# 第三章 相互作用——力

自然界的物体不是孤立存在的，它们之间具有多种多样的相互作用。正是由于这些相互作用，物体在形状、运动状态等许多方面会发生变化。如何来研究这些相互作用呢？在力学中，物体间的相互作用抽象为一个概念——**力**（force）。

在研究物体做机械运动时，最常见的力有重力、弹力和摩擦力，本章研究这几种常见力的特点和规律。

# 第三章 1 重力与弹力

相互作用是我们从现今自然科学的观点出发在整体上考察运动着的物质时首先遇到的东西。……相互作用是事物的真正的终极原因。

——恩格斯[[1]](#footnote-1)

## 问题

力是一个物体对另一个物体的作用。认识一个力，需要弄清以下几个问题：

1．谁受到的力，谁施加的力？

2．怎样量度它的大小？

3．它的方向如何？作用点在哪里？

分析空中人所受的重力。关于上述问题，你知道哪些？



## 重力

由于地球的吸引而使物体受到的力叫作**重力**（gravity），单位是**牛顿**，简称**牛**，符号用N表示。重力的施力物体是地球，方向竖直向下。初中我们学过，物体受到的重力*G*与物体质量*m*的关系是

*G* = *mg*

其中*g*是自由落体加速度。通过第二章的学习我们知道，在没有空气阻力时，由静止下落的物体做自由落体运动。做自由落体运动的物体只受到重力的作用。

*g* 的单位既可以是N/kg，又可以是m/s2，而且

1 N/kg = 1 m/s2

一个物体的各部分都受到重力的作用，从效果上看，可以认为各部分受到的重力作用集中于一点，这一点叫作物体的**重心**（center of gravity）。因此，重心可以看作是物体所受重力的作用点。质量均匀分布的物体，重心的位置只跟物体的形状有关。形状规则的均匀物体，它的重心比较容易确定。例如，均匀细直棒的重心在棒的中点，均匀球体的重心在球心，均匀圆柱体的重心在轴线的中点（图3.1–1）。质量分布不均匀的物体，重心的位置除了跟物体的形状有关外，还跟物体内质量的分布有关。载重汽车的重心随着装货多少和装载位置而变化（图3.1–2）。



*C*

*C*

*C*

图3.1–1 形状规则的均匀物体的重心

*C*

*G*

乙

*C*

*G*

甲

图3.1–2 载重汽车的重心

我们还可以应用二力平衡的知识通过实验来确定形状不规则物体的重心位置。例如，要确定图3.1–3中薄板的重心位置，可以先在*A*点把物体悬挂起来，通过*A*点画一条竖直线*AB*，由于A点悬线的拉力跟薄板的重力平衡，薄板的重心必定在*AB*连线上；然后，再选另一处*D*点把物体悬挂起来，过*D*点画一条竖直线*DE*，薄板的重心必定在*DE*连线上。因此，*AB*和*DE*的交点*C*，就是薄板的重心。

*A*

*A*

*B*

*B*

*E*

*C*

*D*

图3.1–3 确定薄板的重心

力可以用有向线段表示。有向线段的长短表示力的大小，箭头表示力的方向，箭尾（或箭头）表示力的作用点。如图3.1–4，球所受的重力大小为6 N，方向竖直向下。这种表示力的方法，叫作**力的图示**。在不需要准确标度力的大小时，通常只需画出力的作用点和方向，即只需画出力的示意图。

2 N

*C*

*G*

图3.1–4 力的图示

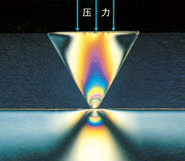
## 弹力

日常生活中的很多相互作用，无论是对物体推、拉、提、举，还是牵引列车、锻打工件、击球、弯弓射箭等，都是在物体与物体接触时发生的，这种相互作用可以称为接触力。我们通常所说的拉力、压力、支持力等都是接触力。接触力按其性质可以分为弹力和摩擦力，下面我们先研究弹力。

物体在力的作用下形状或体积会发生改变，这种变化叫作**形变**（deformation）。

有时物体的形变很小，不易被觉察。在图3.1–5中，一块剖面为三角形的有机玻璃压在另一块有机玻璃上，发生的形变肉眼不能看出。但是形变后，当特殊的光通过有机玻璃不同部位时，产生的花纹会发生变化，利用仪器可以看到这种差异。在工程设计时，常用这种方法研究按比例缩小的有机玻璃模型的形变，进而推测实际工程中物体各部位的受力情况。

图3.1–5 有机玻璃的形变



### 演示

**通过平面镜观察桌面的微小形变**

如图3.1-6，在一张大桌子上放两个平面镜M和N，让一束光依次被这两面镜子反射，最后射到墙上，形成一个光点。按压两镜之间的桌面，观察墙上光点位置的变化。这个现象说明了什么？

N

M

*F*



图3.1–6 观察微小形变示意图

被拉长的弹簧，要恢复原状，对相连接的小车产生了拉力*F*（图3.1-7）；被跳水运动员压弯的跳板，要恢复原状，对上面的人产生了支持力。发生形变的物体，要恢复原状，对与它接触的物体会产生力的作用，这种力叫作**弹力**（elastic force）。



*F*

图3.1–7 弹簧拉力示意图

放在地板上的物体，它对地板的压力以及地板对它的支持力，都是弹力，其方向是跟接触面垂直的；绳子的拉力，也是弹力，其方向是沿着绳子而指向绳子收缩的方向。

## 胡克定律

物体在发生形变后，如果撤去作用力能够恢复原状，这种形变叫作**弹性形变**（elastic deformation）。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，这个限度叫作**弹性限度**（elastic limit）。

弹簧在形变时产生的弹力与弹簧的伸长量是有关系的。那么，弹簧在弹性限度内，弹力大小与其伸长量有什么关系呢？

### 实验

**探究弹簧弹力与形变量的关系**

* 实验思路

探究弹簧弹力与形变量的关系，需要测量多组弹簧弹力和形变量的数据，如何测量？说出你的想法。

* 进行实验

要完成这个实验探究，我们可以通过如图3.1–8甲所示的装置进行实验。把弹簧上端固定在铁架台的横杆上，观察弹簧自由下垂时下端在刻度尺的位置。

在弹簧下端悬挂不同质量的钩码，记录弹簧在不同弹力下伸长的长度（弹簧弹力等于钩码的重力）。

*F* / N

*x* / m

*O*

乙 作出*F*–*x*图像

甲 实验装置



图3.1–8 弹簧弹力与形变量的关系

* 数据处理

为了找出弹簧弹力与形变量的关系，我们以弹簧的弹力 *F* 为纵轴、弹簧伸长的长度 *x* 为横轴建立直角坐标系。根据表格中的实验数据，在坐标纸上描点（图3.1–8乙），作出 *F*–*x* 图像。

由 *F*–*x* 图像，你得出了什么结论？

英国科学家胡克经过研究发现，在弹性限度内，弹簧发生弹性形变时，弹力*F*的大小跟弹簧伸长（或缩短）的长度*x*成正比，即

*F* = *kx*

这个规律叫作**胡克定律**（Hooke’s law）。式中弹力*F*、弹簧伸长（或缩短）的长度 *x* 的单位分别是牛顿（N）、米（m），*k* 叫作弹簧的**劲度系数**（coefficient of stiffness），单位是牛顿每米，符号是 N/m。

生活中说有的弹簧“硬”，有的弹簧 “软”，指的就是它们的劲度系数不同。

## 练习与应用

1．举出具体的实例来说明：

（1）力能够改变物体的运动状态或使物体产生形变。

（2）每一个力，都有一个施力物体和一个受力物体。

**参考解答**：（1）玻璃杯从桌上掉下，在重力作用下运动得越来越快；被掷出去的铅球，在重力作用下沿曲线落回地面；蹦床在人的压力作用下，向下凹；橡皮觞在拉力作用下变得细长。

（2）人坐在凳子上，人对凳子有压力，该力的施力物体是人，受力物体是凳子。

2．画出下面几个力的图示，并指出受力物体和施力物体。

（1）竖直向上飞行的火箭受到的重力，火箭质量为 2×103 kg。*g* 取10 N/kg。

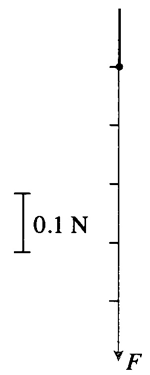
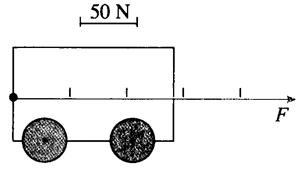
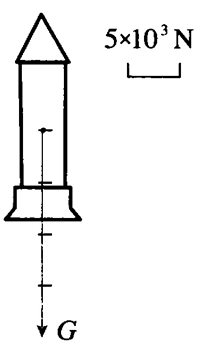
（2）人对车施加的水平向右 250 N 的推力。

（3）用一根细绳竖直悬挂一件工艺品，工艺品对细绳的拉力为 0.5 N。

**参考解答**：（1）重力的受力物体是火箭，施力物体是地球（图3–1）。

（2）推力的受力物体是车，施力物体是人（图3–2）。

（3）拉力的受力物体是细线，施力物体是工艺品（图3–3）。



3．几何学中把三角形三条中线的交点叫作重心。物理学中也有重心的概念。均匀的三角形薄板的重心是不是与几何学上的重心位于同一点上？请你通过以下实验作出判断。

首先作图把均匀等厚三角形纸板的三条中线的交点 C 找出来，然后用细线悬吊三角形纸板的任意位置，看悬线的延长线是否通过 C 点。

**参考解答**：均匀的三角形薄板的重心与几何学上的重心位于同一点。

4．质量均匀的钢管，一端支在光滑的水平地面上，另一端被竖直绳悬挂着（图3.1-9），钢管受到几个力的作用？各力的施力物体是什么？画出钢管受力的示意图。

图3.1–9

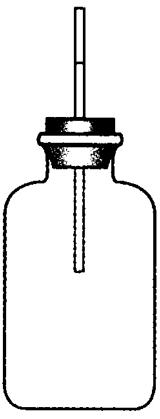
**参考解答**：如图所示，钢管受到3个力作用：重力 *G*、地面的支持力 *F*1、绳的拉力 *F*2。重力 *G* 的施力物体是地球，地面的支持力 *F*1 的施力物体是地面，绳的拉力 *F*2 的施力物体是绳。

*G*

*F*1

*F*2

5．物体在力的作用下产生的形变有时不容易被觉察，教科书列举了两个观察微小形变的实例，你还能想到用什么方法来观察力作用下的微小形变？请画示意图说明你的方法。

**参考解答**：例如：取一只玻璃瓶，里面盛满水，用穿有透明细管的橡皮塞封口，使水面位于细管中（图3–5）。用手捏玻璃瓶，可以看到透明细管中的水面变化，说明玻璃瓶在手用力作用下发生了形变。

提示：物理学习要勤于动手、善于思考，玻璃瓶的形变可以通过细管中水柱的变化而显示出来，用手捏玻璃瓶的不同部位，用的力越大，管中水面上升越高（或下降越低），说明形变量越大。

6．某同学在竖直悬挂的弹簧下加挂钩码，做实验研究弹力与弹簧伸长量的关系。他将实验数据记录在表格中。实验时弹力始终未超过弹性限度，*g*取10 N/kg。

表 砝码质量与弹簧总长度

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 砝码质量 *m* / g | 0 | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 |
| 弹簧总长度 *l* / cm | 6.0 | 7.2 | 8.3 | 9.5 | 10.6 | 11.8 |

（1）根据实验数据在坐标纸上作出弹力 *F* 跟弹簧伸长量 *x* 关系的 *F*-*x* 图像（图3.1-10）。

*F* / N

*x* / m

*O*

图3.1–10

（2）根据 *F*–*x* 图像计算弹簧的劲度系数。

**参考解答**：（1）根据书中数据补充弹力与弹簧的伸长量见表，画出 *F*-*x* 图像如图所示。

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 砝码质量 *m*/g | 0 | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 |
| 弹簧总长度 *l*/cm | 6 | 7.2 | 8.3 | 9.5 | 10.6 | 11.8 |
| 弹力 *F*/N | 0 | 0.3 | 0.6 | 0.9 | 1.2 | 1.5 |
| 弹簧伸长量 *x*/m | 0 | 0.012 | 0.023 | 0.035 | 0.046 | 0.058 |

*F* / N

*x* / m

*O*

0.02

0.04

0.06

0.08

0.5

1.0

1.5

2.0

（2）26 N/m

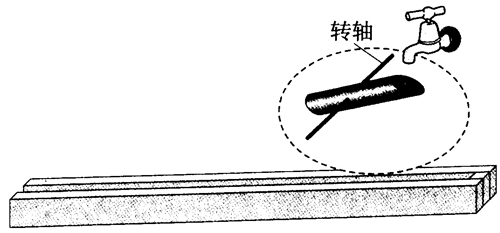
提示：本题根据 *F* = *G* 求出弹簧的弹力 *F*，根据 *x* = *l* – *l*0 求出弹簧的伸长量 *x*。描点连线画出 *F*-*x* 图像，根据 *F*-*x* 图像斜率求出劲度系数 *k*。

7．小发明——设计一个自动冲水装置。

有一个排污沟，需要每隔十多分钟用水冲洗一次。为此，请你应用重心的知识设计一个自动冲水装置。设计的思路是：用一个可以转动的容器接住从水龙头细细流出的水，容器中的水装到一定体积时，由于重心位置的变化，容器失去平衡而翻倒，容器中的水被全部倒出冲洗排污沟，倒完水的容器又能自动恢复到原来的位置重新接水，如此往复。调节水龙头的流量，还可以控制两次冲水的时间间隔。请你在图3.1-11的圆圈中画出你构思的这个装置的图示。

图3.1–11

**参考解答**：参考设计案例：如图 3–7 所示，让容器的重心位于转轴的左方，拧开水龙头，水不断注入容器，容器中的水位逐渐上升，容器（容器和水组成的整体）的重心向右上方移动。当重心超过转轴向右一定距离后，容器就会翻倒，容器中的水倒出。倒完水后容器的重心回到转轴左方，又能自动恢复到原来位置重新接水，如此往复。调节水龙头的流量，可以控制两次冲水的时间间隔。



# 第三章 相互作用——力

## 课程标准的要求

1.2.1 认识重力、弹力与摩擦力。通过实验，了解胡克定律，知道滑动摩擦和静摩擦现象，能用动摩擦因数计算滑动摩擦力的大小。

1.2.2 通过实验，了解力的合成与分解，知道矢量和标量。能用共点力的平衡条件分析生产生活中的问题。

## 一、本章教材概述

教科书第一章、第二章学习的是关于运动学的知识，不涉及发生各种运动的原因。本章学习的是关于力的知识，并研究当加速度等于 0 时物体所受各个力之间的关系——合力为 0，开始建立运动和相互作用的关系，本章在高中物理教学中占有重要地位，在培养学生学科核心素养方面具有重要意义。

本章教材与以往教材在结构设计上有几个显著变化：

第一，把牛顿第三定律由原来在牛顿运动定律之后，提前放人本章，这就为解答共点力平衡问题的受力分析奠定了必要的知识基础。为此，本章在重力、弹力、摩擦力的后面，增加了“牛顿第三定律”一节课文，并在该节课文中，专门设立了一个“物体受力的初步分析”小标题，为分析“共点力的平衡”问题设下伏笔。

第二，把力的合成和分解设计为一节课，其教学目标很明确，只要求学生会用等效替换的方法根据平行四边形定则进行力的合成和分解的运算，并不要求学生解答具体实际情境中的受力问题，而把这些问题放在“共点力的平衡”中去解决，这有利于帮助教师理解和规范力的合成和分解的教学目标。

第三，把“共点力的平衡”由原教科书中牛顿第二定律应用的特例，变为一个独立知识点，放在牛顿第二定律之前学习，并且作为本章的一个重点。学生在学习共点力平衡的过程中，所形成的一些科学思维方法，将为学习和应用牛顿第二定律带来帮助，有利于循序渐进地形成运动与相互作用观念。

具体来说，本书编写时有以下一些思考。

### 1．强化了胡克定律的教学过程

课程标准明确要求“通过实验，了解胡克定律”，“探究弹簧弹力与形变量的关系”被列为高中物理学生的必做实验，是必修课程 12 个学生实验之一。为此，教科书中以“实验”栏目，全面陈述了探究胡克定律的实验过程，并让学生自主获得实验数据，制作弹簧弹力和伸长量关系的 *F*–*x* 图像，发现并概括弹簧弹力与伸长量的定量关系，形成胡克定律的结论。通过实验探究胡克定律是初中教学中没有的内容，在高中教学中应给予足够重视。

### 2．牛顿第三定律——为受力分析奠定基础

教科书在重力、弹力、摩擦力的后面，共点力的平衡的前面安排了牛顿第三定律的教学内容，这是十分必要的。一方面，它有利于加深对重力、弹力、摩擦力的理解，另一方面，又为共点力平衡问题中的受力分析环节奠定必要的知识基础，学好牛顿第三定律的意义是显而易见的。

学生在学习牛顿第三定律时，常常处于一种矛盾的尴尬处境：通过初中物理课的学习和科普熏陶，牛顿第三定律的结论或许学生已经知道了，但具体实践情境中关于作用力与反作用力的认识，又存在不少误区。针对这种状况，教科书一开始创设了一个问题情境：大人和小孩掰手腕，他们相互的作用力一样大吗？学生带着困惑的问题，系统学习了牛顿第三定律之后，教科书在拓展学习的实验中，提出了用类似实验检验掰手腕的相互作用力的方案，不仅从理论上抽象地认识了这个问题，而且从实践上具体地感受了该结论的真实性，引导学生从理论和实验相结合的方式来认识产生困惑的物理问题。

本节课文中，专门设立“物体受力的初步分析”小标题，把牛顿第三定律的知识用来进行物体受力的初步分析。教科书除了强调受力分析的“研究对象”、明确是“受力分析”而不是“施力分析”之外，还注重区分“作用力和反作用力”与“平衡力”概念的不同。同时，在练习题中还设计了“有几对作用力和反作用力”的问题．让学生从一对、一对的作用中，分清楚物体受的是一对力中的哪一个。这些措施都有利于培养学生受力分析的能力。

### 3．从整个高中物理课程的视角设计力的合成和分解的教学目标

关于力的合成和分解的教学目标，在现行高中物理教学中是存在一定误区的。有不少教师在力的合成和分解教学中，急功近利地用平行四边形定则求解物体的受力，进行像三角形支架、劈、日光灯悬线等各种实践情境的受力计算。面对学生解答该类习题的困惑，教师还提出了“根据力的作用效果来判断分力方向”的方法，使力的分解成了教学的难点。这种教学设计，是对力的分解教学目标的误解。

课程标准把力的合成和分解教学要求降低为“了解”，并要求“能用共点力的平衡条件分析日常生活中的问题”，明确指出分析日常生活中的受力问题，所用的知识是共点力的平衡条件，而不是力的分解。力的分解不过是共点力平衡问题解答中的一个数学计算步骤，它不属于运动与相互作用观念的核心知识。为此，教科书把力的合成和分解合并为一节课文，在该节课文中，突出“等效替换”的思想，不要求学生用力的分解求解实际情境中物体的受力问题，学生会用平行四边形定则求解有确定方向的力的分解问题就可以了。分力的方向（或坐标系的选择），是以后学习共点力的平衡和牛顿第二定律时根据问题解答的需要来确定的。这样的教学目标，不仅大大减轻了学生的学业负担，更重要的是规范了学生解答静力学和动力学问题的思路，有利于培养学生运动与相互作用观念，提升学生的学科核心素养。

### 4．共点力的平衡——高中物理培养运动与相互作用观念的里程碑

本章开始把运动与相互作用两者之间建立了联系，共点力的平衡条件是运动与相互作用关系研究的起点。其中一个重要原因，是因为运用共点力的平衡条件解决物体受力问题的思路是一个在高中物理中具有普遍意义的重要思路。在用共点力的平衡条件解决问题时，首先要明确相互作用的对象（受共点力作用的物体），接着要分析和描述相互作用的物理量（受力分析），随后要根据相互作用的效果（加速度为 0 的平衡状态）和运用相互作用的规律（合力为 0）来建立数学关系。这种解决问题的思维链条在以后的学习中还将会不断出现。例如，运用牛顿第二定律、欧姆定律、气体实验定律解决问题，都涉及“明确作用对象”“分析作用的量”“认识作用效果和规律”等思路，这种视角和核心思路，普遍用于力、电和热等问题的分析。共点力的平衡是高中物理课程中这一思路的起点，为形成运动与相互作用观念起到基础性的作用。教学中，不仅要用共点力的平衡条件分析日常生活中的问题，而且要通过共点力平衡问题的分析，培养学生形成规范、科学的思维程序，养成科学的思维习惯，促进学生运动与相互作用观念的形成。

课时分配建议

第 1 节重力与弹力 2 课时

第 2 节摩擦力 2 课时

第 3 节牛顿第三定律 1 课时

第 4 节力的合成和分解 2 课时

第 5 节共点力的平衡 2 课时

# 第 1 节 重力与弹力 教材分析与教学建议

## 1．教学目标

（1）知道重力产生的原因、大小和方向。会测量物体重力的大小。

（2）知道重心的概念，初步体会等效替代的思想，体会引入重心概念的意义。

（3）会画力的图示和示意图。

（4）通过实验观察，抽象概括弹力产生的条件。

（5）知道压力、支持力和拉力都是弹力。会根据弹力产生的条件或者物体的运动状态及其变化，分析弹力的方向。了解重力和弹力在生产和生活中的应用，体会物理学与生产、生活的紧密联系。

（6）通过实验探究弹簧弹力和形变量的关系，了解胡克定律，了解科学探究中获取及处理数据的研究方法。

## 2．教材分析与教学建议

本节内容包括重力和弹力两部分。这两部分内容的主线是一致的，都是首先讲述力的产生原因或者条件，然后研究力的方向和大小。另外，在重力部分以重力的作用点——重心作为知识载体，体现了等效思想，即重心在效果上可以等效替代物体各部分所受重力的作用点；还以重力为例，呈现了如何利用力的图示和力的示意图表示力的作用点、大小和方向。在弹力部分按照从一般的弹力到特殊的弹力（例如弹簧弹力和绳子上的弹力）的思路，具体讨论了弹力的大小和方向，在研究思路上，体现了先定性再定量的研究思路。

本节课的教学重点是通过实验探究弹簧弹力与形变量的关系。这是因为：第一，本部分是弹力大小的重要内容；第二，体验探究的方法，如何设计实验、记录数据、处理数据等，可以为后续探究活动提供参照；第三，培养学生建立模型、推理论证等能力；第四，与生活紧密联系。

本节课教学的难点是理解重心的概念。这是因为重心的概念比较抽象，是由等效思想引出的，学生往往缺乏直接体验。

### （1）问题引入

本节引入新课的问题主要涉及力的三要素，目的是引导学生从不同的角度全面地认识重力，并引导学生回忆初中所学习过的相关内容。

在教学中，建议教师通过具体问题引导学生回忆初中所学过的重力及其大小和方向；在复习了重力的大小和方向之后，帮助学生理顺应该从哪些角度研究一个力。为后面进一步研究弹力、摩擦力等内容奠定基础。

### （2）重力

教科书按照研究一般力的思路呈现重力的内容，即重力的产生、大小、方向与作用点。

教科书直接给出了重力产生的原因，即重力是由于地球的吸引而使物体受到的力，施力物体是地球。至于重力和万有引力的关系，并不要求在现阶段就说清楚，留待后续学习中逐渐解决。

教科书直接给出了物体所受重力 *G* 与其质量 *m* 的关系式 *G* = *mg*，这个表达式很简单，但是在初中的基础上有深化：教科书指出表达式中的 *g* 就是自由落体加速度，并且进一步指出，没有空气阻力时，物体下落时只受重力作用，此时的加速度就是自由落体加速度。自由落体运动和重力的关系是运动与相互作用关系的具体体现，有助于学生逐渐形成运动与相互作用观念。对于重力的测量，初中已经讲过了，本节内容并没有涉及。教科书也没有指出在地球上不同位置，物体的重力是不同的，但可以联系“自由落体运动”一节中对自由落体加速度 *g* 的认识，引导学生知道在地球表面重力并不是恒定的，会随位置变化而变化，但不必做过多解释，留待后续学习。

重心是本节内容的难点。教科书首先从等效思想引入重心的概念，并进一步说明了质量分布均匀和质量分布不均匀的物体的重心位置受哪些因素影响。还应用二力平街的知识通过实验确定形状不规则物体的重心位置，以此增加学生对重心概念的实际体验。对于重心概念的教学建议如下：第一，说明引入重心概念的必要性，再以等效思想引入重心的概念；第二，通过实例和学生实践活动，引导学生体会重心概念，增加学生体验；第三，在确定物体重心的实践活动中，主要应用二力平衡知识确定重心的位置，引导学生体会运动与相互作用观念。

在介绍完重力的大小、方向和作用点后，教科书以重力为知识载体，说明了如何用力的图示和力的示意图两种手段表示力。教学中建议从以下两个方面入手：一是在初中学习的基础上，思考如何通过作图，形象地表示一个力。学生交流讨论，在教师引导下达成共识——要把力的大小、方向和作用点表示出来。在共识的基础上，学会如何用力的图示表示力，形成表示力的程序性知识。二是通过具体实例训练学生用力的图示表示力，达到熟练应用的目的。在教学中，还可以进一步指出，在不需要准确标度力的大小时，通常只需要画出力的作用点和方向，即画出力的示意图。

### （3）弹力

教科书仍然沿着研究力的一般思路阐述弹力的产生条件、弹力的方向和大小等内容。教科书在弹力及其大小的学习中，注意从两方面展开：一是体现从定性到定量的研究恩路；二是体现从运动和相互作用关系的角度研究弹力的大小。

教科书首先通过演示有机玻璃的微小形变，激发学生的兴趣，同时拓宽学生认识，得出任何物体在有力的作用下都会发生形变的结论。再通过拉伸的弹簧、压弯的跳板等实例，从宏观上揭示弹力产生的条件，让学生体会到：发生形变的物体，要回复原状，会对与它接触的物体产生力的作用。然后根据形变的方向说明弹力的方向。

对于本部分的教学，建议做好微小形变的演示实验，激发学生学习物理的兴趣，并注意实验操作、观察与科学思维的结合，促进学生科学探究与科学思维能力的发展。教科书中的演示实验用激光做光源，在普通教室就可以达到很好的演示效果。在演示实验前首先帮助学生理解实验原理，并猜想完成实验操作后光斑是否会发生变化以及如何变化，然后引导学生完成实验操作并观察实验现象。实验后，如果学生的猜想与实验现象一致，引导学生解释实验现象；如果猜想与实验现象不一致，引导学生分析不一致的原因，并给出解释。如果学生基础较好，还可以进\_步引导学生根据光的反射定律解释反射光斑的位置变化与形变的关系。如果学校实验条件有限，不能完成上述实验，教师可以结合“练习与应用”第 5 题，通过自制教具进行演示。

教师在介绍这些实验的时候，要让学生体会到微小形变虽然不能直接观察，但完全可以通过间接的方法来放大，这种放大的方法是物理学中常常应用的。

通过具体实例，从生活体验入手，引导学生仔细观察，对形变、弹力等逐渐形成以下由浅入深的认识：形变是如何发生的；发生形变的物体对与其接触的物体产生了什么影响；形变的大小和方向不同，产生的作用效果有什么不同；弹力产生的条件是什么；弹力的方向和大小与哪些因素有关。

教学中建议教师充分分析教科书中的弹簧拉小车实例。引导学生仔细观察弹簧的形变，并体会弹力与形变的关系：弹簧被拉长了，对小车有弹力的作用；由于弹簧有恢复原长的趋势，因此对小车的弹力指向弹簧收缩的方向。另一方面，在弹簧拉力作用下，小车也发生了形变，对弹簧也有弹力的作用。

值得注意的是，学生容易混淆弹力的施力物体和受力物体。教师一方面要强调对于任何一个力一定要明确其施力物体和受力物体；另一方面要通过具体问题的分析和交流，让学生发现自己的问题，矫正错误，建立正确观念。

通过实例从二力平衡的角度解释弹力的大小和方向。实例可以是书本放置在水平桌面上、竖直悬挂的弹簧下段挂一个钩码等。当这些物体（如书、钩码）处于静止状态时，分析它们的受力，分析弹力大小与其他力的关系。在此基础上，引导学生进一步分析：如果增加这些物体的质量，桌子和弹簧的形变量如何变化？弹力如何变化？进一步体会弹力大小与形变大小的定性关系，为探究胡克定律作好铺垫。

弹力内容涉及丰富的因果关系，弄清楚外界对弹簧施加的拉力、弹簧形变、弹簧弹力三者之间的因果关系，对理解弹力产生的条件、弹力的方向、大小和作用点都有重要影响。在教学中，建议教师通过实例，而不是通过抽象的逻辑推理，引导学生体会三者的因果关系；建议采用交流讨论的教学方式，在学生充分暴露错误认识的基础上，逐步转变错误认识，而不是不顾学生的原有认识，直接灌输正确认识。

### （4）胡克定律

教科书沿着科学探究的思路，首先从弹力大小与形变有关的角度，提出探究问题，即弹簧弹力与弹簧伸长量的关泵。胡克定律是对弹力和弹性形变关系认识的进一步深化，是从对弹力与形变的定性认识到定量认识。

对于本段教学，提出如下建议：

引导学生理解胡克定律与本节中弹力、形变等内容的联系，体会物理学的研究思路。在本节有关弹力和形变的内容中，已经从定性层面得出一般情况下弹力的大小和形变量的关系：弹力的大小与形变的程度有关，对同一个物体来讲，形变程度越大，弹力越大；弹力的方向指向形变的反方向。胡克定律是从定量层面认识一种简单的形变——弹簧弹力与弹簧的伸长量或者压缩量的关系。

在提出探究问题的基础上，教师可以引导学生进行实验设计。实验设计的主要内容包括：如何测量弹簧的形变量；如何测量弹簧弹力的大小；实验操作步骤有哪些；如何设计表格记录实验数据；如何处理实验数据等。

在探究过程中，首先组织学生讨论如何测量弹簧弹力和形变量，然后可以将学生分成若干小组，不同小组使用不同规格的弹簧，分别完成实验。实验操作完成获取数据后，引导学生观察数据，提出处理数据的方法。具体可参考以下教学片段。

**教学片段**

探究弹力大小与形变量大小的关系的数据处理

教师引导学生思考：已经测出弹簧形变量和弹力大小了，应如何处理数据？有什么办法找出弹簧的伸长量与弹力之间的关系？

学生交流讨论，可能会提出多种做法，比如看每增加一个钩码的形变量是否相等，根据数据作图等。

教师引导学生选择用作 *F*–*x* 图像寻找二者之间的关系。通过回忆之前做过的实验，引导学生思考在坐标纸上描点作图像时应注意哪些问题。

学生通过交流讨论回答：图尽量大一些；坐标标度的选取要合理；描点可以用小十字代替圆点；图像拟合时根据数据点的分布，如果基本在一条直线上用直线拟合，如果不在一条直线上应该用平滑曲线拟合，不能描绘成折线。

学生在坐标纸上描点作图，做完启教师根据一组学生数据利用数表软件绘制 *F*–*x* 图像。

如果条件允许，还可以探究弹簧的弹力与弹簧压缩量的关系。

学习胡克定律之后，可以将研究橡皮筋的弹力与橡皮筋的形变量之间的关系作为学生研究性学习的课题。让学生体会其他物体产生的弹力与形变量之间的关系，研究这种关系是否满足胡克定律。如果不满足胡克定律，思考这种关系是否有其内在规律。也可以让学生制作一个简易弹簧测力计，或者让学生调查生活和生产中所用弹簧的形状及使用的目的，体会知识的应用。

## 3．“练习与应用”参考答案与提示

本节共 7 道习题。练习理解重力、弹力和胡克定律及其相互关系，用这些知识解释自然现象，解决实际问题。练习制订科学探究方案，形成合理的结论，用已有的物理知识进行解释。第 1 题练习对力的概念的理解。第 2 题和第 4 题要求画出力的图示和力的示意图，侧重技能训练。第 3 题探究薄板的重心。第 5 题探究微小形变。第 6 题练习用图像的方法处理数据，并分析图像斜率的物理意义，进一步理解胡克定律。第 7 题探究重心知识在实际生活中的应用。

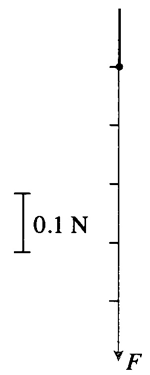
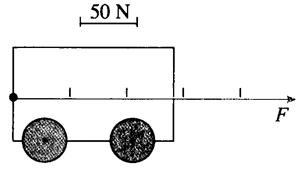
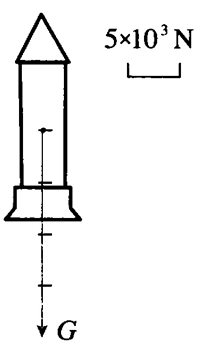
1．（1）玻璃杯从桌上掉下，在重力作用下运动得越来越快；被掷出去的铅球，在重力作用下沿曲线落回地面；蹦床在人的压力作用下，向下凹；橡皮觞在拉力作用下变得细长。

（2）人坐在凳子上，人对凳子有压力，该力的施力物体是人，受力物体是凳子。

2．（1）重力的受力物体是火箭，施力物体是地球（图 3–1）。

（2）推力的受力物体是车，施力物体是人（图 3–2）。

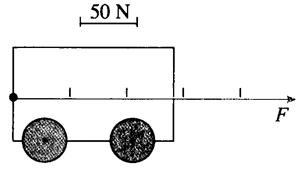
（3）拉力的受力物体是细线，施力物体是工艺品（图 3–3）。

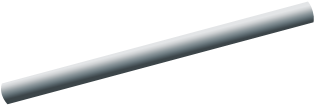


3．均匀的三角形薄板的重心与几何学上的重心位于同一点。

4．如图 3–4 所示，钢管受到 3个力作用：重力 *G*、地面的支持力 *F*1、绳的拉力 *F*2。重力 *G* 的施力物体是地球，地面的支持力 *F*1 的施力物体是地面，绳的拉力 *F*2 的施力物体是绳。

5．例如：取一只玻璃瓶，里面盛满水，用穿有透明细管的橡皮塞封口，使水面位于细管中（图 3–5）。用手捏玻璃瓶，可以看到透明细管中的水面变化，说明玻璃瓶在手用力作用下发生了形变。





*G*

*F*1

*F*2

提示：物理学习要勤于动手、善于思考，玻璃瓶的形变可以通过细管中水柱的变化而显示出来，用手捏玻璃瓶的不同部位，用的力越大，管中水面上升越高（或下降越低），说明形变量越大。

6．（1）根据书中数据补充弹力与弹簧的伸长量见表 3–1，画出 *F*–*x* 图像如图 3–6 所示。

表 3–1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 砝码质量 *m*/g | 0 | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 |
| 弹簧总长度 *l*/cm | 6 | 7.2 | 8.3 | 9.5 | 10.6 | 11.8 |
| 弹力 *F*/N | 0 | 0.3 | 0.6 | 0.9 | 1.2 | 1.5 |
| 弹簧伸长量 *x*/m | 0 | 0.012 | 0.023 | 0.035 | 0.046 | 0.058 |

*F* / N

*x* / m

*O*

0.02

0.04

0.06

0.08

0.5

1.0

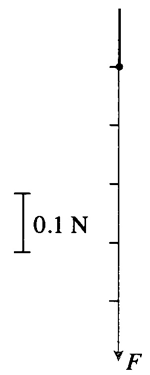
1.5

2.0

（2）26 N/m

提示：本题根据 *F* = *G* 求出弹簧的弹力 *F*，根据 *x* = *l* – *l*0 求出弹簧的伸长量 *x*。描点连线画出 *F*–*x* 图像，根据 *F*–*x* 图像斜率求出劲度系数 *k*。

7．参考设计案例：如图 3–7 所示，让容器的重心位于转轴的左方，拧开水龙头，水不断注入容器，容器中的水位逐渐上升，容器（容器和水组成的整体）的重心向右上方移动。当重心超过转轴向右一定距离后，容器就会翻倒，容器中的水倒出。倒完水后容器的重心回到转轴左方，又能自动恢复到原来位置重新接水，如此往复。调节水龙头的流量，可以控制两次冲水的时间间隔。



1. 恩格斯（Friedrich Engels，1820 — 1895），马克思主义创始人之一。恩格斯曾致力于研究自然科学中的哲学问题，对当时自然科学最重要的成就作了辩证唯物主义的概括，逝世后这些札记被辑录成《自然辩证法》一书。 [↑](#footnote-ref-1)