

جمهورية العراق
وزارة التربية
المديرية العامة للتعليم المهني

التدريب العملي

صيانة منظومات الليزر

الصف الثالث

تأليف

أ.د. عدوية جمعة حيدر
أ.د. حازم لويس منصور
د. عدوية محسن علوان
هالة عبد الصاحب وادي
علي لائق عبد

لجنة التنقيح

لجنة من المديرية العامة للتعليم المهني

1447هـ - 2025م

الطبعة الخامسة المنقحة

المقدمة

يعد قسم صيانة منظومات الليزر وتطبيقاتها متميزا على الصعيد المحلي والأقليمي والعالمي، وخصوصا فيما يخص تأليف كتب المرحلة الثالثة التي تعد فريدة من نوعها والتي تم فيها لأول مرة تأليف كتب مهنية تخص صيانة منظومات الليزر لطلبة الاعدادية المهنية.

يسعى كتاب التدريب العملي صيانة منظومات الليزر للمرحلة الثالثة إلى التطوير المستمر والأبتكار في مجال علوم الليزر وتطبيقاتها ولتغطية حاجة البلد من المهنيين المتدربين في هذا التخصص الذي دخل كأداة في مؤسسات الدولة كافة، الصناعية والطبية والبيئية والهندسية والاتصالات.

صمم المنهج لاكساب الطالب في هذه المرحلة ومن التجارب (التمارين) التي وضعت في متناول هذا الكتاب، والتي هي عبارة عن (19) تجربة في صيانة منظومات الليزر، والتي تمثل خبرة علمية وعملية في تشغيل وصيانة الدوائر الخاصة بمجهزات القدرة لتشغيل وضخ الليزر ودوائر القذح والسيطرة.

كما يهدف الكتاب الى إكساب الطلبة خبرة ميكانيكية في صيانة الاجزاء الميكانيكية لمنظومات الليزر وخبرة عملية في صيانة منظومات التبريد والتفريغ الخاصة بتشغيل منظومات الليزر. واخيرا يتناول الكتاب وسائل الامان والسلامة والحذر من المخاطر التي قد تسببها اشعة الليزر عند العمل بالليزر داخل المختبر او في حقل العمل.

.....والله ولي التوفيق.

المؤلفون

المحتويات

رقم الصفحة	الموضوع	تسلسل التمارين
2	المقدمة	
4-14	مفاهيم في جوانب السلامة والامان في مختبرات وورش عمل الليزر	
15 -23	مجهز قدرة معدل (مقوم) نصف موجة	1
24 -28	مجهز قدرة معدل (مقوم) موجة كاملة	2
29 -35	مجهز قدرة معدل (مقوم) موجة كاملة باستعمال قنطرة	3
36 -41	مجهز قدرة ثلاثي الفولطية	4
42 - 50	دوائر تشكيل النبضة	5
51 - 57	معلّات المصابيح الوميضية	6
58 - 65	صيانة المصابيح الوميضية	7
66 - 70	دوائر القذح (لفجوة الشرارة والمصابيح الوميضية)	8
71 -76	التركيب الميكانيكي لفجوة القذح	9
77 - 83	منظومات التبريد	10
84 - 91	تحقيق التأين الاولي باستعمال الاوتاد	11
92 -100	دراسة معلّات التفريغ الكهربائي لليزرات الغازية	12
101 -110	ليزر النيديميوم – ياك	13
111 -120	ليزر الهيليوم – نيون	14
121 -128	ليزر ثنائي اوكسيد الكربون	15
129 -136	ليزر الصبغة	16
137 -144	ليزر شبه الموصل	17
145 -154	دائرة تسويق التيار لليزرات شبه الموصل	18
155 -164	دوائر التضمين وفك التضمين	19

مفاهيم في جوانب السلامة والامان في مختبرات وورش عمل الليزر Safety and peace concepts in laser's Laboratories

1-1 تمهيد

تستعمل اشعة الليزر منذ سنوات طويلة في مجالات كثيرة منها التقنية, العلمية, الطبية, العسكرية, الخ.... كما ان التطور التقني السريع في انتاج اجهزة الليزر بقدرات مختلفة ادى الى انتشار واسع في تطبيقات واستعمالات هذه الاجهزة وكذلك الى انخفاض كبير في كلفة انتاجها.



الشكل (1) استعمال الليزر في الصناعة

ولكن بالرغم من الاستعمالات الجيدة والايجابية وخاصة في المجالات الطبية, ان كانت علاجية او تشخيصية, فان ذلك يترافق دائما بتأثير مباشر لاشعة الليزر على الانسان, وخاصة على سبيل المثال بعد ان اصبحت معالجة بعض امراض الجلد ممكنة باستعمال اشعة الليزر. كما ان توفر بعض اجهزة الليزر وباسعار مناسبة ساهم في ازدياد انتشارها واستعمالها في مجالات عدة من حياتنا اليومية. ولكن تبقى الحالة الاكثر خطورة هي عند العمل مع الاجهزة الليزرية ذات القدرات العالية دون معرفة تأثيرها على الانسان او مدى خطورة التعامل مع هذه الليزرات على صحة الانسان. كما ان البعض ممن يستعملون اجهزة الليزر في اعمالهم ليس لديهم خبرة او تأهيل مناسب حول طبيعة هذه الاجهزة او الاشعة الليزرية وبالتالي فانهم قد يجهلون اضرارها وخطورها وكذلك طرق الامان الملائمة عند استعمالها.

عزيزي الطالب المستعمل للاجهزة في مختبرات وورش عمل الليزر, سبق وان درست بعضاً من الاضرار التي ربما قد يتعرض لها الانسان اثناء استعمال الليزر, ونظراً لاهمية وحيوية موضوع السلامة والامان في مختبرات وورش عمل الليزر سيما وان الموضوع يتعلق بصورة مباشرة بصحة وسلامة الانسان وخصوصاً في موضوعنا هذا, التدريب العملي, اذ انك ستتعامل مع الاجهزة عملياً, ولتعزيز

حصانة العاملين في هذا المجال, فقد ارتأينا ان نبين هنا عدداً من هذه الاضرار وتحوطات السلامة والامان في مختبرات وورش عمل الليزر قبل البدء بتطبيق التمارين (التجارب) العملية المتعلقة باستعمال

الليزر وذلك من اجل ايجاد قواعد محددة وواضحة يجب التقيد بها عند العمل باشعة الليزر من اجل الحفاظ على سلامة العاملين في هذا المجال.



الشكل (2) استعمال الليزر في الطب

انطلاقا من ذلك يجب علينا عند العمل باشعة الليزر الانتباه الى الاضرار التي من الممكن ان نتعرض لها وهي بصورة عامة على نوعين:-

النوع الاول:- اضرار ليزرية مباشرة تنتج عن تأثير اشعة الليزر الصادرة من المصدر الليزري مباشرة على الجسم البشري غير المحمي بوسائل الامان الملائمة مثل تضرر العيون او الحروق الجلدية, او تأثير اشعة الليزر المنعكسة عن سطوح عاكسة او مشتتة .

النوع الثاني:- اضرار ليزرية غير مباشرة تنتج عن التجهيزات المساعدة والمتممة لعملية تشغيل اجهزة الليزر او تأثير اشعة الليزر على الوسط المحيط بمكان العمل مما قد يسبب اندلاع حرائق او مواد سامة تنتج عن تفاعل اشعة الليزر مع العينات التي يتم دراستها .



الشكل (3) مختبر ليزر

1-2-2 الاضرار الليزرية المباشرة

ان احتمال التعرض الى اضرار صحية عند العمل باشعة الليزر وكذلك نوعية هذه الاضرار تتعلق بعوامل عدة منها طاقة اشعة الليزر وكثافة الاشعة وطول الموجة ومدة التعرض للاشعاع بالاضافة الى طبيعة الجزء (النسيج او العضو) من جسم الانسان الذي يتعرض لاشعة الليزر, لذلك يمكن تقسيم تأثير هذه الاشعة بصورة عامة الى ثلاث أنواع :

أ- التأثير الحراري:

يمتد التأثير البيولوجي للتأثير الحراري من حالة احمرار الجلد وحتى حالة الاحتراق وهو التأثير الأكثر ضررا نسبيا ويتعلق بكثافة طاقة الاشعة والقدرة المؤثرة والفترة الزمنية التي يتعرض لها الجسم للاشعة وكذلك العمق الذي تؤثر فيه. ويؤدي هذا التأثير الى تشكل خط حاد يفصل بين البقعة التي تأثرت بالاشعة والوسط المحيط بها دون ان يؤدي ذلك الى نزيف دموي عادة, وهذا التأثير يستعمل عادة في العمليات الجراحية الدقيقة.



الشكل (4) يبين استعمال الدخان لظهور شعاع الليزر

ب- التأثير الحراري- الصوتي اللاخطي :

يظهر هذا التأثير عندما تكون كثافة الطاقة والقدرة عاليتين جدا ففي هذه الحالة يترافق التأثير الحراري بتأثير اخر صوتي لذلك سمي بالتأثير الحراري-الصوتي وهو عبارة عن تأثير لاخطي, حيث يؤدي ذلك الى احتراق شديد في الجلد لدرجة التبخر الذي قد يسبب تلف خلايا البشرة مترافقا باصوات تنتج عن ذلك التلف. كما يمكن ان يؤدي الى توليد موجات ضغط عالية على العين او الدماغ ونلاحظ هذه الحالة عند استعمال الليزرات النبضية حيث تكون النبضة الليزرية قصيرة جدا وذات كثافة طاقة وقدرة عاليتين جدا. فعندما يتعرض الجلد لمثل هذه النبضات تتولد موجات ضغط عالية الشدة قد تسبب تمزق الجلد وتناثر اجزاء صغيرة من المنطقة التي تعرضت للتأثير ويرافق ذلك نزيف دموي حاد عادة.

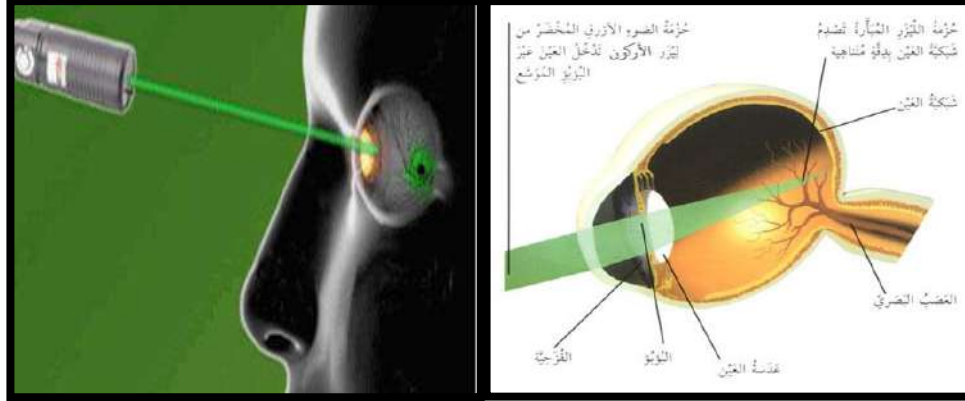
ج- التأثير الكيميائي- الضوئي :

الاشعة الليزرية ذات كثافة طاقة وقدرة منخفضة لها تأثيرات كيميائية – ضوئية على مكونات خلايا الجلد مما قد يؤدي الى تغيرات وظيفية في التفاعلات الكيميائية التي تحدث ضمن مكونات الخلايا. العين هي اكثر اجزاء الجسم البشري تأثرا بالاضرار الناتجة عن استعمال ليزرات تبعث اشعة في منطقة طيف الضوء المرئي والمنطقة تحت الحمراء القريبة من الطيف الكهرومغناطيسي, اما الجلد فيتأثر عند استعمال ليزرات تبعث اشعة في المنطقة فوق البنفسجية والمنطقة تحت الحمراء البعيدة. وفي مايلي وصف موجز لهذين الضررين.

1-2-1 اضرار العين

تتميز كل من عدسة العين والوسائل الزجاجية في العين بنفوذية عالية للاشعة في منطقة طيف الضوء المرئي والمنطقة تحت الحمراء القريبة, اي للاشعة التي تتراوح اطوالها الموجية تقريبا ما بين 400-1200nm). اما خارج هذا المجال تكون نفوذية الاشعة صغيرة جدا لدرجة انها قد تنعدم عند

الاطوال الموجية اكبر من (1400nm) حيث لا تنفذ اشعة الى شبكية العين وانما تمتص في الاعضاء الامامية للعين وهي القرنية والعدسة. انطلاقا من ذلك تمثل الاشعة المرئية والاشعة تحت الحمراء القريبة الخطر الاكبر على العين. حدقة العين صغيرة (ابعادها 2-8 mm) فلاشعة التي تجتازها سوف تتجمع على شكل نقطة على الشبكية نتيجة لعملية التركيز (focus) التي تقوم بها عدسة العين للاشعة ويكون قطر هذه النقطة حوالي (10µm) مما يؤدي الى ازدياد في شدة الاشعة بشكل كبير جدا. ويتعلق ذلك بكل من قطر حدقة العين وقطر الصورة المتكونة على الشبكية.



الشكل (5) استعمال الليزر لعلاج شبكية العين

ان طبيعة ومقدار الضرر الذي يمكن ان تتعرض له العين يتعلق بعوامل عدة وهي:

- طول موجة اشعة الليزر.
- كثافة الطاقة او قدرة اشعة الليزر.
- قطر حدقة العين.
- مساحة الصورة المتكونة على شبكية العين.
- الفترة الزمنية التي تتعرض لها العين للاشعة المباشرة وغير المباشرة.

انطلاقا من ذلك فانه يمكن ان تتضرر عدسة العين والوسائل الزجاجية في العين وشبكية العين وايضا الاجفان التي تحمي العين لدرجة يتعذر عندها معالجة الاضرار الناتجة. ويجب التنويه ايضا الى انه بسبب تركيز عدسة العين لأشعة الليزر يمكن أن تتضرر الشبكية وتشكل عليها مناطق عمياء (بقع سوداء) والتي لا يلاحظها الشخص المصاب بشكل مباشر وهذا يحدث عندما تدخل اشعة الليزر على شكل نبضات الى العين بشكل مفاجئ او عندما تكون اشعة الليزر في مجال المنطقة تحت الحمراء القريبة مثلا والتي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة.

لوقاية عين الانسان من اشعة الليزر, يجب استعمال النظارات الواقية في كل مكان توجد فيه اجهزة ليزيرية او ادوات تعمل باشعة الليزر للحماية من تأثيرات هذه الاشعة. ويجب ان تحوي هذه النظارات في تركيبها على مواد تلعب دور مرشحات ضوئية تعمل على مبدأ فلتر الامتصاص الانتقائي. والهدف من ذلك هو عدم السماح بمرور اشعة ليزيرية ذات طول موجة محدد, بينما يسمح لبقية الاطوال الموجية للطيف المرئي بالنفوذ من خلاله مع المحافظة على طاقتها.

وبالاضافة الى استعمال النظارات الواقية يجب اجراء مراقبة طبية دائمة ودورية وتحت اشراف اطباء العيون لتشخيص الاضرار الناتجة عن العمل للاشخاص الذين يستعملون اشعة الليزر وبالتالي معالجة

هذه الاضرار في الوقت المناسب, فمن المحتمل ان تصاب العين باضرار لايمكن معرفتها او ملاحظتها الا من الفحوصات الطبية للعين.



الشكل (6) بعض المستلزمات المستعملة للوقاية من اشعة الليزر

2-2-1 اضرار الجلد

يمتص الجلد بنسبة كبيرة جدا الاشعة التي تقع في المنطقة فوق البنفسجية وفي منطقة تحت الحمراء البعيدة من الطيف الكهرومغناطيسي مما قد يؤدي الى اضرار بالغة الخطورة مثل الاحتراق وهذا يعتمد على عوامل عدة وهي :

- 1- امتصاص الجلد لاشعة الليزر المستعملة او تشتيتها وذلك يعتمد على طولها الموجي.
- 2- كثافة طاقة اشعة الليزر الساقطة على الجلد.
- 3- الفترة الزمنية التي يتعرض خلالها الجلد لاشعة الليزر.
- 4- مساحة البقعة من الجلد التي تتعرض لاشعة الليزر.



الشكل (7) يبين الاضرار الجلدية بسبب التعرض المباشر لاشعة الليزر

3-1 الاضرار الليزرية غير المباشرة

ان المسبب لهذه الاضرار هو الاجهزة المرتبطة مع اجهزة الليزر او تأثير اشعة الليزر على الوسط المحيط بمكان العمل او المواد التي تجري معالجتها او دراستها باشعة الليزر, بصورة عامة يمكن تصنيف هذه الاضرار كما يلي :

1. اضرار ناتجة عن التيار الكهربائي:

ان وحدات التغذية الكهربائية ووحدات التحكم باجهزة الليزر وخاصة اذا كانت اجهزة الليزر من ذوات القدرة العالية فهي تحتاج الى جهود كهربائية عالية والتي قد تتراوح بين (30 – 35)KV لتوليد اشعة الضخ التي تستعمل فيما بعد لاثارة الوسط الليزري الفعال، لذلك يجب الانتباه والحذر عند التعامل مع هذه الاجهزة.

2. اضرار ناتجة عن الاشعة السينية:

عند تشغيل اجهزة الليزر ذات القدرة العالية يتم استعمال وحدات تغذية كهربائية ذات جهود عالية نسبيا مما يولد اشعة سينية, لذلك يجب التأكد من هذه الاشعة واتخاذ اجراءات الوقاية والامان منها عند العمل في مثل هذه المواقع.

3. اضرار ناتجة عن تحطم مكونات اجهزة الليزر:

يمكن ولاسباب مختلفة ان تتحطم او تنكسر الانابيب الزجاجية التي تحوي على غازات الوسط الليزري الفعال او المصابيح المستعملة في عملية الضخ الضوئي او بعض مكونات اجهزة الليزر المصنوعة من الزجاج مثلا, لذلك يجب الانتباه والحذر عند التعامل مع هذه الاجهزة.

4. اضرار ناتجة عن اجهزة التبريد:

يمكن التعرض لهذه الاضرار عند استعمال الأزوت السائل مثلا لتبريد الاجسام الصلبة في الوسط الليزري الفعال كما هو الحال في ليزرات الحالة الصلبة وبالتالي لابد من الانتباه عند التعامل مع الأزوت السائل لما له من آثار حارقة في حالة سقوطه على الجلد.

بالاضافة الى الاضرار السابقة هناك اضرار قد تنتج عن اندلاع حرائق بسبب الاهمال في مراقبة اتجاه ومسار شعاع الليزر او بسبب الاضاءة الشديدة التي تنتج عن مصابيح الضخ الضوئي غير المحمية بحواجز حاجبة للضوء او بسبب تشكل مواد سامة نتيجة لتفاعل اشعة الليزر مع بعض المواد والمركبات الكيميائية التي تجري دراستها.

1-4 اجراءات السلامة والامان العامة

ادى التطور الكبير الذي شهده علم الليزر الى وضع جملة من القواعد العامة من اجل زيادة عوامل الامان عند استعمال اجهزة الليزر. ولذلك يجب دوما التأكيد على التقيد التام بهذه القواعد وفقا لطبيعة وهدف العمل الذي نقوم به, ان كان بإجراء التجارب المختبرية التي تعتمد على اشعة الليزر او من جهة استعمال اجهزة الليزر كأداة للعمل في المجالات المختلفة الأخرى, وقد درست سابقا عددا من قواعد السلامة والامان وأهمية الموضوع وحيويته بالنسبة للانسان فاننا نورد قواعد السلامة والامان العامة الآتية :

أ- قواعد السلامة والامان في مختبرات وورش عمل الليزر:

1. يجب دائما وضع اشارة التحذير, مثلا (خطر ليزر), ذات اللون الاصفر (او الاحمر) على ابواب المختبرات وورش العمل التي تحوي على تجهيزات مختبرية او ادوات تعمل باشعة الليزر.
2. عدم السماح بدخول الاشخاص الذين لا عمل لهم الى المختبرات وورش العمل التي وضعت عليها اشارة التحذير من الليزر.



الشكل (8) نماذج اشارات تحذيرية لمختبرات وورش عمل الليزر

3. يجب ان تكون ورش العمل مضاءة بشكل جيد وذلك من اجل حرية التحرك بوضوح دون الاصطدام بالاجهزة وخاصة الادوات البصرية التي تستعمل لضبط مسار شعاع الليزر والتحكم فيه. كما يجب ان يكون الطلاء على الجدران من النوع غير اللامع لتجنب انعكاس اشعة الليزر عن الجدران بشكل عشوائي مع وجود ستائر سوداء على نوافذ المختبر.
4. يجب ان يتوفر قاطع دورة عام خارج المختبر او ورشة العمل بحيث يسمح بقطع التيار الكهربائي عن جميع التجهيزات والوحدات الملحقة بأجهزة الليزر في الحالات الطارئة.
5. قبل البدء بعملية تشغيل اجهزة الليزر يجب تنبيه جميع الاشخاص الموجودين داخل المختبر او ورشة العمل.
6. يفضل عدم وضع اية مواد قابلة للاشتعال او الانفجار ضمن المختبرات او ورش العمل.
7. يفضل ان لا يشتغل شخص بمفرده في مختبر او ورشة عمل الليزر.
8. وضع مصباح تحذيري عند مدخل المختبر او ورشة عمل الليزر يضاء اوتوماتيكيا مع تشغيل جهاز الليزر لمنع دخول الاشخاص الى المختبر او ورشة العمل بشكل مفاجئ.
9. تحديد اتجاه انتقال شعاع الليزر داخل المختبر او ورشة عمل الليزر بحيث لا يتعارض مع حركة الاشخاص داخل المختبر او ورشة عمل الليزر.
10. عدم التدخين في مختبر او ورشة عمل الليزر.



الشكل (9) علامة تحذيرية لمنع التدخين في مختبرات وورش عمل الليزر

11. وضع حواجز امام المواد القابلة للانفجار عندما يكون وجودها ضروريا.
12. عدم وضع المأكولات وقناني المشروبات الغازية (المربطات) في طريق شعاع الليزر لانها قد تسبب انعكاس الشعاع باتجاه العين كما يفضل عدم الاكل والشرب داخل المختبر أساسا.



الشكل (10) علامة تحذيرية لمنع الاكل في مختبرات وورش عمل الليزر

13. يجب لبس النظارات الواقية (Goggles) الخاصة بكل نوع من انواع الليزر ويفضل اجراء فحص للعين دوريا (مثلا كل ستة اشهر).

ب- قواعد السلامة والامان على طاولة (منضدة) عمل اجهزة الليزر

1. يجب وضع حواجز عاتمة للاشعة حول الاجهزة الليزرية ومسارات الاشعة وذلك لتجنب اشعة الليزر المباشرة او غير المباشرة. كما يجب حجب المصابيح الضوئية التي تستعمل في عملية الضخ الضوئي لاثارة الوسط الليزري الفعال.

2. يجب وضع اشارات تنبيه لضرورة استعمال النظارات الواقية او مرشحات ضوء امتصاصية تتناسب مع كل جزء من التجهيزات المستعملة في العمل , وخاصة في حالة الاشعة الليزرية المتعددة, وباطوال موجية مختلفة او بقدرات مختلفة.

3. عند القيام بعملية ضبط وتثبيت الادوات البصرية والتجهيزات المختبرية في حالة استعمال ليزرات نبضية يجب فصل التغذية عن وحدات الضخ الضوئي المستعملة لاثارة الوسط الليزري الفعال وذلك لتجنب اية تغذية مفاجئة لمصابيح الاثارة التي تؤدي بدورها الى اطلاق نبضات ليزرية.

4. في الحالة التي تعمل فيها الليزرات بشكل نبضي او بشكل مستمر في منطقة طيف الضوء المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي يجب التنبيه عن هذه الاشعة بواسطة اشارات ضوئية او صوتية وذلك لتنبيه الاشخاص الموجودين بالقرب من طاولة (منضدة) العمل الى ان اجهزة الليزر في حالة اشتغال . كما يجب اختيار لون الضوء لاشارات التنبيه الضوئية بحيث يمكن رؤيته بوضوح عند استعمال مرشحات ضوئية او نظارات واقية لحماية العين.

5. يجب تحديد طول مسار اشعة الليزر ضمن ورشة العمل بما يتناسب مع متطلبات العمل وذلك بواسطة الادوات البصرية المناسبة.

6. ازالة جميع الاجسام ذات السطوح العاكسة للضوء والتي يمكن ان تتواجد على خط مسار اشعة الليزر او تغطيتها باستعمال سطوح او مواد عاتمة للضوء.

7. عدم النظر بشكل مباشر الى شعاع الليزر اثناء عملية ضبط مسار الشعاع وحتى في حالة ارتداء النظارات الواقية.

8. عند استعمال الليزر ذات القدرة العالية والتي تعمل بشكل نبضي او حتى التي تعمل بشكل مستمر يجب ارتداء وسائل امان ووقاية لكامل الجسم.

9. يجب ان تكون اجهزة الليزر ذات مواصفات تقنية عالية وتؤمن متطلبات السلامة والامان المختبرية فيما يتعلق بالهدف الذي تستعمل لاجله او درجة الاضرار التي يمكن ان تسببها.

10. اذا كانت اجهزة الليزر تعمل باستعمال جهود كهربائية عالية يجب اتخاذ اجراءات سلامة وامان ووقاية من الاشعة السينية التي قد يمكن ان تنبعث عند استعمال الجهود الكهربائية العالية.

11. يجب تغطية مسار شعاع الليزر قدر الامكان بواسطة حواجز عاتمة . وفي الحالة التي تكون فيها مسارات اشعة الليزر مكشوفة يجب اغماض العيون في لحظة تشغيل الليزر وخاصة في حالة الليزر التي تعمل بشكل نبضي.

12. يجب التأكد دوما من سلامة وصلاحية النظارات الواقية وكذلك فعاليتها البصرية وخاصة عند استعمال الليزر ذات القدرة العالية.

13. المراقبة التامة والانتباه الكامل للأجهزة الليزرية عندما تكون في حالة التشغيل وعدم تركها أو مغادرة مكان العمل ولو لفترة قصيرة.
14. يجب ان تكون حزمة الليزر اقل من مستوى العين.
15. عند التعامل مع المواد الكيميائية والاصباغ والمحاليل يجب لبس القفازات والنظارات الواقية.



الشكل (11) وسائل السلامة المختبرية للتعامل مع المواد الكيميائية

16. عمل ارضي (Earth) كهربائي جيد لمختبر وورشة عمل الليزر بصورة عامة ولمجهاز القدرة الكهربائية بصورة خاصة وعدم ترك ارضية المختبر او ورشة العمل رطبة، وكذلك عدم وقوف الشخص الذي يشغل مجهاز القدرة الكهربائية على صفائح معدنية او مواد موصلة كهربائية.
- بالاضافة الى كافة الاجراءات السابقة يجب العمل دائما على تأهيل وتدريب الكادر العلمي والمهني والطلبة الذين يعملون على تشغيل اجهزة الليزر او الذين يستعملون اشعة الليزر حتى تكون جاهزيتهم متناسبة مع مقتضيات ومتطلبات العمل بحيث تتوافق المعرفة العلمية والانتباه مع بعضهما للوصول الى شروط عمل صحيحة وسليمة تضمن سلامة وامان وحماية جميع العاملين من جهة وتحقيق الهدف المنشود من استعمال اشعة الليزر من جهة اخرى .

الاسئلة

- س1: وضح المقصود بالتأثير الحراري لاشعة الليزر؟
- س2: وضح المقصود بالتأثير الكيميائي – الضوئي لاشعة الليزر؟
- س3: ما الاشعة التي تمثل الخطر الاكبر على العين؟
- س4: ان طبيعة ومقدار الضرر التي يمكن ان تتعرض له العين يتعلق بعوامل عدة , اذكرها؟
- س5: ماذا يحدث عندما تدخل اشعة ليزر على شكل نبضات الى العين بشكل مفاجئ او عندما تكون اشعة الليزر في مجال المنطقة تحت الحمراء القريبة مثلا والتي لايمكن رؤيتها بالعين المجردة؟
- س6: يمتص الجلد بنسبة كبيرة جدا الاشعة التي تقع في المنطقة فوق البنفسجية وفي المنطقة تحت الحمراء البعيدة من الطيف الكهرومغناطيسي , مما قد يؤدي الى اضرار بالغة الخطورة مثل الاحتراق وهذا يعتمد على عوامل عدة , اذكرها؟
- س7: من ضمن الاضرار الليزرية غير المباشرة , اضرار ناتجة عن الاشعة السينية , وضح المقصود بذلك؟
- س8: لماذا يجب الانتباه عند التعامل مع الآزوت السائل ؟
- س9: ما الهدف من احتواء النظارات الواقية من اشعة الليزر في تركيبها على مواد تلعب دور مرشحات ضوئية تعمل على مبدأ فلتر الامتصاص الانتقائي؟
- س10: عند استعمال اشعة الليزر فإنه بالاضافة الى استعمال النظارات الواقية يجب اجراء مراقبة طبية دائمة ودورية وتحت اشراف اطباء العيون, لماذا ؟
- س11: من ضمن قواعد السلامة والامان في مختبرات وورش عمل الليزر هو ان تكون ورشات العمل مضاءة بشكل جيد, لماذا؟
- س12: من ضمن قواعد السلامة والامان على طاولة (منضدة) عمل اجهزة الليزر هو وضع حواجز عاتمة للاشعة حول الاجهزة الليزرية ومسارات الاشعة, لماذا؟
- س13: لماذا يجب عدم وضع المأكولات وقناني المشروبات الغازية (المرطبات) في طريق شعاع الليزر ؟
- س14: علل ما يأتي:
- أ- عند القيام بعملية ضبط وتنشيط الادوات البصرية والتجهيزات المختبرية في حالة استعمال ليزرات نبضية يجب فصل التغذية عن وحدات الضخ الضوئي المستعملة لاثارة الوسط الليزري الفعال ؟
- ب- في الحالة التي تعمل فيها الليزرات بشكل نبضي او بشكل مستمر في منطقة طيف الضوء المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي يجب التنبيه عن هذه الاشعة بوساطة اشارات ضوئية او صوتية ؟

س15: املأ الفراغات الآتية:

- أ- التدخين في مختبر او ورشة عمل الليزر.
- ب- تحديد اتجاه انتقال شعاع الليزر داخل المختبر او ورشة عمل الليزر بحيث يتعارض مع حركة الاشخاص داخل المختبر او ورشة عمل الليزر.
- ت- عدم بشكل مباشر الى شعاع الليزر اثناء عملية ضبط مسار الشعاع وحتى في حالة ارتداء النظارات الواقية.
- ث- يجب ان تكون حزمة الليزر من مستوى العين.
- ج- عند التعامل مع المواد الكيميائية والاصباغ والمحاليل يجب لبس والنظارات الواقية.

مجهز قدرة معدل (مقوم) نصف موجة Half Wave Rectifier Power Supply

من المعروف انه للحصول على تعديل (تقويم) التيار المتناوب الى تيار معدل باتجاه واحد فاننا نحتاج الى ثنائي بلوري (pn) وذلك بان نأخذ بلورة شبه موصل نقية مثلا (سيليكون Si او جرمانيوم Ge)، اذ تطعم بنوعين من الشوائب احدهما ثلاثية التكافؤ (البورون B مثلا) فنحصل على منطقة شبه موصلة نوع (p) والشوائب الاخرى خماسية التكافؤ (الانتيمون Sb مثلا) فنحصل على منطقة شبه موصلة من النوع (n) وتطلى منطقة الاتصال بمادة فلزية بحيث يمكن وصل الاسلاك الموصلة بها عند ربط الثنائي البلوري (pn) بدائرة خارجية ويطلق على السطح الفاصل بين المنطقتين بالملتقى (junction).

ان الالكترونات الحرة في المنطقة (n) القريبة من الملتقى (pn) تنتشر الى المنطقة (p) مولدة ايونات موجبة في المنطقة (n) وانتقال فجوات من المنطقة (p) الى المنطقة (n) عبر الملتقى مولدة ايونات سالبة في المنطقة (p) وعندئذ تلتحم الالكترونات مع الفجوات القريبة من الملتقى. ونتيجة لهذه العملية تنشأ منطقة رقيقة على جانبي الملتقى تحوي ايونات موجبة في المنطقة (n) وايونات سالبة في المنطقة (p) وتكون خالية من حاملات الشحنة تسمى منطقة الاستنزاف (Depletion region) ويتوقف انتشار الالكترونات عبر الملتقى (pn) عندما تحصل حالة التوازن ونحصل على ما يسمى بحاجز الجهد (potential barrier). يعتمد مقدار حاجز الجهد في الثنائي (pn) على نوع مادة شبه الموصل المستعملة ونسبة الشوائب المطعمة بها ودرجة حرارة المادة فمثلا ان مقدار حاجز الجهد في الثنائي (pn) عند درجة حرارة الغرفة (300K) يساوي (0.7V) للمصنوع من السيليكون و (0.3V) للمصنوع من الجرمانيوم ولمواد اخرى مثلا (0.1V) ... الخ.

يرمز للثنائي البلوري في الدوائر الالكترونية كما موضح في الشكل (1).

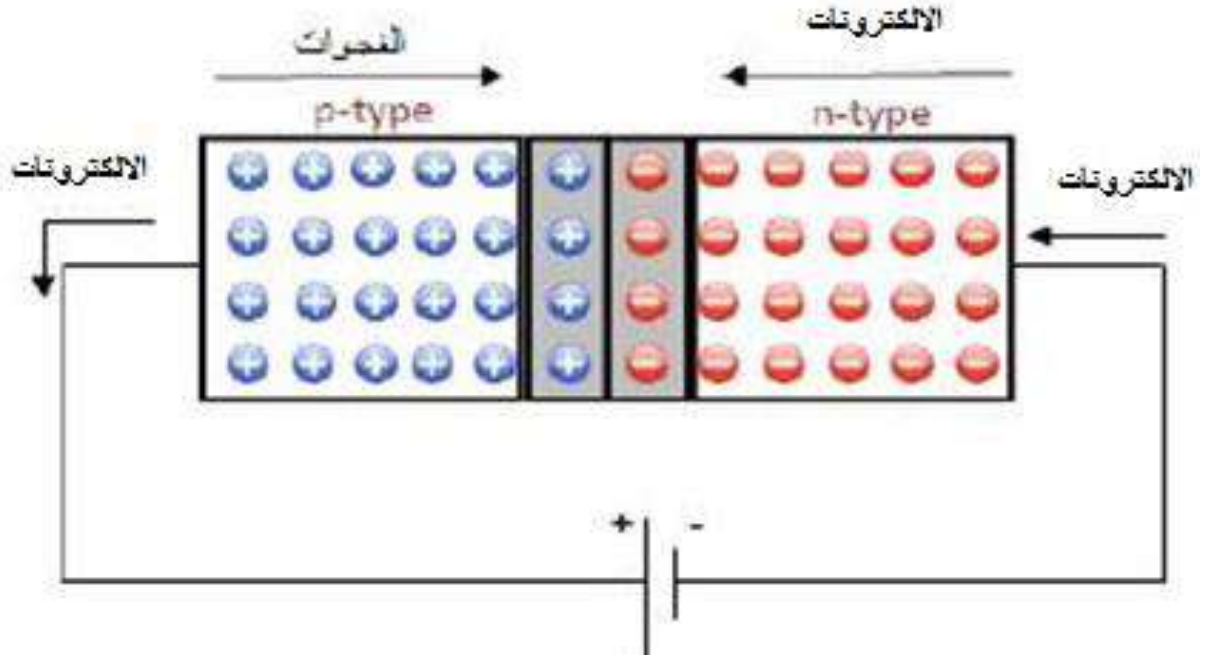


الشكل (1) يوضح رمز الثنائي البلوري (pn)

حيث يشير رأس السهم دائما الى الجزء السالب نوع (n) كما ان القاعدة تشير الى الجزء الموجب نوع (p) كما ان القطع الفعلية في العمل تميز اما بنقطة للجزء n او برسم الرمز بكامله.

طرق توصيل الثنائي البلوري في الدوائر:

1. التوصيل الامامي (الانحياز الامامي):

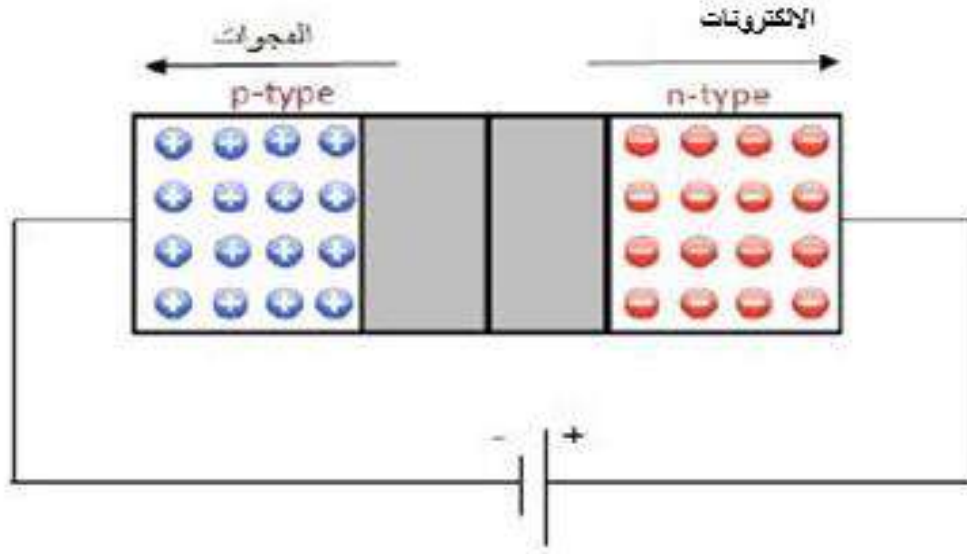


الشكل (2) يوضح التوصيل الامامي (الانحياز الامامي)

يوصل القطب السالب لمصدر التيار (البطارية) بالجزء السالب (المنطقة n) للوصلة الثنائية كما يوصل القطب الموجب للبطارية بالجزء الموجب (المنطقة p) للوصلة الثنائية وفي هذه الحالة تتنافر الشحنات السالبة (الالكترونات) في الوصلة الثنائية مع شحنات مصدر التيار (القطب السالب للبطارية) وتتحرك في اتجاه منطقة حاجز الجهد كما تتنافر الشحنات الموجبة (الفجوات) مع القطب الموجب لمصدر التيار (البطارية) وتتحرك في اتجاه الجزء السالب وتضغط على حاجز الجهد للملتقى (pn) فتقل قيمته فيقوم القطب السالب لمصدر التيار بتعويض الجزء السالب بالالكترونات المفقودة كذلك يقوم القطب الموجب بسحب الالكترونات من البلورة الموجبة وبذلك ينساب تيار كهربائي كبير يسمى بالتيار الامامي وتكون مقاومة الوصلة (الملتقى) صغيرة.

2. التوصيل العكسي (الانحياز العكسي):

يوصل القطب الموجب من مصدر التيار (البطارية) بالجزء السالب (المنطقة n) للوصلة الثنائية والقطب السالب من مصدر التيار (البطارية) بالجزء الموجب (المنطقة p) للوصلة الثنائية وفي هذه الحالة نلاحظ التالي:



الشكل (3) يوضح التوصيل العكسي (الانحياز العكسي)

A. تنجذب الإلكترونات الحرة في المنطقة (n) باتجاه القطب الموجب لمصدر التيار (البطارية) مبتعدة عن منطقة حاجز الجهد (pn).

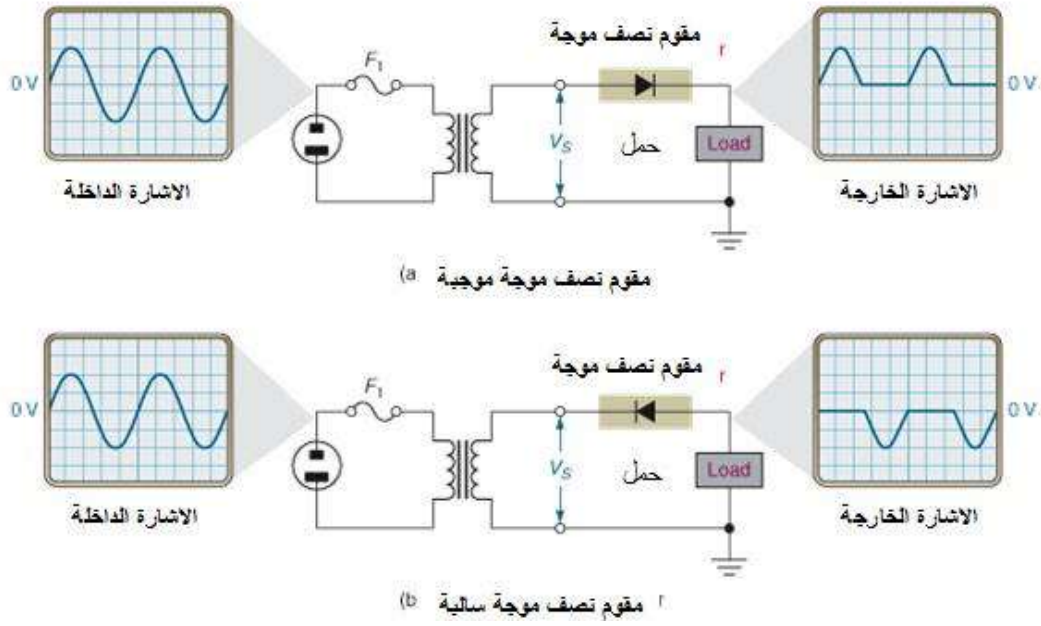
B. تنجذب الفجوات الموجبة في المنطقة (p) للقطب السالب لمصدر التيار (البطارية) مبتعدة عن منطقة حاجز الجهد (pn) ويزداد حاجز الجهد حتى يتساوى مع جهد المصدر وبذلك لا يمر تيار كهربائي (أو ينساب تيار صغير جداً يمكن أن يهمل يسمى التيار العكسي) حيث تكون مقاومة الوصلة (الملتقى) كبيرة جداً.

يتم استعمال الثنائي البلوري (pn) كمقوم (معدل) يحول التيار المتناوب (AC) الى تيار مستمر (DC) ومن المعروف ان التيار المتناوب عبارة عن موجات جيئية تتألف من جزئين موجب ويسمى امامي وسالب ويسمى عكسي وهذه الموجات متغيرة مع الزمن، ويمكن اجراء عملية التعديل (التقويم) بطرق عدة منها:

- (1) التعديل نصف الموجي.
- (2) التعديل الموجي الكامل باستعمال ثنائيين بلوريين اثنين.
- (3) التعديل الموجي الكامل باستعمال ثنائي بلوري عدد اربعة.

معدل نصف الموجة Half Wave Rectifier

يعمل على تعديل التيار المتناوب الى تيار معدل باتجاه واحد ، فعند ربط الثنائي البلوري (pn) بمصدر للفولطية المتناوبة فان احد نصفي الموجة (القطبية الموجبة) تجعل انحيازه بالاتجاه الامامي فيسمح للتيار ان ينساب في الدائرة الكهربائية. اما النصف الثاني للموجة فانه يجعل انحياز الثنائي البلوري (pn) بالاتجاه العكسي، وعندئذ لا يسمح للتيار ان ينساب في الدائرة الكهربائية. من ذلك نستنتج ان هذا الثنائي البلوري (pn) يعمل على تحويل التيار المتناوب الى تيار معدل بنصف موجة.



الشكل (4) يوضح : (a) مقوم نصف موجبة موجبة. (b) مقوم نصف موجبة سالبة

كذلك اذا وصل ثنائي بلوري (pn) على التوالي مع مقاومة (حمل) فانه سيمر تيار في المقاومة وذلك في نصف الموجة الموجب اي عندما يكون الجهد المسلط على الثنائي في الاتجاه الامامي. اما في نصف الموجة السالب فان الثنائي لا يمرر التيار لان الجهد المسلط عليه يكون في اتجاه الانحياز العكسي اي ان مقوم نصف الموجة يحوي الجهد الخارج على انصاف الموجات فقط. ولقد وجد ان التعديل (التقويم) النصف موجي ينتج ثلث قيمة التيار العظمى.

ولكن إذا مرت على المكثف فإن كل نصف من هذه الأنصاف سيعمل على شحن المكثف حتى القيمة العظمى التي تصل إليها الإشارة وعند هبوط الإشارة فإن المكثف سيبدأ بالتفريغ وهكذا مع كل نصف موجة اذا فالسؤال هو ما فائدة المكثف في تلك الحالة؟

الإجابة هي لا يوجد له فائدة في تلك الحالة إذا كان يشحن ويفرغ بسرعة عالية جدا فهو بذلك يمرر الإشارة فقط ولكن إذا كان المكثف يشحن بسرعة ويفرغ ببطء فهنا تظهر فائدته .

إذا توصيل أي مكثف على التوازي يعمل على تنعيم التيار ولكن إذا كان المكثف صغير السعة جدا فإن عملية التنعيم التي سيقوم بها ستكون غير ملحوظة نسبيا ولذلك نستعمل مكثفات ذات سعة كهربائية عالية في عملية التنعيم حتى يكون زمن التفريغ كبير لذا نستعمل المكثفات الكيميائية في عمليات تنعيم التيار نظرا لسعتها الكبيرة.

رقم التمرين: (1)

اسم التمرين: مجهز قدرة معدل (مقوم)
نصف موجة.

الزمن المخصص:

مكان التنفيذ:

1- الأهداف التعليمية:

■ عمل مجهز قدرة معدل (مقوم) نصف موجة.

2- التسهيلات التعليمية (مواد ، عدد , أجهزة):

■ مصدر القدرة الاعتيادية (220V, AC).

■ محولة رافعة (نسبة التحويل 1/50).

■ مغير الفولطية (variac)

■ ثنائي بلوري عدد 15 (1kV).

■ متسعة عدد 2 (2000pF, 20kV) (1600pF, 20kV).

■ مقاومة عدد 2 (25kΩ).

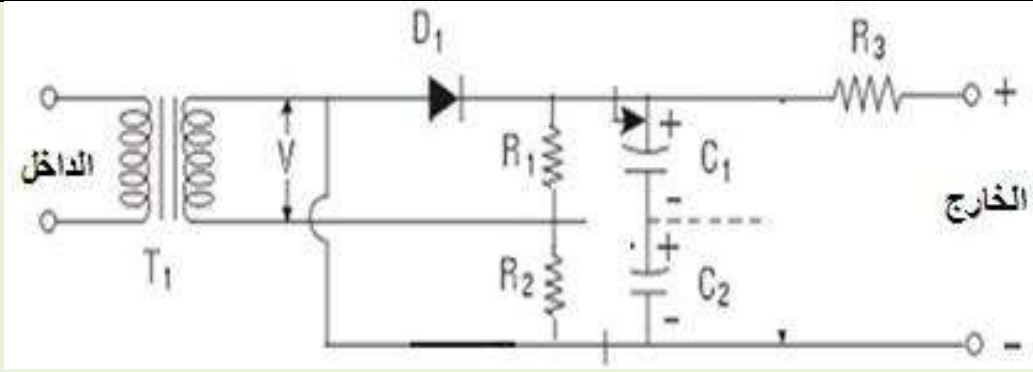
■ مقاومة (50MΩ).

3- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، معيار الأداء ، الرسومات.

1 ارتد بدلة العمل الملائمة لجسمك مع مراعاة تحوطات الامان.



2 اربط الدائرة الكهربائية ، كما في الشكل.



3 اجزاء الدائرة:

مقاومة

متسعة

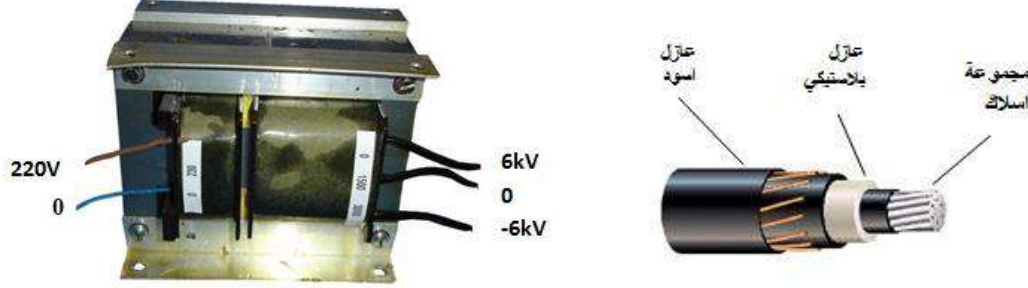
دايود



4 جهاز الفولطية الابتدائية من مصدر القدرة الاعتيادية (220V, AC) اذ يدخل على طرفي مغير الفولطية (variac) للتحكم بمقدار الفولطية الداخلة الى المحولة.



5 لرفع الفولتية الاعتيادية الى حد (12kV)، اربط الخارج من مغير الفولطية الى طرفي الملف الابتدائي للمحولة الرافعة والذي يتحمل تيار قدره (30 mA) وان نسبة التحويل في المحولة المستعملة هي (1:50) ويتم ربط طرفي الملف الثانوي للمحولة بأسلاك تتحمل الجهد العالي (High Voltage) وهي عبارة عن قابلوآت محورية تتكون من قلب نحاسي عبارة عن سلك واحد او اسلاك عدة ومغلف بعازل بلاستيكي قوي ومن ثم بحصيرة نحاسية ومن ثم غلاف ذو مادة عازلة وبلون اسود.



6 اربط طرفي الملف الثانوي بدائرة التقويم (Rectifier) والتي هي عبارة عن ثنائي بلوري (D₁) يتحمل (12kV) واذا لم يتوفر مثل هذا الثنائي يمكن ربط (ما يقارب 15 ثنائي) من الثنائيات ذات الجهد (1kV) وبصورة متوالية.

7 ادخل الاشارة المقومة الى دائرة مرشح مؤلفة من متسعتين قيمة الاولى (2000pF, 20kV) والآخرى (1600pF, 20kV) مربوطتين على التوالي، اضافة الى مقاومة (50kΩ) وهي عبارة عن مقاومتين قيمة كل منهما (25kΩ) مربوطتين على التوالي.

8 اربط مقاومة تحديد التيار، استعمل مقاومة مقدارها (50MΩ) لتحديد التيار.

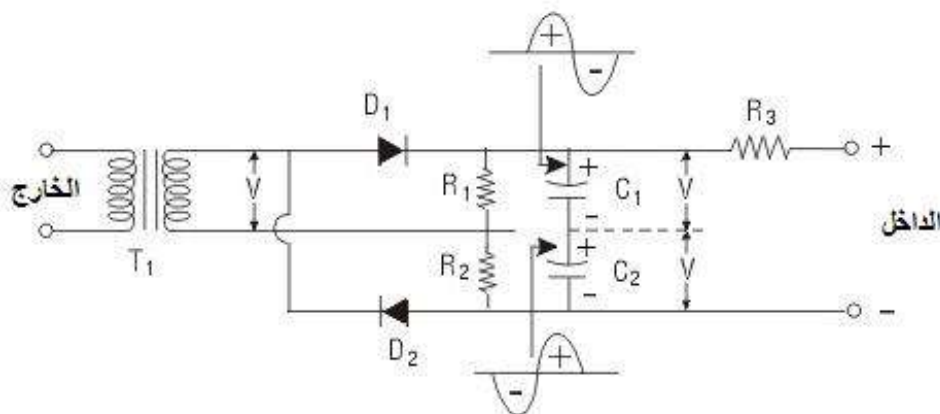
الاسئلة

- س1: كيف يمكننا الحصول على ثنائي بلوري (pn)؟
- س2: نفذ مع الرسم دائرة مجهز قدرة معدل نصف موجة ؟
- س3: اشرح بالتفصيل طريقة التوصيل الامامي (الانحياز الامامي) مع الرسم ؟
- س4: اشرح بالتفصيل التوصيل العكسي (الانحياز العكسي) مع الرسم ؟
- س5: ما المقصود بمنطقة الاستنزاف؟
- س6: علام يعتمد مقدار حاجز الجهد في الثنائي (pn)؟
- س7: ما نسبة تحويل المحولة المستعملة في هذا التمرين؟
- س8: في هذا التمرين, ماقيمة مقاومة تحديد التيار؟
- س9: ما المقصود بقولنا ان الثنائي البلوري (pn) يعدل (يقوم) التيار؟
- س10: عدد طرق تعديل التيار؟
- س11: لماذا تستعمل مكثفات ذات سعة كهربائية عالية في عملية التنعيم؟
- س12: ماذا يعمل المكثف اذا كان يشحن ويفرغ بسرعة عالية جدا؟
- س13: علل لماذا نستعمل المكثفات الكيميائية في عمليات تنعيم التيار؟
- س14: في هذا التمرين, مم تتألف دائرة المرشح؟

استمارة قائمة الفحص				
الجهة الفاحصة:				
اسم الطالب:		المرحلة: الثالثة		التخصص: قسم الليزر
اسم التمرين: مجهز قدرة معدل (مقوم) نصف موجه.				
الرقم	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
المجموع				
اسم الفاحص:		التوقيع:		
التاريخ:				
الدرجة الدنيا لاجتياز التمرين 60% وأقل منها يعيد الطالب الخطوات التي رسب فيها.				
توقيع المدرب		توقيع المدرب		توقيع رئيس القسم

مجهز قدرة معدل (مقوم) موجة كاملة Full Wave Rectifier Power Supply

إذا وصلنا ثنائيين بلوريين (pn) كما في الشكل (1) فاننا نحصل على دائرة تعديل (تقويم) موجة كاملة وكالاتي:



الشكل (1) دائرة كهربائية تعديل (تقويم) موجة كاملة

اثناء النصف الموجب من الموجة: يكون الثنائي البلوري (D_1) العلوي موصل توصيلا اماميا (انحياز امامي) ويسمح بمرور التيار اي تنشحن المتسعة C_1 بوساطة الثنائي البلوري (D_1). وفي ذلك الوقت يكون الثنائي البلوري (D_2) السفلي موصل توصيلا عكسيا (انحياز عكسي).

اثناء النصف السالب من الموجة: يكون الثنائي البلوري (D_2) السفلي موصل توصيلا اماميا (انحياز امامي) ويسمح بمرور التيار اي تنشحن المتسعة C_2 بوساطة الثنائي البلوري (D_2). في ذلك الوقت يكون الثنائي البلوري (D_1) العلوي موصل توصيلا عكسيا (انحياز عكسي). تكون المتسعتين مربوطتين على التوالي لذلك تضاف الفولطيات لتعطي فولطية خارجة مضاعفة.

وبما ان كلا الثنائيين البلوريين يغذيان نفس مقاومة الحمل (R_1 و R_2) فان الشكل الموجي الناتج عبارة عن موجات ترددها ضعف تردد الموجات الداخلة. اما المقاومة الثالثة فتمثل مقاومة توازن وكذلك يمكن اعتبارها عنصر مرشح. ويمكن تغيير قيمة المقاومة R_3 او قيمة الفولطية الداخلة لكي تعطي تيار مناسب خلال الانبوبة. ان القيم المعطاة لمكونات الجهاز تكون تقريبا مناسبة لانبوبة تفريغ ذات طول 35cm.

وبذلك يمر في مقاومة الحمل انصاف موجات موجبة متتالية لا ينقصها عن الجهد المستمر الا ثبات قيمتها لذا نحتاج الى اضافة مكثفات الى الدائرة الكهربائية حتى نحصل على موجات مستمرة صالحة لتشغيل الاجهزة.

رقم التمرين: (2)

اسم التمرين: مجهز قدرة معدل (مقوم)
موجة كاملة .

الزمن المخصص:

مكان التنفيذ:

1- الأهداف التعليمية:

■ عمل مجهز قدرة معدل (مقوم) موجة كاملة.

2- التسهيلات التعليمية (مواد ، عدد ، أجهزة):

■ محولة رافعة (220 - 700V).

■ مصدر فولتية متناوب.

■ دايود (ثنائي بلوري) عدد 2 (2000PIV).

■ متسعة عدد 2 ($2\mu F, 1200V$).

■ مقاومة عدد 2 ($1M\Omega, 1W$).

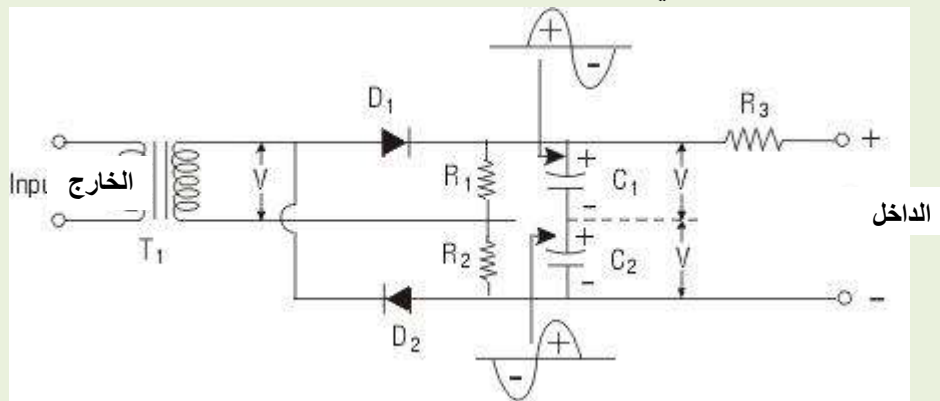
■ مقاومة ($120k\Omega, 12W$).

3- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، معيار الأداء ، الرسومات.



1 ارتد بدلة العمل الملائمة لجسمك مع مراعاة تحوطات الامان.

2 اربط الدائرة الكهربائية كما يلي:





4 جهاز الفولطية الابتدائية من مصدر القدرة الاعتيادية (220V, AC) اذ يدخل على طرفي المحولة الرافعة للفولطية.

5 اربط طرفي الملف الثانوي بدائرة التقويم (Rectifier) والتي هي عبارة عن الشنائين البلوريين (D₁, D₂).



6 ادخل الاشارة المقومة الى دائرة مرشح مؤلفة من متسعتين ذات سعة (2μF) ، اضافة الى مقاومتين متوالييتين مقدارهما (1MΩ).

7 اربط مقاومة تحديد التيار على التوازي مع طرفي الخرج ، استعمل مقاومة مقدارها (120kΩ) لتحديد التيار.

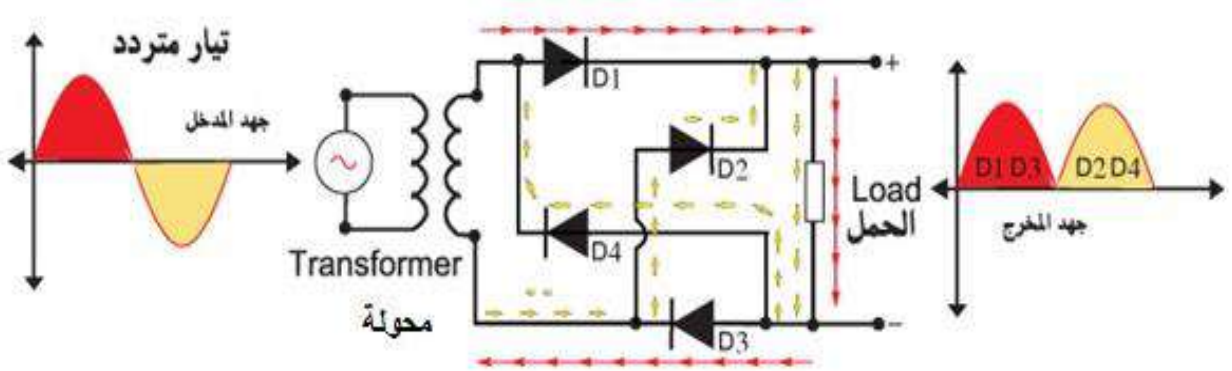
الاسئلة

- س1: اشرح بالتفصيل مبدأ عمل مجهز قدرة (معدل موجة كاملة) ؟ مع رسم الدائرة الكهربائية ؟ ورسم الإشارة الداخلة والخارجة ؟
- س2: ما علاقة تردد الموجات الخارجة بتردد الموجات الداخلة؟
- س3: لماذا نحتاج الى اضافة مكثفات الى الدائرة الكهربائية؟
- س4: ما فائدة ربط المقاومة الثالثة R_3 في الدائرة؟
- س5: هل يمر في مقاومة الحمل انصاف موجات موجبة متتالية لا ينقصها عن الجهد المستمر الا ثبات قيمتها أم موجات كاملة ؟
- س6: في هذا التمرين مم تتكون دائرة التقويم؟
- س7: هل تربط مقاومة تحديد التيار على التوالي ام على التوازي مع طرفي الخرج في هذا التمرين؟

استمارة قائمة الفحص				
الجهة الفاحصة:				
اسم الطالب:		المرحلة: الثالثة		التخصص: قسم الليزر
اسم التمرين: مجهز قدرة معدل (مقوم) موجة كاملة.				
الرقم	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
المجموع				
اسم الفاحص:		التوقيع:		
التاريخ:				
الدرجة الدنيا لاجتياز التمرين 60% و اقل منها يعيد الطالب الخطوات التي رسب فيها.				
توقيع المدرب		توقيع المدرب		توقيع رئيس القسم

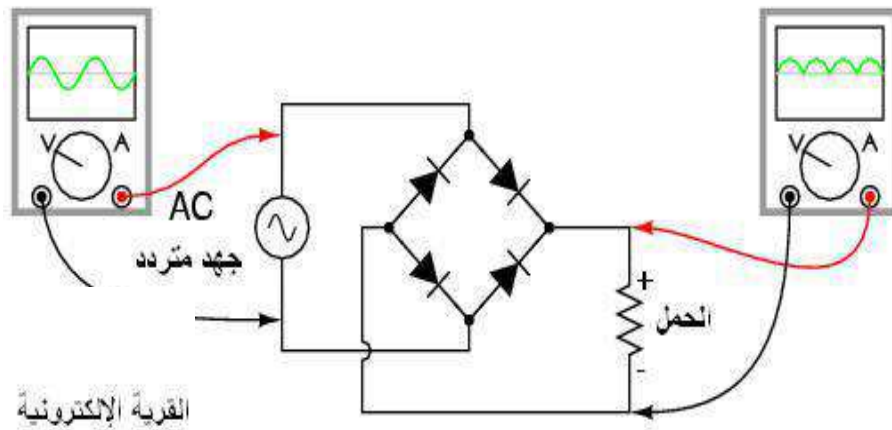
مجهز قدرة معدل (مقوم) موجة كاملة باستعمال قنطرة Full Wave(Bridge Rectifier) Power Supply

عند مرور الإشارة المتغيرة، فإنه في النصف الموجب سيكون الدايودين (الثنائيين البلوريين) ذوات القدرة العالية D1 و D3 متصلين توصيلاً أمامياً (انحياز أمامي) (أي كأنهم مفاتيح مغلقة)، وباقي الدايودين (الثنائيين البلوريين) D2 و D4 ذوات القدرة العالية أيضاً ستكون متصلة بشكل عكسي (انحياز عكسي) (أي كأنهم مفاتيح مفتوحة) بهذا الشكل سيسري التيار للحمل ويكون الموجب في الطرف الأعلى والسالب في الطرف الأسفل كما في الشكل (1).



الشكل (1) يوضح تحويل التيار المتناوب الى تيار نبضي مستمر

وفي حالة مرور النصف السالب من الموجة، فإن الدايودين (الثنائيين البلوريين) D4 و D2 ستكون هي المتصلة أمامياً (انحياز أمامي) والدايودين (الثنائيين البلوريين) الآخرين D1 و D3 ستكون متصلة عكسياً (انحياز عكسي). وبهذه الطريقة سيسري التيار للحمل ويكون الموجب على الطرف العلوي للحمل أيضاً والسالب على الطرف السفلي. فيكون شكل الإشارة الخارجة (على الحمل) كالتالي :



الشكل (2) دائرة كهربائية توضح شكل الإشارة الخارجة (على الحمل) عبر الاوسكوب

يمكن بناء مصدر تغذية يحول الجهد المتناوب (AC) الى مستمر باستعمال محولة ومعدل (مقوم) موجة كاملة جسري، في الشكل (3) الجهد المتناوب في الملف الثانوي للمحولة يطبق على معدل (مقوم) الموجة الكاملة الذي يحوله إلى جهد نبضي موجب (الجهد الخارج)، يربط مكثف (C) على التوازي مع الحمل من أجل تنعيم (smooth) التموج في الإشارة المتناوبة (AC Ripple) عند خروجها من مرحلة التقويم. ويجب أن يكون المكثف ذو سعة كبيرة بحيث يخزن قدرا كافيا من الطاقة التي تضمن تزويد الحمل بتيار ثابت. إذا لم يكن المكثف ذو سعة كبيرة إلى الدرجة الكافية، أو كان شحنه ليس بالسرعة الكافية، فإن الجهد الخارج سينخفض عندما يتطلب الحمل تيارا أكبر وهناك علاقة عامة من أجل اختيار سعة المكثف وهي ان يكون:

$$(R_{Load}) \times (C) \gg 1/f$$

اذ ان:

f : تردد الإشارة المعدلة (المقومة).

C : سعة المكثف.

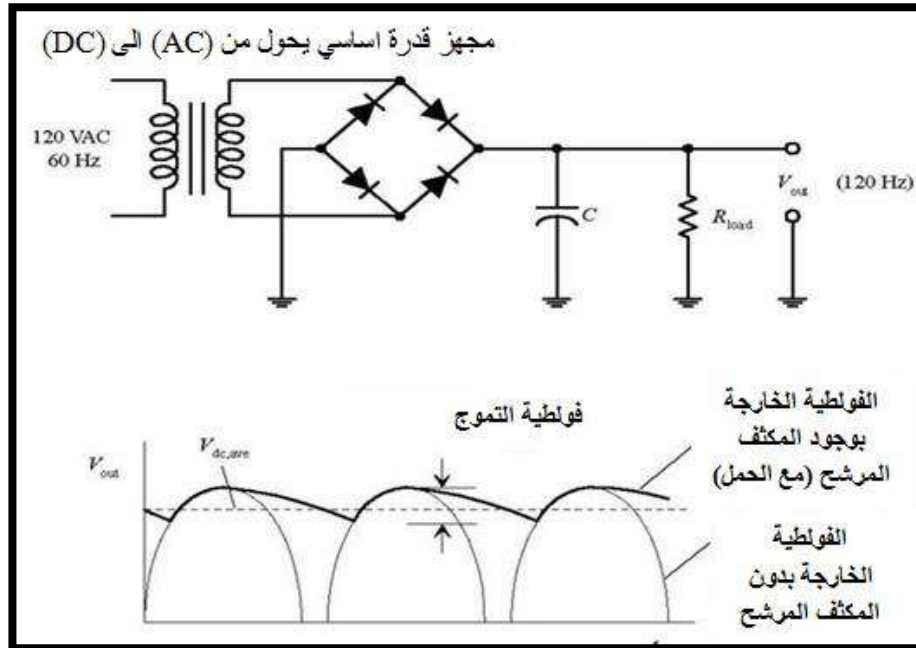
R_{Load} : مقاومة الحمل.

هناك نوعان رئيسيان من دوائر الترشيح هما مرشح الحث والمرشح السعوي، المرشح السعوي يكون افضل عند استعماله لتنعيم الإشارة الخارجة من مرحلة التقويم للأسباب الآتية:

1. الحصول على فولتية خارجة مستمرة (DC) أعلى.

2. قيمة ذروة الفولتية العكسية للدايود اقل.

3. اقل وزنا وحجما في مجهز القدرة.



الشكل (3) يبين استعمال المكثف لتنعيم الفولتية الخارجة

رقم التمرين: (3)

اسم التمرين: مجهز قدرة معدل (مقوم)

موجة كاملة باستعمال قنطرة .

الزمن المخصص:

مكان التنفيذ:

1- الأهداف التعليمية:

■ عمل مجهز قدرة معدل (مقوم) موجة كاملة باستعمال قنطرة.

2- التسهيلات التعليمية (مواد ، عدد ، أجهزة):

■ مصدر فولطية متناوبة AC (220V).

■ محولة رافعة للفولطية (نسبة التحويل 1:27.27).

■ مغير للفولطية (variac).

■ متسععات عدد 4 (10kV -5μF).

■ دايود عدد 4 (12kV).

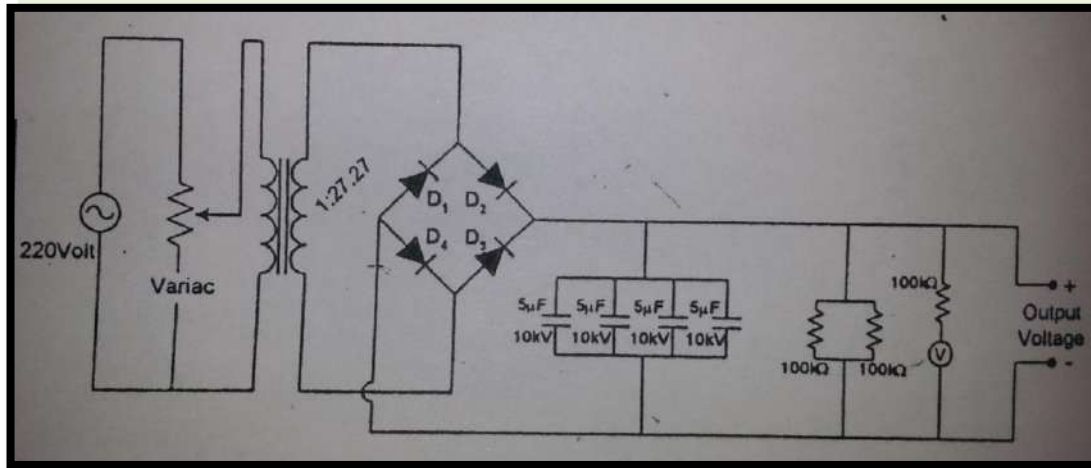
■ مقاومة عدد 3 (100kΩ).

3- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة، معيار الأداء ، الرسومات.



1- ارتد بدلة العمل الملائمة لجسمك مع مراعاة تحوطات الامان.

2- اربط الدائرة الكهربائية، كما يلي.



3- الاجهزة المستعملة لربط الدائرة:

مقاومة



متسعة



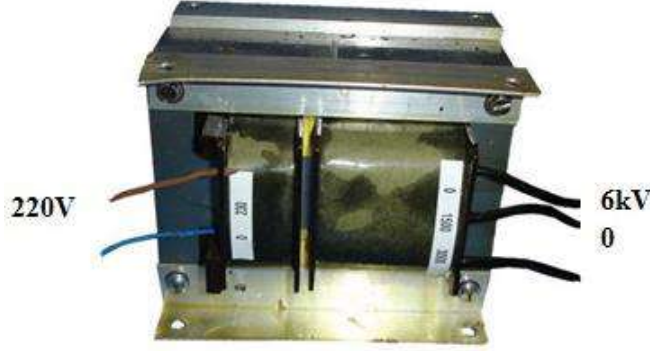
دايود



4 - جهاز الفولطية الابتدائية من مصدر القدرة الاعتيادية (220V, AC) اذ يدخل على طرفي مغير الفولطية (variac) للتحكم بمقدار الفولطية الداخلة الى المحولة.



- 5- لرفع الفولطية الاعتيادية الى حد (6kV)، اربط الخارج من مغير الفولطية الى طرفي الملف الابتدائي للمحولة الرافعة وان نسبة التحويل في المحولة المستعملة هي (1:27.27).



- 6 - اربط طرفي الملف الثانوي بدائرة التقويم (Rectifier) والتي هي عبارة عن قنطرة مؤلفة من اربع ثنائيات وصلة يتحمل كل منها (12kV).



- 7- ادخل الاشارة المقومة الى دائرة مرشح مؤلفة من متسعة ذات سعة (1.25μF) وهي عبارة عن اربع متسعات قيمة كل منها (5μF, 10kV) مربوطة على التوازي ، اضافة الى مقاومة (50kΩ) وهي عبارة عن مقاومتين قيمة كل منهما (100kΩ) مربوطتين على التوازي.

- 8- اربط مقاومة تحديد التيار على التوازي مع طرفي الخارج، استعمل مقاومة مقدارها (100kΩ) لتحديد التيار.

الاسئلة

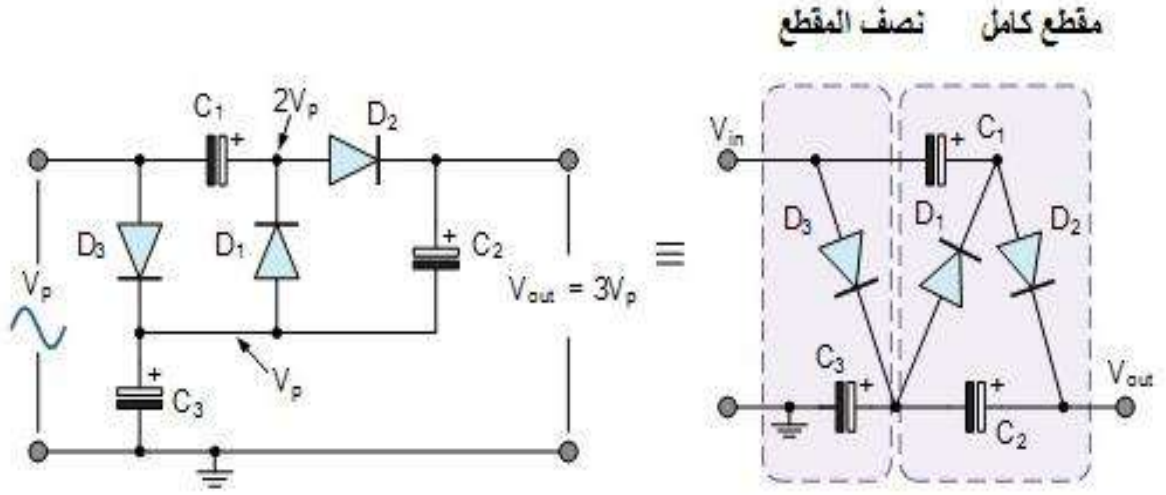
- س1: نفذ مع الرسم عمل مجهز قدرة معدل موجة كاملة باستعمال القنطرة ؟ مع رسم الاشارة الداخلة والخارجة؟
- س2: اشرح بالتفصيل مبدأ عمل مجهزة قدرة معدل موجة كاملة باستعمال القنطرة ؟ مع رسم الدائرة الكهربائية ؟
- س3: وضح بالرسم فائدة استعمال المكثف لتنعيم الفولطية الخارجة ؟
- س4: اكتب العلاقة العامة من اجل اختيار سعة المكثف ، مبينا المعنى الفيزيائي لكل رمز؟
- س5: ما انواع دوائر الترشيح؟
- س6: لماذا يفضل المرشح السعوي عن مرشح الحث؟

استمارة قائمة الفحص				
الجهة الفاحصة:				
اسم الطالب:		المرحلة: الثالثة		التخصص: قسم الليزر
اسم التمرين: مجهز قدرة معدل (مقوم) موجة كاملة باستعمال قنطرة.				
الرقم	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
المجموع				
اسم الفاحص:		التوقيع:		
التاريخ:				
الدرجة الدنيا لاجتياز التمرين 60% و اقل منها يعيد الطالب الخطوات التي رسب فيها.				
توقيع المدرب		توقيع المدرب		توقيع رئيس القسم

مجهز قدرة ثلاثي الفولطية Voltage-Tripler Power Supply

خلال النصف الموجب من الموجة الداخلة وعندما يكون الطرف الاعلى للملف الثانوي للمحولة سالب يعمل الثنائي البلوري D_3 كعمل مفتاح مغلق اي يسمح بمرور التيار من خلاله وبذلك تنشحن المتسعة C_3 الى ان تصل فولطيتها الى V (فولطية الملف الثانوي) ، وفي الوقت ذاته تنشحن المتسعة C_1 الى ان تصل فولطيتها الى V ايضا كما في الشكل (1).

خلال النصف السالب من الموجة الداخلة وعندما يكون الطرف الاعلى للملف الثانوي للمحولة موجب فان المتسعة C_2 تنشحن الى ان تصل فولطيتها الى ضعف الفولطية الداخلة ($2V$) كما في الشكل (1).



الشكل (1) خلال النصفين الموجب والسالب من الموجة الداخلة

وبما ان المتسعتين C_2 و C_3 مربوطتان على التوالي فان الفولطية الخارجة تزداد (لأنها ناتجة عن مجموع الفولطية عبر المتسعتين C_2 و C_3) اي تصبح الفولطية الخارجة $3V$ اي تزداد الفولطية الخارجة ثلاث مرات مقدار الفولطية الداخلة وتسمى هذه الفولطية (ثلاثي الفولطية) **Voltage-(Tripler)**.
ان السبب من استعمال هذا النوع من الدوائر هو امكانية استعمال نفس المحولة المستعملة في تصميم مجهز قدرة موجهة كاملة للحصول على نماذج مختلفة من ليزرات هيليوم- نيون.

اسم التمرين: جهاز قدرة ثلاثي الفولطية . رقم التمرين: (4)

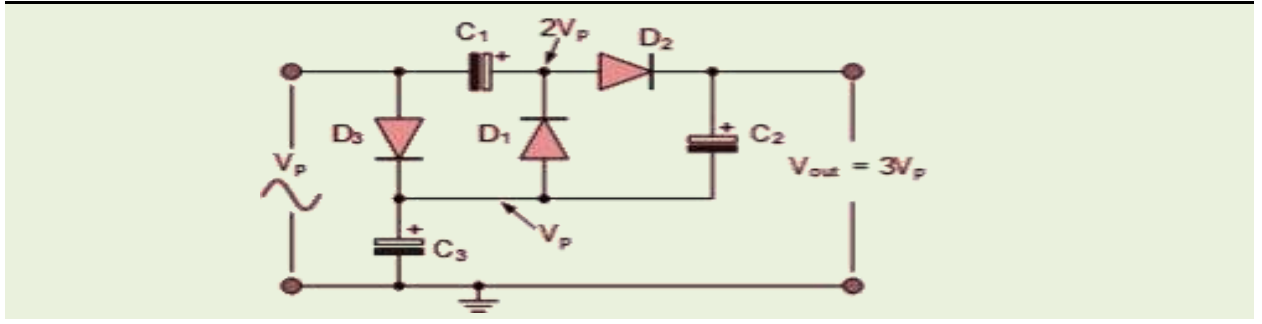
مكان التنفيذ: الزمن المخصص:

- 1- الأهداف التعليمية:
 - عمل جهاز قدرة DC ثلاثي الفولطية (Voltage-Tripler).
- 2- التسهيلات التعليمية (مواد ، عدد ، أجهزة):
 - محولة رافعة (120-700V).
 - ثنائي بلوري عدد 3 (5000PIV).
 - متسعة عدد 2 ($C_1, C_2 = 2\mu F, 1200V$ DC).
 - متسعة ($C_3 = 1\mu F, 2400V$ DC).
 - مقاومة عدد 2 ($R_1, R_2 = 2.5M\Omega, 5W$).
 - مقاومة ($R_3 = 5M\Omega, 5W$).
 - مقاومة ($R_4 = 150k\Omega, 20W$).
- 3- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، معيار الأداء ، الرسومات.

1 ارتد بدلة العمل الملائمة لجسمك مع مراعاة تحوطات الامان.



2 اربط الدائرة الكهربائية ، كما في الشكل.



3 اجزاء الدائرة:

مقاومة



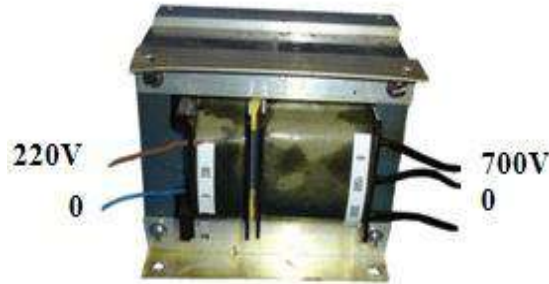
متسعة



دايود

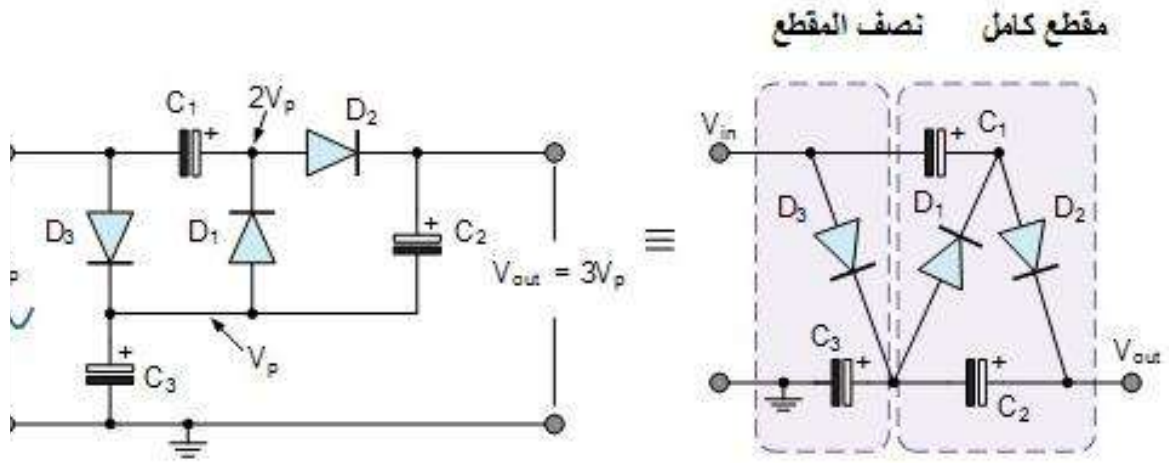


محولة رافعة



4 جهاز الفولطية الابتدائية من مصدر القدرة الاعتيادية (220V, AC) اذ يدخل على طرفي المحولة الرافعة للفولطية وتكون الفولطية الخارجة من المحولة بشكل موجة جيبيه .

5 اربط طرفي الملف الثانوي بدائرة ثلاثي الفولطية (Voltage Tripple) والمكونة من دائرة التقويم (Rectifier) والتي هي عبارة عن ثلاث ثنائيات بلورية (\$D_1, D_2, D_3\$) وثلاث متسعات (\$C_1, C_2, C_3\$) والمبينة في الشكل الاتي.



6 اربط مقاومة تحديد التيار (R_4) على التوالي مع طرفي الخرج ، استعمل مقاومة مقدارها $(150k\Omega)$ لتحديد التيار.

الاسئلة

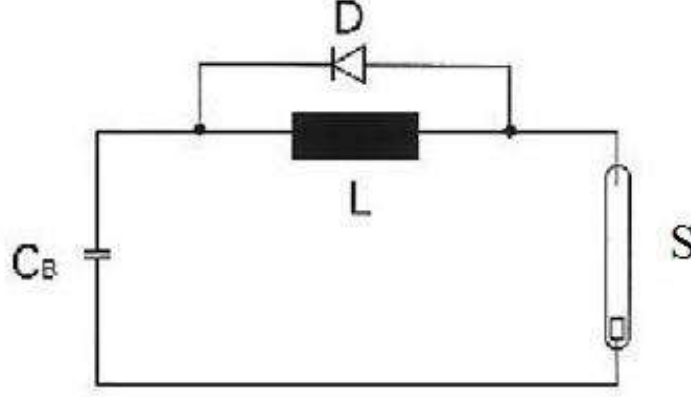
- س1: اشرح مبدأ عمل مجهز قدرة ثلاثي الفولطية ؟ مع رسم الدائرة الكهربائية ؟
- س2: عندما يعمل الثنائي البلوري D_3 كعمل مفتاح مغلق، فأى من المتسعات ستتشحن الى الفولطية V ؟
- س3: متى تصل الفولطية عبر المتسعة C_2 الى ضعف الفولطية الداخلة ($2V$) ؟
- س4: لماذا تزداد الفولطية الخارجة من الدائرة ؟
- س5: لماذا يسمى هذا النوع من الربط بثلاثي الفولطية (Voltage-Tripler) ؟
- س6: لماذا يستعمل هذا النوع من الدوائر ؟
- س7: في هذا التمرين، مم تتكون دائرة التقويم ؟
- س8: في هذا التمرين، هل استعملت محولة رافعة ام خافضة للفولطية ؟
- س9: املاً الفراغ بما يناسبه:
- في هذا التمرين، تكون الفولتية الخارجة من المحولة بشكل موجة -----
- س10: في هذا التمرين هل تربط مقاومة تحديد التيار (R_4) على التوالي ام على التوازي مع طرفي الخرج ؟
- س11: في هذا التمرين، ما قيمة مقاومة تحديد التيار (R_4) المستعملة ؟

استمارة قائمة الفحص				
الجهة الفاحصة:				
اسم الطالب:		المرحلة: الثالثة		التخصص: قسم الليزر
اسم التمرين: مجهز قدرة ثلاثي الفولطية.				
الرقم	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
المجموع				
اسم الفاحص:		التوقيع:		
التاريخ:				
الدرجة الدنيا لاجتياز التمرين 60% و اقل منها يعيد الطالب الخطوات التي رسب فيها.				
توقيع المدرب		توقيع المدرب		توقيع رئيس القسم

دوائر تشكيل النبضة

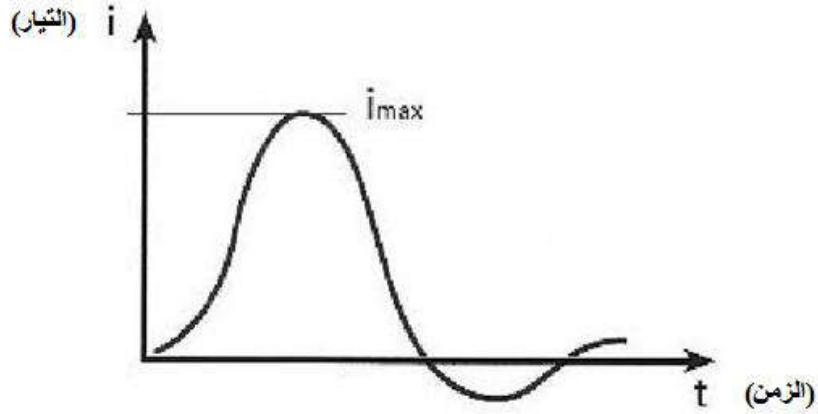
Pulse-Forming Network PFN

تتكون ابط دائرة كهربائية لتشكيل النبضة من متسعة (C_B) ومحث (L) وثنائي بلوري (دايود) (D) ومصباح وميضي (S) ، لاحظ الشكل (1).



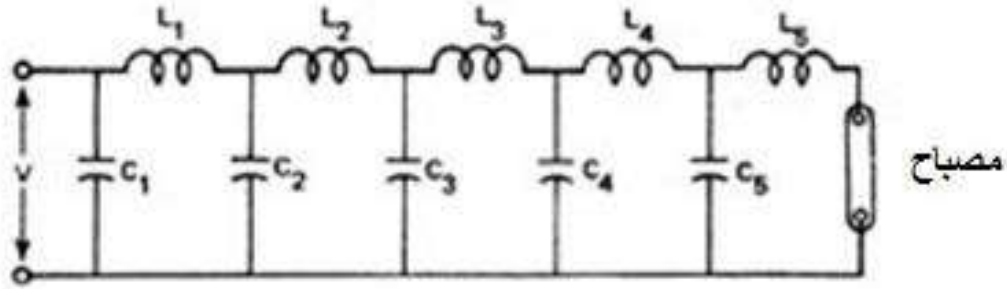
الشكل (1) دائرة كهربائية بسيطة لتشكيل النبضة

ان التيار العكسي يمكن ايقافه عن طريق الثنائي البلوري (D) الموجود في الدائرة. وعند مقارنته مع تيار تفريغ المتسعة، فان مقدار ازدياد التيار والوصول الى اعلى قيمة (i_{max}) تبدأ بالانخفاض تدريجيا لحين الوصول الى اوطأ قيمة للتيار عند تفريغ المتسعة تماما كما في الشكل (2).



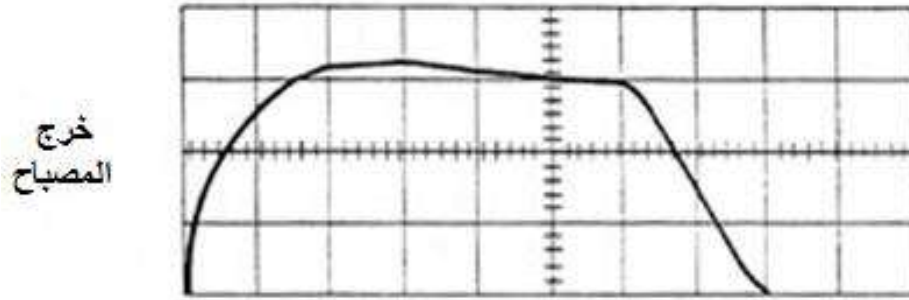
الشكل (2) النبضة الخارجة من الدائرة الكهربائية عند شحن وتفريغ المتسعة

كذلك يمكن استعمال دائرة تشكيل النبضة والتي تتكون من اجزاء متوالية من المتسعات والمحثات (LC) كما في الشكل (3).



الشكل (3) يمثل دائرة تشكيل النبضة والمكونة من عدد من المتسعات C والمحثات L

تستعمل دوائر تشكيل النبضة لاعطاء النبضة المطلوبة ، مثلا نبضة مربعة مع مستوى تيار ثابت او عندما يكون امد النبضة اطول عندما تستعمل دوائر التفريغ البسيطة RLC.



الشكل (4) يمثل شكل النبضة الخارجة من PFN المتكونة من عشرة اجزاء من LC المتماثلة

اما العلاقات المطلوبة في دائرة تشكيل النبضة هي:

$$R_L = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$T = 2\sqrt{LC} \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$C = \frac{T}{2R_L} \quad \dots \dots \dots (3)$$

$$L = \frac{TR_L}{2} \quad \dots \dots \dots (4)$$

$$t_r = \frac{T}{2N} \quad \dots \dots \dots (5)$$

$$L = NL_i \quad \dots \dots \dots (6)$$

$$C = NC_i \quad \dots \dots \dots (7)$$

اذ ان:

R_L : مقاومة الحمل (المصباح الوميضي) (اوم Ω)

L : المحاثة الكلية للدائرة (مايكروهنري μH)

L_i : المحث لكل ملف

C : سعة المتسعة للدائرة (مايكروفاراد μF)

C_i : سعة كل متسعة

T : عرض زمن النبضة (ملي ثانية ms) لـ 70% من معدل سعة القمة

t_r : زمن النهوض المقاس من 10% - 80% من معدل سعة القمة

N : عدد الاجزاء من المتسعات والمحثات

ان الطاقة الكلية المخزونة في دائرة تشكيل النبضة (E') والتي تفرغ في المصباح الوميضي) تحدد عن طريق شحن المتسعات اي فولطية المتسعات (V) والتي يمكن حسابها من العلاقة التالية:

$$V = \sqrt{\frac{2E'}{C}} \quad \dots \dots \dots (8)$$

اسم التمرين: دائرة تشكيل النبضة .
مكان التنفيذ:

رقم التمرين: (5)
الزمن المخصص:

1- الأهداف التعليمية:

- تحديد الفولطية اللازمة لشحن المتسعات في دائرة تشكيل النبضة LC.
- التحكم بعرض نبضة الليزر الخارجة.

2- التسهيلات التعليمية (مواد ، عدد ، أجهزة):

- قضيب مجوف من خام الحديد (فرايت ferrite) بأبعاد (3×3.5 inch).
- لاصق PVC.
- مجهز قدرة (15kV, 60mA).
- متسعة سيراميكية عدد 5 (1000μF, 1265V).
- محث عدد 5 (250μH).
- مصباح وميض.

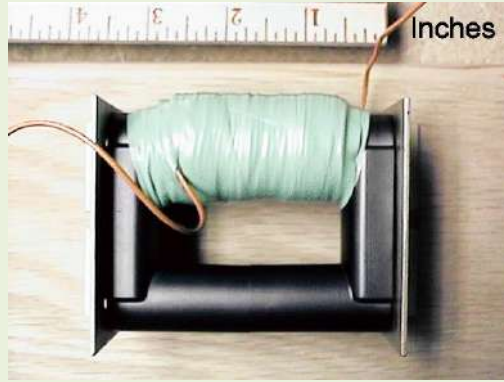
3- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، معيار الأداء ، الرسومات.

1 ارتد بدلة العمل الملائمة لجسمك مع مراعاة تحوطات الامان.

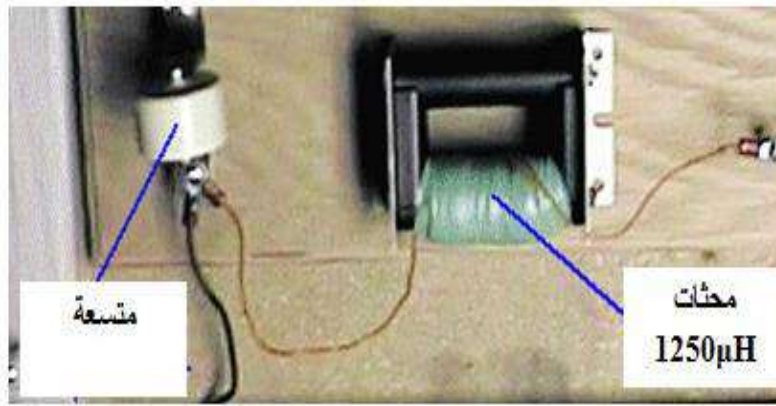


2 اعمل خمسة اجزاء من المحثات (اسلاك نحاسية) ثم لف هذه الاجزاء على قلب من الفرايت (3×3.5 inch) ، غط كل طبقة من الملف بغطاء محكم والذي يكون عبارة عن شريط لاصق من مادة PVC عازلة وبذلك تكون قد حصلت على خمسة محثات مربوطة على التوالي، كما في الشكل.

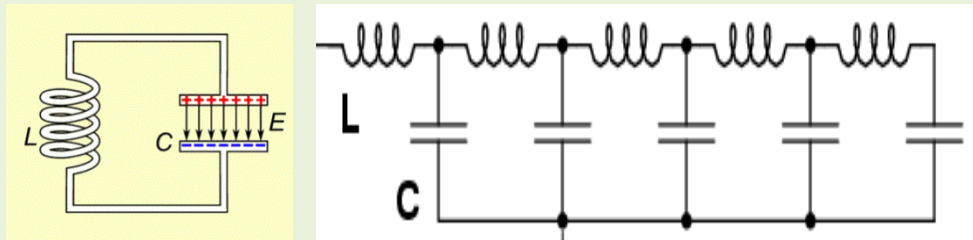
ملاحظة: 1inch = 2.54cm



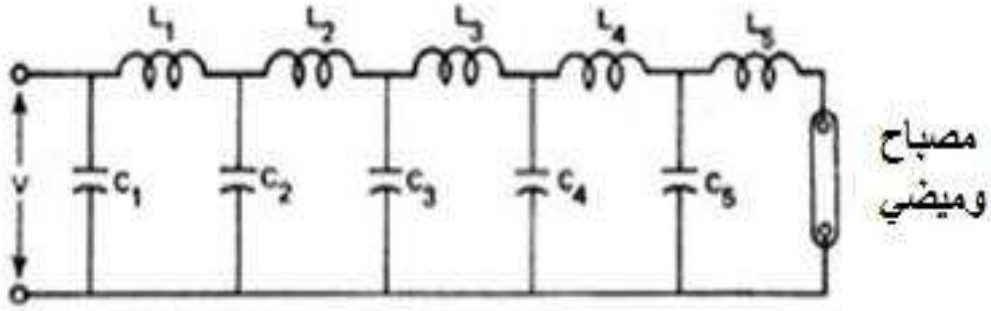
3 اربط ايضا خمسة متسعات على التوازي مع بعضها (الطرف الموجب للمتسعة الاولى مع الطرف الموجب للمتسعة الثانية وهذه مع الطرف الموجب للمتسعة الثالثة وهكذا)، ثم اربط احد اطراف المتسعات الخمسة المتوازية الربط بواسطة اللحام بالمحثات الخمسة المتوالية الربط والطرف الاخر يربط بمصدر الفولطية، كما في الشكل.



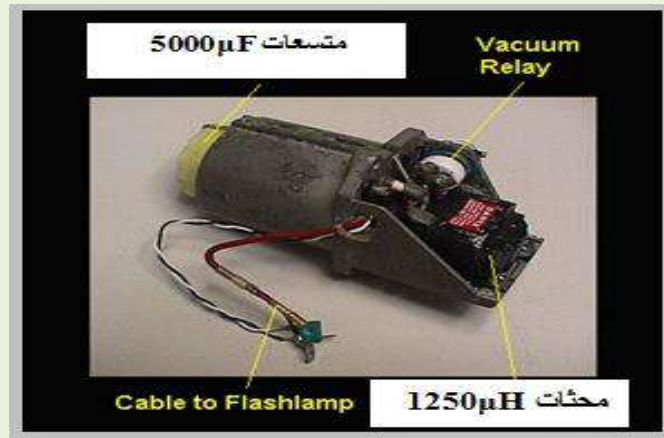
4 يبين الشكل (الايمن) كيفية ربط المحثات الخمسة المتوالية الربط مع المتسعات الخمسة المتوازية الربط، ويوضح الشكل (الايسر) الربط النهائي لمجموع المتسعات الخمسة مع المحثات الخمسة.



5 اربط مصباحاً وميضياً ذو مقاومة ($R_L=0.5\Omega$) مع الدائرة ، كما في الشكل.



- 6 شغل مجهز القدرة للحصول على نبضة كهربائية بعرض زمن مقداره $(T=5\text{ms})$ وزمن نهوض النبضة مقداره $(t_r=0.5\text{ms})$ وطاقة المصدر مقدارها (4000J) .



- 7 احسب عدد الاجزاء من المتسعات والمحثات (N) المراد ربطها بالدائرة (LC) من العلاقة (5).

$$t_r = \frac{T}{2N}$$

- 8 احسب السعة الكلية وذلك باستعمال العلاقة (3).

$$C = \frac{T}{2R_L}$$

- 9 جد سعة كل جزء وذلك باستعمال العلاقة (7).

$$C = NC_i$$

10 جد المحاثة الكلية وذلك باستعمال العلاقة (4).

$$L = \frac{TR_L}{2}$$

11 جد محث كل جزء من الدائرة وذلك باستعمال العلاقة (6).

$$L = NL_i$$

12 جد الفولطية المطبقة واللازمة لشحن المتسعات وذلك باستعمال العلاقة (8).

$$V = \sqrt{\frac{2E'}{C}}$$

الاسئلة

- س1: ما العلاقة الرياضية التي يمكن ايجاد الطاقة المخزونة في دائرة تشكيل النبضة مبيناً المعنى الفيزياوي لكل رمز؟
- س2: مم تتكون ابط دائرة كهربائية لتشكيل النبضة؟ معززا اجابتك برسم تلك الدائرة ؟
- س3: ارسم شكل النبضة الخارجة من الدائرة الكهربائية عند شحن وتفريغ المتسعة ؟
- س4: كيف يمكننا ان نوقف التيار العكسي؟
- س5: بين بالرسم دائرة تشكيل النبضة والمتكونة من خمس متسعات وخمسة محاثات؟
- س6: بين بالرسم النبضة الخارجة من دائرة متكونة من عشرة اجزاء من LC المتماثلة؟
- س7: اكتب العلاقة الرياضية التي تربط بين مقاومة الحمل (المصباح الوميضي) والمحاثة الكلية للدائرة وسعة المتسعة للدائرة في دائرة تشكيل النبضة؟
- س8: اكتب العلاقة الرياضية التي استعملتها لايجاد السعة الكلية في هذا التمرين مبينا المعنى الفيزياوي لكل رمز؟
- س9: اكتب العلاقة الرياضية التي استعملتها لايجاد المحاثة الكلية في هذا التمرين مبينا المعنى الفيزياوي لكل رمز؟

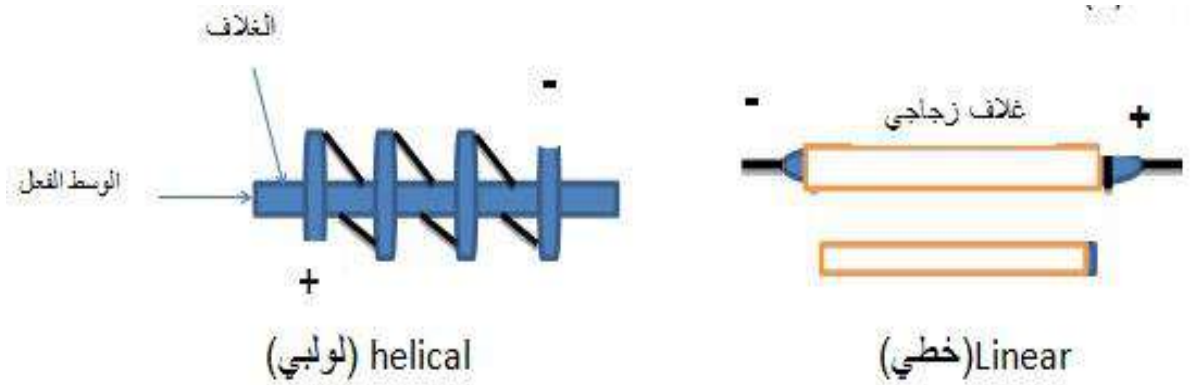
استمارة قائمة الفحص				
الجهة الفاحصة:				
اسم الطالب:		المرحلة: الثالثة		التخصص: قسم الليزر
اسم التمرين: دائرة تشكيل النبضة .				
الرقم	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
المجموع				
اسم الفاحص:		التوقيع:		
التاريخ:				
الدرجة الدنيا لاجتياز التمرين 60% واقل منها يعيد الطالب الخطوات التي رسب فيها.				
توقيع المدرب		توقيع المدرب		توقيع رئيس القسم

دراسة معلمات المصابيح الومضية (Flash Lamps parameters)

المصباح الوميضي:

هو مصدر ضوئي يستعمل في العديد من التطبيقات وخاصة في ضخ منظومات الليزر، وهو عبارة عن نظام ضخ بصري يستعمل لضخ أنظمة الليزر في الحالة الصلبة. ويتكون من انبوب زجاجي يحوي على اقطاب كهربائية في نهايته ويتم ملئه بأحد الغازات الخاملة (النبيلة) وغالبا ما تكون هذه الغازات هي الزينون والكريبتون.

ويصنع المصباح الوميضي: على شكل خطي linear او لولبي helical ، لاحظ الشكل (1).



الشكل (1) يوضح اشكال المصباح الوميضي

غلاف المصباح الوميضي عبارة عن: انبوبة زجاجية من الزجاج الصلب او الكوارتز الشفاف الذي يسمح بمرور الاشعة المنبعثة من المصباح الوميضي الى خارجه باتجاه الوسط الفعال، مادة الغلاف يجب ان تتحمل درجات الحرارة العالية والصدمات الميكانيكية حيث يمتاز زجاج الكوارتز بنفوذية عالية للأطوال الموجية والتي تمتد بمدى (200-400 nm) ويتحمل درجات حرارة عالية تصل الى 1300°C. والجدول التالي يبين بعض المواصفات القياسية للمصابيح الوميضية.

جدول (1) يبين المواصفات القياسية للمصابيح الوميضية

1-2 mm	سمك جدار المصباح الوميضي
3-19 mm	القطر الداخلي للمصباح الوميضي
5-50 cm	طول المصباح الوميضي
1000-4000 Torr*	ضغط الغاز الخامل داخل المصباح الوميضي

$$*1\text{Torr} = \text{mm.Hg}$$

ان الاقطاب الكهربائية في المصابيح الوميضية تصنع من معادن تتحمل درجات حرارة عالية وتيارات كهربائية عالية وان نوع المادة وشكل الاقطاب يؤثر على عمل المصباح الوميضي . عادة يستعمل معدن التتستن او سبائك التتستن لتصنيع هذه الاقطاب .

الخصائص الكهربائية للمصابيح الوميضية:

تمتلك المصابيح الوميضية العديد من الخصائص المؤثرة في عملها ومنها الخصائص الكهربائية ومن ابرزها خصائص الممانعة التي تحدد كفاءة انتقال الطاقة من متسع الخزن الى المصباح. ان ممانعة قوس البلازما هي دالة لكل من كثافة التيار والزمن حيث يتكون القوس (في اغلب انظمة القذح) من شريط رقيق ينمو قطريا حتى يملأ الحجم الكلي للمصباح ويكون فترة النمو سريعة جدا بحدود (5-50) مايكروثانية (μs) للمصباح الذي يمتلك قطرا داخليا يصل الى 1.3cm أثناء فترة نمو القوس تقل ممانعة المصباح مع الزمن وعند نقطة معينة تزداد قيمتها بسبب الزيادة في تأين الغاز وكذلك بسبب التوسع القطري للبلازما .

وفي حالة استقرار قوس البلازما فان العلاقة بين التيار والفولطية داخل المصباح الوميضي هي كالاتي:

$$V = K_0 i^{1/2} \quad \dots \dots \dots (1)$$

اذ ان:

V : هي الفولطية المجهزة للمصباح الوميضي بوحدات الفولط (V) (فولطية التفريغ الكهربائي).

i : تيار التفريغ الكهربائي بوحدات الامبير (A).

K_0 : هو مقدار ثابت يسمى ثابت خصائص الممانعة للمصباح الوميضي ووحداته ($V/A^{1/2}$) وتعطى قيمته من علاقه الآتية :

$$K_0 = K(L/d) \quad \dots \dots \dots (2)$$

اذ ان :

L : هي المسافة بين قطبي التفريغ الكهربائي داخل المصباح الوميضي.

d : قطر المصباح الداخلي.

K : هو ثابت يعتمد على نوع الغاز المستعمل داخل المصباح

وتستغرق عملية صعود قيمة فولتية او تيار التفريغ الكهربائي في المصباح الوميضي من الصفر الى اعظم قيمة لها فترة زمينة محددة تسمى زمن الصعود (T_r) (rise time) ويعطى كالآتي:-

$$T_r = \sqrt{LC} \quad \dots \dots \dots (3)$$

اذ ان:

L : محث الملف.

C : سعة متسعة الشحن.

اما الزمن الكلي لنبضة المصباح الوميضي فيعطى كالآتي :-

$$T_p = 3T_r = 3\sqrt{LC} \quad \dots \dots \dots (4)$$

ان خصائص الاشعاع الخارج من المصباح الوميضي ومصباح الكربتون القوسي هي دالة لمجموعة مؤثرات وهي:

1. نوع مادة غلاف المصباح.
2. جسم المصباح
3. نوع المصباح
4. ضغط الملئ

اسم التمرين: معلمات المصابيح الومضية .
مكان التنفيذ:
رقم التمرين: (6)
الزمن المخصص:

- 1- الأهداف التعليمية:
 - دراسة معلمات المصابيح الومضية.
 - دراسة شكل نبضة التيار الخارجة.
- 2- التسهيلات التعليمية (مواد ، عدد ، أجهزة):
 - مصباح الكربتون.
 - اسلاك ربط.
 - مغير فولطية (او فولطية متغيرة).
 - مجس قياس التيارات العالية، مجس لقياس الفولطيات العالية (High voltage probe).
- 3- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة، معيار الأداء، الرسومات.

1 ارتد بدلة العمل الملائمة لجسمك مع مراعاة تحوطات الامان.



2 خذ مصباحا مملوءا بغاز الكربتون والذي تكون اقطابه من مادة التنكستن النقي بحيث يكون القطب الموجب مسطح الشكل اما القطب السالب فيصنع بشكل نصف كروي بعد ذلك نلحم الاقطاب بمادة الديفيكون (لحام بارد).

3 اربط المصباح بمجهاز قدرة مستمر (3kV) ومتغير.

4 قم بقياس قيمة فولطية التفريغ (V) على طرفي المصباح, من مجس الفولطية المربوط على التوازي مع المصباح وقيمة تيار التفريغ (i) من مجس التيار (المقاومة) المربوط على التوالي معه.

5 اعد الخطوة (4) مرات عدة (سبع مرات مثلاً) لكي تحصل على نقاط كافية للرسم البياني.

$i^{1/2}$	i	V

6 ارسم رسم بياني بين (V) على محور الصادات و ($i^{1/2}$) على محور السينات. وستلاحظ بأن النقاط تكون على شكل خط مستقيم ومن ميل خط المستقيم نجد قيمة ثابت خصائص الممانعة لمصباح الكربتون (K_0).

$$K_0 = \tan \theta = \frac{V}{i^{1/2}}$$

الاسئلة

- س1 : على كم نوع يصنع شكل المصباح الوميضي ؟
- س2 : لماذا يستعمل الكوارتز في صناعة المصباح الوميضي ؟
- س3 : ما المواصفات القياسية للمصباح الوميضي ؟
- س4 : ما قانون زمن الصعود (rise time) ؟
- س5: املاً الفراغ بما يناسبه :
- 1- و يؤثر على عمل المصباح الوميضي
- 2- يتم ملء المصباح الوميضي بأحد الغازات وغالباً ما تكون هذه الغازات هي و
- س7 : ما المقصود بالمصباح الوميضي ؟
- س8: اكتب العلاقة بين فولتية التفريغ الكهربائي والتيار التفريغ الكهربائي داخل المصباح الوميضي
- مبيناً المعنى الفيزيائي لكل رمز؟
- س9: في حالة مصباح الزينون ما قيمة الثابت (K) عند ضغط مقداره (450 Torr)؟
- س10: ان خصائص الاشعاع الخارج من المصباح الوميضي ومصباح الكربتون القوسي هي دالة لمجموع مؤثرات. اذكرها؟
- س11: تمتلك المصابيح الوميضية العديد من الخصائص المؤثرة في عملها ومنها الخصائص الكهربائية ومن ابرزها خصائص الممانعة, ماذا تحدد خصائص الممانعة ؟
- س12: لمن تكون ممانعة قوس البلازما دالة؟
- س14: من اي معدن تصنع الاقطاب الكهربائية ؟ وماهي مواصفات ذلك المعدن؟

استمارة قائمة الفحص				
الجهة الفاحصة:				
اسم الطالب:		المرحلة: الثالثة		التخصص: قسم الليزر
اسم التمرين: معلمات المصابيح الومضية .				
الرقم	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
المجموع				
اسم الفاحص:		التوقيع:		
التاريخ:				
الدرجة الدنيا لاجتياز التمرين 60% وأقل منها يعيد الطالب الخطوات التي رسب فيها.				
توقيع المدرب		توقيع المدرب		توقيع رئيس القسم

صيانة المصابيح الومضية ومحاذيرها

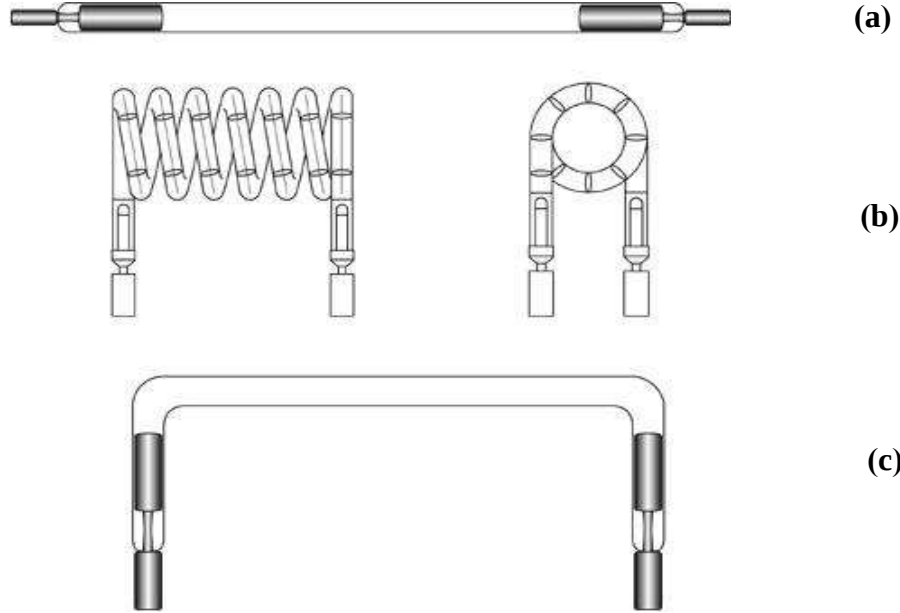
Maintenance of flash lamps and their precautions

المصابيح الومضية هي مصادر نبضية للضوء، وتكون بشكل خطي أو حلزوني وبأغلفة مصنوعة من مادة الكوارتز ذات مقطع عرضي دائري، تملأ بالغاز يكون عادة غاز نبيل (خامل)، مثل الزينون أو الكريبتون، ولها قطبين مثبتين باحكام داخل الغلاف. بداية التفريغ الكهربائي يحدث عند تسليط فرق جهد عالي من اىصال قطبي المصباح بمجهز القدرة والحصول على تيار نبضي عالٍ، اثناء سريان هذا التيار النبضي خلال الغاز سينبعث اشعاع ضوئي قوي.

تستعمل المصابيح الومضية بنطاق واسع للضخ النبضي في ليزرات الحالة الصلبة وكذلك تستعمل في التصوير الضوئي وفي بعض التطبيقات مثل دراسة ظاهرة الفسفرة. المصابيح الومضية تكون على انواع منها:

• المصابيح الومضية الخطية:

وهي بشكل انابيب مستقيمة، بقطر (3-19)mm وبسمك (1-2)mm، وبطول (5-50)cm . كما مبين في الشكل (a-1).



الشكل (1) انواع المصابيح الومضية

الاعلى (a) المصباح الومضي الخطي الاوسط (b) المصباح الومضي الحلزوني ، مقاطع كلية وجانبية الاسفل (c) المصباح الومضي على شكل حرف U

• المصابيح الومضية الحلزونية:

تكون ذات تقوسات تزيد من طول المصباح الوميضي وكذلك تجعله ذا مساحة اكبر، وبذلك تستطيع توفير طاقة نبضية عالية لقضيب الليزر. وهي تشبه المصباح الوميضي الخطي من حيث السمك والقطر، شكل (1-b).

• المصباح الوميضي بشكل حرف - U:

يكون اساسا مصباح وميضي خطي بنهايات مصممة بشكل حرف - U كما مبين الشكل (1-c). ان هذا الترتيب يسمح بتوصيل الكهربائية الى نهاية المصباح ويعمل على تقريب المسافة من قضيب الليزر ، الذي يكون قريب من الجزء الطويل للمصباح. هذه المصابيح يبدو ان استعمالها قد اصبح أقل في ليزرات الحالة الصلبة الحديثة.

يملاً المصباح عادة تحت ضغط (300-700) torr ، ويملاً معظمها على الاغلب بغاز الزينون لكونه يعطي اشعاعية خارجة عالية مقارنة بالغازات الاخرى. يستعمل غاز الكربتون لملأ المصابيح الوميضية لضخ ليزرات نيديميوم - ياك، حيث في بعض التطبيقات انبعاث الاشعاع من غاز الكربتون يوفر دور افضل في طيف الامتصاص لمواد الليزر (ليزر نيديميوم - ياك).

اسم التمرين: صيانة المصابيح الوميضية ومحاذيرها. رقم التمرين: (7)

مكان التنفيذ: الزمن المخصص:

1- الأهداف التعليمية:

■ صيانة المصابيح الوميضية.

■ الوقاية من الاضرار الناتجة عنها.

2- التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة):

■ مصباح وميض.

■ نظارات واقية.

■ قفازات.

■ نسيج من الكتان.

■ ميثانول.

■ كارتردج: جسيم مرشح ، ماء غير مؤين.

3- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، معيار الأداء، الرسومات.



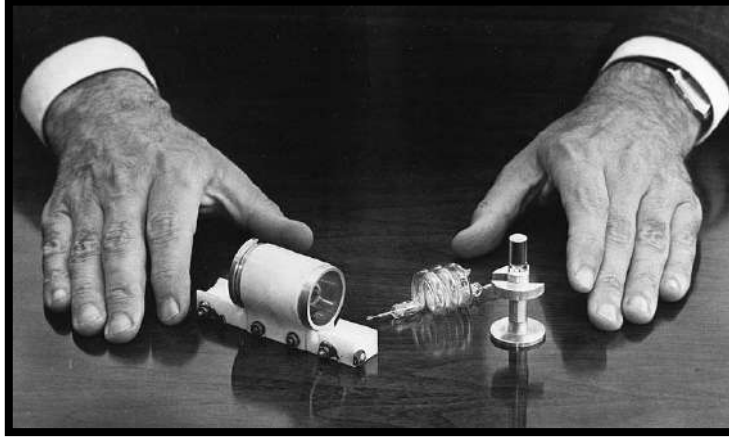
1 ارتد بدلة العمل الملائمة لجسمك مع مراعاة تحوطات الامان.

1

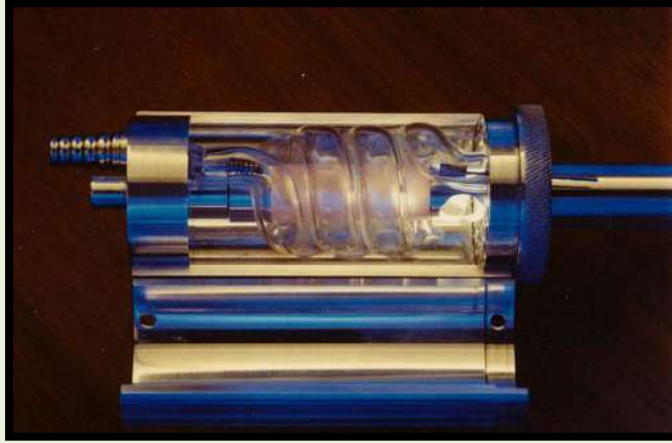
2 ارتد النظارات الواقية والقفازات عندما تتعامل او تنصب المصابيح الوميضية وتنظيفها وازالتها.



3 لا تسلط ضغط على ميكانيكية المصابيح الوميضية.

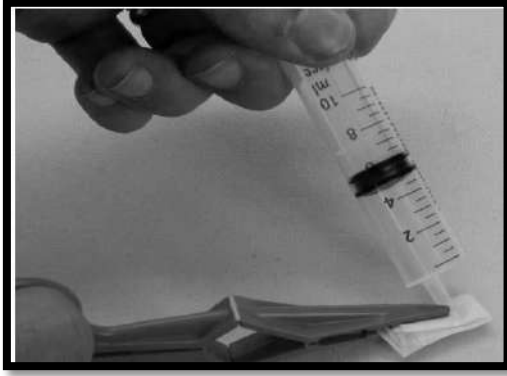
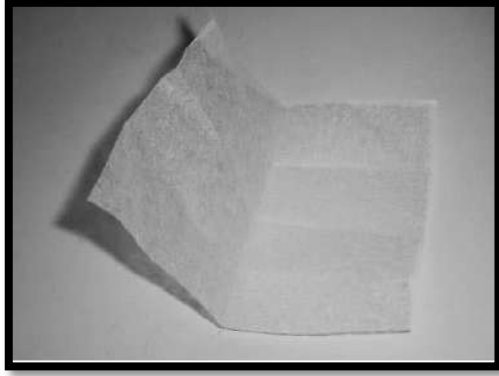


4 احذر من كسر او خدش غلاف المصباح الوميضي.



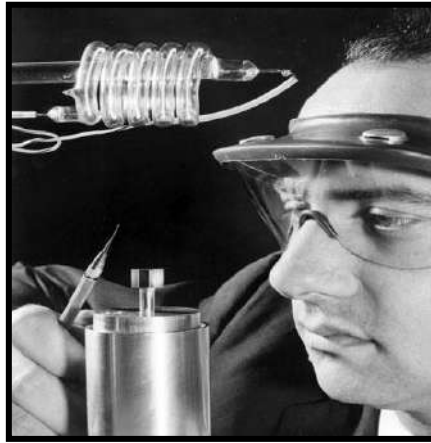
5 لا تدع غلاف المصباح الوميضي يتلوث بالتراب ، النفط ، بصمات الاصابع ، أو اية ملوثات اخرى.

6 اذا تطلب الامر تنظيف غلاف المصباح الوميضي، امسحه بعناية بنسيج الكتان والمبلل بالميثانول.

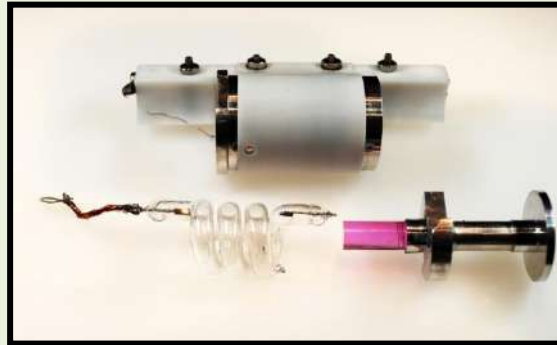


7 تأكد من تثبيت توصيلات الكهرباء على طرفي اقطاب المصباح الوميضي باحكام حتى لا يحدث تسريب الكهرباء.

8 عند تنصيب المصباح الوميضي ، اذا كان حامل المصباح الوميضي مستعمل ، تأكد من خلوه من الصدا.



9 تأكد من وجود العلامة الحمراء التي تشير الى مؤخرة الانود للمصباح الوميضي. تأكد من ادخال المصباح الوميضي في حامله وفي الاتجاه المناسب.



10 تولد المصابيح الوميضية انواع مختلفة من الاخطار، وهذه الاخطار تتضمن انفجار المصباح الوميضي، انبعاث اشعة فوق بنفسجية، توليد الاوزون.

11 تزداد اخطار الانفجار وذلك عند اشتغال المصابيح الوميضية بتيار كهربائي عالي جدا والذي يسبب نبضات مضغوطة ومتصادمة داخل غلاف المصباح الوميضي. وهذا يكون موجودا عندما تشتغل المصابيح الوميضية بقيم عالية من الطاقة الداخلة (اي تأكد من فولتية القمة للمصباح ولا تسلط فولتية اكثر من المطلوب).



12 انفجار المصابيح الوميضية يسبب تطاير شظايا زجاج الكوارتز والذي يسبب العمى أو اية جروح اخرى، لذلك يجب ان تحفظ المصابيح الوميضية داخل بيت واق ومحاط بغلاف قوي يقاوم الانفجار ويحوي شظايا الكوارتز المتطايرة داخله.



13 المصابيح الوميضية تولد اطوال موجية قصيرة (اشعة فوق بنفسجية) والتي قد يمكن ان تسبب حروق في الجلد والسطح الخارجي للعين لذلك يجب ارتداء ملابس واقية ونظارات واقية وماصة للاشعة فوق البنفسجية عند العمل بالقرب من هذه المصابيح الوميضية.

الاسئلة

- س1: اي انواع الليزرات تستعمل المصباح الوميضي للضح النبضي؟
- س2: في اي التطبيقات تستعمل المصابيح الوميضية؟
- س3: لماذا يستطيع المصباح الوميضي الذي يكون بشكل حلزوني ان يوفر طاقة نبضية عالية لقضيب الليزر؟
- س4: اي شكل من اشكال المصابيح الوميضية يساعد على توصيل الكهربائية الى نهاية المصباح؟
- س5: تحت اي ضغط تملأ المصابيح الوميضية بالغاز؟
- س6: لماذا يفضل غاز الزينون لملئ معظم المصابيح الوميضية عن الغازات الاخرى ؟
- س7: اي نوع من انواع الليزرات يستعمل فيه غاز الكربتون لملئ المصباح الوميضي؟
- س8: كيف يمكن الوقاية من المخاطر التي تسببها المصابيح الوميضية عند انفجارها؟
- س9: متى تزداد اخطار انفجار المصابيح الوميضية؟
- س10: لماذا تحفظ المصابيح الوميضية داخل بيت واق ومحاط بغلاف قوي؟
- س11: تولد المصابيح الوميضية انواعا مختلفة من الاخطار, ماذا تتضمن هذه الاخطار؟
- س12: في هذا التمرين, كيف تنظف غلاف المصباح الوميضي ؟
- س13: علل لماذا يجب ارتداء ملابس واقية ونظارات واقية وماصة للأشعة فوق البنفسجية عند العمل بالقرب من هذه المصابيح الوميضية؟
- س14: متى تكون بداية التفريغ الكهربائي في المصابيح الوميضية؟
- س15: لماذا يجب التأكد من تثبيت توصيلات الكهرباء على طرفي اقطاب المصباح الوميضي باحكام؟

استمارة قائمة الفحص				
الجهة الفاحصة:				
اسم الطالب:		المرحلة: الثالثة		التخصص: قسم الليزر
اسم التمرين: صيانة المصابيح الومضية .				
الرقم	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
المجموع				
اسم الفاحص:		التوقيع:		
التاريخ:				
الدرجة الدنيا لاجتياز التمرين 60% وأقل منها يعيد الطالب الخطوات التي رسب فيها.				
توقيع المدرب		توقيع المدرب		توقيع رئيس القسم

دوائر القدح (فجوة الشرارة والمصابيح الوميضية) Trigger Circuits for (Spark Gap and Flash Lamp)

ان فولطية تشغيل المصباح الوميضي تكون غير كافية لاتمام عملية التشغيل ، وسبب ذلك يرجع الى مقاومة المصباح العالية (المتأتية من بعد المسافة بين الاقطاب ومقاومة الغاز) لذا فان فولطية التشغيل لا يمكنها احداث التفريغ الكهربائي بين قطبي المصباح دون مؤثر خارجي وهو على نوعين:-

اولا- دائرة القدح:

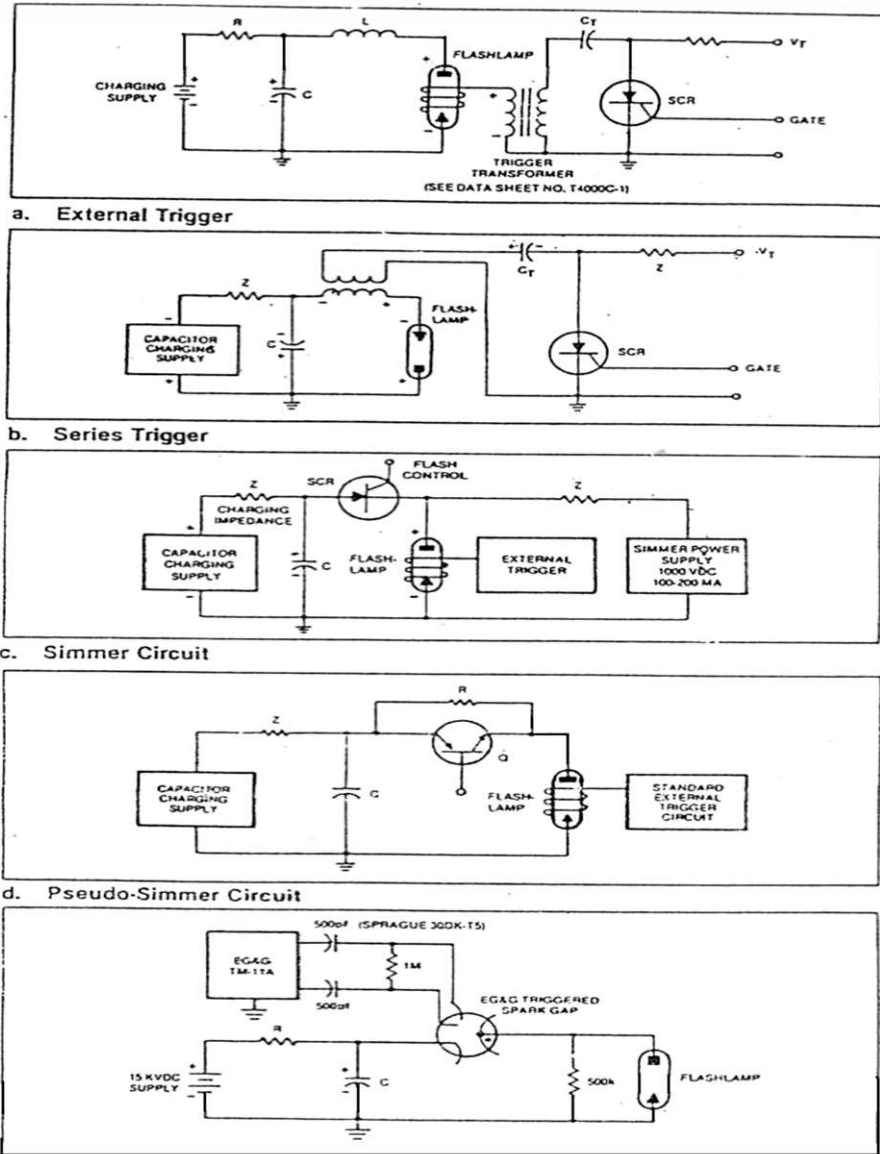
اذ تقوم هذه الدائرة بتجهيز شرارة كهربائية ذات فولطية عالية (تصل الى بضعة الاف من الفولطيات) تعمل على تأين الغاز الموجود داخل المصباح مولدة بذلك ايونات سالبة واخرى موجبة قادرة على نقل التيار واحداث التفريغ الكهربائي بين الاقطاب.

ثانيا- فجوة الشرارة:

التي هي عبارة عن قطبين بشكل نصف دائري احدهما مثقوب من المنتصف مصنوعة من معدن (البراص او الفولاذ) ، المسافة بين القطبين صغيرة تقدر بـ (2-10mm) حيث تعمل هذه الفجوة على امرار الشرارة الكهربائية لدائرة انتقال الشحنة المستعملة في مجهزة القدرة النبضية لليزرات الغازية بشكل عام اي تعمل كمفتاح (فتح/غلق) (ON\OF).

دائرة القدح (Trigger circuit):

الغرض من دائرة القدح هو كسر الأصرة في مصباح الضخ من اجل الحصول على توهج والنتاج من التفريغ لشحنة مخزونة عن طريق متسعة الشحن الرئيسية, ان نبضة القدح تقوم بإحداث تأين أولي للغاز داخل المصباح وتكون على شكل نبضات لفولطية مستمرة يمكن السيطرة عليها, ومع وجود الفولطية الموجودة من جهاز القدرة على قطبي المصباح التي بحد ذاتها لا تكفي لتشغيل المصباح (المصابيح التي بداخلها غازات نبيلة) لذلك فان دوائر القدح مهمة وعامل أساسي للحصول على التفريغ لانها تعمل على أحداث انهيار في مقاومة الغاز بين القطبين, وهناك أشكال وتصاميم عديدة من دوائر القدح ولكل منها ميزة خاصة بها كما موضح في الشكل (1).



الشكل (1) بعض اشكال دوائر القذح

ان أكثر دوائر القذح استعمالا هي دوائر القذح الخارجية (External Trigger) ودوائر قذح التوالي (Series Trigger) في النوع الأول يتم لف سلك حول المصباح الوميضي يمرر من خلاله فولتية عالية وسريعة تعمل على أحداث تأين أولي داخل المصباح، أما في النوع الثاني فان السلك يربط على التوالي مع المصباح حيث تضاف الفولتية الخارجة من جهاز القدرة إلى فولتية القذح .
تفضل دوائر القذح الخارجية على دوائر القذح الأخرى، حيث يمكن الاعتماد عليها في الأداء بالإضافة إلى سهولة استعمالها وكلفتها الاقتصادية المناسبة.

اسم التمرين: دوائر القدح لفجوة الشرارة . رقم التمرين: (8)
مكان التنفيذ: الزمن المخصص:

1- الأهداف التعليمية:

■ عمل دائرة قدح لفجوة الشرارة.

2- التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة):

■ مادة البراص.

■ حاوية من مادة البيرسبكس.

3- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، معيار الأداء، الرسومات.



1 ارتد بدلة العمل الملائمة لجسمك مع مراعاة تحوطات الامان.

2 تتألف فجوة القدح (الغالق) من ثلاثة اقطاب Three Electrode spark gap اثنتان منها تمثل اقطاب رئيسة من البراص نصف كروية بقطر (20mm) متقابلين.

3 ضع الاقطاب الثلاثة داخل حاوية من مادة البيرسبكس بقطر (100mm) واثقب من الجوانب ثقبين متقابلين لامرار الهواء المضغوط (احيانا يستعمل غاز النيتروجين N_2).

وبصورة جارية ولهذا الهواء فائدة مهمة جدا فهو الغاز المؤين باستمرار اثناء عملية انهيار الغاز ومرور التيار.

4 ضع القطبان الرئيسيان على مسافة ما بين (3-6mm) ويمكن تغير المسافة بين القطبين حسب الحاجة عن طريق جعل احد القطبين (الموجب) غير ثابت (متغير) بوضعه على حامل مسنن.

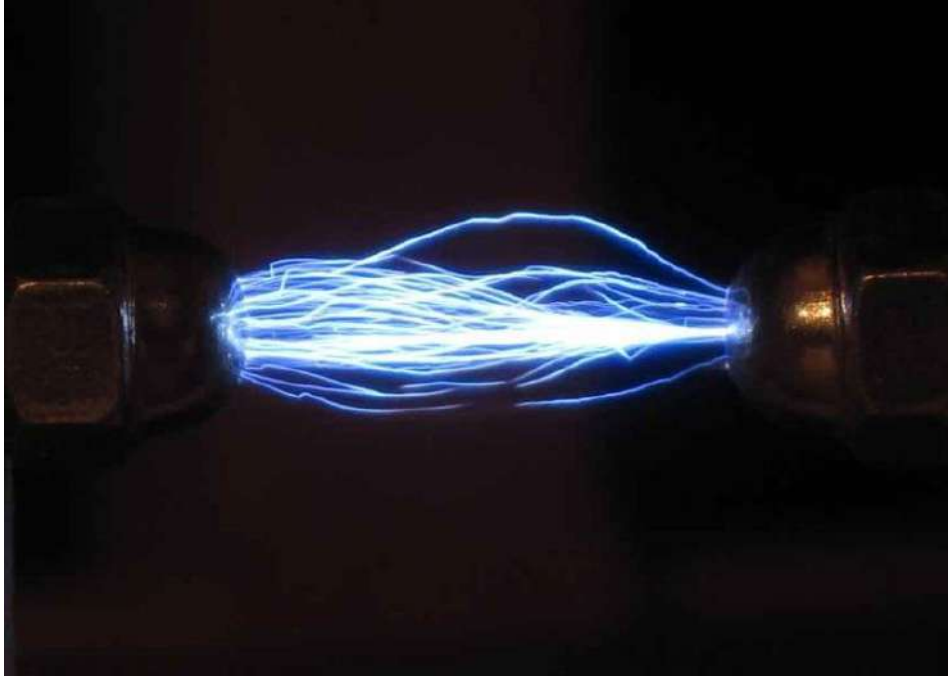
الاسئلة

- س1: ما اهمية دائرة القدح؟
- س2: ما المقصود بفجوة الشرارة؟
- س3: ما عمل فجوة الشرارة؟
- س4: في هذا التمرين, كم عدد الاقطاب التي تتألف منها فجوة القدح ؟
- س5: لماذا تكون فولطية تشغيل المصباح الوميضي غير كافية لاتمام عملية التشغيل ؟
- س6: ما اكثر دوائر القدح استعمالا ؟
- س7: لماذا تفضل دوائر القدح الخارجية على دوائر القدح الاخرى ؟

استمارة قائمة الفحص				
الجهة الفاحصة:				
اسم الطالب:		المرحلة: الثالثة		التخصص: قسم الليزر
اسم التمرين: معلمات المصابيح الومضية .				
الرقم	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
المجموع				
اسم الفاحص:		التوقيع:		
التاريخ:				
الدرجة الدنيا لاجتياز التمرين 60% وأقل منها يعيد الطالب الخطوات التي رسب فيها.				
توقيع المدرب		توقيع المدرب		توقيع رئيس القسم

التركيب الميكانيكي لفجوة القدح Construction of the Spark Gap Mechanical

بسبب انماط التشغيل لمنظومات الليزر والمعتمدة على التفريغ الكهربائي السريع جداً لنمط التشغيل النبضي وكما بينا في التجارب (التمارين) السابقة حول انماط التشغيل المستمر والمتناوب لليزرات بشكل عام ولليزرات الغازية بشكل خاص. لذا يتطلب استعمال مفتاح سريع لغرض تفريغ شحنة المتسعة عبر الاقطاب وبزمن قصير جداً في عموم منظومات الليزر ذات التشغيل النبضي ولتحقيق استقرار عالية يتم استعمال مفاتيح للفولطية العالية مثلاً الثايروترون (thytron) او الثايرستور أو فجوة القدح ثلاثية الاقطاب. لذا سنقوم في هذه التجربة بعمل فجوة قدح بـبسط انواعها والتي تستعمل كمفتاح سريع للمنظومات الليزرية.



الشكل (1) فجوة قدح

رقم التمرين: (9)

اسم التمرين: حجرة قدح (ميكانيكي)

الزمن المخصص:

مكان التنفيذ :

- 1- الأهداف التعليمية:
 - عمل حجرة قدح (ميكانيكي).
- 2- التسهيلات التعليمية (مواد ، عدد ، أجهزة):
 - مادة البيرسبكس.
 - مادة البراص.
 - مادة التنكستن.
- 3- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، معيار الأداء ، الرسومات.

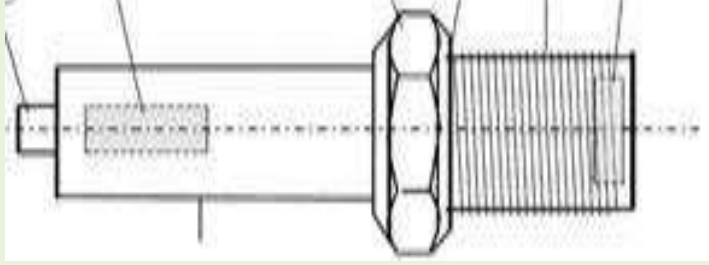
1 ارتد بدلة العمل الملائمة لجسمك مع مراعاة تحوطات الامان.



2 نستعمل عادة مادة البيرسبكس في عمل الهيكل الخارجي لحجرة القدح، لأنها تمتاز بعزل كهربائي جيد، ولا تنكسر بسهولة، وقابلة للتشغيل الميكانيكي، وذات شفافية تساعد على دراسة التفريغ الكهربائي.

3 تؤخذ مادة البيرسبكس وتعمل على شكل اسطوانة بطول 5.3 cm وقطرها الخارجي 7cm بسمك 1cm ومفتوحة من النهايتين للحصول على توزيع منتظم للضغط الجوي.

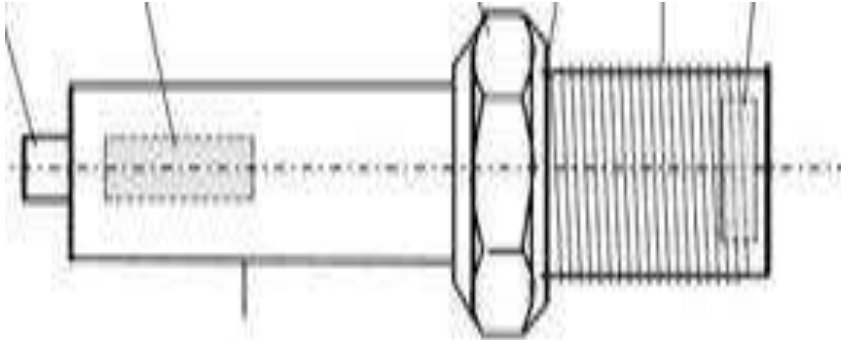
4 نعمل فتحتين جانبيتين بقطر 1.6cm في الاسطوانه ليثبت فيها منفذي دخول وخروج الغاز وكذلك عمل فتحة اضافية ثالثة لتثبيت القطب الثالث ويسمى القادح (trigger electrodes).



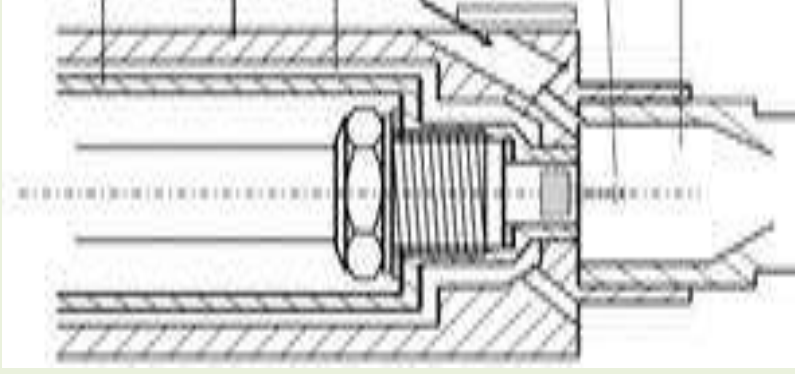
5 نعمل غطائين من معدن البراص للنهائيتين العليا والسفلى وبقطر 6.4cm وسمك 0.2cm وفي كل منها ثلاث فتحات بين كل فتحة زاوية مقدارها 120° للوالب التثبيت في الغطاء العلوي ويكون سمك المنطقة المركزية 1.5cm وبقطر 3cm وفيها ثقب مركزي مسنن بقطر 1cm لتثبيت قطب الكاثود وللسيطرة به على المسافة بين القطبين.

6 نقوم بتهيئة قطبين الاول للكاثود مصنوع من البراص بطول 9cm ذو نهاية بسطح مستوي عند الوسط والثاني قياسي مصنوع من مادة التتكستن والذي يستعمل في فجوات القدح التجارية .

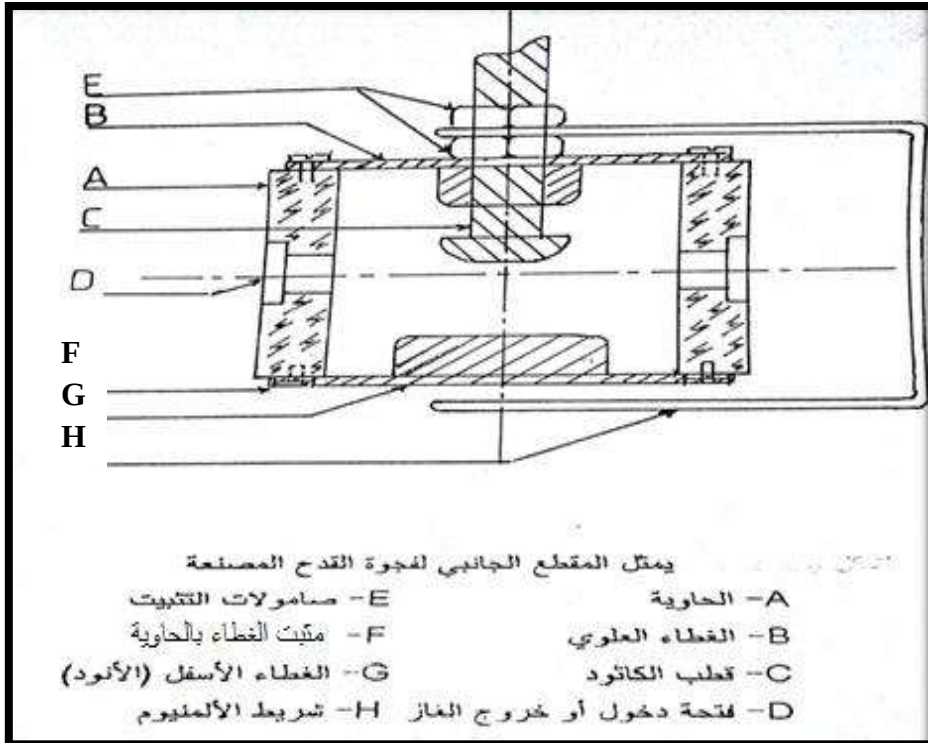
7 يتم تصنيع قطب الانود (الغطاء الاسفل) بسمك 1.5cm وبقطر 5.5cm وتكون المنطقة الداخلية المواجهه لقطب الكاثود ذات مساحة واسعة لتوفير مجال كهربائي منتظم تقريبا .



8 يتم التوصيل الكهربائي لهذه الفجوة عن طريق المساحة الواسعة للغطاء الاسفل (الأنود) وتماسه مع الصفيحة العليا التي تمثل الكاثود (الصغيرة المساحة) للوح المطبوع (p.c.b) الذي هو عبارة عن صفيحة مثبتة مع الصفيحة السفلى ذات المساحة الواسعة (الأنود) بواسطة شريط من الألمنيوم والذي يمثل خطوط نقل الطاقة.



9 اما الكاثود فيتم توصيله مع الصفيحة السفلى المشتركة للوح المطبوع بأستعمال شريط من الألمنيوم (لتقليل الحث) بالابعاد التالية (0.8x0.4x32.5cm) يوجد شق عند نهايته العليا بطول 3cm وعرض 2cm لغرض التثبيت بصورة محكمة مع الكاثود باستعمال الصامولات كما في الشكل التالي والذي يمثل المقطع الجانبي لفجوة القدر المصنعة.



الاسئلة

- س1: لماذا نستعمل مفاتيح الفولطية العالية ؟
- س2: من اي مادة عادة يصنع الهيكل الخارجي لحجرة القذح؟ مامميزات المادة المصنوعة منها؟ وكيف يكون شكلها؟
- س3: كيف يتم دخول وخروج الغاز لحجرة القذح؟
- س4: لماذا تكون المنطقة الداخلة المواجهة لقطب الكاثود ذات مساحة واسعة؟
- س5: كيف يتم التوصيل الكهربائي لفجوة القذح؟
- س6: في هذا التمرين، نقوم بتهيئة قطبين للكاثود، الاول مصنوع من البراص والثاني قياسي مصنوع من اي مادة؟

استمارة قائمة الفحص				
الجهة الفاحصة:				
اسم الطالب:		المرحلة: الثالثة		التخصص: قسم الليزر
اسم التمرين: دوائر القذح .				
الرقم	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
المجموع				
اسم الفاحص:		التوقيع:		
التاريخ:				
الدرجة الدنيا لاجتياز التمرين 60% و اقل منها يعيد الطالب الخطوات التي رسب فيها.				
توقيع المدرب		توقيع المدرب		توقيع رئيس القسم

صيانة منظومات التبريد (Cooling Systems Maintenance)

يعرف التبريد بصورة عامة بأنه إجراء لازالة الحرارة, او خفض لدرجة حرارة الوسط المراد تبريده (هواء - سائل - مواد صلبة) لأقل من درجة حرارة المحيط .
ولفهم عملية التبريد لابد من فهم مبادئ الحرارة وطرق انتقالها ويمكن تعريف الحرارة: بأنها صورة من صور الطاقة المختلفة في حالة انتقال وسريان . وكبدأ عام يمكن تحويل الطاقة من صورة الى اخرى.

انتقال الحرارة:

تنتقل الحرارة من المادة ذات درجة الحرارة الاعلى الى المادة ذات درجة الحرارة الاوطأ وتتوقف عملية الانتقال بين المادتين عند الوصول الى حالة الاتزان الحراري. ان عملية انتقال الحرارة لا تعتمد على كمية الحرارة او كتلة الجسم ولكن تعتمد على مستوى الحرارة والذي يعرف بدرجة الحرارة. ويمكن تعريف درجة الحرارة: بأنها المؤشر او المستوى الذي يبين حالة الجسم الحرارية من حيث انتقال الحرارة منه او اليه اذا تلامس مع جسم اخر .

الأجهزة التي تستعمل آلية التبريد:

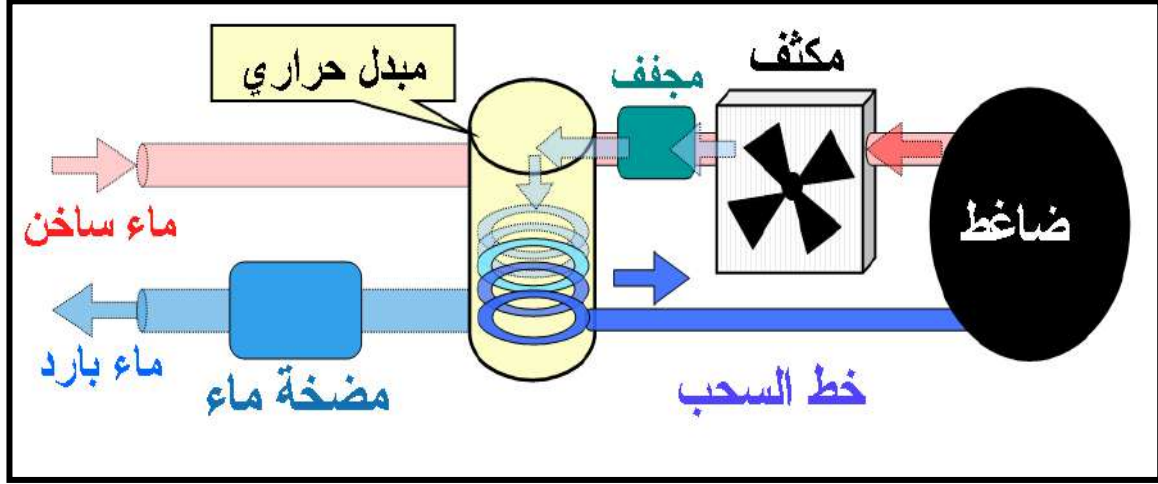
أجهزة التبريد بالهواء:

استعملت آلة التبريد بالهواء قديماً على نطاق واسع قبل أنتشار آلات التبريد البخارية العاملة على الأمونيا والفريونات، وسميت بالهوائية لأنها تستعمل الهواء كوسط تبريد، وتتألف الدورة المبسطة لآلة التبريد الهوائية من أربعة عناصر رئيسة وهي: براد (غرفة تبريد)- ضاغط - مبرد - ممدد توربيني. ويستفاد من آلة التبريد بالهواء على نطاق واسع في عملية تكييف الهواء داخل الطائرات التجارية. وقد تم حالياً رفع أداء هذه الآلات بعد استعمال المبادلات الحرارية الإرجاعية فيها.

أجهزة التبريد بالامتصاص:

يتم في آلة التبريد بالامتصاص نقل الحرارة من الوسط المبرد ذي درجة الحرارة المنخفضة إلى الوسط الخارجي ذي درجة الحرارة المرتفعة عن طريق صرف طاقة حرارية في حين يتم في آلة التبريد الضاغطة البخارية صرف قدرة ميكانيكية. ويستعمل في تشغيل هذه الآلة وسيط التبريد والمادة الماصة له. ولقد انتشر في الوقت الحاضر استعمال آلات التبريد العاملة على الماء مع الأمونيا أو الليثيوم. تتكون آلة التبريد بالامتصاص من: وعاء الامتصاص، المضخة، المكثف، صمام التمدد، المبخر ومولد البخار. هناك أنواع عدة من آلات التبريد بالامتصاص منها ما يعمل بوجود مضخة مع ضاغط ناظم بخاري والتي تستعمل حينما تكون درجة حرارة المنبع الحراري للمولد منخفضة كما في آلة التبريد بالامتصاص.

تستعمل دورات التبريد بالامتصاص التي تعمل من دون مضخة في البرادات المنزلية والمكيفات، وتمتاز هذه الآلات بعدم وجود أي أجزاء متحركة فيها، مما يساعدها على العمل مدة طويلة من الزمن من دون الحاجة إلى أي صيانة تذكر.



الشكل (1) يوضح المكونات الأساسية لمنظومة التبريد

وسائل تبريد ليزر الدايود:

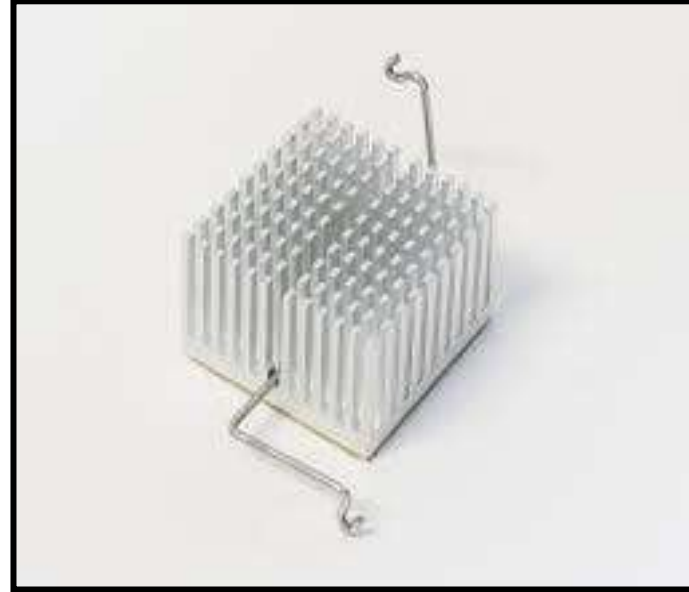
الطريقة المتبعة في تبريد ليزرات اشباه الموصلات هي:

1. المبرد الحراري:

هو عبارة عن شريحة من المعدن تلتصق بسطح الدايود، مربعة الشكل أو مستطيلة عادة إلا أن بعضها شبه دائري يخرج منها بشكل عمودي عدد كبير من العواميد المعدنية، وفائدة هذا المبرد الحراري هو إنتشار الحرارة الناتجة من المعالج بين القضبان العمودية ذات المساحة السطحية الكبيرة فتقوم بتبديد الحرارة. يصنع المبرد الحراري عادة من الألمنيوم لأنه موصل جيد للحرارة، ويجب أن يكون مدخل الهواء أبعد ما يمكن عن المخرج حتى لا يعود الهواء الساخن الخارج من المبرد للدخول مرة ثانية. يجب أن يكون المبرد الحراري ملتصقاً بسطح الدايود تماماً، أن حرارة الدايود أثناء العمل تعتمد على كفاءة المبرد الحراري وعلى كمية الحرارة التي ينتجها الدايود وأيضاً على درجة حرارة النظام ولا يمكن لأي مبرد حراري أن يحفظ درجة حرارة الدايود إلى أقل من درجة حرارة النظام لأن الهواء الذي يدفع بين عواميد المبرد الحراري مأخوذ من النظام نفسه. أحد أسباب ارتفاع درجة حرارة الدايود هو وجود الأتربة داخل المبرد الحراري مما يمنع الهواء من المرور فيه ويسمح بارتفاع درجة الحرارة ومن المفيد تنظيف المبرد الحراري من الداخل.

2. مروحة التبريد:

عملها هو دفع الهواء بين العوااميد المعدنية للمبدد الحراري بحيث يمكن تبديد قدر أكبر من الحرارة، وقد يستعمل المبدد الحراري بدون مروحة تبريد وهذا يقلل التكلفة ويجعل الدايود غير معرض للتلف بسبب توقف المروحة عن العمل ولكن استعمال المروحة يجعل التبريد أفضل ، كما موضح في شكل(2).



الشكل (2) يوضح المبدد الحراري

اسم التمرين: صيانة منظومات التبريد . رقم التمرين: (10)

مكان التنفيذ: الزمن المخصص:

1- الأهداف التعليمية:

- التعرف على انواع المنظومات المستعملة في تبريد منظومة الليزر.
 - التعرف على المكونات الاساسية لمنظومة التبريد.
 - صيانة منظومة التبريد الملحقة.
 - معرفة العوامل الاساسية المؤثرة على كفاءة المنظومة.
- ### 2- التسهيلات التعليمية (مواد ، عدد ، أجهزة):

- منظومة تبريد موجودة في المختبر.
- سائل تبريد او منظومة لتقطير الماء.
- ادوات وعدد الكترونية.

3- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، معيار الأداء ، الرسومات.

1 ارتد بدلة العمل الملائمة لجسمك مع مراعاة تحوطات الامان.



2 تأكد من منسوب سائل التبريد او الماء غير الأيوني داخل منظومة التبريد, لتجنب ارتفاع درجة الحرارة في حالة نقصان مستوى السائل. يجب استعمال سائل خاص بالتبريد او ماء غيرأيوني لتجنب مشاكل التوصيل الكهربائي أثناء دورة التبريد.

3 الحفاظ على معدل جريان ثابت لسائل التبريد أثناء تشغيل منظومة الليزر وذلك لتجنب الاهتزازات الناتجة وتأثيرها على الخرج الليزري.

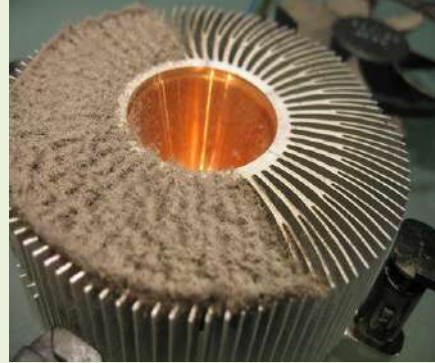
4 احرص على معاينة التوصيلات من منظومة التبريد الى منظومة الليزر وبالعكس وخلوها من اي تسريب لانه يؤثر على كفاءة التبريد.

5 ضبط معدل ضغط سائل التبريد بالقيمة التي تتناسب مع الانابيب المستعملة وذلك لتجنب تلف انابيب التوصيل و(الواشرات).

6 تأكد من عمل ضاغطة غاز التبريد داخل منظومة التبريد التي تقوم بتبريد الماء بصورة جيدة, وفي حالة ارتفاع درجة الحرارة او نقصان الكفاءة فالسبب يعود الى وجود تسريب في غاز التبريد او عدم عمل الضاغط بشكل جيد.

7 احرص على وضع منظومة التبريد في مكان مفتوح ووجود مكان للتهوية لزيادة كفاءة المنظومة ويحصل تبادل حراري بشكل جيد.

8 اما في حالة أجهزة التبريد بالهواء فان أحد أسباب ارتفاع درجة الحرارة هو وجود الاتربة والغبار داخل المبدد الحراري مما يمنع الهواء من المرور فيه ويسمح بارتفاع درجة الحرارة كذلك يجب التأكد من عمل المروحة بشكل جيد وعدم وجود اهتزازات عالية .



الاسئلة

- س1: عرف مايلي:
التبريد، درجة الحرارة، المبدد الحراري، الحرارة.
- س2: علام تتوقف عملية انتقال الحرارة بين مادتين وضح ذلك ؟
- س3: ما الطريقة المتبعة في تبريد ليزرات اشباه الموصلات؟
- س4: ما فائدة المبدد الحراري ؟
- س5: ما فائدة مروحة التبريد في المبدد الحراري؟
- س6: من اي مادة عادة يصنع المبدد الحراري ؟
- س7: عدد الطرق المتبعة في تبريد ليزرات اشباه الموصلات ؟ ثم اشرح واحدة فقط؟
- س8: عدد انواع الاجهزة التي تستعمل آلية التبريد؟
- س9: ممن تتألف آلة التبريد الهوائية؟
- س10: ما مكونات آلة التبريد بالامتصاص ؟
- س11 : ما هو سبب ارتفاع درجة حرارة ليزر الدايود؟
- س12 : على ماذا تعتمد حرارة ليزر الدايود اثناء العمل ؟
- س13: في هذا التمرين، لماذا يجب علينا الحفاظ على معدل جريان ثابت أثناء تشغيل منظومة الليزر؟
- س14: هناك نوعان من الاجهزة تستعمل آلية التبريد، اذكرهما ؟
- س15: تتألف الدورة المبسطة لآلة التبريد الهوائية من اربعة عناصر رئيسية ، اذكرهم؟
- س16: ما مكونات آلة التبريد بالامتصاص؟
- س17: في هذا التمرين، لماذا يجب علينا ان نحرص على معاينة التوصيلات من منظومة التبريد الى منظومة الليزر وبالعكس وخلوها من اي تسريب؟

استمارة قائمة الفحص				
الجهة الفاحصة:				
اسم الطالب:		المرحلة: الثالثة		التخصص: قسم الليزر
اسم التمرين: صيانة منظومات التبريد .				
الرقم	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
المجموع				
اسم الفاحص:		التوقيع:		
التاريخ:				
الدرجة الدنيا لاجتياز التمرين 60% و اقل منها يعيد الطالب الخطوات التي رسب فيها.				
توقيع المدرب		توقيع المدرب		توقيع رئيس القسم

تحقيق التأين الاولي باستعمال الاوتاد

Preionization by pins

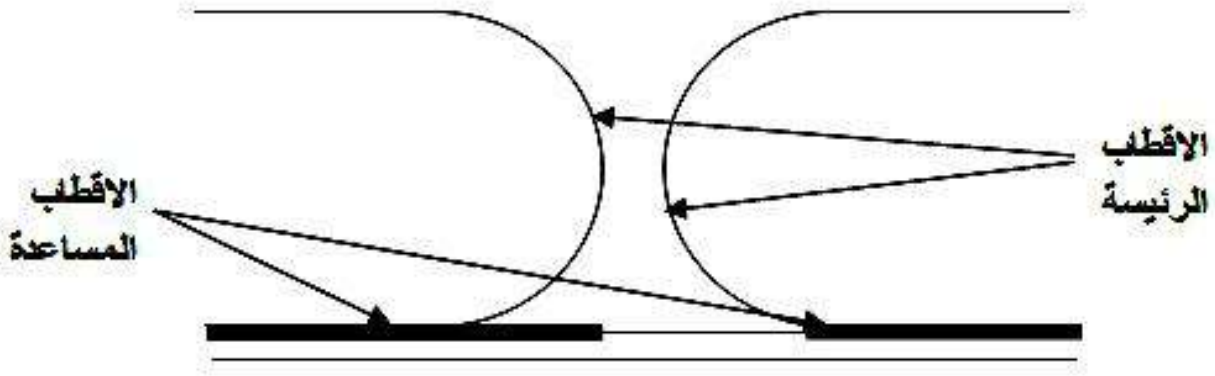
يعد التأين الاولي من الوسائل المهمة المتبعة في منظومات الليزر لتأثيره الايجابي على قدرة الليزر الخارجية. حيث يعمل التأين الاولي على زيادة كثافة حاملات الشحنة في الوسط الفعال قبل حدوث التفريغ الكهربائي الرئيسي. ويحد من نشوء التفريغ القوسي (arc discharge) الذي يظهر عادة عند زيادة كل من ضغط الغاز والفولطية المسلطة.

يعمل التفريغ القوسي على تشتيت الطاقة الكهربائية المخزونة ويولد عدم تجانس حراري في الكثافة البصرية ويحد من استقرارية الليزر وقدرته. ومن هنا تظهر اهمية التأين الاولي لتأمين سهولة حدوث تفريغ كهربائي رئيس متجانس في الغاز والحد من تأثير التفريغ القوسي ، اضافة الى تأثيره الايجابي على معدل التكرارية للمنظومة (repetition rate).

يلجأ الباحثون الى الحد من تأثير التفريغ القوسي او تقليله الى اقل حد ممكن باستعمال وسائل متعددة ومختلفة بالاعتماد على مواصفات الدائرة الكهربائية ، ومقدار التكافؤ بين ممانعة البلازما وممانعة دائرة التجهيز ، وبصورة جزئية باستعمال التأين الاولي (preionization) الذي يتم الحصول منه على تفريغ توهجي منتظم بواسطة انتاج تجانس عال في تركيز الالكترونات قبل واثناء التفريغ الرئيسي.

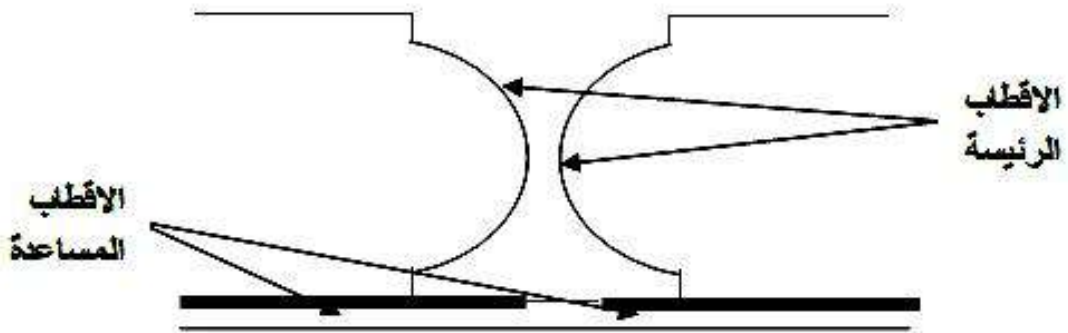
ان اقطاب التأين الاولي تشمل انواع عدة وكما يأتي:

1. التأين الاولي باستعمال الاوتاد (Pins) وهذا ما تم استعماله في تنفيذ التمرين الحالي.
2. استعمال المواد شبه الموصلة كأقطاب تأين اولي وبمختلف المواد والمقاومية (مثل استعمال مادتي السيليكون (Si) والجرمانيوم (Ge) وبنقاوة عالية جدا وبمقاومية تتراوح ما بين (150-200Ω.cm) بالنسبة لمادة السيليكون و(48-50Ω.cm) بالنسبة لمادة الجرمانيوم.
3. تحقيق التأين الاولي بأسلوب حافات النقل: توجد حالتان لامتداد خط النقل داخل القناة الليزرية فاما ان يكون امتدادا من جهة واحدة فقط بحيث يكون التفريغ الاولي بين الشريحة الممتدة داخل الحيز والقطب المقابل. والتاين الاولي يكون سهل الحصول عليه في هذه الحالة بجعل الامتداد للصفحة العليا من جهة فجوة القدح ، وكما في الشكل (1).



الشكل (1) يبين امتداد خط النقل من جهة واحدة داخل القناة الليزرية

والحالة الأخرى هي امتداد خط النقل من الجهتين إلى داخل القناة الليزرية بحيث يكون التفريغ الأولي بين شريحتي (قطبي) التأين الأولي مع مراعاة كون الامتداد لن يتجاوز إلى داخل الحيز المحصور بين تحذب القطبين (منطقة التفريغ الرئيسي)، وكما في الشكل (2).



الشكل (2) يبين امتداد خط النقل من جهتين داخل القناة الليزرية

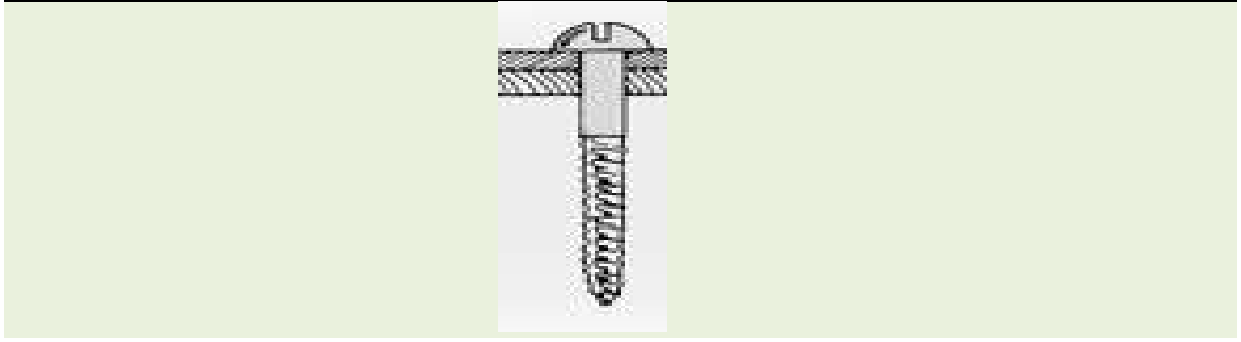
اسم التمرين: تحقيق التأين الاولى باستعمال الاوتاد (Pins). رقم التمرين: (11)
مكان التنفيذ: الزمن المخصص:

- 1- الأهداف التعليمية:
 - تحقيق التأين الاولى باستعمال الاوتاد (Pins).
- 2- التسهيلات التعليمية (مواد ، عدد ، أجهزة):
 - منظومة ليزر غازي (نايتروجين N_2 اوثنائي اوكسيد الكربون CO_2) تعمل وفقا لظروف التفريغ المستعرض.
 - اوتاد (براغي) مسننة من الفولاذ عدد 5.
 - قطعة بيرسبكس عدد 2.
 - شرائح نحاسية عدد 5.
- 3- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، معيار الأداء ، الرسومات.

1 ارتد بدلة العمل الملائمة لجسمك مع مراعاة تحوطات الامان.



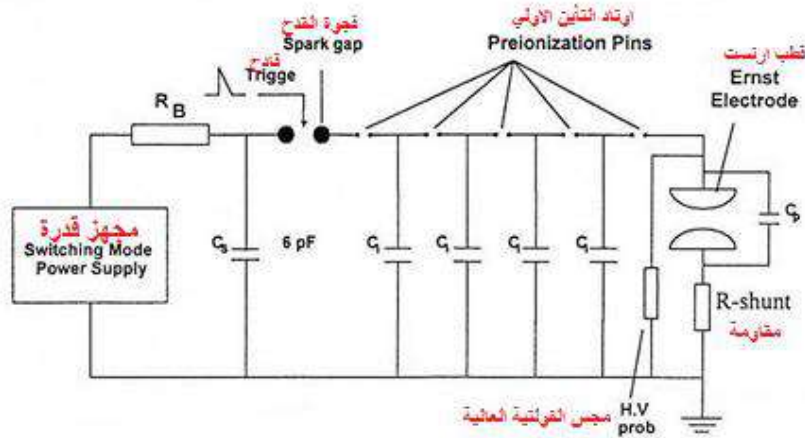
2 خذ خمسة ازواج من البراغي المسننة من الاعلى ومكورة من الاسفل مصنوعة من سبيكة من الفولاذ غير القابل للصدأ بطول (15mm) وبقطر (3mm). الجزء العلوي منه مسنن والجزء السفلي غير مسنن واعمله بشكل نصف دائري للحصول على تفريغ كهربائي منتظم, يبين الشكل البرغي المسنن من الاعلى والمكور من الاسفل.



3 ثبت هذه البراغي على قطعتين من البيرسبكس مستطيلة الشكل بطول (170mm) وعرض (30mm) وسمك (3mm) وثبت هاتين القطعتين معا بدائرتين من البيرسبكس ثم اعمل اخاديد فيهما لتثبيت القطعتين مستطيلتي الشكل.

4 ثبت خمسة براغي في القطعة العليا باستعمال خمس مسننات مثبتة بالقطعة العلوية، وخمسة براغي بالقطعة السفلى باستعمال خمس مسننات مثبتة بالقطعة السفلى ، وثبت الاقطاب الرئيسة بقطعة من البيرسبكس العليا اذ تمثل قطب الفولطية العالية ، والاخرى بالقطعة السفلى وتمثل الارضي بوساطة مسننات.

5 ضع اقطاب التأين الاولي على جانبي الاقطاب الرئيسة بصورة متعاقبة باستعمال شرائح نحاسية لربط كل قطبين من اقطاب التأين الاولي معا بحيث تكون الفاصلة بين قطب وآخر ما بين (1-2mm) وبعد القطب الثانوي عن حافة القطب الرئيسي (5mm) ويبين الشكل حامل الاقطاب الرئيسة والاولية.



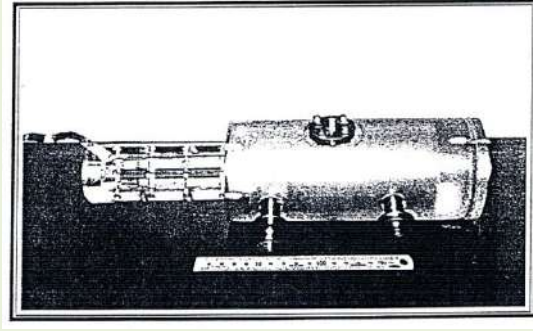
6 ثبت فرق الجهد المسلط على الاقطاب الرئيسة عند قيمة معينة، يبين الشكل صورة فوتوغرافية للمنظومة. علما ان فولطية الانهيار (V) الخاصة بالغاز تكون دالة لكل من الضغط والمسافة.

$$V = f(pd)$$

اذ ان: V : فولطية الانهيار

P : ضغط الغاز

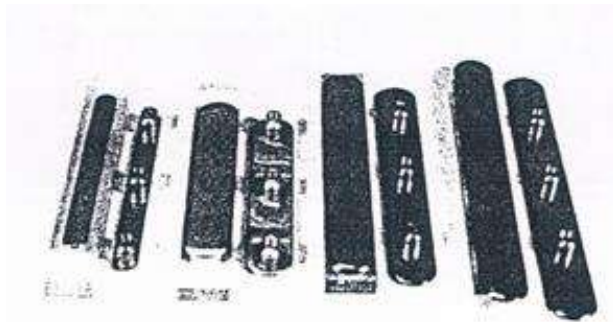
d : المسافة بين الاقطاب الرئيسة



7 غير المسافة بين الاقطاب المساعدة (الاورتاد) ولاحظ حدوث التفريغ الكهربائي التوهجي (Glow discharge).

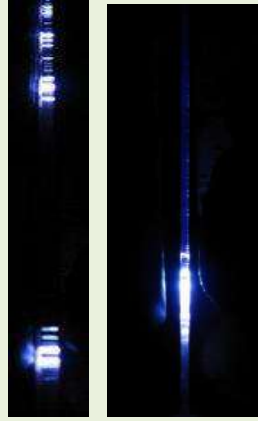
8 سجل قيمة المسافة التي حدث عندها التفريغ الكهربائي التوهجي.

9 غير المسافة بين الاقطاب الرئيسة وصولا الى القيم التي يحصل عندها التفريغ الكهربائي التوهجي (الاقطاب الرئيسة هي عبارة عن قطعتين مصنوعة من مادة البراص بطول (10cm) وعرض (1cm) وسمك (2mm) ويفتح بها ثلاثة ثقوب مسننة من الاعلى غير نافذة لغرض التثبيت بالحامل والمسافة بين الثقوب (3cm) تقريبا ويمكن تغييرها)، ويبين الشكل صورة فوتوغرافية للاقطاب اذ تبين مواقع تثبيت الاقطاب.



ملاحظة: شكل الاقطاب يكون مستطيل وبنهايتين مكورة ويأخذ اشكال جانبية مختلفة حسب مصممها ووفق معادلات معقدة مثلا شكل (روغوفسكي وجانك وايرنست).

10 سجل قيمة المسافة التي حدث عندها التفريغ الكهربائي التوهجي، يبين الشكل التفريغ الكهربائي التوهجي في حالة تقريب الاقطاب (الصورة نحو اليمين) وفي حالة زيادة المسافة بين الاقطاب (الصورة نحو اليسار).



11 خذ قيم اخرى لفرق الجهد المسلط على كل من الاقطاب.

12 كرر الخطوات 6 و 7 و 8 و 9.

13 ادرج قراءاتك في جدول وكالاتي:

المسافة بين الاقطاب الرئيسية D(cm)	المسافة بين اقطاب التأين الذاتي (المساعدة) d(cm)	الفولطية المطبقة V(volt)
		V ₁
		V ₂
		V ₃

14 ماذا تلاحظ من النتائج؟

الاسئلة

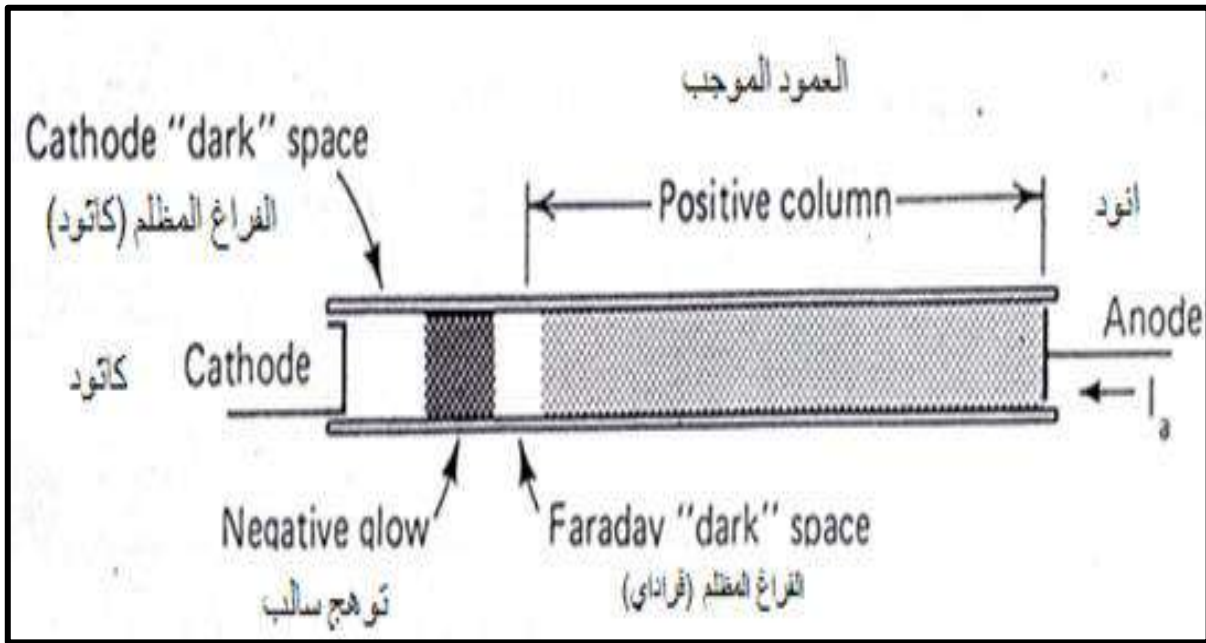
- س1: ما اهمية التأين الاول في منظومات الليزر؟
- س2: كيف يعمل التأين الاول على زيادة قدرة الليزر الخارجة؟
- س3: متى يظهر التفريغ القوسي في منظومات الليزر؟
- س4: ما الآثار السلبية لظهور التفريغ القوسي؟
- س5: كيف يمكن الحد من تأثير التفريغ القوسي او تقليله الى اقل حد ممكن؟
- س6: اذكر انواع التأين الاول؟ وما ابسط هذه الانواع والتي استعملتها في تنفيذ هذا التمرين؟
- س7: بين برسم تخطيطي امتداد خط النقل من جهة واحدة داخل القناة الليزرية؟
- س8: بين برسم تخطيطي امتداد خط النقل من جهتين داخل القناة الليزرية؟

استمارة قائمة الفحص				
الجهة الفاحصة:				
اسم الطالب:		المرحلة: الثالثة		التخصص: قسم الليزر
اسم التمرين: تحقيق التأين الاولي باستعمال الاوتاد (Pins).				
الرقم	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
المجموع				
اسم الفاحص:		التوقيع:		
التاريخ:				
الدرجة الدنيا لاجتياز التمرين 60% و اقل منها يعيد الطالب الخطوات التي رسب فيها.				
توقيع المدرب		توقيع المدرب		توقيع رئيس القسم

دراسة معلمات التفريغ الكهربائي لليزرات الغازية

Study of electrical discharge parameters for Gas Lasers

تتشابه منظومة الليزرات الغازية الطولية والمستمرة بشكل عام من حيث التركيب الميكانيكي، لذا سنأخذ على سبيل المثال ليزر ثنائي اوكسيد الكربون (CO_2 Laser) المستمر التقليدي والذي يتكون من انبوب زجاجي يحتوي بداخله على الخليط الغازي (CO_2 , N_2 , He) بضغط معين وفي نهايته قطبين موصلين بشكل اصبعي (الانود والكاثود) تفصل بينهما مسافة مقدارها (d) ، عند تسليط فرق جهد كهربائي بينهما سيحدث التفريغ الكهربائي كما في الشكل (1). ان التفريغ الكهربائي يتألف من ثلاث مناطق مميزة هي منطقة التفريغ القريبة من الكاثود (cathode region) وتكون شدة التوهج في هذه المنطقة واطنة، ومنطقة التفريغ التوهجي السالب (negative glow) التي يحدث فيها هبوط في الفولطية ومنطقة عمود البلازما الموجب (positive coulumn) الذي يشغل القسم الاكبر من المسافة الفاصلة بين القطبين.



الشكل (1) مناطق التفريغ الكهربائي في انبوب ليزر غازي

يوضح الشكل (2) منحنى خصائص تيار جهد التفريغ الكهربائي التوهجي يقطعه خط الحمل (Load line) عند النقطتين (A , B) اللتان تقعان في منطقة استقرار التفريغ الكهربائي وتعطى معادلة خط الحمل بالعلاقة الاتية :

$$V = V_A - IR_B$$

اذ ان:

V_A : فولتية مجهز القدرة عند النقطة A.

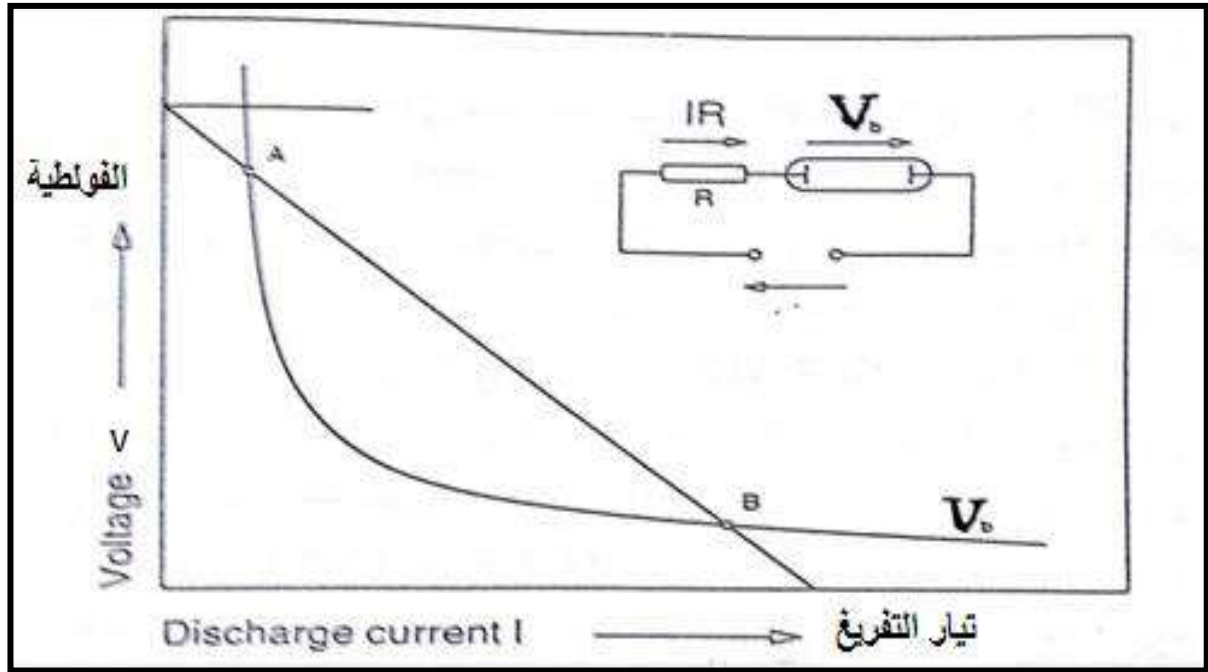
R_B : مقاومة الموازنة (Ω) عند النقطة B.

I : التيار.

تعتمد خصائص التفريغ الكهربائي على:

1. طبيعة الغاز
2. ضغطه
3. طول عمود البلازما
4. قطر الانبوب الزجاجي.

عند بداية تسليط المجال الكهربائي على الغاز لا يوجد سريان للتيار الكهربائي بسبب مقاومة الغاز الاستاتيكية العالية، وبعد فترة قصيرة تبدأ مرحلة انهيار مقاومة الغاز فتتخفض الفولتية ولكن يبقى التيار محافظا على القيم الصغيرة وعند الوصول الى النقطة (A) يبدأ التيار بالنمو نتيجة حدوث تأين ضعيف عند بداية انهيار الغاز والناتج من وجود الاشعة الكونية الطبيعية (Cosmic Rays) ويسمى تيار الانهيار الاولي (Pre-breakdown) وتتراوح قيم التيار في هذه المنطقة بحدود بضعة نانو امبير (nA)، ثم يبدأ التيار بالزيادة حتى يحدث تأين لعدد كبير من جزيئات الغاز وبالتالي تزداد توصيلية الغاز. ويعمل المجال الكهربائي المسلط على تعجيل الالكترونات الابتدائية الى سرعات عالية وبطاقات اعلى ايضا كافية لتأين جزيئات اضافية عن طريق التصادمات، لذا كلما ازداد التيار تبدأ مقاومة الغاز بالتناقص. ان فولتية المقاومة (Sustaining voltage) اللازمة لاستمرارية التفريغ ستتخفض ايضا مع زيادة التيار (النقطة B) فتصبح مقاومة الغاز سالبة (negative resistance) اي لا تخضع لقانون اوم (فرق الجهد = المقاومة × التيار). لذا من اجل ابقاء التيار ضمن حدود معقولة تربط مقاومة موجبة على التوالي مع انبوب التفريغ وتسمى مقاومة الموازنة (ballast resistor). ولجل الحصول على تفريغ توهجي مستقر يجب ان تكون قيمة مقاومة الموازنة اكبر من قيمة مقاومة التفريغ السالبة.



الشكل (2) خواص التفريغ الكهربائي التوهجي

ان قدرة الخرج الليزري لها علاقة مباشرة مع قيمة التيار الداخل، للحصول على قدرة واطئة يتم امرار تيار واطئ اي زيادة مقاومة الموازنة بشرط ان لا تتعدى هذه الزيادة نسبة (20-50) % من المقاومة الاستاتيكية للغاز (Static Resistance). في حين ان زيادة قدرة الخرج تتطلب رفع تيار التفريغ الكهربائي مما يؤدي الى زيادة القدرة الحرارية المتبددة في مقاومة الموازنة التي تتحول الى حرارة فيبدأ التيار بالتناقص.

اسم التمرين: دراسة التفريغ الكهربائي لليزرات الغازية . رقم التمرين: (12)

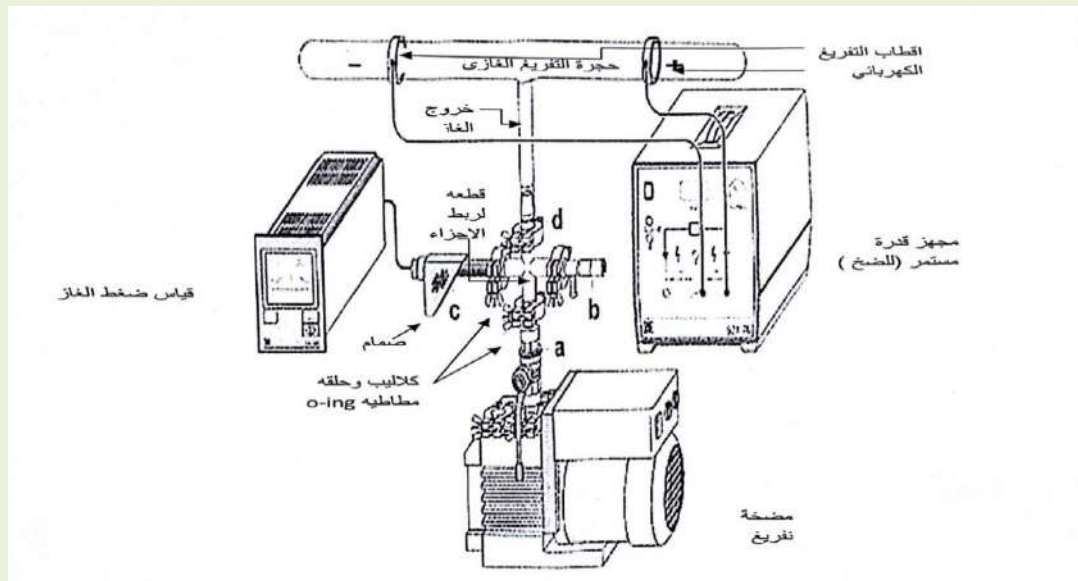
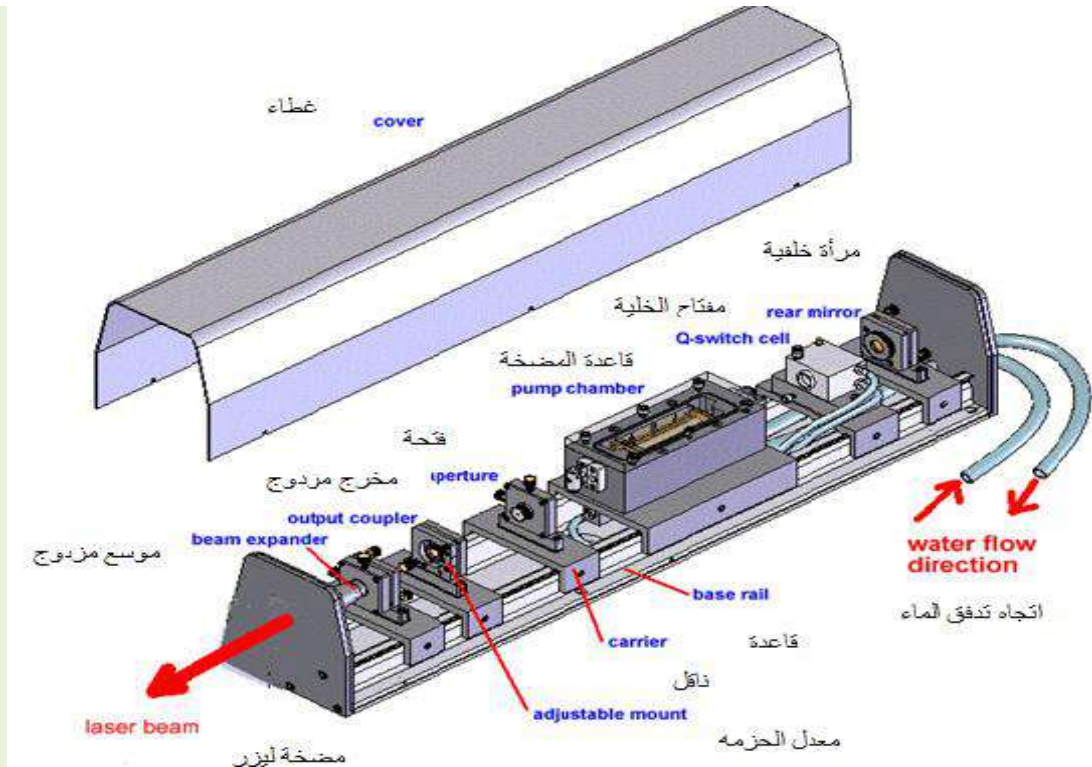
مكان التنفيذ: الزمن المخصص:

- 1- الأهداف التعليمية:
 - دراسة التفريغ الكهربائي لليزرات الغازية.
- 2- التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة):
 - انبوبة زجاجية مزدوجة (انبوبين بقطرين مختلفين).
 - مضخة تفريغ.
 - مقياس جريان ضغط الغاز.
 - صمامات الغاز.
 - حلقات مطاطية.
 - اسلاك ربط.
- 3- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، معيار الأداء، الرسومات.



1 ارتد بدلة العمل الملائمة لجسمك مع مراعاة تحوطات الامان.

2 اربط اجزاء المنظومة ، كما في الشكل .



الشكل يوضح مخطط كلي لمنظومة التفريغ الكهربائي مع كافة اجزاءها

3 اربط احد اطراف الانبوبة المعدنية والتي هي على شكل اشارة جمع (+) مع انبوبة الغاز (d).



4 اربط الطرف (b) بصمام ابري لقتينة الغاز.



5 اربط الطرف (c) بصمام الغاز مع مقياس الضغط.



6 اربط الطرف (a) مع توصيلة مضخة التفريغ (Rotary pump).



7 اربط اقطاب التفريغ الكهربائي بأسلاك (كابل محوري) الى جهاز القدرة ذي فولتية عالية تقريبا (5-10kV).

8 يتم تفريغ المنظومة من الغازات الملوثة عن طريق مضخة التفريغ وذلك بغلق الصمام (b) وفتح الصمام (c).

9 بعد ان يصل مقياس الضغط الى (10^{-3} mbar) يتم غلق الصمام (c) وفتح الصمام (b).

10 يتم ادخال احد غازات التفريغ مثلا غاز CO_2 بضغط مختلفة. ومشاهدة لون التفريغ الكهربائي الذي يحدث.

11 يتم تسليط فولتية التفريغ وتكون متغيرة من (1-5kV) بأسلاك فولتية عالية بطول (25cm) والآخر (50cm).

12 فولتية الانهيار (V) هي دالة (f) لحاصل ضرب ضغط الغاز (p) في المسافة بين القطبين (d) ، وكما في العلاقة الآتية:

$$V = f(pd)$$

الاسئلة

- س1: علام تعتمد خصائص التفريغ الكهربائي ؟
- س2: ما المقصود بمقاومة الموازنة ؟
- س3: ما الغازات التي توجد في منظومة ليزر ثنائي اوكسيد الكربون CO_2 ؟
- س4: ما الذي تتطلبه زيادة قدرة الخرج ؟
- س5: كيف نحصل على تفريغ توهجي مستقر ؟
- س6: كيف تكون شدة التوهج في منطقة التفريغ القريبة من الكاثود ؟
- س7: علل في بداية تسليط المجال الكهربائي على الغاز لا يوجد سريان للتيار الكهربائي ؟
- س8: لمن تكون فولتية الانهيار دالة , اكتب المعادلة ؟
- س9: يتألف التفريغ الكهربائي من ثلاث مناطق متميزة , اذكرها ؟
- س10: ما المقصود بقولنا (تصبح مقاومة الغاز سالبة) ؟
- س11: عندما يبدأ التيار بالزيادة حتى يحدث تأين لعدد كبير من جزيئات الغاز , هل تزداد ام تقل توصيلية الغاز ؟

استمارة قائمة الفحص				
الجهة الفاحصة:				
اسم الطالب:		المرحلة: الثالثة		التخصص: قسم الليزر
اسم التمرين: دراسة التفريغ الكهربائي لليزرات الغازية .				
الرقم	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
المجموع				
اسم الفاحص:		التوقيع:		
التاريخ:				
الدرجة الدنيا لاجتياز التمرين 60% و اقل منها يعيد الطالب الخطوات التي رسب فيها.				
توقيع المدرب		توقيع المدرب		توقيع رئيس القسم

صيانة ليزر نيديميوم - ياك (Nd:YAG Laser Maintenance)

يعد ليزر النيديميوم - ياك من اهم ليزرات الحالة الصلبة والاكثر شيوعا واستعمالا ويتكون الوسط الفعال من بلورة الياك المطعمة بأيونات النيديميوم ثلاثي التكافؤ Nd^{+3} . الياك YAG حيث اشتق هذا الرمز من الاحرف الاولى من الاسم الكامل Yttrium Aluminum Garnet ورمزه الكيميائي $(Y_3Al_5O_{12})$ ان نسبة التطعيم هي (1.5%) ويمكن تشغيله بالنمط المستمر والنبضي.

الخواص الفيزيائية لبلورة الياك:

1. يتميز الوسط الفعال بامتلاكه صفات ميكانيكية ومقاومة عالية ضد التلف والكسر.
2. تمتلك البلورة صلابة كبيرة وخمولا كيميائيا.
3. تمتلك مقاومة كبيرة لحدوث عيوب نقطية بسبب تركيز اشعة الليزر.
4. تتصف بأنها سهلة الصقل .
5. تمتلك توصيلية حرارية جيدة مما يقلل من مشاكل التبريد في منظومة الليزر.
6. تمتلك معامل تمدد حراري صغير.

الضخ pumping:

أن الإجراءات العملية التي تتخذ لتأمين توزيع معكوس تسمى بعمليات الضخ (pumping processes) وهي مثلا على شكل وميض ضوئي يتعرض له الوسط الفعال أو تفريغ كهربائي. ويتم اختيار الطريقة المناسبة لضخ الوسط الفعال.

الضخ البصري optical pumping:

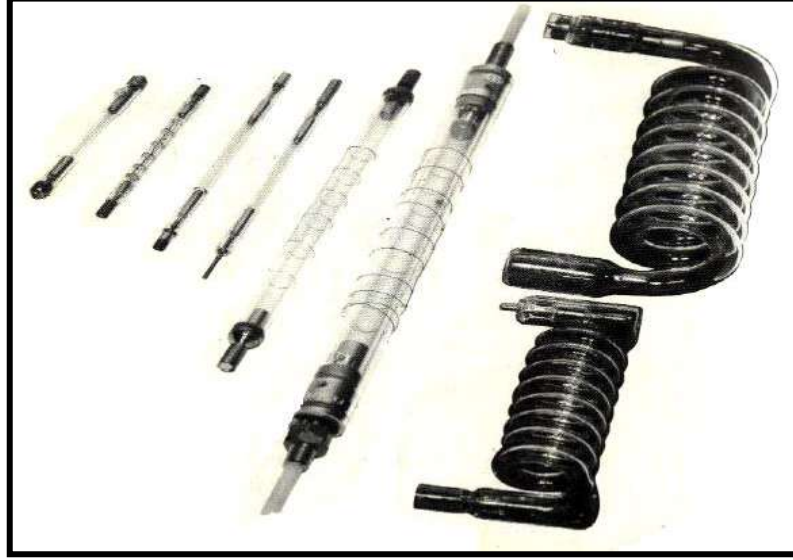
يعتمد وبشكل أساسي على نوع الوسط الفعال وخواصه, يستعمل الضخ البصري في ليزرات الحالة الصلبة اذ يسلط الطيف المنبعث من المصدر البصري (المصباح الوميضي) والذي يحوي على حزم طيفية مطابقة لحزم الامتصاص للوسط الفعال ليتم تهيج ذلك الوسط وهنالك اربع وسائل شائعة ممكن ان تستعمل للضخ البصري وهي:

1. مصابيح الغازات النبيلة (الوميضية) (Xe,Kr) Noble Gas Lamps.
2. مصابيح بخار المعادن Metal Vapor lamps.
3. المصابيح السلكية Filament lamps.
4. ليزرات أشباه الموصلات Semiconductor Laser Diode.

من اهم هذه الوسائل شيوعا والتي سيتم تناولها في هذا التمرين هي:

الضخ بأستعمال مصابيح الغازات النبيلة (الوميضية) Noble Gas Lamps:

يعد من مصادر الضخ البصري الوميضية النبضي pulsed optical pump sources المستعمل في ضخ ليزر النيديميوم - ياك وهو عبارة عن أنبوب كوارتز وشكله خطي أو حلزوني يحوي على غاز الزينون أو الكربتون بضغط (450Torr)، (300-700Torr) على التوالي. وعلى طرفيه توجد أقطاب المصباح والتي هي عبارة عن اجزاء من معدن التنكستن.



الشكل (3) بعض من أشكال المصابيح

يتميز مصباح الزينون بشدته العالية وتطابقه الطيفي الواسع، لذا يستعمل بالتشغيل المتناوب، اما مصباح الكربتون فإنه يمتلك شدة واطئة وتطابق طيفي عالي لذا يستعمل بالتشغيل المستمر.

الجزء الكهربائي والالكتروني:

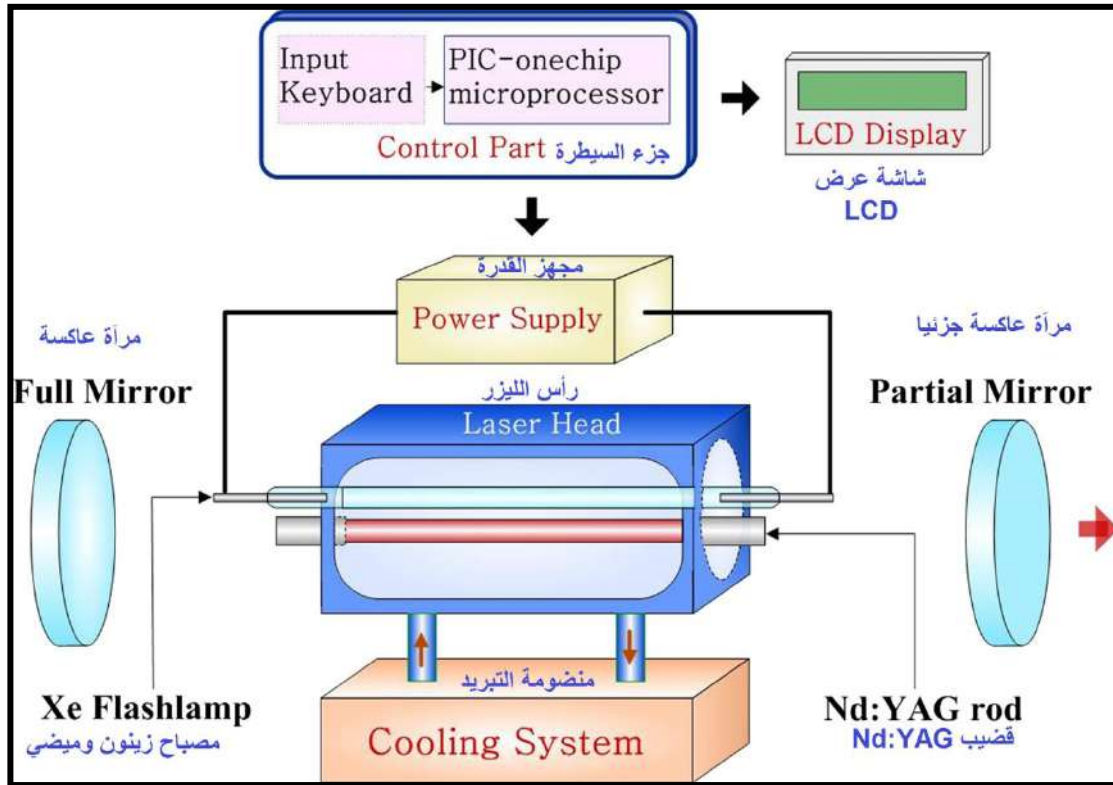
وهو الجزء المكمل لوحدة الضخ والذي يمد المصباح بطاقة كهربائية لتوليد الومضة المحفزة للوسط الفعال (ايونات النيديميوم) والذي بدوره ينقسم الى قسمين:

1. مجهز القدرة (Power Supply):

يستعمل في تسليط فولتية عالية (High Voltage) على قطبي المصباح السالب (cathode) والموجب (anode) وتكون قيمتها حسب طول وقطر المصباح. أن مجهز القدرة هذا يتغذى على فولتية من مصدر بطارية قيمتها (12V) يحولها إلى (1.5kV-2kV). وهناك مجهزات قدرة نبضية (متناوبة) بفولتية متناوبة A.C.

2. دائرة القذح (Trigger circuit):

تستعمل لغرض كسر اصرة (مقاومة) الغاز في مصباح الضخ من اجل الحصول على تفريغ توهجي. اذ ان الفولطية المسلطة من جهاز القدرة على قطبي المصباح بحد ذاتها تكون غير كافية لكسر مقاومة الغاز (الغازات النبيلة) ولتشغيل المصباح لذلك فان دوائر القذح تعمل على أحداث انهيار (تأين اولي) للغاز وكسر مقاومته بين القطبين, لذا فإنها مهمة وعامل أساسي للحصول على التفريغ التوهجي والنتاج من تفريغ الشحنة المخزونة في متسعة الشحن الرئيسية.



الشكل (4) يوضح منظومة ليزر النيديميوم - ياك Nd:YAG وملحقاته

رقم التمرين: (13)

اسم التمرين: صيانة ليزر نيديميوم- ياك

الزمن المخصص:

مكان التنفيذ:

1- الأهداف التعليمية:

- التعرف على مبدأ عمل ليزر النيديميوم – ياك.
- التعرف على مكونات منظومة ليزر النيديميوم – ياك وطريقة الضخ.
- معرفه اهم خصائص ليزر النيديميوم – ياك.
- حساب زمن نبضة الليزر الخارج.

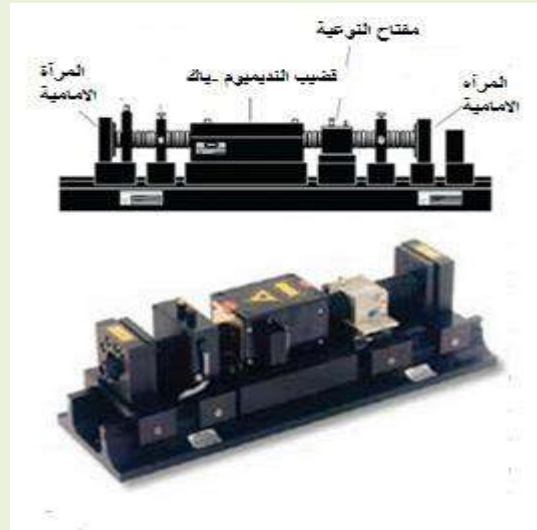
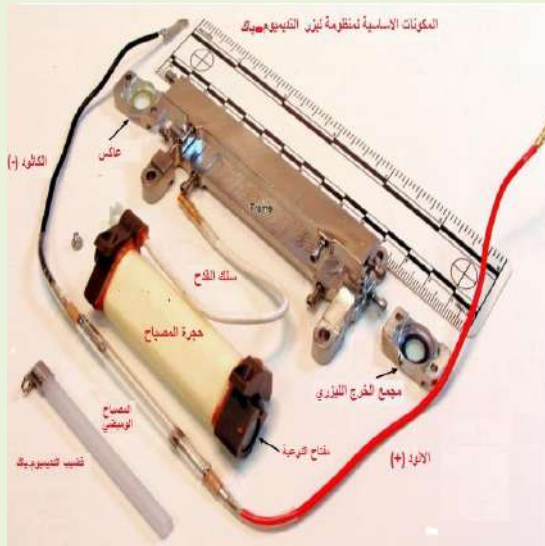
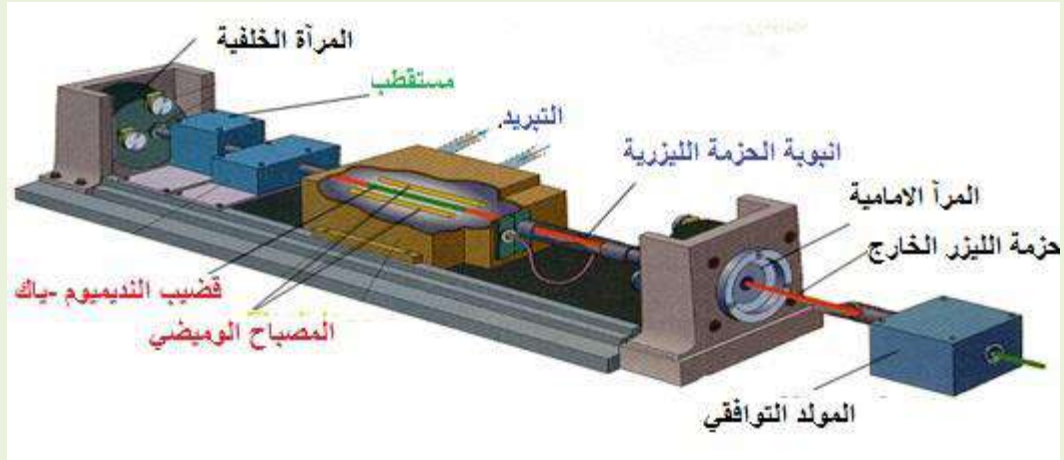
2- التسهيلات التعليمية (مواد ، عدد ، أجهزة):

- منظومة ليزر النيديميوم – ياك المختبرية.
- مجهز قدرة (Power Supply).
- مصباح الزينون Xenon lamp .
- راسمة اشعة مهبطية (اوسلوسكوب) .
- كاشف ضوئي.
- مرآيا للترصيف.
- منظومة التبريد.

3- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، معيار الأداء ، الرسومات.



1 ارتد بدلة العمل الملائمة لجسمك مع مراعاة تحوطات الامان.



الشكل يوضح الاجزاء الرئيسية لمنظومة ليزر النيديميوم- ياك

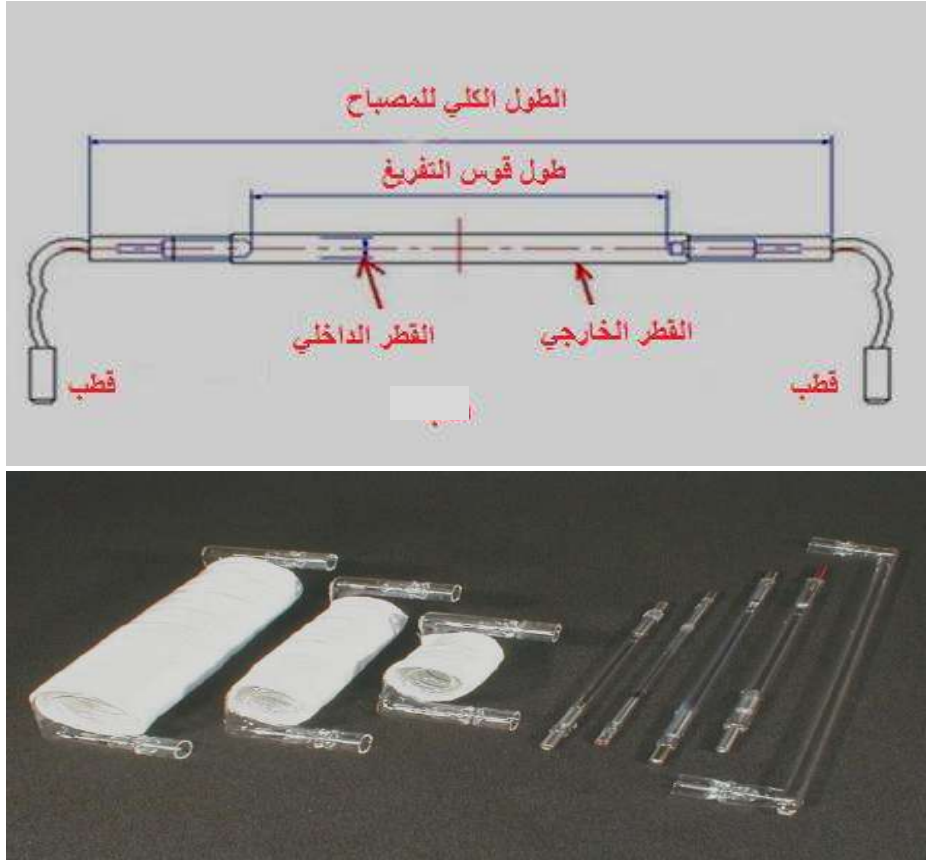
3 هنا عزيزي الطالب يجب التعامل بعناية مع الوسط الفعال (قضيب النيديميوم- ياك) لانه قابل للكسر.



صور توضح نماذج من قضيب بلورة النيديميوم – ياك

4 تأكد من ربط مجهز القدرة والمنظومة كاملة الى القطب الارضي الموجود بالمختبر. وتأكد من الفولطية المجهزة عند قيمة العتبة لتشغيل المصباح .

- 5 تأكد من سلامة وعمل مصباح الزينون بصورة جيدة وقم بدراسة معلمات المصباح الوميضي من تجربة دراسة معلمات المصابيح الوميضية التي درستها سابقا.

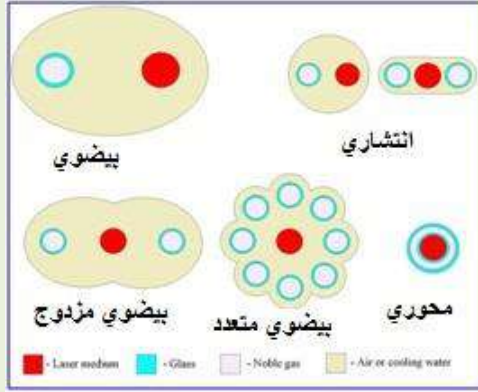


الشكل يوضح مخطط لمقطع المصباح الوميضي ونماذج مصورة

- 6 اختبر دائرة القذح للمصباح الوميضي وتعرف عليها من تجربة دوائر قذح المصابيح الوميضية التي درستها سابقا.

- 7 احرص على عمل منظومة التبريد الملحقة بالليزر بصورة جيدة وتوفير ماء غير ايوني للتبريد وذلك للحفاظ على عمر منظومة الليزر وكفاءة خرج الليزر وتقليل الخسائر الناتجة عن ارتفاع درجة الحرارة.

8 الاطلاع على انواع الحجرة البصرية وكما موضح بالشكل ادناه.



الشكل يوضح تخطيط لانواع الحجرات المستعملة في ليزر النيديميوم-ياك

9 قم بحساب زمن نبضة الليزر الخارج من خلال استخدام كاشف ضوئي ورأسمة الاشعة المهبطية (اوسلوسكوب).

الاسئلة

- س1: املأ الفراغ بما يناسبه :
- 1- يمكن تشغيل ليزر النيديميوم – ياك بالنمط و.....
 - 2- نسبة التطعيم في ليزر النيديميوم – ياك هي
 - 3- يعتمد الضخ البصري بشكل اساسي على و
- س2: ماهي فائدة دائرة القدح المستعملة في ليزرات الحالة الصلبة ؟
- س3: اذكر الخواص الفيزيائية لبلورة الياك؟
- س4: ماهي وظيفة الجزء الكهربائي والالكتروني في ليزر النيديميوم ياك؟
- س5: اذكر الوسائل الشائعة والتي يمكن ان تستعمل للضخ البصري؟
- س6: ما أسم الغاز الذي يحتوي مصباح الزينون ؟
- س7: الى كم قسم ينقسم الجزء الكهربائي والالكتروني الذي يمد المصباح الوميضي بالطاقة الكهربائية؟ اذكرهما.
- س8: لماذا يجب التعامل بعناية مع الوسط الفعال في هذا التمرين؟
- س9: لماذا نحرص على عمل منظومة التبريد الملحقة بالليزر بصورة جيدة وتوفير ماء غير ايوني للتبريد؟
- س10: لماذا يستعمل غاز الزينون بالتشغيل المتناوب والكربتون بنمط التشغيل المستمر ؟

استمارة قائمة الفحص				
الجهة الفاحصة:				
اسم الطالب:		المرحلة: الثالثة		التخصص: قسم الليزر
اسم التمرين: صيانة ليزر نيديميوم- ياك .				
الرقم	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
المجموع				
اسم الفاحص:		التوقيع:		
التاريخ:				
الدرجة الدنيا لاجتياز التمرين 60% و اقل منها يعيد الطالب الخطوات التي رسب فيها.				
توقيع المدرب		توقيع المدرب		توقيع رئيس القسم

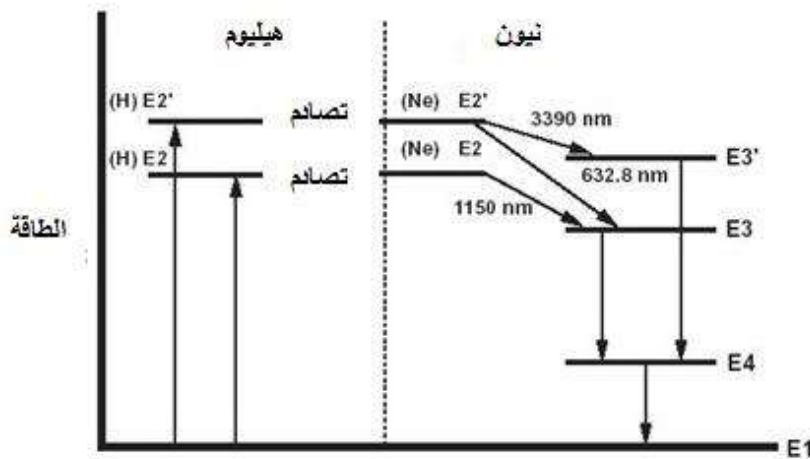
صيانة ليزر هيليوم - نيون

Helium-Neon Laser System(He-Ne Laser) maintenance

وهو من الليزرزات الغازية، ويتكون الوسط الفعال لهذا الليزر من خليط من غاز النيون وغاز الهيليوم بنسبة 10:1 . يوضع الخليط في انبوبة مغلقة وتحت ضغط واطئ وتتم عملية الضخ بوساطة تسليط فرق جهد عال يقدر بعدة آلاف من الفولطيات (V) وتيار قليل (عدة ملي امبير mA) يسقط بين الكاثود والانود لاجداث عملية التفريغ الكهربائي. تتم العملية بتصادم الالكترونات (الناجمة عن مرور التيار بوساطة التفريغ الكهربائي) مع ذرات الهيليوم حيث تنهيج الى مستوى الطاقة $n=4$ ولكون مستويات الطاقة العليا للهيليوم تجاور (تقارب) المستويات العليا للنيون، بذلك يمكن للطاقة ان تنتقل من ذرات الهيليوم الى ذرات النيون نتيجة اصطدامها بها لتنتقلها من المستوى الارضي الى مستوى اعلى $n=3$ وبهذا يتم تحقيق التوزيع المعكوس لذرات النيون. عندئذ يحصل الانبعاث المحفز في المستوى $n=3$ لذرة النيون لتنتقل الذرة الى المستوى $n=2$ باعثة حزمة الليزر ذات اللون الاحمر بطول موجة 633nm كما موضح في الشكل (1).

وتهبط الذرات بصورة سريعة وتلقائية الى المستوى $n=1$ وقد تهبط الذرات الى المستوى الارضي عن طريق تصادمها مع جدران الانبوبة.

تعد كفاءة هذا الليزر واطئة جدا ولا تتعدى اقصى قدرة يمكن الحصول عليها من هذا النوع من الليزرزات بحدود (50mW)، اما استعمالاته فتكون كثيرة جدا وبخاصة في عمليات الترصيف في الانشاءات وبناء الطائرات والسفن ومد الانابيب النفطية وشق الطرق والجسور ويستعمل ايضا لاغراض قراءة الرموز. وكل هذا يعود الى طوله الموجي المرئي وانفراجيته الصغيرة وتشاكهه العالي.



الشكل (1) مستويات الطاقة لليزر هيليوم - نيون

• تركيب الجهاز:

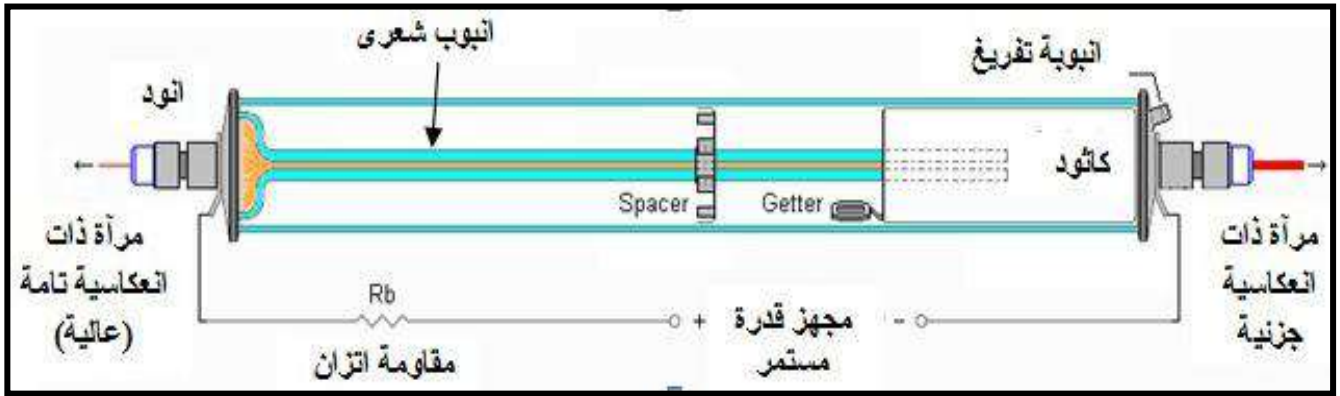
يتكون الجهاز من انبوبة من زجاج الكوارتز بها خليط من غازي الهيليوم والنيون بنسبة 10:1 تحت ضغط (0.6mm Hg) ، ومرأتان مستويتان متوازيتان ومتعامدتان على محور الانبوبة إحداهما عاكسة والأخرى شبه منفذة بالإضافة إلى مجال كهربائي عالي التردد أو فرق جهد عالي مستمر يسلط على الغاز داخل الانبوبة لإحداث تفريغ كهربائي وإثارة ذرات الغاز كما في الشكل (2).

• عمل الجهاز:

1. يعمل فرق الجهد المسلط على إثارة ذرات الهيليوم إلى مستويات طاقة أعلى.
2. عند تصادم ذرات الهيليوم المثارة مع ذرات النيون غير المثارة تحدث إثارة لذرات النيون ويتحقق وضع التوزيع المعكوس لذرات النيون حيث تتراكم في مستوى الإثارة شبه المستقر (فترة العمر له كبيرة نسبياً حوالى 0.001s).
3. تهبط بعض ذرات النيون تلقائياً إلى مستوى أدنى وتنتج فوتونات طاقتها تساوى الفرق بين طاقتي المستويين تقوم بحث ما بقى من ذرات النيون في المستوى شبه المستقر لكي يحدث انبعاث مستحث.
4. تحدث انعكاسات متكررة تبادلية للفوتونات التي تتحرك موازية لمحور الانبوبة على المرأتين في نهايتي الانبوبة (التجويف الرنيني) فيحدث تضخيم لهذا الإشعاع.
5. عندما تصل شدة الإشعاع إلى حد معين يخرج جزء منه من خلال المرآة شبه المنفذة على شكل شعاع ليزر ويبقى باقي الإشعاع داخل الانبوبة لتستمر عملية الانبعاث وإنتاج الليزر.
6. ذرات النيون تعود لتثار بالتصادم مع ذرات الهيليوم التي بدورها تثار بفعل التفريغ الكهربائي داخل الانبوبة وهكذا..

أما كون ليزر هيليوم- نيون سيتذبذب بهذا الانتقال أو بذاك فيعتمد على اختيار مرآيا المرنان ولتذبذب طول موجة معينة. يستعمل طلاء المرأتين بحيث يكون لهما أعظم قدرة أنعكاسية عند طول الموجة المطلوب .

ان القدرة الخارجة لشعاع المرئي من أنبوب تفريغ اسطوانى الشكل بطول متر واحد وقطر (6mm) تكون في حدود 0.1w . ان معظم انابيب ليزر هيليوم- نيون المختبرية تكون بقطر يتراوح بين 1 الى 6mm وبطول يقع بين 15 الى 20cm فقدره الناتج لا تتجاوز (1mW). على غرار استعمال ذرة الغاز النادر النيون لتوليد اشعة الليزر كذلك تم استعمال غازات نادرة اخرى كالكربتون والاركون والزينون بنفس الطريقة للحصول على الليزر . لهذا السبب تعمل معظم ليزرات هذه الحالة في المدى الاحمر او قرب الأشعة تحت الحمراء (10µm).



الشكل (2) يوضح مكونات أنبوبة ليزر هيليوم - نيون

رقم التمرين: (14)

اسم التمرين: صيانة ليزر هيليوم – نيون .

الزمن المخصص:

مكان التنفيذ:

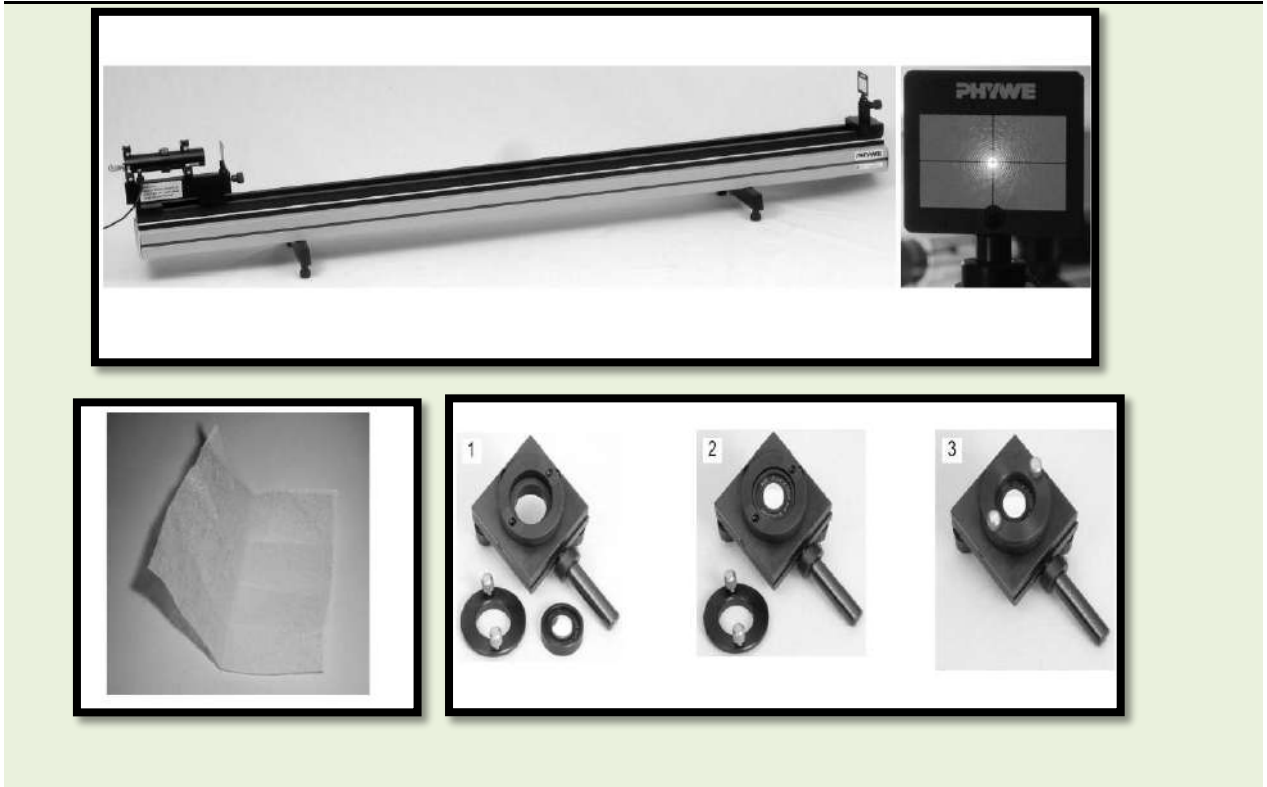
- 1- الأهداف التعليمية:
 - كيفية ضبط ليزر هيليوم – نيون.
- 2- التسهيلات التعليمية (مواد ، عدد , أجهزة):
 - انبوبة ليزر هيليوم - نيون.
 - ليزر تجريبي.
 - مجهر قدرة.
 - مجموعة المرايا.
 - نافذة بروسستر الزجاجية.
 - كيبل للفولطية العالية وكيبل ارضي.
 - ورق خاص للتنظيف.
 - شاشة.
 - سكة ضوئية.
- 3- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، معيار الأداء ، الرسومات.



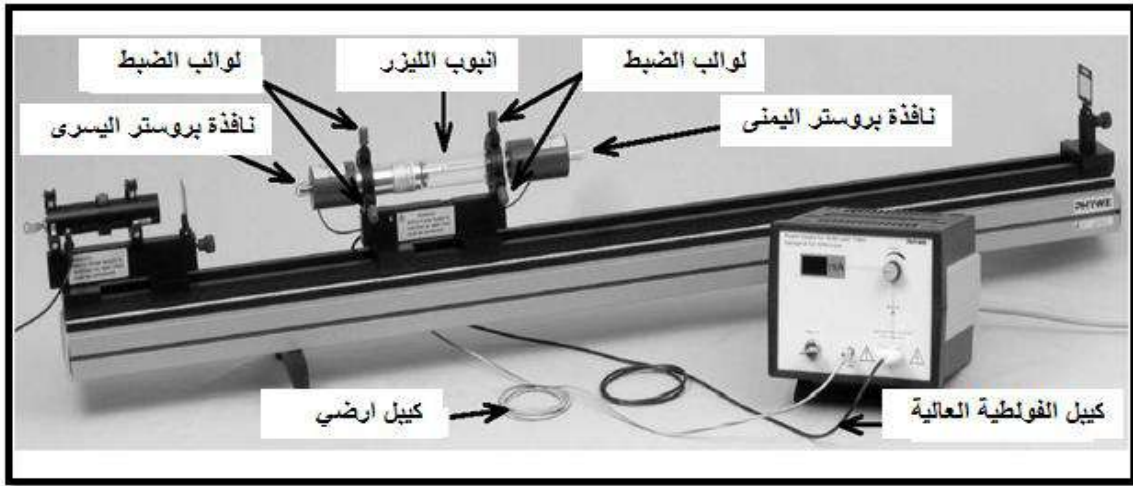
ارتد بدلة العمل الملائمة لجسمك مع مراعاة تحوطات الامان.

1

2 ضع المواد المستعملة لضبط ليزر هيليوم – نيون على منضدة وهي: الليزر التجريبي ، السكة الضوئية ، القزحية ، المرآتين اليمنى واليسرى، الشاشة ، ورق خاص للتنظيف، كما في الشكل.



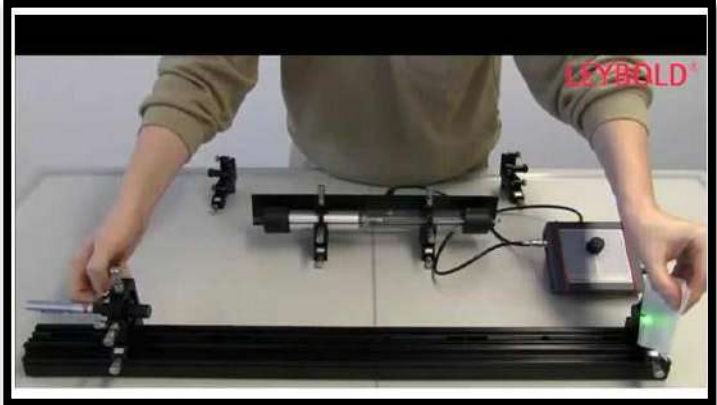
3 مكونات ليزر هيليوم - نيون هي : انبوبة الليزر، نافذة بروسستر اليمنى واليسرى، لولب الضبط،
مجهز قدرة عالي الفولطية ، كيبل عالي الفولطية، كيبل ارضي، كما في الشكل.



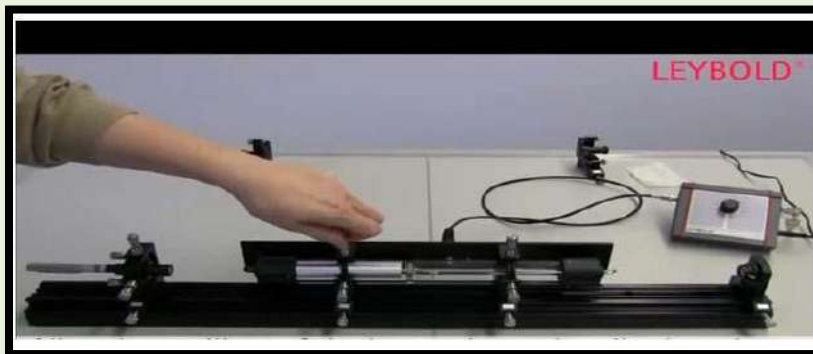
4 ضع الليزر التجريبي فوق السكة الضوئية، وقم بتنصيبته ثم شغله، كما في الشكل.



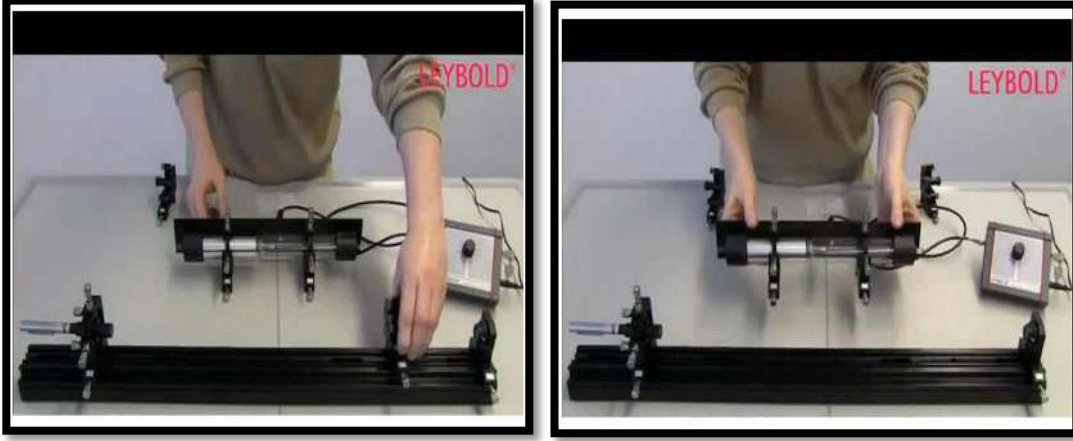
5 ضع القزحية فوق السكة الضوئية ثم اضبط شعاع الليزر التجريبي ليمر من خلال القزحية ، كما في الشكل.



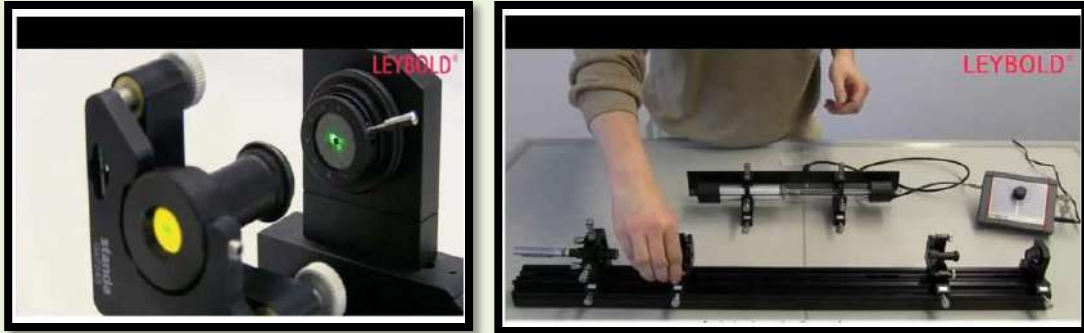
6 ضع انبوبة الليزر على السكة الضوئية ، وقم بتثبيتها ثم اضبط الانبوب الشعري لانبوبة الليزر الى شعاع الليزر التجريبي ، كما في الشكل.



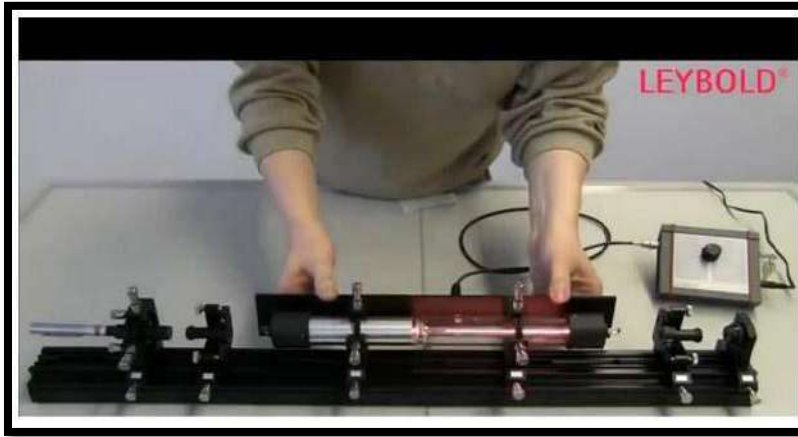
7 قم بإزالة أنبوبة الليزر من السكة الضوئية وإضافة المرآة اليمنى وثبتها بحيث يكون الشعاع المنعكس عنها بمحاذاة الشعاع الساقط ويتجه نحو مركز الليزر التجريبي، كما في الشكل.



8 قم بإضافة المرآة اليسرى، ولاحظ الانعكاسات المتعددة في المركز عن طريق ضبط المرآة اليمنى ولاحظ الهداب التداخل الناتجة من الانعكاسات المتعددة، كما في الشكل.



9 قم بإيقاف تشغيل الليزر التجريبي ثم ضع أنبوبة الليزر مرة أخرى داخل التجويف وادر برفق لواء الب الضبط حتى نحصل على شعاع الليزر، كما في الشكل.



1 قم بتنظيف المرآة باستعمال الاسيتون او الايثانول ، اثن ورقة رقيقة خاصة بتنظيف العدسات
0 والمرايا دون لمس المنطقة في المنتصف، ثم بلل هذه الورقة بالمذيب وامسح الغبار والافساخ، كما
في الشكل.



الاسئلة

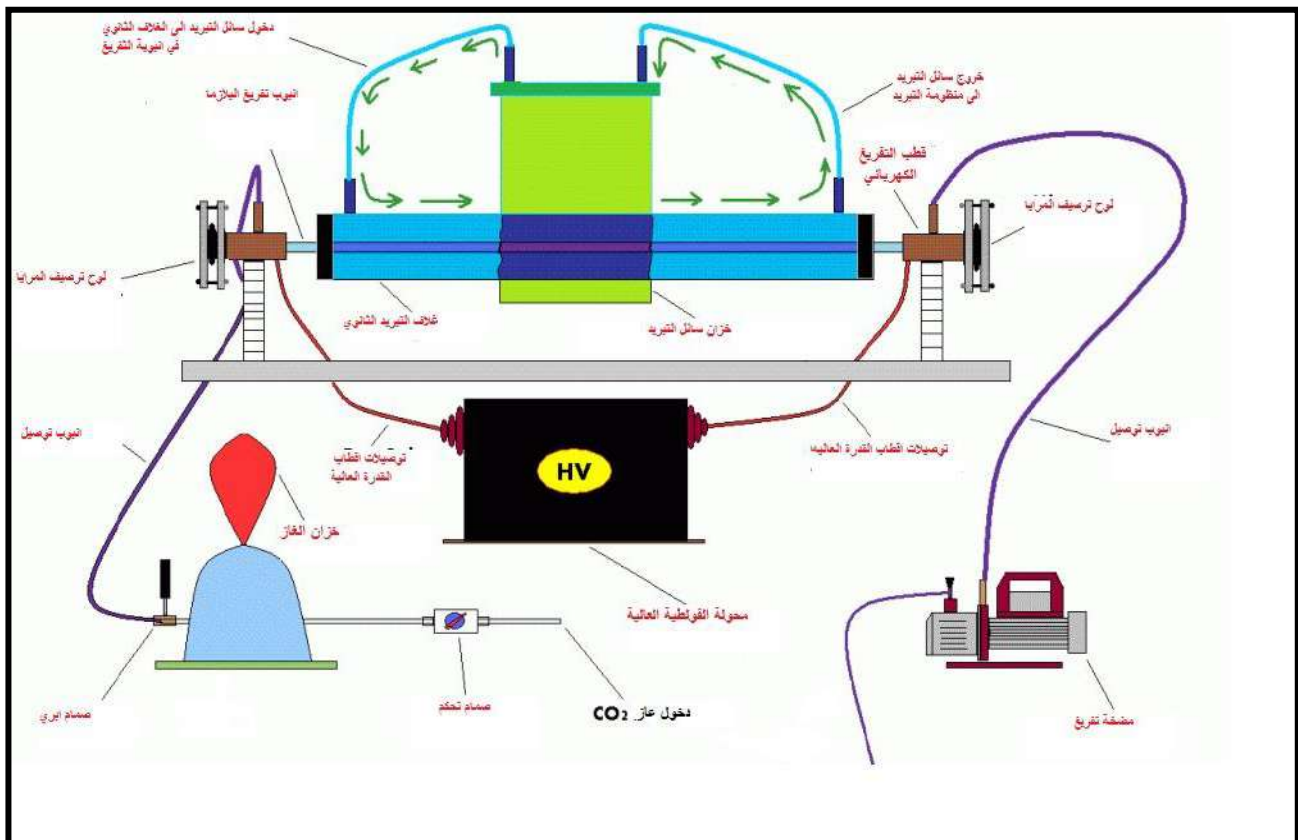
- س1: املأ الفراغ بما يناسبه:
- 1- يتكون الوسط الفعال لليزر الهيليوم- نيون من و
 - 2- ليزر الهيليوم – نيون من انواع الليزرات
 - 3- تكون كفاءة ليزر الهيليوم – نيون
 - 4- يكون خليط غازي النيون والهيليوم تحت ضغط
 - 5- طول موجة ليزر الهيليوم – نيون ولونه
 - 6- نسبة خليط غازي الهيليوم والنيون
 - 7- اقصى قدرة يمكن الحصول عليها من ليزر الهيليوم – نيون هي
- س2: ما ذا يحصل عند تصادم ذرات الهيليوم المثارة مع ذرات النيون غير المثارة؟
- س3: أذكر اسمين لغازين نادريين آخرين بالاضافة الى غازي النيون والهيليوم؟
- س4: اذكر ثلاث استعمالات عملية الى ليزر هيليوم – نيون؟
- س5: كيف تثار ذرات الهيليوم؟
- س6 : ماهو سبب استعمال غاز الهيليوم مع غاز النيون في ليزر الهيليوم – نيون ؟
- س7 : لماذا يستعمل ليزر الهيليوم – نيون كثيرا في عمليات الترصيف وقراءة الرموز ؟
- س8 : ماهي تركيبة جهاز ليزر الهيليوم – نيون ؟
- س9: وضح بالرسم مستويات الطاقة لليزر الهيليوم – نيون ؟
- س10 : ماهي طريقة عمل جهاز ليزر الهيليوم – نيون ؟
- س11: في هذا التمرين، اذكر اسماء المواد المستعملة لضبط ليزر هيليوم-نيون؟

استمارة قائمة الفحص				
الجهة الفاحصة:				
اسم الطالب:		المرحلة: الثالثة		التخصص: قسم الليزر
اسم التمرين: صيانة ليزر هيليوم - نيون .				
الرقم	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
المجموع				
اسم الفاحص:		التوقيع:		
التاريخ:				
الدرجة الدنيا لاجتياز التمرين 60% و اقل منها يعيد الطالب الخطوات التي رسب فيها.				
توقيع المدرب		توقيع المدرب		توقيع رئيس القسم

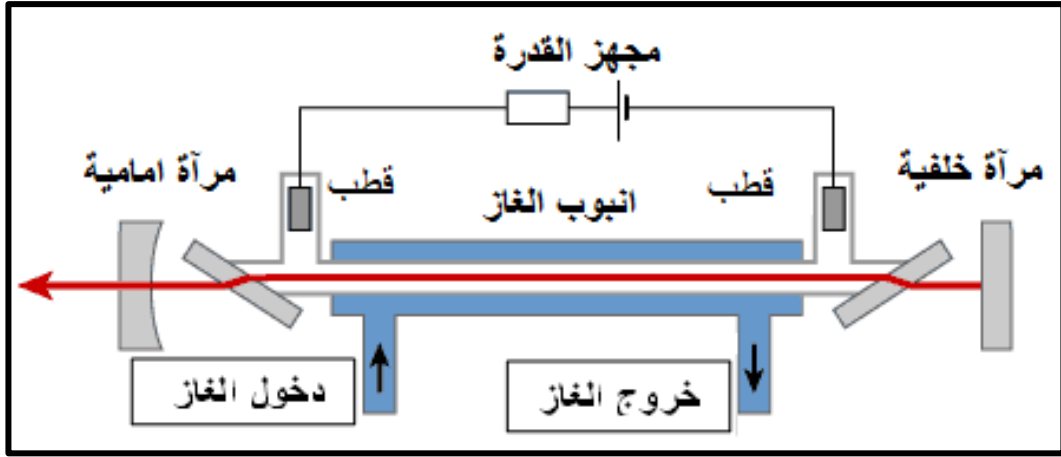
صيانة ليزر ثنائي اوكسيد الكربون

ليزر ثنائي اوكسيد الكربون CO₂:

تعريفه: هو ليزر يتكون من خليط من الغازات ويتم تكبير الضوء بواسطة جزيئات ثنائي اوكسيد الكربون. ليزر ثنائي اوكسيد الكربون هو ليزر يحوي على خليط من الغازات كماده فعالة والتي تحوي على ثنائي اوكسيد الكربون (CO_2) والهيليوم (He) والنيتروجين (N_2). في مثل هذا النوع من الليزر تتم عملية الضخ كهربائيا عن طريق تفريغ الغاز gas discharge والتي يمكن تنفيذها على تيار مستمر او تيار متناوب حيث ذرات النيتروجين تتم اثارها بواسطة هذا التفريغ وتنتقل الى المستوى المهتز وشبه المستقر meta stable vibrational level وعندما تتصادم مع جزيئات ثنائي اوكسيد الكربون تنقل اليها طاقة الاثارة أما الهيليوم فيميل الى ان يشغل مستوى الاقل طاقة (the lower laser level).



الشكل (1) يوضح مخطط للاجزاء الرئيسية لمنظومة ليزر ثنائي اوكسيد الكربون



الشكل (2) يوضح تركيب جهاز ليزر ثنائي اوكسيد الكربون , انبوبة الغاز التي تحوي على المادة الفعالة يتم ضبطها عند زاوية بروسستر ويتم ايضا تبريدها بالماء

ليزر ثنائي اوكسيد الكربون المثالي يشع عند طول موجي مقداره 10.6 Mm مايكرومتر ولكننا نحصل على خطوط طيف اخرى في المنطقة (9-11)Mm بالتحديد عند 9.6Mm في اغلب الاحوال متوسط القدرة التي تنتج من الجهاز تكون ما بين عشرات من الواط والكيلوواط (kW).

توجد أنواع مختلفة من أجهزة ليزر ثنائي أوكسيد الكربون:

- ❖ أجهزة طاقتها تنحصر ما بين بضعة من الواط (W) الى مئات من الواط (W). وهذه الانواع تكون مدمجة وقوية وتصل فترة عمر تشغيلها الى عدة الاف من الساعات.
- ❖ أجهزة ذات الطاقة العالية ويتم فيها وضع الغاز في فجوة ما بين قطبين كهربائيين electrodes وتتم عملية التبريد بوساطة الماء . الحرارة الزائدة يتم تحويلها الى القطبين الكهربائيين عن طريق الانتشار diffusion واذا كانت المسافة الفاصلة ما بين القطبين الكهربائيين اصغر من عرض اي قطب منهم من الممكن الحصول على طاقة خارجة تصل الى العديد من الكيلو واط.
- ❖ أجهزة ليزر مستعرضة وسريعة الانسياب ونحصل منها على العديد من الكيلو واط كطاقة خارجة. الحرارة الزائدة يتم التخلص منها عن طريق الانسياب السريع لخليط الغاز الموجود حيث يمر على مبرد خارجي قبل ان يتم اعادة استعماله في عملية التفريغ.
- ❖ أجهزة ليزر غاز ثنائي اوكسيد الكربون الديناميكي ونحصل منها على طاقة في حدود (MW) ميكا واط ويتم الحصول عليها عن طريق التفاعل الكيميائي وليس عن طريق التفريغ الكهربائي.

أهم تطبيقات ليزر ثنائي اوكسيد الكربون:

ليزر ثنائي اوكسيد الكربون يستعمل على نطاق واسع فى العمليات على المواد material (processing) وبالتحديد في:

1. قطع المواد البلاستيكية والخشب مثلا وفى هذه الحالة نحتاج الى طاقة ما بين (20-200) واط (W).
 2. قطع ولحام المعادن مثل الالمنيوم والنحاس عن طريق تطبيق عدة كيلو واط (kW).
 3. التعليم والتحديد بالليزر laser marking.
- وتطبيقات اخرى تتمثل فى العمليات الجراحية واخرى فى تحديد المسافات بالليزر (range finding) ونظرا للطاقة العالية الناتجة من اجهزة ليزر ثنائي اوكسيد الكربون وايضا الى الجهد العالى لذلك يجب ان ترفع درجة تحوطات الامان عند التعامل مع هذه الاجهزة.

اسم التمرين: صيانة ليزر ثنائي اوكسيد الكربون. رقم التمرين: (15)

مكان التنفيذ: الزمن المخصص:

1- الأهداف التعليمية:

- التعرف على تركيب ليزر ثنائي اوكسيد الكربون.
- المكونات الاساسية لمنظومة الليزر.
- صيانة منظومة ليزر ثنائي اوكسيد الكربون.
- معرفة العوامل الاساسية المؤثرة على قيمة الخرج الليزري.

2- التسهيلات التعليمية (مواد ، عدد ، أجهزة):

- منظومة ليزر ثنائي اوكسيد الكربون.
 - كاشف ضوئي ومقياس قدرة الخرج الليزري.
 - غازات مع منظم خلط الغازات.
 - ادوات وعدة الكترونية.
- 3- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، معيار الأداء ، الرسومات.

1 ارتد بدلة العمل الملائمة لجسمك مع مراعاة تحوطات الامان.

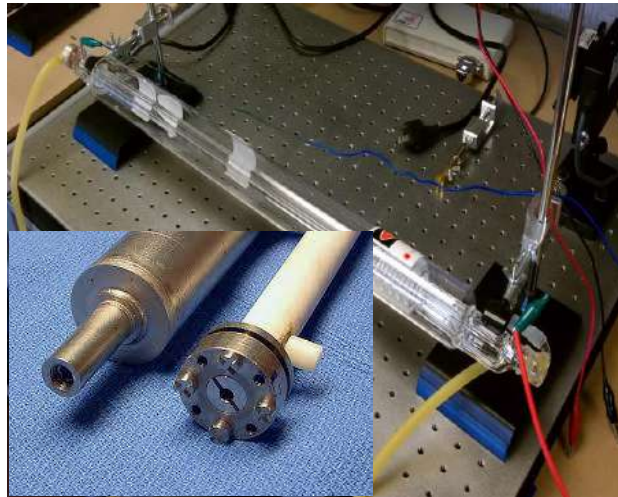


2 نظف انبوب التفريغ والمتكون من انبوبين داخلي للتفريغ الكهربائي والذي يحتوي على الخليط الغازي والخارجي الخاص بالتبريد.



تأكد من توصيل جميع توصيلات الغاز والتبريد.

3



4 قم بتنظيف مرايا المنظومة جيدا باستعمال منديل ورقي خاص للتنظيف (Tissue).



5 تأكد من تثبيت اقطاب التفريغ الرئيسة والتي تربط مباشرة الى جهاز القدرة عبر مقاومة تحديد التيار (تربط على التوازي) مع انبوب التفريغ ليعادل مقاومة الغاز السالبة.

الاسئلة

- س1: عرف ليزر ثنائي اوكسيد الكربون؟
- س2: ارسم مخطط يوضح الاجزاء الرئيسية لمنظومة ليزر ثنائي اوكسيد الكربون مع التأشير؟
- س3: املأ الفراغ بما يناسبه :
- 1- طريقة الضخ المتبعة في ليزر ثنائي اوكسيد الكربون هي
- 2- الطول الموجي المثالي الذي يشع عنده ليزر ثنائي اوكسيد الكربون هو
- 3- ليزر ثنائي اوكسيد الكربون هو ليزر يحوي على خليط من الغازات هي و و
- س4 : وضح بالرسم تركيبية جهاز ليزر ثنائي اوكسيد الكربون ؟
- س5 : علل/ يجب ان ترفع درجة تحوطات الامان عند التعامل مع اجهزة ثنائي اوكسيد الكربون ؟
- س6: ما الانواع المختلفة لليزر ثنائي اوكسيد الكربون ؟
- س7: في اغلب الاحوال، ما متوسط القدرة التي تنتج من جهاز ليزر ثنائي اوكسيد الكربون؟
- س8: ما اهم تطبيقات ليزر ثنائي اوكسيد الكربون؟

استمارة قائمة الفحص				
الجهة الفاحصة:				
اسم الطالب:		المرحلة: الثالثة		التخصص: قسم الليزر
اسم التمرين: صيانة ليزر ثنائي اوكسيد الكربون .				
الرقم	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
المجموع				
اسم الفاحص:		التوقيع:		
التاريخ:				
الدرجة الدنيا لاجتياز التمرين 60% و اقل منها يعيد الطالب الخطوات التي رسب فيها.				
توقيع المدرب		توقيع المدرب		توقيع رئيس القسم

صيانة ليزر الصبغة (Dye laser maintenance)

يعد ليزر الصبغة من الليزرات الذي يكون وسطها الفعال عبارة عن سائل عضوي متفلور يذاب أو يحل في محلول مثل الكحول عادة. وليزرات الحالة السائلة هي ضمن الليزرات رباعية مستويات الطاقة (Four energy levels).

ان اغلب ليزرات الحالة السائلة تقع ضمن المدى المرئي (Visible). الا ان ليزرات الحالة السائلة خطيرة ويجب اخذ الحذر عند العمل بها او عند عملية بناءها وتصنيعها حيث ان منظوماتها تعمل عند فولتيات عالية. يتم ضخ ليزرات الصبغة عادة باستعمال مصابيح وميضية أو بواسطة شعاع ليزري آخر, لذلك تبعث حزمة عريضة من الاطوال الموجية وتعد من ليزرات التوليف (التنغيم).

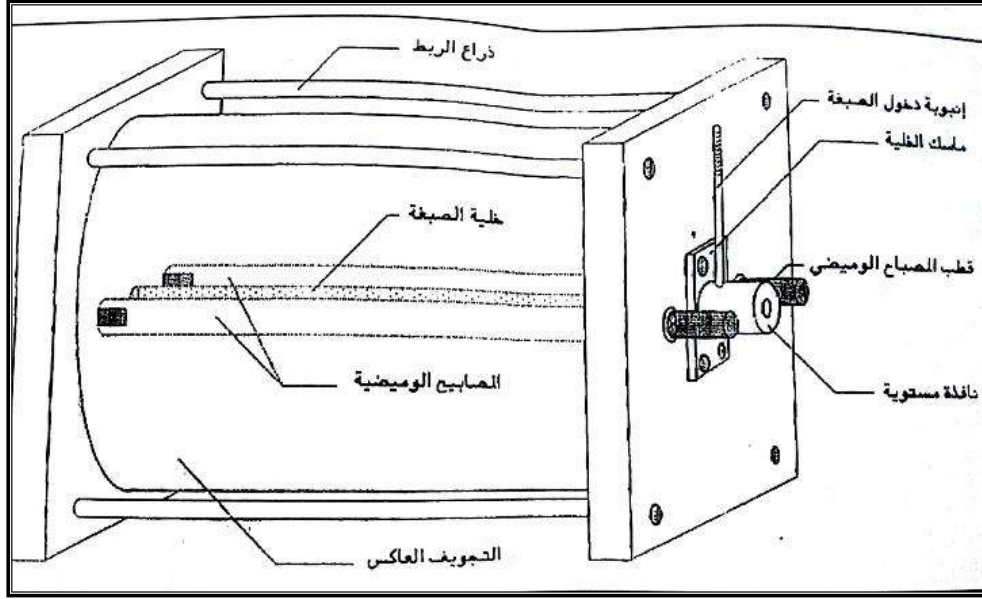
يكون شكل المصباح الوميضي المستعمل في عملية الضخ هذه اما خطي (linear) ويكون موقع المصباح الوميضي محاذي للخلية الحاوية على السائل. او مصباح وميض محوري الشكل (coaxial flash lamp) حيث يلتف حول الخلية الحاوية على السائل وكذلك يمكن استعمال مصباح وميض على شكل صفيحة (Slab) مصنع من مادة زجاجية ذات معامل انكسار يختلف عن معامل انكسار الانبوب الحاوي على السائل بحيث بالنتيجة يجب ان نحصل على انعكاس داخلي كلي (Total internal reflection) للضوء داخل التجويف وبذلك ينتج لدينا مسار ضوئي طويل داخل ذلك التجويف وهذا يؤدي الى عملية تضخيم جيدة للشعاع.

اما الضخ بواسطة ليزر نبضي حيث تكون انواع الليزرات المستعملة في هذا الخصوص هي مثل ليزر النايتروجين ذو الطول الموجي (377.1 nm) وليزر النيديميوم – ياك ذو التولد التوافقي الثاني Second Harmonic Generation Nd:YAG ذو الطول الموجي (532 nm) وكذلك ليزر الياقوت Ruby laser ذو الطول الموجي (694.3 nm) بالاضافة الى ليزر الاكسايمر. وليزر الحالة السائلة الناتج سوف يكون ليزر متناغم ذو نبضة ضيقة جدا وبحزمة من الترددات ممتدة ما بين (190 nm – 4.5 Mm). اما الطاقات الناتجة يكون مداها من (10-100) mJ ملي جول بأمد نبضة (pulse duration) بحدود (10 ns).

اجزاء منظومة ليزر الصبغة الميكانيكية:

1. فلنجة عدد (2) محفور في كل منها اخدود دائري يستقر فيه العاكس وفي داخل كل منها فتحة في منتصفها خلية الصبغة.
2. لكل فلنجة فتحتين جانبيتين على طرفي الفتحة المركزية تخترقها المصابيح الوميضية الخطية التي تقع على جانبي خلية الصبغة حيث يتم ادخال الهواء المضغوط من خلال هاتين الفتحتين لتبريد المصابيح الوميضية.

3. تثبيت الفلنجة والعاكس بأربعة أذرع لضمان قوة ربط المنظومة.
4. ماسكات الخلية وتكون هذه الماسكات مصنوعة من الزجاج البلاستيكي تسمح بالتحكم في مستوى خلية الصبغة لتسهيل عملية الترصيف الضوئي.
5. قطعة كبيرة من الزجاج البلاستيكي تحوي على عدة ثقوب لتثبيت فجوة الليزر عليها ثم اجراء التسليك الكهربائي من خلالها.
6. مجموعة حاملات للمرايا والاقطاب (الشكل 1) يوضح اجزاء المنظومة.



الشكل (1) يمثل شكل تخطيطي لمنظومة ليزر الصبغة

اجزاء منظومة ليزر الصبغة البصرية:

1. العاكس:

وهو عبارة عن اسطوانة من الزجاج البلاستيكي مطلية من الداخل بمادة الالمنيوم الذي يمتاز بأنعكاسية عالية للاطوال الموجية المرئية المنبعثة من المصباح الوميضي.

2. خلية الصبغة:

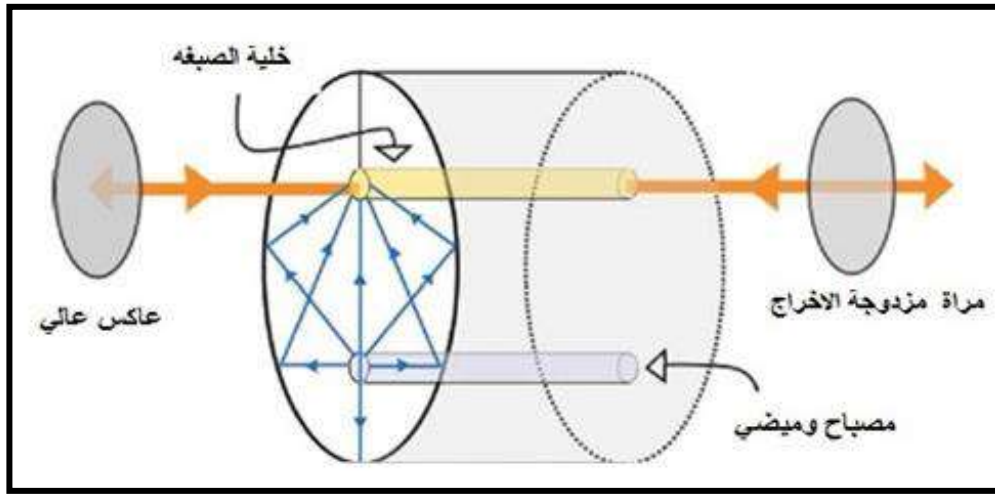
وهي عبارة عن زوج من الاسطوانات الزجاجية متحدة المركز احدهما من الكوارتز يجري فيها سائل الصبغة والثانية من زجاج البايروكس الذي يعمل كمرشح.

3. المصباح الوميضي:

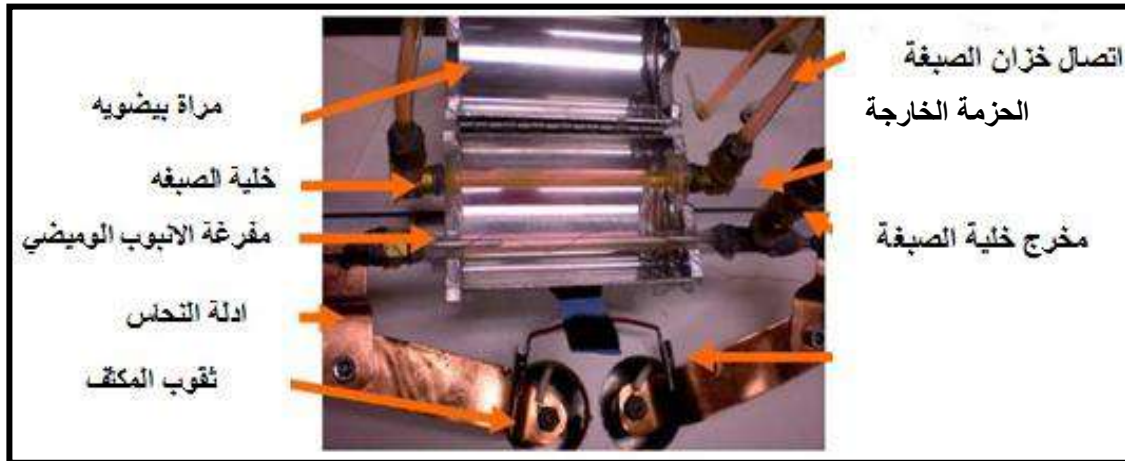
ويملأ بغاز الزينون الذي يعد من افضل الغازات من حيث كفاءته في تحويل الطاقة الكهربائية الداخلة الى طاقة ضوئية خارجة.

4. المرنان:

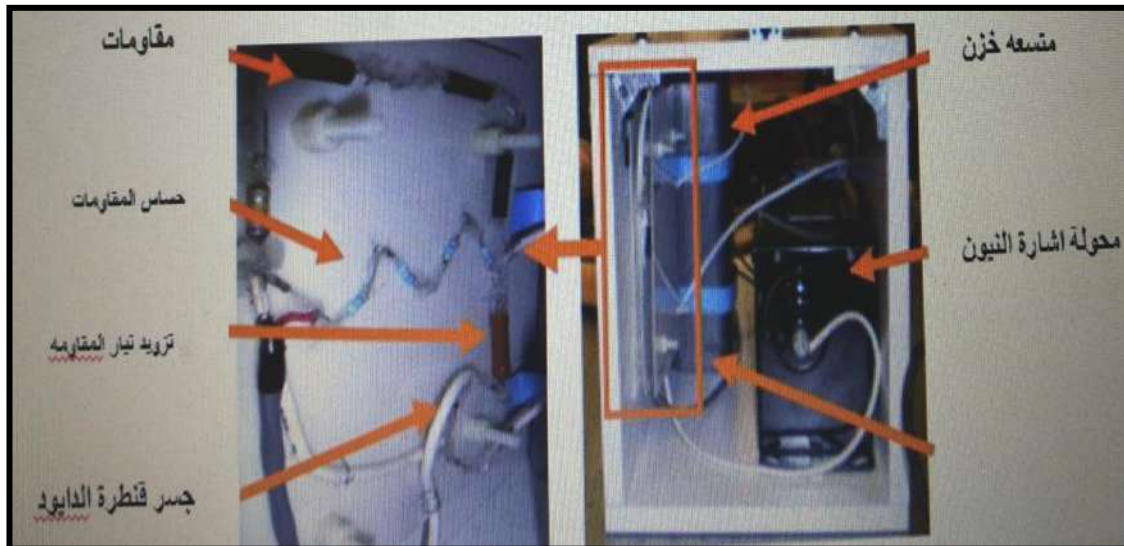
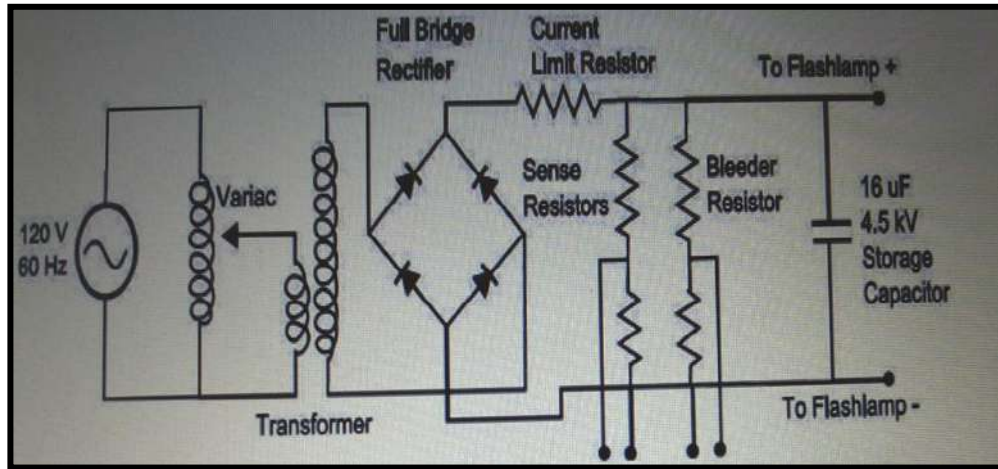
ويتكون المرنان في المنظومة من مرأتين احدهما عاكسة كلياً ومقعرة والثانية مستوية وتكون المسافة بين المرأتين (35cm).



الشكل (2) مخطط لتجويف بيزوي بداخله خلية الصبغة ومصباح وميض



الشكل (3) يوضح منظومة ليزر الصبغة



الشكل (4) مخطط شكل الدائرة الكهربائية التي تشمل المتسعة، الناقل، جسر القنطرة الكامل ، المقاومة

رقم التمرين: (16)

اسم التمرين: صيانة ليزر الصبغة (ليزر السائل)

الزمن المخصص:

مكان التنفيذ:

1- الأهداف التعليمية:

- تعريف الطالب بأجزاء منظومة ليزر الصبغة.
- كيفية صيانة منظومة ليزر الصبغة.

2- التسهيلات التعليمية (مواد ، عدد ، أجهزة):

- فلنجة عدد 2.
- مصباح وميض.
- خلية الصبغة.
- زجاج بلاستيكي.
- مثقب.
- ماسكات.
- فولطمتر.
- حاملات مرايا.
- عاكس.
- مرنان.
- صبغة.

3- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، معيار الأداء ، الرسومات.



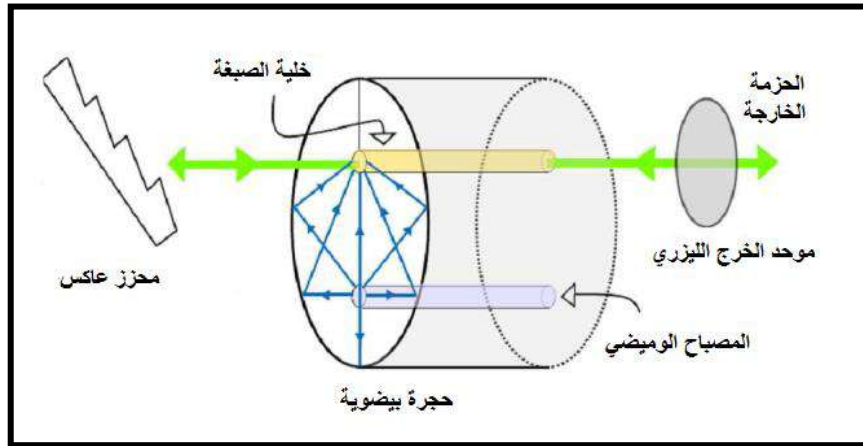
1 ارتد بدلة العمل الملائمة لجسمك مع مراعاة تحوطات الامان.

2 يجب ان تكون درجة حرارة المختبر ثابتة.

3 احفظ الصبغة في مكان شبه مظلم ، وبعيد عن متناول الايدي.

4 لا تعرض الصبغة لأشعة الشمس لكي لا تتحلل.

5 عند ترتيب فجوة الليزر التي تحوي على مصدر الضخ الضوئي (المصابيح الوميضية) وخلية الوسط الفعال تجنب الحرارة غير المنتظمة لمحلول الصبغة والتي تسبب تغير في خصائص شعاع الليزر الخارج.



6 يجب خذ الحذر عند التعامل مع عملية المنظومة لان منظوماتها تحوي على وسائل سامة مضره للجلد وقد تكون مسرطنة . كما يجب التأكد من تأريض المنظومة الى أرضي المختبر بشكل.



يوضح الشكل صورة لمنظومة ليزر الصبغة مع مضخة تفريغ والحاويات الكهربائية والبصرية والمكونات الكيميائية

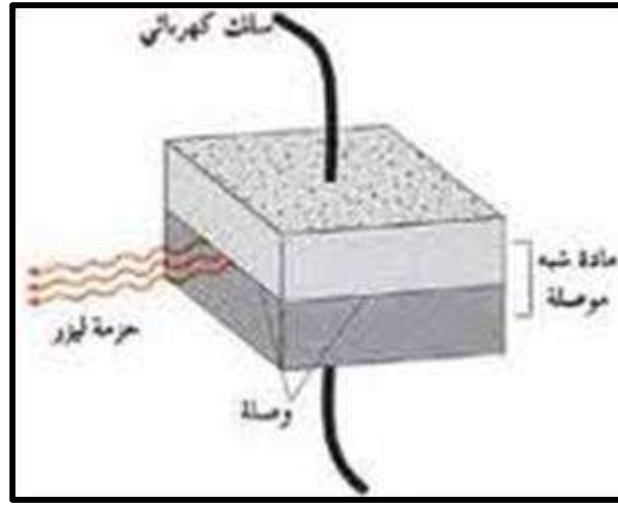
الاسئلة

- س1: ما اجزاء منظومة ليزر الصبغة البصرية ؟
- س2: ما الوسط الفعال لليزر الصبغة ؟
- س3: لماذا يجب الحذر عند تصميم او بناء ليزر الصبغة ؟
- س4: ما طرق ضخ ليزرات الصبغة ؟
- س5: ما شكل المصباح الوميضي المستعمل في عملية ضخ ليزر الصبغة ؟
- س6: كيف تكون وضعية المصباح الوميضي المحوري الشكل بالنسبة للخلية الحاوية على السائل؟
- س7: هل يمكن استعمال مصباح وميضي على شكل صفيحة ؟ وضح ذلك؟
- س8: ما الليزر المستعمل عند الضخ بواسطة ليزر نبضي ؟
- س9: في هذا التمرين، لماذا يجب ان لا نعرض الصبغة لاشعة الشمس؟
- س10: في هذا التمرين، لماذا يجب علينا اخذ الحذر عند التعامل مع عملية بناء المنظومة؟
- س11: ماهو ليزر الحالة السائلة الناتج عندما يكون الضخ بواسطة ليزر نبضي ؟
- س12: ماهي اجزاء منظومة ليزر الصبغة الميكانيكية ؟
- س13: ضمن اي مدى تقع ليزرات الحالة السائلة ؟

استمارة قائمة الفحص				
الجهة الفاحصة:				
اسم الطالب:		المرحلة: الثالثة		التخصص: قسم الليزر
اسم التمرين: صيانة ليزر الصبغة (ليزر السائل).				
الرقم	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
المجموع				
اسم الفاحص:		التوقيع:		
التاريخ:				
الدرجة الدنيا لاجتياز التمرين 60% و اقل منها يعيد الطالب الخطوات التي رسب فيها.				
توقيع المدرب		توقيع المدرب		توقيع رئيس القسم

ليزرات شبه الموصل (Semiconductor Lasers)

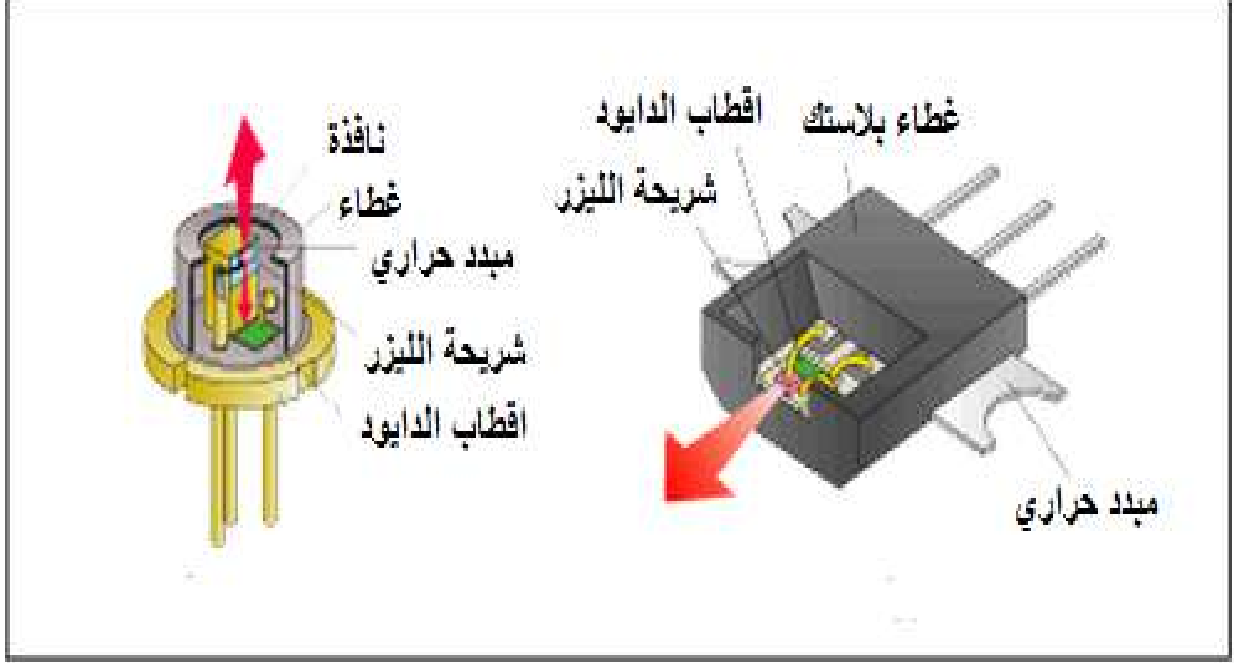
يتكون ليزر شبه الموصل من بلورة من مادة شبه موصلة يتم تطعيمها بعناصر مانحة وأخرى مستقبلية لتصبح على شكل وصلة موجب - سالب (PN junction) أي ثنائي (diode)، كما موضح في الشكل (1) ولذلك يغلب على اسمه ثنائي الليزر (laser diode) أو الليزر دايود أو دايود الليزر. ويتم صقل وجهين متعامدين من أوجه البلورة للحصول على التغذية الخلفية وأما عملية الضخ فتتم من تمرير تيار في هذه الوصلة وإذا ما تجاوزت قيمة التيار قيمة العتبة (threshold) فإن الثنائي يبدأ بتوليد ضوء الليزر.



الشكل (1) ثنائي ليزر

ولكي يعمل الليزر يحتاج أن يكون سمك المادة الفعالة ضئيل جدا تقاس بالميكرومترات μm وذلك للحصول على كثافة تيار عالية جدا قد تصل لعشرات الآف الامبيرات للسنتيمتر المربع. إن هذا السمك الضئيل للطبقة الفعالة يعطي عرض شعاع دقيق جدا عند خروجه من الليزر مما يزيد من زاوية انقراج الشعاع ولهذا يتطلب استعمال عدسات للحصول على شعاع بزاوية انقراج صغيرة. لا تستعمل المواد شبه الموصلة الأساسية وهي السيليكون والجرمانيوم في هذه الليزرات لعدم تحقيقها لكامل شروط عمل الليزر، بل يتم استعمال مواد شبه موصلة مركبة ويمكن الحصول على مدى واسع من الترددات من اختيار نوع العناصر ونسب خلطها. فعلى سبيل المثال فإن ليزر الكاليوم-الزرنيخ (GaAs) يولد ضوء بطول موجي (800-900)nm وليزر زرنيخ الكاليوم والألمنيوم (AlGaAs) يولد ضوء تتراوح أطواله الموجية (630-900)nm بينما يولد ليزر الانديوم زرنيخ الكاليوم والفسفور (InGaAsP) ترددات تتراوح أطوالها الموجية (1000-2100)nm. وتتميز الليزرات شبه الموصلة بصغر حجمها البالغ والتي قد تصل ما دون حجم حبة العدس بل يمكن تصنيع أعداد كبيرة منها على نفس القاعدة وكذلك بسهولة عملية الضخ فيها من استعمال التيار الكهربائي إلى جانب إمكانية إنتاجها بكميات كبيرة جدا.

وبسبب هذه الميزات انتشر استعمالها في التطبيقات التي تحتاج ليزرات صغيرة الحجم ولا تستهلك كمية كبيرة من الطاقة كما في أنظمة الاتصالات الضوئية وفي الأقراص الضوئية المدمجة وفي الطابعات وفي أجهزة المساحة وغيرها الكثير.



الشكل (2) تركيب الليزر دايمود

تختلف ليزرات شبه الموصلة عن ليزرات الحالة الصلبة الإعتيادية في طريقة الضخ الطاقى وفي احتوائها على حزم عريضة من مستويات الطاقة بدلا من المستويات المفردة التي تحدث بينها الإنتقالات التي تشارك في عملية الإنبعاث الليزري، حيث تحوي كل حزمة على عدد كبير من المستويات الطاقية المتقاربة والتي لا يقتصر وجودها بذرات معينة وإنما تشترك فيها المادة البلورية ويكون ازدياد قيمة عامل الكسب الضوئي متعلقا بمقدار التيار الذي يمر عبر وصلة الوسط شبه الموصل . إن ليزر أشباه الموصلات (دايمود الليزر) أو (ليزر ثنائي الوصلة) هو ليزر من مادة شبه موصلة تتميز بأنها ذات فجوة حزمة مباشرة وأكثر أنواعه شيوعا هو دايمود زرنيخ الكاليوم (GaAs) الذي يصدر اشعاعا تحت الأحمر بطول موجي 0.85 ميكرومتر μm .

يحدث الفعل الليزري في الليزر دايمود نتيجة الإنتقال المحتث للإلكترونات بين المستويات الإلكترونية لحزمة التوصيل (Conduction Band) والمستويات الإلكترونية لحزمة التكافؤ (Valence Band) ولذلك فإن الإنتقالات قد تحدث بين أوضاع الكترونية ذات طاقات مختلفة وليس كالإنتقالات التي تكون بين مستويات طاقية محددة.

مميزات ليزر شبه الموصل:

1. صغر الحجم.
2. إمكان الضخ المباشر باستعمال تيار كهربائي صغير نوعا ما (15-150)mA).
3. الكفاءة العالية التي قد تصل الى 32%.
4. إمكانية التحكم بشدة الشعاع الخارج مباشرة بوساطة التيار الكهربائي.
5. رخيص الثمن.
6. خاصية التنعيم أي إمكانية الحصول على أي طول موجي من بين أطوال موجية متعددة من الليزر نفسه.
7. يتميز بإمكانية الفتح والغلق بسرعة كبيرة مما يمكننا من التحكم به بشكل أفضل.
8. شدة الإضاءة العالية (أي أنه يصدر كمية كبيرة من الضوء مركزة في منطقة ضيقة).
9. نصف قطر المنطقة المضاءة صغير نسبة لنصف قطر مقدمة الدايدود (على افتراض انه دائري في اغلب الاحيان).
10. ذو عمر تشغيلي طويل مما يمكننا من الإعتماد عليه في الإستعمالات التي يكون من الصعب القيام بعمليات تبديل القطع فيها أي انه ذو كفاءة عالية.
11. يتميز بأن يصدر كمية من الحرارة مقارنة مع المصابيح المتوهجة وهذه ميزة جيدة لصالحه.

إن لدايدود الليزر إنتقالات متعددة أي يمكن للإلكترونات أن تنتقل بين طبقات عدة وذلك على اختلاف الذرات وتؤدي هذه الإنتقالات إلى حدوث انبعاث ليزري ويمكن اجمال أهم الإنتقالات بما يأتي:

1. الإنتقالات بين المستويات الطاقية للذرات الشائبة المضافة إلى المادة الأصلية.
 2. الإنتقالات بين المستويات الطاقية للأنطقة الموجودة في المواد نصف الناقلة النقية.
- يتم تصنيع دايدود الليزر للإستعمالات التي تحتاج إلى طول موجة صغير من زرنيخ الكاليوم والألمينوم . GaAlAs

اسم التمرين: صيانة ليزر شبه الموصل (ثنائي الوصلة) . رقم التمرين: (17)

مكان التنفيذ: الزمن المخصص:

1- الأهداف التعليمية:

- التعرف على اجزاء ليزر ثنائي الوصلة (دايود اشباه الموصلات).
- فحص معلومات ليزر ثنائي الوصلة.
- حساب تيار العتبة.

2- التسهيلات التعليمية (مواد ، عدد ، أجهزة):

- ليزر ثنائي وصلة (PN).
- مجهز قدرة مستمر.
- اميتر وفولطميتر.
- مقاومة متغيرة.
- مقياس قدرة شعاع الليزر.

3- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، معيار الأداء ، الرسومات.

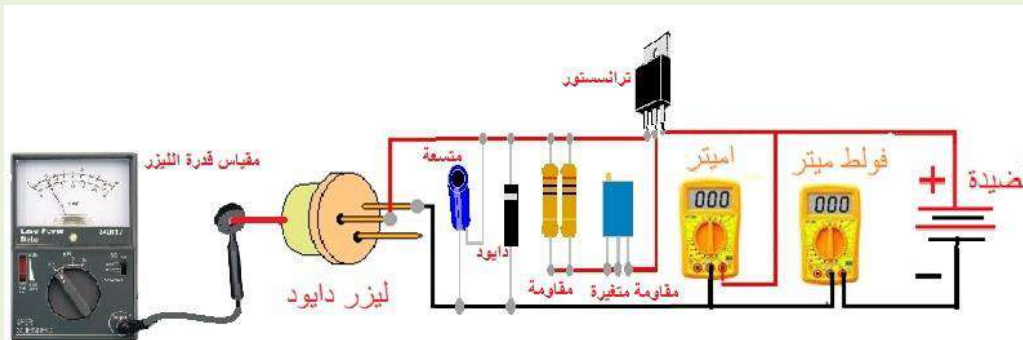
1



ارتد بدلة العمل الملائمة لجسمك مع مراعاة تحوطات الامان.

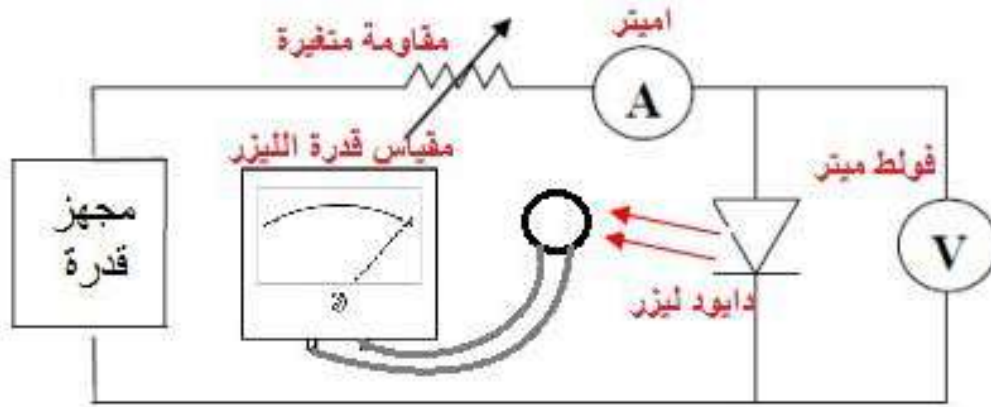
2

اربط ليزر ثنائي الوصلة (ليزر دايود) ، كما موضح ادناه.



اربط الدائرة الكهربائية، كما في الشكل ادناه.

3

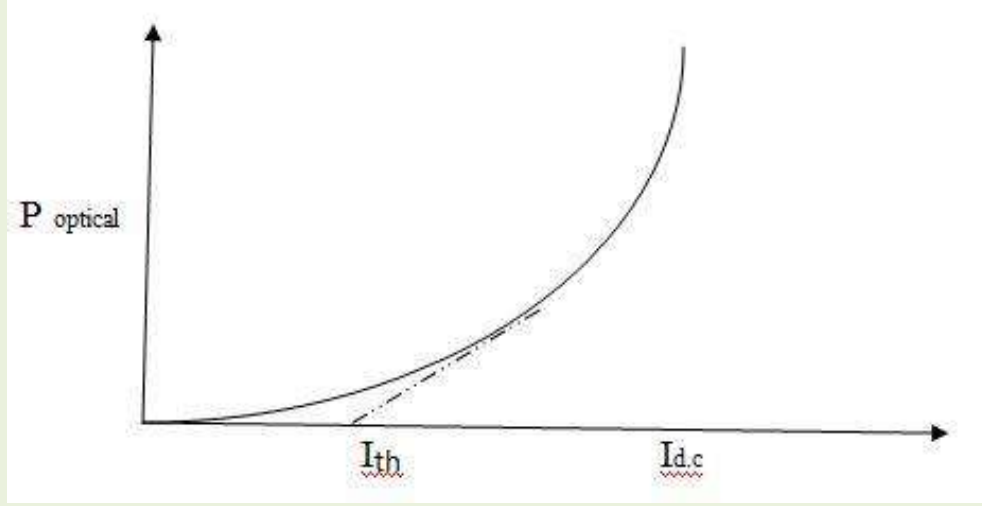


4 اضبط مدى الاميتر على فئة 20mA، ثبت قيمة (الفولطية) في مجهزة القدرة على قيمة 6V.

5 قم بتغيير قيمة المقاومة المتغيرة لتقليل الفولطية وسجل قيمة التيار بواسطة الاميتر وقيمة الفولطية بواسطة الفولطميتر وكذلك قدرة الخرج الليزري بواسطة مقياس قدرة الليزر ثم دون النتائج العملية، كما في الجدول التالي:

R(Ω)	I(d.c)	P (optical)
1000		
900		
800		
700		
600		
500		
400		
300		
200		
100		

6 ارسم العلاقة بين قيم التيار المسجل على المحور السيني (X-axis) وقيم قدرة الليزر على المحور الصادي (Y-axis).



7 احسب قيمة تيار العتبة I_{th} من خلال الخطوة رقم (6) وذلك من نقطة تقاطع المماس للمنحني مع المحور السيني (لاحظ الشكل في الفقرة 6).

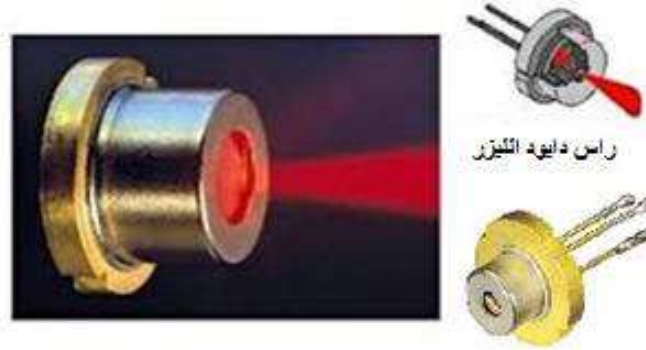
الاسئلة

- س1: مم يتكون ليزر شبه الموصل؟
 - س2: كيف تتم عملية الضخ في ليزر شبه الموصل ؟
 - س3: هل تستعمل المواد شبه الموصلة الاساسية مثل السيليكون والجرمانيوم في الليزرات شبه الموصلة؟ ولماذا؟
 - س4: اذكر تطبيقات الليزرات شبه الموصلة ؟
 - س5: بماذا تختلف الليزرات شبه الموصلة عن ليزرات الحالة الصلبة الاعتيادية؟
 - س6: اذكر اربعة مميزات تمتاز بها الليزرات شبه الموصلة (دايود الليزر) ؟
 - س7: ان لدايود الليزر انتقالات متعددة اي يمكن للالكترونات ان تنتقل بين طبقات عدة وذلك على اختلاف الذرات وتؤدي هذه الانتقالات الى حدوث انبعاث الليزر. اذكر اهم الانتقالات؟
 - س8: بين برسم بياني العلاقة بين قيم التيار المسجل على المحور السيني وقيم قدرة الليزر على المحور الصادي في هذا التمرين؟
 - س9: كيف يحدث الفعل الليزري في دايود الليزر؟
 - س10: مالمقصود بخاصية التنعيم؟
 - س11: الى اي قيمة قد تصل الكفاءة العالية لدايود الليزر؟
 - س12: كيف يمكننا التحكم بشدة الشعاع الخارج مباشرة؟
 - س13 : املأ الفراغ بما يناسبه
- 1- من انواع ليزر اشباه الموصلات الاكثر شيوعا هو يصدر اشعاعا بطول موجي
 - 2- يتم تصنيع دايود الليزر للاستعمالات التي تحتاج الى طول موجة صغير من و

استمارة قائمة الفحص				
الجهة الفاحصة:				
اسم الطالب:		المرحلة: الثالثة		التخصص: قسم الليزر
اسم التمرين: صيانة ليزر ثنائي الوصلة.				
الرقم	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
المجموع				
اسم الفاحص:		التوقيع:		
التاريخ:				
الدرجة الدنيا لاجتياز التمرين 60% واقل منها يعيد الطالب الخطوات التي رسب فيها.				
توقيع المدرب		توقيع المدرب		توقيع رئيس القسم

دائرة تسويق التيار لليزرات شبه الموصلة Driver current circuit for Semiconductor Lasers

يعد ليزر ثنائي الوصلة (الدايود ليزر) أو ليزر الدايدود في الوقت الحاضر من اهم اجزاء منظومات الاتصالات وقد بدأ استعماله بشكل واسع في سبعينات القرن الماضي في منظومات كثيرة منها المؤشرات الليزرية ومقدرات المدى الليزرية وكذلك في مشغلات الاقراص CD Players وهو كبقية الأجهزة المصنعة من اشباه الموصلات.



الشكل (1) صورة توضيحية لليزر ثنائي الوصلة

ان ليزر أشباه الموصلات (Semiconductor laser) ، ويطلق عليه أحياناً بالليزر دايدود أو دايود الليزر أو ليزر الصمام الثنائي اوثنائي الوصلة ويصنع من مادة زرنيخ الكاليوم GaAs من المواد شبه الموصلة ويمتاز بحجم واستهلاك طاقة قليلة للغاية (مقارنة بالأنواع الأخرى) ولذلك أصبح يستعمل على نطاق واسع في كافة التطبيقات والأجهزة الدقيقة حتى قدرة (1000mw) ويتواجد في أجهزة السي دي (CD) والدي في دي (DVD) وطابعات الليزر وادوات القياس الدقيقة للمسافات والاطوال والأجهزة البصرية واقلام والعاب الليزر وتعددت اطواله الموجية فمنه الأحمر والأخضر والأزرق .
هناك بعض الخواص المهمة التي يجب تحديدها لليزر دايدود لكي يتم استعماله بشكل صحيح ودقيق ومن هذه الخواص:

1. منحنى الضوء الخارج مع التيار الداخل (L-I) curve:

اهم خاصية لليزر الدايدود التي يجب معرفتها هي كمية الضوء الخارج نسبة الى التيار الداخل. عند زيادة التيار الداخل injected current تبدأ عملية الانبعاث التلقائي spontaneous emission الذي يزداد تدريجياً متحولاً الى الانبعاث المحفز stimulated emission وهو بداية عمل الليزر. تيار العتبة threshold current يعتمد على كمية المادة شبه موصلة الداخلة في تصنيع ليزر الدايدود، وعلى التصميم والتركيب الداخلي internal structure لموجه الحزمة waveguide وكذلك على حجم ومساحة المنظومة الليزرية. ان نسبة تغيير الضوء (القدرة الخارجة) الى التغيير في التيار الداخل للمنحنى تعطينا بشكل مباشر القدرة لليزر الخارج لكل واحد امبير من التيار الداخل.

2. كفاءة الكم الداخلية (Internal Quantum Efficiency):

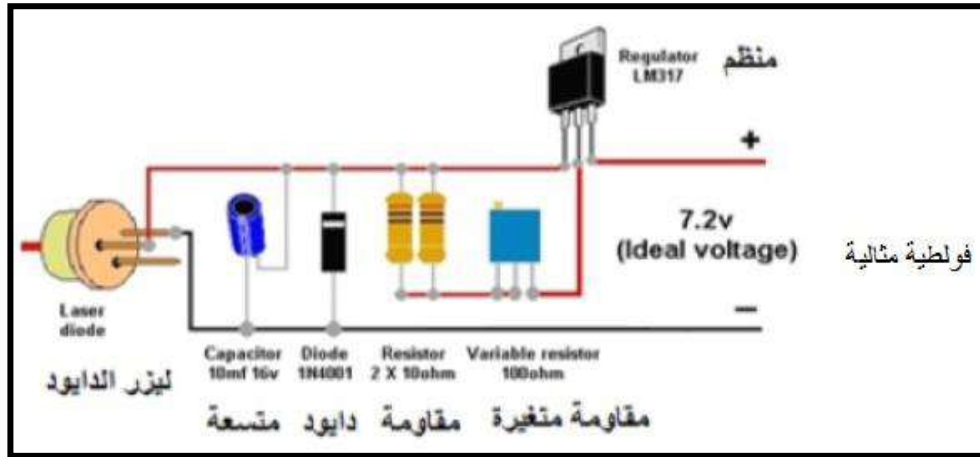
وهي مقياس كفاءة الليزر دايود في تحويل أزواج الإلكترونات – الفجوات (التيار الداخل) الى فوتونات ضوئية ضمن البناء الداخل لليزر دايود مثال ذلك حينما نقول ان كفاءة الكم الداخلية تساوي 75% فاننا نقصد ان 75 % من أزواج الإلكترونات – الفجوات تتحول الى فوتونات والباقي 25 % يتحول الى نوع اخر من الطاقة مثل الحرارة, وهي لاتعتمد على الخواص التصميمية لمنظومة الليزر دايود مثل طول الفجوة او عرض الشق.

3. كفاءة الكم الخارجية (External Quantum Efficiency):

هي كمية التيار الداخل الى كمية الضوء الخارج من دون حساب خسائر الحرارة, ويمكن ملاحظة الاختلاف. ان كفاءة الكم الداخلية هي الكفاءة الحقيقية لتحويل التيار الداخل الى ضوء ضمن البناء الداخلي لليزر دايود, مع الاخذ بنظر الاعتبار الخسائر داخل الوسط الفعال من امتصاص وانعكاس وتشتت وغيرها. نتيجة ذلك تكون كفاءة الكم الخارجية دائما اقل من كفاءة الكم الداخلية.

4. الخسائر الداخلية (Internal Losses):

هو العامل الذي يمثل خسائر الموجة الضوئية ، حيث يعاني الضوء داخل الوسط الفعال من امتصاص وانعكاس وتشتت وغيرها. **ولو سألنا السؤال التالي: ما مصدر ضخ ليزر الدايود؟ والجواب:** هو مصدر تيار مستمر يعمل على تجهيز ليزر الدايود بالتيار الكهربائي الذي يحتاج للعمل لتطبيق معين. تستطيع منه التحكم بمستوى القدرة الخارجة لليزر الثنائي. ويمكن ايضا المحافظة على كفاءة الدايود.



الشكل (2) المكونات الاساسية لدائرة مشغل الليزر دايود



الشكل (3) دائرة مشغل الليزر مع رأس الليزر

رقم التمرين: (18)

اسم التمرين: دائرة تسويق التيار لليزرات شبه الموصلة.

الزمن المخصص:

مكان التنفيذ:

1- الأهداف التعليمية:

- عمل مشغل ليزر اشباه الموصلات.
- التعرف على المكونات الاساسية لدائرة تسويق التيار.
- صيانة دائرة مشغل ضخ ليزر اشباه الموصلات.
- معرفة العوامل الاساسية المؤثرة على قيمة التيار والفولطية المجهزة.
- دراسة خصائص (تيار - قدرة) (I-P) او خصائص منحي (تيار - ضوء) (L-I) .

2- التسهيلات التعليمية (مواد ، عدد ، أجهزة):

- لوحة الكترونية لتثبيت مكونات الدائرة.
 - العناصر الاساسية للدائرة (ترانزستور , متسعات بقيم مختلفة , مقاومة متغيرة وليزر الدايدود).
 - اسلاك توصيل.
 - مجهز قدرة مستمر.
 - ادوات وعدد الكترونية.
- #### 3- خطوات العمل ، النقاط الحاكمة ، معيار الأداء ، الرسومات.

1 ارتد بدلة العمل الملائمة لجسمك مع مراعاة تحوطات الامان.



2 رف على المكونات الاساسية للدائرة الالكترونية, ترانزستور منظم الفولطية LM317T.



مقاومة متغيرة 100 اوم (Ω)



3 مقاومة 10 اوم (Ω) عدد اثنان



متسعة 47 مايكرو فاراد (μF) ، 35 فولط



4 دايود 1N4001 (V)



لوحة لتثبيت العناصر الالكترونية



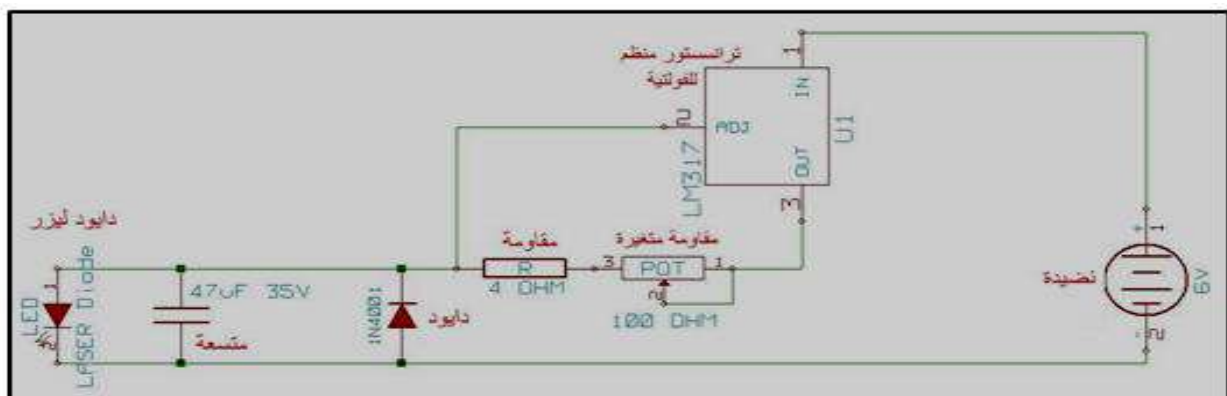
5 ليزر الدايود



6 قم بفحص قيمة كل من الاجزاء الالكترونية اعلاه بواسطة جهاز المتعدد الاغراض (multimeter source).



7 اربط الدائرة، كما في الشكل ادناه.





الشكل يوضح ربط المكونات الأساسية لدائرة مشغل الليزر دايود

8 وصل مصدر الجهد الى دائرة المشغل ثم تحكم بقيمة المقاومة المتغيرة وتأكد من عدم تجاوز القيمة القصوى للتيار المحدد من قبل الشركة المصنعة لليزر الدايدود.

9 وجه حزمة الليزر الخارجة الى مقياس القدرة وسجل قيمة قدرة الخرج الليزري بواسطة قياس القدرة.

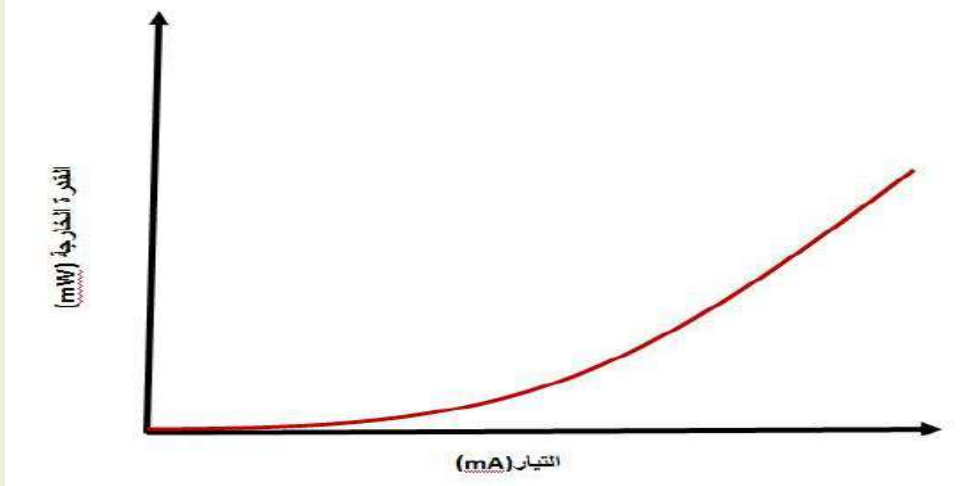
10 سجل درجة الحرارة (T) ولنفتراض انها تساوي (25°C).

11 ضع النتائج المستحصلة من الخطوة رقم 8 في الجدول التالي:

	T=25°C
I(mA)	P ₀ (mW)

P_0 : قيمة القدرة المسجلة بالملي واط (mW) و I : قيمة التيار المار في الدائرة الكهربائية بالملي أمبير (mA).

12 ارسم علاقة بيانية بين كل من قيمة التيار المار في الدائرة وقيمة القدرة المسجلة.



الاسئلة

- س1: ما اهم خاصية لليزر الدايدود التي يجب معرفتها؟
- س2: علام يعتمد تيار العتبة ؟
- س3: ماذا نقصد بقولنا (ان كفاءة الكم الداخلية تساوي 75%) ؟
- س4: ماذا تمثل كفاءة الكم الداخلية ؟
- س5: ما التسميات التي احيانا تطلق على ليزر اشباه الموصلات؟
- س6: مالمقصود بكفاءة الكم الخارجية ؟
- س7: هل تكون كفاءة الكم الخارجية دائما اقل من كفاءة الكم الداخلية ؟
- س8: ما مصدر ضخ ليزر الدايدود؟
- س9: عدد الخواص المهمة التي يجب تحديدها لليزر الدايدود؟
- س10: عدد استعمالات ليزر شبه الموصل (دايدود ليزر)؟
- س11: علل/ اصبح دايدود ليزر يستعمل على نطاق واسع في كافة التطبيقات والاجهزة الدقيقة حتى 1000mw؟

استمارة قائمة الفحص				
الجهة الفاحصة:				
اسم الطالب:		المرحلة: الثالثة		التخصص: قسم الليزر
اسم التمرين: دائرة تسويق التيار لليزرات شبه الموصلة .				
الرقم	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
المجموع				
اسم الفاحص:		التوقيع:		
التاريخ:				
الدرجة الدنيا لاجتياز التمرين 60% و اقل منها يعيد الطالب الخطوات التي رسب فيها.				
توقيع المدرب		توقيع المدرب		توقيع رئيس القسم

دوائر التضمين وفك التضمين (Modulation and Demodulation Circuits)

التضمين:

هو مفهوم أساسي يرد في مجال الاتصالات ونقل المعلومات بتوظيف موجة حاملة أو ناقلة للإشارة المعلوماتية والمقصود بمفهوم التضمين هو العملية التي تصف كيفية تغير إحدى الدلائل المرافقة للموجة الحاملة لكي تجعلها قادرة على حمل الإشارة، يمكن توظيف كل من سعة الموجة الناقلة، شدتها، ترددها، طورها، أو استقطابها، وأيضا بالإمكان استعمال أكثر من صفة لهذا الغرض. توجد تقنيات مختلفة ومتعددة لكيفية تحميل المعلومات على الموجة الناقلة باحداث تغيرات في إحدى دلائل أو خصائص تلك الموجة، ومن انواع تقنيات التضمين:

1. التضمين المناظر.

2. التضمين النبضي.

3. التضمين الرقمي.

ففي التضمين المناظر توظف إشارة المعلومات الأولية التي هي عبارة عن تغير زمني مستمر للجهد الكهربائي لمتغير مستمر لإحدى خصائص الموجة الناقلة كالسعة أما في التضمين النبضي، يستعمل عرض النبضة ليتغير زمن حدوثها ضمن فتحة زمنية معينة للغرض ذاته، أما في تقنية التضمين الرقمي فان المعلومات تعطى بدلالة خيط من النبضات يكون لها عرض وزمن ثابتين ولكن سعتها تتغير بشرط أن مقدارها يخضع لقيم معينة مثلاً واحد وصفر. وأكثر التقنيات استعمالاً هي تقنية التضمين المناظر والرقمي.

لكل نموذج إرسال مميزات خاصة، فالتضمين المناظر هو الوسيلة التقليدية الملائمة والمألوفة للناس، فالإذن البشرية اعتادت سماع الأصوات ذات التغير المستمر في مستوى شدتها وليس أصوات متقطعة ذات قفزات يظهر الصوت فيها فجأة أو ينعدم كلياً، تماماً كالعين التي اعتادت لترى مستويات متغيرة باستمرار لشدة الضوء وليس ومضات متقطعة لهذا السبب تبني الإرسال الهاتفي التضمين المناظر للاتصالات فأسلاك الهاتف تنقل التغير المستمر في مستوى الإشارة المرسل أما الإشارة الرقمية فهي أكثر ملائمة للإلكترونيات والألياف البصرية فمن الأسهل تصميم وبناء دوائر للكشف عن الإشارة بكونها موجودة أو غير موجودة بدلاً من بناء دوائر للكشف عن كيفية تغير مستوى الإشارة المستمر. علاوة على كون الإشارة الرقمية أقل تأثراً بالتشويش، فمثلاً يبدو التشويه واضحاً في صوت المتكلم عبر الهاتف ولكن مهما كان التشويه على الإشارة الرقمية فيمكن تمييز وجودها من عدمه.

يصنف التضمين الى ثلاثة انواع:

1. تضمين النبضة (Pulse Modulation).
 2. تضمين السعة (Amplitude Modulation).
 3. تضمين التردد (Frequency Modulation).
- ان عملية التضمين التي يتم اجراءها على الموجة الجيبية هي عملية يتم فيها القيام بتغيير اي من خصائص الموجة بصورة مستمرة وبنظام معين يسمى الشفرة فتصبح الموجة محملة بالمعلومات من التغيرات التي نقوم بها.

1. تضمين النبضة (Pulse Modulation):

وهذا النوع من التضمين يتم على الفصل والتشغيل للموجة الجيبية ، تماما كما يحدث في ارسال كود اشارات مورس*، والشكل (1) يوضح كيف يتم ارسال الموجات في صورة نبضات وكل نبضة مكونة من عدد معين من الموجات وبهذا يكون نظام التشفير حيث يتم تمثيل نبضة من موجات الراديو (المذياع) مدتها الزمنية 0.2 من الثانية بالرقم صفر في حين نبضة اخرى مدتها الزمنية 0.3 ثانية تمثل بالرقم واحد ونبضة زمنية مدتها 0.4 ثانية تمثل المسافة ولا تحتاج الى اكثر من ذلك في النظام الرقمي الذي يعتمد على الرقمين 0 و 1 وبهذا يمكن ارسال سيل من الازهار والواحد التي تفصلهما المسافات من استعمال نظام النبضات لموجات الراديو وهذه الطريقة مستعملة في عملية ضبط الوقت حيث تستقبل الساعات الوقت من اشارات راديو تعمل بنظام تضمين النبضة.



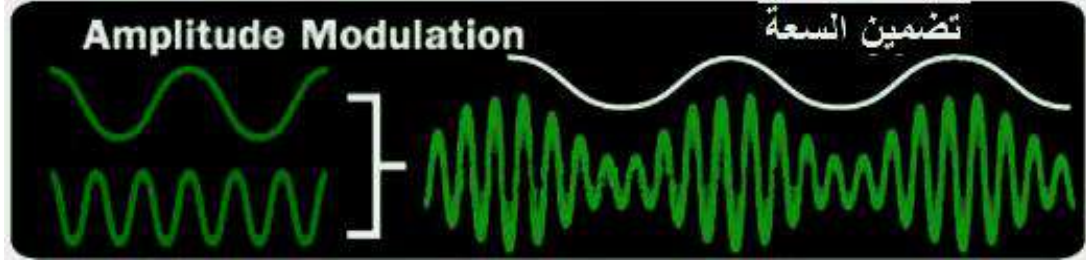
الشكل (1) يمثل موجات راديو مضمنة بنظام النبضات وكل نبضة لها مدة زمنية محددة يتم استعمالها كمعلومات مثل اشارات مورس

2. تضمين السعة (Amplitude Modulation):

نعلم ان لكل موجة سعة اهتزاز وهي المسافة بين القمتين في الموجة ويتضمن سعة الموجة يمكننا ان نحمل المعلومات عليها وهذه الطريقة مستعملة في انظمة الراديو التي تعمل على نظام AM (اول حرفي من المصطلح Amplitude Modulation).

* اشارات مورس : هي شفرة حرفية من اجل ارسال المعلومة التلغرافية، باستعمال تنابعات قياسية من عناصر طويلة وقصيرة تعبر عن الحروف والارقام الموجودة في الرسالة.

ويتم فيها جمع موجة الراديو الجيبية وموجة الصوت وتكون المحصلة موجة مضمنة ذات سعة متغيرة مع الزمن كما موضح باللون الابيض في الشكل (2). تستعمل هذه الطريقة كذلك في ارسال اشارة التلفاز.



الشكل (2) يوضح موجات راديو مضمنة بنظام تضمين السعة

نظرا لكون الاشارة المعلوماتية ذات تردد منخفض LF وان الهوائي لا يميز بين اشارتين LF ولارسالها يجب تضمينها في موجة (اشارة) قادرة على الانتشار دون تبدد وهذه الموجة الحاملة من صنف HF وذات تردد عالي ولاسترجاعها يجب ازالة التضمين.

يحدث تغيير في الموجة الحاملة بحيث تتغير سعتها وفق ما تتطلبه الاشارة المضمنة وبالتالي يحدث تضمين للسعة. لتضمين السعة يتطلب:

❖ موجة جيبية حاملة HF (High Frequency).

❖ الاشارة المراد نقلها LF (Low Frequency).

❖ المركبة المستمرة للتردد (اي مركبة تحدث ازاحة للاشارة المراد نقلها).

ان الاشارة المضمنة سعويا تتذبذب بين اعلى قيمة للفلوطية V_{max} واقل قيمة للفلوطية V_{min} . وتعرف نسبة درجة التضمين (m):

$$m = \frac{V_{max} - V_{min}}{V_{max} + V_{min}}$$

3. تضمين التردد (Frequency Modulation):

وهذه الطريقة التي تستعمل في محطات الراديو التي تبث بنظام **FM** (Frequency Modulation) والتي تستعمل ايضا في الكثير من الاجهزة التقنية اللاسلكية مثل الهواتف واجهزة التحكم عن بعد واجهزة الجوال وغيره. كما تستعمل هذه الطريقة في ارسال الصوت المصاحب للصورة في الاشارة التلفزيونية (بمعنى ان اشارة التلفاز التي تحوي على الصورة والصوت يحمل على موجة راديو مضمنة بطريقة تضمين التردد).

في هذه الطريقة يتم تضمين التردد بناء على نتيجة التداخل بين الموجة الجيبية (موجة الراديو) وموجة المعلومات (الصوت او الصورة) وتكون النتيجة موجة جيبية مضمنة ذات ترددات مختلفة حسب تردد موجة المعلومات التي تداخلت مع الموجة الجيبية، كما موضح في الشكل (3).



الشكل (3) يوضح موجات راديو مضمنة بنظام تضمين التردد

تأثير نسبة التضمين:

تمكن نسبة التضمين من تحديد جودة التضمين.

- ❖ يكون التضمين ذا جودة عندما يكون غلاف الإشارة الحاملة يتطابق مع الإشارة – المعلومة وهذا يوافق $m < 1$
- ❖ تردد الموجة الحاملة اكبر بكثير من تردد الإشارة – المعلومة.

فك التضمين:

يهدف فك التضمين الى "استرجاع" الإشارة – المعلومة (LF) المبعوثة عبر الموجة المضمنة سعويا (HF).

اسم التمرين: دوائر التضمين وفك التضمين . رقم التمرين: (19)

مكان التنفيذ: الزمن المخصص:

1- الأهداف التعليمية:

■ دراسة مميزات التضمين السعوي.

2- التسهيلات التعليمية (مواد ، عدد ، أجهزة):

■ اوسكوب (DSO).

■ مولد إشارة A.

■ مولد إشارة B.

■ مشبك BNC.

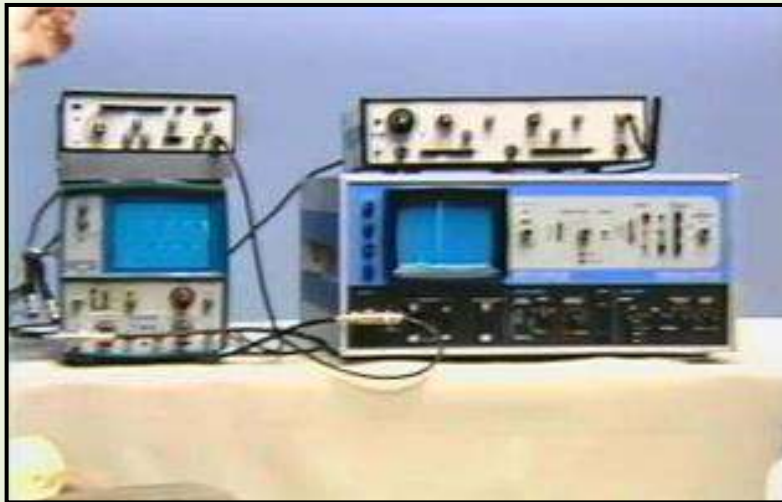
■ اسلاك عازلة.

3- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، معيار الأداء، الرسومات.

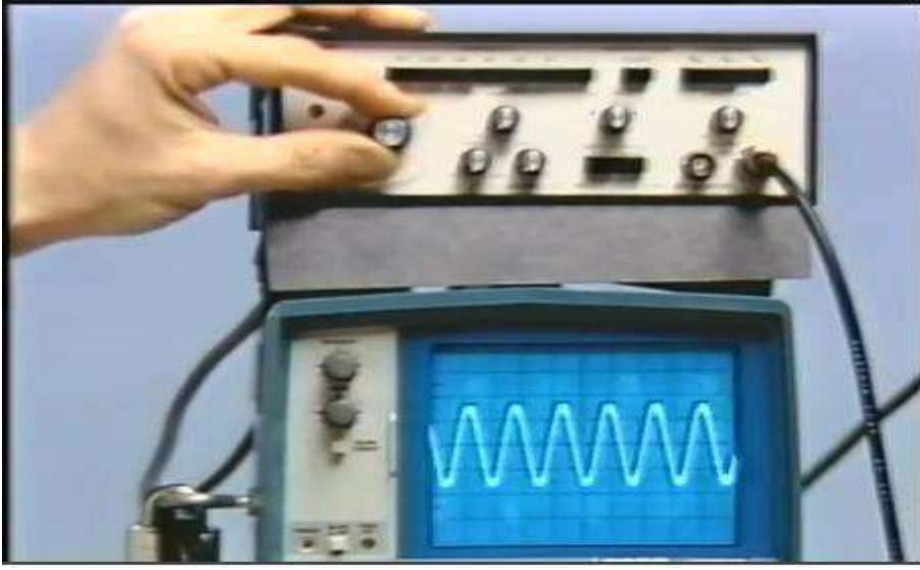


1 ارتد بدلة العمل الملائمة لجسمك مع مراعاة تحوطات الامان.

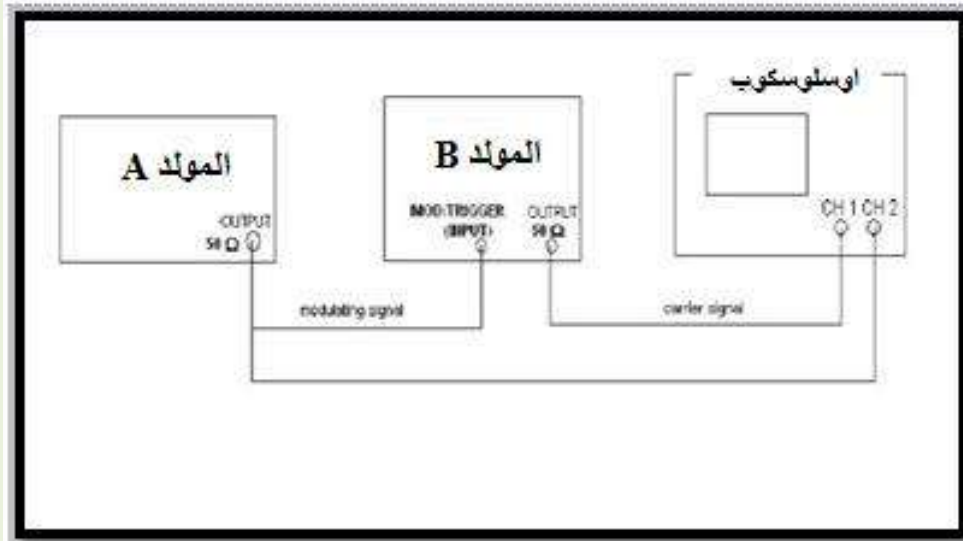
2 اعمل على تعيير الاوسكوب لكلا القناتين (قناة 1 وقناة 2)، كما موضح في الشكل.



3 نظم تردد المولد A على (500Hz) (اشارة تضمين) ومولد B على (5kHz)
(الاشارة الحاملة) كما في الشكل.

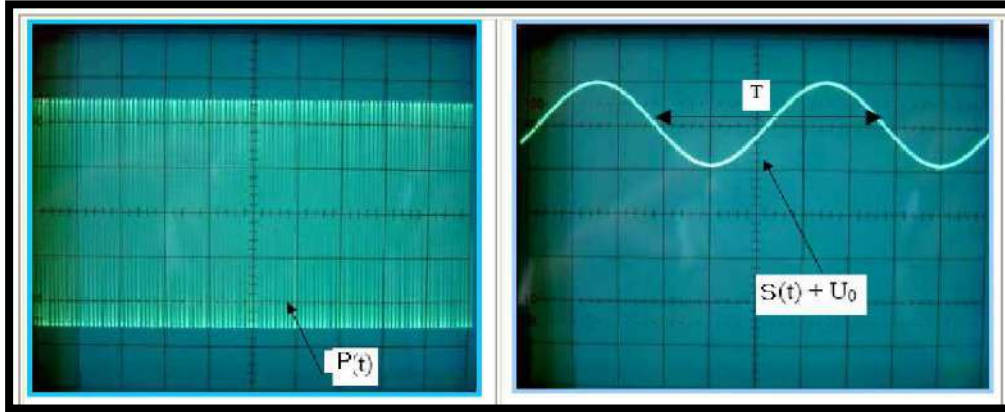


4 اربط الدائرة ،كما في الشكل.



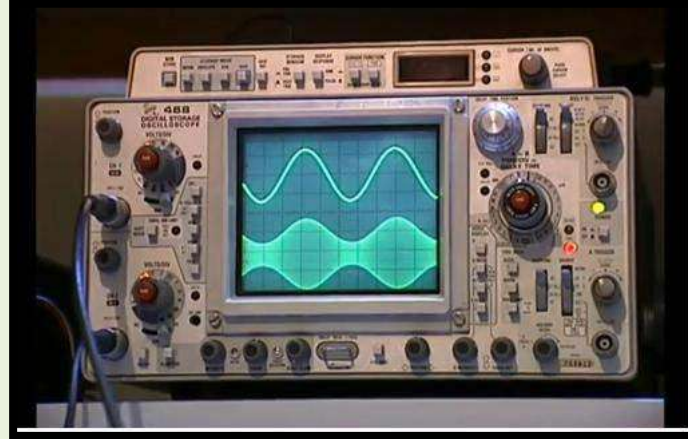
اضغط على AM للتضمين السعوي الى المولد B، كما موضح في الشكل.

5



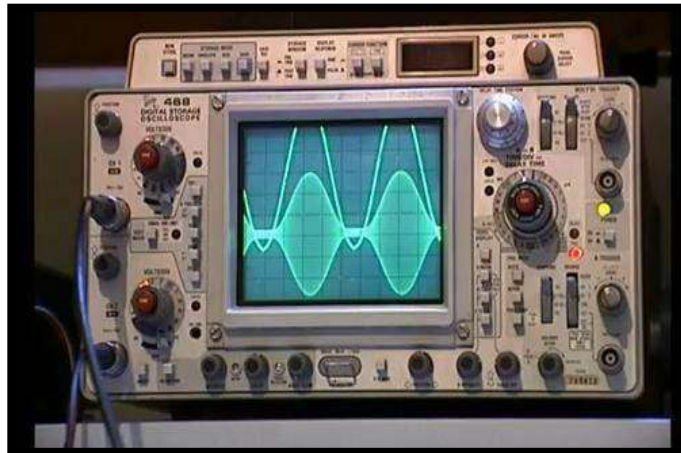
اضغط على MOD ON . ثم اضغط SHIFT، RATE لجعل الدالة الخارجة الى المولد B، كما موضح في الشكل.

6



زيد سعة المولد A من $2V_{p-p}$ الى $10V_{p-p}$ (بزيادة مقدارها $2V_{p-p}$ في كل مرة) ولاحظ التغير في شكل الموجة والموضح في الشكل.

7



8 لاحظ شكل الموجة الخارجة المتضمنة، وخذ اعلى $V_{p-p} (max)$ واقل $V_{p-p} (min)$ ثم احسب النسبة المئوية لشكل الموجة التي تضمنت باستعمال مقياس درجة التضمين، كما في الشكل.



$$m = \frac{V_{max} - V_{min}}{V_{max} + V_{min}}$$

$$m \times 100\% = \text{نسبة التضمين}$$

9 سجل قرأتك في جدول كالاتي:

النسبة المئوية m % (m%)	قناة رقم (1)			قناة رقم (2)
	درجة التضمين			
	$V_{max_{p-p}}$	$V_{min_{p-p}}$		V_{p-p}
				2 V_{p-p}
				4 V_{p-p}
				6 V_{p-p}
				8 V_{p-p}
				10 V_{p-p}

الاسئلة

- س1: ما المقصود بالتضمين ؟
- س2: تصنف تقنيات التضمين الى ثلاثة اصناف ، اذكرهم؟
- س3: املأ الفراغ بما يناسبه:
- 1- في تقنية التضمين ----- فان المعلومات تعطى بدلالة خيط من النبضات يكون لها عرض وزمن ثابتين ولكن سعتها تتغير بشرط ان مقدارها يخضع لقيم معينة مثلا واحد وصفر.
- 2- في التضمين ----- توظف اشارة المعلومات الأولية التي هي عبارة عن تغير زمني مستمر للجهد الكهربائي لمتغير مستمر لأحدى خصائص الموجة الناقلة كالسعة.
- 3- الاشارة الرقمية هي اكثر ملائمة الى ----- و----- .
- س4: اذكر اكثر تقنيات التضمين استعمالا؟
- س5: اي صنف من تقنيات التضمين تبناه الارسل الهاتفي؟
- س6: هل الاشارة الرقمية اكثر أم أقل تأثرا بالتشويش؟
- س7: ما المقصود بسعة اهتزاز الموجة؟
- س8: ماذا يتطلب لتضمين السعة؟
- س9: ما نوع التضمين المستعمل في اجهزة التلفونات (الهواتف)؟
- س10: اكتب العلاقة الرياضية التي تربط بين نسبة درجة التضمين واعلى قيمة للفلوطية واقل قيمة للفلوطية؟
- س11: ما الهدف من فك التضمين ؟

استمارة قائمة الفحص				
الجهة الفاحصة:				
اسم الطالب:		المرحلة: الثالثة		التخصص: قسم الليزر
اسم التمرين: دوائر التضمين وفك التضمين.				
الرقم	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
المجموع				
اسم الفاحص:		التوقيع:		
التاريخ:				
الدرجة الدنيا لاجتياز التمرين 60% و اقل منها يعيد الطالب الخطوات التي رسب فيها.				
توقيع المدرب		توقيع المدرب		توقيع رئيس القسم

تم بعونه تعالى