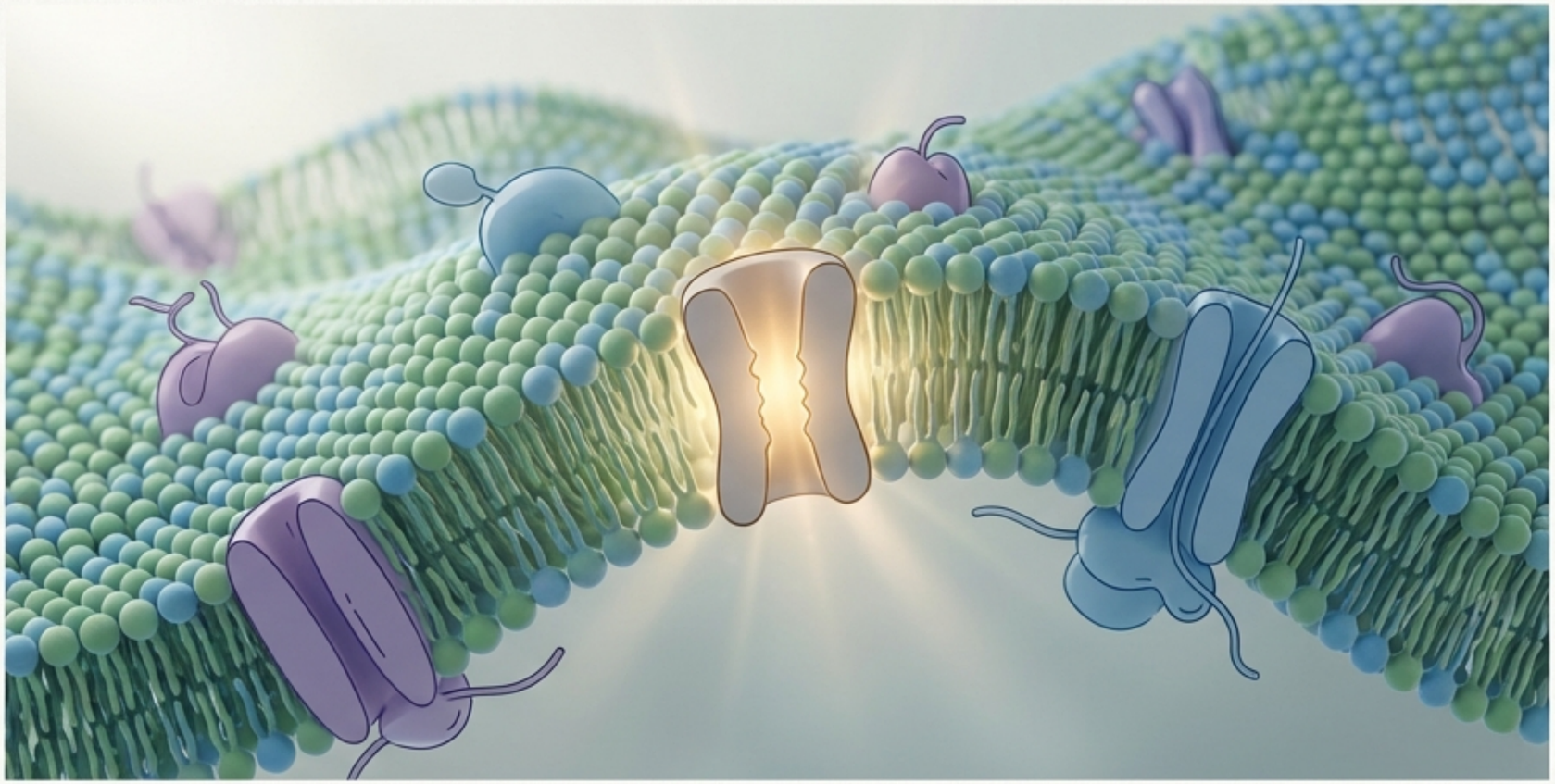
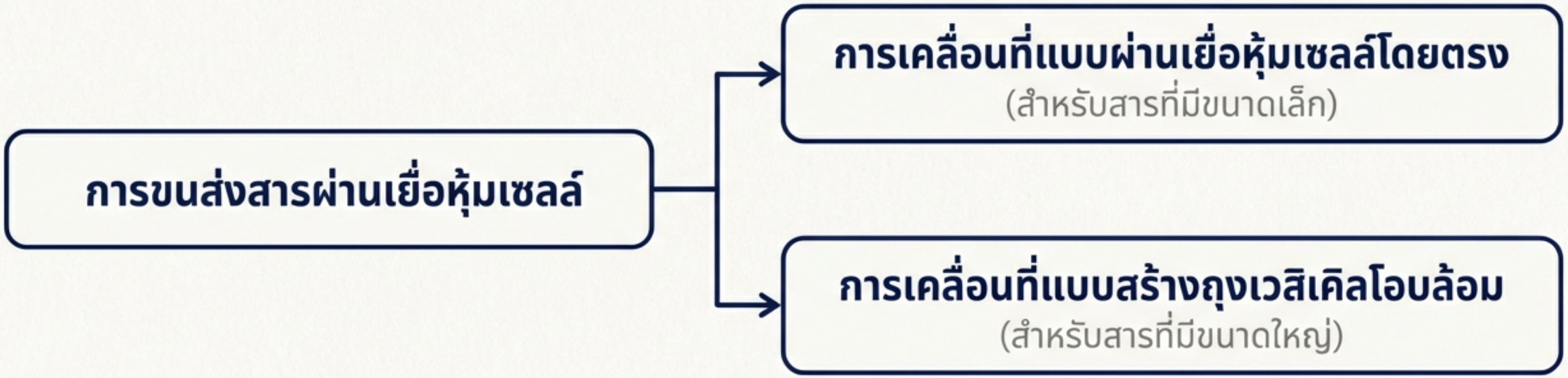
การขนส่งสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์

คู่มือฉบับสมบูรณ์สู่ประตูเข้าออกของเซลล์



NotebookLM

เซลล์ควบคุมการเข้าออกของสารได้อย่างไร?



การขนส่งสารมี 2 รูปแบบหลัก ขึ้นอยู่กับขนาดของโมเลกุล และวิธีการที่สารใช้ข้ามผ่านเยื่อหุ้มเซลล์

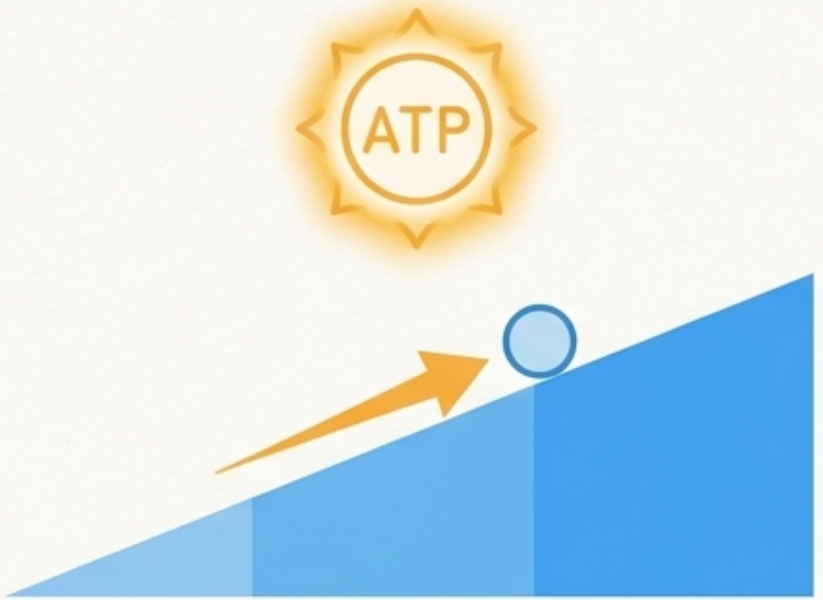
NotebookLM

เส้นทางที่ 1: ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยตรง - คำถามสำคัญคือ "ใช้พลังงานหรือไม่?"

แบบไม่ใช้พลังงาน (Passive Transport)

สารเคลื่อนที่จาก **ความเข้มข้นสูง** ไป **ความเข้มข้นต่ำ**

แบบใช้พลังงาน (Active Transport)



สารเคลื่อนที่จาก **ความเข้มข้นต่ำ** ไป **ความเข้มข้นสูง**

NotebookLM

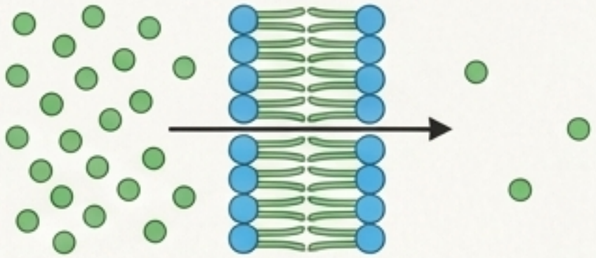
Passive Transport: การแพร่ (Diffusion) - การเคลื่อนที่ตามธรรมชาติ

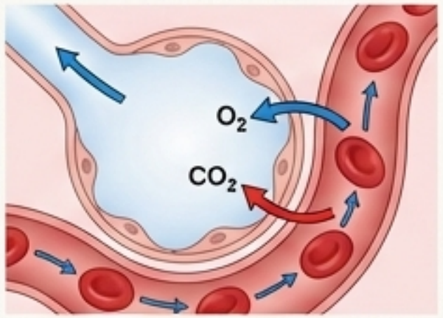
การเคลื่อนที่ของอนุภาคสารจากบริเวณที่มีความหนาแน่นสูงไปยังบริเวณที่มีความหนาแน่นต่ำ
โดยอาศัยพลังงานจลน์ของสารเอง (Key Word: สารมากไปสารน้อย)

เคยออกข้อสอบเอนท์นะ

การแพร่แบบธรรมดา (Simple Diffusion)

ไม่ต้องอาศัยโปรตีนตัวพา สารเคลื่อนที่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้โดยตรง

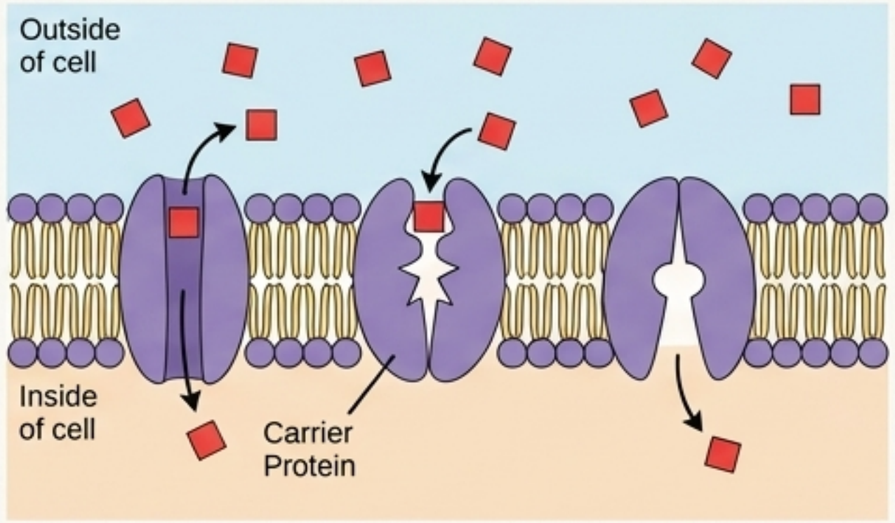




การแพร่ของแก๊สในปอด (O_2 และ CO_2), การได้กลิ่นน้ำหอม

การแพร่แบบอาศัยตัวพา (Facilitated Diffusion)

ต้องอาศัยโปรตีนตัวพา (Carrier Protein) ที่ทำหน้าที่เหมือน "ประตู"



อัตราการแพร่เร็วกว่าแบบธรรมดา เกิดในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเท่านั้น

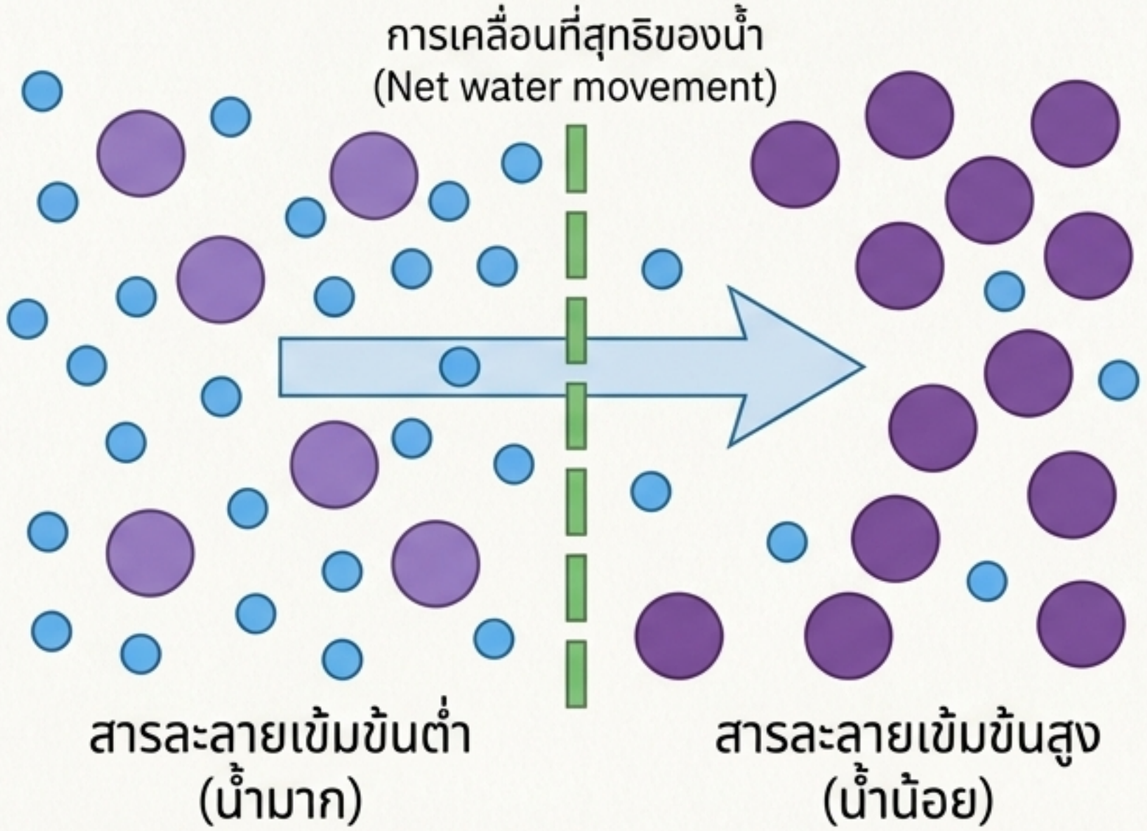
การลำเลียงสารที่เซลล์ดับและเซลล์บุผิวลำไส้เล็ก

NotebookLM

Passive Transport: ออสโมซิส (Osmosis) - กฎพิเศษสำหรับการเคลื่อนที่ของน้ำ

การเคลื่อนที่ของตัวทำละลาย (น้ำ) ผ่านเยื่อเลือกผ่าน จากสารละลายที่เข้มข้นต่ำ (น้ำมาก) ไปยังสารละลายที่เข้มข้นสูง (น้ำน้อย)

จำง่ายๆ: **น้ำมาก ไป น้ำน้อย และต้องผ่านเยื่อเลือกผ่านเสมอ**



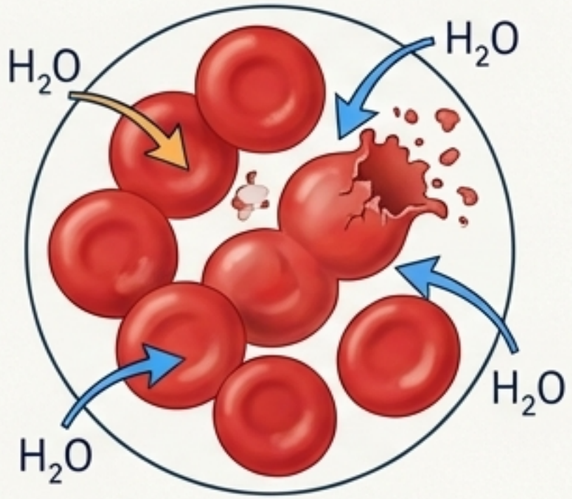
แรงดันออสโมติก (Osmotic pressure):
แรงดันที่ต้านการเคลื่อนที่ของน้ำ (#757575)

แรงดันเต่ง (Turgor pressure):
แรงดันภายในเซลล์ที่เกิดจากน้ำออสโมซิสเข้าไป (#757575)

NotebookLM

ผลของออสโมซิสต่อเซลล์: สภาพของเซลล์เม็ดเลือดแดงในสารละลายที่ต่างกัน

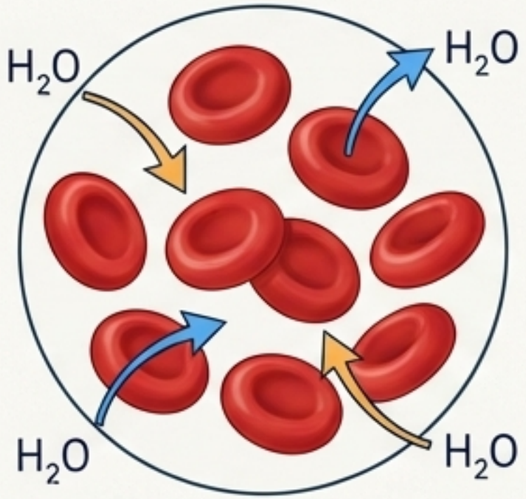
Hypotonic Solution (สารละลายไฮโพโทนิก)



ความเข้มข้นนอกเซลล์ต่ำ (น้ำมาก) → น้ำเข้าเซลล์

เซลล์เต่งและแตก
(Plasmoptysis / Haemolysis)

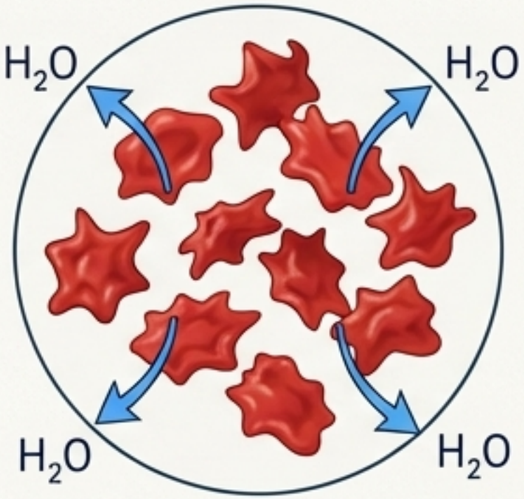
Isotonic Solution (สารละลายไอโซโทนิก)



ความเข้มข้นนอกเซลล์ = ในเซลล์

สมดุล, เซลล์ไม่เปลี่ยนรูปร่าง
(เช่น น้ำเกลือ 0.85% สำหรับเซลล์เม็ดเลือดแดง)

Hypertonic Solution (สารละลายไฮเพอร์โทนิก)

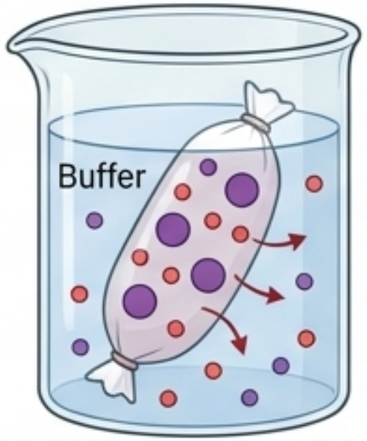
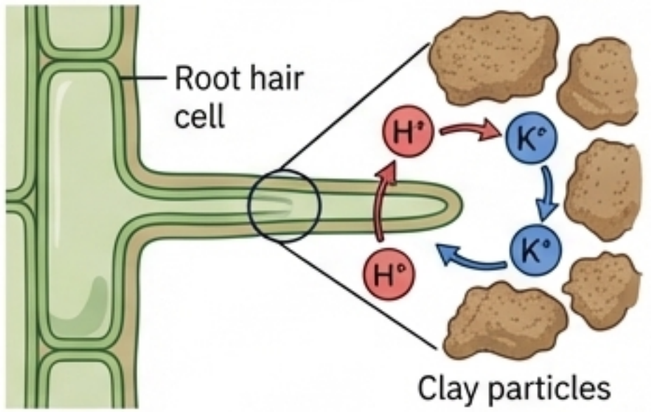


ความเข้มข้นนอกเซลล์สูง (น้ำน้อย) → น้ำออกจากเซลล์

เซลล์เหี่ยว
(Plasmolysis)

NotebookLM

รูปแบบอื่นๆ ของ Passive Transport

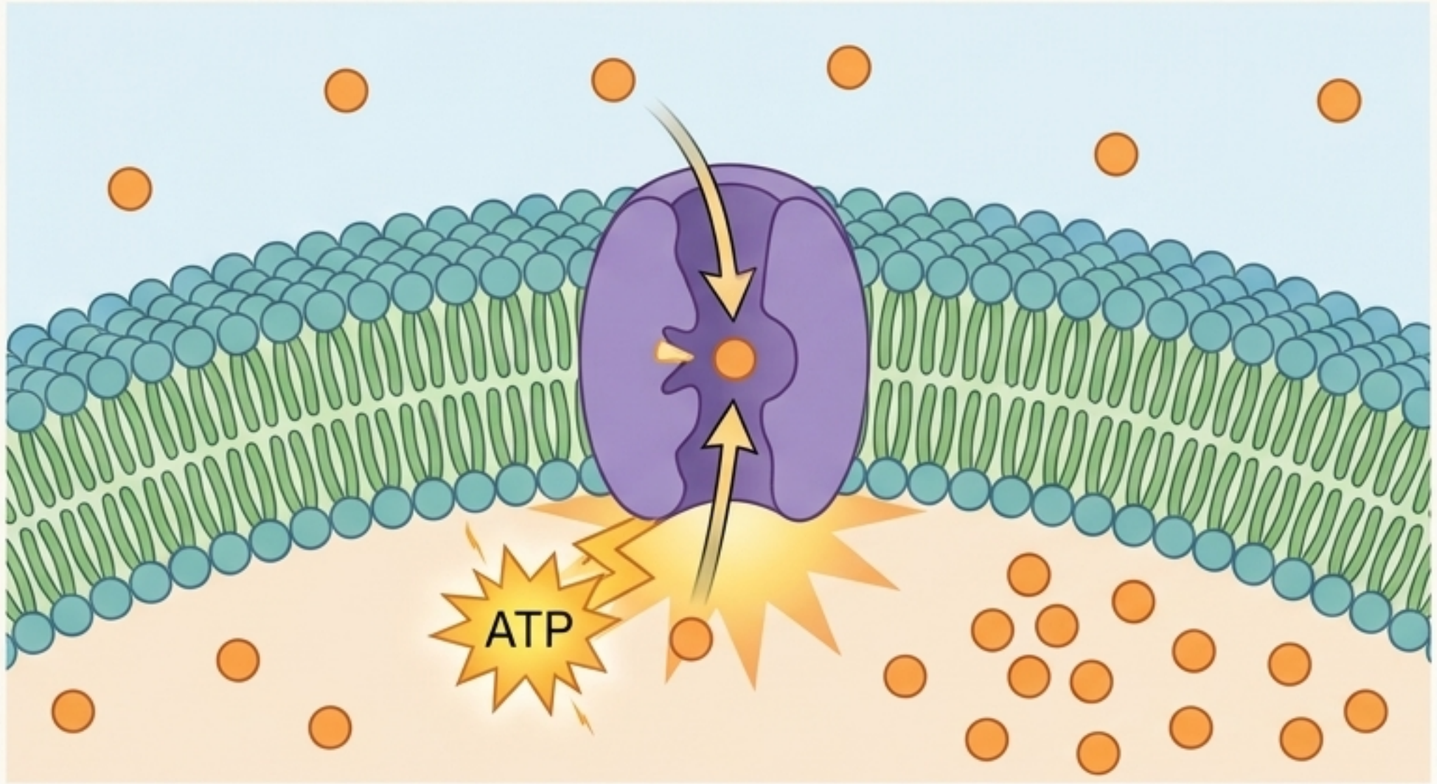
ไดอะไลซิส (Dialysis)	อิมบิบิชั่น (Imbibition)	3 การแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange)
		
การแพร่ของ ‘ตัวถูกละลาย’ ผ่านเยื่อเลือกผ่าน (สารมาก → สารน้อย + ผ่านเยื่อ)	การดูดน้ำของวัตถุที่มีความชื้นต่ำ ตัวอย่าง: เมล็ดพืชแห้งดูดน้ำเพื่อการงอก	การแลกเปลี่ยนชนิดของไอออน แต่ปริมาณไอออนรวมคงเดิม ตัวอย่าง: การแลกเปลี่ยนไอออนที่รากพืช

IBM Plex Sans Thai Regular

NotebookLM

Active Transport: การขนส่งแบบ "ฝืนธรรมชาติ" ที่ต้องใช้พลังงาน

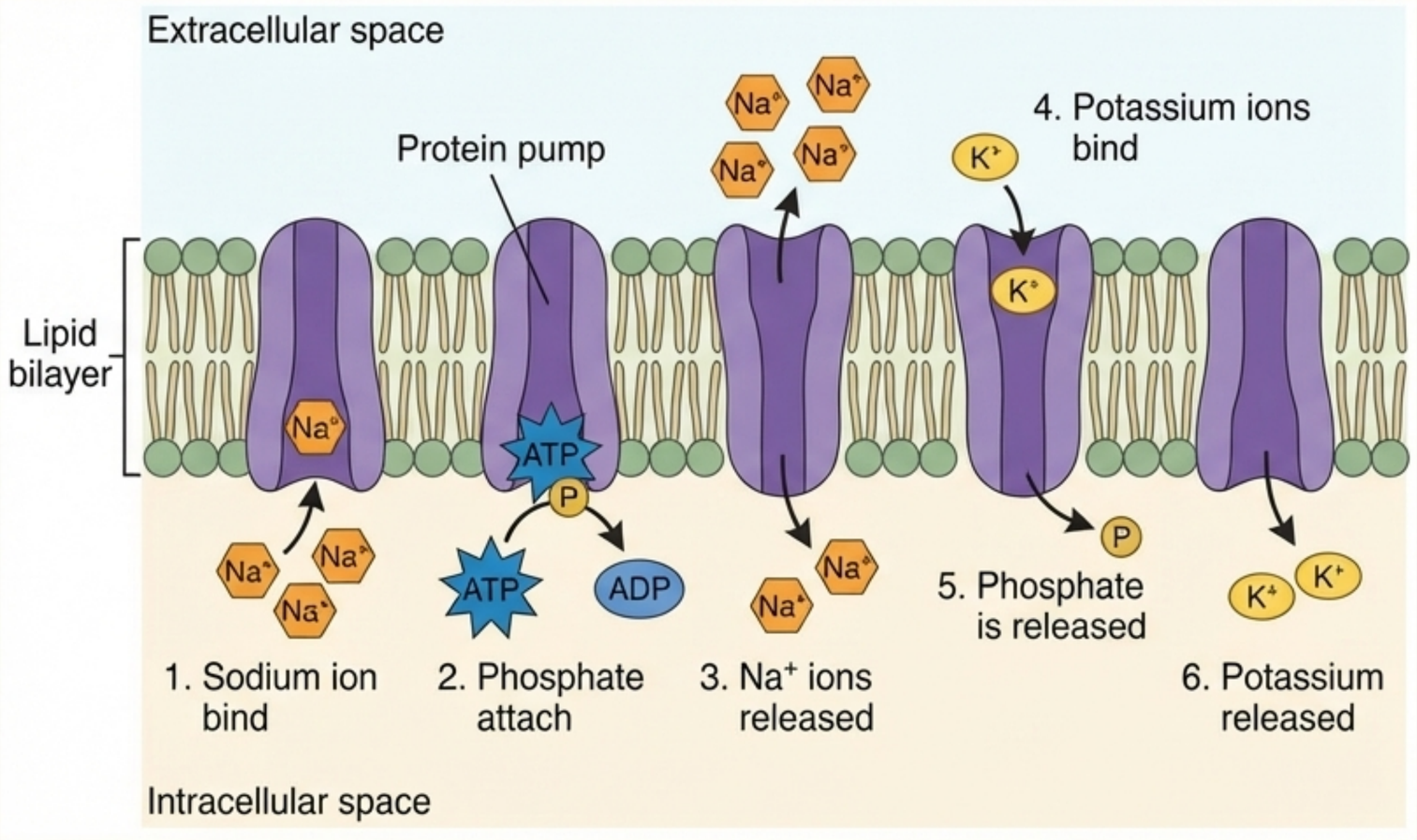
การเคลื่อนที่ของสารจากบริเวณที่มีความหนาแน่นของสาร **น้อย** ไปยังบริเวณที่มีความหนาแน่น **มาก** โดยอาศัยพลังงาน ATP จากเซลล์



- โปรตีนตัวพา (Carrier Protein)
- เอนไซม์ (Enzyme)
- พลังงาน ATP จากเซลล์

NotebookLM

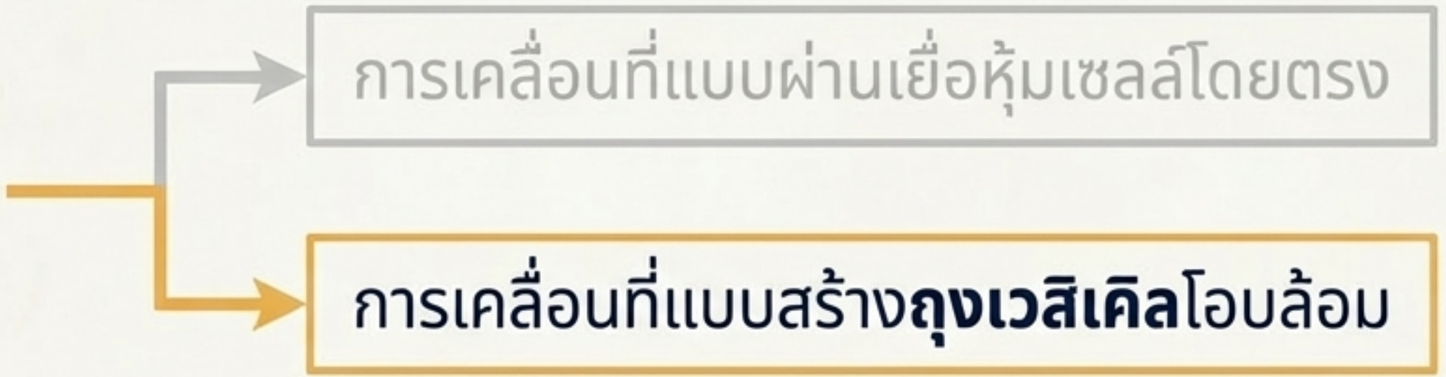
ตัวอย่างสำคัญของ Active Transport ในสิ่งมีชีวิต



- Na^+-K^+ pump ที่เซลล์ประสาท
- การดูดซึมอาหารที่ลำไส้เล็ก
- การดูดสารที่มีประโยชน์กลับที่ท่อหน่วยไต
- การดูดเกลือแร่ที่รากของพืช
- การขับเกลือแร่ที่เหงือกของปลาทะเล
- การดูดเกลือแร่ที่เหงือกของปลาน้ำจืด

NotebookLM

เส้นทางที่ 2: การขนส่งสารขนาดใหญ่โดยการสร้างถุงเวสิเคิล



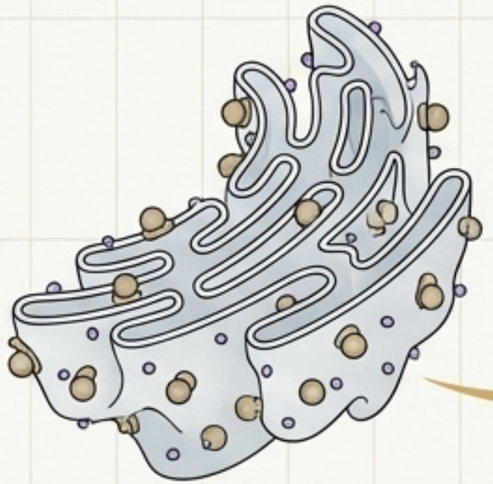
- สำหรับสารที่มี**ขนาดใหญ่**เกินกว่าจะผ่านช่องโปรตีนได้
- อาศัยการ "โอบล้อม" ของเยื่อหุ้มเซลล์
- ต้องใช้พลังงาน ATP ทุกกรณี

Exocytosis: การลำเลียงสารออกนอกเซลล์
Endocytosis: การลำเลียงสารเข้าสู่เซลล์

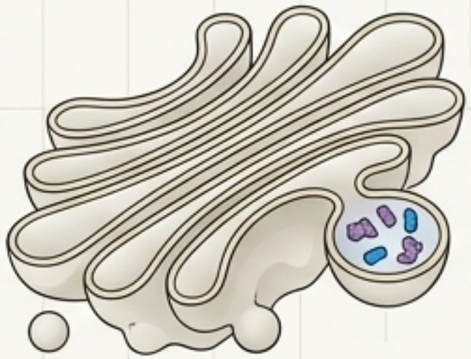
NotebookLM

Exocytosis: การ "ส่งออก" สารขนาดใหญ่ออกจากเซลล์

Etymology: (Exo = Out, Cyto = Cell)
Secondary: IBM Plex Sans Thai Regular

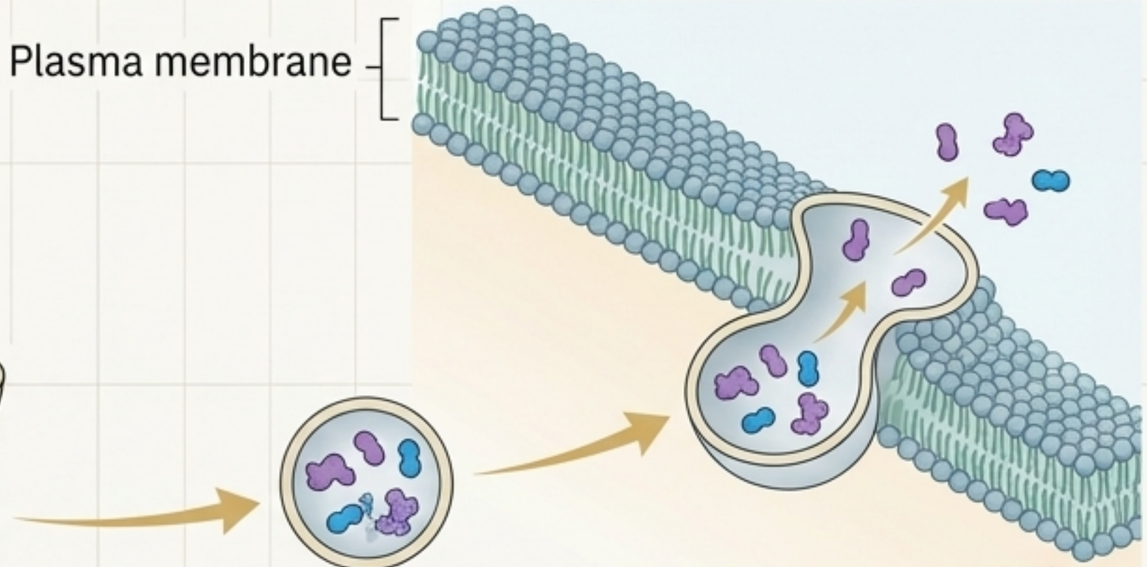


1. โปรตีนถูกสร้างที่ RER และส่งไปยัง Golgi body



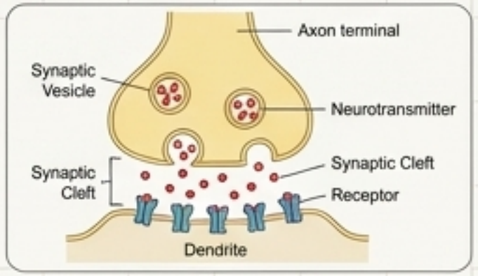
2. Golgi body บรรจุสารลงในถุง (Secretory Vesicle)

3. Vesicle เคลื่อนที่ไปยังเยื่อหุ้มเซลล์



4. Vesicle รวมตัวกับเยื่อหุ้มเซลล์และปล่อยสารออกไปนอกเซลล์ (Membrane Fusion)

Key Examples:
การหลั่งฮอร์โมน, สารสื่อประสาท (Neurotransmitters), เอนไซม์

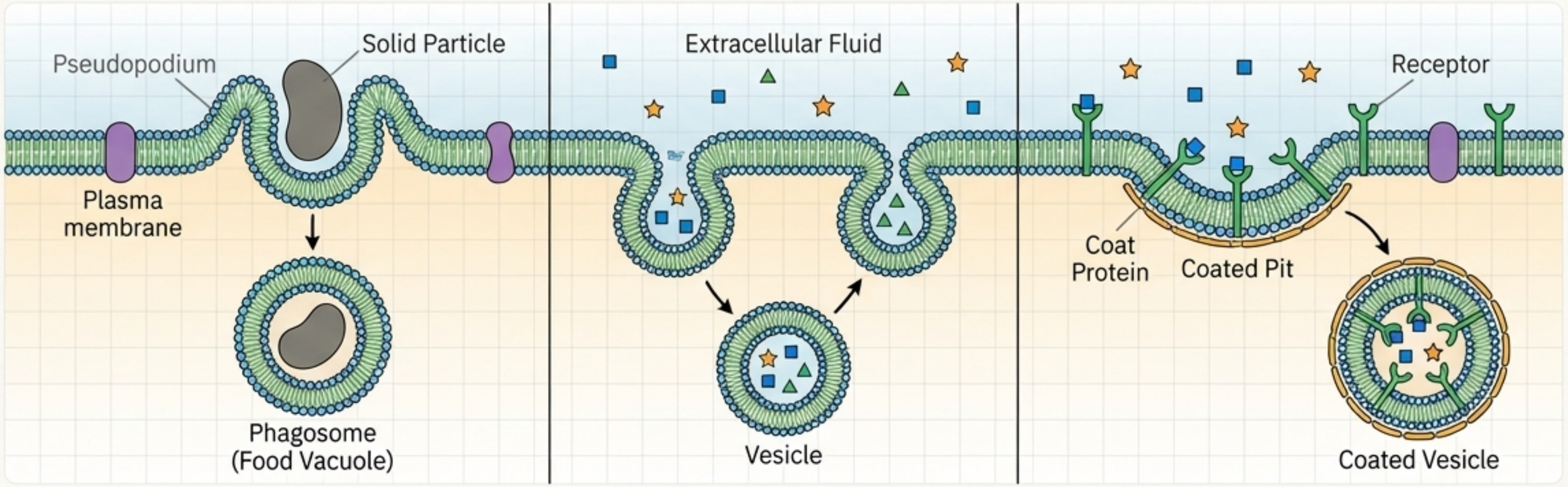


NotebookLM

Endocytosis: การ "นำเข้า" สารขนาดใหญ่สู่เซลล์

(Endo = In, Cyto = Cell)

กระบวนการที่เยื่อหุ้มเซลว้าหรือยื่นออกไปโอบล้อมสารจากภายนอก
แล้วนำเข้ามาภายในเซลล์ในรูปของเวสิเคิล



1. Phagocytosis (การกินของเซลล์)

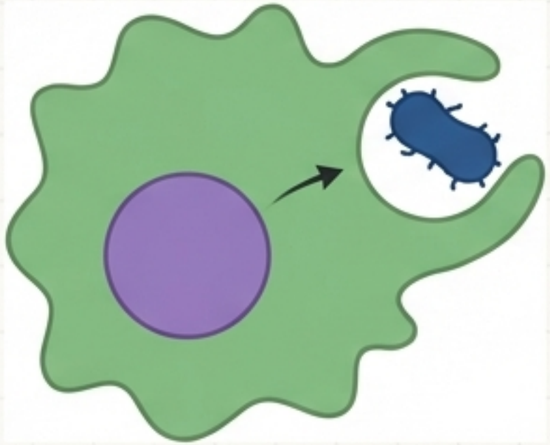
2. Pinocytosis (การดื่มของเซลล์)

3. Receptor-Mediated Endocytosis (การนำเข้าแบบอาศัยตัวรับ)

NotebookLM

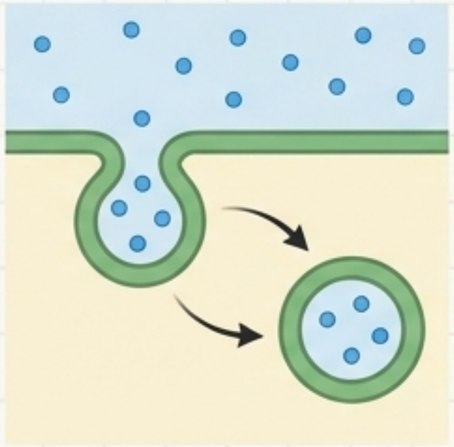
3 รูปแบบของการนำสารเข้าสู่เซลล์ (Endocytosis)

Phagocytosis (Cell Eating)



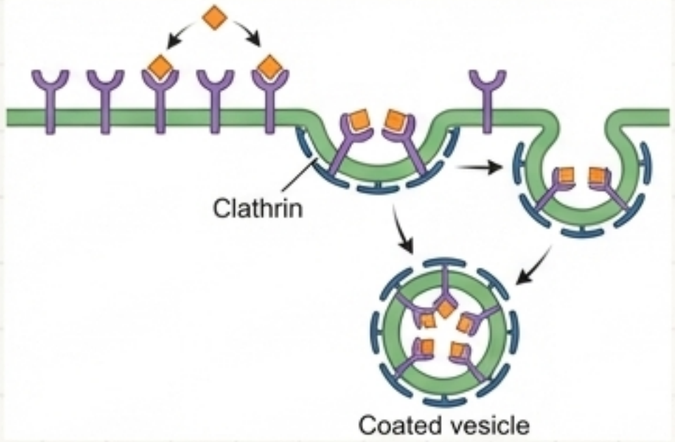
สิ่งที่นำเข้า : ของแข็ง (Solid particles) เช่น แบคทีเรีย, เศษเซลล์
กลไก : เยื่อหุ้มเซลล์ยื่นออกไปเป็น **เท้าเทียม (Pseudopodium)** โอบล้อม
ตัวอย่าง : เม็ดเลือดขาวจับกินเชื้อโรค, อะมีบากินอาหาร

Pinocytosis (Cell Drinking)



สิ่งที่นำเข้า : ของเหลว (Liquids) และสารละลาย
กลไก : เยื่อหุ้มเซลล์ **เว้าเข้า** มาเป็นร่องเล็กๆ
ตัวอย่าง : การดูดซึมไขมันที่ลำไส้เล็ก, การดูดสารกลับที่ท่อหน่วยไต

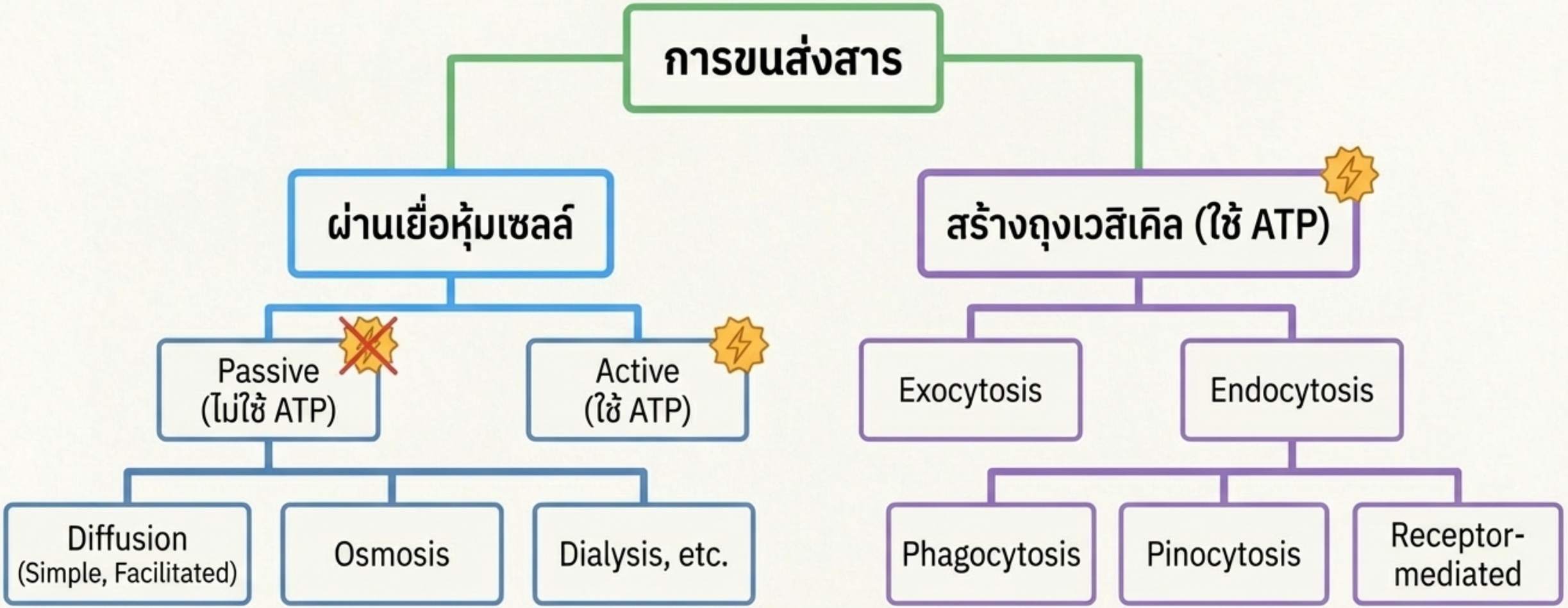
Receptor-Mediated Endocytosis



สิ่งที่นำเข้า : สารที่มีความจำเพาะ (Specific molecules)
กลไก : สารจับกับ **ตัวรับจำเพาะ (Specific Receptor)** บนเยื่อหุ้มเซลล์ก่อนการนำเข้า
ตัวอย่าง : การนำเข้า Cholesterol (LDL), Insulin, ฮอร์โมนต่างๆ

NotebookLM

แผนที่ฉบับสมบูรณ์: การขนส่งสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์



จากภาพรวมจะเห็นว่าการขนส่งทุกรูปแบบล้วนเป็นกลไกที่ซับซ้อนและมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการทำงานของเซลล์

NotebookLM

สรุปปัจจัยสำคัญและหลักการที่ต้องจำ

หลักการสำคัญ (Key Principles)

- **Passive Transport**: เคลื่อนที่ตามความเข้มข้น (สูง → ต่ำ), **ไม่ใช้ ATP**
- **Active Transport**: เคลื่อนที่ทวนความเข้มข้น (ต่ำ → สูง), **ต้องใช้ ATP และโปรตีนตัวพา**
- **Osmosis**: การเคลื่อนที่ของน้ำผ่านเยื่อเลือกผ่านเสมอ
- **Bulk Transport**: สำหรับ**สารขนาดใหญ่**, ใช้ **ใช้ ATP** เสมอ

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการแพร่ (Factors Affecting Diffusion Rate)

- ความแตกต่างของความเข้มข้น

- อุณหภูมิ (เพิ่มพลังงานจลน์)

- สถานะของสาร (แก๊ส > ของเหลว)

- **ขนาดอนุภาค** (เล็ก > ใหญ่)

- **ความดัน**

เยื่อหุ้มเซลล์ไม่ใช่แค่กำแพงกั้น แต่เป็นพรมแดนที่มีชีวิตและชาญฉลาด ซึ่งควบคุมทุกสิ่งที่เข้าและออกจากเซลล์อย่างต่อเนื่อง

NotebookLM