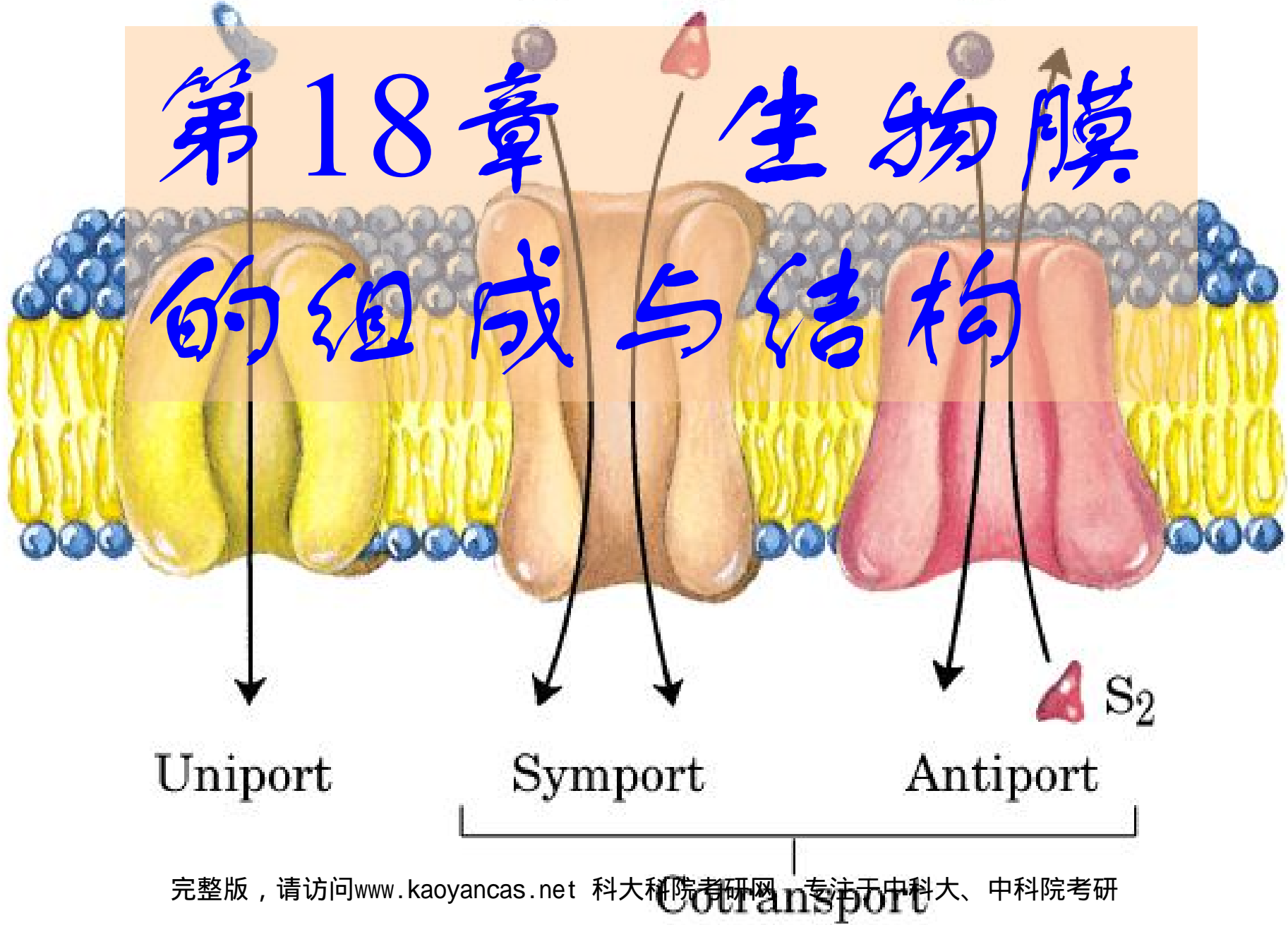


第18章 生物膜的组成与结构



一.生物膜的作用

细胞体

纤毛

线粒体



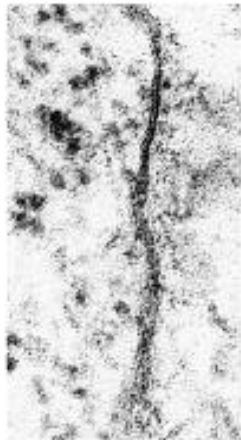
(a)



(b)



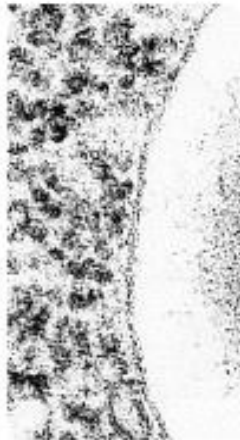
(c)



(d)



(e)



(f)

消化泡

内质网

分泌泡

生物膜的形成对于生物的物质贮存及细胞间的通讯起着关键作用。膜的生物活性来自于膜自身显著的特性：膜连接紧密但有弹性；膜自我封闭，对极性分子有选择性通透；膜的弹性允许膜在细胞生长和运动中改变形状；暂时破裂且可自封闭的能力可保证两个细胞或两个膜状包裹物的融合。

膜不仅仅是被动的屏障，膜上含有一系列的特化蛋白质启动或催化一定的分子事件；膜上的泵可以逆跨膜梯度移动（运送）特定的有机物和无机离子；能量转化器可以把一种形式的能量转化为另一种形式的能量；质膜上的受体能够感受胞外信号，并转化为细胞内的分子事件。

二.膜的分子组成

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net

生物膜由**蛋白质和极性脂质**组成，少量的**碳水化合物也是糖蛋白或糖脂的一部分**。

蛋白质和脂类的相对比例因不同的膜而不同，反映着膜生物作用的广泛性。神经元的髓鞘主要由脂类构成，为一种电子绝缘体。但细菌、线粒体、叶绿体的膜上由许多酶催化的代谢过程发生，含有的蛋白比脂类要多。特化的脊椎动物视网膜杆状细胞90%以上的膜蛋白是光吸收蛋白视紫红质。特化较低的红细胞质膜约含20种含量较高的蛋白及十几种较少的蛋白，其中多数的蛋白为运输载体。有些膜蛋白还与一个或多个膜脂分子共价结合，后者可能形成一种疏水的稳定体系以保证蛋白质存在于膜中。

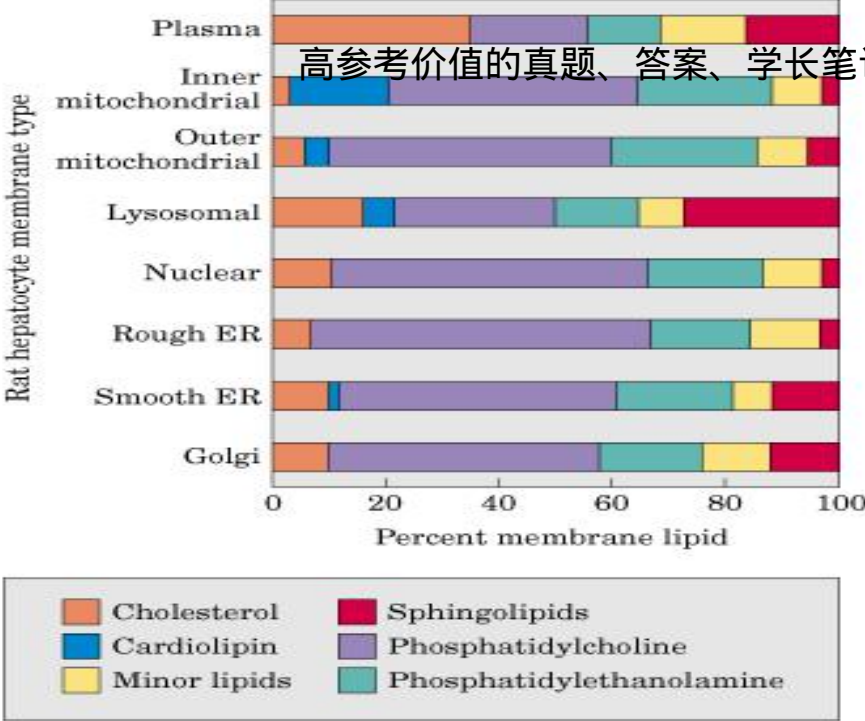
膜脂组成因不同的物种、不同的细胞和不同的细胞器而不同。

table 12-1
Major Components of Plasma Membranes in Various Organisms

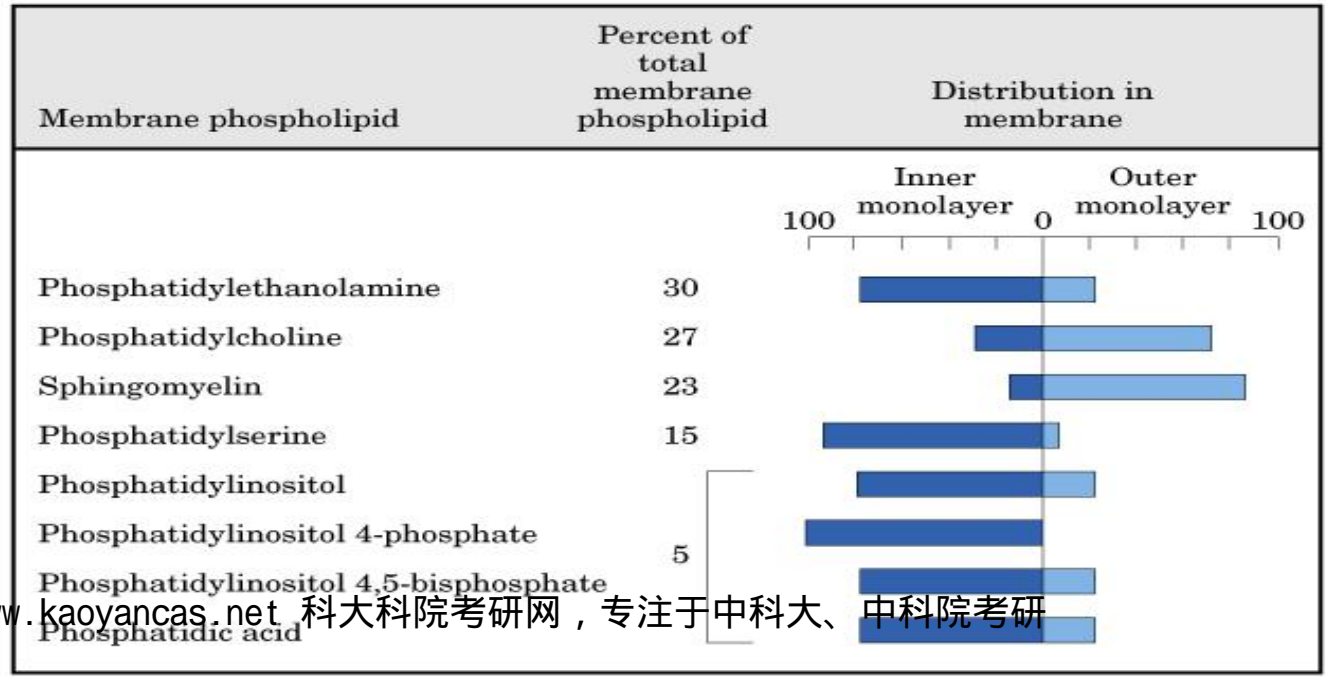
	Components (% by weight)			Sterol type	Other lipids
	Protein	Phospholipid	Sterol		
Human myelin sheath	30	30	19	Cholesterol	Galactolipids, plasmalogens
Mouse liver	45	27	25	Cholesterol	—
Maize leaf	47	26	7	Sitosterol	Galactolipids
Yeast	52	7	4	Ergosterol	Triacylglycerols, steryl esters
<i>Paramecium</i> (ciliated protist)	56	40	4	Stigmasterol	—
<i>E. coli</i>	75	25	0	—	—

完整版，请访问www.kaoyancas.net 科大科院考研网，专注于中科大、中科院考研

鼠肝细胞膜及 细胞器膜的脂 质类型



红细胞质膜 内外单层膜 磷脂的不对 称分布



两性脂在水中形成的聚集体

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net

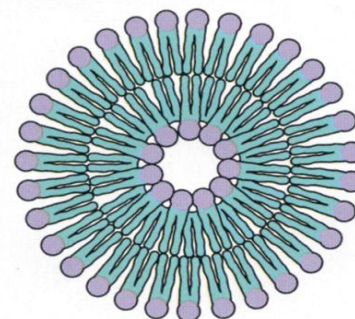
所有生物膜拥有共同的基本特征：对多数极性分子或带电分子不通透，允许非极性分子通透；约5-8 nm厚，横切电镜照片近似三层结构。脂类与水相共存时会迅速形成一种脂双分子层结构而避开水的作用，生物膜的厚度（电镜测定为5-8 nm）是由3 nm的脂双分子层和蛋白的厚度决定的，所有证据都支持生物膜由脂双分子层构成。

Bilayer



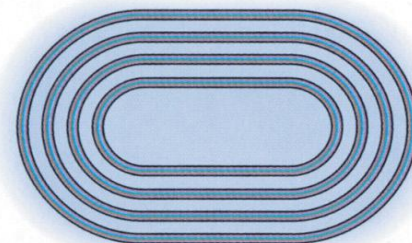
(a)

Unilamellar vesicle

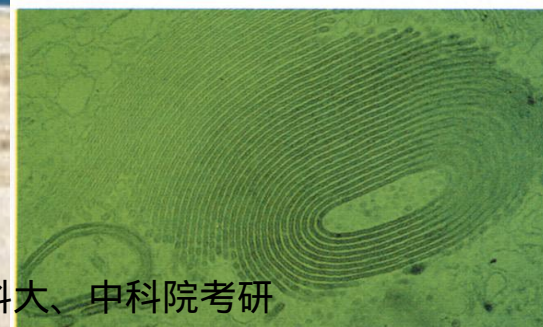


(b)

Multilamellar vesicle



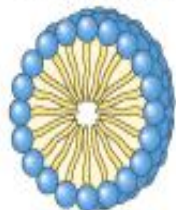
(c)



(d)



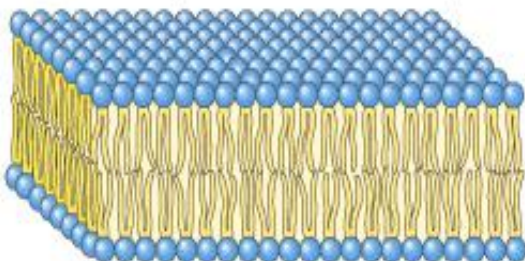
Individual units are wedge-shaped (cross-section of head greater than that of side chain)



Micelle
(a)

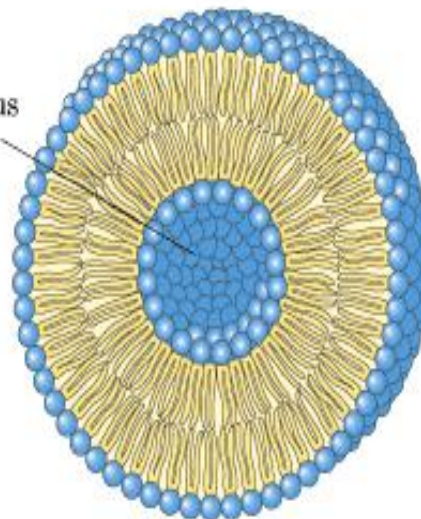


Individual units are cylindrical (cross-section of head equals that of side chain)



Bilayer
(b)

Aqueous cavity



Liposome
(c)

完整版，请访问www.kaoyancas.net 科大科院考研网，专注于中科大、中科院考研

膜脂的运动

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net

虽然脂双层结构的本身是稳定的，但单个的磷脂和固醇可在脂质平面内有很大的运动自由，它们的横向运动很快，几秒之内单个脂分子就可环绕红细胞的一周。双分子的内部也是流动的，脂肪酸的碳氢链可通过碳碳旋转而不断地运动。另外一种运动就是跨双分子层运动，即flip-flop。

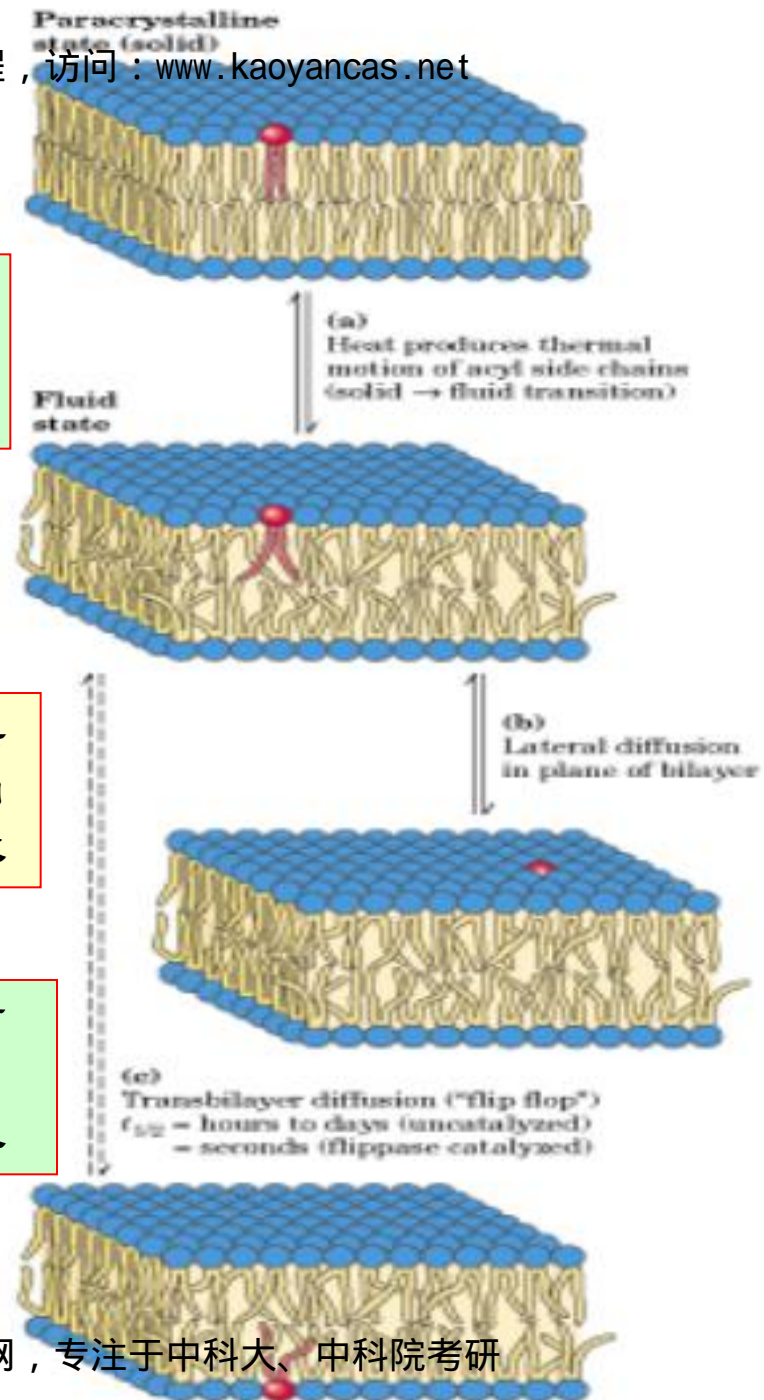
膜流动的程度依赖于脂的组成及温度，低温下的运动相对较少，脂双分子层几乎呈晶态（类晶体、半晶体）排列；温度升到一定高度时，运动增加，膜由晶态向液态转变。

完整版，请访问www.kaoyancas.net 科大科院考研网，专注于中科大、中科院考研

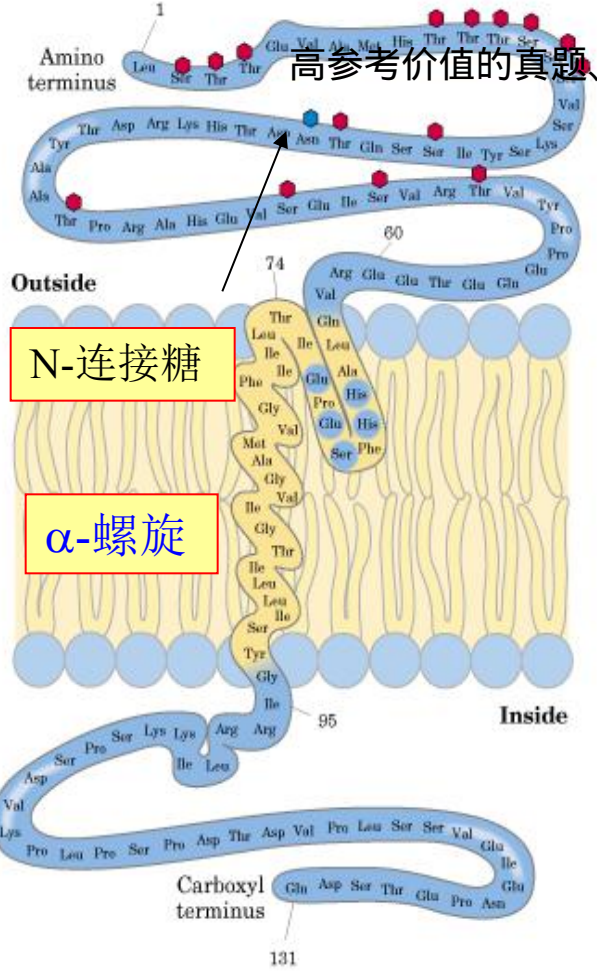
温度引起侧链热运动

脂双层平面内的扩散

跨膜扩散：“翻跟头”



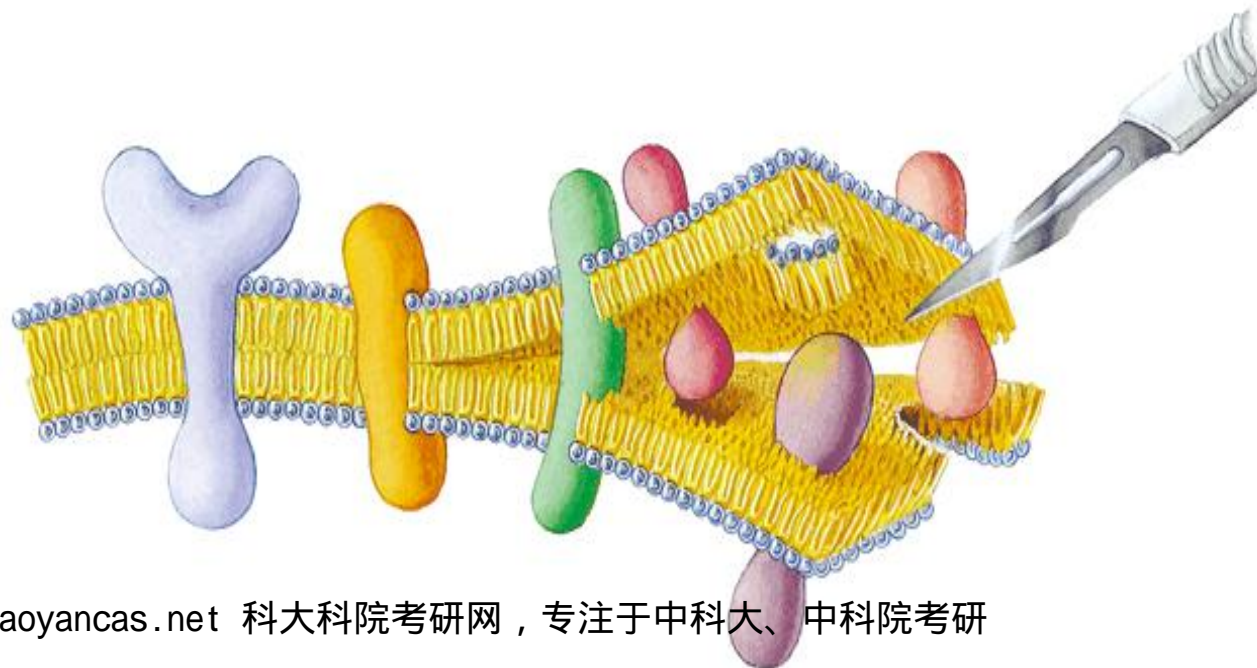
高参考价值的真题



红细胞上血型糖蛋白的跨膜结构

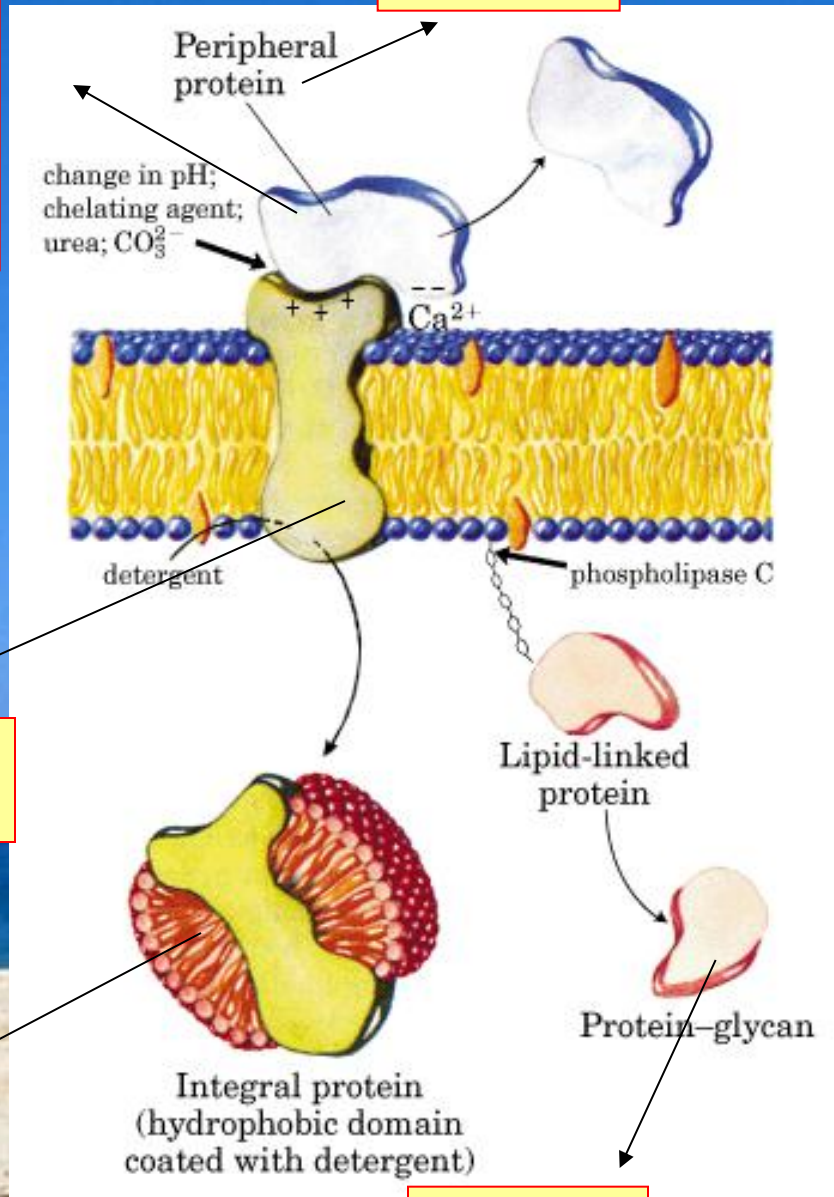
生物膜的冰冻蚀刻电镜观察到的一个蛋白或多蛋白复合体分布情况显示，一些蛋白仅存在于膜的一面，另一些则横跨整个膜双分子层，有些穿过膜的另一表面。膜蛋白在脂双分子层上可侧向运动。

冰冻蚀刻 (Freeze-fracture Technique) 撕开膜双层



外周蛋白

pH改变、螯合剂、尿素、碳酸盐可除去外周蛋白



嵌入（膜内）蛋白

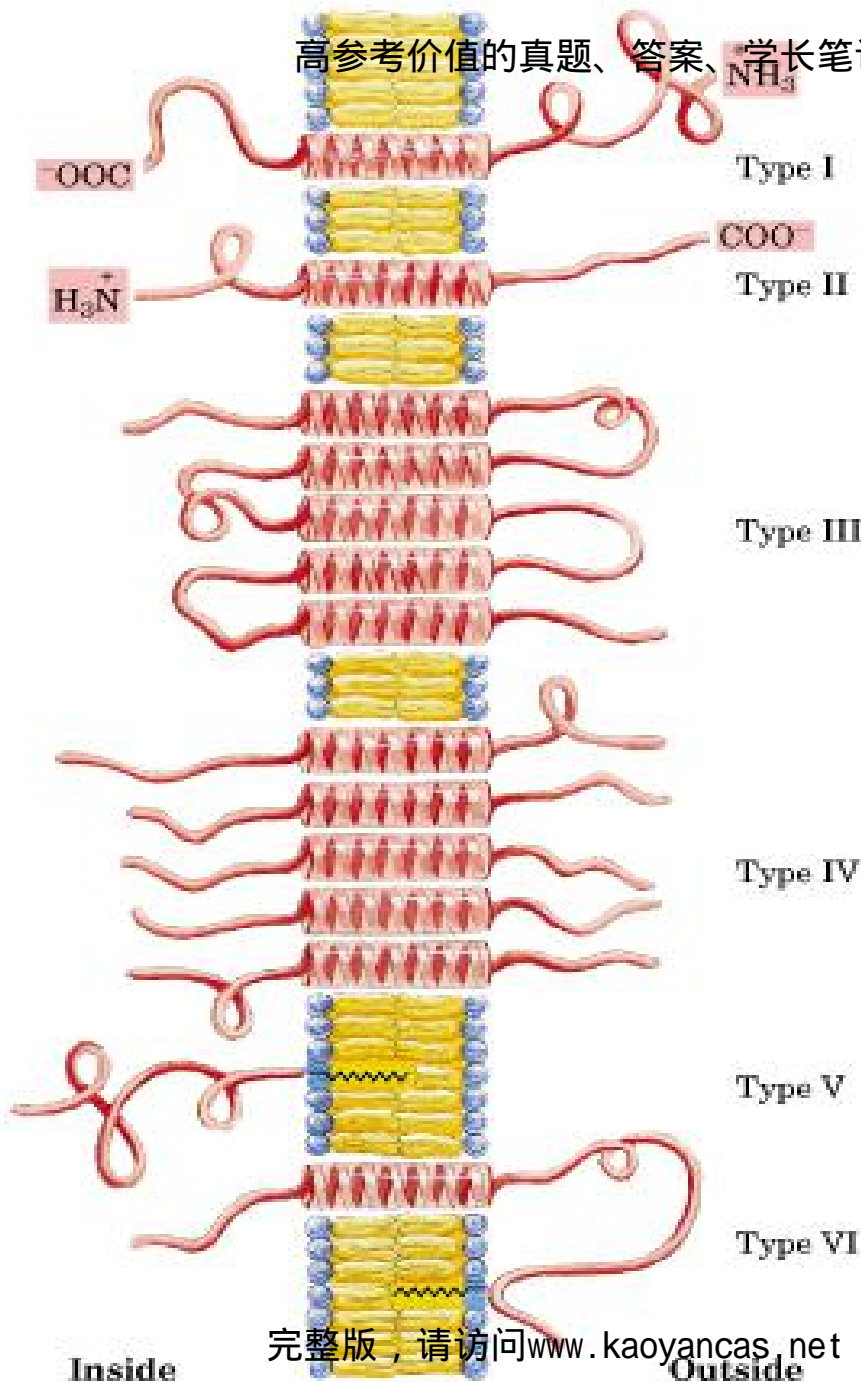
去污剂处理

蛋白-多糖

外周蛋白和膜内（嵌入）蛋白

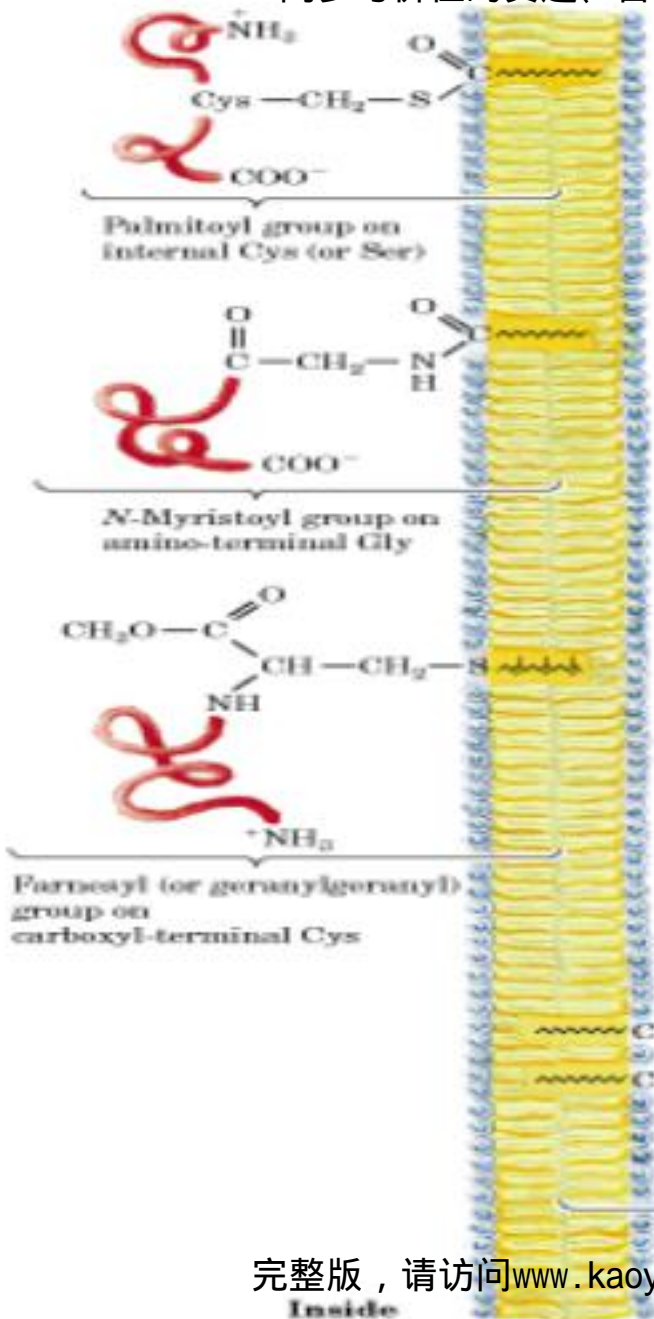
外周蛋白 (peripheral proteins) 与膜结合松散，很容易释放，是水溶性的；外周蛋白通过与嵌入蛋白的亲水区域或膜脂的极性头部以静电作用或氢键结合到膜上，通过温度的改变或破坏静电或破坏氢键作用（如加入螯合剂、尿素、碳酸盐或改变pH）可被释放出来。

这些外周蛋白可作为膜结合酶的调节因子、或作为连接膜内蛋白与胞间结构的中介物、或与一些膜蛋白的流动性有关



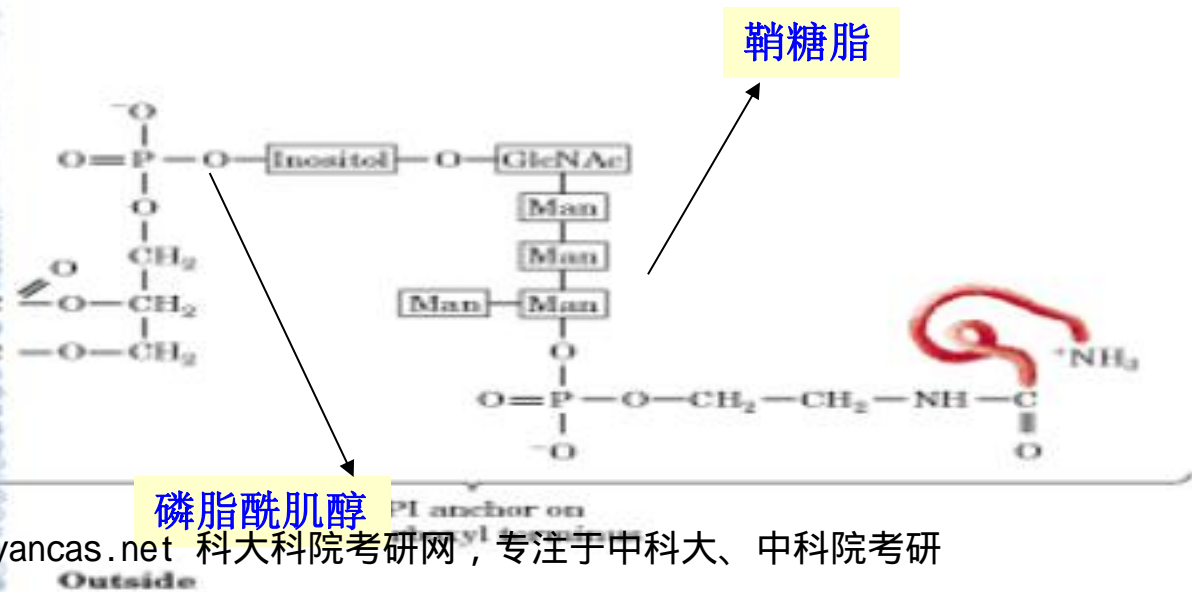
膜内（嵌入）蛋白 (integral proteins)

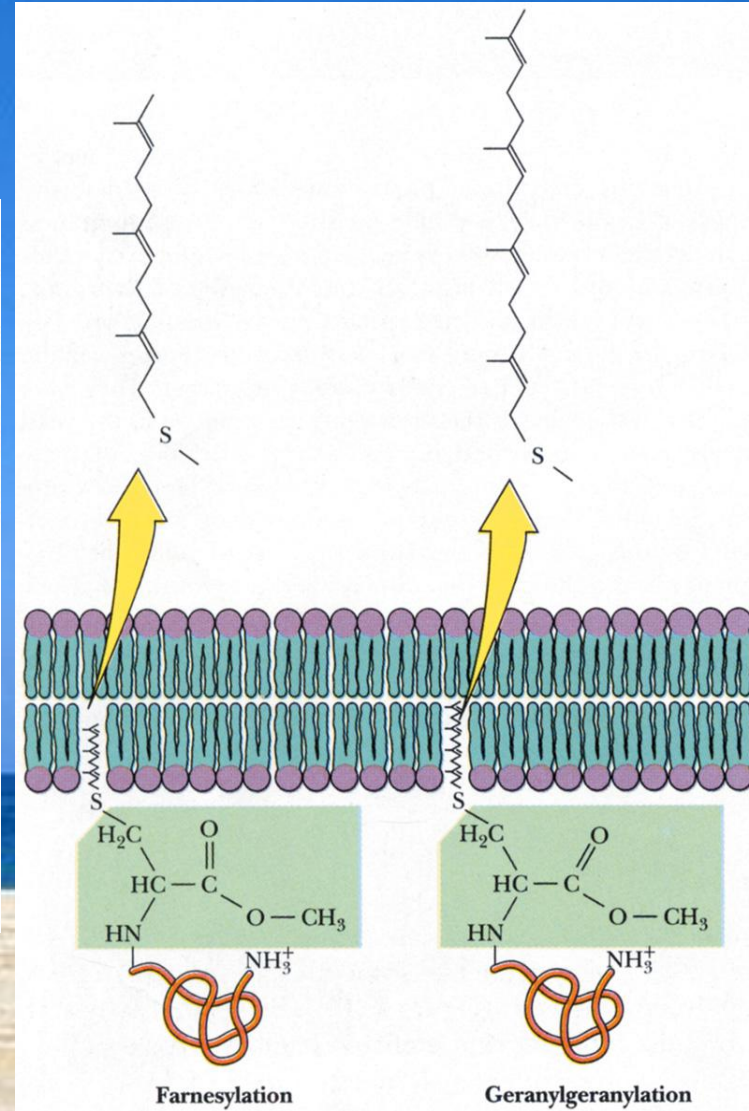
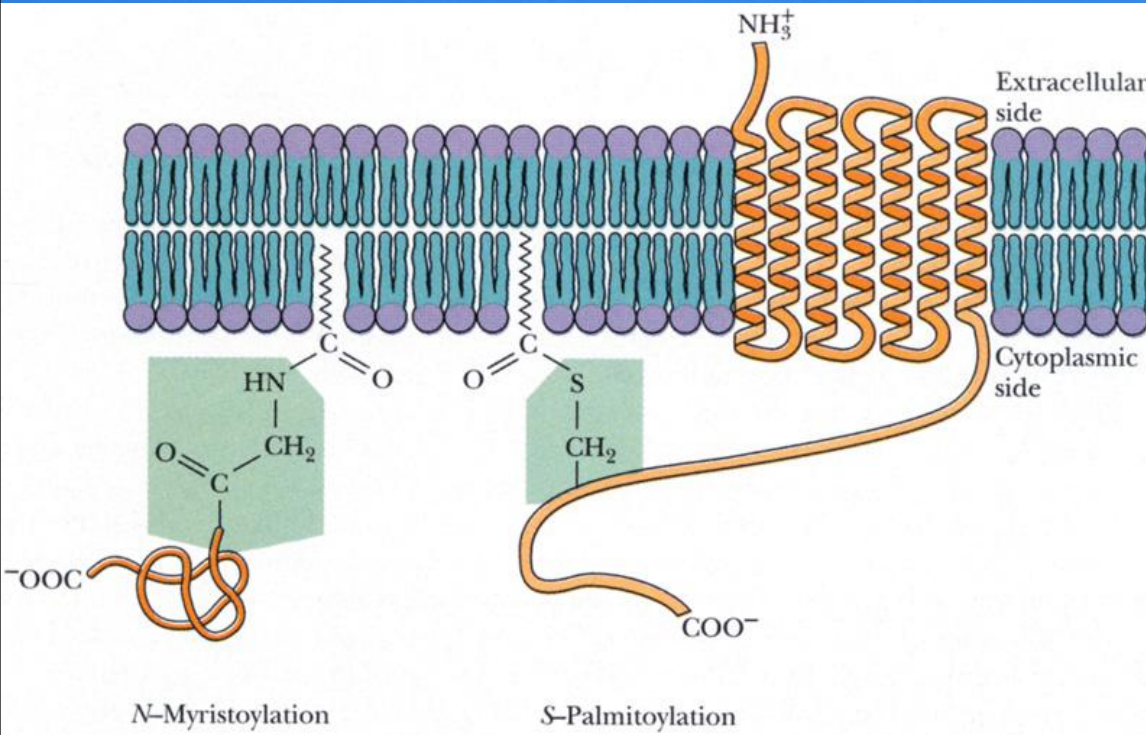
通常富含疏水氨基酸区域（可在中间段，也可在氨基端或羧基端），有些可有多条疏水序列，如 α -螺旋，可横贯整个膜脂双分子层。与膜结合紧密，由膜上释放时要用特别的试剂（去污剂、有机溶剂、变性剂等），即使嵌入蛋白由膜上释放出来，一旦去除变性剂或去污剂会立即引起蛋白沉淀（不溶聚积物）析出。



有些外周膜蛋白共价锚定在膜脂上

有些膜外周蛋白与膜脂有一个或多个共价结合位点，如长链脂肪酸、或磷脂酰肌醇糖基化衍生物。连接的脂提供了一个疏水的锚以插入脂双分子层。





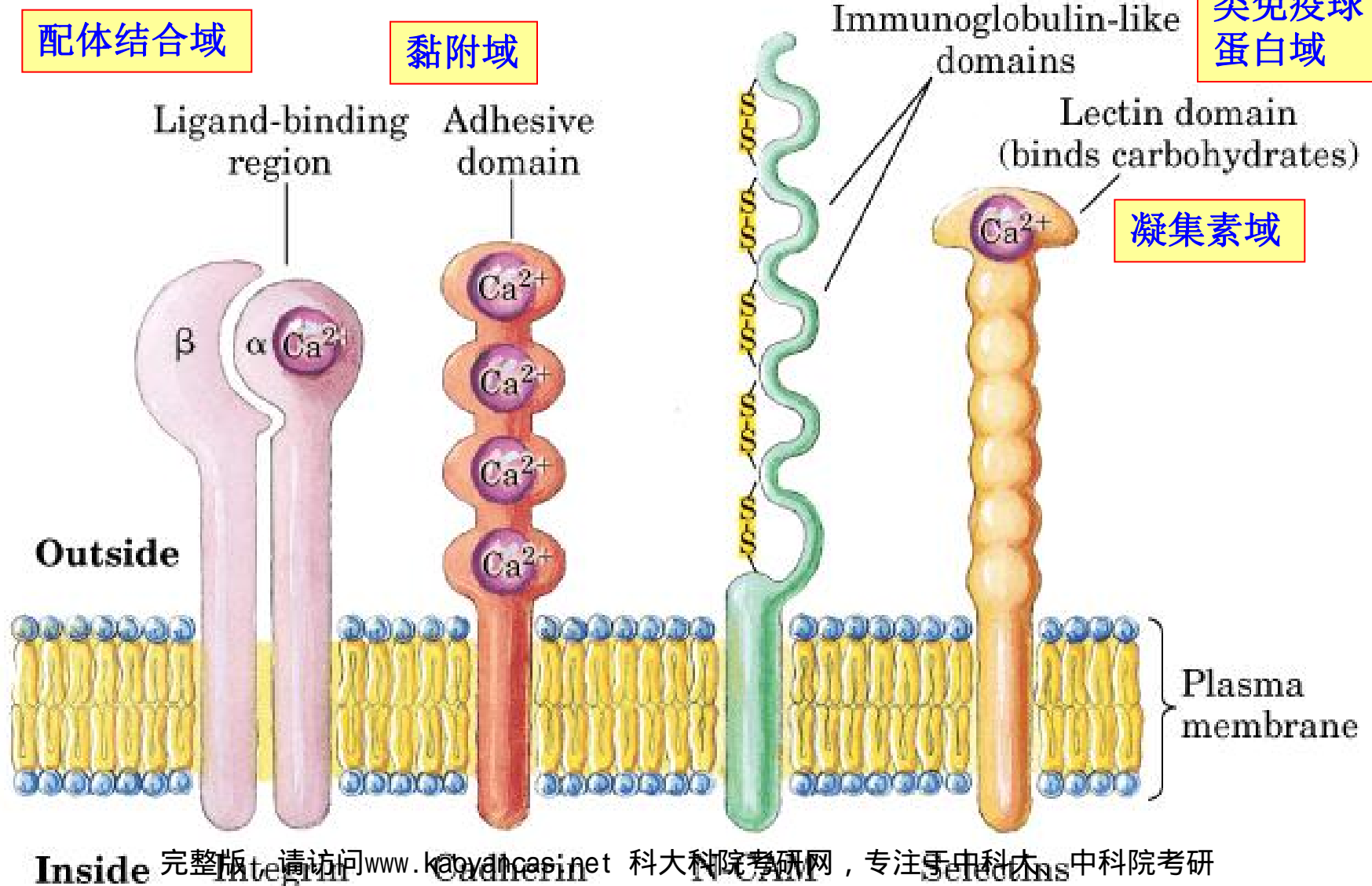
细胞与细胞相互作用：四种膜内蛋白作用类型

配体结合域

黏附域

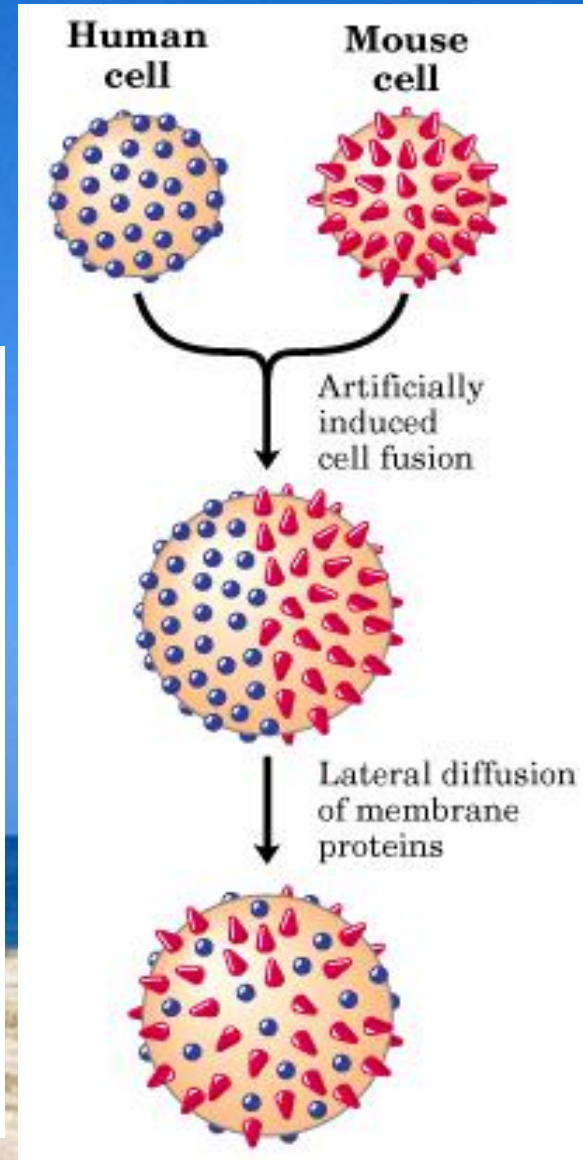
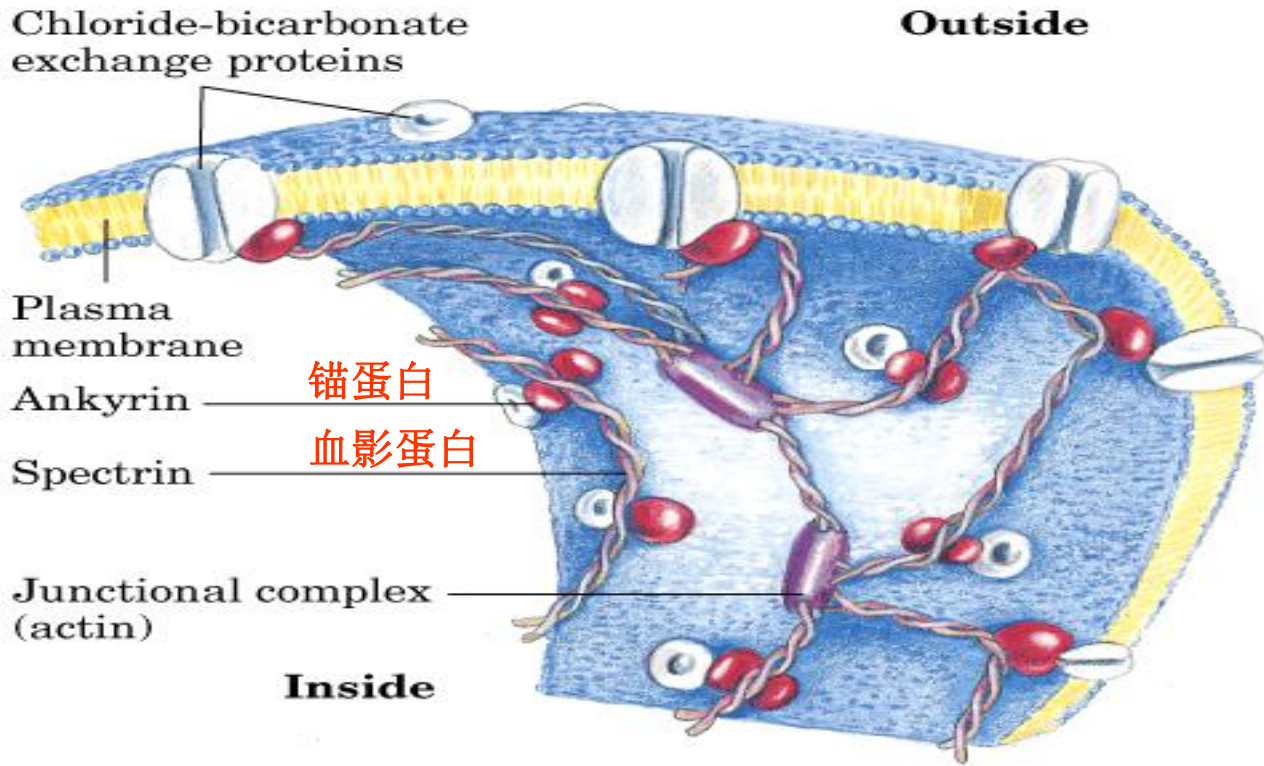
类免疫球蛋白域

凝集素域



膜蛋白的扩散运动

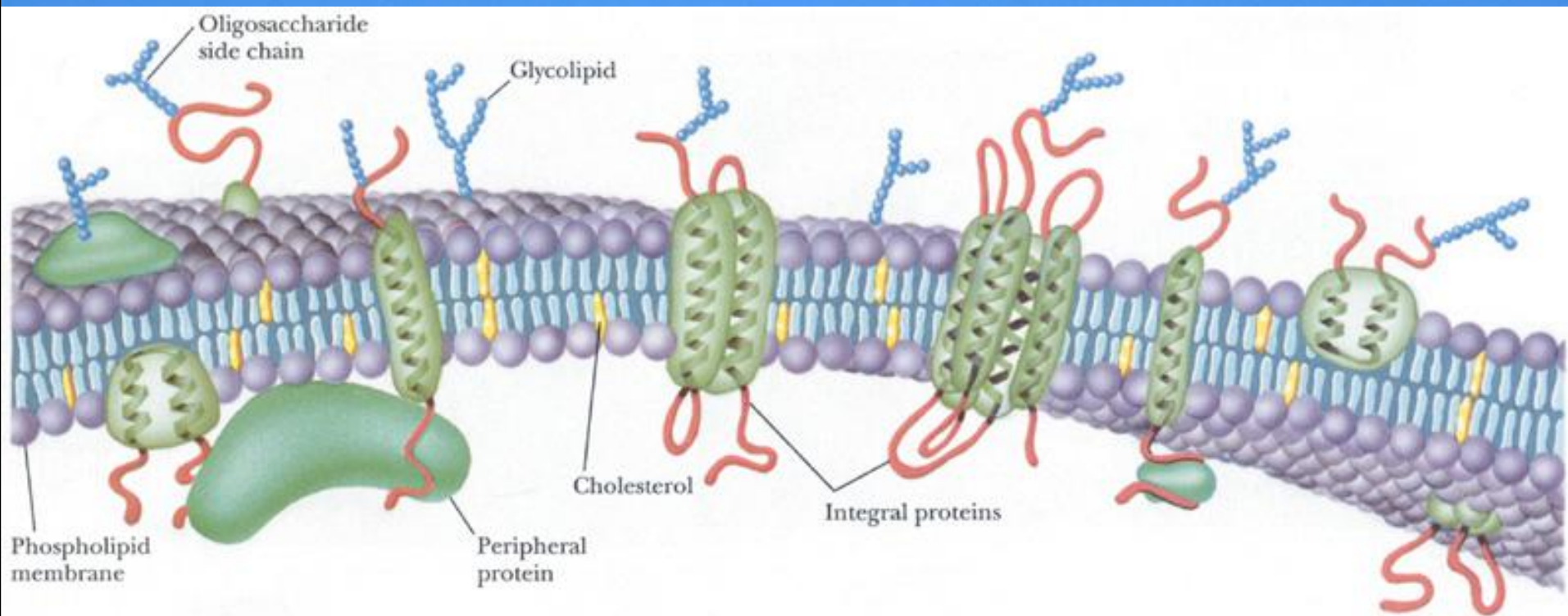
许多膜蛋白在双分子层上有一定的取向，很少发生翻转的情况，即使有，flip-flop也非常慢。蛋白质分布的不对称往往还与组成膜上的泵相关。糖蛋白分布的不对称反映了功能的不对称。



红细胞氧、碳酸氢盐交换体的局限运动

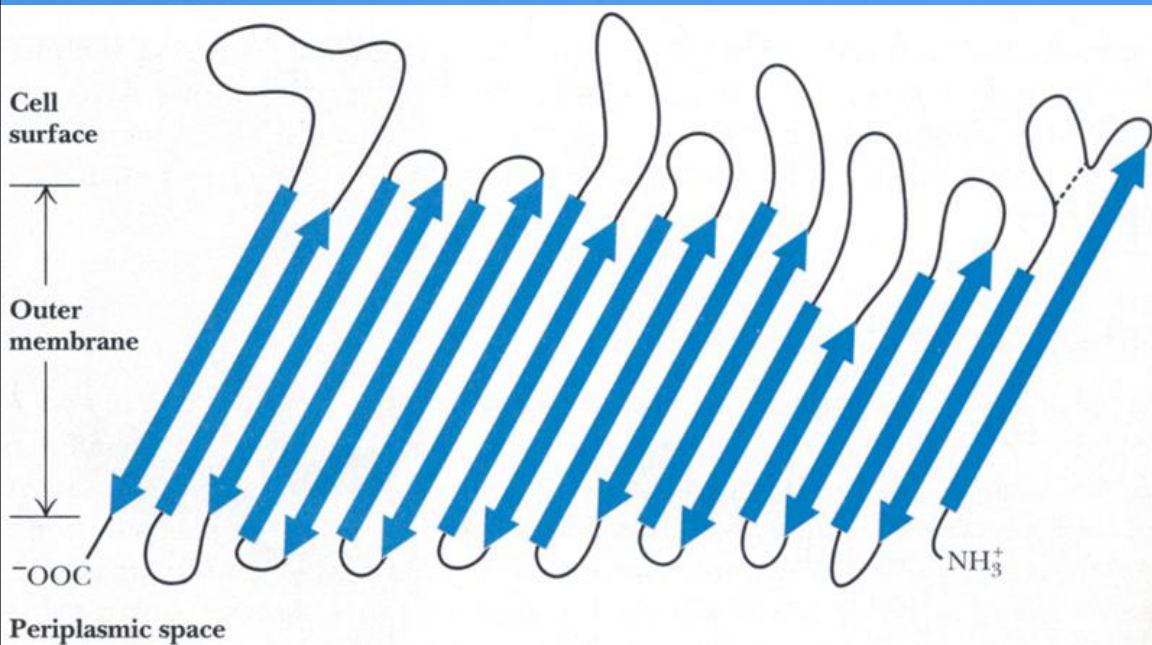
膜结构的流动镶嵌模型 (Fluid Mosaic Model)

生物膜中兼性的磷脂和固醇形成一个脂质双分子层，非极性部分相对构成双分子层的核心，极性的头部朝外；脂质双分子层结构中，球状蛋白以非正规间隔埋于其中；另一些蛋白则伸出（突出）膜的一面或另一面；还有一些蛋白跨越整个膜。蛋白质在脂双分子层中的方向是不对称的，表现为膜蛋白功能的不对称。脂质与蛋白质之间构成一个流动的镶嵌结构。



膜蛋白的三维结构

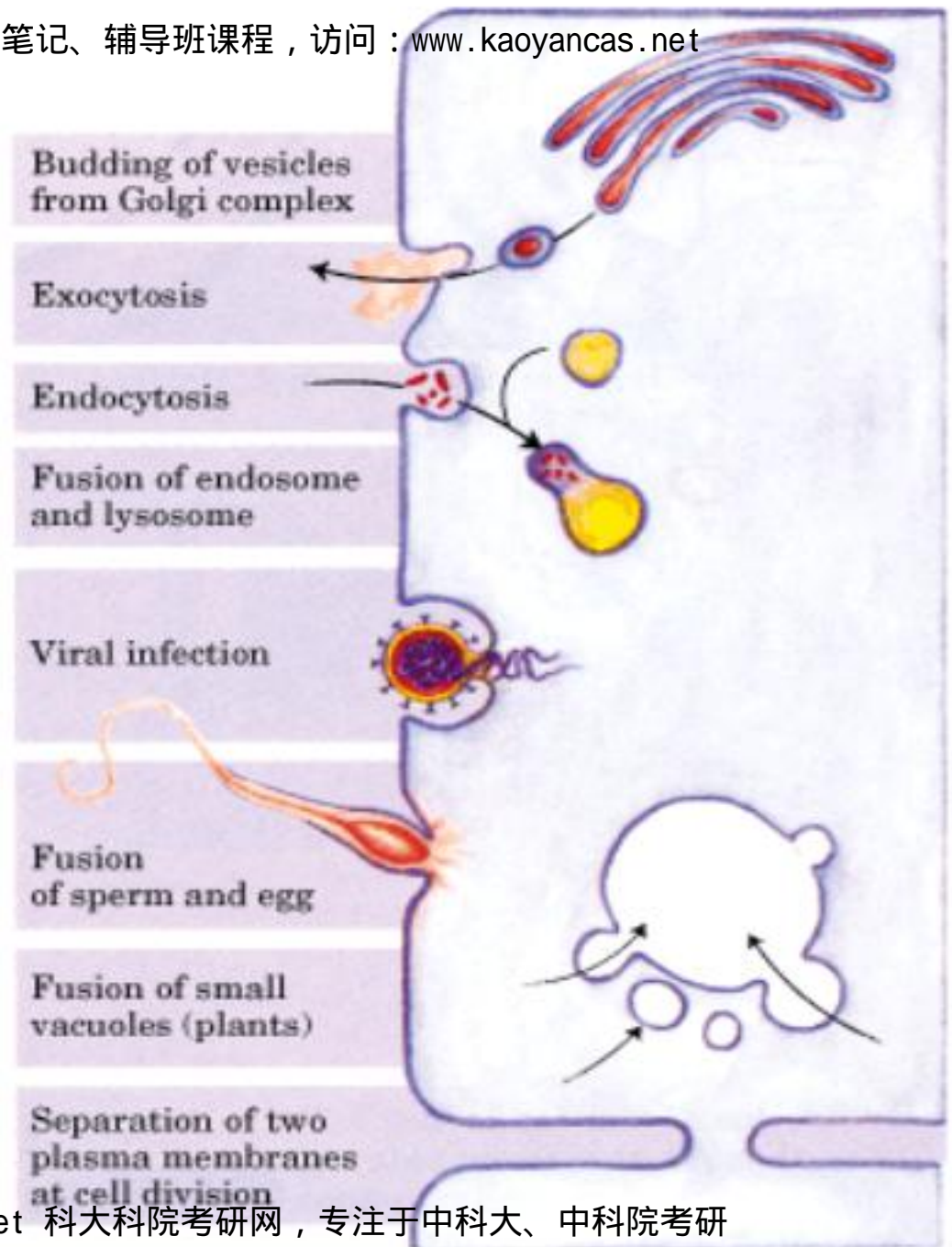
The three-dimensional structure of maltoporin from E. coli (大肠杆菌麦芽糖膜孔蛋白)



大肠杆菌麦芽糖膜孔蛋白中肽链的排列

膜的融合 (Membrane Fusion)

生物膜的一个明显的特征是可与另一个膜融合而不失去其完整性。膜虽是稳定的，但不是静止的，内膜系统中膜状结构不断地从高尔基复合体上分泌形成；外吞、内饮、细胞分裂、精卵细胞融合、膜包裹病毒进入宿主细胞等都涉及膜的重新形成，而它们最基本的行为就是两个膜片段的融合而不失去完整性。



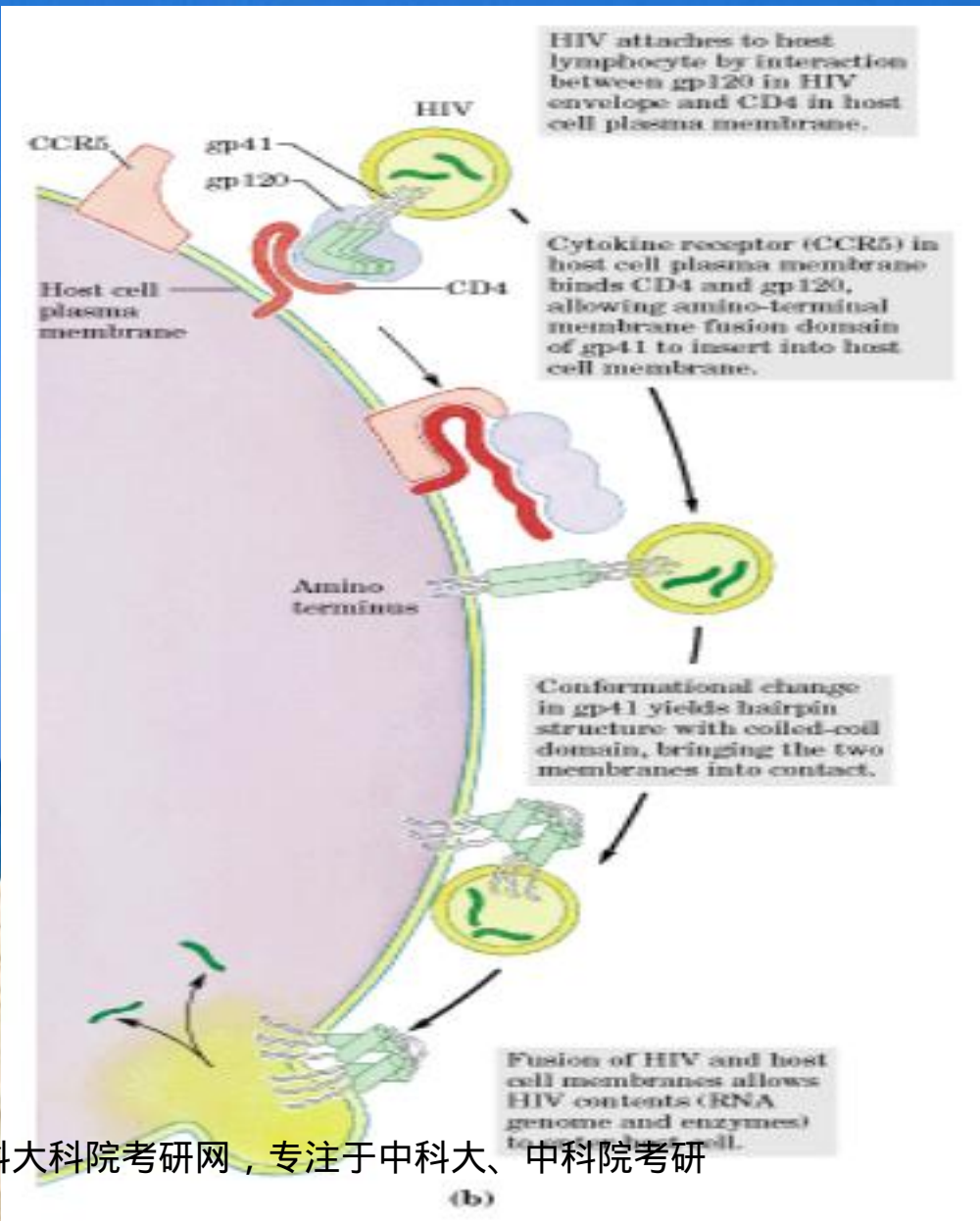
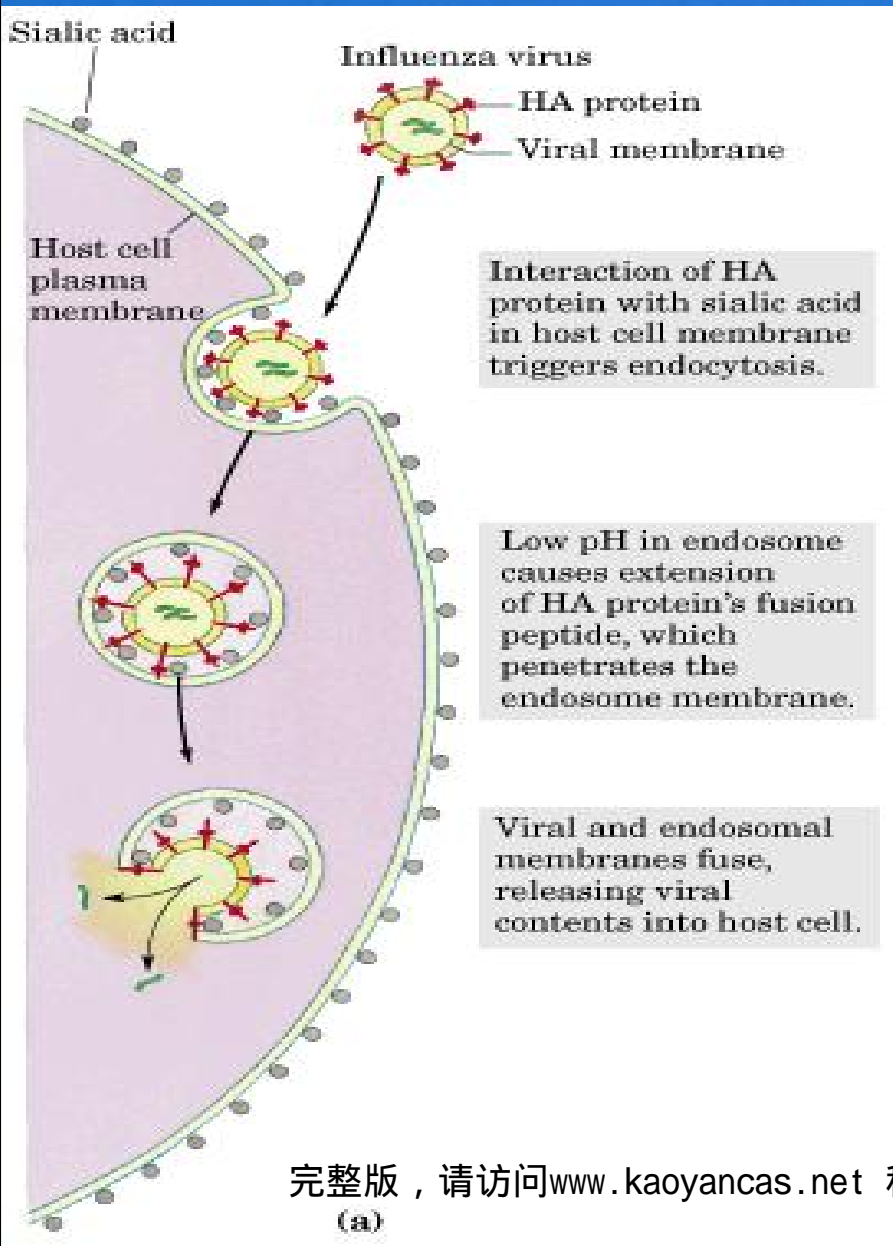
膜融合过程

两个膜融合需要：相互**识别**；相互表面**靠近**并相对（排除水分子）；双层结构部分破坏；**两个双分子层融合**为一个连续的脂双分子层。受体调节的内吞或控制的分泌还需要融合发生在合适的时间或者是对特异信号的反应。

融合蛋白（嵌入蛋白）（fusion protein）参与以上融合事件，引起特异识别和短暂、局部脂双层结构变形促使膜融合。**融合蛋白可搭起两个膜融合的桥**，并带来融合区域脂双分子层的暂时恢复。

膜联蛋白（annexin）（一种 Ca^{2+} 活化后可与膜磷脂结合的蛋白）是一类紧挨质膜的蛋白质，需要 Ca^{2+} ，与脂双分子层的磷脂结合，可通过交叉连接两个不同膜的脂质分子。

病毒进入宿主细胞的膜融合



基本要求

1. 熟悉生物膜的物质组成。
2. 熟悉生物膜的结构模型。

考试方式与题型

考试方式

闭卷集中考试。

题型：

1. 填空。每空1分，共10分。
2. 判断。10题10分。
3. 名词解释：5题10分。
4. 分析与计算。5-6题，70分。

复习重点

糖蛋白中糖链的结构特点和生物学功能；淀粉和纤维素结构和功能的异同；糖胺聚糖的结构特点和生物学功能；碘值、酸值、皂化值的含义和计算；脂质过氧化的机制及对生物体造成的损伤；各类磷脂的结构；测定蛋白质一级结构的步骤和常用方法；蛋白质二级结构和结构域的主要类型；维持蛋白质空间结构的作用力；球状蛋白质三维结构的特征；蛋白质溶液的稳定性因素和实验室沉淀蛋白质的常用方法；血红蛋白的功能及调控因子的作用；蛋白质形成寡聚体的生物学意义；常用的蛋白质分离技术的基本原理；酶催化作用的特点；米氏方程的应用；酶催化作用的化学机制（即影响催化效率的有关因素）；各类抑制剂对酶催化作用的影响；酶活性部位的研究方法；影响酶活性的因素；酶活性调控的机制；DNA和RNA的结构要点；DNA序列分析和PCR的基本原理；核酸变性复性的影响因素；核酸分子杂交的原理和应用。