اكتشاف اشعّة جديدة

بحث للاب بطرس دي فراجيل اليسوعيّ مدرس الطبيعيات في مكتبنا الطبيّ

انّ عالم الطبيعيّات يلوح كل يوم للعيان في معرض جديد بالاكتشافات المتعدّدة التي يترقّى اليها العلماء. ولو صرفنا نظرنا فقط الى ما اكتشفوهُ منذ بضع سنوات من الاشعّة اطال عجبنا. فمن هذه الاشعّة ما يزيل الشُبهات عن مزاعم الطبيعيين السابقين ومنها ما يوسّع نطاق المعارف البشريّة الى حدود بعيدة. وقد توفّر عدد هذه الاشعّة حتى انّ كثيرين من القرّاء لم يعودوا يدركون حقيقتها فلذلك بادرنا الى وضع هذه المقالة لنبحث فيها: اوّلاً عن الحركات المتموّجة فنبيّن حقيقة الاشعّة عموماً وخواصّها وانتشارها. وثانياً عن تقاسيم هذه الاشعّة. وثالثاً عن اشعّة « باوندلو » المكتشفة حديثاً. ونختم اخيرًا بكلام مجمل عن تركيب المادّة التي كشفت هذه الاشعّة عن بعض خفاياها

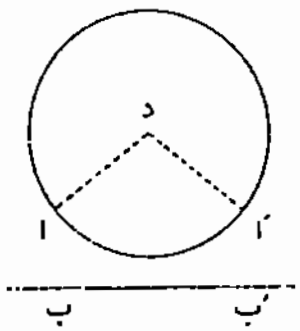
وقبل خوضنا في الكلام لا بُدَّ من تنبيه القارئ لازالة الالتباس انّ لفظتي شُعاع وإشعاع لا يُراد بهما بحصر القول ظواهر منيرة تبصرها العين. لانّ كثيرًا من هذه الاشعّة التي نبحث عنها خالية من النور فلتمييز الاشعّة المنظورة من سواها ننعتها بالمنيرة او المضيئة لئلا يلتبس الامر على القارئ

١ بحث سابق في الحركات المتموّجة

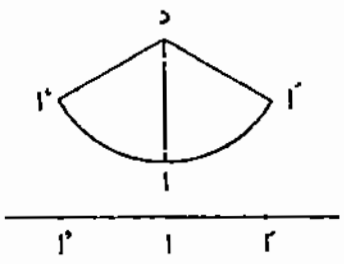
١ ﴿ حقيقة هذه المتموّجات ﴾ اعلم ان هذه المتموّجات التي نباشر درسها تجري كلّها في ادوار محدودة . ولذلك رأينا ان نقدّم على بحثنا المبادئ العموميّة المختصّة بالحركات الدوريّة. فانّ ذكرها يسمح لنا بان نجمع ظواهر متعدّدة تحت حكم واحد ويسهّل لنا درس كل صنف منها

١ً (الظواهر الدوريّة) الظواهر الدوريّة هي التي تعود كل احوالها وطوارئها بعد توالي ازمنة متساوية. والمسافة الفاصلة بين رجوع الطوارئ عينها تدعى دورًا وهذا الدور يُقاس بقياس مدّة زمانيّ. فاذا عُرف زمن ادوار هذه الظواهر كفى الطبيعيّ ان يدرس خواصّها في دور واحد ليطلق حكمهُ على بقيّة الادوار. ثم انّ بين الظواهر الدوريّة يُمكن ان تُعتبر حركةٌ واحدة من هذا الدور فتكون في مدّة زمن مساوٍ لمسافة

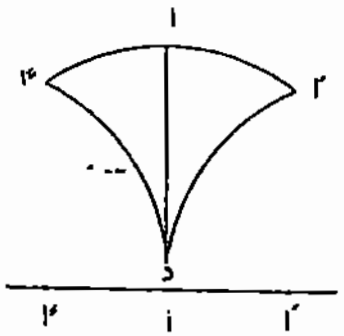
الدور كلهِ كلُّ اقسام الجسم المتحرك في الاحوال عينها. مثال ذلك كلّ ادوات آلة بخارية متحركة بعد دفعةٍ من المدك



٢ً (الحركة الاهتزازية) اذا اعتبرنا في الدائرة (د) نقطة (ا) تدور حول الدائرة بسرعة ثابتة. فالزمن الذي تقتضيهِ هذه النقطة لتسير من (ا) وتعود اليهِ هو الدور والحركة هي الدائرية. فلنفترض الآن ان النقطة نفسها تنتقل بالسرعة عينها من (ا) الى (اَ) ثم تعود من (اَ) الى (ا) فتكون حركتها حركة اهتزازية. ويجوز ان تجري هذه الحركة على خطّ مستقيم من (ب) الى (بَ)



٣ً (حركة الرقّاص) دونك مثلًا عن هذه الحركة تبيّن لك حقيقتها. فلنفترض ثقلًا (ا) معلّقًا باحد طرفي خيطٍ لا يقبل الامتداد امّا الطرف الآخر فمعلّق في نقطة ثابتة (د) فاذا جذبت الثقل (ا) الى (اَ) ثم تركتهُ اتمّ ذهابًا وايابًا عدّة حركات بين (اَ) و (اَ). وحركتهُ رقّاصيّة. ومن خواص هذه الحركة انها تزيد زيادةً متساوية من (اَ) الى (ا) ثم تنقص نقصًا متساويًا من (ا) الى (اَ) ثم لا تزال هذه الحركة تجري بانتظام من (اَ) الى (ا) ومن (ا) الى (اَ). وكما انها تسير في قسم من الدائرة كذلك يمكن وقوعها على خطّ مستقيم من (اَ) الى (اَ)



٤ً (الحركة الارتجاجية) هذا مثالها. خذ جُرزةً من الفولاذ مُثبتة في نقطة (د) ففي حالة سكونها يكون موقعها في (اد). امّا اذا نحيّت طرفها الى (داَ) فتركتهُ انتقل من (اَ الى (اَ) وهو يتخّ في سيرهِ ارتجاجاتٍ متعددة وحركتهُ هي الحركة

الارتجاجيّة تشبه حركة الرقّاص وسرعتها تزيد بتساوٍ من (أ) الى (١) ثم تنقص ايضاً بتساوٍ من (١) الى (أ). وهذه الحركة الجارية على شكل القوس يمكنها ان تجري على خطّ سويّ بين (أ) و(أ) على جانبي (١)

٢ ﴿ اركان الحركات الارتجاجيّة ﴾ هي ثلاثة: دورها وسعتها واختلاف هيئاتها

١ (دورها) سبق انّ دور الحركة هو مدّة الزمان اللازم لرجوع الظواهر عينها الى الاحوال نفسها. ففي الاشكال السابقة يكون الدور المدّة لانتقال النقطة (١) من (أ) الى (أ)

٢ (السعة) يدعون سعةً المسافة الفاصلة للطرفين اللذين بينهما تسير النقطة المتحرّكة بحركة ارتجاجيّة. ومعلوم ان نقطتين متحركتين بحركة ارتجاجيّة يمكنهما ان يتساويا بدورهما ويختلفا بسعتهما على حسب اختلاف سرعتهما

٣ (اختلاف الهيئة) هَبْ انّ متحركَيْن

بحركة ارتجاجيّة واحدة يجريان اوّلهما بين (أ) و(أ) والثاني بين (بَ) و(بَ) وانّ احدهما يسير قبل الآخر بحيث يصير (بَ) في (ت) لمّا يبتدئ (أ) سيره. فانّ الحركتين مع تساويهما في السرعة لا يتّفقان بل يختلفان في السير وهذا الاختلاف يدعى اختلاف الهيئة. فاذا كان الطول (بَ ت) هو كما في الشكل مساويًا لثُمن الدور (٢ بَ بَ) قيل عن المتحرّك (ب) انهُ يسبق المتحرّك (١) بثُمن الدور

٣ ﴿ انتشار الحركات الارتجاجيّة ﴾ اذا حرّكت نقطة في وسطٍ مرن سواء كان ماء او هواء او جسمًا صلبًا انتقلت الحركة من قسم الى آخر حتى تنال كلّ نقط هذا الوسط المرن فيقال اذ ذاك انّ الحركة تنتقل في الوسط. وبديهيّ انّ هذه الحركة لا تجري فجأةً بل بالتوالي من النقطة المتحركة الى النقط المجاورة. ويدعون « سرعة الانتشار » المسافة التي تقطعها الحركة في وحدة الزمان اي بعد ثانيةٍ مثلًا — فافرض النقطة (د) متحركة بحركة ارتجاجيّة

دوريّة واجعل زمن دورها (ز) فكل النقط

المتوسطة تنال هذه الحركة بالتوالي وتشارك الحركة الدوريّة في زمن دورها (ز) لكن

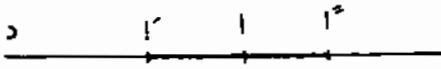
كل هذه الحركات لا تتوافق . فانّ حركة (ا) تقع بعد حركة (د) وحركة (ب) بعد (ا) وهلمّ جرًّا الى ان تبلغ الحركة الى (دَ) فتوافق حركة (د) فالمسافة (د دَ) هي الطريق التي قطعتها الحركة الارتجاجيّة في انتشارها مدّة دور واحد . ويدعون هذه المسافة (د دَ) طول التموّج . ومن ثم يصحّ تحديد طول تموّج الحركة بقولنا انها المسافة التي تفصل نقطتين متحركتين بحركاتٍ متوافقة في الوسط الذي فيهِ تنتشر الحركة المنتشرة مدّة زمن دور واحد

وخلاصة القول لا بُدَّ من اعتبار ثلاث كميّات في انتشار كل حركة ارتجاجيّة : ١ً سرعة الانتشار (س) . ٢ً زمن الدور الذي مر بعدهِ تعود الظواهر عينها الى حالتها الاولى (ز) . ٣ً طول التموّج (ط) . والنسبة بين هذه الكميّات : ط = س ز

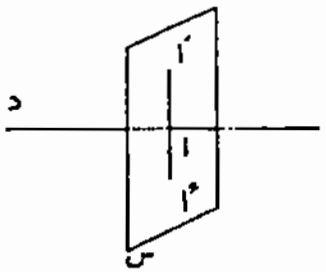
فلنعتبر رجلًا ماشيًا بخطوات متساوية . فتكون (س) سرعة مشيهِ و (ز) زمن خطوةٍ تامّة بساقيهِ . وطول التموّج المسافة بين وضع رجلهِ اليمنى اوّلًا وثانيًا

اما اذا اعتبرنا الوجهة التي يمكن التموّج ان يسير اليها في الوسط المعلوم فتكون الحركة امّا على حسب الطول واما حسب العرض

١ً (حركات الطول) هي التي تجري فيها حركة كل نقطة نحو وجهة الانتشار . فلنفترض مثلًا انّ الحركة تنشأ من النقطة



(د) فتهزّ نقطة (ا) من (اَ) الى (اً) والحركة تنتشر بضغط وامتداد متواليَين بحيث يدفع كلُّ قسم من الوسط القسمَ الذي امامهُ ووراءهُ بالتابع . والتموّجات التي من هذا النوع هي وحدها التي تنتشر في الموانع والسوائل . وعلى هذا المنوال ينتشر الصوت في الهواء

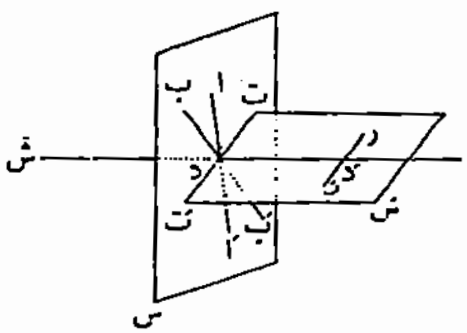


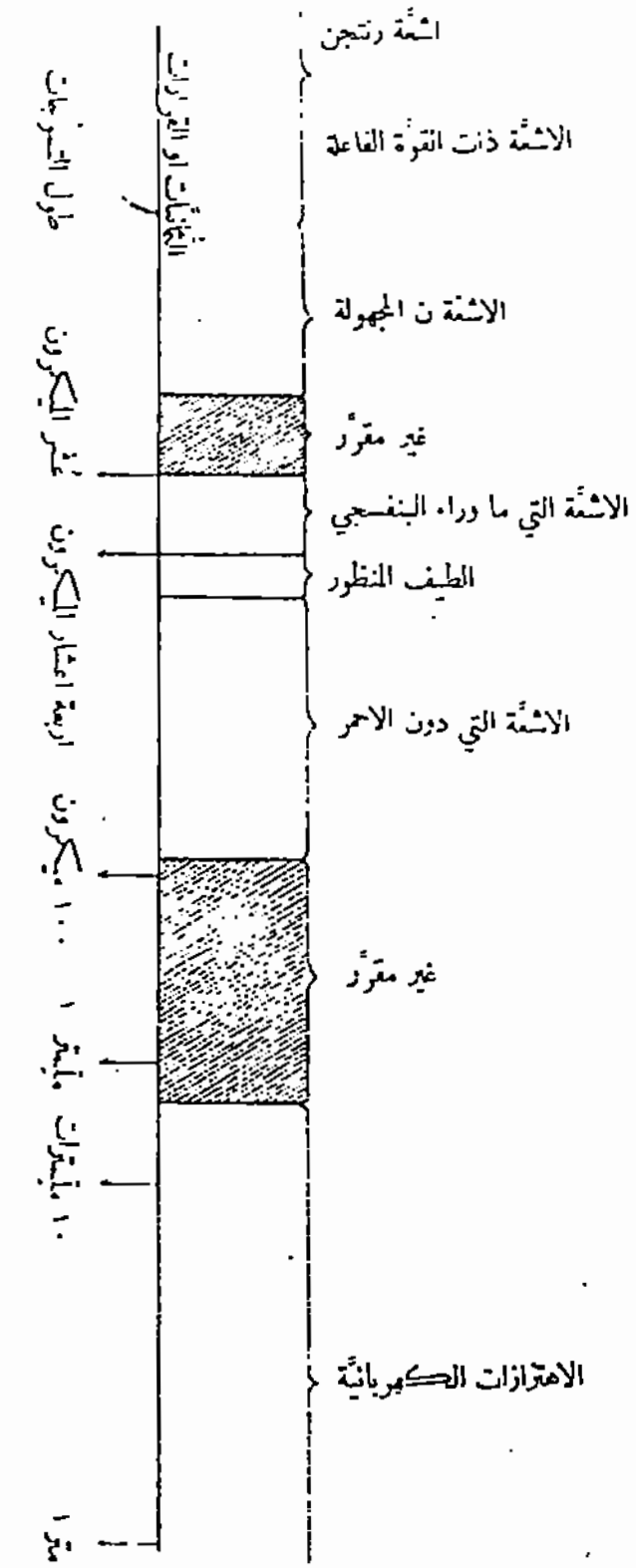
٢ً (حركات العرض) هي التي تجري فيها تموّجات كل نقطة في السطح السوديّ بالنسبة الى وجهة الانتشار . فالنقطة (ا) مثلًا تتحرك على حسب السطح (س) متّبعةً وجهة (اَ اً) فيكون اذن انتشار هذا الصنف من التموّجات بزحف الطبقات المتوالية بنسبة بعضها الى البعض . والنور ينتشر على هذا

النواع في وسطٍ لم يُحكم العلماء حتى الآن معرفةَ خواصهِ وهو الاثير (راجع مقالة الاب دي بلينساي عن الاثير في المشرق ٦ : ٣٦٧) وكذلك تنتشر ايضاً التموجات الكهربائية في التلغراف الاثيري الحالي من الاسلاك

٤ ﴿ تركيب الحركات الارتجاجية ﴾ فبعد ما تقدَّم يسهل على القرّاء ان يدركوا كيف تتأثر كتلة واحدة من الهواء بحركات ناشئة من مصدرين ارتجاجيين مختلفين فان كل دقيقةٍ من هذه الكتلة اذا اجتذبَتْها حركتان مختلفتان سارت بحركة تكون نتيجة الحركتين . فاذا كانت الحركتان جاريتين الى وجهة واحدة اجتمعتا واذا كانتا متناقضتين بطلتا عندما تكون سعتهما واحدة وان لم تكن طرحتَ من الواحدة كل ما كان للاخرى . وذلك ما يدعونهُ تجاري الحركات (interférence) . ومن ثم يمكن لاحدى دقائق الكتلة ان تُجتذَب بحركتين ارتجاجيتين دون ان تتحرك . ومثال ذلك الصوت فانهُ يُمكن ان يضاف صوت الى صوت فينتج عنهما السكوت . وان يضاف نور الى نور فتنتج عنهما الظلمة (راجع المشرق ٢ : ٦٧٦)

٥ ﴿ استقطاب الحركات الارتجاجية ﴾ هذه ظواهر خطيرة الشأن سيتكرَّر ذكرها في بقيَّة كلامنا ومن ثمَّ يُقتضى ادراكها تماماً . فلنعتبر شعاعاً مضيئاً ينتشر من (ش) الى (ع) ودقيقةً من الاثير (د) تتجاذبها حركة ارتجاجيَّة وهي ترتجّ على حسب سطح (س) عمودي بالنسبة الى (ش ع) تبعاً لوجهات شتَّى مثلاً (ا اَ) او (ب بَ) او (ت تَ) . فاذا أجزتَ الشعاع (ش ع) في بعض الاجسام الشفَّافة واجريتَ عليه انعكاسات شتَّى على مقتضى احوال معلومة رأيت ان الوجهة التي تهتزُّ فيها هذه الدقيقة (د) تصير واحدة . وتستقطب الحركة الارتجاجيَّة نحو وجهة معلومة مثلاً نحو (ت تَ) فيدعى اذ ذاك الشعاع النير مستقطباً . وترتجُّ اذ ذاك دقيقةٌ اخرى دَ تبعاً للخط (ر رَ) في السطح (سَ) كما ارتجَّت (د) في السطح عينهِ تبعاً للخط (ت تَ) والشعاع





جدول الاشعّة في اقسام الطيف

المستقطب لا يمكن الشعور به الّا في وجهة واحدة معلومة. هذا ويمكن استقطاب حركات ارتجاجية غير الاشعّة المنيرة

٢

فبعد المقدّمات السابقة يحسن بنا الآن ان ننتقل الى تقسيم اكثر الظواهر الطبيعيّة كالصوت والحرارة والنور والكهرباء لانّ كلّ المآثر الداخلة في هذه العوامل الطبيعية تتركّب من الحركات الارتجاجية

فالصوت يتركّب من ارتجاجات الدقائق الماديّة الماسّة كالغازات والسوائل المختلفة. وله ظواهر قائمة بذاتها

والحرارة والنور والكهرباء تتركّب من ارتجاجات الاثير فانّ دقائق هذا الجوهر الوحيد هي التي تولّد كل الاشعّة والإشعاعات سواء كانت حارّةً او منيرة او كهربائية

والاثير جوهر خالٍ من الثقل منبثٌّ في العالم اجمع وفي كل عناصر الاجسام التي يتكوّن منها العالم. ووجودهُ مقرّر ثابت مع كونهِ غير منظور لانّ بواسطتهِ تنتقل الحرارة والنور والكهرباء

وكل هذه الدقائق تتحرّك بحركات ارتجاجية من نوع الرقّاص لكنّ حركاتها يختلف بعضها عن بعض امّا بتواترها اي بتعدّد التموّجات التي تجريها كل من هذه الدقائق في الثانية. واما بسرعة انتشارها اعني بالمسافة القصيرة او الطويلة التي تقطعها هذه الدقائق في الثانية. او بطول تموّجاتها اعني بالمسافة الطويلة او القصيرة الفاصلة لدقيقتين متحركتين بحركات موتلفة في مسير الشعاع

وفي حقيقة الواقع ليست الأقسام التي ذكرناها ممتازة امتيازًا تامًّا عن بعضها لانّ بعض هذه الاشعّة هي جامعة بين الحرارة والنور او بين النور والكهرباء

ودونك مثالًا عن التقسيمين الاوّل والاخير

١ً (تقسيم الاشعّة على حسب تواترها) وهو تقسيم يشمل كلّ الاشعّة التي يختلف تواترها من الصفر الى ما لا نهاية له (١

(١) معلوم انك اذا اجزتَ بموشور النور الابيض تحلّل هذا النور اجمالًا الى الوان قوس قزح السبعة اعني الاحمر والليموني والاصفر والاخضر والازرق والنيلي والبنفسجي. ولكن في حقيقة الواقع

١ الاهتزازات الكهربائيّة تتراوح بين الصفر والمليون بتيف في الثانية
٢ القسم المجهول
٣ الاشعّة التي دون الاحمر تتردّد بين ١٥٤ تريليونًا و ٤٠٠ تريليون
٤ اشعّة الطيف المنظور بين ٤٠٠ و ٧٠٠ تريليون
٥ الاشعاعات الواقعة ما وراء البنفسجيّ بين ٧٠٠ تريليون الى ما لا نهاية له

وهذا التقسيم تفيد معرفتهُ وان صعب استعمالهُ لأنّهُ لو دوّنّا على الورق اقسامًا مناسبة للاعداد التي ذكرناها فنقيم جدولًا عموميًا للاشعاعات لكانت مسافة الاهتزازات الكهربائيّة بالنسبة للاشعّة الواقعة ما وراء البنفسجي غاية في الصغر والانحصار

٢ً (تقسيم الاشعّة بالنسبة الى طول التموّجات) وهو تقسيم يحتوي كل الاشعّة التي يبتدئ طول تموّجاتها من الصفر الى ما لا نهاية له

١ الاشعّة الواقعة ما وراء البنفسجيّ التي يبتدئ طول تموّجاتهـا من صفر الملّمتر الى ٠,٠٠٠٤ اعني اربعة اعشار الميكرون (والميكرون قسمٌ من الف الملّمتر)
٢ اشعّة الطيف المنظور من اربعة اعشار الميكرون الى ستة اعشاره
٣ الاشعّة التي دون الاحمر تتراوح بين ثمن اعشار الميكرون الى ٦٠ ميكرونًا
٤ جهةٌ غير مقرّرة
٥ التموّجات الكهربائيّة الواقعة بين خمسة ملّمترات الى ما لا نهاية له

ولهذا التقسيم خللٌ كخلل التقسيم السابق ولذلك سعى العلماء في وضع اصلاحه. والشائع اليوم بينهم ان ينسبوا للاشعّة المختلفة في اقسام الطيف مسافات مناسبة للتموّجات طول تموّجات هذه الاشعّة. وعلى هذا المنوال تصيب اقسامُ الاشعّة المتناسبة الشأن مسافات متساوية الكبر

وقد حصلوا هكذا على الجدول الآتي الجامع لكل اصناف الاشعّة مبيّنًا لخطرها بالنسبة الى بعضها

هذه الالوان هي اكثر من سبعة وبين كلّ لونين عدّة الوان متوسّطة. ثم انّ ما وراء الاشعة الحمراء اشعّة اخرى غير منظورة شديدة الحرارة تؤثر حرارتها في المقياس وكذلك ما وراء البنفسجيّ اشعّة غير منظورة تؤثر في بعض المواد فتجعلها مشعّة كما انها تؤثر في صحيفة فوتغرافيّة

فانّ الخطّ الافقيّ في هـذا الجدول مقسّم الى اقسام متساوية دُعيت ثمانيّات او قرارات (octaves) كألحان الموسيقى الواقعة في الدرجة الثامنة من المرتبة الموسيقيّة. فهذه الثمانيّات واقسامها القاطعة للخطوط العموديّة تناسب المسافات التي تشغلها الاشعّة المختلفة الاجناس. وتحت الخطّ الافقي قد دللنا على اخصّ اطوال التموّجات تسهيلًا لمعرفتها

واعلم ان للاهتزازات الكهربائيّة اطوالَ تموّجاتٍ قيست من ثلاثة ملّمترات الى ١٦٠,٠٠٠ كيلومتر وهي تشغل عددًا عظيمًا من الثمانيّات. وهـذه الاهتزازات ربّما دُعيت بالاهتزازات الهرتسيّة باسم مكتشفها العالم الالماني هنريخ هرتس (H. Hertz). وهي التي يمكن ارسالها في الفضاء بواسطة بعض الادوات ومنها يتركّب التلغراف بلا اسلاك

ثم انّ في المسافة الواقعة بين اطوال التموّجات ذات الاربعة ملّمترات والـ ٦٠ ميكرونًا (والميكرون كما سبق قسم من الف الملمتر) جانبًا لم يقرّر عنهُ العلماء شيئًا وهم يبحثون عن حقيقتهِ كل يوم ولعلّهم يتحقّقون معرفتهُ قريبًا

امّا الاشعّة الواقعة دون الاحمر فتختلف اطوالها بين ٦٠ ميكرونًا وعُشر اعشار الميكرون

ثم يأتي الطيف المنظور وهو يشمل مسافة ثمانيّة تامّة اعني قسمًا صغيرًا من طيف الاشعّة التامّ

والاشعّة التي ما وراء البنفسجيّ تشغل ثمانيّتين واطوال تموّجاتهـا بين ٤ اعشار الميكرون وعشرٍ منهُ

وبعد هذه الاشعّة قسم صغير لم تُعرَف حقيقة امرهِ. ثم تأتي بعـد ذلك الاشعّة المكتشفة حديثًا كالاشعّة رنتجن والاشعّة الكاثوديّة والاشعّة بكريل والاشعّـة ن المجهولة وهي تُعرف بالاشعّة بلوندلو (Blondlot) الخ. ولمّا كان باقي الطيف يتركّب من ثمانيّات أُخر غير محدودة لا غرو ان توجد فيهِ اشعّة اخرى وعجائب لا نعلمها حتى الآن

وفي بقية مقالتنا نبحث عن الاشعة التي اكتشفها آخرًا بلوندلو في الاجسام ذات الاشعّة الفاعلة (radio-actifs) او اشعّة ن. والقارئ الذي تبعنا في ما سبق يسهل عليهِ ادراك ما سنقول

(البقية لعدد آخر)