

# 生物化学习题解析

陈钧辉 荣翠琴 编  
王新昌 杨肃

A microscopic image of plant cells, showing a central cluster of cells with thick cell walls and chloroplasts, surrounded by other cells. The background is a light green color with a subtle pattern of small white dots.

南京大学出版社

## 内 容 提 要

本书的习题主要来自美国1981—1983年新出版的著名生物化学习题和教科书。并择优选编了编者在教学过程中积累的习题。内容包括基础及现代生化理论、技术（生物大分子的结构与功能、物质代谢及调控、分子遗传、基因表达和DNA重组技术等）以及生物化学在医药方面的应用等。有助于读者深入理解和掌握基础理论与现代生化概念。

全书按郑集教授编著的《普通生物化学》体系编排。可供综合性大学、高等理工院校、医药院校、农林院校、师范院校的生物化学工作者参考，也十分适合于报考国内外研究生的学生自我评价和复习用。

## 生 物 化 学 习 题 解 析

陈钧辉 荣翠琴 编  
王新昌 杨 肃

---

南京大学出版社出版  
(南京大学校内)

江苏省新华书店发行 江苏省淮安印刷厂印刷

升本: 787×1092 1/32 印张: 12.9 字数: 300千字

1986年8月第1版 1986年8月第1次印刷

印数: 1—4,000

统一书号: 13336·018 定价: 2.80元

---

责任编辑: 张素贞

## 编写说明

随着现代生物化学理论和技术的迅速发展,基础理论及其应用方面的知识也不断增补与更新,难理解的概念愈来愈多。至于如何运用基本理论去解释生命现象、临床症状、分析实验数据、判断实验结果就更为困难。同时,国内外招收生物化学研究生的导师对考生在生化业务上的要求也日益提高。为帮助学生进一步理解和掌握基础理论与现代生化概念,培养他们分析问题和解决问题的能力,为欲考生化研究生提供补充教材,在我校郑集教授的鼓励下,结合我们的教学实践,参考国内外新编著名教材,我们于1984年开始着手编写《生物化学习题解析》。

本书习题主要来自于美国William B. Wood等编写,1981年出版的《Biochemistry: A Problem Approach》和Francis J. Chlapowski编写,1983年出版的《Biochemistry: 500 Board-Type-multiple-choice Questions》。前者在美国几所著名大学已作为补充教材,以满足具有较高要求的生化专业学生用,后者为美国著名的麻省医学院教授编写,作为学生学完生物化学课程以后在考前自我评价与复习用。以上两书中的题目均来自于美国由A. L. Lehninger和L. Stryer分别编写的著名新编教材。

书中部份习题来自于美国Paul Jay Friedman编写,1982年出版的《Biochemistry: A Review with Questions and Explanations》。这些题目简明易懂,适合于初、中级水平的生物化学工作者参考或自学用。

全书按郑集教授编著的《普通生物化学》体系编排，编者在郑教授的指导下，用此教材多年，将教学过程中积累的习题择优编入，适合于用该书作教材的师生作补充教材。

每章中所列习题包含该章的基本概念和现代概念。习题形式有填充、是非、选择、计算和问答五种类型。虽然每章中所编习题均属该章中的概念，但很难避免各章之间的相互穿插。

本书在编写过程中得到郑集教授的热情支持，袁玉荪付教授作了全稿审阅，陆宝树付教授、生化教研室的朱婉华、李桂兰、朱长生同志和博士生高光都提了宝贵意见，研究生何卫无、大学生杨晓岚、王平、王喜平、许谊等参加核对和具体演算。对此，我们一并表示深切感谢。

由于我们的水平有限，虽然力求谨慎和正确，但书中错误之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者 1986年4月

## 目 录

- 第一章 糖类化学.....陈钧辉 ( 1 )
- 第二章 脂类化学和生物膜.....陈钧辉 ( 18 )
- 第三章 蛋白质化学.....陈钧辉 ( 38 )
- 第四章 核酸化学.....杨 肃 (120)
- 第五章 激素化学.....王新昌 (147)
- 第六章 维生素及辅酶.....荣翠琴 (163)
- 第七章 酶化学.....荣翠琴 (186)
- 第八章 糖代谢.....杨 肃 (248)
- 第九章 脂代谢.....陈钧辉 (286)
- 第十章 蛋白质代谢.....荣翠琴 (314)
- 第十一章 核酸代谢.....杨 肃 (348)
- 第十二章 生物氧化.....王新昌 (370)
- 第十三章 物质代谢的相互联系和调节控制.....  
.....王新昌 (401)

# 第一章 糖类化学

## 一、填充题

1. 糖类是具有\_\_\_\_结构的一大类化合物。根据其分子大小可分为\_\_\_\_、\_\_\_\_和\_\_\_\_三大类。

2. 判断一个糖的D-型和L-型是以\_\_\_\_碳原子上羟基的位置作依据。

3. 糖类物质的主要生物学作用为(1)\_\_\_\_ (2)\_\_\_\_ (3)\_\_\_\_。

4. 糖苷是指糖的\_\_\_\_和醇、酚等化合物失水而形成的缩醛(或缩酮)等形式的化合物。

5. 蔗糖是由一分子\_\_\_\_和一分子\_\_\_\_组成,它们之间通过\_\_\_\_糖苷键相连。

6. 麦芽糖是由两分子\_\_\_\_组成,它们之间通过\_\_\_\_糖苷键相连。

7. 乳糖是由一分子\_\_\_\_和一分子\_\_\_\_组成,它们之间通过\_\_\_\_糖苷键相连。

8. 糖原和枝链淀粉结构上很相似,都由许多\_\_\_\_组成,它们之间通过\_\_\_\_和\_\_\_\_二种糖苷键相连。二者在结构上的主要差别在于糖原分子比枝链淀粉\_\_\_\_、\_\_\_\_和\_\_\_\_。

9. 纤维素是由\_\_\_\_组成,它们之间通过\_\_\_\_糖苷键相连。

10. 多糖的构象大致可分为\_\_\_\_、\_\_\_\_、\_\_\_\_和\_\_\_\_四种类型。决定其构象的主要因素是\_\_\_\_。

11. 直链淀粉的构象为\_\_\_\_,纤维素的构象为\_\_\_\_。

12. 人血液中含有最丰富的糖是\_\_\_\_,肝脏中含有最丰

富的糖是\_\_\_\_，肌肉中含量最丰富的糖是\_\_\_\_。

13. 粘多糖是一类含\_\_\_\_和\_\_\_\_的杂多糖。其代表性化合物有\_\_\_\_、\_\_\_\_和\_\_\_\_等。

14. 肽聚糖的基本结构是以\_\_\_\_与\_\_\_\_组成的多糖链为骨干，并与\_\_\_\_肽连接而成的杂多糖。

## 二、是非题

1. D-葡萄糖的对映体为L-葡萄糖，后者存在于自然界。
2. 人体不仅能利用D-葡萄糖而且能利用L-葡萄糖。
3. 同一种单糖的 $\alpha$ -型和 $\beta$ -型是对映体。
4. 糖的变旋现象是由于糖在溶液中起了化学作用。
5. 糖的变旋现象是指糖溶液放置后，旋光方向从右旋变成左旋或从左旋变成右旋。
6. 由于酮类无还原性，所以酮糖亦无还原性。
7. 果糖是左旋的，因此它属于L-构型。
8. D-葡萄糖，D-甘露糖和D-果糖生成同一种糖脎。
9. 葡萄糖分子中有醛基，它和一般的醛类一样，能和希夫(Schiff)试剂反应。
10. 糖原、淀粉和纤维素分子中都有一个还原端，所以它们都有还原性。
11. 糖链的合成无模板，糖基的顺序由基因编码的转移酶决定。
12. 从热力学上讲，葡萄糖的船式构象比椅式构象更稳定。
13. 肽聚糖分子中不仅有L-型氨基酸，而且还有D-型氨基酸。

## 三、选择题

(一) 下列各题均有五个备选答案，试从其中选出一个：

1. 环状结构的己醛糖其立体异构体的数目为

(A)4 (B)3 (C)16 (D)32 (E)64

2. 下列哪种糖无还原性?

- (A) 麦芽糖 (B) 蔗糖 (C) 阿拉伯糖  
(D) 木糖 (E) 果糖

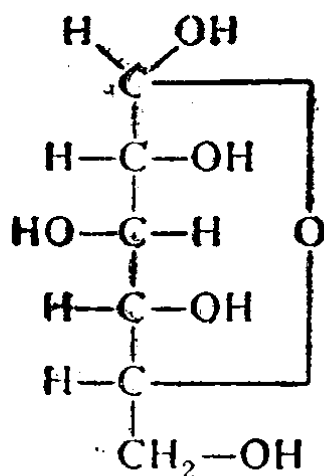
3. 下列有关葡萄糖的叙述, 哪个是错的?

- (A) 显示还原性  
(B) 在强酸中脱水形成 5-羟甲基糠醛  
(C) 莫利希(Molisch)试验阴性  
(D) 与苯肼反应生成脎  
(E) 新配制的葡萄糖水溶液其比旋度随时间而改变

4. 葡萄糖和甘露糖是

- (A) 异头体 (B) 差向异构体 (C) 对映体  
(D) 顺反异构体 (E) 非对映异构体但不是差向异构体

5. 下图的结构式代表哪种糖?



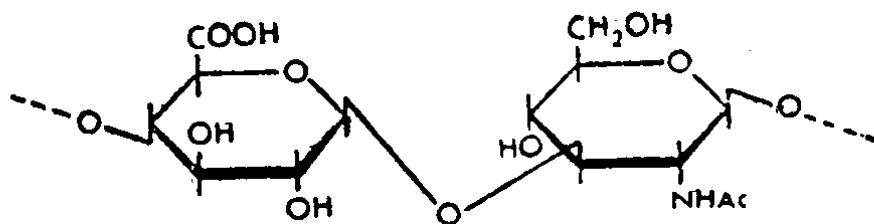
- (A)  $\alpha$ -D-吡喃葡萄糖  
(B)  $\beta$ -D-吡喃葡萄糖  
(C)  $\alpha$ -D-呋喃葡萄糖  
(D)  $\beta$ -L-呋喃葡萄糖  
(E)  $\alpha$ -D-呋喃果糖

6. 下列哪种糖不能生成糖脎?

- (A) 葡萄糖 (B) 果糖 (C) 蔗糖  
(D) 乳糖 (E) 麦芽糖

7. 下图所示的结构式代表哪种粘多糖?





- (A) 几丁质(壳多糖)      (B) 硫酸软骨素  
 (C) 肝素      (D) 透明质酸      (E) 硫酸角质素

8. 下列物质中哪种不是粘多糖?

- (A) 果胶      (B) 硫酸软骨素      (C) 透明质酸  
 (D) 肝素      (E) 硫酸粘液素

(二) 下列各题均有四个备选答案, 其中一个或几个是正确的, 回答时以A、B、C、D、E表示:

A	B	C	D	E
(1, 2, 3)	(1, 3)	(2, 4)	(4)	(1, 2, 3, 4)

1. 下列单糖中哪些是酮糖?

- (1) 核糖      (2) 核酮糖      (3) 葡萄糖      (4) 果糖

2. 下列的单糖分类中, 哪些是正确的?

- (1) 甘油醛——三碳糖      (2) 赤藓糖——四碳糖  
 (3) 核糖——五碳糖      (4) 果糖——六碳糖

3. 下列哪些糖没有变旋现象?

- (1) 果糖      (2) 蔗糖      (3) 甘露糖      (4) 淀粉

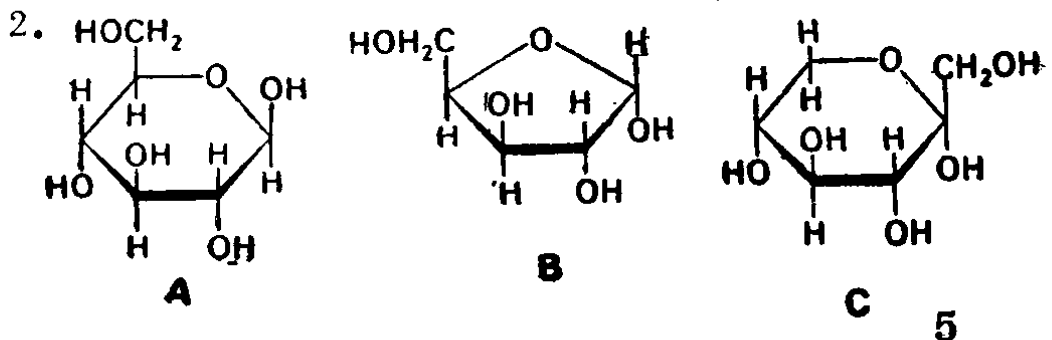
4. 下列四种情况中, 哪些尿能和班乃德(Benedict)试剂呈阳性反应?

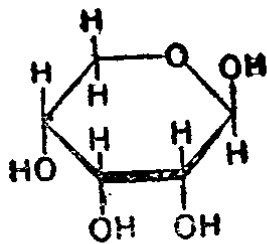
- (1) 血中过高浓度的半乳糖溢入尿中(半乳糖血症)  
 (2) 正常膳食的人由于饮过量的含戊醛糖的混合酒造成尿中出现戊糖(戊糖尿)

- (3) 尿中有过量的果糖(果糖尿)
- (4) 实验室的技术员错把蔗糖加到尿的样液中
5.  $\alpha$ -淀粉酶水解枝链淀粉的结果是
- (1) 完全水解成葡萄糖和麦芽糖
  - (2) 主要产物为糊精
  - (3) 使  $\alpha$ -1,6糖苷键水解
  - (4) 在淀粉-1,6-葡萄糖苷酶存在时, 完全水解成葡萄糖和麦芽糖
6. 下列化合物中的哪些含有糖基?
- (1) ATP (2) NAD (3) RNA (4) 乙酰CoA
7. 有关糖原结构的下列叙述哪些是正确的?
- (1) 有  $\alpha$ -1,4糖苷键
  - (2) 有  $\alpha$ -1,6糖苷键
  - (3) 糖原由  $\alpha$ -D-葡萄糖组成
  - (4) 糖原是没有分枝的分子
8. 下列有关多糖的叙述哪些是正确的?
- (1) 它们是生物的主要能源
  - (2) 它们以线状或分枝形式存在
  - (3) 它们是细菌细胞壁的重要结构单元
  - (4) 它们是信息分子

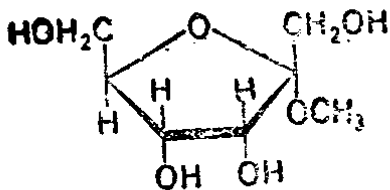
#### 四. 问答题

1. 写出D-果糖的链状结构式, 然后从链状写成费歇尔(Fischer)式和哈沃斯(Haworth)式(要求写2-5氧桥)。





D



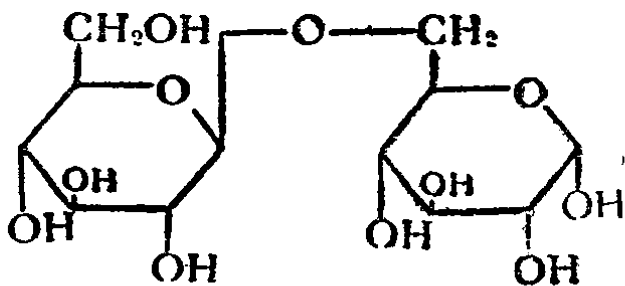
E

上述化合物中(1)哪个是半缩酮形式的酮糖? (2)哪个是吡喃戊糖? (3)哪个是糖苷? (4)哪个是 $\alpha$ -D-醛糖?

3.右图是龙胆二糖的结构式

试问(1)它由哪两个单糖组成?

(2)单糖基之间通过什么键相连?



(3)此龙胆二糖是 $\alpha$ -型还是 $\beta$ -型?

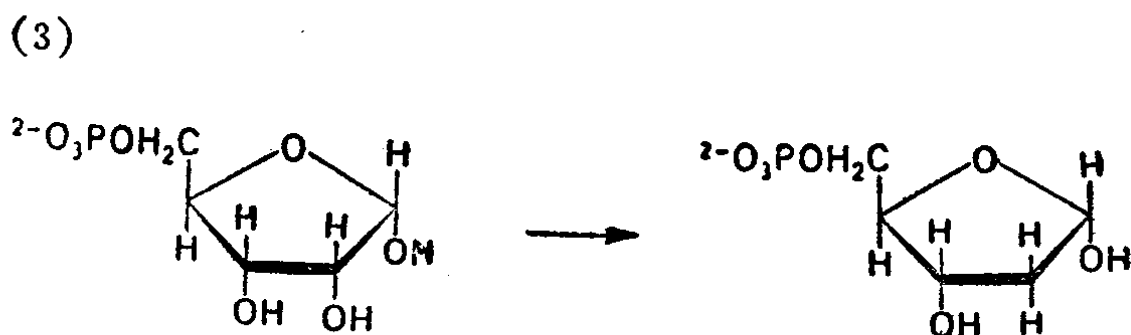
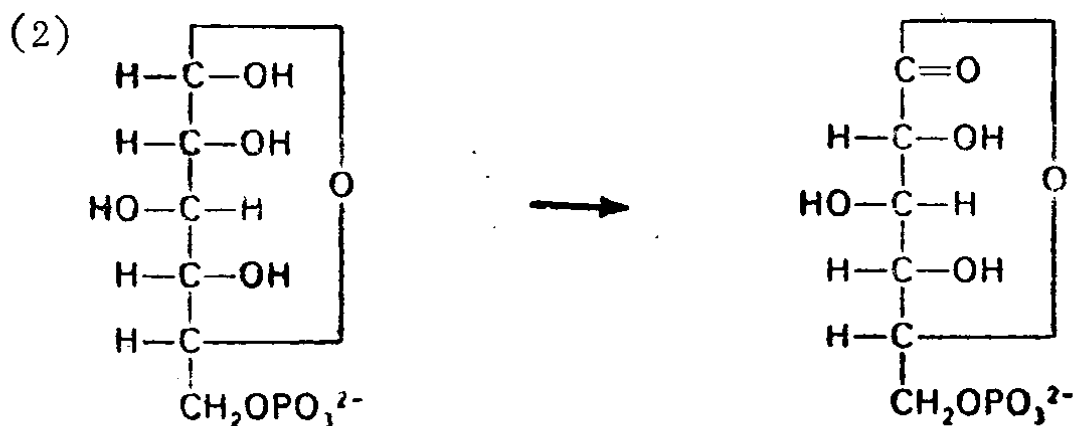
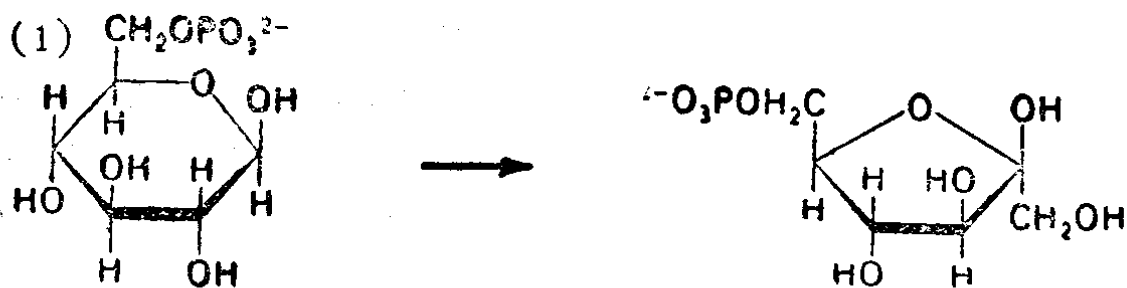
4.海藻糖是一种非还原性二糖,没有变旋现象,不能生成脎,也不能用溴水氧化成糖酸,用酸水解只生成D-葡萄糖,可以用 $\alpha$ -葡萄糖苷酶水解,但不能用 $\beta$ -葡萄糖苷酶水解,甲基化后水解生成两分子2,3,4,6-四-O-甲基-D-葡萄糖,试推测海藻糖的结构。

5.从牛奶中分离出某种三糖,由 $\beta$ -半乳糖苷酶完全水解为半乳糖和葡萄糖,它们之比为2:1。将原有的三糖先用 $\text{NaBH}_4$ 还原,再使其完全甲基化,酸水解,然后再用 $\text{NaBH}_4$ 还原,最后用醋酸酐乙酰化,得到三种产物:(1)2,3,4,6-四-O-甲基-1,5-二乙酰基-半乳糖醇。(2)2,3,4-三-O-甲基-1,5,6-三乙酰基-半乳糖醇。(3)1,2,3,5,6-五-O-甲基-4-乙酰基-山梨醇。根据上述结果,请写出此三糖的结构式。

6.五只试剂瓶中分别装的是核糖、葡萄糖、果糖、蔗糖

和淀粉溶液，但不知哪只瓶中装的是哪种糖液，可用什么最简便的化学方法鉴别？

7. 给出下列化合物的名称，并指出反应类型(如磷酸化还原或其它反应)。



### 五、计算题

1. 大肠杆菌糖原的样品25mg，用2ml 2NH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>水解。水解液中和后，再稀释到10ml。最终溶液的葡萄糖含量为2.35mg/ml。分离出的糖原纯度是多少？

2. 已知 $\alpha$ -D-半乳糖的 $[\alpha]_D^{25}$ 为 $+150.7^\circ$ ， $\beta$ -D-半乳糖的 $[\alpha]_D^{25}$ 为 $+52.8^\circ$ 。现有一个D-半乳糖溶液，平衡时的 $[\alpha]_D^{25}$ 为 $+80.2^\circ$ ，

求此溶液中 $\alpha$ -和 $\beta$ -D-半乳糖的百分含量。

3. 将80ml新配制的10%  $\alpha$ -D-葡萄糖溶液与20ml新配制的10%  $\beta$ -D-葡萄糖溶液混合, 试计算:

(1) 此混合液最初的比旋度( $\alpha$ -D-葡萄糖 $[\alpha]_D^{20} = +112.2^\circ$ ,  $\beta$ -D-葡萄糖 $[\alpha]_D^{20} = +18.7^\circ$ )。

(2) 经过若干小时达到平衡后的比旋度。

(3) 将等浓度的50ml甲基- $\alpha$ -D-葡萄糖苷和50ml甲基- $\beta$ -D-葡萄糖苷混合, 此混合液最初的比旋度和经过若干小时后的比旋度各为多少? ( $\alpha$ -D-吡喃葡萄糖苷 $[\alpha]_D^{20} = +158.9^\circ$ ,  $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷 $[\alpha]_D^{20} = -34.2^\circ$ )。

4. 将30g由D-甘露糖和D-葡萄糖组成的多糖完全水解, 水解液稀释到100ml, 在10cm旋光管中测得稀释液的旋光度为 $+9.07^\circ$ 。计算多糖中D-甘露糖/D-葡萄糖的比值( $\alpha/\beta$ -D-葡萄糖的比旋度为 $+52.7^\circ$ ,  $\alpha/\beta$ -D-甘露糖的比旋度为 $+14.5^\circ$ )。

5. 有一个10.0g的糖原样品, 经过甲基化和水解后能产生6mmol的2, 3-二-O-甲基葡萄糖。求:

(1) 出现在1—6分支点上的葡萄糖残基的百分数

(2) 每个枝链上葡萄糖残基的平均数

(3) 产生了多少毫摩尔的2, 3, 6-三-O-甲基葡萄糖?

(4) 如果此糖原的分子量是 $2 \times 10^6$ , 它所含葡萄糖残基数是多少?

## 答 案

### 一、填充题

1. 多羟醛或多羟酮 单糖 低聚糖(寡糖) 多糖
2. 离羰基最远的一个不对称
3. 供能 转化为生命必需的其它物质 充当结构物质
4. 半缩醛(或半缩酮)羟基

- 5. D-葡萄糖 D-果糖  $\alpha, \beta-1,2$
- 6. D-葡萄糖  $\alpha-1,4$
- 7. D-葡萄糖 D-半乳糖  $\beta-1,4$
- 8. D-葡萄糖  $\alpha-1,4$   $\alpha-1,6$  分支多 链短

### 结构更紧密

- 9. D-葡萄糖  $\beta-1,4$
- 10. 螺旋 带状 皱折 无规卷曲 糖链的一级结构
- 11. 螺旋 带状
- 12. 葡萄糖 糖原 糖原
- 13. 己糖胺 糖醛酸 透明质酸 硫酸软骨素 肝素
- 14. N-乙酰-D-葡萄糖胺 N-乙酰胞壁酸 四

## 二、是非题

1. 错。L-葡萄糖不存在于自然界。
2. 错。人体只能利用D-葡萄糖，不能利用L-葡萄糖。
3. 错。同一种单糖的 $\alpha$ -型和 $\beta$ -型不是对映体，而是异头体(anomer)，它们仅仅是异头碳原子上的构型不同。
4. 错。糖的变旋现象不是由于糖在溶液中起了化学作用，而是由于其分子结构在溶液中起了变化，从 $\alpha$ -型变成 $\beta$ -型或相反地从 $\beta$ -型变成 $\alpha$ -型。
5. 错。糖的变旋现象是指糖溶液放置后，其比旋度改变，而旋光方向不一定改变。
6. 错。普通酮类无还原性，但酮糖有还原性，因酮糖在碱性溶液中经烯醇化作用可变成烯二醇。在中性溶液中，酮糖环式结构的 $\alpha$ -羟基酮也有还原性。
7. 错。旋光方向和构型是两个不同的概念。D-型糖可能是右旋，也可能是左旋。L-型糖亦如此。如D-葡萄糖是右旋，但D-果糖是左旋。

8.对。

9.错。葡萄糖分子中的醛基在环状结构中变成了半缩醛基，所以其醛基不如一般醛类的醛基活泼，不能和Schiff试剂反应。

10.错。糖原、淀粉和纤维素分子中都有一个还原端，但因为它们的分子太大，所以不显示还原性。

11.对。

12.错。葡萄糖的椅式构象比船式构象稳定。

13.对。

### 三、选择题

#### (一)

1.(D) 立体异构体的数目为 $2^n$ ( $n$ 是不对称碳原子的数目)，环状结构的己醛糖有5个不对称碳原子，所以立体异构体的数目为 $2^5$ 即32。

2.(B) 阿拉伯糖、木糖和果糖都是单糖，所有的单糖都具有还原性，而麦芽糖和蔗糖是双糖，双糖中有些糖有还原性，有些糖无还原性。麦芽糖因分子中有一个自由醛基，所以有还原性，而蔗糖分子中无自由醛基，所以无还原性。

3.(C) 因为葡萄糖分子中有醛基，所以有还原性，能和苯肼反应生成脎。葡萄糖有环状结构能从 $\alpha$ -型变成 $\beta$ -型或相反地从 $\beta$ -型变成 $\alpha$ -型，所以有变旋现象。葡萄糖在强酸中脱水形成5-羟甲基糠醛。所有糖类物质都有Molisch反应，葡萄糖也不例外。

4.(B) 差向异构体是指仅仅只有一个不对称碳原子的构型不同的光学异构体。葡萄糖和甘露糖是差向异构体，因为它们仅仅是第二位碳原子构型不同。

5.(A) 是己醛糖，根据每个碳原子上的—H和—OH的

位置可知是葡萄糖。因为离半缩醛羟基最远的不对称碳原子的羟基在右边，所以是D-型。又因半缩醛的羟基和定构型碳原子的羟基在同侧，所以是 $\alpha$ -型。

6.(C) 因为蔗糖分子中已没有自由或潜在的醛基(或酮基)，所以蔗糖无还原性，不能与苯肼作用生成脎。

7.(D) 透明质酸是由D-葡萄糖醛酸同N-乙酰-D-葡萄糖胺以 $\beta$ -1,3糖苷键连接成二糖单位。后者以 $\beta$ -1,4糖苷键同另一个二糖单位连接。几丁质是由重复的N-乙酰-D-葡萄糖胺残基组成。硫酸软骨素、硫酸角质素和肝素都含有硫。

8.(A) 果胶的成份为果酸甲酯，不是粘多糖。

## (二)

1.C(2,4) 核酮糖和果糖是酮糖,核糖和葡萄糖是醛糖。

2.E(1,2,3,4)

3.C(2,4) 蔗糖没有 $\alpha$ -和 $\beta$ -异构体,所以无变旋现象。淀粉是多糖,多糖无变旋现象。

4.A(1,2,3) 蔗糖分子中没有自由的或潜在的醛基(或酮基),所以它是非还原糖,和班乃德试剂呈阴性反应。

5.C(2,4)  $\alpha$ -淀粉酶可催化淀粉分子中任何部位的 $\alpha$ -1,4糖苷键水解,主要产物为糊精。淀粉-1,6-葡萄糖苷酶即脱枝酶,它催化 $\alpha$ -1,6-葡萄糖苷键的水解,在 $\alpha$ -淀粉酶的协同作用下,水解枝链淀粉成葡萄糖和麦芽糖。

6.E(1,2,3,4) 核苷是一种糖苷,由戊糖和碱基缩合而成,核苷酸是核苷的磷酸酯,ATP是三磷酸腺苷。NAD是烟酰胺腺嘌呤二核苷酸。RNA是多聚核苷酸。所以这些化合物都含有糖基。乙酰CoA分子中含有腺苷-3'-磷酸-5'-焦磷酸部分,所以乙酰CoA分子中也含有糖基。

7.A(1,2,3) 糖原是由 $\alpha$ -D-葡萄糖基通过 $\alpha$ -1,4糖苷



键连接而成的高度分枝的聚合物，大约每10个残基即出现分枝链，并以 $\alpha$ -1,6糖苷键连接。

8. A (1, 2, 3) 多糖如淀粉、糖原可看作能量储存的形式，它们是生物的主要能源。多糖中有的以线状形式存在如纤维素，有的以分枝形式存在如糖原、枝链淀粉。多糖是细菌细胞壁的组分，但由于大多数多糖仅有一种或二种单糖组成，不像蛋白质和核酸，它们不能作为信息分子。

#### 四、问答题

1. 解这道题时要注意从链状变成环状结构(费歇尔式、哈沃氏式等)后，增加了一个不对称碳原子，即原来的羰基碳成了不对称碳原子，这样就产生了 $\alpha$ -和 $\beta$ -异构体，这两种异构体都应写出。

