

01402311 ชีวเคมี I

Biochemistry I

คำอธิบายรายวิชา

01402311 ชีวเคมี I (Biochemistry I) 2(2-0)

พื้นฐาน: 01403221 หรือ 01403223 หรือเรียนพร้อมกัน

เซลล์และองค์ประกอบของเซลล์ โครงสร้างและหน้าที่ของน้ำในกระบวนการทางชีวเคมีในเซลล์ สารละลายบัฟเฟอร์ โครงสร้าง สมบัติ หน้าที่ของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดนิวคลีอิก ลิพิด เอนไซม์และโคเอนไซม์ และการประยุกต์

Cells and cell components; structure and functions of water in cellular biochemical processes; buffer solutions; structure, properties, functions of carbohydrates, proteins, nucleic acids, lipids, enzymes and coenzymes; and applications.

เนื้อหารายวิชา

- บทนำ เซลล์ น้ำ บัฟเฟอร์ (3 ชั่วโมง) อ.พุทธพร ส่องศรี 11%
- คาร์โบไฮเดรต (5 ชั่วโมง) อ.ชัยวัฒน์ วามวรรรัตน์ 17%
- โปรตีน (5 ชั่วโมง) อ.พริมา พิริยางกูร 17%
- เอนไซม์และโคแฟกเตอร์ (4 ชั่วโมง) อ.พริมา พิริยางกูร 13%
- ลิพิด (5 ชั่วโมง) อ.ชัยวัฒน์ วามวรรรัตน์ 16%
- กรดนิวคลีอิก (5 ชั่วโมง) อ.พริมา พิริยางกูร 16%

บทนำ เซลล์ น้ำและบัฟเฟอร์

- ชีวเคมี เรียนเกี่ยวกับอะไร
- เซลล์ชนิดโปรคาริโอตและยูคาริโอต
- เซลล์พืช เซลล์สัตว์ เซลล์จุลินทรีย์
- หน้าที่ของออร์แกเนลล์
- ความสำคัญของน้ำต่อสิ่งมีชีวิต
- องค์ประกอบและหน้าที่ของบัฟเฟอร์ในสิ่งมีชีวิต

ชีวเคมี คือ อะไร?

- ชีวเคมี เป็นวิชาที่ว่าด้วยการศึกษาโครงสร้าง องค์ประกอบและหน้าที่ของสารที่พบในสิ่งมีชีวิต ในระดับโมเลกุล
- ต่างจากเคมีอินทรีย์ ตรงที่เคมีอินทรีย์สนใจศึกษาสารประกอบของคาร์บอนทุกชนิด แต่ชีวเคมีศึกษาลงรายละเอียดเฉพาะสารที่พบในสิ่งมีชีวิตเท่านั้น
- สารที่พบในสิ่งมีชีวิต เรียกว่า สารชีวโมเลกุล

เนื้อหาของวิชาชีวเคมี

1. ระดับโมเลกุล (Molecular level)

องค์ประกอบทางเคมีของสิ่งมีชีวิต ที่เรียกว่า “สารชีวโมเลกุล” ได้แก่ Carbohydrate, Lipid, Protein, Nucleic acid, Vitamin, Hormone เป็นต้น เคมีของสารพันธุกรรมและกระบวนการถ่ายทอดทางพันธุกรรม

2. ระดับเมแทบอลิซึม (Metabolism level)

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงชีวโมเลกุลต่างๆ ในสิ่งมีชีวิต โดยมีเอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา มีทั้งกระบวนการสร้าง (Anabolism) และกระบวนการสลาย (Catabolism)

3. ระดับควบคุม (Regulatory level)

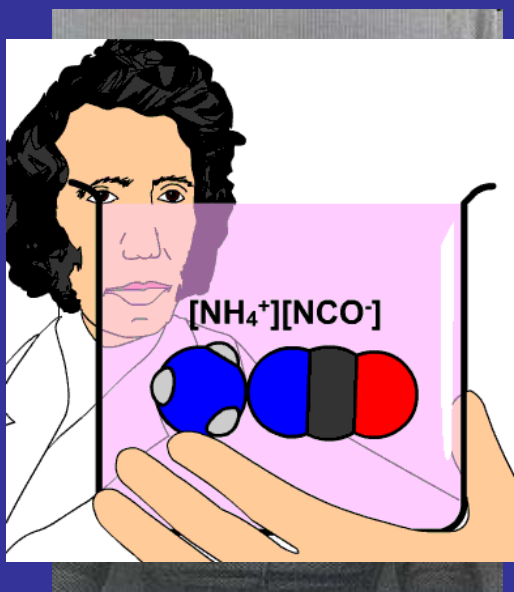
ศึกษากระบวนการต่างๆ ที่ควบคุมเมแทบอลิซึมในสิ่งมีชีวิต เพื่อรักษาสมดุลของร่างกาย

ในวิชา 01402311 ชีวเคมี I นี้ จะเน้นหนักเนื้อหาข้อแรก

ต้นกำเนิดของวิชาชีวเคมี

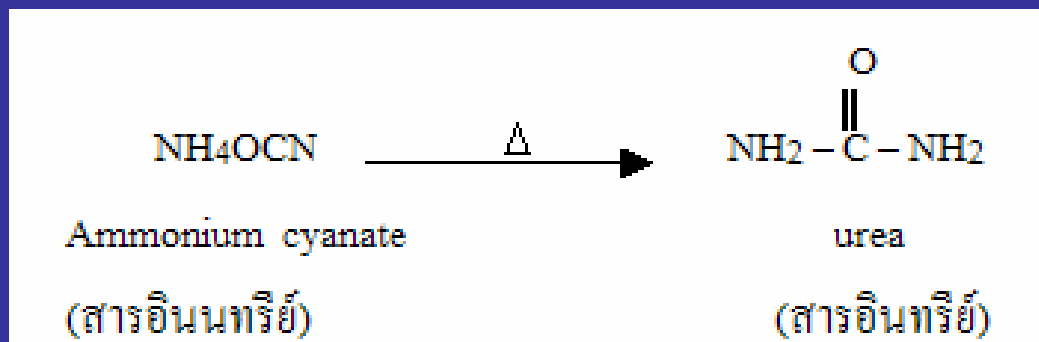
- การสังเคราะห์ยูเรียของ Wohler
- การหมักน้ำตาลด้วยสารสกัดจากยีสต์ของ Buchners
- การตกผลึกเอนไซม์ยูรีเอสของ Sumner
- การค้นพบโครโมโซมของ Flemming
- การศึกษาองค์ประกอบของยีนโดย Mendel
- การแยกกรดนิวคลีอิกของ Meischer
- โครงสร้างดีเอ็นเอของ Watson กับ Crick

ค.ศ.1828: การสังเคราะห์ยูเรียของ Wohler



Friedrich Wöhler

The first organic compound to be synthesised from inorganic starting materials.



"I must tell you that I can make urea without the use of kidneys, either man or dog.

Ammonium cyanate is urea."

This synthesis undermined the **Vitalism Theory**, by showing that organic compounds could be synthesized from inorganic materials.

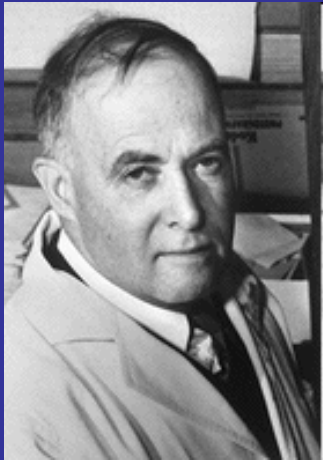
การหมักน้ำตาลด้วยสารสกัดจากยีสต์ของ Buchners



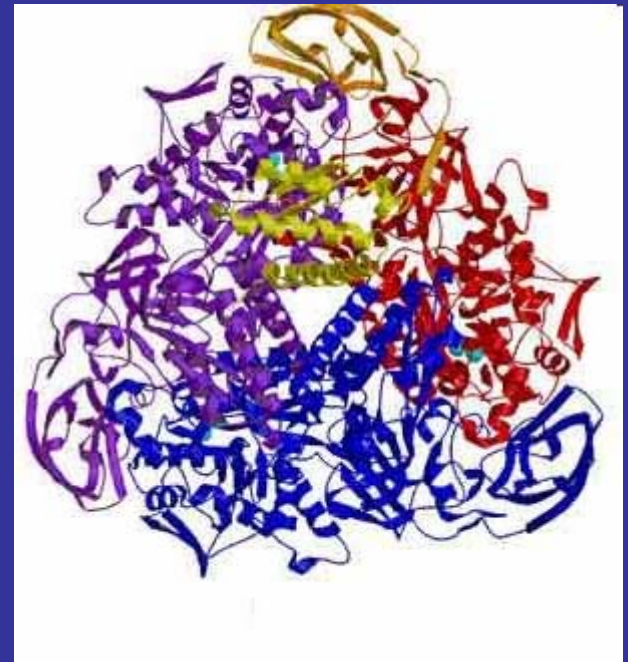
**The winner of the 1907 Nobel Prize
in Chemistry for his work on fermentation.**

Eduard Buchner

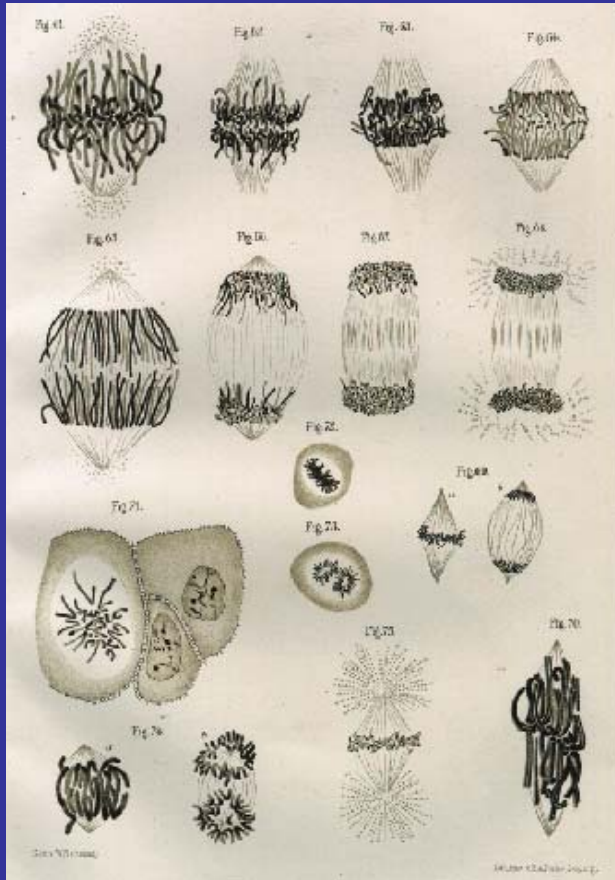
การตกผลึกเอนไซม์ยูรีเอสของ Sumner



James B. Sumner



การค้นพบโครโมโซมของ Flemming



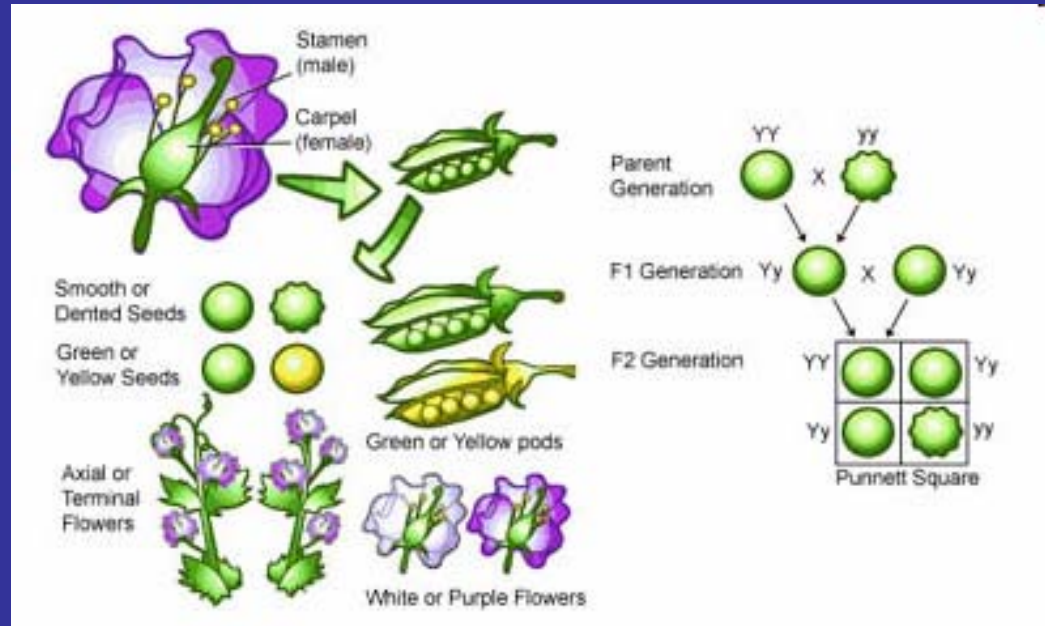
German anatomist Walter Flemming recognized and explored the *fibrous network within the nucleus*, which he termed *chromatin*. (Flemming had actually discovered the chromosome)

Drawing of mitosis by Walther Flemming. (F. C. W. Vogel, Leipzig, 1882).
Reproduced from Flemming, W. Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung

การศึกษาองค์ประกอบของยีนโดย Mendel



Gregor Mendel



การแยกกรดนิวคลีอิกของ Meischer

- **Friedrich Miescher, The man who discover DNA.**
- **Miescher carried out for the isolation, analysis and characterization of DNA.**

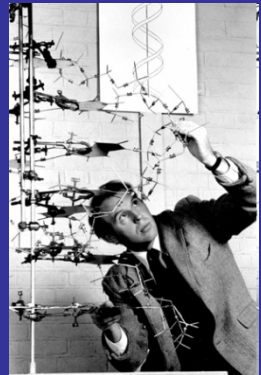
Johannes Friedrich Miescher



โครงสร้างดีเอ็นเอของ Watson กับ Crick



**James Watson and Francis Crick,
crackers of the DNA code, in 1959**



วิชาชีวเคมีเกี่ยวข้องกับวิชาเหล่านี้

- เคมีอินทรีย์ เพื่อศึกษาสมบัติของสารชีวโมเลกุล
- Biophysics ประยุกต์ใช้เทคนิคทางฟิสิกส์ในการศึกษาสารชีวโมเลกุล
- งานวิจัยทางการแพทย์ เกษตรและอุตสาหกรรม
- โภชนาการ
- จุลชีววิทยา
- สรีรวิทยา ชีววิทยาของเซลล์ และพันธุศาสตร์

วิชาพื้นฐานก่อนเรียนวิชาชีวเคมี

1. เคมี

- ☺ อะตอมของสารชีวโมเลกุล เช่น C,H,O,N,P
- ☺ หมู่ฟังก์ชันนอล
- ☺ กรด เบส สารละลายบัฟเฟอร์
- ☺ ความสมมาตร และสเตอริโอเคมี

2. ชีววิทยา

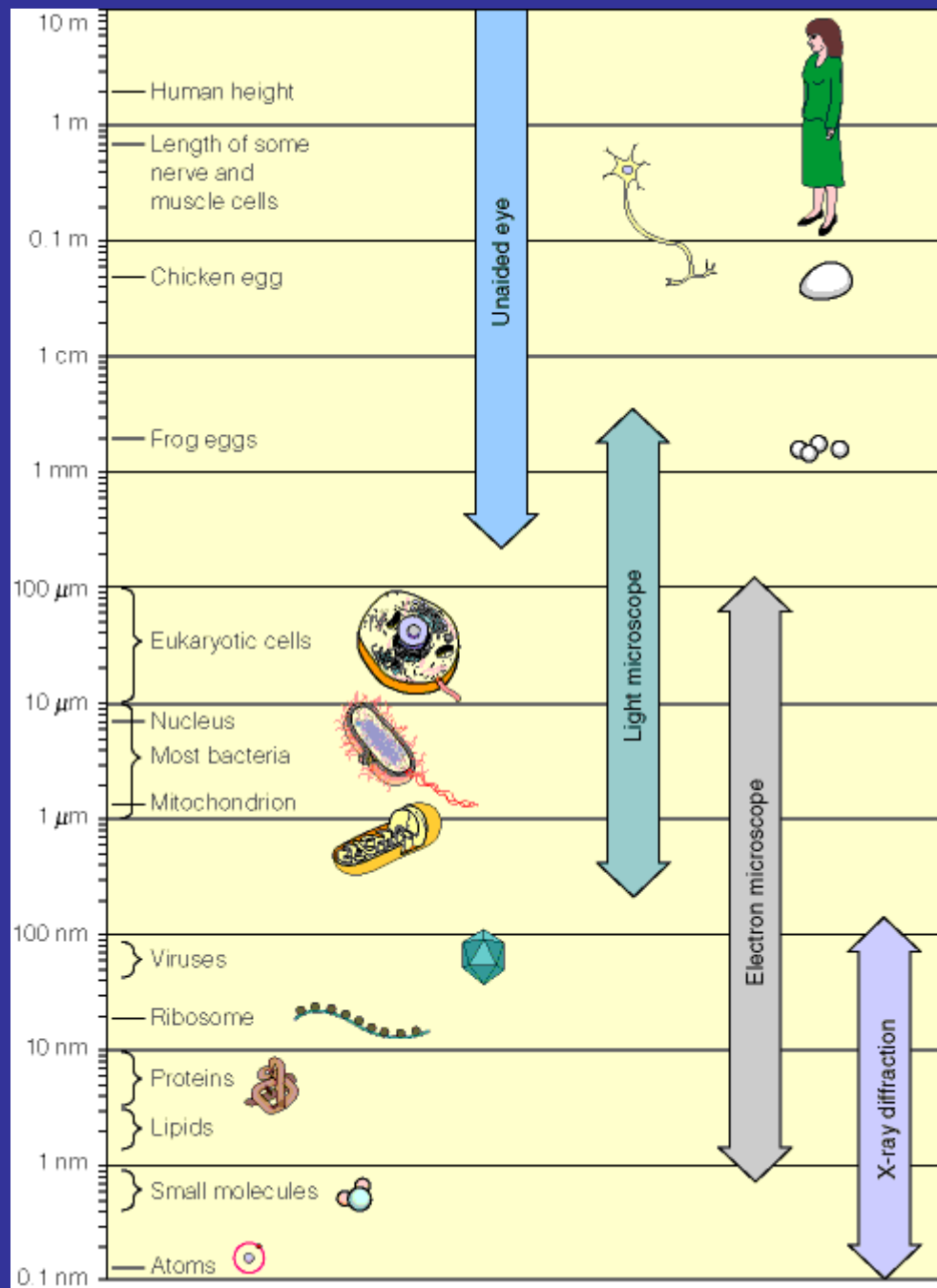
- ☹ เซลล์และออร์กาเนลล์
- ☹ วัฏจักรชีวิต
- ☹ นิเวศวิทยา

3. ฟิสิกส์

- ☹ แรงแและการเคลื่อนที่
- ☹ พลังงาน ไฟฟ้า ความร้อน
- ☹ มวล น้ำหนัก

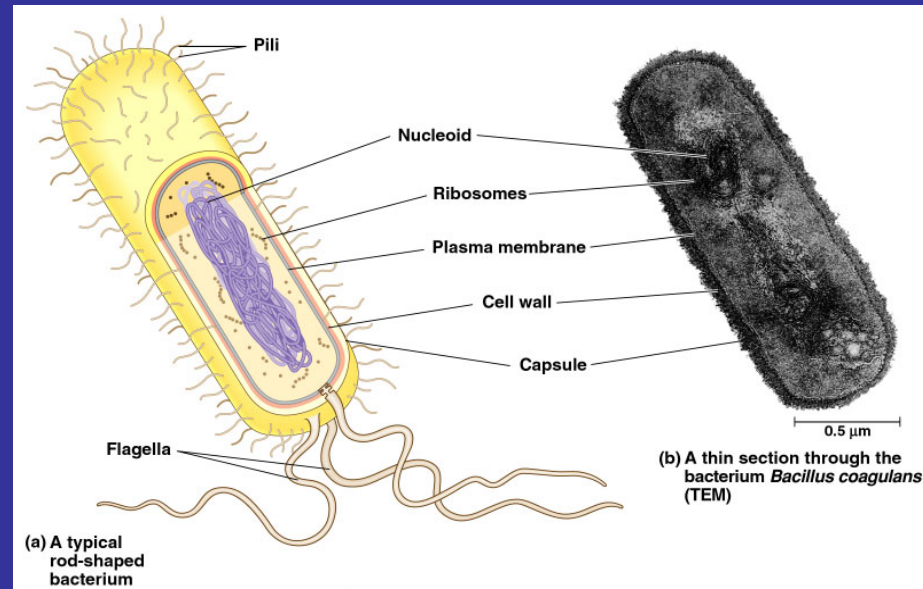
เซลล์

- เซลล์โปรคาริโอตและยูคาริโอต แตกต่างกันอย่างไบบ้าง
- เซลล์พืชและเซลล์สัตว์ แตกต่างกันอย่างไบบ้าง
- ในออร์แกเนลล์แต่ละชนิด พบสารชีวโมเลกุลประเภทใดบ้าง



โพรคาริโอต (Prokaryotic)

- ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส
- ได้แก่ แบคทีเรีย



- แฟลกเจลลา ช่วยในการเคลื่อนที่
- พิไล ทางผ่านเข้า-ออกของ DNA ขณะผสมพันธุ์

ยูคาริโอต

- มีนิวเคลียสชัดเจน
- ดีเอ็นเออยู่ภายในนิวเคลียส
- ได้แก่ สัตว์ พืช โปรโตซัว เชื้อรา

1. prokaryotic cell

- พบเฉพาะใน Kingdom Monera
(แบคทีเรีย, สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน)
- ไม่มีนิวเคลียสแท้จริง, ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส
- สารพันธุกรรมอยู่ในบริเวณที่เรียกว่า *nucleoid*
- ไม่มี organelles ที่มีเยื่อหุ้ม

2. eukaryotic cell

- พบใน
 - ⊙ Kingdom Protista (สาหร่ายทั่วไป, โปรโตซัว)
 - ⊙ Kingdom Fungi (เห็ด, รา, ยีสต์)
 - ⊙ Plantae (สาหร่ายทั่วไป, พืช)
 - ⊙ Animalia (สัตว์)
- มีนิวเคลียสที่แท้จริง, หุ้มด้วยเยื่อหุ้มนิวเคลียส
- สารพันธุกรรมอยู่ในนิวเคลียส
- ภายใน cytoplasm ประกอบด้วย cytosol และมี organelles ที่มีเยื่อหุ้ม

เซลล์สัตว์

- ลักษณะเด่นมีอะไรบ้าง

เซลล์พืช

- ลักษณะเด่นมีอะไรบ้าง

เปรียบเทียบเซลล์พืชกับเซลล์สัตว์

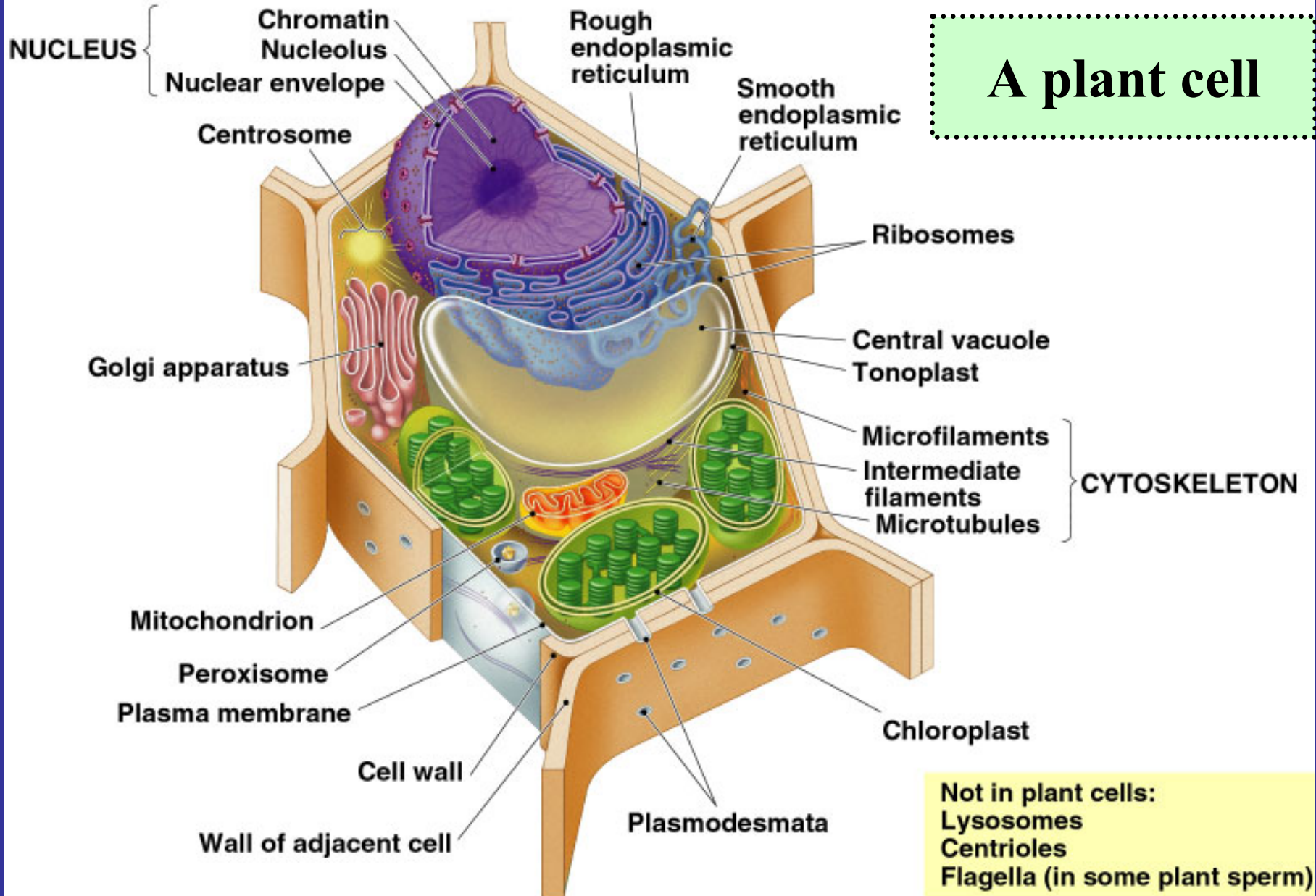
- ออร์แกเนลล์ที่พบทั้งในพืชและสัตว์
- ออร์แกเนลล์ที่พบเฉพาะในพืช
- ออร์แกเนลล์ที่พบเฉพาะในสัตว์

Cell Animation

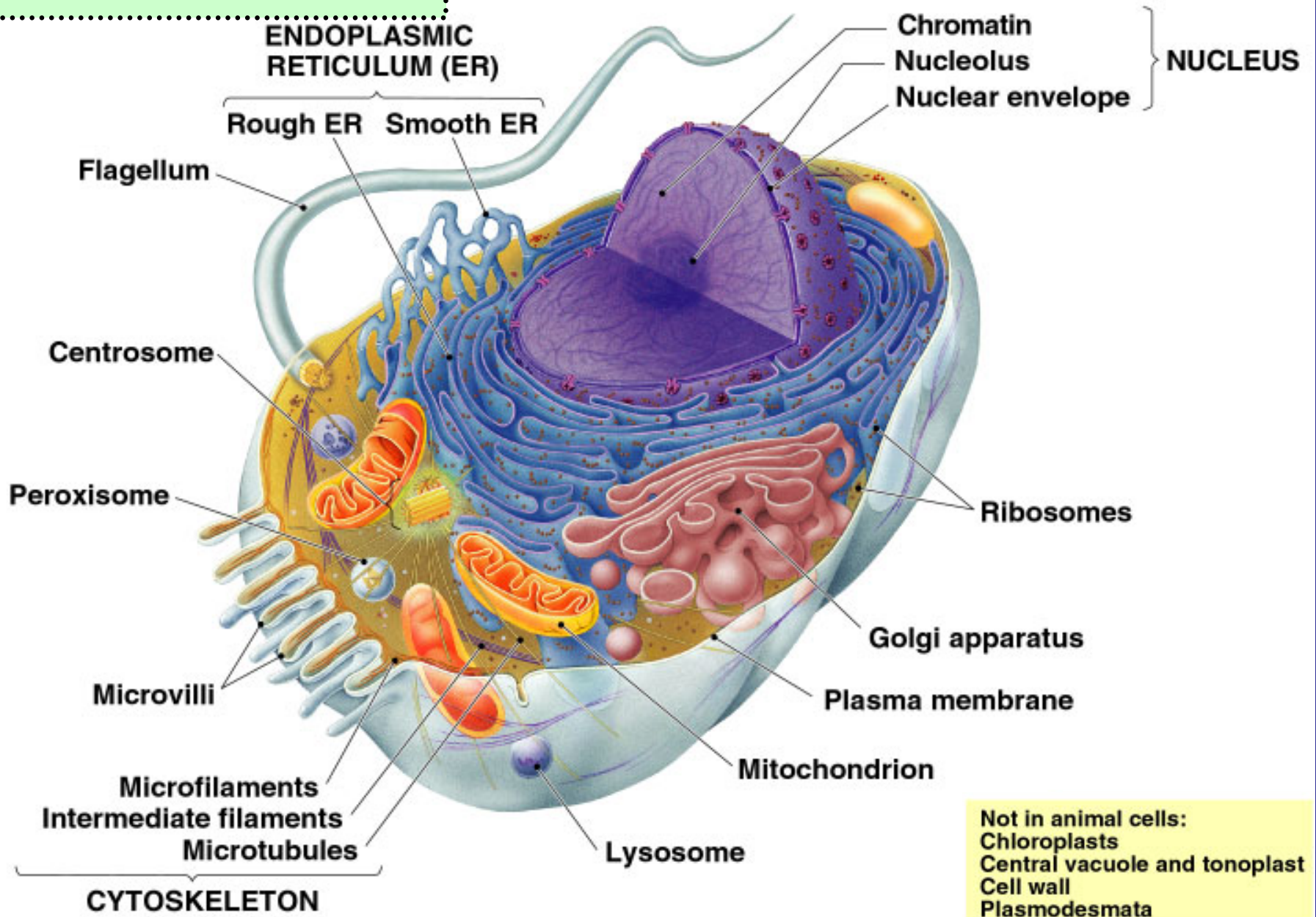


http://www.cellsalive.com/cells/cell_model.htm

A plant cell

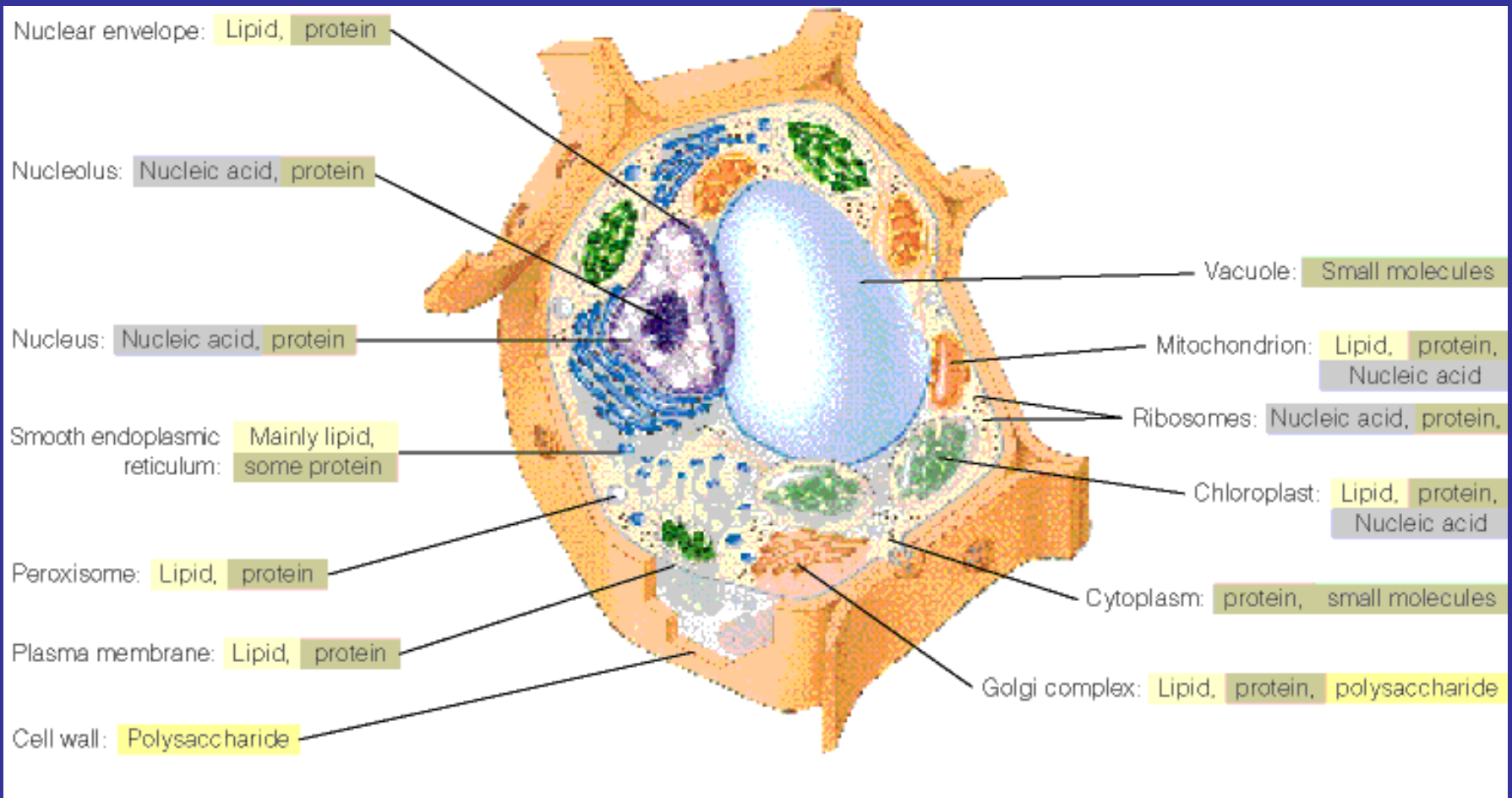


An animal cell



ประเภทของสารชีวโมเลกุลในออร์แกเนลล์

- พบคาร์โบไฮเดรตที่ไหน
- โปรตีน
- ลิพิด
- กรดนิวคลีอิก



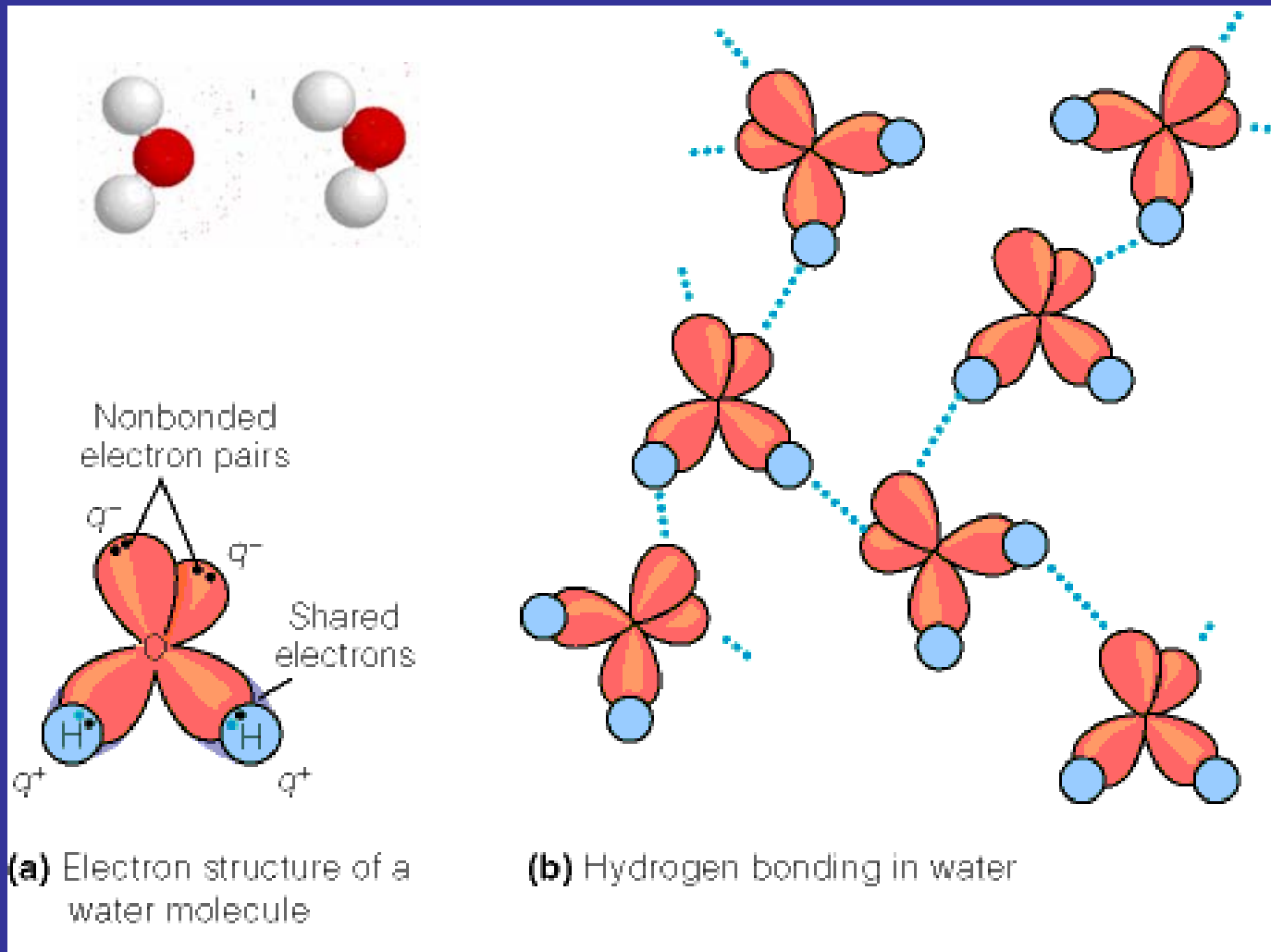
น้ำ

- น้ำจัดเป็นสารชีวโมเลกุลหรือไม่ อภิปราย ?
- น้ำจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตในแง่ใดบ้าง
 - พันธะไฮโดรเจน
 - จุดเดือดสูง
 - ขยายตัวเมื่อเป็นของแข็ง ทำให้น้ำแข็งลอยน้ำได้
 - ละลายสารต่างๆ ได้ดีมาก

เปรียบเทียบน้ำกับสารที่ไม่มีพันธะ H

Compound	Molecular Weight	Melting Point (°C)	Boiling Point (°C)	Heat of Vaporization (kJ/mol)
CH ₄	16.04	-182	-164	8.16
NH ₃	17.03	-78	-33	23.26
H ₂ O	18.02	0	+100	40.71
H ₂ S	34.08	-86	-61	18.66

การเกิดพันธะไฮโดรเจนในโมเลกุลน้ำ

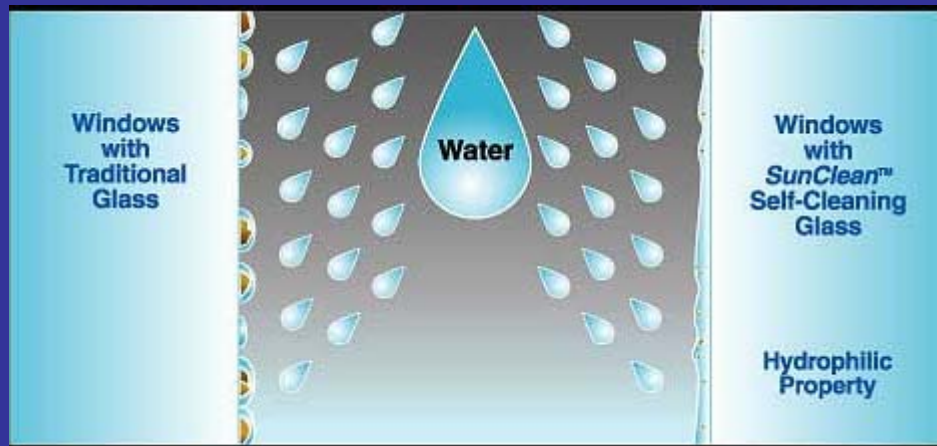


สาร hydrophilic



ได้แก่

- สารที่แตกตัวเป็นไอออน เช่น เกลือแกง
- สารที่สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำได้ เช่น น้ำตาลทราย



The coating also has a hydrophilic property that makes water droplets spread out, or sheet, across the surface of the glass.

สาร hydrophobic

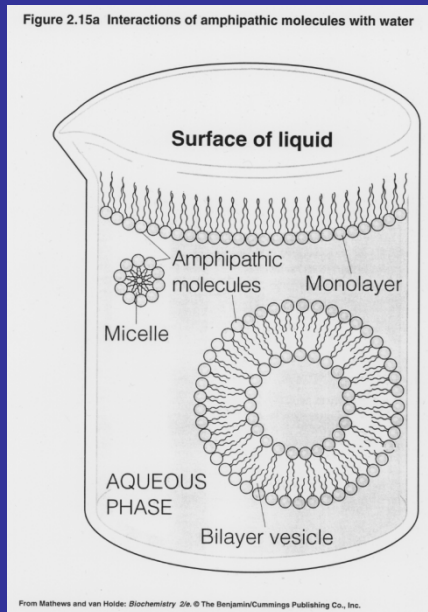
ได้แก่

- สารที่ไม่แตกตัวเป็นไอออน และไม่เกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำ
- ไม่เปียกน้ำ ไม่ละลายน้ำ เช่น น้ำมันพืช ไขมันสัตว์
- สารนอนโพลาร์

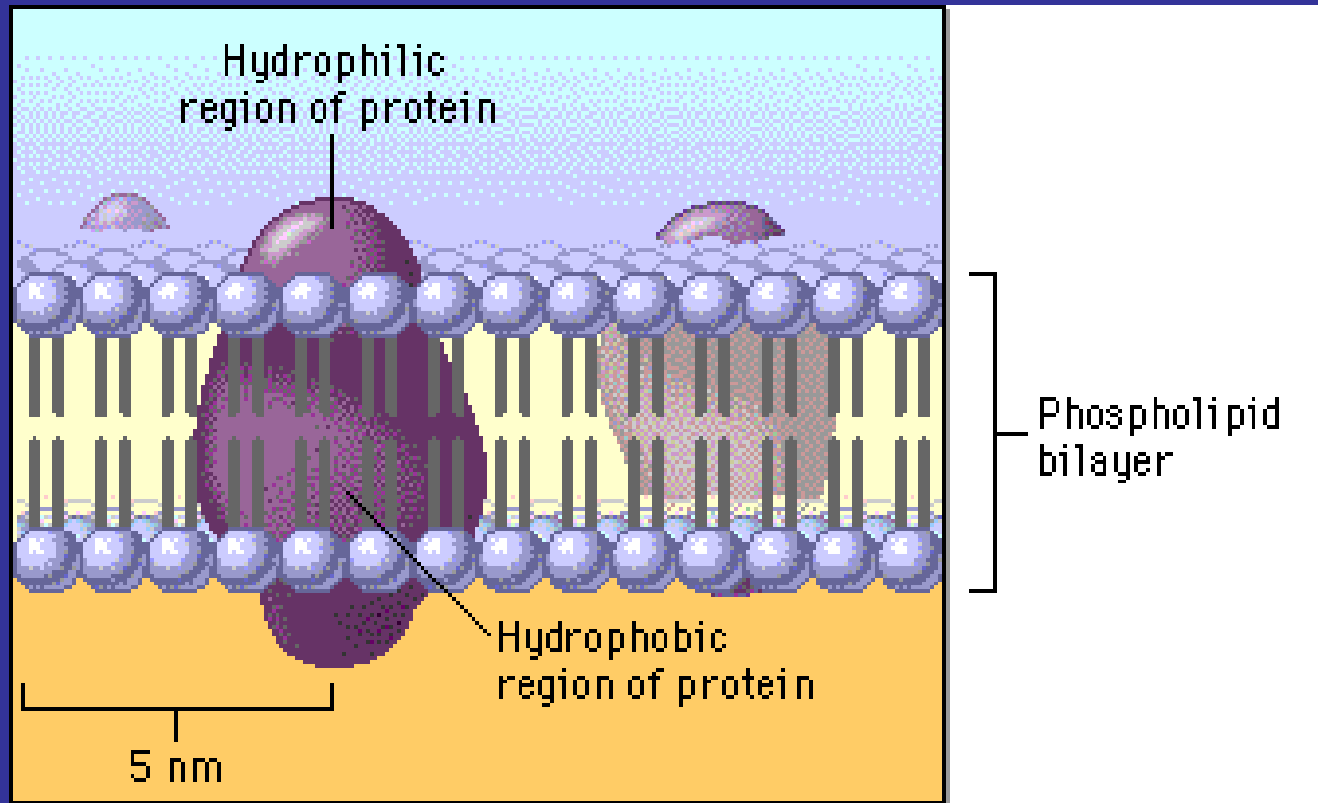
สาร amphipathic

ได้แก่

- สารที่มีส่วนหนึ่งเป็น hydrophilic อีกส่วนหนึ่งเป็น hydrophobic
- เช่น กรดไขมันและ detergents (ส่วนไหนเป็นอะไร อภิปราย)

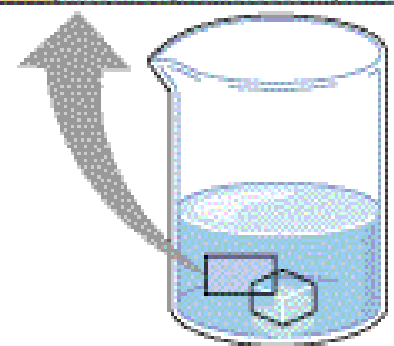
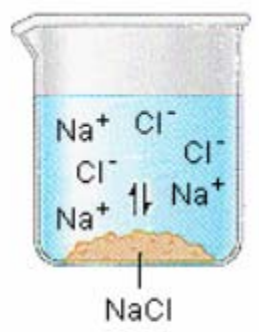
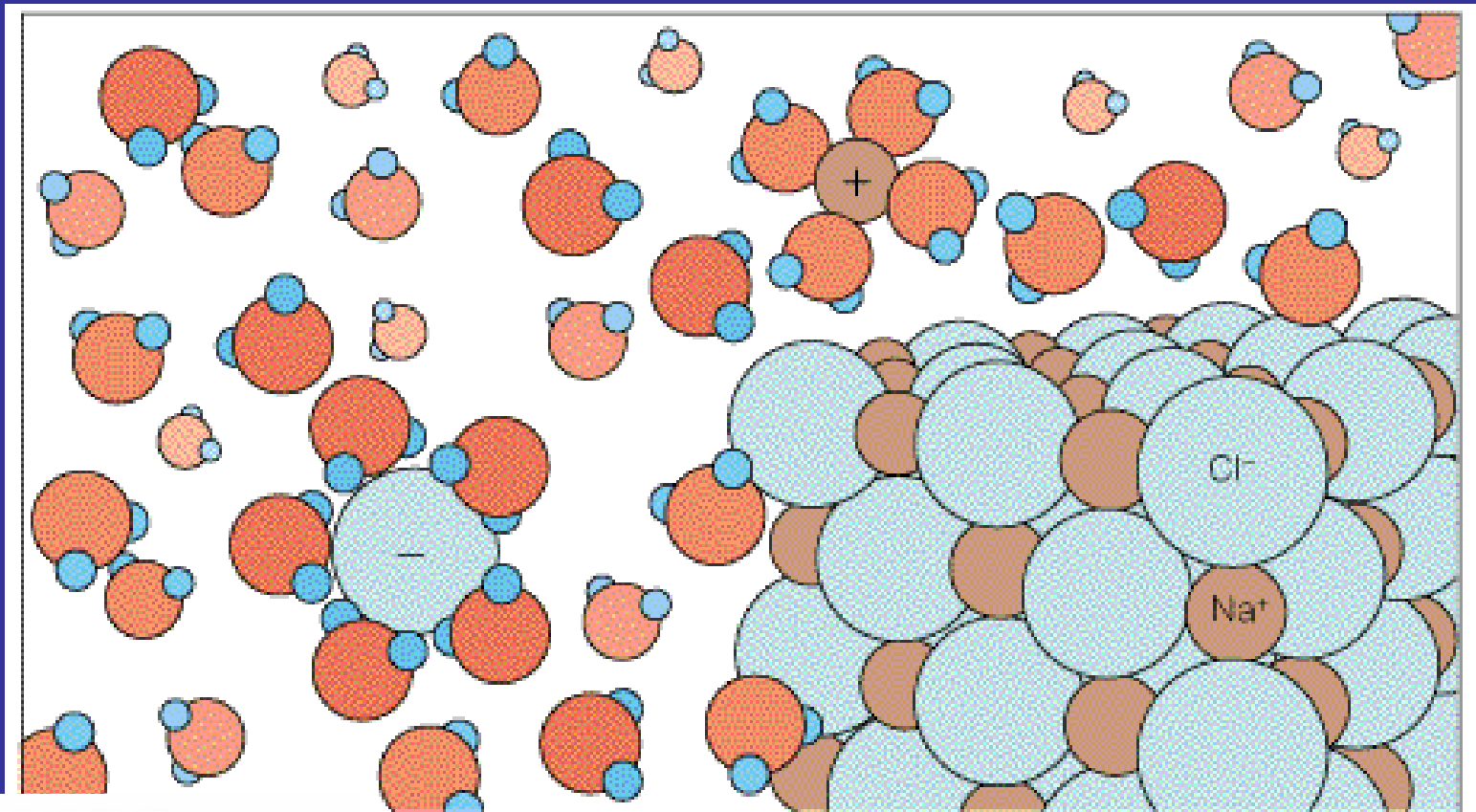


Membrane Structure

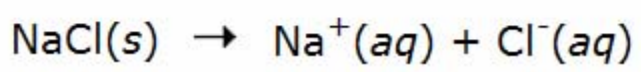


เกลือละลายน้ำได้อย่างไร

- เกลือแตกตัวเป็นไอออน มีไอออนบวกกับไอออนลบ
- Na^+ ถูกโมเลกุลของน้ำล้อมไว้ โดยหันด้าน O เข้าหา เพราะ O มีสภาพเป็นขั้วลบ
- เหตุใด O จึงมีสภาพเป็นขั้วลบ : เพราะ O ดึงอิเล็กตรอนเข้าหาตัวมันได้ดีกว่า H จึงแย่งอิเล็กตรอนไปจาก H
- อภิปรายสาเหตุที่ Cl^- ถูกโมเลกุลน้ำล้อมไว้ โดยหัน H เข้าหา

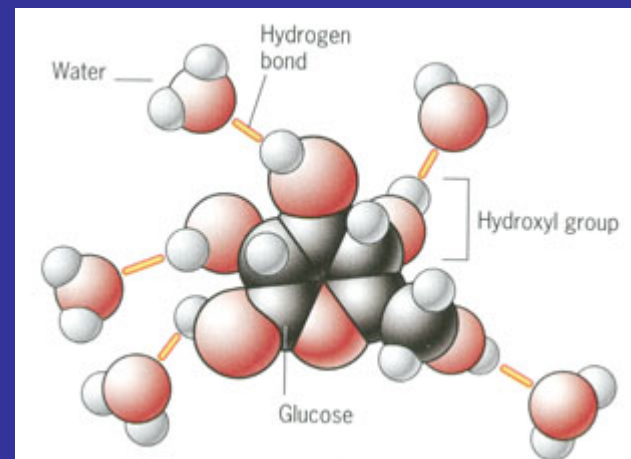
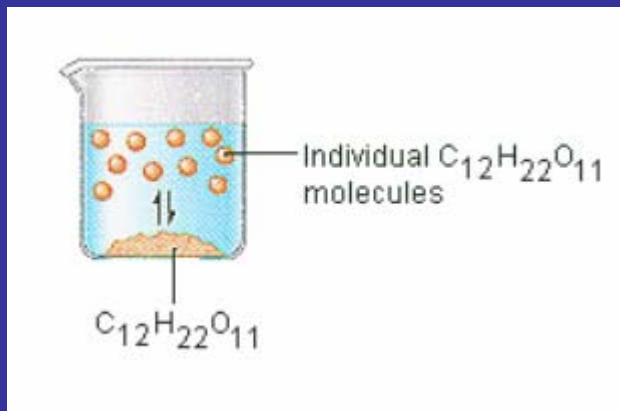


H₂O



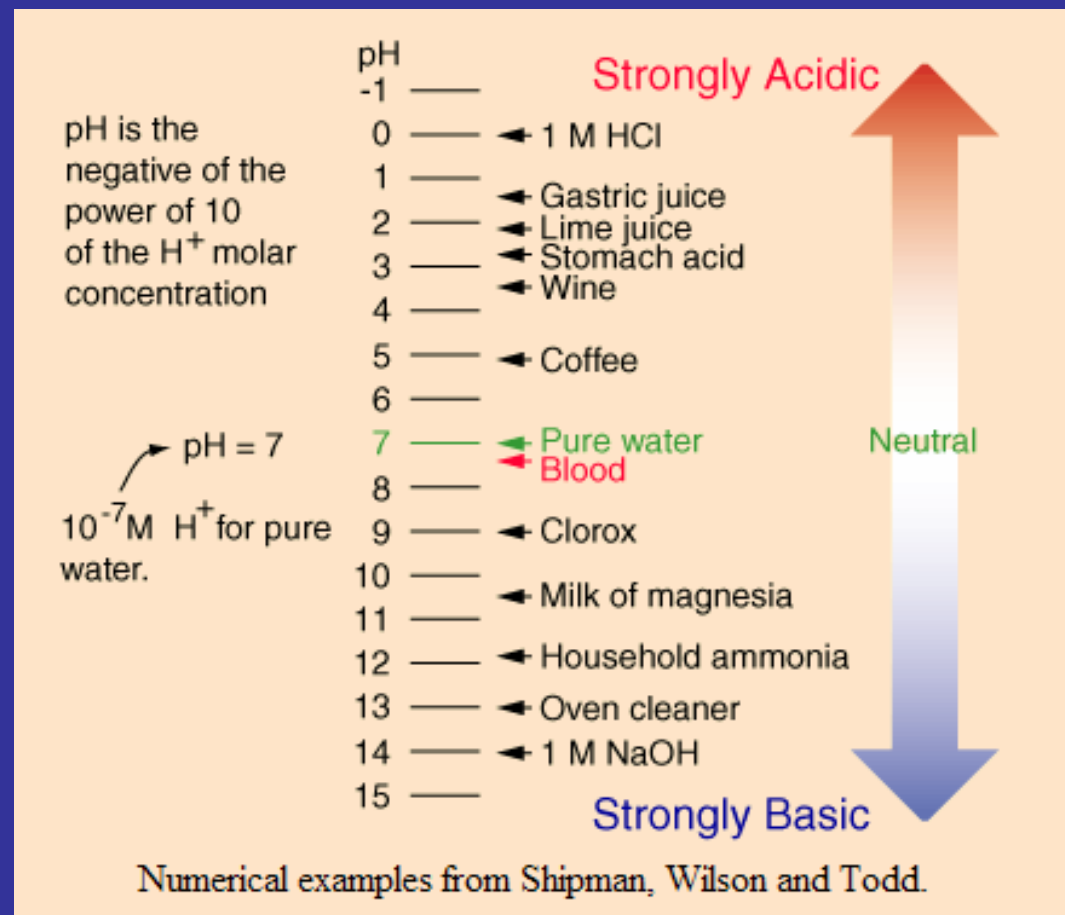
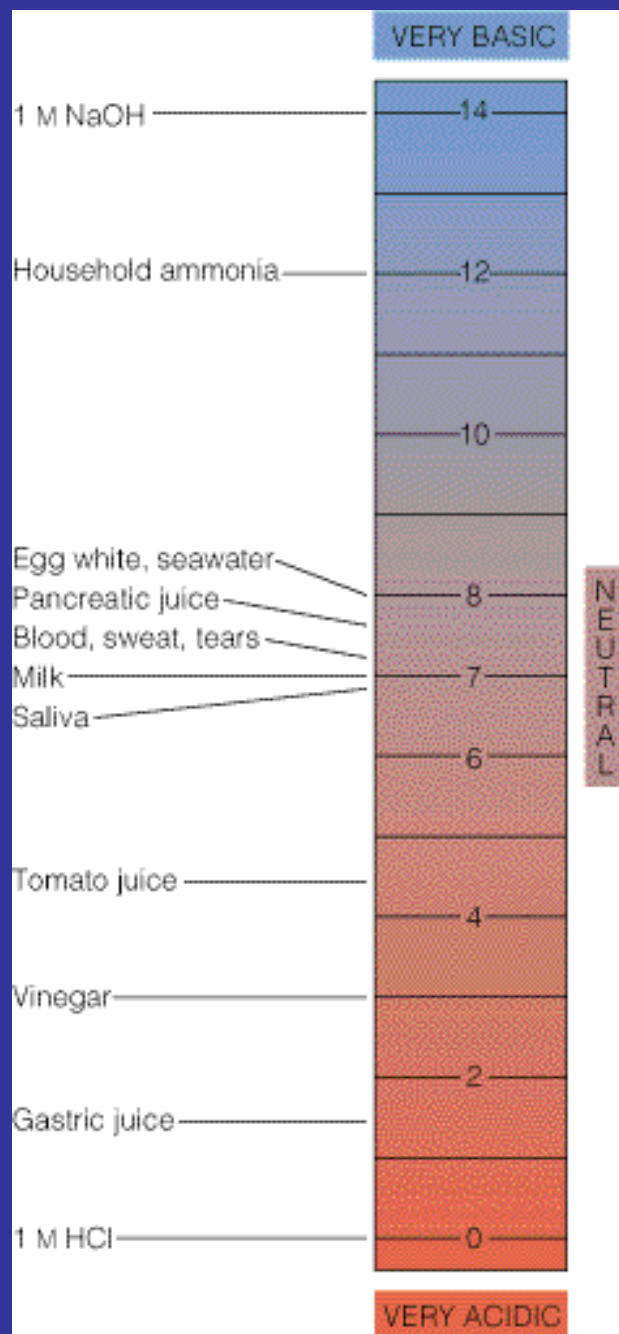
น้ำตาลทรายละลายน้ำได้อย่างไร

- น้ำตาลทรายแตกตัวเป็นไอออนใช่หรือไม่
- น้ำตาลทรายเกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำได้หรือไม่
- ถ้าได้ เพราะน้ำตาลทรายมีหมู่อะไรอยู่ในโมเลกุล : หมู่ $-OH$
- น้ำตาลทรายกระจายตัว (ไม่ใช่แตกตัว) แล้วถูกโมเลกุลของน้ำล้อมไว้



physiological pH

- คือ ค่า **pH** ที่พบภายในเซลล์ส่วนใหญ่
- ถ้าจะทำการทดลองในหลอดทดลอง ส่วนมากต้องปรับค่า **pH** ให้ได้ใกล้เคียงกับ **physiological pH**
- มีค่าอยู่ในช่วง **pH 6.8-8.0**
- ในการทดลอง ต้องใช้สารละลายบัฟเฟอร์เป็นตัวป้องกันไม่ให้ **pH** เปลี่ยนแปลงมากเกินไป
- ในร่างกายมนุษย์ ใช้ **bicarbonate** และ **phosphate** เป็นบัฟเฟอร์



สมการ Henderson-Hasselbalch

ใช้ในการเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์ ให้มีความเข้มข้นและค่า pH ที่ต้องการ

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

Acid (Proton Donor)		Conjugate Base (Proton Acceptor)		pK_a	K_a (M)
HCOOH Formic acid	\rightleftharpoons	HCOO ⁻ Formate ion	+H ⁺	3.75	1.78×10^{-4}
CH ₃ COOH Acetic acid	\rightleftharpoons	CH ₃ COO ⁻ Acetate ion	+H ⁺	4.76	1.74×10^{-5}
$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{CH}_3\text{CH} - \text{COOH} \end{array}$ Lactic acid	\rightleftharpoons	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{CH}_3\text{CH} - \text{COO}^- \end{array}$ Lactate ion	+H ⁺	3.86	1.38×10^{-4}
H ₃ PO ₄ Phosphoric acid	\rightleftharpoons	H ₂ PO ₄ ⁻ Dihydrogen phosphate ion	+H ⁺	2.14	7.24×10^{-3}
H ₂ PO ₄ ⁻ Dihydrogen phosphate ion	\rightleftharpoons	HPO ₄ ²⁻ Monohydrogen phosphate ion	+H ⁺	6.86	1.38×10^{-7}
HPO ₄ ²⁻ Monohydrogen phosphate ion	\rightleftharpoons	PO ₄ ³⁻ Phosphate ion	+H ⁺	12.4	3.98×10^{-13}
H ₂ CO ₃ Carbonic acid	\rightleftharpoons	HCO ₃ ⁻ Bicarbonate ion	+H ⁺	6.37	4.27×10^{-7}
HCO ₃ ⁻ Bicarbonate ion	\rightleftharpoons	CO ₃ ²⁻ Carbonate ion	+H ⁺	10.25	5.62×10^{-11}
C ₆ H ₅ OH Phenol	\rightleftharpoons	C ₆ H ₅ O ⁻ Phenolate ion	+H ⁺	9.89	1.29×10^{-10}
$\overset{+}{\text{N}}\text{H}_4$ Ammonium ion	\rightleftharpoons	NH ₃ Ammonia	+H ⁺	9.25	5.62×10^{-10}

■ Phosphoric acid series ■ Carbonic acid series

การเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์

- ต้องการสารละลายบัฟเฟอร์ pH เท่าใด ต้องเลือกกรดอ่อนที่มีค่า pKa ไม่ต่างจาก pH นั้นๆ เกิน 1 จึงจะมีประสิทธิภาพดี
- ดูค่า pKa จากตารางได้
- แทนค่าลงในสมการ Henderson-Hasselbalch

ตัวอย่าง ต้องการเตรียมบัฟเฟอร์ pH 4.00

- กรดอ่อนที่มีค่า pK_a ใกล้เคียง 4.00 คือกรดฟอร์มิก (3.75)
- ใช้กรดอะซีติก ($pK_a = 4.76$) แทนดีหรือไม่ อภิปราย
- ลองฝึกคำนวณดูด้วยตนเอง
- ถ้าใช้กรดฟอร์มิกความเข้มข้น 0.1 M จะต้องใช้ sodium formate ความเข้มข้นเท่าใดในปริมาตรเท่ากัน มาผสมกัน จึงจะได้สารละลายบัฟเฟอร์ pH = 4.00 ตามต้องการ (Ans. = 0.178 M)
- ในทางปฏิบัติ ไตเตรตกรดฟอร์มิก 0.1 M ให้ได้ pH 4.00 ด้วย NaOH ก็ได้ ใช่หรือไม่



The end

Blog Biochem

www.gotoknow.org/blog/biochem

ตอนที่ I จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด แล้วกาลงในกระดาษคำตอบหน้าถัดไป (20 ข้อ คิดเป็น 10 %)

1. สารในข้อใด ไม่จัดเป็นสารชีวโมเลกุล ตามนิยามที่นิสิตได้เรียนในวิชาชีวเคมี
 - ก. collagen
 - ข. benzene
 - ค. α -amylase
 - ง. cellulose
2. สารชีวโมเลกุลที่พบมากบริเวณ cell membrane
 - ก. phospholipids
 - ข. peptidoglycan
 - ค. glycoside
 - ง. lignin
3. Wöhler เป็นผู้บุกเบิกวิชาเคมีอินทรีย์ โดยการสังเคราะห์สารในข้อใดขึ้นมา
 - ก. ammonium cyanate
 - ข. ribose
 - ค. urea
 - ง. ethanol
4. Buchner หมักน้ำตาลโดยใช้สารสกัดจากยีสต์ เป็นการพิสูจน์ว่า
 - ก. การหมักไม่ต้องการออกซิเจน
 - ข. การหมักต้องใช้น้ำตาล
 - ค. การหมักเกิดจากเอนไซม์
 - ง. สังเคราะห์ ethanol ในหลอดทดลองได้
5. สารประกอบฟอสเฟตที่ Meischer แยกออกมาได้จากนิวเคลียสนั้น ปัจจุบันทราบว่ามันคือ
 - ก. DNA
 - ข. โปรตีน
 - ค. phospholipids
 - ง. ATP
6. การตกผลึก urease โดย Sumner ช่วยพิสูจน์ว่า
 - ก. ของเสียไนโตรเจนจากร่างกายอยู่ในรูปยูเรีย
 - ข. เอนไซม์เป็นโปรตีน
 - ค. โปรตีนสามารถตกผลึกได้
 - ง. สารชีวโมเลกุลต้องมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ
7. ไวรัสชนิดหนึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 nm มีขนาดเล็กกว่า ไช้กบ (เส้นผ่าศูนย์กลาง 2 mm) ประมาณกี่เท่า
 - ก. 1,000 เท่า
 - ข. 2,000 เท่า
 - ค. 10,000 เท่า
 - ง. 20,000 เท่า
8. ไมโทคอนเดรีย มีขนาดประมาณ
 - ก. 1 μm
 - ข. 1 nm
 - ค. 0.1 mm
 - ง. 1 Å
9. ข้อใด ไม่พบในเซลล์ prokaryote
 - ก. ribosome
 - ข. cell membrane
 - ค. nuclear membrane
 - ง. cell wall
10. ข้อใด เป็นลักษณะเด่น มีขนาดใหญ่ในเซลล์พืช แต่ไม่ค่อยพบในเซลล์สัตว์
 - ก. cell wall
 - ข. lysosome
 - ค. vacuole
 - ง. chloroplast
11. ข้อใด เป็น organelle ที่พบเฉพาะในเซลล์สัตว์ แต่ในเซลล์พืชใช้ organelle อื่นทำหน้าที่นี้แทน
 - ก. cell membrane
 - ข. ribosome
 - ค. Golgi complex
 - ง. lysosome
12. organelle ต่อไปนี้ พบกรดนิวคลีอิกเป็นองค์ประกอบ ยกเว้นข้อใด
 - ก. endoplasmic reticulum
 - ข. ribosome
 - ค. chloroplast
 - ง. mitochondria
13. องค์ประกอบของเซลล์ที่เป็น carbohydrate
 - ก. cell wall ของพืช
 - ข. cell membrane ของพืช
 - ค. cell membrane ของ fungi
 - ง. cell membrane ของสัตว์
14. พวก mycoplasma จัดเป็นแบคทีเรียที่ขาดองค์ประกอบใด
 - ก. nucleus
 - ข. ribosome
 - ค. cell wall
 - ง. genome
15. ตัวอย่างของสาร amphipathic คือ
 - ก. palmitic acid
 - ข. acetic acid
 - ค. galactose
 - ง. น้ำมันถั่วเหลือง

16. พันธะไฮโดรเจน ไม่เกี่ยวกับสมบัติข้อใดของน้ำ
- | | |
|---------------------|--------------------------|
| ก. จุดเดือดสูง | ข. เป็นน้ำแข็งแล้วลอยน้ำ |
| ค. ละลายน้ำตาลได้ดี | ง. แยกตัวได้น้อยมาก |
17. ข้อใดจัดเป็นสารนอนโพลาร์
- | | |
|------------------|-------------------|
| ก. fructose | ข. น้ำมันทานตะวัน |
| ค. phospholipids | ง. ethanol |
18. ส่วนที่ต่างกันระหว่างกลไกในการละลายของเกลือกับน้ำตาล คือข้อใด
- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| ก. พันธะไฮโดรเจน | ข. การเข้าล้อมของโมเลกุลน้ำ |
| ค. การแตกตัวของตัวถูกละลาย | ง. การมีขั้ว |
19. สารในข้อใดมีค่า pH ไม่อยู่ในช่วง physiological pH
- | | |
|----------------------|--------------------------|
| ก. น้ำย่อยจากตับอ่อน | ข. เหงื่อ |
| ค. น้ำตา | ง. น้ำย่อยในกระเพาะอาหาร |
20. เหตุผลหลักที่นิยมใช้ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ในการทดลองทางชีวเคมี
- | | |
|------------------------------|---------------|
| ก. มีค่า pH เป็นกลาง | ข. ราคาถูก |
| ค. ไม่ตกตะกอนเมื่อแช่ตู้เย็น | ง. เตรียมง่าย |

เฉลยอยู่หน้าถัดไปครับ

กระดาษคำตอบตอนที่ 1 เรื่อง บทนำ เซลล์ น้ำ บัฟเฟอร์

ชื่อ _____ เลขประจำตัว _____

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ก		X			X			X				X	X		X					X
ข	X					X											X			
ค			X	X					X	X				X				X		
ง							X				X					X			X	