



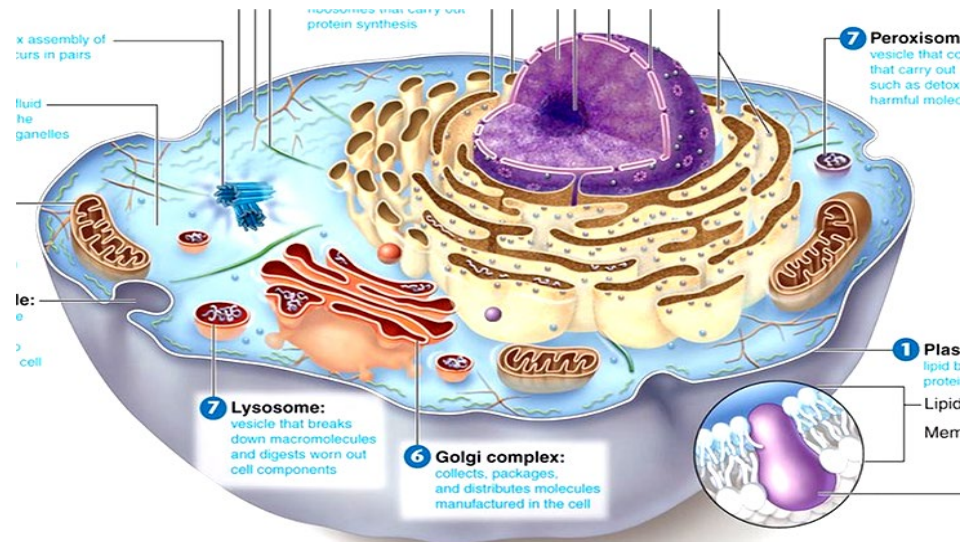
សាកលវិទ្យាល័យ ពុទ្ធិសាស្ត្រ UNIVERSITY OF PUTHISAstra

គោរពខ្លួនឯង
Honor Self

គោរពអ្នកដទៃ
Respect Others

អភិវឌ្ឍសង្គម
Develop Society

Physiology of Cell



អាសយដ្ឋាន: អគារលេខ ៥៥
ផ្លូវលេខ ១៨០ និង ១៨៤
ជាប់មជ្ឈមណ្ឌលវប្បធម៌បារាំង
សង្កាត់ បឹងកេងកង
ខណ្ឌ ដូនពេញ
ក្រុង ភ្នំពេញ

Outline

- Physiology of Cell
- Transport of Cell membrane
- Cell division

Physiology of Cell

- **Cell physiology** is the study of how cells function to maintain life.
- It involves various processes that ensure cellular survival, communication, and energy production.
- ជាការសិក្សាអំពីមុខងារ និងដំណើរការផ្សេងៗនៅក្នុងកោសិកា។ វាជាផ្នែកមួយនៃសរីរវិទ្យាដែលផ្តោតលើរបៀបដែលកោសិកាមានជីវិត ធ្វើការប្តូរធាតុ អភិវឌ្ឍន៍ និងឆ្លើយតបនឹងបរិស្ថាន។

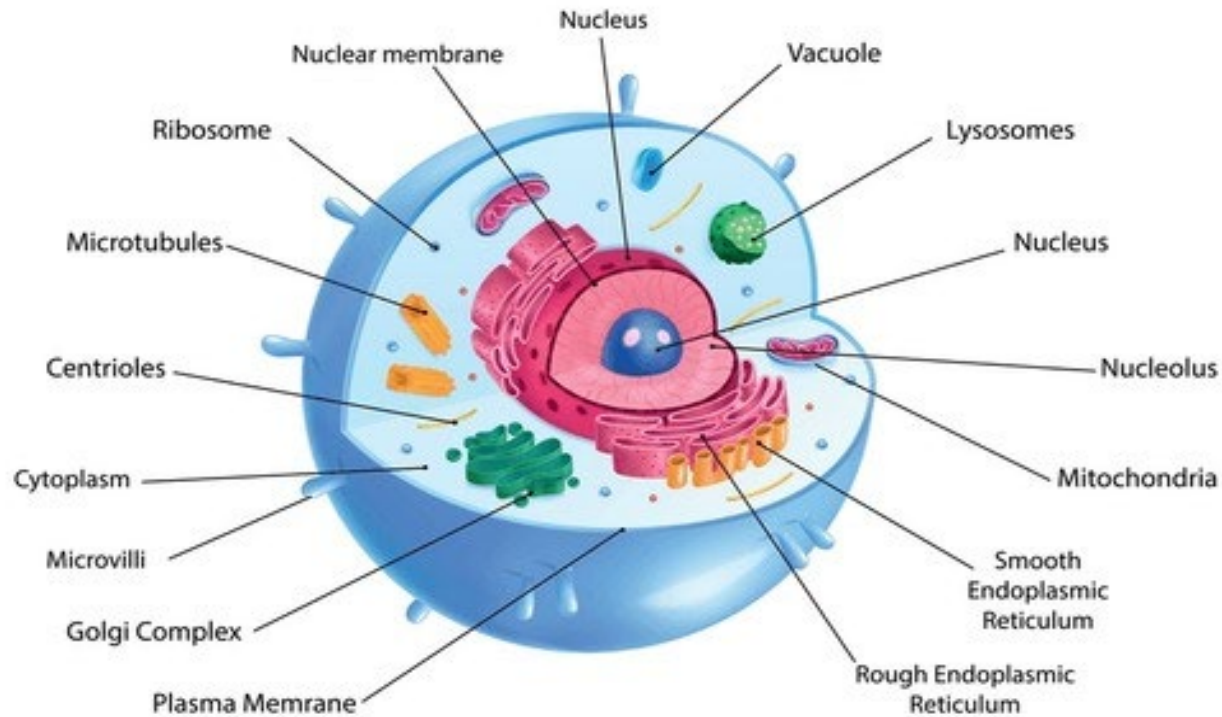
Key components of Cell

- **Cell Membrane** – A protective barrier that regulates what enters and exits the cell.
- **Nucleus** – The control center of the cell, containing DNA and directing cellular activities.
- **Cytoplasm** – The gel-like substance that fills the cell and houses organelles.
- **Mitochondria** – The powerhouse of the cell, responsible for energy production.

Key components of Cell

- **Endoplasmic Reticulum (ER)** – A network of membranes involved in protein and lipid synthesis.
- **Golgi Apparatus** – Modifies, sorts, and packages proteins for transport.
- **Lysosomes** – Contain digestive enzymes to break down waste and cellular debris.
- **Ribosomes** – Sites of protein synthesis, found floating in the cytoplasm or attached to the ER.
- **Cytoskeleton** – Provides structural support and helps with cell movement.

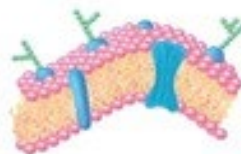
HUMAN CELL ANATOMY



Golgi Complex



Vacuole



Plasma Membrane



Microtubules



Nucleus



Lysosomes



Mitochondria



Ribosome



Endoplasmic Reticulum



Centrioles

លក្ខណៈសំខាន់ៗនៃសរីរវិទ្យានៃកោសិកា

1. Membrane Transport (ការផ្ទេរធាតុតាមរយៈស្បែកកោសិកា):

- Diffusion – ការផ្លាស់ទីរបស់ម៉ូលេគុលពីកន្លែងខ្ពស់ទៅទាប
- Osmosis – ការផ្លាស់ទីទឹកតាមស្បែក semipermeable
- Active transport – ប្រើថាមពល (ATP) ដើម្បីផ្ទេរធាតុ
(ឧ. Na^+/K^+ pump)

លក្ខណៈសំខាន់ៗនៃសរីរវិទ្យានៃកោសិកា

2. Cellular Respiration (ដំណើរការបង្កើតថាមពល):

- កោសិកាបម្លែងអាហារជាទឹកនិងថាមពល (ATP) តាមរយៈដំណើរ glycolysis, Krebs cycle, និង electron transport chain

3. Signal Transduction (ការទទួលសញ្ញាពីក្រៅ):

- កោសិកាបសញ្ញាពីបរិស្ថាន (ឧ. ហូម៉ូន) ហើយឆ្លើយតបជាការបង្កើន/បន្ថយអភិវឌ្ឍន៍ ឬសកម្មភាពផ្សេងៗ

លក្ខណៈសំខាន់ៗនៃសរីរវិទ្យានៃកោសិកា

4. Protein Synthesis (ការបង្កើតប្រូតេអ៊ីន):

- DNA → mRNA (transcription)
- mRNA → protein (translation នៅក្នុង ribosome)

5. Cell Cycle និង Mitosis:

- កោសិកាបែងចែកដើម្បីបង្កើតកូនកោសិកាថ្មី (growth, repair)
- មានជំហាន G1, S, G2, M (mitosis)

មុខងារនៃសរីរចក្ខុ (organelles) ក្នុងកោសិកា

1. Nucleus (គោលបំណងជាលក្ខណៈចម្បង)

- មុខងារ: ប្រភពព័ត៌មាន (DNA) សម្រាប់កោសិកា
- ការងារ: ត្រួតពិនិត្យមុខងារ និងការបង្កើតប្រូតេអ៊ីន, ការបង្កើត RNA
- ស្ថិតិ: មាន Nuclear membrane ឬ Nuclear envelope ហើយមាន Nucleolus សម្រាប់ការបង្កើត Ribosomes

2. Mitochondria

- មុខងារ: កន្លែងបង្កើតថាមពល (ATP) តាមរយៈ cellular respiration
- ការងារ: ផ្តល់ថាមពលសម្រាប់កោសិកា (energy powerhouse)
- ស្ថិតិ: មានបន្ទុះបញ្ចូលជាច្រើនដើម្បីបង្កើនផ្ទៃឬក្នុងការបង្កើត ATP



Mitochondria

3. Ribosomes

- មុខងារ: ការបង្កើតប្រូតេអ៊ីន (protein synthesis)
- ការងារ: បង្កើតប្រូតេអ៊ីនដោយការប្រែសម្រួល RNA (mRNA → protein)
- ស្ថិតិ: ប្រើជា free ribosomes (នៅក្នុងស៊ីតូប្លាស្ម) ឬ bound ribosomes (នៅលើ Endoplasmic Reticulum)



Ribosome

4- Endoplasmic reticulum (ER)

Types of Endoplasmic Reticulum:

1. **Rough Endoplasmic Reticulum (RER)** – Studded with **ribosomes**, it plays a key role in **protein synthesis** and modification.
2. **Smooth Endoplasmic Reticulum (SER)** – Lacks ribosomes and is involved in **lipid synthesis, detoxification, and calcium storage**.

Functions:

- **Protein Production:** The RER helps synthesize and fold proteins before sending them to the **Golgi apparatus** for further processing.
- **Lipid Metabolism:** The SER produces **phospholipids and cholesterol**, essential for cell membranes.
- **Detoxification:** The SER helps break down toxins, especially in **liver cells**.
- **Calcium Storage:** It regulates calcium levels, crucial for **muscle contraction and cell signaling**.

4. Endoplasmic Reticulum (ER)



Endoplasmic Reticulum

- RER:

- មុខងារ: បង្កើត និងបញ្ជូនជាតិខ្លាញ់ (lipids)

- ការងារ: សំរាប់ការបង្កើតប្រូតេអ៊ីន និងគ្រប់គ្រងបញ្ចូលជាតិខ្លាញ់

- SER:

- មុខងារ: មាន Ribosomes ហើយមុខងារបានដូចជា: Synthesis និង packaging ប្រូតេអ៊ីន

- ការងារ: សំរាប់ប្រូតេអ៊ីនដែលមានតម្រូវការបញ្ជូនទៅក្រៅកោសិកា

5- Golgi Apparatus

- **Protein Modification:** It modifies proteins by adding carbohydrate groups or cutting them at specific amino acid positions.
- **Packaging & Transport:** It sorts and packages proteins and lipids into vesicles for delivery to their final destinations.
- **Secretion:** It plays a key role in secreting substances outside the cell, such as hormones and enzymes.
- **Lipid Processing:** It helps process and distribute lipids within the cell.



Golgi Complex

5- Golgi Apparatus

- **Protein Modification:** វាកែប្រែប្រូតេអ៊ីនដោយបន្ថែមក្រុមកាបូអ៊ីដ្រាត ឬកាត់វានៅទីតាំងអាស៊ីតអាមីណូជាក់លាក់។
- **Packaging & Transport:** វាតម្រៀប និងខ្ទប់ប្រូតេអ៊ីន និងខ្លាញ់ចូលទៅក្នុង Vesicles សម្រាប់ការបញ្ជូនទៅកាន់គោលដៅចុងក្រោយរបស់វា។
- **Secretion:** វាដើរតួយ៉ាងសំខាន់ក្នុងការសំងាត់សារធាតុនៅខាងក្រៅកោសិកាដូចជាអរម៉ូន និងអង់ស៊ីម។
- **Lipid Processing:** វាជួយដំណើរការនិងចែកចាយ Lipid នៅក្នុងកោសិកា។

6. Lysosomes

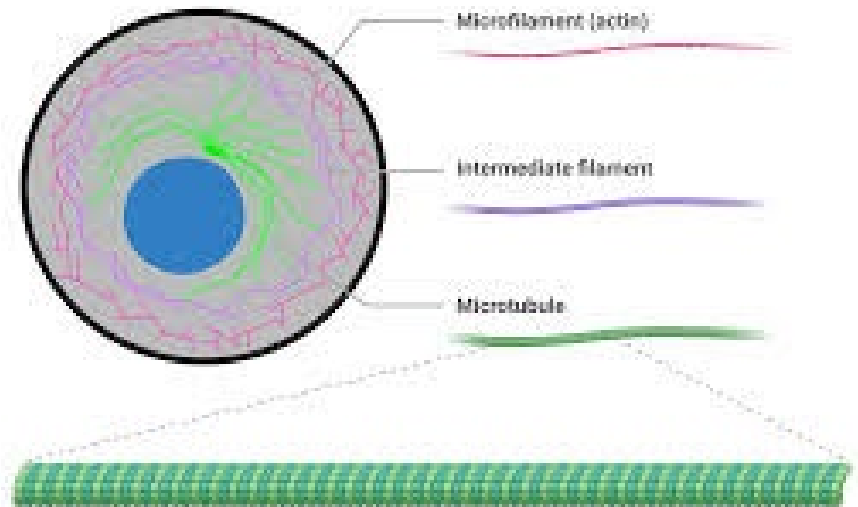
- មុខងារ: ការបំផ្លាញធាតុដែលគ្មានប្រយោជន៍
- ការងារ: បំផ្លាញវត្ថុចិញ្ចឹមដែលពុំចាំបាច់ ឬជាសំណល់មកពីការរីកចម្រើន
- ស្ថិតិ: មានអង់ហ្ស៊ីមក្លាយទៅជា **acidic** ដែលប្រើសម្រាប់បំផ្លាញ



Lysosomes

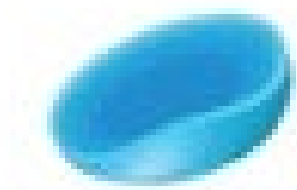
7. Cytoskeleton

- មុខងារ: ជួយបង្កើតរចនាសម្ព័ន្ធក្នុងកោសិកា
- ការងារ: ផ្តល់សុពលភាព និងរចនាសម្ព័ន្ធទៅកោសិកា (ដូចជាផលិតភាពនៃរាងកាយ និងចលនា)



8. Vacuoles

- មុខងារ: ស្តុកទឹក និងជាតិគីមីផ្សេងៗ
- ការងារ: សម្រាប់រក្សាទុកទឹក និងប្រើប្រាស់សម្រាប់ស្តុកធាតុ
- ស្ថិតិ: មានវាគូលសម្រាប់ប្រភេទកោសិកាចំណី (vegetative) ជាផ្នែកសំខាន់



Vacuole

Key Aspects of Cell Physiology

- 1. Cell Membrane Function** – Regulates the movement of substances in and out of the cell through passive (diffusion, osmosis) and active transport (using ATP).
- 2. Cellular Metabolism** – Includes processes like cellular respiration, where mitochondria generate energy (ATP) for the cell.
- 3. Protein Synthesis** – Ribosomes and the endoplasmic reticulum work together to produce proteins essential for cell function.

Key Aspects of Cell Physiology

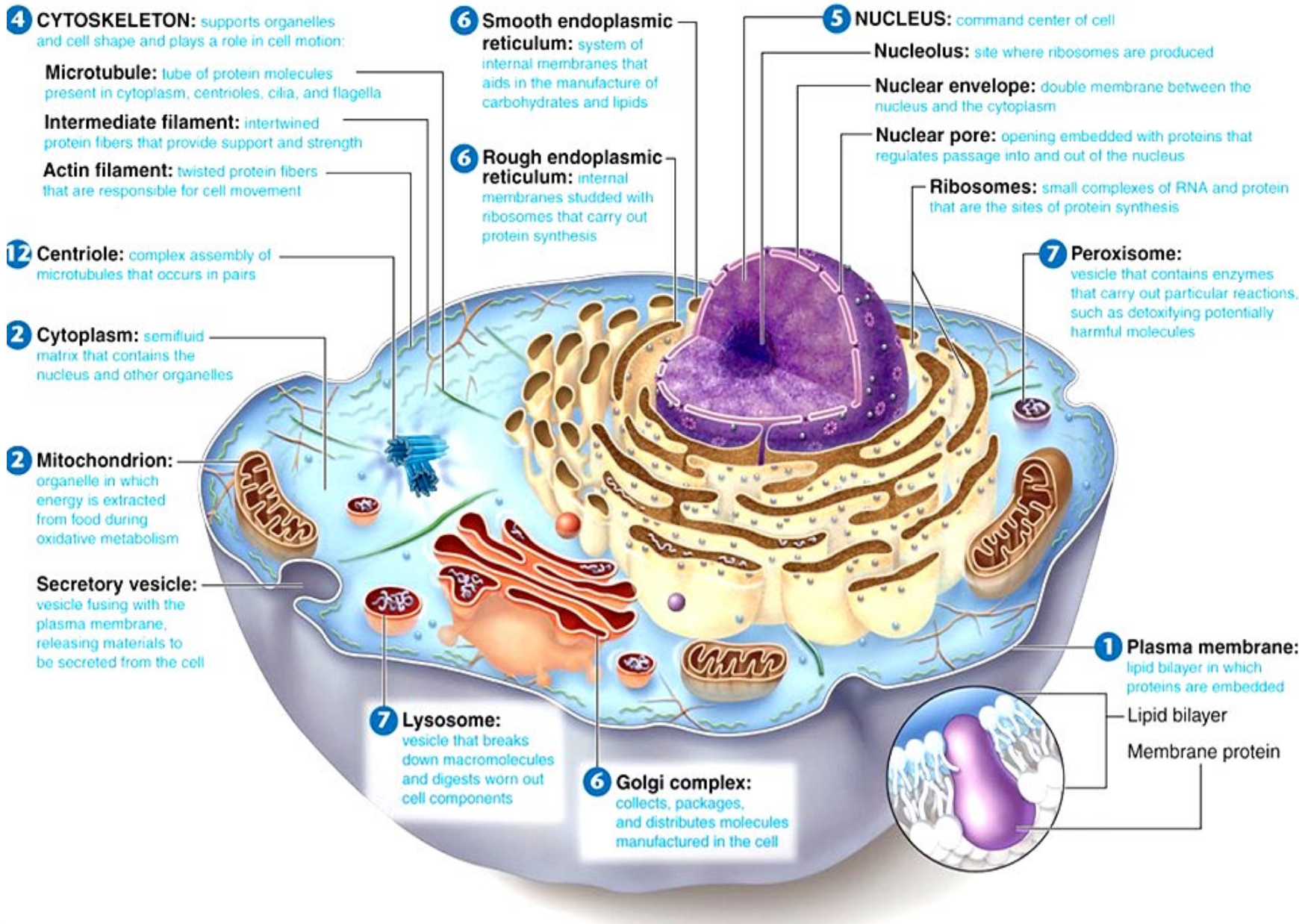
4. Cell Communication – Cells send and receive signals via receptors, neurotransmitters, and hormones.

5. Cell Division – Mitosis and meiosis ensure growth, repair, and reproduction.

6. Homeostasis – Cells maintain a stable internal environment by regulating pH, temperature, and ion concentrations.

Structure of Cell

- **Cell Membrane** – Protects the cell and regulates what enters and exits.
- **Cytoplasm** – Gel-like substance where cellular activities occur.
- **Nucleus** – Contains DNA and controls cell functions.
- **Organelles** – Specialized structures like mitochondria (energy production), ribosomes (protein synthesis), and Golgi apparatus (protein packaging).



Functions of Cell membrane

- **Selective Permeability** – Controls the movement of substances in and out of the cell.
- **Communication** – Contains receptors that allow cells to receive signals from their environment.
- **Structural Support** – Maintains the shape of the cell and anchors the cytoskeleton.
- **Cell Recognition** – Helps the immune system distinguish between self and foreign cells.

Key Aspects of Cell Physiology

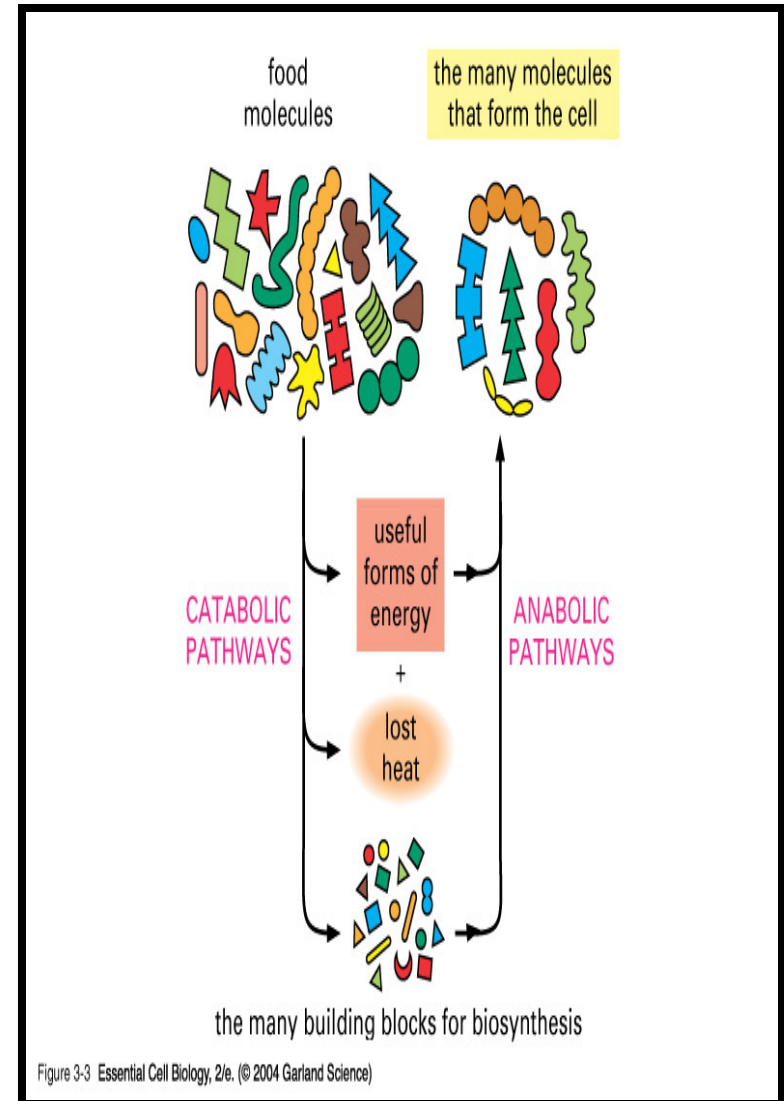
1. **Membrane Transport** – Cells regulate the movement of substances through passive (diffusion, osmosis) and active transport (using ATP).
2. **Cellular Metabolism** – Mitochondria generate energy (ATP) through cellular respiration.
3. **Protein Synthesis** – Ribosomes and the endoplasmic reticulum work together to produce proteins essential for cell function.
4. **Cell Communication** – Cells send and receive signals via receptors, neurotransmitters, and hormones.
5. **Cell Division** – Mitosis and meiosis ensure growth, repair, and reproduction.
6. **Homeostasis** – Cells maintain a stable internal environment by regulating pH, temperature, and ion concentrations.

Physiology of Cell

- កោសិកាត្រូវការចំណីអាហារពីផ្នែកខាងក្រៅ ដើម្បីចិញ្ចឹមជីវិតរស់នៅ និងបញ្ចេញចោលនៅកាកសំណល់ ដោយឆ្លងកាត់ភ្នាសកោសិកាដោយការជ្រាប
 - កោសិកាដកដង្ហើមតាមរបៀបបញ្ចេញ ដែលជាដំណើការបញ្ចេញ ឬដោះលែង **Energy** ជាមួយស្ករ-ម្ហូបលេចលដែលខូច និង **Chemical energy** ដែលស្តុកទុកក្នុង **ATP molecules**
 - វាធ្វើប្រតិកម្ម **Glucose** អោយទៅជា **Energy (ATP)**
 - ដឹកជញ្ជូនចាំបាច់នៅ **Electron transport chain , Oxygen** គឺវាត្រូវការចាំបាច់នៅ **Energy** សំរាប់ការដឹកជញ្ជូនសកម្ម-ការកន្ត្រាក់សាច់ដុំ និងស្តុកទុក-បញ្ចេញនូវ **Energy**
- *ADP: Adenosine Di phosphate *ATP: Adenosine Tri phosphate

- កោសិកាមានរចនាសម្ព័ន្ធជឿនឡើងពី
 - លីពីត ៤០%
 - ប្រូតេអ៊ីន ៥០ - ៦០%
 - នីងទ័រ ៦០ - ៩០%
- កោសិកាមានតួនាទីរៀបចំ និងរំលាយចំណីអាហារ
សំរាប់បំបែកខ្លួន សំរាប់សំរួលការផ្លាស់ប្តូរសារធាតុក្នុង
និងក្រៅសរីរាង្គមនុស្ស
- ការរៀបចំ និងរំលាយចំណីអាហារ និងប្រតិកម្ម
គីមីផ្សេងៗដែលមាននៅក្នុងខ្លួនមនុស្សចែកចេញជា២

Catabolic and Anabolic reactions

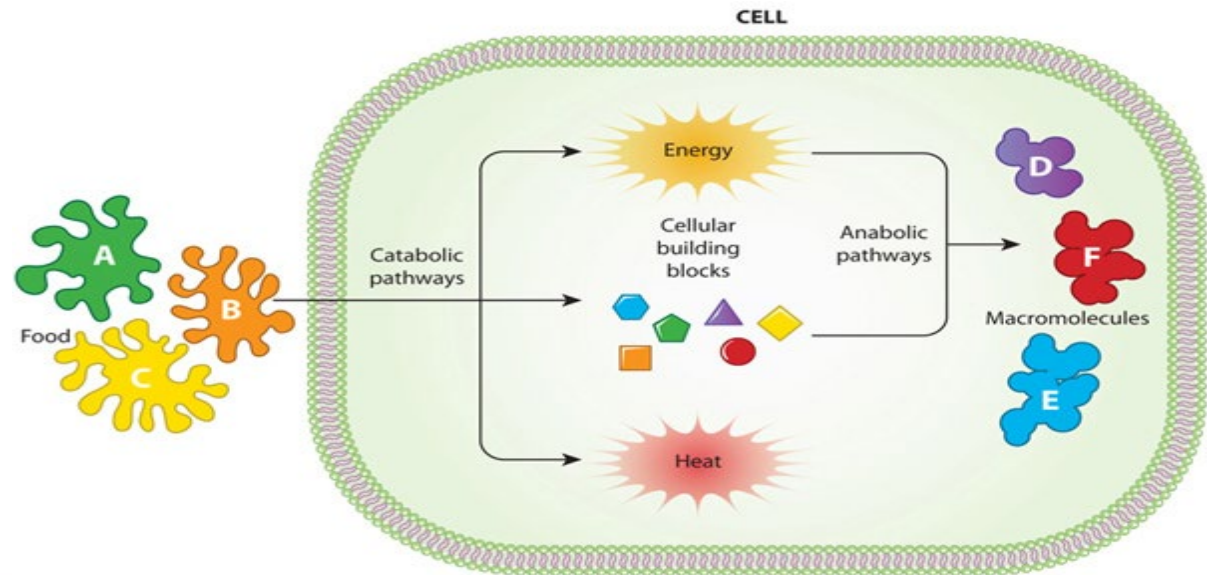


- **Catabolism** ជាដំណើរការបញ្ចេញ ឬ ដោះលែងនូវ **Energy**

ដែលជាសារធាតុគីមី ឬ

ចំណីអាហារដែលខូចគុណភាពនិងអោយទៅជាបំណែកតូចៗ

- **Anabolism** វាផ្ទុយនឹង **Catabolism** វាផលិតម៉ូលេគុលអោយបានធំ (Cell consumes energy)

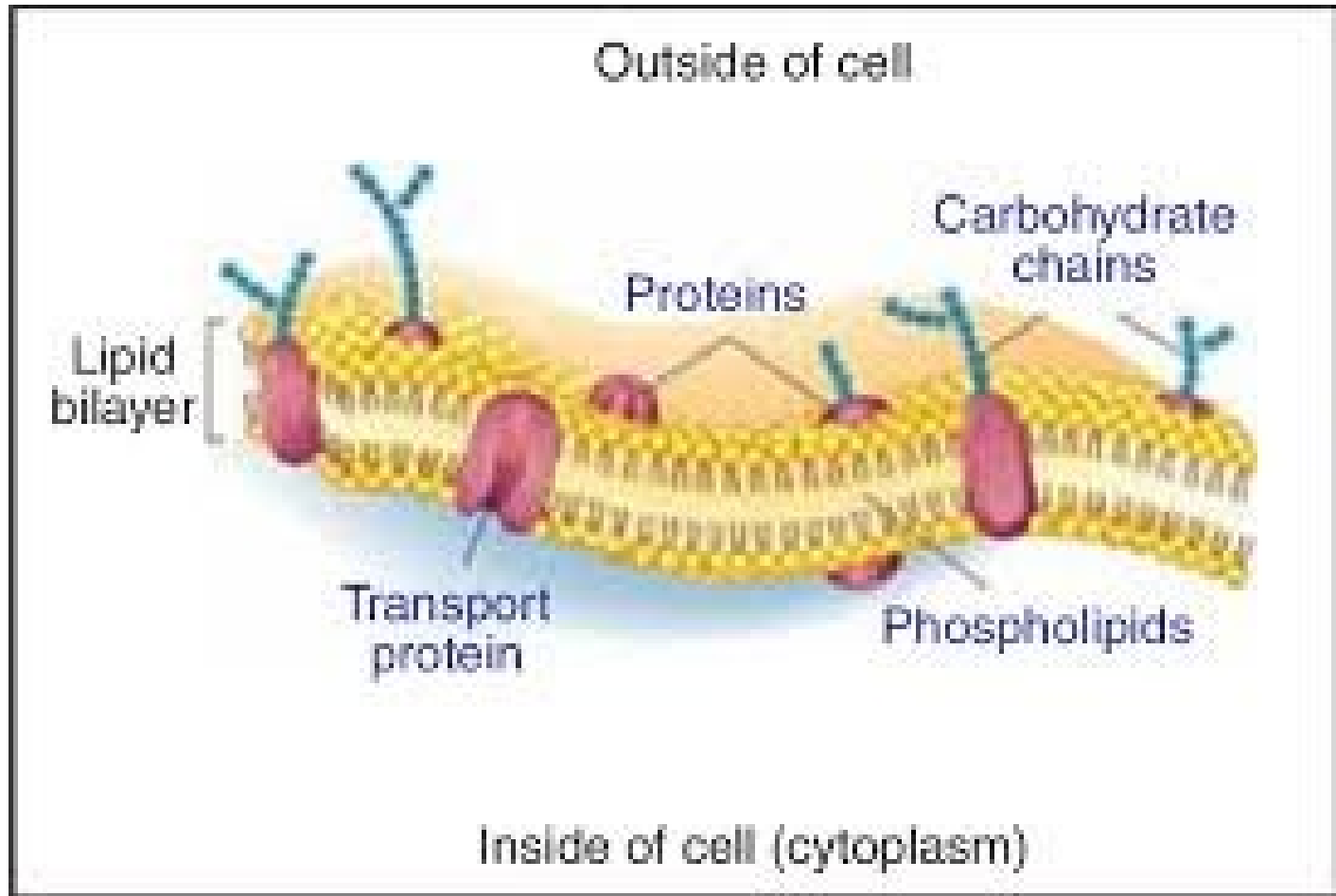


Some Pressures

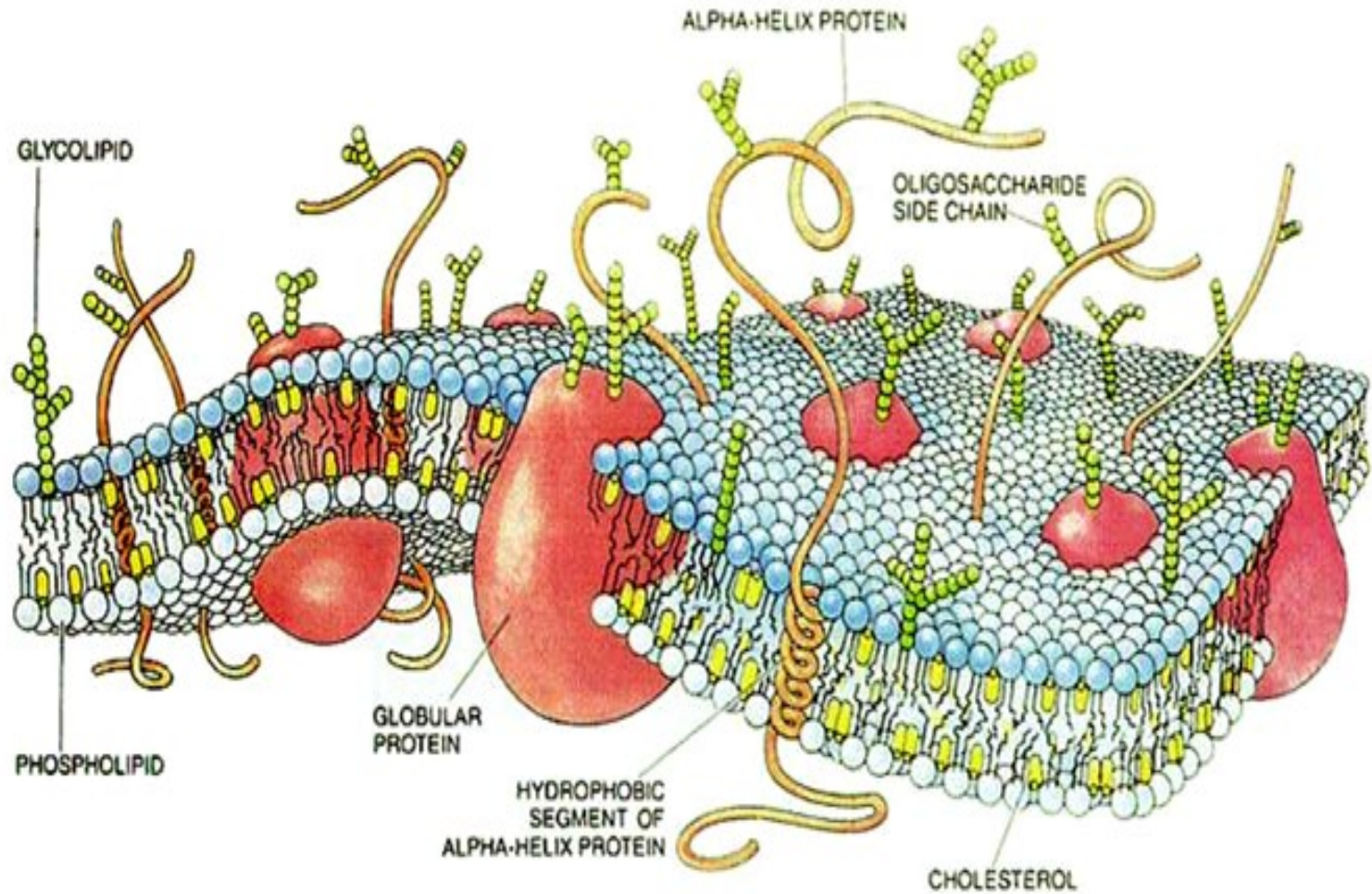
- ការផ្លាស់ប្តូរសាធាតុទាំងនេះ ធ្វើឡើងដោយគោរពតាមច្បាប់ ជាច្រើន :
 - ច្បាប់សម្ពាធក្នុងសារធាតុរាវ (Hydrostatic pressing)
 - ច្បាប់សម្ពាធនៃការជ្រាបរវាងសារធាតុពីរ (Osmotic pressing)
 - ច្បាប់សម្ពាធនៃការជ្រាបសារធាតុអន្តិល (Oncotic pressing)
 - ការផ្លាស់ប្តូរពពួកសារធាតុដែលមានអ៊ីយ៉ុង

ច្បាប់ទំលាប់ផ្លាស់ប្តូរ សារធាតុទាំងអស់នេះប្រព្រឹត្តទៅតាមក្បួន និង រន្ទដែលមាន
នៅលើ ក្បួនរបស់កោសិកា

Cell membrane



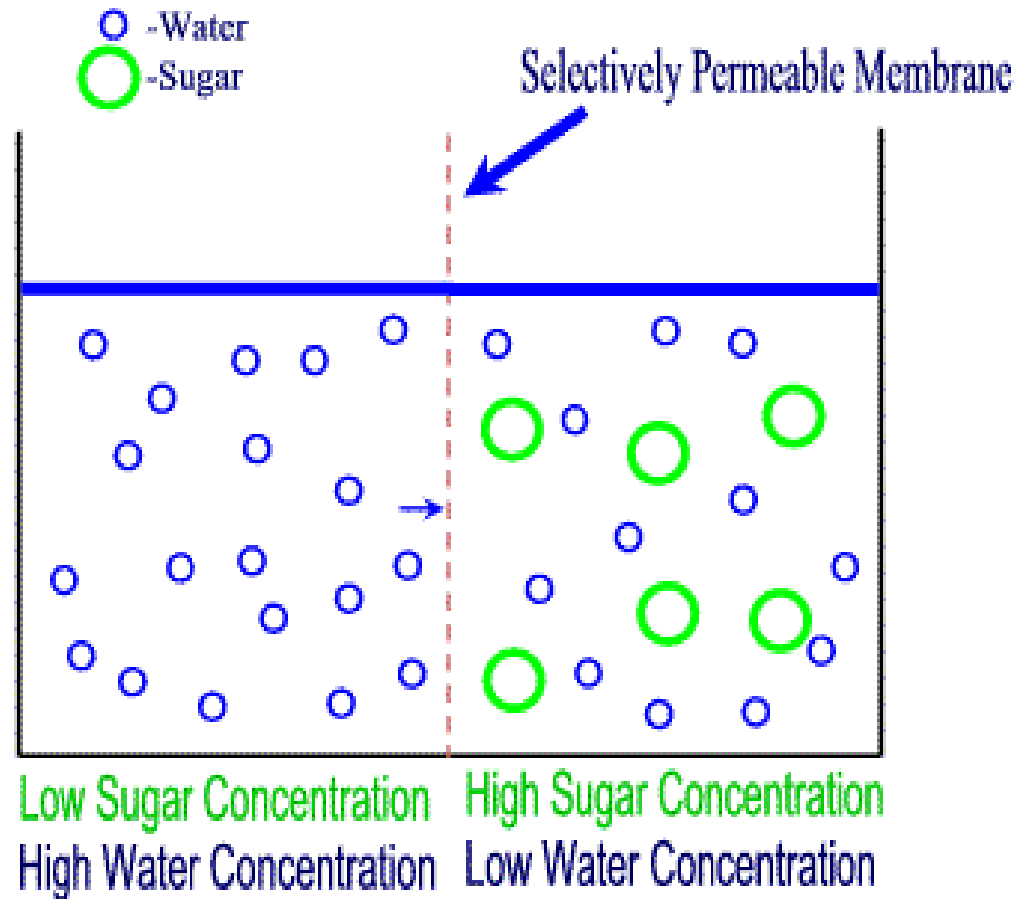
Extra Cell side



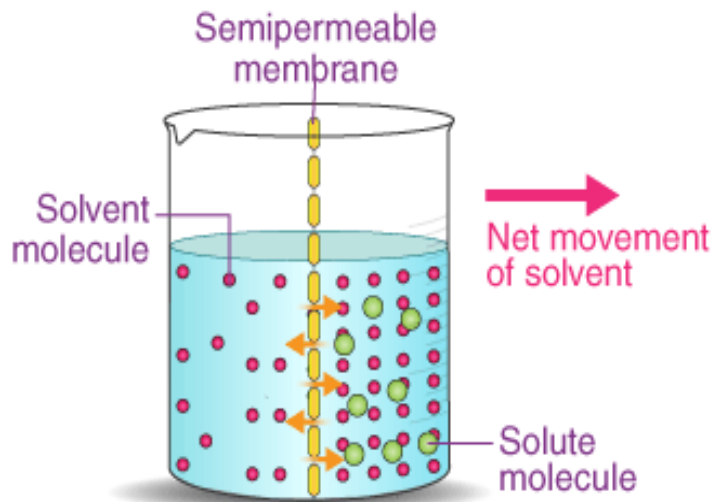
សម្ពាធន៍ Osmosis pressure

- សម្ពាធន៍ osmosis គឺជាចលនានៃម៉ូលេគុលទឹកពីសូលុយស្យុងដែលមានកំហាប់ខ្ពស់នៃម៉ូលេគុលទឹកទៅជាកំហាប់ម៉ូលេគុលទឹកទាប តាមរយៈភ្នាសដែលអាចជ្រាបចូលបានដោយផ្នែកនៃកោសិកា។
- In biology, osmosis is the movement of water molecules from a solution with a high concentration of water molecules to a solution with a lower concentration of water molecules, through a cell's partially permeable membrane.

Osmosis

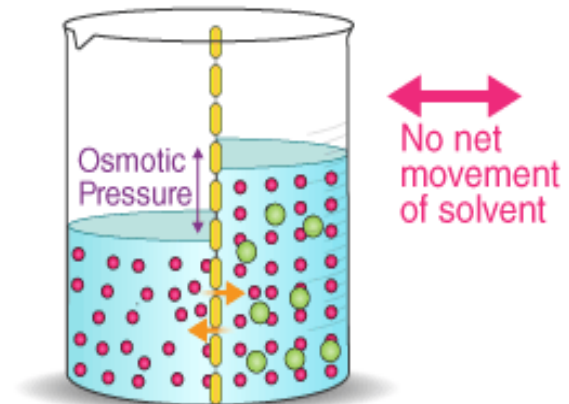


សម្ពាធ Osmosis pressure



Initial state

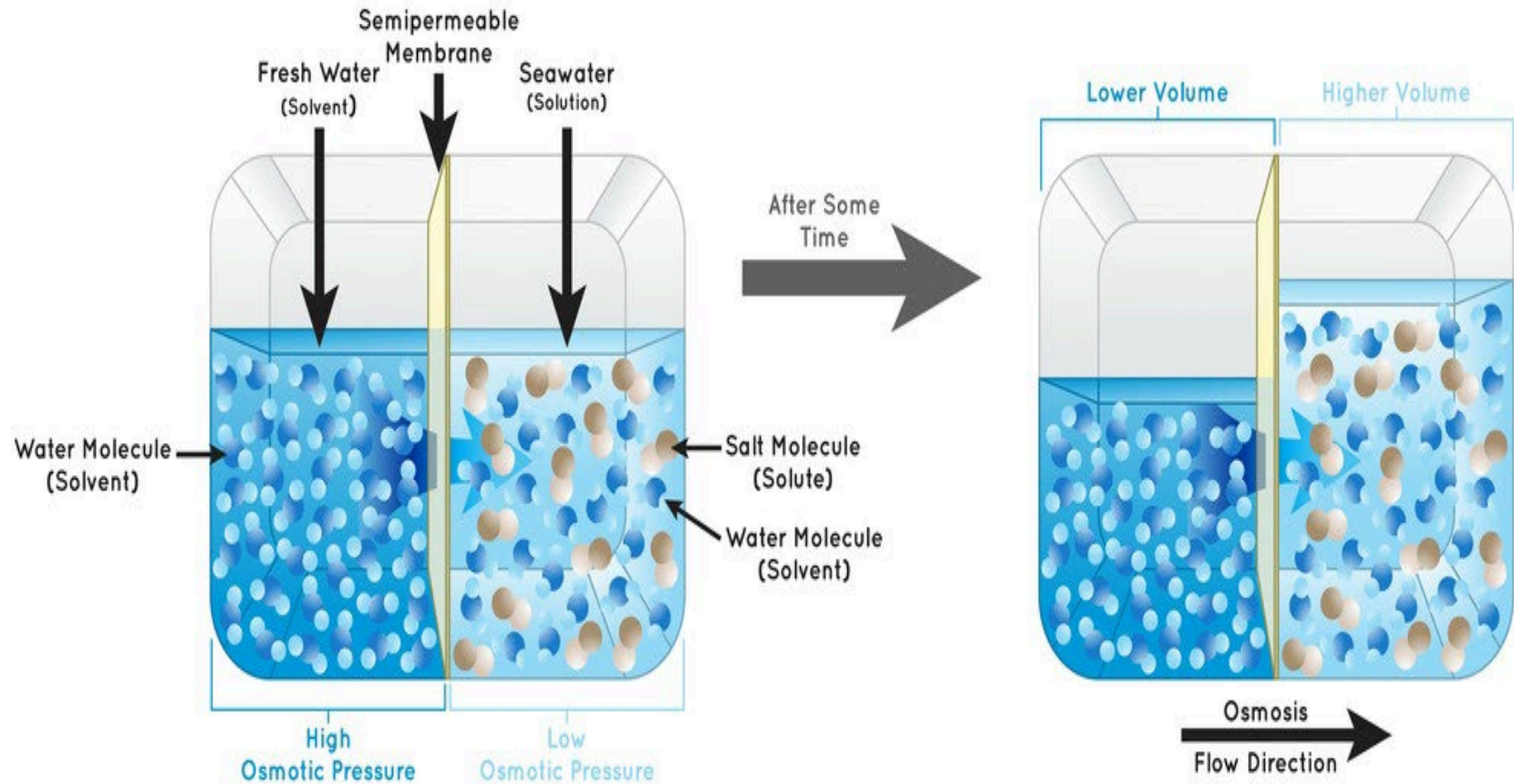
Solute molecules partly shield membrane pores for the passage of solvent molecules from right to left



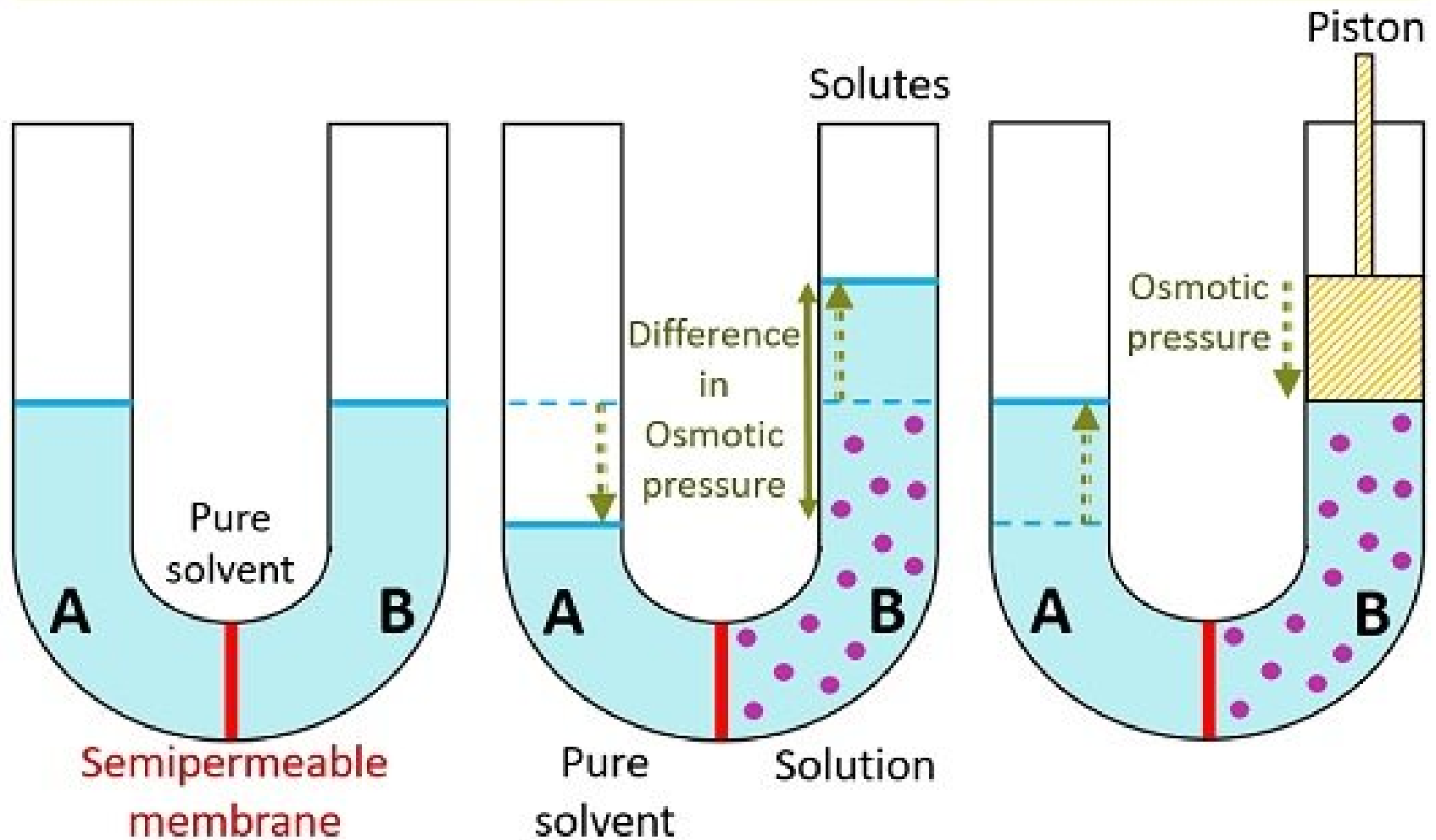
Final state

The compensating pressure impedes the passage of solvent molecules from left to right

Osmotic Pressure



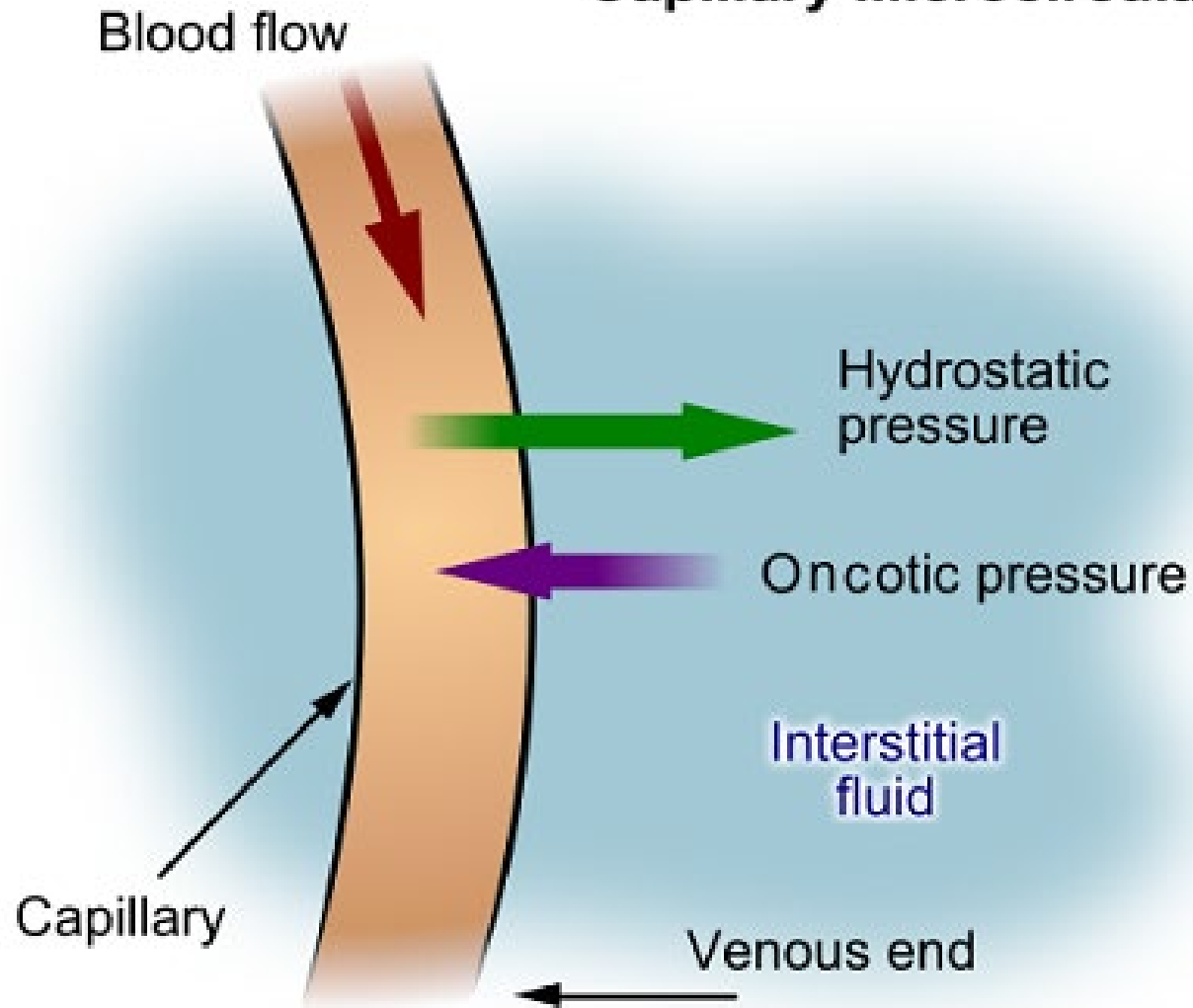
OSMOTIC PRESSURE



Hydrostatic Pressure

- សម្ពាធអ៊ីដ្រូស្តាទិចគឺជា សម្ពាធដែលបញ្ចេញដោយអង្គធាតុរាវនៅលំនឹងនៅគ្រប់ពេលវេលាដោយសារកម្លាំងទំនាញ
- សម្ពាធអ៊ីដ្រូស្តាទិចគឺសមាមាត្រទៅនឹងជម្រៅដែលវាស់ពីផ្ទៃខាងលើ ដោយសារទម្ងន់នៃអង្គធាតុរាវកើនឡើងនៅពេលដែលកម្លាំងចុះក្រោមត្រូវបានអនុវត្ត។
- Hydrostatic pressure is defined as. “The pressure exerted by a fluid at equilibrium at any point of time due to the force of gravity”. Hydrostatic pressure is proportional to the depth measured from the surface as the weight of the fluid increases when a downward force is applied.

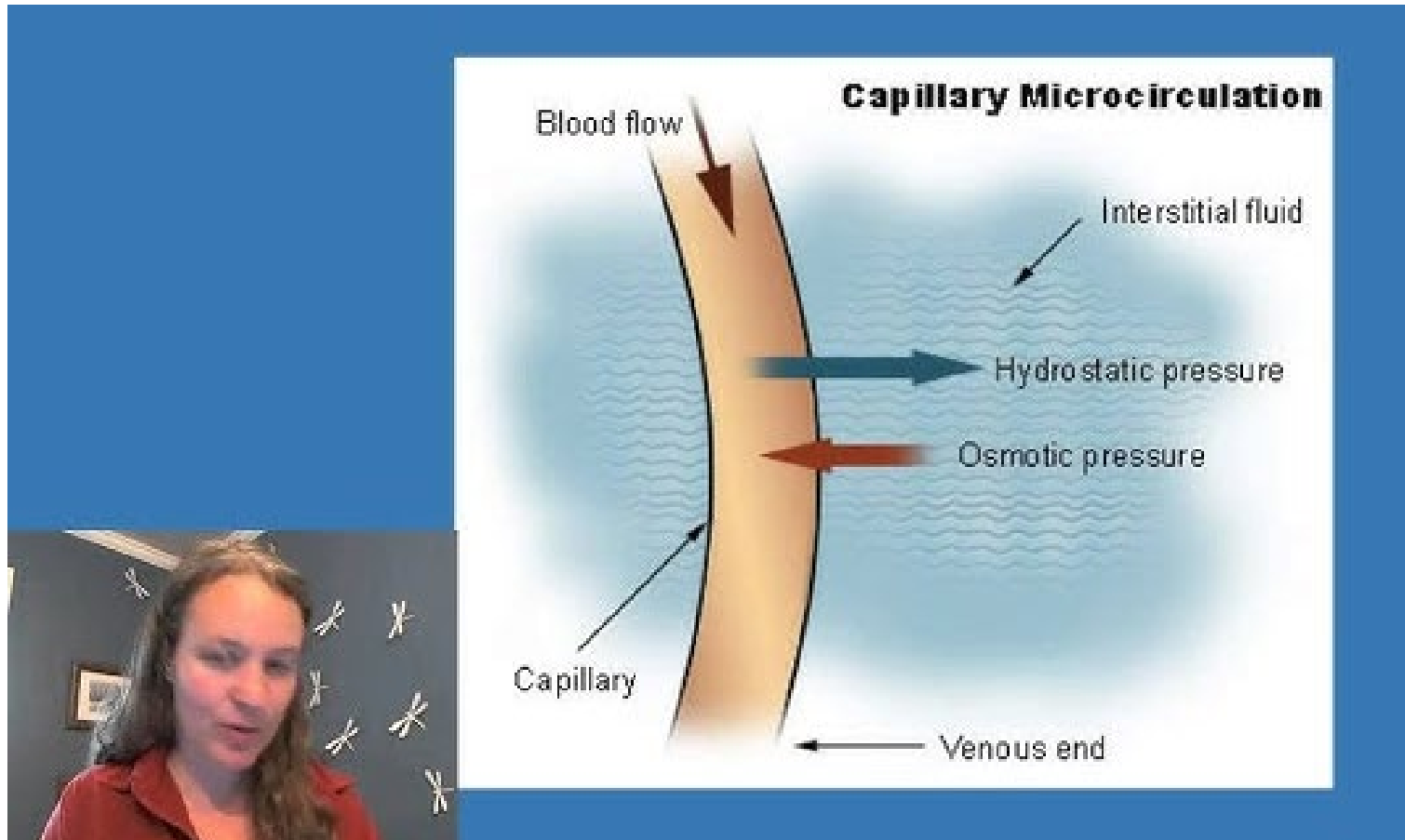
Capillary Microcirculation



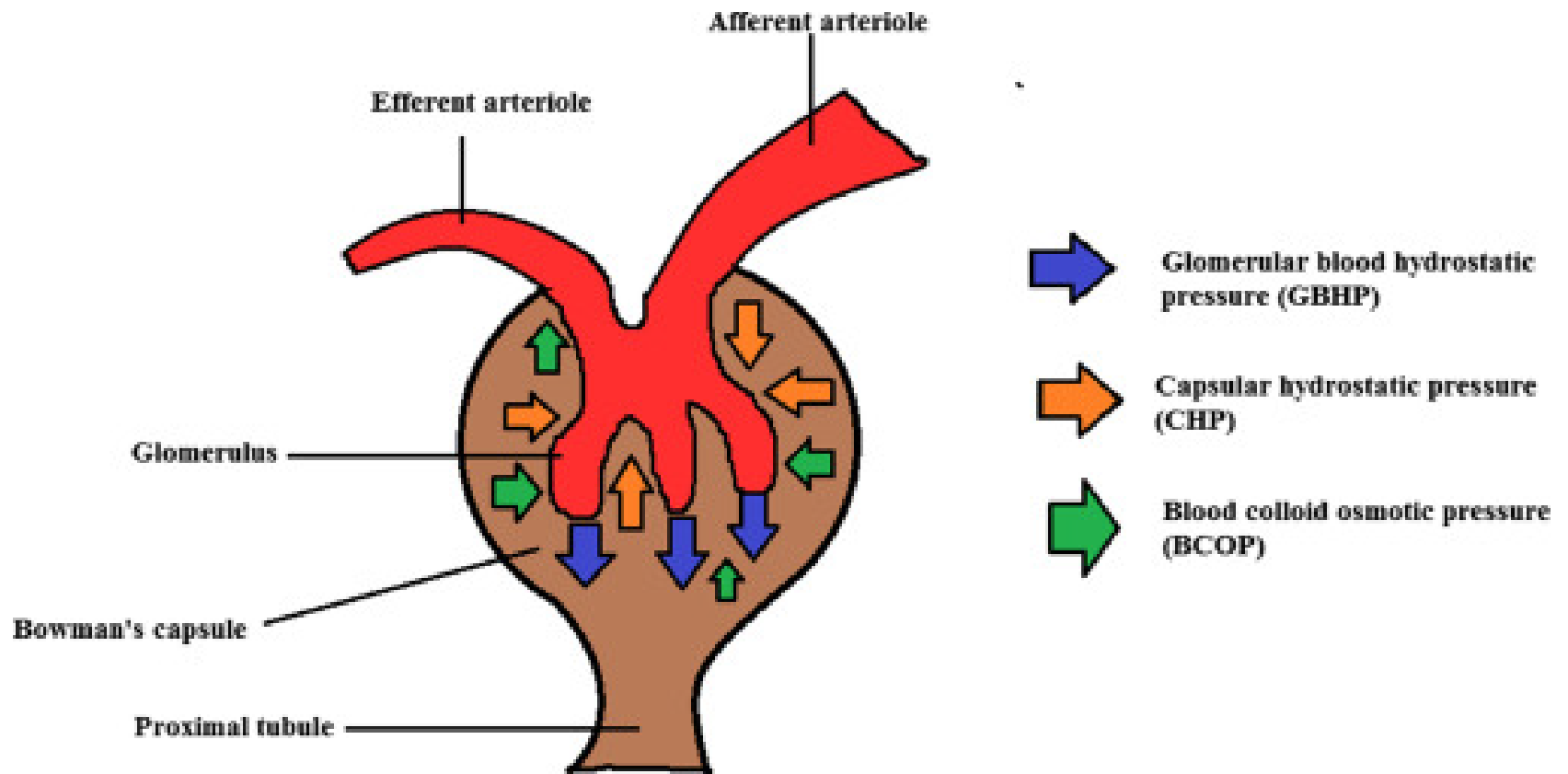
សម្ពាធ Oncotic pressure

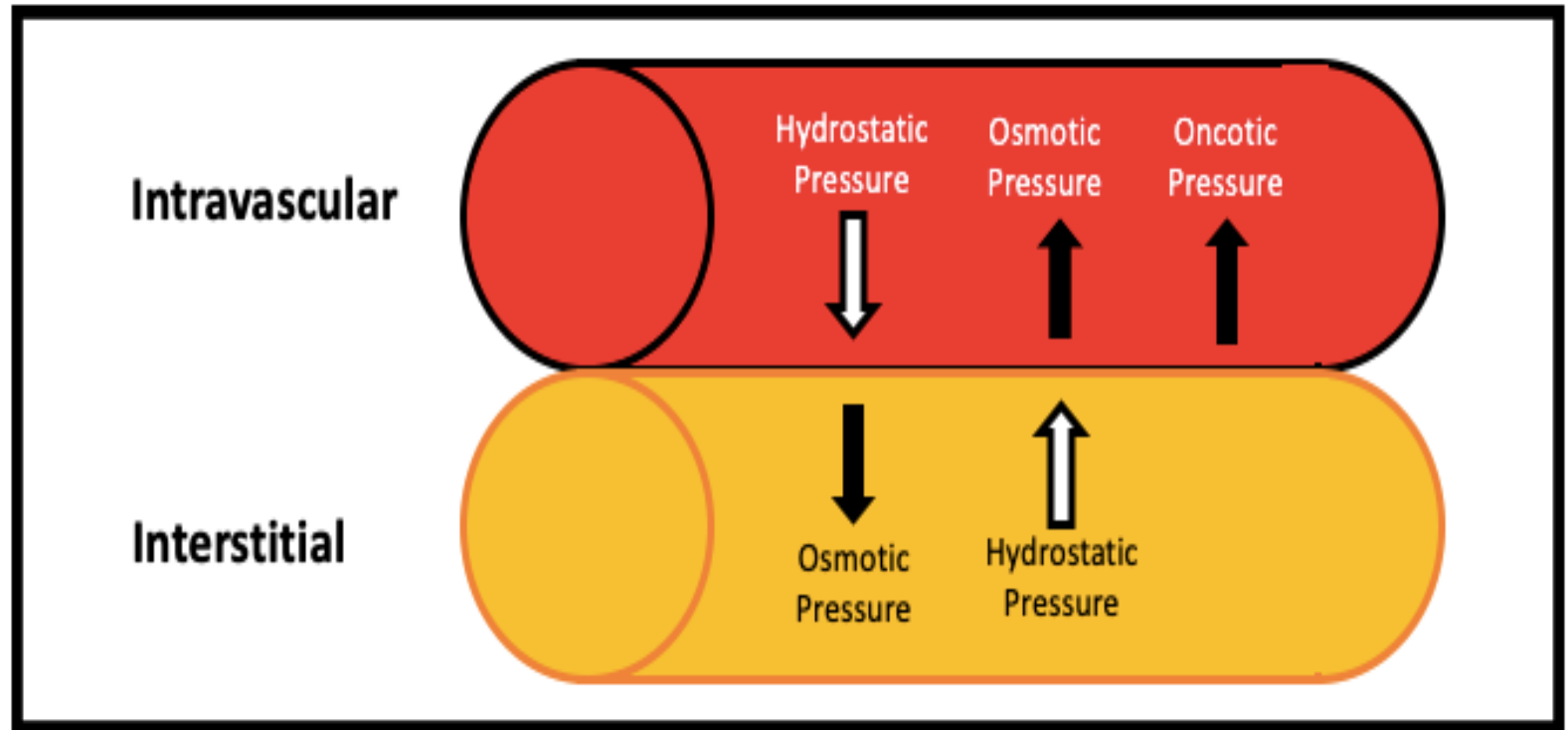
- សម្ពាធ Oncotic ឬ Colloid osmotic-pressure គឺជាប្រភេទនៃសម្ពាធ osmotic ដែលបណ្តាលមកពីប្រភេទអ៊ីនត្រាស្ទា ជាពិសេសអាល់ប៊ុយមីន នៅក្នុងប្លាស្មាបស់សរសៃឈាម (ឬវត្ថុធាតុរាវក្នុងរាងកាយផ្សេងទៀតដូចជាឈាម និងកូនកណ្តុរ) ដែលបណ្តាលឱ្យមានការទាញសារធាតុរាវត្រឡប់ទៅក្នុងប្លាស្មាវិញ capillary។
- Oncotic pressure, or colloid osmotic-pressure, is a type of osmotic pressure induced by the plasma proteins, notably albumin, in a blood vessel's plasma (or any other body fluid such as blood and lymph) that causes a pull on fluid back into the capillary.

សង្ខេប Oncotic pressure



សង្ខេប Oncotic pressure





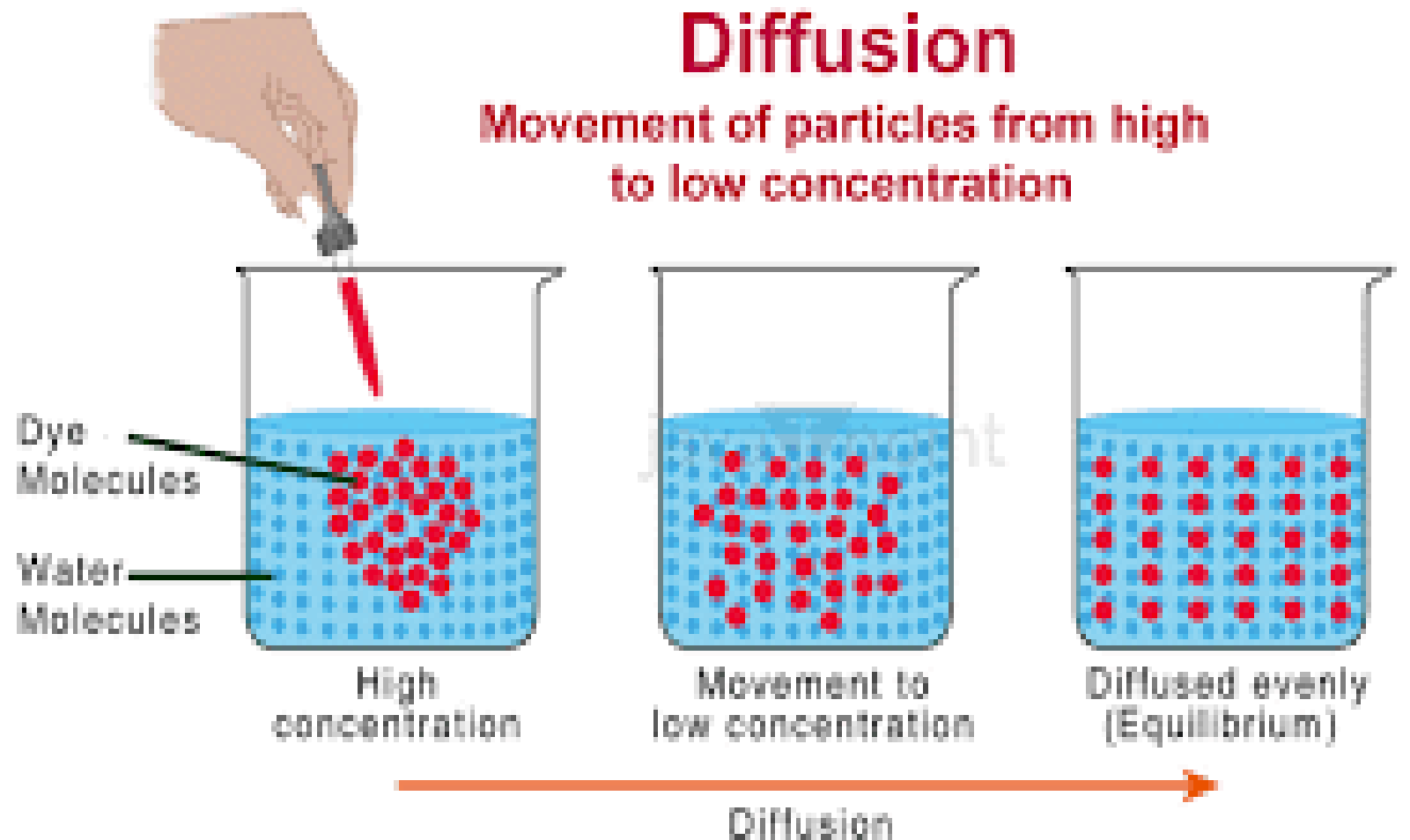
សម្ពាធសាយភាយ

Diffusion pressure

- សម្ពាធដែលបញ្ចេញដោយម៉ូលេគុល ឬអ៊ីយ៉ុងក្នុងអំឡុងពេលដំណើរការសាយភាយរបស់វា (ពីកំហាប់ខ្ពស់ទៅកំហាប់ទាប)។
- នៅពេលដែលកោសិកាមួយត្រូវបានដាក់ក្នុងសូលុយស្យុងអ៊ីប៉ូតូនិក ទឹកនឹងសាយភាយចូលទៅក្នុងកោសិកាដែលបណ្តាលឱ្យcytoplasmបង្កើតសម្ពាធប្រឆាំងនឹងជញ្ជាំងនៃកោសិកា
- The pressure exerted by molecules or ions during their diffusion process (from high concentration to lower concentration)
- When a cell is placed in hypotonic solution, water diffuses into the cell causing the cytoplasm to build up pressure against the wall of the cell.

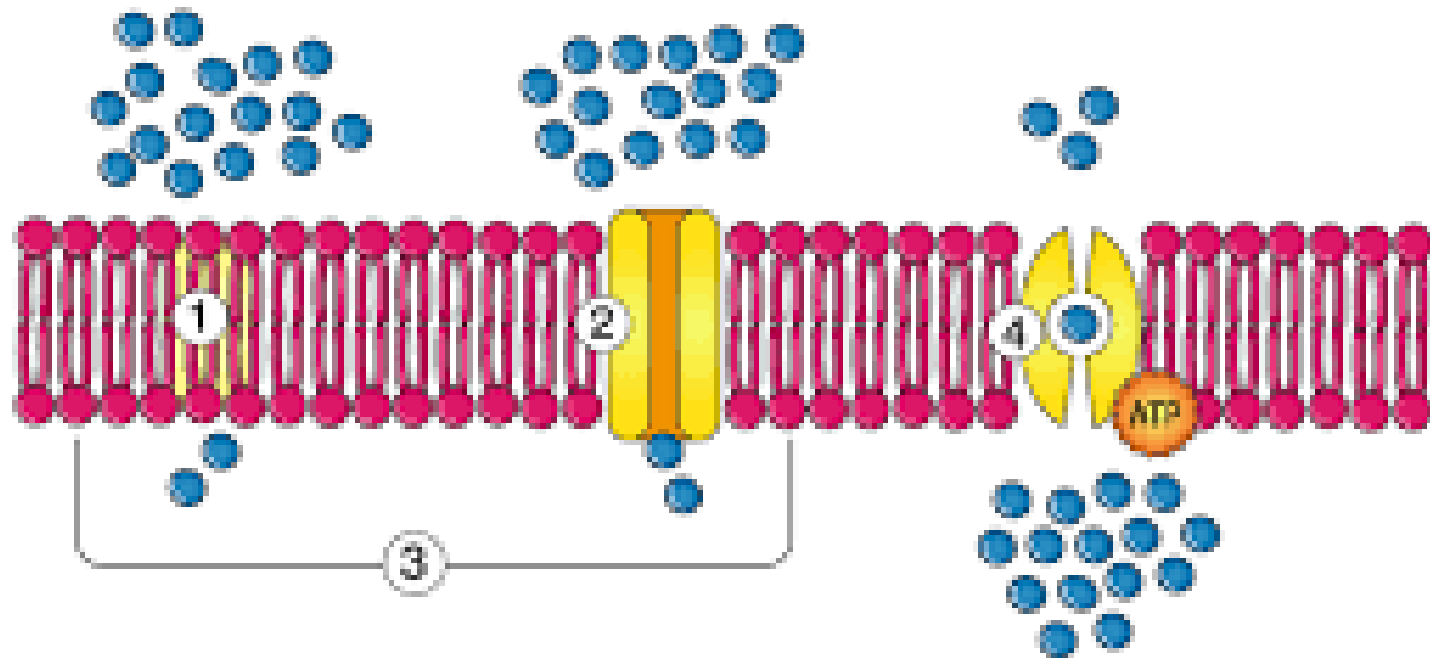
Diffusion

Movement of particles from high to low concentration



javaTpoint

DIFFUSION: MEANS OF TRANSPORT



1 Diffusion

2 Facilitated diffusion

3 Passive transport

4 Active transport

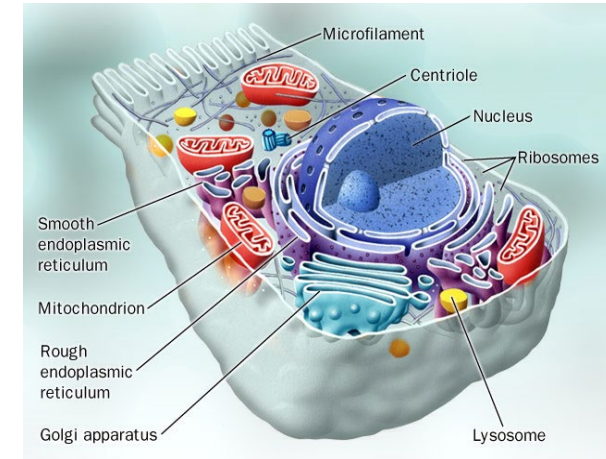
© Byju's.com



Diffusion

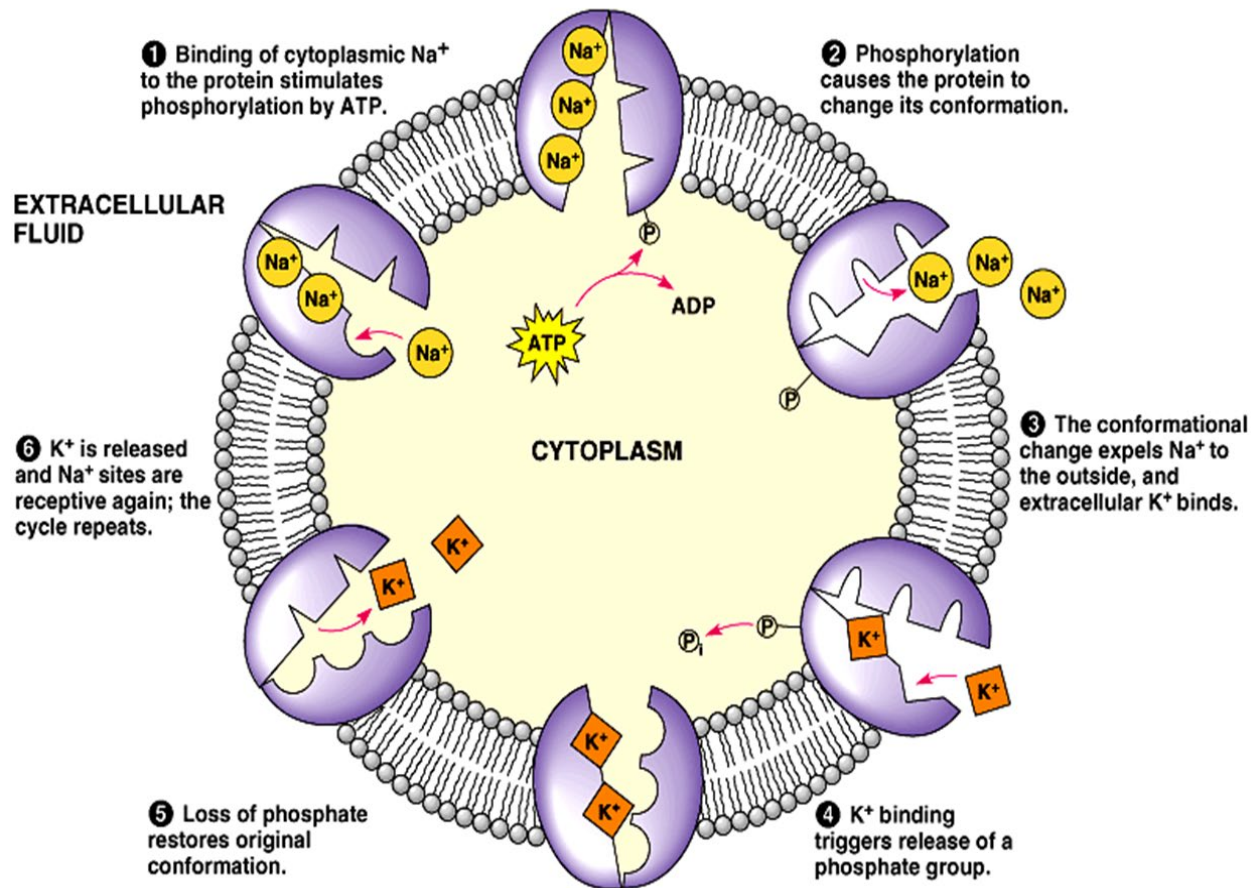
Transport of cell membrane

- ធ្វើការរំលាយអាហារបែបមេតាប៉ូលីសៈកាតាប៉ូលីស-អាណាប៉ូលីស ។
 - បង្កើត និងផលិតថាមពលសម្រាប់ការប្រើប្រាស់ក្នុងការដឹកជញ្ជូនសារធាតុនានារបស់កោសិកា
 - ធ្វើការបំប្លែងសារធាតុនានាដើម្បីកោសិការស់រានមានជីវិត
- ដោយប្រព្រឹត្តទៅតាមបែប៣យ៉ាង៖



- ការសាយភាយទៅក្នុងកោសិកា ដោយមិនប្រើប្រាស់ថាមពល(អកម្ម) Passive
- ការបំប្លែងស្រូបតាមបែបការប្រើប្រាស់ថាមពល (សកម្ម) Active
- ការរំលាយចូលក្នុងស៊ីតូប្លាស្ទតាមបែបEndocytosis

Active and Passive transport



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

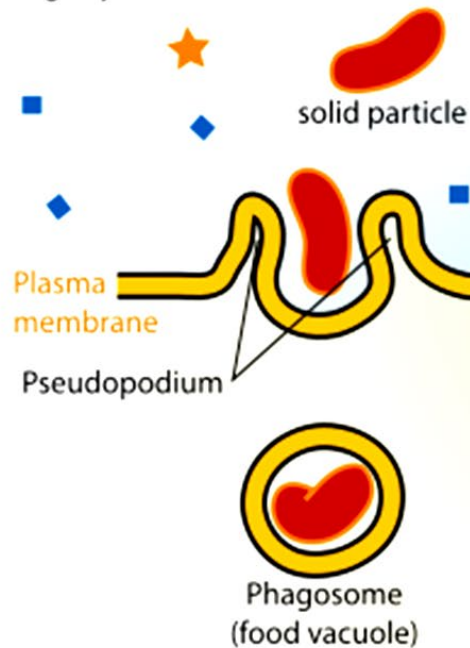
Endocytosis

- Endocytosis គឺជាដំណើរការនៃការចាប់យកសារធាតុ ឬភាគល្អិតចេញពីខាងក្រៅកោសិកា ដោយខ្ចប់វាជាមួយនឹងភ្ជាសកោសិកា ហើយនាំវាចូលទៅក្នុងកោសិកា។
- Endocytosis is the process of capturing a substance or particle from outside the cell by engulfing it with the cell membrane, and bringing it into the cell.

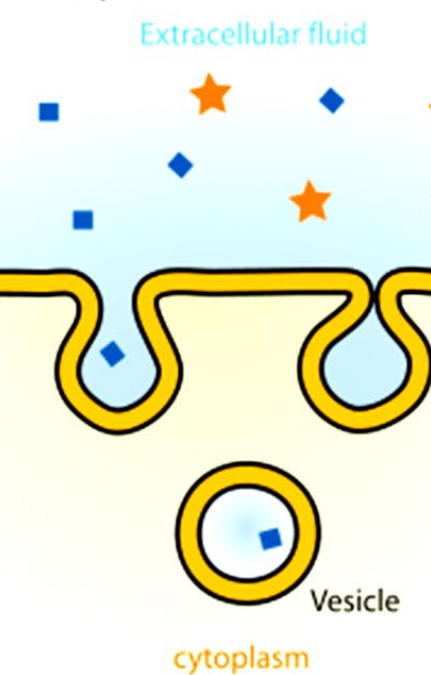
Endocytosis

Endocytosis

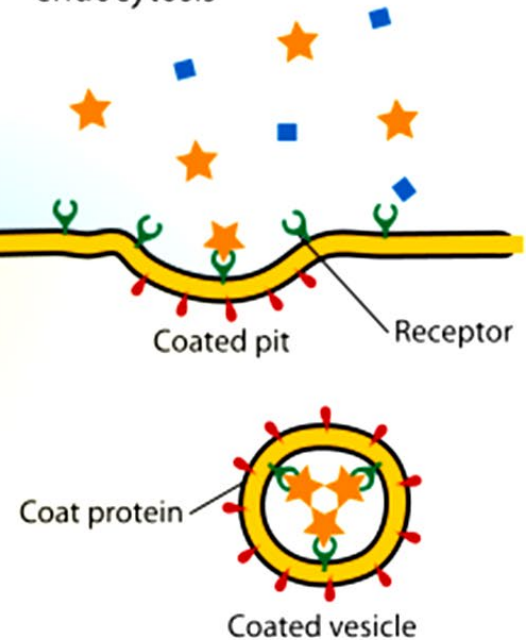
Phagocytosis



Pinocytosis

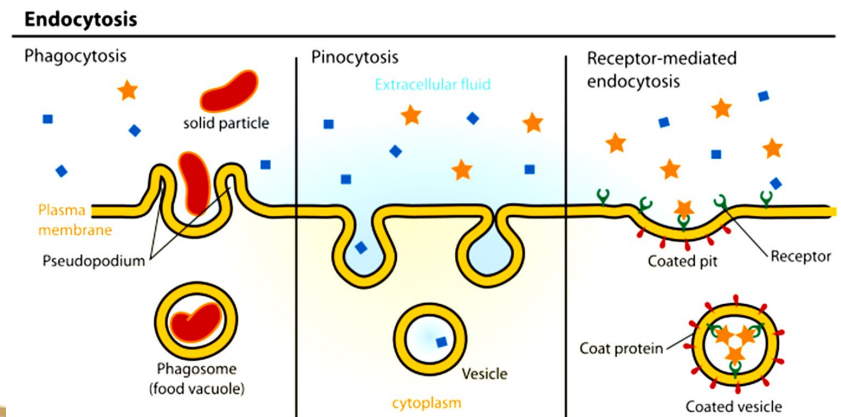


Receptor-mediated endocytosis

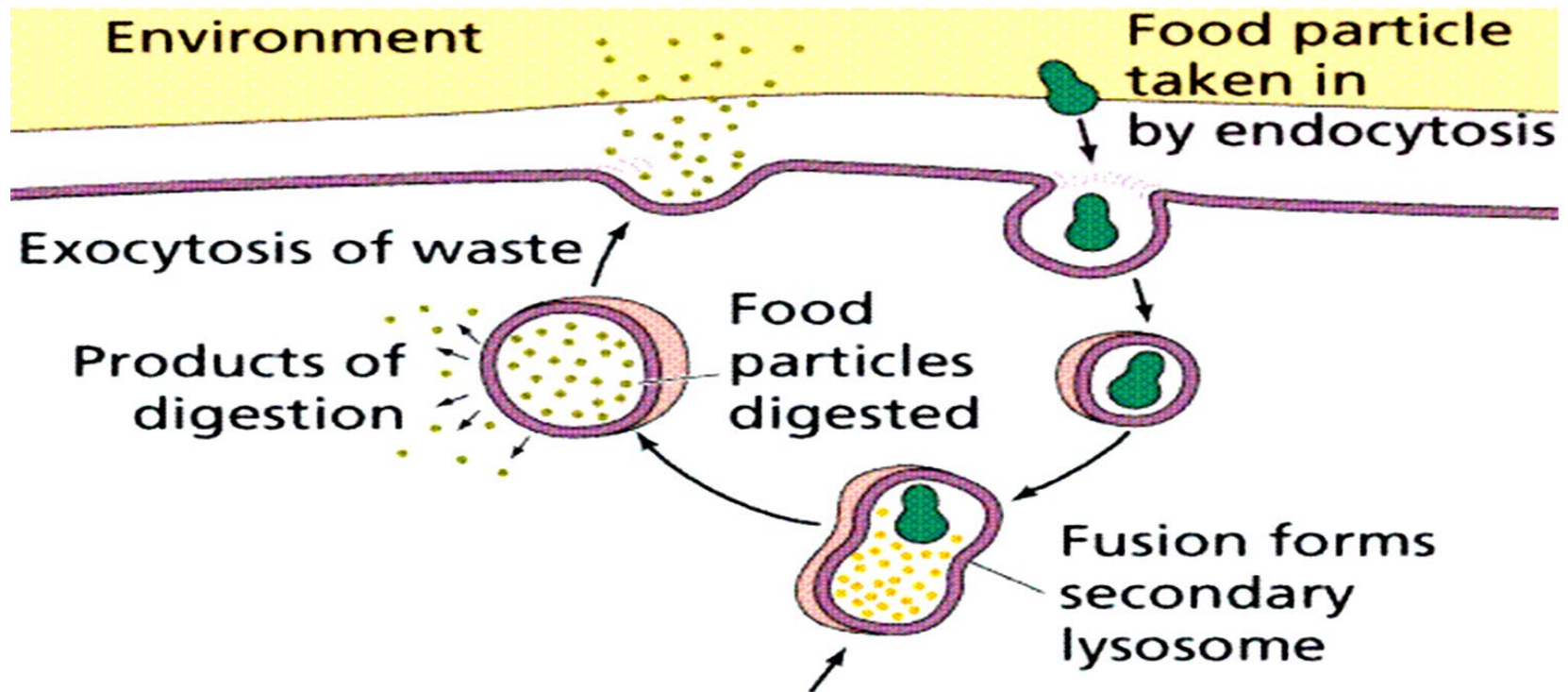


Exocytosis

- Exocytosis ពិពណ៌នាអំពីដំណើរការនៃ vesicles បញ្ចូលគ្នាជាមួយភ្នាសប្រាសា និងបញ្ចេញមាតិការបស់វាទៅខាងក្រៅកោសិកា
- Exocytosis describes the process of vesicles fusing with the plasma membrane and releasing their contents to the outside of the cell.

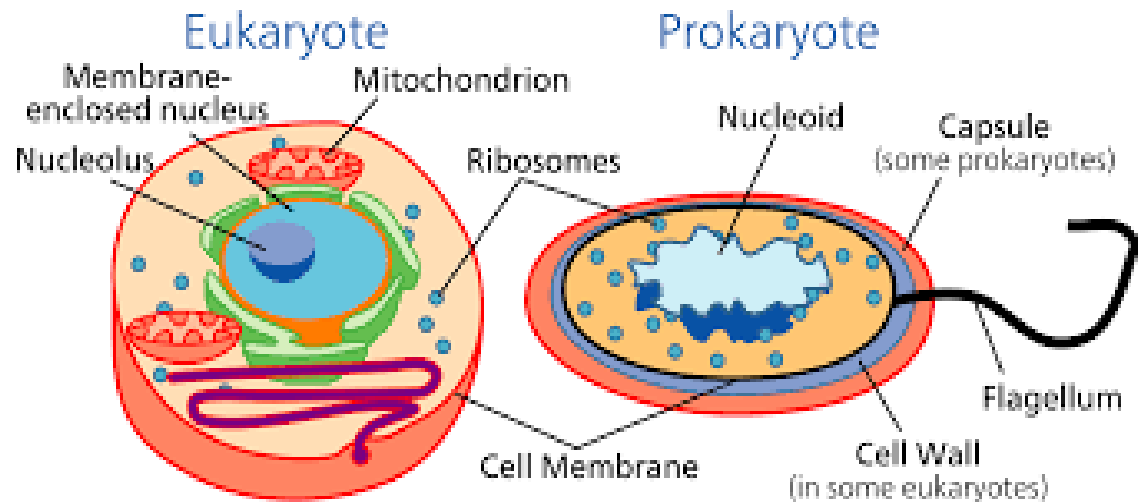


Exocytosis



Types of Cell

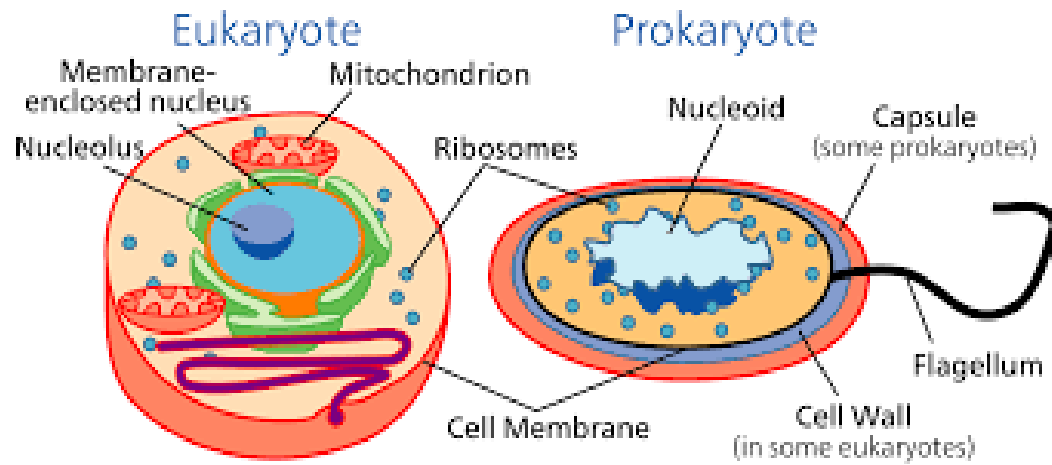
- 1. Prokaryotic Cells** – Simple cells without a nucleus (e.g., bacteria).
- 2. Eukaryotic Cells** – Complex cells with a nucleus and organelles (e.g., plant and animal cells).



Types of cell

1-Eukaryotic cell គឺជាតំណក់កាលដែលកោសិកាបង្ហាញចេញនៅណ្វៃយ៉ូច្បាស់ លាស់ដែលស្រោបដោយស្រទាប់មួយ និងបែងចែកដាច់ពីស៊ីតូផ្លាស់ ។

2- Prokaryotic cell ជាតំណក់កាលដែលកោសិកាមិនបង្ហាញចេញនៅណ្វៃយ៉ូ មិនបែងចែកដាច់ ពីស្រទាប់ណាមួយច្បាស់លាស់។



Key Characteristics of Bacteria

- **Cell Structure:** Bacteria have a **cell wall**, **plasma membrane**, **cytoplasm**, and **ribosomes** but no nucleus.
- **Shapes:** They come in different forms, including **coccus** (spherical), **bacillus** (rod-shaped), and **spirillum** (spiral-shaped).
- **Reproduction:** Bacteria reproduce **asexually** through **binary fission**, where one cell splits into two identical cells.
- **Metabolism:** Some bacteria are **autotrophic** (produce their own food), while others are **heterotrophic** (consume organic material).
- **Role in Nature:** Bacteria play a vital role in **nutrient cycling**, **decomposition**, and **nitrogen fixation**.

Key Characteristics of Bacteria

Beneficial vs. Harmful Bacteria:

- **Beneficial Bacteria:** Some bacteria help with digestion, vitamin production, and immune system support (e.g., *Lactobacillus* in yogurt).
- **Harmful Bacteria:** Some bacteria cause diseases like tuberculosis, cholera, and strep throat (e.g., *Streptococcus* and *Escherichia coli*).

Key Characteristics of a Virus

Structure of a Virus:

- **Genetic Material** – Either **DNA or RNA**, which carries the instructions for replication.
- **Capsid** – A protective protein shell that encases the genetic material.
- **Envelope (Optional)** – Some viruses have an outer lipid membrane derived from the host cell, helping them evade immune defenses.

Key Characteristics of a Virus

How Viruses Work:

1. **Attachment** – The virus binds to a specific receptor on a host cell.
2. **Entry** – The virus injects its genetic material or enters the cell entirely.
3. **Replication** – The host cell machinery is hijacked to produce viral components.
4. **Assembly** – New virus particles are assembled inside the host.
5. **Release** – The new viruses exit the host cell, often destroying it in the process.

Key Characteristics of a Virus

Types of Viruses:

- **DNA Viruses** – Examples include **Herpesvirus** and **Adenovirus**.
- **RNA Viruses** – Examples include **Influenza virus** and **Coronavirus**.
- **Retroviruses** – Such as **HIV**, which integrates into the host genome.



Reference

- AI, Copilot, 2025
- Barbara KOZIER et al.(2004). Fundamental of Nursing, Concepts Process and Practice 7th Edition Pearson Education LTD New Jersey.
- Essential of Anatomy and Physiology, 4th edition, 2002, by Rod R..Seeley, Trent D. Stephens, and Philip Tate, page 519-549
- Shier, Butler and Lewis, 11th edition, Hole's Human, Anatomy and Physiology,The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Elaine N. MARIES Guy Laurendeau ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE HUMAINE
- Dr. M. LACOMBE Précis d'Anatomie et Physiologie humaine
- B. SEGUY Atlas d'anatomie et de physiologie
- Website: WWW.Who.Int
- www.Slideshare.net
- Medically reviewed by [Debra Sullivan, Ph.D., MSN, R.N., CNE, COI](#), Written by [Diana Wells](#), Updated on October 6, 2018

*Thank
you*

