

陈钧辉 杨荣武 郑伟娟 编  
焦瑞清 张冬梅

# 生物化学 习题解析

(第三版)



科学出版社  
[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

# 生物化学

## 习题解析



清华大学出版社

内 容 简 介

# 生物化学习题解析

(第三版)

陈钧辉 杨荣武 郑伟娟 编  
焦瑞清 张冬梅

科学出版社

北京

100070

ISBN 7-03-018888-8

定价：18.00元

科学出版社

北京

(地址：北京海淀区中关村大街27号)

## 内 容 简 介

本书配合南京大学国家精品课程《生物化学》的课堂教学,在第二版的基础上做了全面修订和补充。全书共 18 章,基本上按照郑集教授和陈钧辉教授编著的《普通生物化学》(第四版)体系编排,题型包括填充题、是非题、选择题(单项选择题、多项选择题)、名词解释、问答题和计算题六种类型,每章后均附详尽的参考答案。本书的最后有近几年南京大学研究生入学考试的生物化学试题及参考答案,为拟报考研究生的学生作自我评价之用。

本书内容丰富,习题设计新颖,富有启发性,适合作为高等院校生命科学类专业的教师和学生的参考用书,也十分适合报考研究生的学生自测和复习使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

生物化学习题解析/陈钧辉等编. —3 版. —北京:科学出版社,2009

ISBN 978-7-03-026118-2

I. 生… II. 陈… III. 生物化学-高等学校-解题 IV. Q5-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 216799 号

责任编辑:王国栋/责任校对:李奕莹

责任印制:张克忠/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

1986 年 8 月第 一 版	南京大学出版社出版
2001 年 9 月第 二 版	科学出版社
2009 年 12 月第 三 版	开本:787×1092 1/16
2009 年 12 月第一次印刷	印张:21
印数:1—4 000	字数:498 000

定价:36.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

## 前 言

本书自 1986 年出版、2001 年再版以来,深受广大读者欢迎。转眼间 8 年时间过去了,在此期间生物化学的发展十分迅速,一些新的进展层出不穷,为了跟上时代的步伐,使学生更好地掌握现代生物化学的知识和技术,提高他们分析问题、解决问题的能力,我们在第二版的基础上做了全面修订和补充,并增加了近年来南京大学生物化学考研试题及参考答案,为拟报考研究生的学生作自我评价之用。

本书共分 18 章,其中第一章、第二章和第三章由陈钧辉教授修订;第四章、第五章、第七章和第八章由杨荣武教授修订;第六章、第十四章、第十五章和第十六章由郑伟娟副教授修订;第九章、第十三章、第十七章和第十八章由焦瑞清副教授修订;第十章、第十一章和第十五章由张冬梅副教授修订;全书的统稿工作由陈钧辉教授完成。

在本书第三版出版之际,对参加第一版和第二版编写的荣翠琴、王新昌和杨肃三位老师致以深深的谢意。在本书修订过程中,得到了华子春教授、沈萍萍教授、丁益教授、臧宇辉副教授和李俊老师的许多支持和帮助。本书是南京大学生物化学国家精品课程的配套辅助教材,在修订过程中得到国家精品课程建设经费的资助,在此一并致谢。

由于编者水平有限,虽然力求严谨和正确,但书中错误和不足在所难免,敬请读者批评指正。

陈钧辉

南京大学生命科学学院生物化学系

2009 年 6 月于南京

# 目 录

前言	
第一章 糖类化学	1
第二章 脂质化学和生物膜	15
第三章 蛋白质化学	30
第四章 核酸化学	81
第五章 酶化学	93
第六章 维生素化学	108
第七章 激素化学	117
第八章 糖代谢	130
第九章 脂质代谢	141
第十章 蛋白质的降解和氨基酸代谢	160
第十一章 核酸的降解与核苷酸代谢	170
第十二章 生物氧化	178
第十三章 物质代谢的相互联系和调节控制	191
第十四章 DNA 的生物合成	199
第十五章 RNA 的生物合成	220
第十六章 蛋白质的生物合成	239
第十七章 基因表达的调节控制	258
第十八章 现代生物技术	269
南京大学研究生入学考试“生物化学一”试题选编及参考答案	280
南京大学研究生入学考试“生物化学二”试题选编及参考答案	310
常用单位和希腊字母	330

# 第一章 糖类化学

## 一、填空题

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\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
4. 在单糖环化时,它的羰基碳称\_\_\_\_\_。
5. 糖苷是指糖的\_\_\_\_\_原子上的羟基与其他分子的羟基或氨基等脱水缩合后形成的产物。
6. 蔗糖是由一分子\_\_\_\_\_和一分子\_\_\_\_\_组成,它们之间通过\_\_\_\_\_糖苷键相连。
7. 麦芽糖是由两分子\_\_\_\_\_组成,它们之间通过\_\_\_\_\_糖苷键相连。
8. 乳糖是由一分子\_\_\_\_\_和一分子\_\_\_\_\_组成,它们之间通过\_\_\_\_\_糖苷键相连。
9. 糖原和支链淀粉结构上很相似,都由许多\_\_\_\_\_组成,它们之间通过\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两种糖苷键相连。二者在结构上的主要差别在于糖原分子比支链淀粉\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
10. 纤维素是由\_\_\_\_\_组成,它们之间通过\_\_\_\_\_糖苷键相连。
11. 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\_\_\_\_\_。
12. 直链淀粉的构象为\_\_\_\_\_,纤维素的构象为\_\_\_\_\_。
13. 人血液中含量最丰富的糖是\_\_\_\_\_,肝脏中含量最丰富的糖是\_\_\_\_\_,肌肉中含量最丰富的糖是\_\_\_\_\_。
14. 糖胺聚糖是一类含\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_的杂多糖,其代表性化合物有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_等。
15. 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。
16. 常用定量测定还原糖的试剂为\_\_\_\_\_试剂和\_\_\_\_\_试剂。
17. 蛋白聚糖是由\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_共价结合形成的复合物。
18. 自然界较重要的乙酰氨基糖有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
19. 鉴别糖的普通方法为\_\_\_\_\_试验。
20. 脂多糖一般由\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_三部分组成。
21. 糖肽的主要连接键有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
22. 直链淀粉遇碘呈\_\_\_\_\_色,支链淀粉遇碘呈\_\_\_\_\_色,糖原遇碘呈\_\_\_\_\_色。
23. 血糖主要是指血中所含的\_\_\_\_\_。
24. 多数普通的天然糖(如葡萄糖、果糖、甘露糖和核糖)的构型是\_\_\_\_\_型。

25. 在复合糖中,糖与\_\_\_\_\_或\_\_\_\_\_共价连接。
26. 肝素是带有大量负电荷的糖胺聚糖,临床上常用作\_\_\_\_\_。
27. 用\_\_\_\_\_法可定位糖分子中的糖苷键。
28. 用\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_法可测定糖分子中单糖的序列。
29. 糖蛋白中的\_\_\_\_\_链在细胞识别,包括细胞黏着和淋巴细胞归巢等生物学过程中起重要作用。
30. 单糖与浓酸脱水生成\_\_\_\_\_,后者皆能与\_\_\_\_\_化合物产生有色物质,用来鉴别几种糖类。

## 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。
14. 一切有旋光性的糖都有变旋现象。
15. 醛式葡萄糖变成环状后无还原性。
16. 多糖是相对分子质量不均一的生物高分子。
17.  $\alpha$ -淀粉酶和 $\beta$ -淀粉酶的区别在于 $\alpha$ -淀粉酶水解 $\alpha$ -1,4糖苷键, $\beta$ -淀粉酶水解 $\beta$ -1,4糖苷键。
18.  $\alpha$ -D-葡萄糖和 $\alpha$ -D-半乳糖结构很相似,它们是差向异构体。
19. D-葡萄糖和D-半乳糖生成同一种糖脎。
20. 磷壁酸是一种细菌多糖,属于杂多糖。
21. 脂多糖、糖脂、糖蛋白和蛋白聚糖都是复合糖。
22. 组成多糖的大多数单糖是L型。
23. 棉子糖是非还原性三糖。
24. 因为蔗糖没有游离的或潜在的异头碳,所以没有变旋现象。

## 三、选择题

(一)单项选择题(下列各题均有五个备选项,其中一个是正确的,请将其代码填入括号内)

1. 环状结构的己醛糖其立体异构体的数目为( )。

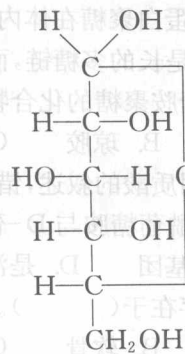


- A. 4      B. 3      C. 16      D. 32      E. 64
2. 下列哪种糖无还原性? ( )
- A. 麦芽糖      B. 蔗糖      C. 阿拉伯糖      D. 木糖      E. 果糖

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光度随时间而改变

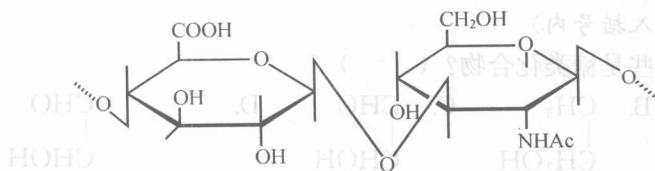
4. 葡萄糖和甘露糖是 ( )。
- A. 异头体      B. 差向异构体      C. 对映体      D. 顺反异构体
- E. 非对映异构体但不是差向异构体

5. 右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



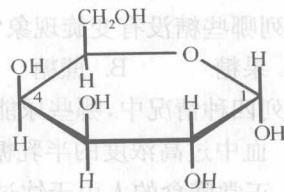
6. 下列哪种糖不能生成糖脎? ( )
- A. 葡萄糖      B. 果糖      C. 蔗糖
- D. 乳糖      E. 麦芽糖

7. 下图所示的结构式代表哪种糖胺聚糖? ( )



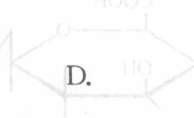
- A. 几丁质(壳多糖)      B. 硫酸软骨素      C. 肝素      D. 透明质酸
- E. 硫酸角质素
8. 下列物质中哪种不是糖胺聚糖? ( )
- A. 果胶      B. 硫酸软骨素      C. 透明质酸      D. 肝素      E. 硫酸黏液素
9. 糖胺聚糖中不含硫的是 ( )。
- A. 透明质酸      B. 硫酸软骨素      C. 硫酸皮肤素
- D. 硫酸角质素      E. 肝素

10. 右图的结构式代表哪种糖? ( )
- A.  $\alpha$ -D-葡萄糖
- B.  $\beta$ -D-葡萄糖
- C.  $\alpha$ -D-半乳糖
- D.  $\beta$ -D-半乳糖
- E.  $\alpha$ -D-果糖



11. 下列哪对糖彼此互为差向异构体? ( )
- A. D-甘露糖和D-半乳糖 B. D-核糖和D-核酮糖 C. D-核酮糖和D-木酮糖  
D. D-葡萄糖和L-葡萄糖 E. D-核糖和D-葡萄糖
12. 目前已知最甜的糖为( )。
- A. 葡萄糖 B. 果糖 C. 甘露糖 D. 蔗糖 E. 转化糖
13. 异麦芽糖是由2分子D-葡萄糖组成的二糖,它们之间通过什么样的糖苷键相连?  
( )
- A.  $\alpha$ -1,2 B.  $\alpha$ -1,4 C.  $\alpha$ -1,6 D.  $\beta$ -1,2 E.  $\beta$ -1,4
14. 下列有关糖蛋白和蛋白聚糖的叙述,错误的是( )。
- A. 糖蛋白中糖所占的比例小于蛋白质  
B. 蛋白聚糖中蛋白质所占的比例小于聚糖  
C. 糖蛋白和蛋白聚糖中糖的结构和性质不同  
D. 糖蛋白和蛋白聚糖在体内的分布不同  
E. 糖蛋白中是长的多糖链,而蛋白聚糖中是短的寡糖链
15. 下列不属于糖胺聚糖的化合物是( )。
- A. 透明质酸 B. 琼胶 C. 肝素 D. 硫酸角质素 E. 硫酸软骨素
16. 下列关于透明质酸的叙述,错误的是( )。
- A. 由N-乙酰葡萄糖胺与D-葡萄糖醛酸组成 B. 糖胺聚糖中的一种  
C. 不含硫酸基团 D. 是泪液的主要成分 E. 分布于关节液中
17. 蛋白聚糖不存在于( )。
- A. 结缔组织 B. 软骨 C. 血浆 D. 皮肤 E. 肌腱

(二) 多项选择题(下列各题均有四个备选项,其中两个或两个以上为正确选项,请将正确选项的代码填入括号内)

1. 下列化合物中哪些是糖类化合物? ( )
- A.  $\begin{array}{c} \text{CHO} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$  B.  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$  C.  $\begin{array}{c} \text{CHO} \\ | \\ \text{CHOH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$  D.  E.  $\begin{array}{c} \text{CHO} \\ | \\ \text{CHOH} \\ | \\ \text{COH} \\ / \quad \backslash \\ \text{HOH}_2\text{C} \quad \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$
2. 下列单糖中哪些是酮糖? ( )
- A. 核糖 B. 核酮糖 C. 葡萄糖 D. 果糖
3. 下列的单糖分类中,哪些是正确的? ( )
- A. 甘油醛——三碳糖 B. 赤藓糖——四碳糖 C. 核糖——五碳糖  
D. 果糖——六碳糖
4. 下列哪些糖没有变旋现象? ( )
- A. 果糖 B. 蔗糖 C. 甘露糖 D. 淀粉
5. 下列四种情况中,哪些尿能和班乃德(Benedict)试剂呈阳性反应? ( )
- A. 血中过高浓度的半乳糖溢入尿中(半乳糖血症)  
B. 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)

- C. 尿中有过量的果糖(果糖尿)  
 D. 实验室的技术员错把蔗糖加到尿的样液中
6.  $\alpha$ -淀粉酶水解支链淀粉的结果是( )。  
 A. 完全水解成葡萄糖和麦芽糖  
 B. 主要产物为糊精  
 C. 使 $\alpha$ -1,6糖苷键水解  
 D. 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
7. 下列化合物中的哪些含有糖基?( )  
 A. ATP      B. NAD      C. RNA      D. 乙酰 CoA
8. 有关糖原结构的下列叙述哪些是正确的?( )  
 A. 有 $\alpha$ -1,4糖苷键  
 B. 有 $\alpha$ -1,6糖苷键  
 C. 糖原由 $\alpha$ -D-葡萄糖组成  
 D. 糖原是没有分支的分子
9. 下列有关多糖的叙述哪些是正确的?( )  
 A. 它们是生物的主要能源  
 B. 它们以线状或分支形式存在  
 C. 它们是细菌细胞壁的重要结构单元  
 D. 它们都具有还原性
10. 肝素分子中主要含有下列哪些组分?( )  
 A. D-葡萄糖胺      B. D-乙酰半乳糖胺      C. L-艾杜糖醛酸      D. D-葡萄糖醛酸
11. 糖蛋白中糖链与肽链之间通过下列哪些糖苷键相连?( )  
 A. C-糖苷键      B. O-糖苷键      C. S-糖苷键      D. N-糖苷键
12. 蛋白聚糖中的糖胺聚糖与蛋白质之间的连接有( )。  
 A. C-糖苷键      B. O-糖苷键      C. S-糖苷键      D. N-糖苷键
13. 异麦芽糖存在于下列哪些多糖中?( )  
 A. 直链淀粉      B. 支链淀粉      C. 糖原      D. 纤维素
14. 下列有关壳多糖的叙述,哪些是正确的?( )  
 A. 壳多糖又称几丁质  
 B. 壳多糖部分酸水解的产物是乙酰-D-葡萄糖胺  
 C. 壳多糖部分酸水解的产物是乙酰-L-葡萄糖胺  
 D. 壳多糖部分酸水解的产物是聚葡萄糖胺和乙酸

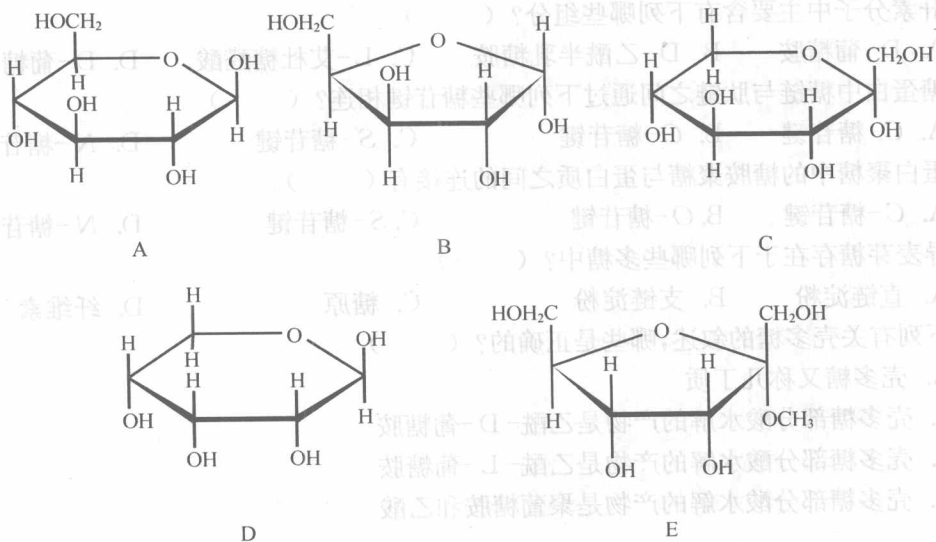
#### 四、名词解释

1. 异头碳(anomeric carbon)和异头物(anomer)
2. 差向异构体(epimer)
3. 变旋现象(mutarotation)
4. 糖脎(osazone)
5. 糖苷(glycoside)和糖苷键(glycosidic bond)
6. Molisch 试验 (Molisch's test)
7. Seliwanoff 试验 (Seliwanoff's test)

8. Tollen 试验 (Tollen's test)
9. Bial 试验 (Bial's test)
10. NAG、NAM 和 NAN
11. 同多糖(homopolysaccharide)和杂多糖(heteropolysaccharide)
12. 糖胺聚糖(glycosaminoglycan)
13. 肽聚糖(peptidoglycan)
14. 磷壁酸(teichoic acid)
15. 复合糖(complex saccharide)
16. 脂多糖(lipopolysaccharide)
17. 糖蛋白(glycoprotein)
18. 蛋白聚糖(proteoglycan)

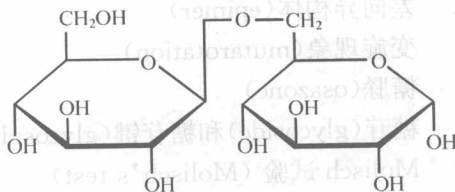
### 五、问答题

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



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?

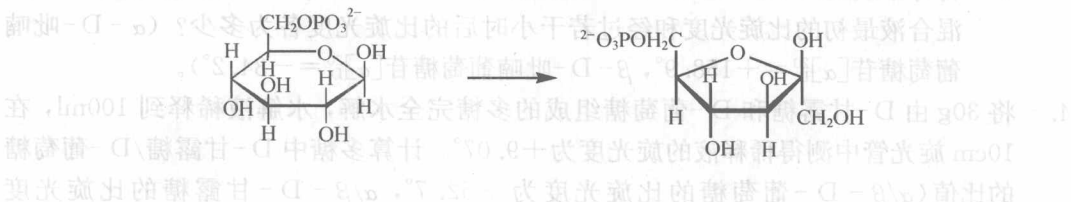
3. 右图是龙胆二糖的结构式, 试问: (1) 它由哪两个单糖组成? (2) 单糖基之间通过什么键相连? (3) 此龙胆二糖是  $\alpha$  型还是  $\beta$  型?
4. 海藻糖是一种非还原性二糖, 没有变旋现象, 不能生成脎, 也不能用溴水氧化成糖



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。

- 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,然后用醋酸酐乙酰化,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。
- 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?
- 给出下列化合物的名称,并指出反应类型(如磷酸化、还原或其他反应)。

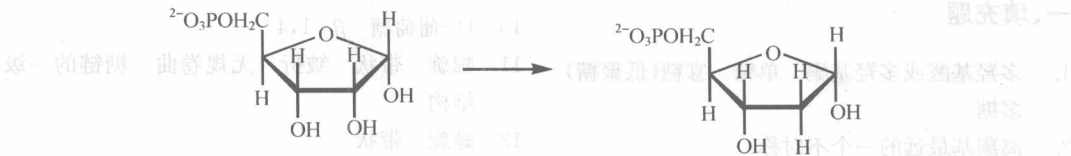
(1)



(2)



(3)



- 为了便于书写复杂寡糖和多糖的结构,常用一些缩写符号来代表单糖及其衍生物,请写出下列常见单糖或单糖衍生物的缩写符号。

- 葡萄糖
- 果糖
- 半乳糖
- 甘露糖
- 核糖
- 半乳糖胺
- 葡糖胺
- N-乙酰半乳糖胺
- N-乙酰葡糖胺
- 胞壁酸

## 六、计算题

- 大肠杆菌糖原的样品 25mg, 用 2ml 1mol/L  $H_2SO_4$  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?
- 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  $\alpha$ -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。
- 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:
  - 此混合液最初的比旋光度 ( $\alpha$ -D-葡萄糖  $[\alpha]_D^{20} = +112.2^\circ$ ,  $\beta$ -D-葡萄糖  $[\alpha]_D^{20} = +18.7^\circ$ )。
  - 经过若干小时达到平衡后的比旋光度。
  - 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光度和经过若干小时后的比旋光度各为多少? ( $\alpha$ -D-吡喃葡萄糖苷  $[\alpha]_D^{20} = +158.9^\circ$ ,  $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷  $[\alpha]_D^{20} = -34.2^\circ$ )。
- 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-葡萄糖的比旋光度为  $+52.7^\circ$ ,  $\alpha/\beta$ -D-甘露糖的比旋光度为  $+14.5^\circ$ )。
- 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:
  - 出现在 1 $\rightarrow$ 6 分支点上的葡萄糖残基的百分数。
  - 每个支链上葡萄糖残基的平均数。
  - 产生了多少毫摩尔的 2,3,6-三-O-甲基葡萄糖?
  - 如果此糖原的相对分子质量是  $2 \times 10^6$ , 它所含葡萄糖残基数是多少?

## 答 案

### 一、填空题

- 多羟基醛或多羟基酮 单糖 寡糖(低聚糖) 多糖
- 离羰基最远的一个不对称
- 供能 转变为生命必需的其他物质 作为生物体的结构物质 作为细胞识别的信息分子
- 异头碳
- 异头碳
- D-葡萄糖 D-果糖  $\alpha, \beta$ -1,2
- 葡萄糖  $\alpha$ -1,4
- D-葡萄糖 D-半乳糖  $\beta$ -1,4
- D-葡萄糖  $\alpha$ -1,4  $\alpha$ -1,6 分支多 链短

结构更紧密

- D-葡萄糖  $\beta$ -1,4
- 螺旋 带状 皱折 无规卷曲 糖链的一级结构
- 螺旋 带状
- 葡萄糖 糖原 糖原
- 己糖胺 糖醛酸 透明质酸 硫酸软骨素 肝素
- N-乙酰-D-葡萄糖胺 N-乙酰胞壁酸 四
- 斐林(Fehling) 班乃德(Benedict)
- 糖胺聚糖 蛋白质
- N-乙酰葡萄糖胺 N-乙酰胞壁酸 N-乙酰神经氨酸

19. 莫利希 (Molisch)
20. 外层专业性寡糖链 中心多糖链 脂质
21. O-糖苷键 N-糖苷键
22. 蓝 紫 红(红褐)
23. 葡萄糖
24. D
25. 脂质 蛋白质
26. 抗凝剂
27. 甲基化分析
28. 质谱法 逐步降解法 核磁共振谱
29. 寡糖
30. 糠醛或糠醛衍生物 酚类

## 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,其比旋光度改变,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。
14. 错。旋光性和变旋现象是两个不同的概念。一切有不对称碳原子的糖都有旋光性;而变旋现象是指一个有旋光性的溶液放置后,其比旋光度改变的现象,有  $\alpha$  型和  $\beta$  型异构体的糖才有变旋现象。
15. 错。醛式葡萄糖变成环状后产生了半缩醛羟基,仍有还原性。
16. 对。
17. 错。 $\alpha$ -淀粉酶和  $\beta$ -淀粉酶中的  $\alpha$ -、 $\beta$ -是用来区分两种不同的淀粉酶。 $\alpha$ -淀粉酶可催化淀粉分子中任何部位的  $\alpha$ -1,4 糖苷键水解,产物主要是糊精,还有少量麦芽糖。 $\beta$ -淀粉酶从链的非还原端开始,每次从淀粉分子上水解下两个葡萄糖基,产物为极限糊精和麦芽糖。
18. 对。
19. 错。D-葡萄糖和 D-半乳糖是 4 位差向异构体,所以生成不同的糖脎。
20. 对。
21. 对。
22. 错。组成多糖的大多数单糖是 D 型。
23. 对。
24. 对。

## 三、选择题

### (一)单项选择题

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。

- (A) 是己醛糖, 根据每个碳原子上的一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。
- (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。
- (D) 透明质酸是由D-葡萄糖醛酸同N-乙酰-D-葡糖胺以 $\beta$ -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-葡糖胺残基组成。硫酸软骨素、硫酸角质素和肝素都含有硫。
- (A) 果胶的成分为果酸甲酯, 不是糖胺聚糖。
- (A) 糖胺聚糖中的透明质酸是不含硫的, 题中的其他几种糖胺聚糖都含有硫。
- (C) 是己醛糖, 根据每个碳原子上的一H和—OH的位置可知是半乳糖, 因末端的羟甲基(即5位碳原子的羟甲基)在环平面上, 所以是D型。又因半缩醛羟基的位置在环平面下, 所以是 $\alpha$ 型。
- (C) 差向异构体是指仅仅只有一个不对称碳原子构型不同的光学异构体。D-核酮糖和D-木酮糖是差向异构体, 它们仅仅是第三位碳原子的构型不同。
- (B) 所列5种糖中果糖最甜, 若按甜度从大到小排列, 则为果糖、转化糖、蔗糖、葡萄糖、甘露糖。
- (C) 2分子 $\alpha$ -D-葡萄糖按 $\alpha$ -1,6糖苷键缩合、失水, 则生成异麦芽糖。
- (E) 糖蛋白中是短链寡糖, 而蛋白聚糖中的聚糖是一种长而不分支的多糖链。
- (B) 琼胶是由D-半乳糖及L-半乳糖组成, 是一种同多糖, 而不是糖胺聚糖。
- (D)
- (C)

## (二) 多项选择题

- (C、D) 糖类是多羟醛或多羟酮及其缩聚物和某些衍生物的总称, 绝大多数糖类可用 $C_n(H_2O)_n$ 来表示。A和B都只有一个羟基, 故不是糖类化合物; C和D都有多个羟基, 并

有醛基, 而且符合 $C_n(H_2O)_n$ 通式。

- (B、D) 核酮糖和果糖是酮糖, 核糖和葡萄糖是醛糖。
- (A、B、C、D)。
- (B、D) 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。
- (A、B、C) 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。
- (B、D)  $\alpha$ -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-葡萄糖苷酶即脱支酶, 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, 水解支链淀粉成葡萄糖和麦芽糖。
- (A、B、C、D) 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是腺苷三磷酸; 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。
- (A、B、C) 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支的聚合物, 大约每10个残基即出现分支链, 并以 $\alpha$ -1,6糖苷键连接。
- (A、B、C) 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, 有的以分支形式存在如糖原、支链淀粉。多糖是细菌细胞壁的组分。多糖无还原性。
- (A、C) 肝素的化学结构比较复杂, 它是由D-葡糖胺和L-艾杜糖醛酸或D-葡糖醛酸构成的二糖单位的多聚物, 其中D-葡糖胺C<sub>2</sub>的氨基和C<sub>6</sub>的羟基上分别硫酸酯化, L-艾杜糖醛酸是主要的糖醛酸成分, 占糖醛酸总量的70%~90%, 其C<sub>2</sub>上硫酸酯化, 其余的为D-葡糖醛酸, D-葡糖醛酸基上不发生硫酸酯化。
- (B、D) 糖蛋白中糖链与肽链主要通过2种不同类型的糖苷键相连, 一种是糖基上的半缩醛羟基与肽链上的苏氨酸、丝氨酸、羟脯氨酸或羟赖氨酸的羟基形成O-糖苷键, 另一种是糖基上的半缩醛羟基与肽链上天冬酰胺的氨基形成N-糖苷键。



12. (B,D) 蛋白聚糖中糖胺聚糖与蛋白质之间的连接有①D-木糖与丝氨酸羟基之间形成的O-糖苷键;②N-乙酰半乳糖胺与苏氨酸或丝氨酸之间形成的O-糖苷键;③N-乙酰葡萄糖胺与天冬酰胺氨基之间形成的N-糖苷键。
13. (B,C) 异麦芽糖是由2分子 $\alpha$ -D-葡萄糖按 $\alpha$ -1,6糖苷键缩合、失水而成,它存在于支链淀粉和糖原中。
14. (A,D) 壳多糖又称几丁质,由乙酰-D-葡萄糖胺以 $\beta$ -1,4糖苷键连接而成,类似于纤维类的结构。由于 $\beta$ -1,4糖苷键对酸有较强的抵抗能力,壳多糖部分酸水解的主要位点是乙酰基与氨基之间的酰胺键,生成聚葡萄糖胺(也称脱乙酰壳多糖)和乙酸。
10. NAG、NAM和NAN:NAG是N-乙酰葡萄糖胺(N-acetyl-glucosamine)的缩写,NAM是N-乙酰胞壁酸(N-acetyl-muramic acid)的缩写,NAG和NAM是细菌细胞壁的主要成分,也是肽聚糖的组成成分。NAN是N-乙酰神经氨酸(N-acetyl-neuraminate)的缩写,又称唾液酸,是动物细胞膜上糖蛋白和糖脂的重要成分。
11. 同多糖和杂多糖:同多糖是由某一种单糖所组成,而杂多糖则为一种以上的单糖或其衍生物所组成,其中有的还含有非糖物质。

#### 四、名词解释

1. 异头碳和异头物:在单糖环化时,它的羰基碳称异头碳。仅仅异头碳构型不同的糖称异头物,其中异头碳的羟基与最末的不对称碳原子的羟基在碳链同侧的称 $\alpha$ 异头物,在异侧的称 $\beta$ 异头物。
2. 差向异构体:仅一个碳原子构型不同的糖互为差向异构体。
3. 变旋现象:一个旋光体溶液放置后,其比旋光度改变的现象。
4. 糖脎:单糖的醛基或酮基与苯肼结合后,生成的黄色晶体。
5. 糖苷和糖苷键:糖的异头碳原子上的羟基与其他分子的羟基或氨基等脱水缩合后的产物称糖苷。糖分子中异头碳和一些其他基团之间的键称糖苷键,如C—O键(O-苷)、C—N键(N-苷),C—S键(S-苷)和C—C键(C-苷),其中最常见的是C—O键和C—N键。
6. Molisch 试验:糖经浓硫酸脱水产生糠醛或糠醛衍生物,后者与 $\alpha$ -萘酚生成紫红色缩合物,这是鉴定糖类的方法。
7. Seliwanoff 试验:己酮糖经浓盐酸脱水生成羟甲基糠醛,后者与间苯二酚作用,生成红色物质,这是鉴定己酮糖的方法。
8. Tollen 试验:戊糖经浓盐酸脱水生成糠醛,后者与间苯三酚作用生成樱桃红色物质,这是鉴定戊糖的方法。
9. Bial 试验:也称苔黑酚反应或地衣酚反应(cincol reaction),戊糖经浓盐酸脱水生成糠醛,后者与甲基间苯二酚(即苔黑酚,或称地衣酚)作用,生成绿色物质,用于戊糖的鉴定和RNA的测定。
12. 糖胺聚糖:又称黏多糖(mucopolysaccharide),是由糖醛酸和己糖胺组成的多个二糖单位聚合而成的不分支长链。
13. 肽聚糖:又称黏肽(mucopeptide)、氨基糖肽(glycoaminopeptide)或胞壁质(murein)。它是N-乙酰葡萄糖胺(NAG)与N-乙酰胞壁酸(NAM)组成的多糖链为骨干与四肽连接所成的杂多糖。
14. 磷壁酸:是从革兰氏阳性细菌的细胞壁中提取到的含磷丰富的化合物,有甘油磷壁酸和核糖醇磷壁酸两类。
15. 复合糖:糖与非糖物质如脂质或蛋白质共价结合,分别形成脂多糖、糖脂、糖蛋白和蛋白聚糖,总称为复合糖,也称结合糖。
16. 脂多糖:是革兰氏阴性细菌细胞壁特有的结构成分,种类很多,分子结构一般由外层专一性寡糖链、中心多糖链和脂质三部分组成。
17. 糖蛋白:短链寡糖与蛋白质以共价键连接而成的复合物。
18. 蛋白聚糖:也称蛋白多糖,它是由蛋白质和糖胺聚糖通过共价键连接而成的大分子复合物。

#### 五、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。