

ورشة العمل عن الزمالة التدريبية الخاصة بتقييم التعرض المهني في المجالات الصناعية والتطبيقات الخاصة بالاشعاع المؤين

تم اقامة ورشة عمل من قبل السيدة مديرة قسم مراقبة التعرض الشخصي (سلوى حمد منصور) عن الزمالة التدريبية والخاصة بتقييم التعرض المهني للعاملين في حقل الاشعاع في مختبرات المعايرة الثانوية SSDL في المعهد النووي المالىزي للفترة 29-1 /10/ 2014 وبحضور رؤساء الاقسام بالاضافة الى عدد من منتسبي المركز.



وقد تضمنت المحاضرة المحاور الاتية:

1. المنهاج التدريبي للعمل في مختبرات SSDL لتشجيع مقاييس الجرعة الشخصية باستخدام المصادر المشعة كوبلت 60 والسييزيوم 137 وذلك لاجراء معايرة لمنظومات مقاييس الجرعة الشخصية مثل الفلم باج ومنظومة الوميض الحراري.



الحضور المشارك في المحاضرة

Calibration of film and TLD badges using gamma sources



صورة توضح التشعيع في مختبرات المعايرة الثانوية

2. تم التطرق بشكل مفصل لاجهزة التعرض الشخصي مثل منظومة الوميض الحراري (TLd) من ناحية شرح لظاهرة الوميض الحراري/مكونات المنظومة/معايرة المنظومة/صفات وخواص المنظومة من ناحية التطبيق العملي والحسابات النظرية وكما موضح في الشرح ادناه:

اجهزة الاشعة (Radiation dosimeter) : هي جهاز او مقياس او نظام للقياس او التقييم بشكل مباشر او غير مباشر كميات الجرعة الممتصة او المكافئة او اي كميات ذات علاقة بالاشعاع المؤين .

اي (dosimeter) (مقياس او جهاز) مع القارئ يدعى (dosimeter system) منظومة قياس.

المقدمة

منذ اكتشاف الاشعة المؤينة من قبل العالم (Rontgen) عام 1895 . فان الاشعاع المؤين يدرس ويطور لكسب المنافع من هذا الاكتشاف . في الوقت الحاضر يستخدم الاشعاع المؤين في التطبيقات الصناعية ، الطبية ، الزراعية الخ وللأشعاع المؤين تأثير ضار على الجسم البشري ممكن ان يسبب التعب ، الغثيان ، الاسهال ، العقم ، حرق الجلد ، سرطان او ممكن ان يسبب الموت ولهذا السبب لزم على العاملين في مجال الاشعاع المؤين (العاملين على اجهزة الاشعة او المصادر المشعة) ارتداء مقياس الجرعة الشخصية (personal dosimeter)

• Scop of felloshipe (نطاق الزمالة التدريبية)

التطرق الى مختبرات المعايرة الثانوية (SSDL) secondary standard Dosimetry lab. التي انشئت في المعهد النووي الماليزي في 1980 بالتعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية ومنظمة الصحة العالمية (IAEA ، WOH) ويتم تحديث وفحص دقة تلك المختبرات من وقت لآخر . (الهدف الرئيسي لهذه المختبرات لاجراء المعايرة لاجهزة او مقاييس الجرعة الشخصية)

في هذه الدراسة يتم تطبيق بشكل عملي خواص اجهزة المراقبة الشخصية مثل الخطية ، السيطرة النوعية ، الدقة الخ بعد تشييع المقاييس باستخدام مصادر اشعة كاما (مصدر الكوبلت – 60) في مختبرات (SSDL) بعد وضعها على الفانتوم ولجرع تتراوح من (01 ملي سيفرت – 10 ملي سيفرت) ولمسافات معلومه من مصدر التشيع . A dosimeter with it is reader is called dosimetry system (المقياس مع القارئ يسمى منظومة المقياس)

Absolute dosimeter are used in order to measured directly the dose without the need of a calibration in a known radiation field (المقياس المباشر او المطلق يستخدم للقياس مباشرة ولا يحتاج الى معايرة باستخدام مجال اشعاعي معلوم)

Secondary or relative dosimeters provide indirect measurement of dose but have to be calibrated using a primary (absolute) dosimeter at reference condition (المقاييس التي تكون قرائتها غير مباشرة تحتاج الى مصدر تعيري)

TLDs (thermoluminescence dosimeters) are secondary dosimeters.

(An ionization chamber and electrometer) is standard dosimeter

- **Linearity test:** وهو فحص مهم جدا حيث يتم تشيع اقراص الوميض الحراري لجرع اشعاعية معلومه باستخدام مصدر CS-137 ولجرع معلومه وهي 0.8, 4, 10, 20 msv. رياضيه بين الجرعة الحقيقية والجرعة المقاسة.

Note: all the procedure takes from (IAEA SAFETY STANDARDS SERIES) Assessment of Occupational Exposure Due to External Sources of Radiation / SAFETY GUIDE NO.RS-G-1.3

- كل طرائق العمل تم اخذها من سلسلة معايير الامان الموضحة اعلاه

Luminescence (التألق)

انه ظاهرة (PHYNOMENA) تكون فيها المواد الصلبة لها القدره على امتصاص طاقة الاشعاع المؤين و تخزينها في درجات الحرارة الاعتيادية (حرارة الغرفة) . وعند تحفيزها بطاقة خارجية (حرارة او مصدر ضوء) لها القدرة على اصدار فوتونات . (تتميز المادة الومضية بإنتاج الفوتونات الوميض) عند امتصاصها للاشعة المؤينه.

انواع التحفيز للمواد الومضية:

- (Thermo luminescence) التألق الحراري (استخدام الحرارة للتحفيز)
- (optically stimulated) luminescence (البصري) التألق الضوئي

Thermoluminescence

Stage 1 : Energy absorbed.



Stage 2 : Energy released.



المرحلة الاولى: امتصاص البلورة طاقة عند سقوط الاشعاع المؤين عليها وتخزن هذه الطاقة فيها لحين تسخينها .

المرحلة الثانية: تحرير الطاقة : تنبعث الطاقة المخزونة في البلورة على شكل ضوء عند تسخين المادة الومضية (البلورة) . وكمية الضوء المنبعث تتناسب طرديا مع كمية الاشعاع المؤين الساقط عليه (الطاقة الممتصة)

الكواشف الومضية هي عبارة عن المواد التي تطلق وميضاً عند سقوط الاشعاع عليها .

إن عملية قياس وكشف الإشعاع باستخدام الكواشف الومضية من احدى الطرق المتاحة والفعاله لكشف الاشعاع .

تتكون الكواشف الومضية من جزئين رئيسيين :

- المادة الومضية .
- المضاعف الضوئي .

❖ المادة الوميضية

تتميز المادة الوميضية بالاتي:

- إنتاج الفوتونات (الوميض) عند امتصاصها للاشعة النووية .
- وهي البلورة النقية تتميز باضافة شوائب اليها .
- هذه الشوائب ستعمل على تكوين مستويات للطاقة خاصة بها حيث يوجد مستويات محددة للطاقة في البلورة

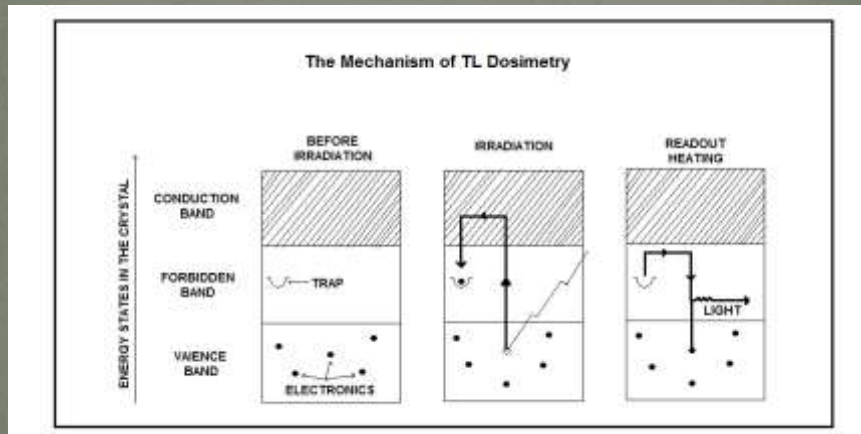
❖ المستوى الأول ويدعى نطاق التكافؤ

❖ المستوى الثاني يدعى نطاق التوصيل

❖ ويوجد بين هذين المستويين منطقة محرمة

عند امتصاص الإلكترون نتيجة الإشعاع فإنه يكتسب طاقة تسمح له بعبور المنطقة المحرمة من نطاق التكافؤ الى نطاق التوصيل وتاركاً مكانه فراغا (فجوة) في حالة وجود مادة شائبة وتكوين المستويات الوسيطة من الطاقة فان الإلكترون سيستقر لمدة قصيرة في مستوى الاثارة للمادة الشائبة . عند اكتساب هذا الإلكترون طاقة على شكل حرارة فإنه يعود الى المستوى الأرضي في المادة الشائبة أيضا وعند عودته هذه فإنه سيحرر الطاقة التي اكتسبها على شكل فوتون ضوئي وكما موضح في الرسم في ادناه.

The mechanism OF TL DOSIMETRY



Physical Form/Shape of TLD

Physical form/shape	Dimension	Standard thickness
Chip /Ribbon	3.2 x 3.2 mm ²	0.9 mm
Disc	4.5 mm Ø	0.8 mm
Rod	1 mm Ø & 0.5 mm Ø	3 & 6 mm length
Micro-cube	1 x 1 mm ²	1 mm
Powder	Grains (80 - 200 µm)	-

Table 1 : Characteristics of TL materials

TLD Material	Useful Range	Effective Atomic no. Z_{eff}
LiF:Mg,Ti (TLD-100)	10µGy - 10 Gy	8.2
Li ₂ B ₄ O ₇ :Mn (TLD-800)	0.5mGy - 10 ⁵ Gy	7.4
CaSO ₄ :Dy (TLD-900)	1µGy – 100 Gy	15.5
CaF ₂ :Dy (TLD-200)	0.1µGy – 10 Gy	16.3
Al ₂ O ₃ :C (TLD-500)	0.05 µGy - 1Gy	10.2

Lithium fluoride (LiF) is the material most commonly used in TLDs.

LiF thermoluminescence dosimeters are approximately tissue equivalent .

تستخدم عادة كواشف الوميض الحراري TLD في مجال التعرض الشخصي مادة فلوريد الليثيوم LiF مثل LiF:cu

The effective atomic number (Zeff) of the LiF is 8.1 which are close to effective atomic number of tissue 7.

أن العدد الذري الفعال لبلورة LiF يبلغ (8.1) بينما يبلغ العددي الذري المكافئ لأنسجة النسيج البشري = 7.4 أما في مجال القياسات البيئية فتستخدم مادة CaSo4 مثل CaSo4:Dy وهناك أسماء تجارية لهذه الأقراص مثل TLD700, TLD100 الغنية بـ Li^7 والمستخدمه لقياس إشعاعات كما TLD600 الغنية بـ Li^6 والمخدمة لقياس النيوترونات الحرارية

TLD Badge		
<u>Position</u> <u>الموقع</u>	<u>Purpose</u> <u>الغرض</u>	<u>Filter</u> <u>القرص + الحامله</u>
1	Energy discrimination تمييز الطاقة	$240 \text{mgcm}^{-2} \text{ABS} + 91 \text{mgcm}^{-2} \text{Copper equiv. } 333 \text{mg.cm}^{-2}$
2	Deep dose @ $H_p(10)$ التعرض العميق	$107 \text{mgcm}^{-2} \text{ABS} + 893 \text{mgcm}^{-2} \text{PTFE equiv. } 1000 \text{mg.cm}^{-2}$
3	Skin dose @ $H_p(0.07)$ التعرض السطحي او الجلد	Mylar 17mg.cm^{-2}
4	Len of the eye dose $H_p(3)$ تعرض عدسة العين	ABS : 300mg.cm^{-2}

$H_p(0.07)$ - to estimate the equivalent dose to skin.

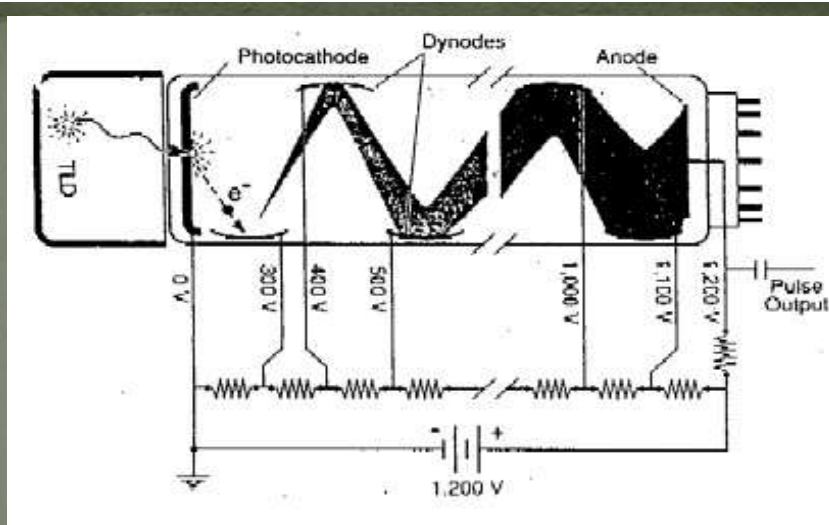
$H_p(10)$ - to estimate of effective dose.

$H_p(3)$ - to estimate lens of the eye dose.

❖ المضاعف الضوئي

يقوم المضاعف الضوئي بتحويل الضوء (الفوتون الضوئي) الى إشارة كهربائية يتكون المضاعف الضوئي من اسطوانة زجاجية مفرغة تطلّى نافذتها المواجهة للمادة الومضية بمادة قلوية لتكوين الكاثود الضوئي وتتميز معظم المواد القلوية بقابلية إنتاج الإلكترونات عند امتصاصها للفوتونات أما بقية المضاعف الضوئي فتتكون من مجموعة دايونودات يتراوح عددها بين (9 – 12) دايونود مرتبطة بسلسلة مقاومات متتالية . تزداد الفولتية المجهزة لكل دايونود تدريجياً من الأول إلى الأخير تكون الدايونودات مشابهة لمادة الكاثود الضوئي من المواد القلوية وترتب بأشكال مختلفة منها الدائرية ومنها الخطية وهدفها جميعا تسديد مسا الالكترونات .

بعد عملية التعرض للإشعاع ووضع هذه البلورات في أجهزة القياس وتعريضها لمصدر حراري فان الإلكترونات ستأخذ طاقة كافية من عملية التسخين الحراري لتتهيج مرة أخرى وترتفع الى نطاق التوصيل . يؤدي الفوتون الناتج في البلورة عند سقوطه على الكاثود الضوئي الى انتاج الالكترونات . إن الإلكترون المتحرر من الكاثود الضوئي يواجه مجالاً كهربائياً يوجهه نحو الاول وكذلك يكسبه طاقة حركية تمكنه من تحرير الالكترونات من الدايونود الأول وكذلك يكسبه طاقة حركية تمكنه من تحرير الإلكترونات من مادة الدايونود الاول وتتجه الالكترونات المتحررة من الدايونود الاول نحو الدايونود الثاني مكتسبة طاقة حركية تمكنها من تحرير المزيد من الالكترونات من الدايونود الثاني وهكذا يتضاعف عدد الإلكترونات بين الدايونودات حتى تصل إلى الأنود حيث تنتج النبضة إن سعة النبضة تتناسب طردياً مع طاقة الإشعاع الساقط.



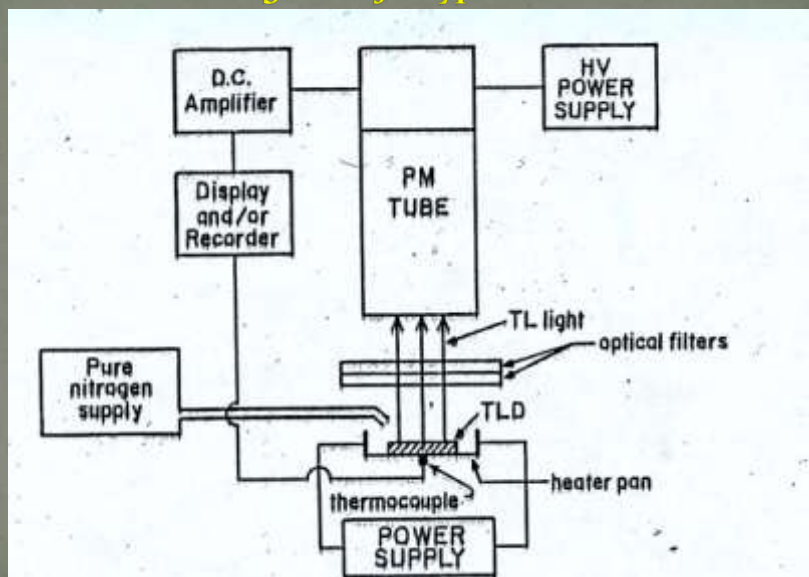
Photomultiplier Tube (PMT)

❖ كيفية قياس الوميض الحراري TLD Reade

لكي يتم حساب الكم الوميضي الخارج من المادة الوميضية يستوجب وجود أجهزة قادرة على تسخين العينه (القرص) وايضا قياس كمية الضوء الناتج من العمليات التي تولد الوميض . المتوفر في المعهد النووي الماليزي لأجراء القياس جهاز ((Harshow Reader)) model 6600 المزود بأداة تسخين Heating element بمعدل ثابت للعينات ويستخدم لذلك مزدوج حراري Thermo couple يكون موصولاً الى صينية صغيرة tray توضع عليها العينة او الاقراص فائدة المزدوج الحراري هو التحسس لدرجة الحرارة التي تصل اليها أداة التسخين heating element وبالتالي ينظم الدورة الحرارية Heating cycle.

يتم تسخين أقراص TL ضمن جهاز القاريء Reader وضمن الدورة الحرارية وباستخدام غاز النتروجين للتبريد وبنقاوة 99.99 ملاحظة الدورة الحرارية تشمل (مرحلة التسخين الابتدائية ، مرحلة القراءة ، مرحلة التنضيف ، مرحلة التبريد). أثناء عملية التسخين هذه تكون المادة الوميضية مقابلة الى المضاعف الضوئي فيتم قياس كمية الضوء المنبعث خلال عملية التسخين . وتجري فترة التنظيف (للاقراص) (حيث تسخن مواد TL الى درجة حرارة معينة لازاله اي تاثير للاشعة الممخزونه في المادة) في درجات حرارة معينة ولفترات زمنية ويعتمد ذلك على نوعية المادة الوميضية .

Schematic diagram of a typical TLD reader



TLD Readers

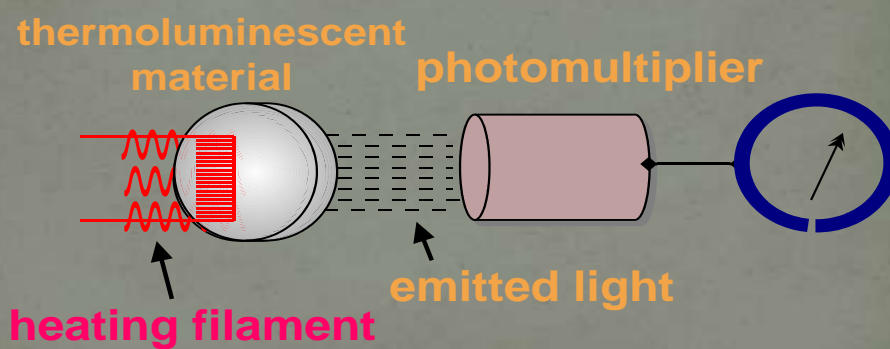


Model : Harshaw 6600
for TLD Badges

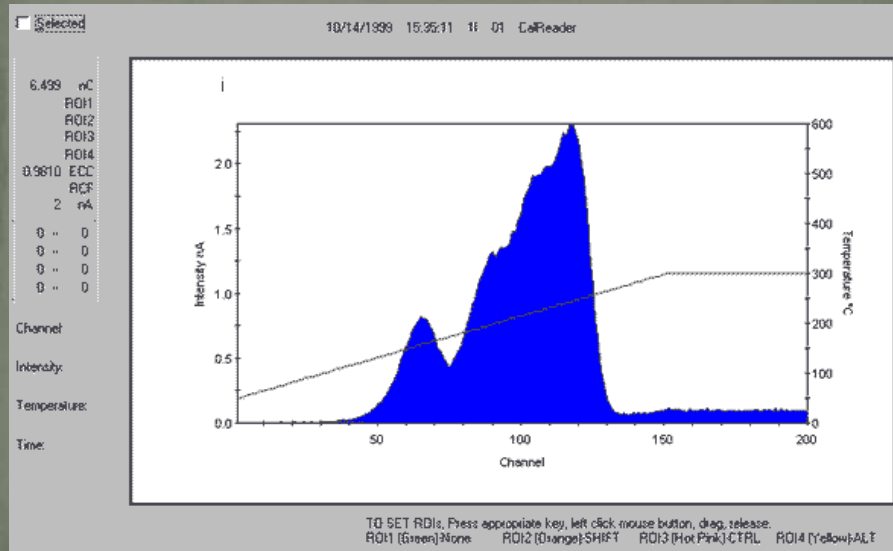


Model : Harshaw 5500
for TLD chips

Thermo luminescence TLD principle



(out put)Glow Curve



العلاقة بين كمية الضوء المنبعث ودرجات الحرارة يدعى (منحنى الوهج) وهي نواتج العمليات التي تحدث داخل جهاز القارئ . شكل منحنى الوهج يعتمد على نوع وكمية الشوائب في البلورة (نوع القرص) . الكثافة او المنطقة تحت منحنى الوهج (Glue curve) تعتبر كمقياس للجرعة . القمه تمثل شدة الضوء المنبعث بوحده الانكستروم.

Table 1: Annealing Treatments

	Material	Annealing Procedure (in oven)
1.	LiF:Mg,Ti (TLD-100, TLD-600, TLD-700)	1h at 400°C + 2h at 100°C or 1h at 400°C + 20h at 80°C
2.	LiF:Mg,Cu,P (TLD-100H/GR-200A)	10 min at 240°C
3.	CaF ₂ :Dy (TLD-200)	1h at 400°C
4.	CaF ₂ :Tm (TLD-300)	1.5 - 2h at 400°C
5.	CaF ₂ :Mn (TLD-400)	1h at 400°C
6.	Li ₂ B ₄ O ₇ :Mn (TLD-800)	30 min at 300°C
7.	CaSO ₄ :Dy (TLD-900)	1h at 600°C
8.	Al ₂ O ₃ :C (TLD-500)	10 min at 400°C
9.	BeO	15 min at 400°C

Calibration of TLD Badges Using Cs-137



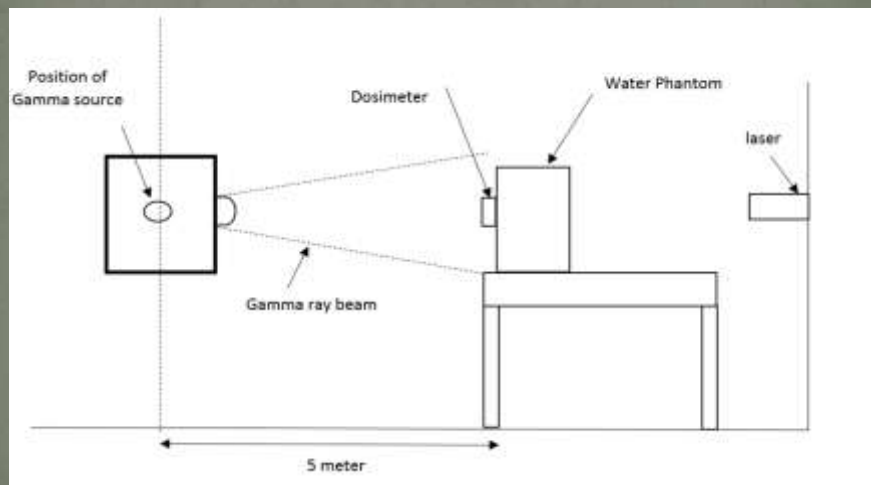
تتم معايرة المنظومة بقراءة جرعة الاقراص المشعة لجرعة معلومة عن (طريق حساب عامل التصحيح

$$C_f = \text{measur dose} / \text{true dose}$$

Calibration of film and TLD badges using gamma sources



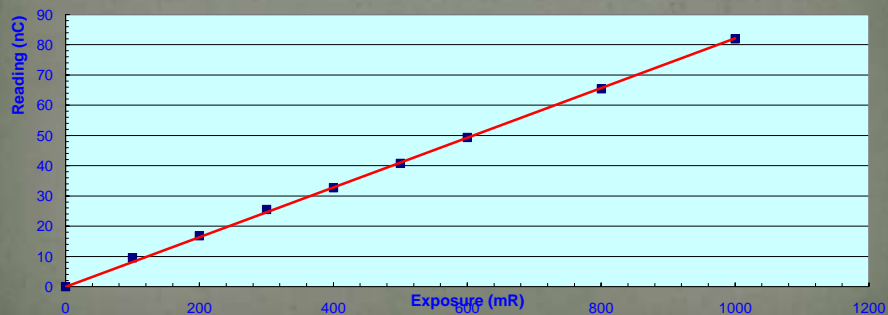
Figure: The schematic diagram of experiment setup



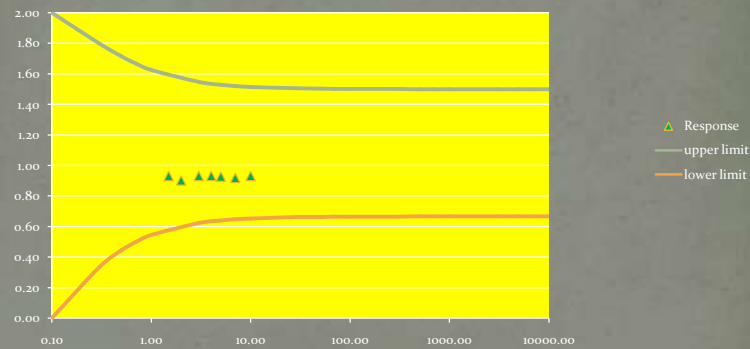
THE EXPERAMENTS IN SSDL

Calibration of TLD-100 against Cs-137 Gamma Source

- Producer: Expose TLDs with gamma source Cs-137 (true dose 1mSv) (Irradiation on surface PMMA water phantom 30.30.15) Cm³

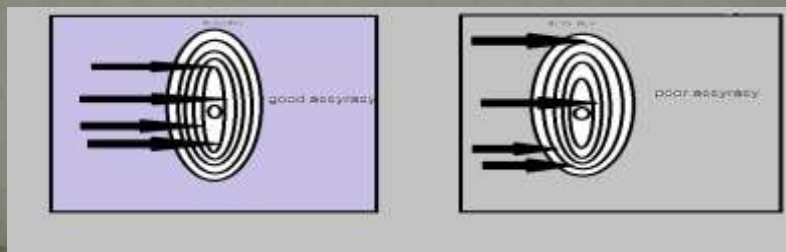


Quality control (QC) TEST



Accuracy test فحص الدقة

- Accuracy: is a measurement of the difference between a measured value and the true value, that is, the error.
- If the errors of measurement average to zero, then the system is said to be accurate.
- **% deviation = (measure value - true value) / true value * 100%**



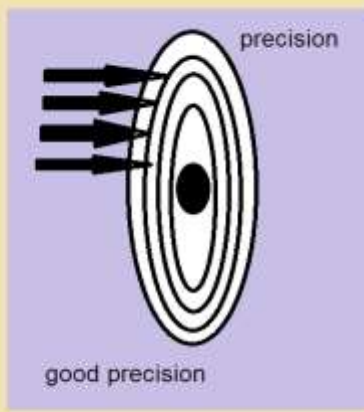
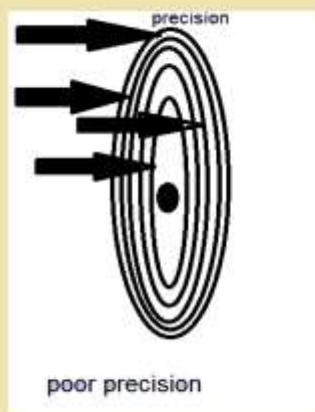
Precision test (الاختبار الدقيق)

- the result are grouped close together and not scattered.
- (نتائج القياس متقاربة جدا وليست متفرقة او بعيدة القيمه عن
الآخرى)

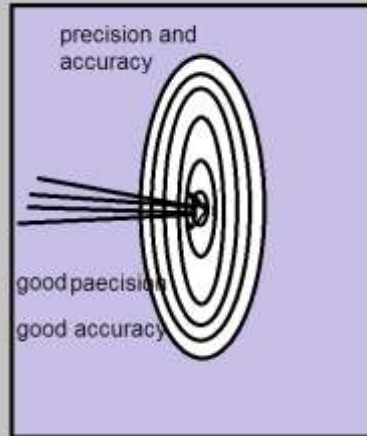
Example :

- ID (5807, 5808, 5826, 5822)
- True dose on ssdl = 0.2msv
- Measure dose of ID at sequence (reading by tld reader
= (0.2254, 0.1991, 0.1997, 0.202) msv

Precision



Accuracy and precision



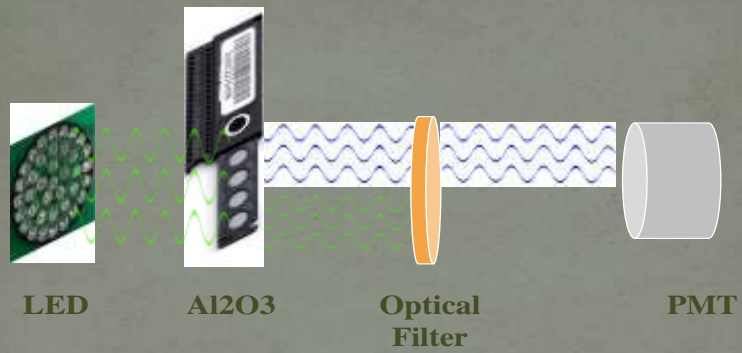
Optically Stimulated Luminescence Dosimetry (OSLD)

How to Work OSL?

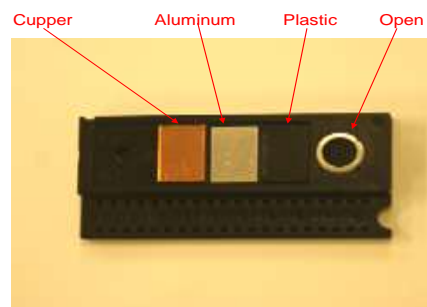
- If Al_2O_3 is stimulated by green light Al_2O_3 emits blue light Amount of blue light is proportional to amount of exposure dose

Al_2O_3 يتم تحفيزها بواسطة الضوء الاخضر لتبعث كمية من الضوء الازرق تتناسب كميته مع
جرعة التعرض

How to get information of blue light



Dosimeter Designation



Dosimeter Filtration

Position (primary filter)	Filtration (approx $\text{mg}\cdot\text{cm}^{-2}$)	Use
OW (open window)	29	Beta response
PL (plastic)	275*	Beta characterization photon response
Al (aluminum)	375*	Photon characterization
Cu (copper)	545*	Photon response and characterization

*Add approximately $120 \text{ mg}/\text{cm}^2$ for the outer holder.

OSL Dosimeters and Instruments

InLight family of readers



الاستنتاجات والاهمية

- تم اجراء معايرة للمنظومة التعرض الشخصي بواسطة تشيع اقراص الوميض الحراري لجرعة معلومة حيث يتم حساب عامل التصحيح (cf) correction factor والذي يمثل الجرعة الحقيقية (من التشيع) / الجرعة المقاسة بواسطة المنظومة.
- وحسب سلسله المعايير الدولية للوكالة الدولية للطاقة الذرية التالية : Safety Guide NO. RS- (G-1.3) تم اجراء جميع التطبيقات الخاصة بتقييم التعرض الشخصي .
- اجراء فحص الدقة (Accuracy) : وهي حسابات نسبة الخطا في نتيجة القراءات وبتطبيق المعادلة التالية

$$\text{Deviation \%} = (\text{measue dose value} - \text{true dose value}) / \text{true value}$$

ودقة القراءات عندما تكون نتائج الحساب قريبة من الصفر هذا يعني ان العمل دقيق وصحيح والرسم البياني يوضح فحص Accuracy .

- تم اجراء فحص precision (وهو فحص تقارب نتائج القراءات): وذلك بتشيع الاقراص الوميض الحراري لجرعة معلومة وقياس الجرعة المقاسة ومن ملاحظة التشابة بالقراءات وكما موضح بالرسم في ادناه.
- تم اجراء السيطرة النوعية لمقاييس الجرعة الشخصية (QC) وهو فحص يتم تحديد المدى الاعلى والاقبل لقياسات الجرعة للمقياس الجرعة مثل (tld او الفلم باج)

ايضا تم التطرق الى اجهزة تعرض اضافة الى الفلم باج ومنظومة الوميض الحراري الى منظومة التالى البصري (OSL) (OPTICAL SUMULATION LUMINCENCE)

تعتبر هذه الزمالة مهمة جدا لانها من ضمن خطة عمل القسم في بناء القدرات الفنية وهي من ضمن اختصاص عمل القسم في مراقبة التعرض الشخصي للعاملين في حقل الاشعاع الموين حيث انها تزيد من كفاءة المشاركون من الناحية الفنية وتجعل المشاركون قوي في تحليل النتائج من الناحية الفيزيائية بالتالي تطبيق وادارة القسم بما يتلائم مع تعليمات الوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA) .

تكمن اهمية الزمالة التدريبية كونها دورة تخصصية لتقييم التعرض المهني للعاملين في حقل الاشعاع وجميع تطبيقاتها من عمل اختصاص قسم مراقبة التعرض الشخصي للعاملين في حقل الاشعاع الموين وهكذا دورات تخدم مصلحة العمل .