

# 高中学段

## 1.实验：测定电池的电动势和内阻

### 要点提示

来源：人民教育出版社高中《物理》选修 3-1 第二章第十节《实验：测定电池的电动势和内阻》

### 教学建议

1.本节内容是在闭合电路的欧姆定律的基础上的实验操作，因此用复习洛复习回顾的方式导入更有效。

2.本节课教材中提供了三种实验方法，但是原理大致相同，教学中可以就第一种伏安法进行详细分析，其余的可以让学生课后进行思考。要让学生理清电动势和内阻测量的思维线索。

3.本节课教学的目的不只是教给学生一种测量电动势的方法，重要的是通过实验更好的理解电动势的概念。

4.教材先站在一段同学的认知水平上，用求多次测量，多次计算得到的电动势、内阻的平均值的方法来减小误差。然后详细介绍了图像的方法。教学中要让学生理解图像的方法的优点。要结合前面学习中学生已经知道  $U-I$  图像的物理意义，从图像得到电池电动势和内阻的值。

### 有关资料

1.利用图线进行数据处理是物理实验中常见的一种方法。最好是利用直线来解决，如力

$$g = \frac{4n^2t}{t^2}$$

学中“用单摆测重力加速度”的实验就可以利用  $T^2-l$  图线来求

### 典例展示

### 导入参考

情景：问题情境

内容：上课堂我们学习了闭合电路的欧姆定律，那么此定律文字怎么述？公式怎么写？

这位同学记得很牢很准，他指出：闭合电路中的电流跟电源的电动势成正比，跟内、外电路的电阻之和成反比，这就是闭合电路的欧姆定律。公式为： $I = E/(r+R)$

那么新问题又来了：现在有一个干电池，要想测出其电动势和内电阻，你需要什么仪器，采用什么样的电路图，原理是什么？

今天我们来学习《实验：测定电池的电动势和内阻》。

### 问题探究

1.我们今天学习了闭合电路的欧姆定律，那么此定律文字怎么述？公式怎么写？

2.现在有一个干电池，要想测出其电动势和内电阻，你需要什么仪器？采用什么样的电

路图，原理是什么？

3.选用电路图时，电流表 Q 可以接在外面也可接在里面，那么我们在做实验时是否两个都可以，还是哪一个更好？为什么？

4.大家现在已经获得了实验相关数据，关于对这些数据的处理大家有什么好的方法呢？

5.将图线延长，与横纵轴的交点各代表什么情况？

6.实验中的误差属于系统误差，请同学们进一步讨论，得到的数值是偏大还是偏小？

## 实验：测定电池的电动势和内阻 教案

### 一、教学目标

#### 【知识与技能】

- 1.理解测定电源的电动势和内阻的基本原理，体验测定电源的电动势和内阻的探究过程。
- 2.尝试分析电源电动势和内阻的测量误差，了解测量中减小误差的方法。

#### 【过程与方法】

通过设计电路和选择仪器，开阔思路，激发兴趣。养成规范操作实验并能科学、合理地处理数据的习惯。

#### 【情感态度与价值观】

理解和掌握运用实验手段处理物理问题的基本程序和技能，具备严谨求实的态度，培养观察能力、思维能力和操作能力，提高对物理学习的动机和兴趣。

### 二、教学重难点

#### 【重点】

掌握实验原理和方法、学会处理实验数据。

#### 【难点】

用图像法处理实验数据以及实验误差的分析。

### 三、教学过程

#### 环节一：导入新课

以问题回顾上堂课的内容：我们学习了闭合电路的欧姆定律，那么此定律文字怎么述？公式怎么写？

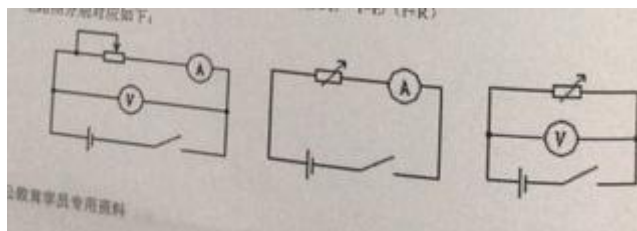
生答：闭合电路中的电源跟电源的电动势成正比，跟内，外电路的电阻之和成反比，这就是闭合电路的欧姆定律。公式为： $I=E/(r+R)$

提问：现在有一个干电池，要想测出其电动势和内电阻，你需要什么仪器，采用什么样的电路图，原理是什么？

学生讨论，可以得到下列实验方案：

- (1) 伏安法：用电压表、电流表、滑动变阻器。原理公式： $E=U+Ir$
- (2) 安阻法：用电流表、电阻箱测量。原理公式： $E=I(R+r)$
- (3) 伏阻法：用电压表、电阻箱测量。原理公式： $I=E/(r+R)$

电路图分别对应如下：



这几种方法均可测量，今天我们这节课选择用 测量的这一种，即伏安法。

环节二：新课讲授

1.实验原理：闭合电路欧姆定律  $E=U+Ir$

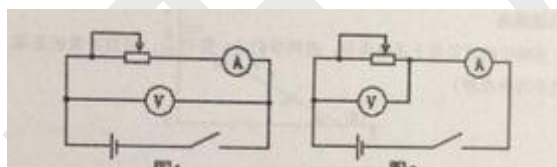
2.实验器材：电压表 V 测电压；电流表 A 测电流，滑动变阻器，电键，导线。考虑到水果电池稳定性差，需测量的是一节干电池（电动势约为 1.5V，内电阻大约为零点几欧）。

提问：选用电路图时，电流表 A 可以接在外面也可以接在里面，那么我们在做实验时是否两个都可以。还是哪一个更好？为什么？

学生讨论得出结论：两种方式测量都会带来误差。

采用图 1 V 示数准确 A 示数偏小

采用图 2 A 示数准确 V 示数偏小



选用哪种方式，要根据实际测量的需要确定，现在要想测出电源的内阻，如果采用图 2 方式，最后得到的结果相当于电源内阻与电流表内阻的总和，误差就会比较大，所以应采用图 1 的电路图，明确各仪器的规格：

电流表 0-0.6A 量程，电压表 0-3V 量程，滑动变阻器 0-50  $\Omega$ 。

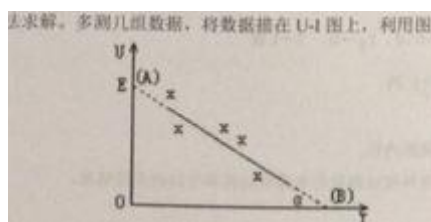
3.实验操作：学生动手进行实验，并记录数据。

4.数据处理：

大家现在已经获得了实验的相关数据，关于对这些数据的处理大家有什么好的方法呢？

方法一：利用两组数据，列方程变可得到结果但这一做误差会比较大。通常是多测几组数据求平均值。

方法二：利用图像法求解。多测几组数据，将数据描在 U-I 图上，利用图像解决问题。



明确：①图线的纵坐标是路端电压，它反映的是：当电流 I 增大时，路端电压 U 将随之减小，U 与 I 成线性关系， $U=E-Ir$ 。也就是说它反映的是电源的性质，所以也叫电源的外特征性曲线。

②电阻的伏安特性曲线中， $U$  与  $I$  成正比，前提是  $R$  保持一定，而这里的  $U-I$  图线中， $E$ ， $r$  不变，外电阻  $R$  改变，正是  $R$  的变化，才有  $I$  和  $U$  的变化。

实验中至少得到 5 组数据，画在图上拟合出一条直线。要求：使多数点落在直线上，并且分布在直线两侧的数据点的个数要大致相等，这样，可使偶然误差得到部分抵消，从而提高精确度。

讨论：将图线延长，与横纵轴的交点各代表什么情况？

归纳：将图线两侧延长，分别交轴与 A、B 点。

A 点意味着开路情况，它的纵轴截距就是电源电动势  $E$ 。

B 点意味着短路情况，它的横坐标是短路电流  $I=E/r$ ，电池内阻  $r=E/I$

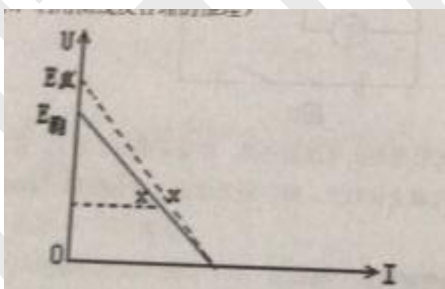
说明：

①A、B 两点均是无法用实验实际测到的，是利用得到的图线向两侧合理外推得到的。

②由于  $r$  一般很小，得到图线斜率的绝对值就较小。为了使测量结果准确，可以将纵轴的坐标不从零开始，计算  $r$  时选取直线上相距较远的两点求得。

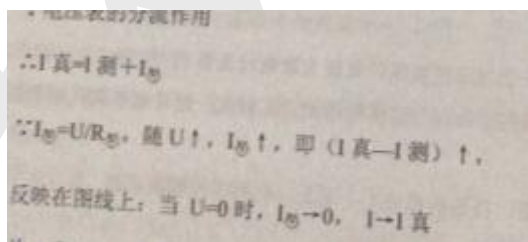
环节三：巩固提高

误差分析：实验中的误差属于系统误差，请同学进一步讨论，得到的数值是偏大还是偏小？（提示：利用图像及合理的推理）



可以请几位同学发言，最后得到结论。

电压表的分流作用



$I$  反映在图像上：当  $U=0$  时，

故  $r_{真} > r_{测}$ ， $E_{真} > E_{测}$ 。

环节四：小结作业

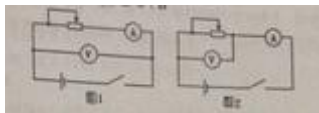
小结：师生小结本节课的内容

作业：推理一下电流表外接法测量的电源电动势和电阻的误差情况。

## 四、板书设计

实验：测定电池的电动势和内阻

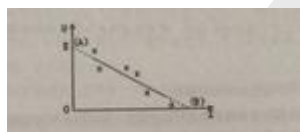
一、实验原理：闭合电路欧姆定律  $E=U+Ir$



采用图 1  $V$  示数准确  $A$  示数偏小，总误差较小

采用图 2  $A$  示数准确  $V$  示数偏小，总误差偏大

二、数据处理：利用图像法求解



## 五、教学反思

## 2.带电粒子在均强磁场中的运动

### 要点提示

来源：人民教育出版社高中《物理》选修 3-1 第三章第六节《带电粒子在均强磁场中的运动》

### 教学建议

1.本节教材的内容属于洛伦兹力知识的应用，建议用复习洛伦兹力相关问题的形式使学生注意力集中到本节课要探究的问题中来。

2.讲解时采取先实验探究得到感性材料，再用学过的知识进行理论分析，从理论的高度推出实验现象的必然性，这样先理论观察再理论论证比较符合一般的认知过程，也降低了学习的难度。

3.试讲中要模拟出有洛伦兹力演示仪，对其做一些介绍以及相关实验演示操作。

4.对教材中的例题可以这样处理，先提出问题，然后由学生进行设计、引出教材中的例题，有学生自己处理，从而得到质谱仪的工作原理，并论证了实验设计的可行性。在这个过程中让学生体会到科学探究的快乐。

### 有关资料

1.质谱仪的用途：它可以精确的测定粒子的比荷，分析同位素，测定带电粒子的质量，也可以介绍测定粒子的比荷在物理学发展史中的重要作用（汤姆孙发现电子）。

### 典例展示

#### 导入参考

情景：问题情境

内容：课程开始前咱们先各小组抢答的形式来回顾一下旧知，看大家的掌握情况，问题如下：

问题 1：什么事洛伦兹力？

生 1：磁场对运动电荷的作用力

问题 2：洛伦兹力的大小和方向如何确定？

生 2：大小：， $F=qvB\sin\theta$ ，方向：左手定则

问题 3：带电粒子在磁场中是否一定受洛伦兹力？

生 3：不一定，洛伦兹力的计算公式为  $F=qvB\sin\theta$ ， $\theta$  为电荷运动方向与磁场方向的夹角，当  $\theta=90^\circ$  是， $F=qvB$ ，当  $\theta=0^\circ$  时， $F=0$ 。

看来大家对运动电荷在磁场中的洛伦兹力掌握得很好，那带电粒子垂直磁场方向进入均强磁场时到底会做什么运动呢？今天我们来学习《带电粒子在均强磁场中的运动》。

### 问题探究

1.以回顾旧知的形式开展这节课：

a.什么事洛伦兹力？

b.洛伦兹力的大小和方向如何确定？

c.带电粒子在磁场中是否一定受洛伦兹力？

那带电粒子垂直磁场方向进入匀强磁场时到底会做什么运动呢？

2.这个就是洛伦兹力演示仪，那它的工作原理是怎样的呢？

3.在观察之前先让学生讨论，预测电子束的运动情况，在观察检验猜想。

a.不加磁场时，电子束的径迹；

b.给励磁线圈通电，在玻璃泡中产生沿两线圈中心连线方向、由纸内指向纸外的磁场，观察电子束的径迹；

c.保持出射电子的速度不变，增大或减小磁感应强度，观察电子束的径迹；

d.保持磁感应强度不变，增大或减小出射电子的速度，观察电子束的径迹。

4.运用实物投影展示气泡室、云室中带点粒子在匀强磁场中运动的径迹照片，思考问题。

a.不同带点粒子径迹半径为什么不一样？

b.同一条径迹上为什么曲率半径会越来越小呢？

5.能否从刚分析过的气泡室中带点粒子的径迹得到启发设计一个仪器，将所有电荷量和质量比值不同，初速度几乎为 0 的带电粒子分开？

6.课本 100 页例题。

7.由表达式分析速度  $r$  与哪些因素有关，与哪些物理量无关？



## 带电粒子在匀强磁场中的运动 教案

### 一、教学目标

#### 【知识与技能】

- 1.理解洛伦兹力对粒子不做功；
- 2.理解带电粒子的初速度方向与磁感应强度的方向垂直时，粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动；
- 3.会推导带电粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动的半径、周期公式，知道它们与哪些因素有关。

#### 【过程与方法】

通过带电粒子在匀强磁场中的受力分析，提升分析推理能力，灵活解决有关磁场的问题。

#### 【情感态度与价值观】

通过本节知识的学习，充分了解科技的巨大威力，体会科技的创新与应用的历程。

### 二、教学重难点

#### 【重点】

带电粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动的半径和周期公式，并能用来分析有关问题。

#### 【难点】

带电粒子在匀强磁场中的受力分析及运动径迹。

### 三、教学过程

#### 环节一：导入新课

以回顾旧知的形式开展这节课：

问题 1：什么是洛伦兹力？（磁场对运动电荷的作用力）

问题 2：洛伦兹力的大小和方向如何确定？（大小： $F=qvB\sin\theta$ ，方向：左手定则）

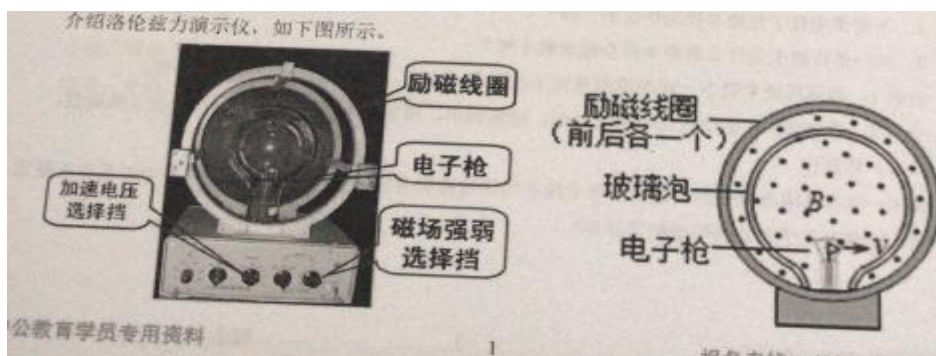
问题 3：带电粒子在磁场中是否一定受洛伦兹力？（不一定，洛伦兹力的计算公式为  $F=qvB\sin\theta$ ， $\theta$  为电荷运动方向与磁场方向的夹角，当  $\theta=90^\circ$  是， $F=qvB$ ，当  $\theta=0^\circ$  时， $F=0$ 。）

带点粒子垂直磁场方向进入匀强磁场时到底会做什么运动？今天我们来学习《带电粒子在匀强磁场中的运动》。

#### 环节二：新课讲授

##### （一）带电粒子在匀强磁场中的运动

介绍洛伦兹力演示仪，如下图所示。



教师讲解：电子束由电子枪产生，玻璃泡内充有稀薄气体，当电子束通过玻璃泡时，可以显示电子的径迹。

- (1) 励磁线圈在两线圈间产生匀强磁场，其方向与两线圈中心连线的方向平行。
- (2) 调节电子枪的加速电压，可以改变电子的速度大小。
- (3) 调节励磁线圈的励磁电流，可以改变磁感应强度。

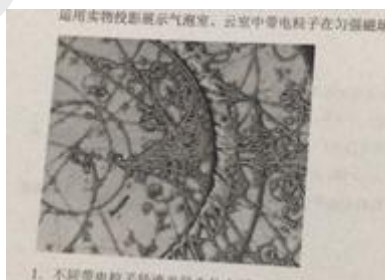
用洛伦兹力演示仪观察电子在磁场中的偏转。在观察之前先让学生讨论，预测电子束的运动情况，再观察检验猜想。

1. 不加磁场时，电子束的径迹；
2. 给励磁线圈通电，在玻璃泡中产生沿两线圈中心连线方向、由纸内指向纸外的磁场，观察电子束的径迹；
3. 保持出射电子的速度不变，增大或减小磁感应强度，观察电子束的径迹；
4. 保持磁感应强度不变，增大或减小出射电子的速度，观察电子束的径迹。

现象：在暗室中可以清楚地看到，在没有磁场作用时，电子的径迹是直线；在管外加上匀强磁场，电子的径迹变弯弯曲曲成圆形；磁场越强，径迹的半径越小；电子的出射速度越大，径迹的半径越大。

指出：当带电粒子的初速度方向与磁场方向垂直时，电子收到垂直于速度方向的洛伦兹力的作用，洛伦兹力只能改变速度的方向，不能改变速度的大小。因此，洛伦兹力对粒子不做功，不能改变粒子的能量。洛伦兹力对带电粒子的作用正好起到了向心力的作用，所以，沿着与磁场垂直的方向射入的带电粒子，在匀强磁场中做匀速圆周运动。

运用实物投影展示气泡室、云室中带电粒子在云强磁场中运动的径迹照片，思考问题。



1. 不同带点粒子径迹半径为什么不一样？
2. 同一条径迹上为什么曲率半径会越来越小呢？

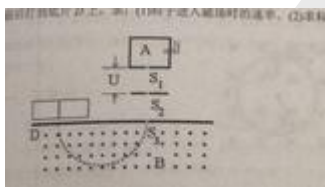
分析 1：造成径迹半径不一样的原因是粒子的质量、速度、所带电荷量的多少不一样。

分析 2: 带电粒子在运动过程中能量降低, 速度减小, 所以曲率半径就减小, 径迹就呈螺旋型。

## (二) 质谱仪

提问: 能否从刚分析过的气泡室中带电粒子的径迹得到启发设计一个仪器, 将所有电荷量和质量比值不同, 初速度几乎为 0 的带电粒子分开?

师生共同设计方案: 设一质量为  $m$ , 电荷量为  $q$  的粒子, 从容器 A 下方小孔  $S_1$  飘入电势差为  $U$  的加速电场, 其初速度几乎为 0, 然后经过  $S_3$ , 沿着与磁场垂直的方向进入磁感应强度为  $B$  的匀强磁场中, 最后打到底片 D 上, 求: (1) 粒子进入磁场时的速率。(2) 求粒子在磁场中运动的轨道半径。



解: (1) 粒子在  $S_1$  区做初速度为零的匀加速直线运动。由动能定理知, 粒子在电场中得到的动能等于电场对它所做的功, 即  $\frac{1}{2}mv^2 = qU$

由此可得  $v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$

(2) 粒子做匀速圆周运动所需的向心力是由粒子所受的洛伦兹力提供, 即  $qvB = m\frac{v^2}{r}$

所以粒子的轨道半径为  $r = \frac{mv}{qB}$

将  $v$  的表达式代入, 得  $r = \sqrt{\frac{3mU}{qB^2}}$

提问: 速度  $r$  与哪些因素有关, 与哪些物理量无关?

补充强调:  $r$  和进入磁场的速度无关, 进入同一磁场时,  $r = \sqrt{\frac{m}{q^2}}$ , 而且这些个量中,

$U$ 、 $B$ 、 $r$  可以直接测量, 那么, 我们可以用装置来测量比荷或算出质量。

这样的仪器叫做质谱仪。最初是由阿斯顿设计的, 质谱仪是一种十分精密的仪器, 是测量带电粒子的质量和分析同位素的重要工具。

## 环节三: 巩固提高

让学生自己推理一次带电粒子在加速电场和匀强磁场中的运动, 推理出轨道半径和周期

的表达。(周期  $t = \frac{2\pi m}{qB}$ )

环节四：小结作业


小结：师生小结本节课的内容。

作业：完成“问题与练习”1、2、3 作业。

## 四、板书设计

**带电粒子在匀强磁场中的运动**

一、带电粒子在匀强磁场中的运动



洛伦兹力对粒子不做功

$\mathbf{R} \perp \mathbf{B}$ , 匀速圆周运动,  $r = \frac{mv}{qB}$ ,  $T = \frac{2\pi m}{qB}$

二、应用：质谱仪

## 五、教学反思

### 3.弹力

#### 要点提示

**课文来源：**人民教育出版社普通高中课程标准实验教科书必修1 第三章第二节《弹力》

#### 教学建议：

1.本节课弹力的知识与日常生活中有许多的关联，课程导入的方式有许多种，推荐使用更为活泼一些的活动导入法。让学生在活动操作中感受变形，感受弹力来切入新课。

2.初中已经学习过简单的弹力知识，学生在日常生活中也对变形和弹力有了一定的认识，但是还不够深入。因此本节课需要利用学生已有的知识，通过设计学生个人感受性实验、师生合作演示性实验等，从实验和理论两方面探究变形和弹力的关系，进而让学生对弹力的定义、产生条件，方向和大小的认识更进一步。

3.在探究弹力的产生原因及条件环节，可以利用教材中“放大微小变形”的实验，让学生间接感受微小变形的存在，认识弹性变形，通过讨论分析引起弹力的实例，探究弹力产生的原因及条件。

4.在学习弹力的方向时，学生容易出现分不清楚受力物体，教师要强调画任何一个力之前都要明确受力物体，可以举例让学生画出弹力的示意图或者设置陷阱让学生出错、知错、改错，进而掌握弹力的方向。

#### 有关资料：

1.老师在讲解弹性变形的时候可以补充塑性变形：对橡皮泥施加外力后产生变形，停止用力，橡皮泥变形保留，这样的变形成为塑性变形。



2.（选讲部分）在时间充裕情况下，可以继续讲解胡克定律部分，为了使获得真实的体验，教学中可将“弹力和弹簧伸长量的关系”安排为学生探究实验，在学生探究的基础上得出胡克定律。第一步可以通过演示实验说明变形越大，弹力越大；第二步通过教材实验分析弹簧弹力与伸长量间的关系，两个实验后可以很好的让学生进行猜想、设计实验环节。在分组实验探究过程中，引导学生做出  $F-x$  图像，合理分析数据，得出胡克定律  $F=kx$ 。

#### 典例展示

#### 导入参考

#### 情景：活动问题情境

上课，同学们好，请坐。

今天上课前，我们来一起来动手玩一玩儿，大家看一看，老师给每个小组都放置有尺子、几个弹簧。下面呢，各小组可以进行一些把玩：用力拉或压弹簧，用力弯动尺子。在实验的

过程中思考被拉的弹簧，被压的尺子的共同点是什么？大家可否试着举出生活中其他的一些诸如这个弹簧和尺子的例子？

恩，大家的反映非常快啊，弹簧与尺子都被弯曲，它们的形状都发生了改变。被动物压弯的树枝、蹦床，蹦极的弹簧，踩扁的饮料瓶等都是如此。

那么，是什么使得我们的这些弹簧、尺子、树枝、饮料瓶等物体的形状或运动发生状态发生改变了呢？

对的，这正是力的作用效果！而这种力就是今天要深入学习的《弹力》。（板书）

### 问题探究

1.在操作过程中请思考被拉或压的弹簧，弯动的尺子有什么共同点是什么？大家可否试着举出生活中其他的一些诸如这个弹簧和尺子的例子？

2.刚才举的那些例子都是很容易观察到，如果一本书放在桌面上，书和桌面发生变形了没有？

3.通过上面的两个演示实验，

a.我们观察到什么样的实验现象？

b.在此过程中，我们用了什么样的方法？

c.那书放在桌面上，书和桌面发生变形了没有？

4.发生弹性变形的物体是不是在所有的情况下都可以恢复原状呢？请举例说明？

5.大家试着分析这些常见的弹力的方向是怎样的，有什么特点。

6.大家观察如下三个图片，请快速且准确的画出弹力的示意图。并试着总结面接触，点面接触和点点接触三种接触情况下弹力的方向特点。

## 弹力 教案

### 一、教学目标

#### 【知识与技能】

1. 知道常见的变形，了解物体的弹性；
2. 知道弹力产生的条件；
3. 知道压力、支持力、绳的拉力都是弹力，能在力的示意图中画出它们的方向。

#### 【过程与方法】

通过探究弹力的存在，能提高在实际问题中确定弹力方向的能力，体会假设推理法解决问题的巧妙。

#### 【情感态度与价值观】

观察和了解变形的有趣想象，感受自然界的奥秘，感受学习物理的乐趣，建立把物理学习与生活实践结合起来的习惯。

### 二、教学重难点

#### 【重点】

弹力产生的条件及弹力方向的判定

#### 【难点】

接触的物体是否发生变形及弹力方向的确定

### 三、教学过程

#### 环节一：导入新课

教学一开始前，给每个学生小组分发弹簧和尺子，让每个小组试着把玩这些物件，如用力拉或压弹簧，用力弯动尺子等。在操作过程中思考被拉或压的弹簧，弯动的尺子的有什么共同点是什么？大家可否试着举出生活中其他的一些诸如这个弹簧和尺子的例子？

物体的形状都发生力改变。由此引入物体的形态发生了变化时源于物体都受到了力的作用，这种力就是今天要学习的弹力。

#### 环节二：新课讲授

##### （一）弹性形变和弹力

概念：物体在力的作用下形状或体积的改变叫做形变。

提问：刚才举的那些例子都很容易观察到，如果一本书放在桌面上，书和桌面发生变形了没有？

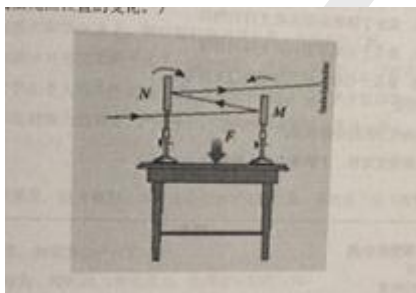
学生产生疑惑分歧，但教师此时可以不用详解，而是做现场演示实验 1，让学生观察用手挤压时烧瓶的变形（双手握住注满红墨水的烧瓶，用力挤压底部。上插玻璃管中的红墨水



液面上升。)



为了让学生有更直观深刻的印象，也会用视频播放演示实验 2：桌面微小变形的激光演示（在一个大桌上放两个平面镜 M 和 N，让一束光依次被这两面镜子反射，最后射在刻度尺上形成一个光点。用力压桌面，观察刻度尺上光点位置的变化。）



学生观察后思考：通过上面的实验，我们观察到什么样的实验现象？我们用了什么样的方法？那书放在桌面上，书和桌面发生变形了没有？

分析得出：通过微观放大的方法观察，我们发现原来不容易观察的瓶子和桌面也发生了改变。

归纳：由此我们可以想到一切物体都可以发生变形，变形分为很多种类，有些物体在变形后能够回复原状，这种形变叫做弹性变化。

提问：发生弹性形变的物体是不是在所有的情况下都可以恢复原状呢？请举例说明？

学生能举出有时弹簧拉得过长就恢复不了原状。指出：如果形变过大，超过一定的限度，撤去作用力后物体不能完全恢复原来的形状，这个限度叫做弹性限度。

根据前面的铺垫，总结弹力的概念：发生形变的物体，由于要恢复原状，对与它接触的物体会产生力的作用，这种力叫做弹力。举例蹦床的例子说明。

## （二）几种弹力的方向

教师在黑板上画出书与桌面之间的相互作用力，与学生一起分析之间的相互作用关系，指出书对桌面的压力和桌面对书的支持力都是弹力。

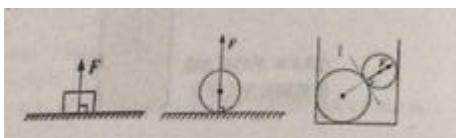
举出实例：给出吊灯图片，做出分析。以灯为研究受力对象，链子指向链子收缩的方向吊住吊灯，链子发生变形。链子被拉长，就要企图恢复变形。这里施力物体——链子，受力物体——灯。这时候链子对灯的拉力的方向是——竖直向上，指向链子收缩的方向。

做出总结：弹力方向——施力物体变形恢复的方向：与施力物体变形方向相反。压力和支持力的方向总是垂直于接触面指向受力物体，绳的拉力总是沿着绳子指向绳收缩的方向。

环节三：巩固提高



给出如下三个图片，要求学生画出弹力的示意图。



归纳总结：

三种接触情况下弹力的方向：

- (1) 面面接触，垂直于接触面指向被支持的物体
- (2) 点面接触，垂直于接触面指向被支持的物体
- (3) 点点接触，垂直于接触点的切面指向被支持物体。

环节四：小结作业

小结：师生归纳弹力的相关知识点。

作业：预习后面胡克定律，了解弹力大小的特点。

## 四、板书设计

### 弹力

#### 一、形变的分类

- 1.形变
- 2.弹性形变
- 3.弹性限度

#### 二、弹力

- 1.定义
- 2.产生
- 3.方向：(1) 面面接触 (2) 点面接触 (3) 点点接触
- 4.绳的拉力总是沿着绳子指向绳收缩的方向。

## 五、教学反思

## 4.功

### 要点提示

**课文来源：**人民教育出版社普通高中课程标准实验教科书必修2 第七章第二节

### 教学建议：

①回顾初中功的学习，引导学生对比初中与高中的概念，知道做功两个要素。

②研究力和位移成任意角度时力对物体是否做功，得出  $W=Fl\cos\alpha$ ，将特殊情况纳入公式结论，从特殊到一般再回到一般，构建对功计算公式的完整知识结构。

③深化功的概念，明确功是标量，理解正负功概念，知道  $W=Fl\cos\alpha$  的适用范围，会用功公式进行计算。

③认识做功与能量变化的关系，渗透化变力为恒力，处理变力做功的思想方法。

### 有关资料：

1.初中有关“功”的学习：如果一个力作用在物体上，物体在这个力的方向上移动了一段距离，就说这个力对物体做了功。功等于力与物体在力的方向上移动的距离的乘积。 $W=Fs$

2.难点突破，对功是标量的理解：①正功和负功仅表示不同做功的效果，阻碍物体运动的作用（也可表述为物体克服阻力做功），所做的是负功；促使物体运动的力，做的是正功。②演示实验，原来静止的物体分别受相反方向的拉力作用，运动一段位移，这两次拉力都做正功，也可通过功和能的联系进一步说明功和能都是标量。③可以从矢量与标量的运算方法不同角度帮助理解，几个力对物体做的总功等于各个力分别对物体所做功的代数和，总功计算是标量，不符合平行四边形定则。

### 3.知识拓展，功能关系

做功	能的变化	表达式
重力做功	正功 重力势能减少	重力势能变化 $W_G=E_{p1}-E_{p2}$
	负功 重力势能增加	
弹力做功	正功 弹性势能减少	弹性势能变化 $W_{弹}=E_{p1}-E_{p2}$
	负功 弹性势能增加	
合力做功	正功 动能增加	动能变化 $W_{合}=E_2-E_1$
	负功 动能减少	
除重力（或系统内弹力）外其他力做功	正功 机械能增加	机械能变化 $W_{外}=E_2-E_1$
	负功 机械能减少	
	负功 内能增加	

### 典例展示

### 导入参考

上课，同学们好，请坐。

我们看大屏幕的三幅图片：

甲：货物在起重机的作用下重力势能增加了；

乙：列车在机车的牵引力作用下动能增加了；

丙：握力器在手的压力下弹性势能增加了。

结合初中所学知识，大家想一想，这些过程中力对物体做功了么？的判断依据是什么？

起重机提起货物，货物在起重机拉力作用下发生一段位移，拉力就对货物做了功；列车在机车的牵引力作用下发生一段位移，牵引力就对列车做了功；用手压缩弹簧，弹簧在压力作用下发生变形，产生了一段位移，压力就对弹簧做了功，大家回答的非常好，可见，力和物体在力的方向上发生的位移，是做功的两个不可缺少的因素。

这三幅图片都是力的方向与物体运动的方向一致的情况，如果力的方向与运动方向成一定角度时，该如何计算呢？接下来就进入我们本课堂的学习。

### 问题探究

#### 1. $W=Fl\cos\alpha$ 公式的退出

A. 力与位移夹角是  $90^\circ$  时，力对物体做功了么？

B. 力与位移成任意角度时，功的大小如何计算？

C. 根据力的分解计算和根据位移分解计算两种算法得出的公式一致么？当力与位移的方向一致或垂直时，是否满足公式  $W=Fl\cos\alpha$ ？

#### 2. 对公式 $W=Fl\cos\alpha$ 的理解

A.  $\alpha$  角和  $l$  的含义分别是什么？公式的适用范围是什么？

B. 让学生讨论，力与位移的夹角  $\alpha$  分别为锐角、直角、钝角是的情况。提问有人说“正功与负功方向相反”，“正功大于负功”这两种说法对么？为什么？

C. 几个力对物体做的功与合力做的功是什么关系？

#### 3. 做功和能量变化之间有什么关系？

#### 4. 我们已经知道了求恒力做功的方法，如果是变力做功，应该如何求解？

## 功 教案

### 一、教学目标

#### 【知识与技能目标】

1. 能说出做功德两个必要因素，知道  $W = Fl \cos \alpha$  公式的适用范围及各物理量的含义。
2. 能从计算的角度认识功是标量这一概念。

#### 【过程与方法目标】

1. 通过探究当力与物体位移间不同夹角时力做功的情况，掌握分解力或分解位移的分析方法，得出功德计算公式  $W = Fl \cos \alpha$ ，构建对功德计算公式的完整结构。
2. 通过分析功德正负及公式的适用范围，深化对“功”概念的认识，认识建立物理概念的一般方法。

#### 【情感态度价值观目标】

建立化难为简、化变力为恒力的物理思想，体会功能转化的关系，培养物理解决问题的思维方式。

### 二、教学重、难点

#### 【重点】

功德计算公式  $W = Fl \cos \alpha$  推出和理解。

#### 【难点】

理解功是标量这一概念。

### 三、教学过程

#### 环节一：导入新课

##### 【情景导入】

多媒体出示如下情景：

甲：货物在起重机的作用下重力势能增加了；

乙：列车在机车的牵引力作用下动能增加了；

丙：握力器在手的压力下弹性势能增加了。

教师引导学生回忆初中功的知识，学生根据所学知识及图片提示，可以概括出做功的两个要素：力和物体在力的方向上的位移。

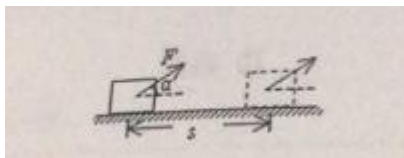
教师提问：这三幅图片都是力的方向与物体运动的方向一致的情况，如果力的方向与运动方向成一定角度时，改如何计算呢？

学生带着疑惑进入课堂，老师板书课题。

#### 环节二：建立概念

教师引导学生总结，做功的两种特殊情况：①力与位移方向一致 ( $W=Fs$ )；②力与位移方向垂直 ( $W=0$ )。

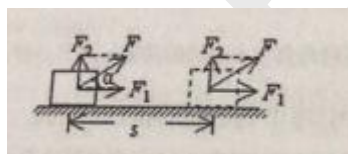
出示情景：在生产生活中，经常看到作用与物体的力与位移方向成一个夹角的情况（牛拉犁）。



教师组织学生讨论环节，提出解决的思路和方法。（预设学生有分解力和分解位移两种方法）

教师根据学生提供的方法进行讨论和分析。

方案一：根据力  $F$  的作用效果把力  $F$  沿两个方向进行分解，初步给出做功德一般表达式。



$$F_1 = F \cos \alpha$$

$$F_2 = F \sin \alpha$$

$$W = W_1 + W_2 = W_1 = F s \cos \alpha$$

方案二：沿力的方向和垂直于力的方向分解位移，得出  $W = F l \cos \alpha$

教师提问：根据力的分解计算和根据位移分解计算两种算法得出的公式一致么？

在各小组得出功的计算公式的基础上，继续提问：当力与位移的方向一致或垂直时，是否满足公式  $W = F l \cos \alpha$ ？

教师与学生共同得出结论，并板书：力  $F$  对物体做功等于力的大小、位移的大小、力和位移夹角余弦这三者的乘积。功德单位是焦耳（J），简称焦。1J=1N·m

环节三：深化概念

学生已经掌握了功的计算公式后，教师提问：公式中  $\alpha$  角和  $s$  的含义分别是什么？公式的适用范围是什么？（该公式只适用于恒力做功， $\alpha$  角力与位移方向的夹角， $s$  为物体对地的位移）

1. 小组协作活动：对功的标量的理解。

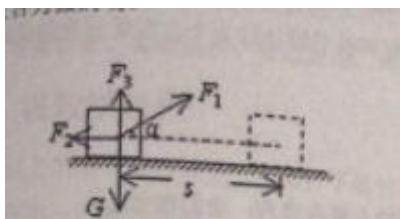
教师组织学生分析力的做功的情况，填写表格：

力与位移的夹角	功的正负	物理意义
$0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$	$W > 0$	（力对物体做正功）
$90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$	$W < 0$	（力对物体做负功或物体克服这个力做了功）
$\alpha = 90^\circ$	$W = 0$	（力对物体不做功）

功的正负表示力对物体的作用效果，功的正负由力和位移之间的夹角决定，所以功德正

负不表示方向。

2. 做一做，在多个力的作用下物体，水平向右移动的位移为  $s$ 。分别计算各个力对物体做功的代数和及合力做的功。



教师提问：几个力对物体做的功与合力做的功是什么关系？（几个力对物体做的总功等于各个力分别对物体所做功的代数和，总功的计算是标量，不符合平行四边形定则）

环节四：小结作业

思考一：回到我们刚开始展示的图片，大家思考做功和能量变化之间有什么关系？（做功伴随着能量的变化，做功过程反映了能量的变化过程）

思考二及作业：我们已经知道了求恒力做功的方法，如果是变力做功，应该如何求解？

## 四、板书设计

### 功

#### 一、功

1. 做功两个基本要素：力和力方向上的位移。
2. 计算公式

$$W = F s \cos \alpha, \text{ 适用条件 } (\alpha, s, F)$$

#### 二、功是标量

##### 1. 正功与负功

力与位移的夹角	功的正负	物理意义
$0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$	$W > 0$	（力对物体做正功）
$90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$	$W < 0$	（力对物体做负功或物体克服这个力做了功）
$\alpha = 90^\circ$	$W = 0$	（力对物体不做功）

##### 2. 合力做功

$$W_{\text{总}} = W_1 + W_2 + W_3 + \dots$$

$$W_{\text{总}} = F_{\text{合}} s$$

## 五、教学反思

## 5.牛顿第二定律

### 要点提示

**来源：**人民教育出版社高中《物理》必修1第四章第三节《牛顿第二定律》

### 教学建议：

1.考虑到这节课内容的深度，建议用复习的形式将上节课的实验探究结论切到这节课中，开展学习讨论。

2.讨论  $F=kma$  中的比例系数  $k$  的取值时，如果教师直接讲选取  $k=1$ ，公式化简为  $F=ma$ 。会使学生感到问题研究中带有“随意性”。需要进行过度说明：1N 力的大小在物理上到底是

如何规定的呢？教师详解：由  $F=kma$ ，这个表达式得到  $k = \frac{F}{ma}$ ，取力的单位为 N，质量的

单位为 kg，加速度的单位为  $m/s^2$ 。那么  $k = \frac{F}{ma} = \frac{1N}{1kg/s^2}$ 。如果规定  $1N=1kg \cdot m/s^2$ ，也就是说如果规定质量为 1kg 的物体产生  $1m/s^2$  的加速度时，所需的力为 1N，则上式中  $k=1$ ，于是牛顿第二定律可简化为  $F=ma$ 。

3.讲解公式  $F=ma$  中的  $F$  是指的物体所受的合力，需要通过简单问题的设置去引导学生思考。

4.通过例题讲解归纳一下运动牛顿第二定律解题的一般步骤。

### 有关资料：

1.牛顿第二定律的四性。

(1) 矢量性： $F=ma$  是一个矢量方程，公式不但表示了大小关系，还表示可方向关系。

(2) 瞬时性： $a$  与  $F$  同时产生、同时变化、同时消失，作用力变化时， $a$  的大小方向随着改变，是瞬时的对应关系。

(3) 独立性：当物体受到几个力作用时，每个力各自独立地使物体产生一个加速度，这个性质叫力的独立原理。物体受到的每个力都会产生加速度，而最终表现出来的加速度时所有的加速度的矢量和。

(4) 同体性： $F=ma$  中， $F$ 、 $m$ 、 $a$  各量必须对应同一个物体。

### 典例展示

### 导入参考

### 情景：问题情境

**内容：**课程开始前，我们先通过看快速视频的形式回放一下我们昨天“探究加速度与力、质量的关系”实验的过程，大家请看 ppt。

这两个图像就是大家昨天的实验结果（向学生展示  $a-F$  图像和  $a-\frac{1}{m}$  图像）。

**提问：**当物体所受的力和物体的质量都发生变化时，物体的加速度与其所受的作用力、质量之间存在怎样的关系呢？

学生依据已有的学习经历，可以写出  $a = \frac{F}{m}$ ，教师引入今天的新课《牛顿第二定律》。

1.当物体所受的力和物体的质量都发生变化时，物体的加速度与其所受的作用力、质量之间存在怎样的关系呢？

2.让学生带着以下问题自主学习课本 75 页的内容，思考：

a.牛顿第二定律的内容是怎样表述的？

b.它的比例式如何表示，式中各符号表示什么？

c.式中各物理量的单位是什么，其中力的单位“牛顿”是怎样定义的？

3.在初中阶段，我们已经知道力的单位是牛顿（N），而且知道用手托住两个鸡蛋大约就是 1N。那么，1N 力的大小在物理上到底是如何规定的呢？

4.如果两人对拉质量为  $m$  的小车，两人拉力分别为  $F_1$ 、 $F_2$ 。小车的合力为多少？加速度  $a$  由什么力来决定？沿着什么方向？大小为多少？

5.根据所学解决课本 75 页例题 1。

6.大家试着归纳一下运用牛顿第二定律的一般步骤。



## 牛顿第二定律 教案

### 一、教学目标

#### 【知识与技能】

- 1.能准确表述牛顿第二定律，理解公式中各物理量的意义及相互关系。
- 2.会用牛顿第二定律的公式进行有关的计算。

#### 【过程与方法】

- 1.以实验为基础，归纳得出物体的加速度跟它的质量及所受外力的关系，进而总结出牛顿第二定律。
- 2.认识到由实验归纳总结物理规律时物理学研究的重要方法。

#### 【情感态度与价值观】

渗透物理学研究方法的教育，体验物理方法的魅力。

### 二、教学重难点

#### 【重点】

牛顿第二定律的应用

#### 【难点】

牛顿第二定律的意义

### 三、教学过程

#### 环节一：导入新课

教学一开始，利用多媒体播放上节课做“探究加速度与力、质量的关系”实验的过程，引起学生的回忆，接着向学生展示上节课的实验结果，即  $a$ - $F$  图像和  $a$ - $\frac{1}{m}$  图像。

提问：当物体所受的力和物体的质量都发生变化时，物体的加速度与其所受的作用力、质量之间存在怎样的关系呢？

学生依据已有的学习经历，可以写出  $a = \frac{F}{m}$ ，引入今天的新课《牛顿第二定律》。

#### 环节二：新课讲授

##### （一）牛顿第二定律

为了培养学生自主学习的能力，让学生带着以下几个问题阅读课本 75 页的内容，思考：

- 1.牛顿第二定律的内容是怎样表述的？
- 2.它的比例式如何表示，式中各符号表示什么？
- 3.式中各物理量的单位是什么，其中力的单位“牛顿”是怎样定义的？

学生用 3-5 分钟阅读结束后，让学生回答以上几个问题。教师适时的点拨引导：

1.内容：物体的加速度的大小跟它受到的作用力成正比、跟它的质量成反比，加速度的方向跟作用力的方向相同。

2.比例式： $a = \frac{F}{m}$  或者  $F = ma$ ，或者写成等式  $F=ma$ 。其中  $k$  是比例系数。

3.式中各物理量在国际单位制中的单位分别是  $m/s^2$ 、 $N$ 、 $kg$ 。

提问：在初中阶段，我们已经知道力的单位是牛顿（N）。而且知道用手托住两个鸡蛋大约就是 1N。那么 1N 力的大小在物理上到底是如何规定的呢？

教师详解：由  $F=kma$  这个表达式得到  $k = \frac{F}{ma}$ ，取力的单位为 N，质量的单位为 kg，

加速度的单位为  $m/s^2$ 。那么  $k = \frac{F}{ma} = \frac{1N}{1kg/s^2}$ 。如果规定  $1N=1kg \cdot m/s^2$ ，也就是说如果规

定质量为 1kg 的物体产生  $1m/s^2$  的加速度时，所需的力为 1N，则上式中  $k=1$ ，于是牛顿第二定律可简化为  $F=ma$ 。

## （二）深入理解力 F

提问：如果两人对拉质量为  $m$  的小车，两人拉力分别为  $F_1$ 、 $F_2$ 。小车的合力为多少？加速度  $a$  由什么力来决定？沿什么方向？大小为多少？

学生容易得出答案。教师由此引导学生得出：

物体同时受到几个力的作用，则物体的加速度跟所受的合力成正比，加速度的方向也就是合力的方向。公式可写成  $F_{合}=ma$ 。表达式  $F_{合}=ma$  应是一矢量关系式，即  $F_{合}$  和  $a$  总是方向一致、同时改变、瞬时对应的。

## 环节三：巩固提高

【例题】某质量为 1100kg 的汽车在平直路面上试车，当达到 100km/h 的速度时关闭发动机，经过 70s 停下来，汽车受到的阻力是多大？重新启动加速时牵引力为 2000N，产生的加速度应为多大？假定试车过程中汽车受到的阻力不变。

解：汽车关闭发动机后的摩擦阻力的作用下做匀减速直线运动，

根据受力分析和牛顿第二定律可得： $F_{阻}=ma_1$

根据汽车的运动情况和运动规律可得， $a_1 = \frac{0 - v_0}{t}$

联立可得， $F_{阻}=-437N$

合力是牵引力与阻力的代数和，即： $F_{合}=F_{牵}+F_{阻}=1536N$

汽车重新启动过程，根据受力情况和牛顿第二定律可得，

汽车的加速度  $a_2 = \frac{F - F_{阻}}{m} = 1.42m/s^2$

大家试着归纳一下运用牛顿第二定律解题的一般步骤。

## 【师生总结】

1.选取研究对象

- 2.分析所选对象在某种状态或某过程中的受力情况、运动情况
- 3.明确研究对象受到的合力和具有的加速度的表达式
- 4.根据牛顿第二定律列出方程  $F=ma$
- 5.解方程得到答案，在求解的过程中，注意解题过程和最后结果的检验，必要时对结果进行讨论。

环节四：小结作业

小结：本节课你学到了什么。

作业：复习今天的内容，课后习题并预习《力学单位制》的知识。

## 四、板书设计

### 牛顿第二定律

#### 一、牛顿第二定律

内容：物体的加速度与力成正比，与质量成反比。

公式： $F=ma$ 。

#### 二、力的单位

$1N=1kg \cdot m/s^2$

$K=1$  时， $F=ma$

#### 三、牛顿第二定律的应用

- 1.选取研究对象
- 2.分析所选对象在某种状态或某过程中的受力情况、运动情况
- 3.明确研究对象受力的合力和具有的加速度的表达式
- 4.根据牛顿第二定律列出方程  $F=ma$ ，解方程。

## 五、教学反思

关注【教师资格证】公众号



( 关注即送【思维导图】，加入考友备考群 )

最新招考信息，独家备考干货

免费名师课堂，在线专业答疑

扫码下载【教师派 APP】



在线模考，真题解析

知识汇总，备考福利

名师课堂，在线指导