השפעת עוצמת האור על שיעור הפוטוסינתזה

כרטיס זיהוי של הפעילות

הפעילות משתלבת בנושא	מערכות אקולוגיות
רעיון/תכנים	השפעת גורמים שונים על תהליך הפוטוסינתזה
מושגים קרובים לנושא	**מושגים מרכזיים:** תהליך הפוטוסינתזה, מגיבים ותוצרים בריאקציה אנזימטית (פעילות אנזימים כללי), נוסחת הפוטוסינתזה (או לפחות שמות המגיבים ושמות התוצרים), הגורמים המשפיעים על הפוטוסינתזה, כלורופיל, גורם מגביל
סוג הפעילות	ניסוי
מיומנויות	
הפעילות מבוססת על	בחינת בגרות במעבדה בביולוגיה 3 י"ל תשס"ה, בעיה 1. לגירסה רחבה - ראו בבחינת בגרות במעבדה 5 יח"ל תשס"ד בעיה 2 חלק ב' (תהליך הפוטוסינתזה בעלי חיטה) ובאוגדן ניסויים בביולוגיה (בנושא: תהליכים וחילוף חומרים בתא).

דפים לתלמיד

דפים למורה

רשימת כלים וחומרים

تجربة: تأثير شدّة الضوء عل معدل عملية التركيب الضوئي

أوراق للطالب

في هذه التجربة سوف يتم فحص عملية التركيب الضوئي في أوراق البصل الاخضر ، وذلك في درجات إضاءة مختلفة وفي بيئة غنية بثاني أكسيد الكربون CO_2.

ا. اكتب على ثلاثة أنابيب اختبارية ، بواسطة قلم خاص للكتابة على الزجاج ، الأرقام 1، 2، 3.

ب. تحت تصرّفك كيس يحتوي على 6 أوراق بصل أخضر متساوية في الطول والحجم.
أخرج ورقة واحدة من الكيس، واقطعها طوليًا لقسمين. ضع أجزاء الورقة المقطعة في الأنبوب رقم 1 ، ثم اقطع بنفس الطريقة الورقة الثانية التي بنفس الكيس، وأضِف أجزاءها إلى الأنبوب رقم 1 .

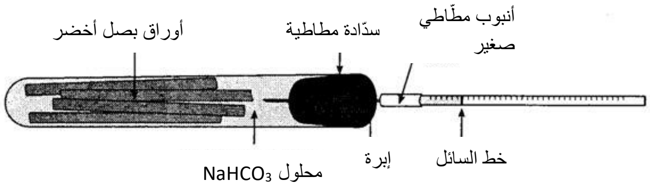
ج. كرر تنفيذ التعليمات الموجودة في البند ب' مع بقية الأوراق الموجودة في الكيس، ثم أدخل ورقتين مقطعتين في أنبوب رقم 2 ، وورقتين مقطعتين أخريين لأنبوب رقم 3.

د. أضف للأنبوب رقم 1 محلول $NaHCO_3$ ، حتّى يمتلئ الأنبوب للنهاية.

ه. تحت تصرّفك ثلاثة أجهزة ، والتي يوجد في كل واحد منها سدّادة مطاطية، وقد غُرست فيها إبرة بواسطة أنبوب مطاطي صغير تابع لأنبوبة ماصّة (פיפטה).
- أقفل الأنبوب رقم 1 جيدًا بواسطة سدّادة مطاطية موصولة بالأنبوبة الماصّة. هذه العملية سوف تُمكّن دخول قليل من السائل الموجود في الأنبوب لداخل الأنبوبة الماصّة (انظر شكل 1).

ملاحظة: نفّذ هذه العملية على ورقة نشّاف لامتصاص السائل الفائض. المحلول الذي سوف يُسكب من الأنبوب ليس خطيرًا.

شكل 1



و. ضع الأنبوب المقفل على طاولتك.

ز. إذا رأيت خط السائل في الأنبوبة الماصّة ، يُمكن البدء بالتجربة.
إذا **تعذرت رؤية** السائل في الأنبوبة الماصّة ، أخرج السدّادة المطاطية من الأنبوب وأضف له قليلًا من محلول $NaHCO_3$ حتى يصبح ممتلئًا للنهاية، ثم أقفلها مرّة أخرى.

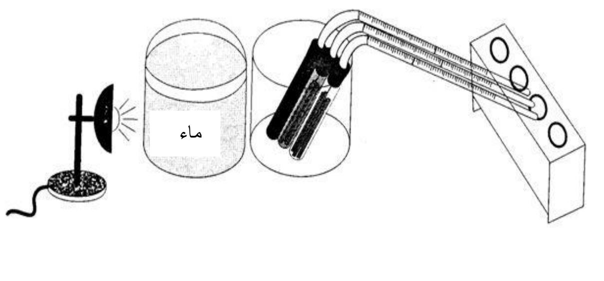
ح. أعد تنفيذ التعليمات في البنود د- ز مع الأنبوب رقم 2 ومع الأنبوب رقم 3 .

ط. تحت تصرّفك غطاء من ورق ألمنيوم . قم بواسطته بتغطية الأنبوب رقم 1.

ي. تحت تصرّفك شبكة من ألياف بلاستيكية (רשת פיבר). أدخل فيه الأنبوب رقم 2.

ي أ. ضع أنابيب الاختبار الثلاثة في كأس كيميائية فارغة. ضع حاملًا للأنابيب واجعله قريبًا من الكأس بحيث تتكئ عليه أطراف الأنابيب الماصّة. ثم تأكد من أن الأنابيب المطاطية الصغيرة الموصولة بالأنابيب الماصّة غير مثنية وذلك للسماح للسائل بالمرور من الأنبوب للأنبوبة الماصّة. (انظر شكل 2)

شكل 2



ي ب. على طاولتك كأس مملوءة بالماء، ضعها بالشكل التالي: من الجهة الأولى– الكأس التي تتواجد بها الأنابيب، ومن الجهة الاخرى- مصباح مُضاء (انظر شكل 2).

- تأكد من أن الأنابيب لا تمنع الضوء عن بعضها البعض. وأن تكون على بعد متساوٍ من المصباح.
- **ثبّت** جيدًا السدّادات المطاطية للأنابيب الثلاثة.

انتبهوا ، لقد تم وضع كأس الماء حتى نضمن أن محتويات الأنابيب لن تسخُن من المصباح خلال التجربة.

- سجّل الساعة ___________.

انتظر 5 دقائق لكي يستقر الجهاز.

ي ج. بعد انتظار 5 دقائق يكون الجهاز بها قد استقر (بند ي ب)، علّم خط السائل في الأنبوبة الماصّة الموصولة بالأنبوب رقم 1، وبنفس الطريقة علّم خط السائل في الأنبوبات الماصّة الموصولة بالأنبوبين رقم 2 ورقم 3 .

<u>ملاحظة:</u> إذا تواجدت الفقاعات في الأنبوبة الماصّة ، علّم على الانبوبة الماصّة خط السائل الأكثر بعدًا من الأنبوب.

سجّل الساعة ___________. انتظر 5 دقائق أخرى. تأكد من عدم تحريك الأنابيب!

ي د. بعد مرور 5 دقائق من قيامك بتعليم خط السائل على الأنبوبات الماصّة ، قم بإنهاء التجربة على النحو التالي :

علّم خط سائل ثانٍ على <u>كل واحدة</u> من الأنبوبات الماصّة الثلاث والموصولة بالأنابيب 1- 3.

- أطفئ المصباح.

لمعلوماتك: انطلاق غاز من جهاز التجربة يسبب في تقدّم السائل من الأنبوب للأنبوبة الماصّة ولتقدّم خط السائل في الأنبوبة الماصّة.

ط و. في كل واحدة من الانبوبات الماصّة، قم بقياس البعد بين خط السائل الاول الذي قُمت بتعليمه وبين خط السائل الثاني بواسطة مسطرة. سجّل نتائج القياس في العامود الملائم في الجدول الموجود في السؤال 1.

ملاحظة: إذا " تراجع" خط السائل الموجود في الأنبوبة الماصّة الموصولة بالأنبوب رقم 1 لاتجاه سدّادة الأنبوب بعد مرور 5 دقائق ، فسجّل 0 سم في خانة النتائج في الجدول (وكأنّه لم يحدث أي تحرُّك لخط السائل).

الأسئلة

1. أكمل الجدول التالي:

الأنبوب	عدد أوراق البصل الأخضر	وجود محلول $NaHCO_3$ (-/+)	غطاء للأنبوب	مدة تعرّض أوراق البصل للضوء (0/++/+)	البعد الذي مرّه السائل (سم) خلال 5 دقائق
1					
2					
3					

2. ا. ما هو المتغير المستقل في التجربة؟ كيف قُمت بتغيره؟

ب. ما هو المتغير المتعلق في التجربة؟ كيف قُمت بقياسه؟

ج. هل يشمل مجرى التجربة ضابطًا؟ اشرح اهميته.

د. ما هي العوامل التي حُفظت ثابتة خلال مجرى التجربة ؟ فسّر أهمية الحفاظ على هذه العوامل ثابتة.

3. أ. ما هو الرسم البياني الملائم للتعبير عن نتائج التجربة؟ علل

ب. اعرض النتائج بواسطة الرسم البياني الذي اقترحته. أضف عنوانًا للرسم البياني وللمحاور.

4. أ. ما هي العملية التي فُحصت في هذه التجربة وما هو الغاز الذي انبعث من العملية؟

ب. ما هو الاستنتاج أو الخلاصة من نتائج التجربة؟

5. يعتبر محلول $NaHCO_3$ مصدرًا لثاني أكسيد الكربون. اشرح لماذا كان من المهم إضافة هذا المحلول للأنابيب؟

6. في تجربة أخرى ، مشابهة للتجربة التي أجريتها ، أدخَلوا لكل أنبوب عددًا أكبر من أوراق البصل الأخضر. كيف يمكن أن يؤثر عدد أوراق البصل الأخضر على نتائج التجربة في الأنبوب الذي تعرّض للضوء بدون غطاء؟ فسّر إجابتك.

7. أ- في درجات تلوث الهواء العالية تهبط جسيمات غبار على أوراق النبات. كيف يؤثر هذا الغطاء على شدة الضوء التي تحصل عليها الأوراق وعلى شدة عملية التركيب الضوئي التي يقوم بها النبات؟

ب- اذكروا ثلاثة تأثيرات بيئية يمكن أن تحدث بسبب التغير في شدة عملية التركيب الضوئي في النباتات المعرضة للتلوث.

8. خطّط تجربة ، بحيث تستخدم خلالها الجهاز الذي عملت به لفحص تأثير تركيز CO_2 على شدة عملية التركيب الضوئي.

أ. ما هو سؤال البحث وما هي الفرضية التي ستقوم بفحصها ؟ ما هو الأساس العلمي لفرضيتك ؟

ب. ما هو المتغير المستقل في التجربة ؟ كيف ستقوم بتغييره ؟

ج. ما هو المتغير المتعلق في التجربة ؟ كيف ستقوم بقياسه ؟

د. ما هو الضابط في التجربة ؟ اشرح .

דפים למורה

מטרות הניסוי

1. להדגים את פליטת הגז בתהליך הפוטוסינתזה.
2. להדגים את רעיון הגורם המגביל, וביטויו בפוטוסינתזה.
3. פיתוח מיומנויות חקר (תכנון ניסוי)

עקרון המדידה

מסיסותו במים של החמצן נמוכה ולכן הוא מצטבר כגז. בתהליך הפוטוסינתזה נפלט חמצן. בניסוי, המתבצע במבחנות סגורות היטב ומחוברות לפיפטה (ראו תיאור מערכת הניסוי), הגז דוחק את הנוזל אל הפיפטה, וכך אפשר למדוד את נפחו. נפח זה משמש מדד כמותי לשיעור הפוטוסינתזה.

רקע עיוני/מדעי

תהליך הפוטוסינתזה הוא תהליך שבאמצעותו אורגניזמים המכילים כלורופיל ממירים אנרגיית אור לאנרגיה כימית ומשתמשים בה לסינתזת פחמימות ומולקולות אורגניות אחרות מ-CO_2 ומים.

תוצרי הפוטוסינתזה – תרכובות פחמן אורגניות כמו סוכרים – משמשים כשלד לבניית כל שאר התרכובות האורגניות כגון שומנים וחלבונים, הבונות את גוף הצמח. בתהליך בנייה זה משתתפים מים ומינרלים שונים (כגון חנקן וזרחן) שהצמח קולט אותם יחד עם המים דרך השורשים. תוצר חשוב נוסף של הפוטוסינתזה הוא החמצן המשמש לנשימה התאית האווירנית של רוב האורגניזמים..

בין הגורמים המשפיעים על תהליך הפוטוסינתזה נמנה את עוצמת האור, טמפרטורה, ריכוז CO_2, ומידת הלחות. עוצמת האור וריכוז CO_2 הם גורמים שיכולים להגביל את עוצמת הפוטוסינתזה.

הנוסחה הכימית של תהליך הפוטוסינתזה: $6CO_2+6\ 2H_2O$ +אור --> $C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

הערות והמלצות למורה

הערות כלליות:

– הכנסת הצמח לתמיסת $NaHCO_3$ מאפשרת את קיום הפוטוסינתזה בסביבה עשירה יחסית ב-CO_2. מצב זה מאפשר את קיום תהליך הפוטוסינתזה בכל עוצמות האור, כאשר ה-CO_2 אינו מהווה גורם המגביל את קצב התהליך.

– אמנם הניסוי בודק באופן ישיר את חיוניות האור לתהליך הפוטוסינתזה, אולם לתלמידי סביבה, ניתן להאיר שני היבטים סביבתיים הקשורים לדרכי המדידה של תהליך הפוטוסינתזה: א. החמצן שנפלט בתהליך הפוטוסינתזה הוא המקור העיקרי לחמצן האטמוספרי. ב. בתהליך הפוטוסינתזה הצמח קולט פחמן דו חמצני מהסביבה, שכן הפחמן הדו חמצני הוא "חומר גלם" לתהליך.

– מטרת כוס מים המוצבת בין מקור האור למבחנות הניסוי היא למנוע התחממות של המערכת מאור המנורה. ניתן להשתמש בנורה "קרה" ואז לא צריך את כוס המים.

הערה לפעילות עצמה:

– את השינוי בנפח הגז מחשבים על פי מספר השנתות שהנוזל עבר בפיפטה: תזוזה של קו הנוזל בפיפטה בשֶנֶת אחת (רווח אחד בין שני קווים בפיפטה) פירושה שינוי נפח של 0.01 מ"ל.

תשובות לשאלות

1. השלם את הטבלה.

مثال لجدول كامل:

الأنبوب	أوراق بصل أخضر	محلول $NaHCO_3$	غطاء الأنابيب	وصف قوة الضوء التي تعرّضت لها أوراق البصل	البعد الذي مرّه السائل (سم)
1	+ / يوجد	+ / يوجد	ورق ألمنيوم	0 / معدومة / ظلام	**0**
2	+ / يوجد	+ / يوجد	غطاء شبكة	متوسطة / +	**1.9**
3	+ / يوجد	+ / يوجد	--/ بدون غطاء׳	كاملة / كبيرة / ++	**2.4**

2 א. מהו המשתנה הבלתי תלוי בניסוי? באיזה אופן שינית משתנה זה?

المتغير المستقل هو شدة الضوء. قمنا بتغييره بواسطة تغطية أنبوب واحد بورق ألمنيوم وأنبوب آخر بشبكة. الأنبوب الثالث كان مُعرّضًا للضوء بصورة تامة.

ב. מהו המשתנה התלוי בניסוי? כיצד מדדת משתנה זה?

المتغير المتعلق بالتجربة هو شدة عملية التركيب الضوئي. قمنا بقياسه بواسطة كمية غاز الأوكسجين المنبعثة من العملية.

ג. האם במערך הניסוי כלולה בקרה? הסבר.

تشتمل التجربة على مراقبة تحمل مقارنة بين قوى الضوء المختلفة وكذلك تشتمل على مراقبة لأنبوب مغطى بغطاء مختوم يعجز الضوء من اختراقه (بدون المتغير المفحوص).

ד. אלו גורמים נשמרו קבועים במהלך ניסוי זה? הסבר את חשיבות השמירה על קביעות גורמים אלה.

- كمية ثاني أكسيد الكربون في أنابيب التجربة- من المهم الحفاظ عليها ثابتة لأنها تُستهلك في العملية ، ويمكن أن تكون عاملًا محددًا.

- البعد بين المصباح وأنبوب التجربة أيضا ، وذلك لكي يكون الضوء الواصل للأنابيب بنفس الشدّة ، والاختلاف يكون فقط بسبب الغطاء ، وأيضا إذا أدى المصباح إلى تسخين الأنابيب تكون درجة السخونة في كل الأنابيب متشابهة.

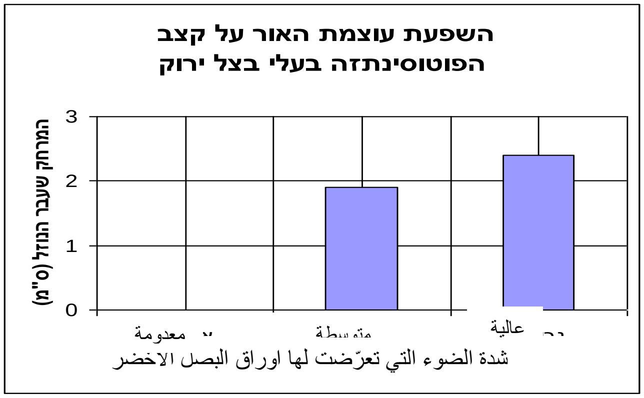
- كمية أوراق البصل الأخضر في الأنبوب - لأنه كلما ازدادت كميتها يزداد إنتاج الغاز ، دون علاقة لتأثير الضوء.

3. א. מהי הדרך הגרפית המתאימה להצגת תוצאות הניסוי? נמק

الرسم البياني الملائم هو الأعمدة ، وذلك لأن شدة الضوء المفحوصة لم تُحدد بطريقة كمية ولا يمكن عرضها بواسطة رسم بياني كمّي متواصل.

ב. הצג את תוצאות הניסוי בדרך גרפית זו. הוסף כותרת לאיור ולשני צירי הגרף.

عرض النتائج بواسطة رسم بياني بصورة أعمدة.



في الرسم يجب الانتباه لنطاق صحيح للمحاور ، ولكتابة وحدات القياس على المحاور ، وكتابة عنوان ملائم ، واختيار رسم بياني بصورة أعمدة وليس رسمًا بيانيًا متواصلًا.

4. א. מהו הגז שנפלט בתהליך שנבדק בניסוי?

ا. الغاز المنطلق هو الأوكسجين.

ב. מהי המסקנה מתוצאות הניסוי?

ب. استنتاج ممكن من التجربة : كلما ازدادت شدة الضوء تكون عملية التركيب الضوئي أسرع ، ويزداد انطلاق (انبعاث) الأوكسجين.

5. תמיסה של $NaHCO_3$ היא מקור של פחמן דו-חמצני. הסבר מדוע היה חשוב להוסיף למבחנות תמיסה זו.

من المهم إضافة محلول $NaHCO_3$ كمصدر لثاني أكسيد الكربون، لأن ثاني أكسيد الكربون هو من المواد المتفاعلة الضرورية لعملية التركيب الضوئي . وفي بيئة غنية بثاني أكسيد الكربون ، لا يمكن لثاني أكسيد الكربون أن يعتبر عاملًا مُحدّدًا حتى في شدة ضوء عالية ، لا سيما أنّ معدل عملية التركيب الضوئي يكون عاليًا.

6. בניסוי אחר, דומה לזה שביצעת, הכניסו לכל מבחנה מספר גדול יותר של עלי בצל ירוק. כיצד עשוי להשפיע מספר העלים על תוצאות הניסוי במבחנה שנחשפה לאור ללא כיסוי? נמק את תשובתך.

عدد أكبر من أوراق البصل الأخضر في الأنبوب الذي تعرّض للضوء بدون غطاء يؤدي إلى انطلاق أكثر للأوكسجين ، وسوف يتقدّم السائل بوتيرة أسرع في الأنبوبة الماصّة الموصولة بالأنبوب. في الواقع سوف يزداد معدل عملية التركيب الضوئي.

تفسير: تحدث عملية التركيب الضوئي في أوراق النبات. وكلما ازدادت كمية الأوراق زاد تعرضها للضوء وبالتالي يرتفع معدل عملية التركيب الضوئي.

7. א. בדרגות גבוהות של זיהום אוויר נוחתים על העלה חלקיקי אבק. מה המשמעות של כיסוי זה לגבי עוצמת התאורה שמקבל העלה ועוצמת הפוטוסינתזה שהצמח עושה.

طبقة الغبار التي تُغطي أوراق النبات تُقلل من كمية الضوء التي تصل للورقة، ولذلك سوف تقل وتيرة عملية التركيب الضوئي في الورقة ، بالاعتماد على سُمك طبقة الغبار.

ב. ציין 3 השפעות סביבתיות שעשויות להיות לשינוי בעוצמת הפוטוסינתזה בצמחים החשופים לזיהום אוויר.

التأثيرات البيئية هي: 1- تقل نسبة الأوكسجين المنبعثة في البيئة. 2- يقل استيعاب ثاني اكسيد الكربون من البيئة ، (وكما هو معروف ؛ مستوى عالٍ منه يزيد من ظاهرة الدفيئة). 3- الإبطاء في عملية تنمية النباتات في المنطقة.

8 תכנון ניסוי, תוך שימוש במערכת הניסוי איתה עבדת, לבדיקת השפעת ריכוז הco_2 על עוצמת הפוטוסינתזה.

א. מהי השאלה וההשערה אותן תבדוק? מהו הבסיס להשערתך?

السؤال: ما هو تأثير تركيز ثاني أكسيد الكربون على وتيرة عملية التركيب الضوئي؟

الفرضية: كلما ارتفع تركيز ثاني أكسيد الكربون، تزداد شدة عملية التركيب الضوئي(حتى يصل إلى حد معين).

أساس الفرضية : كلما ازدادت كمية ثاني أكسيد الكربون المُتاحة للنباتات تزداد عندها المواد المتفاعلة لعملية التركيب الضوئي ولذلك تبدأ قوة عملية التركيب الضوئي بالازدياد حتى يصبح أحد العوامل الأخرى عاملًا محددًا (مثال- عدد البلاستيدات الخضراء).

ב. מהו המשתנה הבלתי תלוי? איך תשנה אותו?

كمية co_2 في المحلول. نوفر تراكيز مختلفة لمحلول $NaHCO_3$ من 0% حتى 10% . بواسطة إجراء تخفيفات מיהולים بواسطة ماء بمحلول بتركيز 10%

ג. מהו המשתנה התלוי? איך תבדוק אותו?

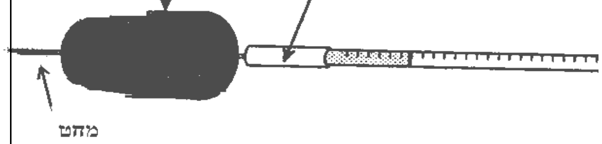
شدة عملية التركيب الضوئي. تُقاس حسب كمية الغاز المنطلق والذي يزيد من ارتفاع عمود السائل في الأنبوبة الماصّة.

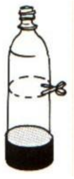
ד. מהי הבקרה בניסוי? הסבר

علاج بدون CO_2 - الأنبوبة التي تتواجد بها الأوراق تكون داخل مياه مقطرة.

وتتم المراقبة عن طريق المقارنة بين العلاجات المختلفة. في كل علاج أضيفت كمية مختلفة من $NaHCO_3$ وبذلك يكون للنبات كميات مختلفة من co_2.

רשימת כלים וחומרים

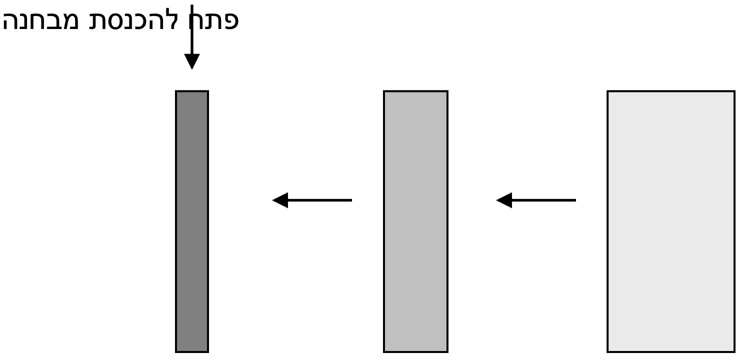
פריט	
1.	**בצל ירוק וטרי**. ניתן לקנות בצל ירוק וטרי שבחלקו העליון עלים ירוקים, בחלקו התחתון חלק לבן ובקצהו שורשים קצרים (ראה צילום). בחר בצל ירוק שעליו רחבים או עבים יחסית. רצוי לקנות את הבצל יום לפני הביצוע ולשמור אותו במקרר.
2.	**שקית פלסטיק שקופה עם 6 עלי בצל ירוק שווים בגודלם** . (להכנה ביום העבודה במעבדה). בחר עלים **ירוקים**, עבים וטריים של הבצל וחתוך מהם קטעים - אורך כל קטע 10 ס"מ. הקפד שכל קטעי העלים יהיו דומים ככל האפשר ברוחבם ובעוביים.
3.	כ- 60 מ"ל תמיסת $NaHCO_3$ בריכוז 2% בבקבוק פקוק ומסומן "תמיסת $NaHCO_3$" <u>הוראות הכנה</u>: המס 2 גרם $NaHCO_3$ ב-100 מ"ל מים מזוקקים, לקבלת תמיסה בריכוז 2%. העבר לכלי שנוח למזוג ממנו את התמיסה למבחנה. אפשר להכין את התמיסה יומיים שלושה לפני הביצוע.
4.	3 מערכות כל אחת מורכבת מ: * פקק גומי מתאים למבחנה רגילה (יש לבדוק את התאמת הפקקים למבחנות). יש להקפיד שהפקק יהיה מגומי גמיש, כך שיאטום היטב את המבחנה גם כשהוא רטוב. * צינורית לטקס בקוטר 0.5 ס"מ ובאורך 5- 6 ס"מ. וודא שהצינורית גמישה ואין בה חורים * מחט מזרק לשימוש חד פעמי בגודל 18- 20 X 1½ מחטים ניתן לרכוש אצל ספקי ציוד למעבדות * פיפטה **מזכוכית**, בנפח 1 מ"ל שקוטרה אחיד לכל אורכה. בדוק את התאמת קוטר הצינורית לקוטר הפיפטה ולחלק העשוי פלסטיק של מחט המזרק. הכן מערכות לפי ההוראות האלה (ראה איור):  • הכנס את מחט המזרק לתוך פקק הגומי כך שהקצה החד של המחט יבלוט 0.5 – 1 ס"מ בצדו הצר של הפקק. • בדיקת המחט: חבר את המחט למזרק מלא במים ובדוק את תקינותה על ידי התזת מים. אם המחט אינה מאפשרת מעבר מים, הוצא את הגומי הסותם אותה בעזרת מלקטת (פינצטה), חוט מתכת דק או מחט אחרת. בדוק שנית את תקינות המחט. • חבר את הצינורית לחלק הפלסטי של המחט. • חבר לצינורית את הקצה הצר של הפיפטה (ראה איור). וודא שהצינורית צמודה לפיפטה.
5.	3 מבחנות רגילות (יש לבדוק את התאמת הפקקים שבסעיף 3 למבחנות)
6.	סכין חד או סקלפל או סכין יפנית
7.	סרגל, עפרון מחודד ומחק

.8	1 כן למבחנות	
.9	רדידי נייר אלומיניום (נייר כסף) , בגודל 15 ס"מ X 15 ס"מ	
.10	1 כיסוי רשת כפול - הוראות ההכנה רשומות לאחר הטבלה	
.11	1 מנורת שולחן עם נורה של 100 ואט הדבק על בסיס המנורה פתק לתלמיד : **כבה את המנורה בסוף הניסוי**	
.12	1 כוס כימית בנפח 600-1000 מ"ל שתשמש כאמבט מים + מי ברז. **חלופה:** ניתן להשתמש בבקבוקי שתייה קלה, עגולים, שקופים (לכל אורכם), לא צבעוניים, בנפח ליטר או ליטר וחצי. יש להסיר את התווית ואת סימני הדבק מבלי לפגוע בשקיפות הבקבוק. יש לגזור את החלק העליון והצר של הבקבוק ולמלא את הכלי במי ברז.	
.13	1 כוס כימית בנפח של לפחות 600 מ"ל	

הכנת כיסוי רשת למבחנה (פריט 10):

ניתן לרכוש רשת מתאימה בחנויות לחומרי בנין וברשתות "עשה במו ידיך".
הרשת עשויה סיבי פלסטיק (שתי וערב) ומיועדת להתקנה בחלונות (שמה המסחרי "רשת פיבר").
המרחק בין סיב לסיב ברשת הוא 1-2 מ"מ. צבע סיבי הרשת לבן או אפור. הרשת גמישה ונוחה לקיפול.
ניתן לרכוש את הרשת על פי מספר המטרים הנדרש.
שימו לב: ניתן להשיג רשת ברוחב שונה, לכן מומלץ לבדוק תחילה את רוחב הרשת ועל פי מידע זה לתכנן את אורך הרשת הנדרש לתלמידיך.

הכן כיסוי רשת כפולה למבחנה לפי ההוראות האלה:

א. גזור פיסת רשת במידות 17 X 17 ס"מ.
ב. קפל את פיסת הרשת באמצע כך שתקבל פיסה שמידותיה 8.5 X 17 ס"מ.
ג. לקבלת כיסוי למבחנה שאורכה 15 ס"מ הדק באמצעות סיכות מחבר סיכות ("שדכן"), לאורך הרשת ובצידה התחתון (ראה איור 2).
ד. ודא שמידות הכיסוי שהכנת מתאימות למבחנה רגילה (אם הוא ארוך מעט מאורכה של מבחנה, גזור את יתרת הרשת בקצה הפתוח).

שלבים בקיפול פיסת הרשת