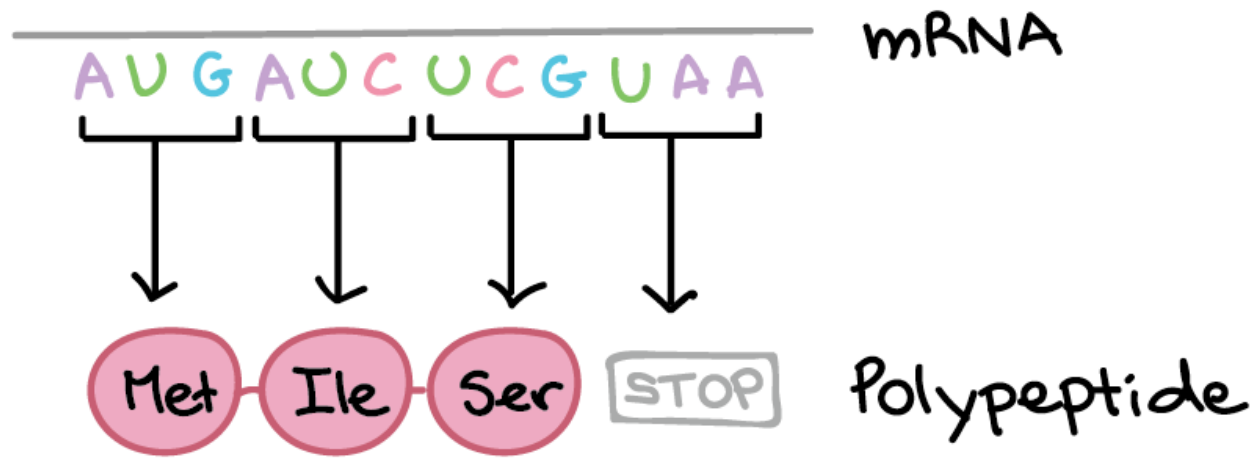
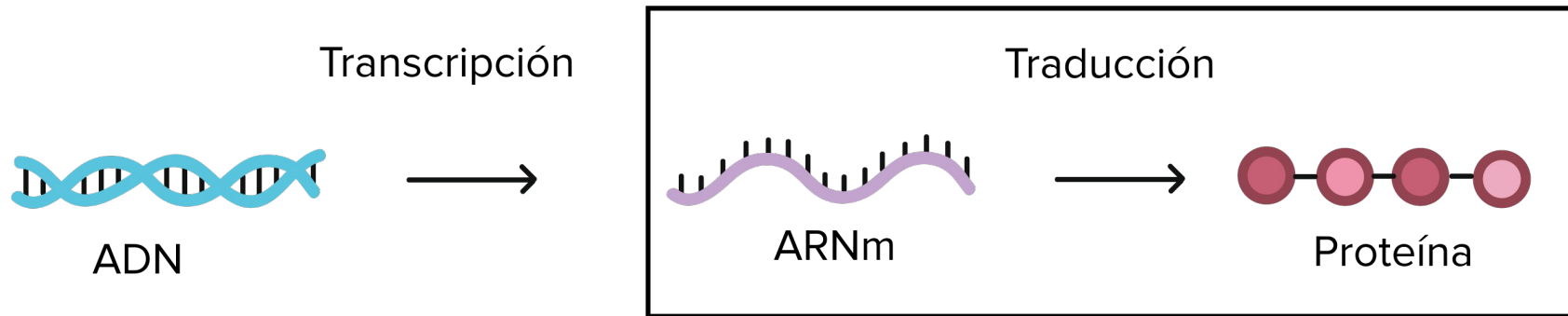
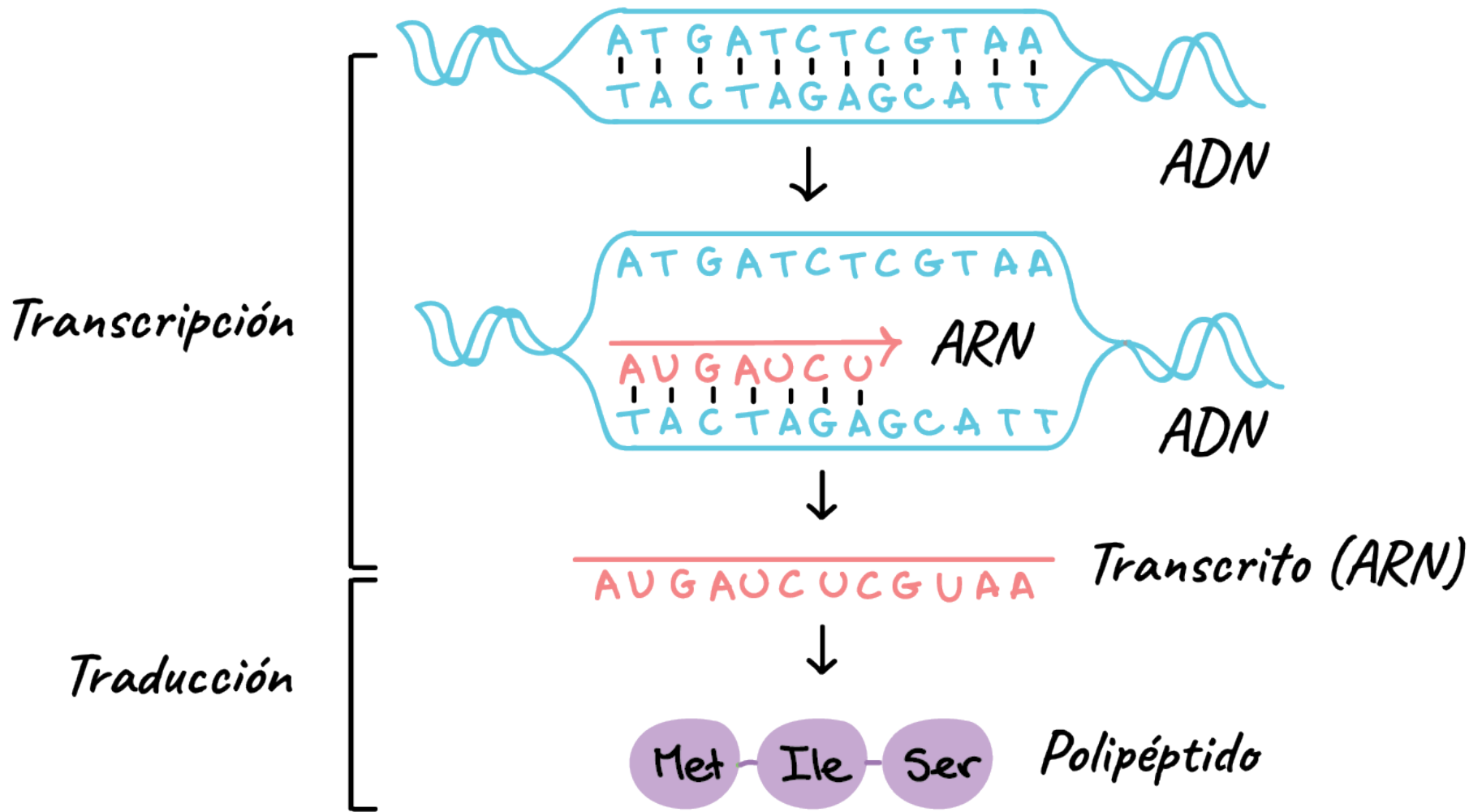


La duplicació del DNA i la biosíntesi de les proteïnes

- La duplicació del DNA. Investigacions i propietats.
- Mecanismes de la duplicació.
- La transcripció del DNA.
- **La traducció o biosíntesi de proteïnes**

TRADUCCIÓ O BIOSÍNTESI DE PROTEÏNES

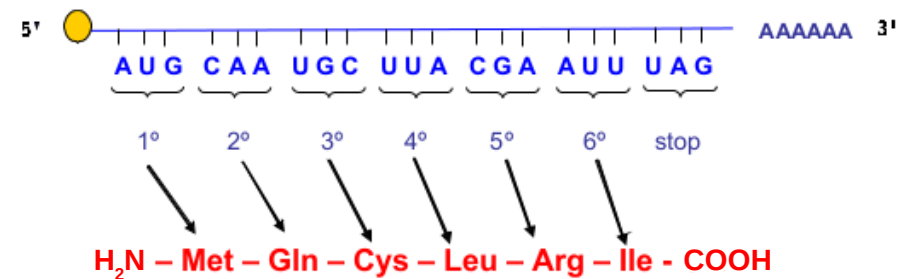




El codi genètic

- Diferents investigacions han demostrat que els aminoàcids de les proteïnes estan codificats per seqüències de tres nucleòtids consecutius de les cadenes de mRNA. Cadascuna de les seqüències de 3 nucleòtids s'anomena **triplet** o **codó**.
- El codi genètic estableix la col·linealitat entre els triplets de nucleòtids del mRNA i els aminoàcids.**

		Segona lletra							
		U	C	A	G				
U	UUU	] phe	UCU	] ser	UAU	] tyr	UGU	] cys	U
	UUC		UCC		UAC		UGC		C
	UUA		UCA		UAA		UGA		A
	UUG		UCG		UAG		UGG		G
C	CUU	] leu	CCU	] pro	CAU	] his	CGU	] arg	U
	CUC		CCC		CAC		CGC		C
	CUA		CCA		CAA		CGA		A
	CUG		CCG		CAG		CGG		G
A	AUU	] ile	ACU	] thr	AAU	] asn	AGU	] ser	U
	AUC		ACC		AAC		AGC		C
	AUA		ACA		AAA		AGA		A
	AUG		ACG		AAG		AGG		G
G	GUU	] val	GCU	] ala	GAU	] asp	GGU	] gly	U
	GUC		GCC		GAC		GGC		C
	GUA		GCA		GAA		GGA		A
	GUG		GCG		GAG		GGG		G



Característiques del codi genètic

- És **universal**. Tots els éssers vius fan servir el mateix codi (hi ha excepcions).
- Presenta un **triplet d'inici**, AUG, que codifica per a la **metionina**.
- Inclou tres triplets que no codifiquen per a cap aminoàcid: UAA, UAG, UGA. S'anomenen triplets **sense sentit** o de **stop**. Aquest triplets indiquen l'aturada de la síntesi de la proteïna.
- El llenguatge del codi està **degenerat**: per alguns aminoàcids hi ha diversos triplets que el codifiquen. Generalment els triplets que codifiquen per al mateix aminoàcid difereixen en el tercer nucleòtid.
- **No és ambigu**: cada triplet codifica un sol aminoàcid.
- El **marc de lectura és 5' → 3'** i **en grups de tres**. Els triplets es disposen de manera lineal i continua. No hi ha codons de separació entre triplet i triplet. Una lectura incorrecta de la informació portaria a un missatge sense sentit.

La degeneració del codi representa un avantatge...

- Encara que és produís un error en la còpia d'un nucleòtid, continuaria la col·linealitat entre el triplet i l'aminoàcid.



- D'altra banda si tan sols hi hagués 20 triplets que fossin traduïbles hi hauria 44 triplets sense sentit (64 - 20), i un simple error en un nucleòtid d'un triplet, el convertiria en un triplet sense sentit quedant aturada la síntesi de la proteïna i donant lloc a una proteïna no funcional.

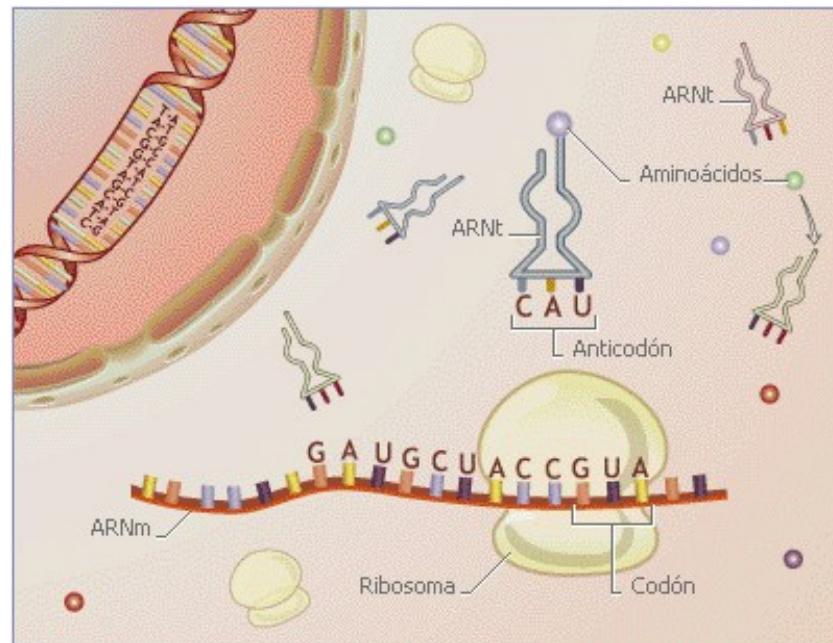
Segona lletra

		U	C	A	G				
Primera lletra (extrem 5')	U	UUU	UCU UCC UCA UCG	UUA UUG	UGU UGC UGA UGG	U	C A G		
		UUC						UAA	stop
		UUA						UAG	stop
		UUG						UGG	trp
	C	CUU	CCU CCC CCA CCG	CAU CAC CAA CAG	CGU CGC CGA CGG	U	C A G		
		CUC						CAA	gln
		CUA						CAG	arg
		CUG						CGG	arg
	A	AUU	ACU ACC ACA ACG	AAU AAC AAA AAG	AGU AGC AGA AGG	U	C A G		
		AUC						AAA	lys
		AUA						AAG	arg
		AUG						AGG	arg
	G	GUU	GCU GCC GCA GCG	GAU GAC GAA GAG	GGU GGC GGA GGG	U	C A G		
		GUC						GAA	glu
		GUA						GAG	glu
		GUG						GGG	gly

Tercera lletra (extrem 3')

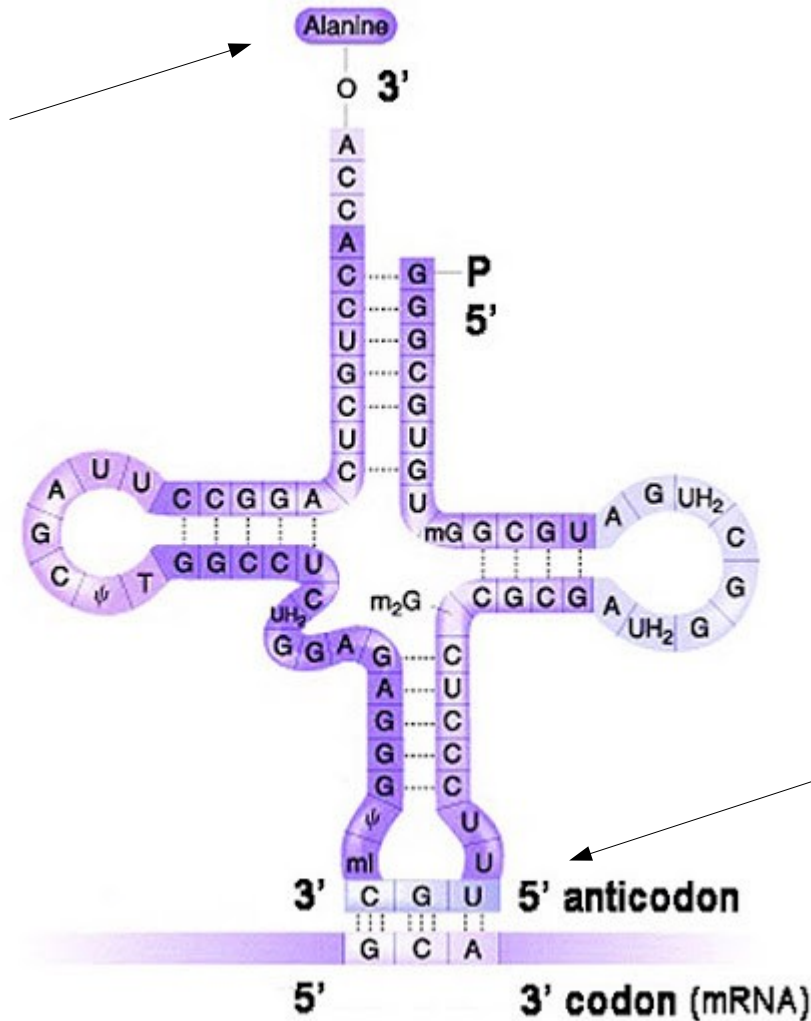
La traducció

- Síntesi d'un polipèptid a partir dels **mRNA**.
- Té lloc en el citosol i la duen a terme els **ribosomes**.
- Els **tRNA** (RNA de transferència) transporten aminoàcids específics del conjunt del citoplasma cap als ribosomes.



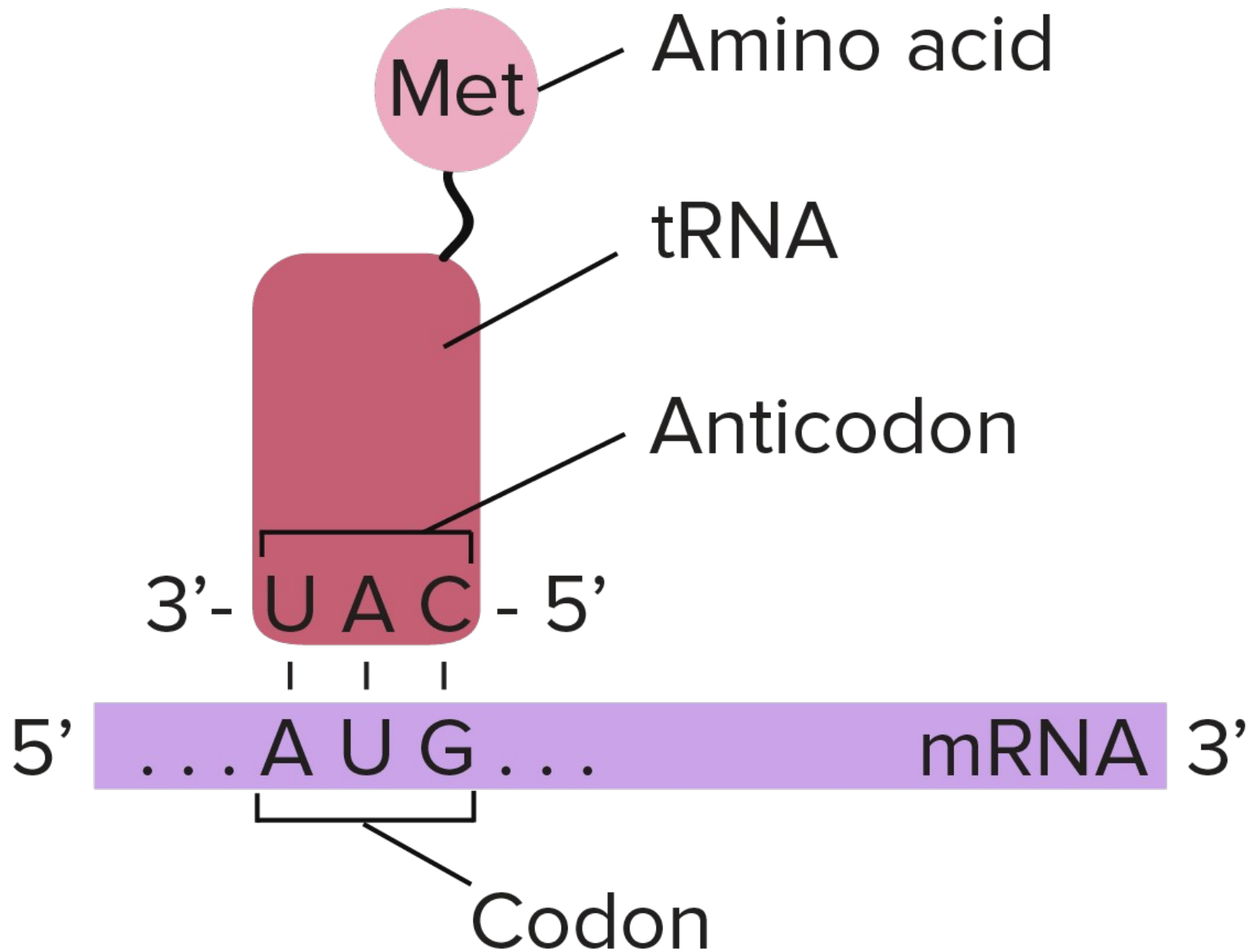
Els tRNA són clau per a la síntesi de proteïnes

L'extrem 3' del tRNA porta l'aminoàcid especificat en el codó del mRNA. Quan l'aminoàcid està unit al seu tRNA, és diu que l'aminoàcid està activat.



Hi ha, al menys, un tRNA per a cadascun dels 20 aminoàcids.

El tRNA presenta tres nucleòtids, l'**anticodó**, que s'uniran mitjançant ponts d'hidrogen a un codó específic del mRNA, seguint la complementarietat de bases. Les dues cadenes queden unides de forma antiparal·lela.



El mecanisme de la traducció

Etapes de la traducció:

ACTIVACIÓ DELS AMINOÀCIDS

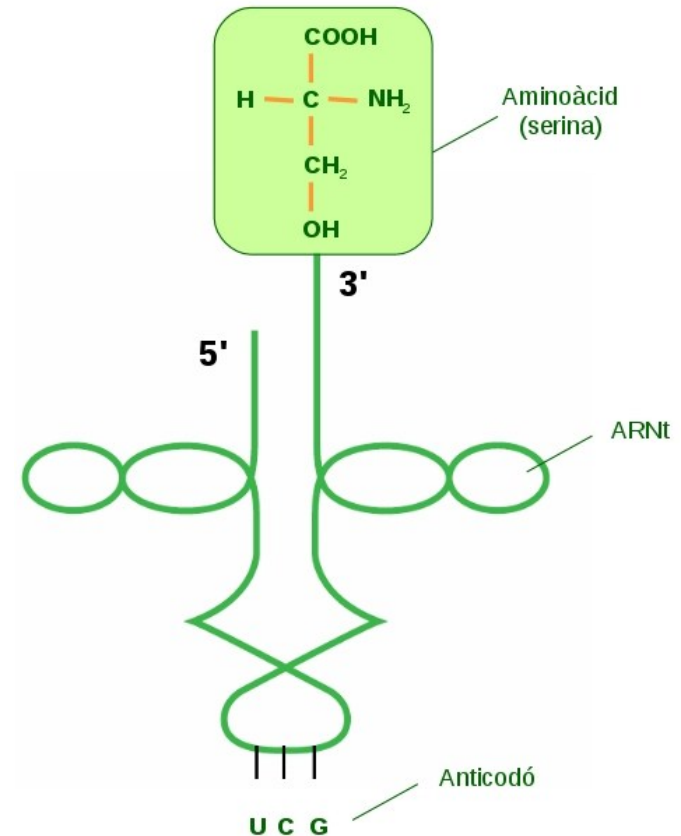
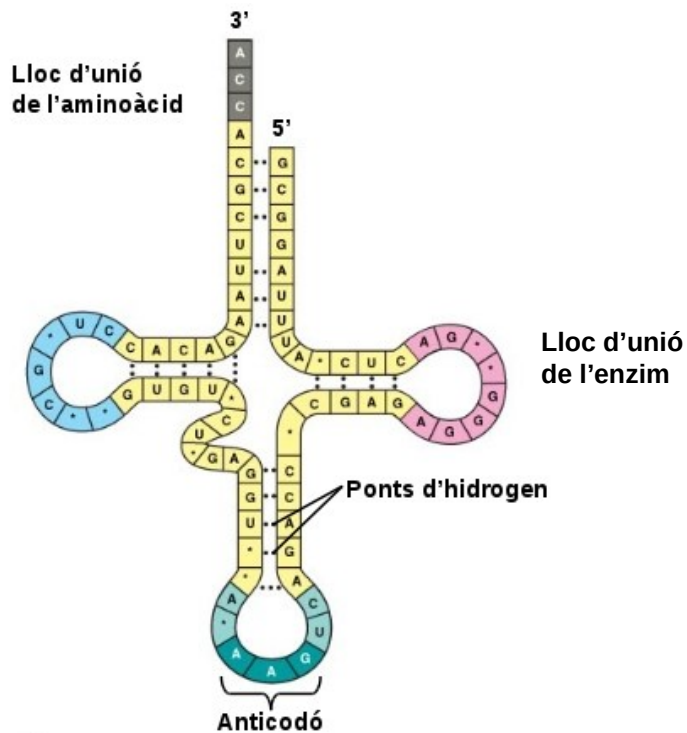
INICIACIÓ

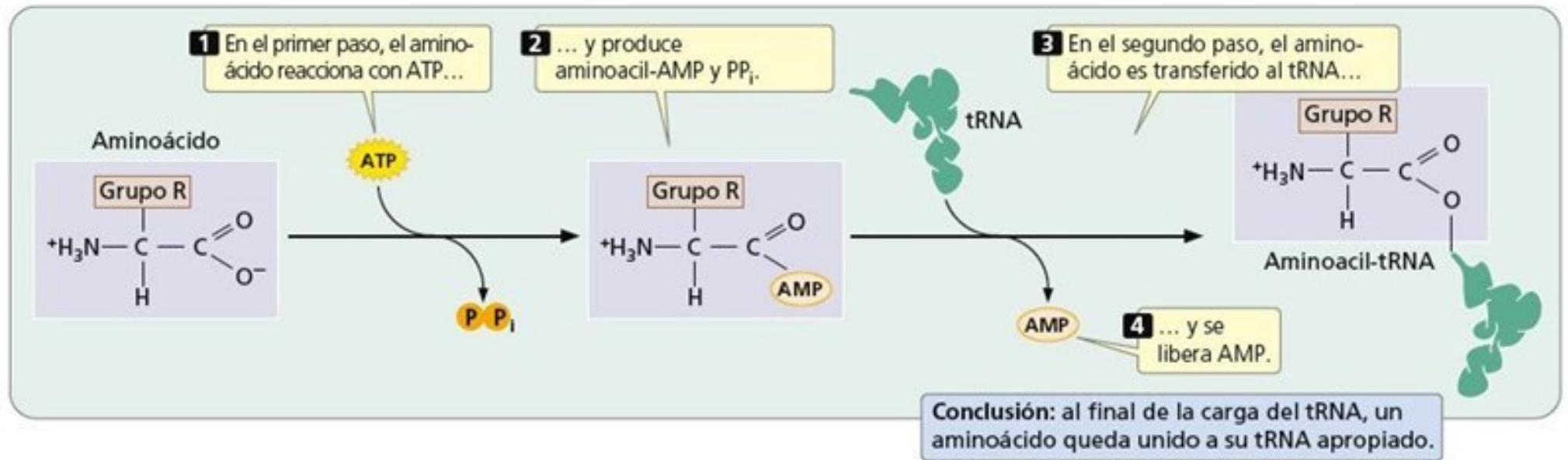
ELONGACIÓ

FINALITZACIÓ

ACTIVACIÓ dels aminoàcids

- L'activació d'un aminoàcid consisteix en unir-lo al seu tRNA. La unió requereix energia en forma d'ATP.
- La unió està catalitzada per un enzim específic: l'**aminoacil tRNA sintetasa**.
- L'aminoàcid activat rep el nom d' **aminoacil-tRNA**





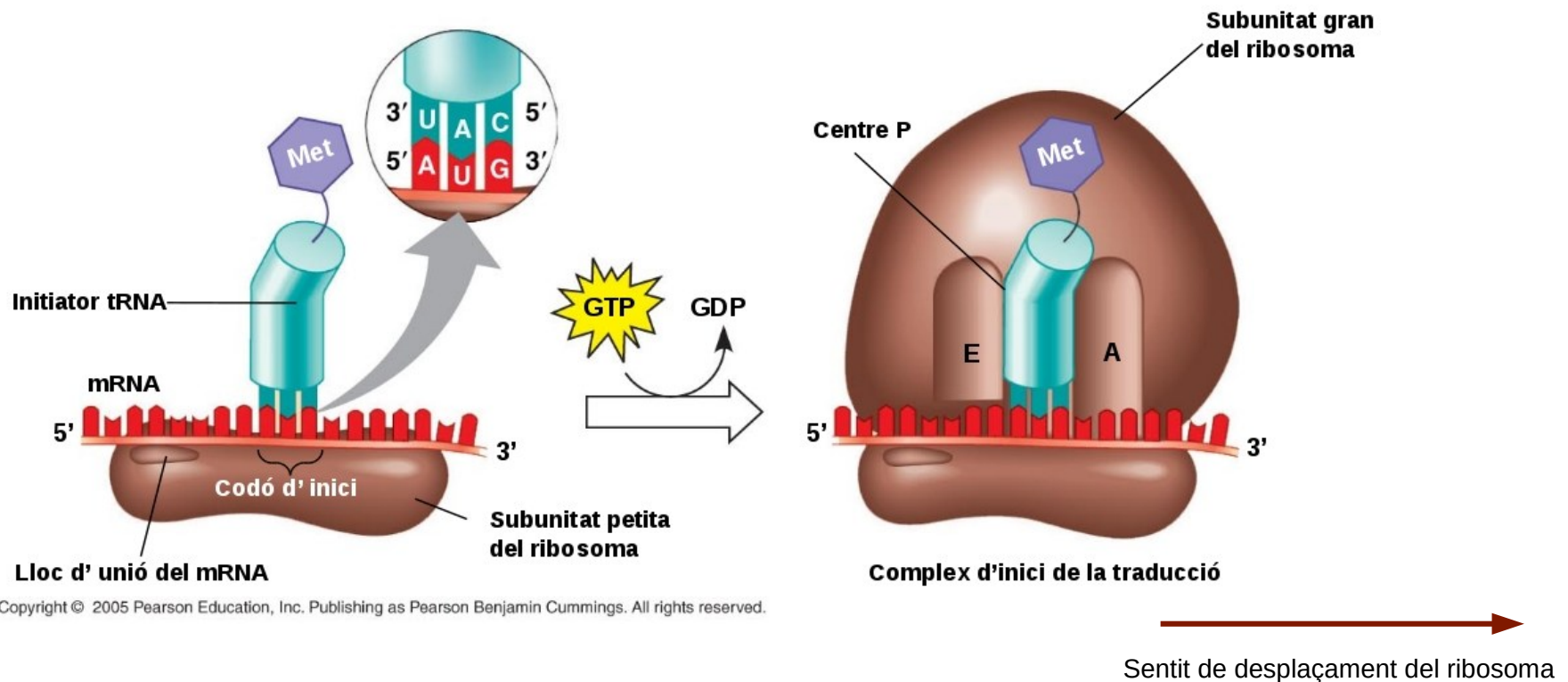
Genética. Un enfoque conceptual. 5ª ed. B.A. Pierce

© W.H. Freeman and Co.

© Traducción Editorial Médica Panamericana.

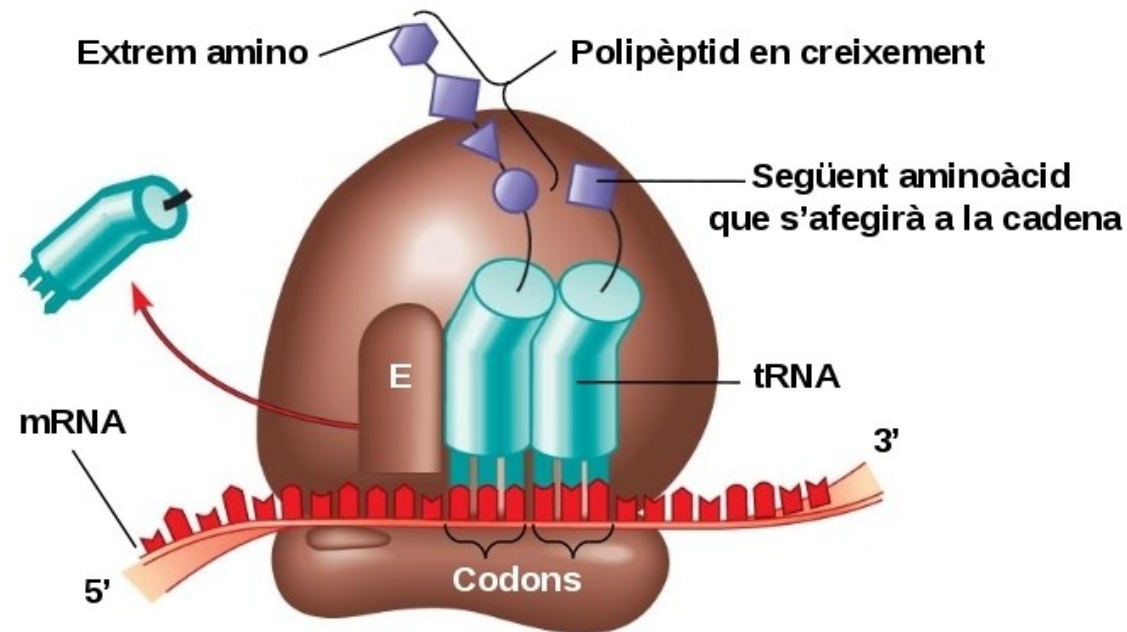
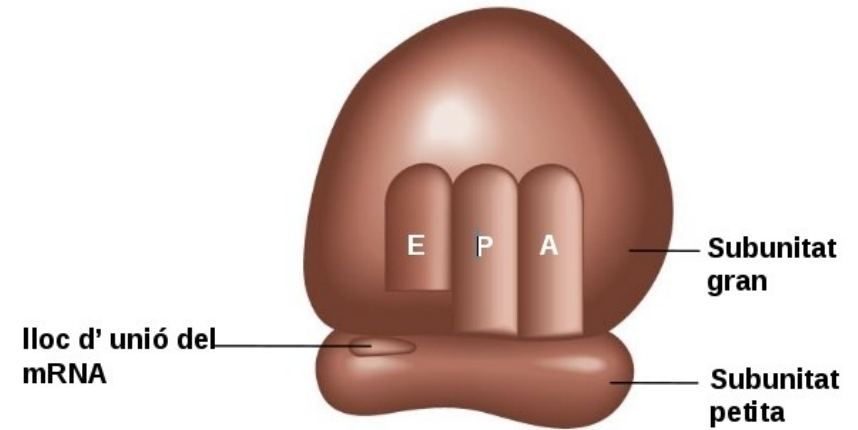
INICIACIÓ de la síntesi

- La subunitat petita del ribosoma s'uneix a l'extrem 5' del mRNA (en els eucariotes es reconegut per la caputxa de m7Gppp i en els procarïotes gràcies a una seqüència de consens, que no es tradueix).
- La subunitat petita es mou fins trobar el **codó d'inici**, que sempre és **AUG**, i que correspon a una **metionina** (formil-metionina en procarïotes).
- El primer tRNA amb Met arriba i forma ponts d'hidrogen entre el seu anticodó i el codó del mRNA (ambdós són complementaris)
- A continuació s'uneix la subunitat gran del ribosoma i es forma el **complex ribosomal**.



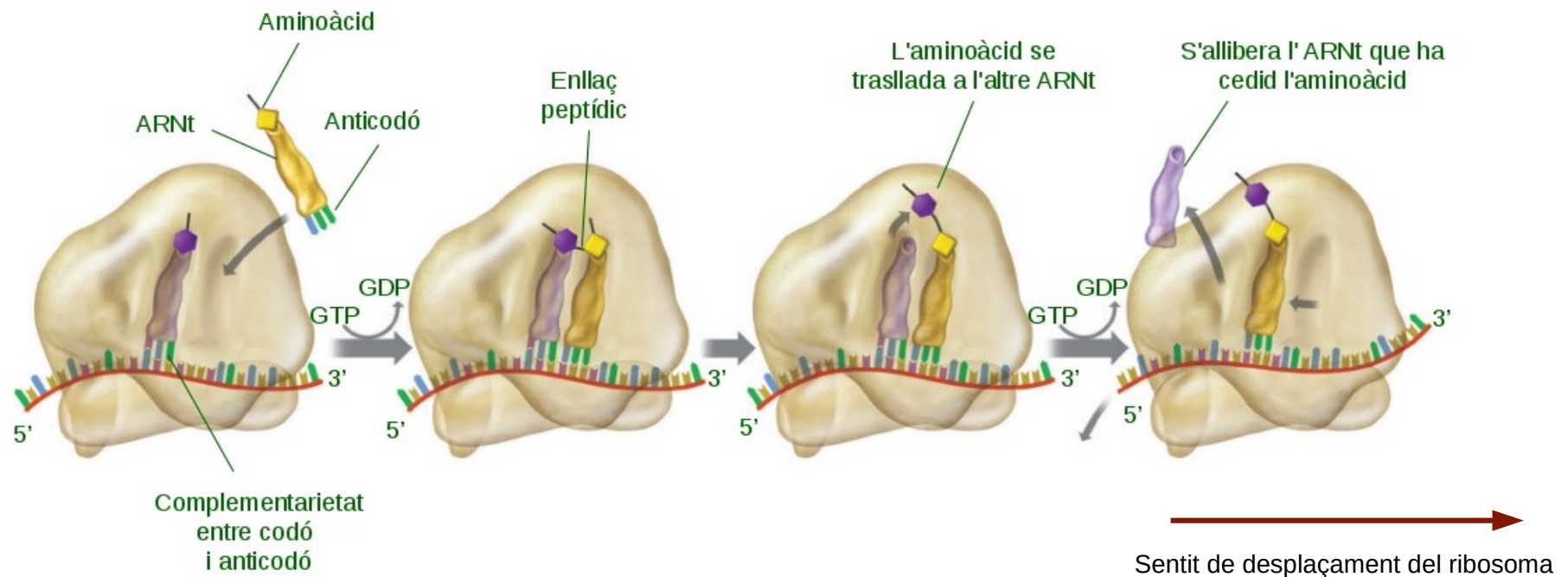
Els ribosomes presenten tres llocs que poden ser ocupats per tRNA:

- **Centre A o centre acceptor d'Aminoàcids:** on se situen els aminoacils-tRNA entrants, excepte el primer.
- **Centre P o centre Peptidil:** on se situa el tRNA carregat amb el polipèptid en creixement (peptidil-tRNA) i el primer tRNA que entra (el metionil-tRNA).
- **Centre E o centre de sortida** (de *Exit*): per on abandonarà el ribosoma el tRNA descarregat de l'aminoàcid.

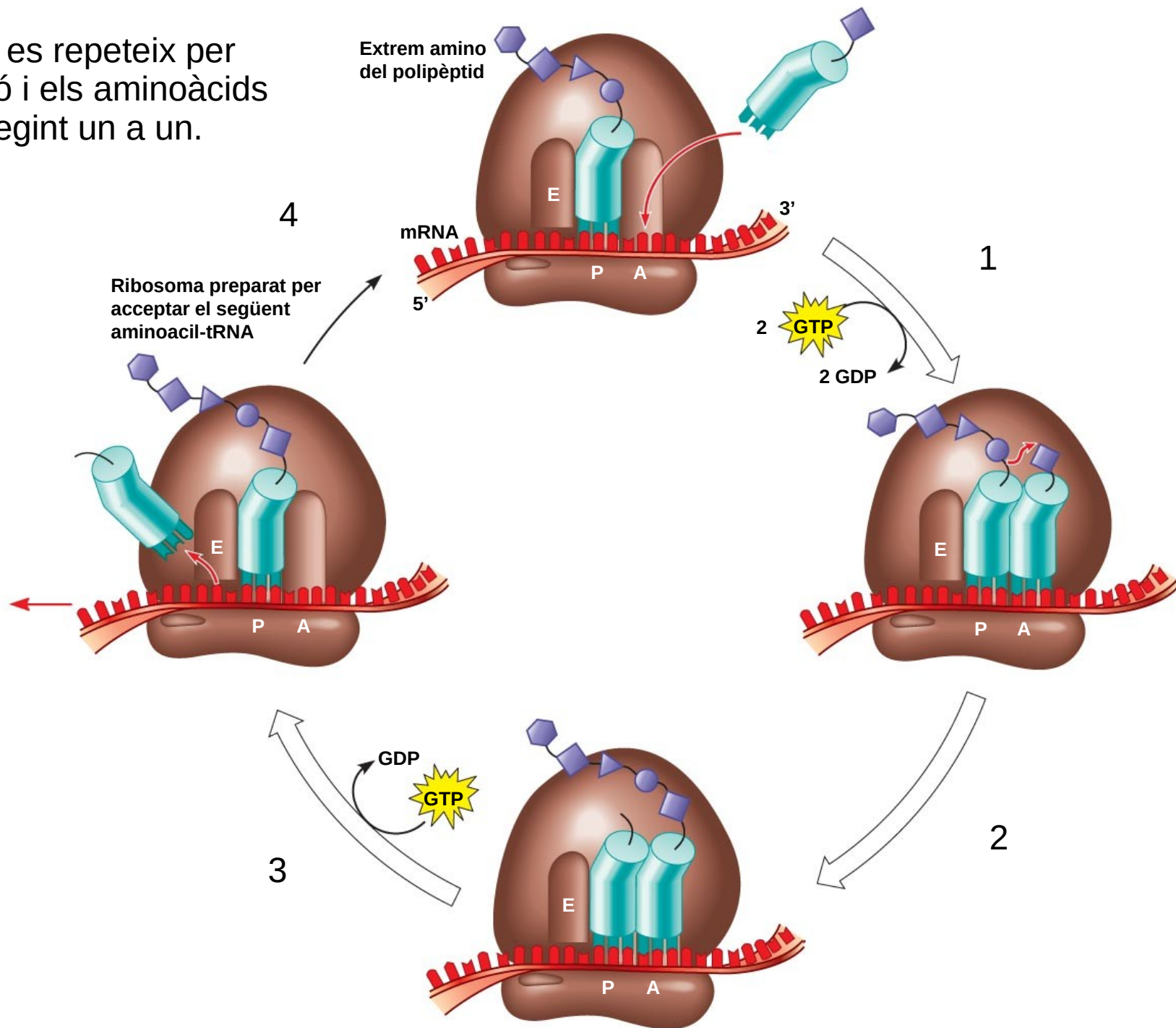


ELONGACIÓ de la cadena polipeptídica

- Arriba el segon aminoacil-tRNA i es situa en el centre A. El seu anticodó es reconegut pel codó i es formen enllaços d'hidrogen entre ells.
- La Met del primer tRNA s'uneix a l'aminoàcid del segon tRNA mitjançant un enllaç peptídic catalitzat per l'enzim *peptidiltransferasa*.
- En aquest moment es produeix la **translocació ribosomal** (desplaçament del ribosoma en direcció 5' → 3'). El moviment del ribosoma col·loca el peptidil-tRNA al lloc P, i deixa lliure el lloc A per a l'entrada del següent tRNA. El primer tRNA sense la Met surt del ribosoma pel centre E.
- El procés es repeteix per cada codó i els aminoàcids es van afegint un a un.

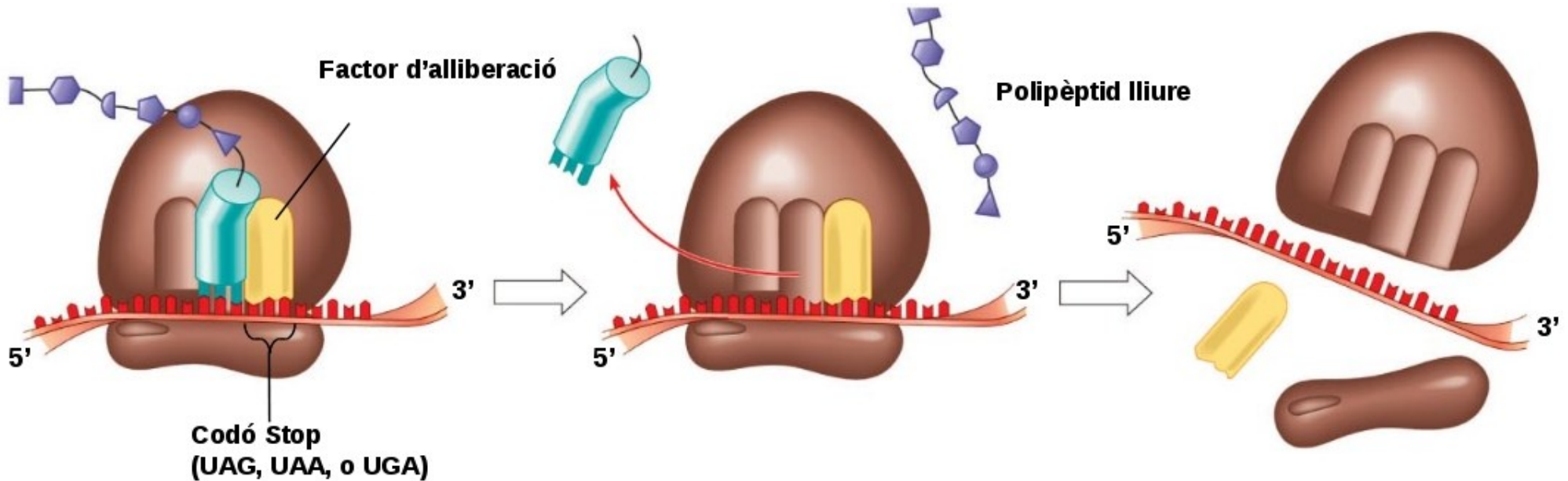


El procés es repeteix per cada codó i els aminoàcids es van afegint un a un.

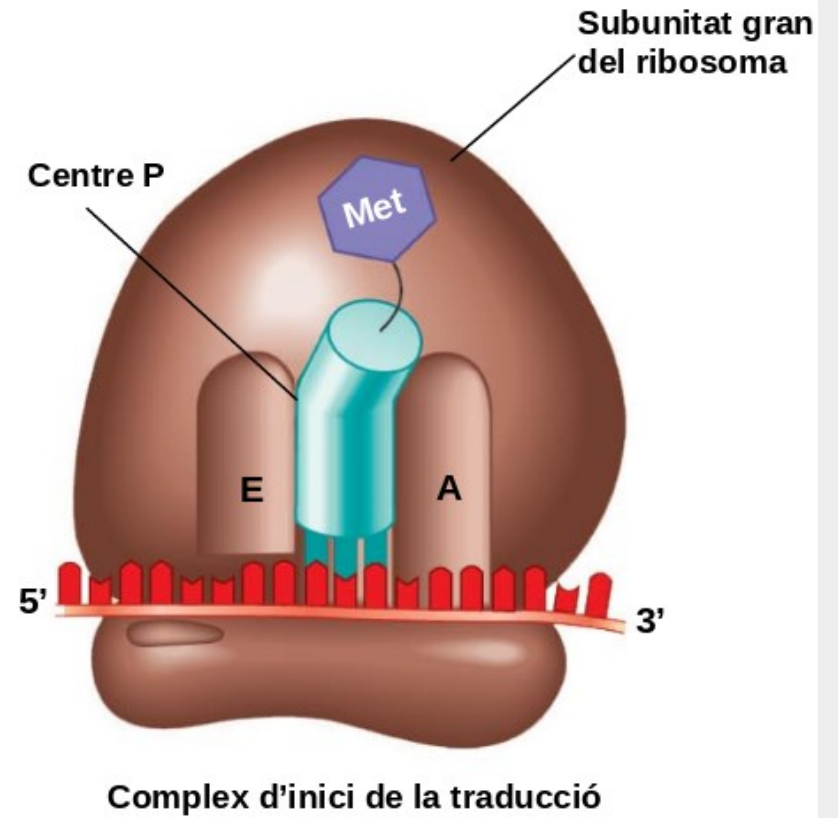
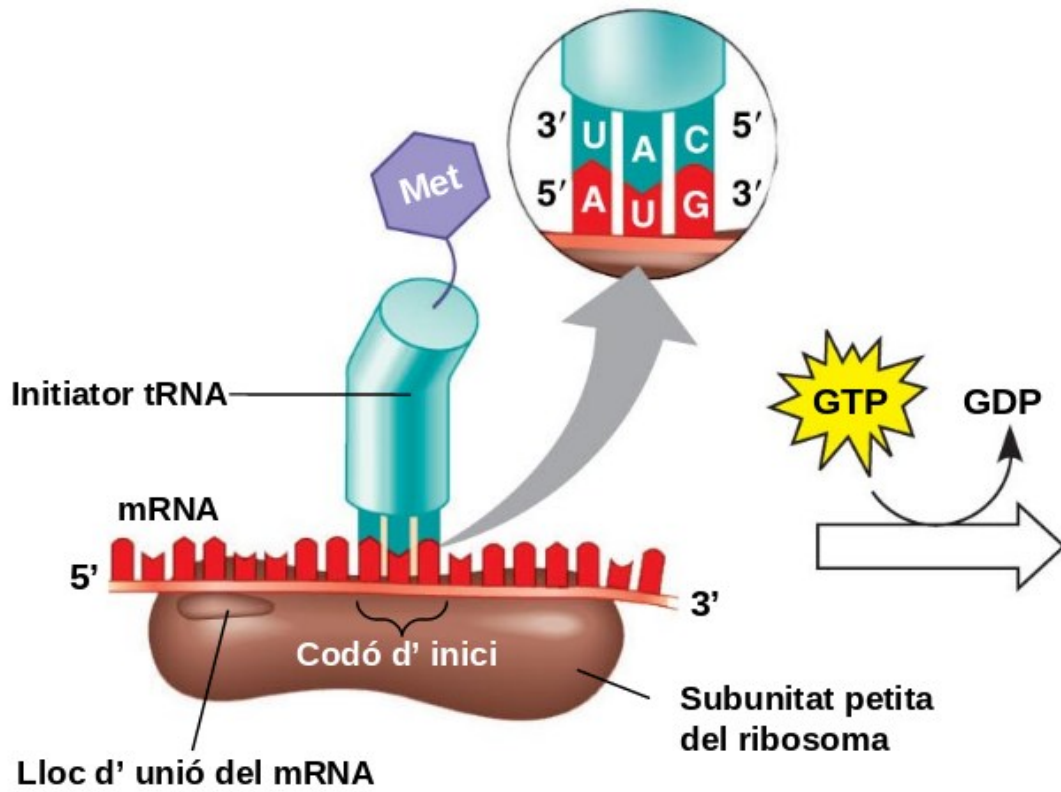


FINALITZACIÓ de la síntesi

- El final de la síntesi està determinat pels anomenats triplets sense sentit: **UAA, UAG, UGA**. No hi ha cap tRNA l'anticodó del qual en sigui complementari.
- Aquests codons són reconeguts per uns **factors proteics d'alliberació** que se situen al centre A. Llavors s'allibera la proteïna, les subunitats del ribosoma se separen i el mRNA queda lliure.



Iniciació de la síntesi

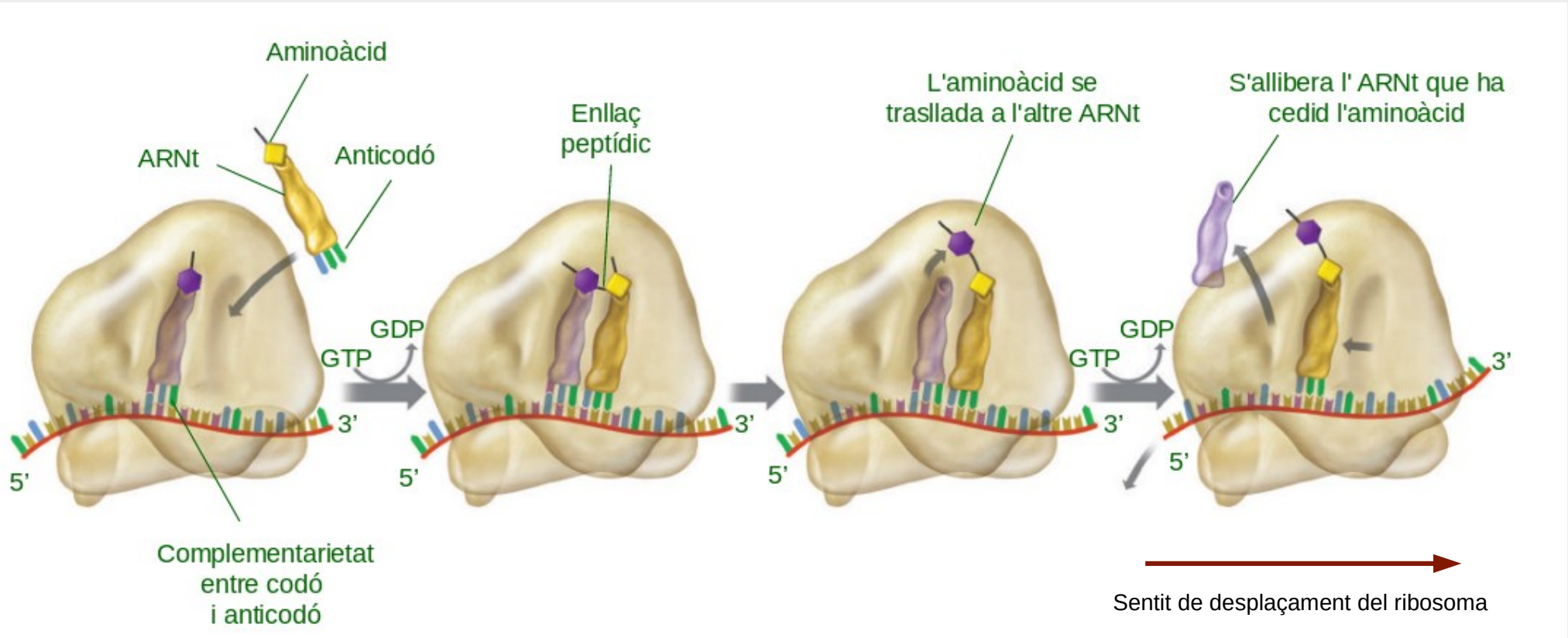


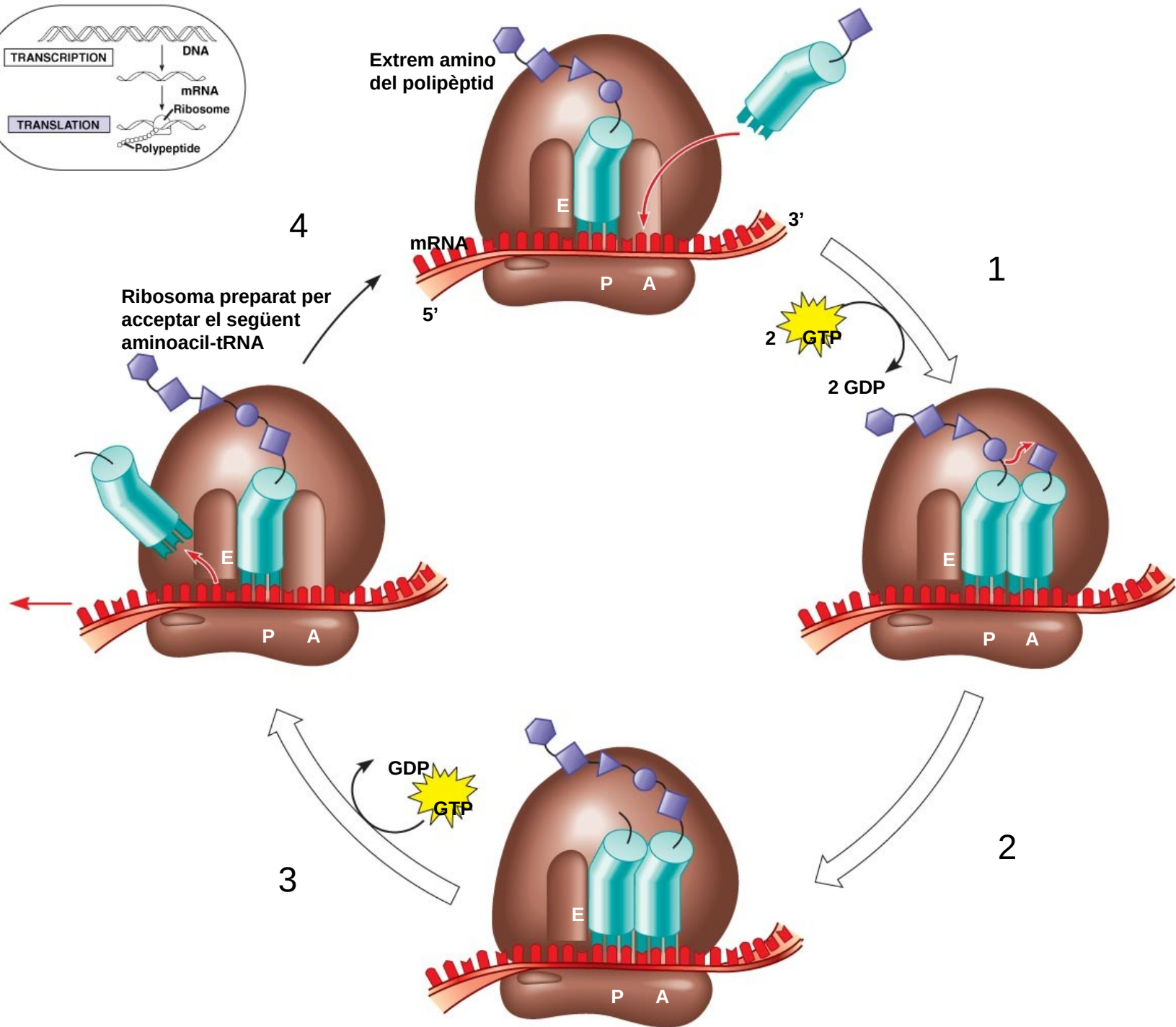
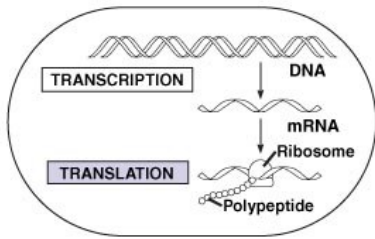
Copyright © 2005 Pearson Education, Inc. Publishing as Pearson Benjamin Cummings. All rights reserved.



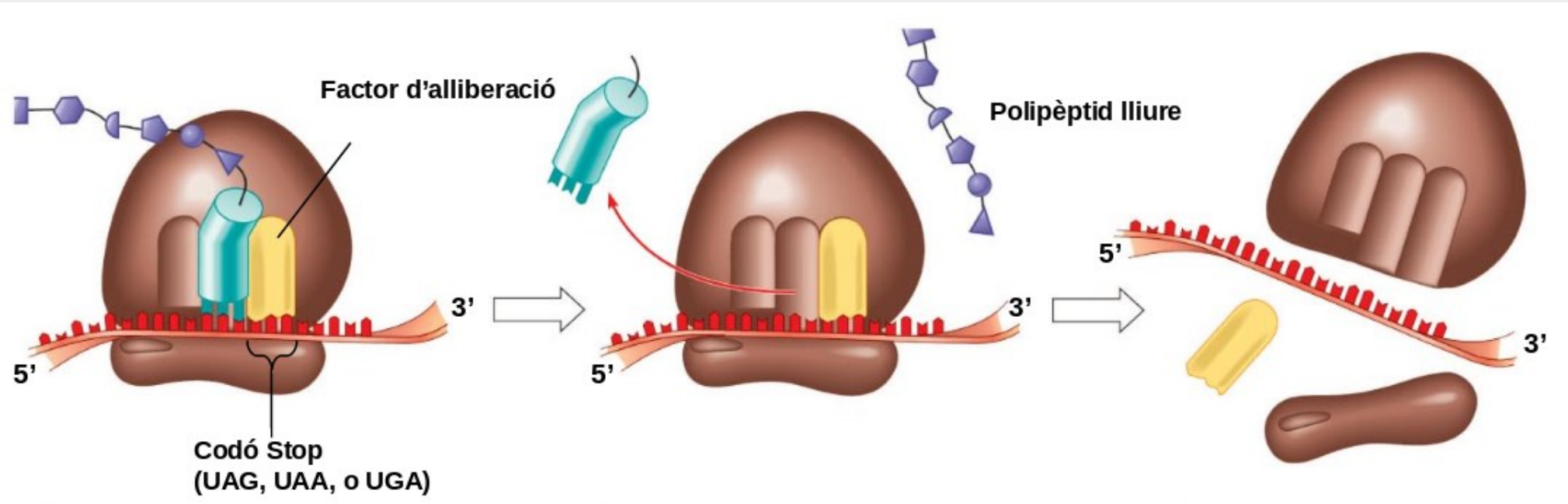
Sentit de desplaçament del ribosoma

Elongació de la síntesi



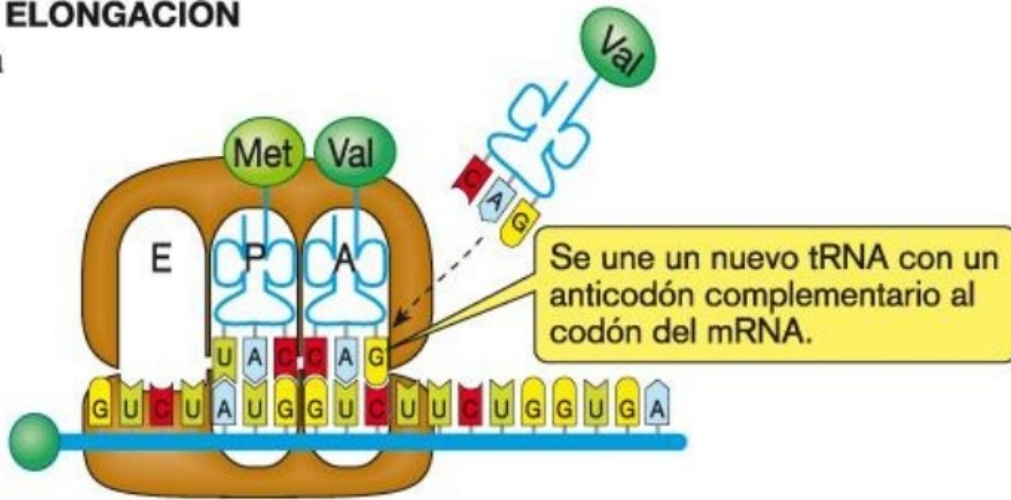


Finalització de la síntesi

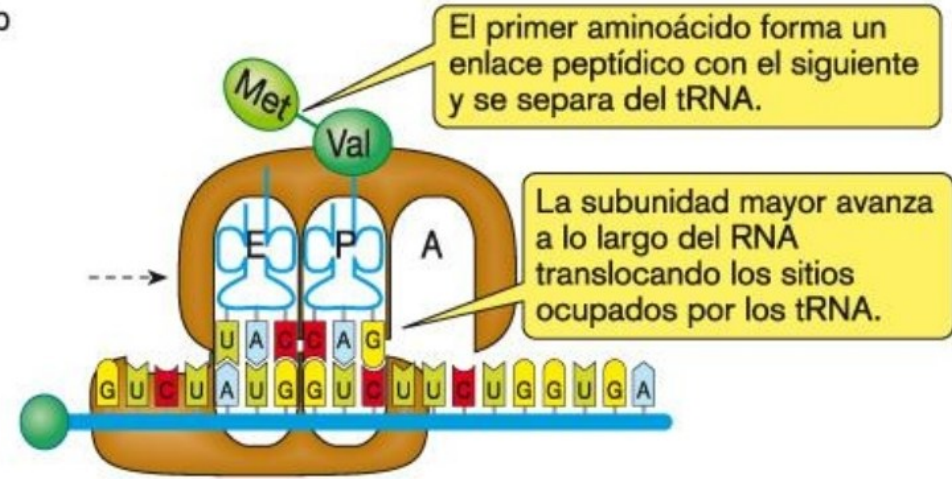


ELONGACIÓN

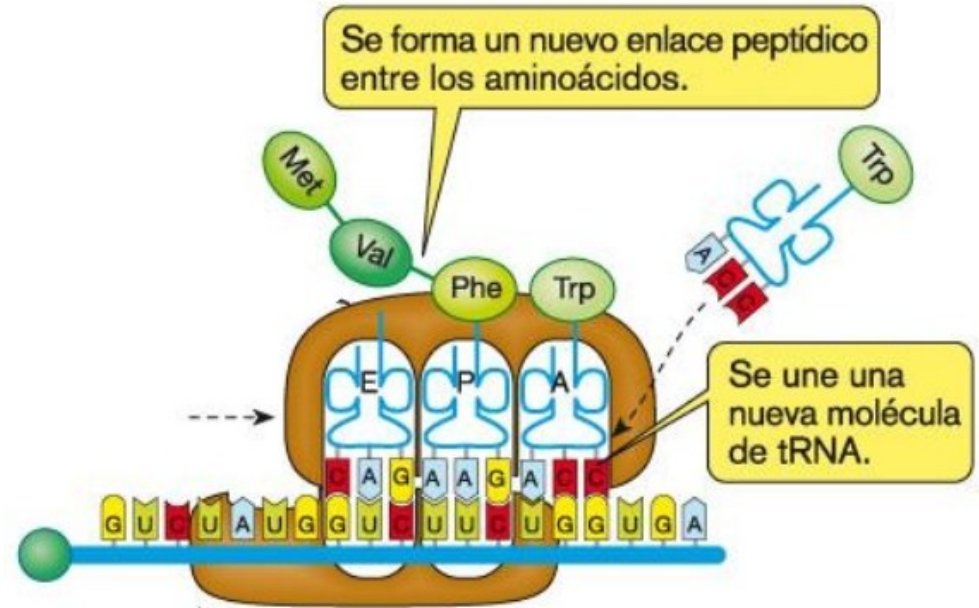
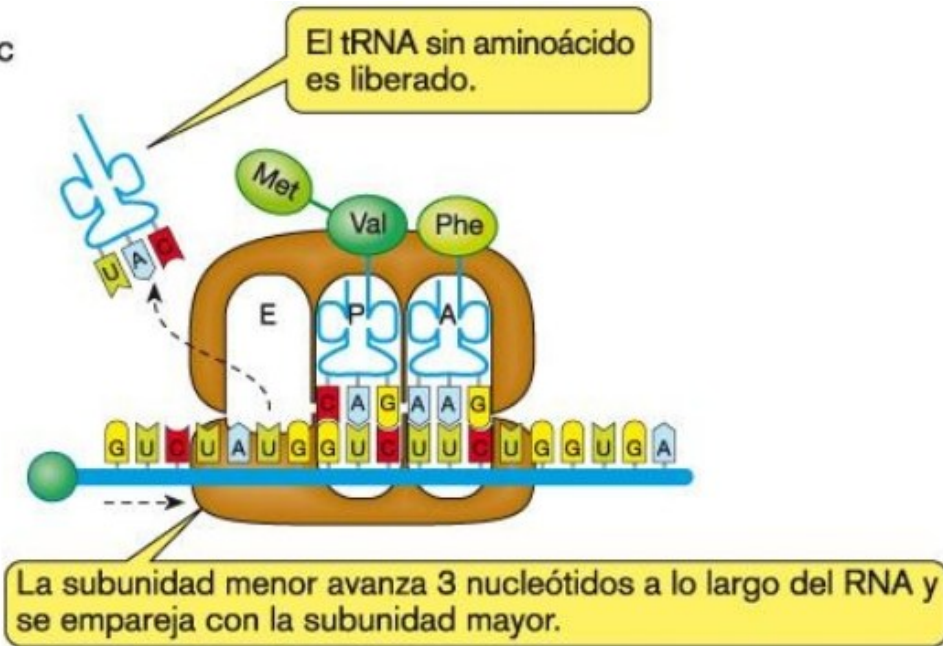
a



b

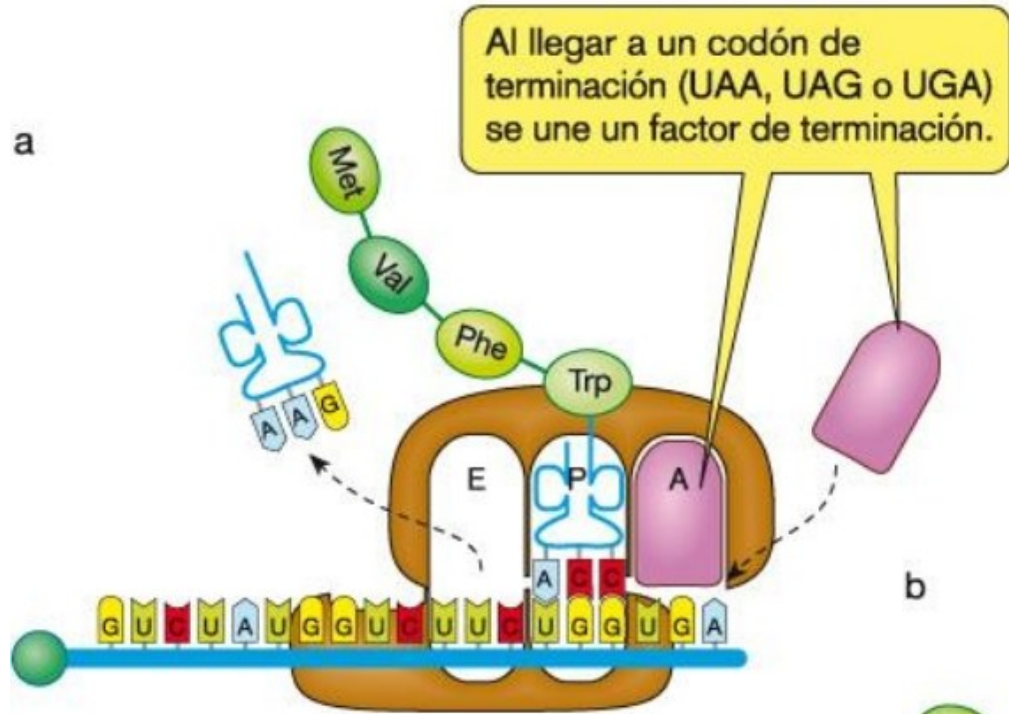


c

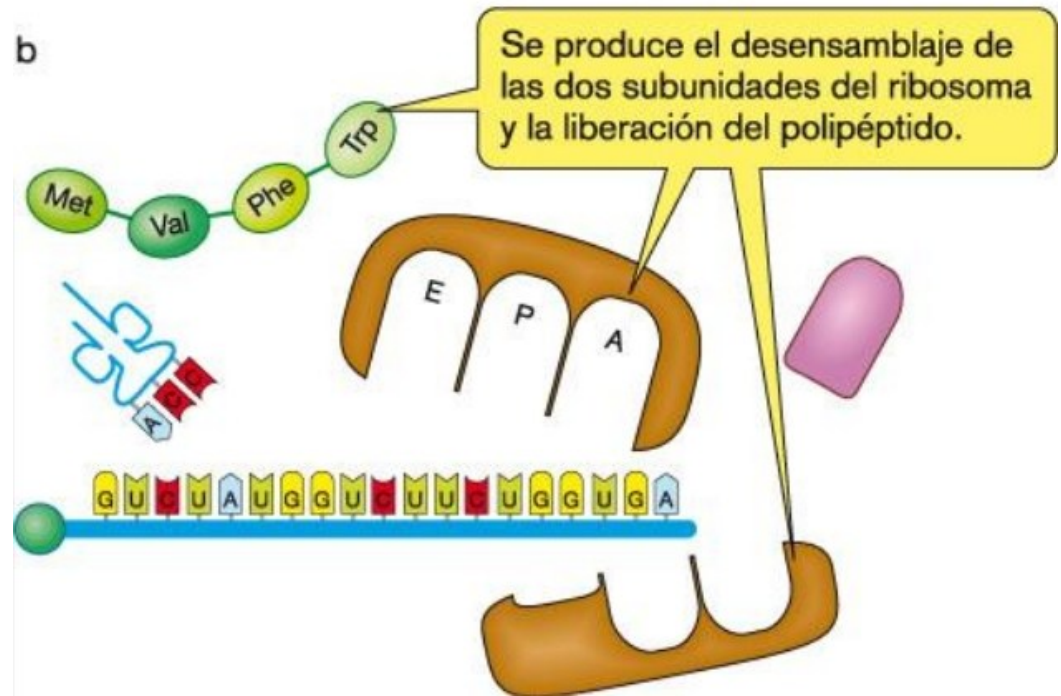


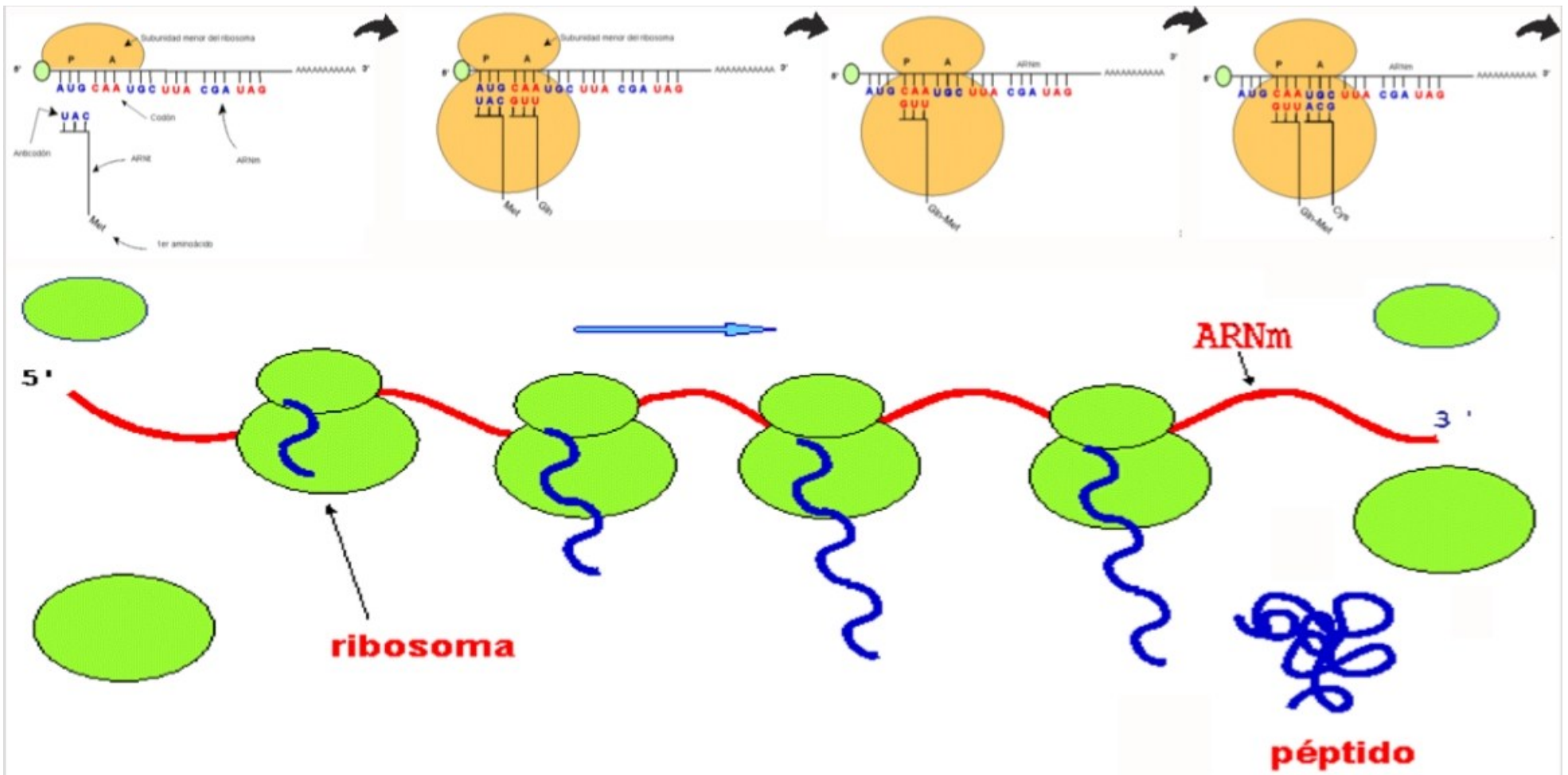
TERMINACIÓN

a



b





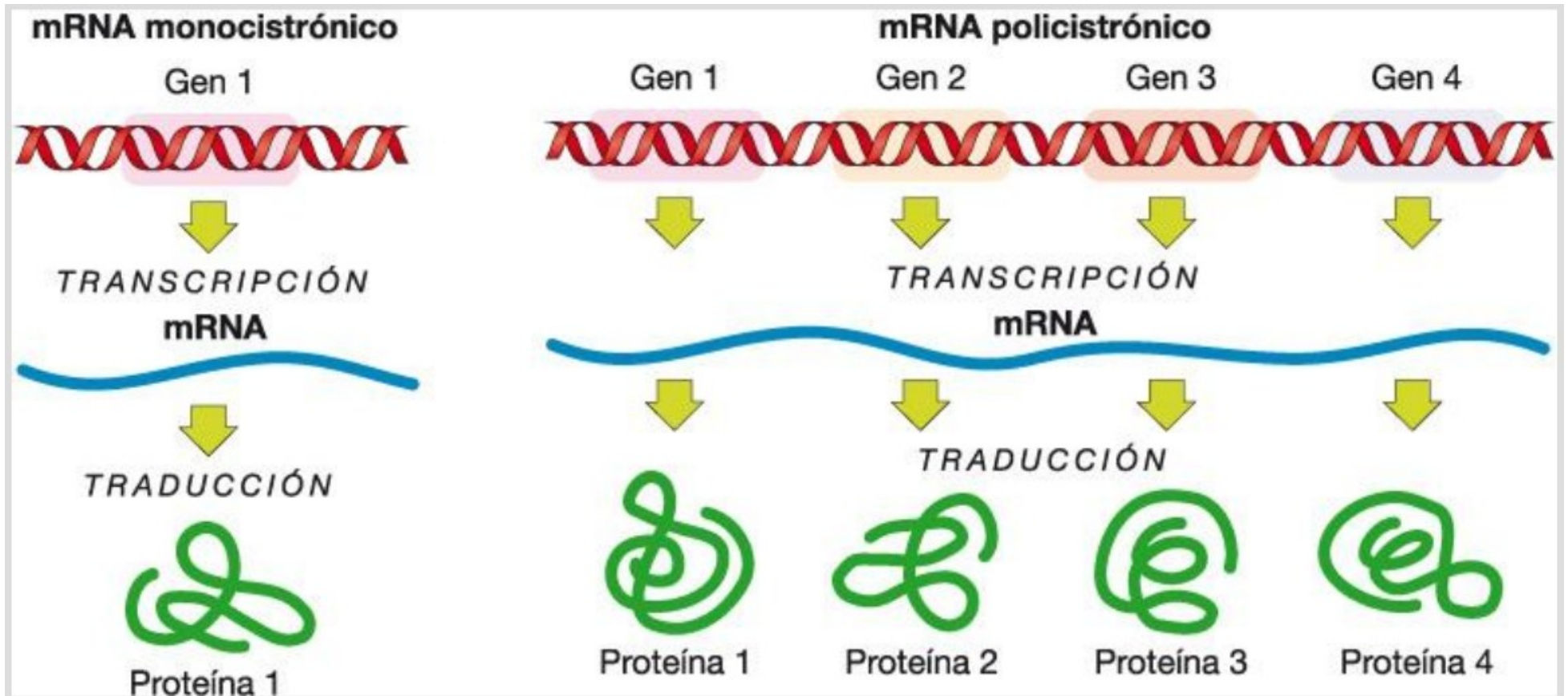
Avançament del ribosoma pel mRNA i formació d'un pèptid.
 Un sol ribosoma pot sintetitzar un polipèptid de grandària mitjana en menys d'un minut.

Animacions molt recomanables

De l'ADN a la PROTEÏNA

Translation (editorial Panamericana)

En eucariotes el mRNA és **monocistrònic** (porta informació per sintetitzar només un tipus de proteïna) i en procariotes és **policistrònic** (porta informació per sintetitzar diferents tipus de proteïnes)

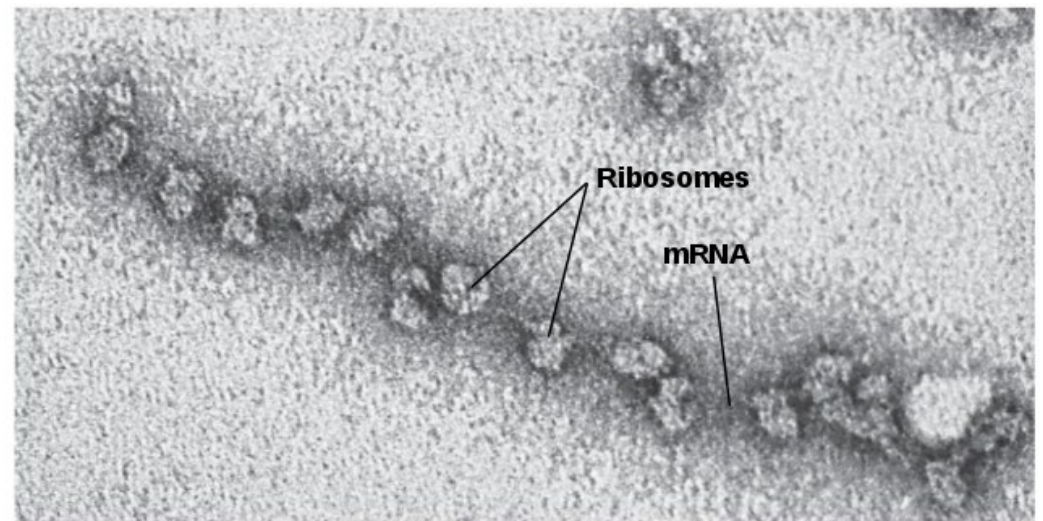
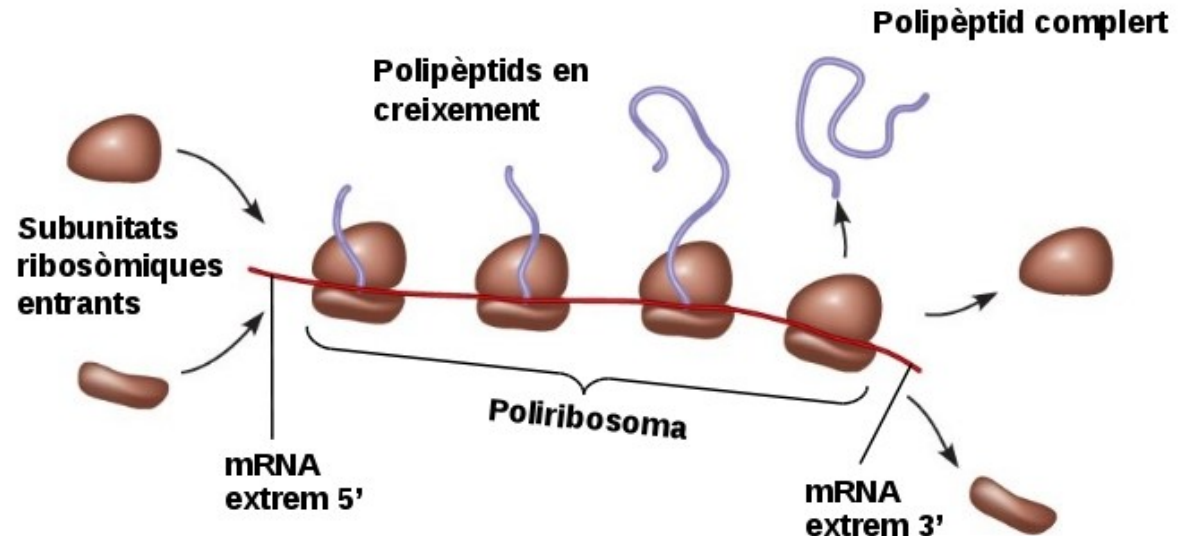


Poliribosomes o polisomes

En general una sola molècula de mRNA es utilitzada per fabricar moltes còpies d'un polipèptid de forma simultània per diferents ribosomes.

Un cop un ribosoma sobrepassa el codó d'inici, un segon ribosoma pot unir-se al mateix mRNA; d'aquesta manera, nombrosos ribosomes poden penjar d'una mateixa molècula de mRNA permetent que les cèl·lules fabriquin ràpidament moltes còpies d'un mateix polipèptid.

Els poliribosomes els poden observar tan en cèl·lules eucariotes com en procarïotes.



0.1 μ m

Amb el microscopi electrònic es poden observar aquests collarets de ribosomes anomenats **poliribosomes** o polisomes.

ACTIVITAT

DNA

5'... ATTCACGGT CAGTGCACAAAG ... 3'
3'... TAAGTGCCAGT CACGTGTTTC ... 5'

5' → 3'



Transcripció

mRNA

5'... AUUCACGGUCAGUGAACAAAG ... 3'

Quina seqüència d'aminoàcids codifica aquest mRNA?