}_{29}Cu, \alpha+^{60}_{28}Ni$ ٢٦٦
الفصل الثاني عشر:النماذج النووية ٢٦٩
١٢-١ النموذج القشري ٢٦٩
١٢-٢ قواعد بناء النموذج القشري ٢٧٢
١٢-٣ النموذج الائتلافي أو النموذج التجميعي ٢٨٠
١٢-٤ حالات الجسيم المنفرد في بئر الجهد الغير كروي ٢٨٣
١٢-٥ المستويات الدورانية. ٢٨٦
١٢-٦ المستويات الاهتزازية ٢٨٩
١٢-٧ مدى تطبيق النموذج الإئتلافى ٢٩٠
١٢-٨ نموذج قطرة السائل ٢٩١
الفصل الثالث عشر:معجلات الجسيمات ٢٩٩
١٣-١ المعجلات الخطية ٢٩٩
١٣-٢ معجل فان دى جراف ٣٠٠
١٣-٣ السيكلوترون ٣٠٢

١٣-٤ حدود السيكلوترون ٣٠٦
١٣-٥ السينكروسيكلوترون ٣٠٦
١٣-٦ البيتاترون ٣٠٧
١٣-٧ مصادر النيوترونات ٣١١
١٣-٨ مسائل لمراجعة الفصل الثالث عشر ٣١٢
الفصل الرابع عشر:الجسيمات الأولية ٣١٥
١٤-١ تسجيل (تحديد) الجسيمات الميكروسكوبية ٣١٥
١٤-٢ تنوع الجسيمات ٣١٧
١٤-٣ الطبيعة الزوجية للجسيمات الأولية ٣١٩
١٤-٤ التحول المتبادل ٣٢٢
١٤-٥ طوابق التأثيرات المتبادلة ٣٢٣
١٤-٦ اللف والعزم المغناطيسي ٣٢٦
١٤-٧ الإحصاء ٣٢٨
١٤-٨ البوزيترون ٣٢٨
١٤-٩ النيوترينو ٣٣١
١٤-١٠ الميزونات ٣٤٠
١٤-١١ ضديدات النيوكلونات ٣٥١
١٤-١٢ ضديد المادة ٣٥٧
معجم المصطلحات العلمية ٣٦١
ثبت المراجع ٣٦٧