

引言

1. 物理的研究内容: 生活中的各种现象 (热、光、磁、电现象等)
2. 科学探究的一般过程:
 - ① 观察发现问题
 - ② 提猜想或假设
 - ③ 制定设计实验
 - ④ 收集数据或证据
 - ⑤ 得出结论
 - ⑥ 交流评价
3. 一种重要的科学探究方法: 控制变量.

第一章 声现象

一. 声音是什么

声源: 正在发声的物体

一切发声体都在振动, 振动停止, 声波停止.

2. 所有气、液、固体都能传声 (介质)

真空不能传声

固体传声效果比气体好. (听诊器)

3. 声速, $v_{固} > v_{液} > v_{气}$

$$v_{空气} = 340 \text{ m/s}$$

$$v_{光} > v_{声}$$

4. 声波: 声音在空气中以声波传播

5. 回声: 声波的反射 (间隔 0.1s 以上 $> 17 \text{ m}$)

空旷居中讲话比较响亮: 回声和原声混在一起使原声加强.

余音不止: 发声体仍振动.

余音绕梁: 声波反射

6. 声能: 声波具有的能量.
应用: 超声波化结石.

二. 乐音的特征 (响度 音调, 音色)

1. 响度: 声音的强弱 (声音的大小)

影响因素: 振幅越大, 响度越大

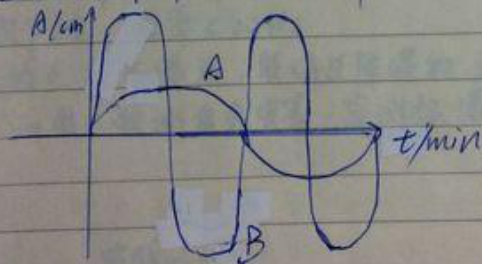
2. 音调: 声音的高低 (以耳感觉的尖粗变化)

频率: 每秒钟物体振动次数 (单位: 赫兹 Hz)

影响因素: 振动频率越大音调越高

用尺验证 { 响度 \rightarrow 振幅 尺伸出桌面长度相同, 用不同大小力弹尺
音调 \rightarrow 频率 改变伸出的桌面长度, 用相同大小的力弹

3. 音色: 不同发声体音色不同. (发声材料, 传声介质不同)



响度: B大

音调: B高

空气中速度: $A=B$

三. 噪声及其控制

1. 噪声: $\left\{ \begin{array}{l} \text{物理角度: 振动杂乱无章的声音} \\ \text{环保角度: 影响人正常工作、学习、休息的声音。} \end{array} \right.$
2. 噪声等级: 分贝 dB
人听力下限 0dB 对听力伤害 >90 dB
3. 减弱噪声途径: $\left\{ \begin{array}{l} \text{在声源处减弱} \\ \text{在传播中减弱} \\ \text{在人耳处减弱} \end{array} \right.$

四. 人耳听不到的声音

1. 人耳听觉频率范围: 20 Hz - 20000 Hz
2. 超声波: 频率 >20000 Hz
特点: 方向性好, 穿透力强, 能量集中。
应用: 声呐 (回声定位), B超, 眼镜清洗器。
3. 次声波: 频率 <20 Hz
特点: 传播远, 能绕过障碍物, 且无孔不入。
应用: 预测自然灾害, 监测核爆。

实践活动

实验: 比较材料的隔音性能

声源: 机械闹钟

比较方法: 用材料包住声源, 后退直到听不到声音, 比较距离长短 (长 \rightarrow 差)

结论: 蓬松多孔材料隔音性能好。

第二章 物态变化

一. 物态三态, 温度测量

1. 物态三态: 固、液、气态 (形状, 体积)

(雪、霜) (雨露、雾)

2. 物态变化: 物质状态由一种变化到另一种状态过程

3. 温度: 描述物体冷热程度

单位: 摄氏温度: 把冰水混合物规定为0度, 标准气压下沸水温度为100度,
在0-100间均匀划分100等份, 每份为1摄氏度,
记作 1°C

人正常体温 37°C 舒适室温 25°C 左右, 洗澡水 40°C 左右

酒精灯使用: ①盖灭 ②外焰加热

4. 温度计: 测量温度仪器

原理: 液体的热胀冷缩

5. 温度计使用规律

一. 看 ①估测被测物体温度, 观察温度计量程和分度值

二. 放 ②温度计液泡浸没液体中, 且不能接触容器底和壁

三. 读数 ③读数时, 等示数稳定, 液泡仍要停留在液体中, 视线和液柱面相平

6. 体温计: $35-42^{\circ}\text{C}$ 0.1°C

结构: 有缩口, 可离开人体读数

使用: 用前甩一下

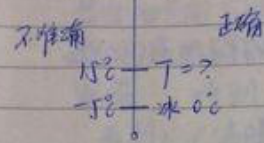
(不用则不能测比原来高的体温)

7. 两种效应 { 温室效应: 二氧化碳 植树造林

{ 热岛效应: 排放热量 植树, 草地, 人工湖

8. 补充: 刻度不均匀不准温度计使用.

(1) 105° + 沸 100°

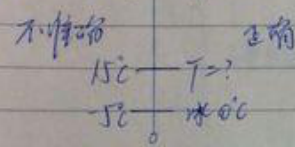


$$\frac{15 - (-5)}{105^{\circ} - (-5)^{\circ}} = \frac{T - 0^{\circ}}{100^{\circ} - 0^{\circ}} = \frac{20}{110} = \frac{T}{100}$$

$$T = \frac{200}{11}^{\circ}\text{C}$$

(1) 放到冰水混合物, 示数 5 放入沸水, 示数 110
(2) 放到水中示数 105, 求 (1) 示数 15 时实际温度

(2) 105° + 沸 100°



$$\frac{T - (-5)^{\circ}}{105^{\circ} - (-5)^{\circ}} = \frac{T - 0^{\circ}}{100^{\circ} - 0^{\circ}} = \frac{T + 5}{110} = \frac{T}{100}$$

$$T = 50$$

(2) 示数 5 大 10 时实际温度相等.

二. 汽化和液化

1. 液态 $\xrightarrow{\text{汽化}}$ 气态
 $\xleftarrow{\text{液化}}$

2. 汽化 (蒸发
 沸腾)

3. 蒸发: 任何温度下, 液体表面产生的一种缓慢的汽化现象.

特点: 蒸发吸热

4. 影响蒸发快慢因素: 温度 表面积 表面空气流动速度 (控制变量)

5. 加快蒸发

减慢蒸发: 坎儿井, 管道输水 (减少水蒸发 渗漏)

蒸发吸热: ① 吹风扇凉快 ② 大树下面好乘凉.

二. 实验: 探究水的沸腾 (在一定温度下, 液体表面和内部同时进行的剧烈汽化现象)

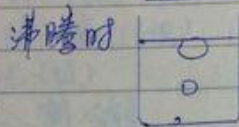
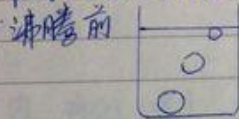
目的: ① 观察沸腾现象 ② 温度变化特点

器材: 由下向上固定

缩短加热时间: ① 温水 ② 水适量 ③ 加盖

现象: 听到: 先变大, 再变小 (响度)

看到:

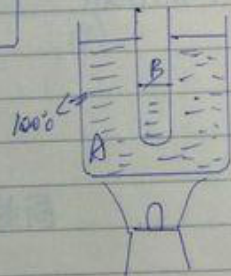


特点: 吸热 温度不变

应用: ① 小火炖汤

沸腾条件: ① 达到沸点
② 继续吸热

沸点 $\frac{\text{气}}{\text{液}}$



A: 沸腾

B: 不能

(达到沸点不能吸热)

书内补充: 沸腾是液体内部和表面同时发生的剧烈的汽化现象。
液体沸腾时需要吸热, 但温度保持不变。
液体沸腾时的温度叫沸点。

三 气液化液

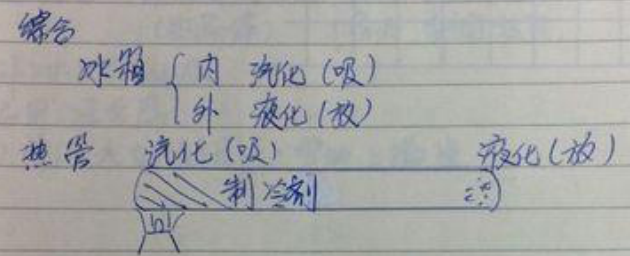
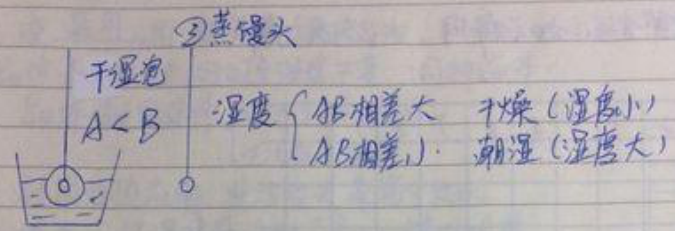
液化: 降温 (降到沸点以下)

压缩体积

应用: ① 春秋的露、雾

液化放热应用: ① 水蒸气烫伤更严重

② 蒸气熨斗



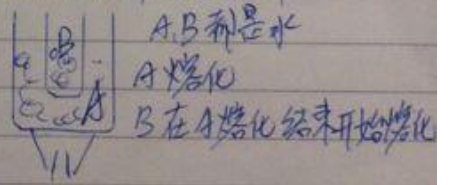
三 熔化和凝固

1. 实验：探究冰、蜡熔化特点。
 装置：① 冰不需加热（以周围空气吸热）

- ② { 冰、蜡磨碎（受热均匀）
 - { 蜡用“水浴”加热：受热均匀
- 沸点 气
 熔点 液
 凝固

2. 固 熔化 液
 固体 { 晶体，有一定熔化温度（熔点）
 { 非晶体，没有一定熔化温度（蜡、沥青、玻璃、塑料）

晶体熔化条件 { ① 达到熔点
 { ② 继续吸热



3. 熔化吸热
 ① 吃冰块 ② 下雪不冷化雪冷

4. 液 \rightarrow 固 (凝固放热)

晶体凝固特点: 放热温度不变, 同种晶体

晶体凝固条件 (1) 达到凝固点
(2) 继续放热

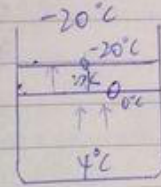
5. 凝固放热应用: 北方冬天菜窖中放水

6. 综合: 环保建筑涂料 (夏天 熔化吸热
(非晶体) (冬天 凝固放热)

补: 冰反常膨胀

应用: 冻豆腐

7. 降低水的凝固点: 雪地上撒盐



补

四 升华和凝华

1. 固 \rightarrow 气 (升华)

(凝华放热)

2. 升华现象: 碘升华, 樟脑丸变小, 灯丝变细

升华吸热应用: 人工降雨 (1) 干冰升华吸热, 温度下降
舞台白雾 (2) 水蒸气遇冷液化

3. 凝华现象: 灯壁变黑, 窗花, 霜

霜前冷的含义: 水蒸气只有在温度很低的时候才能发生凝华现象

五. 水循环

地 \rightarrow 地 固 \rightarrow 液 (熔化)

地 \rightarrow 天 (气): 汽化, 升华

云 水蒸气 { 液化 (小水珠)
 { 凝华 (小冰晶)

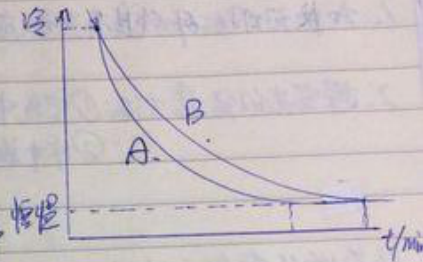
天→地 液化 凝华
(温度降低)

补: 探究保温瓶保温性能.

条件: 水的质量, 初温相同, 相同的环境中

温度下降特点: 先快后慢.

比较方法 { ① 下降相同温度比较时间
 { ② 下降时间相同, 比较下降温度.



第三章 光现象

一. 光的色彩, 颜色

1. 人眼形成视觉条件: 有光入人眼.

2. 光源: 本身能发光的物体 { 天然光源 太阳
 { 人造光源

月亮, 镜子不是光源

3. 光的色散: (英, 牛顿) 太阳光不是单色光.

(红, 橙, 黄, 绿, 蓝, 靛, 紫)

4. 透明物体的颜色, 取决于透过光的颜色 (其它色光被吸收)

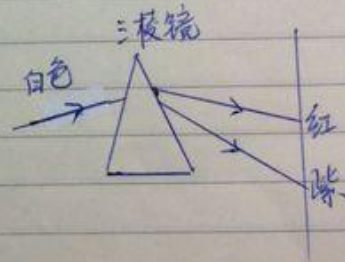
光的三原色: 红, 绿, 蓝 (等比例混和白色)

5. 不透明物体的颜色, 取决于反射光的颜色.

(其它色光被吸收) { 白色反射所有色光

 { 黑色所有色光吸收.

颜料的三原色: 红, 黄, 蓝 (等比例混和黑色)



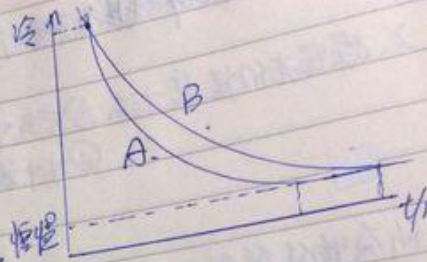
云 水蒸气 { 液化 (小水珠)
凝华 (小冰晶)

天→地 液化 凝华
(温度降低)

补: 探究保温瓶保温性能.
条件: 水的质量, 初温相同, 相同的环境中

温度下降特点: 先快后慢.

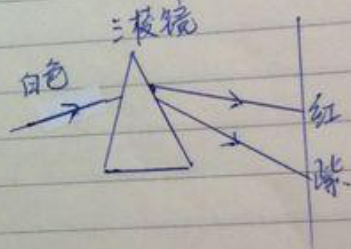
比较方法 { ① 下降相同温度比较时间
② 下降时间相同, 比较下降温度.



第三章 光现象

一. 光的色彩, 颜色

1. 人眼形成视觉条件: 有光入人眼.
2. 光源: 本身能发光的物体 { 天然光源 太阳
人造光源



月亮, 镜子不是光源.
光的色散: (英, 牛顿) 太阳光不是单色光.
(红, 橙, 黄, 绿, 蓝, 靛, 紫)

4. 透明物体的颜色, 取决于透过光的颜色 (其它色光被吸收)

光的三原色: 红, 绿, 蓝 (等比例混和白色)

5. 不透明物体的颜色, 取决于反射光的颜色.

(其它色光被吸收) { 白色反射所有色光
黑色: 所有色光吸收.

颜料的三原色: 红, 黄, 蓝 (等比例混和黑色)

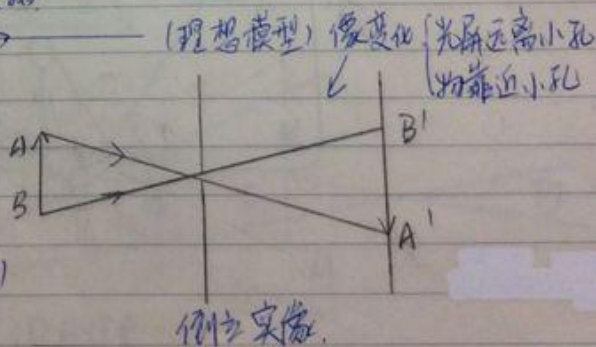
6. 光能: 光所具有的能量
- 光能 \rightarrow 内能 (太阳能)
 - 光能 \rightarrow 化学能 (光合作用)
 - 光能 \rightarrow 电能 (太阳能电池)

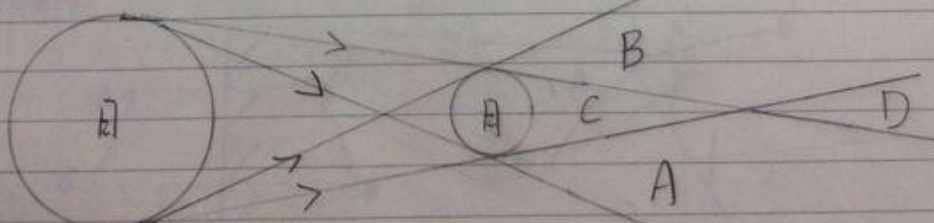
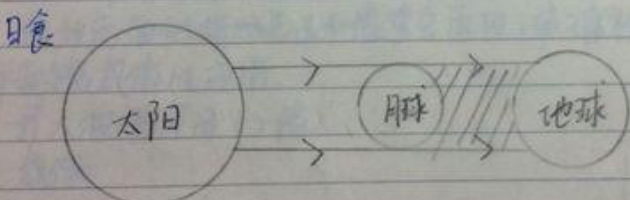
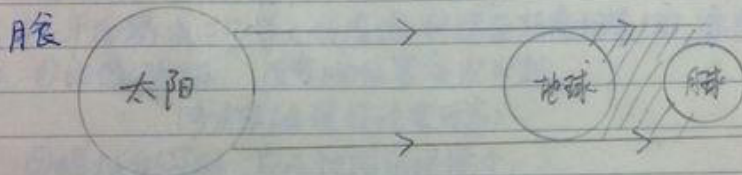
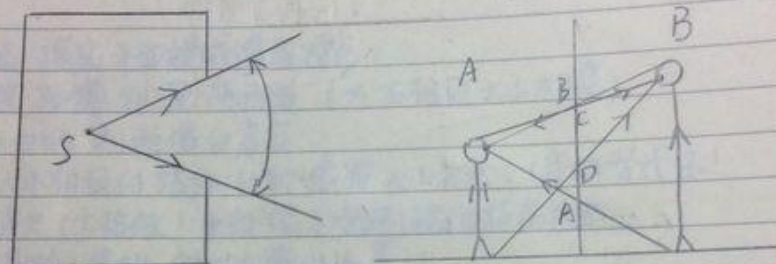
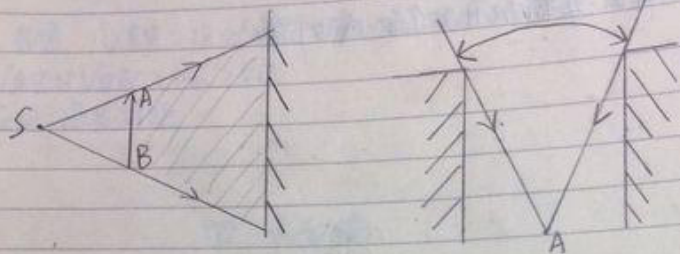
二. 人眼看不到的光

1. 红外线: 红光外侧
特征: 热效应
应用: 红外追踪, 遥感; 夜视仪, 遥控器
2. 紫外线:
特征: 使荧光物质感光, 杀菌消毒
应用: 验钞机, 消毒柜
3. 臭氧层 臭氧用品

三. 光的直线传播

1. 光在同种均匀介质中沿直线传播
2. 光线: 带箭头的直线 \rightarrow (理想模型) 像变化 $\left\{ \begin{array}{l} \text{光屏远离小孔} \\ \text{物靠近小孔} \end{array} \right.$
3. 光的直线传播的应用
 - ① 影子的形成
 - ② 激光准直, 排队
 - ③ 井底之蛙
 - ④ 月、日食的形成 (金星凌日)
 - ⑤ 小孔成像 (倒立, 实像)





A. B 偏食 C 日全食 D 日环食

4. 光速 $V_{真空} = 3 \times 10^8 \text{ m/s} = 3 \times 10^5 \text{ km/s}$

$V_{真空} > V_{空气} > V_{水} > V_{玻璃}$

应用: 激光测距

四. 平面镜

1. 实验: 探究平面镜成像的特点.

猜想: 物像到镜面距离相等 (左右相同, 大小相等)

器材: 白纸, 判断像的虚实

大小相同的蜡烛: 比较像物大小关系. (等效替代法)

刻度尺 (方格纸): 比较像和物到镜面距离关系.

玻璃板: 透明, 便于找像的位置.

结论: 平面镜成正立等大的虚像到镜面距离相等. (物、像连线被镜面垂直)

注: ① 比像、物距: 改变物位置多次比较

(多次实验使结论更可靠)

② 蜡烛的实验, 应在较暗的环境中.

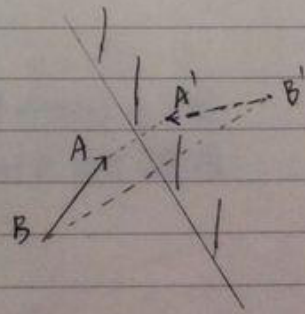
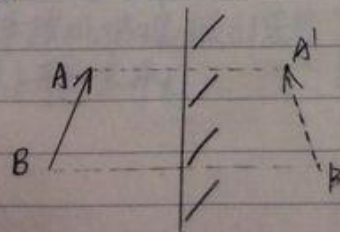
③ 如后面的蜡烛无法和像重合原因: 玻璃板和桌面不垂直.

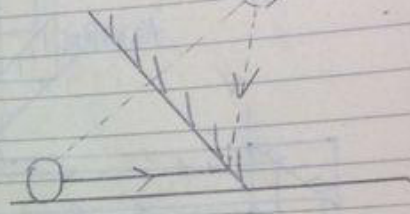
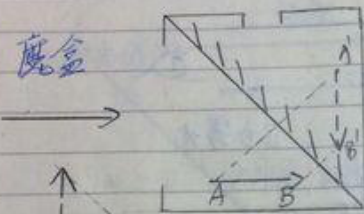
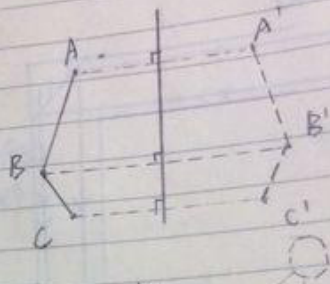
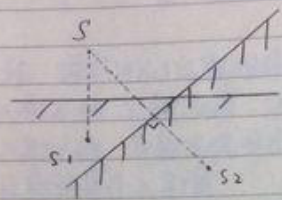
2. 平面镜成像的应用.

1. 扩大视觉空间 (2倍)

2. 成像.

3. 作图





4. 生活中实例

① 光污染 (眼镜幕墙)

② 汽车挡风玻璃倾斜安装

晚上车内不开灯

} 防止车内物体在车前
成像干扰驾驶员视线

五. 光的反射

1. 实验: 探究光的反射规律

- ① 入射光线、反射光线、法线在同一平面内
- ② 入射光线、反射光线分居法线的两侧
- ③ 反射角等于入射角



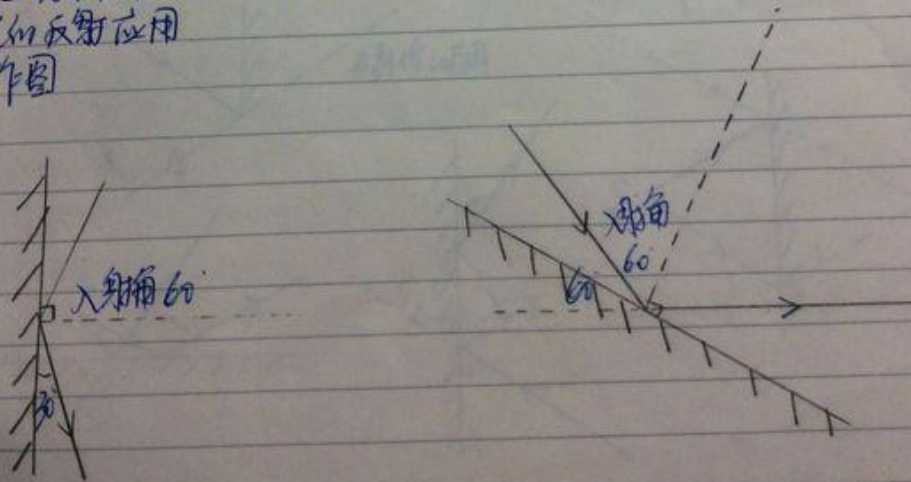
注① 入射光线垂直镜面照射, 入射光线和法线三线合一

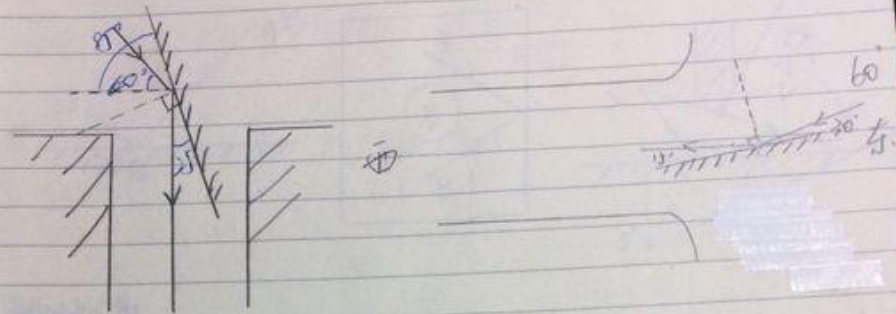
入射角 = 反射角 = 0° 反射光线改变 180°

② 光在反射时光路可逆

2. 光的反射应用

① 作图





平面镜的旋转

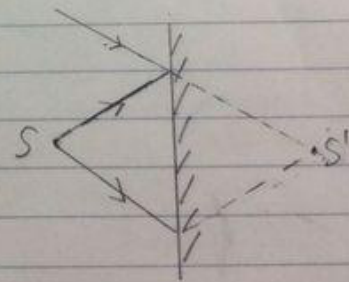
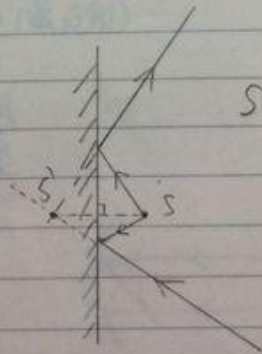
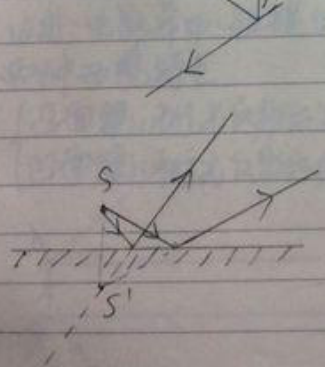
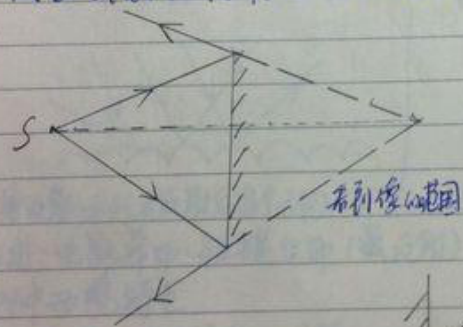
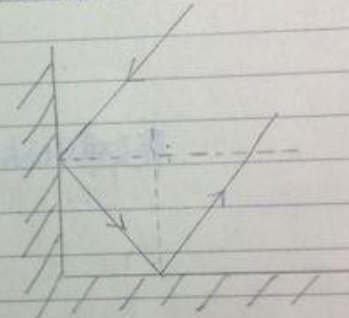
当平面镜旋转时，入射角、反射角各变化 θ 角。

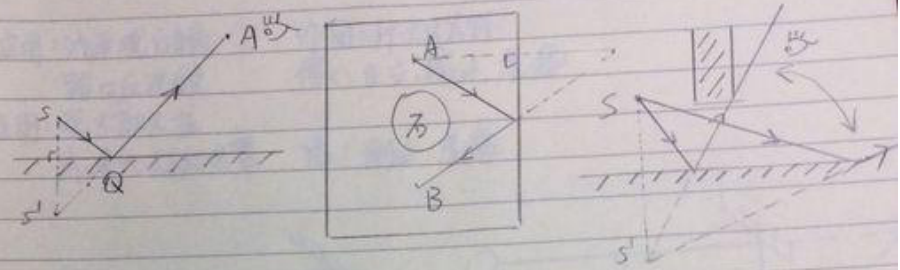
入射光线、反射光线夹角变化 2θ 角。

角反射器：(两个相互垂直平面镜)

作用：将任意方向入射光线，沿原方向反射。

② 成像 (平面镜成像原理：光的反射)



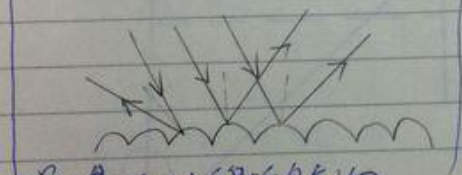


③ 两种反射



镜面反射: 平行光反射后仍平行

有遵守光的反射定律



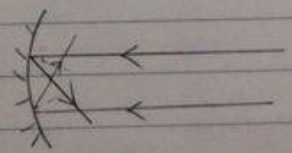
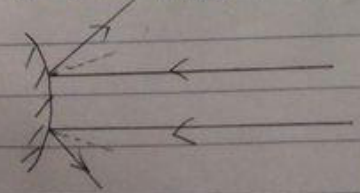
漫反射: 平行光反射后各个方向

应用: 电影幕布: 粗糙的布 (漫反射)

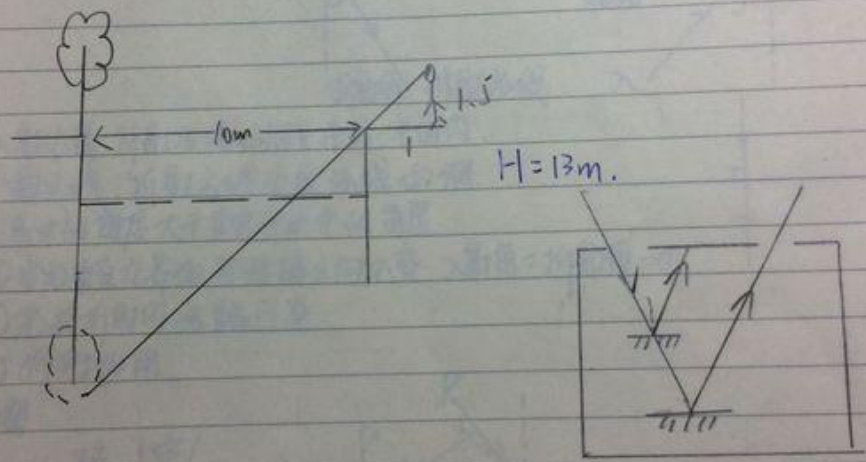
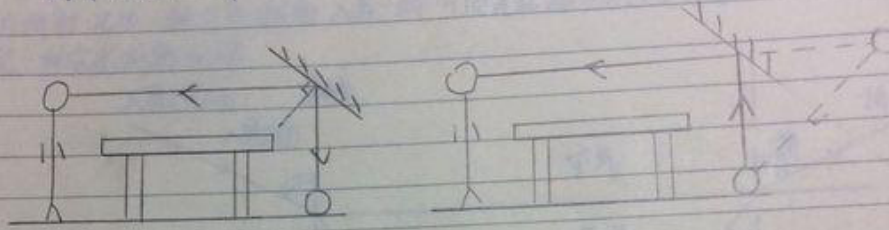
④ 两种面镜特点

凸面镜: 平行光反射后发散

凹面镜: 平行光反射后会聚



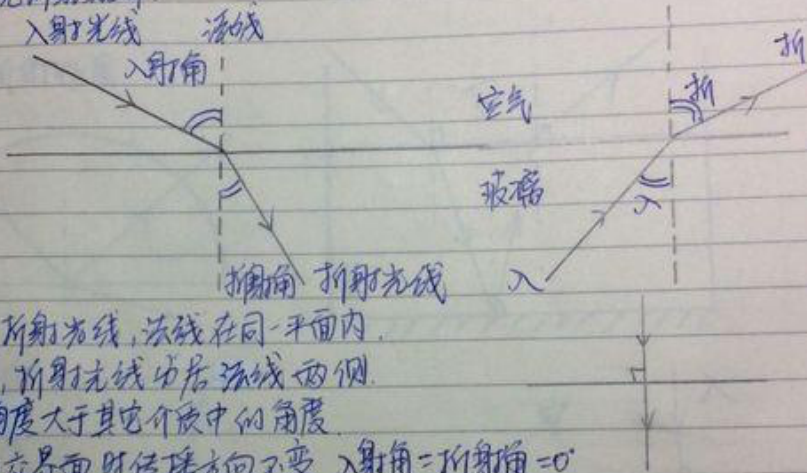
凸应用: 汽车观后镜
 路口反光镜
 作用: 扩大视野
 像: 正立, 缩小, 虚像
 凹应用: 烽火台
 汽车大灯反光罩
 像: 倒立, 虚像



第四章 光的折射 透镜

一. 光的折射

1. 光的折射: 光由一种介质斜射入另一种介质传播方向改变现象.
2. 实验: 探究光折射规律.

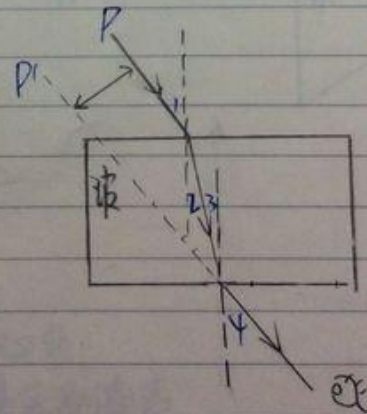
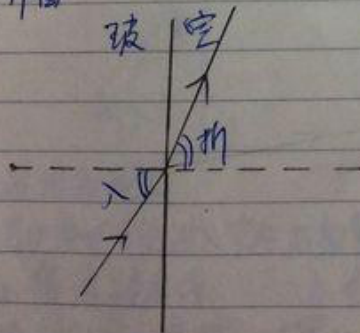


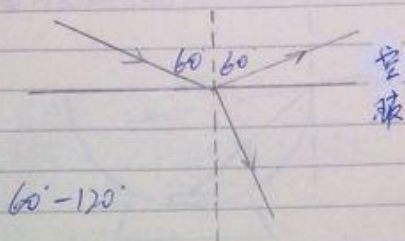
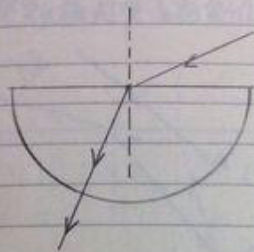
- ① 入射光线, 折射光线, 法线在同一平面内.
- ② 入射光线, 折射光线分居法线两侧.
- ③ 空气中的角度大于其它介质中的角度.

证: ① 当光垂直界面时传播方向不变 $\text{入射角} = \text{折射角} = 0^\circ$
 ② 光在折射时光路可逆

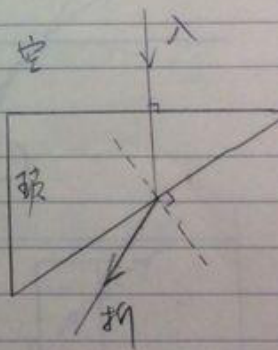
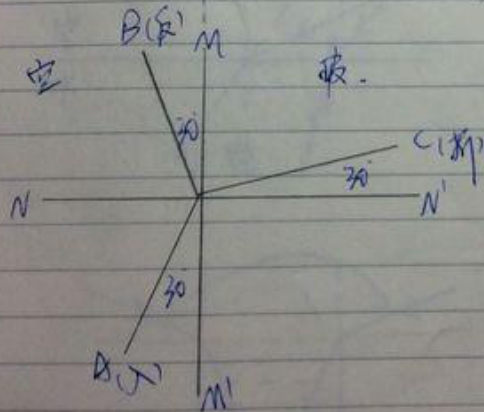
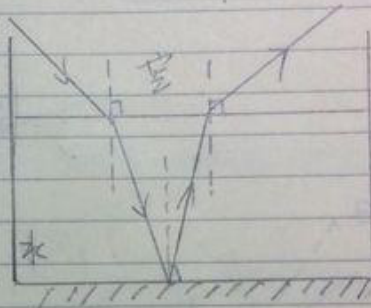
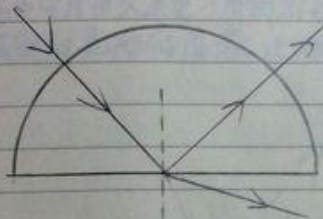
3. 光的折射应用

① 作图





光的反射和折射作用



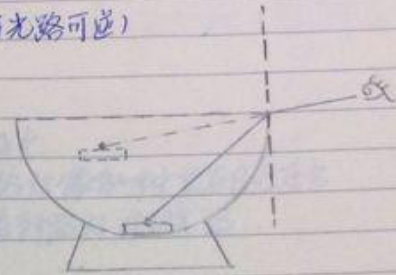
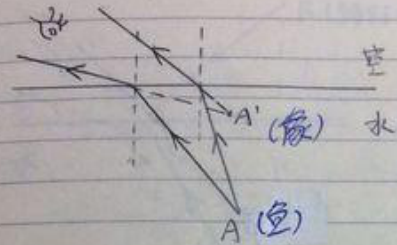
4. 光的折射现象

(1) 光由其它介质进入空气折射象

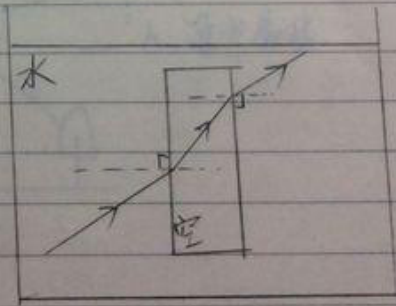
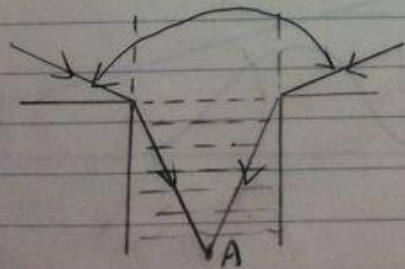
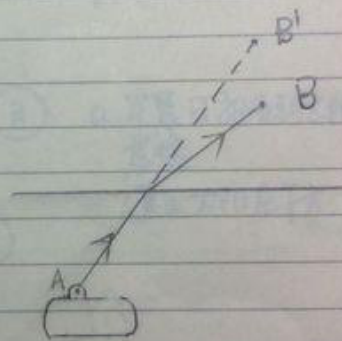
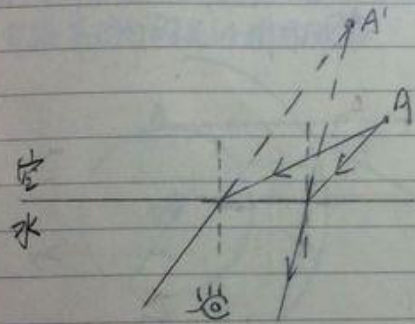
a. 薄透镜水浅 b. 鱼叉叉鱼

看到的是物虚像, 位置比实物偏高

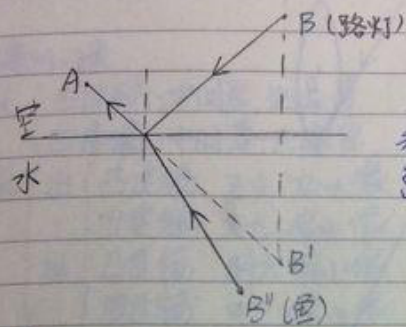
眼光照鱼直接对准看到鱼的像。(光折射时光路可逆)



(2) 光由空气进入其它介质折射现象
看到的是物的虚像比物位置高

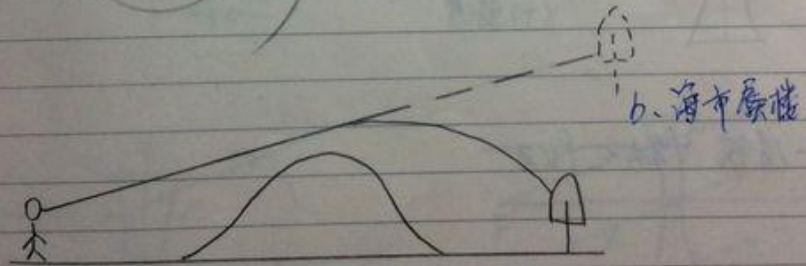
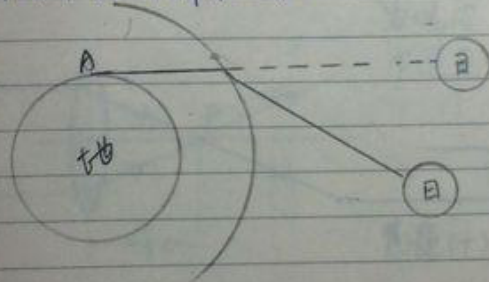


(3) 光的反射, 折射综合



全反射

光由其它介质进入空气,当入射角增大到一定程度,折射光线消失现象.
 补:介质不均匀时光的折射现象.



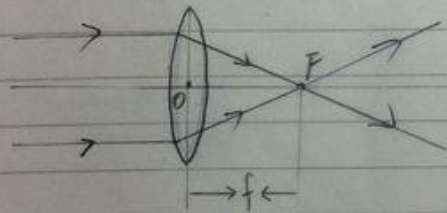
二、透镜

一、透镜的分类

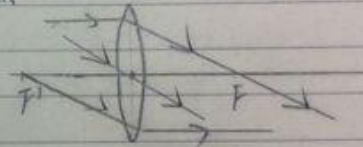
形状 { 凸透镜: 中间厚, 边缘薄
凹透镜: 中间薄, 边缘厚

成像 { 近 { 凸透镜 正立, 放大像
凹透镜 正立, 缩小像
远 { 凸透镜 倒立, 缩小像
凹透镜 正立, 缩小像

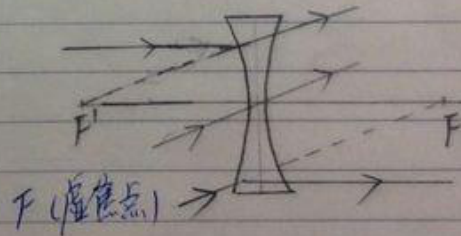
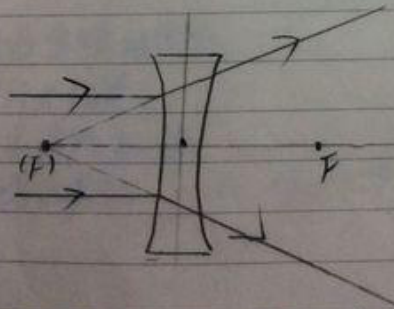
对光线作用 { 凸透镜 会聚作用 (会聚透镜)
凹透镜 发散作用 (发散透镜)



O: 光心
F: 焦点

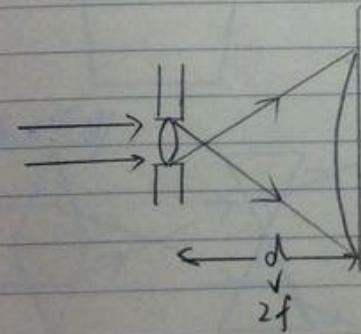
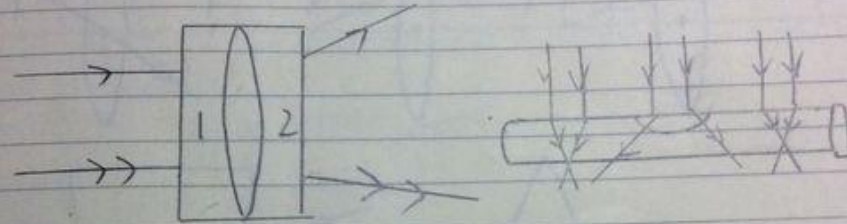
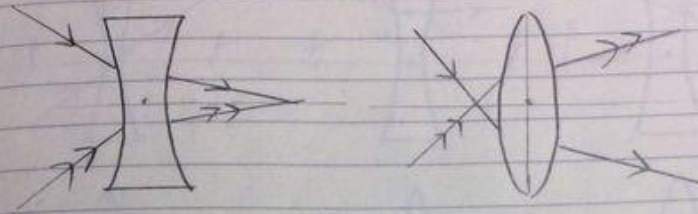


焦距 (f)



F (虚焦点)

两种透镜三种特殊光线

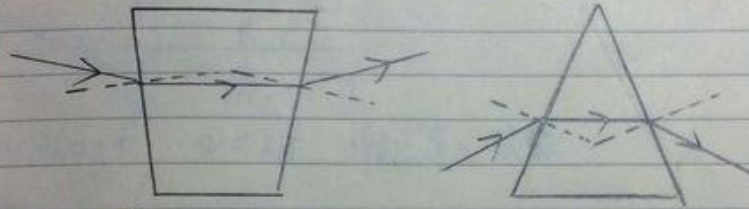
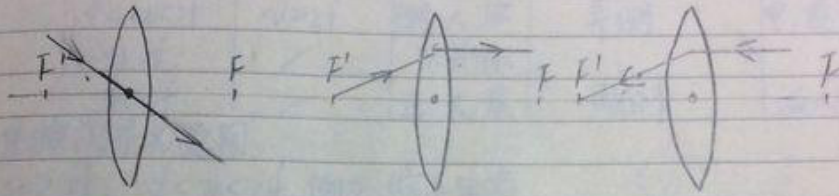
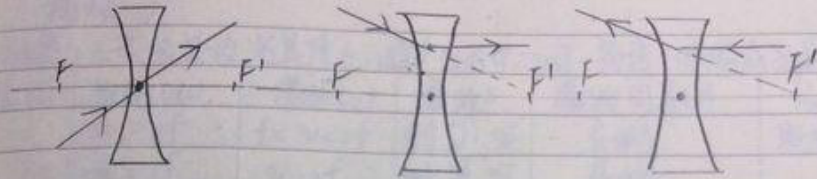


测凸透镜的焦距

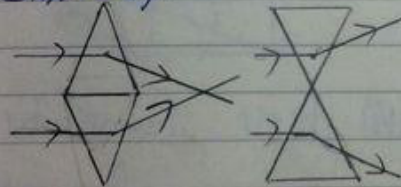
① 平行光找焦点

② 点光源找平行光

眼镜的度数 $D = \frac{100}{f}$ f 单位米



4. 透镜的成像



四 凸透镜成像规律

1. 实验：探究凸透镜成像规律（原理：光的折射）

器材：凸透镜（ $f=10\text{cm}$ ）

光屏（判断像的虚实）

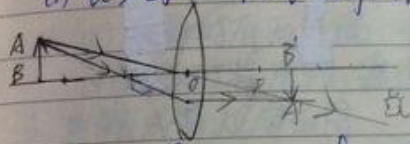
成像

步骤:三者依次放光具座上,调节三者中心同一高度(使像成光屏中央)

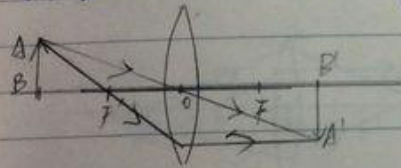
表格:	物距(u)	像距(v)	像特点	像物同异侧	应用
	$u > 2f$	$f < v < 2f$	倒,小,实	异侧	照相机
	$u = 2f$	$v = 2f$	倒,等,实	异侧	
	$f < u < 2f$	$v > 2f$	倒,大,实	异侧	幻灯机
	$u = f$	✓	不成像		
	$u < f$	✓	正,大,虚	同侧	放大镜

2. 凸透镜成像光路图

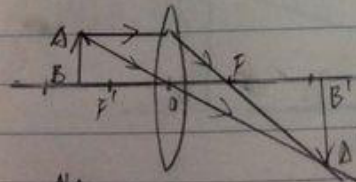
(1) $u > 2f$ $f < v < 2f$ 倒立,缩小,实像



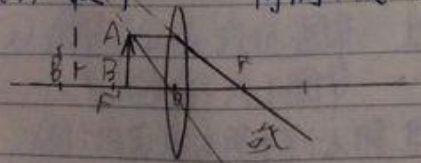
(2) $u = 2f$ $v = 2f$ 倒立,等大,实像



(3) $f < u < 2f$ $v > 2f$ 倒立,放大,实像



(4) $u < f$ 同侧,放大,正立,虚像



成像规律总结

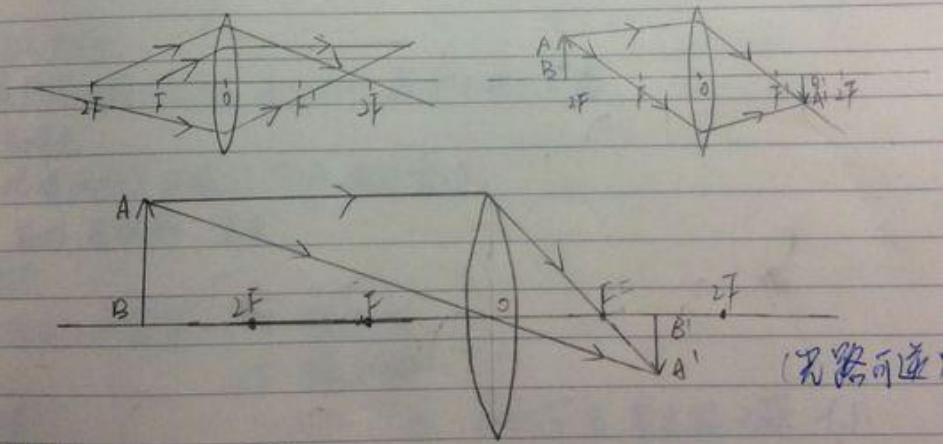
- ① f 处 (实像与虚像分界点) 实像都倒立 虚像正立
(正像 倒立像分界)
- ② $2f$ 处: 放大像与缩小像的分界点
- ③ 成实像时 u 减小 v 变大 像变大

注意点:

- (1) 调节三者中心同高度, 使成像在光屏中央
(蜡烛变短, 像向上. 蜡烛向左, 像向右)
- (2) 实验中无论怎样移光屏, 接受不到像
a. 三者中心不在同一高度 b. $u \leq f$ c. 像距太大
- (3) 成像时有两透镜: $f_1 = 10\text{cm}$ $f_2 = 30\text{cm}$ 应选 $f_1 = 10\text{cm}$
- (4) 成像时将透镜遮住一半 结果: 像性质不变, 但变暗.

3. 透镜成像规律应用.

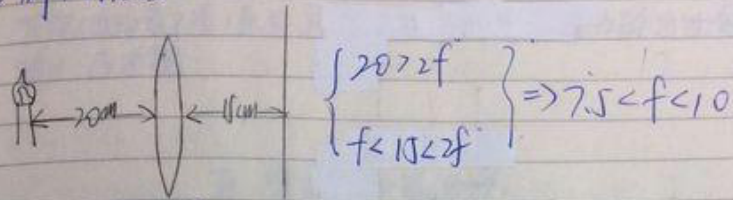
① 作图



- ② 调节 (1) 像特征调节 上 \rightarrow 下
- (2) 像大小调节

例: 拍完集体照拍个人照怎样调节 (靠近相机镜头照)

③ 测 f 的范围



④ 测凸透镜焦距

- 平行光找焦点
- 点光源找平行光
- 成倒立等大实像 $u = v = 2f$
- 无穷远处物体成像 像距 f

五. 照相机和眼球 视力矫正

一. 两者共同点

成像原理相同: $u > 2f$ $f < v < 2f$ 成倒立缩小实像

二. 不同点

1. 人眼看画面是连续的原因: 视觉暂留

应用: 看电影, 流星

2. 调节

照相机(调焦距) $\begin{cases} \text{近} & \text{镜头伸} \\ \text{远} & \text{镜头缩} \end{cases}$

人眼

(调晶状体凹凸程度, 即焦距) $\begin{cases} \text{近} & \text{晶状体突出, 聚光能力强, } f \text{ 小} \\ \text{远} & \text{晶状体扁平, 聚光能力弱, } f \text{ 大} \end{cases}$

三. 视力矫正

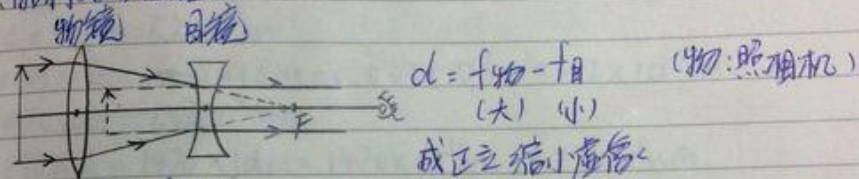
1. 近视: 远处看不清原因: 晶状体过突出, 聚光能力强, 远物落到视网膜前面

矫正:凹透镜
 2. 远视(近物看不清)原因:晶状体过于扁平,聚光能力弱,近物落在视网膜后
 矫正:凸透镜

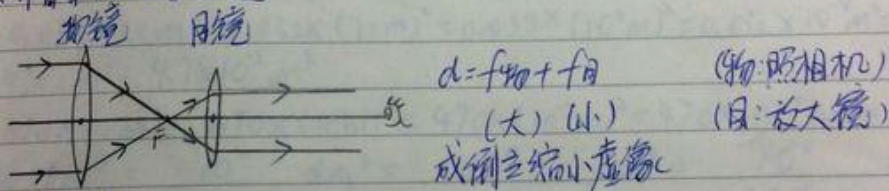
五. 望远镜和显微镜

一. 望远镜

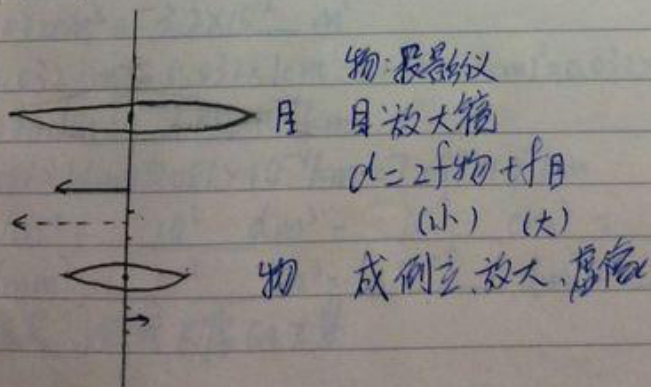
1. 伽利略望远镜



2. 开普勒天文望远镜



二. 显微镜



第五章 物体的运动

一. 长度和时间的测量

1. 长度单位 (国际米(m))

常用: 千米(km) 分米(dm) 厘米(cm) 毫米(mm) 微米(μm) 纳米(nm)

$$1\text{km} = \frac{10^3}{1}\text{m} \quad 1\text{dm} = \frac{10^{-1}}{1}\text{m} \quad 1\text{cm} = \frac{10^{-2}}{1}\text{m}$$

$$1\text{mm} = \frac{10^{-3}}{1}\text{m} \quad 1\mu\text{m} = \frac{10^{-6}}{1}\text{m} \quad 1\text{nm} = \frac{10^{-9}}{1}\text{m}$$

2. 单位换算

$$0.032\text{cm} = 3.2 \times 10^{-4}\text{m}$$

$$0.032\text{cm} = 0.032 \times 1\text{cm} = 0.032 \times 10^2\text{m} = 3.2 \times 10^{-4}\text{m}$$

$$1470\text{dm} = 1.47 \times 10^8\mu\text{m}$$

$$1470\text{dm} = 1470 \times 1\text{dm} = 1470 \times 10^4\mu\text{m} = 1.47 \times 10^8\mu\text{m}$$

$$0.032\text{cm}^2 = 3.2 \times 10^{-6}\text{m}^2$$

$$0.032 \times 1\text{cm}^2 = 0.032 \times (1\text{cm})^2 = 0.032 \times (10^2\text{m})^2 = 0.032 \times 10^4\text{m}^2 = 3.2 \times 10^{-6}\text{m}^2$$

$$470\text{cm}^2 = 4.7 \times 10^2\text{m}^2$$

$$470 \times 1\text{cm}^2 = 470 \times (1\text{cm})^2 = 470 \times (10^2\text{m})^2 = 470 \times 10^4\text{m}^2 = 4.7 \times 10^2\text{m}^2$$

$$\text{总结 } 1\text{m}^2 = \frac{10^2}{1}\text{dm}^2 = \frac{10^4}{1}\text{cm}^2 = \frac{10^6}{1}\text{mm}^2$$

$$1\text{mm}^2 = \frac{10^{-2}}{1}\text{cm}^2 = \frac{10^{-4}}{1}\text{dm}^2 = \frac{10^{-6}}{1}\text{m}^2$$

$$0.032\text{cm}^2 = 3.2 \times 10^{-4}\text{m}^2$$

$$0.032\text{cm}^2 = 0.032 \times 1\text{cm}^2 = 0.032 \times (1\text{cm})^2 = 0.032 \times (10^2\text{m})^2 = 0.032 \times 10^4\text{m}^2 = 3.2 \times 10^{-4}\text{m}^2$$

$$7086\text{dm} = 7.086 \times 10^4\text{m}$$

$$7086 \times 1\text{dm} = 7086 \times 10^4\text{m} = 7.086 \times 10^4\text{m}$$

$$\text{体积 } 1\text{m}^3 = \frac{10^3}{1}\text{dm}^3 = \frac{10^6}{1}\text{cm}^3 = \frac{10^9}{1}\text{mm}^3$$

$$1\text{mm}^3 = \frac{10^{-3}}{1}\text{cm}^3 = \frac{10^{-6}}{1}\text{dm}^3 = \frac{10^{-9}}{1}\text{m}^3$$

3. 刻度尺: 测量长度的工具

4. 刻度尺的使用规律

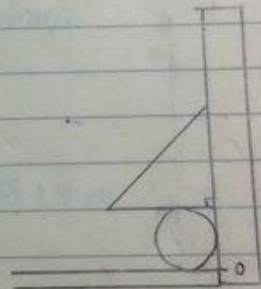
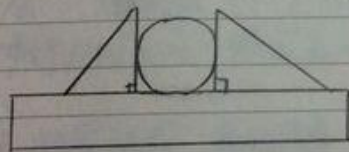
- ①看：看刻度尺的零点和量程，"0"刻度是否磨损；
- ②放：刻度尺沿被测长度，如厚木尺应竖放；
- ③读数：读数时视线与尺面垂直，估读到分度值以下一位。
结果由数字和单位组成

5. (误差：测量值和真实值间的差异(不可避免，多次测量求平均值可减小误差)
错误：可以避免 例：同一物体5次测量：25.81cm 25.82cm 25.28cm

$$\begin{array}{l} 25.8cm \quad 25.84cm \\ \text{错误 } 25.28cm \quad \text{不合理 } 25.8cm \\ \text{最接近真实值} = \frac{25.81 + 25.82 + 25.81}{3} = 25.82cm \end{array}$$

6. 几种特殊测量

- ①化曲为直
- ②测多算少 $d = \frac{D}{n}$ (n=张数)
- ③组合法



7. 时间的测量

- ①时间单位
(国际)秒(s)

$$1h = 60 \text{ min} = 3600s$$

正常情况 心跳1次1s 呼吸1次3~4s

- ②测量工具：机械秒表

二. 速度

1. 比较快慢方法
 a. 相同时间, 比较路程
 b. 相同路程, 比较时间

2. 速度: 描述物体运动的快慢的物理量。

定义: 物体在单位时间内通过的路程

公式: $速度 = \frac{路程(s)}{时间(t)}$ $v = \frac{s}{t}$ (变形 $t = \frac{s}{v}$ $s = v \cdot t$)

单位: (国际) 米/秒 (米每秒) 常用 千米/小时 (km/h) cm/min

单位换算: $1 \text{ km/h} = \frac{1}{3.6} \text{ m/s}$ $1 \text{ m/s} = 3.6 \text{ km/h}$

$$1 \text{ km/h} = \frac{1 \text{ km}}{1 \text{ h}} = \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{1}{3.6} \text{ m/s}$$

$$1 \text{ m/s} = \frac{1 \text{ m}}{1 \text{ s}} = \frac{10^{-3} \text{ km}}{1 \text{ h} \div 3600} = \frac{10^{-3} \times 3600 \text{ km}}{1 \text{ h}} = 3.6 \text{ km/h}$$

步行 骑车 汽车

1.4 m/s 5 m/s 20 m/s

5 km/h 18 km/h 72 km/h

人正常步行 1.4 km/h 物理含义: 人每秒走 1.4 m.

3. 应用

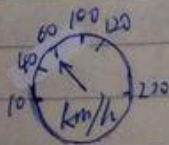
① 实验: 测量纸锥下落的速度

原理: $v = \frac{s}{t}$ (误差产生主要是时间的测量)

表格

次序	高度 (m)	时间 (s)	速度 (m/s)	速度平均 (m/s)
1				
2				
3				

② 速度计



60 km/h



在不违章情况下到江都最短多少min

已知: $S=32\text{km}$ $v=40\text{km/h}$

求: $t=?$

解: 由 $v=S/t$ 得 $t=\frac{S}{v}$

$$t = \frac{S}{v} = \frac{32\text{km}}{40\text{km/h}} = 0.8\text{h} = 48\text{min}$$

答: 从此处到江都要 48 min.

例: 某次海啸, 震中到海边 1500km, 小孩在海边, 高地到海边 6000m, 若海啸速度 500km/h, 求小孩要想不被卷走奔向高地速度至少多大?

已知: $S_1=6000\text{m}=6\text{km}$ $S_2=1500\text{km}$ $v_2=500\text{km/h}$

求: $v_1=?$

解: $t_1=t_2 = \frac{S_2}{v_2} = \frac{1500\text{km}}{500\text{km/h}} = 3\text{h}$

$$v_1 = \frac{S_1}{t_1} = \frac{6\text{km}}{3\text{h}} = 2\text{km/h}$$

三. 直线运动

1. 运动的分类
- 路线
 - 直线运动
 - 曲线运动
 - 速度
 - 匀速运动
 - 变速运动

2. 实验: 探究气泡运动的规律

目的: 比较相同路程段所花的时间 (有各点比较容易测量)

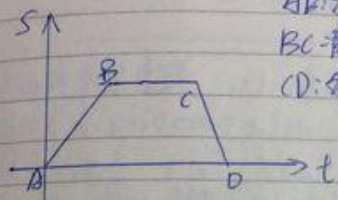
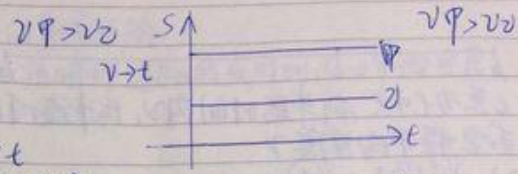
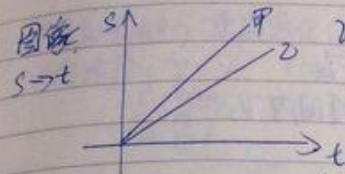
注: ① 气泡运动要尽可能慢 (气泡尽量大或用油或管子倾斜)

② 不从起点计时 (开始是加速运动)

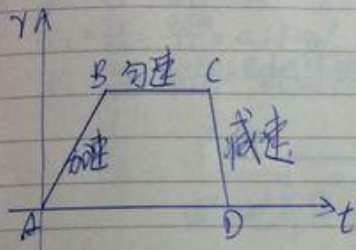
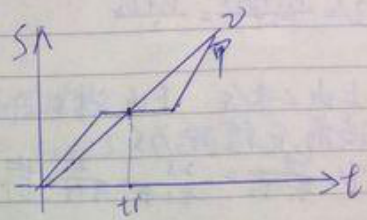
特点: 气泡运动中路程和时间成正比, 速度为定值

3. 匀速直线运动: 速度保持不变的直线运动.

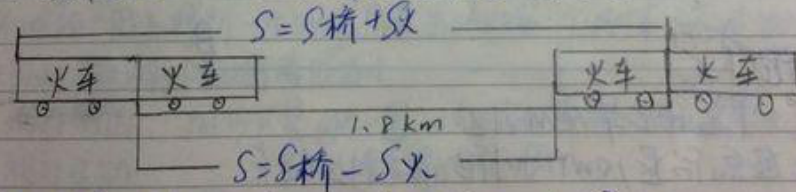
匀速直线运动中: $v = \frac{s}{t}$ v 和 s , t 无正、反比关系, 为定值.



AB: 匀速
BC: 静止
CD: 匀速(反向)



例: 火车长 360m , 匀速到桥, 桥长 1.8km , 完全通过桥需时 7.2s
求 (1) 火车速度? (2) 火车完全在桥上行驶时间



已知: $S_{\text{桥}} = 1.8\text{km} = 1800\text{m}$ $L_{\text{火}} = 360\text{m}$ $t_1 = 7.2\text{s}$

求: $v_{\text{火}} = ?$ $t_2 = ?$

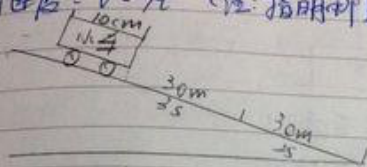
解: $v_{\text{火}} = \frac{S_1}{t_1} = \frac{1800\text{m} + 360\text{m}}{7.2\text{s}} = 30\text{m/s}$

$t_2 = \frac{S_2}{v_{\text{火}}} = \frac{1800\text{m} - 360\text{m}}{30\text{m/s}} = 4.8\text{s}$

答: 速度为 30m/s 行驶时间为 4.8s

变速直线运动: 速度变化的直线运动

平均速度: $v = s/t$ (注: 指明哪段路程或时间内的平均速度)



求: (1) 前半程速度 (2) 后半程 (3) 全程速度

已知: $s_1 = s_2 = 30\text{cm} = 0.3\text{m}$ $t_1 = 3\text{s}$ $t_2 = 2\text{s}$

求: $v_1 = ?$ $v_2 = ?$ $v_3 = ?$

解: $v_1 = \frac{s_1}{t_1} = \frac{0.3\text{m}}{3\text{s}} = 0.1\text{m/s}$

$v_2 = \frac{s_2}{t_2} = \frac{0.3\text{m}}{2\text{s}} = 0.15\text{m/s}$

$v_3 = \frac{s_3}{t_3} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2} = \frac{0.3\text{m} + 0.3\text{m}}{3\text{s} + 2\text{s}} = \frac{0.6\text{m}}{5\text{s}} = 0.12\text{m/s}$

四. 世界是运动的.

1. 一切物体都是运动的. 绝对不动的物体是没有的.

2. 机械运动: 物体相对于另外一个物体位置的变化. 简称: 运动

3. 参照物: 用来判断一个物体是否运动的另一个物体. 参照物选择是任意的

4. 运动的相对性 (相对于参照物)

相对静止 同步卫星 (绕地球24h) 飞机空中加油 (速度大小, 方向相同)

相对运动

5. 动能: 运动物体具有的能量

第六章 物质的物理属性

一、物体的质量

1. 质量: 物体所含物质的多少(m)

物体的质量不受形状、位置、状态等变化而变化是物体的物理属性。

2. 质量单位: (国际克(kg) 吨(t) 克(g) 毫克(mg))

$1t = 10^3kg$ $1g = 10^{-3}kg$ $1mg = 10^{-6}kg$ $1斤 = 500g = 0.5kg$

⑩t

桥所能承载最大质量

3. 测量工具 (生活: 杆秤, 电子秤, 案秤
(物理: 托盘天平)

4. 天平的使用规则 (横梁, 分度盘, 游码, 平衡螺母)

① 天平放在水平台上, 游码调“0”调节平衡螺母使横梁平衡。

② 物体放在天平左盘, 在右盘镊子加、减砝码 (从大到小) 并移动游码直到横梁再次平衡。

③ 物体质量 = 砝码质量 + 游码读数

移动游码的作用: 相当于在右盘加、减砝码。

5. 天平使用注意点: ① 不能超出天平称量 不能小于感量

② 保持天平干燥清洁 不能直接测化学物品

6. 常见物品的测量

① 测量: 称水的质量

② 测大头针质量 (测多算少)

a. 测空杯的质量 m_1

a. 测出 50 个大头针质量 m

b. 装满水测出杯水总质量 m_2 b 每个大头针质量 $m_1 = \frac{m}{50}$

$m_{水} = m_2 - m_1$

三. 物质的密度

1. 实验: 探究物质的质量和体积关系.

结论: ①同一种物质质量和体积成正比, 即质量和体积比值为定值.
②不同物质质量和体积比值一般不同.

2. 密度: 物质的质量和体积的比值 (ρ) 与 m, V 无关.

公式: $\rho = \frac{m}{V}$

体积 (V): $1\text{m}^3 = 10^3\text{dm}^3 = 10^6\text{cm}^3$ $1\text{L} = 10^3\text{ml}$
 $1\text{cm}^3 = 10^{-3}\text{dm}^3 = 10^{-6}\text{m}^3$ $1\text{L} = 1\text{dm}^3$ $1\text{ml} = 1\text{cm}^3$

单位 (国际) 千克/米³ (kg/m^3) 常用 g/cm^3 (克/厘米³)

$1\text{g}/\text{cm}^3 = \frac{10^{-3}\text{kg}}{10^{-6}\text{m}^3} = 10^3\text{kg}/\text{m}^3$

$\rho_{\text{水}} = 1.0 \times 10^3\text{kg}/\text{m}^3 = 1.0\text{g}/\text{cm}^3$ 含义: 每立方米水的质量 10^3 千克.

$10^3\text{kg}/\text{m}^3 = \frac{10^3\text{kg}}{10^3\text{L}} = 1\text{kg}/\text{L}$

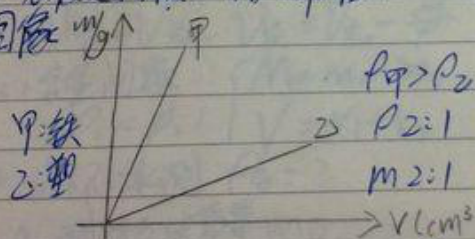
①同种物质, 状态不同, 密度不同

②不同物质的密度一般不同

③气体密度最小

注: 密度是物质的物理属性, 只受物质的种类的影响.

图象 m/g ↑



例: 色拉油 4.5kg 共 5L 求 $\rho_{\text{油}} = ?$

$\rho_{\text{油}} = \frac{m}{V} = \frac{4.5\text{kg}}{5\text{L}} = \frac{4.5\text{kg}}{5 \times 10^{-3}\text{m}^3} = 9 \times 10^2\text{kg}/\text{m}^3 = 0.9\text{g}/\text{cm}^3$

测物质的密度 原理 $\rho = \frac{m}{V}$

量筒和量杯的使用 (测液体体积工具)

①观察量程和分度值.

②液到平台。

③视线要和液体凹面相平。

1. 用天平量筒测石块密度。

a. 用天平测出石块的质量为 m 。

b. 量筒中放入适量水记下体积 V_1 。

c. 将石块浸没后记下体积 V_2 。

$$\rho_{石} = \frac{m_{石}}{V_{石}} = \frac{m}{V_2 - V_1}$$

水的体积 总量

- ① 能将石块浸没
- ② 不能超出量筒量程

2. 用天平量筒测液体密度。

a. 测出烧杯和液体的总质量 m_1 。

b. 倒部分液体量筒中，测的体积 V 。

c. 测出剩余液体和烧杯质量 m_2 。

$$\rho_{液} = \frac{m_{液}}{V_{液}} = \frac{m_1 - m_2}{V}$$

应用：

(1) 区别物质 $\rho = \frac{m}{V}$

(2) 外形， m 相同 (空心铜、铁球空心体积的关系)

$$V_{空} = V_{总} - V_{实} = V_{总} - \frac{m}{\rho}$$

$V_{铜空} > V_{铁空}$

(3) 合金问题：

$$\begin{cases} M = m_1 + m_2 \\ (\rho_1 < \rho_2) & V = V_1 + V_2 \end{cases} \quad \rho_1 < \rho_{合} < \rho_2$$

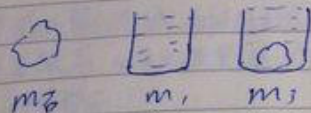
秤、烧杯、水测 $\rho_{石} = ?$

a. 测出石块质量 $m_{石}$ 。

b. 烧杯中装满水测出质量 m_1 。

c. 放入石块，待水溢完后，取出剩余水烧杯 m_2 。

$$\rho_{石} = \frac{m}{V} = \frac{m_{石}}{\frac{m_1 - m_2}{\rho_{水}}} = \frac{m_{石}}{m_1 - m_2} \times \rho_{水}$$



$$\rho_{\text{液}} = \frac{m}{V} = \frac{m_2}{\frac{m_1 - m_3 + m_2}{\rho_{\text{水}}}} = \frac{m_2}{m_1 - m_3 + m_2} \times \rho_{\text{水}}$$

五. 物质的物理属性.

物质的物理属性: 物质本身所特有和与其它物质区别的属性.
 硬度, 延展性, 弹性, 导电性, 导热性, 透光性, 熔点, 沸点, 颜色, 气味, 磁性

第七章 由粒子到宇宙.

一. 走进分子世界.

研究方法 (模型)

观察现象 \rightarrow 建立模型 \rightarrow 收集证据

分子模型一

物质由微小的分子组成, 分子间存在间隙.

分子: 保持物质化学性质的最小微粒, 直径数量级 (10^{-10}m)

分子模型二

构成物质分子在不停做无规则运动.



$$\rho_0 = \frac{m}{V} = \frac{m_2}{m_1 - m_3 + m_2} = \frac{m_2}{m_1 - m_3 + m_2} \times \rho_{\text{水}}$$

五 物质的物理属性

1. 物质的物理属性: 物质本身所特有和与其它物质区别的属性。
 硬度, 延展性, 弹性, 导热性, 导电性, 透光性, 熔点, 沸点, 颜色, 气味, 磁性

第七章 粒子宇宙

一 走进分子世界

1. 研究方法 (模型)

观察现象 → 建立模型 → 收集证据

2. 分子模型一

物质由微小的分子组成, 分子间存在间隙。

分子: 保持物质化学性质的最小微粒, 直径数量级 (10^{-10}m)

分子模型二

构成物质分子在不停做无规则运动。

扩散现象: 构成物质的分子彼此进入对方的现象

温度越高, 分子无规则运动越剧烈。

分子模型

物质分子间存在相互作用的引力和斥力。

3. 破镜不能重圆

分子间间隙过大, 没有分子间作用力。

用分子模型解释: 固、液、气态物质

间隙 $d_{气} > d_{液} > d_{固}$

二. 静电现象

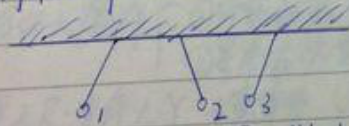
1. 摩擦起电: 用摩擦的方式使物体带电的过程。

带电体特点: 能吸引轻小物体

2. 两种电荷 { 正电荷: 和丝绸摩擦后的玻璃棒所带的电荷。

负电荷: 和毛皮摩擦后的橡胶棒所带的电荷。

电荷相互作用规律: 同种电荷相排斥, 异种电荷相吸引



1. 2同电

1. 2. 3两两相互吸引

3带电或不带电 判断两个带电体, 一个带

3. 验电器: 检验物体是否带电的仪器

原理: 同种电荷相排斥

4. 静电应用 { 静电复印

除尘

植绒

危害 { 闪电
引发火灾

油罐车用铁链把摩擦产生的电荷导到地面上, 防止引发火灾

三. 探索更微小粒子.

1. 分子原子构成.
2. 摩擦起电. (英国女性发现电子(-))
3. 卢瑟福原子的行星结构模型
分子-原子 { 电子(-) 绕原子核吸引绕核高速转动
原子核(+)
4. 摩擦起电实质不是创造电, 而是电荷的得失和转移(电子)
5. 研究微观世界的重要工具: 加速器

四 宇宙探秘

1. 托勒密: "地心说"
2. 哥白尼: "日心说"
3. 地球 → 太阳系 → 银河系 → 宇宙
4. 宇宙大爆炸 { ① 宇宙温度下降
② 星系在远离我们(星系光谱的"红移"现象)
5. 量天尺: 光年 LY, 长度单位. $1 LY = 9.46 \times 10^{16} m$

第八章 力.

一. 力. 弹力

1. 力: 物体对物体的作用。(施力物体 受力物体)

力不能脱离施力物体和受力物体独立存在(一个巴掌拍不响).

2. 力的作用的效果
① 改变物体的运动状态.

3. 形变

弹性形变: 能恢复原状的形变.

4. 弹力: 发生弹性形变的物体, 对和它接触的物体产生的作用.
(生活中推, 拉, 压, 托等都是弹力)

5. 测力计: 测量力大小的仪器

弹簧测力计: 原理: 在弹簧的弹性限度内, 弹簧伸长和所受拉力成正比。

6. 力的单位: 牛顿, 简称: N

7. 弹力的产生条件: ① 接触, ② 发生弹性形变

8. 弹簧测力计的使用规则:

a. 观察弹簧测力计的量程和分度值.

b. 指针调零 (测什么方向的力在什么方向指针调“0”)

c. 所测力应沿弹簧的轴线方向

9. 弹性势能: 发生弹性形变的物体所具有的能量

二. 重力

1. 重力: 物体由于地球的吸引而受到的力.

施力物体: 地球

2. 重力: 物体所受的重力大小 (G)

实验: 探究重力大小和质量的的关系 (天平, 弹簧测力计)

结论: 物体和物体的质量成正比.

$G = mg \rightarrow m = G/g$

6. 物重(M) m质量(值) g=物重和质量G与比道 9.8N/kg (值10N/kg)
9.8N/kg 含义 质量为1kg的物体所受重力9.8N

3. 重力m方向: 竖直向下 (和水平面垂直)

应用: 重垂线, 水平仪

4. 如何表示力的大小, 方向, 作用点

1. 力的示意图 (线段起点: 力的作用点)

(有向线段)

箭头方向: 力的方向

线段长度: 力的大小

$F = 20N \leftarrow$

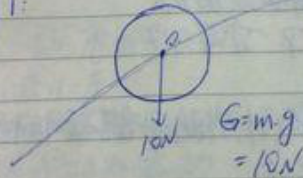
6. 重心: 重力的作用点 (质量分布均匀的规则物体在几何中心)

例1. 空中向前飞行实心球 $m = 1kg$, 画出所受的力的示意图.

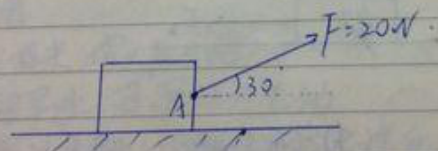
2. $m = 200g$ 的物体静止, 斜面上画出所受重力示意图.

3. 物体A点, 水平向右方向 $F = 20N$ 的力, 和水平方向夹角 30° .

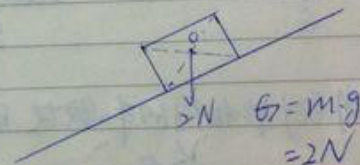
例1:



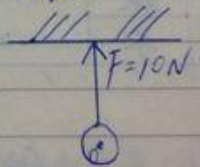
例3:



例2



绳子的拉力:



7. 重力势能: 物体由于举高而具有的能

应用: 打桩机, 拦河大坝 (提高上游水位, 增大水的重力势能)

势能 } 重力势能

弹性势能

三. 摩擦力

1. 摩擦力: 接触面阻碍物体运动的力。(f)

分类: ① 静摩擦力: 物体有运动趋势时受到的摩擦力, 方向与运动趋势相反

② 滑动摩擦力

③ 滚动摩擦力

2. 实验探究 滑动摩擦力大小影响因素

测量: 沿水平方向匀速运动

方法: 控制变量

结论: ① 压力一定时, 接触面越粗糙, f 越大

② 接触面相同时, 压力越大, f 越大

③ 摩擦力大小和接触面积, 以及速度大小无关

3. 增大有益摩擦

- 增大压力
- 增大接触面粗糙程度

4. 减少有害摩擦

a. 减小压力

b. 减小接触面粗糙程度

c. 变滑动为滚动

d. 加润滑油, 气垫

5. 应用

筷子提米: 增大压力增大 f

溜旱冰: 变滑动为滚动

溜冰 (f 更小): 使冰刀处冰融化, 减小粗糙程度减小 f

6. 产生条件

a. 接触面粗糙

b. 有压力

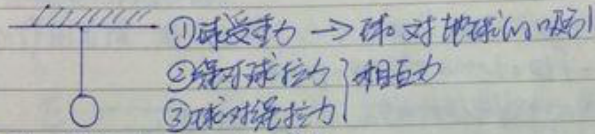
c. 有相对运动或运动趋势

四. 力的作用是相互的

力的作用是相互的: 任何一个物体对另一物体有力的作用时, 也受到另一物体对它的作用

脚踢球 { 脚 \rightarrow 球 使球运动状态改变
球 \rightarrow 脚 使脚形变

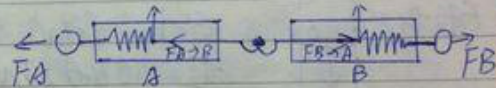
特点: 物是施力物体物体的同时, 也是受力物体



2. 实验: 探究相互作用力的关系

① F_A, F_B 不是相互作用力

② $A \rightarrow B$ 的拉力 \rightarrow 相互力
 $B \rightarrow A$ 的推力



结论: 相互作用力作用在两个物体上且大小相等方向相反, 在同一直线上

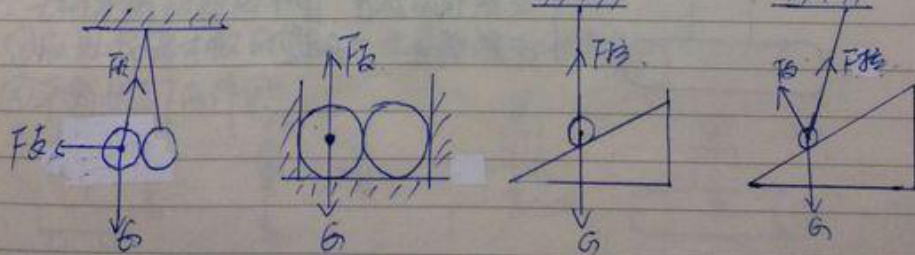
3. 应用

① 鸡蛋碰石头 (力大小相同, 硬度不同)

② 游泳

直升机

4. 两个力的三要素相同, 则两个力是同一个力



平衡和运动

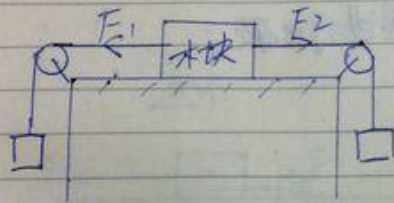
1. 平衡状态 (静止)
匀速直线运动

2. 二力的平衡: 物体在两个力的作用下处于平衡状态, 则这两个力相互平衡
简称二力平衡。

3. 实验: 探究二力平衡的条件。

卡片: 忽略重力的影响。

结论: 作用在同一物体上两个力, 大小相等, 方向相反, 作用在同一直线。



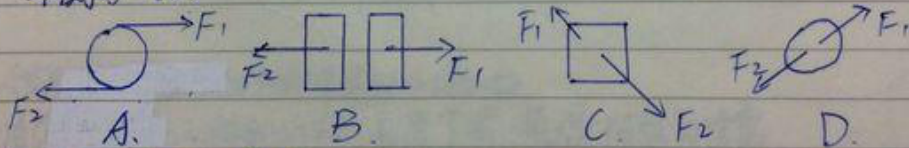
缺点: 受桌面的影响
(和重力对实验影响无关)

改进: 桌面光滑或木块换小车

与重力无关原因 (重力的方向与拉力不同)
重力与支撑力相互抵消

区别: 相互作用力 (作用在不同物体)
平衡力 (作用在同一物体上)

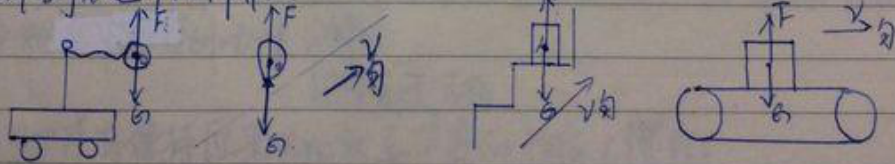
平衡力 (D)



4. 二力平衡的应用

① 应用: 找薄木板的重心, 二次悬挂法 (二力平衡)

② 平衡状态下的作用

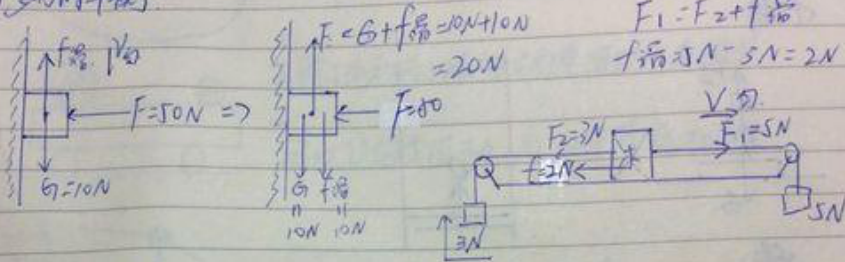


② 求力的大小

测 G, f

f 的方向和运动趋势方向相反
大小和产生运动趋势的力相等 (0 → 最大值)

④ 推多物平衡



v

$$F_2 = F_1 + f_{滑} = 5N + 2N = 7N$$

二. 牛顿第一定律

实验: 探究阻力对物体运动的影响

① 将小车从斜面的同一高度下滑, 获得相同初速度

结论: 运动的物体在不受外力时, 将以原来速度做匀速直线运动

2. 牛顿第一定律: 一切物体在不受外力时, 总保持静止或匀速直线运动

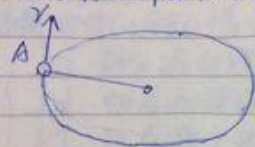
① 牛顿第一定律不能用实验直接验证 (理想实验): 实验+推理

② 物体在不受外力时 静止

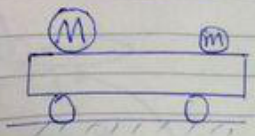
匀速直线运动

③ 物体有保持原来运动状态不变的性质 (惯性)

④反映正交的力和运动关系
力不是维持物体运动的原因，而是改变物体运动状态的原因

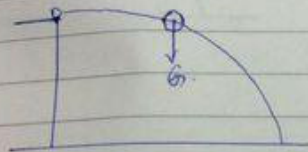


弦绳断，撤去所有外力以 v 方向匀速直线运动



光滑车和两球向右匀速运动，车刹车

仍以 v 匀速运动， M, m 不可能相碰



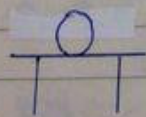
3. 惯性：物体保持原来运动状态不变的性质

注：惯性是所有物体具有的属性，不是力，它的大小取决于质量 m 的大小。

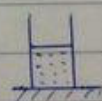
惯性现象

汽车：安全气囊、安全带；刹车，车前受碰，惯性造成伤害（缓冲）
头枕：追尾或车启动时惯性造成的伤害。

4. 用惯性知识判断运动状态



不动、静止或匀速运动
向右：车左转
向左：车右转



静止或运动



向左刹车减速

5a. 保持静止惯性

汽车发动机固定在变速箱的底座上

5b. 保持运动惯性

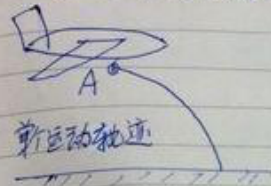
①跑步终点难停下

②跳远开始助跑

c. 现象解释

d. 判断物体的运动情况

- 静止或匀速直线运动
- ▣ 向右加速或向左减速
- ▤ 向右减速或向左加速



水平匀速空投货物 多个货物在空中分布



新运动轨迹

三. 力和运动的关系

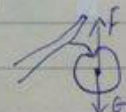
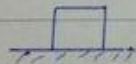
1. 外力 \leftarrow 理想 \rightarrow 平衡状态 \leftarrow 实际 \rightarrow 平衡力

状态 \rightarrow 力

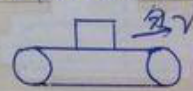
静止或匀速直线

静止

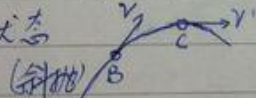
(推而不动)



水平方向不受力



力 \rightarrow 状态



物体向上 A

撤去所有力 B 沿 v 方向运动

水平方向匀速直线 (不受力)

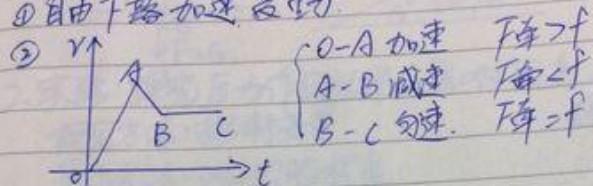
C 沿 v' 方向运动

2. 外力 \leftarrow 单个 非平衡状态 \rightarrow 合力 非平衡力

运动状态变化 (v 大小或方向改变)

状态 \rightarrow 力

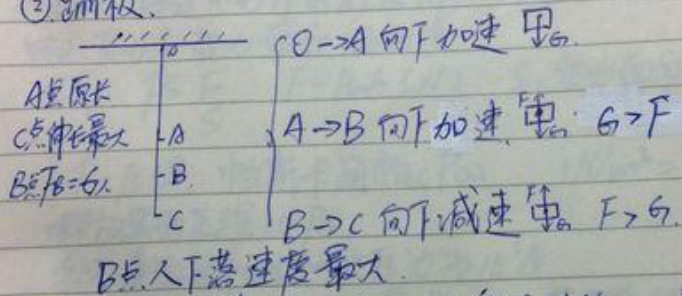
① 自由下落 加速 受重力



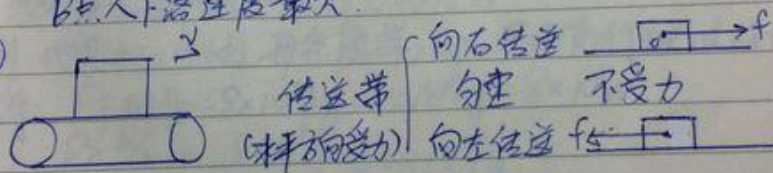
力 \rightarrow 状态

① 雨滴下落 (先加速后匀速) (重力与阻力关系 $G > f$)

② 蹦极



③



第十章 压强, 浮力

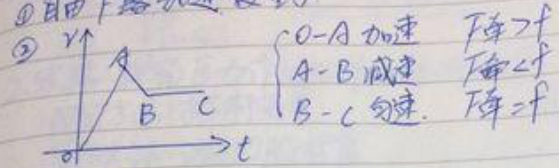
一. 压强

1. 压力: 垂直压在物体表面上的力

方向: 和接触面垂直指向被压物

作用点: 作用在被压物体表面

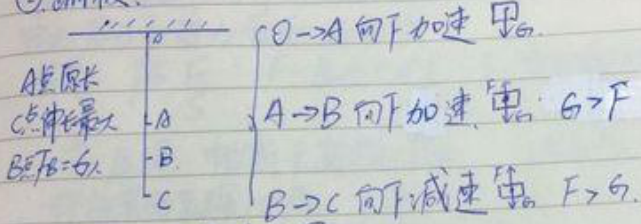
状态 → 力
① 自由下落 加速 受重力



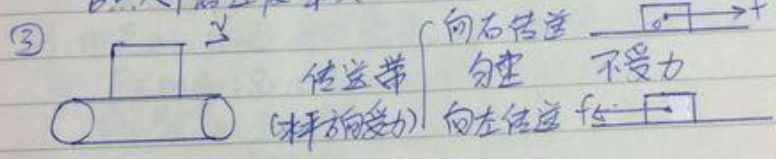
力 → 状态

① 雨滴下落 (先加速后匀速) (重力与阻力关系 $G > f$)

② 蹦极



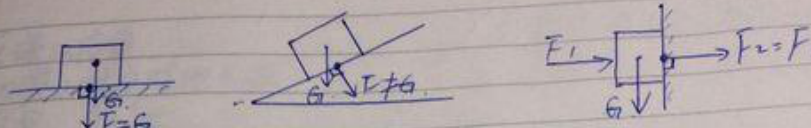
B点下落速度最大



第十章 压强、浮力

一. 压强

1. 压力: 垂直压在物体表面上的力
 方向: 和接触面垂直, 指向被压物
 作用点: 作用在被压物体表面



2. 实验: 探究压力作用效果的影响因素.

探究方法: 控制变量.

显示方法: 沙子凹陷程度.

结论: ① 受力面积相同, 压力越大, 压力作用效果越明显.
 ② 压力相同, 受力面积越大, 压力作用效果越不明显.

3. 压强: 描述压力作用效果的物理量.

定义: 压力和受力面积的比值.

公式 $P = \frac{F}{S}$ F -压力(N) S -受力面积(接触面积, m^2)

P -压强, 帕斯卡简称帕(Pa) $1N/m^2 = 1Pa$

杯放桌面压强 $10^3 Pa$

含义: 桌面每平方米所受压力为 $10^3 N$.

例: 坦克 $m = 80$ 吨, 每条履带 $2m^2$, 求坦克行驶时对地压强?

解: $F = m \cdot g = 8 \times 10^4 kg \times 10 N/kg = 8 \times 10^5 N$

$P = \frac{F}{S} = \frac{8 \times 10^5 N}{2 \times 2 m^2} = 2 \times 10^5 Pa.$

答: 坦克行驶时对地压强为 $2 \times 10^5 Pa$.

例: $F = 20 N$ $G_{钉} = 0.1 N$ $S_{帽} = 1 cm^2$ $S_{尖} = 5 \times 10^{-3} cm^2$

求 $P_{尖} = ?$ $P_{帽} = ?$

解: $P_{尖} = \frac{F_{尖}}{S_{尖}} = \frac{20 N}{5 \times 10^{-3} m^2} = 4 \times 10^7 N/m^2 = 4 \times 10^7 Pa.$

$P_{帽} = \frac{F_{帽}}{S_{帽}} = \frac{20 N}{10^{-4} m^2} = 2 \times 10^5 N/m^2 = 2 \times 10^5 Pa.$

答: $P_{尖} = 4 \times 10^7 Pa$, $P_{帽} = 2 \times 10^5 Pa.$

4. 压强应用

① 测量人站立对地压强

原理: $p = F/S$

器材: 体重计(磅秤) 方格纸(测S)

(方格纸: $S = \text{满格} + \text{不满格}$)

表格	m/kg	人对地压力/N	地面受力面积/m ²	对地压强/pa
	50	500	4×10^{-2}	1.25×10^4

(例: 每格 1cm² 满120格 不满160格)

② 压强的比较

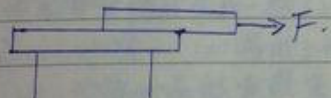
a. S相同比较F

例: 外型相同的3个正方体铜、铁、铝放桌面

$$F_{\text{铜}} > F_{\text{铁}} > F_{\text{铝}} \quad p_{\text{铜}} > p_{\text{铁}} > p_{\text{铝}}$$

b. F相同比较S

例: 铁向外移动时对桌面压力不变, 压强变大



例: m相同 m铜、铝、铁块放桌面

$$F_{\text{铜}} = F_{\text{铝}} = F_{\text{铁}} \quad p_{\text{铜}} > p_{\text{铁}} > p_{\text{铝}}$$

c. F、S都变化

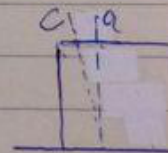
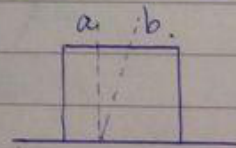
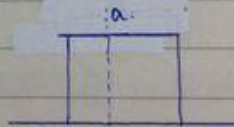
例: 沿a方向F变小, p不变

$$p = \frac{F'}{S'} = \frac{\frac{2}{3}F}{\frac{2}{3}S} = F/S$$

沿b方向, p变小

沿b方向, p变大

$$p = F/S \Rightarrow S = F/p \Rightarrow F = p \cdot S$$



5. 增大和减小压强

- 增大压强
- a. 减小受力面积 磨刀不误砍柴功 冰鞋上冰刀
 - b. 增大压力 压路机
- 减小压强
- a. 增大受力面积 汽车多轮子 铁轨加垫圈
 - b. 减小压力

补充：压强的计算：

测出一张纸的压强

- a. 测出一叠纸的重力为 G .
- b. 量出纸的长和宽为 a, b .
- c. 量出一叠纸的张数为 n .

$$p = \frac{F}{S} = \frac{G}{nab}$$

例：一长方形花岗石碑高、宽、厚分别为 $10 \times 3 \times 2 \text{ m}$

$\rho = 2.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, 地面所受最大压强 $p = 1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$
为能承受将其放在一高 1 m $\rho = 2 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 的基石上

求 (1) 石碑 (2) 对地压强

(3) 为使地面能承受基石面积至少多大。

解：(1) 碑 $V = abh = 10 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 60 \text{ m}^3$

$$m_{\text{碑}} = \rho_{\text{碑}} \cdot V_{\text{碑}} = 2.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 60 \text{ m}^3 = 1.5 \times 10^5 \text{ kg}$$

答：碑的质量为 $1.5 \times 10^5 \text{ kg}$

(2) $S_{\text{碑}} = ab = 3 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 6 \text{ m}^2$

$$F_{\text{碑}} = G_{\text{碑}} = m \cdot g = 1.5 \times 10^5 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg} = 1.5 \times 10^6 \text{ N}$$

$$p = \frac{F_{\text{碑}}}{S_{\text{碑}}} = \frac{1.5 \times 10^6 \text{ N}}{6 \text{ m}^2} = 2.5 \times 10^5 \text{ Pa}$$

答：对地面压强为 $2.5 \times 10^5 \text{ Pa}$

(3) 基石面积为 S

$$p = 1.2 \times 10^5 \text{ Pa} = \frac{G_{\text{碑}} + G_{\text{基}}}{S} = \frac{1.5 \times 10^6 \text{ N} + 2 \times 10^3 \text{ kg} \times 1 \text{ m} \times 10 \text{ N/kg}}{S}$$

$$1/2 \times 10^5 S = 1.5 \times 10^6 + 2 \times 10^5 S$$

$$S = 10 \text{ m}^2$$

答: 面积为 10 m^2

例: 两个正方体 A, B 叠放在水平面上.

$$G_B = 5 \text{ N} \quad G_A = 15 \text{ N} \quad p_{B \rightarrow A} = p_{A \rightarrow \text{地}}$$

求 $p_A : p_B = ?$

解: 设 A 边长 a_A , B 边长 a_B .

$$\frac{G_B}{a_B^2} = \frac{G_B + G_A}{a_A^2}$$

$$\frac{5 \text{ N}}{a_B^2} = \frac{5 \text{ N} + 15 \text{ N}}{a_A^2}$$

$$a_B^2 : a_A^2 = 1 : 4 \quad a_B : a_A = 1 : 2$$

$$m_B : m_A = G_B : G_A = 1 : 3$$

$$p_A : p_B = \frac{m_A}{a_A^2} : \frac{m_B}{a_B^2} = \frac{3}{2^2} : \frac{1}{1^2} = 3 : 8$$

一个厚度 h 的液柱: $f = \frac{F}{S} = \rho \cdot g \cdot h$.

(液体对固体的压强)

例: 身高 1.7 m 的人站立时对地压强.

$$p = \rho \cdot g \cdot h = 1.7 \text{ m} \times 10 \text{ N/kg} \times 10^3 \text{ kg/m}^3 = 1.7 \times 10^4 \text{ Pa}$$

例: 三个大小不同的铜、铁、铝柱, 对地压强关系 (h 相同)

铜 $>$ 铁 $>$ 铝

二 液体的压强

1. 液体对容器底侧壁有压强, 液体内部有向各个方向的压强

2. 产生原因: ①受重力 ②具有流动性

3. 实验: 探究影响液体压强因素

器材: 压强计 (U形管中液面高度差, 显示压强变化)

结论: ①液体内部的压强随深度增加而增大

②液体内部向各个方向都有压强, 同一深度向各方向压强相等

③液体的压强和 ρ 有关, 同一深度, ρ 越大, 压强越大

4. 液体压强的推导式: $p = \frac{F}{S} = \rho_{液} \cdot h \cdot g$

p — 液体内部某深度压强 (pa)

$\rho_{液}$ — 所在液体密度 (kg/m^3)

h — 深度 (m) 该点到自由液面的竖直方向距离

5. 应用: 比较 p 的变化

① ρ 相同, 比较 h

例: 如图 $h_A > h_B$ $p_A > p_B$

例: 试管倾斜, 底部所受压强变小

例: 老河大坝上窄下宽

液体压强随深度增加而增大

② h 相同, 比较 ρ

例: 相同试管中放入 m 相同液体, 液面等高

$$\rho_1 > \rho_2 \quad p_1 > p_2$$

补: $p_{水} = p_{酒精}$

$$\rho_{水} \cdot g \cdot h_{水} = \rho_{酒精} \cdot g \cdot h_{酒精}$$

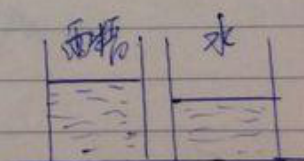
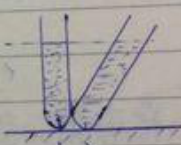
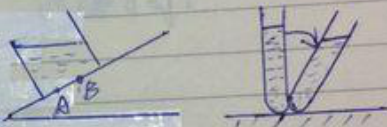
$$\rho_{酒精} = \frac{\rho_{水} \cdot h_{水}}{h_{酒精}} \times \rho_{水}$$

③ 综合

例: 相同烧杯中放入 m 相同水, 酒精

$$F_{水} = F_{酒精} \quad p_{水} = p_{酒精} \quad (p = F/S)$$

jk



例：一密闭容器，装一定量水，倒置

桌面所受 $\begin{cases} F_1 = F_1' \\ p_1 < p_1' \end{cases}$
杯底所受 $\begin{cases} F_2 > F_2' \\ p_2 < p_2' \end{cases}$



三. 气体压强

1. 大气压强：大气对浸在其中物体产生的压强，简称：大气压。

马德堡半球实验：证明了大气压不仅存在而且很大

应用：① 吸饮料 ② 针筒吸药液

③ 钢笔吸墨水

④ 塑料挂衣钩

2. 实验：估测大气压的值 原理： $p = \frac{F}{S}$

器材：弹簧测力计 注射器 刻度尺

针杆截面积 S 测量： $S = \frac{V}{L} = \frac{V}{\text{刻度尺长度}} = \frac{V}{L}$

组合法：测针杆直径

F_2 测量：拉至针杆刚好滑动 F 偏大：受针杆和针筒间摩擦影响

(=力平衡)

F 偏小：气筒中空气未排尽

$$p = \frac{F}{S} = \frac{F}{\frac{V}{L}} = \frac{FL}{V}$$

拉力 F/N	注射器容积 V/ml	刻度尺长度 L/cm	横截面积 S/cm^2	大气压 p/Pa
6	2.5	4.00	0.625	9.6×10^4

$$p = \frac{F}{S} = \frac{6N}{2.5 \times 10^{-6} m^3} \times 4 \times 10^{-2} m = 9.6 \times 10^4 Pa$$

3. 气压计：测量大气压的仪器：

a. 托里拆利实验：

标准大气压 相当于76cm水银柱压强 ($1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$) = $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$.

b. 标准大气压计.

4. 大气压的变化 (天气, 季节)

a. 高度: 高度越高, 大气压越小.

应用: 高度计; 液体气压计 (原理: 高度越高, 大气压越小)

水气压计: 液柱上升 h 变大
液柱下降 h 变小

b. 温度: 夏天自行车爆胎

一定质量的气体, 温度越高压强越大.

c. 体积

一定质量气体体积越小, 压强越大.

(气筒打气, 人的呼吸)

5. 大气压对沸点的影响: 气压减小, 沸点降低

气压增大, 沸点升高.

应用: 高压锅: 增大气压, 提高沸点. (1.6 Pa)

抗生素提纯: 减小气压, 降低沸点.

6. 流体的压强 (气体, 液体)

流体流速越大, 压强越小.

应用: 飞机的机翼 (提供向上压力差)

① 龙卷风.

② 火车进站人站到黄线外.

③ 香蕉球, 弧线球.

④ 水喷雾器.

例: 龙卷风天气中 $S = 50 \text{ m}^2$ $G = 5 \times 10^6 \text{ N}$ 室内 p_0 . 室外 $0.96 \times 10^5 \text{ Pa}$
所受向上压力差 $\Delta F = \Delta p \cdot S$.

$$= (p_{\text{内}} - p_{\text{外}}) \cdot S$$

$$= (1.013 \times 10^5 \text{ Pa} - 0.96 \times 10^5 \text{ Pa}) \times 50 \text{ m}^2$$

$$= 2 \times 10^5 \text{ N} > 5 \times 10^4 \text{ N}$$

答: 伞会被龙卷风卷走。

例:



已知: $G_{\text{球}} = 200 \text{ N}$ $S_{\text{球}} = 2 \text{ m}^2$ $S_{\text{吸}} = 5 \text{ cm}^2$

求: $F_{\text{吸}} = ?$

解: $G_{\text{吸}} = \Delta F = \Delta p \cdot S_{\text{吸}} = (p_0 - p_{\text{内}}) \cdot S_{\text{吸}}$

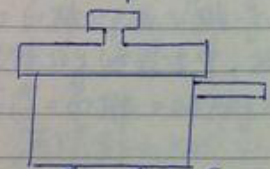
$200 \text{ N} = (p_0 - p_{\text{内}}) \times 5 \times 10^{-3} \text{ m}^2$

$p_0 - p_{\text{内}} = 4 \times 10^4 \text{ Pa}$

$p_{\text{内}} = 10^5 \text{ Pa} - 4 \times 10^4 \text{ Pa} = 6 \times 10^4 \text{ Pa}$

答: $p_{\text{内}} = 6 \times 10^4 \text{ Pa}$

例:



已知: $S_{\text{盖}} = 450 \text{ cm}^2$ $p_{\text{外}} = p_0$

$p_{\text{内}} = 1.6 p_0$ 求: (1) 筒内气体对盖压力 F_1 ?

(2) 盖和筒间作用力 F_2 = ?

(3) 若出气孔 $S_0 = 0.05 \text{ cm}^2$ $G_{\text{筒}} = ?$

解: (1) $F_1 = p_{\text{内}} \cdot S_{\text{盖}} = 1.6 \times 10^5 \text{ Pa} \times 4.5 \times 10^{-2} \text{ m}^2 = 7200 \text{ N}$

答: $F_1 = 7200 \text{ N}$

(2) $F_2 = \Delta F = (p_{\text{内}} - p_{\text{外}}) \cdot S_{\text{盖}} = 0.6 \times 10^5 \text{ Pa} \times 4.5 \times 10^{-2} \text{ m}^2 = 2700 \text{ N}$

答: $F_2 = 2700 \text{ N}$

(3) $G_{\text{筒}} = (p_{\text{内}} - p_{\text{外}}) \cdot S_0 = 0.6 \times 10^5 \text{ Pa} \times 5 \times 10^{-6} \text{ m}^2 = 0.3 \text{ N}$

答: $G_{\text{筒}} = 0.3 \text{ N}$

$\Delta p = \frac{F}{S} = \frac{0.3 \text{ N}}{5 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 10^5 \text{ Pa}$

$p_{\text{内}} = \Delta p + p_{\text{外}} = 10^5 \text{ Pa} + 10^5 \text{ Pa} = 2 \times 10^5 \text{ Pa}$

答: $p_{\text{内}} = 2 \times 10^5 \text{ Pa}$

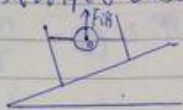
四. 浮力

1. 浮力: 浸在液体或气体中的物体所受液体或气体对它向上作用。

施力物: 液、气 方向: 竖直向上

2. 浮力的测量: $F_{浮} = G - F_{拉}$

$$(F_{拉} = G - F_{浮})$$



3. 实验: 探究浮力大小与哪些因素有关

阿基米德原理: 浸在液体中的物体, 大小等于排开液体的重力。
(对气体同样适用)

$$F_{浮} = G_{排} = \rho_{液} V_{排} g$$

例: 物体 50g 浸没水中, 排开 40g, $F_{浮} = ?$

$$\text{解: } F_{浮} = G_{排} = 0.04 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg} = 0.4 \text{ N}$$

$$F_{浮} = F_{拉} = 0.4 \text{ N}$$

$$F_{浮} = G_{排} = \rho_{液} V_{排} g$$

$\rho_{液}$ — 所在液体密度 (kg/m^3)

$V_{排}$ — 部份浸入 $V_{排} < V_{物}$

m^3 — 完全浸入 (浸没) $V_{排} = V_{物}$

例: $m = 5 \text{ kg}$ 石块 $\rho = 2.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 浸没水中 $V_{排}$ 多大? $F_{浮} = ?$ $F_{拉} = ?$

$$\text{解: (1) } \because \text{浸没: } V_{排} = V_{物} = \frac{m_{物} \text{ kg}}{\rho_{物} 2.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$(2) F_{浮} = \rho_{液} V_{排} g$$

$$= 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \times 10 \text{ N/kg}$$

$$= 20 \text{ N}$$

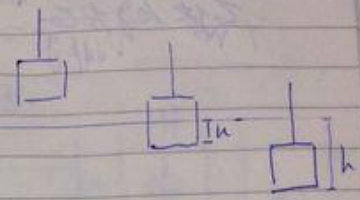
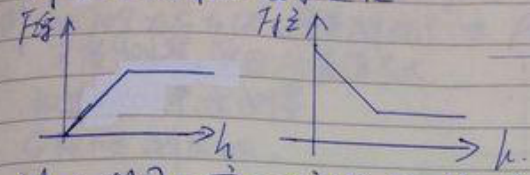
$$(3) F_{拉} = G - F_{浮}$$

$$= 5 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg} - 20 \text{ N} = 30 \text{ N}$$

4. 应用

① 比较 $F_{浮}$

a. $\rho_{液}$ 相同, 比较 $V_{排}$
 例: 绳拉物体浸没水过程



例: m 相同的实心球铜, 铁, 铝 浸没水中
 绳下拉力关系: $F_{拉} = G - F_{浮}$
 浮力: $F_{铜} < F_{铁} < F_{铝}$
 拉力: $F_{铜} > F_{铁} > F_{铝}$

b. $V_{排}$ 相同, 比较 $\rho_{液}$
 例: 潜艇从江中潜行到海中, $F_{浮}$ 变大
 例: 同一铁球, 绳拉着浸没水和盐水中
 拉力关系 $F_{水} > F_{盐}$

小. 计算

a. 求下沉物体的密度
 例: 某物体在空气中测量 $50N$, 浸没水中示数 $30N$, 求 $\rho_{物}$
 解: \because 浸没 $\therefore V_{排} = V_{物} = \frac{F_{浮}}{\rho_{水} g} = \frac{50N - 30N}{10^3 kg/m^3 \times 10N/kg} = 2 \times 10^{-3} m^3$

$$\rho_{物} = \frac{m}{V} = \frac{50N / 10N/kg}{2 \times 10^{-3} m^3} = 2.5 \times 10^3 kg/m^3$$

补: 弹簧测力计, 水, 测 $\rho_{物}$?

- ① 空气中测重力为 G
- ② 浸没水中拉力为 F

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{G}{G - F} \times \rho_{水}$$

b. 求 $\rho_{液}$

$$\rho_{液} = \frac{F_{浮}}{V_{排}} = \frac{G_{物} - 34N}{2 \times 10^{-3} \text{m}^3 \times 10 \text{N/kg}} = 0.8 \times 10^3 \text{kg/m}^3$$

到 $m=10g$ 左右石块 弹簧测力计 示数 F_0 不能测量 原因: 分度值太大

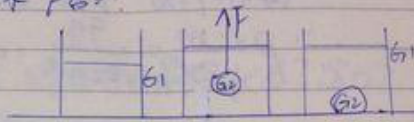
改进: 用天平、水测量

① 杯+水 测出 m_1

② 石+杯+水 测出 m_2

③ 石浸没水但不沉底 m_3

$$\rho_石 = \frac{m_2 - m_1}{\frac{m_3 - m_1}{\rho_水}} = \frac{m_2 - m_1}{m_3 - m_1} \times \rho_水$$



桌秤示数 $F_1 = G_1$, $F_2 = G_1 + G_2 = F$, $F_3 = G_1 + G_2$

五. 物体浮与沉

1. 浮沉条件

平衡状态 部份浸入漂浮 $F_浮 = G$

$V_{排} < V_{物}$ 上浮 $F_浮 > G$

浸没 下沉 $F_浮 < G$

平衡状态 $(V_{排} = V_{物})$ 悬浮 $F_浮 = G$

实验验证: 大量筒 (测 $F_浮$) 弹簧测力计 (测 G)

2. 应用

① 鸡蛋放水中 加盐上浮 (原因: $\rho_{液}$ 增大, $F_浮$ 增大 $> G$)

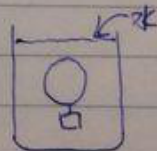
② 轮船 (做成空心, 增大浮力)

③ 潜艇、浮沉子 (原理: 改变自身重力实现浮沉)

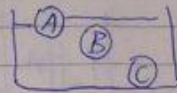
④ 如图, 气球下拉一重物水中悬浮

悬浮, 观缓慢加

现象: 下沉



④问: m 相同三球 A, B, C 浸入水中, 状态如图, 浮力关系
 $F_A = F_B > F_C$



3. 计算

1. 例: 10g 物体浸没水中, 溢出 12g 水, 则放手后最终状态? 浮力?

解: $G = m \cdot g = 0.01 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg} = 0.1 \text{ N}$

$F_{\text{排}} = G_{\text{排}} = 0.012 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg} = 0.12 \text{ N} > 0.1 \text{ N}$

\therefore 上浮最终漂浮 $\therefore F_{\text{浮}} = 0.1 \text{ N}$

2. 例: 一物体 $G = 9 \text{ N}$ $V = 1 \text{ dm}^3$ 酒精中最终多大? 如那酒精中呢?

解: $F_{\text{排}} = \rho_{\text{液}} \cdot V_{\text{排}} \cdot g = 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \times 10 \text{ N/kg}$
 $= 10 \text{ N} > 9 \text{ N}$

\therefore 上浮最终漂浮 $\therefore F_{\text{浮}} = 9 \text{ N}$

$F_{\text{排}} = \rho_{\text{液}} \cdot V_{\text{排}} \cdot g = 0.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \times 10 \text{ N/kg}$
 $= 8 \text{ N} < 9 \text{ N}$

\therefore 最终下沉 $\therefore F_{\text{浮}} = 8 \text{ N}$

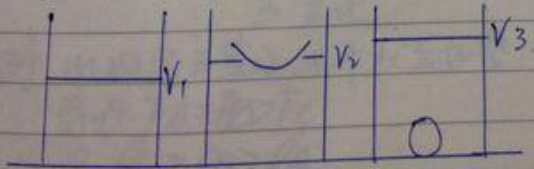
3. 例: 轮船满载排水量 5000t, 则此时浮力多大?

解: 1000t 货物 $F_{\text{浮}} = ?$ 从江中驶到海中浮力如何变化?

(1) 解: 漂浮 $\therefore F_{\text{浮}} = G_{\text{排}} = m \cdot g = 5000 \times 10^3 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg}$
 $= 5 \times 10^7 \text{ N}$

(2) 解: 漂浮 $\therefore F_{\text{浮}} = G = G_{\text{排}} = 4000 \times 10^3 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg}$
 $= 4 \times 10^7 \text{ N}$

(3) 解: 漂浮 $F_{\text{浮}} = G$ G 不变 $F_{\text{浮}}$ 也不变, 到海中上浮



①量筒中放适量水 V_1

②捏成船形漂浮 V_2

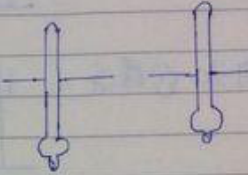
③捏成团下沉 V_3

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{V_2 - V_1}{V_3 - V_1} \times \rho_{水}$$

4. 密度计: 测量液体密度的工具

原理: 漂浮原理

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{浮力 } F_1 = F_2 \\ \rho \quad \rho_1 < \rho_2 \end{array} \right.$$



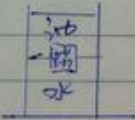
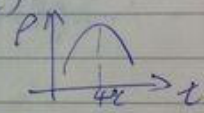
刻度特点: 越往下越大

补: 浮沉条件

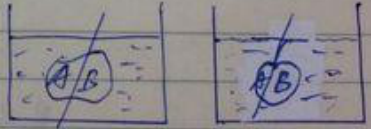
漂浮	$F_{浮} = G$	$\rho_{液} > \rho_{物}$
悬浮	$F_{浮} = G$	$\rho_{液} = \rho_{物}$
上浮	$F_{浮} > G$	$\rho_{液} > \rho_{物}$
下沉	$F_{浮} < G$	$\rho_{液} < \rho_{物}$

应用:

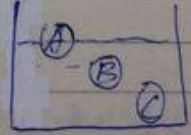
- ①孔明灯, 热气球 (气体受热膨胀 $\rho < \rho_{空}$)
- ②吹肥皂泡 (先上升后下降)
- ③冰从水面结冰, 冰底下水温 4°C
- ④蜡块放在油中
- ⑤送粉块



例: 土豆水中悬浮 A, B 上浮
 苹果水中悬浮 A 下沉
 B 上浮



例: m 相同三空心, 水中状态如图
 浮力 $F_A = F_B > F_C$
 $\rho \quad \rho_C > \rho_B > \rho_A$



m 相同 ρ_0 空心球铜, 铁铝

一定空：铜、铁 C 可能空心

例：m相同，实心铜、铁，在水中静止后，
问：关系 $F_{木} < F_{铜}$ 水中 $F_{木} = F_{铜}$



平衡状态的应用

例：一木块在水中静止后，液面上下体积为2:3

在另一液体中上下体积比1:4求该液体

解：漂浮 $\therefore F_{浮} = G$

$$\rho_{水} V_{排} g = \rho_{木} V_{木} g$$

$$\rho_{木} = \frac{V_{排}}{V_{木}} \rho_{水} = \frac{2}{5} \rho_{水} = 0.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

例：漂浮 $\therefore F_{浮} = G$

$$\rho_{液} V_{排} g = \rho_{木} V_{木} g$$

$$\rho_{液} = \frac{V_{木}}{V_{排}} \rho_{木} = \frac{5}{4} \rho_{木} = 0.75 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

例：正方体木块，求刻度尺测 $\rho_{木}$

① 边长为 a

② 在水中漂浮测露出 l_1

③ 在盐水中漂浮测露出 l_2

\therefore 漂浮

$\therefore F_{浮} = F_{浮盐} = G$

$$\rho_{水} (a - l_1) a^2 g = \rho_{盐} (a - l_2) a^2 g$$

$$\rho_{盐} = \frac{a - l_1}{a - l_2} \times \rho_{水}$$

例：冰面上有冰山，水上体积 1000 m^3 求冰山体积

\therefore 漂浮 $\therefore F_{浮} = G$

$$\rho_{\text{木}} \cdot V_{\text{排}} \cdot g = \rho_{\text{木}} \cdot V_{\text{木}} \cdot g$$

$$\frac{V_{\text{排}}}{V_{\text{木}}} = \frac{\rho_{\text{木}}}{\rho_{\text{水}}} = \frac{9}{10}$$

$$\frac{V_{\text{露}}}{V_{\text{木}}} = \frac{1}{10} \quad V_{\text{木}} = 10 V_{\text{露}} = 10^4 \text{ cm}^3$$

例：一根粗细均匀的木棍长12cm，放入水中露出2cm
则放入 $\rho = 1.05 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 盐水中， $L_{\text{露}} = ?$

解：设木棍截面积为

S ，漂浮

$$\therefore F_{\text{浮}} = F_{\text{物重}}$$

$$\rho_{\text{木}} \cdot V_{\text{排}} \cdot g = \rho_{\text{盐}} \cdot V_{\text{排}} \cdot g$$

$$10^3 \times 0.1 \times S = 1.05 \times 10^3 \times (0.12 - a) \cdot S$$

$$a = 2.5 \text{ cm}$$

例：小明自制救生圈 $m = 500 \text{ g}$ $V = 600 \text{ cm}^3$

求它浮水面上时浮力？

(1) 小明用力向下将它压入水中时浮力大小？

(1) 解：漂浮 $\therefore F_{\text{浮}} = G = m \cdot g = 0.5 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg} = 5 \text{ N}$
答：5 N 的浮力

(2) 解：浸没 $\therefore F_{\text{浮}} = \rho_{\text{水}} \cdot V_{\text{排}} \cdot g = 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 600 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \times 10 \text{ N/kg}$
 $= 600 \text{ N}$

$$F_{\text{压}} = F_{\text{浮}} - G = 600 \text{ N} - 5 \text{ N} = 595 \text{ N}$$

答：需 595 N。

例2： $G_{\text{木}} = 6 \text{ N}$ $V = 1 \text{ dm}^3$

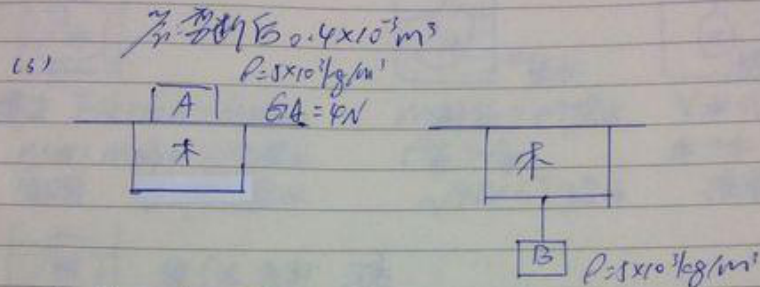
求 (1) $F_{\text{拉}}$

(2) 剪断线露出体积大小。

解：(1) $F_{\text{拉}} = F_{\text{浮}} - G = \rho_{\text{水}} \cdot V_{\text{排}} \cdot g - G = 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \times 10 \text{ N/kg}$
 $= 10 \text{ N}$

(2) \therefore 漂浮 $\therefore F_{\text{浮}}' = G = 6 \text{ N}$

$$V_{\text{排}} = V_{\text{木}} = \frac{G_{\text{木}}}{\rho_{\text{水}} g} = 10^{-3} \text{ m}^3 = \frac{6 \text{ N} / 10 \text{ N/kg}}{10^3 \text{ kg/m}^3} = 10^{-3} \text{ m}^3 = 0.6 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 0.4 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$



B: 浮: $G_B - F_{\text{拉}} = F_{\text{拉}} = 4 \text{ N}$ 设 $V_{\text{物}}$ 为 B

∵ 浸没 ∴ $V_{\text{排}} = V_B$

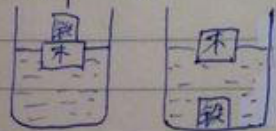
$$G_B - F_{\text{拉}} = 5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times V \times 10 \text{ N/kg} - 1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times V \times 10 \text{ N/kg} = 4 \text{ N}$$

$$V_{\text{物}} = 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$G_B = m \cdot g = \rho \cdot V \cdot g = 10^4 \text{ m}^3 \times 5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ N/kg} = 1 \text{ N}$$

5. 液面升降

a. $V_{\text{排}} \rightarrow h$



A 漂浮 $F_A = G_{\text{木}} + G_{\text{铁}}$

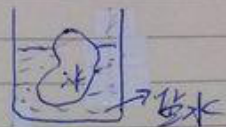
B 浮 $F_1 = G_{\text{木}} (\text{漂})$

$F_2 < G_{\text{铁}}$ 下沉

$F_B < G_{木} + G_{铁}$
 $F_{浮} \downarrow \rightarrow h \downarrow$
 b. 物态变化



漂浮 $F_{浮} = G_{冰} = G_{排水}$
 $m_{冰} = m_{排水} = m_{熔水}$
 $V_{排} = V_{熔水}$



$m_{排盐} = m_{熔水}$
 $\rho_{盐} > \rho_{水}$
 $V_{排} < V_{熔水}$



$V_{冰} = V_{排}$
 $m_{冰} > m_{排}$
 $V_{冰} < V_{排}$
 液面下降



固 $\left\{ \begin{array}{l} 木. 气泡 \\ 石块 \end{array} \right. \begin{array}{l} 浸 \\ 没 \end{array}$

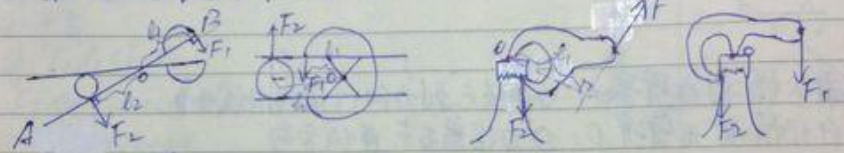
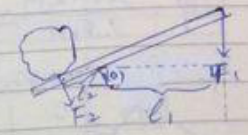
第十一章 简单机械

一 杠杆

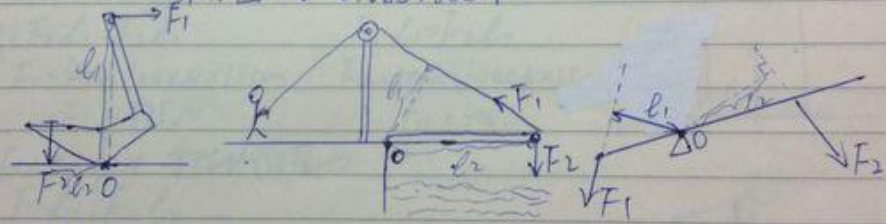
1. 杠杆: 绕固定点转动的硬杆

- 支 (支点 O): 杠杆绕着转动的固定点
- 动力 (F_1): 使杠杆转动的力
- 阻力 (F_2): 阻碍杠杆转动的力
- 动力臂 (l_1): 支点到动力作用线的距离
- 阻力臂 (l_2): 支点到阻力作用线的距离

都在杠杆上



2. 作用在杠杆某点力臂
 最大值 = 支点到作用点距离
 最小值 = 0 (无转动效果)



3. 杠杆的平衡状态
 静止
 匀速转动

实验: 探究杠杆平衡条件

- 调节杠杆水平位置平衡
- ① 忽略杠杆对实验的影响 (重力)
 - ② 便于读出力臂

多次实验: 使结论更可靠

次数	F_1/N	l_1/cm	$F_1 l_1/N \cdot cm$	F_2/N	l_2/cm	$F_2 l_2/N \cdot cm$
1	1	10	10	0.5	20	10
2	1	10	10	1	10	10
3	1.5	10	15	1	15	15

杠杆原理: $F_1 \times l_1 = F_2 \times l_2$

应用

① 判断杠杆的转动

两边各加一个钩码 左边下降

两边各减一个钩码 右边下降

例: 蜡烛跷跷板

② 计算

解: $F_1 l_1 = F_2 l_2$

$$F_1 \times 0.5m = 1000N \times \frac{1}{2}m$$

$$F_1 = 1000N$$

例: 油桶 $G = 1000N$, 底直径 30cm 高 40cm

加 F_1 如图求 $F_1 = ?$

解: $F_1 l_1 = F_2 l_2$

$$F_1 \times 40cm = 1000N \times 15cm$$

$$F_1 = 375N$$

$F_1 l_1 = F_2 l_2$

$$F_1 \times 30cm = 1000N \times 15cm$$

$$F_1 = 300N$$

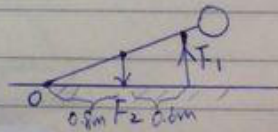
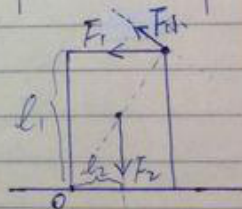
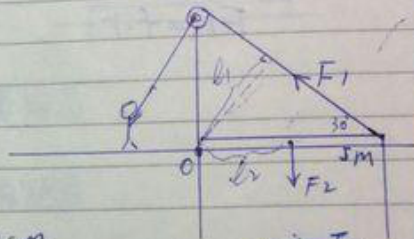
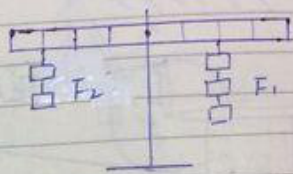
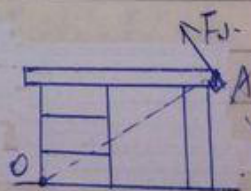
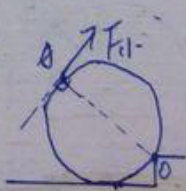
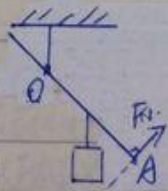
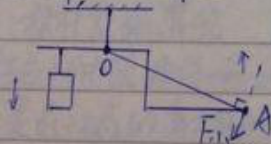
例: $G_{人} = 700N$ 求对地面压力

解: $F_1 l_1 = F_2 l_2$

$$F_1 \times 1.9m = 700N \times 0.8m$$

$$F_1 = 400N$$

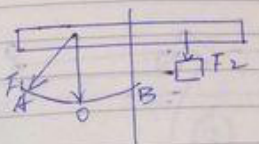
③ 作图 最小力作图



④ 判別力大小变化

例: 如图拉力 F 从 $A \rightarrow B$ 过程中 先变小 后变大

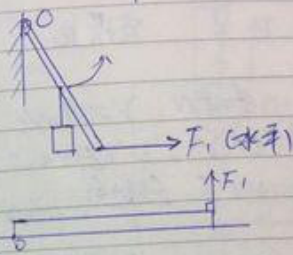
$F_1 = F_2 \cdot l_2$ l_1 先变大后变小



例2: 动力臂变小, 阻力臂变大
动力变大

例3: 如图用垂直于杆的力 F_1 将杆抬起一定角度

F_1 变小
如 F_1 始终垂直向上
 F_1 不变 (等)



⑤ 杠杆的分类 (l_1 关系)

(1) 省力杠杆 $l_1 > l_2$ 特点: 省力 费距离

应用: 撬棍, 老虎钳, 扳手

(2) 费力杠杆 $l_1 < l_2$ 特点: 费力 省距离

应用: 钓鱼竿, 扫帚, 筷子

(3) 等臂杠杆 $l_1 = l_2$ 特点: 不省力, 不省距离

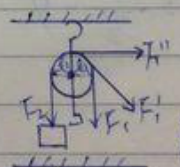
应用: 天平

二. 滑轮

1. 定滑轮: 轴固定

特点: (实质是等臂杠杆) 不省力也不省距离
但能改变力的方向

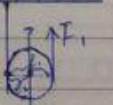
应用: 旗杆顶端滑轮



$F_1 = F_2 = F_1'' = G$

2. 动滑轮: 轴随物体一起运动的情况

实质: 是 $l_1 = 2l_2$ 的省力杠杆 (下底沿垂直方向运动)



(理) $F_1 = \frac{G}{2}$ $hF = 2hg$

特点:省力 费距离 $VF=2V_G$

$F = \frac{G_{物} + G_{动}}{n}$ (实)

3. 滑轮组:定滑轮和动滑轮的组合
(实质省力杠杆)

省力情况由和动滑轮相连的绳股数决定

n 的大小 (奇动, 偶定)

n 个滑轮 (n 股 可改变力的方向
($n+1$)股 不能改变方向)

$hF = nhG$ $V_F = nV_G$

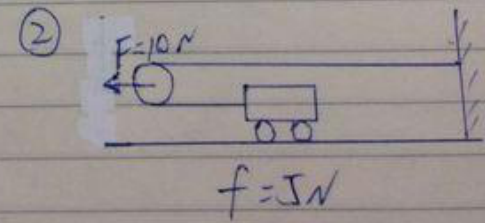
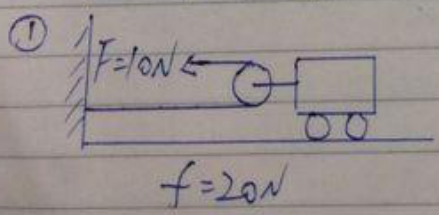
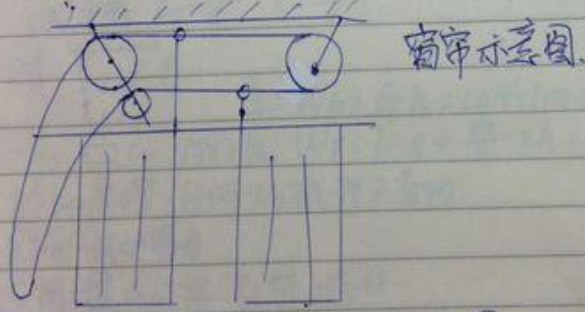
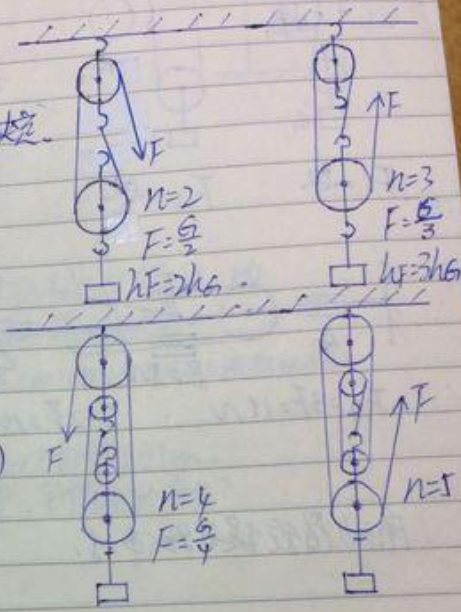
理: $F = \frac{G}{n}$

实: $F = \frac{G_{物} + G_{动}}{n}$ ($G_{动} = nF - G_{物}$)

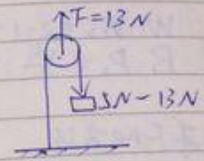
杆: 滑轮: 实质是省力杠杆

$F_1 l_1 = F_2 l_2 \Rightarrow F_1 R = F_2 r$

应用: 方向盘, 小把手, 扳子



例: 若 $G=10N$ $F=13N$ 若 $G=13N$ 时 $F=?$
 $G_{动} = F - 2G = 13N - 10N = 3N$
 $F' = 2G' + G_{动} = 2 \times 13N + 3N = 29N$



三、功

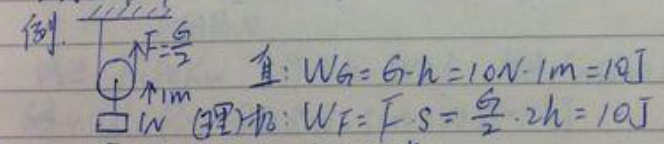
1. 力和物体在力方向移动距离的乘积, 叫机械功, 简称: 功
 条件: ①作用在物体上的力 ②物体在力方向移动距离。

公式: $W = F \cdot s$ F —作用在物体上的力 (N)
 s —力的方向物体移动距离 (m) (和运动路径以及接触面无关)
 单位: 焦耳 (J) $1N \cdot m = 1J$

1J: 1N的力作用在物体使物体在力的方向移动1m。
 例: 提300N水桶水平10m爬上10m高楼, 全程做功多少?

解: $W = F \cdot s = 300N \cdot 10m = 3000J$
 答: 做了3000J。

2. 公式变形 $F = \frac{W}{s}$ $s = \frac{W}{F}$



3. 功的原理: 任何机械都不省功

斜面: 好处省力
 应用: 盘山公路, 引桥, 螺丝

四、功率

1. 功率: 描述做功的快慢 (P)

定义: 功和所需时间的比值

$$\text{公式: } P = \frac{W}{t} \rightarrow \frac{J}{s}$$

单位: 瓦特 (W) $1 \text{ J/s} = 1 \text{ W}$ $1 \text{ kW} = 10^3 \text{ W}$ $1 \text{ MW} = 10^6 \text{ W}$

1 W 的含义: 物体每秒做功 1 J 人长时间骑车 60-80 W (居然) 200 N-300 N

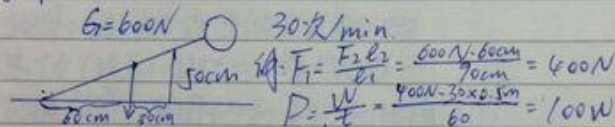
2. 实验: 测量人爬楼功率

原理: $P = \frac{W}{t}$ 器材: 秒表, 刻度尺, 体重计

$$\text{表达式: } P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t}$$

例: 跳绳 $m=60 \text{ kg}$ 140 次/min $h=5 \text{ cm}$

$$\text{解: } P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{60 \times 10 \times 0.05 \times 140}{60} = 70 \text{ W}$$



$$F_1 = \frac{F_2 l_2}{l_1} = \frac{600 \text{ N} \cdot 60 \text{ cm}}{90 \text{ cm}} = 400 \text{ N}$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{400 \text{ N} \cdot 30 \times 0.5 \text{ m}}{60} = 100 \text{ W}$$

3. 公式变形: $W = Pt$ $t = \frac{W}{P}$

$$P_1 P_2 = 2:1 \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{相同 } t \\ \text{相同 } W \end{array} \right. \quad W_1: W_2 = P_1 t: P_2 t = 2:1$$

汽车 $P = 80 \text{ kW}$ 工作 1 h $W = ?$ 匀速 $f = 3600 \text{ N}$ $S = ?$

$$\text{解: (1) } W = P \cdot t = 8 \times 10^4 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 2.88 \times 10^8 \text{ J}$$

$$(2) f = 3600 \text{ N}$$

$$S = \frac{W}{F} = \frac{2.88 \times 10^8 \text{ J}}{3600 \text{ N}} = 8 \times 10^4 \text{ m}$$

4. 一个重要推论: $P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot S}{t} = F \cdot v$

应用: ① 解释现象: 车爬坡后和挂低速挡 (增大牵引力)

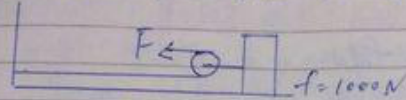
$$\text{② } P = f \cdot v_{\text{max}} \Rightarrow v_{\text{max}} = \frac{P}{f}$$

例: - 汽车 $m = 6 \text{ t}$ 所受阻力为 $0.01 G$, $P = 30 \text{ kW}$ 求 v_{max}

$$\text{解 } f = 0.01 G = 0.01 \times 6 \times 10^4 \times 10 = 6000 \text{ N}$$

$$v_{max} = \frac{P}{f} = \frac{2 \times 10^4}{400} = 50 \text{ m/s}$$

例



$$F = ? \quad P = ?$$

$$F = \frac{f}{2} = 500 \text{ N}$$

$$P = F \cdot v = 500 \times 0.1 \times 2 = 100 \text{ W}$$

三. 机械效率

1. 使用机械三种不同功

有用功 ($W_{有}$): 直接完成目的做的功

额外功 ($W_{额}$): 必须做但不目的功

总功 ($W_{总}$): $W_{总} = W_{有} + W_{额}$

2. 机械效率: 有用功和总功的比值 (η)

$$\text{公式: } \eta = \frac{W_{有}}{W_{总}} \times 100\% \Rightarrow W_{总} = \frac{W_{有}}{\eta} \quad W_{有} = W_{总} \cdot \eta$$

注①: $\eta < 1$

②: $\eta = 80\%$ 的含义: 有用功占总功的 80%
额外功占总功的 20%

③: η 和 W 、 P 无关

例: 10s, 物上升 5m 求 $W_{有}$? $W_{总}$? $W_{额}$? P_F ? $\eta = ?$

$$W_{有} = G \cdot h = 10 \text{ N} \cdot 5 \text{ m} = 50 \text{ J}$$

$$G_{动} = 2 \text{ N} \quad W_{总} = W_F = F \cdot s = 6 \text{ N} \times 5 \times 2 = 60 \text{ J}$$

$$G = 10 \text{ N} \quad W_{额} = W_{总} - W_{有} = 60 \text{ J} - 10 \text{ J} = 10 \text{ J}$$

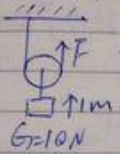
$$F = \frac{G + G_{动}}{2} = \frac{10 + 2}{2} = 6 \text{ N} \quad W_{额} = G_{动} \cdot h = 2 \text{ N} \times 5 \text{ m} = 10 \text{ J}$$

$$P_F = \frac{W_F}{t} = \frac{60 \text{ J}}{10 \text{ s}} = 6 \text{ W}$$

$$P_F = F \cdot v = 6 \times \frac{5}{10} \times 2 = 6 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} \times 100\% = \frac{10\text{J}}{30\text{J}} = 33.3\%$$

例2:



$\eta = 80\%$ 求 F ! $G_{\text{动}}?$

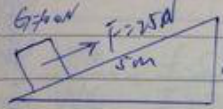
$$W_{\text{有}} = G \cdot h = 10\text{N} \cdot 1\text{m} = 10\text{J}$$

$$W_{\text{总}} = \frac{W_{\text{有}}}{\eta} = \frac{10\text{J}}{80\%} = 12.5\text{J}$$

$$F = \frac{W_{\text{总}}}{s} = \frac{12.5\text{J}}{2\text{m}} = 6.25\text{N}$$

$$G_{\text{动}} = 2F - G = 12.5\text{N} - 10\text{N} = 2.5\text{N}$$

例3: $G = 100\text{N}$



求 $\eta = ?$ $f = ?$ 若 $\eta = 50\%$ $f = ?$

$$W_{\text{有}} = G \cdot h = 100\text{N} \cdot 1\text{m} = 100\text{J}$$

$$W_{\text{总}} = F \cdot s = 25\text{N} \cdot 5\text{m} = 125\text{J}$$

$$\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} \times 100\% = \frac{100\text{J}}{125\text{J}} \times 100\% = 80\%$$

$$W_{\text{额}} = W_{\text{总}} - W_{\text{有}} = 125\text{J} - 100\text{J} = 25\text{J}$$

$$f = \frac{W_{\text{额}}}{s} = \frac{25\text{J}}{5\text{m}} = 5\text{N}$$

3. 实验: 探究影响机械效率的因素

原理: $\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} \times 100\% = \frac{G \cdot h}{F \cdot s} = \frac{G \cdot h}{F \cdot nh} = \frac{G}{nF}$

器材: 弹簧测力计, 刻度尺 (可以省去)

注: 弹簧测力计沿竖直方向, 匀速拉动

表格:

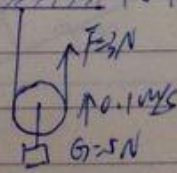
次序	G/N	h/m	F/N	s/m	$W_{\text{有}}/\text{J}$	$W_{\text{总}}/\text{J}$	η
1	1	0.1	0.7	0.2	0.1	0.14	71.4%
2	2	0.1	1.1	0.2	0.2	0.22	91%
3	3	0.1	1.55	0.2	0.3	0.31	97%
4	2	0.1	0.7	0.4	0.2	0.28	70%

结论: $G_{\text{物}}$ 同一滑轮组, $G_{\text{物}}$ 越大, η 越大

$G_{\text{动}}$: $G_{\text{物}}$ 相同, $G_{\text{动}}$ 越大, η 越小

和提升高度, 速度无关 (η 和 W , P 无关)

例1:



$$\eta = \frac{G}{nF} = \frac{5\text{N}}{6\text{N}} = 83.3\%$$

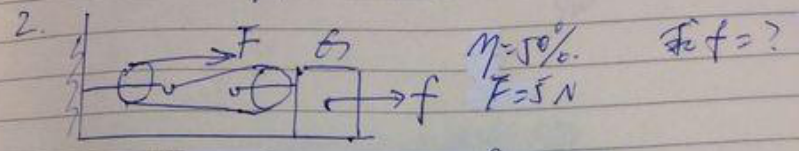
若 $G' = 9\text{N}$ $\eta = ?$ $P_F = ?$

$$G_{\text{动}} = 2F - G = 2 \times 3\text{N} - 5\text{N} = 1\text{N}$$

$$F = \frac{G + G_{动}}{2} = \frac{9N + 1N}{2} = 5N$$

$$\eta = \frac{G}{2nF} = \frac{9N}{2 \times 2 \times 5N} = 90\%$$

$$P_F = F \cdot v_F = 5N \cdot 0.1m/s \times 2 = 1W$$

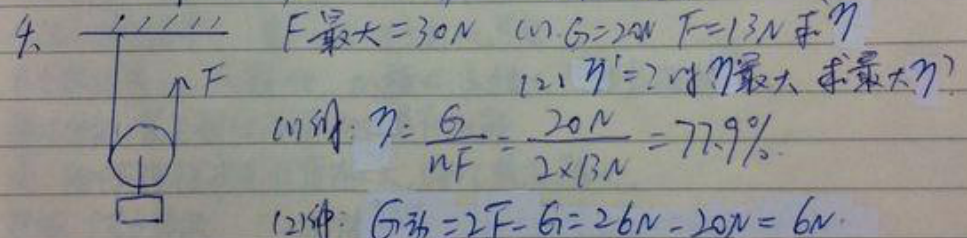


$$\eta = \frac{W_{有}}{W_{总}} = \frac{f \cdot s}{F \cdot 2s} \Rightarrow 50\% = \frac{f}{2 \times 5} \Rightarrow f = 5N$$

3. $G_{物} = 2000N$, 绳拉力 $625N$ 功率 $250W$ $\eta = 80\%$ (不计 f)
 求 (1) $v_{物}$ (2) $G_{动} = 350N$ $F = ?$

(1) 解: $v_F = \frac{P}{F} = \frac{250W}{625N} = 0.4m/s$ $\eta = \frac{G}{nF} \Rightarrow n = 4$
 $v_{物} = \frac{v_F}{n} = 0.1m/s$

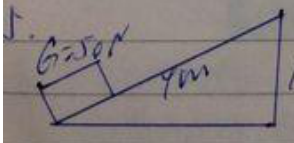
(2) 解: $G_{动} = nF - G_{物} = 2500N - 2000N = 500N$
 $F = \frac{G_{物} + G_{动}}{4} = \frac{2000N + 500N}{4} = 212.5N$



(1) 解: $\eta = \frac{G}{nF} = \frac{20N}{2 \times 13N} = 77.9\%$

(2) 解: $G_{动} = 2F - G = 26N - 20N = 6N$
 $G = 2F' - G_{动} = 60N - 6N = 54N$

$$\eta = \frac{G}{nF} = \frac{54N}{2 \times 30N} = 90\%$$



$\eta = 80\%$ $F = ?$ $f = ?$
 1) 解: $W_{有} = G \cdot h = 50N \cdot 1m = 50J$
 $W_{总} = \frac{W_{有}}{\eta} = \frac{50J}{0.8} = 62.5J$

$$F = \frac{W_{总}}{s} = \frac{61.5J}{4m} = 15.4$$

$$f = \frac{W_{阻}}{s} = \frac{W_{总} - W_{有}}{s} = \frac{12.5J}{4m} = 3.12N$$

第十一章 机械能和内能

一、动能、势能、机械能

物体对另一物体做了功，则具有能。(单位：J)

运动的物体所具有的能。(m, v 有关)

控制变量 显示方法：冲块被推动距离

动能受 m, v 的影响，m 越大，v 越大，动能越大。

物体由于举高而具有的能。(m, h 有关)

控制变量 显示方法：桩打下的深度

受 m, h 影响，m 越大，h 越大，重力势能越大。

发生弹性形变物体具有的能

弹性形变程度越大，弹性势能越大。

机械能 = 动能 + 势能

弹性势能

$$F = \frac{W_{总}}{s} = \frac{61.5J}{4m} = 15.6$$

$$f = \frac{W_{阻}}{s} = \frac{W_{总} - W_{有}}{s} = \frac{12.5J}{4m} = 3.12N$$

第十章 机械能和内能

一、动能、势能、机械能

1. 能：一个物体对另一物体做了功，则具有能。(单位：J)

2. 动能：运动的物体所具有的能。(m, v 有关)

方法：控制变量 显示方法：子弹推动弹片

结论：动能受 m, v 的影响，m 越大，v 越大，动能越大。

3. 重力势能：物体由于举高而具有的能。(m, h 有关)

方法：控制变量 显示方法：桩打下的深度

重力势能受 m, h 影响，m 越大，h 越大，重力势能越大。

4. 弹性势能：发生弹性形变物体具有的能

同一物体弹性形变程度越大，弹性势能越大。

5. 势能 $\begin{cases} \text{重力势能} \\ \text{弹性势能} \end{cases}$ 机械能 = 动能 + 势能

6. 动能和势能可以相互转化

单摆、滚摆 $\begin{cases} \text{最高点，势能最大，动能为0.} \\ \text{最低点，势能最小，动能最大} \end{cases}$



应用 ① 地铁进站

② 骑自行车上坡，抓紧蹬几下

机械能的转化
理：机械能总量不变
实际：机械能减少

应用 ①乒乓球

②人造卫星

机械能守恒
动能 > 远
势能 < 远

二. 内能 热传递

1. 内能：物体内部所有分子的动能和分子势能总和

注：物体的内能不可能为0，机械能可以为0

2. 内能大小的影响因素：①温度 ②质量 ③状态

3. 物体内能的变化
热传递
做功

热传递条件：存在温度差

高温物体 $\xrightarrow{\text{热量}}$ 低温物体
(内能减小) (内能增大)

注①热传递实质能量转移

②热传递传递热量，不是温度和内能

③0℃冰 \rightarrow 0℃水 内能变大

三. 物质的比热容

1. 实验：比较不同物质吸热升温现象

注：①沙子和水质量相同

② 相同的酒精灯 (由时间长短比较吸热多少)

③ 玻璃棒: 使受热均匀

比较方法④ 上升相同温度比较吸收热量 (加热时间)

⑤ 吸收相同热量 (加热相同时间) 比较上升温度

2. 比热容 (c): 描述物质吸(放)热本领

定义: 1克某种物质上升(下降)1°C时所吸收(放出)热量

单位: J/(kg·°C) (比热是物质的物理属性)

$c_{水} = 4.2 \times 10^3 \text{ J/(kg} \cdot \text{°C)}$ 含义: 1克水上升(下降)1°C时吸收(放出) $4.2 \times 10^3 \text{ J}$ 的热量

3. c水最大应用

① 冬天水袋捂手, 发动机用水冷却

② 内陆温差大, 沿海温差小

③ 海陆风
白天: 海风
晚上: 陆风

4. 热量计算

$$Q_{吸} = c \cdot m \cdot (t - t_0) \quad t_0 \text{ - 初温 } t \text{ - 末温}$$

$$Q_{放} = c \cdot m \cdot (t_0 - t)$$

$$\text{合并: } Q = c \cdot m \cdot \Delta t \quad \Delta t \text{ - 变化的温度}$$

例1: $m = 1 \text{ kg}$ 铝壶 ($0.88 \times 10^3 \text{ J/(kg} \cdot \text{°C)}$) 装2kg水从20°C烧开水需吸热多少?

$$Q_1 = (铝 \cdot m \cdot \Delta t = 0.88 \times 10^3 \times 1 \times (100 - 20)) = 7.04 \times 10^5 \text{ J}$$

$$Q_2 = (水 \cdot m \cdot \Delta t = 4.2 \times 10^3 \times 2 \times (100 - 20)) = 6.72 \times 10^5 \text{ J}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = 7.04 \times 10^5 \text{ J} + 6.72 \times 10^5 \text{ J} = 1.376 \times 10^6 \text{ J}$$

5. 公式变形: $c = \frac{Q}{m \cdot \Delta t}$ $\Delta t = \frac{Q}{cm}$ $m = \frac{Q}{c \Delta t}$

例2: 同一物体 $m_1 : m_2 = 3 : 2$ $Q_1 : Q_2 = 5 : 6$

$$\Delta t_1 : \Delta t_2 = \frac{Q_1}{cm_1} = \frac{Q_2}{cm_2} = \frac{5}{3} : \frac{6}{2} = 5 : 9$$

例3: m相同的铜块和铁块吸热相同后放在一起 ($c_{铜} < c_{铁}$)

热传递 用 \rightarrow 铁

$$t = t_0 + \Delta t = t_0 + \frac{Q}{cm}$$

例: $m = 10\text{kg}$ 20°C 吸收 $3.78 \times 10^6\text{J}$ 热量 温度升高到多少:

$$\Delta t = \frac{Q}{c \cdot m} = \frac{3.78 \times 10^6}{4.2 \times 10^3 \times 10\text{kg}} = 90^\circ\text{C}$$

$$t = t_0 + \Delta t = 20^\circ\text{C} + 90^\circ\text{C} = 110^\circ\text{C} > 100^\circ\text{C}$$

\therefore 末温为 100°C $\Delta t = 100 - 20 = 80^\circ\text{C}$

6. 热平衡方程: $Q_{\text{放}} = Q_{\text{吸}}$ (守恒) $\eta_{\text{放}} = Q_{\text{吸}}(\text{实})$ $\eta = \frac{Q_{\text{实}}}{Q_{\text{理}}}$

例: 100°C 4kg 热水和 2kg 20°C 冷水混合, 末温多大?

设末温为 t $Q_{\text{放}} = Q_{\text{吸}}$

$$c_1 m_1 (t_1 - t) = c_2 m_2 (t - t_2)$$

$$4(100 - t) = 2(t - 20)$$

$$t = \frac{220}{3} = 73.3^\circ\text{C}$$

四. 机械能和内能相互转化

1. 内能的变化 $\left\{ \begin{array}{l} \text{热传递} \\ \text{做功} \end{array} \right\}$ 对内能的变化导致.

做功改变物体内能 机 \rightarrow 内 实质: 能的转化

① 对物体做功 内能增大

空气压缩引火仪: 对空气压缩做功, 内能增大, 温度增高, 棉花燃烧

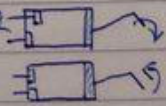
② 物体对外做功 内能减小

开瓶: 瓶内空气对外做功, 内能减小, 温度减小, 空气中水蒸气液化形成白气

2. 热机: 将内能转化为机械能

3. 柴油机

1个工作循环: $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ 吸气冲程: 进排气门打开, 吸入空气与柴油混合气} \\ 2 \text{ 压缩冲程: 进排气门关闭, 机} \rightarrow \text{内} \end{array} \right.$



3. 做功冲程: 进排气关闭 → 机
 4. 排气冲程: 进关闭开

每个工作循环包括四个冲程, 活塞往返运动两次, 飞轮转2圈
 做功冲程外的三个冲程靠飞轮惯性完成

$3600 \text{ r/min} = 60 \text{ r/s}$ 每秒中做功30次 30个工作循环 120个冲程

例1: 某汽油机, $S_{活塞} = 30 \text{ cm}^2$ 气缸长50mm, 做功冲程燃气 $p = 9 \times 10^5 \text{ Pa}$
 转速 1800 r/min (不计f)

求 (1) 燃气对活塞压力

$$\text{解: } F = p \cdot S = 9 \times 10^5 \text{ Pa} \times 3 \times 10^{-3} \text{ m}^2 = 2.7 \times 10^3 \text{ N}$$

(2) 一个做功冲程所做功

$$\text{解: } W = F \cdot s = 2.7 \times 10^3 \text{ N} \times 5 \times 10^{-2} \text{ m} = 135 \text{ J}$$

(3) $P = ?$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{135 \text{ J} \times 30}{60 \text{ s}} = 202.5 \text{ W}$$

例2: $P = 60 \text{ kW}$ 转速 6000 r/min 每个做功冲程所做功

$$P = \frac{W}{t} \quad 6 \times 10^4 \text{ W} = \frac{W}{60 \text{ s}} \quad W = 1.2 \times 10^5 \text{ J}$$

$$W_0 = \frac{W}{n} = \frac{1.2 \times 10^5 \text{ J}}{2000} = 1.2 \times 10^3 \text{ J}$$

4. 实验: 比较不同燃料燃烧所放出热量

总: ① 燃料和水的初温相同

② 通过水温的变化显示放热多少 (水的比热容和初温相同)

5. 热值 (q): 燃料完全燃烧所放热量和质量比

$$\text{公式: } q = \frac{Q}{m} \quad \text{单位: } \text{J/kg} \quad (\text{物质的物理属性})$$

含义: 1kg 的酒精完全燃烧放出 $3.0 \times 10^7 \text{ J}$ 的热量

① 热值: $Q_{放} = Q_{吸}$ 公式变形 $Q = qm$ $m = \frac{Q}{q}$

例: 某燃料燃烧 210g 汽油 $Q_{放} = ?$ 若 50% 被水吸收 水温从 30°C 升高到 70°C $m_{水} = ?$

$$(1) Q_{放} = m \cdot q = 2.1 \text{ kg} \times 4.6 \times 10^7 \text{ J/kg} = 9.66 \times 10^7 \text{ J}$$

$$(2) Q_{吸} = 50\% Q_{放} = 9.66 \times 10^7 \text{ J} \times 50\% = 4.83 \times 10^7 \text{ J}$$

$$m = \frac{Q}{c \Delta t} = \frac{4.83 \times 10^7 \text{ J}}{4.2 \times 10^3 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C)} \times 40^\circ\text{C}} = 287.5 \text{ kg}$$

7. 电动机效率 $\eta = \frac{W}{Q} = \frac{W}{W}$
 例: 轿车匀速行驶 10.08 km, $t = 8 \text{ min}$ 耗油 3 L (空气燃烧) $P_{\text{发}} = 63 \text{ kW}$
 $(\rho_{\text{油}} = 0.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \quad q = 3.15 \times 10^7 \text{ J/kg})$
 $V = ? \quad F = ? \quad \eta = ?$
 (1) $V = \frac{s}{t} = \frac{1008 \times 10^3}{480 \text{ s}} = 21 \text{ m/s}$
 (2) $F = f = \frac{P}{v} = \frac{63 \times 10^3}{21 \text{ m/s}} = 3000 \text{ N}$
 $\eta = \frac{W}{Q} = \frac{F \cdot s}{\rho \cdot V \cdot q} = \frac{3000 \times 1008 \times 10^3}{0.8 \times 10^3 \times 3 \times 3.15 \times 10^7} = 40\%$
 $\eta = \frac{W}{Q} = \frac{3000 \times 1008 \times 10^3}{3.15 \times 10^7 \times 3} = 40\%$

第十三章 电路初探

一. 初识家用电器和电路

1. 电路的组成

① 电源: 持续供电的装置
 干电池: 化 \rightarrow 电 (充电: 电 \rightarrow 化)
 基本功能 \rightarrow 电能 | 发电机: 机 \rightarrow 电
 分类 | 直流电源: "+" "-" (外部从电源从电源 "+" 流向 "-" 极)
 | 交流电源:

② 用电器: 使用电能的装置 电能 \rightarrow 其它形式能
 ③ 导线: 提供电流的路途 (顺时针接到接线柱上并旋紧)
 ④ 开关: 控制电流的有无

2. 电路: 用导线将开关, 电源, 用电器 连接的电流路径

三种电路 / 通路

断路
 短路: 电流不经过用电器和电源而直接相连。(电流过大, 烧坏电源)

电路注意点: 开关断开, 检查无误后再闭合。(防止短路)

3. 电路图 用电路元件表示电路连接的图。

电路元件符号: 电源: $\begin{matrix} | & | \\ \hline \text{+} & \text{-} \end{matrix}$ 灯泡: \otimes 电阻: Ω
电动机: M 开关: $\text{---} \text{---} \text{---}$ 交叉相线: $\begin{matrix} \text{---} & \text{---} \\ \text{---} & \text{---} \end{matrix}$

二. 电路连接基本方法

1. 串联电路: 各元件逐个顺次连接电路。

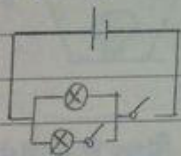
特点: ① 电流路径只有一条, 任一处断开, 整个电路没有电流 (开关位置对电路控制无影响)

② 串联电路中各用电器相互影响。

2. 并联电路: 各用电器并列连接的电路。

特点: ① 干路开关控制所有用电器, 支路开关只能控制该支管用电器。

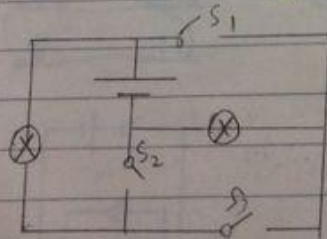
② 各用电器间相互不影响。



如两灯忽然都不亮, 求检查方式

拿导线和所夹灯泡, 如后面灯泡亮, 则所夹灯泡坏。

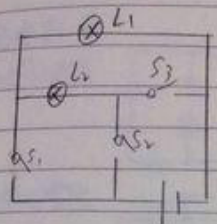
如后面灯不亮, 则所夹灯泡好。



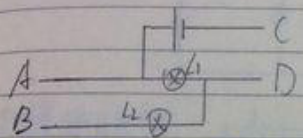
L1, L2 串联: S3 闭合

L1, L2 并联: S1, S2 闭合

短路: S1, S2, S3 都闭

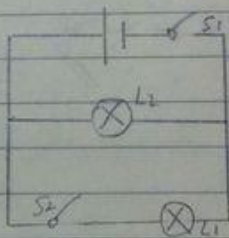
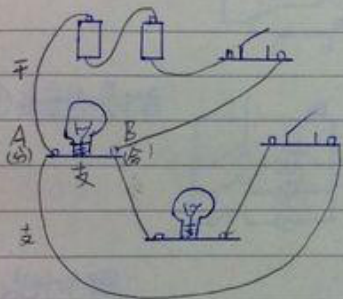


L_1, L_2 串联: 闭合 S_2
 L_1, L_2 并联: 闭合 S_1, S_3
 短路: 闭合 S_2, S_3
 闭 S_1, S_2 : 只有 L_1 亮, L_2 短路

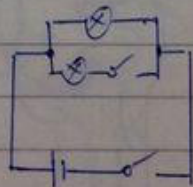
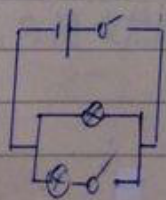
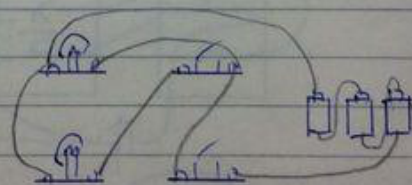
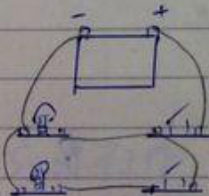


L_1, L_2 串联: 连 B, C
 L_1, L_2 并联: 连 A, B, C, D
 短路: 连 A, C

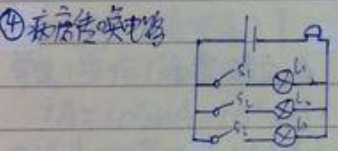
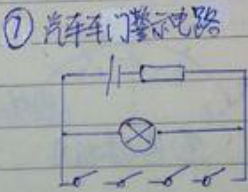
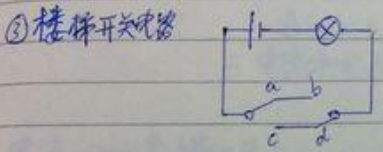
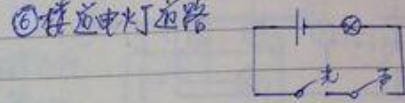
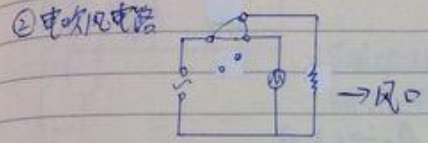
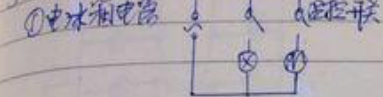
3. 由实物图画电路图.



4. 由电路图连实物图

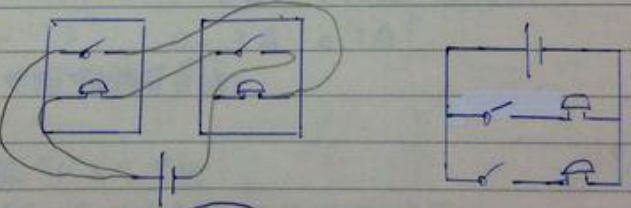


5. 常见电路

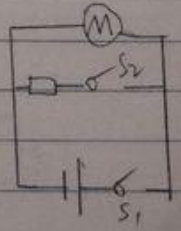
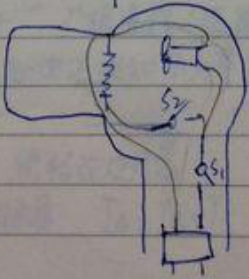


6. 设计电路

甲乙办公室呼叫电路



- (1) S_2 闭 不工作
- (2) S_1 闭 吹冷风
- (3) S_1, S_2 闭 吹热风





三. 电流和电流表的使用

1. 电流 → 水流 (类比法)

2. 电流强度 (简: 电流) I

单位: 安培 (简: 安) A

$$1A = 10^3 mA = 10^6 \mu A$$

3. 电流表: 测量电流的仪表 — ①—

结构 三个接柱 $\left\{ \begin{array}{l} \text{"-"} \text{"0.6"} \quad 0-0.6A \quad 0.02A \\ \text{"-"} \text{"3"} \quad 0-3A \quad 0.1A \end{array} \right\}$ 相差 5 倍

4. 电流表使用规则 (在电路中相当于导线)

① 指针调 "0"

② 电流表串联接入电路 "十" 入 "一" 出

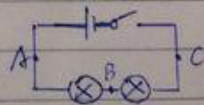
③ 不能将电流表和电源 "十" "一" 极直接 (短路烧坏电流表)

④ 所测电流不能超量程, 如电流未知用大量程试触。

5. 串联电路电流关系

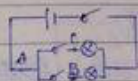
改变电池或电源, 多次实验, 使结论更可靠

结论: 串联电路电流处处相等 $I_A = I_B = I_C$



6. 并联电路电流关系

结论:干路电流等于各支路电流和 $I_0 = I_B + I_C$



四.电压和电压表的使用

1. 电压是形成电流的原因;电源是提供电压的装置(U)

电流形成条件:①电压 ②通路

单位:伏特(V) KV mV

$$1KV = 10^3V \quad 1mV = 10^{-3}V$$

1. 干电池 1.5V 铅蓄电池 2V 家庭电路 220V

对人体安全电压 $\leq 36V$ (不高于36V)

2. 电压表:测量电压的仪表 $\text{---} \text{---} \text{---}$ 结构 $\begin{cases} \text{"-"} \text{"15"} & 0-15V & 0.5V \\ \text{"-"} \text{"3"} & 0-3V & 0.1V \end{cases}$ 相差5倍

3. 电压表使用规则 (电压表在电路中相当于断路)

① 指针调“0”

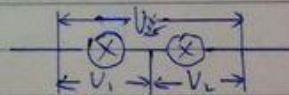
② 电压表并联接入电路“+”入“-”出

③ 如电压未知,进行“试触”选择适当量程.

4. 串联电路电压关系.

结论:串联电路中总电压等于各部分电压和.

$$U_{\text{总}} = U_1 + U_2 + \dots$$

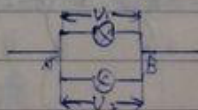


例:节日用彩灯每个能承受最大电压12V 至少 19 只小彩灯串联入家庭电路.

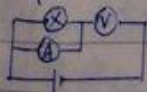
5. 并联电路电压关系

结论:并联电路中,各支路电压相等等于U电

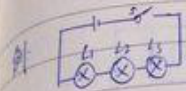
$$U_{\text{电}} = U_1 = U_2$$



6. 判断电路的故障



灯亮 电压表 $V = U_{\text{电}}$



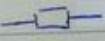
S闭合, 灯不亮, 电路断路

检查: a. 导线 b. 电流表 c. ①和①前短路: ①短路
①后短路: 除①外其它位置短路

第十四章 欧姆定律

一. 电阻

1. 改变电流大小: $\left\{ \begin{array}{l} \text{改变 } U \\ \text{用不同电阻} \end{array} \right.$

2. 电阻: 导体对电流的阻碍作用 符号: R 

单位: 欧姆 简欧 Ω $k\Omega$ $M\Omega$

$1k\Omega = 10^3\Omega$ $1M\Omega = 10^6\Omega$

3. 实验: 探究影响电阻大小因素

方法: 控制变量 显示: 灯亮度 (转换法) 如要更准确, 加接电流表
电源电压要保持不变

结论: 导体的电阻受导体材料, 长度, 横截面积而影响, 和 U, I 无关, 是导体本身性质
另外还受温度, 一般情况下温度升高导体电阻变大

应用: ① 同一电阻丝拉长, R 变大

② 同一电阻对折, R 变小

③ 白炽灯刚开时易烧断: 因为灯开时, 温度低, 电阻小, 所以电流大, 烧断灯

④ 为何灯泡使用时间久了变暗: 因为灯丝升华, 灯丝变细, 电阻变大, 电流变小

4. 导体: 容易导电的物体: 各种金属, 盐水, 铅笔芯

绝缘体: 不容易导电的物体: 橡胶, 塑料, 玻璃

超导体: (应用导线, 电动机线圈)

导体和绝缘体没有绝对界限


例: 玻璃加热到红炽状态成为导体

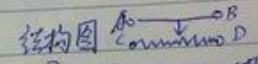
半导体: 介于导体和绝缘体之间的物质
 二极管, 三极管, 光敏电阻, 光敏电阻

二. 变阻器

1. 变阻器: 滑动变阻器 变阻箱 电位器

原理: 改变接入电路的电阻长度

2. 滑动变阻器 元件符号 




使用: ①观察铭牌 50Ω $1.5A$ 50Ω 最大电阻 50Ω (变化范围 $0-50\Omega$)
 $1.5A$ 允许最大电流 $1.5A$

②变阻器串联接入电路: -上-下接入 (关键下接入点)

连接不能
 两上: 相当导线
 两下: 相当定值电阻

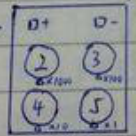
补充: 电路连接注意点 ①连接时开关断开

②闭合开关前, 变阻器调到阻值最大处 (保护电路)

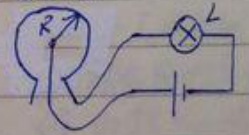
3. 电阻箱 

阻值: 2345Ω

范围: $0-9999\Omega$



4. 电位器



顺旋 R, L 变亮

5. 应用 油量表

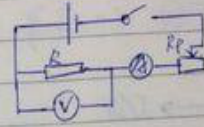
三 欧姆定律

1. 实验探究导体中电流和 U 、 R 的关系。

方法：控制变量

(1) R 一定 探究 I 和 U 的关系

$R=1\Omega$	U/V	1	1.5	2
	I/A	0.2	0.3	0.4



滑动变阻器作用：①保护电路 ②改变 R 两端电压。

结论 R 一定， I 和 U 成正比

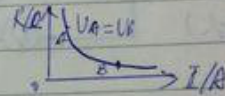


(2) U 一定， I 和 R 的关系

$U=1.5V$	R/Ω	5	10	15
	I/A	0.3	0.15	0.1

滑动变阻器作用：①保护电路 ②使 R 两端电压一定

结论： U 一定， I 和 R 成反比



2. 欧姆定律

内容：导体中电流和导体两端电压成正比，和导体的电阻成反比。

公式： $I = \frac{U}{R}$ 变形 $U = IR$

注：①注意单位的统一，物理量对应

②不仅适用于某一用电器，且适用于串联电路。

③由 $R = \frac{U}{I}$ 不能说 R 和 U 成正比

和 I 成反比 (R 是导体本身性质)

例：人触电因电流过大，人体电阻 2000Ω ， $10mA$ 时人呼吸困难则此时人体电压

解：由 $I = \frac{U}{R} \Rightarrow U = I \cdot R = 0.01A \times 2000\Omega = 20V$

例：某电阻两端 $U=4V$ 时，电流 $2A$ 则 $I=1.5A$ 时 $R=?$ $U=?$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{4V}{2A} = 2\Omega$$

$$U' = I' \cdot R = 1.5A \times 2\Omega = 3V$$

例 $U_t = 3V$ ①示数 $1A$ ②示数 $2V$ 求 R_1, R_2

解 $R_1 = \frac{U_1}{I} = \frac{2V}{1A} = 2\Omega$

$U_2 = U_t - U_1 = 3V - 2V = 1V$

$R_2 = \frac{U_2}{I} = \frac{1V}{1A} = 1\Omega$

变形 $U_t = 9V$ ①示数 $3V$ $R_1 = 5\Omega$ 求 $R_2 = ?$ ②示数?

解 $I = I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{3V}{5\Omega} = 0.6A$

$U_2 = U_t - U_1 = 9V - 3V = 6V$

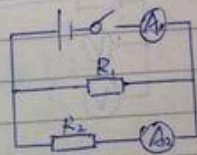
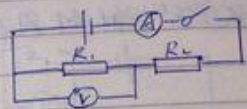
$R_2 = \frac{U_2}{I} = \frac{6V}{0.6A} = 10\Omega$

例: $R_2 = 10\Omega$ ① $1.5A$ ② $0.5A$ 求 U_t, R_1

解 $U = U_2 = R_2 \cdot I_2 = 10\Omega \times 0.5A = 5V$

$I_1 = I - I_2 = 1.5A - 0.5A = 1A$

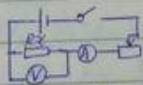
$R_1 = \frac{U}{I_1} = \frac{5V}{1A} = 5\Omega$



四 欧姆定律应用

1. 实验“伏安法”测电阻

原理: $R = \frac{U}{I}$ 电路图



连接电路, 按点 ① 开关断开 ② 变阻器调到最大

量程选择

① 取决 U_t

② 取决 U_t 和 R_x 大数值

故障分析

① 有示数 ② 无 R_x 断路

③ ④ 无示数 除 R_x 外其它部分断路

⑤ ⑥ 有示数 R_x 短路

⑦ 有示数 = U_t ⑧ 有但较大 变阻器短路或接两上

多次测量的目的: 减小误差, 使结果更准确

思考: 该方法能不能用来测灯泡电阻 (不能) (灯泡的电阻受温度影响)

名称	符号	U/V	I/A	R/ Ω	R _总 / Ω
定值电阻	1	1.2	0.12	10	10
	2	2	0.2	10	
	3	1.6	0.16	10	

2. 电阻的串联

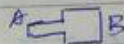
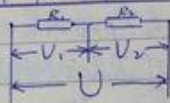
电流关系: $I = I_1 = I_2$

电压关系: $U = U_1 + U_2$

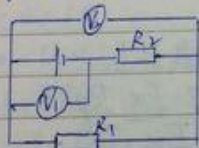
特点: 串联分压 $U_1:U_2 = R_1:R_2$

例: 同材料 AB $L_A = L_B$ $S_B = 3S_A$

串入电路 $R_A:R_B = 3:1$ $I_A:I_B = 1:1$ $U_A:U_B = 3:1$



例



$\text{①} \text{②}$ 指针在同一位置
 $R_1:R_2 = 1:4$

若 ① 示数 6V $R_1 = 5\Omega$ $R_2 = 15\Omega$ ② 示数?

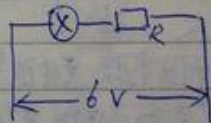
解 $U_1:U_2 = R_1:R_2 = 1:3$

$U_1 = \frac{1}{4}U_0 = 1.5V$ $U_2 = \frac{3}{4}U_0 = 4.5V$

例 某灯泡 "2.5V 5 Ω " $U_0 = 6V$ 应怎么办

$U_R = 6V - 2.5V = 3.5V$

$R = \frac{U_0}{R_0} \times U_R = \frac{3.5V}{2.5V} \times 5\Omega = 7\Omega$



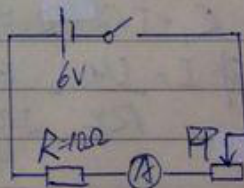
例 $U_0 = 6V$ $R = 10\Omega$ $P \rightarrow$ 左 $\text{①} = 0.6A$

$P \rightarrow$ 右 $\text{①} = 0.2A$ 求 R_P 最大值

$U_R = I \cdot R = 0.2A \times 10\Omega = 2V$

$U_{RP} = U_0 - U_R = 6V - 2V = 4V$

$R_P = \frac{U_R}{R} \times U_{RP} = \frac{4V}{2V} \times 10\Omega = 20\Omega$



分析: $P \rightarrow$ 左 电路中只有 R

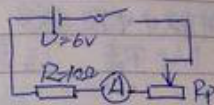
$$U_{\text{电}} = U_R = I \cdot R = 0.6A \times 10\Omega = 6V$$

$P \rightarrow$ 右 R_p 和 R 串联

$$U_R' = I'R = 0.2A \times 10\Omega = 2V$$

$$U_{R_p} = 6V - 2V = 4V$$

$$R_p = \frac{U_{R_p} \times R}{I'} = \frac{4V \times 10\Omega}{0.2A} = 20\Omega$$



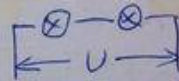
例: L_1 2.5V 0.5A L_2 6V 0.6A 串联 $U_{\text{电}}$ 最大值?

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{2.5V}{0.5A} = 5\Omega$$

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{6V}{0.6A} = 10\Omega$$

$$I_{\text{电}} = 0.6A$$

$$U_{\text{电}} = U_1 + U_2 = 0.6A \cdot 5\Omega + 0.6A \cdot 10\Omega = 9V$$



3. 电阻的并联

I 关系: $I = I_1 + I_2$

U 关系: $U_{\text{电}} = U_1 = U_2$

特点: 等压分流 $I_1 : I_2 = R_2 : R_1$

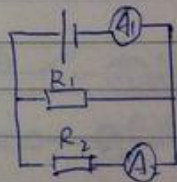
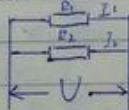
例: $R_1 = 3\Omega$ $R_2 = 9\Omega$ $U_1 : U_2 = 1:1$ $I_1 : I_2 = 3:1$

例 2: ① ② 指针在同位置

$$U_1 : U_2 = 1:1$$

$$I_1 : I_2 = 4:1$$

$$R_1 : R_2 = 1:4$$



例: L_1 2.5V 0.5A L_2 6V 0.6A $U_{\text{电}}$ 最大值 干路最大电流

$$I_{\text{干}} = I_1 + I_2 = 0.5A + \frac{2.5V}{10\Omega} = 0.75A$$

4. 电表变化判断步骤

① 弄清电路的结构: 1. 变阻器型 2. 分压器 3. 开关型

② 弄清各电表分别测什么电压电流

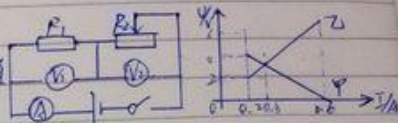
③ 应用欧姆定律判断电表变化。

①如欧姆定律无法判断则可应用电路特点判断

I. 动态电路

例: 电源电压不变, 调节 R_2 , V_1 V_2 变化如图

求: ① P 功分别表示什么电表 ② U_0 ③ R_1, R_2 最大值



解: ① V_1 : 乙 V_2 : 甲

② $U_0 = U_2 = 6V$

③ $R_1 = \frac{U_0}{I_0} = \frac{6V}{0.6A} = 10\Omega$

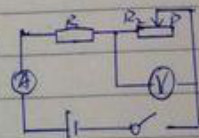
$R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{4V}{0.2A} = 20\Omega$

注意: ① 弄清电表示数变化

② 隐含条件: 电源电压, 定值电阻不变

例: $R_1 = 8\Omega$ $R_2 = 20\Omega$ $1A$ 变阻器, $U_0 = 6V$ ④ $0 \sim 0.6A$ ⑤ $0 \sim 3V$

为保电路安全, R_2 的变化范围



解: $P \rightarrow$ 左 ④ $0.6A$ 时 R_2 最小

$R_{2\min} = \frac{U}{I} = \frac{6V}{0.6A} = 10\Omega$ $R_{2\min} = R_{\text{总}} - R_1 = 10\Omega - 8\Omega = 2\Omega$

$P \rightarrow$ 右 ⑤ $3V$ 时 R_2 最大

$U_{R1} = U_0 - U_{R2} = 6V - 3V = 3V$ $I = \frac{U}{R_1} = \frac{3V}{8\Omega} = \frac{3}{8}A$

$R_{2\max} = \frac{U}{I} = \frac{6V}{\frac{3}{8}A} = 16\Omega$

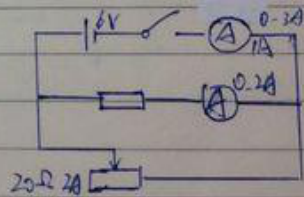
$\therefore 2\Omega \leq R_2 \leq 16\Omega$

例: 求 R_2 变化范围

解: $I_2 = 2A$ R_2 最小

$R_{2\min} = \frac{U}{I} = \frac{6V}{3A} = 2\Omega$

范围: $2\Omega \sim 20\Omega$



第十章 电功和电热

一. 电能表和电功

1. 电能表: 测量电能多少的仪表 单位: 千瓦时 $\text{kW}\cdot\text{h}$ (长时间开数变化
短时间指示灯闪的次数)

铭牌: 220V 额定电压 220V

5(20)A (5A 基本电流 5A)

10A 长时间正常工作最大电流 20A

单位: J (焦) 常 $\text{kW}\cdot\text{h}$ $1\text{kW}\cdot\text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{J}$

3300 imp/kW·h 每消耗 1kW·h 电能指示灯闪 3300 次

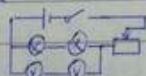
1200 r/kW·h 每消耗 1kW·h 电能转盘转 1200 次

2. 电功: 电流所做的功: W 总量 消耗电能的多少

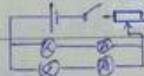
探究: 影响电流做功多少的因素

显示方法: 灯泡的亮度

I, t 相同 $U \rightarrow W$



U, t 相同 $I \rightarrow W$



I, t 相同 U 越大 电流做功越多

U, t 相同 I 越大 电流做功越多

小结: 电功和 U, I, t 都有关

某段电路上电流所做的功等于电压, 导体中电流, 以及通电时间乘积

公式 $W = U \cdot I \cdot t$

$1\text{J} = 1\text{V}\cdot\text{A}\cdot\text{s}$

3. 电功的计算

例: 某取暖器在家庭电路工作 2h 电能表由 4321.8 变为 4323.4 求取暖器中 I

解: $W = 4323.4\text{kW}\cdot\text{h} - 4321.8\text{kW}\cdot\text{h} = 1.6\text{kW}\cdot\text{h} = 5.76 \times 10^6 \text{J}$

$I = \frac{W}{Ut} = \frac{5.76 \times 10^6 \text{J}}{220\text{V} \cdot 7200\text{s}} = 3.64\text{A}$

4. 纯电阻电路电功推导 (电能全部转化为内能)

$$W = U \cdot I \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t = \frac{U^2}{R} \cdot t$$

R_1, R_2 串联 相同时间 $I_1 : I_2 = 1 : 1$ $U_1 : U_2 = R_1 : R_2$ $W_1 : W_2 = R_1 : R_2$

$$(W = I^2 \cdot R \cdot t)$$

例: $R = 10 \Omega$ $I = 1A$ 10s内 电流做功?

$$W = I^2 \cdot R \cdot t = (1A)^2 \cdot 10 \Omega \cdot 10s = 100J$$

R_1, R_2 并联 相同时间 $I_1 : I_2 = R_2 : R_1$ $U_1 : U_2 = 1 : 1$ $W_1 : W_2 = R_1 : R_2$

5. 用电器的效率问题

例: 某灯 $6V, 1A$ 正常发光 $R = ?$ 若不计温度影响, $U = 3V$ 时 1分钟 电流做功?

$$\text{解: } R = \frac{U}{I} = \frac{6V}{1A} = 6 \Omega$$

$$W = \frac{U^2}{R} \cdot t = \frac{(3V)^2}{6 \Omega} \times 60s = 90J$$

例: 某电动机接入 $12V$ 电路 $I = 1A$ 10s内 将 $6kg$ 物体举高 $1.5m$ 求 $\eta = ?$

$$\text{解: } W_{\text{有}} = G \cdot h = m \cdot g \cdot h = 6kg \times 10N/kg \times 1.5m = 90J$$

$$W_{\text{电}} = U \cdot I \cdot t = 12V \cdot 1A \cdot 10s = 120J$$

$$\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{电}}} = \frac{90J}{120J} = 75\%$$

例: 某家用电器 $R = 68 \Omega$ $\eta = 70\%$ 24分钟 内能将 $100g$ 水加热升温多少?

$$\text{解: } W_{\text{电}} = \frac{U^2}{R} \cdot t = \frac{(220V)^2}{68 \Omega} \times 60s = 6 \times 10^3 J$$

$$Q_{\text{吸}} = W_{\text{电}} \cdot \eta = 6 \times 10^3 J \times 0.7 = 4.2 \times 10^3 J$$

$$\Delta t = \frac{Q_{\text{吸}}}{c \cdot m} = \frac{4.2 \times 10^3 J}{4.2 \times 10^3 J/(kg \cdot ^\circ C) \times 0.1kg} = 10^\circ C$$

二. 电功率

1. 电功率: 描述电流做功快慢 P

定义: 电流所做功和时间比值

$$\text{公式: } P = \frac{W}{t} \Rightarrow W = P \cdot t \quad t = \frac{W}{P}$$

单位: 瓦 (W) KW mW $1KW = 10^3W = 10^6mW$

40W的意义: 中流每秒做功40J

例: 电能表 表盘测家用电器的功率 (原理: $P = \frac{W}{t}$)

3600imp/kWh 只用某家用电器 10分钟 60次 $P = ?$

$$\text{解: } W = \frac{60 \text{ imp}}{3600 \text{ imp/kWh}} = \frac{1}{60} \text{ kWh} = 6 \times 10^5 \text{ J}$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{6 \times 10^5 \text{ J}}{600 \text{ s}} = 100 \text{ W}$$

2. 电阻 $P = \frac{W}{t} = U \cdot I = I^2 R = \frac{U^2}{R}$

$$R = \frac{U^2}{P} \quad \Delta P \propto \frac{\Delta U^2}{R} \quad (\frac{U^2 - U_1^2}{R})$$

例: R 在电压变化 0.2A 时 U 从 1V 变到 3V, 求 P 的变化

$$R = \frac{U_1}{I_1} = \frac{1 \text{ V}}{0.2 \text{ A}} = 5 \Omega$$

$$\Delta P = P_2 - P_1 = \frac{U_2^2}{R} - \frac{U_1^2}{R} = \frac{3^2}{5} - \frac{1^2}{5} = 0.8 \text{ W}$$

例: R_1, R_2 串联 $I_1: I_2 = 1:1$ $U_1: U_2 = R_1: R_2$ $P_1: P_2 = R_1: R_2$

例: 求 P_R 最大最小

$$P \rightarrow \text{左} \quad P_{\text{最大}} = \frac{U^2}{R} = \frac{16 \text{ V}^2}{10 \Omega} = 3.6 \text{ W}$$

$$P \rightarrow \text{右} \quad I = \frac{U}{R} = \frac{6 \text{ V}}{30 \Omega} = 0.2 \text{ A}$$

$$P_{\text{最小}} = I^2 R = (0.2 \text{ A})^2 \cdot 10 \Omega = 0.4 \text{ W}$$

∴ 范围 0.4W — 3.6W

例: R_1, R_2 并联 $U_1: U_2 = 1:1$ $I_1: I_2 = R_2: R_1$ $P_1: P_2 = R_2: R_1$

例: 某灯泡 6V 1A 所加电压 3V $P = ?$ (不计温度影响)

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{6 \text{ V}^2}{6 \Omega} = 1.5 \text{ W}$$

3. 用电器铭牌 "220V 100W"

220V 额定电压 220V ($U_{\text{额}}$)

100W 额定功率 100W ($P_{\text{额}}$)

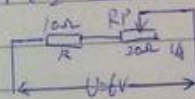
应用: 求 $I_{\text{额}}$ R

$$I_{\text{额}} = \frac{P_{\text{额}}}{U_{\text{额}}} = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 0.45 \text{ A}$$

$$U_{\text{额}} = 220 \text{ V}$$

$$R = \frac{U_{\text{额}}}{I_{\text{额}}} = \frac{220 \text{ V}}{0.45 \text{ A}} = 488 \Omega$$

$$P = \frac{U_{\text{额}}^2}{R_{\text{额}}} = \frac{220 \text{ V}^2}{100 \Omega} = 488 \text{ W}$$



例: L_1 6V 3W L_2 3V 3W 串联 $U_e = 9V$ 总功率最大

解: $I_1 = \frac{P_1}{U_1} = \frac{3W}{6V} = 0.5A$ $I_2 = \frac{P_2}{U_2} = \frac{3W}{3V} = 1A$
 $R_1 = \frac{U_1^2}{P_1} = \frac{(6V)^2}{3W} = 12\Omega$ $R_2 = \frac{U_2^2}{P_2} = \frac{(3V)^2}{3W} = 3\Omega$

$U = (R_1 + R_2) \cdot I_1 = (12\Omega + 3\Omega) \times 0.5A = 7.5V$

$P_e = I \cdot U = 7.5V \cdot 0.5A = 3.75W$

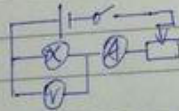
例 上列 并联

解: $U_e = 3V$
 $I_1 = \frac{P_1}{U_1} = \frac{3W}{3V} = 1A$ $I_2 = \frac{P_2}{U_2} = \frac{3W}{3V} = 1A$
 $P_e = P_1 + P_2 = \frac{3W}{3V} + 3W = 3.75W$

4. 实验: 测量灯泡功率

目的: 测量灯泡 P_s 和 P_e

原理: $P = UI$ 电路图:



变阻器作用: ① 保护电路 ② 改变 L 两端电压

表格	灯泡	U/V	I/A	亮度	P/W
		2.0	0.2	暗	0.4
	$U=2.5V$	2.5	0.24	亮	0.6
		3.0	0.26	很亮	0.8

结论: $Q) P_e = 0.6W$ $\begin{cases} U_s < U_e & P_s < P_e \\ U_s = U_e & P_s = P_e \\ U_s > U_e & P_s > P_e \end{cases}$

灯泡亮度取决于 P_s , P_s 越大, 亮度越亮

多次实验目的: 对实际功率和额定功率相比较。

5. 实验: 测灯泡 P_e

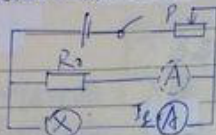
和前一实验区别: 测一组数据 (正常发光状态) ($U = U_e$)

量程 $\begin{cases} \text{电压表} & U_e \\ \text{电流表} & I_e \end{cases}$ $P_e = I_e \cdot U_e$

例：手机电池 3.7V 3000mAh

$$W = P \cdot t = 3.7V \times 3A \times 3600s = 39960J$$

例：某灯泡额定电流 I_e ，给行 ① R_0 测 P_e

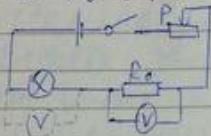


a. 如图连接电路，测 P 及 I_e

b. 再测出 R_0 中电流 I_0

$$P = U \cdot I = I_0 R_0 I_e$$

给行 ② R_0 测 P_e



a. 如图连接电路，测 P 及 $I_0 R_0$

b. 再测出 V 示数 U_0

$$P = I \cdot U = U_0 \cdot I_e$$

三、电热学 电流的热效应

1. 电流效应，热效应，磁效应，化学效应

2. 电热器：利用电流热效应工作用电器

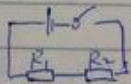
3. 实验：探究导体中电流产生热量影响因素。

方法：控制变量 条件：同种液体（煤油或水），质量相同

显示方法：通过温度计的示数

(1) I, t 相同 R 对 Q 的影响

I, t 相同时， R 越大， Q 越大



(2) R, t 相同 I 对 Q 的影响

R, t 相同时， I 越大， Q 越大



4. 焦耳定律：电流流过导体时产生的热量，跟电流的平方成正比，跟导体的电阻成正比，跟通电的时间成正比

公式: $Q = I^2 R t$

应用: 视觉解释 (1) 灯丝发热和灯丝中胶导线似乎不热。
 (I和t相同, 灯丝电阻大于导线电阻, 放出热量比导线多)
 (2) 接大功率的导线容易损坏
 (R和t相同, 接大功率用电器电流更大, 产生热量多大)

延伸: 纯电阻电路 $Q = W = I^2 R t = P t = U I t = \frac{U^2}{R} t$

非纯电阻电路 $W (U I t) > Q (I^2 R t)$ (电动机)

例: $R = 2 \Omega$ $I = 1A$ 1min内 $Q = ?$ $W = ?$

$Q = I^2 R t = (1A)^2 \cdot 2 \Omega \cdot 60s = 120J$

\therefore 纯电阻电路 $W = Q = 120J$

例: 电动机 $U = 380V$ $R = 2 \Omega$ $I = 10A$ 1s内 $W = ?$ $Q = ?$

$W = U \cdot I \cdot t = 380V \cdot 10A \cdot 1s = 3800J$

$Q = I^2 \cdot R \cdot t = (10A)^2 \cdot 2 \Omega \cdot 1s = 200J$ ($\Delta = 3600J$ 为机械能)

5. 电热两面性

利: 取暖, 加热设备

害: 烧坏电器, 引发火灾

6. 电热器的电功率 $P = \frac{W}{t} = \frac{Q}{t} = U I = I^2 R = \frac{U^2}{R}$

$P_{总} < P_{机}$ $W < W_{机}$

四 家庭电路安全用电

1. 入户线 (火线(L)) $> 220V$ 地线(E) $< E$ 间 $220V$

家庭电路用零线(N)

测电笔: 辨别火零线

2. 电能表: ①测电能多少 ②接线 测用电器P ③显示家用总最大值

3. 闸刀开关: 干路 (静触点: 上方 动触点: 下方)

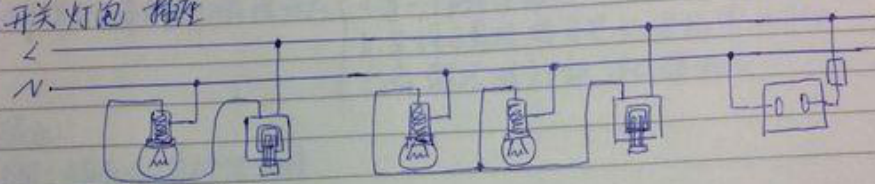
熔断器: 在电路中电流过大自动熔断
熔丝: 电阻率大, 熔点低材料 (电流热效应)

5. 空气开关: 闸刀开关和熔断器

家庭电路中流过大原因: 短路
总功率过大

熔丝熔断电流应略大于家中最大电流

6. 开关 灯泡 插座



7. 家庭电路故障 (测电笔)
控制电灯

8. 安全用电, 触电原因: 过大电流流经人体

单线触电
双线触电

安全用电原则: ① 不得靠近高压带电体
② 不接触低压带电体

第十章 电磁转换

一 磁体和磁现象

1. 能吸引铁钴镍物质物体

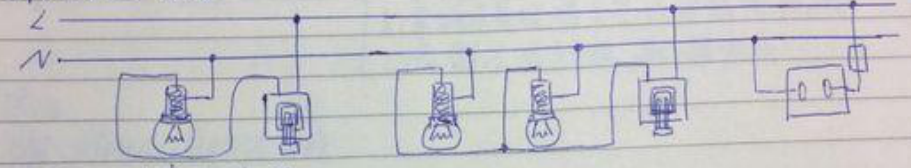
磁性: 物体能吸引铁钴镍物质的本领

2. 磁极: 磁体上磁性最强部分

熔断器: 在电路中电流过大自动熔断
 熔丝: 电阻率大, 熔点低材料 (电流热效应)
 家用开关: 闸刀开关和熔断器
 家庭电路中电流过大的原因: 短路 / 总功率过大

熔断器即电流应略大于家中最大电流

6. 开关灯泡 插座



7. 家庭电路故障 { 测电笔 / 控制电灯

8. 安全用电, 触电原因: 过大电流流经人体

单线触电
 双线触电

安全用电原则: ① 不得靠近高压带电体
 ② 不接触低压带电体

第十章 电磁转换

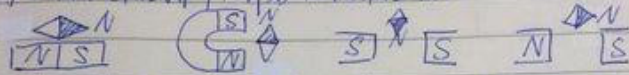
一 磁体和磁功

1. 能吸引铁钴镍物质物体
 磁性: 物体能吸引铁钴镍物质的本领
2. 磁极: 磁体上磁性最强部分

每个磁体两个磁极 (南极(S)
| 北极(N))

3. 磁极间相互作用

同名磁极相互排斥, 异名磁极相互吸引



例: 某钢棒判断磁性有无 (a) 拿一个磁体靠近 (两端吸引或一吸引一排斥)
b 拿绳子悬挂 是否始终指南北方向
c 看能否吸引铁、钴、镍物质

4. 磁化:

钢: 磁化后磁性能保持

铁: 磁化后磁性不能保持

5. 磁体: 磁体周围存在磁场

基本性质: 对放入其中磁体产生力的作用



磁场的方向: 某点磁场方向为该小磁针 N 极受力方向



6. 磁感线: 为描述磁体周围引入的假想线

注: ① 是假想线实际并不存在 (只是模型图)

② 在磁体外部从 N 极出发到 S 极

场方向就是该点切线方向

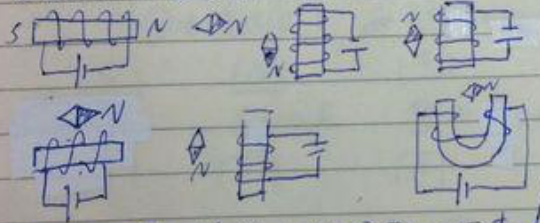
③ 磁感线疏密反映磁场的强弱

⑨ 磁感线是闭合曲线，且不能相交（原因：某点的磁场方向只能是一个方向）
 7. 地磁场：地球周围的磁场。
 地磁南北极和地理南北极位置相反
 磁偏角：地磁南北极和地理南北极间的夹角（统称）

二. 电流的磁场

1. (丹麦) 奥斯特实验 { a. 通电导体周围存在磁场 (磁感线是以导线为圆心的同心圆)
 b. 磁场方向和电流方向有关

2. 通电螺线管的周围存在磁场
 a. 磁场分布和条形磁体相似
 b. 磁场方向与电流方向有关 (安培定则)



3. 探究通电螺线管磁性强弱影响因素 { 铁芯的有无
 I 大小
 线圈匝数

方法：控制变量 显示方法：吸引回形针多少 (转换法)
 结论 { 匝数相同，匝中电流越大，磁性越强
 电流一定，线圈匝数越多，磁性越强。

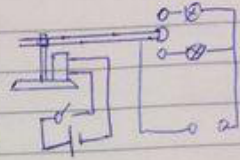
4. 电磁铁，带有铁芯的通电螺线管
 优点：① 可控制磁性有无 (I 的有无)
 ② 磁极可以改变 (I 的方向)
 ③ 磁性的强弱可以变化

5. 电磁铁应用

- ① 电磁起重机
- ② 磁悬浮列车 (磁极间相互作用)
- ③ 电铃

6. 电磁继电器

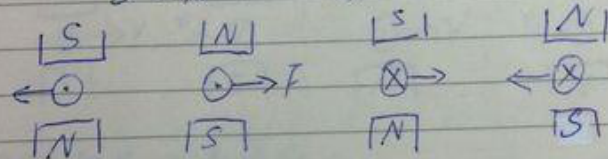
实质: 由电磁铁控制的开关
 低压 (弱电流) 控制高压 (强电流电路)



三. 磁场对电流的作用电动机

1. 通电导体在磁场中受力转动

受力方向 { ① 磁场方向 } 变化一个力方向改变
 ② 电流方向 } 两个都变力方向不变



2. 电动机: 原理 通电线圈在磁场中受力转动

平衡位置: 线圈平面和磁场方向垂直位置

换向器: 线圈转动到平衡位置, 自动改变线圈中电流方向

能的转换: 电能 → 机械能

3. 直流电动机 { 定子: 磁体 转子: 线圈

4. 定转直流电动机模型

电动机不转原因 { ① 开始不在平衡位置 (转一个即动)
 ② 接触不良