

## Introduktion till biokemi

- Kontaktinfo:  
Föreläsare: Lisbeth Olsson, [lisbeth.olsson@chalmers.se](mailto:lisbeth.olsson@chalmers.se)  
Ansvarig för inledande biokemiundervisningen, Eva Albers, [albers@chalmers.se](mailto:albers@chalmers.se)  
Programansvarig för bioteknologiprogrammet, [franzen@chalmers.se](mailto:franzen@chalmers.se)

---

---

---

---

---

---

---

---

## Varför behöver vi veta något om biokemi?

- För att förstå hur levande organismer fungerar och är uppbyggda
- För att förstå naturen, hur olika organismer interagerar
- För att använda kunskap i medicinska och näringsmässiga sammanhang, förstå vår kropp och förstå och bota sjukdomar
- För att kunna använda enzymer och mikroorganismer i industriella processer
- För att kunna medverka till ett miljösamt samhälle

---

---

---

---

---

---

---

---

## Biokemi - Introduktion

- Studier av livet på molekylär nivå
- Liv är kemi
  - Byggs upp av molekyler - strukturer och "minne"
  - Använder energi från kemiska reaktioner
  - Kolbaserad kemi
  - Vattenkemi

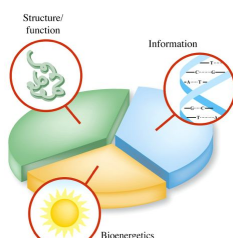


Figure 1-1 Conceptual Biochemistry, 3e  
© 2008 John Wiley & Sons

3

---

---

---

---

---

---

---

---

Vad är liv? - definition

- Föröka sig (göra kopior av sig självt)
  - Bilda byggnadsmaterial
  - Information om uppbyggnaden (gener)
  - Överförs till nästa generation
- Energi från näringsmolekyler som bryts ner
- Ta in energi- och byggnadsmolekyler utifrån
- Anpassa sig till omgivningen
- Växa och reparera skador




---

---

---

---

---

---

---

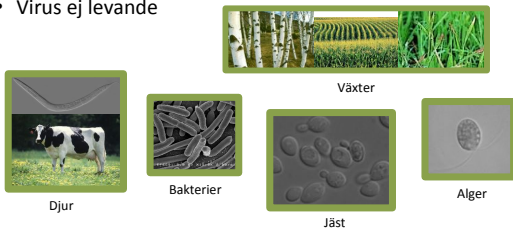
---

---

---

Former av liv

- Celler: Encelliga och multicellulära organismer
  - Avgränsning mot omgivningen som skydd för generna och möjlighet att utföra specifika kemiska reaktioner
- Virus ej levande




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Livets molekyler - Atomer

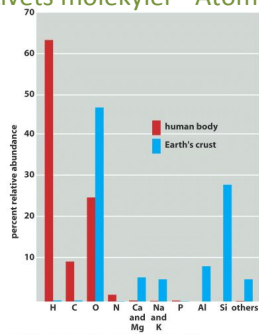


Figure 2-3 Molecular Biology of the Cell 5/e © Garland Science 2008

6

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Livets molekyler - Atomer

H																	H	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	

= Abundant elements forming covalent bonds  
 = Abundant elements forming ionic bonds  
 = Elements that are needed only in trace quantities

- ~28% av grundämnena hittas i organismer

## Atomer

- ~92% C, H, O, N, P, S
- 6 grundämnen vanligast
- Spårämnen, främst metallatomer

Table 1-1 Most Abundant Elements in the Human Body<sup>a</sup>

Element	Dry Weight (%)
C	61.7
N	11.0
O	9.3
H	5.7
Ca	5.0
P	3.3
K	1.3
S	1.0
Cl	0.7
Na	0.7
Mg	0.3

<sup>a</sup>Calculated from Frieden, E., *Sci. Am.* 227(1), 54–55 (1972).

Table 1-1 Fundamentals of Biochemistry, 2/e  
© 2000 John Wiley & Sons

## Från atomer till molekyler – livets kemi

- Livets molekyler baserade på kol (organiska molekyler)
- En kolatom kan binda fyra atomer
  - Kedjor med kolatomer
  - Bindar andra atomer främst H, O och N, även S och P
- Vattenkemi
  - Molekyler lösta i vatten
  - Vätebindning

## Molekyler

- Atomer sätts ihop till molekyler (monomerer)
  - Aminosyror
  - Kolhydrater (socker)
  - Nukleotider
- Monomerer till polymerer
  - Ett fåtal enheter kan kombineras på många olika sätt, får många olika polymerer, får stor variation i egenskaper
- Ev. binder in andra grupper
  - Metalljoner och/eller organiska föreningar, för att ytterligare fler egenskaper

---

---

---

---

---

---

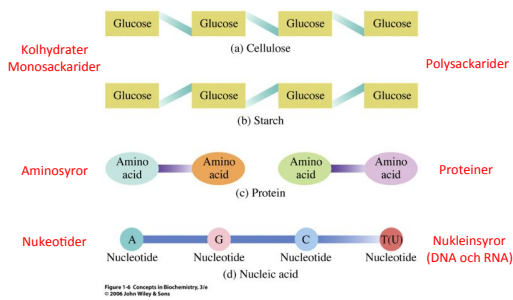
---

---

---

---

## Monomerer och polymerer




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Terminologi

monomer-oligomer-polymer (makromolekyl)

3.1 The Building Blocks of Organisms		
MONOMER	SIMPLE POLYMER	COMPLEX POLYMER (MACROMOLECULE)
Amino acid	Peptide or oligopeptide	Polypeptide (protein)
Nucleotide	Oligonucleotide	Nucleic acid
Monosaccharide (sugar)	Oligosaccharide	Polysaccharide (carbohydrate)

---

---

---

---

---

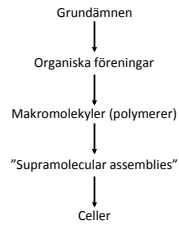
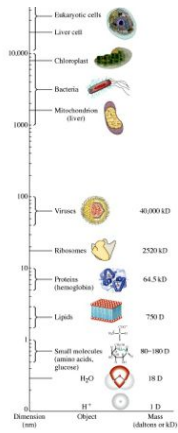
---

---

---

---

---




---



---



---



---



---



---



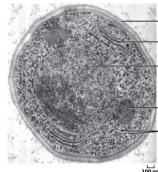
---



---

## Cellen som livets byggesten

- En cell är en separat enhet
- En cell är avgränsad av ett membran (plasmamembran) som separerar den från omgivningen
- Cellmembranet ger cellen integritet och ett koordinerat kemiskt system
- Specifik transport över cellmembranet
- Inne i cellen råder homeostas
- Cellens inre medför en lämplig miljö så att makromolekyler kan utöva sina specialiserade funktioner
- Alla organismer består av celler
- Alla celler kommer från föregående generationer av celler




---



---



---



---



---



---



---



---

## Klassificering av levande organismer

- Byggde till att starta med på likande kännetecken
- Biokemi och näringsmässiga krav ingår också i klassificeringen
- Klassificering är information om evolution
- Genetisk information är numera viktig vid klassificering

---



---



---



---



---



---



---



---

Gruppering av celltyper Prokaryot/Eukaryot

- Prokaryot – bakterier
- Eukaryot – jäst, svampar, alger, växter, djur

	Prokaryota celler	Eukaryota celler
Storlek	Små, 0.2-5 µm	Stora, 10-50 µm
Inre rumsindelning	Nej	Ja, många olika typer av organeller
Placering av DNA	Fritt i cytoplasman som en enskild molekyll (nukleoid)	I cellkärnan i form av kromosomer

---



---



---



---



---



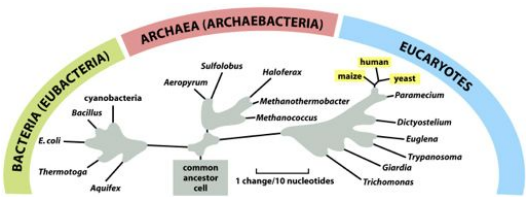
---



---



---



I det prokaryota riket skiljer man på bakterier och arke

---



---



---



---



---



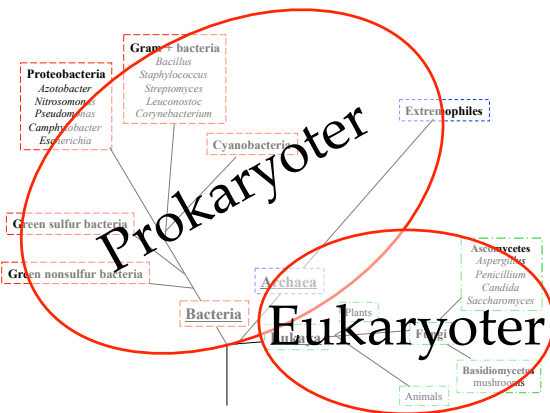
---



---



---




---



---



---



---



---



---



---



---



---

---

---

---

---

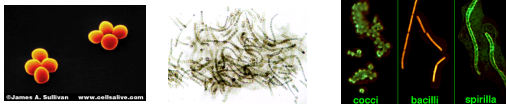
---

---

---

### Prokaryoter

- Kännetecknas av:
  - Kan leva på många olika typer av energikällor
  - Kan vara organotrofer, fototrofer eller litotrofer
  - Kan leva i extrema miljöer
  - Lever som enskilda celler men kan förekomma i kedjor eller grupper
  - Har ofta en cellvägg
  - Många kan inte odlas i laboratoriet



---

---

---

---

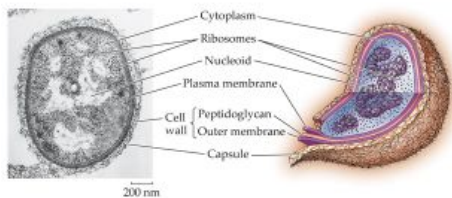
---

---

---

---

### Uppbyggnad prokaryot cell



---

---

---

---

---

---

---

---

LIFE: THE SCIENCE OF BIOLOGY, Seventh Edition, Figure 2.24 © 2004 Sinauer Associates, Inc. and W. H. Freeman & Co.

## Eukaryoter

- Växter, djur, alger, jäst, svampar
- Som mikroorganismer eller multicellulära organismer
- Har organeller, inre rum med specialiserade funktioner
- I multicellulära organismer finns även specialiserade celltyper

---

---

---

---

---

---

---

---

## Organeller i eukaryota celler

Organell	Funktion
Plasmamembran/ cellmembran	Selektivt permeabel avgränsning för in- och uttransport av näring och avfallsprodukter
Cellvägg (växter, jäst)	Extra skydd för mekanisk påverkan
Cellkärna	Förvaring av den genetiska informationen, där replikation och transkription sker
Mitokondrier	Bildning av kemisk energimolekyl (ATP) från reducerade elektronbärare
Endoplasmiskt reticulum med ribosomer	Ger en yta på vilken ribosomerna kan binda, vilka tillverkar proteiner
Golgiapparaten	Utsöndring av avfallsprodukter, modifiering och mognad av proteiner
Kloroplaster (växter)	Plats för fotosyntes, omvandling av ljus till kemisk energimolekyl (ATP)

---

---

---

---

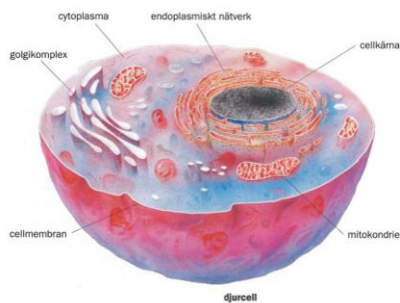
---

---

---

---

## Eukaryot cell – djur




---

---

---

---

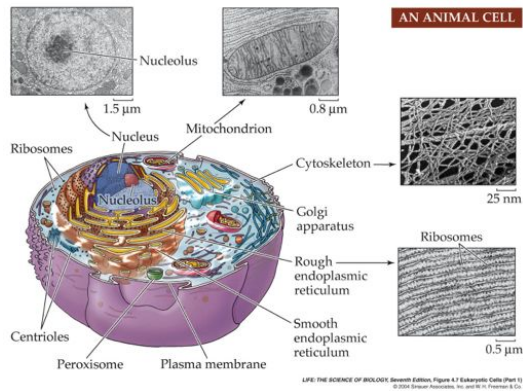
---

---

---

---






---

---

---

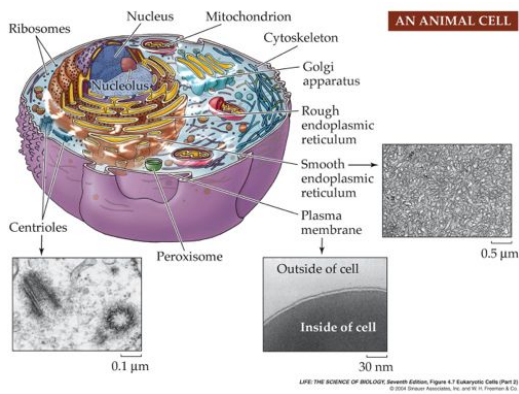
---

---

---

---

---




---

---

---

---

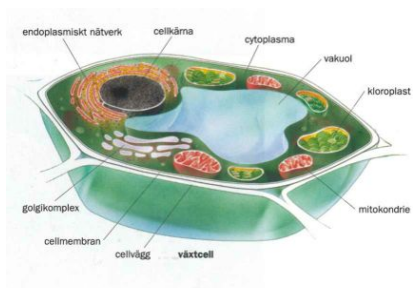
---

---

---

---

Eukaryot cell – växter




---

---

---

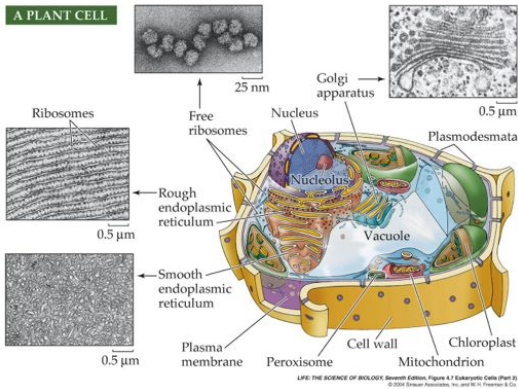
---

---

---

---

---




---

---

---

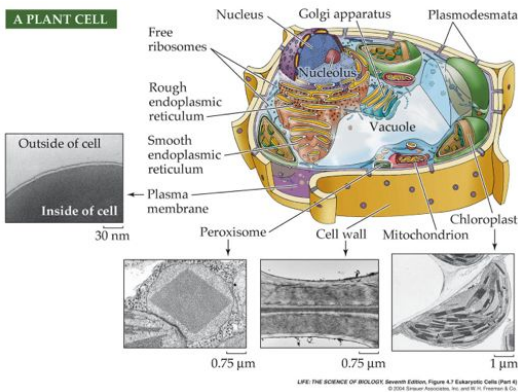
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

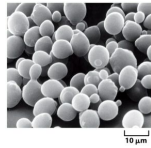
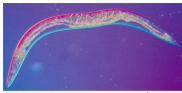
---

---

---

Modell organismer-Eukaryota system

- Jäst, *Saccharomyces cerevisiae*
- Backtrav, *Arabidopsis thaliana*
- Mask, *C. elegans*
- Fruktfluga, *Drosophila*
- mus




---

---

---

---

---

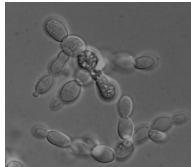
---

---

---

### Jäst som modellorganism

- Enkeltellig
- Robust med många industriella applikationer
- Kan odlas i enkla näringsmedier
- Växer lika snabb som bakterier
- Kan föröka sig sexuellt eller asexuellt




---

---

---

---

---

---

---

---

### Cellens beståndsdelar och deras funktioner

- En cell är uppbyggd av lipider, kolhydrater, proteiner, nukleinsyror, små organiska och oorganiska molekyler
- Lipider (fetter) – strukturer, energiöverföring och lagring
- Kolhydrater – energilagring, del i nukleinsyror, strukturer
- Proteiner – katalysatorer (enzymer), transport, strukturer
- Nukleinsyror – lagring av genetisk information (DNA), energibärare (ATP)

---

---

---

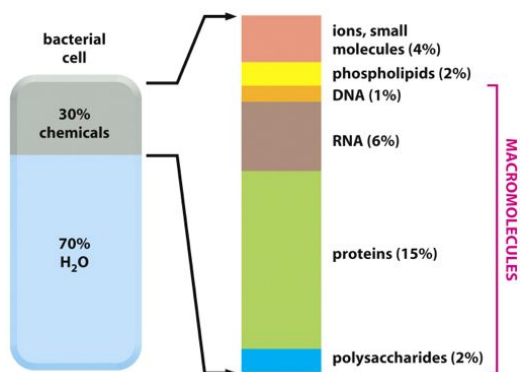
---

---

---

---

---




---

---

---

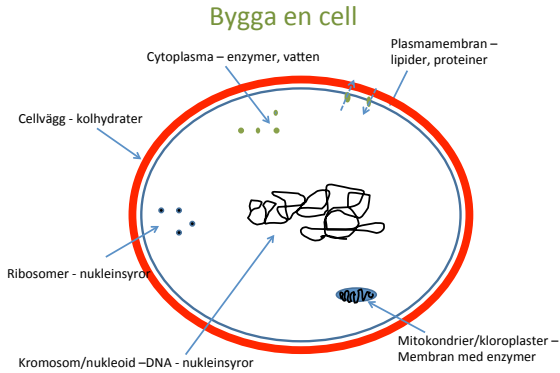
---

---

---

---

---



---

---

---

---

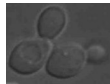
---

---

---

---

### Livets processer



- Förvaring och uttryck av genetisk information (mallen för cellens uppbyggnad)
- Ta in kol utifrån för att bygga upp cellmaterial
  - En källa för kol som omvandlas till lämpliga startmolekyler
  - Använda enzymer för att katalysera reaktioner
  - Bygga upp cellmaterial från startmolekylerna
- Ta in energi utifrån och överföra till en användbar form, se till att tillgång och efterfrågan är i balans
  - ATP (kemisk energi)
  - NADH (reducerande energi för redoxreaktioner)

---

---

---

---

---

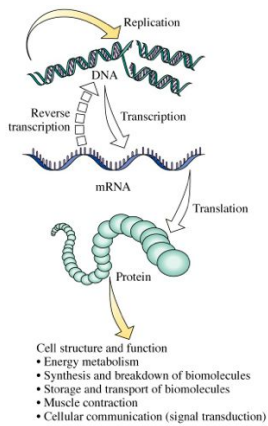
---

---

---

### Lagring och överföring av genetisk information

- DNA - lagring av information för hur alla cellens proteiner ser ut
- Processer
  - Replikation
  - Transkription
  - Translation



---

---

---

---

---

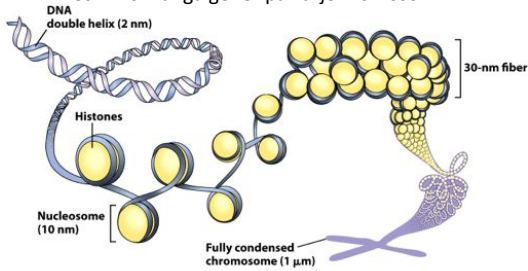
---

---

---

### Kromosomer bär på våra gener

- Varje kromosom är en DNA molekyl som är ihopvecklad m.h.a. särskilda proteiner, histoner
- Det finns många gener på varje kromosom




---

---

---

---

---

---

---

---

### Våra gener

- Varje gen kodar för ett protein
- Sekvensen av nukleotidbaser ger sekvensen av aminosyror (3 baser= 1 kodon/1 aminosyra)
- Nukleotidbaserna i DNA är C, G, A, T
- Före varje gen finns en promotorregion som styr genuttrycket: ökat och minskat uttryck
- Ett startkodon markerar var genen börjar och ett slutkodon var genen slutar

---

---

---

---

---

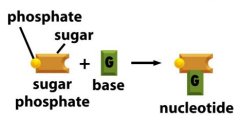
---

---

---

### Uppbyggnad av DNA

#### building block of DNA



#### DNA strand




---

---

---

---

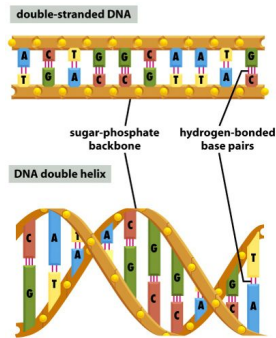
---

---

---

---

### Basparning i dubbelhelix av DNA




---

---

---

---

---

---

---

---

### Basparning

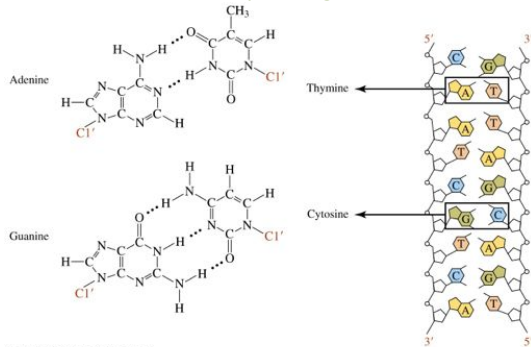


Figure 18.8 Principles of Molecular Biology, 7/e

---

---

---

---

---

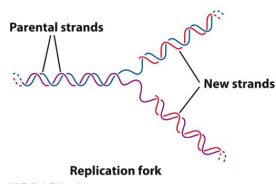
---

---

---

### Replikation

- När en cell delar sig behövs den genetiska informationen kopieras och överförs till de två nya cellerna
- Kan ske för att basparning mellan nukleotidbaserna gör att båda strängarna bär på informationen
- Vad händer: DNA molekylen kopieras så det blir två identiska molekyler, de överförs till varsin ny cell




---

---

---

---

---

---

---

---

## Replikation

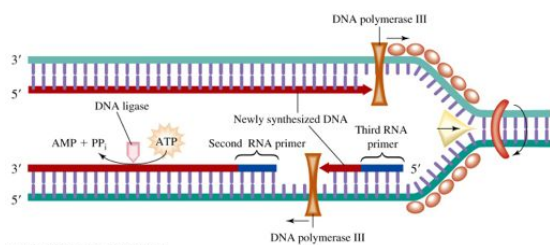
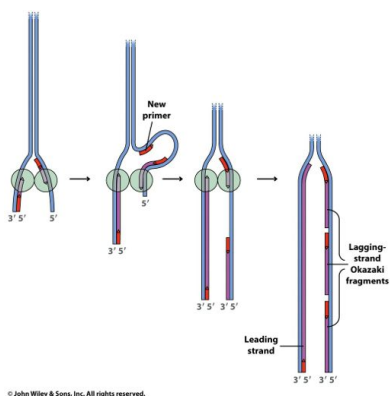


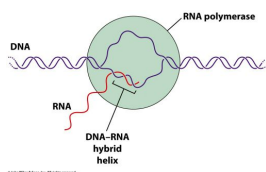
Figure 11-10f Concepts in Biochemistry, 3/e  
© 2006 John Wiley & Sons



© John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

## Transkription

- För att proteiner ska bildas behöver geninformationen överföras till ribosomerna
- Vad händer: DNA-sekvensen för en gen kopieras i form av mRNA (messengerRNA)
- I mRNA molekyl finns baserna C, G, A, U



### Transkription

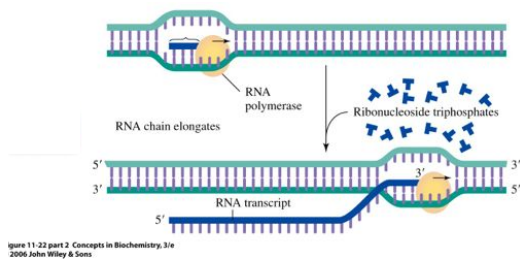


Figure 11.22 part 2 Concepts in Biochemistry, 3/e © 2006 John Wiley & Sons

---

---

---

---

---

---

---

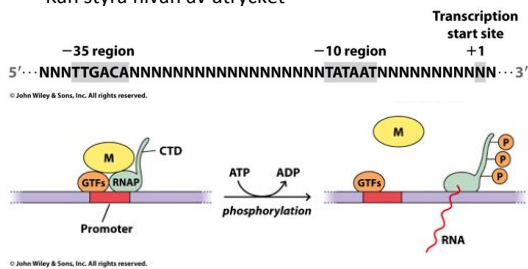
---

---

---

### Promoterregion och startkodon

- Promotorn hjälper till att starta transkriptionen
- Kan styra nivån av uttrycket



© John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

---

---

---

---

---

---

---

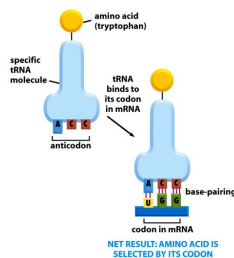
---

---

---

### Translation

- Vid ribosomerna i cytoplasman sker proteinsyntesen
- mRNA molekyler är mall för proteinsyntesen och den måste transporteras från cellkärnan till cytoplasman
- tRNA molekyler transporterar aminosyror till ribosomerna
- Vad händer: Proteinkedjan byggs upp utifrån sekvensen för en mRNA molekyl




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



**TABLE 22-1 | The Standard Genetic Code**

First Position (5' end)	Second Position				Third Position (3' end)
	U	C	A	G	
U	UUU Phe	UCU Ser	UAU Tyr	UGU Cys	U
	UUC Phe	UCC Ser	UAC Tyr	UGC Cys	C
	UUA Leu	UCA Ser	UAA Stop	UGA Stop	A
	UUG Leu	UCG Ser	UAG Stop	UGG Trp	G
C	CUU Leu	CCU Pro	CAU His	CGU Arg	U
	CUC Leu	CCC Pro	CAC His	CGC Arg	C
	CUA Leu	CCA Pro	CAA Gln	CGA Arg	A
	CUG Leu	CCG Pro	CAG Gln	CGG Arg	G
A	AUU Ile	ACU Thr	AAU Asn	AGU Ser	U
	AUC Ile	ACC Thr	AAC Asn	AGC Ser	C
	AUA Ile	ACA Thr	AAA Lys	AGA Arg	A
	AUG Met	ACG Thr	AAG Lys	AGG Arg	G
G	GUU Val	GCU Ala	GAU Asp	GGU Gly	U
	GUC Val	GCC Ala	GAC Asp	GGC Gly	C
	GUA Val	GCA Ala	GAA Glu	GGA Gly	A
	GUG Val	GCG Ala	GAG Glu	GGG Gly	G

© John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

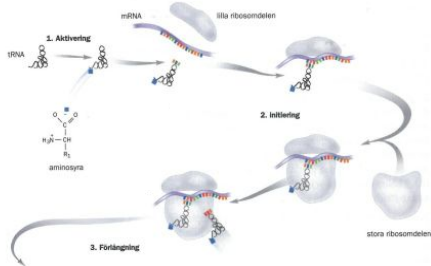
---

---

---

Translation – aktivering, initiering

- Translationen är en av de mest energikrävande processerna i cellen




---

---

---

---

---

---

---

---

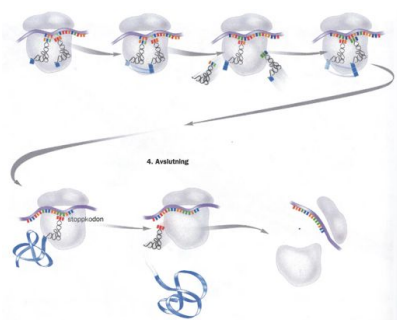
---

---

---

---

Translation – förlängning, avslutning




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---