

|                     |    |
|---------------------|----|
| 一、基本概念 .....        | 1  |
| 1.1 测量 .....        | 1  |
| 1.2 长度 L .....      | 1  |
| 1.3 时间 t .....      | 2  |
| 1.4 质量 m .....      | 3  |
| 二、运动 .....          | 3  |
| 2.1 运动 .....        | 3  |
| 2.2 振动 .....        | 4  |
| 三、声学 .....          | 5  |
| 3.1 声音 .....        | 5  |
| 四、光学 .....          | 6  |
| 4.1 光的直射 .....      | 6  |
| 4.2 感光 and 成像 ..... | 6  |
| 4.3 光的反射和折射 .....   | 7  |
| 4.4 平面镜成虚像 .....    | 7  |
| 4.5 透镜成实像 .....     | 8  |
| 4.6 色散 .....        | 11 |
| 4.7 人眼 .....        | 11 |
| 五、力学 .....          | 12 |
| 5.1 力 F .....       | 12 |
| 5.2 弹力 .....        | 13 |
| 5.3 重力 G .....      | 13 |
| 5.4 二力平衡 .....      | 13 |
| 5.5 摩擦力 .....       | 15 |

## 一、基本概念

### 1.1 测量

- 单位：国际单位制 (SI) 是全世界统一的一套测量标准，如长度的基本单位是米。
- 测量工具：量程是工具能测量的最大范围，分度值是工具两条相邻刻度线之间的距离，测量结果应包括数值和单位。
- 误差：测量结果和真实值之间的差异是误差，多次测量取平均值可减小误差。

### 1.2 长度 L

- 基本单位：米 m (1/299792458 秒内光在真空中传播的距离为 1 米)，1km (千米) =  $10^3m$ , 1dm (分米) =  $10^{-1}m$ , 1cm (厘米) =  $10^{-2}m$ , 1mm (毫米) =  $10^{-3}m$ , 常用测量工具有刻度尺、卷尺、游标卡尺、激光测距仪，常见刻度尺的量程是 20cm，分度值是 1mm，常见卷尺的量程是 10m，分度值是 1cm。



- 测量长度：将刻度尺零刻度线与物体一端对齐，使有刻度的一边紧贴物体，读数时视线要正对刻度线。

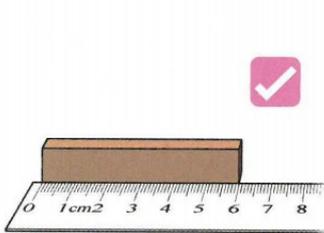


图 1-1-6 刻度尺的摆放

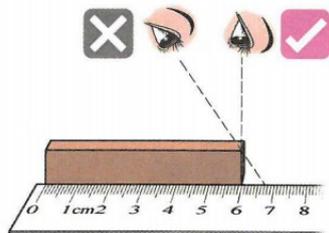


图 1-1-7 读数时的视线位置

### 1.3 时间 t

- 基本单位：秒 s（以铯原子的振动为基准来确定 1 秒长短），1h（小时）=3600s，1min（分钟）=60s，1ms（毫秒）= $10^{-3}s$ ，1 $\mu$ s（微秒）= $10^{-6}s$ ，常用测量工具有时钟、手表、电子秒表，常见时钟的分度值是 1min，常见手表的分度值是 1s，常见电子秒表的分度值是百分之 1 秒。
- 测量时间：使用电子秒表，在计时模式下，按下“启动”按钮，电子秒表开始计时。按下“暂停”按钮，电子秒表停止计时，屏幕上会显示记录的时间。按下“归零”按钮后电子秒表显示的时间会重置为零。

#### ■ 三键操作 快捷方便



## 1.4 质量 m

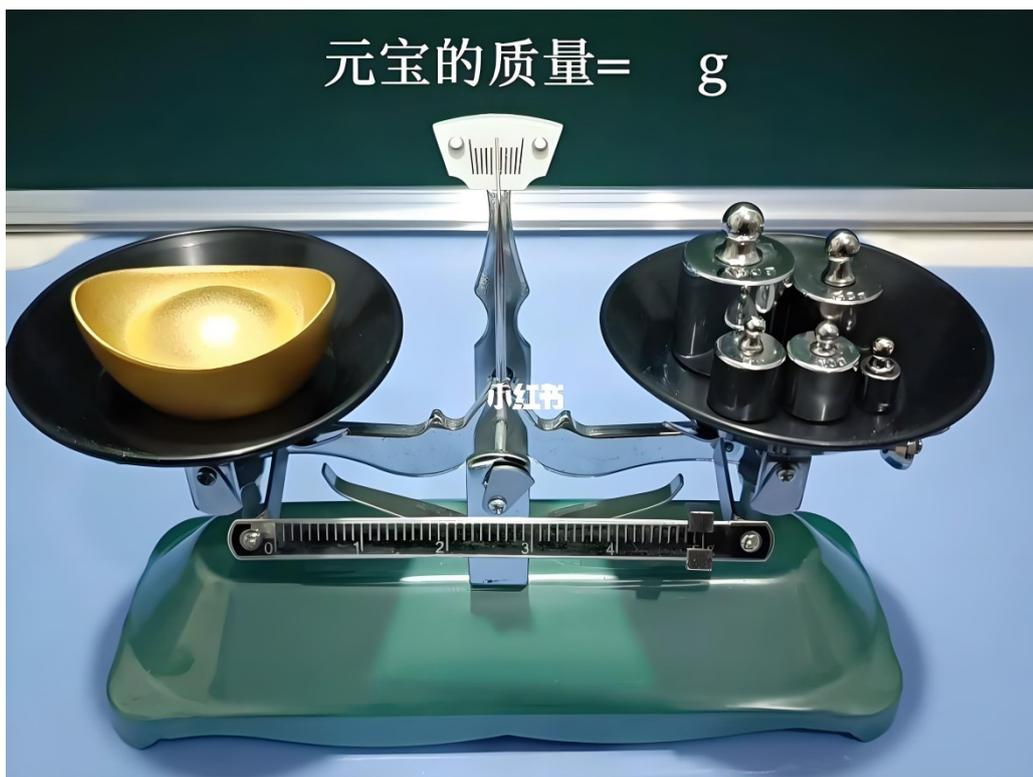
- 质量：物体所含物质的多少叫质量，物体的质量不会因为物体位置、形状发生改变。
- 基本单位：千克 kg（由基本物理常数确定 1kg 质量大小），1t（吨）=1000kg，1g（克）=10<sup>-3</sup>kg，1mg（毫克）=10<sup>-6</sup>kg，常用测量工具有托盘天平、电子天平，常见托盘天平的量程是 200g，分度值是 0.1g，常见电子天平的分度值是 0.001g。
- 测量质量：把托盘天平放在水平桌面上，用镊子把游码调至标尺左端的零刻度线，调节平衡螺母，使指针指在分度盘的中央。将待测物体轻放在天平的左盘，用镊子在右盘中添加砝码，并移动游码使指针对准分度盘的中央。砝码质量与游码示数值之和即为待测物体的质量。完成测量后，用镊子将砝码放回砝码盒，将游码移回标尺左端的零刻度线。



(a) 托盘天平的结构示意图



(b) 电子天平



## 二、运动

### 2.1 运动

- 运动：一个物体相对于另一个物体的位置随时间的变化叫做机械运动，简称运动。运动与静止都是相对参照物而言，不存在绝对静止的物体，如 9 架飞机编队飞行时队形保持不变，以其中一架飞机为参照物，其余 8 架飞机都是静止的，以地面为参照物，则飞机都是运动的。
- 速度 v：物体通过的路程与所用时间之比，即  $v = \frac{\text{路程 } s}{\text{时间 } t}$ ，单位是 m/s（米/秒），1m/s 表示 1 秒内通过的路程是 1 米，速度用来比较物体运动快慢。像速度这种用两个物理量的“比”来定义一个新的物理量的方

法叫做比值定义法。

- 匀速直线运动：速度不变的直线运动叫匀速直线运动，匀速直线运动在相同时间内通过的路程相同。它是一种理想化的物理模型，在自然界中很难找到。
- 测量速度：通过刻度尺、电子秒表等测量物体通过各位置的路程、时间，以时间  $t$  为横轴，路程  $s$  为纵轴，将各点  $(s,t)$  标记在坐标上，并用光滑线段连接起来，这样从图像任意一点可知物体通过的路程和对应的时间，从而得到任意一点的速度。匀速直线运动的  $s-t$  图像是一条过原点  $O$  的倾斜直线。

表 2-3-2 数据记录表

| 过程                | 时间 $t/s$ | 路程 $s/cm$ |
|-------------------|----------|-----------|
| $O \rightarrow A$ | 3.67     | 10        |
| $O \rightarrow B$ | 6.35     | 20        |
| $O \rightarrow C$ | 9.19     | 30        |
| $O \rightarrow D$ | 12.32    | 40        |
| $O \rightarrow E$ | 15.04    | 50        |

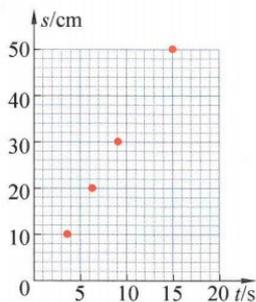


图 2-3-4  $s-t$  图像

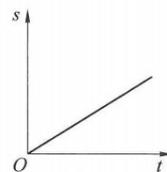


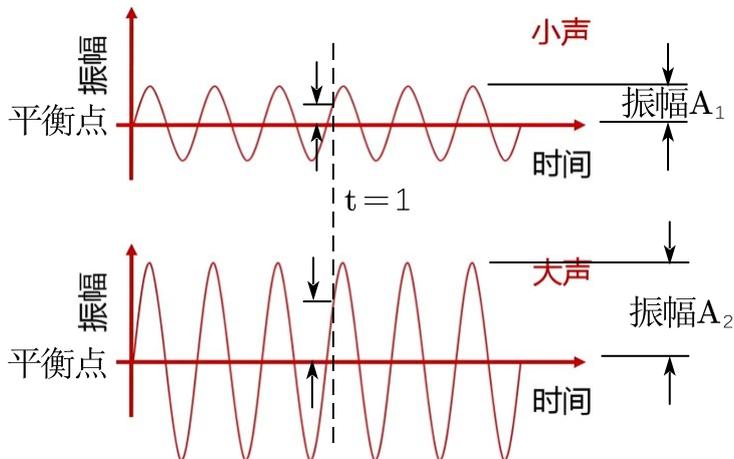
图 2-3-5

匀速直线运动的  $s-t$  图像

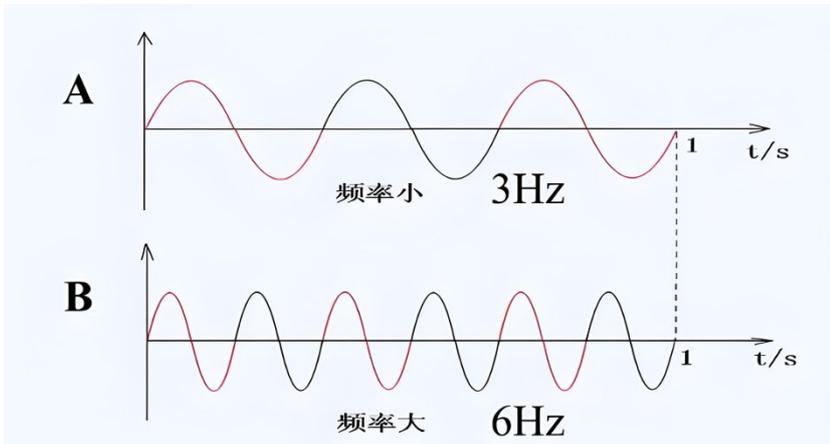
## 2.2 振动

- 振动：物体在平衡点附近来回反复运动叫振动，如秋千上的小孩从最低点向左侧荡到最高点，然后荡回最低点，然后再荡到右侧最高点，然后又荡回来，再过去，这个来回摆动的过程就是振动。
- 振幅  $A$ ：物体离开平衡点的最远距离，如小孩最低点离地面 1 米高，最高点离地面 2 米高，振幅是 1 米。振幅越大，说明他荡得越高（能量越强）。下图为 2 个物体的振动图像，横轴为时间，纵轴为物体和平衡点之间的距离，曲线上每个点表示在该时刻，该物体和平衡点之间的距离，最大距离就是振幅。

$t = 1$  分钟时，两个物体和平衡点的距离



- 频率  $f$ ：1 秒内来回的次数，如小孩 1 秒内能完成 1 次完整的“从左边最高点  $\rightarrow$  最低点  $\rightarrow$  右边最高点  $\rightarrow$  最低点  $\rightarrow$  回到左边最高点”的过程，那荡秋千的频率是 1 次/秒。频率单位是赫兹，简称赫，符号是  $\text{Hz}$ ， $1\text{Hz} = 1$  次/秒。如果 1 秒钟能荡 2 个来回，频率为  $f = 2\text{Hz}$ 。频率高说明振动快，频率低说明振动慢。



### 三、声学

#### 3.1 声音

- **声音**：声音是物体振动产生的，该物体叫声源，如人的声带、琵琶的琴弦、铃铛的壳体、竹笛的空气柱。声源振动时，会推动周围的固体（如物体）、液体（如水）、气体（如空气）一起振动，使它们也连接发声，从而将声源的声音传播到远处，传播出去的声音叫声波。当声波传入耳朵，带动耳膜振动，耳膜振动将声波传递到耳蜗和听觉神经，就引起听觉。声波只有通过这些介质才能传播，声波不能在真空中传播。声音在介质中传播时，遇到障碍物，一部分被反射回来，形成回声，如果传到入耳的前后两次声波的间隔超过 0.1s，人耳就能将回声和原声区分开，如在山谷里喊一声，可以听到回声。
- **声速**：声音在介质中的传播速度叫声速，固体声速 > 液体声速 > 气体声速，同一介质则温度越高，声速越高，如空气（15℃）声速 340m/s，空气（30℃）声速 349m/s，纯水（25℃）声速 1493m/s，玻璃声速 5000m/s。
- **响度**：声音的强弱程度（大小）叫响度。声源振幅越大，产生的声音越响亮，如大声喊话时，声带振动的振幅很大，声音很响亮，小声说话时，声带振幅很小，声音很微弱。响度还与观察者距离声源的远近有关，声源发出的声音向四面八方传播，传得越远就越分散，响度越低，若要增大某一位置声音的响度，可以借助喇叭之类的工具减小声音的分散程度，使声音集中向某一方向传播。
- **音调**：声音的高低程度叫音调。声源振动频率越大，产生的声音越高，如尖叫发出高音时，声带振动的频率很高，如果低沉说话，声带振动频率很低。声源振动频率通常与其形状、尺寸、材料等因素有关。如较紧、较细的琴弦振动频率高、音调高，较松、较粗的琴弦振动频率低、音调低，通过转动古筝的琴钉，可以调节琴弦的松紧、粗细，改变振动频率、音调。如通过音调来分辨西瓜的生熟，向保温瓶灌水时，随着瓶内水位上升，水上方的空气柱变短，空气柱振动的频率变大，发出的声音音调不断变高。人耳能听到的声音的频率为 20~20000 Hz。高于 20000Hz 的声波叫超声波，低于 20 Hz 的声波叫做次声波。
- **音色**：声音的结构叫音色，一般声音中除了有主声外，还有大量不同振幅、频率的泛音叠加在一起（次音），各声音在不同时刻开始、增大、衰减等，这些构成了一个声音的独一无二的特色。如接听熟人电话时，我们能分辨出是谁，因为口腔器官差异，使每个人发出的声音有不同的音色。
- **声波应用**：
  - **传递信息**：列车员通过列车鸣笛声的长短可判断列车运行的情况。
  - **定位**：声呐装置对水下发射声波，并接收水下物体反射的声波，从而计算水下物体的位置和距离。如汽车发射超声波探测周围障碍物，实现自动停车。
  - **检测**：超声波穿透力强，可以穿透和检测钢管是否有损伤，医学上用 B 超穿透身体进行检查。
  - **传递能量**：脉冲超声波的热量能治疗运动损伤，加湿器利用超声波的能量将水打碎成微小的水颗粒。
- **噪声**：声源无规律振动时发出的声音称为噪声，如两根钢锯条摩擦发出的声音很刺耳，它的振幅和频率忽大忽小，断断续续，毫无规律。更广泛的说，所有干扰生活、学习、工作的声音都属于噪声，如教室喧闹声、机械运转声，噪声影响情绪，损伤听力，破坏设备和建筑结构，控制噪声的方法有：
  - **控制声源**：如潜水艇的螺旋桨采用特殊合金制造，减轻发出的声音。
  - **控制传播**：在噪声的传播途径中吸收、反射噪声，如录音室墙壁上安装吸音材料。

- 保护人员：如机场的地勤人员在指挥飞机停机时佩戴耳罩。

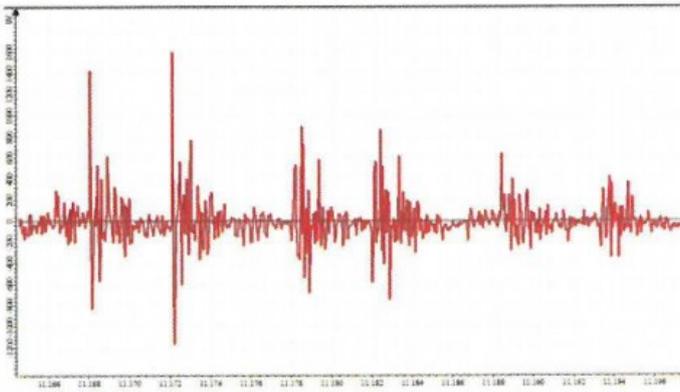
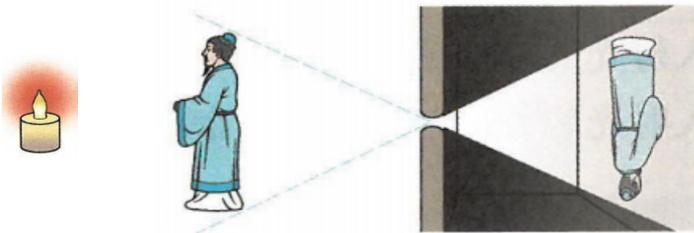


图 3-3-6 噪声的振动图像

## 四、光学

### 4.1 光的直射

- 光线：光在同种均匀介质中沿直线传播（直射，如遇到新介质或介质不均匀时发生反射或折射），用一条带箭头直线表示一个光线，光束由很多光线组成，因此可用激光束检测电梯轨道是否竖直。
- 小孔成像：一块带有小孔的板放在人和墙之间，人前面有蜡烛灯，由于光在均匀介质中沿直线传播，因此灯光照到人后，一些光线被人遮挡，剩余光线继续直射穿过小孔，照在小孔另一侧的墙上，其中头顶光线照到了墙的下面，墙面上出现了人的倒立背影（仅为阴影，非清晰人像）。如果没有这块板，头顶光线照到了墙的上面，墙上的背影是正立的，这说明光在同一介质中（如空气）是直射的。



- 光速：光不仅能在介质中传播，也能在真空中传播（声音不行）。用  $c$  表示真空中光速， $c \approx 3 \times 10^8 \text{m/s}$ ，空气中光速接近  $c$ ，水中光速为  $\frac{3}{4}c$ ，玻璃中光速为  $\frac{2}{3}c$ ，即真空光速 > 气体光速 > 液体光速 > 固定光速（与声速相反）。

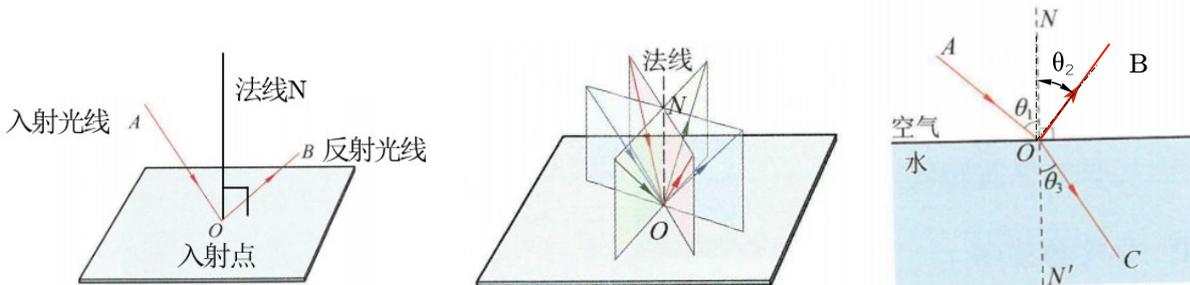
### 4.2 感光 and 成像

- 发光：能够自行发光的物体叫光源。光源物体的每个点都会向整个宇宙四散发射无数条光线，每条光线都带有该点的颜色和亮度等信息，这些光线在宇宙中到处直射、反射、折射。当非光源物体被周围的光源物体的光照射到后，不同颜色和材料的非光源物体，会吸收某些种颜色和亮度的光线，把剩余光进行反射、折射，因此反射、折射光的颜色和亮度，和光源或非光源的颜色亮度不完全一致。
- 感光：光源或非光源物体的某个点发出的多条光线，假如照射到一个光屏（如白纸、白板等），由于这些光线是四散的，会分别落在光屏的不同点上，导致物体的一个点在光屏上显示为多个模糊暗淡光点光斑，这叫感光。
- 成像：如果物体某个点发出的所有光线不是四散落在光屏上，而是都相交于光屏上的一个点，则光屏上会显示出一个清晰、有颜色的亮点（即物体上该点的像点），如果物体每个点都在光屏上显示为一个清晰像点，那整个物体就在光屏上显示为清晰图像，这叫成像。注意，如果光屏没有正好放在像点处，而是放在了像点前面或后面，则所有光线还没相交就落在了光屏的各个地方，或者相交之后继续分散前行然后落在了光屏的各个地方，光屏会显示多个模糊暗淡光点，即感光，而没有成像。
- 小孔成像并不是真正的成像：为什么小孔成的像，是人的背影（仅有阴影，无颜色和细节），而平面镜/凸透镜成的像是完整的蜡烛像（有颜色、有完整细节）？蜡烛不同点发出的光线，带有不同的颜色、

亮度、形状、纹理等细节信息，在小孔成像中，人在蜡烛后面，蜡烛直射的所有光线中，在人的身体范围内的光线，被人体吸收遮挡了，导致这块区域的光线未直射到墙上，所以墙上这块区域是阴影，而这些光线被平面镜反射、凸透镜折射时，没有被吸收和遮挡，能全部会聚起来形成了信息完整的蜡烛图像。

### 4.3 光的反射和折射

- 光的反射和折射：自然界中的光不总在一种介质中传播，当光从一种介质射向另一种介质时，一部分光返回原介质中，发生光的反射。还有一部分光会进入另一种介质，发生光的折射。如微风吹过水面，水波荡漾，射向水面的阳光中的一部分经水面反射后，传到我们的眼睛，引起视觉，我们看到波光粼粼。另一部分阳光进入水面并折射到水底（非直射）。
- 反射和折射定律：过入射点 O 作直线 N 垂直于介质表面，N 称为法线。光沿不同方向射向入射点 O 时，反射光线、折射光线、入射光线、法线在该方向的同一平面内，入射光线在法线一侧，反射光线、折射光线在法线另一侧，入射角 $\theta_1 =$ 反射角 $\theta_2$ ，当从稀疏介质进入紧密介质时，入射角 $\theta_1 >$ 折射角 $\theta_3$ ，否则入射角 $\theta_1 <$ 折射角 $\theta_3$ ，入射角越大，反射角、折射角也越大。如果光逆着反射方向射到介质上，反射后它会逆着入射方向射出，即反射可逆。折射是因为光在两种介质中速度不同，折射角取决于光在两种介质中的速度差距，因此光以相同入射角入射不同介质时，各介质的折射角不相同。另外，光只有斜射入另一种介质时才折射，垂直入射时，入射角=反射角=0，折射角=0，即一部分光线原路反射回来，一部分光线直射进入该介质，无偏折。



- 镜面反射：平行光线射向光滑表面如镜子时，有明显的反射光线且依旧相互平行，叫镜面反射。如太阳光照射到建筑的玻璃幕墙时，会反射出明亮耀眼的反射光。
- 漫反射：平行光线射向不光滑表面如纸面，没有明显的反射光线，叫漫反射。因为纸面实际凹凸不平，凹凸不平的表面可以看成大量法线方向不同的小平面，相互平行的光束经这些方向各异的小平面反射后，反射光线射向各个方向，所以看不到明显的反射光线，而我们能在不同角度看到桌椅、墙壁等自身不发光的物体，就是因为光在这些物体的表面漫反射，反射光射向各个方向，使我们在各角度都能看到桌椅。

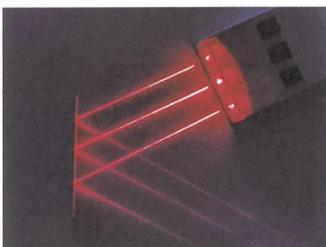


图 4-1-13 射向镜面的激光束

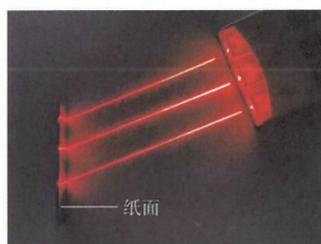


图 4-1-15 射向纸面的激光束

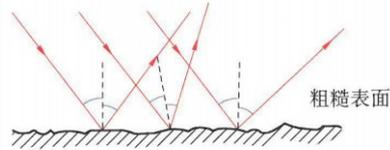
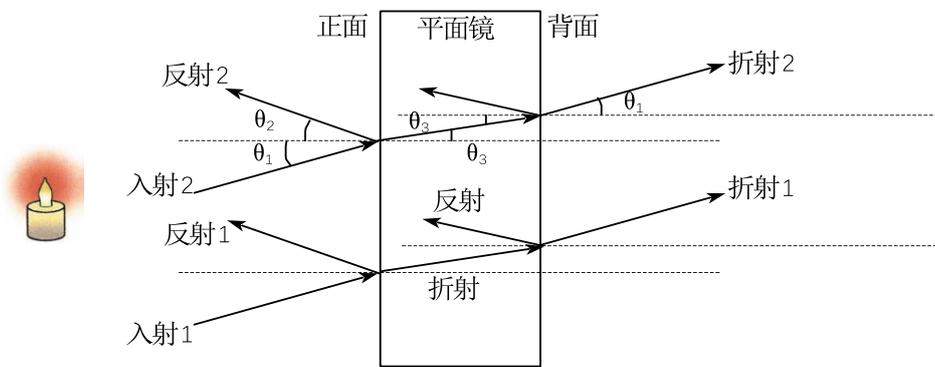


图 4-1-16 漫反射

### 4.4 平面镜成虚像

- 平面镜：玻璃板、水面、镜子是平面镜，金属勺是凹面镜，汽车后视镜是凸面镜（不是凸透镜），它们的正面和背面平行（如果不平行则是凸透镜或凹透镜）。平面镜是特殊的非光源物体，它几乎不吸收光，把所有颜色的光完全反射，即它能改变光线方向，并保持光源的颜色和亮度。平面镜、凹面镜、凸面镜可以透明（如玻璃），或不透明（如表面镀水银）。光入射时，如透明，则反射光线少，折射光线多，如不透明，则反射光线多，折射光线少。下图示意蜡烛光源产生的两个光线入射到平面镜的 2 次反射、2 次折射过程，由于平面镜正面和背面平行，折射 1//入射 1，折射 2//入射 2，即光入射平面镜，部分光反射，部分光折射，最终折射光线和入射光线平行。为了简单我们将它简化为 1 次反射、1 次折射。



- 平面镜反射成虚像：玻璃板：如图放置蜡烛灯、玻璃板、光屏（如白板、白纸板等有漫反射的表面，用来接收会聚的光线，显示图像），结果人眼可以看见玻璃板里的蜡烛像，但不能在光屏上看到蜡烛像。  
分析：
  - 折射光线：无论玻璃是否透明，蜡烛发出的部分光线被玻璃板反射回人眼，部分光线平行折射过去，因为折射过去的光线仍然平行，它们平行射到光屏上时，没有会聚于一点，因此光屏上没有清晰的成像，光屏只是整体亮了一点。
  - 反射光线：蜡烛灯上的点  $S$  向四处发光，其中部分光经平面镜反射后进入眼睛，眼睛主观上会感觉这些反射光线好像是从反射光线的反向延长线的交点  $S'$  发出的，似乎点  $S'$  也在镜后向四处发光。点  $S'$  是点  $S$  在平面镜中所成的像。由于光并非真的从点  $S'$  处发出，所以平面镜所成的像是虚像。虚像只是人的视觉神经的错觉，虚像并不是实际光线的会聚，如果人眼不看，则那里没有像。临水而建的国家大剧院在水中的倒影为虚像，虚像与水面上实体关于水面对称，宛如一个完整的椭球体。
  - 平面镜反射成像规律：平面镜所成的像是虚像；像和物体大小相等；像和物体到平面镜的距离相等。注意，此规律只适用于光在同一均匀介质中传播且由反射形成的虚像，不适用于下面折射成虚像。

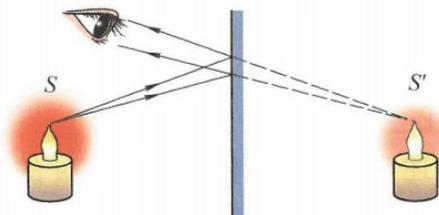
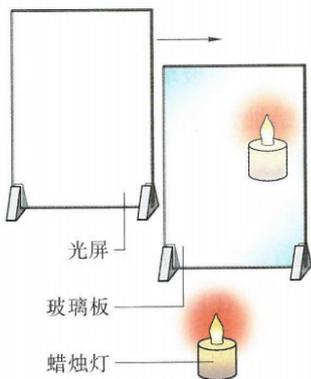
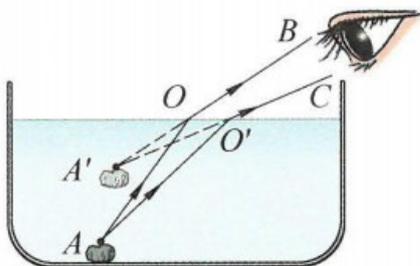


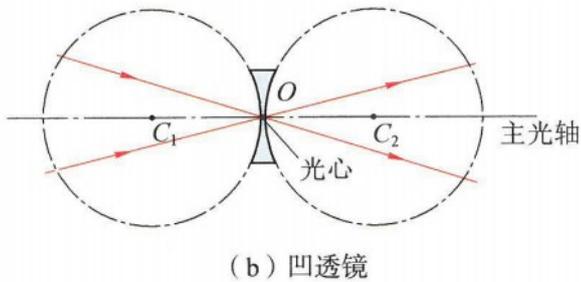
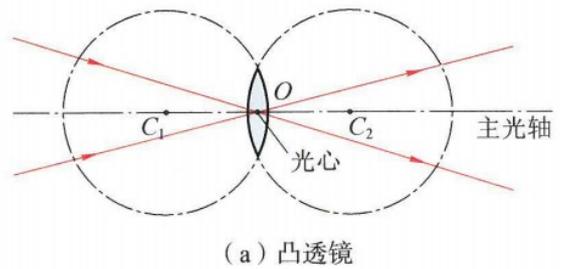
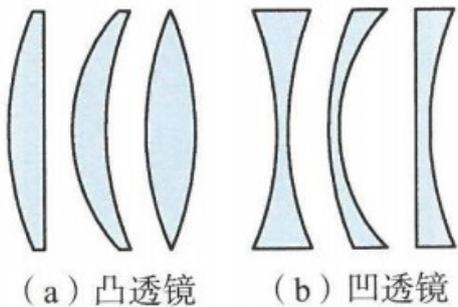
图 4-2-7 平面镜成虚像

- 平面镜折射成虚像：湖底有一个石块，阳光照到它之后反射出的光线  $AO$  和  $AO'$  在斜射向空气时发生折射，折射光线  $OB$  和  $O'C$  进入人眼时，由于人习惯光的直射，因此凭感觉认为光线是从  $OB$  与  $O'C$  反向延长线的交点  $A'$  射出的，因此人看到的石块虚像在石块实际位置的上方。

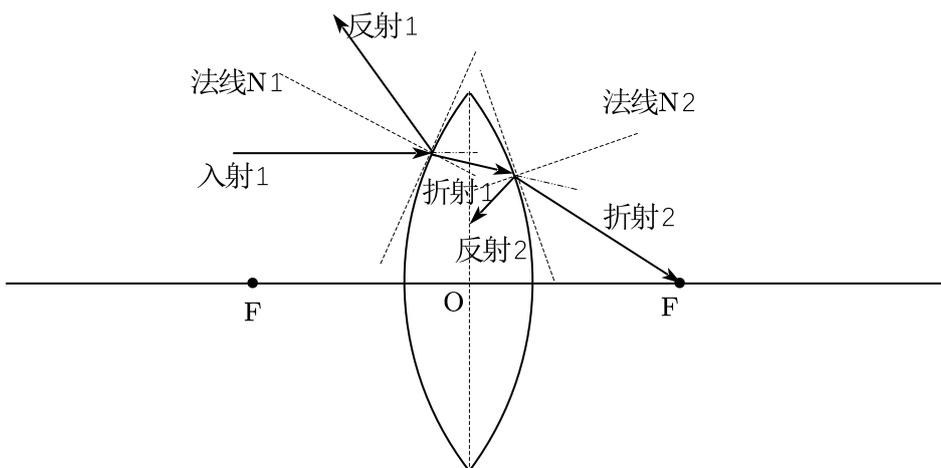
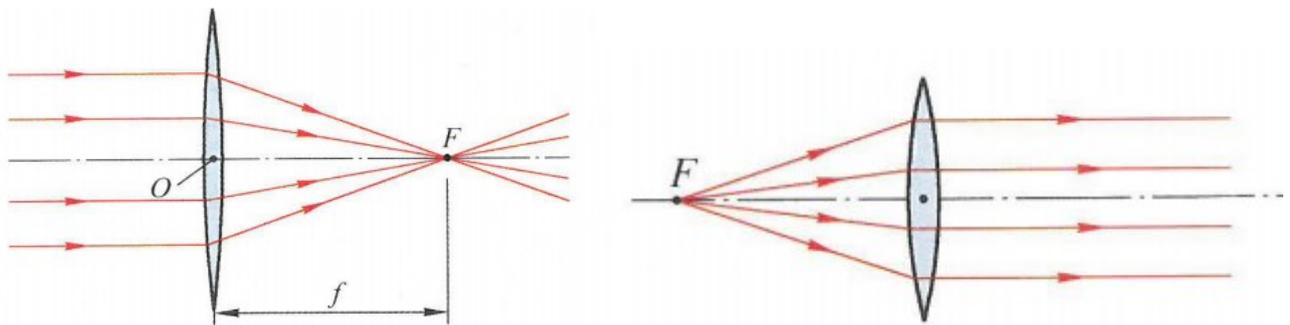


#### 4.5 透镜成实像

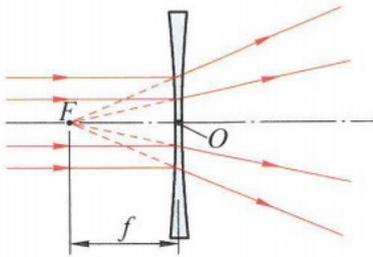
- 透镜：一侧或两侧是球面的透明体，叫透镜。中间厚叫凸透镜，边缘厚叫凹透镜。通过透镜两个球面球心的直线  $CC$ ，叫主光轴。光通过透镜会折射，但通过光心  $O$  的光直射（不折射），薄透镜的光心是透镜中心。



- 凸透镜（会聚透镜）：平行于主轴的光经凸透镜折射后，在主轴焦点  $F$  相交（两侧各一个焦点），相交后继续直射，焦点到光心距离叫焦距  $f$ ，焦距越短，光的会聚就越强。反过来，焦点发出的光经凸透镜折射后，平行于主轴射出，如强光手电筒利用这一原理射出远距离的平行光束。下面第 3 图为平行光经过凸透镜时发生了 2 次反射、2 次折射，第 2 次折射光线经过焦点  $F$ ，为了简单我们将它简化为 1 次反射、1 次折射。



- 凹透镜（发散透镜）：平行于主轴的光经过凹透镜折射后，会向远离主轴的方向偏折，它们的反向延长线相交于焦点  $F$ （两侧各一个焦点）。由于凹透镜焦点不是实际光线的交点，因此叫虚焦点。



- 凸透镜的折射和实像：物体到凸透镜距离，称为物距  $u$ ，像到凸透镜距离，称为像距  $v$ 。把蜡烛放在距离凸透镜较远的位置，在光具座上慢慢移动光屏看是否显示清晰蜡烛像，如显示则为实像（由实际光线会聚产生的图像叫实像），如果无法用光屏找到实像，则移除光屏，用眼睛观察凸透镜中是否有虚像，逐渐减小物距  $u$ ，重复以上操作，会发现凸透镜成像规律。
- 凸透镜成像原理：物体某个点发出的多条光线，通过凸透镜时会折射改变方向，然后相交于一点（即像点，注意，不是焦点，只有平行于主轴的光线才穿过焦点），物体各个点的光线经过凸透镜都能形成一个像点，因此凸透镜能成像。那物体上一个点的像点到底在哪里呢？或者说物体上一个点发出的所有光线到底在哪里相交呢？可以利用它的两条特殊光线确定交点，一条是该点穿过光心的光线，它不会折射而是直射，另一条是该点平行主轴的光线，它会折射并穿过焦点，它们两条光线的交点就是像点，该点发出的其它所有光线都会相交于像点。
- 实像的本质：不管人眼看不看实像，不管实像处放不放光屏，实像都会存在，因为它是实际光线的会聚。所有会聚成实像的光线，本身在像点相交后，它们还会继续直射下去（就好像实像自己发出了光线），然后又入射人眼再次成像，所以人看到了实像。
- 凸透镜成像规律：
  - ①当  $u > 2f$  时，物体在凸透镜另一侧  $f < v < 2f$  的范围内成一个倒立、缩小的实像
  - ②当  $u = 2f$  时，物体在凸透镜另一侧  $v = 2f$  处成一个倒立、等大的实像
  - ③当  $f < u < 2f$  时，物体在凸透镜另一侧  $v > 2f$  范围内成一个倒立、放大的实像
  - ④当  $u = f$  时，没有像
  - ⑤当  $u < f$  时，在物体同侧成一个正立、放大的虚像

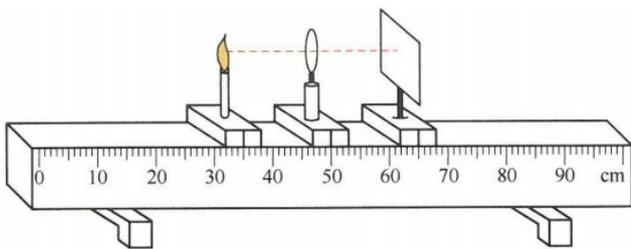
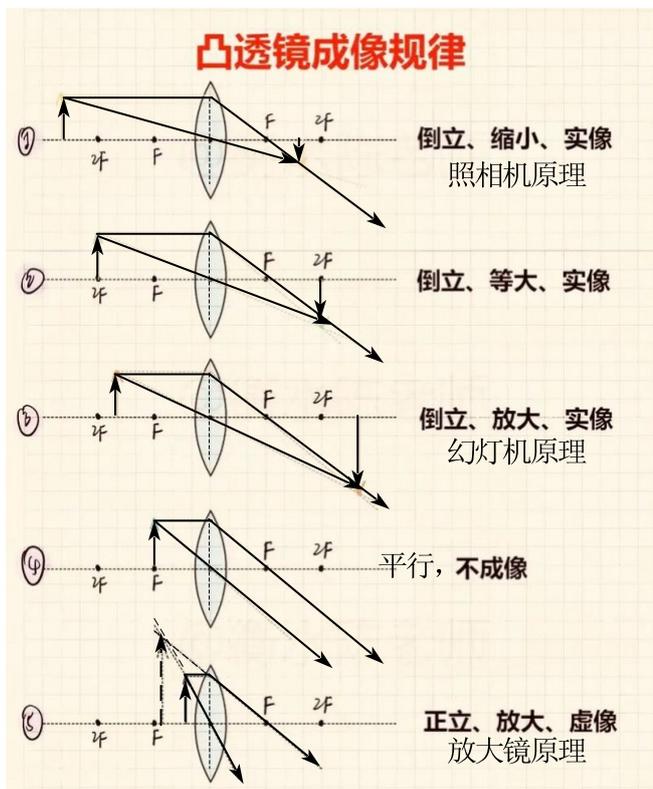
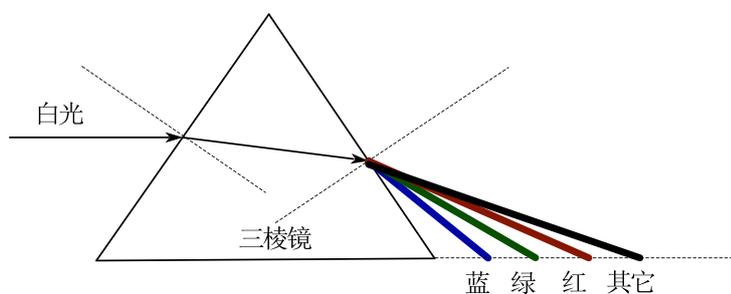
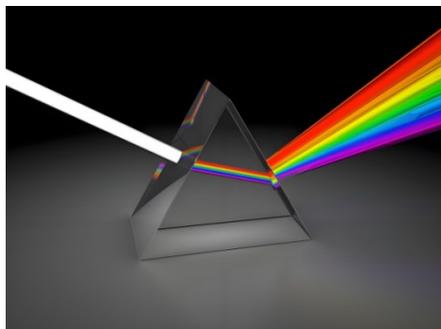


图 4-4-9 探究凸透镜成像规律实验装置

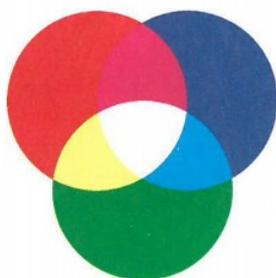


#### 4.6 色散

- 色散：让一束白光通过狭缝照射三棱镜（无色透明的玻璃三棱柱），从三棱镜折射出从红到紫连续的各色光，叫色散。不会色散的光是单色光，如红光、绿光、蓝光等有无数种，由多种颜色光合成的光是复色光，如白光。复色光会色散是因为不同颜色光通过三棱镜时，折射角不同，因此被分离出来，如蓝色折射角最大，绿色其次，红色再次等。



- 三原色：在电视、手机等屏幕上显示各种颜色的简单方法是，将红、绿、蓝三种原色的光点按不同比例重合，就能让眼睛“感受”到各种“颜色”（如下图），仅是“欺骗眼睛”，而不是屏幕真的显示各种颜色。

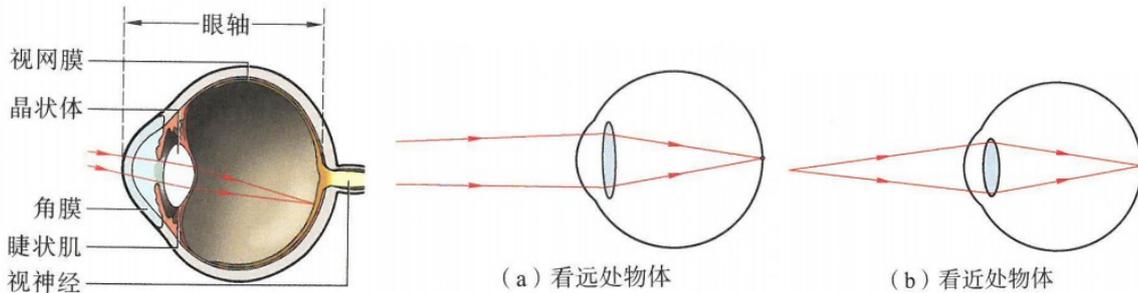


#### 4.7 人眼

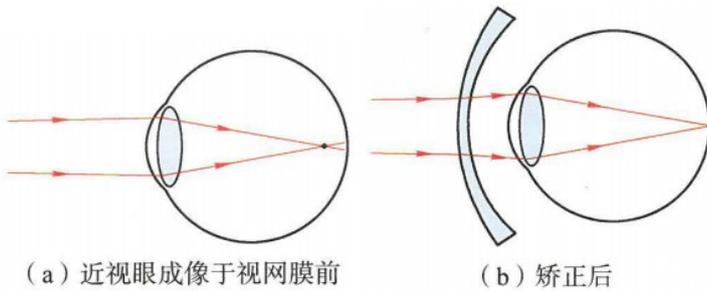
- 人眼成像原理：人眼成像的原理和凸透镜一样，瞳孔负责开放和关闭光线的进入，晶状体就是凸透镜，而睫状肌可调节凸透镜的焦距，而视网膜就是光屏，由于瞳孔只有 4mm 大，因此物体上一点发出的无数条各方向的光线中，只有少数方向和瞳孔一致的光线，能进入瞳孔并穿过晶状体，这些光线的方向较为一致，由于晶状体焦距只有几毫米，具有强大的折射功能，这些光线能被晶状体折射，并相交于视网

膜上的像点，即在视网膜成像。正常物体离眼睛的距离肯定远大于晶状体焦距，所以视网膜上的像是倒立、缩小的实像（不缩小，视网膜放不下），但视觉神经会处理成正立、正常大小。如果瞳孔很大，让物体一个点发出的各种角度光线都进入，很可能一些光线将无法折射到视网膜上的一个像点，导致出现多个光斑，无法成像。

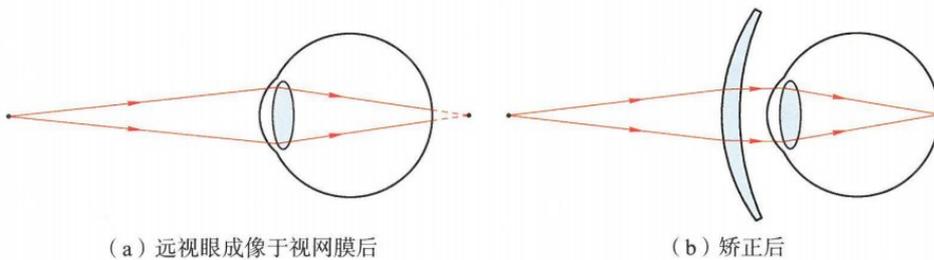
- 焦距调节：睫状肌的调节能力是有限的，眼睛观察近处物体最清晰而又不容易疲劳的距离大约是 25cm。长时间看书会让睫状肌始终处于收缩状态，容易损害眼睛的调节功能，造成近视。



- 近视：近视原因是晶状体的焦距偏短或者眼轴偏长，远处物体的光会聚在视网膜前，到达视网膜时已经不是一个点，而是一片模糊的光斑。眼睛前放凹透镜，能使光发散，最后重新会聚在视网膜上。



- 远视：远视原因是晶状体的焦距偏长或者眼轴较短，近处物体的光还没有会聚成一点就到达视网膜了，这时看到的物体也是模糊的。眼睛前放凸透镜，使近处物体的光会聚在视网膜上，便能看清近处的物体了。



## 五、力学

### 5.1 力 F

- 作用：物理学中把生活中的“拉”“提”“推”等称为“作用”。
- 力 F：力是施力物体对受力物体的作用。力的作用是相互的，受力物体反过来对施力物体也施加力的作用。如拔河时人是施力物体，绳子是受力物体，人拉绳子，同时绳子也在拉人。
- 力的三要素：大小、方向、作用点。我们用一根带箭头的线段表示力的示意，线段起点为力的作用点，线段方向为力的方向，在线段终点画一个箭头，并在线段旁标出力的名称，如果在同一图中表示多个力，力越大，线段越长。力的单位是牛顿 N，简称牛。1N 大约为用手托着两个鸡蛋所需的力。力的三要素可以改变物体形状、运动状态（速度、方向），如力越大，物体形状改变越大。

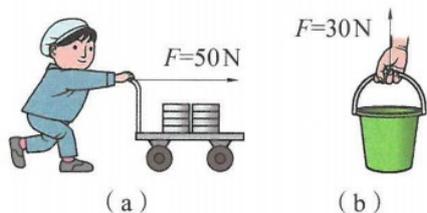


图 5-1-9 不同力的示意图

## 5.2 弹力

- 弹性：弹簧、橡皮筋、橡胶球、蹦床床面等物体在外力作用下发生形变，撤去外力后又能恢复到原来的形状，物体的这种性质叫弹性。物体的弹性有一定限度，如弹簧过度拉伸后就不能恢复到原来形状。
- 塑性：橡皮泥、面团等物体发生形变后不能自动地恢复到原来的形状，物体的这种性质叫塑性。
- 弹力：具备弹性的物体发生形变时产生的抵抗力叫弹力。如用手压弹簧时，可以感受到它对手有力的作用。汽车停在地面时，轮胎与地面接触处，地面向下发生了微小的形变，而地面想恢复原状，于是对车轮产生向上的弹力，这个弹力就是地面对车轮的支持力  $F$ ，它的方向垂直地面向上，使得车没有陷进地面。小球被悬线挂起，悬线发生了微小的形变，悬线要恢复原状，就会对小球产生向上的弹力，这个力就是悬线对小球的拉力  $F$ ，它的作用点是悬线与小球的接触点，方向沿悬线向上。

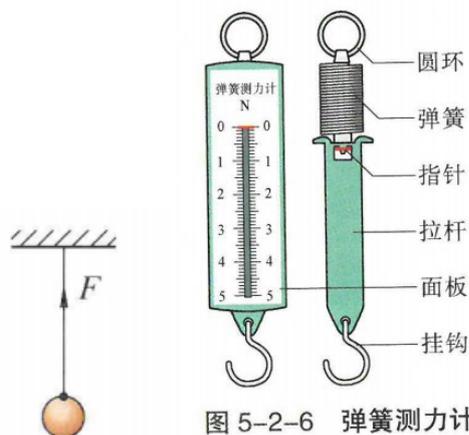
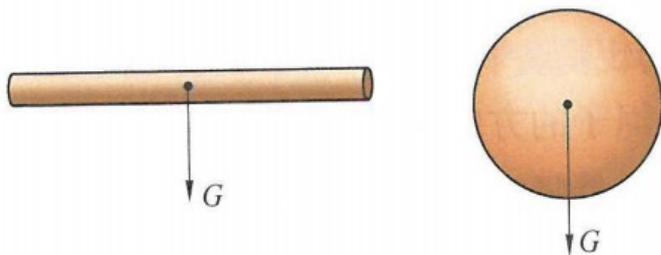


图 5-2-6 弹簧测力计

- 力的测量：在一定范围内，弹簧所受的拉力越大，弹簧的形变程度越大，根据这个原理制造了弹簧测力计。使用时先将圆环固定，挂钩受到拉力时，弹簧伸长，指针移动，弹簧形变稳定时，指针所指的刻度为挂钩所受的拉力大小。

## 5.3 重力 $G$

- 重力：无论蹦床运动员跳得多高，最终仍要落回床面，因为地球对表面所有物体有吸引力，即重力  $G$ ，重力的方向总是竖直向下， $G=mg$ ， $G$  是物体受到的重力，单位是牛  $N$ ， $m$  是物体的质量，单位是千克  $Kg$ ， $g$  的单位是牛/千克 ( $N/kg$ )，在地球表面附近  $g \approx 9.8N/kg$ ，它表明在地球表面附近，质量为  $1kg$  的物体所受的重力约为  $9.8N$ 。如一辆汽车的质量为  $1.2t$ ，它受到的重力  $G=1.2 \times 1000 \times 9.8=11760N$ 。
- 重心：物体的各个部分都受到重力的作用。对于整个物体而言，各部分所受到的重力可以简化成作用在某一个点上，这个点叫重心。如粗细均匀的直棒的重心在它的几何中心，均匀球的重心在球心。



## 5.4 二力平衡

- 合力：如果一个力对物体产生的作用效果与几个力同时对物体产生的作用效果相同，那么就可以用这个

力代替这几个力，这个力就叫做这几个力的合力，这几个力叫做这个力的分力。

- 二力合成：求几个力的合力的过程叫做力的合成。在同一直线上，方向相同的两个力的合力大小等于两力大小之和，合力方向与两力的方向相同；方向相反的两个力的合力大小等于两力大小之差，合力方向与两力中较大力方向相同。如一台吊车用 20000N 竖直向上的拉力  $F$ ，提起重力  $G$  为 12000N 的物体。求物体所受合力的大小和方向。先画出力的示意图，根据求合力的方法，方向相反的两个力的合力大小等于两个力大小之差，因此  $F_{\text{合}} = F - G = 20000\text{N} - 12000\text{N} = 8000\text{N}$ 。合力方向应与较大力方向相同，即与拉力  $F$  的方向一致，竖直向上。

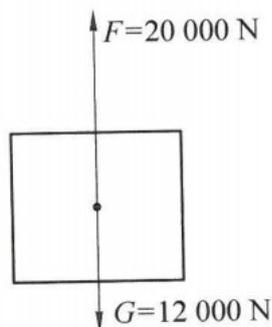
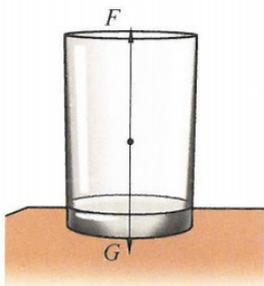
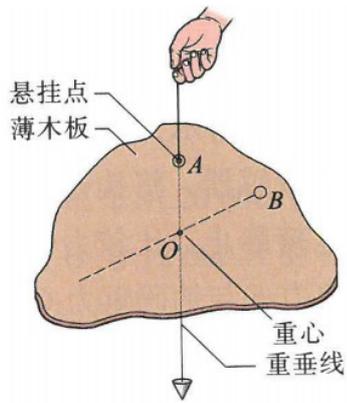


图 5-3-4 力的示意图

- 二力平衡：物体保持静止或匀速直线运动的状态称为平衡状态。如果物体在两个力的作用下处于平衡状态，称为二力平衡状态，这两个力构成一对平衡力。当物体处于二力平衡时，作用在该物体上的这两个力大小相等，方向相反，且作用在同一直线上，此时物体所受合力为零。如放置在水平桌面上的杯子受重力与桌面对它的支持力的作用，这两个力的合力为零，杯子处于平衡状态。



- 牛顿第一定律：物体不受力或所受合力为零保持平衡状态时，原来静止的物体，保持静止状态，原来运动的物体，保持原来的速度做匀速直线运动。这种保持原来运动状态不变的性质叫惯性，一切物体都具有惯性，如停止蹬地后，滑板车能够继续滑行；跳远运动员快速助跑后，飞身一跃，身体会在空中继续前进；拍打身上的灰尘、抖落伞上的雨滴也是利用了灰尘和水滴的惯性；乘车时，若汽车突然启动，乘客身体却还保持原来静止的状态，会相对于车后仰，反之，若汽车突然刹车，乘客身体仍保持原来运动的状态，会相对于车前倾。
- 悬挂法确定重心：利用二力平衡条件，先通过板上任意一点  $A$  将板悬挂起来，木板在拉力和重力的作用下平衡，在木板上画出重垂线的方向，重心一定在这条直线上。然后换个悬挂点  $B$ ，再将板悬挂起来，画出此时重垂线的方向。两条重垂线的交点  $O$  就是薄木板重心。



## 5.5 摩擦力

- 滑动摩擦力：在两个物体发生相对滑动时产生的阻力，叫滑动摩擦力。滑动摩擦力的大小与接触面所受压力、接触面的粗糙程度有关，压力越大，接触面越粗糙，滑动摩擦力越大。如用力捏自行车刹车，能增大刹车片与车轮间的压力，从而增大摩擦力以降低车速，在轮胎上绑一条防滑链，能增加接触面的粗糙程度，从而增大摩擦力，提升汽车在冰雪路面上行驶的安全性。
- 静摩擦力：手握水瓶使其静止不下落，水瓶受到了静摩擦力和重力这一对平衡力的作用达到平衡状态。