



جامعة تكريت / كلية التربية للبنات

القسم: الكيمياء

المرحلة: الرابعة

المادة: الكيمياء الحياتية

استاذ المادة : أ.د. اسراء اسماعيل ياسين الطائي

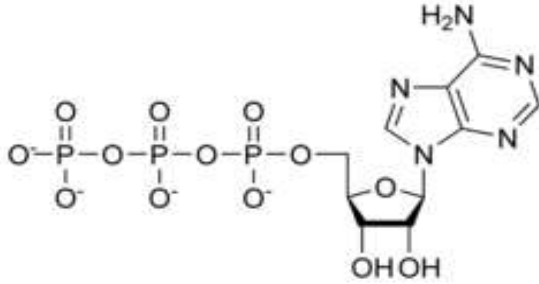
altaiiasr@tu.edu.iq

((الايض Metabolism))

- ادينوسين ثلاثي الفوسفات ATP
- تفاعلات الاكسدة والاختزال

أدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) Adenosin Triphosphate

- عبارة عن نيكليوتيد (Nucleotide) تخزن فيها الطاقة على شكل رابطة غنية بالطاقة بين مجموعة فوسفات غير عضوية (P_i) *Inorganic Phosphate* ومركب ADP.



- يتألف جزيء ATP من قاعدة نيتروجينية (أدينين) وسكر رايبوز وثلاث مجموعات فوسفات.
- تحتوي الروابط بين مجموعات الفوسفات على طاقة كيميائية مخزنة بكميات كبيرة ، ويمكن لهذه الطاقة أن تنطلق عند تحطيم إحدى روابط الفوسفات.
- عند تحطيم الرابطة بين مجموعتي الفوسفات الثالثة والثانية تتحرر طاقة مقدارها 7.3 كيلو سعر/ مول ، وينتج مركب أدينوسين ثنائي الفوسفات ADP



- عند تحطيم الرابطة بين مجموعة الفوسفات الثانية والأولى ينتج مركب أدينوسين أحادي فوسفات AMP .
- $$\text{ADP} \leftrightarrow \text{AMP} + P_i + \text{طاقة}$$

مع ملاحظة : التحولات جميعها عكسية.

- تعتبر طاقة ATP أكبر من طاقة المركب الذي يصنع منه وهو أدينوسين ثنائي فوسفات ADP
- لذلك يعد تفاعل تكوين ATP من ADP تفاعل ماص للطاقة بينما تحول ATP إلى ADP تفاعل باعث للطاقة
- وهكذا يقترن تحول ADP إلى ATP أو التفاعل المعاكس مع عدد كبير من التفاعلات الباعثة والماصة للطاقة على التوالي.
- وبذلك يؤدي مركب ATP دور الوسيط في عمليات تبادل الطاقة.

➤ عند النظر إلى المركب ATP نجد أنه عالي الطاقة

أولاً: بسبب تأين المجموعات الثلاثة الفوسفاتية ذات الشحنات السالبة وبالتالي فإن التناظر بينهما يرفع مستوى الطاقة في المركب وبالمقابل فإن تحوله إلى ADP وفوسفات يؤدي إلى تباعد الشحنات ويجعل ADP أكثر ثباتاً.

ثانياً: هناك عامل آخر وهو وجود قدر أكبر من الرنين في أيون الفوسفات الحر .

لذا ((يعد مركب ADP أكثر استقراراً من مركب ATP))



ما مصدر الطاقة المخزنة في جزيئات ATP؟

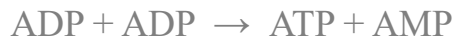
البناء الضوئي أو أكسدة جزيئات المركبات العضوية في عملية التنفس الخلوي

- ❖ البناء الحيوي
- ❖ الانتقال النشط
- ❖ الحركة والانقباض

لا يمثل ATP مخزناً للطاقة طويل الأمد، بل هو مجرد مصدر مباشر لها ، وقد لا تكفي كميته في خلايا الجسم لتزويدها بالطاقة لبضعة ثوانٍ أو أقل ، لكن مستوى تركيزه في الخلايا الحية يظل ضمن حدود معقولة بفضل الاستمرار في صناعته من ADP الذي يتم بالاقتران مع التفاعلات الباعثة للطاقة.

هناك في الخلايا مركبات أخرى عالية الطاقة غير ATP وتنتج هذه المركبات في بعض التفاعلات الباعثة للطاقة ، من هذه المركبات:

- فوسفواينول بايروفات Phosphoenol pyruvate
- فوسفات الكرياتين Creatine phosphate
- فوسفات الكربامويل Carbamoyl phosphate
- ويعد ADP أيضاً من المركبات العالية الطاقة إذ يمكن أن يستغل بأخذ مجموعة الفوسفات من جزيء منه لتحويل جزيء آخر مماثل إلى ATP كما في المعادلة التالية:



كذلك فإن النوكليوتيدات البيورينية والبريميدينية الأخرى ذات طاقة عالية ، ولها ادوار مهمة في بعض التفاعلات الأيضية. وهذه المركبات هي GTP, CTP, UTP وتحتوي على القواعد النيتروجينية....

تفاعلات الأكسدة والاختزال ودور النيوكلوتيدات الثنائية فيها

- تحصل خلايا الانسان على الطاقة من أكسدة الكربوهيدرات، الليبيدات والبروتينات.
- والمفهوم العام للأكسدة Oxidation هو انتقال الالكترونات من مادة إلى أخرى **فقد** الالكترونات يعني أكسدة ، **وكسبها** يعني اختزال Reduction وهما عمليتان متلازمتان.

وعندما تتم الاكسدة بمشاركة الأوكسجين فإن الالكترونات تنتقل إلى الأوكسجين فيتحول إلى ماء بعد أن يرتبط مع أيونات الهيدروجين.

نلاحظ أن عملية انتقال الالكترونات إلى الأوكسجين يحرر كمية من الطاقة لأن الأوكسجين شديد الألفة للالكترونات فتصبح معه أكثر استقرار .

تختلف كمية الطاقة المتحررة حسب المادة التي تأكسدت فكلما كانت طاقة الالكترونات في المادة المعطية لها أعلى زادت الطاقة المتحررة عندما تصل هذه الالكترونات إلى الأوكسجين ، **مثل: أكسدة الجلوكوز**

- يتم انتقال الالكترونات من الجلوكوز وغيره من المركبات إلى الأوكسجين بمشاركة مركبات خاصة تعرف **بناقلات الالكترون** ومن أهمها **ثنائيات النيوكلوتيد** وهي:

✓ **ثنائي نيوكلوتيد الأدينين والنيكوتيناميد Nicotinamide adenine dinucleotide**

في حالة الأكسدة NAD^+ والرمز $NADH$ في حالة الاختزال.

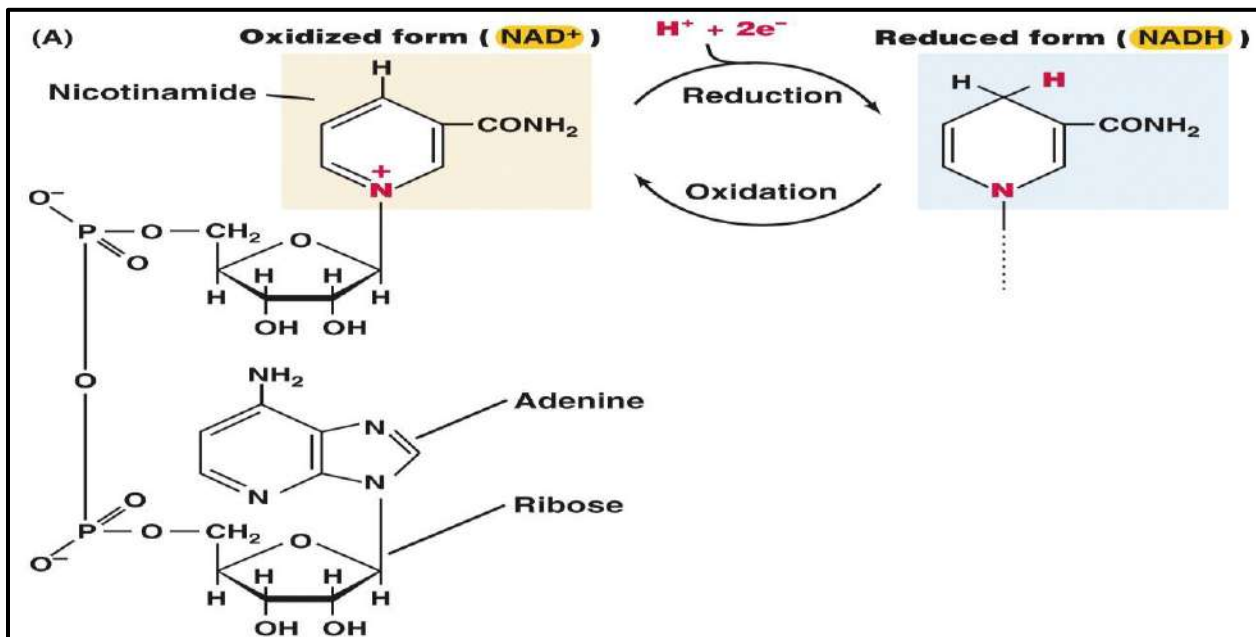
✓ **ثنائي نيوكلوتيد الفلافين والأدينين Flavin adenine dinucleotide**

في حالة الأكسدة FAD ، و $FADH_2$ في حالة الاختزال.

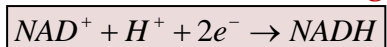
التفاعلات الكيميائية الأساسية في التمثيل الغذائي

Oxidation and Reduction Reactions تفاعلات الأكسدة والاختزال

- نقل الإلكترون من إلكترون واهب إلى إلكترون مستقبل
- تحدث التفاعلات بين واحد
- تستخدم الخلايا ناقلات الإلكترون لحمل الإلكترونات (غالبًا في ذرات H)
- ثلاث ناقلات إلكترون مهمة
- Nicotinamide adenine dinucleotide (NAD⁺)
- Nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (NADP⁺)
- Flavine adenine dinucleotide (FAD) → FADH₂



Reduction of NAD⁺ is highly endergonic:



Oxidation of NADH is highly exergonic:

