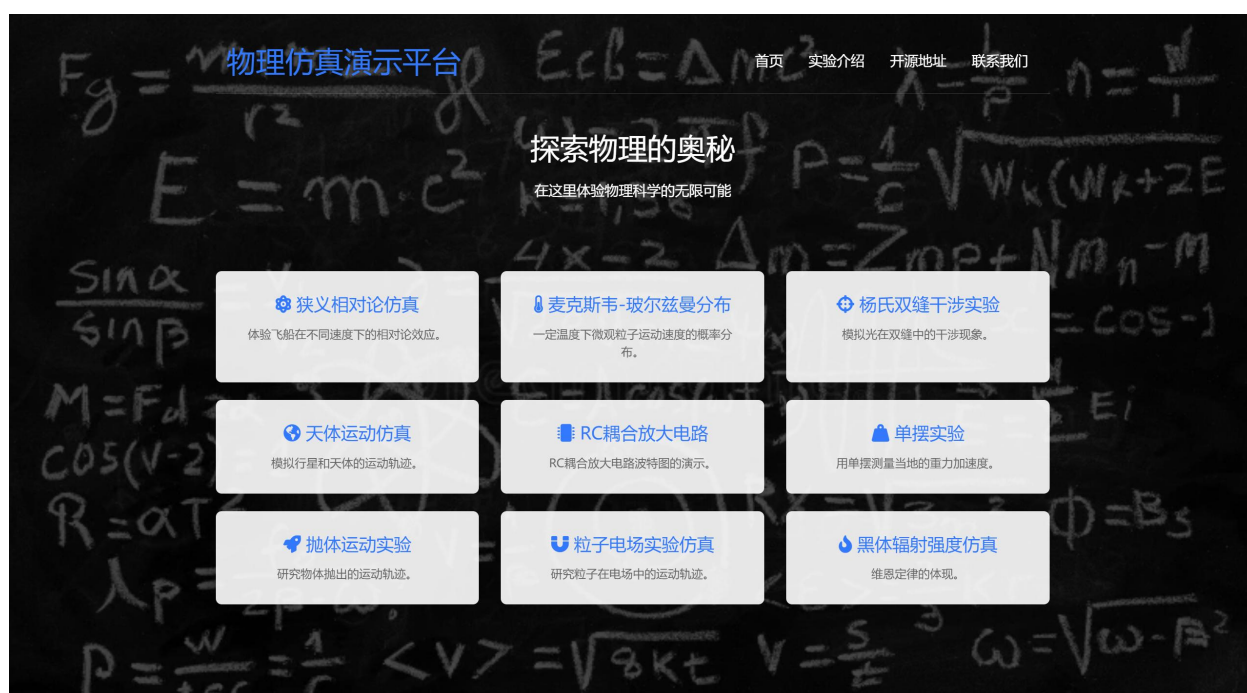


# 2024 年山东省大学生物理实验 竞赛软件视频类（物理教学资源开发） 研究报告

题目：基于 HTML5 的物理仿真演示平台



# 基于 HTML 的物理仿真演示平台

摘要 .....	3
关键词 .....	3
一、选题的意义和目标定位 .....	3
二、物理原理 .....	4
2.1 狭义相对论 .....	4
2.2 气体分子运动模拟 .....	5
2.3 杨氏双缝干涉实验 .....	6
2.5 多级 RC 耦合放大电路 .....	9
2.6 单摆实验 .....	10
2.7 抛体运动 .....	11
2.8 粒子在电场中的运动 .....	11
2.9 黑体辐射 .....	12
三、仿真程序的流程图和涉及的实现技术 .....	13
四、仿真程序的使用方法 .....	14
4.1 狭义相对论仿真演示 .....	14
4.2 气体分子运动仿真演示 .....	16
4.3 杨氏双缝干涉实验仿真演示 .....	18
4.4 天体运动仿真仿真演示 .....	19
4.5 多级 RC 耦合放大电路仿真演示 .....	20
4.6 单摆实验仿真演示 .....	22
4.7 抛体运动仿真演示 .....	23
4.8 粒子在电场中的运动仿真演示 .....	25
4.9 黑体辐射仿真演示 .....	26
五、结果的物理含义及合理性、有效性、可拓展性 .....	28
六、作品的局限性及改进思路 .....	28
七、仿真程序运行所需的电脑配置要求 .....	29
八、结论及展望未来 .....	29
九、致谢 .....	30
十、参考文献 .....	31

# 基于 HTML 的物理仿真演示平台

**摘要：**基于 HTML 的物理仿真演示平台通过使用 HTML5、CSS 和 JavaScript 技术，提供多种物理实验的交互式仿真，包括狭义相对论、麦克斯韦-玻尔兹曼分布、杨氏双缝干涉、天体运动、RC 耦合放大电路、单摆实验、抛体运动、粒子电场实验和黑体辐射等。该平台旨在通过互动操作和实时可视化，提高用户对物理概念的理解。每个实验模块都包含控制界面和绘图区域，允许用户调整参数并观察结果，从而提供丰富的教育和自学资源。我们开通了在线网页（<https://physics.w1ndys.top>），多平台支持，基于浏览器的在线版本也可以大大提升软件的可访问性，让用户无需下载安装，即可通过互联网进行实验操作和数据分析，能满足更多用户的需求。

**关键词：**HTML5 麦克斯韦-玻尔兹曼分布 杨氏双缝干涉 粒子电场运动 RC 耦合放大电路

## 一、选题的意义和目标定位

在当前物理实验教学中，许多实验操作和理论均较为经典且易操作。然而，教学过程受限于数学环境、仪器成本及实验难度等因素，教学模式较为单一，缺乏创新。许多物理教师在教学中，传统的物理教学通常依赖于理论讲解和静态图示，学生在理解抽象概念时可能会遇到困难。

物理仿真演示平台旨在利用现代 Web 技术，提供交互式、直观的物理实验仿真环境，帮助学生更好地理解复杂的物理概念。通过引入互动仿真，能够将抽象的物理概念和现象以可视化的方式呈现出来，帮助学生更直观地理解和掌握复杂的物理原理。这种直观性不仅有助于知识的传递，还能使学生更容易建立起理论和实际应用之间的联系。

本组作品模拟的程序是：1. 狭义相对论：时间延缓和长度收缩效应的仿真演示。2. 分子热运动：麦克斯韦-玻尔兹曼分布仿真。3. 杨氏双缝干涉：光的波动性和干涉现象的仿真。4. 天体运动：万有引力和行星轨迹的仿真。5. RC 耦合放大电路：频率响应和增益的仿真。6. 单摆运动：周期性运动和重力加速度的仿真。7. 抛体运动：物体在重力作用下的轨迹仿真。8. 粒子电场运动：电场中粒子的轨迹仿真。9. 黑体辐射：普朗克辐射定律的仿真。内容面向任何正在学习力、热、光、电的学生与和教学的老师，为他们提供个准确、可视化、操作便捷、硬件需求低的模拟仿真，以供学习和教学。

我们使用的 HTML5 是超文本标记语言的最新版本，广泛应用于构建和展示 Web 内容。其引入的新元素和属性提供了丰富的语义结构和强大的功能，使开发者能够创建更为动态和互动的网页和应用程序。

与 JavaScript 的无缝集成使得平台具有强大的交互性和可编程性，学生可以通过交互界面进行实验操作和参数调整，增强学习的主动性和参与感。基于 HTML5 的开发还可以利用许多强大的开源库和框架，如 Matter.js 和 ECharts 等，我们利用这个制作了小球的抛体运动以及粒子在电场中的运动。ECharts 是一个

用于数据可视化的强大库，能够创建各种复杂的图表和交互效果，为物理实验数据的展示和分析提供有力支持。

该项目利用 HTML5 制作物理仿真教学演示平台具有诸多优势。首先，HTML5 具有跨平台兼容性，支持各种操作系统和设备，包括 PC、智能手机和平板电脑，方便学生随时随地进行学习。其次，HTML5 的<canvas>元素提供了强大的绘图能力，能够动态展示复杂的物理现象，如粒子的运动轨迹和光的干涉，为学生提供了更生动的学习体验。HTML5 还支持本地存储和离线应用功能，使仿真平台在无网络连接的情况下依然可用，确保了学习过程的连续性。这样不仅能提供丰富直观的学习内容，还能确保平台的灵活性、可扩展性和高效性，为学生和教师提供一个功能强大且易用的教学工具。

## 二、物理原理

### 2.1 狭义相对论

#### 2.1.1 时间延缓效应

时间延缓是狭义相对论中的一个基本现象。当一个物体以高速运动时，其运动的时间在静止观察者看来将变得更慢。这个效应可以用以下公式描述：

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}} \quad (1)$$

其中， $t$  是静止观察者测量的时间， $t_0$  是运动物体自身测量的时间（即固有时间）， $v$  是物体的速度， $c$  是光速。这个公式表明，当物体的速度接近光速时，时间延缓效应将变得非常显著。

#### 2.1.2 长度收缩效应

长度收缩是另一个狭义相对论的基本现象。当一个物体以高速运动时，其沿运动方向的长度在静止观察者看来将变得更短。这个效应可以用以下公式描述：

$$L = L_0 \sqrt{1 - v^2 / c^2} \quad (2)$$

其中， $L$  是静止观察者测量的长度， $L_0$  是物体在自身参考系中测量的长度（即固有长度）， $v$  是物体的速度， $c$  是光速。这个公式表明，当物体的速度接近光速时，长度收缩效应将变得非常显著。

## 2.2 气体分子运动模拟

### 2.2.1 气体分子的运动行为（弹性碰撞）

气体分子通过相互碰撞和与容器壁的碰撞不断改变方向和速度。这种运动行为符合经典物理中的动理论模型，其宏观表现即为气体的压力、体积和温度等性质的变化。

程序中，粒子的碰撞处理基于以下步骤：

1. 碰撞检测公式要检测两个粒子是否发生碰撞，可以计算它们之间的距离  $d$  并与它们的半径之和  $r_1+r_2$  比较。如果  $d \leq r_1+r_2$ ，则发生碰撞。

$$d = \sqrt{(x_1-x_2)^2 + (y_1-y_2)^2} \quad (3)$$

其中  $(x_1, y_1)$  和  $(x_2, y_2)$  是两个粒子的坐标，是两个粒子之间的距离。

#### 2. 弹性碰撞速度交换公式

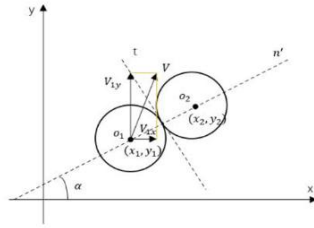


图1 二维分子碰撞示意图

在弹性碰撞中，假设两个粒子的速度分别为  $\mathbf{v}_1$  和  $\mathbf{v}_2$ ，碰撞后的速度分别为  $\mathbf{v}'_1$  和  $\mathbf{v}'_2$ 。碰撞后的速度可以通过以下公式计算：

$$\mathbf{v}'_1 = \mathbf{v}_1 - \frac{2m_2}{m_1+m_2} \left( (\mathbf{v}_1 - \mathbf{v}_2) \cdot \frac{\mathbf{r}}{|\mathbf{r}|} \right) \frac{\mathbf{r}}{|\mathbf{r}|} \quad (4)$$

$$\mathbf{v}'_2 = \mathbf{v}_2 - \frac{2m_1}{m_1+m_2} \left( (\mathbf{v}_2 - \mathbf{v}_1) \cdot \frac{\mathbf{r}}{|\mathbf{r}|} \right) \frac{\mathbf{r}}{|\mathbf{r}|} \quad (5)$$

其中  $\mathbf{v}_1$  和  $\mathbf{v}_2$  是碰撞前两个粒子的速度向量。  $\mathbf{v}'_1$  和  $\mathbf{v}'_2$  是碰撞后两个粒子的速度向量。  $m_1$  和  $m_2$  是两个粒子的质量。  $\mathbf{r} = \mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_2$  是两个粒子之间的相对位置向量。

简化的弹性碰撞公式（适用于质量相等的情况）

如果两个粒子的质量相等（即 $m_1 = m_2$ ），弹性碰撞后的速度可以简化为：

$$\mathbf{v}'_1 = \mathbf{v}_2 \quad \mathbf{v}'_2 = \mathbf{v}_1 \quad (6)$$

这意味着在弹性碰撞中，两个粒子的速度向量将会交换。

### 3. 速度旋转公式

在程序中，还需要将速度分量旋转到碰撞方向，再旋转回原来的方向。用于旋转速度分量的公式如下：

$$\mathbf{v}'_x = \mathbf{v}_x \cos\theta + \mathbf{v}_y \sin\theta \quad (7)$$

$$\mathbf{v}'_y = \mathbf{v}_y \cos\theta - \mathbf{v}_x \sin\theta \quad (8)$$

其中， $\mathbf{v}_x$ 和 $\mathbf{v}_y$ 是原始速度分量， $\theta$ 是旋转角度（碰撞方向的角度）， $\mathbf{v}'_x$ 和 $\mathbf{v}'_y$ 是旋转后的速度分量。

#### 2.2.2 麦克斯韦-玻尔兹曼分布

麦克斯韦-玻尔兹曼分布定律描述了在一定温度下，气体分子速度的分布情况。根据该定律，气体分子的速度分布呈现为一个概率分布函数，具体公式为：

$$f(v) = 4\pi \left( \frac{m}{2\pi kT} \right)^{3/2} v^2 e^{-\frac{mv^2}{2kT}} \quad (9)$$

其中， $f(v)$ 是速度为 $v$ 的分子数密度函数， $m$ 是气体分子的质量， $k$ 是玻尔兹曼常数， $T$ 是绝对温度。

该公式表明，在给定温度下，大多数分子的速度集中在某个值附近，少数分子的速度会非常高或非常低，形成一个钟形曲线。

#### 2.2.3 温度与气体分子运动的关系

气体的温度与分子的平均动能成正比关系，温度越高，气体分子的平均速度越大。通过增加系统的温度，分子的动能增大，从而加剧分子之间的碰撞频率和强度。这一现象在模拟中通过调整温度参数来观察分子运动速度和分布的变化。

### 2.3 杨氏双缝干涉实验

杨氏双缝干涉实验展示了光的波动性和干涉现象。相干光源通过两个狭缝后

形成两束相干光波，这些光波在屏幕上叠加形成干涉条纹。根据波的相位差，可以形成明条纹和暗条纹。

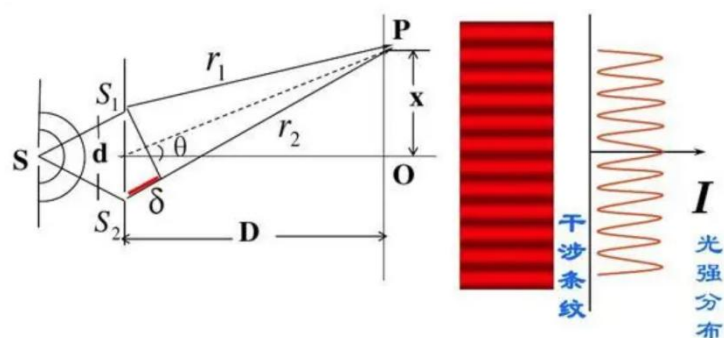


图2 杨氏双缝干涉实验示意图

### 2.3.1 干涉条件

条纹间距和位置可以通过以下公式计算：

条纹间距：

$$\Delta y = \frac{\lambda D}{d} \quad (10)$$

其中， $\Delta y$ 是相邻条纹之间的距离， $\lambda$ 是入射光的波长， $D$ 是狭缝到屏幕的距离， $d$ 是双缝之间的距离。

相位差：

$$\delta = \frac{d \cdot x}{D} \quad (11)$$

其中 $x$ 是屏幕上某一点的横向位置。

### 2.3.2 强度公式

光的强度分布是由两束相干光波的相对相位差引起的。干涉条纹的强度可以通过以下公式描述：

$$I = I_0 \cos^2 \left( \frac{\pi d \sin \theta}{\lambda} \right) \quad (12)$$

其中， $I$ 是屏幕上某点的光强度， $I_0$ 是入射光的强度， $d$ 是双缝间距， $\theta$ 是该点

相对于双缝中心的角度， $\lambda$ 是光的波长。

在实际计算中，通常使用以下形式来计算屏幕上某位置的光强度：

$$I = I_0 \cos^2 \left( \frac{\pi dx}{\lambda} \right) \quad (13)$$

其中 $x$ 是屏幕上某点的横向距离。

## 2.4 天体运动仿真

### 2.4.1 万有引力定律

天体运动的模拟基于牛顿的万有引力定律，该定律描述了两个物体之间的引力。公式为：

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (14)$$

其中， $F$ 是引力大小， $G$ 是引力常数， $m_1$ 和 $m_2$ 是两个物体的质量， $r$ 是两个物体质心之间的距离。

### 2.4.2 向心力与轨道运动

在轨道运动中，引力提供了向心力，使得天体沿圆轨道或椭圆轨道运动。向心力公式为：

$$F_c = \frac{mv^2}{r} \quad (15)$$

其中， $F_c$ 是向心力， $m$ 是运动物体的质量， $v$ 是运动物体的速度， $r$ 是轨道半径。

为了维持稳定轨道，引力 $F$ 必须等于向心力 $F_c$ ：

$$G \frac{Mm}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \quad (16)$$

简化得到轨道速度公式：

$$v = \sqrt{G \frac{M}{r}} \quad (17)$$

### 2.4.3 更新加速度

根据引力计算加速度 $a$ ，加速度由引力除以轨道天体质量 $m$ 得到：

$$a_x = \frac{F_x}{m}, \quad a_y = \frac{F_y}{m} \quad (18)$$



#### 2.4.4 更新加速度

使用欧拉方法，更新速度和位置：

$$\begin{aligned}v_x &= v_x + a_x \Delta t, & v_y &= v_y + a_y \Delta t \\x &= x + v_x \Delta t, & y &= y + v_y \Delta t\end{aligned}\tag{19-22}$$

### 2.5 多级 RC 耦合放大电路

#### 2.5.1 放大电路基本原理

RC 耦合放大电路通过晶体管的放大特性和 RC 耦合网络实现信号放大。每一级电路由电阻、电容和晶体管组成，输入信号通过电容耦合到下一级，实现逐级放大。

#### 2.5.2 RC 耦合

RC 耦合网络由电阻 (R) 和电容 (C) 组成，起到隔直通交的作用。电容器阻止直流信号的传递，避免级间直流电位的影响，但允许交流信号通过。电阻器用于稳定工作点和设定输入阻抗。

#### 2.5.3 多级放大

多级放大电路通过多个单级放大器串联实现更高的增益。每一级的输出作为下一级的输入，信号逐级放大。总增益是各级增益的乘积，总频率响应是各级频率响应的叠加。

#### 2.5.4 频率响应

频率响应描述电路在不同频率下的增益特性，通常通过波特图（Bode Plot）表示，包括增益图和相位图。

1. 低频响应：由耦合电容和输入电阻决定，电容越大，低频响应越好。
2. 高频响应：由晶体管的特性和分布电容决定，频率越高，增益下降越明显。

#### 2.5.5. 增益与频率响应公式

1. 单级放大器增益：对于一个单级 RC 耦合放大器，增益 $A_v$ 通常由下式表示：

$$A_v = \frac{-h_{fe}R_C}{R_B + \frac{1}{h_{fe}g_m} + Z_{in}}\tag{23}$$

其中， $h_{fe}$ 是晶体管的电流增益， $R_C$ 是集电极电阻， $R_B$ 是基极电阻， $g_m$ 是晶体管的跨导， $Z_{in}$ 是输入阻抗。

3. 频率响应：频率响应由低频截止频率 $f_L$ 和低频截止频率 $f_H$ 决定。低频截止频率由耦合电容 C 和电阻 R 决定：

$$f_L = \frac{1}{2\pi RC} \quad (24)$$

高频截止频率主要由晶体管的特性和分布电容决定。

## 2.5.6 多级放大电路的总增益和频率响应

多级放大电路的总增益 $A_{v_{total}}$ 是各级增益的乘积：

$$A_{v_{total}} = A_{v1} \times A_{v2} \times A_{v3} \quad (25)$$

总频率响应是各级频率响应的叠加，低频和高频截止频率分别由各级中的最低和最高截止频率决定。

## 2.6 单摆实验

### 2.6.1 摆动周期

单摆由一质量为  $m$  的小球（摆锤）和一长度为  $L$  的细绳组成，固定在一个支点上。当摆锤被拉至一定初始角度并释放时，单摆会以周期性运动来回摆动。对于小角度摆动（通常不超过  $5^\circ$ ），单摆的运动可以近似为简谐运动，其周期  $T$  由以下公式给出：

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad (26)$$

其中， $T$  是单摆的周期， $L$  是摆长， $g$  是重力加速度。

### 2.6.2 运动方程

单摆的运动方程基于牛顿第二定律，可以表示为：

$$\theta'' + \frac{g}{L} \sin\theta = 0 \quad (27)$$

对于小角度摆动， $\sin\theta \approx \theta$ ，简化为：

$$\theta'' + \frac{g}{L}\theta = 0 \quad (28)$$

这是一个简谐运动方程，其解为：

$$\theta(t) = \theta_0 \cos\left(\sqrt{\frac{g}{L}}t + \phi\right) \quad (29)$$

其中， $\theta_0$ 是初始角度， $\phi$ 是初相位。

## 2.7 抛体运动

抛体运动是指物体以一定的初速度和角度抛出后，在重力作用下的运动。物体的轨迹为抛物线，可以通过以下公式进行描述：

### 2.7.1 水平运动

$$x(t) = v_0 \cos\theta \cdot t \quad (30)$$

其中， $x(t)$ 是水平位移。 $v_0$ 是初速度， $\theta$ 是抛射角度， $t$ 是时间。

### 2.7.2 垂直运动

$$y(t) = v_0 \sin\theta \cdot t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (31)$$

其中， $y(t)$ 是垂直位移， $g$ 是重力加速度。

通过这两个公式，可以计算物体在任意时间点的位移，从而绘制出弹道轨迹。

## 2.8 粒子在电场中的运动

本实验模拟带电粒子在均匀电场中的运动，通过设置粒子的电荷、质量、电场强度、初速度和电场方向，观察粒子的运动轨迹。实验主要展示了电场力对带电粒子运动的影响，以及如何通过改变各个参数来观察不同的运动模式。

### 2.8.1 电场力

电场对带电粒子施加的力称为电场力，公式为：

$$F = qE \quad (32)$$

其中 $F$ 是电场力， $q$ 是粒子的电荷量， $E$ 是电场强度。

### 2.8.2 加速度

根据牛顿第二定律：

$$F = ma \quad (33)$$

结合电场力公式，可以得出粒子的加速度：

$$a = \frac{qE}{m} \quad (34)$$

其中 $a$ 是粒子的加速度， $m$ 是粒子的质量。

### 2.8.3 运动方程

带电粒子的运动可以分解为水平方向和垂直方向的独立运动：

1. 水平方向：粒子以初速度 $v_0$ 匀速运动。

$$x(t) = v_0 t \quad (35)$$

2. 垂直方向：粒子在电场力作用下做匀加速运动。

$$y(t) = \frac{1}{2} \left( \frac{qE}{m} \right) t^2 \quad (36)$$

## 2.9 黑体辐射

黑体辐射是指理想化黑体在不同频率下的辐射强度，完全由黑体的温度决定。根据普朗克定律，黑体在特定温度下的辐射光谱可以用公式描述。通过调整温度，可以观察不同温度下的辐射光谱，了解黑体辐射的特性。

### 2.9.1 普朗克定律

普朗克定律描述了黑体辐射的频谱分布，公式如下：

$$B(\lambda, T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1} \quad (37)$$

其中， $B(\lambda, T)$ 是波长为 $\lambda$ 时的辐射强度， $h$ 是普朗克常数， $c$ 是光速， $k$ 是玻尔兹曼常数， $T$ 是黑体的绝对温度，单位为开尔文 (K)。

### 2.9.2 维恩位移定律

维恩位移定律表明黑体辐射的峰值波长与温度成反比关系：

$$\lambda_{\max} = \frac{b}{T} \quad (38)$$

其中， $\lambda_{\max}$ 是辐射强度的峰值波长， $b$ 是维恩位移常数， $T$ 是黑体的绝对温度。

三、仿真程序的流程图和涉及的实现技术

流程图：

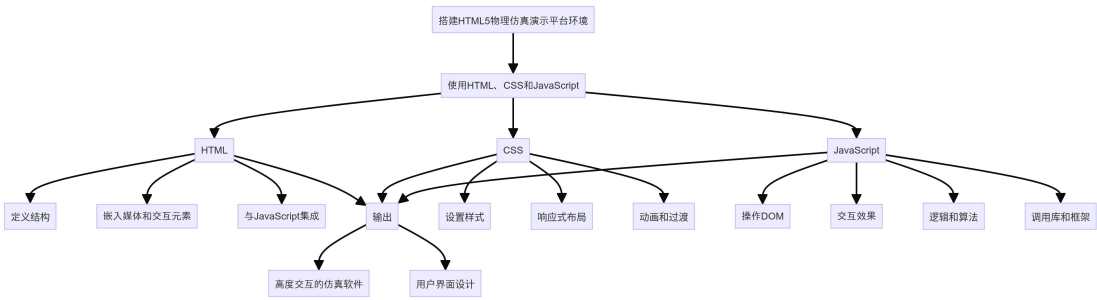


图 3 仿真程序的流程图

实现技术：本项目通过搭建 HTML5 仿真软件环境，利用 HTML、CSS 和 JavaScript 进行开发,并结合前端框架(如 Bootstrap.js、Matter.js、jQuery.js 和 Popper.js)和辅助库，输出高度交互的仿真软件 and 用户界面设计，同时使用 JavaScript 库（如 eCharts.js、Chart.js 和 Plotly.js）实现图表和数据的可视化，从而创建一个功能强大且用户友好的软件应用。

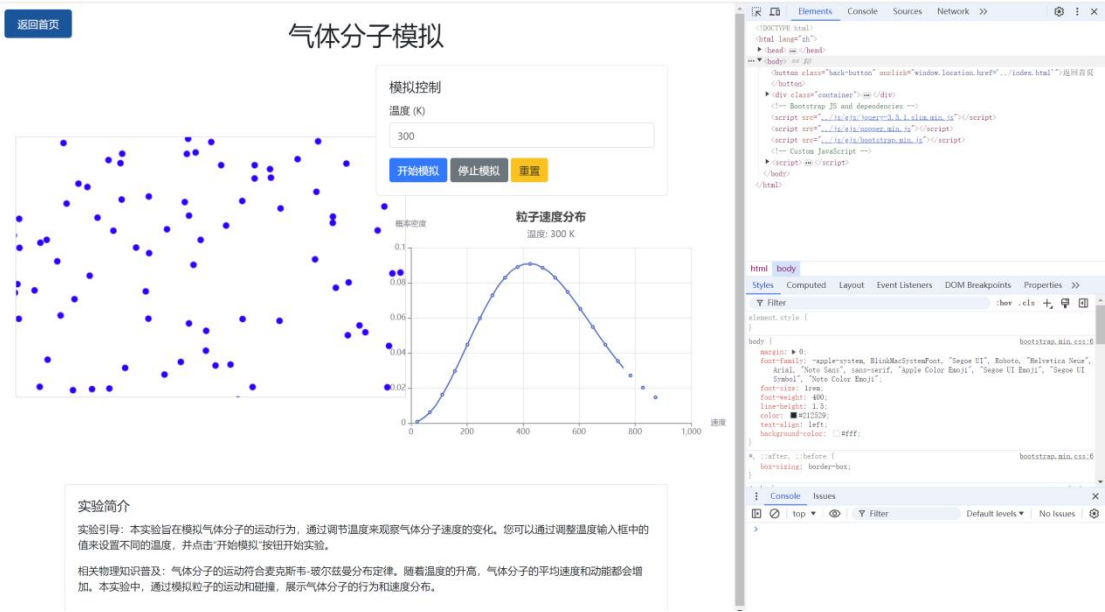


图 4 仿真程序显示界面

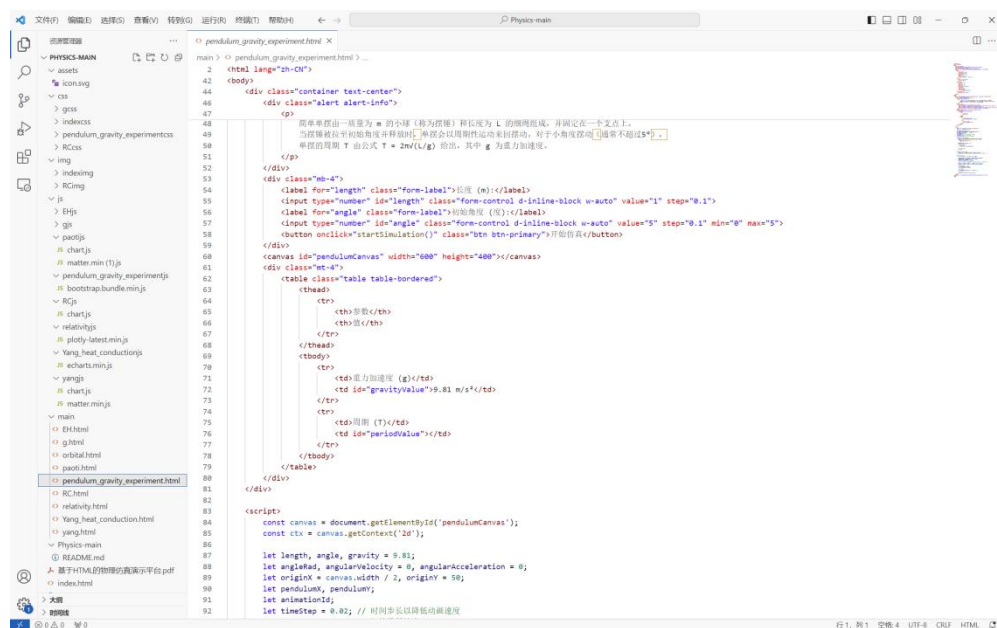


图 5 仿真程序设计界面以及源码

## 四、仿真程序的使用方法

### 4.1 狭义相对论仿真演示

#### 1. 打开实验页面

确保浏览器能够正常加载实验页面。实验页面的主要结构包含三个模块：实验引导、参数调整和结果展示。

#### 2. 熟悉实验引导模块

在页面的顶部，有实验引导模块，该模块简要介绍了狭义相对论的基本原理以及本实验的目的。阅读该部分内容以了解基础知识。

#### 3. 调整实验参数

在参数调整模块中，可以调整实验参数：

1. **速度 (相对于光速的百分比):** 通过输入框设置速度值，范围是 0%到 99%。  
这个值表示物体相对于光速的速度百分比。
2. **观察时间 (秒):** 通过输入框设置观察时间值，单位为秒。

参数设置完成后，点击“开始实验”按钮以运行实验。

返回首页

### 相对论动态仿真实验

#### 实验引导

本实验旨在演示狭义相对论的基本原理。您可以调整参数并观察结果如何变化。

相关物理知识普及：狭义相对论是爱因斯坦于1905年提出的，它描述了高速运动物体的行为。在高速运动下，时间会变慢，长度会缩短，这些效应称为时间延缓和长度收缩。

#### 参数调整

速度 (相对于光速的百分比):  %

观察时间 (秒):  秒

开始实验

图6 狭义相对论仿真参数设置模块示意图

#### 4. 运行实验并查看结果

点击“开始实验”按钮后，实验将基于输入的参数进行计算和动画展示。

##### 结果展示模块

- 实验结果：显示计算结果，包括速度（相对于光速的百分比和实际值）、观察时间、相对论效应因子（ $\gamma$ ）和静止参考系中的时间。
- 时间延缓效应图表：使用 Plotly.js 绘制的图表展示静止参考系和移动参考系中的时间关系。
- 飞船动画：展示一个以设定速度运动的飞船动画，展示长度收缩现象。

#### 5. 观察结果

- 实验结果：通过实验结果了解相对论效应的具体数值变化。
- 时间延缓效应图表：观察静止参考系和移动参考系中的时间延缓效应。
- 飞船动画：观察运动中物体的长度收缩效应。

#### 6. 反复实验

反复调整速度和观察时间参数，并点击“开始实验”按钮进行多次实验，观察不同参数下的结果变化。

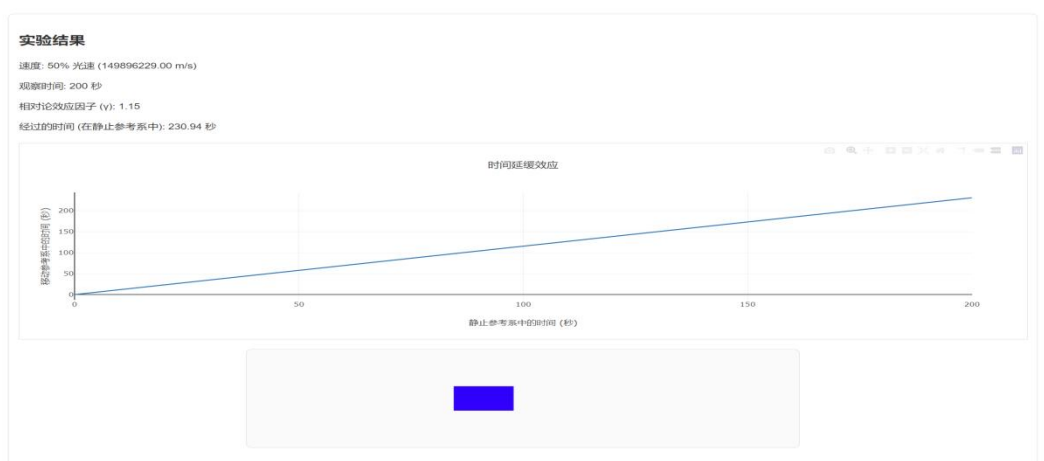


图 7 狭义相对论仿真结果模块示意图

## 7. 返回首页

点击页面左上角的“返回首页”按钮可返回主页面。

## 4.2 气体分子运动仿真演示

### 1. 打开实验页面

确保浏览器能够正常加载实验页面。实验页面主要结构包含三个部分：控制面板、模拟区域和图表展示。

### 2. 熟悉实验引导模块

在页面的底部，有实验引导模块，该模块简要介绍了气体分子运动的基本原理以及本实验的目的。阅读该部分内容以了解基础知识。

### 3. 调温度 (K)：通过输入框设置温度值。

可以调整实验参数：温度 (K)（通过输入框设置温度值）。

设置好温度参数后，可以点击“开始模拟”按钮以运行实验。

### 4. 运行实验并查看结果



[返回首页](#)

## 气体分子模拟

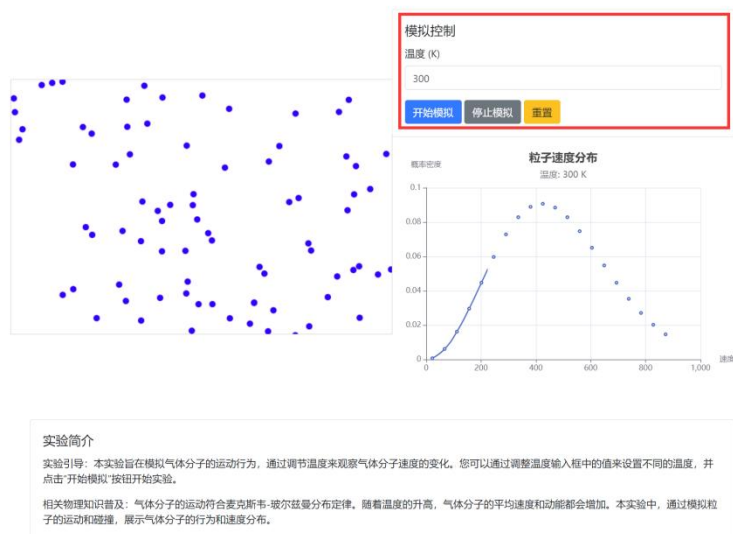


图 8 气体分子运动仿真示意图

点击“开始模拟”按钮后, 实验将基于输入的温度参数进行模拟和图表展示。

### 控制面板

- 温度输入框: 输入温度值。
- 开始模拟按钮: 开始气体分子运动模拟。
- 停止模拟按钮: 停止当前模拟。
- 重置按钮: 重置实验, 清除当前模拟数据。

### 模拟区域

- 模拟画布 (Canvas): 显示气体分子的运动情况, 粒子在画布中随机运动和碰撞。

### 图表展示区域

- 速度分布图表: 展示气体分子在当前温度下的速度分布情况, 符合麦克斯韦-玻尔兹曼分布定律。

## 5. 观察结果

- 模拟画布: 观察气体分子在不同温度下的运动和碰撞情况。
- 速度分布图表: 查看不同温度下气体分子的速度分布变化。

## 6. 返回首页

点击页面左上角的“返回首页”按钮可返回主页面。

### 4.3 杨氏双缝干涉实验仿真演示

#### 1. 打开实验页面

确保浏览器能够正常加载实验页面。实验页面主要由三个部分组成：控制面板、模拟区域和实验简介。

#### 2. 熟悉实验简介与操作指南

在页面的右侧，有实验简介与操作指南模块，该模块简要介绍了杨氏双缝干涉实验的基本原理以及本实验的目的。阅读该部分内容以了解基础知识。

#### 3. 调整实验参数

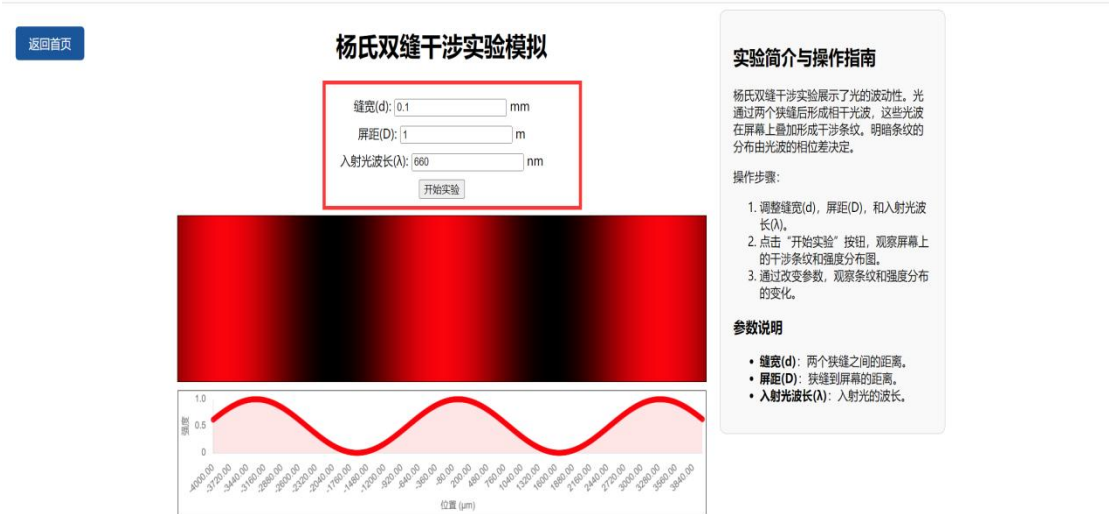


图9 杨氏双缝干涉实验仿真示意图

在控制面板部分，可以调整实验参数：

- 缝宽 (d)：通过输入框设置两个狭缝之间的距离，单位为毫米。
- 屏距 (D)：通过输入框设置狭缝到屏幕的距离，单位为米。
- 入射光波长 (λ)：通过输入框设置入射光的波长，单位为纳米。

参数设置完成后，点击“开始实验”按钮以运行实验。

#### 4. 运行实验并查看结果

点击“开始实验”按钮后，实验将基于输入的参数进行计算和展示。

模拟区域

- 干涉条纹图：显示干涉条纹的分布情况，干涉条纹图由光通过双缝后在屏幕上形成的明暗条纹组成。
- 强度分布图：展示干涉条纹的强度分布，显示光强随位置的变化情况。

## 5. 观察结果

- 干涉条纹图：观察不同参数下干涉条纹的分布变化。
- 强度分布图：查看不同参数下干涉条纹的强度分布变化。

## 6. 返回首页

点击页面左上角的“返回首页”按钮可返回主页面。

## 4. 4 天体运动仿真仿真演示

### 1. 打开实验页面

确保浏览器能够正常加载实验页面。实验页面主要由控制面板、模拟区域和信息展示区域组成。

### 2. 熟悉实验简介与操作指南

在控制面板右侧和页面底部，会有一些关于实验的基础介绍和操作指南。阅读该部分内容以了解基础知识和操作步骤。

### 3. 调整实验参数

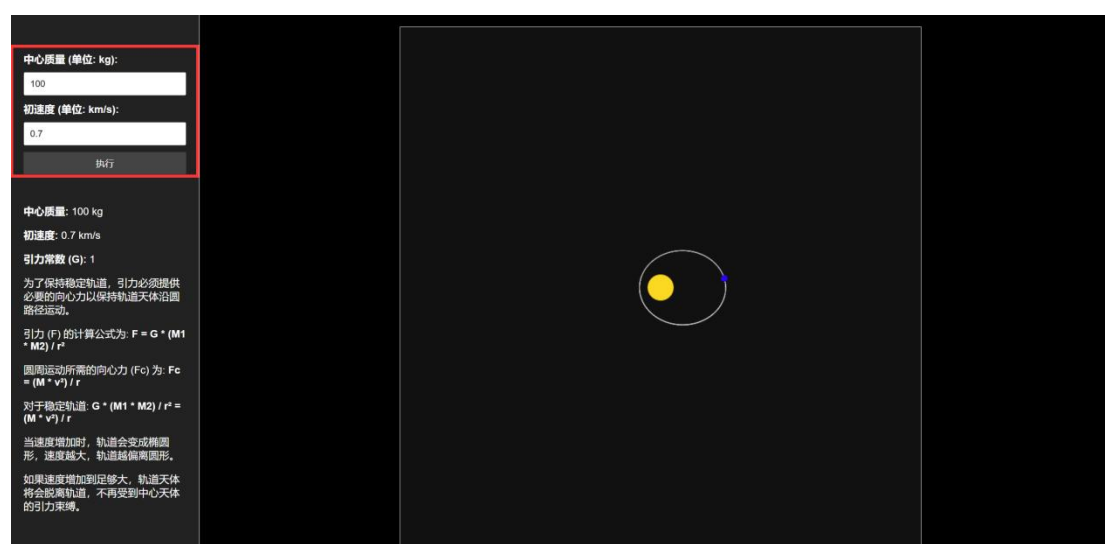


图 10 天体运动仿真仿真示意图

在控制面板部分，可以调整实验参数：

- 中心质量 (单位: kg): 通过输入框设置中心天体的质量, 默认值为 100 kg。
- 初速度 (单位: km/s): 通过输入框设置轨道天体的初速度, 默认值为 0.7 km/s。

参数设置完成后, 点击“执行”按钮以运行实验。

#### 4. 运行实验并查看结果

点击“执行”按钮后, 实验将基于输入的参数进行计算和模拟展示。

控制面板

- 中心质量输入框: 输入中心天体的质量。
- 初速度输入框: 输入轨道天体的初速度。
- 执行按钮: 点击开始模拟实验。
- 信息展示区域: 显示当前的实验参数和一些物理公式和解释。

模拟区域

- 模拟画布 (Canvas): 显示轨道天体围绕中心天体的运动情况。轨道天体在画布中按设置的初速度和中心质量的引力作用下运动。

#### 5. 观察结果

- 模拟画布: 观察不同参数下轨道天体的轨道变化。
- 信息展示区域: 查看当前的实验参数和相关的物理公式和解释。

#### 6. 返回首页

点击页面左上角的“返回首页”按钮可返回主页面。

### 4.5 多级 RC 耦合放大电路仿真演示

#### 1. 打开实验页面

确保浏览器能够正常加载实验页面。实验页面的主要结构包含实验介绍、设置控制面板、电路图和波特图展示。

#### 2. 熟悉实验介绍

在页面左侧的实验介绍部分, 有关于多级 RC 耦合放大电路的基本信息。阅读该部分内容以了解基础知识, 包括第一级、第二级和第三级的详细介绍。

### 3. 调整实验参数

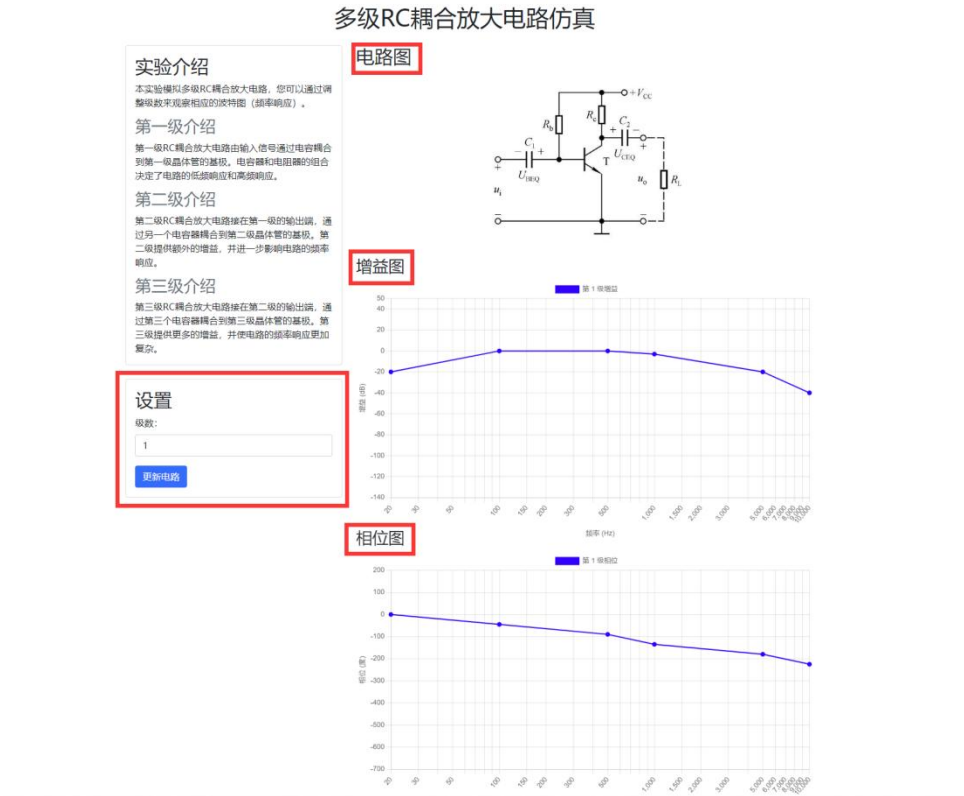


图 11 多级 RC 耦合放大电路仿真示意图

在设置控制面板中，可以调整实验参数：

级数：通过输入框设置 RC 耦合放大电路的级数，范围为 1 到 3。

设置好参数后，点击“更新电路”按钮以运行实验。

### 4. 运行实验并查看结果

点击“更新电路”按钮后，实验将基于输入的级数参数进行计算和展示。

#### 控制面板

- 级数输入框：输入 RC 耦合放大电路的级数。
- 更新电路按钮：点击开始模拟实验并更新电路图和波特图。

#### 实验结果展示

- 电路图：根据设置的级数显示相应的 RC 耦合放大电路图。
- 增益图：展示电路的增益随频率变化的情况。
- 相位图：展示电路的相位随频率变化的情况。

5. 观察结果

- 电路图：观察不同级数下 RC 耦合放大电路的电路图变化。
- 增益图：查看不同级数下电路的增益随频率的变化情况。
- 相位图：查看不同级数下电路的相位随频率的变化情况。

6. 返回首页

点击页面左上角的“返回首页”按钮可返回主页面。

4.6 单摆实验仿真演示

1. 打开实验页面

确保浏览器能够正常加载实验页面。实验页面主要由实验介绍、控制面板、仿真画布和参数展示组成。

2. 熟悉实验介绍

在页面的顶部，会有一个关于单摆实验的基本介绍。阅读该部分内容以了解单摆的基本原理和实验目的。该介绍部分详细说明了单摆的周期公式以及相关的物理参数。

4. 调整实验参数



图 12 单摆实验仿真示意图

在控制面板中，可以调整实验参数：

1. 长度 (m)：通过输入框设置摆长，单位为米。

2. 初始角度 (度): 通过输入框设置摆锤的初始角度, 单位为度, 范围是 0 到 5 度。

设置好参数后, 点击“开始仿真”按钮以运行实验。

#### 4. 运行实验并查看结果

点击“开始仿真”按钮后, 实验将基于输入的参数进行计算和动画展示。

##### 控制面板

- 长度输入框: 输入单摆的长度。
- 初始角度输入框: 输入单摆的初始角度。
- 开始仿真按钮: 点击开始模拟单摆运动。

##### 实验结果展示

- 仿真画布 (Canvas): 显示单摆的运动情况。摆锤在画布中按设置的初始角度和长度进行摆动。
- 参数展示表: 展示单摆的重力加速度和计算出的周期值。

#### 5. 观察结果

- 仿真画布: 观察不同参数下单摆的摆动情况。
- 参数展示表: 查看单摆的重力加速度和周期值。

#### 6. 返回首页

点击页面左上角的“返回首页”按钮可返回主页面。

### 4.7 抛体运动仿真演示

#### 1. 打开实验页面

确保浏览器能够正常加载实验页面。实验页面主要由实验简介、参数控制、仿真画布和结果展示组成。

#### 2. 熟悉实验简介与操作指南

在页面左侧的实验简介部分, 会看到关于抛体运动的基本信息和操作步骤。阅读该部分内容以了解抛体运动的基本原理和实验目的。

### 3. 调整实验参数

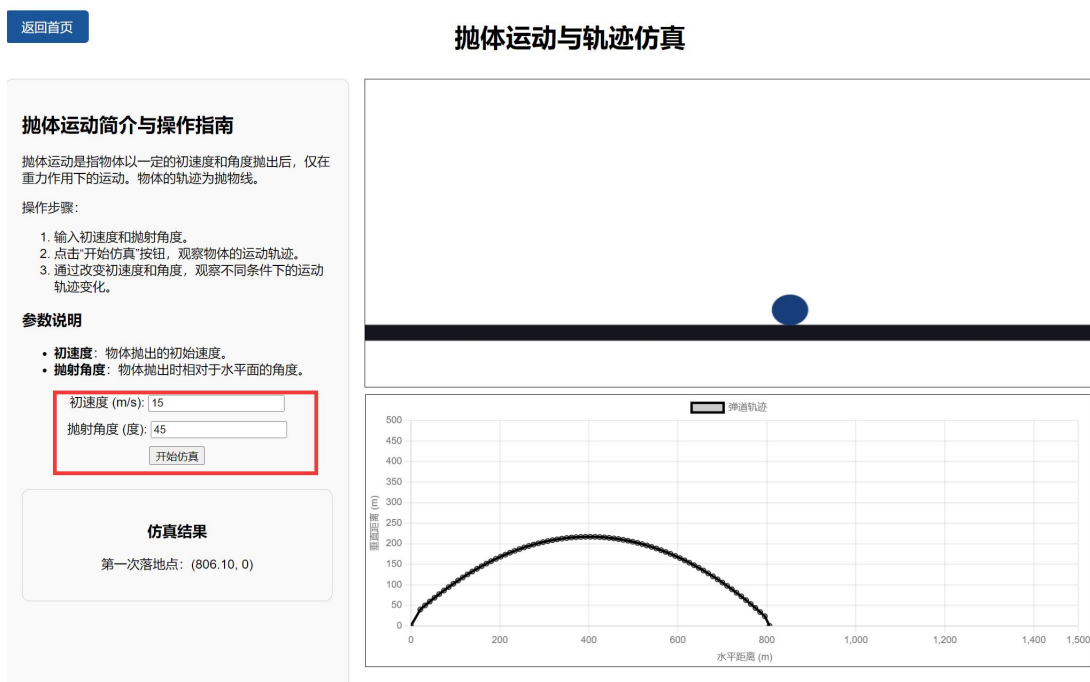


图 13 抛体运动仿真示意图

在控制面板中，可以调整实验参数：

- 1.初速度 (m/s)：通过输入框设置物体的初始速度，单位为米每秒。
- 2.抛射角度 (度)：通过输入框设置物体抛出时相对于水平面的角度，单位为度。

设置好参数后，点击“开始仿真”按钮以运行实验。

### 4. 运行实验并查看结果

点击“开始仿真”按钮后，实验将基于输入的参数进行计算和动画展示。

#### 控制面板

- 初速度输入框：输入抛体的初始速度。
- 抛射角度输入框：输入抛体的抛射角度。
- 开始仿真按钮：点击开始模拟抛体运动。

#### 实验结果展示

- 仿真画布 (Canvas)：显示抛体的运动情况。物体在画布中按设置的初始速度和角度进行抛射运动。



- 轨迹图表 (Chart): 展示抛体的运动轨迹，显示物体随时间变化的运动轨迹。
- 仿真结果: 显示抛体第一次落地点的坐标。

## 5. 观察结果

- 仿真画布: 观察不同参数下抛体的运动情况。
- 轨迹图表: 查看不同参数下抛体的运动轨迹变化。
- 仿真结果: 查看物体第一次落地点的坐标。

## 6. 返回首页

点击页面左上角的“返回首页”按钮可返回主页面。

## 4.8 粒子在电场中的运动仿真演示

### 1. 打开实验页面

确保浏览器能够正常加载实验页面。实验页面主要由实验设置、实验简介、仿真画布和返回按钮组成。

### 2. 熟悉实验简介与操作指南

在页面左侧的实验简介部分，会有关于粒子电场实验的基本信息和操作步骤。阅读该部分内容以了解带电粒子在电场中的运动原理和实验目的。

### 3. 调整实验参数



图 14 粒子在电场中的运动仿真示意图

在实验设置面板中，可以调整实验参数：

1. 电荷 (C)：通过输入框设置粒子的电荷量，单位为库仑。
2. 质量 (kg)：通过输入框设置粒子的质量，单位为千克。
3. 电场强度 (N/C)：通过输入框设置电场的强度，单位为牛顿每库仑。
4. 电场方向：通过下拉菜单选择电场方向（向上或向下）。
5. 初速度 (m/s)：通过输入框设置粒子的初速度，单位为米每秒。

设置好参数后，点击“开始仿真”按钮以运行实验。

#### 4. 运行实验并查看结果

点击“开始仿真”按钮后，实验将基于输入的参数进行计算和动画展示。

#### 实验设置面板

- 电荷输入框：输入粒子的电荷量。
- 质量输入框：输入粒子的质量。
- 电场强度输入框：输入电场的强度。
- 电场方向选择：选择电场方向。
- 初速度输入框：输入粒子的初速度。
- 开始仿真按钮：点击开始模拟粒子的运动。

#### 实验结果展示

- 仿真画布 (Canvas)：显示粒子的运动轨迹。粒子在画布中按设置的初速度和电场强度、方向进行运动。

#### 5. 观察结果

- 仿真画布：观察不同参数下粒子的运动情况。
- 轨迹图表：查看粒子的运动轨迹变化。

#### 6. 返回首页

点击页面左上角的“返回首页”按钮可返回主页面。

### 4.9 黑体辐射仿真演示

#### 1. 打开实验页面

确保浏览器能够正常加载实验页面。实验页面由控制面板、图表展示区域、实验简介和返回按钮组成。

2. 熟悉实验简介

在页面下方的实验简介部分，会看到关于黑体辐射的基本信息和操作指南。阅读该部分内容以了解黑体辐射的基本原理和实验目的。

3.调整实验参数

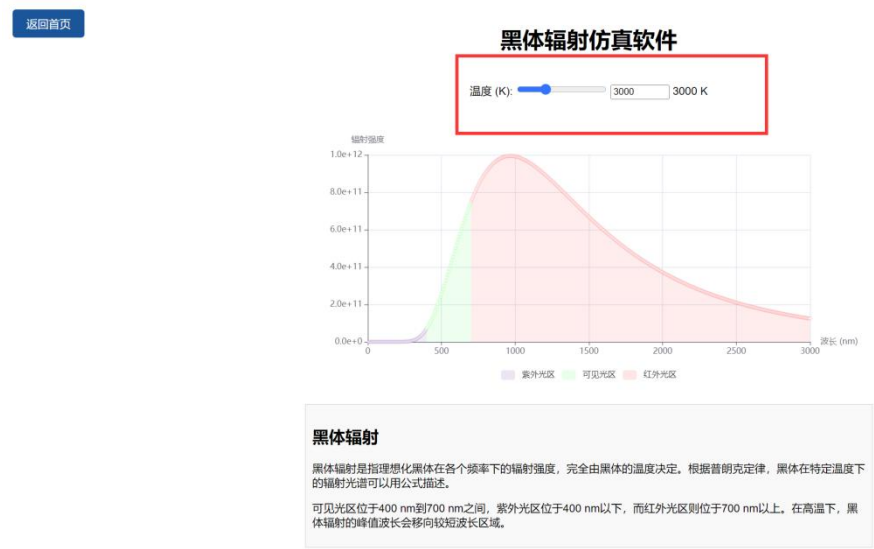


图 15 黑体辐射仿真示意图

在控制面板中，可以调整实验参数：

**温度 (K)：**通过滑动条或输入框设置黑体的温度，单位为开尔文。温度范围为 100K 到 10000K，步进值为 100K。

设置好参数后，页面会自动更新图表以反映新的温度设置。

4. 运行实验并查看结果

调整温度参数后，实验将基于输入的温度进行计算和图表展示。

控制面板

- 温度滑动条：通过滑动条调整黑体的温度。
- 温度输入框：通过输入框输入黑体的温度。
- 温度显示：显示当前设置的温度值。

实验结果展示

- 辐射强度图表 (Chart): 显示不同波长下的辐射强度分布曲线。图表中不同颜色区域表示不同波段（紫外光区、可见光区和红外光区）。

## 5. 观察结果

- 辐射强度图表: 观察不同温度下黑体辐射的强度分布曲线。注意温度升高时，辐射强度峰值会向短波长移动。

## 6. 返回首页

点击页面左上角的“返回首页”按钮可返回主页面。

# 五、结果的物理含义及合理性、有效性、可拓展性

## 1.物理含义

这些实验涵盖了物理学的多个领域，展示了从相对论到经典力学、从电磁学到热力学的各种现象。例如，相对论动态仿真实验展示了狭义相对论中时间延缓和长度收缩的现象；麦克斯韦-玻尔兹曼分布模拟演示了气体分子运动和温度的关系；杨氏双缝干涉实验展示了光的波动性；天体仿真模拟了天体运动；多级RC耦合放大电路仿真展示了电路的频率响应；单摆实验验证了单摆周期公式；抛体运动仿真演示了物体的抛物线运动；粒子电场实验仿真展示了带电粒子在电场中的运动；黑体辐射仿真展示了黑体辐射的强度分布。

## 2.合理性与有效性

这些实验模型基于已验证的物理定律和理论，结果合理且具有科学依据。通过这些实验，用户可以验证相关理论，应用于教学和研究，有效帮助理解相关物理概念。

## 3.可拓展性

这些实验具有较大的可拓展性。可以通过增加更多可调参数、改进可视化效果和增加多维数据分析功能来提升实验的丰富性和用户体验。此外，还可以扩展实验范围，涵盖更多物理领域，提供更全面的实验仿真平台。

# 六、作品的局限性及改进思路

## 1. 局限性:

尽管这些实验仿真软件功能强大，但仍存在一些局限性。例如，部分实验参数范围有限，可能无法覆盖所有实际情况；界面交互功能较为简单，用户体验有待提升。

## 2. 改进思路

为了提升仿真软件的效果和用户体验，可以考虑以下改进思路：增强交互功能，优化用户界面，增加实时交互功能；考虑更多实际影响因素，构建更为复杂和贴近实际的仿真模型；扩展教学功能，提供详细的理论背景介绍、例题解析和实验报告自动生成功能；优化代码，使其适应多种设备和平台，提升仿真的普适性和用户覆盖面。

## 七、仿真程序运行所需的电脑配置要求

1. 操作系统：Windows 7 及以上，macOS 10.14 及以上，Linux (Ubuntu 18.04 及以上)，Android 均适用。
2. 浏览器：新版本的 Edge、Chrome、Firefox 等各种现代浏览器均可。
3. 测试环境：cpu：AMD Ryzen 7-5800H。
4. 连接网络（若使用在线地址打开）。

## 八、结论及展望未来

### 结论：

物理仿真演示平台通过集成相对论动态仿真、气体分子运动分布模拟、杨氏双缝干涉实验、天体仿真、多级 RC 耦合放大电路仿真、单摆实验、抛体运动仿真、粒子电场实验仿真和黑体辐射仿真等九个实验模块，提供了一个强大的教学和研究工具。每个实验模块均基于已验证的物理定律和理论，结果合理且具有科学依据。该软件不仅适用于教学用途，帮助学生理解和验证相关物理概念，还能用于科研，支持科学家进行更复杂的仿真研究。

该平台的有效性体现在其对各种物理现象的准确模拟和高效计算上，并且通过现代化的用户界面和实时交互功能，极大提升了用户体验。基本和推荐的硬件配置要求确保了大多数现代计算设备均能流畅运行该软件，进一步增强了其普适性。

我们开通了在线网页（<https://physics.w1ndys.top/>），多平台支持也已经实现。这不仅包括常见的桌面操作系统如 Windows 和 MacOS，还应覆盖移动设备如平板电脑和智能手机。基于浏览器的在线版本也可以大大提升软件的可访问性，让用户无需下载安装，即可通过互联网进行实验操作和数据分析。这种便捷的使用方式将极大拓宽软件的应用场景，满足更多用户的需求。

展望未来：

未来，综合实验仿真软件可以在计算精度和性能上取得重大突破。随着计算技术的不断发展，尤其是云计算和 GPU 加速技术的普及，仿真软件可以利用这些高效的计算资源来处理更大规模和更复杂的仿真任务。通过优化现有算法，开发新的数值计算方法，仿真计算的精度和速度将显著提升。这不仅能够使用户在更短的时间内获得更高精度的仿真结果，还可以支持更复杂的物理现象的模拟，为科学研究提供更强大的工具和支持。

用户交互体验的增强是未来发展的另一个重要方向。当前的用户界面和交互方式虽然已经比较先进，但仍有很大的提升空间。引入更直观和人性化的交互设计，如语音控制、虚拟现实（VR）和增强现实（AR）技术，将使用户能够以更自然和沉浸的方式进行实验操作和数据分析。这不仅会极大提升用户的使用体验，还会使物理仿真更具趣味性和互动性，特别是对于教育领域的应用，有助于吸引学

扩展实验类型和领域是未来发展的另一个重要方向。目前的软件主要涵盖了一些基础物理实验，如相对论动态仿真、气体分子模拟、天体仿真等。未来可以增加更多实验类型，涵盖更广泛的物理领域，如热力学、电磁学、量子力学等。这不仅能为用户提供更加全面和深入的实验工具，还能满足不同研究方向和教学需求，进一步提升软件的实用性和科学价值。

建设开放的平台和社区支持是未来发展的重要方向之一。通过建立开放的开发平台，允许用户和开发者共同参与实验模块的开发和改进，不仅可以加快软件的更新和优化，还能促进知识的共享和传播。社区支持可以为用户提供交流和协作的平台，促进用户之间的经验分享和问题解决。这种开放和协作的模式将极大提升软件的可持续发展能力，吸引更多优秀的开发者和用户参与其中。

最后，增加教学辅助功能将极大提升仿真软件在教育领域的应用价值。通过提供详细的理论背景介绍、例题解析和实验报告自动生成功能，教师可以更好地进行教学，学生也可以更深入地理解和掌握实验内容。这不仅能提升教学效果，还能培养学生的科学思维和实验能力，为未来的科学研究奠定坚实的基础。

## 九、致谢

在本次竞赛即将结束之际，我谨向学校的各位指导老师表示最诚挚的感谢。你们的亲切关怀和悉心指导，对我们来说意义深远。老师们严肃的科学态度、严谨的治学精神以及精益求精的工作作风，深深地感染和激励着我们。在项目的每个阶段，无论是理论指导还是实践操作，老师们都给予了宝贵的意见和无私的帮助，这为我们的作品顺利完成奠定了坚实的基础。

同时，我还要感谢一起参赛的每一位队友。正是因为大家的日复一日的坚持和努力，我们的竞赛作品才能得以呈现给大家。在这个过程中，每位队友都充分

发挥了自己的专业特长，积极参与到项目的各个环节，从需求分析到代码开发，再到测试优化，大家都表现出了极高的团队合作精神和责任感。你们的努力和奉献让这个项目不仅成为一个成功的技术作品，也成为我们团队合作的美好见证。

谢谢你们！

## 十、参考文献

- [1] 基瑞. HTML5 Canvas 核心技术[M]. 机械工业出版社:201302. 806.
- [2] 金景文化. HTML+CSS+JavaScript 网页设计实用教程[M]. 人民邮电出版社:201502. 368.
- [3] 高晓宇, 吴春祥, 任利敬. 高职院校 JavaScript 课程教学改革探索[J]. 电脑知识与技术, 2023, 19(31):148-150. DOI:10.14004/j.cnki.ckt.2023.1624.
- [4] 董宁. Bootstrap 基础教程[M]. 人民邮电出版社:201802. 268.
- [5] 胡祥青, 付淑英, 黄新华, 等. 大学物理[M]. 北京师范大学出版社:202211. 352.