

基础科学数字化探究建模赛
赛事题目

目录

B1 普及类 4

一、力学与运动规律探究	4
1、打多少气篮球弹得最高?	4
2、雨天哪种鞋最防滑? 鞋底摩擦力大比拼	6
3、车速越快刹车越远? 刹车距离与速度关系	8
4、碰撞中的不变量	9
二、电路与电磁现象定量研究	11
1、什么电池最耐用? 放电与续航测试	11
2、电压、电流与电阻的定量关系探究	13
3、不同导线材质导电性能对比研究	14
4、电磁铁磁性强弱影响因素探究	14
三、物质变化与化学反应研究	16
1、哪种胃药止酸最快、最持久?	16
2、果蔬 “抗氧化” 能力的比拼	18
3、维 C 片怎么保存最不容易失效?	20
4、小苏打 + 醋能产生多大 “气压”?	21
四、生命现象与生物规律探究	23
1、运动后心跳多久能恢复正常?	23
2、噪音大影响学习吗? 专注度测试	25
五、环境与地理科学基础研究	27
1、夏天穿什么颜色衣服最凉快?	27

B2 拔尖类 29

一、热学与热换现象建模	29
1、查理定律的研究	29

2、物体散热速率与表面积、材质关系建模	31
二、光声综合现象建模	32
1、什么颜色光让绿色植物造氧最多?	32
2、测量声音的传播速度	34
3、生活中的声多普勒效应	35
三、基础流体运动规律建模	36
1、研究流体压强与流速的关系	36
2、河水、湖水、自来水谁 “自净” 能力最强?	38
四、化学反应过程建模分析	39
1、茶叶泡几次还有营养? 抗氧化能力对比	39
2、金属铁的吸氧腐蚀	41
3、什么洗衣液去污最快、最干净?	43
五、生命与环境科学建模研究	45
1、探究 pH 对酶活性的影响	45
2、草地、水泥、水哪个干得最慢?	47

B1 普及类

一、力学与运动规律探究

1、打多少气篮球弹得最高？

●【场景故事】

生活中篮球打足气弹得高，气不足则弹不起来，这一常见现象背后，反弹高度与内部充气压力的关系尚未精准量化，且不同运动场地的地面材质也会对二者关系产生未知影响，亟待通过实验探究其规律。

●【核心挑战】

○探究要求：利用 DIS 传感器精准测量篮球内部气压和不同气压下的反弹高度，设置不同气压梯度完成多组测试，分析反弹高度与气压的函数关系，探究木地板、水泥地、塑胶地对该关系的影响，定位篮球反弹过程中能量损失的核心环节；计算每次反弹的能量损失率，绘制“气压 - 能量损失率”曲线，确定最佳反弹气压范围。

○量化指标：设置不同气压梯度开展实验，每个气压梯度下反弹高度重复测量多次并取平均值。

●【深度思考】

○如何根据实验数据选择适配的函数模型进行拟合，精准验证反弹高度与气压的定量关系？

○如何通过实验数据量化区分篮球形变内耗和地面接触损失的能量占比，定位核心损失环节？

●【泛化能力】

○此实验探究方法能否迁移应用于排球、足球、网球等其他球类的反弹特性研究？

○如何结合不同场地材质的特性，为运动员选择适配气压的篮球，提升运动表现？

●【器材要求】

DIS 压强传感器、DIS 一体式位移传感器、DIS 软件、DIS 数据采集器及附件、计算机、标准篮球、不同材质的地面、充气泵、气压放气阀、三通阀及软管（连接打气针和充气泵）、三脚架（包含横杆）、米尺等。

2、雨天哪种鞋最防滑？鞋底摩擦力大比拼

●【场景故事】

下雨天路面湿滑时，穿运动鞋、皮鞋、拖鞋走路的防滑感受差异显著，其本质是不同鞋底与地面间的动摩擦因数不同，日常经验缺乏科学量化支撑，亟待通过实验测量不同条件下的动摩擦因数，为雨天出行的鞋子选择提供科学依据。

●【核心挑战】

○探究要求：用 DIS 力传感器配合细绳水平拉动不同鞋底样品，在瓷砖、木地板、水泥地的干燥和湿滑条件下完成匀速滑动测试，记录拉力并换算为滑动摩擦力，计算不同组合下的动摩擦因数。

○量化指标：选取不同材质鞋底、不同地面材质，完成干 / 湿两种条件下的全组合测试；每个组合下匀速滑动测试，取有效数据计算动摩擦因数；对测试结果进行统计分析，明确不同鞋底在湿滑地面的防滑性能排序。

●【深度思考】

○实验中如何通过操作控制保证鞋子匀速滑动，减少动摩擦因数测量的系统误差？

○鞋底的花纹设计、材质硬度、表面粗糙度如何协同影响与地面之间的动摩擦因数？

●【泛化能力】

○此动摩擦因数测量方法能否迁移应用于轮胎与路面、传送带与物料之间的摩擦特性研究？

○如何根据动摩擦因数的研究结果，设计更适配湿滑路面的鞋底花纹和材质？

●【器材要求】

DIS 力传感器、DIS 数据采集器及附件、DIS 软件、计算机、细绳、不同材

质鞋底样品（运动鞋、皮鞋、拖鞋等）、瓷砖测试面、木地板测试面、水泥地测试面、喷水装置（模拟湿滑环境）等。

3、车速越快刹车越远？刹车距离与速度关系

●【场景故事】

开车时车速越快刹车距离越长是日常经验，但二者间的定量数学关系尚未精准验证，究竟是正比还是平方关系缺乏实验数据支撑，可通过小车模拟刹车系统，探究刹车距离与初速度的精准关联规律。

●【核心挑战】

○探究要求：利用 DIS 分体式位移传感器、光电门传感器搭建小车模拟刹车系统，使用阻尼块的摩擦力来刹车。让小车以不同初速度滑行，测量从开始刹车到完全停止的距离，利用软件实时绘图功能展示减速过程，验证刹车距离与初速度的定量关系并拟合关系曲线。

○量化指标：设置不同初速度梯度开展实验，每个速度梯度下刹车距离测试重复多次并取平均值；通过数据拟合得到刹车距离与初速度的关系模型；完成位移 - 时间动态曲线绘制，清晰展示不同速度下的减速过程差异。

●【深度思考】

○如何从位移 - 时间曲线的斜率变化中，精准提取小车的加速度变化规律并分析减速过程的特点？

●【泛化能力】

○如何根据刹车距离与车速的定量关系，为不同道路类型的限速设置提供科学的数据支撑？

○此模拟实验方法能否应用于研究不同类型刹车系统的制动效果和性能差异？

●【器材要求】

DIS 分体式位移传感器、DIS 光电门传感器、DIS 软件、DIS 数据采集器及附件、计算机、多用力学轨道及附件等。

4、碰撞中的不变量

●【场景故事】

在冰壶比赛中，最经典的击打场景：运动员推出来的冰壶，一头撞上停在营区里的另一把冰壶，撞完之后，原来动的冰壶停在原地，原来静的冰壶正好替它站在了位置上。两把冰壶碰撞，速度都变了，可为什么这么精准？其实碰撞的变化里，藏着一个不变的物理量。

●【核心挑战】

○探究要求：利用 DIS 智能小车搭建冰壶模型，模拟物体之间的碰撞，借助 DIS 智能小车中的内置传感器，实时测量小车从开始运动到碰撞结束后的相关物理量，利用软件实时记录的功能展示碰撞过程中的变化，寻找其中的不变量。

○量化指标：设置多种碰撞方式开展实验，每种碰撞方式可改变小车质量、小车运动速度等进行多次实验。通过软件实时记录的功能捕捉小车运动时的物理量，碰撞结束后进行数据分析得到碰撞中的不变量，清晰展示不同速度、不同质量下的碰撞过程差异。

●【深度思考】

○我们在冰壶碰撞里讨论的“不变量”，是针对冰壶这个单个物体成立，还是针对两个冰壶组成的整个系统成立？如果考虑冰壶受到冰面的摩擦力，这个不变量还能保持不变吗？为什么我们实际做实验时，依然能得到近似不变的结果？

○我们已经知道冰壶碰撞时，冰壶自身的旋转不会改变质心方向的碰撞规律，如果投出的冰壶带有侧旋，碰撞后它会沿垂直于两壶心连线的方向偏移，这违背我们找到的“碰撞不变量”规律吗？为什么？

●【泛化能力】

○今天我们只探究了两个物体的一维碰撞，找到了碰撞中的不变量。如果是三个物体在同一直线上发生碰撞，你认为这个不变量还成立吗？你会怎么设

计实验验证你的猜想？

○我们今天探究的是“碰撞”这个瞬间过程的不变量，如果把过程拉长——两个物体在光滑水平面上通过弹簧相互作用（不是瞬间碰撞，是持续的弹力作用），你觉得我们找到的这个不变量还适用吗？说明你的理由。

●【器材要求】

DIS 智能小车、配重块、多用力学轨道、弹性碰圈、立柱、DIS 软件、计算机、电子天平等。

二、电路与电磁现象定量研究

1、什么电池最耐用？放电与续航测试

●【场景故事】

不同品牌、类型的电池（碱性、碳性、充电电池）耐用性差异显著，南孚与双鹿等品牌的续航争议缺乏科学数据支撑，电池的放电特性、容量衰减规律也尚未系统探究，亟待通过实验量化。

●【核心挑战】

○探究要求：利用 DIS 电压传感器、电流传感器和电子负载，对不同品牌、类型电池进行测试，实时记录电压 - 时间曲线，计算实际放电容量和内阻，探究放电倍率、温度对电池性能的影响，对充电电池进行循环充放电测试并研究容量衰减规律。

○量化指标：选取不同品牌、不同类型的电池，开展放电测试，每种电池测试重复多次；计算各电池的实际放电容量、内阻，完成电池续航能力综合排序；对充电电池完成多次循环充放电测试，建立容量衰减模型，预测电池使用寿命。

●【深度思考】

○电池的等效电路模型如何精准描述其放电特性，模型中的内阻、极化电阻如何随放电深度变化？

●【泛化能力】

○此电池放电特性和容量衰减研究方法能否迁移应用于研究充电宝、锂电池、纽扣电池等其他储能产品的性能？

○如何根据电池的性能规律，为不同用电器（遥控器、玩具、手电筒）选择适配的电池类型和品牌提供科学建议？

●【器材要求】

DIS 电压传感器、DIS 电流传感器、DIS 数据采集器及附件、DIS 软件、

计算机、可调电子负载、不同品牌 / 类型电池（碱性、碳性、镍氢充电电池、锂电池）、电池夹、恒温箱、充电器、电阻、导线等。

2、电压、电流与电阻的定量关系探究

●【场景故事】

电路中电压、电流、电阻是最基础的电学物理量，三者之间存在严格的定量规律，是电学学习与电路设计的核心基础，但其定量关系需要通过精准实验验证与建模。

●【核心挑战】

○探究要求：利用 DIS 电压、电流传感器搭建串联 / 并联电路，固定电阻改变电压、固定电压改变电阻，测量多组数据，验证欧姆定律，建立电压、电流、电阻之间的数学模型。

○量化指标：设置不同电压梯度、不同电阻梯度；拟合 $I-U$ 、 $I-R$ 关系曲线；定量验证欧姆定律，。

●【深度思考】

○导线电阻、接触电阻如何影响实验精度，如何消除系统误差？

○非线性电阻（灯泡）的伏安特性为何与定值电阻不同？

●【泛化能力】

○可迁移应用于家庭电路、工业控制电路、电子设备的设计与故障检测。

●【器材要求】

DIS 电压传感器、DIS 电流传感器、DIS 数据采集器及附件、DIS 软件、计算机、定值电阻、滑动变阻器、变阻箱、电源、开关、导线等。

3、不同导线材质导电性能对比研究

●【场景故事】

家庭装修中常用铜导线，工业中常用铝、铁等导线，不同金属的导电能力差异显著，直接影响电路发热、能耗与安全，其定量规律亟待实验验证。

●【核心挑战】

○探究要求：控制长度、横截面积相同，用 DIS 传感器测量铜、铝、铁、合金等导线的电压、电流，计算电阻率与导电率，排序导电性能。

○量化指标：选取不同导线材质，每组测试重复多次；计算电阻率、导电率；建立材质 - 导电率对应模型，明确导电性能排序。

●【深度思考】

○温度如何影响金属导电性能，电阻率随温度如何变化？

○为何高导电材料成本更高，如何在性能与成本间做工程选择？

●【泛化能力】

○可用于输电线、电路板、电子元件、电磁设备的选材设计。

●【器材要求】

DIS 电压传感器、DIS 电流传感器、DIS 数据采集器及附件、DIS 软件、计算机、恒温装置、不同材质导线（或电阻定律实验器）、电源、标准夹具、导线、开关等。

●【比赛形式】

个人赛。

4、电磁铁磁性强弱影响因素探究

●【场景故事】

电磁铁广泛用于继电器、起重机、电磁锁，磁性强弱由电流、匝数、铁芯决定，但其定量关系未被精准测量，需要实验建模优化设计。

●【核心挑战】

○探究要求：用 DIS 力传感器测量电磁铁吸引力，改变电流大小、线圈匝数、铁芯规格，定量测量磁性强弱，建立多因素影响模型。

○量化指标：设置多组电流、多组匝数，每组记录多次取平均值；绘制磁性强度 - 电流 / 匝数曲线。

●【深度思考】

○磁饱和现象如何限制电磁铁磁性继续增强？

○软磁与硬磁材料在电磁铁中的作用有何不同？

●【泛化能力】

○可应用于电磁开关、磁悬浮装置、电磁阀门、电磁选矿设备设计。

●【器材要求】

DIS 力传感器、DIS 电流传感器、DIS 数据采集器及附件、DIS 软件、计算机、电磁铁线圈（或漆包线）、铁芯、电源、开关、滑动变阻器、钩码、铁架台等。

三、物质变化与化学反应研究

1、哪种胃药止酸最快、最持久？

●【场景故事】

胃酸过多时服用胃药能缓解不适，不同种类的胃药（片剂、粉末）抗酸效果差异明显，但其起效速度、抗酸持续时间缺乏科学量化对比，亟待通过实验实时监测胃药的抗酸过程并给出科学的选择依据。

●【核心挑战】

○探究要求：用稀盐酸模拟胃酸，将 DIS pH 传感器插入其中并记录初始 pH 值，分别加入不同种类的胃药并保持匀速搅拌，实时记录 pH 值随时间的变化曲线，对比不同胃药的起效速度、抗酸持续时间和最终 pH 值。

○量化指标：选取不同类型胃药（含片剂、粉末），每种胃药测试重复多次；量化对比各胃药的起效速度、抗酸持续时间，完成抗酸效果综合排序；明确各胃药使模拟胃酸 pH 升至中性范围的时间，绘制 pH - 时间动态变化曲线，清晰展示各胃药的抗酸过程差异。

●【深度思考】

○不同胃药的抗酸原理（中和反应、吸附胃酸）有何差异，如何通过 pH 变化曲线的特征区分其抗酸机制？

○实验中如何控制胃药的投加量、搅拌速度，保证不同组实验的单一变量原则？

●【泛化能力】

○此 pH 实时监测方法能否迁移应用于研究其他中和类药物、食品添加剂的酸碱反应过程？

○如何根据胃药的抗酸效果研究结果，为不同胃酸过多症状的人群提供个性化的胃药选择建议？

●【器材要求】

DIS pH 传感器、DIS 数据采集器及附件、DIS 软件、计算机、稀盐酸（模拟胃酸）、不同种类胃药（片剂、粉末，如铝碳酸镁、小苏打片）、磁力搅拌器、烧杯、药匙、滴定实验装置、铁架台、废液缸、洗瓶、吸水纸、电子天平等。

2、果蔬“抗氧化”能力的比拼

●【场景故事】

苹果切开后会逐渐变黄，柠檬汁能有效延缓这一氧化过程，不同果蔬的抗氧化能力存在天然差异，日常经验缺乏科学量化支撑，亟待通过实验测定并对比不同果蔬的抗氧化能力。

●【核心挑战】

○探究要求：利用 DIS 氧化还原传感器制备等量的苹果、土豆、香蕉、柠檬等果蔬的果泥，分别加入等体积的稀释碘液，实时测量体系氧化还原电势的变化，通过电势变化的速率和幅度量化果蔬的抗氧化能力并完成排序。

○量化指标：选取不同常见果蔬，每种果蔬制备多份平行果泥样品；通过氧化还原电势的变化速率和幅度，量化各果蔬的抗氧化能力并完成综合排序，明确各果蔬抗氧化能力的相对差异，绘制电势 - 时间变化曲线，展示各果蔬的抗氧化过程。

●【深度思考】

○果蔬中的抗氧化物质（维生素 C、多酚类）如何与碘液发生反应，其反应机理如何影响氧化还原电势的变化？

○如何通过实验设计排除果蔬果泥的水分含量、颗粒大小等因素对氧化还原电势测量的干扰？

●【泛化能力】

○此抗氧化能力测定方法能否迁移应用于研究果汁、蔬菜汁、果蔬加工品的抗氧化性能？

○如何根据果蔬的抗氧化能力排序，为日常饮食的果蔬搭配提供科学的营养建议？

●【器材要求】

DIS 氧化还原传感器、DIS 数据采集器及附件、滴定实验装置、DIS 软

件、计算机、苹果、土豆、香蕉、柠檬等果蔬样品、碘液、蒸馏水、废液缸、洗瓶、吸水纸、磁力搅拌器、榨汁机 / 研钵、烧杯、锥形瓶、玻璃棒、移液管、电子天平、量筒、一次性滴管等。

3、维 C 片怎么保存最不容易失效？

●【场景故事】

维生素 C 片打开后放置一段时间会失效，其抗氧化能力随储存条件发生衰减，但不同条件（光照、温度、湿度）对衰减速度的影响尚未精准量化，也缺乏科学的储存方法建议，亟待通过实验探究。

●【核心挑战】

○探究要求：利用 DIS 氧化还原传感器，以维生素 C 溶液还原碘液的能力为指标，将维生素 C 片置于敞口、避光、高温高湿、冰箱冷藏等不同条件下处理相同时间，测量其残余抗氧化能力。

○量化指标：设置不同储存条件，每种条件下放置 1 组维生素 C 片样品；完成不同条件下衰减速度的排序；明确维生素 C 片的最佳储存条件。

●【深度思考】

○湿度、温度、光照对维生素 C 衰减的影响是否存在协同作用，如何通过实验量化其协同效应？

●【泛化能力】

○此抗氧化能力衰减研究方法能否迁移应用于研究其他维生素、抗氧化保健品的储存稳定性？

○如何根据不同条件下的衰减规律，为其他易氧化药品、食品的储存条件设计提供参考？

●【器材要求】

DIS 氧化还原传感器、DIS 数据采集器及附件、DIS 软件、计算机、维生素 C 片、碘液、蒸馏水、烧杯、滴定实验装置、恒温恒湿箱、冰箱、避光密封容器、铁架台、磁力搅拌器、研钵、量筒、洗瓶、废液缸、吸水纸、电子天平等。

4、小苏打 + 醋能产生多大 “气压”？

●【场景故事】

小苏打和白醋混合会产生大量泡沫，常被用于 “火山喷发” 趣味实验，但其反应过程中产生的气体压强尚未精准量化，反应物配比、醋的种类对压强的影响规律也亟待通过实验探究。

●【核心挑战】

○探究要求：利用 DIS 压强传感器，将小苏打和白醋在密闭容器中反应，实时监测压强变化过程；改变小苏打量、醋浓度、醋体积等反应物配比，记录峰值压强和压强上升速率，探究最佳配比并对比不同种类醋的反应效果。

○量化指标：选取不同种类的醋，设置不同反应物配比开展实验，计算各配比下的峰值压强和压强上升速率，确定反应的最佳反应物配比；对比不同种类醋的反应效果，对比其峰值压强和反应速率的差异；绘制压强 - 时间变化曲线。

●【深度思考】

○小苏打与白醋的反应为酸碱中和反应，其反应速率如何影响压强上升速率，二者的定量关系是什么？

○不同种类醋的酸度、成分差异如何影响反应的进行程度，进而改变峰值压强的大小？

●【泛化能力】

○此气体压强实时监测方法能否迁移应用于研究其他酸碱中和、固液反应产生气体的过程？

○如何根据反应物配比与压强的关系，设计出效果更显著的趣味化学实验装置？

●【器材要求】

DIS 压强传感器、DIS 数据采集器及附件、DIS 软件、计算机、密闭反应

容器、小苏打、不同种类醋（白醋、陈醋、米醋）、蒸馏水（调节醋浓度）、药匙、量筒、烧杯、注射器、胶头滴管、电子天平等。

四、生命现象与生物规律探究

1、运动后心跳多久能恢复正常？

●【场景故事】

剧烈运动后人们会心跳加速、大口喘气，需要一段时间才能恢复平静，心率和呼吸频率的恢复过程与身体体能相关，但二者的恢复规律及相关性尚未被精准量化，亟待通过实验探究。

●【核心挑战】

○探究要求：利用 DIS 心率传感器和呼吸率传感器，测量受试者安静状态下、运动后即刻及恢复期内的心率与呼吸频率，绘制心率 / 呼吸率 - 时间曲线，计算心率恢复到安静水平的时间，分析心率和呼吸频率变化的相关性。

○量化指标：选取 ≥ 2 名受试者，每名受试者完成 ≥ 2 次重复测试；记录运动后心率和呼吸频率的恢复过程，计算恢复时间，探究不同受试者的体能差异；分析心率与呼吸频率变化的相关性；绘制心率 / 呼吸率 - 时间恢复曲线，明确恢复过程的变化规律。

●【深度思考】

○运动后心率和呼吸频率的恢复过程分别受哪些生理机制调控，二者的调控机制有何关联？

○受试者的体能水平、运动强度如何影响心率和呼吸频率的恢复速度，如何通过恢复时间量化体能水平？

●【泛化能力】

○此心率和呼吸频率监测方法能否迁移应用于研究不同运动方式、运动强度对身体的影响？

○如何根据心率恢复规律，为运动员制定科学的训练和恢复计划提供参考？

●【器材要求】

DIS 心率传感器、DIS 呼吸率传感器、DIS 数据采集器及附件、DIS 软件、计算机、运动器材（如台阶、跳绳）。

2、噪音大影响学习吗？专注度测试

●【场景故事】

有人喜欢在安静的图书馆学习，有人则习惯在有音乐的咖啡厅学习，不同强度、类型的环境噪音对学习专注度的影响不同，但这种影响尚未被精准量化，亟待通过实验探究最适合学习的环境音量范围。

●【核心挑战】

○探究要求：利用 DIS 声波/声级传感器精确测量不同环境噪音级别（安静、40 分贝白噪音、60 分贝人声嘈杂、70 分贝音乐），让受试者在不同噪音环境下完成标准化注意力测试，记录测试得分和完成时间，绘制噪音强度 - 专注度指数曲线。

○量化指标：设置不同噪音类型 / 强度，选取 ≥ 3 名受试者，每名受试者在每种噪音环境下测试 ≥ 2 次；通过测试得分和完成时间计算专注度指数，完成不同噪音环境下专注度的排序；明确最适合学习的噪音音量范围；绘制噪音强度 - 专注度指数曲线，分析噪音对专注度的影响规律。

●【深度思考】

○不同类型的噪音（白噪音、人声、音乐）对大脑注意力的影响机制有何差异，为何部分人能在轻微噪音下保持更高专注度？

○受试者的年龄、学习习惯、注意力类型如何影响其对环境噪音的耐受度，是否存在个体差异？

●【泛化能力】

○此噪音与专注度的研究方法能否迁移应用于研究办公环境、教室环境的噪音对工作和学习效率的影响？

○如何根据噪音对专注度的影响规律，为图书馆、教室、办公室的环境噪音控制提供科学建议？

●【器材要求】

DIS 声波/声级传感器、DIS 数据采集器及附件、DIS 软件、计算机、音响（播放人声 / 音乐）、注意力测试题库、纸笔。

五、环境与地理科学基础研究

1、夏天穿什么颜色衣服最凉快？

●【场景故事】

夏天人们偏爱穿白色衣服，冬天则多穿黑色衣服，这是因为不同颜色的衣服吸热本领不同，但这种吸热能力的差异尚未被精准量化，其与太阳辐射吸收的规律也亟待通过实验探究。

●【核心挑战】

○探究要求：将相同材质的不同颜色布料覆盖在 DIS 温度传感器探头上，置于相同强度的太阳光或红外灯下照射，实时记录温度变化，绘制升温曲线，记录升温快慢和最终平衡温度，对比不同颜色的吸热本领。

○量化指标：选取不同颜色的相同材质布料/物体，每种布料/物体测试重复 ≥ 3 次，保证光照强度一致；计算不同颜色布料/物体的升温快慢和最终平衡温度，完成吸热本领综合排序；明确颜色与吸热能力的关联规律，探究深色与浅色布料的吸热差异；绘制升温曲线，观察温度变化规律；探究布料吸热能力与太阳辐射的关系，为衣物颜色选择提供量化依据。

●【深度思考】

○不同颜色的物体对太阳辐射的反射、吸收、透射规律是什么，为何黑色物体吸热快、白色物体吸热慢？

○布料的材质、厚度、纹理如何影响其吸热本领，与颜色的影响相比哪个更显著？

●【泛化能力】

○此物体颜色与吸热能力的研究方法能否迁移应用于研究建筑外墙、车辆外壳、太阳能集热器的颜色选择？

○如何根据不同颜色的吸热规律，为不同季节、不同地区的衣物选择提供科学建议？

●【器材要求】

DIS 温度传感器、DIS 数据采集器及附件、DIS 软件、计算机、相同材质不同颜色布料/物块（白、黑、红、蓝、黄等）、太阳光照射台 / 红外灯/白炽灯、铁架台、支架等。

B2 拔尖类

一、热学与热换现象建模

1、查理定律的研究

●【场景故事】

夏天把密封的车载灭火器放在太阳下暴晒，灭火压力值会比冬天高很多，厂家甚至特意在瓶身标注“禁止暴晒，避免压力超标爆炸”——灭火器钢瓶是硬金属做的，内部气体体积完全固定，温度升高后压强为什么会变大呢？

●【核心挑战】

○探究要求：利用 DIS 温度传感器、DIS 压强传感器，在封存有一定量气体的密闭装置中布置传感器，设置不同的温度的水池，将密闭装置放入水池，记录温度和压强的数据，定量分析温度和压强的关系。

○量化指标：设置 3 种不同温度的水池，密闭装置在每种水池中浸没时间 ≥ 3 分钟，同步监测并记录该环境下的温度和压强数据；重复操作，记录 3 组实验数据，绘制压强 - 温度的数据点并进行相关曲线拟合。分析拟合曲线的解析式，量化对于一定量的气体，体积不变时，压强和温度之间的关系。

●【深度思考】

○夏天给汽车轮胎充气，修理师傅总会刻意少充一点，说“跑起来温度升高才不会爆胎”。结合查理定律分析，如果按标准胎压充满气，行驶升温后轮胎压强会怎么变？为什么少充气能避免爆胎？

●【泛化能力】

○医用真空采血管是密封的，出厂时内部压强低于大气压，方便抽血。如果把一批在冬季常温下生产的采血管，运输到热带高温地区使用，不考虑容器形变，结合查理定律推导：采血管内部压强会发生什么变化？这会影响抽血效果吗？该结论还能推广到哪些密封容器的运输场景中？

○热气球升空后，若保持气囊体积不变、内部气体质量不变，随着海拔升高外界温度降低，结合查理定律分析，热气球内部压强会如何变化？这会对热

气球的升降产生什么影响？请你基于这个规律，给出一个保持热气球稳定悬浮的调整思路。

●【器材要求】

DIS 温度传感器、DIS 压强传感器、DIS 数据采集器及附件、DIS 软件、计算机、水池（装有不同温度的水）、密闭装置、铁架台等。

2、物体散热速率与表面积、材质关系建模

●【场景故事】

生活中散热快慢与物体形状、材质密切相关，电脑散热器、暖气片、保温杯均基于散热规律设计，其定量模型是热工设计核心。

●【核心挑战】

○探究要求：用 DIS 温度传感器测量不同表面积、材质物体的降温曲线，建立散热速率模型，分析表面积、材质、环境温度对散热的影响。

○量化指标：设置多组表面积、不同材质，每组重复多次；绘制散热曲线；建立多因素散热数学模型。

●【深度思考】

○牛顿冷却定律的适用条件是什么，强制对流与自然对流有何差异？

○黑体、白体、灰体的辐射散热能力有何定量区别？

●【泛化能力】

○可应用于散热器、保温箱、制冷设备、电子设备热设计。

●【器材要求】

DIS 温度传感器、DIS 数据采集器及附件、DIS 软件、计算机、标准热源、不同材质和面积试件、恒温环境箱等。

二、光声综合现象建模

1、什么颜色光让绿色植物造氧最多？

●【场景故事】

家庭观赏鱼缸中种植的绿色植物能进行光合作用产生氧气，为鱼类提供生存环境，不同颜色的灯光对绿色植物的光合作用影响不同，但哪种光色的造氧效率最高尚未有科学量化结论，亟待通过实验探究。

●【核心挑战】

○探究要求：将等量绿色植物放入密闭容器中，利用 DIS 氧气传感器和二氧化碳传感器，分别在红光、蓝光、绿光、白光照射下，记录容器中氧气和二氧化碳的变化过程，绘制氧气 - 时间和二氧化碳 - 时间曲线，通过曲线斜率对比不同光色的产氧速率。

○量化指标：设置红光、蓝光、绿光、白光 4 种光色，保证各光色光照强度一致；计算不同光色下绿色植物的产氧速率，完成造氧效率综合排序；明确各光色造氧效率的相对差异。

●【深度思考】

○绿色植物的叶绿体中不同光合色素对不同光色的吸收效率有何差异，如何影响光合作用的强度和产氧速率？

○控制各光色光照强度一致的目的是什么？光照强度如何影响绿色植物的光合作用速率？

●【泛化能力】

○此监测方法能否迁移应用于研究水生植物、藻类的光合作用特性？

○如何根据不同光色的产氧规律，为家庭鱼缸、水生植物培养的灯光选择提供科学建议？

●【器材要求】

DIS 氧气传感器、DIS 二氧化碳传感器、DIS 数据采集器及附件、DIS 软

件、计算机、绿色植物、气液相密封实验器、蒸馏水、不同光色光源（红光、蓝光、绿光、白光）、烧杯。

2、测量声音的传播速度

●【场景故事】

夏天打雷的时候，我们总是先看到闪电，过好几秒才听到雷声，你有没有算过：这差出来的几秒，刚好就是声音比光多花的传播时间，那声音一秒钟到底能跑多远呢？今天我们用声波传感器精准测出声速。

●【核心挑战】

○探究要求：利用 DIS 声波传感器搭建声速测量装置，根据声波变化的时间差和传感器之间的间距，分析并测量计算声音的传播速度。

○量化指标：放置两个传感器时设置不同的间距（如 1 米、1.2 米等），多次进行实验，计算声音的传播速度。

●【深度思考】

○如若多次测量的声速结果仍有小幅偏差，除了室温波动，你认为还有哪些因素会对结果有影响？可以怎么调整实验减小这个误差？

○如果用一块吸音棉放在传播路径中间，测得的声速会变化吗？结合声波传播的原理，说说你推测的结果和原因。

●【泛化能力】

○我们已经测出了室温下空气中的声速，结合声波传播的规律推导：如果换成水温恒定的水中重复这个实验，测得的声速会比空气中更大还是更小？这个结论还能推广到哪些其他介质的声速大小判断中？

○运动会上百米赛跑，终点计时员是看见发令枪冒烟开始计时，还是听见枪声开始计时更准确？结合你测得的声速计算，若按听见枪声计时，会给运动员成绩带来多大的误差？生活中还有哪些场景需要考虑声速带来的时间差？

●【器材要求】

DIS 声波传感器、DIS 数据采集器及附件、DIS 软件、计算机、米尺、固定装置。

3、生活中的声多普勒效应

●【场景故事】

你一定有过这样的经历：停在路边听汽车鸣笛，当汽车从远到近朝你开过来时，鸣笛声会变得越来越尖锐；等汽车开过身边远离你之后，鸣笛声又会立刻变得低沉。明明是同一个喇叭发出的声音，为什么听起来音调会变呢？。

●【核心挑战】

○探究要求：利用 DIS 声波传感器，记录声源快速靠近传感器和快速远离传感器的频率曲线，分析声音频率波形与相对运动的变化关系。

○量化指标：使用音频发生设备播放 2000Hz 的单一声波，将音响放置于小车上。小车载着音响在轨道上快速驶向声波传感器，观察声波频率曲线的变化；小车载着音响在轨道上快速驶离声波传感器，观察声波频率曲线的变化。结合相对运动状态和声波频率曲线，分析这一现象的原理。

●【深度思考】

○当声源和观察者以相同的速度同方向运动时，观察者还能听到多普勒效应对应的音调变化吗？结合频率变化的条件说明原因。

●【泛化能力】

○交通测速的雷达就是利用多普勒效应检测车速，如果雷达测速仪固定在路边，朝着驶来的汽车发射电磁波，反射回来的电磁波频率会变高还是变低？结合多普勒效应说明测速的原理。

●【器材要求】

DIS 声波传感器、DIS 数据采集器及附件、DIS 软件、计算机、音乐播放设备、音响、力学轨道、力学小车。

三、基础流体运动规律建模

1、研究流体压强与流速的关系

●【场景故事】

我们开窗通风的时候，一阵大风从过道吹过，家中关闭的房门会自动“砰”的一声关上；秋天开车经过落满树叶的马路，车开过去之后，路边的树叶反而会向路中间飘过来。这些奇怪的现象，其实都和流体压强与流速的关系有关。

●【核心挑战】

○探究要求：利用 DIS 相对压强传感器，搭建流体压强测量系统，制作粗细的刚性管，用风机制造流体运动，测量不同管径内的压强数据，分析流体压强与流速之间的关系。

○量化指标：制作 ≥ 3 种不同不同管径的刚性管，可以改变刚性管的连接顺序，消除误差；测量不同管径内的压强数据，分析流体压强与流速之间的关系。

●【深度思考】

○为什么飞机机翼要设计成上凸下平的形状？如果把机翼反过来安装，飞机还能顺利获得升力吗，结合规律说明原因。

○两艘轮船并排同向行驶时，容易发生相撞事故，结合流体压强规律分析，相撞是内侧压强变大还是变小导致的？和火车进站的安全线原理有什么异同？

●【泛化能力】

○我们使用的喷雾式护发素、喷壶，按压后能让液体雾化喷出，请结合流体压强与流速的关系说明它的工作原理。

○有些农村地区会在屋顶安装简易的风动排气扇，不需要外接电源，仅靠室外刮风就能把室内的浑浊空气排出来，请你结合流体压强规律，说明这种装置的工作原理。

●【器材要求】

DIS 相对压强传感器、DIS 数据采集器及附件、DIS 软件、计算机、刚性管材料、密封材料、风机等。

2、河水、湖水、自来水谁 “自净” 能力最强？

●【场景故事】

河流污染后流经一段距离可自然净化，池塘水却容易浑浊发臭，不同水体的自净能力存在显著差异，其自净过程的动力学规律及影响因素尚未被精准量化，亟待通过实验探究并为水环境治理提供依据。

●【核心挑战】

○探究要求：利用 DIS 溶解氧传感器、电导率传感器、pH 传感器、浊度传感器，建立自净能力测试系统，向不同水体样本中加入等量模拟污染物，在相同光照和曝气条件下放置，监测水质指标变化，分析自净速率及微生物的作用。

○量化指标：选取不同水体样本，计算浊度下降速率、溶解氧恢复速率等自净指标，完成自净能力综合排序。

●【深度思考】

○水体自净的物理（沉降、稀释）、化学（氧化还原、吸附）、生物（微生物降解）过程如何协同作用，各过程的贡献占比如何量化？

●【泛化能力】

○此水体自净模拟方法能否迁移应用于研究污水处理厂尾水、景观水体的净化效果评估？

○如何根据不同水体的自净规律，为河流、湖泊、池塘的水环境治理和水质维护提供科学的量化建议？

●【器材要求】

DIS 溶解氧传感器、DIS 电导率传感器、DIS pH 传感器、DIS 浊度传感器、DIS 数据采集器及附件、DIS 软件、计算机、不同水体样本（河水、湖水、池塘水、自来水、纯净水）、模拟污染物（稀释蓝墨水、淀粉溶液、氨氮标准液）。

四、化学反应过程建模分析

1、茶叶泡几次还有营养？抗氧化能力对比

●【场景故事】

茶叶泡几次后就会失去味道，其抗氧化能力也随之下降，但不同茶叶的抗氧化能力、耐泡性差异显著，头道茶和二道茶的营养价值也存在争议，亟待通过实验精准量化并探究其规律。

●【核心挑战】

○探究要求：利用 DIS 氧化还原电势传感器建立抗氧化能力测定方法，精确控制冲泡参数（茶叶用量、水量、水温），收集不同茶叶的多泡茶汤，测量各泡茶汤的抗氧化能力，分析发酵程度、冲泡次数、水温对其的影响，探究茶汤颜色与抗氧化能力的相关性。

○量化指标：选取不同发酵程度的茶叶，控制单一变量完成冲泡实验，探究各茶叶的初始抗氧化能力，明确发酵程度与抗氧化能力的关联规律；探究各茶叶不同冲泡次数的抗氧化能力保留率，确定有效冲泡次数，分析茶汤颜色与抗氧化能力的相关性；完成不同水温的对比测试，探究水温对抗氧化物质浸出的影响。

●【深度思考】

○茶叶中不同抗氧化物质（茶多酚、儿茶素、黄酮类）的浸出规律有何差异，如何影响不同泡茶汤的抗氧化能力？

○茶叶发酵过程中的化学成分转化如何改变其抗氧化能力，发酵程度与抗氧化能力的关系是什么？

●【泛化能力】

○此茶叶抗氧化能力测定和冲泡规律研究方法能否迁移应用于研究花茶、草药茶的浸出和抗氧化性能？

○如何根据不同茶叶的耐泡性和抗氧化能力，为茶叶的冲泡方法和品饮选择提供科学建议？

●【器材要求】

DIS 氧化还原（ORP）传感器、DIS 色度传感器、DIS 数据采集器及附件、DIS 软件、计算机、滴定实验装置、铁架台、洗瓶、废液缸、吸水纸、磁力搅拌器、不同种类茶叶（绿茶、红茶、乌龙茶、普洱茶、白茶）、恒温水壶、电子秤、量筒、泡茶杯、滤网等。

2、金属铁的吸氧腐蚀

●【场景故事】

大家洗完铁锅后，妈妈是不是总叮嘱你“一定要把锅擦干，不然会生锈”？有没有好奇过——为啥擦干就不生锈，沾了水放一夜，锅底就长出褐红色的锈斑呢？

其实铁锅生锈不是铁和水随便反应这么简单：咱们用的铁锅是铁碳合金，残留的水膜是接近中性的，溶解了空气里的氧气后，刚好就形成了原电池，铁会悄悄发生吸氧腐蚀，慢慢就被“咬”出了锈。今天我们就通过实验，拆解这个天天发生在你家厨房里的化学反应。

●【核心挑战】

○探究要求：利用 DIS 氧气传感器建立金属腐蚀观测系统，以暖宝宝为材料，将其浸泡在反应装置中，监测氧气变化，分析金属铁在腐蚀过程中氧气的作用，探究金属腐蚀的必备条件。

○量化指标：选取暖宝宝内芯作为样品，放入反应装置中，测定金属铁发生腐蚀时氧气含量的变化，分析确定氧气对于金属腐蚀的作用。

●【深度思考】

○生活中常用刷油漆、镀锌的方法防止铁制品生锈，从吸氧腐蚀的原理来看，这两种方法分别是阻断了哪些反应条件？

○网购的铁粉食品干燥剂拆开后，放一段时间会慢慢发热结块，结合暖宝宝发热的原理分析，这是不是也是铁发生吸氧腐蚀导致的？为什么干燥剂不会像暖宝宝一样持续保持高温呢？

●【泛化能力】

○我们已经明确中性潮湿环境中铁会发生吸氧腐蚀，据此推导：为什么中性土壤中的钢铁输水管比酸性土壤中的输水管更容易发生吸氧腐蚀？这个结论可以推广到哪些其他铁制品的腐蚀防护场景？

○已知金属锌比铁更活泼，当铁制品表面镀锌用于防腐蚀时，若镀层出现

微小破损，铁还会发生吸氧腐蚀吗？结合原电池原理推导这个结论，并说出你还能举出哪些利用该原理的生活防腐实例？

●【器材要求】

DIS 氧气传感器、DIS 数据采集器及附件、DIS 软件、计算机、暖宝宝、烧杯、药匙、玻璃棒、注射器、橡胶塞、反应装置、氯化钠、蒸馏水。

3、什么洗衣液去污最快、最干净？

●【场景故事】

洗衣液广告常宣传“快速去污”“冷水速溶”，但去污速度、不同温度下的去污效果缺乏科学量化，不同品牌洗衣液对不同污渍的去污特长也未被系统探究，亟待通过实验给出科学答案。

●【核心挑战】

○探究要求：利用 DIS 色度传感器建立去污测试系统，制备标准污布，探究不同品牌洗衣液在不同浓度、温度、浸泡时间、是否预涂条件下的去污规律，绘制去污曲线，对比不同品牌对不同污渍的去污效果。

○量化指标：选取不同品牌洗衣液，制备标准污布，开展不同温度、不同浓度的全组合测试；绘制去污曲线，完成各洗衣液去污能力综合排序；明确不同品牌洗衣液对不同污渍的去污特长，探究去污效果差异和各洗衣液的最佳使用浓度和温度。

●【深度思考】

○表面活性剂的临界胶束浓度（CMC）如何影响洗衣液的去污效果，不同温度下 CMC 的变化规律是什么？

○酶制剂的温度活性曲线如何解释洗衣液的温度效应，冷水洗衣液的酶制剂有何特殊特性？

●【泛化能力】

○此去污动力学研究方法能否迁移应用于研究洗衣粉、洗洁精、衣领净等其他清洁产品的性能？

○如何根据不同洗衣液的去污特性，为不同污渍、不同洗涤条件（冷水 / 热水、手洗 / 机洗）选择合适的洗衣液提供科学建议？

●【器材要求】

DIS 色度传感器、DIS 数据采集器及附件、DIS 软件、计算机、标准污布

（咖啡、酱油、墨水、油污污染）、不同品牌洗衣液、电子秤、恒温水浴锅、搅拌器、量筒、烧杯。

五、生命与环境科学建模研究

1、探究 pH 对酶活性的影响

●【场景故事】

现在多数洗衣粉、洗衣液里都添加了碱性蛋白酶，这种酶能分解衣物汗渍、血渍里的蛋白质，从而把难洗的蛋白污渍清理干净。它只有在偏碱性环境里才能保持活性，要是碰到酸性环境，比如洗脏衣服时有人听信偏方，往水里加了大量白醋搓洗，酸性环境就会破坏碱性蛋白酶的空间结构，让它永久失活，哪怕泡再久，蛋白污渍也没法被分解，最后污渍没洗干净，反而白白浪费了洗衣液里的有效成分。。

●【核心挑战】

○探究要求：利用 DIS 相对压强传感器建立研究模型，在酶的催化反应体系中加入不同的酸性碱性物质，制造不同的 pH 环境，测量 pH 对酶活性的影响，分析并探究在不同酸碱性的环境下对酶活性的作用。

○量化指标：选取常见的酸性溶液和碱性溶液（如 1mol/L HCl 和 1mol/L NaOH 等），设置三组实验，其中一组为对照组（不加入酸性物质和碱性物质）；观察记录 pH 对酶活性的影响及作用；

●【深度思考】

○使用传感器实时采集不同 pH 下的氧气生成速率，得到的酶促反应速率曲线并非完全平滑，你认为除了实验操作误差，还有什么原因会导致曲线出现微小波动？可以怎么调整实验来验证你的猜想？

○实验只设置了强酸、中性、强碱三个梯度，如果要精准测定某种酶的最适 pH，结合现有器材，你会怎么优化实验设计？

●【泛化能力】

○此酶活性测定方法能否迁移应用于研究其他食品、饮品对消化酶（胃蛋白酶、胰淀粉酶）活性的影响？

○根据 pH 对酶的影响规律，如何为日常饮食的饮品搭配、进食习惯提供科

学建议？

●【器材要求】

DIS 相对压强传感器、DIS 数据采集器及附件、DIS 软件、反应瓶（酶的特性实验器）、计算机、新鲜肝脏匀浆（或过氧化氢酶溶液）、过氧化氢溶液、 1mol/L HCl、 1mol/L NaOH、一次性滴管、废液缸、洗瓶等。

2、草地、水泥、水哪个干得最慢？

●【场景故事】

雨后水泥地干得快，草地湿得久，水体一直有水，不同下垫面的蒸发速率存在天然差异，其与下垫面性质的关联规律尚未被精准量化，亟待通过实验探究并为城市保湿、农业灌溉提供建议。

●【核心挑战】

○**探究要求：**利用 DIS 湿度传感器和电子天平，制作蒸发测量装置，模拟不同下垫面（土壤、沙子、水泥块、水面、叶片表面）的蒸发过程，在相同温湿度、风速条件下，记录质量随时间的变化曲线，分析蒸发速率与下垫面性质的关系。

○**量化指标：**选取不同类型的下垫面，保证实验环境温湿度、风速一致；计算各下垫面的蒸发速率，完成蒸发快慢综合排序；分析下垫面颜色、粗糙度、孔隙度与蒸发速率的相关性；探究风速对蒸发速率的影响，为城市保湿、农业灌溉提供量化依据。

●【深度思考】

○不同下垫面的蒸发过程存在哪些差异（水面蒸发、土壤蒸发、植物蒸腾），其蒸发的动力学机制是什么？

○下垫面的孔隙度如何影响水分的持水能力和蒸发速率，二者的定量关系是什么？

●【泛化能力】

○此蒸发速率测量方法能否迁移应用于研究城市下垫面对区域小气候的影响？

○如何根据不同下垫面的蒸发规律，为城市绿地规划、农业节水灌溉提供科学建议？

●【器材要求】

DIS 湿度传感器、DIS 电子天平、DIS 风速传感器、DIS 数据采集器及附件、DIS 软件、计算机、蒸发装置、不同下垫面样品（土壤、沙子、水泥块、叶片、水）等。