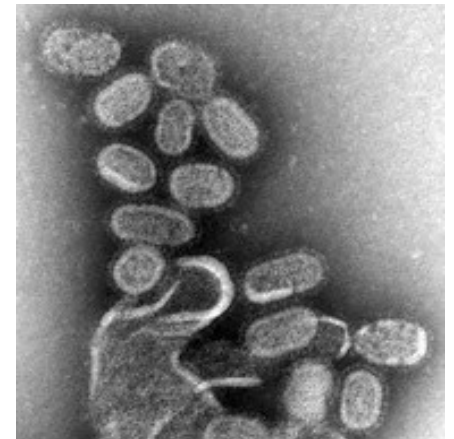
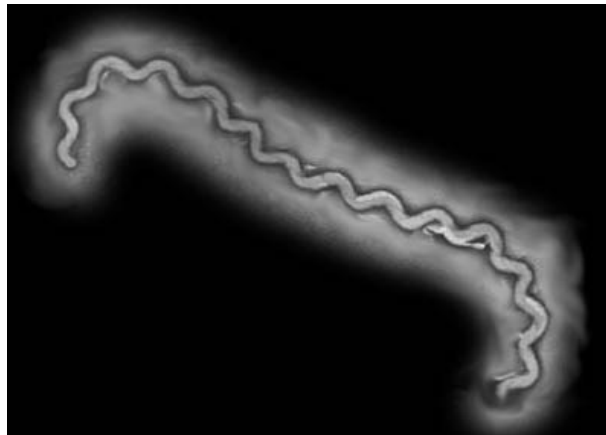
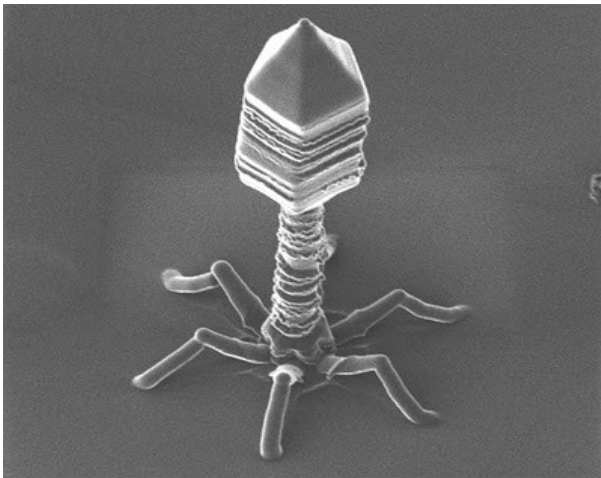


ELS VIRUS

- Són partícules microscòpiques molt senzilles constituïdes per un **àcid nucleic** que està envoltat per una **càpsula proteica** i de vegades per una **coberta membranosa**.
- Són **formes de vida acel·lulars**, no són éssers vius:
 - No poden reproduir-se per ells mateixos, han d'infectar cèl·lules.
 - No duen a terme el metabolisme (nutrició), necessiten els enzims d'altres organismes.

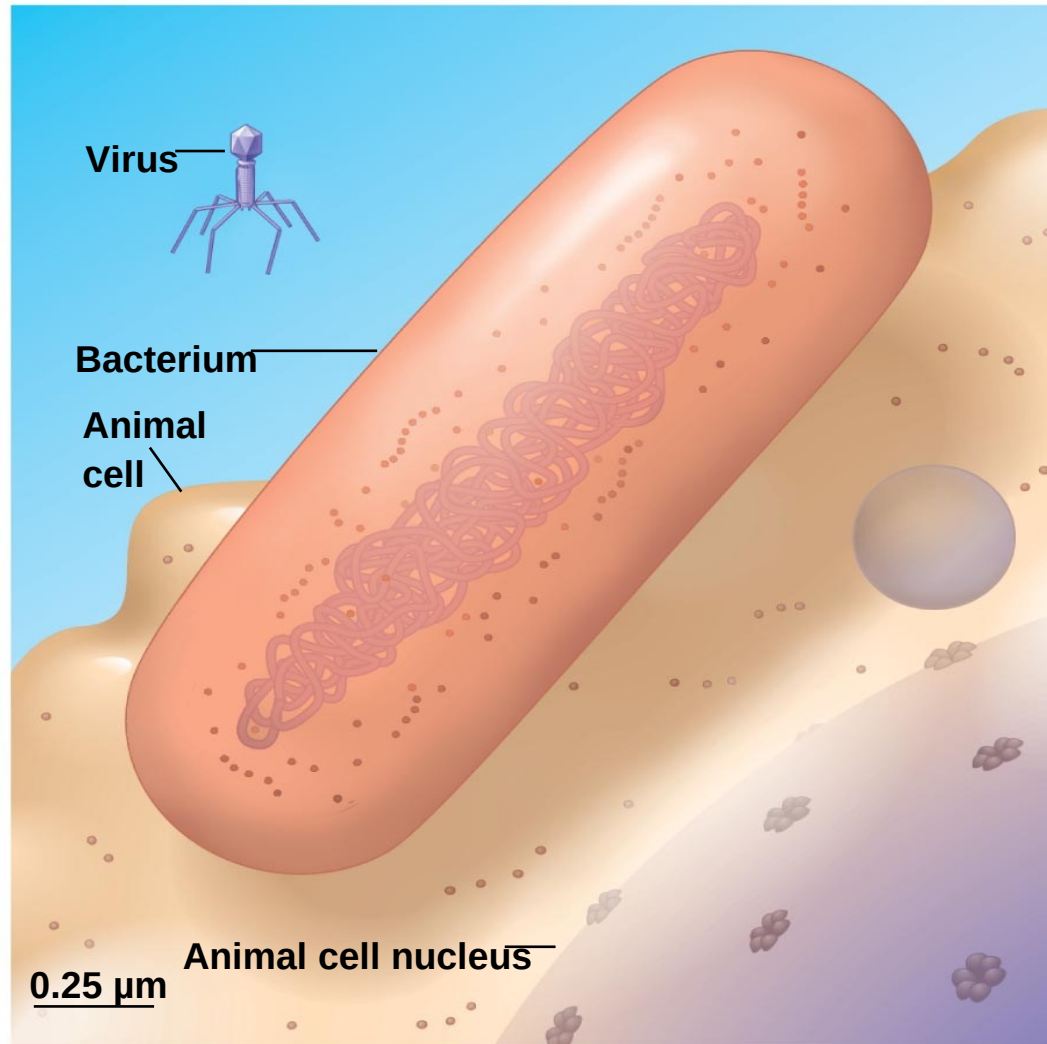


- Els virus són **paràsits obligats** de cèl·lules:
- Per reproduir-se...
 - S'**adhereixen** a la superfície de cèl·lules hoste on **introdueixen el genoma víric**.
 - Dins la cèl·lula (*fase intracel·lular del virus*) el genoma víric utilitza la matèria, l'energia i la maquinària enzimàtica de la cèl·lula hoste per destruir el DNA cel·lular, replicar el seu propi material genètic i dirigir la síntesi de les cobertes dels nous virus.

En fase extracel·lular els virus s'anomenen
partícules víriques o virions

Segons l'hoste que parasiten els virus es classifiquen en:

- Virus bacterians o bacteriòfags
- Virus animals
- Virus vegetals



Comparació de la grandària d'un virus, un bacteri i una cèl·lula animal. Només es mostra una petita part de la cèl·lula animal, el seu diàmetre és unes 10 vegades més gran que la longitud d'*Escherichia coli*

Comparative Sizes of Viruses and Bacteria

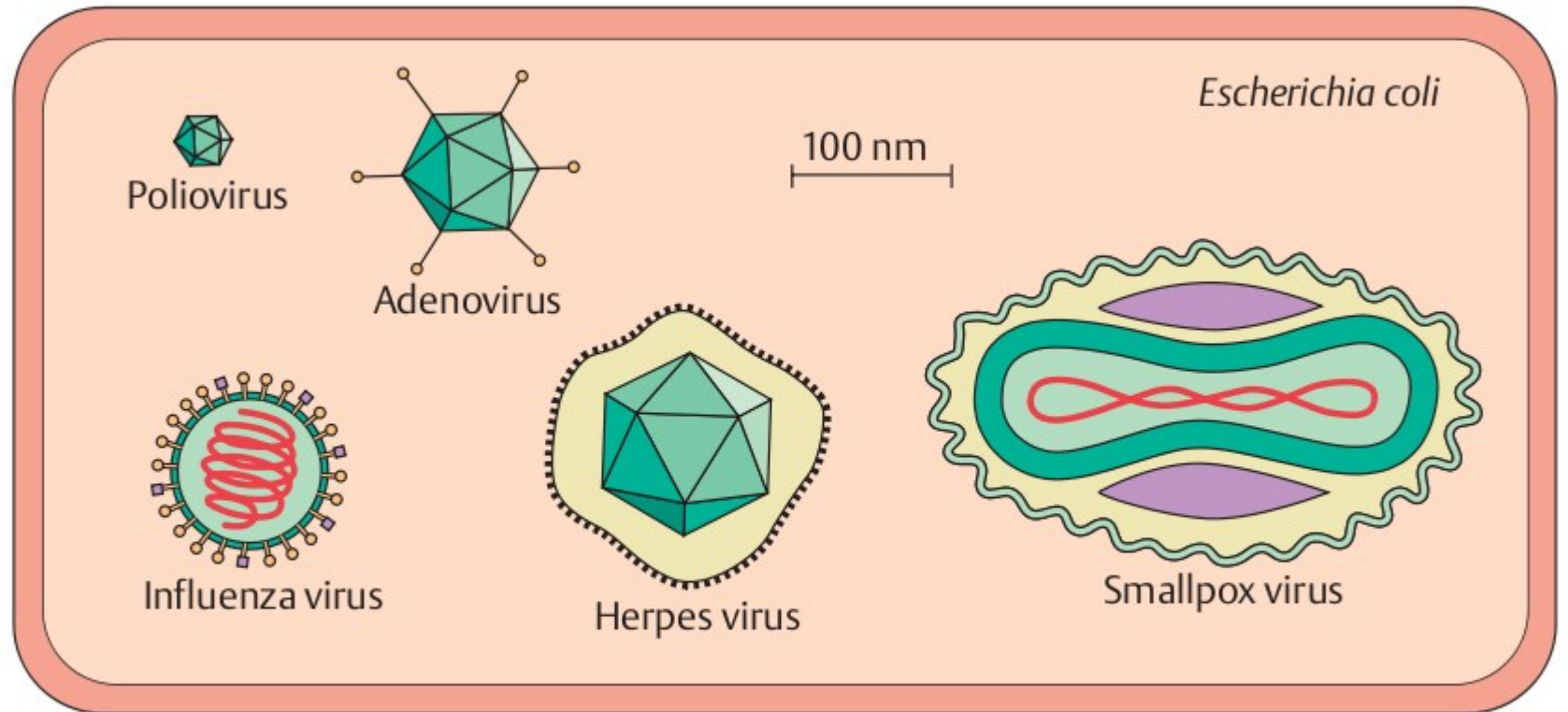
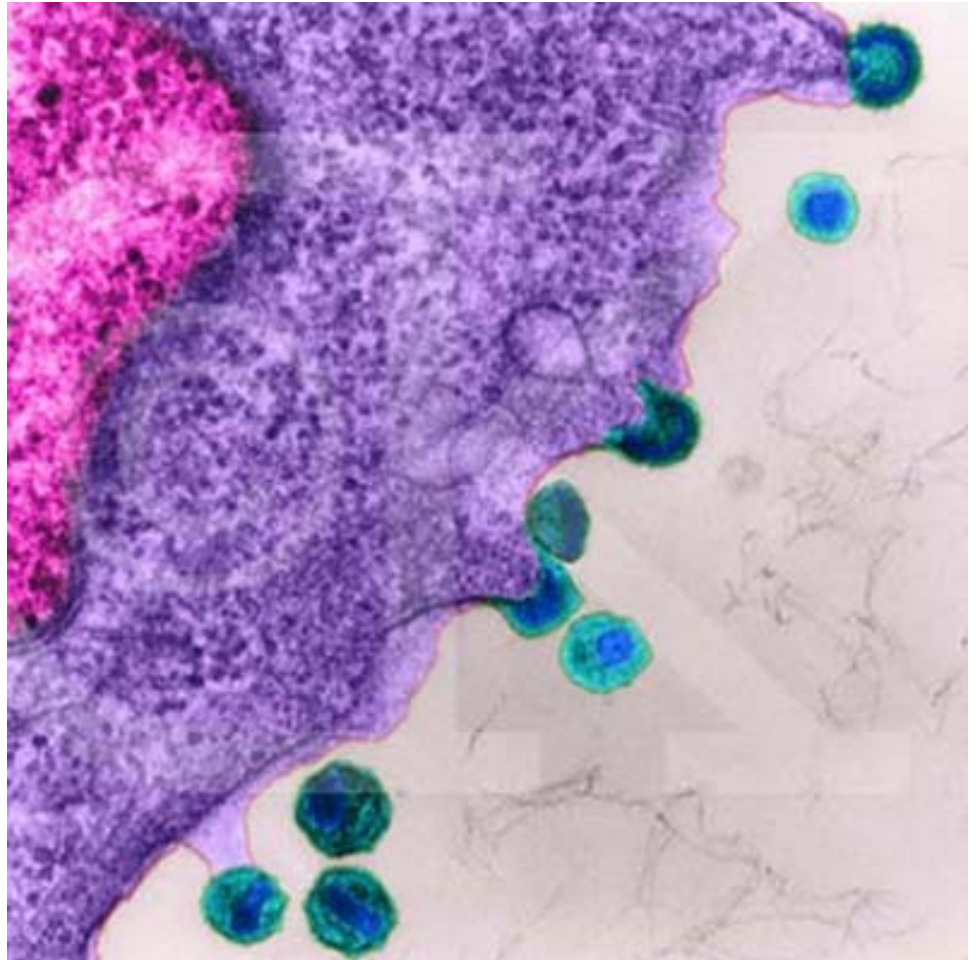
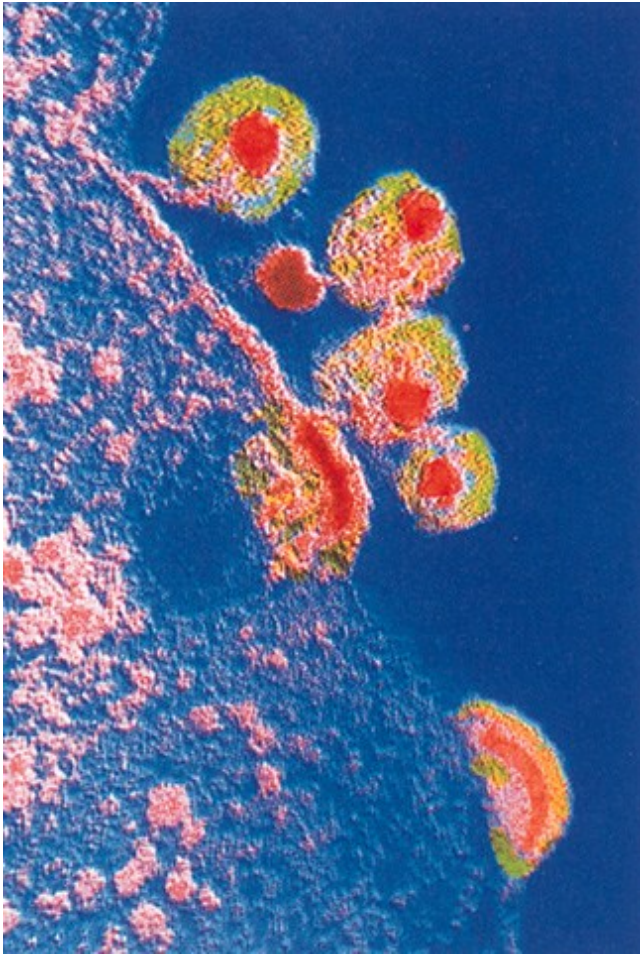


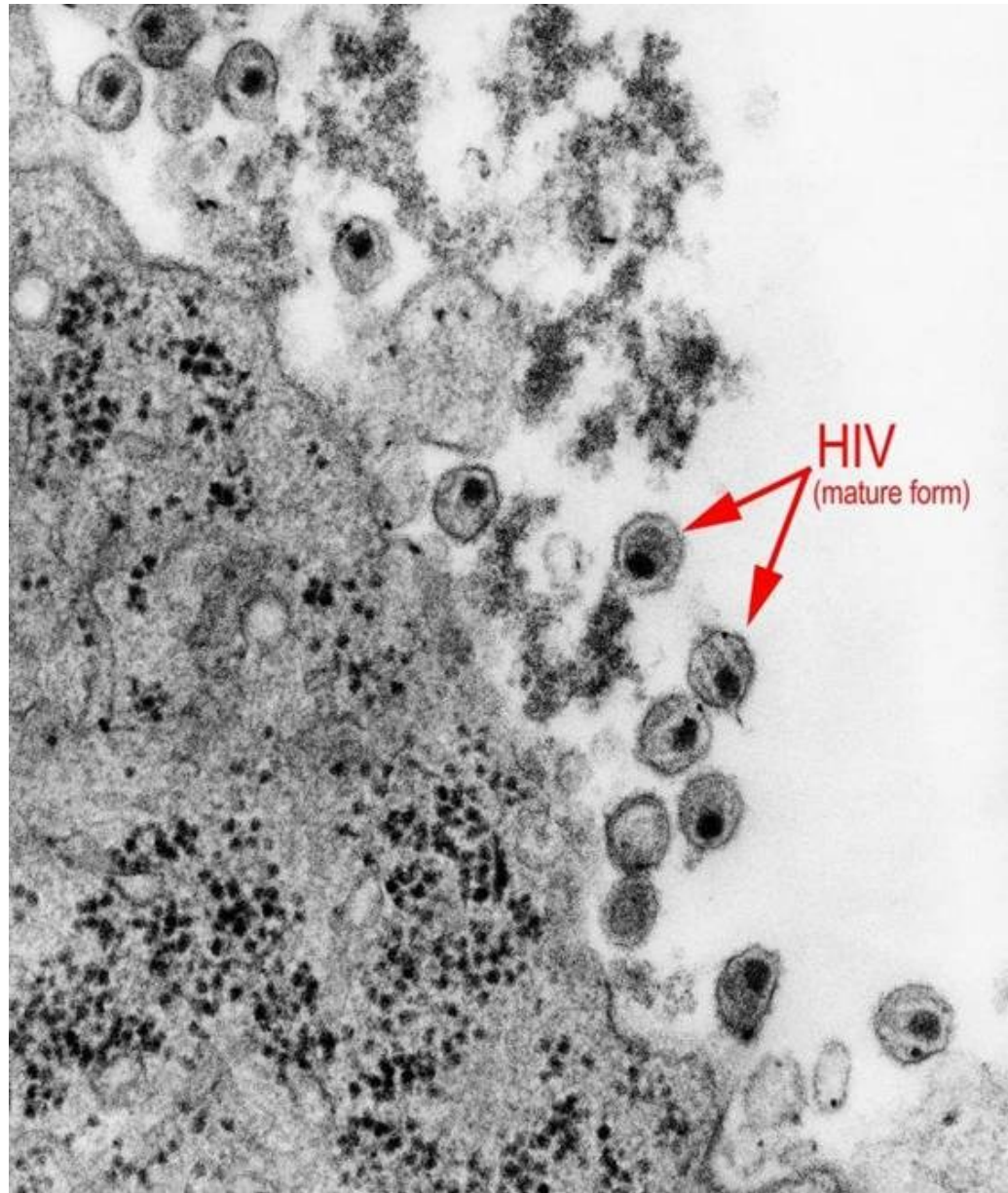
Fig. 7.1 Different virus species are shown here to scale inside an *E. coli* bacterium.

Virus infectant cèl·lules.



Bacteriòfag T4 infectant una cèl·lula de *Escherichia coli* .





HIV
(mature form)

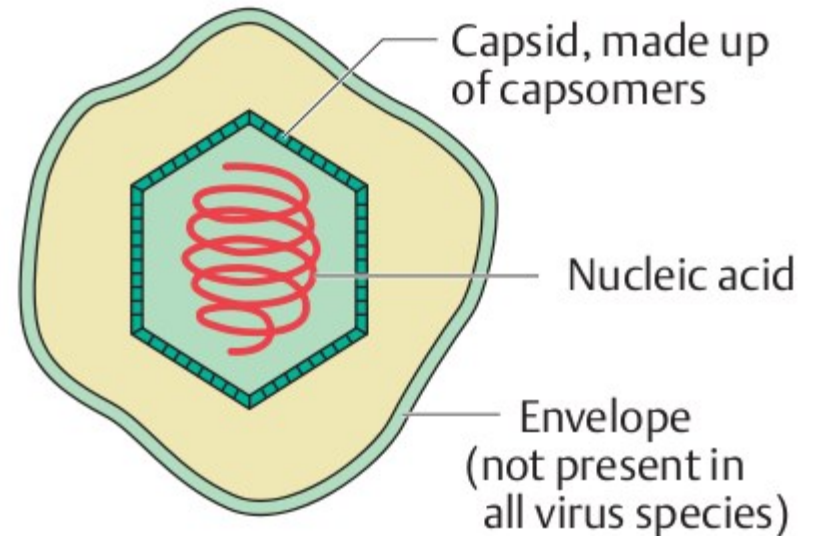


Infecció pel **virus del mosaic del tabac (VMT)**. Una fulla del tabac sana, no infectada, comparada amb una fulla infectada amb el VMT.

Estructura dels virus

Els virus estan constituïts per tres parts:

- Genoma víric
- Càpsida o coberta proteica
- Coberta membranosa (alguns)



Estructura dels virus

Genoma víric

Es compon d'una o diverses molècules de DNA o RNA, de cadena oberta o circular, monocatenària o bicatenària.

La majoria són DNA de cadena doble (doble hèlix convencional)

Estructura dels virus

Càpsida

- **Coberta proteica** que envolta el genoma víric.
- **Funció:** protegir el material genètic i reconèixer els receptors de membrana de la cèl·lula hoste.
- Formada per proteïnes globulars o **capsòmers** disposats de forma regular i simètrica.
- Diversos **tipus:** icosaèdrica, helicoïdal i complexes.

Genoma víric + càpsida = Nucleocàpsida

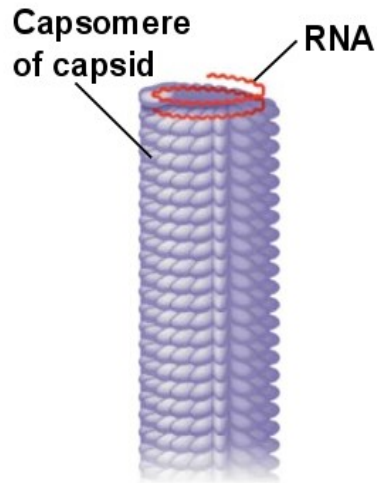
Estructura dels virus

Coberta membranosa

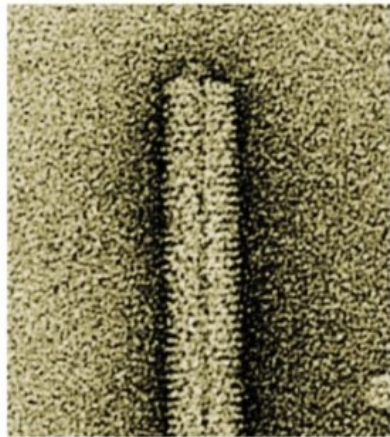
- **Coberta** que envolta la nucleocàpsida d'alguns virus com el de la *ràbia*, l'*hepatitis*, la *grip*, la *verola* i la *sida*.
- Es compon d'una **bicapa lipídica** procedent de les cèl·lules hoste parasitades i de **glicoproteïnes**, la síntesi de les quals està controlada pel genoma víric.

Funció de les glicoproteïnes: reconeixer la cèl·lula hoste i permetre la introducció en aquesta del genoma víric per fagocitosi.

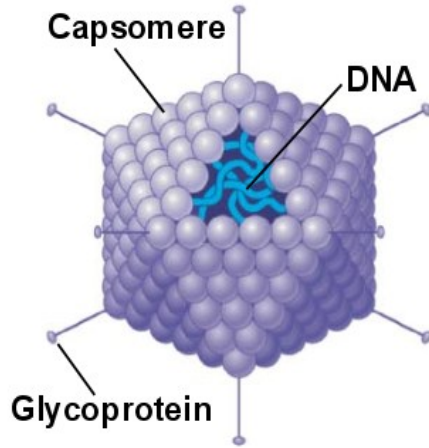
Estructura dels virus



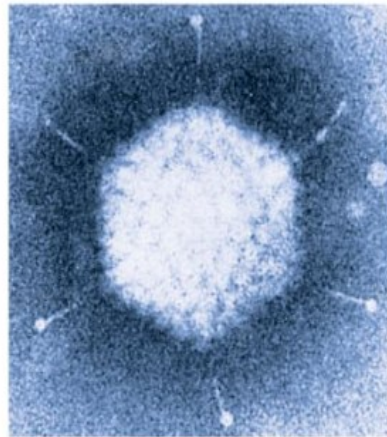
18 x 250 nm



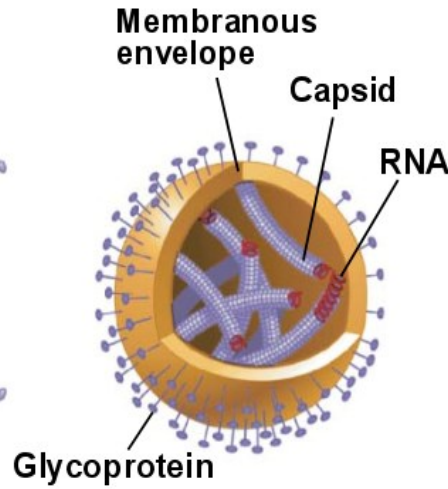
(a) Tobacco mosaic virus



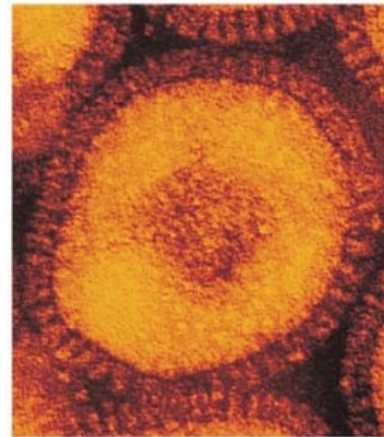
70–90 nm (diameter)



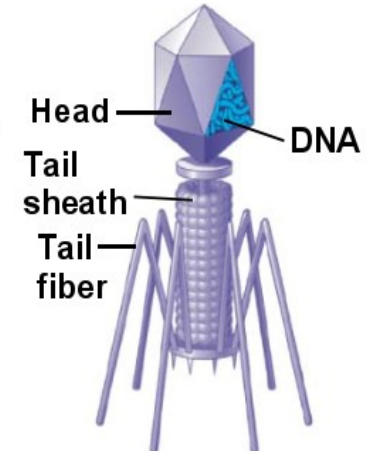
(b) Adenoviruses



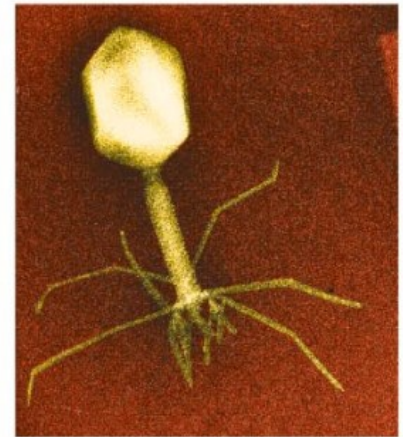
80–200 nm (diameter)



(c) Influenza viruses



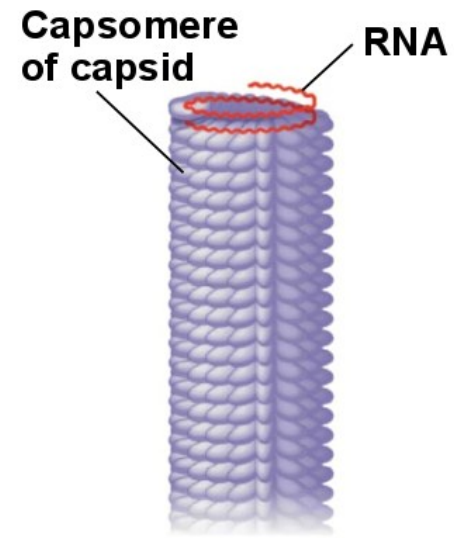
80 x 225 nm



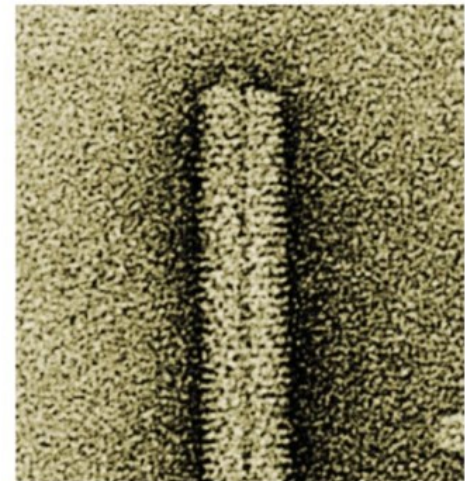
(d) Bacteriophage T4

Càpsida helicoidal

- Formada per capsòmers idèntics disposats helicoidalment formant una estructura tubular buida a l'interior de la qual es disposa l'àcid nucleic.
- Exemples:
 - Virus del mosaic del tabac (VMT)



18 × 250 nm

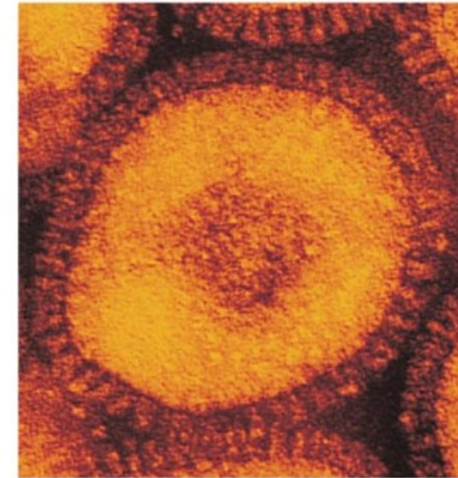
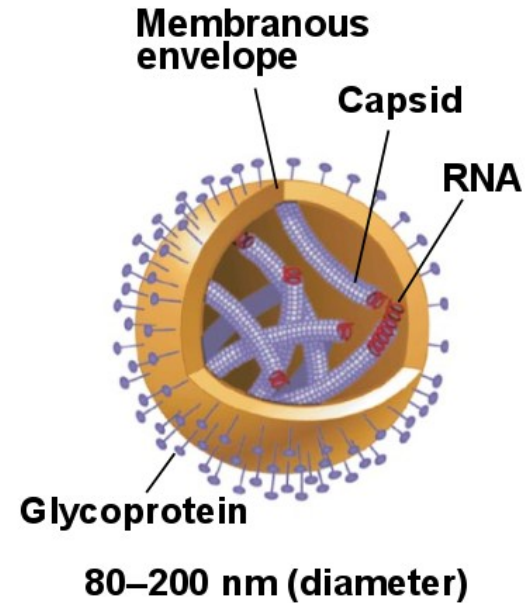


20 nm

(a) Tobacco mosaic virus

Estructura del virus de la grip:

- Té una coberta membranosa.
- Conté 8 molècules de RNA cadascuna envoltada d'una càpsida helicoidal.

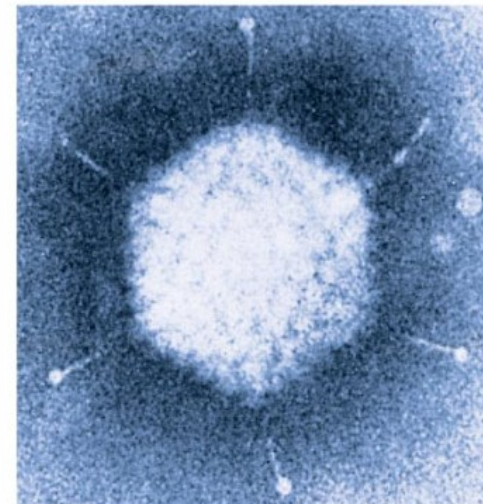
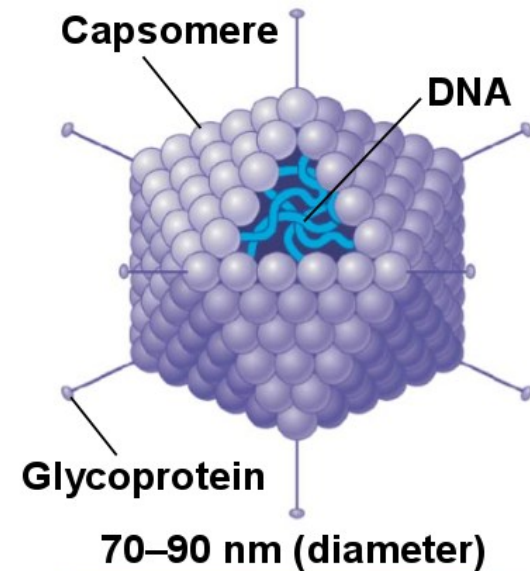


50 nm

(c) Influenza viruses

Càpsida icosaèdrica

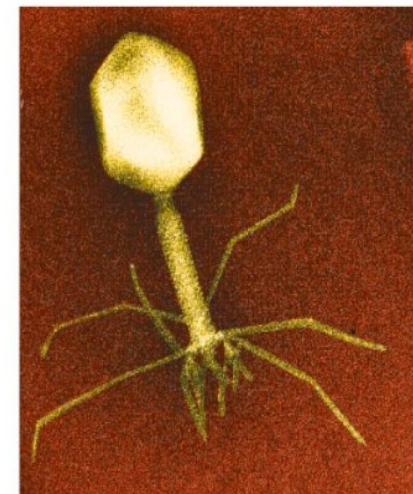
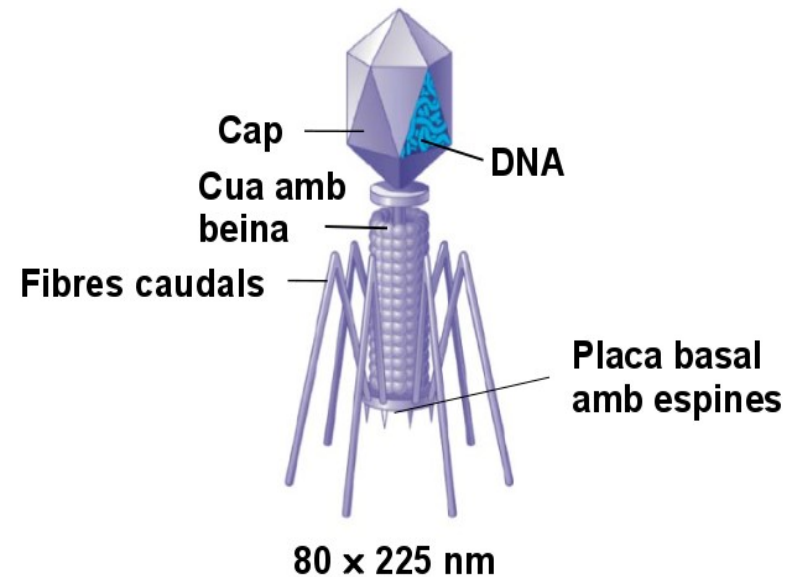
- Estructura polièdrica amb 20 cares triangulars formada per la repetició d'un o dos tipus de capsòmers.
- Exemples:
 - virus de les berrugues,
 - virus del refredat comú,
 - virus de la faringitis.



(b) Adenoviruses

Càpsida complexa

- Característica dels bacteriòfags.
- Formada per un **cap** icosaèdric que conté l'àcid nucleic i una **cua** adaptada per a l'injecció de l'àcid nucleic a l'interior del bacteri.



50 nm

(d) Bacteriophage T4

El cicle dels virus

Dos tipus principals de cicles reproductius:

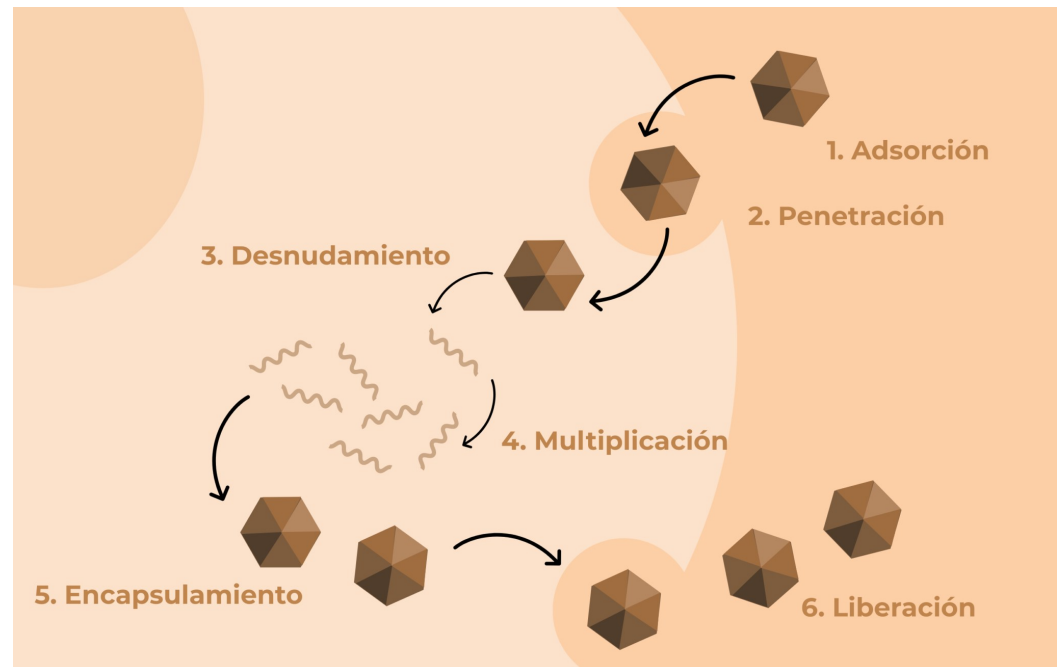
- **Cicle lític.** Un cop el virus ha penetrat a la cèl·lula procedeix immediatament a replicar i transcriure el seu material genètic per fer-ne còpies. L'infecció és ràpida.
- **Cicle lisogènic.** El virus té la capacitat d'integrar el seu material genètic al de la cèl·lula hoste, la qual cosa els permet romandre en estat latent mentre va replicant i transmetent el seu material genètic al mateix temps que ho fa el de la cèl·lula.

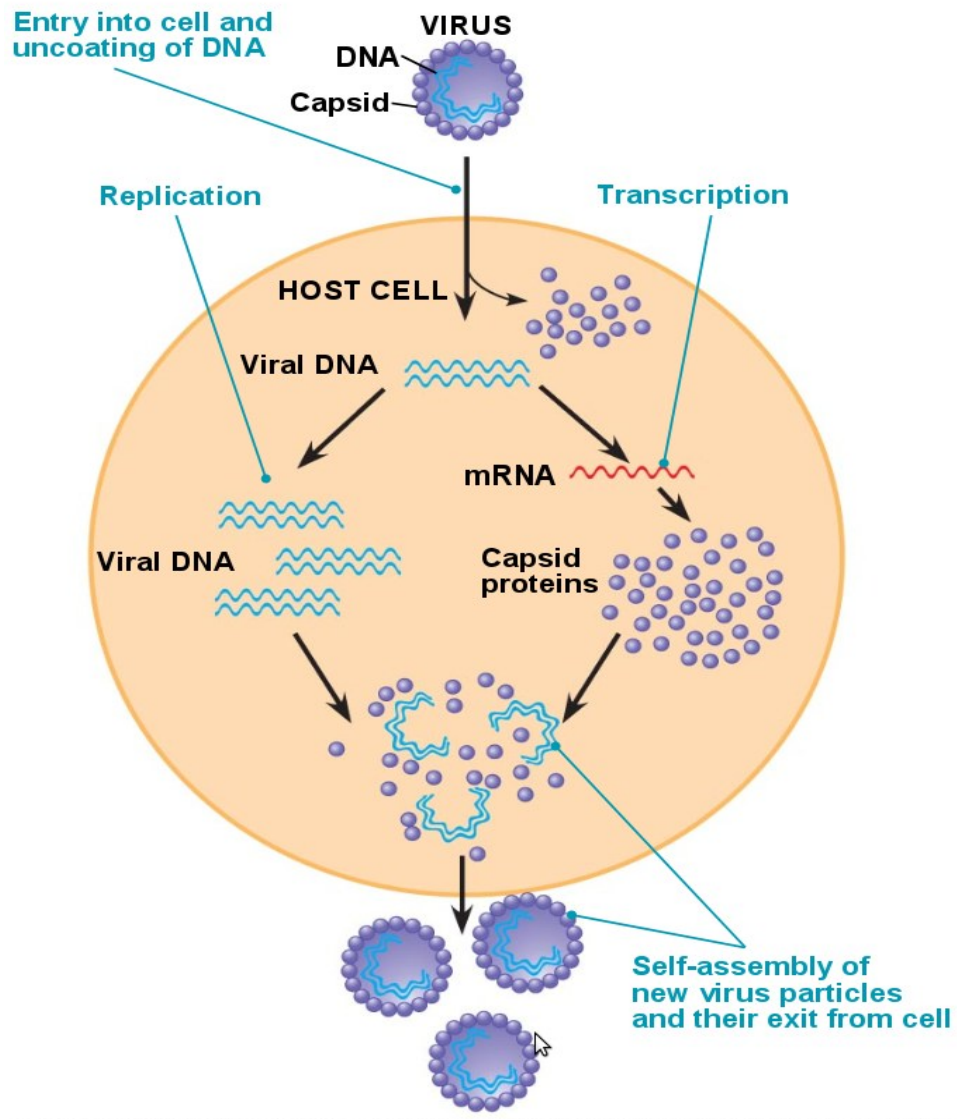
El cicle dels virus

Fases del cicle reproductiu general d'un virus:

Tot i que cada tipus de virus te unes particularitats concretes, tots coincideixen en les fases següents:

- Fixació o adsorció.
- Penetració i alliberament de l'àcid nucleic.
- Replicació del genoma víric i síntesi de nous capsòmers (fase d'eclipsi)
- Acoblament dels nous virus.
- Lisi o alliberament.





Cicle reproductiu d'un virus de DNA

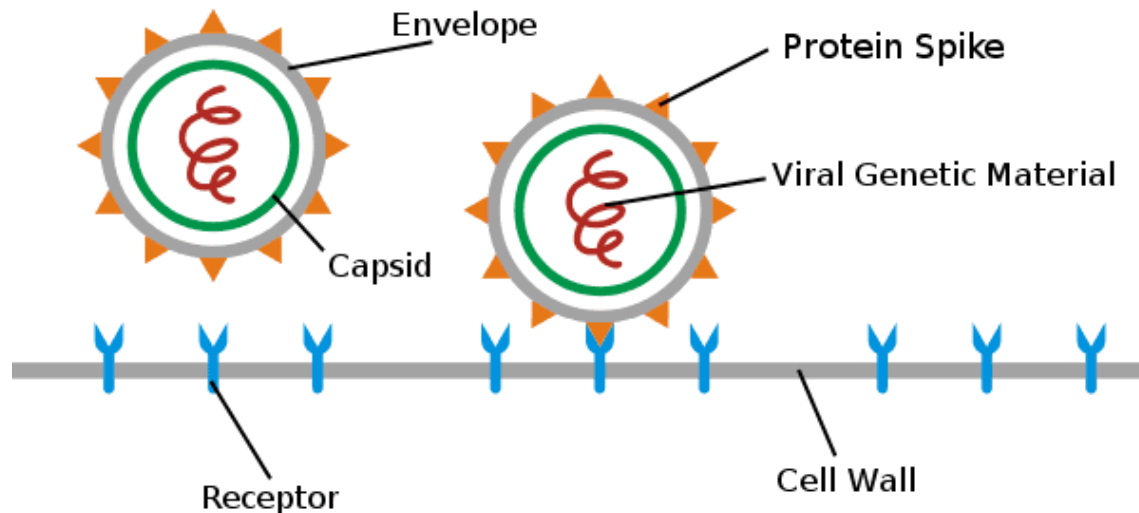
Fase de fixació o adsorció:

En aquesta fase el virió entra en contacte amb la cèl·lula de l'hoste.

La manera com el virus s'adhereix a la superfície de la cèl·lula dependrà de l'estructura de cadascun dels virus.

És clau el **reconeixement dels receptors** de membrana de la cèl·lula hoste.

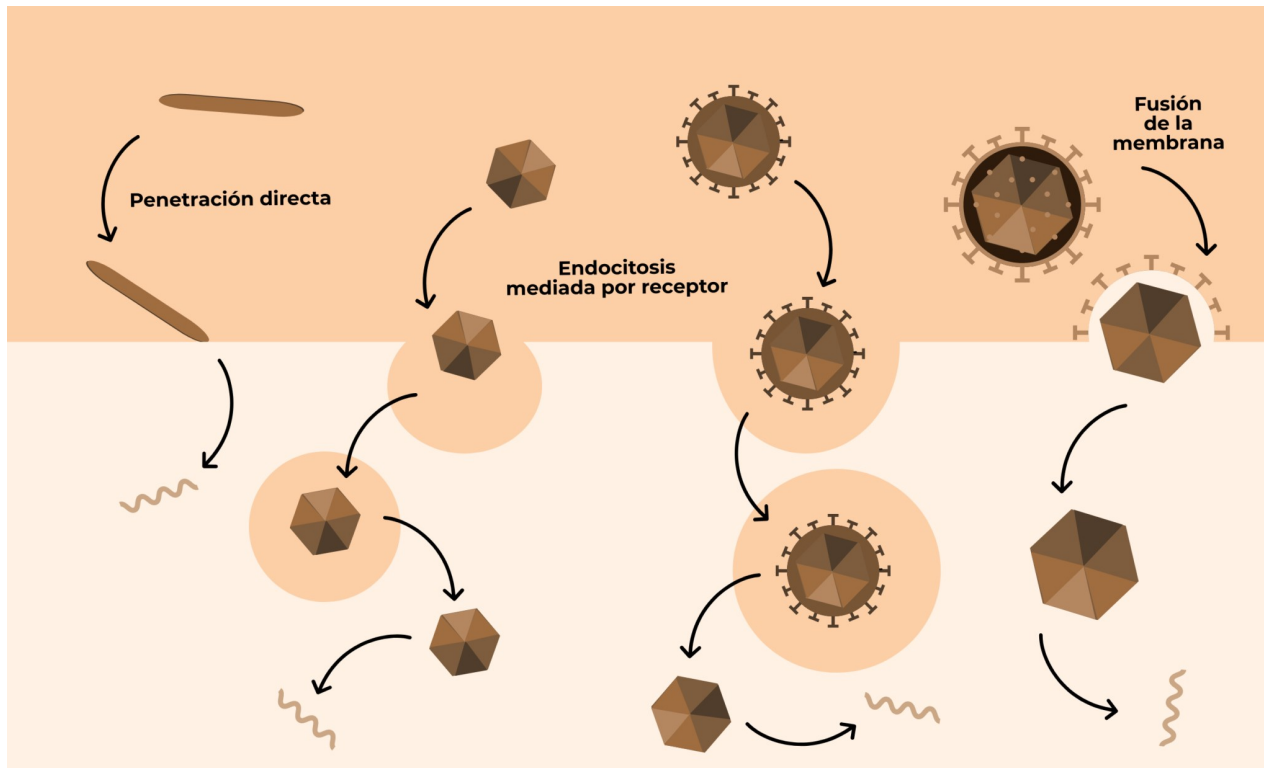
Els virions disposen de proteïnes a la seva coberta i/o càpside que els permet el reconeixement i la infecció.



Fase de penetració i alliberament de l'àcid nucleic:

Un cop fixat a la superfície de la cèl·lula, el virus (o el seu àcid nucleic) accedirà a l'interior d'aquesta. Ho poden fer de diferents maneres. De vegades els virus són fagocitats per la cèl·lula hoste i un cop a l'interior alliberen el seu material genètic. En alguns virus amb coberta la penetració es dóna per fusió de l'embolcall amb la membrana cel·lular. En els bacteriòfags, un enzim ataca la paret bacteriana i permet la injecció del genoma.

La penetració implica la desaparició del virus com entitat independent.

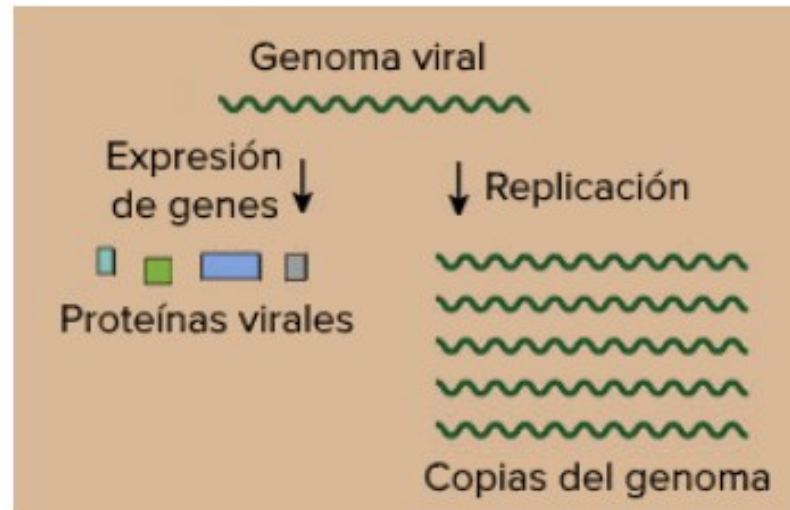


Fase d'eclipsi:

En aquesta fase no s'observen virus.

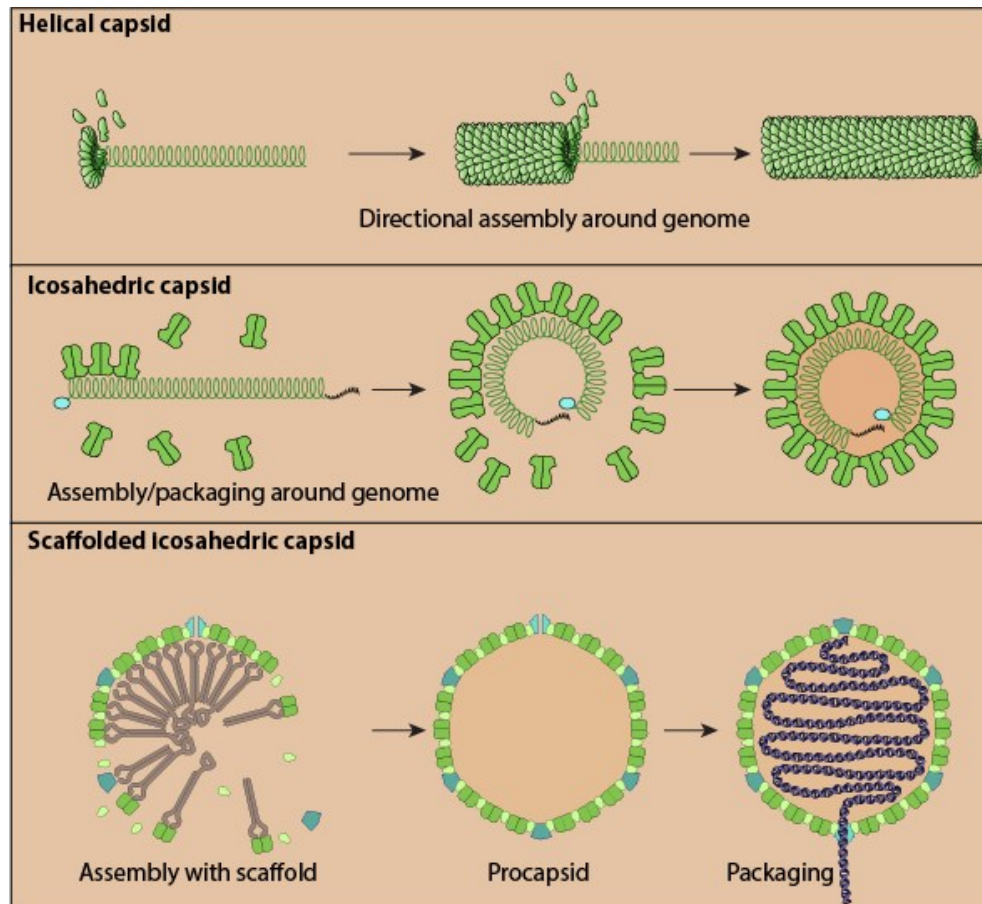
Te lloc la **replicació** del material genètic del virus, la **transcripció** i la **síntesis de proteïnes** víriques. La major part de la "maquinària" que el virus utilitza per dur a terme aquests processos (nucleòtids, ribosomes, enzims, etc) són de la cèl·lula hoste.

Aquesta fase és la que te més variacions segons el tipus de genoma víric que penetra en la cèl·lula.



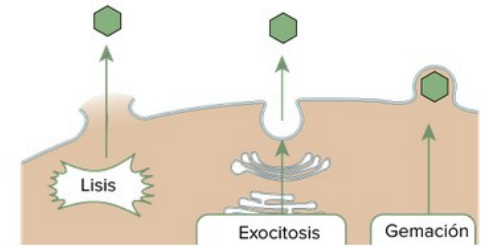
Fase d'acoblament de nous virus:

Es produeix la unió dels capsòmers per formar la càpsida i la unió d'aquesta amb l'àcid nucleic del virus.

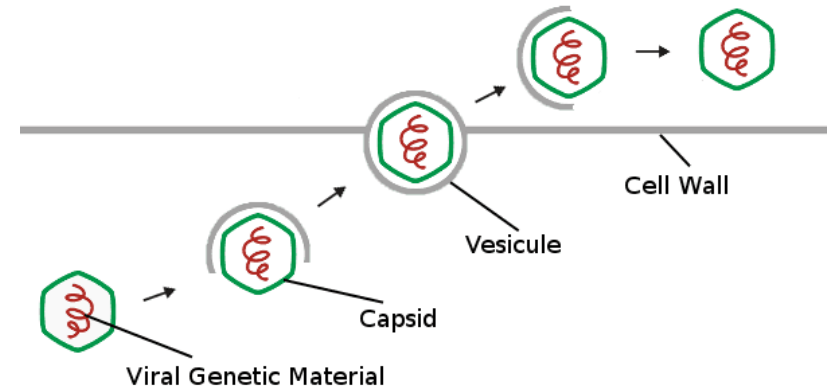
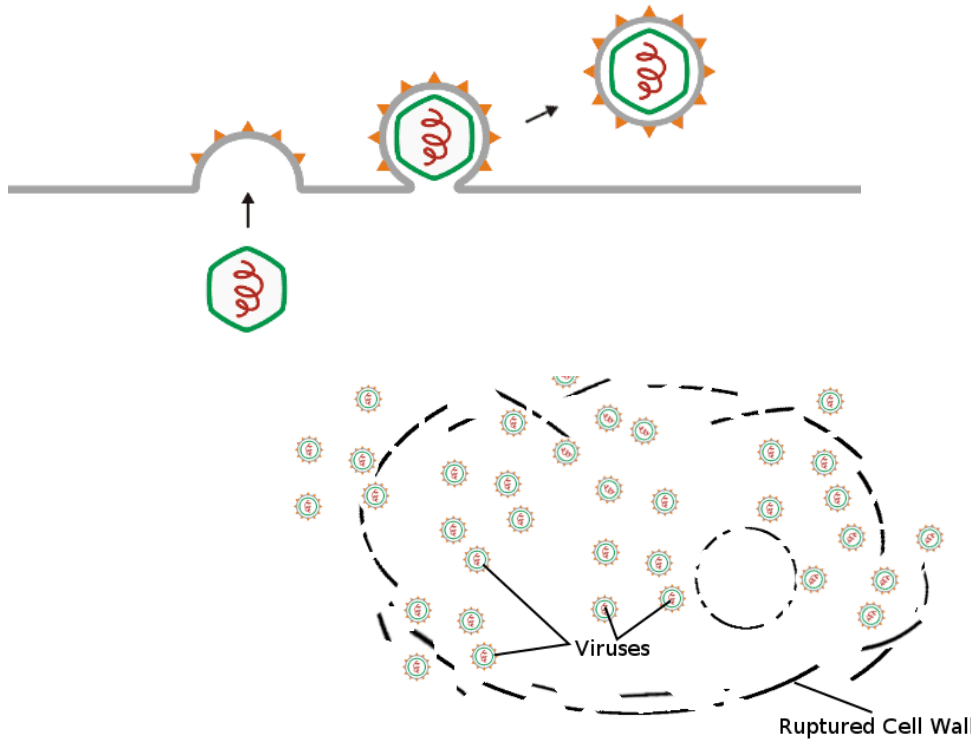


Fase de lisi o d'alliberament dels nous virus:

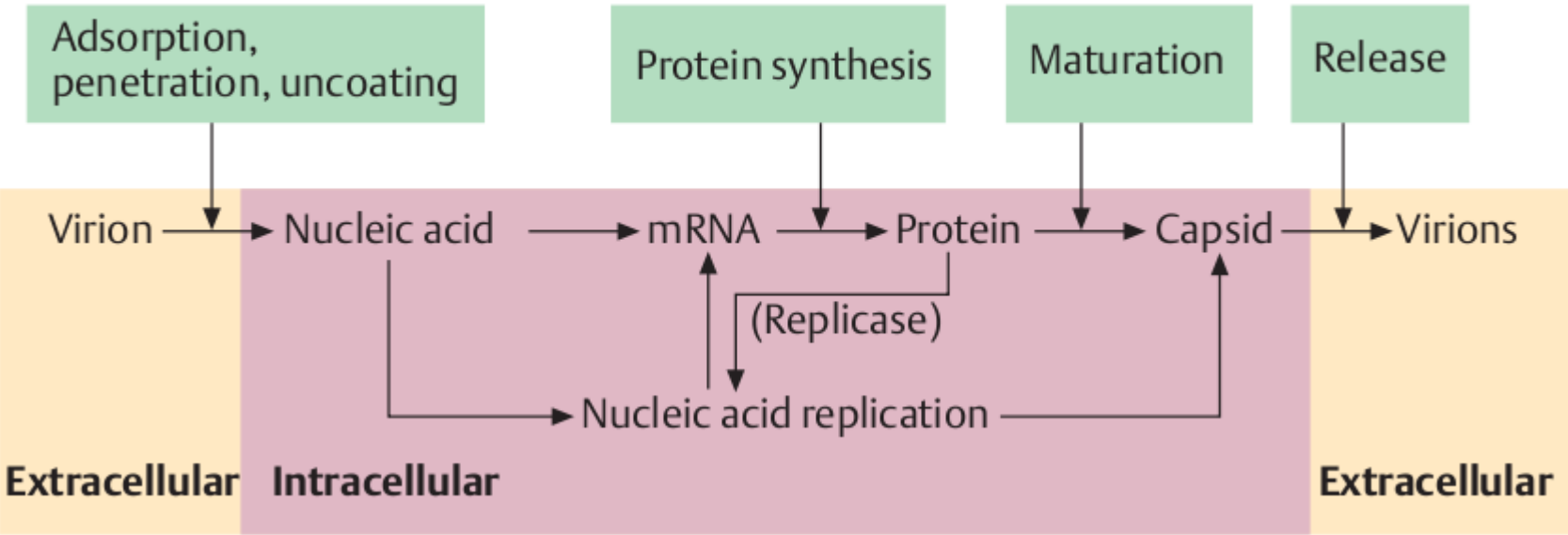
És la sortida dels virus de la cèl·lula hoste.



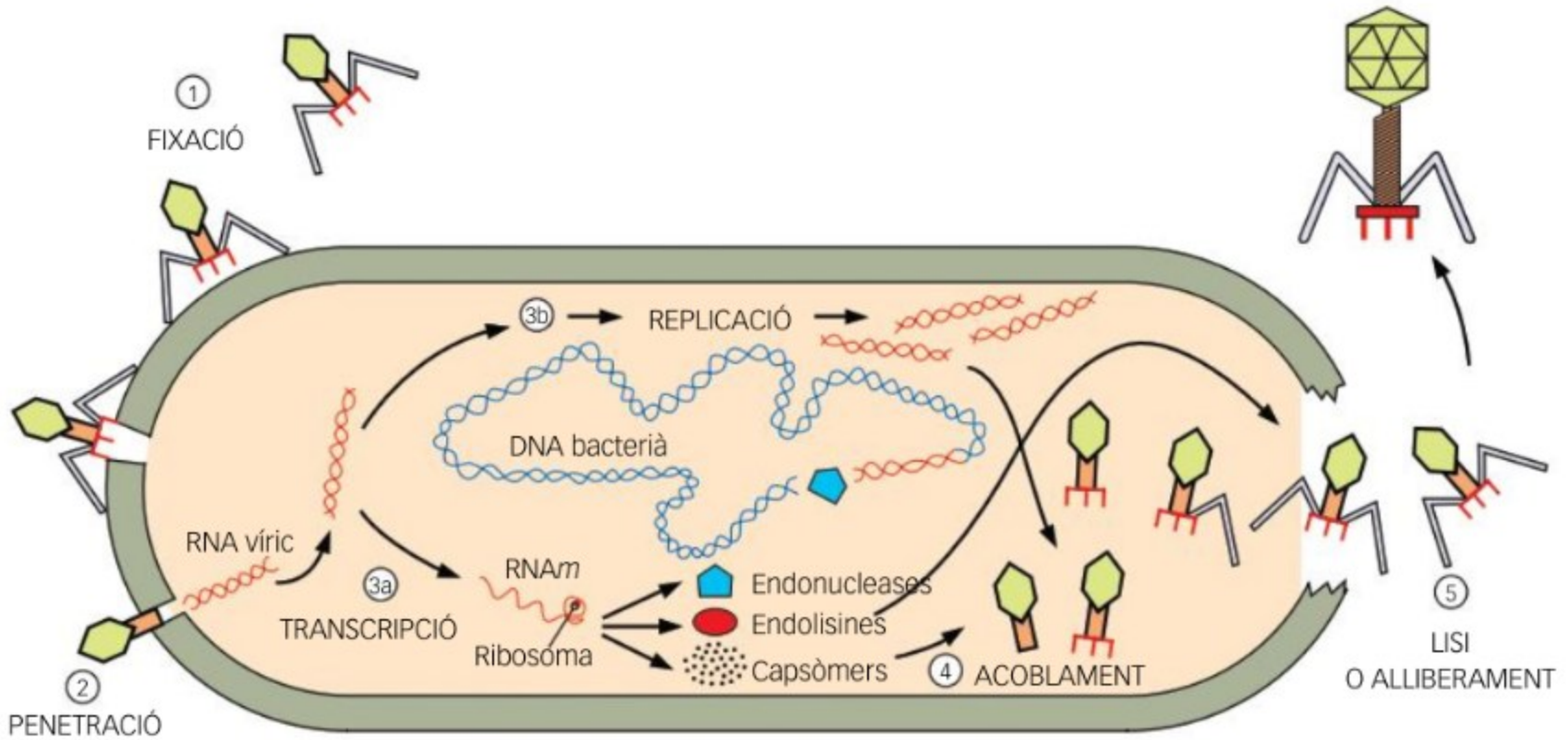
De vegades la sortida es produeix per **lisi** (destrucció) de la cèl·lula, i de vegades per processos d'**exocitosis** i **gemmació** (tot i que aquests dos últims no impliquen la destrucció de la cèl·lula, aquesta no acostuma a sobreviure per les alteracions produïdes en el seu metabolisme i en el seu material genètic)



Virus Replication

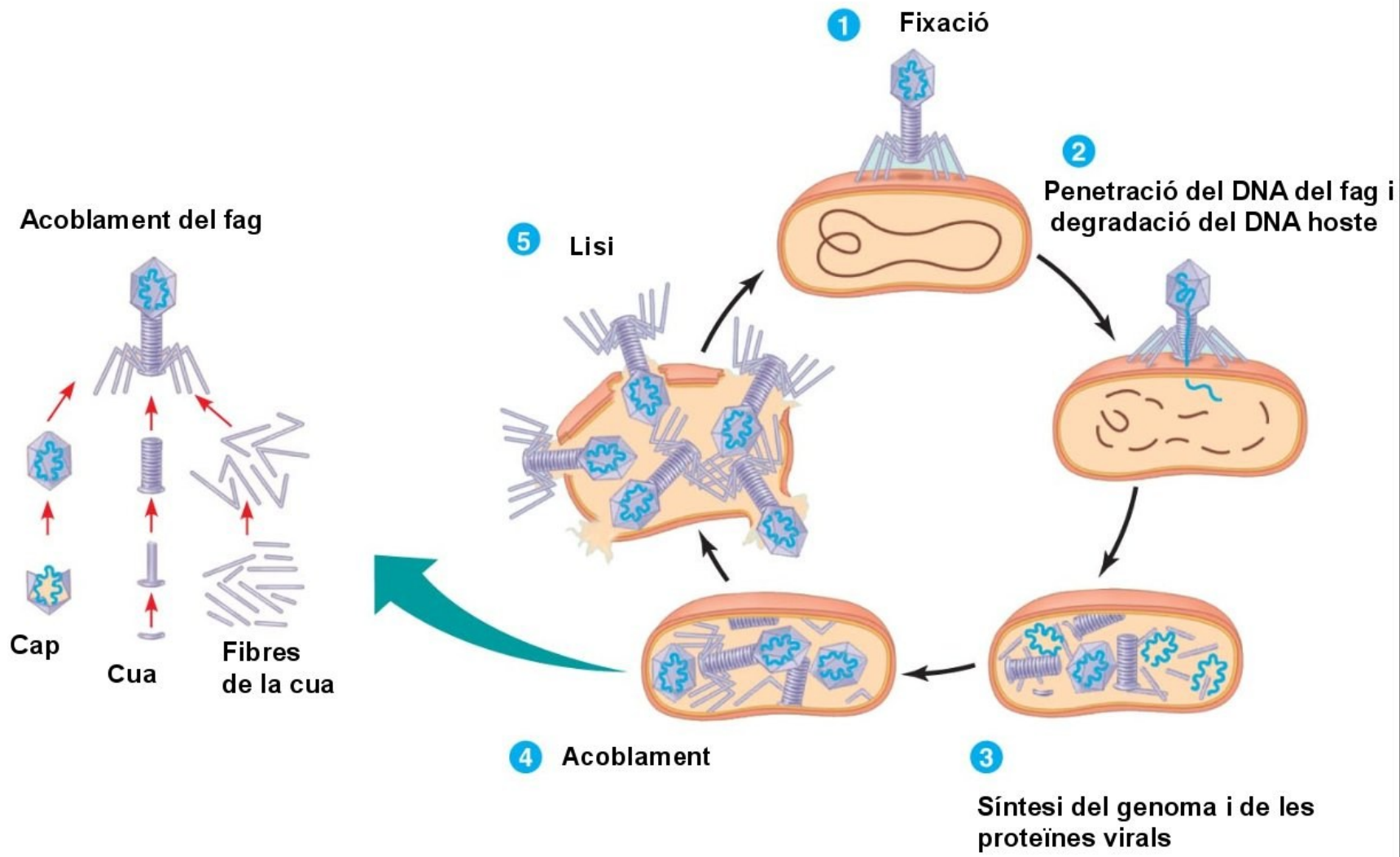


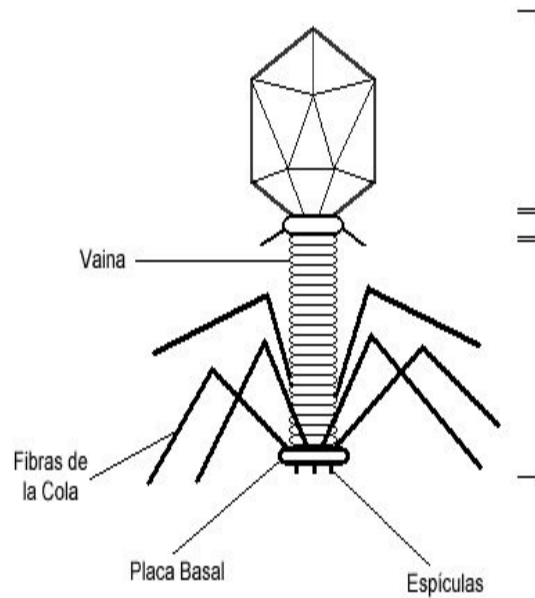
Cicle lític del bacteriòfag T4



Cicle vital d'un bacteriòfag com el T4. Es pot integrar al DNA bacterià o produir la lisi del bacteri.

Els bacteriòfags es fixen a través de les fibres caudals, després claven les espines basals a la paret bacteriana i la perforen gràcies a enzims tipus lisozim. A continuació contreen la beina de la cua i hi introdueixen el DNA. Un cop dins, te lloc la replicació del DNA víric, la transcripció a mRNA i la síntesi de proteïnes víriques: els capsòmers que formaran les noves càpsides, les endonucleases amb les que es destrueix el DNA bacterià i les endolisines responsables de la lisi del bacteri.

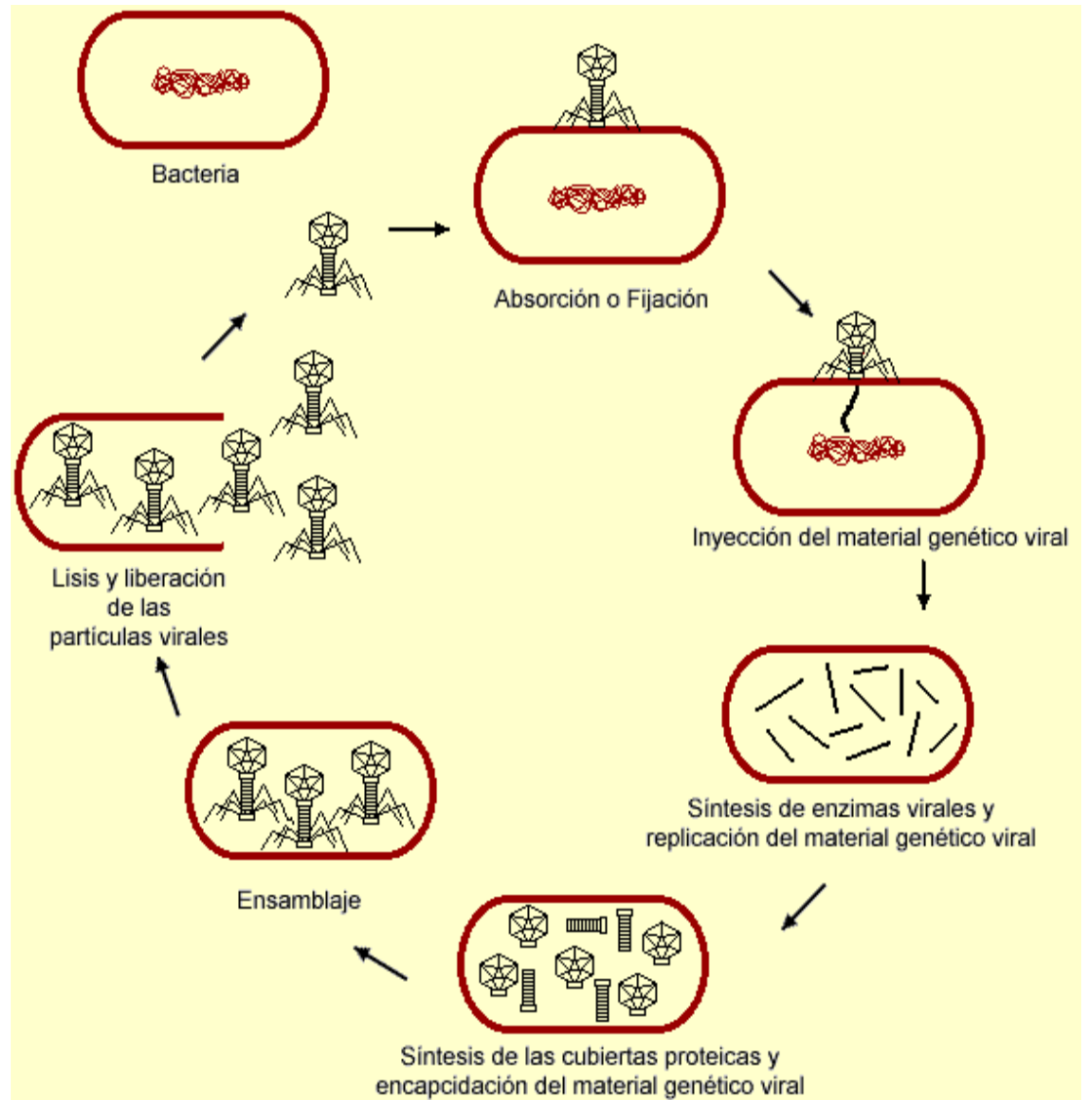




Cabeza

Cuello

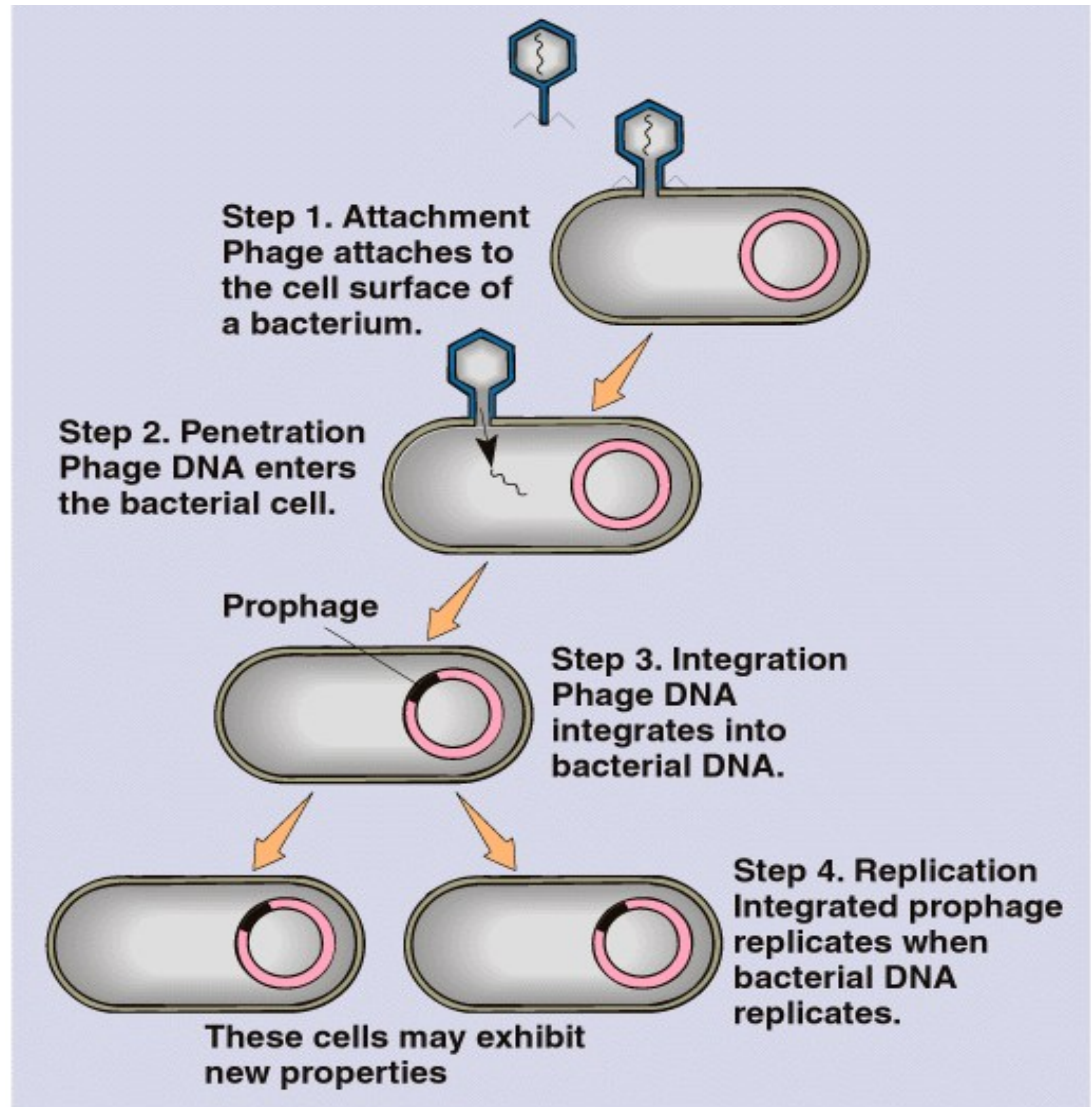
Cola



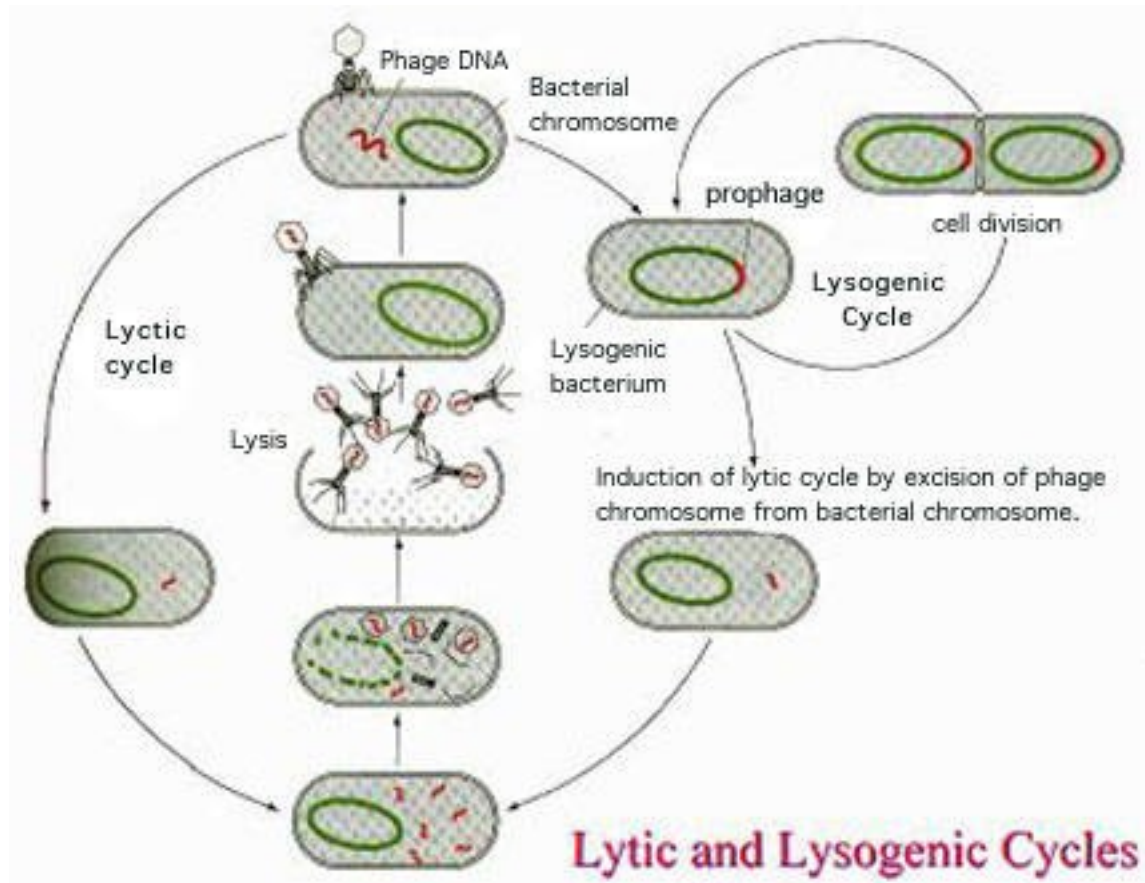
Cicle lisogènic

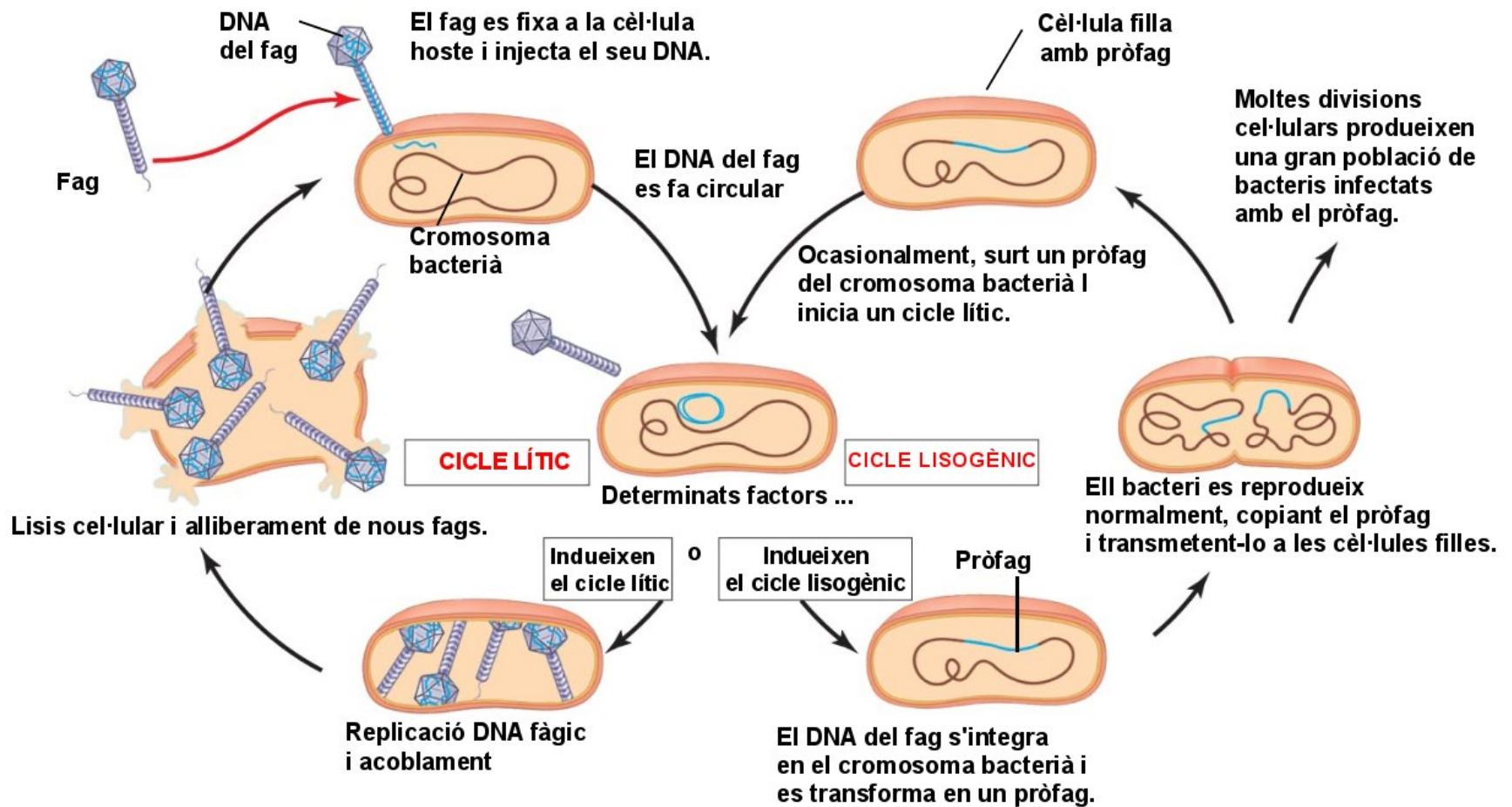
A diferencia del ciclo lític, que mata la cèl·lula hoste, el cicle lisogènic replica el genoma del fag sense destruir l'hoste.

Quan els virus segueixen aquest cicle s'anomenen pròfags o atenuats.



El DNA del pròfag pot viure en forma latent durant diverses generacions de la cèl·lula hoste, fins que un estímul determinat indueixi la separació del DNA del pròfag del DNA de la cèl·lula; en aquest moment el DNA del pròfag inicia un cicle lític.





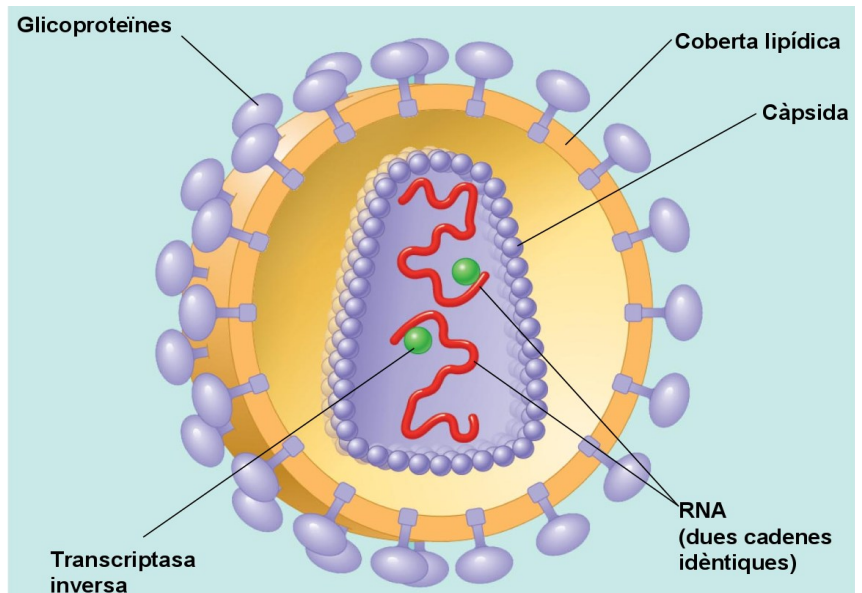
Cicle lític i lisogènic del fag lambda (λ), un fag àmpliament usat en investigació biològica

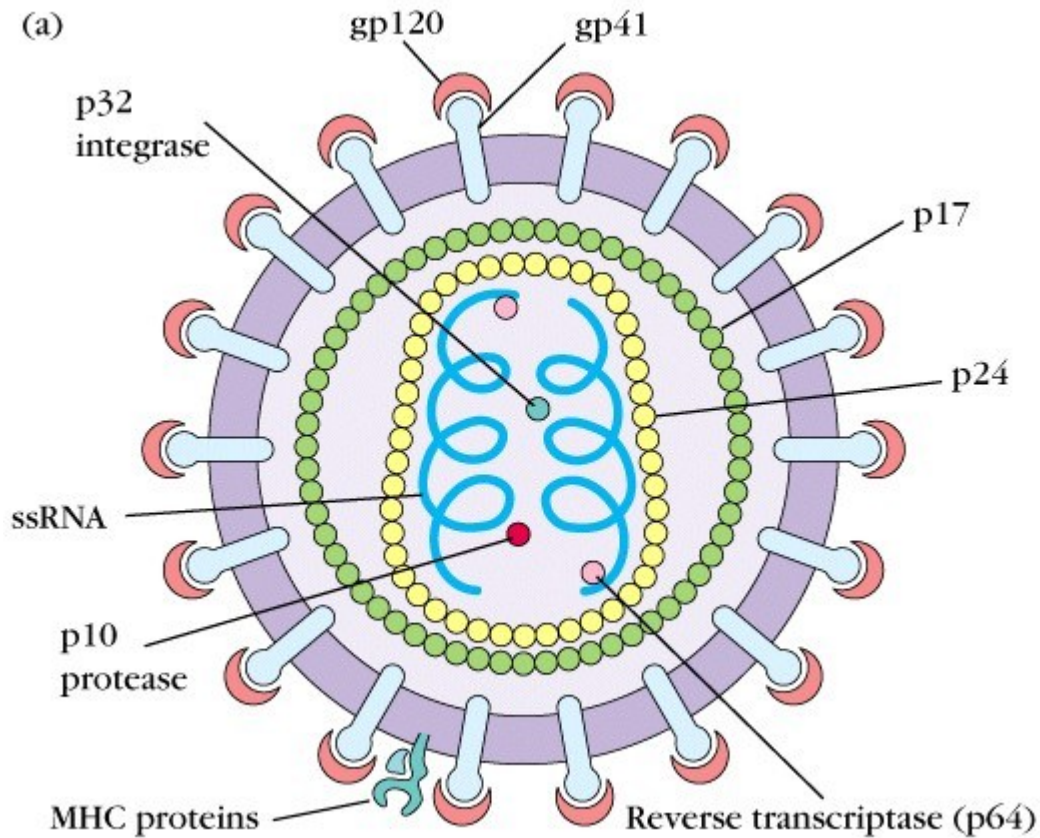
Els retrovirus

Dels **virus de RNA** que infecten cèl·lules animals els que tenen cicles reproductius més complicats són **els retrovirus**.

Els retrovirus són una família de virus amb RNA monocatenari equipats amb un enzim anomenat **transcriptasa inversa**, enzim capaç de transcriure el RNA a DNA (procés oposat al que es dona normalment).

El **VIH** (**Virus de la Immunodeficiència Humana**) és un retrovirus que causa el **SIDA** (**Síndrome d'Immunodeficiència Adquirida**).



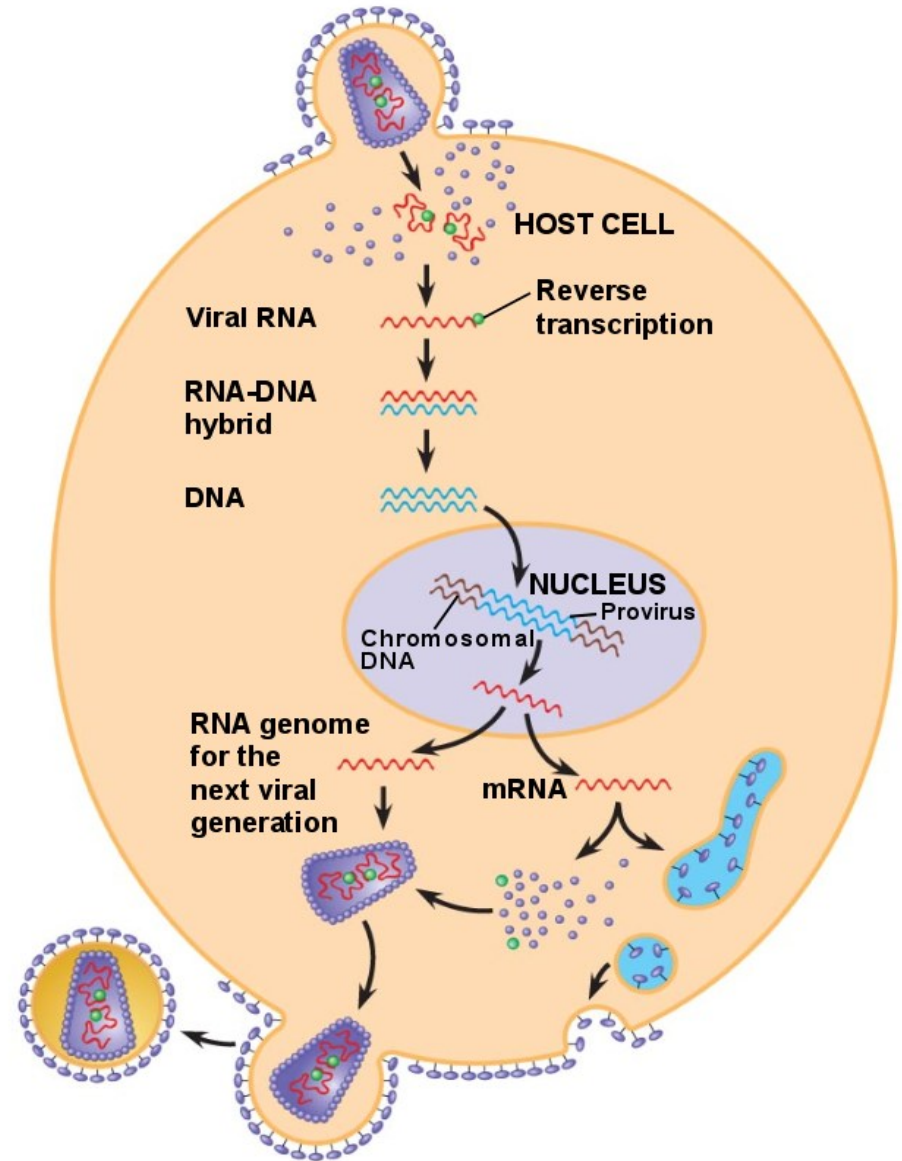


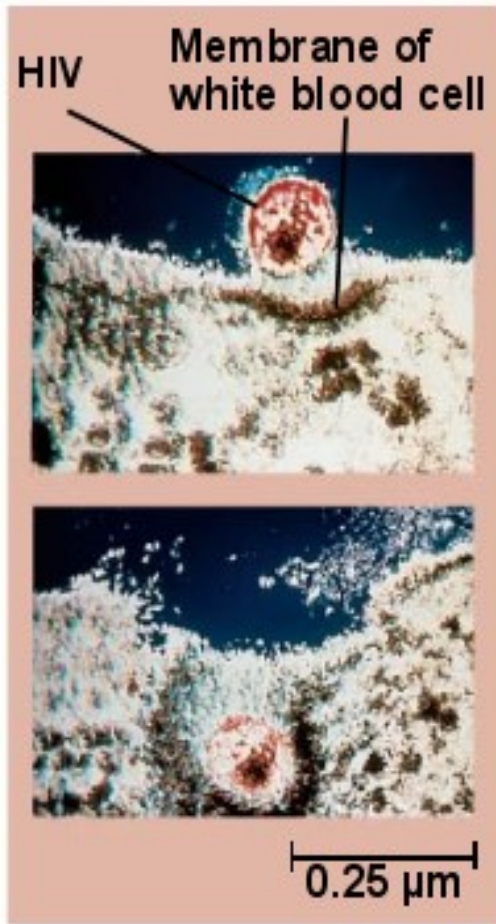
Estructura del VIH, el retrovirus que causa la SIDA.

El VIH és un virus de forma esfèrica, amb una càpsida de forma troncocònica constituïda per una proteïna anomenada P24, a l'interior de la qual hi ha dos filaments idèntics de RNA monocatenari associats cadascun a una transcriptasa inversa. Dins de la càpsida hi ha altres enzims com una integrasa, una proteasa i una ribonucleasa. Al seu torn la càpsida està envoltada per una capa proteica continua (proteïna p17) i per un embolcall membranós amb glicoproteïnes (gp41 i gp120). Les glicoproteïnes de la coberta membranosa permeten que el virus s'uneixi a receptors específics de determinats limfòcits.

Cicle del virus de la sida

- 1) El virus es fusiona amb la membrana plasmàtica de la cèl·lula. S'eliminen les proteïnes de la càpsida i s'allibera el RNA viral.
- 2) La transcriptasa inversa catalitza la síntesi d'una cadena de DNA complementària al RNA viral.
- 3) Degradació de la cadena de RNA per la ribonucleasa i síntesi d'una segona cadena de DNA complementària a la primera.
- 4) El DNA de cadena doble s'integra al DNA de la cèl·lula (gràcies a la integrasa). El DNA integrat s'anomena **provirus**, mai abandonarà el genoma de la cèl·lula hoste (a diferència d'un pròfag, el provirus no desapareix mai). El genoma del virus, en forma de provirus, pot romandre inactiu un temps més o menys prolongat abans de començar a expressar-se.
- 5) El DNA del provirus es transcriu i es formen el RNA víric i els mRNA de les proteïnes virals.
- 6) Es formen les proteïnes dels virus mitjançant els ribosomes de la cèl·lula.
- 7) Les vesícules amb les glicoproteïnes produïdes al RE/AG es fusionen amb la membrana de la cèl·lula.
- 8) Acoblament de les proteïnes de la càpsida al voltant del genoma viral i les molècules de transcriptasa inversa.
- 9) Els nous virus surten de la cèl·lula per gemmació.





Virus HVI entrant en una cè·l·lula



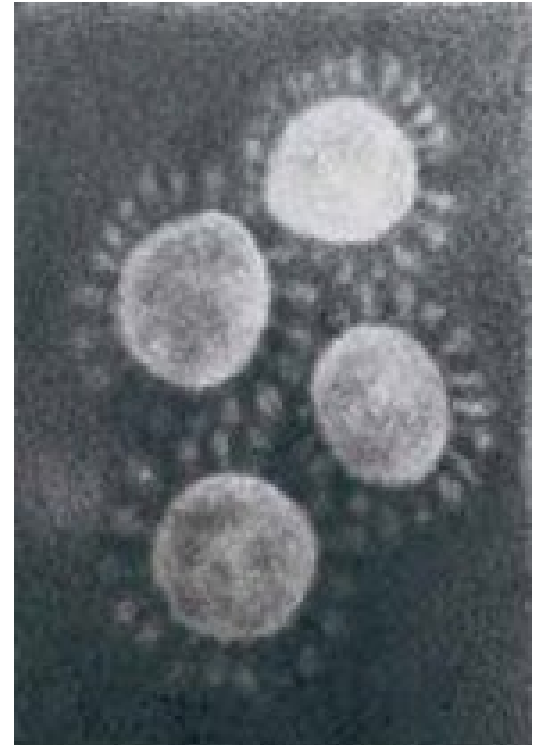
Nou virus HVI sortint d'una cè·l·lula

Els coronavirus

Els coronavirus són un tipus de virus molt comuns, gairebé tots relacionats amb espècies animals. A la mateixa família pertanyen quatre dels virus causants del refredat comú en l'espècie humana.

Són virus de RNA monocatenari de sentit positiu, amb capsid helicoidal i amb coberta.

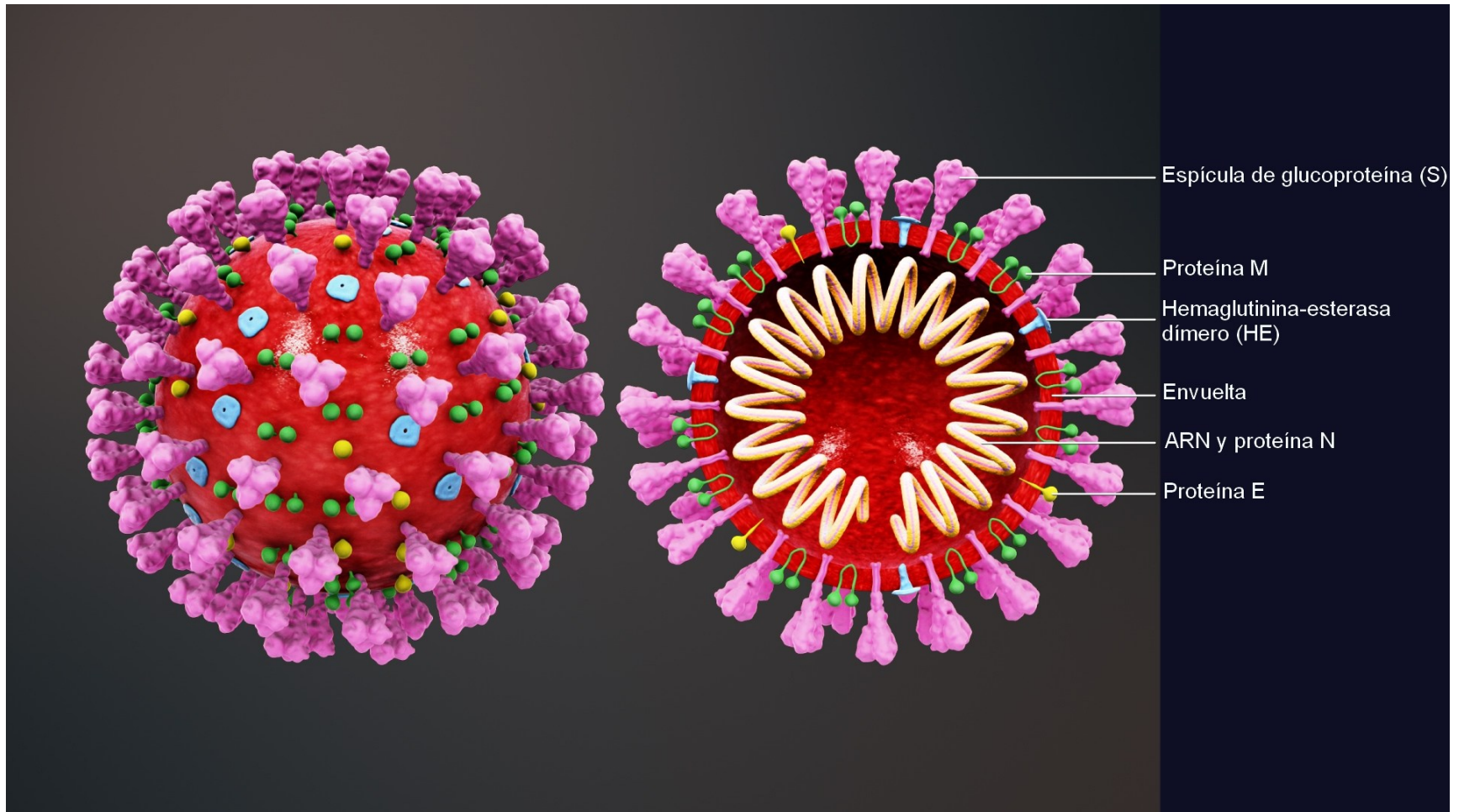
Reben aquest nom per l'estructura que presenten ja que, quan s'observen amb el microscopi electrònic, els confereix una mena d'halo o corona al voltant de la seva superfície.



El coronavirus responsable de la **Covid-19**, anomenat **SARS-CoV-2**, és molt semblant al SARS-CoV, responsable del brot sorgit a Xina el 2003 i al MERS-CoV causant del brot aparegut a la península Aràbiga el 2012. Els tres, venen de virus de ratpenats que han evolucionat fins a adquirir la capacitat de causar malalties a l'ésser humà.

La seqüència genòmica del SARS-CoV-2 és relativament semblant a la del SARS-CoV (aproximadament 80% de la seqüència és idèntica) i algo més diferent del MERS-CoV (un 50%).

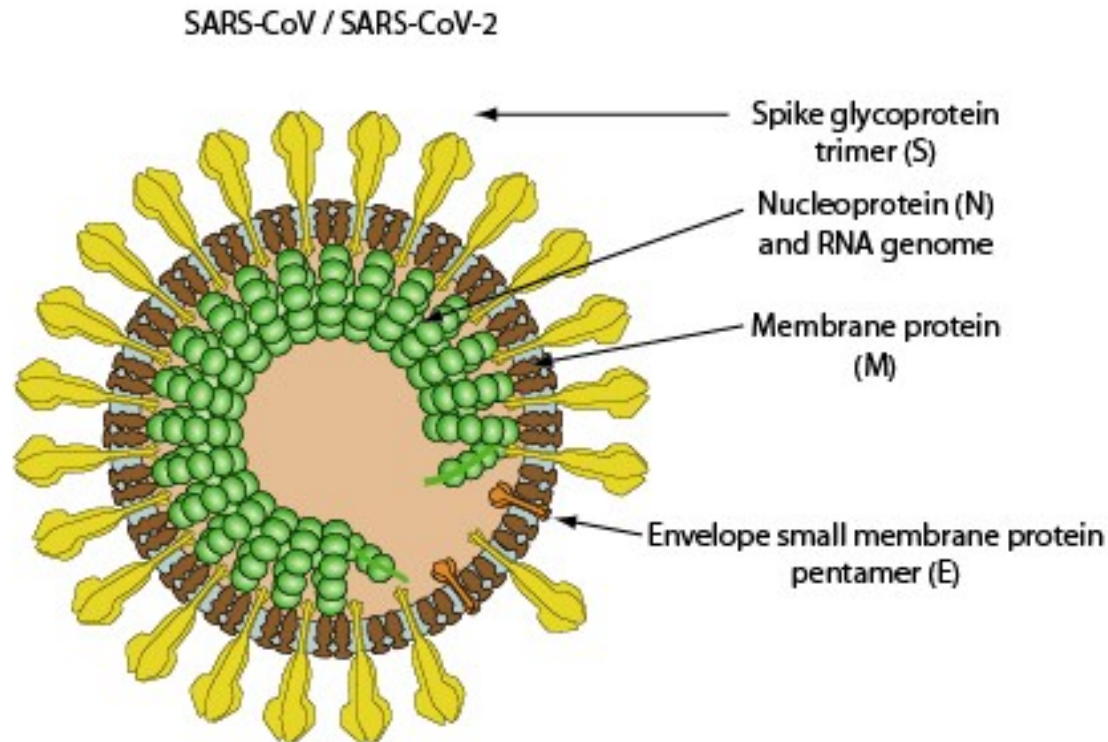
Els coronavirus es caracteritzen per tenir una capacitat de mutació alta comparada amb altres virus, cosa que dificulta el desenvolupament tan de mètodes de diagnòstic específics com el de teràpies i vacunes.



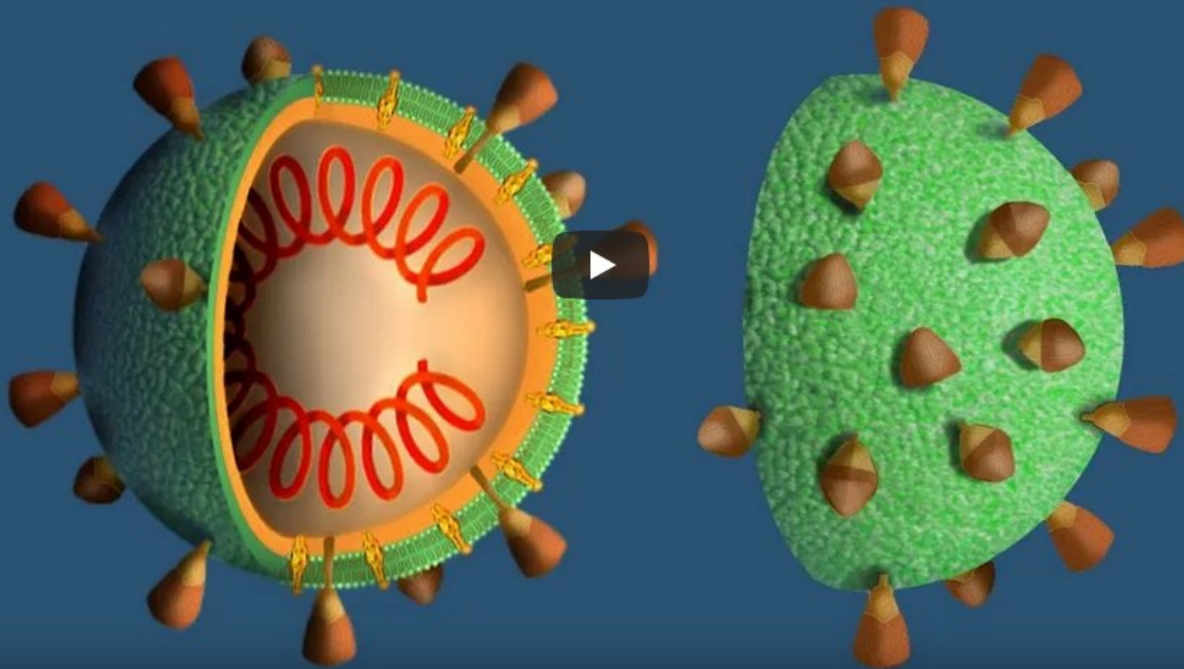
Estructura genèrica dels coronavirus

Estructura del SARS-CoV-2, coronavirus causant de la Covid19

El virus consta d'una **nucleocàpsida**, on es troba una molècula de RNA monocatenària empaquetada gràcies a una proteïna N, i, d'una **coberta membranosa** composta per diferents proteïnes estructurals com la glicoproteïna de membrana o proteïna M, implicada en l'acoblament del virus i, en contacte amb la nucleocàpsida, la proteïna S, que forma les espícules responsables de l'adhesió a la cèl·lula hoste, i la proteïna E, que interacciona amb la proteïna M per a la formació de l'embolcall.



SARS-CoV-2 (Covid-19)



▶ ▶ 🔊 0:00 / 2:16



<https://www.youtube.com/watch?v=i6xTSYL7JPg>

ELS VIROIDES

Petites molècules de RNA, amb pocs centenars de nucleòtids, circulars i monocatenàries, no protegides per cap tipus de coberta, que infecten cèl·lules vegetals.

ELS PRIONS

Proteïnes infeccioses causants de nombroses malalties degeneratives del cervell en diverses espècies animals inclòs l'home: **tremolor ovina** de les ovelles, encefalopatia espongiforme bovina (**malaltia de les vaques boges**), **síndrome de Creutzfeldt-Jakob** (en éssers humans).

Probablement **es transmeten pel consum de carn d'animals infectats**.

Són **agents infecciosos d'acció molt lenta**: el període d'incubació fins que apareixen els primers símptomes és d'uns 10 anys.

Són **indestructibles**: són resistents a tractaments físics i químics. No es destrueixen ni es desactiven pel calor a temperatures de cocció normals.

No es coneix ara per ara **cap tractament** per guarir les malalties produïdes per prions.

Els prions són formes mal plegades de proteïnes normals presents en les cèl·lules del cervell.

Quan el prió penetra en una cèl·lula que conté la forma normal de la proteïna, la transforma en prió, desencadenant-se una reacció en cadena que fa que es formin agregats de prions causants del mal funcionament cel·lular i la degeneració del cervell.

