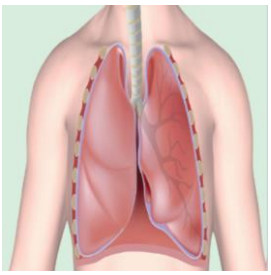
Ibrahim ali



٢ الجهاز التنفّسي
The respiratory system

- تعتبر عملية التنفس إحدى مظاهر الحياة التي تقوم بها جميع الكائنات الحية .

س : ما الذي يساعد على استمرارية حياة الكائنات الحية على سطح الأرض ؟

جـ : ١) توافر مواد غذائية متنوعة .

٢) توافر الطاقة التي تُمكنها من القيام بوظائفها الحيوية .

- تُعتبر النباتات و الحيوانات هي المصادر الأساسية لغذاء الإنسان في البيئة .

- مصدر الطاقة الأساسي هو الشمس .

- تتحول طاقة الشمس إلى طاقة كيميائية مختزنة في النبات خلال عملية البناء الضوئي حيث تُخزن على شكل روابط كيميائية في جزيئات الجلوكوز . و يتم انطلاق غاز الأكسجين .

س : كيف يمكن الحصول على الطاقة المخزنة في الجلوكوز ؟

جـ : يتم الحصول على هذه الطاقة من خلال عملية التنفس .

أو يتعكر ماء الجير

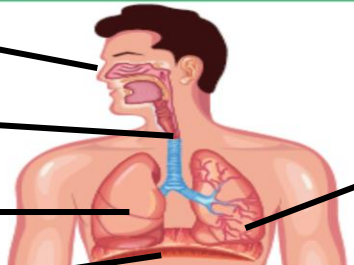
كيف تستدلّ على حدوث التنفّس في الإنسان؟

إستخدم محلول كاشف للتعرّف على الغاز الذي ينتج عند نفخك للهواء.

ملاحظاتي	**يتغير لون البروموثيمول إلى اللون الأصفر المخضر .**
استنتاجي	**يحتوي هواء الزفير على غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2**
كيف يتنفّس الإنسان؟	**عن طريق الرئتين خلال عمليتي الشهيق و الزفير .**

أشِر بسهم على الأعضاء التي استخدمتها أثناء عملية التنفّس واكتب اسمها.

ص ٦٣



ماذا نسمّي عملية دخول الهواء وخروجه من وإلى الرئتين؟

عمليتي الشهيق و الزفير .

التنفس

خارجي

يتم فيه تبادل الغازات

يحدث على السطح التنفسي (الحويصلات الهوائية)

- شهيق
- زفير

داخلي

يتم فيه الحصول على الطاقة

يحدث داخل خلايا الكائن الحي

- في وجود الأكسجين: **هوائي**
- في غياب الأكسجين: **لا هوائي**

- أثناء عملية التنفس الخارجي يدخل الهواء الجوي إلى الرئتين في عملية الشهيق و يخرج خلال عملية الزفير ، و يوضح الجدول التالي النسب التقريبية للغازات :

نوع الهواء	نسب الغازات المختلفة		
	أكسجين O_2	ثاني أكسيد الكربون CO_2	نيتروجين N_2 وغازات أخرى
هواء الشهيق	(٪20)	(٪0.04)	(٪78.62)
هواء الزفير	(٪15)	(٪3)	(٪74.70)

- تقوم عضلات الصدر اللاإرادية بتحريك الرئتين إلى الخارج و الداخل و المساعدة في حدوث عمليتي الشهيق و الزفير .

- يمكن محاكاة عمل الرئتين و التعرف على اتجاه الحجاب الحاجز في النشاط التالي :

الأدوات	صـ ٦٤
إستخدم الأدوات لصنع نموذج للجهاز التنفّسي وقارِن بين عمليتي الشهيق والزفير.	
اتّجاه حركة الحجاب الحاجز	الشهيق: **إلى الأسفل** / الزفير: **إلى الأعلى**
إستعِن بالجدول السابق لنسب الغازات أثناء الشهيق والزفير، وقارِن بينهما.	
كمّية غاز الـ O_2 داخل الرئة	الشهيق: **أكبر** / الزفير: **أقل**
كمّية غاز الـ CO_2 داخل الرئة	الشهيق: **أقل** / الزفير: **أكبر**
اتّجاه حركة الأضلاع عند تنفّسك	الشهيق: **إلى الخارج** / الزفير: **إلى الداخل**

س : ما هي الوظيفة الأساسية للجهاز التنفسي ؟

جـ : هي إمداد الدم بغاز الأكسجين O_2 ، ثم يقوم الدم بتوزيع الأكسجين على جميع خلايا الجسم .

- يتم تبادل الغازات داخل الرئتين في الحويصلات الهوائية (تنفس خارجي) من خلال عمليتي الشهيق و الزفير .

- تعتبر رئة الخروف الأقرب إلى رئة الإنسان من حيث التركيب و الوظيفة . **صـ ٦٥**

1. اِفحص رئة الخروف و لاحِظ ملمسها.

ملمسها اسفنجي

2. أُنفخ الهواء في الجزء (1) بواسطة منفاخ و لاحِظ ما يحدث.

يمتلئ الفصان بالهواء و ينتفخان

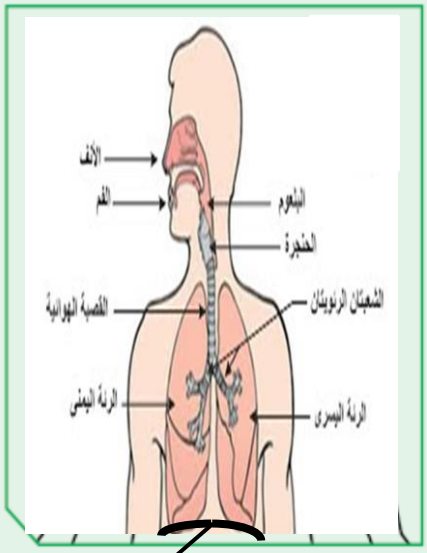
3. اِقطع أحد فصّي الرئة و لاحِظ ما يوجد في داخله.

توجد أكياس هوائية صغيرة و بكميات كبيرة

س : ما هي أجزاء الجهاز التنفسي ؟ و ما هي وظيفة كل منها ؟ **صـ ٦٥**

جـ :

العضو	الوظيفة
الأنف	يدفئ و يُنقي هواء الشهيق
البلعوم	يصل الأنف بالفم
الحنجرة	تصل البلعوم بالقصبة الهوائية
القصبة الهوائية	تصل الحنجرة بالشعبتين الهوائيتين
الشعبتين الهوائيتين	يتفرعان إلى الحويصلات الهوائية
الرئتان	يتم فيهما تبادل الغازات
الحجاب الحاجز	الانقباض شهيقا و الانبساط زفيرا التحكم بعمليتي الشهيق و الزفير



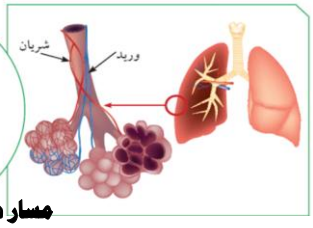
حجاب حاجز

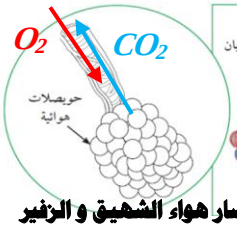
س : ما اسم الجزء الفعال في عملية تبادل الغازات في الجهاز التنفسي ؟

جـ : الحويصلات الهوائية بالرئتين . **صـ ٦٦**

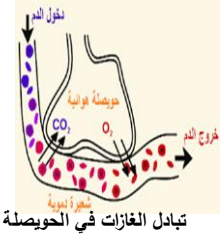
- تحتوي الرئتان على العديد من الحويصلات الهوائية التي تعادل مساحتها ٩٠ م^{٢}

- تُحيط بكل حويصلة هوائية شبكة من الشعيرات الدموية التي تعمل على نقل الغازات المتبادلة في الرئتين . كما هو موضح في الشكل التالي





مسار هواء الشهيق و الزفير



تبادل الغازات في الحويصلة

- **خصائص الحويصلات الهوائية** : **صـ ٦٦**

١) توفر مساحة سطح كبيرة تسمح بامتصاص كمية كبيرة من الأكسجين .

٢) لها جدار رقيق جدايسمح بانتشار الأكسجين منها إلى الدم بسهولة .

٣) يحيط بها شبكة من الشعيرات الدموية لامتصاص و نقل الأكسجين .

- في الحويصلات الهوائية ينتقل غاز الأكسجين إلى الدم ، بينما ينتقل غاز ثاني أكسيد الكربون من الدم إلى الحويصلات الهوائية حيث يُطرد إلى الخارج مع هواء الزفير .

- يعتمد تبادل الغازات على اختلاف الضغط الجزيئي بين الحويصلات الهوائية و الشعيرات الدموية .

- يتوقف انتشار غاز O_2 من الحويصلات الهوائية إلى الشعيرات الدموية و أيضا انتقال غاز CO_2 من الشعيرات الدموية إلى الحويصلات الهوائية على اختلاف تركيز الغازين في الحويصلات .

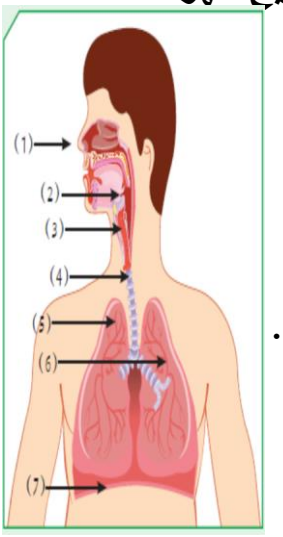
- أثناء الشهيق يكون تركيز غاز O_2 أكبر في الحويصلات ، و لذلك يذوب في رطوبة الطبقة الداخلية للحويصلة و منها ينتشر إلى دم الشعيرات الدموية لأن جدارها رقيق يسمح له بالنفاذ .

- ينساب الدم من الرئتين محملا بالأكسجين إلى القلب الذي يضخه إلى جميع خلايا الجسم ، ثم يعود إلى القلب فالرئتين محملا بغاز ثاني أكسيد الكربون .

- أثناء الزفير يكون تركيز غاز CO_2 أكبر في الشعيرات فيذوب في الطبقة الداخلية للحويصلة ، و منها ينتقل للخارج عبر هواء الزفير .

- **مكونات الجهاز التنفسي عند الإنسان** :

١) **الأنف** : هو المدخل و المخرج للجهاز التنفسي و يعمل على تدفق و ترشيح الهواء .



٢) **البلعوم** : يشبه القمع و يصل فتحة الأنف و الفم بالقصبة الهوائية .

٣) **الحنجرة** : ممر للهواء بين البلعوم و القصبة الهوائية .

٤) **القصبة الهوائية** : هي أنبوب يصل بين الحنجرة و الشعبتين الهوائيتين .

٥) **الشعبتين الهوائيتين** : تتفرع كل شعبة إلى شعب صغيرة تنتهي كل منها في تجمع من الأكياس الهوائية داخل الرئتين تسمى الحويصلات الهوائية .

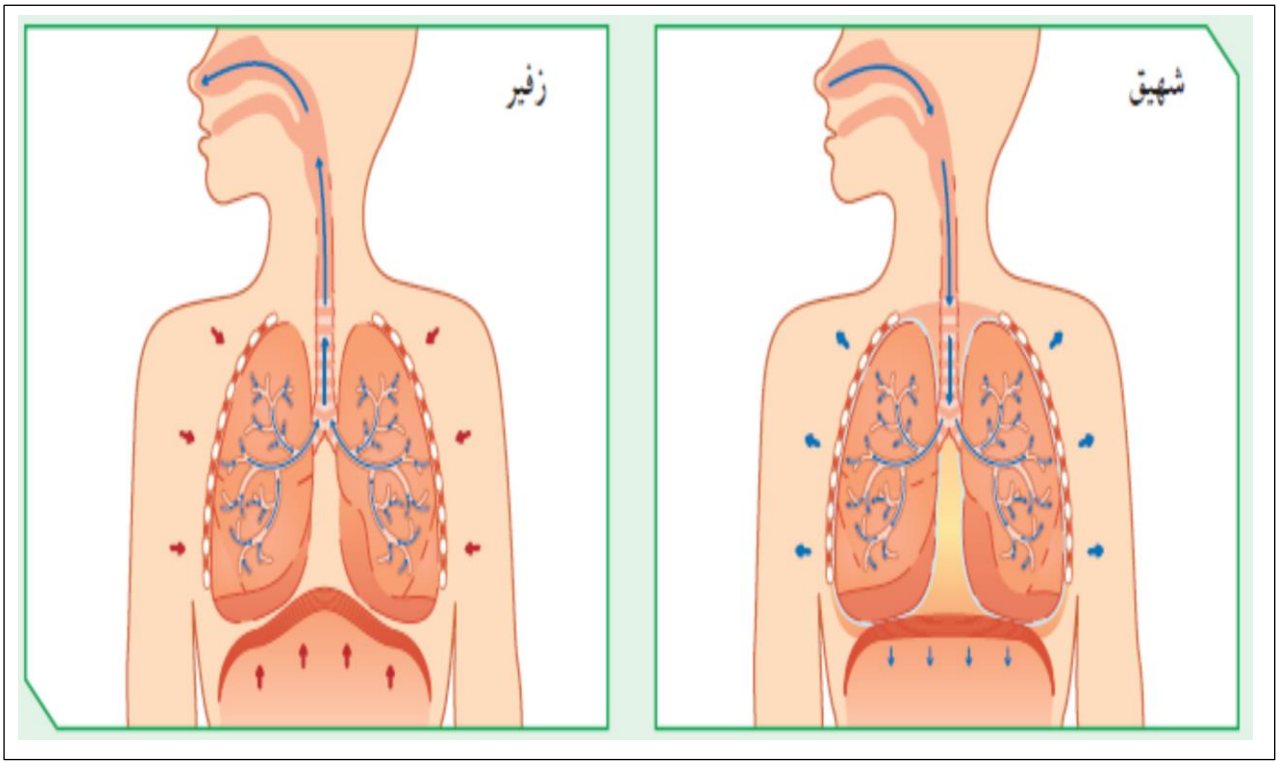
٦) **الرئتان** : عضوان اسفنجيان يقعان في تجويف الصدر ، و كل رئة لها قمة ضيقة و قاعدة عريضة محدبة لتستقر فوق الحجاب الحاجز .

٧) **الحجاب الحاجز** : هو عضلة تفصل تجويف الصدر عن البطن .

- **دور الحجاب الحاجز في عملية التنفس** :

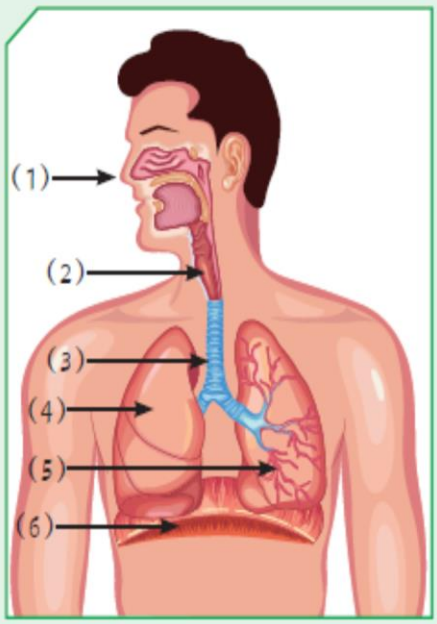
أولا : خلال عملية الشهيق ينقبض الحجاب الحاجز و يتحرك لأسفل و تتحرك عظام القفص الصدري لأعلى و للخارج فيزداد حجم الرئتين و يقل ضغط الهواء داخل الحويصلات الهوائية فيؤدي ذلك إلى اندفاع الهواء من القصبة الهوائية إلى الحويصلات الهوائية .

ثانيا : خلال عملية الزفير ينبسط الحجاب الحاجز و يتحرك لأعلى و تتحرك عظام القفص الصدري لأسفل و للداخل فيقل حجم الرئتين فيزداد ضغط الهواء داخل تجويف الصدر فيطرد الهواء من الرئتين .



– القوة الفاعلة في الشهيق و الزفير هي العضلات و الحجاب الحاجز و ذلك بدعم من الجهاز العصبي .

يوضّح الشكل المقابل الجهاز التنفّسي لدى الإنسان.



1. أُكتب البيانات المطلوبة من (1) إلى (6) بالتتابع.

١- الأنف

٢- الحنجرة

٣- القصبة الهوائية

٤- الرئة

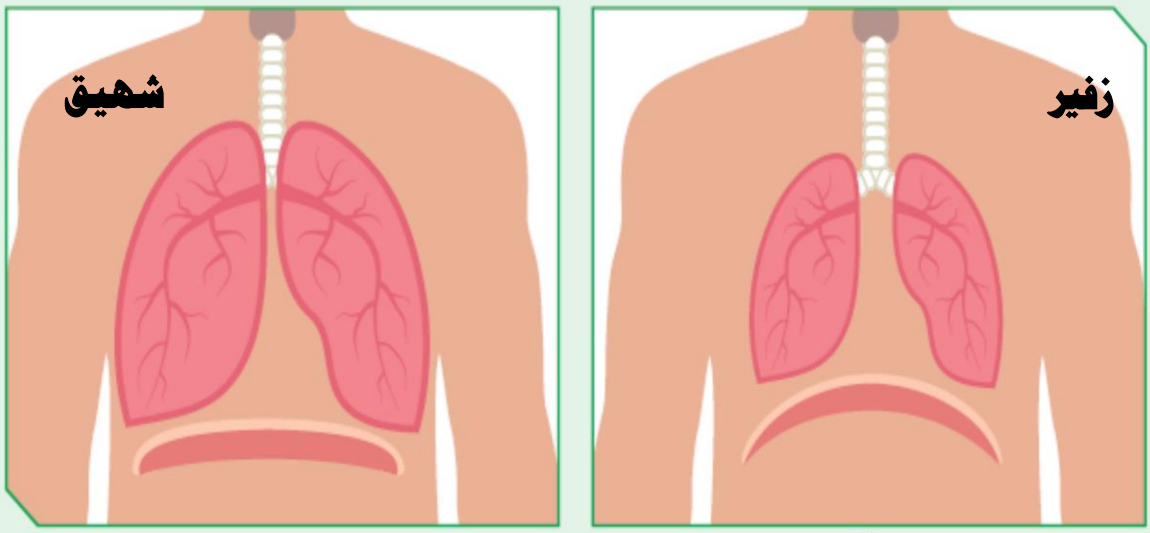
٥- الحويصلات الهوائية

٦- الحجاب الحاجز

2. ما وظيفة العضو رقم (6)؟

التحكم في عمليتي الشهيق و الزفير من خلال انقباضه إلى أسفل أثناء الشهيق و انبساطه إلى أعلى أثناء الزفير .

يمثّل الشكل التالي آليّة الشهيق والزفير لدى الإنسان.



(أ) (ب)

3. عملية الزفير يمثّلها الشكل أ .

4. علِّل اختيارك موضِّحًا إجابتك على الرسم.

لأنه أثناء عملية الزفير ينبسط الحجاب الحاجز إلى أعلى و يقل حجم الرئتين

69

- عند إجراء تمارين رياضية بدون إحماء فإن عضلاتك تحتاج لكمية أكثر من الأكسجين لكي تقوم بالشغل و بالتالي يزداد عدد مرات الشهيق و الزفير .

- عند إجراء تمارين رياضية بعد الإحماء فإن عضلاتك تحتاج لكمية أقل من الأكسجين و بالتالي يقل عدد مرات الشهيق و الزفير .

النشاط صـ ٧٠	إجراء تمارين بدون إحماء	إجراء تمارين بعد الإحماء
عدد مرّات الشهيق والزفير	**عدد المرات أكثر**	**عدد المرات أقل**

كيف تستدلّ على حدوث التنفّس في الكائنات؟

71

أوّلًا: الخميرة

خميرة

محلول البروموثيمول

ملاحظاتي: **يتحول لون البروموثيمول الأزرق إلى اللون الأصفر المخضر** .....

استنتاجي: **تتم عملية التنفس بدليل خروج CO_2 الذي غيّر لون البروموثيمول** .....

ثانيًا: النباتات

بذور لم يتمّ غليها

بذور تمّ غليها

محلول البروموثيمول

ملاحظاتي: **يتغير لون الكاشف في الأنبوب المحتوي على البذور التي لم يتم غليها فقط** .

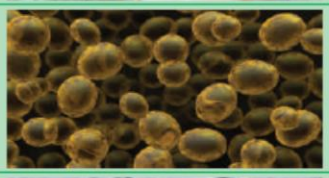
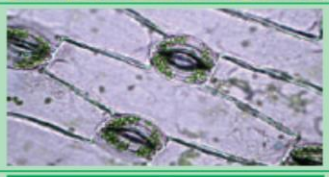
استنتاجي: **تتم عملية التنفس في الأنبوب المحتوي على البذور التي لم يتم غليها فقط** .

- يحدث التنفس الخارجي الذي هو عبارة عن تبادل الغازات في جميع الكائنات الحية على السطح التنفسي .

- تختلف الأسطح التنفسية التي يتم من خلالها تبادل الغازات حسب نوع الكائن الحي .

- تحدث عملية تبادل الغازات في أي كائن حي على السطح التنفسي ، و هو يختلف باختلاف نوع الكائن الحي

* **تبادل الغازات** : هو عملية دخول الأكسجين إلى جسم الكائن الحي و خروج ثاني أكسيد الكربون

الكائن الحيّ	الشكل	عضو تبادل الغازات
		الخياشيم
		**سطح الخلية**
		**الثغور**
		الرئتان

- يتم الكشف عن خروج غاز CO_2 باستخدام محاليل كاشفة مثل ماء الجير أو البروموثيمول .

- تعتبر الرئتان لدى الإنسان العضو الذي يتم من خلاله تبادل الغازات ، حيث يدخل O_2 عبر الأنف و الفم خلال الشهيق و يخرج CO_2 خلال الزفير ، و هو ما يعرف بالتنفس الخارجي .

* **التنفس الخارجي** : هو حدوث عملية تبادل الغازات على السطح التنفسي . و أمثلة على ذلك :

- التنفس الخارجي للخميرة يتم بالانتشار على سطح الخلية .
- التنفس الخارجي للأسماك يتم خلال الخياشيم .
- التنفس الخارجي للنبات يتم خلال الثغور .
- التنفس الخارجي للأرنب يتم خلال الرئتين داخل الحويصلات الهوائية .

أجرى العالِم بريسلي تجربة حول التنفّس لدى الكائنات الحيّة كما هو موضّح في الشكل أدناه، ولاحظ موت كلّ من الفأر والنبتة بعد أن وضعهما في الناقوس (أ) والناقوس (ب) على التوالي لفترة زمنية محدّدة. ثمّ وضع فأرًا ونبتة معًا في الناقوس (ج)، وانتظر لفترة زمنية محدّدة.

73 توقّعْ نتيجة التجربة على الكائنين معًا موضّحًا التفسير العلمي لإجابتك.

النتيجة: **يظل كل من الفأر و النبتة أحياء لفترة من الزمن أكثر من أ ، ب**

السبب: **لأن الفأر و النبتة استخدما O_2 الناتج من البناء الضوئي و استخدمت النبتة CO_2 الناتج من التنفس**

73

أُذكر تنبيهات لزملائك حول احتياطات الأمن والسلامة التي اتّبعتها عند إجراء تجاربك حول استقصاء التنفّس في المختبر.

١- استخدام ماسك الأنابيب عند إجراء التجارب في وجود حامل الأنابيب .

٢- عدم شم أو تذوق المواد المستخدمة في التجارب .

٣- استخدام الأدوات بحذر شديد خشية الكسر .

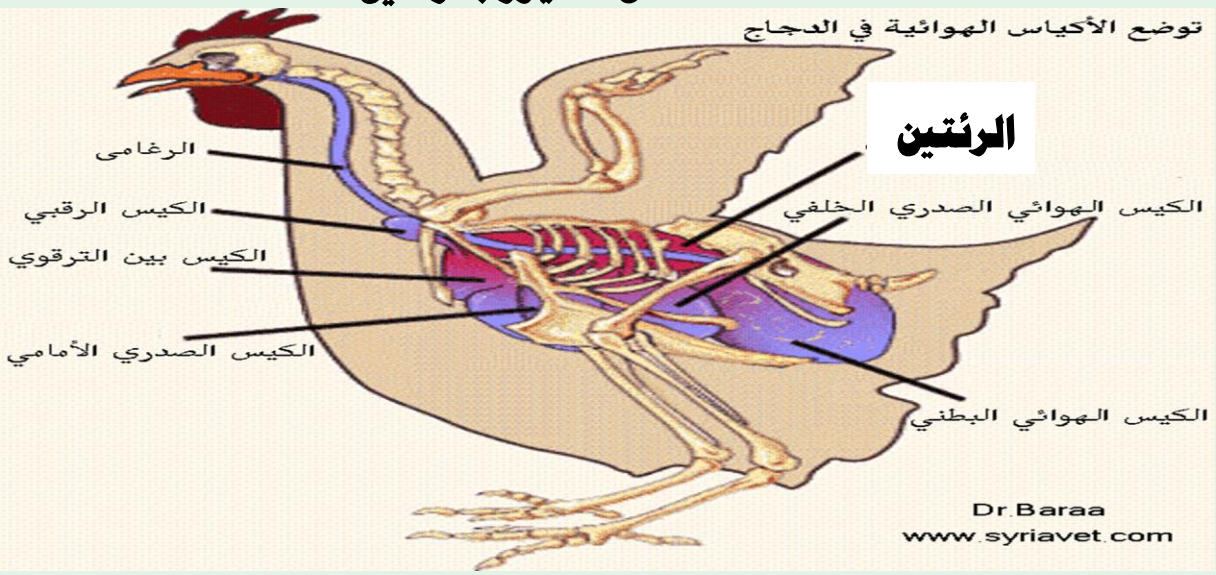
٤- الحذر عند استخدام الموقد في غليّ البذور .

٥- غسل اليدين بعد إجراء التجارب يقيك من الجراثيم .

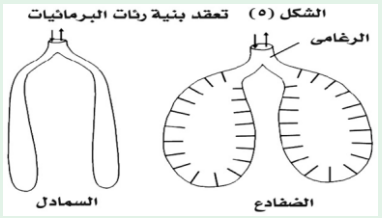
74

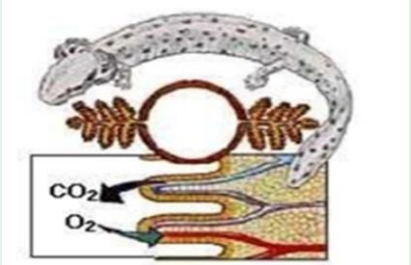
اِبحث في الشبكة العنكبوتية عن أعضاء التنفّس لدى الطيور والسمندل، ثمّ ارسمها واكتب اسم كلّ طريقة.

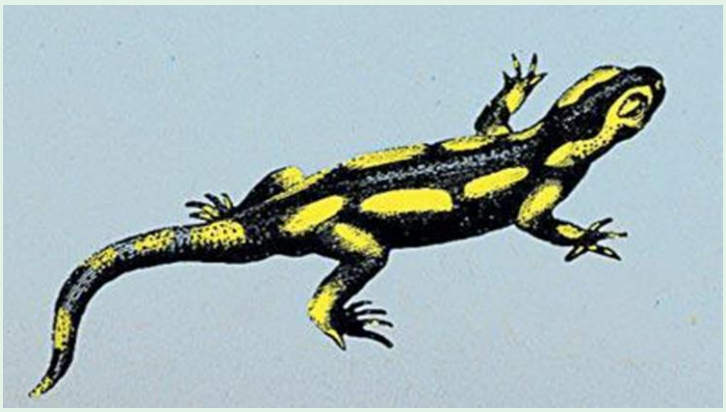
تتنفس الطيور بالرئتين



تتنفّس معظم البرمائيات عن طريق الرئتين والجلد من خلال إبقاء الجلد رطباً حتى تتمكّن من امتصاص الأكسجين .

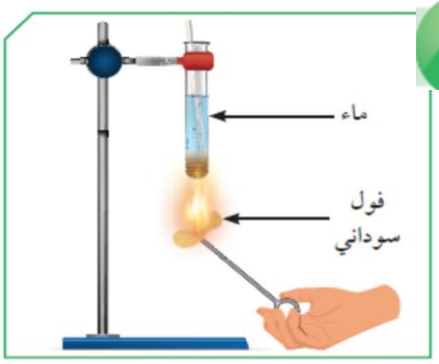






- عملية احتراق الوقود في السيارة و الحصول منها على طاقة حرارية تستخدم في تحريك السيارة تشبه عملية التنفس لدى الكائنات الحية .

75



- الفول السوداني يحتوي على طاقة كيميائية كامنة .

يمكن إشعاله لتسخين الماء كما هو موضح في الشكل :

ملاحظاتي : **ترتفع درجة حرارة الماء** .

استنتاجي : **يحتوي الفول السوداني على طاقة كيميائية تتحول لطاقة حرارية عند اشتعاله** .

* **المواد الغذائية (الجلوكوز)** : هي مركبات تحتوي عل طاقة مختزنة في الروابط بين جزيئاتها .

- يجب أن تحصل الخلية على الطاقة المختزنة في المواد الغذائية للقيام بالعمليات الحيوية .

- **معادلة التنفس الداخلي (الهوائي)** : (معادلة التنفس الداخلي داخل الخلية) **صـ ٧٦**

مغذيات(جلوكوز) + أكسجين ⟵ ماء + ثاني أكسيد الكربون + طاقة

76

1 . ما الموادّ الداخلة في التفاعل؟

مغذيات (جلوكوز) و أكسجين

2 . ما مصدر الأكسجين المتفاعل مع سكّر الجلوكوز؟

أكسجين هواء التنفس (التنفس الخارجي)

3 . ماذا ينتج من عملية التنفّس الداخلي الموضَّحة في المعادلة بالإضافة إلى الماء وثاني أكسيد الكربون؟

كمية كبيرة من الطاقة

- يحدث جزء من هذا التفاعل في سيتوبلازم الخلية و الجزء الأخر في الميتوكوندريا .

- يمكن أن يحدث التنفس الداخلي في غياب الأكسجين ، و هذا ما يحدث للخميرة كما يلي :

هل تتنفّس الخميرة في غياب الأكسجين؟

77

ملاحظاتي	تتصاعد فقاعات غازية و يتعكر ماء الجير
اِكشف عن الناتج	الغاز المتصاعد هو غاز ثاني أكسيد الكربون
استنتاجي	تتنفس الخميرة في غياب O_2 بدليل تكوين CO_2
عبِّر عن التفاعل بمعادلة كيميائية لفظية	خميرة + ماء + سكر ← كحول إيثيلي + CO_2 + طاقة (مغذيات)
ماذا ينتج من عملية التنفّس الداخلي الموضّحة في المعادلة بالإضافة إلى الطاقة وثاني أكسيد الكربون؟	الكحول الإيثيلي

تعرّفنا على نوعين من أنواع التنفّس الداخلي الذي يحدث في خلايا الكائنات الحيّة في وجود الأكسجين وفي غيابه، قارِن بينهما.

وجه المقارنة	مغذِّيات + أكسجين ← ماء + ثاني أكسيد الكربون + طاقة	مغذِّيات ← كحول إيثيلي + ثاني أكسيد الكربون + طاقة
وجود الأكسجين	في وجود الأكسجين	في غياب الأكسجين
نوع التنفّس الداخلي	هوائي	لا هوائي (تخمر)
النواتج	ماء + CO_2 + طاقة أكبر	كحول إيثيلي + CO_2 + طاقة أقل
الأهمّية	تحرير الطاقة في وجود الأكسجين	تحرير الطاقة في غياب الأكسجين

- يحدث التنفس الداخلي الهوائي في خلايا الإنسان بشكل طبيعي و مستمر ، و في بعض الأحيان أثناء قيام الإنسان بالتمارين الرياضية الشاقة قد تقل كمية الأكسجين فتقوم الخلايا بعملية التنفس الداخلي اللاهوائي في أنسجة العضلات لتوفير الطاقة اللازمة لإتمام النشاط .

تسابَق أنت وزميلك في مضمار المدرسة بحيث تقطع مسافة طويلة من الملعب ذهابًا وإيابًا.
بماذا تشعر بعد فترة زمنية قصيرة من بدء السباق؟ قارِن ذلك بما قد يحدث في نهاية السباق.

78

سجِّل التغيّرات على الرسم التالي:

بداية السباق

نوع التنفّس: ..... **هوائي** .....

كمّية الـ O_2: ..... **كبيرة** .....

مرحلة اللهث

كمّية الطاقة المستهلكة: ... **كبيرة** ... كمّية الـ O_2: ... **قليلة** .....

نوع التنفّس: ..... **لا هوائي** ...

إنتاج طاقة: ..... **قليلة** .....

نهاية السباق

ملاحظاتي: ... **أشعر بالتعب و بألم في عضلات الساق بعد فترة من الجري** .....

.....

استنتاجي: ... **بعد نقص الأكسجين تلجأ خلايا العضلات إلى استخدام التنفس اللاهوائي** ....

..... **لتوفير الطاقة و ينتج عنه تكوين حمض اللاكتيك مما يسبب الإحساس بالألم** .

- يحصل الكائن الحي على الأكسجين من التنفس الخارجي .

- يبدأ **التنفس الداخلي الهوائي** باستخدام الخلية الحية الأكسجين في تحرير الطاقة من المغذيات عبر سلسلة من التفاعلات الكيميائية .

- يتم جزء من التفاعلات الكيميائية في سيتوبلازم الخلية و الباقي يتم في الميتوكوندريا .

- يتفكك الجلوكوز من خلال كسر الروابط و يتكوَّن CO_2 و تتحرر الطاقة و تنطلق مع جزيئات الماء

- تقوم الخلية بتخزين الطاقة المتحررة في مركبات تخزين الطاقة لكي تستخدمها الخلية الحية في القيام بالوظائف الحيوية .

مغذيات (جلوكوز) + **أكسجين** ⟵ **ماء** + **ثاني أكسيد الكربون** + **طاقة**

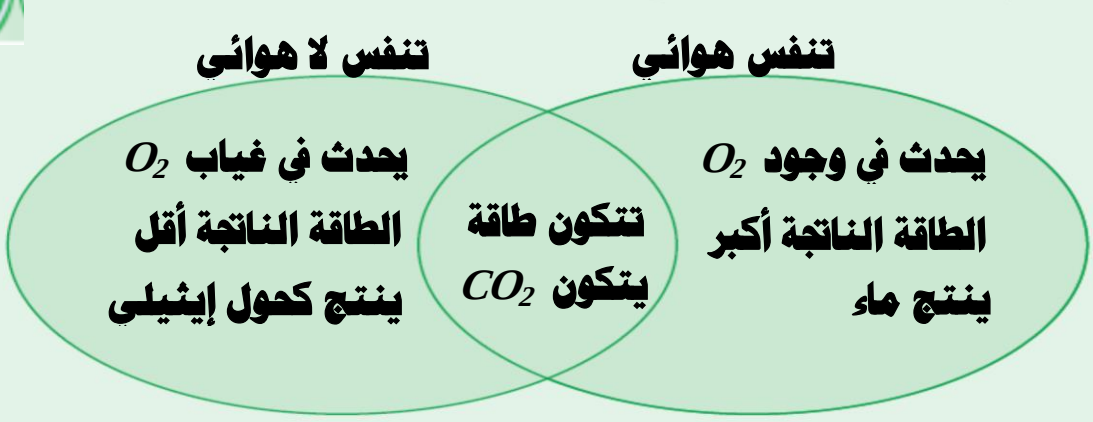
- يحدث **التنفس الداخلي اللاهوائي** (**التخمر**) في البكتيريا و الخميرة في غياب الأكسجين حيث يحدث تكسر الروابط في سكر الجلوكوز و ينتج كحول إيثيلي و CO_2 و كمية أقل من الطاقة

مغذيات (جلوكوز) ⟵ **كحول إيثيلي** + **ثاني أكسيد الكربون** + **طاقة**

- قد يحدث التنفس الداخلي اللاهوائي في جسم الإنسان أثناء التمارين الشاقة حيث يقل وصول الأكسجين إلى خلايا أنسجة العضلات التي تقوم بالتنفس اللاهوائي لتوفير الطاقة اللازمة لإتمام النشاط الرياضي .

80

اِستخدِم شكل فن للمقارنة بين أنواع التنفّس.



1 . اِبحث في مصادر المعرفة عن الأسباب التي تؤدّي إلى زيادة أو نقص غاز الأكسجين في الدم والآثار المترتّبة عليهما.

	السبب	النتيجة
زيادة نسبة غاز الأكسجين في الدم	يحدث بين المرضى الذين يخضعون للعلاج عن طريق ضغط الأكسجين المرتفع والغواصون	تسمم بالأكسجين /سعال/دوخه
نقص نسبة غاز الأكسجين في الدم	بعض الأمراض مثل النفاخ و الربو	صداع و ارتباك و أرق

يستخدم الغوّاصون أسطوانات غاز الأكسجين لمساعدتهم على التنفّس في الأعماق الكبيرة، إلّا أنّه في بعض الظروف يتحوّل غاز الأكسجين إلى مصدر خطر على حياة الغواصّ. ناقِش الاحتياطات التي يجب الأخذ بها عند الغوص على أعماق تزيد عن(30) مترًا.

81

الغوص على عمق حوالي ٣٠ متر يجعل الغواص تحت تأثير ٤ ضغط جوي . فيجب الأخذ بعدة احتياطات منها :

١) التدرب على طريقة الصعود ببطء، حتى يتجنب الإصابة بشلل الغواص

٢) تنفس هواءً مخلوطًا بالهيليوم لإنقاص كمية النيتروجين حتى لا يصاب بمرض "سكر الأعماق."

٣) لا تقوم بالغوص عندما تكون مصاباً بنزله برد او زكام او اذا كنت تشعر بالاجهاد او الاعياء .

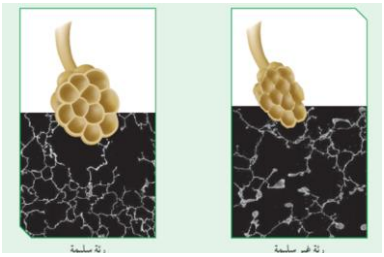
٤) عدم الإفراط في تناول الطعام والسكاكر والمشروبات قبل الغوص .

٥) يُمنع على المصابين بأمراض القلب والضغط والرئتين والسكري والأذن والربو والأعصاب والذين يعانون ارتفاعاً في مستوى الدهون في الدم ممارسة هواية الغوص تحت الماء.

٦) يجب ألا تتجاوز سرعة الصعود ١٨ متر في الدقيقة .

٧) لا تكتم ابداً انفاسك عندما تكون مستخدماً لجهاز الغوص اثناء الصعود .

٨) لا تتناول أي ادوية او عقاقير قبل الغوص .



دور التكنولوجيا في علاج أمراض الجهاز التنفسي

س : علل : غاز الأكسجين هام للخلايا .

جـ : لأنه يوفر الطاقة اللزمة للقيام بالعمليات الحيوية .

- التدخين يؤدي إلى إصابة المدخن بمرض انتفاخ الرئة ، و من أعراضه :

١) عدم التمكن من أخذ كمية كبية من الهواء أثناء الشهيق (نفس قصير) .

٢) تحوُّل لون الشفتين إلى اللون الأزرق .

٣) يسبقه التهاب رئوي مزمن .

– يؤدي الهواء المحتجز في الرئة إلى ضرر في الحويصلات ، فتنفجر مكوّنة فجوات هوائية تختزل و تقلل مساحة السطح التنفسي اللازم لتبادل الغازات و تقل القوة المحركة لإتمام عملية التنفس ، و لذلك تقل كمية الأكسجين المغذية للقلب و الدماغ .

- يتسبب نقص الأكسجين إلى تعرض خلايا الجسم للتلف .

- لعلاج نقص الأكسجين يتم ضخه بكميته الطبيعية كل لحظة إلى المريض .

- بفضل التكنولوجيا توجد أجهزة كثيرة تساعد في علاج أمراض الجهاز التنفسي .

1 . تفحَّصْ هذه الأجهزة ثمّ اختَر ما يناسب مرضى انتفاخ الرئة في الحالات المتقدّمة.

جهاز يضخّ الأكسجين للمريض أثناء نومه. 84	١
٢	جهاز يمدّ الرئتين بالأكسجين كلّ لحظة من خلال اتّصاله بفتحات الأنف.
أداة استنشاق تحوي أدوية تعمل على اتّساع الشعب الهوائية ما يسمح بدخول كمّية الأكسجين التي يحتاج إليها الجسم.	٣

2 . ما الجهاز الأنسب لتوفير الأكسجين لمريض مصاب بانتفاخ الرئة في الحالات الشديدة؟

الجهاز رقم ٢

3 . ما الآثار الناتجة عن نقص الأكسجين فى جسم الإنسان؟

تسارع ضربات القلب،زرقة، صداع، غثيان و شعور بإرهاق وإعياء، ربما فقدان الوعي، الغيبوبة أو حتى الموت في حالات نقص التأكسج الحاد.

- أضرار نقص أكسجين الخلايا :

١) تتعرض الخلايا لكثير من التلف .

٢) يتعرض القلب لإضرار قد تؤدي إلى الوفاة .

٣) تعرض حديثي الولادة للتلف الدماغي نتيجة الاختناق .

– بعض أمراض الجهاز التنفسي تكون بسيطة مثل الرشح أو السعال ، و لكن الإهمال في علاجها يؤدي إلى أمراض خطيرة كالتهاب الرئة

- بعض طرق علاجات الجهاز التنفسي :

١) استخدام أجهزة تمد الرئتين بالأكسجين اللازم .

٢) إجراء أشعة سينية على المريض لمعرفة مدى الضرر .

٣) اقتطاع الجزء المصاب (المتليّف) من الرئة بواسطة الجراحة .

و هذا ما ساهمت به التكنولوجيا الطبية في تقديم المساعدة في حالات تليّف الرئتين أو سرطان الرئة .

85

1. ضَعْ خطًّا تحت السبب ودائرة حول النتيجة في العبارة التالية:

تعرّض طفل حديث الولادة لنقص شديد في الأكسجين، وأخبر الطبيب والديه بحدوث تلف دماغي لدى هذا الطفل. وبعد ثلاثة أسابيع خرج من المستشفى.

2. اِقرأ الفقرة التالية ثمّ اختَر العبارة وثيقة الصلة بموضوع الفقرة.

«تشير الكثير من الدراسات إلى دور التقدّم التكنولوجي في علاج أمراض الجهاز التنفّسي لدى الإنسان، بحيث ساهم في تقليل الآثار المترتّبة على الأمراض المزمنة. ويتطلّع العلماء إلى صنع رئة اصطناعية تماثل كفاءة الرئة الطبيعية ولا يرفضها الجسم، وذلك لاستخدامها في حالات تلف الرئة.»

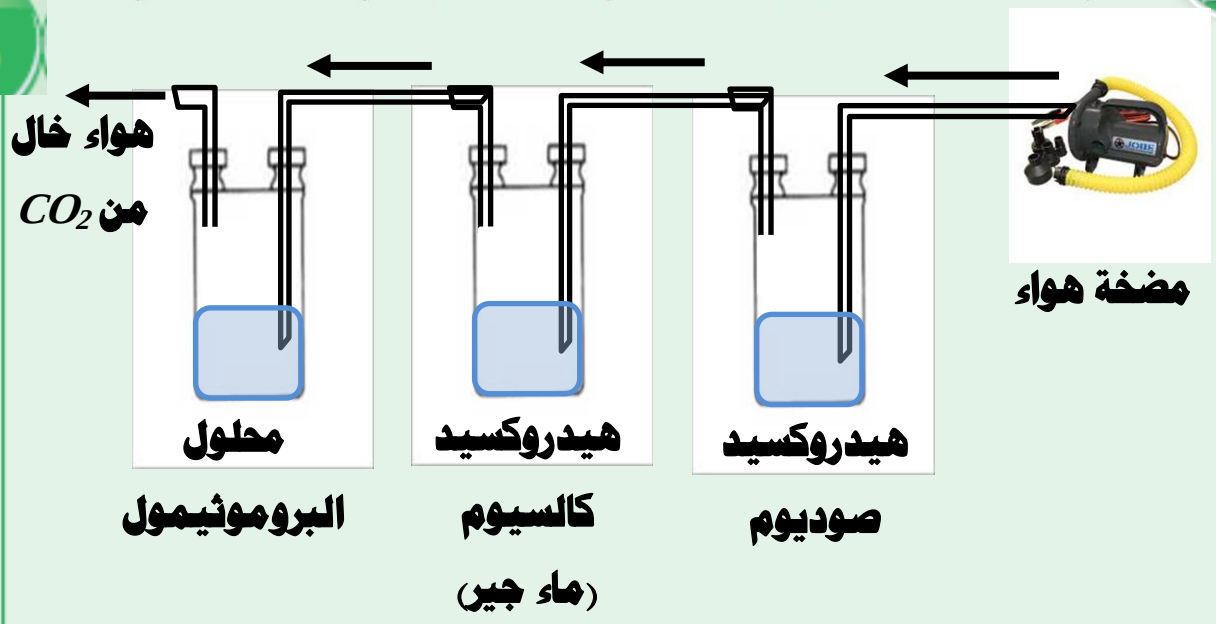
أ- يمكن علاج جميع أمراض الجهاز التنفّسي باستخدام التكنولوجيا الطبّية.

ب- لم يتمكّن العلماء حتّى الآن من صنع رئة اصطناعية.

ج- ساهم التقدّم التكنولوجي في تطوّر الطبّ في مجال أمراض الجهاز التنفّسي.

أُرسم تصميمًا لجهاز يقلّل من نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون في الهواء الجوّي في صفّك.

86



يعمل هيدروكسيد الصوديوم على امتصاص غاز ثاني أكسيد الكربون ، كما يعمل هيدروكسيد الكالسيوم على امتصاص الغاز أيضا و الكشف عنه لأنه يتعكر ، و يعمل محلول البروموثيمول ككاشف لوجود الغاز فإذا تغير لونه نعمل على تغيير المحاليل .

- **استخدم الإنسان التكنولوجيا في مجال الصحة في :**

١) علاج الأمراض باختراع أجهزة طبية تعينه على ذلك .

٢) المحافظة على الصحة العامة .

٣) توفير سبل الوقاية من الأمراض .

٤) توفير بيئة آمنة من الإصابة بأمراض الجهاز التنفسي المرتبطة بتلوث الهواء الجوي .

- اهتمت الحكومات بزيادة الرقعة الخضراء عند تصميم أي مدينة سكنية ، لأن النبات هو أفضل وسيلة لتنقية الهواء و أقلها تكلفة .

87

عدِّد طرق التنقية التي استخدمتها.	ما سبب اختيارك طرق التنقية هذه؟	ما الآثار الإيجابية المترتّبة على تطبيق تصميمك في أحد المشاريع السكنية في الدولة؟
حزام أخضر من النبات	**أفضل وسيلة لتنقية الهواء**	**نقص CO_2 و زيادة O_2**
إعادة التدوير	**لعدم حرق النفايات**	**التقليل من غاز CO_2**
مراقبة أنواع الوقود	**للتقليل من CO_2**	**التقليل من غاز CO_2**
وضع أجهزة حديثة على المباني	**وسيلة متطورة دون سلبيات**	**امتصاص CO_2 من الهواء**

- تختلف جودة الهواء باختلاف الأماكن .

- المناطق الصناعية المزدحمة بالسيارات تزداد فيها نسبة التلوث عكس المناطق الريفية التي تقل فيها نسبة التلوث .

- استنشاق الهواء النقي يُسهم في تحسين صحة الإنسان .

س : ماذا تتوقع أن يحدث عند تقليل نسب الملوثات في الجو ؟

ج : سيقل عدد المصابين بأمراض القلب و سرطان الجهاز التنفسي و الربو .

- مما سبق نجد أن النباتات هي أفضل وسيلة لتنقية الهواء و أقلها تكلفة ، خاصة في الأماكن المغلقة التي تزداد فيها نسب التلوث عن الأماكن المفتوحة .

«ساهم التقدّم التكنولوجي في تلوّث الهواء الجوّي وساهم في المقابل في محاولات الحدّ منه.»

88

أُكتب رأيك مُدلِّلًا عليه بمثالين أحدهما إيجابي والآخر سلبي.

نعم - ساهم التقدم التكنولوجي في تلوث الهواء لأنه أدى إلى زيادة أعداد المصانع و وسائل النقل و استهلاك أكبر للطاقة من أجل راحة الإنسان . كما ساهم التقدم التكنولوجي في محاولات تقليل تلوث الهواء و ذلك بوضع فلاتر على مداخن المصانع لتقليل الدخان الناشئ و بوضع فلاتر لتقليل عوادم السيارات و ابتكار أجهزة تنقي الجو من غاز ثاني أكسيد الكربون .

استخلاص النتائج
Draw conclusions

1. يحدث التبادل الغازي لدى الكائنات الحيّة بين جسم الكائن الحيّ والهواء الخارجي عبر أسطح التنفّس.
2. يختلف عضو التنفّس لدى الكائنات الحيّة مثل الرئتين، الجلد، الخياشيم والثغور وغيرها.
3. يحدث التنفّس الخارجي بين الهواء الجوّي والرئتين، بينما يحدث التنفّس الخلوي الداخلي في الخليّة الحيّة.
4. هناك نوعان من التنفّس الداخلي: التنفّس الهوائي والتنفّس اللاهوائي.
5. الهدف الأساسي من التنفّس هو إنتاج الطاقة اللازمة للقيام بالعمليات الحيوية في جسم الكائن الحيّ.
6. يتعرّض الجهاز التنفّسي لأمراض وخلل يؤدّي إلى فشل في وظائفه ممّا يسبّب تلفًا لبقيّة أجزاء الجسم.
7. تتسبّب الزيادة أو النقصان في كمّية الأكسجين في جسم الإنسان إلى مخاطر قد تؤدّي إلى الوفاة.
8. ساهمت التكنولوجيا في مجال الطبّ في علاج الكثير من أمراض الجهاز التنفّسي.

التقويم Evaluation

السؤال الأوّل:

اِختر الإجابة الصحيحة علميًّا لكلّ من العبارات التالية بوضع إشارة (✓) في المربّع المناسب:

1 . المعادلة التي تمثّل عملية التنفّس الداخلي مستعينًا بالجدول هي:

(أ)	(ب)	(ج)	(د)	(هـ)
طاقة	الجلوكوز	أكسجين	ثاني أكسيد الكربون	الماء

- [✓] ب + ج = أ + د + هـ
- [ ] ب + د = أ + ج + هـ
- [ ] أ + ب = ج + د + هـ
- [ ] ب + هـ = أ + ج + د

2 . ينتشر الأكسجين من الحويصلات الهوائية في الرئتين إلى الدم لأنّ تركيز الأكسجين في:

- [ ] الحويصلات أعلى من الهواء الجوّي.
- [ ] الهواء الجوّي أعلى من تركيز ثاني أكسيد الكربون.
- [ ] الحويصلات أقلّ من الدم.
- [✓] الدم أقلّ من داخل الحويصلات.

3 . يُقصَد بالتنفّس الداخلي:

- [ ] تبادل الغازات بين الهواء والدم في الرئتين.
- [ ] تبادل الغازات بين الدم وسوائل الأنسجة.
- [ ] حركة الهواء إلى الرئتين.
- [✓] التنفّس الخلوي وإنتاج الطاقة.

4 . غاز تستخدمه الخلايا في جسم الكائن الحيّ خلال عملية التنفّس لإطلاق الطاقة من الغذاء:

- [ ] الهيدروجين
- [✓] الأكسجين
- [ ] ثاني أكسيد الكربون
- [ ] النيتروجين

السؤال الثاني:

أجِب عن العبارات التالية باستخدام الحرفين (هـ، ت) بحيث يشير الحرف (هـ) إلى (التنفّس الهوائي) والحرف (ت) إلى (التخمّر). يمكنك استخدام الحرفين معًا في بعض العبارات:

1. يحدث في جسم الإنسان في حالات معيّنة. **ت**
2. الناتج النهائي ثاني أكسيد الكربون والماء. **هـ**
3. الناتج النهائي ثاني أكسيد الكربون والكحول الإيثيلي. **ت**
4. تحرير الطاقة في خلايا العضلات في غياب الأكسجين. **ت**

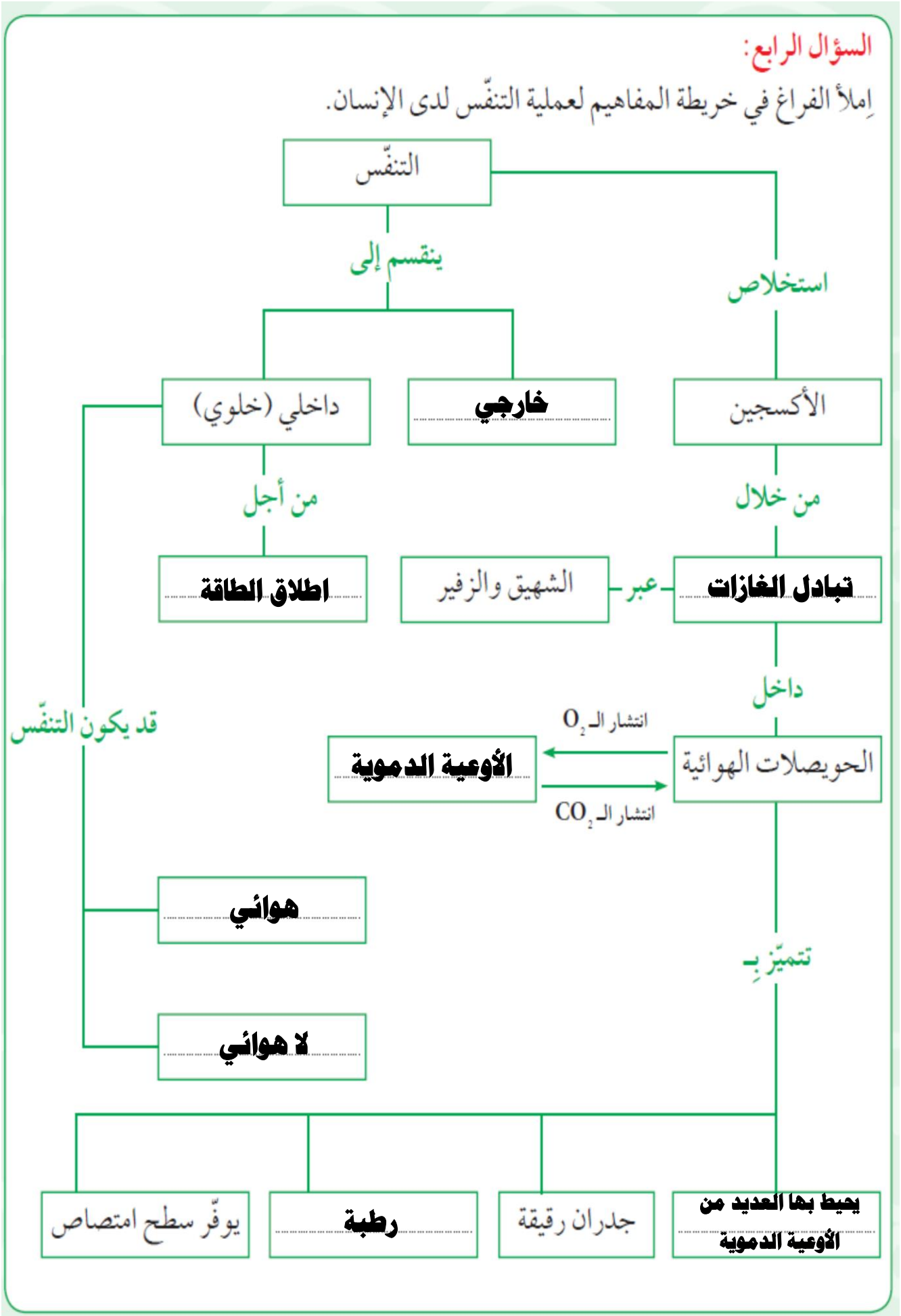
السؤال الثالث:

يوضّح الجدول التالي خصائص الحويصلات الهوائية وأهمّية كلّ منها. أكمِل الجدول مستعينًا بالمعلومات المتوفّرة.

الخصائص	الأهمّية
الحويصلات توفّر مساحة سطح كبيرة.	**لتسمح بامتصاص كمية كبيرة من الأكسجين**
جدار الحويصلات رقيق جدا	ليسمح بانتشار الأكسجين منها إلى الدم بسهولة.
تحيط بها شبكة من الشعيرات الدموية.	**لامتصاص و نقل الأكسجين**
السطح الداخلي للحويصلة رطب	يسمح بذوبان الأكسجين.

السؤال الرابع:

إملأ الفراغ في خريطة المفاهيم لعملية التنفّس لدى الإنسان.



السؤال الخامس:

يجري تبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بين الهواء والدم، عبر جلد أيّ من الكائنات الحيّة التالية؟

(أ) سمك السلمون

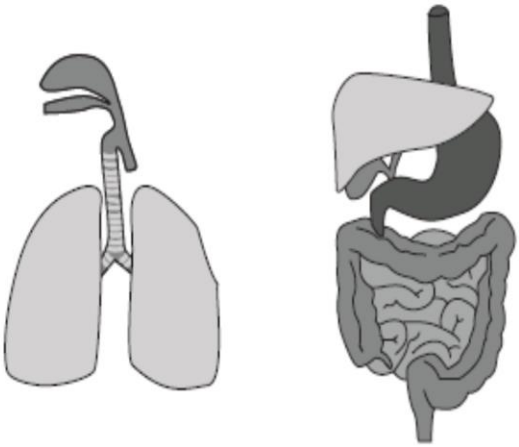
(ب) الضفدع

(جـ) الحوت

(د) التمساح

السؤال السادس:

يبيّن الرسمان أدناه أجزاءً من جسم الإنسان.



كيف يمكن وصف أجزاء الجسم هذه؟

(أ) على أنّها خلايا

(ب) على أنّها أنسجة

(جـ) على أنّها أعضاء

(د) على أنّها أجهزة عضوية

السؤال السابع:

يتواصل إنتاج ثاني أكسيد الكربون والأكسجين في الهواء واستهلاكهما من الهواء، من خلال عدد من العمليات.

في الجدول أدناه، ضَعْ علامة (✗) في العمود المناسب، للإشارة إلى العملية التي تنتج أو تستهلك ثاني أكسيد الكربون والأكسجين.

لقد تمّت مساعدتك من خلال حلّ الصفّ الأوّل من الجدول.

العملية	إنتاج ثاني أكسيد الكربون في الهواء	اِستهلاك ثاني أكسيد الكربون من الهواء	إنتاج الأكسجين في الهواء	اِستهلاك الأكسجين من الهواء
اِحتراق الوقود الأحفوري	✗			✗
تنفّس الحيوانات	X			X
تنفّس النبات	X			X
التمثيل الضوئي لدى النبات		X	X	

السؤال الثامن:

ما هي الوظيفة المشتركة بين كلّ من الرئتين والجلد والكلى؟

(أ) نقل الموادّ الغذائية.

(ب) إنتاج الأجسام المضادّة.

(جـ) إفراز الفضلات.

(د) تنظيم درجة حرارة الجسم.

السؤال التاسع:

أُنظرْ إلى لائحة الكائنات الحيّة:

السمكة - النملة - الضفدع - العنكبوت - دودة الأرض - الطائر - الحوت

صنِّفِ الكائنات الحيّة ضمن مجموعتين، حسب صفاتها الفيزيائية أو السلوكية.

المجموعة رقم (1)	المجموعة رقم (2)
فقاريات	**لا فقاريات**
السمكة – الضفدع – الطائر – الحوت	النملة – العنكبوت – دودة الأرض
تعيش على اليابس	**تعيش في الماء**
النملة – الضفدع – العنكبوت – دودة الأرض	السمكة – الحوت

أُكتبِ الخاصّيّة التي اعتمدت عليها لتصنيف هذه الكائنات.

أولا : تم التصنيف على أساس وجود العمود الفقاري إلى فقاريات و لا فقاريات .

ثانيا : تم التصنيف على أساس المعيشة على اليابس أو في الماء .

السؤال العاشر:

لماذا يرتجف الناس عندما يشعرون بالبرد الشديد؟

(أ) لإرسال إشارات عن البرد إلى الدماغ.

(ب) لإنتاج الحرارة بواسطة نشاط العضلات.

(جـ) لحمل المزيد من الدم إلى سطح الجلد.

(د) لمنع البرد من التسرّب من خلال الجلد.

السؤال الحادي عشر:

تنفخ الطيور ريشها عندما يكون الطقس باردًا.

الطائر في الطقس الحارّ

الطائر في الطقس البارد

كيف يساعد هذا السلوك الطائر؟

(أ) يزيد إنتاج الحرارة.

(ب) يمنع جفاف الجلد.

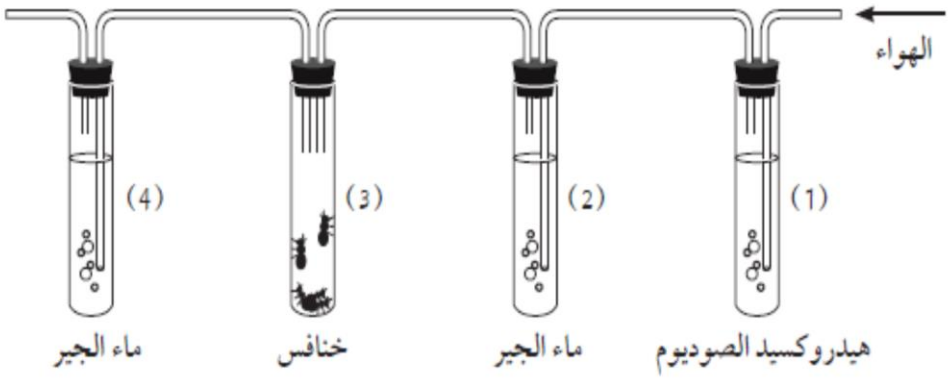
(جـ) يقلّل من فقدان الحرارة.

(د) يحمي الريش من الضرر.

السؤال الثاني عشر:

يريد حمد أن يعرف ما إذا كان يتمّ إنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون خلال التنفّس الخلوي. يحضّر تجربته، كما هو مبيّن أدناه.

يتمّ ضخّ الهواء في الجهاز حسب الاتّجاه الذي يبيّنه السهم



أ. يمتصّ هيدروكسيد الصوديوم غاز ثاني أكسيد الكربون. يتحوّل ماء الجير من شفّاف إلى عكر، بسبب غاز ثاني أكسيد الكربون.

لماذا تشتمل طريقة التحضير على أنبوبي الاختبار (1) و (2)؟

أنبوب الاختبار (1): **هيدروكسيد الصوديوم سوف يمتص غاز ثاني أكسيد الكربون من الهواء .**

أنبوب الاختبار (2): **للكشف عن وجود غاز ثاني أكسيد الكربون .**

ب. أصبح ماء الجير في أنبوب الاختبار (4) عكرًا.

أيّ مادّة سبّبت حدوث ذلك، وكيف تمّ إنتاجها؟

المادة التي سببت تعكر ماء الجير هي غاز ثاني أكسيد الكربون و الذي تم انتاجه عن طريق تنفس الخنافس .

السؤال الثالث عشر:

يتمتّع أحد الحيوانات بالخصائص التالية:

- جلد ناعم خالٍ من الحراشف.
- يضع بيضًا من دون قشرة صلبة.
- لديه خياشيم في مراحله العمرية المبكرة.

إلى أيّ مجموعة ينتمي هذا الحيوان؟

(أ) الثديّيات.

(ب) البرمائيّات.

(جـ) الزواحف.

(د) الأسماك.

السؤال الرابع عشر:

يبيّن الجدول أربع مجموعات حيوانية وبعض السمات المميّزة لهذه المجموعات.

تحت كلّ مجموعة حيوانية، ضَعْ علامة (X) إلى جانب كلّ سمة مميّزة تتعلّق بهذه المجموعة.

بعض المجموعات الحيوانية قد يكون لها أكثر من سمة واحدة.

	الثديّيات	البرمائيّات	الأسماك	الطيور
الغدد اللبنية	X			
الحراشف				
الريش				X
الجلد الرطب		X		
الخياشيم			X	
الشعر	X			

السؤال الخامس عشر:

ما هي العضيّة التي تولّد الطاقة بالنسبة للخليّة؟

(أ) الميتوكندريا.

(ب) النواة.

(جـ) السيتوبلازم.

(د) الفجوة العصارية.

السؤال السادس عشر:

ما هي وظيفة الغشاء الخلوي في الخلايا الحيوانية والنباتية؟

(أ) يخزّن الغذاء للخليّة.

(ب) يولّد الطاقة للخليّة.

(جـ) يدير نشاطات الخليّة.

(د) يتحكّم بحركة الموادّ من وإلى الخليّة.

السؤال السابع عشر:

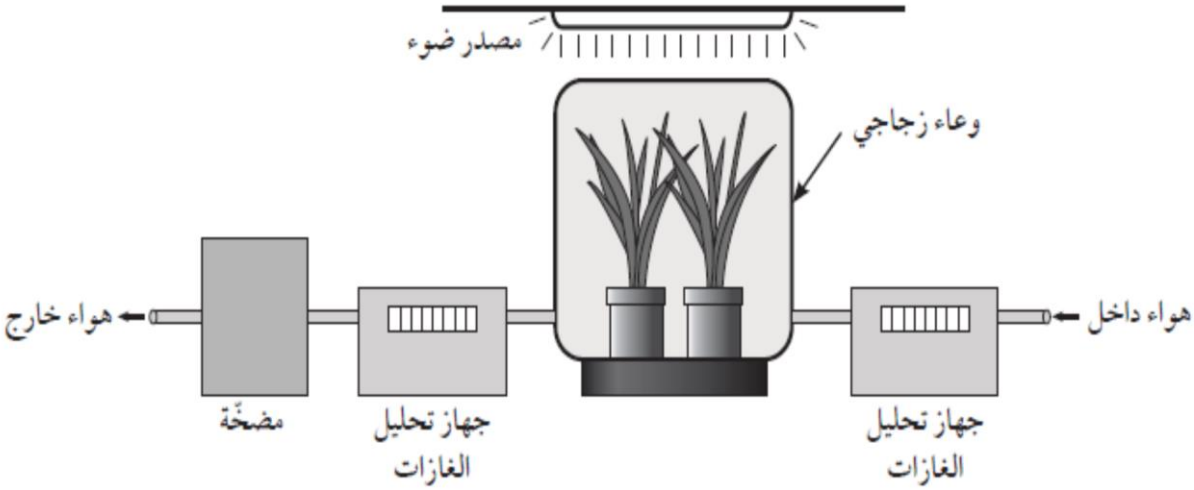
اِعتمادًا على الموادّ أدناه، اِشرح تجربة تسمح بمعرفة كيفية تأثير الأسمدة على نموّ النبات.

يتم وضع كميات متساوية من التربة و البذور و الماء في كل وعاء من الأوعية الخمسة ، و يتم إضافة كميات مختلفة من الأسمدة في أربعة أوعية و يُترك الخامس دون إضافة السماد ، و يتم ملاحظة اختلاف نمو النبات باختلاف كمية السماد أو عدم وجوده .

السؤال الثامن عشر:

تـدرس سـارة كيف أنّ معـدّل التركيب الضوئي في النبات يتأثّر بكثافة ضوء الشـمس على ذلك النبات.

زرعت سـارة نبات في وعاء شـفّاف من الزجاج. وسـحبت الهواء الخارجي إلـى داخل الوعاء عبر مضخّة صغيرة. وقاست كمّيّة ثاني أكسيد الكربون والأكسجين في الهواء، قبل إدخاله وبعد إخراجه من الوعاء بواسطة جهاز تحليل الغازات.



أ. كيف سـتكون كميّات ثاني أكسـيد الكربون والأكسجين في الهواء الخارج من الوعاء، مقارنة مـع كميّات ثاني أكسـيد الكربون والأكسـجين الداخلـة للوعاء، عندما يكون ضوء الشـمس مسلّطًا على النبات؟

	كمّيّة ثاني أكسيد الكربون الخارج من الوعاء		كمية الأكسجين الخارج من الوعاء
(أ)	أعلى	و	أعلى
(ب)	أعلى	و	أقلّ
(جـ)	أقلّ	و	أعلى
(د)	أقلّ	و	أقلّ

أجرت سارة اختبارًا باستعمال مصدر ضوء منخفض الشدّة. ثمّ أجرت اختبارًا آخر مستعملة نفس الأدوات، باستخدام مصدر ضوء عالي الشدّة.

ب. تريد سارة مقارنة البيانات التي حصلت عليها من جهاز تحليل الغازات، في كلا الاختبارين.

(1):

مقارنة مقدار كمية كل غاز من غازات الهواء الداخل و الخارج .

(2):

القيام بالقياسات في نفس التوقيت من كل يوم .

السؤال التاسع عشر:

لا تستطيع الجوارح، كالنسور، البقاء على قيد الحياة في بيئة خالية من النبات.

اِشرحْ سبب ذلك.

النسور من الطيور الجارحة آكلة اللحوم ، و لا تستطيع العيش في بيئة خالية من النبات لأنها تتغذى على الحيوانات آكلة الأعشاب . أي أن النسور تأخذ الطاقة من النبات بطريق غير مباشر .

السؤال العشرون:

يشـير الجدول أدناه إلى عدد الأرانب، ونوع من القطط البرّية يُدعى الوشـق في منطقة معيّنة بين عامي 1996 و2004.

العام	عدد الحيوانات	
	الأرانب	قطّة الوشق
1996	60 000	1 200
1998	40 000	800
2000	30 000	600
2002	10 000	200
2004	6 000	135

صِفْ ما يجري لأعداد كلّ من الفصيلتين، بين العامين 1996 و2004.

الأرنب:

عددها يتناقص لأن الوشق أكلتها ، أو تناقص عددها بسبب قلة النباتات

قطّة الوشق:

عددها يتناقص لتناقص أعداد الأرانب في البيئة .

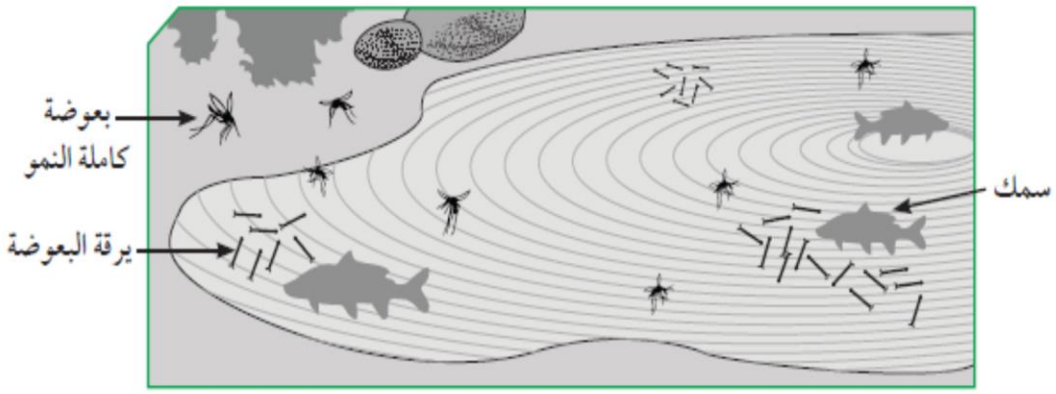
ب. اُذكرْ تفسيرًا واحدًا ممكنًا لعدد حيوانات قطّة الوشق في عام 1996، مقارنة بعام 2004.

تناقص أعداد قطة الوشق خلال هذه المدة ناتج عن تناقص أعداد الأرانب .

السؤال الواحد والعشرون:

هنـاك بركـة قريبة من مدرسـة ثامر. يضع البعوض بيضه في البركة. هناك أيضًا سـمك صغير يعيش في البركة، كما هو مبيّن أدناه. يفضّل السمك الصغير أن يأكل يرقات البعوض التي تسبح في الماء.

أ. لماذا يأكل السمك يرقات البعوض، ولا يأكل البعوض كامل النموّ؟



(أ) يسبح البعوض كامل النموّ بسرعة كبيرة.

(ب) يعيش البعوض كامل النموّ في الهواء.

(جـ) يرقات البعوض أطيب مذاقًا.

(د) عدد يرقات البعوض يفوق عدد البعوض كامل النموّ.

ب. أضاف ثامر المزيد من السمك في البركة.

كيف يمكن أن يؤثّر ذلك على عدد البعوض كامل النموّ، الذي يعيش حول البركة؟

ضَعْ علامة (✓) في مربّع واحد:

- [ ] سيزيد عددها.
- [x] سيقلّ عددها.
- [ ] سيبقى عددها كما هو.

فسِّرْ إجابتك.

لأن الأسماك ستتغذى على المزيد من بيض و يرقات البعوض مما يؤدي إلى انخفاض أعداد البعوض كاملة النمو .

السؤال الثاني والعشرون:

أيّ الكائنات الحيّة التالية يُعتبَر منتجًا؟

(أ) الشجرة.

(ب) السمكة.

(جـ) الحشرة.

(د) العصفور.

السؤال الثالث والعشرون:

خلال عاصفة إعصارية، يشاهد علي وميض البرق ويسمع صوت الرعد. لماذا يشاهد وميض البرق قبل سماع صوت الرعد؟

لأن سرعة الضوء (البرق) أسرع بكثير من سرعة الصوت (الرعد)

سرعة الضوء في الهواء تساوي ٣٠٠٠٠٠ كم / ث

سرعة الصوت في الهواء تساوي ٣٤٠ م / ث

السؤال الرابع والعشرون:

يشير الجدول أدناه إلى سرعة الصوت عبر وسائط مختلفة. ما الاستنتاج الذي يمكن القيام به بشأن سرعة الصوت النسبية عبر الأوساط المختلفة؟

الوسط	السرعة التقريبية (متر/ ثانية)
الإيثانول	1 143
الألمنيوم	5 000
ثاني أكسيد الكربون	258
الحديد	5 130
الأكسجين	316
الماء المالح	1 533

(أ) ينتقل الصوت بشكل أسرع عبر الموادّ الصلبة وببطء عبر الموادّ السائلة.

(ب) ينتقل الصوت بشكل أسرع عبر الموادّ الغازية وببطء عبر الموادّ السائلة.

(جـ) ينتقل الصوت بشكل أسرع عبر الموادّ السائلة وببطء عبر الموادّ الصلبة.

(د) ينتقل الصوت بشكل أسرع عبر الموادّ الصلبة وببطء عبر الموادّ الغازية.

السؤال الخامس والعشرون:

يعطي يوسف خليطًا من قطع صغيرة من الحديد والنحاس. أيّ طريقة يمكن استعمالها لفصل الخليط؟ ضَعْ علامة (✓) في مربّع واحد:

☑ **الطريقة** (1): نشر الخليط على الورق، وتمرير مغناطيس فوق الخليط

☐ **الطريقة** (2): إضافة الخليط على دورق من الماء، ثمّ تصفيته

أ. فسِّرْ سبب فعاليّة الطريقة التي اخترتها.

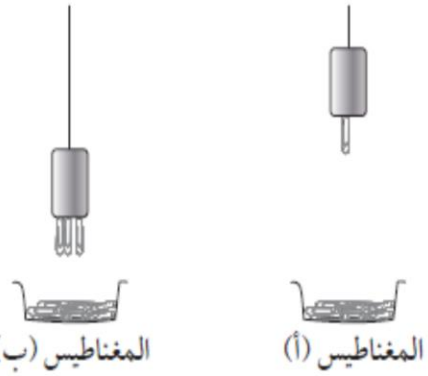
لأن الحديد مادة ممغنطة تنجذب للمغناطيس ، و النحاس لا ينجذب .

ب. فسِّرْ سبب عدم فعاليّة الطريقة الأخرى.

الطريقة الأخرى عديمة الفاعلية لأن كل من الحديد و النحاس لا يذوبان في الماء .

السؤال السادس والعشرون:

تمّ تقريب المغناطيسين (أ) و (ب) من صينيّة تحمل مشابك أوراق معدنيّة، وتمّ إبقاءهما على مسافة ثابتة.



فكّرت أبرار في وضعية الأغراض أمامها، واستنتجت أنّ المغناطيس (ب) أقوى من المغناطيس (أ). هل توافق على استنتاج أبرار؟ ضَعْ إشارة (✓) في مربّع واحد:

☐ نعم ☑ لا

فسِّرْ إجابتك.

لأن المغناطيسيان ليسا على نفس المسافة من الدبابيس (التجربة غير عادلة) .

تم بحمد الله