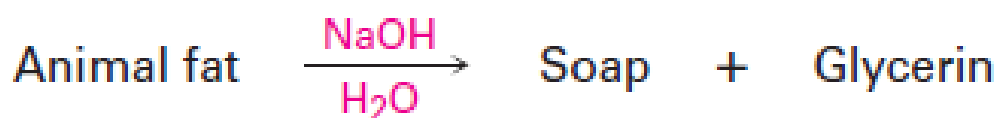


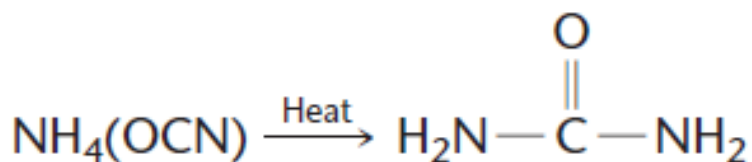
مقدمة في الكيمياء الحيوية

مقدمة تاريخية:

اعتقد العلماء في قديم الزمان أن المركبات العضوية لا يمكن اصطناعها أو تغييرها من شكل لآخر. ولكن في عام 1816، اكتشف العالم (Michel Chevreul) أن الصابون الذي يتم تحضيره بتفاعل التصبين (إضافة صود كاوي للزيوت) يمكن إعادة فصله إلى مركبات عضوية أطلق عليها اسم الحموض الدسمة. فاستطاع بذلك تحويل هذا المركب العضوي إلى مركب آخر حسب التفاعل التالي:



في عام 1828، اصطنع العالم (Friedrich Woehler) مركب البولة العضوي من خلال تسخين مركب سيانات الأمونيوم غير العضوي حسب التفاعل التالي:



وكانت هذه المرة الأولى التي يتم فيها اصطناع مركب عضوي من مركب غير عضوي. أما العالم لويس باستور فقد اكتشف أن المركب الكيميائي الواحد يتواجد بأشكال فراغية مختلفة (stereoisomers).

بعد ذلك تم اكتشاف دور الأنزيمات كمحفزات كما تم اكتشاف دور الحموض النووية كحوامل للمعلومات الوراثية.

في عام 1897، اكتشف العالم (Buchner) أنه يمكن استخدام خلاصة الخميرة لتخمير سكر الغلوكوز لكحول وثاني أكسيد الكربون. حيث ظن العلماء من قبل أن الخلايا الحية وحدها تستطيع القيام بهذا النوع من التفاعلات.

في عام 1953، استطاع العالمان واتسون وكريك تحديد البنية الثلاثية الأبعاد للحمض الريبي النووي منقوص الأوكسجين. حيث استنتج هذان العالمان أنه يمكن للدنا أن يتضاعف وأن ينقل المعلومات الوراثية من جيل إلى جيل.

ما هو تعريف الكيمياء الحيوية؟

هي دراسة المركبات الكيميائية العضوية وآلية تفاعلها في الكائنات الحية (نباتات وحيوانات وأحياء دقيقة...) ودراسة التغيرات التي تحصل في الكائن الحي خلال مراحل الحياة.

ما هي العلاقة بين الكيمياء العضوية والكيمياء الحيوية؟

يدرس علم الكيمياء العضوية المركبات العضوية (مركبات الهيدروكربون) بينما يدرس علم الكيمياء الحيوية الأنظمة الحيوية التي تؤثر على الكائن الحي. من المعروف أن مبادئ الكيمياء الحيوية هي واحدة بالنسبة لكل الكائنات الحية.

مثال عملي:

الأدرينالين هو مركب عضوي ومن ناحية الكيمياء الحيوية السريرية: هو هرمون يُفرز من الغدة الدرقية ويلعب هذا الهرمون مع هرمون نورأدرينالين دورا في حالات الخوف أو المواجهة في وقت الشدة. حيث يقوم هذا الهرمون بزيادة ضربات القلب وزيادة ضغط الدم وزيادة دخول الهواء إلى الرئة وزيادة توسع حدقة العين وزيادة ضخ الدم إلى العضلات وتغيير الحالة الاستقلابية في الجسم بهدف زيادة مستويات السكر في الدماغ. يبين هذا المثال الفرق بين الكيمياء العضوية والكيمياء الحيوية التي تتداخل مع علم الفيزيولوجيا.

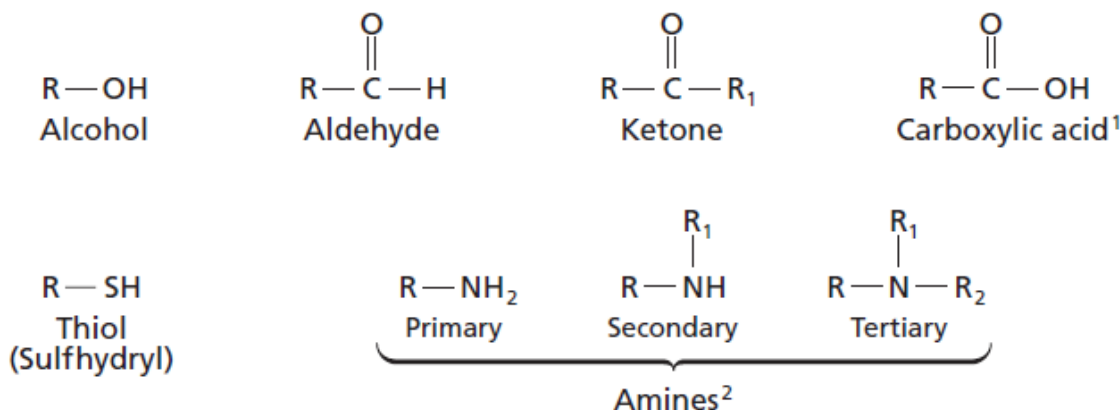
لنتذكر ما يلي

العناصر الكيميائية الأساسية في جسم الكائن الحي:

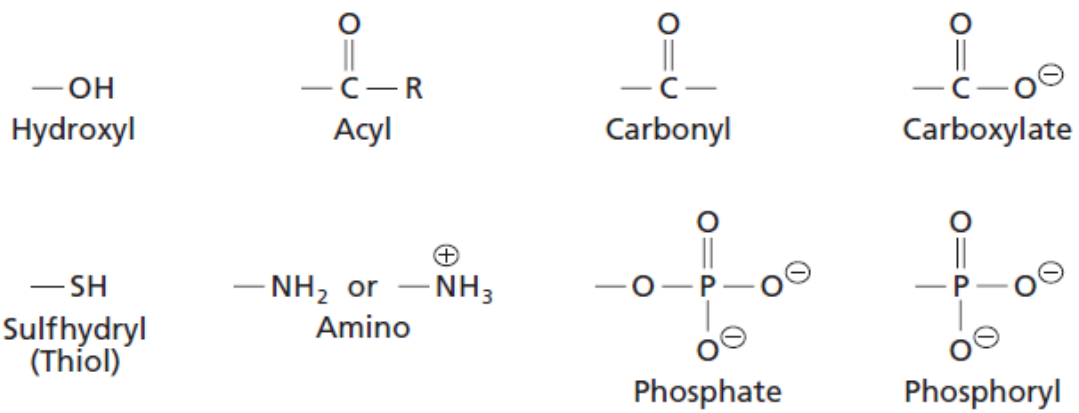
تشكل العناصر الستة التالية أكثر من 97% من أجسام الكائنات الحية وهي:

الكربون والهيدروجين والنتروجين والأكسجين والفوسفور والكبريت. إن نسبة هذه العناصر تختلف من كائن حي إلى آخر ولكن من الجدير ذكره أن الماء هو المركب الأساسي في الخلايا وهو سبب وجود عنصر الأكسجين بنسبة عالية في جسم الإنسان.

المركبات العضوية الأساسية في الكائن الحي:



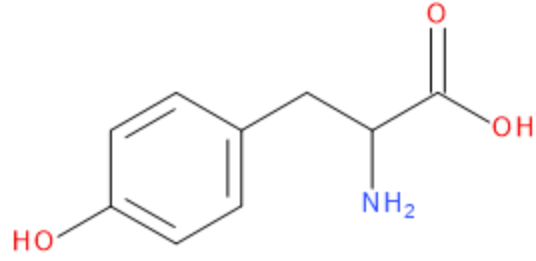
المجموعات الوظيفية الأساسية في الكائن الحي:



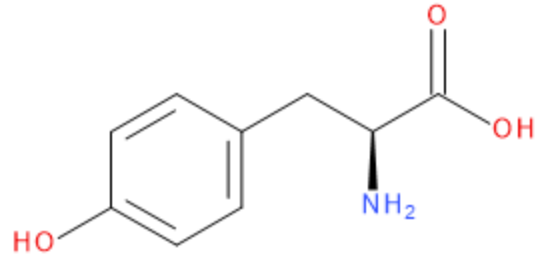
المماكب النوعي

التماكب هو قدرة المركب الكيميائي على إعطاء أكثر من شكل فراغي (Stereoisomer). حيث يمكن للتفاعلات ذات المماكب النوعي أن تعطي مماكبات فراغية مختلفة.

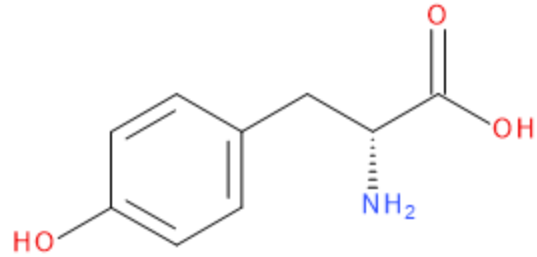
Tyrosine



L- Tyrosine

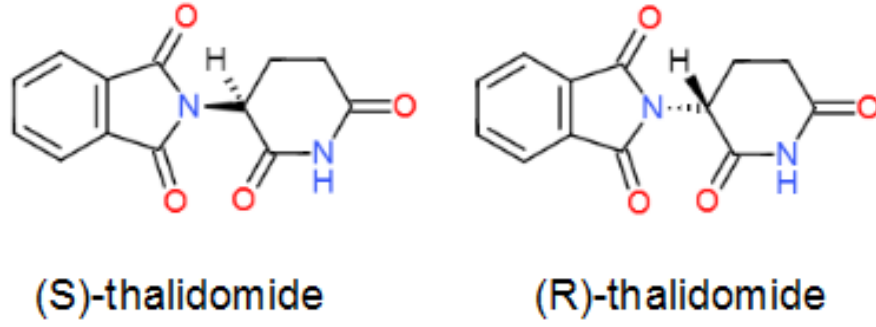


D- Tyrosine



مأساة الثاليدوميد

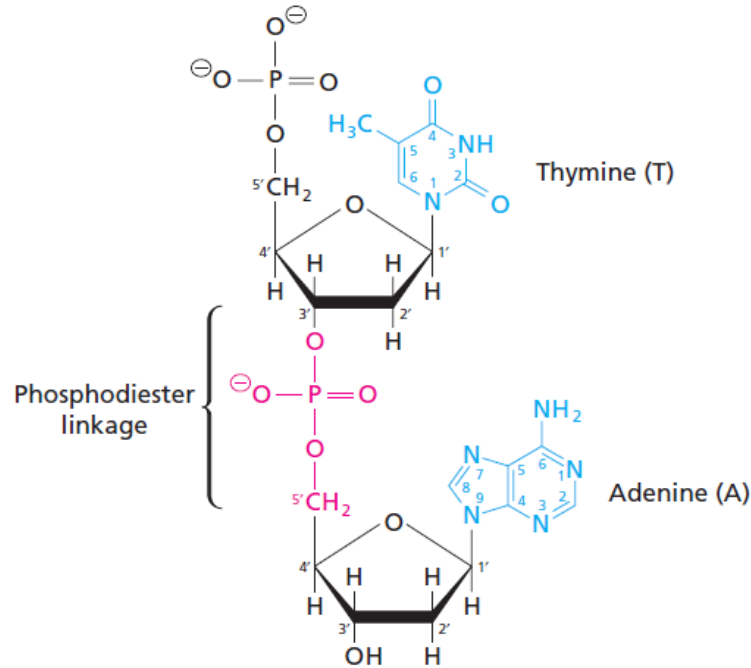
تم اشهار عقار الثاليدوميد كدواء مهدئ يساعد على النوم وآمن للحوامل. ولكن تبين أن هذا الدواء قد أدى إلى تشوهات في الأجنة (تشوهات في الأطراف). تبين فيما بعد أن الشكل الفعال للدواء هو R-thalidomide ويمكن لهذا المماكب أن يتحول إلى المماكب S-thalidomide الضار.



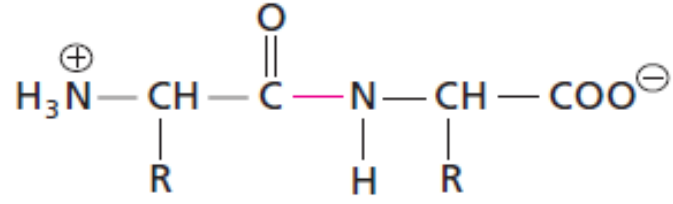
الجزئيات الماكروية (الضخمة) تتكون عادة من متماثرات

إن الجزئيات الحبوية الماكروية الضخمة تتكون عادة من متماثرات (polymer) ناشئة عن ارتباط جزئيات عضوية صغيرة (Monomer) بروابط ناجمة عادة عن عملية تكثيف (Condensation) علما أن تفاعل التكثيف ينتج عنه إزالة جزيء ماء.

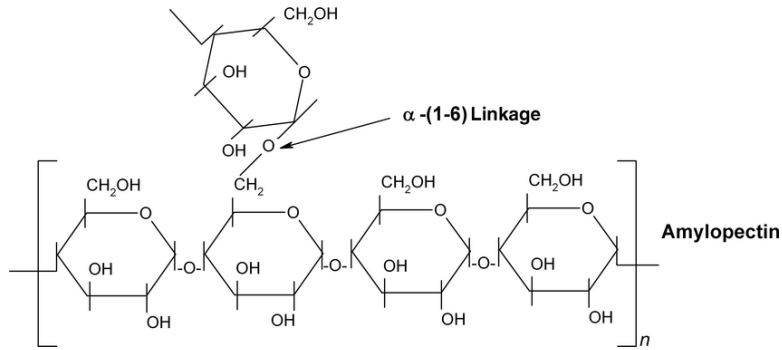
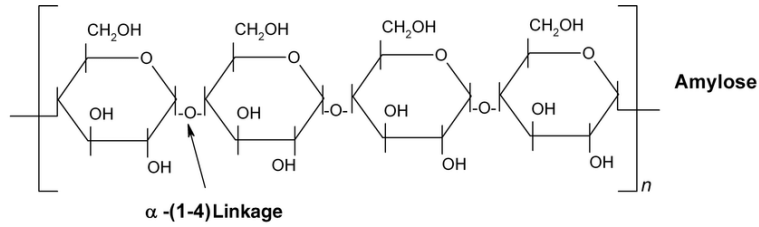
قد تكون هذه المتماثرات متجانسة أي أنها تتكون من وحدات متشابهة ومثالها النشاء، حيث أن النشاء هو عديد سكارم مكون من وحدات غلوكوز مرتبطة مع بعضها برابط غليكوزيدي من نوع α 1,4. أو قد تكون غير متجانسة حيث تتكون من وحدات غير متشابهة ومثالها البروتينات والحمض الريبي النووي.



حمض ريبي نووي منقوص الأوكسجين



رابط أميدي بين حمضين أمينين

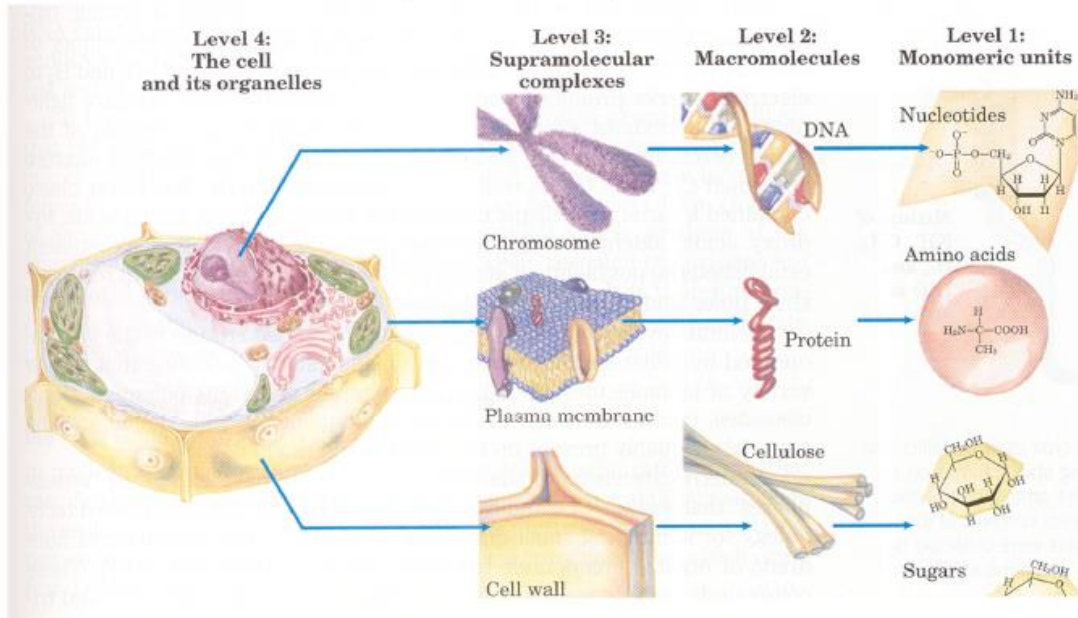


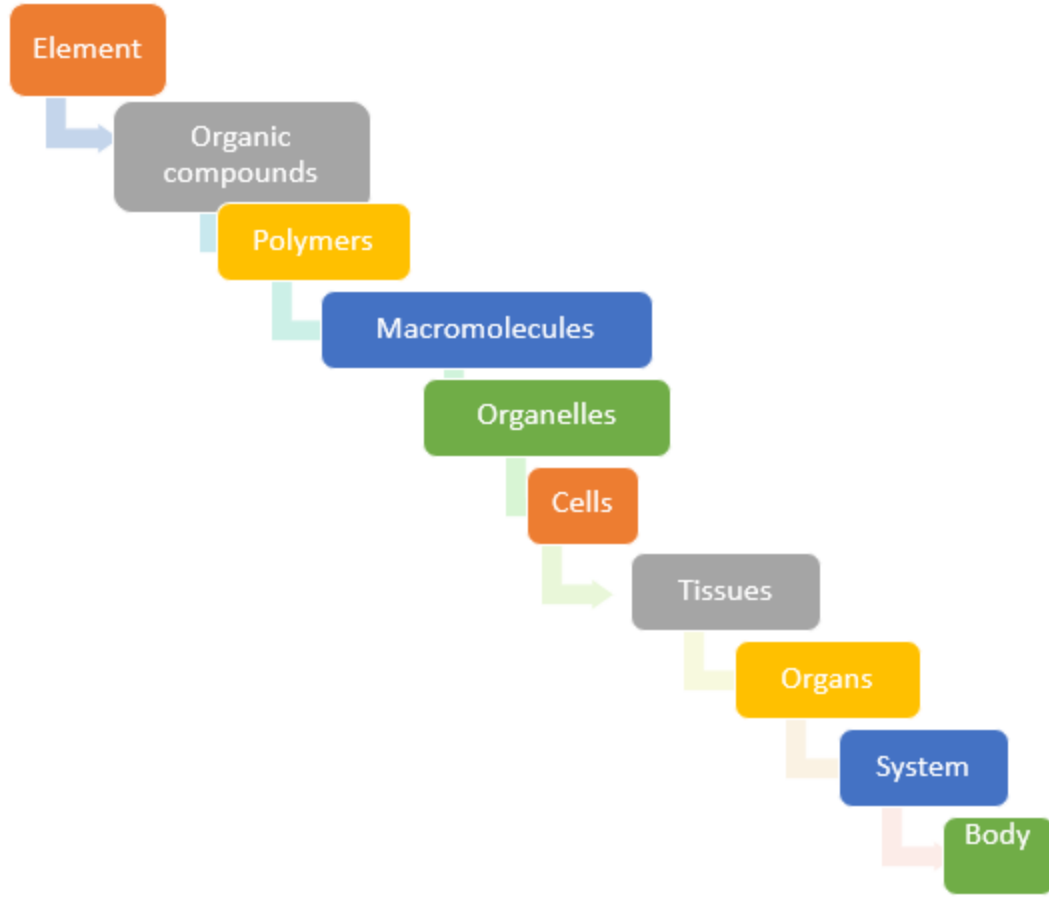
جزئيات النشا (أميلوز وأميلوبكتين)

البناء (Anabolism) والهدم (Catabolism)

يعتبر الاستقلاب البنائي والاستقلاب الهدمي طرفي النقيض في عمليات الكيمياء الحيوية الاستقلابية. حيث أن البناء يؤدي إلى تركيب الجزئيات المعقدة من جزئيات بسيطة. أما الهدم يحطم الجزئيات الكبيرة الماكروية إلى جزئيات بسيطة.

إن الجزيئات الماكروية الضخمة مثل البروتينات تدخل في تركيب
بنى معقدة على عدة مستويات





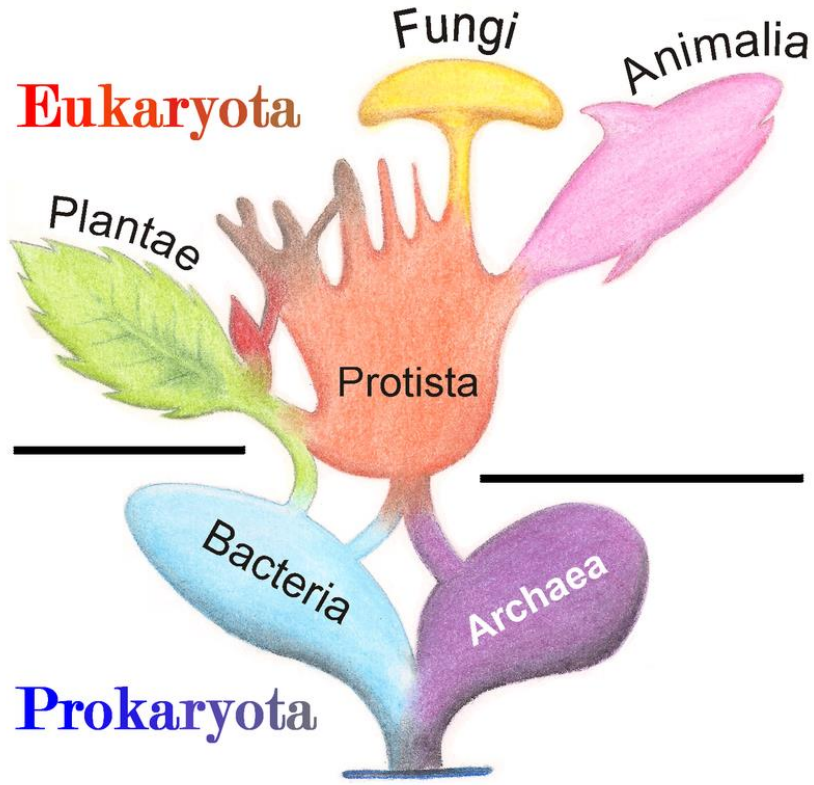
شجرة الحياة:

ممالك الحياة

تم تصنيف الكائنات الحية إلى ستة ممالك:

- **Archaeobacteria:** و هي خلايا طلائعيات نوى و تتميز بجدار خلوي خاص يسمح لها بالعيش في الظروف الصعبة مثل الينابيع الحارة.
- **Bacteria:** و هي مملكة الجراثيم. وهي خلايا طلائعيات النوى.
- **Protista:** مملكة الأولي. وهي حقيقيات نوى. تحتوي كائنات هذه المملكة على صفات من الحيوانات والنباتات والفطور.
- **Animal:** مملكة الحيوان. وهي حقيقيات نوى. وهي عديدات خلايا وغيرية التغذية.
- **Plant:** مملكة النبات. وهي حقيقيات نوى. وتقوم بعملية التركيب الضوئي.

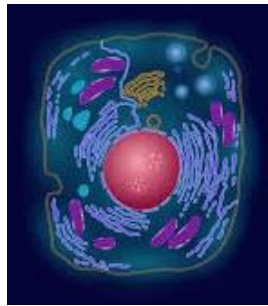
- Fungi: مملكة الفطور. وهي حقيقيات نوى وقد تكون وحيدات خلايا أو عديدات خلايا.



ممالك الحياة

تعريف الخلية

هي وحدة البناء الأساسية والوظيفية والبيولوجية في كل الكائنات الحية. إنها الوحدة الأصغر في الحياة. تتميز الخلايا الحية بتواجدها بأشكال وأحجام مختلفة ويمكن تقسيمها إلى خلايا طلائعيات نوى أو حقيقيات نوى.



الخلايا طلائعية النوى:

تفتقر طلائعيات النوى (الجراثيم) إلى نواة وتكون المادة الوراثية عادة موجودة في منطقة من الخلية تدعى (nucleoid region). وتفتقر أيضا إلى العضيات. ويكون الغشاء السيتوبلازمي محاطا بجدار خلوي يتكون من سكاكر وبيبتيدات.

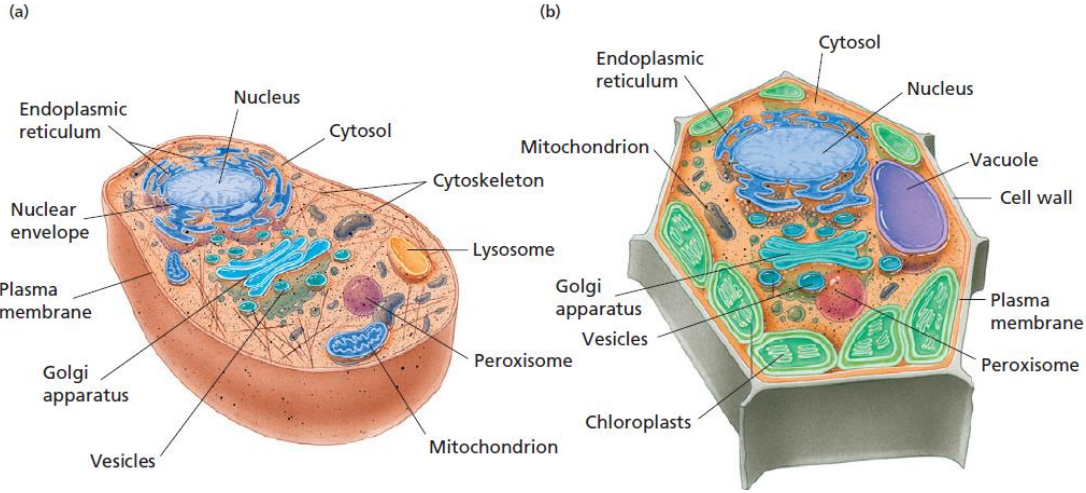
يحتوي عدد من طلائعيات النوى (الجراثيم) على أشعار (Pili) على سطحها حيث تساعد على الالتصاق. كما تحتوي بعضا منها على سوط أو أكثر من أجل الحركة.

الخلايا حقيقيات النوى:

إن المعلم الأساسي في حقيقيات النوى هو وجود نواة كما تحتوي حقيقيات النوى على عضيات محاطة بغشاء. هذا بالإضافة إلى أن الخلايا النباتية تتميز عن الخلايا الحيوانية بوجود جدار خلوي وفجوة كبيرة وصانعات خضراء.

ما هو الفرق بين دنا طلائعيات النوى و حقيقيات النوى؟

الحمض النووي لطلائعيات النوى	الحمض النووي لحقيقيات النوى
الدنا متواجد في النواة	الدنا متواجد في السيتوبلازما في منطقة تدعى (Nucleoid)
الدنا مرتبط مع بروتين الهيستون	الدنا غير مرتبط مع بروتين الهيستون
الدنا يحتوي على مناطق مكررة أو غير قابلة للترجمة (Introns)	الدنا لا يحتوي على مناطق مكررة أو غير قابلة للترجمة (Introns)
لا يحتوي على بلاسميدات	يحتوي على بلاسميدات
الدنا خطي	الدنا حلقي

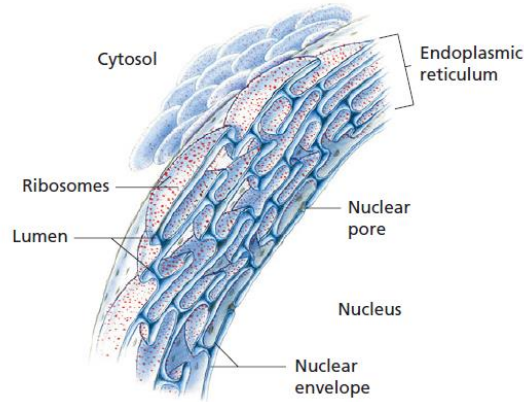


النواة:

تتحدد النواة بالغشاء النووي وهو مكون من طبقتين متصلتين مع بعضهما بمسام بروتينية. يكون الغشاء النووي متصلاً بالشبكة السيتوبلاسمية الداخلية. تعتبر النواة مركز تحكم الخلية وتحتوي على 95% من المادة الوراثية التي تكون منتظمة حول بروتين يدعى الهيستون وملتفة بشكل مكثف مشكلة الكروماتين. إن تضاعف الدنا ونسخه إلى رنا يتم في النواة.

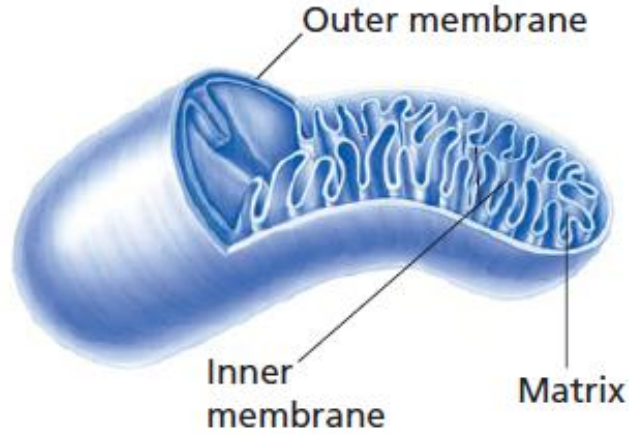
الشبكة السيتوبلاسمية الداخلية:

وهي عبارة عن شبكة من الأغشية والأنابيب التي تتطاول بدءاً من الغشاء النووي. تدعى المنطقة السائلة داخل الشبكة باللمعة. في معظم الأحيان تكون هذه الشبكة مغطاة بالريبوزومات وهي موقع تصنيع البروتينات. وعند وجود الريبوزومات ندعو الشبكة بالخشنة. و عند عدم وجود ريبوزومات ندعو الشبكة بالملساء.



الجسيمات المايكوتوندرية:

تعتبر المايكوتوندرية المكان الأساسي لتفاعلات الحصول على الطاقة من عمليات الأكسدة. تتواجد هذه الجسيمات في معظم حقيقيات النوى. تحتوي المايكوتوندرية على غشاء داخلي وخارجي. يكون الغشاء الداخلي متطوي بشكل كبير وينتج عن ذلك أن مساحة الغشاء الداخلي تعادل خمسة أضعاف الغشاء الخارجي. يكون هذا الغشاء غير نفوذ للشوارد. يدعى الوسط السائل داخل المايكوتوندرية بالمطرس (Matrix). يحتوي المطرس والغشاء الداخلي على عدد كبير من الأنزيمات التي تدخل في عملية التنفس الخلوي. إن الدور الأساسي للمايكوتوندرية هو أكسدة الحموض العضوية والحموض الدسمة والحموض الأمينية إلى ثاني أوكسيد الكربون والماء.



سرعة التفاعل والتوازن:

إن سرعة التفاعلات الكيميائية تتعلق بتركيز المواد المتفاعلة.



إن سرعة هذا التفاعل تتناسب طرديا مع المادة A وال مادة B حيث أن زيادة التركيز يؤدي إلى زيادة التصادم بين المواد المتفاعلة والعكس صحيح.

لذلك يمكن التعبير عن سرعة التفاعل بالمعادلة التالية:

$$\text{rate} = k[A][B]$$

حيث أن K هو ثابت التفاعل و [A] و [B] يعبران عن تركيز المواد المتفاعلة.

إن معظم التفاعلات الكيميائية الحيوية هي تفاعلات عكوسة. هذا يعني أن المنتج C والمنتج D يمكن أن يتفاعلوا لكي يعطي المادة A والمادة B. إن سرعة التفاعل العكوس تتعلق بتركيز كل من D و C

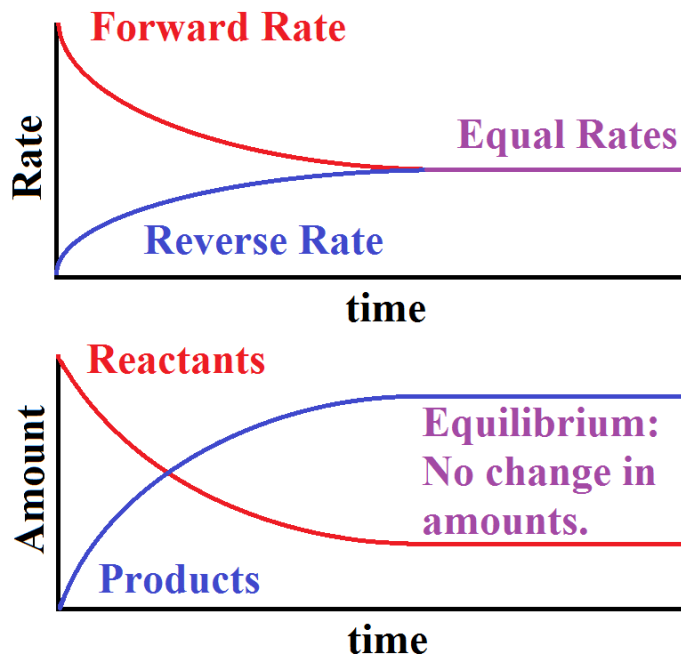
وللتفاعل العكوس ثابت التفاعل الخاص به. تم الاصطلاح على تسمية ثابت التفاعل الأول K_1 وثابت التفاعل العكوس هو K_{-1}



إذا بدأنا تفاعل في أنبوب الاختبار بخلط تراكيز عالية من A و B، فإن التراكيز الأولية لـ C و D ستكون صفر وسيبدأ التفاعل فقط من اليسار إلى اليمين. تعتمد سرعة التفاعل الأولي على بداية تركيز A و B ومعدل ثابت k_1 . مع تقدم التفاعل، ستنخفض كمية A و B وستزداد كمية C و D. يبدأ التفاعل العكوس في أن يصبح ذا تأثير مع تراكم المنتجات. تعتمد سرعة رد الفعل العكسي على تركيزات C و D ومعدل ثابت k_{-1} .

عند نقطة معينة سيصبح سرعة التفاعل الأول (الأساسي) والتفاعل العكوس متساوية ولن يكون هناك أي تغيير في التراكيز. وعندها يصل التفاعل إلى نقطة التوازن.

$$k_1[A][B] = k_{-1}[C][D]$$



إن نسبة تراكيز المواد الناتجة إلى تراكيز المواد المتفاعلة يعطي ما يدعى بثابت التوازن. ويمكن التعبير أيضا عن ثابت التوازن على أنه نسبة ثابت التفاعل الأساسي إلى ثابت التفاعل العكوس.

$$\frac{k_1}{k_{-1}} = \frac{[C][D]}{[A][B]} = K_{eq}$$

من الناحية النظرية، يمكن أن تكون تراكيز المنتجات والمواد المتفاعلة متطابقة بمجرد أن يصل التفاعل إلى التوازن. في هذه الحالة، يكون $K_{eq} = 1$ وثوابت التفاعل الأساسي والعكوس لها نفس القيم.

إذا كان $K_{eq} = 10^3$ ، فسيتم رد الفعل في الغالب إلى اليمين وستكون التراكيز النهائية لـ C و D أعلى بكثير من تراكيز A و B. في هذه الحالة، سيكون ثابت التفاعل الأساسي أكبر 1000 مرة من التفاعل العكوس وهذا يعني أن الاصطدامات بين C و D تكون أقل احتمالاً لإنتاج تفاعل كيميائي من الاصطدامات بين A و B.