



青岛科技大学
Qingdao University of Science & Technology



物理化学实验

基础化学实验中心
山东省实验教学示范中心

物理化学实验讲座





1.课程的性质及特点



课程的性质及特点

课程性质

是一门**独立**课程，是在普通物理、无机化学、分析化学等实验基础上的一门**综合性**的基础化学实验

是培养学生基本的科学素养，使其掌握用物理学的理论和方法研究化学变化及规律的一门实践性、应用性很强的**必修课程**

是学习和掌握基本实验方法和技能的重要**课程**

是培养**化学类**相关专业高级专门人才不可或缺的**专业基础实验课**



- 用物理学理论和方法研究化学变化
- 综合性强、多学科结合
 - 涉及多种物理测量仪器和技术；
 - 需要设计变化过程；
 - 有时需要同时测量多个变量；
 - 实验结果和结论要借助多种方法得到

课程特点





2 课程开设的目的



—— 课程开设的目的 ——

实验
技能

学会选择实验条件、细致观察实验现象、正确使用科学仪器、准确记录实验数据。

数据
处理

掌握分析、处理、归纳实验数据的基本方法；加深对物理化学理论的认识。

综合
能力

培养实事求是的科学态度、一丝不苟、严肃认真的科学作风；增强解决实际问题的能力。





3 安全防护



2. 了解实验环境

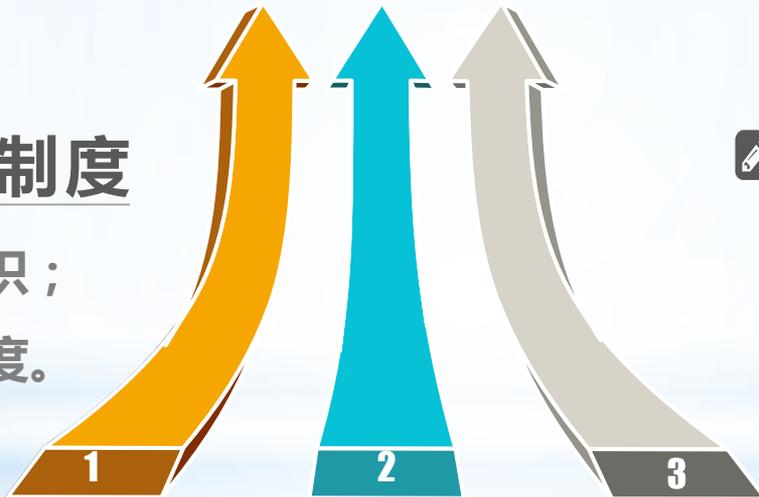
水、电阀门位置、安全通道、公共防护设置

1. 遵守规章制度

掌握安全基本知识；
了解相关规章制度。

3. 规范实验操作

集中精力，正确
进行实验操作



树立安全意识



公共防护用品

消防器材

灭火器、消防砂

不同环境，应用不同方法



保护装置

紧急淋浴装置、紧急洗眼装置

了解仪器在实验室的位置



医疗用品

卫生箱

废物回收用具

废液桶、垃圾箱

分门别类，不乱丢弃





1. 化学药品使用及用电安全防护

先行实验已介绍

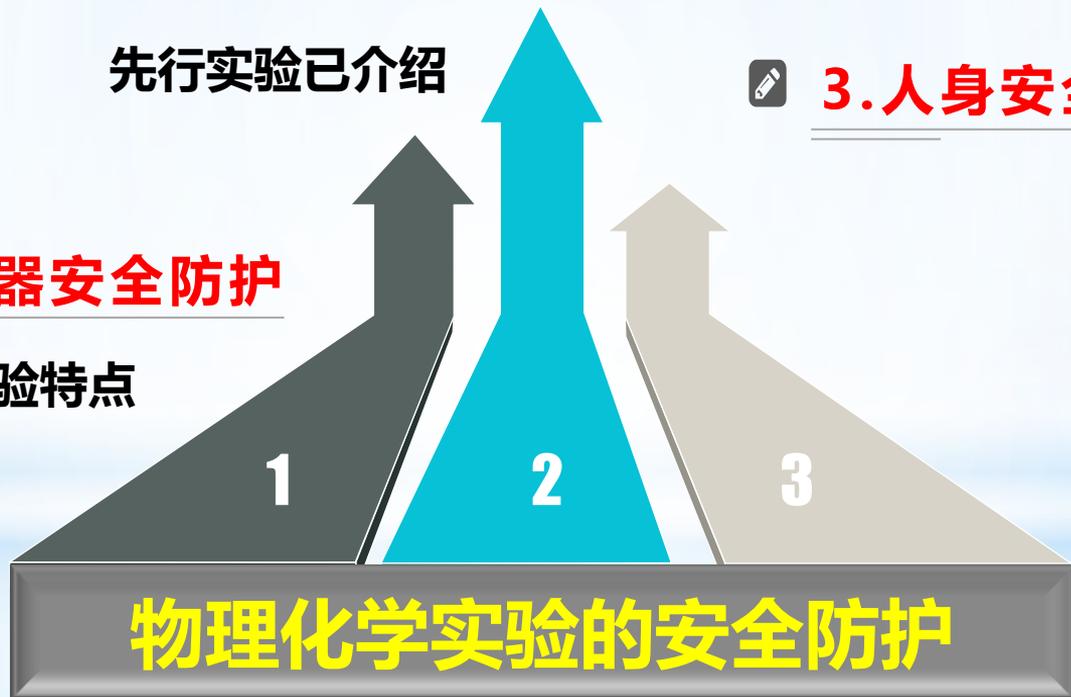


3. 人身安全防护



2. 受压容器安全防护

物理化学实验特点



取用用烟

1 高压储气瓶

2 真空系统

3 供气流程稳压用的玻璃容器

4 盛入液氮的保温瓶



高压储气瓶的安全防护

高压储气瓶是由无缝碳素钢或合金钢制成，按其所存储的气体及工作压力分类如下表所示。

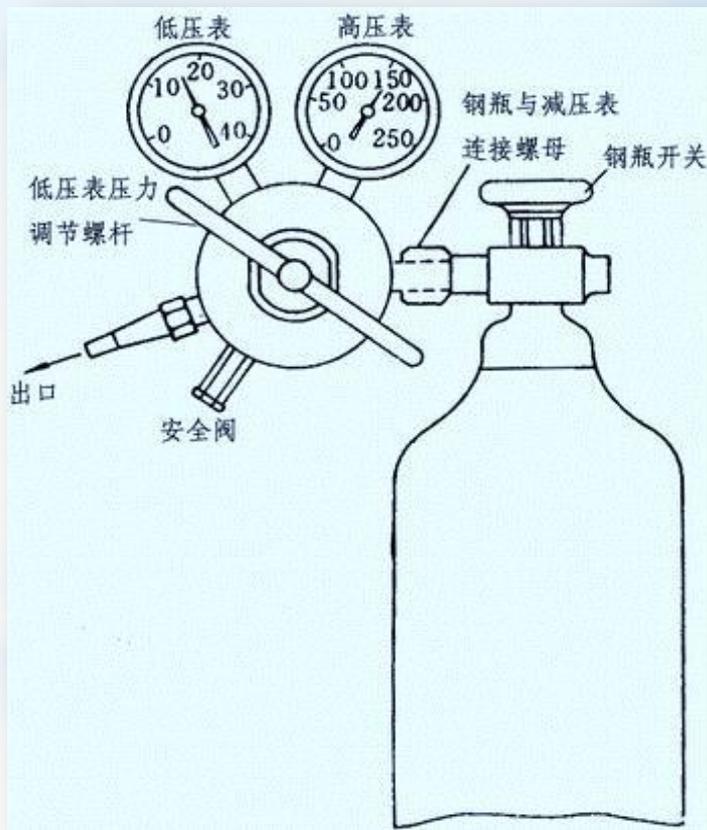


表1 标准储气瓶型号分类表

气瓶 型号	用 途	工作压力 /kg·cm ⁻²	试验压力/ kg·cm ⁻²	
			水压试验	气压试验
150	装氢、氧、氮、氩、氨、甲烷、 压缩空气等	150	225	150
125	装二氧化碳及纯净水煤气等	125	190	125
30	装氨、氯、光气等	30	60	30
6	装二氧化硫	6	12	6



表2 常用储气瓶的色标

气瓶名称	外表面颜色	字样	字样颜色	色环颜色
氧气瓶	浅蓝	氧	黑	白
氢气瓶	浅绿	氢	大红	大红
氮气瓶	黑	氮	白	白
氩气瓶	银灰	氩	深绿	白
氦气瓶	银灰	氦	深绿	白
空气瓶	黑	空气	白	白
氨气瓶	浅黄	液氨	黑	
二氧化碳气瓶	铝白	液化二氧化碳	黑	黑
氯气瓶	深绿	液氯	白	
乙炔瓶	白	乙炔不可近火	大红	



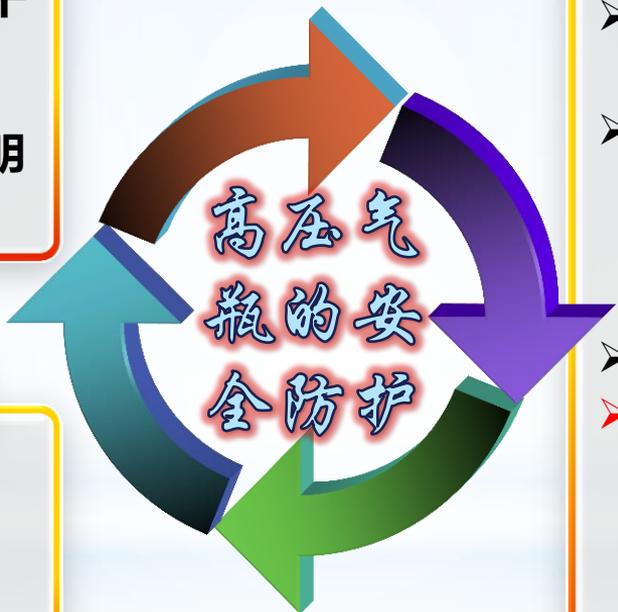
放置要求

- 放置位置：阴凉、干燥、远离热源
- 固定
- 易燃气体气瓶远离明火、电火花

安装减压阀

使用规格匹配或专用减压阀（氨气钢瓶）

高压气瓶的安全防护



注意事项

- 气瓶开启使用前，检漏并保持实验室通风良好；
- 开启或关闭气瓶时，实验者应站在减压阀接管的侧面，不许将头或身体对准阀门出口；
- 搬运时拆除减压阀；
- 使用氧气瓶时，严禁气瓶接触油脂，发现漏气，不得用麻、棉等物去堵漏；
- 使用氢气瓶，导管处应加防止回火装置。



受压玻璃仪器的安全防护

物理化学实验室的受压玻璃仪器包括：

- 供高压或真空试验用的玻璃仪器
- 装载水银的容器
- 压力计
- 各种保温容器



受压玻璃仪器的安全防护

受压玻璃仪器应**足够坚固**；

装载水银的玻璃容器下部应**放置搪瓷盘或适当的容器**；

使用时，不要把脸靠近容器的正上方；

在启开或关闭活塞时，应两手操作，一手握活塞套，一手缓缓旋转内塞，务使玻璃系统各部分不产生力矩，以免扭裂。





人身安全防护



- **必须**穿实验服；
- 不得穿裙子、短裤、鞋底上有铁钉的鞋子和拖鞋；
- 戴隐形眼镜的同学要换用普通眼镜。

着装

强酸/强碱移取操作,观察实验现象及其它危险操作必须戴护目镜

护目镜

橡胶手套用于特殊操作,用完应洗净晾干,并放回原处。

橡胶手套

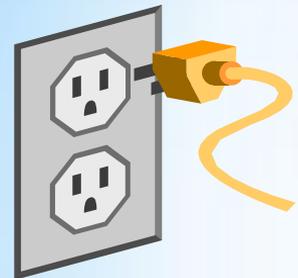
有毒、有害化学物质的移取要在通风橱内进行

通风橱

实验结束后必须认真洗手

洗手液





在物理化学实验中，实验者要接触和使用各类电气设备，实验时**不要用潮湿有汗的手去操作电器**，**不要用手紧握可能荷电的电器**，**不应以两手同时触及电器**，电器设备外壳应接地。万一不慎发生触电事故，应立即切断电源开关，对触电者采取急救措施。





4.基本实验技术



基本实验技术



操作
技术

1

温控原理及技术

恒温水浴的使用

2

温差测量技术

贝克曼温度计的使用

3

电导测定技术

电导率仪的使用



4

电动势测定技术

电位差计的使用

5

真空检测技术

真空压力计及真空泵的使用

6

旋光度的测定技术

旋光仪的使用



7

折射率的测定技术

折射仪的使用

8

粘度的测量方法

粘度计的使用

9

气液平衡组成
测定技术

沸点仪的使用



10

表面张力的测定方法

最大气泡法

11

受压容器使用方法

高压钢瓶的使用

12

燃烧热测定技术

氧弹式热量计的使用



数据记录 与处理

原始记录

1

实验时间及名称

2

实验条件，如温度、压力

3

仪器试剂信息

4

测量的数据，注意有效数字



注意!

**记录第一
手数据**



**不能使
用铅笔**



**不能涂
抹数据**



有效数字的保留

直接测量量

记录到第一位可疑数字。

加减运算

保留小数点后的数字位数与最小者相同。如， $10.0027 + 0.08 - 111.3$ 计算的结果应保留到小数点后第一位。

乘除运算

结果以各值中有效数字最少的值为标准，如， $1.750 \times 0.0112 \div 0.23$ 计算结果应保留两位有效数字。如位数最少的值以8、9开头，则应多保留一位，中间计算值可多保留一位。



误差计算

(包括系统误差和偶然误差),
一般保留1~2位有效数字。

数字修约规则

遵循“四舍六入五成双”的原则。如要保留四位有效数字：

$0.24523 \rightarrow 0.2452$,

$14.889 \rightarrow 14.89$,

$2.3345 \rightarrow 2.334$,

$121.35 \rightarrow 121.4$



数据表的使用

表序 表名称

栏头

横向栏目

竖向栏目

表身



表1 温度与压力的关系

T/K	p/Pa
298	100
350	120
400	150

表2 温度与压力的关系

T/K	$p \times 10^2/\text{Pa}$
298	100
350	120
400	150

表3 温度与压力的关系

T/K	$p/10^2\text{Pa}$
298	100
350	120
400	150



图的应用

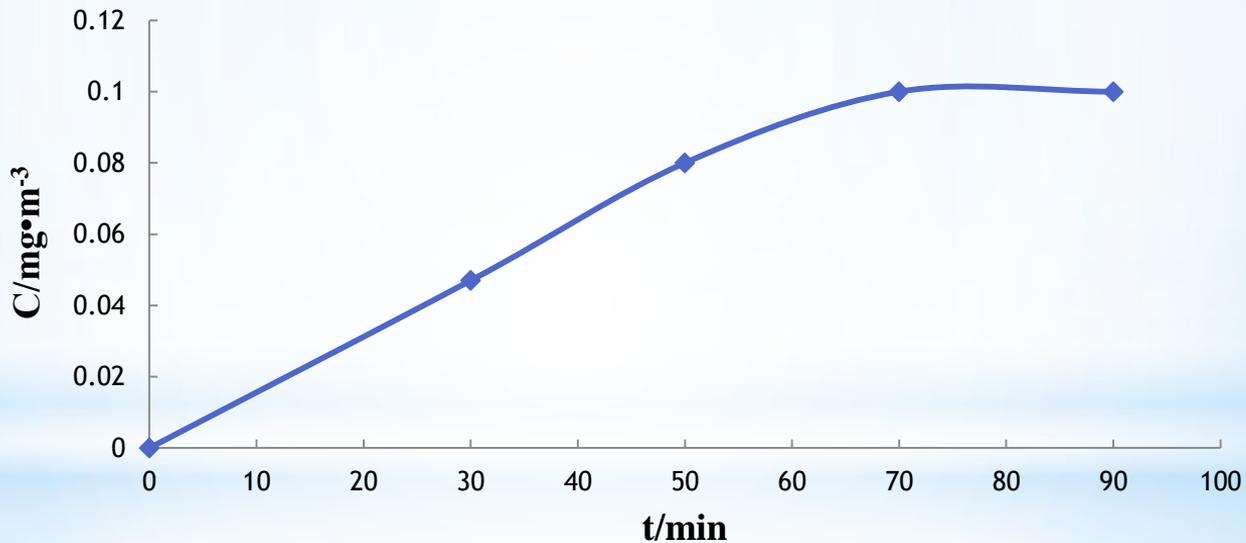


图1 甲醛气体浓度随时间的变化





绘图

人工绘图

使用坐标纸

合理选择坐标标度

- 图大小10×10 cm；
- 与测量精度一致；
- 每厘米分度宜选1、2、5，忌选3、7、9。

计算机绘图

Excel绘图

Origin绘图



误差分析



误差与偏差

测量值与真值之差—误差；
测量值与平均值之差—偏差。

真值

在无系统误差的情况下，无限多次测量值的平均值。

平均值

在相同的实验条件下，有限多次观测值的算术平均值。

误差分类

系统误差、偶然误差、过失误差。



系统误差

由于分析过程中某些固定的原因造成的。

特点：重复性或单向性

产生原因：

- (1) 仪器不良；
- (2) 试剂不纯；
- (3) 测量方法本身的限制；
- (4) 个人习惯的不同等。

偶然误差

由于随机的或偶然的原因引起的

特点：

误差的大小和正负**不确定**

但呈正态分布

产生原因：

- (1) 最小分度值以下的估读；
- (2) 测量仪器的指示结果；
- (3) 无法控制的条件变化。

过失误差

实验者的粗枝大叶、操作不当等引起的



误差的表示方法

绝对偏差

测定值 (x) 与各次测定结果的算术平均值 (\bar{x}) 之差, 即

$$d_i = x_i - \bar{x} \quad (1, 2, 3, \dots)$$

相对平均偏差

平均偏差在算术平均值中所占的百分数, 即

$$d_r = \frac{\bar{d}}{\bar{x}} \times 100\%$$

标准偏差

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum d_i^2}{n-1}}$$





5.课程内容及要求





物理化学实验 (72学时)

基础综合性实验

- 含12个实验；
- 涵盖了热力学、相平衡、电化学、界面化学和动力学等基础物理化学各领域；
- 既有基础物理化学实验，也有综合性实验；
- 引入了计算机数据处理和计算机在线检测技术；

设计性实验

- 2项实验选作1项；
- 由科研项目转化而来；
- 按科研模式完成；
- 培养综合能力。



物理化学实验

热力学

1. 熔解焓的测定；
2. 燃烧热的测定；

相平衡

3. 二组分汽液平衡相图的绘制；
4. 三组分液液平衡相图的绘制；
5. 液体饱和蒸气压的测定；

电化学

6. 弱电解质电离平衡常数的测定；
7. 电动势的测定；



物理化学实验

界面化学

- 8. 粘度法测定高聚物的摩尔质量；
- 9. 表面张力的测定；

动力学

- 10. 过氧化氢的催化分解；
- 11. 蔗糖的水解；
- 12. 二级反应速率常数的测定。

设计性实验 (2选1)

- 13-1. 正负离子表面活性剂混合体系双水相性质的测定；
- 13-2. 表面活性剂溶液临界胶束浓度的测定。



物理化学实验A (48学时)

内容

- 含10个实验；
- 涵盖了热力学、相平衡、电化学、界面化学和动力学等基础物理化学各领域；
- 既有基础物理化学实验，也有综合性实验；
- 引入了计算机数据处理和计算机在线检测技术

目的

- 进行物理化学基本实验技能的培训；
- 进行科学思维方法的培训；
- 进行科技写作能力的培训



物理化学实验 A

热力学

1. 熔解焓的测定；

相平衡

2. 二组分汽液平衡相图的绘制；
3. 液体饱和蒸气压的测定；

电化学

4. 弱电解质电离平衡常数的测定；
5. 电动势的测定；



物理化学实验 A

界面化学

6. 粘度法测定高聚物的摩尔质量；
7. 表面张力的测定；

动力学

8. 过氧化氢的催化分解；
9. 蔗糖的水解；
10. 二级反应速率常数的测定。



物理化学实验B (32学时)

内容

- 含6个实验；
- 涵盖了热力学、相平衡、电化学、界面化学和动力学等基础物理化学各领域；
- 既有基础物理化学实验，也有综合性实验；
- 引入了计算机数据处理和计算机在线检测技术

目的

- 进行物理化学基本实验技能的培训；
- 进行科学思维方法的培训；
- 进行科技写作能力的培训



物理化学实验 B

热力学

1. 熔解焓的测定；

相平衡

2. 二组分汽液平衡相图的绘制；

电化学

3. 电动势的测定；

界面化学

4. 粘度法测定高聚物的摩尔质量；
5. 表面张力的测定；

动力学

6. 二级反应速率常数的测定。





实验课要求

上课时间

- 准时上课；
- 因故不能上课时需持辅导员签字的假条请假，并尽快补作实验；
- 缺席2次者，不允许参加期末笔试，实验课无成绩。

实验用具

- 实验教材；
- 预习报告（本）；
- 计算器、笔；
- 原始记录纸（用实验报告纸）

着装

进实验室必须穿实验服



做到课前预习（写预习报告）、课上认真操作、课后完成实验报告。





预习报告要求

实验名称

参考实验教材

实验目的

参考实验教材

实验原理

- 主要物理量的概念；
- 实验依据的公式及相关说明；
- 涉及作图法，画出原理图并作必要说明；
- 实验方法的归纳总结。



实验步骤

仪器试剂

- 根据教材熟知实验所用仪器和试剂；
- 上课时对照检查。

- 合理安排操作顺序，可用流程图方式表达；
- 根据预习情况**注明关键步骤和需要注意的地方**；

测量量

- 说明实验直接测量的数据；
- 预测数据变化的趋势。





实验过程要求



清点仪器

根据预习内容
核对仪器、试剂是否齐全。

认真听讲

认真听讲
积极回答问题
主动提问

完成实验

认真操作
仔细观察
完整记录
分析思考

实验结束后，请老师检查数据，合格后，清洗相关器具、整理实验台至原来状态，离开实验室。

> 原始记录要求要求

- 用实验报告纸作记录，**不准使用铅笔。**
- 原始记录内容：
 - **实验基本数据**，包括实验时间、实验名称、室温、大气压；
 - **实验所用仪器名称、型号**，**药品的名称、等级**；
 - **实验测量的数据。**



● **具体要求：**

- **注明所测物理量及数据的对应关系；**
- **标明数据的值及单位；**
- **记录第一手数据，没有特殊要求不要进行数据的换算，以免出现计算错误；**
- **原始数据直接记在原始记录纸上，不要经整理后再抄写；**
- **记录要清楚、完整，数据更改要清晰可辨。**



— 课程内容及要求 —





- 所有内容根据实验具体情况撰写；
- 除作图外，不得使用铅笔；
- 正文采用文字叙述方式。



- 数据记录与处理部分规范使用图、表，计算要有步骤；
- 结论要严谨、准确；
- 误差分析要具体。



6.考核方式

考核方式：平时成绩+期末考试

物理化学实验：

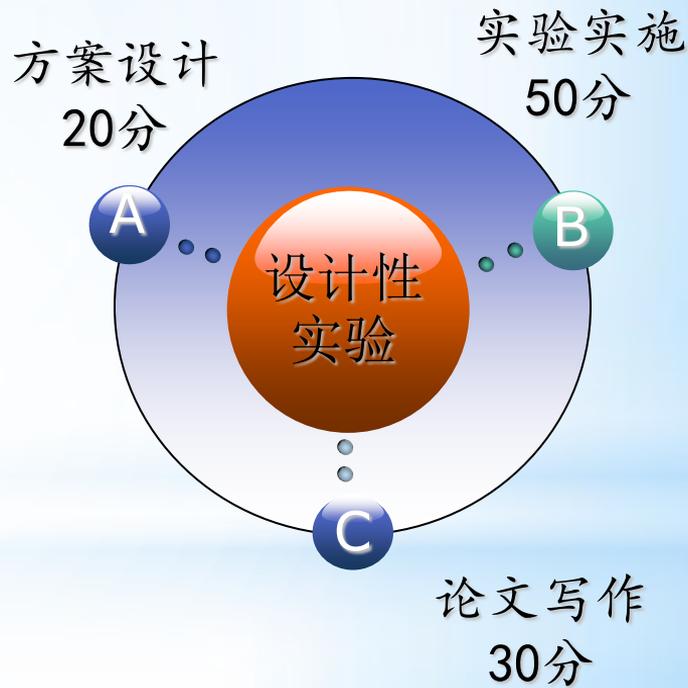
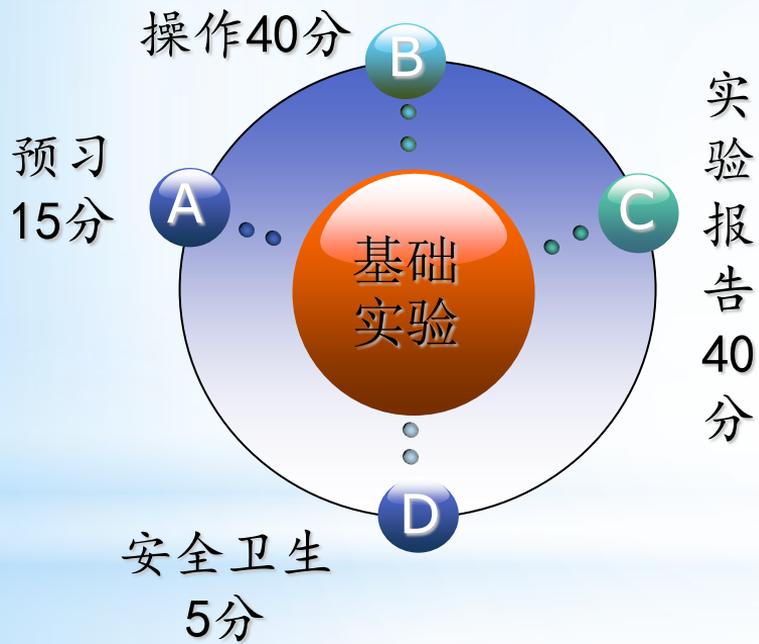
总成绩=基础实验成绩×60%+设计性实验成绩×10%+期末考试×30%

物理化学实验A：

总成绩=基础实验成绩×60%+期末考试×40%

物理化学实验B：

总成绩=基础实验成绩×70%+期末考试×30%



Thank You !