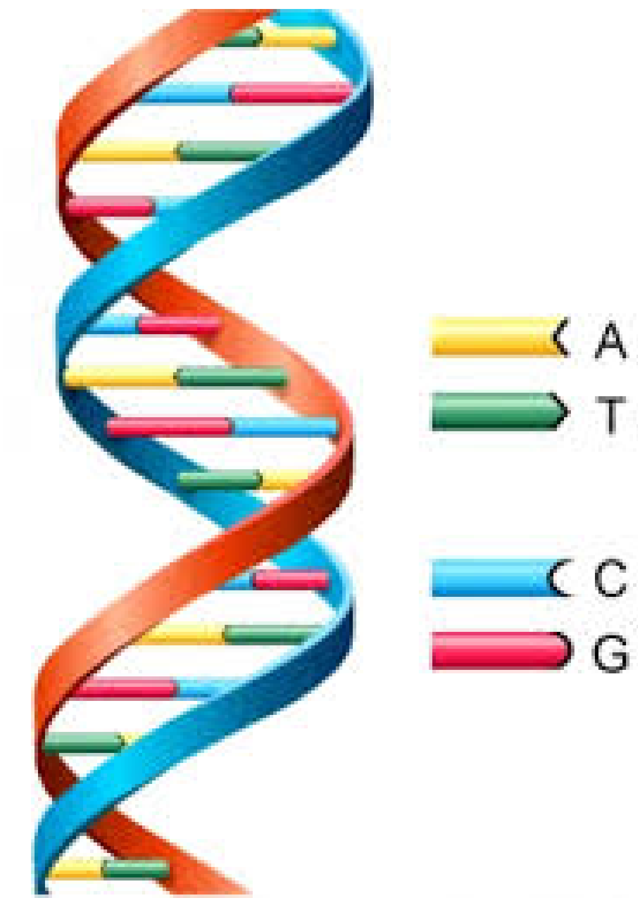
डी0एन0ए0 संरचना की खोज



डा़ अर्चना पाडेंय

25 अप्रैल 1953 को विश्वविख्यात जरनल ''नेचर'' में दो शोध पत्र एक साथ प्रकाशित हुये

King's College, London. One of us (J. D. W.) has been aided by a fellowship from the National Foundation for Infantile Paralysis.

P. Z. Myers
J. D. Watson
F. H. C. Crick

Medical Research Council Unit for the Study of the Molecular Structure of Biological Systems,
Cavendish Laboratory, Cambridge.
April 2.

[1] Pauling, L., and Corey, R. B., *Nature*, **171**, 346 (1953); *Proc. U.S. Nat. Acad. Sci.*, **39**, 84 (1953).
[2] Furberg, S., *Acta Chem. Scand.*, **6**, 634 (1952).
[3] Chargaff, E., for references see Zamenhof, S., Brawerman, G., and Chargaff, E., *Biochim. et Biophys. Acta*, **9**, 402 (1952).
[4] Wyatt, G. R., *J. Gen. Physiol.*, **36**, 201 (1952).
[5] Astbury, W. T., Symp. Soc. Exp. Biol. 1, Nucleic Acid, 66 (Camb. Univ. Press, 1947).
[6] Wilkins, M. H. F., and Randall, J. T., *Biochim. et Biophys. Acta*, **10**, 192 (1953).

Molecular Structure of Deoxypentose Nucleic Acids

While the biological properties of deoxypentose nucleic acid suggest a molecular structure containing great complexity, X-ray diffraction studies described here (cf. Astbury[1]) show the basic molecular configuration has great simplicity. The purpose of this communication is to describe, in a preliminary way, some of the experimental evidence for the polynucleotide chain configuration being helical, and existing in this form when in the natural state. A fuller account of the work will be published shortly.

The structure of deoxypentose nucleic acid is the same in all species (although the nitrogen base ratios alter considerably) in nucleoprotein, extracted or in cells, and in purified nucleate. The same linear group of polynucleotide chains may pack together parallel in different ways to give crystalline[1-4], semi-crystalline or paracrystalline material. In all cases the X-ray diffraction photograph consists of two regions, one determined largely by the regular spacing of nucleotides along the chain, and the other by the longer spacings of the chain configuration. The sequence of different nitrogen bases along the chain is not made visible.

Oriented paracrystalline deoxypentose nucleic acid ('structure *B*' in the following communication by Franklin and Gosling) gives a fibre diagram as shown in Fig. 1 (cf. ref. 4). Astbury suggested that the strong 3·4-A. reflexion corresponded to the internucleotide repeat along the fibre axis. The ~ 34 A. layer lines, however, are not due to a repeat of a polynucleotide composition, but to the chain configuration repeat, which causes strong diffraction as the nucleotide chains have higher density than the interstitial water. The absence of reflexions on or near the meridian immediately suggests a helical structure with axis parallel to fibre length.

Diffraction by Helices

It may be shown[5] (also Stokes, unpublished) that the intensity distribution in the diffraction pattern of a series of points equally spaced along a helix is given by the squares of Bessel functions. A uniform continuous helix gives a series of layer lines of spacing corresponding to the helix pitch, the intensity distribution along the *n*th layer line being proportional to the square of J_n, the *n*th order Bessel function. A straight line may be drawn approximately through

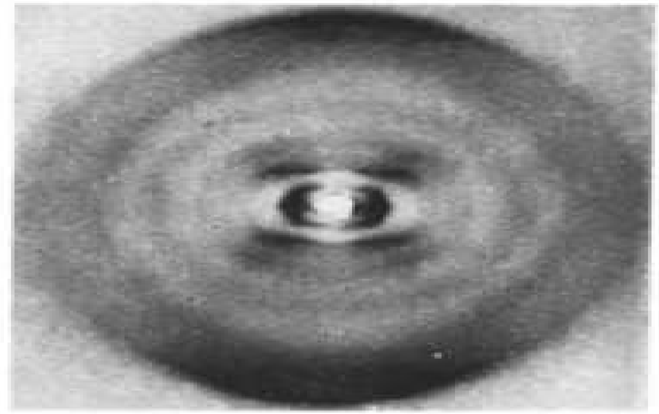


Fig. 1. Fibre diagram of deoxypentose nucleic acid from *B. coli*. Fibre axis vertical

the innermost maxima of each Bessel function and the origin. The angle this line makes with the equator is roughly equal to the angle between an element of the helix and the helix axis. If a unit repeats *n* times along the helix there will be a meridional reflexion (J_0^2) on the *n*th layer line. The helical configuration produces side-bands on this fundamental frequency, the effect[5] being to reproduce the intensity distribution about the origin around the new origin, on the *n*th layer line, corresponding to *C* in Fig. 2.

We will now briefly analyse in physical terms some of the effects of the shape and size of the repeat unit or nucleotide on the diffraction pattern. First, if the nucleotide consists of a unit having circular symmetry about an axis parallel to the helix axis, the whole diffraction pattern is modified by the form factor of the nucleotide. Second, if the nucleotide consists of a series of points on a radius at right-angles to the helix axis, the phases of radiation scattered by the helices of different diameter passing through each point are the same. Summation of the corresponding Bessel functions gives reinforcement for the inner-

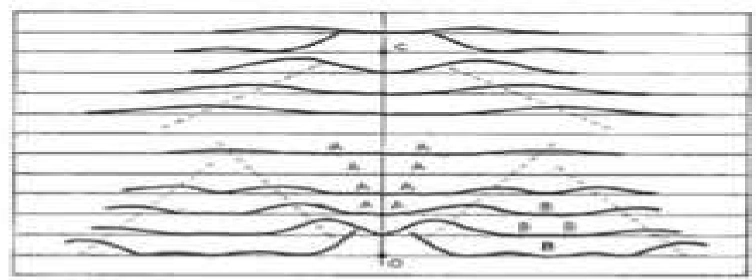
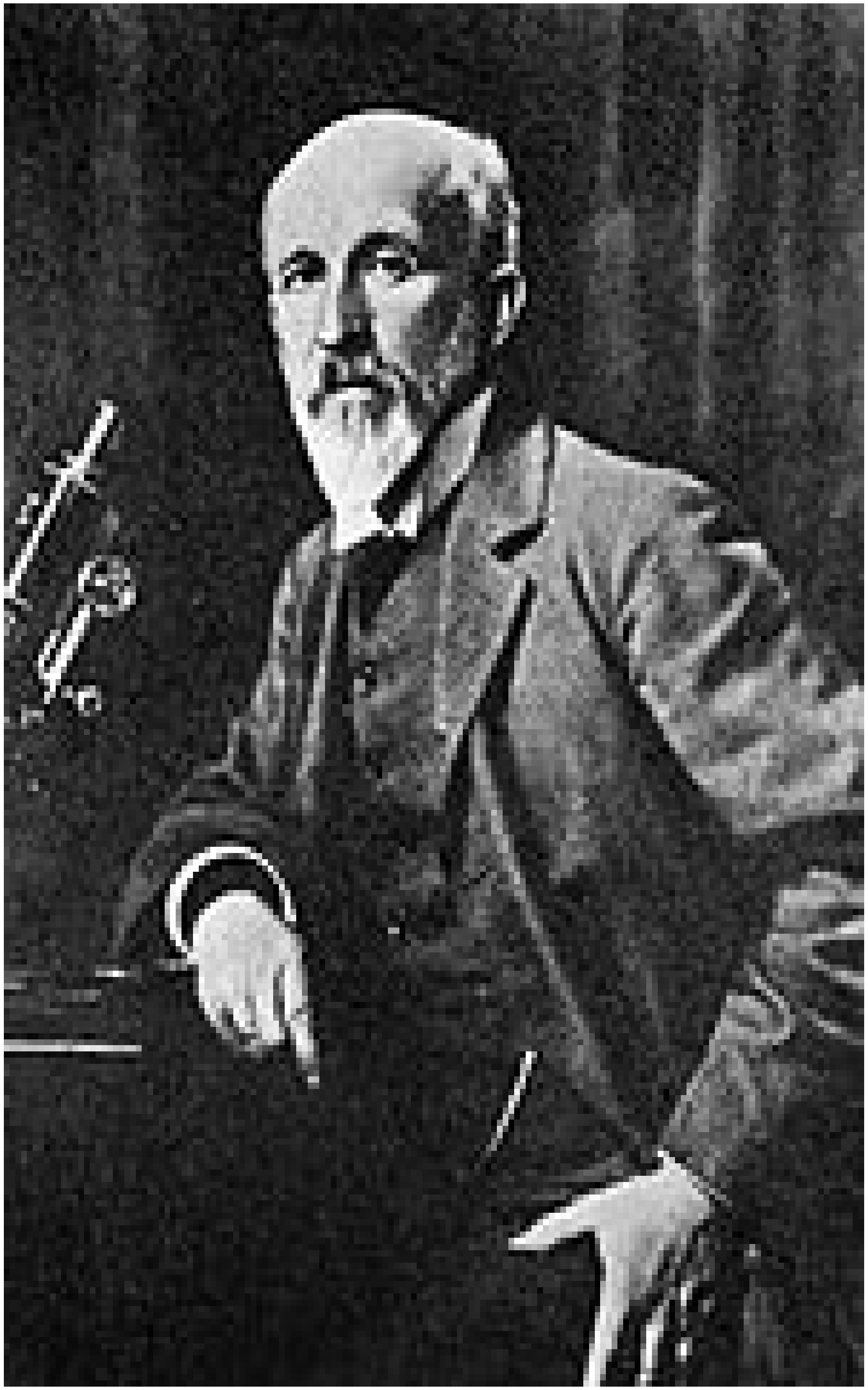


Fig. 2. Diffraction pattern of system of helices corresponding to structure of deoxypentose nucleic acid. The squares of Bessel functions are plotted about 0 on the equator and on the first, second, third and fifth layer lines for half of the nucleotide mass at 20 A. diameter and remainder distributed along a radius, the mass at a given radius being proportional to the radius. About *C* on the tenth layer line similar functions are plotted for an outer diameter of 12 A.

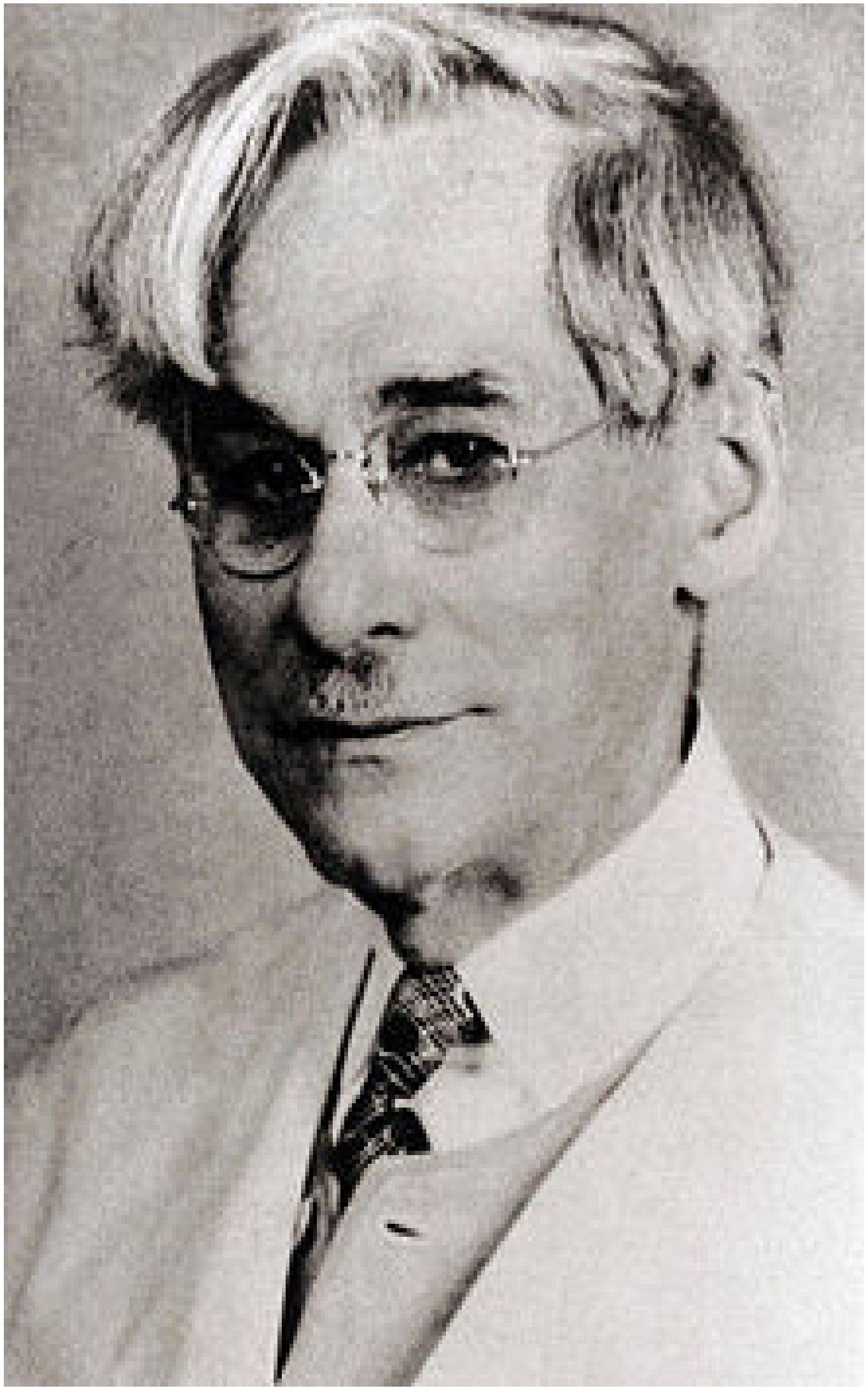
- सही मायने में डी0एन0ए0 की कहानी 1869 से प्रारम्भ हुयी जब फ्रेडरिक माइशर ने श्वेत रक्त कणिकाओं से **न्यूक्लिन** को निकाला।
- उन्होंने विश्लेषण द्वारा पता किया कि यह एक अम्ल है जिसमें फास्फोरस भी है। यह कार्बोहाइड्रेट तथा प्रोटीन से अलग है।
- उनके अनुसार यह एक लम्बा अणु है जो छोटे छोटे टुकड़ों में टूट जाता है। उस समय इस खोज को बहुत महत्व नहीं दिया गया।

फ्रेडरिक माइशर

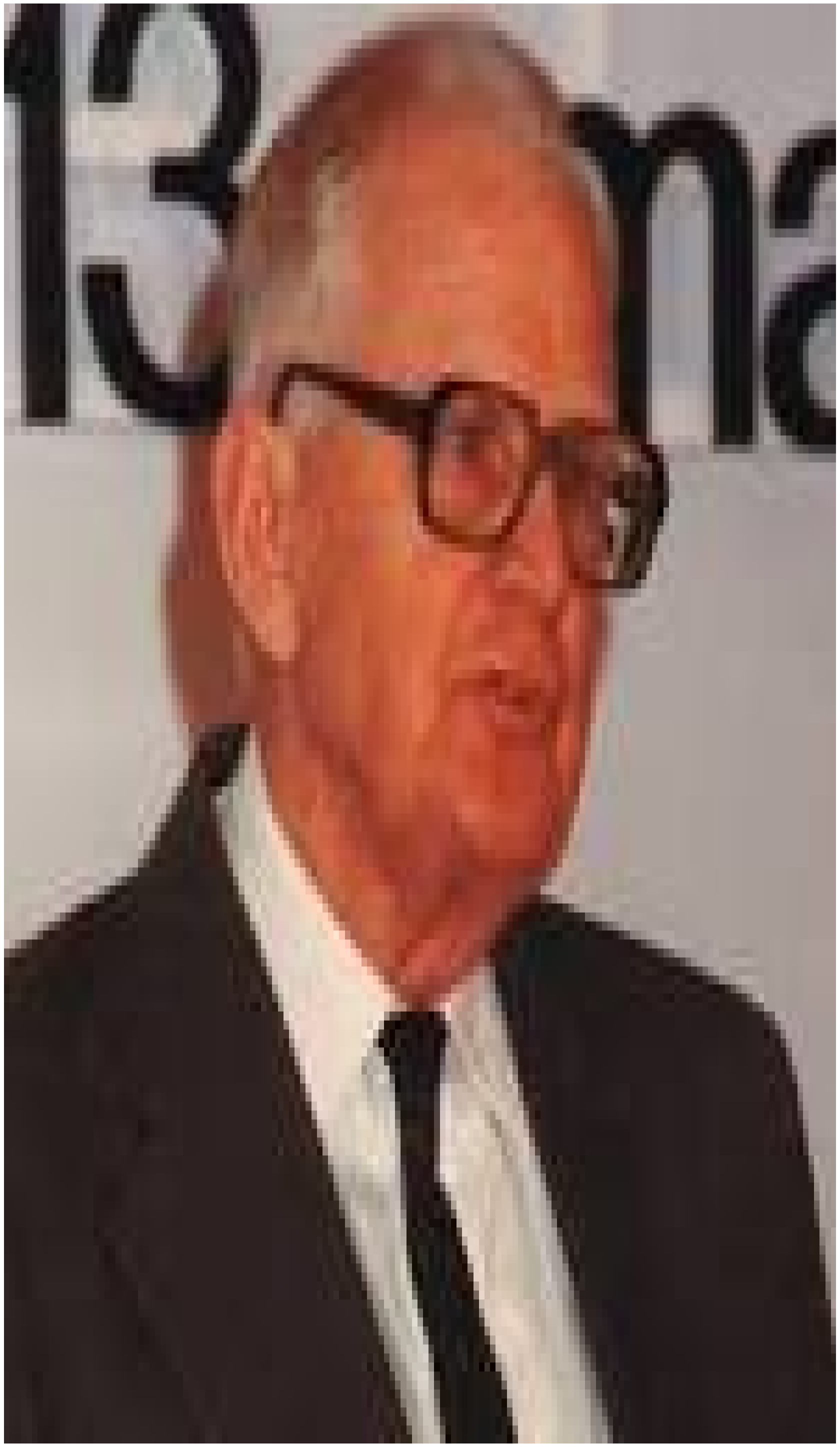
इसी समय सूक्ष्मदर्शी का आविष्कार हुआ और जर्मन जीव विज्ञानी वालथर फ्लेमिंग ने केन्द्रक में क्रोमोसोम की खोज की जिसे उन्होंने क्रोमेटिन कहा।



जर्मनी के वैज्ञानिक ऑस्कर हर्टविग ने ''न्यूक्लिन'' को वंशागति का कारण बताया (जो वास्तव में डी0एन0ए0 थे) परन्तु अन्य वैज्ञानिकों का मानना तथा कि क्रोमोसोम में प्रोटीन होता है और वही अनुवांशिकता के लिये जिम्मेदार है।



न्यूयार्क के रॉकफेलर इन्स्टीट्यूट में काम करने वाले **फोबस लीविन** ने सर्वप्रथम यह सिद्ध किया कि डी0एन0ए0 में फास्फेट–शुगर–बेस एक दूसरे से इसी क्रम में जुड़े होते हैं। इन तीनों के सम्मिलित इकाई को उन्होंने न्यूक्लिओटाइड कहा



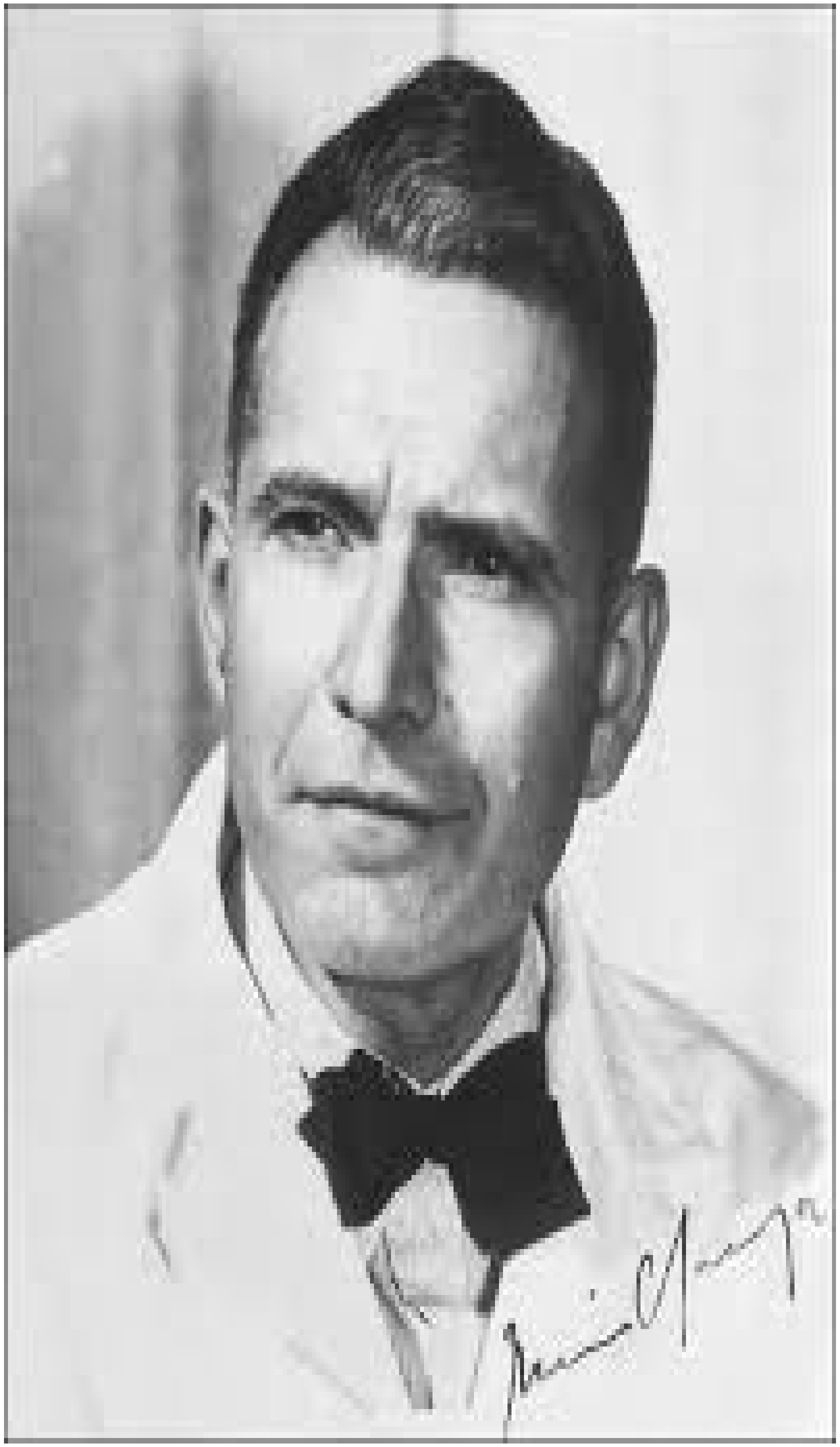
टोर्बजोर्न केसपरसन व इनार हेमर्स्टन ने यह खोज की कि डी0एन0ए0 एक पॉलीमर है तो लोगों को विश्वास नहीं हुआ।

प्रोटीन अनुवांशिकता के वाहक नहीं है, इस तथ्य पर पहली बार प्रकाश ऑस्टवॉल्ड एवरी ने डाला।

उसी समय 1928 में फ्रेड ग्रिफ्थ ने एक प्रयोग किया। वे न्यूमोकोकस जीवाणु की दो प्रजातियों पर काम कर रहे थे।

डी0एन0ए0 ही जीन के वाहक हैं।

1937 में डेलबुक नामक जर्मन वैज्ञानिक ने राकफेलर प्रतिष्ठान में अल्फ्रेड हर्रे व साल्वाडोर लूरिया नाम के अन्य दो वैज्ञानिकों के साथ बैक्टीरियोफाज पर काम करना आरम्भ किया।



चार्गाफ एक अत्यन्त महत्वपूर्ण तथ्य का पता लगाया। वह यह था कि अलग–अलग प्रजातियों में **A, C, G, T** की मात्रा अलग–अलग हो सकती है। परन्तु एक ही जाति के किसी भी ऊतक से निकाले गये डी0एन0ए0 में इन चारों बेसों का अनुपात एक जैसा था।

दूसरा महत्वपूर्ण तथ्य जिसने डी0एन0ए0 की संरचना के समीप पहूँचने में बहुत मदद की वह चार्गाफ ने यह दिया कि A और T एवंG औरC का अनुपात समान था और इसे चार्गाफ रेशियों के नाम से जाना गया।

1951 में **वाटसन** ने केम्ब्रिज विश्वविद्यालय के केवेन्डिश प्रयोगशाला में कार्य करना आरम्भ किया। इस समय यहाँ कुछ भौतिकविद, रसायनज्ञ मिलकर प्रोटीन की त्रिआयामी संरचना पर कार्य कर रहे थे। **फ्रांसिस क्रिक** भी उनमें से एक थे और उनकी उम्र उस समय लगभग पैंतीस वर्ष थी।

वैज्ञानिकों के इस समूह के लीडर **मैक्स पेरूज** थे। इनका जन्म आस्ट्रिया में हुआ था पर 1936 में ये अमेरिका आ गये थे। ये पिछले दस वर्षों से हिमोग्लोविन के ग.किरण विवर्तन सम्बन्धित आंकड़े एकत्र कर रहे थे।

इनकी सहायता केवेन्डिश के डायरेक्टर सर लारेन्स ब्रेग कर रहे थे। इनको नोबेल पुरस्कार मिल चुका था और इन्हें ग–रे क्रिस्टलोग्राफी का जन्मदाता कहा जा सकता है।

इरविन श्रोडिंजर ने एक पुस्तक 1946 में लिखी जिसका नाम ''व्हाट इज लाइफ'' था।

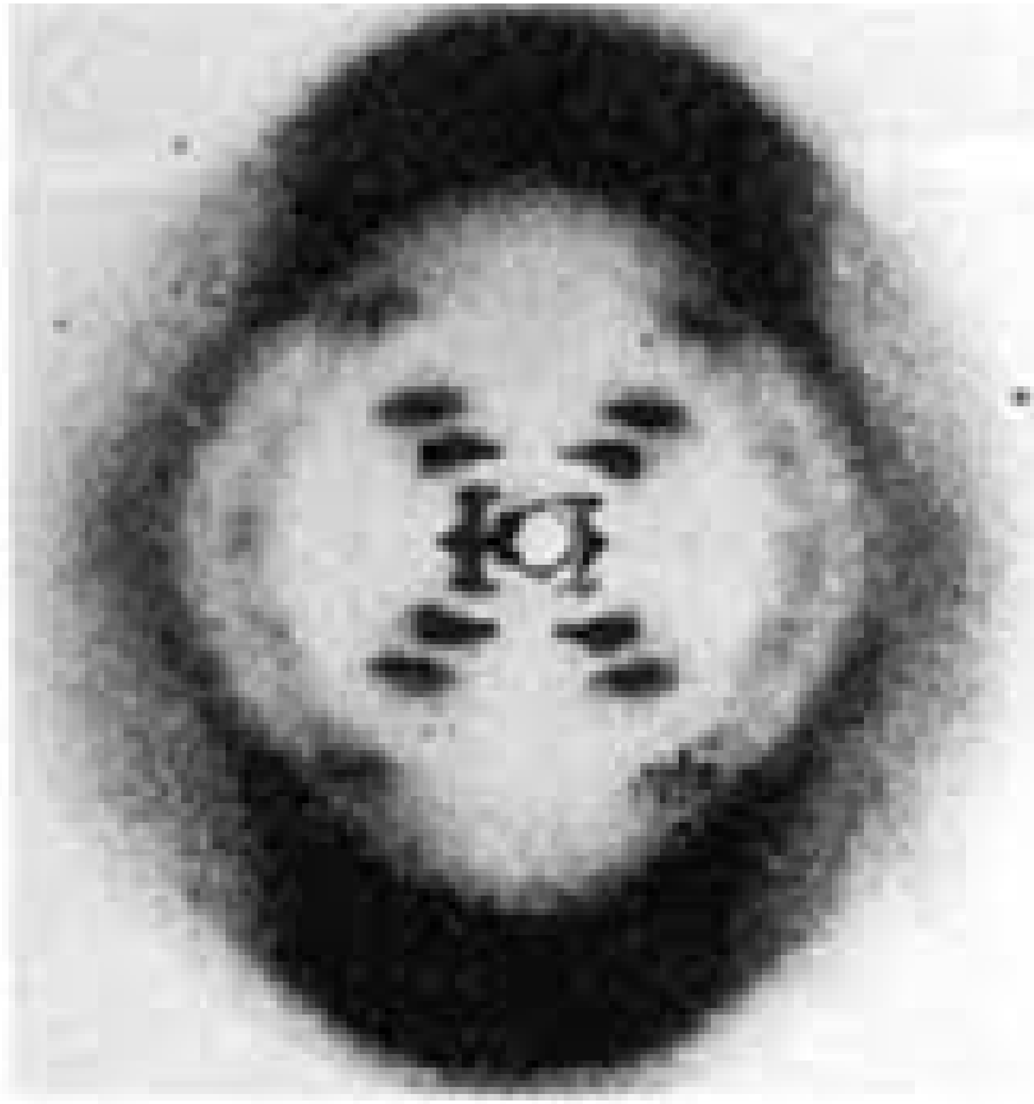
लगभग इसी समय रॉकफेलर संस्थान में कार्यरत **ओ0टी0 एवरी** ने प्रयोगों द्वारा यह सिद्ध कर दिया कि एक जीवाणु से दूसरे जीवाणु में अनुवांशिक गुण डी0एन0ए0 द्वारा स्थानान्तरित होते हैं। एवरी के प्रयोग से एक बात और सिद्ध हो गयी कि जीन्स प्रोटीन के अणु नहीं होते बल्कि ये डी0एन0ए0 से बने होते हैं।

डी0एन0ए0 सम्बन्धित अनुसन्धान कार्य इंग्लैंड में लंदन के किंग्स कॉलेज में युवा और अविवाहित वैज्ञानिक मॉरिस विलिकन्स कर रहे थे। मॉरिस भी भौतिकविद थे और डी0एन0ए0 की संरचना समझने के लिये ग—रे विर्वतन का ही सहारा ले रहे थे।

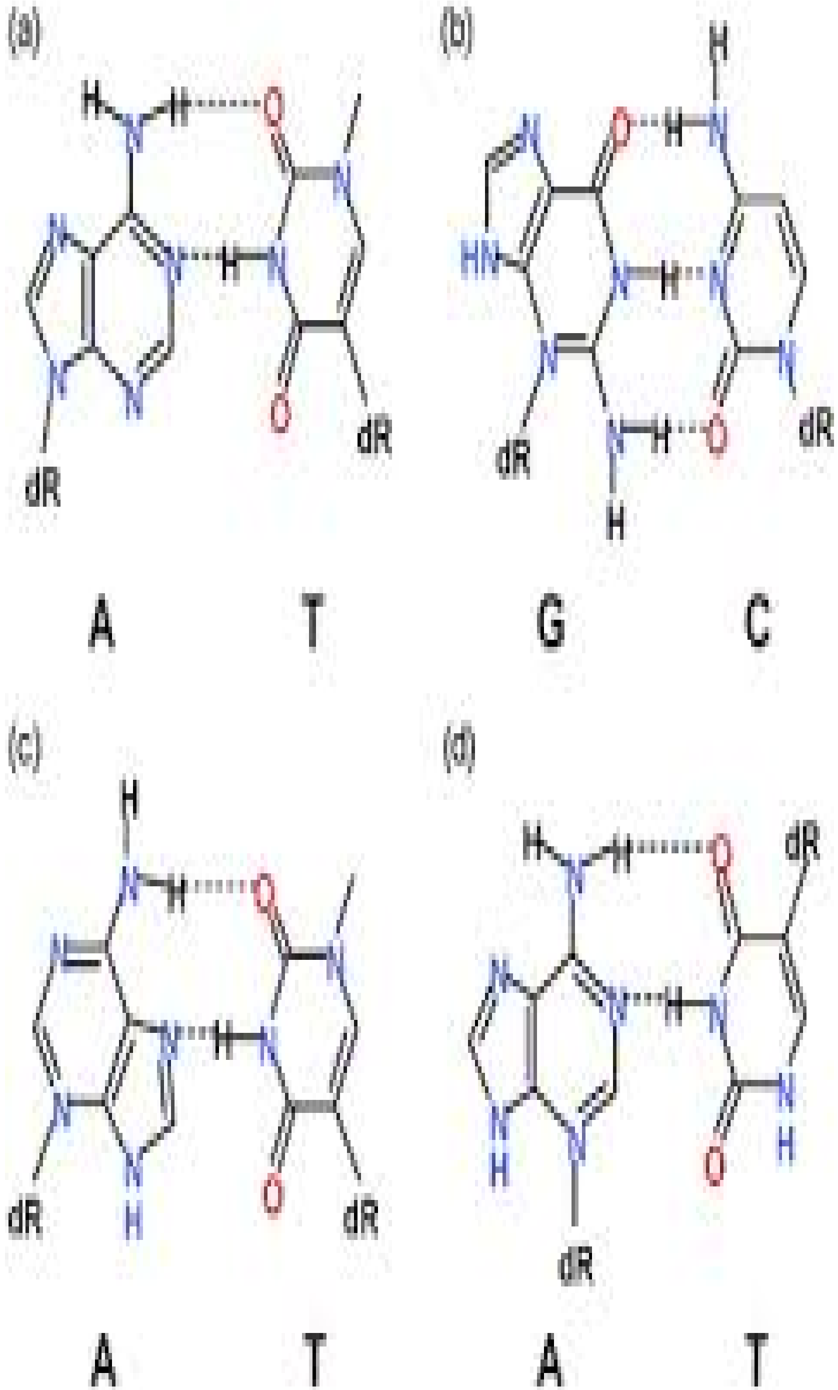
मॉरिस विलिकिन्स के शोध में सहायता करने के लिये **रोज़ालिन्ड फ्रेंकलिन** नामक की एक प्रशिक्षित महिला का नियुक्त किया गया था।

लीनियस पॉलिंग ने प्रोटीन की कुण्डली संरचना का पता लगा लिया था और उनका जादू वैज्ञानिकों के सिर चढ़कर बोल रहा था।

वॉटसन की बहन एलिजाबेथ



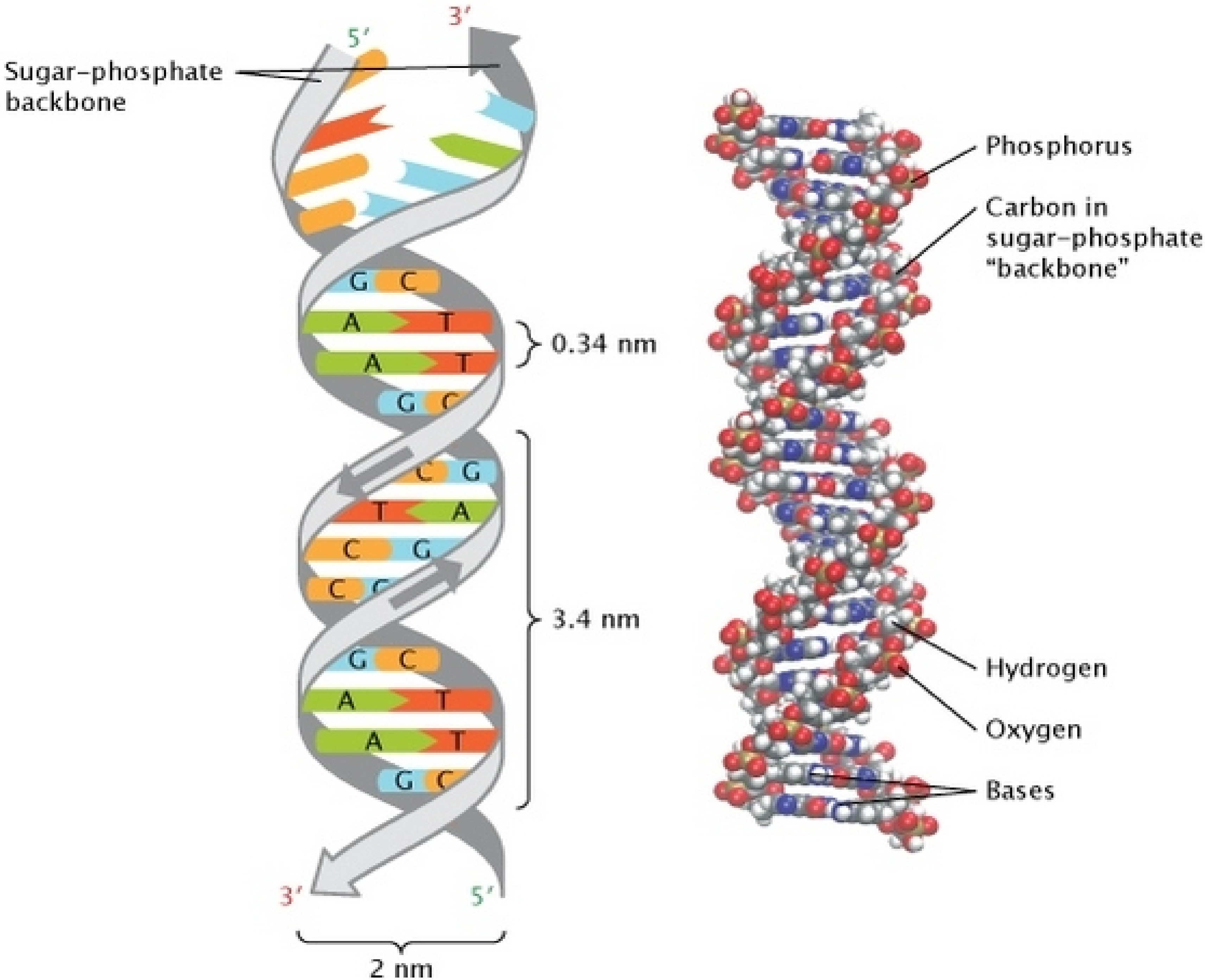
मॉरिस और उसकी सहयोगी रोजी (रोजालिन्ड फ्रैंकलिन) के मध्य सम्बन्ध अच्छे नहीं थे। डी0एन0ए0 के ग—रे चित्र चूँकि रोजी खींचती थी। अतः वह उनकी व्याख्या कर संरचना समझना अपना अधिकार समझती थी।



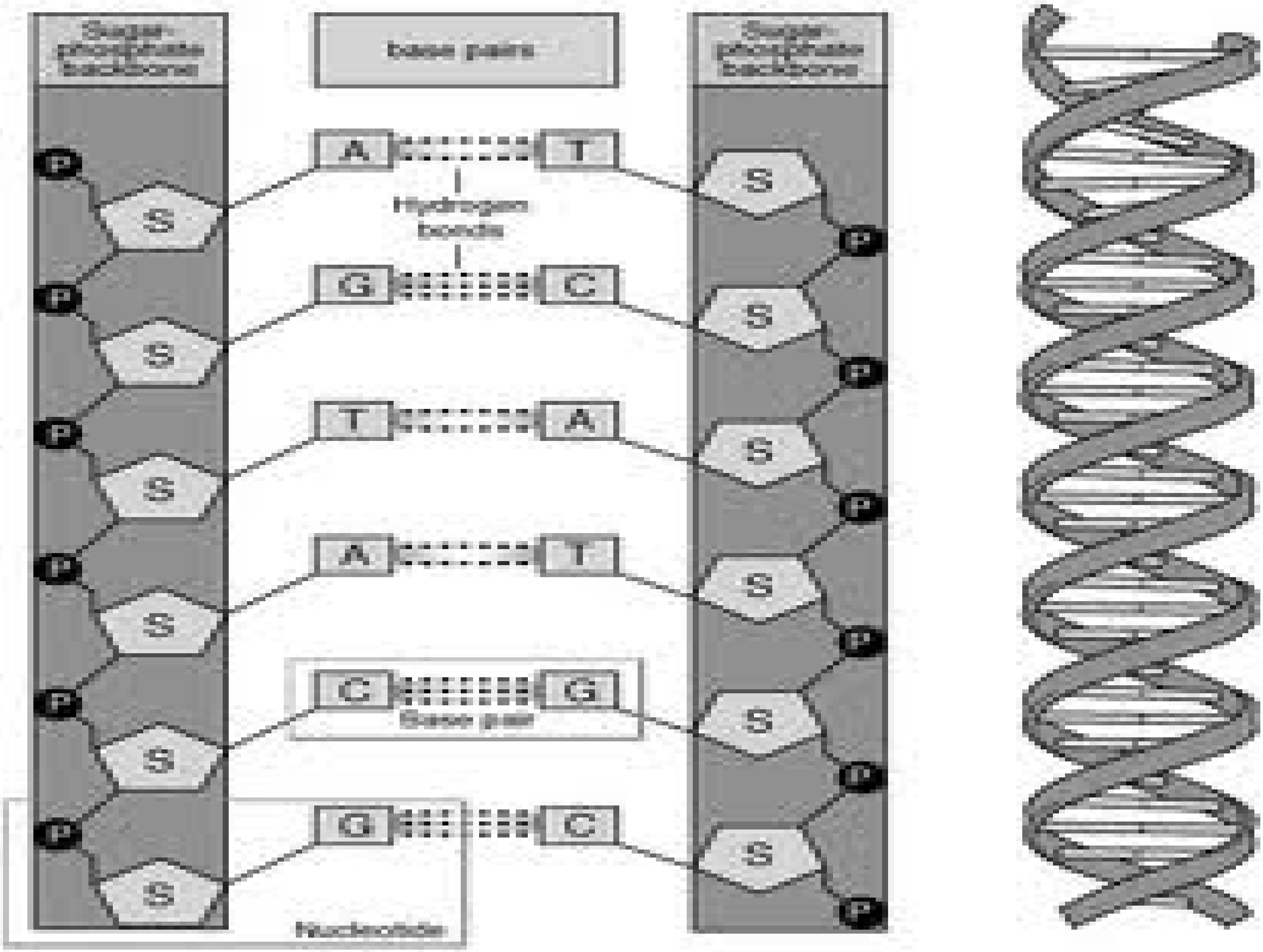
डी0एन0ए0 में चार तरह के न्यूक्लिोटाइड पाये जाते हैं जिनमें नाइट्रोजन वेस या तो प्यूरीन (एडिनिन व ग्वानोसीन)या पिरीमिडीन (साइटोसीन व थाईमीन) होते हैं तथा शर्करा व फास्फेट सभी में होते हैं। यह जानकारी वैज्ञानिकां को हो चुकी थी।

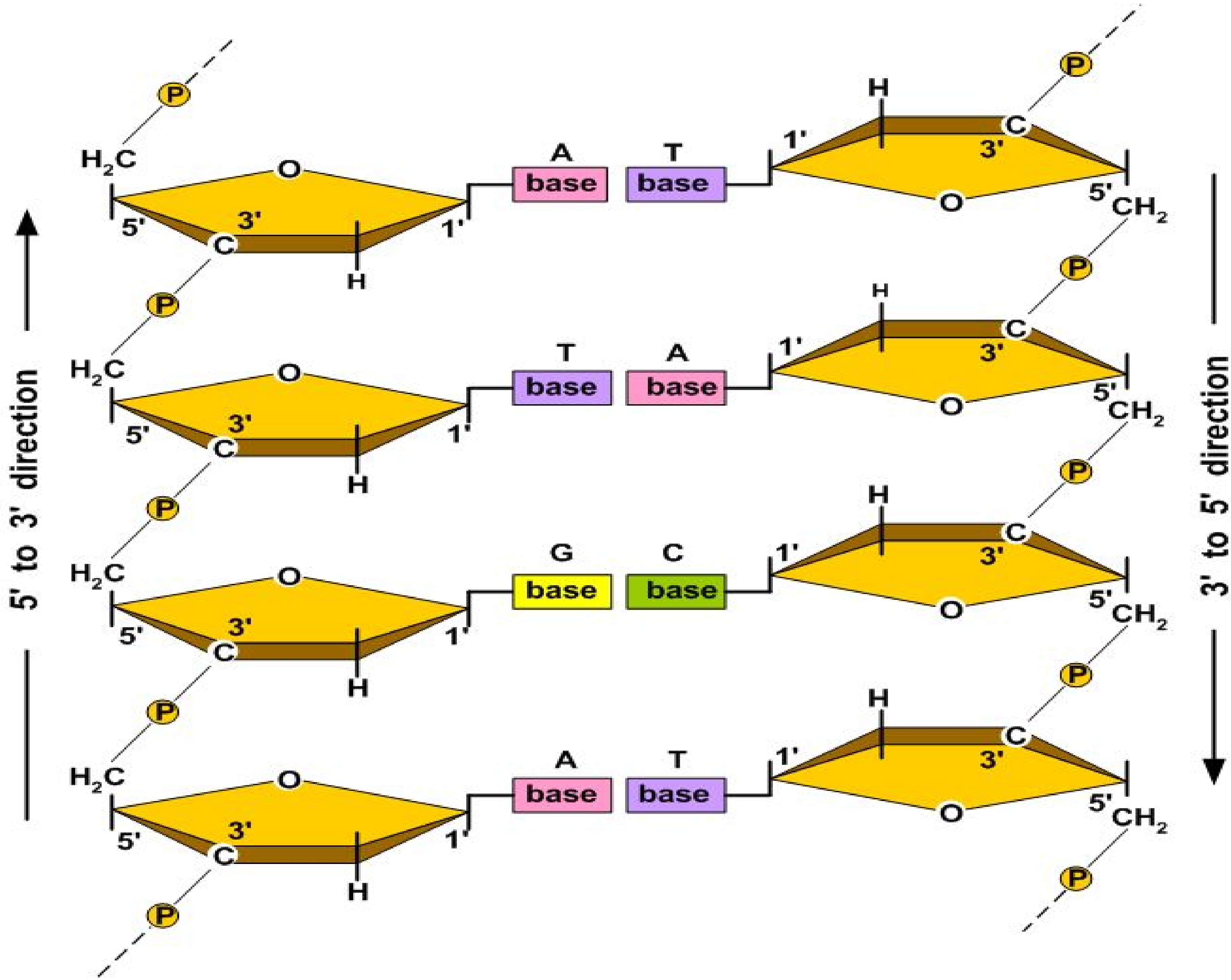
वाटसन कागज के कटआउट बना बना कर डी0एन0ए0 मॉडल बनाने में और तेजी से लग गये। उन्हें यह समझ में आ गया था कि न्यूक्लिोटाइड आपस में हलके बंध बनाकर जोड़े बना सकते हैं और हल्के बंध हाइड्रोजन के हो सकते हैं पर प्रश्न यह था कि कौन सा बेस किसके साथ जुड़ा होता है।

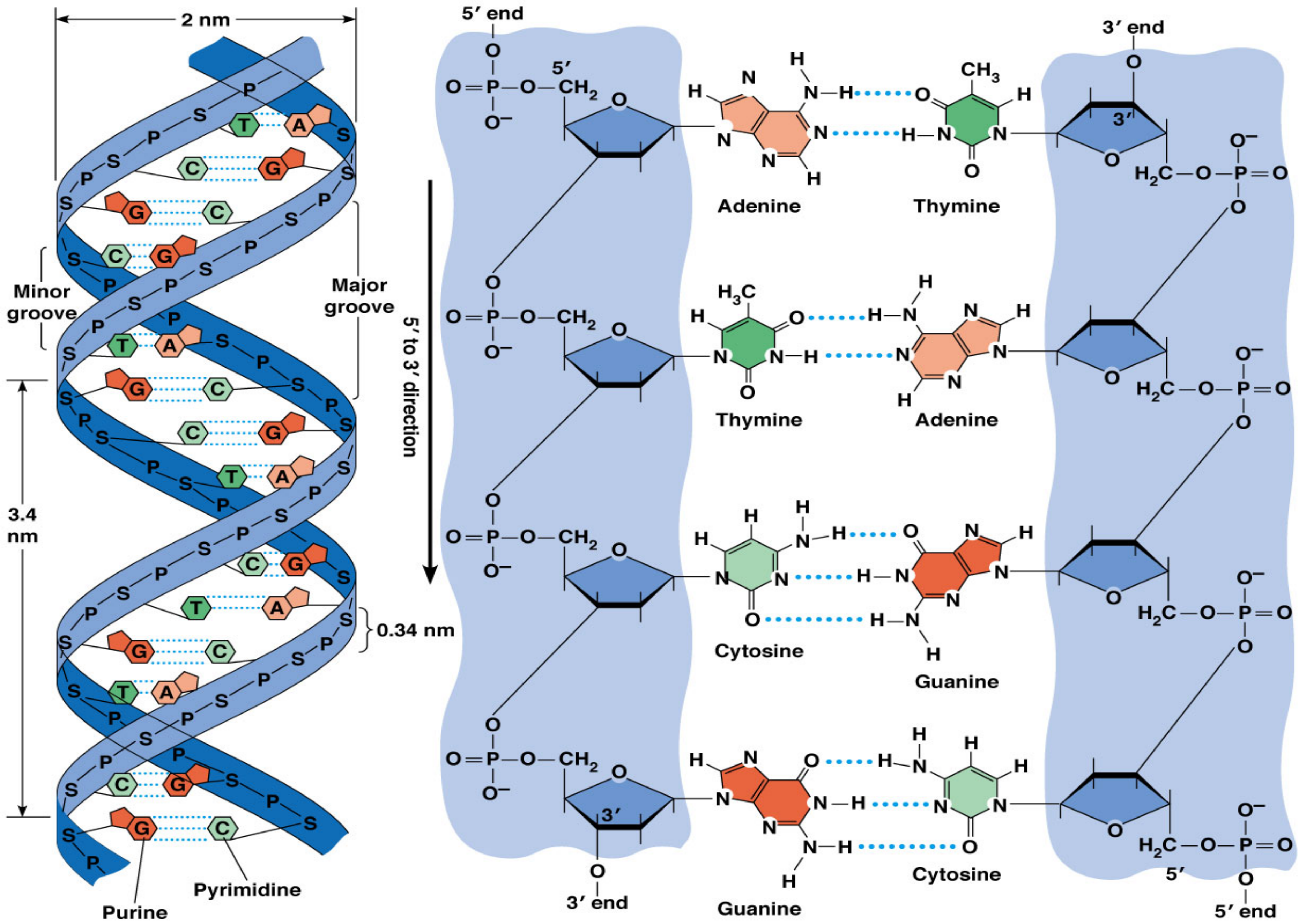
7 मार्च 1953 को वाटसन क्रिक ने मिलकर 6 फुट का डी0एन0ए0 का त्रिआयामी मॉडल बनाया। यह एक मुड़ी हुयी सीढ़ी की भाँति था जिसमें शुगर व फास्फेट की रेलिंग थी और पैड़ियाँ बेस के जोड़ों से बनी थी।



5′
3′
Sugar–phosphate backbone
G C
A T
A T
G C
0.34 nm
C G
T A
C G
C
G C
A T
A T
G C
3.4 nm
3′
5′
2 nm
Phosphorus
Carbon in sugar–phosphate "backbone"
Hydrogen
Oxygen
Bases


Sugar-phosphate backbone
base pairs
Sugar-phosphate backbone
A
T
Hydrogen bonds
G
C
T
A
A
T
C
G
Base pair
G
C
Nucleotide

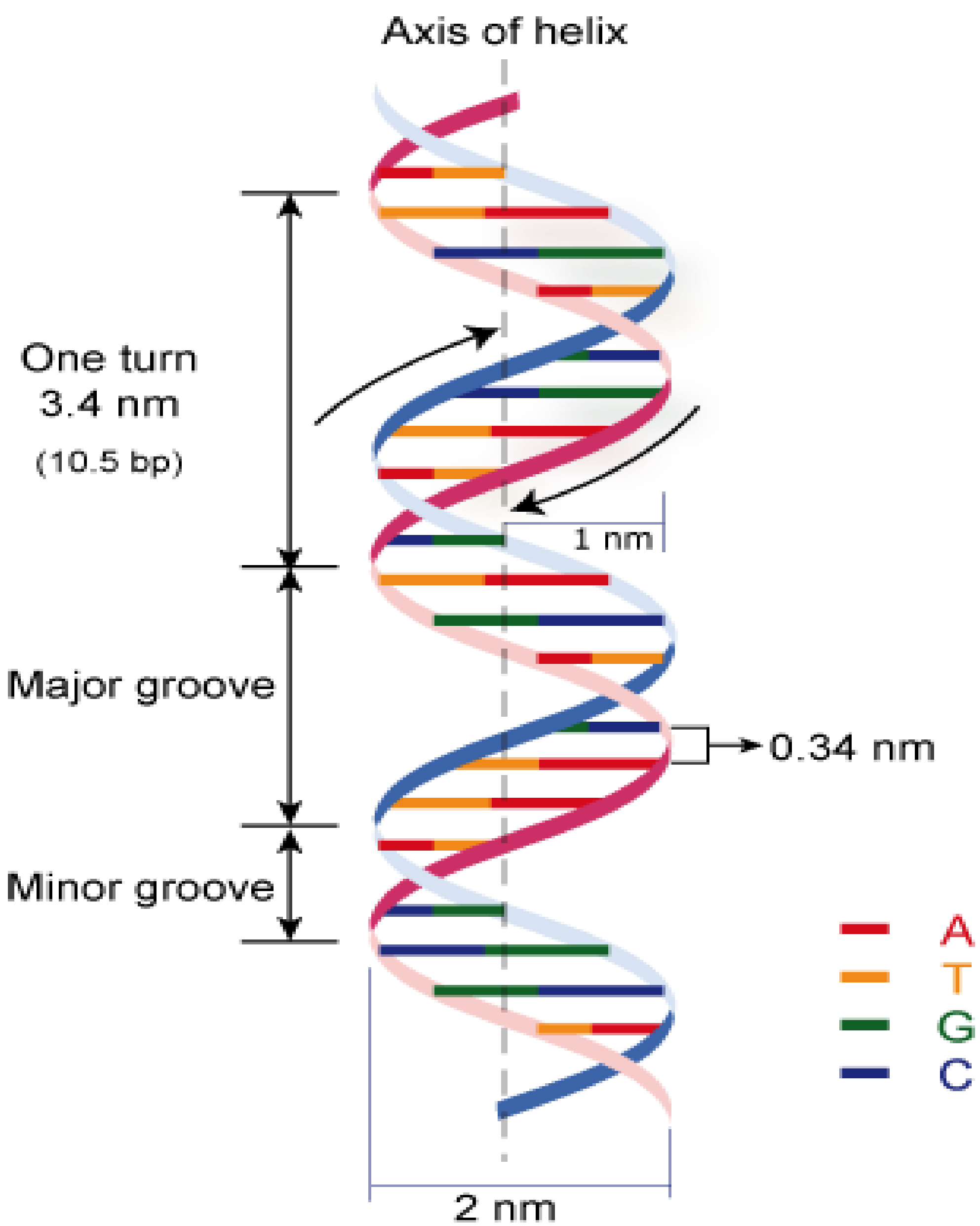

5' to 3' direction
3' to 5' direction
A
T
base
base
T
A
G
C
H₂C
CH₂
O
C
H
P
1'
3'
5'

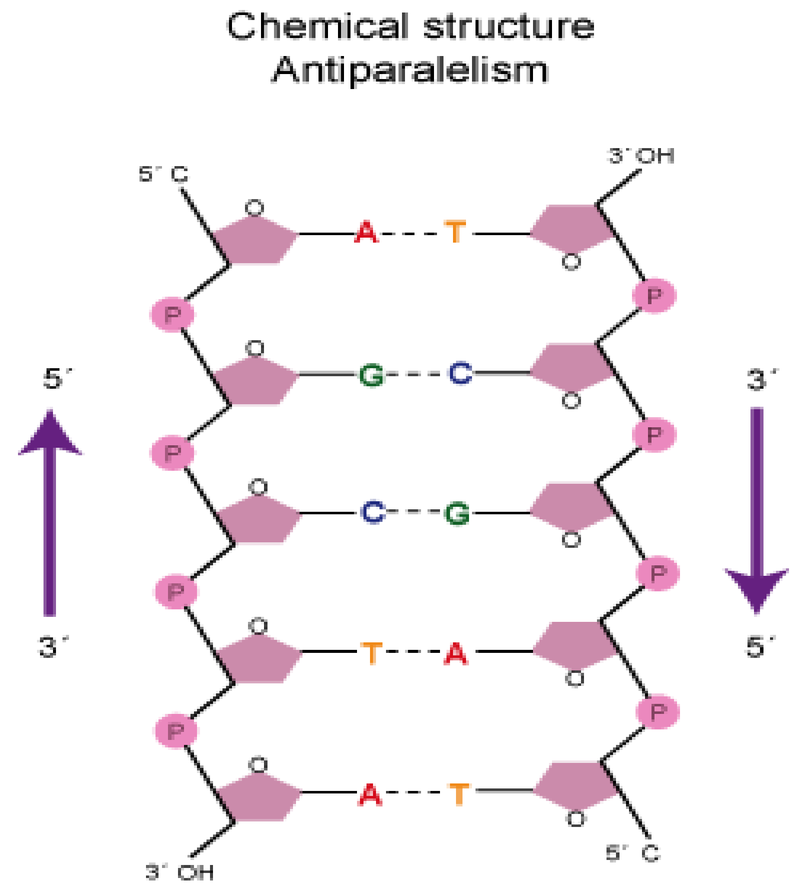


(a) Double helix **(b)** Antiparallel orientation of strands

© 2012 Pearson Education, Inc.

Schematic diagram DNA





© Tomáš Urban 2013

धन्यवाद

This document was created with Win2PDF available at http://www.win2pdf.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.