

生物化学

习题解析 (第四版)

内附真题
考研必备

陈钧辉 杨荣武 郑伟娟 焦瑞清 张冬梅◎编



科学出版社

生物化学习题解析

(第四版)

陈钧辉 杨荣武 郑伟娟 焦瑞清 张冬梅 编



科学出版社

北京

· 版权所有 侵权必究 ·

举报电话:010-64030229;010-64034315;13501151303(打假办)

内 容 简 介

本书配合南京大学生物化学国家精品课程的课堂教学,在第三版的基础上作了全面修订和补充。内容基本上按陈钧辉教授和张冬梅副教授主编的“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材《普通生物化学》(第五版)的体系编排,全书共18章,每章章前有学习指导,根据其内容的难度,分为基础题和提高题,并有详尽的参考答案。题型有填充题,是非题,选择题(单选题、多选题),名词解释,问答题和计算题6种类型。书后有近年中国科学院和兄弟院校硕士研究生入学考试试题、南京大学硕士研究生入学考试试题及参考答案,为欲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作自测和复习之用。

图书在版编目(CIP)数据

生物化学习题解析 / 陈钧辉等编. —4版. 北京:科学出版社,2015.6

ISBN 978-7-03-044925-2

I. ①生… II. ①陈… III. ①生物化学-高等学校-题解 IV. ①Q5-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第126921号

责任编辑:刘丹 赵晓静 / 责任校对:郑金红

责任印制:赵博 / 封面设计:铭轩堂

版权所有,违者必究。未经本社许可,数字图书馆不得使用

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>

大厂书文印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2001年9月第 二 版 开本:787×1092 1/16

2009年12月第 三 版 印张:25

2015年6月第 四 版 字数:593 000

2015年6月第十六次印刷

定价:49.80元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

本书自 1986 年出第一版、2001 年出第二版、2009 年出第三版以来,均受到许多学生和教师的欢迎。转眼间 6 年时间过去了,在这期间生物化学的发展十分迅速,一些新进展、新成果不断涌现,加上学科之间的相互交叉和渗透,使生物化学的内容越来越丰富。为了帮助学生学习和使学生更好地掌握现代生物化学知识和技术,提高分析问题和解决问题的能力,我们在第三版的基础上作了全面修订和补充,在每章习题前增加了学习指导,帮助学生了解本章的基本内容、学习重点和难点。在习题的设置上,根据内容难度将题目分为基础题和提高题,以满足不同专业学生学习的需要。书后有近年中国科学院和兄弟院校硕士研究生入学考试试题、南京大学硕士研究生入学考试试题及参考答案,便于学生学习和自我评价。

本书共 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、第六章和第七章由杨荣武教授修订;第十四章、第十五章和第十六章由郑伟娟教授修订;第八章、第十三章、第十七章和第十八章由焦瑞清副教授修订;第九章、第十章、第十一章和第十二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。

在本书第四版出版之际,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,对提供生物化学考研试题的中国科学院和兄弟院校表示衷心的感谢。在本书修订过程中,得到了沈萍萍教授、丁益教授、臧宇辉副教授和李俊老师的支持和帮助。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,但书中不足仍属难免,敬请读者批评指正。

陈钧辉

南京大学生命科学学院

2015 年 3 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	17
第三章 蛋白质化学	34
第四章 核酸化学	88
第五章 酶化学	103
第六章 维生素化学	123
第七章 激素化学	133
第八章 生物能与生物氧化	148
第九章 糖代谢	167
第十章 脂质代谢	181
第十一章 蛋白质的降解和氨基酸代谢	202
第十二章 核酸的降解与核苷酸代谢	214
第十三章 物质代谢的相互联系和调节控制	223
第十四章 DNA 的生物合成	235
第十五章 RNA 的生物合成	261
第十六章 蛋白质的生物合成	285
第十七章 基因表达的调节控制	307
第十八章 现代生物技术	323
附录	337
中国科学院研究生院	
2012 年招收攻读硕士学位研究生入学统一考试试题	337
中国科学院研究生院	
2012 年招收攻读硕士学位研究生入学统一考试试题(甲)	341
中国科学院研究生院	
2012 年招收攻读硕士学位研究生入学统一考试试题(乙)	345
中国科学院大学	
2013 年招收攻读硕士学位研究生入学统一考试试题(甲)	349
中国科学院大学	
2013 年招收攻读硕士学位研究生入学统一考试试题(乙)	352
中山大学	
2013 年硕士学位研究生入学考试试题	357
华东师范大学	
2014 年硕士学位研究生入学考试试题	359

南京大学	
2012 年硕士研究生入学考试药学基础综合部分生物化学试题	360
南京大学	
2013 年硕士研究生入学考试药学基础综合部分生物化学试题	363
南京大学	
2014 年硕士研究生入学考试药学基础综合部分生物化学试题	366
南京大学	
2015 年硕士研究生入学考试药学基础综合部分生物化学试题	369
南京大学	
2013 年硕士研究生入学考试(一)	372
南京大学	
2014 年硕士研究生入学考试(一)	375
南京大学	
2015 年硕士研究生入学考试(一)	378
南京大学	
2012 年硕士研究生入学考试(二)	381
南京大学	
2015 年硕士研究生入学考试(二)	388
一些常用单位和希腊字母	392

第一章 糖类化学

学习指导

1. 掌握典型单糖(葡萄糖和果糖)的分子结构,能判断单糖的 D-型与 L-型、 α -型与 β -型,并能将链状结构转换成环状结构。
2. 了解单糖的理化性质,特别是变旋现象和还原性。
3. 掌握蔗糖、麦芽糖、乳糖的组成、糖苷键和主要的理化性质。
4. 掌握淀粉、糖原、纤维素的结构和性质。
5. 了解糖的定性测定和定量测定。
6. 了解糖缀合物的分类、结构和功能。

基础题

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_____、_____、_____和_____。
4. 在单糖环化时,它的羰基碳称为_____。
5. 糖苷是指糖的_____原子上的羟基与其他分子的羟基、氨基等脱水缩合后形成的产物。
6. 蔗糖由一分子_____和一分子_____组成,它们之间通过_____糖苷键相连。
7. 麦芽糖由两分子_____组成,它们之间通过_____糖苷键相连。
8. 乳糖由一分子_____和一分子_____组成,它们之间通过_____糖苷键相连。
9. 纤维素由_____组成,它们之间通过_____糖苷键相连。
10. 直链淀粉的构象为_____,纤维素的构象为_____。
11. 糖胺聚糖是一类含_____和_____的杂多糖,其代表性化合物有_____、_____和_____等。
12. 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。
13. 蛋白聚糖是由_____和_____共价结合形成的复合物。
14. 自然界较重要的乙酰氨基糖有_____、_____和_____。
15. 鉴别糖的普通方法为_____试验。
16. 糖肽的主要连接键有_____和_____。
17. 直链淀粉遇碘呈_____色,支链淀粉遇碘呈_____色,糖原遇碘呈_____色。
18. 血糖主要是指血中所含的_____。

19. 在糖缀合物中,糖与_____或_____共价连接。
 20. 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。

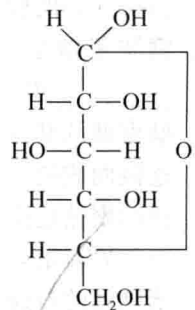
二、是非题

- 同一种单糖的 α -型和 β -型是对映体。
- 糖的变旋现象是由于糖在溶液中起了化学作用。
- D-葡萄糖、D-甘露糖和 D-果糖生成同一种糖脎。
- 葡萄糖分子中有醛基,它和一般的醛类一样,能和席夫(Schiff)试剂反应。
- 从热力学上讲,葡萄糖的船式构象比椅式构象更稳定。
- 肽聚糖分子中不仅有 L-型氨基酸,而且有 D-型氨基酸。
- 一切有旋光性的糖都有变旋现象。
- α -D-葡萄糖和 α -D-半乳糖结构很相似,它们是差向异构体。
- D-葡萄糖和 D-半乳糖生成同一种糖脎。
- 磷壁酸是一种细菌多糖,属于杂多糖。
- 脂多糖、糖脂、糖蛋白和蛋白聚糖都是复合糖。
- 棉子糖是非还原性三糖。
- 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

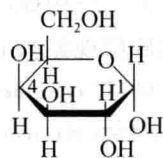
(一) 单项选择题(下列各题均有五个备选项,其中一个是正确的,请将其代码填入括号内)

- 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
- 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
- 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
- 右图的结构式代表哪种糖?()
 A. α -D-吡喃葡萄糖 B. β -D-吡喃葡萄糖
 C. α -D-呋喃葡萄糖 D. β -L-呋喃葡萄糖
 E. α -D-呋喃果糖
- 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
- 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



7. 右图的结构式代表哪种糖? ()

- A. α -D-葡萄糖 B. β -D-葡萄糖
C. α -D-半乳糖 D. β -D-半乳糖
E. α -D-果糖



8. 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

9. 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. α -1,2 B. α -1,4 C. α -1,6 D. β -1,2 E. β -1,4

10. 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

(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. $\begin{array}{c} \text{CHO} \\ | \\ \text{CHOH} \\ | \\ \text{COH} \\ / \quad \backslash \\ \text{HOH}_2\text{C} \quad \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$

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. 有关糖原结构的下列叙述哪些是正确的? ()

- A. 有 α -1,4 糖苷键 B. 有 α -1,6 糖苷键
C. 糖原由 α -D-葡萄糖组成 D. 糖原是没有分支的分子

6. 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

7. 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

8. 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

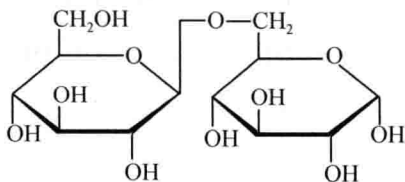
四、名词解释

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. 肽聚糖 (peptidoglycan)

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) 式和哈沃斯 (Haworth) 式 (要求写 2-5 氧桥)。
2. 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 α -型还是 β -型?
3. 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?
4. 为什么有些人在饮用牛奶后出现腹部不适, 如腹胀、腹痛, 甚至腹泻等症状?
5. 蔗糖常用来保存水果, 为什么葡萄糖不适合作为这类食品保存剂?



六、计算题

1. 已知 α -D-半乳糖的 $[\alpha]_D^{25}$ 为 $+150.7^\circ$, β -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 α -D-半乳糖和 β -D-半乳糖的百分含量。
2. 将 80ml 新配制的 10% α -D-葡萄糖溶液与 20ml 新配制的 10% β -D-葡萄糖溶液混合, 试计算:
 - (1) 此混合液最初的比旋光度 (α -D-葡萄糖 $[\alpha]_D^{20} = +112.2^\circ$, β -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光度。
 - (3) 将等浓度的 50ml 甲基- α -D-葡萄糖苷和 50ml 甲基- β -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 (α -D-吡喃葡萄糖苷 $[\alpha]_D^{20} = +158.9^\circ$, β -D-吡喃葡萄糖苷 $[\alpha]_D^{20} = -34.2^\circ$)?

提高题

一、填空题

1. 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_____。
- 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_____。
 - 人血液中含有最丰富的糖是_____,肝脏中含有最丰富的糖是_____,肌肉中含有最丰富的糖是_____。
 - 常用定量测定还原糖的试剂为_____试剂和_____试剂。
 - 脂多糖一般由_____、_____和_____三部分组成。
 - 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。
 - 肝素是带有大量负电荷的糖胺聚糖,临床上常用作_____。
 - 用_____法可定位糖分子中的糖苷键。
 - 用_____、_____和_____法可测定糖分子中单糖的序列。
 - 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。
 - 目前研究多糖三维结构常用方法是_____。
 - N-糖苷键连接的寡糖可分为_____、_____和_____三种类型。

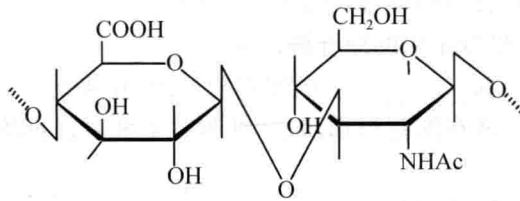
二、是非题

- D-葡萄糖的对映体为L-葡萄糖,后者存在于自然界。
- 人体不仅能利用D-葡萄糖,而且能利用L-葡萄糖。
- 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。
- 因为酮类无还原性,所以酮糖也无还原性。
- 果糖是左旋的,因此它属于L-构型。
- 糖原、淀粉和纤维素分子中都有一个还原端,因此它们都有还原性。
- 糖链的合成无模板,糖基的顺序由基因编码的转移酶决定。
- 醛式葡萄糖变成环状后无还原性。
- 多糖是相对分子质量不均一的生物高分子。
- α -淀粉酶和 β -淀粉酶的区别在于 α -淀粉酶水解 α -1,4糖苷键, β -淀粉酶水解 β -1,4糖苷键。
- 组成多糖的大多数单糖是L型。
- 生物体内的糖是重要的能源,也是重要的碳源。
- 吡喃式葡萄糖比呋喃式葡萄糖更稳定。
- 支链淀粉的水溶性优于直链淀粉。
- 糖原是动物体内主要的储存多糖。
- 在溶液中 α -D-吡喃葡萄糖所占百分比大于 β -D-吡喃葡萄糖。
- 糖蛋白中的糖基一般为多糖基。
- 硫酸乙酰肝素与肝素在结构和功能方面十分相似,因此硫酸乙酰肝素也有很强的抗凝血活性。
- 糖胺聚糖是无分支的多糖,含有糖醛酸和常被硫酸酯化的氨基糖。
- 赤藓糖被硝酸氧化后转变为不具有旋光性的化合物,而葡萄糖被硝酸氧化后却仍具有旋光性。

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)

- 下列有关葡萄糖的叙述,哪个是错的? ()
 - 显示还原性
 - 在强酸中脱水形成 5-羟甲基糠醛
 - 莫利希(Molisch)试验阴性
 - 与苯肼反应生成脎
 - 新配制的葡萄糖水溶液的比旋光度随时间而改变
- 下图所示的结构式代表哪种糖胺聚糖? ()



- 几丁质(壳多糖)
 - 硫酸软骨素
 - 肝素
 - 透明质酸
 - 硫酸角质素
- 糖胺聚糖中不含硫的是()。
 - 透明质酸
 - 硫酸软骨素
 - 硫酸皮肤素
 - 硫酸角质素
 - 肝素
 - 下列哪对糖彼此互为差向异构体? ()
 - D-甘露糖和 D-半乳糖
 - D-核糖和 D-核酮糖
 - D-核酮糖和 D-木酮糖
 - D-葡萄糖和 L-葡萄糖
 - D-核糖和 D-葡萄糖
 - 下列有关糖蛋白和蛋白聚糖的叙述,错误的是()。
 - 糖蛋白中糖所占的比例较蛋白质少
 - 蛋白聚糖中蛋白质所占的比例小于聚糖
 - 糖蛋白和蛋白聚糖中糖的结构和性质不同
 - 糖蛋白和蛋白聚糖在体内的分布不同
 - 糖蛋白中是长的多糖链,而蛋白聚糖中是短的寡糖链
 - 下列关于透明质酸的叙述,错误的是()。
 - 由 N-乙酰葡萄糖胺和 D-葡萄糖醛酸组成
 - 糖胺聚糖中的一种
 - 不含硫酸基团
 - 是泪液的主要成分
 - 分布于关节液中
 - 蛋白聚糖不存在于()。
 - 结缔组织
 - 软骨
 - 血浆
 - 皮肤
 - 肌腱
 - 区别醛糖和酮糖的化学方法是()
 - Molisch 试验
 - Seliwanoff 试验
 - Tollen 试验
 - Bial 试验
 - Folin-Wu 试验

(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)

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

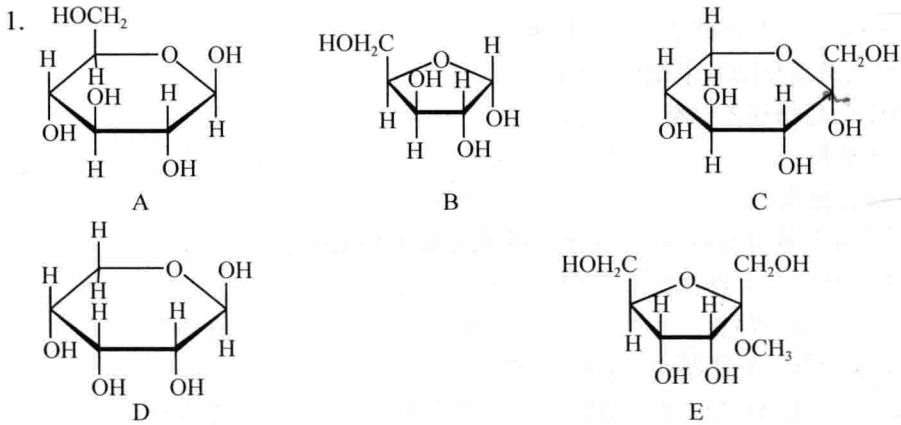
- A. 血中过高浓度的半乳糖溢入尿中(半乳糖血症)
B. 正常膳食的人由于饮过量的含戊醛糖的混合酒造成尿中出现戊糖(戊糖尿)
C. 尿中有过量的果糖(果糖尿)
D. 实验室的技术员错把蔗糖加到尿的样液中
2. α -淀粉酶水解支链淀粉的结果是()。
A. 完全水解成葡萄糖和麦芽糖
B. 主要产物为糊精
C. 使 α -1,6 糖苷键水解
D. 在淀粉-1,6-葡萄糖苷酶存在时,完全水解成葡萄糖和麦芽糖
3. 下列化合物中的哪些含有糖基?()
A. ATP B. NAD C. RNA D. 乙酰 CoA
4. 肝素分子中主要含有下列哪些组分?()
A. D-葡糖胺 B. D-乙酰半乳糖胺 C. L-艾杜糖醛酸 D. D-葡糖醛酸
5. 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
6. 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-葡糖胺
C. 壳多糖部分酸水解的产物是乙酰-L-葡糖胺
D. 壳多糖部分酸水解的产物是聚葡糖胺和乙酸
7. 下列关于多糖的叙述,哪些是错误的?()
A. 多糖有旋光性 B. 多糖有变旋现象 C. 多糖有甜味 D. 多糖无还原性
8. 下列关于糖原的叙述,错误的是()。
A. 糖原的高度分支不利于溶解在水中
B. 糖原的性质与红糊精相似,溶于沸水,遇碘呈红色
C. 能与苯肼作用形成糖脎
D. 糖原完全水解后产生 D-葡萄糖
9. 可以鉴别还原糖和非还原糖的试剂是()。
A. Benedict 试剂 B. Fehling 试剂 C. Folin-酚试剂 D. Molisch 试剂
10. 肝素的生物学作用是()。
A. 促进血液凝固 B. 抗血液凝固
C. 降低高密度脂蛋白的水平 D. 加速血浆中甘油三酯的清除

四、名词解释

1. 糖胺聚糖(glycosaminoglycan)
2. 磷壁酸(teichoic acid)
3. 糖缀合物(glycoconjugate)
4. 脂多糖(lipopolysaccharide)
5. 糖蛋白(glycoprotein)

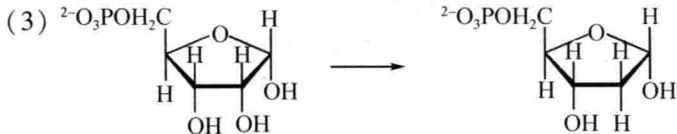
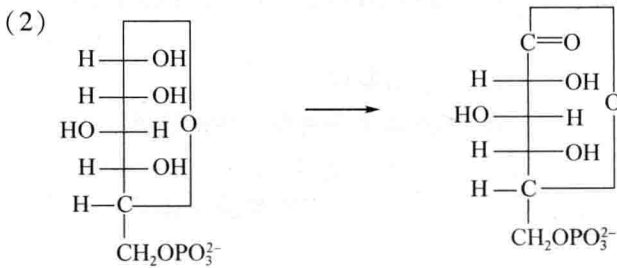
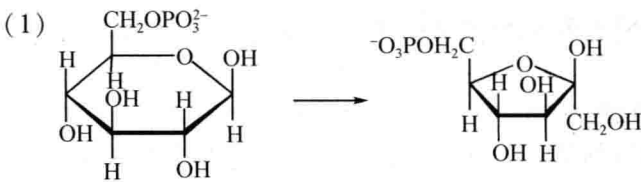
6. 蛋白聚糖(proteoglycan)

五、问答题



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 α -D-醛糖?

2. 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 α -葡萄糖苷酶水解,但不能用 β -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。
3. 从牛奶中分离出某种三糖,由 β -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 NaBH_4 还原,再使其完全甲基化,酸水解,然后再用 NaBH_4 还原,然后用乙酸酐乙酰化,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。
4. 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)。



5. 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。

- (1)葡萄糖 (2)果糖 (3)半乳糖 (4)甘露糖 (5)核糖
(6)半乳糖胺 (7)葡糖胺 (8)*N*-乙酰半乳糖胺 (9)*N*-乙酰葡糖胺
(10)胞壁酸

6. 青霉素为何有抗菌作用?

7. 试述糖蛋白和蛋白聚糖的主要区别。

六、计算题

1. 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?

2. 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°。计算多糖中 D-甘露糖/D-葡萄糖的值(α/β -D-葡萄糖的比旋光度为 +52.7°, α/β -D-甘露糖的比旋光度为 +14.5°)。

3. 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比。
(2) 每个支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) 如果此糖原的相对分子质量是 2×10^6 ,它所含葡萄糖残基数是多少?

答 案

基 础 题

一、填充题

- 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 α, β -1,2
- 葡萄糖 α -1,4
- D-葡萄糖 D-半乳糖 β -1,4
- D-葡萄糖 β -1,4
- 螺旋状 带状
- 己糖胺 糖醛酸 透明质酸 硫酸软骨素

肝素

- N*-乙酰-D-葡糖胺 *N*-乙酰胞壁酸 四
- 糖胺聚糖 蛋白质
- N*-乙酰葡糖胺 *N*-乙酰胞壁酸 *N*-乙酰神经氨酸
- 莫利希(Molisch)
- O*-糖苷键 *N*-糖苷键
- 蓝 紫 红(红褐)
- 葡萄糖
- 脂质 蛋白质
- 糠醛或糠醛衍生物 酚类

二、是非题

- 错。同一种单糖的 α -型和 β -型不是对映体,而是异头体(anomer),它们仅仅是异头碳原子上的不同构型。
- 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 α -型变成 β -型或相反地从 β -型变成 α -型。

3. 对。
4. 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。
5. 错。葡萄糖的椅式构象比船式构象稳定。
6. 对。
7. 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 α -异构体和 β -异构体的糖才有变旋现象。
8. 对。
9. 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。
10. 对。
11. 对。
12. 对。
13. 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. (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。
4. (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 α -型。
5. (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。

6. (A) 果胶的成分为果酸甲酯, 不是糖胺聚糖。
7. (C) 是己醛糖, 根据每个碳原子上的—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 α -型。
8. (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。
9. (C) 2 分子 α -D-葡萄糖按 α -1, 6 糖苷键缩合、失水, 则生成异麦芽糖。
10. (B) 琼胶由 D-半乳糖及 L-半乳糖组成, 是一种同多糖, 而不是糖胺聚糖。

(二) 多项选择题

1. (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。
2. (B, D) 核酮糖和果糖是酮糖, 核糖和葡萄糖是醛糖。
3. (A, B, C, D)
4. (B, D) 蔗糖没有 α -异构体和 β -异构体, 所以无变旋现象。淀粉是多糖, 多糖无变旋现象。
5. (A, B, C) 糖原是由 α -D-葡萄糖基通过 α -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 α -1, 6 糖苷键连接。
6. (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成分。多糖无还原性。
7. (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。
8. (B, D) 蛋白聚糖中糖胺聚糖与蛋白质之间的连接有: ① D-木糖与丝氨酸羟基之间形成的 O-糖苷键; ② N-乙酰半乳糖胺与苏氨酸或丝氨酸之间形成的 O-糖苷键; ③ N-乙酰葡萄糖胺与天冬酰胺氨基之间形成的 N-糖苷键。

四、名词解释

1. 异头碳 (anomeric carbon) 和异头物 (anomer): 在单糖环化时, 它的羰基碳称为异头碳。仅仅异头碳构型不同的糖称为异头物, 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为 α 异头物, 在异侧的称为 β 异头物。
2. 差向异构体 (epimer): 仅一个碳原子构型不同的糖互为差向异构体。
3. 变旋现象 (mutarotation): 一个旋光体溶液放置后, 其比旋光度改变的现象。
4. 糖脎 (osazone): 单糖的醛基或酮基与苯肼结合后, 生成的黄色晶体。
5. 糖苷 (glycoside) 和糖苷键 (glycosidic bond): 糖的异头碳原子上的羟基与其他分子的羟基、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为糖苷键, 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 (Molisch's test): 糖经浓硫酸脱水产生糠醛或糠醛衍生物, 后者与 α -萘酚生成紫红色缩合物, 这是鉴定糖类的方法。
7. Seliwanoff 试验 (Seliwanoff's test): 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 (Tollen's test): 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 (Bial's test): 也称苔黑酚反应或地衣酚反应 (orcinol 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。
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 (homopolysaccharide) 和杂多糖 (heteropolysaccharide): 同多糖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。
12. 肽聚糖 (peptidoglycan): 又称黏肽 (mucopolysaccharide)、氨基糖肽 (glycoaminopeptide) 或胞壁质 (murein)。它是由 *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。

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 α -异构体和 β -异构体, 这两种异构体都应写出。

