

- Enzimi semplici - utilizzano esclusivamente le reattività chimiche di alcuni residui AA
- Enzimi coniugati - richiedono la reattività chimica aggiuntiva di **COFATTORI o COENZIMI – gruppi prostetici**

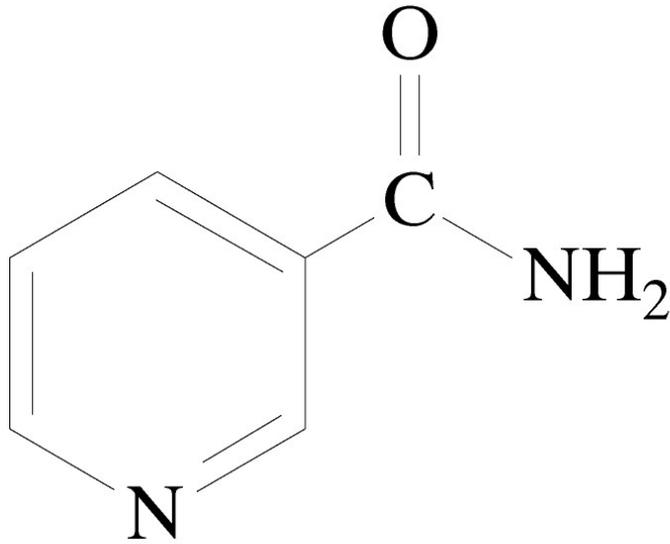
COENZIMI

Molto spesso gli enzimi da soli non sono in grado di catalizzare la loro specifica reazione, ma necessitano di molecole non proteiche, dette **coenzimi**. Il coenzima interviene con alcuni suoi gruppi funzionali specifici, che l'enzima non possiede, e che sono necessari durante la catalisi.

I coenzimi vengono sintetizzati nelle nostre cellule a partire da molecole, le **vitamine idrosolubili**, che invece non siamo in grado di produrre: in altre parole, i coenzimi sono vitamine modificate chimicamente.

Le vitamine sono prodotte dalle **piante** e, in molti casi, anche dai **batteri intestinali**.

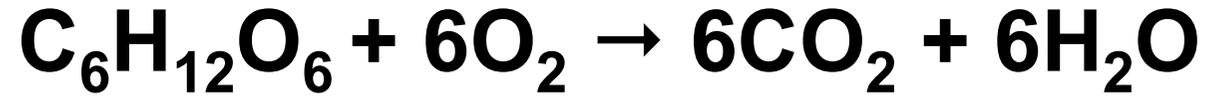
Un esempio di VITAMINA: la nicotinamide (niacina) Vitamina PP (Pellagra Preventing) o B3



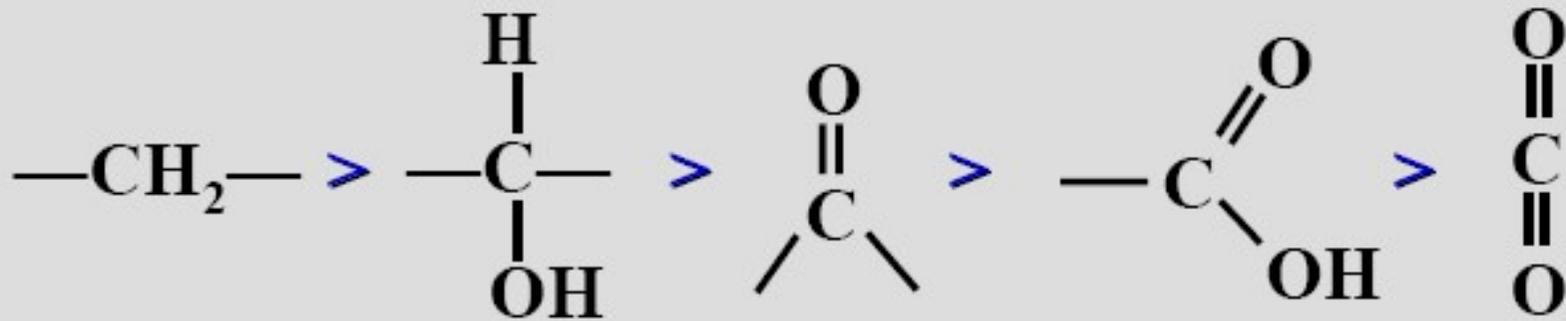
**Nicotinamide
(niacinamide)**

- La carenza di niacina provoca la **pellagra**.
- Tale malattia era comune in popolazioni la cui alimentazione si basava quasi esclusivamente sul granturco (polenta).
- La carenza si manifesta con alterazioni cutanee, intestinali e nervose (demenza)

**Essenziale per la sintesi di COENZIMI delle
OSSIDO-REDUTTASI**

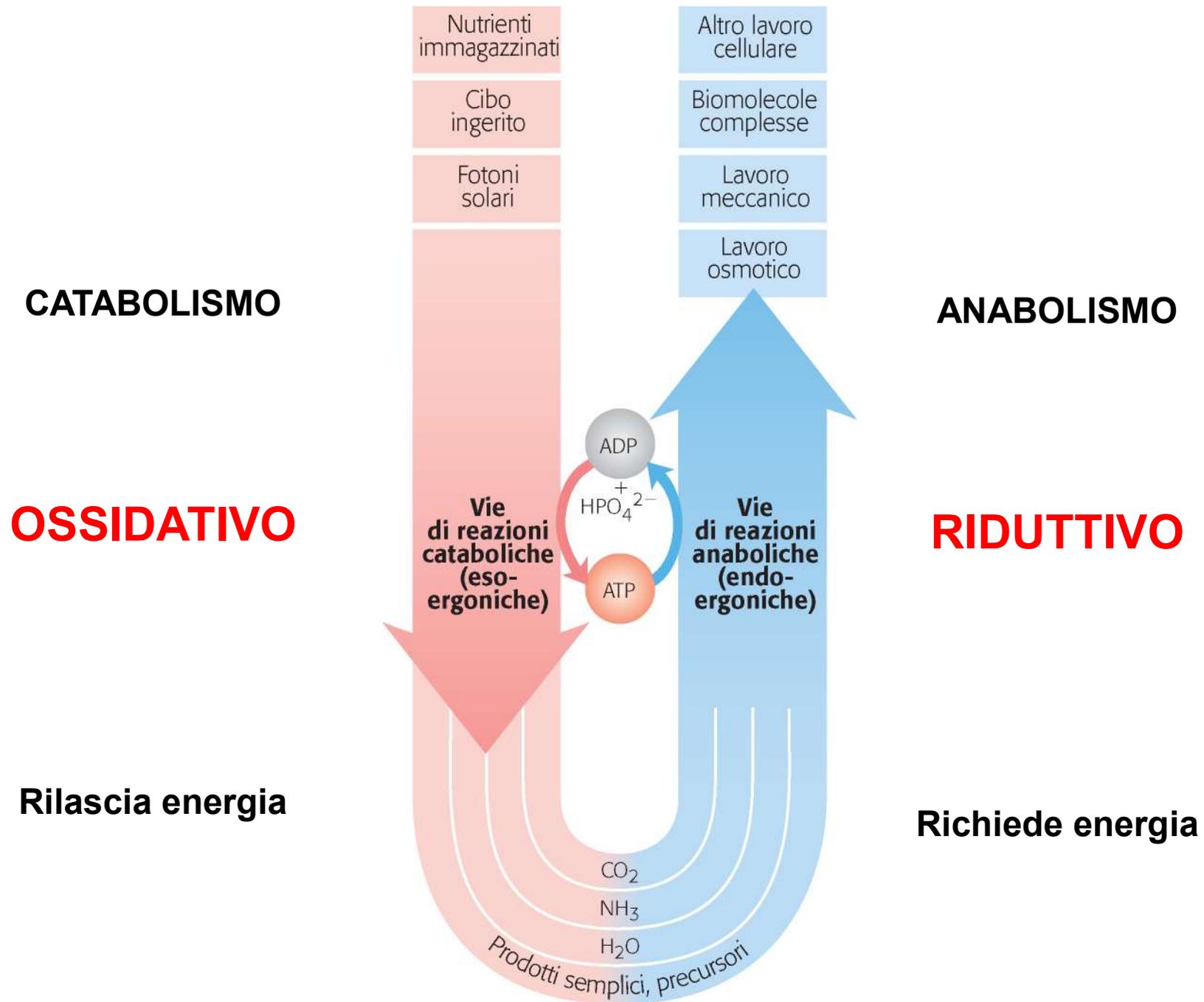


Stati di riduzione del carbonio



Pienamente ridotto:
e' legato ad atomi
poco elettronegativi

Pienamente
ossidato: e' legato
ad atomi molto
elettonegativi



Coenzimi delle Reazioni di OSSIDO-RIDUZIONE

In biochimica ossidazione è sinonimo di DEIDROGENAZIONE:
perdita netta di 2 e⁻ e 2 H⁺

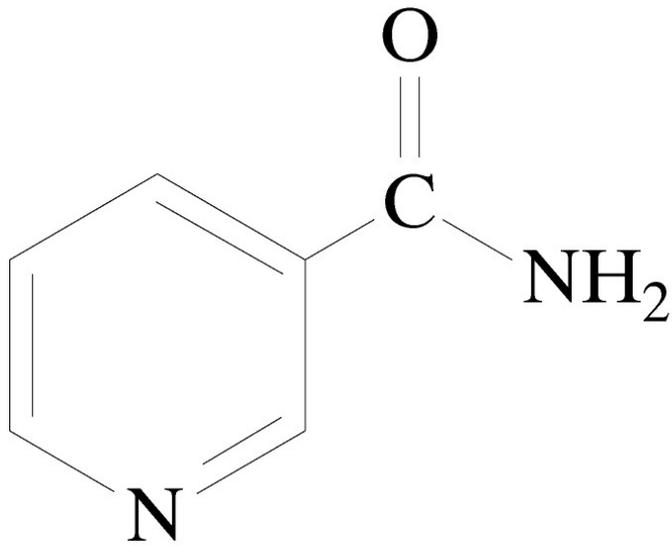
-Molte reazioni redox avvengono per trasferimento
di coppie di atomi di H o di ioni idruro

ione idruro: un protone con due elettroni H:⁻

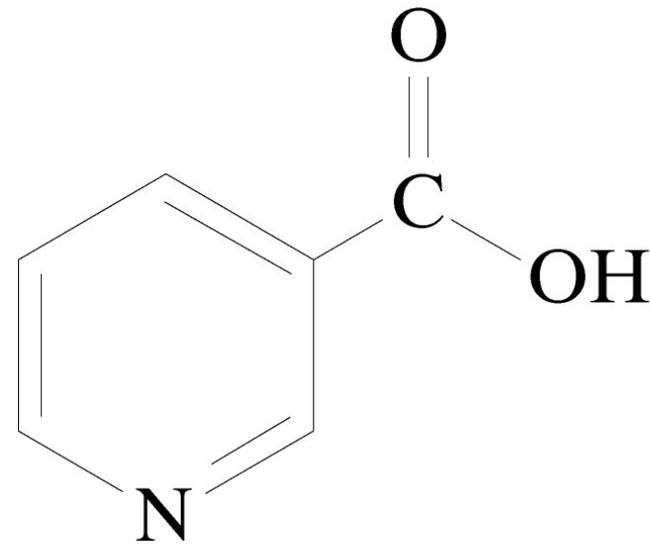
DEIDROGENASI: enzimi che catalizzano le reazioni redox

RICHIEDONO COENZIMI

**Un esempio di VITAMINA: la nicotinamide (niacina)
Vitamina PP (Pellagra Preventing) o B3**



**Nicotinamide
(niacinamide)**

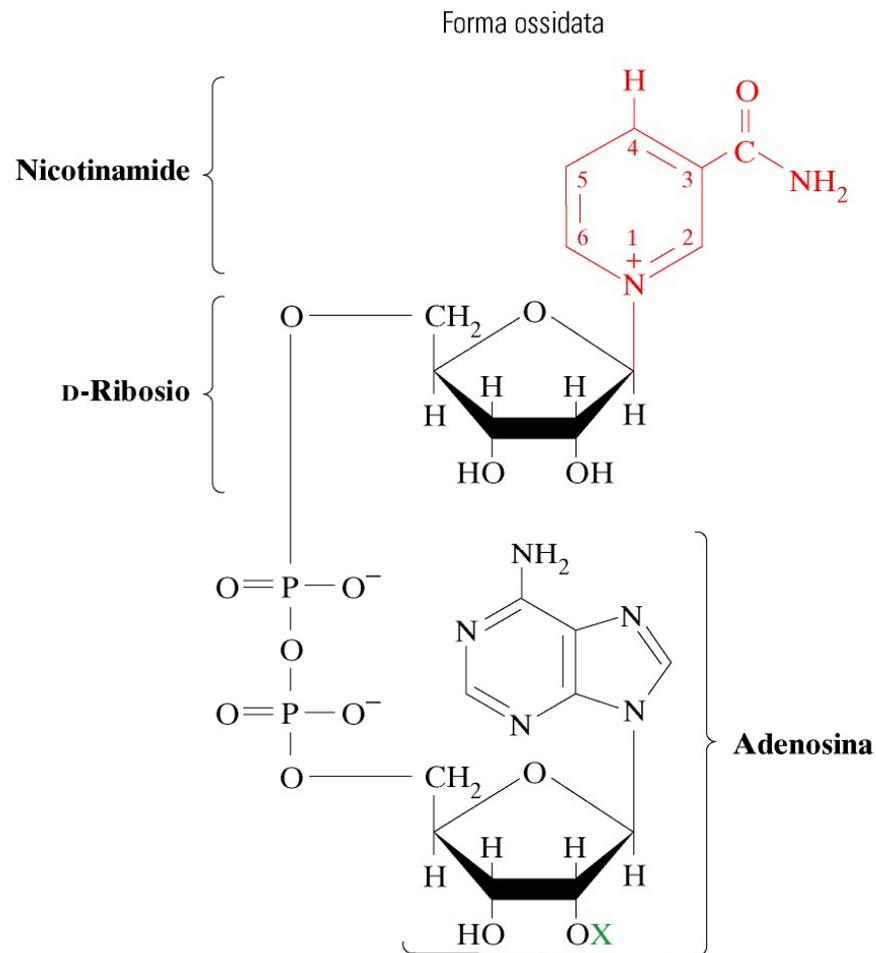


**Acido nicotinic
(niacina)**

**Essenziale per la sintesi di COENZIMI delle
DEIDROGENASI o OSSIDO-REDUTTASI**

Nicotinammide Adenina Dinucleotide

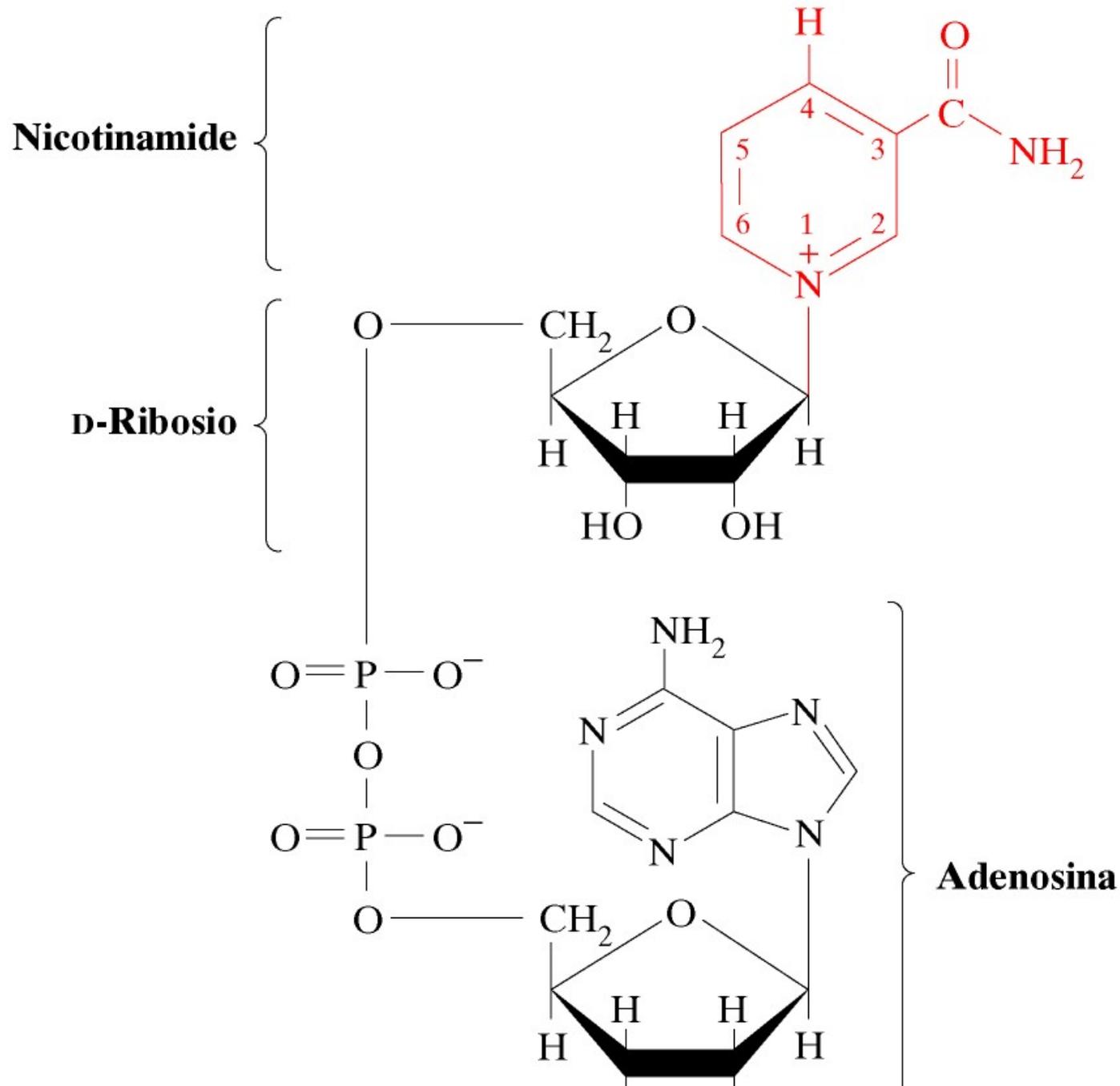
NAD⁺ è un coenzima delle **deidrogenasi**, la classe di enzimi che catalizza le reazioni di ossido-riduzione. E' un dinucleotide contenente AMP. I due mononucleotidi sono uniti da un **legame fosfoanidridico**.



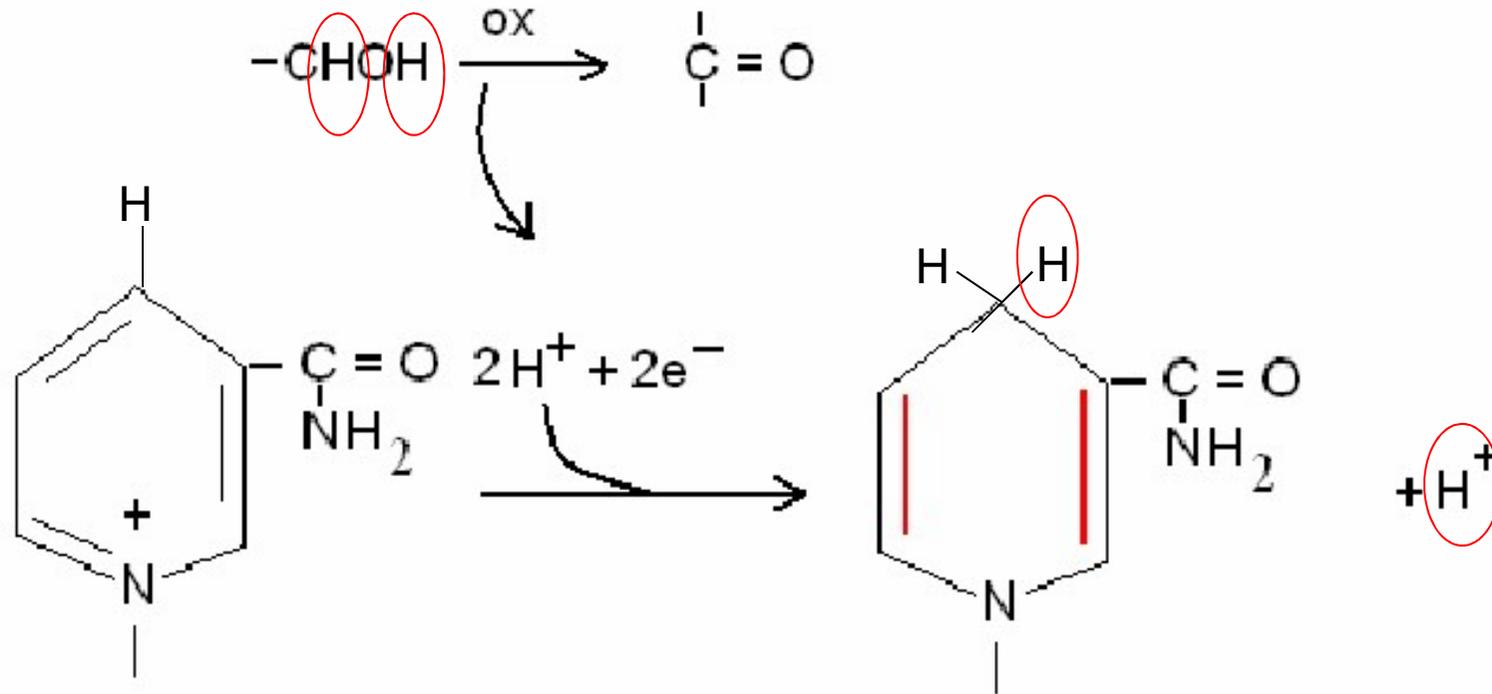
X = H Nicotinamide adenina dinucleotide (NAD⁺)

X = PO₃²⁻ Nicotinamide adenina dinucleotide fosfato (NADP⁺)

Forma ossidata



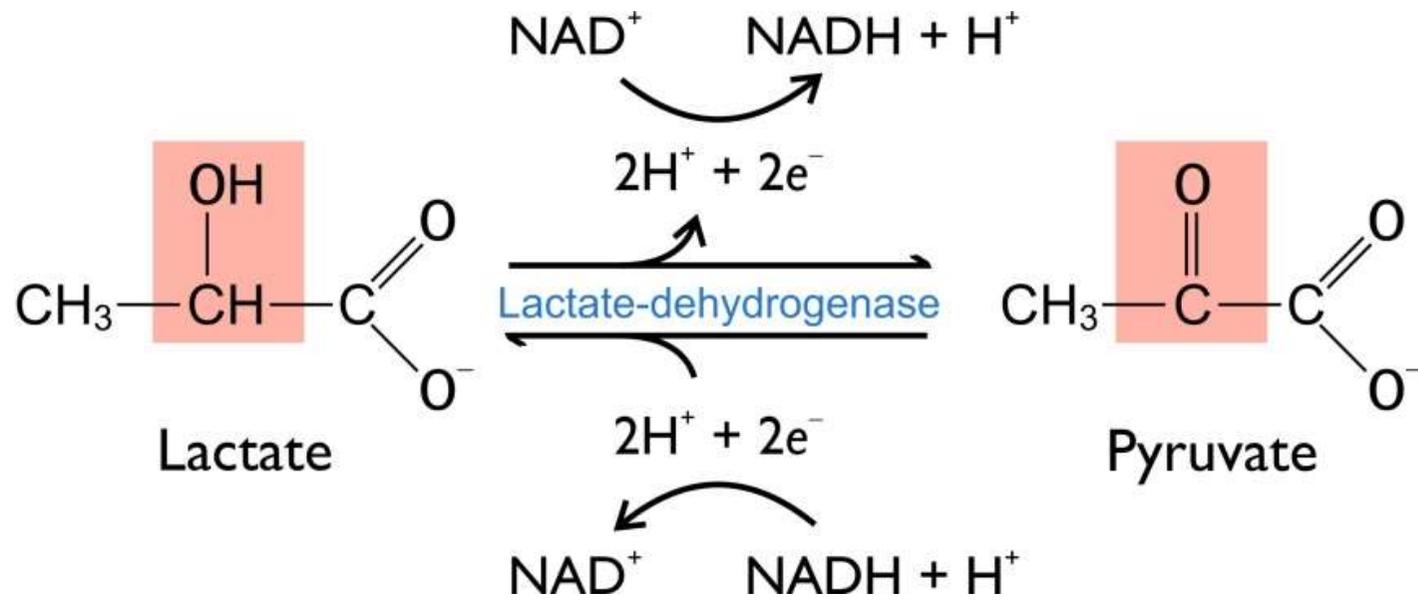
Il NADH trasporta 2 elettroni e 1 H⁺ (1 ione idruro). Il secondo H⁺ liberato dall'ossidazione del substrato è libero nel mezzo.

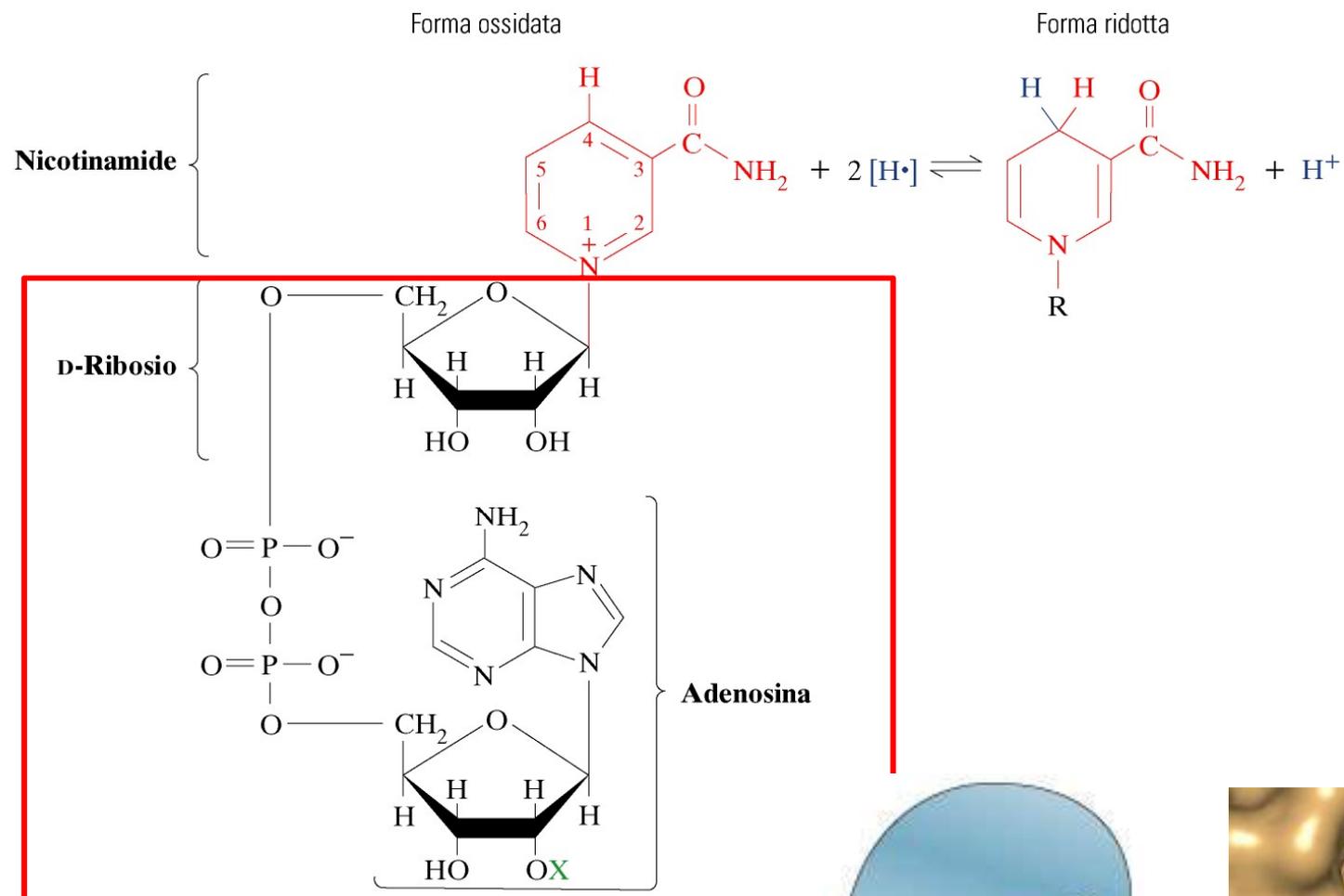


Nicotinammide ossidata
NAD⁺

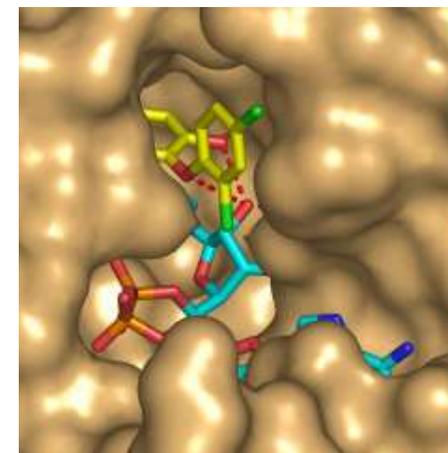
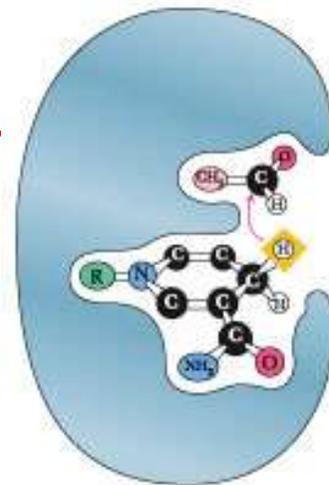
Nicotinammide ridotta
- NADH + H⁺

Il NAD⁺ è il coenzima nelle reazioni di ossidazione dei gruppi alcolici ad aldeidici e dei gruppi aldeidici a carbossilici (esempi nella glicolisi e ciclo di Krebs).





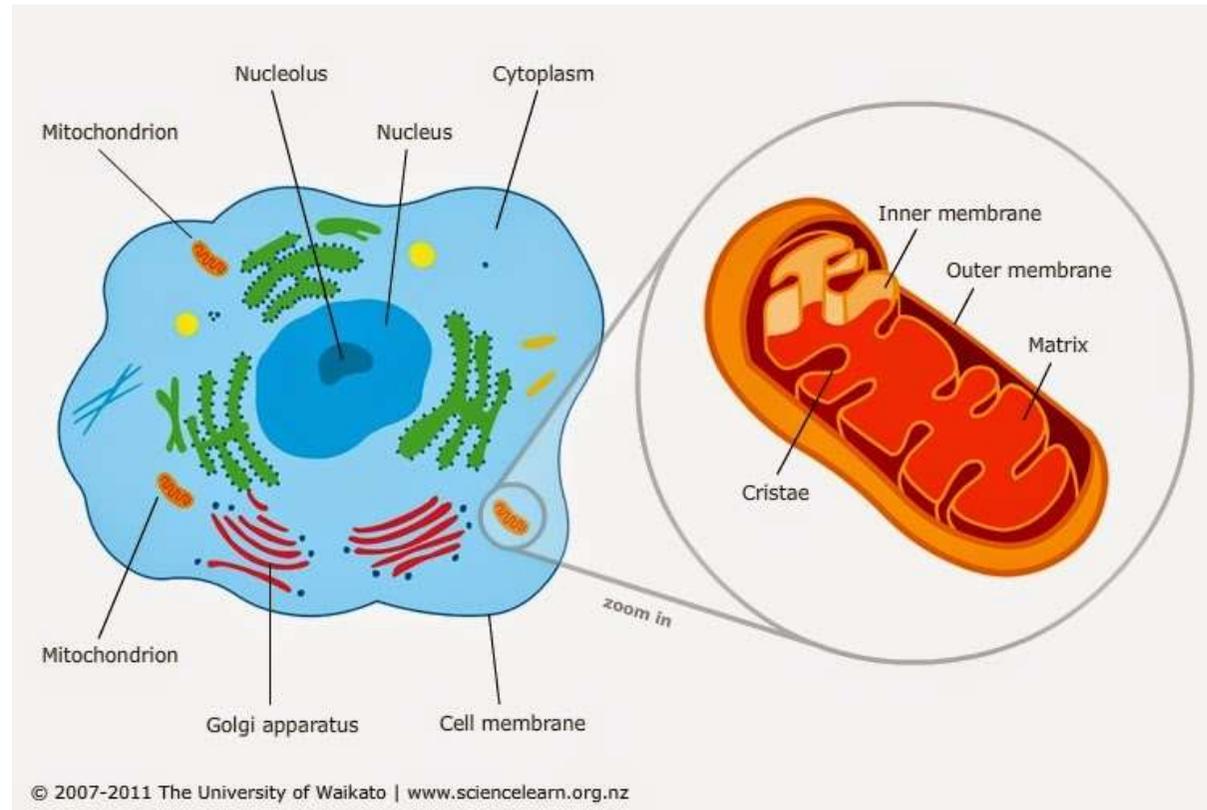
X = H Nicotinamide adenina dinucleotide (NAD⁺)
 X = PO₃²⁻ Nicotinamide adenina dinucleotide fosfato (NADP⁺)



Per ogni distretto cellulare la concentrazione di $\text{NAD}^+ + \text{NADH}$ è **COSTANTE = 100%**

Quello che varia è il rapporto tra la forma ossidata e quella ridotta

NAD^+/NADH



Non c'è permeabilità (trasportatori) delle membrane interne al dinucleotide: ogni compartimento cellulare è isolato e indipendente dagli altri

COENZIMI e VITAMINE

VITAMINE

idrosolubili	coenzimi	gruppi trasportati/ modificati	fonti
niacina	NADH, NADPH	2e ⁻ (H)	carne, veg., uova, lattic.
B2 (riboflavina)	FADH ₂ , FMNH ₂	1 o 2 e ⁻	latte, uova, verd., fegato
B3	coenzima A (CoA)	acili	tutti i cibi naturali
acido lipoico	lipoammide	Acili	carne, spinaci
B1	tiammina pirofosfato	aldeidi	carne, veg.,
B6	piridossal fosfato	amminici	carne, veg., uova, latticini
biotina	biocitina	CO ₂	legumi, cereali, latte, lievito
B12	cobalammina	H, alchilici	carne, pesce, pollame, lattic.
folato	tetraidrofolato	unità monoC	verdure, succhi, lenticchie
C	acido ascorbico	riduzione FeIII	verdura, frutta