الأشكال المطلوبة على البناء الضوئي

رقم الشكل	عنوان الشكل	رقم الصفحة	المطلوب
2	تركيب البلاستيدة	6	الأسئلة الواردة على الشكل
3	تفاعلات البناء الضوئي	7	الأسئلة الواردة على الشكل
4	امتصاص الموجات الضوئية	8	الأسئلة الواردة على الشكل
6	المسار اللاحلقي	9	تعيين أجزاء + صياغة أسئلة
7	المسار الحلقي	11	رسم
8	حلقة كالفن	12	تعيين أجزاء + صياغة أسئلة
9	العوامل المؤثرة	15	رسم

- **مصادر الطاقة للكائنات الحية :**
  - **الكربوهيدرات** : **4** كيلو كالوري / غم
  - **البروتينات** : **4** كيلو كالوري / غم
  - **الدهون** " **الليبيدات** " : **9** كيلو كالوري / غم
- **أهمية الطاقة للخلية :**
  1. **بناء المركبات** : مثل/ بناء الغلايكوجين
  2. **عمليات النقل** : مثل/ النقل النشط عبر الغشاء الخلوي
  3. **العمليات الميكانيكية** : مثل/ انقباض العضلات

✓ **تركيب النيوكليوتيدة في حاملات الطاقة (ATP) :**

- أدينين .
- سكر رايبوز .
- 3 مجموعات فوسفات .

$$ATP \longrightarrow ADP + P_i + 7{,}3 \text{ kcal/mol}$$

$$ADP \longrightarrow AMP + P_i + 7{,}3 \text{ kcal/mol}$$

$$\textbf{ATP} \longrightarrow \textbf{AMP} + \textbf{2}P_i + \textbf{14,6 kcal/mol}$$

س/ ما المجموع الكلي للطاقة الناتجة من تحلل 2 مول من ATP إلى AMP ؟

2 x 14,6 = 29,2 كيلو كالوري

البنـاء الضوئي

- **تعريف عملية البناء الضوئي :**

تحويل الطاقة الضوئية " الطاقة الشمسية " إلى طاقة كيميائية يخزنها النبات في سكر الغلوكوز .

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{كلوروفيل}]{\text{طاقة ضوئية}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

- ✓ الزيادة في كتلة النبات مصدرها CO_2 الذي يتحول إلى غلوكوز في عملية البناء الضوئي .
- ✓ تحدث عملية البناء الضوئي في البلاستيدة .
- ✓ الأكسجين الناتج مصدره **الماء** .
- ✓ الطاقة اللازمة لتحلل الماء مصدرها الشمس .
- ✓ جزيئات صبغة الكلوروفيل الخضراء تقوم بامتصاص الطاقة الضوئية وتحولها إلى طاقة كيميائية .

تركيب البلاستيدة :

- ثايلاكويد – غشاء خارجي – حيز بين غشائي
- غرانم – غشاء داخلي – الستروما

- تنقسم تفاعلات البناء الضوئي إلى مرحلتين أساسيتين : **1. التفاعلات الضوئيـة .**

2. التفاعلات اللاضوئية (حلقة كالفن) .

	التفاعلات الضوئية	التفاعلات اللاضوئية
الحاجة إلى الضوء	لا تتم إلا في وجود الضوء	لا تحتاج إلى الضوء بشكل مباشر . لأنها تعتمد على نواتج التفاعلات الضوئية (ATP , NADPH)
مكان الحدوث	في غشاء الثايلاكويد	في ستروما البلاستيدة
المواد اللازمة	$NADP^+$ ، ADP ، ضوء ، ماء ، كلوروفيل	NADPH ، ATP ، CO_2
المواد الناتجة	NADPH ، ATP ، O_2	$NADP^+$ ، ADP ، G_3P

- **امتصاص الموجات الضوئية :**

– يمتد طول موجات الضوء المرئي من (380 – 750) نانوميتر .

– **موجات الضوء الحمراء والزرقاء :** – تعمل أصباغ (كلوروفيل a , b والكاروتين) على امتصاصها بكميات كبيرة .

– **الموجات الضوئية الأخرى :** تقوم بامتصاصها صبغات أخرى بكميات قليلة .

– **موجة الضوء الخضراء :** تُعكس و لا يتم امتصاصها .

ملاحظة : (من خلال الشكل 4 صفحة 8 من الكتاب المدرسي ، نلاحظ أن :)

✓ **صبغة كلوروفيل a :** تمتص الضوء بأعلى كفاءة تقريباً عند (**420 – 680**) نانوميتر .

✓ **صبغة كلوروفيل b :** تمتص الضوء بأعلى كفاءة تقريباً عند (**460 – 640**) نانوميتر .

✓ **أقل امتصاص للضوء :** تقريباً عند (**480 – 600**) نانوميتر .

✓ **صبغة الكلوروفيل :**

- توجد في غشاء الثايلاكويد .
- تُكسب النبات اللون الأخضر .
- تُمكّن النبات من القيام بعملية البناء الضوئي .
- يوجد منها عدة أنواع مثل : كلوروفيل a , b حيث تشترك في التركيب الأساسي وتختلف عن بعضها بشكل بسيط .

التفاعلات الضوئية

- يتم فيها تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية على شكل (ATP , NADPH) .
- تحدث في غشاء الثايلاكويد .
- يحتوي غشاء الثايلاكويد على صبغة الكلوروفيل .
- تترتب هذه الصبغات الضرورية لعملية البناء الضوئي في نظامين : **1. النظام الضوئـي الأول I .**

2. النظام الضوئي الثـاني II .

يتكون كل نظام ضوئي من :

❖ **أصباغ مختلفة :** - كلوروفيل a , b وكاروتين .

- ترتبط هذه الأصباغ مع بروتينات ، وتعمل هذه الأصباغ كلاقطات تمتص الطاقة الضوئية .
- يتم تمرير هذه الطاقة إلى مركز التفاعل .

❖ **مركز التفاعل :** - نظام بروتيني يتكون من (جزيئين كلوروفيل a + مستقبل الكترونات أولي) .

- جزيئا كلوروفيل a : تطلق الكترونات منشطة .

- النظام الضوئي الأول يمتص الضوء بأعلى كفاءة عند 700 نانوميتر .
- النظام الضوئي الثاني يمتص الضوء بأعلى كفاءة عند 680 نانوميتر .

(وذلك بسبب اختلاف نوع البروتين المحيط بكل منهما)

تتحول الطاقة الضوئية إلى كيميائية في مسارين للإلكترونات :

1. مسار إلكتروني لاحلقي .

2. مسار إلكتروني حلقي .

أولاً : المسار الإلكتروني اللاحلقي : (من خلال تتبع الشكل 6 صفحة 9 من الكتاب المدرسي)

1. يتم فيه إطلاق الإلكترونات المنشطة من مركز تفاعل النظام الضوئي الثاني إلى مركز تفاعل النظام الضوئي الأول .

ويعود ذلك لعدة أسباب منها : - النظام الضوئي الأول يمتص الضوء بطول 700 نانوميتر ، والثاني بطول 680 نانوميتر .

- يحتوي النظام الضوئي الثاني على أنزيم فصل الماء .

2. ينتج عن هذا المسار : - (ATP , NADPH) تستخدم في حلقة كالفن .

- O_2 .

تفاعلات هذا المسار :

- امتصاص الضوء .
- انشطار الماء (إنتاج O_2) .
- إنتاج ATP .
- إنتاج NADPH .

❖ **امتصاص الضوء :**

- تقوم الأصباغ في النظام الضوئي الثاني بامتصاص الطاقة الضوئية .
- تنتقل الإلكترونات إلى مستوى طاقة أعلى في جزئ الصبغة .
- تنتقل طاقة الإلكترون من جزئ كلوروفيل لآخر حتى تصل إلى مركز التفاعل فيصبح مانح قوي للإلكترونات .
- تصل الإلكترونات المحملة بالطاقة إلى مستقبل الإلكترونات الأولي الذي له جاذبية قوية للإلكترونات .

❖ **انشطار الماء (إنتاج O_2) :**

مع استمرار امتصاص الضوء ينشط أنزيم انشطار الماء في ثايلاكويدات النظام الضوئي الثاني ويتم فصل جزيئات الماء حسب المعادلة :

$$H_2O \xrightarrow{\text{أنزيم خاص}} 2H^+ + \frac{1}{2}O_2 + 2e^-$$

- O_2 : يتصاعد في الهواء الجوي كناتج نهائي للبناء الضوئي .
- H^+ : يستخدم في اختزال نواقل الإلكترونات .
- e^- : تقوم بتعويض الإلكترونات المفقودة في النظام الضوئي الثاني .

❖ **إنتاج ATP (تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية) :**

- يتم ضخ H^+ الناتجة عن تحلل الماء إلى تجويف الثايلاكويد عبر غشاء الثايلاكويد ليصبح تجويفه موجباً .
- تندفع H^+ عبر أنزيم بناء ATP الموجود في غشاء الثايلاكويد مستخدماً طاقة الالكترونات .
- يتم استخدام هذه الطاقة في ربط ADP مع مجموعة فوسفات لتكوين ATP .

$$ADP + P_i + \text{طاقة} \xrightarrow{\text{أنزيم بناء ATP}} ATP$$

❖ **إنتاج NADPH (تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية) :**

- تصل الإلكترونات إلى مركز تفاعل النظام الضوئي الأول وقد استنفذت طاقتها .
- يتم إعادة تنشيطها عن طريق أصباغ النظام الضوئي الأول التي تمتص الموجات الضوئية فتنتقل الإلكترونات إلى المستقبل الأولي .
- تنتقل الإلكترونات من ناقل لآخر في سلسلة نقل الإلكترون (عمليات أكسدة واختزال) .
- تصل الإلكترونات إلى أنزيم مختزل $NADP^+$ في النظام الضوئي الأول .
- يُختزل $NADP^+$ إلى NADPH كما في المعادلة :

$$NADP^+ + 2H^+ + 2e^- \xrightarrow{\text{أنزيم مختزل } NADP^+} NADPH + H^+$$

✓ **ملاحظة :** $1\ H_2O \longrightarrow 1\ NADPH$

ثانياً : المسار الإلكتروني الحلقي :

- تصل الإلكترونات إلى مركز تفاعل النظام الضوئي الأول وقد استنفذت طاقتها .
- يتم إعادة تنشيطها عن طريق الأصباغ التي تمتص الطاقة الضوئية .
- تنتقل الإلكترونات إلى المستقبل الأولي في النظام الضوئي الأول ثم إلى سلسلة نقل الإلكترون (السيتوكرومات) .
- ينتج ATP فقط . لأن حلقة كالفن تستهلك كمية ATP أكبر من NADPH .

مقارنة بين المسار الإلكتروني اللاحلقي والمسار الإلكتروني الحلقي

وجه المقارنة	المسار الإلكتروني اللاحلقي	المسار الإلكتروني الحلقي
النظام الضوئي المشارك	النظام الضوئي الأول والثاني	النظام الضوئي الأول
النواتج	O_2 ، NADPH ، ATP	ATP فقط
تعويض الإلكترونات	النظام الضوئي الثاني : عن طريق انشطار الماء النظام الضوئي الأول : عن طريق النظام الضوئي الثاني	لا يتم تعويضها
مستقبل الإلكترونات الأخير	$NADP^+$	لا يوجد

حلقة كالفن

- تحدث في ستروما البلاستيدة بسبب وجود الأنزيمات اللازمة لها .
- لا تحتاج إلى الضوء بشكل مباشر لأنها تستخدم الطاقة المختزنة في نواتج التفاعلات الضوئية NADPH , ATP .
- يدخل الكربون حلقة كالفن على شكل CO_2 ويغادرها على شكل سكر غليسر ألدهايد أحادي الفوسفات (G_3P) .
- يُستهلك **ATP** كمصدر للطاقة .
- يُستهلك **NADPH** كعامل اختزال قوي يضيف إلكترونات ذات طاقة عالية وأيونات هيدروجين لصنع جزيئات السكر (G_3P) .

✓ **G_3P** : - أول مركب كربوهيدراتي ثابت ينتجه النبات .
- يعتبر الهيكل الكربوني للمركبات العضوية .
- ثلاثي الكربون .
- $\frac{1}{2}$ جزئ غلوكوز .

- **مراحل حلقة كالفن** : (من خلال تتبع الشكل 8 صفحة 12 من الكتاب المدرسي)

1. مرحلة تثبيت الكربون .

2. مرحلة الاختزال .

3. مرحلة إعادة تصنيع مستقبل CO_2 (RuBP) .

المرحلة الأولى : تثبيت الكربون :

- يتم تثبيت ثلاثة جزيئات CO_2 واحداً تلو الآخر .

- 3 مركب سداسي الكربون (مركب نشط غير ثابت) $\xrightarrow{\text{أنزيم روبيسكو}}$ 3 RuBP + 3 CO_2 { ريبولوز ثنائي الفوسفات (خماسي الكربون) }

- 2 جزئ حمض غليسرين أحادي الفوسفات $\xrightarrow{\text{ينقسم إلى}}$ مركب سداسي الكربون

✓ **المحصلة / إنتاج : 6 جزيئات حمض غليسرين أحادي الفوسفات**

استهلاك : 3 CO_2

المرحلة الثانية : الاختزال :

- نبدأ في هذه المرحلة باستخدام (ATP , NADPH) .
- يحصل كل جزئ من حمض غليسرين أحادي الفوسفات من الجزيئات الستة على مجموعة فوسفات من ATP .
- 6 حمض غليسرين ثنائي الفوسفات ⟵ 6 ATP (6 Pi) + 6 حمض غليسرين أحادي الفوسفات
- 6 G_3P " كلية " ⟵ 6 NADPH + 6 حمض غليسرين ثنائي الفوسفات

✓ **المحصلة / إنتاج : 6 G_3P (كلية)**

استهلاك : 6 ATP ، 6 NADPH

المرحلة الثالثة : إعادة تصنيع مستقبل CO_2 (RuBP) :

- يُستخدم **جزيء واحد** فقط G_3P (**<u>كناتج نهائي</u>**) لحلقة كالفن لإنتاج الغلوكوز والكربوهيدرات الأخرى .
- جزيئات G_3P الخمسة الأخرى تستخدم في إعادة بناء مركب رابيولوز ثنائي الفوسفات في سلسلة معقدة من التفاعلات يُستهلك خلالها 3 ATP .

✓ **المحصلة / إنتاج : 3 RuBP**

استهلاك : 3 ATP ، 5 G_3P

- **محصلة حلقة كالفن : 3 CO_2 ، 6 NADPH ، 9 ATP ⟵ 1 G_3P نهائي أو ($\frac{1}{2}$ غلوكوز)**

❖ **في حسابات حلقة كالفن :**

✓ **عدد جزيئات ثابتة :**

- الغلوكوز ($\frac{1}{2}$)
- RuBP (3)
- CO_2 (3)
- NADPH (6)

✓ **يجب ملاحظة عدد جزيئات ATP المستهلكة ، حيث نستخدمها حسب المرحلة :**

- في مرحلة إعادة التصنيع (3)
- في مرحلة الاختزال (6)
- في حلقة كالفن (9)

✓ **يجب ملاحظة عدد جزيئاتG_3P الناتجة :**

- بشكل نهائي (1)
- بشكل كلي (6)
- في مرحلة إعادة التصنيع (5)

العوامل المؤثرة في عملية البناء الضوئـي

- تتأثر عملية البناء الضوئي بعدة عوامل بيئية منها : الضوء ، تركيز CO_2 ، درجة الحرارة .
- عدم توفر أي من هذه العوامل يؤدي إلى وقف عملية البناء الضوئي .
- (من خلال الشكل 9 صفحة 15 من الكتاب المدرسي ، نتقن رسم المنحنيات) .

أولاً : الضــوء :

- يزداد معدل البناء الضوئي بازدياد شدة الضوء حتى يثبت معدل البناء الضوئي .
- **(نقطة التشبع الضوئـي)** : وصول التفاعلات الضوئية إلى حد التشبع في امتصاص الطاقة الضوئية .

ملاحظة :

- **في الظلام** : لا نشاهد فقاعات الأكسجين .
- **تحت ضوء الشمس** : نشاهد فقاعات الأكسجين بعدد قليل .
- **تحت ضوء الشمس وفي وجود المصباح الكهربائي** : يزداد عدد فقاعات الأكسجين .

✓ **نستنتج أنه كلما زادت شدة الضوء تزداد كمية الأكسجين الناتجة .**

ثانياً : تركيـز ثاني أكسيد الكربـون :

- يزداد معدل عملية البناء الضوئي بازدياد تركيز CO_2 حتى يثبت المعدل عند الوصول إلى حد معين .
- استمرار زيادة تركيزه عن هذا الحد لمدة محدودة يؤدي إلى ثبات معدل البناء الضوئـي .

ثالثاً : درجة الحرارة :

- يزداد معدل البناء الضوئي مع الزيادة في درجة الحرارة حتى الوصول إلى درجة الحرارة المثلى .
- **(درجة الحرارة المثلى)** : يكون عندها المعدل أعلى ما يكون .
- استمرار الزيادة في درجة الحرارة يؤدي إلى انخفاض معدل البناء الضوئي بسبب تحلل المواقع النشطة في الأنزيمات الخاصة بالبناء الضوئي .

ملاحظة :

- **في الثلج " حرارة منخفضة "** : لا نشاهد فقاعات الأكسجين .
- **عند درجة حرارة $^{\circ}20$** : يكون عدد فقاعات الأكسجين قليل .
- **عند درجة حرارة $^{\circ}30$** : يزداد عدد فقاعات الأكسجين .
- **عند درجة حرارة $^{\circ}40$** : يقل عدد فقاعات الأكسجين .

✓ **نستنتج أنه عند درجة الحرارة المثلى تزداد كمية الأكسجين الناتجة .**

ورقة عمل على البناء الضوئي

- **اختر الإجابة الصحيحة :**

1. **ما كمية الطاقة الناتجة بالكيلو كالوري التي تحتويها وجبة غذائية مكونة من 150 غم كربوهيدرات و50 غم ليبيدات و200 غم بروتينات ؟**

أ. 1450 ب. 1600 جـ. 1850 د. 2600

2. **في وجبة غذائية ما ، كانت كمية الطاقة الناتجة من الكربوهيدرات تساوي 24 كيلو كالوري ، وكمية الطاقة الناتجة من الليبيدات تساوي 45 كيلو كالوري ، وكمية الطاقة الناتجة من البروتين تساوي 16 كيلو كالوري . فما كتلة هذه الوجبة بالغرام ؟**

أ. 15 ب. 16 جـ. 20 د. 25

3. **تناول أمير وجبة غذائية ، 20% من كتلتها بروتين ، و40% كربوهيدرات ، و40% دهون . والسعرات الحرارية الناتجة من هذه الوجبة تساوي 1500 Kcal . فإن كتلة هذه الوجبة بالغرام ؟**

أ. 150 ب. 200 جـ. 250 د. 300

4. **كم عدد السعرات الحرارية في كوب من الحليب كتلته 300 غرام منها 5% كربوهيدرات ، و3% دهون ، و4% بروتين ؟**

أ. 63 ب. 68 جـ. 189 د. 256

5. **أي الآتية تعتبر من العمليات الميكانيكية التي تحتاج إلى طاقة ؟**

أ. بناء الغلايكوجين ب. انتشار الغازات جـ. انقباض العضلات د. تحلل الغلوكوز

6. **ما المجموع الكلي للطاقة (بوحدة الكيلو كالوري) الناتجة من تحليل 3 مول من ATP إلى ADP ؟**

أ. 14,6 ب. 21,9 جـ. 29,2 د. 43,8

7. **ماذا ينتج من تحلل 1 مول ATP إلى AMP ؟**

أ. 7,3 Kcal/mol + Pi ب. 7,3 Kcal/mol + 2 Pi جـ. 14,6 Kcal/mol + Pi د. 14.6 Kcal/mol + 2 Pi

8. **عملية حيوية في الخلية تحتاج لِـ 14,6 كيلو كالوري ، فأي عمليات التحوّل الآتية تنتج هذه الكمية من الطاقة ؟**

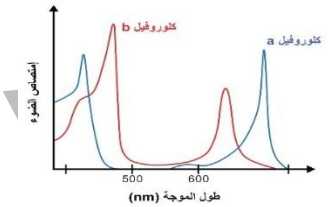
أ. 1 مول ATP إلى 1 مول ADP ب. 2 مول ATP إلى 2 مول AMP

جـ. 1 مول ADP إلى 1 مول AMP د. 2 مول ATP إلى 2 مول ADP

9. **كم عدد مولات ATP ، إذا كان المجموع الكلي للطاقة الناتجة من تحلل ATP إلى AMP يساوي 43,8 كيلو كالوري ؟**

أ. 3 ب. 6 جـ. 9 د. 12

10. **ما طول الموجات الضوئية التي يتم فيها أقل امتصاص للضوء اعتماداً على الشكل المجاور الذي يمثل امتصاص الموجات الضوئية بواسطة الأصباغ ؟**



أ. 500 – 380 ب. 700 – 400

جـ. 600 – 480 د. 700 – 600

11. **يلعب جزيئا كلوروفيل a في مركز تفاعل النظام الضوئي دوراً مهماً في عملية البناء الضوئي ، فما الوظيفة الرئيسية لهما ؟**

أ. اختزال $NADP^+$ ب. إطلاق إلكترونات منشطة جـ. تكوين روابط كيميائية د. تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية

12. **يحتوي مركز التفاعل في النظام الضوئي ؟**

أ. جزيئين من كلوروفيل a , b ب. جزئ من كلوروفيل a , b ومستقبل الكترونات أولي

جـ. جزيئين من كلوروفيل b ومستقبل الكترونات أولي د. جزيئين من كلوروفيل a ومستقبل الكترونات أولي

13. **من نواتج التفاعلات الضوئية في عملية البناء الضوئي ؟**

أ. ATP + غلوكوز ب. NADPH + ATP جـ. NADH + ATP د. غلوكوز + NADH

14. من نواتج تحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية في المسار الإلكتروني اللاحلقي ؟

أ. $NADH + ATP$ ب. $NADP^+ + ADP$ جـ. $NADPH + ATP$ د. $NAD^+ + ADP$

15. يتم تعويض الكترونات مركز تفاعل النظام الضوئي الثاني من ؟

أ. الأكسجين ب. الماء جـ. ATP د. NADPH

16. ما مصدر الأكسجين الناتج من عملية البناء الضوئي ؟

أ. الماء ب. CO_2 جـ. ATP د. NADPH

17. أي الآتية صحيح لإكمال المعادلة ؟

$$NADP^+ + \ldots\ldots + \ldots\ldots \xrightarrow{\text{أنزيم مختزل } NADP^+} NADPH + H^+$$

أ. $2e^- , H^+$ ب. e^- , H^+ جـ. $e^- , 2H^+$ د. $2e^- , 2H^+$

18. من نواتج التفاعلات الضوئية للمسار الإلكتروني الحلقي في عملية البناء الضوئي ؟

أ. $NADPH + ATP$ ب. NADPH جـ. $NADH + ATP$ د. ATP

19. أين تنتج خلايا النبات مركب غليسر ألدهايد أحادي الفوسفات ؟

أ. الثايلاكويد ب. حشوة المايتوكندريا جـ. السيتوسول د. ستروما البلاستيدة

20. أي المركبات الآتية يعتبر أول مركب كربوهيدراتي ثابت ينتجه النبات ؟

أ. غلوكوز ب. غليسر ألدهايد أحادي الفوسفات جـ. حمض غليسرين أحادي الفوسفات د. ريبولوز ثنائي الفوسفات

21. ما المركب الذي يختزله NADPH في حلقة كالفن ؟

أ. حمض غليسرين أحادي الفوسفات ب. غليسر ألدهايد أحادي الفوسفات

جـ. حمض غليسرين ثنائي الفوسفات د. رايبولوز ثنائي الفوسفات

22. ما الناتج النهائي لحلقة كالفن ؟

أ. غليسر ألدهيد أحادي الفوسفات ب. غلوكوز جـ. غليسرين أحادي الفوسفات د. غليسرين ثنائي الفوسفات

23. كم عدد ذرات الكربون في 6 جزيئات من المركب العضوي الذي تبدأ به حلقة كالفن ؟

أ. 5 ب. 9 جـ. 18 د. 30

24. كم العدد الكلي لمجموعات الفوسفات في 6 جزيئات G_3P نتجت كناتج نهائي من حلقة كالفن ؟

أ. 6 ب. 12 جـ. 18 د. 24

25. أي من الآتية يلزم لإنتاج جزئ غلوكوز واحد من حلقة كالفن ؟

أ. 4 G_3P ب. 9 CO_2 جـ. 12 NADPH د. 24 ATP

26. كم عدد جزيئات الغلوكوز الناتجة من استهلاك 30 جزئ CO_2 في حلقة كالفن ؟

أ. 20 ب. 10 جـ. 15 د. 5

27. ماذا يحتاج اختزال 12 جزئ حمض غليسرين ثنائي الفوسفات في حلقة كالفن ؟

أ. 18 ATP و 12 NADPH ب. 12 NADPH جـ. 12 NADH د. 12 ATP

28. إذا كان عدد جزيئات ATP المستخدمة في تحويل حمض غليسرين أحادي الفوسفات إلى حمض غليسرين ثنائي الفوسفات 48 جزئ ، فما عدد جزيئات الغلوكوز الناتجة عن حلقة كالفن ؟

أ. 4 ب. 8 جـ. 24 د. 48

29. إذا نتج 12 جزئ من G_3P بشكل نهائي في حلقة كالفن . ما عدد جزيئات الماء التي تم شطرها في المسار الالكتروني اللاحلقي ؟

أ. 72 ب. 32 جـ. 16 د. 12

30. إذا تم إنتاج 24 جزئ من الماء خلال عملية البناء الضوئي ، فكم عدد جزيئات G_3P التي تم إنتاجها ؟

أ. 2 ب. 4 جـ. 8 د. 12

31. إذا كان عدد جزئيات الماء الداخلة في معادلة البناء الضوئي 24 جزئ ، فكم عدد جزيئات NADPH المستهلكة في حلقة كالفن ؟

أ. 12 ب. 24 جـ. 36 د. 48

32. ما الهدف من إضافة بيكربونات الصوديوم 2% للماء عند تنفيذ نشاط قياس معدل البناء الضوئي في ظروف بيئية مختلفة ؟

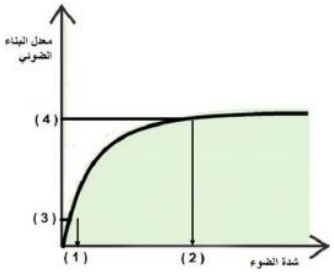
أ. ضبط تركيز CO_2 ب. ضبط تركيز الأكسجين جـ. ضبط درجة PH د. ضبط تركيز الصوديوم

33. عند تنفيذ نشاط دراسة أثر درجة الحرارة على معدل عملية البناء الضوئي ، ما التغير الذي يحدث عند رفع درجة الحرارة إلى 37 ْم مع العلم أن درجة الحرارة المثلى 35 ْم والعوامل الأخرى في حدودها المثلى ؟

أ. يزيد عدد فقاعات O_2 ب. يقل عدد فقاعات O_2

جـ. يبقى عدد فقاعات O_2 ثابت د. يتضاعف عدد فقاعات O_2 بشكل لوغاريتمي

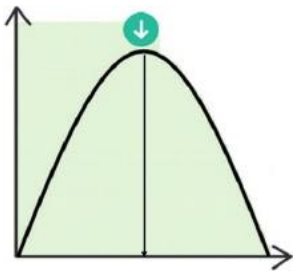
34. الشكل المجاور يمثل أثر شدة الضوء على معدل البناء الضوئي لنبات ما ، ما الرقم الدال على شدة الضوء عند نقطة التشبع الضوئي ؟



أ. 1 ب. 2

جـ. 3 د. 4

35. ما العامل الذي يؤثر على عملية البناء الضوئي حسب الشكل المرفق ؟



أ. شدة الضوء ب. تركيز CO_2

جـ. تركيز O_2 د. درجة الحرارة

1. علل لما يأتي :

1. تعريض النبات لموجات الضوء الأحمر والأزرق .
2. يؤدي رفع درجة الحرارة عن درجة الحرارة المثلى إلى انخفاض سرعة البناء الضوئي .
3. بداية المسار الإلكتروني اللاحلقي تكون عند النظام الضوئي الثاني .
4. يعتبر NADPH عامل اختزال قوي .

2. وضح المقصود بكلٍ من :

1. مركز التفاعل .
2. نقطة التشبع الضوئي .

3. من خلال دراستك لعملية البناء الضوئي ، أجب عن الأسئلة الآتية :

1. وضح بخطوات متسلسلة المرحلة الثانية (الاختزال) من حلقة كالفن .
2. ارسم العلاقة بين التغير في درجة الحرارة ومعدل البناء الضوئي .
3. ما أهمية أيونات الهيدروجين الناتجة من تحلل الماء في المسار الإلكتروني اللاحلقي ؟

4. إذا علمت أنه تم استهلاك 24 جزيئاً من CO_2 في حلقة كالفن ، أجب عما يلي :

1. كم جزيئاً ينتج من G_3P كناتج نهائي ؟
2. كم جزيئاً ينتج من الغلوكوز ؟
3. ما عدد جزيئات ATP و NADPH التي تم استهلاكها ؟

5. **في حلقة كالفن ، إذا تم إنتاج 5 جزيئات غلوكوز . احسب ما يلي :**
   1. عدد جزئيات G_3P الكلية الناتجة .
   2. عدد جزيئات CO_2 التي تم تثبيتها .
   3. عدد جزيئات ATP المستهلكة .
   4. عدد جزيئاتNADPH المستهلكة .

6. **إذا علمت أنه تم استهلاك 36 جزيئاً من ATP في حلقة كالفن ، أجب عما يلي :**
   1. كم جزيئاً ينتج منG_3P كناتج نهائي ؟
   2. ما عدد جزيئات NADPH التي تم استهلاكها ؟
   3. ما عدد جزيئات CO_2 التي تم تثبيتها ؟
   4. كم جزيئاً ينتج من الغلوكوز ؟

7. **تحدث تفاعلات تثبيت CO_2 (حلقة كالفن) في ستروما البلاستيدات الخضراء :**
   1. تحدث عن المرحلة الثانية (مرحلة الاختزال) .
   2. في حلقة كالفن إذا تم إنتاج 6 جزيئات من الغلوكوز ، ما عدد جزيئات CO_2 المستهلكة ؟
   3. ما مصير جزيئات G_3P بعد تصنيعها في حلقة كالفن ؟

8. **إذا حدثت حلقة كالفن 4 مرات متتالية :**
   1. أذكر اسم المركب العضوي الذي تبدأ به الحلقة .
   2. كم عدد جزيئات G_3P الناتجة في هذه الحالة كناتج نهائي ؟
   3. ما عدد جزيئات ATP و NADPH المستخدمة لإنتاج جزئ غلوكوز ؟
   4. ما الجزئ الذي يربط حلقتي كربس وكالفن ؟

9. **إذا كان العدد الكلي لجزيئات G_3P الناتجة في مرحلة الاختزال من حلقة كالفن 36 جزئ .**
   احسب عدد الجزيئات في كل مما يلي :
   1. الماء H_2O التي تم شطرها في المسار اللاحلقي .
   2. ثاني أكسيد الكربون CO_2 التي تم تثبيتها في حلقة كالفن .
   3. ATP اللازمة لإعادة تصنيع رايبولوز ثنائي الفوسفات .
   4. NADPH التي تم استهلاكها .
   5. الغلوكوز التي سيتم إنتاجها .

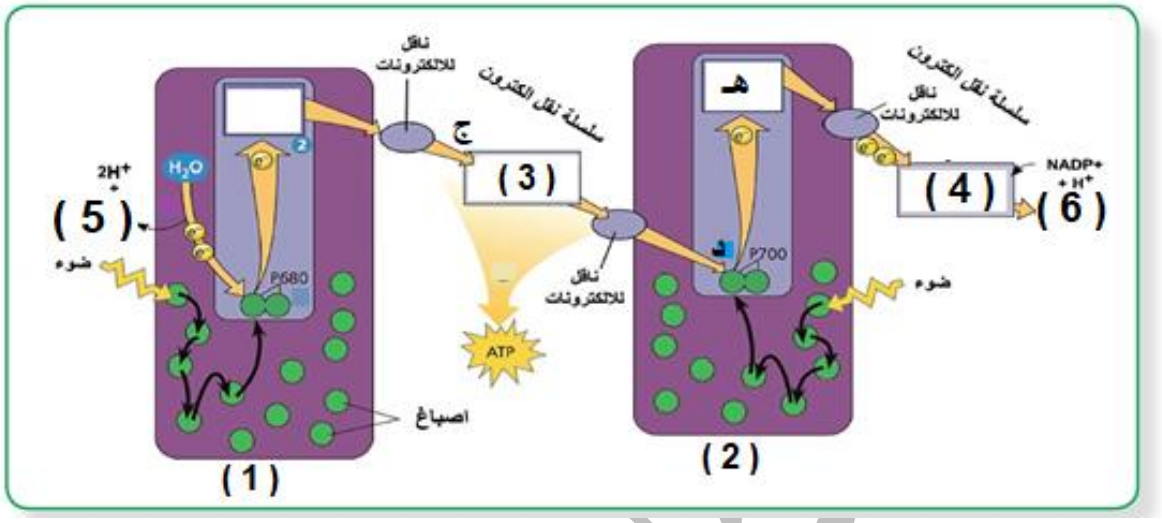
10. **في حلقة كالفن إذا تم تحويل 24 جزئ حمض غليسرين ثنائي الفوسفات إلى غليسر ألدهايد أحادي الفوسفات (G_3P) .**
    1. كم عدد جزيئات CO_2 المثبتة ، و (NADPH ، ATP) المستهلكة في هذه المرحلة ؟
    2. كم جزيئاً من RuBP سيتم إعادة تصنيعه ؟
    3. كيف تحافظ حلقة كالفن على ثبات عدد ذرات الكربون في مرحلة إعادة تصنيع مستقبل CO_2 في كل مرة تحدث فيها ؟
    4. إذا تم استهلاك جزيئات الغلوكوز الناتجة من حلقة كالفن السابقة في خلية خميرة ، فكم عدد جزيئات CO_2 الناتجة ؟

11. **تتأثر عملية البناء الضوئي بعدة عوامل بيئية منها الضوء :**
    1. وضح أثر شدة الضوء في معدل البناء الضوئي .
    2. ارسم منحنى يوضح العلاقة بين شدة الضوء ومعدل البناء الضوئي .

12. تتأثر عملية البناء الضوئي بعدة عوامل بيئية منها درجة الحرارة :

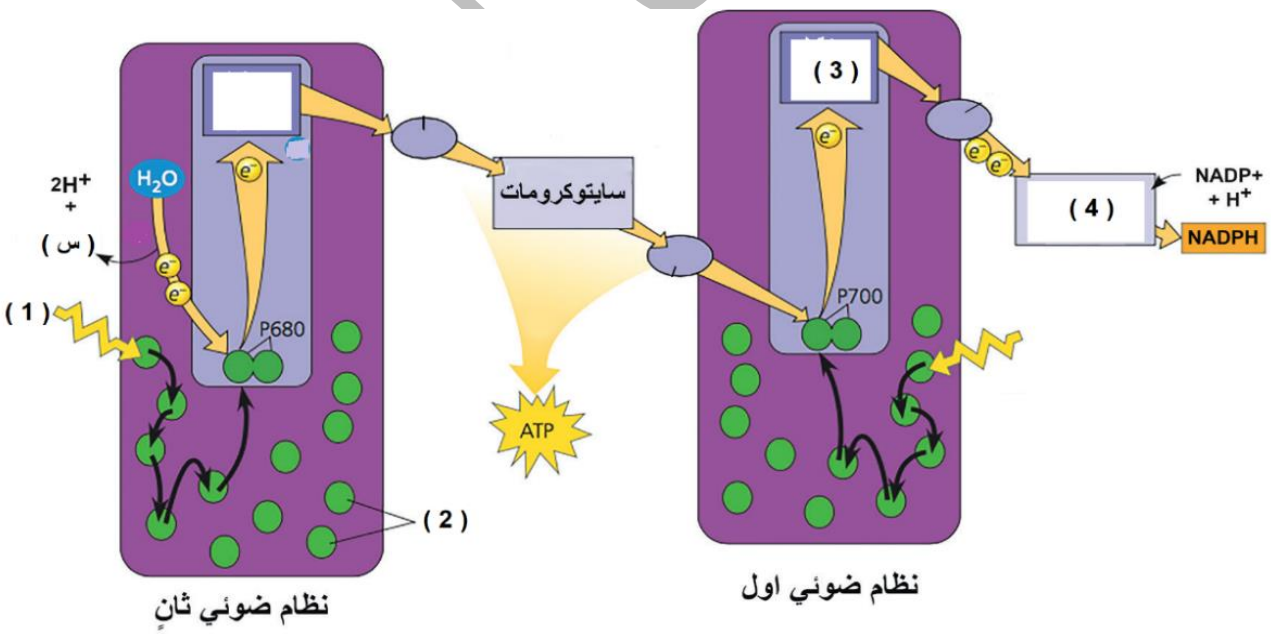
1. ارسم منحنى يوضح العلاقة بين درجة الحرارة ومعدل البناء الضوئي .
2. وضح أثر الزيادة في درجة الحرارة عن المدى الحراري الملائم على معدل عملية البناء الضوئي .

13. ادرس الشكل الآتي ، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه :



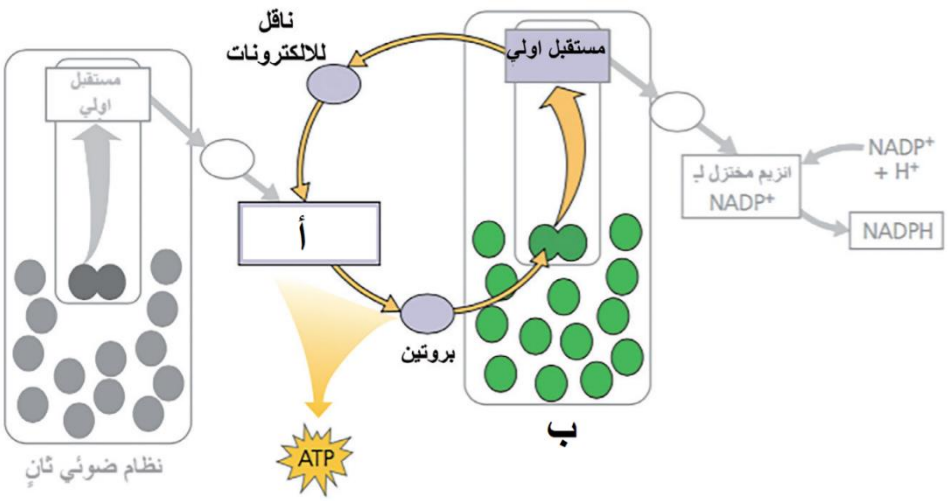
1. على ماذا تدل كل من الأرقام (1 ، 2 ، 3 ، 4) ؟
2. عند تحلل 4 جزيئات ماء ، كم ينتج من المواد التي تمثلها الأرقام (5 ، 6) ؟
3. ما أهمية المسار (ج د هـ ج) ؟

14. ادرس الشكل المجاور الذي يمثل تفاعلات المسار اللاحلقي ، ثم أجب عما يليه :



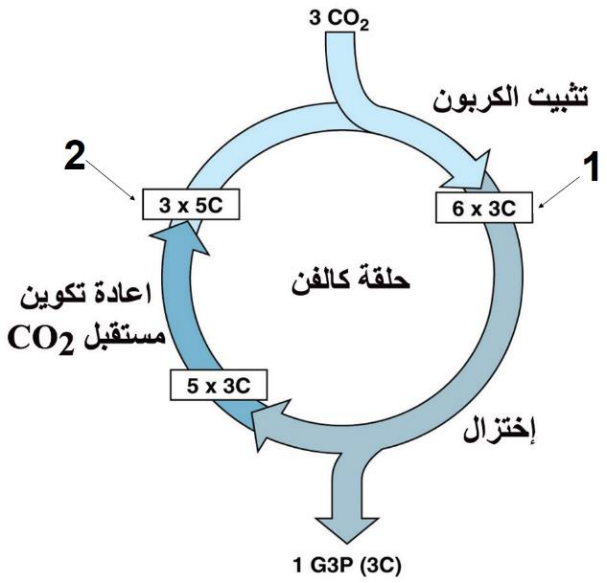
1. إلى ماذا تشير الأرقام (1 ، 2 ، 3 ، 4) ؟
2. كم عدد جزيئات المركب المشار إليه بالرمز (س) إذا تم فصل 4 جزيئات ماء ؟
3. كم عدد جزيئات مركب G_3P الناتجة بشكل نهائي من حلقة كالفن ، إذا نتجت 6 جزيئات NADPH خلال هذا المسار ؟

15. ادرس الشكل الآتي الذي يمثل المسار الإلكتروني الحلقي في التفاعلات الضوئية ، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه :



1. ما أهمية هذا المسار ؟
2. اكتب أسماء الأجزاء المشار إليها بالرموز (أ ، ب) .
3. كيف يتم تعويض الإلكترونات في هذا المسار ؟
4. بماذا يمتاز المستقبل الأولي ؟

16. ادرس الشكل الآتي الذي يمثل التفاعلات اللاضوئية (حلقة كالفن) ، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه :



1. أذكر أسماء المركبات المشار إليها بالأرقام (1 ، 2) ؟
2. إذا تم تثبيت 12 جزيئاً من CO_2 ، فما عدد جزيئات ADP الناتجة ؟
3. كم عدد جزيئات NADPH المستخدمة لإنتاج ثلاثة جزيئات غلوكوز ؟

ملاحظة : بالإضافة إلى حل أسئلة الكتاب المدرسي

إجابة ورقة العمل

- **اختر :**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ج	أ	ج	ج	ج	ب	د	د	أ	ج	ب	د	ب	ج	ب

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
أ	د	د	د	ب	ج	أ	د	أ	ج	د	ب	أ	أ	ج

31	32	33	34	35
ب	أ	ب	ب	د

1. علل :

1. تزداد كمية امتصاص الطاقة الضوئية وزيادة معدل البناء الضوئي .
2. بسبب تحلل المواقع النشطة في الأنزيمات الخاصة بالبناء الضوئي .
3. لأن النظام الضوئي الثاني يمتص الضوء بأعلى كفاءة 680 نانوميتر ، أما النظام الضوئي الأول يمتص الضوء بأعلى كفاءة 700 نانوميتر . ويحتوي النظام الضوئي الثاني على أنزيم فصل جزئيات الماء .
4. لأنه يضيف إلكترونات ذات طاقة عالية وأيونات هيدروجين لصنع جزيئات السكر (G_3P) .

2. المقصود بكل من :

1. مركز التفاعل : نظام بروتيني يتكون من (2 جزيء كلوروفيل a + مستقبل الكترونات أولي) ، جزيئا كلوروفيل a تطلق الكترونات منشطة .
2. نقطة التشبع الضوئي : وصول التفاعلات الضوئية إلى حد التشبع في امتصاص الطاقة الضوئية .

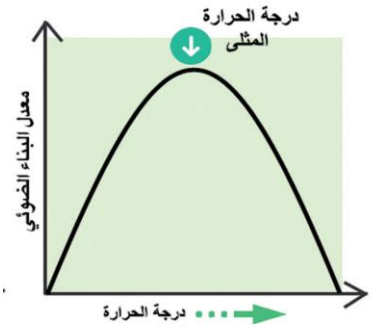
3.

1. مرحلة الاختزال :

- يحصل كل جزئ من غليسرين أحادي الفوسفات من الجزيئات الستة على مجموعة فوسفات من ATP .
- 6 غليسرين ثنائي الفوسفات ⟵ 6 ATP (Pi) + 6 غليسرين أحادي الفوسفات
- 6 G_3P ⟵ 6 NADPH + 6 غليسرين ثنائي الفوسفات
- المحصلة / إنتاج : 6 G_3P (كلية)

استهلاك : 6 ATP ، 6 NADPH

2.



3. H^+ : يستخدم في اختزال نواقل الإلكترونات .

.4

1. G_3P النهائي : 8
2. الغلوكوز : 4
3. ATP : 72 ، NADPH : 48

.5

1. G_3P الكلية : 60
2. CO_2 : 30
3. ATP : 90
4. NADPH : 60

.6

1. G_3P النهائي : 4
2. NADPH : 24
3. CO_2 : 12
4. الغلوكوز : 2

.7

1. مرحلة الاختزال : تمت الاجابة عنها سابقاً في سؤال رقم 3 .
2. CO_2 : 36
3. مصير جزيئات G_3P بعد تصنيعها : يستخدم جزيء واحد فقط G_3P كناتج نهائي لحلقة كالفن لإنتاج الغلوكوز والكربوهيدرات الأخرى ، وجزيئات G_3P الخمسة الأخرى تستخدم في إعادة بناء مركب رابيولوز ثنائي الفوسفات في سلسلة معقدة من التفاعلات يستهلك خلالها 3 ATP .

.8

1. رايبولوز ثنائي الفوسفات (RuBP) .
2. G_3P النهائي : 4
3. ATP : 18 ، NADPH : 12
4. CO_2

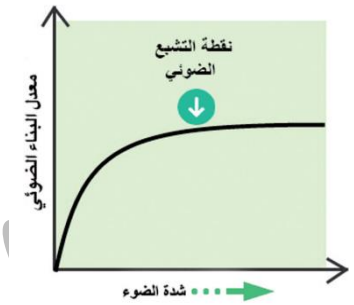
.9

1. H_2O : 36
2. CO_2 : 18
3. ATP : 18
4. NADPH : 36
5. الغلوكوز : 3

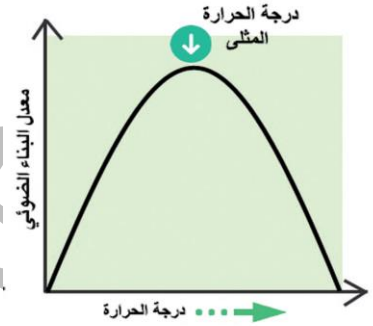
.10

1. CO_2 : 12
2. ATP : 24 ، NADPH : 24
3. RuBP : 12
4. عن طريق : استهلاك $5\ G_3P$ X 3 C = 15 C ، إنتاج $3\ RuBP$ X 5 C = 15 C
5. CO_2 : 4

.11

1. يزداد معدل البناء الضوئي بازدياد شدة الضوء حتى يثبت معدل البناء الضوئي .
2. 

.12

1. 

2. يؤدي إلى انخفاض معدل البناء الضوئي بسبب تحلل المواقع النشطة في الأنزيمات الخاصة بالبناء الضوئي .

.13

1. (1) النظام الضوئي الثاني ، (2) النظام الضوئي الأول ، (3) السيتوكرومات ، (4) أنزيم مختزل $NADP^+$
2. (5) أكسجين : 2 ، (6) NADPH : 4
3. المسار الحلقي : إنتاج ATP فقط

.14

1. (1) الضوء ، (2) أصباغ ، (3) مستقبل أولي ، (4) أنزيم مختزل $NADP^+$
2. O_2 = 2 جزئ
3. جزئ واحد G_3P

.15

1. إنتاج ATP فقط
2. (أ) سيتوكرومات ، (ب) النظام الضوئي الأول
3. لا يتم تعويض الإلكترونات
4. له جاذبية قوية للإلكترونات

.16

1. (1) حمض غليسرين أحادي الفوسفات ، (2) RuBP
2. 36 ADP
3. 36 NADPH