



生命科学学习指导系列

研究生入学考试指南

生物化学学习指导

杨立红 主编



科学出版社

www.sciencep.com

生命科学学习指导系列

生物化学学习指导

杨立红 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书配合生物化学课程的课堂教学,包括糖类、脂类、蛋白质、酶和核酸、维生素、物质代谢、遗传信息的表达和调控及生化技术和相关分子生物学问题等内容。全书基本上按王境岩教授编著的《生物化学》第三版内容编写,将编者在长期教学过程中积累的经典习题与国内外生物化学教材和近年来各高校院所部分考研真题结合起来。每章包括本章要点提示、经典题解析、习题及习题参考答案。附录部分设模拟题四套和2005年和2006年部分高校考研真题试卷八份。

本书内容丰富,知识全面系统,习题设计新颖、有启发性。适合高等院校生物类专业相关教师和学生参考使用,尤其适合报考研究生的学生复习参考。

图书在版编目(CIP)数据

生物化学学习指导/杨立红主编. —北京:科学出版社,2006
(生命科学学习指导系列)

ISBN 7-03-014963-7

I. 生... II. 杨... III. 生物化学-高等学校-教学参考资料
IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 089411 号

策划编辑:陈 露 / 责任编辑:陈 露

责任印制:刘 学 / 封面设计:一 明

责任校对:连秉亮

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>

南京理工出版信息技术有限公司照排

江苏常熟华通印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006年9月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2006年9月第一次印刷 印张:25

印数:1—6 200

字数:580 000

定价:36.00 元

《生命科学学习指导系列》

总策划 安利国

《生物化学学习指导》编委会

主 编：杨立红

副 主 编：杜希华 徐德立

编 委 （按姓氏笔画为序）

马忠明 王洪燕 石东里 任育红

朱 陶 杜希华 杨立红 李文丽

肖 波 徐德立 谭冬梅

99.4.15.2006
JH2006.4

编者的话

生物化学是一门重要的专业基础课。现代生物化学的方法与理论已经渗透到生物学的每一个分支学科中,并对生命领域中其他分支学科的发展起着关键性的作用。所以,现在生物学类的研究生入学考试中,约90%的考生都要考生物化学这门课程。与其他生命科学各专业课程相比,生物化学涉及的面宽、学习难度大,为了帮助学生加深对生物化学知识和技术的理解和掌握,提高学生分析问题及解决问题的能力,为欲报考研究生的学生提供辅导教材,我们精心编写了这本《生物化学学习指导》一书,供大家参阅。

本学习指导共分18章,例题2509个,涵盖了高等院校基础生物化学教学大纲要求的主要内容,同时将生物化学技术和生物化学中的分子生物学问题各独立一章。生物化学技术是学习生物化学必须掌握的知识之一,近年来考研中这部分内容比例也不断增加,分子生物学部分主要针对生物化学中出现的分子生物学问题进行解答和指导,主要涉及分子生物学的基本概念和实验原理。

本学习指导具体内容共分两部分,第一部分为各章复习,每章分为四部分:一、要点提示。在要点提示中对本章主要内容进行了简明扼要的概括,帮助学生在庞杂的知识体系中抓住重点和难点。二、经典题解。经典解析题选择慎重,解析过程有利于学生找到解题思路,帮助学生培养独立灵活的思维能力。三、练习题。参编教师结合自己多年教学经验和积累的大量考研资料及参考国内外生物化学优秀教材,精心编写的练习题题目新颖,内容全面,具有科学性、前瞻性、实用性及发散性等特色。在覆盖基本知识的前提下,也为学有余力的学生准备了一定深度的难题,不仅为在校本科学生学习生物化学课程提供课后辅导和练习,同时对考研学生来说,在知识的广度和深度上力求满足他们的需要,成为考研学生复习生物化学必备的参考书之一。四、练习题参考答案。参考答案详略得当,要点突出,有利于学生掌握重点和理解难点。第二部分为附录,附录一包括四份模拟试题及参考答案,学生可根据参考答案检查自己对生物化学主要内容及分子生物学基本知识的掌握程度,并能从中获得考研命题内容及层面上的相关信息。附录二为2005年和2006年国内部分高等院校和科研院所生物化学考研真题8套,为学生考研提供参考。

本指导的编写过程中,得到了山东师范大学生命科学学院安利国院长和鲁东大学生命科学学院刘林德院长及丛发滋书记的大力支持和帮助,同时也得到鲁东大学生命科学学院学生们的大力帮助,在此表示衷心感谢。

尽管做出了极大的努力,但由于编者水平有限,对许多问题的提出、理解难免有错误之处,恳请读者批评和指正,以利于我们共同提高,或者书中还有难理解的问题,也请与我们联系。我们的电子邮箱是:Yanglihong33@263.net

编者

2006年6月

编者的话

第一部分 生物化学要点提示与习题解答

第一章 糖类化学	3
一、要点提示	3
二、经典题解	3
三、练习题	5
四、练习题参考答案	9
第二章 脂类与生物膜	15
一、要点提示	15
二、经典题解	16
三、练习题	19
四、练习题参考答案	24
第三章 蛋白质化学	30
一、要点提示	30
二、经典题解	32
三、练习题	35
四、练习题参考答案	47
第四章 酶化学	60
一、要点提示	60
二、经典题解	60
三、练习题	61
四、练习题参考答案	69
第五章 核酸化学	80
一、要点提示	80
二、经典题解	80
三、练习题	82

四、练习题参考答案	97
第六章 维生素	114
一、要点提示	114
二、经典题解	114
三、练习题	116
四、练习题参考答案	118
第七章 激素	121
一、要点提示	121
二、经典题解	121
三、练习题	123
四、练习题参考答案	127
第八章 生物能学及生物氧化	131
一、要点提示	131
二、经典题解	132
三、练习题	133
四、练习题参考答案	140
第九章 糖代谢	146
一、要点提示	146
二、经典题解	146
三、练习题	151
四、练习题参考答案	157
第十章 脂类代谢	167
一、要点提示	167
二、经典题解	167
三、练习题	173
四、练习题参考答案	180
第十一章 蛋白质降解及氨基酸分解代谢	189
一、要点提示	189
二、经典题解	190
三、练习题	190
四、练习题参考答案	194
第十二章 核酸降解及核苷酸代谢	199
一、要点提示	199

二、经典题解	199
三、练习题	201
四、练习题参考答案	208
第十三章 DNA 生物合成与修复	215
一、要点提示	215
二、经典题解	215
三、练习题	218
四、练习题参考答案	225
第十四章 RNA 生物合成与加工	232
一、要点提示	232
二、经典题解	232
三、练习题	234
四、练习题参考答案	241
第十五章 蛋白质的生物合成	247
一、要点提示	247
二、经典题解	247
三、练习题	248
四、练习题参考答案	254
第十六章 物质代谢的相互联系及其调节	258
一、要点提示	258
二、经典题解	259
三、练习题	261
四、练习题参考答案	266
第十七章 生物化学技术	271
一、要点提示	271
二、经典题解	271
三、练习题	273
四、练习题参考答案	278
第十八章 生物化学中的分子生物学问题	294
一、要点提示	294
二、经典题解	294
三、练习题	296
四、练习题参考答案	310

第二部分 模拟题与部分院校研究生入学考试试卷汇编

附录(一) 生物化学模拟试卷.....	333
生物化学模拟试卷(一).....	333
生物化学模拟试卷(二).....	340
生物化学模拟试卷(三).....	348
生物化学模拟试卷(四).....	356
附录(二) 部分高校及科研院所考研真题.....	365
中国科学院 2005 年攻读硕士学位研究生入学试卷	365
复旦大学 2005 年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题	369
南京大学 2005 年攻读硕士学位研究生入学考试试题	372
南开大学 2005 年硕士研究生入学考试试题	376
北京师范大学 2005 年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题	380
中国农业大学 2006 年硕士研究生入学考试试题	381
华中农业大学 2005 年硕士研究生入学考试试题册	383
浙江大学 2005 年攻读硕士学位研究生入学考试试题	388

第 一 部 分

**生物化学要点提示
与习题解答**

第一章 糖类化学

一、要点提示

1. 理解和掌握糖类的概念、分类及其生物学意义。
2. 单糖,这部分内容重点是典型单糖(葡萄糖和果糖)的结构和性质。了解葡萄糖结构的推导过程,重点掌握葡萄糖的链状结构和环状结构(包括 Fischer 式和 Haworth 式),注意学习单糖 D、L 构型的确定标准、差向异构体、链状结构转变为环状结构后立体异构体数目的变化以及 α -及 β -异头物等内容的学习。根据物质的结构决定其性质,而性质又反映其结构的规律,注重从单糖的结构出发学习其理化性质;物理性质重点掌握旋光性以及变旋现象;化学性质从结构上理解可分为以下几种情况:一是由醛基或酮基引起的化学性质,如在弱碱溶液中的异构化作用、单糖的还原性(单糖的氧化)、单糖的还原以及生成糖脎;二是由羟基引起的化学性质如形成糖脂和糖醚、形成糖苷以及脱水作用等。
3. 常见双糖如麦芽糖、异麦芽糖、蔗糖、乳糖、纤维二糖、海藻糖、龙胆二糖是低聚糖内容的重点,需要从构成这些双糖的单糖单位、单糖之间的连接键和某些性质等方面重点掌握;了解其他寡糖如棉子糖(非还原性三糖)、环糊精的结构。
4. 多糖分为同多糖和杂多糖,淀粉、糖原、纤维素、壳多糖、右旋糖酐等同多糖是这部分的重点,应着重从其构件分子、构件分子之间的连接键和某些性质等方面进行学习,另外,要注意与双糖如麦芽糖、异麦芽糖、纤维二糖进行比较。杂多糖种类较多并且其分子结构非常复杂,所以学习这部分内容一般要求了解,其中糖胺聚糖为重点,注意从其概念、分类及其生理功能三方面进行学习。
5. 糖蛋白和蛋白聚糖属于结合糖,糖链与蛋白质之间的连接键以及糖链的生物学功能是糖蛋白的学习重点;蛋白聚糖是一类特殊糖蛋白,可形成复杂的聚集体,在生物体中起着重要的作用。

二、经典题解

1. (南京师范大学 2001 年)糖是生物体维持生命活动提供能量的()。
A. 次要来源 B. 主要来源 C. 唯一来源 D. 重要来源
解析:本题主要考查糖类的生物学作用,糖类是生物体中非常重要的一类有机化合物,在生物体中起重要作用,概括起来主要有以下几个方面:(1)作为生物体的主要能源物质,生命活动的能量约 70%来自于糖类;其他物质如蛋白质、脂类也可以氧化供能;(2)作为生物体的结构成分,如纤维素是植物细胞壁的主要成分;(3)在生物体内能转变为其他物质,如脂类、氨基酸等;(4)具有特殊的生理功能,如可作为细胞识别的信息分子等。
答案:B
2. 自然界中的单糖绝大多数为 D 型糖,由于果糖是左旋的,因此它属于 L 型糖。()

解析:本题的考点为单糖的构型与旋光性。单糖的构型是以甘油醛的构型为标准来确定的,即以离羰基最远的手性碳原子上的羟基的位置作为判断的依据。将单糖分子中离醛基或酮基最远的手性碳原子的构型与甘油醛的构型进行比较,若与 D-甘油醛相同(即羟基在右边),为 D 型糖;若与 L-甘油醛相同(即羟基在左边),为 L 型糖。自然界中存在的单糖绝大多数为 D 型糖,如 D-葡萄糖、D-果糖、D-半乳糖、D-核糖等等。所谓旋光性是指具有手性碳原子的物质,其溶液可以使偏振光平面旋转的性质。由于单糖分子具有手性碳原子,所以单糖具有旋光性,能使偏振光平面向左(-)或向右(+)旋转,并分别称为左旋糖(-)和右旋糖(+),但是一种物质到底是左旋还是右旋,与这种物质的构型无关。

答案:错

3. (四川大学 2005 年)糖原、淀粉和纤维素分子中均有一个还原性末端,故均有还原性。()

解析:本题考点为糖的还原性。糖的还原性是糖类重要化学性质之一,对于单糖而言,无论醛糖还是酮糖,均能被弱氧化剂(如 Fehling 试剂、Benedict 试剂等)氧化,具有还原性,是还原性糖;对于低聚糖,要判断其是否具有还原性,从结构上主要看其有无潜在的醛基,如有则具有还原性,反之,则无还原性;在常见的寡糖中除蔗糖、 α -海藻糖和棉子糖不具有还原性外,麦芽糖、乳糖、纤维二糖等都为还原性糖;对于多糖如淀粉、纤维素等,虽具有还原端,但由于分子质量大,不具有还原性。

答案:错

4. (山东大学 1999 年)单糖与强酸共热脱水而生成()类化合物,后者与 α -萘酚可生成紫色物,此为糖类的共同显色反应,称为()反应。

解析:本题考点为单糖的脱水作用及有关颜色反应。单糖是多羟基醛或多羟基酮,其化学性质可从其结构上进行理解,一类为醛基或酮基引起的化学性质,如单糖在弱碱性溶液中可发生异构化作用,单糖能被氧化剂氧化,单糖能被还原以及单糖能形成糖脎;另一类为由单糖的羟基引起的化学性质,如单糖可形成糖脂与糖醚,异头碳上的羟基即半缩醛羟基或半缩酮羟基(又称为苷羟基)可形成糖苷,单糖还可与无机酸发生脱水反应,比如 Seliwanoff 试验、Bial 试验、Molisch 反应等。

答案:糠醛;Molisch

5. (曲阜师范大学 2006 年)植物细胞壁的主要成分是(),细菌细胞壁骨架的主要成分是(),虾壳的主要成分是()。

解析:本题考点为结构多糖,多糖在生物体中起重要作用,其中之一是可以作为生物体的结构成分,纤维素是植物细胞壁(包括某些真菌和细菌)的结构多糖,是它们细胞壁的主要成分;壳多糖(或几丁质)是大多数真菌和一些藻类的一种成分,但主要还是存在于无脊椎动物中,它是很多节肢动物和软体动物外骨骼的主要结构物质;肽聚糖是一种杂多糖,为细菌细胞壁的主要组成成分。

答案:纤维素;肽聚糖;壳多糖(或几丁质)

6. (福州大学 2005 年)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?

解析:本题考点为糖类的性质,淀粉是多糖,蔗糖是双糖,其他是单糖,所以利用淀粉与碘反应呈蓝色的性质可以首先把淀粉区分出来;由于蔗糖是非还原性糖,而核糖、葡萄糖、果糖是还原性糖,因此可用 Fehling 试剂或 Benedict 试剂把蔗糖区分出来;核糖是戊糖,而葡萄糖、果糖是己糖,因此可用盐酸、间苯二酚试剂把核糖区分出来,最后对于葡萄糖与果糖的区分,可根据葡萄糖可使溴水褪色而果糖不能的原理把二者区分开来。

答案要点:核糖、葡萄糖、果糖、蔗糖和淀粉溶液的鉴别过程可用下表表示:

	葡萄糖	果糖	核糖	蔗糖	淀粉
碘液	—	—	—	—	蓝色
Fehling 试剂或 Benedict 试剂	红黄色	红黄色	红黄色	—	
盐酸、间苯二酚试剂	淡红色	红色	绿色		
加溴水	褪色	—			

7. (西南农业大学 1996 年)某 α -和 β -D-甘露糖平衡混合物的 $[\alpha]_D^{25}$ 为 $+14.5^\circ$, 纯 α -D-甘露糖的 $[\alpha]_D^{25}$ 为 $+29.3^\circ$, 纯 β -D-甘露糖的 $[\alpha]_D^{25}$ 为 -16.3° , 计算该平衡混合物中 α -和 β -D-甘露糖的比率。

解析:本题考点为旋光率的计算。问题中的 $[\alpha]_D^{25}$ 为在 25°C 和钠光源的 D 线波长下,溶液中化合物的比旋。每一种糖类 α 、 β 异构体对总的比旋起的作用与其存在的浓度成正比,据此可计算 α -和 β -D-甘露糖所占的比率。

答案要点:设 α -D-甘露糖所占比率为 x , 则 β -D-甘露糖所占比率为 $1-x$ 。由题意得 $29.3x - 16.3(1-x) = 14.5$, 计算得 $x = 0.675 = 67.5\%$, $1-x = 1 - 0.675 = 0.325 = 32.5\%$ 。所以该平衡混合物中 α -和 β -D-甘露糖的比率分别为 67.5% , 32.5% 。

三、练习题

(一) 名词解释

1. 糖类(carbohydrate)
2. 单糖(monosaccharide)
3. 构象(conformation)
4. 构型(configuration)
5. 差向异构体(epimer)
6. α -或 β -异头物(α -or β -anomer)
7. 旋光率(specificrotation)
8. 变旋现象(mutarotation)
9. 糖苷及糖苷键(glycoside and glycosidic bond)
10. 单糖的异构化作用(monosaccharide isomerization)
11. 糖脎(phenylosazone)
12. 转化糖(invert sugar)
13. NAG 和 NAM
14. 环糊精(cyclodextrin)

15. 同多糖(同聚多糖)(homopolysaccharide)
16. 杂多糖(杂聚多糖)(heteropolysaccharide)
17. 右旋糖酐(dextran)
18. 糖脂(glucolipide)
19. 结合糖(glycoconjugate)
20. 糖蛋白(glycoprotein)
21. 蛋白聚糖(proteoglycan)
22. 糖胺聚糖(glycosaminoglycan, GAG)
23. 糖肽键(glycopeptide linkage)
24. 凝集素(lectin)

(二) 判断题

1. D-葡萄糖和 L-葡萄糖都能被人体利用。 ()
2. 所有的单糖均有还原性。 ()
3. 葡萄糖含有醛基,因此和一般的醛类一样,能和希夫(Schiff)试剂反应。 ()
4. 一切有旋光性的糖都有变旋现象。 ()
5. 以甘油醛构型为参照标准所确定的单糖相对构型也能表示旋光方向。 ()
6. 从热力学上说,葡萄糖的椅式构象比船式构象更稳定。 ()
7. D-葡萄糖和 D-果糖生成同一种糖脎。 ()
8. D-葡萄糖在弱碱性溶液中可异构化为 D-果糖和 D-甘露糖。 ()
9. 淀粉、糖原与纤维素由于均有还原端,所以它们都有还原性。 ()
10. 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。 ()
11. 细菌细胞壁中的肽聚糖是一类线性多聚糖链通过小肽的广泛交联而成的巨大分子,其中氨基酸组成既有 L 型也有 D 型的。 ()
12. 磷壁酸属于杂多糖,是一种细菌多糖。 ()
13. α -葡萄糖和 α -半乳糖是差向异构体。 ()
14. 糖链的合成无模板,糖基顺序由基因编码的转移酶决定。 ()

(三) 填空题

1. 鉴别糖的普通方法为_____试验。
2. 麦芽糖是由两分子_____通过_____糖苷键相连形成的双糖;异麦芽糖是由两分子_____通过_____糖苷键相连形成的双糖。
3. 蔗糖是由一分子_____和一分子_____组成,它们之间通过_____糖苷键相连。
4. 乳糖是由一分子_____和一分子_____组成,它们之间通过_____糖苷键相连。
5. 糖原和支链淀粉结构上非常相似,构件分子均是_____,它们之间的连接键有

和_____两种糖苷键。

6. 纤维素和淀粉都是由 D-葡萄糖通过 1→4 糖苷键连接而成的,但纤维素的二糖单位是_____,残基间通过_____连接;而直链淀粉链的二糖单位是_____,残基间通过_____连接,所以两者在物理性质上有很大差别。

7. 直链淀粉遇碘呈_____色,支链淀粉遇碘呈_____色,糖原遇碘呈_____色。

8. 多糖的构象大致可分为_____,_____,_____和_____四种类型;直链淀粉的构象为_____,纤维素的构象为_____。

9. 糖胺聚糖是一类含_____和_____的杂多糖,其代表性的化合物有_____,_____和_____等。

10. 在糖蛋白中,糖经常与蛋白质的_____,_____和_____残基相连。

11. 血浆糖蛋白中,有运输金属离子功能的_____和_____,还有参与凝血过程的_____和_____。

(四) 单项选择题

1. 下列哪种糖不是戊糖()。

- A. 木糖 B. 木酮糖 C. 核酮糖 D. 半乳糖

2. 链状结构的葡萄糖其立体异构体的数目为()。

- A. 8 B. 16 C. 32 D. 64

3. 环状结构的葡萄糖其立体异构体的数目为()。

- A. 8 B. 16 C. 32 D. 64

4. 下列关于葡萄糖的陈述,正确的是()。

- A. 由于葡萄糖分子中有醛基,所以它能与 Schiff 试剂起加成反应
B. 醛式葡萄糖转变成环状后就失去了还原性
C. 葡萄糖形成葡萄糖甲基苷后,仍然具有还原性
D. 葡萄糖和甘露糖是差向异构体

5. 下列糖中,其中()为非还原性糖。

- A. 麦芽糖 B. 乳糖 C. 果糖 D. 蔗糖

6. 下列哪种糖没有变旋现象?()

- A. 葡萄糖 B. 果糖 C. 蔗糖 D. 乳糖

7. Gal 是哪种糖的英文缩写符号?()

- A. 葡萄糖 B. 果糖 C. 甘露糖 D. 半乳糖

8. 棉子糖是()。

- A. 还原性二糖 B. 非还原性二糖 C. 还原性三糖 D. 非还原性三糖

9. 有关环糊精的说法错误的是()。

- A. 一般由 6、7 或 8 个葡萄糖单位通过 α -1, 4-糖苷键连接而成
B. 环糊精具有还原性
C. 广泛应用于医药、食品、化妆品等工业中
D. 研究模拟酶的材料

10. 有关淀粉的说法错误的是()。
- A. 淀粉是植物细胞的贮存多糖,有直链淀粉和支链淀粉之分
B. 淀粉因为有还原端,所以有还原性
C. 直链淀粉和支链淀粉的相同之处在于其构件分子均为 D-葡萄糖,并且都含有 α -1,4-糖苷键
D. 直链淀粉遇碘呈蓝色,而支链淀粉遇碘呈紫色
11. 异麦芽糖可由下列哪种多糖部分水解而得?()
- A. 糖原 B. 纤维素 C. 直链淀粉 D. 果胶
12. 有关纤维素的说法错误的是()。
- A. 是植物细胞壁的主要成分
B. 单糖单位之间通过 α -1,4-糖苷键相连
C. 由于人类缺乏纤维素酶,因此不能消化木头和植物纤维
D. 不溶于水及多种其他溶剂
13. 几丁质的单糖单位是()。
- A. 甘露糖 B. 磷壁酸
C. N-乙酰氨基葡萄糖 D. 半乳糖醛酸
14. 细菌肽聚糖中存在下列哪种成分?()
- A. Gal B. NAM C. Man D. Xyl
15. 有关透明质酸的说法错误的是()。
- A. 是糖胺聚糖中结构最简单的一种
B. 组分有 D-葡萄糖醛酸和 N-乙酰葡萄糖胺
C. 只存在于动物组织中
D. 广泛存在于动物结缔组织的细胞外基质
16. 下列哪种组分不在肝素分子中出现?()
- 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

(五) 计算题

某 α -和 β -D-葡萄糖平衡混合物的 $[\alpha]_D^{25}$ 为 $+52^\circ$, 纯 α -D-葡萄糖的 $[\alpha]_D^{25}$ 为 $+112^\circ$, 纯 β -D-葡萄糖的 $[\alpha]_D^{25}$ 为 $+19^\circ$, 计算该平衡混合物中 α -D-葡萄糖和 β -D-葡萄糖各占多少比例。

(六) 简答题

1. 简述糖类的生理功能。
2. 试写出 D-葡萄糖的链状结构式以及费歇尔(Fischer)式和哈沃斯(Haworth)式的环状结构式(要求写 1~5 氧桥)。
3. 如何从结构出发来理解单糖的化学性质?
4. 已知 D-葡萄糖溶液的旋光方向是右旋(+), 是否可以预测 D-阿拉伯糖溶液的旋