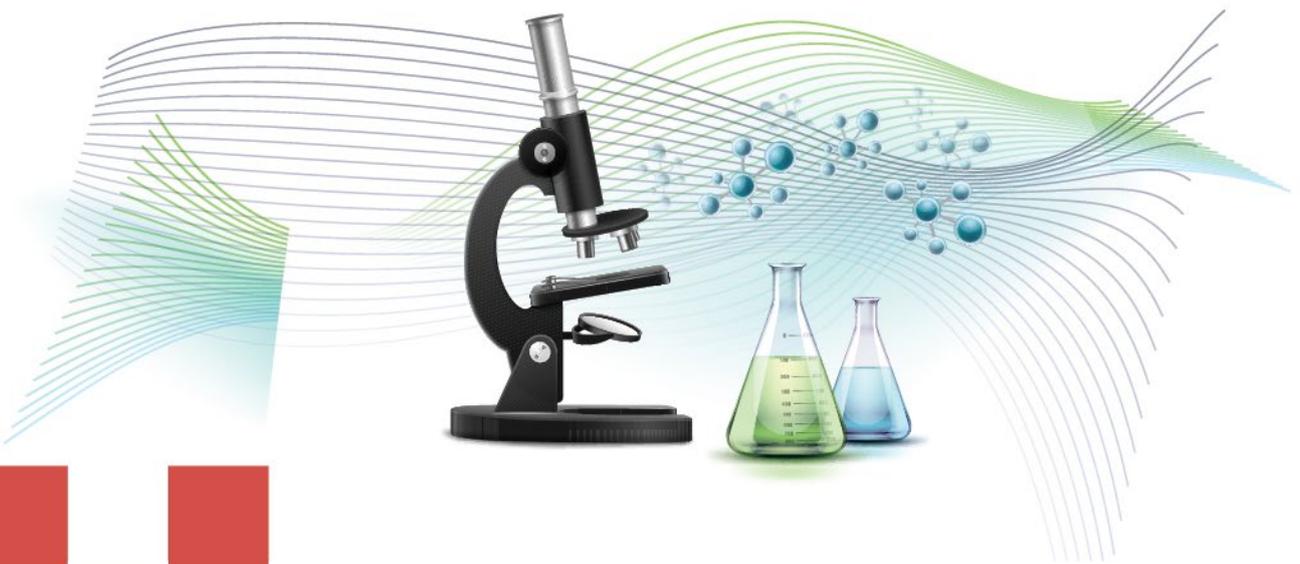
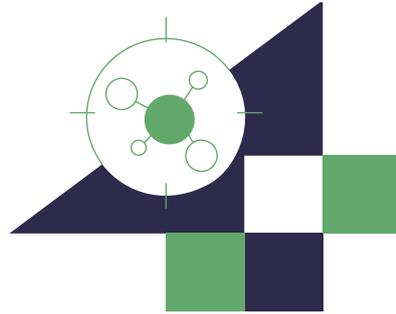


نسـمو  
NSMO  
أولمبياد العلوم  
والرياضيات الوطني

الحقيبة التدريبية لمسار علوم

المرحلة الثانية

(أحياء- كيمياء - فيزياء)



# أحياء

## الفهرس

### الباب الأول علم التصنيف

#### الفصل الأول

##### شجرة الحياة

- نشأة الحياة.....(ص ١٢)
- تصنيف المخلوقات الحية.....(ص ١٢)
- التصنيف.....(ص ١٢)
- أهمية التصنيف.....(ص ١٢)
- علم التصنيف.....(ص ١٢)
- نظام أرسطو.....(ص ١٣)
- نظام كارل لينوس.....(ص ١٣)
- نظام واينكر.....(ص ١٣)
- مستويات التصنيف.....(ص ١٣)

#### الفصل الثاني

##### البكتيريا والبدائيات

- تركيب الخلية البدائية.....(ص ١٦)
- مكونات الخلايا البدائية.....(ص ١٦)
- الأشكال الأكثر شيوعًا لبدائيات النوى.....(ص ١٧)
- خصائص الخلية البكتيرية.....(ص ١٨)
- البكتيريا الموجبة والسالبة لصبغة جرام.....(ص ١٩)
- وراثية البدائيات.....(ص ١٩)
- مقاومة المضادات الحيوية.....(ص ١٩)
- أيض البدائيات.....(ص ١٩)
- فوائد البكتيريا.....(ص ٢٠)

#### الفصل الثالث

##### الطلائعيات

- الخصائص العامة للطلائعيات.....(ص ٢٢)
- التصنيف العلمي للطلائعيات.....(ص ٢٣)
- الطلائعيات الطحلبية.....(ص ٢٤)
- الأهمية الاقتصادية للطحالب.....(ص ٢٨)

- الطلائعيات الحيوانية (الأوليات).....(ص ٢٩)
- أهمية الأوليات.....(ص ٣٠)

## الفصل الرابع

### الفطريات

- خصائص الفطريات.....(ص ٣٢)
- التغذية في الفطريات.....(ص ٣٢)
- الحركة.....(ص ٣٣)
- التكاثر.....(ص ٣٤)
- تصنيفات الفطريات.....(ص ٣٦)
- الأهمية الاقتصادية للفطريات.....(ص ٣٧)
- الأشنيات.....(ص ٣٧)

## الفصل الخامس

### تنوع النبات

- تصنيف النباتات.....(ص ٣٩)
- دورة حياة النباتات.....(ص ٤٠)
- النباتات اللاوعائية.....(ص ٤١)
- النباتات الوعائية.....(ص ٤١)
- مقارنة بين أقسام النباتات الوعائية.....(ص ٤١)
- مقارنة بين مغطاة ومعرأة البذور.....(ص ٤٢)

## الفصل السادس

### المملكة الحيوانية

- الخصائص العامة للحيوان.....(ص ٤٥)
- تطور خطة بناء الجسم.....(ص ٤٦)
- اللافقاريات.....(ص ٤٨)
- الإسفنجيات.....(ص ٤٨)
- اللاسعات.....(ص ٤٩)
- الديدان الأسطوانية.....(ص ٥٠)
- الرخويات.....(ص ٥١)
- الديدان الحلقية.....(ص ٥٢)
- المفصليات.....(ص ٥٣)
- شوكيات الجلد.....(ص ٥٣)

- الحبليات اللاقارية.....(ص ٥٤) □
- الفقاريات.....(ص ٥٥) □
- الأسماك.....(ص ٥٥) □
- البرمائيات.....(ص ٥٦) □
- الزواحف.....(ص ٥٧) □
- الطيور.....(ص ٥٨) □
- الثدييات.....(ص ٥٩) □

## الباب الثاني علم البيئة

### الفصل الأول

#### توزيع الأنواع وديناميكية الجماعات

- التفاعلات بين الكائنات الحية والبيئة.....(ص ٧٥)
- الانتشار والتوزيع.....(ص ٧٥)
- اختيار السلوك والموطن.....(ص ٧٥)
- العوامل الحيوية.....(ص ٧٥)
- العوامل غير الحيوية.....(ص ٧٥)
- تأثير العمليات البيولوجية الديناميكية على الكثافة الجماعية.....(ص ٧٦)
- الكثافة والتوزيع.....(ص ٧٦)
- أنماط التوزيع.....(ص ٧٦)
- منحنيات البقاء.....(ص ٧٨)
- النموذج الأسّي.....(ص ٧٨)
- النموذج النسبي.....(ص ٧٩)
- العوامل التي تنظم نمو الجماعة.....(ص ٧٩)

### الفصل الثاني

#### بيئة المجتمعات

- علم بيئة المجتمعات.....(ص ٨٢)
- التنافس.....(ص ٨٢)
- الافتراس.....(ص ٨٢)
- آكلات الأعشاب.....(ص ٨٤)
- التكافل.....(ص ٨٤)
- التنوع والتركيب الغذائي.....(ص ٨٥)
- الهيكل الغذائي.....(ص ٨٥)
- الشبكات الغذائية.....(ص ٨٦)
- حدود طول السلسلة الغذائية.....(ص ٨٦)
- الأنواع ذات التأثير الكبير.....(ص ٨٦)
- تأثير الاضطراب على تنوع الأنواع.....(ص ٨٧)
- التعاقب البيئي.....(ص ٨٧)

### الفصل الثالث

#### النظم البيئية واستعادة البيئة

- النظم البيئية واستعادة البيئة.....(ص ٩٠)

- مستويات الطاقة والكتلة والغذاء.....(ص ٩٠)
- نقل الطاقة بين المستويات الغذائية.....(ص ٩٠)
- الكفاءة الغذائية والهيم البيئي.....(ص ٩١)
- العمليات البيولوجية والجيوكيميائية.....(ص ٩٢)
- الدورات البيوجيوكيميائية.....(ص ٩٢)
- علماء الترميم البيئي وإعادة النظم المتدهورة.....(ص ٩٣)

## الفصل الرابع

### التنوع الحيوي والمحافظة عليه

- الأنشطة البشرية تهدد التنوع الحيوي.....(ص ٩٦)
- التنوع الوراثي.....(ص ٩٦)
- تنوع الأنواع.....(ص ٩٦)
- تنوع الأنظمة البيئية.....(ص ٩٦)
- أخطار تهدد التنوع البيولوجي.....(ص ٩٦)

## الفصل الخامس

### سلوك الحيوان

- سلوك الحيوان.....(ص ٩٨)
- المدخلات الحسية ودورها في السلوك.....(ص ٩٨)
- التعلم (السلوك المكتسب).....(ص ١٠٠)
- التعلم الارتباطي.....(ص ١٠٠)
- الإدراك وحل المشكلات.....(ص ١٠٠)
- التعلم الاجتماعي.....(ص ١٠١)
- سلوكيات التزاوج واختيار الشريك.....(ص ١٠١)
- الإيثار.....(ص ١٠١)
- الإيثار المتبادل.....(ص ١٠١)

- المراجع العامة للحقية.....(ص ١٢٢)

## فهرس الاشكال

- شكل 1: يوضح نشأة أول خلية في بيئات بدائية..... ١٢
- شكل 2: يوضح نظام أرسطو للتصنيف..... ١٣
- شكل 3: يوضح مستويات التصنيف..... ١٤
- شكل 4: مكونات الخلايا البدائية..... ١٦
- شكل 5: أشكال بدائيات النوى..... ١٧
- شكل 6: يوضح أشكال بدائيات النوى..... ١٧
- شكل 7: تصنيف البكتيريا حسب الشكل والترتيب..... ١٨
- شكل 8: مثال على الطحالب اليوجلينية : جنس طحلب اليوجلينا EUGLENA SP..... ٢٥
- شكل 9: طحالب خضراء بأنواعها المختلفة؛ الطحالب الخيطية الدقيقة في الأعلى، والطحالب الورقية (أولفا أو خس البحر) في الأسفل، وكلاهما يقوم بعملية البناء الضوئي..... ٢٥
- شكل 10: يوضح اشكال الطحالب العسوية..... ٢٦
- شكل 11: ظاهرة التوهج الحيوي الناتجة عن بعض السوطيات الدوارة، حيث تُظهر البحار اضاءة طبيعية زرقاء عند الليل..... ٢٦
- شكل 12: عشب البحر من الطحالب البنية..... ٢٧
- شكل 13: طحالب حمراء بحرية تُظهر تركيبها الخيطي وألوانها المميزة الناتجة عن أصباغ الفايكواريثرين، وتكوّن مستعمرات كبيرة في البيئات البحرية..... ٢٧
- شكل 14: الأوليات..... ٢٨
- شكل 15: يوضح الفجوات المنقبضة..... ٢٩
- شكل 16: مراحل التكاثر الجنسي في الفطريات..... ٣٦
- شكل 17: أحد الفطريات العارية..... ٣٦
- شكل 18: دورة حياة نبات متعدد الخلايا..... ٤٠
- شكل 19: خلية حقيقية النوى..... ٤٥
- شكل 20: تجويف الجسم..... ٤٥
- شكل 21: يوضح مراحل النمو والتطور..... ٤٥
- شكل 22: الفرق بين التماثل الشعاعي والجانبى..... ٤٦
- شكل 23: مراحل التطور المختلفة..... ٤٦
- شكل 24: التطور الجنيني في اوليات الفم وثنائوية الفم..... ٤٧
- شكل 25: الاسفنجيات..... ٤٨
- شكل 26: تركيب الاسفنج..... ٤٨

- شكل ٢٧: تركيب الهيدرا.....٤٩
- شكل ٢٨: الدودة الخيطية الشعيرية.....٥١
- شكل ٢٩: تركيب الديدان الاسطوانية.....٥١
- شكل ٣٠: مخطط جسم الرخويات.....٥٢
- شكل ٣١: المحار العملاق.....٥٢
- شكل ٣٢: قليلة الاشواك.....٥٢
- شكل ٣٣: الاسماك.....٥٥
- شكل ٣٤: توضح الصورة العوامل المؤثرة في حجم الجماعة الحيوية.....٧٦
- شكل ٣٥: التوزيع التكتلي.....٧٧
- شكل ٣٦: التوزيع المنتظم.....٧٧
- شكل ٣٧: التوزيع العشوائي.....٧٧
- شكل ٣٨: منحى النمو المثالي.....٧٨
- شكل ٣٩: نمو الجماعة المتوقع من خلال النموذج الأسّي.....٧٨
- شكل ٤٠: نموذج الجماعة المتوقع بواسطة النموذج النسبي.....٧٩
- شكل ٤١: تحديد التوازن للكثافة السكانية.....٨٠
- شكل ٤٢: دراسة نوعين من البرنقيل.....٨٣
- شكل ٤٣: استبدال الصفات في طيور الحسون.....٨٣
- شكل ٤٤: تقسيم الموارد بين سحالي جمهورية الدومينيكان.....٨٤
- شكل ٤٥: السلاسل الغذائية.....٨٥
- شكل ٤٦: شبكة غذائية.....٨٦
- شكل ٤٧: تعافي المجتمع بعد عام من الحريق.....٨٧
- شكل ٤٨: المستويات الغذائية.....٩٠
- شكل ٤٩: هرم طاقة مثالي.....٩٢
- شكل ٥٠: مستويات التنوع الحيوي.....٩٦
- شكل ٥١: ذكور سمكة الشوكة تهاجم بعضها.....٩٩
- شكل ٥٢: هجرة الحيوانات.....٩٩
- شكل ٥٣: سلوك الانطباع.....١٠٠
- شكل ٥٤: سلوك التعلم الاجتماعي.....١٠١

# الباب الأول

## علم التصنيف

## مقدمة

يمثل علم التصنيف حجر الأساس لفهم التنوع الهائل للكائنات الحية على كوكب الأرض. فمع وجود ملايين الأنواع التي تختلف في شكلها، وبنيتها، وطرق عيشها، نشأت الحاجة إلى نظام دقيق يُسهّل دراسة هذه الكائنات، وتحديد علاقاتها، وتتبع تطورها عبر الزمن، يقوم هذا العلم على مبدأ رئيسي وهو أن جميع المخلوقات على اختلافها، ترتبط فيما بينها بدرجات متفاوتة من القرابة، ويمكن تنظيمها في مجموعات تُظهر هذا الترابط. يُعد علم التصنيف الإطار العلمي الذي يتيح لنا فهم وتنظيم هذا التنوع الواسع للمخلوقات الحية على الأرض. فمع أنّ الكائنات تختلف في أشكالها وأحجامها وطرق عيشها، إلا أنّ بينها أنماطًا من التشابه تُشير إلى علاقات مشتركة تجمعها ضمن مجموعات أكبر. ويساعد التصنيف على ترتيب هذه الكائنات ترتيبًا يوضح قرابتها وأصلها التطوري، مما يجعل دراسة الحياة أكثر دقة ووضوحًا. تبدأ دراسة التصنيف بالتعرّف على الكائنات بدائية النوى، ثم تمتد إلى الطلائعيات التي تُظهر مستوى أعلى من التعقيد، وتشمل مجموعات شبيهة بالحيوانات، والنباتات، والفطريات، ويمتد هذا العلم كذلك ليشمل المملكة الحيوانية الفقاريات واللافقاريات ومن خلال تحليل الصفات المشتركة والمميزة لكل مجموعة يمكن تتبع تطوّر خطط بناء جسم الحيوان وفهم كيفية تكيف الأنواع مع بيئاتها المختلفة. ويمنح هذا التكامل بين المجموعات الحية رؤية شاملة لتاريخ الحياة على الأرض، ويساعد الطلاب على ربط خصائص الكائنات بأدوارها البيئية وسلوكها وطرق تكيفها.

## الأهداف

1. فهم الأسس العامة للتصنيف الحيوي بما يشمل المستويات التصنيفية وأساسيات تسمية الكائنات الحية.
2. تفسير الاختلاف بين الممالك الحية من خلال تتبع أصل كل مجموعة، وفهم كيفية ظهور الخصائص المشتركة والمميزة لها.
3. التعرف على تركيب الخلية بدائية النوى وحقيقية النواة ومقارنة أهم أشكالها وطرق تكاثرها.
4. تحليل أهمية الفطريات في البيئة ودورها في التحلل، والتكافل، وصناعة الأغذية، والأدوية.
5. تحديد الخصائص العامة للحيوانات وربطها بنمط التغذية والحركة والتكاثر.
6. تصنيف اللافقاريات إلى مجموعاتها الرئيسة وتوضيح خصائص كل مجموعة.
7. تمييز خصائص الفقاريات من حيث التركيب، التكاثر، والبيئة.
8. تحليل تطوّر الأجهزة الحيوية في الفقاريات مثل الجهاز التنفسي، الدوراني، والعضلي، وربطها بأنماط الحياة المختلفة.

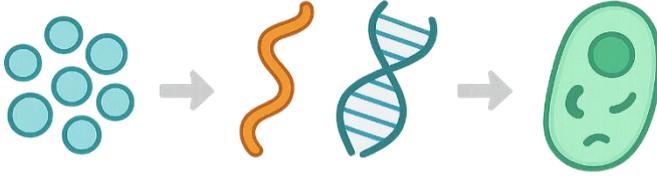
## الفصل الأول شجرة الحياة



## نشأة الحياة

الخلية (Cell) هي الوحدة الأساسية للحياة، بدأت الحياة على الأرض قبل حوالي ٤,٥ مليار سنة، نشأت أول خلية في بيئات بدائية مثل:

- المحيطات.
- الفتحات الحرارية المائية (Hydrothermal vents).



شكل 1: يوضح نشأة أول خلية في بيئات بدائية

- هذه البيئات وفرت جزيئات بسيطة مثل:
- الأحماض الأمينية (Amino acids).
- النوكليوتيدات (Nucleotides).
- من هذه اللبنة تكوّنت جزيئات أكبر:
- البروتينات (Proteins).
- الأحماض النووية (Nucleic acids).

## تصنيف المخلوقات الحية

### التصنيف (Classification)

هو عملية وضع الكائنات الحية في مجموعات بناءً على خصائصها.

### أهمية التصنيف (Importance of Classification)

- يساعد على تنظيم الكائنات في مجموعات وفق الصفات المشتركة.
- يسهل دراسة العلاقات بينها.
- يتيح تبادل المعلومات العلمية بشكل أوضح وأكثر دقة.

### علم التصنيف (Taxonomy)

يُعرف علم التصنيف (Taxonomy) بأنه العلم المتخصص بتنظيم الكائنات الحية وترتيبها في مجموعات تُسمى:

- (Taxon) المفرد.
- (Taxa) الجمع.

من القواعد الأساسية:

- لا يجوز أن يوجد نوعان يحملان الاسم نفسه.
- لذلك وُضع نظام التسمية الثنائية (Binomial nomenclature) بحيث يكون لكل كائن اسم عالمي مميز.

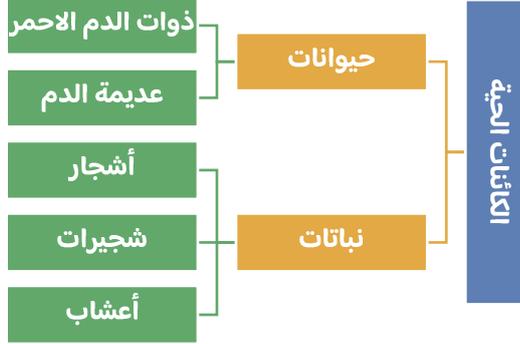
تكون الاسم العلمي عادةً من كلمتين:

1. الأولى تشير إلى الجنس (Genus).

٢. الثانية تشير إلى النوع (Species).

أمثلة:

- الإنسان: Homo sapiens (ويُختصر إلى H. sapiens).
- الديناصور: Tyrannosaurus rex (ويُختصر إلى T. rex).



شكل ٢: يوضح نظام أرسطو للتصنيف

#### نظام أرسطو 322-394 ق.م

قسّم الكائنات الحية إلى حيوانات (Animals) ونباتات (Plants).

#### نظام كارل لينوس 1707-1778م

واجه مشكلة تعدد الأسماء المستخدمة لوصف النوع الواحد (Polynomial nomenclature).

وضع نظام التسمية الثنائية (Binomial nomenclature):

• يتكون من اسمين:

- اسم الجنس (Genus) بحرف كبير.
- اسم النوع (Species) بحرف صغير.

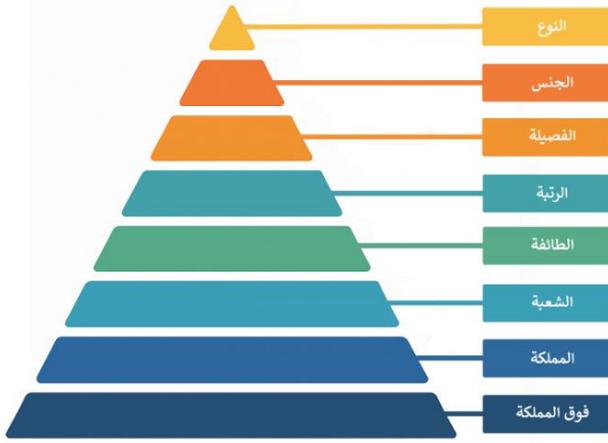
#### نظام وايتكر 1969م

١. قسّم الكائنات الحية إلى خمس ممالك (Five Kingdoms) ضمن ثلاث درجات تنظيمية:

١. الدرجة الأولى: مملكة المونيرا - (Monera) بدائية النواة (Prokaryotes).
٢. الدرجة الثانية: مملكة الطلائعيات - (Protista) وحيدة الخلية حقيقية النواة.
٣. الدرجة الثالثة: الكائنات عديدة الخلايا، وتشمل:
  - أ. مملكة الفطريات (Fungi).
  - ب. مملكة النباتات (Plantae).
  - ت. مملكة الحيوانات (Animalia).

#### مستويات التصنيف (Taxonomy Categories)

التصنيف يعتمد على نظام هرمي يبدأ من الأكثر شمولاً إلى الأكثر دقة انظر شكل ٦:



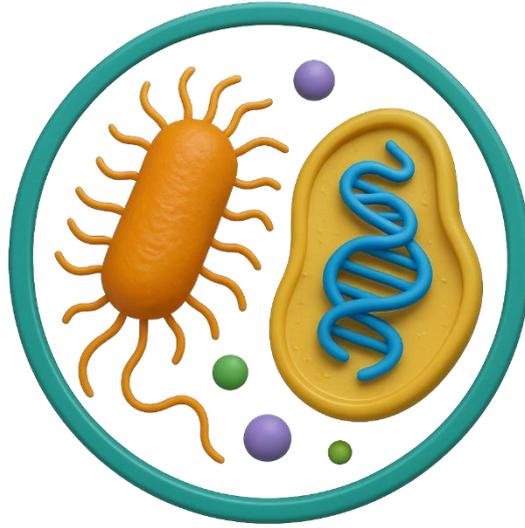
شكل ٣: يوضح مستويات التصنيف

- فوق المملكة (Domain)
- المملكة (Kingdom)
- الشعبة (Phylum)
- الطائفة (Class)
- الرتبة (Order)
- الفصيلة (Family)
- الجنس (Genus)
- النوع (Species)

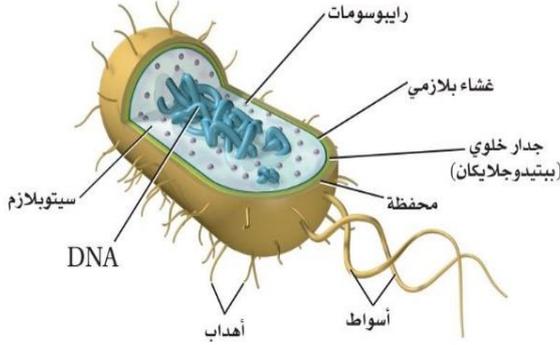
#### ❖ ملاحظات

المستوى الأعلى (فوق المملكة) يضم أكبر عدد من الكائنات وأقل تشابهًا.  
المستوى الأدنى (النوع) يضم كائنات أكثر تقاربًا وتشابهًا في الخصائص والشكل والتكاثر.

## الفصل الثاني البكتيريا والبدائيات



## تركيب الخلية البدائية



شكل ٤: مكونات الخلايا البدائية

- المجموعات الأساسية:
  - البكتيريا (Bacteria).
  - البدائيات (Archaea).
- البيئات: التربة (Soil)، المحيطات (Oceans)، والبيئات القاسية (Extreme environments) مثل:
  - المياه شديدة الملوحة.
  - الفتحات الحرارية العميقة (Hydrothermal vents).
- الحجم: يتراوح بين 0.3 - 28 ميكرومتر (μm).
- القدرات: تنوع كبير في الشكل والتركيب والوظائف ← تكيف مع ظروف متعددة.
- الأنواع المحبة للظروف القاسية: (Extremophiles) تتحمل:
  - حرارة حتى 435°م.
  - بيئات حمضية (Acidic) أو قاعدية (Alkaline).

### مكونات الخلايا البدائية (Prokaryotic cells)

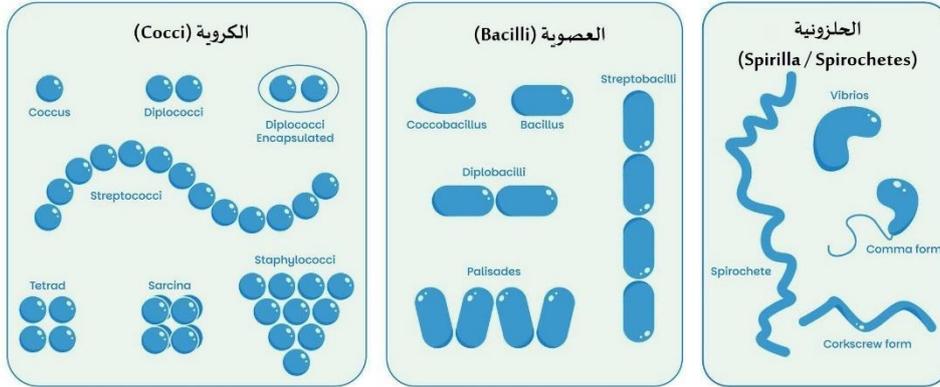
المكوّن	المصطلح	الوظيفة	موقعها في الخلية
الغشاء البلازمي	Plasma membrane	يفصل الخلية عن الوسط الخارجي وينظم مرور المواد	محيط الخلية الداخلي أسفل الجدار الخلوي
السيتوبلازم	Cytoplasm	يحتوي على الإنزيمات والجزيئات الضرورية للتفاعلات الحيوية	يملاً داخل الخلية
النوكليويد	Nucleoid	منطقة تضم DNA الحلقي غير المحاط بغشاء	داخل السيتوبلازم
البلازميدات	Plasmids	جزيئات DNA إضافية تحمل جينات تمنح صفات خاصة أو مقاومة	عائمة في السيتوبلازم
الرايوسومات	Ribosomes	مسؤولة عن تصنيع البروتينات	منتشرة في السيتوبلازم
الجدار الخلوي	Cell wall	يوفر الدعامة والحماية - يختلف بين الموجبة والسالبة لغرام	يحيط بالغشاء البلازمي

تمتد من سطح الخلية للخارج	تساعد الخلية على الالتصاق بالأسطح	Pili	الأهداب
تخرج من سطح الخلية للخارج	تساعد الخلية على الحركة	Flagella	الأسواط

## الأشكال الأكثر شيوعًا لبدايات النوى



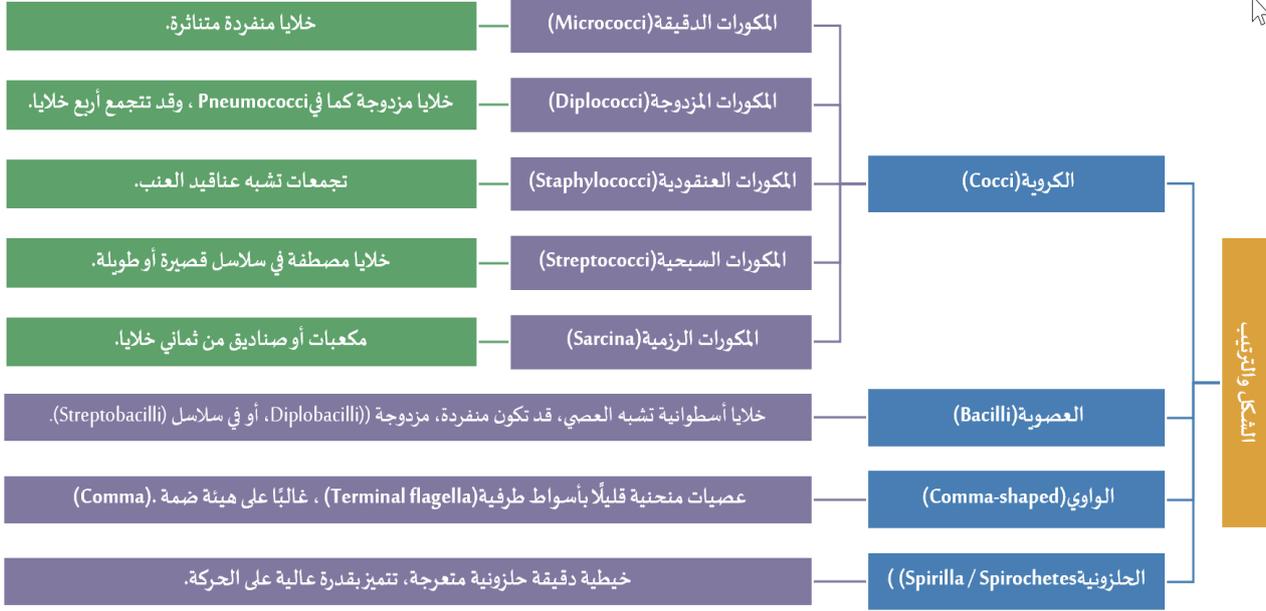
شكل ٥: أشكال بدايات النوى



شكل ٦: يوضح أشكال بدايات النوى.

## خصائص الخلية البكتيرية (Bacterial Cell Characteristics)

### أولاً: الصفات الشكلية للبكتيريا



شكل ٧: تصنيف البكتيريا حسب الشكل والترتيب

### الشكل والترتيب

### النمو والتكاثر (Growth and Reproduction)

#### النمو (Growth)

تتم عملية النمو عبر: زيادة في الحجم - أو زيادة في العدد عن طريق الانقسام وتكوين مستعمرات (Colonies) عند توافر ظروف بيئية وغذائية مناسبة، تتكاثر البكتيريا بسرعة هائلة، فقد يصل العدد إلى 10<sup>10</sup>-10<sup>15</sup> بليون خلية/مل خلال فترة قصيرة.

بعض الأنواع مثل Actinomycetes تتكاثر بالتفتت (Fragmentation) أو بتكوين البراعم (Budding).

#### طرق التكاثر (Reproduction Methods)

التكاثر الجنسي	التكاثر بالجراثيم
هو تزاوج خليتين بكتيريتين حيث يتم بها انتقال المادة الوراثية من خلية بكتيريا مانحة إلى أخرى مستقبلية عبر هذب مجوف الغرض منه للحصول على جينات وراثية جديدة	هو لجوء البكتيريا إلى تكوين جراثيم داخلية في الظروف غير المناسبة للحفاظ على النوع.

## التغذية (Nutrition)

تنقسم إلى:  
أ. بكتيريا ذاتية التغذية (Autotrophs): تستخدم مركبات غير عضوية مثل  $H_2$  و  $CO_2$  و Nitrates عبر البناء الضوئي أو الكيميائي.  
ب. بكتيريا غير ذاتية التغذية (Heterotrophs): تحصل على طاقتها من تحليل المركبات العضوية عبر التخمر أو الأكسدة

## البكتيريا الموجبة والسالبة لصبغة جرام

صبغة جرام (Gram stain): طريقة لتمييز نوعين من البكتيريا.

### خصائص البكتيريا الموجبة والسالبة لصبغة جرام

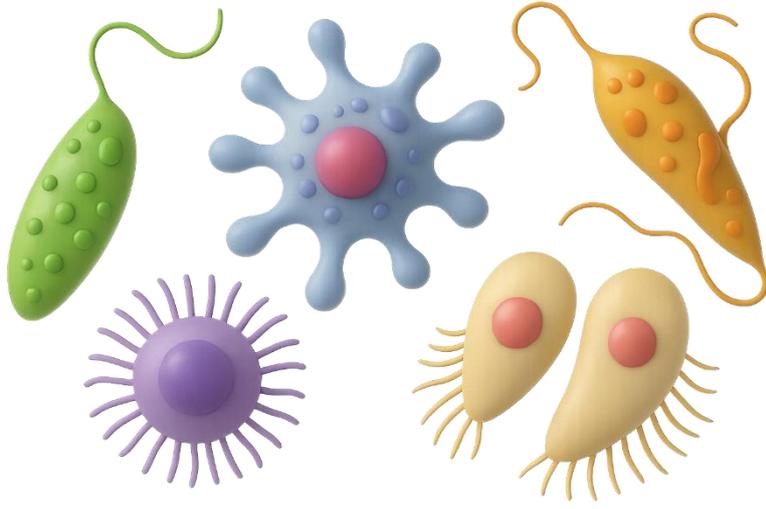
الأهمية	الوظيفة	المكوّن	التركيب
• موجبة: تحتفظ بالصبغة الأرجوانية • سالبة: أكثر مقاومة للمضادات الحيوية بفضل الغشاء الخارجي	• تحديد شكل الخلية • حماية من الضغط الأسموزي	• موجبة جرام: طبقة سميكة من البيبتيدوجلايكان • سالبة جرام: طبقة رقيقة من البيبتيدوجلايكان + غشاء خارجي يحوي LPS	الجدار الخلوي (Gram + / -)
توجد في بعض البكتيريا القديمة والحقيقية، وتوفر مقاومة إضافية	• تدعيم الخلية • الالتصاق بالسطوح • الحماية من الإنزيمات والظروف القاسية	بروتين أو بروتين سكري، سطح بلوري أو شبكي	الطبقة السطحية (S-layer)
تزيد من قدرة البكتيريا الممرضة على إحداث الأمراض	• حماية من الجفاف • الالتصاق بالخلايا والسطوح • تجنب الجهاز المناعي	طبقة جيلاتينية خارج الجدار الخلوي	المحفظة (Capsule)
تساعد البكتيريا على الانتقال بحثًا عن الغذاء أو للهروب من الظروف غير الملائمة	الحركة في البيئة السائلة	تراكيب بروتينية طويلة ورفيعة ( $3-12 \mu m$ طولًا، $\geq 20$ nm سمكًا)	الأسواط (Flagella)

<p>مهمة في تكوين الأغشية الحيوية (Biofilm) وفي نقل الجينات بين البكتيريا</p>	<p>• الالتصاق بالسطوح والخلايا الأخرى • المساهمة في تبادل المادة الوراثية</p>	<p>شعيرات بروتينية قصيرة ورفيعة (7.5–10 nm)</p>	<p>الأهداب (Pili)</p>
<p>تمنح مقاومة شديدة للحرارة والجفاف والمواد الكيميائية، وتعيش لعقود أو قرون</p>	<p>• الدخول في حالة خمول عند الظروف القاسية • إعادة النمو عند تحسن الظروف</p>	<p>غلاف واقٍ يحتوي المادة الوراثية والبروتينات الأساسية</p>	<p>الأبواغ الداخلية (Endospores)</p>

### فوائد البكتيريا

تلعب البدائيات والبكتيريا أدوارًا محورية في استدامة النظم البيئية من خلال إعادة تدوير العناصر الكيميائية، العلاقات التكافلية، والمعالجة الحيوية (Bioremediation).

## الفصل الثالث الطلائعيات



## ماهي الطلائعيات؟

التعريف	الأشكال
كائنات حقيقية النواة (Eukaryotes) ، تعيش في التربة الرطبة (Moist soil) ، المياه المالحة (Saltwater) ، والمياه العذبة (Freshwater) ، وبعضها متطفل (Parasitic) على كائنات أخرى بما في ذلك الإنسان.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. وحيدة الخلية (Unicellular).</li> <li>2. متعددة الخلايا (Multicellular).</li> <li>3. مستعمرات (Colonies).</li> </ol>
البنية	أمثلة شائعة
<ul style="list-style-type: none"> <li>تمتلك نواة حقيقية (True nucleus) وعضيات مثل: <ul style="list-style-type: none"> <li>الميتوكوندريا (Mitochondria).</li> <li>البلاستيدات (Plastids).</li> <li>الشبكة الإندوبلازمية (Endoplasmic reticulum).</li> <li>أجسام جولجي (Golgi bodies).</li> </ul> </li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. الأميبيا (Amoeba).</li> <li>2. البلازموديوم (Plasmodium).</li> <li>3. البراميسيوم (Paramecium).</li> <li>4. اليوجلينا (Euglena).</li> <li>5. الطحالب مثل سبيروجيرا (Spirogyra).</li> </ol>

### الخصائص العامة للطلائعيات

الأنماط	الخاصية
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ذاتية التغذية – (Autotrophic) البناء الضوئي (Photosynthesis)</li> <li>2. غير ذاتية – (Heterotrophic) الامتصاص أو الابتلاع</li> <li>3. مختلطة – (Mixotrophic) حسب الظروف</li> </ol>	التغذية (Nutrition)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. هوائي – (Aerobic) شائع</li> <li>2. لا هوائي – (Anaerobic) عند غياب الأكسجين</li> </ol>	التنفس (Respiration)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. لاجنسي – (Asexual) الانقسام الثنائي (Binary fission)</li> <li>2. جنسي – (Sexual) الاقتران الخلوي (Cellular conjugation)</li> <li>3. التحوصل – (Encystment) للحماية</li> </ol>	التكاثر (Reproduction)

### تعريف ظاهرة التحوصل:

- يحدث عند الظروف غير الملائمة (نقص غذاء، أوكسجين، رطوبة، حرارة غير مناسبة).
- تتكون حوصلة (Cyst) بغلاف سميك و تمنح الكائن القدرة على البقاء فترة طويلة والخروج لاحقاً للطور الخضري (Vegetative stage).

## الحركة:

تمتلك الطلائعيات أعضاء خاصة للحركة، فقد تكون:

الشكل	مثال	وسيلة الحركة
	البراميسيوم	الأهداب
	الإيوجلينا	الأسواط
	الأميبيا	الأقدام الكاذبة
	البلازموديوم	لا تملك عضو حركة تتحرك بالانزلاق في سوائل العائل)

## التصنيف العلمي للطلائعيات

صنفت الطلائعيات على أساس تغذيتها إلى قسمين رئيسيين، هما:

وجه المقارنة	١ - الطلائعيات الطحلبية	٢ - الطلائعيات الأولية	٣ - الطلائعيات الشبيهة بالفطريات
التغذية	ذاتية التغذية (منتجة)	غير ذاتية التغذية (مستهلكة)	غير ذاتية التغذية (مستهلكة)
الوصف	البعض منها وحيدة الخلية، والبعض الآخر متعدد الخلايا.	وحيدة الخلية	البعض منها وحيدة الخلية، والبعض الآخر متعدد الخلايا.
الأقسام	تضم أربعة أقسام: ١. قسم الطحالب الإيوجلينية Euglenophyta	تضم أربعة أقسام: ١. قسم السوطيات Mastigophora ٢. قسم اللحميات أو الأميبات Sarcodinae	تضم ثلاث أقسام: ١. قسم الفطريات الغروية ٢. قسم الفطريات المائية

قسم البياض الزغي	قسم معقدات القمة (البوغيات) Apicomplexa	قسم الطحالب الذهبية Chrysophyta	
	قسم الهدبيات Ciliophora	قسم الطحالب الدوارة Perropheta	
		قسم الطحالب الخضراء Chlorophyta	
		قسم الطحالب البنية Phaeophyta	
		قسم الطحالب الحمراء Rhodophyta	

#### أولاً: الطلائعيات الطحلبية

##### مميزاتها

- كائنات ثالوسية بسيطة لا تتميز إلى جذور أو سيقان أو أوراق.
- تحتوي على الكلوروفيل (Chlorophyll) وتعد ذاتية التغذية (Autotrophic) بعملية البناء الضوئي.
- دورة حياتها تتميز بـ تبادل الأجيال (Alternation of generations) بين طور جاميتي جنسي وطور بوغي لاجنسي.



شكل ٨: مثال على الطحالب اليوجلينية : جنس طحلب اليوجلينا

### قسم الطحالب اليوجلينية Euglenophyta

- يمثل حلقة وصل بين الحيوانات والنباتات وتشبه الأوليات الحيوانية
- يتكاثر بسرعة كبيرة حتى يغطي سطح الماء بـ رغوة خضراء مميزة (Green scum).
- تخزين الغذاء (Food storage)
  - يخزن الغذاء على صورة:
  - دهون (Lipids)
  - مركب كربوهيدراتي يُعرف بـ البراميليوم (Paramylon)، وهو يشبه النشا (Starch) لكنه يختلف عنها.

### قسم الطحالب الخضراء Chlorophyta

#### التعريف:

- تحتوي على أصباغ:
  - الكلوروفيل أ & ب (Chlorophyll a & b).
  - الزانثوفيل (Xanthophyll)
  - الكاروتين (Carotene)
- الجدار الخلوي مكوّن من السليلوز (Cellulose)

#### المعيشة (Habitat):

- معظمها يعيش في المياه العذبة (Freshwater)
- بعضها يعيش داخل فجوات بعض الأوليات معيشة تكافلية
- تكون مع الفطريات علاقة تكافلية مكونة (الأشنات) (Lichens)



شكل ٩: طحالب خضراء بأنواعها المختلفة؛ الطحالب الخيطية الدقيقة في الأعلى، والطحالب الورقية (أولفا أو خس البحر) في الأسفل، وكلاهما يقوم بعملية البناء الضوئي.



شكل ١٠: يوضح اشكال الطحالب العسوية

## قسم الطحالب العسوية Chrysophyta

### التعريف:

- أشهر فصائله: الدياتومات (Diatoms).

### الصفات المميزة:

- تحتوي البلاستيدات (Plastids) على:
  - الكاروتين (Carotene).
  - الفايكوزانثين (Fucoxanthin) بنسبة أكبر من الكلوروفيل (Chlorophyll).
- هذا التوزيع في الأصباغ يمنحها اللون الأصفر الذهبي (Golden-yellow).

## قسم الطحالب النارية Perrophyta

### التعريف:

- سُميت بهذا الاسم لأن بعض أنواعها تُصدر ضوءًا في الظلام، وهو ما يُعرف بظاهرة الإضاءة الحيوية (Bioluminescence)، فتبدو وكأنها نار منبعثة من المياه.

### البيئة (Habitat):

- تعيش في المياه المالحة (Marine water) والمياه العذبة (Freshwater).
- بعض الأنواع تعيش معيشة تكافلية (Symbiotic) مع أنواع من المرجان (Corals).

### الأصباغ (Pigments):

- تحتوي على:
  - كاروتين (Carotene)
  - زانثوفيل (Xanthophyll)
  - كلوروفيل (Chlorophyll)

### أهم الأنواع:

- السوطيات الدوارة (Dinoflagellates)



شكل ١١: ظاهرة التوهج الحيوي الناتجة عن بعض السوطيات الدوارة، حيث تظهر البحار اضاءة طبيعية زرقاء عند الليل

## قسم الطحالب البنية Phaeophyta

### التعريف:



شكل ١٢: عشب البحر من الطحالب البنية

- تُعد من أرقى الطحالب وأكثرها تعقيدًا من حيث التركيب الداخلي والخارجي.

### الشكل (Form):

- متعددة الخلايا (Multicellular).
- الثالوس (Thallus) كبير الحجم، ذو ملمس جلدي أو مطاطي (Leathery/Rubbery).
- يتكون من:
  - ماسك أو قدم (Holdfast).
  - حامل أو عنق (Stipe).
  - نصل عريض مفلطح (Blade) وظيفته البناء الضوئي (Photosynthesis) وإنتاج الجراثيم.



شكل ١٣: طحالب حمراء بحرية تظهر تركيبها الخيطي وألوانها المميزة الناتجة عن أصباغ الفايكوبيرين، وتكوّن مستعمرات كبيرة في البيئات البحرية.

## قسم الطحالب الحمراء Rhodophyta

### الحركة (Motility):

- غير متحركة (Non-motile)

### الأصباغ (Pigments):

- الصبغ السائد: فيكوارثرين - (Phycoerythrin) أحمر.
- صبغ ثانوي: فيكوسيانين - (Phycocyanin) أزرق (بنسبة قليلة).

### الجدار الخلوي (Cell wall):

- مكوّن من سليولوز (Cellulose) وبكتين (Pectin).
- في الأنواع عديدة الخلايا:

- توجد جدر عرضية فاصلة تحتوي على فتحات (Pits) تسمح بالاتصال السيتوبلازمي (Cytoplasmic connection) كما في النباتات الراقية.

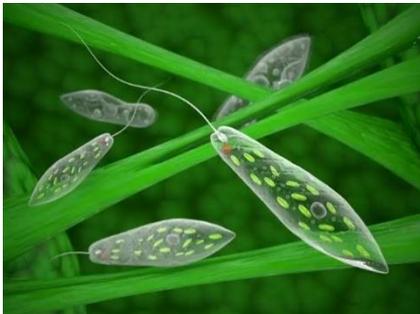
### التكاثر (Reproduction):

- لاجنسي: (Asexual) بالتفتت (Fragmentation) أو التجزؤ (Division).
- جنسي: (Sexual) بظاهرة تبادل الأجيال (Alternation of generations) بين:
  - الطور المشيجي (Gametophyte).
  - الطور الجرثومي (Sporophyte).
  - كل منهما يعيش مستقلا عن الآخر.

## الأهمية الاقتصادية للطحالب في حياة الإنسان



## ثانياً: الطلائعيات الحيوانية (الأوليات Protozoa)



شكل 14: الأوليات

### • مميزاتها:

- أغلبها كائنات مجهرية (Microscopic).
- جميعها وحيدة الخلية (Unicellular).
- تعيش منفردة غالباً، وأحياناً في مستعمرات (Colonies).
- تحتوي عادة على نواة واحدة (Single nucleus)، وقليل منها يمتلك نواتين.
- السيتوبلازم مكوّن من:
  - اکتوبلازم (Ectoplasm): طبقة خارجية رقيقة.
  - إندوبلازم (Endoplasm): طبقة داخلية محببة.

○ يغلف الجسم غشاء البلازما (Plasma membrane) أو قشيرة رقيقة.

### الحركة (Locomotion):

- الأقدام الكاذبة (Pseudopodia).
- الأسواط (Flagella).
- الأهداب (Cilia).
- بعض الأنواع بدون أعضاء حركة.

### التوازن الأسموزي (Osmoregulation):

- معظمها يحتوي على فجوات منقبضة (Contractile vacuoles) للتخلص من الماء الزائد.

### التنفس (Respiration):

- غالبًا هوائي (Aerobic respiration) عبر غشاء البلازما.
- قليل منها لاهوائي (Anaerobic respiration).

### الإخراج (Excretion):

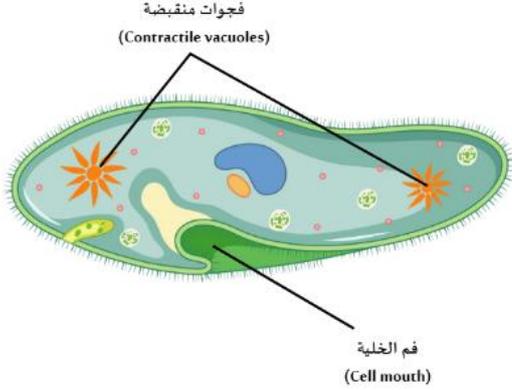
- يتم عبر الانتشار (Diffusion) من خلال سطح الجسم
- علل : يتم الإخراج في البراميسيوم عن طريق الانتشار.

### التكاثر (Reproduction):

- لاجنسي (Asexual): بالانشطار الثنائي البسيط (Binary Fission) أو المتعدد.
- جنسي (Sexual): بتكوين أمشاج (Gametes) أو بالاقتران (Conjugation).
- التكييس (Encystment): تكوين حوصلة لحماية الكائن في الظروف غير الملائمة.

### التغذية (Nutrition):

- غير ذاتية (Heterotrophic): بابتلاع بكتيريا وطحالب وكائنات دقيقة أخرى.
- مترمة (Saprophytic): على المواد العضوية المتحللة.
- ذاتية (Autotrophic): لاحتوائها على بلاستيدات خضراء أو ملونة.
- الرشف (Pinocytosis): امتصاص قطرات سائلة عبر فجوات دقيقة عند السطح.



شكل ١٥: يوضح الفجوات المنقبضة

ثانياً: شعبيّة السوطيات Mastigophora	أولاً: شعبيّة اللحيمات Rhodophyta
تعيش حرة في المياه العذبة والمالحة، حيث تتحرك بواسطة الأسواط.	تعيش معيشة حرة في المياه العذبة والمالحة، مثل Amoeba proteus.
بعضها يعيش تكافلياً مع كائنات أخرى كالسوطيات التي تعيش داخل أمعاء النمل الأبيض.	• بعض الأنواع تعيش متطفلة مثل Entamoeba histolytica التي تستوطن أمعاء الإنسان وتسبب مرض الزحار.

بعض منها متطفلاً و يسبب أمراضاً مثل طفيل التريبانوسوما.

• تتحرك باستخدام الأقدام الكاذبة تستخدم هذه الأقدام الكاذبة أيضا في التغذية

#### رابعة: شعبيّة البوغيات Sporozoa

البوغيات أوليات حيوانية لا توجد بها أعضاء للحركة. تتكاثر بالأبواغ ولها دورة حياة تحتوي على أطوار جنسية وأخرى لاجنسية، ومن أشهر أمثلتها طفيل الملاريا (البلازموديوم).

#### ثالث: شعبيّة الهدبيات Ciliophora

تضم هذه الشعبة أوليات حيوانية تتحرك بالأهداب وتمتاز باحتوائها على نواتين احدهما كبيرة والأخرى صغيرة. وتتغذى عن طريق الإبتلاع. تتكاثر جنسياً ولاجنسياً، ومن أمثلة هذه الشعبة البراميسيوم والبلانتيديوم.

### ع. أهمية الأوليات

- تشكل جزء هام من السلسلة الغذائية لبعض الكائنات المائية (التغذية على نباتات مائية ومن ثم تتغذى عليها كائنات مائية).
- تشكل عنصر هام في الإتزان البيئي لبعض المجتمعات (الأنواع المترمة تتغذى على البكتيريا و المواد المتحللة وكذلك بعض الفطريات المحللة للمواد العضوية).
- تسبب أمراضاً للإنسان والحيوان كطفيليات إجبارية داخل جسم العائل.

## الفصل الرابع الفطريات



## خصائص الفطريات

- الفطريات كائنات حقيقية النواة (Eukaryotes) تتبع مملكة مستقلة تسمى مملكة الفطريات.
- هي كائنات ثالوسية (لا تحتوي على جذور أو سيقان أو أوراق حقيقية).
- تنتشر في البيئات المختلفة
- أجسامها إما وحيدة الخلية (مثل الخميرة) أو خيطية مكوّنة من خيوط فطرية (Hyphae) تتشابك لتكوّن الغزل الفطري (Mycelium) الذي يمثل جسم الفطر.
- خلاياها محاطة بجدار خلوي صلب مكوّن أساسًا من الكيتين، السليلوز، والجلوكان.
- تخزن الغذاء على شكل جليكوجين .
- لا تحتوي على الكلوروفيل.

## التغذية في الفطريات

### أنماط التغذية في الفطريات

- الرميّة (Saprophytic): تتغذى على المواد العضوية الميتة.
- الطفيلية (Parasitic): تعيش على أجسام كائنات أخرى وتسبب لها أمراضا.
- التكافلية (Symbiotic): تعيش في علاقة منفعة متبادلة مثل الفطريات الجذرية (Mycorrhiza) أو الأشنات (Lichens).

### تصنيف الفطريات بناءً على طريقة تغذيتها إلى

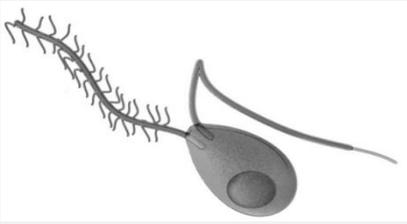
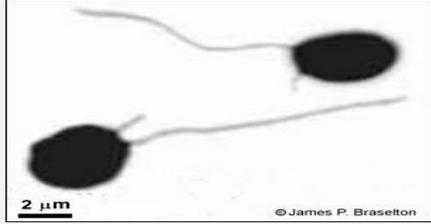
وصفها	مجموعة الفطريات
هي التي تعيش في الطبيعة متطفلة على عوائل خاصة تلائمها و ا، و إذا لم تجد العائل المناسب لها فإنها تمر بفترة كمون أو تموت.	فطريات إجبارية التطفل Obligate Parasitic Fungi
هي التي تعيش في الظروف الطبيعية مترمة	فطريات اختيارية التطفل Facultative Parasitic Fungi
هي التي تعيش على مواد عضوية متحللة فقط، سواء كانت بقايا نباتية أو حيوانية	فطريات إجبارية الترمم Obligate Saprophytic Fungi
هي التي تعيش عادة متطفلة، ولكنها إذا لم تجد العائل الملائم فإنها تلجأ إلى الترمم،	فطريات اختيارية الترمم Facultative Saprophytic Fungi

هي التي تعيش بطريقة التكافل أي تبادل المنفعة مع كائنات حية أخرى

فطريات متكافلة  
Symbiotic Fungi

### الحركة في الفطريات

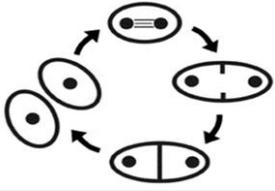
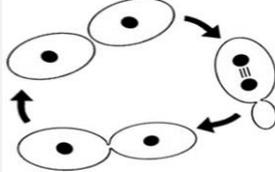
• الفطريات في الغالب عديمة الحركة (Non-motile)، لكن توجد استثناءات، ولكن يتكون لها وحدات تكاثرية متحركة عادة بالأسواط، وهناك نوعين من الأسواط قد يمتلك الفطر أحدهما أو كليهما معاً، وهما:

الأسواط الريشية	الأسواط الكراجية
يتكون من محور طويل تخرج من جانبية زوائد شعرية كثيرة	يتكون من جزء قاعدي طويل وجزء طرفي قصير من
	

### التكاثر في الفطريات

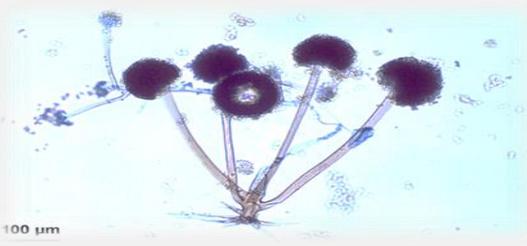
- **تكاثر لاجنسي (Asexual reproduction):**  
يتم غالبًا بواسطة الأبواغ (Spores) مثل الكونيديات (Conidia) أو الزويسبور (Zoospore) في بعض الفطريات المائية. يحدث أيضًا بالتجزؤ (Fragmentation) أو بالتبرعم (Budding) كما في الخميرة.
- **تكاثر جنسي (Sexual reproduction):**  
يتميز باندماج الأنوية (Karyogamy) وتكوين تراكيب خاصة مثل:
  - الزيجوسبورانجيم (Zygosporangium) في الفطريات الزيجوتية (Zygomycetes).
  - الأكياس (Ascus) في الفطريات الزقية (Ascomycetes).
  - البازيديات (Basidia) في الفطريات البازيدية (Basidiomycetes).
- **تكاثر ناقص/طفيلي (Parasexuality – Deuteromycetes):**  
يوجد في بعض الفطريات التي لا يظهر فيها طور جنسي واضح مثل *Aspergillus* و *Penicillium*.

## أولاً: التكاثر اللاجنسي Asexual Reproduction

مثال	الوصف	الطريقة	طرق التكاثر اللاجنسي
شائع في الفطريات الخيطية	انكسار الغزل الفطري (Mycelium) إلى وحدات، كل وحدة تعطي غزلاً فطرياً جديداً.	التفتت أو التجزؤ (Fragmentation)	
	تنقسم الخلية الأم إلى خليتين متماثلتين.	الانشطار المستعرض (Transverse fission)	
	يتكون برعم صغير على الخلية الأم، ينمو ثم ينفصل ليعطي فرداً جديداً.	التبرعم (Budding)	
	تنقسم الخيوط الفطرية إلى خلايا منفصلة تعمل كأبواغ.	الجراثيم المفصليّة (Oidia)	
	تكوين أجسام صلبة ذات جدار سميك لتتحمل الظروف الصعبة وتنبت عند تحسن الظروف.	الأجسام الحجرية (Sclerotia)	
بعض أجناس كانديدا	خلايا ذات جدار سميك تتكون داخل أو بين الخيوط وتعمل كأبواغ كامنة.	الأبواغ الكلاميدية (Chlamydo spores)	
(للأبواغ الداخلية)، و (للكونيديا)	أكثر الطرق شيوعاً، قد تكون: - أبواغ داخلية (Endospores): مثل Sporangiospores، - أبواغ خارجية (Zoospores)، - مثل Conidia (Exospores).	إنتاج الأبواغ (Spores)	

وتنقسم الأبواغ حسب الكيفية التي تحمل بها وطرق تكوينها إلى مجموعتين:

### تتكون الأبواغ الداخلية داخل حافظة أو كيس ومن أشكالها

الأبواغ الحافظة Sporangiospores	الأبواغ السابحة Zoospores
تتكوّن الأبواغ داخل حوافظ بوغية طرفية غير متحركة ومحاطة بجدار خلوي. • تعتمد في انتشارها على الرياح، وتحمل الحوافظ على هيفات متخصصة تُسمى حامل الحافظة البوغية (Sporangiophore).	تتكوّن الأبواغ السابحة داخل حافظة تُسمى Zoosporangium وتوجد في الفطريات المائية أو الرطبة. • تمتلك أسواطًا تساعدها على السباحة، ويختلف عددها وموقعها (أمامية، خلفية، أو جانبية).
	

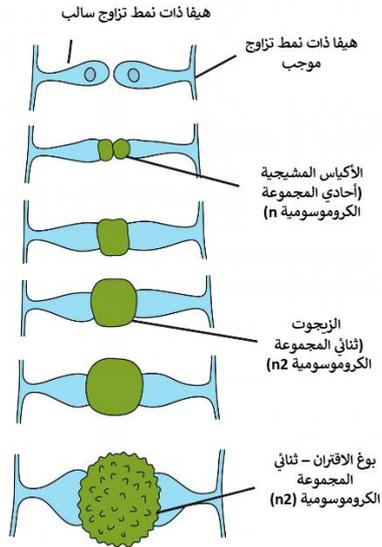
### الأبواغ الخارجية Exospores

الأبواغ الكونيدية (Conidia) غير متحركة، تتكوّن خارجيًا على حوامل كونيدية (Conidiophores) قد تكون متفرعة مثل Penicillium أو غير متفرعة مثل Aspergillus .  
• تختلف الأبواغ في الشكل والحجم واللون، وقد تكون مفردة أو في سلاسل، ويُعتمد على هذه الصفات في تصنيف العديد من الفطريات



## ثانياً: التكاثر الجنسي (Sexual Reproduction)

توجد ثلاث مراحل مميزة لعملية التكاثر الجنسي في الفطريات وتحدث عادةً متتابعةً وتتلخص بالآتي:



شكل ١٦: مراحل التكاثر الجنسي في الفطريات

### 1- الاقتران البلازمي (Plasmogamy)

ويطلق عليه أحياناً الاتحاد الخلوي، وفيه يحدث اندماج بين بروتوبلاستي خليتين مما يعمل على اقتراب النوى داخل نفس الخلية.

### 2- الاقتران النووي (Karyogamy)

وفيه تندمج نواتا كل منهما أحادية المجموعة الصبغية (n) لتكوين اللاقحة ثنائية المجموعة الصبغية (2n).

### 3- الانقسام الاختزالي (Meiosis)

وهو يتبع الاقتران النووي مباشرة أو بعد فترة، وفيه تنقسم اللاقحة 2n انقسامًا اختزاليًا، وتتكون أنوية 1n يحيط كل منها جزء من السيتوبلازم وجدار سميك لتكوين الجراثيم الجنسية.



شكل ١٧: أحد الفطريات العارية

## تصنيفات الفطريات

### ١. قسم الفطريات العارية Gymnomycota

#### طائفة الفطريات اللزجة: Myxomycetes

كائنات تمثل حلقة وصل بين الفطريات والحيوانات.

### ٢. قسم الفطريات السوطية Mastigomycota

تعرف بالفطريات الدنيا (Lower fungi) لإنتاجها أبواغ متحركة في الماء.

### ٣. قسم الفطريات اللاسوطية Amastigomycota

- السمة المميزة: غياب الأبواغ السابحة، والتكاثر إما بالكونيديات (Conidia)، أو بالأبواغ الجنسية (Zygosporos, Ascospores, Basidiospores).

### الأهمية الاقتصادية للفطريات

1. تحليل المواد العضوية المعقدة إلى مركبات بسيطة، مما يزيد من خصوبة التربة.
2. تحسين التربة الزراعية بفضل نشاطها المستمر في تفكيك المواد العضوية.
3. استخدام بعض الأنواع في صناعة الأغذية مثل الجبن (*Penicillium sp.*).
4. تُستهلك كغذاء للإنسان طازجة أو مجففة مثل فطر عيش الغراب.
5. إنتاج المضادات الحيوية مثل البنسيلين من فطر *Penicillium*.
6. إنتاج الفيتامينات خاصة مجموعة فيتامين B المركب.
7. استخدام فطر الخميرة (*Saccharomyces sp.*) في إنتاج المشروبات الكحولية وتخمير العجين لصناعة الخبز.

### الأشنات (Lichens)

- الأشنات هي كائنات ناتجة عن معيشة تكافلية بين فطر وطحلب، لا يستطيع أي منهما العيش منفردًا في بيئته الطبيعية.
- يقوم الفطر بإفراز إنزيمات وأحماض تعمل على تفتيت السطوح التي ينمو عليها وامتصاص الماء والأملاح المعدنية، ثم يمد بها الطحلب.
- بينما يقوم الطحلب بعملية التمثيل الضوئي (Photosynthesis) لإنتاج الغذاء له وللفطر معًا.

## الفصل الخامس

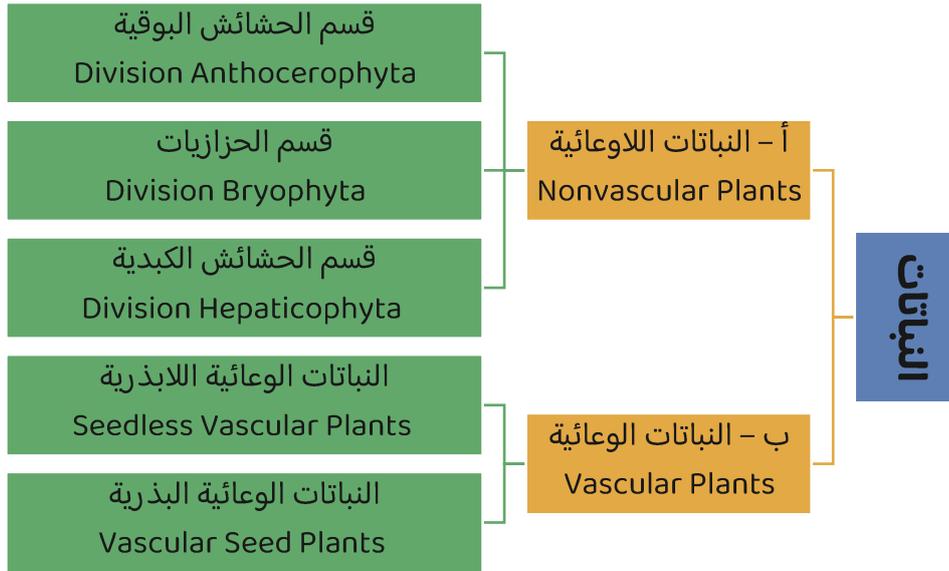
### تنوع النبات



## خصائص مملكة النبات

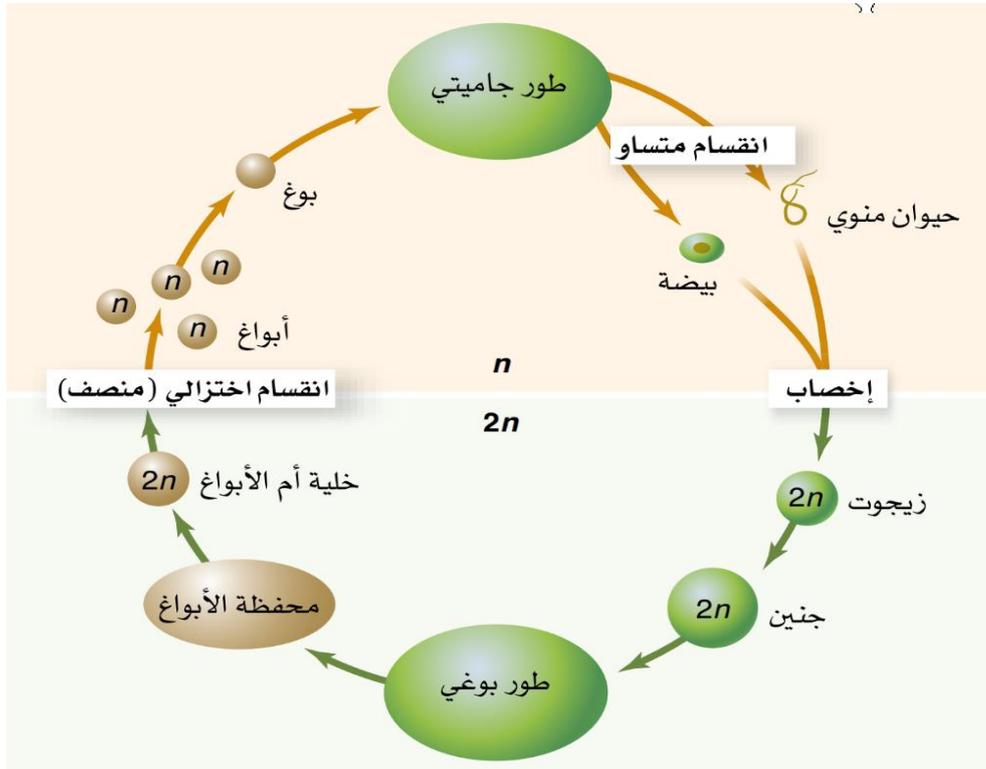


## تصنيف النباتات



## دورة حياة النباتات

٢. الأبواغ $n$ - (Spores)	١. الطور البوغي $2n$ - (Sporophyte)
أحادية المجموعة الكروموسومية. تنمو بالانقسام المتساوي لتعطي الطور المشيجي.	هو الطور ثنائي المجموعة الكروموسومية. ينتج أبواغ (Spores) أحادية المجموعة الكروموسومية عن طريق الانقسام الاختزالي (Meiosis).
٤. الأمشاج $n$ - (Gametes)	٣. الطور المشيجي $n$ - (Gametophyte)
تتحد عبر الإخصاب (Fertilization) لتكوين اللاقحة (Zygote).	هو الطور أحادي المجموعة الكروموسومية. ينتج الأمشاج (Gametes) ذكورية وأنثوية) عن طريق الانقسام المتساوي.
٥. اللاقحة $2n$ - (Zygote)	
ثنائية المجموعة الكروموسومية. تنمو بالانقسام المتساوي لتعطي نباتًا جديدًا في الطور البوغي (Sporophyte).	



شكل ١٨: دورة حياة نبات متعدد الخلايا



### ثانياً: النباتات الوعائية (Vascular Plants)



### مقارنة بين اقسام النباتات الوعائية

العنصر	النباتات الوعائية اللابذرية	النباتات الوعائية البذرية
الحجم	أكبر من النباتات اللاوعائية، متنوعة في الشكل والحجم	كبيرة الحجم ومتنوعة من أعشاب صغيرة حتى أشجار ضخمة
الطور السائد	الطور البوغي (Sporophyte)	الطور البوغي (Sporophyte)
الأوراق	أوراق بسيطة صغيرة أو كبيرة غير معقدة	أوراق حقيقية معقدة، متنوعة في الأشكال والأحجام
الجذور	جذور حقيقية ناشئة من الساق	جذور متطورة ومتعمقة لامتصاص الماء والأملاح

العنصر	النباتات الوعائية الالبذرية	النباتات الوعائية البذرية
النقل	أنسجة وعائية - (Xylem & Phloem) النقل بالخاصية الأسموزية والانتشار في الأنواع البسيطة	أنسجة وعائية متطورة وكفاءة عالية في النقل
البيئة	بيئات رطبة، بعضها يتحمل الجفاف	بيئات متنوعة: صحاري، غابات، أراضي زراعية
أمثلة	السرخسيات، ذيل الحصان	السنوبريات (Conifers)، النباتات الزهرية (Angiosperms)
الأهمية	-أول نباتات وعائية تكيفت مع اليابسة -تساعد في تكوين التربة	-مصدر غذاء وأخشاب وأدوية -أساس الأنظمة البيئية والزراعة

### ثالثاً: النباتات الوعائية الالبذرية



### رابعاً: النباتات الوعائية البذرية



### الفلقة (Cotyledon) في النباتات البذرية

- الفلقة هي جزء من البذرة يعمل كعضو تخزين غذائي.
- تُعدّ أول أوراق جنينية للنبات، وتوفّر الغذاء للطور البوغي الصغير (Sporophyte) حتى يبدأ بالنمو الذاتي.

### عدد الفلقات

- أحادية الفلقة (Monocotyledons / Monocots):  
تحتوي بذورها على فلقة واحدة فقط.  
أمثلة: الأرز، الذرة، القمح.
- ثنائية الفلقة (Dicotyledons / Dicots):  
تحتوي بذورها على فلتين.  
أمثلة: الفول، الفاصوليا، معظم أشجار الفاكهة.

### أهمية الفلقة في البذور:

- تخزين الغذاء داخل البذرة (نشا - بروتين - دهون).
- مساعدة النبات البوغي الصغير على امتصاص الغذاء عند بداية الإنبات.

### مقارنة بين النباتات الوعائية مغطاة البذور والمعراة البذور

العنصر	النباتات معراة البذور (Gymnosperms)	النباتات مغطاة البذور (Angiosperms)
التعريف	نباتات وعائية بذرية لا تحاط بذورها بمبيض	نباتات وعائية بذرية تتكون بذورها داخل مبيض الزهرة
الأعضاء التكاثرية	تتكاثر عن طريق المخاريط (Cones) الذكورية والأنثوية.	تتكاثر عن طريق الأزهار (Flowers) التي تحمل أعضاء التذكير (الطلع) والتأنيث (المتاع).
البذور	عارية على حراشف المخاريط.	محمية داخل مبيض يتحول إلى ثمرة بعد الإخصاب.
الأمثلة	الصنوبر، العرعر، السيكادا، الجنكة.	القمح، الأرز، الفول، التفاح، العنب، الورد،
البيئة	غالبًا في المناطق الباردة والمعتدلة.	منتشرة في معظم البيئات (اليابسة والمائية).
التكاثر	التلقيح غالبًا بواسطة الرياح.	التلقيح بواسطة الرياح أو الحشرات أو الماء.

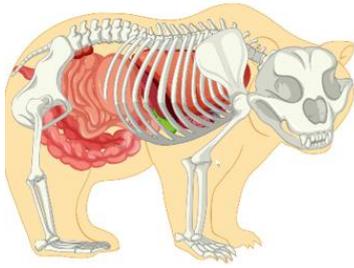
## الفصل السادس الحيوانات



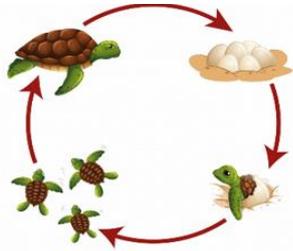
## الخصائص العامة للحيوان



شكل ١٩: خلية حقيقية النوى



شكل ٢٠: تجويف الجسم



شكل ٢١: يوضح مراحل النمو والتطور

• **كائنات متعددة الخلايا (Multicellular organisms):** أجسام الحيوانات تتكون من خلايا عديدة متخصصة تؤدي وظائف مختلفة.

• **حقيقية النوى (Eukaryotic):**

خلاياها تحتوي على نواة محددة وعضيات غشائية.

• **غير ذاتية التغذية (Heterotrophic):**

تحصل على غذائها من كائنات أخرى عبر الابتلاع والهضم الداخلي.

• **تحتوي على أنسجة متخصصة (Specialized tissues):**

تمتلك أنسجة عضلية وعصبية تساعد على الحركة والاستجابة للمؤثرات.

• **تظهر التماثل (Symmetry):**

معظمها ثنائية التماثل (Bilateral symmetry)، وبعضها شعاعية التماثل

(Radial symmetry).

• **تمتلك تجويفا جسميًا (Body cavity):**

يوجد في أغلبها لتثبيت الأعضاء الداخلية وتسهيل نموها وحركتها.

• **تمر بمراحل نمو وتطور (Developmental stages):**

تبدأ حياتها من بويضة مخصبة (Zygote) تمر بانقسامات وتحولات حتى تنضج.

• **الحركة (Movement):**

معظم الحيوانات قادرة على الحركة النشطة في مرحلة من مراحل حياتها بفضل وجود العضلات والأعصاب.

• **التكاثر الجنسي (Sexual reproduction):**

أغلب الحيوانات تتكاثر جنسيًا، ويحدث فيها إخصاب بين خلايا تناسلية مختلفة.

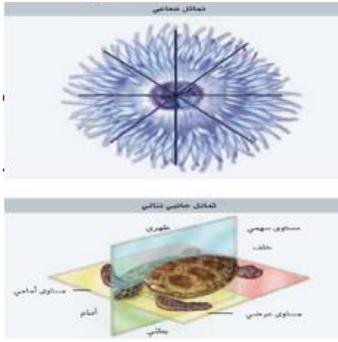
• **تنظيم الجسم (Body organization):**

لدى العديد منها تقسيم للجسم إلى مناطق أو حلقات (Segmentation) مما يمنحها كفاءة في الحركة والوظيفة.

## تطور خطة بناء جسم الحيوان

ويمكن تتبع هذا التطور من خلال خمس مراحل رئيسية توضح كيف تطورت أجسام الحيوانات من البساطة إلى التعقيد.

- أولاً: الأنسجة (Tissues)
- ثانياً: التماثل في الجسم (Symmetry)
- ثالثاً: التجويف الجسمي (Body cavity)
- رابعاً: التطور الجنيني (Development)
- خامساً: التجزؤ (Segmentation)



شكل ٢٢: الفرق بين التماثل الشعاعي والجانبي

#### أولاً: الأنسجة (Tissues)

جميع الحيوانات تملك الانسجة ما عدا الاسفنجيات

#### ثانياً: التماثل في الجسم (Symmetry)

تناظر (جانبي) حيث يمكن تقسيم الجسم الى قسمين كل قسم متماثل مع الآخر  
تناظر (شعاعي) حيث يمكن تقسيم الجسم الى قسمين او أكثر، وكل قسم متماثل مع الآخر

#### ثالثاً: التجويف الجسمي (Body cavity)

مع زيادة تعقيد الجسم الحيواني ظهرت الحاجة إلى وجود تجويف داخلي يسمح بنمو الأعضاء وحركتها واستقلالها عن جدار الجسم.

وقد مرت هذه الخاصية بثلاث مراحل تطورية:

#### ١. عديمات التجويف (Acoelomates):

كائنات لا تمتلك تجويفاً جسيماً حقيقياً، وتمتلئ أجسامها تماماً بالأنسجة، مثل الديدان المسطحة.

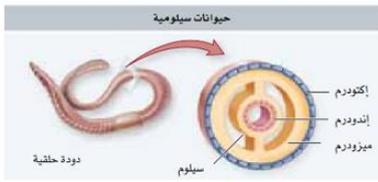
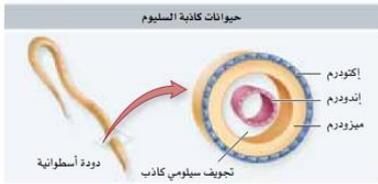
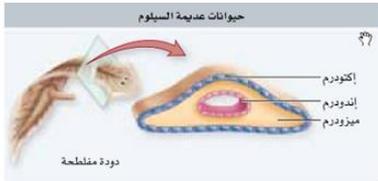
#### ٢. كاذبات التجويف (Pseudocoelomates):

تمتلك تجويفاً جسيماً غير حقيقي، مبطن جزئياً فقط بطبقة الميزودرم، كما في الديدان الأسطوانية.

#### ٣. حقيقيات التجويف (Coelomates):

وهي الأكثر تطوراً، حيث يوجد تجويف جسيماً حقيقي مبطن بالكامل بالميزودرم، كما في الديدان الحلقية والمفصليات والفقاريات.

هذا التجويف أتاح تنظيم الأعضاء الداخلية بكفاءة أكبر، وسهّل الحركة والنمو والتخصص الوظيفي.



شكل ٢٣: مراحل التطور المختلفة

#### رابعًا: التطور الجنيني (Development)

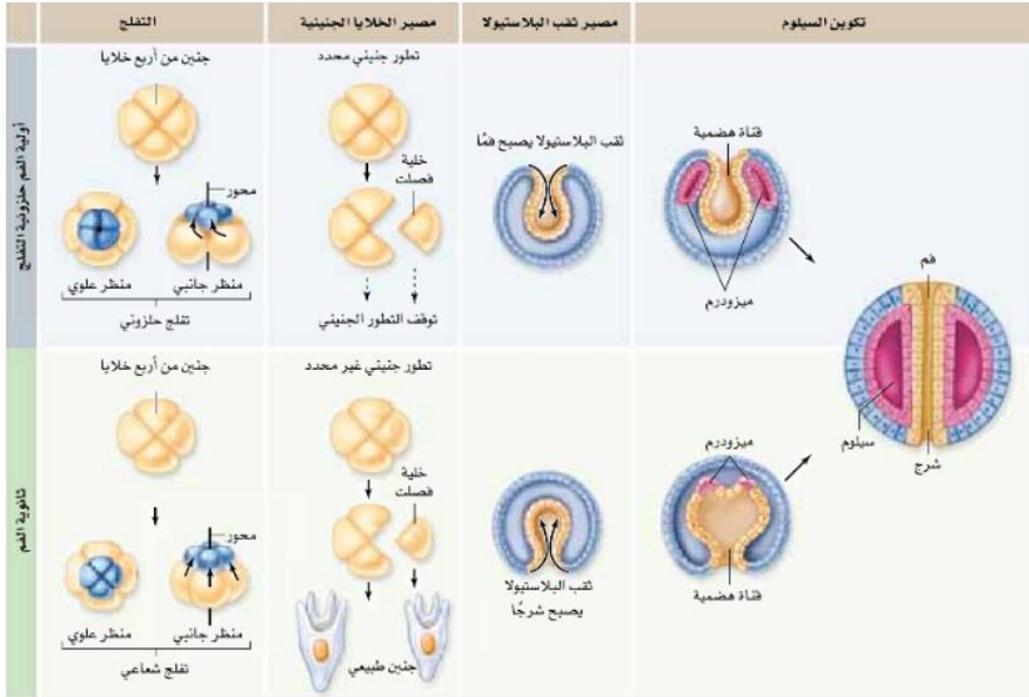
خلال المراحل الجنينية، يظهر في الجنين المبكر فتحة تُعرف باسم Blastopore، وقد اختلفت طريقة تطورها بين مجموعتين رئيسيتين من الحيوانات:

##### ١. أوليات الفم (Protostomes):

يتكوّن الفم أولاً من فتحة الـ Blastopore، وتشمل المفصليات (Arthropods) والرخويات (Mollusks) والديدان الحلقية (Annelids).

##### ٢. ثانويات الفم (Deuterostomes):

يتكوّن الشرج أولاً من الـ Blastopore، ثم يظهر الفم لاحقاً. وتشمل هذه المجموعة شوكيات الجلد (Echinoderms) وجميع الفقاريات (Vertebrates).



شكل ٣٤: التطور الجنيني في أوليات الفم وثانوية الفم

#### خامسًا: التجزؤ (Segmentation)

يسمح التجزؤ للحيوان بزيادة مرونته في الحركة، وتوزيع الوظائف الحيوية بين القطع، مما يعطيه كفاءة عالية في التكيف.

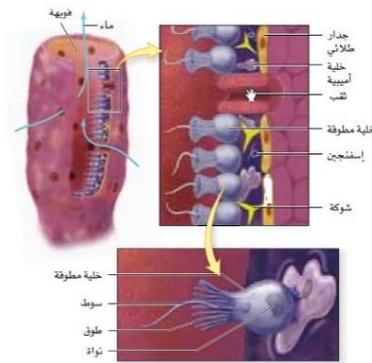
## أولاً: اللافقاريات

تُعد اللافقاريات (Invertebrates) من أقدم وأوسع الكائنات انتشارًا في المملكة الحيوانية، إذ تمثل النسبة الأكبر من الأنواع المعروفة على الأرض. وتتميّز بأنها تفتقر إلى عمود فقري (Vertebral column)، بخلاف الفقاريات التي تمتلك هيكلًا داخليًا عظميًا أو غضروفيًا.

### الاسفنجيات

هي عبارة عن حيوانات مائية لا تحتوي على أنسجة.

<b>التركيب</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• مكوّن من طبقتين:</li> <li>أ. طبقة خارجية: مكونة من خلايا مطوقة لها اسواط</li> <li>ب. طبقة داخلية: مكونة من خلايا شبه طلائية توفر الحماية للإسفنج</li> </ul>
<b>التغذية و الهضم</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• التغذية: يدخل الغذاء عبر الثقوب الجانبية (وتسمى التغذية الترشيحية).</li> <li>• الهضم: داخل الخلايا.</li> </ul>
<b>الإخراج</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• عن طريق الفتحة الزفيرية (الفوقية).</li> </ul>
<b>الحركة</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• الأطوار البالغة لا تتحرك وتعتبر من الحيوانات الجالسة حيث تلتصق عادة بالصخور وتكون مستعمرات.</li> </ul>
<b>الدعامة</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• داخلية ( إما أن تكون شويكات أو ألياف أو كلاهما )</li> </ul>
<b>التكاثر</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• لا جنسيًا: التجزء - التبرعم</li> <li>• جنسيًا: عن طريق الأمشاج المذكرة والمؤنثة.</li> </ul>
<b>الاستجابة</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• لا تمتلك جهاز عصبي، الخلايا الطلائية هي المسئولة عن احداث الاستجابة.</li> </ul>
<b>البيئة</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• حرة أو متكافلة</li> </ul>



شكل ٢٦: تركيب الإسفنج

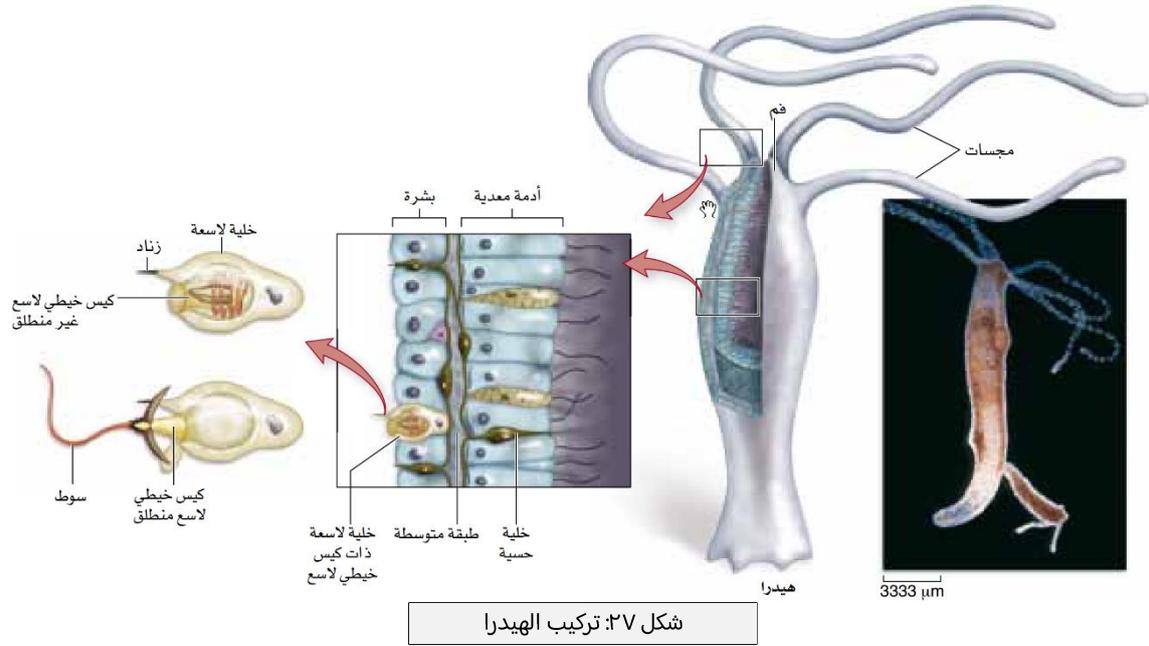


شكل ٢٥: الاسفنجيات

اللاسعات ( الجوفمعويات )

حيوانات مائية تملك أنسجة و متناظرة شعاعية، تتميز بعضها بألوان زاهية و أشكال جميلة

<p><b>التركيب</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• مكوّن من طبقتين:</li> <li>أ. طبقة خارجية: تقوم بالحماية لاحتوائها على خلايا لاسعة</li> <li>ب. طبقة داخلية: تجويف معوي تقوم بالهضم</li> </ul>
<p><b>التغذية و الهضم</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• التغذية: عن طريق اللوامس حيث تقوم الخلايا اللاسعة بلسع الفريسة فتشل حركتها ثم تقوم اللوامس بنقلها الى فتحة الفم</li> <li>• الهضم: خارج الخلايا حيث يحدث داخل التجويف المعوي الوعائي في وجود بعض الانزيمات الهاضمة.</li> </ul>
<p><b>الإخراج</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• عن طريق فتحة الفم (وظيفة مزدوجة)</li> </ul>
<p><b>الحركة</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• بطيئة و في جميع الاتجاهات.</li> </ul>
<p><b>الدعامة</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• خارجية عن طريق اللسع.</li> </ul>
<p><b>التكاثر</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• لا جنسي: التبرعم</li> <li>• جنسي: تمر دورتها بطورين (الأول لا جنسي يعرب ب البولبي، والثاني جنسي يعرف ب الميدوزي)</li> </ul>



شكل ٢٧: تركيب الهيدرا

## الديدان المفلطحة

### حيوانات متناظرة جانبيًا عديمة التجويف الجسمي

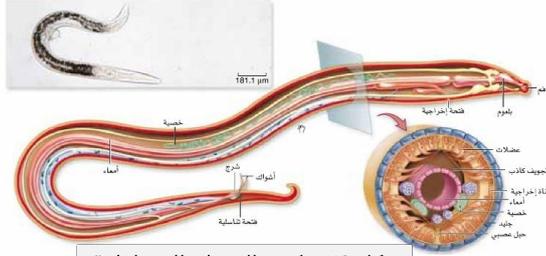
التركيب	• شكلها مسطح، عباره عن رأس ومجموعة من الأعضاء.
التغذية و الهضم	• التغذية: تتغذى الديدان الحرة عن طريق البلعوم، أما الديدان المتطفلة عن طريق الممصات والخطاطيف. • الهضم: خارج الخلايا.
التنفس والدوران والإخراج	• التنفس والدوران: بالانتشار. ويتم الاخراج بواسطة الخلايا اللهبية.
الحركة	• الديدان الحرة بالإنزلاق. • الديدان المتطفلة: انقباض العضلات.
الاستجابة	• الجهاز العصبي مكون من حبلين طويلين يمتدان على طول الدودة وتتصل بعقد عصبية طرفية. • لها بقع عينية للإحساس بالضوء
التكاثر	• لا جنسيًا: التجدد وهو قدرة أحد أجزاء الدودة المنفصل عن جسمها على إعادة تكوين الأجزاء الأخرى وتكوين فرد جديد. • جنسيًا: عند التقاء دودتين حيث تقذف كل دودة حيواناتها المنوية في الدودة الأخرى
البيئة	• تعيش حرة ومتطفلة.

## الديدان الأسطوانية

### تمتلك تجويف جسمي كاذب ولها جسم اسطواني غير مقسم

التغذية	• التغذية: حرة أو متطفلة. • الهضم: يكون في الحرة والمتطفلة خارجيًا. • تملك الديدان الاسطوانية جهاز هضمي بسيط.
التنفس و الدوران	• بالانتشار.
الإخراج	• الخلايا اللهبية.

الاستجابة	• تمتلك جهاز عصبي.
التكاثر	• الجنس فيها منفصل (ذكر و أنثى)، فلذلك التكاثر جنسيًا و الاخصاب داخلي.
الحركة	• انقباض العضلات



شكل ٢٩: تركيب الديدان الاسطوانية

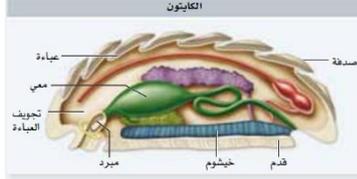
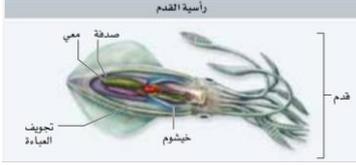


شكل ٢٨: الدودة الخيطية الشعرية

الرخويات	
التركيب	<ul style="list-style-type: none"> <li>• لها جسم حقيقي و طري و تملك صدفة (عباءة) و لها قدم عضلية.</li> <li>• تتكون الصدفة (العباءة) عن طريق غشاء يفرز كربونات الكالسيوم.</li> </ul>
التغذية و الهضم	<ul style="list-style-type: none"> <li>• التغذية: عن طريق فم يحتوي على اسنان مصفوفة و بداخله طاحنة تشبه اللسان و بعضها له لوامس.</li> <li>• الهضم: خارجي بداخل جهاز هضمي معقد.</li> </ul>
التنفس	<ul style="list-style-type: none"> <li>• الرخويات المائية: الخياشيم.</li> <li>• الرخويات البرية: بطانة الصدفة.</li> </ul>
الدوران	<ul style="list-style-type: none"> <li>• تملك جهاز دوري : <ul style="list-style-type: none"> <li>- الرخويات البطيئة: جهاز دوري مفتوح، كالحلزون والمحار.</li> <li>- الرخويات السريعة: جهاز دوري مغلق، كالأخطبوط.</li> </ul> </li> </ul>
الإخراج	<ul style="list-style-type: none"> <li>• عن طريق النفريديا (القناة الهدبية).</li> </ul>
الحركة	<ul style="list-style-type: none"> <li>• بطيئة: تستخدم القدم العضلية مثل الحلزون والمحار.</li> <li>• سريعة: تستخدم السيفون مثل الأخطبوط والحبار. (السيفون هو تجويف داخلي يقوم بالاحتفاظ بكمية كبيرة من الماء يدفعها للخارج عند الحاجة الى الحركة مما يجعله يندفع بسرعة عالية)</li> </ul>

## التكاثر

- الرخويات المائية: جنسي والاصحاب الخارجي.
- الرخويات البرية: جنسي والاصحاب داخي.



شكل ٣١: مخطط جسم الرخويات



شكل ٣٠: المحار العملاق

## الديدان الحلقية

### الديدان الحقيقية

اسطوانية الشكل مقسمة الى حلقات و كل حلقة لها تراكيب للحركة و الهضم و الإخراج تتخصص بعض حلقات جسم الدودة في بعض العمليات كالاحساس و التكاثر، كما أن أغلب الديدان الحلقية خنثى

#### التركيب

التغذية: عن طريق الفم  
الهضم: خارجي بداخل جهاز هضمي معقد.  
تمتلك بعض الديدان حويصلات للتخزين وقانصة لطحن الغذاء

#### التغذية و الهضم

الديدان الحلقية التي تعيش على اليابسة تتنفس بالانتشار  
الديدان الحلقية التي تعيش في الماء تتنفس بالخياشيم

#### التنفس

تملك جهاز دوري مغلق.

#### الدوران

عن طريق النفريديا (القناة الهدبية).

#### الإخراج

انقباض العضلات.

#### الحركة

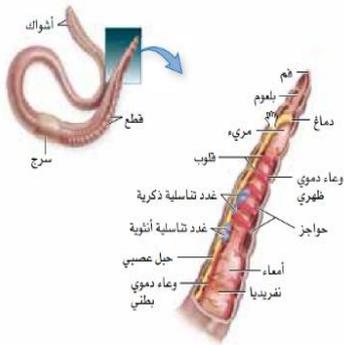
تملك جهاز عصبي في الحلقات الامامية عن الجسم.

#### الاستجابة

لاجنسية؛ التجدد.

#### التكاثر

جنسية؛ اخصاب داخلي يحدث من منطقة السرج.



شكل ٣٢: قليلة الاشواك

## المفصليات

المفصليات	
<ul style="list-style-type: none"> <li>تمتلك جسم مقسم إلى:           <ol style="list-style-type: none"> <li>رأس - صدر - بطن.</li> <li>رأس صدر - بطن</li> </ol> </li> <li>لها هيكل دعامي خارجي يحدد مظهرها ومكوّن من الكايتين.</li> <li>تملك زوائد (أرجل وقرن استشعار)، لها مفاصل عديدة وهذا سبب التسمية بالمفصليات.</li> <li>لها القدرة على الإنسلاخ (عملية التخلص من الهيكل القديم و تكوين هيكل جديد أكبر حجمًا).</li> </ul>	التركيب
<ul style="list-style-type: none"> <li>التغذية: رغم تنوعها الا انها تشترك فم مكون يسمى (الفقيم) يستخدم للدغ او التقطيع او امسك الطعام.</li> <li>الهضم: خارجي بداخل جهاز هضمي معقد.</li> </ul>	التغذية و الهضم
<ul style="list-style-type: none"> <li>الخياشيم مثل جراد البحر.</li> <li>القصيبات الهوائية مثل الخنافس.</li> <li>الرئات الكتائية مثل العناكب.</li> </ul>	التنفس
<ul style="list-style-type: none"> <li>تملك جهاز دوري مفتوح.</li> </ul>	الدوران
<ul style="list-style-type: none"> <li>أنايب ملبجي.</li> </ul>	الإخراج
<ul style="list-style-type: none"> <li>مشي - سباحة - قفز - طيران .</li> </ul>	الحركة
<ul style="list-style-type: none"> <li>تمتلك عيون مركبة للإبصار و طبلة للسمع.</li> </ul>	الاستجابة
<ul style="list-style-type: none"> <li>جنسيًا : اخصاب داخلي.</li> </ul>	التكاثر

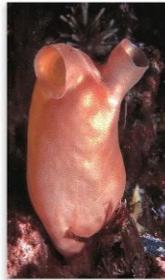
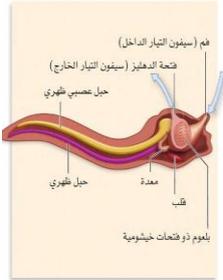
## شوكيات الجلد

شوكيات الجلد	
<ul style="list-style-type: none"> <li>كائنات بحرية اجسامها مغطاة باشواك وهيكلها الدعامي داخلي و تناظرها شعاعي.</li> </ul>	التركيب
<ul style="list-style-type: none"> <li>هو نظام يميز شوكيات الجلد مكون من اوعية يسير بداخلها الماء.تبدأ بالمصفاة تنتهي بالاقدام الانبوية.</li> </ul>	النظام الوعائي المائي
<ul style="list-style-type: none"> <li>التغذية : عن طريق الفم باستخدام طرق متنوعة.</li> </ul>	التغذية و الهضم

• الهضم : خارجي بداخل جهاز هضمي.	
• عن طريق الأقدام الأنبوبية	التنفس
• نظام وعائي مائي	الدوران
• الإنتشار عبر الاقدام الأنبوبية.	الإخراج
• عن طريق الجهاز العصبي.	الاستجابة
• لا جنسيًا بالتجدد.	التكاثر
• جنسيًا بالإخصاب الخارجي.	

### الحبليات اللافقارية

الحبليات اللافقارية	
تعريفها	هي حيوانات لا تملك عمود فقري و تملك حبل عصبي
خصائصها	<ul style="list-style-type: none"> <li>• الحبر الظهري.</li> <li>• الذيل خلف الشرجي.</li> <li>• الحبل العصبي الظهري الأنبوبي.</li> <li>• الجيوب (الأكياس البلعومية).</li> <li>• الغدة الدرقية الأولية.</li> </ul>
أنواعها	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. السهم.</li> <li>2. الكيسيات.</li> </ol>



## ثانياً: الفقاريات

### خصائص الفقاريات



شكل ٣٣: الأسماك

١. هيكل عظمي داخلي (Endoskeleton) يوفر الدعامة والحماية ويساعد في الحركة.
٢. جهاز عصبي متطور يضم دماغاً وحبلاً شوكياً.
٣. أعضاء حسية متخصصة للاستجابة للمؤثرات البيئية.
٤. أجهزة داخلية متكاملة مثل الجهاز الدوري المغلق، والجهاز التنفسي، وجهاز الإخراج.
٥. تنوع في وسائل التكاثر بين الإخصاب الداخلي والخارجي، وبين البيوضية والولودية.

### الأسماك

الأسماك هي أقدم الفقاريات وأكثرها عددًا في المملكة الحيوانية، تتميز بقدرتها على العيش في الماء بفضل وجود الخياشيم (Gills) للتنفس، والزعانف (Fins) للحركة،

### التركيب الجسمي

٢. الغطاء الخارجي (Body Covering)	١. الشكل الخارجي (External Form)
<p>الجلد الخارجي للأسماك مغطى بحراشف (Scales) تختلف في الشكل والتركيب باختلاف الطائفة:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• في الأسماك الغضروفية (Chondrichthyes) تكون الحراشف خشنة تشبه الأسنان (Placoid scales)</li> <li>• في الأسماك العظمية (Osteichthyes) تكون الحراشف ناعمة ومرنة (Cycloid أو Ctenoid scales)</li> </ul> <p>الجلد يحتوي على غدد مخاطية (Mucous glands) وتفرز مادة لزجة تقلل الاحتكاك بالماء</p>	<p>الجسم انسيابي (Streamlined body) يساعد على السباحة وتقليل مقاومة الماء.</p> <p>يُقسم الجسم عادة إلى ثلاثة أقسام رئيسية:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>١. الرأس (Head)</li> <li>٢. الجذع أو الجذم (Trunk)</li> <li>٣. الذيل (Tail)</li> </ol>
٤. الزعانف (Fins)	٣. الهيكل الداخلي (Endoskeleton)

الزعانف هي الزوائد الخارجية التي تساعد على الحركة والتوازن في الماء، وتنقسم إلى نوعين: ١. زعانف مزدوجة (Paired fins) وتشمل الصدرية والحوضية. ٢. زعانف مفردة (Unpaired fins) وتشمل الظهرية والشرجية والذيلية،	الهيكل الداخلي يوفر الدعامة والحماية ويساعد على الحركة، ويختلف تركيبه حسب نوع السمكة: • هيكل غضروفي (Cartilaginous skeleton) في القروش والورنك والراي. • هيكل عظمي (Bony skeleton) في الأسماك العظمية مثل البلطي والتونة. العمود الفقري مكوّن من فقرات
٦. الجهاز التنفسي (Respiratory system)	٥. الجهاز العضلي (Muscular system)
تتنفس الأسماك بواسطة الخياشيم (Gills) ، يدخل الماء من الفم ويمر عبر الخياشيم حيث يُمتص الأكسجين ويُطرح ثاني أكسيد الكربون.	يتكون من عضلات قوية مقسمة انقباض هذه العضلات بالتتابع من الرأس إلى الذيل يولد الحركة المتموجة أثناء السباحة.
٨. الجهاز العصبي (Nervous system)	٧. الجهاز الدوري (Circulatory system)
الجهاز العصبي متطور نسبياً ويتكوّن من دماغ أمامي صغير، وحبل شوكي يمتد عبر العمود الفقري. تمتلك أعضاء حسية متخصصة مثل: • الخط الجانبي (Lateral line) للكشف عن الاهتزازات وحركة الماء. • العينان: للرؤية تحت الماء. • الشم والتذوق.	جهاز مغلق يتكوّن من قلب ثنائي الحجرات (Two-chambered heart): • أذين (Atrium) • بطين (Ventricle) يضخ القلب الدم إلى الخياشيم ثم إلى باقي الجسم.
١٠. الجهاز الهضمي والإخراجي	٩. المثانة الهوائية (Swim bladder)
تمتلك الأسماك قناة هضمية كاملة تبدأ بالفم وتنتهي بالشرح. تمتلك كليتين (Kidneys) لإزالة الفضلات السائلة وتنظيم توازن الأملاح في الجسم.	توجد في معظم الأسماك العظمية وتعمل على تنظيم الطفو في الماء. لا توجد في الأسماك الغضروفية التي تعتمد على السباحة المستمرة لتفادي الغرق.

## البرمائيات

### مخلوقات تبدأ حياتها كمخلوقات مائية ثم تعيش على اليابسة بعد اكتمال نموها

- التغذية: حره.
- الهضم: خارجي تملك جهاز معقدز هو عباره عن المجمع (المذرق): حجرة لاستقبال فضلات الهضم والبول و البويضة و الحيوان المني قبل مغادرة الجسم

التغذية و  
الهضم

الإخراج	<ul style="list-style-type: none"> <li>• من الدم خلال الكلى حيث تخرج الأمونيا أو اليوريا (البولينا) كفضلات ناتجة من عملية الأيض الخلوي.</li> </ul>
الدماغ و الحواس	<ul style="list-style-type: none"> <li>• مكونات الجهاز العصبي: من حبل شوكي + دماغ (كالفقاريات الأخرى)</li> <li>• الخط الجانبي: هو جهاز على جانبي السمكة يساعدها على اكتشاف أي حركة في الماء</li> </ul>
التنفس	<ul style="list-style-type: none"> <li>• اليرقة: تتنفس من خلال الجلد او الخياشيم.</li> <li>• البالغة: تتنفس من إما الرئتين أو الجلد الرقيق الرطب أو من بطانة تجويف الفم.</li> </ul>
جهاز الدوران	<ul style="list-style-type: none"> <li>• الدوران الدموي مزدوج.</li> <li>- الدورة الأولى: يتحرك الدم غير المؤكسج من القلب الى الرأتين</li> <li>- الدورة الثانية: يتحرك الدم المؤكسج من الرأتين الى الجسم</li> <li>• القلب: مكون من ثلاث حجرات (الأذين ينقسم كليا الى اذنين - البطين غير مقسم)</li> </ul>
الدماغ والحواس	<ul style="list-style-type: none"> <li>• تملك دماغ وتعتبر متغيرة درجة الحرارة</li> <li>• الاغشية الرامشة: جفن شفاف في عيون الضفادع يتحرك لحمايتها من الماء و من الجفاف على اليابسة</li> <li>• تملك البرمائيات غشاء للطفلة.</li> </ul>
التكاثر والنمو	<ul style="list-style-type: none"> <li>• الاخصاب يكون خارجي.</li> <li>• تتميز البيوض ب:</li> <li>- ليس لها قشور او اغطية واقية تحميها من الجفاف.</li> </ul>

## الزواحف

الزواحف	
خصائصها	<ul style="list-style-type: none"> <li>• البيوض الرهلية : طبقات الجنين من الداخل إلى الخارج : أ. الغشاء الرهلي، وظيفته: الحماية ب. كيس الممبار، وظيفته: تخزين الفضلات ت. غشاء الكريون، وظيفته: يسمح بدخول الأوكسجين ث. كيس المح، وظيفته: تخزين الغذاء ج. القشرة الجلدية، وظيفته: حماية البيضة من الجفاف</li> </ul>
الجلد الجاف و الحرشفي	<ul style="list-style-type: none"> <li>• أهميته : منع فقدان السوائل الداخلية و الحماية من الجفاف.</li> <li>• مشاكله: قساوته تصعب النمو لذا تقوم بعض الزواحف كالافعى دوريا بتغييره.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• نوع التغذية : أغلبها لاحمه و البعض نباتية أو قارته.</li> <li>• الهضم : الجهاز الهضمي يشبه الموجود في البرمائيات و الأسماك.</li> </ul>	التغذية و الهضم
<ul style="list-style-type: none"> <li>• التخلص من الفضلات شبه الصلبة (حمض البوليك) من خلال الكلى.</li> </ul>	الإخراج
<ul style="list-style-type: none"> <li>• وسيلته : الرئات إلا بعض الزواحف المائية.</li> <li>• طريقته : بسحب الهواء بعملية الشهيق و اخراجه بعملية الزفير.</li> </ul>	التنفس
<ul style="list-style-type: none"> <li>• القلب مكون من من ثلاث حجرات مثل البرمائيات ماعدا التماسيح من اربع حجرات مما يبقي الدم الغني بالاكسجين بعيد عن قليل الاكسجين في القلب</li> <li>• الزواحف حيوانات متغيرة درجة الحرارة.</li> </ul>	الجهاز الدوري
<ul style="list-style-type: none"> <li>• الدماغ أكبر حجما منه في الزواحف</li> <li>• البصر هو الحاسة الرئيسية في الزواحف</li> <li>• بعض الزواحف لاتملك أغشية طبلة</li> <li>• تملك الأفاعي تركيب يسمى أعضاء جوكبسون في الحلق يساعدها على الشم</li> </ul>	الدماغ و الحواس
<ul style="list-style-type: none"> <li>• تملك بعض الزواحف أطراف للحركة و بعضها يعتمد على العضلات أثناء الزحف.</li> </ul>	الحركة
<ul style="list-style-type: none"> <li>• الاخصاب يكون خارجي، تضع الأنثى عادة البيض داخل التربة عدا بعض الأفاعي و السحالي التي تحتفظ بالبيض داخل أجسامها.</li> </ul>	التكاثر
<b>الطيور</b>	
<b>الطيور</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• زوائد نمو متخصصة في الجلد تتركب من بروتين الكيراتين.</li> <li>• وظيفته الطيران و العزل الحراري (بافراز الزيت من الغدة الزيتية بالذيل حيث يمرر بالمنقار على طول الريش فيعيد بناء البوابات المتكسرة و يقاوم تأثير الماء)، له نوعان :</li> <li>- ريش محيطي: يتكون الريش المحيطي من قصبه باشواك متفرعه الى شويكات تتماسك معا بخطاطيف ويغطي الأجنحة والجسم والذيل</li> <li>- ريش زغبي : ريش ناعم موجود تحت الريش المحيطي يحجز الهواء عن الجسم</li> </ul>	الريش
<ul style="list-style-type: none"> <li>• خفة وزنها لاحتوائها على تجاويف هوائية، التحامها مما يزيد صلابة الهيكل</li> <li>• كبر عضلات الصدر(٣٠٪ من الوزن)</li> <li>• عظم القص كبير و به بروز لربط عضلات الصدر</li> </ul>	العظام

<ul style="list-style-type: none"> <li>• استهلاك الأوكسجين أكثر للطيران. يتميز جهازها التنفسي بـ :             <ul style="list-style-type: none"> <li>- وجود حيز للهواء اكبر من الزواحف</li> <li>- دوران الهواء في اتجاه واحد</li> <li>- تملك أكياس هوائية تساعدها على التنفس أثناء الطيران</li> </ul> </li> </ul>	التنفس
<ul style="list-style-type: none"> <li>• عدد حجرات القلب ٤ حجرات (كالتماسيح)، و درجة الحرارة ثابتة (عكس الزواحف).</li> </ul>	الدوران
<ul style="list-style-type: none"> <li>• التغذية : بالمنقار عن طريق : الغرز - الامتصاص - الغرف - التكسير - الاصطياد. و ليس لديها أسنان للهضم.</li> <li>• تملك حوصلة لتخزين الطعام.</li> <li>• تمتلك قانصة المحتوية بها حجار صغيرة لطحن الطعام بمساعدة عضلات القانصة.</li> </ul>	التغذية و الهضم
<ul style="list-style-type: none"> <li>• تحول الكليتان فضلات الدم إلى حمض البولييك كالزواحف، وتمتلك تركيب المجمع (المذرق) لاعادة امتصاص الماء.</li> <li>• لا تملك مئانة بولية حتى لا يزيد الوزن فيعيق الطيران.</li> </ul>	الإخراج
<ul style="list-style-type: none"> <li>• حجم الدماغ كبير مقارنة بحجم الطائر، له سمع قوي جداً لدرجة أن البوم يستطيع أن يسمع أدنى صوت لفأر خائف في الظلام.</li> <li>• يمتلك بصر قوي جداً ويساعد على ذلك وجود العينان في مقدمة الرأس.</li> </ul>	الدماغ و الحواس
<ul style="list-style-type: none"> <li>• الاخصاب خارجي.</li> <li>• نشاطاته : تشمل تحديد مناطق التكاثر و شريك التزاوج و سلوك المغازلة و التزاوج و بناء الاعشاش و حضن البيض و اطعام الصغار</li> <li>• أكبر الطيور حجماً هي النعامة</li> <li>• لدى بعض الطيور تكيفات تساعدها على السباحة مثل البطريق والبط</li> </ul>	التكاثر

## الثدييات

### الخصائص العامة للثدييات

- |   |                |
|---|----------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• التغذية :آكلات أعشاب - آكلات حشرات - آكلات لحوم - قارئة</li> <li>• الهضم : لآكلات الأعشاب جهازاً هضمياً أطول و المعى الأعور اكبر من آكلات اللحوم لصعوبة هضم الالياف على اللحوم.</li> </ul> | التغذية والهضم |
|---|----------------|

<ul style="list-style-type: none"> <li>• أهمية الكلى :</li> <li>- إخراج فضلات الأيض.</li> <li>- المحافظة على اتزان سوائل الجسم.</li> <li>- تصفية الدم من اليوريا.</li> <li>- التحكم في كمية الماء بالسوائل، كالتي تعيش في الصحاري القاسية.</li> </ul>	الإخراج
<ul style="list-style-type: none"> <li>• يتميز بوجود عضلة الحجاب الحاجز كطبقة عضلية تحت الرأتين تفصل التجويف الصدري عن البطني</li> </ul>	التنفس
<ul style="list-style-type: none"> <li>• تركيب تركيب القلب : من من اربع حجرات(كالطيور و التماسيح)</li> </ul>	الدوران
<ul style="list-style-type: none"> <li>• تحول الكليتان فضلات الدم إلى حمض البولي كالكرواحف، وتمتلك تركيب المجمع (المذرق) لاعادة امتصاص الماء.</li> <li>• لا تملك مثانة بولية حتى لا يزيد الوزن فيعيق الطيران.</li> </ul>	الدماغ
<ul style="list-style-type: none"> <li>• يتركب الدماغ من : <ul style="list-style-type: none"> <li>- المخ : قشرته هي طبقة الدماغ الخارجية ذات الانثناءات الكثيرة، تسمح بالحصول على مساحة سطح كبيرة للاتصالات العصبية، و تسمح للدماغ ان يتناسب مع حجم تجويف الجمجمة، وظيفتها تنسيق نشاطات الوعي و الذاكرة و القدرة على تعلم.</li> <li>- المخيخ، و هو مسئول عن الاتزان و تنسيق الحركة.</li> </ul> </li> </ul>	الدماغ و الحواس
<ul style="list-style-type: none"> <li>• الغرض منها البحث عن الغذاء و المأوى و الهروب من المفترسات.</li> <li>• مثل : الركض كالذئب - القفز كالكنغر - السباحة كالدلافين - الطيران كالخفاش.</li> </ul>	الحركة
<ul style="list-style-type: none"> <li>• مجموعة من الخلايا تفرز سائلًا يستعمل في مكان آخر في الجسم.</li> </ul>	الغدد

## تدريبات

١. تختلف المستويات التصنيفية المختلفة (مثل: الأجناس، الطوائف، إلخ) في النظام التصنيفي الهرمي عن بعضها البعض على أساس؟

- أ مدى انتشار الكائنات الحية المنتمة لكل مستوى في البيئة.
- ب أحجام أجسام الكائنات الحية المنتمة لكل مستوى.
- ج شموليتها (مدى اتساعها في احتواء الكائنات).
- د أحجام الجينات النسبية للكائنات المنتمة لكل مستوى.

٢. أي من المراتب التصنيفية (Taxonomic ranks) لا يمكن أن تدرج تحتها أنواع متعددة؟

- أ الجنس
- ب النوع
- ج الفصيلة
- د الشعبة

٣. ما هو التركيب البكتيري الذي يعمل كحاجز انتقائي، يسمح للمواد الغذائية بالدخول إلى الخلية والنفايات بالخروج منها؟

- أ الغشاء البلازمي
- ب الكبسولة
- ج الجدار الخلوي
- د المنطقة النووية (النيوكليويد)

٤. أي من هذه المركبات هو الأكثر شيوعًا في جدران الخلايا للبكتيريا الموجبة الغرام؟

- أ السيليلوز
- ب عديد السكاريد الدهني (ليبوبوليسكاريد)
- ج اللجين
- د الببتيدوغلايكان

٥. فيما يتعلق بالتكاثر في بدائيات النوى، أي من العبارات التالية صحيحة؟

- أ بدائيات النوى تكوّن أمشاجًا عن طريق الانقسام الاختزالي.
- ب بدائيات النوى تتميز باتحاد الأمشاج الأحادية المجموعة مثل حقيقيات النوى.
- ج بدائيات النوى تتبادل بعض جيناتها من خلال الاقتران، واتحاد الأمشاج الأحادية، والانتقال.
- د الطفرات هي المصدر الأساسي للتنوع في جماعات بدائيات النوى.

هـ	غير ذاتية التغذية الكيميائية المحللة
٦.	الطلائعيات متشابهة في أن جميعها:
أ	وحيدة الخلية.
ب	حقيقية النوى.
ج	كائنات متكافلة.
د	أحادية الأصل.
٧.	كائن حي مختلط التغذية فقد بلاستيدياته، ومع ذلك يستمر في البقاء. أي من الخيارات التالية يُفسّر على الأرجح استمراره في البقاء؟
أ	يعتمد على أنظمة ضوئية تطفو بحرية في السائل الخلوي
ب	حصل على ميتوكوندريا إضافية عند فقدانه للبلاستيديات
ج	يبتلع المواد العضوية عن طريق البلعمة أو الامتصاص
د	لديه بوغ داخلي
٨.	أي من العمليات التالية تؤدي إلى إعادة التركيب الجيني، لكنها منفصلة عن العملية التي يزداد بها حجم جماعة البراميسيوم؟
أ	التبرعم
ب	الانقسام المنصف
ج	الانقسام المتساوي
د	الاقتران
٩.	أي مما يلي يُمثل الطور المشيجي الذكري في النباتات البذرية بأدق صورة؟
أ	البويضة
ب	الخلية الأم للبوغ الدقيق
ج	داخل حبة اللقاح
د	الكيس الجنيني
١٠.	تختلف عاريات البذور عن كلى من السرخسيات المنقرضة والحديثة لأنها:
أ	خشبية
ب	تمتلك أوراقا كبيرة
ج	تنتج حبوب لقاح
د	تمتلك أوراقا بوغية
١١.	بشكل عام، يكون التلقيح بالرياح أكثر احتمالا أن يوجد في النباتات البذرية التي تنمو:
أ	قريبة من سطح الأرض

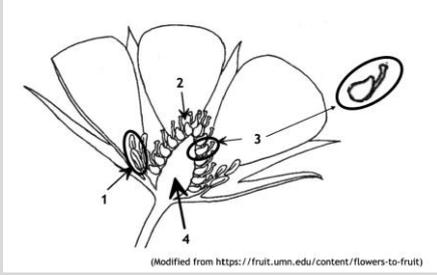
ب	في تجمعات كثيفة من نوع واحد
ج	في عزلة نسبية عن أفراد النوع نفسه
د	في تربة جيدة الصرف
١٢. أي مما يلي يمكن العثور عليه في عاريات البذور؟	
أ	أجزاء زهرية عقيمة
ب	إندوسبرم ثلاثي الصيغة الصبغية
ج	ثمار
د	حبوب لقاح
هـ	الأبواغ
١٣. أي مما يلي يوجد في جميع الفطريات بشكل مشترك؟	
أ	الانقسام المنصف في الباسيديات
ب	خيوط فطرية متعددة الأنوية
ج	دورة حياة جنسية
د	امتصاص المواد الغذائية
١٤. إذا ماتت جميع الفطريات التي تقوم بالتحلل في بيئة ما فجأة، فأَيُّ مجموعة من الكائنات ينبغي أن تستفيد أكثر نتيجة إزالة منافسيها من الفطريات؟	
أ	النباتات
ب	الطلائعيات
ج	بدائيات النوى
د	الحيوانات
١٥. أيُّ مما يلي يُعد سمةً للفطريات ذات الخيوط الفطرية (hyphae)؟	
أ	تحصل على غذائها عن طريق البلعمة.
ب	خطتها الجسمية عبارة عن كرة أحادية الخلية.
ج	جدران خلاياها تتكون أساساً من ألياف دقيقة من السليلوز.
د	متكيفة للنمو السريع الاتجاهي نحو مصادر غذاء جديدة.
١٦. كلٌّ من الحيوانات والفطريات كائنات غير ذاتية التغذية. ما الذي يميّز التغذي غير الذاتي لدى الحيوانات عن الفطريات هو أن الحيوانات وحدها تحصل على غذائها	
أ	من المادة العضوية
ب	بافتراس الحيوانات
ج	بابتلاعه
د	باستخدام الإنزيمات لهضم غذائها
١٧. أيُّ مما يلي يختص بالحيوانات وحدها؟	
أ	خلايا تحتوي على ميتوكوندريا
ب	الكيتين (كربوهيدرات تركيبية)

ج	التوصيل العصبي والحركة العضلية
د	التغذية غير الذاتية
١٨.	بعد وقتٍ قصيرٍ من بدء تشكل الجوف الجسمي الحقيقي (coelom), حقنَ باحثٌ صبغةً في جوف جنينٍ ثانويٍّ الفم. في البداية يجب أن تتمكن الصبغة من الجريان مباشرةً إلى:
أ	الفم البدائي
ب	التجويف الجنيني
ج	المعيّ الأوّلي
د	التجويف الجسمي الكاذب
١٩.	أي من الخصائص التالية ساهمت أكثر في نجاح الفقاريات في البيئات الجافة نسبيًا؟
أ	البيضة الأمنيونية
ب	وجود زوجين من الزوائد.
ج	وجود مخالب
د	القلب المكوّن من أربع حجرات
٢٠.	أيّ من طوائف الديدان الحلقية التالية يضم العديد من الأنواع الطفيلية؟
أ	قليلة الأشواك
ب	عديدة الأشواك
ج	العلاقات - العلق
د	الثلاث جميعها
٢١.	تشابه الديدان الأسطوانية (النيماطودا) والديدان الحلقية في أيّ من الخصائص التالية؟
أ	استخدام السائل في التجويف الجسمي كهيكل مائيّ داعم
ب	الانسلاخ
ج	وجود جهاز دوري
د	وجود التجزؤ
٢٢.	أيّ مما يلي يُعد سمةً مشتركةً بين جميع الحبلية؟
أ	الحراشف
ب	الفكوك
ج	الفقرات
د	الحبل العصبي الظهرى المجوّف
٢٣.	الهيكل الداخلي لمعظم الفقاريات يتكوّن من مادة متكلّسة هي:
أ	الغضروف
ب	السيليكات
ج	الكيتين
د	العاج

## مفاتيح إجابة التدريبات

1	ج	11	ب	21	أ
2	ب	12	د	22	د
3	أ	13	د	23	أ
4	د	14	ج		
5	د	15	د		
6	ب	16	ج		
7	ج	17	ج		
8	د	18	ج		
9	ج	19	أ		
10	ج	20	ج		

## الاختبار التجريبي



According to their development, type of flower, and the number of ovaries, fruits are classified into 3 types:

1. Simple fruit, which develops from a solitary flower with a single carpel or several fused carpels.
2. Aggregate fruit, which develops from a solitary flower with more than one separate carpel, each forming a fruit.
3. Multiple fruit, which develops from an inflorescence with many dense florets, and the ovary walls are fused together into one fruit.

وفقاً لطريقة التكوين ونوع الزهرة وعدد المبايض، تصنّف الثمار إلى ثلاثة أنواع:

١. ثمرة بسيطة تتكوّن من زهرة منفردة ذات كربة واحدة أو عدة كرابل ملتحمة.
٢. ثمرة متجمّعة تتكوّن من زهرة منفردة تحتوي على أكثر من كربة منفصلة، حيث تتكوّن ثمرة من كل كربة.
٣. ثمرة مركبة (متعددة الأزهار) تتكوّن من مجموعة من الأزهار المتقاربة الكثيفة، وتلتحم جدران مبايضها لتكوّن ثمرة واحدة مشتركة.

1. If the flower shown in the diagram is fertilized, which type of fruit will be developed?  
(1: stamen, 2: carpel, 3: pistil, 4: receptacle)

إذا تمّ تلقيح الزهرة الموضحة في الشكل، فأَي نوع من الثمار سيتكوّن؟  
(١: السداة، ٢: الكربة، ٣: المبيض، ٤: قاعدة الزهرة)

A simple fruit	ثمرة بسيطة	A
An aggregate fruit	ثمرة متجمّعة	B
A multiple fruit	ثمرة مركبة (متعددة الأزهار)	C
A fruit with many seeds	ثمرة تحتوي على العديد من البذور	D

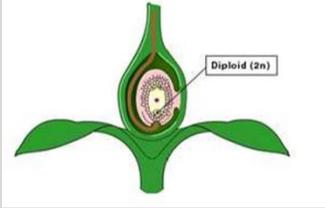
2. Identify the Corn borer stages of development below by inserting the following letters:

حدّد مراحل تطوّر سوسة الذرة الموضحة في الصور أدناه بوضع الحروف التالية:



Larva	يرقة	A
Pupa	عذراء	B
Adult female	أنثى بالغة	C
Egg	بيضة	D
Adult male	ذكر بالغ	E

3. Sexual reproduction in plants and animals involves the union of two gametes to form a single cell called a zygote. Gametes include the egg and sperm cells. The zygote is formed after the sperm fertilizes the egg, resulting in a diploid (2n) chromosome number. The zygote develops into ... (Hint: The following figure indicates a fertilized egg.)



يحدث التكاثر الجنسي في النباتات والحيوانات عندما يتحد مشيجان لتكوين خلية واحدة تُسمى اللاقحة (الزيجوت). تشمل الأمشاج الخلية البيضية والخلية المنوية. تتكوّن اللاقحة بعد أن تُخصّب البويضة بالحيوان المنوي، وينتج عنها عدد ثنائي من الكروموسومات (2n). تتطوّر اللاقحة إلى ...

(الشكل التالي يوضح بويضة مُخصّبة)

Embryo	جنين	A
Endosperm	اندوسبيرم	B
Carpel	كربلة	C
Ovule	بويضة	D

4. The various taxonomic levels (viz, genera, classes, etc.) of the hierarchical classification system differ from each other on the basis of

تختلف المستويات التصنيفية المختلفة (مثل: الأجناس، الطوائف، إلخ) في النظام التصنيفي الهرمي عن بعضها البعض على أساس:

how widely the organisms assigned to each are distributed throughout the environment.	مدى انتشار الكائنات الحية المنتمية لكل مستوى في البيئة	A
---	--	---

the body sizes of the organisms assigned to each.	B أحجام أجسام الكائنات الحية المنتمية لكل مستوى
their inclusiveness	C شموليتها (مدى اتساعها في احتواء الكائنات
the relative genome sizes of the organisms assigned to each.	D أحجام الجينومات النسبية للكائنات المنتمية لكل مستوى
5. Which two structures play direct roles in permitting bacteria to adhere to each other, or to other surfaces? 1. Capsules 2. Endospores 3. Fimbriae 4. Plasmids 5. Flagella	أيّ تركيبين يلعبان دورًا مباشرًا في تمكين البكتيريا من الالتصاق ببعضها البعض أو بالأسطح الأخرى؟ ١. الكبسولات ٢. الأبواغ الداخلية ٣. الأشعار (Fimbriae) ٤. البلازميدات ٥. الأسواط
1 and 2	A ٢ و ١
1 and 3	B ٣ و ١
2 and 3	C ٣ و ٢
3 and 4	D ٤ و ٣
6. An individual mixotroph loses its plastids, yet continues to survive. Which of the following most likely accounts for its continued survival? كائن حي مختلط التغذية فقد بلاستيدياته، ومع ذلك يستمر في البقاء. أي من الخيارات التالية يُفسّر على الأرجح استمراره في البقاء؟	
It relies on photosystems that float freely in its cytosol.	A يعتمد على أنظمة ضوئية تطفو بحرية في السيتوسول
It must have gained extra mitochondria when it lost its plastids.	B حصل على ميتوكوندريا إضافية عند فقدانه للبلاستيديات
It engulfs organic material by phagocytosis or by absorption.	C يبتلع المواد العضوية عن طريق البلعمة أو الامتصاص.
It has an endospore.	D لديه بوغ داخلي.
7. Which feature of cycads makes them similar to many angiosperms? 1. They have exposed ovules. 2. They have flagellated sperm. 3. They are pollinated by animals.	أي سمة في السيكادات تجعلها مشابهة للعديد من مغطاة البذور؟ ١. لها بويضات مكشوفة. ٢. لها حيوانات منوية سوطية. ٣. تلقح بواسطة الحيوانات.
1 only	A ١ فقط
2 only	B 2 فقط

3 only	3 فقط	C
2 and 3	٣ و ٢	D
<p>8. A biologist is trying to classify a newly discovered fungus on the basis of the following characteristics: filamentous appearance, reproduction by asexual spores, no apparent sexual phase, and parasitism of woody plants. If asked for advice, to which group would you assign this new species?</p> <p>يحاول عالم أحياء تصنيف فطر مكتشف حديثًا بناءً على الخصائص التالية: مظهر خيطي، تكاثر بواسطة أبواغ لا جنسية، عدم وجود مرحلة جنسية واضحة، وطفيلي على النباتات الخشبية. إلى أي مجموعة ستنسب هذا النوع الجديد؟</p>		
Deuteromycota	الفطريات الناقصة/غير الكاملة	A
Zygomycota	الفطريات الزيجية/الاقتنائية	B
Ascomycota	الفطريات الزقية/الأسكية	C
Basidiomycota	الفطريات الدعامية/البازيدية	D
<p>9. A student encounters an animal embryo at the eight-cell stage. The four smaller cells that comprise one hemisphere of the embryo seem to be rotated 45° and lie in the grooves between larger, underlying cells (<b>spiral cleavage</b>). This embryo may potentially develop into a(n)</p> <p>شاهد طالب جنينًا حيوانيًّا في مرحلة الثماني خلايا. بدت الخلايا الأربع الأصغر التي تكوّن نصف كرة من الجنين منعطفة بزواوية ٤٥° وتقع في الأخاديد بين خلايا أكبر أسفلها (وهو انقسام حلزوني). قد يتطوّر هذا الجنين إلى:</p>		
Turtle	سلحفاة	A
Earthworm	دودة أرضية	B
Sea star	نجم بحر	C
Fish	سمكة	D
<p>10. What distinguishes complete metamorphosis from incomplete metamorphosis in insects?</p> <p>ما الذي يميّز التحول الكامل عن التحول غير الكامل في الحشرات؟</p>		
Presence of wings in the adult, but not in earlier life stages	وجود الأجنحة في الحشرة البالغة وليس في المراحل المبكرة	A
Presence of sex organs in the adult, but not in earlier life stages	وجود الأعضاء التناسلية في الحشرة البالغة وليس في المراحل المبكرة	B

Radically different appearance between adults and earlier life stages	اختلاف جذري في الشكل بين الحشرة البالغة والمراحل المبكرة	C
Only A and B	أ و ب فقط	D

### مفاتيح إجابة الاختبار

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B		A	C	B	C	C	A	B	C
1	2	3	4	5					
D	A	B	E	C					

# الباب الثاني

## علم البيئة

## مقدمة في علم البيئة

يُعرّف علم البيئة بأنه أحد فروع العلوم الحيوية الذي يهتم بدراسة التفاعلات بين الكائنات الحية وبين الكائنات وبيئاتها الفيزيائية. ويهدف هذا العلم إلى فهم توزيع الأنواع وتواجدها، وتدفق الطاقة داخل الأنظمة البيئية، ودوران المواد الذي يدعم الحياة على كوكب الأرض. يدرس علماء البيئة كيف تسهم العوامل الحيوية—مثل التنافس والافتراس والتعايش—والعوامل غير الحيوية—مثل الحرارة والضوء والماء وتوافر المغذيات—في تشكيل بنية المجتمعات البيئية ووظائفها.

يُمزج علم البيئة الحديث بين مفاهيم الفسيولوجيا والسلوك والتطور وعلوم البيئة لفهم كيفية تكيف الكائنات مع بيئاتها واستجابتها للتغيرات الطبيعية أو الناتجة عن الأنشطة البشرية. فعلى مستوى الجماعات الحيوية، يركز علم البيئة على أنماط النمو والتكاثر والبقاء. وعلى مستوى المجتمع الحيوي، يدرس التفاعلات بين الأنواع والعمليات التي تحفظ التنوع الحيوي. أما على مستوى النظام البيئي، فإنه يفحص تدفق الطاقة، والإنتاجية الأولية، وشبكات الغذاء، ودورات العناصر البيوجيوكيميائية.

ويُعَدّ علم البيئة محورياً في مواجهة التحديات البيئية العالمية، مثل تغيّر المناخ، وتجزئة المواطن الطبيعية، والتلوث، والأنواع الغازية، وفقدان التنوع الحيوي. فمن خلال فهم المبادئ البيئية، يمكن للعلماء تطوير استراتيجيات مستدامة لإدارة الموارد الطبيعية، وتصميم برامج فعّالة للمحافظة، والتنبؤ بكيفية استجابة الأنظمة البيئية للاضطرابات البيئية.

وبشكل عام، يوفر علم البيئة إطاراً لفهم العلاقات المعقدة والديناميكية التي تربط الكائنات الحية ببعضها البعض وبالأنظمة الفيزيائية على الأرض. وتمثل رؤاه حجر الأساس للحفاظ على صحة الأنظمة البيئية، ودعم رفاه الإنسان، وضمان استدامة البيئات الطبيعية على المدى الطويل.

## الأهداف

- ✓ فهم كيفية تغيّر مناخ الأرض تبعاً لخطوط العرض والفصول ودراسة العوامل التي تسهم في التغيّر المناخي السريع في الوقت الحاضر.
- ✓ تحليل دور المناخ والاضطرابات البيئية في التحكم بتوزيع البيئات الأرضية وخصائصها البنوية والوظيفية.
- ✓ وصف تنوع البيئات المائية وبنيتها وأدوارها البيئية وتفسير سبب اعتبارها أنظمة ديناميكية تغطي معظم سطح الأرض.
- ✓ توضيح كيفية الحد من توزع الأنواع نتيجة التفاعلات بين الكائنات الحية والبيئة الفيزيائية وتأثير ذلك في تشكيل المجالات البيئية.
- ✓ دراسة التفاعل بين التغير البيئي والعمليات التطورية ودوره في تشكيل الجماعات والمجتمعات الحيوية على المدى القصير والطويل.

- ✓ ربط أنماط المناخ العالمية بأنماط التنوع الحيوي وفهم كيفية تأثير التدرجات البيئية في تكيف الأنواع وتوزيعها.
- ✓ تقييم الأهمية البيئية للاضطرابات الطبيعية والبشرية مثل الحرائق والعواصف والأنشطة الإنسانية، في تشكيل الأنظمة البيئية ووظائفها.

## الفصل الأول

### توزيع الأنواع وديناميكية الجماعات



## التفاعلات بين الكائنات الحية والبيئة

### الانتشار والتوزيع: Dispersal and Distribution

أحد العوامل التي تساهم بشكل كبير في التوزيع العالمي للكائنات الحية هو الانتشار، أو حركة الأفراد أو الأمشاج بعيدًا عن مناطقهم الأصلية أو من مراكز الكثافة السكانية العالية.

### اختيار السلوك والموطن: Behavior and Habitat Selection

- عندما يبدو أن الأفراد يتجنبون مواطن معينة، حتى عندما تكون المواطن مناسبة، فقد يكون توزيع الكائن الحي مقيدًا بسلوك اختيار الموطن.

- يمكن ليرقات حشرة حفار الذرة الأوروبي European corn borer ، على سبيل المثال ، أن تتغذى على مجموعة متنوعة من النباتات ولكنها تتواجد بشكل حصري تقريبًا على الذرة (maize) لأن الإناث اللاتي يضعن البيض تنجذب إلى الروائح التي ينتجها هذا النبات.

- من الواضح أن سلوك اختيار الموطن يقيد هذه الحشرة في المواقع الجغرافية التي توجد فيها الذرة.

### العوامل الحيوية: Biotic Factors

غالبًا ما تؤدي التفاعلات السلبية مع الحيوانات المفترسة (الكائنات الحية التي تقتل فرائسها) أو اكلات النبات (الكائنات الحية التي تأكل النباتات أو الطحالب) إلى تقييد قدرة الأنواع على البقاء والتكاثر.

### العوامل غير الحيوية: Abiotic Factors

- درجة حرارة: Temperature
- الماء والأكسجين: Water and Oxygen
- الملوحة: Salinity
- ضوء الشمس: Sunlight
- الصخور والتربة: Rocks and Soil

## تأثير العمليات البيولوجية الديناميكية على الكثافة الجماعية

### الكثافة والتوزيع : Density and Dispersion

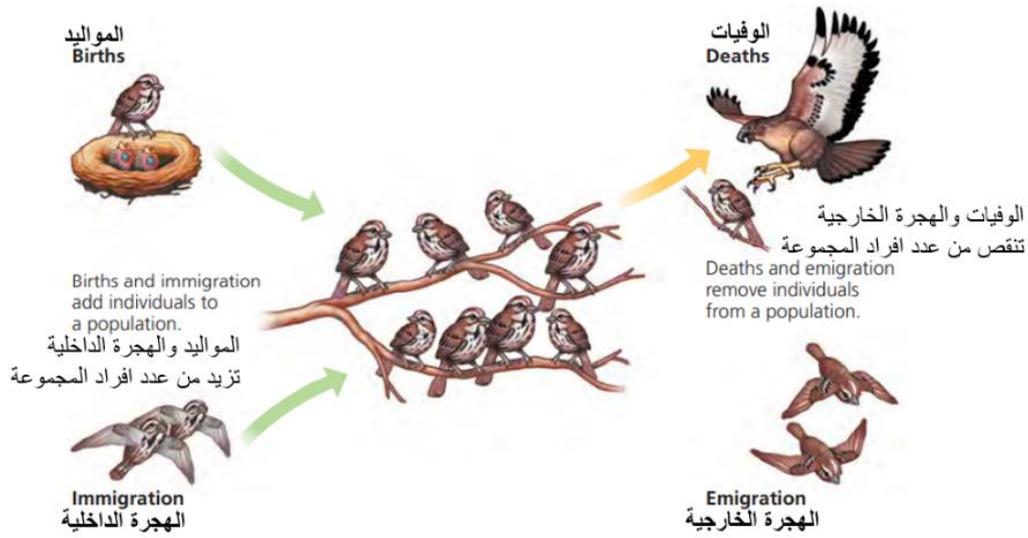
- كثافة الجماعة density of a population هي عدد الأفراد لكل وحدة مساحة أو حجم. مثال: عدد أشجار البلوط لكل كيلومتر مربع.

- التوزيع Dispersion هو نمط التباعد بين الأفراد داخل حدود الجماعة.

- الكثافة ليست خاصية ثابتة ولكنها تتغير مع إضافة الأفراد أو إزالتهم من الجماعة (انظر الشكل)

- تحدث الإضافات من خلال الولادة (جميع أشكال التكاثر) والهجرة الداخلية immigration، وتدفق أفراد جدد من مناطق أخرى.

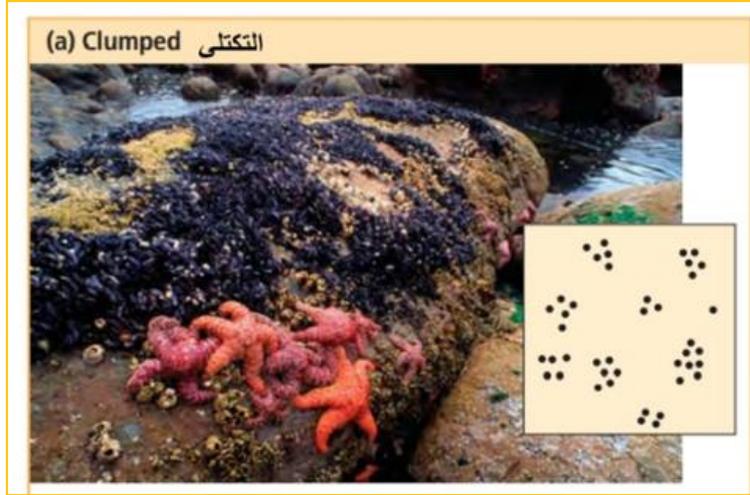
- العوامل التي تزيد الأفراد من الجماعة هي الموت (الوفيات) والهجرة الخارجية emigration، وحركة الأفراد خارج الجماعة إلى مواقع أخرى.



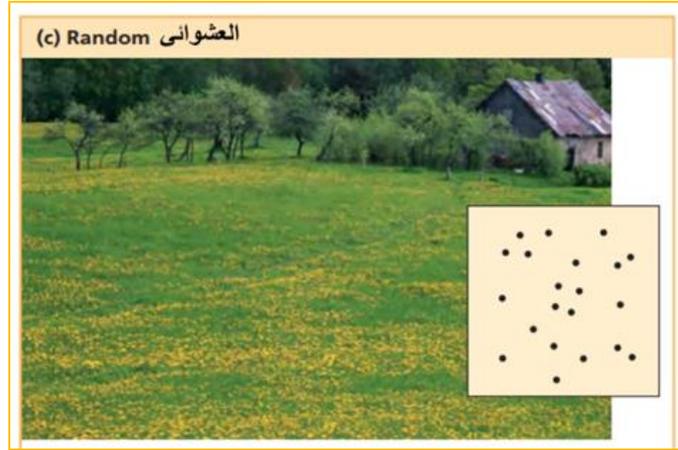
شكل ٣٤: توضح الصورة العوامل المؤثرة في حجم الجماعة الحيوية

### أنماط التوزيع: Patterns of Dispersion

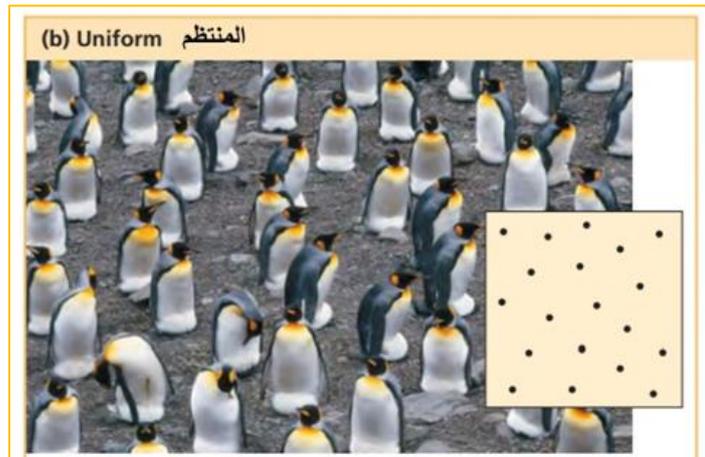
- ١- التكتلي Clumped
- ٢ المنتظم A uniform
- ٣- العشوائي Random



شكل ٣٥: التوزيع التكتلي

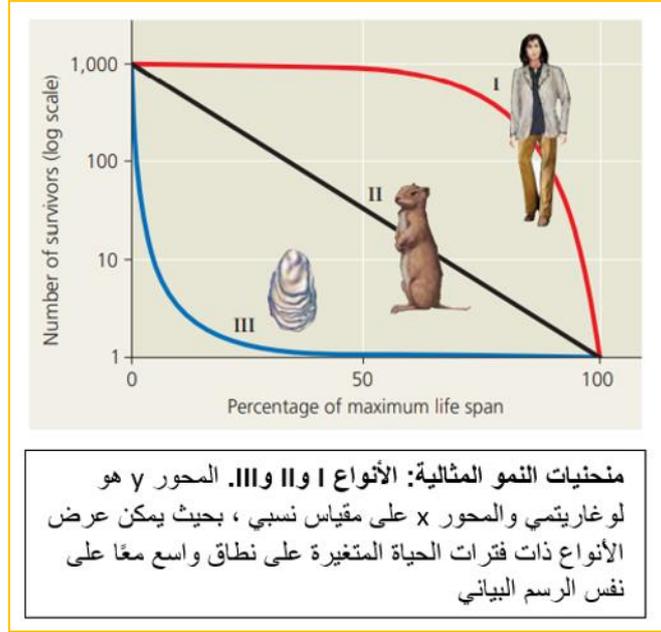


شكل ٣٦: التوزيع العشوائي



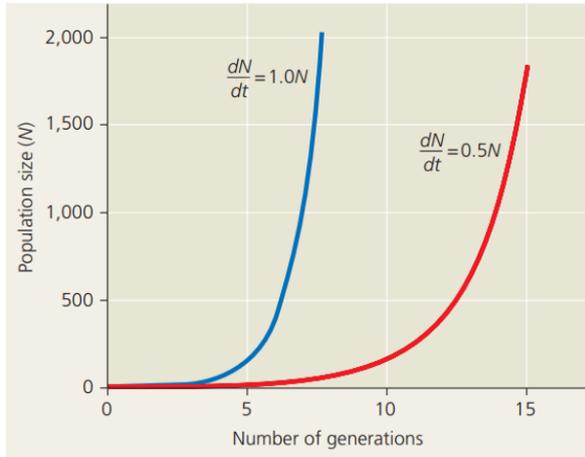
شكل ٣٧: التوزيع المنتظم

## Survivorship Curves: منحنيات البقاء على قيد الحياة



شكل ٣٨: منحنى النمو المثالي.

## النموذج الأسي



النمو السكاني المتوقع من خلال النموذج الأسي. يقارن هذا الرسم البياني النمو بين جماعتين بقيم مختلفة لـ  $r_{max}$ . تؤدي زيادة قيمة  $r_{max}$  من 0.5 إلى 1.0 إلى زيادة معدل الزيادة في حجم الجماعة بمرور الوقت، كما ينعكس في المنحدرات النسبية للمنحنيات في أي حجم جماعة محدد.

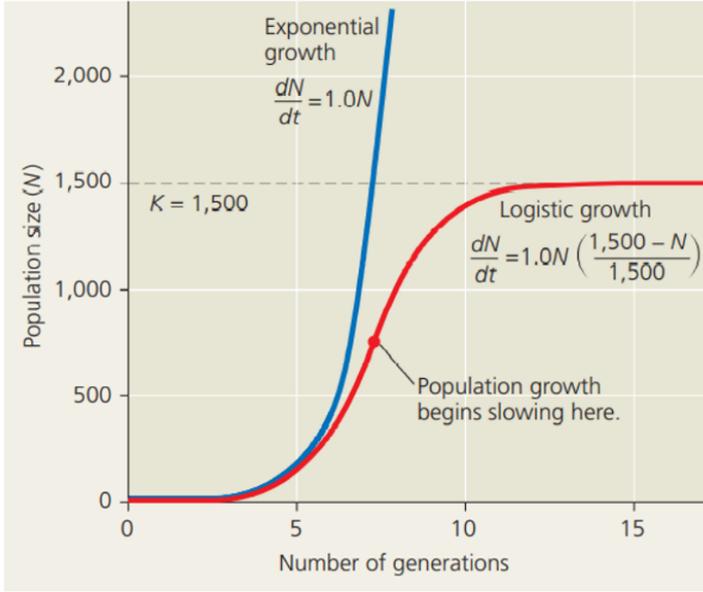
شكل ٣٩: نمو الجماعة المتوقع من خلال النموذج الأسي.

يصف النموذج الأسي نمو الجماعة في بيئة مثالية وغير محدودة

يزداد حجم الجماعة الذين ينمون أضعافاً مضاعفة بمعدل ثابت، مما يؤدي في النهاية إلى منحنى نمو على شكل J عندما يتم رسم حجم السكان بمرور الوقت (كما في الشكل التالي).

- على الرغم من أن الحد الأقصى لمعدل الزيادة ثابت، فإن عدد الجماعة يراكم عددًا أكبر من الأفراد الجدد لكل وحدة زمنية عندما يكون كبيرًا مقارنةً بكونه صغيرًا؛ وهكذا، تصبح المنحنيات في الشكل أكثر حدة بمرور الوقت.

## النموذج النسبي



نمو الجماعة المتوقع بواسطة النموذج النسبي: ينخفض معدل نمو الجماعة مع اقتراب حجم الجماعة ( $N$ ) من القدرة الاستيعابية ( $K$ ) للبيئة. يُظهر الخط الأحمر نمواً نسبياً في عدد الجماعة حيث  $r_{max} = 1.0$  و  $K=1500$ . للمقارنة، يوضح الخط الأزرق استمرار نمو عدد الجماعة أضعافاً مضاعفة باستخدام نفس  $r_{max}$

شكل ٤٠: نموذج الجماعة المتوقع بواسطة النموذج النسبي

يصف النموذج النسبي كيف تنمو الجماعة بشكل أبطأ حيث يقترب من قدرتها الاستيعابية:

يتناسب نمو مجموعات بعض الحيوانات الصغيرة التي يمكن تنميتها في المختبرات، مثل الخنافس والقشريات، وبعض الكائنات الحية الدقيقة، مثل البكتيريا والبراميسيوم والخمائر، مع منحنى على شكل حرف S جيداً إلى حد ما في ظل ظروف الموارد المحدودة (كما في الشكل)

- تنمو هذه الجماعات في بيئة ثابتة لا يوجد فيها حيوانات مفترسة ولا الأنواع المتنافسة التي قد تقلل من نمو الجماعة، ومن النادر جداً أن نجد مثل هذه الظروف في الطبيعة.

## العوامل التي تنظم نمو الجماعة

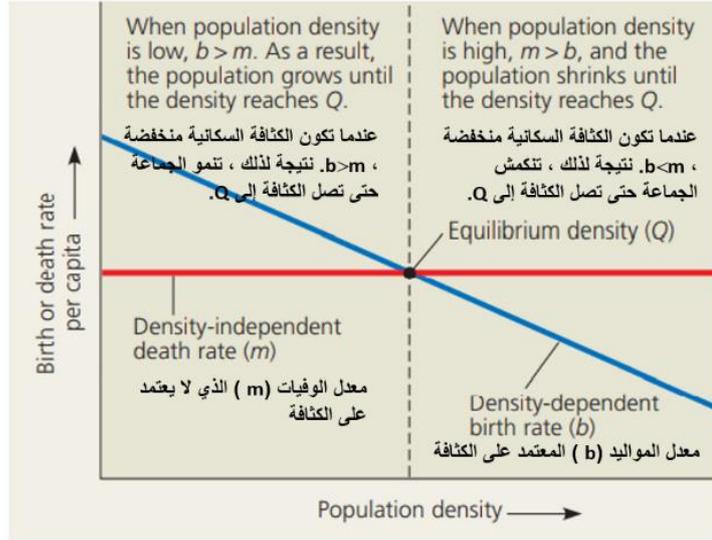
ما هي العوامل البيئية التي تمنع السكان من النمو إلى أجل غير مسمى؟ لماذا بعض المجموعات مستقرة في الحجم إلى حد ما، في حين أن البعض الآخر، ليست كذلك؟

### التغير في الجماعة والكثافة الجماعية: Population Change and Population Density

إذا كانت الهجرة الخارجية والهجرة الداخلية متساوية مع بعضهما البعض، فإن عدد الجماعة ينمو عندما يتجاوز معدل المواليد معدل الوفيات وينخفض عندما يتجاوز معدل الوفيات معدل المواليد.

- يقال إن معدل المواليد أو معدل الوفيات الذي لا يتغير مع كثافة الجماعة هو مستقل عن الكثافة density independent.

- في المقابل، يُقال إن معدل الوفيات الذي يرتفع مع ارتفاع كثافة الجماعة معتمد على الكثافة density dependent، كما هو الحال مع معدل المواليد الذي ينخفض مع زيادة الكثافة.



تحديد التوازن للكثافة السكانية. هذا النموذج البسيط يأخذ في الاعتبار معدلات المواليد والوفيات فقط. (يفترض أن تكون معدلات الهجرة والنزوح صفرًا أو متساوية). في هذا المثال ، يتغير معدل المواليد مع كثافة الجماعة ، بينما يكون معدل الوفيات ثابتًا. عند الكثافة المتوازنة (Q) ، تكون معدلات المواليد والوفيات متساوية.

شكل ٤١: تحديد التوازن للكثافة السكانية.

### آليات تنظيم الجماعات المعتمدة على الكثافة

مع زيادة الكثافة الجماعة ، تعمل العديد من العوامل المعتمدة على الكثافة على إبطاء أو إيقاف النمو الجماعة عن طريق خفض معدلات المواليد أو زيادة معدلات الوفيات:

١- التنافس على الموارد : Competition for Resources

٢- الفضلات السامة : Toxic Wastes

٣- الافتراس : Predation

٤- العوامل الجوهرية: Intrinsic Factors

٥- الإقليمية : Territoriality

٦- المرض : Disease

## الفصل الثاني بيئة المجتمعات



## علم بيئة المجتمعات : community ecology

يتم تصنيف التفاعلات بين الكائنات الحية في المجتمع حسب ما إذا كانت تساعد أو تضر أو ليس لها تأثير على الأنواع المعنية:

- العلاقات الرئيسية في حياة الكائن الحي هي تفاعلاته مع أفراد من الأنواع الأخرى في المجتمع. تشمل هذه التفاعلات بين الأنواع (المنافسة، والافتراس، والحيوانات العاشبة، والتكافل بما في ذلك التطفل، والتقايض، والتعايش.
- سنستخدم الرمزين + و- للإشارة إلى كيفية تأثير كل تفاعل بين الأنواع على بقاء وتكاثر النوعين المشاركين في التفاعل.
- على سبيل المثال ، الافتراس هو تفاعل +/- له تأثير إيجابي على بقاء وتكاثر مجموعة الحيوانات المفترسة وتأثير سلبي على أعداد الفريسة.
- التبادلية هي +/+ تفاعل لأن بقاء وتكاثر كلا النوعين يزدادان في الوجود الآخر.
- يشير إلى أن المجتمع لا يتأثر بالتفاعل بأي طريقة معروفة.
- تاريخياً، ركزت معظم الأبحاث البيئية على التفاعلات التي لها تأثير سلبي على نوع واحد على الأقل ، مثل المنافسة والافتراس. ومع ذلك، فإن التفاعلات الإيجابية منتشرة في كل مكان ، ومساهماتها في بنية المجتمع تخضع لدراسة كبيرة.

### التنافس Competition

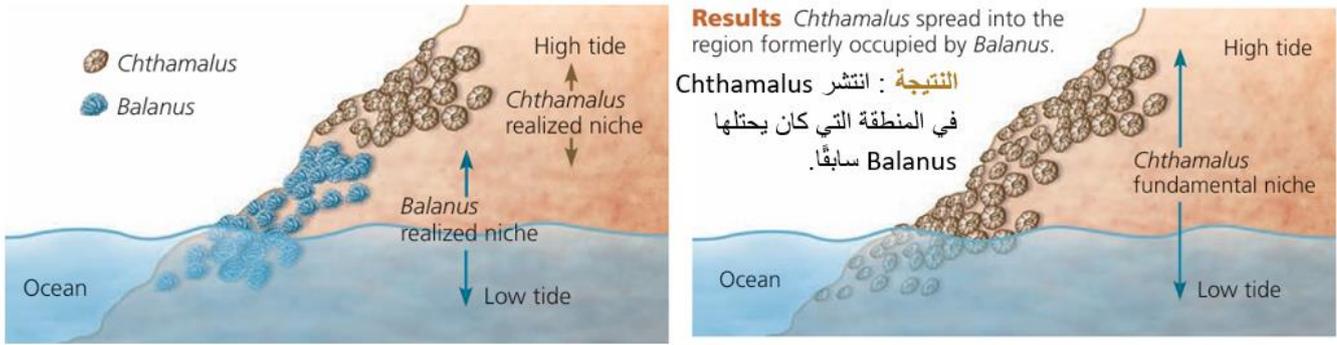
- المنافسة بين الأنواع هي - / - تفاعل يحدث عندما يتنافس أفراد من أنواع مختلفة على مورد يحد من نموهم وبقائهم. تتنافس الحشائش التي تنمو في حديقة مع نباتات الحدائق على مغذيات التربة والمياه. يتنافس الجنادب والأبقار في السهول الكبرى على العشب الذي يأكله كلاهما. يتنافس الوشق والثعالب في الغابات الشمالية لألاسكا وكندا على الفريسة مثل الأرانب.

- الاقصاء التنافسي: Competitive Exclusion
  - الإطار البيئي والانتقاء الطبيعي: Ecological Niches and Natural Selection
- نتيجة للمنافسة، غالبًا ما تختلف الأطر الأساسية Fundamental niche للأنواع، وهي المكانة التي يحتمل أن تشغلها تلك الأنواع، عن إطارها الحقيقي realized niche، وهي الجزء من إطارها الأساسي التي تحتلها بالفعل في بيئة معينة.
- إزاحة لصفات او استبدال الصفات Character Displacement
- يمتلك طائر الحسون كما في الشكل مناقير متشابهة في القياس اذا كانت تعيش في مواطن مختلفة.

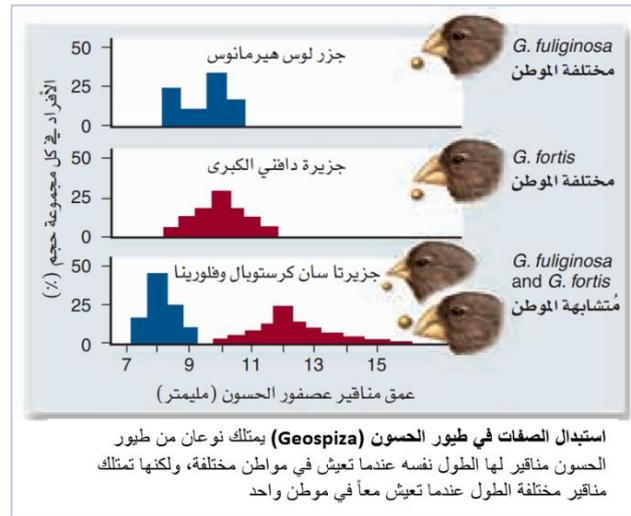
- اما على الجزر حيث تكون مواطنها واحدة (يعيشان معاً) طورت الأنواع مناقير بأحجام مختلفة ، حيث تكيف أحدهما لأكل الحبوب الكبيرة وتكيف الآخر ليأكل الحبوب الأصغر.
- إزاحة الصفة character displacement هكذا تؤدي دورا مهما في تقليل التنافس والتأقلم مع أجزاء مختلفة من البيئة.

Experiment Ecologist Joseph Connell studied two barnacle species—*Chthamalus stellatus* and *Balanus balanoides*—that have a stratified distribution on rocks along the coast of Scotland. *Chthamalus* is usually found higher on the rocks than *Balanus*. To determine whether the distribution of *Chthamalus* is the result of interspecific competition with *Balanus*, Connell removed *Balanus* from the rocks at several sites.

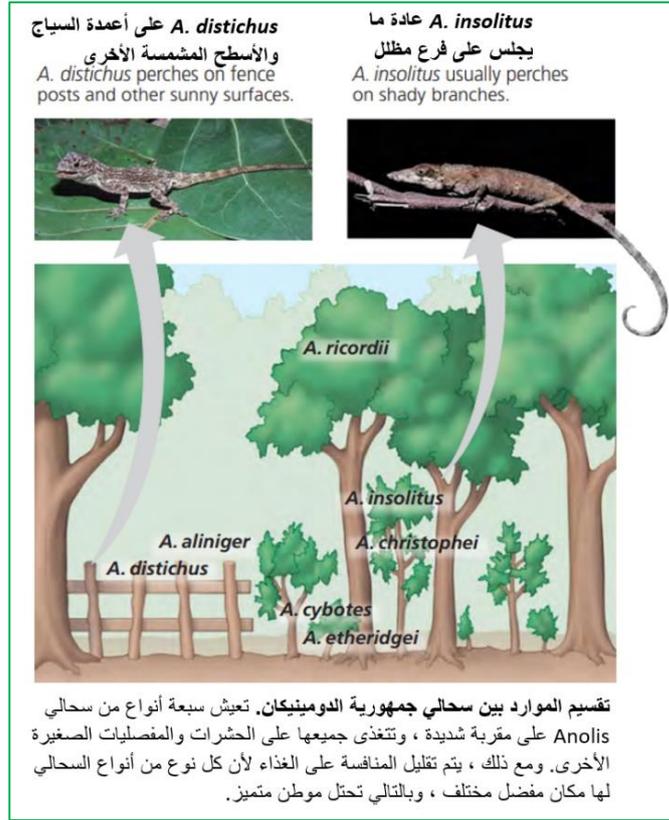
قام عالم البيئة التجريبية جوزيف كونيل بدراسة نوعين من البرنقيل - *Chthamalus stellatus* و *Balanus balanoides* - لهما توزيع طبقي على الصخور على طول ساحل اسكتلندا. عادة ما يوجد *Chthamalus* أعلى الصخور من *Balanus*. لتحديد ما إذا كان توزيع *Chthamalus* ناتجاً عن تنافس بين الأنواع مع *Balanus*، أزال كونيل *Balanus* من الصخور في عدة مواقع.



شكل ٤٢: دراسة نوعين من البرنقيل



شكل ٤٣: استبدال الصفات في طيور الحسون



شكل ٤٤: تقسيم الموارد بين سحالي جمهورية الدومينيكان

#### الافتراس: Predation

- يشير الافتراس إلى تفاعل +/- بين الأنواع حيث يقتل أحد الأنواع ، وهو المفترس ، ويأكل الآخر ، وهو الفريسة.

#### اكلات الأعشاب: Herbivory

يستخدم علماء البيئة مصطلح العواشب للإشارة إلى تفاعل +/- حيث يأكل الكائن الحي أجزاء من نبات أو طحلب.

#### التكافل: Symbiosis

- عندما يعيش أفراد من نوعين أو أكثر في اتصال مباشر مع بعضهم البعض، فإن علاقتهم تسمى التكافل symbiosis. سواء كانت ضارة أو مفيدة أو محايدة.

- التطفل Parasitism (- / +)
- التقايض Mutualism (+ / +)
- التعايش Commensalism (0 / +)
- التيسير Facilitation (+ / + أو + / 0)
- التضاد Amensalism (- / 0)

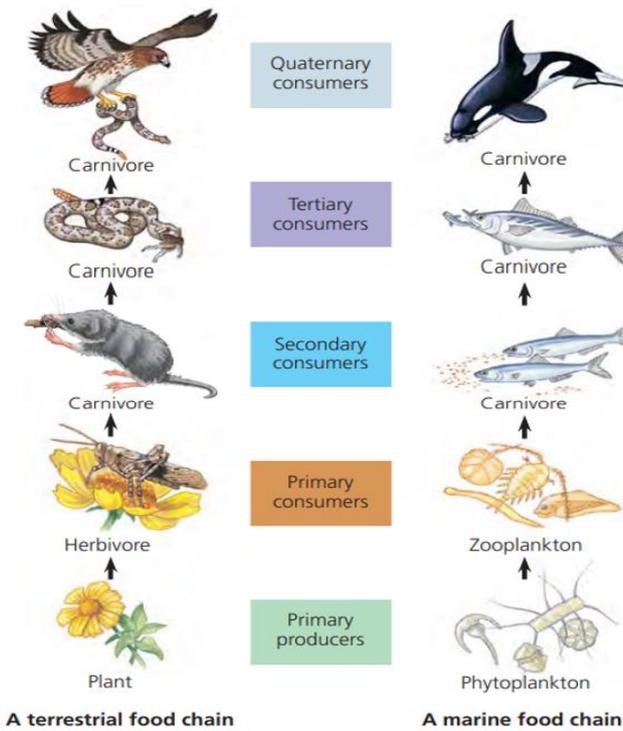
## التنوع والتركيـب الغذائـي

التنوع والتركيـب الغذائـي يميزان المجتمعات البيولوجية:  
diversity and trophic structure characterize biological communities  
-بالإضافة إلى العلاقات التي تنشأ بين الكائنات الحية فيها تتميز المجتمعات أيضا بالتنوع.

### الهيكل الغذائـي Trophic Structure :

-يعتمد تركيب وديناميكيات المجتمع أيضا على علاقات التغذية بين الكائنات الحية - الهيكل الغذائـي للمجتمع.

- ان عملية نقل الطاقة الغذائية إلى المستويات الغذائية من مصدرها في النباتات والكائنات الحية الأخرى ذاتية التغذية (المنتجون الأولون (primary producers (المستهلكون الأساسيون (primary consumers إلى آكلات اللحوم (المستهلكين الثانوي والثالث والرباعي secondary, tertiary, and quaternary consumers) وفي النهاية إلى المُحلّلات يُشار إليها باسم السلسلة الغذائية food chain.

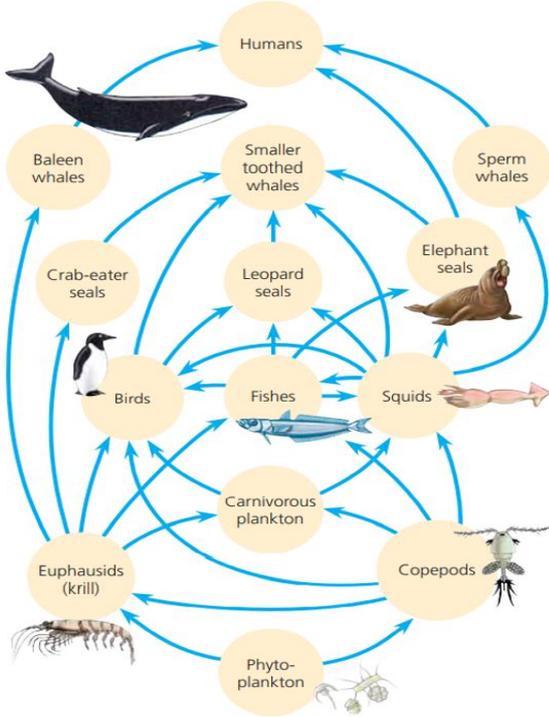


أمثلة على السلاسل الغذائية البرية والبحرية. تتعقب الأسهم الطاقة والعناصر الغذائية التي تمر عبر المستويات الغذائية للمجتمع عندما تتغذى الكائنات الحية على بعضها البعض. المُحلّلات ، التي "تتغذى" على الكائنات الحية من جميع المستويات الغذائية ، غير معروضة هنا

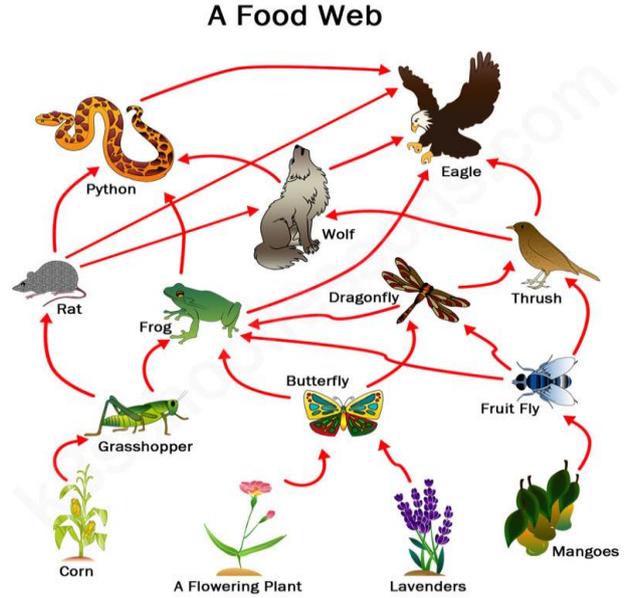
شكل ٤٥: السلاسل الغذائية

## الشبكات الغذائية: Food Webs

أدرك العلماء أن سلاسل الغذاء ليست وحدات معزولة، ولكنها مرتبطة ببعضها البعض في شبكات الغذاء food web.



شبكة الغذاء البحري في القطب الجنوبي. تتبع الأسهم عملية نقل الغذاء من المنتجين (العوالق النباتية) حتى المستويات الغذائية. من أجل التبسيط، يتجاهل هذا الرسم البياني المحللات



شكل ٤٦: شبكة غذائية

## حدود طول السلسلة الغذائية Limits on Food Chain Length

تحتوي معظم شبكات الطعام التي تمت دراستها حتى الآن على سلاسل تتكون من خمسة روابط أو أقل.

- لماذا سلاسل الغذاء قصيرة نسبياً؟

السبب في ذلك هو فرضية الطاقة energetic hypothesis، والتي تشير إلى أن طول السلسلة الغذائية محدود بسبب عدم كفاءة نقل الطاقة على طول السلسلة. يتم تحويل حوالي ١٠٪ فقط من الطاقة المخزنة في المادة العضوية لكل مستوى غذائي إلى مادة عضوية في المستوى الغذائي التالي. وبالتالي، فإن مستوى المنتج الذي يتكون من ١٠٠ كجم من المواد النباتية يمكن أن يدعم حوالي ١٠ كجم من الكتلة الحيوية لأكلات الأعشاب (الكتلة الإجمالية لجميع الأفراد في جماعة) و ١ كجم من الكتلة الحيوية أكلة اللحوم.

## الأنواع ذات التأثير الكبير Species with a Large Impact

بعض الأنواع لها تأثير كبير بشكل خاص على تركيبة المجتمعات بأكملها لأنها وفيرة للغاية أو تلعب دوراً محورياً في ديناميكيات المجتمع. ويظهر تأثير هذه الأنواع من خلال التفاعلات الغذائية وتأثيرها على البيئة المادية.

- الأنواع السائدة: Dominant Species

- الأنواع التي تمثل حجر الأساس Keystone Species
- مهندسي النظم البيئية Ecosystem Engineers

### يؤثر الاضطراب على تنوع الأنواع وتكوينها :

:Disturbance influences species diversity and composition

يمكن ان تكون الاضطرابات واسعة high intensity او منخفضة low intensity. فالاضطرابات مثل حرائق



(a) Soon after fire. The fire has left a patchy landscape. Note the unburned trees in the far distance.

بعد فترة وجيزة من الحرائق. لقد خلف الحريق منظرًا غير مكتمل. لاحظ الأشجار غير المحترقة في المسافة البعيدة.



(b) One year after fire. The community has begun to recover. A variety of herbaceous plants, different from those in the former forest, cover the ground.

عام واحد بعد الحريق. بدأ المجتمع في التعافي. تغطي الأرض مجموعة متنوعة من النباتات العشبية، تختلف عن تلك الموجودة في الغابة السابقة.

شكل ٤٧: تعافي المجتمع بعد عام من الحريق

الغابات والجفاف والفيضانات يمكن ان يكون لها تأثير واسع كم يمكن ان يكون للحيوانات اثر تخريبي كبير مثل حشرة عث العجر والقادرة على تدمير غابة كاملة أو جماعة غزلان تنمو بشكل انفجاري وتدمر الغابة عن طريق الرعي الجائر. اما الاضطرابات المنخفضة تؤثر في منطقة صغيرة مثل سقوط شجرة في غابة او قيام حيوان بحفر حفرة عند جذور النبات. تنص فرضية الاضطراب المتوسط intermediate disturbance hypothesis على أن المستويات المعتدلة من الاضطراب تعزز تنوعًا أكبر للأنواع مما تفعله المستويات المنخفضة أو العالية من الاضطراب.

### التعاقب البيئي : Ecological Succession

تظهر التغييرات في تكوين وهيكل المجتمعات الأرضية بشكل أكثر وضوحًا بعد بعض الاضطرابات الشديدة، مثل ثوران بركاني أو نهر جليدي، يزيل كل الغطاء النباتي الموجود. قد يتم استعمار المنطقة المضطربة من قبل مجموعة متنوعة من الأنواع، والتي يتم استبدالها تدريجيًا بأنواع أخرى، - وهي عملية تسمى التعاقب البيئي ecological succession.

- التعاقب الأولي primary succession : تبدأ هذه العملية في منطقة هامة فعليًا حيث لم تتشكل التربة بعد، مثل جزيرة بركانية جديدة أو على الركام الذي خلفه نهر جليدي متراجع.

- التعاقب الثانوي Secondary succession : تحدث عندما يتم تطهير مجتمع قائم من خلال بعض الاضطرابات التي تترك التربة سليمة مثل الحرائق.

## الفصل الثالث

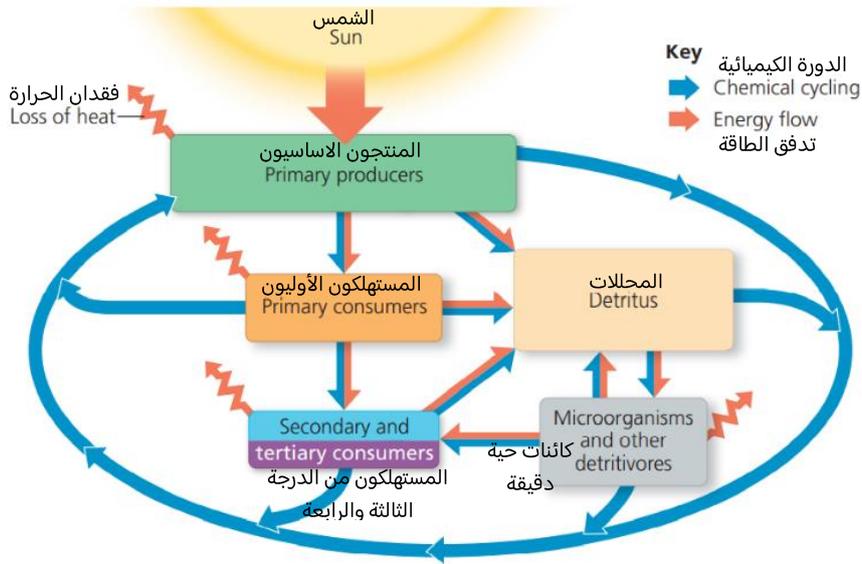
### النظم البيئية واستعادة البيئة



## النظم البيئية واستعادة البيئة

### مستويات الطاقة والكتلة والغذاء : Energy, Mass, And Trophic Levels

- يقوم علماء البيئة بتجميع الأنواع في نظام بيئي في مستويات غذائية trophic levels بناءً على علاقات التغذية.
- المستوى الغذائي الذي يدعم جميع الكائنات في النهاية يتكون من ذاتية التغذية autotrophs، وتسمى أيضاً المنتجين الأساسيين للنظام البيئي primary producers of the ecosystem.
- مثل (كائنات ذاتية التغذية ضوئية photosynthetic organisms - بدائيات النوى ذاتية التغذية الكيميائية chemosynthetic prokaryotes)
- آكلات الأعشاب Herbivores هم المستهلكين الأوليين primary consumers.
- الحيوانات آكلة اللحوم Carnivores مستهلكين ثانويين secondary consumers.
- الحيوانات آكلة اللحوم التي تأكل آكلات اللحوم الأخرى هم مستهلكين من الدرجة الثالثة tertiary consumers.
- المستهلكين الذين يحصلون على طاقتهم من الفضلات detritus هم المُحلِّلات والكانسات detritivores & decomposers



شكل ٤٨: المستويات الغذائية

### نقل الطاقة بين المستويات الغذائية

يكون نقل الطاقة بين المستويات الغذائية عادة فعالاً بنسبة ١٠٪ فقط :  
energy transfer between trophic levels is typically only 10% efficient

### كفاءة الإنتاج: Production efficiency

-سنبداً بفحص الإنتاج الثانوي في كائن حي واحد (يرقة فراشة caterpillar)  
-عندما تتغذى اليرقة على ورقة ، فإن حوالي ٣٣ جول فقط من ٢٠٠ جول ، أو سدس الطاقة الكامنة في الورقة  
يتم استخدامه ، للإنتاج الثانوي ، أو النمو (انظر الشكل).

- تقوم البرقة بتخزين بعض الطاقة المتبقية في المركبات العضوية التي سيتم استخدامها للتنفس الخلوي وتمرير الباقي في برازها.
- تظل الطاقة في البراز في النظام البيئي مؤقتا ، ولكن يُفقد معظمها كحرارة heat بعد أن تستهلك الحيوانات الكانسة detritivores البراز.
- الطاقة المستخدمة لتنفس البرقة تضيع أيضا في النهاية من النظام البيئي كحرارة.
- تتوفر فقط الطاقة الكيميائية التي تخزنها الحيوانات اكلات الاعشاب ككتلة حيوية ، من خلال النمو أو إنتاج النسل ، كغذاء للمستهلكين الثانويين secondary consumers.
- يمكننا قياس كفاءة الحيوانات كمحولات للطاقة باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{Production efficiency} = \frac{\text{Net secondary production} * 100\%}{\text{Assimilation of primary production}}$$

- صافي الإنتاج الثانوي Net secondary production هو الطاقة المخزنة في الكتلة الحيوية التي يمثلها النمو growth والتكاثر reproduction.
- الاستيعاب Assimilation يتكون من إجمالي كمية الطاقة التي استهلكها الكائن الحي واستخدمها للنمو والتكاثر والتنفس growth, reproduction, and respiration.
- وبالتالي ، فإن كفاءة الإنتاج Production efficiency هي النسبة المئوية للطاقة المخزنة في الطعام المهضوم والمستخدم للنمو والتكاثر وليس التنفس.
- بالنسبة إلى البرقة في الشكل السابق تبلغ كفاءة الإنتاج 33% ؛ يتم استخدام 67 من 100 من الطاقة المستوعبة للتنفس. (100 جول من الطاقة المفقودة كمواد غير مهضومة في البراز لا تُحتسب ضمن الاستيعاب)

$$\text{Production efficiency كفاءة الإنتاج} = \frac{33 * 100\%}{100}$$

- عادة تكون كفاءة الإنتاج في الحيوانات ثابتة درجة الحرارة منخفضة لأنها تستهلك الكثير من الطاقة في الحفاظ على درجة حرارة اجسامها في حدود 1-3%
- الحشرات والكائنات الحية الدقيقة أكثر كفاءة ، حيث يبلغ متوسط كفاءات الإنتاج 40% أو أكثر.

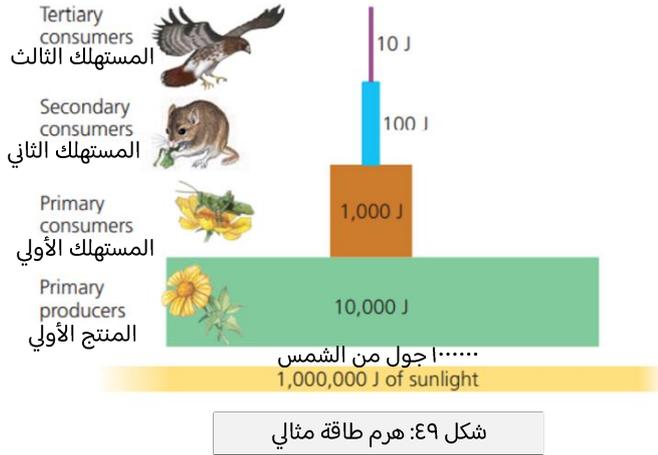
### الكفاءة الغذائية والهرم البيئي:

- تتراوح الكفاءات الغذائية من حوالي 5% إلى 20% في أنظمة بيئية مختلفة ، ولكنها في المتوسط حوالي 10% فقط.
- بعبارة أخرى ، لا يتم نقل 90% من الطاقة المتاحة على مستوى غذائي واحد إلى المستوى التالي. تتضاعف هذه الخسارة على طول السلسلة الغذائية food chain.

-إذا تم نقل 10% من الطاقة المتاحة من المنتجين الأساسيين إلى المستهلكين الأوليين ، مثل اليرقات ، وتم نقل 10% من هذه الطاقة إلى مستهلكين ثانويين (آكلات اللحوم) ، فإن 1% فقط من صافي الإنتاج الأولي متاح

هرم طاقة مثالي. يفترض هذا المثال كفاءة تغذوية بنسبة 10% لكل رابط في السلسلة الغذائية. لاحظ أن المنتجين الأساسيين يحولون حوالي 1% فقط من الطاقة المتاحة لهم إلى صافي الإنتاج الأولي.

An idealized pyramid of energy. This example assumes a trophic efficiency of 10% for each link in the food chain. Notice that primary producers convert only about 1% of the energy available to them to net primary production



للمستهلكين الثانويين.(10% of 10%)  
-الفقد التدريجي للطاقة على طول السلسلة الغذائية يحد من وفرة آكلات اللحوم carnivores في المستويات الأعلى التي يمكن أن يدعمها النظام البيئي.  
-لا يصل الا حوالي 0.1% فقط من الطاقة الكيميائية المثبتة عن طريق التمثيل الضوئي على طول الطريق عبر شبكة الغذاء إلى المستهلك الثالث tertiary, مثل الثعبان أو سمك القرش.  
- وهذا يفسر سبب احتواء معظم الشبكات الغذائية على أربعة أو خمسة مستويات غذائية فقط.

## العمليات البيولوجية والجيوكيميائية

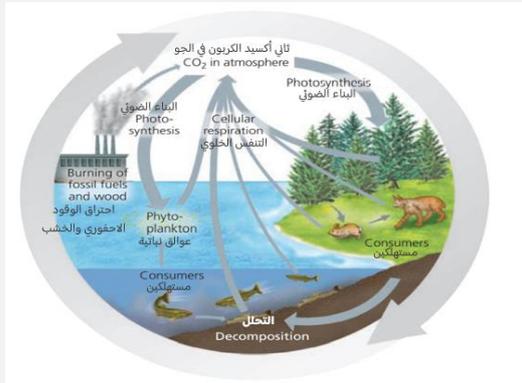
العمليات البيولوجية والجيوكيميائية تعمل على تدوير المغذيات والمياه في النظم البيئية :

Biological and geochemical processes cycle nutrients and water in ecosystems.

### الدورات البيوجيوكيميائية : Biogeochemical Cycles

نظرًا لأن دورات المغذيات nutrient cycles تشتمل على مكونات حيوية وغير حيوية ، فإنها تسمى الدورات البيوجيوكيميائية biogeochemical.

### دورة الكربون



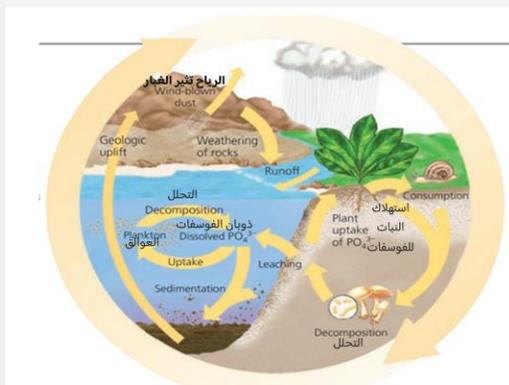
يزيل التمثيل الضوئي بواسطة النباتات والعوالق النباتية كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي كل عام هذه الكمية تعادل تقريباً ثاني أكسيد الكربون المضاف الى الغلاف الجوي من خلال التنفس الخلوي من قبل المنتجين والمستهلكين . يضيف حرق

### دورة الماء



العمليات الرئيسية التي تقود دورة المياه هي تبخر الماء السائل عن طريق الطاقة الشمسية وتكثيف بخار الماء في السحب ، والامطار، كما ينقل الثلج بواسطة النباتات كميات كبيرة من الماء الى الغلاف الجوي

### دورة الفوسفور



تجوية الصخور تضيف تدريجياً الفوسفات الى التربة، تتسرب بعض المياه الجوفية والمياه السطحية وقد تصل في النهاية الى البحر. من يأكل المستهلكون الفوسفات الذي يتم امتصاصه بواسطة المنتجين ودمجه في الجزيئات البيولوجية. يتم ارجاع الفوسفات

### دورة النيتروجين



المسار الرئيسي لدخول النيتروجين الى النظام البيئي هو تثبيته، وتحويل  $N_2$  الى اشكال يمكن استخدامها لتكوين مركبات عضوية. تعمل البكتيريا بالإضافة الى البرق والنشاط البركاني على تثبيت النيتروجين. تقوم بكتيريا أخرى بتحويل النيتروجين الى اشكال مختلفة

## علماء الترميم البيئي يعيدون النظم البيئية المتدهورة إلى حالة طبيعية أكثر:

restoration ecologists return degraded ecosystems to a more natural state:

غالبًا ما يستخدم العلماء في جميع أنحاء العالم استراتيجيتين رئيسيتين: المعالجة الحيوية

biological augmentation والزيادة الحيوية bioremediation

### **المعالجة الحيوية: Bioremediation**

استخدام الكائنات الحية "عادة بدائيات النوى أو الفطريات أو النباتات" لإزالة السموم من النظم البيئية الملوثة يُعرف بالمعالجة الحيوية bioremediation وهي استراتيجية لإزالة المواد الضارة من نظام بيئي.

### **الزيادة الحيوية: Biological augmentation**

تستخدم الزيادة البيولوجية biological augmentation الكائنات الحية لإضافة المواد الأساسية إلى النظام البيئي المتدهور degraded ecosystem. مثل إضافة الفطريات الجذرية إلى التربة يعزز من نمو العديد من النباتات في البيئة.

## الفصل الرابع

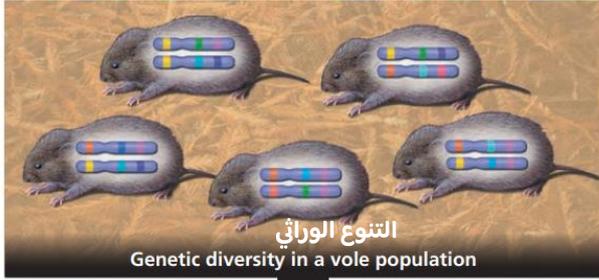
# التنوع الحيوي والمحافظة عليه



## الأنشطة البشرية تهدد التنوع الحيوي للأرض:

- الانقراض Extinction ظاهرة طبيعية تحدث منذ أن تطورت الحياة و ارتفاع معدل الانقراض هو المسؤول عن أزمة التنوع الحيوي biodiversity اليوم.  
هناك ثلاثة مستويات من التنوع الحيوي three Levels of Biodiversity :

### التنوع الوراثي Genetic Diversity :



-لا يشمل التنوع الوراثي الاختلاف الجيني الفردي داخل جماعة فحسب ، بل يشمل أيضا الاختلاف الوراثي بين الجماعات الذي يرتبط غالبًا بالتكيف مع الظروف المحلية.

-إذا انقرضت جماعة ما ، فربما تكون الأنواع قد فقدت بعض التنوع الوراثي الذي يجعل التطور الجزئي microevolution ممكنا.

-هذا التآكل او التناقص في التنوع الوراثي يقلل بدوره من القدرة التكيفية للأنواع.

### تنوع الأنواع Species Diversity :



-يتركز انتباه العامة بأزمة التنوع الحيوي على تنوع الأنواع "species diversity عدد الأنواع في نظام بيئي".  
-الانقراض العالمي Global extinction لأحد الأنواع يعني فقدانه من جميع النظم البيئية التي عاش فيها.

### تنوع الانظمة البيئية Ecosystem Diversity :



-تنوع النظم البيئية على الأرض هو المستوى الثالث للتنوع الحيوي.

-بسبب التفاعلات interactions العديدة بين الأنواع المختلفة في النظام البيئي ، يمكن أن يكون لانقراض مجموعات من نوع واحد تأثير سلبي على الأنواع الأخرى في النظام البيئي.

### أخطار تهدد التنوع البيولوجي: threats to Biodiversity

- فقدان الموطن habitat loss
- الأنواع الدخيلة: Introduced Species
- الاستغلال المفرط: Overharvesting
- التغير العالمي: global change

شكل ٥٠: مستويات التنوع الحيوي

## الفصل الخامس سلوك الحيوان



## سلوك الحيوان

سلوك الحيوان - كيف ولماذا يحدث النشاط في الحيوانات :

:Animal Behavior-the how and why of animal activity

-يعتمد سلوك الحيوان ، سواء كان فردياً أو جماعياً ، ثابتاً أو متغيراً ، على النظم والعمليات الفسيولوجية.  
-السلوك الفردي An individual behavior هو إجراء تقوم به العضلات الخاضعة لسيطرة الجهاز العصبي استجابةً لمنبهه.

-تشمل الأمثلة حيوانات تصدر اصوات ، أو تطلق روائح لتمييز منطقتها ، أو التلويح بمخالبها.  
- يعتبر السلوك جزءاً أساسياً من اكتساب العناصر الغذائية وإيجاد شريك للتكاثر الجنسي. يساهم السلوك أيضاً في التوازن ، باختصار ، تساهم جميع فسيولوجيا الحيوان في السلوك ، ويؤثر سلوك الحيوان على جميع وظائف الأعضاء.

### تعمل المدخلات الحسية المميزة على تحفيز السلوكيات البسيطة والمعقدة:

Discrete sensory inputs can stimulate both simple and complex behaviors.

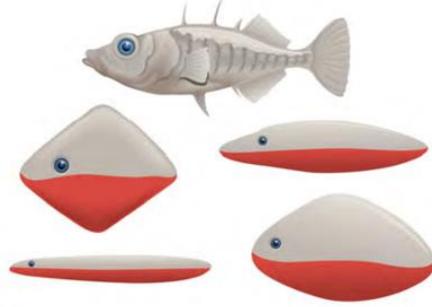
-ما هو النهج الذي استخدمه علماء الأحياء لتحديد كيفية ظهور السلوكيات والوظائف التي تخدمها؟  
-اقترح العالم الهولندي Niko Tinbergen ، الرائد في دراسة سلوك الحيوان ، أن فهم أي سلوك يتطلب الإجابة على أربعة أسئلة ، والتي يمكن تلخيصها على النحو التالي:  
١. ما الحافز الذي يثير السلوك ، وما هي الآليات الفسيولوجية التي تتوسط الاستجابة؟  
٢. كيف تؤثر تجربة الحيوان أثناء النمو والتطور على الاستجابة؟  
٣. كيف يساعد السلوك على البقاء والتكاثر؟  
٤. ما هو التاريخ التطوري للسلوك؟

-كيفية السلوك- هو السؤال عن المسبب القريب proximate causation لتحليل السبب القريب للسلوك ، ربما نقيس مستوى الهرمونات او نسجل نشاط السيال العصبي مثال: قد يغرد ذكر العصفور خلال موسم التكاثر بسبب ارتفاع مستوى هرمون الجنس الذكري التستوستيرون الذي يرتبط بمستقبلات في الدماغ محفزاً سلوك التغريد هذا التفسير يصف السبب القريب لتغريد الطائر الذكر.  
- لماذا نشأ السلوك- هو سؤال يهتم بالمسبب النهائي ultimate causation ولدراسة السبب النهائي للسلوك نحاول تحديد كيف أثر السلوك في بقاء الحيوان او نجاحه التكاثري . يغرد ذكر العصفور لصد الذكور الأخرى عن منطقتهم ولجذب أنثى ليتكاثر معها ، وهذا هو التفسير النهائي لتغريد الذكر.

### نمط الأداء الثابت: Fixed Action Patterns

-اجرى العالم Tinbergen تجربة حيث قام بالاحتفاظ بأحواض أسماك تحتوي على ثلاث سمكات شوكية (Gasterosteus aculeatus) تهاجم ذكور أبو شوكة ذات البطون الحمراء الذكور الأخرى التي تغزو مناطقها.

لاحظ Tinbergen أن ذكور السمك أبو شوكة تصرفوا أيضا بشكل عدواني عندما وضع مجسم احمر أمام حوضهم. لاحظ العالم أن اللون الأحمر للجانب السفلي لأي كائن متسلل هو ما يثير سلوك الهجوم. وبالتالي لن يهاجم ذكر أبو شوكة السمكة التي تفتقر إلى اللون الأحمر (لاحظ أن إناث أبو شوكة ليس لها بطون حمراء أبدًا) ، ولكنها ستهاجم حتى النماذج غير الحقيقية إذا كانت تحتوي على مناطق ذات لون أحمر (انظر الشكل).



(b) The realistic model at the top, without a red underside, produces no aggressive response in a male three-spined stickleback. The other models, with red undersides, produce strong responses.

(b) النموذج الواقعي في الأعلى ، بدون جانب سفلي أحمر ، لا ينتج عنه استجابة عدوانية في ذكر سمكة شوكة الظهر. النماذج الأخرى ، ذات الجوانب السفلية الحمراء ، تنتج استجابات قوية.

(a) يهاجم ذكر سمكة الشوكة الذكور من نفس النوع التي تغزو منطقة تعشيشها. يعمل البطن الأحمر للذكر الدخيل (على اليسار) كمحفز للإشارة يطلق السلوك العدواني.



(a) A male stickleback fish attacks other male sticklebacks that invade its nesting territory. The red belly of the intruding male (left) acts as the sign stimulus that releases the aggressive behavior.

شكل ٥١: ذكور سمكة الشوكة تهاجم بعضها

## الهجرة: Migration

يمر العديد من الحيوانات المهاجرة عبر بيئات لم يسبق لهم الذهاب إليها. كيف ، إذن ، يجدون طريقهم في هذه الأماكن الجديدة؟  
- ماهي الطرق التي اقترحها العلماء والتي تكتشف بها الحيوانات المجال المغناطيسي للأرض؟



شكل ٥٢: هجرة الحيوانات

## إشارات الحيوانات والتواصل: Animal signaling and communication

يطلق على التحفيز الذي ينتقل من كائن حي إلى آخر إشارة signal. يشكل إرسال واستقبال الإشارات بين الحيوانات اتصالا communication ، والذي غالبًا ما يكون له دور في التسبب المباشر في السلوك الأنماط الأربعة الشائعة للتواصل عند الحيوانات:  
• البصري .

- الكيميائي.
- اللمسي .
- السمع.

معظم الثدييات الأرضية ليلية nocturnal ، مما يجعل العروض المرئية غير فعالة نسبيًا. بدلا من ذلك ، تستخدم هذه الأنواع الإشارات السمعية والشمية ، والتي تعمل أيضا في الظلام كما في الضوء. على النقيض من ذلك ، فإن معظم الطيور نهائية diurnal (نشطة بشكل رئيسي في النهار active mainly in daytime) وتتواصل بشكل أساسي عن طريق الإشارات المرئية والسمعية.

### الفيرومونات : Pheromones

الحيوانات التي تتواصل من خلال الروائح أو الأذواق تنبعث منها مواد كيميائية تسمى الفيرومونات pheromones.

- تشيع الفيرومونات بشكل خاص بين الثدييات والحشرات وغالبًا ما تتعلق بالسلوك الإنجابي.

### التعلم learning ( السلوك المكتسب)



شكل ٥٣: سلوك الانطباع

في بعض الأنواع ، تعد قدرة النسل على التعرف على أحد الوالدين والاعتراف به أمرًا ضروريًا للبقاء على قيد الحياة.

- في الشباب ، غالبًا ما يتخذ هذا التعلم شكل انطباع imprinting ، وإنشاء استجابة سلوكية طويلة الأمد لفرد أو كائن معين.

- يمكن إجراء عملية الانطباع فقط خلال فترة زمنية محددة قيد التطوير ، تسمى الفترة الحساسة sensitive period.

### التعلم الارتباطي Associative Learning

- تتضمن هذه الدراسات عادة إما تعلم ارتباطي كلاسيكي classical conditioning أو تعلم ارتباطي فعال operant conditioning

- في التعلم الارتباطي الكلاسيكي ، يصبح المنبه العشوائي مرتبطًا بنتيجة معينة. أجرى عالم الفسيولوجيا الروسي إيفان بافلوف تجارب مبكرة على التكييف الكلاسيكي ، موضحًا أنه إذا قرع الجرس دائمًا قبل إطعام كلب ، فإن الكلب سيسيل لعابه في النهاية عندما يدق الجرس ، متوقعًا الطعام.

- في التعلم الارتباطي الفعال operant conditioning ، المعروف أيضًا باسم التعلم بالتجربة والخطأ ، يتعلم الحيوان أو لا يربط أحد سلوكياته بمكافأة أو عقوبة ثم يميل إلى تكرار هذا السلوك أو تجنبه

### الإدراك وحل المشكلات : Cognition and Problem Solving

- تتضمن أكثر أشكال التعلم تعقيدًا الإدراك - عملية الإدراك cognition التي تتضمن الوعي والتفكير والتذكر والحكم.

- على الرغم من أنه قيل ذات مرة أن الرئيسيات وبعض الثدييات البحرية فقط لديها عمليات تفكير عالية المستوى ، ولكن يبدو أن العديد من المجموعات الأخرى من الحيوانات ، بما في ذلك الحشرات ، أظهرت الإدراك في الدراسات المختبرية.



شكل ٥٤: سلوك التعلم الاجتماعي

#### التعلم الاجتماعي: Social Learning

تعلم العديد من الحيوانات حل المشكلات من خلال مراقبة سلوك الأفراد الآخرين. هذا النوع من التعلم من خلال مراقبة الآخرين يسمى التعلم الاجتماعي.

#### سلوكيات التزاوج واختيار الشريك: Mating behaviors and mate choice

- مثلما يعتبر البحث عن الطعام أمرًا ضروريًا للبقاء الفردي ، يلعب سلوك التزاوج واختيار الشريك دورًا رئيسيًا في تحديد النجاح الإنجابي reproductive success. تتضمن هذه السلوكيات البحث عن رفقاء أو جذبهم ، والاختيار من بين رفقاء محتملين ، والتنافس على رفقاء ، ورعاية الأبناء.

#### الانتقاء الجنسي واختيار الشريك: Sexual Selection and mate Choice

تنتج ازدواجية الشكل الجنسي Sexual dimorphism عن الانتقاء الجنسي ، وهو شكل من أشكال الانتقاء الطبيعي تكون فيه الاختلافات في النجاح الإنجابي بين الأفراد نتيجة للاختلافات في نجاح التزاوج .

#### الإيثار: altruism

مثال آخر على سلوك الإيثار يحدث في مجتمعات نحل العسل ، حيث يكون العمال عقيمين. العمال أنفسهم لا يتكاثرون أبدًا ، لكنهم يعملون لأجل ملكة واحدة خصبة. علاوة على ذلك ، يقوم العمال بلسع الدخلاء ، وهو سلوك يساعد في الدفاع عن الخلية، ولكنه يؤدي إلى وفاة هؤلاء العمال.

#### الإيثار المتبادل: Reciprocal Altruism

تتصرف بعض الحيوانات أحيانًا بإيثار تجاه الآخرين من غير الأقارب. قد يساعد البابون رفيقًا غير مرتبط به في قتال ، أو قد يقدم الذئب الطعام لذئب آخر على الرغم من عدم وجود قرابة بينهما. يمكن أن يكون هذا السلوك تكيفيًا إذا أعاد الفرد المساعد لصاحبه في المستقبل .

-الإيثار المتبادل reciprocal altruism نادر في الحيوانات الأخرى ؛ يقتصر إلى حد كبير على الأنواع (مثل الشمبانزي) مع المجموعات الاجتماعية مستقرة بدرجة كافية بحيث يكون للأفراد العديد من الفرص لتبادل المساعدات

- يُعتقد عمومًا أنه يحدث عندما يحتمل أن يجتمع الأفراد مرة أخرى وعندما تكون هناك عواقب سلبية إذا لم يتم إعادة الخدمات للأفراد الذين قدموا المساعدة في الماضي ، وهو نمط من السلوك يشير إليه العلماء باسم "الغش". cheating

- بما أن الغش قد يفيد الغشاش بشكل كبير ، فكيف يمكن أن يتطور الإيثار المتبادل؟

-توفر نظرية الألعاب إجابة محتملة في شكل استراتيجية سلوكية تسمى tit for tat واحده بواحد.

- في استراتيجية المعاملة بالمثل ، يعامل الفرد شخصًا آخر بنفس الطريقة التي عومل بها في آخر مرة التقيا فيها.

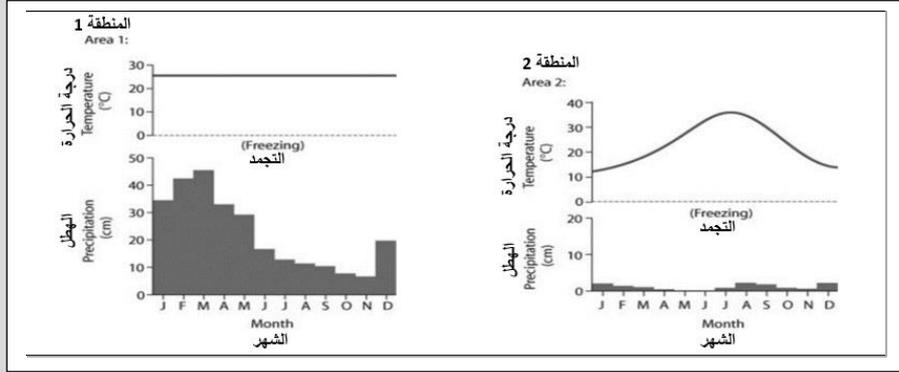
-الأفراد الذين يتبنون هذا السلوك هم دائمًا إيثاريون ، أو متعاونون ، في أول لقاء مع فرد آخر وسيظلون طالما أن إيثارهم متبادل.

- عندما لا يتم تبادل تعاونهم، فإن الأفراد الذين يستخدمون مبدأ واحدًا بالواحد سوف ينتقمون على الفور ولكنهم سيعودون إلى السلوك التعاوني بمجرد أن يصبح الفرد الآخر متعاونًا.

تدريبات

1

بناءً على البيانات الواردة في الأشكال ، أي العبارات التالية صحيحة؟

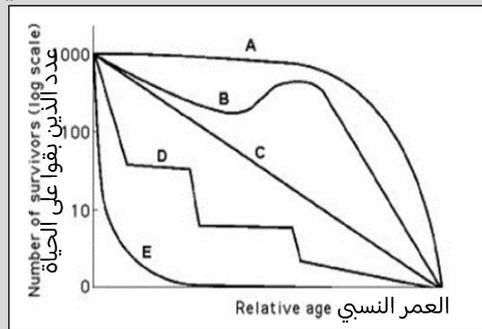


- I تعتبر المنطقة 1 صحراوية لارتفاع متوسط درجة حرارتها.  
II المنطقة 1 بها متوسط هطول الأمطار أكثر من المنطقة 2  
III تعتبر المنطقة 2 صحراوية بسبب انخفاض معدل هطول الأمطار فيها  
IV المنطقة 2 بها تباين سنوي أكبر في درجات الحرارة.

A	B	C	D
only I and III	only II and IV	only I, II, and IV	only II, III, and IV

2

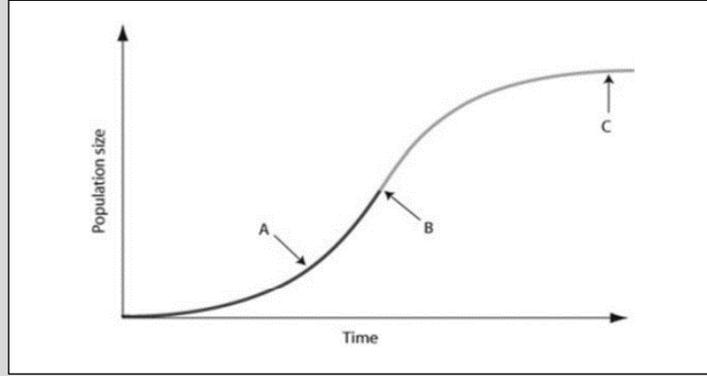
ما هو أفضل منحنى يصف منحنى النمو في الأفيال؟



A	B	C	D
A	B	C	E

3

في الشكل، أي من الأسهم يمثل القدرة الاستيعابية؟



A

B

C

D

A

B

C

غير موجود على الرسم

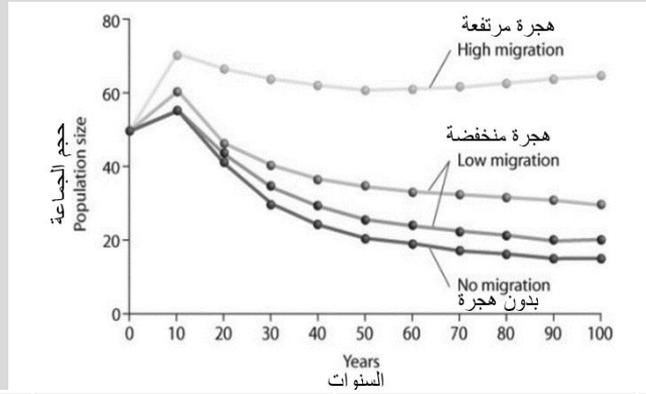
4

بالنظر إلى الشكل ، ما العامل الذي يساهم بشكل كبير في استقرار حجم السكان بمرور الوقت؟

(I) بدون الهجرة

(II) هجرة منخفضة

(III) هجرة مرتفعة



A

B

C

D

only I

only II

only III

only II & III

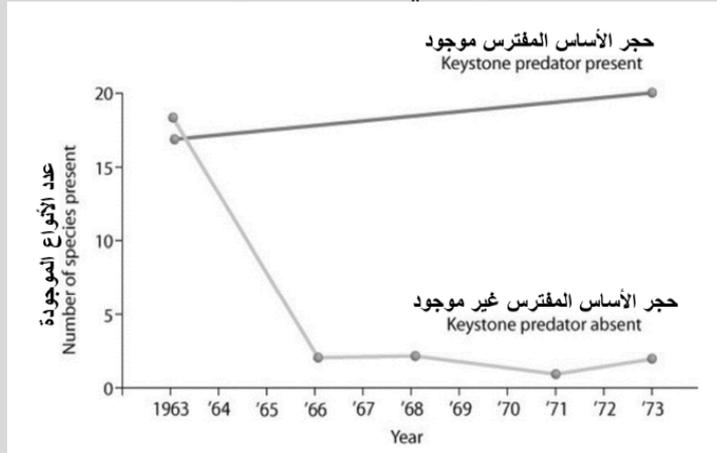
5

أثناء دراستك لنوعين من الحشرات المفترسة المرتبطتين ارتباطًا وثيقًا ، وهما ذات النقطتين وخنافس ذات النقاط الثلاثة ، ستلاحظ أن كل نوع يبحث عن فريسة عند الفجر في مناطق لا توجد بها الأنواع الأخرى. ومع ذلك ، حيث تتداخل نطاقاتها ، تصطاد الخنفساء ذات النقطتين في الليل وتطارد النقاط الثلاثة في الصباح. عندما تحضرهم إلى المختبر وتعزل النوعين المختلفين ، تكتشف أن نسل كلا النوعين موجود ليلى. لقد اكتشفت نموذجًا من \_\_\_\_\_

A	B	C	D
التقايض	استبدال الصفات	التقليد والمحاكاة	تقسيم الموارد

6

ماذا يخبرك الرسم البياني عن تأثير الأنواع بحجر الأساس؟



A	حجر الأساس لها تفاعل ضئيل مع الأنواع الأخرى في البيئة.
B	إزالة حجر الأساس من المجتمع يقلل بشكل كبير من ثراء الأنواع.
C	ستؤدي إضافة أنواع حجر الأساس إلى المجتمع إلى جعله أكثر تنوعًا.
D	إزالة أنواع حجر الأساس من المجتمع سيسمح في النهاية بغزو نوع جديد.

7

الهدال القزم هو نباتات مزهرة تنمو على بعض أشجار الغابات. يحصلون على العناصر الغذائية والمياه من الأنسجة الوعائية للأشجار. لا تستمد الأشجار أي فوائد معروفة من الهدال القزم ، كما أنها لا تتأثر سلباً بهذا التفاعل. أي مما يلي يصف بشكل أفضل التفاعلات بين الهدال القزم والأشجار؟

A	B	C	D
التقايض	التعايش	التنافس	التيشير

8

إذا كان هناك نوعان من المنافسين القريبين ، وتمت إزالة نوع واحد تجريبياً من المجتمع ، فمن المتوقع أن الأنواع المتبقية \_\_\_\_.

A	تغير موطنها الأساسي
B	تتوسع في موطنها
C	تصبح هدف للطفيليات المتخصصة
D	تصبح هدف للطفيليات المتخصصة

9

تستخدم الرموز + و - و 0 لإظهار نتائج التفاعلات بين الأفراد ومجموعات الأفراد. يشير الرمز + إلى تفاعل إيجابي ، ويشير إلى تفاعل سلبي ، ويشير 0 إلى التفاعلات التي لا يتأثر فيها الأفراد. يشير الرمز الأول إلى الكائن الأول المذكور. ما التفاعلات الموجودة بين الأسد والكلاب البرية الأفريقية ، إذا وجد أن الكلاب تتجنب عادة المناطق التي بها أسود؟

A	B	C	D
+/+	+/-	0/0	-/-

10

سوف تهاجم سمكة أبو شوكة نموذج سمكة طالما أن النموذج به لون أحمر. ما هي فكرة سلوك الحيوان التي تتجلى في هذه الملاحظة؟

A	B	C	D
علامة التحفيز	الإدراك.	الانطباع	تعلم ارتباطي كلاسيكي.



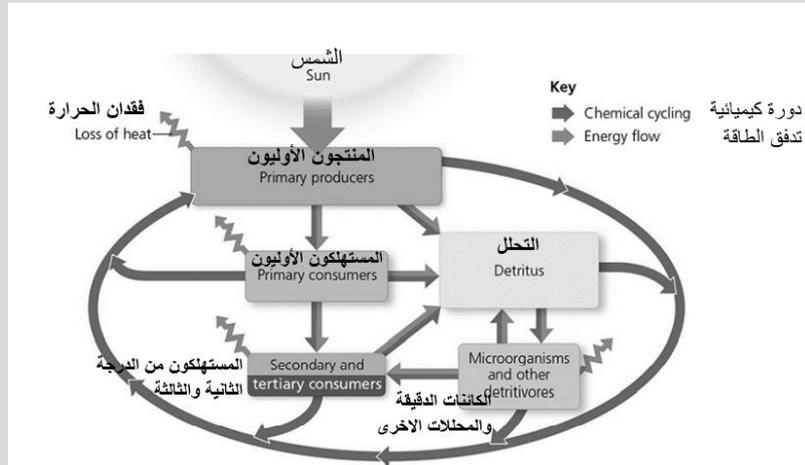
13

لإعادة تدوير العناصر الغذائية ، يجب أن يحتوي النظام البيئي ، على الأقل ، على \_\_\_\_\_

A	B	C	D
المنتجين.	المنتجين والمحللات.	المنتجين والمستهلكين الأساسيين والمحللات.	المنتجون والمستهلكون الأساسيون والمستهلكون الثانويون والمحللون.

14

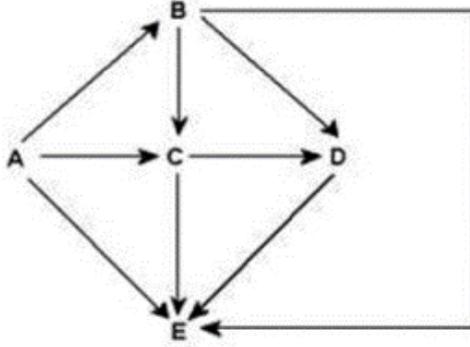
في الشكل ، ما الذي يمكن أن يمثله السهم المسنن الذي يترك الكائنات الحية الدقيقة وغيرها من المحللات؟



A	المركبات العضوية المفككة بواسطة البكتيريا.
B	الطاقة التي تستهلكها البكتيريا.
C	فقدان الطاقة من دودة أثناء التنفس الخلوي.
D	ثاني أكسيد الكربون وفقدان الحرارة من المواد المتحللة بسبب تأثيرات الإشعاع الشمسي وهطول الأمطار

15

شبكة الغذاء لنظام بيئي أرضي معين (الأسهم تمثل تدفق الطاقة والحروف تمثل الأنواع) أي زوج من الأنواع يمكن أن يكون آكلات اللحوم؟



A	B	C	D
A and D	B and C	C and D	C and E

16

أي من الكائنات التالية يقترن بشكل صحيح مع مستواها الغذائي؟

A	البكتيريا السيانية - المستهلك الأولي
B	جندب - مستهلك ثانوي
C	العوالق النباتية - المنتج الأساسي
D	فطر - المستهلك الأولي

17

أي مما يلي يمكن اعتباره مثالا على المعالجة الحيوية؟

A	إضافة الكائنات الدقيقة المثبتة للنيتروجين إلى نظام بيئي متدهور لزيادة توافر النيتروجين
B	استخدام جرافة لإعادة تدريج المنجم المكشوف.
C	تجريف قاع النهر لإزالة الرواسب الملوثة
D	إضافة السماد إلى التربة فقيرة بالمغذيات لزيادة نمو النبات

18

ما هي الأهمية البيولوجية للتنوع الجيني بين الجماعة؟

- |   |   |
|---|---|
| A | من غير المحتمل وجود جينات للصفات التي تمنح ميزة للظروف المحلية.           |
| B | يمكن للجماعة الأكثر لياقة البقاء على قيد الحياة من خلال الاقصاء التنافسي. |
| C | يقلل التنوع الجيني من احتمالية الانقراض.                                  |
| D | لا تنتشر الأمراض والطفيليات بين الجماعات المنفصلة.                        |

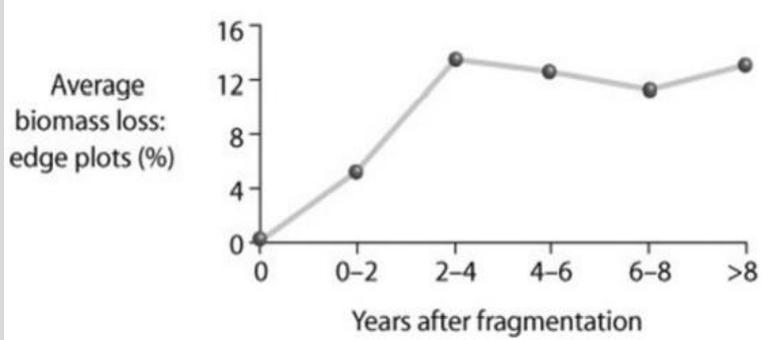
19

أي من المعايير التالية يجب استيفاءها حتى يتم تصنيف الأنواع على أنها غازية؟

- |   |   |
|---|---|
| A | مستوطنة في المنطقة ، وتنتشر بسرعة ، وتحل محل الأنواع الغريبة.         |
| B | أدخلت إلى منطقة جديدة ، وانتشرت بسرعة ، وحلت محل الأنواع المحلية      |
| C | أدخلت إلى منطقة جديدة ، وانتشرت بسرعة ، وتزيل الأنواع الغازية الأخرى. |
| D | مستوطنة في المنطقة ، وتنتشر ببطء ، وتحل محل الأنواع المحلية.          |

20

بالنظر إلى الشكل الذي يوضح نتائج تجزئة الغابات ، ماذا يمكن أن يقال عن تأثيرات الحافة؟



- |   |   |
|---|---|
| A | الكتلة الحيوية تنخفض على طول حواف أجزاء الغابات |
| B | تزداد الكتلة الحيوية على طول حواف أجزاء الغابات |
| C | تنوع الأنواع يتناقص على طول حواف أجزاء الغابات. |
| D | لا تؤثر التجزئة على الكتلة الحيوية              |

## مفاتيح إجابة التدريبات

1	D	11	C			
2	A	12	1	2	3	4
			A	C	D	B
3	C	13	B			
4	A	14	C			
5	D	15	D			
6	B	16	C			
7	B	17	A			
8	B	18	C			
9	D	19	B			
10	A	20	A			

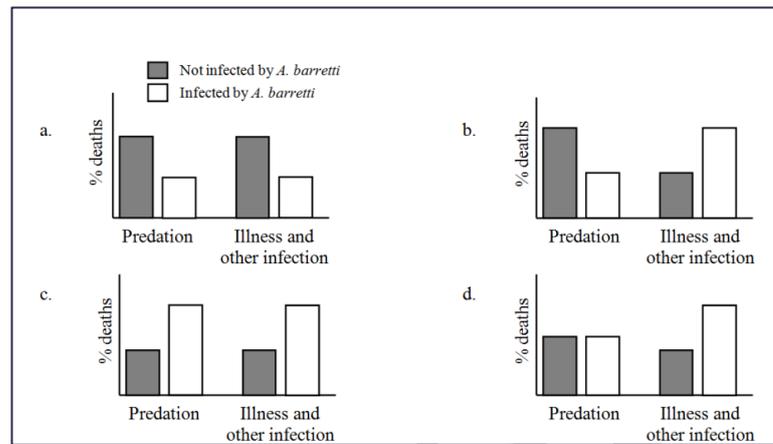
**1- In Northern American swamps, predatory adult mosquito *Toxorhynchites rutilus* (*T. rutilus*) preys on the larvae of *Aedes triseriatus* (*A. triseriatus*) that are foraging for food. Larvae forage for food by thrashing the water around it, but this makes them more vulnerable to detection by *T. rutilus*. Data has shown that thrashing behaviour is strongly correlated with larval health and fitness. The parasite *Ascogregarina barrette* (*A. barretti*) infects *A. triseriatus* in the larval stage and completes its life cycle in the pupal stage. This results in weakening of the larval muscles causing the larvae to thrash less for food – thus making them unhealthy. Larval deaths were recorded and categorized into two causes –**

**(i) predation by *T. rutilus***

**(ii) illness and other infections.**

**Which graph is most likely to represent the scenario described above?**

في مستنقعات أمريكا الشمالية، يفترس البعوض البالغ المفترس *Toxorhynchites rutilus* (*T. rutilus*) يرقات *Aedes triseriatus* (*A. triseriatus*) التي تبحث عن الطعام. تبحث اليرقات عن الطعام عن طريق ضرب المياه المحيطة بها، لكن هذا يجعلها أكثر عرضة ليكتشفها *T. rutilus*. أظهرت البيانات أن سلوك الضرب يرتبط ارتباطًا وثيقًا بصحة اليرقات ولياقتها البدنية. الطفيلي *Ascogregarina barrette* (*A. barretti*) يصيب *A. triseriatus* في مرحلة اليرقات ويكمل دورة حياته في مرحلة العذراء. ويؤدي هذا إلى إضعاف عضلات اليرقات مما يجعل اليرقات أقل بحثًا عن الطعام، مما يجعلها غير صحية. تم تسجيل وفيات اليرقات وتصنيفها إلى سببين –  
(i) الافتراس بواسطة *T. rutilus*  
(ii) المرض والالتهابات الأخرى.  
ما الرسم البياني الذي من المرجح أن يمثل السيناريو الموصوف أعلاه؟



**2- Codling moth *Cydia pomonella* is a serious pest in agriculture. From time to time, favorable environmental conditions can cause population outbreaks. In an experiment, the minimum and maximum values for the survival to different heat and humidity conditions of codling moth pupae were studied (Tables 1, 2).**

**Analyze the risk of mass bursts of large numbers of codling moths on the basis of these data in the coordinate space of the two-dimensional ecological niches formed in the zones marked with the letters X and Y (Figure 1). Table 1. 100% mortality of codling moth pupae is observed in the case of the following combinations of temperature and humidity.**

عثة التفاح *Cydia pomonella* هي آفة خطيرة في الزراعة. من وقت لآخر، يمكن أن تؤدي الظروف البيئية المواتية إلى تفشي المرض بين الجماعة. في إحدى التجارب، تمت دراسة القيم الدنيا والقصوى للبقاء وعتبة المقاومة لظروف الحرارة والرطوبة المختلفة لعثة التفاح (الجدول 1، 2).  
قم بتحليل مخاطر تزايد عدد حشرات العثة على أساس هذه البيانات في مساحة الإحداثيات للمنافذ البيئية ثنائية الأبعاد التي تشكلت في المناطق المحددة بالحرفين X و Y (الشكل 1)

Table 1. 100% mortality of codling moth pupae is observed in the case of the following combinations of temperature and humidity.

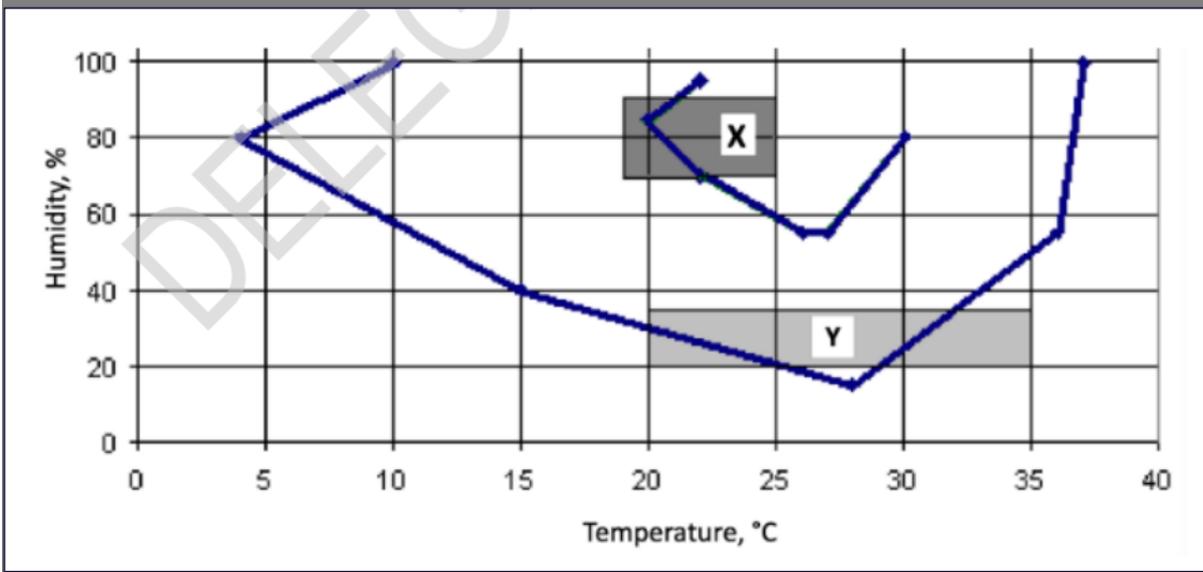
الجدول 1. 100% معدل وفيات عثة التفاح تم ملاحظتها في حالة التوليفات التالية من درجة الحرارة والرطوبة.

+37	+36	+28	+15	+4	+10	Temperature, C درجة الحرارة
100	55	15	40	80	100	Humidity, % الرطوبة

Table 2 The lowest mortality of codling moth pupae (less than 10%) is observed in these combinations of temperature and humidity

الجدول 2. أدنى معدل وفيات لعثة التفاح (أقل من 10%) تم ملاحظتها في هذه المجموعات من درجة الحرارة والرطوبة.

+30	+22	+26	+27	+22	+20	Temperature, C درجة الحرارة
80	70	55	55	95	85	Humidity, % الرطوبة



Using this information, which of the following options is correct?

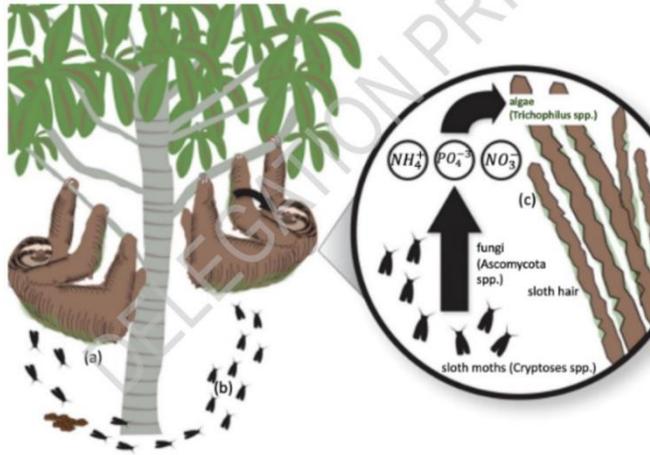
باستخدام المعلومات والبيانات، أي من العبارات التالية صحيحة:

A	Viability of codling moth pupae is low in zone X	إن قابلية بقاء شرانق عثة التفاح منخفضة في المنطقة X.
B	Zone Y corresponds to the range of 18 – 25 °C air temperature, and 70 – 90% humidity	المنطقة Y يمثل نطاق 18 – 25 °C درجة حرارة الهواء و 70-90% رطوبة.
C	The mortality rate of codling moth pupae is high in area Y	معدل وفيات شرانق عثة التفاح مرتفع في المنطقة Y.
D	20 – 30 °C is optimal for survival of moth pupae if the air humidity is lower than 40%	20 – 30 °C درجة حرارة مثلى لبقاء العث حيا إذا كانت رطوبة الهواء اقل من 40%

**3- Three-toed sloths *Bradypus sp.*, found in South and Central America, are sluggish animals that spend their entire lives in the foliage of trees (Figure 1), descending to the ground only once a week to defecate. *Cryptoses choloepi* moths live in the fur of sloths (a) and this defends them from the attacks of insectivorous birds. In addition, they move with sloths and lay their eggs on the feces of sloths. The larvae that hatch from the eggs feed on the feces. Adult moths (b) climb up on sloths again. In addition to moths, algae of the genus *Trichophyllus*(c) grow in the fur of sloths, which when in large quantities, serve as food for sloths. The algae turn the sloth fur color to**

greenish, making the sloth inconspicuous to enemies, when in the foliage. Ascomycota fungi also grow in the fur of sloths, decomposing dead moth bodies, and producing nutrition for the algae.

الكسلان ثلاثي الأصابع *Bradypus sp.* ، الموجودة في أمريكا الجنوبية والوسطى ، هي حيوانات بطيئة تقضي حياتها بأكملها في أوراق الشجر (Figure 1) وتنزل على الأرض مرة واحدة فقط في الأسبوع لتفريغ أحشائها من البراز. حشرة العثة تعيش بين فروة الكسلان. وهذا يحميهم من هجمات الطيور الآكلة للحشرات. بالإضافة إلى ذلك ، فإنها تتحرك مع الكسلان وتضع بيضها على براز الكسلان. تتغذى اليرقات التي تفقس من البيض على البراز. العث البالغ يتسلق الكسلان مرة أخرى.



بالإضافة إلى العث ، فإن الطحالب من جنس *Trichophyllus* (c) تنمو في فرو الكسلان ، والتي عندما تكون بكميات كبيرة ، تعمل كغذاء للكسلان. تحول الطحالب لون فرو الكسلان إلى اللون الأخضر ، مما يجعل الكسلان غير ظاهر للأعداء ، عندما يكون في أوراق الشجر. تنمو فطريات *Ascomycota* أيضا في فرو الكسلان ، مما يؤدي إلى تحلل أجسام العثة الميتة ، وإنتاج التغذية للطحالب.

Using this information, which of the following options is correct?

باستخدام هذه المعلومات، أي الخيارات التالية صحيحة؟

A	The interaction between the sloth and moths is mutualism.	العلاقة بين الكسلان والعتة هي تبادلية
B	moths and fungi, living in sloth fur, have a commensal relationship with the sloth	العتة والفطريات في فرو الكسلان تعيش في علاقة تعايش مع الكسلان
C	Algae, living on sloth fur, and sloths are amensal.	الكسلان والطحالب ، التي تعيش على فرو الكسلان ، هي علاقة عدائية غير مقصودة
D	Algae and fungi, living in the fur of sloths, have a Competitive relationship with each other.	الطحالب والفطريات ، التي تعيش في فرو الكسلان ، علاقة تنافس

**4- An ecologist found a small water body on an isolated island and observed the various organisms present in it. He classified the organisms based on different trophic levels as shown in the table:**

وجد عالم بيئة مسطحًا مائيًا صغيرًا في جزيرة معزولة ولاحظ الكائنات الحية المختلفة الموجودة فيها. صنف الكائنات الحية بناءً على مستويات غذائية مختلفة كما هو موضح في الجدول:

Trophic level المستوى الغذائي	Name of Trophic level اسم المستوى الغذائي	Organisms found الكائنات الموجودة
Level 1	Producers منتجات	Phytoplankton عوالق نباتية
Level 2	Primary consumers مستهلكات أولية	Zooplankton عوالق حيوانية
Level 3	Secondary consumers مستهلكات ثانوية	Small planktivorous fish الأسماك الصغيرة أكلة اللحوم

For studying the interactions between the organisms, the ecologist introduced a population of a carnivorous fish (which feed only on other small fish) in the waterbody. Which of the following statements is correct regarding the long-term consequence of this introduction?

لدراسة التفاعلات بين الكائنات الحية ، قدم عالم البيئة مجموعة من الأسماك آكلة اللحوم (التي تتغذى فقط على الأسماك الصغيرة الأخرى) في الجسم المائي. أي من العبارات التالية صحيح فيما يتعلق بالنتائج طويلة المدى لهذه المقدمة؟

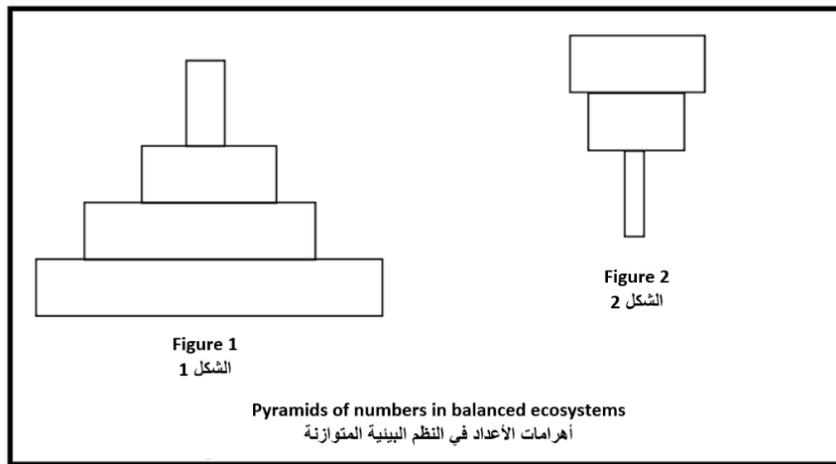
A	There will be an increase in the biomass of autotrophs	ستكون هناك زيادة في الكتلة الحيوية للكائنات ذاتية التغذية
B	There will be a decrease in the biomass of both autotrophs and herbivores	سيكون هناك انخفاض في الكتلة الحيوية لكل من ذاتية التغذية والحيوانات اكلات الأعشاب
C	There will be an increase in the biomass of herbivores	سيكون هناك زيادة في الكتلة الحيوية للحيوانات اكلات الأعشاب

D There will be a decrease in the biomass of herbivores and an increase in the biomass of autotrophs

سيكون هناك انخفاض في الكتلة الحيوية للحيوانات اكلات الأعشاب وزيادة في الكتلة الحيوية لذاتية التغذية.

**5- The following ecological pyramids represent the number of organisms involved in feeding relationships:**

تمثل الأهرامات البيئية التالية عدد الكائنات الحية المشاركة في علاقات التغذية.



Choose the LETTER (A, B, C or D) which is most likely to represent the organisms in each of the figures.

اختر الحرف (A, B, C or D) الذي من المرجح أن يمثل الكائنات الحية في كل من الأشكال.

	Figure 1 الشكل ١	Figure 2 الشكل ٢
A.	grass → locust → snake → frog ضفدع → ثعبان → جراد → عشب	grass → locust → frog ضفدع → جراد → عشب
B.	tree → ant → spider → lizard سحلية → عنكبوت → نمل → شجرة	tree → bird → parasites طفيليات → طير → شجرة
C.	grass → locust → frog → snake ثعبان → ضفدع → جراد → عشب	phytoplankton → zooplankton → fishes أسماك → عوالق حيوانية → عوالق نباتية

D.

snake → frog → locust → grass

عشب → جراد → ضفدع → ثعبان

tree → ant → spider

عنكبوت → نمل → شجرة

**6-The following statements describe the alarm calls made by animals: Indicate which of the following statements are true using the letter T or false using the letter F**

العبارات التالية تصف اصوات الانذار التي تطلقها الحيوانات : وضح اي العبارات التالية صحيحة باستخدام الحرف T او خاطئة باستخدام الحرف F

1- Alarm calls put the caller at increased risk of predation by drawing attention to its location.

2- Animals that use alarm calls their genes benefit by allowing others in the group to survive

3- Animals that use alarm calls usually live in colonies with large family groups

4- Alarm calls may be favored by kin selection.

١- تعرض اصوات الانذار الذي يصدر الصوت لخطر متزايد من الافتراس من خلال لفت الانتباه إلى موقعه.  
٢- الحيوانات التي تستخدم أصوات الانذار تستفيد جيناتها من خلال السماح للآخرين في المجموعة بالبقاء على قيد الحياة

٣- تعيش الحيوانات التي تستخدم اصوات الإنذار عادة في مستعمرات بها مجموعات عائلية كبيرة  
٤- قد يتم تفضيل أصوات الانذار عن طريق اختيار الأقارب.

**7- In ecosystems, rate of energy flow and nutrient cycling can determine ecosystem productivity and biodiversity. Which of the following organisms is considered to be effective in both processes**

في النظم البيئية، يمكن أن يحدد معدل تدفق الطاقة ودورة المغذيات إنتاجية النظام البيئي والتنوع البيولوجي. أي من الكائنات الحية التالية يعتبر فعالاً في كلتا العمليتين:

A	Mushroom	المشروم
B	Camel	الجمال
C	Date palm	النخيل
D	Insects	الحشرات

8- the following examples describes a behavioral patterns of animals. Put the appropriate number 1 or 2 under the letter of each behavior pattern.

- تصف الأمثلة التالية أنماطًا سلوكية للحيوانات. ضع الرقم المناسب 1 أو 2 تحت حرف كل نمط سلوكي.
- A) The canary bird sings because the high concentration of testosterone pushes it to do so
- B) A male sheep fights with another male because it helps to improve its social position.
- C) A male robin attacks a red tennis ball because it confuses it with an encroaching male who will steal his territory..
- D) A cat tries to scratch someone who is trying to hold it because the nerve center stimulates the voluntary muscles that move the fingers so that it causes them to scratch..
- E) A cat kills a mouse to obtain nutrition

- (A) يغرد عصفور الكناري لان ارتفاع تركيز هرمون التستسترون يدفعه لذلك.
- (B) يقاتل ذكر الخروف ذكرًا آخر لأنه يساعد على سيادة الجماعة.
- (C) يهاجم ذكر عصفور روبن كرة تنس حمراء لأنه يخلط بينها وبين ذكر متسلل يسرق أرضه
- (D) قطة تحاول خدش شخص يحاول حملها لأن المركز العصبي ينبه العضلات الإرادية التي تحرك الأصابع بحيث تجعلها تخدش.
- (E) قطة تقتل فأرًا للحصول على التغذية

1- *proximate causation* المسبب القريب

2- *ultimate causation* المسبب النهائي

A	B	C	D	E

**9- Suppose that mercury (Hg) is present as a pollutant in an aquatic lake and the following food chain is found:**

لنفترض أن الزئبق (Hg) موجود كملوث في بحيرة مائية وأن السلسلة الغذائية التالية موجودة:

**Phytoplankton → zooplankton → small fish (species X) → larger fish (species Y) → largest fish (species Z) → Aquatic Bird.**

**عوالق نباتية → عوالق حيوانية → اسماك صغيرة (النوع X) → اسماك كبيرة (النوع Y) → اسماك اكبر (النوع Z) → الطيور البحرية**

Your friend wants to purchase one kg of fresh fish and requests your advice about the least toxic one, which species you will recommend to your friend?

يريد صديقك شراء كيلو غرام واحد من الأسماك الطازجة ويطلب نصيحتك بشأن الأقل سمية، ما هي الأنواع التي ستوصي صديقك بها؟

A	B	C	D
Species Y (النوع)	Species Z (النوع)	Species X (النوع)	All have similar toxicity جميعهم نفس درجة السمية

**10- During a field trip, an instructor touched a moth resting on a tree trunk. The moth raised its forewings to reveal large eyespots on its hind wings. The instructor asked why the moth lifted its wings. One student answered that sensory receptors had fired and triggered a neuronal reflex culminating in the contraction of certain muscles. A second student responded that the behavior might frighten predators. Which statement best describes these explanations?**

خلال رحلة ميدانية، قام المدرس بلمس فراشة تستريح على جذع شجرة. رفعت العثة أجنحتها الأمامية لتكشف عن بقع عيون كبيرة على أجنحتها الخلفية. سأل المدرس لماذا رفعت العثة جناحيها. أجاب أحد الطلاب أن المستقبلات الحسية أطلقت وتسبب في رد فعل عصبي بلغ ذروته في تقلص عضلات معينة. رد طالب ثان أن السلوك قد يخيف الحيوانات المفترسة. ما هو أفضل بيان يصف هذه التفسيرات؟

A	The first explanation is correct, but the second is incorrect.	التفسير الأول صحيح والثاني غير صحيح.
B	The first explanation refers to proximate causation, whereas the second refers to ultimate causation.	يشير التفسير الأول إلى المسبب القريب ، بينما يشير الثاني إلى السبب النهائي.
C	The first explanation is testable as a scientific hypothesis, whereas the second is not	التفسير الأول قابل للاختبار كفرضية علمية ، في حين أن التفسير الثاني ليس كذلك.
D	Both explanations are reasonable and simply represent a difference of opinion.	كلا التفسيرين معقولان ويمثلان ببساطة اختلافًا في الرأي.

### مفاتيح إجابة الاختبار

1	B				
2	C				
3	B				
4	C				
5	C				
6	T	T	T	T	
7	A				
8	A	B	C	D	E
	1	2	2	1	2
9	C				
10	B				

## المراجع العامة للحقيبة

١. وزارة التعليم. (٢٠٢٥). الأحياء ١: التعليم الثانوي - نظام المسارات، السنة الأولى المشتركة. الطبعة ١٤٤٧ هـ - ٢٠٢٥ م. المركز الوطني للمناهج.
٢. ريفس، ب. هـ، جونسون، ج. ب، لوسوس، ج. ب، ماسون، ك. أ، و سنجر، س. ر. (تاريخ غير مذكور). علم الأحياء (ترجمة سلسلة الكتب الجامعية المترجمة للعلوم الأساسية). العبيكان للنشر، وزارة التعليم العالي.
3. Campbell, N. A., Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. (2020). Biology (12th ed.). Pearson Education.

# كيمياء

## فهرس الموضوعات

الصفحات	المكونات	الموضوع	م
3 - 13	<ul style="list-style-type: none"> <li>الأرقام المعنوية Significant Figures</li> <li>التدوين العلمي Scientific notation</li> <li>الوحدات الأساسية والمشتقة للقياس</li> <li>Fundamental and derived units of measurement</li> <li>البادئات المستخدمة في نظام الوحدات الدولي</li> <li>Prefixes Used in the SI System</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>مبادئ أولية</li> <li>Elementary principles</li> </ul>	1
14 - 32	<ul style="list-style-type: none"> <li>تمثيل التفاعلات الكيميائية Representing chemical reactions</li> <li>المعادلات الكيميائية اللفظية Word chemical equations</li> <li>المعادلات الكيميائية الرمزية Symbolic chemical equations</li> <li>أنواع التفاعلات الكيميائية Types of Chemical Reactions</li> <li>التفاعلات في المحاليل المائية Reactions in aqueous solutions</li> <li>ذوبان المركبات الأيونية في المحاليل</li> <li>Dissolution of ionic compounds in solutions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>التفاعلات الكيميائية</li> <li>Chemical Reactions</li> </ul>	2
33 - 43	<ul style="list-style-type: none"> <li>الكتلة والمول Mass and mole</li> <li>العلاقات التي تربط المول بالصيغة الكيميائية للمركبات</li> <li>Relationships between the mole and the chemical formula of compounds</li> <li>الصيغة الأولية Empirical formula</li> <li>الصيغة الجزيئية Molecular formula</li> <li>صيغ الأملاح المائية Formulas of Hydrates</li> <li>تسمية الأملاح المائية Naming of Hydrates</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>قياس المادة</li> <li>Measuring Matter</li> </ul>	3

## Significant Figures

## الأرقام المعنوية

الرقم غير الدقيق يتم تدوينه بطريقة تشير إلى عدم اليقين في قيمته، ويتم ذلك باستخدام أرقام معنوية. الأرقام المعنوية هي الأرقام ذات المعنى في الرقم المدون.

An inexact number must be reported in such a way as to indicate the uncertainty in its value, this is done using significant figures. Significant figures are the meaningful digits in a reported number.



إذا أخذنا بالاعتبار قياس بطاقة الذاكرة "في الشكل المجاور" باستخدام المسطرة التي فوقها، يتراوح عرض البطاقة بين 2 و 3 cm. يمكننا تسجيل العرض على أنه 2.5 cm ، ولكن نظراً لعدم وجود تدرجات بين 2 و 3 cm على هذه المسطرة، فإننا نقدر الرقم الثاني. على الرغم من أننا متأكدين من الرقم 2 في 2.5 ، إلا أننا لسنا متأكدين من الرقم 5 .

Consider the measurement of the memory card "in the adjacent figure" using the ruler above it, The card's width is between 2 and 3 cm. We may record the width as 2.5 cm, but because there are no gradations between 2 and 3 cm on this ruler, we are estimating the second digit. Although we are certain about the number 2 in 2.5, we are not certain about the number 5.

يُشار إلى الرقم الأخير في الرقم المُقاس بالرقم غير المؤكد؛ ويعتبر عدم اليقين المرتبط بالرقم المُقاس عمومًا  $\pm 1$  في المنزلة العشرية للرقم الأخير المسجل. وبالتالي، وعندما نقول أن عرض بطاقة الذاكرة يبلغ 2.5 cm ، فإننا نعني ضمناً أن عرضها هو  $2.5 \pm 0.1$  cm ، وأن عرضها الفعلي قد يصل إلى 2.4 cm أو يصل إلى 2.6 cm . كل رقم في العدد المُقاس، بما في ذلك الرقم غير المؤكد، هو رقم معنوي. يحتوي العرض المدون لبطاقة الذاكرة، وهو 2.5 cm ، على رقمين معنويين.

The last digit in a measured number is referred to as the uncertain digit; and the uncertainty associated with a measured number is generally considered to be  $\pm 1$  in the decimal place of the last recorded digit. Thus, when we report the width of the memory card to be 2.5 cm, we are implying that its width is  $2.5 \pm 0.1$  cm, and that its actual width may be as low as 2.4 cm or as high as 2.6 cm. Each of the digits in a measured number, including the uncertain digit, is a significant figure. The reported width of the memory card, 2.5 cm, contains two significant figures.

ستمكننا المسطرة ذات التدرجات المليمترية من التأكد من الرقم الثاني في هذا القياس وتقدير الرقم الثالث. الآن فكّر في قياس بطاقة الذاكرة باستخدام المسطرة الموجودة أسفلها. يمكننا تسجيل العرض بـ 2.45 cm.

مرة أخرى، نُقدِّر رقمًا واحدًا إضافيًا للذي يمكننا قراءته. يحتوي العرض المُقاس وهو 2.45 cm على ثلاثة أرقام معنوية. تدوين العرض بـ 2.45 يعني أن العرض هو  $2.45 \pm 0.01$  cm.

A ruler with millimeter gradations would enable us to be certain about the second digit in this measurement and to estimate a third digit. Now consider the measurement of the memory card using the ruler below it. We may record the width as 2.45 cm. Again, we estimate one digit beyond those we can read. The reported width of 2.45 cm contains three significant figures. Reporting the width as 2.45 cm implies that the width is  $2.45 \pm 0.01$  cm.

### قواعد الأرقام المعنوية Rules of significant figures

(أ) قواعد حساب عدد الأرقام المعنوية في عدد معين:

- (1) الأرقام غير الصفرية (1 – 9) والأصفار الموجودة بين رقمين غير الصفر تكون دائمًا معنوية.
- (2) الأصفار البادئة ليست معنوية أبدًا.
- (3) تكون الأصفار الزائدة معنوية "فقط" في حالة وجود علامة عشرية في الرقم.

#### (A) Rules for determining how many significant figures are in a number:

- (1) Non-Zero digits (1 – 9) and Zeros that are in between two non-zero digits are always significant.
- (2) Leading zeroes are never significant.
- (3) Trailing zeroes are only significant if a decimal point is present in the number.

#### \* أمثلة Examples

	a. <u>809,231</u>	b. <u>0.00456</u>	c. <u>2300</u>	d. <u>130.00</u>
التفسير The explanation	الصفير بين الأرقام محسوب كرقم معنوي Zero in between DOES count	الأصفار البادئة غير محسوبة Leading zeroes do NOT count	الأصفار الزائدة غير محسوبة Trailing zeros do NOT count	الأصفار الزائدة تحسب قبل العلامة العشرية Trailing zeros DO count before the decimal
عدد الأرقام المعنوية The number of significant figures	6	3	2	5

(ب) قواعد إجراء عمليات الجمع والطرح:

تتم كتابة الإجابة النهائية بحيث تحتوي على نفس عدد المنازل العشرية للعدد ذو الأعداد العشرية الأقل.

(B) Rules for performing Addition / Subtraction:

The final answer is written so that it has the same number of decimal places as the measurement that has the fewest decimal places.

\* أمثلة Examples

	a. $420.03 + 299.270 + 99.068$	b. $504.09 - 246.8 - 119.32$
التفسير The explanation	هذا الرقم هو الأقل دقة (منزلتان عشريتان). لذلك يجب تقريب الإجابة إلى منزلتين عشريتين. This number is the least precise (2 decimal places). So the answer MUST BE rounded to 2 decimal places.	الأقل دقة Least Precise
الإجابة Answer	818.37	138.0

(ج) قواعد إجراء عمليات الضرب والقسمة:

تتم كتابة الإجابة النهائية بحيث تحتوي على نفس عدد الأرقام المعنوية للعدد ذو الأرقام المعنوية الأقل.

(C) Rules for performing Multiplication / Division:

The final answer is written so that it has the same number of Significant Figures as the measurement with the fewest Significant Figures.

\* أمثلة Examples

	a. $(2400)(3.45)(16.21)$	b. $0.9935 \times 10.48 \times 13.4$
التفسير The explanation	يحتوي هذا الرقم على رقمين معنويين فقط، لذلك يجب تقريب الإجابة إلى رقمين معنويين . This number only has 2 Significant Figures , so the answer must be rounded to 2 Significant Figures .	يحتوي هذا الرقم على 3 أرقام معنوية، لذلك يجب تقريب الإجابة إلى 3 أرقام معنوية . Only has 3 Significant Figures, so answer needs rounded to 3 Significant Figures.
الإجابة Answer	130000 Or $1.3 \times 10^5$	140. Or $1.40 \times 10^2$

## Order of Operations

The sequence to follow when performing operations in a mathematical expression

Please **E**xcuse **M**y **D**ear **A**unt **S**ally

**PEMDAS**

1	2	3	4	
<b>P</b>	<b>E</b>	<b>M</b>	<b>D</b>	
Parenteses	Exponents	Multiply	Divide	
( )	$e^2$	( $\times$ )	( $\div$ )	
		Left to Right (whichever comes first)		
			<b>A</b>	
			Add	
			( $+$ )	
			<b>S</b>	
			Subtract	
			( $-$ )	
			Left to Right (whichever comes first)	

(د) قواعد إجراء عمليات مختلطة:

نستخدم نفس القواعد السابقة ( جمع / طرح ) و ( ضرب / قسمة ) مع تضمين قواعد ترتيب العمليات (PEMDAS). ومع ذلك، كن حذرًا من عدم تقريب الإجابة مبكرًا.

(D) Rules for Performing a Combination of Operations:

The previous rules listed for A/S and M/D still apply along with incorporating the rules for order of operations (PEMDAS). Be cautious, however, that you

do not round the answer too early.

\* مثال Example

$1.4 \times 2.639 + 117.25$	
<p>Step 1:</p> <p>( <math>1.4 \times 2.639</math> ) + 117.25</p> <p>( <b>3.6946</b> ) + 117.25</p> <p>نظرًا لأن العملية ضرب، فإن إجابة هذا الجزء يمكن أن تحتوي على رقمين معنويين فقط ( <b>3.7</b> ). قم بتدوين هذا، لكن لا تقم بالتقريب بعد.</p> <p>Because this is multiplication, the answer to this part can only have 2 Significant Figures (<b>3.7</b>). Make note of this, but do NOT round yet.</p>	<p>الخطوة الأولى : الضرب Multiply</p> <p>( <math>1.4 \times 2.639</math> ) + 117.25</p> <p>( <b>3.7</b> ) + 117.25</p> <p>تم تقريبه مبكرًا وهذا خطأ، كان ينبغي تركه عند 3.6946</p> <p>Rounded too early. Should have been left as 3.6946</p>
<p>Step 2:</p> <p><math>3.6946 + 117.25 = 120.9446 = 120.9</math></p> <p>↓ ↓</p> <p>1 2 decimal place المنازل العشرية</p>	<p>الخطوة الثانية : الجمع Addition</p>

## Scientific notation

## التدوين العلمي

يتعامل الكيميائيون غالبًا مع أرقام كبيرة جدًا أو صغيرة جدًا. على سبيل المثال، في 1 g من عنصر

### Scientific Notation

$$500 \longrightarrow 5 \times 10^2$$

Scientific Notation

$$7,700,000,000 \longrightarrow 7.7 \times 10^9$$

Scientific Notation

$$0.0000000086 \longrightarrow 8.6 \times 10^{-9}$$

Scientific Notation

الهيدروجين يوجد ما يقرب من 602,200,000,000,000,000,000 ذرة هيدروجين. تبلغ كتلة كل ذرة هيدروجين 0.0000000000000000000000166 g فقط. من الصعب التعامل مع هذه الأرقام، ومن السهل ارتكاب الأخطاء عند استخدامها في العمليات الحسابية. وبالتالي، عند التعامل مع أعداد كبيرة جدًا وصغيرة جدًا، نستخدم نظامًا يسمى التدوين العلمي. بغض النظر عن حجم الأرقام، يمكن التعبير عنها باستخدام الصيغة:  $N \cdot 10^n$

Chemists often deal with numbers that are either extremely large or extremely small. For example, in 1 g of the element hydrogen there are roughly 602,200,000,000,000,000,000 hydrogen atoms. Each hydrogen atom has a mass of only 0.0000000000000000000000166 g. These numbers are cumbersome to handle, and it is easy to make mistakes when using them in arithmetic computations. Consequently, when working with very large and very small numbers, we use a system called scientific notation. Regardless of their magnitude, all numbers can be expressed in the form:  $N \cdot 10^n$

## التقريب Rounding Off

عادةً يكون من الضروري تقريب الإجابة النهائية بحيث تحتوي على العدد المناسب من الأرقام المعنوية. لتقريب رقم، اتبع الإجراء الموضح أدناه.

It is usually necessary to round off the final answer so that it has the proper number of significant figures. To round off a number, follow the procedure below.

حدد العدد المطلوب من بين الأرقام المعنوية للتقريب إليه  
Determine the desired number of significant figures

انظر إلى الرقم الأول بعد آخر رقم معنوي ( على يمين الرقم المختار )  
Look at the first digit after the last significant figure

إذا كان هذا الرقم أقل من 5،  
فسيتم إسقاط كافة الأرقام  
الموجودة بعد الرقم المعنوي  
الأخير

If this digit is less  
than 5, all the  
numbers after the last  
significant figure are  
dropped

$$5.6 \approx 5.6201$$

إذا كان هذا الرقم يساوي 5  
If this digit is equal to 5

$$5.6501$$

إذا كان هذا الرقم أكبر من  
5، فسيتم إسقاط كافة الأرقام  
الموجودة بعد آخر رقم  
معنوي ويتم زيادة الرقم  
المعنوي الأخير بمقدار واحد

If this digit is greater  
than 5, all the  
numbers after the last  
significant figure are  
dropped and the last  
significant figure is  
increased by one

$$5.7 \approx 5.6801$$

إذا كان الرقم المعنوي  
الأخير رقمًا فرديًا، تتم زيادة  
الرقم المعنوي الأخير بمقدار  
واحد

If the last significant  
figure is an odd  
number, the  
last significant figure is  
increased by one

$$5.8 \approx 5.7501$$

إذا كان الرقم المعنوي  
الأخير هو رقم زوجي،  
فسيتم ترك الرقم المعنوي  
الأخير دون تغيير.  
(ملاحظة: الصفر يعتبر رقمًا  
زوجيًا)

If the last significant  
figure is an even  
number, the last  
significant figure is  
left unchanged. (Note  
that zero is considered to  
be an even number)

$$5.6 \approx 5.6501$$

إذا تبعته أرقام إضافية (1-  
9)، تتم زيادة الرقم المعنوي  
الأخير بمقدار واحد

If it is followed by  
additional digits (1-  
9), the last significant  
figure is increased  
by one

$$5.7 \approx 5.6541$$

## الوحدات الأساسية والمشتقة للقياس Fundamental and derived units of measurement



النظام العالمي أو الدولي للوحدات (SI) International System of Units هو نظام وحدات القياس الأوسع انتشارًا في العالم.

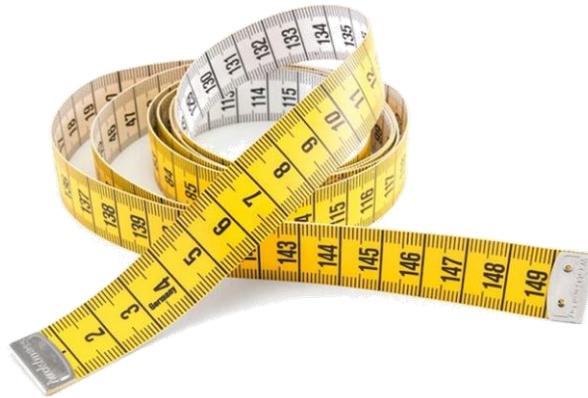
The International System of Units (SI) is the most widely used system of measurement units in the world.

### \* أمثلة على وحدات القياس الأساسية Examples of Fundamental Units

الرمز Symbol	الوحدة SI unit	Quantity	الكمية
m	meter	Length	الطول
kg	kilogram	Mass	الكتلة
s	second	Time	الزمن
K	kelvin	Temperature	درجة الحرارة
A	ampere	Electric current	التيار الكهربائي
mol	mole	Amount of substance	كمية المادة
cd	candela	Luminous intensity	شدة الإضاءة

### \* أمثلة على وحدات القياس المشتقة Examples of Derived Units

الرمز Symbol	الوحدة SI unit	Quantity	الكمية
m <sup>2</sup>	square meter	Area	المساحة
m <sup>3</sup>	cubic meter	Volume	الحجم
kg/m <sup>3</sup>	kilogram per cubic meter	Density	الكثافة
N = kg.m/s <sup>2</sup>	newton	Force	القوة
J = N.m	joule	Energy	الطاقة



## Prefixes Used in the SI System

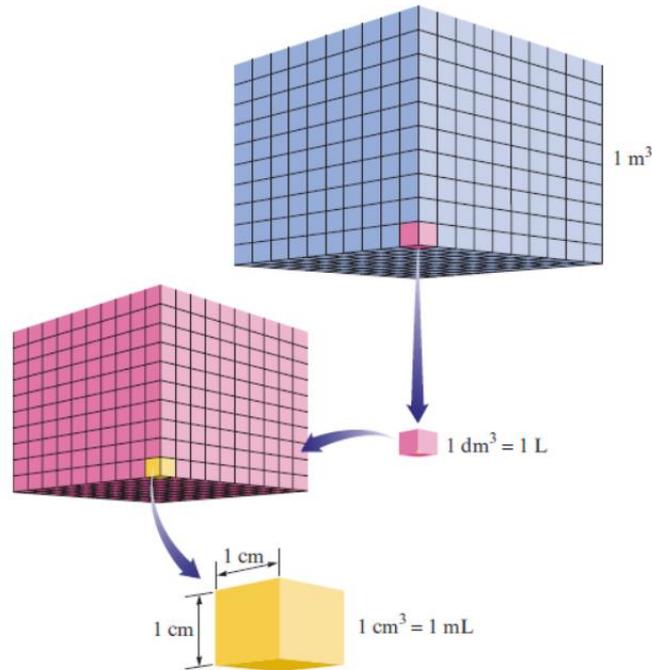
## البيانات المستخدمة في نظام الوحدات الدولي

Prefix	Symbol	Meaning	Exponential Notation*
exa	E	1,000,000,000,000,000,000	$10^{18}$
peta	P	1,000,000,000,000,000	$10^{15}$
tera	T	1,000,000,000,000	$10^{12}$
giga	G	1,000,000,000	$10^9$
mega	M	1,000,000	$10^6$
kilo	k	1,000	$10^3$
hecto	h	100	$10^2$
deka	da	10	$10^1$
—	—	1	$10^0$
deci	d	0.1	$10^{-1}$
centi	c	0.01	$10^{-2}$
milli	m	0.001	$10^{-3}$
micro	$\mu$	0.000001	$10^{-6}$
nano	n	0.000000001	$10^{-9}$
pico	p	0.0000000000001	$10^{-12}$
femto	f	0.0000000000000001	$10^{-15}$
atto	a	0.0000000000000000001	$10^{-18}$

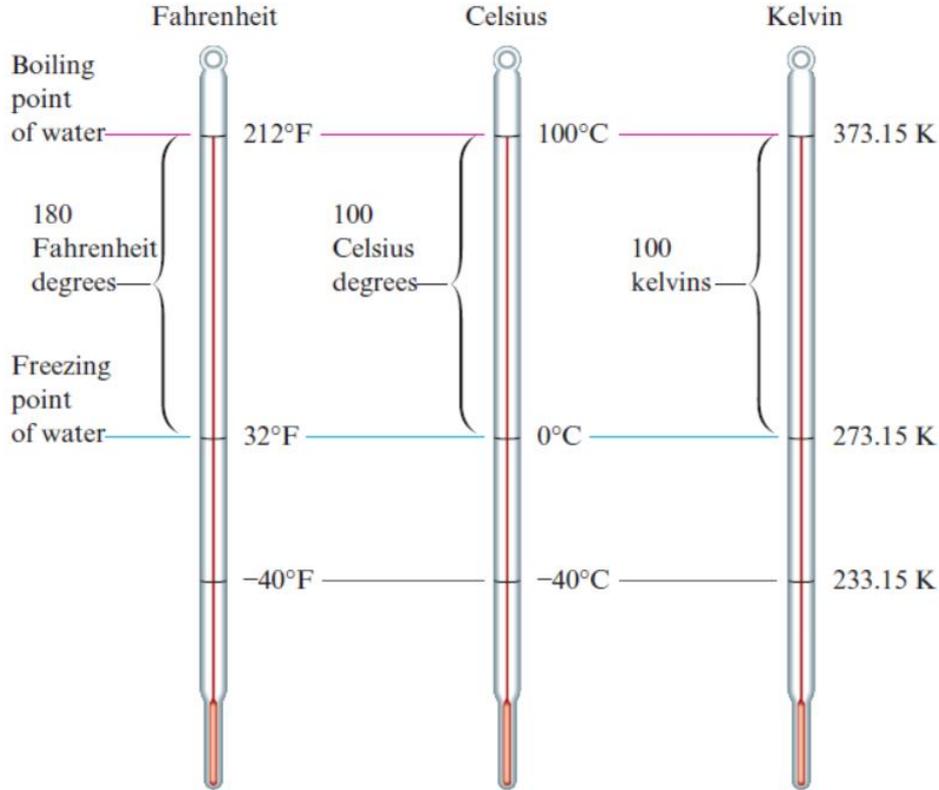
البيانات الأكثر شيوعاً تظهر باللون الأزرق

The most commonly encountered prefixes are shown in blue

$$1 \text{ L} = 1 (\text{dm})^3 = (10 \text{ cm})^3 = 1000 \text{ cm}^3$$



$$K = ^\circ C + 273.15$$



### \* أمثلة Examples :

مثال 1-1: حوّل  $2.3 \text{ cm}^3$  إلى وحدة  $\text{m}^3$ .

**Example 1-1:** convert  $2.3 \text{ cm}^3$  to  $\text{m}^3$  unit.

$$2.3 \text{ cm}^3 = 2.3 (\text{cm})^3 = 2.3 (10^{-2} \text{ m})^3 = 2.3 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

مثال 1-2: حوّل  $5000 \mu\text{s}^{-1}$  إلى وحدة  $\text{s}^{-1}$ .

**Example 1-2:** convert  $5000 \mu\text{s}^{-1}$  to  $\text{s}^{-1}$  unit.

$$5000 \mu\text{s}^{-1} = 5000 (\mu\text{s})^{-1} = 5000 (10^{-6} \text{ s})^{-1} = 5 \times 10^9 \text{ s}^{-1}$$

مثال 1-3: سرعة الصوت تساوي  $330 \text{ m/s}$  ، حولها إلى وحدة  $\text{km/h}$ .

**Example 1-3:** Speed of sound =  $330 \text{ m/s}$ , convert the unit to  $\text{km/h}$ .

$$330 \text{ m/s} = 330 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 1188 \text{ km/h}$$

exercises

تدريبات

(1-1)

حدد عدد الأرقام المعنوية في كل قياس مما يلي:

State the number of significant digits in each measurement:

- 1) 2804 m                      2) 2.84 km                      3) 5.029 m

.....

.....

.....

- 4) 0.003068 m                      5)  $4.6 \times 10^5$  m                      6)  $4.06 \times 10^{-5}$  m

.....

.....

.....

(1-2)

قم بتقريب الأرقام التالية إلى أربعة أرقام معنوية:

Round the following numbers to four figures:

- 3.682417                      21.860051                      375.6523                      112.511                      45.4673

.....

.....

.....

.....

.....

(1-3)

عبر عن الأعداد الآتية بالتدوين العلمي المكافئ لها:

Express the following numbers in their equivalent scientific notation:

- 1) 123,876.3

.....

- 2) 0.000000000000211

.....

(1-4)

قم بإجراء العملية الحسابية التالية، وعبر عن النتيجة بالعدد الصحيح من الأرقام المعنوية.

Perform the following mathematical operation and express the result to the correct number of Significant Figures.

$$\frac{(1.00866 - 1.00728)}{6.02205 \times 10^{23}} = \dots\dots\dots$$

(1-5)

كثافة الزئبق  $13.6 \text{ g/cm}^3$  . حول الكثافة إلى وحدة  $\text{Mg/mm}^3$  .

The density of Mercury is  $13.6 \text{ g/cm}^3$ . Convert its unit to  $\text{Mg/mm}^3$ .

(الحل)

.....  
.....  
.....  
.....

Exercise answers

إجابات التدريبات

**(1-1)**

- 1) 2804 m .....4.....  
 2) 2.84 km .....3.....  
 3) 5.029 m .....4.....  
 4) 0.003068 m .....4.....  
 5)  $4.6 \times 10^5$  m .....2.....  
 6)  $4.06 \times 10^{-5}$  m .....3.....

**(1-2)**

- 3.682417      21.860051      375.6523      112.511      45.4673  
 3.682      21.86      375.7      112.5      45.47

**(1-3)**

- 1) 123,876.3  
 $1.238763 \times 10^5$   
 2) 0.0000000000000211  
 $2.11 \times 10^{-13}$

**(1-4)**

$$\frac{(1.00866 - 1.00728)}{6.02205 \times 10^{23}} = 2.29 \times 10^{-27}$$

**(1-5)**

$$1 \text{ Mg} = 10^6 \text{ g}, \quad 1 \text{ cm}^3 = (10 \text{ mm})^3 = 10^3 \text{ mm}^3$$

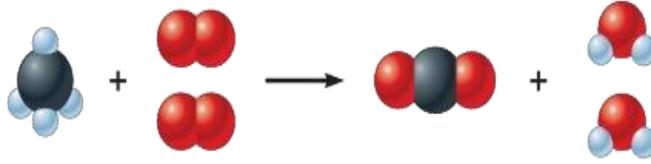
$$13.6 \text{ g/cm}^3 = 13.6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times \frac{1 \text{ Mg}}{10^6 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ cm}^3}{10^3 \text{ mm}^3} = 13.6 \times 10^{-9} \text{ Mg/mm}^3$$

التفاعل الكيميائي هو عملية يتم فيها تحويل مجموعة من المواد الأولية (المواد المتفاعلة) إلى مواد جديدة (النواتج) تختلف كلياً في خصائصها الكيميائية والفيزيائية عن المواد الأصلية.

A chemical reaction is a process in which a set of starting materials (reactants) is converted into new materials (products) that are completely different in their chemical and physical properties from the original materials.

فعلى سبيل المثال عند احتراق الميثان يتم كسر الروابط الكيميائية الموجودة بين جزيئات المواد المتفاعلة، وتكوين روابط كيميائية جديدة لإعادة ترتيب الذرات وتشكيل جزيئات المواد الناتجة. المهم هنا أن نوع الذرات لا يتغير (فذرة الكربون تبقى كربون، وذرة الهيدروجين تبقى هيدروجين)، لكن ما يتغير هو طريقة ارتباطها مع بعضها.

For example, when methane burns, the chemical bonds in the reactant molecules are broken, and new chemical bonds are formed to rearrange the atoms and produce the product molecules. The key point is that the types of atoms do not change (a carbon atom remains carbon, and a hydrogen atom remains hydrogen); what changes is how they are bonded to one another.



### Signs of a Chemical Reaction:

### دلائل حدوث التفاعل الكيميائي:

(1) دلالات نوعية (مرصودة بالحواس أو تجارب بسيطة).

#### 1) Qualitative evidence (observed by the senses or simple experiments).

- (a) تغير اللون.
- مثال: عند خلط محلول برمنجنات البوتاسيوم مع بعض المواد المختزلة يزول اللون البنفسجي.
  - التفسير: تغير في تركيب الأيونات/الجزيئات يؤدي إلى اختلاف امتصاص الضوء.
- a) Color change.
- Example: When potassium permanganate solution is mixed with some reducing agents, the purple color disappears.
  - Explanation: A change in the composition of ions/molecules results in a difference in light absorption.
- (b) تكون رائحة جديدة أو اختلاف الرائحة.
- مثال: رائحة الكبريت الناتجة عن تفاعل بعض الكبريتيدات مع الأحماض (H<sub>2</sub>S).
  - التفسير: إنتاج غازات أو مركبات طيارة ذات رائحة مميزة.
- b) It smells new or different.
- Example: The sulfurous smell resulting from the reaction of some sulfides with acids (H<sub>2</sub>S).
  - Explanation: Production of gases or volatile compounds with a distinctive odor.

(c) تكون غاز (تحرر غاز).

- مثال: حدوث فوران عند خلط بيكربونات الصوديوم مع حمض يتكوّن  $\text{CO}_2$ . الذي يمكن الكشف عنه بتمرير الغاز في ماء الجير  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  حيث يتكوّن عكارة بيضاء دليل على وجود  $\text{CO}_2$ .
- التفسير: تكوّن جزيئات غازية ناتجة عن إعادة ترتيب الذرات.

c) gas formation (gas release).

- Example: Effervescence occurs when sodium bicarbonate is mixed with acid, forming  $\text{CO}_2$ . This can be detected by passing the gas through limewater ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), where a white turbidity is formed, indicating the presence of  $\text{CO}_2$ .
- Explanation: The formation of gaseous molecules resulting from the rearrangement of atoms.

(d) تكون راسب (مادة صلبة تترسب).

- مثال: مزج محلول كبريتات الصوديوم مع محلول كلوريد الصوديوم لا يعطي راسب، لكن مزج كبريتات الصوديوم مع نترات الباريوم يعطي راسب أبيض ( $\text{BaSO}_4$ ).
- التفسير: تكون مركب جديد ذو ذوبانية منخفضة.

d) Precipitate (a solid that settles out).

- Example: Mixing sodium sulfate solution with sodium chloride solution does not produce a precipitate, but mixing sodium sulfate with barium nitrate produces a white precipitate ( $\text{BaSO}_4$ ).
- Explanation: Formation of a new compound with low solubility.

(e) تغير في الطاقة (تغير في الحرارة، ضوء، صوت).

- مثال: انبعاث ضوء أو شرار: احتراق أو تفاعلات تأكسد قوية.
- التفسير: تغير في طاقة الروابط — تكوين روابط جديدة يطلق طاقة أو امتصاص طاقة لكسر روابط.

e) Change in energy (change in heat, light, sound).

- Example: Emission of light or sparks: Combustion or strong oxidation reactions.
- Explanation: Change in bond energy — forming new bonds releases energy or absorbing energy to break bonds.

(f) تغير في الموصلية الكهربائية.

- مثال: إذابة حمض أو قاعدة أو تفاعل يؤدي إلى تكوّن أيونات يزيد أو ينقص توصيل المحلول للكهرباء.
- التفسير: عدد الأيونات في المحلول يتغير.

f) Change in electrical conductivity.

- Example: Dissolving an acid or base or a reaction that results in the formation of ions increases or decreases the electrical conductivity of the solution.
- Explanation: The number of Ions in the solution changes.

(2) دلائل كمية.

2) Quantitative evidence.

(a) قياس التغير الكتلي.

- في تفاعل مغلق كلياً، الكتلة الإجمالية لا تتغير (قانون حفظ الكتلة).
- في تجارب مفتوحة: فقدان كتلة يدل على تحرير غاز؛ زيادة كتلة قد تدل على امتصاص غاز (مثال: معدن يمتص أكسجين من الهواء في تفاعل أكسدة).

a) Mass change measurement.

- In a mass-closed reaction, the total mass does not change (law of conservation of mass).
- In open experiments: a loss of mass indicates the release of a gas; a gain in mass may indicate the absorption of a gas (e.g., a metal absorbing oxygen from the air in an oxidation reaction).

(b) قياسات حرارة التفاعل.

- باستخدام المسعر يمكن قياس الحرارة المنطلقة أو الممتصة بدقة، ما يؤكد حدوث تحول في الطاقة مرتبط بتكوين الروابط أو كسرها.

b) Heat of reaction measurements.

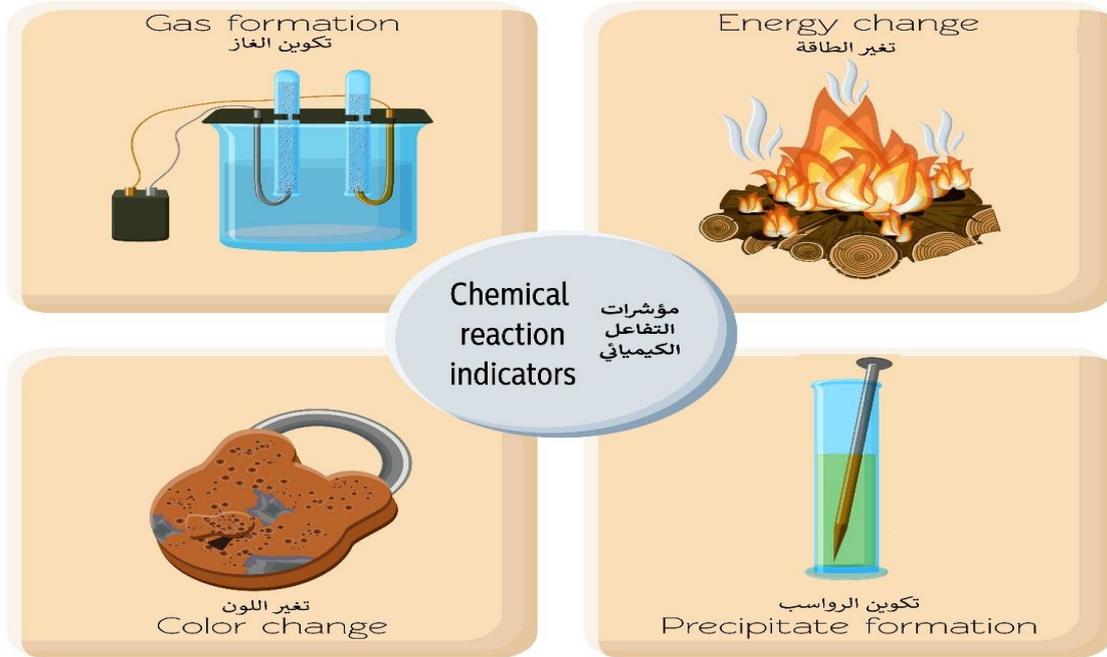
- Using a calorimeter, the heat released or absorbed can be accurately measured, confirming that an energy transfer has occurred associated with the formation or breaking of bonds.

(c) قياسات التركيز.

- تتبع انخفاض تركيز مادة وتكوّن مادة أخرى باستخدام التحليل الطيفي أو الكروماتوجرافيا أو قياس الموصلية الكهربائية يقدم دليلاً قوياً على حدوث تفاعل، ويبين كمية المادة الناتجة وسرعة التفاعل.

c) Concentration measurements.

- Tracking the decrease in concentration of one substance and the formation of another using spectroscopy, chromatography, or electrical conductivity measurement provides strong evidence that a reaction has occurred, showing the amount of product produced and the rate of the reaction.



الشكل 2-1: بعض الأمثلة للتفاعلات الكيميائية

Figure 2-1: Some examples of chemical reactions

## Representing chemical reactions

## تمثيل التفاعلات الكيميائية

تُعد المعادلات الكيميائية الأداة الأساسية والأكثر فعالية لتمثيل التفاعلات الكيميائية. إنها لغة عالمية ومختصرة يستخدمها الكيميائيون لوصف ما يحدث على المستوى الجزيئي أثناء التفاعل.

Chemical equations are the basic and most effective tool for representing chemical reactions. They are a universal and concise language used by chemists to describe what happens at the molecular level during a reaction.

المقصود من تمثيل التفاعل الكيميائي:

**The purpose of representing a chemical reaction is:**

تمثيل التفاعل الكيميائي هو كتابة وصف رمزي لما يحدث أثناء التفاعل، باستخدام رموز العناصر والصيغ الكيميائية والأسهم بدلاً من كتابة التفاعل بالكلمات.

Representing a chemical reaction is writing a symbolic description of what happens during a reaction, using element symbols, chemical formulas, and arrows instead of writing the reaction out in words.

## المكونات الأساسية للمعادلة الكيميائية

### The basic components of a chemical equation

#### (1) المتفاعلات

وهي المواد الأولية التي تبدأ التفاعل. تُكتب على الجانب الأيسر من السهم (أو على يسار علامة المساواة في بعض الحالات).

#### **1) Reactants**

These are the starting materials that start the reaction. They are written to the left of the arrow (or to the left of the equal sign in some cases).

#### (2) النواتج

وهي المواد الجديدة التي تنتج عن التفاعل. تُكتب على الجانب الأيمن من السهم (أو على يمين علامة المساواة في بعض الحالات).

#### **2) Products**

The new substances that result from the reaction. They are written on the right side of the arrow (or to the right of the equal sign in some cases).

#### (3) السهم

يُشير السهم (→) من المتفاعلات إلى النواتج، ويُقرأ عادةً على أنه "تنتج" أو "تتفاعل لثعطي".

#### **3) Arrow**

The arrow (→) points from reactants to products, and is usually read as "produces" or "reacts to give."

## Symbols used in equations

## رموز تُستخدم في المعادلات

مثال Example	المعنى Meaning	الرمز The symbol
$A + B \rightarrow C$	ينتج أو يُعطي. يفصل بين المتفاعلات والنواتج، ويشير إلى تفاعل غير عكسي (يسير في اتجاه واحد). Produces or gives. Separates reactants from products, indicating an irreversible (one-way) reaction.	$\rightarrow$
$A + B \rightleftharpoons C + D$	تفاعل عكوس. يشير إلى أن التفاعل يصل إلى حالة اتزان ويحدث في كلا الاتجاهين (الأمامي والعكسي). Reversible reaction. Indicates that the reaction reaches equilibrium and occurs in both directions (forward and reverse).	$\rightleftharpoons$
$H_2 + O_2$	يتفاعل مع أو بالإضافة إلى. يفصل بين المواد المتفاعلة و/أو المواد الناتجة. Reacts with or in addition to. Separates reactants and/or products.	+
$NaCl_{(s)}$	يشير إلى الحالة الصلبة. Refers to solid state.	(s)
$H_2O_{(l)}$	يشير إلى الحالة السائلة. Refers to the liquid state.	(l)
$CO_2_{(g)}$	يشير إلى الحالة الغازية. Refers to the gaseous state.	(g)
$HCl_{(aq)}$	يشير إلى المحلول المائي. Refers to aqueous solution.	(aq)
$CaCO_3 \xrightarrow{\Delta} CaO + CO_2$	يُوضع فوق السهم. يشير إلى أن التفاعل يتطلب تسخيناً (حرارة) لحدوثه. Placed above the arrow. Indicates that the reaction requires heating (heat) to occur.	$\Delta$ أو الحرارة
$N_2 + 3H \xrightarrow{2200 \text{ atm}} 2NH_3$	يُوضع فوق السهم. يشير إلى أن التفاعل يتطلب ضغطاً محددًا. Placed above the arrow. Indicates that the reaction requires a specific pressure.	الضغط أو رقم الضغط pressure or pressure number

$\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{Pt}} \text{C}_2\text{H}_6$	<p>يُوضع فوق السهم. يشير إلى استخدام عامل حفاز لتسريع التفاعل دون أن يستهلك فيه.</p> <p>Placed above the arrow. Indicates the use of a catalyst to speed up the reaction without being consumed in it.</p>	<p>العامل الحفاز (مثل Pt) catalyst (such as Pt)</p>
$\text{AgCl} \downarrow$	<p>يُوضع بعد الصيغة الكيميائية. يشير إلى تكوّن راسب (مادة صلبة غير ذائبة) في النواتج.</p> <p>Placed after a chemical formula. It indicates the formation of a precipitate (an insoluble solid) in the products.</p>	<p>↓ (راسب) (Precipitate) ↓</p>
$\text{CO}_2 \uparrow$	<p>يُوضع بعد الصيغة الكيميائية. يشير إلى تصاعد غاز في النواتج.</p> <p>Placed after a chemical formula. Indicates the evolution of a gas in the products.</p>	<p>↑ (غاز متصاعد) gas) ↑ (evaporation)</p>

## Word chemical equations

## المعادلات الكيميائية اللفظية

المعادلة اللفظية هي تعبير يكتب بالكلمات ليوضح المواد المتفاعلة والمواد الناتجة من التفاعل الكيميائي دون استخدام رموز أو صيغ كيميائية.

A word equation is an expression written in words to show the reactants and products of a chemical reaction without using chemical symbols or formulas.

الناتج (2) + الناتج (1) → المتفاعل (2) + المتفاعل (1)

### مثال 1:

يتفاعل الميثان مع الأكسجين لينتج الماء وثاني أكسيد الكربون.

### Example 1:

Methane reacts with oxygen to produce water and carbon dioxide.

ماء + ثاني أكسيد الكربون → أكسجين + ميثان

### Exercise (2-1):

### تدريب (2-1):

اكتب المعادلة اللفظية لتفاعل غاز البروم مع الهيدروجين لينتج غاز بروميد الهيدروجين.

Write the word equation for the reaction of bromine gas with hydrogen to produce hydrogen bromide gas.

.....

### Exercise (2-2):

### تدريب (2-2):

اكتب المعادلة اللفظية لتحلل نترات الأمونيوم بالحرارة لتكوين أكسيد النيتروز (الغاز المضحك) وبخار الماء.

Write the word equation for the heat decomposition of ammonium nitrate to form nitrous oxide (laughing gas) and water vapor.

.....

## Symbolic chemical equations

## المعادلات الكيميائية الرمزية

المعادلات الكيميائية الرمزية هي الطريقة الأدق والأكثر علمية لتمثيل التفاعلات الكيميائية. تستخدم هذه المعادلات رموز وصيغ العناصر والمركبات وأرقام تكتب قبلها تسمى (المعاملات) لإظهار ما يحدث على المستوى الجزيئي.

Symbolic chemical equations are the most accurate and scientific way to represent chemical reactions. These equations use symbols and formulas for elements and compounds, along with numbers written before them called coefficients, to show what is happening at the molecular level.

**المعامل:** هو العدد الذي يكتب قبل المادة المتفاعلة أو الناتجة. وتكون المعاملات عادة أعداداً صحيحة، ولا تكتب إذا كانت القيمة واحداً. وتصف المعاملات أبسط نسبة عددية صحيحة لكميات كل من المتفاعلات والنواتج.

**Coefficient:** The number written before a reactant or product. Coefficients are usually integers and are not written if the value is one. Coefficients describe the simplest whole number ratio of the quantities of the reactants and products.

## Balancing chemical equations

## وزن المعادلات الكيميائية

وزن المعادلات الكيميائية يعني جعل عدد الذرات من كل عنصر متساوياً في طرفي المعادلة (المتفاعلات والنواتج)، حتى يتحقق قانون حفظ الكتلة الذي ينص على أن الكتلة لا تفنى ولا تُستحدث، بل تتحول من شكل إلى آخر.

Balancing chemical equations means making the number of atoms of each element equal on both sides of the equation (reactants and products), so that the law of conservation of mass is achieved, which states that mass can neither be created nor destroyed, but rather is transformed from one form to another.

## The importance of balancing

## أهمية الموازنة

الخاصية الأكثر أهمية للمعادلة الرمزية هي أنها يجب أن تكون موزونة. يبين شكل 2-2 خطوات وزن المعادلات الكيميائية.

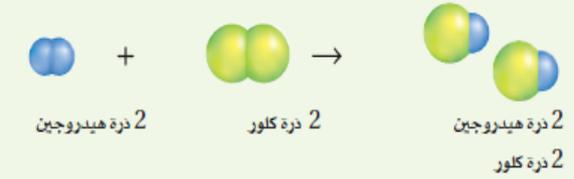
The most important property of a symbolic equation is that it must be balanced. Figure 2-2 shows the steps for balancing chemical equations.

- **التعريف:** موازنة المعادلة تعني ضبط المعاملات للتأكد من أن عدد ذرات كل عنصر متساوي في طرفي المعادلة (المتفاعلات والنواتج).
- **Definition:** Balancing an equation means adjusting the coefficients to ensure that the number of atoms of each element is equal on both sides of the equation (the reactants and the products).
- **الهدف:** تحقيق قانون حفظ الكتلة، الذي ينص على أن الكتلة لا تفنى ولا تُستحدث من العدم في التفاعل الكيميائي.
- **Goal:** To achieve the law of conservation of mass, which states that mass is neither created nor destroyed in a chemical reaction.
- **الطريقة:** يتم تغيير المعاملات فقط، ولا يجوز تغيير الأرقام السفلية في الصيغة، لأن ذلك يغير من هوية المادة.

- **Method:** Only the coefficients are changed; subscripts in the formula must not be changed, as this changes the identity of the substance.

## Steps for balancing chemical equations

## خطوات وزن المعادلات الكيميائية

خطوات وزن المعادلات		الخطوات	العملية	مثال
$\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{HCl}(\text{g})$  <p>ذرتا هيدروجين + ذرتا كلور → ذرة هيدروجين وذرة كلور</p>		1	اكتب معادلة كيميائية غير موزونة. تأكد أن الصيغ الكيميائية للمتفاعلات والنواتج صحيحة، وأن الأسهم تفصل المتفاعلات عن النواتج، وإشارة (+) تفصل بين كل من المواد المتفاعلة والمواد الناتجة، ووجود الحالات الفيزيائية للمواد المتفاعلة والمواد الناتجة.	
$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow$ <p>2 ذرة هيدروجين + 2 ذرة كلور</p>		2	عدّ ذرات العناصر في المتفاعلات. تتفاعل ذرتا هيدروجين وذرتا كلور.	
$\text{HCl}$ <p>1 ذرة هيدروجين + 1 ذرة كلور</p>		3	عدّ ذرات العناصر في النواتج. تنتج ذرة هيدروجين وذرة كلور.	
$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$  <p>2 ذرة هيدروجين + 2 ذرة كلور → 2 ذرة هيدروجين + 2 ذرة كلور</p>		4	غير المعاملات لتجعل عدد ذرات كل عنصر هو نفسه في طرفي المعادلة. ولا تغير أبداً أي رقم ضمن الصيغة الكيميائية لتزن معادلة؛ لأن ذلك يغير نوع المادة.	
$\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HCl}(\text{g})$ <p>1H<sub>2</sub> : 1 Cl<sub>2</sub> : 2 HCl</p> <p>1:1:2</p>		5	اكتب المعاملات في أبسط نسبة ممكنة، بحيث تكون المعاملات أصغر أعداد صحيحة ممكنة. فالنسبة 2HCl : 1 Cl <sub>2</sub> : 1 H <sub>2</sub> (2:1:1) هي أصغر نسبة ممكنة، لأنه لا يمكن اختصارها أكثر من ذلك وتظل أعداداً صحيحة.	
$\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HCl}(\text{g})$ <p>2 ذرة هيدروجين + 2 ذرة كلور → 2 ذرة هيدروجين + 2 ذرة كلور</p> <p>يوجد ذرتا هيدروجين وذرتا كلور في كل من طرفي المعادلة.</p>		6	تأكد من عملك تأكد أن الصيغ الكيميائية مكتوبة بشكل صحيح، وأن عدد ذرات كل عنصر هو نفسه في طرفي المعادلة.	

الشكل 2-2: خطوات وزن المعادلات الكيميائية

Figure 2-2: Steps for balancing chemical equations

**Exercise (2-3):**

**تدريب (2-3):**

اكتب المعادلة اللفظية والمعادلة الكيميائية الرمزية للتفاعل الآتي: عند تسخين كلورات البوتاسيوم الصلبة ينتج كلوريد البوتاسيوم الصلب وغاز الأكسجين.

Write the word equation and the symbol chemical equation for the following reaction: When solid potassium chlorate is heated, solid potassium chloride and oxygen gas are produced.

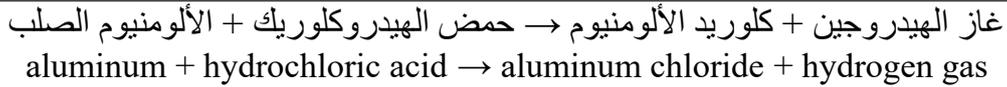
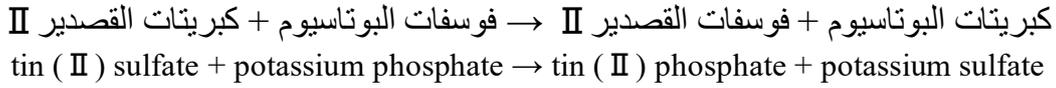
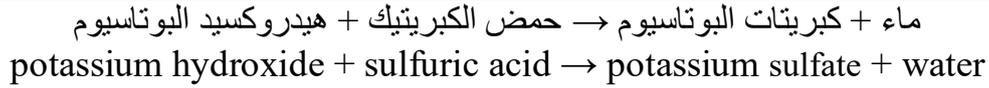
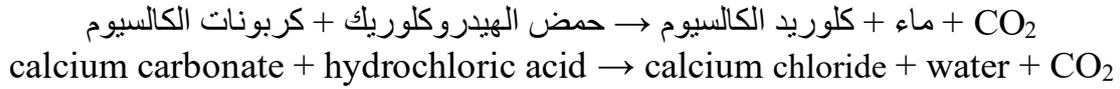
**الحل:**

**Exercise (2-4):**

**تدريب (2-4):**

عبر عن المعادلات اللفظية التالية بمعادلات رمزية موزونة:

Express the following word equations as balanced symbolic equations:

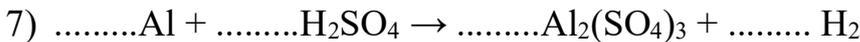
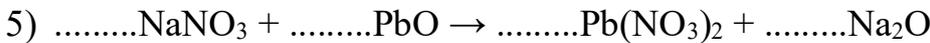
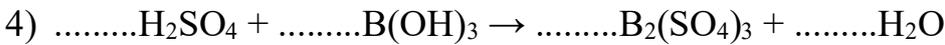
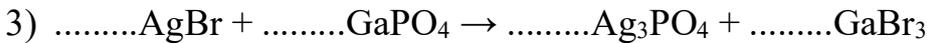
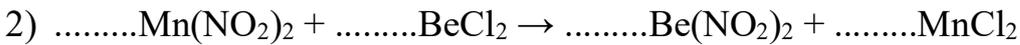
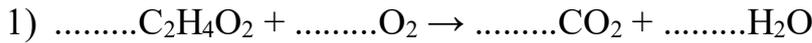


**Exercise (2-5):**

**تدريب (2-5):**

وازن المعادلات التالية:

Balance the following equations:



## Types of Chemical Reactions

## أنواع التفاعلات الكيميائية

تتنوع التفاعلات الكيميائية إلى عدة أنماط رئيسة، منها:  
**(1) تفاعلات الاحتراق:** هو نوع من التفاعلات الكيميائية السريعة التي تحدث بين مادة متفاعلة وعامل مؤكسد (عادةً ما يكون الأكسجين الجوي)، وينتج عنه طاقة.

Chemical reactions vary into several main types, including:

- 1) **Combustion reactions:** It is a type of rapid chemical reaction that occurs between a reactant and an oxidizing agent (usually atmospheric oxygen), producing energy.

**مثال 2:** الاحتراق التام للميثان (الغاز الطبيعي)

**Example 2:** the complete combustion of methane (natural gas)



**(2) تفاعلات التكوين:** اتحاد مادتين أو أكثر لتكوين مركب جديد.

النواتج دائماً مركب واحد فقط. هذا هو المؤشر الأوضح على أن التفاعل هو تفاعل تكوين. وغالباً ما تكون تفاعلات تطلق طاقة على شكل حرارة وضوء. وهذا منطقي لأن تكوين الروابط غالباً ما يكون مصحوباً بإطلاق طاقة.

- 2) **Formation reactions:** the combination of two or more substances to form a new compound.

The product is always just one compound. This is the clearest indication that a reaction is a synthesis reaction. These are often reactions that release energy in the form of heat and light. This makes sense because bond formation is often accompanied by the release of energy.

**الصورة العامة للمعادلة:** General form of the equation:



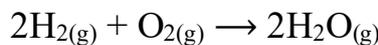
تفاعلات التكوين يمكن أن تحدث بين:

**Formation reactions can occur between:**

- عنصرين لتكوين مركب:
- Two elements to form a compound:

**مثال 3:** تفاعل الهيدروجين مع الأكسجين لتكوين الماء.

**Example 3:** Hydrogen reacts with oxygen to form water.

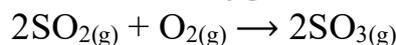


• عنصر ومركب لتكوين مركب جديد:

- Element and compound combine to form a new compound:

**مثال 4:** تفاعل ثاني أكسيد الكبريت مع الأكسجين لتكوين ثالث أكسيد الكبريت.

**Example 4:** Sulfur dioxide reacts with oxygen to form sulfur trioxide.

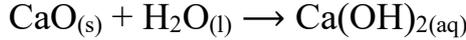


• مركبين لتكوين مركب جديد وأكثر تعقيداً.

- Two compounds combine to form a new, more complex compound.

**مثال 5:** تفاعل أكسيد الكالسيوم (الجير الحي) مع الماء لتكوين هيدروكسيد الكالسيوم (الجير المطفأ).

**Example 5:** Calcium oxide (quicklime) reacts with water to form calcium hydroxide (slaked lime).



**(3) تفاعلات التفكك:** هو تفاعل كيميائي يتم فيه تكسير مركب واحد إلى مادتين أو أكثر أبسط منه (سواء كانت عناصر أو مركبات أبسط). ببساطة، هو تفاعل "تكسير" أو "تحلل".

**3) Decomposition reactions:** It is a chemical reaction in which one compound breaks down into two or more simpler substances (either elements or simpler compounds). Simply put, it is a "breaking" or "decomposition" reaction.

الصورة العامة للمعادلة: **General form of the equation:**



نظرًا لأن تفاعلات التفكك تتضمن تكسير روابط كيميائية، فإنها غالبًا ما تتطلب إضافة طاقة لحدوثها. يمكن أن تكون هذه الطاقة في أشكال مختلفة كالحرارة أو الضوء أو الكهرباء.

Because decomposition reactions involve the breaking of chemical bonds, they often require the addition of energy. This energy can take various forms, such as heat, light, or electricity.

**مثال 6:** تفكك نترات الأمونيوم إلى أكسيد النيتروز وماء.

**Example 6:** Ammonium nitrate decomposes into nitrous oxide and water.



**(4) تفاعلات الإحلال البسيط:** إحلال عنصر مكان عنصر آخر في مركب.

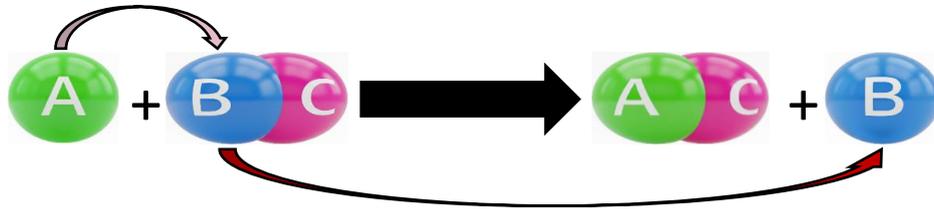
**4) Simple substitution reactions:** substitution of one element for another in a compound.

الصورة العامة للمعادلة: **General form of the equation:**



في هذا النوع من التفاعلات، يتفاعل عنصر نشط (أكثر نشاطاً) مع مركب، ليحل العنصر النشط محل أحد العناصر المكونة لذلك المركب (العنصر الأقل نشاطاً). والنتيجة هي تكوين مركب جديد وعنصر حر.

In this type of reaction, an active (more reactive) element reacts with a compound, replacing one of the components of that compound (the less reactive element). The result is the formation of a new compound and a free element.



**أنواع تفاعلات الإحلال البسيط:** **Types of simple substitution reactions:**

• **إحلال الفلز محل فلز آخر:**

يحدث عندما يكون الفلز الحر أكثر نشاطاً من الفلز الموجود في المركب.

• **Substitution of one metal for another:**

It occurs when the free metal is more reactive than the metal in the compound.



(5) **تفاعلات الإحلال المزدوج:** تبادل الأيونات بين مركبين لتكوين مركبين جديدين.

5) **Double replacement reactions:** the exchange of ions between two compounds to form two new compounds.

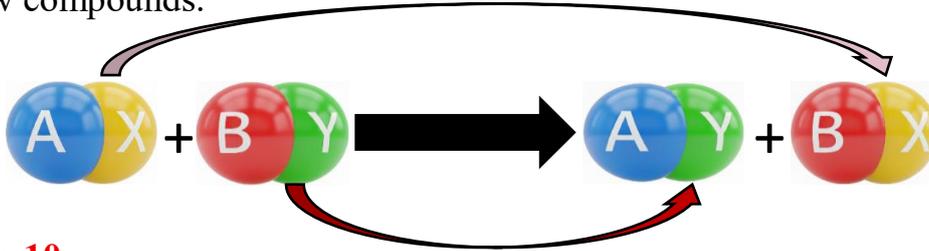
General form of the equation:

الصورة العامة للمعادلة:



حيث A و B هي الكاتيونات (الأيونات الموجبة) و X و Y هي الأنيونات (الأيونات السالبة). في هذا التفاعل، يتبادل كل من الكاتيونين أماكنهما مع الأنيونات المقابلة لتكوين مركبات جديدة.

Where A and B are cations (positive ions) and X and Y are anions (negative ions). In this reaction, both cations exchange places with the corresponding anions to form new compounds.



Example 10:

مثال 10:



الخطوات الأساسية لكتابة المعادلات الكيميائية الموزونة لتفاعلات الإحلال المزدوج:

Basic steps for writing balanced chemical equations for double replacement reactions:

المثال Example	الخطوات Steps	
$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$	اكتب الصيغة الكيميائية للمتفاعلات. Write the chemical formula for the reactants.	(1)
$\text{NO}_3^-$ و $\text{Al}^{3+}$ فيه $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ $\text{SO}_4^{2-}$ و $\text{H}^+$ فيه $\text{H}_2\text{SO}_4$	عَيّن الأيونات الموجبة والسالبة في كل مركب. Identify the positive and negative ions in each compound.	(2)
$\text{SO}_4^{2-}$ يرتبط مع $\text{Al}^{3+}$ $\text{NO}_3^-$ يرتبط مع $\text{H}^+$	اربط بين كل أيون موجب والأيون السالب في المركب الآخر. Match each positive ion to the negative ion in the other compound.	(3)
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ $\text{HNO}_3$	اكتب الصيغ الكيميائية للنواتج مستعيناً بالخطوة الثالثة. Write the chemical formulas of the products using step 3.	(4)
$\text{Al}(\text{NO}_3)_3(aq) + \text{H}_2\text{SO}_4(aq) \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(s) + \text{HNO}_3(aq)$	اكتب المعادلة الكيميائية الكاملة لتفاعل الإحلال المزدوج. Write the complete chemical equation for the double replacement reaction.	(5)
$2\text{Al}(\text{NO}_3)_3(aq) + 3\text{H}_2\text{SO}_4(aq) \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(s) + 6\text{HNO}_3(aq)$	زن المعادلة. Balance the equation.	(6)

الشكل 2-4: خطوات كتابة معادلات الإحلال المزدوج

Figure 2-4: Steps for writing double replacement equations

**Exercise (2-7):**

**تدريب (2-7):**

صنّف التفاعلات التالية وفقاً لأنواع التي درستها:

Classify the following reactions according to the types you have studied:

التصنيف Classification	المعادلة The equation	
	حمض الكبريتيك → ماء + ثالث أكسيد الكبريت sulfur trioxide + water → Sulfuric acid	(1)
	كلوريد الحديد III + ماغنسيوم → حديد + كلوريد الماغنسيوم Magnesium Chloride + Iron → Magnesium + Iron III Chloride	(2)
	عند تسخين غاز فلوريد الأكسجين ينتج غاز الأكسجين وغاز الفلور When oxygen fluoride gas is heated, oxygen gas and fluorine gas are produced.	(3)
	الحصول على الهيدروجين والأكسجين من الماء بواسطة عملية التحليل الكهربائي. Obtaining hydrogen and oxygen from water by electrolysis.	(4)
	نحصل على ملح الطعام من تفاعل الصوديوم والكلور We get table salt from the reaction of sodium and chlorine.	(5)

**Reactions in aqueous solutions**

**التفاعلات في المحاليل المائية**

تفاعلات المحاليل المائية هي التفاعلات الكيميائية التي تحدث عندما تكون المواد المتفاعلة (المذاب) مذابة في الماء. في هذه التفاعلات يعمل الماء كمذيب وهو الأكثر كمية في المحلول.

Aqueous solution reactions are chemical reactions that occur when the reactants (solutes) are dissolved in water. In these reactions, water acts as the solvent and is the largest component of the solution.

**Classification of substances in water:**

**تصنيف المواد في الماء:**

تُصنّف المركبات المذابة في الماء بناءً على قدرتها على التفكك إلى أيونات (توصيل الكهرباء).

Compounds dissolved in water are classified based on their ability to dissociate into ions (conductivity of electricity).

مثال Example	الخصائص Properties	النوع Type
NaCl (ملح الطعام) (salt)، HCl (حمض الهيدروكلوريك) (hydrochloric acid)	تتفكك أو تتأين بشكل كامل في الماء لتكوين عدد كبير من الأيونات. تشمل معظم المركبات الأيونية الذائبة والأحماض والقواعد القوية. They dissociate or ionize completely in water to form a large number of ions. Most ionic compounds include solute compounds, strong acids, and strong bases.	الإلكتروليتات القوية strong electrolytes
CH <sub>3</sub> COOH (حمض الأسيتيك) (acetic acid)	تتأين جزئياً في الماء لتكوين عدد قليل من الأيونات. تشمل الأحماض والقواعد الضعيفة. Partially ionize in water to form a small number of ions. Includes weak acids and bases.	الإلكتروليتات الضعيفة weak electrolytes
C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub> (سكر المائدة)	تذوب في الماء لكنها لا تتأين أو تتفكك إلى أيونات، وتبقى على شكل جزيئات. It dissolves in water but does not ionize or dissociate into ions, and remains in the form of molecules.	لا إلكتروليتات non- electrolytes

## ذوبان المركبات الجزيئية في المحاليل المائية:

### Dissolution of Molecular Compounds in Aqueous Solutions:

تُعد المركبات الجزيئية (أو التساهمية) مواد تتكون من ذرات مرتبطة بروابط تساهمية. عندما تذوب هذه المركبات في محلول مائي، فإنها تتصرف بإحدى طريقتين رئيسيتين:

Molecular (or covalent) compounds are substances composed of atoms held together by covalent bonds. When these compounds dissolve in an aqueous solution, they behave in one of two main ways:

#### (1) الذوبان دون تأين (تكوين اللاإلكتروليات):

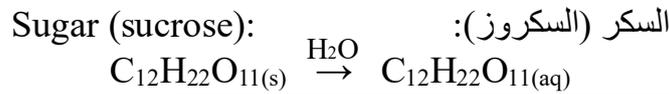
##### 1) Dissolving without ionization (formation of non-electrolytes):

هذا هو السلوك الأكثر شيوعًا للمركبات الجزيئية العادية، خاصة تلك غير المصنفة كأحماض أو قواعد قوية. كما هو مبين في شكل 2-5.

This is the most common behavior of ordinary molecular compounds, especially those not classified as strong acids or bases. As shown in Figure 2-5.

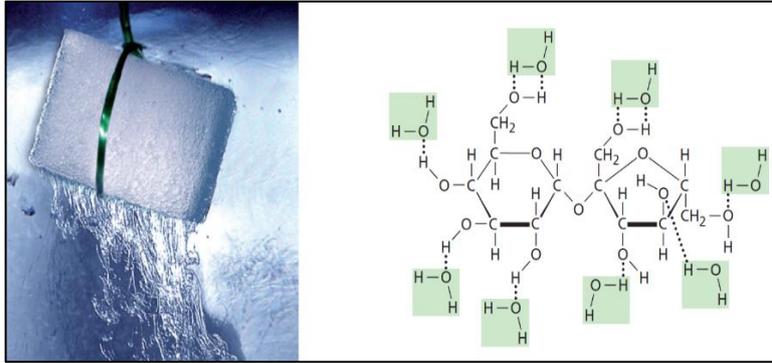
#### Example 11:

#### مثال 11:



الشكل 2-5: ذوبان السكر في الماء

Figure 2-5: Dissolving sugar in water



#### (2) الذوبان مع التأين (تكوين إلكتروليات):

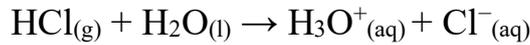
##### 2) Dissolution with ionization (formation of electrolytes):

في حالات خاصة، تتفاعل بعض المركبات الجزيئية القطبية مع جزيئات الماء لتكوين أيونات. تسمى هذه العملية التأين. كما هو مبين في شكل 2-6.

In special cases, some polar molecules react with water molecules to form ions. This process is called ionization. As shown in Figure 2-6.

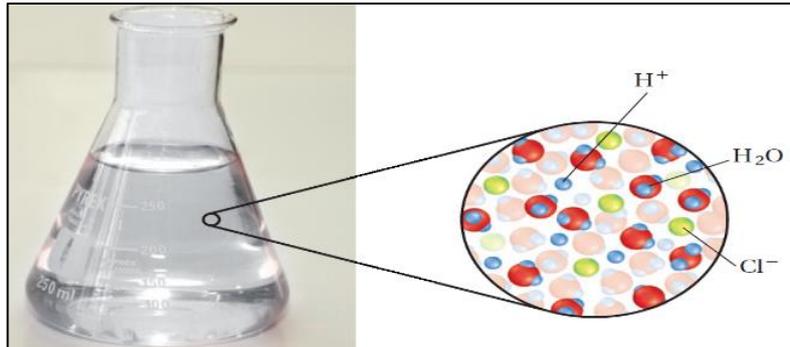
#### Example 12:

#### مثال 12:



الشكل 2-6: ذوبان الإلكتروليت في الماء

Figure 2-6: Electrolyte solubility in water

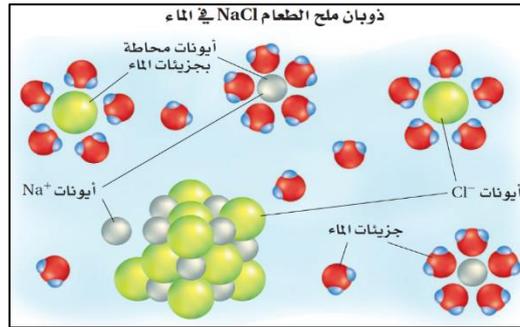


## ذوبان المركبات الأيونية في المحاليل المائية

### Dissolution of Ionic Compounds in Aqueous Solutions

تذوب المركبات الأيونية في المحاليل القطبية (مثل الماء) عن طريق تفككها إلى أيونات موجبة وسالبة حرة الحركة. تُعرف هذه العملية باسم الذوبان أو الإماهة (Hydration) عندما يكون المذيب هو الماء. يبيّن شكل 2-7 عملية ذوبان ملح الطعام في الماء.

Ionic compounds dissolve in polar solutions (such as water) by dissociating into freely moving positive and negative ions. This process is known as dissolution or hydration when the solvent is water. Figure 2-7 shows the process of dissolving table salt in water.



الشكل 2-7: ذوبان المركبات الأيونية في الماء

Figure 2-7: Dissolution of ionic compounds in water

### وصف التفاعلات بالمعادلات الأيونية: Describing reactions with ionic equations:

تُستخدم المعادلات الأيونية لوصف التفاعلات في المحاليل المائية بشكل أكثر دقة، خاصة بالنسبة للإلكتروليتات القوية.

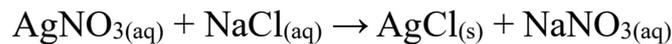
Ionic equations are used to describe reactions in aqueous solutions more accurately, especially for strong electrolytes.

**1) المعادلة الأيونية الكاملة (الكلية):** تُظهر جميع الإلكتروليتات القوية المذابة في الماء على شكل أيونات متفككة، بينما يُكتب الراسب أو الماء أو الغاز (أو الإلكتروليت الضعيف) بصيغته الجزيئية.

**1) Complete (overall) ionic equation:** All strong electrolytes dissolved in water are shown as dissociated ions, while the precipitate, water, or gas (or weak electrolyte) is written in its molecular formula.

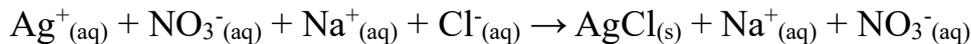
### Example 13:

مثال 13:



كتابة المعادلة الأيونية الكاملة لهذا التفاعل كالتالي:

Write the complete ionic equation for this reaction as follows:

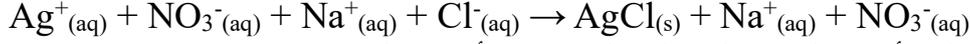


**2) المعادلة الأيونية الصافية (النهائية):** يتم الحصول عليها بحذف الأيونات المتفرجة، وهي الأيونات التي تظهر دون تغيير في جانبي المتفاعلات والنواتج، ولا تشارك فعليًا في التفاعل الكيميائي.

2) **Net (final) ionic equation:** It is obtained by eliminating spectator ions, which are ions that appear unchanged on both the reactant and product sides and do not actually participate in the chemical reaction.

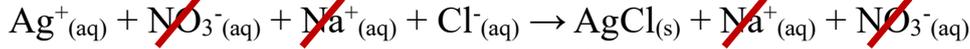
**Example 14:**

**مثال 14:**

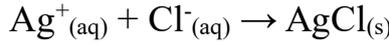


لكتابة المعادلة الأيونية الصافية لهذا التفاعل تحذف الأيونات المتفرجة:

To write the net ionic equation for this reaction, remove the spectator ions:



Final result: النتيجة النهائية:



**الأيونات المتفرجة:** هي أيونات موجودة في طرفي المعادلة الأيونية (المتفاعلات والنواتج) دون أن يطرأ عليها أي تغيير في حالتها الكيميائية أو الفيزيائية.

**Spectator ions:** ions present on both sides of an ionic equation (reactants and products) without undergoing any change in their chemical or physical state.

**أنواع التفاعلات في المحاليل المائية:**

يحدث تفاعل الإحلال المزدوج ويُعتبر مكتملاً فقط إذا تم سحب بعض الأيونات من المحلول لتكوين أحد النواتج التالية:

A double replacement reaction occurs and is considered complete only if some of the ions are removed from the solution to form one of the following products:

(1) تكوين راسب (تفاعلات الترسيب):

**1) Precipitate formation (Precipitation reactions):**

هو النوع الأكثر شيوعاً. يتحد الأيون الموجب والسالب ليكونا مركباً أيونياً غير ذائب (مادة صلبة) ينفصل عن المحلول. يبين شكل 2-8 عملية ترسيب هيدروكسيد النحاس الثنائي.

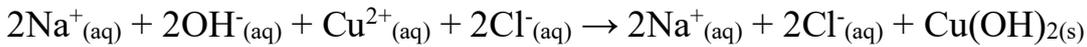
This is the most common type. The positive and negative ions combine to form an insoluble ionic compound (solid) that separates from the solution. Figure 2-8 shows the process of precipitation of copper(II) hydroxide.

**Example 15:**

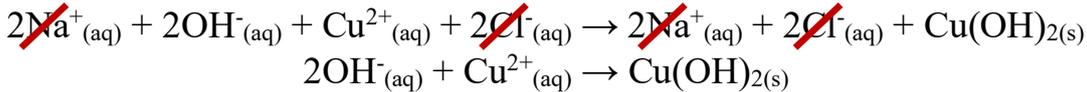
**مثال 15:**



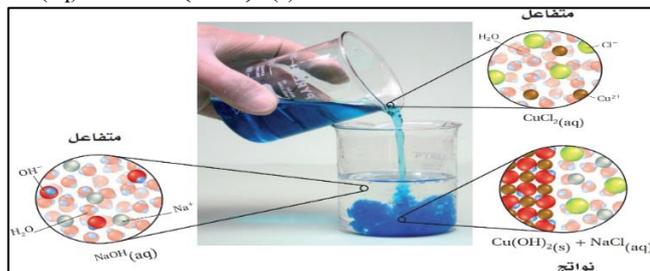
The complete ionic equation: المعادلة الأيونية الكاملة:



Net ionic equation: المعادلة الأيونية الصافية:



الشكل 2-8:  
تفاعلات الترسيب  
Figure 2-8:  
Precipitation Reactions



## 2) تكوين جزيء ماء (تفاعلات التعادل):

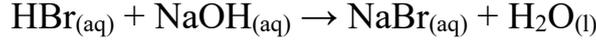
### 2) Formation of a water molecule (neutralization reactions):

يحدث بين حمض وقاعدة. يتحد أيون الهيدروجين الموجب ( $H^+$ ) من الحمض مع أيون الهيدروكسيد السالب ( $OH^-$ ) من القاعدة لتكوين جزيء ماء ( $H_2O$ ) متعادل. يبين شكل 2-9 عملية تكون الماء.

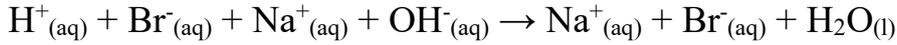
It occurs between an acid and a base. The positive hydrogen ion ( $H^+$ ) from the acid combines with the negative hydroxide ion ( $OH^-$ ) from the base to form a neutral water molecule ( $H_2O$ ). Figure 2-9 shows the process of water formation.

#### Example 16:

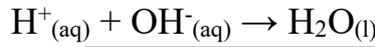
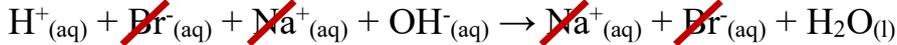
#### مثال 16:



The complete ionic equation: المعادلة الأيونية الكاملة:



Net ionic equation: المعادلة الأيونية الصافية:



الشكل 2-9:  
تفاعلات التعادل

Figure 2-9:

Neutralization reactions



### 3) تكوين غاز:

### 3) Gas formation:

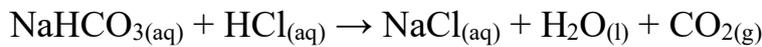
أحد النواتج غازًا يغادر المحلول. غالبًا ما ينتج هذا الغاز من تحلل مركب وسيط غير مستقر، مثل حمض الهيدروكلوريك مع صودا الخبز (كربونات الصوديوم الهيدروجينية)، ليتصاعد غاز  $CO_2$ .

One of the products is a gas that leaves the solution. This gas often results from the decomposition of an unstable intermediate compound, such as acetic acid with baking soda (sodium hydrogen carbonate), to produce  $CO_2$  gas.

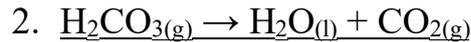
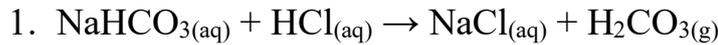
#### Example 17:

#### مثال 17:

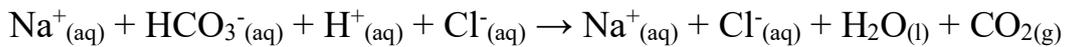
Chemical equation: المعادلة الكيميائية:



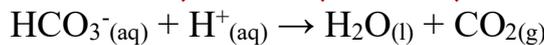
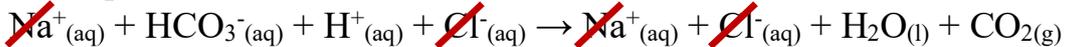
The reaction takes place in two stages: يتم التفاعل على مرحلتين:



The complete ionic equation: المعادلة الأيونية الكاملة:



Net ionic equation: المعادلة الأيونية الصافية:



Exercise answers

إجابات التدريبات

**Exercise (2-1):**

**تدريب (2-1):**



**Exercise (2-2):**

**تدريب (2-2):**



**Exercise (2-3):**

**تدريب (2-3):**



**Exercise (2-4):**

**تدريب (2-4):**

$\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
$2\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
$3\text{SnSO}_4 + 2\text{K}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Sn}_3(\text{PO}_4)_2 + 3\text{K}_2\text{SO}_4$
$2\text{Al} + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2$

**Exercise (2-5):**

**تدريب (2-5):**

- $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 + 2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- $\text{Mn}(\text{NO}_2)_2 + \text{BeCl}_2 \rightarrow \text{Be}(\text{NO}_2)_2 + \text{MnCl}_2$
- $3\text{AgBr} + \text{GaPO}_4 \rightarrow \text{Ag}_3\text{PO}_4 + \text{GaBr}_3$
- $3\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{B}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{B}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$
- $2\text{NaNO}_3 + \text{PbO} \rightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{O}$
- $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_3\text{PO}_4$
- $2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2$

**Exercise (2-6):**

**تدريب (2-6):**

1)	$\text{Mg}_{(s)} + \text{ZnCl}_{2(aq)} \rightarrow \text{MgCl}_{2(aq)} + \text{Zn}_{(s)}$
2)	$\text{F}_{2(l)} + 2\text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{Cl}_{2(g)} + 2\text{HF}_{(aq)}$
3)	$\text{Al}_{(s)} + \text{AlCl}_{3(aq)} \rightarrow \text{NR}$
4)	$\text{Fe}_{(s)} + \text{Na}_3\text{PO}_{4(aq)} \rightarrow \text{NR}$
5)	$2\text{Al}_{(s)} + 3\text{Pb}(\text{NO}_3)_{2(aq)} \rightarrow 3\text{Pb}_{(s)} + 2\text{Al}(\text{NO}_3)_{3(aq)}$

**Exercise (2-7):**

**تدريب (2-7):**

تكوين	حمض الكبريتيك → ماء + ثالث أكسيد الكبريت sulfur trioxide + water → Sulfuric acid	(1)
إحلال بسيط	كلوريد الحديد III + ماغنسيوم → حديد + كلوريد الماغنسيوم Magnesium Chloride + Iron → Magnesium + Iron III Chloride	(2)
تفكك	عند تسخين غاز فلوريد الأكسجين ينتج غاز الأكسجين وغاز الفلور. When oxygen fluoride gas is heated, oxygen gas and fluorine gas are produced.	(3)
تفكك	الحصول على الهيدروجين والأكسجين من الماء بواسطة عملية التحليل الكهربائي. Obtaining hydrogen and oxygen from water by electrolysis.	(4)
تكوين	نحصل على ملح الطعام من تفاعل الصوديوم والكلور. We get table salt from the reaction of sodium and chlorine.	(5)

يشير مصطلح قياس المادة في الكيمياء إلى تحديد كمية المادة بدقة، خاصة عند التعامل مع التفاعلات الكيميائية التي تتطلب نسباً محددة من المتفاعلات والنواتج. ولأن الذرات والجزيئات متناهية في الصغر ولا يمكن عدّها بشكل فردي، فقد اعتمد الكيميائيون المول (Mole) كوحدة قياس أساسية لـ "كمية المادة" في النظام الدولي للوحدات (SI).

In chemistry, the term "measurement of matter" refers to the precise determination of the amount of a substance, especially when dealing with chemical reactions that require specific ratios of reactants and products. Because atoms and molecules are so small that they cannot be counted individually, chemists adopted the mole as the basic unit of measurement for "amount of matter" in the International System of Units (SI).

**المول:** هو الوحدة القياسية لعد الجسيمات (الذرات، الجزيئات، الأيونات، أو وحدات الصيغة الكيميائية) في الكيمياء.

**Mole:** The standard unit for counting particles (atoms, molecules, ions, or chemical formula units) in chemistry.

مثال Example	الجسيمات Particles
ذرات العناصر (Fe، Cu، Ag، وهكذا) Atoms of elements (Fe, Cu, Ag, etc.)	الذرات Atoms
جزيئات العناصر (O <sub>2</sub> ، F <sub>2</sub> ، P <sub>4</sub> ، وهكذا) ، وجزيئات المركبات (H <sub>2</sub> O، CO <sub>2</sub> ، وهكذا) Elemental molecules (O <sub>2</sub> , F <sub>2</sub> , P <sub>4</sub> , etc.), and compound molecules (H <sub>2</sub> O, CO <sub>2</sub> , etc.)	الجزيئات Molecules
الأيونات الأحادية (Cl <sup>-</sup> ، Cr <sup>2+</sup> ، وهكذا)، الأيونات عديدة الذرات (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ، OH <sup>-</sup> ) Monatomic ions (Cl <sup>-</sup> , Cr <sup>2+</sup> , etc.), polyatomic ions (OH <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , etc.)	الأيونات Ions
مركبات جزيئية شبكية (SiO <sub>2</sub> )، مركبات أيونية (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ، NaCl) Covalent network compounds (SiO <sub>2</sub> ), Ionic compounds (NaCl, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	وحدات الصيغة الكيميائية Chemical formula units

ويُعرف أيضاً المول بأنه كمية المادة التي تحتوي على العدد نفسه من الجسيمات الموجودة في 12 g من نظير الكربون-12. هذا العدد الثابت يسمى عدد أفوجادرو (N<sub>A</sub>).

A mole is also defined as the amount of a substance that contains the same number of particles as 12 g of the carbon-12 isotope. This constant is called Avogadro's number (N<sub>A</sub>).

$$\text{عدد أفوجادرو } (N_A) = 6.02 \times 10^{23} \text{ جسيم}$$

## The relationship between moles and the number of particles

يمكن استخدام عدد أفوجادرو للتحويل بين المولات وعدد الجسيمات بحسب العلاقة التالية:  
Avogadro's number can be used to convert between moles and the number of particles according to the following relationship:

العلاقة الرياضية:

**Mathematical relationship:**

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{عدد الجسيمات}}{\text{عدد أفوجادرو}}$$

$$n = \frac{N}{N_A}$$

**Example 1:**

**مثال 1:**

ما عدد مولات  $5.75 \times 10^{24}$  ذرة من الألمنيوم؟

How many moles are there in  $5.75 \times 10^{24}$  atoms of aluminum?

**الحل:**

$$n = \frac{N}{N_A}$$

$$n = \frac{5.75 \times 10^{24}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$n = 9.55 \text{ mol}$$

**Exercise (3-1):**

**تدريب (3-1):**

أي الخيارات التالية يحتوي على أكبر عدد من ذرات الأكسجين؟

Which of the following options contains the largest number of oxygen atoms?

10.0 mol O<sub>3</sub> (a)

3.0 mol O<sub>2</sub> (b)

16.0 mol O<sub>2</sub> (c)

16.0 mol H<sub>2</sub>O (d)

## Mass and mole

## الكتلة والمول

كتلة المول الواحد هي كتلة مول واحد من المادة، أي كتلة عينة تحتوي على عدد أفوجادرو من الجسيمات.  
The mass of one mole is the mass of one mole of a substance, that is, the mass of a sample containing Avogadro's number of particles.

الكتلة المولية ( $M_m$ )

الكتلة المولية للعنصر هي كتلة مول واحد من ذرات هذا العنصر (g/mol).

## Molar mass ( $M_m$ )

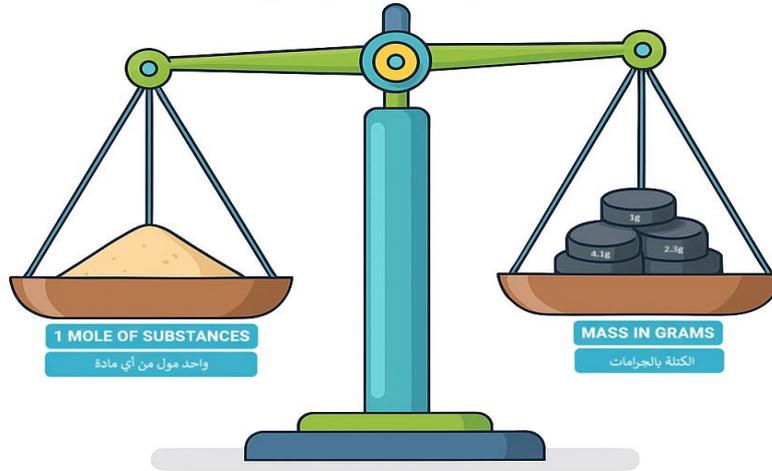
The molar mass of an element is the mass of one mole of atoms of that element (g/mol).

## MOLAR MASS

### الكتلة المولية

The mass of one mole of substance  
( $6.02 \times 10^{23}$  particles)

كتلة واحد مول من المادة  
( $6.02 \times 10^{23}$  particles)



1 mole of any substance equals its molar mass in grams

واحد مول من أي مادة يساوي كتلته المولية بالجرامات

الشكل 3-1: تمثيل الكتلة المولية

Figure 3-1: Molar mass representation

الكتلة المولية للعنصر تساوي الكتلة الذرية النسبية لذلك العنصر (الموجودة في الجدول الدوري)، ولكن بوحدة g/mol بدلاً من وحدة الكتلة الذرية (amu).

The molar mass of an element is equal to the relative atomic mass of that element (as found in the periodic table), but in g/mol rather than atomic mass units (amu).

### Example 2:

### مثال 2:

الكتلة المولية للأكسجين ( $O_2$ ):

$$O : 2 \times 16.00 \text{ g/mol} = 32.00 \text{ g/mol}$$

$$\text{الكتلة المولية (M)} = 32.00 \text{ g/mol}$$

### Exercise (3-2):

### تدريب (3-2):

أي من الخيارات التالية لا يمكن اعتبارها مول واحد؟

Which of the following cannot be considered one mole?

65.34 g Zn (a)

26.0 g Fe (b)

Ag ذرة  $6.02 \times 10^{23}$  (c)

$O_2$  جزئ  $6.02 \times 10^{23}$  (d)

العلاقة الرياضية:

Mathematical relationship:

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الكتلة المولية}}$$

$$n = \frac{m}{M}$$

**Example 3:**

**مثال 3:**

احسب الكتلة بالجرامات للألومنيوم Al الذي له عدد مولات 3.75 mol؟

Calculate the mass in grams of aluminum Al which has 3.75 mol?

**الحل:**

$$m = n \times M$$

$$m = 3.75 \text{ mol} \times 27 \text{ g/mol}$$

$$m = 101.25 \text{ g}$$

**Exercise (3-3):**

**تدريب (3-3):**

ما الكتلة المولية للجزئ  $\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2$  ؟

What is the molar mass of  $\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2$ ?

162 g/mol (a)

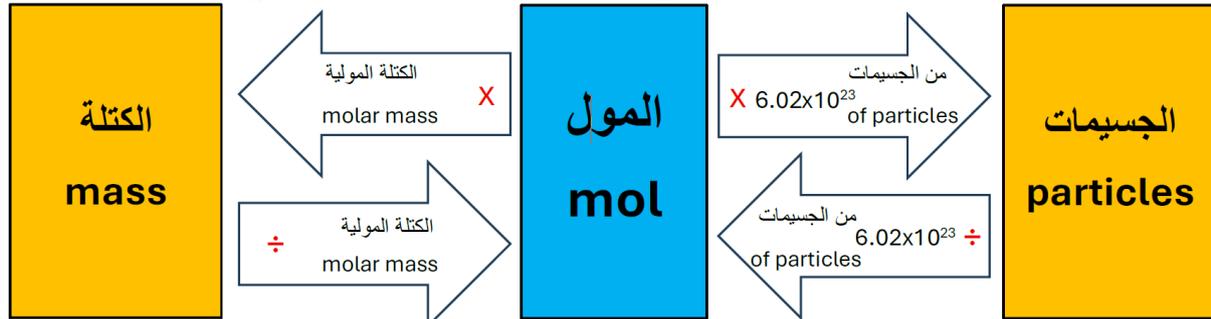
76 g/mol (b)

151 g/mol (c)

70 g/mol (d)

العلاقة بين عدد الجسيمات والكتلة

The relationship between the number of particles and mass



الشكل 3-2: بعض العلاقات المولية

Figure 3-2: Some moles relationships

**Example 4:**

**مثال 4:**

ما عدد الذرات في 11.5 g من الزئبق Hg؟

How many atoms are in 11.5 g of mercury Hg?

**الحل:**

$$N = \frac{m}{M} \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$N = \frac{11.5}{200.6} \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$N = 3.45 \times 10^{22} \text{ ذرة}$$

**Exercise (3-4):**

**تدريب (3-4):**

كم عدد مولات الأيونات الموجودة في 2 mol من فلوريد الصوديوم NaF ؟

How many moles of ions are present in 2 mol of sodium fluoride NaF?

0.5 mol (b)

2 mol (a)

1 mol (d)

4 mol (c)

## Relationships between the mole and the chemical formula of compounds

تربط العلاقات بين المول والصيغة الكيميائية للمركبات بثلاث مفاهيم أساسية.

The relationship between the mole and the chemical formula of compounds is based on three basic concepts.

### • الكتلة المولية وعلاقتها بالصيغة الكيميائية للمركبات

#### • Molar mass and its relationship to the chemical formula of compounds

تُستخدم الصيغة الكيميائية للمركب لتحديد عدد الذرات من كل عنصر، ومن ثم تُحسب الكتلة المولية للمركب بجمع الكتل الذرية لجميع الذرات المكونة له كما تظهر في الصيغة.

The chemical formula of a compound is used to determine the number of atoms of each element, and then the molar mass of the compound is calculated by adding the atomic masses of all the atoms that make it up as they appear in the formula.

#### مثال 5: Example 5:

لحساب الكتلة المولية للماء (H<sub>2</sub>O). To calculate the molar mass of water (H<sub>2</sub>O).

$$H : 2 \times 1.008 = 2.016 \text{ g/mol}$$

$$O : 1 \times 16.00 = 16.00 \text{ g/mol}$$

$$M = 2.016 + 16.00 = 18.016 \text{ g/mol}$$

### • عدد أفوجادرو وعلاقته بالصيغة الكيميائية للمركبات

#### • Avogadro's number and its relationship to the chemical formula of compounds

تمثل الصيغة الكيميائية نسبة عدد الجسيمات (أو المولات) من العناصر المكونة للمركب.

A chemical formula represents the ratio of the number of particles (or moles) of the elements that make up a compound.

#### مثال 6: Example 6:

1 مول من غاز الميثان (CH<sub>4</sub>) يحتوي على  $6.02 \times 10^{23}$  جزيء من الميثان. وبناءً على الصيغة، فإن هذا المول يحتوي أيضاً على:

1 mole of methane gas (CH<sub>4</sub>) contains  $6.02 \times 10^{23}$  molecules of methane. Based on the formula, this mole also contains:

1 مول من ذرات الكربون (C) ( $6.02 \times 10^{23}$  ذرة). لأنه يوجد ذرة واحدة فقط من الكربون في الصيغة.

1 mole of carbon (C) atoms ( $6.02 \times 10^{23}$  atoms). Because there is only one carbon atom in the formula.

4 مول من ذرات الهيدروجين (H) ( $4 \times 6.02 \times 10^{23}$  ذرة). لأنه يوجد أربع ذرات فقط من الهيدروجين في الصيغة.

4 moles of hydrogen atoms (H) ( $4 \times 6.02 \times 10^{23}$  atoms). Because there are only four hydrogen atoms in the formula.

• النسب المولية وعلاقتها بالصيغة الكيميائية للمركبات

• **Molar ratios and their relationship to the chemical formula of compounds**

تُشير الأرقام السفلية في الصيغة الكيميائية إلى عدد مولات الذرات لكل مول من المركب.

The subscripts in a chemical formula indicate the number of moles of atoms per mole of the compound.

**Example 7:**

**مثال 7:**

ما النسبة المولية في ثاني أكسيد الكربون (CO<sub>2</sub>)؟

What is the molar ratio of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>)?

**الحل:**

النسبة المولية بين الكربون والأكسجين هي 1 مول إلى 2 مول لكل 1 مول من CO<sub>2</sub>.

The mole ratio of carbon to oxygen is 1 mole to 2 moles per 1 mole of CO<sub>2</sub>.

**التركيب النسبي المولي للصيغة الكيميائية**

**Relative percentage composition of the chemical formula**

التركيب النسبي المولي هو النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر في المركب أو العينة. هذه النسبة تكون ثابتة للمركب النقي، بغض النظر عن حجم العينة.

Percent composition is the percentage by mass of each element in a compound or sample. This percentage is constant for a pure compound, regardless of the sample size.

**العلاقة الرياضية:**

**Mathematical relationship:**

$$\text{النسبة المئوية الكتلية للعنصر} = \frac{\text{كتلة العنصر في المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times 100$$

أو

$$\text{النسبة المئوية بالكتلة} = \frac{\text{عدد ذرات العنصر} \times \text{الكتلة الذرية للعنصر}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times 100$$

$$\text{Mass percentage of an element} = \frac{\text{Mass of element in compound}}{\text{Molar mass of the compound}} \times 100$$

or

Percentage by mass =

$$\frac{\text{Number of atoms of the element} \times \text{Molar mass of the element}}{\text{Molar mass of the compound}} \times 100$$

**ملاحظة هامة:** يجب أن يكون مجموع النسب المئوية الكتلية لجميع العناصر المكونة للمركب مساوياً أو قريباً جداً من 100%.

**Important Note:** The sum of the mass percentages of all the elements in a compound must be equal to or very close to 100%.

### Example 8:

مثال 8:

حدد التركيب النسبي المئوي لثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub>؟

Determine the percentage composition of carbon dioxide CO<sub>2</sub>?

الحل:

$$M = (1 \times C) + (2 \times O)$$

$$M = (1 \times 12.01) + (2 \times 16.00)$$

$$M = 44.01 \text{ g/mol}$$

$$C\% = \frac{\text{كتلة العنصر في المركب}}{\text{الكتلية المولية للمركب}} \times 100$$

$$C\% = \frac{12.01}{44.01} \times 100$$

$$C\% = 27.29\%$$

$$O\% = \frac{\text{كتلة العنصر في المركب}}{\text{الكتلية المولية للمركب}} \times 100$$

$$O\% = \frac{2 \times 16.00}{44.01} \times 100$$

$$O\% = 72.71\%$$

### Empirical formula

### الصيغة الأولية

هي صيغة كيميائية تُعبّر عن أبسط نسبة عددية صحيحة لذرات العناصر المكوّنة للمركب. ولا تمثل العدد الفعلي للذرات في الجزيء. وغالبًا ما تُشتق من البيانات التجريبية (الملاحظة أو التجربة). وقد تكون الصيغة الأولية هي نفسها الصيغة الجزيئية لبعض المركبات، مثل الماء (H<sub>2</sub>O) وثاني أكسيد الكربون (CO<sub>2</sub>). يبيّن شكل 3-3 خطوات مختصرة لعملية إيجاد الصيغة الأولية.

It is a chemical formula that expresses the simplest whole number ratio of the atoms of the elements that make up a compound. It does not represent the actual number of atoms in a molecule. It is often derived from empirical data (observation or experiment). The empirical formula may be the same as the molecular formula of some compounds, such as water (H<sub>2</sub>O) and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>). Figure 3-3 shows a simplified step in the process of finding the initial formula.

### Steps to find the empirical formula

### خطوات إيجاد الصيغة الأولية

الخطوات Steps	
إذا كانت المعطيات هي نسب مئوية كتلية، افترض أن لديك عينة كتلتها 100 g . هذا التحويل يبسط الحسابات، حيث تصبح النسبة المئوية للعنصر مساوية لكتلته بالجرام. If the data are mass percentages, assume you have a sample with a mass of 100 g. This conversion simplifies the calculations, as the percentage of an element becomes equal to its mass in grams.	1
تحويل كتل العناصر بعد الحصول عليها (سواء من المعطيات المباشرة أو بعد التحويل في الخطوة 1) إلى مولات. باستخدام الكتلة الذرية للعنصر لتحويل كتلته إلى عدد المولات.	2

Convert the masses of elements obtained (either from direct data or after conversion in step 1) to moles. Use the atomic mass of the element to convert its mass to the number of moles.	
تحديد أبسط نسبة مولية عن طريق تقسيم عدد مولات كل عنصر (التي حصلت عليها في الخطوة 2) على أصغر عدد مولات بينها.	
Determine the simplest mole ratio by dividing the number of moles of each element (which you obtained in step 2) by the smallest number of moles between them.	3
إذا كانت النتائج في الخطوة 3 أعدادًا صحيحة، فتجاوز هذه الخطوة. أما إذا كانت تحتوي على كسور عشرية، فيجب تحويلها إلى أعداد صحيحة عن طريق ضرب جميع القيم في أصغر عدد صحيح يجعلها كلها أعدادًا صحيحة.	
If the results in step 3 are integers, skip this step. If they contain decimals, convert them to integers by multiplying all values by the smallest integer that makes them all integers.	4
كتابة الصيغة الأولية باستخدام الأعداد الصحيحة الناتجة من الخطوة 3 أو 4 كأرقام سفلية للعناصر في الصيغة الكيميائية بالترتيب.	
Writing the empirical formula using the integers from steps 3 or 4 as subscripts for the elements in the chemical formula in order.	5

الشكل 3-3: خطوات إيجاد الصيغة الأولية

Figure 3-3: Steps to find the empirical formula

### Example 9:

### مثال 9:

مركب عضوي يتكون من 40.0% كربون (C) و6.7% هيدروجين (H) و53.3% أكسجين (O). (الكتل الذرية: C = 12.0، H = 1.0، O = 16.0).

An organic compound consisting of 40.0% carbon (C), 6.7% hydrogen (H), and 53.3% oxygen (O). (Atomic masses: C = 12.0, H = 1.0, O = 16.0).

الحل:

العنصر Element	الكتلة (الخطوة 1) Mass (step 1)	عدد المولات (الخطوة 2) Number of moles (step 2)	النسبة المولية (الخطوة 3) Mole ratio (step 3)	الأعداد الصحيحة (الخطوة 4) Integers (Step 4)
C	40.0 g	40.0/12.0 = 3.33	3.33/3.33 = 1.0	1
H	6.7 g	6.7/1.0 = 6.7	6.7/3.33 = 2.01	2
O	53.3 g	53.3/16.0 = 3.33	3.33/3.33 = 1.0	1

بما أن الأعداد الصحيحة هي C = 1، H = 2، O = 1، فإن الصيغة الأولية هي CH<sub>2</sub>O.

Since the integers are C = 1, H = 2, O = 1, the empirical formula is CH<sub>2</sub>O.

### Molecular formula

### الصيغة الجزيئية

هي الصيغة التي تُظهر التركيب الحقيقي للمركب، أي عدد ذرات كل عنصر في الجزيء، وليس النسبة البسيطة بينها.

It is the formula that shows the true composition of the compound, i.e. the number of atoms of each element in the molecule, not the simple ratio between them.

## الفرق بين الصيغة الجزيئية والصيغة الأولية

### The difference between molecular formula and empirical formula

الصيغة الجزيئية Molecular formula	الصيغة الأولية Empirical formula	المقارنة Comparison
تبين العدد الحقيقي للذرات في الجزيء Shows the actual number of atoms in a molecule.	تبين أبسط نسبة عددية صحيحة بين الذرات Show the simplest integer ratio between atoms.	التعريف Definition
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	CH <sub>2</sub> O	مثال Example
الصيغة الجزيئية = (الصيغة الأولية × n) Molecular formula = (n × empirical formula)		العلاقة بينهما The relationship between them

### How to find the molecular formula:

### كيفية إيجاد الصيغة الجزيئية:

- (a) احسب الصيغة الأولية للمركب.  
a) Calculate the empirical formula of the compound.
- (b) احسب الكتلة المولية للصيغة الأولية.  
b) Calculate the molar mass of the empirical formula.
- (c) احسب النسبة التالية:  
c) Calculate the following ratio:

$$n = \frac{\text{الكتلة المولية الحقيقية للمركب}}{\text{الكتلة المولية للصيغة الأولية}}$$

- (d) اضرب رموز الصيغة الأولية في n لتحصل على الصيغة الجزيئية.  
d) Multiply the empirical formula symbols by n to get the molecular formula.

### Example 10:

### مثال 10:

مركب صيغته الأولية CH<sub>2</sub> وكتلته المولية تساوي 56.12 g/mol . ما صيغته الجزيئية؟

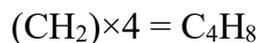
A compound has the empirical formula CH<sub>2</sub> and a molar mass of 56.12 g/mol. What is its molecular formula?

- (a) الكتلة المولية للصيغة الأولية CH<sub>2</sub>:  
a) Molar mass of the empirical formula CH<sub>2</sub>:  
(1×12.01) + (2×1.01) = 14.03 g/mol
- (b) عدد وحدات التكرار n:  
b) Number of repetition units n:

$$n = \frac{56.12}{14.03} \approx 4$$

(c) الصيغة الجزيئية:

- c) Molecular formula:



## Formulas of Hydrates

## صيغ الأملاح المائية

الملح المائي هو مركب أيوني صلب يحتوي على عدد معين ومحدد من جزيئات الماء محتجزة داخل شبكته البلورية. تُسمى جزيئات الماء هذه بـ "ماء التبلور".

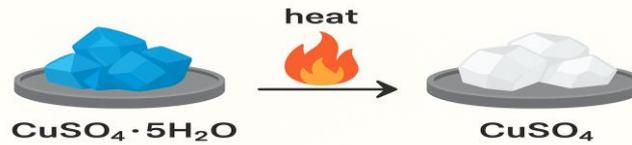
A hydrated salt is a solid ionic compound that contains a specific, definite number of water molecules trapped within its crystal lattice. These water molecules are called "water of crystallization."

الملح اللامائي هو نفس الملح، ولكن بعد إزالة جميع جزيئات ماء التبلور منه (عادة عن طريق التسخين).

An anhydrous salt is the same salt but with all of the water of crystallization molecules removed from it (usually by heating).

يؤدي وجود ماء التبلور إلى إعطاء الملح المائي خصائص مختلفة عن الملح اللامائي، بما في ذلك اللون (مثل تحول كبريتات النحاس من الأزرق المائي إلى الأبيض اللامائي كما هو مبين في الشكل 3-4).

The presence of water of crystallization gives the hydrated salt different properties from the anhydrous salt, including color (e.g., copper sulfate changes from aqueous blue to anhydrous white as shown in Figure 3-4).



الشكل 3-4: تحول كبريتات النحاس من الأزرق المائي إلى الأبيض اللامائي

Figure 3-4: Copper sulfate changes from aqueous blue to anhydrous white

تُكتب صيغة الملح المائي بدمج صيغة الملح اللامائي مع جزيئات الماء، ويفصل بينهما نقطة (·).

The formula for a hydrated salt is written by combining the formula for the anhydrous salt with water molecules, separated by a dot (·).

**General formula:**

**الصيغة العامة:**



حيث:

where:

**الملح المائي:** هي الصيغة الكيميائية للمركب الأيوني (الملح).

**Hydrated salt:** The chemical formula of an ionic compound (salt).

$x$ : هو عدد صحيح (مولي) يمثل عدد مولات جزيئات الماء المرتبطة بكل مول واحد من الملح.

$x$ : is an integer (molar) that represents the number of moles of water molecules associated with each mole of salt.

**Example 11:**

**مثال 11:**



## Naming of hydrates

## تسمية الأملاح المائية

1. تسمية الملح الأيوني (اللامائي) بالطريقة المعتادة (اسم الأنيون ثم اسم الكاتيون).
1. Naming an ionic (anhydrous) salt is the usual way (name the cation then name the anion).
2. إضافة مقطع يدل على عدد جزيئات الماء المرتبطة به باستخدام البادئات اليونانية.
2. Add a syllable to indicate the number of water molecules associated with it using Greek prefixes.
3. إنهاء الاسم بكلمة "ماء" أو "هيدرات".
3. Ending the name with the word "water" or "hydrate".

المقطع	عدد جزيئات الماء	الصيغة	الاسم
أحادي	1	$(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	إكسالات الأمونيوم أحادية الماء.
ثنائي	2	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	كلوريد الكالسيوم ثنائي الماء.
ثلاثي	3	$\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	أسيات الصوديوم ثلاثية الماء.
رباعي	4	$\text{FePO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	فوسفات الحديد (III) رباعية الماء.
خماسي	5	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	كبريتات النحاس (II) خماسية الماء.
سداسي	6	$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	كلوريد الكوبلت (II) سداسي الماء.
سباعي	7	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	كبريتات الماغنسيوم سباعية الماء.
ثماني	8	$\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	هيدروكسيد الباريوم ثماني الماء.
عشاري	10	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	كربونات الصوديوم عشارية الماء.

الشكل 3-5: أمثلة على الأملاح المائية

Figure 3-5: Examples of hydrated salts

### Exercise answers

### إجابات التدريبات

**Exercise (3-1):**

**تدريب (3-1):**

16.0 mol O<sub>2</sub> (c)

**Exercise (3-2):**

**تدريب (3-2):**

26.0 g Fe (b)

**Exercise (3-3):**

**تدريب (3-3):**

151g (c)

**Exercise (3-4):**

**تدريب (3-4):**

4mol (c)

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
I.A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	VIII.A
	2.1																	2
1.	<b>H</b> 1.0																	<b>He</b> 4.0
	II.A																	VII.A
2.	3	4																10
	1.0	1.5																<b>Ne</b> 20.2
	0.9	9.0																9
3.	11	12																18
	23.0	24.3																<b>Ar</b> 40.0
	0.8	1.0																36
4.	19	20																<b>Kr</b> 83.8
	39.1	40.1																35
	0.8	1.0																<b>Br</b> 79.9
5.	37	38																54
	85.5	87.6																<b>Xe</b> 131.3
	0.7	0.9																86
6.	55	56																<b>Rn</b> [222]
	132.9	137.3																85
	0.7	0.9																<b>At</b> [210]
7.	87	88																118
	[223]	[226]																<b>Og</b> [294]
																		117
																		<b>Ts</b> [294]
																		116
																		<b>Lv</b> [293]
																		115
																		<b>Mc</b> [289]
																		114
																		<b>Fl</b> [289]
																		84
																		<b>Po</b> [209]
																		83
																		<b>Bi</b> 209.0
																		82
																		<b>Pb</b> 207.2
																		81
																		<b>Tl</b> 204.4
																		80
																		<b>Hg</b> 200.6
																		79
																		<b>Au</b> 197.0
																		78
																		<b>Pt</b> 195.1
																		77
																		<b>Ir</b> 192.2
																		76
																		<b>Os</b> 190.2
																		75
																		<b>Re</b> 186.2
																		74
																		<b>W</b> 183.8
																		73
																		<b>Ta</b> 180.9
																		106
																		<b>Sg</b> [266]
																		105
																		<b>Db</b> [262]
																		104
																		<b>Rf</b> [261]
																		111
																		<b>Rg</b> [272]
																		110
																		<b>Ds</b> [271]
																		109
																		<b>Mt</b> [268]
																		108
																		<b>Hs</b> [269]
																		107
																		<b>Bh</b> [264]
																		112
																		<b>Cn</b> [285]
																		113
																		<b>Nh</b> [284]
																		114
																		<b>Fl</b> [289]
																		115
																		<b>Mc</b> [289]
																		116
																		<b>Lv</b> [293]
																		117
																		<b>Ts</b> [294]
																		118
																		<b>Og</b> [294]

EN\*  
atomic number  
Chem. symbol  
relative atomic mass

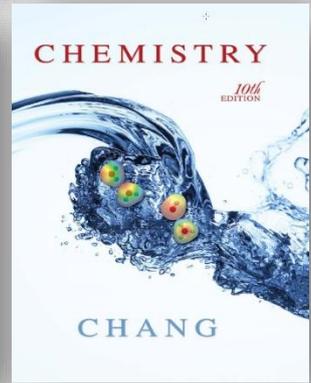
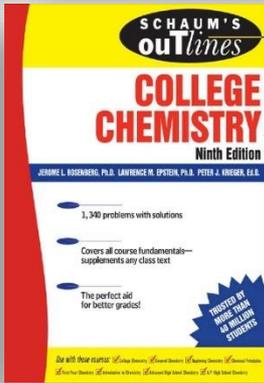
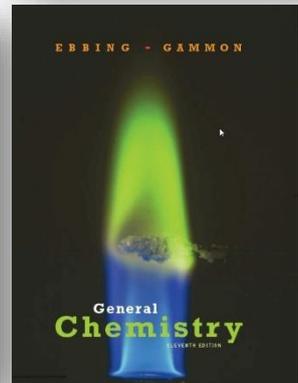
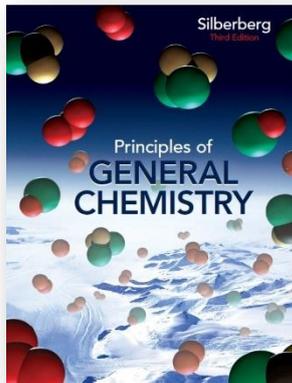
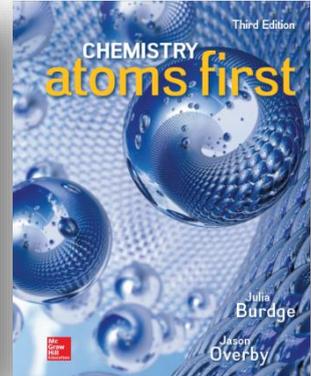
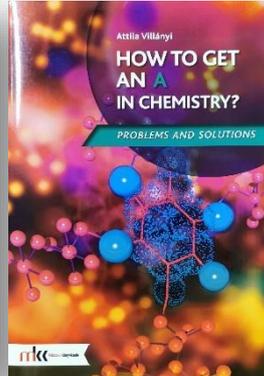
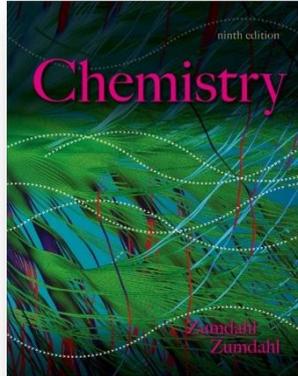
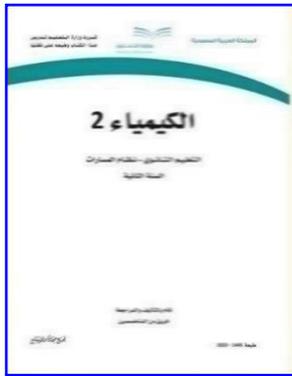
58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
<b>Ce</b> 140.1	<b>Pr</b> 140.9	<b>Nd</b> 144.2	<b>Pm</b> [145]	<b>Sm</b> 150.4	<b>Eu</b> 152.0	<b>Gd</b> 157.3	<b>Tb</b> 158.9	<b>Dy</b> 162.5	<b>Ho</b> 164.9	<b>Er</b> 167.3	<b>Tm</b> 168.9	<b>Yb</b> 173.0	<b>Lu</b> 175.0
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
<b>Th</b> 232.0	<b>Pa</b> 231.0	<b>U</b> 238.0	<b>Np</b> [237]	<b>Pu</b> [244]	<b>Am</b> [243]	<b>Cm</b> [247]	<b>Bk</b> [247]	<b>Cf</b> [251]	<b>Es</b> [252]	<b>Fm</b> [257]	<b>Md</b> [258]	<b>No</b> [259]	<b>Lr</b> [262]

\* EN: electronegativity

## المصادر والمراجع العلمية

• وزارة التعليم . سلسلة مقررات الكيمياء في المرحلة الثانوية ( نظام المسارات ) ، المملكة العربية السعودية ، 2025 .

- Burdge , Julia and Jason Overby . Chemistry - atoms first , Third Edition . USA : McGraw-Hill , 2018 .
- Chang, Raymond. Chemistry, Tenth Edition. USA: McGraw-Hill, 2010.
- Ebbing , Darrell D and Steven D. Gammon . General Chemistry , Eleventh Edition . USA : Cengage Learning , 2015 .
- Rosenberg , Jerome L and Others . Schaum's Outline Theory and Problems of College Chemistry , Ninth Edition . USA : McGraw-Hill , 2007 .
- Silberberg , Martin S . Principles of General Chemistry , Third Edition . USA : McGraw-Hill , 2013 .
- Villanyi , Attila . How to Get an A in Chemistry ? , Budapest : Muszaki Konyvkiado , 2021 .
- Zumdahl , Steven S and Susan A. Zumdahl . Chemistry , Ninth Edition . USA : Brooks Cole , 2014 .

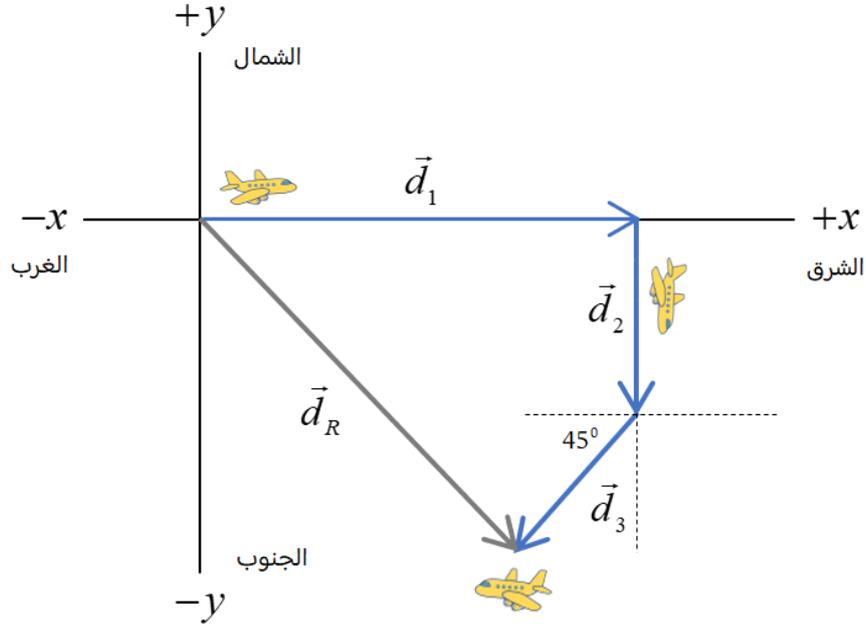


# فيزياء

المحتويات

3	الفصل الأول: المتجهات	1
4	الكميات الفيزيائية القياسية:	1.1
4	الكميات الفيزيائية المتجهة:	1.2
5	تمثيل الكميات المتجهة:	1.3
5	ترميز الكمية المتجهة:	1.4
5	إشارات المتجهات:	1.5
6	الزاوية القياسية والزاوية المرجعية:	1.6
6	بعض خصائص المتجهات	1.7
7	جمع المتجهات:	1.8
7	جمع المتجهات في بعد واحد:	1.9
9	جمع المتجهات في بعدين:	1.10
10	المثلث:	1.11
11	الدوال المثلثية:	1.12
12	الجمع البياني للمتجهات:	1.13
14	جمع المتجهات المتعامدة:	1.14
16	مركبات المتجه:	1.15
17	جمع المتجهات بالمركبات	1.16
19	جمع المتجهات بطريقة متجهات الوحدة	1.17
25	الحركة في بعدين	2
26	متجهات الإزاحة والسرعة والتسارع في الحركة في بعدين:	1.20
27	الحركة في بعدين بتسارع ثابت	1.21
30	حركة المقذوفات	1.22
37	أسئلة إضافية	
40	اختبار تجريبي	

## 1. الفصل الأول: المتجهات



تتضمن رحلة طائرة ثلاث مراحل، الأولى 400 km باتجاه الشرق، والثانية 175 km باتجاه الجنوب، والثالثة 170 km وتصنع زاوية  $45^\circ$  جنوب الغرب.

ولأن الإزاحة كمية فيزيائية لها اتجاه بالإضافة إلى المقدار، فأنا مثلنا إزاحة كل مرحلة بسهم أو متجه، وهذا ساعدنا كثيراً في فهم حركة الطائرة أكثر، كما انه سوف يساعدنا في حساب إزاحتها النهائية:  $\vec{d}_R$ . يمكننا تمثيل كميات فيزيائية أخرى غير الإزاحة بمتجهات، مثل السرعة والتسارع والقوة وغيرها. في هذا الفصل ستتعرف على المفاهيم الأساسية للمتجهات وتطبيقاتها، وهو موضوع في غاية الأهمية في الفيزياء.

## 1.1 الكميات الفيزيائية القياسية:

يمكن وصف بعض الكميات الفيزيائية، مثل الوقت ودرجة الحرارة والكتلة والكثافة والمسافة، برقم مع الوحدة، فمثلاً عندما تريد معرفة درجة الحرارة بالخارج، تكون المعلومة الوحيدة التي تحتاجها هي مقدار ووحدة درجة الحرارة، وتسمى مثل هذه الكميات بـ "الكميات القياسية أو العددية".

العمليات على الكميات القياسية:

تتبع الكميات القياسية عند إيجاد حاصلتها القواعد الجبرية البسيطة، مثل الجمع والطرح.

فمثلاً: لو كان لديك صندوق به 2 kg من السكر:

عند إضافة 1 kg من السكر للصندوق، تكون المحصلة (كمية السكر في الصندوق): 3 kg من السكر.  
بينما عندما نسحب كمية من السكر قدرها 0.5 kg من الصندوق، تكون المحصلة 1.5 kg من السكر.

## 1.2 الكميات الفيزيائية المتجهة:

هناك العديد من الكميات المهمة الأخرى في الفيزياء لها اتجاه يرتبط بها ولا يمكن وصفها برقم فقط، وتسمى بـ "الكميات المتجهة".

**مثال:** عندما تعطى قيمة سرعة الطائرة فإن ذلك لا يجعلك تدرك في أي اتجاه تتحرك، وبالتالي لا يكفي لفهم سرعة الطائرة أن تعرف مقدارها فقط، ولكن أيضاً اتجاهها.

**مثال آخر:** القوة والتي تعني في الفيزياء دفع أو سحب يؤثر على جسم، إن إعطاء وصف كامل للقوة يعني وصف مقدار قوة الشد أو السحب على الجسم واتجاهها.

العمليات على الكميات المتجهة:

تتبع الكميات المتجهة عند إيجاد حاصلتها ما يسمى: جبر المتجهات.

أي لا يكون الحل دائماً لإيجاد محصلة الكميات المتجهة هو الجمع أو الطرح.

**على سبيل المثال:**

توضح الأشكال صندوقين يتأثران بقوى يبذلها أشخاص، ولإيجاد محصلة القوى المؤثرة على الصندوق، نلاحظ أنه يمكن استخدام جمع مقادير القوى في الحالة الأولى، بينما تتطلب الحالة الثانية طريقة معقدة نوعاً ما.

الحالة 2



الحالة 1



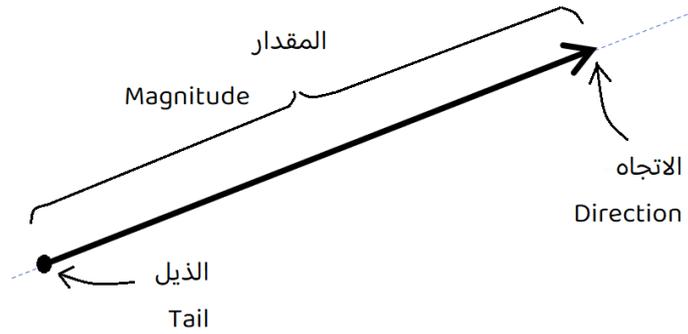
نلخص الفرق بين الكميات القياسية والمتجهة في الجدول التالي:

الكميات المتجهة	الكميات القياسية
-----------------	------------------

تحدد بمقدار ووحدة واتجاه مثل: السرعة المتجهة، التسارع، القوة، الإزاحة ... تتبع قواعد جبر المتجهات	تحدد بمقدار ووحدة فقط مثل : الطول، الكتلة، الزمن، درجة الحرارة، الشغل ... تتبع القواعد الجبرية العادية
---	--

### 1.3 تمثيل الكميات المتجهة:

يمكن تمثيل الكمية المتجهة مثل الإزاحة، القوة، التسارع وغيرها بسهم يشير طوله إلى المقدار ورأسه إلى الاتجاه وذيله إلى نقطة التأثير كما في الشكل.  
يتناسب طول السهم مع مقدار الكمية المتجهة، وعادة نختار مقياس رسم مناسب، مثلاً: في تمثيل القوى نختار أن يمثل كل واحد سنتيمتر مقدار من القوة 5 نيوتن، وبالتالي فإذا كان مقدار القوة 15 نيوتن، يكون طول السهم 3 cm يمكن تسمية اتجاه المتجه بالاتجاهات المعروفة: الشمال، الشرق، الجنوب، الغرب أو باستخدام الزوايا.

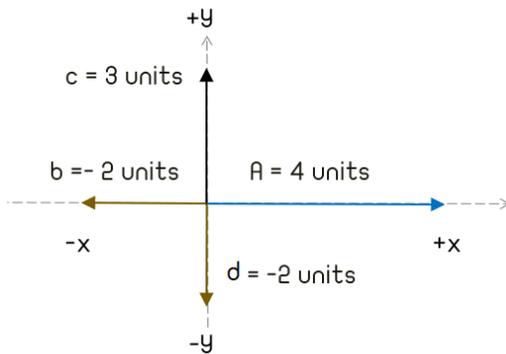


### 1.4 ترميز الكمية المتجهة:

عادة ما نرمز للكمية المتجهة بحرف يعلوه سهم  $\vec{A}$  أو بحرف يكون مطبوع بشكل غامق  $A$  وعندما نضع رمز المتجه بين علامات القياس فذلك يعني مقدار المتجه: مثلاً:  $|\vec{A}| = |A| = 5 \text{ units}$  أو نكتب الرمز بالخط المائل (italic): مثلاً  $A = 5 \text{ units}$

### 1.5 إشارات المتجهات:

في المستوى الإحداثي  $xy$  يكون المتجه:  
- بإشارة موجبة: عندما يكون في اتجاه  $+x$  أو  $+y$   
- بإشارة سالبة: عندما يكون في اتجاه  $-x$  أو  $-y$   
- بدون إشارة عندما لا يكون باتجاه أحد المحاور.



## 1.6 الزاوية القياسية والزاوية المرجعية :

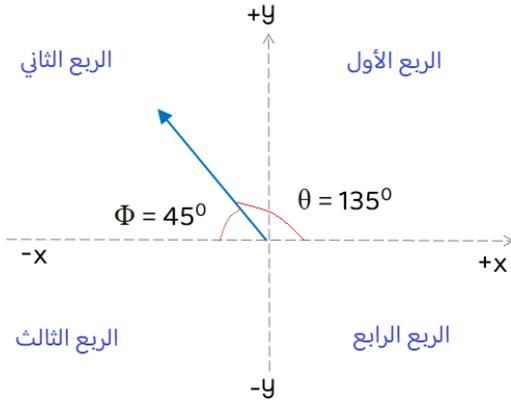
يعطى عادة زاوية للمتجه مع مقدار بدون تحديد المحور الذي تم احتسابها منه واتجاه الدوران، وفي هذه الحالة تكون الزاوية قياسية.

**الزاوية القياسية  $\theta$  (Standard Angle):**

يتم احتسابها ابتداء من محور  $+x$  بعكس اتجاه عقارب الساعة.

**الزاوية المرجعية  $\Phi$  (Reference Angle):**

يتم احتسابها بين المتجه وأحد المحاور.



لاحظ للمتجه الموضح في الشكل، الاختلاف بين الزاوية القياسية والزاوية المرجعية، لاحظ أن الزاوية المرجعية مقاسة بين المتجه و محور  $-x$ ، تم الاتفاق على تسمية أرباع المستوى الإحداثي كما في الشكل.

**مثال 1-1:** احسب للمتجه الموضح في الشكل:

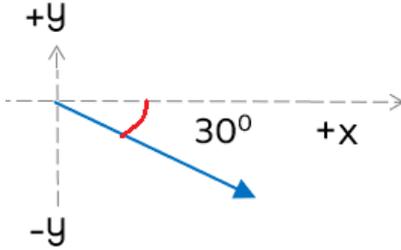
(a) الزاوية القياسية.

(b) الزاوية المرجعية بالنسبة لمحور  $-y$

الحل:  $\theta = 360^\circ - 30^\circ$

$$30^\circ = 330^\circ$$

$$(b) \Phi = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$$



## 1.7 بعض خصائص المتجهات

ضرب المتجه بعدد سالب	ضرب المتجه بعدد موجب (لا يساوي 1)
المتجه الناتج: بعكس الاتجاه وبمقدار مختلف	المتجه الناتج: له نفس الاتجاه وبمقدار مختلف
نقل المتجه	سالب (معكوس) المتجه
يمكن نقل المتجه من موقع لآخر بشرط المحافظة على طوله واتجاهه. جميع المتجهات في الشكل متساوية برغم أن لها نقاط بداية مختلفة.	له نفس المقدار، ولكن بعكس الاتجاه

### مثال 1-2 :

قم بتمثيل الإزاحات التالية:

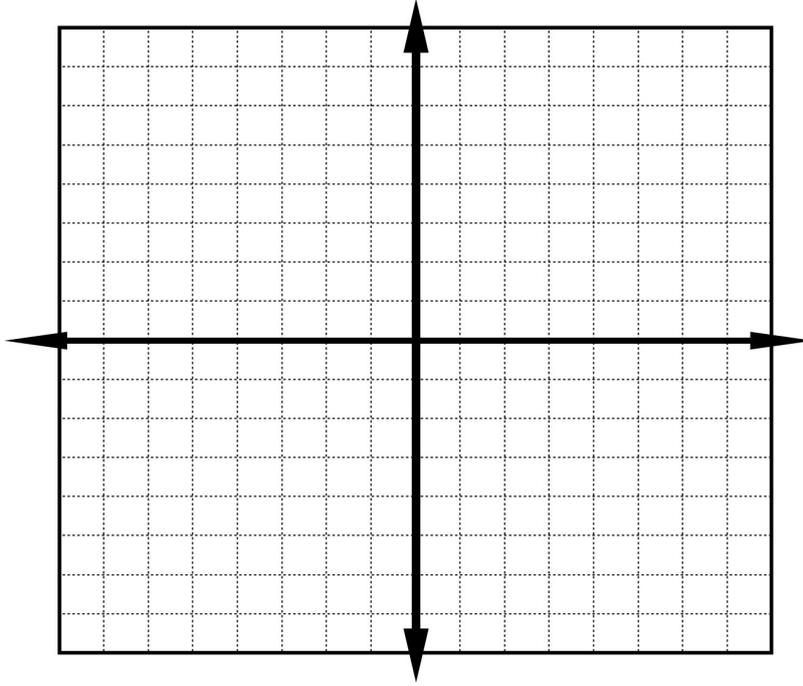
(a)  $d_1=3$  cm شرقاً

(c)  $d_3=4$  cm شمال الشرق

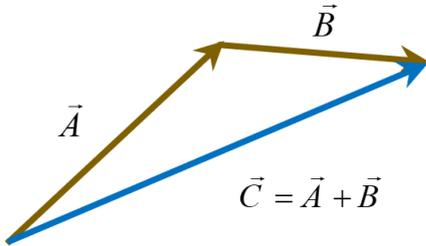
(e)  $d_5=2$  cm بزواوية مرجعية  $210^\circ$

(b)  $d_2=2$  cm جنوباً

(d)  $d_4=3$  cm بزواوية  $30^\circ$  جنوب الشرق



### 1.8 جمع المتجهات :



افترض جسم قطع إزاحة  $\vec{A}$  ثم اتبعها بإزاحة أخرى  $\vec{B}$  ستكون النتيجة النهائية كما لو أنه تحرك من نقطة البداية إلى نقطة النهاية بشكل مستقيم والتي تمثل المتجه  $\vec{C}$  (الإزاحة النهائية).

نطلق على المتجهة  $\vec{C}$  المحصلة Resultant vector او الجمع الاتجاهي ويمكن كتابة النتيجة كالتالي:

$$\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$$

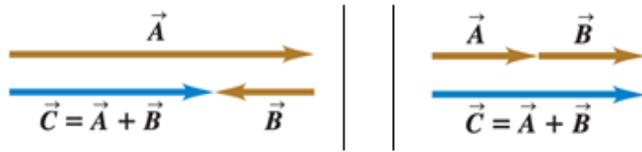
مع ملاحظة أن الجمع هنا ليس جمعاً جبرياً.

### 1.9 جمع المتجهات في بعد واحد:

من السهل حساب محصلة مجموعة من الكميات المتجهة عندما يكون اتجاهها على نفس البعد (الخط)، سواء كانت في نفس الاتجاه، أو في اتجاهين متعاكسين، بشرط أن تكون من نوع واحد، مثلاً: إزاحات متتالية يقوم بها جسم واحد، أو مجموعة من القوى تؤثر على جسم واحد في نفس الوقت.

في اتجاهات متعاكسة	في اتجاه واحد
<p>مقدار المحصلة: مجموع مقادير المتجهات جبرياً. اتجاه المحصلة: في اتجاه المتجه الأكبر.</p>	<p>مقدار المحصلة: مجموع مقادير المتجهات جبرياً. اتجاه المحصلة: في نفس اتجاه المتجهات.</p>

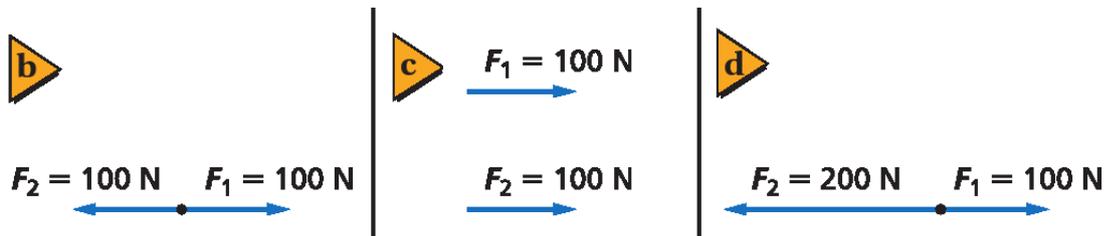
نعني بالجمع الجبري: أي نضع إشارة المتجه عند الجمع لإيجاد المحصلة.



متجهان  $\vec{A}$  و  $\vec{B}$  في بعد واحد،  
لاحظ أن المحصلة  $\vec{C}$  تكتب دائماً بالشكل التالي:  
 $\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$   
مع اختلاف طريقة حساب مقدارها في الحالتين

### مثال 1-3:

ثلاث أزواج من القوى تؤثر على جسم في ثلاث حالات مختلفة، احسب مقدار واتجاه المحصلة في كل حالة.



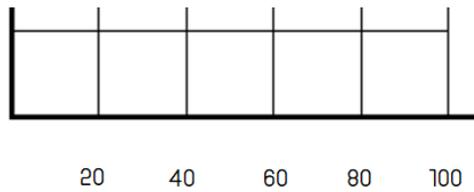
الحل:

المحصلة	الحالة
$\sum F = 100 - 100 = 0$	b

$\Sigma F = 100 + 100 = 200$ إشارة المحصلة: موجبة، إذن الاتجاه: في الاتجاه الموجب (الشرق)	c
$\Sigma F = 100 - 200 = -100 \text{ N}$ إشارة المحصلة: سالبة، إذن الاتجاه: في السالب (الغرب)	d

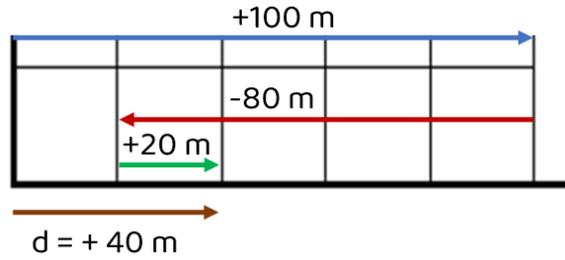
#### مثال 1-4 :

يسبح حوت 100 m شرقاً، ثم 80 m غرباً، ثم 20 m شرقاً، احسب إزاحته النهائية (محصلة الإزاحات).



#### الحل :

بتمثيل الإزاحات على الرسم، وباعتبار الاتجاه للشرق موجب، و الاتجاه للغرب سالب، يمكن حساب الإزاحة النهائية كالتالي:



$$d = 100 - 80 + 20 = 20 + 20 = 40 \text{ m}$$

وبما ان إشارة محصلة الإزاحات موجبة، إذن اتجاهها إلى الشرق.

#### مثال 1-5 :

قوتان مقدارهما 10 N و 20 N تؤثران على جسم واحد، أي من التالي يمكن ان يكون قيمة لمحصلتها ؟  
(أ) 7 N (ب) 9 N (ج) 13 N (د) 32 N (هـ) الإجابتان ب و ج

#### الحل :

أكبر قيمة ممكنة للمحصلة: عندما تكون القوتان في اتجاه واحد :  $20 \text{ N} + 10 \text{ N} = 30 \text{ N}$

أقل قيمة ممكنة للمحصلة: عندما تكون القوتان متعاكستان في الاتجاه :  $20 \text{ N} - 10 \text{ N} = 10 \text{ N}$

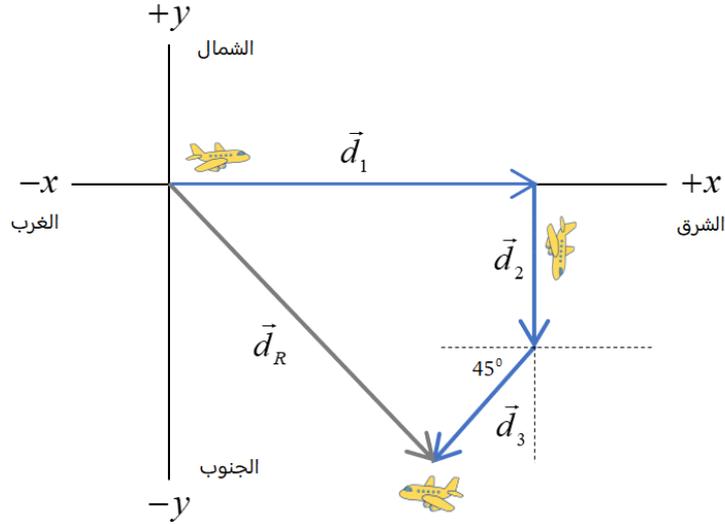
القيم الممكنة للمحصلة : من 10 N إلى 30 N ، أي أن الإجابة الصحيحة هي : ج

عندما تكون المحصلة أكبر من 10 N و أقل من 30 N فذلك يعني أن القوتين لاتؤثران على بعد (خط) واحد.

#### 1.10 جمع المتجهات في بعدين :

في حالات كثيرة، تكون الكميات المتجهة التي نود إيجاد محصلتها لاتؤثر في بعد واحد، أي لاتكون اتجاهاتها على نفس الخط.

مثال ذلك: رحلة الطائرة التي قدمنا بها لهذا الفصل.



لاحظ ان الطائرة قامت بثلاث إزاحات، و المحصلة لتلك الإزاحات أو الإزاحة النهائية  $\vec{d}_R$  يمكن تعريفها كالتالي:  
- متجه مستقيم من نقطة بداية الحركة لنهايتها.

- أو: متجه من ذيل أول سهم إزاحة إلى رأس آخر سهم إزاحة، بشرط أن يبدأ ذيل سهم كل إزاحة من رأس سهم الإزاحة التي تسبقها. نكتب المحصلة  $\vec{d}_R$  كالتالي:  $\vec{d}_R = \vec{d}_1 + \vec{d}_2 + \vec{d}_3$   
ولكن ذلك لا يعني أن مقدار  $\vec{d}_R$  هو مجموع جبري بسيط لمقادير الإزاحات الثلاثة.  
باستخدام مقياس رسم مناسب، يمكننا تحديد مقدار واتجاه محصلة الإزاحة (مجموع الإزاحات)، وتُعرف هذه الطريقة في جمع المتجهات باسم الطريقة البيانية لجمع المتجهات.

### 1.11 المثلث:

أطوال أضلاع المثلث وزواياه موضحة في الشكل.

العلاقة التي تربط زوايا المثلث:

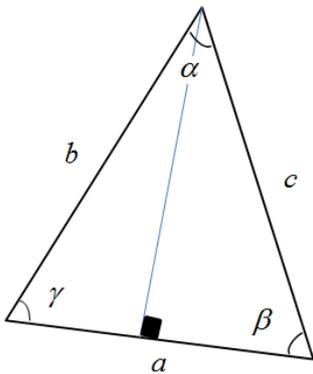
$$\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ = \pi \text{ rad}$$

العلاقات التي تربط بين أطوال أضلاع المثلث:

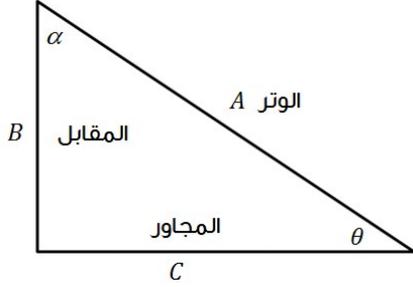
$$a < b + c \quad b < a + c \quad c < a + b$$

محيط المثلث:  $C = a + b + c$

مساحة المثلث:  $A = \frac{1}{2}ah$  حيث  $h$  هو الارتفاع



## 1.12 الدوال المثلثية:



نستفيد من "قاعدة فيثاغورس" في إيجاد طول الضلع الثالث في مثلث قائم الزاوية بدلالة أطوال ضلعيه الآخرين، باستخدام الصيغة:

مربع طول الوتر = مجموع مربعات طولي الضلعين القائمين

$$A^2 = B^2 + C^2$$

تذكر أن الوتر هو أطول أضلاع المثلث قائم الزاوية ويقابل الزاوية  $90^\circ$

لكن هل يمكن استخدام طول ضلع وزاوية لإيجاد بقية اطوال اضلاع المثلث؟

يمكننا ذلك ببساطة باستخدام الدوال المثلثية، وسنكتبها للزاوية  $\theta$  الموضحة في الشكل:

حيث تم تسمية الأضلاع كالتالي

B : المقابل لأنه يقابل الزاوية  $\theta$       C : المجاور لأنه يجاور الزاوية  $\theta$       أما الوتر A فلا يسمى مجاور

والدوال المثلثية الأساسية هي:

دالة الظل	دالة جيب التمام	دالة الجيب
$\tan \theta = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} = \frac{B}{C}$	$\cos \theta = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}} = \frac{C}{A}$	$\sin \theta = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}} = \frac{B}{A}$
		لاحظ أن: $\tan \theta = \frac{\sin \theta}{\cos \theta}$

التحقق من المفهوم: اكتب الدوال المثلثية للزاوية  $\alpha$  الموضحة في الشكل.

-----

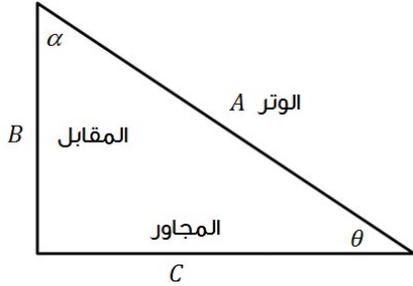
-----

-----

الزوايا الأساسية:

	$0^\circ$	$90^\circ$	$180^\circ$	$270^\circ$	$30^\circ$	$60^\circ$	$45^\circ$
$\sin \theta$	0	1	0	-1	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$
$\cos \theta$	1	0	-1	0	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$
$\tan \theta$	0	$\infty$	0	$\infty$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	$\sqrt{3}$	1

مثال 1-6 :



أوجد أطوال أضلاع المثلث ، إذا كان  $B = 6 \text{ cm}$  ،  $\theta = 30^\circ$

الحل :

$$\sin \theta = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}} = \frac{B}{A} \quad A = \frac{B}{\sin \theta} = \frac{6}{0.5} = 12 \text{ cm}$$

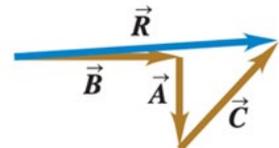
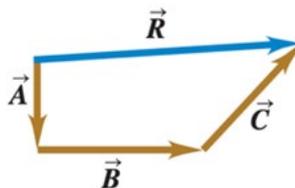
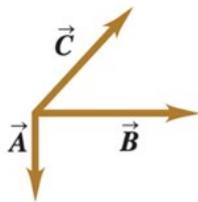
$$C^2 = A^2 - B^2 = 144 - 36 = 108 \quad C = \sqrt{108} = 10.4 \text{ cm}$$

1.13 الجمع البياني للمتجهات:

طريقة متعدد الأضلاع	طريقة متوازي الأضلاع	طريقة الذيل للرأس
<p><math>\vec{d} = \vec{a} + \vec{b} + \vec{c}</math></p> <p>نرسم المتجهات تواليًا بحيث ينطلق ذيل كل متجه من رأس المتجه السابق. وتكون المحصلة <math>\vec{d}</math> : متجه من أول ذيل لآخر رأس.</p>	<p>نجعل للمتجهين <math>\vec{A}</math> و <math>\vec{B}</math> ذيل مشترك، ونكمل متوازي الأضلاع. وتكون المحصلة <math>\vec{C}</math> : قطر متوازي الأضلاع ولها نفس الذيل.</p>	<p>يرسم ذيل المتجه الثاني <math>\vec{B}</math> من رأس المتجه الأول <math>\vec{A}</math>، وتكون المحصلة <math>\vec{C}</math> : متجه من أول ذيل إلى آخر رأس.</p>

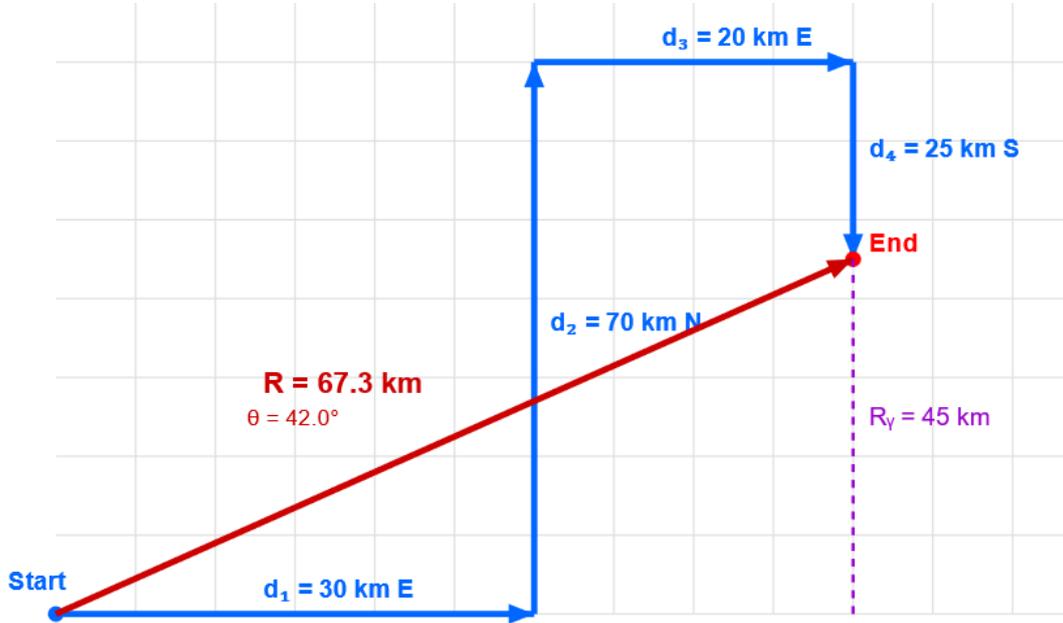
فكر: في الشكل السابق، ماذا لو انطلق المتجه  $\vec{A}$  من رأس المتجه  $\vec{B}$ ، هل نحصل على محصلة مختلفة؟

فكر: توضح الأشكال طريقتين يمكن استخدامها لإيجاد المحصلة  $\vec{R}$  لثلاث متجهات  $\vec{A}$  و  $\vec{B}$  و  $\vec{C}$  لاحظ أن طريقة ترتيب المتجهات لا تؤثر على المحصلة النهائية.



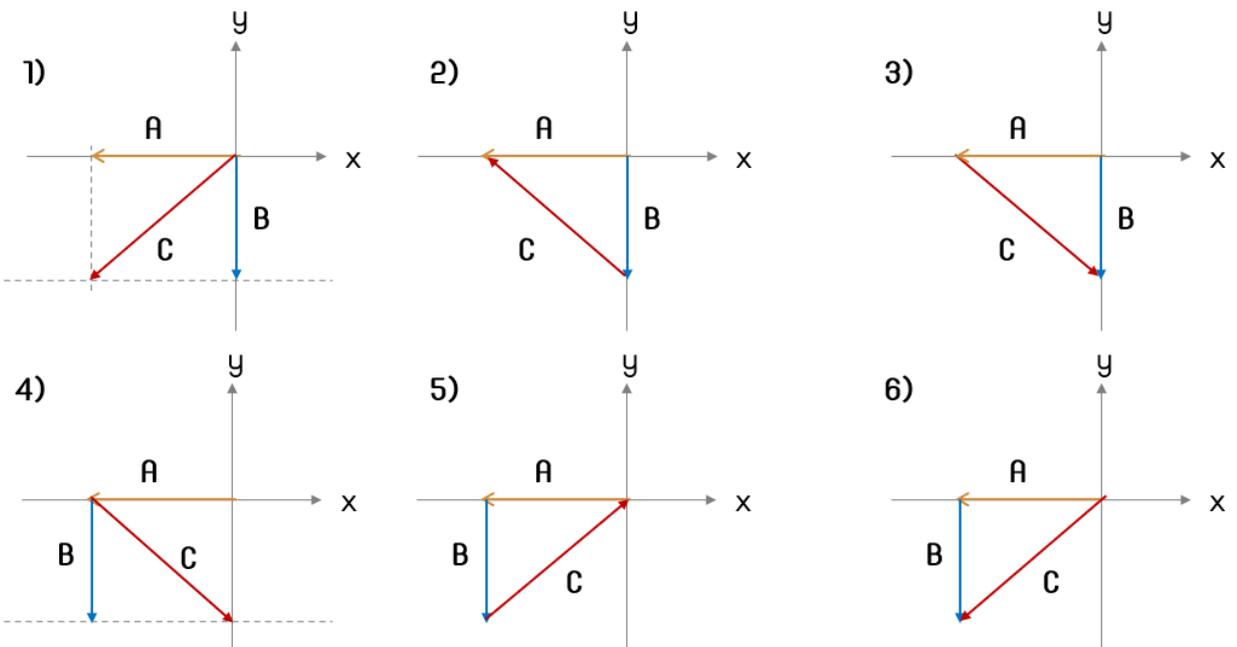
مثال 1-7 :

تحركت سيارة 30.0 km شرقاً ثم انعطفت 70.0 km نحو الشمال ثم انعطفت مرة أخرى نحو الشرق وقطعت 20.0 km ثم اتجهت نحو الجنوب 25.0 km . استخدم المستوي الاحداثي لتمثيل حركة السيارة ثم اوجد الازاحة.  
الحل: نستخدم مقياس رسم مناسب، ونرسم المتجهات بالتتابع، ثم نرسم المحصلة ونقيس مقدارها واتجاهها.



مثال 1-8 :

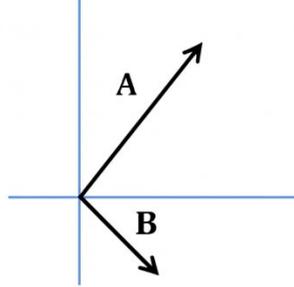
أي الأشكال التالية تمثل طريقة صحيحة في إيجاد المحصلة C لمتجهين A و B



الحل:

الخيار 1 : طريقة متوازي الأضلاع و الخيار 6: طريقة الرأس والذيل

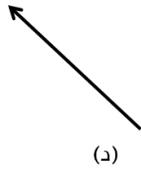
التحقق من المفهوم: ارسم:  $A + B$  و  $A - B$



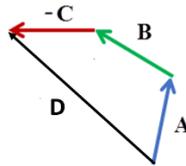
التحقق من المفهوم: ما العلاقة بين المتجهين  $A$  و  $B$  إذا كان:  $|A + B| = |A - B|$  ؟

مثال 9-1:

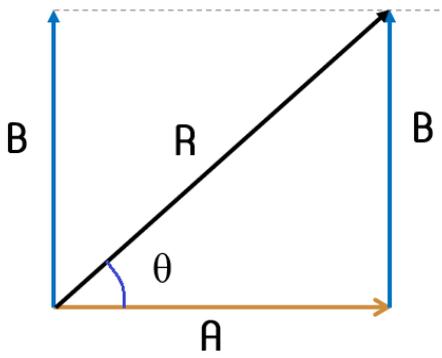
إذا كان:  $D = A + B - C$  أي الرسوم التالية تمثل المتجه  $D$  ؟



الحل: باستخدام طريقة متعدد الأضلاع، الخيار الصحيح هو د، لاحظ في الرسم أن  $-C$  لها نفس مقدار  $C$  ولكن باتجاه معاكس.



1.14 جمع المتجهات المتعامدة:

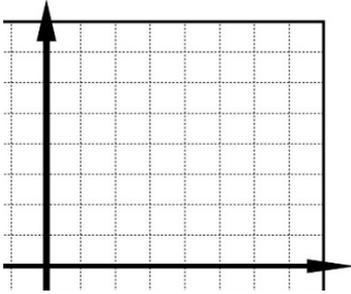


عندما يكون لدينا متجهان متعامدان  $A$  و  $B$ ، أي أن الزاوية بينهما  $90^\circ$ ، لاحظ أن محصلة المتجهين  $R$  تكون وتر في مثلث قائم الزاوية، ضلعيه القائمين هما المتجهان  $A$  و  $B$ .  
نستخدم التالي لإيجاد المحصلة:  
المقدار (من قاعدة فيثاغورس):  $R = \sqrt{A^2 + B^2}$   
الاتجاه: من الدوال المثلثية:

$$\tan\theta = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} = \frac{B}{A}$$

### مثال 1-10:

تحركت سيارة أولاً  $3.0 \text{ km}$  شرقاً، ثم  $4.0 \text{ km}$  شمالاً، أوجد محصلة الإزاحتين، وضح بالرسم.



### الحل:

نوجد المقدار باستخدام نظرية فيثاغورس

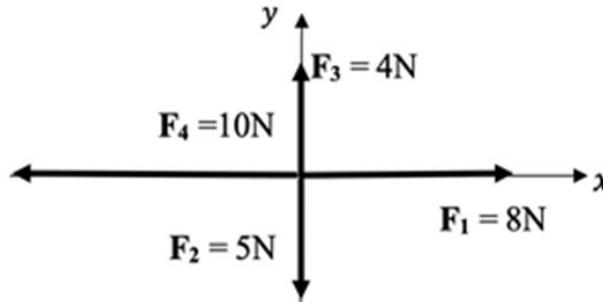
$$R = \sqrt{(3.0 \text{ km})^2 + (4.0 \text{ km})^2} = \sqrt{9.0 + 16.0} = \sqrt{25.0} = 5.0 \text{ km}$$

نوجد الاتجاه:

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{\Delta y}{\Delta x}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{4.0}{3.0}\right) \approx 53.1^\circ$$

شمال الشرق

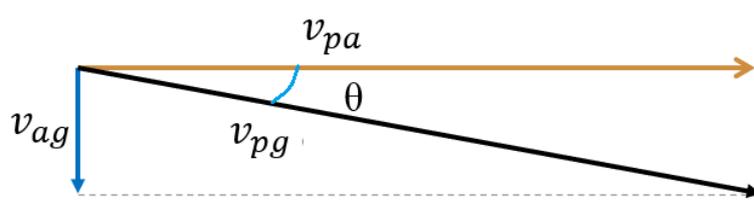
تدريب: أوجد محصلة مجموعة القوى المستوية المعطاة في الشكل.



### مثال 1-11:

تحلق طائرة باتجاه الشرق بسرعة  $500.0 \text{ km/h}$  بالنسبة للهواء، إلا أن ريحاً سرعتها  $90.0 \text{ km/h}$  تهب باتجاه الجنوب، ماهي سرعة الطائرة وما هو اتجاهها بالنسبة للأرض؟

الحل:



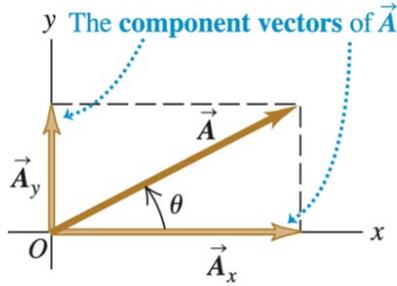
سرعة الطائرة بالنسبة للأرض  $v_{pg}$  هي محصلة سرعة الطائرة بالنسبة للهواء  $v_{pa}$  ، وسرعة الهواء بالنسبة للأرض  $v_{ag}$

$$v_{pg} = \sqrt{v_{pa}^2 + v_{ag}^2} = \sqrt{500^2 + 90^2} = 508.0 \text{ km/h}$$

و تصنع زاوية مع اتجاه الشرق كما في الشكل :

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{v_{ag}}{v_{pa}} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{90}{500} \right) \approx 10.2^\circ$$

### 1.15 مركبات المتجه:



يمكن تحليل أي متجه مثل المتجه  $\vec{A}$  في الشكل إلى مركباته، وهي مساقطه على المحاور، وذلك باستخدام الدوال المثلثية.

كيف نرسم مركبات المتجه  $\vec{A}$  ؟

من رأس المتجه  $\vec{A}$  نسقط : خط عمودي على محور x

وتكون المركبة x للمتجه  $\vec{A}_x$  : متجه من ذيل المتجه  $\vec{A}$  إلى

نقطة تقاطع الخط العمودي مع محور x

من رأس المتجه  $\vec{A}$  نسقط : خط عمودي على محور y

وتكون المركبة y للمتجه  $\vec{A}_y$  : متجه من ذيل المتجه الأصلي  $\vec{A}$  إلى نقطة تقاطع الخط العمودي مع محور y

يمكن حساب المركبات من الدوال المثلثية و بملاحظة أن المتجه  $\vec{A}$  يصنع زاوية قياسية  $\theta$  مع محور x+

$$\cos\theta = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}} = \frac{A_x}{A} \quad A_x = A\cos\theta$$

$$\sin\theta = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}} = \frac{A_y}{A} \quad A_y = A\sin\theta$$

وهي طريقة عامة ، فإذا كانت  $\theta$  هي الزاوية القياسية، تنتج الإشارات السالبة والموجبة للمركبات تلقائياً.

أما إذا أعطيت زاوية مرجعية  $\theta$  ، أي محسوبة لمحور ما، فيكون أسهل استخدام الطريقة التالية:

**القاعدة الذهبية في تحليل المتجهات:**

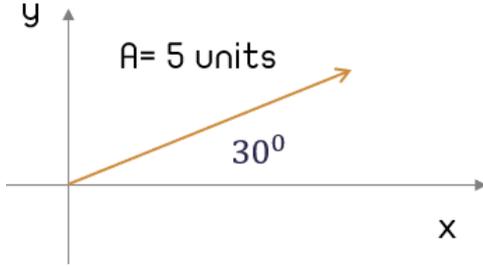
$\cos\theta$  (إذا كانت المركبة الضلع المجاور للزاوية: تحدها)

قيمة المركبة =  $\pm$  قيمة المتجه الأصلي  $\times$

$\sin \theta$  (إذا كانت المركبة الضلع المقابل للزاوية : لاتحتها)

مثال 1-12 :

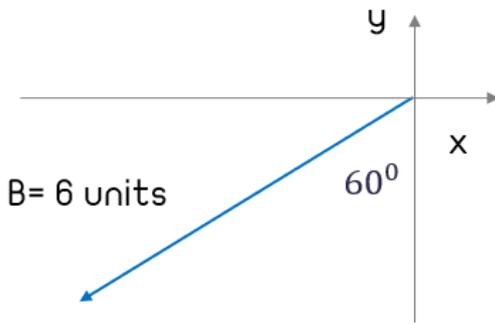
قم بتحليل المتجهات A و B .



الزاوية القياسية تساوي الزاوية المرجعية  $\theta = 30^0$

$$A_x = A \cos \theta = 5 \cos 30^0 = 4.33 \text{ unists}$$

$$A_y = A \sin \theta = 5 \sin 30^0 = 2.5 \text{ unists}$$



التحليل باستخدام الزاوية القياسية  $\theta = 210^0$

$$A_x = A \cos \theta = 6 \cos 210^0 = -5.2 \text{ unists}$$

$$A_y = A \sin \theta = 6 \sin 210^0 = -3 \text{ unists}$$

التحليل باستخدام الزاوية القياسية  $\Phi = 60^0$

$$A_x = -A \sin \Phi = -6 \sin 60^0 = -5.2 \text{ unists}$$

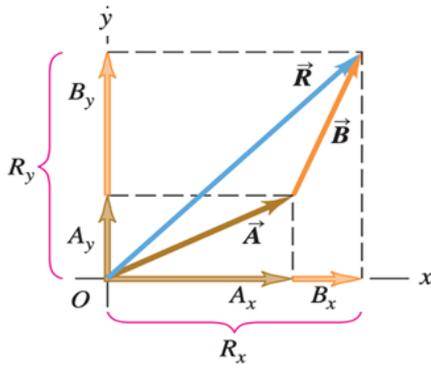
$$A_y = -A \cos \Phi = -6 \cos 60^0 = -3 \text{ unists}$$

### 1.16 جمع المتجهات بالمركبات

لإيجاد محصلة المتجهات بالمركبات نستخدم الطريقة

التالية:

لدينا متجهان  $\vec{A}$  و  $\vec{B}$  ومحصلتها  $\vec{R}$  كما في الشكل.



المحصلة  $\vec{R}$  لها مركبتان كالتالي:

$$R_x = A_x + B_x \quad R_y = A_y + B_y$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

$$\tan \theta = \frac{R_y}{R_x} \text{ واتجاه المحصلة:}$$

إذا كان لديك عدد أكبر من المتجهات فكل ما عليك أن تكرر ذلك بالطريقة السابقة:

$$R_x = A_x + B_x + C_x + \dots \quad R_y = A_y + B_y + C_y + \dots$$

مثال 1-13 :

أوجد محصلة الإزاحات التالية:

20.0m بزاوية 30.0° , 40m بزاوية 120.0° , 25.0m بزاوية 180.0° , 42.0m بزاوية 270° , 12m بزاوية 315.0°.

الحل:

نستخدم الزاوية القياسية المعطاة للمتجهات لحساب المركبات الأفقية والعمودية ثم نوجد المحصلة على كل محور:

$$R_x = (20.0 \text{ m})\cos 30^\circ + (40 \text{ m})\cos 120^\circ + (25.0 \text{ m})\cos 180^\circ + (42.0 \text{ m})\cos 270^\circ + (12 \text{ m})\cos 315^\circ$$

$$R_x = -19.1942 \text{ m}$$

$$R_y = (20.0 \text{ m})\sin 30^\circ + (40 \text{ m})\sin 120^\circ + (25.0 \text{ m})\sin 180^\circ + (42.0 \text{ m})\sin 270^\circ + (12 \text{ m})\sin 315^\circ$$

$$R_y = -5.8443 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} |\vec{R}| &= \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{(-19.1942 \text{ m})^2 + (-5.8443 \text{ m})^2} \\ &= \sqrt{368.43 \text{ m}^2 + 34.17 \text{ m}^2} = \sqrt{402.60 \text{ m}^2} \\ &= 20.06 \text{ m} = 20.1 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{R_y}{R_x} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{-5.8443 \text{ m}}{-19.1942 \text{ m}} \right) = -163.07^\circ.$$

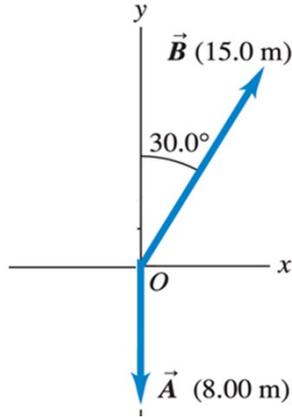
فتكون الإزاحة المحصلة 20.1m بزاوية قياسية 197° .

تدريب:

متجه في الربع الأول من المستوى  $xy$  ، قيمة مركبته على محور  $x$  تساوي 3 ، وقيمة مركبته على محور  $y$  تساوي 6 ، إذا دار المتجه مع عقارب الساعة في الربع الأول بحيث تضاعفت قيمة مركبته على محور  $x$

احسب قيمة مركبته على محور  $y$

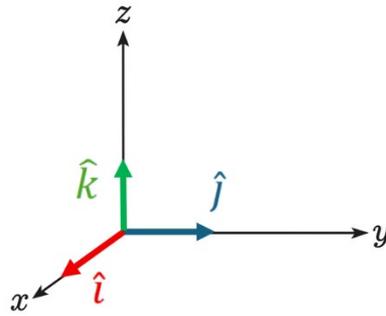
تدريب: احسب مقدار واتجاه وارسم:  $\vec{A} - \vec{B}$



### 1.17 جمع المتجهات بطريقة متجهات الوحدة

متجهات الوحدة هي ثلاث متجهات  $\hat{i}$ ,  $\hat{j}$ ,  $\hat{k}$  مقدار كل منها 1 ،

وتقع باتجاهات:  $x$  ,  $y$  ,  $z$  على الترتيب. ويمكن كتابة أي متجه بدلالة متجهات الوحدة، وهذا يسهل التعامل مع المتجهات في اجراء العمليات الاتجاهية عليها. أي أننا نستفيد من متجهات الوحدة في معرفة الاتجاهات.



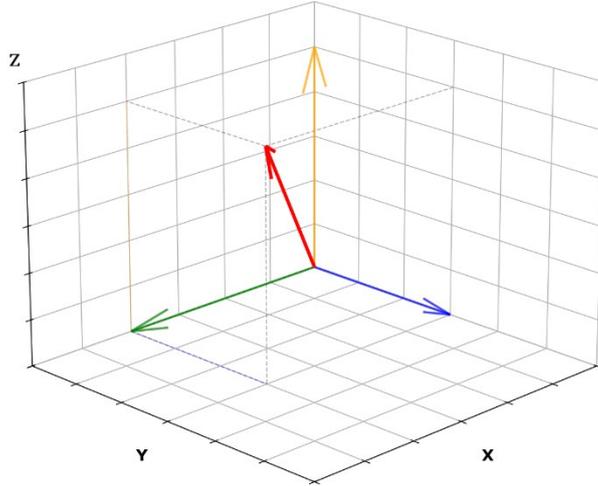
فمثلاً المتجه  $\vec{A}$  الموضح في الشكل، يمكن كتابته بدلالة متجهات الوحدة كالتالي:

$$\vec{A}_x = A_x \hat{i}$$

$$\vec{A}_y = A_y \hat{j}$$

$$\vec{A}_z = A_z \hat{k}$$

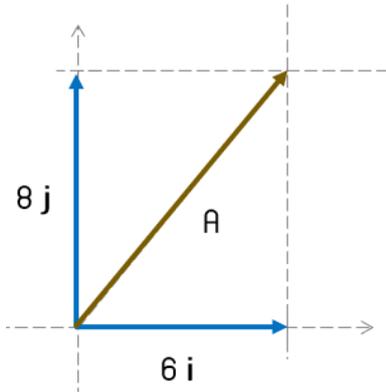
$$\vec{A} = A_x \hat{i} + A_y \hat{j} + A_z \hat{k}$$



مثال 1-14 :

ارسم واحسب مقدار المتجه  $A = 6i + 8j$

الحل:



يوضح الشكل تمثيل المتجه A في المستوى الإحداثي

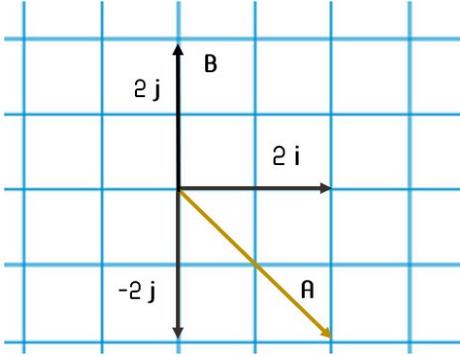
نستخدم نظرية فيثاغورس لإيجاد قيمة المتجه A :

$$A = \sqrt{6^2 + 8^2} = \sqrt{100} = 10$$

مثال 1-15 :

احسب محصلة المتجهين  $\vec{A} = 2\hat{i} - 2\hat{j}$  و  $\vec{B} = 2\hat{j}$  بدلالة متجهات الوحدة.

الحل:



نجمع معاملات كل متجه وحدة على حده :

$$\vec{C} = \vec{A} + \vec{B} = (2 + 0)\hat{i} + (-2 + 2)\hat{j} = 2\hat{i}$$

### مثال 1-16 :

المركبات المتعامدة لمتجهة تسارع هي:  $a_x = 6.00 \text{ m/s}^2$  و  $a_y = 4.00 \text{ m/s}^2$  و  $a_z = 9.00 \text{ m/s}^2$

اكتب العبارة الاتجاهية لمتجه التسارع  $\vec{a}$  واحسب قيمته.

الحل:

$$\vec{a} = [6.00\hat{i} + 4.00\hat{j} + 9.00\hat{k}] \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$|\vec{a}| = a = \sqrt{(6^2 + 4^2 + 9^2)} \approx 11.5 \text{ m/s}^2$$

### مثال 1-17 :

المتجه  $\vec{A}$  مقداره 4.20 m بزاوية  $55.0^\circ$  فوق المحور  $+x$  والمتجه  $\vec{B}$  مقداره 2.80 m بزاوية  $-35.0^\circ$  (أي  $35.0^\circ$  تحت  $+x$ ). إذا كان المتجه  $\vec{C} = 2.50\vec{A} - 3.20\vec{B}$ .

تحت  $+x$ ). إذا كان المتجه  $\vec{C} = 2.50\vec{A} - 3.20\vec{B}$ .

(a) اكتب المتجهين  $\vec{A}$  و  $\vec{B}$  بصيغة متجهات الوحدة.

(b) اكتب المتجه  $\vec{C}$  بدلالة متجهات الوحدة.

(c) أوجد مقدار المتجه  $\vec{C}$  واتجاهه بزاوية قياسية.

الحل:

(a)

$$\vec{A} = (4.20 \cos 55.0^\circ)\hat{i} + (4.20 \sin 55.0^\circ)\hat{j} = (2.4090 \text{ m})\hat{i} + (3.4404 \text{ m})\hat{j}$$

$$\vec{B} = (2.80 \cos(-35.0^\circ))\hat{i} + (2.80 \sin(-35.0^\circ))\hat{j} = 2.2936 \text{ m})\hat{i} + (-1.6060 \text{ m})\hat{j}$$

(b)

$$\vec{C} = 2.50\vec{A} - 3.20\vec{B} \quad (b)$$

$$C_x = 2.50(2.4090) - 3.20(2.2936) = -1.3170 \text{ m}$$

$$C_y = 2.50(3.4404) - 3.20(-1.6060) = 13.7403 \text{ m}$$

$$\vec{C} = (-1.317\hat{i} + 13.740\hat{j}) \text{ m}$$

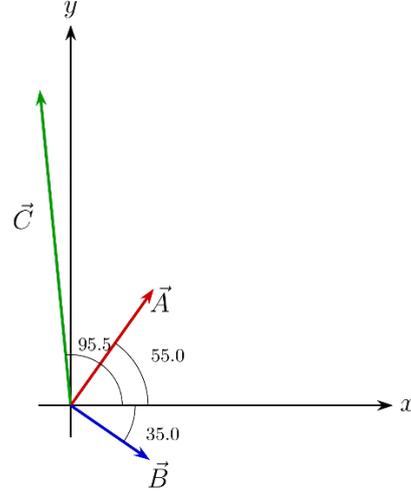
©

$$\begin{aligned} |\vec{C}| &= \sqrt{C_x^2 + C_y^2} \\ &= \sqrt{(-1.317)^2 + (13.740)^2} \\ &= 13.803 \text{ m} \approx 13.8 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{C_y}{C_x} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{13.740}{-1.317} \right) = 84.5^\circ.$$

هذه الزاوية شمال الغرب كما في الرسم وبالتالي: (الزاوية

$$\theta \approx 95.5^\circ \text{ (القياسية)}$$



**تدريب:** إذا كان  $\vec{A} = 2\hat{i} - 3\hat{j} + 5\hat{k}$  و  $\vec{B} = -\hat{i} - 2\hat{j} + 7\hat{k}$ .

أوجد في صيغة المركبات: (a)  $2\vec{B} - \vec{A}$

(b) المتجه  $\vec{C}$  الذي يحقق العلاقة  $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C} = 0$

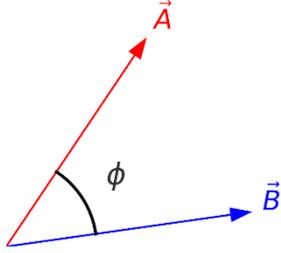
**تدريب:** أوجد الزاوية بين متجهين لهما نفس المقدار  $5.0 \text{ units}$  ، بحيث تساوي محصلتهما  $[6.0] \text{ units}$

### 1.18 الضرب القياسي للمتجهات:

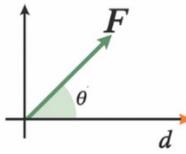
ناتج الضرب القياسي بين المتجهين  $A$  و  $B$  هو كمية عددية، ويُعطى بالعلاقة

$$A \cdot B = |A||B|\cos(\theta)$$

حيث  $\theta$  تمثل الزاوية بين المتجهين. وتقرأ العلامة  $(\cdot)$ : (dot product)



$$W = Fd \cos\theta$$



مثال: الشغل هو حاصل الضرب القياسي بين متجهي القوة والإزاحة.

**التحقق من المفهوم:** ما تأثير الزاوية بين المتجهين على ناتج الضرب القياسي؟

الحل:

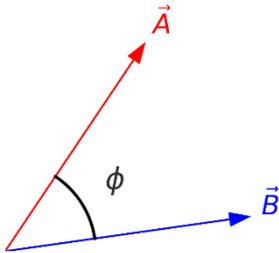
- يكون حاصل الضرب القياسي موجباً عندما تكون الزاوية بين المتجهين بين  $0^\circ$  و  $90^\circ$ .
- يكون صفرًا عندما تكون الزاوية  $90^\circ$ . أي عندما يكون المتجهان متعامدين.
- يكون حاصل الضرب القياسي سالبًا إذا كانت الزاوية بين  $90^\circ$  و  $180^\circ$ .
- يصل حاصل الضرب القياسي إلى أكبر قيمة موجبة عندما تكون الزاوية  $0^\circ$ .
- يصل إلى أكبر قيمة سالبة عندما تكون الزاوية  $180^\circ$ .

### 1.19 الضرب الاتجاهي للمتجهات:

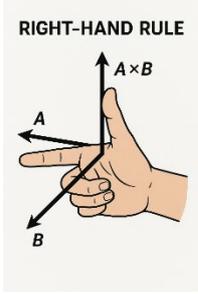
- يعطي كمية متجهة (متجه).

$$|\vec{C}| = |\vec{A} \times \vec{B}| = |\vec{A}||\vec{B}| \sin \phi$$

- مقدار المتجه:  $|\vec{C}| = |\vec{A}||\vec{B}| \sin \phi$
- الزاوية الصغيرة بين المتجهين، وتقرأ العلامة  $(\times)$ : (cross product)

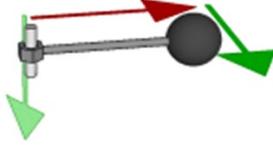


- اتجاه المتجه الناتج: يكون عمودي على المستوى المحتوي للمتجهين، ويحدد بقاعدة اليد اليمنى.



### قاعدة اليد اليمنى:

استخدم يدك اليمنى واجعل أصابعك تدور من المتجه الأول للمتجه الثاني فيشير الإبهام إلى اتجاه  $\vec{C}$ .



مثال: عزم الدوران هو حاصل ضرب الاتجاهي لمتجهي القوة والإزاحة.

$$\tau = r f \sin\theta$$

### مثال 1-18:

متجهان  $A=2$  units و  $B=5$  units ، والزاوية بينهما  $60^\circ$  ، احسب حاصل ضربهما القياسي، والاتجاهي.

الحل:

$$A \cdot B = |A||B|\cos(\theta) = (2)(5)\cos60^\circ = 5$$

$$|\vec{C}| = |\vec{A} \times \vec{B}| = |\vec{A}||\vec{B}| \sin \phi = (2)(5)\sin60^\circ = 8.66$$

### مثال 1-19:

متجهان  $A$  و  $B$  ، متساويان في المقدار والزاوية بينهما  $60^\circ$  ، إذا كان حاصل ضربهما القياسي 4.5 ، احسب مقدار المتجه  $A$

الحل:

$$A \cdot B = |A||B|\cos(\theta) \quad 4.5 = A^2\cos60^\circ \quad A^2 = \frac{4.5}{0.5} = 9 \quad A = 3$$

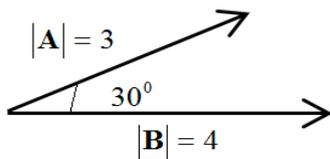
### مثال 1-20:

متجهان  $A$  و  $B$  ، متساويان في المقدار والزاوية بينهما  $60^\circ$  ، إذا كان حاصل ضربهما القياسي 4.5 ، احسب مقدار المتجه  $A$

الحل:

$$A \cdot B = |A||B|\cos(\theta) \quad 4.5 = A^2\cos60^\circ \quad A^2 = \frac{4.5}{0.5} = 9 \quad A = 3$$

### مثال 1-21:



حاصل ضرب الاتجاهي للمتجهين الموضحة في الشكل:

(أ) إلى أعلى

(ب) إلى أسفل

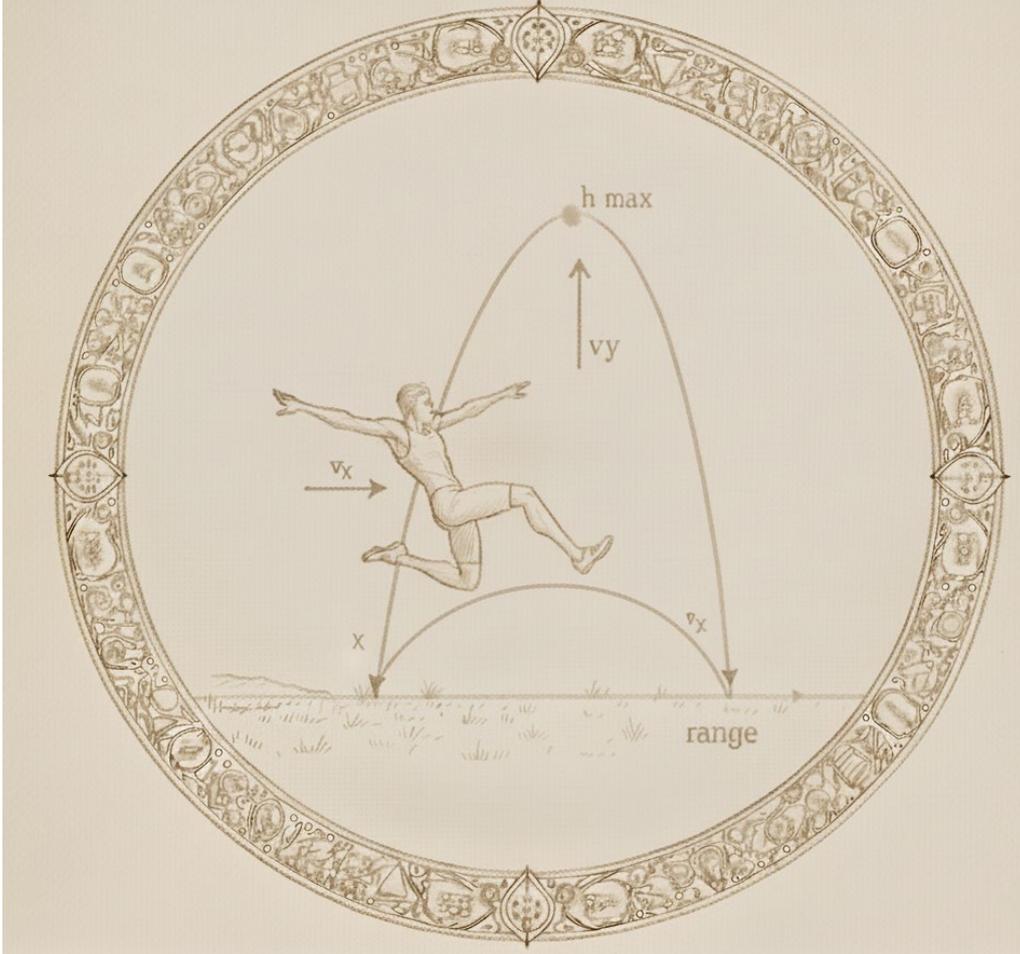
(ج) داخل في الصفحة

(د) خارج من الصفحة

الحل:

بتطبيق قاعدة اليد اليمنى، الخيار الصحيح ج

## 2. الحركة في بعدين



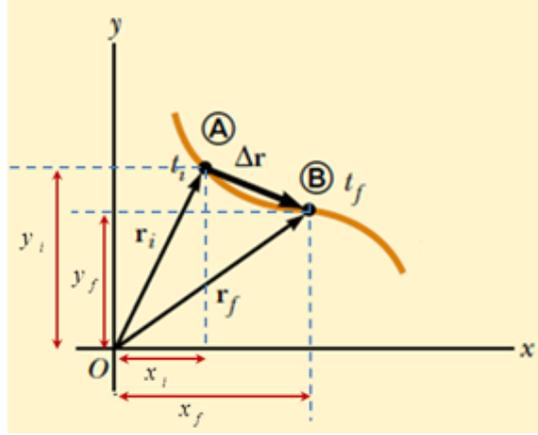
كان اهتمامنا في الفصول السابقة مقتصرًا على وصف حركة الأجسام في بعد واحد، حيث كانت السرعة والتسارع والإزاحة جميعها تقع على خط مستقيم، ولكن في كثير من المواقف الواقعية في حياتنا اليومية لا تتحرك الأجسام في اتجاه واحد فقط، بل تتحرك في أكثر من بعد في الوقت نفسه. فمثلًا، عندما تتركل كرة في الهواء، فإنها تتحرك أفقيًا ورأسيًا معًا، وكذلك حركة سيارة تنعطف أو قارب يتحرك في نهر له تيار جانبي.

في هذا الفصل سنتوسع في دراسة الحركة في بعدين، وستتعلم كيف نحللها إلى حركتين مستقلتين في الاتجاهين الأفقي والرأسي باستخدام المتجهات، كما سنستخدم مفاهيم السرعة والتسارع في بعدين لوصف حركة المقذوفات، وسنرى كيف يمكن جمع المتجهات بيانياً وجبرياً لإيجاد محصلة الحركة واتجاهها.

هذه الدراسة تمثل خطوة مهمة نحو فهم أعمق لحركة الأجسام في الطبيعة، وتشكّل الأساس لدراسة الديناميكا وقوانين نيوتن التي تفسر أسباب هذه الحركة.

## 1.20 متجهات الإزاحة والسرعة والتسارع في الحركة في بعدين :

سنعيد صياغة متجهات الحركة، ونعتبر حركة جسم بين النقطتين A, B، لاحظ أنه ليس من الضروري أن يكون المسار خطاً مستقيماً.



يتحرك الجسم بين موضعين هما:  $r_i$  و  $r_f$ ، حيث نحدد مواضع الجسم بمتجهات الموضع. والإزاحة التي تحركها الجسم أي (المتجه المستقيم بين الموضعين) نسميه  $\Delta r$  يمكننا كتابة متجهات الموضع والإزاحة بدلالة متجهات الوحدة كالتالي:

$$\vec{r}_i = x_i \hat{i} + y_i \hat{j}$$

$$\vec{r}_f = x_f \hat{i} + y_f \hat{j}$$

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_f - \vec{r}_i = (x_f - x_i) \hat{i} + (y_f - y_i) \hat{j}$$

$$\Delta \vec{r} = \Delta x \hat{i} + \Delta y \hat{j}$$

تعرف السرعة المتوسطة المتجهة: بأنها الإزاحة مقسومة على الفترة الزمنية:

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \hat{i} + \frac{\Delta y}{\Delta t} \hat{j}$$

وتكون في اتجاه  $\Delta \vec{r}$  دائماً، لأنها هي الكمية المتجهة في القسمة في المعادلة السابقة.

يعرف التسارع المتوسط: بأنه التغير في متجه السرعة اللحظية مقسوماً على الفترة الزمنية:

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_i}{\Delta t}$$

ويكون في اتجاه  $\Delta \vec{v}$ ، لأنها هي الكمية المتجهة في القسمة في المعادلة السابقة.

### مثال 1-1 :

كان جمل في نقطة الأصل عند الزمن  $t_1 = 0$  خلال الفترة الزمنية من  $t_1 = 0$  إلى  $t_2 = 12.0$  s كانت مركبات السرعة المتوسطة للجمل على محور  $x$ :  $-3.8$  m/s وعلى محور  $y$ :  $4.9$  m/s  
أ) ما هي إحداثيات  $x$  و  $y$  للجمل عند  $t_2 = 12.0$  s ؟  
ب) كم يبعد الجمل عن نقطة الأصل عند  $t_2 = 12.0$  s ؟

الحل: أ) الإحداثيات السينية والصادية للجمل عند  $t_2 = 12.0$  s :

$$x_f = x_i + \bar{v}_x(t_2 - t_1) = 0 + (-3.8)(12.0) = -45.6\text{m}$$

$$y_f = y_i + \bar{v}_y(t_2 - t_1) = 0 + (4.9)(12.0) = 58.8\text{m}$$

(ب) موضع الجمل النهائي  $(-45.6\text{ m}, 58.8\text{ m})$  .

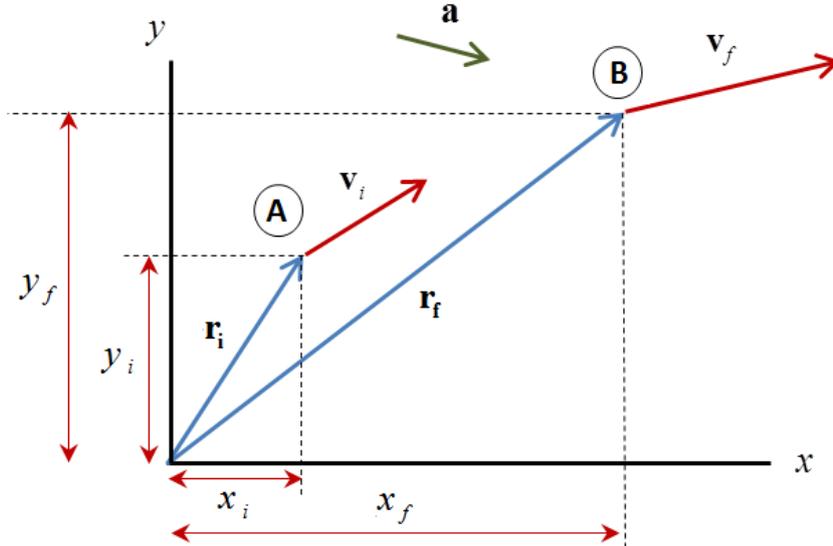
$$r_f = \sqrt{(x^2 + y^2)} = \sqrt{((-45.6)^2 + (58.8)^2)} = 74.4\text{ m}$$

### تدريب:

طائر له الإحداثيات  $(11.1\text{ m}, 3.4\text{ m})$  عند الزمن  $t_1 = 0$  واحداثيات  $(15.3\text{ m}, -0.5\text{ m})$  عند الزمن  $t_2 = 3.0\text{ s}$ . أوجد لهذه الفترة الزمنية: (أ) مركبات السرعة المتوسطة. (ب) مقدار واتجاه السرعة المتوسطة.

### 1.21 الحركة في بعدين بتسارع ثابت

لتبسيط التعامل مع هذا النوع من الحركة سنستخدم مبدأ استقلال الحركة على كل بعد. وهذا يعني أن الحركة على محور  $x$  مستقلة عن الحركة على محور  $y$ ، ولا يؤثر أحدهما على الآخر، ولكن تشترك الحركتان في الزمن. سنستخدم معادلات الحركة ورياضيات المتجهات التي تعلمناها في موضوع الحركة في بعد واحد، ونطبقها على الحركة في بعدين.



الحركة على محور $y$	الحركة على محور $x$
$v_{yf} = v_{yi} + a_y t$	$v_{xf} = v_{xi} + a_x t$
$\Delta y = v_{yi} t + \frac{1}{2} a_y t^2$	$\Delta x = v_{xi} t + \frac{1}{2} a_x t^2$
$v_{yf}^2 = v_{yi}^2 + 2a_y \Delta y$	$v_{xf}^2 = v_{xi}^2 + 2a_x \Delta x$
$\Delta y = \left(\frac{v_{yf} + v_{yi}}{2}\right)t$	$\Delta x = \left(\frac{v_{xf} + v_{xi}}{2}\right)t$
$\Delta y = v_{yf} t - \frac{1}{2} a_y t^2$	$\Delta x = v_{xf} t - \frac{1}{2} a_x t^2$

### مثال 1-2 :

يبدأ جسيم حركته من نقطة الأصل عند  $t = 0$  بسرعة ابتدائية مركبتها في اتجاه  $x$  تساوي  $20.0 \text{ m/s}$  ومركبتها في اتجاه  $y$  تساوي  $-15 \text{ m/s}$ ، يتحرك الجسيم في المستوى  $xy$  بمركبة للتسارع في اتجاه  $x$  فقط تعطى بالعلاقة:  $a_x = 4.0 \text{ m/s}^2$

- (أ) أوجد مركبات السرعة المتجهة وقيمتها واتجاهها عند  $t = 5.0 \text{ s}$   
 (ب) أوجد الإحداثيات  $x$  و  $y$  للجسيم عند  $t = 5.0 \text{ s}$   
 (ج) اكتب إزاحة الجسيم بدلالة متجهات الوحدة واحسب قيمتها واتجاهها.

الحل:

(أ) عند  $t = 5.0 \text{ s}$

$$v_{xf} = v_{xi} + a_x t = 20.0 + 4.0(5.0) = 40.0 \text{ m/s}$$

$$v_{yf} = v_{yi} + a_y t = -15.0 + 0 = -15.0 \text{ m/s}$$

$$\rightarrow \mathbf{v} = [40 \hat{i} - 15 \hat{j}] \text{ (m/s)}$$

$$|\mathbf{v}| = \sqrt{(40^2 + (-15)^2)} = \sqrt{1825} \approx 42.7 \text{ m/s}$$

$$\theta = \tan^{-1}(-15 / 40) \approx -20.6^\circ \text{ (تحت محور } x \text{)}$$

(ب)

$$x_f = v_{xi} t + \frac{1}{2} a_x t^2 = 20(5) + \frac{1}{2}(4)(5^2) = 150 \text{ m}$$

$$y_f = v_{yi} t + \frac{1}{2} a_y t^2 = (-15)(5) + 0 = -75 \text{ m}$$

(ج)

$$\mathbf{r} = [150 \hat{i} - 75 \hat{j}] \text{ (m)}$$

$$|\mathbf{r}| = \sqrt{(150^2 + (-75)^2)} \approx 167.7 \text{ m}$$

$$\theta \text{ (تحت محور } x \text{)} = \tan^{-1}(-75 - 150) = -26.6^\circ$$

**تدريب:** تتحرك سيارة على سطح أفقي بسرعة ابتدائية:  $\vec{v}_i = (3\hat{i} - 5\hat{j}) \text{ m/s}$  من الموقع:  $\vec{r}_i = (15\hat{i} - 7\hat{j}) \text{ m}$   
 إذا كان التسارع  $\vec{a} = (2\hat{i} + 4\hat{j}) \text{ m/s}^2$  اوجد بعد مرور  $10 \text{ s}$ : (أ) مقدار واتجاه السرعة. (ب) موقع السيارة.

### التحقق من المفهوم:

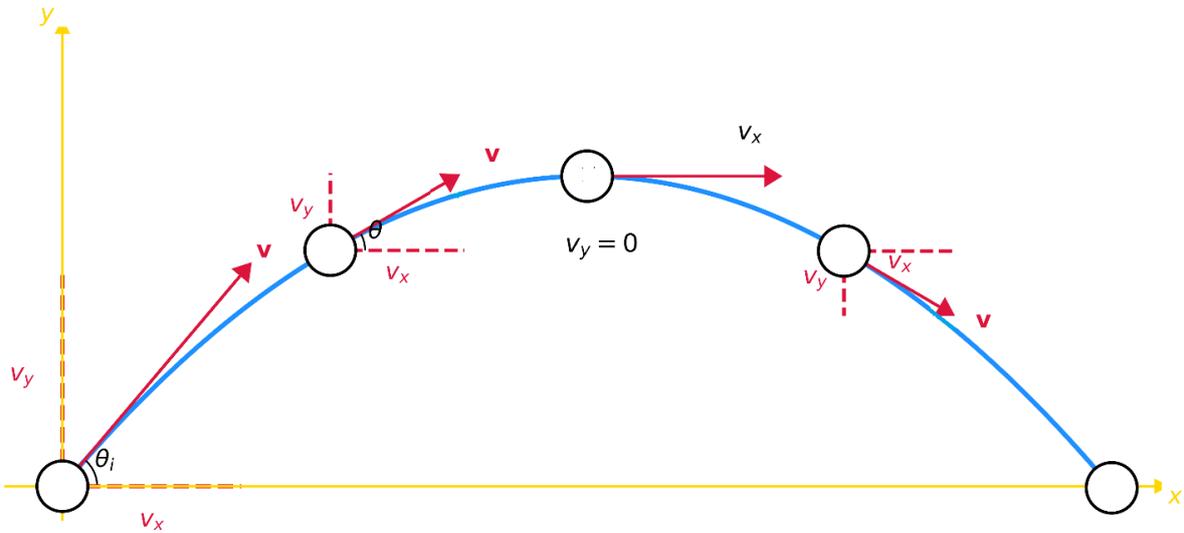
السرعة اللحظية لجسيم يتحرك في مسار دائري:  $\vec{v} = (2\text{m/s})\hat{i} - (2\text{m/s})\hat{j}$  في أي ربع يتحرك الجسيم إذا كان يتحرك (أ) في اتجاه عقارب الساعة و (ب) عكس اتجاه عقارب الساعة حول الدائرة؟ في الحالتين ارسم متجه السرعة.

## 1.22 حركة المقذوفات



هي حركة في بعدين:  $x$  و  $y$ ، ويتخذ المقذوف مسار قطع مكافئ، مثل حركة كرة القدم. القوة الوحيدة المؤثرة هي قوة الجاذبية الأرضية، والتسارع الوحيد المؤثر هو عجلة الجاذبية الأرضية  $g$ . كان جاليليو أول من وصف حركة المقذوفات بدقة، وبين أنه يمكن فهمها بتحليلها إلى حركتين أفقية ورأسية.

سنهمل مبدئياً مقاومة الهواء في تحليلنا لحركة المقذوف، ونفترض أنه يطلق بسرعة ابتدائية  $v_i$  وينطلق بزاوية ابتدائية  $\theta$  مع الأفق.



### الحركة على محور Y

- التسارع العمودي:  $a_y = -g$
- السرعة العمودية الابتدائية:  $v_{yi} = v_i \sin \theta_i$
- السرعة العمودية متغيرة: تتناقص صعوداً، حتى تصبح صفراً عند أقصى ارتفاع، ثم تزداد أثناء الهبوط.
- تكون السرعات العمودية موجبة أثناء الصعود، وسالبة أثناء الهبوط.

الإزاحة العمودية عند زمن  $t$ :

$$\Delta y = \frac{v_{yf} + v_{yi}}{2} t \quad \text{أو} \quad \Delta y = v_{yi} t - \frac{1}{2} g t^2$$

### الحركة على محور X

- التسارع الأفقي:  $a_x = 0$
- السرعة الأفقية الابتدائية:  $v_{xi} = v_i \cos \theta_i$
- السرعة الأفقية (ثابتة):  $v_x = v_{xi}$
- الإزاحة الأفقية عند أي لحظة زمنية  $t$ :  $\Delta x = v_x t$
- الإزاحة الأفقية عند زمن  $t$ :  $\Delta x = v_{xi} t$

المدى Range:  $R = v_x t_f$  حيث:  $t_f$ : زمن التحليق

### ملاحظات مهمة:

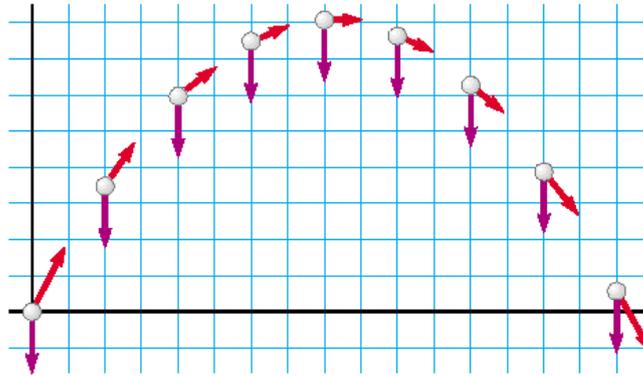
- نطبق معادلات السقوط الحر، لحساب كميات الحركة العمودية، ويكون التسارع دائماً على المحور  $y$  هو تسارع الجاذبية الأرضية  $g$ .
- المشترك بين الحركتين الأفقية والعمودية (السقوط الحر) هو زمن التحليق  $t$
- عند قذف جسم من قمة جرف بسرعة أفقية ابتدائية يتخذ مسار نصف قطع مكافئ.

### توجيهات عند حل المسائل لحركة المقذوفات:

- اختار نظام الإحداثيات وحل متجه السرعة الابتدائية إلى مركبتها في اتجاهي  $x$  و  $y$
- اتبع الطرق المستخدمة في حل مسائل السرعة الثابتة لتحليل الحركة الأفقية، واتبع طرق حل مسائل العجلة الثابتة لتحليل الحركة الرأسية.
- تشترك الحركة لاتجاهي  $x$  و  $y$  في نفس زمن الطيران.

### مثال 3-1:

قذفت كرة بحيث كانت مركبتها الرأسية والأفقية للسرعة  $40.0 \text{ m/s}$  و  $20 \text{ m/s}$  على الترتيب، احسب الزمن الكلي للطيران والمسافة التي تسقط عندها الكرة مقاسة من نقطة بدايتها.



### الحل:

زمن الصعود لأعلى ارتفاع:

$$t_{1/2} = \frac{v_{yf} - v_{yi}}{g} = \frac{40 - 0}{9.80} = 4.08 \text{ s}$$

زمن التحليق الكلي:

$$t = 2 t_{1/2} = 2(4.08) = 8.16 \text{ s}$$

المسافة الأفقية (المدى):

$$R = v_x t_f = (20)(8.16) = 163.2 \text{ m}$$

#### مثال 1-4 :

- ركل لاعب كرة قدم كرة بقدمه بزاوية  $\theta_0 = 37.0^\circ$  وبسرعة مقدارها  $20.0 \text{ m/s}$ . احسب ما يلي:
- (أ) أقصى ارتفاع.  
(ب) الزمن اللازم حتى تصطدم الكرة بالأرض.  
(ج) المدى الأفقي الذي قطعه الكرة قبل اصطدامها بالأرض.  
(د) متجه السرعة عند أقصى ارتفاع.  
(هـ) متجه التسارع عند أقصى ارتفاع.  
افتراض أن الكرة غادرت سطح الأرض وأن مقاومة الهواء ودوران الكرة مهملة.

#### الحل:

المعطيات:

$$v_i = 20.0 \text{ m/s}, \text{ launch angle } \theta^0 = 37.0^\circ, g = 9.80 \text{ m/s}^2.$$

$$v_{xi} = v_i \cos \theta_0 = 15.973 \text{ m/s} = 16.0 \text{ m/s}$$

$$v_{yi} = v_i \sin \theta_0 = 12.036 \text{ m/s} = 12.0 \text{ m/s}$$

(أ) أقصى ارتفاع

$$H_{\max} = \frac{v_{yf}^2 - v_{yi}^2}{2g} = \frac{0 - (12.036)^2}{2 \times (-9.80)} = 7.39 \text{ m}$$

(ب) زمن التحليق الكلي: مع ملاحظة أن زمن الصعود = زمن الهبوط

$$T = \frac{2(0 - v_{yi})}{g} = \frac{2 \times (-12.036)}{-9.80} = 2.46 \text{ s}$$

(ج) المدى الأفقي

$$R = v_{ix} \times T = 15.973 \times 2.456 = 39.2 \text{ m}$$

(د) متجه السرعة عند أقصى ارتفاع

$$\mathbf{v}_{\text{top}} = 16.0 \hat{i} + 0.0 \hat{j} \text{ (m/s)} \rightarrow$$

(هـ) التسارع عند أقصى ارتفاع

$$\mathbf{a} = 0.0 \hat{i} + -9.80 \hat{j} \left( \frac{m}{s^2} \right) \rightarrow \text{نحو الأسفل}$$

**تدريب:** افرض أن لاعب كرة القدم في التدريب السابق قد ركل الكرة بقدمه وهي على ارتفاع 1.00 m عن سطح الأرض، ما المسافة الأفقية التي تقطعها الكرة قبل أن تصطدم بالأرض.

**تدريب:** استنتج المعادلات التالية:

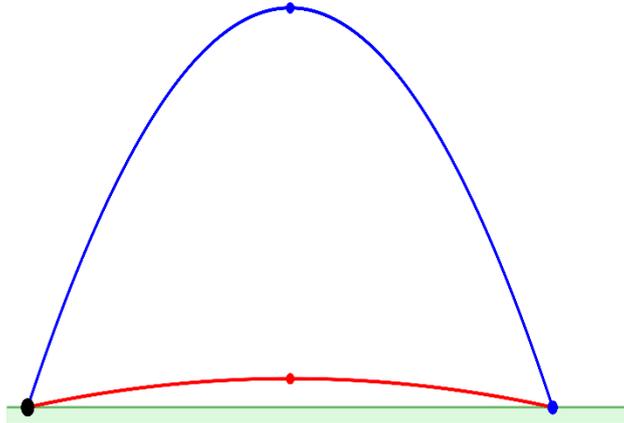
$$R = \frac{v_i^2 \sin 2\theta_i}{g} \quad h_{max} = \frac{v_i^2 \sin^2 \theta_i}{2g}$$

ملاحظة: (نعوض عن  $g$  فيهما بإشارة موجبة)

**فكر:** ماهي الزاوية التي تعطى أقصى مدى للمقذوف؟

**ملاحظة مهمة:**

يمكن الوصول لنفس المدى باستخدام نفس السرعة الابتدائية من خلال الزوايا المتممة لبعضها مثل  $15^\circ$  و  $75^\circ$  ولكن يختلف أقصى ارتفاع وزمن التحليق الكلي.



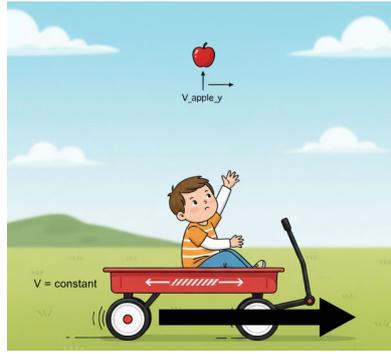
**فكر:** أيهما يستغرق وقتاً أطول في الطيران، القذف بزاوية  $15^\circ$  أو  $75^\circ$ ، ولماذا؟

**التحقق من المفهوم:** عليك أن تطلق صاروخاً من فوق الأرض. مع أحد متجهات السرعة الأولية التالية:

$$\vec{v}_i = 70\hat{i} - 20\hat{j}(3), \vec{v}_i = -20\hat{i} + 70\hat{j}(2) \quad \vec{v}_i = 20\hat{i} + 70\hat{j}(1)$$

رتب المتجهات من الأكبر للأصغر وفق وقت طيران القذيفة .

**التحقق من المفهوم:** يجلس طفل في عربة تتحرك بسرعة ثابتة إلى اليمين كما في الشكل. فإذا قذف الطفل التفاحة إلى أعلى في أثناء سير العربة، وإذا أهملنا مقاومة الهواء، فأين ستسقط التفاحة بالنسبة للعربة: (أ) خلفها أم (ب) فيها (ج) أمامها.



### مثال 1-5 :

قذف حجر من قمة مبنى إلى أعلى بزاوية  $30.0^\circ$  مع الأفقي، وبسرعة ابتدائية تساوي  $20.0 \text{ m/s}$  إذا كان ارتفاع المبنى  $45.0 \text{ m}$

(a) ما الزمن اللازم للحجر لكي يرتطم بالأرض.

(b) ماهي السرعة المطلقة للحجر قبل أن يرتطم بالأرض مباشرة؟

**الحل: المعطيات**

$$v_i = 20.0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\theta = 30.0^\circ$$

$$h = 45.0 \text{ m}$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

(أ)

$$y = v_{iy}t - (1/2)gt^2$$

باعتبار نقطة انطلاق الحجر عند قمة المبنى هي نقطة الإسناد  $y_0 = 0$  تكون الإزاحة النهائية للحجر  $y = -45.0 \text{ m}$

$$v_{iy} = v_{iy} \sin(30^\circ) = 20 \times 0.5 = 10.0 \text{ m/s}$$

$$-45.0 = 10.0t - 4.9t^2 \text{ : بالتعويض}$$

$$\Rightarrow 4.9t^2 - 10.0t - 45.0 = 0$$

نستخدم طريقة المميز لحل معادلات الدرجة الثانية مع تجاهل القيمة السالبة.

$$t = 10 \pm \sqrt{\frac{10^2 + (4 \times 4.9 \times 45)}{2 \times 4.9}}$$

$$t = 4.23 \text{ s (نهمل الحل السالب)}$$

(ب)

$$v_{fy} = v_{iy} - gt = 10.0 - 9.8 \times 4.23 = -31.45 \text{ m/s (لأسفل)}$$

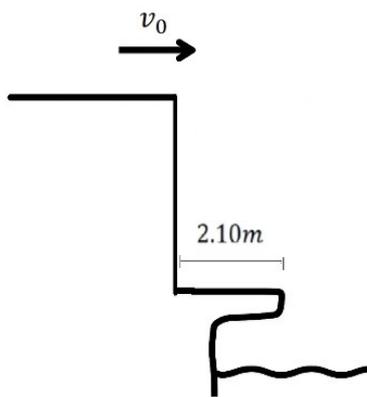
$$(ثابتة): v_x = v_i \cos(30^\circ) = 20 \times 0.866 = 17.32 \text{ m/s}$$

$$v = \sqrt{(v_x^2 + v_{fy}^2)} = \sqrt{(17.32^2 + 31.45^2)} = 35.9 \text{ m/s}$$

**تدريب:** من استنتاجات جاليليو أن الجسم الذي يقذف أفقياً يصل إلى الأرض في الوقت نفسه مع الجسم الذي يسقط سقوطاً حراً إلى الأسفل. كيف تثبت ذلك؟

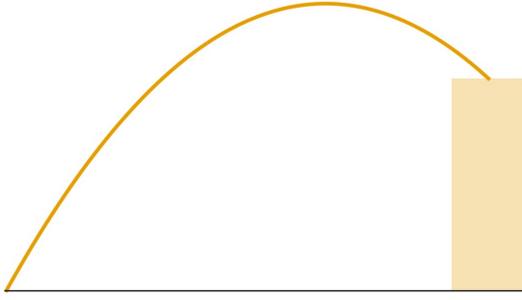
**التحقق من المفهوم:** إذا تدرجت كرتان على سطح طاولة بسرعتين مختلفتين، ثم سقطتا من سطح الطاولة في الوقت نفسه، أيهما سيصدم بالأرض أولاً؟

**تدريب:**



يقفز سباح من حافة افقية كما في الشكل. ما الحد الأدنى لسرعته عندما يغادر الحافة حتى يتفادى الاصطدام بالحافة السفلية التي عرضها 2.10 m وتبعد عن الحافة العلوية 8.00 m

**تدريب:** يُطلق مقذوف صغير من مستوى الشارع نحو مبنى مرتفع بسرعة أولية مقدارها  $38.0 \text{ m/s}$  بزاوية  $\theta_0 = 55.0^\circ$  فوق الأفقي. يسقط الحجر على سطح المبنى المستوي بعد  $4.80 \text{ s}$  من إطلاقه. مع تجاهل مقاومة الهواء، أوجد:

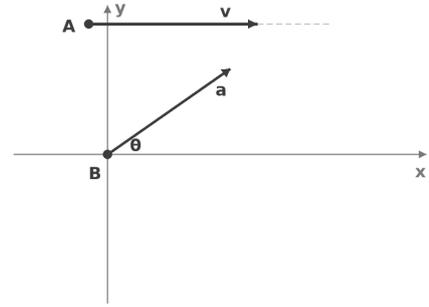


- (أ) ارتفاع السطح فوق مستوى الشارع.  
(ب) سرعة الحجر قبل أن يلامس السطح مباشرة.  
(ج) أقصى ارتفاع يصل إليه الحجر فوق مستوى الشارع.

**تدريب:** يقف لاعب كرة سلة على بعد  $8.0 \text{ m}$  أفقياً عن السلة. إذا رمى الكرة بزاوية  $35^\circ$  فوق الأفقي من ارتفاع  $2.2 \text{ m}$ ، فما السرعة الابتدائية اللازمة لكي تمر الكرة من خلال حلقة السلة التي ارتفاعها  $3.0 \text{ m}$  مباشرة؟

### أسئلة إضافية

سؤال 1: طائرة درون تتحرك أفقياً بسرعة ثابتة مقدارها  $3.0 \text{ m/s}$  على ارتفاع  $30.0 \text{ m}$  فوق سطح الأرض، إذا أطلقت منصة دفاع صاروخاً لاعتراض الطائرة في اللحظة التي مرت فيها الطائرة فوق المنصة مباشرة، ما الزاوية  $\theta$  مع العمودي  $+y$  التي يجب إطلاق الصاروخ بها حتى يصيب الطائرة، إذا انطلق الصاروخ من السكون وكان مقدار تسارعه  $0.40 \text{ m/s}^2$  ثابتاً في أي اتجاه يوجه إليه؟



سؤال 2: طائرة نفاثة تحلق على ارتفاع ثابت عند الزمن  $t_1 = 0$  كانت مركبات السرعة:  $v_{xi} = 50 \text{ m/s}$  و  $v_{yi} = 80 \text{ m/s}$  وعند الزمن  $t_2 = 30.0 \text{ s}$  كانت المركبات:  $v_{xf} = -80 \text{ m/s}$  و  $v_{yf} = 40 \text{ m/s}$   
 (أ) ارسم متجهة السرعة عند الزمن  $t_1$  و  $t_2$   
 (ب) أوجد مركبات التسارع المتوسط.  
 (ج) أوجد مقدار واتجاه التسارع المتوسط.

سؤال 3: بدأ جسيم حركته من نقطة الأصل عند  $t = 0$  بسرعة ابتدائية  $(8.0\hat{j}) \text{ m/s}$  وتحرك على مستوى  $xy$  بتسارع ثابت  $(4\hat{i} + 2\hat{j}) \text{ m/s}^2$ ، في اللحظة التي يكون الاحداثي  $x$  للجسيم  $x_f = 30 \text{ m}$  فما هي قيمة الاحداثي  $y_f$ ؟

سؤال 4: انطلق جسم من نقطة الأصل عند الزمن  $t = 0$  بتسارع ثابت وبسرعة ابتدائية  $v_i = (3.00\hat{i} - 2.00\hat{j}) \text{ m/s}$ ، عند الزمن  $t = 3.00 \text{ s}$  أصبحت سرعة الجسم  $v_f = (9.00\hat{i} + 7.00\hat{j}) \text{ m/s}$  احسب:  
 (أ) تسارع الجسيم.

(ب) متجه الموضع بدلالة الزمن.

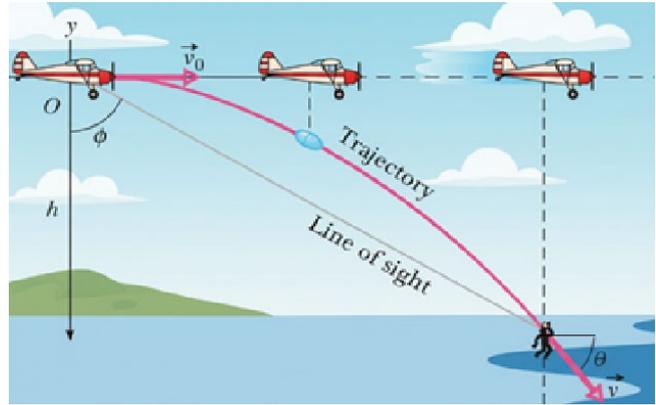
سؤال 5: يوضح الشكل سفينة قراصنة تبعد  $450 \text{ m}$  من حصن يدافع عن مدخل المرفأ، مدفع للدفاع يقع على مستوى سطح البحر، يطلق القذائف بسرعة أولية  $v_0 = 75 \text{ m/s}$  (a) بأي زاوية من الأفقي يجب إطلاق القذائف لتضرب السفينة.  
 (b) ما هو أقصى مدى لقذائف المدفع؟



سؤال6: تحلق طائرة إنقاذ بسرعة ثابتة  $62.0 \text{ m/s}$  على ارتفاع ثابت  $h = 6.00 \times 10^2 \text{ m}$  باتجاه نقطة تقع مباشرة فوق المصاب، حيث تهبط كبسولة الإنقاذ.

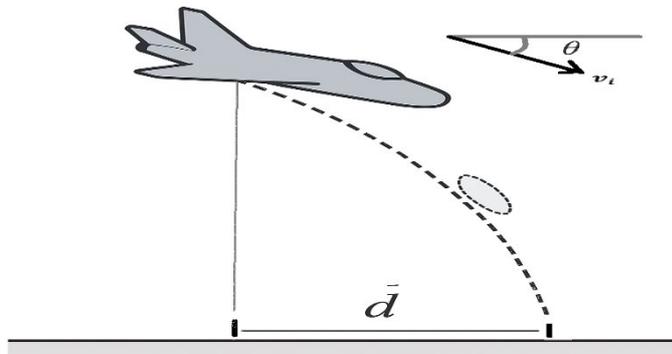
(أ) ما هي زاوية خط رؤية الطيار للضحية  $\phi$  عند تحرير الكبسولة؟

(ب) عندما تصل الكبسولة إلى الماء. اكتب سرعتها بدلالة متجهات الوحدة واحسب قيمتها واتجاهها.



سؤال7: طائرة تبلغ سرعتها  $320.0 \text{ km/h}$  تحلق بزاوية  $\theta = 35.0^\circ$  تحت الأفقي عندما يطلق الطيار شرك رادار. المسافة الأفقية بين نقطة الإطلاق والنقطة التي يصطدم فيها الشرك بالأرض هي  $d=850 \text{ m}$ .

(a) ما هي مدة تحليق الشرك في الهواء؟ (b) ما ارتفاع نقطة الإطلاق؟



سؤال8: يوجه رجل إطفاء تيارًا من الماء من خرطوم يرتفع  $1.20 \text{ m}$  فوق سطح الأرض. يخرج الماء من الفوهة بسرعة  $24.0 \text{ m/s}$  بزاوية فوق الأفقي. يقع جدار مبنى على بعد  $10.0 \text{ m}$  أفقيًا من الفوهة. على أي ارتفاع فوق سطح الأرض سيصطدم الماء بالجدار؟

سؤال9: مقذوفان أطلقا عند نفس اللحظة بزائويتين مختلفتين هما  $30^0$  و  $60^0$ ، ماهي النسبة بين سرعتيهما الابتدائية، إذا قطعا نفس المسافة الأفقية في نفس الوقت؟

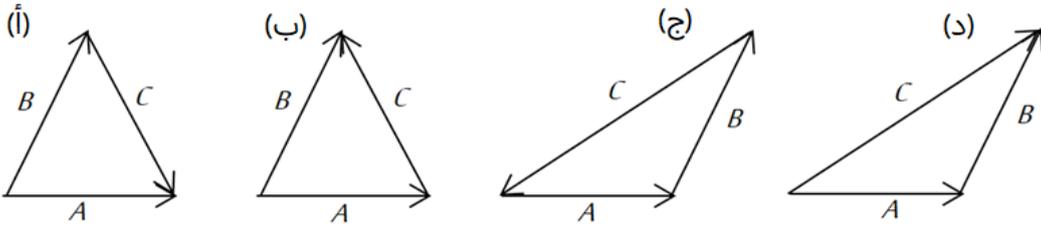
سؤال10: أقصى مسافة أفقية يستطيع طفل أن يرمي كرة إليها هي  $40.0\text{ m}$ ، ماهي أقصى مسافة رأسية يستطيع الطفل قذف الكرة إليها، افرض أن قوة عضلات الطفل تعطي الكرة نفس السرعة في الحالتين.

## اختبار تجريبي

س1: إذا كان  $\vec{A} = \vec{B} + \vec{C}$  وكانت قيم المتجهات  $\vec{A}$ ,  $\vec{B}$  و  $\vec{C}$  هي 5, 4 و 3 بوحدة units على التوالي، فإن الزاوية بين المتجهين  $\vec{A}$  و  $\vec{C}$  هي:

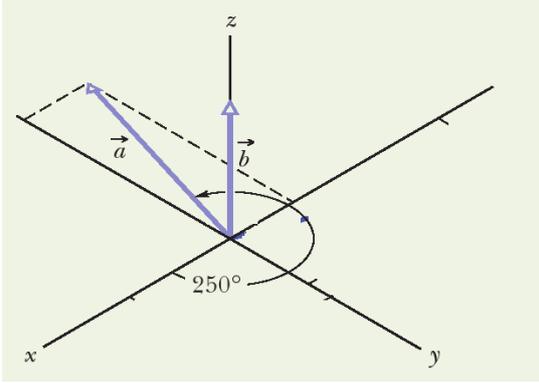
- (أ)  $90^\circ$   
(ب)  $53.1^\circ$   
(ج)  $36.9^\circ$   
(د)  $27.6^\circ$

س2: ترتبط ثلاث متجهات بالعلاقة:  $\vec{C} = -\vec{A} - \vec{B}$ ، أي الرسوم التالية تمثل العلاقة الصحيحة بينها ؟



س3: مدى مقذوف أُطلق بزاوية  $15^\circ$  بالنسبة للأفق هو  $1.5 \text{ km}$  ما هو مداه إذا أُطلق بزاوية  $45^\circ$  بالنسبة للأفق بنفس السرعة الكلية؟

- (أ)  $0.75 \text{ km}$   
(ب)  $3.0 \text{ km}$   
(ج)  $1.5 \text{ km}$   
(د)  $6.0 \text{ km}$



س4: في الشكل، المتجه  $\vec{a}$  يقع في المستوى  $xy$ ، وله مقدار 18 units ويصنع زاوية  $250^\circ$  مع محور  $x$  الموجب، ايضاً المتجه  $\vec{b}$  له مقدار 12 units ويشير للاتجاه الموجب للمحور  $z$  إذا كان:  $\vec{c} = \vec{a} \times \vec{b}$ ، فإن الزاوية التي يصنعها المتجه  $\vec{c}$  مع محور  $x$  الموجب تساوي:

- (أ)  $210^\circ$   
(ب)  $160^\circ$   
(ج)  $90^\circ$   
(د) 0

س5: طول متجه سرعة مقذوف عند أقصى ارتفاع تساوي نصف طول متجه سرعته الابتدائية  $u$ ، المدى الأفقي للمقذوف يساوي:

- (أ)  $\frac{u^2}{\sqrt{3}g}$   
(ب)  $\frac{2u^2}{\sqrt{3}g}$   
(ج)  $\frac{\sqrt{3}u^2}{2g}$   
(د)  $\frac{\sqrt{3}u^2}{g}$

س6: يستطيع الجندب القفز لمسافة أفقية أقصاها  $0.2\text{ m}$ ، إذا استمر في القفز بهذه الطريقة، بحيث تكون فترة مكوثه على الأرض ضئيلة جداً، فإن سرعته التي يتحرك بها للأمام تكون تقريباً:

- (أ)  $1\text{ m/s}$   
(ب)  $2\text{ m/s}$   
(ج)  $3\text{ m/s}$   
(د)  $4\text{ m/s}$

س7: يتحرك جسيم على سطح أفقي بسرعة ابتدائية:  $[-\vec{i} + 3\vec{j}]\text{ m/s}$  من الموقع  $m[2\vec{i} - 5\vec{j}]$ ، إذا كان التسارع الثابت للجسيم  $m/s^2[\vec{i} + 2\vec{j}]$ ، فإن سرعته بعد مرور 5 ثواني بوحدة  $(\text{m/s})$  تساوي:

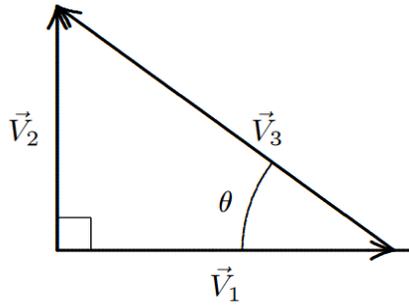
أ)  $4\vec{i} + 13\vec{j}$

ب)  $9.5\vec{i} + 35\vec{j}$

ج)  $7.5\vec{i} + 40\vec{j}$

د)  $5\vec{i} + 15\vec{j}$

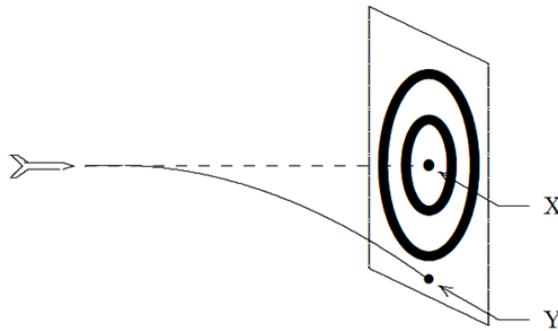
س8: المتجه  $\vec{V}_3$  في الشكل يساوي :



- أ)  $\vec{V}_1 - \vec{V}_2$   
ب)  $\vec{V}_1 + \vec{V}_2$   
ج)  $\vec{V}_2 - \vec{V}_1$   
د)  $\vec{V}_1 \cos \theta$

س9: يتم إطلاق سهم بسرعة أفقية 20 m/s صوب النقطة X ، بعد مرور زمن 0.1 s يضرب السهم النقطة Y

المسافة XY تساوي : اعتبر  $g = 10 \text{ m/s}^2$



- أ) 2 m  
ب) 1 m  
ج) 0.5 m  
د) 0.05 m

س10: متجهي قوتين لهما نفس القدر، ومقدار محصلتهما تساوي ثلث أي منهما، الزاوية بين المتجهين تساوي :

أ)  $62^\circ$

ب)  $80.4^\circ$

ج)  $124^\circ$

د)  $160.8^\circ$

إجابة الاختبار التجريبي:

1	ب	2	ج	3	ب	4	ب	5	ج
6	أ	7	أ	8	ج	9	د	10	د

