الوحدة 5

الكيمياء الحيوية: البناء الضوئي

Biochemistry: Photosynthesis

الصف الحادي عشر

الفصل الدراسي الثاني

علم الأحياء

فهرس المحتويات

أوّلاً: الاختبارات..... 3

الاختبار التشخيصي..... 4

تطبيق الدرس الأوّل: تركيب البلاستيدة الخضراء ووظيفتها..... 6

تطبيق الدرس الثاني: البناء الضَّوئيّ 9

اختبار المهارات العمليّة 11

اختبار مهارات الاستقصاء العلمي 13

اختبار الوحدة الخامسة: الكيمياء الحيويّة: البناء الضوئي 16

ثانيًا: الإجابات 22

إجابات الاختبار التشخيصي..... 23

إجابات تطبيق الدرس الأوّل: تركيب البلاستيدة الخضراء ووظيفتها 25

إجابات تطبيق الدرس الثاني: البناء الضوئي 27

إجابات اختبار المهارات العمليّة 29

إجابات اختبار مهارات الاستقصاءالعلمي..... 31

إجابات اختبار الوحدة الخامسة..... 33

أوّلاً: الاختبارات

الاختبار التشخيصي

الاسم: الصفّ: التاريخ:

اختر الإجابة الصحيحة للأسئلة من 1-7: الدرجة: \ 10

1. أيُّ العضيّات الآتية توجد في الخليّة النباتيّة ولا توجد في الخليّة الحيوانيّة؟

a. النواة.

b. السيتوبلازم.

c. الغشاء الخلوي.

d. البلاستيدات الخضراء.

2. أيٌّ ممّا يلي صحيح حول الكائنات المنتجة؟

a. تنتج المواد غير العضويّة من المواد العضويّة.

b. تنتج المواد العضويّة من المواد غير العضويّة.

c. تعتمد في تغذيتها على نفسها من خلال صيد الكائنات الأخرى.

d. تعتمد في تغذيتها على إنشاء علاقة تبادليّة مع الكائنات الأخرى.

3. ممَّ تتكوّن الكربوهيدرات؟

a. الكربون والأكسجين.

b. الكربون والنيتروجين والأكسجين.

c. الكربون والأكسجين والهيدروجين.

d. الكربون والنيتروجين والهيدروجين.

4. ما وظيفة البلاستيدات الخضراء؟

a. بناء البروتينات.

b. إنتاج نسخ من DNA .

c. تكوين الليبيدات من أجل الأغشية الخلويّة الجديدة.

d. استخدام الطاقة من ضوء الشمس لتكوين الجلوكوز.

5. ما الآليّة التي تسمح بمرور جُزَيئات الماء عبر غشاء الخليّة بحسب فارق التركيز؟

a. الانتشار.

b. الأسموزيّة.

c. الإدخال الخلوي.

d. الإخراج الخلوي.

6. أيُّ جزء من النبتة يساعدها في الحصول على الماء والأملاح المعدنيّة من التربة؟

a. الساق.

b. الأزهار.

c. الأوراق.

d. الشعيرات الجذريّة.

7. لماذا لا تحتوي خلايا جذور النبات على بلاستيدات خضراء؟

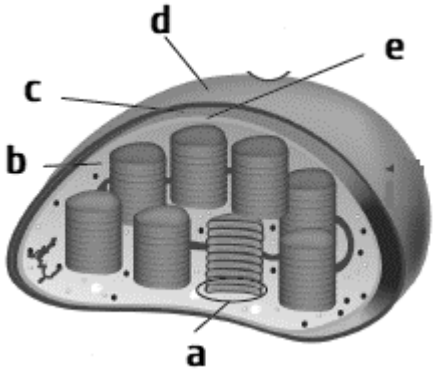
a. وجود البلاستيدات في الجذور يعيق امتصاص الماء.

b. وجود البلاستيدات في الجذور يعيق امتصاص المعادن.

c. تتواجد الجذور تحت التربة ولا تستطيع امتصاص الضوء.

d. توجد الجذور تحت التربة واللون الأخضر سيجذب المحلّلات إليها.

8. سمِّ كلًّا من أجزاء البلاستيدة الخضراء في الشكل.



a.	b. .....
c.	d. .....
e.	

تطبيق الدرس الأوّل: تركيب البلاستيدة الخضراء ووظيفتها

الاسم: الصفّ: التاريخ:

الدرجة: \ 15

اختر الإجابة الصحيحة للأسئلة من 1–4:

1. أيُّ العبارات الآتية صحيحة حول الكائنات ذاتيّة التغذيّة؟

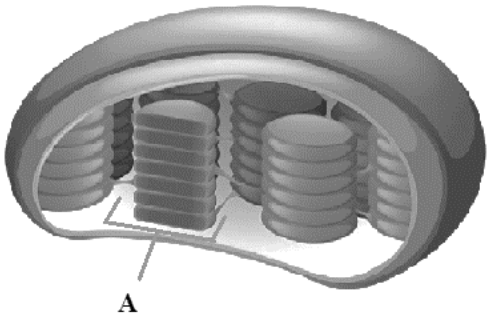
a. تستطيع البقاء على قيد الحياة بدون طاقة.

b. تقوم بالتنفّس الخلوي لإنتاج الغذاء والطاقة.

c. تستهلك الكائنات الحيّة الأخرى للحصول على الطاقة.

d. تنتج الغذاء من الجُزَيئات غير العضويّة وأشعّة الشمس.

2. ما التراكيب الأسطوانيّة المعلّقة في سائل الستروما داخل البلاستيدات الخضراء والمشار إليها بالحرف A؟



a. عضيّات الخليّة.

b. تراكيب غشائيّة تسمّى الصفائح.

c. حُزَم من الثايلاكويدات المتراصّة تسمّى جرانا.

d. حُبيبات النشا المتكوّن في أثناء ساعات النهار.

3. أيُّ نطاق من طيف الضوء المرئي يمتص كل من الكلوروفيل أ والكلوروفيل ب؟

a. المناطق الزرقاء والحمراء.

b. المناطق الزرقاء والخضراء.

c. المناطق الخضراء والحمراء.

d. المناطق الخضراء والصفراء.

4. لماذا يبدو لون الكلوروفيل أخضر؟

a. بسبب الوهم البصري الناجم عن الضوء المرسَل.

b. لأنه يمتص الأطوال الموجيّة الخضراء من الضوء.

c. لأنه يعكس الفوتونات ذات الأطوال الموجيّة الخضراء.

d. لأنه يمتص الأطوال الموجيّة الزرقاء والصفراء ممّا يجعل لونه أخضر.

5. قام طالب بتعريض نبتة للضوء الأحمر فقط ونبتة أخرى مشابهة للضوء الأخضر فقط. أيُّ النبتتيْن يفترض أن تنمو بشكل أفضل؟ لماذا؟

.....

.....

.....

6. a. قارن أنواع الضوء التي تمتصها صبغتا الكلوروفيل والكاروتينويدات.

.....

.....

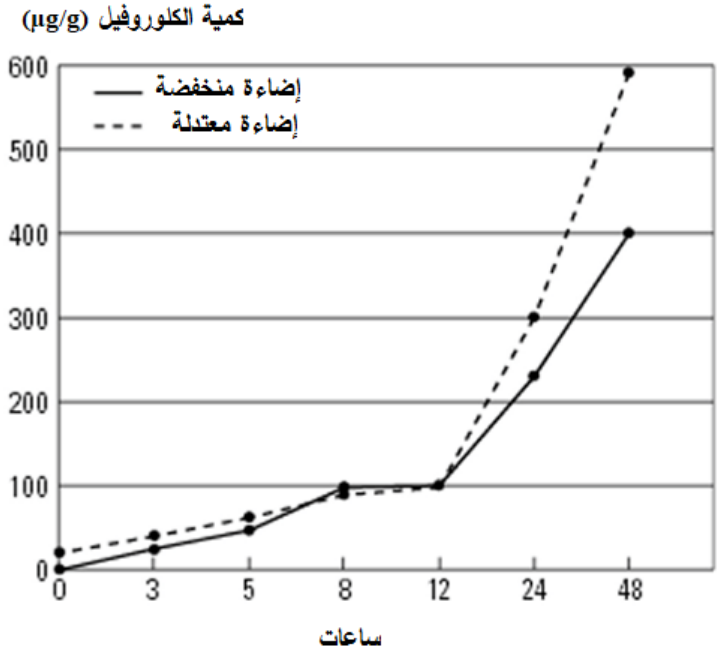
b. ما فائدة أن يحتوي النبات على أكثر من نوع واحد من الصبغات؟

.....

7. أكمل الجدول التالي للمقارنة بين البلاستيدات الخضراء والميتوكندريا.

أوجه المقارنة	البلاستيدات الخضراء	الميتوكندريا
موقع بناء ATP		
مصدر الطاقة		
موقع الـ DNA الحلقيّ المستقلّ		

8. قام العلماء بتعريض مجموعتين من الشتلات لكميّات مختلفة من الضوء. تعرّضت المجموعة الأولى لظروف الإضاءة المنخفضة والمجموعة الأخرى لظروف الإضاءة المعتدلة. قام العلماء بقياس كميّة الكلوروفيل في الشتلات على فترات منتظمة خلال مدة 48 ساعة. يظهر الرسم البياني التالي البيانات من كلا المجموعتين.



a. ما مقدار الكلوروفيل بعد 24 ساعة؟

- في النباتات منخفضة الإضاءة: .....
- في النباتات معتدلة الإضاءة: .....

b. ما أوجه التشابه والإختلاف بين كميّة الكلوروفيل في الشتلات في الإضاءة المنخفضة والإضاءة المعتدلة؟

.....

.....

.....

c. إلى أيّ من ظروف الإضاءة ستعرِّض الشتلات إذا كنت تريد زيادة معدل البناء الضوئي في النباتات إلى الحد الأقصى؟ لماذا؟

.....

.....

.....

تطبيق الدرس الثاني: البناء الضَّوئيّ

الاسم: الصفّ: التاريخ:

اختر الإجابة الصحيحة للأسئلة من 1-4: الدرجة: \ 10

1. ما نواتج التفاعلات الضوئيّة لعمليّة البناء الضوئي التي تتطلّبها التفاعلات اللاضوئيّة؟

a. الماء والأكسجين.

b. الأكسجين وATP.

c. ATP و NADPH.

d. الأكسجين وNADPH.

2. خلال التفاعلات اللاضوئيّة من البناء الضوئي، ما مصدر الكربون والهيدروجين الضروريين لإنتاج الجلوكوز؟

a. كلا الكربون والهيدروجين من جُزَيئات RuBP.

b. الكربون من ATP والهيدروجين من NADPH.

c. الكربون من ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين من الماء.

d. الكربون من ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين من NADPH.

3. ما الدور المباشر لمضخّات البروتون الموجودة في أغشية الثايلاكويد؟

a. إنتاج ATP سينثيز.

b. تركيب جُزَيئات الجلوكوز.

c. تحريك الهيدروجين خارج الجرانا.

d. توفير الطاقة لإنتاج جُزَيئات ATP.

4. ماذا تُسمّى سلسلة تفاعلات الأكسدة والاختزال الكيميائيّة التي تحدث في ستروما البلاستيدات الخضراء؟

a. دورة كربس.

b. دورة كالفن.

c. دورة الفسفرة الحلقيّة.

d. دورة الفسفرة اللاحلقيّة.

5. أكتب المعادلة الكلّيّة لعمليّة البناء الضوئي بالرموز.

.....

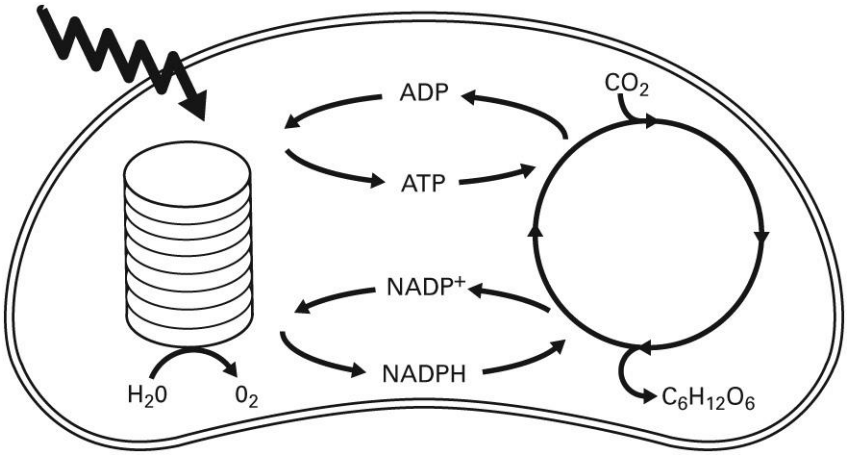
.....

6. كيف يتشابه النظامان الضوئيان الأول والثاني؟

.....

.....

7. يمثّل الشكل التالي عمليّة البناء الضوئي. استخدم الشكل للإجابة عن الأسئلة.



a. ماذا يمثل السهم المتعرج؟

.....

b. سمِّ جُزَيئًا موضحًا في الشكل وظيفته الرئيسة نقل الطاقة الضوئيّة المختزنة فيه.

.....

c. سمِّ التركيب الذي يحتوي على سلسلة نقل الإلكترون.

.....

d. اشرح تأثير غياب الماء على التفاعلات التي تحدث عادة في هذا التركيب.

.....

.....

e. ما المواد المتفاعلة والمواد المنتجة في التفاعل المتمثّل بالدائرة؟

.....

.....

اختبار المهارات العمليّة

الاسم: الصفّ: التاريخ:

الدرجة: \ 5

الدرس الثاني	البناء الضوئي
النشاط	البناء الضوئي وشدّة الضوء
سؤال الاستقصاء	ما تأثير شدَّة الضوء على معدَّل البناء الضوئي؟

المواد المطلوبة: طحالب كرويّة – أوعية زجاجيّة مع أغطية – محلول كاشف من البيكربونات – مصباح – مسطرة

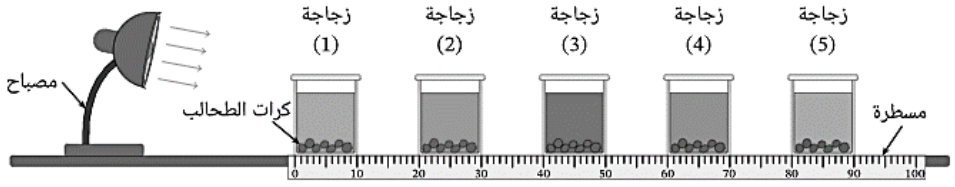
الخطوات

a. ضع أعدادًا متساوية من الطحالب الكرويّة في 5 أوعية زجاجيّة.

b. أضف $50\ cm^3$ من محلول كاشف من البيكربونات إلى كل من الأوعية، وقم بتغطيتها.

c. ضع كل زجاجة على مسافة محدّدة من المصباح كما يظهر في الشكل (اعتبر الزجاجة الأولى على مسافة صفر).

ملاحظة: يميل لون محلول الكاشف إلى البنفسجي عند نقص كميّة CO_2 في المحلول، ويميل إلى الأصفر عند زيادة كميّة CO_2.



d. اترك الأوعية الزجاجيّة لمدة 15 دقيقة ثمّ سجّل ملاحظاتك في الجدول الآتي.

الوعاء الزجاجي	المسافة من المصباح cm	لون الكاشف بعد 15 دقيقة
1		
2		
3		
4		
5		

الأسئلة

1. في أيٍّ من الزجاجات الخمس حصل النقص الأكبر في كميّة CO_2 في المحلول؟ النقص الأقل؟

النقص الأكبر في كميّة CO_2 حصل في الوعاء رقم: .....

النقص الأقل في كميّة CO_2 حصل في الوعاء رقم: .....

2. ماذا تستنتج حول تأثير شدّة الضوء على معدَّل البناء الضوئي؟

.....

.....

3. ضع فرضيّة لشرح كيفيّة تأثير شدّة الضوء على معدّل البناء الضوئي.

.....

.....

4. يتم تحرير الأكسجين أثناء عمليّة البناء الضوئي داخل الزجاجات. كيف يمكنك الاستدلال على حصول ذلك من خلال الملاحظة؟

.....

.....

اختبار مهارات الاستقصاء العلمي

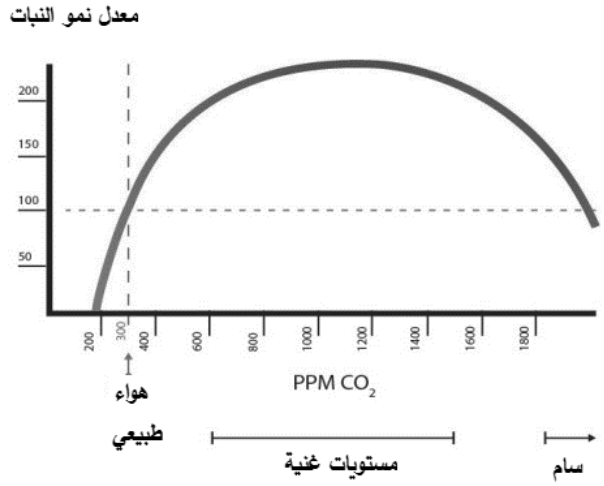
الاسم: الصفّ: التاريخ:

الدرجة: \ 5

الدرس الثاني	البناء الضوئي
النشاط	تحسين معدّل البناء الضوئي
سؤال الاستقصاء	كيف تساعد البيوت البلاستيكيّة في تحسين معدّل البناء الضوئي؟

تسعى المزارع في دولة قطر إلى تحقيق الاكتفاء الذاتي من الخضروات بنسبة 70%، وتتّبع أفضل الممارسات الزراعيّة في المناخات الحارّة لضمان زراعة المنتجات العضويّة طوال العام. ولتحقيق هذا الهدف، بدأت دولة قطر بتصنيع واستخدام البيوت البلاستيكيّة. وتسمى أيضًا البيوت الزجاجيّة أو الدفيئة، وهي عبارة عن هيكل من الجدران والأسقف المصنوعة من مادّة شفافة، كالزجاج أو البلاستيك، حيث تتمّ زراعة النباتات التي تتطلّب ظروفًا مناخيّة منظّمة. يقوم المزارعون باستخدام مولّدات تنتج ثاني أكسيد الكربون عند مداخل البيوت البلاستيكيّة.

1. يظهر الرسم البياني الآتي العلاقة بين نسبة ثاني أكسيد الكربون في البيئة ومعدّل نمو النباتات. باستخدام هذه البيانات، اشرح سبب استخدام مولّدات ثاني أكسيد الكربون في البيوت البلاستيكيّة.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

يعتبر ثاني أكسيد الكربون من الغازات الدفيئة التي تؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة في البيئة التي ترتفع نسبتها فيها. يظهر الجدول الآتي تغيّر معدّل البناء الضوئي مع تغيّر درجات الحرارة في بيئتين: بيئة طبيعيّة (1) وبيئة تم تزويدها بثاني أكسيد الكربون (2).

درجة الحرارة (°C)		10	15	20	25	30	35	40	45
معدّل البناء الضوئي (arbitrary unit)	بيئة 1	9	10	12	15	14	10	0	0
	بيئة 2	9	15	22	30	35	39	40	10

2. أنشئ رسمًا بيانيًا لتمثيل البيانات الواردة في الجدول.

3. اشرح تأثير ارتفاع درجات الحرارة بوجود ثاني أكسيد الكربون على معدّل البناء الضوئي.

.....

.....

.....

.....

.....

4. تؤدّي أنشطة الإنسان إلى زيادة انبعاثات الكربون في الجو ممّا يتسبّب بظاهرة الاحتباس الحراري. يناقش البعض بأن وجود المزيد من ثاني أكسيد الكربون والزيادة في درجة حرارة الأرض تفيد في نمو النباتات والتي بالتالي تعدّل نسبة الكربون مجددًا.

بالعودة إلى البيانات الواردة أعلاه، ناقش تأثير ظاهرة الاحتباس الحراري على نمو النباتات.

.....

.....

.....

.....

.....

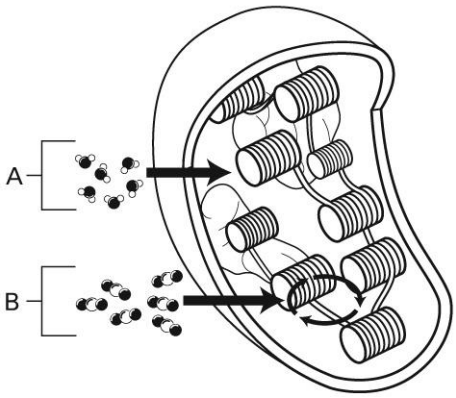
اختبار الوحدة الخامسة: الكيمياء الحيويّة: البناء الضوئي

الاسم: الصفّ: التاريخ:

الدرجة: \ 20

اختر الإجابة الصحيحة في الأسئلة من 1-8:

1. ما العمليّة التي تشارك فيها جُزَيئات الماء A في الشكل؟



a. دورة كربس.

b. دورة كالفن.

c. التفاعلات الضوئيّة.

d. التفاعلات اللاضوئيّة.

2. أيٌّ ممّا يلي صحيح حول الجُزَيئات B في الشكل؟

a. ثاني أكسيد الكربون يدخل دورة كالفن.

b. جُزَيئات ماء تدخل إلى غشاء الثايلاكويد.

c. الأكسجين يدخل إلى سلسلة نقل الإلكترون.

d. أول أكسيد الكربون يدخل في التفاعلات اللاضوئيّة.

3. أيُّ العبارات الآتية صحيحة حول عمليّة البناء الضوئي؟

a. يبني الكلوروفيل السكّريّات في غشاء الثايلاكويد.

b. تستخدم النباتات الأكسجين لصنع السكّريّات البسيطة.

c. يفكّك الضوء جُزَيئات الماء ويطلق ثاني أكسيد الكربون.

d. تمتص البلاستيدات الخضراء أشعّة الشمس وتخزّن الطاقة الكيميائيّة.

4. ما الجُزَيئات الرئيسة الممتصّة للضوء الموجودة في أوراق النبات؟

a. الجرانا.

b. الكلوروفيل.

c. الثايلاكويدات.

d. البلاستيدات الخضراء.

5. ما أهميّة التفاعلات الضوئيّة في عمليّة البناء الضوئي؟

a. بناء السكّريّات.

b. التقاط ونقل الطاقة.

c. تشكيل جُزَيئات الماء.

d. إطلاق غاز الأكسجين.

6. أيُّ العبارات الآتية صحيحة حول سلسلة نقل الإلكترون في عمليّة البناء الضوئي؟

a. سلسلة من البروتينات الضوئيّة الموجودة في اللحمة.

b. مجموعة من الإنزيمات المستخدمة في صنع ADP.

c. سلسلة من البروتينات الموجودة في غشاء الثايلاكويد.

d. مجموعة من الإنزيمات التي تنقل الطاقة إلى دورة كالفن.

7. ما العلاقة بين الأنظمة الضوئيّة ودورة كالفن؟

a. تنتج الأنظمة الضوئيّة ATP سينثيز لدورة كالفن.

b. تنقل الأنظمة الضوئيّة البروتونات وثاني أكسيد الكربون إلى دورة كالفن.

c. تنقل الأنظمة الضوئيّة الطاقة إلى دورة كالفن من خلال ATP و NADPH.

d. تبني الأنظمة الضوئيّة السكّريّات باستخدام ثاني أكسيد الكربون الذي تنتجه دورة كالفن.

8. أيُّ المسارات الآتية يمثّل تدفّق الإلكترونات خلال عمليّة البناء الضوئي؟

a. $H_2O \rightarrow$ Photosystem I $\rightarrow$ Photosystem II

b. $O_2 \rightarrow ADP \rightarrow$ Calvin cycle

c. Photosystem I $\rightarrow$ Calvin cycle $\rightarrow NADP^+$

d. $H_2O \rightarrow NADP^+ \rightarrow$ Calvin cycle

9. ضع خطوات عمليّة فسفرة التدفّق الحلقي للإلكترون بالترتيب الصحيح.

a. تعود البروتونات مع فرق تركيزها إلى الستروما عبر إنزيم ATP سينثيز.

b. يلتقط المستقبل الأوّلي للإلكترونات الإلكترونات، ويمرّرها إلى سلسلة نقل الإلكترون على غشاء الثايلاكويد.

c. يفقد الإلكترون طاقته أثناء حركته عبر سلسلة نقل الإلكترون.

d. تعود الإلكترونات إلى النظام الضوئي الأوّل الذي غادرت منه.

e. تقوم جُزَيئات الكلوروفيل في النظام الضوئي الأوّل بامتصاص الضوء ممّا يؤدّي إلى تنشيط الإلكترونات في مركز التفاعل.

f. يستخدم إنزيم بناء ATP طاقة البروتونات في ربط ADP مع Pi لتكوينATP.

g. تستخدم الطاقة المفقودة في ضخ البروتونات من الستروما إلى تجويف الثايلاكويد ممّا يؤدّي إلى تكوين فرق في تركيز البروتونات على جانبي غشاء الثايلاكويد.

.....

10. ماذا يحدث لجُزَيئات PGAL في المرحلة الأخيرة من دورة كالفن؟

.....

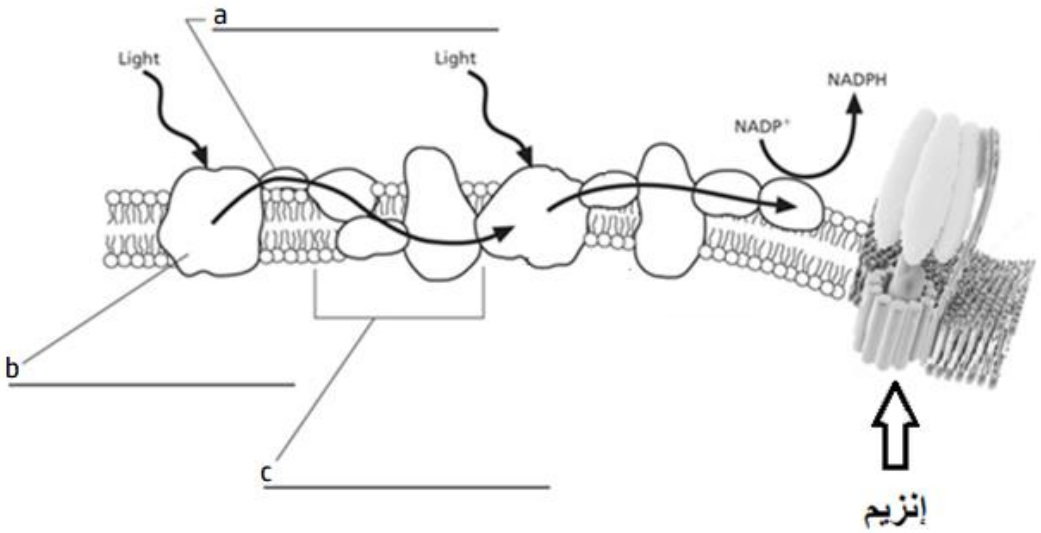
.....

.....

11. قارن بين التفاعلات الضوئيّة ودورة كالفن في الجدول الآتي.

وجه المقارنة	التفاعلات الضوئيّة	دورة كالفن
مكان الحدوث في البلاستيدات الخضراء		
الحاجة إلى الضوء		

12. يوضح الشكل أدناه موقع التفاعلات الضوئيّة في غشاء الثايلاكويد. سمِّ كلًّا من الأجزاء المشار إليها (a–b–c).



a. ..... **b.** ..... **c.** .....

d. ما دور الإنزيم المبيّن في الشكل في الأسموزيّة الكيميائيّة؟

.....

13. وضّح الفرق بين نباتات C3 ونباتات C4. أعطِ مثالًا على كل نوع.

.....

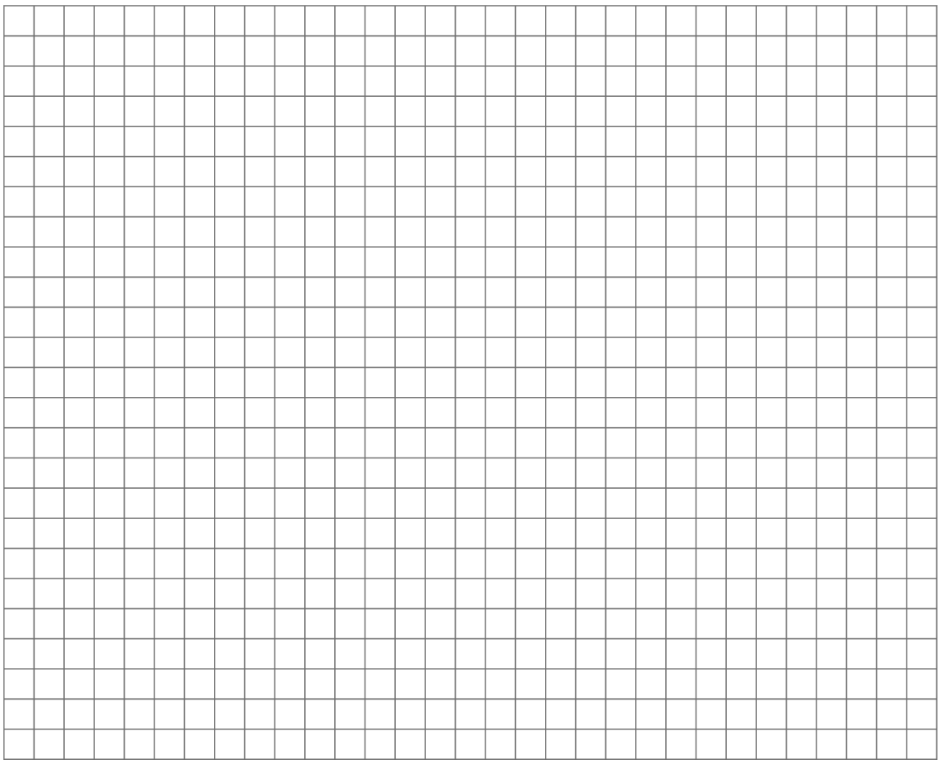
.....

.....

14. أجرى طالب تجربة لدراسة تأثير تغيّر درجة الحرارة على معدّل البناء الضوئي في النباتات. يُظهر الجدول الآتي قياس معدّل البناء الضوئي على درجات حرارة مختلفة.

درجة الحرارة (°C)	0	10	20	30	40	50
معدّل البناء الضوئي (a.u)	0	100	340	380	340	40

a. أنشئ رسمًا بيانيًا يمثّل البيانات الواردة في الجدول.



b. ماذا تستنتج حول تأثير ارتفاع درجة الحرارة على معدّل البناء الضوئي؟

.....

c. كتب الطالب الذي أجرى التجربة العبارة التالية تفسيرًا لنتائجها:

"تتحكّم الأنزيمات بمعدّل البناء الضوئي في النبات"

اشرح كيف تدعم نتائج التجربة تفسير الطالب.

.....

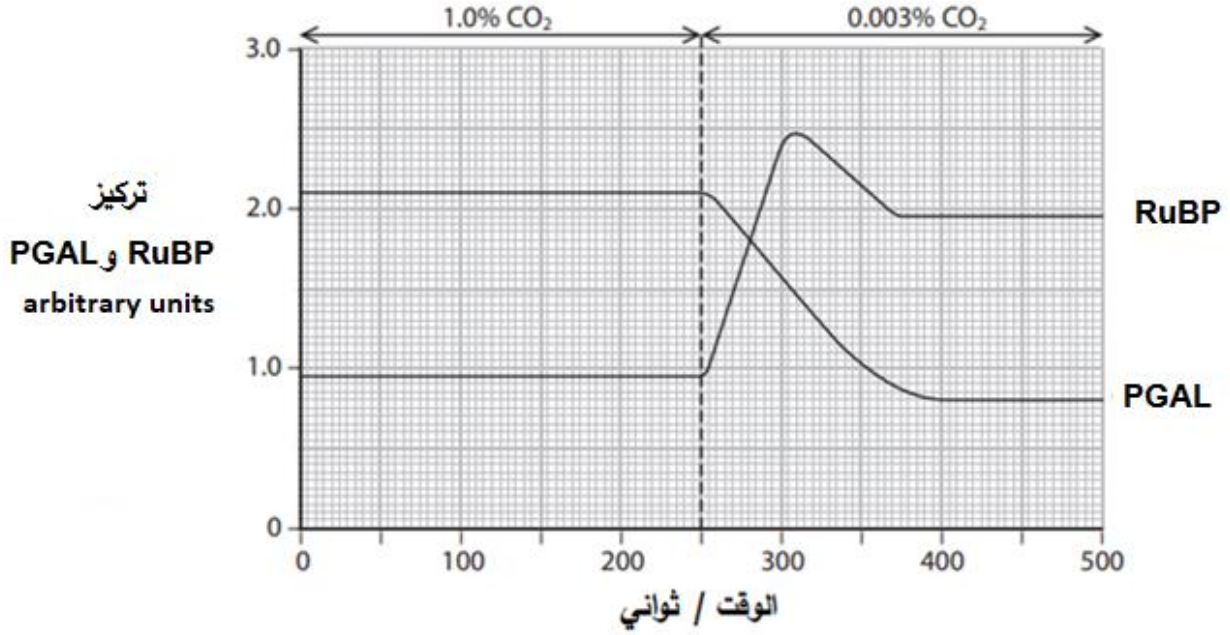
.....

.....

.....

.....

15. قام علماء بدراسة تأثير نسبة ثاني أكسيد الكربون على البناء الضوئي. وُضعت طحالب أحاديّة الخليّة في محلول يحتوي 1.0% ثاني أكسيد الكربون تحت ضوء ساطع، وتم قياس تركيز RuBP وPGAL في الخلايا خلال فترة 500 ثانية. في منتصف التجربة، قُلّصت نسبة ثاني أكسيد الكربون في المحلول إلى 0.003%. يُظهر الرسم البياني الآتي نتائج هذه التجربة.



كيف تفسّر التغيرات الظاهرة في الرسم البياني إثر الهبوط الحاد لنسبة CO_2 في منتصف التجربة؟

.....

.....

.....

.....

.....

16. العلاقة بين البناء الضوئي والتنفس الخلوي أشبه بالدورة. وضّح هذه العبارة.

.....

.....

.....

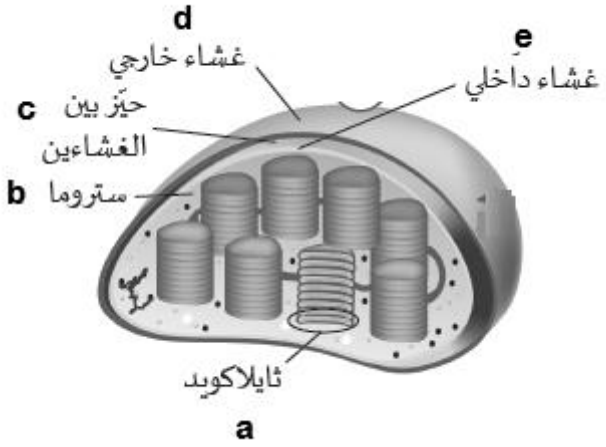
ثانيًا: الإجابات

إجابات الاختبار التشخيصي

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار**

السؤال	المخرجات	الدرجة	DOK
1	B0701.4	1	1
2	B0707.1	1	1
3	B1102.2	1	1
4	B1003.3	1	1
5	B1113.1	1	1
6	B0702.3	1	1
7	B1003.3	1	1
8	B1003.1	3	1
المجموع		**10**	

- **الإجابات**

1	d. البلاستيدات الخضراء.
2	b. تنتج المواد العضويّة من المواد غير العضويّة.
3	c. الكربون والأكسجين والهيدروجين.
4	d. استخدام الطاقة من ضوء الشمس لتكوين الجلوكوز.
5	b. الأسموزيّة.
6	d. الشعيرات الجذريّة.
7	c. تتواجد الجذور تحت التربة ولا تستطيع امتصاص الضوء.
8	

إجابات تطبيق الدرس الأوّل: تركيب البلاستيدة الخضراء ووظيفتها

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار**

السؤال	المخرجات	الدرجة	DOK
1	B1109.1	1	1
2	B1109.1	1	1
3	B1110.1	1	1
4	B1110.1	1	1
5	B1110.1	1	1
6	B1110.3	2	2
7	B1109.2	3	2
8a	B1110.1	2	1
8b	B1110.1	2	2
8c	B1110.1	1	3
المجموع		**15**	

- **الإجابات**

<table>
<tr><td>1</td><td>d. تنتج الغذاء من الجُزَيئات غير العضويّة وأشعّة الشمس.</td></tr>
<tr><td>2</td><td>c. حُزَم من الثايلاكويدات تسمّى جرانا.</td></tr>
<tr><td>3</td><td>a. في المناطق الزرقاء والحمراء.</td></tr>
<tr><td>4</td><td>c. لأنه يعكس الفوتونات ذات الأطوال الموجيّة الخضراء.</td></tr>
<tr><td>5</td><td>يجب أن تنمو النباتات المعرّضة للضوء الأحمر بشكل أفضل لأن الكلوروفيل يمتص الضوء الأحمر جيدًا ولكنه لا يمتص الضوء الأخضر جيدًا.</td></tr>
<tr><td>6</td><td>a. يمتص الكلوروفيل الضوء بشكل جيّد في المناطق الحمراء والزرقاء من طيف الضوء المرئي. تمتص الكاروتينويدات الضوء في الأجزاء الخضراء والزرقاء من الطيف المرئي.
b. يزيد وجود أكثر من نوع واحد من الصبغات من نطاق الضوء الذي يمكن للنبات أن يحصد منه الطاقة.</td></tr>
<tr><td>7</td><td>
<table>
<tr><th>أوجه المقارنة</th><th>البلاستيدات الخضراء</th><th>الميتوكندريا</th></tr>
<tr><td>موقع بناء ATP</td><td>غشاء الثّايلاكويد</td><td>الغشاء الداخليّ</td></tr>
<tr><td>مصدر الطاقة</td><td>التفاعلات الضوئيّة</td><td>الجلوكوز</td></tr>
<tr><td>موقع الـ DNA الحلقيّ المستقلّ</td><td>الستروما (اللُّحمة)</td><td>الحشوة</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>8a</td><td>الإضاءة المنخفضة: 230 µg/g؛ الإضاءة المعتدلة: 300 µg/g.</td></tr>
<tr><td>8b</td><td>في كلا المجموعتين مع زيادة الوقت الذي تعرّضت فيه للضوء، تزداد كميّة الكلوروفيل. خلال الـ 12 ساعة الأولى، تحتوي الشتلات في الإضاءة المنخفضة على كميّات مشابهة لتلك التي في الشتلات في الضوء المعتدل. بعد 12 ساعة، تفوّقت مجموعة الضوء المعتدل على مجموعة الضوء المنخفض بكميّات الكلوروفيل.</td></tr>
<tr><td>8c</td><td>إضاءة معتدلة، لأنها تزيد من كميّة الكلوروفيل، ما يسمح لعمليّة البناء الضوئي أن تتم بمعدّل أعلى.</td></tr>
</table>

إجابات تطبيق الدرس الثاني: البناء الضوئي

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار**

السؤال	المخرجات	الدرجة	DOK
1	B1111.5	1	1
2	B1111.5	1	1
3	B1111.1	1	1
4	B1111.5	1	1
5	B1111.3 B1111.5	1	1
6	B1111.3	1	2
7a	B1111.1	0.5	1
7b	B1111.2	0.5	2
7c	B1111.2	1	3
7d	B1111.4 B1111.5	1	2
المجموع		**10**	

- **الإجابات**

1	c. ATP و NADPH.
2	d. الكربون من ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين من NADPH.
3	d. توفير الطاقة لإنتاج جُزَيئات ATP.
4	b. دورة كالفن.
5	الضوء $6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$
6	كلاهما موجود في سلسلة نقل الإلكترون داخل أغشية الثايلاكويد. كلاهما يمتص الضوء ويستخدم طاقة الضوء لتنشيط الإلكترونات.
7a	يمثّل السهم الطاقة الشمسيّة.
7b	ATP
7c	غشاء الثايلاكويدات.
7d	إذا لم يكن الماء متاحًا، فلن يكون هناك أي إمداد بالبروتونات ليتم ضخها داخل غشاء الثايلاكويد. إذا لم يكن تركيز البروتونات أعلى داخل غشاء الثايلاكويد – أو إذا لم يكن هناك فرق في تركيز البروتونات– فلن تنتشر البروتونات من خلال ATP سينثيز ولن ينتج ATP بواسطة التفاعلات المعتمدة على الضوء.
7e	تستخدم الطاقة من التفاعلات المعتمدة على الضوء، وثاني أكسيد الكربون من الهواء، لإنتاج جُزَيئات السكّر.

إجابات اختبار المهارات العمليّة

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار**

السؤال	المخرجات	الدرجة	DOK
1	B1111.3	1	2
2	B1111.3	1	2
3	B1111.3	2	3
4	B1111.3	1	2
المجموع		**5**	

- **الإجابات**

بيانات محتملة

الوعاء الزجاجي	المسافة من المصباح cm	لون الكاشف بعد 15 دقيقة
1	0	بنفسجي
2	20	زهري
3	40	أحمر
4	60	برتقالي
5	80	أصفر

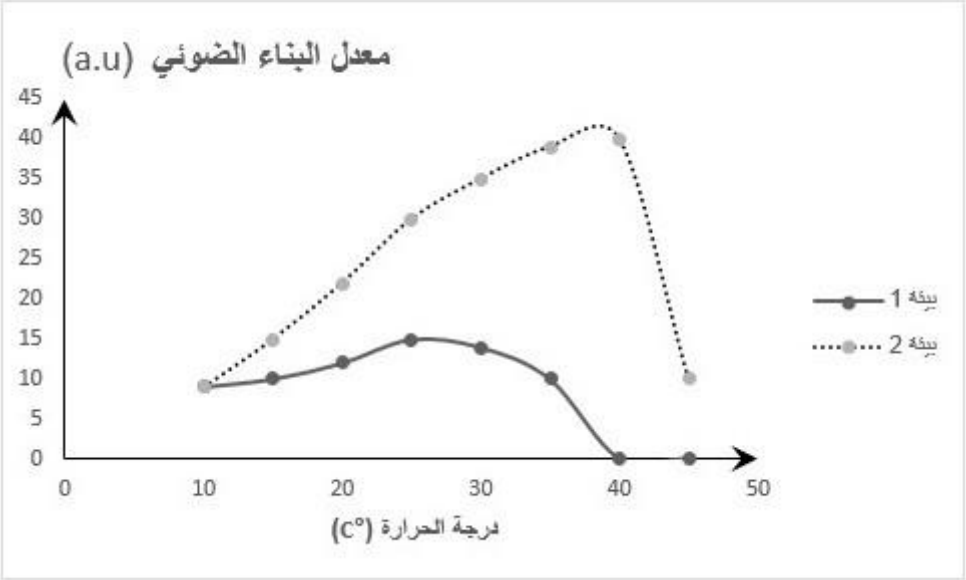
1	النقص الأكبر في كميّة CO_2 حصل في الوعاء رقم: 1. النقص الأقل في كميّة CO_2 حصل في الوعاء رقم: 5.
2	كلّما اقتربت الطحالب من مصدر الضوء ازدادت شدّته ولوحظ تناقص سريع في كميّة CO_2 في المحلول (تحوّل لونه إلى البنفسجي) وتَحرُّر كميّات أكبر من فقاعات غاز الأكسجين، ما يدل على ارتفاع معدّل البناء الضوئي.
3	فرضيّة: عندما تزداد شدّة الضوء تزداد الطاقة التي يمتصّها الكلوروفيل والتي ينقلها إلى معقّد مركّز التفاعل ممّا يزيد من عمليّة البناء الضوئي.
4	تظهر فقاعات غاز الأكسجين داخل الزجاجات وهو دليل على حدوث البناء الضوئي.

إجابات اختبار مهارات الاستقصاء العلمي

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار**

السؤال	المخرجات	الدرجة	DOK
1	B1111.4	1	2
2	B1111.4	1	2
3	B1111.4	1	2
4	B1111.4	2	3
المجموع		**5**	

- **الإجابات**

1	تشير البيانات إلى وجود تأثير إيجابي لارتفاع نسبة ثاني أكسيد الكربون في الهواء على معدّل نمو النباتات (وبالتالي على ارتفاع معدّل البناء الضوئي فيها)، وهذا التأثير الإيجابي يبلغ ذروته مع بلوغ نسبة CO_2 في الهواء بين 800ppm و 1200ppm ليتناقص تدريجيًا بعد هذه النسب. وبالتالي فإن استخدام مولدات CO_2 في البيوت البلاستيكيّة لرفع نسبة هذا الغاز إلى تلك المستويات من شأنه أن يحسّن من معدّلات البناء الضوئي ونمو النبات فيها.
2	
3	يزداد معدّل البناء الضوئي في البيئة الغنيّة بثاني أكسيد الكربون (2) أكثر منه في البيئة الطبيعيّة (1) مع زيادة درجات الحرارة، حيث بلغ 40 a.u. مع وصول درجة الحرارة إلى 40°C (هذه الدرجة تحاكي المناخ الحار في قطر) مقارنة بحدّه الأقصى 15 a.u. الذي بلغه في البيئة الطبيعيّة على درجة حرارة معتدلة (25°C) –لا تشبه المناخ في قطر– ليهبط إلى الصفر عند درجة 40°C.
4	يجب أن يناقش الطالب إحدى النقاط الآتية: – وصول نسبة ثاني أكسيد الكربون إلى مستويات سامّة. – زيادة درجات الحرارة فوق ما تتحمّله النباتات. – نقص الرطوبة والماء (زيادة الجفاف) بوجود الاحتباس الحراري. – نقص بعض الأملاح المعدنيّة بوجود الاحتباس الحراري. – ...

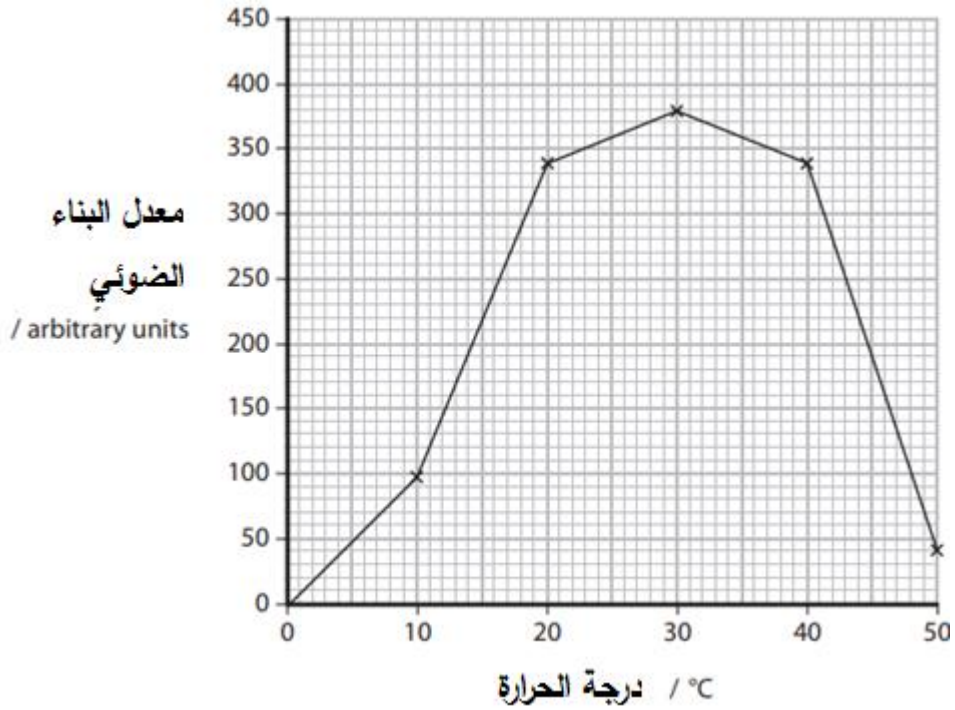
إجابات اختبار الوحدة الخامسة

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار**

السؤال	المخرجات	الدرجة	DOK
1	B1111.3	1	1
2	B1111.4	1	1
3	B1109.1	1	1
4	B1110.1	1	1
5	B1111.2	1	1
6	B1111.3	1	1
7	B1111.5	1	1
8	B1111.3	1	2
9	B1111.2	1	2
10	B1111.5	1	1
11	B1111.2 B1111.3 B1111.5	2	2
12	B1111.3	2	1
13	B1111.5	1	1
14a	B1111.4	1	2
14b	B1111.4	1	2
14c	B1111.4	1	3
15	B1111.5	1	3
16	B1111.4	1	2
المجموع		**20**	

- **الإجابات**

<table>
<tr><td>1</td><td>c. التفاعلات الضوئيّة.</td></tr>
<tr><td>2</td><td>a. ثاني أكسيد الكربون يدخل دورة كالفن.</td></tr>
<tr><td>3</td><td>d. تمتص البلاستيدات الخضراء أشعّة الشمس وتخزّن الطاقة الكيميائيّة.</td></tr>
<tr><td>4</td><td>b. الكلوروفيل.</td></tr>
<tr><td>5</td><td>b. التقاط ونقل الطاقة.</td></tr>
<tr><td>6</td><td>c. سلسلة من البروتينات الموجودة في غشاء الثايلاكويد.</td></tr>
<tr><td>7</td><td>c. تنقل الأنظمة الضوئيّة الطاقة إلى دورة كالفن من خلال ATP و NADPH.</td></tr>
<tr><td>8</td><td>d. $H_2O \rightarrow NADP^+ \rightarrow$ Calvin cycle</td></tr>
<tr><td>9</td><td>d–f–a–g–c–b–e (من e إلى d).</td></tr>
<tr><td>10</td><td>يخرج جُزَيئان من هذه المادّة (2PGAL) من الدورة ليتحوَّلا إلى جلوكوز. وفي الخطوة نفسها، تَستخدم 10PGAL المتبقية ATP لتجديد ست جُزَيئات ريبيولوز ثنائي الفوسفات 6RuBP اللازم لبدء الدورة مرّة أخرى.</td></tr>
<tr><td>11</td><td>
<table>
<tr><th>وجه المقارنة</th><th>التفاعلات الضوئيّة</th><th>دورة كالفن</th></tr>
<tr><td>مكان الحدوث في البلاستيدات الخضراء</td><td>أغشية الثايلاكويد</td><td>الستروما</td></tr>
<tr><td>المواد المتفاعلة</td><td>الماء
$NADP^+$
ADP + Pi</td><td>ثاني أكسيد الكربون
NADPH
ATP</td></tr>
<tr><td>المواد الناتجة</td><td>الأكسجين
NADPH
ATP</td><td>PGAL (ومنها يتكوّن الجلوكوز)
$NADP^+$
ADP + Pi</td></tr>
<tr><td>الحاجة إلى الضوء</td><td>تحتاج إلى الضوء</td><td>لا تحتاج إلى الضوء</td></tr>
<tr><td>مصدر الطاقة المستخدمة</td><td>ضوء الشمس</td><td>ATP</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>12</td><td>a. المستقبل الأوّلي للإلكترونات.
b. النظام الضوئي II.
c. سلسلة نقل الإلكترون.
d. يستخدم إنزيم بناء ATP طاقة البروتونات في ربط ADP مع Pi لتكوين ATP. .</td></tr>
</table>

13	تنتج نباتات C3 مركّبًا ثلاثي الكربون يُسمّى PGA، بوصفه خطوة أولى في حلقة كالفن. تقوم نباتات C4 بتثبيت ثاني أكسيد الكربون في وسيط أوّل، هو مركّب كربوني رباعي، لتوفير المياه، وجمع غاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه. ومن الأمثلة على نباتات: C4 الأناناس والذرة / C3 القمح وغالبيّة النباتات الزهريّة.
14a	
14b	ارتفاع درجة الحرارة يزيد من معدّل البناء الضوئي ولكن تأثيره يصبح سلبيًّا بعد درجة حرارة معيّنة (30^oC).
14c	تظهر نتائج التجربة أن معدّل البناء الضوئي يرتفع من 0 إلى حوالي 400 a.u. مع ارتفاع درجة الحرارة من 0 إلى 30^oC، بينما ينخفض معدّل البناء الضوئي إلى 40 a.u. مع ارتفاع درجة الحرارة إلى 50^oC. ارتفاع درجات الحرارة يؤثر على نشاط الانزيمات، حيث تكون الأنزيمات نشطة ضمن درجات حرارة محددة. تتضمن تفاعلات البناء الضوئي أنزيمات، مثل ATP سنثيز و RuBisCO، تتوقّف عن العمل خارج نطاق درجات الحرارة المناسبة لها.
15	بعد 250 ثانية تنخفض مستويات PGAL، ترتفع مستويات RuBP. إن انخفاض نسبة CO_2 من شأنه أن يعيق عمل RuBisCO، الذي يتطلب CO_2 كركيزة. وبالتالي سيضعف إنتاج PGAL ويتراكم السكّر الخماسي RuBP الذي يغذّي دورة كالفن بشكل حاد أوّلًا، استجابة لصدمة هبوط CO_2 المفاجئ، ثم بعد 125 ثانية يحصل نوع من التكيّف الجزئي فيتدنّى تركيز هذا السكّر قليلًا.
16	يتم وصف العلاقة بين البناء الضوئي والتنفّس الخلوي بالدورة لأن المواد الناتجة عن إحدى العمليتين تُستخدم كمواد متفاعلة في العمليّة الأخرى. يُنتِج البناء الضوئي الكربوهيدرات من ثاني أكسيد الكربون

والماء مخزِّنًا الطاقة الضوئيّة في روابط الجلوكوز. من ناحية أخرى يحرّر التنفّس الخلوي هذه الطاقة ليتم استخدامها ويطلق ثاني أكسيد الكربون في البيئة من جديد.	