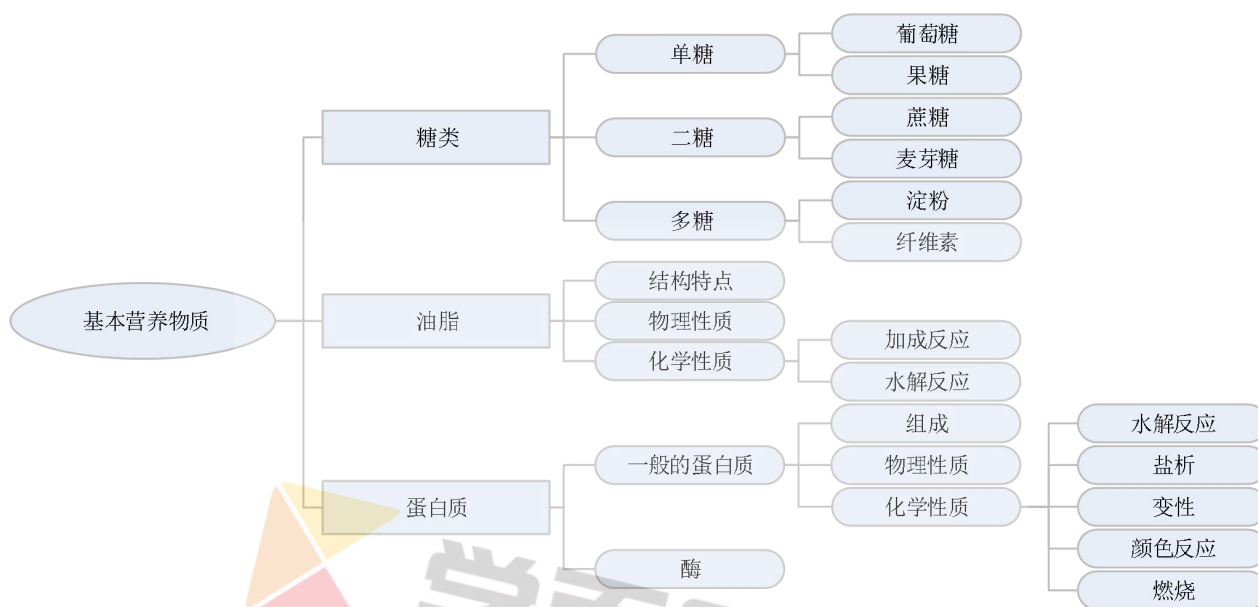




## 基本营养物质

### 知识网络



### 知识精讲

#### 板块一 糖类

##### 一、糖类

1. 定义：一般为羟基醛或多羟基酮，以及水解后能生成多羟基醛的由 C、H、O 组成的有机物。糖类的通式为  $C_n(H_2O)_m$ 。注意：

① 该通式只能说明糖类是由 C、H、O 三种元素组成的，并不能反映糖类的结构；

② 少数属于糖类的物质不一定符合此通式，如鼠李糖的分子式为  $C_6H_{12}O_5$ ；反之，符合这一通式的有机物不一定属于糖类，如甲醛  $CH_2O$ 、乙酸  $C_2H_4O_2$  等。

③ H、O 不是以  $H_2O$  的形式存在

2. 糖的分类：糖类根据其能否水解以及水解产物的多少可分为单糖、二糖和多糖等。

类别	单糖	二糖	多糖
特点	不能再水解成更小的糖分子	一分子二糖能水解成两分子单糖	一分子多糖能水解成多分子单糖
化学式	$C_6H_{12}O_6$	$C_{12}H_{22}O_{11}$	$(C_6H_{10}O_5)_n$
常见物质	葡萄糖、果糖	蔗糖、麦芽糖	淀粉、纤维素

## 二、单糖

### 1. 葡萄糖

结构简式是： $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CHO}$  或  $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{CHO}$ 。

每个葡萄糖分子中含有 5 个羟基（ $-\text{OH}$ ）和一个醛基（ $-\text{CHO}$ ），是一种多羟基醛。

物理性质：白色晶体，易溶于水，水溶液有甜味。

化学性质：兼有醇和醛的化学性质。

#### （1）与新制的氢氧化铜悬浊液反应

试管中加入 2mL 10%NaOH 溶液（这个反应过程中 NaOH 必须过量），滴加 5%CuSO<sub>4</sub> 溶液 5 滴，再加入 2mL 10%的葡萄糖溶液，加热，出现砖红色沉淀。葡萄糖被氧化为葡萄糖酸，氢氧化铜（+2 价）则被还原生成砖红色的氧化亚铜（+1 价）沉淀。



这个反应的现象明显，常被用来检验病人的尿液中是否含有葡萄糖，以确定病人是否患有糖尿病。

#### （2）与银氨溶液反应——银镜反应

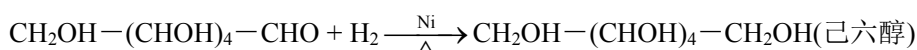
在一支洁净的试管中配制 2ml 的银氨溶液，加入 1ml10%的葡萄糖溶液，振荡，水浴中加热 3-5min，在试管内壁生成光亮的银镜。反应中，银氨溶液里的主要成分氢氧化二氨合银  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$  中的银（+1 价）被还原为单质银（0 价），葡萄糖被氧化为葡萄糖酸后再与溶液中的  $\text{NH}_3$  结合生成葡萄糖酸铵  $[\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{COONH}_4]$ 。



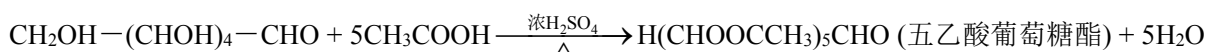
做银镜反应时，为了保证能够在试管内壁生成光亮的银镜，需要注意下面几点：

- ① 选用洁净的试管；
- ② 银氨溶液现配现用。配制银氨溶液时，要逐滴将稀氨水加入到硝酸银溶液中，到生成的沉淀刚好完全溶解为止。氨水不能过量。
- ③ 水浴加热。

#### （3）还原反应（加成反应）：



#### （4）取代反应：



#### （5）发酵得酒精：



用途：①是一种重要的营养物质，它在人体组织中进行氧化反应，放出热量，以供维持人体生命活动所需要的能量；②用于制镜业、糖果制造业；③用于医药工业。体弱多病和血糖过低的患者可通过静脉注

射葡萄糖溶液的方式来迅速补充营养

## 2. 果糖

最甜的糖，在水果和蜂蜜中含量较高。无色晶体，不易结晶，通常为粘稠性液体，易溶于水、乙醇和乙醚。果糖： $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CO}-\text{CH}_2\text{OH}$  多羟基酮，和葡萄糖互为同分异构体。

## 三、二糖——蔗糖和麦芽糖

	蔗糖( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ )	麦芽糖( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ )
分子结构特征	分子中 <b>不含</b> —CHO	分子中 <b>含有</b> —CHO
物理性质	无色晶体，溶于水，比葡萄糖甜	白色晶体易溶于水，不如蔗糖甜
化学性质	<p>①没有还原性，不能发生银镜反应，也不能与新制的 <math>\text{Cu}(\text{OH})_2</math> 悬浊液反应</p> <p>②能水解</p> $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{水浴加热}]{\text{稀硫酸}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ <p>(蔗糖) (葡萄糖) (果糖)</p>	<p>①有还原性，能发生银镜反应，能与新制的 <math>\text{Cu}(\text{OH})_2</math> 悬浊液反应</p> <p>②能水解</p> $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ <p>(麦芽糖) (葡萄糖)</p>
存在或制法	存在于甘蔗、甜菜中	$2(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n + n\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{催化剂}} n\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ <p>(淀粉) (麦芽糖)</p>
相互联系	<p>①都属于二糖，分子式都是 <math>\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}</math>，互为同分异构体</p> <p>②蔗糖为非还原糖，而麦芽糖为还原糖</p> <p>③水解产物都能发生银镜反应，都能还原新制的 <math>\text{Cu}(\text{OH})_2</math> 悬浊液</p>	

## 三、多糖

多糖：能水解生成多个分子单糖的糖类。淀粉和纤维素是最重要的多糖。淀粉、纤维素等则属于天然高分子化合物。

淀粉和纤维素的比较。

	淀粉 $[(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n]$	纤维素 $[(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n]$
结构特征	由葡萄糖单元构成的天然高分子化合物。n 值小于纤维素（几百-几千）	由葡萄糖单元构成的天然高分子化合物。每个葡萄糖单元中含三个—OH
物理性质	白色粉末，不溶于冷水，在热水中部分溶解	白色、无味的固体，不溶于水和有机溶剂
化学性质	<p>①无还原性，为非还原糖</p> <p>②水解的最终产物为葡萄糖：</p> <p>③淀粉变蓝色</p> <p>④不可酯化</p>	<p>①无还原性，为非还原糖</p> <p>②水解，但比淀粉难</p> <p>③能发生酯化反应：与 <math>\text{HNO}_3</math>、乙酸反应分别生成硝酸酯、乙酸酯</p>

	⑤催化剂：稀硫酸	④催化剂：浓硫酸
存在	植物种子、块根、谷类中	棉花、木材中
用途	制造葡萄糖和酒精	造纸，制造硝酸纤维(火棉、胶棉)、醋酸纤维、人造丝、人造棉、炸药
注意点	淀粉、纤维素的分子式都是 $(C_6H_{10}O_5)_n$ ，但两者的 $n$ 值不同，所以不是同分异构体	

【拓展】判断淀粉水解程度的实验方法。

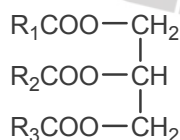
实验内容		结论
加入碘水	银镜反应实验	
变蓝色	无银镜生成	尚未水解
变蓝色	有银镜生成	部分水解
不变蓝色	有银镜生成	已完全水解

在用稀  $H_2SO_4$  作催化剂使蔗糖、淀粉或纤维素水解而进行银镜反应实验前，必须加入适量的  $NaOH$  溶液中和稀  $H_2SO_4$ ，使溶液呈碱性，才能再加入银氨溶液并水浴加热。

## 板块二 油脂

### 1. 油脂的组成和结构

油脂属于酯类，是脂肪和油的统称。油脂是小分子化合物，不是高分子。油脂是由多种高级脂肪酸(如硬脂酸、软脂酸等)与甘油生成的甘油酯。



$R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  代表饱和烃基或不饱和烃基。若  $R_1=R_2=R_3$ ，叫单甘油酯；若  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  不相同，则称为混甘油酯。天然油脂大多数是混甘油酯。

### 2. 油脂的物理性质：

#### ① 状态：

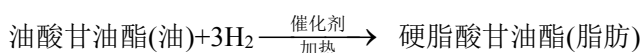
由不饱和的油酸形成的甘油酯(油酸甘油酯)熔点较低，常温下呈液态，称为油；而由饱和的软脂酸或硬脂酸生成的甘油酯(软脂酸甘油酯、硬脂酸甘油酯)熔点较高，常温下呈固态，称为脂肪。油脂是油和脂肪的混合物。

#### ② 溶解性：

不溶于水，易溶于有机溶剂(工业上根据这一性质，常用有机溶剂来提取植物种子里的油)。

### 3. 油脂的化学性质：

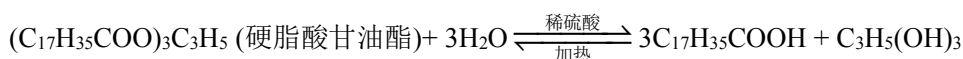
(1) 油脂的氢化(又叫做油脂的硬化)。油酸甘油酯分子中含碳碳双键，具有烯烃的性质。例如，油脂与  $H_2$  发生加成反应，生成脂肪：



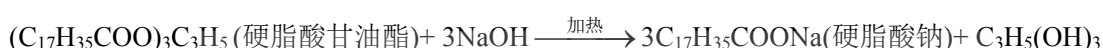
说明：工业上常利用油脂的氢化反应把多种植物油转变成硬化油(人造脂肪)。硬化油性质稳定，不易变质，便于运输，可用作制造肥皂、脂肪酸、甘油、人造奶油等的原料。

(2) 油脂的水解。油脂属于酯类的一种，具有酯的通性。

a. 在无机酸做催化剂的条件下，油脂能水解生成甘油和高级脂肪酸(工业制取高级脂肪酸和甘油的原理)。例如：



b. 皂化反应。在碱性条件下，油脂水解彻底，发生皂化反应，生成甘油和高级脂肪酸盐(肥皂的有效成分)。例如：



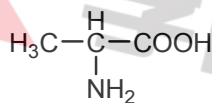
## 板块三 蛋白质

### 一、氨基酸

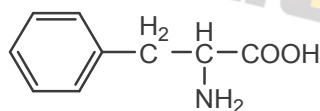
1. 结构：氨基酸是一种含氮有机物，它的分子里含有 $-COOH$ 和 $-NH_2$ 两种官能团。

2. 几种重要的氨基酸：

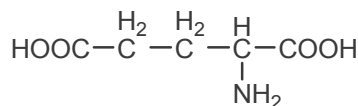
甘氨酸(氨基乙酸)  $H_2N-CH_2COOH$



丙氨酸( $\alpha$ -氨基丙氨酸)



苯丙氨酸： $(\alpha$ -氨基- $\beta$ -苯基丙氨酸)



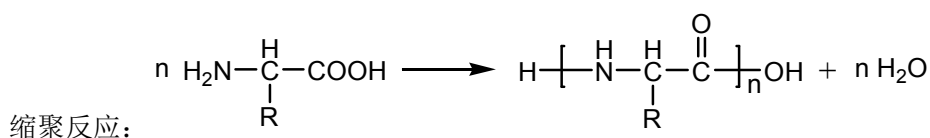
谷氨酸： $(\alpha$ -氨基戊二酸)

3. 氨基酸的性质：

由于氨基酸中既含有 $-NH_2$ 又含有 $-COOH$ ，因此氨基酸表现出两性。

与酸反应： $HOOCCH_2NH_2 + HCl \rightarrow HOOCCH_2NH_3Cl$

与碱反应： $H_2NCH_2COOH + NaOH \rightarrow H_2NCH_2COONa + H_2O$



### 二、蛋白质

1. 存在：蛋白质广泛存在于生物体内，是组成细胞的基础物质。动物的肌肉、皮肤、发、毛、蹄、角等的主要成分都是蛋白质。植物的种子、茎中含有丰富的蛋白质。酶、激素、细菌、抵抗疾病的抗体等，都含有蛋白质。

2. 组成元素：C、H、O、N、S 等。蛋白质是天然高分子化合物。

3. 结构：天然蛋白质是由多种 $\alpha$ —氨基酸形成的高分子化合物，其典型结构为存在着肽键，即： $\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{N—}$

结构。其官能团为：肽键、氨基、羧基。

酶是一种蛋白质，特点：高效、专一、条件温和，不需加热。

4. 性质：

①水解：肽键断裂，“酸加羟基氨加氢”，得 $\alpha$ —氨基酸。

②盐析：向蛋白质溶液中加入某些浓的无机盐(如铵盐、钠盐等)溶液，可使蛋白质凝聚而从溶液中析出。

【注意】a. 蛋白质的盐析是物理变化。

b. 蛋白质发生盐析后，性质不改变，析出的蛋白质加水后又可重新溶解。因此，盐析是可逆的。例如，向鸡蛋白溶液中加入 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的饱和溶液，有沉淀生成，再加入水，生成的沉淀又溶解。

c. 利用蛋白质的盐析，可分离、提纯蛋白质。

③变性。加热，紫外线，强酸，强碱，重金属盐、乙醇、 $\text{—OH}$ 、甲醛等都能使蛋白质凝聚

【注意】蛋白质的变性是化学变化。蛋白质变性后，不仅丧失了原有的可溶性，同时也失去了生理活性。因此，蛋白质的变性是不可逆的，经变性析出的蛋白质，加水后不能再重新溶解。

④颜色反应。含苯环的蛋白质与浓  $\text{HNO}_3$  作用后，呈黄色。例如，在使用浓  $\text{HNO}_3$  时，不慎将浓  $\text{HNO}_3$  溅到皮肤上而使皮肤呈现黄色。

⑤灼烧蛋白质时，有烧焦羽毛的味。利用此性质，可用来鉴别蛋白质与纤维素(纤维素燃烧后，产生的是无味的  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ )。