

البيولوجية الجزيئية



الحمض النووي
DNA
والمعلومات الوراثية

**الجينات : هي وحدات المعلومات الوراثية التي
تتحكم فى الصفات الموروثة انفصال
الصبغيات إلى مجموعتين متماثلتين من
الصبغيات أثناء الانقسام الخلوي دليل على
أن الصبغيات تحمل المعلومات الوراثية**

ما هي مادة الوراثة **DNA** أم البروتين ؟
اعتقد العلماء أن البروتينات هي مادة الوراثة
وليس **DNA** وذلك لأن :

البروتينات يدخل في تركيبها ٢٠ نوع من
الأحماض الأمينية تشكل عدد لا حصر له من
المركبات البروتينية

بما يتناسب مع تنوع الصفات الوراثية
بينما DNA يدخل في تركيبه أربع
نيوكليوتيدات فقط ، ونظرا لتنوع الصفات
الوراثية كان الاعتقاد بأن البروتين هو
المادة الوراثية وليس DNA. ♦

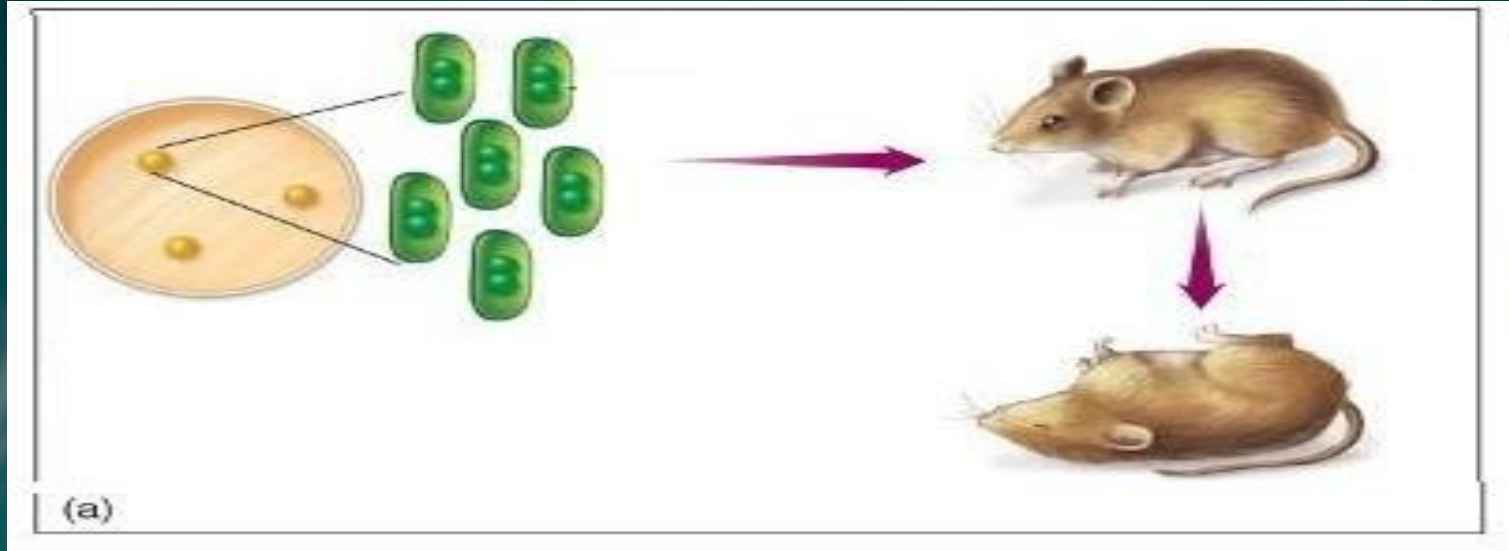
الأدلة على أن DNA
هو مادة الوراثة

التحول البكتيري

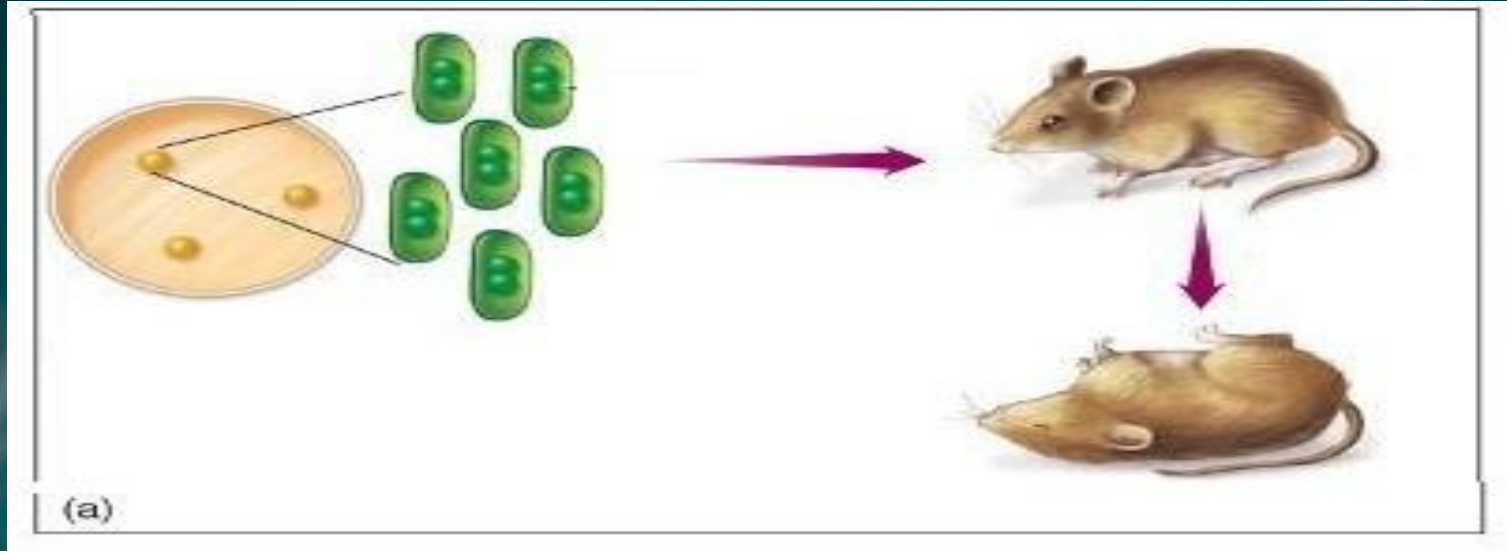


**درس جريفت تأثير
بعض سلالات البكتيريا
المسببة لمرض الالتهاب
الرئوي على الفئران،
فوجد أن هناك نوعين
من سلالات البكتيريا**

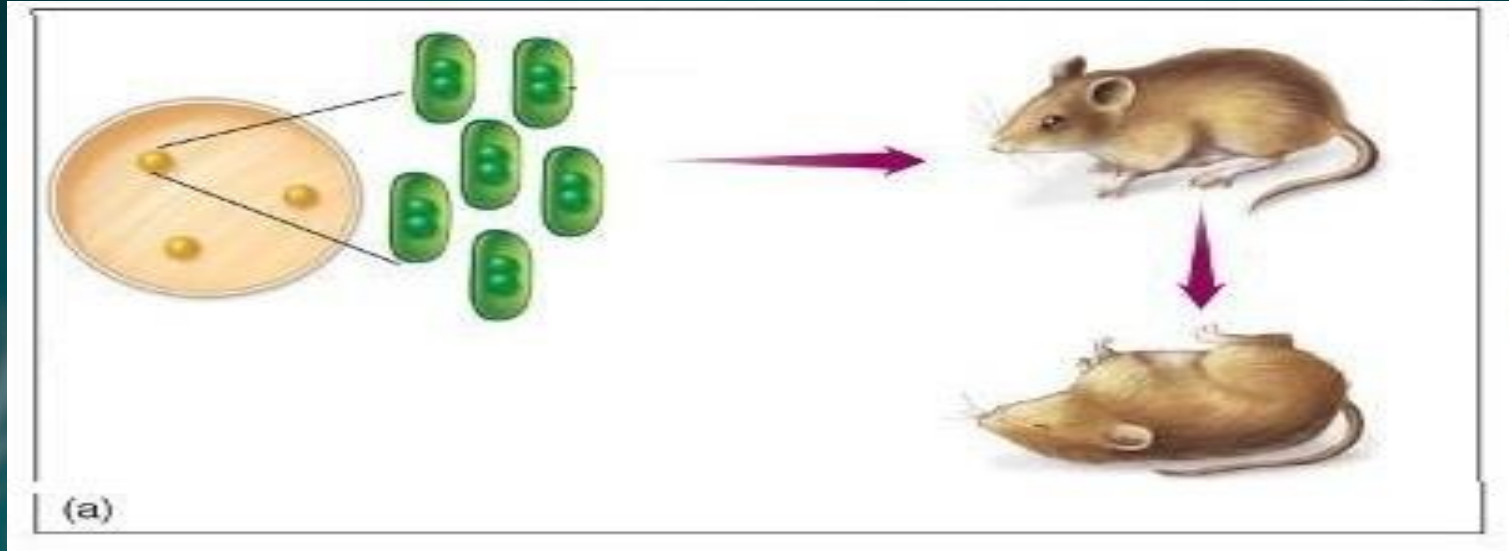
سلالة مميتة (S) تسبب موت الفئران بسبب إصابتها بالالتهاب الرئوي الحاد



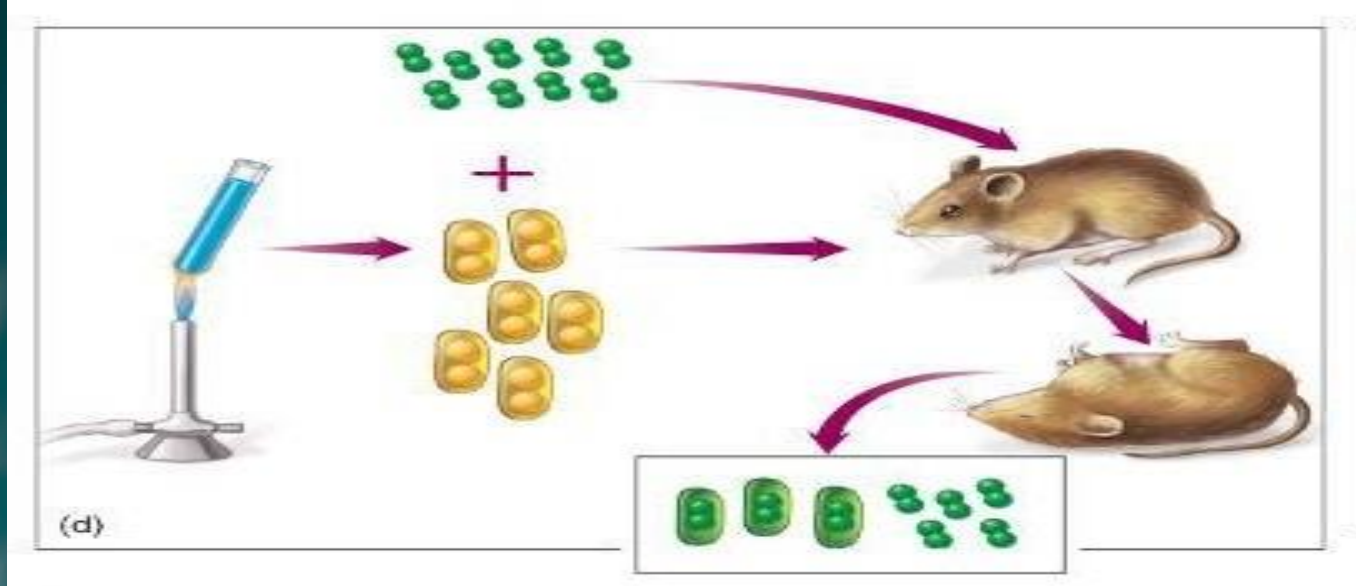
عند حقن فئران أخرى بسلالة البكتيريا (R)
أصبحت الفئران بالتهاب رئوي ولم تمت.



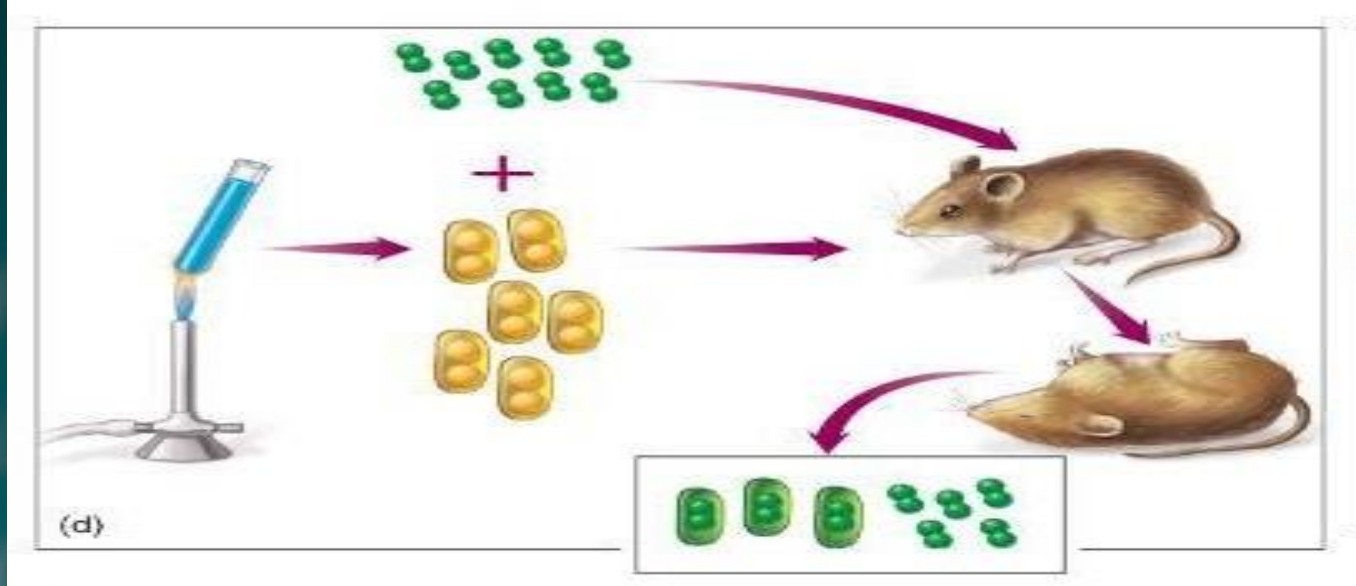
عند حقن فئران بسلالة البكتيريا (S) بعد تعرضها
للحرارة وأصبحت ميتة فلم تمت الفئران



عند حقن فئران بسلالة البكتيريا (S) الميتة مع سلالة البكتيريا (R) ماتت بعض الفئران



وعند فحص جثث الفئران التي ماتت وجد بها سلالة البكتيريا المميتة .



1



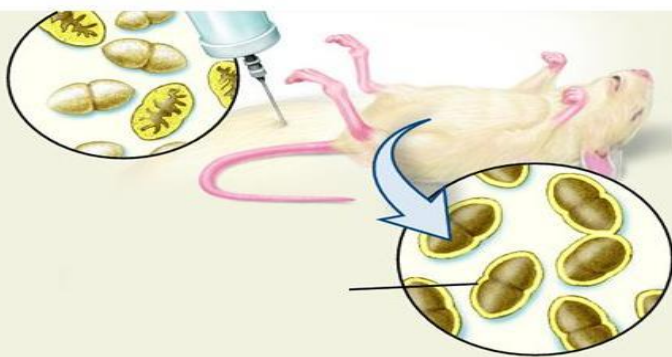
2



3



4



تفسیر جریفٹ

فسر جريفت هذه الظاهرة بانتقال المادة
الوراثية من سلالة البكتيريا (S) المميتة إلى
سلالة البكتيريا (R) الغير مميتة فتحولت
إلى السلالة (S) وأصبحت مميتة وأطلق على
هذه الظاهرة اسم "التحول البكتيري"

لم يفسر جريفتُ كيف انتقلت
المادة الوراثية من السلالة (S)
إلى السلالة (R)



آزۇۇلد افرى

Oswald T. Avery

تمكن آزوولد إفري ومعاونوه من عزل مادة التحول البكتيري وتحليلها فوجد أن المادة هي DNA وبالتالي يكون DNA قد انتقل من السلالة المميتة (S) التي كانت ميتة إلى السلالة غير المميتة (R) الحية، فاكتسبت هذه البكتيريا خصائص البكتيريا المميتة، وهذه الخصائص انتقلت إلى الأبناء

الإعترض

DNA الذي سبب التحول لم يكن نقي
تماما، كان يحمل كمية من البروتين هي
التي تسببت في إحداث التحول البكتيري .

التجربة الحاسمة

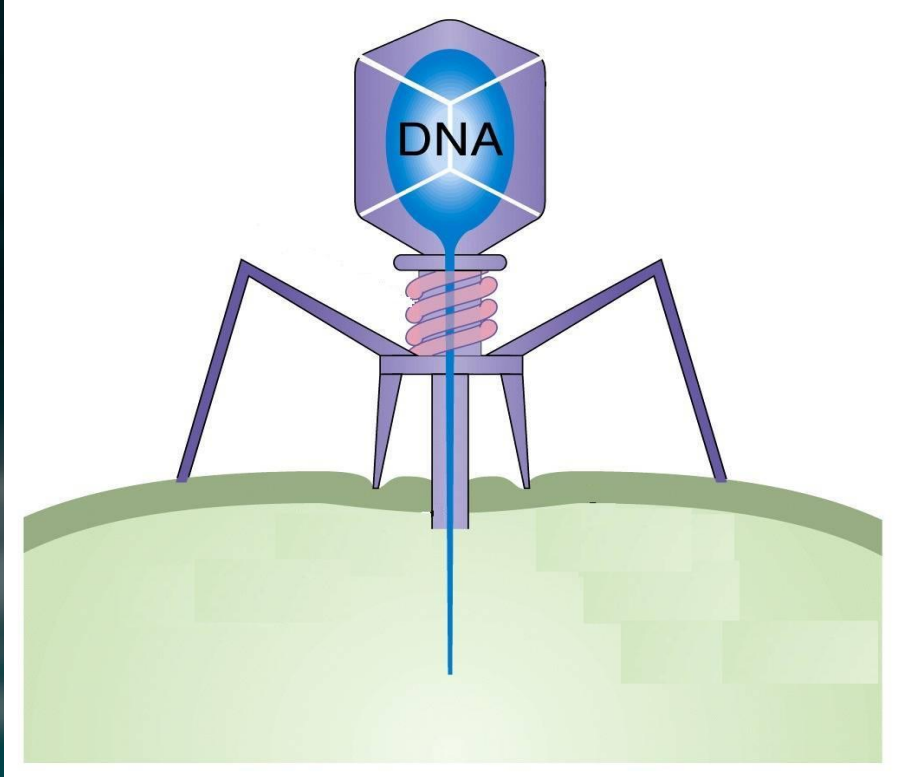
اكتشف إنزيم يسمى **(دي اكس ريبونيوكلينز)** يعمل على تحليل **DNA** تحليلًا كاملاً، ولا يؤثر هذا الإنزيم على البروتينات أو **RNA**

التجربة الحاسمة

وعند معاملة مادة التحول البكتيري (DNA +
بروتينات) بهذا الإنزيم ونقلها إلى سلالة
البكتيريا الغير مميتة (R) فلم تتحول إلى
السلالة الأخرى المميتة (S)

التجربة الحاسمة

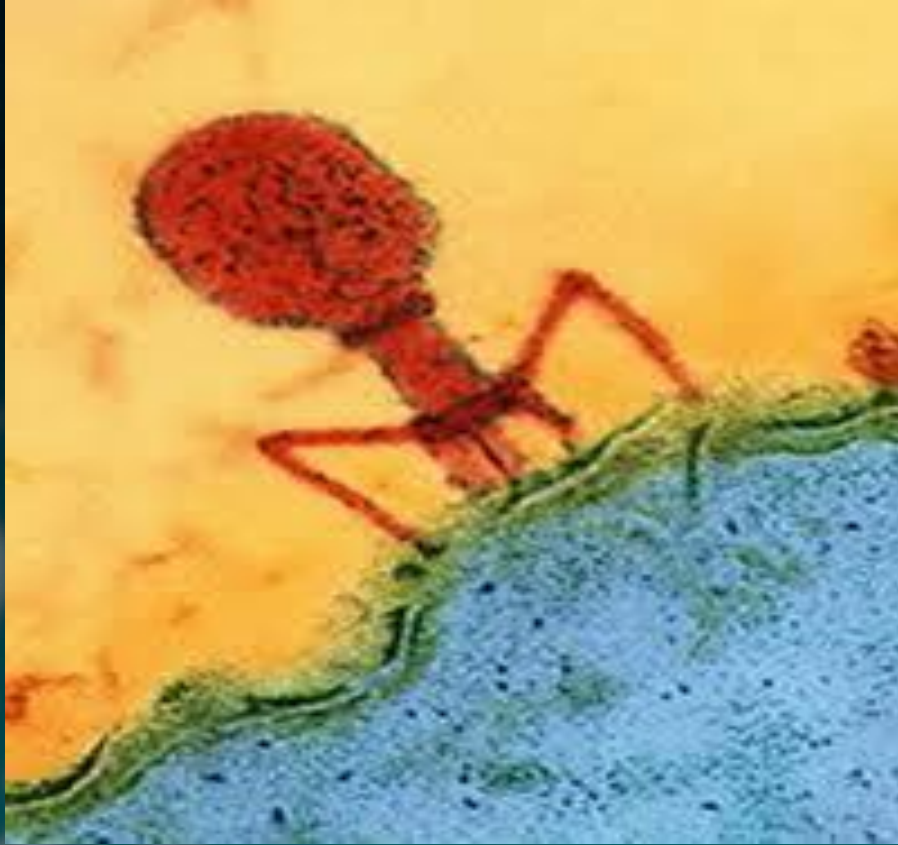
وهذا يرجع لغياب مادة DNA التي
تحللت مما يؤكد على أن DNA مادة
الوراثة وليس البروتين



لاقمات البكتيريا
(البكتيريوفاج)

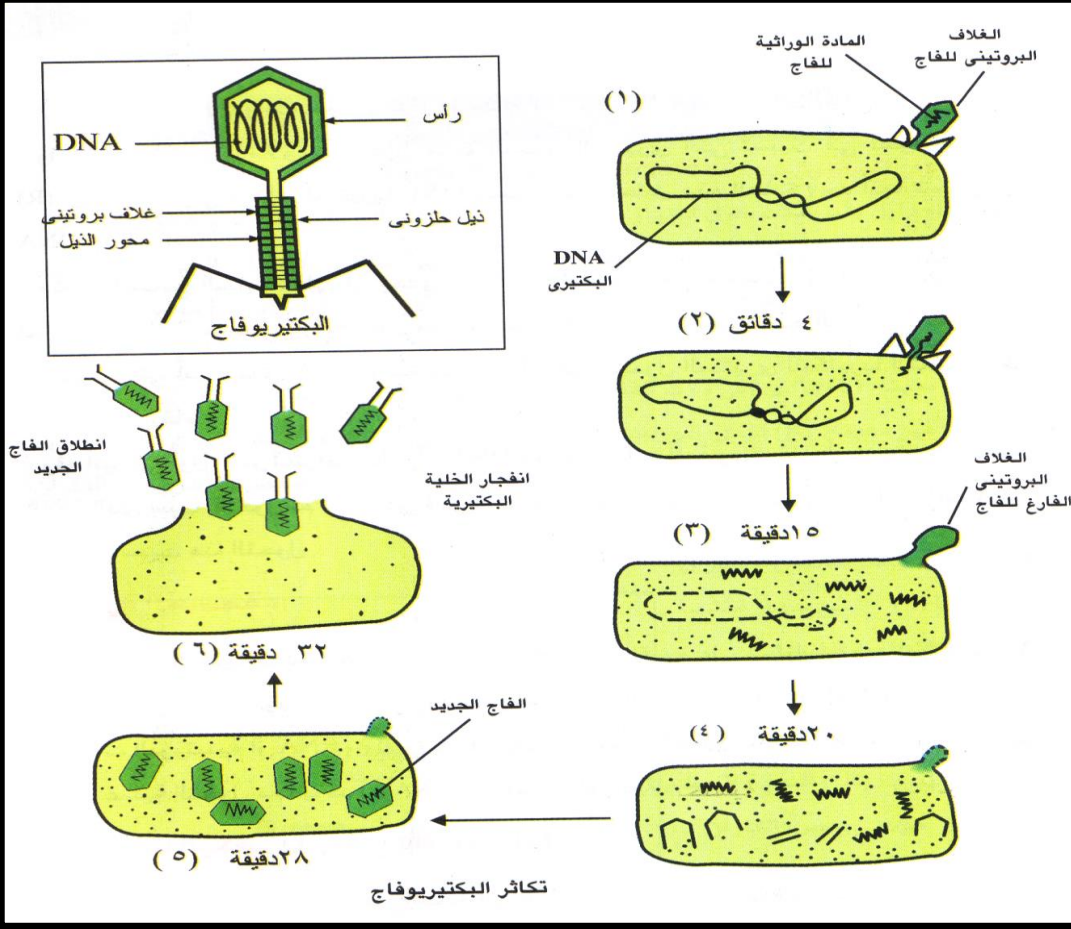


الفيروسات البكتيرية
تحتوى على مادة
الوراثة DNA وغلاف
بروتيني يمتد ليكون ما
يشبه الذيل.



عندما يهاجم الفيروس
الخلية البكتيرية يتصل
بها أولاً ، ثم ينفذ إليها
مادته الوراثية التي
تتضاعف أعدادها داخل
الخلية البكتيرية

بعد حوالي ٣٢ دقيقة تنفجر الخلية البكتيرية ويخرج منها حوالي ١٠٠ فيروس جديد تهاجم خلايا بكتيرية جديدة .





تجربة
هيرشي
وتشيس

تجربة هيرشي وتشيس

DNA يدخل في تركيبه الفسفور و لا

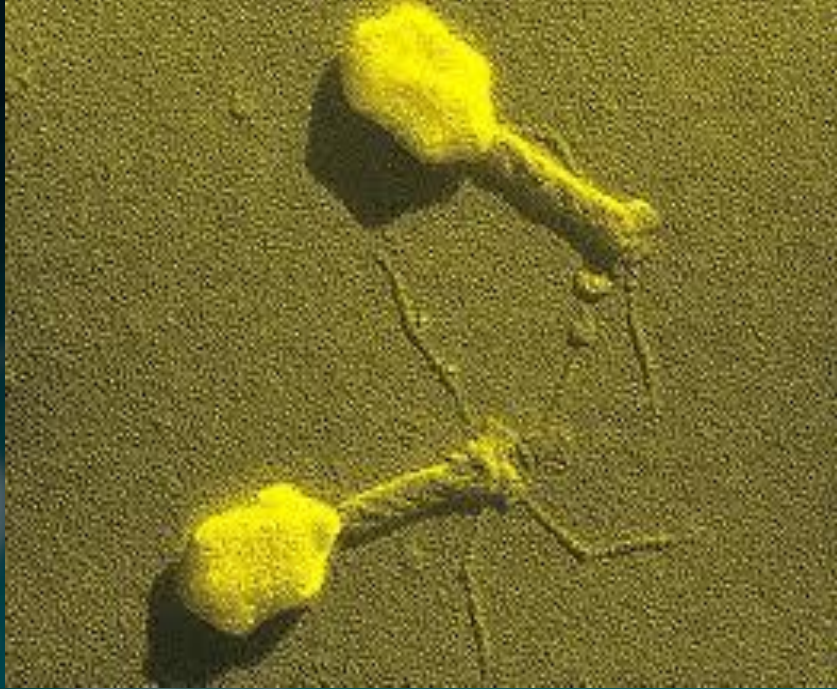
يدخل في تركيبه الكبريت.

البروتين : يدخل في تركيبه الكبريت ولا

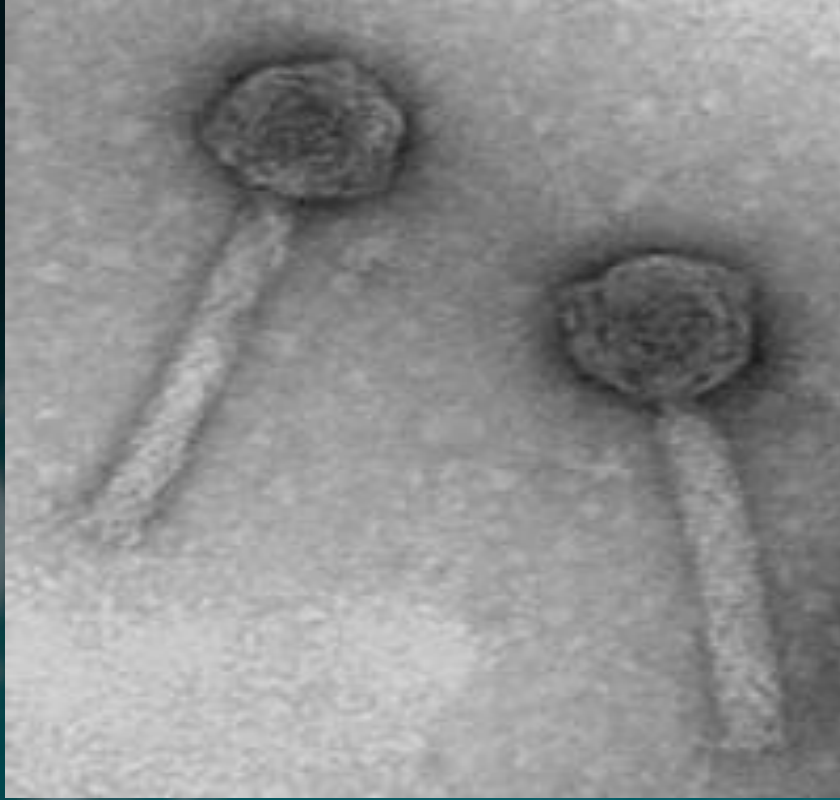
يدخل في تركيبه الفسفور



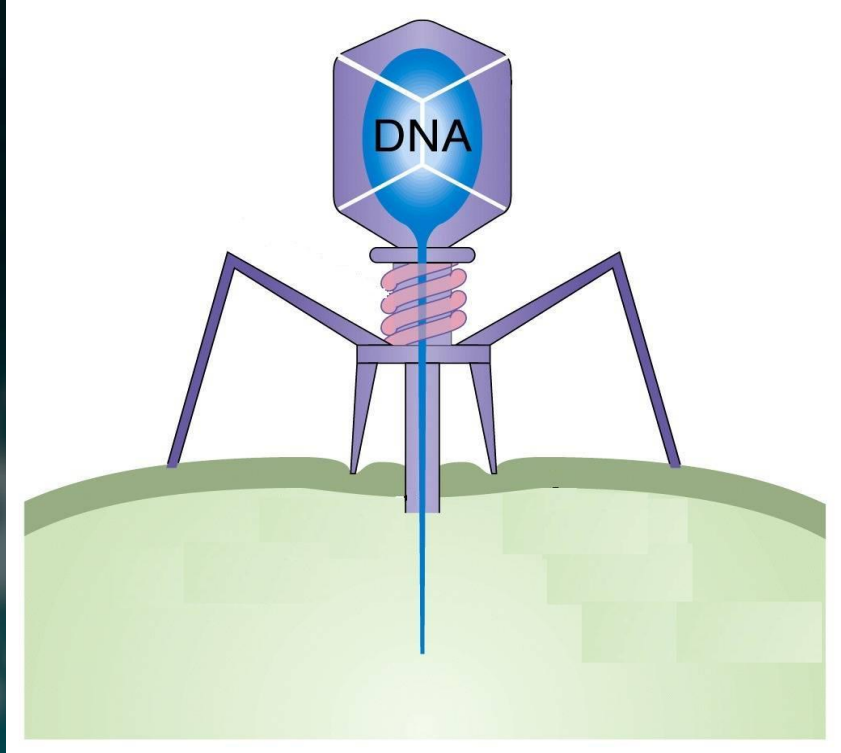
قاما بترقيم DNA
الفيروسي بالفسفور المشع،
وترقيم البروتين الفيروسي
بالكبريت المشع وسمحا
للفيروس بمهاجمة
البكتيريا



بالكشف عن
الفوسفور المشع
والكبريت المشع في
داخل الخلايا
البكتيرية وجد أن:



كل الفوسفور المشع
انتقل إلى الخلايا
البكتيرية دليل على
وصول كل DNA.



٣ ٪ فقط من الكبريت
المشع انتقل إلى
البكتيريا ، دليل على
عدم وصول أغلب
البروتين .



الاستنتاج

- DNA الفيروسي يدخل الخلية البكتيرية ويدفعها إلى بناء فيروسات جديدة
- جينات سلالات البكتيريا الخاصة بالالتهاب الرئوي وفيروسات الفاج تتكون من DNA
- مادة الوراثة هي DNA وليس البروتين •

تجربة هيرشي وتشيس لإثبات أن المادة الوراثية هي DNA

تعليق

حسين محمد حسين الجمري

Film Sources:

1- iGenetics by Russel, free on
several sites e.g. biologie.uzh.ch

٢ – كتاب الأحياء للمرحلة الثانوية - العبيكان

هل كل الجينات عبارة عن DNA؟

لا .. هناك بعض الفيروسات مادتها
الوراثية RNA ولكن كل الدراسات أكدت
على أن DNA هي المادة الوراثية لجميع
الأحياء تقريبا .

كمية DNA في الخلايا

عند قياس كمية DNA في أنواع مختلفة
من خلايا الجسدية لكائن معين مثل
الدجاج وجد أنها متساوية ، وعند قياس
كمية البروتين في نفس الخلايا وجد أنها
غير متساوية

عند مقارنة كمية DNA في الخلايا الجنسية
(الأمشاج) بكمية DNA في الخلايا الجسدية
وجد أن كمية DNA في الخلايا الجنسية
(الأمشاج) = نصف كمية DNA في الخلايا
الجسدية لنفس الكائن الحي بينما لا ينطبق
ذلك على البروتين.

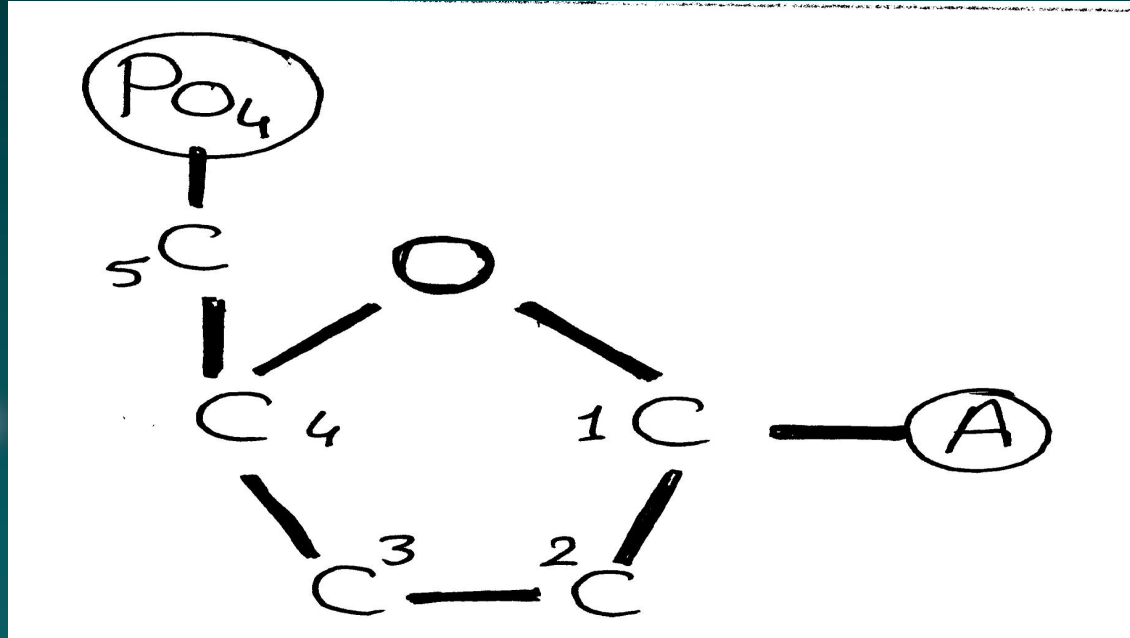
وبذلك يحتوي كل من المشيج المذكر والمشيج
المؤنث على نصف المعلومات الوراثية الموجودة
في الخلية الجسدية وعندما يلتقي المشيج
المذكر مع المشيج المؤنث يعود العدد الأصلي
لخلايا الكائن الحي .

وهذا دليل على أن DNA هي مادة الوراثة
وليس البروتين وما يؤكد على ذلك أن
البروتينات وجزيئات RNA يتم هدمها
وإعادة بنائها باستمرار بينما DNA يكون
ثابت لا يتحلل



DNA ترکیب

DNA يتكون من نيوكليوتيدات



كل نيوكليوتيدة تتكون من :

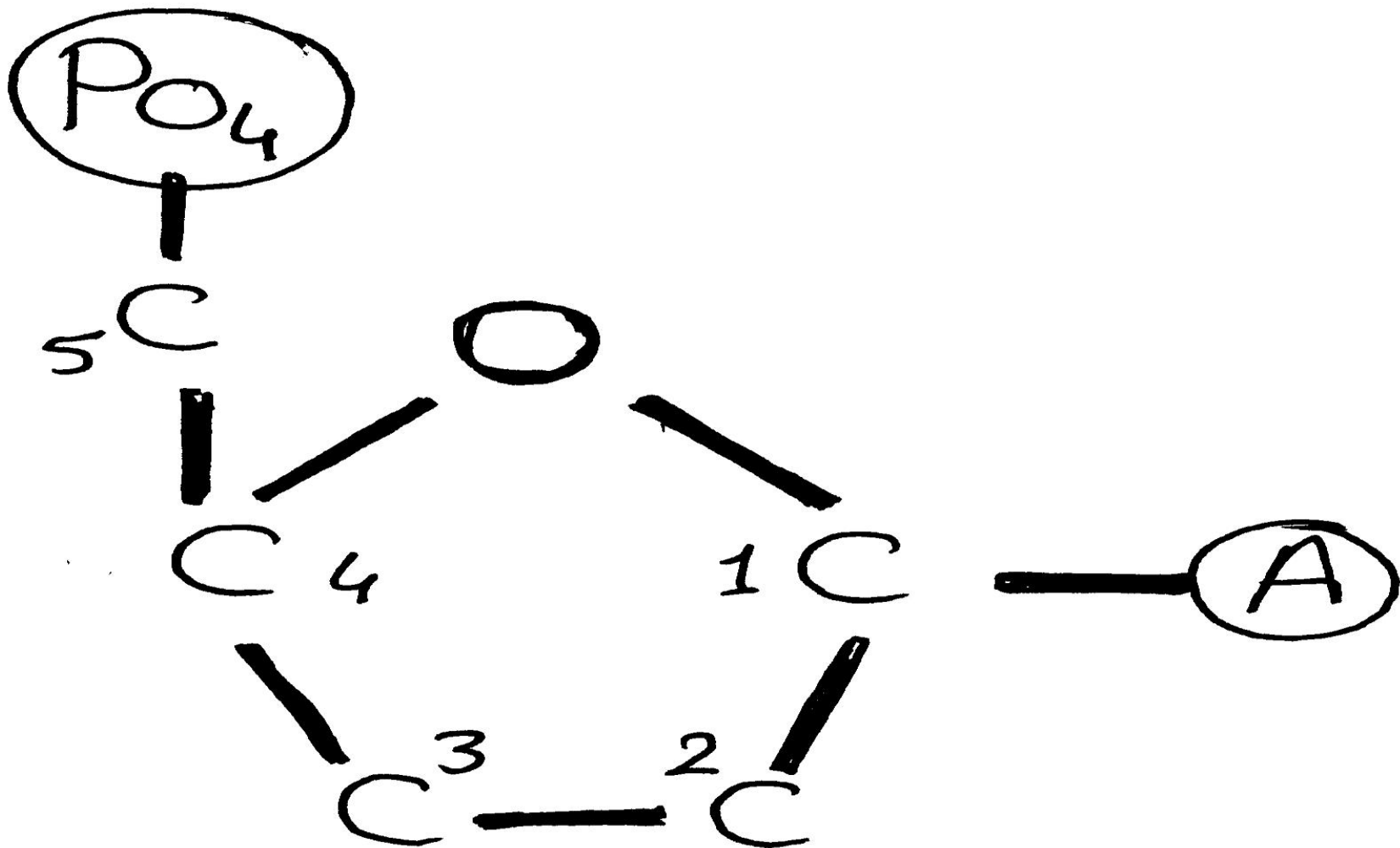
أ- سكر خماسي الكربون ديوكس ريبوز

ب- مجموعة من الفوسفات مرتبطة

برابطة تساهمية بذرة الكربون رقم (٥)

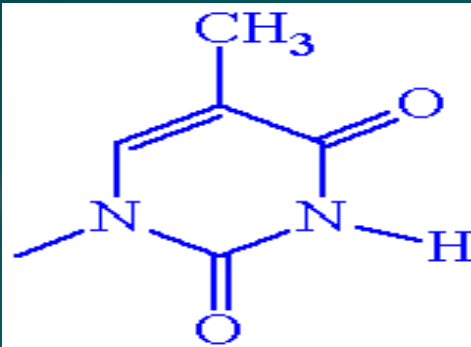
ج- قاعدة نيروجينية ترتبط برابطة

تساهمية بذرة الكربون رقم (١)

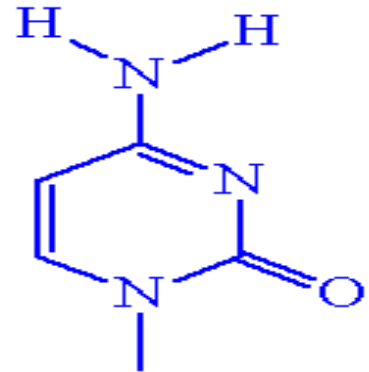


القواعد النيتروجينية نوعان

البيريميدينات : ذات حلقة واحدة مثل ثايمين (T)
- سيتوزين (C)



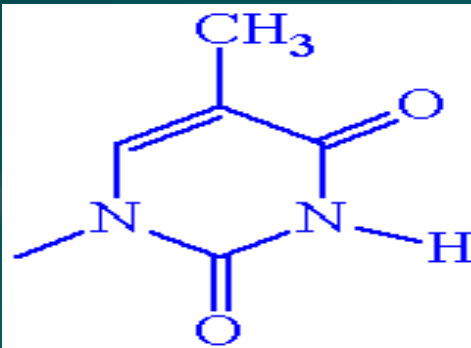
Thymine



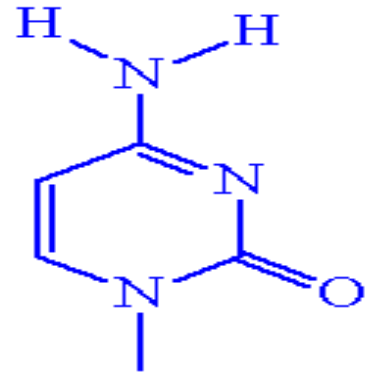
Cytosine

القواعد النيتروجينية نوعان

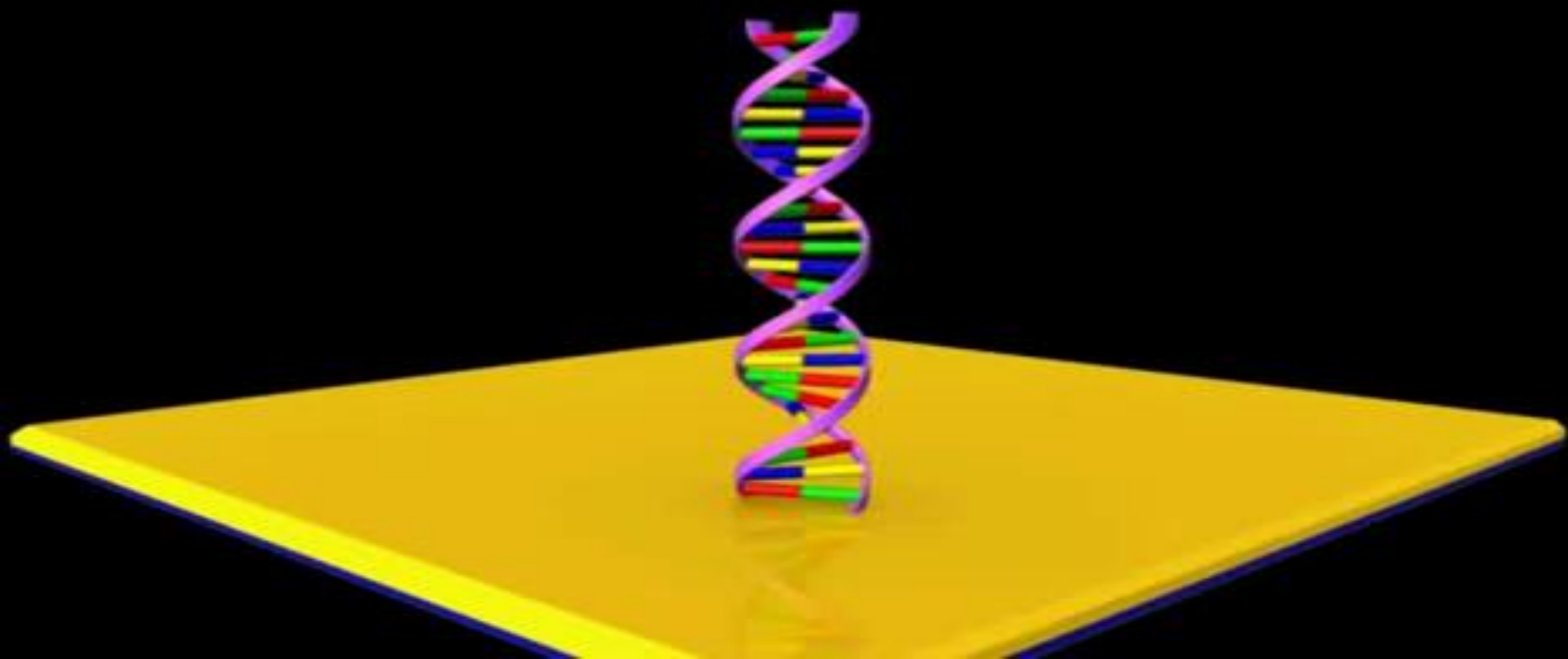
البيورينات : ذات حلقتين مثل أدينين (A) –
جوانين (G)



Thymine



Cytosine



تتصل النيوكليوتيدات ببعضها في شريط DNA كالأتي

تتصل مجموعة الفوسفات المتصلة بذرة الكربون

رقم (٥) في سكر أحد النيوكليوتيدات برابطة

تساهمية ، بذرة الكربون رقم (٣) في سكر

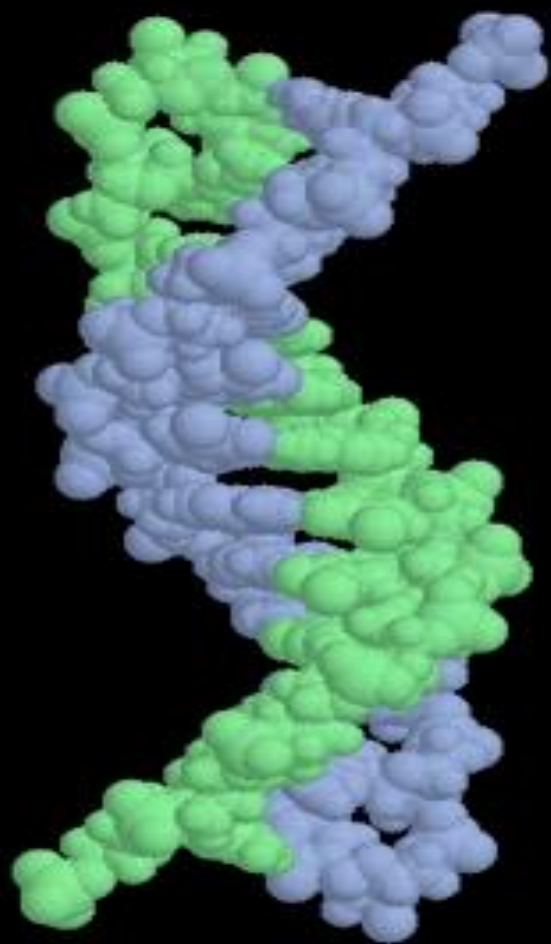
النيوكليوتيدة التالية ويطلق على ذلك هيكل

سكر فوسفات

هذا الهيكل يكون غير متماثل لأن أحد
الطرفين به مجموعة فوسفات حرة مرتبطة
بذرة الكربون رقم (٥) وفي الطرف الآخر
للهيكل يوجد مجموعة هيدروكسيل (OH)
حرة مرتبطة بذرة الكربون رقم (٣)

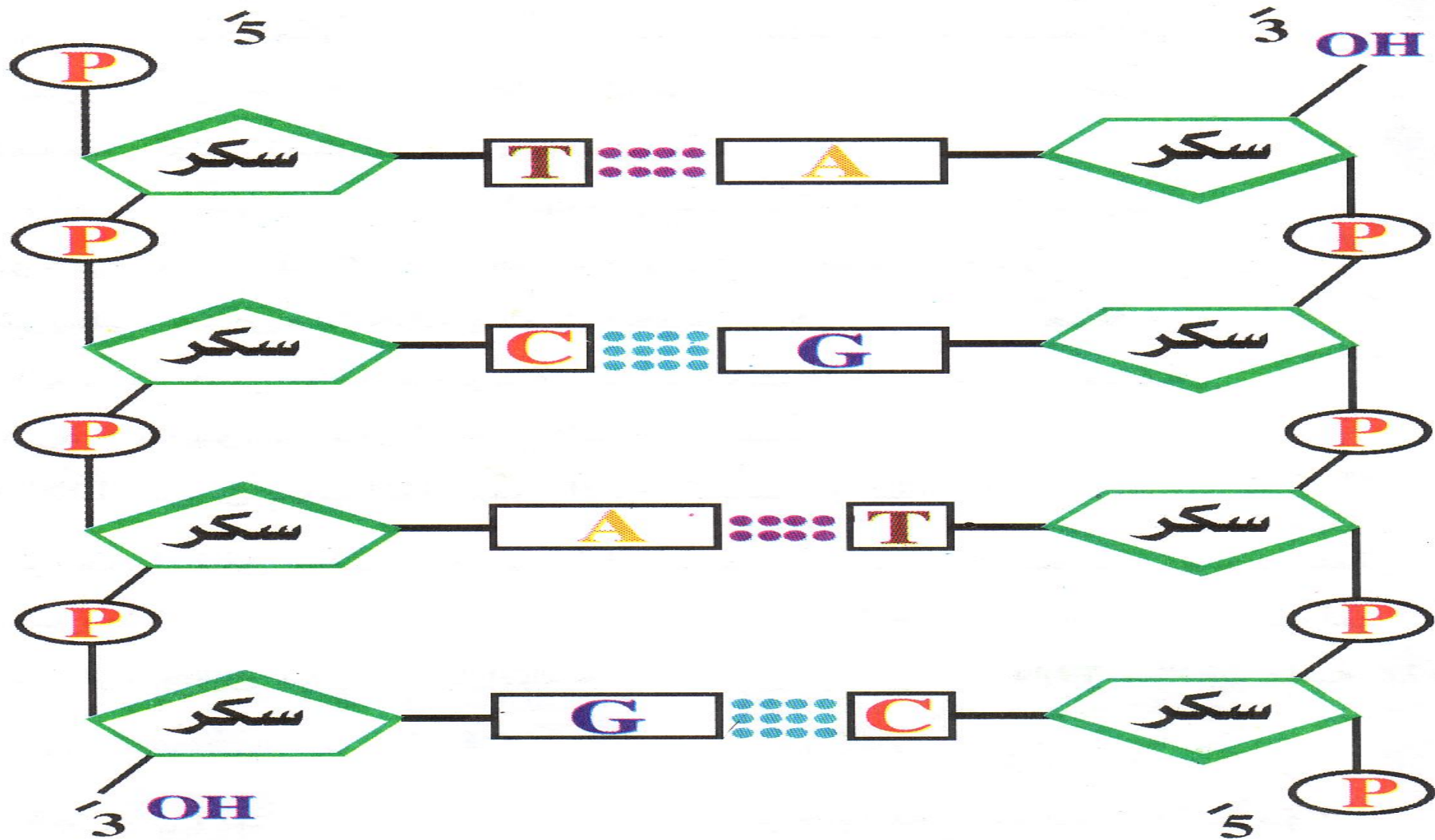
تبرز من جانب هذا الهيكل قواعد البيورينات والبيريميدينات

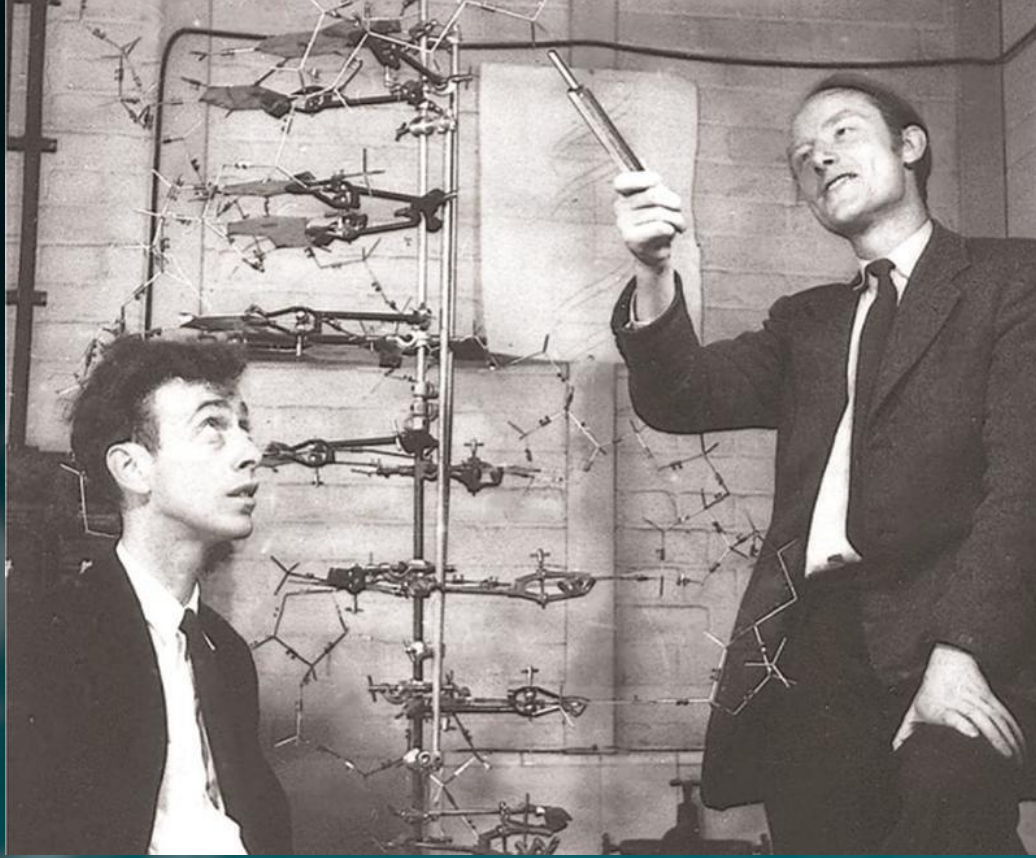
جزئ **DNA** يكون على شكل لولب مزدوج يتكون من
شريطين كل منهما يمثل هيكل سكر - فوسفات وهذا
ما أكدته فرانكلين باستخدام حيود أشعة **X** في
الحصول على صور لبلورات من جزئ **DNA** عالي
النقاوة



هذه الأشعة عند تمريرها خلال بللورات
من جزيئات ذات تركيب منتظم ينشأ
عن ذلك تشتت الأشعة ويظهر طراز من
توزيع فقط يعطى تحليلها معلومات
عن شكل الجزيء .

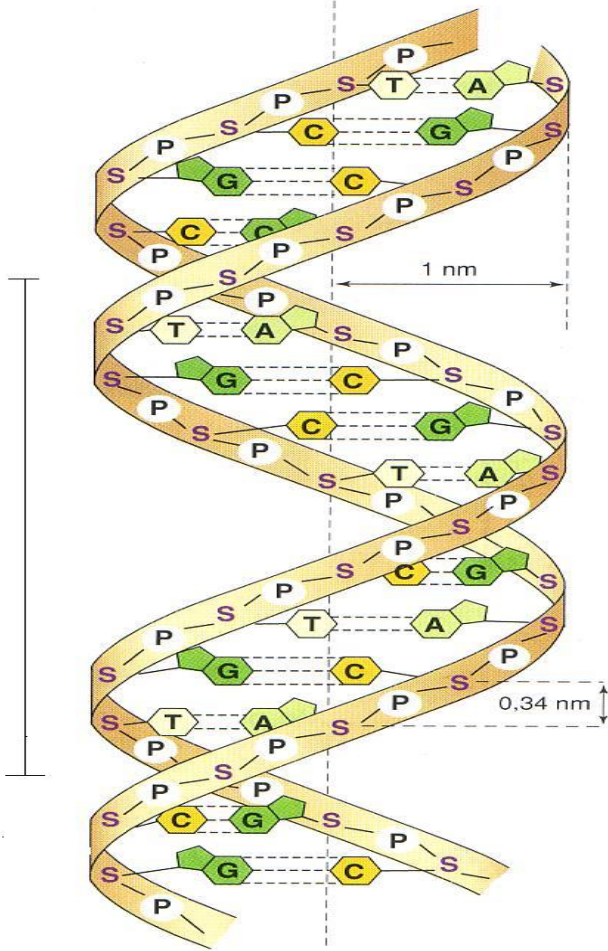
في عام ١٩٥٢ نشرت فرانكلين أول
صور لجزيء DNA عالي النقاوة وكان
عبارة عن لولب مزدوج والقواعد
النتروجينية متعامدة على طول الخيط
وتكون من الداخل .





نموذج واطسون وكريك

نموذج واطسون وكرىك

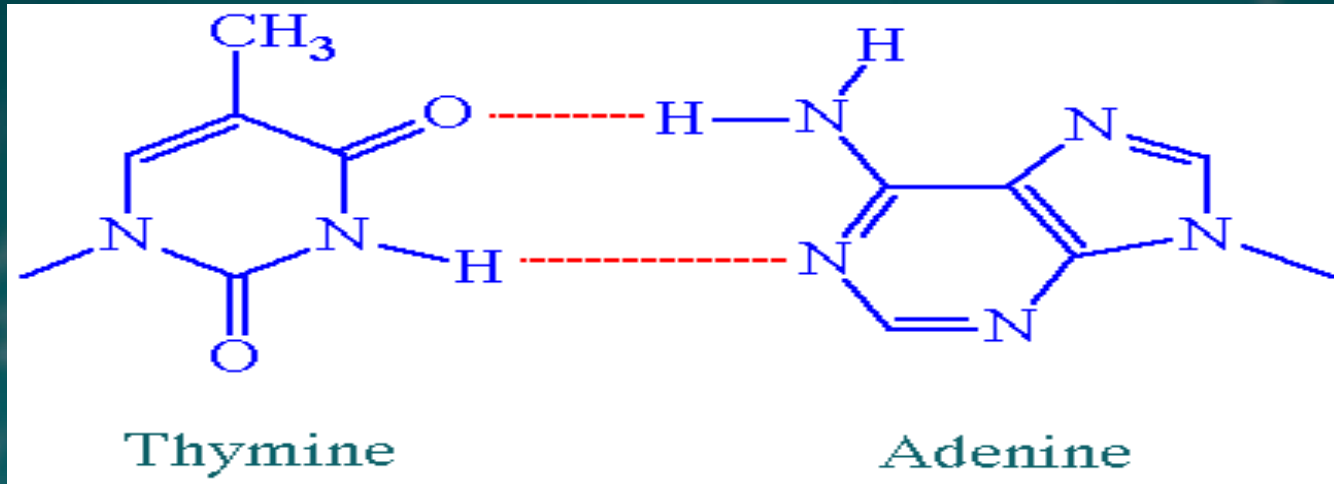


نموذج واطسون وكريك

يتألف نموذج DNA من شريطين
يرتبطان معاً كالسلم ، ويمثل هيكل السكر
والفوسفات جانبي السلم بينما تمثل
القواعد النيتروجينية درجات السلم

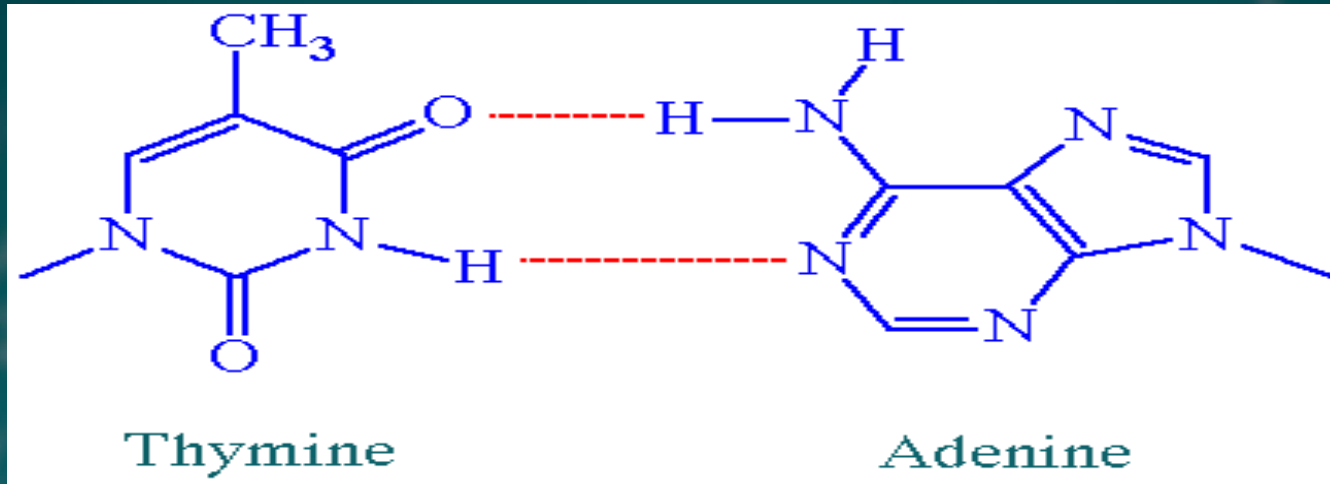
نموذج واطسون وكريك

ترتبط قاعدة الأدينين (A) مع قاعدة الثايمين (T) برابطتين هيدروجينيتين .



نموذج واطسون وكريك

ترتبط قاعدة الجوانين (G) مع قاعدة السيتوزين
(C) بثلاث روابط هيدروجينية



عرض **DNA** متساوي لأن القواعد
النيتروجينية نوعان بعضها ذات حلقة
واحدة (**البريميدينات**) والأخرى ذات حلقتين
(**البيورينات**) ودائماً يرتبط قاعدة ذات
حلقة مع قاعدة ذات حلقتين .

وضع الشريطين معكوس حيث يكون أحد
الشريطين 5 - 3 بينما الشريط المقابل
يكون 3 - 5 حتى تتقابل القواعد
النيتروجينية وترتبط معا.

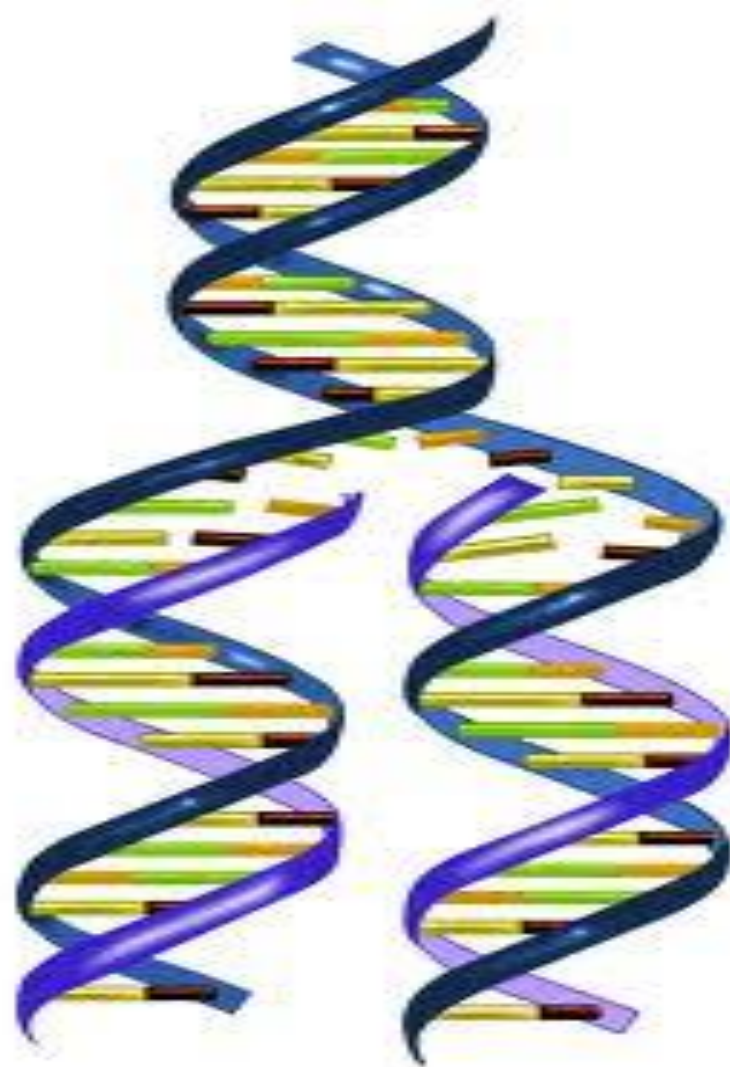
كل لفة في جزيء DNA يتكون من ١٠
نيوكليوتيدات على كل شريط

يطلق على DNA اللولب المزدوج
لأنه يتكون من شريطين يلتفان
حول بعضهما البعض

في كل جزيء **DNA** يكون عدد النيوكليوتيدات
المحتوية على قاعدة الادينين (**A**) يساوي عدد
النيوكليوتيدات المحتوية على قاعدة الثايمين
(**T**) وكذلك عدد القواعد المحتوية على الجوانين
(**G**) يساوي عدد القواعد المحتوية على
السيٲوزين (**C**)

تضاعف DNA

تتضاعف جزيئات DNA فى الخلية
قبل أن تبدأ فى الانقسام وحتى
تحصل كل خلية جديدة على صورة
طبق الأصل من المعلومات الوراثية فى
الخلية الأم



أشار واطسون وكريك أن القواعد
النروجينية المتكاملة على شريطي
DNA تتيح لكل شريط منفرد بناء
شريط مقابل له ومتكامل معه

أي أن كل شريط DNA قديم يعمل كقالب

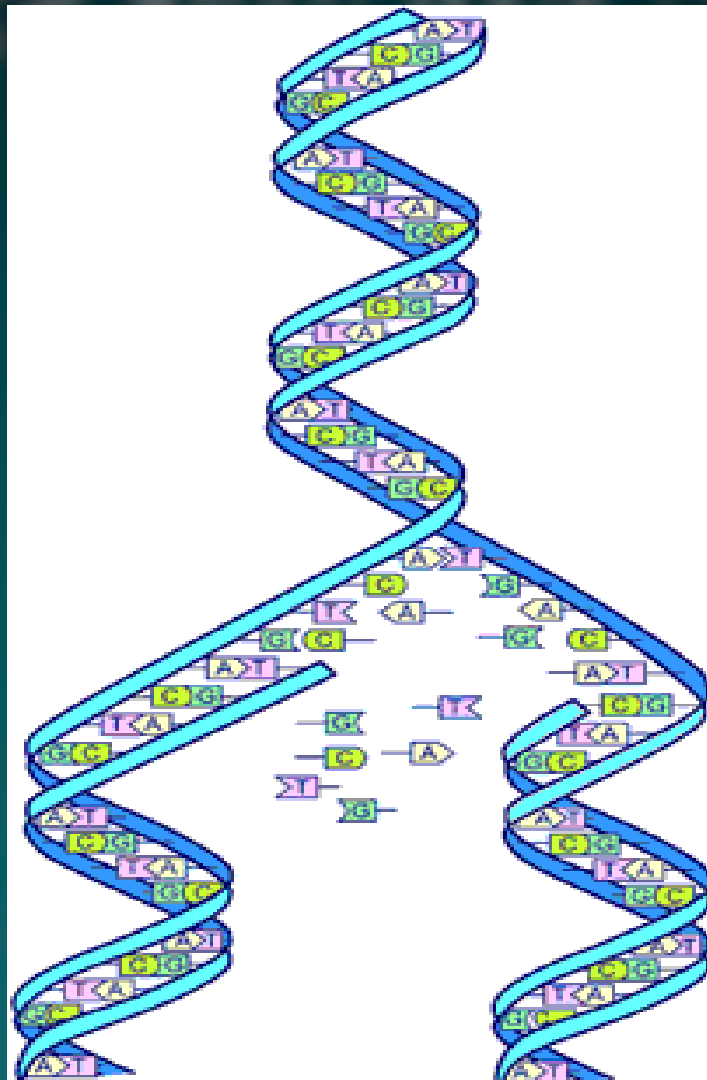
لبناء شريط DNA جديد

فمثلا إذا كان أحد الشريطين هو

3... G – C – C – T – 5 ... A – A

فإن الشريط الذي يتكامل معه هو

3 ... T – T – A – G – G – C ... 5



الإنزيمات وتضاعف DNA

يتم نسخ DNA حسب الخطوات التالية:

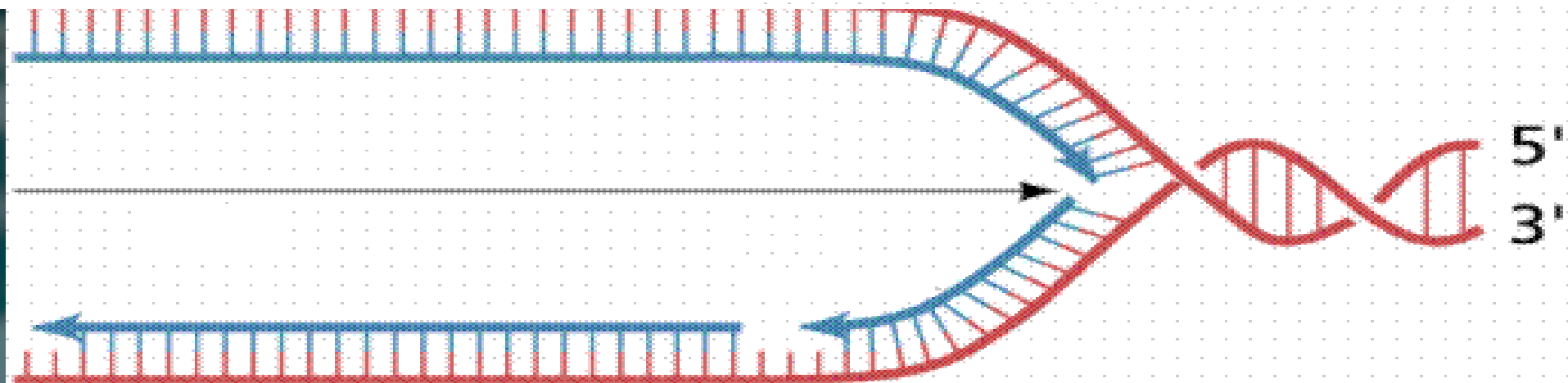
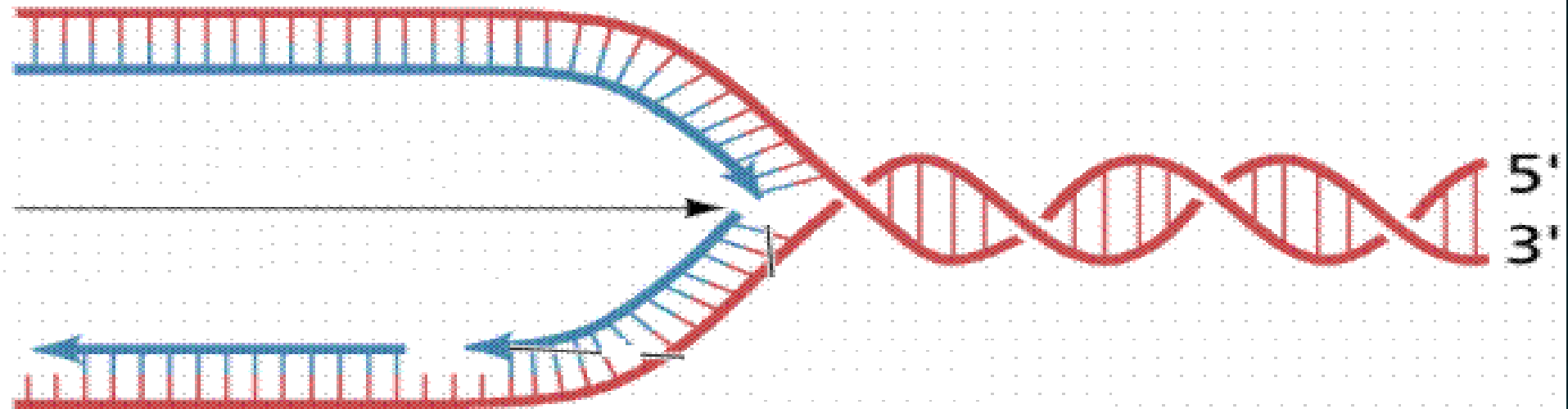
١ - ينفك التفاف اللولب المزدوج تتحرك

إنزيمات اللولب على امتداد اللولب المزدوج

فاصلة الشريطين عن بعضهما عن طريق

كسر الروابط الهيدروجينية بين القواعد في

كلا الشريطين .

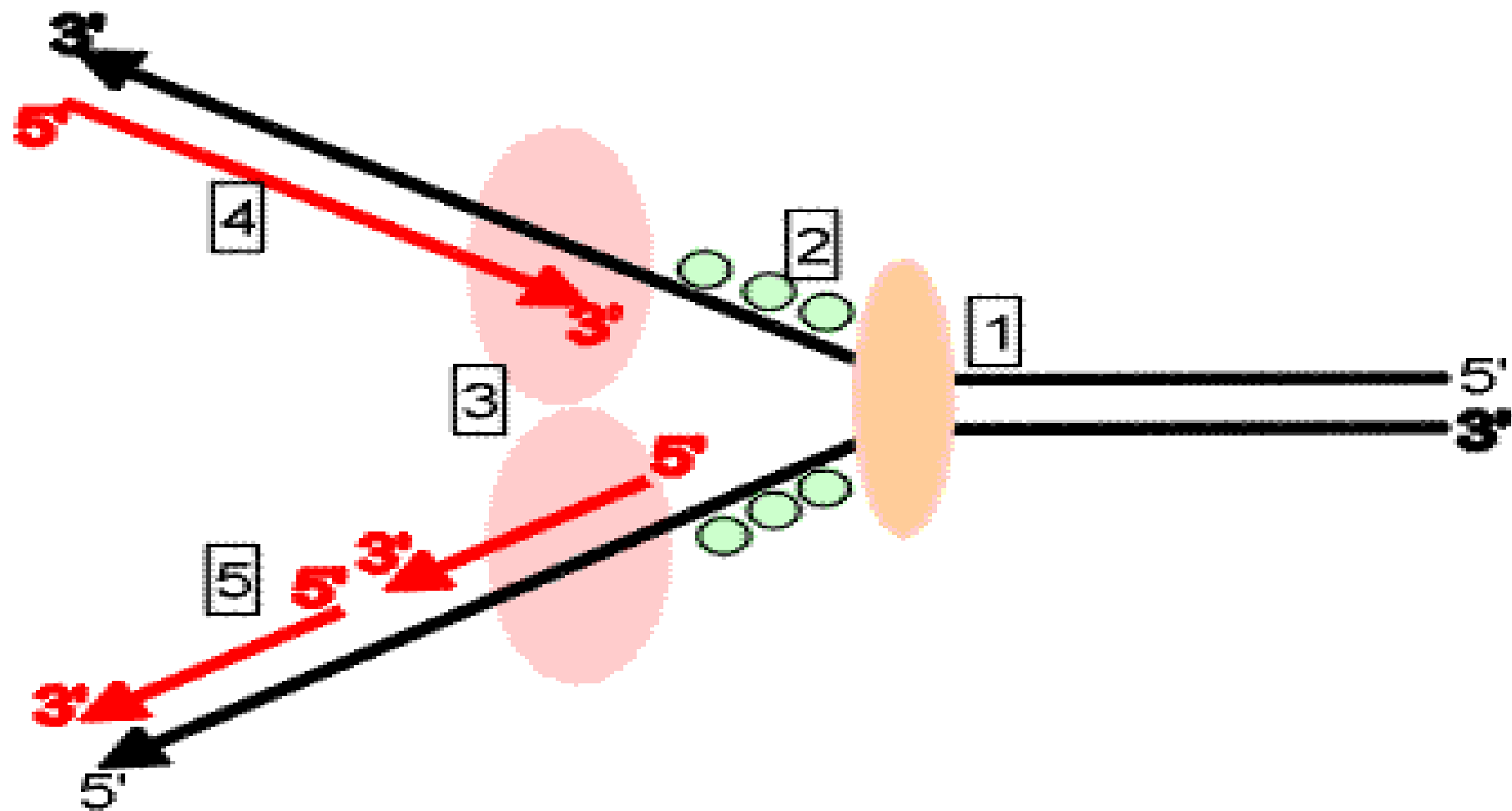


Nucleus

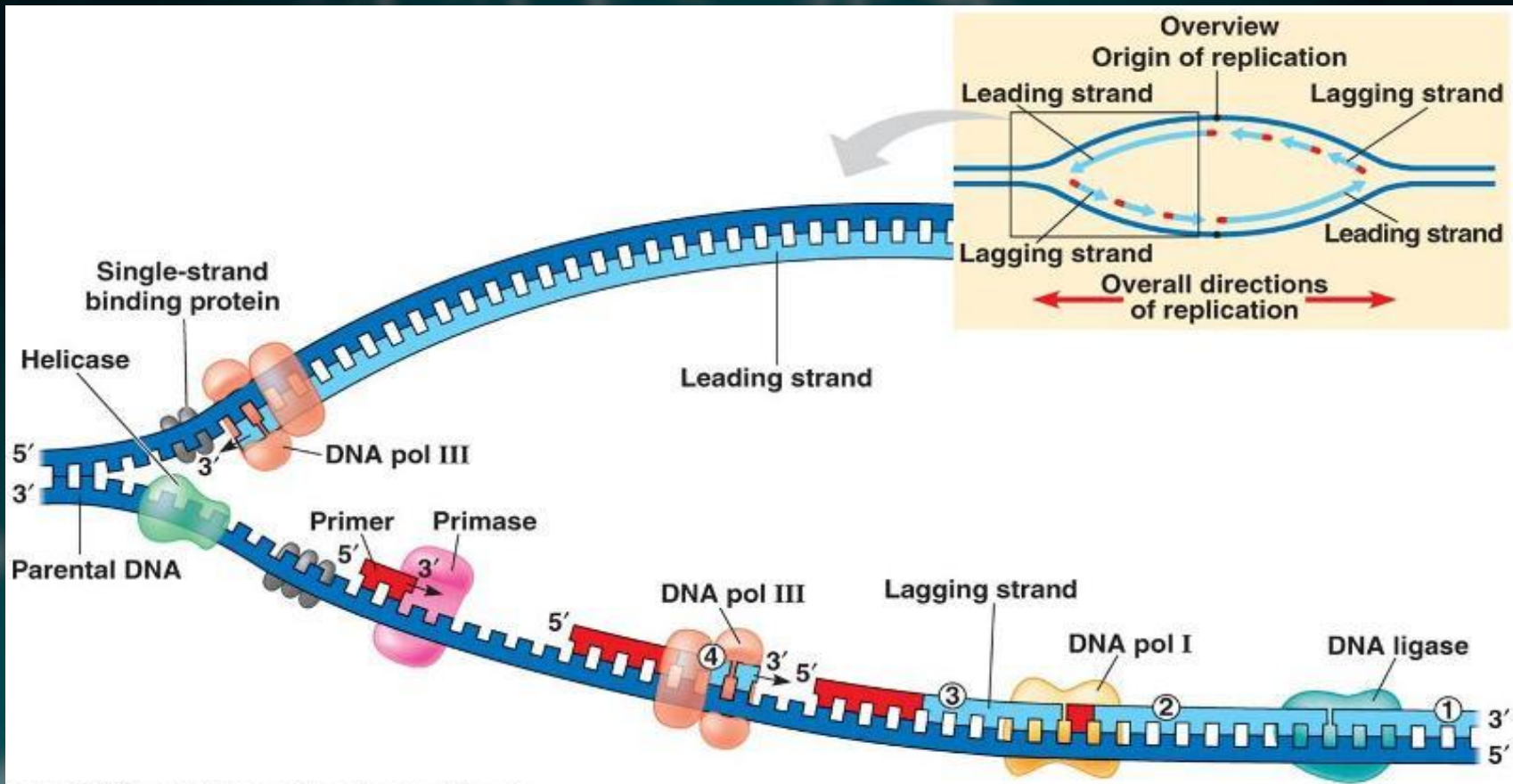
A diagram of a cell nucleus. It features a large, light brown, oval-shaped outer boundary representing the nuclear envelope. Inside this envelope is a smaller, darker, textured sphere representing the nucleolus. A white line with an arrow points from the word "Nucleus" in the top left to the nucleolus.

٢ - تقوم إنزيمات البلمرة ببناء شريط
DNA جديد بإضافة نيكلوتيدات إلى
الشريط الجديد بحيث تتزاوج مع
قواعد **DNA** الأصلي (القالب)

هذه الإنزيمات تعمل في اتجاه
واحد فقط من الطرفين 5 في
اتجاه الطرف 3 للشريط الجديد
(يكون القالب 3 إلى 5)



أما شريط DNA الآخر والذي يبدأ ب
5 ← 3 فإن إنزيم البلمرة لا يعمل
في هذا الاتجاه (اتجاه 3 ← 5
بالنسبة للشريط الجديد)





لذا يتم بناء الشريط الجديد (3 ← 5) على
هيئة قطع صغيرة في اتجاه (5 ← 3)
بواسطة إنزيمات البلمرة ، بينما تعمل نوع
آخر من الإنزيمات يسمى إنزيمات الربط،
بربط هذه القطع معا .

في أوليات النواة ، يوجد DNA في
السيتوبلازم على شكل لولب مزدوج يلتحم
طرفيه معا ويتصل مع الغشاء البلازمي
للخلية عند نقطة ما يبدأ عندها نسخ جزيء

DNA

في حقيقيات النواة ينتظم DNA في صورة
صبغيات، حيث يتكون كل صبغى من جزئ
واحد من DNA ، يمتد من أحد طرفيه إلى
الطرف الآخر ويبدأ نسخ DNA من عند أي
نقطة على امتداد DNA

إصلاح عيوب

DNA

- كل المركبات البيولوجية التي توجد
على شكل بوليمرات مثل النشا والبروتين
والأحماض النووية منها DNA معرضة
للتلف بسبب حرارة الجسم والبيئة المائية
للخلايا والأشعة والمركبات الكيميائية

يقدر عدد القواعد النيتروجينية التي
تتلف يوميا بحوالي ٥٠٠٠ قاعدة
بيورينية (أدينين - جوانين) لأن الحرارة
تعمل على كسر الروابط التساهمية التي
تصل القاعدة بالسكر الخماسي

أي تلف لقاعدة نيتروجينية
ينتج عنه تغييرا في المعلومات
الوراثية وتغيرا في بروتينات
الخلية

يوجد ٢٠ نوعاً من إنزيمات الربط تعمل

على إصلاح القواعد النيتروجينية

التالفة باستبدالها بقواعد جديدة

(بناء على القواعد النيتروجينية

الموجودة على الشريط المقابل)

يعتمد اصلاح عيوب DNA على وجود
شريطين (يحمل كل منهما نفس
المعلومات الوراثية) لذا يعمل كل من
الشريطين كقالب لإصلاح القواعد
التالفة على الشريط المقابل

- لذا يعتبر اللولب المزدوج حيويًا للثبات
الوراثي للكائنات الحية التي توجد بها عِلل ؟

- تحدث الطفرات عندما يحدث تلف

لقاعدتين نيروجينيتين متقابلتين

وفى وقت واحد فلا يتم إصلاحهما

في الفيروسات توجد مادتها الوراثية في
صورة **RNA** وهو شريط مفرد أو **DNA**
شريط مفرد فلا يتم إصلاح القواعد
التالفة، لذا فالفيروسات التي محتواها
الجيني **RNA** أو **DNA** شريط مفرد
سريعة الطفرات

