دخول القوى الخفيفة بين إلكترونات غلاف الذرة ليس لها تأثير مطلقًا؛ لأن هنا طول مسار الطريق بين الإلكترونات أطول من مسار طريق القوى الخفيفة، وفي غلاف الذرة تحدث التفاعلات لتجمد الإلكترونات عن طريق القوى الإلكترومغناطيسية، والبناء الكيميائي يحدث بتأثيرات وتفاعلات قوى الجاذبية التي لم تكن متعلقة بمسافة طريق المسار.

عاشرًا: إشعاعات الليزر LASER

25 إشعاعات الليزر واستعمالها

25 .1 ما معنى ليزر LASER ؟

الليزر إشعاع خاص نستطيع أن نقول عنه مجموعة من حروف العلم والفن والتقنيات في وقتنا الحاضر، ومجموعة هذه الحروف هي مختصر لعدة أحرف يقصد بها العلوم والتكنولوجيا وتؤلف الجملة العلمية التالية:

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

إشعاع الليزر ليس إلا تقوية الضوء عن طريق إجبار بثه كإشعاع متلاصق منظم متوازٍ. إن إشعاع الليزر Laser ينبوع ضوء جديد لم يعرف في الطبيعة عنده ميزاته الخاصة به، وكذلك وجوده ساعد في عمليات وتكنولوجيات عديدة لا تحصى. يستعمل في العديد من مسائل العلوم والطب والتكنولوجيا خاصة تلحيم وقطع المعادن القاسية وغيرها ولا يفوقه اختراع أو اكتشاف في وقتنا الحاضر. هذا الإشعاع اكتشف وطور في سنة 1960 من الفيزيائي الأميركي TH. Maiman، وهذا الإشعاع يوجد منه في الوقت الحاضر ثلاثة أنواع من التقنيات لإنتاجه:

1 – إنتاج إشعاع الليزر من الأجسام البلورية الجامدة Robin – Laser.

2 – إنتاج إشعاع الليزر من الغاز Helium - Neon . Gas Laser .

3 – إنتاج إشعاع الليزر من المواد نصف الناقلة أو العازلة Crystal Laser.

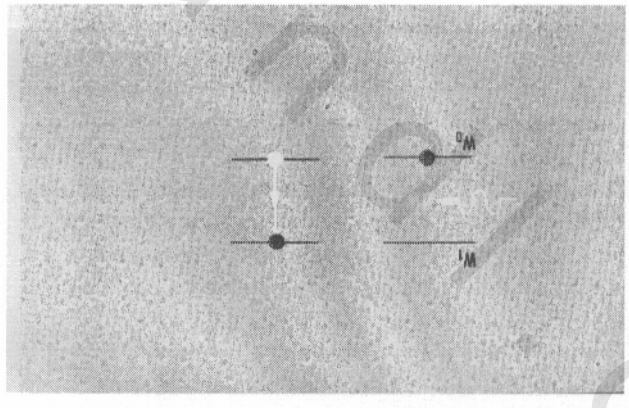
ملحوظة: أول جهاز إشعاع ليزر بناه الفيزيائي Maiman لإنتاج إشعاع الليزر بني عن طريق Robin Laser.

25 . 2 الطرق الفيزيائية البدائية لإنتاج إشعاع الليزر Laser

قبل أن نتعمق في موضوع بناء الليزر يجب علينا أن نتفهم الأسس البدائية الفيزيائية التالية:

1- لإنتاج الإشعاعات عامة مثلاً في غلاف الذرة تحدث العمليات التالية التي سبق شرحها المبسط وتفهمها لإنتاج الإشعاعات.

ونعود بالقول إن هذه الإشعاعات الفيزيائية تنتج لما إلكترون من غلاف الذرة عن طريق إدخال طاقة عليه من الخارج ينتقل هذا الإلكترون من حالة محيطه الأساسي W0 إلى حالة التهيج بالطاقة W1، وهذه العملية تحدث عن طريق امتصاص طاقة كم نظهرها في الصورة التالية:

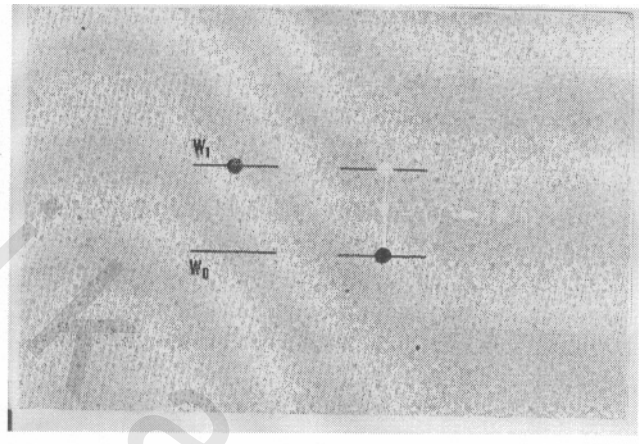


ونعطيها المعادلة التالية:

$$\Delta W = W1 - W0 = h.\nu$$

2 وكذلك في حالة انتقال إلكترون هذه الذرة الذي يبقى برهة من الوقت في حالة التهيج التي تساوي Sec 10^{-8}، وهذا عن طريق رجوعه من حالة التهيج إلى حالته الأساسية، يبث إشعاعات كمية أو بالأحرى كذلك هذا الإلكترون يبقى لحظة

بين الحالتين وبعد ذلك يعود إلى حالته الأساسية النهائيـــة وبعمليـــة انتقـــال هـــذا الإلكترون من حالة التهيج بالطاقة المعطاةW1 إلى حالته الأساســـية ..W0 تنـــتج كذلك طاقة كم Quantum energy ظهرت كذلك في الصورة التالية:



ونعطيها بالمعادلة التالية:

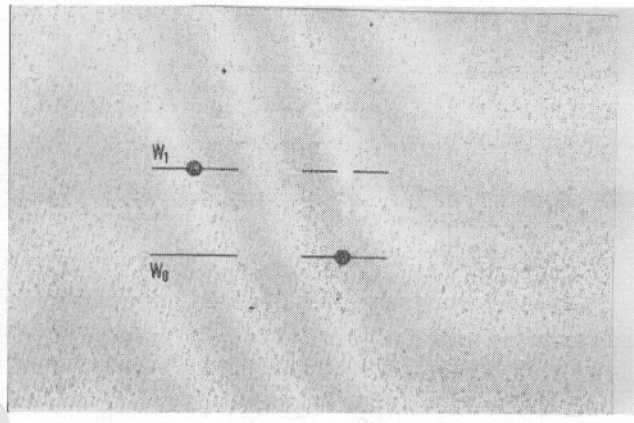
$$\Delta W = W1 - W0 = h . \nu$$

ونسمي خاصية عملية البث: هذه البث التلقائي Pontoon Emission.

3 وأخيرًا في غلاف الذرة تحدث حالة ثالثة لها أهميتها في إشعاع الليزر، لأن هذه الحالة تلعب دورًا مهمًّا في تأثيرات إشعاع اليزر، وهي حالة تهيج الذرة عـــن طريق سقوط طاقة كم عليها من الخارج تساوي:

$$\Delta W = h\nu$$

والعودة من حالة التهيج بالطاقة W1 إلى الحالة الأساسية W0 قبل بث الإشعاع التلقائي Pontoon Emission تعطي طاقة حرة زائدة تساوي طاقة الكم نظهرهـــا بالمعادلة والصورة التالية:



نعطيها بالمعادلة التالية:

$$\Delta W = W1 - W0 = h\nu$$

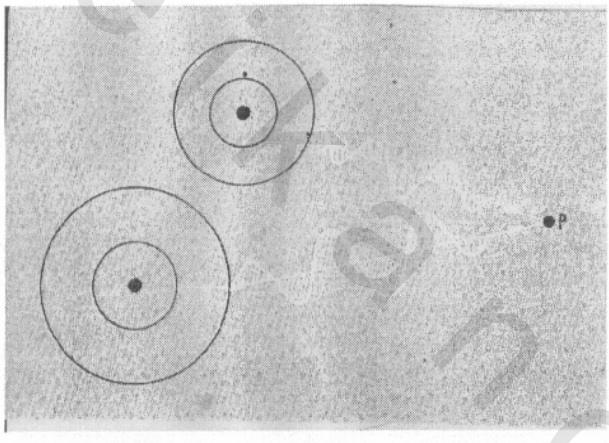
والآن نرى بأنه يخرج طاقتا كم اثنتان 2.Quantum power عندهما نفس الطاقة، وهذه العملية ذكرها أينشتين في سنة 1917 وأسماها Induction or Simulate Emission .

ونفهم من عملية الحث هذه لما ذرة تتهيج عن طريق سقوط طاقة كم عليها من الخارج، أو عن طريق تماشي سحب موجات غير متتابعة انبعاثاً تحدث هذه العملية التلقائية التي تحصل عن طريق طاقة كم معطاة أو عن طريق تماشي سحب موجات..

إن تأثير أو حث إشعاع عنده نفس التردد مثل الإشعاعات الإلكترومغناطيسية المتهيجة، بل ولكن على كل حال عنده نفس الأقطاب Phases، وكذلك نفس مستوى الاهتزازات مثل الموجة المتهيجة، وهذه الميزات والنقاط توجد لإنتاج إشعاع الليزر وهي من النقاط الأساسية المهمة، ولكن الأهم من ذلك حث الإرسال هذا الذي نسميه Induction Emission الذي لا يوجد في الطبيعة ويجب أن يصنع أي ينتج تصنيعيًّا من عمليات الليزر. وقبل أن نتعمق في موضوع الليزر يجب أن نأخذ بعين الاعتبار بعض النقاط التي تذكرنا بينبوع الضوء العادي.. ومن هذا الينبوع ينبث خليط من ذرات الضوء الكمي أو من تماشي سحب جريان مرور الموجات ولكن حسب قوانين الإحصاء أنه دائما عن طريقة تلقائية Pontoon من

حالة التهيج تعود الإلكترونات إلى المحيط، أي إلى الحالة الأساسية كما ذكر قبلاً، وهذه الإلكترونات من بعد وقت قصير يساوي بوحدات الثانية Sec 10^{-8} تعود إلى الحالة الأساسية. وهذا التهيج يحدث عن طريق تأثير ينبوع ضوء معطى دائم الإشعاع ليهيج الذرات ويحرك الإلكترونات للانتقال.

وهذا الإشعاع المهيج نأخذه مثلاً من شعيرة تحمى في صمام الضوء Lamp مغذى بالطاقة الكهربائية أو من شمعة مضيئة، وهذه الينابيع الضوئية المرسلة الضوء المبني من مجموعة عدد كبير من تتابع تماشي جريان سحب مرور موجات الضوء نظهره كنموذج في الصورة التالية:



وللتفهم والشرح وضعنا في هذه الصورة نموذج تماشٍ لموجتين وهاتان الموجتان عندهما الميزات التالية:

1 – إذا كانت ذرات جسم مشع تبث إشعاعات في أوقات متفرقة يوجد بين تماشي سحب جريان موجات الإشعاعات دائمًا تبادل حركات مرور متفرقة. وحسب كبر أو سعة قيم المرور تستطيع الموجات..

وكذلك في مكان نقطة من نقاط جبال الموجات أو في سحب تماشي جريان الموجات، أو في وديان أو جبال الموجات أو في غير مكان من الاهتزازات أن تلتقي وهذه الميزة نسميها موجات وقتية غير مترابطة Incoherent Time .

2 – إن الضوء المبني من عدة تماشي سحب جريان مرور الموجات ولكن هذه الموجات جميعها ليست من نفس اللون حتى لو كانت منبثة من نفس ذرات الكم. هذا الضوء يبث كذلك تماشي سحب جريان موجات متقاربة التردد، هنا حدة التردد

متعلقة بقصر تماشي الموجات، وهذه الميـزة نـسميها المكـان غيـر المتـرابط Incoherent place .

3 – ولما الضوء يشع كجسم مشع في اتجاهات مختلفة نستطيع حزم وتقويم هذا الضوء عن طريق البصريات Optic، ولكن هذه العمليات حدودها ضعيفة؛ وهـذا معناه لإنتاج إشعاع الليزر LASER يجب حذف الوقت غير المتـرابط، وكـذلك المكان غير المترابط أو المتماسك Coherent وكذلك يجب لعملية بث إشـعاعات الليزر صف وإتقان إشعاعات الضوء متوازية Parallel.

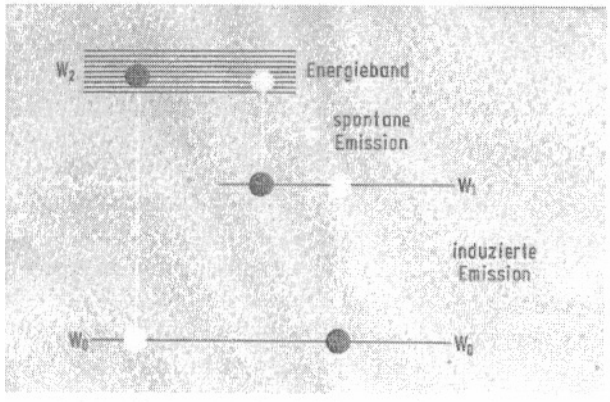
وهنا نقول لإنتاج إشعاع الليزر Laser يجب أن يكون هذا الإشـعاع الليـزري المنتج غير الإشعاع العادي بل يجب على هذا الإشعاع أن يكون إشعاعًا مترابطًـا متماسكًا متوازيًا.

25 . 3 إنتـاج إشـعاع الليـزر عـن طريـق التفاعـل فـي الأجـسام البلوريةRobin Laser

في هذا القسم نشرح طريقة إنتاج إشعاع الليزر أولاً عن طريق الأجسام القاسية البلورية الـ Ruben هذا الجسم مركب من مادة أوكسيد الألمنيوم رمزه (AL_2O_3) والذي موجود به في كل ألف من أيونات الألمنيوم أيون واحـد مـن ال Chrome Oxide .

وأيونات الـ Chrome هذه هي من المواد البدائية الأساسية اللازمـة لإنتـاج إشعاعات الليزر. عامة لإنتاج إشعاع الليزر يوجد ثلاثة أنواع من المؤثرات الواجبة لعملية إنتاج هذا الإشـعاع، هـي الـذرات، والأيونـات، وجزيئـات النـوى أي الـMolecules .

ولهذا يوجد لها كذلك ثلاثة مستويات من الطاقات سوف نأتي على شرح ميزاتها لاحقا نظهرها في الصورة التالية:



هنا في الصورة نظهر كنموذج المستويات الثلاثة للأيونات الـ Chrome Ions التي لها تأثيراتها على إنتاج إشعاع الليزر. ولهذا نرى قرب المستوى الأساسي للطاقة W0 يوجد حالتا تهيج بمستوى الطاقة W1، وكذلك بمستوى الطاقة W2 وحالة مستوى الطاقة W2 ليست الطاقة الوحيدة W2، بل ولكن هذا المستوى هو حزمة من الطاقات العديدة Energy Band التي يتعدى عددها المائة من الطاقات، وهذه الطاقات توجد متقاربة من بعضها البعض في الوقت الذي Chrome Ions وكذلك هذه الحزمة من الطاقات تؤلف وتعطي طيفًا متواصلاً Continual Spectrum وهذا ما سوف نراه لاحقًا بأن هذه التأثيرات لها أهميتها على إنتاج الإشعاع الليزري وأما هنا بما يختص بمستوى الطاقة W1 فقد ثبت بقيمة 1,8 eV فوق المستوى الأساسي أو الحالة الأساسية:

$$\Delta W = W1 - W0 = 1,8\ eV$$

في مادة جسم الـ Ruben مستويات الطاقة الثلاثة ليست متساوية، ولكن عامة يوجد أيونات كثيرة في المحيط الأساسي أكثر مما هو موجود في محيط التهيج. هنا طاقات أيونات الـ Chrome Ions تتغير حالاتها دائمًا في الوقت الذي تأخذ بعض طاقات الذرات وتعطي غيرها من الطاقات، ولكن في الوسط في حالة حرارة ثابتة تبقى الأعداد الساكنة أو المالكة للجسيمات في كل الحالات بدون تغير. عامة يختص بالأعداد الساكنة أو المالكة مستويات الطاقات W2,W1,W0 المتعلقة بعضها ببعض ولهذه العمليات والأعداد نعطي الاسم بالمعنى، كثافة أعداد الجسيمات n التي

تساوي عدد الجسيمات N الموجودة في الحجم ..V مقسومة على V المساوية قيمة الكثافة التالية:

$$n = N / V$$

أما هنا يوجد أكبر عـــدد إحـــصائي متوســـط n_0 لجـــسيمات Chrome Ions الموجودة في مستوى الطاقة W0، وبرفع هذه الطاقة إلى طاقة مرتفعة W1 لهـــذا تصبح كثافة أعداد الجسيمات n1 أصغر من n0، وكذلك كثافة أعداد الجسيمات n2 تصبح أصغر من قيمة كثافة أعداد الجسيمات n1 ، لما ترفع هذه إلى الطاقـــة W2 وتفرق الجسيمات على المستويات الثلاثة نظهره بالحل العلمي حـــسب المعـــادلات التالية :

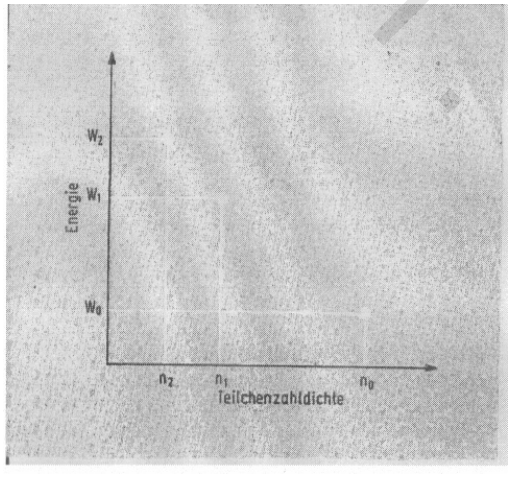
$$n_1 = n_0.e^{-W1 - W0 / kT} \qquad \text{and} \qquad n_2 = n_1.e^{-W2-W1/ kT}$$

في الوقت الذي تساوي الاصطلاحات التالية :

T = الحرارة المطلقة.

K = ثابتة Boltzman.

وكذلك مجموع كثافة أعداد الجسيمات يساوي . n = n1 , n2 , n3 ولذلك هذا التقسيم يؤخذ عادة ويسمى التوازن الحراري نظهره كنموذج مبسط فـــي الـــصورة التالية:



وفي حالة التوازن الحراري بلورات الـ Ruben لا يمكن أن تستعمل كمقوٍ للضوء عن طريق حث الإشعاعات Induction Emission والسبب في ذلك أن مادة بلور الـ Ruben لا تستطيع أن تدخل بالتفاعل مع طاقة الكم المساوية:

$$\Delta W = W1 - W0$$

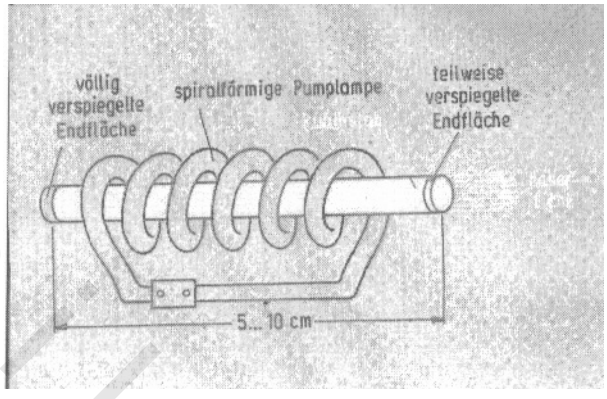
1 – إن طاقة الكم الساقطة تمتص لما أيون واحد من مادة الـ Chrome يخرج من الحالة الأساسية بطاقة W0 ويدخل أو يرتفع إلى حالة التهيج بطاقة تساوي W1.

2 – إن طاقة الكم الساقطة يمكن أن تهيج أيون الـ Chrome بقدرة قيمة الطاقة المرتفعة W1 حتى تحث الإشعاعات وتعطي طاقة كم زائدة، ولما أيون الكروم يعود إلى الحالة الأساسية. وبالحقيقة يوجد للعمليتين نفس الإمكانية Probability مع أنه في كريستال الـ Ruben تتصاعد عملية الامتصاص لأن مستوى حالة الطاقة W0 الأساسية يصبح أقوى أو أقدر من مستوى حالة W1 ولهذا تحدث عملية تقوية الضوء عن طريق حث الإشعاعات، ولهذا يجبر التوازن الحراري المعطى في الأعلى بأن يتغير في مستويات الطاقات W0 , W1 , W2 وفي المعنى المقصود ولهذا السبب كثافة أعداد الجسيمات n1، تصبح أكبر من كثافة أعداد جسيمات n_0 وهذا التغير في كثافة أعداد الجسيمات الطبيعية يصبح عكس أو مقلوب الأعداد الساكنة المالكة.

وحتى تحدث عملية التعاكس للأعداد الساكنة المالكة يجب أن يدخل على الـ Ruben طاقة، لكي ترتفع الذرة الموجودة في الحالة الأساسية إلى حالة التهيج وكذلك ما يحدث لما نأخذ مادة الـ Ruben بشكل أسطواني بضخامة قلم الرصاص بطول يتراوح بين خمسة إلى عشرة سنتم مدخلة ومحاطة في داخل صمام غاز حلزوني الشكل الذي يعطي إشعاعات أضواء صفراء خضراء.

وهذه الإشعاعات الضوئية مؤلفة من طاقات كم Energy Quantum مختصة بالموضوع، عندها قدرة لرفع أيونات ال Ruben من مستوى حالة الطاقة الأساسية

المساوية W0 إلى مستوى حالة التهيج في رزمة الطاقات المظهرة كـذلك فـي الصورة التالية:



هنا والمهم رفع الأيونات إلى مستوى رزمة الطاقات، ولكن على مستوى محدد مقرر وفي هذه الحالة صمام الغاز المنتج الأضواء يعطـي طاقـات كـم متفرقـة القدرة، وأما لما مستوى التهيج يلزمه طاقة معينة محددة فإنه كذلك طاقات الكم هذه عندها القدرة لرفع أيونات الـ Chrom من حالة الطاقة الأساسية إلى حالة التهيج في الوقت الذي قسم كبير لا يستعمل وبعد برهة من الوقت تخرج الإلكترونات من رزمة الطاقات الموجودة أي الـ Energy Band بإعطائها طاقات خفيفة تظهـر بشكل حرارة، ثم تلقائيًّا وبدقة منظمة تدخل وتعطي طاقة مرتفعـة W1 . وهـذه العملية نسميها الحالة نصف المتزنة metastable في الوقت الذي الأيونات تنتظر وقتًا طويلاً حتى تصبح الأعداد الساكنة أو المالكة لمستوى الطاقة W1 أكبر مـن مستوى حالة الطاقة W0، ونسمي هذه العملية العلمية الفيزيائية: المضخة البصرية Optic Pump وهذه العمليات نختصرها بالجملة التالية.

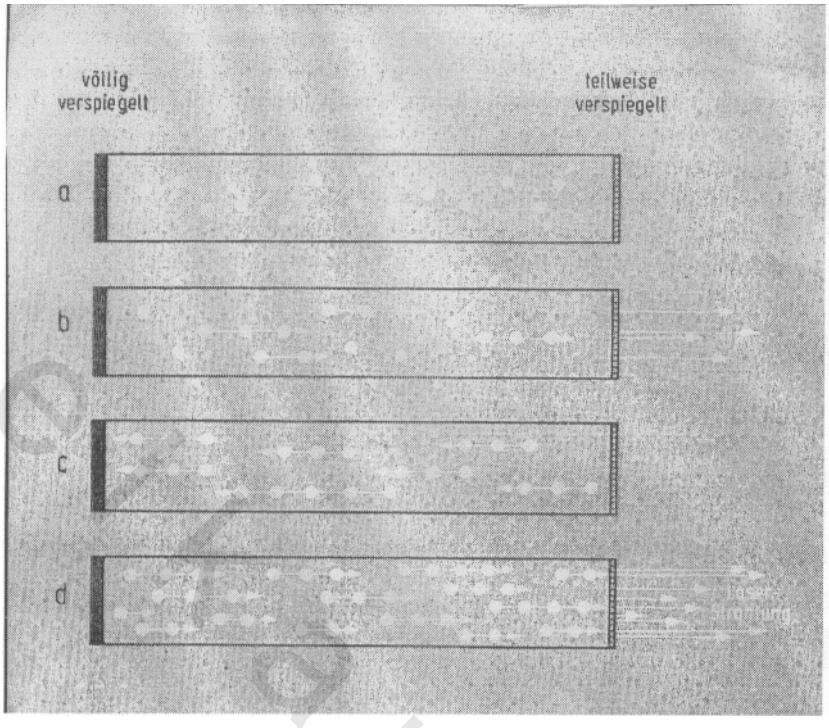
لإنتاج الإشعاع الليزري عن طريق حث الإرسال Induction Emission يجب قلب أو انعكاس الأعداد المالكة أو الساكنة بواسطة (المضخة) Optic Pump، في هذا الوقت ترتفع أيونات الـChrome من الحالة الأساسية إلى مـستوى رزمـة الطاقات بمساعدة إدخال طاقة خارجية، وبعد ال "تماطل" من الوقت تعطـي هـذه

طاقات خفيفة بشكل حرارة إلى مستوى نصف متزن ولهذا يصبح وقت ال" تماطل" مملوءًا أكثر مما يوجد في الحالة الأساسية.

وبهذه الطريقة أي عن طريق المضخة Optic Pump نتوصل لانعكاس الأعداد الساكنة أو المالكة لبداية عملية إنتاج إشعاع الليزر LASER.

وفي بنائه Ruben Laser يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار أن وجوه رءوس قضيب الـ Ruben البلوري أسطواني الشكل يجب أن تكون متوازية Parallel عن طريق الجلف والتنعيم بدقة فائقة، وترش أو تطلى ببخار مادة الفضة لتصبح من جهة الانعكاسات بجودة مرآة صافية، ومن الجهة الثانية أي من جهة المخرج هذه تفضض كذلك كمرآة عادية قابلة لمرور الإشعاعات الليزرية، وعن عملية الإرسال التلقائي أي المعروف والمقصود به الـ Pontoon Emission، لأيونات ال Chrome المتهيجة التي بعضها تعطي طاقة الكم Quantum والبقية منها التي لم تقع على المرآة تخرج من جوانب قضيب الـ Ruben إلى الخارج بدون أي فائدة.

ولكن الكمية The Quantum التي تتحرك في الوسط موازية لمحور قضيب مادة الكريستال Ruben الأسطواني تجبر أيونات Chrome المتهيجة على أن تدخل في عملية حث الإرسال Induction Emission، في الوقت الذي كمون جديدة تنتج وهنا عدد الكمون يرتفع ولكن في النهاية لا يصلح لإنتاج الإشعاع الليزري إلا إشعاعات الضوء الموازية للمحور في نصف خط قضيب الـ Ruben. وضوء هذه الإشعاعات يتحرك ذهابًا وإيابًا بين جهتي قضيب الـ Ruben، ويجبر الأيونات على حث إرسال الإشعاع في الوقت الذي جهة المخرج العاملة كمرآة مرور تترك هذا الإشعاع الليزري يخرج مترابطًا متماسكًا أي Coherent، وحيد اللون Monochromatic، متوازيًا Parallel وهو مظهر بالصورة التالية:



التي تشرح كل العمليات. إن الطاقة الموجودة بين المستوى المعطـــى لإشـــعاع الليزر ومستوى الطاقة الأساسية يساوي:

$$\Delta W = h\nu = 1{,}8 \text{ eV}$$

أما ما يختص بتردد وطول موجة الإشعاع الليزري:

هنا نرى أن الإشعاع الليزري المنتج من مادة الـــ Ruben تردده وكذلك طول موجته يساوي:

$$\nu = \Delta W/h = 435.10^{+12} \text{ Hz} \quad \text{and} \quad \lambda = c.h/\Delta W = 689.10^{-9} \text{ m}$$

والاصطلاحات التالية تساوي:

h = ثابتة Planck.

c = سرعة الضوء في الفراغ.

إن تردد هذا الإشعاع وكذلك طول موجة هذا الإشعاع الليزري موجـــودان فـــي القسم الأحمر من طيف الموجات.

$$\nu = 435 \text{ THz} \quad \text{and} \quad \lambda = 689 \text{ nm}$$

إن لون الليزر الأحمر ليس له علاقة بلون ال Ruben الطبيعي الأحمر ولكنـــه كان صدفة.

لون الـــ Ruben الأحمر يأتي من أيونـــات الـــــ Chrome الموجـــودة فـــي الRuben والتي لها رزمتا امتصاص Band Absorpitions.2 في الوقت الذي طول الموجات السفلى تمتص اللون الأصفر والأخضر، والموجات العليا تمـــتص اللون البنفسجي وفوق البنفسجي ولكن لما ضوء أبيض يسقط على بلور الRuben فإن الألوان التالية.. الأخضر والأصفر والبنفسجي وفوق البنفسجي كما ذكرنا سابقًا تمتص، ولا يترك أو يخرج إلا اللون الأحمر.

ولبناء جهاز الـــ Ruben Laser يجب أن تكون مـــسافة طـــول قـــضيب ال Ruben بين مرآته من الجهتين عدد خالص يساوي عدة مـــرات طـــول موجـــة الإشعاع الليزري، وفي هذه الحالة يحدث تداخل Interference بـــين الموجـــات الساقطة والموجات المنعكسة وبناء موجة جامدة، وسعة هذه الموجة Amplitude ترتفع، والحالات الباقية من الموجات تنعكس وتتلاشى عن طريق التداخل ولا تبث أية إشعاعات إلى الخارج.

وفي الختام يجب أن نذكر بعض النقاط الخاصة بالإشعاع الليزري المنتج من ال Ruben:

– هذا الإشعاع لا يبث متواصلاً Continual بل بطريقة النبض، وهذا يعود إلى أن نبضات الضوء تأتي بعد انعكاس الأعداد الساكنة المالكة، وقبل ذلك حتى يصل طاقة من صمام الغاز لدفع أيونات الـــ Chrome وكل هذا يلزمـــه وقـــت حتـــى Crystal Ruben يعطي نبضات جديدة وإنه بما يختص بحـــصيلة الـــــ Ruben Laser فصغيرة جدًّا تساوي تقريبًا بعضًا من المائة من الطاقـــة المـــستعملة مـــن

الصمام الكهربائي، وإنه ما تبقى من الطاقة التي لم تستعمل تذهب سدى كحـــرارة فلإعطاء حصيلة أجود يجب على هذا الجهاز بأن يبرد أو تتمدد أوقات نبضاته.

طاقة الـــ Ruben Laser

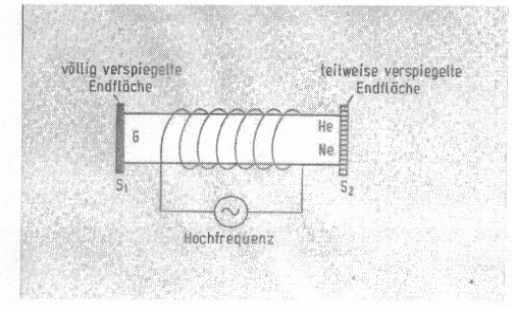
إن مجموع طاقة كل نبضة ضوء من الـــ Ruben Laser التي هـــي مركـــزة زمناً ومكاناً أي Concentrate، وما يتبع عن قدرة هذه النبضة: تستطيع نبـــضة الإشعاع هذه خرق صفيحة معدن فولاذ سمكه يساوي mm 3 وطاقة هذه النبـــضة الفيزيائية تساوي بوحدة الجول من5 Joule10 to.

علاوة على ذلك وجود ال Ruben Laser يوجد في الوقت الحاضر كثير مـــن أنواع الـــ Crystal Laser تعمل على نفس الطريقة الفيزيائية المنتجة للإشعاعات الليزرية.

وتابعًا لهذا الدرس لإشعاعات الليزر نطرق موضوع إنتاج الإشعاعات الليزرية ليس من الـــ Crystal فحسب بل كذلك من غاز نسميه Helium Neon Laser.

25 . 4 إنتاج إشعاع الليزر عن طريق التفاعل في غاز الـ Helium Neon Laser

هذا الإشعاع ينتج من أنبوب أسطواني الشكل مملوء مغلق بخليط من غاز الـــــ Helium وكذلك من غاز الـــNeon ونسبة الخليط بين الاثنين 1/10 أي واحد من غاز ال Neon والباقي من غاز الـــ Helium، تحت ضغط يـــساوي mbar 1,3 والمادة المؤثرة في هذا الخليط هي غاز الـــ Neon في الوقت الذي ذرات غاز الـــ Helium تقوم بإجبار ذرات الـــ Neon على عملية التهيج. وعملية التهيج هـــذه تحدث في الأنبوب G بدون لوحات بعملية Gas discharged عن طريق التـــردد العاليHF المظهـــر كنمـــوذج فـــي الصورة التالية:



وكذلك لهذه العملية يمكن أن يستعمل التيار المتساوي DC وحتى تتزايد الإلكترونات تضاف لوحة Chatted باردة وعن عملية الـــ Gas discharged أنتج تأين ذرات الـ Helium وكذلك تأين ذرات الـ Neon، وكذلك الإلكترونات الحرة الموجودة في الأنبوب المنتجة من اللوحة الباردة أنتجت أيونات حرة من ذرات الـ Helium وكذلك من ذرات الـ Neon وفي التالي:

العمليات الفيزيائية الموجبة لإنتاج شعاع الليزر من الغاز

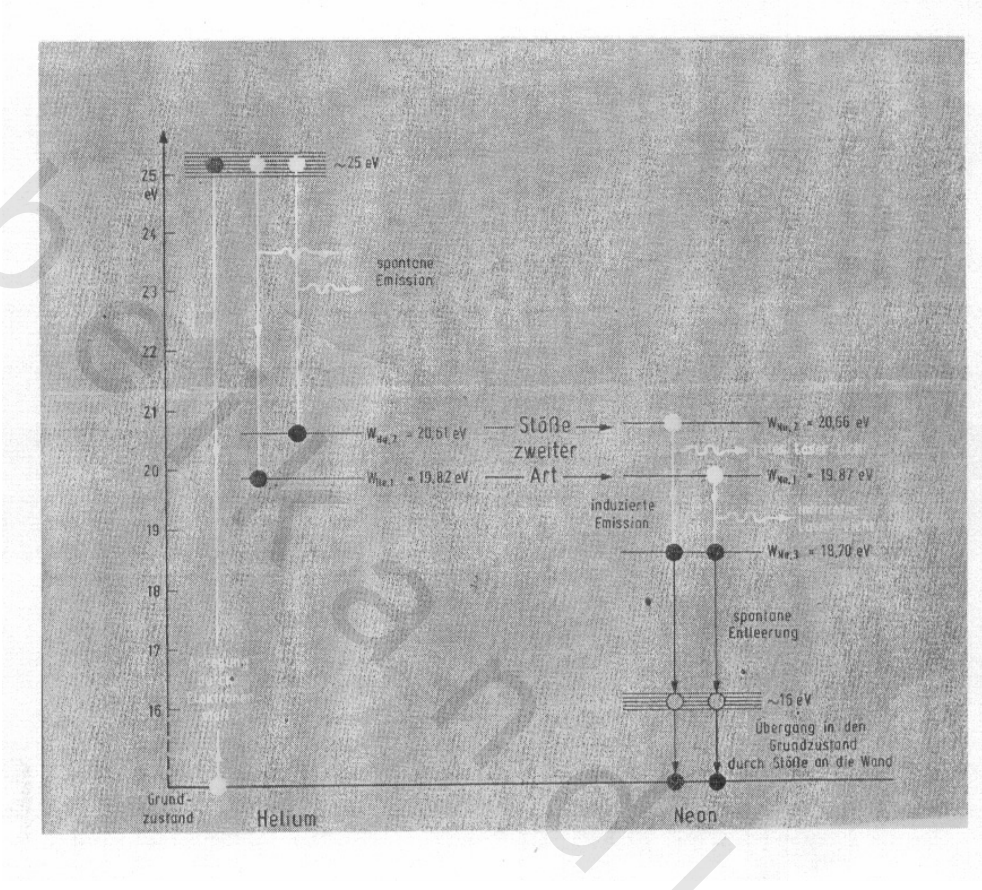
1 – باصطدام الإلكترونات الموجودة مع ذرات الـ Helium وكذلك ذرات الـNeon، هذه الإلكترونات عن طريق عملية التصادم تترك قسمًا من طاقتها الحركية أو بالأحرى الطاقة كاملة وهذه الذرات الموجودة عن طريق عملية التصادم مع الإلكترونات تنتقل من الحالة الأساسية إلى حالة التهيج بطاقات مرتفعة وهذه العملية التي حصلت عن طريق التصادم مع الإلكترونات نسميها (التهيج عن طريق الاصطدام بالدرجة الأولى).

هنا قسم من الذرات المتهيجة يعود بعد برهة من الوقت قصيرة جدًّا تساوي الـ 10^{-9} Sec إلى 10^{-10} Sec إلى محيط طاقة خفيفة أو المحيط الأساسي مع حث إرسال تلقائي، وهذه العملية ليس لها تأثير على الإشعاع الليزري ولكن على حالة التهيج كما ذكرنا في عمليات ال Ruben Laser للحالة نصف المتزنة meta stabile لوقت طويل ولكن في إنتاج الـ Helium Neon Laser يوجد حالتا تهيج نصف متزنة لكل نوع من الغاز.

ولغاز الـ Helium تساوي:

$$W_{He.1} = 19{,}82 \text{ eV} \qquad \text{and} \qquad W_{He.2} = 20{,}61 \text{ eV}$$

هذه العمليات نظهرها في الصورة التالية:



وكذلك بما يختص بالحالة الأساسية، حالة التهيج، التي حصلت قبلاً عن طريق التصادم مع الإلكترونات، ولكن الآن في حالة التهيج عن طريق الطاقة المساوية 25 eV هذا المستوى للطاقة المرتفعة يحصل عن طريق عملية الـ Gas discharged الذي يعطى من جديد عن طريق بقاء الإلكترونات لمدة قصيرة مساوية 10^{-7} Sec وهذا يعود إلى ما ذكر وشرح عن عملية التهيج حسب (التصادم بالدرجة الأولى) وهذه العملية تعطي بدون توقف لذرات الهليوم الطاقات التالية:

$W_{He.1}$ and $W_{He.2}$

ولهذا نقول إن ذرات الـ Helium في الـ Helium Neon Laser لا تؤثر على الإشعاع الليزري، ولكنها تتهيج عن طريق (تصادم الدرجة الأولى). وهذه الذرات تذهب تلقائيًّا Pontoon إلى واحدة من إحدى الحالات نصف المتزنة.

2 – والمؤثرات التابعة لعملية الHelium Neon Laser والتي تحقق العملية متعلقة بالحالتين نصف المتزنتين الموجودتين لتهييج كل ذرات ال Neon بالطاقات الموجودة فوق الحالة الأساسية المساوية:

$$W_{Ne.1} = 19,87 \text{ eV} \quad \text{and} \quad W_{Ne.2} = 20,66 \text{ eV}$$

طاقات الـ Neon هذه وطاقات الـ Helium تتساوى تقريبًا، ونسميها حالات التهيج نصف المتزنة لغاز الـ Helium ولما ذرات الهليوم هذه المتهيجة توجد في الحالة الاساسية وكذلك تلتقي بذرات الـ Neon تترك طاقتها كاملة لذرات الـ Neon والفروقات الصغيرة الموجودة بين الاثنين تعادل عن طريق الطاقة الحركية، وكذلك عن طريق عملية التصادم ولهذا تدخل ذرات الـ Neon في حالة تهيج نصف متزنة. ونسمي هذا النوع من الحالات المتغيرة من التصادم مع الإلكترونات عملية التهيج عن طريق (التصادم بالدرجة ثانية). وعن طريق عملية هذا التصادم تعود ذرات الـ Helium إلى الحالة الأساسية، ولهذا يحدث مجددًا التهيج عن طريق الاصطدام بالنيوترونات.

3 – لكي تنتج حالة التهيج نصف المتزنة لذرات الـ Neon وتبث الإشعاع الليزري يجب حسب ما مرّ علينا في عملية البث في الـ Ruben Laser، وهنا يجب كذلك انعكاس الأعداد الساكنة المالكة، والفرق في إنتاج وبث الإشعاع الليزري ما بين الـ Ruben Laser وكذلك في الـ Helium Neon Laser في الـ R.L ينتج ويبث الإشعاع الليزري بانتقال الحالة نصف المتزنة لذرات الـ Chrome إلى الحالة الأساسية ولإنتاج وبث الإشعاع الليزري من الـHelium Neon Laser عن طريق حالة التهيج نصف المتزنة لذرات الNeon من حالات الطاقات المرتفعة لهذه:

$$W_{Ne.1} = 19,87 \text{ eV} \quad \text{and} \quad W_{Ne.2} = 20,66 \text{ eV}$$

إلى حالة تهيج منخفضة تساوي الطاقة التالية:

$W_{Ne.3} = 18,70$ eV

ولكن هنا عملية انعكاس الأعداد الساكنة المالكة توجد بين حالتي التهيج المرتفع في الجهة الأولى وعملية التهيج الخفيفة في الجهة الثانية، وهذه الحالات الثلاث من الممكن أن تؤخذ أو تحتل رأسًا من عملية تصادم الإلكترونات، وهذه الحالة لا يستغنى عنها لإنتاج الإشعاع.

ولكن كذلك بالعكس الأعداد الساكنة المالكة تؤخذ ولا تذهب إلى تصادم درجة ثانية لما ذرات الـ Helium تصطدم بذرات الـ Neon هنا هذا التصادم في خليط الغاز في حالة توحد ضغوط مرتفعة يمكن أن يحدث انعكاس الأعداد الساكنة المالكة وتبقى هذه الحالة محددة ولكن طبيعيًّا يجب في نفس الوقت الاعتناء بالمستوى الأسفل $W_{Ne.3}$ بأن يفرغ دائمًا وهذه العملية تحدث تلقائيًّا Pontoon بانتقال ذرات الNeon على مستوى طاقة تساوي 16 eV، ومن هنا تذهب وتعود أخيرًا ذرات الNeon إلى الحالة الأساسية Ground State أو تعود عن طريق عملية التصادم مع حائط الأنبوب في الوقت الذي ذرات الأنبوب تأخذ الطاقة الحرة وتحولها إلى حرارة.

وهنا باختصار..

حتى تحدث عمليات حث إرسال Induction Emission من الإشعاع الليزري عن طريق ذرات ال Neon يجب هنا انعكاس الأعداد الساكنة المالكة، وهذه العملية تحدث عن طريق عملية تصادم الدرجة الثانية الموجودة بين تهيج ذرات الNeon الموجودة في الحالة الأساسية Ground State.

4 – وبعد كل الشروط الموجودة لإنتاج حث الإرسال يجب إيجاد بعض ذرات الـ Neon المهيجة التي تقوم تلقائيًّا بعملية إنتاج الإشعاع الليزري، وطاقات الكم المنبعثة تنتج كذلك ذرات الـ Neon كعملية حث إرسال طاقات كم من نفس النوع. وهنا هذه العملية تساوي العملية المشابهة في Ruben Laser عن طريق عملية انعكاسات الكموه بين المرايا في الأنبوب Gas discharge، وهذه العملية تنتج ذرات Neon جديدة لحث الإرسال عن طريق عملية انهيار Lawn مرتفع.

هنا في الـ Helium Neon Laser يوجد تهيج دائم متواصل لذرات الNeon ولهذا السبب يعمل الإشعاع الليزري كذلك متواصلاً Continual تماسكًا

Coherent، وكذلك وحيد اللون Monochromatic، متوازيًا Parallel وفـــروق الطاقات حسب هذه المستويات تساوي:

$$\Delta W1 = 19{,}67\ eV - 18{,}70\ eV = 1{,}17\ eV$$
$$\Delta W2 = 20{,}66\ eV - 18{,}70\ eV = 1{,}96\ eV$$

وبما يختص بالتردد وطول الموجات:

$$\nu_1 = \Delta W1/h = 283.10^{12} Hz \quad and \quad \lambda_1 = ch/\Delta W1 = 1060.10^{-9}\ m$$
$$\nu_2 = \Delta W2/h = 474.10^{12} Hz \quad and \quad \lambda_2 = ch/\Delta W2 = 633.10^{-9}\ m$$

إن الإشعاع الذي تردده $\nu 1$ يوجد في محيط Infrared، وأما الإشـــعاع الـــذي تردده يساوي $\nu 2$ يوجد في القسم الأحمر من الطيف ولونه أفتح من لون الإشـــعاع الليزري المنتج من Ruben Laser.

طاقة الإشعاع الليزري المنتج من Helium Neon Laser

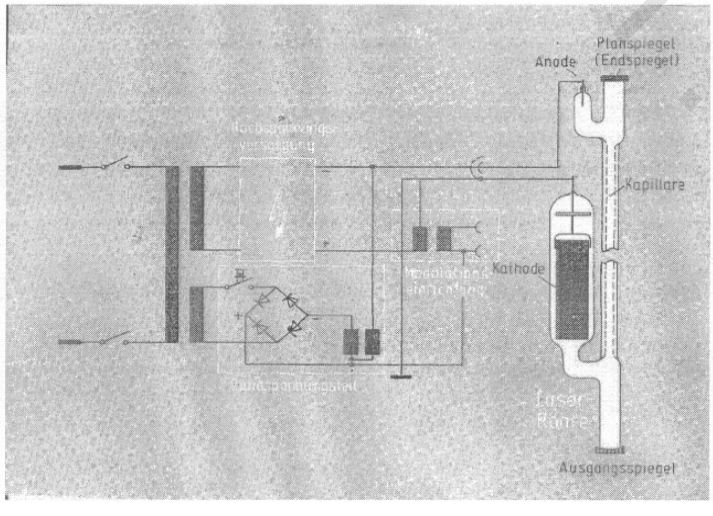
إن الإشعاع الليزري Helium Neon Laser المتعلـــق بحـــالات ذرات غـــاز الـــNeon هنا طاقته تنتج وتوجد بين عمليات قفزات الكم المنتجة الطاقة المساوية:

$$\Delta W = 1{,}96\ eV$$

وهذا ما يعادل طاقة إشعاع ليزري أحمر ناتج عن عملية تردد وكـــذلك طـــول موجة يساوي:

$$\nu = 474\ THz \qquad and \qquad \lambda = 633\ nm$$

ولتفهم موضوع بناء الـــ Helium Neon Laser نعطـــي صـــورة نموذج واضحة في الصورة التالية:



والرسم النموذجي لبناء هذا الجهاز مع الأقسام المهمة في داخله خاصة نظهر صورة عامة للوحة Cathode الباردة المصنوعة من مادة الألمنيوم، وكذلك المرايا المنزلة المتوازية والمنسقة بدقة من الجهتين، المرآة العاكسة ومرآة المخرج الموجودتين في الأنبوب الرفيع، وكذلك عملية التفاعل والتشعع في أنبوب ال Gas discharge تحدث عن طريق نبضات جهد مرتفعة تساوي تقريبًا 8000 V وكذلك يلزم 1100 V. DC جهد متساوٍ لعملية التفريغ Discharged بقدرة تيار تساوي 7 m.Amp.

وكذلك يجب أن يذكر أن الإشعاع الليزري المنتج من الـ Helium Neon Laser يستعمل في الصناعة والتكنولوجيا بطاقة تتراوح بين الـ 50 Watt إلى حوالي 2000Watt.

إن طاقة الإشعاعات الليزرية استعمالها من أجمل وأسهل الطرق العلمية والتطبيقية وينقسم استعمالها إلى ثلاثة أقسام:

1 – استعمال طاقة الإشعاع الليرزي في التكنولوجيا.

2 – استعمال طاقة الإشعاع الليزري لنقل الأخبار والصور.

3 – في الطب الحيوي في العمليات الجراحية صعبة التطبيق.

1 – استعمال طاقة الإشعاع الليزري

A– الإشعاع الليزري بقدرة طاقته الفائقة يستطيع أن يبخر المواد المعدنية الصلبة مثل معدن الـ Wolfram على درجة تساوي C 3380، وهذه الحرارة المرتفعة لها أهميتها في العمليات الصناعية والتكنولوجية والعلمية.

B– وبصفة الإشعاع الليزري وحيد اللون Monochromatic، وكذلك مترابطًا متماسكًا يمكن أن يجمع رفيعًا Focused لقدح وقطع وفرز وانصهار المعادن الصلبة.

C– والإشعاع الليزري يستعمل أيضًا في الطب عن طريق الCoagulation للتخلص من الشبكات الموجودة في الأعين والمزعجة للنظر، وكذلك في العمليات الدقيقة مثل تلحم الطحال المعطى لها اسم Micro surgeon وغيرها.

D- فلإظهار قدرة الإشعاع الليزري بدقته وسرعته أرسل إشعاع ليزري من الأرض إلى القمر لمسافة تساوي 400 000 Km فهذا الإشعاع ذهب وآب ثلاث عشرة مرة بين الأرض والقمر بوقت لم يتعدَ أكثر من الـ 2,6 Sec.

2 - استعمال الإشعاع الليزري لنقل المعلومات والصور

A- إن الإشعاع الليزري عنده القدرة لنقل الصوت والصورة عن طريق ألت دائم أي المقصود الـ Modulation فالأجهزة الناقلة القديمة عن طريق Micro wave عندها حامل تردد Frequency Support لا يتعدى الـ 4 GHz، ولكن عن طريق الإشعاع الليزري نستطيع بأن ننقل معلومات على حامل تردد يساوي 400THz وحتى أكثر من 100.10^6 مخابرة هاتفية في نفس الوقت.

B- يستعمل الإشعاع الليزري كذلك للاتصالات البعيدة مثلاً بين الأرض والمحطات الفضائية لنقل المعلومات والقياسات، وكذلك بين المراكب والأقمار المسيرة ومحطات الأرض.

C- إن أجهزة البث للإشعاع الليزري تستعمل لتعيين المكان، وكذلك يؤخذ لتماشي الوقت أي المقصود Time run برجوع النبضات العاكسة عن الهدف المحدد لتحديد المسافة المطلوبة وهذه العملية أخذت عن عملية Doppler Effect، وكذلك لقياس السرعة بدقة أجود من عمليات الـ Micro Wave.

3 - في الطب الحديث ولقد ذكر سابقًا.

* * *

لوائح الوحدات العلمية

1.Geometry	2.Cinematic	3.Dynamic
الطول	الوقت	الكتلة (الوزن)
المساحة	السرعة	الكثافة
الحجم	التسارع	القدرة أو القوة
الزوايا المسطحة	التردد	الشغل أو الطاقة
	سرعة الزاوية	الإنتاج أو العمل
		التأثير
	تسارع الزاوية	قدرة النبض أو طاقة التحرك
		دوران الكتلة
		دوران النبضة
		عدد التموج

* * *

6. Quantum and Atom	5. Electric Magnetic	4. Temperatur
ثابتة Planck	التيار الكهربائي	الحرارة
التفاعل الحيوي	الشحنة الكهربائية	كمية الحرارة
ثابتة الاضمحلال	القدرة الكهربائية	كمية المادة
الوقت النصفي	التوتر الكهربائي	الكتلة الجزئية
الحياة المتوسطة	المقاوم الكهربائي	الحجم الجزئي
التأين الخاص	الحقل الكهربائي	ثابتة افوكدرو
كثافة التأين	ثابتة الحقل الكهربائي	ثابتة الغاز
جرعة التأين		ثابتة بولزمان
طاقة التأين		

obeikandi.com

المراجع

1- European Organization fűr Nuclear Research Genf CERN .

2- Lexikon der Physik 1.2.3 H.Frank .

3- S.Mourad التصوير الفيزيائي بالنيوترونات السريعة (الذرة والإنسان) .

4- Atom-PhysikH.Graewe .

5- Kosmische Strahlung W.Heisenberg.

6- Max-Planck-Institut fűr Plasmaphysik Garching bei Műnchen .

* * *

oberkandl.com