

## 实验说明

本实验室为大学物理基础实验中的观察、体验和认知系列实验，实验室现有各类实验项目 30 多项，多数实验项目都与生活中一些物理现象密切相关。第一次在本实验室上课时上课教师会根据每位同学的组内序号分配对应的实验台，例如组内 1 号同学第一次课时首先完成 1 号实验台上的实验。完成该实验之后可自由选择其他实验，要求两次课一共至少完成 15 项实验项目。

每次实验上课前请完成实验预习题，扫描下方二维码即可进入填写实验预习题。



实验课堂上请注意以下事项：

- (1) 不了解如何进行实验时请咨询老师。
- (2) 不要直视激光器出射激光，避免对视力造成伤害。
- (3) 使用加热装置时小心不要被烫伤。
- (4) 每个实验有固定的实验台，实验中请不要到其他实验台拿取材料。

也可以根据每个实验项目内容自己设计实验方案，具体可以和当堂教师讨论。

本实验室无需提交特定实验的实验报告，需要提交实验总结—一般不超过两页 A4 纸，可包括实验感受、建议、或设计提出一项新实验。

实验课结束后，请扫描实验室门口张贴的二维码，进入并完成实验课后题。

## 物理实验-观察和体验

### 1. 单摆、耦合摆和牛顿摆

实验器材：定点固定或者框架，细绳，摆球，直接使用水果等球状物体，大小角度，圆锥摆。

实验说明：

摆的等时性是计时装置的基本原理。在固定点悬挂绳子，下端链接小球等物体可组建简单的单摆装置，在小角度下单摆的运动可近似认为符合简谐运动规律。大角度或者考虑摆球空气阻力时摆的运动规律更为复杂。研究单摆运动的规律可以精确测量重力加速度。

耦合摆系统可以模拟自然界中存在相互作用的振动体系，耦合摆运动过程的周期与其偶和度有关。在两个单摆装置中间连接物体的方式可以构成简单的耦合摆。

牛顿摆是利用单摆基本结构构成的周期碰撞过程演示装置，牛顿摆直观的展示了动量和动能守恒原理。



待研究问题：

1. 观察不同结构机械摆的周期性摆动。
2. 尝试采用视频追踪方法分析运动轨迹。
3. 分析周期性摆动中的能量转换过程。

### 2. 同步节拍器

实验器材：多个节拍器，平板，两根圆柱支撑

实验说明：

当几个节拍器被放置在由可自由滚动圆柱支撑的平板上时,通过平板可产生能量的传递现象,节拍器之间振动相互耦合,最终形成“同步”。在只有两个节拍器参与的实验钟,一开始节拍器之间并不同步,会有一个节拍器摆锤先摆到最左边,摆锤运动产生等效逆时针力矩的时候,平板会带动平板对影响到另一个节拍器的摆动。两个节拍器在摆动过程中通过板子传递能量,直到节拍器的摆锤达到同样的摆幅,这就是节拍器同步现象。多个节拍器的耦合摆动过程其相位关系是较为复杂的,改变不同的实验条件例如节拍器个数,平板的约束方式、节拍器的相对位置等观察实验现象。



待研究问题:

1. 观察节拍器的同步现象。
2. 节拍器的数量、节拍器的相对位置,板子的材质等对实验现象的影响。

参考视频链接:

<https://v.qq.com/x/page/d0326031tjz.html>

<https://www.bilibili.com/video/av5637514/>

### 3. 观察长串小球链的惯性下落

实验器材: 大杯子, 2 米左右一长串珠子

实验说明:

将一长串珠子放入一个较大杯子中,让链子的一端自由下降,可以观察到珠链不是简单地由于重力作用“流”到地面,而是像“喷泉”一样,在整个运动链子先自发地向上运动,然后再掉落至地面。



这些珠链可以看作是一系列连起来的杆，想象一根杆子被水平地放入容器中，之后的杆子的一端受到一个向上的拉力，这个力来自于已经脱离了容器的那部分珠链。如果只是一根杆，那么受力的一端便会发生旋转并抬起，另一端则变成朝下的。但是在珠链中，每个短杆（珠链）都与其他杆子连在一起，因此杆子的另一端会受到来自容器或者其他杆子的弹力，而这种反弹则提供了不规则的向上的推力。通过实验观察和思考珠链的下落过程的动力学原理。

待研究问题：

1. 观察小球链的下落过程。

2. 小球链的放置方式对该过程有无影响，探究在长链端部加上不同质量的重物对该过程的影响。

参考视频链接：

[https://v.youku.com/v\\_show/id\\_XNjY2Mzc5ODc2.html](https://v.youku.com/v_show/id_XNjY2Mzc5ODc2.html)

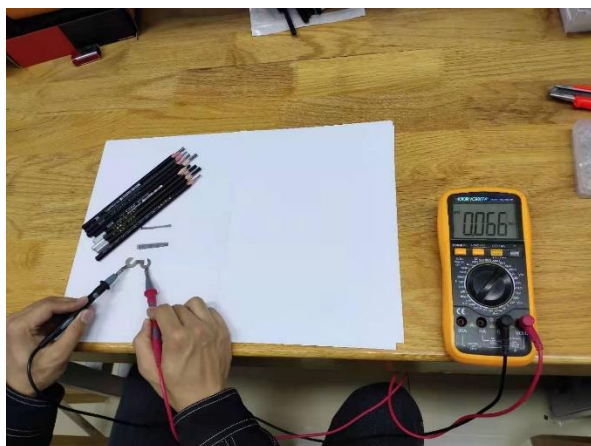
[https://v.youku.com/v\\_show/id\\_XNjY2NDI4NTEy.html](https://v.youku.com/v_show/id_XNjY2NDI4NTEy.html)

#### 4. 铅笔导电实验。

实验器材：白纸、不同参数的铅笔，万用表，电池

实验说明：

铅笔笔芯的主要成分是黏土和石墨，常用铅笔杆上会标有例如 HB，2B，4B 等的标号，这些标号代表的是铅笔芯的软硬程度，实际上代表的是笔芯中石墨和黏土的比例不同，石墨越多，则铅笔芯越软，画出来的线也越黑，从标号上看就是 B 数越高，而 H 数越高，则笔芯硬，相对来讲，就是黏土含量越高。层状石墨材料含有自由电子，含有石墨材料的笔芯可以导电，画在纸上的铅笔笔迹是否能也可以导电呢？



用铅笔在白纸上画上宽度相同、长度不同的痕迹，用万用表、电池和导线联起来，尝试观察和研究铅笔笔迹的导电现象。

待研究问题：

1. 观察铅笔笔迹的导电现象
2. 改变铅笔笔迹的长度、宽度，以及不同铅笔种类的导电性。

参考视频链接：

<https://v.qq.com/x/page/l3018dtew25.html>

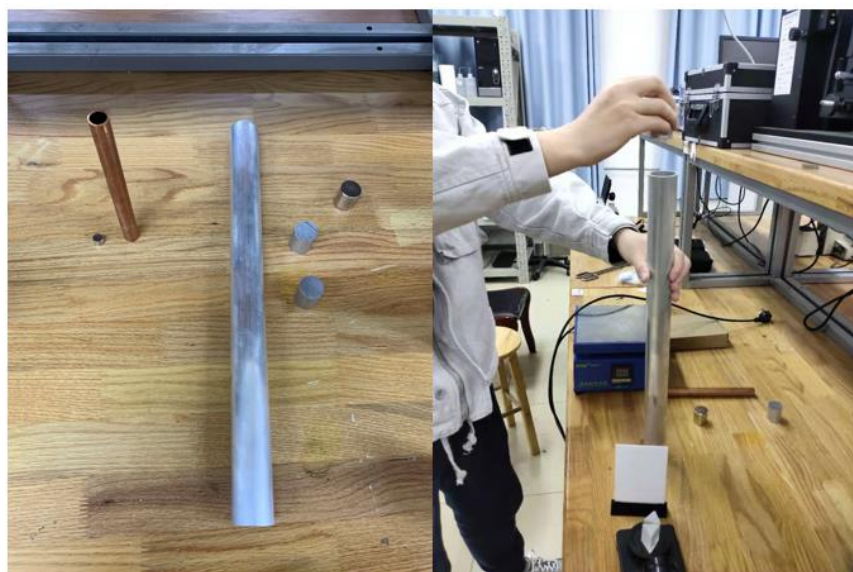
## 5. 楞次定律-磁体沿着金属管下落

实验器材：圆柱铝块（直径小于铝管内径）、中空铝管、磁铁块（直径小于铝管内径）

实验说明：

磁性较强的小磁铁在铝管扣释放自由下落时，铝管中的磁通量发生改变，磁铁块上方铝管的磁通量减小，下方铝管的磁通量增大。铝管中将产生感应电流，感应电流产生的磁场反过来又将对下落的磁铁产生阻力作用，磁铁块在铝管中可能会有与自由落体规律不同的缓慢下落过程。由于普通铝块不能使铝管中磁通量发生变化，所以会做自由落体运动。





待研究问题：

分别将大小、形状相近的铝块和磁铁块从铝管管口释放，观察二者的下落过程有何不同。

#### 6. 表面张力系列实验：毛细管观察、铁丝圈棉线等、牛奶中麦圈的吸引

实验器材：毛细管，大烧杯，刻度尺、铁丝圈，棉线，肥皂水，牛奶、碗、麦圈  
实验说明：

表面张力是液体表面存在的具有使液体表面可能面积缩小的力。表面张力是分子间作用力在表面处的一种表面效应。例如常见的露珠即可被认为是由表面张力凝聚起来的水滴。表面张力的大小与分界面的几何尺寸、液体的种类和温度等因素相关。通过观察液体在管中毛细管中的液面位置可以分析表面张力的作用机理，利用铁丝圈和棉线可通过肥皂水得到不同的形状液膜，观察和探究液体的表面张力现象。



在碗中盛放牛奶时，由于牛奶中的水分子被玻璃吸引，牛奶的表面在碗的边

缘向上弯曲。将麦片放入牛奶中时，容器边缘附近的麦片沿着弯曲液面向上浮动，看起来好像它们紧贴着边缘。由于表面张力，碗中间漂浮的麦圈使得牛奶的表面出现凹陷，凹陷附近液面产生了一个向内倾角。当两麦圈距离较近时，两个凹陷融合成一个，使得它们看起来像吸引在一起。

将毛细管插入水中，可以看到管中的水面比容器里的水面高，管子的内径越小则里面的水面越高。这种毛细现象是液体表面张力的一种表现形式。

铁线圈在肥皂水中浸润后会形成一层膜，将系好的棉线圈放在这层膜上会自动形成一个圆形。

在碗中倒入牛奶后放入麦片，会发现麦片可能有聚集在一起或者紧靠着碗的边缘的现象。

待研究问题：

- 1.观察生活中的表面张力现象，探究其作用力大小和方向有什么特点。
- 2.你还能想到哪些表面张力现象，设计实验来演示一下！

参考视频链接：

<https://v.qq.com/x/page/t0854v95nuj.html>

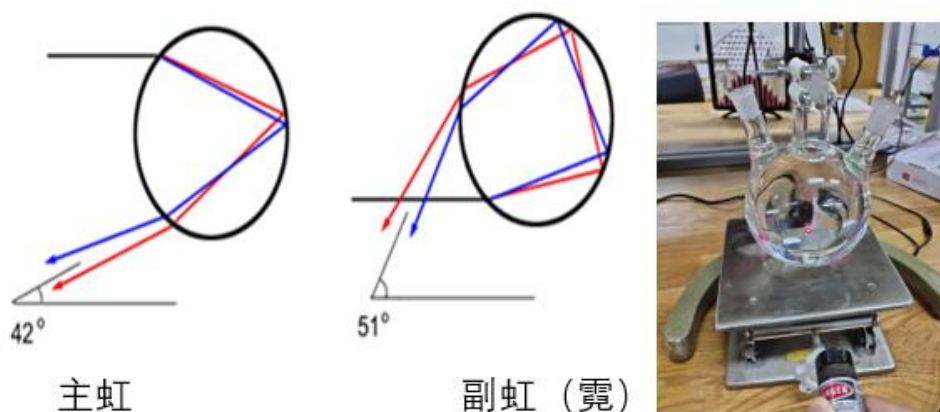
## 7. 光的色散与霓、虹

实验器材：大烧杯、雾化器、白光源（手电），镜子，长托盘

实验说明：

不同波长的光在介质中的折射率不同会导致光经过介质折射后会产生色散现象。

空气中存在大量的水分且尘粒较少，能见度较高时，太阳对面的天空中容易出现彩色圆弧，按一定顺序排列红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫七种颜色。这就是虹（rainbow），即彩虹，它是气象学中的一种光学现象。即太阳光通过空气中的水滴时的折射和反射后形成的不同颜色排列的光带。霓（secondary rainbow），也称二级虹或者副虹，一般认为霓的色彩排列顺序与“虹”相反。



虹和霓可以认为是由于太阳光在水滴中经过一次和两个反射后出射形成的，由于白光经过水滴后发生两次反射的情况相比于发生一次反射时光能量损失很多，因而“霓”的亮度比“虹”的亮度暗得多，故将其称作副虹，而且其位置位于“虹”之上，霓下面才是主“虹”。实验中通过利用装满水的球形容器和激光器来探究光在水球中的反射和折射情况。

参考视频链接：

<https://www.bilibili.com/video/BV1vt411A786?from=search&seid=9007394674990562282>

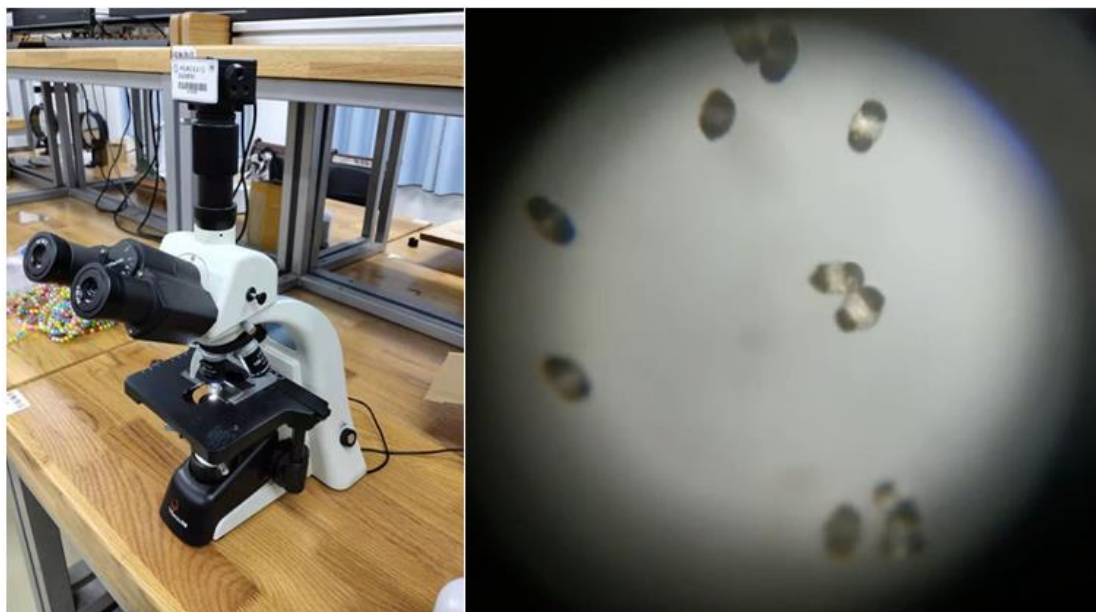
## 8. 观察布朗运动

实验器材：显微镜，比色皿，花粉粉末，载玻片

实验说明：

布朗运动是 1827 年英国植物学家罗伯特·布朗利用显微镜观察悬浮于水中由花粉微粒时发现的，一般认为是微小粒子或者颗粒在流体中做的无规则运动。作布朗运动的微粒的直径一般为  $10^{-5}$ — $10^{-3}$  cm，这些小的微粒处于液体或气体中时，由于液体分子的热运动，微粒受到来自各个方向液体分子的碰撞，当受到不平衡的冲撞时而运动，由于这种不平衡的冲撞，微粒的运动不断地改变方向而使微粒出现不规则的运动。布朗运动的剧烈程度随着流体的温度升高而增加。在载玻片上滴一滴花粉悬浊液，在显微镜下可以观察布朗运动。





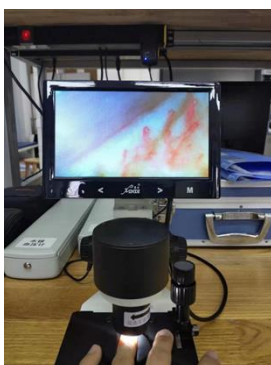
参考视频链接: [https://v.youku.com/v\\_show/id\\_XMzc5MDIxOTMzMg==.html](https://v.youku.com/v_show/id_XMzc5MDIxOTMzMg==.html)

## 9. 手指微循环显微观察

实验器材: 显微镜, 香柏油, 棉签

实验说明:

微循环,就是人体微动脉和微静脉之间的血液循环。血液循环最根本的功能,就是进行血液和组织之间的物质交换。这个功能都是通过微循环实现的。使用高倍数显微物镜,在手指指甲附近涂抹香柏油,然后置于显微镜下观察,通过粗调节和细调节的方法确定具体的位置,观察手指微循环。



待研究问题:

1. 观察手指前端微循环现象。
2. 观察皮肤表面的水份蒸发现象。

参考视频链接:

<https://www.bilibili.com/video/BV1Wb41137Cz?from=search&seid=39697999>

49498408333

## 10. 镍片的磁性和居里温度

实验器材：架子（放置磁铁的和镍片），酒精灯，磁铁，高纯度镍片，冰块

实验说明：

许多物质在受到外磁场作用后，感生出与磁场同方向的磁化强度，可用磁化率 $\chi_m > 0$ 来描述其被磁化的难易程度。若材料的磁化率很小，磁化后仅显示出微弱的磁性，这种磁性称为顺磁性。而铁磁性物质的 $\chi_m$ 不仅大于0，而且数值很大，为 $10 \sim 10^6$ 数量级，在很小的磁场下，就可以被磁化到饱和。铁磁性物质的磁特性随温度的变化而改变。当温度升高到某一温度时，铁磁性材料就由铁磁状态转变为顺磁状态，即失去铁磁性物质的特性而转变为顺磁性物质，这个特定的温度称为居里温度，常以 $T_c$ 表示。

实验中可以观察镍片在磁铁磁化下的铁磁性现象。之后用酒精灯加热将镍片的温度升高，超过居里温度后其转变为顺磁性。之后用冰块给镍片降温，当镍片的温度降到居里温度之下时便会恢复铁磁性，被磁铁吸附，这样就可以观察到镍片在铁磁性和顺磁性间的转变过程。



待研究问题：

1. 观察当镍片达到居里温度时，镍片由铁磁性转为顺磁性相关实验现象。
2. 观察当温度降低以后，镍片是否会重新恢复铁磁性。
3. 进一步了解顺磁性和铁磁性的物理意义，用电磁学的方法进行理论分析。

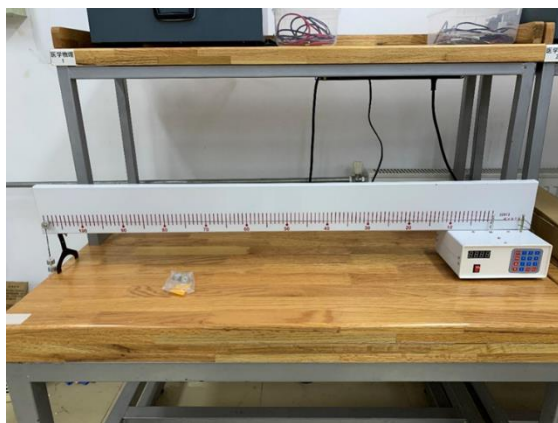
参考视频链接: <https://www.bilibili.com/video/av47651268/>

## 11. 驻波演示实验

实验器材: 绳波振动演示仪

实验说明:

当两个频率相同, 振幅相近的波在同一直线上相向传播时, 其叠加形成的波称为驻波, 驻波波形上出现许多振幅为零的节点, 称为波节, 相邻波节的距离为半个波长。



弦线的一端系在一个可调频率和振幅的上下振动振源上, 在振动装置一端通过定滑轮悬挂砝码, 弦线下端的砝码质量为  $m$ , 产生的张力为  $T = mg$ 。波源振动时, 弦线上形成了传播的机械横波。当波动传播到支架一端悬挂砝码的刀口位置时, 由于弦线在该点受到刀口支架的阻挡而无法振动, 当振源到刀口支架的距离  $L$  等于半波长的整数倍的时候, 可以观察到稳定的驻波。

待研究问题:

1. 观察实验中形成的驻波的特点。
2. 改变弦线的张力, 振动源的频率和振幅, 观察驻波的个数和形状会发生什么变化。
3. 从理论上分析驻波产生的原因, 并思考弦线和传递的横波波长满足什么关系时, 才会有驻波产生。
4. 思考是否可以采用其他方式来演示驻波。

参考视频链接: <https://v.qq.com/x/page/j03049m2m7i.html>

## 12. 滚瓶子实验

实验器材: 两个一样的玻璃瓶, 沙子, 水, 斜面。

实验说明：

在两个一样的玻璃瓶中装入质量相等的水和沙子，从相同斜面的同一高度释放滚落。在理想状态下，它们滚落过程的速度应该相同。但实验中考虑到沙子和瓶子的摩擦，水在瓶子中的流动碰撞、沙子和沙子的摩擦等过程。两个瓶子的滚动速度会出现差别，观察两个瓶子哪一个滚动的更快，分析这个过程能量损失。

待研究问题：

- 1.在两个瓶子中分别装满水和沙子，在相同的斜面上同一高度滚落，看哪个瓶子滚得更快。
- 2.在瓶子中装入等质量的水和沙子，在相同的斜面同一高度滚落，观察哪个瓶子滚落的更快。
- 3.改变斜面的倾斜度等，观察是否会对实验结果产生影响。
- 4.理论上分析，二者的滚落速度会有差异吗？产生差异的原因是什么？

### 13.发光二极管 LED 的光场分布

实验器材：LED 灯，透镜，大凹面镜

实验说明：

发光二极管(LED),是电能转换成光能的能量转换装置，也是现在重要的照明元件。制作 LED 的材料是 III-V 族化合物，如 GaAs（砷化镓）、GaAsP（磷砷化镓）、AlGaAs（砷化铝镓）等半导体制成，其核心结构是半导体 P-N 结，具有一般的 P-N 结伏安特性，即正向导通、反向截止、击穿的特性。它的发光是由半导体中的电子-空穴的复合产生的。LED 是一种直接注入电流的发光器件，半导体晶体内部受激电子从高能级回到低能级时会发射出光子。大量处于高能级的粒子各自分别自发发射的频率为  $\nu$  的光波：

$$\nu = \frac{E_g}{h}$$

其中  $E_g$  是半导体能带宽度，其单位是 eV。LED 器件已经成为重要的照明元件。LED 器件由于其结构特点存在固有的照明发散角度，设计各类照明灯具时需要根据选择的 LED 器件本身的照明特性来进行设计。



待研究问题：

- 1.观察 LED 照明的远场发散角
- 2.观察凹面镜和透镜对 LED 发光的汇聚效果。
- 3.观察不同颜色的 LED 光的发光，以及通过透镜后的照明效果。

#### 14.磁悬浮陀螺和(伯努利悬浮球)

实验器材：磁性陀螺、磁性底座、锥形喷气装置，小气球

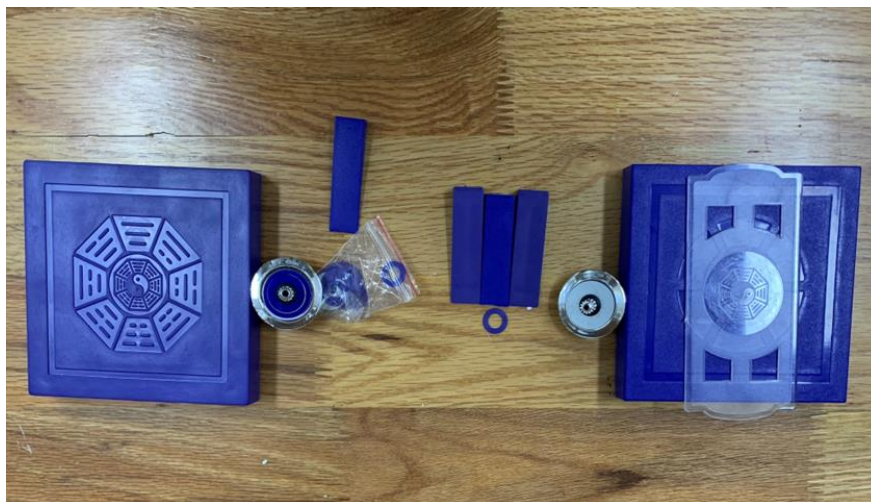
实验说明：

磁铁具有同性相斥的特性。在磁性物质制作的陀螺下方放置一个同性的磁铁，陀螺便会受到磁力的作用被推向空中。但由于磁体的相互斥力在力平衡特性上属于不稳定平衡，稍微偏离平衡位置就会失去平衡，无法稳定悬浮在磁性底座上方。不旋转状态下，磁性陀螺一般不能在磁性底座上方稳定悬浮。

但旋转陀螺，然后缓慢地将托板抬起，将陀螺移动到稳定点后，移去托板。此时，陀螺所受重力和向上的磁力等大反向，陀螺受力平衡便会悬浮在空中。并且由于旋转的陀螺提供了额外的角动量，是的下方磁性底座上方的平衡位置与之前未旋转时不同，此时是一种稳定平衡。

.伯努利原理为流体的机械能守恒，即压强，重力势能和动能的和为常数。其推论为流动时，流速越大，压强就越小。可以用锥形喷气装置向上方喷气，将小气球拖入气流上方，则气球可以悬浮在空中。当小球由于扰动跳出气流时，因为小球附近的空气流速流速大，根据伯努利原理流速大的位置压力相对较小，会被周围空气压迫回原位。





待研究问题：

- 1.观察陀螺悬浮在空中的现象。
- 2.对陀螺进行受力分析，在实验过程中陀螺经常有向某一边飞出的现象，分析这个现象产生的原因。
- 3.如何改良装置以提高试验成功的几率。

参考视频链接：[https://v.youku.com/v\\_show/id\\_XNDIzODg1MDU5Mg==.html](https://v.youku.com/v_show/id_XNDIzODg1MDU5Mg==.html)

[https://v.youku.com/v\\_show/id\\_XMjg0MTQwMTM0OA==.html](https://v.youku.com/v_show/id_XMjg0MTQwMTM0OA==.html)

## 15.体验时间-生活中的时间

实验器材：手机秒表，机械秒表，电子秒表

实验说明：

时间是人类世界最基本的属性之一，感知和测量时间的方法一直伴随着人类科学的进步而不断演化。可以认为，时间是某种物理过程的度量。人们对于时间的测量方法的探索就是对更为普适和稳定的物理过程的探索。从古时太阳的东升西落和日月星辰的轮转，到现代晶体振荡和原子能级的寿命，都是各类不同的物理过程。古代的撒克逊人使用带孔的碗在水中的下沉过程来量度时间。对物理现象的研究和探索催生现代各种时间度量装置。

实验中观察单摆，自由落体、眨呀等过程的时间，使用不同的测量装置，机械秒表、电子表等测量和感知时间。





待研究问题：

- 1.体验眨眼，自由落体，单摆等物理过程的时间间隔。
- 2.用手机，电子表等不同的设备体验时间这个物理量。
- 3.了解更多物理过程所需时间的数量级。

## 16. 体验重量-手感可分辨最低重量间隔

实验器材：砝码一套，哑铃一套。

实验说明：

在日常生活中的“重量”常用于表示“质量”，但是在科学上，这两个词表示物质不同的属性。

在牛顿定律的适用范围内，可以认为一个物体的惯性质量决定它受力时的加速度。对于质量的测量和认知是认识客观世界的重要方面。可以通过多种物理方法测量物体的质量，在重力场中可以使用各类秤来称重计算质量，也可以利用外力使物体进入运动状态并进行测量来计算质量。



握持不同质量的哑铃时，能感受到其重量的明显的差异。而砝码的质量一般比较小，可以先握持一定质量的哑铃，通过向上加砝码，来感受质量的变化。加的砝码较小时，应该不会有明显的手感变化。不断提高砝码质量，感受到哑铃质量发生变化时，通过读取砝码的质量便可知道手感可分辨的最低重量间隔。

也可以尝试自己设计物理方法测量计算物体的质量。

待研究问题：

- 1.分别体验不同砝码的质量，并用电子秤测量其质量。
- 2.体验不同质量的哑铃，对其质量有直观的感受。
- 3.用体重秤等测量自己的体重等。

## 17. 体验温度-加热和冷却

实验器材：加热台、酒精灯、金属块、水、温度测量装置（热成像仪）

实验说明：

温度是表示物体冷热程度的物理量，微观上来讲是物体分子热运动的剧烈程度。温度只能通过物体随温度变化的某些物理特性来间接测量，而用来量度物体温度数值的标尺叫温标。它规定了温度的读数起点（零点）和测量温度的基本单位。物质升温 and 降温过程从微观上说即是组成物质的分子热运动程度的变化过程，这个过程可通过热量的传导来实现。



热传导，是热能从高温向低温部分转移的过程，是一个分子向另一个分子传递振动能的结果。各种材料的热传导性能不同，传导性能好的，如金属，还包括了自由电子的移动，所以传热速度快，可以做热交换器材料，传导性能不好的，如石棉，可以做热绝缘材料。

待研究问题：

1. 在水和金属块的加热过程中各自出现什么现象。
2. 观察水和金属块升温 and 冷却过程中的快慢，分析背后原因。

## 18. 体验视觉-目测最小分辨距离、三维立体卡片

实验器材：分辨率卡片，不同间隔的点、线、立体卡片

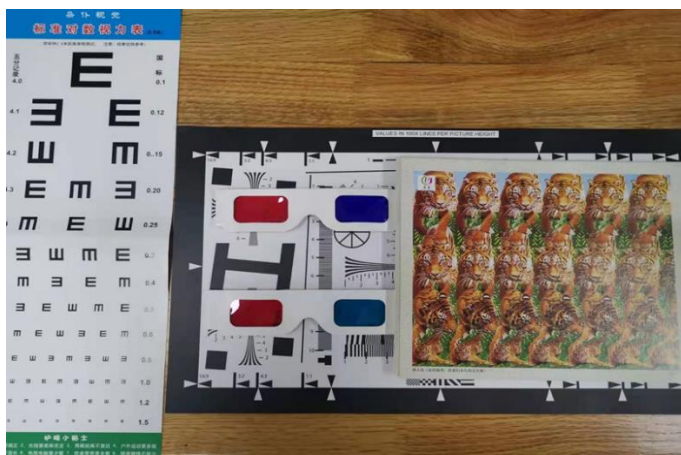
实验说明：

当光照射在物体上后，会反射并散开。人眼和照相机将这些分散的光线重新聚合起来，投射在一点上。如果眼睛的视网膜，或者照相机的成像感应器正好处在光聚合的那个点上，我们得到的图像就会是清晰的，否则便会模糊失真。

视觉分辨率一般指一定距离下观察两个物体刚好能分辨开的间距。黑色背景下两个白点，在距离 1m 和距离 2m 的地方看，1m 的地方可能分开 0.291mm 就能分辨清楚，而在 2m 的地方，则要分开 0.582mm 以上才能看清楚是两个点，小于这个距离，它们就融为一点或者一条直线了。

一般用角分辨率来定义人眼的分辨率，角分辨率用弧度做单位，乘以距离，就是空间分辨率了。人眼的理论分辨率是  $18\sim 20$  角秒，但由于感光细胞分布和本身缺陷，通常 2 角分已经是理想条件下较好的分辨能力了，一般人在  $3\sim 5$  角分之间。

3D 卡是一种新型的三维图片模式，卡面可以从不同角度看出不同的影像。卡片的视觉效果可以是深度的立体效果，也可以具有缩放、位移、变圆的视觉效果，完全不同于一般的印刷卡片。即结合多重影像于一体，经由不同角度变化，产生不同影像的变化。可以在不同距离观察三维立体卡片，并目测出自己的最小分辨距离。



待研究问题：

1. 体验不同距离下的视觉分辨能力。
2. 观察 3D 卡片，调研其视觉作用原理。
3. 视觉成像的原理。

## 19. 体验盐 and 糖的质量和味觉

实验器材：不加碘和加碘食盐，白砂糖，烧杯，热水瓶，冷水。

实验说明：

我国颁布的《中国居民膳食指南》建议成年人每天盐的摄入量不超过六克据调查发现我国居民大约有 60%以上的人每日盐的摄入量是超标的。同时营养健康学家建议成年人一天摄入的糖控制在 50g 以下。现代人饮食习惯上偏向高糖高盐，实验中可体验糖和盐的量在不同温度时的味觉感知。

在烧杯中分别加入相同体积的热水和冷水，并定量分别加入不加碘和加碘食盐、白砂糖，观察三者在热水和冷水中的溶解情况，分析各自的溶解度大小。最后分别品尝不加碘和加碘食盐、白砂糖。其中加碘食盐和不加碘食盐相比，多加了“碘酸钾( $\text{KIO}_3$ )”和“氯化钠( $\text{NaCl}$ )”两种物质。使用含碘盐可以防治碘类疾病的发生，如防治甲状腺类疾病。而不加碘盐，则没有这种效果，只能用作调味品。白砂糖是食糖的一种。其颗粒为结晶状，均匀，颜色洁白，甜味正，甜度稍低于红糖。其主要成分是蔗糖( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ )，由一分子葡萄糖和一分子果糖脱水缩合形成，易溶于水较难溶于乙醇，甜味仅次于果糖。



待研究问题：



1. 称量不同质量的食盐和白砂糖的量，了解生活常识。
2. 观察糖和盐在水中的溶解情况。
3. 体验不同浓度和种类盐和糖溶液咸和甜的程度。

## 20. 温差发电

实验器材：温差发电装置

实验说明：

金属中温度不均匀时，温度高处的自由电子比温度低处的自由电子动能大。像气体一样，当温度不均匀时会产生热扩散，因此自由电子从温度高端向温度低端扩散，在低温端堆积起来，从而在导体内形成电场，在金属棒两端便引成一个电势差，此即汤姆逊效应。其与塞贝克效应、帕尔贴效应一起构成热电转换的三个基本物理效应。



待研究问题：观察温差到电能的转换现象，研究相关参数。

## 21. 口罩对水和酒精的透过情况

实验器材：口罩、水、酒精

实验说明：口罩在这次新冠肺炎疫情防控中起到了重要的保护作用，典型的口罩材料采用的是熔喷聚丙烯，是典型的疏水性材料。水很难以液态形式渗透进纤维内部，不会与纤维中驻极体电荷发生作用。但气态形式的水汽却能顺利通过。所以，熔喷聚丙烯材料的口罩透气而不透水，既能保证人的正常呼吸，又能同时保持良好的防护性能。

口罩表面喷洒酒精会导致口罩的疏水性被破坏，这是因为，酒精作为表面活性剂，降低了水在口罩表面的表面张力。于是水滴就更易渗透进口罩内部了，宏

观上看就是口罩漏水了。

将没经过使用的一次性医用口罩的白色一面朝上，缓慢倒入清水，观察实验现象。再往口罩另一面均匀喷洒酒精，再次观察是否会有水滴滴落。



待研究问题：

1. 口罩防水和疏水性体验。
2. 口罩表面喷洒酒精对口罩防水性能的影响。

## 22. 认识眼镜的度数

实验器材：白屏、眼镜镜片、凸透镜和凹透镜各一个、卷尺

实验说明：透镜焦距  $f$  可以反应透镜折光本领的大小。焦距越短，折光本领越大。通常把透镜焦距的倒数叫做透镜焦度，用  $\Phi$  表示，即  $\Phi=1/f$ 。平时说的眼镜片的度数，则是镜片的透镜焦度乘以 100 的值，即眼镜的度数等于  $100/f$ 。因此测量眼镜的度数必须先测得镜片的焦距。

远视镜的镜片是凸透镜，把镜片放在阳光下，使光线与镜片垂直，调整镜片与地面的距离，使地面上的光点(或光斑)最小最亮，用刻度尺测量地面上的光点到凸透镜光心的距离，以米(m)为单位，用  $f$  表示，则镜片的度数等于  $100/f$ 。

近视眼镜的镜片是凹透镜，通常无法通过观察实像来测量计算其焦距，实验中设计简易方法快速准确测量近视镜的焦距。

散光和近视都是由于屈光不正常导致的，都属于屈光不正。近视是在屈光静止的前提下，远处的物体只能在视网膜之前形成焦点，不能看清远处的物体。

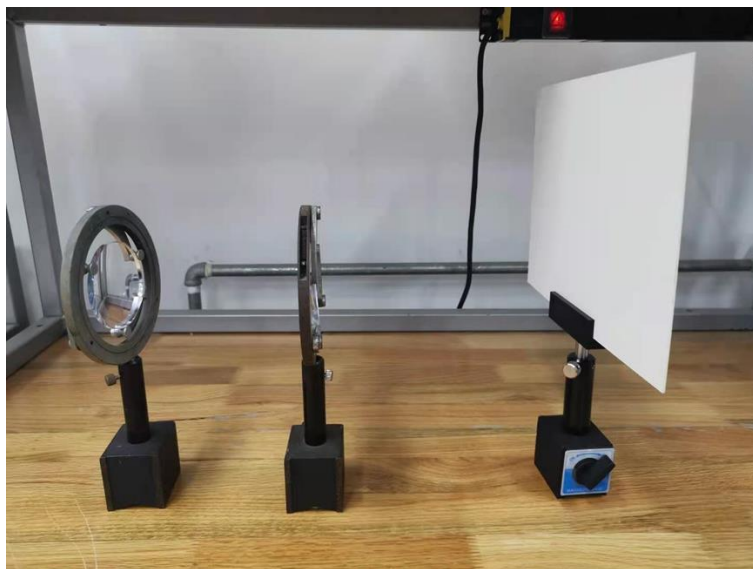
散光通常与角膜弧度有关，角膜的弯曲度不均、厚薄不均都会导致光线不能准确聚焦在视网膜上。

近视主要表现为视物模糊，只能看清楚近处，无法看清远处；



散光主要表现为重影，即将一个点看成多个点，看远看近都模糊。

部分镜片具有矫正散光的能力，这时可以近似将这类镜片看作柱面镜或者看作两个棱镜拼接而成。



待研究问题：

1. 测量远视镜和近视镜的度数。
2. 设计方法估测镜片的散光度数。

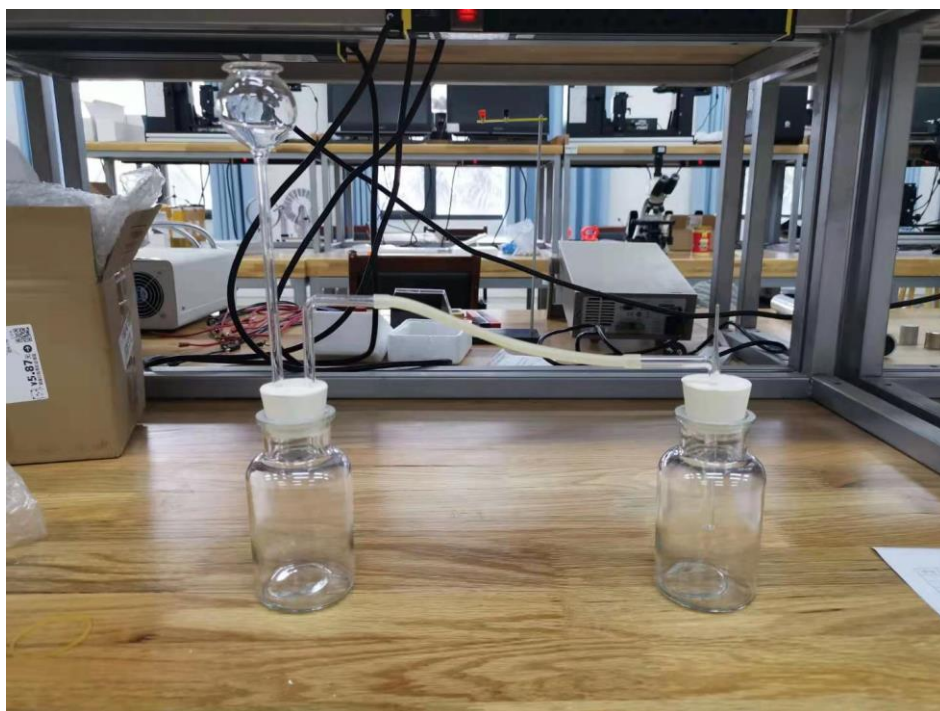
### 23. 气压、海伦喷泉和热水喷泉

实验器材：海伦喷泉装置，一个大烧杯、电热水器、吸管、马德堡半球

实验说明：

海伦喷泉是一种利用液体高度差产生喷泉的装置。

将部分装填热水的莫尔吸量管，用拇指按住吸量管的顶部，翻转莫尔吸量管，在吸量管的小口处会有水柱喷出，这就是热水喷泉现象。热水喷泉喷射是由于热水沿莫尔吸量管管壁流下，加热空气使得空气受热发生膨胀，挤压来不及下落的水，将这一部分水从莫尔吸量管的小口处喷射出来。



待研究问题：

1. 在实验中，产生喷泉的原理是什么？
2. 调整瓶子的高度，观察水柱高度的变化。
3. 水柱高度的变化和哪些因素有关。
4. 在热水喷泉中，实验原理是什么？

参考视频链接：<https://haokan.baidu.com/v?vid=7035733942358343787>

## 24. 倒置瓶子实验-沉浮子

实验器材：瓶子、水、回形针、吸管

实验说明：

通常将既能上浮也能下沉的物体称为浮沉子。他是利用阿基米德原理，改变浮力大小实现升降的。将塑料瓶装水，注意不能装满，须在上方留出一部分空间，将吸管剪成六七厘米的长度，将吸管对折后用回形针夹紧上端（回形针主要起配重作用），配重时需注意以塑料吸管一部分露出水面为宜。这时，用力挤压塑料瓶，塑料吸管就会下沉；松开手时，塑料吸管又会上升。

瓶中空气被压缩时，压强增大，浮沉子里进入一些水，排水体积不变，所受的重力大于它受到的浮力，于是向下沉。松开瓶子，瓶内水面上的空气体积增大，压强减小。浮沉子里面被压缩的空气把水压出来，此时排水体积增大，浮沉子的

重力小于它所受的浮力，因此它就向上浮。浮沉子的浮沉是在外加压强作用下，靠改变它的排水体积来实现的。



待研究问题：

1. 当用力挤压瓶子时，沉浮子的上升和下降的原理。
2. 相同的沉浮子在不同溶液(纯水和盐水)中现象的区别。
3. 用力晃瓶子后，沉浮子的变化。
4. 潜水艇的升降原理和沉浮子一样吗？

参考视频链接：

<https://www.bilibili.com/video/BV1HJ41127xT?from=search&seid=6971981666658716608>

## 25.观察蜡烛燃烧

实验器材：蜡烛、烧杯、打火机

实验说明：

蜡烛的主要原料是石蜡是几种高级烷烃的混合物，主要是正二十二烷和正二十八烷。蜡烛易熔化，密度小于水难溶于水。受热熔化为液态，无色透明且轻微受热易挥发，可闻石蜡特有气味。遇冷时凝固为白色固体状，有轻微的特殊气味。

蜡烛燃烧并不是石蜡固体的燃烧，而是点火装置将棉芯点燃，放 **bai** 出的热量使石蜡固体熔化，再汽化，生成石蜡蒸气，石蜡蒸气是可燃的。

蜡烛被点燃时最初燃烧的火焰较小，逐渐变大，火焰分为三层（外焰、内焰、焰心）。焰心主要为蜡烛蒸气，温度最低，内焰石蜡燃烧不充分，温度比焰心高，因有部分碳粒，外焰与空气充分接触，火焰最明亮，燃烧充分，温度最高。



待研究问题：

- 1.观察蜡烛燃烧过程的火焰形状和结构。
- 2.了解蜡烛燃烧的基本过程。
- 3.探究蜡烛蜡油凹坑的形成和变化。

## 26.静电吸附-轻物体、泡泡或者液膜等

实验器材：静电橡胶棒、丝绸、泡沫、泡泡液、吸管、玻璃板

实验说明：

摩擦起电是电子由一个物体转移到另一个物体的结果，使两个物体带上了等量的电荷。得到电子的物体带负电，失去电子的物体带正电。任何两个物体摩擦，都可以起电。丝绸摩擦过的玻璃棒带的电荷叫正电荷，用毛皮摩擦过的橡胶棒带的电荷叫负电荷。



当一个带有静电的物体靠近另一个不带静电的物体时，没有静电的物体内部靠近带静电物体的一边会集聚与带电物体所携带电荷相反极性的电荷（另一侧产生相同数量的同极性电荷），由于异性电荷互相吸引，就会表现出“静电吸附”现象。

带正电荷的橡胶棒，靠近不带电的小纸片，小纸片靠近橡胶棒的一边会感应出负电荷（另一边感应出的是正电荷）；然后橡胶棒的正电荷与小纸片中的负电荷互相吸引，产生“静电吸附”现象。

待研究问题：

1. 体验使用橡胶棒和丝绸、毛皮等摩擦产生静电并用指针验电器检测。
2. 观察静电吸附现象。
3. 使用起电机产生静电，观察放电现象。
4. 思考产生静电的原理。

参考视频链接：

<https://www.bilibili.com/video/BV1Sa411c7xx?from=search&seid=8362550323220535020>

## 27. 折纸层数（软纸、硬纸）

实验器材：软纸和硬纸

实验说明：

折纸时每对折  $n$  次纸相当于把纸的厚度增到了  $2^n$  倍，而纸的宽度减到了  $1/2^n$  倍，这就意味着，一方面需要很大的力去折，另一方面折的纸的材料受力也有



个极限，所以折纸的层数一般有个限度，通常认为在七次左右。



用手将软的纸和硬的纸对折，看自己最多能折多少次，折多次后纸的厚度如何。

待研究问题：

- 1.体验一张纸能折几次？
- 2.体验软纸（卫生纸）和硬纸（A4 纸）折叠次数是否有区别？
- 3.如果想多折几次，应该选取什么样的材料。
- 4.想一些其他指数爆炸的例子？

参考视频链接：

<https://www.bilibili.com/video/BV1M7411e7D6?from=search&seid=14430380188137376238>

## 28.手机探测红外源

实验器材：手机（自备），红外光源

实验说明：

通常红外光源波长为  $800\text{nm}$ — $1100\text{nm}$ ，而人的眼睛可看到的只是可见光，波长范围在  $440\text{nm}$ — $760\text{nm}$ 。所以即使夜间被红外摄像头偷拍，人也是很难觉察的。手机相机之所以可以探测到红外光，是因为相机的镜头内安装有硅探测器，硅的作用是成像和转化功能，将光信号转化为电信号记录在相机上，而硅探测器可吸收光源波长为  $400\text{nm}$ — $1100\text{nm}$ ，所以利用智能手机的摄像头可捕捉到红外光源发出的光。





待研究问题：

- 1.人眼是否能直接观察到红外光。
- 2.通过手机摄像头能否探测到红外光？
- 3.思考为什么有的手机能看到，有的手机看不到。
- 4.将红外光源拿出盒子外，再观察现象。

参考视频链接：<https://www.bilibili.com/video/av30685653>

## 29.高尔顿板随机分布实验

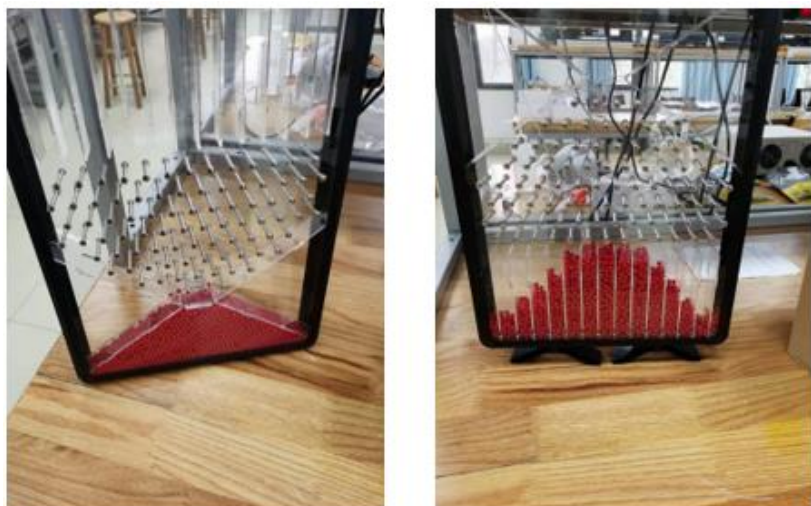
实验装置：道尔顿板

实验说明：

将大量小球从道尔顿板顶部落下，看最终小球的分布。小球在碰到钉板的时候有一半的几率向左，一般的几率向右，一个小球从顶部落下位置是随机的。但是当大量的小球落下时，小球的位置最终会呈现一种正态分布。研究道尔顿板随机试验，更有利于我们理解自然界中很多正态分布的现象。

待研究问题：

- 1.观察道尔顿板的结构。
- 2.将小球从道尔顿板顶部释放，观察小球的最终分布。
- 3.分析道尔顿板结构对小球下落与最终分布的影响。
- 4.思考自然界中正态分布的现象。



参考视频链接：

<https://www.bilibili.com/video/BV1cV41187AF?from=search&seid=11006545975933883310>

### 30.音叉和声音

实验器材：不同材料音叉，装有 phyphox 软件的手机。

实验说明：

不同材料的音叉振动带动口腔的发声。利用手机上 phyphox 软件来测量人的大喊和低声说话时声音的频率。音叉通过振动发出声音，我们人发声也是需要声带的振动，所以通过振动的传导可以带动口腔的发声。我们声音发出有高有低，有尖锐的有深沉的，这些声音可以通过 phyphox 软件来记录分析。

待研究问题：

1. 下载 phyphox 软件，熟悉其功能，测量人发出的声音特征参数。
2. 观察不同音叉并敲击，用 phyphox 软件测量其频率。
3. 感受音叉对口腔的共鸣。
4. 音叉的共鸣。



参考视频链接:

<https://www.bilibili.com/video/av83305522/>

<https://www.bilibili.com/video/av968658308/>

### 31.太阳能电池

实验装置: 太阳能电池板类简单机械, 手电筒或者手机自带照明

实验说明:

太阳电池是一种可以将能量转换的光电元件, 其基本构造是运用 P 型与 N 型半导体接合而成的。半导体最基本的材料是“硅”, 它是不导电的, 但如果在半导体中掺入不同的杂质, 就可以做成 P 型与 N 型半导体, 再利用 P 型半导体有个空穴(P 型半导体少了一个带负电荷的电子, 可视为多了一个正电荷), 与 N 型半导体多了一个自由电子的电位差来产生电流, 所以当太阳光照射时, 光能将硅原子中的电子激发出来, 这些电子和空穴均会受到内建电场的影响, 分别被 N 型及 P 型半导体吸引, 而聚集在两端。此时外部如果用电极连接起来, 形成一个回路, 这就是太阳电池发电的基本原理。实验中用手电筒或手机自带照明照射太阳能电池板, 来观察太阳能电池板的电能输出情况。



待研究问题：

- 1.观察太阳能电池板的结构。
- 2.观测太阳能电池板对电能的转化。
- 3.用手机闪光灯照射太阳能电池板，观察其输出电压变化，用万用表测量。

### 32. 光的反射、折射和颜色合成。

实验器材：凸透镜、凹透镜、线光源、三原色演示器

实验说明：

光入射到介质表面时会发生反射和折射现象。各类透镜和棱镜即是利用光在介质中的折射现象来改变光的传播方向。

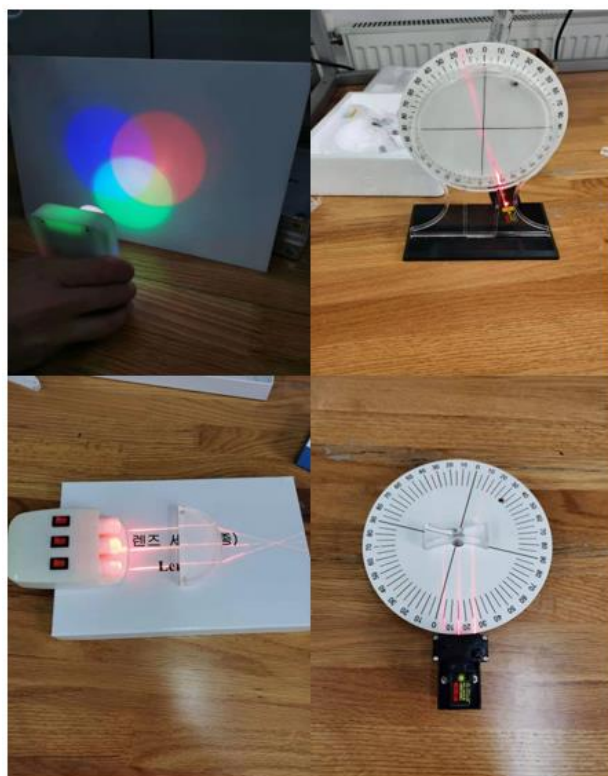
凸透镜能使入射平行光会聚而凹透镜能使入射平行光发散。

反射光和折射光的传播方向需要满足反射定律和折射定律。

常见的颜色合成所需三原色为红色、绿色和蓝色，调整三原色的光强可合成所有的颜色。

待研究问题：

- 1.观察光的三原色合成。
- 2.观察光的反射、折射、全反射、光路的可逆性等。
- 3.观察光经过凹凸面镜的现象，汇聚、发散、像差等。



参考视频链接：

<https://www.bilibili.com/video/BV1Jh411X7jj?from=search&seid=11939918898470800808>

<https://www.bilibili.com/video/BV1f54y1Q7y3?from=search&seid=8686163143698228968>

### 33. 通电线圈和磁场

实验器材：线圈、电源、磁铁

实验说明：

左手定则用于已知电流方向和磁感线方向，判断通电导体在磁场中受力方向。伸开左手，让磁感线穿入手心（手心对准 N 极，手背对准 S 极），四指指向电流方向，那么大拇指的方向就是导体受力方向。



右手定则用于确定导体切割磁感线运动时在导体中产生的感应电流方向



的定则伸开右手，使大拇指跟其余四个手指垂直并且都跟手掌在一个平面内，把右手放入磁场中，让磁感线垂直穿入手心，大拇指指向导体运动方向，则其余四指指向感应电流的方向。

待研究问题:

- 1.利用磁场和导线圈，观察电流和受力现象。
- 2.利用这些器材，你还能设计哪些实验呢？