مقدمة في الكيمياء الحيوية

الفهرس

ما هي الكيمياء الحيوية.....

الهدف من دراسة الكيمياء الحيوية.....

ارتباط الكيمياء الحيوية بالعلوم الأخرى:.....

أهمية الكيمياء الحيوية لطلاب الطب:.....

تاريخ وتطور الكيمياء الحيوية.....

البوليميرات Polymers والمونوميراتMonomers.....

مفهوم الهدم Anabolism والبناءCatabolism.....

الخلية و مكوناتها.....

الجزيئات الحيوية Biomolecules.....

ما هي الكيمياء الحيوية

- تعرف بأنها كيمياء الحياة، لأنها تهتم بدراسة الأساس الكيميائي للحياة.
- تدرس مختلف مكونات الخلايا الحية والمكونات تحت الخلوية بشكل دقيق، وتبحث كيفية استقلابها.
- تدرس جميع التفاعلات التي تحدث داخل الخلية الحية والتي تؤدي لاستمرارها على قيد الحياة.
- تهتم بجميع ما يحدث في الخلية الحية من تفاعلات وما ينجم عنها من أمراض؛ فهي تدرس الظواهر والبواطن.
- قادرة على تفسير مجموعة من الظواهر المرتبطة بالإنسان؛ كالقلق والتوتر والعواطف والانفعالات... وتفسرها بناء على الهرمونات المسؤولة عنها.
- تعد معرفة الكيمياء الحيوية ضرورية وأساسية من أجل الفهم الأكثر من السطحي للحياة.

الهدف من دراسة الكيمياء الحيوية

١. معرفة مكونات الخلية الحية، وشرح ووصف جميع العمليات والتفاعلات الكيميائية التي تحدث ضمن الخلايا الحية بتفاصيلها الجزيئية الدقيقة.
٢. دراسة بنية ووظيفة **(Structure and Function)** المركبات الخلوية.
٣. دراسة استقلاب هذه المركبات Metabolism (جميع العمليات الحيوية التي تتعلق بالخلية سواء بتركيب الجزيئات أو هدمها للحصول على الطاقة).
٤. تنظيم هذا الاستقلاب (الخلل فيه يؤدي على مجموعة من الأمراض الاستقلابية).
٥. دراسة الطاقة وكيفية الحصول عليها، والأمراض التي تعيق الحصول عليها، والأمراض التي تحدث عند عدم الحصول على الطاقة.

ارتباط الكيمياء الحيوية بالعلوم الأخرى:

ليست مهمة لترسيخ مبدأ الكيمياء السريرية والمرضية فقط، بل هي أساسية أيضاً من أجل فهم واستيعاب جميع علوم الحياة Biology والعلوم الطبية الأخرى، ومنها:

- ❖ علم الصبغيات والوراثة (Genetics)
- ❖ بيولوجيا الخلية (Cell Biology)
- ❖ البيولوجيا الجزيئية (Molecular Biology)
- ❖ الفيزيولوجيا /علم وظائف الأعضاء/ (Physiology)
- ❖ العلوم التشريحية المرضية (Pathology)
- ❖ علم المناعة (Immunology)
- ❖ علم السموم (Toxicology)
- ❖ علم الأحياء الدقيقة (Microbiology)
- ❖ العلوم الصيدلانية (Pharmacy) والدوائية (Pharmacology)

- تعد الكيمياء الحيوية هامة لعلم السموم عبر دراسة تركيب مادة معينة تخرب أنزيم معين قد يؤدي فقدانه للموت
- وهي هامة أيضاً لعلم العقاقير عن طريق معرفة تركيب الأدوية
- وهامة لعلم الجراثيم من أجل معرفة تركيب الجدار الخلوي فالبنية الكيميائية الحيوية للجراثيم والفيروسات المختلفة

أهمية الكيمياء الحيوية لطلاب الصيدلة:

- تزودهم بكمية كبيرة من المعرفة فيما يخص علم الصحة والمرض، وتمكنهم من معرفة كيفية الحفاظ على الصحة.
- تفيدهم في معرفة الأساس الكيميائي الحيوي للأمراض وتشخيصها وتحديد أسبابها ومن ثم المعالجة الفعالة لها.
- تفيد في معرفة أسباب الكثير من الأمراض ولاسيما السرطانات، والآفات الجزيئية المرتبطة بالأمراض الوراثية.
- تقدم رؤية واضحة وفكراً متنوراً لصنع العقاقير الجديدة.

حسب الكيمياء الحيوية فإن:

العضو الذي يتوفر له قدر أكبر من الطاقة يكون أكثر صحة من غيره

أي خلل في الحصول على الطاقة يؤدي إلى المرض

الموت من الناحية الكيميائية الحيوية هو انعدام الطاقة

ولذلك، فالكيمياء الحيوية أكثر من مجرد الفهم السطحي للحياة وإنما تبحث في الحياة بالصميم.

تاريخ وتطور الكيمياء الحيوية

- ❖ الكيمياء الحيوية من العلوم الحديثة بدأ تطورها في نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين.
- ❖ القدماء لم يكن لديهم أساس حيوي للكثير من الأمراض.
- ❖ الألمان أول من اكتشف علم الكيمياء الحيوية.
- ❖ عرّفها العالم الألماني نيوبيرغ بـ **كيمياء الحياة**.

تلا ذلك حدثان عظيمان في تاريخ الكيمياء الحيوية:

1. **اكتشاف الإنزيمات ودورها في تحفيز التفاعلات الكيميائية.**
2. **اكتشاف الحموض النووية كجزيئات ناقلة للمعلومات الوراثية.**

- ❖ عام ١٩٣٧ اكتشف كريبس حلقة حمض الليمون والتي تسمى الآن حلقة كريبس.

حلقة كريبس هي السبيل المشترك لالتقاء كل من نواتج استقلاب السكريات والدسم وغيرها ← هي الطريق النهائي لاستقلاب كل المركبات العضوية.

- ❖ عام ١٩٥٣ قام واتسون وكريك باكتشاف السلسلة الحلزونية المضاعفة لـ DNA.
- ❖ عام ١٩٥٥ قام سانغر بتحديد تسلسل الانسولين، والذي مكن العلماء من صناعته مخبرياً.
- ❖ عام ١٩٨٠ قام سانغر وجيلبيرت بتحديد تسلسل الحمض النووي DNA.
- ❖ عام ١٩٩٣ قام كاري موليس بابتكار طريقة PCR
- ❖ أدى ذلك إلى إطلاق مشروع الجينوم البشري HGP وتم إنجاز الخارطة الوراثية عام ٢٠٠٣.

البوليميرات Polymers والمونوميرات Monomers

- ★ المونومير (الموحود): أصغر مركب في الكيمياء الحيوية، وهو الوحدة الأساسية لتكوين البوليمير.
- ★ البوليمير (المتماثر): هو تكرر جزيئة من نوع واحد وليست من أنواع مختلفة (يشترط التجانس ليتم الارتباط).
- ★ أما الجزيئات فتتجمع من أنواع مختلفة من المونوميرات.

يتشكل البوليمير من ارتباط مونوميرين **متماثلين** بنزع جزيئة ماء، ويدعى هذا تفاعل **التكثيف Dehydration**، والتفاعل المعاكس له هو **الحلمهة Hydrolysis**.

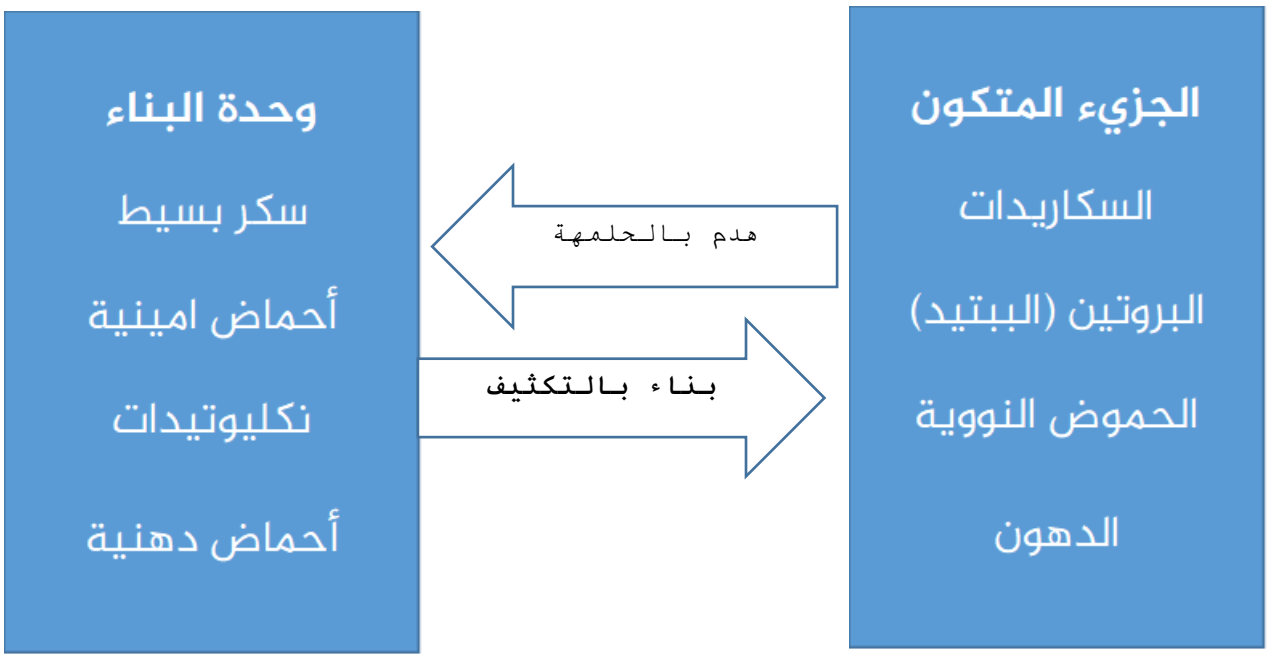
Monomer ➔ Polymer ➔ Micromolecule ➔ Macromolecule ➔ Cell

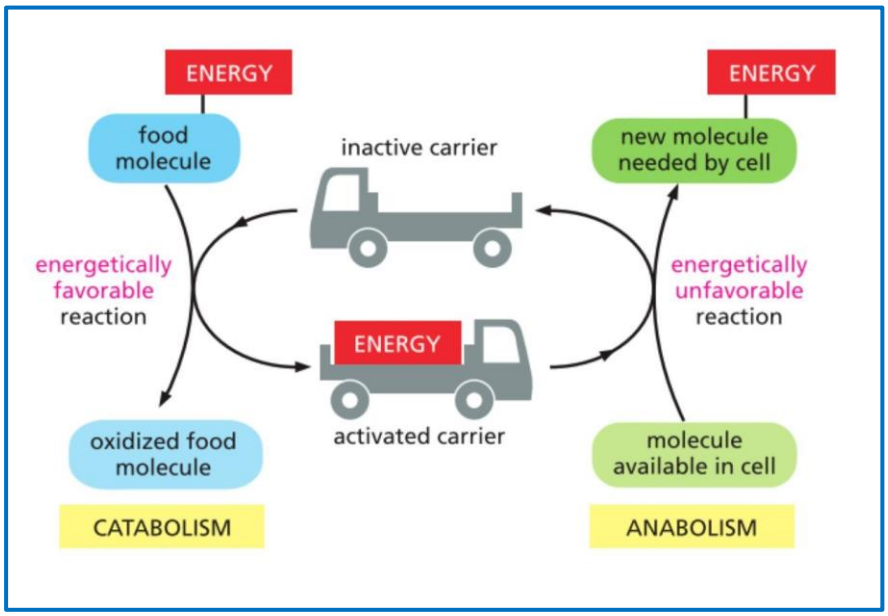
Molecule	Monomer
سكريات Carbohyrates	سكاكر أحادية Monosaccharides
بروتينات وعديدات ببتيد Proteins and Polypeptides	حموض أمينية Amino Acids
دسم Lipids	ليست دائماً بوليميرات حمض دسم + مركب كحولي /غليسرول وغيره/
حموض نووية Nucleic Acids	نكليوتيدات Nucleotides /أساس آزوتي + سكر خماسي + زمرة فوسفات/

غالبية الليبيدات لا تعتبر من البوليميرات لأنها غير مكونة من مونوميرات متجانسة!!!

مفهوم الهدم Anabolism والبناء Catabolism

- إن مهمة الكيمياء الحيوية دراسة استقلاب جميع المواد الداخلة إلى الجسم، والاستقلاب يلخّص بشكل عام بعمليتين أساسيتين هما الهدم والبناء.
- عمليتي الهدم والبناء متلازمتان ومتكاملتان، حيث أن الهدم يتم من أجل الحصول على الطاقة، وتستخدم نواتج الهدم الأخرى من أجل عملية البناء.
- هذه المسالك الاستقلابية تحدث في أجزاء معينة من الخلية.
  - يتوازن البناء والهدم في الحالة المثالية.
  - في بعض الحالات تزيد عمليات البناء على عمليات الهدم /**عند الأطفال في سن النمو**/.
  - وقد تزيد عمليات الهدم على البناء /**عند الكهولة أو في بعض الحالات المرضية**/.





❖ **<u>كي نفهم الكيمياء الحيوية يجب تذكر بعض الاساسيات الهامة:</u>**

- الخلايا هي ذات درجة عالية من التنظيم وتحتاج مصدر دائم للطاقة من أجل الحفاظ على الحالة المثالية للخلية.
- جميع الكائنات تستخدم النوع نفسه من الجزيئات: (الكربوهيدرات، البروتينات، الدهون، الاحماض النووية).
- العمليات الحيوية تتضمن آلاف المسالك الكيميائية Chemical Pathways، وهذه المسالك تتطلب التنظيم الدقيق والتكامل فيما بينها للحفاظ على الحياة، وأي خلل فيها يؤدي إلى أمراضيات معينة.
- أوامر النمو والتكاثر والتطور في كل كائن حي يتم ترميزها بوساطة الحموض النووية DNA التي تعد مركز المعلومات الأساسية في الخلية.

الخلية و مكوناتها

الخلايا Cells

- الخلية هي لبنة الحياة الأساسية، وأصغر وحدة بنائية ضمن الكائن الحي.
- وهي أصغر كائن في المتعضية.

- قد تكون الخلية الكائن الحي بأكمله (وحيدات الخلية كالفيروسات ولاسيما فيروسات RNA)، وقد تكون الخلية واحدة من مليارات الخلايا المكونة للكائن الحي (متعدد الخلايا).

- لها دور هام في النمو وإعادة التركيب واستخدام الطاقة والتكييف، لكن هذا يتطلب سلامة كل جزء من أعضائها ولاسيما الغشاء الخلوي والنواة والسيتوبلاسما.

- حجمها النموذجي ١٠ ميكرونات، ويقابل ذلك كتلة نموذجية تبلغ ١ نانوغرام.

- الخلية الناضجة هي التي تحتوي على النواة.

الخلايا التي تفتقر إلى النواة غير قادرة على اصطناع البروتينات والكوليتسرول، والخلايا غير الناضجة غير قادرة على اصطناع الكولسترول.

- قد تكون بدائية النوى أو حقيقية النوى:

١. بدائية النوى: تشمل أنواع البكتريا المختلفة، تفتقر نواة أو هياكل غشائية محيطة بالعضيات.

٢. حقيقية النوى: تشمل أغلب الخلايا الأخرى (نباتية، حيوانية، فطرية)، تملك نواة وعضيات خلوية.

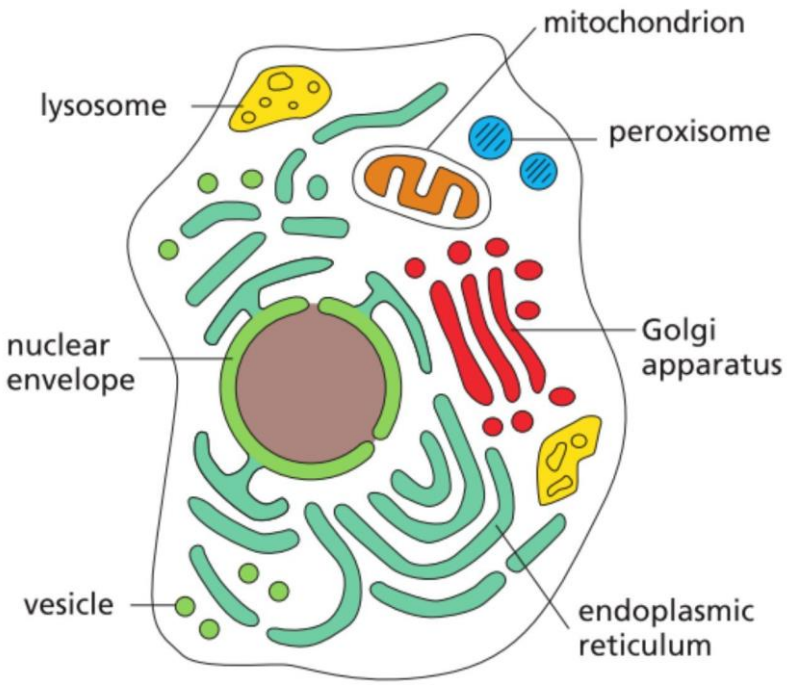
- ولكي تستمر في أداء وظائفها تحتاج الخلية إلى مصدر طاقة مستمر.

- يتم استخلاص الطاقة من المركبات المختلفة عن طريق تفاعلات الهدم وفق مراحل عديدة ومتسلسلة.

- حتى يتم استخدام الطاقة في الخلية بالشكل الأمثل يجب أن تكون الخلية ناضجة (تحتوي على نواة كما ذكرنا) وهذا يعني امتلاكها مجموعة من الخصائص تؤهلها لاستخلاص الطاقة من الغذاء وأداء مختلف الوظائف الحيوية وهذا يتحقق عند سلامة كل البنى ما تحت الخلوية /العضيات/.

أهم عاملين في سلامة الخلايا هما سلامة النواة والسيتوزول /العصارة الخلوية/

وأي خلل في أي منهما يؤدي إلى خلية غير سليمة.



- **لدراسة الخلية يجب دراسة خصائص كل من غشائها وعضياتها:**

الغشاء الهيولي Plasma Membrane:

- يعزل الخلية عن الوسط الخارجي، فيعمل كحاجز أمان لها.

- له أدوار هامة تشمل النقل الخلوي والإشاري، وأي خلل في الغشاء الخلوي يسبب خللاً في نقل المعلومات.
- قد يلعب دور انزيم مثل ATPase.
- من أهم اعماله العمل كمضخة لاحتوائه عدد كبير من البروتينات، مثل مضخة البروتون ومضخة الصوديوم بوتاسيوم.

غشاء خلوي سليم = خلية سليمة

النواة Nucleus:

- مركز المعلومات الرئيس ضمن الخلية.
- مكان تضاعف الDNA وتركيب الRNA، وتعتبر النوية مكان تركيب الحمض النووي الريبي RNA مشكلاً الريبوزوم.
- تمتلك القدرة على زيادة أو إنقاص انتاج الأنزيمات وتحويلها إلى الشكل الفعال أو الغير فعال.
- بعض الخلايا عديمة النواة كالكريات الحمر والصفيحات الدموية أو أجزاء منها، وهذه الخلايا غير قادرة على تركيب البروتين

المتقدرات Mitochondria:

- عضية محاطة بغشاء مزدوج مع سلسلة من الطيات تدعى الأعراف.
- أبيال الطاقة، تقوم بإنتاج الطاقة من خلال عملية الاستقلاب.
- تحتوي على جميع الأنزيمات اللازمة لعمليات الهدم، مثال: هدم الدسم عن طريق الأكسدة بيتا، هدم السكريات عن طريق حلقة كريبس.
- المركبات الأساسية في إنتاج الطاقة تحتوي على جميع الأنزيمات لحلقة كريبس والأنزيمات المتعلقة بالأكسدة.
- الخلايا الغنية بالمتقدرات هي الأكثر قدرة على إنتاج الطاقة.
- كرية الدم الحمراء ولب الكلية وشبكية العين والنطاف لا تحوي متقدرات وبالتالي لا تنتج طاقة، وتحصل على الطاقة من تحلل الغلوكوز مثلاً.

الشبكة الهيولية الباطنة (ER):

- شبكة نقل الجزيئات.
- لها نوعان:

١. الملساء (SER: Smooth Endoplasmic Reticulum):

موقع تركيب واستقلاب الدهون، لأنها تحتوي على الأنزيمات المطلوبة لعملية الاستقلاب.

٢. الخشنة (RER: Rough Endoplasmic Reticulum):

❖ تكون مغطاة بالريبوزومات (تسبب المظهر الخشن).

❖ تدخل في عملية تركيب الريبوزومات من خلال إفرازها أو تخزينها ضمن الاغشية، وفي عملية اصطناع البروتينات.

جهاز غولجي Golgi Apparatus:

- مسؤول عن عملية حزم الجزيئات وإدخال التعديلات على البروتينات لتصبح ناضجة ووظيفية قابلة للاستخدام من قبل الخلية.
- يتألف من سلسلة من الأغشية المتكدسة فوق بعضها البعض.
- تحمل الحويصلات المواد من الشبكة الهيولية الخشنة إلى جهاز غولجي.
- تنتقل الحويصلات بين الأكوام بينما تتحول البروتينات للشكل الناضج.

الجسيمات الحالة Lysosomes:

- عضية غشائية لها دور مهم في هدم البروتينات والأغشية ضمن الخلايا.
- تحتوي الانزيمات الهاضمة.

سيتوزول Cytosol:

- مغلفة لمحتوى الخلية.
- يحتوي على سائل العصارة الخلوية.
- أساسية في استقلاب السكريات والدسم والبروتينات.
- يتم من خلالها معرفة مدى نضج الخلية وصحتها وبالتالي المقارنة بين الخلايا كالمقارنة بين الخلايا البيضية مجهرياً.

سيتوزول سليم=بنى تحت خلوية سليمة

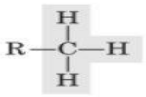
الجزيئات الحيوية Biomolecules

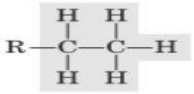
- ❖ الخلايا النباتية والحيوانية تحتوي ما يقارب ١٠٠٠٠ نوع من الجزيئات الحيوية، ووحدة البناء الأساسية لهذه الأنواع هي: كربوهيدرات، لبيدات، بروتينات، أحماض نووية بالإضافة للفيتامينات والمعادن.
- ❖ يشكل الماء حوالي ٥٠ – ٩٥ % من محتوى الخلايا من حيث الوزن حيث تختلف النسبة حسب نوع النسيج (عضلي، شحمي، عصبي).
- ❖ الأيونات (Ca^{++}, K^{+}, Na^{+}) تشكل ١% من الوزن.
- ❖ جميع أنواع الجزيئات الكيميائية الحيوية العضوية يعتبر أساسها الذرات (C/H/N/O/P/S).
- ❖ المركبات العضوية هي مركبات تتكون أساساً من هيكل كربوني بالإضافة بزمرة وظيفية أخرى، حيث يعد الكربون العنصر الأكثر أهمية (دورة).

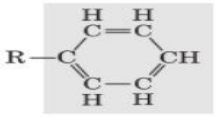
الكربون:

- ❖ يتواجد في الكائنات الحية بشكل أكبر من تواجده في الطبيعة (الكون)، وهو المكون الأساسي لجميع المركبات العضوية الداخلة بتركيب الخلية.
- ❖ لها القدرة على الارتباط والتماسك مع بعضها البعض لتشكيل سلاسل وحلقات.
- ❖ تعد الهياكل الكربونية أساسية في تركيب الكائن الحي، حيث يمكنه تشكيل مركبات متنوعة على نحو كبير، من البسيط (ذرة كربون واحدة كما في الميتان) إلى المعقد (بلايين الذرات كما في الDNA).

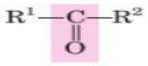
أنواع الجزيئات الكيميائية الحيوية:

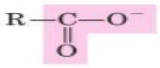
Methyl 

Ethyl 

Phenyl 

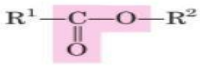
Carbonyl (aldehyde)

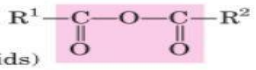
Carbonyl (ketone) 

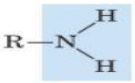
Carboxyl 

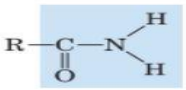
Hydroxyl (alcohol)

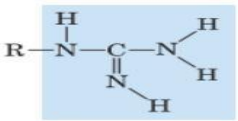
Ether

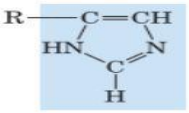
Ester 

Anhydride (two carboxylic acids) 

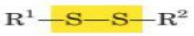
Amino 

Amido 

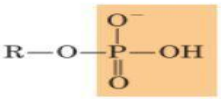
Guanidino 

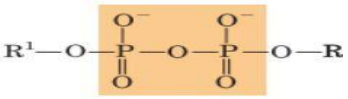
Imidazole 

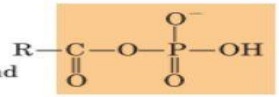
Sulfhydryl

Disulfide 

Thioester

Phosphoryl 

Phosphoanhydride 

Mixed anhydride (carboxylic acid and phosphoric acid; 

العنصر الاساسي	النسبة (%)	الوزن (kg)
الماء	٦١.٦	٤٠
البروتين	١٧	١١
الدهون(الشحوم)	١٣.٨	٩
كربوهيدرات	١.٥	١
معادن	٦.١	٤

التركيب الكيميائي لرجل يزن ٦٥ كيلو غرام

- نلاحظ أن الماء الكبيرة لكنها تختلف من شخص لآخر وذلك حسب نوع النسيج الطاغي عنده.
- مثلاً شخص نحيف لكن وزنه غير متناسق مع شكله يعود ذلك الى اشباع خلاياه بالسائل، وعلى العكس شخص وزنه قليل لكن نسبة النسيج الشحمي عنده كبيرة.
- أيضاً يختلف الوزن بين الصباح والمساء لتفاوت كمية السائل قد يصل الى ١٠٠٠غ، ويختلف أيضاً حسب الحالة الفيزيولجية، كتغير وزن المرأة خلال الدورة الطمثية ويزداد خلال الحمل.

أوجه التشابه بين جميع أنواع الخلايا:

١. جميع الخلايا تستخدم الحمض النووي DNA لتخزين المعلومات باستثناء الفيروسات (تستخدم الRNA)، لكنها لا تعتبر خلايا حقيقية فهي غير قادرة على التضاعف الذاتي.

٢. جميع الخلايا تستخدم الحمض النووي RNA للوصول للمعلومات المخزنة ونقلها.

٣. جميع الخلايا تستخدم الإنزيمات كمحفزات من أجل التفاعلات الكيميائية.

٤. جميع الخلايا تستخدم الدهون كمكونات غشائية.

٥. جميع الخلايا تستخدم الكربوهيدرات كمكونات ضمن جدران الخلايا، وتستخدم للتعرف، وتوليد الطاقة.