خامسًا : النظائر

18 النظائر المشعة الطبيعية والصناعية واستعمالها

18 . 1 طرق كسب وتصنيع العناصر المشعة Radio nucleus

طريقة إنتاج العناصر المشعة المصنعة وجدت من الفيزيائي الفرنسي F.Joliot في سنة 1934 وكذلك من I.Joliot-Curie (1897-1956). في البداية لم يصنع وينتج الكثير منها لضعف إشعاعاتها التي لم تساعد في كثير من القضايا الفيزيائية، ولكن عن طريق وجود مسرعات الجسيمات وكذلك المفاعلات النووية وجد من هذه العناصر وأنتج أكثر من 1200 عنصر ولكسب إنتاج هذه العناصر Isotopes توجد الطرق التالية:

1 – فصل هذه العناصر مثل الراديوم واليورانيوم عن طريق الفصل الكيميائي وكذلك عمليات التخصيب لعنصر اليورانيوم.

2 – فصل واختيار بقايا مواد احتراق المفاعلات النووية كعناصر Isotope صالحة للاستعمال.

3 – وعن طريق قذف المواد المناسبة واللازمة بإشعاعات النيوترونات المنتجة من المفاعلات النووية، أو بقذف هذه المواد المناسبة بجسيمات المسرعات لتصبح عنصرًا Isotope كاملاً ثابتًا كأخيه العنصر الطبيعي له نفس العمر النصفي والميزات الخاصة به. ومثالاً على ذلك العناصر الناتجة من قذف المواد بجسيمات المسرعات.

مثلاً في هذه الحالة نقذف ذرات مادة الألمنيوم بجسيمات α الناتجة من المسرعات، تعطينا عملية القذف هذه ما بين عنصر الـ Phosphor المشع الذي عمره النصفي يساوي تقريبًا T = 2,55min، وكذلك مادة الSilicium الثابتة وكذلك جسيمة الـ Positron .. رمزها ($_1e^0$) التي تضمحل حسب المعادلة التالية:

$$_{13}Al^{27} + {}_2He^4 \rightarrow {}_{15}P^{30^*} + {}_0n^1$$

$$\downarrow {}_{14}Si^{30} + {}_1e^0$$

obeikandl.com

وكذلك إذا قذفنا ذرات الفحم بجسيمات إشعاعات α المنتجة كذلك من المسرعات تعطينا عمليات التفاعلات والعناصر الجديدة المظهرة بالمعادلة التالية:

$$_6C^{12}+_2He^4 \rightarrow {}_8O^{15*}+{}_0n^1$$
$$\downarrow {}_7N^{15}+{}_1e^0$$

وكذلك عملية القذف بالنيوترونات المنتجة عناصر Radio nucleus أو Isotopes ليست إلا عملية تحويل نواة ذرة الأخت عن طريق شحنة إيجابية مرتفعة وعملية التحويل هذه نظهرها بالمعادلة التالية:

$$_8O^{16}+{}_0n^1 \rightarrow {}_8O^{17} \rightarrow {}_7N^{17}+{}_1P^1$$
$$_5B^{11}+{}_0n^1 \rightarrow {}_5B^{12} \rightarrow {}_3Li^8+{}_2He^4$$

إن هذه العناصر المنتجة Radio nuclide منها العناصر الطبيعية وكذلك العناصر المصنعة تبث إشعاعات-β , +β ، والمقصود بهذا البث الإلكترونات والـ Positrons، وما هي إلا عملية الاضمحلال، وهذه العناصر كما سبق وذكرنا يوجد منها 1200 عنصر، وهنا منها بعض العناصر الثابتة في اللائحة التالية:

Nuklid	Halbwertszeit	Strahlung	Energie in MeV β	Energie in MeV γ	Herstellungsweg des Nuklides
$^{3}_{1}H$	12,3 Jahre	β⁻	0,018	—	^{6}Li (n, α)
$^{14}_{6}C$	5760 Jahre	β⁻	0,156	—	^{14}N (n, p)
$^{24}_{11}Na$	15 Stunden	β⁻, γ	1,4	2,75	^{23}Na (n, γ)
$^{32}_{15}P$	14,3 Tage	β⁻	1,7	—	^{32}S (n, p)
$^{35}_{16}S$	87 Tage	β⁻	0,168	—	^{35}Cl (n, p)
$^{42}_{19}K$	12,5 Stunden	β⁻, γ	3,5	1,5	^{41}K (n, γ)
$^{45}_{20}Ca$	163 Tage	β⁻	0,26	—	^{44}Ca (n, γ)
$^{51}_{24}Cr$	27,8 Tage	γ	—	0,32	^{50}Cr (n, γ)
$^{59}_{26}Fe$	45 Tage	β⁻, γ	0,46	1,3	^{58}Fe (n, γ)
$^{60}_{27}Co$	5,3 Jahre	β⁻, γ	0,31	1,3	^{59}Co (n, γ)
$^{65}_{30}Zn$	244 Tage	β⁺, γ	0,32	1,1	^{64}Zn (n, γ)
$^{110}_{47}Ag$	270 Tage	β⁻, γ	0,6	1,4	^{109}Ag (n, γ)
$^{131}_{53}J$	8,14 Tage	β⁻, γ	0,6	0,7	Uranspaltung
$^{137}_{55}Cs$	26,6 Jahre	β⁻, γ	0,52	0,662	Uranspaltung
$^{134}_{55}Cs$	2,13 Jahre	β⁻, γ	0,66	0,79	^{133}Cs (n, γ)
$^{170}_{69}Tm$	127 Tage	β⁻, γ	0,97	0,084	^{169}Tm (n, γ)
$^{182}_{73}Ta$	111,2 Tage	β⁻, γ	0,5	1,4	^{181}Ta (n, γ)
$^{185}_{74}W$	73,2 Tage	β⁻	0,43	—	^{184}W (n, γ)
$^{192}_{77}Ir$	74,4 Tage	β⁻, γ	(0,67)	0,3	^{191}Ir (n, γ)
$^{198}_{79}Au$	2,7 Tage	β⁻, γ	0,97	0,4	^{197}Au (n, γ)
$^{204}_{81}Tl$	4 Jahre	β⁻	0,8	—	^{203}Tl (n, γ)

ويتبع هذا القسم دراسة استعمال هذه العناصر المشعة كـدال Indicator فـي الطب والتكنولوجيا والدراسات الحيوية Biology والزراعة إلخ.

18. 2 الكوبالت ستون Cobalt 60

من العناصر الطبيعية والصناعية المجودة اختير ووجد بأن عنصر الـ Cobalt 60 هو عنصر خاص رخيص في إنتاجه، وأما قدرة إشعاعاته تعادل عنصر الـ Radium الباهظ الثمن، وعمره النصفي يساوي $T_{1/2} = 5,3$ سنة يبث إشعاعات γ بقدرة طاقة تساوي تقريبًا 1,3MeV يصنع أو ينتج هذا العنصر عن طريق قذف مادة الCobalt الطبيعية بنيوترونات المفاعلات النووية، أو عن طريق قذفه بجسيمات المسرعات.

يستعمل هذا العنصر المنتج إشعاعات γ في الطب لمكافحة السرطان، وكذلك يستعمل في الزراعة لتغيير الـ Cromoson، أي طبيعية ذرية النباتات بالعملية المسماة Mutation، وبهذه العملية تحسن كذلك أنواع النباتات بميزات جديدة أفضل، والنباتات تستطيع كذلك بأن تتناسل عاديًّا وطبيعيًّا. وإشعاعات عنصر الCobalt 60 تستعمل كذلك لتعقيم المواد الغذائية، وبطريقة التعقيم هذه كذلك يقتل مثلاً Keim البطاطا والبصل لتبقى وتحفظ لمدة طويلة صالحة للأكل بدون تلف أو هراء.

18 . 3 استعمال العناصر المشعة كدليل إظهار Indicator

كل عناصر الRadio nucleus تتصرف كيميائيًّا وكذلك حيويًّا Biology مثل العناصر الثابتة مثلاً إذا أخذنا كمية ملح غير الملح العادي NaCL، موجود به مادة الـ*Na المشعة قليلاً، والذي ليس لها قدرة الإضرار الإشعاعي؛ وهذه الكمية وزنت وقيست قدرة إشعاعاتها بدقة ملحوظة، فوجد أن كمية إشعاعاتها صغيرة جدًّا لا خطر للصحة منها ولا تأثيرات ثانوية.

1 - استعمال هذا الإشعاع الضعيف من مادة *Na كدال مظهر Indicator

مثلاً تحقن مادة الملح المشعة في شريان اليد اليمنى ومن بعد 75 ثانية يقاس هذا الإشعاع عن طريق العداد النووي، مثلاً الـ Geiger counter، في العرق المنبت

من اليد اليسرى للتأكد من سرعة تناقل المواد في الجسم ومـــن هنـــا نـــستطيع أن نلاحق في كل مكان في الجسم تجمعات المواد المحتاج لها الجسم من ملح وغيره، مثل مادة الPhosphor تؤخذ لعظم الجسم، وهذه تؤخذ بدون عملية الحقن. وهذا الدليل Indicator لنعرف في أي محل في الجسم حدثت عملية تبادلـــه وتفاعـــل ذراته.

وكذلك بعملية حقن مرضى الغدد الدرقية بعنصر ال Jod المشع لتطبيب هؤلاء المرضى، وكذلك بطريقة الحقن بعنصر اليود المشع يخطط الرأس لوجود مـــرض سرطان الرأس. وتسمى هذه العملية الفيزيائية Demography

2 - الاستعمال لدراسة الحاويات Biology

منها الموضوع المهم في النباتات Photo syntheses الحاصلة في مادة الفحـــم المهدرج Cabbage hydrate في النبات وهذه المادة تنتج عن طريق H_20, CO_2 وكذلك أشعة الشمس وبمساعدة Radio nucleus Indicator نستطيع أن نقـــيس ونرى تفاعلات هذه العملية، وكذلك أيضًا تنفس النباتات من O_2 وليس من الCO_2 بل من الماء. وكذلك استعمال هذه العناصر فـــي كيميـــاء الأرض مثـــل الأســـمدة الصناعية وكيف تتسرب مادة الـــPhosphor منها إلى النباتات الزراعية مثـــل.. اللوبياء والفاصوليا.

3 - الاستعمال في الكيمياء

وأكثر ما تستعمل هذه العناصر المشعة كدليل مظهر Indicator فـــي أبحـــاث الجزيئات مثل الـــ Molecular Structure وكـــذلك لمعرفـــة أثـــر العناصـــر Element Trace .

ولهذا تستعمل الطريقة التالية مثلاً لمعرفة عنصر ما غير معروف في المادة .. تؤخذ مادة معروفة متساوية بالكمية والكتلة للمادة الواجب فحصها، وتقذف هاتـــان المادتان بنفس إشعاعات النيوترونات فـــي المفـــاعلات النوويـــة، وبعـــد تفاعـــل النيوترونات في هذه المواد تقاس عملية التفاعل مثلاً بنسبة 1/108 واحد الى 108

وهذه الطريقة تؤخذ لاكتشاف مادة الـ Gallium وكذلك مادة Palladium في أحجار الشهب Meteor الساقطة من الفضاء على الأرض.

18. 4 استعمال النظائر Radio nucleus في التكنولوجيا

18. 1.4 قياس الأغلاط بأشعة غما γ Gamma defect meter

إلى الآن تستعمل إشعاعات جسيمات العناصر المشعة لتصوير الأغلاط في صب الحديد وكذلك في لحام الحديد وكثير من أنواع المعادن، وكذلك عن طريق– والأكثر من ذلك– التصوير السيني Roentgen graph والتصوير الصوتي Ultra Sound .

18. 2.4 التصوير الإشعاعي Auto radiographs

لتصوير خليط في جسم أو معدن موجود به مواد مشعة وغير مشعة، يوضع على هذا الجسم فلم تصوير، وبعد تظهير هذا الفلم يظهر لون المواد المشعة شديد السواد وغير المشعة يكون لونها أسود باهتًا، ونسمي هذه العملية Auto radiographs مثلاً لتصوير كرستالات معدن ما يصهر مع هذا المعدن كمية صغيرة من العنصر المشع، وبعد تبريد هذا الخليط من العنصر المشع والمعدن تؤخذ عينة من هذا الخليط ترقق أو تمدد، وبعد هذه العملية يوضع على هذه العينة فلم يظهر لنا تقريبًا تركيب كرستال هذه المادة أو المعدن.

ولهذا في أطروحتي الحديثة ابتكرت لعمليات هذا التصوير النووي القديم الكاميرا الفيزيائية الحديثة للتصوير بالنيوترونات السريعة فأسميت هذه العملية Neutrography.

18. 3.4 الاستعمال لإظهار التفاعل النووي في المعادن

يصهر معدن مع مادة قابلة للتفاعل مع النيوترونات، وهذا الخليط يقذف بالنيوترونات.

وعن طريق قذف هذه المادة الخليط مثلاً من الحديد مع مادة الBor يحدث في مادة البور التفاعلات التالية..

$$_5B^{10} + _0n^1 \rightarrow _3Li^7 + _2\alpha^4$$

obeikandl.com

وبعد ذلك يوضع على سبيكة معدن الحديد الخليط فلم تصوير، وبإظهار الفلم يعطينا صورة واضحة لتركيب المادة الخليط، وعن طريق برد أو جلي قسم من المادة الخليط والنظر بالميكروسكوب نرى بأن كرستال مادة البور لم يختلط بمعدن الحديد وهذا ما أظهره كذلك فلم التصوير عن طريق اسوداد إشعاعات مادة الـ Lithium المتفاعلة بالنيوترونات.

18. 4.4 الاستعمال لقياس الترشيح أو التسرب Diffusions

ليست المواد السائلة فحسب هي التي تترشح أو تتسرب جزيئاتهم، بل كذلك المعادن الجامدة تترشح أو تتسرب وهذه العملية تحدث بتغير أماكن الذرات، وعامل التسرب أو الترشيح هذا في المعادن يسمى Diffusion Coefficient، وهذا العامل يحدد ميزات المعادن مثل القسوة والمرونة وكذلك تعب المعدن إلخ.. وحتى نستطيع بأن نقيس هذه الميزات في المعدن نطلي هذا المعدن بطبقة رقيقة من عنصر الـ Radio nucleus المشع، ويحمى هذا الخليط في فرن مرتفع الحرارة ليتسرب العنصر المشع إلى المعدن، ولإظهار هذا التسرب أو الترشيح تجلى بقعة من هذا المعدن ويقاس عن طريق العداد النووي كل ملم مربع من هذه البقعة لتحديد فاعلية Aktivity تسرب المادة أو الترشيح في المعدن.

18. 5.4 الاستعمال لقياس القيم الضائعة عن طريق الاحتكاك

لقياس المادة الضائعة مثلاً احتكاك خواتم الضغط في حائط ضاغط المحركات تقذف هذه الضواغط قبل أن تركب في المحركات بالنيوترونات لخلق مادة Radio nucleus منها أو تخلط مواد هذه الضواغط قبل الصب بكمية قليلة من عنصر الـ Co60، وعن طريق احتكاك خواتم الضغط تقاس بقايا معدن الاحتكاك الموجودة في زيت المحرك، وكذلك تحدد بهذه العملية كمية إضاعة المعدن من حائط الضاغط في المحركات.

18. 6.4 الاستعمال لمراقبة مصافي Filter مياه المعاملات الصناعية

تستعمل عناصر الـ Radio nucleus كذلك لتحديد عمر المصافي Filter لمياه المعاملات الصناعية الوسخة قبل أن تسيل وتنزل في الأنهار والبحيرات والبحار لأن هذه المصافي لها عمر تشبع معين من مواد التلوث؛ وفي حالة عدم

قدرة هذه المصافي على التصفية، وحتى يعرف وقت تشبعها توضع في المياه الوسخة كمية قليلة لا تذكر ولا تضر من إحدى عناصر مواد الـ Radio nucleus وعن طريق عداد نووي ظاهر موجود وموصل بالمصفاة يحدد إذا كان واجبًا تغيير المصفاة المشبعة بالأوساخ أولا.

18. 7.4 الاستعمال لقياس السمك أو الضخامة

من المعروف بأن الجسيمات أو الإشعاعات النووية تمتص من المواد حسب سمك أو ضخامة طبقات هذه المواد حسب قانون الامتصاص التالي:

$$\Delta I = I_0.e^{-\mu x}$$

هنا الحرف x يساوي ضخامة أو سمك المادة الماصة، والحرف μ يساوي ثابتة الامتصاص، والحرف I_0 يساوي قيمة قدرة الإشعاعات أو الجسيمات قبل دخول المادة الماصة، والاصطلاحية ΔI تساوي الكمية الباقية في طبقات المادة.

وطريقة الاستعمال لقياس سمك المواد مثل قياس سمك الورق: يمر الورق المصنع في آلة من جهة موجود بها عنصر من الـ Radio nucleus ، ومن الجهة المقابلة للمادة المشعة يوجد عداد نووي لقياس الإشعاعات المنبثة من المادة المراد قياس سمكها، والتغير النسبي لعيار قيم الإشعاعات الممتصة في الورق يساوي قياس سمك الورق حسب المساحة المطلوبة وكذلك المعطاة $1gr/cm^2$. وهذه الطريقة تستعمل كذلك لقياس سمك أو ضخامة صفائح الحديد وغيره. وعملية تغيير السمك أو الضخامة تقوم بها .. آلة ذاتية تقوم بتصحيح كمية سيلان المعدن وتصحح الغلطة التي تتراوح بين .. $\pm 4\%$.

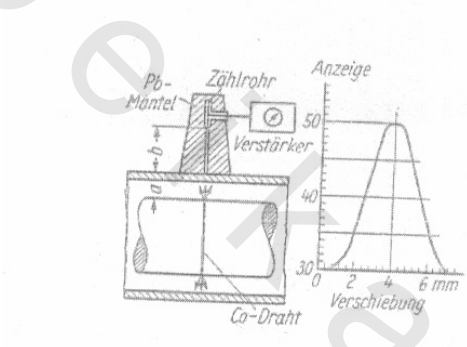
18. 8.4 الاستعمال لقياس ارتفاع تعبئة السوائل أو غيرها في الأوعية

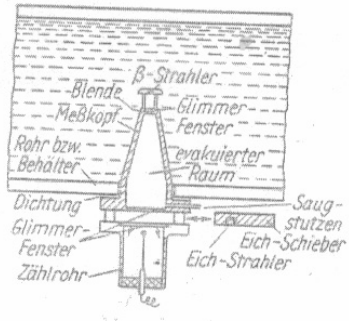
ولهذا القياس يوضع عنصر يشع إشعاعات γ موجود ثابت على ارتفاع معروف في الوعاء، ومقابله يوجد عداد نووي للإشعاعات ولما السوائل أو غيرها تصل إلى الارتفاع المطلوب تغطي أو تحجب بث إشعاعات γ ولهذا تقف عملية التعبئة.

18. 9.4 الاستعمال لتحديد الوضع الميكانيكي على المحاور

أخذت هذه العملية لتحديد موضع ثبات دوران عجلة ضخمة كبيرة في موقعها

على محورها الضخم، ولمعرفة وتحديد هذا الموقع حفر حول المحور في النقطة المحددة لموقع العجلة قناة صغيرة، وضع وثبت في هذه القناة شريط مشبع من عنصر ال Co60 ومقابل له في الخارج عداد نووي لقياس إشعاعات الشريط الذي يظهر موقع العجلة الضخمة على المحور، ولما هذه العجلة بدورانها تنزلق من موقعها المحدد بقيمة ±0,2mm تصحح ذاتيًا.





18. 10.4 الاستعمال لقياس الكثافة في الغاز والسوائل

من المعروف أن امتصاص إشعاعات β^- في الوسط Medium لا تتعلق بالتكوين الكيميائي لهذا الوسط بل بكثافة هذا الوسط مثل الكثافة في السوائل المساوية ..$1gr/cm^3$، وبتغير قيمة يساوي ±0,4% وهذا التغير ممكن قياسه بالطريقة التالية:

يمر سيل السوائل بين المادة المشعة وشباك الإشعاعات، ولكن الرأس الذي يقيس موجود على شكل وعاء مفرغ من الهواء لمنع امتصاص الإشعاعات وآلة قياس الإشعاعات تأخذ عامة عداد Geiger المبني لهذا الشكل أو الوعاء، وأما المادة المشعة لوزن كثافة الغاز مثلاً يؤخذ عنصر الـkrypton أو عنصر الـThallium .

18. 11.4 الاستعمال لقياس كثافة الأرض الممتصة إشعاعات غما

من المعروف لتضعيف إشعاعات γ أنها في الحقيقة عملية صعبة لتماشي استقامة عامل التضعيف μ أو ثابتة الامتصاص من القيمة 1,6MeV،

إلى0,3MeV وتضعيف هذه الإشعاعات داخل تراب الأرض وكذلك بين الصخور والحجارة يساوي تقريبًا القيمة الإشعاعية النسبية Proportional التي تعادل عـــدد ما يوجد من إلكترونات في حجم $1cm^3$ سنتم مكعب واحد. وهذه الكمية تقـــارب كثافة هذا الوسط.

ومن المعروف علميًّا وفيزيائيًّا أنه في سنتم مكعب واحد مادة يوجد عـــدد مـــن الذرات المساوية المعادلة التالية:

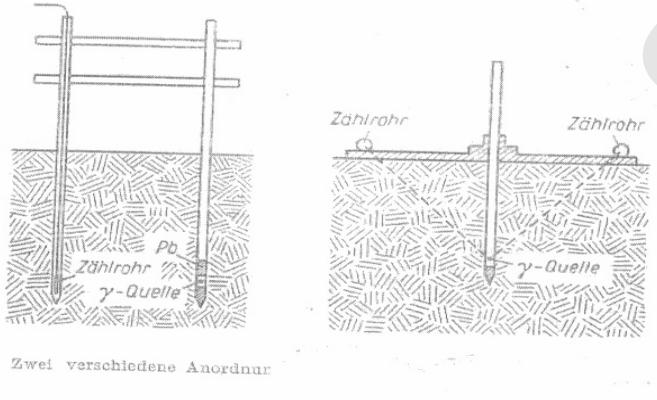
$$N_L = \rho.N_A/A \ [cm^3]$$

وكذلك عدد الإلكترونات في سنتم مكعب واحد يـــساوي $N_L.Z$ ولـــذلك تكتـــب معادلة كثافة هذا المحيط بالمعادلة التالية:

$$N = \rho.N_A.Z / A$$

لأن كل المواد إلى ما فوق وحتى معـــدن النحـــاس وكـــذلك بالتتـــابع نـــسبتهم تساوي0,5 = Z/A ولذلك هنا تؤخذ الاصطلاحية $N_A.Z/A$ كثابتة نووية للمـــواد الموجودة في الأرض والصخور، ولهذا السبب نستطيع بكل بساطة قيـــاس أو وزن كثافة الأرض حسب الطريقة التطبيقية التالية..

يغرس في الأرض على عمق ما قضيب في رأسه مادة عنصر مشع Sound or probe من عنصر الـــ Cobalt 60 أو من عنصر الـــ Cs137، وعلـــى وجـــه الأرض عدادات نووية تقيس الإشعاعات الصادرة من المادة المشعة الباقية من بعد المرور بالمواد الأرضية لقياس كثافة الأرض.



Zwei verschiedene Anordnur

18. 12.4 الاستعمال لقياس إشعاعات γ , γ المتشردة

وكذلك لأجل قياس كثافة الأرض على عمق كبير تؤخذ عملية Compton لتشرد إشعاعات γ : هنا ينزل قضيب طويل موجود في رأسه Sound مزودة بمادة مشعة مثل عنصر الـ Cobalt 60 إلى قاع الحفرة، ولحفظ الإشعاعات ولتبقى هذه في محيط القياسات تحجز إشعاعات γ بوجود صفيحة من الرصاص حول هذا القضيب على ارتفاع قليل من الـ Sound حتى تتفاعل إشعاعات γ المتشردة وتصل متشردة إلى العداد الموجود على سطح الأرض لقياس كثافة الوسط.

18. 13.4 الاستعمال لقياس الرطوبة عن طريق عملية تشرد النيوترونات

من المعروف علميًّا أن النيوترونات عامة الحرارية والمتوسطة والسريعة لما تسقط على وسط مائي أو هدروجيني، وخاصة السريعة منها تخفف سرعتها وتكبح وتصبح نيوترونات حرارية، ولكن عندما تصطدم هذه النيوترونات السريعة بمواد كتل ذراتها كبيرة لذلك عند اصطدامها تكبر، ولكن مسار مسافة كبح النيوترونات السريعة في الأوساط الهدروجينية والمائية يصبح أصغر. وهذا ما يدل كذلك على أن كثافة النيوترونات في المواد الهدروجينية أكبر من غيرها من المواد، ولهذا عن طريق النيوترونات ممكن قياس مثلاً الرطوبة في الرمل والفحم إلخ..

يوضع في هذا الوسط عنصر مشع للنيوترونات من مادة الRa or Be تعمل عملية الSound المنتجة النيوترونات المعير عددها بالدقيقة، أي كم نيوترون يبث من هذا العنصر في الدقيقة. يوضع بالقرب من هذا ال Sound عداد للنيوترونات في أنبوب من مادة الألمنيوم حاجز الرطوبة، وهذا العداد يعد فروقات ضعف تفاعلات النيوترونات التي تظهر كمية كثافة الرطوبة في الوسط.

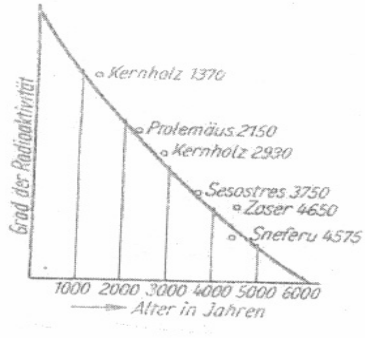
وهذه الاستعمالات الكثيرة لعناصر المواد المشعة تدل على أن هذه المواد تبقى دائمًا وأبدًا للاستعمال والمساعدة في التكنولوجيا والطب والعلوم الحيوية إلخ.. وهذا يعود خاصة لمقدرة وتقنية المهندسين والعلماء.

18. 5 عنصر الفحم C^{14}_6

ومن المعروف علميًّا لمعرفة عمر الأشياء القديمة بين 1000 وحتى 5000 سنة تستعمل بقايا عنصر الفحم المشع ،،،$_6C^{14}$ الموجود في هذه الأشياء القديمة، مثل بقايا عظام الإنسان والنباتات إلخ وعنصر الفحم $_6C^{14}$ موجود في أحجار النيازك والمنتج عن طريق تفاعلات الإشعاعات الفضائية Cosmic Ray مع مادة الـ Naturium حسب المعادلة التالية:

$$_7N^{14} + {}_0n^1 \rightarrow {}_6C^{14} + {}_1p^1$$

وهذا العنصر ينتج كذلك عن طريق قذف نيوترونات المفاعلات النووية على مادة الـ Na ، وهذا العنصر موجود في أعضاء وعظام جسم الإنسان والحيوان والنباتات، والعمر النصفي لهذا العنصر يساوي تقريبًا 5760 سنة وهذا يضمحل عن طريق بث إشعاعات بيتا β، وهذا العنصر يوجد في الطبيعة بشكل CO_2 وكذلك على شكل $_6C^{14}$ بكمية قليلة في الطبيعة. وميزات هذا العنصر أنه يندمج بطريقة الـ Assimilation لإنشاء أعضاء النباتات، وكذلك لإنشاء الأعضاء والعظم عند الإنسان ويوجد هذا العنصر في جسم الإنسان تقريبًا بكمية لا تتعدى الواحد من مليون غرام 10^6 gr /1، ومثلاً لتحديد عمر مومياء من العصر الفرعوني تؤخذ عينة من عظم المومياء الموجود بها عنصر الفحم المضمحل تقريبًا حسب العمر القديم الذي يجب أن يكون تحت العمر النصفي لعنصر الفحم، وتقارن الإشعاعات الباقية المنبتة من هذه البقايا مع العنصر الجديد، وبهذه الطريقة يحدد العمر تقريبًا حسب المنحنى التابع للدرس.



ومثالاً تطبيقيًّا لهذه العملية معرفة العمر حسب ما حل في قسم درس الاضمحلال.

18. 6 العناصر الجديدة

قبل الحرب العالمية الأخيرة تبين أنه في الجدول الدوري Period System يوجد نقص، وهذا النقص موجود بفقدان العناصر ذات الأعداد النظامية 43 – 61 – 85 وكذلك العدد 87 وعناصر هذه الأعداد التي اكتشفت ولا توجد في الطبيعة وحسب فكرة وقاعدة Mattauch Isobar regulate القائلة: كل العناصر التي أنتجت ووجدت عن طريق التصنيع هي عناصر مشعة.

18. 1.6 عنصر Technetium (Tc)

لقد ظهر قبل اكتشاف هذا العنصر ($_{43}Tc^{99}$) رقم..43 أن كل العناصر التابعة لهذا العنصر الموجودة بقرب عنصر الـ Molybdenum تظهر بأنها ثابتة، وعدد كتلها الذرية بين الـ 94 إلى 104 .

كما يوجد عنصران اثنان نواهما غير متساوية أو ثابتة ولا كذلك عدد الكتل الذرية متساوية، ولذلك نقول إن هذه العناصر الموجودة في رقم 43 يجب أن تكون عناصر مشعة وعمرها النصفي قصير؛ لأنه كان من الصعب تحديد ميزاتها. ولكن عن طريق عملية الوزن والقياس في الآلة الـ Mass Spectrograph وجد لهذا العنصر خط ضعيف، وأعطي له اسم الـ Masurium. ولقد وجد بعد ذلك أن هذا كان خطأ.

ولكن في سنة 1937 بمساعدة ال Cyclotron وكذلك المفاعلات النووية وجد العنصر صاحب العمر النصفي الطويل 210.000 سنة، العنصر الجديد $_{43}Tc^{99}$ وهذا العنصر يمكن إنتاجه عن طريق انشطار U235 للحصول على 2,6 gr Tc وهذا العنصر أول ما أنتج صناعيًّا، ولهذا السبب أعطي له اسم Technetium أي العنصر المصنع.

18. 2.6 عنصر Promethium (Pm)

هذا العنصر الجديد $_{61}Pm^{147}$ الحامل العدد النظامي 61 ينتج بشكل عدة عناصر

في المفاعلات النووية، والعنصر الذي يستفاد من استعماله والمختار منها $_{61}Pm^{147}$ الوحيد من البقية الذي عمره النصفي يساوي 2,64 سنة ولقد وجد وأكد وجوده علميًّا وفيزيائيًّا في سنة 1941.

18. 3.6 عنصر Astatin (At)

هذا العنصر المصنع الجديد أنتج في سنة 1940 عن طريق قذف مادة الـ Wismut بجسيمات أو إشعاعات α بقدرة طاقة تساوي 32MeV عن طريق ال Cyclotron.

وكذلك في سنة 1945 اكتشف علماء نمساويون من جامعة فيينا ..Wienna كذلك عنصرين مشعين قليلاً مثل ال Ra وكذلك الTh الموجودين في الطبيعة، وهذا النظير الجديد المشع ($_{85}At^{211}$) Astatin الذي عمره النصفي لا يزيد 7,2 ساعات سمي Astatin أي العنصر المصاغ السليم.

18. 4.6 عنصر Francium (Fr)

هذا العنصر أنتج من صف الـ Acitinium، وهذا العنصر الحامل العدد النظامي 87 الـ $_{87}Fr^{223}$ عمره النصفي يساوي لا غير $T_{1/2} = 21$ min اكتشف في سنة 1939 من الفيزيائية الفرنسية Mlle Perey، وأعطي اسمه حسب البلد فرنسا Francium.

18. 5.6 عناصر Transurane

وهنا نريد أن نشرح ما معنى Transurane: إنها عناصر كيميائية نزلت في الجدول الدوري التابع لليورانيوم بالعدد النظامي 92 منها أول العناصر ال Transurane وما يتبع منها كذلك العنصران المنتجان عن طريق قذف اليورانيوم U238 بالنيوترونات السريعة، منهما عنصر الـ Neptunium وعنصر ال Plutonium اللذان ذكرا في درس القسم السابق.

فإن العنصر الأول منهما Neptunium اكتشفه Strassman Meitner , Hahn في سنة 1939، فإن هذا العنصر أكد وجوده واختبر كيميائيًّا من الفيزيائي

McMillan . ولكن العنصر الثاني الـ Plutonium وجد واكتشف في سنة 1944 من الكيميائي الأميركي Seaberg وغيره وأنتج عن طريق التصنيع بكمية كبيرة.

هذا العنصر يوجد منه 15 نظيرًا ومنها $_{94}Pu^{238}$ هذا النظير يوجد في الطبيعة ولكن قليلاً، ولكن عامة في اليورانيوم الطبيعي ومادة الـ Carnotit هذه الكمية القليلة من عنصر الـ Plutonium الموجودة في المعدن الخام لليورانيوم U238 وجدت عن طريق عملية جسيمات ..α الناتجة من اضمحلال عنصر اليورانيوم U238، وكذلك عن تفاعلات الانشطارات التلقائية.. التي تنتج 2 إلى 3 نيوترونات وهذه من جهتها التقطت وامتصت من نوى اليورانيوم U238 وقامت بالتفاعلات المعروفة في مفاعل التناسل أو التوليد لإنتاج عنصر الـ Plutonium حسب المعادلة التالية:

$$92U^{238}(n,\gamma)92U^{239} \rightarrow \beta + 93Np^{239} \rightarrow \beta + 94Pu^{239}$$

وكذلك Seaberg اكتشف عنصر العدد 95 ال Amaricium (Am) ، وهذا العنصر أنتج بقذف العنصر الطبيعي اليورانيوم U238 بجسيمات α عن طريق المسرع للطاقة المرتفعة Cyclotron ، بقدرة طاقة تساوي 40MeV حسب المعادلة التالية :

$$_{92}U^{238}(\alpha,n)_{94}Pu^{241} \rightarrow \beta + {}_{95}Am^{241*}$$

وكذلك اكتشف عنصر الـ Curium وذلك بقذف العنصر $_{94}Pu^{241}$ الناتج من قذف إشعاعات α بقدرة طاقة تساوي 32MeV، أنتج العنصر الـ Curium حسب المعادلة التالية:

$$_{94}Pu^{239}(\alpha,n)_{96}Cm^{242} \;..\; {}_{94}Pu^{239}(\alpha,3n)_{94}Cm^{240}$$

وهذا العنصر ممكن إنتاجه كذلك بقذف عنصر ال Amaricium بالنيوترونات حسب المعادلة التالية:

$$_{95}Am^{241}(n,\gamma)_{95}Am^{242} \rightarrow \beta + {}_{96}Cm^{242}$$

وهذا النظير تبين أنه يشع بطاقة 3000 مرة إشعاعات α أكثر من عنصر الراديوم، ومثالاً على ذلك للتجربة وإظهار قدرة طاقة إشعاعات هذا العنصر وضع في وعاء 1m gr ماء على 0,02 gr من عنصر ال$_{94}Cm^{240}$ ، وبعد مدة نصف ساعة أخذ الماء بالغليان والتبخر وهذا ما يدل على قدرة طاقة حرارة إشعاعات الCurium

وفي جامعة Berkely أنتج في سنة 1950 عنصر ال(BK) Berklium صاحب العدد النظامي 97. أنتج هذا العنصر عن طريق قذف عنصر الAm^{241} بجسيمات إشعاعات ألفاα عن طريق الـ Cyclotron. وبعد ثلاثة أشهر من تاريخه أنتج العنصر المعروف كينبوع للنيوترونات الـ (Cf) Californium عن طريق قذف عنصر الـ Cm^{252} كذلك بجسيمات α حسب المعادلة التالية:

$$_{96}Cm^{242}(\alpha,2n)_{98}Cf^{244} \ . \ _{96}Cm^{242}(\alpha,n)_{98}Cf^{245}$$

وهذا العنصر المعروف كينبوع للنيوترونات يوجد منه 14 نظيرًا، والنظير المهم منهم هو النظير $_{98}Cf^{252}$ الذي يعطي أكبر كمية من النيوترونات، وعمره النصفي لا يتعدى أكثر من T = 2,65 a سنة، وهذا العنصر يبث نيوترونات بقدرة تساوي..

(غرام واحد من$_{98}Cf^{252}$ يبث في الثانية $2,34.10^{12}$ نيوترون)

وفي النهاية أنتج عديد من الـ Transurrane منها العناصر التالية:

عنصر الـ (ES) Einsteinium هذا العنصر عرف بعد اختبار انفجار القنبلة الذرية في محيط البلطيق 1952، هنا وزنت وقيست الإشعاعات وبقايا الانفجار وغيرها عن طريق إرسال طائرة مزودة بكل أدوات القياسات والتصوير تعمل ذاتيًا داخل غبار الانفجار بدون قائد لقياس الإشعاعات وغيرها.

هذا العنصر عدده النظامي يساوي 99، وهذا العنصر أنتج في المختبر سنة 1954عن طريق قذف نوى عنصر اليورانيوم الطبيعي U^{238} بقدرة طاقة أكبر ست مرات من ذرة مادة الـ $_{7}N^{14}$ المتينة، فوجد وأنتج العنصر Ns حسب التفاعلات في المعادلة التالية:

$$_{92}U^{238}(\ _{7}N^{14},6n)\ _{99}Es^{246}\ ..\ _{92}U^{238}(_{7}N^{14},5n)_{99}Es^{247}$$

وكذلك وجد عنصر الـ (Fm) Fermium وعرف كذلك عن طريق الانفجار الحراري سنة 1952، وكذلك أنتج في المختبر في سنة 1954.. والعدد النظـامي لهذا العنصر يساوي الـ... Z = 100 وكذلك أنتج هذا العنصر عن طريق قـذف النظير $_{94}Pu^{239}$ بالنيوترونات بدون إنتاج ما بين أي نظير كان حـسب المعادلـة التالية:

$$_{92}Pu^{239}\ (15n,6\beta^{-})\ _{100}Fm^{254}$$

عنصر الـ (Md) Mendeleviun، هذا العنصر عدده النظامي يـساوي 101 وهذا العنصر أنتج في جامعة Californien فـي سـنة 1955 بقـذف عنـصر الEs253 بواسطة جسيمات α بطاقة تعادل 41MeV حسب المعادلة التالية:

$$_{99}Es^{253}(\alpha,n)\ _{101}Md^{256}\ .\ _{99}Es^{253}(\alpha,2n)\ _{101}Md^{255}\ .$$

وأما عنصر الـ Nobelium، هذا العنصر عدده النظامي يساوي 102، هـذا العنصر أنتج بواسطة مجموعة علماء فيزيائيين سويديين وإنكليز وأمـريكيين فـي مركز الأبحاث للعلوم الفيزيائيـة فـي..Nobel . Institute Stockholm سـنة 1958 بقذف عنصر Cm بذرات الفحم المشحونة حسب المعادلة التالية:

$$_{99}Cm^{246}(_{6}C^{13},5n)\ _{102}No^{252}\quad _{99}Cm^{246}(_{6}C^{13},4n)_{102}No^{253}$$

ومن هذا العنصر أنتجت كمية قليلة جدًّا بسبب قصر عمره النصفي.

وكذلك العنصر الـ (Lw) Lawernsium، عدده النظامي يساوي 103، أنـتج عن طريق قذف عنصر الCf بنظير ال$_{5}B^{11}$، ولـذلك أنـتج عـدد كبيـر مـن النيوترونات حسب المعادلة التالية:

$$_{98}Cf^{246}(_{5}B^{11},kn)\ _{103}Lw^{257\text{-}k}$$

عنصر الـ Kurtschatowium or Rutherfordium(Ku) عدده النظـامي يساوي 104، أنتج في مركز الأبحاث الروسي للنوويات في Dubna سـنة 1964 بقذف النظير ال$_{94}Pu^{242}$ عن طريق أيونات الـ Neon مرتفعـة الطاقـة حـسب التفاعلات الحاصلة في المعادلة التالية:

$$_{94}Pu^{242}(_{10}N^{22},4n)\ _{104}Ku^{260}$$

وهذا العنصر الـ Hahnium، عدده النظامي يساوي 105، أنتج في جامعة Berkeley بقذف عنصر الـ Californium بأيونات ال $_{7}N^{15}$ حسب المعادلة التالية:

$$_{98}Cf^{249}(_{7}N^{15},4n)\ _{105}Ha^{260}$$

وبعد هذه العناصر لا يوجد عناصر معروفة لأن هذه العناصر كما ذكرنا سابقاً (كل ما ارتفع عددها النظامي صغر عمرها النصفي) هنا العناصر الأخيرة المعروفة والمحددة بالحرف X عددها النظامي يساوي 106، منها ما وجد في مركز الأبحاث الروسي للنوويات تحت المعادلة التالية:

$$_{82}Pb^{207}(_{24}Cr^{54},2n)_{106}X^{259}$$

وكذلك بعد أسبوعين نشرت نتيجة إنتاج عنصر X في جامعة Berkeley حسب المعادلة التالية:

$$_{98}Cf^{249}(_{8}O^{18},4n)_{106}X^{259}$$

وبتتابع الانتظارات لعمليات وجود Super Weight Elements سوف ننتظر ونرى ما يجده لنا المستقبل القريب من أشياء جديدة في علم الفيزياء والطاقة وغيره.

إن كل هذه العناصر التي وردت أسماؤها تستعمل في الطب والتكنولوجيا، ولكن الآن في وقت الحاضر درس وطور تصميم جديد مثل عمل بطارية نيوترونات صغيرة الحجم، تستعمل لتوازن نبضات القلب والتي من الممكن إبدالها بعد مدة طويلة تصل إلى عشر سنوات وليس بعد سنتين كما هو معروف في الوقت الحاضر، وسوف نطرق في الدرس التالي استعمال بعض من العناصر الجديدة التي ذكرت وشرحت ميزاتها وصفاتها الفيزيائية والعلمية لتصنيع البطاريات النووية.

6.6.18 البطاريات النووية Radio nuclear Battery

تحت اسم البطاريات النووية نفهم أوعية أو أجهزة لتحويل الإشعاعات النووية إلى طاقة كهربائية، وهذه البطاريات عندها المميزات والدرجات التالية:

obeikandi.com

1 – البطاريات النووية ذات الدرجة (الواحدة)، المقصود بها تحويل طاقة اضمحلال إشعاعات العناصر المشعة رأسًا إلى طاقة كهربائية.

2 – البطاريات النووية ذات (الدرجتين)، في الدرجة الأولى تتحول طاقة الإشعاعات إلى حرارة أو ضوء، ومن ثم في هذه الدرجة الثانية تتحول هذه إلى طاقة حرارة أو ضوء ومن ثم إلى طاقة كهربائية.

وهذه البطاريات نسميها حسب عملية التحويل:

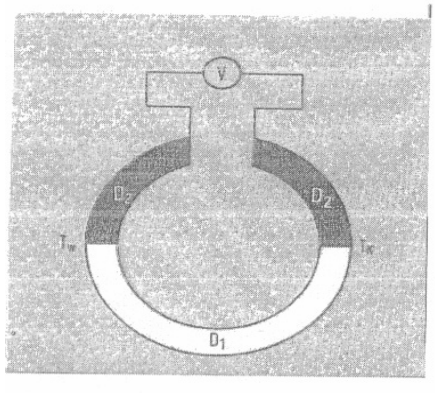
a – البطاريات النووية المحولة الحرارة إلى طاقة كهربائية.

b – البطاريات النووية المحولة الضوء Photo electric إلى طاقة كهربائية.

في الوقت الحاضر أنزلت وطبقت هذه البطاريات لإنتاج الطاقة الكهربائية؛ وطريقة تصنيع البطاريات ذات الدرجتين مدعومة بتفاعل إشعاعات المواد Radio nucleus Ray المشعة، ولكن قبل طرق موضوع بناء وكذلك الاستفادة Result واستغلال ربح الطاقة من هذه الأجهزة نحب بأن نعطي بعض الملاحظات لطالب المعرفة بالنقاط التالية:

A– إن هذه البطاريات النووية الحرارية Thermonuclear Battery ترتكز علميًّا وتكنولوجيًّا وتطبيقيًّا على ما وجده قبلاً الفيزيائي الألماني .. Seebec (1770 -1831) في سنة 1821، وأسماه العامل الحراري الكهربائي أي Thermoelectric effect المظهر بالشرح التالي:

لما نأخذ خطي توصيل كهرباء مثلاً من النحاس، نظهرهما بالصورة التالية:



بالأحرف التالية: أي أن الخط الكهربائي الأول مظهر بالحرف D1 والخط الثاني D2 موصولين مع بعضهما البعض في نقطة الوصل الأولى Tw والنقطة الثانية Tk وعن طريق عملية تسخين كل خط منهما بحرارة معروفة الأولى باردة والثانية حارة، وبفصل دائرة الخط الواصلD2 الكهربائي هنا يوزن ويقاس توتر كهربائي يساوي القدرة Us، والذي نسميه علميًّا التوتر الحراري Thermos voltage وفي حالة إغلاق هذه الدائرة بين الخطين يسير في الدائرة التيار الحراري، وهنا نسمي هذه الدائرة العنصر الحراري، أي المقصود به الـ Thermos element.

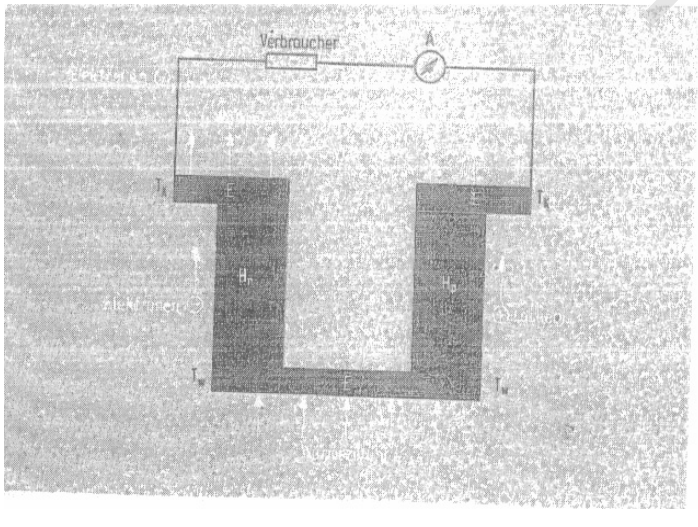
إن العناصر الحرارية المذكورة من طبيعتها الأساسية أن لديها قدرة إعطاء طاقة كهربائية تساوي تقريبًا 3% ، ولكن بدمجها بالمواد نصف الناقلة يرتفع عامل إعطائها Result إلى 10%، وهذا كان الدافع لتطوير البطاريات النووية التي توترها الأعظم يساوي حسب المعادلة التالية:

$$Us = (\alpha p - \alpha n)(Tw-Tk)$$

وهذا ما تعنيه الاصطلاحات التالية:

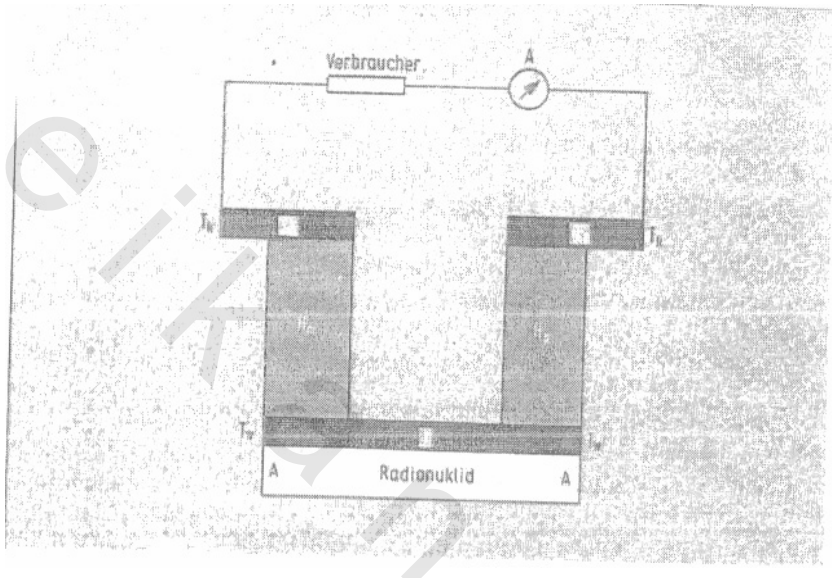
Tw = الحرارة الموجودة في نقطة الوصل الساخنة بين المادة نصف الناقلة والخط D1.

Tk = الحرارة الموجودة في نقطة الوصل الباردة بين المادة نصف الناقلة والخط D2.



αp-αn = العوامل النسبية بين العناصر الحرارية الكهربائية نظهرها هنا في الصورة التالية:

ولإظهار العملية النموذجية لهذه.. أولاً يجب معرفة الطاقة الحرارية لعملية إنتاج الطاقة، ولهذا تؤخذ عملية التسخين من المواد المشعة مثلاً كما ذكرنا سابقًا من غرام واحد من عنصر الـ Curium الذي يعطي الحرارة الواجبة، وهذا ما يساعد لبناء البطاريات النووية الحرارية التي نظهرها نموذجيًّا في الصورة التالية:



وفي القسم A في أسفل النموذج يوجد العنصر المشع Radio nuclear matter الذي يحمي أقسام المواد نصف العازلة n وكذلك p ، وهذه المواد نصف العازلة موجود عليها في الأعلى قطع معدنQ1 وكذلك Q2 حرارتها أخف برودة من الحرارة الموجودة في الأسفل، وبسبب الفرق في الحرارة بين الحار والبارد يبث من المادة نصف العازلة n الإلكترونات، ومن المادة p يوجد ثقوب، وعن طريق الانتقال من المعدن الحار إلى المعدن البارد. وهذا السيلان الفعال بين الاثنين نقول عنه أو نسميه التوتر الحراري Thermos Voltage .

وفي حالة استعمال الطاقة الكهربائية يسيل تيار كهربائي ويبقى فاعلاً طالما هناك اختلاف في الحرارة بين قطبي الحرارة في القطع المعدنية: P and Q1, Q2

ولقد ذكرنا أن نسبة الإنتاج لهذه البطاريات لا تتعدى الـ 10% ولكن لهذه البطاريات ميزات خاصة أفضل من البطاريات الموجودة في الوقت الحاضر، ومنها النقاط التالية:

1 – إن البطاريات النووية لا يوجد في بنائها قطع متحركة ولهذا السبب غير معرضة للأخطاء، وكذلك لا يلزمها صيانة.

2 – وبالنسبة لحياتها فليست قصيرة بل محددة، ولكن قدرة طاقتها بالنسبة لوزنها مقبول، فهي أخف وزناً من بطاريات الرصاص الموجودة حاليًا

3 – إنها تعمل بدون انقطاع في كل الحالات الطبيعية؛ مثلاً في وسط الحرارة وكذلك في وسط البرودة ولا يؤثر عليها تقلب الحرارة والضغوط.

ولذلك من الممكن استعمالها في الحياة العادية لثمنها غير المرتفع، الآن تستعمل في الأماكن التي لا يمكن الوصول إليها في كل وقت، مثلاً كأشرات في المياه Boje أو لتغذية محطات القياسات Meteorology Station بالطاقة الكهربائية، وكذلك لتغذية الأقمار الصناعية بدلاً من الطاقة الشمسية إلخ..

لقد صمم الكثير من البطاريات النووية، وخاصة الآن في الولايات المتحدة يوجد برنامج واسع للبطاريات النووية تحت اسم System for nuclear Auxiliary power المختصر تحت اسم SNAP للاستعمال في الجولات الفضائية وغيرها مثلاً ..

SNAP.11

هذه البطارية يساوي وزنها تقريبًا .16 كلغم تعطي طاقة تساوي 20Watt مبنية حسب النموذج التالي مزودة بكمية تساوي ..Kgr 7,5 من عنصر ال $_{96}Cm^{242}$ كمنبع حراري لهذه البطارية.

SANP.19

هذه البطارية تزن 12 كلغم، تعطي طاقة تساوي تقريبًا 60Watt، مزودة بمنبع للحرارة من عنصر الـ $_{94}Pu^{238}$ وهذه البطارية النووية مستعملة لتغذية الطاقة

الكهربائية في القمر الصناعي Nimbus الذي يدور حول الأرض لوزن وقياس الأحوال الجوية ..

SNAP.27

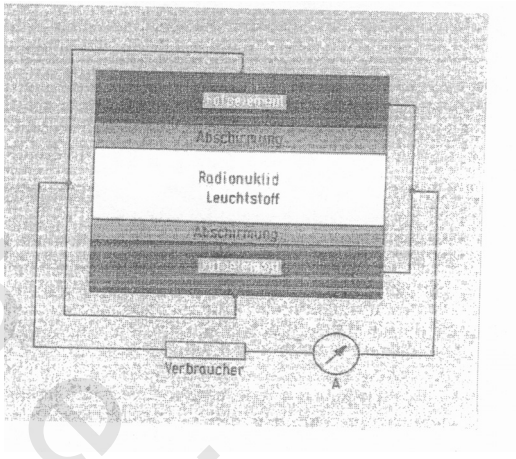
هذه البطارية تزن 18 كلغم، تعطي طاقة كهربائية تساوي تقريبًا 73Watt، مزوده للتسخين أو كمنبع للحرارة بكمية 4,3 Kgr من عنصر ال $_{94}Pu^{238}$ هذه البطارية وضعت على أرض القمر في سنة 1968 لتغذي بالطاقة الكهربائية أجهزة القياسات والاتصالات وهنا نستطيع أن نقول الحقيقة عن ميزات هذه البطارية الصالحة لهذه العملية على القمر، أولاً إن عنصر الـ $_{94}Pu^{238}$ عمره النصفي $T_{1/2}$.. يساوي تقريبًا 86 سنة، وباضمحلال غرام واحد من هذا العنصر في هذا الوقت يعطي طاقة تساوي 42Kwh.

B – البطاريات النووية العاملة بتفاعل عمليات الPhoto effect

من المعروف كما سبق وشرح علميًّا أنه لما يسقط إشعاع ضوئي أو نووي على مواد قابلة للإشعاع فإن طاقة هذا الإشعاع الساقط كذلك ترددات تهيج المادة المشعة، وعملية التهيج التي تحدث في إلكترونات ذرة قشرة هذه المادة الساقطة عليها تنتج الإشعاعات التي كثيرًا ما نراها مثلاً في عقارب الساعات، أو بالأحرف المزودة بمادة الفسفور المشعة، وكذلك في لوحات السيارات المزودة كذلك بمادة قابلة للإشعاع لما يسقط عليها ضوء ما.

هنا هذه البطاريات النووية المبنية من عنصر الRadio nucleus وكذلك مع خليط من مادة قابلة للتشعع، وفي هذا الوسط الخليط تحدث عملية تفاعل من اضمحلال العنصر المشع.

هنا يجب أن يلاحظ أنه يستعمل عنصر يبث إشعاعات β لا غير، لأن إشعاعات α تخرب المواد القابلة لبث الإشعاع، مثل المواد التالية Zns/Ag، وكذلك Zns/Cu ولإنتاج طاقة كهربائية رابحة من هذا الخليط يجب أن يوجد نسبة متساوية بالكمية بين العنصر والمادة القابلة للإشعاع.



إن عامل الكسب أو الربح لهذه البطاريات Result في هذا الوقت يساوي 1% ولكن لها الأفضلية بصغر حجمها ووزنها وتستعمل لكثير من الحالات في الأجهزة التي يلزمها طاقة صغيرة غير مرتفعة.

استعمال العناصر والنظائر الإشعاعية كذلك لمعرفة وحدات الطول والوقت

7.6.18 معرفة وحدة الطول الحديثة المتر(Meter)

إن عملية معرفة الوحدة الأساسية لقياس الطول الدقيقة الحديثة، أي المتر Meter لم تعد كما أخذ قديمًا وعامة علم القياسات الطبيعية بالذراع والقدم بل القياسات الفيزيائية الحديثة التي تشرح بالطرق الفيزيائية التالية:

إن وحدة قياس المتر الحديثة الدقيقة الطبيعية تساوي 1650763,73 مرة طول موجة الإشعاعات الناتجة أو المنبثقة في الفراغ من ذرة العنصر المشع الKr^{86} لما الإلكترون من قشرة ذرة هذا العنصر ينتقل من الحالة $5d_s$ إلى الحالة $2p_{10}$.

1 – إن عملية شرح معرفة وحدة المتر الحديث تركنا شرحها وتفسيرها الفيزيائي والتكنولوجي وكذلك بناءها إلى هذا الوقت المناسب حتى طالب الفيزياء النووية يتمكن ويتفهم حسب الدروس السابقة ما هي الذرة، ونواتها وتحرك الإلكترونات في قشرتها، وبث إشعاعتها وتفاعلها مع الأوساط والمواد الخارجية وغيرها، عن طريق طرق هذه الأقسام العلمية التي فسرت وشرحت في الدروس الأولية .

فأما ما يختص بالمتر كوحدة قياس الطول الموجودة حاليًا بعد التجارب والقياسات ظهر بأن هذا الـ Prototype لقياس المتر القديم لا يملك القياس الدقيق للطول؛ لأن الغلطة التكنولوجية موجودة في تقسيم شحطاه وكذلك وجود نقص في

إثبات طوله، وغيره من الأغلاط وأما للوصول لوحدة قياس طول جديدة تساوي أساسًا وحدة طول مبنية على الدقة والثبات يجب معرفة قياس دقيق يمثل وحدة الطول الطبيعية التي نسميها علميًّا وتكنولوجيًّا المتر الثابت الـ Meter prototype والتي تتطلب الوحدات الطبيعية الفيزيائية لا غير ولهذا نقول بأن الوحدات الطبيعية الفيزيائية توجد كذلك في الطبيعة رأسًا كوحدة قياس درجة أولى، وعن طريق القوانين الطبيعية القديمة كوحدة قياس نقول عنها درجة ثانية وهذه الوحدة الطبيعية كما كانت تؤخذ قديمًا لقياس الطول من جسم الإنسان كقدم الإنسان أو ذراعه، ومن بعد ذلك إلى وقتنا الحاضر أخذ قياس طول المتر قسمًا من طول محيط الأرض. ولكن هذا القياس لا يمثل قياسات الطول في شكل من الأشكال المساوية لـMeter prototype الدقيق المطلوب لوحدة الطول ولكن في سنة 1794 – 1872 جاء الفيزيائي الفرنسي J.Babinet وأظهر في سنة 1827 بأن طول موجة الضوء الصافي أي الأحادي اللون monochrome Light هي وحدة طول حقيقية، وهي أجود وأصلح وحدة للطول من كل وحدات قياسات الطول المعروفة وهذه الفكرة أعيد اختبارها ونوقشت واختبرت العديد من المرات، إلى أن جاء العلمي الإنكليزي J Maxwell (1831-1879) فكر ونشر علميًّا ما يلي: إذا أردنا الوصول لوحدات مطلقة Absolute لقياس الطول وكذلك للوقت والكتلة.. يجب ألا نفتش عنهم في قياسات تحركات كوكب الأرض بل في طول موجات الضوء.

ومن بعد هذه التصريحات العلمية المختبرة لم يبقَ عندنا إلا تطوير وتصميم وتحقيق قانون لوحدة الطول ولتحقيق هذا القانون وجدت صعوبات تكنولوجية وفيزيائية كثيرة حتى توصل العلم الحديث إلى النتيجة المعطاة بأن وحدة الطول المتر حسب القوانين الفيزيائية الطبيعية تساوي بالعدد تحرك 1650763,73 مرة طول موجة أشعة ذرة العنصر Kr^{86} ، وهنا حققنا بأن المتر كوحدة قياس Scale محددة من طول موجة الضوء، ولم يعد المتر المعروف قبلاً كقسم من محيط الأرض ولكن القياس الفيزيائي الجديد الصالح الدقيق الذي يفسر وحدة المتر الـMeter Prototype definition عن طريق طول موجة يساوي المعادلة التالية $\lambda = 1m / 1650763,73 = 6057,8021.10^{-10}\ m$.

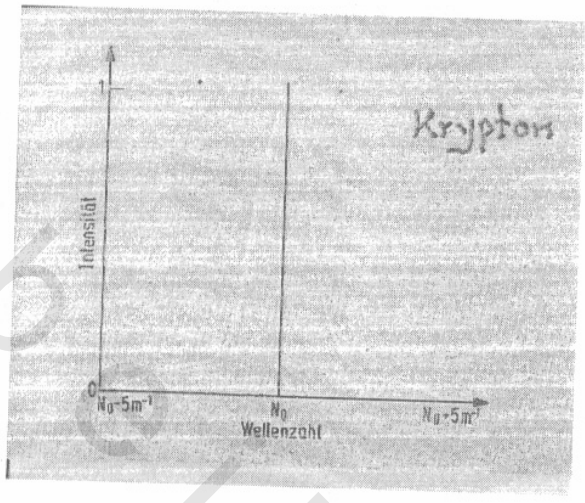
وهذه الموجة ليست إلا طول موجة موجودة في طيف الخطوط Spectral line في قسم اللون البرتقالي الأخضر.

2 – ولكن حسب ما ذكر سابقًا عن قانون وحدة الطول كطول موجة، وهذا ما فكر واتفق ونظر به وجود إشعاع يتوسع في الفراغ لا غير. وبعملية خروج هذا الإشعاع إلى الهواء أو إلى وسط آخر فإن طول الموجة يتغير بتأثيرات الحرارة والضغوط، وطول الموجة في الخارج لم يعد يساوي طول الموجة في الفراغ لأن هذه الحالة تنتج أغلاطًا وتغيرات فيزيائية كثيرة؛ ولذلك قرر بأن تؤخذ الموجة المتوسعة في الفراغ.

3 – ولتحديد طول موجة الإشعاعات الصالحة لهذه العملية لا تؤخذ إشعاعات أي عنصر مشع بل عنصر محدد خفيف التنشئة Kryplo أو ما نسميه Kryplo nuclear من عنصر الـ $_{36}Kr^{86}$ ، هنا نسأل لماذا أخذ هذا العنصر Krypton $_{36}Kr^{86}$ ؟

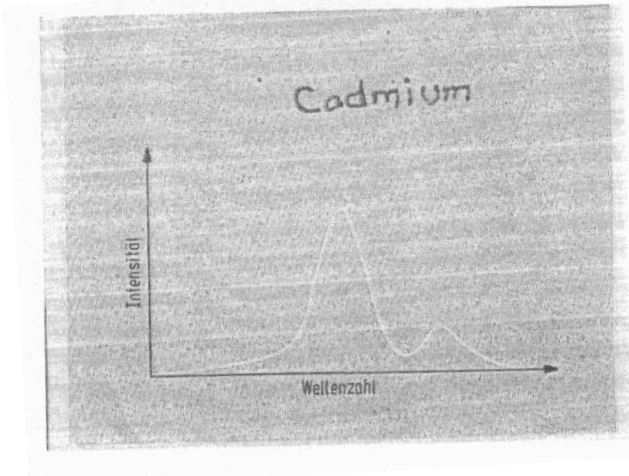
فنقول ونعطي الجواب إن هذا العنصر يشع إشعاعات أحادية اللون نسميها monochromes rays ، وهذا هو المهم لقياس طول موجة خفيفة بدون أغلاط والتجارب أظهرت أنه في الطبيعة لا يوجد إشعاع أحادي من لون واحد غيره وكذلك علماء الفيزياء لم يستطيعوا أن ينجزوا وينتجوا ما يطلب من إشعاع أحادي، ولهذا أخذ ما كان أقرب للاستعمال: الإشعاع المنتج من ذرة العنصر $_{36}Kr^{86}$ ومن بعد الخبرة والتجارب نعطي مثالاً من وقت سنة 1927 كان معروفًا أن أجود الإشعاعات أحادية اللون هو الإشعاع صاحب طول الموجة الصفراء الخضراء الموجود في طيف الخطوط Spectral line المنبثة من خليط العناصر Krypton Isotope Mixed الناتجة عن انتقال أو تغير حالات قشرة الذرة من $3P_{10}$ to $1S_3$.

وما قصد بهذه الأعداد $1S_3$ وكذلك $3P_{10}$ ليس إلا تغير حالة طاقة ذرة الKr من حالة إلى حالة أخرى عن طريق الإشعاعات.



وهذه الحالات سوف نأتي على ذكرها لما نشرح تفرق حدة Intensity هذه الإشعاعات في المنحنى الموجود في خطوط الطيف المتعلقة بعدد الموجات N المظهرة في المنحنى بالصورة التالية :

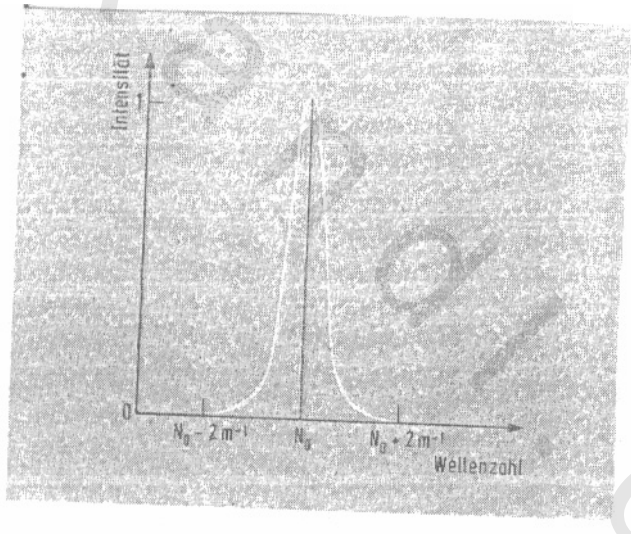
هنا ما يظهر على أن عدد الموجات N_0 يملك Intensity قدرة إشعاعات مرتفعةMaximum تساوي واحدًا (1) على المنحنى المذكور، وفي أسفل هذا المنحنى في القسمين الأيمن والأيسر تضعف هذه القدرة وتصل إلى قيمة $N_0=\pm 5m^{-1}$ ونسمي تخطيط هذا المنحنى Profile، يعطي نتائج خطوط الطيف التي وجدناها لخليط عناصر الـ Krypton. ولكن إذا أخذنا النتائج وأنزلنا في منحنى ثانٍ قيم خطوط طيف عنصر الـ Cadmium يظهر لنا في صورة منحنى الـــــــــ Cadmium بالصورة التالية:



ولكن هنا تماشي قدر الإشعاعات غير متناسب Symmetry الشكل كما هو موجود في المنحنى صورة رقم 105، ولتصحيح وتجنب هذه الأغلاط يجب أن يؤخذ عنصر موجود غير العادي ليعطي منحنى خاليًا من الأغلاط، نحيلاً خاليًا من التعرجات Structure في أسفل المنحنى، وكذلك يجب ألا تكون حدة قدرته في هذا المحيط، أي أسفل المنحنى، أكبر من القدرة: $N_0=\pm 2m^{-1}$ ولهذا انتقي عنصر ال$_{36}Kr^{86}$ Krypton .

وانتقاء هذا العنصر يعود إلى عدة نقاط علمية فيزيائية وتكنولوجية سوف نأتي على ذكرها في القسم التالي:

a – إن تعرجات الأغلاط، أي الـ Structure التي تم توضيحها من قبل صورة 105 وكذلك في أسفل جهات المنحنى الأيمن والأيسر بالصورة التالية:



تعود لعملية خليط عناصر الـ Krypton كما ذكر سابقًا في الأعلى لأن كل عنصر يشع إشعاعات متغيرة عن الآخر.

b – كذلك كم Quantum Ray الإشعاعات متعلق بشكل نواة ذرة العنصر؛ فإذا كان شكل هذه النواة كرويًّا مثل الكرة المتناسبة .. تتناسب كذلك حدة قدرة

الإشعاعات، وهذا يتعلق كذلك في اتجاهات محاور نوى ذرات هذا العنصر، وهـذه إذا لم تكن متناسبة تخلق هذه التعرجات الخفيفة والتـي نـسميها Hyper Fein Structure. وهنا نقول: حتى ننتج إشعاعات بدون تعرجات يجب أن يكون عندنا بث إشعاعات من ذرات عدد كتلها الذرية المعروفة A تكون متساوية ..even في العنصر، وكذلك العدد النظامي يجب أن يكون متـساويًا ومـستقيمًا Just even، والأهم من كل شيء كما ذكر شكل نواة هذا العنصر يجب أن تكون كروية الـشكل متناسبة.

c – وبما يختص بإظهار أغلاط الإشعاع يعود أيضًا إلى أن إشعاعات الـذرة ليست هادئة نسبيًّا، بل يوجد بها تحركات حرارية بسرعة مائة من الأمتـار فـي الثانية مارة في طريقها بالنسبة للمراقب كعملية Doppler effect وطـول هـذه الموجات بالنسبة للمراقب تتغير.

ولهذا نقول إن تحرك الذرة الحراري متعلق بقدرة اتجاه السرعة غير النظامي، وهذا يعطي تقسيمًا مناسبًا Statistic لإحصاء طول الموجـات بقيمـة متوسـطة لإشعاعات ذرة جامدة غير متحركة، وقدرة العامل الـ Doppler effect المتوسع يحدد عن طريق السرعة المتوسطة للذرات المبنية. وهنا الطاقة الحركية الخطيـة المنبثقة Translation Energy تقابل بطاقة الغاز وحيد الذرة المعطاة بالمعادلـة التالية:

$E_k = 3/2KT = 1/2\ m.\bar{U}^2$. $\bar{U}=\sqrt{3KT/m}$

الاصطلاحات التالية تساوي:

$\bar{U}$ = السرعة المتوسطة m/Sec.

T = الحرارة المطلقة $T_0 = 0K = -273{,}15°C$.

K = ثابتة $1{,}3806.10^{-23} J.K^{-1}$ Boltzman.

m = كتلة ذرة الغاز.

هنا بعد هذه النقاط نستطيع أن نظهر صورة واضحة Profile للمنحنـى لمـا السرعة المتوسطة $\bar{U}$ تصغر ولكن الحرارة لا نستطيع بـأن نخففهـا لأنـه مـن

openkanal.com

المعروف أن عملية إشعال أنبوب غاز عن طريق تفريغ الشحنة يصبح غير ممكن، لأن عددًا من الذرات الموجودة يجب أن توجد بشكل غاز لعملية الإشعال وكذلك هنا الخبرة أظهرت بأن الضغط على بخار الغاز يجب أن يساوي 0,013. mbar وأصلح عدد للحرارة المطلقة يكون عندما لا يرتفع الضغط أكثر من 0,013 mbar حتى ينتج عامل الDoppler effect المساوي الاصطلاحية التالية √T/m، وعن طريق الحل للغاز الكريم يساوي هذا العامل لعنصر ال Krypton = 0,84 وكذلك لعنصر الـ Helium = 0,44 وهذا ما يدل كذلك على أن عنصر الهليوم نستطيع بأن نظهره بصورة منحنى نحيل وكذلك أنحل من منحنى مادة أو عنصر الـ Krypton ولكن أخذت وحدة الطول المنتجة من إشعاعات عنصر ال Krypton لأن هذا العنصر أظهر بأن الحرارة المطلقة في الـ Krypton تصل إلى درجة تساوي 60k، وفي عنصر الهليوم تصل إلى 0,8k واستعمال هذه الحرارة الضعيفة بصغرها بالقرب من نقطة الحرارة المطلقة غير ممكن.

وهنا نقول إنه لتحديد وحدة الطول أخذ العنصر الـ$_{36}Kr^{86}$ لأنه وجد في هذا العنصر كل الصفات الفيزيائية المطلوبة، وكذلك صورة منحناه متساوية خالية من التعرجات في الأسفل ومتناسبة Symmetric في الوسط وبفرق لا يتعدي $N_0 = \pm$ 2 m^{-1} وأخيرًا لتحديد معرفة وحدة الطول بالأمتار استعملت إشعاعات ذرات عنصر Kr^{86} الذي يبث إشعاعات لونها ليموني موجودة في طيف الخطوط، وهي منتجة عن عملية انتقال وتحرك إلكترونات ذرات الـ Kr^{86} من مهد القشرة 6d إلى 5p في الوقت الذي لما تكون طاقة الإلكترون في القشرة 6d تساوي E_1، والطاقة في القشرة 5p تساوي E_2 وحسب المعادلة التي وجدت قبلاً لطول الموجة بالأمتار المساوية المعادلة التالية:

$$\lambda = h\,c / E_1 - E_2$$

والاصطلاحات التالية تساوي:

h = ثابتة عامل Planck 6,6262.10^{-34}J.sec.

c = سرعة الضوء في الفراغ 2,997925.10^{8} m.sec^{-1}.

وبعملية تغير الطاقات في قشور ذرات العنصر Kr^{86}، وكذلك بثبوت القيم التالية الثابتة أي المقصود الثوابت C and h وجدت وحدة طول الموجة عن طريق طيف الخطوط التي تصف النوعية الطبيعية لتحديد وحدة المتر التي نظهرها بالقول التالي:

معرفة وحدة الطول الجديدة عن طريق إشعاعات الذرة وطول الموجة التي تحل محل وحدة الطول القديمة، والتي ويعرف عنها عالميًا International Meter Prototype، وكذلك التي تملك كل المتطلبات العلمية والفيزيائية للقياس الصحيح الدقيق، فإنها تبقى في كل مكان وزمان الوحدة الطبيعية الحاملة ميزات الذرة وطول الموجة.

8.6.18 معرفة وحدة الوقت الثانية

ولمعرفة وحدة الوقت النووية الطبيعية الحديثة أخذت كذلك كل التطبيقات الفيزيائية وطول الموجات، كما أخذ لمعرفة وحدة الطول الطبيعية الحديثة. وهذا الفضل يعود إلى العلميين والفيزيائيين والأجهزة الحديثة التي تعمل بدقة لا توصف ولهذا السبب فإنه بحكم الثقة استعمال كل الظواهر الفيزيائية والنووية الموجودة مثل ميزات إشعاعات الذرة وتحركات إلكترونات الذرة، وكذلك خاصة طول موجة الضوء صاحبة الأهمية المطلوبة وهذا ما ظهر تطبيقيًّا ونظريًّا في جهاز مقاييس التداخل الضوئية Interferometer، وبفضل مساعدة هذا الجهاز أمكن بناء مقياس تدريجي Scale لطول موجات الضوء، كما وجد لقياس وحدة الطول. وهذه المقاييس المدرجة المتساوية المتماثلة Symmetry تمثل تقاطعًا دقيقًا مساويًا طول نصف الموجة المساوية بالأمتار 3.10^{-7}.m وهنا إذا أخذنا لقياس كل وحدة أساسية من هذا المقياس التدريجي كوحدة تساوي 1sec، فإن هذه كوحدة ثانية طبيعية تساوي 9129631770 مرة مدة دوران Period الانتقال ما بين مستويين، أي Levels لتقسيم القطع الذاتي المسمى علميًّا Hyper fine Structure Levels الموجود في الحالة الأساسية Ground Status لذرة عنصر ال Cesium = C^{133}_{55}، وعملية هذه الانتقالات شرحت عدة مرات في الفيزياء، وهنا نقول لقد

انتقلنا من تعريف علم الوقت من الفلك Astronomy إلى تعريف علم الوقت عن طريق العلم النووي.

ولتعريف الوقت من العلم النووي نقول بأن ذرة عنصر ال Cesium كما في كل العناصر ال Alkaline matter لا يوجد في قشرة الذرة الخارجية المفتوحة سوى الإلكترونات، وأعطي لها قبلاً اسم الإلكترونات المشعة ولتحديد وحدة الوقت الطبيعية الحديثة وجد بأن تحرك هذه الإلكترونات المشعة يلعب دورًا مهمًّا في هذه العملية، أي المقصود بها عملية معرفة وحدة الوقت، أي أنه كل الإلكترونات الفيزيائية الباقية في قشرة الذرة ليس لها أي دور في هذه العملية. وهنا نعود ونقول بأن القانون المنظم لوحدة الوقت النووية الحديثة يعود إلى تقسيم القطع الذاتي لمستويي الحالة الأساسية Hyper fine Structure لذرة عنصر الCesium ولشرح هذه العملية يلزمنا بعض الملاحظات العلمية التالية:

لقد درسنا سابقًا بأن الإلكترونات عندها في تحركاتها دوران ذاتي، أي الـ Spin، وهي بتحركات دورانها تخلق قدرة عزم مغناطيسية Magnetic Moment وهنا لتفهم هذه العملية نعود إلى الدوران الذاتي، وكذلك إلى الحالة الأساسية وكذلك إلى الإلكترونات المشعة من عنصر الـ $_{55}C^{133}$ = Cesium ولهذا نقول من بعد قانون الكم النظري الـQuantum Theory أن العزم المغناطيسي للإلكترونات المشعة، وكذلك لذرة عنصر الـ Cesium التي تتماشى متوازية أو غير متوازية، ولهذه العملية لقد تبين من بعد الخبرة في محيط الحرارة العادية بأن نصف عزم إلكترونات الذرة متوازٍ والنصف الآخر غير متوازٍ. وهنا كذلك نجد من الأهمية أن مجموع طاقات الذرات المختلفة تفترق بفرق صغير يساوي الطاقة الصغيرة التالية ΔE.

وهذا ما يدل أنه إذا ذرة من هذا القسم الأول انتقلت إلى القسم الآخر يجب على فرق الطاقة الصغير ΔE أن يؤخذ أو يعطى، وهذا يحدث لما كم طاقة Energy Quantum يمتص أو يبث بتردد يساوي ν_0 المعطى حسب المعادلة التالية:

$$\Delta E = h\nu_0$$

هنا نسمي التردد ν_0 ال Hyper fine Structure Frequency لهذا العنصر المشع، أي Cesium، وبانتقال حالات المستويين في العنصر الـ Cesium والمحددين قانون وحدة الوقت الطبيعية الحديثة المعطاة بقيمة التردد المساوية:

$$\nu_0 = 9129631770 \text{ Hz}$$

وهذا معناه أن الثانية الواحدة من وحدة الوقت النووية الحديثة تساوي 9129631770 مرة دوران هذا الإشعاع المذكور بين المستويين Hyper fine Structure Levels.

$$\text{Frequency} \quad \nu = 1 / \text{sec} = 1 \text{ Hz}$$

* * *

obeikandl.com