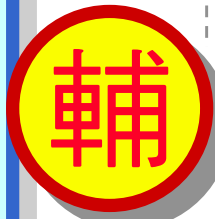
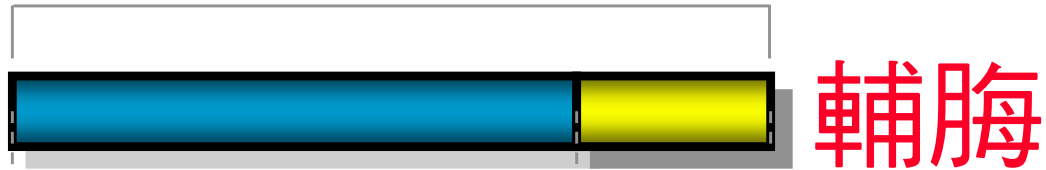
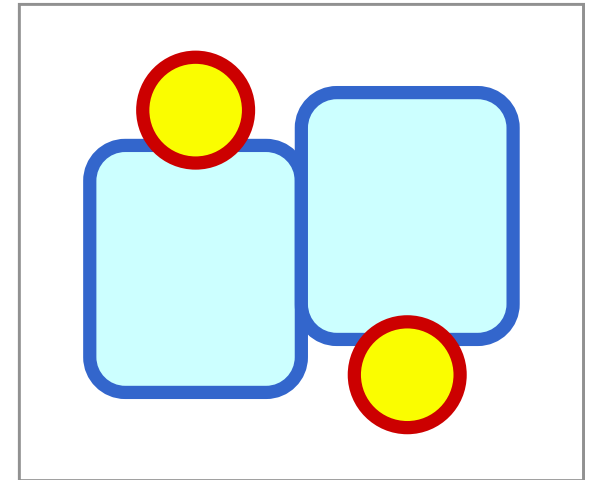


2.1 酵素的構成

Holoenzyme

全酶

多元體



輔酶

Cofactor

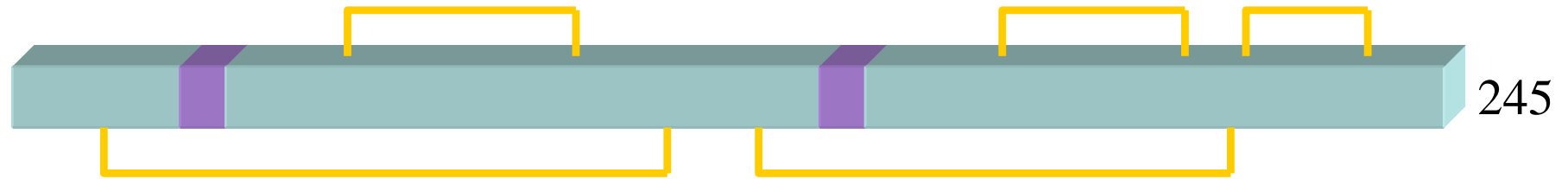
金屬

Coenzyme

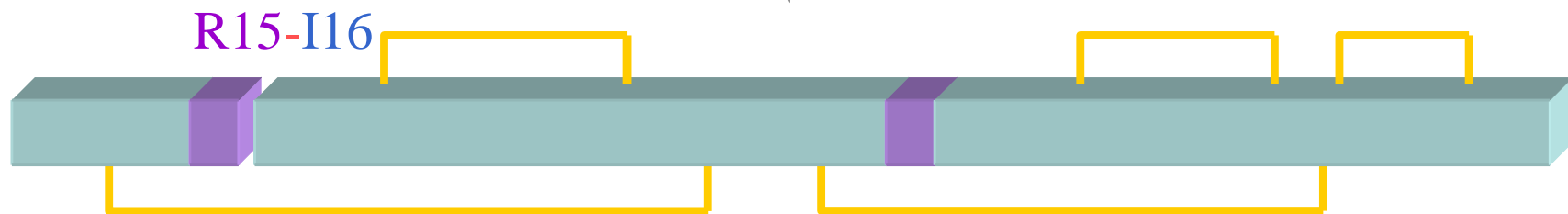
維生素

許多酵素要先經裂解後才有活性

Chymotrypsinogen (inactive)

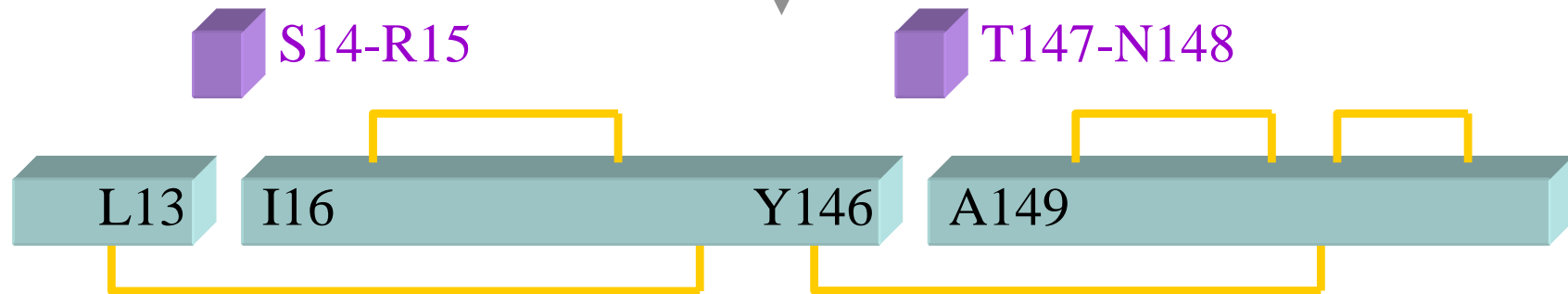


π -Chymotrypsin (active)



Trypsin

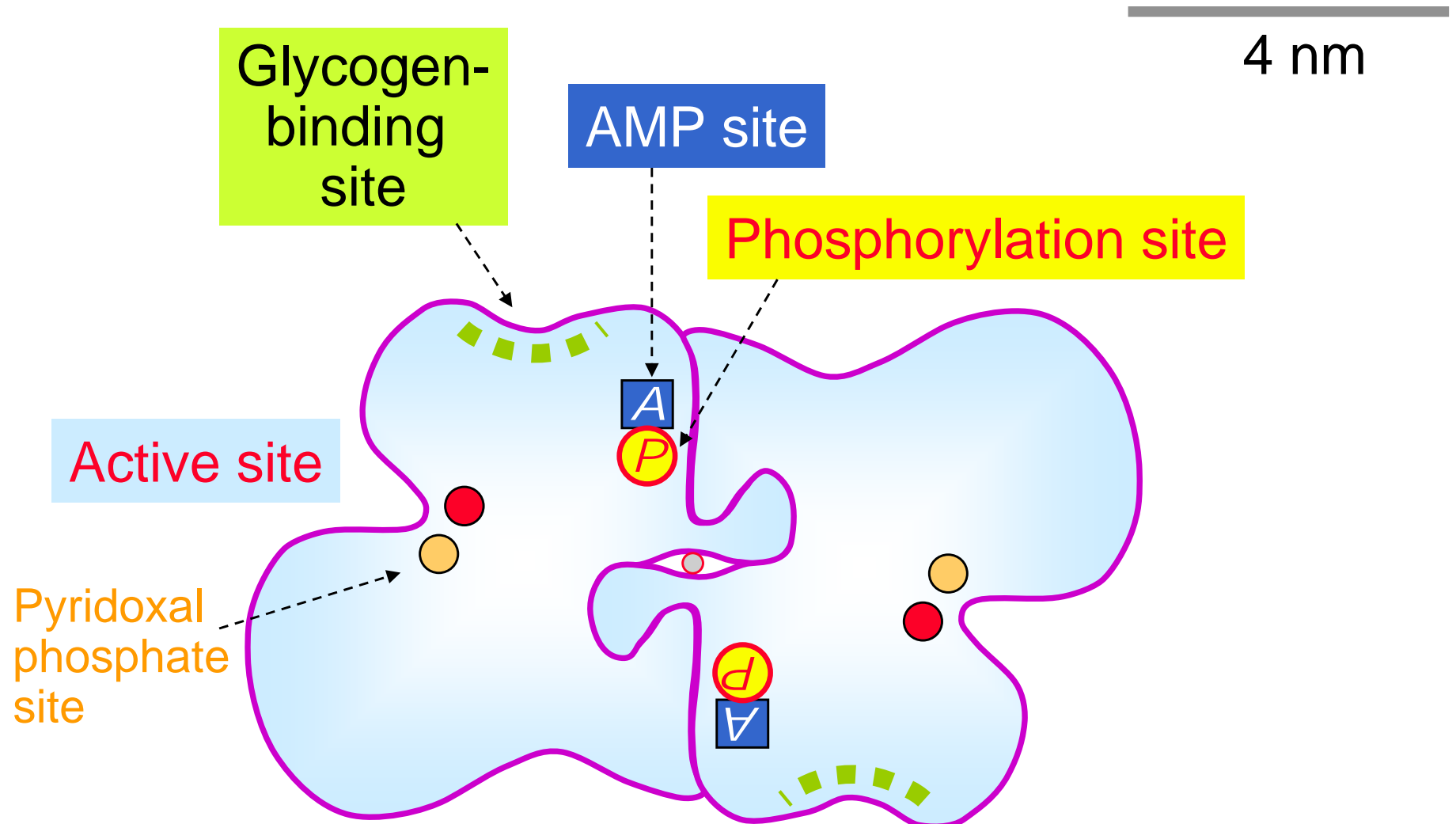
π -Chymotrypsin



α -Chymotrypsin (active)

Disulfide bonds

肝糖磷解酶是同質二元體

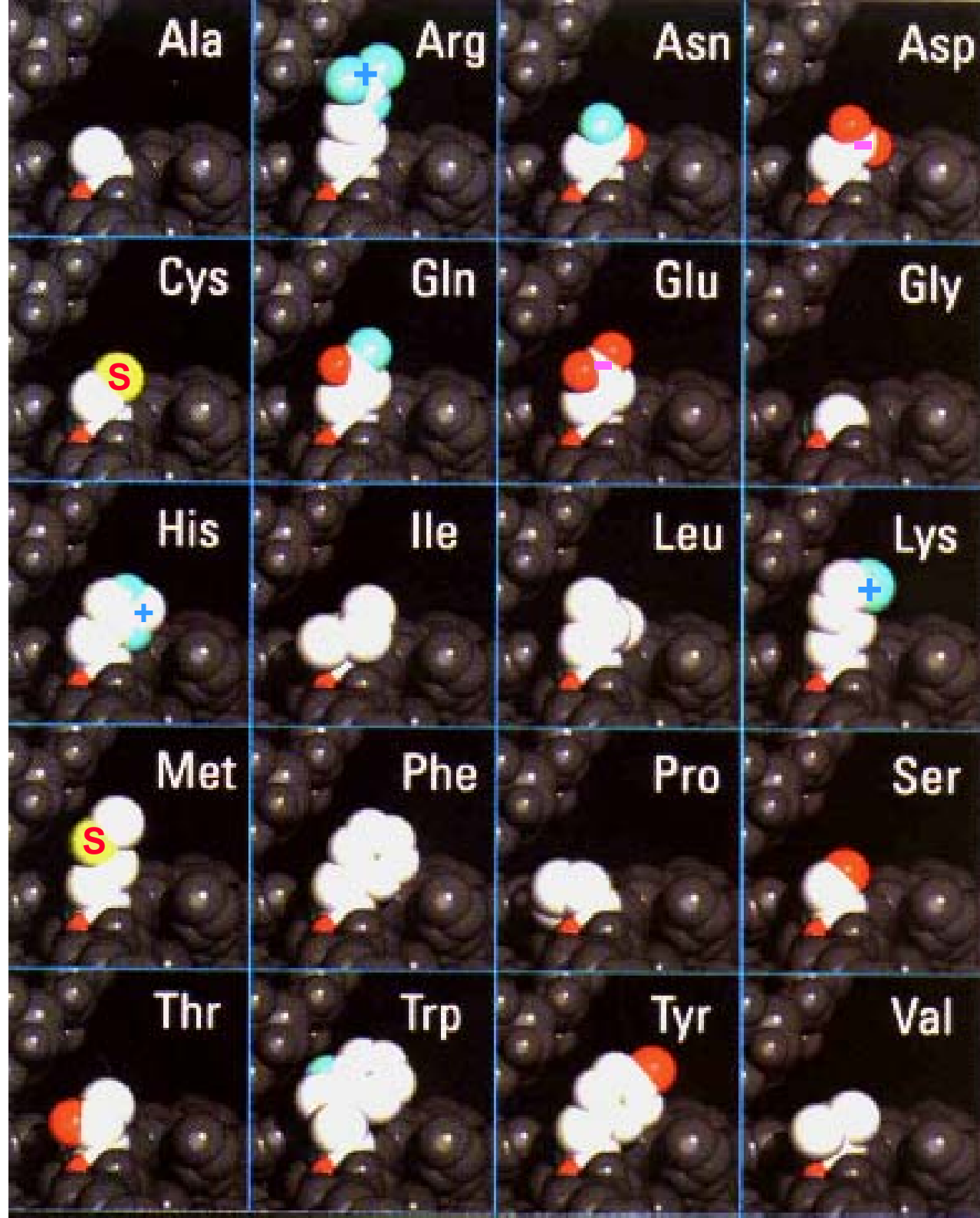


各種對稱形態

Glycogen phosphorylase



形形色色的氨基酸側基



有大有小
有正有負

有極性
非極性

都沒有強烈的反應基團

為何需要用輔酶

胺基酸官能基的強度不足酵素反應所需！

→ 找 幫手

1. 改變蛋白質構形：
Carboxypeptidase

Coenzyme ↓ [Cofactor]
Zn

Hexokinase ATP

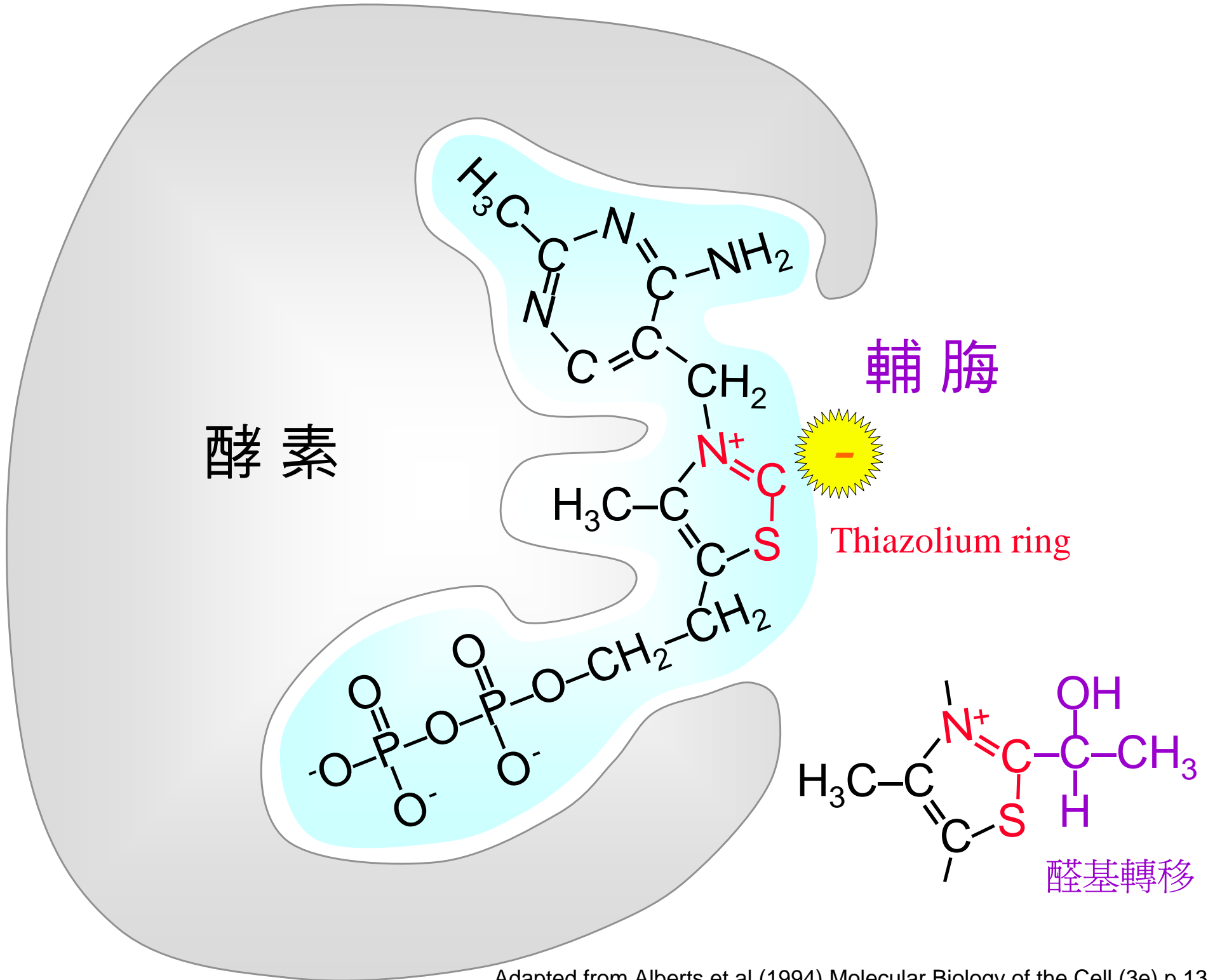
2. 基團轉移暫存區：
Dehydrogenase

NADH

3. 提供強力反應基團：
Pyruvate
decarboxylase

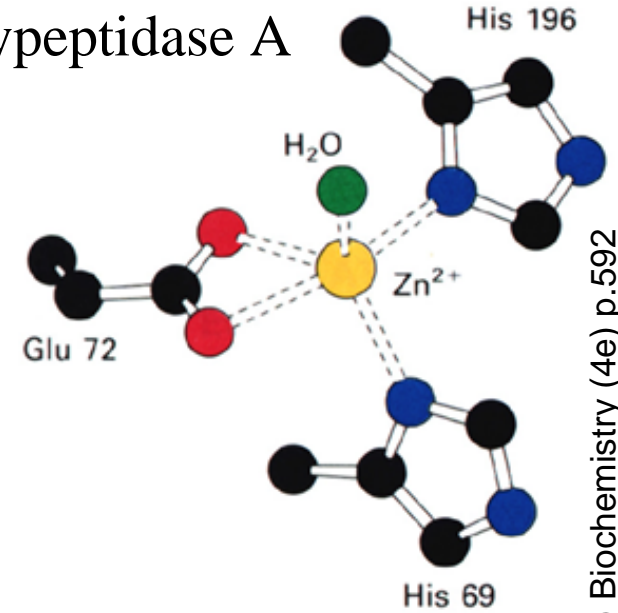
Vit. B1 Zn
(thiamine)

輔酶可提供強力反應基團

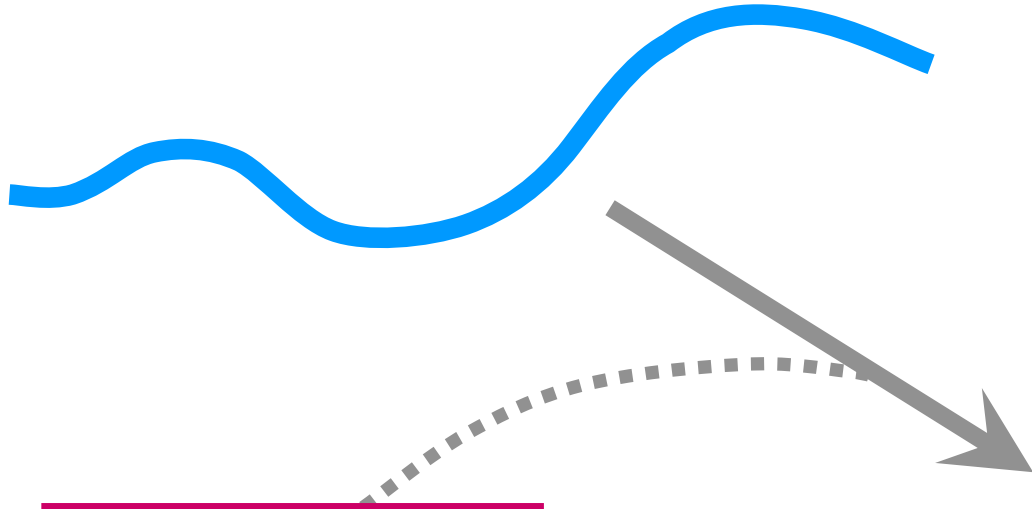


金屬離子可維持蛋白質分子構形

Carboxypeptidase A



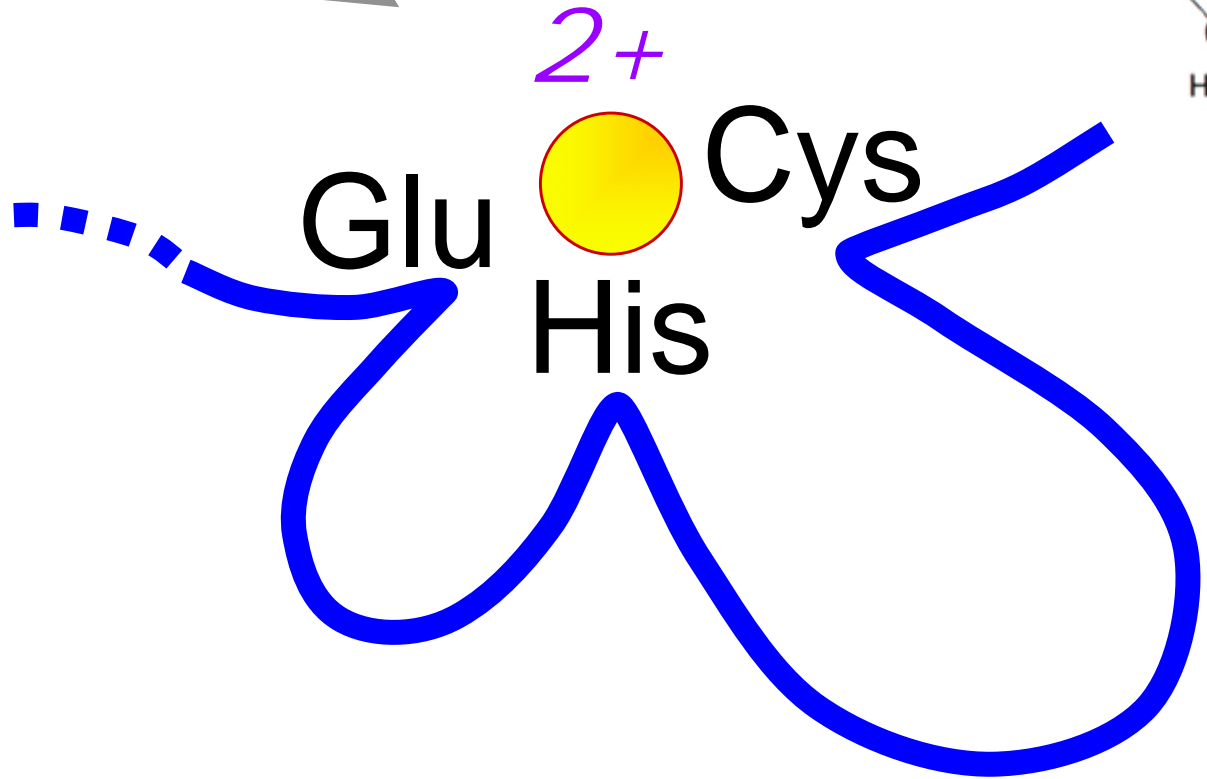
Stryer (1995) Biochemistry (4e) p.592



金屬離子

鋅 銅 鐵
錳 鈷 鎳
鉬 鈇 硒

那些胺基酸可與
金屬離子結合？



重金屬為何有毒性？

部份蛋白質結構要再加上某些金屬離子

Juang RH (2008) BCbasics

維生素含有輔酶具重要生理功能

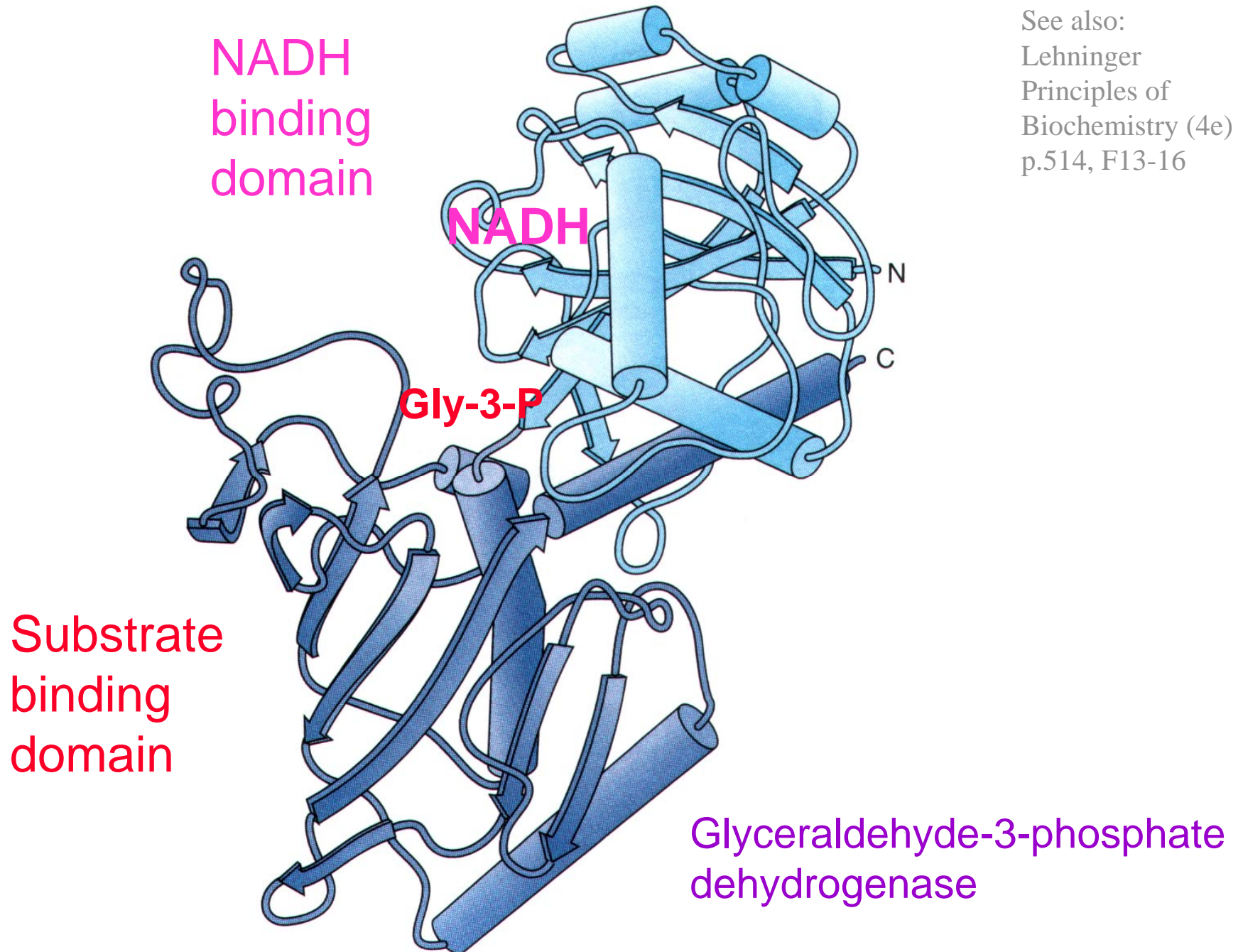


Todd (1957)

B2	Riboflavin (FADH)	氧化還原反應 H ⁻
B3	Niacin (NADH, NADPH)	氧化還原反應 H ⁻
B1	Thiamine (thiamine pyrophosphate)	醛基 活化及轉移
B5	Pantothenic acid (coenzyme A)	乙醯基 活化及轉移
B6	Pyridoxine (pyridoxal phosphate)	胺基酸 活化
	Biotin	CO ₂ 活化及轉移
	Lipoic acid (lipoamine)	醯基 活化 氧化還原
	Folic acid (tetrahydrofolate)	單碳 的活化及轉移
B12	Cobalamin	異構化及 甲基 轉移

其他：ATP 轉移磷酸根；UDP-Glc 轉移葡萄糖

許多酵素要加上輔酶才有活性



See also:
Lehninger
Principles of
Biochemistry (4e)
p.514, F13-16

輔酶 NADH 的吸光特性

NAD⁺/NADH 的轉換可以
耦合 340 nm 吸光度變化：



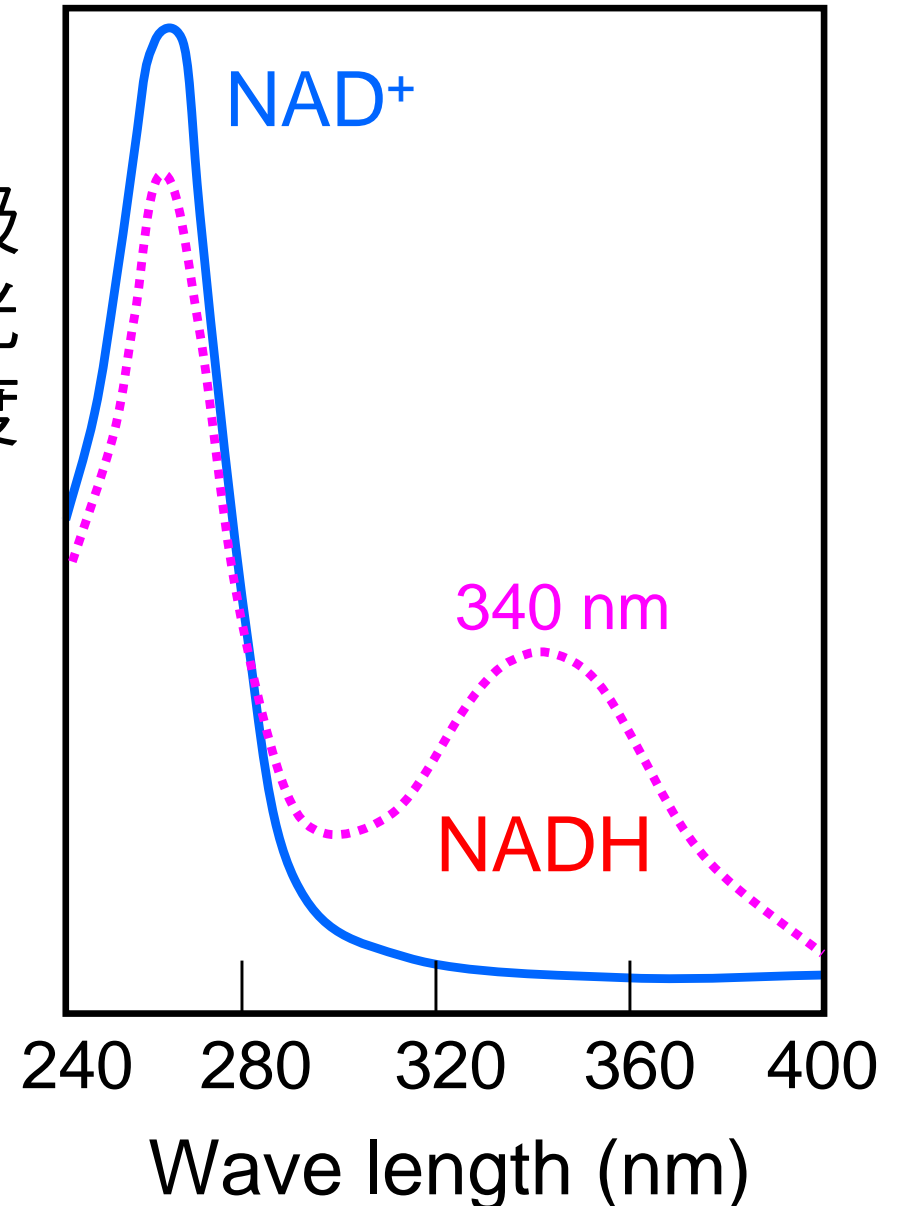
Dehydrogenase (去氫酶)

Glyceraldehyde-3-P deHase

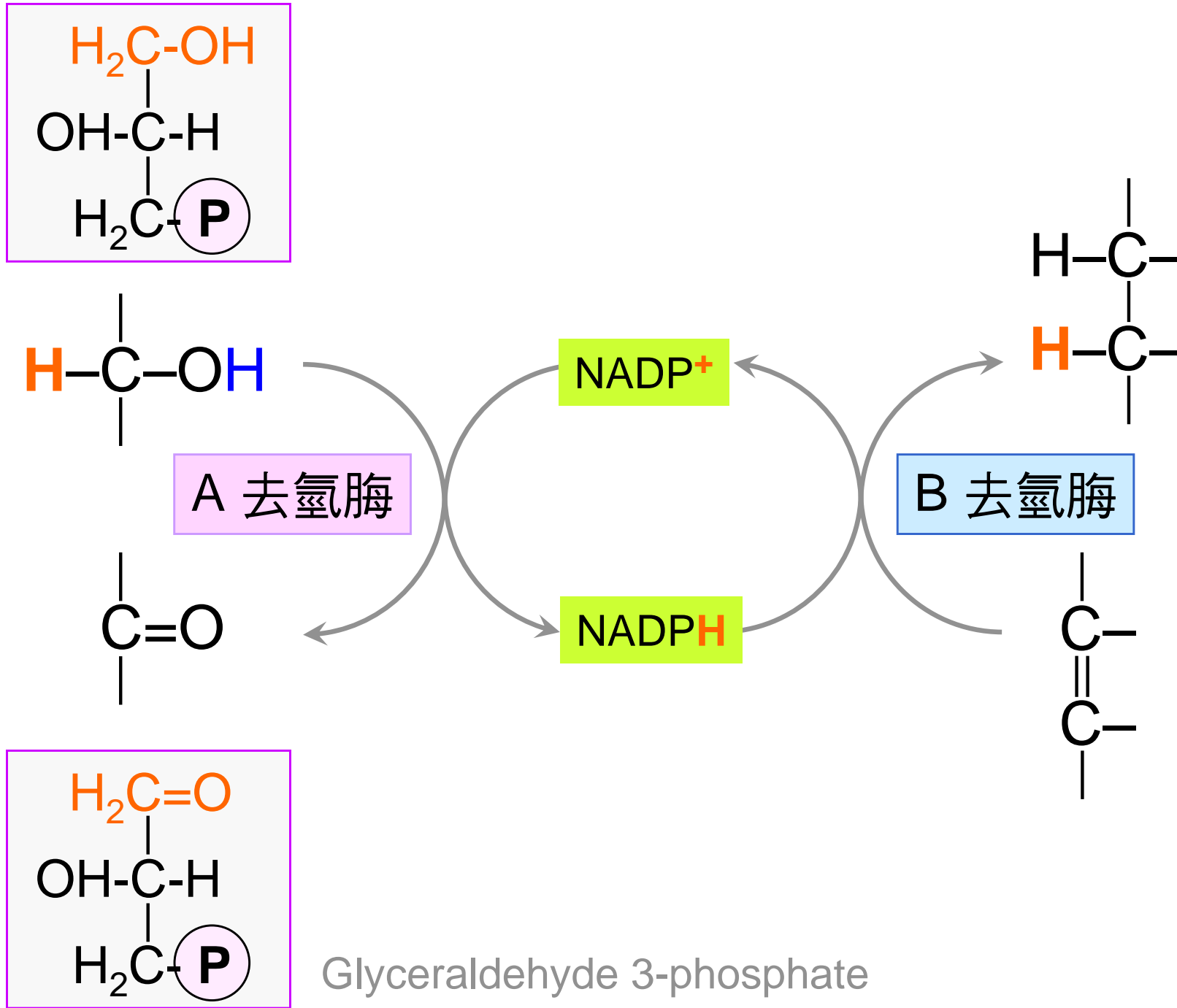
● 所有的 去氫酶 都以 NADH
或 NADPH 為 輔酶

● 都有相似的 NAD⁺ 結合
domain (同源演化)

吸
光
度



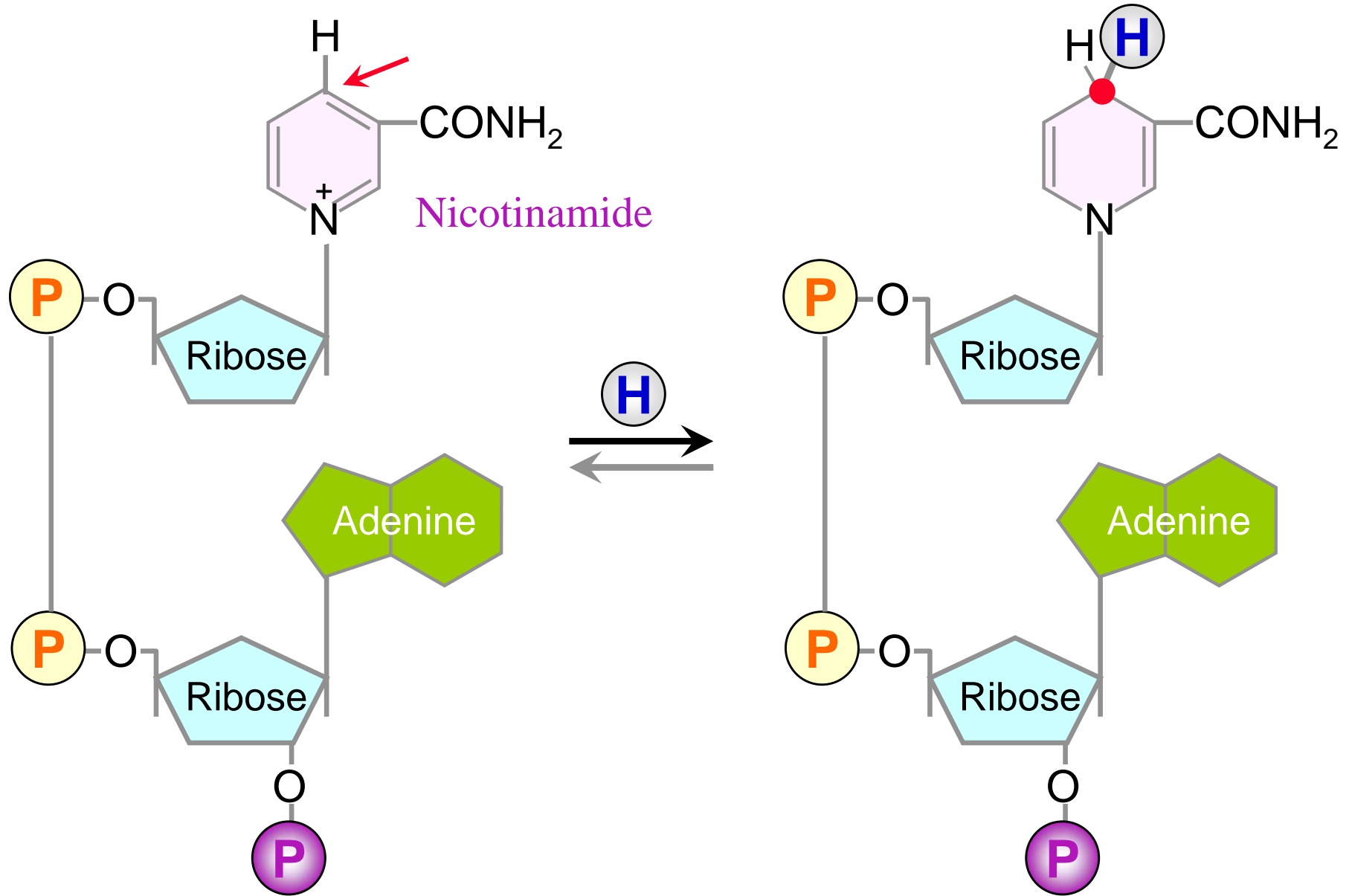
NADH 可耦合氧化及還原反應



Nicotinamide Adenine Dinucleotide (Phosphate)

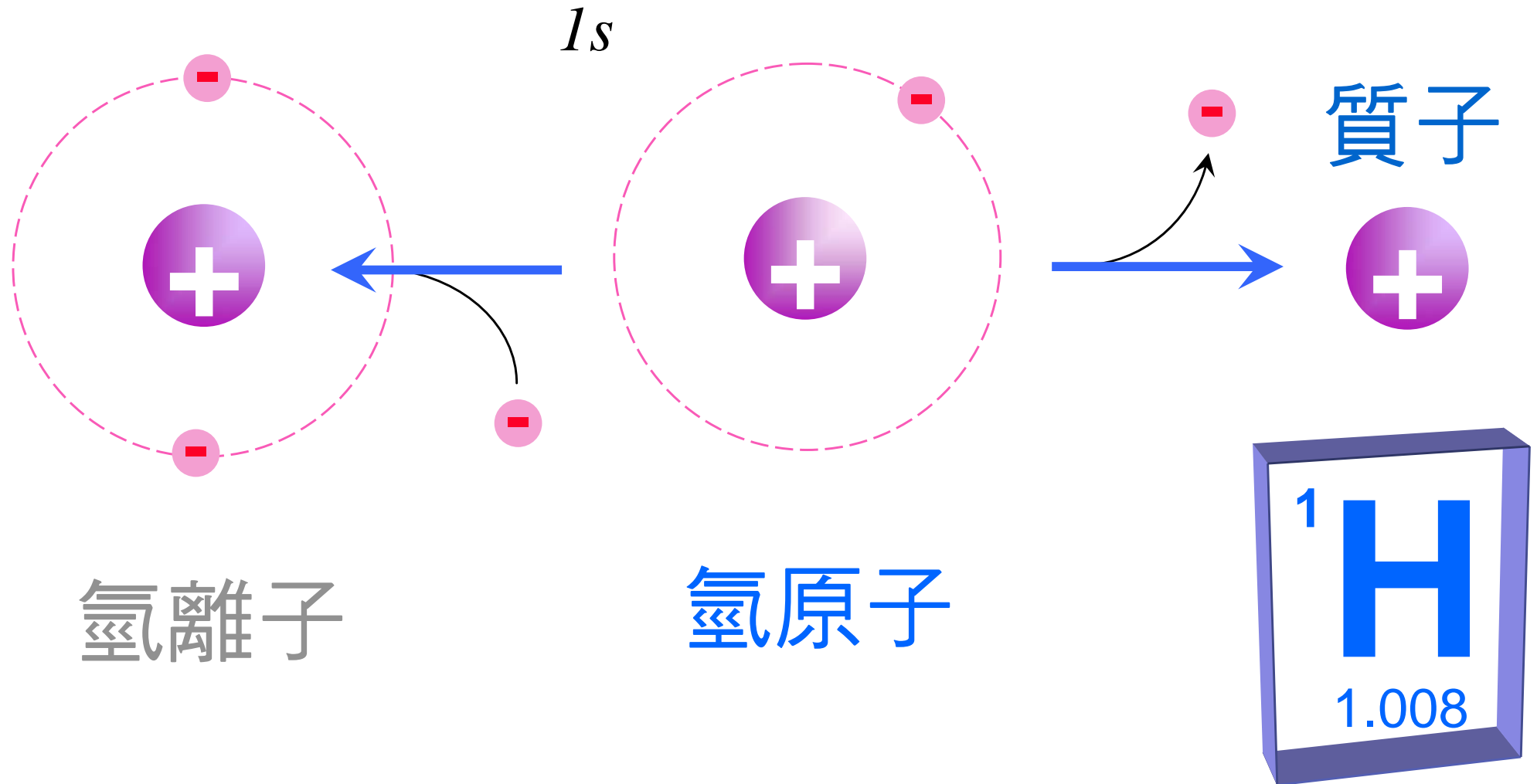
NADP⁺ 氧化型

NADPH 還原型

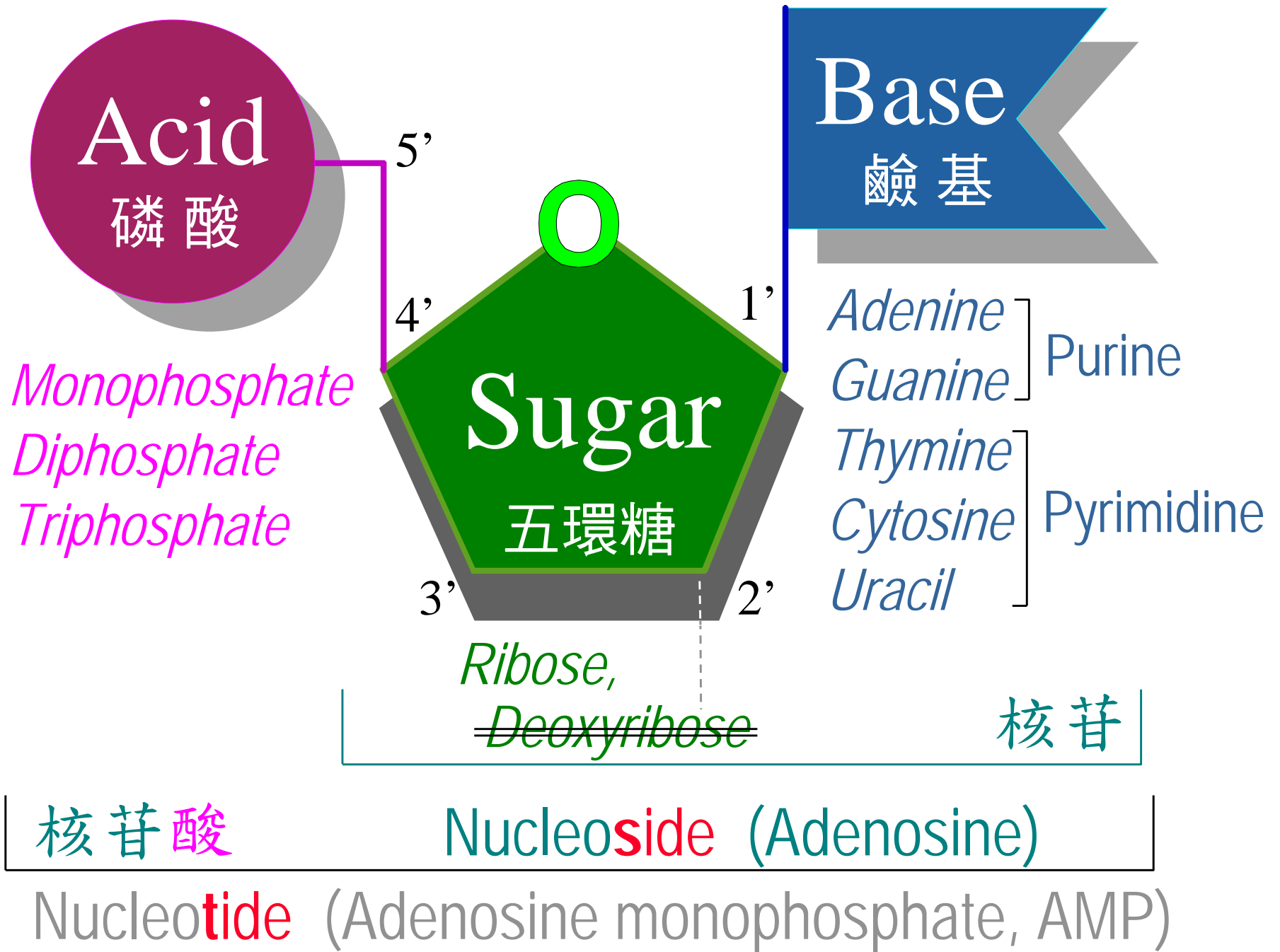


氫離子 hydride → 氫原子 hydrogen → 質子 proton

hydride



許多輔酶分子都含有核苷酸部份

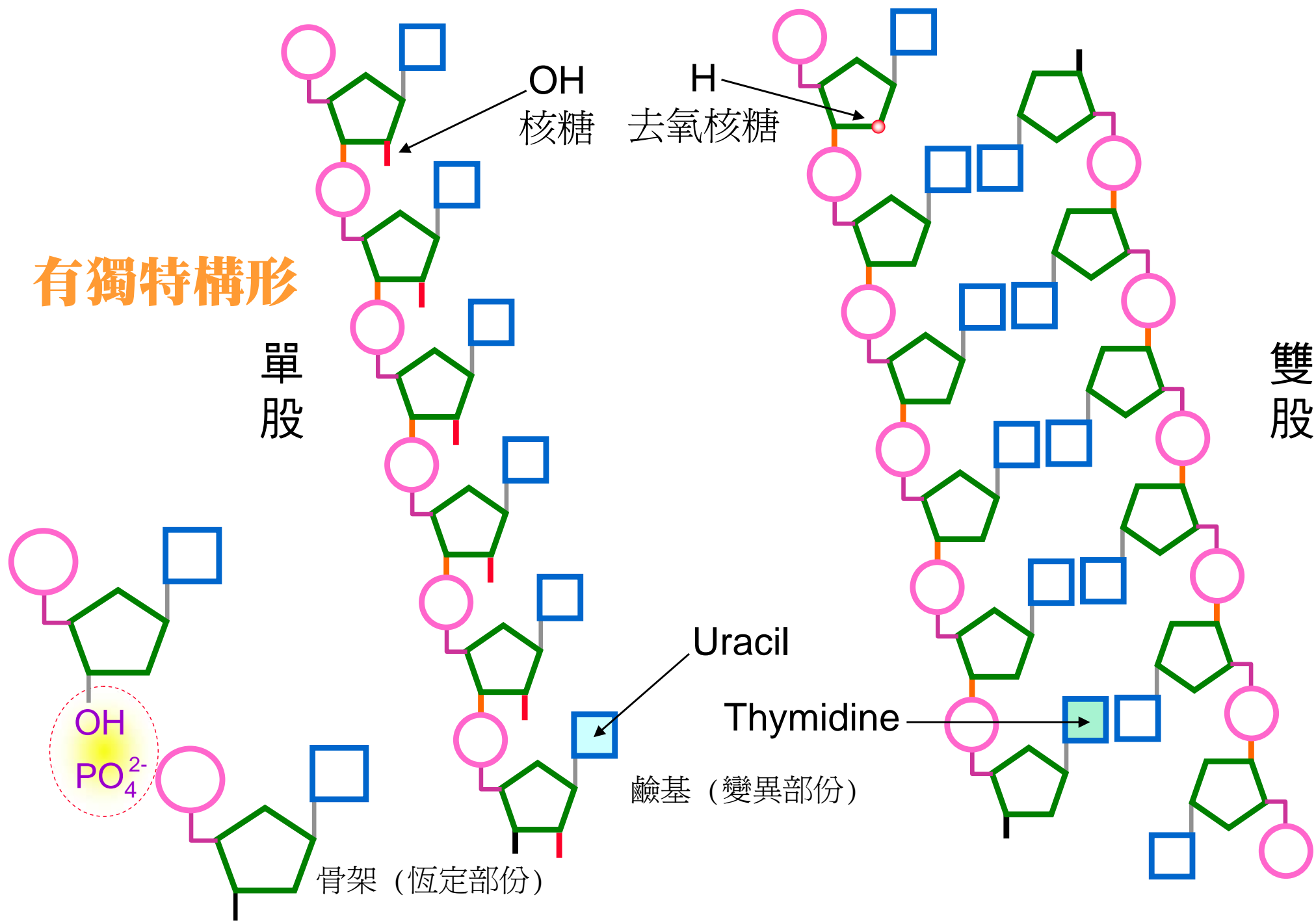


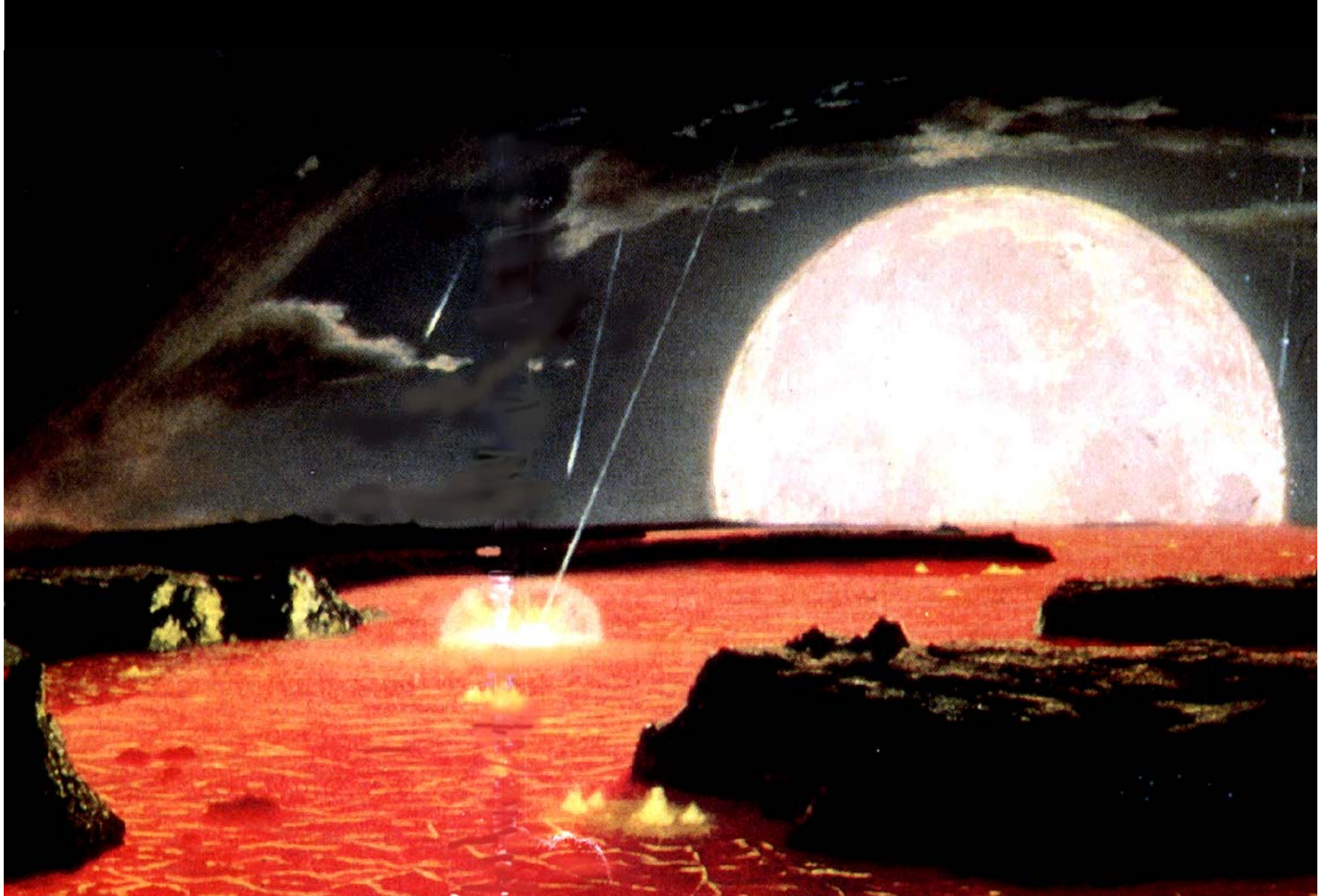
RNA World

- (1) Ribozyme 有催化能力，可主導反應。
- (2) RNA 帶有遺傳訊息，可自行複製。
- (3) 一些輔酶、能量分子 (ATP, NADH) 都含有 RNA 的單位分子。



核糖核酸 RNA vs 去氧核糖核酸 DNA





原始地球的初始濃湯

