الأكاديمية العربية الدولية
Arab International Academy

إسم المادة: إشتراطات السلامة في تداول المواد المشعة

إسم الدكتور: الدكتور مصطفى علي ركين

الأكاديمية العربية الدولية – منصة أعد

مقدمة

- توجد الإشعاعات في كل جزء من حياتنا. والإشعاعات قد تحدث بطريقة طبيعية في الأرض ويمكن أن تصل إلينا من الإشعاعات القادمة من الفضاء المحيط بنا. وكذلك يمكن أن تحدث الإشعاعات طبيعيا في الماء الذي نشربه أو في التربة وفي مواد البناء (عنصر الرادون من الأرض والعناصر المشعة الموجودة في الأرض)
- قد تحدث الإشعاعات نتيجة صناعتها بواسطة الإنسان مثل الأشعة السينية X-Rays ، محطات توليد الكهرباء بالطاقة الذرية أيضا في كاشفات الدخان.Ionization Smoke Detector
- يعرف الإشعاع بأنه العملية التي ينتج عنها انطلاق طاقة علي شكل جسيمات (Particles) أو موجات(Waves)
- تقدر الجهات العلمية في الولايات المتحدة الأمريكية بأن الشخص العادي يتلقى جرعات من الإشعاع مقدارها 360 مللي ريم في السنة وتعتبر نسبة التعرض للإشعاعات الطبيعية 80% و 20% الثانية من الإشعاعات الصناعية

المحاور

- كيف تنشأ الإشعاعات
- أنواع الإشعاع
- وسائل الوقاية من الإشعاعات
- وحدات قياس الإشعاع
- إجراءات السلامة في المعامل
- التعامل مع تسرب المواد المشعة
- المخاطر المصاحبة لأفران الميكروويف
- الأضرار الصحية لأشعة الميكروويف
- الاحتياطات الواجب اتباعها
- السلامة وأشعة الليزر
- تقسيم أشعة الليزر
- الوقاية من مخاطر أشعة الليزر

كيف تنشأ الإشعاعات

- تتكون ذرة العنصر من نواة مركزية (Nucleus) تحتوي علي بروتونات موجبة الشحنة ونيوترونات متعادلة ويدور حول هذه النواة عدد من الإلكترونات سالبة الشحنة.
- ويطلق علي عدد البروتونات في النواة اسم العدد الذري (Atomic Number) بينما يطلق علي مجموع عدد البروتونات + مجموع النيوترونات اسم الوزن الذري(Atomic Weight)
- في معظم أنوية العناصر الكيميائية يكون عدد البروتونات داخل النواة مساويا لعدد النيوترونات وفي بعض أنوية بعض العناصر يكون عدد النيوترونات أكبر من عدد البروتونات وتسمي هذه العناصر بالنظائر(Isotope) وهذه النظائر بعضها ثابت لا يتغير تركيبها الذرى بمرور الزمن والعادة تكون لها عدد ذري منخفض.
- بعض هذه النظائر غير مستقر وغالبا ما تكون أعدادها الذرية عالية وتسمي بالنظائر المشعة وهذه النظائر سوف تلفظ أنويتها دقائق نووية (أي سوف يصدر عنها إشعاعات نووية) تسمي أشعة ألفا ، وأشعة بيتا ، وأشعة جاما وبمرور الوقت تتحول هذه العناصر إلي عناصر أخري أقل وزنا وتختلف في صفاتها الكيميائية والفيزيائية عن العنصر الأصلي

أنواع الإشعاع

يوجد نوعان أساسيان للإشعاع هما:

1. إشعاع مؤين (Ionizing Radiation) مثل أشعة إكس وأشعة جاما والأشعة الكونية وجسيمات بيتا وألفا.
2. إشعاع غير مؤين (Non-Ionizing Radiation) مثل الإشعاعات الكهرومغناطيسية ومنها موجات الراديو والتليفزيون وموجات الرادار والموجات الحرارية ذات الأطوال الموجية القصيرة (ميكروويف) والموجات دون الحمراء والأشعة فوق البنفسجية والضوء العادي.

الإشعاع المؤين Ionizing Radiation

توجد ثلاثة أنواع رئيسية من الإشعاع المؤين قد توجد في الإشعاعات التي يصنعها الإنسان كذلك في الإشعاع الطبيعي وهي:

- دقائق ألفا (Alpha Particles)
- دقائق بيتا (Beta Particles)
- أشعة جاما (Gamma Rays)

دقائق ألفا Alpha Particles

يمكن إيقاف مسار أشعة ألفا بواسطة قطعة من الورق أو بواسطة جسم الإنسان ولكن لو تم استنشاق أبخرة المادة التي تشع منها دقائق ألفا أو بلعها ودخولها الي الجسم نتيجة وجود جرح به فإنها تكون مؤذية جدا

دقائق بيتا Beta Particles

لا يمكن إيقاف دقائق بيتا بواسطة قطعة الورق ويمكن إيقاف سريان هذه الأشعة بواسطة قطعة من الخشب ، وقد تسبب أذي جسيم إذا اخترقت الجسم

أشعة جاما Gamma Rays

من أخطر أنواع الإشعاعات ولها قوة اختراق عالية جدا ، أكبر بكثير من أشعة ألفا وأشعة بيتا. ويمكن إيقاف سريانها بواسطة حاجز من الكونكريت. وتقع أشعة إكس من ضمن تقسيمات أشعة جاما ولكنها أقل قدرة علي الاختراق من أشعة جاما

الإشعاع المؤين Ionizing Radiation

- يمكن أي يؤدي الإشعاع المؤين (إدخال طاقة إلي خلايا الجسم) إلي إحداث تغييرات في التوازن الكيميائي لخلايا الجسم وبعض هذه التغيرات قد يؤدي إلي خلل في السائل الذري للإنسان (DNA) وبالتالي يؤدي إلي تحولات جينية خطيرة قد تنتقل أيضا إلي الأطفال بعد ولادتهم.
- التعرض لكميات كبيرة من الإشعاع قد يؤدي إلي حدوث أمراض خلال ساعات أو أيام وقد يؤدي للوفاة خلال 60 يوما من التعرض (حادث قرية ميت حلفا – القليوبية) ، وفي حالات التعرض لكميات كبيرة جدا من الممكن أن تحدث الوفاة خلال ساعات قليلة (تشرنوبل).
- وأعراض الإصابة بالإشعاع المؤين قد تحدث خلال فترة طويلة ، علي سبيل المثال في سرطان الدم Leukemia خلال سنتان. نتيجة لتراكم المواد المشعة بالجسم
- معظم المعلومات عن تأثير الإشعاع علي الإنسان يتم الحصول عليها من الدراسات التي أجريت علي الناجين من القنابل الذرية التي ألقيت علي ناجازاكي وهيروشيما (حوالي 100.000 شخص).

وسائل الوقاية من الإشعاعات

توجد ثلاث طرق للحماية من خطر الإشعاعات هي:

- **الزمنTime:**

في حالة تقليل زمن التعرض (الزمن الذي يقضيه الشخص بجوار مصدر الإشعاع) بالتالي سوف تقل كميات الإشعاع التي يتعرض لها الشخص.

- **المسافةDistance :**

كلما زادت المسافة بين الشخص وبين المصدر المشع قلت نسبة التعرض (حسب قانون التربيع العكسي)

- **الحواجزShields :**

بزيادة الحواجز حول المصدر المشع سوف تقلل التعرض. وكل نوع من أنواع الإشعاعات يتم وضع الحواجز المناسبة لعزله حسب قدرته علي الاختراق

وحدات قياس الإشعاع

- الراد (Rad): وحدة قياس كمية الطاقة الإشعاعية الممتصة (جرعة الامتصاص).
- الرونتجن (Roentgen): وحدة قياس الأشعة الصادرة ويستخدم أساسا للأشعة السينية.
- الكيوري (CURIE): يعتبر قياس للأشعة الصادرة والكيوري الواحد = 3,7 × 1010 انحلال في الثانية.
- الريم (REM): وحدة قياس التأثير البيولوجي (الحيوي) للإشعاع الممتص.
- السيفرت (SIEVERT): من أحدث وحدات قياس التأثير الناتج عن امتصاص الأشعة السيفرت = 100 ريم

إجراءات السلامة في المعامل

1. يجب أن يكون جميع العاملين في المعمل علي علم ودراية من مخاطر المواد المشعة التي يتم التعامل معها
2. يمنع الأكل والشرب والتدخين كذلك استعمال أدوات التجميل في المعمل
3. يمنع منعا باتا استخدام الماصة بالفم في حالة التعامل مع السوائل المحتوية علي مواد مشعة
4. عدم تخزين أية مواد غذائية في الثلاجات أو المبردات الخاصة بالمواد المشعة
5. يجب عدم تناول المواد المشعة بالأيدي ويتم استخدام الملاقط المخصصة لذلك
6. يجب غسيل الأيدي بالماء والصابون بعد انتهاء العمل
7. يجب استخدام وسائل الكشف عن الإشعاع من قبل العاملين بالمعمل Films Badges

إجراءات السلامة في المعامل

8. يجب تثبيت لافتات التحذير المناسبة علي مدخل المعمل (CAUTION RADIO ACTIVE MATERIAL)
9. في المناطق التي يبلغ فيها مستوي الإشعاع الذي يتعرض له الشخص 5 مللي ريم في الساعة ، يجب أن يتم وضع اللافتات التحذيرية المناسبة عليها. (Radiation Area)
10. جميع الحاويات التي تستخدم لتخزين المواد المشعة يجب وضع اللافتات التحذيرية المناسبة عليها
11. ضرورة استخدام معدات الوقاية الشخصية اللازمة للحماية من مخاطر الإشعاع : القفازات – النظارات – البلاطي
12. عدم السماح لأي شخص بالمعمل داخل منطقة الإشعاع في حالة وجود أية جروح في جسمه
13. يتم نقل المواد المشعة بين المعامل المختلفة داخل الحاويات المخصصة لها

التعامل مع تسرب المواد المشعة

- إعلام الجميع لإخلاء المكان الذي حدث به التسرب
- إبلاغ المسئول عن السلامة الخاصة بالإشعاعات Radiation Safety Officer
- إغلاق جميع الأجهزة التي تنتج المواد المشعة
- إغلاق جميع شفاطات التهوية و .Fume Hoods
- إجراء الفحص اللازم إذا حدث التسرب علي ملابس العاملين
- استخدام المعدات والأدوات الماصة Absorbent Materials لاحتواء التسرب

المخاطر المصاحبة لأفران الميكروويف

- يتم استخدام أفران الميكروويف بصفة يومية في المطاعم والكافيتريات والمطابخ كذلك في المنازل
- دائما ما يتسائل مستخدمي أفران الميكروويف عن المخاطر المصاحبة لاستخدامها (تسرب الأشعة
- لكن الأجهزة الحديثة من أفران الميكروويف تم تقليل أو منع أية فرصة لتسرب هذه الأشعة منها

كيف تعمل أفران الميكروويف

- في أفران الميكروويف يتم طبخ أو تسخين الطعام بواسطة توجيه أشعة الميكروويف إليه. ومعظم أفران الميكروويف المنزلية تعمل علي تردد يبلغ 2450 ميجاهيرتز من الموجات المستمرة
- مصدر أشعة الميكروويف في الأفران هو أنبوب ميجانترون حيث يتم تحويل التردد 50 Hz أو 60 Hz من التيار الكهربي إلى أشعة كهرومغناطيسية يبلغ ترددها 2450 MHz
- وتعمل أنبوبة الميجانترون بواسطة جهد عال يبلغ 3000 – 4000 فولت ويتم إنتاج هذا الجهد بواسطة محول كهربائي Step-up transformer rectifier وفلتر بحيث يتم تحويل الجهد الكهربائي 120 فولت و التيار المتردد (Ac) إلى 4000 فولت من التيار المباشر (Dc) ثم يتم بعد ذلك تحويل هذه الطاقة من أنبوبة الميجانترون إلي غرفة فرن الميكروويف (Oven Cavity) من خلال ممر خاص بها (Wave Guide)
- ويوجد داخل الغرف خلاط يوزع أشعة الميكروويف بطريقة منتظمة خلال الفرن
- وتقوم أشعة الميكروويف بإنتاج حرارة عالية داخل الطعام في الفرن نتيجة لاهتزاز جزيئات الماء داخل الطعام عندما يمتص الغذاء أشعة الميكروويف (2450.000,000 مرة في الثانية) ونتيجة لحركة جزيئات المياه ينتج عنها احتكاك وبدوره يؤدي إلي الحرارة. وهذه الحرارة هي التي تقوم بطهي أو تسخين الطعام

هل يمكن أن تتسرب أشعة الميكروويف من الأفران

في الأجهزة القديمة كان السبب الأساسي للتسرب هو عدم إغلاق الأبواب بطريقة سليمة ويمكن أن يحدث ذلك نتيجة لتراكم الأوساخ. كذلك نظريا هناك نسبة بسيطة من أشعة الميكروويف قد تتسرب من زجاج الفرن.

وقد قيست هذه التسربات ووجدت 0.2 mw/cm^2 وهي أقل كثيرا من الجرعة المقررة ولا يشعر بها الجسم كذلك كلما زادت المسافة من الفرن قلت نسبة الإشعاع

الأضرار الصحية لأشعة الميكروويف

- التعرض لمستويات عالية جدا من أشعة الميكروويف قد يؤدي إلى امتصاص كمية من الطاقة إلي الجسم ويمكن أن تتحول هذه الطاقة إلي حرارة كما يحدث مع الأطعمة. والتي بدورها قد تؤدي إلي أذي للعين أو المخ
- كذلك يشعر الأشخاص الذين يعملون في مجال الميكروويف بصداع وآلام في العين وعدم المقدرة علي النوم ويحدث ذلك نتيجة لتداخل أشعة الميكروويف مع الجهاز العصبي للجسم وتسمي الأضرار غير الحرارية

الاحتياطات الواجب اتباعها

- عدم تشغيل أفران الميكروويف وهي فارغة
- تأكد من أن باب فرن الميكروويف يغلق تماما بحيث لا يحدث أي تسرب والتأكد من عدم تركم الأوساخ بحيث لا تجعل الباب يغلق جيدا
- عدم السماح للأطفال بتشغيل أفران الميكروويف
- عدم الاقتراب والنظر من قرب إلي نافذة الفرن
- قبل إجراء أية أعمال صيانة يجب فصل فرن الميكروويف عن التيار الكهربائي
- عدم العمل على أفران الميكروويف للأشخاص الذين يستخدمون أجهزة لتنظيم ضربات القلب

السلامة وأشعة الليزر

- اشتق اسم أشعة الليزر من الأحرف الأولي لـ Light Amplification by Simulated Emissions of Radiation
- وعرفت أشعة الليزر لأول مرة سنة 1960 بواسطة العالم الدكتور/ شارلس ميامان وتطورت بعد ذلك وصارت تستخدم في عديد من الأنشطة : الصناعة ، الاتصالات ، الأبحاث ، الطب ، النواحي العسكرية.
- وتعتبر الليزر مصدر شديد اللمعان للضوء حيث أن 1 MW من أشعة الليزر المرئية يعادل حوالي مليون مرة اللمعان الصادر من لمبة قوتها 100 وات.
- تعتبر سلامة العين Eye Safety هو الاهتمام الأول بالنسبة لأي شخص يعمل في مجال أشعة الليزر أو بالقرب منها. حيث من الممكن أن تتسبب أشعة الليزر في إحداث أذي كبير بالعين

تقسيم أشعة الليزر

يتم تقسيم أشعة الليزر حسب الضرر الذي تحدثه وذلك على النحو التالي:

❖ **الدرجة (1)**

- تكون في المجال المرئي Visible Region
- لا تعتبر خطرة
- يتم إعفاء مستخدمي الدرجة (1) من أشعة الليزر من إتخاذ أية احتياطات للتحكم فيها

❖ **الدرجة (2)**

- ليزر مرئي ينبعث بمستوى أقوي من الدرجة الأولي
- القوة الناتجة عنه أقل من 1 MW
- لا تسبب أذي للعين إذا كان زمن التعرض لا يزيد عن 0.25 ثانية
- لا تسبب حرق للجلد

تقسيم أشعة الليزر

❖ **الدرجة (3) (أ)**
- من الممكن أن تكون ذات أذي مزمن للرؤية
- مستوي القوة أقل من 5 MW
- من الممكن أن تكون مرئية أو غير مرئية

❖ **الدرجة (3) (ب)**
- ذات أذي فوري للجلد والعين من الأشعة المباشرة
- مرئية أو غير مرئية
- مستوي القوة أقل من 500 MW
- الأشعة المنعكسة من الممكن أن تكون مؤذية في حالة التشغيل بالقوة الكاملة والرؤية قريبة من مصدر الانعكاس

❖ **الدرجة (4)**
- ذات أذى فوري للجسم والعين من الأشعة المباشرة ومن الممكن أن تحدث أذي كبير للعين في زمن أقل من زمن استجابة العين للضوء المبهر 0.25 seconds
- مستوي القوة يفوق الدرجة (3)
- تشكل خطر الحريق

الوقاية من مخاطر أشعة الليزر

1. **التحكم الهندسي Engineering Controls**

- التحكم من بعد Remote Control
- حواجز الحماية Protective Housing
- عزل مسار الأشعة Enclosed Laser beam paths

الخطوات أعلاه توفر الحماية الكافية للعاملين من خطر أشعة الليزر فيما عدا حالات الصيانة أو الحاجة لتعديل المسار أو الضبط حيث لا تتوفر الحماية للعاملين أثنائها

الوقاية من مخاطر أشعة الليزر

2. سلامة العين Eye Safety

- من الممكن أن يؤدي التعرض لأشعة الليزر إلي فقد البصر لذلك يجب تجنب النظر مباشرة إلي مصدر أشعة الليزر أو إنعكاساته ، حيث أن أشعة الليزر المنعكسة قد تصل قوتها إلي نفس قوة الإشعاع المنبعث لذلك يجب عدم وجود أية أسطح عاكسة أو مواد عاكسة في المنطقة الموجد بها أشعة الليزر

- يتم استخدام نظارات سلامة بها عدسات فلتر/مادة ماصة لتقليل مستوي الضوء بحيث تقوم العدسات بفلترة أو امتصاص طول موجة معين وتسمح بدخول أطوال الموجة للضوء العادي بحيث تقوم بتقليل قوة شعاع الليزر. وتسمي قدرة العدسة علي الامتصاص بالكثافة الضوئية

الوقاية من مخاطر أشعة الليزر

3. **المخاطر الأخرى (غير المتعلقة بشعاع الليزر)**

- من الممكن حدوث انفجار نتيجة لتراكم الضغوط العالية للغازات في لمبة الضوء (Flash lamp) عند تشغيلها.
- يتم في بعض الأحيان استخدام غازات (النيتروجين السائل ، هليوم السائل) لتبريد الكريستال (Ruby) وممكن أن يحدث احتراق للجلد في حالة الاحتكاك بهذه الغازات.
- في حالة تسرب هذه الغازات إلي داخل الغرفة المغلقة سوف يحل محل الأوكسجين ويقلل نسبته ووجود مكان قليل الأوكسجين (Oxygen Deficiency Area).
- يتم في كثير من الأحيان استخدام أشعة الليزر في قطع البلاستيك أو المعادن أو المنتجات الخشبية وعند تسخين هذه المواد بواسطة إشعاع الليزر من الممكن تولد أبخرة سامة في المنطقة.
- من الممكن حدوث صعقة كهربائية في حالة الاتصال بالأجزاء المكشوفة من المولدات ، ومن الممكن أن يحدث ذلك أثناء أعمال الصيانة أو التركيب والضبط.

الوقاية من مخاطر أشعة الليزر

3. **المخاطر الأخرى (غير المتعلقة بشعاع الليزر)**

- من الممكن حدوث حريق في حالة استخدام درجة (4) من أنظمة الليزر ، لذلك يجب تشجيع استخدام المواد المؤخرة للحريق Flame – Retardant Materials.
- يتم استخدام مؤشرات الليزر من النوع (Class II) أقل من 1 (MW)
- يجب إجراء كشف طبي ابتدائي للعين Baseline eye exam لجميع العاملين الذين تستدعي طبيعة عملهم في مجال أشعة الليزر
- يجب استخدام أشعة الليزر في مكان جيد الإضاءة لتقليل حجم إنسان العين وبالتالي تقليل فرص الإصابة للعين
- يجب عدم استخدام المجوهرات أثناء العمل في منطقة الليزر حيث من الممكن أن تتسبب في انعكاس هذه الأشعة وبالتالي تسبب أذى للعين

الوقاية من مخاطر أشعة الليزر

3. **المخاطر الأخرى (غير المتعلقة بشعاع الليزر)**

- يجب تثبيت العلامات التحذيرية المناسبة في المنطقة التي بها أشعة الليزر
- استخدام الأغطية المناسبة Protective Housing لمسار الأشعة الليزر للحماية من خطر التعرض لأشعة الليزر وتكون هذه الأغطية من النوع الذي يوقف شعاع الليزر في حالة فتح الغطاء
- العلامات التحذيرية يجب تثبيتها علي أغطية الحماية لمسار أشعة الليزر