

Chemical Composition of Living Cells

ผศ.ดร.วัชรินทร์ ลอยลม

ภาควิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

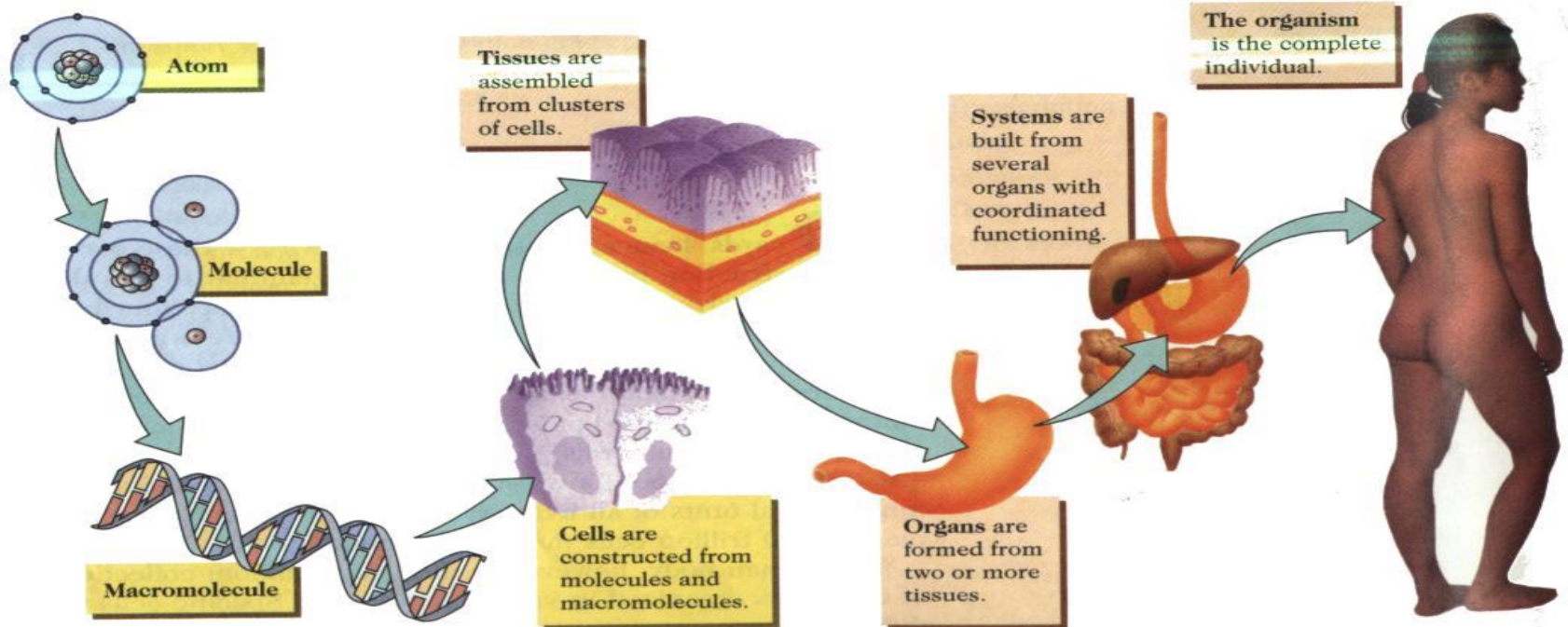
Email: watloi@yahoo.com

Objectives: students can understand:

1. **Elements:** C H O N S P Ca I Fe Zn
2. **Small molecules:** H_2 CO_2 CH_4 NH_3 H_2O
3. **Intermediates:** pyruvate, oxaloacetate, α -ketoglutarate, citrate
4. **Building block biomolecules:**
 - monosaccharides: glucose, ribose
 - amino acids: alanine, aspartic acid
 - nucleotides: dATP, dGTP, dCTP, dTTP
 - lipids: fatty acids
5. **Macromolecule:** carbohydrate, protein, nucleic acids (DNA, RNA), lipids
6. **Supramolecular assembly:** hemoglobin, enzyme complex

Level of assembly in humans

FIGURE 3.1 Levels of assembly in humans.



Elements on Earth

Life prefers lighter atoms

- (1) More abundant on Earth
- (2) Stronger bonding between small atoms

Periodic Table of the Elements

Periodic Table of the Elements

1 IA H Hydrogen 1.0079	2 IIA He Helium 4.0026																	13 IIIA 3A	14 IVA 4A	15 VA 5A	16 VIA 6A	17 VIIA 7A	18 VIII 8A
3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.01218																	5 B Boron 10.811	6 C Carbon 12.011	7 N Nitrogen 14.00574	8 O Oxygen 15.9994	9 F Fluorine 18.998403	10 Ne Neon 20.1797
11 Na Sodium 22.989769	12 Mg Magnesium 24.304	3 IIIB 3B	4 IVB 4B	5 VB 5B	6 VIB 6B	7 VIIB 7B	8 VIII 8	9 VIII 8	10 VIII 8	11 IB 1B	12 IIB 2B	13 Al Aluminum 26.981538	14 Si Silicon 28.0855	15 P Phosphorus 30.973762	16 S Sulfur 32.06	17 Cl Chlorine 35.4527	18 Ar Argon 39.948						
19 K Potassium 39.0983	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.95591	22 Ti Titanium 47.867	23 V Vanadium 50.9415	24 Cr Chromium 51.9961	25 Mn Manganese 54.938	26 Fe Iron 55.847	27 Co Cobalt 58.9332	28 Ni Nickel 58.6934	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.39	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.64	33 As Arsenic 74.921595	34 Se Selenium 78.96	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.86						
37 Rb Rubidium 85.4678	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.90585	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.90638	42 Mo Molybdenum 95.94	43 Tc Technetium 98.9062	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.9055	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.8682	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.71	51 Sb Antimony 121.757	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.90447	54 Xe Xenon 131.29						
55 Cs Cesium 132.90545	56 Ba Barium 137.327	57-71	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.9479	74 W Tungsten 183.85	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.22	78 Pt Platinum 195.08	79 Au Gold 196.9665	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium 204.3833	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.98039	84 Po Polonium [209]	85 At Astatine [209]	86 Rn Radon [222]						
87 Fr Francium [223]	88 Ra Radium [226]	89-103	104 Rf Rutherfordium [261]	105 Db Dubnium [262]	106 Sg Seaborgium [266]	107 Bh Bohrium [264]	108 Hs Hassium [265]	109 Mt Meitnerium [268]	110 Ds Darmstadtium [271]	111 Rg Roentgenium [272]	112 Cn Copernicium [285]	113 Uut Ununtrium unknown	114 Uuq Ununquadrupium [289]	115 Uup Ununpentium unknown	116 Uuh Ununhexium [294]	117 Uus Ununseptium unknown	118 Uuo Ununoctium unknown						
Lanthanide Series		57 La Lanthanum 138.9055	58 Ce Cerium 140.115	59 Pr Praseodymium 140.90768	60 Nd Neodymium 144.24	61 Pm Promethium 144.9127	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.964	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.92534	66 Dy Dysprosium 162.50	67 Ho Holmium 164.93033	68 Er Erbium 167.26	69 Tm Thulium 168.93421	70 Yb Ytterbium 173.04	71 Lu Lutetium 174.967							
Actinide Series		89 Ac Actinium [227]	90 Th Thorium [232]	91 Pa Protactinium [231]	92 U Uranium [238]	93 Np Neptunium [237]	94 Pu Plutonium [244]	95 Am Americium [243]	96 Cm Curium [247]	97 Bk Berkelium [247]	98 Cf Californium [251]	99 Es Einsteinium [252]	100 Fm Fermium [257]	101 Md Mendelevium [258]	102 No Nobelium [259]	103 Lr Lawrencium [260]							
		Alkali Metal	Alkaline Earth	Transition Metal	Basic Metal	Semimetal	Nonmetal	Halogens	Noble Gas	Lanthanides	Actinides												

Elements of
living components

C H O N S P Ca I Fe Zn

Components of
the early
atmosphere

H₂ CO₂ CH₄ NH₃ H₂O

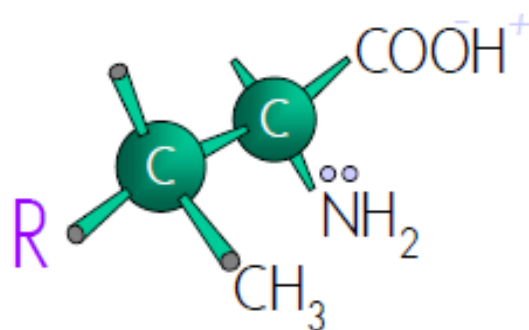
[Covalent bond]

Components of
the **early** atmosphere
form
organic compounds.

Components of the **early** atmosphere: H_2 CO_2 CH_4 NH_3 H_2O



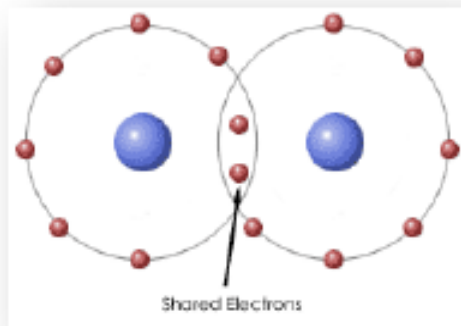
สร้างพันธะโควาเลนต์
[covalent bond formation]



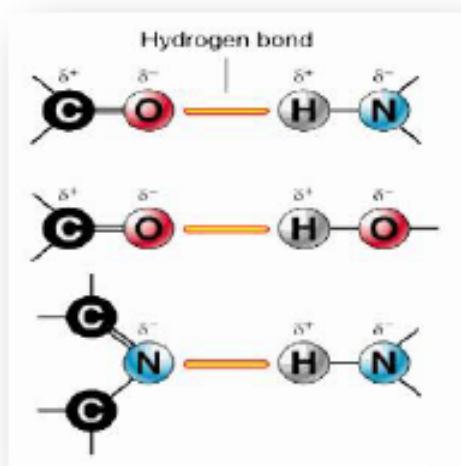
Organic [**biological**] compound

Life is composed of Biological compounds.

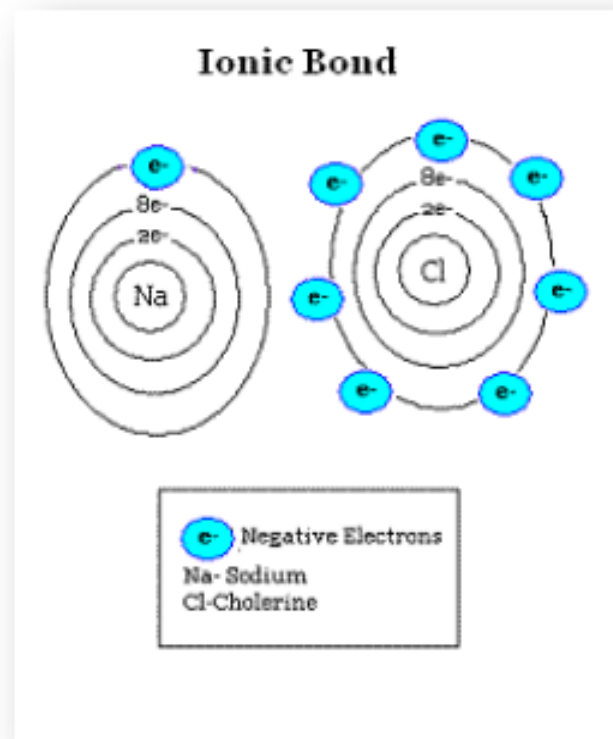
Biological compounds contain weak bonds, which can be continuously broken and re-formed.



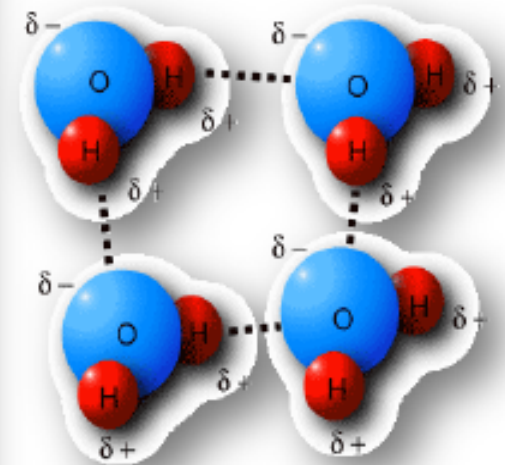
Covalent bond



Hydrogen bond



Ionic bond



Van der Waals

Elements ธาตุ

Principal elements [มีปริมาณมาก]

- C, H, O , N , Ca, P

Trace elements [มีปริมาณน้อย]

- Zn, Fe, Mn, Cu, Co, F, I, Na, K, Cl

Biological roles of the elements

Structure: Ca, P

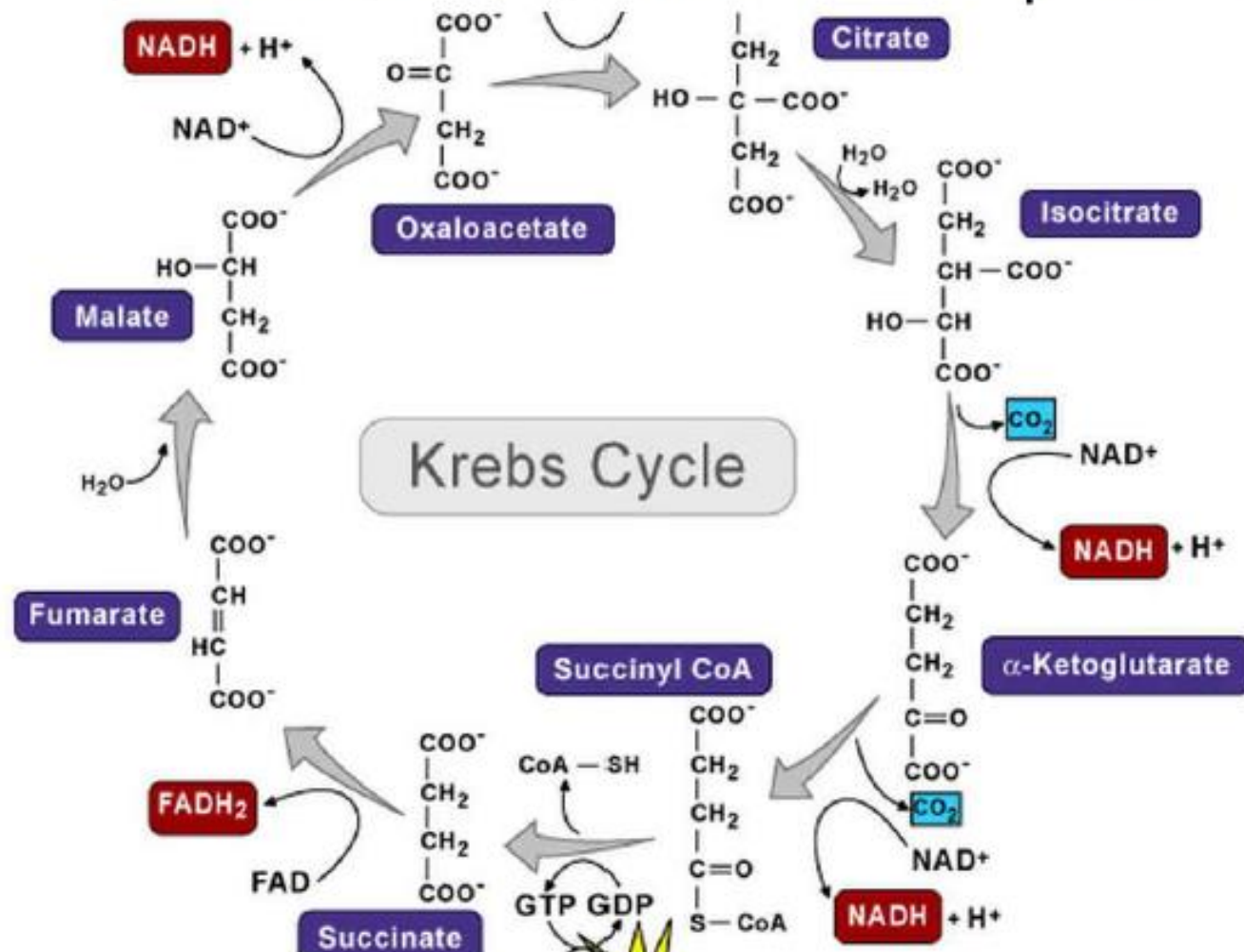
Cofactor: Zn, Se, Mg, Mn

Found in some hormones: I, Fe, Co

Electrolyte: Na^+ , Cl^- , K^+

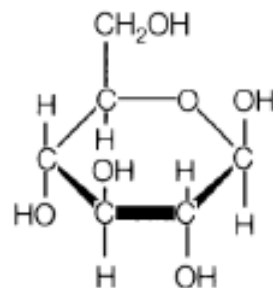
Metabolic intermediates

Small molecules in metabolic pathway

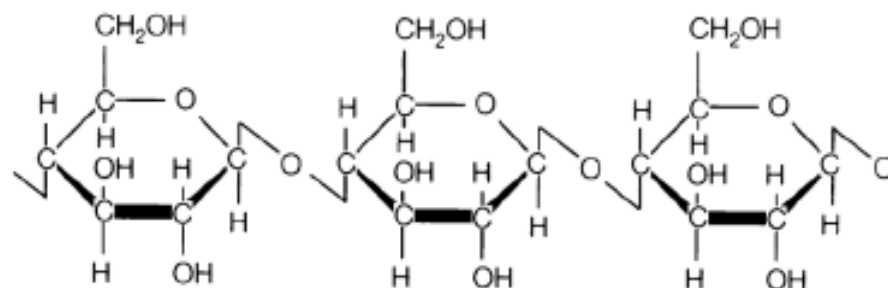


Building blocks & Biomolecules

Building block + building block ---> biomolecules

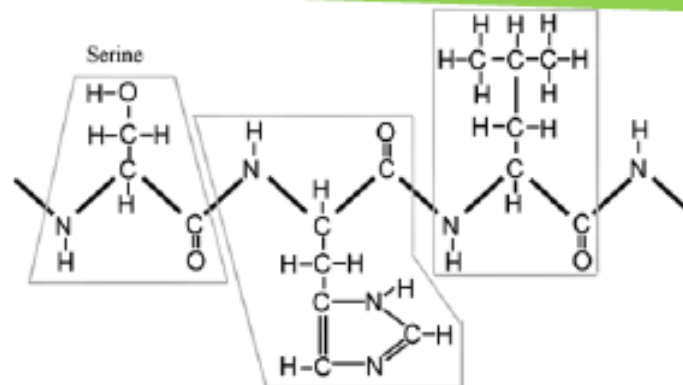


monosaccharide

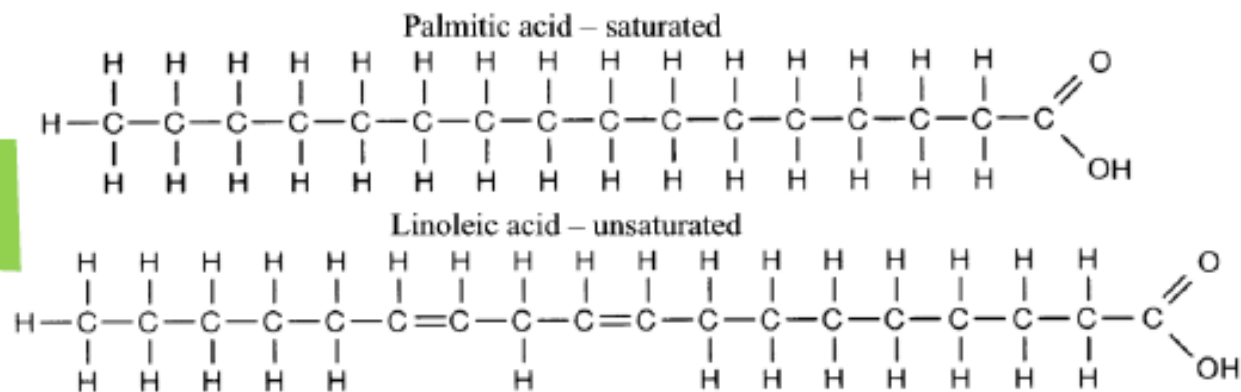
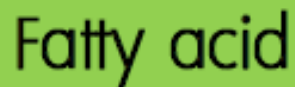


polysaccharide

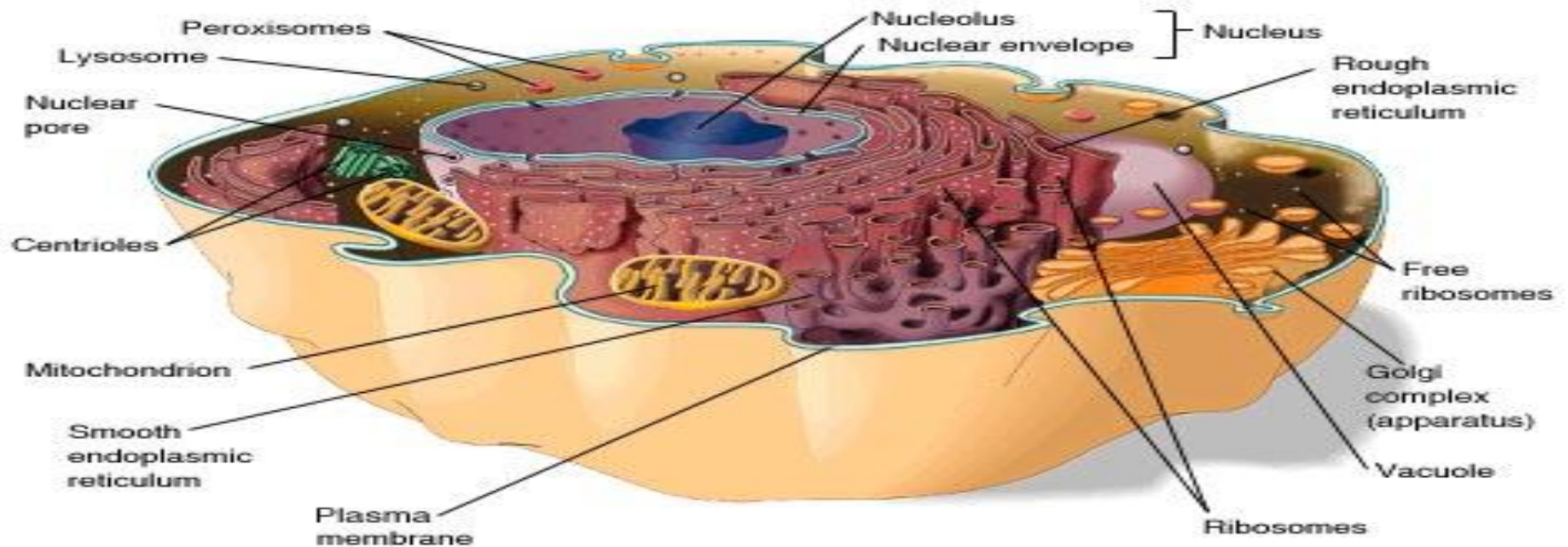
amino acid



protein



Cell คืออะไร?



เซลล์คือถุงของเหลวที่หุ้มองค์ประกอบของเซลล์ไว้ภายใน

ทำไมจึงเป็นถุงของเหลว?

Cells

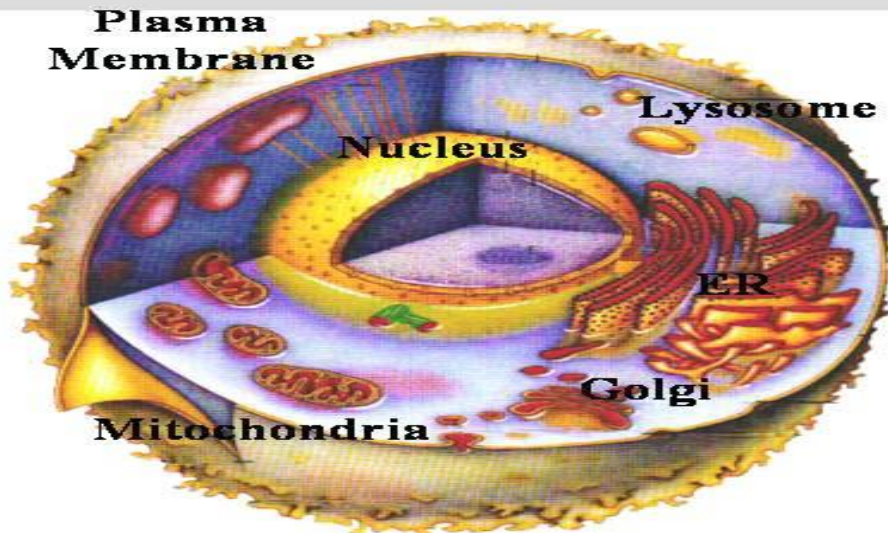
นิยามของเซลล์:

เป็นหน่วยย่อยที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต

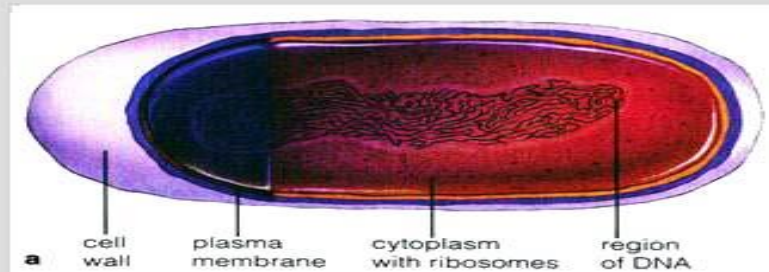
เซลล์จำแนกได้เป็น 2 ประเภท

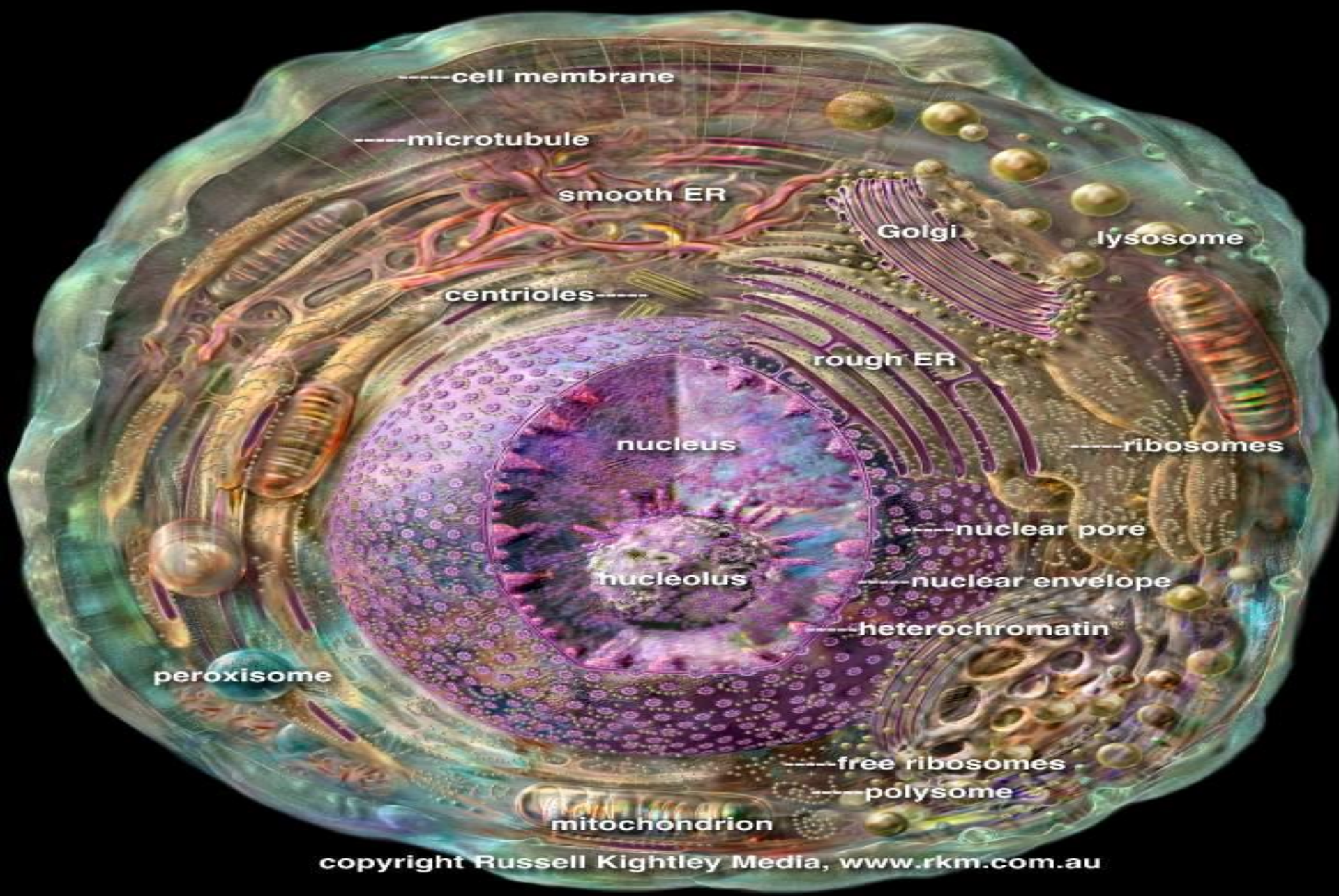
- เซลล์โพรคาริโอต (prokaryotic cell)
- เซลล์ยูคาริโอต (eukaryotic cell)

Eukaryote vs Prokaryote

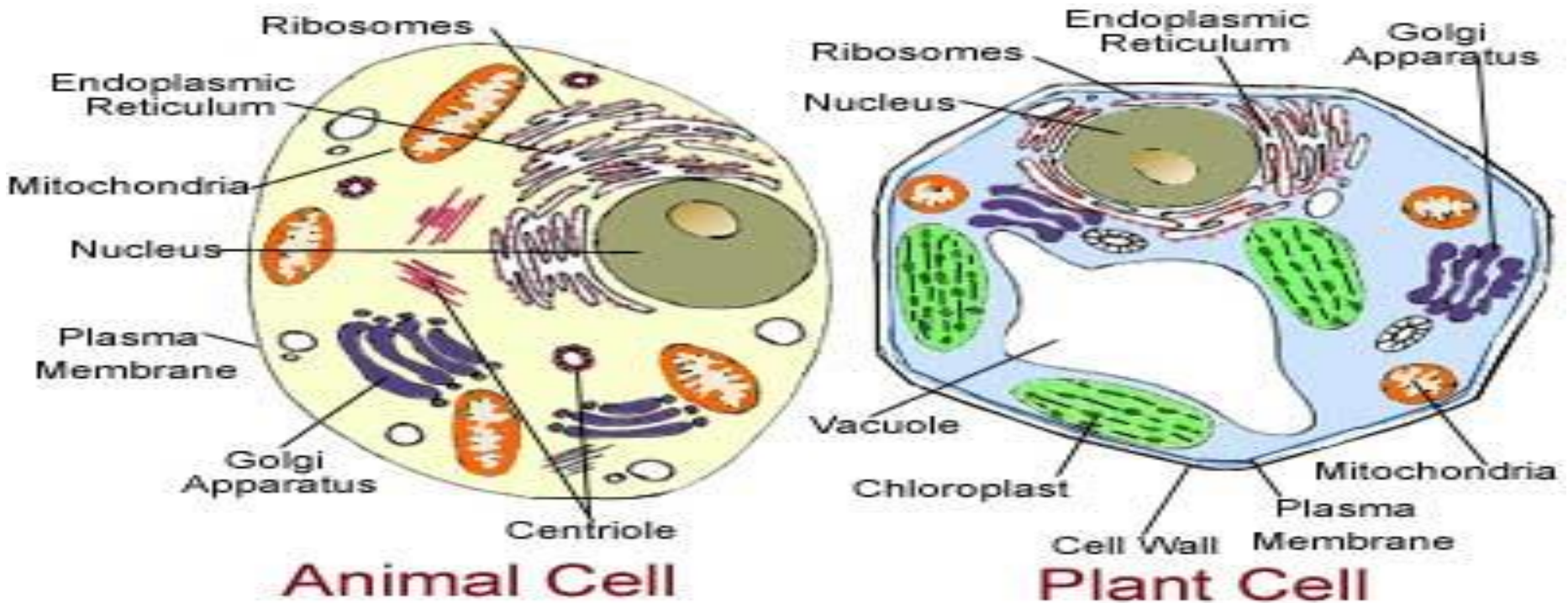


Eukaryotic cells have membrane-bound compartments with specialized functions.





องค์ประกอบภายในเซลล์
“organelles”



นักศึกษาบอกความแตกต่างระหว่าง
โปรคาริโอต กับ ยูคาริโอต

Organelle



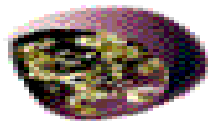
nucleus



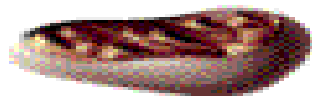
chloroplast



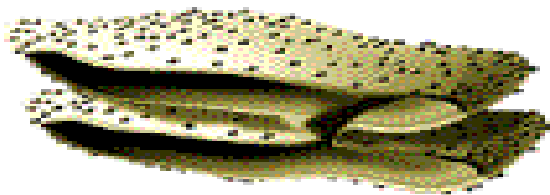
Golgi
apparatus



lysosome

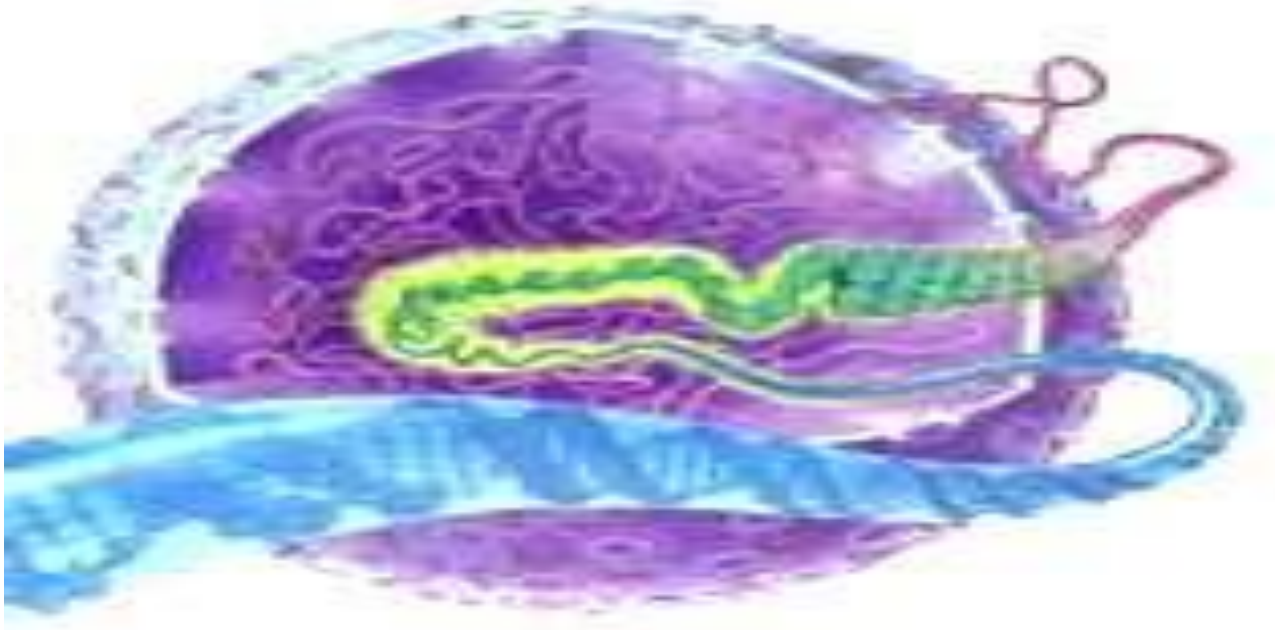


mitochondria



Rough
endoplasmic
reticulum

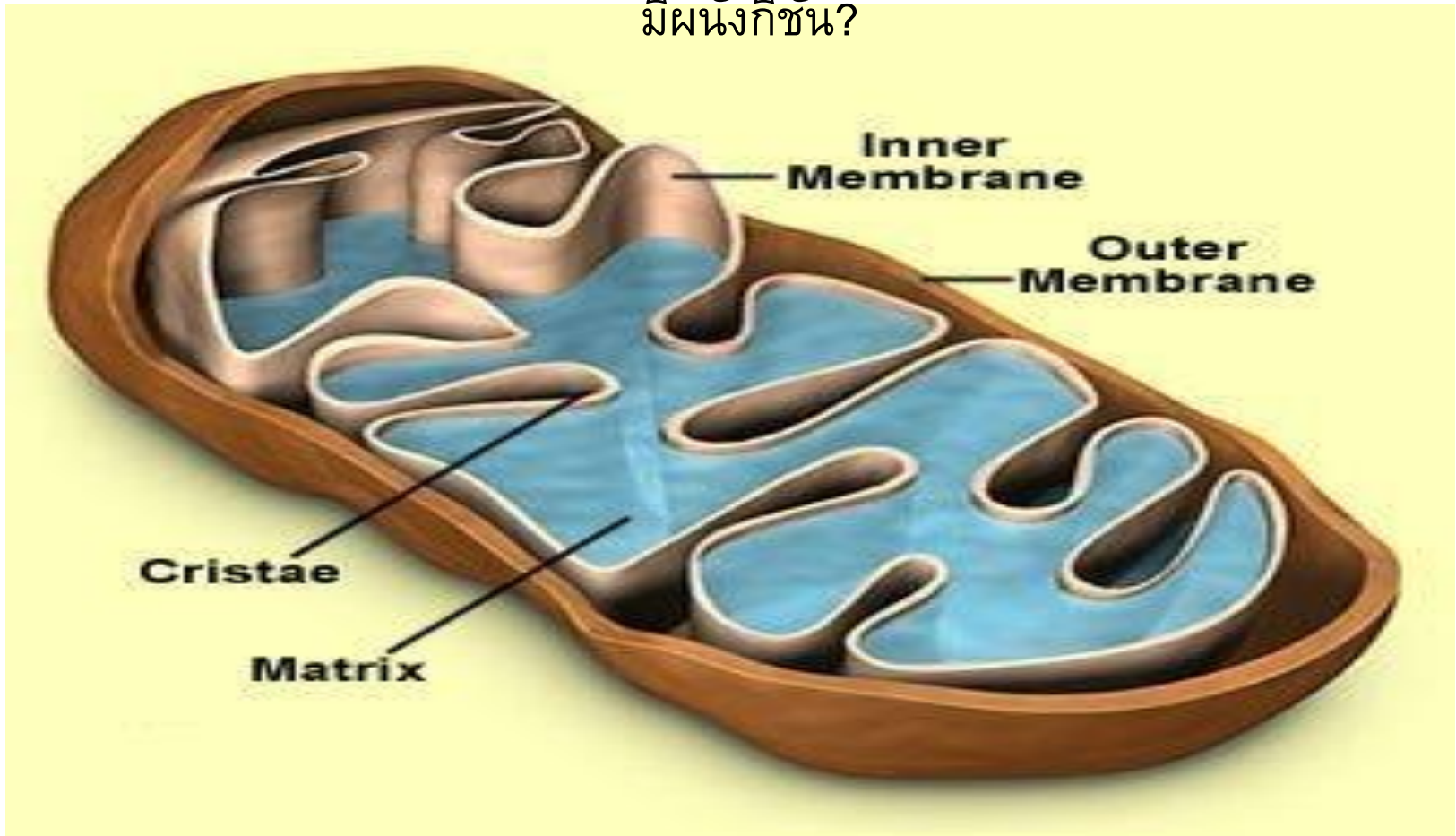
Nucleus



บรรจุสารพันธุกรรม ได้แก่ ดี เอ็น เอ

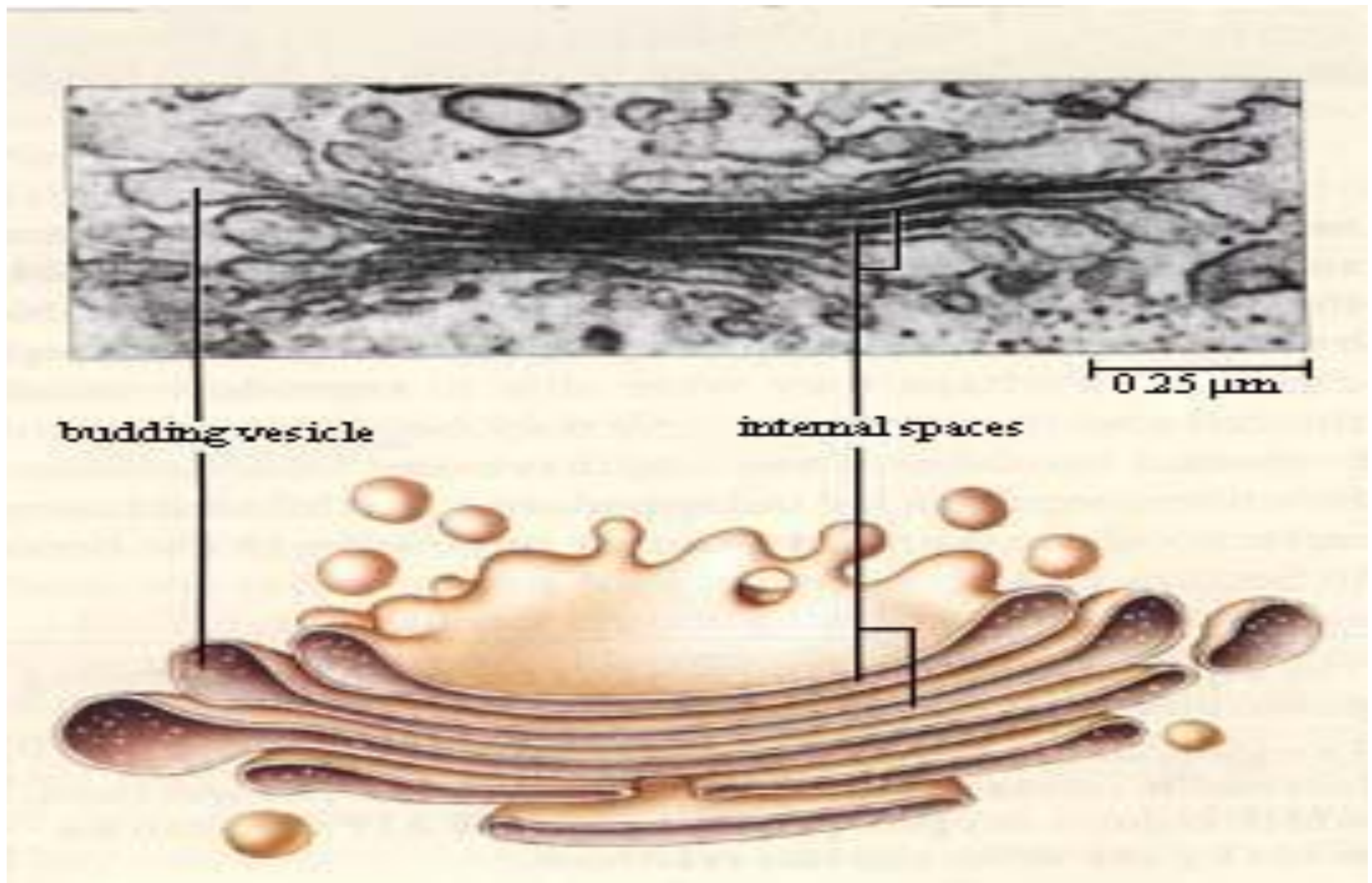
นักศึกษา รู้จัก “โครโมโซม” หรือไม่?

Mitochondria
ทำหน้าที่อะไร?
มีผนังกี่ชั้น?

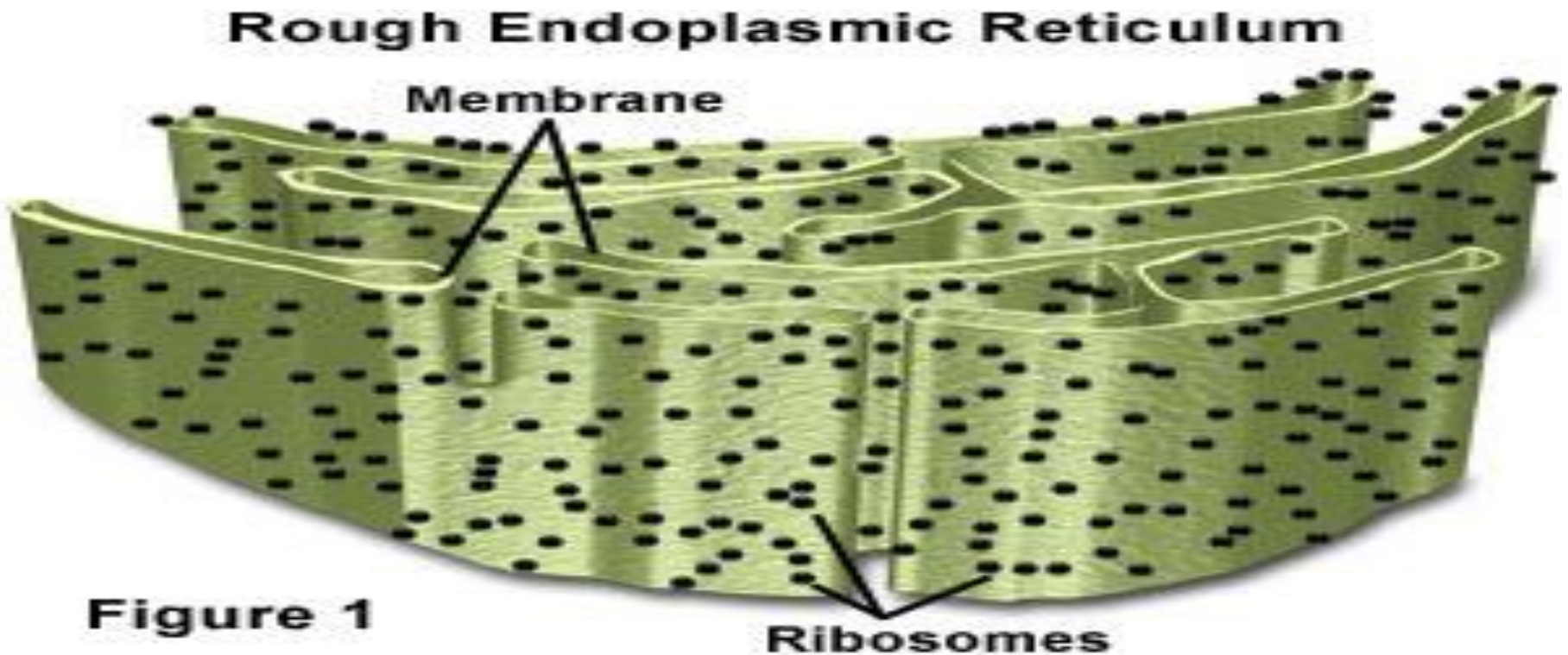


Golgi apparatus

ทำหน้าที่อะไร?



ER ทำหน้าที่อะไร?



จุดดำๆ ที่ติดอยู่กับผนัง ER คืออะไร? ทำหน้าที่อะไร?

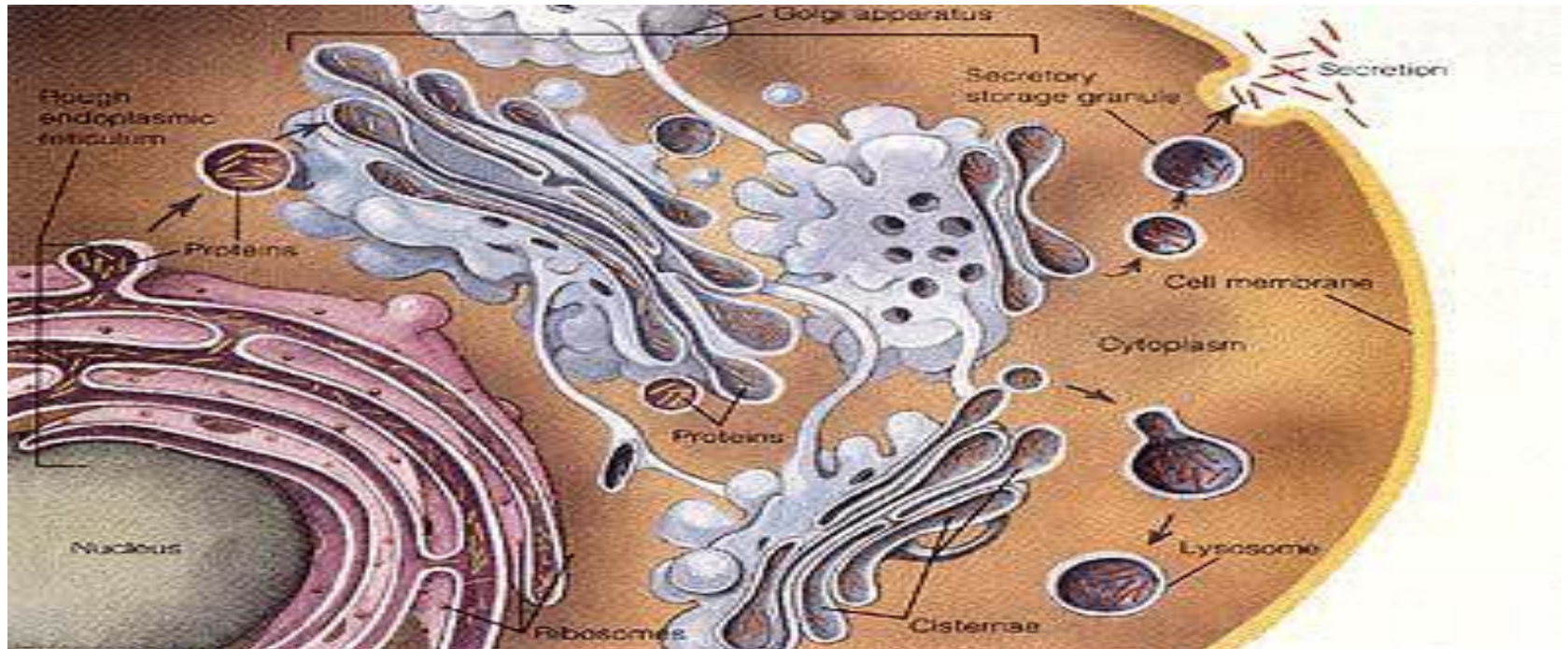
Ribosome

สังเคราะห์โปรตีน



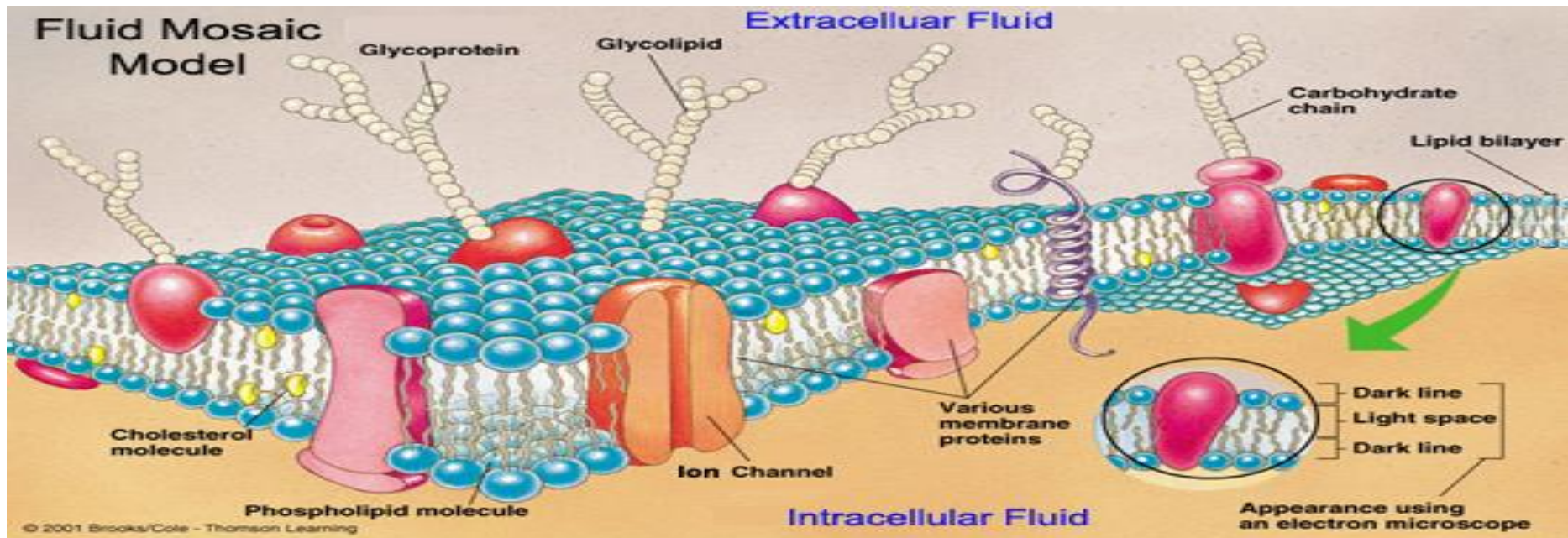
อยู่บริเวณไหนของเซลล์?

นักศึกษาสามารถบอกการทำงานของออร์แกเนลต่อไปนี้
อย่างมีความสัมพันธ์กัน

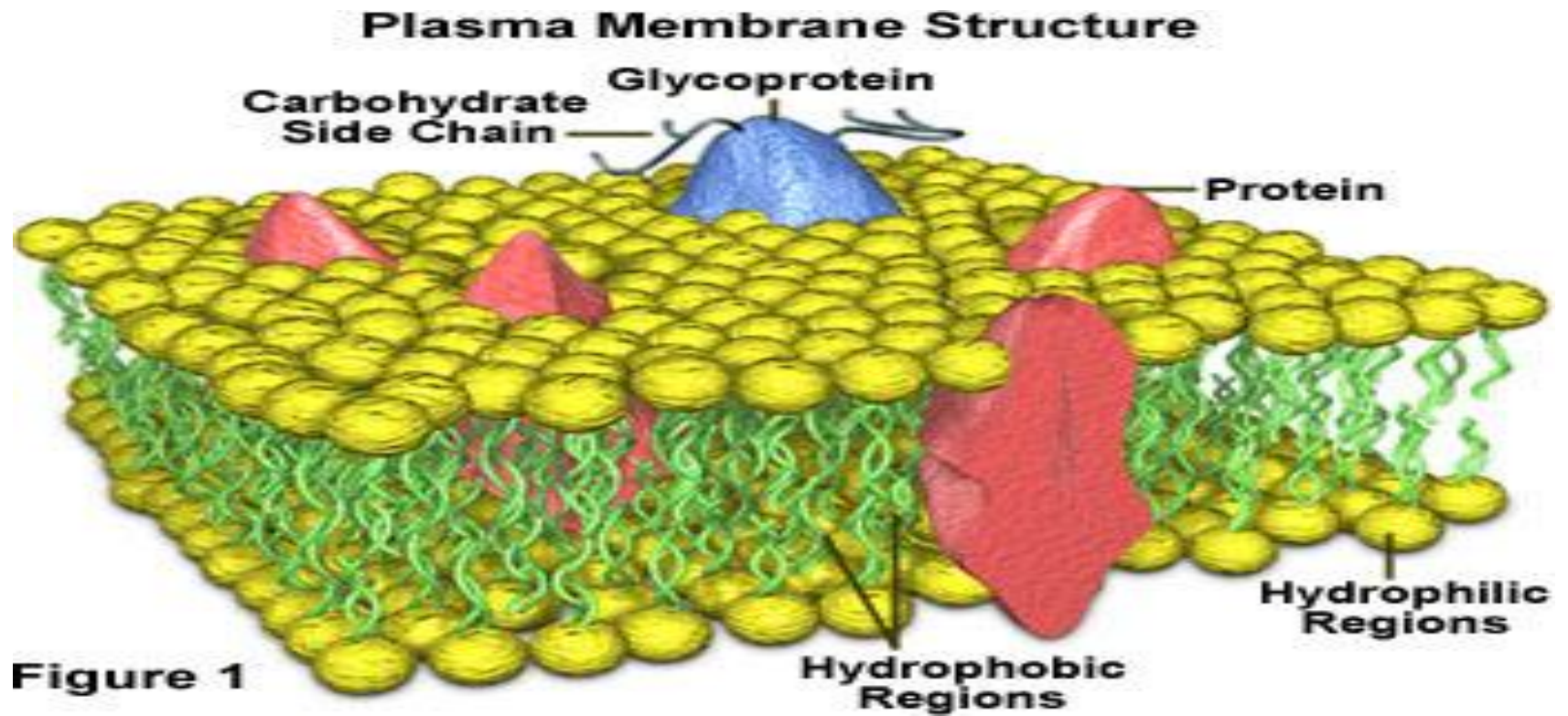


นิวเคลียส ไรโบโซม rough ER golgi bodies

นักศึกษานึกภาพ lipid เป็นเยื่อหุ้มเซลล์ออกมัย?

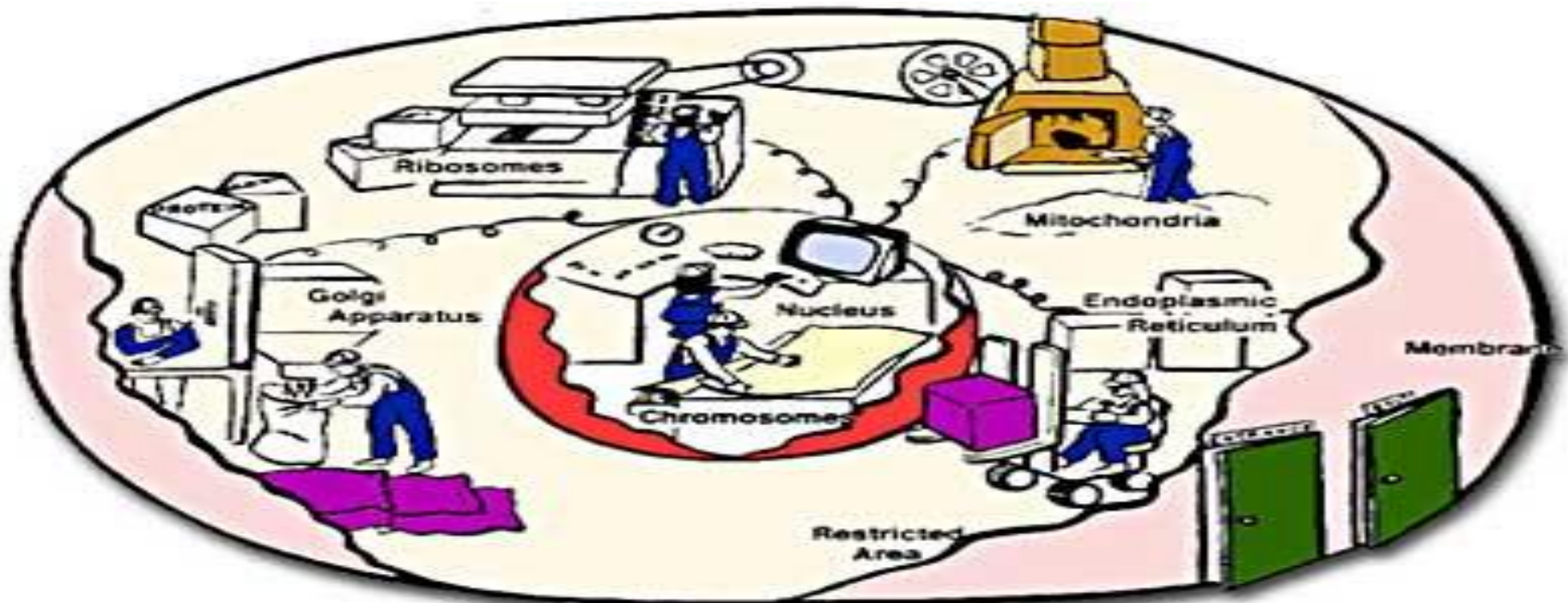


โครงสร้างของ Plasma membrane



โครงสร้างของเซลล์เมมเบรนเป็นอย่างไร?

Cell is a busy factory.



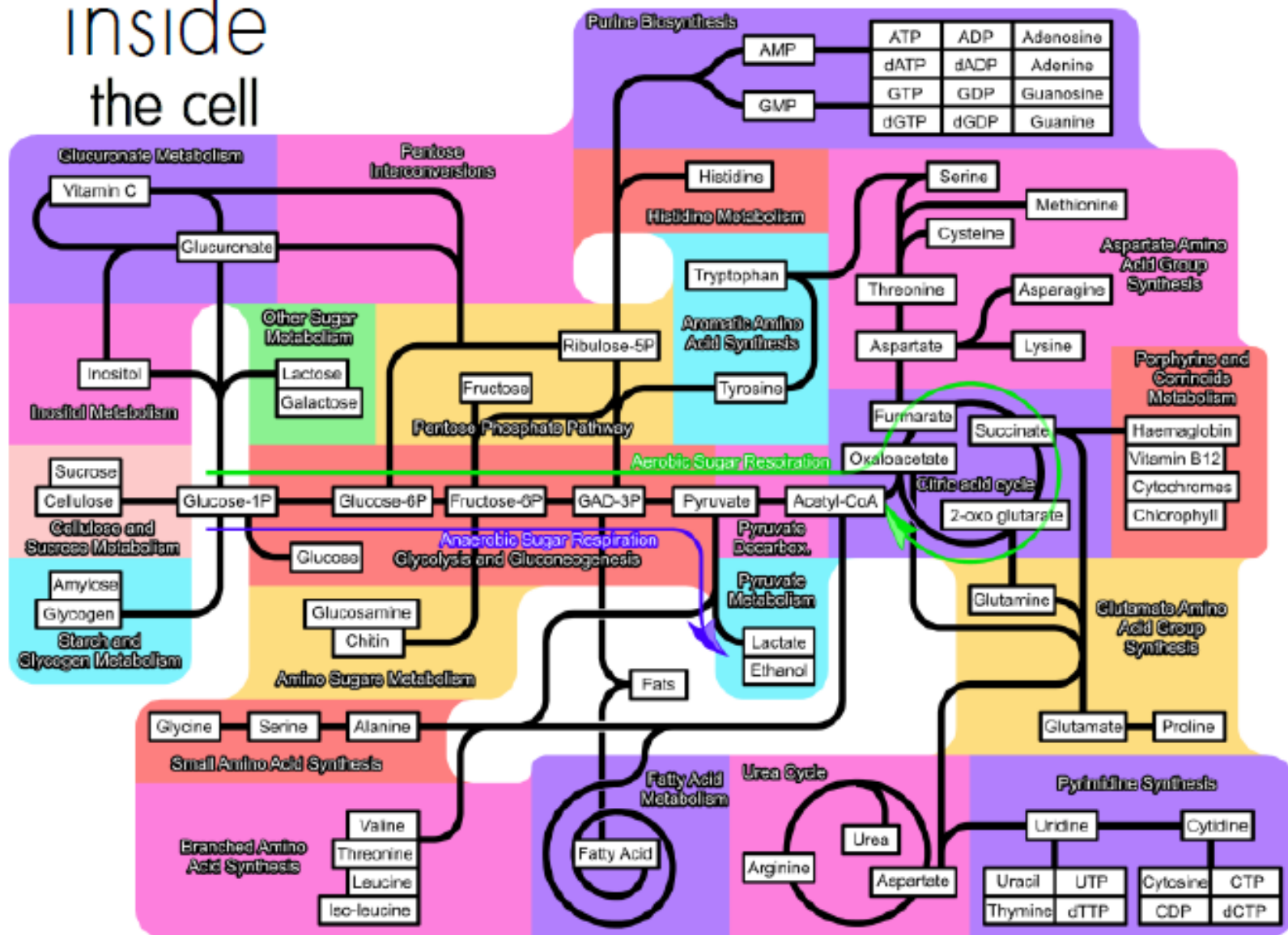
เซลล์ทำงานตลอดเวลาหรือไม่?

เมื่อไหร่ที่เซลล์จะหยุดทำงาน?

มีงานอะไรในเซลล์?

Metabolism inside the cell

เหมือนโครงข่ายสถานีรถไฟใต้ดิน



ELEMENTS

Precursors (H_2 H_2O CO_2 CH_4 NH_3)

Metabolic intermediates (citrate, pyruvate)

Building blocks (amino acids, monosaccharides, fatty acids, nucleotides)

Biomolecules (protein, carbohydrate, lipid, nucleic acids)

Supramolecular assembly (plasma membrane, mitochondria, ribosome, etc)

CELLS