

山东轻工业学院

2005 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

A 卷答案

(答案一律写在答题纸上, 答在试题上无效, 试题附在答卷内交回)

考 试 科 目: 植物纤维化学

试题适用专业: 制浆造纸工程

A 卷共 4 页

一、 填空题 (共 20 分, 每空格 1 分):

- 1、植物纤维原料的主要化学成分包括: 纤维素 半纤维素 木素, 木素总量的大部分存在于细胞壁的 S2 层。
- 2、阔叶材木素的基本结构单元是主要由 愈疮木基丙烷 紫丁香基丙烷 单元所构成。结构单元之间是通过 醚键 和 碳—碳键 联接的。
- 3、从植物原料中分离木素的方法, 根据其原理可分为两类: (1) 使木素或其衍生物溶解而分离 如: 磨木木素 (2) 使木素成为不溶残渣而分离 如: 克拉森木素
- 4、木素的特征官能团是: 甲氧基。针阔叶材和禾草类木素特征官能团的变化规律是: 阔叶材木素 > 针叶材木素 > 禾草类木素
- 5、针叶材最主要的细胞是 管胞, 阔叶材最主要的细胞是 木纤维, 禾本科植物纤维原料的主要细胞有: 纤维细胞 薄壁细胞

二、 名词解释 (10 分):

- 1、综纤维素: 指造纸植物纤维原料除去抽出物和木素后所留下的部分 (即纤维素和半纤维素的总和) (3 分)
- 2、形成层, 木质部, 年轮 (共 7 分):
形成层: 位于木材和树皮之间的薄层, 是树木的分生组织 (2 分)。
木质部: 位于形成层和树心之间的部分, 即树木的木材部分 (2 分)。
年轮: 在树木茎的横切面上可以看到木质部上具有许多同心圆环, 这就是生长轮。在温带和亚热带地区由于一年中只长出一个生长轮, 故称年轮 (3 分)。

三、 简答题 (60 分):

1、漂白化学浆的 α -纤维素， β -纤维素， γ -纤维素在化学成分上有什么区别？什么是工业半纤维素？（8分）

漂白化学浆中， α -纤维素包括纤维素及抗碱的半纤维素（2分）， β -纤维素为高度降解的纤维素及半纤维素（2分）， γ -纤维素全为半纤维素（2分）。习惯上将 β -纤维素及 γ -纤维素之和称为工业半纤维素（2分）。

2、在碱法制浆中妥尔油是如何产生的？在酸法制浆中为什么会产生树脂障碍？（6分）

在酸法制浆中，抽出物中的树脂酸，脂肪酸与碱反应，生成皂化物，称妥尔油（3分）。在酸法制浆中，由于这些抽出物被加热、软化成油状物，飘浮在浆水体系中，易粘附到浆池壁，管道内壁，流浆箱，毛毯，铜网，烘缸，纸张等地方，给生产过程及纸张质量带来不良影响，一般称之为树脂障碍（3分）。

3、心材和边材在制浆性能上有何差别？（6分）

心材树脂含量高，浸透性差，用于制浆时药液浸透较困难，影响蒸煮的均匀性，降低浆的质量，酸法制浆时极易产生树脂障碍及由于浸透不均匀而产生黑片等问题（3分）。边材易于浸透，易成浆，泡沫少，纤维长度较大，是制浆造纸的好原料（3分）。

4、写出木素生物合成的三种前驱物的名称和化学结构式。（9分）

松柏醇（3分）

芥子醇（3分）

对-香豆醇（3分）

5、木素的功能基有哪些？为什么阔叶材的特征官能团含量比针叶材的高？（10分）

木素的功能基有甲氧基，羟基，羰基（5分），阔叶材木素的特征官能团（甲氧基）含量更高，因为它含有较多的紫丁香基丙烷单元（5分）。

6、区分两个概念：纤维素，纤维素纤维（8分）

纤维素指在常温下不溶于水、稀酸、稀碱的 D-葡萄糖基以 β -1, 4-苷键联接起来的链状高分子化合物（4分）。纤维素纤维指植物原料经过特定的纤维化学工程所得到的残余物——纸浆，其中还含有一些半纤维素和木素（4分）。

7、写出愈疮木基-甘油- α -愈疮木醚的结构式（3分）

教材 P109 图 2-11 中结构式 II

8、针、阔叶材主要的聚木糖类半纤维素是什么？经过酸性亚硫酸盐或常规硫酸盐蒸煮以后，这两类半纤维素将发生什么样的变化？（10分）

针叶材的聚木糖半纤维素是：聚阿拉伯糖基-4-O-甲基葡萄糖醛酸基木糖（2分），经过酸性亚硫酸盐蒸煮以后变成聚 4-O-甲基葡萄糖醛酸基木糖（1.5分），常规硫酸

盐蒸煮以后变成聚阿拉伯糖基木糖（1.5 分）；

阔叶材的聚木糖半纤维素是：聚 4-O-甲基葡萄糖醛酸基木糖（2 分），经过酸性亚硫酸盐蒸煮以后变成聚 4-O-甲基葡萄糖醛酸基木糖（1.5 分），常规硫酸盐蒸煮以后变成聚木糖（1.5 分）。

四、问答题（60 分）：

1、写出酚型苯基香豆满结构，写出该结构在碱性蒸煮条件下发生的反应（8 分）。

结构：2 分

反应式：6 分，见教材 122 页图 2-19

2、烧碱法蒸煮和硫酸盐法蒸煮的蒸煮药剂有什么不同？对于同一原料，硫酸盐法和烧碱法蒸煮哪个脱木素反应速度更快？为什么？以化学反应式进行解释（10 分）。

烧碱法的蒸煮药剂为 NaOH，硫酸盐法的蒸煮试剂为 NaOH 和 Na_2S （2 分）， S^{2-} 比 OH^- 具有更强的亲核性，进攻 α 碳形成苯甲硫基结构，该结构通过邻基参与反应促进了在 NaOH 作用下很难起反应的酚型 β -芳醚的断裂，加速了木素的降解和溶出（3 分）。反应式见教材 125 页 图 2-24（5 分）

3、蒽醌在碱法蒸煮中的作用是什么？以反应式来解释作用原理（10 分）。

在碱法蒸煮中，蒽醌氧化碳水化合物，生成糖醛酸末端基，防止剥皮反应的发生，使纸浆得率增加，蒽醌本身被还原蒽氢醌，它与木素的亚甲基醌发生还原作用，促进了木素 β -芳醚键的断裂，从而加速木素的脱除，蒽氢醌和木素反应又生成蒽氢醌，继续发生氧化-还原反应。反应式见教材 128 页图 2-30

4、写出纤维素大分子的化学结构式。以化学反应式来解释为什么在碱法蒸煮时要避免过分延长蒸煮时间？（8 分）

纤维素的结构式：教材 163 页（2 分）

剥皮反应：教材 195 页（6 分）

5、简要说明克拉森木素的制备过程，制备过程中原料的三种主要化学成分发生了哪些化学反应（不需要写出反应式）。如果是未经过抽提的木粉原料直接制备克拉森木素，测定结果会偏高还是偏低？为什么？（8 分）

60-80 目的脱提取物木粉以 72%硫酸在 20℃ 下处理两小时，然后在 3%硫酸溶液中水解四小时，得到的不溶残渣即为克拉森木素（2 分）。

在制备过程中纤维素和半纤维素发生酸性水解反应，木素发生了缩合反应（2 分）。如果是用未脱除抽出物的木粉直接制备克拉森木素，测定结果将偏高（2 分），因为木素可能会与抽出物中的成分发生缩合反应，导致结果偏高（2 分）。

6、将 100 克绝干棉花纤维放在一相对湿度为 0%的环境中，逐渐增加环境的相对湿度从 0%—— 100%，再逐步降低相对湿度从 100%到 0%（保持温度不变），画出棉花纤维的吸附等温线，标出哪条是吸附等温曲线哪条是解吸等温曲线，解释一下为什么两条曲线不重合。（6 分）

吸附等温曲线：教材 184 页（3 分）

对于滞后现象的解释：干燥的纤维素在吸湿过程中其无定形区的氢键不断打开，纤维素分子间的氢键被纤维素与水分子间的氢键所代替，形成了新的氢键。在解吸过程中，润湿了的纤维脱水收缩，无定形区纤维素分子之间重新形成氢键，但由于内部阻力的抵抗，被吸着的水不易挥发，纤维素与水分子之间的氢键不能全部可逆地打开，故吸着的水较多，产生滞后现象。（3 分）

7、以愈疮木基结构为例说明氯气和二氧化氯与木素的芳环的反应有什么不同（用反应式表示）。这两种试剂哪一种对纤维的损伤大？为什么？（10 分）

氯气和愈疮木核发生亲电取代反应，在芳环没有取代基的位置上取代氢原子，即芳环的五位、六位被氯化形成氯化木素，反应式见教材 135 页（2 分）

二氧化氯与愈疮木基的反应见：教材 142 页图 2-57（4 分）

氯气对纤维的损伤大（1 分）。二氧化氯与饱和脂肪族化合物象醇类很难起反应，能够选择性地氧化木素并将之除去，对纤维却很少损伤，而氯气在对木素进行脱除的同时，也氧化纤维素，把葡萄糖单元的 C2 C3 C6 位上的醇羟基氧化为羰基，在纤维素大分子上形成 β -烷氧基结构，促进了糖苷键在碱性溶液中的断裂，从而降低了纤维素的聚合度，影响漂白浆的得率（3 分）。