



书名：建筑工程专业实验指导书

ISBN：978-7-307-13823-0

作者：韩应军 曾梅 常跃军

出版社：武汉大学出版社

定价：31.00元

前 言

“建筑材料”课程实验、“土力学与基础工程”课程实验、“建筑力学”课程实验是高职建筑类专业教学必须具备的三个实验项目。通过实验可以丰富学生的理论知识,提高学生分析和解决问题的能力,培养学生严肃认真、实事求是的工作作风,增强学生服务未来工程实践的专业技能。本书在编写过程中充分考虑了职业教育的教学特点,以夯实实验原理为基础,强化实验训练过程为重点,提高学生的实验技能为核心,突出体现“教、学、做”一体化的教学模式为方向,全面培养高素质技能型专门人才为目标。

本书在编写过程中突出了以下特点:

第一,注重培养实验技能,强化实践应用:采用任务引领、技能训练、学做结合、理论和实验操作相结合的教学方式,充分体现我国教育学家陶行知先生“教学做合一”的教育思想。

第二,体现最新的知识内容,贯彻最新的实验技术。

第三,实验格式统一、要求统一、大纲统一,便于制定统一检验标准。

第四,每个实验设有技能练习。实验步骤清晰明了,关键步骤、重点环节设有“特别提醒”等相关内容,以更好地适应职业教育教学的要求。

本书可作为高等院校建筑类专业的辅助教学用书,也可供高等院校和相关培训机构教学及土建工程技术人员学习使用。

由于编写时间仓促,水平有限,书中尚有疏漏和不妥之处,敬请同行专家和广大读者批评指正,以便再版时更正。

编 者

目 录

CONTENTS

模块 1

实验守则

模块 2

实验大纲

模块 3

“建筑材料”课程实验

◎ 实验一 建筑材料的基本性质实验	6
◎ 项目一 实验指导	6
◎ 项目二 建筑材料的基本性质实验报告	13
◎ 实验二 水泥的基本性质实验	17
◎ 项目一 实验指导	17
◎ 项目二 水泥基本性能实验报告	28
◎ 实验三 混凝土用集料实验	32
◎ 项目一 实验指导	32
◎ 项目二 混凝土用集料性能实验报告	44
◎ 实验四 普通混凝土实验	49
◎ 项目一 实验指导	49
◎ 项目二 普通混凝土性能实验报告	58
◎ 实验五 建筑砂浆实验	62
◎ 项目一 实验指导	62
◎ 项目二 砂浆基本性能实验报告	68
◎ 实验六 钢筋实验	71
◎ 项目一 实验指导	71
◎ 项目二 钢材力学性能测试实验报告	76
◎ 实验七 烧结普通砖实验	80
◎ 项目一 实验指导	80
◎ 项目二 普通黏土砖性能测试实验报告	83
◎ 实验八 沥青实验	86
◎ 项目一 实验指导	86
◎ 项目二 石油沥青实验报告	93

模块 4

“土力学与基础工程”课程实验

◎ 实验一 土粒密度测定实验(比重瓶法)	96
◎ 项目一 实验指导	96
◎ 项目二 土粒密度测定实验报告	100
◎ 实验二 土的密度测定实验(环刀法)	102
◎ 项目一 实验指导	102
◎ 项目二 测定土的密度实验报告	104
◎ 实验三 土的含水率测定实验	106
◎ 项目一 实验指导	106
◎ 项目二 土的含水率测定实验报告	108
◎ 实验四 土的液限和塑限测定实验 (液、塑限联合测定法和搓条法)	110
◎ 项目一 实验指导	110
◎ 项目二 土的液限和塑限测定实验报告	115
◎ 实验五 土的压缩性指标测定实验(杠杆式压缩仪法)	117
◎ 项目一 实验指导	117
◎ 项目二 测定土的压缩性指标实验报告	121
◎ 实验六 土的抗剪强度指标测定实验(直接剪切实验法)	124
◎ 项目一 实验指导	124
◎ 项目二 土的抗剪强度指标测定实验报告	128
◎ 实验七 土的抗剪强度指标测定实验(土的三轴剪切实验)	130
◎ 项目一 实验指导	130
◎ 项目二 土的三轴剪切实验报告	136

模块 5

“建筑力学”课程实验

◎ 实验一 低碳钢和铸铁的拉伸实验	138
◎ 项目一 实验指导	138
◎ 项目二 低碳钢和铸铁的拉伸实验报告	145
◎ 实验二 低碳钢和铸铁的压缩实验	149
◎ 项目一 实验指导	149
◎ 项目二 低碳钢和铸铁的压缩实验报告	153
◎ 实验三 金属材料的扭转破坏实验	156
◎ 项目一 实验指导	156
◎ 项目二 金属材料扭转破坏实验报告	160
.....	163

参考文献

实验守则

第一，实验前必须认真预习实验指导书，明确本次实验的目的、原理及步骤。

第二，在实验室内应保持安静，注意清洁。

第三，每次实验开始前，要认真听取教师对本次实验的讲解；实验准备就绪后，要经教师检查许可后方能开动机器。

第四，实验时，要严格遵守实验操作规程，认真记录实验数据，完成所有的实验环节。

第五，实验过程中，要爱护实验设备、仪器，注意人身安全，若出现异常现象或发生故障、事故，应立即停止实验，保护现场，并及时报告教师。

第六，凡与本实验无关的设备、仪器，不得随便动用。

第七，实验完毕，清点并整理好有关仪器和用具，最后放回原处。

实验大纲

一、实验目的与要求

(一) 目的

巩固“建筑材料”、“土力学与基础工程”、“建筑力学”课程中有关章节的知识，掌握不同建筑材料的实验原理、基本的土工与力学的实验方法，提高学生的实际动手能力，提高学生建立或者修正完善力学模型的能力，培养学生独立分析问题和解决问题的能力。

(二) 要求

- (1) 利用测试仪器、设备对施工中所用的各种原材料、半成品和构件的多种性质进行检验和测试，鉴定其是否符合设计、施工要求；
- (2) 掌握各项实验的基本理论，在实验过程中亲自动手完成实验，并对实验数据进行处理与误差分析，判断数据的可用性；
- (3) 能应用实验的手段与方法去分析、研究和解决工程问题。

二、实验内容

- (1) 阅读一般施工图；
- (2) 普通砂浆、混凝土的配合比设计与试验，并提出施工用配合比报告；
- (3) 对现场施工的各种配合比进行性能测定和质量控制；
- (4) 测试防水等用的沥青的基本性能；
- (5) 环刀法测定原状土的容重；
- (6) 烘干法测定原状土的含水量；
- (7) 液塑限联合测定仪测定重塑土的液塑限；
- (8) 测定低碳钢的强度、塑性指标、剪切屈服极限和强度极限；
- (9) 测定铸铁的剪切屈服极限。

三、实验纪律

- (1) 学生必须严格遵守实验室的各项规章制度。

- (2) 实验前,认真听取指导教师及管理人员提出的要求,明确实验内容。
- (3) 学生必须在认真听取讲解示范后,方可按操作规程进行实验。
- (4) 学生必须按时进行实验,不允许私自调整、增加实验时间。
- (5) 学生在进行实验操作时,应严格遵守操作规程及安全规程,认真完成实验内容,若因设备所限不能保证独立操作时,应相互配合,共同操作。
- (6) 使用的仪器、仪表、工具等实验器材,必须严格履行领取和交接手续。
- (7) 学生在实验中由于误操作而损坏仪器、仪表者,要协助管理人员查明原因并承担相应责任。
- (8) 实验结束后要及时填写实验记录,由指导教师检查后,方可离开实验台。
- (9) 协助管理人员打扫卫生。

四、实训成绩的考评标准与方法

(一) 成绩评定

以个人为单位,结合实习表现与实验报告进行成绩评定,分为优、良、及格、不及格四个等级。

(二) 考核标准

优:实习态度认真,工作积极主动,按时、工整、准确地提供一份完整的符合指导要求的实习报告。

良:实习态度良好,按时、工整、准确地提供一份完整的符合指导要求的实习报告。

及:实习态度一般,按时、准确地提供一份完整的符合指导要求的实习报告。

不及格:实习态度一般,未能按时、准确地提供一份完整的符合指导要求的实习报告。实习过程中有 1/3 时间未到(包括请假)。

五、其他

(一) 学生分组情况与指导老师的安排

分组:实习小组以 5~6 人为一小组;每个实验班级安排 2~3 位指导老师进行辅导。

(二) 具体时间安排

具体时间安排如表 2-1~表 2-3 所示。

表 2-1 “建筑材料”实验安排表 (时间为一周)

星期 时间	一	二	三	四	五
上午	建筑材料的基本性质实验	混凝土用集料实验	建筑砂浆实验	烧结普通砖实验	整理所有的实验报告
下午	水泥的基本性质实验	普通混凝土实验	钢筋实验	沥青实验	

注：各小组交叉进行实验，由组长负责，每名同学都要参与操作。

表 2-2 “土力学与基础工程”实验安排表 (时间为一周)

星期 时间	一	二	三	四	五
上午	土粒密度实验	土的含水率实验	土的液限和塑限实验	土的抗剪强度指标实验	整理所有的实验报告
下午	土的密度实验	土粒密度、土的密度、含水率的实验数据处理	土的压缩性指标实验	土的液限、塑限压缩性、剪切强度的实验数据的处理	

注：各小组交叉进行实验，由组长负责，每名同学都要参与操作。

表 2-3 “建筑力学”实验安排表 (时间为一周)

星期 时间	一	二	三	四	五
上午	拉伸实验：测定低碳钢的强度、塑性指标	低碳钢的强度、塑性指标、铸铁的强度极限的实验数据处理	低碳钢压缩破坏实验	低碳钢、灰口铸铁压缩破坏的实验数据处理	金属材料扭转破坏实验及实验报告
下午	拉伸实验：测定铸铁的强度极限	整理拉伸实验的相应实验报告	灰口铸铁压缩破坏实验	整理压缩实验的相应实验报告	

注：各小组交叉进行实验，由组长负责，每名同学都要参与操作。

（三）实训的组织与保证完成实训任务的措施

- （1）制订详细的实训计划。
- （2）安排好实训场所。
- （3）做好仪器的检修工作，确保仪器的正常使用。

（四）实验要求

实验前进行预习，明确实验目的，是上好实验课的前提和保证，实验中的记录和数据分析是整个实验过程中的重要一环，必须注意观察出现的各种现象，认真做好记录，以便正确处理实验数据（对平行实验应注意取得一个有意义的平均值）和正确分析实验结果（包括分析实验结果的可靠程度，说明在既定实验方法下所得成果的适用范围，将实验结果与材料质量标准相比较并得出结论）。

“建筑材料”课程实验

“建筑材料”课程实验是“建筑材料”课程的重要组成部分，它是由感性认识到理性认识的重要过程。通过实验预期达到三个目的：一是熟悉、验证、巩固所学的理论知识；二是了解所使用的仪器设备，掌握所学建筑材料的实验方法；三是更深刻地掌握各种材料的技术性能，具有对常用的材料独立进行质量检验的能力。

实验内容包括材料的基本性质、水泥、混凝土用集料、混凝土、建筑砂浆、烧结普通砖、沥青等主要实验。



实验一 建筑材料的基本性质实验

项目一 实验指导

一、密度实验

(一) 实验目的

材料的密度是指在绝对密实状态下单位体积的质量。利用密度可计算材料的孔隙率和密实度。孔隙率的大小会影响材料的吸水率、强度、抗冻性及耐久性等。

本实验的目的是掌握测定材料密度的方法和步骤。

(二) 主要仪器设备

- (1) 李氏瓶（图 3-1）；
- (2) 天平（图 3-2）；
- (3) 筛子（图 3-3）；
- (4) 鼓风烘箱（图 3-4）；
- (5) 量筒、干燥器、温度计等（图 3-5）。

(三) 试样制备

将试样研碎，用筛子除去筛余物，放到 105~110℃ 的烘箱中，烘至恒重，再放入干燥器中冷却至室温。

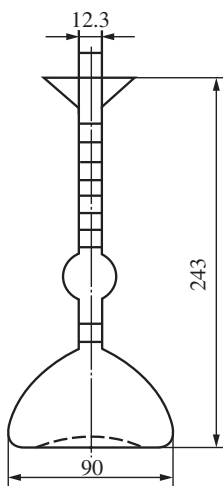


图 3-1 李氏瓶

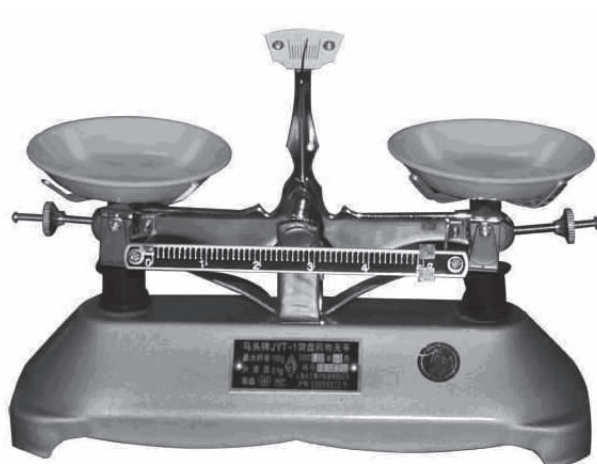


图 3-2 天平



图 3-3 筛子



图 3-4 鼓风烘箱

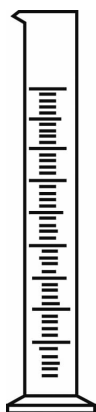
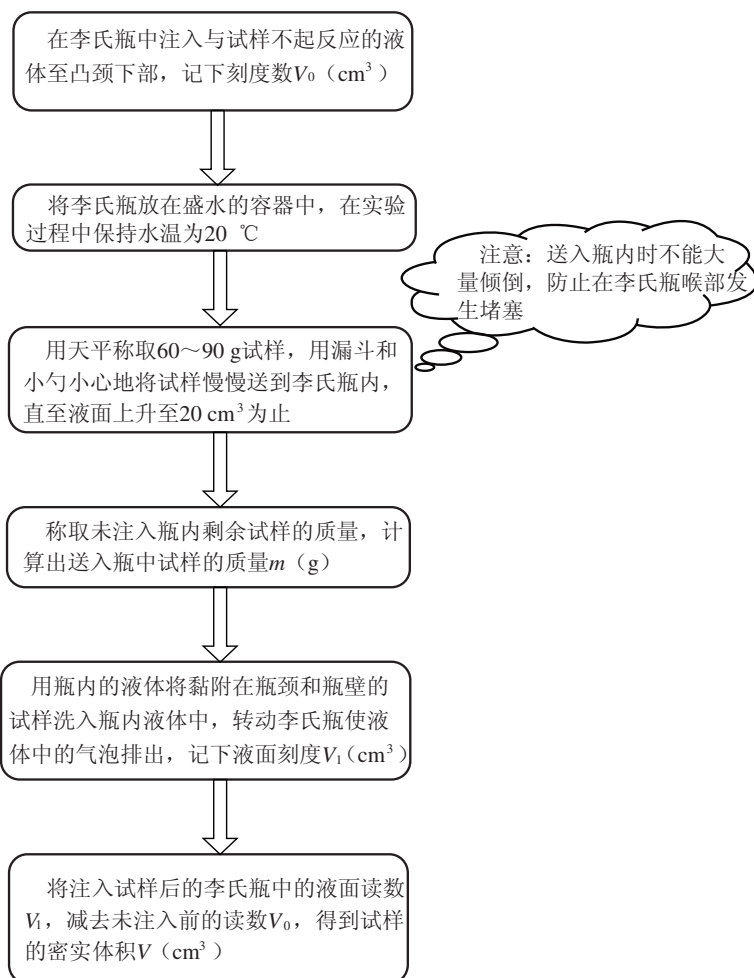


图 3-5 量筒、干燥器、温度计

(四) 实验步骤



(五) 实验结果计算

材料的密度按下式计算（精确至小数点后第二位）：

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (3-1)$$

式中， ρ ——材料的密度（g/cm³）；

m ——装入瓶中试样的质量（g）；

V ——装入瓶中试样的绝对体积（cm³）。

按规定，密度实验用两组试样平行进行，以两次实验结果的算术平均值作为测定值，如两次实验结果相差 0.02 g/cm³ 时，应重新取样进行实验。

二、表观密度实验

(一) 实验目的

材料的表观密度是指在自然状态下单位体积的质量。利用材料的表观密度可以估计材料的强度、吸水性、保温性等，同时可用来计算材料的自然体积或结构物质量。

本实验的目的是掌握测定材料表观密度的方法和步骤。

(二) 主要仪器设备

(1) 游标卡尺 (图 3-6)；

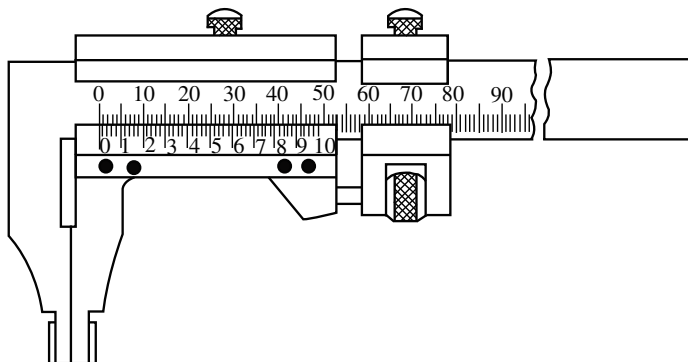


图 3-6 游标卡尺

(2) 天平 (图 3-2)；

(3) 鼓风烘箱 (图 3-4)；

(4) 干燥器、直尺等 (图 3-7)。

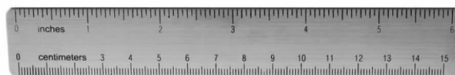
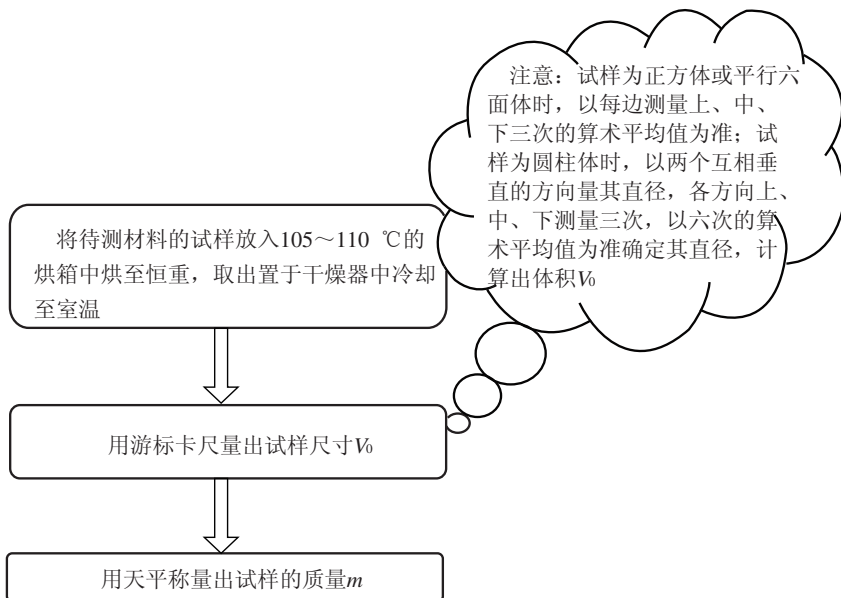


图 3-7 干燥器、直尺

(三) 实验步骤

1. 针对几何形状规则的材料



2. 针对非规则几何形状的材料（如卵石等）

其自然状态下的体积 V_0 可用排液法测定，在测定前应对其表面封蜡，封闭开口孔后，再用容量瓶或广口瓶进行测试。其余步骤同规则形状试样的测试。

(四) 实验结果计算

材料的表观密度按下式计算（精确至小数点后第二位）：

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \quad (3-2)$$

式中， ρ_0 ——材料的表观密度（ g/cm^3 ）；

m ——试样的质量（ g ）；

V_0 ——试样的体积（ cm^3 ）。

三、堆积密度实验

(一) 实验目的

堆积密度是指散粒或粉状材料（如砂、石等）在自然堆积状态下（包括颗粒内部的孔隙及颗粒之间的空隙）单位体积的质量。利用材料的堆积密度可估算散粒材料的堆积体积及质量，同时可考虑材料的运输工具及估计材料的级配情况等。

本实验的目的是掌握测定材料堆积密度的方法和步骤。

(二) 主要仪器设备

- (1) 鼓风烘箱 (图 3-4);
- (2) 容量筒 (图 3-8);



图 3-8 容量筒

- (3) 天平 (图 3-2);
- (4) 标准漏斗、直尺、浅盘、毛刷等 (图 3-9)。

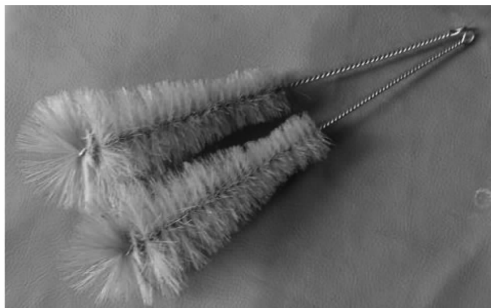
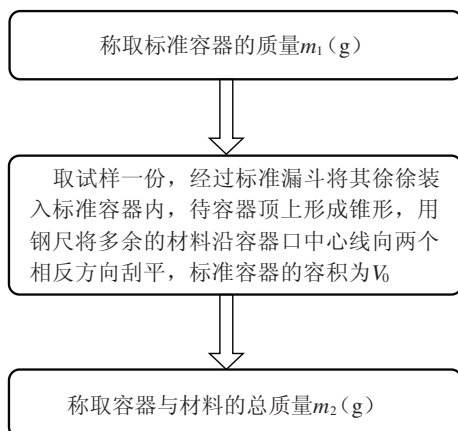


图 3-9 标准漏斗、直尺、浅盘、毛刷

(三) 试样制备

用四分法缩取 3 L 的试样放入浅盘中，将浅盘放入温度为 105~110 ℃ 的烘箱中烘至恒重，再放入干燥器中冷却至室温，分为两份大致相等的待用。

(四) 实验步骤



(五) 实验结果计算

试样的堆积密度可按下式计算（精确至 10 kg/m³）：

$$\rho'_0 = \frac{m_2 - m_1}{V'_0} \quad (3-3)$$

式中， ρ'_0 ——材料的堆积密度（kg/m³）；

m_1 ——标准容器的质量（kg）；

m_2 ——标准容器和试样的总质量（kg）；

V'_0 ——标准容器的容积（m³）。

以两次实验结果的算术平均值作为堆积密度测定的结果。

项目二 建筑材料的基本性质实验报告

实验日期： 气（室）温： 湿度：

一、实验目的

二、主要仪器设备（表 3-1）

表 3-1 主要仪器设备记录表

序 号	名 称 主要 仪器 设备	密度	表观密度	堆积密度
1				
2				
3				
4				
5				

三、实验记录

（一）材料的体积密度测试

规则几何形状的材料体积密度测定结果见表 3-2。

表 3-2 规则几何形状的材料体积密度测试表

试样 编号	烘干试 样质量 m (g)	试样尺寸平均值 (cm)			试样体积 $V_0 = L_1 \times L_2 \times L_3$ (cm^3)	体积密度 m/V_0 (g/cm^3)	平均体 积密度 (g/cm^3)
		边长 1	边长 2	边长 3			
1							
2							

(二) 砂的表观密度测试

砂的表观密度测定结果见表 3-3。

表 3-3 砂的表观密度测试表

试样 编号	烘干的砂 试样质量 m_0 (g)	砂试样、 水、容量 瓶质量 m_1 (g)	水、容量 瓶质量 m_2 (g)	表观密度 $\rho'_{(s)} = \left(\frac{m_0}{m_0 + m_2 - m_1} - \alpha \right) \times \rho_w$ (g/cm ³)	平均表 观密度 (g/cm ³)
1					
2					

(三) 砂的堆积密度测试

砂的堆积密度测定结果见表 3-4。

表 3-4 砂的堆积密度测试表

试样 编号	容量筒的容积 V_0 (m ³)	试样的总质量 (g)	试样的堆积密度 (kg/m ³)	试样的堆积 密度平均值 (kg/m ³)
松散 堆积 密度	1			
	2			

四、技能练习

(一) 判断题

1. 软化系数越大的材料，其耐水性能越差。 ()
2. 材料受潮或冰冻后，其导热系数都降低。 ()
3. 具有粗大孔隙的材料，其吸水率较大；具有细微且连通孔隙的材料，其吸水率较小。 ()
4. 相同种类的材料，其孔隙率越大，强度越低。 ()
5. 把某种有孔的材料，置于不同湿度的环境中，分别测得其密度，其中以干燥条件下的密度最小。 ()

(二) 选择题

1. 当材料的润湿边角 θ () 时, 称为憎水性材料。
A. $>90^\circ$ B. $\leq 90^\circ$ C. 0°
2. 当材料的软化系数 () 时, 可以认为是耐水材料。
A. >0.85 B. <0.85 C. $=0.75$
3. 颗粒材料的密度为 ρ , 表观密度为 ρ' , 松散容重为 ρ'_0 , 则存在下列关系 ()。
A. $\rho > \rho'_0 > \rho'$ B. $\rho' > \rho > \rho'_0$ C. $\rho > \rho' > \rho'_0$
4. 含水率为 5% 的砂 220 g, 其干燥后的重量是 () g。
A. 209 B. 209.52 C. 210
5. 材质相同的 A、B 两种材料, 已知容重 $\gamma_A > \gamma_B$, 则 A 材料的保温效果比 B 材料 ()。
A. 好 B. 差 C. 差不多

(三) 填空题

1. 材料的密度是指材料在 () 状态下单位体积的质量; 材料的容重是指材料在 () 状态下单位体积的质量。
2. 材料的吸水性大小用 () 表示, 吸湿性大小用 () 表示。
3. 材料的耐水性是指材料在长期 () 作用下, () 不显著降低的性质。

(四) 解答题

1. 测定含大量开口孔隙的材料的表现密度时, 直接用排水法测定其体积, 为何该材料的质量与所测得的体积之比不是该材料的表现密度?
2. 含水率为 10% 的 100 g 湿砂, 其中干砂的质量为多少克?

3. 经测定，质量为 3.4 kg，容积为 10 L 的容量筒装满绝干石子后的总质量为 18.4 kg。若向筒内注入水，待石子吸水饱和后，为注满此筒共注入水 4.27 kg。将上述吸水饱和的石子擦干表面后称得总质量为 18.6 kg（含筒重）。求该石子的表观密度、吸水率、堆积密度、开口孔隙率。