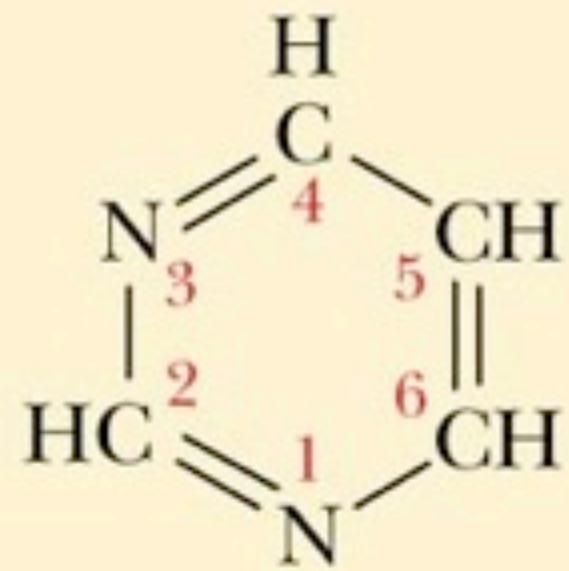


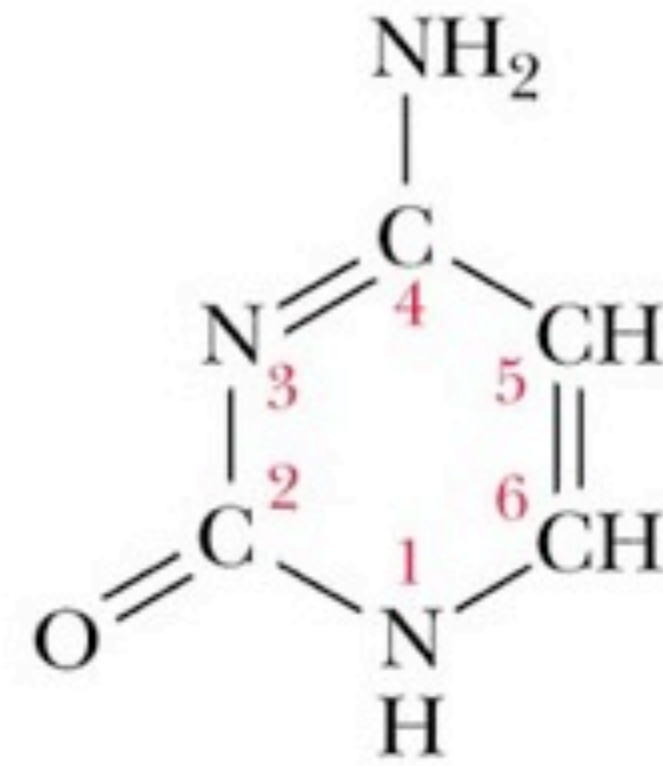
# DNA - niezwykła cząsteczka



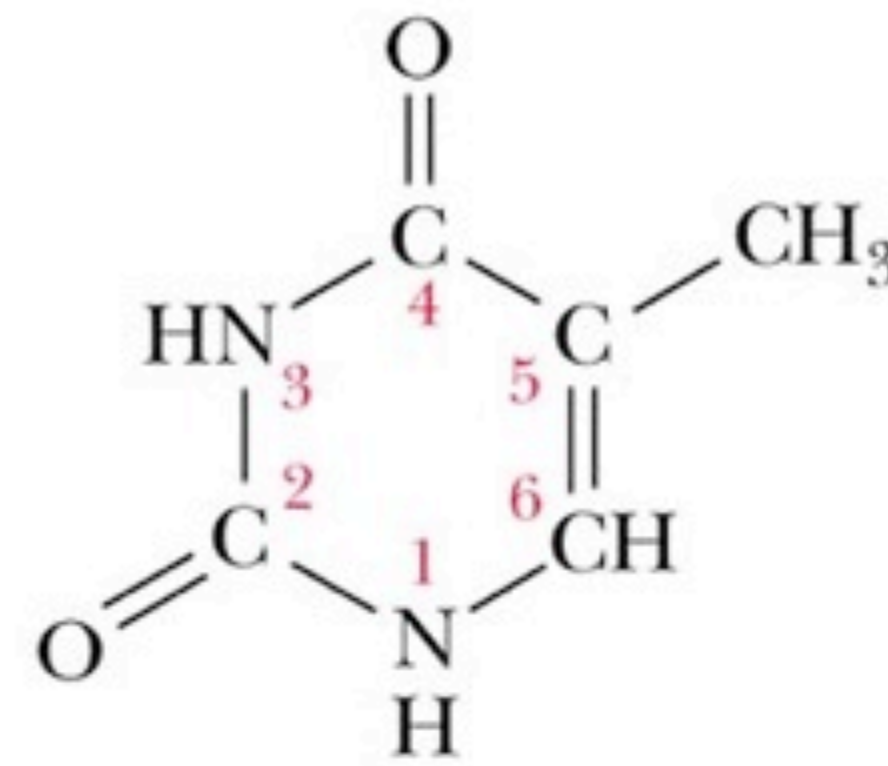
# Składniki DNA



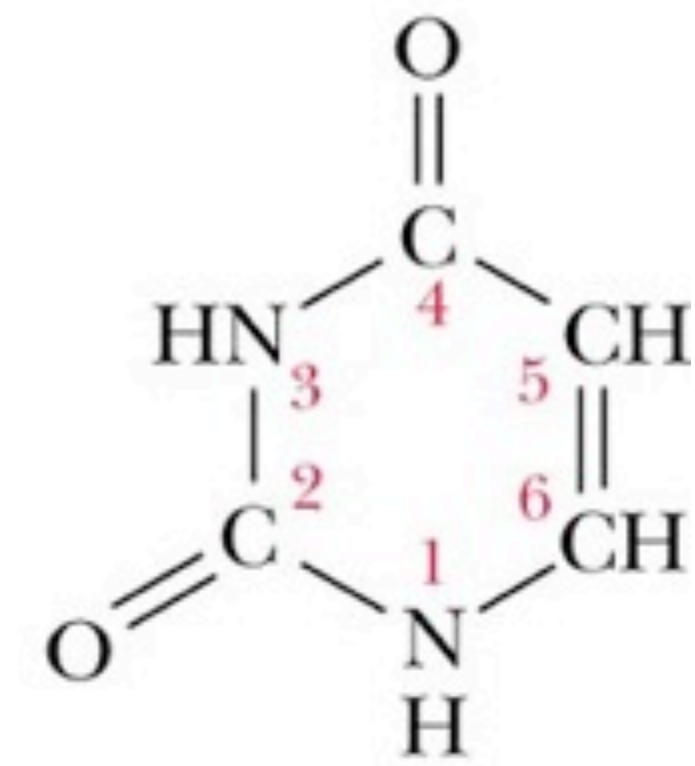
**Pyrimidine**



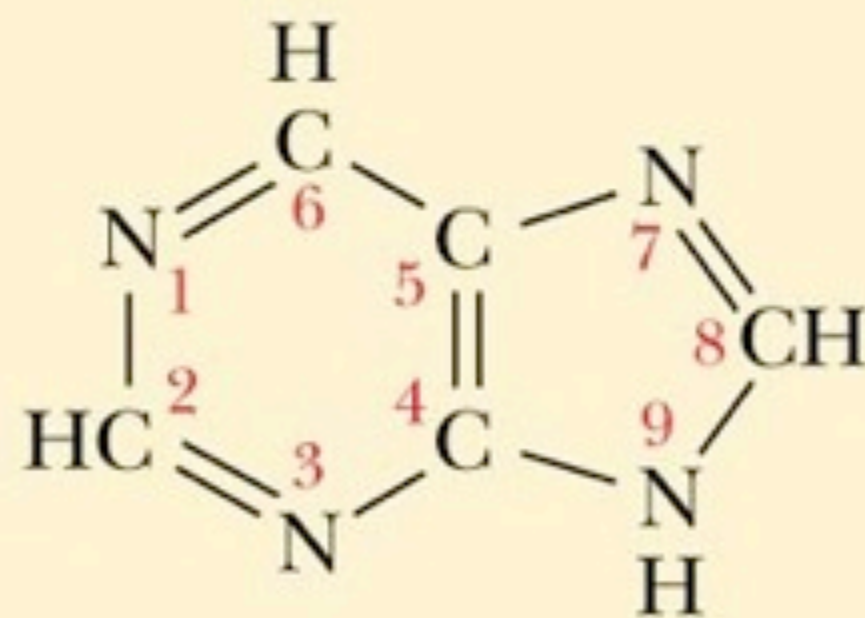
**Cytosine**  
(in DNA + RNA)



**Thymine**  
(in DNA +  
some RNA)

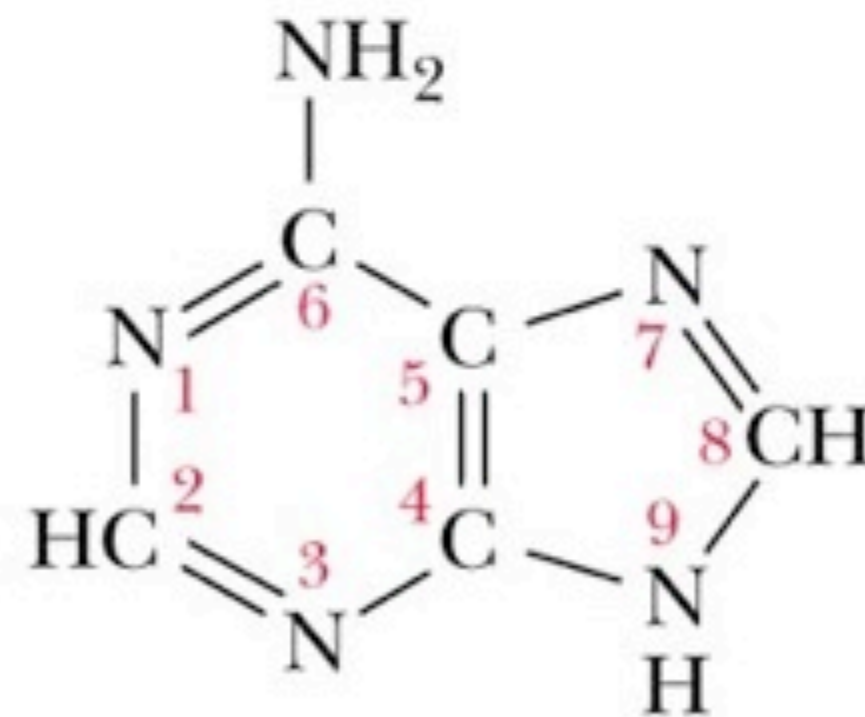


**Uracil**  
(in RNA)

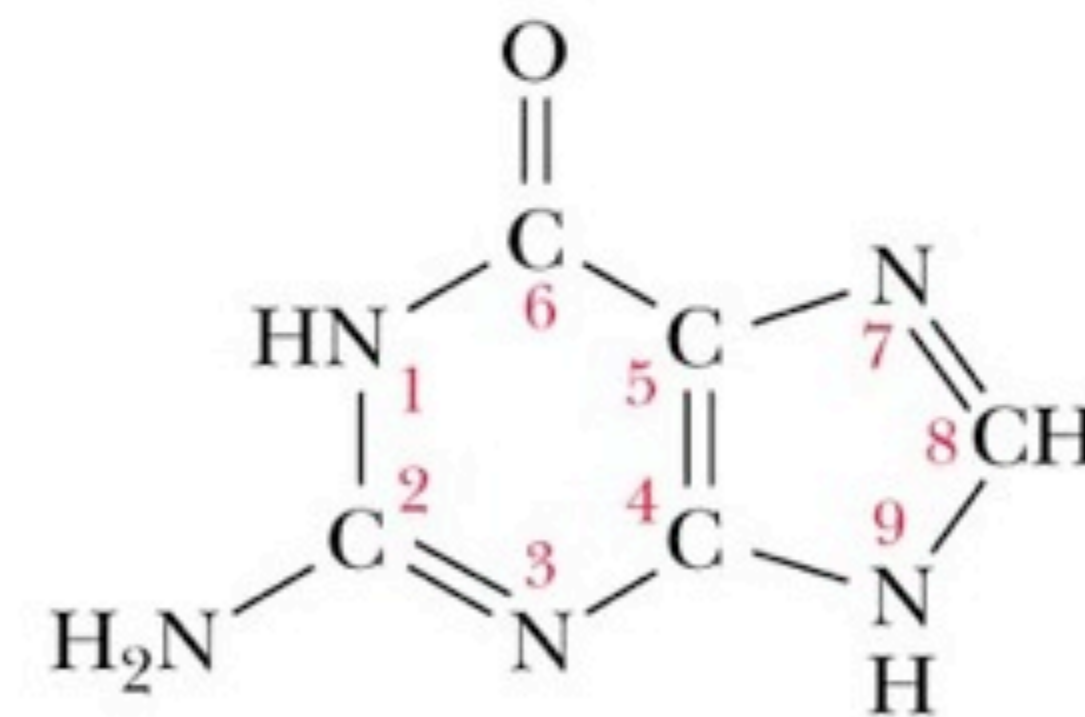


**Purine**

© 2003 Thomson - Wadsworth

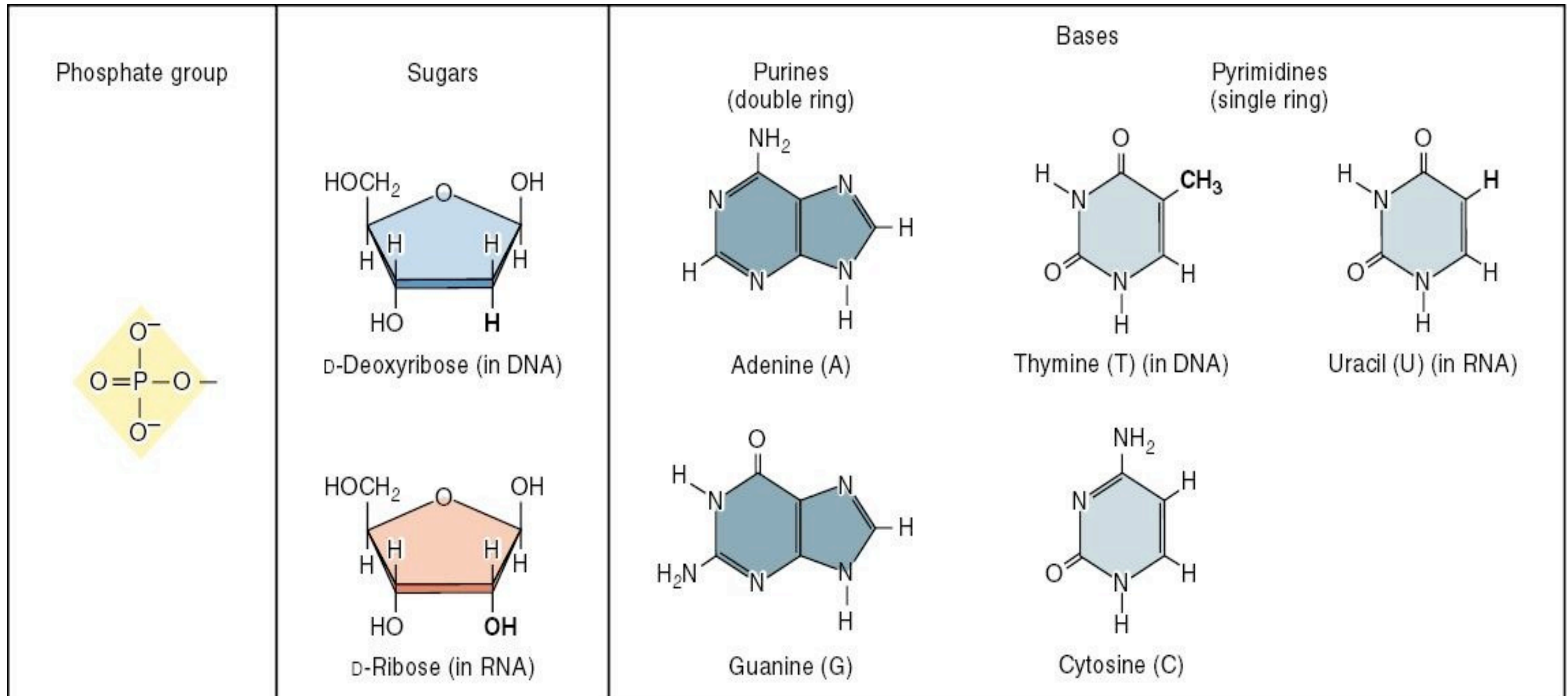


**Adenine**  
(in DNA + RNA)

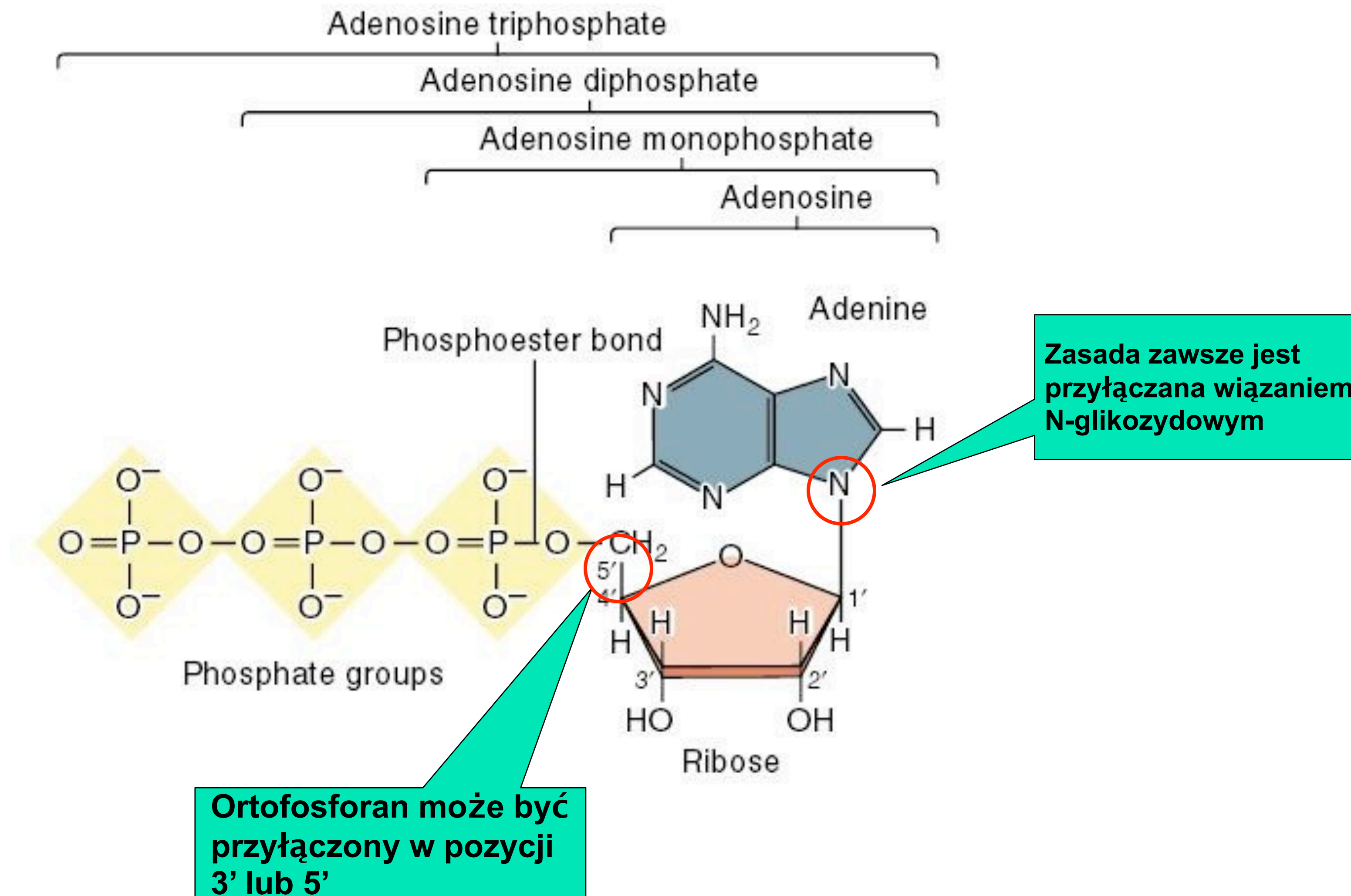


**Guanine**  
(in DNA + RNA)

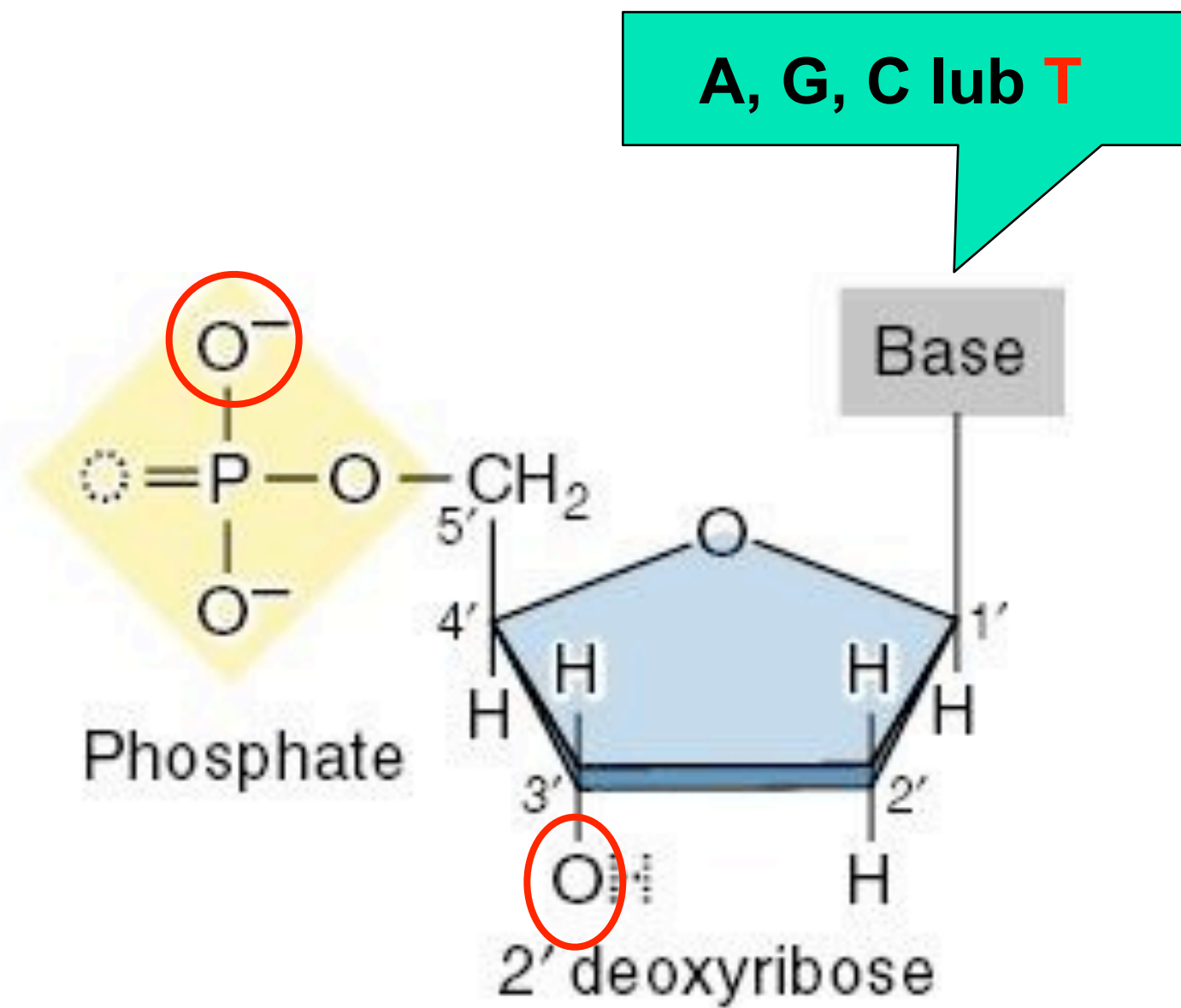
# Składniki DNA



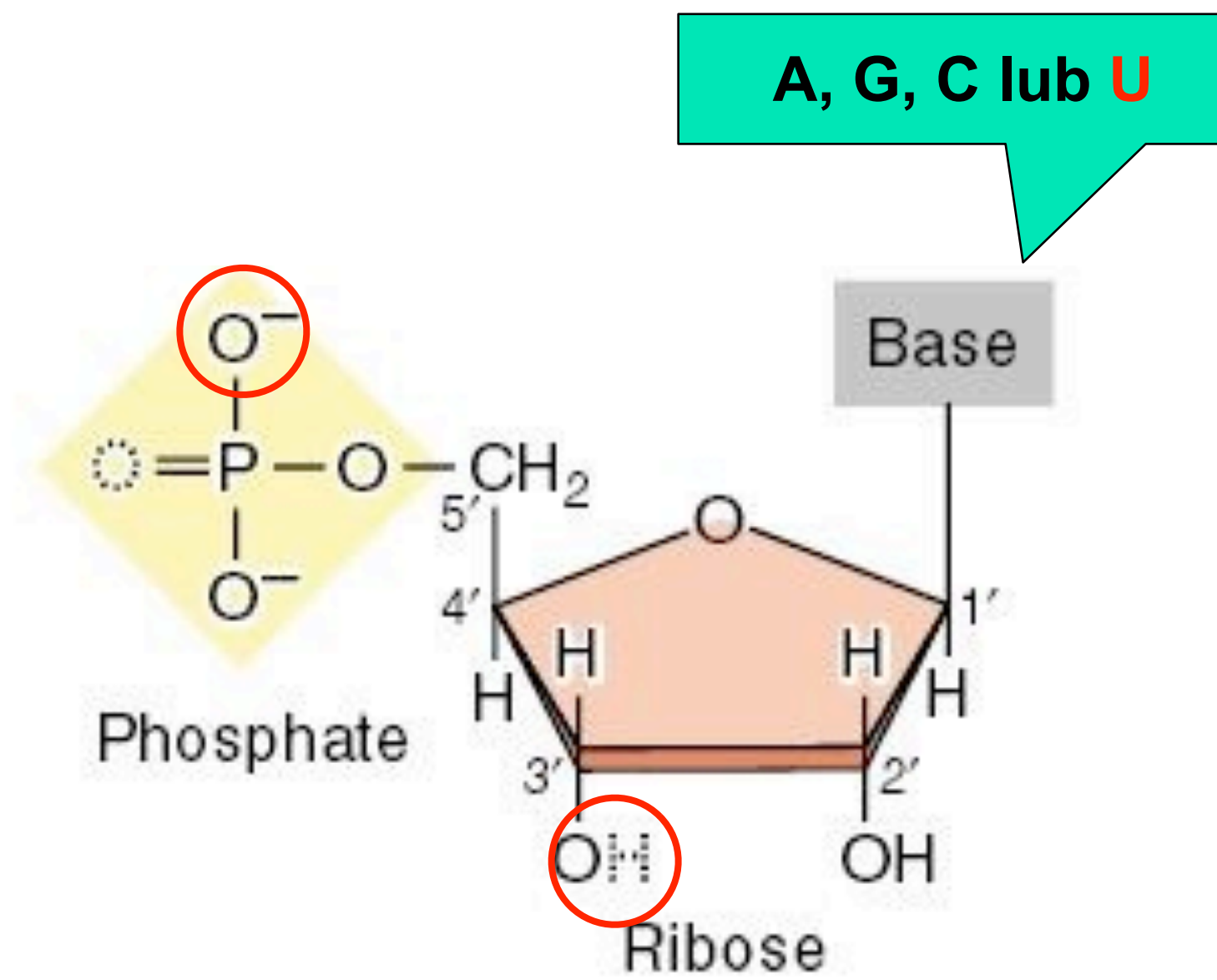
# Nazewnictwo nukleotydów w DNA i RNA



# Struktura nukleotydów tworzących DNA i RNA

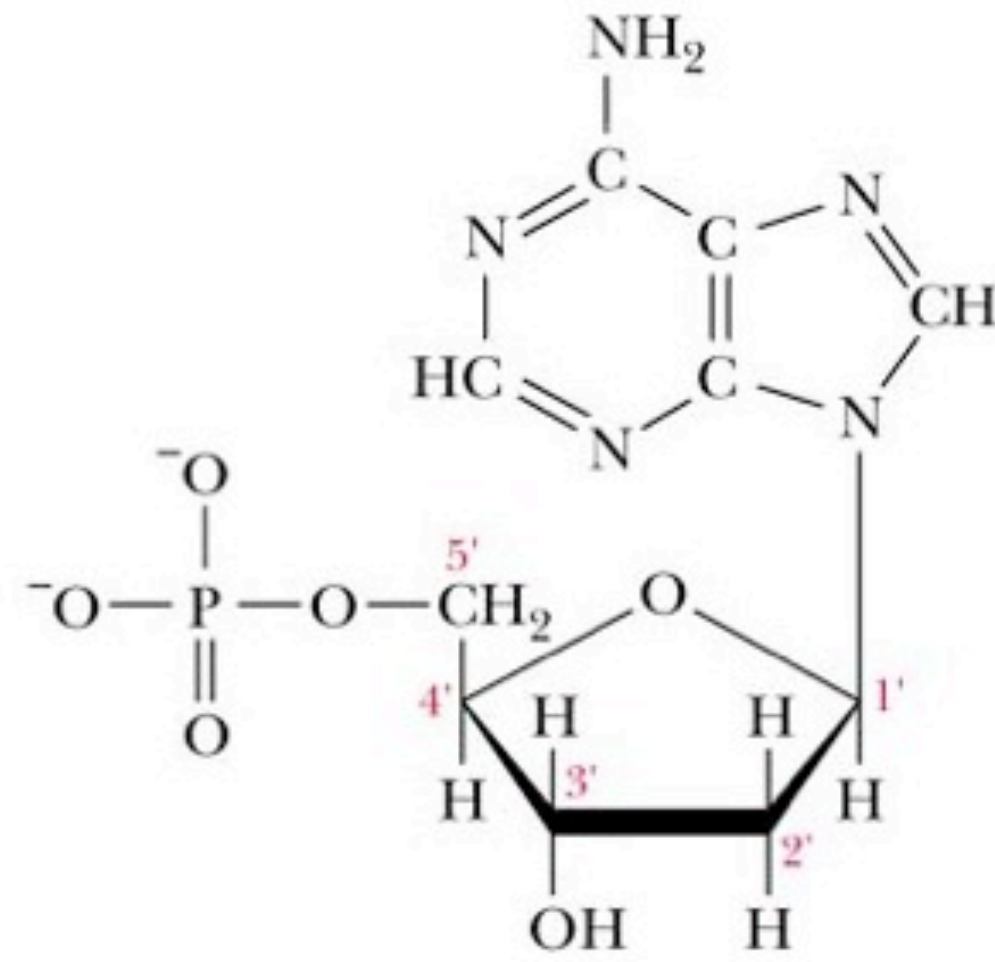


(a) Repeating unit of deoxyribonucleic acid (DNA)

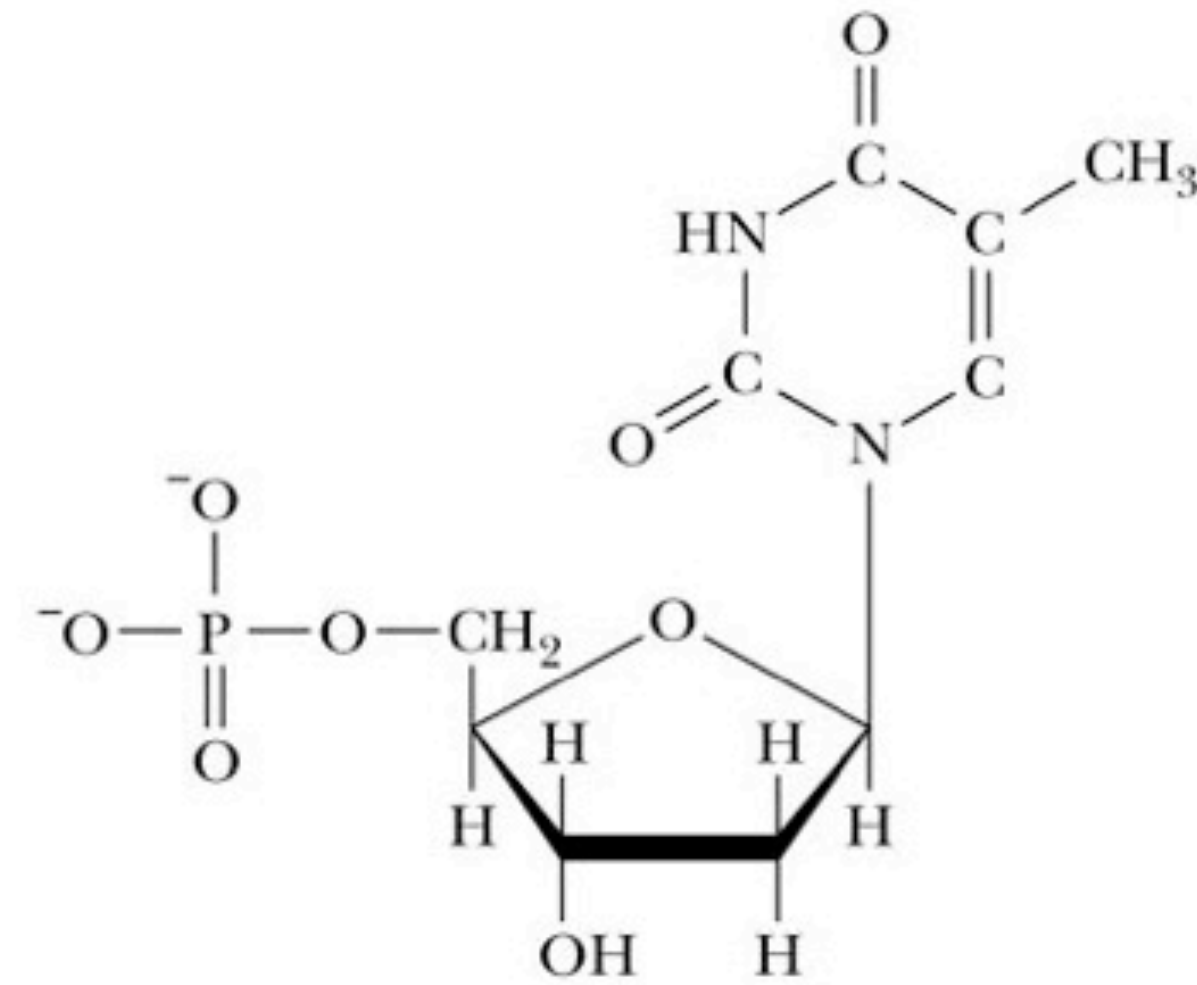


(b) Repeating unit of ribonucleic acid (RNA)

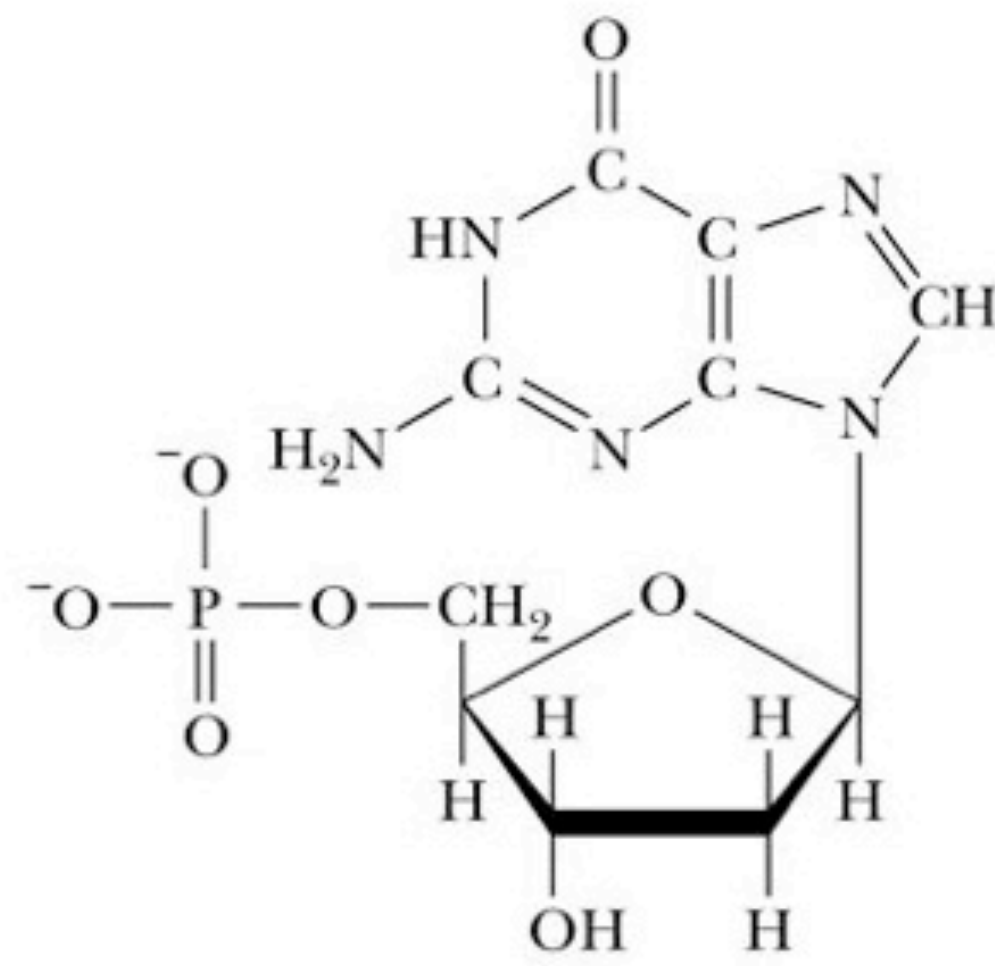
(b)



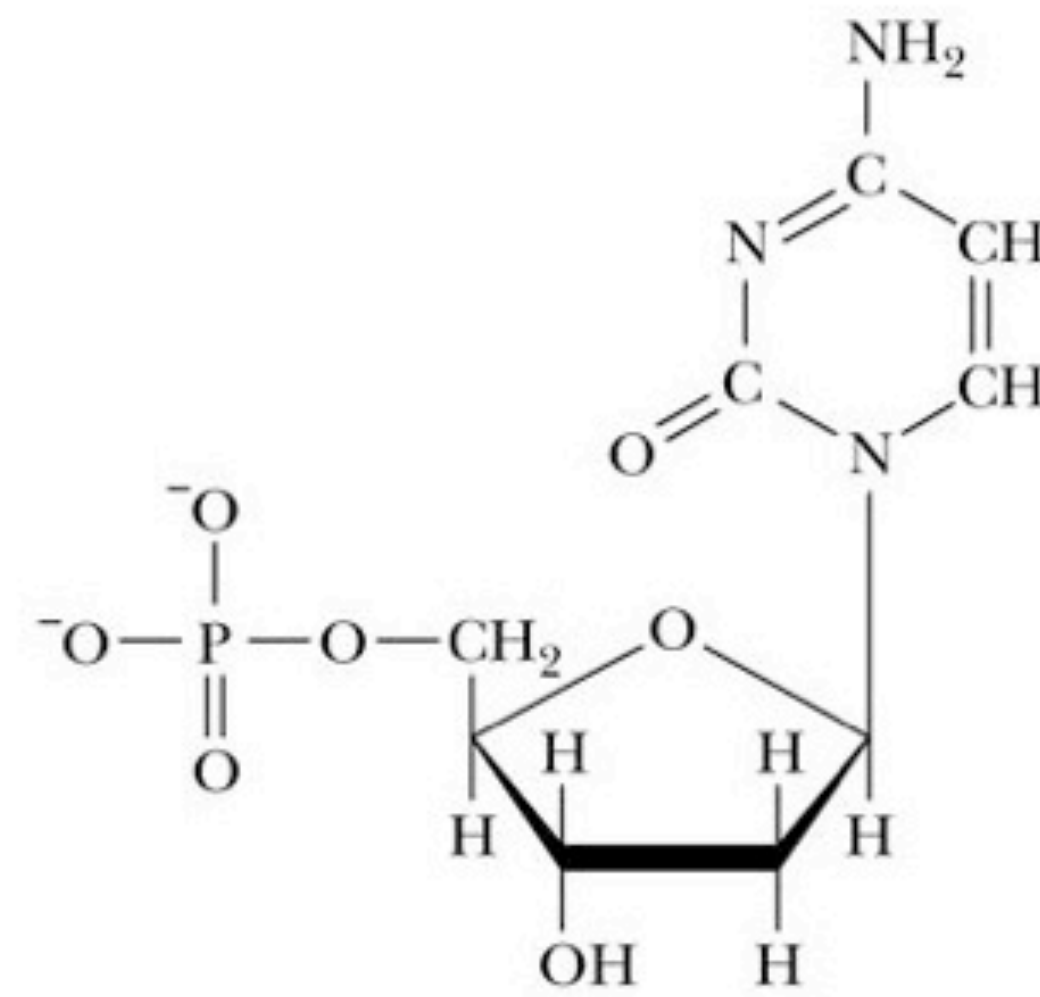
Deoxyadenosine 5'-monophosphate



Deoxythymidine 5'-monophosphate



Deoxyguanosine 5'-monophosphate

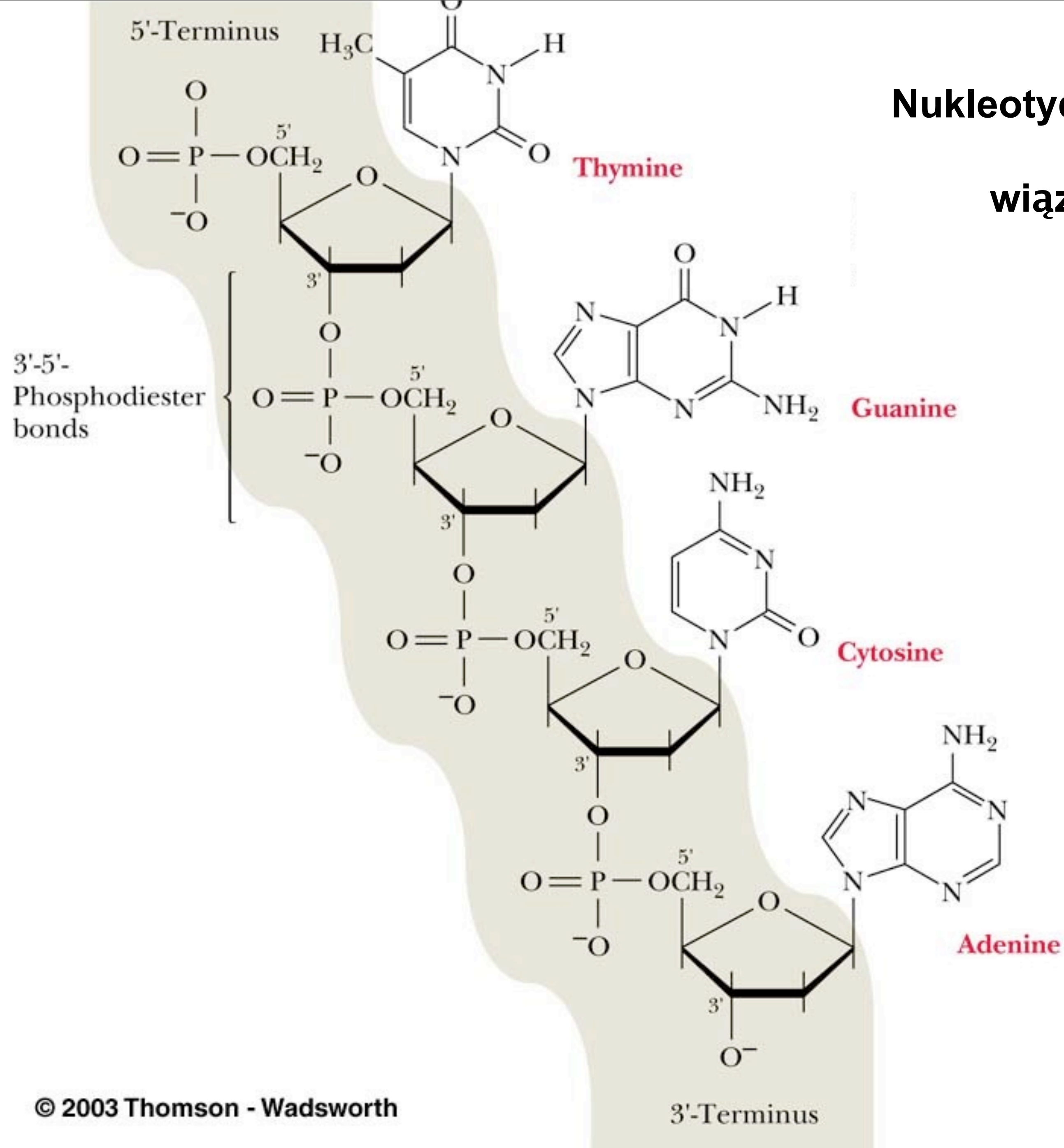


Deoxycytidine 5'-monophosphate

# Nazewnictwo nukleotydów w DNA i RNA

Typ cząsteczki	DNA	RNA
Zasada azotowa	Adenina Guanina Cytosyna Tymina	Adenina Guanina Cytosyna Uracyl
Nukleozyd = Zasada + Cukier  (cukier deoksyryboza w przypadku DNA, ryboza w przypadku RNA)	Deoksyadenozyna Deoksyguanozyna Deoksycytydina Tymidyna	Adenozyna Guanozyna Cytydina Urydina
Nukleotyd = Zasada + Cukier + Ortofosforan  (Grupa mono- di- lub trifosforanowa może być przyłączona w pozycji 5' lub 3' reszty cukrowej)	3'-monofosforan deoksyadenozyny 5'-difosforan deoksyguanozyny 3',5'-bisfosforan deoksycytydyny 3'-trifosforan tymidyny	3'-monofosforan adenozyny 5'-difosforan guanozyny 3',5'-bisfosforan cytydyny 3'-trifosforan urydyny

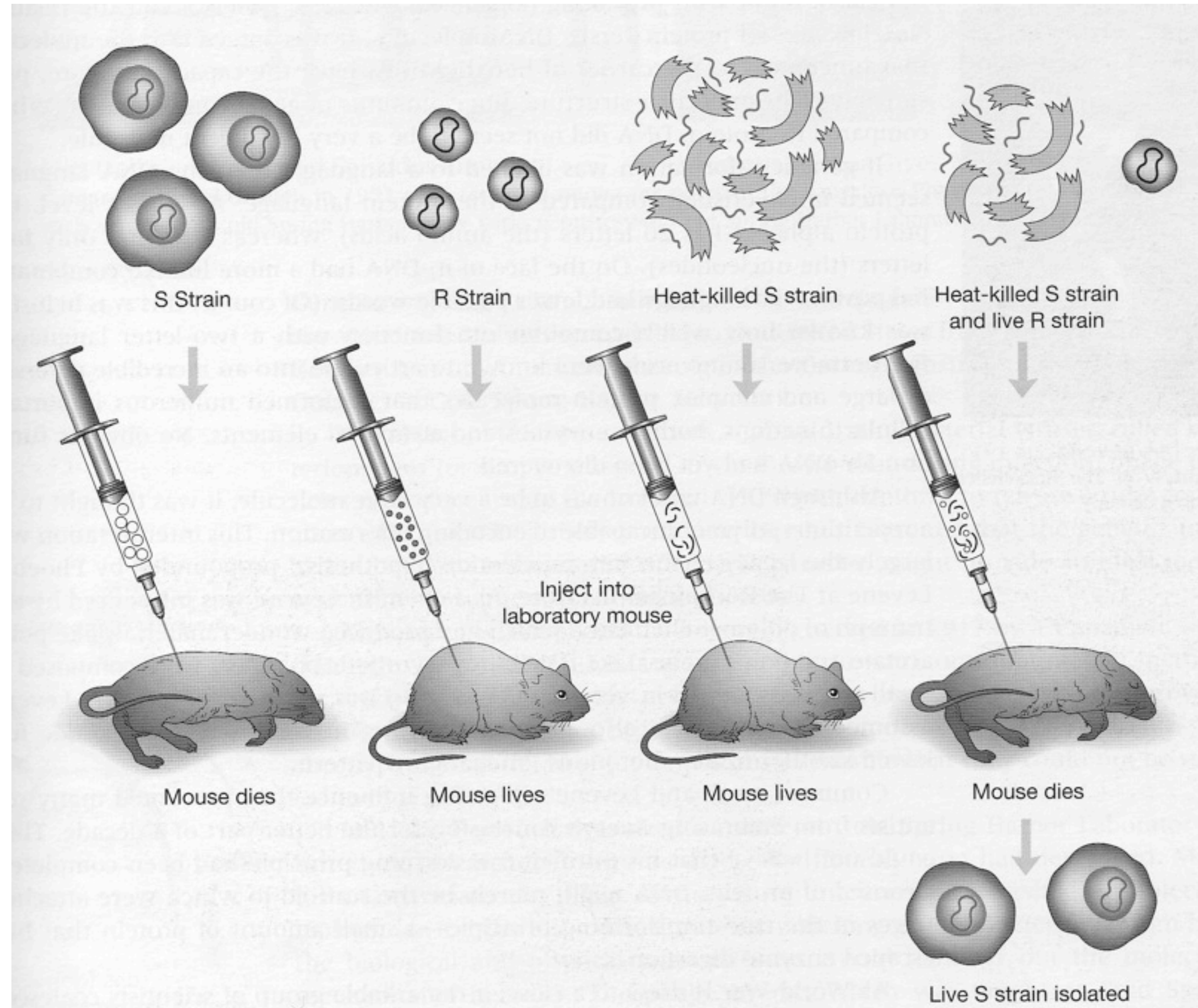
**Nukleotydy łączą się ze sobą w polimer  
- POLINUKLEOTYD -  
wiązaniami fosfodiesterowymi**





**W 1928 roku Fred Griffith pokazał, że nawet zainaktywowane bakterie zawierają czynnik, który w odpowiednich warunkach (obecność biorcy) może dojść do głosu - tu wywołać zapalenie płuc u myszy.**

**Griffith ten proces nazwał TRANSFORMACJĄ**

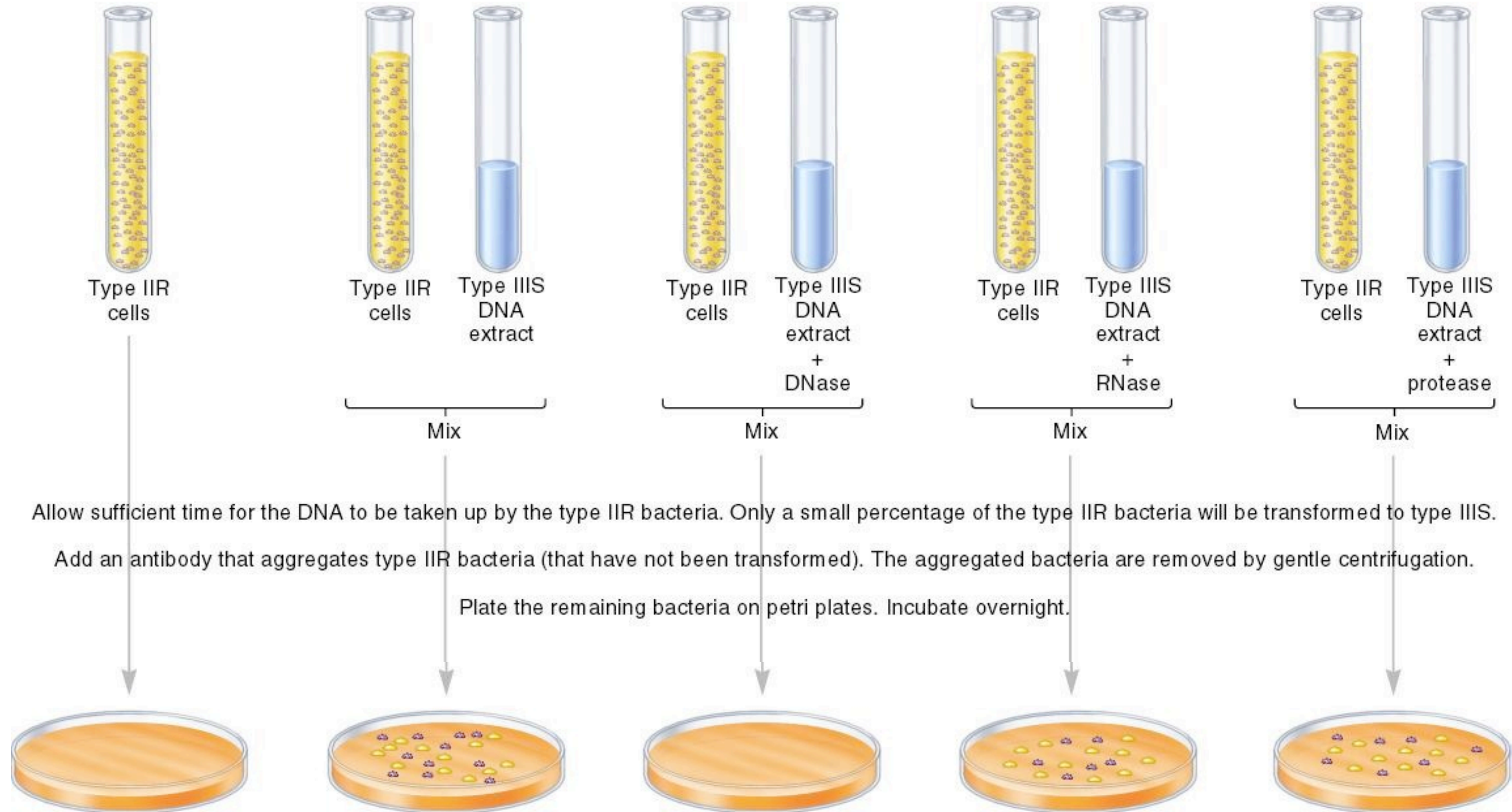


# WNIOSKI Z DOŚWIADCZENIA GRIFFITHA:

1. Griffith doszedł do wniosku, że jakiś czynnik obecny w martwych wirulentnych bakteriach typu S miał zdolność transformowania niewirulentnego szczepu typu R w typ S. Była to pierwsza opisana transformacja.
2. Griffith nazwał substancję odpowiedzialną za ten proces **czynnikiem transformującym**, ale nie wiedział co to może być.
3. Tę zagadkę wkrótce rozwiązał **Oswald Avery** ze swoim zespołem.

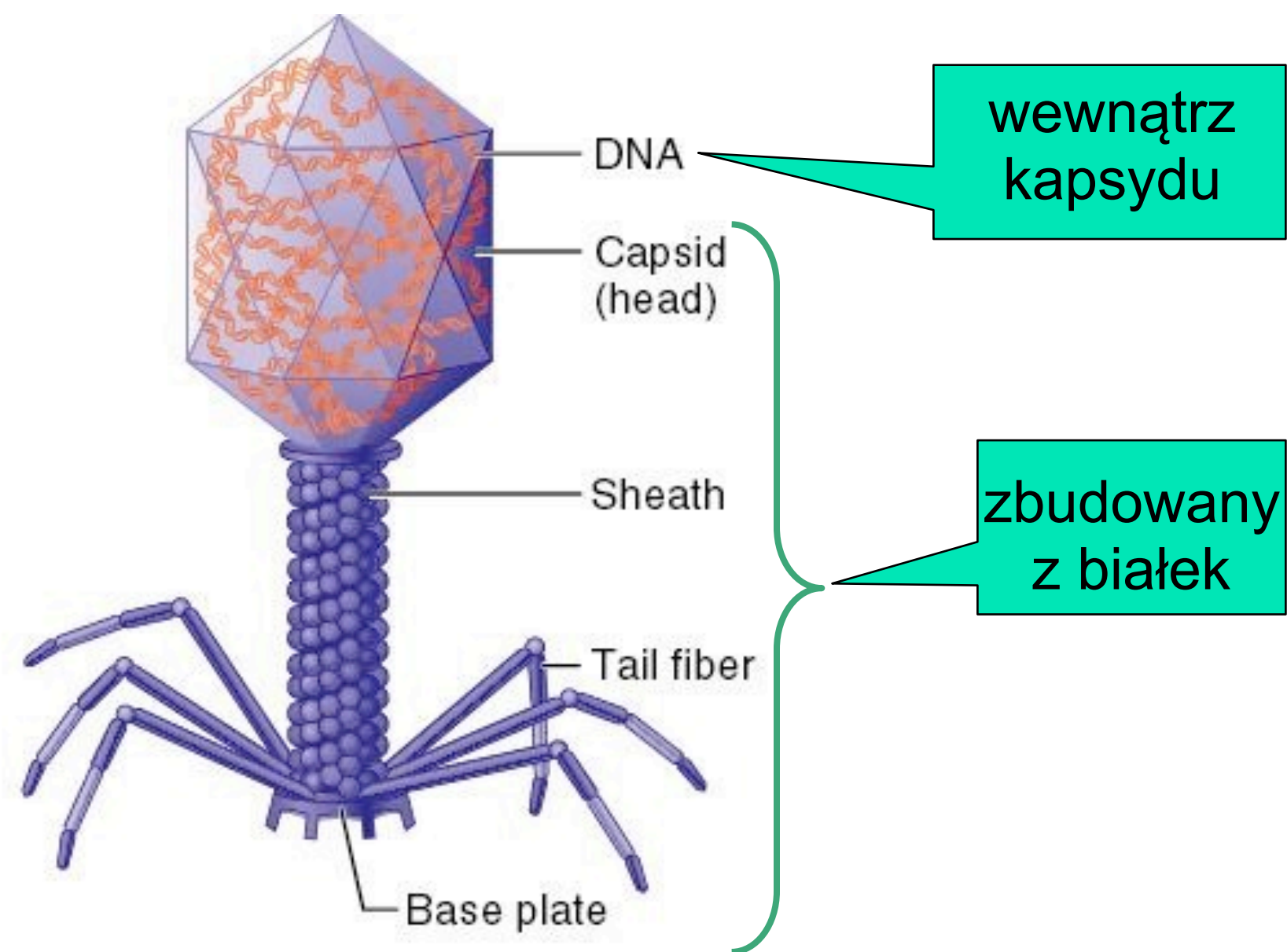


Oswald Avery wraz ze współpracownikami (1930) pokazali, że makromolekułą stanowiącą **czynnik transformujący** w doświadczeniach Griffitha było **DNA**.





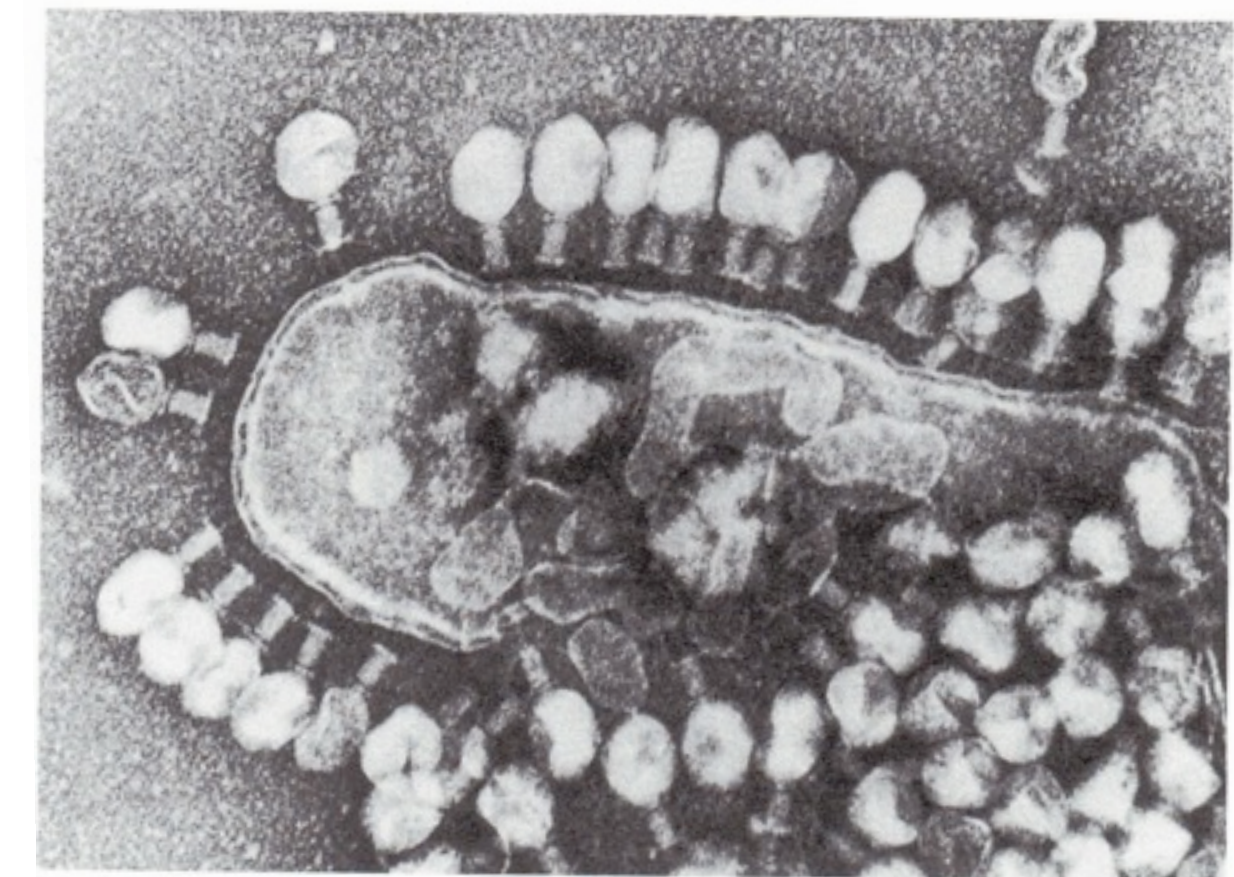
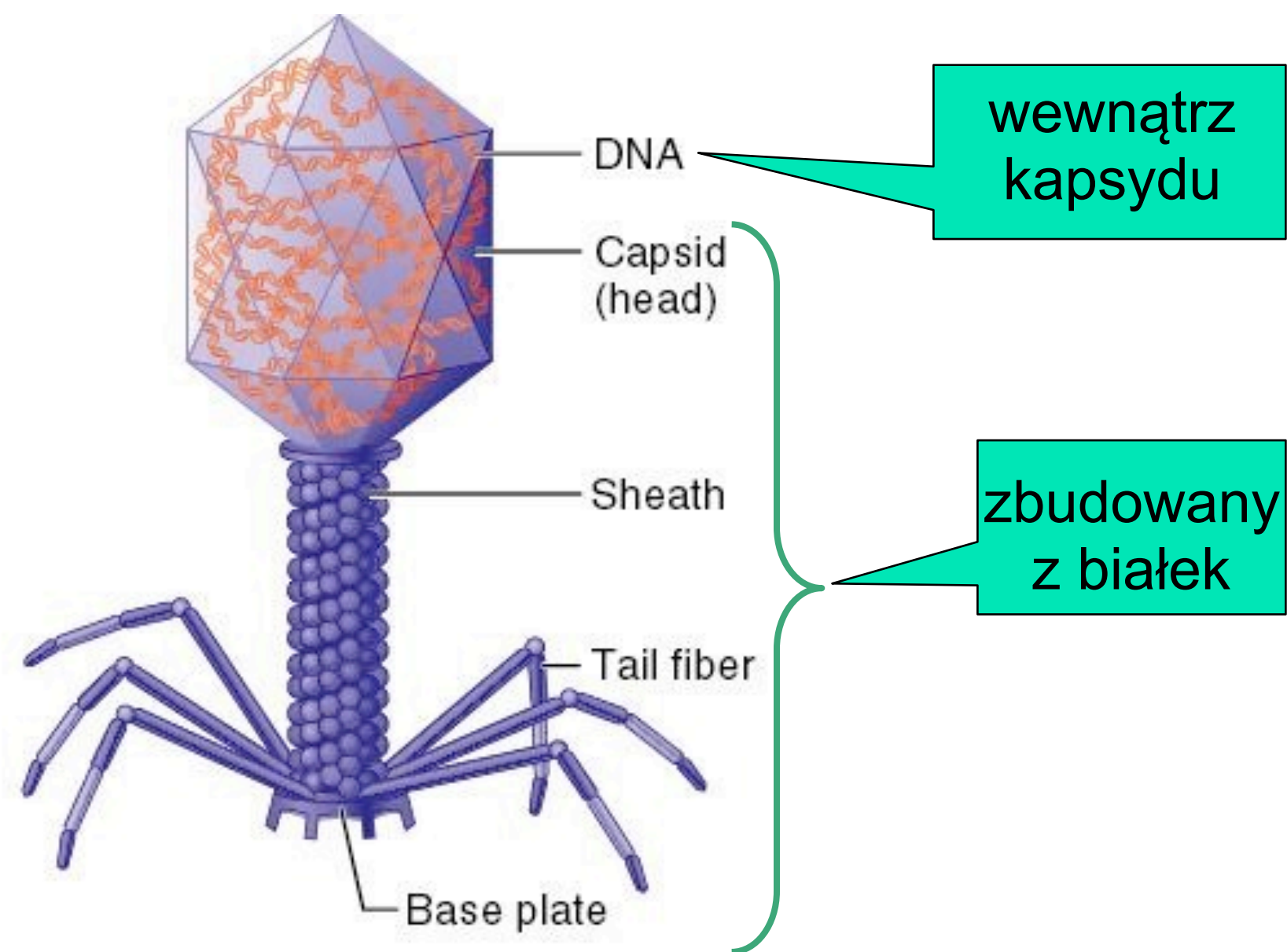
Hershey i Chase do badań użyli bakteriofaga T2 zbudowanego z DNA i białka, pasożytującego na bakteriiach *Escherichia coli*.



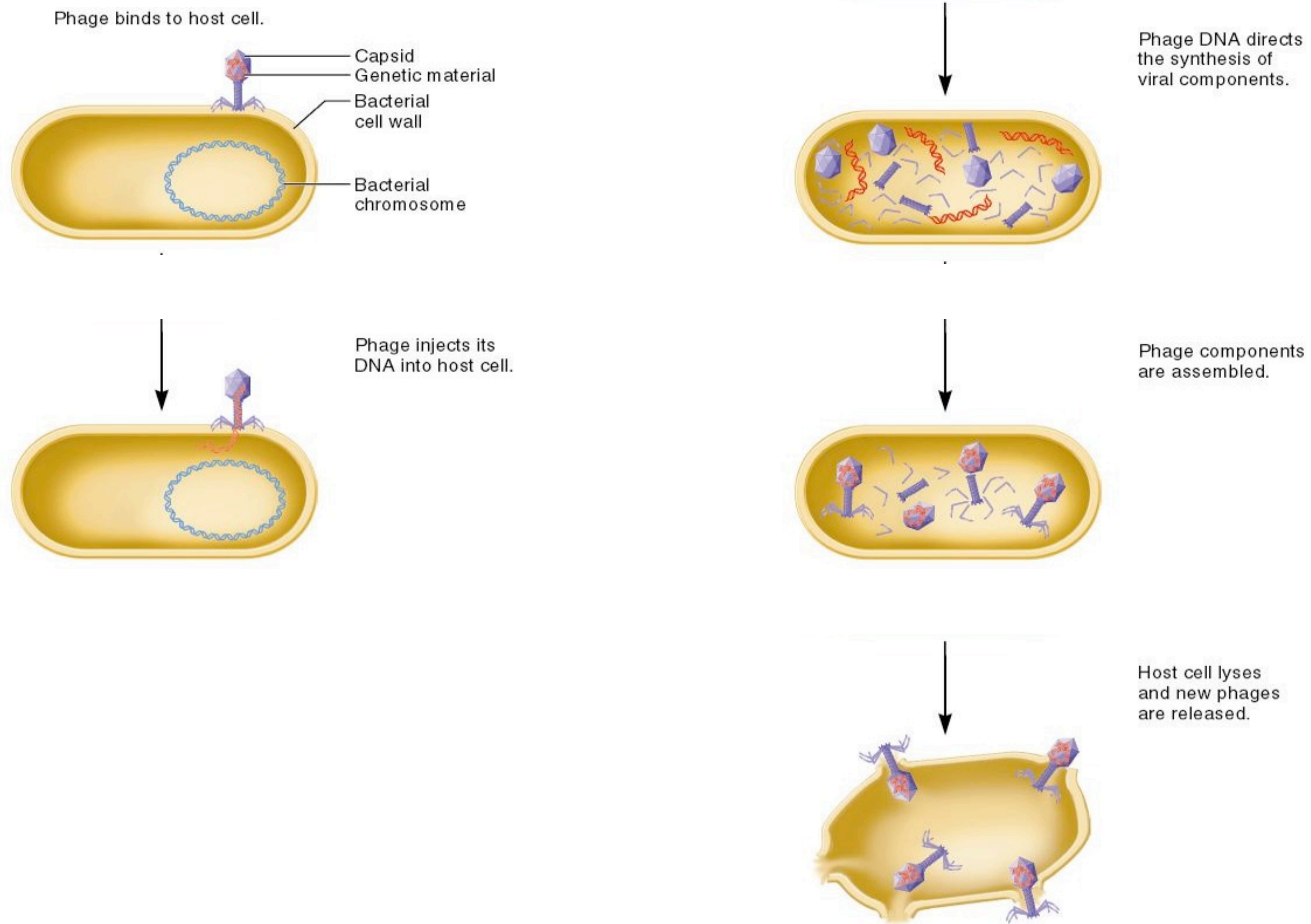
**W 1952 roku Alfred Hershey i Marsha Chase dostarczyli rozstrzygających dowodów, że to DNA jest materiałem genetycznym.**



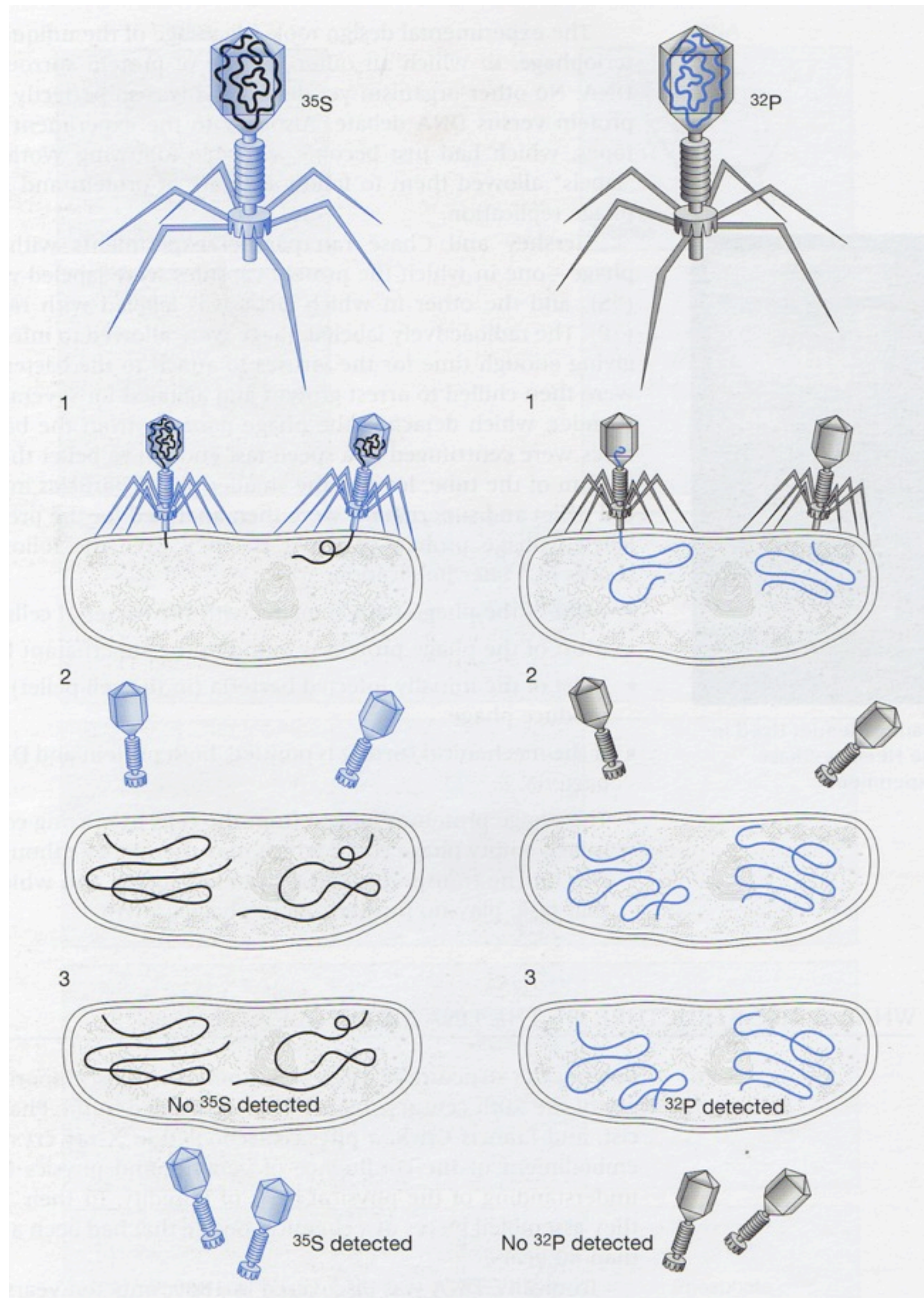
Hershey i Chase do badań użyli bakteriofaga T2 zbudowanego z DNA i białka, pasożytującego na bakteriiach *Escherichia coli*.



# Cykl życiowy bakteriofaga T2



# Doświadczenie Hershey'a i Chase



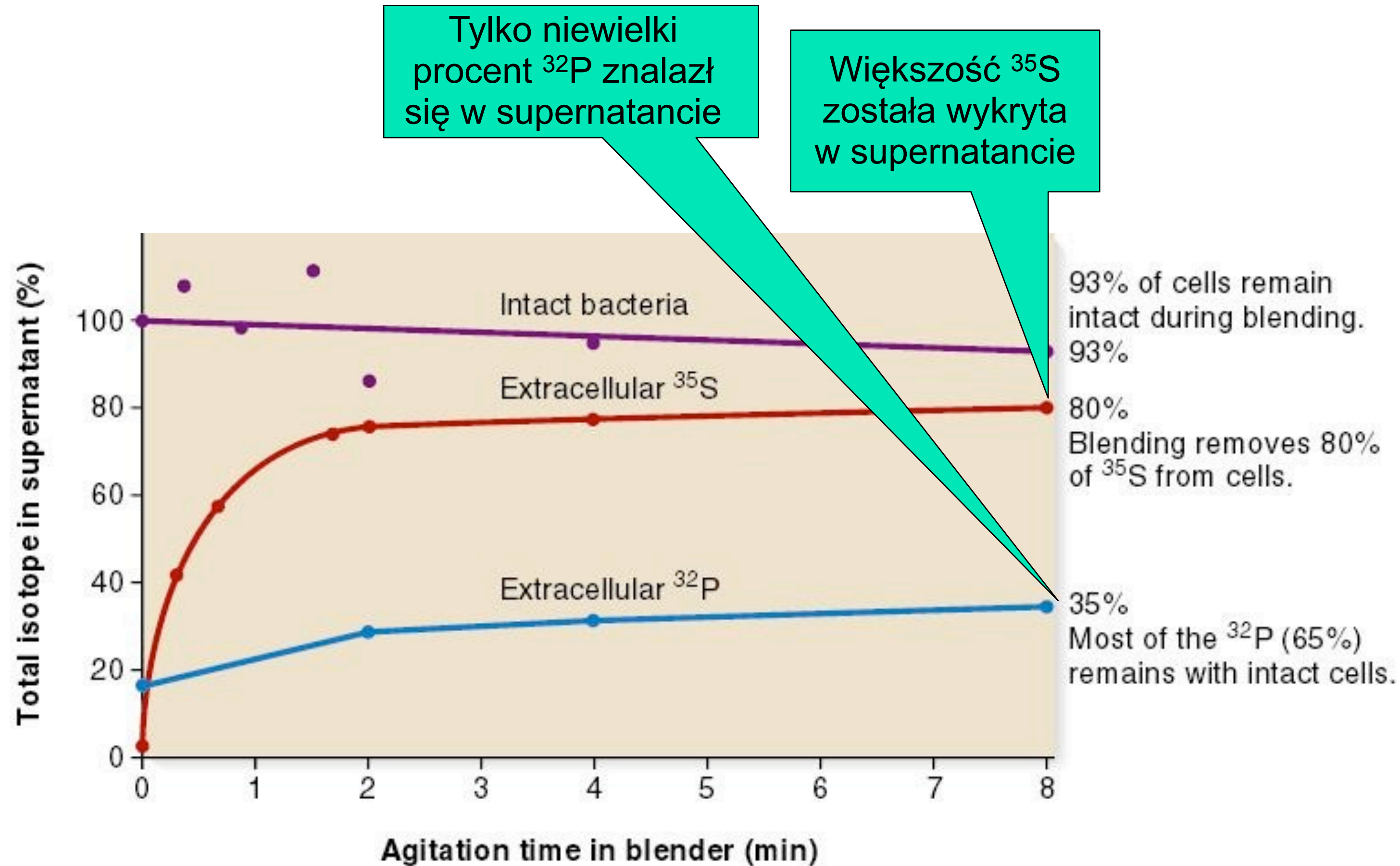
Zastosowali oni podwójne znakowanie bakteriofagów:

- $^{32}\text{P}$  specyficznie znakujący DNA
- $^{35}\text{S}$  specyficznie znakujący białka.

Wyznakowanymi promieniotwórczo fagami zainfekowali bakterie *E. coli*.

Następnie monitorowali rozkład promieniotwórczości w hodowli bakteryjnej.

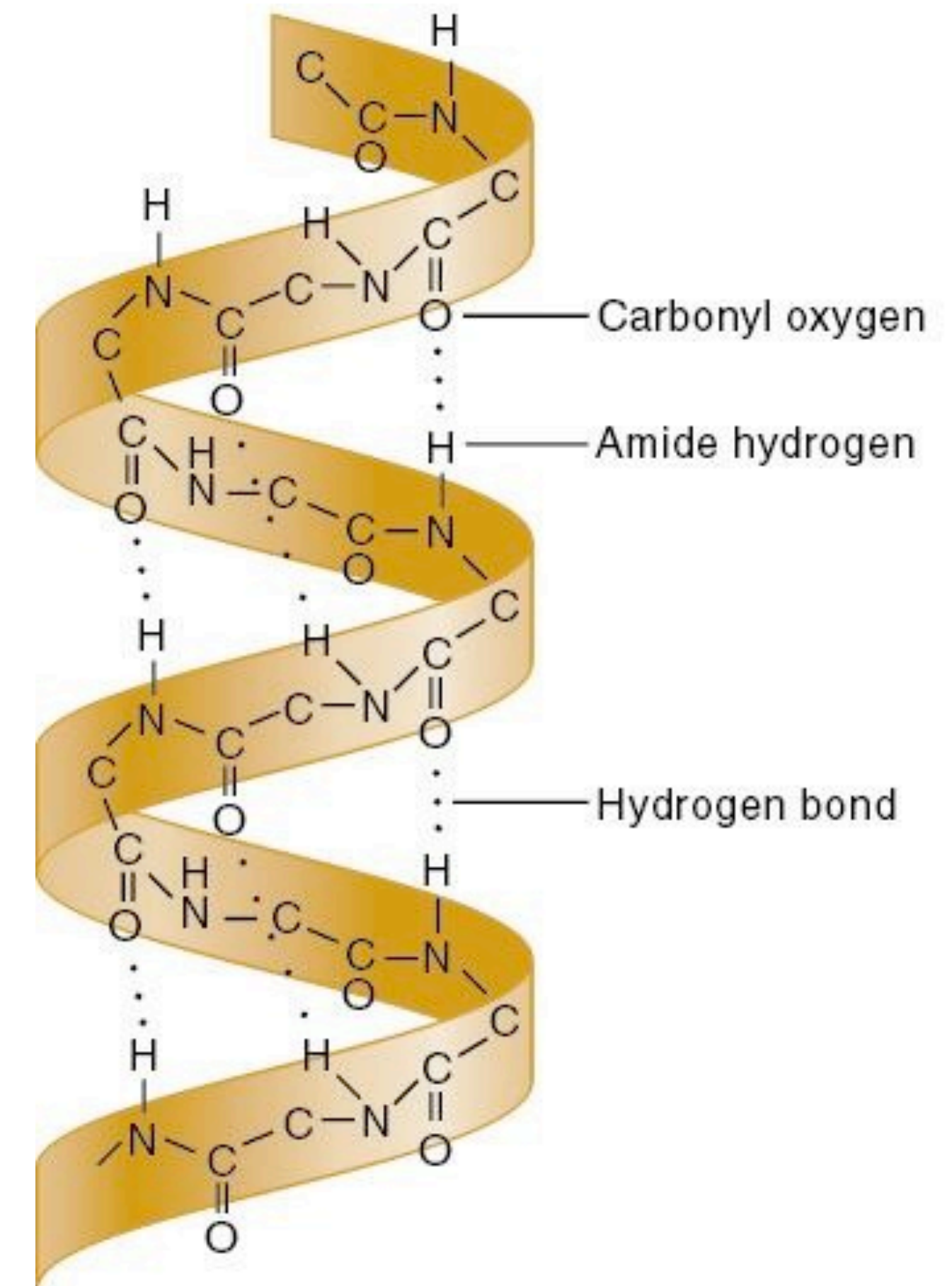
# Doświadczenie Hershey'a i Chase - WYNIK



**Wynik ten wskazywał, że to właśnie DNA był wstrzykiwany do cytoplazmy komórki bakteryjnej - tak jak by można tego oczekiwać po czynniku stanowiącym materiał genetyczny.**

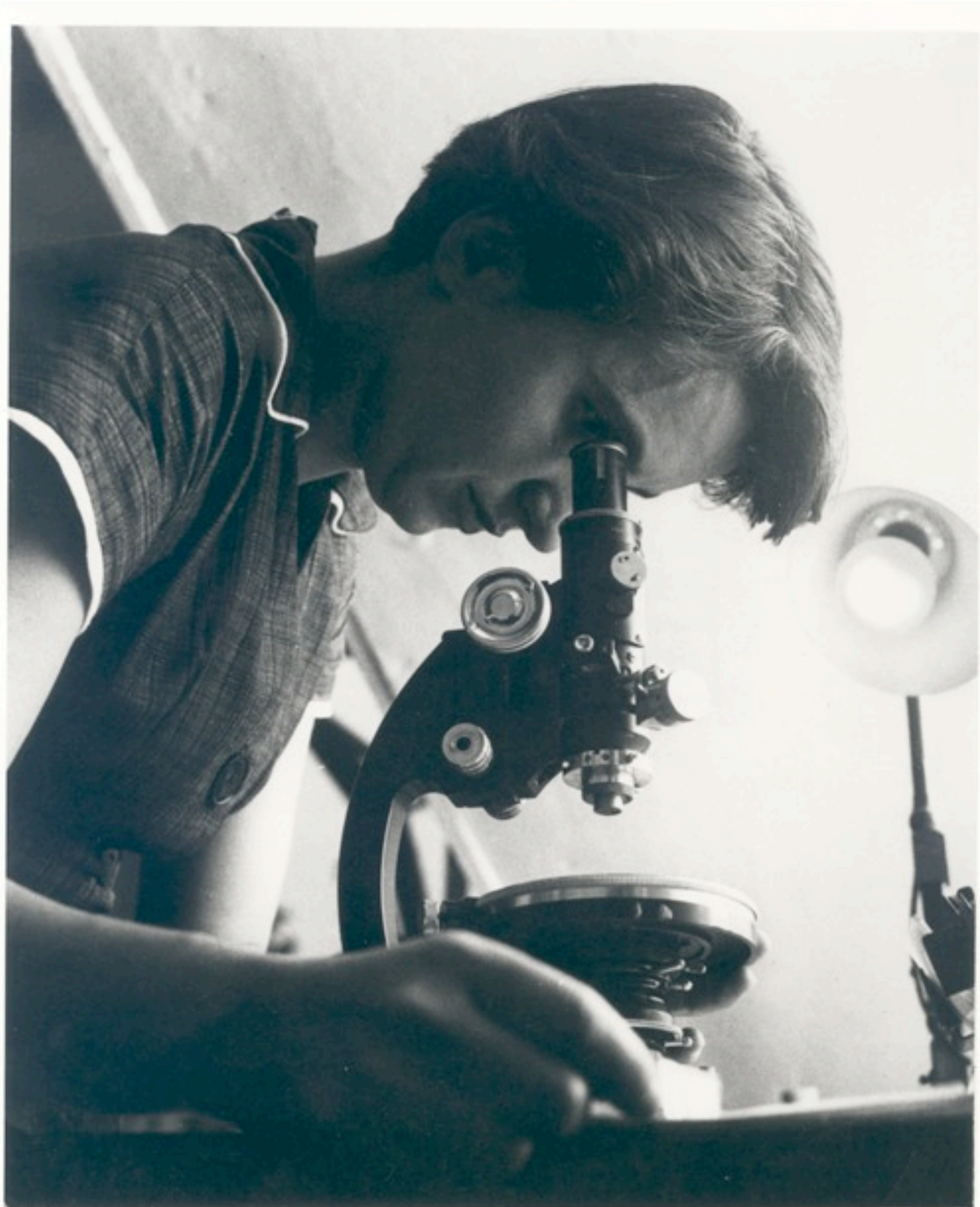


We wczesnych latach 50-tych Linus Pauling zwrócił uwagę, że białka mogą przybierać strukturę **helisy**.



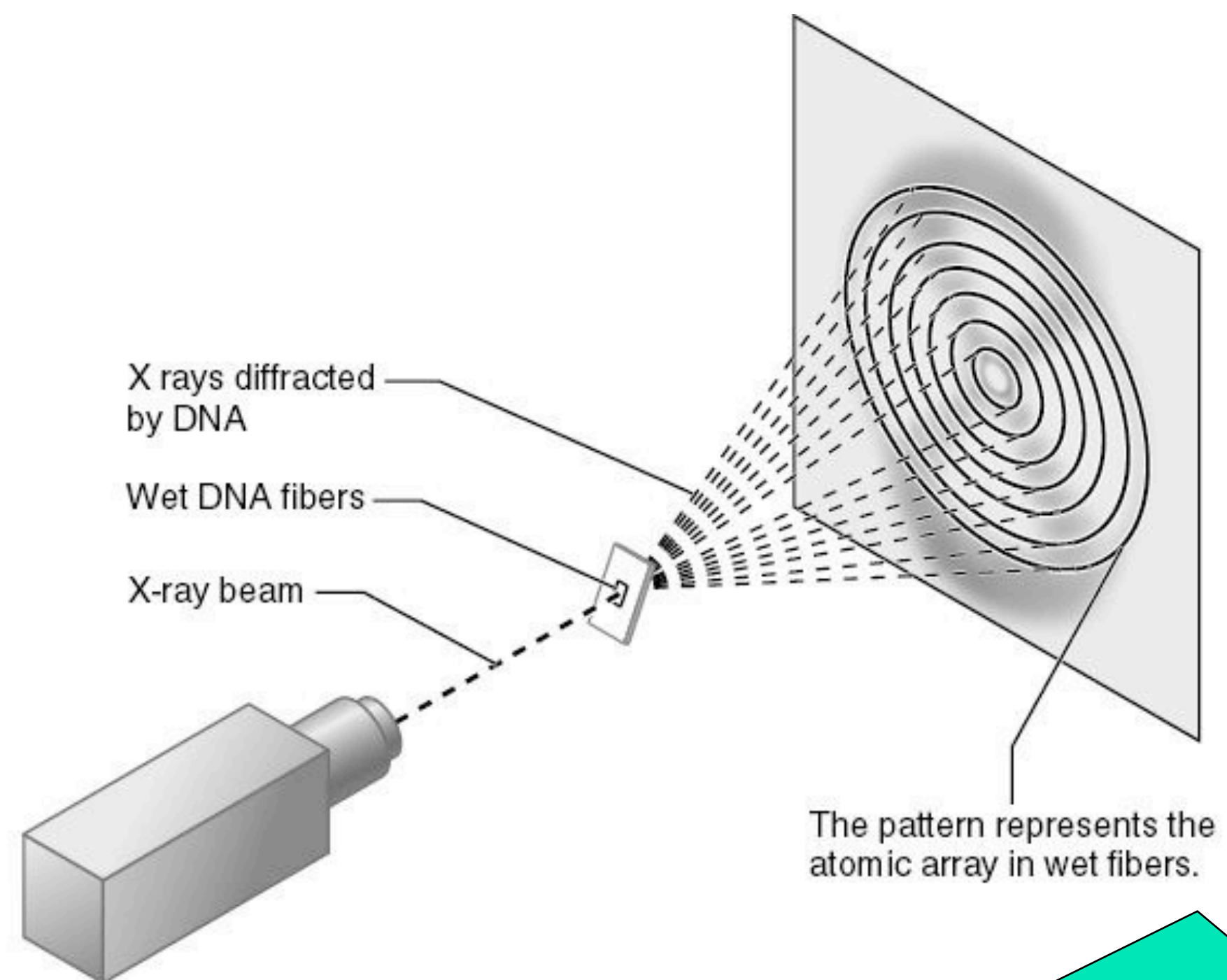
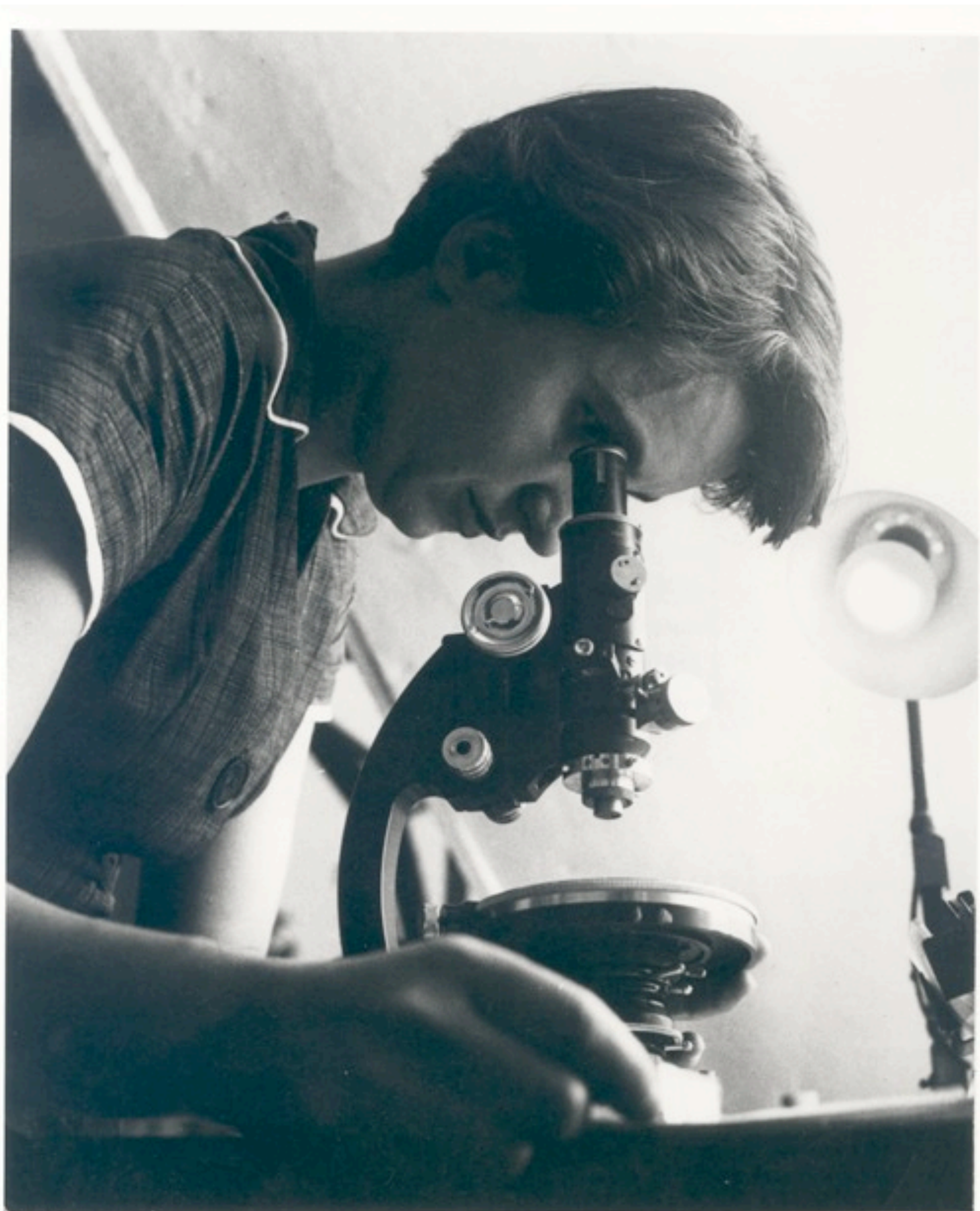
(a) An  $\alpha$  helix in a protein

**Rosalind Franklin pracująca w laboratorium Maurice'a Wilkinsa uzyskała rentgenowski obraz dyfrakcyjny uwodnionych włókien DNA.**



Obraz dyfrakcyjny dostarcza informacji dotyczącej krystalicznej struktury cząsteczki, a z tego można wnioskować o ułożeniu atomów w przestrzeni

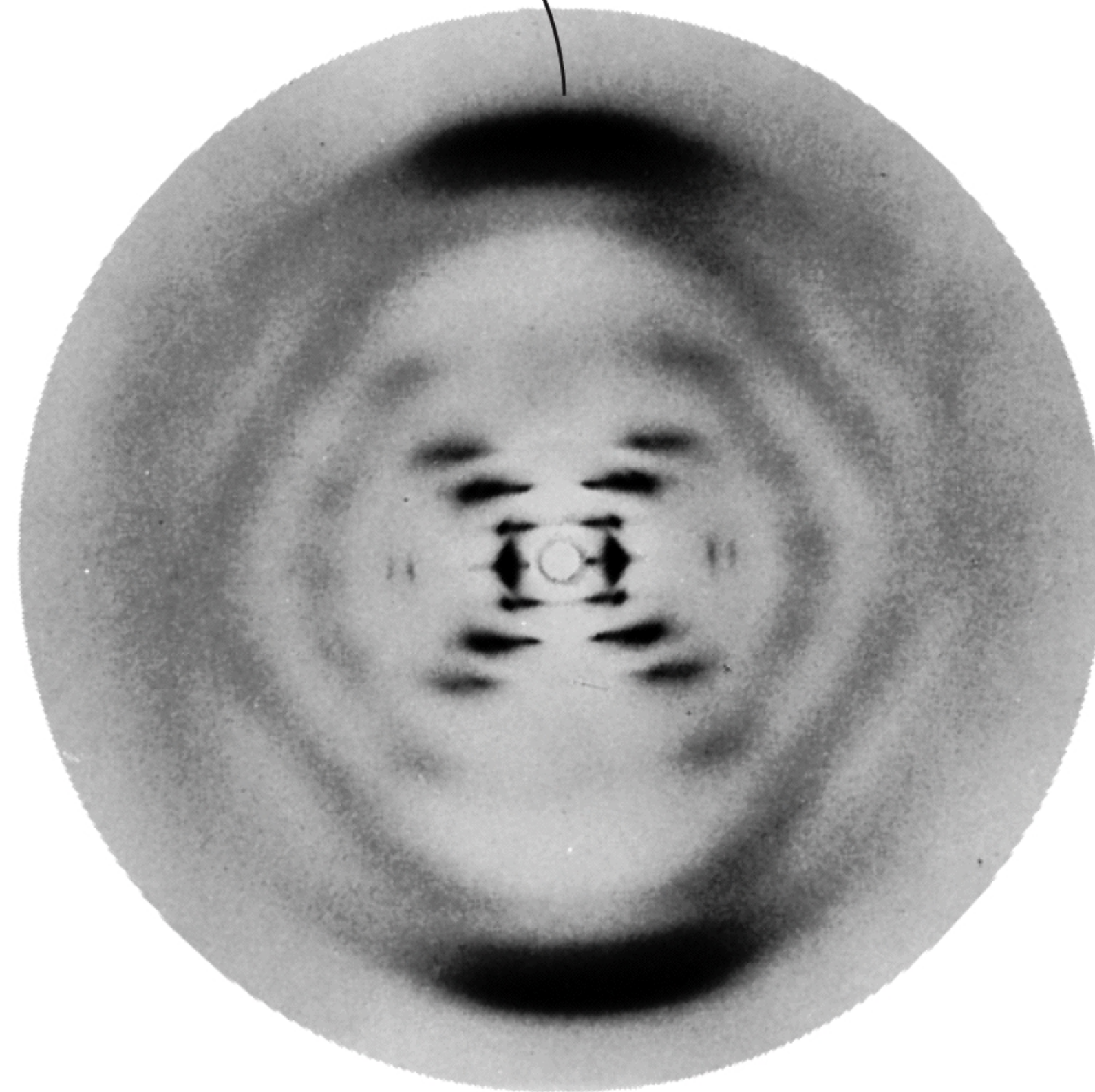
# Rosalind Franklin pracująca w laboratorium Maurice'a Wilkinsa uzyskała rentgenowski obraz dyfrakcyjny uwodnionych włókien DNA.



Obraz dyfrakcyjny dostarcza informacji dotyczącej krystalicznej struktury cząsteczki, a z tego można wnioskować o ułożeniu atomów w przestrzeni

# Obraz dyfrakcyjny uwodnionych włókien DNA uzyskany przez Rosalind Franklin

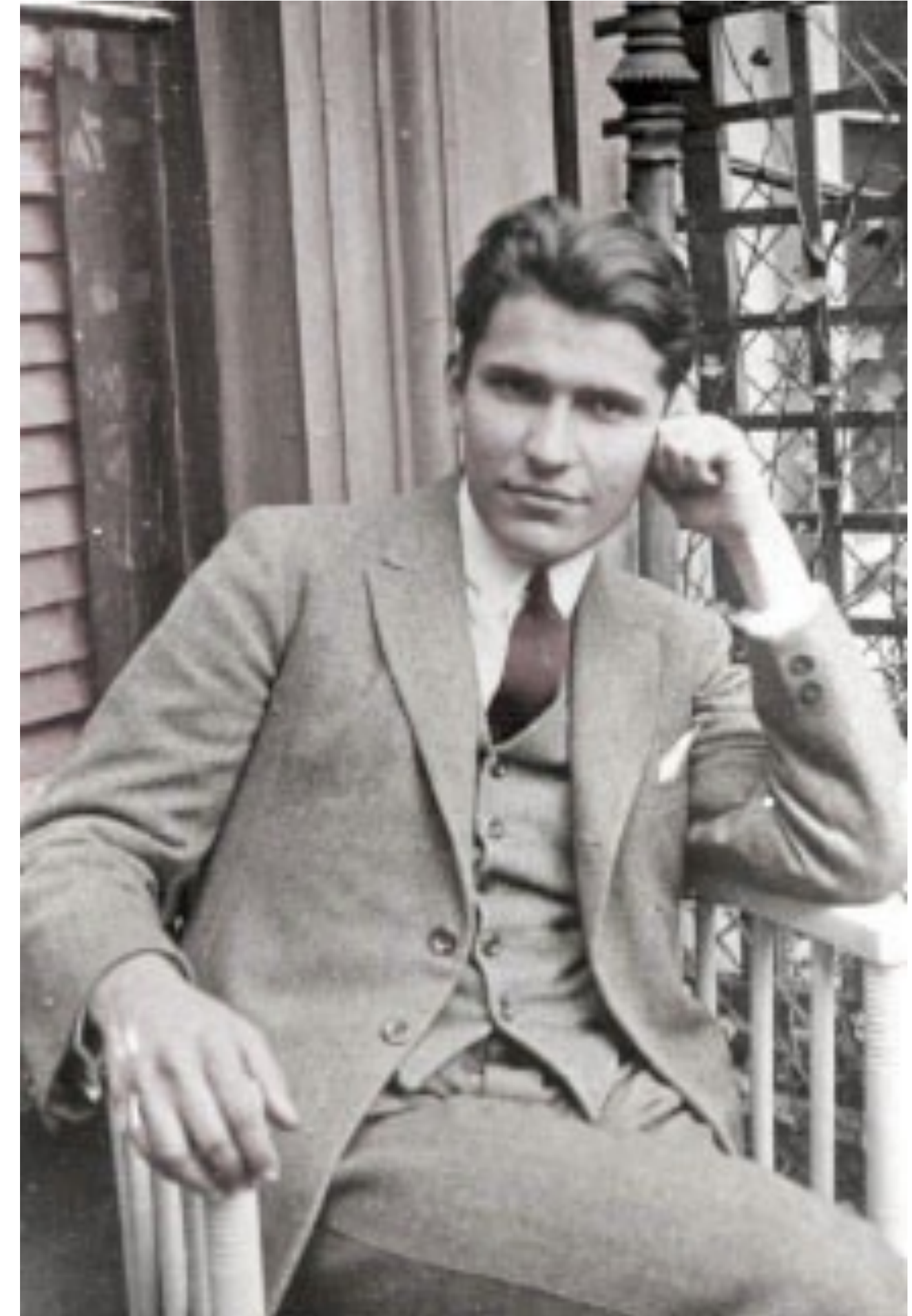
3.4-Å spacing



# Doświadczenie Erwina Chargaffa

Chargaff był pionierem technik biochemicznych służących izolacji i oczyszczaniu kwasów nukleinowych z żywych organizmów oraz oznaczaniu ich stężenia.

Wiadomo było, że DNA zawiera cztery zasady azotowe, Chargaff oznaczył ich wzajemne proporcje w różnych organizmach.



# Doświadczenie Erwina Chargaffa - WYNIK

# Doświadczenie Erwina Chargaffa - WYNIK

## Base Content in the DNA from a Variety of Organisms\*

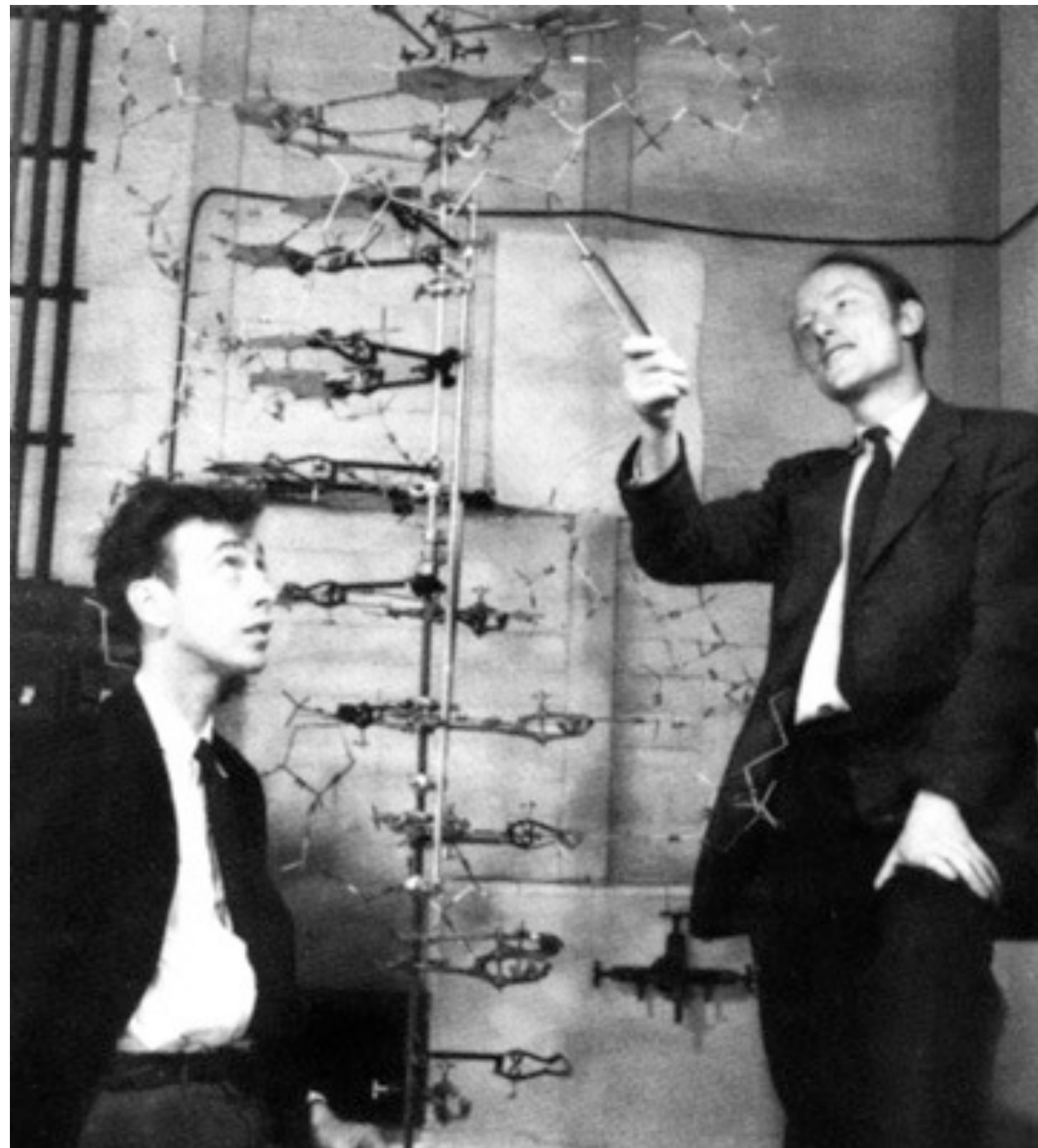
*% of Bases (based on molarity)*

<i>Organism</i>	<i>Adenine</i>	<i>Thymine</i>	<i>Guanine</i>	<i>Cytosine</i>
<i>Escherichia coli</i>	26.0	23.9	24.9	25.2
<i>Streptococcus pneumoniae</i> (type III)	29.8	31.6	20.5	18.0
Yeast	31.7	32.6	18.3	17.4
Turtle red blood cells	28.7	27.9	22.0	21.3
Salmon sperm	29.7	29.1	20.8	20.4
Chicken red blood cells	28.0	28.4	22.0	21.6
Human liver cells	30.3	30.3	19.5	19.9

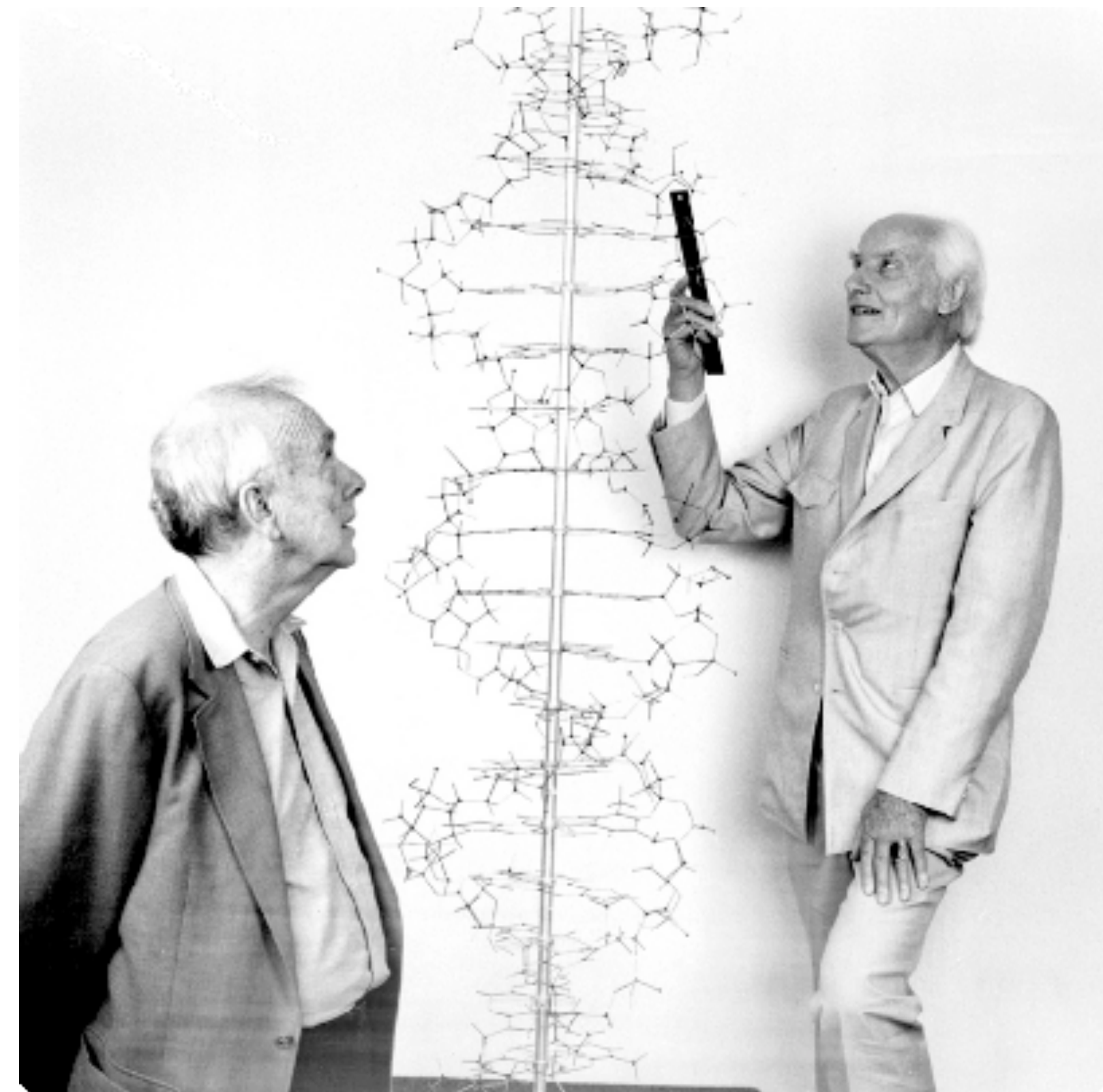
**W 1953 roku James Watson i Francis Crick ustalili strukturę DNA.  
Przyczyniło się do tego kilka wcześniejszych odkryć, których autorami byli:**

- Linus Pauling
- Rosalind Franklin and Maurice Wilkins
- Erwin Chargaff

**1953**



**2003**

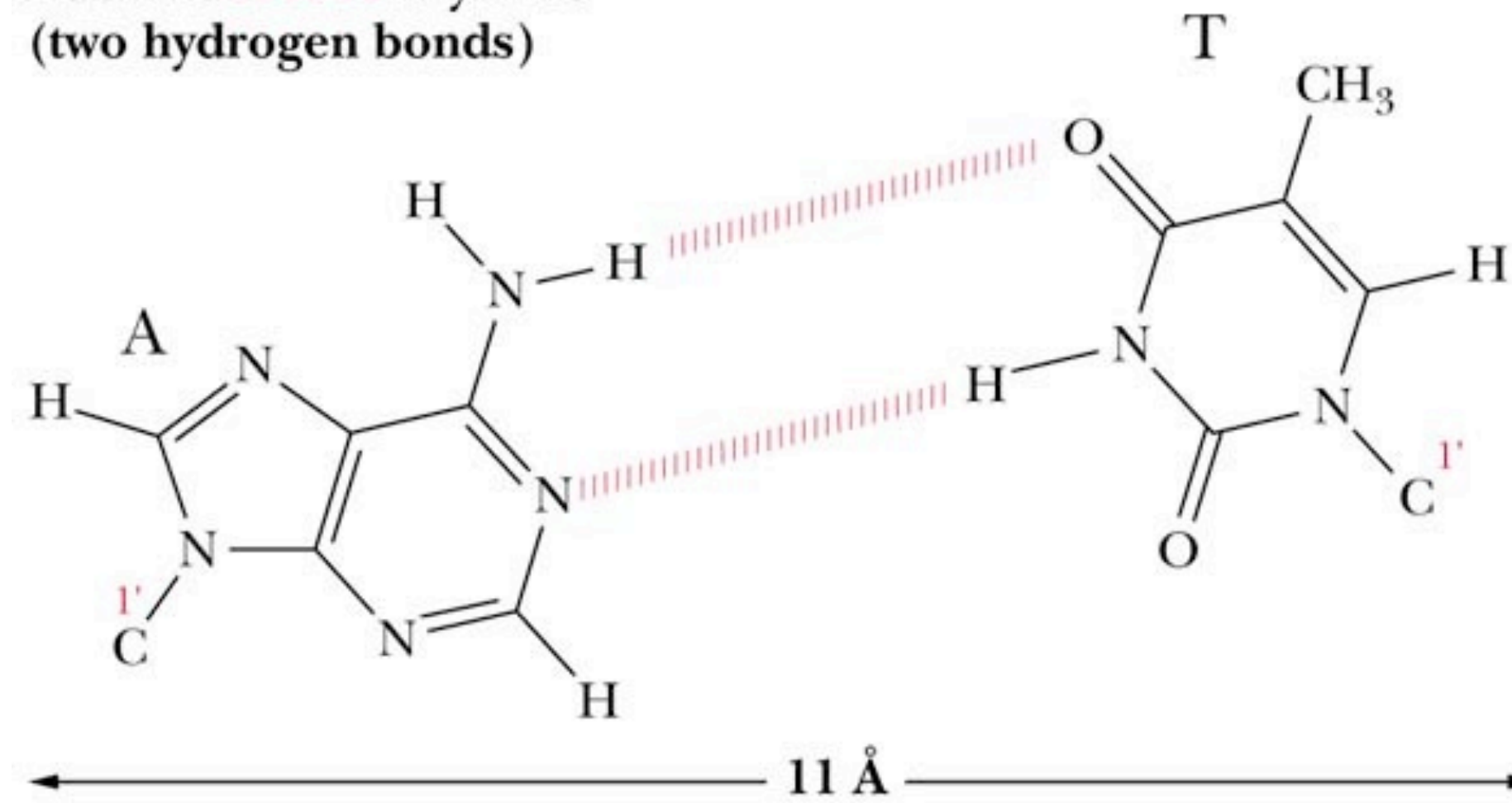




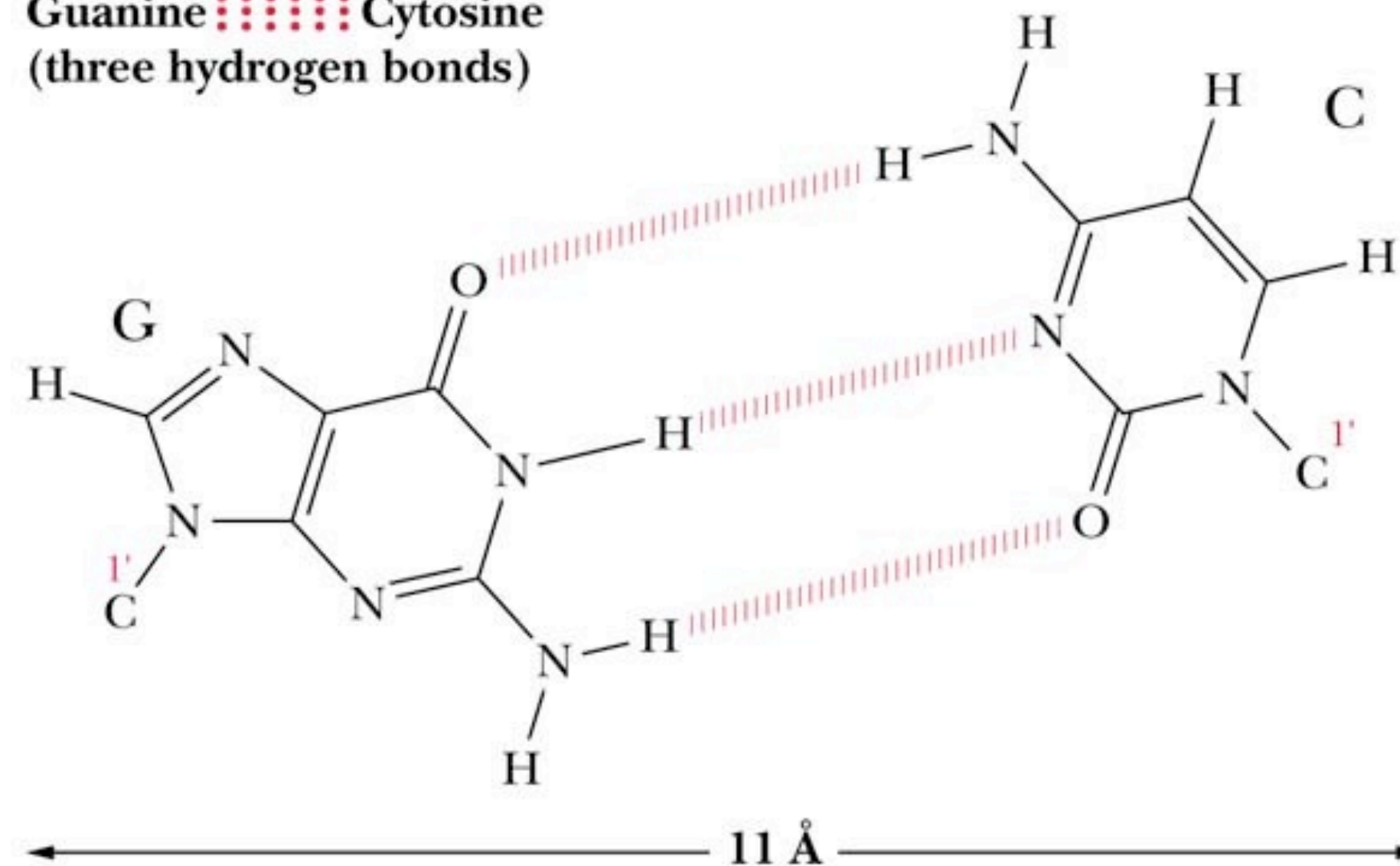
# Użytek jaki Watson i Crick zrobili z doświadczenia Erwina Chargaffa

Adenine :::::Thymine  
(two hydrogen bonds)

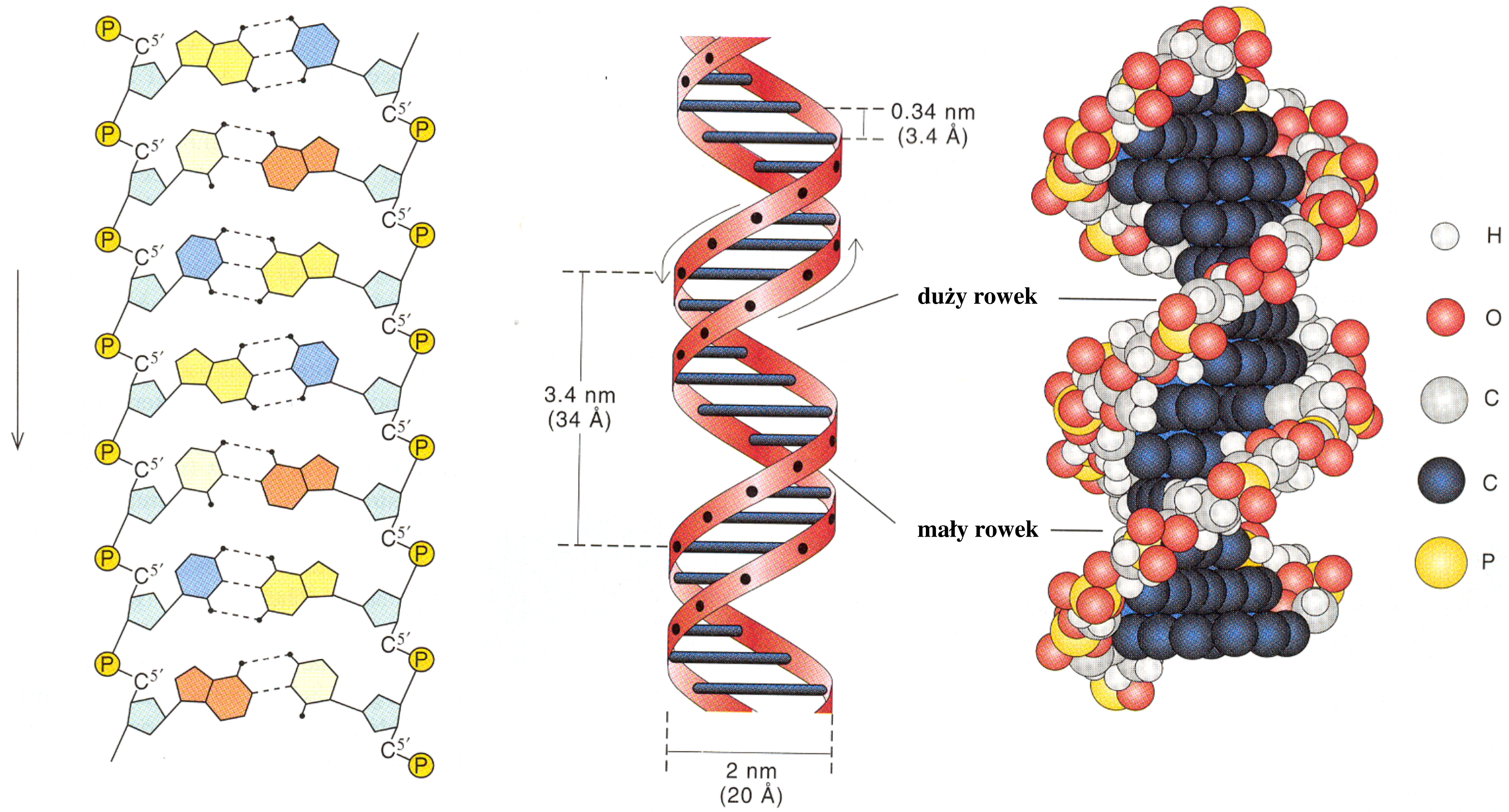
© 2003 Thomson - Wadsworth



Guanine :::::Cytosine  
(three hydrogen bonds)



# Struktura podwójnej helisy DNA



## Nobliści z 1962 roku



**Francis Harry  
Compton Crick**



**James Dewey  
Watson**



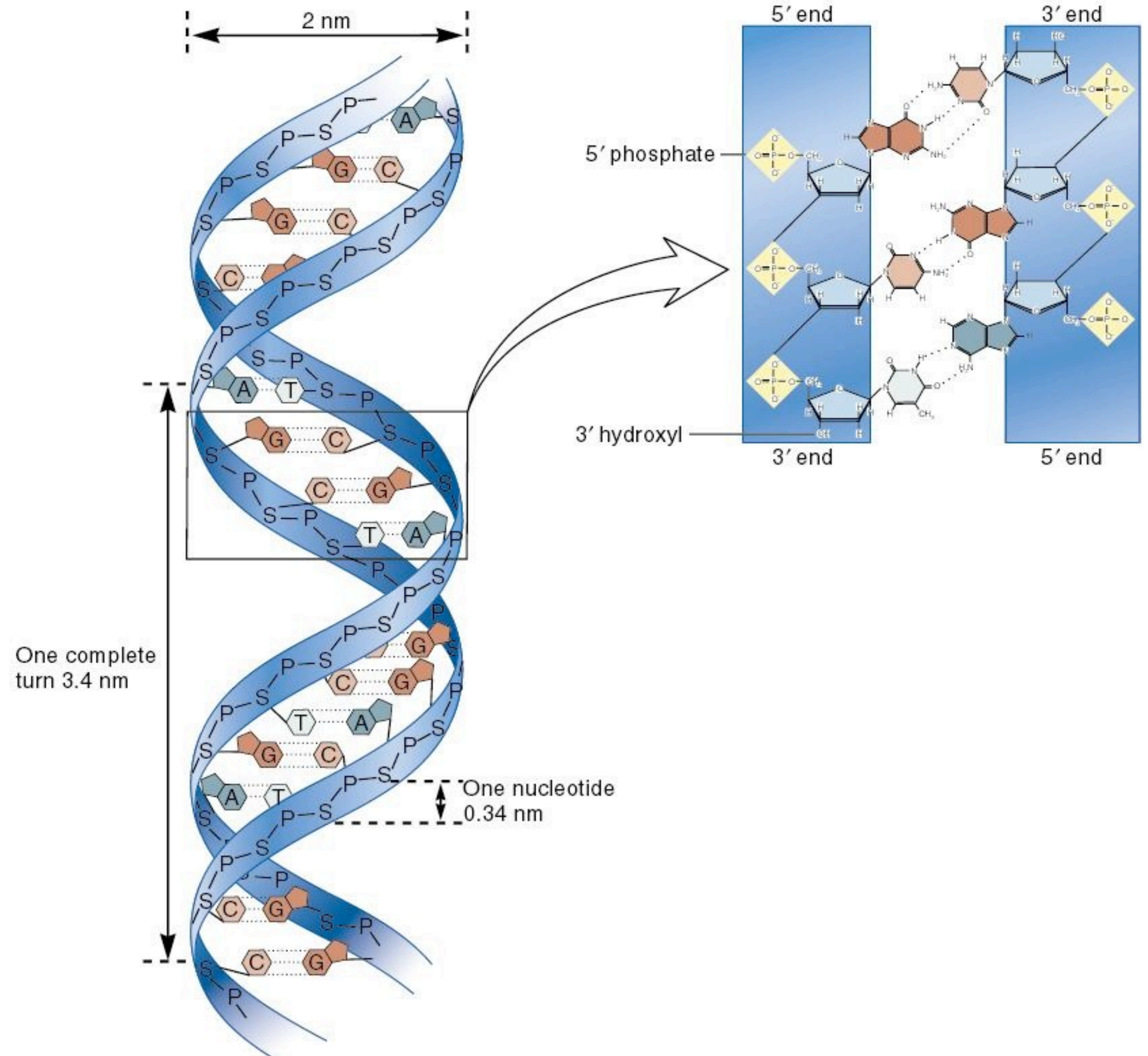
**Maurice Hugh  
Frederick Wilkins**

# Główne cechy struktury DNA

1. Dwie nici DNA tworzą prawoskrętną podwójną helisę.
2. Przeciwległe zasady łączą się poprzez wiązania wodorowe zgodnie z zasadą komplementarności: **A/T** i **G/C**.
3. Nici biegną antyrównoległe.
4. Na pełen obrót helisy ( $360^\circ$ ) przypada 10 par zasad.

# Główne cechy struktury DNA

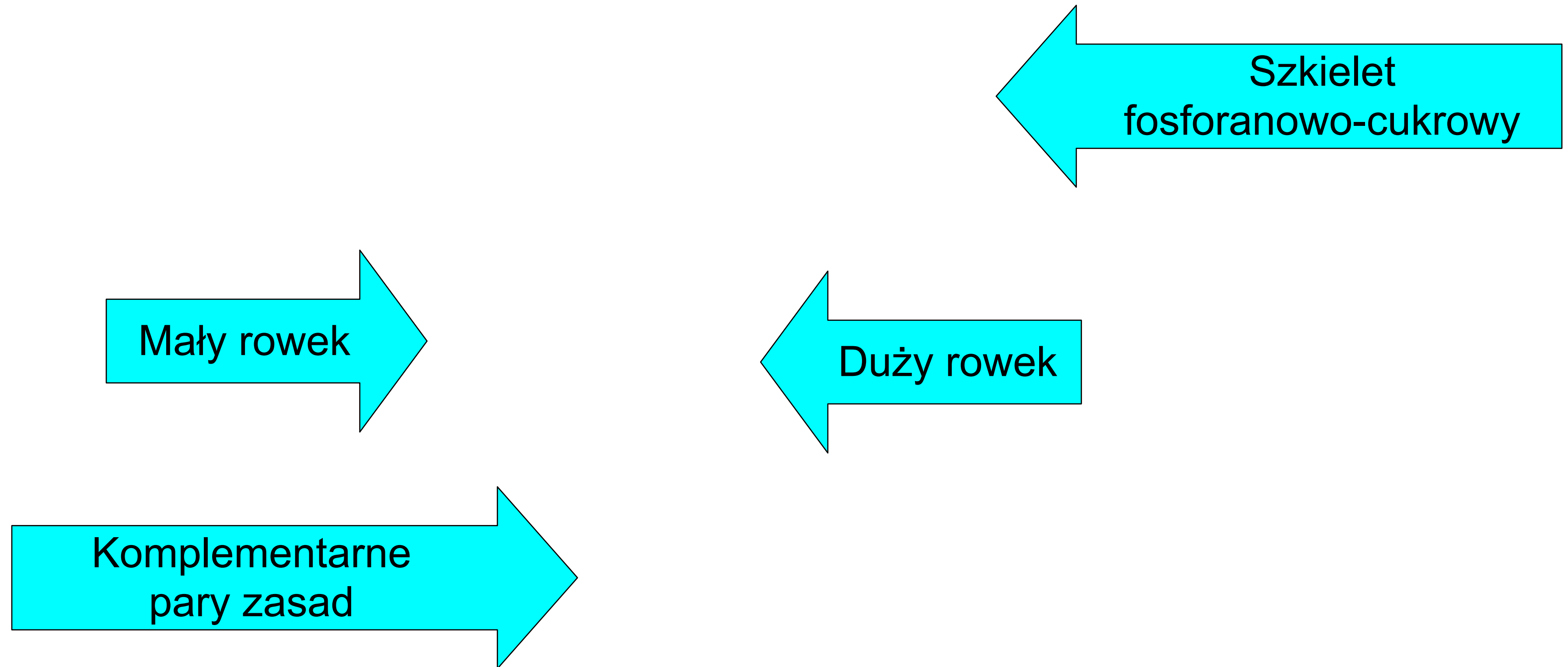
1. Dwie nici DNA tworzą prawoskrętną podwójną helisę.
2. Przeciwnieległe zasady łączą się poprzez wiązania wodorowe zgodnie z zasadą komplementarności: **A/T** i **G/C**.
3. Nici biegną antyrównoległe.
4. Na pełen obrót helisy ( $360^\circ$ ) przypada 10 par zasad.



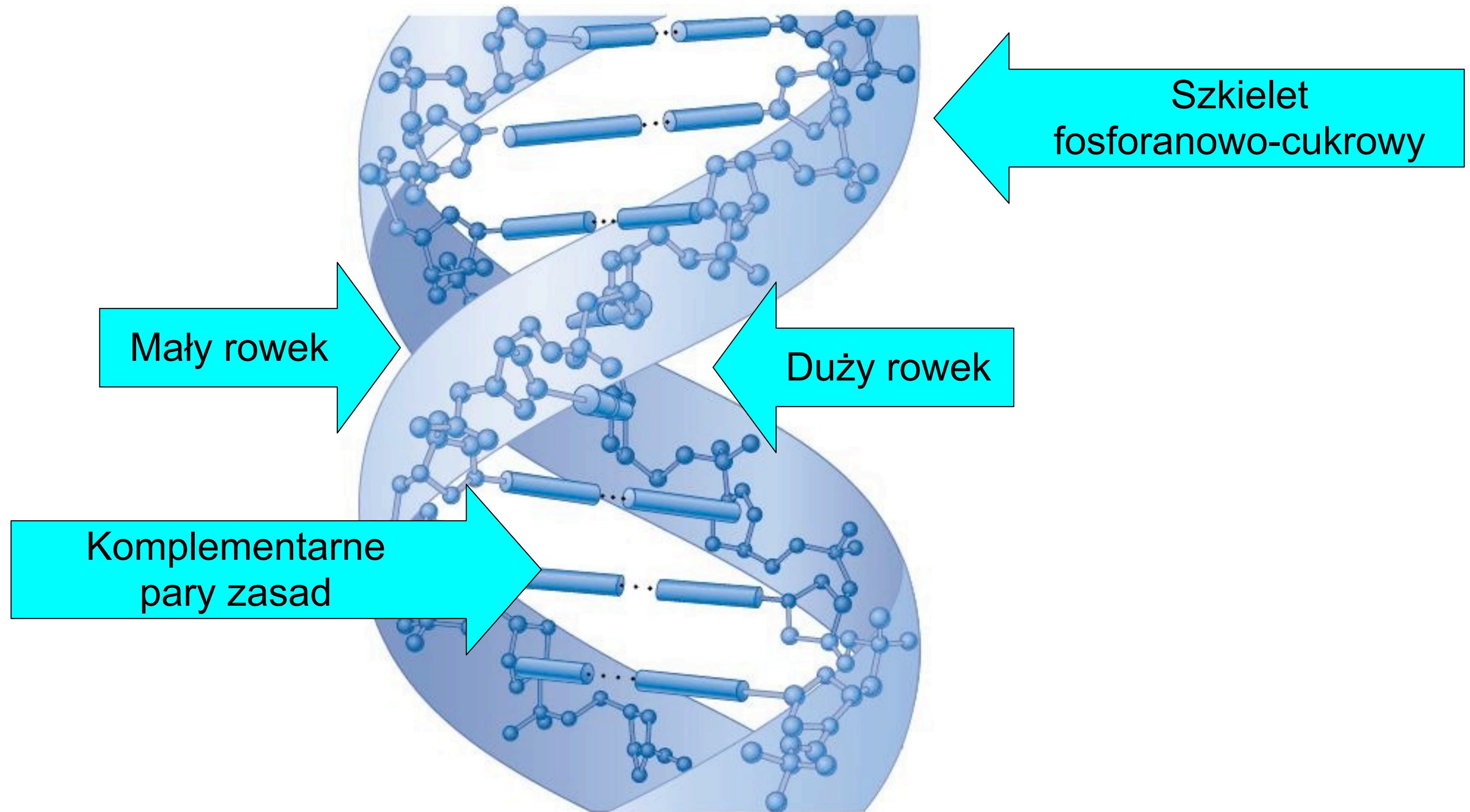


© 2003 Thomson - Wadsworth

# Główne cechy struktury DNA



# Główne cechy struktury DNA



(a) Ball-and-stick model of DNA

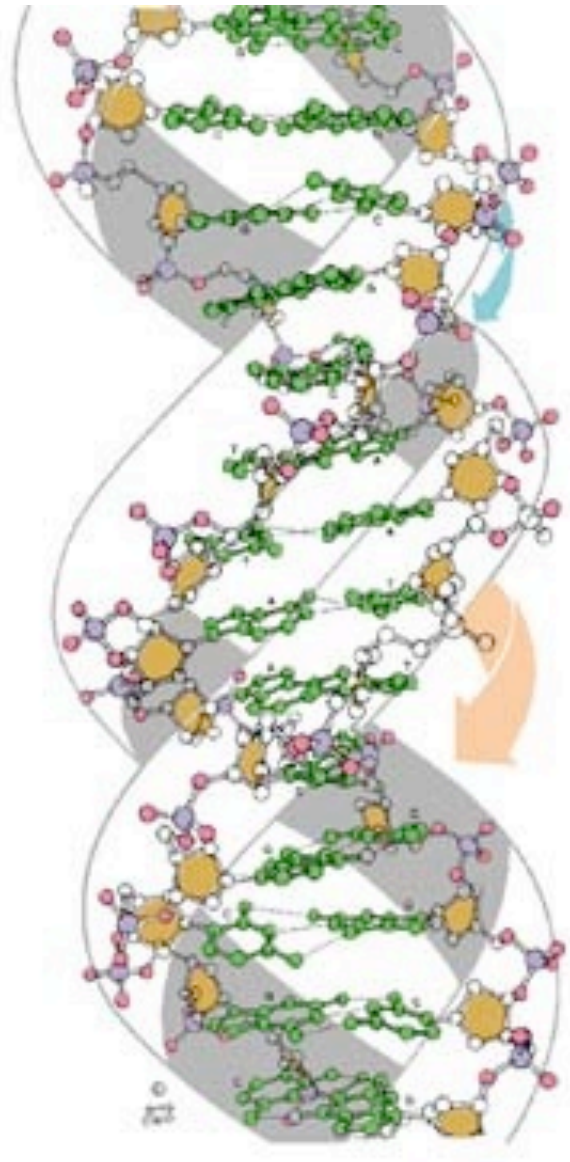




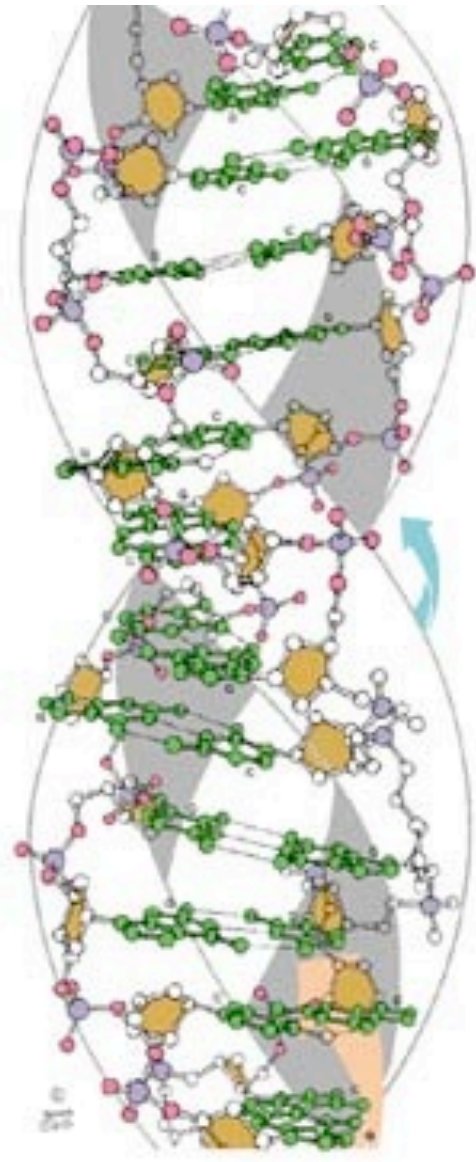
HHMI



A  
DNA

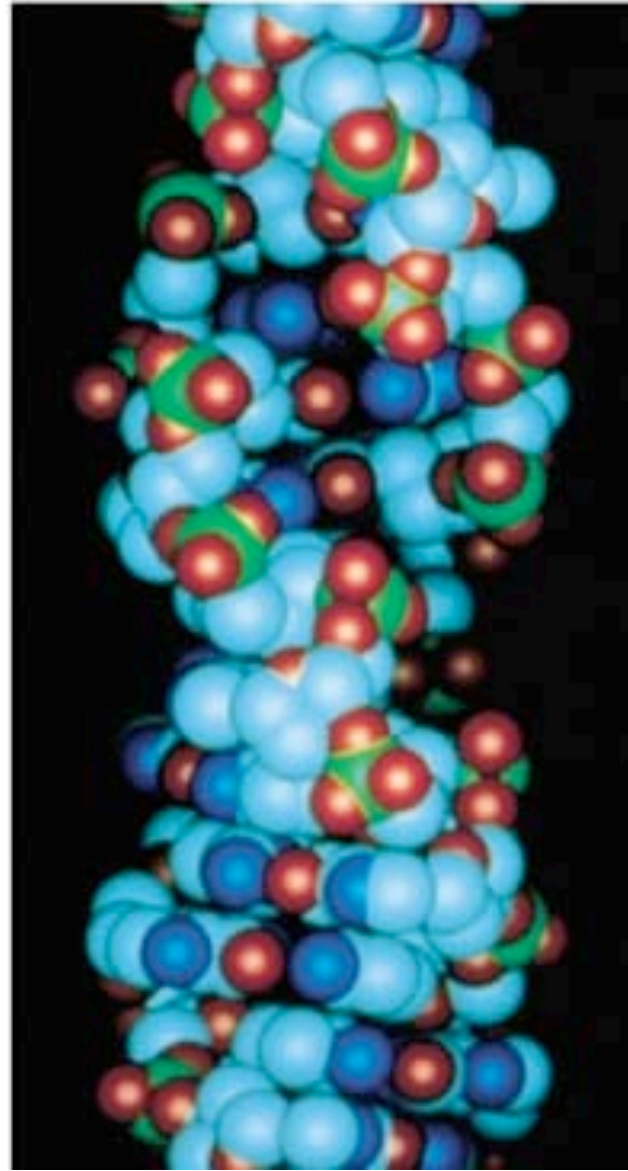
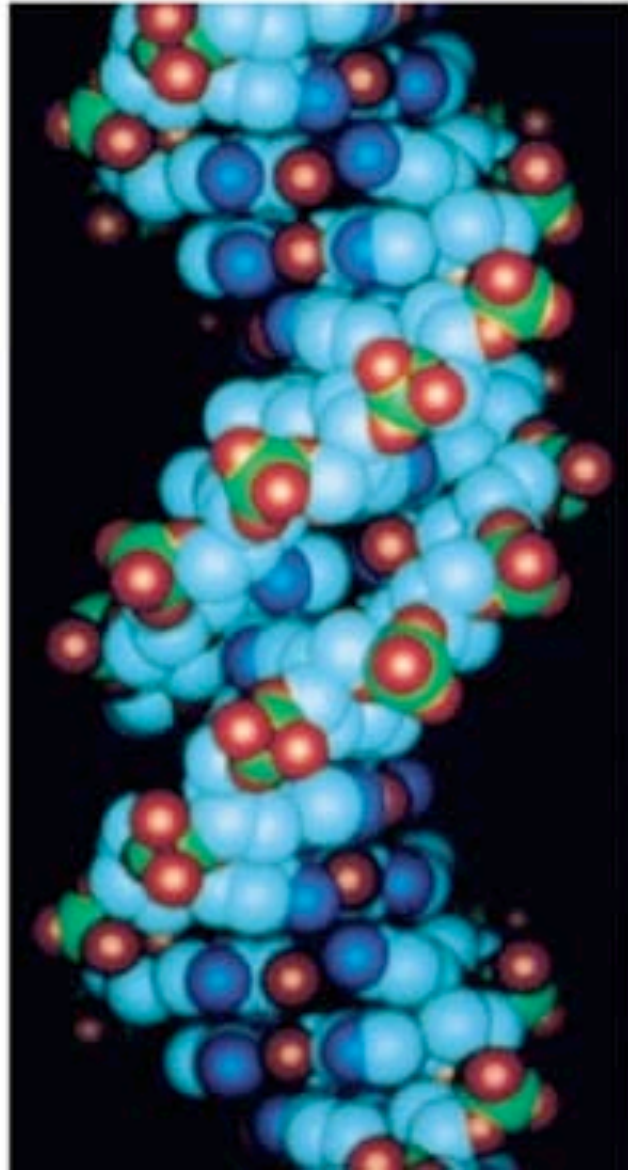
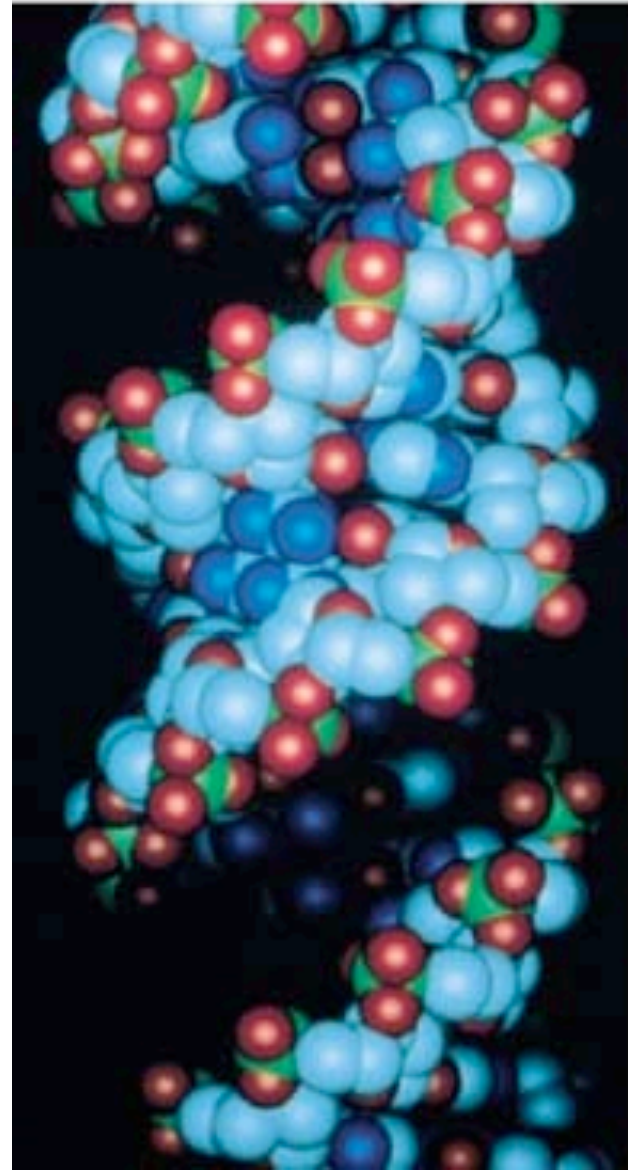


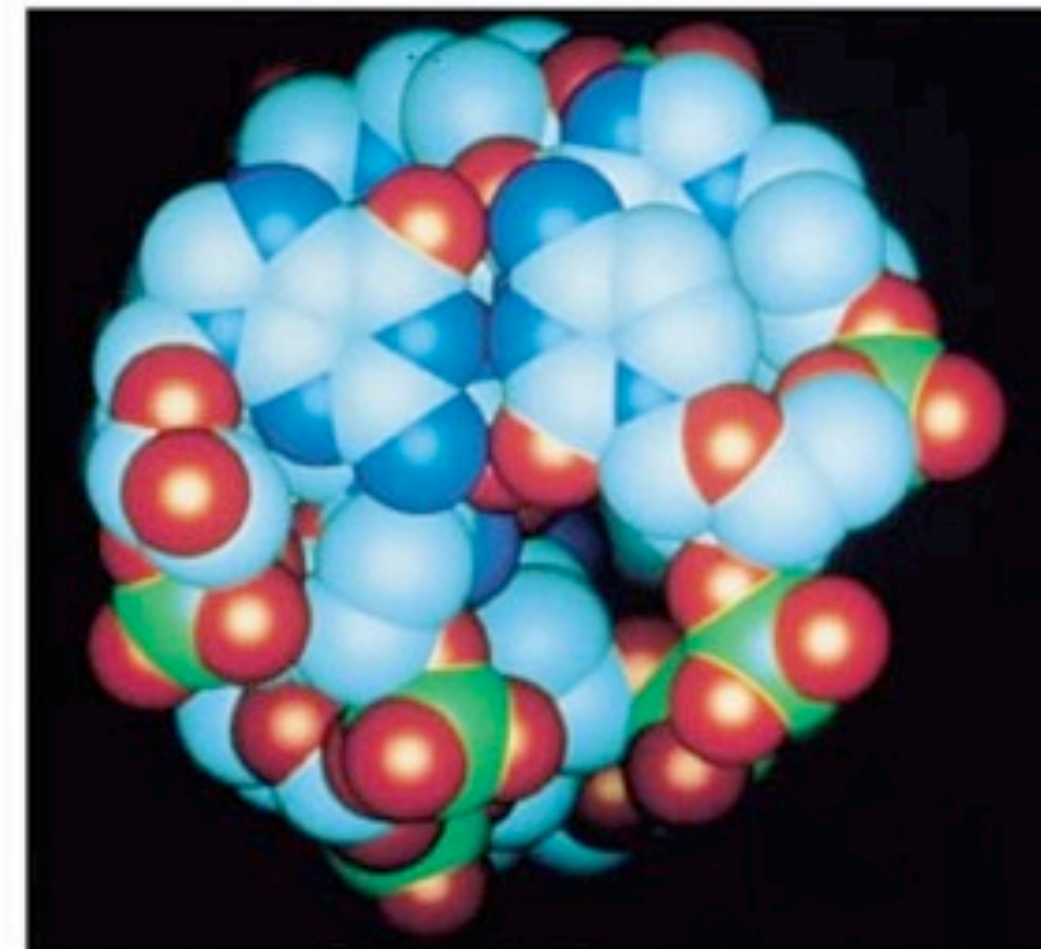
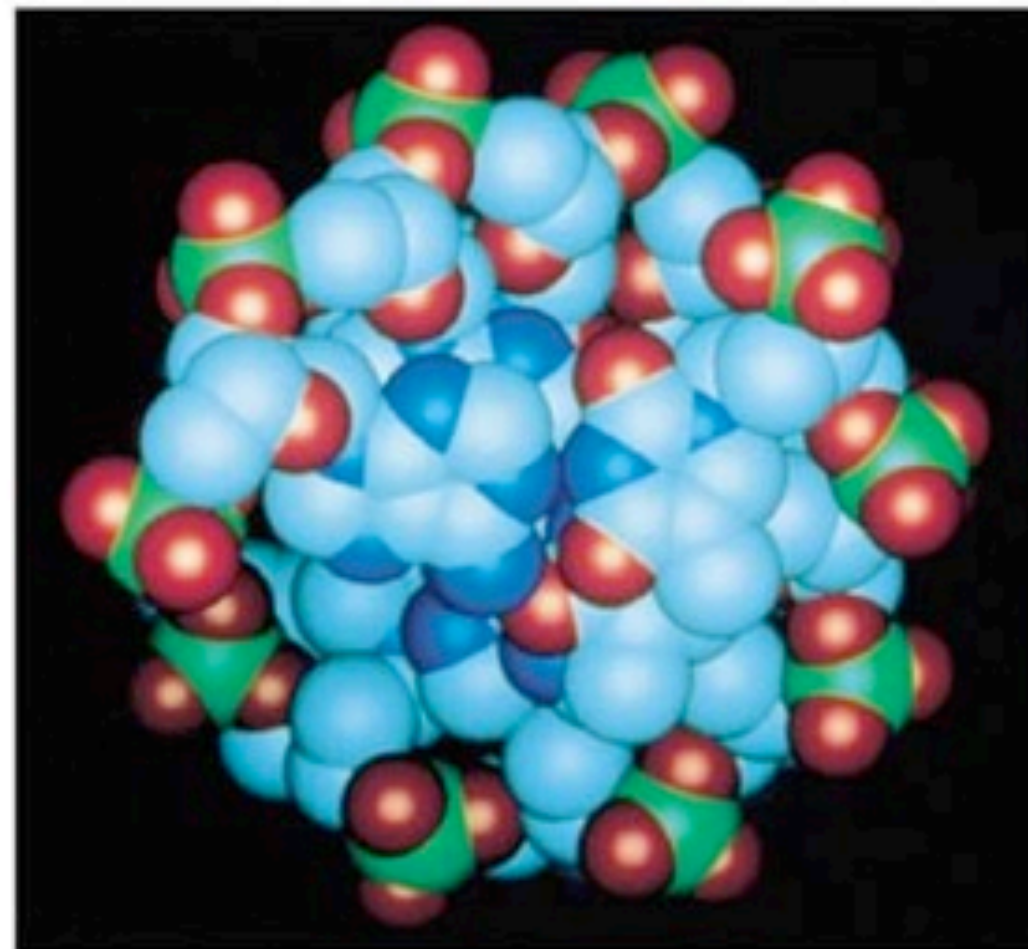
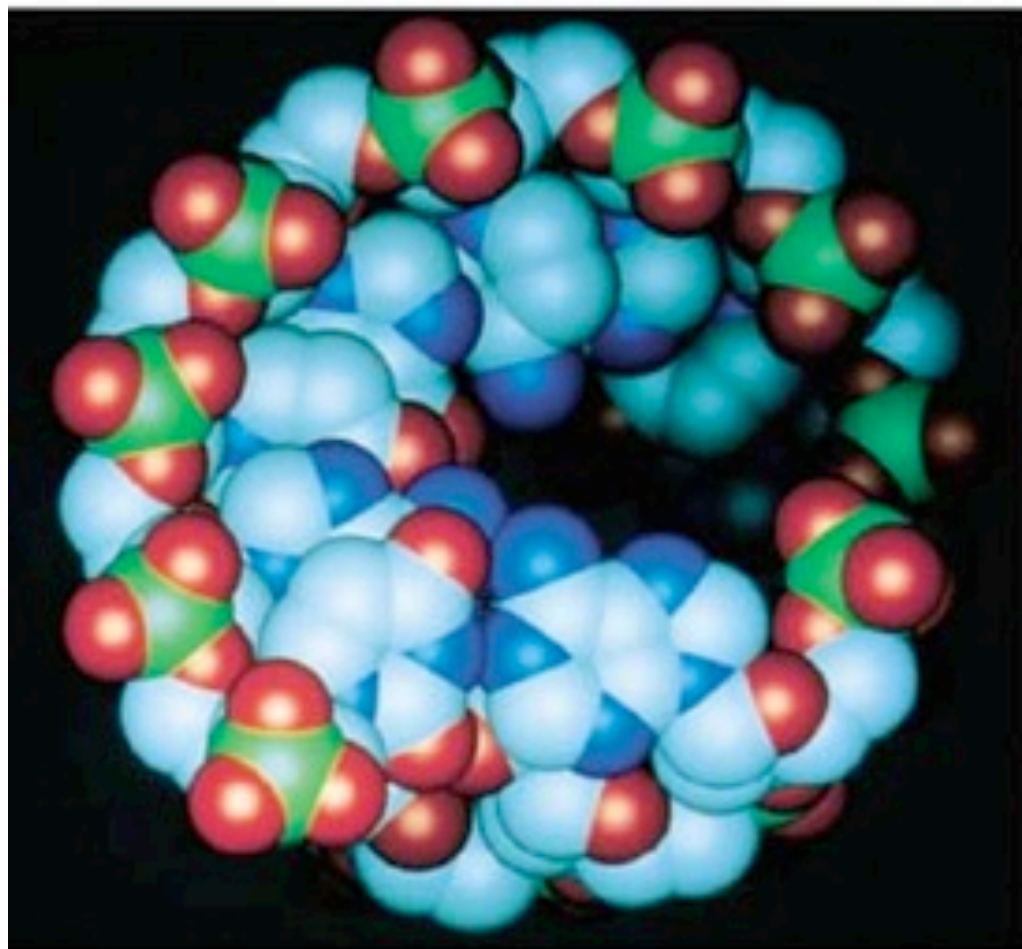
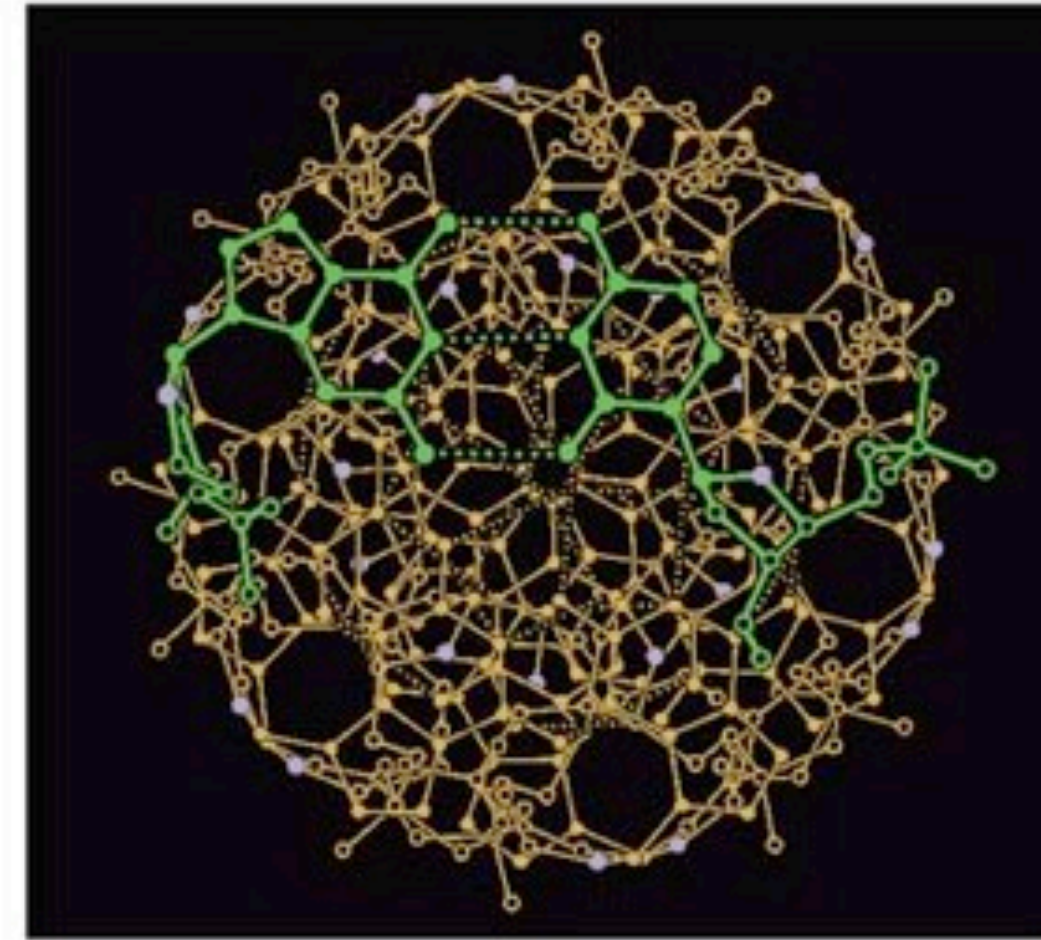
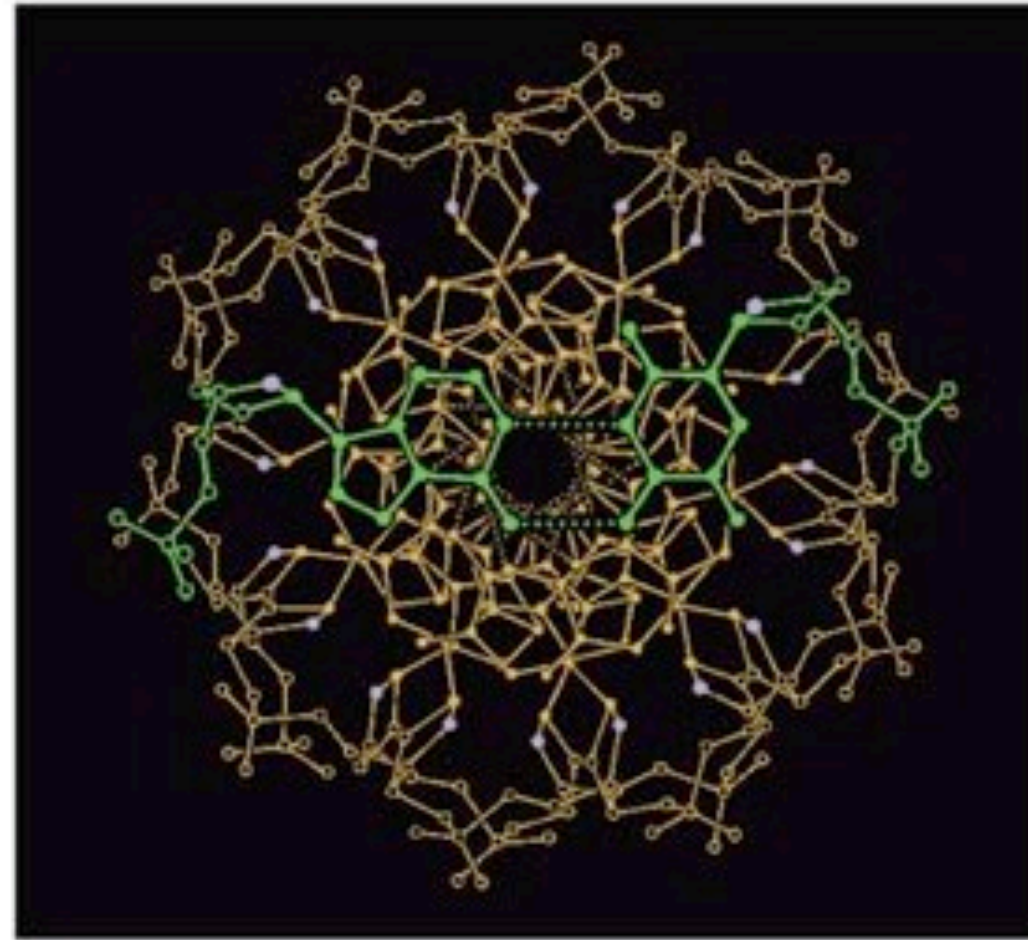
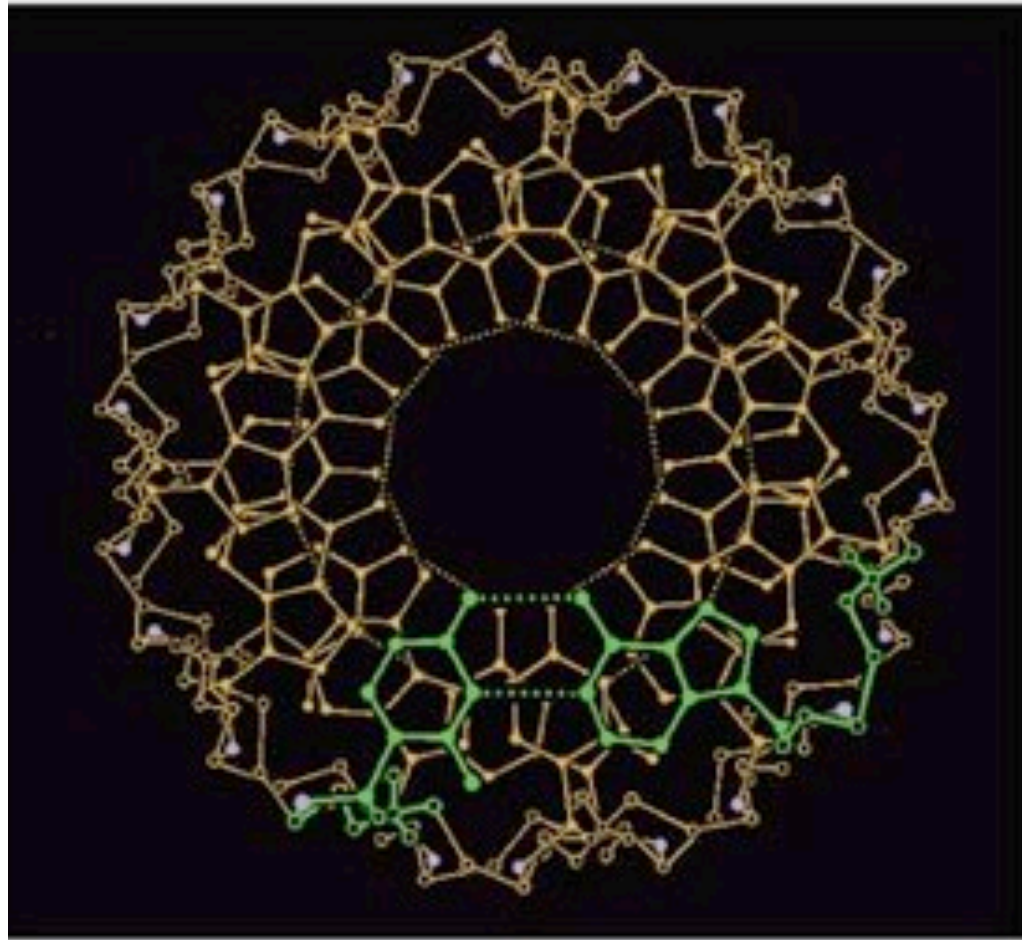
B  
DNA



Z  
DNA

© 2003 Thomson - Wadsworth



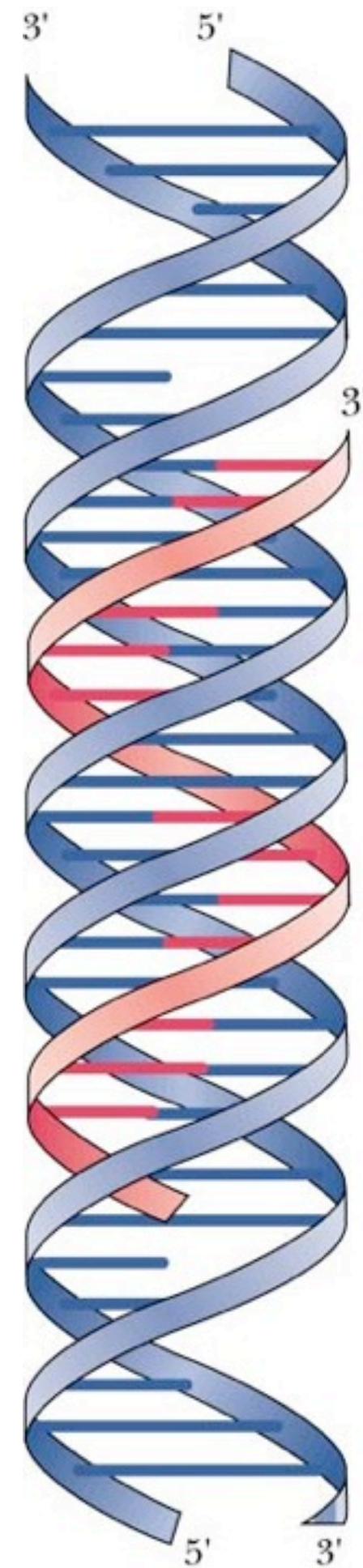


A  
DNA

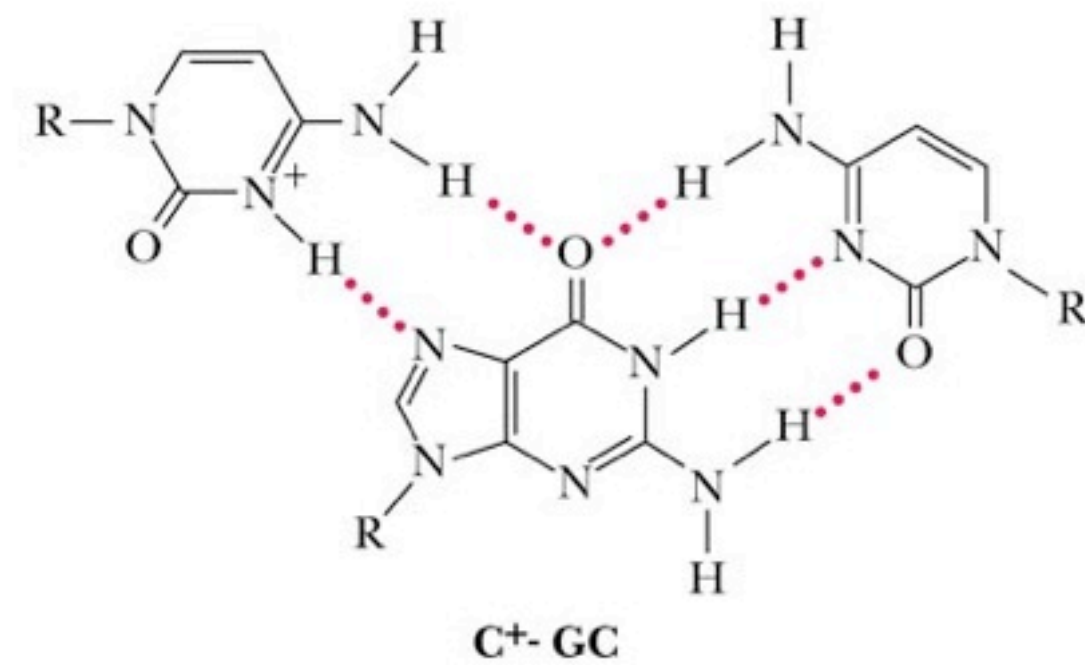
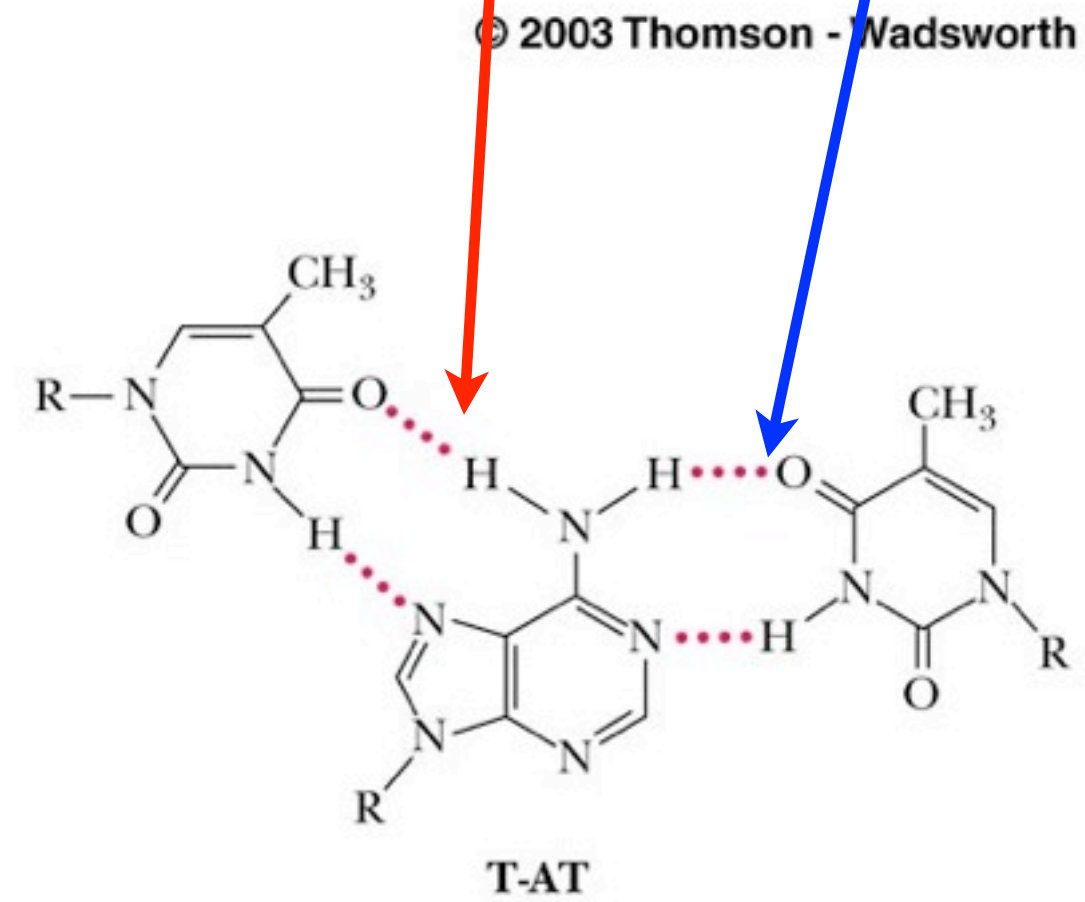
B  
DNA

Z  
DNA

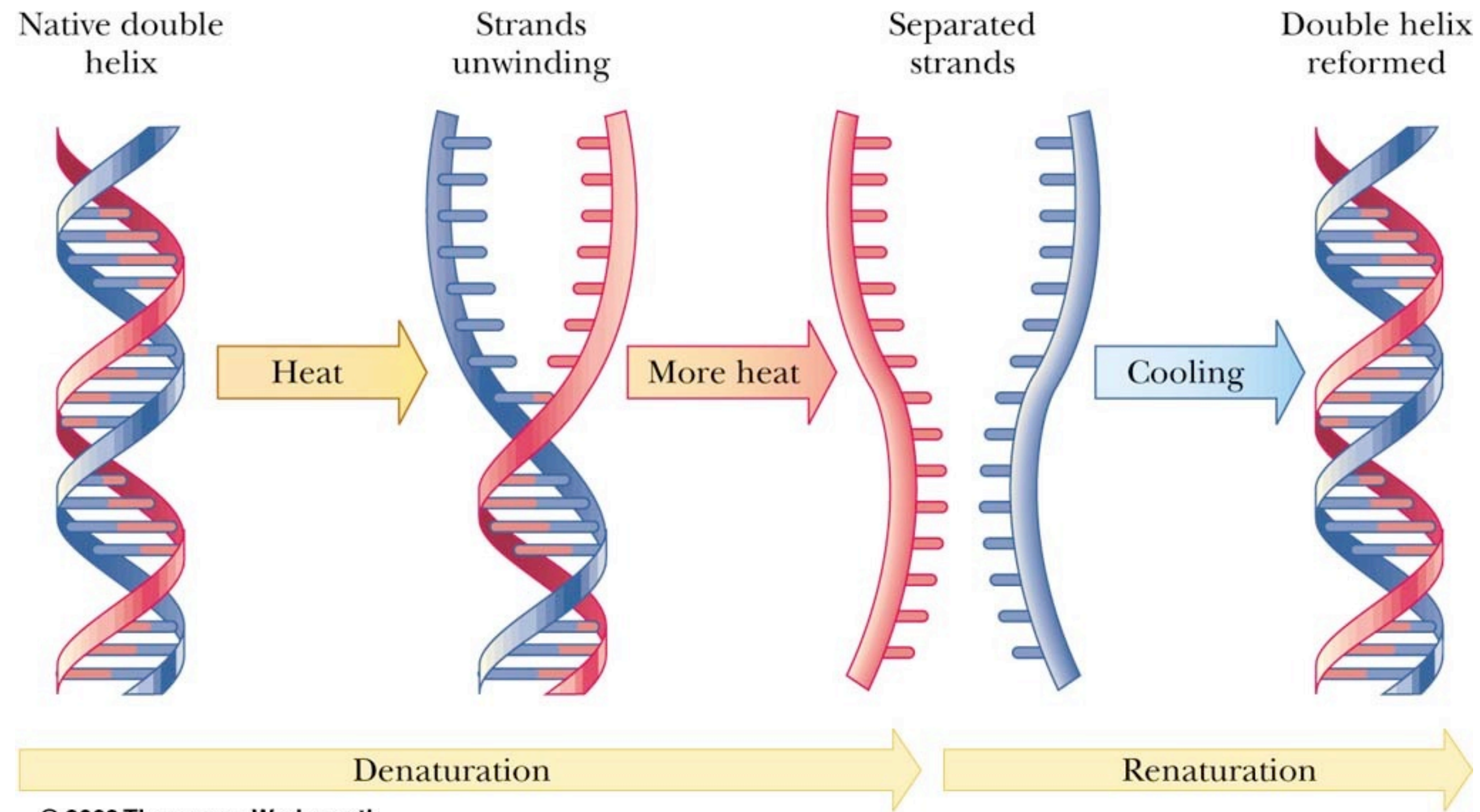
# Potrójna helisa pary zasad Watsona-Cricka i dodatkowo Hoogsteena



3' 5'  
 T—A  
 G—C  
 C—G  
 C—G  
 T—A  
 A—T  
 G—C  
 3' G—C  
 \*T• A—T  
 T• A—T  
 T• A—T  
 T• A—T  
 T• A—T  
 C• G—C  
 T• A—T  
 T• A—T  
 T• A—T  
 C+ G—C  
 T• A—T  
 T• A—T  
 T• A—T  
 C+ G—C  
 T• A—T  
 T• A—T  
 \*T• A—T  
 5' G—C  
 G—C  
 C—G  
 C—G  
 C—G  
 C—G  
 A—T  
 G—C  
 5' 3'

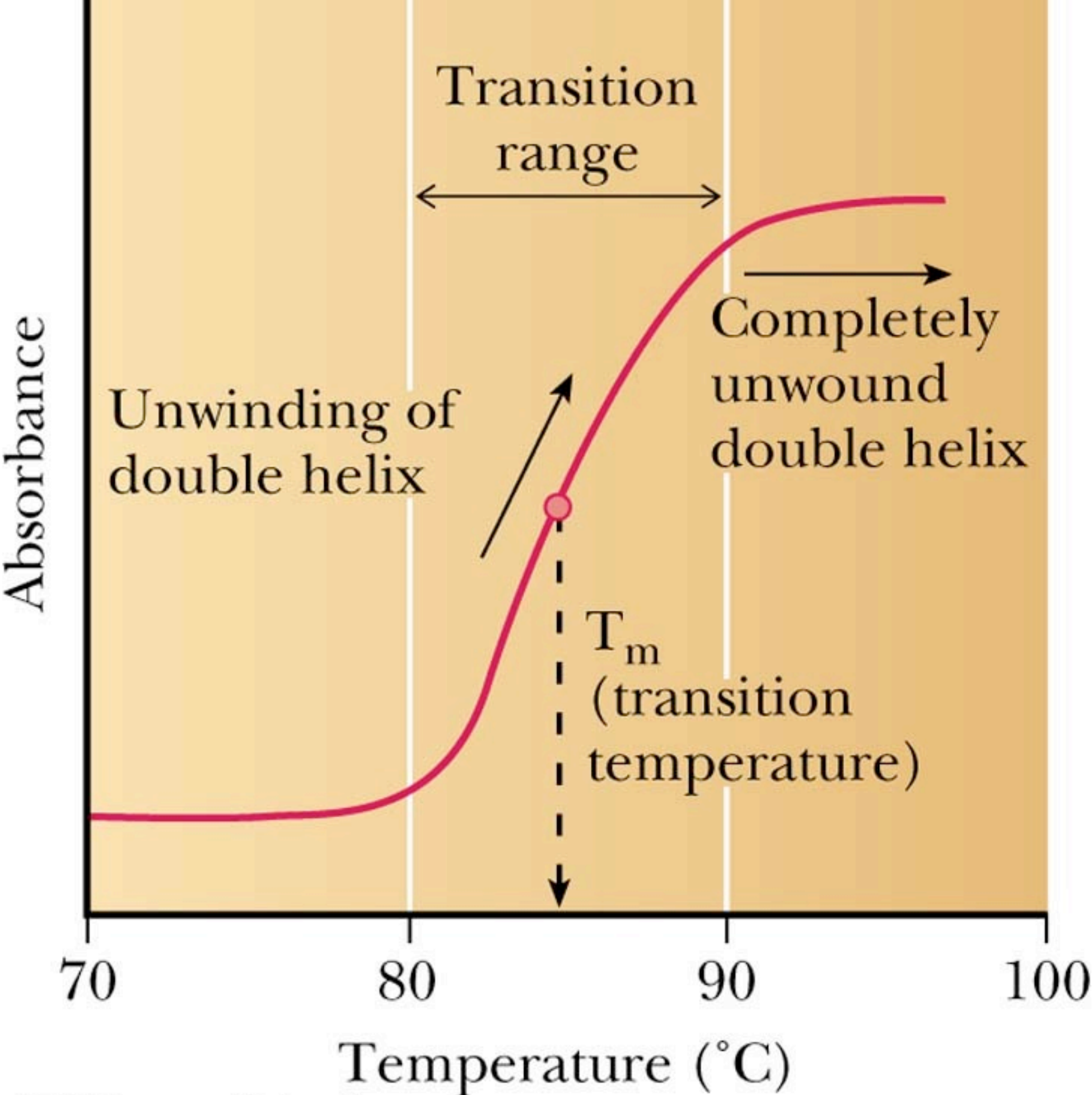


# Denaturacija - renaturacija DNA



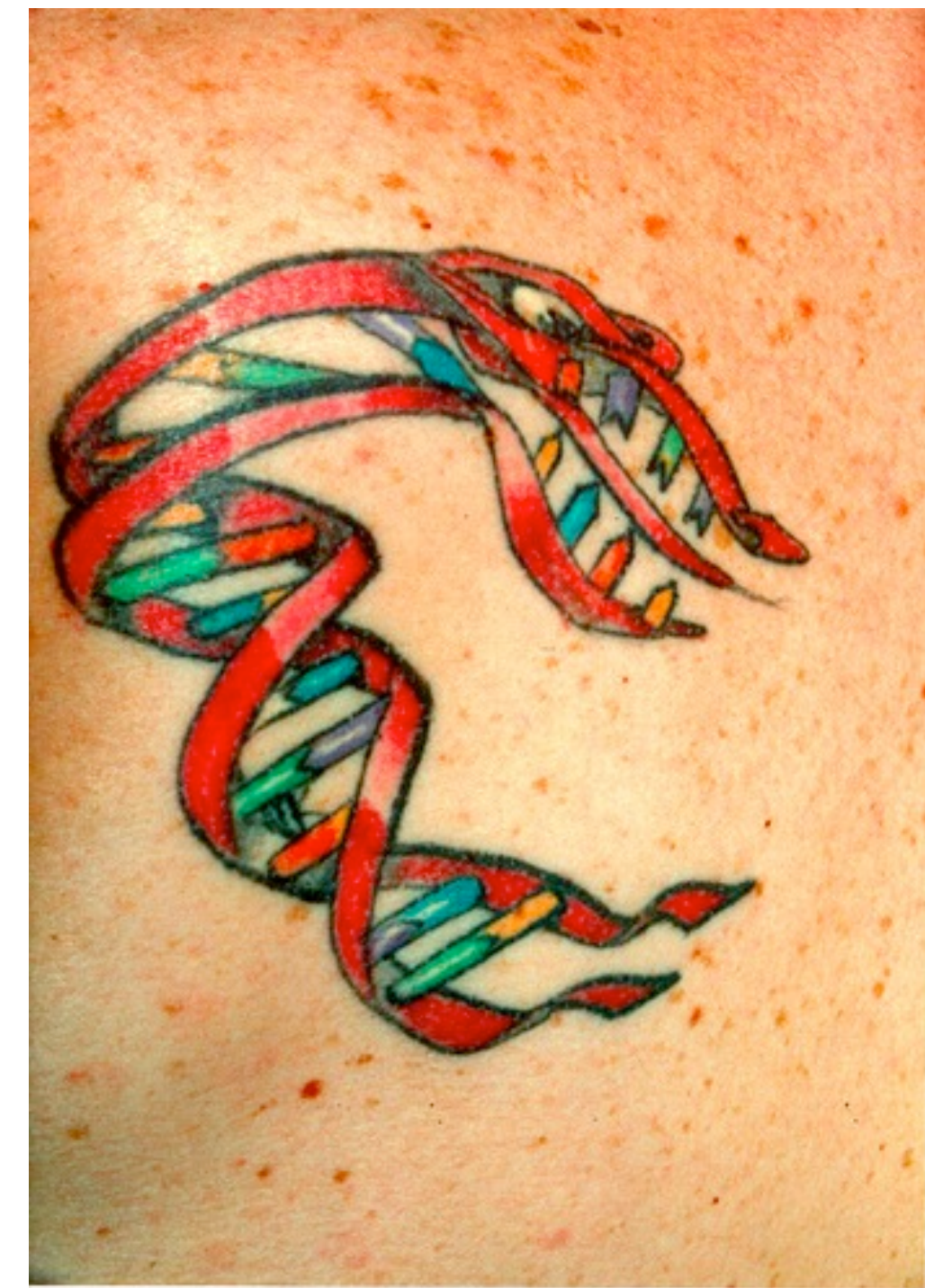
© 2003 Thomson - Wadsworth

# Denaturacija DNA



© 2003 Thomson - Wadsworth

# DNA w sztuce







# Struktura RNA

# Struktura RNA

- Pierwszorzędowa struktura RNA jest identyczna ze strukturą nici DNA

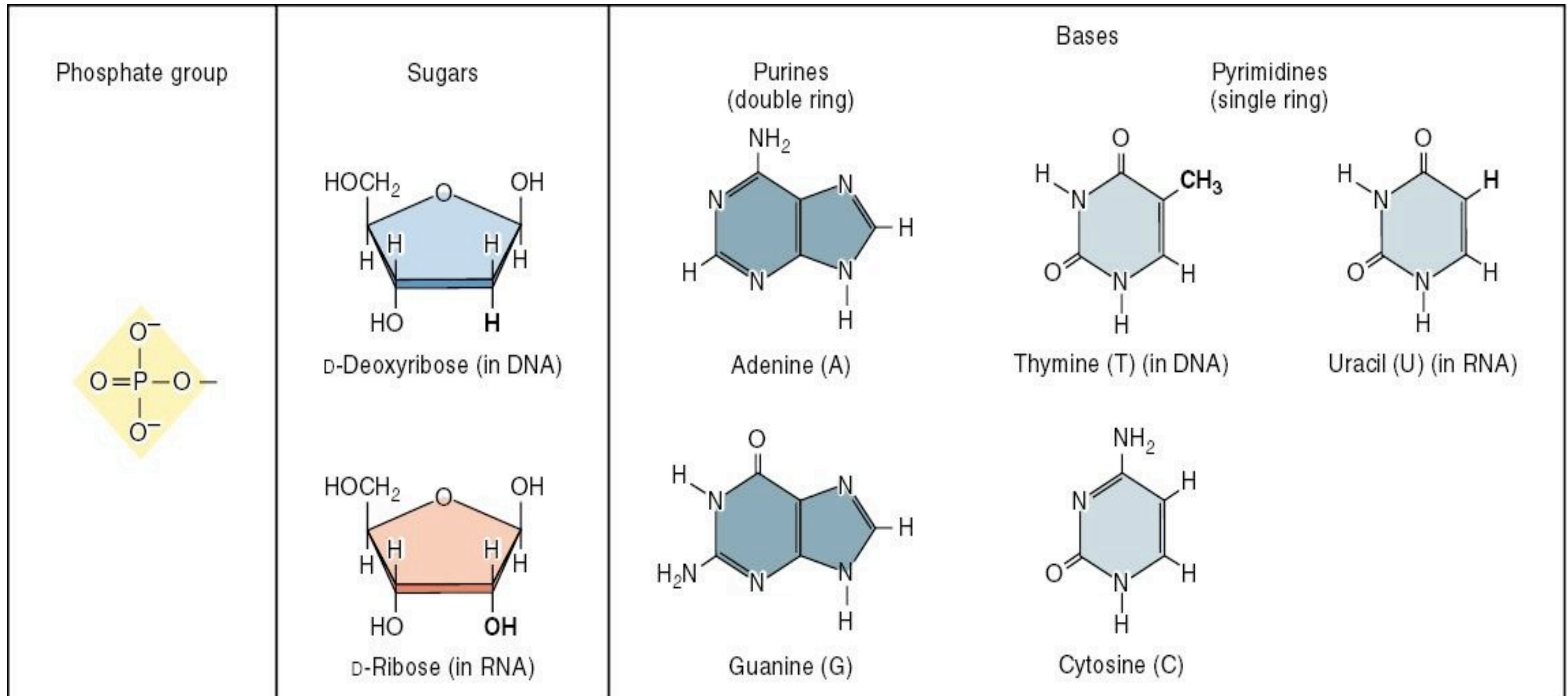
# Struktura RNA

- Pierwszorzędowa struktura RNA jest identyczna ze strukturą nici DNA
- Cząsteczka RNA zawiera zwykle od kilkuset do kilku tysięcy nukleotydów

# Struktura RNA

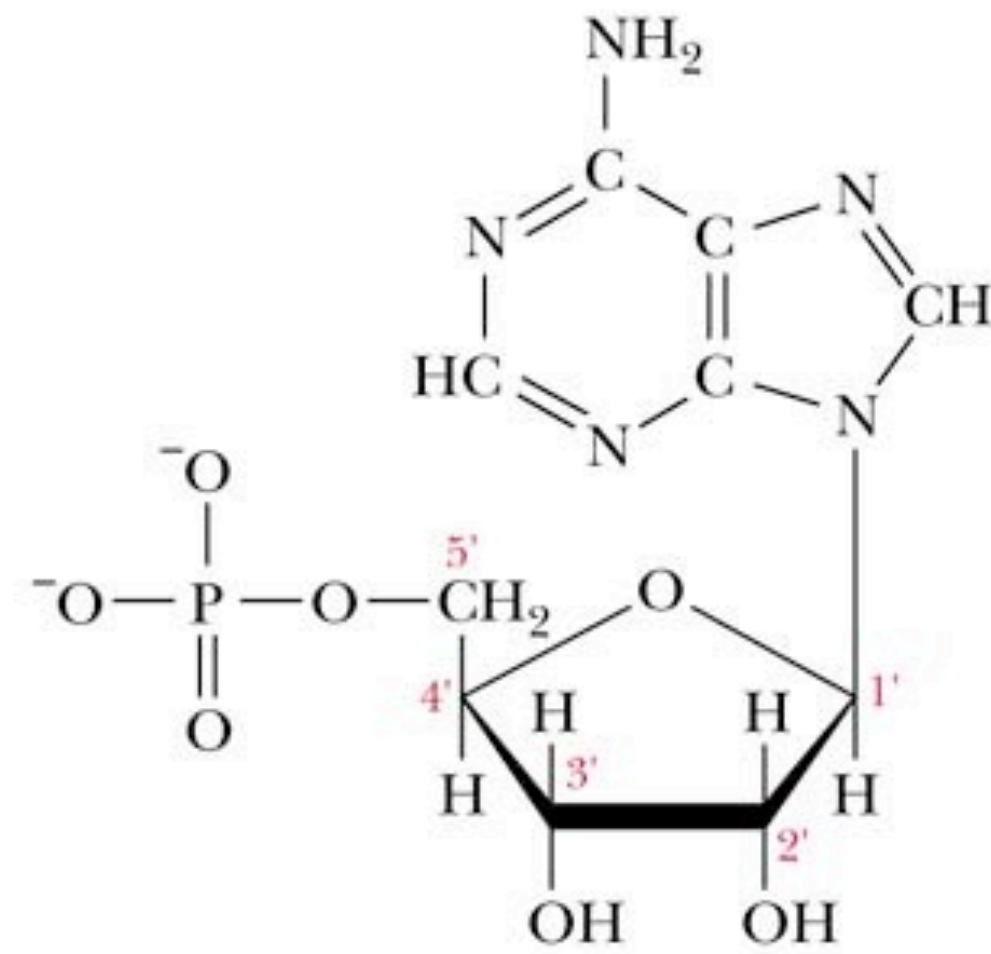
- Pierwszorzędowa struktura RNA jest identyczna ze strukturą nici DNA
- Cząsteczka RNA zawiera zwykle od kilkuset do kilku tysięcy nukleotydów
- RNA występuje głównie w formie jednoniciowej

# Składniki DNA i RNA

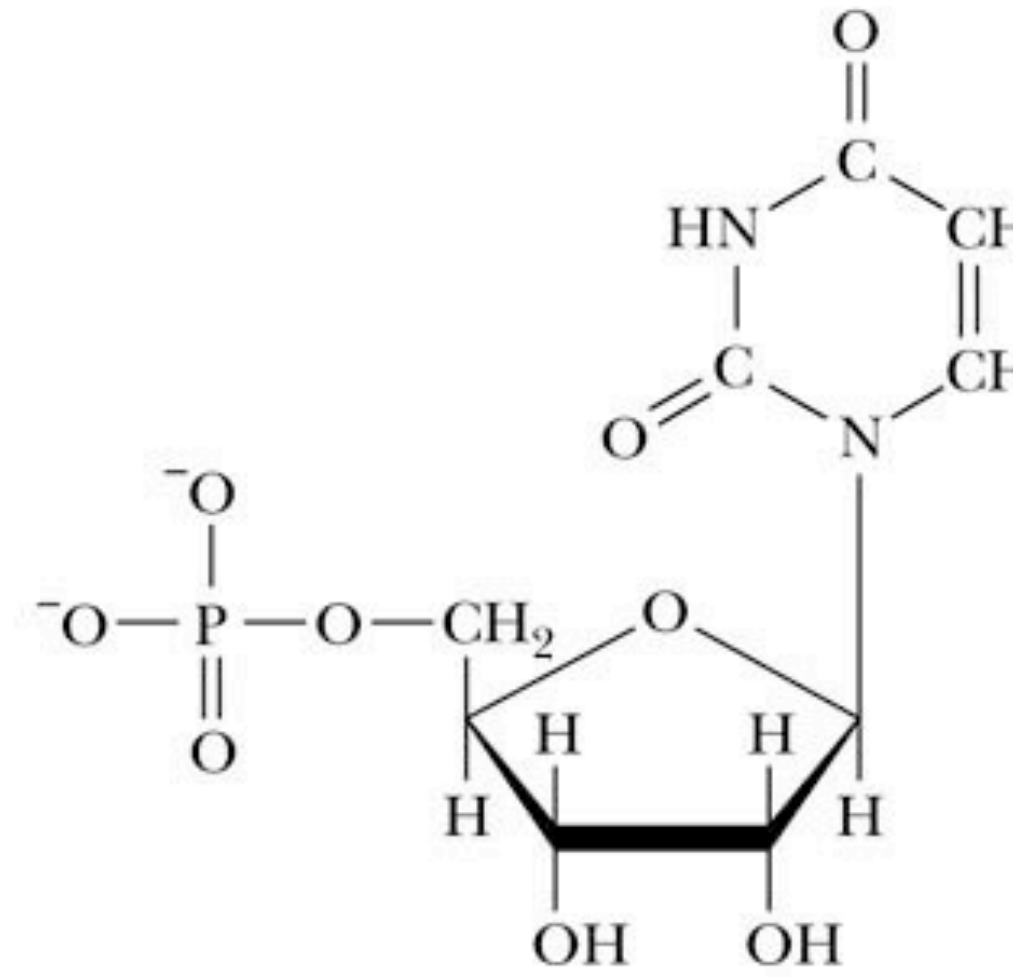


# (Rybo)nukleotydy

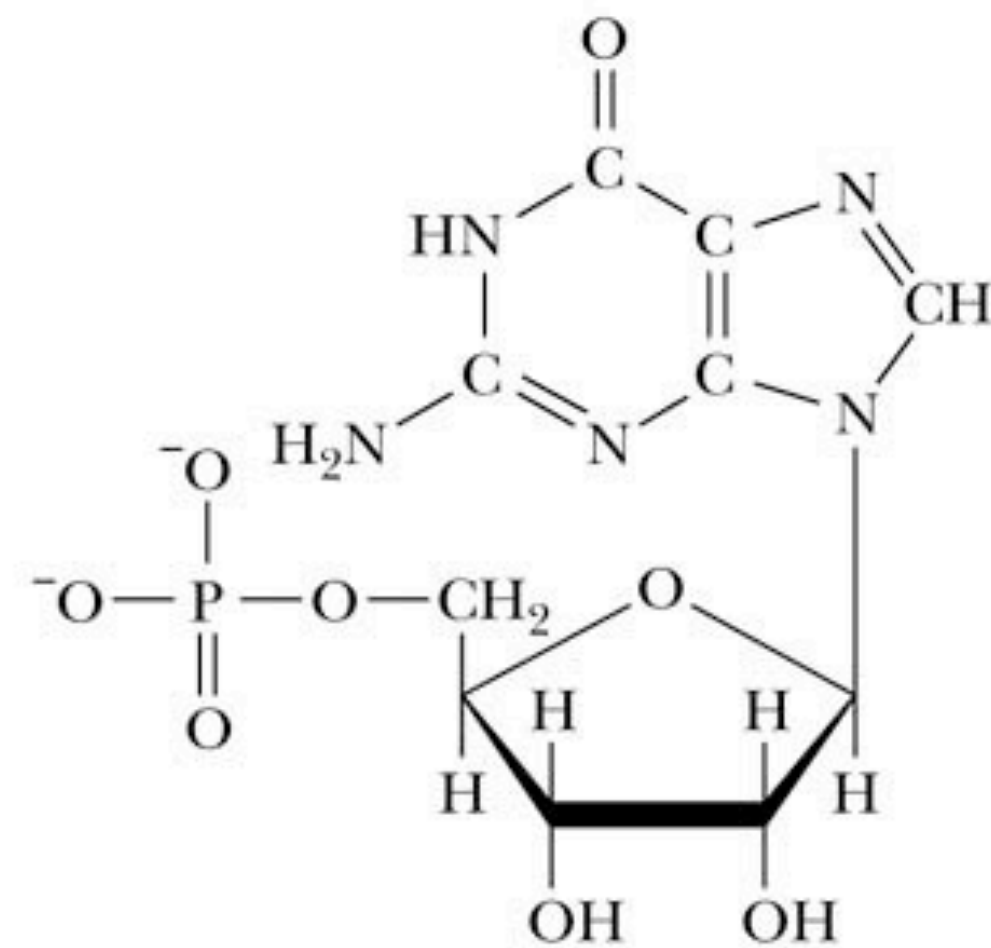
(a)



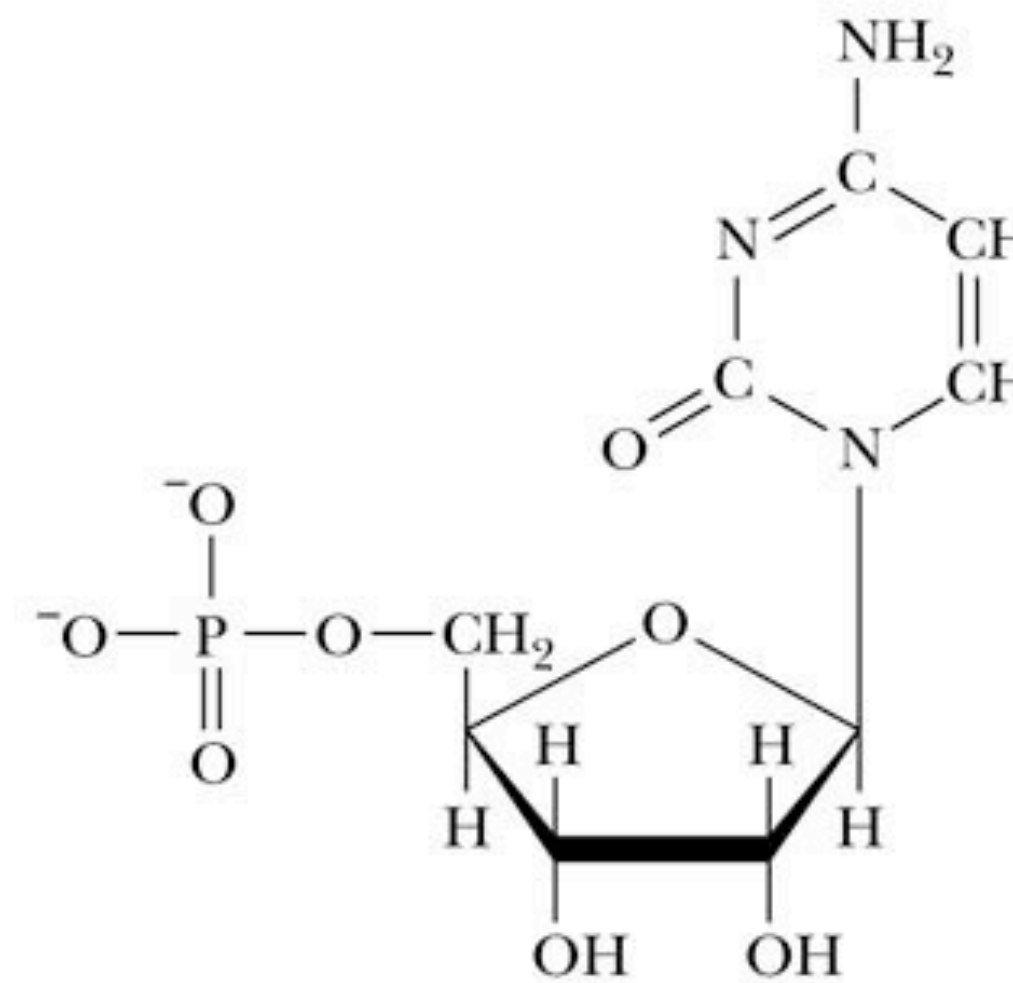
**Adenosine 5'-monophosphate**



**Uridine 5'-monophosphate**



**Guanosine 5'-monophosphate**

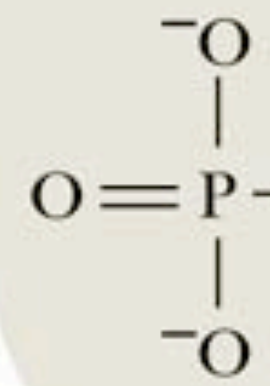


**Cytidine 5'-monophosphate**

© 2003 Thomson - Wadsworth

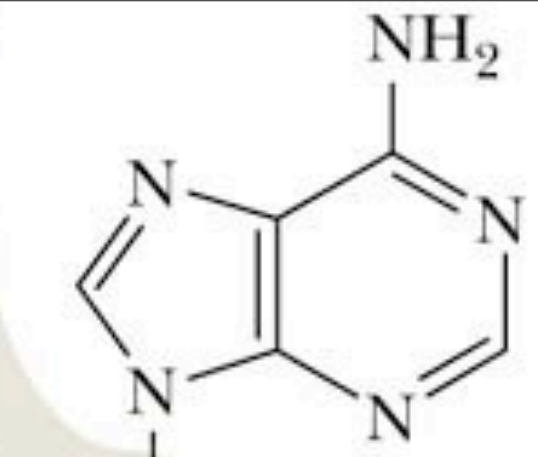
# Łańcuch RNA

5'-Terminus



5'

3'



Adenine

$\beta$ -Glycosidic bond  
between ribose and  
each base

5'

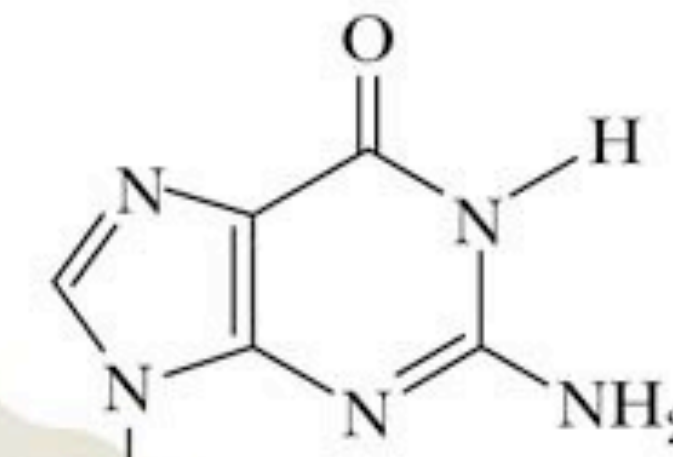
3'



Cytosine

5'

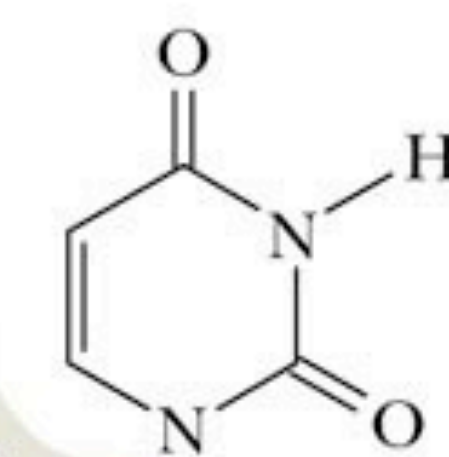
3'



Guanine

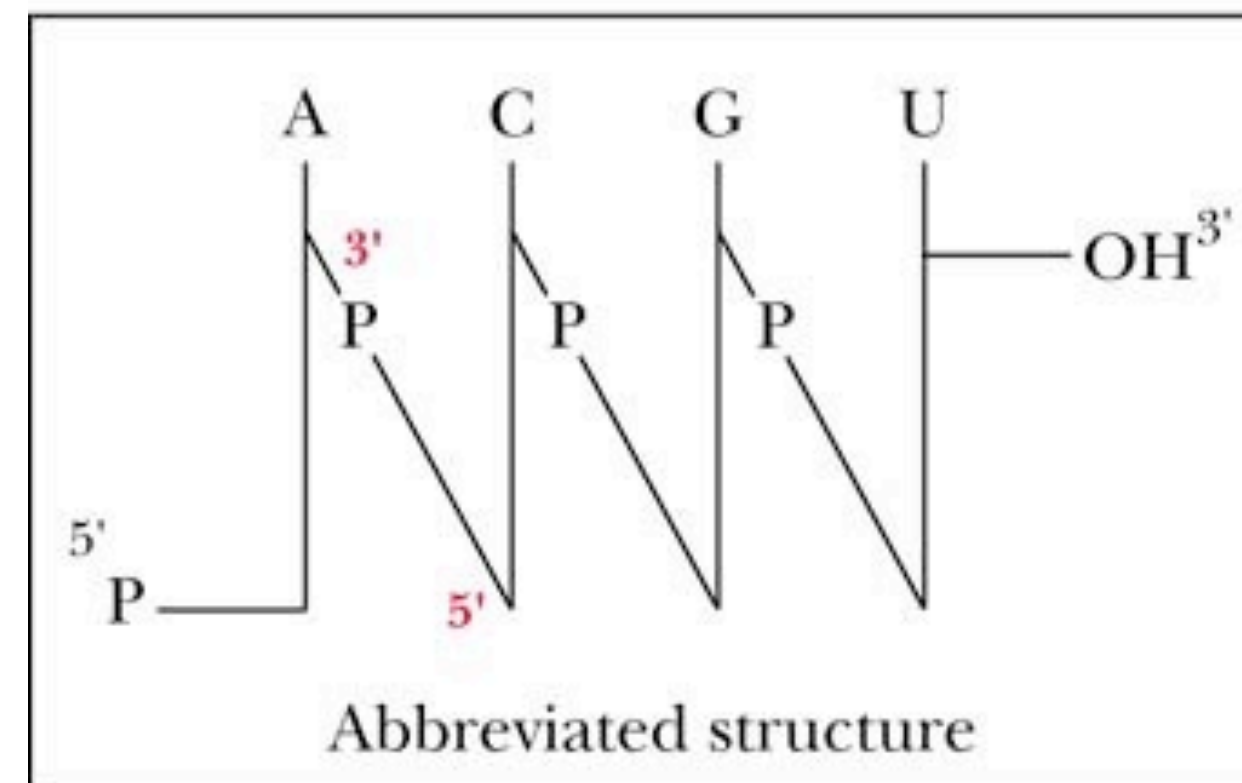
5'

3'

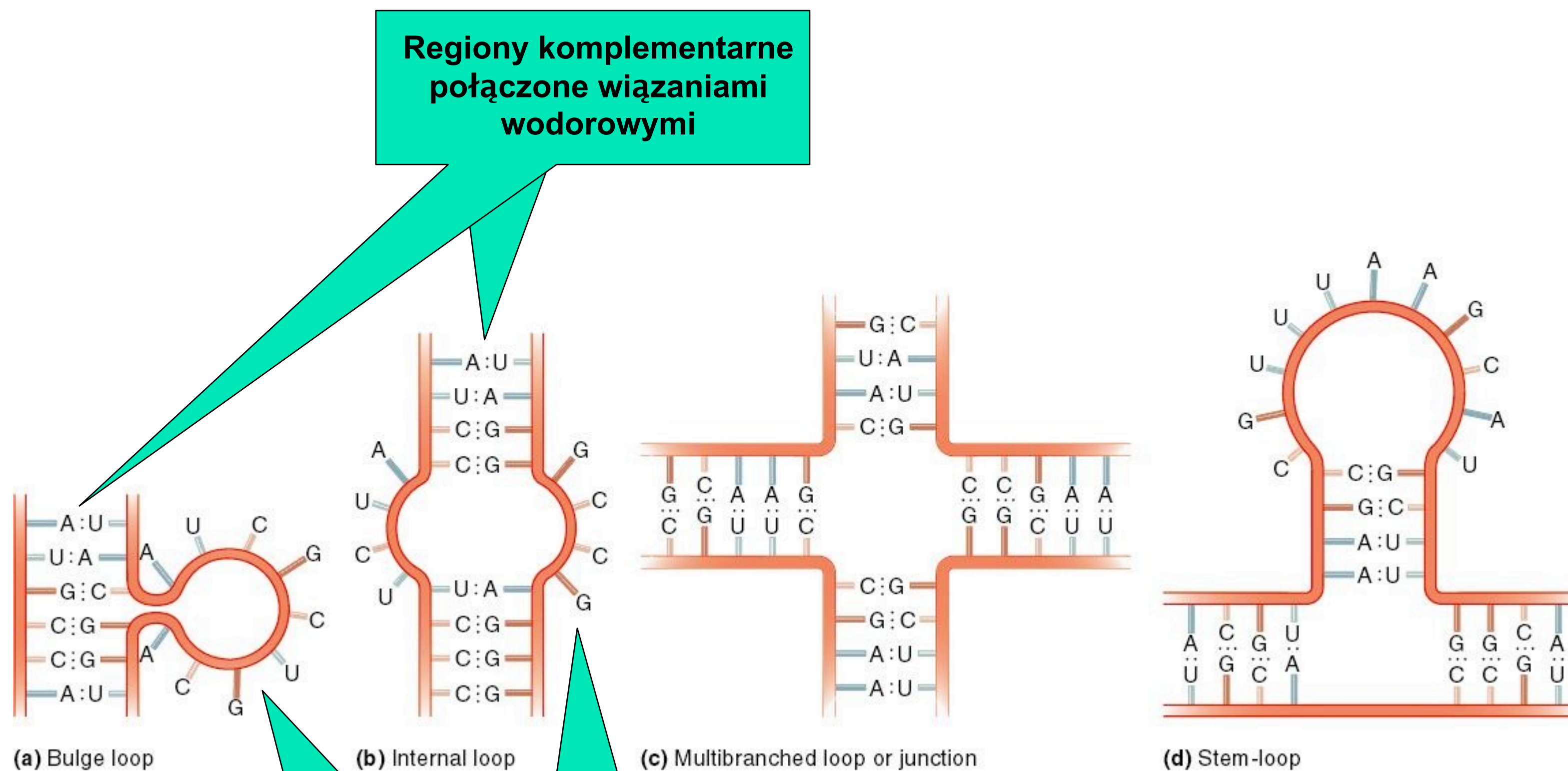


Uracil

3'-Terminus

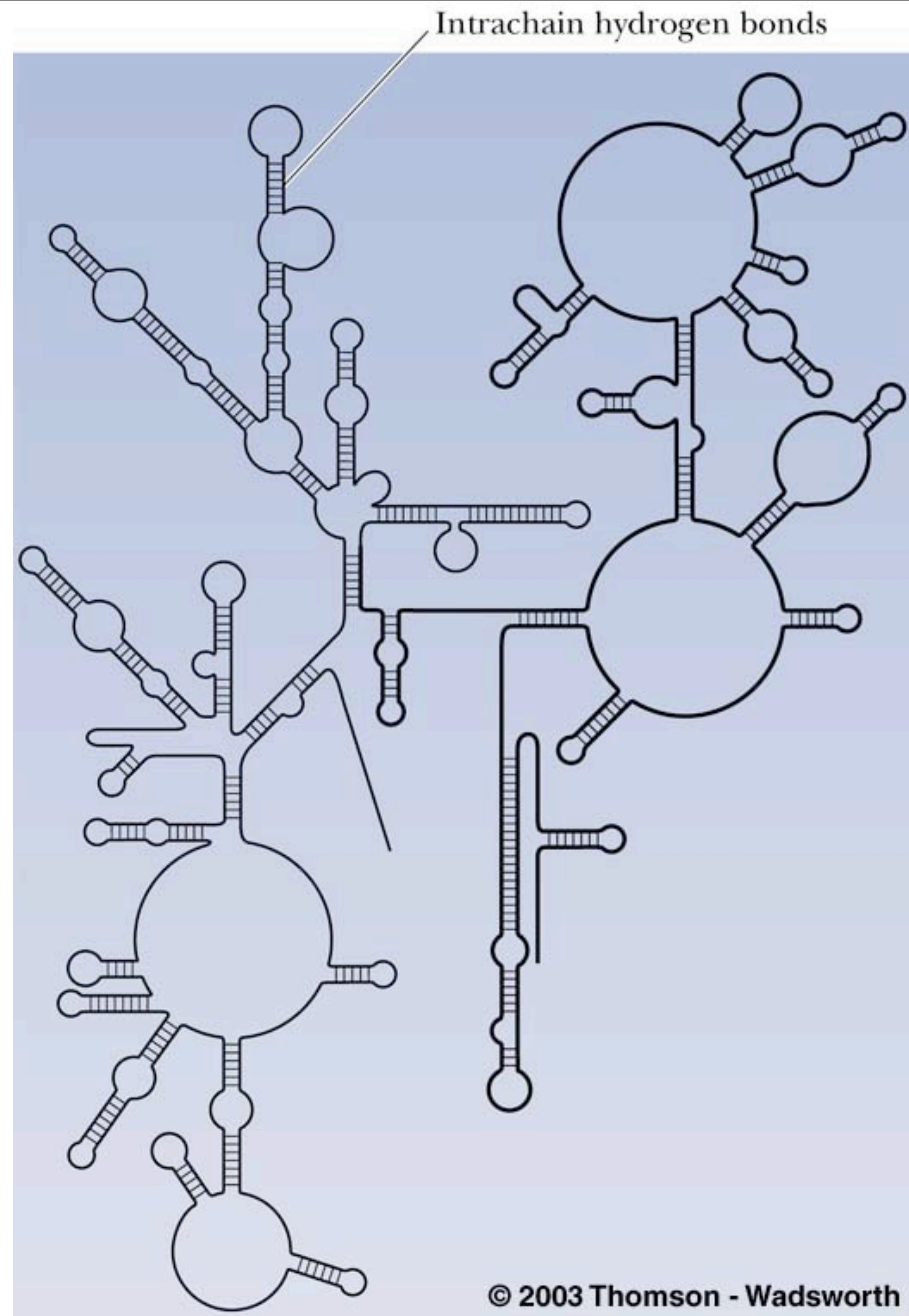


# Jednoniciowa struktura RNA umożliwia tworzenie bardziej złożonych struktur trójwymiarowych

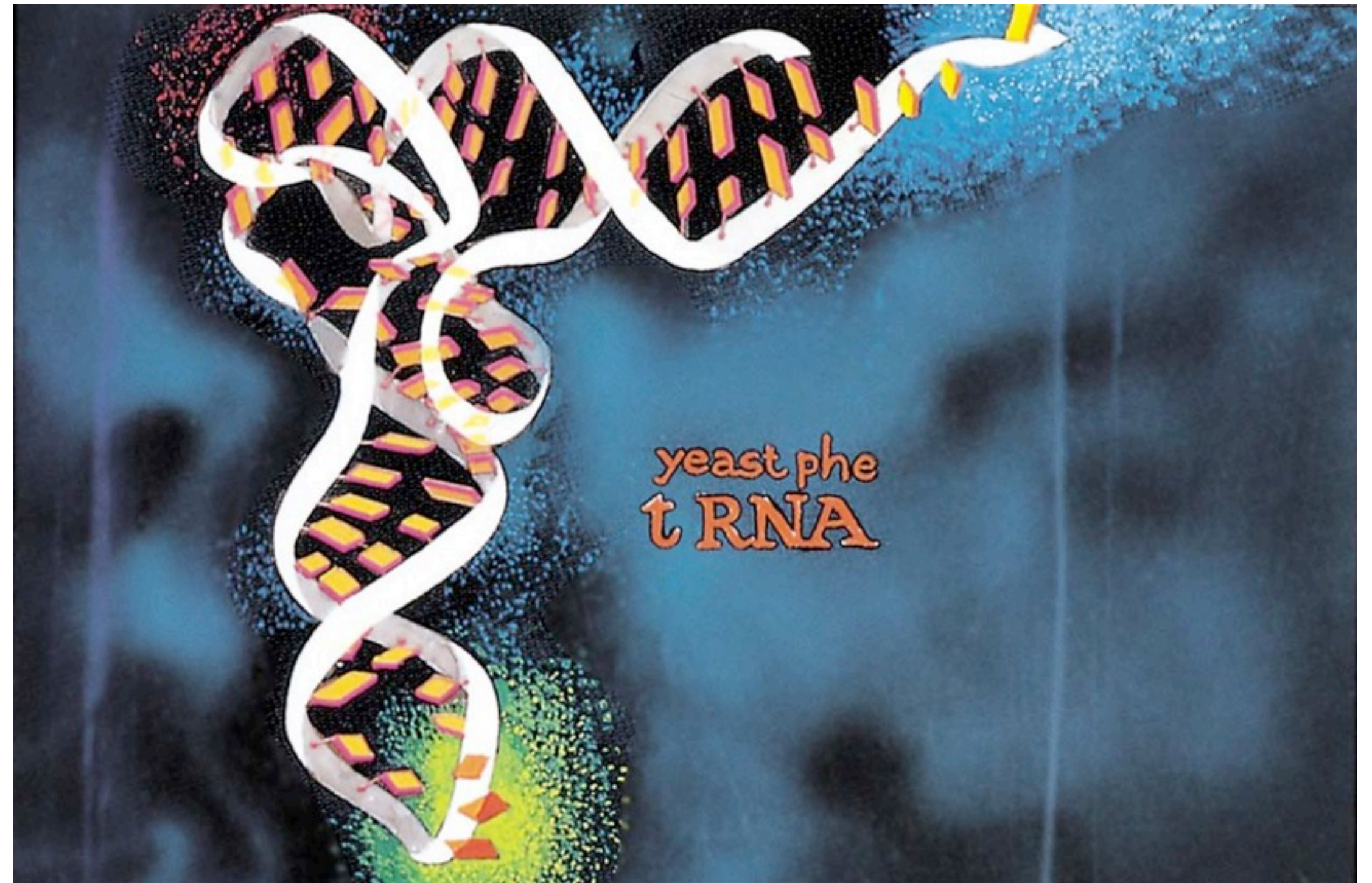
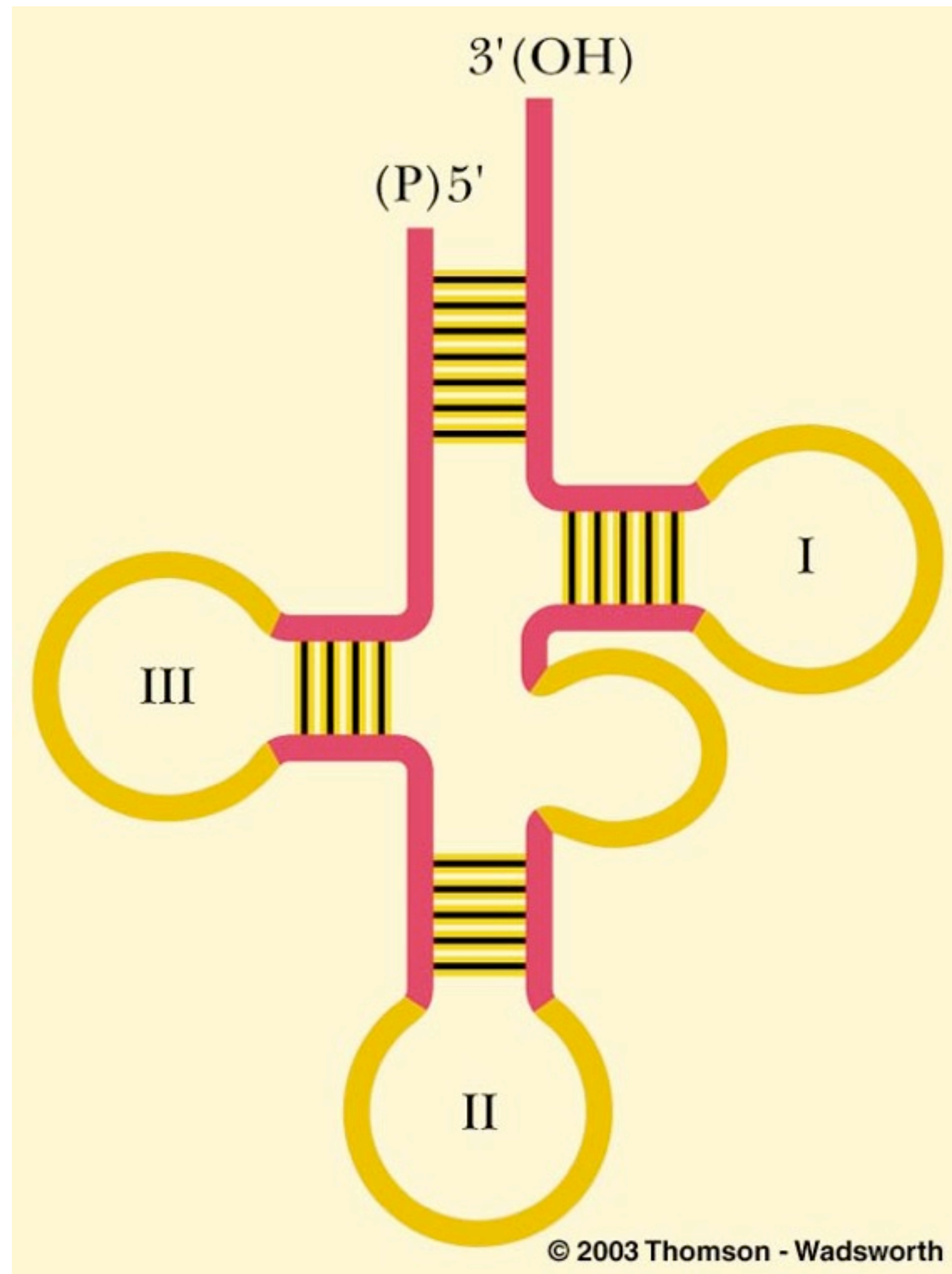




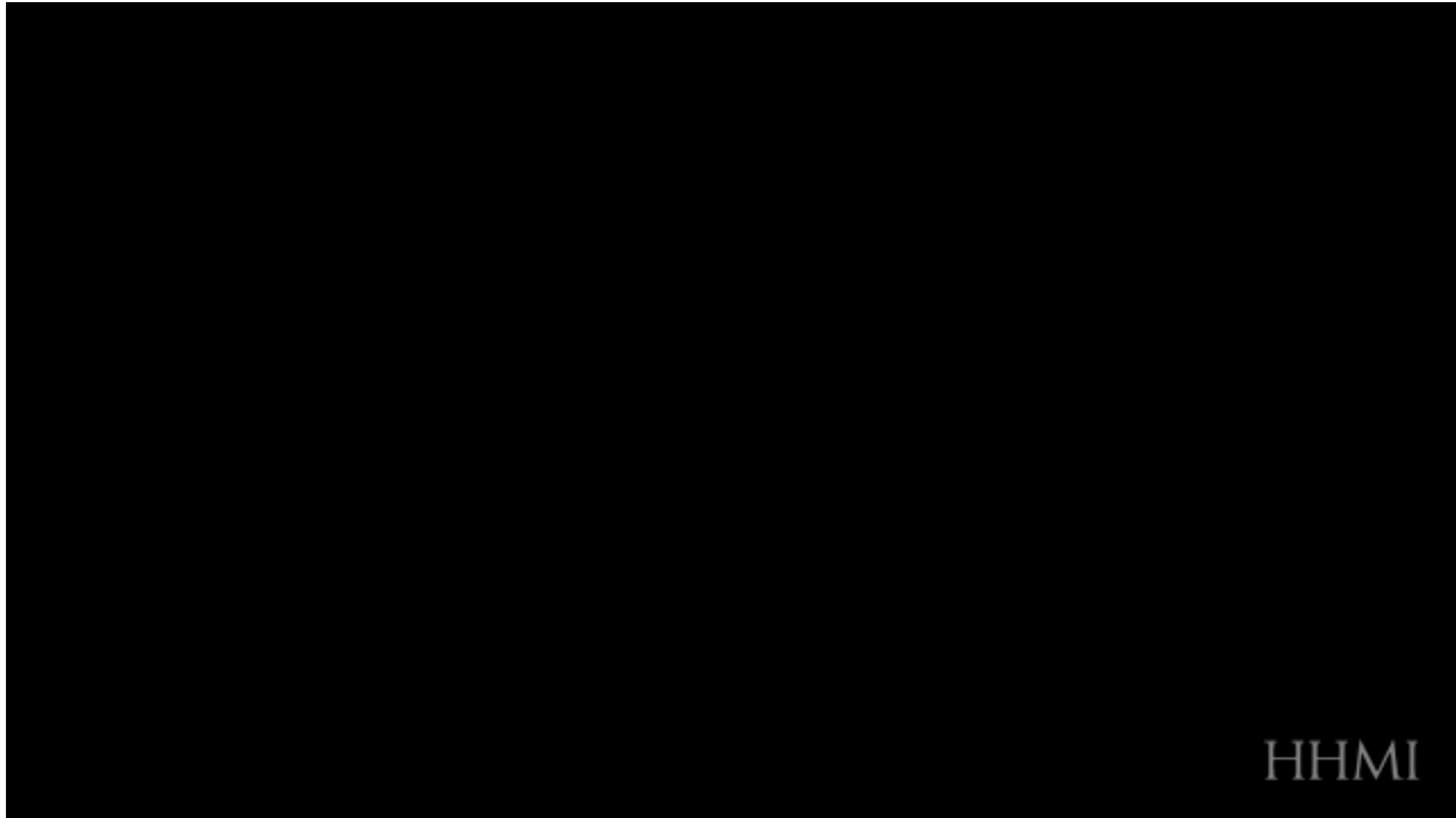
# Jak na przykład ten rybosomalny RNA



# Lub ten transferowy RNA



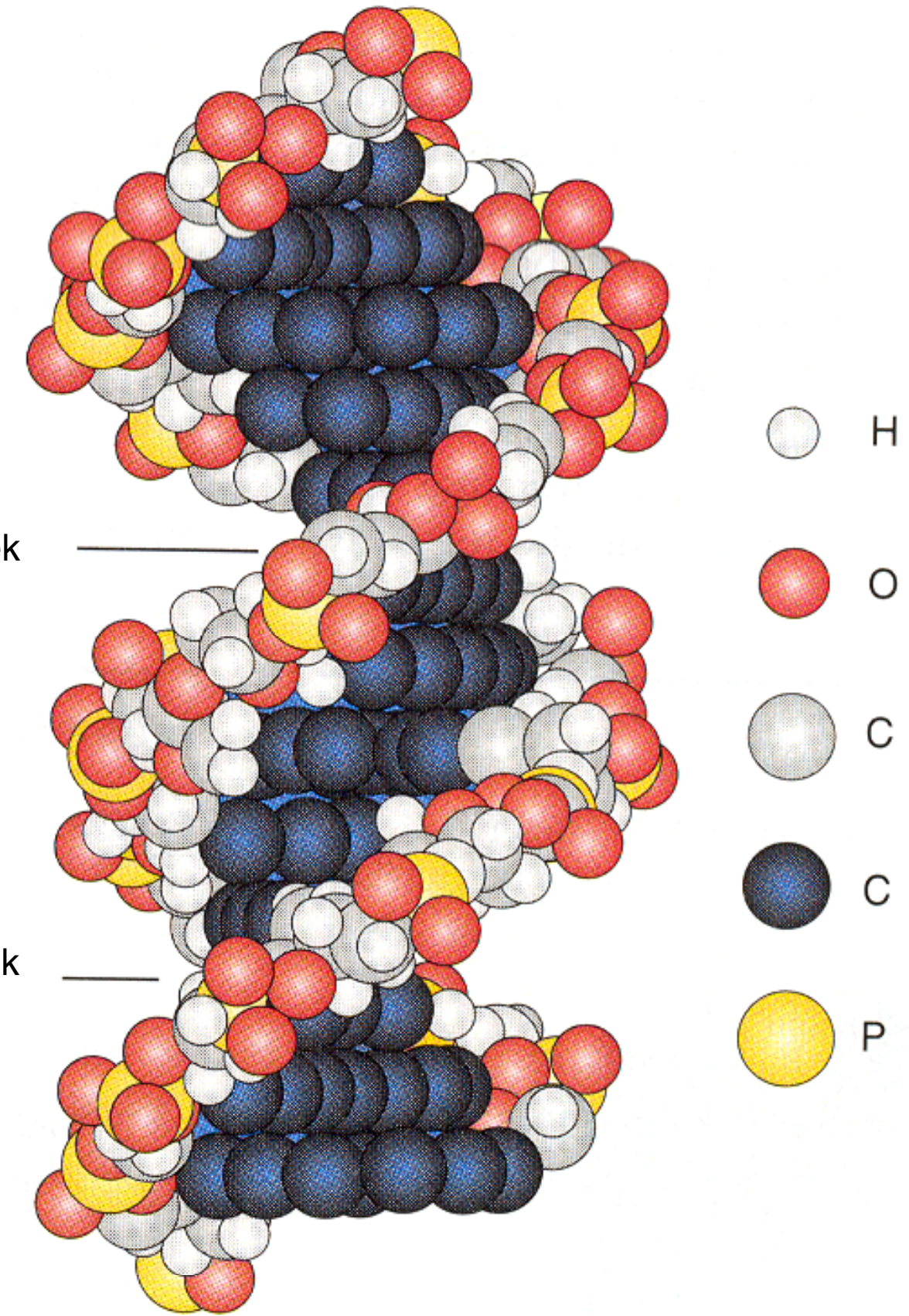
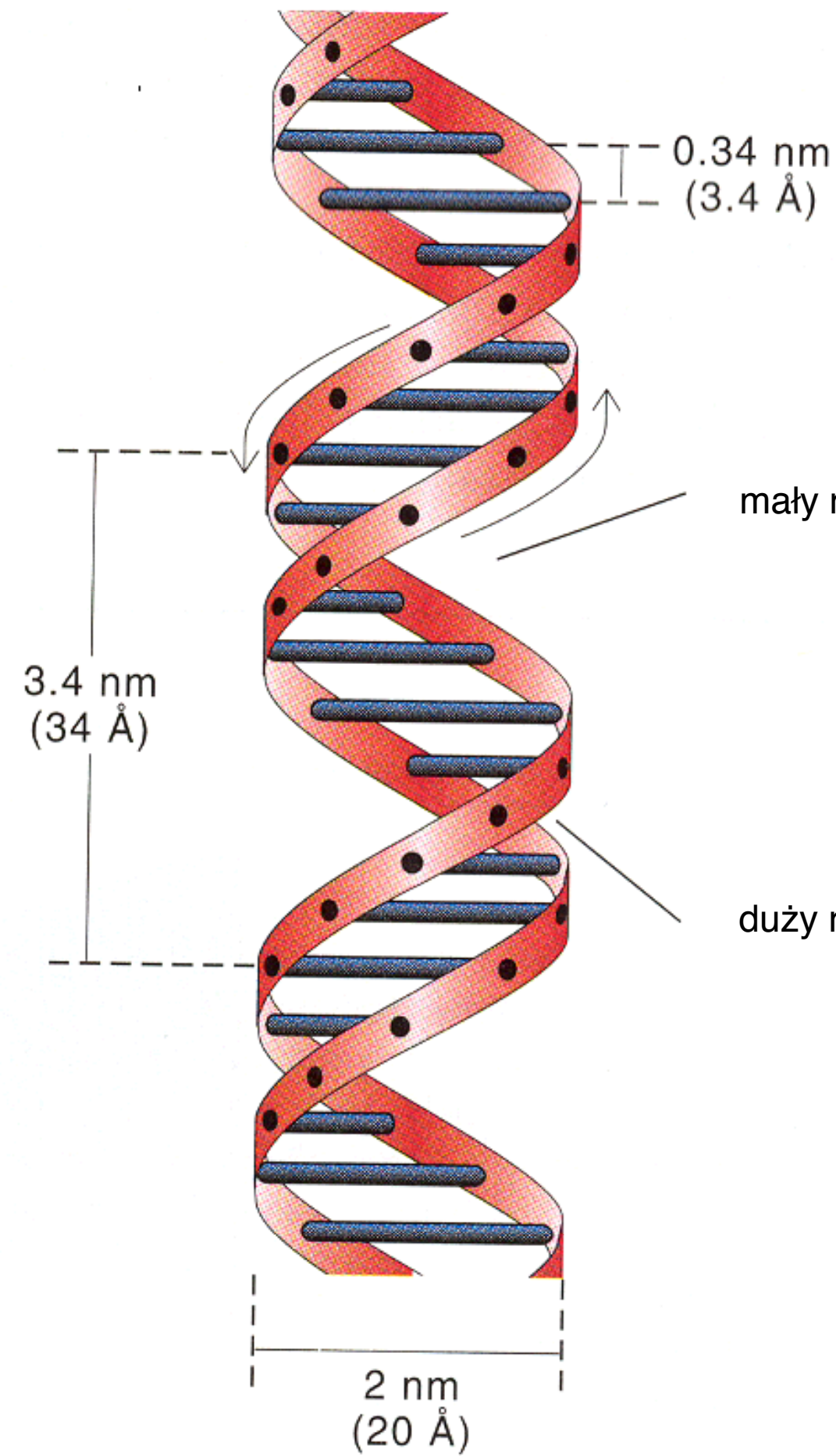
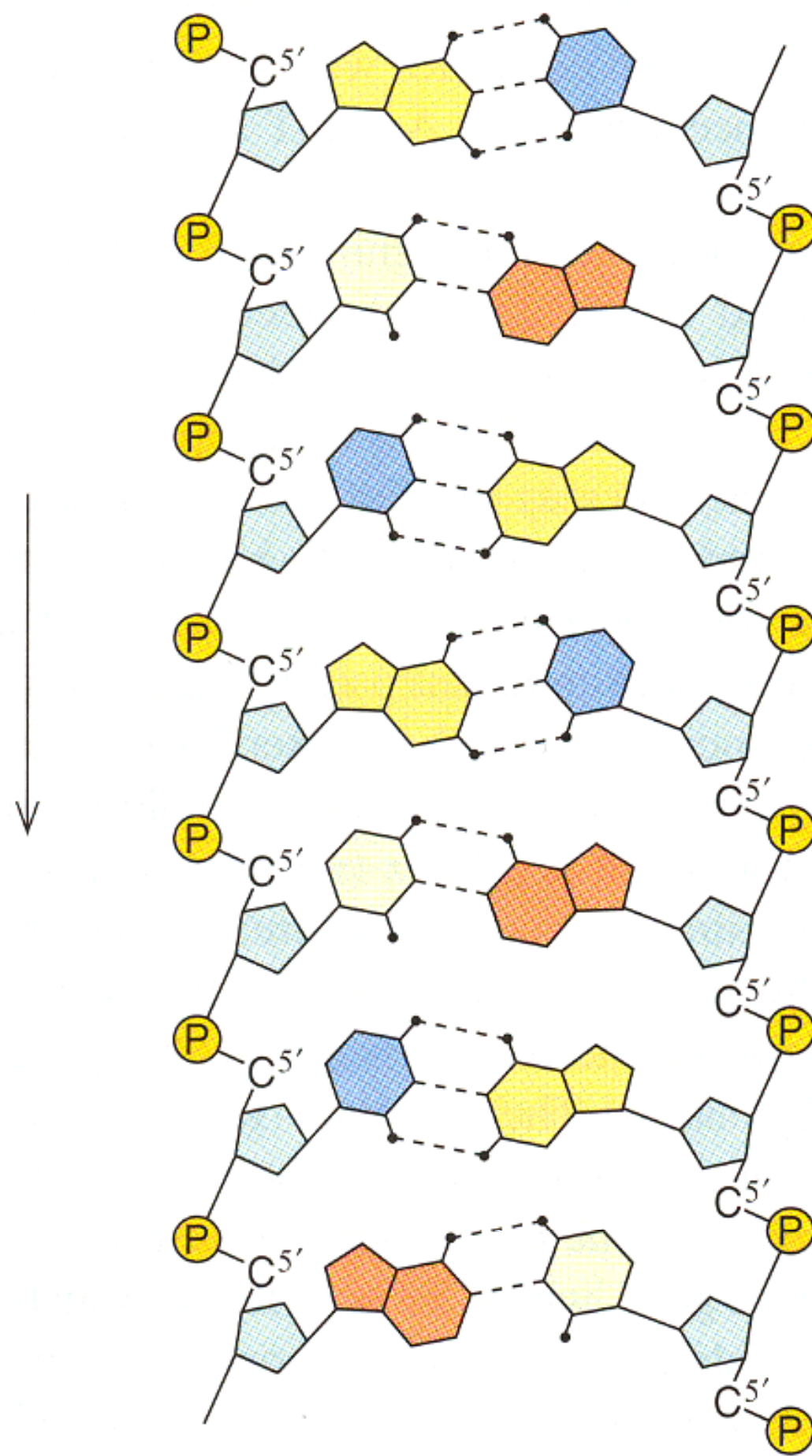
© 2003 Thomson - Wadsworth



HHMI

# Podwójna helisa DNA

struktura determinuje funkcję

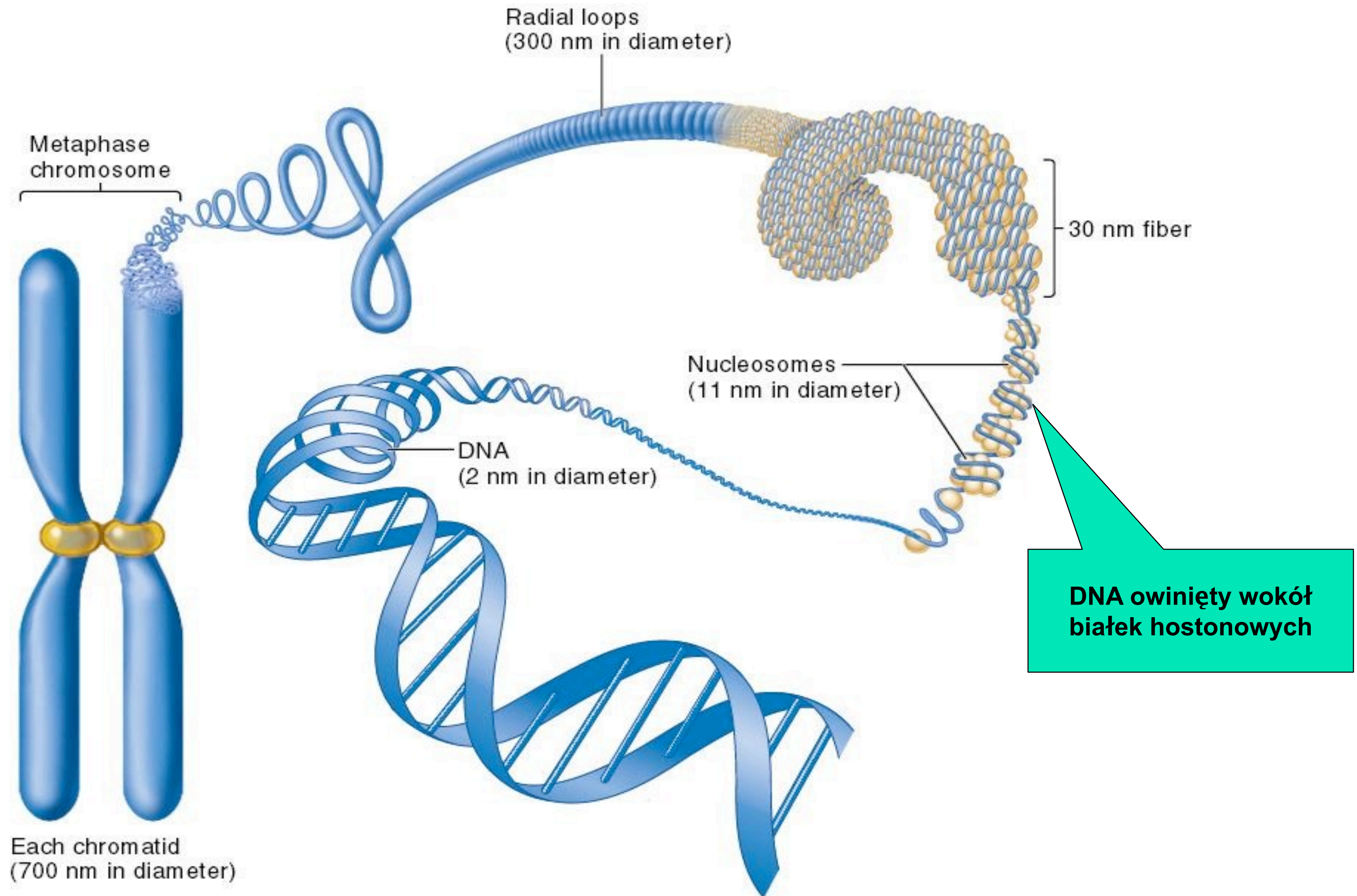


# Struktura chromatyny - organizacja przestrzenna DNA w komórkach eukariotycznych



**DNA owinięty wokół  
białek histonowych**

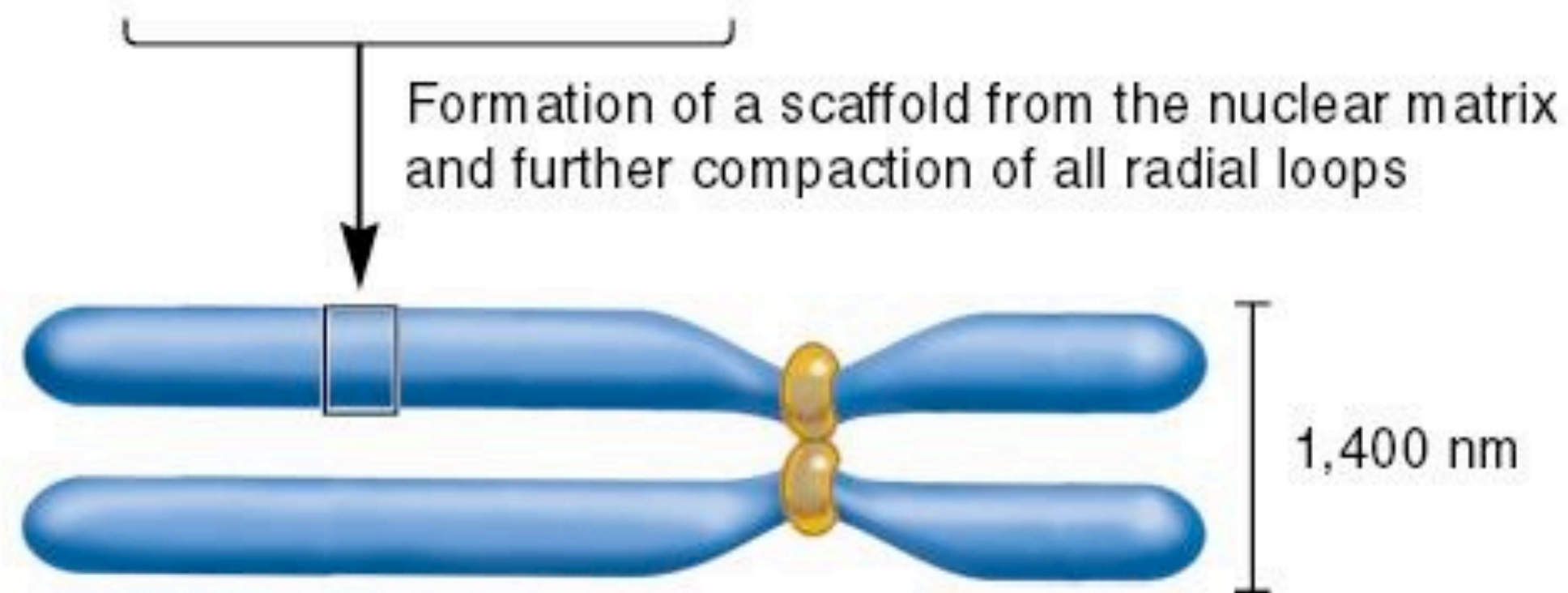
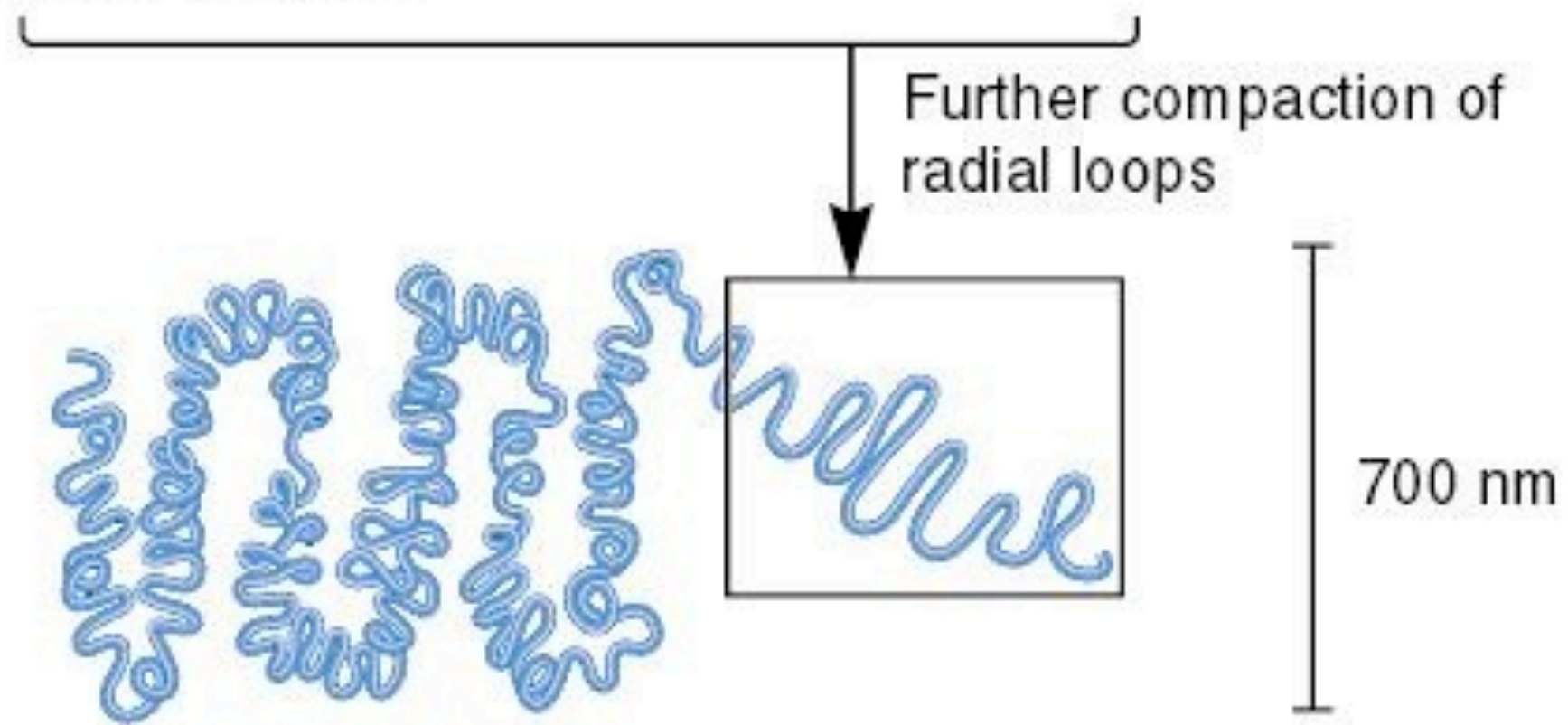
# Struktura chromatyny - organizacja przestrzenna DNA w komórkach eukariotycznych



# Struktura chromatyny



(c) Looped domains



(d) Metaphase chromosome

