

团 体 标 准

T/JYBZ XXX—202X

高中理化生数字化实验装备技术规范

Technical specification for digital experimental equipment in senior high
school physics, chemistry and biology

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国教育装备行业协会 发 布

目 次

前 言 错误！未定义书签。

引 言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 运行要求 2

5 结构、功能及性能要求 3

6 实验器的组成与能完成的科学实验 6

7 配套资源 7

8 检验规则 14

9 产品标识、标签、合格证、使用说明书、包装、运输和贮存 16



前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由深圳思维特教育科技有限公司提出。

本文件由中国教育装备行业协会归口。

本文件起草单位：深圳思维特教育科技有限公司、江苏信德通科技有限公司、广东广视通智慧教育科技有限公司、浙江康贝尔实业有限公司、广州华创智力科教设备有限公司、广州像素数据技术股份有限公司、齐鲁师范学院、浙江省教育技术中心、温州市教育技术中心、铜陵市教育信息技术中心、河北省高阳县教体局电化教育和装备技术中心。（拟）

本文件主要起草人：程伟德、张赵波、吴建中、和法鹏、葛志权、周明桂、李泽林、翟应文、吕锦程、范志鸿、孙佩雄、刘萌、张仲华、陈书远、许晨、宋博阳。（拟）

本文件为首次发布。



引 言

《教育部等九部门关于加快推进教育数字化的意见》指出，“加快推进教育数字化标准制修订，形成覆盖数字教育软硬件环境、平台工具、数字资源、教育数据、网络安全等方面标准规范”。2020年5月，教育部印发的《普通高中物理课程标准（2017年版2020年修订）》《普通高中化学课程标准（2017年版2020年修订）》《普通高中生物学课程标准（2017年版2020年修订）》《普通高中信息技术课程标准（2017年版2020年修订）》《普通高中通用技术课程标准（2017年版2020年修订）》等课程标准中提出，“要重视数字实验，创新实验方式。数字实验室系统是利用传感器、数据采集器等收集实验数据，用计算机软件分析实验数据、得出实验结果的现代化实验系统。学校要重视引导教师研究数字实验系统对传统实验的改进方法，研究数字实验系统的教学方式，促进教学手段与方式的现代化。”

理化生数字化实验室是一种以数字化技术为核心、以学生主动探究为导向的现代化教学场所，通过数据采集器、传感器、计算机、数据分析软件、实验器材等设备和创新教学方法，提升学生的科学素养、实验能力和创新思维。数字化实验室不仅弥补了传统实验室的不足，更成为培养未来科技创新人才的重要载体。

为进一步做好新形势下高中理化生数字化实验室的装备工作，规范高中理化生数字化实验室装备技术标准，指导数字化实验室厂家的技术研发与生产，提升高中理化生数字化实验室建设水平，特制定《高中理化生数字化实验装备技术规范》团体标准。

CEEIA

高中理化生数字化实验装备技术规范

1 范围

本文件规定了高中理化生数字化实验教学系统运行要求、结构、功能与性能、实验器的组成与能完成的科学实验、配套资源、检验规则以及产品标识、标签、合格证、使用说明书、包装、运输和贮存的要求。

本文件主要适用于普通高中理化生数字化实验室装备的技术设计与生产制造，职业中学、中等职业技术学校等数字化实验设备技术可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 6587 电子测量仪器通用规范
- GB/T 7665 传感器通用术语
- GB/T 8897.2 原电池 第2部分：外形尺寸和技术要求
- GB/T 8897.4 原电池 第4部分：锂电池的安全要求
- GB 21748 教学仪器设备安全要求 仪器和零部件的基本要求
- GB/T 29252 实验室仪器和设备质量检测规则
- GB 31241 便携式电子产品用锂电池和电池组的安全要求
- JY 0001 教学仪器设备产品一般质量要求
- JY 0002 教学仪器设备产品的检验规则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数字化实验教学系统（以下简称 数字化系统） digital experiment system

基于现代数字技术，服务于物理、化学、生物学等学科实验教学的智能化设备与系统，包括计算机、数据分析软件、数据采集器、传感器和配套实验器材。用于完成不同学科、不同主题的数字化探究实验。

3.2

数据采集器 data acquisition device

采集一个或多个物理量的信号，将物理量（如温度、压力）转化为计算机可识别的数字信号，进行数据处理、储存，并能与计算机进行数据交换的设备。

3.3

传感器 sensor

能感受被测量并按照一定的规律转换成可用输出信号的器件或装置，通常由敏感元件和转换元件组成。

[来源：GB/T 7665—2005，3.1.1]

3.4

分辨力（率） resolution

传感器在规定测量范围内可能检测出的被测量的最小变化量。

[来源：GB/T 7665—2005，3.5.1.32]

3.5

测量范围 measuring range

在允许误差限内由被测量的两个值确定的区间。

注：被测量的最高、最低值分别称为测量范围的“上限值”“下限值”。

[来源：GB/T 7665—2005，3.5.1.7]

3.6

误差 measurement error

测量结果减去被测量的真值。

[来源：GB/T 7665—2005，3.5.1.14]

4 运行要求

4.1 运行设备与操作系统

4.1.1 数据采集器、传感器在触控一体机、便携式计算机、台式计算机、平板电脑等不少于两种类型终端上能识别和运行。

4.1.2 数据分析软件能在 Windows、统信、麒麟、安卓、鸿蒙等不少于两种操作系统上安装和运行。

4.2 供电要求

4.2.1 采用 USB 接口供电时，供电电压 $5\text{ V} \pm 0.5\text{ V}$ ，工作峰值电流 $\leq 2\text{ A}$ 。

4.2.2 采用交流供电时，交流电电压 $200\text{ V} \sim 240\text{ V}$ 、频率 $40\text{ Hz} \sim 60\text{ Hz}$ ，电源适配器输出电压 12 V ，工作峰值电流 $\leq 1\text{ A}$ ，功率 $\leq 12\text{ W}$ 。

4.2.3 采用锂电池供电时，电池特性符合 GB 31241 的要求。

4.2.4 采用扣式单体电池供电时，电池特性符合 GB/T 8897.4 的要求。

4.2.5 采用 LR6 型干电池供电时，电池特性符合 GB/T 8897.2 的要求。

4.3 寿命要求

使用寿命不低于3年；化学反应类传感器使用次数不低于200次。

4.4 通信

4.4.1 有线通信：数字化系统内各部件之间通过USB数据线实现有线通信。

4.4.2 无线通信：数字化系统内各部件之间通过2.4G技术或蓝牙（BLE）协议实现无线通信，无线通信距离在空旷无障碍区域内 $\geq 10\text{ m}$ ，多个无线通信端同时使用时避免相互干扰。

4.5 显示

4.5.1 内置显示屏传感器能脱离计算机或显示模块独立开展实验。

4.5.2 无显示屏传感器类数字化系统数据实验通过计算机屏幕显示和显示模块屏幕显示。

4.5.3 传感器显示模块与传感器连接时，能实现传感器智能识别与匹配，具有调零、一键熄屏、采样频率设置、无线通信设置、数据存储设置、一键恢复出厂设置功能。

4.5.4 传感器显示模块存储的数据能导出到计算机中，通过数据分析软件对数据进行分析处理。

5 结构、功能及性能要求

5.1 数据采集器外观、结构、功能与性能

5.1.1 数据采集器采用DC电源供电或USB供电，预留DC电源接口或USB供电接口。

5.1.2 数据采集器有线通信通道应 ≥ 4 个，无线通信通道 ≥ 4 个，接口应有工作指示灯。

5.1.3 根据实验需求，多个数据采集器能实现级联拓展。

5.1.4 单个数据通道采样频率 $\geq 20\text{ kHz}$ ，单位时间内总采样样本数不低于各通道采样样本数总和。

5.1.5 采样周期：采样周期设置范围为10 s到3 h，以适应不同场景的实时性要求。

5.2 传感器外观、结构、功能与性能

5.2.1 传感器有线通信接口采用USB或国际通用类型接口，实现与数据采集器、计算机设备等连接。

5.2.2 传感器即插即用，支持热插拔，接入数据采集器或计算机设备时自动识别传感器类型。

5.2.3 传感器的性能应满足表1中的性能要求。

表1 传感器性能要求

序号	设备名称	测量范围	分辨力	误差	备注
1	力传感器	-50 N~50 N	0.01 N	$\leq \pm 1.0\% \text{ FS} + 1 \text{ 字}$	
2	微力传感器	-2 N~2 N	0.001 N	$\leq \pm 1.0\% \text{ FS} + 1 \text{ 字}$	
3	光电门传感器		$\leq 1\text{ }\mu\text{s}$		
4	加速度传感器	-75 m/s^2 ~ 75 m/s^2	0.01 m/s^2		
5	分体式位移传感器	0 m~2 m	0.001 m	$\leq \pm 1.0\% \text{ FS} + 1 \text{ 字}$	
6	一体式位移传感器	0.15 m~6 m	0.01 m	$\leq \pm 1.0\% \text{ FS} + 1 \text{ 字}$	盲区 $\leq 0.2\text{ m}$
7	小量程位移传感器	0 mm~50 mm	1 mm	$\leq \pm 2.0\% \text{ FS} + 1 \text{ 字}$	

表 1 传感器性能要求 (续)

序号	设备名称	测量范围	分辨力	误差	备注
8	旋转传感器	30 r/s	0.1 °	$\leq \pm 1.0\% \text{ FS} + 1 \text{ 字}$	
9	温度传感器	-50 °C~ 200 °C	0.01 °C	$\leq \pm 1.5\% \text{ FS} + 1 \text{ 字}$	不锈钢探针, 热响应时间 $\leq 1 \text{ s}$
10	表面温度传感器	-50 °C~ 200 °C	0.1 °C		
11	声波/声级传感器	声波频率测量 范围 ≥ 20 Hz~24000 Hz, 声级测量 范围 ≥ 0 dB~140 dB	1 Hz, 0.1 dB		
12	相对光照度分布传感器	测量范围不小 于 60 mm			
13	静电传感器	-100 nC~100 nC	1 nC		
14	磁感应强度传感器	-100 mT~100 mT	0.01 mT		
15	压强传感器	0 kPa~400 kPa	0.01 kPa		
16	相对压强传感器	-100 kPa~100 kPa	0.01 kPa	$\leq \pm 1.0\% \text{ FS} + 1 \text{ 字}$	
17	电流传感器	-3 A~3 A	1 mA	$\leq \pm 1.0\% \text{ FS} + 1 \text{ 字}$	内阻 $\leq 0.2 \Omega$
18	电压传感器	-20 V~20 V	1 mV	$\leq \pm 1.0\% \text{ FS} + 1 \text{ 字}$	内阻 ≥ 800 k Ω
19	多量程电流传感器	-2 A~2 A	10 mA	$\leq \pm 0.5\% \text{ FS} + 1 \text{ 字}$	内阻 $\leq 0.2 \Omega$
		-200 mA~200 mA	0.1 mA	$\leq \pm 0.5\% \text{ FS} + 1 \text{ 字}$	
		-20 mA~20 mA	0.01 mA	$\leq \pm 0.5\% \text{ FS} + 1 \text{ 字}$	
20	多量程电压传感器	-20 V~20 V	10 mV	$\leq \pm 0.5\% \text{ FS} + 1 \text{ 字}$	内阻 ≥ 800 k Ω
		-2 V~2 V	1 mV	$\leq \pm 0.5\% \text{ FS} + 1 \text{ 字}$	
		-0.2 V~0.2 V	0.1 mV	$\leq \pm 0.5\% \text{ FS} + 1 \text{ 字}$	
21	微电流传感器	-30 μA ~30 μA	0.01 μA	$\leq \pm 3.0\% \text{ FS} + 1 \text{ 字}$	
22	交流式电流传感器	-5 A~5 A	0.1 mA	$\leq \pm 0.008 \text{ A}$	
23	交流式电压传感器	0 V~36 V	0.1 V	$\leq \pm 1.0\% \text{ FS} + 1 \text{ 字}$	
24	G-M 传感器	0 次/分~ 10000 次/分	1 次/分		

表 1 传感器性能要求（续 2）

序号	设备名称	测量范围	分辨力	误差	备注
25	电导率传感器	0 μS/cm~ 200 μS/cm	0.01 μS/cm	≤±8% FS+1 字	
		0 μS/cm~ 2000 μS/cm	0.1 μS/cm	≤±5% FS+1 字	
		0 μS/cm~ 20000 μS/cm	1 μS/cm	≤±5% FS+1 字	
26	氧气传感器	0%~100%	0.10%	≤±1% FS+1 字	
27	二氧化碳传感器	0 ppm~ 200000 ppm	1 ppm	≤±10% FS+1 字	
28	浊度传感器	0 NTU~1500 NTU	1 NTU	≤±2 NTU	
29	光照度传感器	0 lx~50000 lx	1 lx		
30	多量程光照度传感器	0 lx~50000 lx	0.045 lx		
		0 lx~100000 lx	0.1 lx		
		0 lx~180000 lx	1 lx		
31	相对湿度传感器	0%~100%RH	0.10%RH		
32	溶解氧传感器	0 mg/L~20 mg/L	0.01 mg/L	≤±0.2 mg/L	
33	溶解二氧化碳传感器	0 ppm~ 200000 ppm	1 ppm	≤±5% FS	
34	pH 传感器	0~14	0.01	≤±0.2	
35	色度传感器	0%~100%	0.10%		六色光
36	氧化还原传感器	-500 mV~ 1200 mV	1 mV	≤±4% FS	
37	二氧化硫传感器	0 ppm~20 ppm	1 ppm		
38	酒精（乙醇）传感器	0 ppm~30000 ppm	1 ppm	≤±5% FS	

5.3 数据分析软件功能

5.3.1 软件功能概述

软件界面采用简体中文，使用法定计量单位。具有软件设置、数据的采集与记录、数据处理与分析、数据存储与实验报告生成等功能。

5.3.2 软件设置

5.3.2.1 自定义变量：根据实验需要，自定义变量及自定义变量的表达式。

5.3.2.2 自定义坐标轴：根据实验需要，自定义横、纵坐标轴代表的参数。

- 5.3.2.3 自定义曲线：根据实验需要，自定义曲线颜色、曲线粗细。
- 5.3.2.4 选择数据采集频率：根据实验需要，选择数据采集频率。
- 5.3.2.5 自定义所记录数据的小数位：根据实验需要，自定义1位小数、2位小数、3位小数。
- 5.3.2.6 传感器调零：连接传感器后在软件设置中对传感器调零。
- 5.3.3 数据的采集、记录与显示
 - 5.3.3.1 自动采集与记录数据：按照设定的采样频率和采集时长，数字化系统自动采集和记录数据。
 - 5.3.3.2 手动采集与记录数据：根据实验需求，手动记录所需要的实验数据。
 - 5.3.3.3 条件触发采集数据：根据实验需求，数字化系统设置触发条件进行数据采集和自动记录。
 - 5.3.3.4 数据显示：在软件界面上实时显示当前采集到的数据，具备表格视图和多曲线视图，以数字、折线图形式呈现。
- 5.3.4 数据分析与处理
 - 5.3.4.1 实验数据修正：针对传感器采集到的数据进行单个修正。
 - 5.3.4.2 基本统计分析：对采集到的数据进行最大值、最小值、平均值、中位数统计分析。
 - 5.3.4.3 曲线拟合与计算表达式：根据实验数据进行曲线拟合，选用正比函数、反比函数、线性函数、二次函数、三次函数、正弦函数、积分、求导中适合的数学模型来描述数据之间的关系，求解相应计算表达式。
 - 5.3.4.4 区间数据分析：自定义选择数据区间进行基本统计分析、曲线拟合。
- 5.3.5 数据存储与实验报告生成
 - 5.3.5.1 数据的保存与打开：将实验中采集的实验数据的实行本地存储和本地存储的实验数据快速加载。
 - 5.3.5.2 实验报告模板与生成：系统内预设实验报告模板，具备模板替换功能、一键生成实验报告、发送实验报告和接收实验报告功能。

6 实验器的组成与能完成的科学实验

实验器依据《中小学实验教学基本目录（2023年版）》和《普通高中物理课程标准（2017年版2020年修订）》《普通高中化学课程标准（2017年版2020年修订）》《普通高中生物学课程标准（2017年版2020年修订）》中实验要求开发，配合传感器使用，能完成高中学段物理、化学、生物学学科数字化探究实验。实验器的组成与能完成的科学实验见表2。

表 2 实验器的组成与能完成的科学实验

序号	实验器名称	实验器组成	实验器能完成的科学实验
1	运动学分析实验器	由导轨、小车 1 辆、导轨固定配件 1 套组成	配合光电门传感器完成高中《物理》教材中《牛顿第二定律》等相关运动学、力学探究实验
2	力的合成与分解实验器	由精密刻度圆盘、定位圆环、牵引受力绳和手拧螺丝、钩码一盒、连接套件、铁架台、力传感器支架 2 个组成	配合力传感器完成高中《物理》教材中《力的合成与分解》中相关探究实验

表 2 实验器的组成与能完成的科学实验（续）

序号	实验器名称	实验器组成	实验器能完成的科学实验
3	机械能守恒实验器	由含扇形主板（主板上有多孔位以调节光电门传感器位置）、磁吸式释放装置、圆柱形摆、摆长调节装置、止动杆、配套光电门支架、紧固件组成	配合光电门传感器完成高中《物理》教材中《机械能守恒》探究实验
4	摩擦力实验器	由底座、电机、摩擦板、摩擦块、力传感器、力传感器固定装置）组成	配合力传感器用于高中《物理》教材中《摩擦力》中影响摩擦力因素的相关探究实验，用来研究摩擦力与正压力、摩擦面、接触面积及运动速度等影响因素之间的关系实验
5	中和滴定实验器	由连接器、滴定主板、延长杆、紧固件、铁架台、滴定管、电磁搅拌器组成	配合滴定计数传感器用于高中《化学》教材中《水的电离和溶液的酸碱性》中酸碱中和滴定实验探究
6	高精度电子秤实验器	由高分辨力力传感器、配套显示模块组成	用于物理、化学、生物学等多学科实验和跨学科实验中称取实验材料
7	智能电源	电源自带显示屏和多个功能按键，配套 2 个静音调节装置，无级调整波形上升、下降斜率和频率；交流输入 220 V/50 Hz；直流输出 2.00 V~10.00 V，无级调整输出电压	与法拉第电磁感应实验器（感生）配合、电磁铁数字化实验教学系统配合使用可完成相关实验。也可用于常规电学实验，给传感器、显示模块等采用充电锂电池设备的充电

7 配套资源

依据《普通高中物理课程标准（2017年版2020年修订）》《普通高中化学课程标准（2017年版2020年修订）》《普通高中生物学课程标准（2017年版2020年修订）》和《中小学实验教学基本目录（2023年版）》中能开展数字化实验教学的演示实验和必做的学生实验，制定数字化系统配套资源，含实验设计、实验指导视频。适宜采用数字化系统开展的实验目录参照表3、表4和表5。

表3 可使用传感器进行的学科实验（高中物理学科）

一级主题	二级主题	课标要求	基本实验活动
必修 1	机械运动与物理模型	通过实验，探究匀变速直线运动的特点，能用公式、图像等方法描述匀变速直线运动，理解匀变速直线运动的规律，能运用其解决实际问题，体会科学思维中的抽象方法和物理问题研究中的极限方法。 （四）学生必做实验 测量做直线运动物体的瞬时速度	1. 测量做直线运动物体的瞬时速度
			2. 探究匀变速直线运动的特点
			3. 测量匀变速直线运动物体的加速度
	机械运动与物理模型	通过实验，认识自由落体运动规律	4. 探究自由落体运动的规律
			5. 测量自由落体加速度
	相互作用与运动定律	通过实验，了解胡克定律。 （四）学生必做实验 探究弹簧弹力与形变量的关系	6. 探究弹簧弹力与形变量的关系
		通过实验，了解力的合成与分解，知道矢量和标量。 （四）学生必做实验 探究两个互成角度的力的合成规律	7. 探究两个互成角度的力的合成规律

表3 可使用传感器进行的学科实验（高中物理学科）（续）

一级主题	二级主题	课标要求	基本实验活动
必修1	相互作用与运动定律	通过实验，探究物体运动的加速度与物体受力、物体质量的关系。理解牛顿运动定律，能用牛顿运动定律解释生产生活中的有关现象、解决有关问题。通过实验，认识超重和失重现象。 （四）学生必做实验 探究加速度与物体受力、物体质量的关系	8. 伽利略理想斜面实验
			9. 探究加速度与物体受力、物体质量的关系
			10. 探究牛顿第三定律
			11. 研究超重和失重现象
必修2	机械能及其守恒定律	通过实验，验证机械能守恒定律。 （四）学生必做实验 验证机械能守恒定律	12. 验证机械能守恒定律
	曲线运动与万有引力定律	通过实验，了解曲线运动，知道物体做曲线运动的条件	13. 观察做曲线运动物体的速度方向
			14. 探究物体做曲线运动的条件
		通过实验，探究并认识平抛运动的规律。会用运动合成与分解的方法分析平抛运动。体会将复杂运动分解为简单运动的物理思想。 （四）学生必做实验 探究平抛运动的特点	15. 探究平抛运动的特点
			16. 探究运动的合成与分解
		通过实验，探究并了解匀速圆周运动向心力大小与半径、角速度、质量的关系。 （四）学生必做实验 探究向心力大小与半径、角速度、质量的关系	17. 探究向心力大小与半径、角速度、质量的关系
必修3	静电场	通过实验，了解静电现象	18. 观察静电感应现象
		知道点电荷模型。知道两个点电荷间相互作用的规律。体会探究库仑定律过程中的科学思想和方法	19. 探究电荷间相互作用力与电荷量和距离的关系
		知道电场是一种物质。了解电场强度，体会用物理量之比定义新物理量的方法。会用电场线描述电场	20. 模拟常见电场的电场线分布
		知道静电场中的电荷具有电势能。了解电势能、电势和电势差的含义。知道匀强电场中电势差与电场强度的关系。能分析带电粒子在电场中的运动情况，能解释相关的物理现象	21. 描绘静电场中的等势线
			22. 观察带电粒子在电场中的运动
		观察常见的电容器，了解电容器的电容，观察电容器的充、放电现象。 （四）学生必做实验 观察电容器的充、放电现象	23. 观察电容器的充、放电现象
	电路及其应用	观察并能识别常见的电路元器件，了解它们在电路中的作用。会使用多用电表。 （四）学生必做实验 用多用电表测量电学中的物理量	24. 用多用电表测量电学中的物理量
			25. 利用多用电表检测、排除电路故障
		通过实验，探究并了解金属导体的电阻与材料、长度和横截面积的定量关系。会测量金属丝的电阻率。 （四）学生必做实验 长度的测量及其测量工具的选用。测量金属丝的电阻率	26. 长度的测量及其测量工具的选用
			27. 探究金属导体的电阻与材料、横截面积、长度的定量关系
	电路及其应用	理解闭合电路欧姆定律。会测量电源的电动势和内阻。 （四）学生必做实验 测量电源的电动势和内阻	28. 测量金属丝的电阻率
			29. 验证闭合电路欧姆定律
			30. 测量电源的电动势和内阻

表3 可使用传感器进行的学科实验（高中物理学科）（续2）

一级主题	二级主题	课标要求	基本实验活动
必修3	电磁场与电磁波初步	通过实验，认识磁场。了解磁感应强度，会用磁感线描述磁场。	31. 观察通电导线周围的磁场分布
		知道磁通量。通过实验，了解电磁感应现象，了解产生感应电流的条件	32. 探究产生感应电流的条件
选择性必修1	动量与动量守恒定律	通过理论推导和实验，理解动量定理和动量守恒定律，能用其解释生产生活中的有关现象。 (四) 学生必做实验 验证动量守恒定律	34. 探究碰撞中的不变量 35. 验证动量守恒定律
	机械振动与机械波 机械振动与机械波	通过实验，认识简谐运动的特征。能用公式和图像描述简谐运动	37. 观察弹簧振子的运动 38. 描绘简谐运动的图像
			39. 探究单摆周期与摆长之间的关系 40. 用单摆测量重力加速度的大小
		通过实验，认识受迫振动的特点。了解产生共振的条件及其应用	41. 研究受迫振动的频率 42. 观察共振现象
			37. 观察弹簧振子的运动 38. 描绘简谐运动的图像
		通过实验，探究单摆的周期与摆长的定量关系。知道单摆周期与摆长、重力加速度的关系。会用单摆测量重力加速度的大小。 (四) 学生必做实验 用单摆测量重力加速度的大小	39. 探究单摆周期与摆长之间的关系 40. 用单摆测量重力加速度的大小
			41. 研究受迫振动的频率 42. 观察共振现象
		通过观察，认识波的特征。能区别横波和纵波。能用图像描述横波	43. 观察波的产生和传播 44. 观察波的特征
			45. 观察波的干涉现象 46. 观察波的衍射现象
		通过实验，了解波的干涉与衍射现象	47. 体验多普勒效应
		光及其应用	51. 观察光的干涉现象 52. 观察光的衍射现象 53. 观察光的偏振现象 54. 用双缝干涉实验测量光的波长
			55. 观察激光的特性
		通过实验，认识多普勒效应	56. 探究安培力的方向与电流方向、磁场方向的关系 58. 观察带电粒子在磁场中的运动轨迹
选择性必修2	磁场	通过实验，认识安培力。能判断安培力的方向，会计算安培力的大小。了解安培力在生产生活中的应用	56. 探究安培力的方向与电流方向、磁场方向的关系
		能用洛伦兹力分析带电粒子在匀强磁场中的圆周运动。了解带电粒子在匀强磁场中的偏转及其应用	58. 观察带电粒子在磁场中的运动轨迹

表3 可使用传感器进行的学科实验（高中物理学科）（续3）

一级主题	二级主题	课标要求	基本实验活动
选择性必修2	磁场	通过实验，认识安培力。能判断安培力的方向，会计算安培力的大小。了解安培力在生产生活中的应用	56. 探究安培力的方向与电流方向、磁场方向的关系
		能用洛伦兹力分析带电粒子在匀强磁场中的圆周运动。了解带电粒子在匀强磁场中的偏转及其应用	58. 观察带电粒子在磁场中的运动轨迹
	电磁感应及其应用	探究影响感应电流方向的因素，理解楞次定律。 （四）学生必做实验 探究影响感应电流方向的因素	59. 探究影响感应电流方向的因素
			60. 探究楞次定律
		通过实验，理解法拉第电磁感应定律	61. 探究法拉第电磁感应定律
		通过实验，了解自感现象和涡流现象	62. 观察通电和断电自感现象
			63. 观察涡流、电磁阻尼与电磁驱动现象
		通过实验，认识交变电流。能用公式和图像描述正弦交变电流	64. 观察交变电流的特点
		通过实验，探究并了解变压器原、副线圈电压与匝数的关系。知道远距离输电时通常采用高压输电的原因。 （四）学生必做实验 探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系	65. 探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系
	电磁振荡与电磁波	通过实验，了解电磁振荡	66. 观察电磁振荡电路中电流的波形
	传感器	通过实验，了解常见传感器的工作原理。会利用传感器制作简单的自动控制装置。	68. 观察常见传感器的工作原理
		（四）学生必做实验 利用传感器制作简单的自动控制装置	69. 利用传感器制作简单的自动控制装置
选择性必修3	固体、液体和气体	通过实验，估测油酸分子的大小。 （四）学生必做实验 用油膜法估测油酸分子的大小	70. 用油膜法估测油酸分子的大小
		观察液体的表面张力现象。了解表面张力产生的原因。知道毛细现象	73. 观察液体的表面张力
			74. 观察毛细现象
		通过实验，了解气体实验定律。知道理想气体模型。能用分子动理论和统计观点解释气体压强和气体实验定律。 （四）学生必做实验 探究等温情况下一定质量气体压强与体积的关系	75. 探究等温情况下一定质量气体压强与体积的关系
			76. 探究气体的等压变化、等容变化规律
	原子与原子核	了解人类探索原子及其结构的历史。知道原子的核式结构模型。通过对氢原子光谱的分析，了解原子的能级结构	77. 观察阴极射线及原子光谱
	波粒二象性	通过实验，了解光电效应现象。知道爱因斯坦光电效应方程及其意义。能根据实验结论说明光的波粒二象性	78. 模拟 α 粒子散射实验 79. 观察光电效应现象
<p>注1：依据《普通高中物理课程标准（2017年版2020年修订）》和《中小学实验教学基本目录（2023年版）》制定能使用数字化实验资源，含实验设计和实验视频。</p> <p>注2：“课标要求”沿用《普通高中物理课程标准（2017年版2020年修订）》，便于查询比对和实验开展。</p> <p>注3：“基本实验活动”采用《中小学实验教学基本目录（2023年版）》中序号，便于查询比对和实验开展。</p>			

表4 可使用传感器进行的学科实验（高中化学学科）

一级主题	二级主题	课标要求		基本实验活动
必修课程	主题 1： 化学实验操作与实验室安全	化学实验	初步学会物质检验、分离、提纯和溶液配制等化学实验基础知识和基本技能。 附录 3 学生必做实验索引：配制一定物质的量浓度的溶液	1. 配制一定物质的量浓度的溶液
	主题 2： 常见的无机物及其应用	氧化还原反应	了解氧化还原反应的本质是电子的转移	5. 氧化还原反应本质的探究
		电离与离子反应	认识酸、碱、盐等电解质在水溶液中或熔融状态下能发生电离	6. 探究电解质的电离
			通过实验事实认识离子反应及其发生的条件	7. 探究溶液中离子反应的实质及发生条件
			了解常见离子的检验方法	8. 溶液中常见离子的检验
		金属及其化合物	结合真实情境中的应用实例或通过实验探究，了解钠、铁及其重要化合物的主要性质。附录 3 学生必做实验索引：铁及其化合物的性质	9. 探究金属钠的性质
	10. 探究铁及其化合物的性质			
必修课程	主题 2： 常见的无机物及其应用	非金属及其化合物	结合真实情境中的应用实例或通过实验探究，了解氯、氮、硫及其重要化合物的主要性质。附录 3 学生必做实验索引：不同价态含硫物质的转化。用化学沉淀法去除粗盐中的杂质离子	11. 碳酸钠与碳酸氢钠性质的比较
				12. 氯气的制备及性质研究
				13. 氯水的性质及成分探究
	主题 3： 物质结构基础与化学反应规律	化学反应的限度和快慢	体会从限度和快慢两个方面去认识和调控化学反应的重要性 通过实验探究影响化学反应速率的因素。 附录 3 学生必做实验索引：化学反应速率的影响因素	14. 常见含氮物质的性质与转化
				15. 探究化学反应的限度
		化学反应与能量转化	认识吸热反应与放热反应 以原电池为例认识化学能可以转化为电能。附录 3 学生必做实验索引：化学能转化成电能	16. 探究化学反应速率的影响因素
				17. 研究化学能转化成热能
	主题 5： 化学与社会发展	化学科学在材料科学、人类健康等方面的重要作用	体会化学科学发展对于药物合成的重要意义 初步建立依据物质性质分析健康问题的意识	18. 研究化学能转化成电能
				19. 补铁剂、抗酸性胃药中有效成分的检验
	选择性必修课程模块 1 化学反应原理	主题 1： 化学反应与能量	化学反应与电能	了解原电池及常见化学电源的工作原理。 附录 3 学生必做实验索引：制作简单的燃料电池
21. 探究双液电池的构成及其工作原理				
选择性必修课程模块 1 化学反应原理	主题 1： 化学反应与能量	化学反应与电能	了解电解池的工作原理，认识电解在实现物质转化和储存能量中的具体应用。附录 3 学生必做实验索引：简单的电镀实验	22. 制作简单的燃料电池
				23. 电解氯化铜溶液
选择性必修课程模块 1 化学反应原理	主题 1： 化学反应与能量	化学反应与电能	了解电解池的工作原理，认识电解在实现物质转化和储存能量中的具体应用。附录 3 学生必做实验索引：简单的电镀实验	24. 电解饱和食盐水

一级主题	二级主题	课标要求		基本实验活动
			了解金属发生电化学腐蚀的本质，知道金属腐蚀的危害，了解防止金属腐蚀的措施	33. 吸氧腐蚀



表4 可使用传感器进行的学科实验（高中化学学科）（续）

一级主题	二级主题	课标要求		基本实验活动
选择性必修课程模块 1 化学反应原理	主题 2：化学反应的方向、限度和速率	化学反应的方向与限度	通过实验探究，了解浓度、压强、温度对化学平衡状态的影响。 附录 3 学生必做实验索引：探究影响化学平衡移动的因素	34. 探究影响化学平衡移动的因素
		化学反应速率	通过实验探究，了解温度、浓度、压强和催化剂对化学反应速率的影响	35. 探究影响反应速率的因素
	主题 3：水溶液中的离子反应与平衡	电离平衡	认识弱电解质在水溶液中存在电离平衡，了解电离平衡常数的含义	36. 探究电离平衡及其移动
			认识溶液的酸碱性及 pH，掌握检测溶液 pH 的方法。 附录 3 学生必做实验索引：强酸与强碱的中和滴定	37. 强酸与强碱的中和滴定
		水解平衡	认识盐类水解的原理和影响盐类水解的主要因素。 附录 3 学生必做实验索引：盐类水解的应用	38. 探究水解平衡及其移动 39. 盐类水解的应用
			沉淀溶解平衡	认识难溶电解质在水溶液中存在沉淀溶解平衡，了解沉淀的生成、溶解与转化
	选择性必修课程模块 3 有机化学基础	主题 2：烃及其衍生物的性质与应用	有机反应类型与有机合成	认识加成、取代、消去反应及氧化还原反应的特点和规律。 附录 3 学生必做实验索引：乙酸乙酯的制备与性质
主题 3：生物大分子及合成高分子		聚合物的结构特点	了解加聚反应和缩聚反应的特点	60. 酚醛树脂的合成
		生物大分子	认识糖类和蛋白质的组成和性质特点。 附录 3 学生必做实验索引：糖类的性质	61. 探究糖类的性质 62. 探究蛋白质的性质

注 1：依据《普通高中化学课程标准（2017 年版 2020 年修订）》和《中小学实验教学基本目录（2023 年版）》制定能使用数字化实验资源，含实验设计和实验视频。

注 2：“课标要求”沿用《普通高中化学课程标准（2017 年版 2020 年修订）》，便于查询比对和实验开展。

注 3：“基本实验活动”采用《中小学实验教学基本目录（2023 年版）》中序号，便于查询比对和实验开展。

表5 可使用传感器进行的学科实验（高中生物学学科）

一级主题	二级主题	课标要求	基本实验活动
必修模块1 分子与细胞	概念1 细胞是生物体结构与生命活动的基本单位	细胞由多种多样的分子组成，包括水、无机盐、糖类、脂质、蛋白质和核酸等，其中蛋白质和核酸是两类最重要的生物大分子。 【教学提示】检测生物组织中的还原糖、脂肪和蛋白质	1. 检测生物组织中的糖类、脂肪和蛋白质
	概念2 细胞的生存需要能量和营养物质，并通过分裂实现增殖	细胞的功能绝大多数基于化学反应，这些反应发生在细胞的特定区域。 【教学提示】探究酶催化的专一性、高效性及影响酶活性的因素；提取和分离叶绿体色素；探究不同环境因素对光合作用的影响；探究酵母菌的呼吸方式	8. 探究酶的特性及影响酶活性的因素 9. 叶绿体色素的提取和分离

表5 可使用传感器进行的学科实验（高中生物学学科）（续）

一级主题	二级主题	课标要求	基本实验活动
选择性必修模块 1 稳态与调节	概念 1 生命个体的结构与功能相适应，各结构协调统一共同完成复杂的生命活动，并通过一定的调节机制保持稳态	内环境为机体细胞提供适宜的生存环境，机体细胞通过内环境与外界环境进行物质交换。 【教学提示】观看血液分层实验的视频，讨论血细胞与血浆的关系	20. 观察血液分层现象
		内环境的变化会引发机体的自动调节，以维持内环境的稳态。 【教学提示】比较清水、缓冲液、体液对 pH 变化的调节作用	21. 比较清水、缓冲液、体液对 pH 变化的调节作用
选择性必修模块 2 生物与环境	概念 2 生态系统中的各种成分相互影响，共同实现系统的物质循环、能量流动和信息传递，生态系统通过自我调节保持相对稳定的状态	生物群落与非生物的环境因素相互作用形成多样化的生态系统，完成物质循环、能量流动和信息传递。 【教学提示】调查或探讨一个校园、公园、农田、森林、湿地或池塘生态系统中的能量流动；设计保持和提高某个生态系统稳定性的方案	27. 调查某个附近生态系统中的能量流动
		生态系统通过自我调节作用抵御和消除一定限度的外来干扰，保持或恢复自身结构和功能的相对稳定。 【教学提示】设计并制作生态瓶，观察和比较不同生态瓶中生态系统的稳定性，撰写报告分析其原因	28. 探究土壤微生物的分解作用
		人类活动对生态系统的动态平衡有着深远的影响，依据生态学原理保护环境是人类生存和可持续发展的必要条件。 【教学提示】调查当地环境存在的主要问题并提出保护建议或行动计划；组织参观了解人工生态系统的组成及其中蕴含的生态学原理和经济学原理	29. 设计并制作封闭的生态瓶（缸），观察生态系统的稳定性
			30. 调查当地环境存在的主要问题并提出保护建议或行动计划
选择性必修模块 3 生物技术与工程	概念 3 发酵工程利用微生物的特定功能规模化生产对人类有用的产品	发酵工程为人类提供多样的生物产品。 【教学提示】利用乳酸菌发酵制作酸奶或泡菜；利用酵母菌、醋酸菌分别制作果酒和果醋	31. 参观人工生态系统
			34. 利用乳酸菌发酵制作酸奶或泡菜 35. 利用酵母菌、醋酸菌分别制作果酒和果醋
注 1：依据《普通高中生物学课程标准（2017 年版 2020 年修订）》和《中小学实验教学基本目录（2023 年版）》制定能使用数字化实验资源，含实验设计和实验视频。			
注 2：“课标要求”沿用《普通高中生物学课程标准（2017 年版 2020 年修订）》，便于查询比对和实验开展。			
注 3：“基本实验活动”采用《中小学实验教学基本目录（2023 年版）》中序号，便于查询比对和实验开展。			

8 检验规则

8.1 概述

本文件依据JY 0002、GB/T 6587—2012中5.3、5.4、5.5、5.6、5.7、5.8、5.13的要求制定数字化系统中数据采集器、传感器和实验器材检验规则。

8.2 检验分类

检验分类分为出厂检验、型式检验及监督检验。出厂检验由生产厂商质量检验部门进行，型式检验由生产厂商或委托国家质量监督部门认可的质量检验机构进行，监督检验执行《产品质量监督抽查管理办法》的要求执行。

8.3 不合格的分类与判定

- 8.3.1 根据产品质量和（或）经济效果上的重要性不同，按不合格的严重程度分为A类不合格、B类不合格和C类不合格。
- 8.3.2 下列情况应判为A类不合格：
- 严重损坏仪器基本功能；
 - 极重要质量特性不符合规定；
 - 质量特性极严重不符合规定。
- 8.3.3 下列情况应判为B类不合格：
- 重要质量特性不符合规定；
 - 质量特性严重不符合规定；
 - 突然的电气失效或结构失效（如结构件破裂，明显的变形等）；
 - 机械连接或构件的松动、位移、脱落导致元件失效，引起仪器不能正常工作；
 - 性能降低不能达到预定要求；
 - 锈蚀、剥落、损伤等方式造成部件性能的变化，妨碍正常操作使用；
 - 不能满足产品标准规定的要求的其他失效。
- 8.3.4 下列情况应判为C类不合格：
- 一般质量特性不符合规定；
 - 质量特性轻微不符合规定。
- 8.3.5 B类、C类不合格按照表6的要求进行折算。

表6 B、C类不合格折算成A类不合格比例

不合格类型	折算成A类不合格比例
B类	1/3
C类	1/6

8.4 检验项目及试验项目

检验项目、检验方法按表7的要求执行。

表7 检验项目、试验分组、不合格分类表

检验项目			检验依据	出厂检验	型式检验	不合格分类
分组	序号	名称				
数据采集器	1	数据采集器外观与结构、尺寸与重量	GB/T 6587 中 5.3、5.4 及本文件中 5.1 和产品技术要求	●	●	A
	2	数据采集器功能检查	GB/T 6587 中 5.5 及本文件中 5.1 的要求	●	●	A
	3	数据采集器性能特性	GB/T 6587 中 5.6 及本文件中 5.1 的要求	○	●	C
	4	数据采集器的接口与兼容性	GB/T 6587 中 5.7 及本文件中 5.1 的要求	○	●	A
	5	数据采集器安全试验	GB/T 6587 中 5.8 及本文件中 5.1 的要求	○	●	B
	6	数据采集器可靠性试验	GB/T 6587 中 5.13 及本文件中 5.1 的要求	○	●	B

表7 检验项目、试验分组、不合格分类表（续）

检验项目			检验依据	出厂检验	型式检验	不合格分类
分组	序号	名称				
传感器	1	传感器外观与结构、尺寸与重量	GB/T 6587 中 5.3、5.4 及本文件中 5.2 和产品技术要求	●	●	A
	2	传感器功能检查	GB/T 6587 中 5.5 及本文件中 5.2 的要求	●	●	A
	3	传感器性能特性	GB/T 6587 中 5.6 及本文件中 5.2 的要求	○	●	C
	4	传感器的接口与兼容性	GB/T 6587 中 5.7 及本文件中 5.2 的要求	○	●	A
	5	传感器安全试验	GB/T 6587 中 5.8 及本文件中 5.2 的要求	○	●	B
	6	传感器可靠性试验	GB/T 6587 中 5.13 及本文件中 5.2 的要求	○	●	B
实验器	1	实验器外观与结构、尺寸与重量	GB/T 6587 中 5.3、5.4 及本文件中 5.2 和产品技术要求	●	●	A
	2	实验器功能检查	GB/T 6587 中 5.5 及本文件中 5.2 的要求	●	●	A
	3	实验器性能特性	GB/T 6587 中 5.6 及本文件中 5.2 的要求	○	●	C
	4	实验器的接口与兼容性	GB/T 6587 中 5.7 及本文件中 5.2 的要求	○	●	A
	5	实验器安全试验	GB/T 6587 中 5.8 及本文件中 5.2 的要求	○	●	B
	6	实验器可靠性试验	GB/T 6587 中 5.13 及本文件中 5.2 的要求	○	●	B
注：“●”表示必检项目，“○”表示抽检项目。						

8.5 抽样和组批规则

抽样和组批规则按照GB/T 29252—2012中7.2.2的要求执行。

8.6 复检规则

不合格批、不合格品可以经过返修后再次提交检验。如果造成批不合格的原因为抽样检验项目，则在复检时该项目应按本文件中8.4的要求执行。

9 产品标识、标签、合格证、使用说明书、包装、运输和贮存

产品标识、标签、合格证、使用说明、包装、运输和贮存应符合JY 0001的要求。