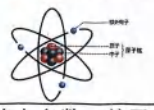
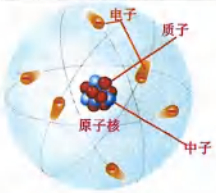
110. 物质是由分子/原子构成的，原子分子直径很小，约为 10^{-10}m，原子分子的数量很多（一滴水中约有 1.67×10^{21} 个水分子）；分子之间有间距，大约是分子直径的10倍，分子间引力和斥力同时存在，靠近时斥力起主要作用， 远离时引力起主要作用，如果距离太远，引力和斥力都变得很小，可以忽略不计。破镜难圆说明分子间距太大，引力和斥力都可以忽略

111. 原子结构的认识过程

实心模型：道尔顿		枣糕模型：汤姆生		核式结构：卢瑟福	
19世纪初		1897年		1911年	
核心观点：原子是一个坚硬的、不可分割的实心小球；是构成物质的基本微粒，在化学变化中不可再分。		在研究阴极射线时发现了电子，证明了原子是可以再分的。观点认为原子是一个带正电荷的球体，电子像"葡萄干"一样镶嵌在其中。		α粒子散射实验，绝大多数α粒子能穿过金箔，少数发生大角度偏转，甚至被反弹回来。这表明原子内部大部分是空的，几乎全部质量和正电荷都集中在一个极小的核心上。 原子由带正的原子核和绕核运动的带负电的核外电子组成	

原子结构的认识过程

112. 核式结构（卢瑟福1911）如下



原子		质量分布	带电情况
原子核	质子	有m	带正电
	中子	有m	不带电
核外电子		几乎无m	带负电

113. 宏观尺度：宇宙＞银河系＞太阳系＞地球＞月球＞卫星；光年是长度单位，表示光1年通过的距离，一光年约为 9.46×10^{15}米；距离我们最近的恒星约4.22光年（比邻星）

3×10^8m/s × 365天 × 24小时 × 3600秒

114. 微观尺度：物质＞分子＞原子＞原子核＞核外电子＞夸克

115. 热量和内能：热量是热传递的过程量，不能（能、不能）说含有热量，只能说传递、吸收、放出了热量（热量不能含，内能不能传）

116. 水比热容 $c_{水}=4.2\times10^3$J/(kg·℃)，是常见的比热容较大的物质，举例说明有哪些应用暖气片、散热液、人工湖调节气候；夏天洒水降温、发烧时擦酒精降温是利用汽化吸热。

水的比热容较大，可以用在暖气片、散热液、防冻液、水稻育秧防冻、人工湖调节气候等领域；
可以用来解释：
沿海与内陆温差不同
海陆风的形成
城市"热岛效应"
水库对局部气候的影响

117. 内能相关的现象与原因

现象	闻到花香、饭菜香、烟味/二手烟	荷叶上水聚成一团	固体、液体很难压缩	水和酒精混合后总体积变小
原理	分子在不停地做无规则运动	（分子间有引力）	（分子间有斥力）	（分子之间有）间隙
其他应用	PM2.5灰尘吸烟烟雾飘散等运动不是分子热运动	太空中水滴呈圆形，光滑铅块挤压后粘在一起、铁丝难拉断		
注意事项	宏观写扩散现象，原理写一切物质的分子都在不停地做无规则运动（写作分子扩散是不正确的/正确的/不正确的），因为分子是微观原因，扩散是宏观现象）			
	馒头、豆腐、海绵容易压缩不能（能、不能）证明分子有间隙，因为压缩的不是分子间隙			
	墨水、糖、盐、炒菜等温度越高，扩散越快说明：温度越高，分子运动越剧烈（不可写成越快，因为分子运动无规则，不可用快慢描述）			

118. 固体、液体、气体的微观特征

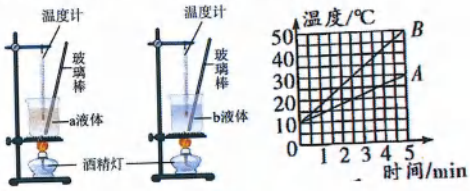
状态	固态	液态	气态
分子模型			
分子间距离	（小）	（较大）	（最大）
分子间作用力	（大）	（较小）	（最小）
体积、形状	有形状，有体积	无形状，有体积	无形状，无体积
流动性	无流动性	有流动性	有流动性

119. 内能的定义：构成物体的所有分子和原子的分子动能和分子势能之和就是内能；决定内能的因素

决定内能的因素	微观因素	分子种类、数量	分子运动剧烈程度(分子动能)	分子间距(分子势能)
	宏观因素	（质量）	温度	（状态、体积）

120. 改变内能的方式有：做功（如ACE）和热传递（如BDFG）从以下选择【A 敲打铁块生热 B 晒太阳 C 钻木取火 D 烧水 E 滑滑梯烧的屁股疼 F 男女朋友拥抱取暖 G 妈妈炒菜要不停翻炒】

121. 探究物体吸热能力的实验



a. 选取选择相同质量、相同初温的水和煤油；
b. 使用相同的加热工具，用加热时间表示吸收的热量，这是转换法；
c. 比较吸热能力的两种方式：升高相同的温度，比较加热时间（吸收的热量）；吸收相同的热量，比较升高的温度；
d. 用相同加热工具加热 4min，A、B 两物质吸热相同，吸热能力A＜B；
e. 吸热能力就是比热容；本物理量的定义式为：$C=\frac{Q_{吸}}{m\Delta t}$；如图所示 A、B 中某一个是水，则A是水，另一个的比热容是2.1×10^3J/(kg·℃)

122. 燃料好坏用热值表示，不同燃料热值不同，同种燃料热值相同，热值等于完全燃烧释放热量与质量/体积之比，与是否燃烧、收否完全燃烧及燃料的质量无关（有关/无关）（水没有热值）

123. 探究热值大小的实验

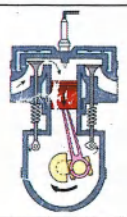
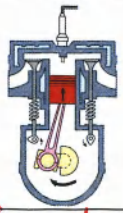
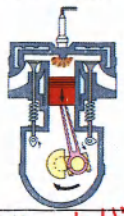
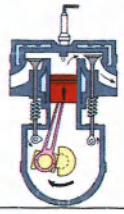
a. 分别在燃烧皿中放入质量相等的燃料 1 和燃料 2；
b. 加热质量和初温都相等的水，在B（A.加热燃烧相同时间 B.燃烧皿中燃料燃尽）后，记录水升高的温度；
c. 不计热损失，若发现用燃料 1 加热后的水温度为 30℃，燃料 2 加热后水温度为 24℃，说明燃料 1 的热值较大；
d. 若烧杯中水的质量为 m_1，燃料质量为 m_2，水的温度从 t_1 升高到 t_2，则燃料的热值可以表示为 $q=\frac{cm_1(t_2-t_1)}{m_2}$
e. 本实验结果不够准确，原因是有部分热量散失在空气中（被石棉网/烧杯吸收）

124. 比热容和热值（效率相关）的计算题公式

力做功、功率	$W=Fs=fs=Gh$　　$W=Pt$ $P=\frac{W}{t}$，$P=FV$
吸放热	$Q_{吸}=cm\Delta t$　　水的比热容 $c_{水}=4.2\times10^3J/(kg\cdot℃)$
燃烧放热	$Q_{放}=qm/qV$
电功	$W_{电}=\frac{P实}{P标}$　　$W_{电}=Pt$　　$W_{电}=UIt=I^2Rt=\frac{U^2}{R}t$
电热	$Q_{电}=I^2Rt$，在纯电阻电路中，$Q=W$
电池储能	$E_{电}=UIt$
效率	$\eta=\frac{W有}{W总}$ 电烧水壶效率：$\eta=\frac{Q吸}{W电}$

水力发电效率	电动车效率	汽油车效率	燃气烧水效率
$\eta=\frac{W电}{W_h=Gh}$	$\eta=\frac{W_h}{W电}$	$\eta=\frac{W_h}{Q放}$	$\eta=\frac{Q吸}{Q放}$

125. 内燃机的四个冲程：吸气、压缩、做功、排气

吸气	压缩	做功	排气
			
汽油机吸入汽油和空气混合物 柴油机仅吸入空气	机械能→内能 柴油机压缩程度更大，温度更高，可以直接点燃柴油	内能→机械能 汽油机：火花塞点燃 柴油机：压燃	排出的废气带走了大量的热

循环数：做功次数：飞轮圈数：冲程数=1:1:2:4

如转速表 3600r/min，表示一秒飞轮转 60 圈，做功 30 次　60r/s

一循环一做功飞轮两圈四冲程

126. 能量及转化

燃烧	化学→内	卫星从远到近地点	重力势能→动能，机械能守恒
内燃机（汽油机、柴油机）	内→机械	核电站	核→(内→机械→)电能
电热水壶	电→内	电动汽车	电→机械能
电动机	电→机械	高空自由下落	重力势能→动能
电池充电	电→化学	洒水车水平匀速洒水	动能↘ 势能↘ 机械能↘
电池放电	化学→电	加油机水平匀速加油	动能↘ 势能↘ 机械能↘
火箭加速升空（忽略燃料质量变化）	内→机械	物体从斜面滑下	动能↗ 势能↘ 机械能↘（因为有f）

127. 摩擦起电：

（1）摩擦起电 不能 （能/不能）创造电荷，实质是 电荷的转移（转移的是负电荷） 电子

（2）得到电子带 负 电，失去电子带 正 电

（3）丝绸摩擦玻璃棒，玻璃板带 正 电，失去 电子，丝绸带 负 电，得到 电子

（4）摩擦起电需要在 干燥 (干燥/潮湿)环境中，用 绝缘棒 (导体棒/绝缘棒）摩擦

（5）带电体的性质：可以吸引轻小物体

（6）同种电荷互相 排斥，异种电荷互相 吸引

128. 生活中的带电现象的判断

塑料尺子摩擦头发，尺子吸引头发是因为 异种电荷互相吸引；尺子靠近小狗，尺子吸引狗毛 带电体吸引轻小物体.

人触摸“静电球”后“怒发冲冠”是因为 同种电荷相互排斥；验电器的原理 同种电荷互相排斥

129. 判断两个物体（如通草球）是否带电：

互相吸引：1 可能带 异种 电荷，2 可能一个带电一个不带电；

互相排斥：带 同种 电荷

130. 电流的方向：与 正电荷定向移动方向相同，与负电荷（电子）定向移动方向相 反

131. 验电器原理：同种电荷相互排斥

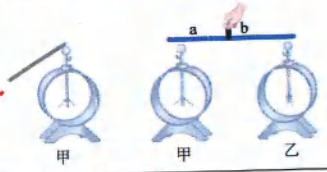
用丝绸摩擦过的玻璃棒去接触不带电的验电器甲，甲的金属箔片张角变大，如图所示，再用 a 棒同时接触甲、乙两个验电器的金属球，发现甲的金属箔片张角变小，乙的金属箔片张开，则下列说法正确的是（ C ）

A. a 棒与其手柄均为绝缘体 ✗

B. 用丝绸摩擦过的玻璃棒因得到电子而带正电 ✗

C. 验电器的金属箔张开是因为同种电荷相互排斥 ✓

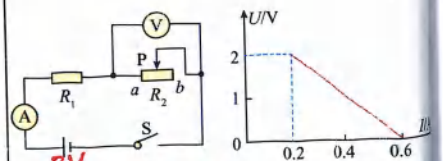
D. 当 a 棒接触两金属球时，a 棒中瞬间电流方向由乙到甲 ✗



132. 导体电阻由导体的 材料、长度、横截面积、温度 决定，电阻与电流和是否有电压 无 关；灯泡电阻在不同电压下的电阻特点是：灯泡电阻随温度的升高而 变大，能不能总结成电阻随电压升高而变大？ 不能。

133. 滑动变阻器的原理：通过改变 接入电路中电阻丝 的长度从而改变电阻；

如右图 R_1 为定值电阻，R_2 为滑动变阻器，电源电压保持不变，闭合开关S，滑片P从b端移动到a端的过程中，电压表示数U与电流表示数I的关系图象如图乙所示，则电源电压为 3 V，R_1 的电阻为 5 Ω，滑动变阻器的最大功率为 0.45 W，电路消耗的最小功率为 0.6 W。



3V

$R_1 = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{2V}{0.4A} = 5\Omega$

$R_2 = R_1 = 5\Omega$ 时 P_2 最大

134. 导体绝缘体半导体超导体

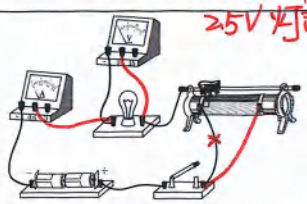
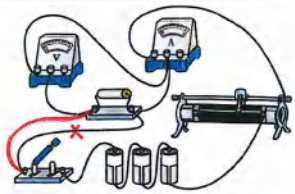
导体	绝缘体	（半导体）	（超导体）
容易 导电	不易 导电	导电性能处于导体和绝缘体间	温度降至绝对零度附近，电阻为零
内部有大量的自由电荷	几乎没有 自由电荷	硅、锗、二极管、三极管、光/热/声/压敏电阻、电脑 CPU、手机芯片、麒麟 9020 芯片、内存卡、固态硬盘等	用作电机线圈、磁悬浮列车、输电线；
硬币、人体、大地、石墨、铅笔芯、酸碱盐溶液、各种金属	橡胶、玻璃、陶瓷、干木头、塑料		超导体 不能 用于电热器，因为 R=0，根据 $Q=I^2Rt$，没有热效应
纯净的蒸馏水为 绝缘 体；自来水、矿泉水为 导 体		导电性能随外界条件变化	

135. 导电和带电的区别：物体能 得失电子 就可以带电；物体内部有大量的

自由电荷就可以导电；金属容易导电是因为内部有大量的自由电子，酸碱盐溶液容易导电是因为内部有大量的阴阳离子。绝缘体也可以带电。

136. 生活中的串联和并联：马路两边的路灯同时亮、同时灭，是并联；节日小彩灯一串有几十个小灯珠是串联；学校教室有 4 根电棒是并联；某个开关控制了多个用电器，则这些用电器的连接方式可能是串联，也可能是并联且开关接在了干路上。

137. 连接及分析电路图及电路图纠错的方法

先捂住电压表，然后接通电路，最后再释放电压表检查接线柱即可	
测灯泡电阻实验.连接电路，使滑片向右移，电压表示数变大.改正并补全 2.5V 灯泡	测量定值电阻阻值，连接有错误，请修改一根导线，使连接正确
	

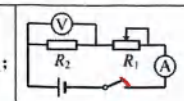
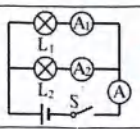
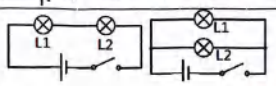
138. 欧姆定律探究的是电流与电压、电阻之间的关系，公式为 $I=\frac{U}{R}$；欧姆的名字命名了电阻的单位；焦耳定律探究的是电热与电流、电阻、通电时间的关系，公式为 $Q=I^2Rt$；焦耳的名字命名了功能的单位；焦耳定律是计算电能转换成内能多少的定律；在纯电阻电路中，电热和电功相等。

139. 电压表测量对象及电表偏角比例

判断测量对象	电流表	电压表	Ⓥ三不两允许
	测谁串谁同支	测谁并谁干净，三不两允许	1. 不允许通过电源测用电器电压 2. 不允许测量电源+用电器总电压 3. 不允许通过正在工作的用电器测电源电压 1.允许测量多个用电器总电压 2.允许通过不工作但未断路的用电器测电源电压
1.使用前应调零； 2.使用大量程试触法确定量程； 3.偏角小说明所选用的量程太大，偏角大说明所选用的量程太小； 4.测量时反向偏说明正负接线柱接反； 5.使用前反向偏说明未调零。			

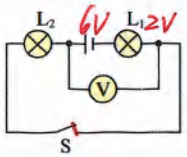
例题：将 R1、R2 接入图甲所示电路中，电源电压保持不变，当开关 S 闭合，甲、乙为电压表时，两表示数之比为1:3，若此时通过 R1 的电流为 0.2A，则电源电压是3V；当开关 S 断开，甲、乙为电流表时，两表示数之比3:2。

140. 电路故障的判断

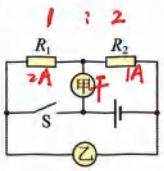
串联故障	先看Ⓐ表，有短无断 再看Ⓥ表，Ⓥ规则：测断有；测短无	 Ⓐ无示数，Ⓥ有示数，故障为R_2断路 Ⓐ有示数，Ⓥ有示数，故障为R_1短路
并联故障	并联只有断路故障，断路的用电器不工作无电流，其他支路不受影响	 Ⓐ1无示数，Ⓐ2有示数，故障为L_1断路此时Ⓐ变小示数；若 L_2 发生断路，则 L_1 亮度如何变不变
双灯故障	都不亮是断路； 并联一亮一灭是断路； 串联一亮一灭是短路	 串联只有 L1 不亮，故障为L_1短路 并联只有 L1 不亮，故障为L_1断路
故障检测	导线/Ⓐ检测； 电压表Ⓥ检测	如右图，闭合 S，两灯都不亮：1. 用电压表接 L_2 两端，有示数，则故障可能是L_2断路；2. 用电流表接在 L_1 两端，L_2 亮了，则故障可能是L_1断路

某型号电动自行车的电动机的额定工作电压和额定工作电流分别为 36V 和 5A，电动机的电阻为 0.2Ω。电动机正常工作时因发热消耗的功率是0.25W；电动机正常工作时每分钟所做的机械功为(UI-5W)×60S=_____J。

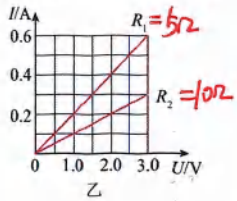
$P_{热}=\frac{Q_{电}}{t}=I^2R=(5A)^2\times0.2\Omega$



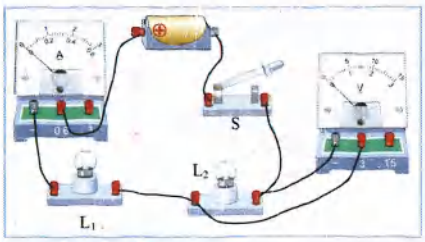
电源电压为 6V。闭合开关 S，若小灯泡 L1 两端的电压为 2V，则电压表的示数是4V



甲



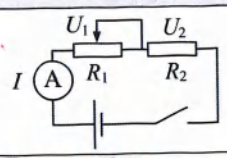
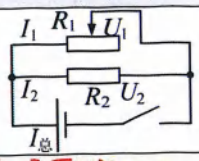
乙



141. 使用欧姆定律牢记串并联规律：

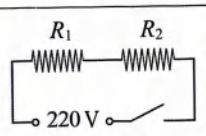
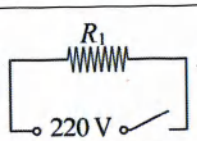
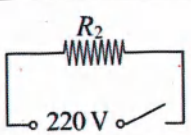
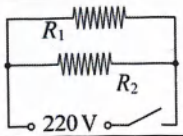
串分压成正比，电流相等，会改变；并分流成反比，电压相等，永不变。

142. 串并联电路的电压、电流、电阻和电功率

	串联	并联
电路图		
电压	串分压，成正比 1. $U_{总}=U_1+U_2$ 2. $\frac{U_1}{U_2}=\frac{R_1}{R_2}$ 3. 当 R_1↗，U_1↗，P_1↗（在$R_1=R_2$时最大） 电流 I↘，U_2↘，P_2↘； $U_{总}$→，$P_{总}$↘； 4. 变化过程中 U_2 与 I 比值不变	并压等，永不变 $U_{总}=U_1=U_2$ 当 R_1↗，U_1→，U_2→ $U_{总}$→ 并分流，成反比 1. $I_{总}=I_1+I_2$ 2. $\frac{I_1}{I_2}=\frac{R_2}{R_1}$ 3. 当 R_1↗，U_1→，I_1↘，P_1↘ U_2→，I_2→，P_2→ $U_{总}$→，$I_{总}$↘，$P_{总}$↘
电流	串流等，会变 同一时刻，$I_{总}=I_1=I_2$ 当 R_1↗，电流 I↘	
电阻	电阻越串越大 $R_{总}=R_1+R_2$； R_1↗，$R_{总}$↗	电阻越并越小 $\frac{1}{R_{总}}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}$，或 $R_{总}=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}$ n 个相同电阻 R 并联，$R_{总}=\frac{R}{n}$ R_1↗，$R_{总}$↗
电功	$W_{总}=W_1+W_2$	$W_{总}=W_1+W_2$
电功率	$P_{总}=P_1+P_2$	$P_{总}=P_1+P_2$
电热	$Q_{总}=Q_1+Q_2$	$Q_{总}=Q_1+Q_2$
比例	$\frac{Q_1}{Q_2}=\frac{W_1}{W_2}=\frac{P_1}{P_2}=\frac{U_1}{U_2}=\frac{R_1}{R_2}$	$\frac{Q_1}{Q_2}=\frac{W_1}{W_2}=\frac{P_1}{P_2}=\frac{I_1}{I_2}=\frac{R_2}{R_1}$（反比）

B班在2月24日

143. 加热保温（多档位）电路

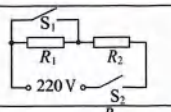
			
$P_{串}$	P_1	P_2	$P_{并}$

相同的两个电阻 R_1、R_2 以不同方式连接，可以实现不同的加热保温状态（多档位状态），如上图，若 $R_1>R_2$，则 $P_{串}<P_1<P_2<P_{并}$（原因是 $P=\frac{U^2}{R}$，R越大，P越小）

串联和单独的保温加热电路，加热是单独工作，保温是串联工作，此时用 P 热、P 温求： $R_1=\frac{U^2}{P_{热}}$；$R_{总}=\frac{U^2}{P_{温}}$；$R_2=R_{总}-R_1$	并联和单独的保温加热电路，加热是并联工作，保温是单独工作，此时用 P 热、P 温求： $R_2=\frac{U^2}{P_{温}}$；$P_1=P_{热}-P_{温}$ $R_1=\frac{U^2}{P_1}$
串联保温加热，用加热功率求加热电阻，用保温功率求总电阻，最后电阻相减求另个电阻	并联保温加热电路，用功率相减分别求出各个电阻功率，再用 $R=\frac{U^2}{P}$ 求出各自的电阻。（功率相减）

144. 加热保温电路实战分析

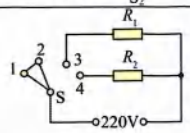
两电阻串联，功率最小，单独工作，功率较大，并联电路功率最大；



R_1=156Ω，加热功率1100W，则加热时通过 R_2 电流为5A，当只闭合开关 S_2 时，茶壶处于保温挡位；此时保温功率为242W

$R_2=\frac{U^2}{P_{热}}=\frac{(220V)^2}{1100W}=44\Omega$

$R_{总}=R_1+R_2=156\Omega+44\Omega=200\Omega$



电热水龙头的电路原理，R_1、R_2 为电热丝，通过旋转手柄可使扇形开关 S 同时接触两个相邻触点，实现冷水、温水、热水挡之间的切换。当开关同时接触2、3触点时，水龙头放出的是温水（冷、温、热）；若 $R_1=2R_2$，水龙头在温水挡正常工作时电功率为2000W，则它在热水挡正常工作1min消耗的电能为3.6×10⁵J。

$P_{温}=\frac{U^2}{R_{总}}=\frac{(220V)^2}{200\Omega}=242W$

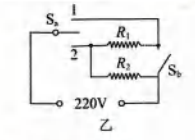
$R_1=\frac{U^2}{P_{温}}=\frac{(220V)^2}{2000W}=24.2\Omega$

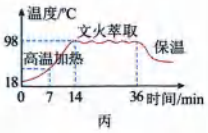
由于 $R_1=2R_2$ 则 $R_2=12.1\Omega$

$P_2=\frac{U^2}{R_2}=\frac{(220V)^2}{12.1\Omega}=4000W$

$P_{热}=P_1+P_2=\cdots=6000W$

$W=P_{热}t=6000W\times60s=3.6\times10^5J$





陶瓷电煎药壶，工作时，有高火加热、文火萃取和小功率保温三个过程，正常工作时高火加热功率为500W，文火萃取功率为100W，若壶中药液的总质量为1kg，且在额定电压下煎药时，药液的温度与工作时间的关系如图丙所示.[不考虑温度对电阻的影响，$C_{药液}=4.2\times10^3J/(kg\cdot℃)$]

（1）开关 S_a、S_b 分别处于什么状态，电煎药壶处于文火萃取阶段.

（2）计算该电煎药壶小功率保温时的功率是多大？

（3）该电煎药壶在高火加热阶段的加热效率是多少？

（4）一天，小明断开家中其他所有用电器，只接通电药壶使其高火加热，发现家中标有“4000imp/(kw·h)”电能表的指示灯在10min闪烁了300次，求此时高火加热的实际功率是多少？

(1) Sa接2，Sb断开.

(2) $R_2=\frac{U^2}{P_{中}}=\frac{(220V)^2}{100W}=484\Omega$

$P_1=P_{高}-P_{中}=500W-100W=400W$

$R_1=\frac{U^2}{P_1}=\frac{(220V)^2}{400W}=121\Omega$

$P_{低}=\frac{U^2}{R_1+R_2}=\frac{(220V)^2}{121\Omega+484\Omega}=80W$

(3) $Q_{吸}=cm\Delta t=4.2\times10^3J/(kg\cdot℃)\times1kg\times(98℃-18℃)=3.36\times10^5J$

$W_{电}=P_{热}t=500W\times14\times60s=4.2\times10^5J$

$\eta=\frac{Q_{吸}}{W_{电}}=\frac{3.36\times10^5J}{4.2\times10^5J}=80\%$

(4) $W=\frac{n_{实}}{N_{标}}=\frac{300}{4000}kW\cdot h=0.075kWh$

$P=\frac{W}{t}=\frac{0.075kWh}{\frac{1}{6}h}=0.45kW=450W$

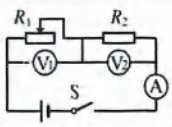
145. 电路 UIRPWQ 计算

公式汇总：电学物理量、代号、单位、公式汇总

	电流	电压	电阻	电功	电功率	电热
代号	I	U	R	W	P	Q
单位	A	V	Ω	J、kw·h	W、kW	J
计算公式	$I=\frac{U}{R}=\frac{P}{U}$ $=\sqrt{\frac{P}{R}}$	$U=IR=\frac{P}{I}$ $=\sqrt{PR}$	$R=\frac{U}{I}=\frac{P}{I^2}$ $=\frac{U^2}{P}$	$W=\frac{n_{实}}{N_{标}}(kwh)$ $W=Pt$ $W=UIt=I^2Rt$ $=\frac{U^2}{R}\cdot t$	$P=\frac{W}{t}$ $P=UI=I^2R$ $=\frac{U^2}{R}$	$Q=I^2Rt$ 纯电阻电路中 $Q=W$

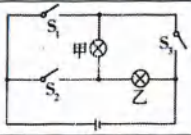
146. 欧姆定律及电功率之动态电路分析

滑变类：找出电阻变化>根据串分压或并分流规律分析



R_1 滑片向右滑动，V_1 表示数↗，A 表示数↘，R_2 功率变↘，总功率变↘，V_2 表与 A 表示数之比不变，R_2 的功率在 R_1 最小（I最大）时最大，电路的总功率在 R_1 最小（I最大）时最大，R_1 的功率在 $R_1=R_2$ 时最大。

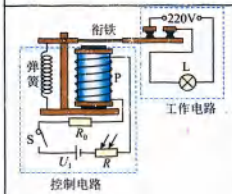
开关通断类：简化各个状态的电路图>分别标数据并求解【牢记 $U_{总}$ 相等】→ 实际亮度=实际功率



甲灯标6V 6W（6Ω），乙灯标6V 3W（12Ω），电源电压6V，不考虑灯泡电阻变化，则只闭合 S_1，甲乙灯实际亮度之比1:2；只闭合 S_2、S_3 甲乙灯实际电流之比2:1；只闭合 S_1、S_2 电路总功率3 W；为保证安全，绝对不能同时闭合 S_1、S_3.

串 $\frac{P_1}{P_2}=\frac{U_1}{U_2}=\frac{R_1}{R_2}$

电磁继电器类：



如图是小欣设计的自动控制路灯的电路，白天灯熄，夜晚亮灯，控制电压恒定，R_0 是定值电阻，R 是光敏电阻，其阻值随光照强度的变化而变化。下列说法正确的是（BC）

A. 装置中 P 是根据电磁感应原理制成的 电流磁效应

B. R 的阻值随光照强度的增大而减小

C. 为了节约能源，减少照明时间，可将 R_0 换用阻值更小的定值电阻

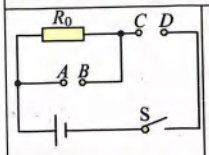
D. 若控制电路的电压 U_1 降低了，为使控制作用不变，可以减少 P 的线圈匝数

衔铁吸下，I控↑，R↘

早晨更早吸下衔铁关灯 / R↗ R_0↘

I减小 同样磁性吸下 → 线圈多

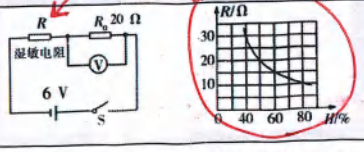
元件补全替换类：分别画电路图，判断可用的数据



电阻 R_0 为 6 Ω，电源电压不变。把“6V 3W”的小灯泡接在 AB 间，CD 间接电流表，闭合开关 S，小灯泡正常发光，则电源电压为 6 V，电流表的示数为 1.5 A。如果把这个小灯泡接在 CD 间，AB 间接电压表，闭合开关 S，若灯丝电阻与正常发光时相同，则电压表的示数为 2 V。

【12Ω】

敏感电阻类：将敏感电阻与外界条件的联系搞清>牢记触发条件不变



电压表量程为 0-3V，湿度变大，R 变↓，V 表变↑；湿度 40%时 V 表示数为 2.4V；电流为 0.15A 时，湿度为 50%；想要使湿度测量最大值更大一些，可以如何调节：R_0 换更小的 / U总换更小的

R↓但Ⓥ不能变

147．敏感电阻调节问题的方法

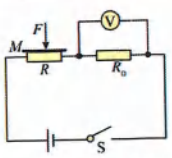
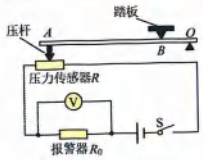
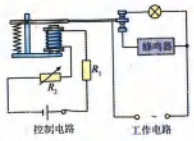
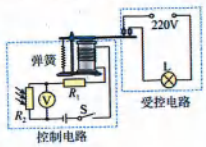
外界条件?变 → 敏感电阻?变 → 控制条件不变 → 如何调节

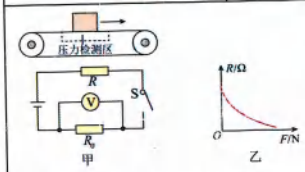
压力/光照/浓度等

控制电流I、电压U 电流表、电压表示数

调U控、R定 绝不能调R敏

本规律可以反向应用

2023 河南中考 21	2017 河南中考 21	2024 河南中考 14	2019 河南中考 14
			
需要控制 Ⓥ 不变	需要控制 Ⓥ 不变	需要控制 I控 不变	需要控制 I控 不变



【2023 济源二模】小欣设计了一个苹果自动筛选器，原理如图，放在水平轻质传送带上的苹果，经过装有压敏电阻 R 的检测区时，使 R 的阻值发生变化，其阻值随压力 F 变化的关系如图乙。电源电压不变，R_0 为定值电阻，当电路中电压表示数达到某一设定值时，机械装置启动，将质量小的苹果从侧面推出传送带，实现自动筛选功能。下列说法中正确的是（B D）

A. 当苹果随传送带一起向右匀速运动时，苹果受到向左的摩擦力 ✗

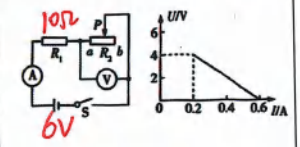
B. 检测区苹果质量越大，R↓，电路中的总功率越大，I↑ ✓

C. 检测区苹果质量越小，R↑，电压表示数越大 ✗

D. 若电源电压略有降低，则能通过检测区的苹果质量将增大 ✓

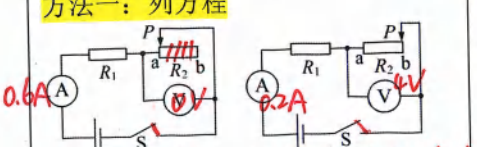
U总 Ⓥ不变 UR↓ RV↑

148．多状态电路分析：分别画出**简化电路图**，**标准对应的数据**，**列出**欧姆定律或关于 U总 的**方程**



闭合开关，将滑片 P 从 a 移至 b 时，电压表、电流表示数变化如图所示，则电源电压为 6 V；R_1 阻值为 10Ω；R_2 功率最大时电路中电流为 0.3 A，此时 R_2 最大功率为 0.9 W；R_1 最大功率为 3.6 W，电路总功率最大为 3.6 W.

方法一：列方程



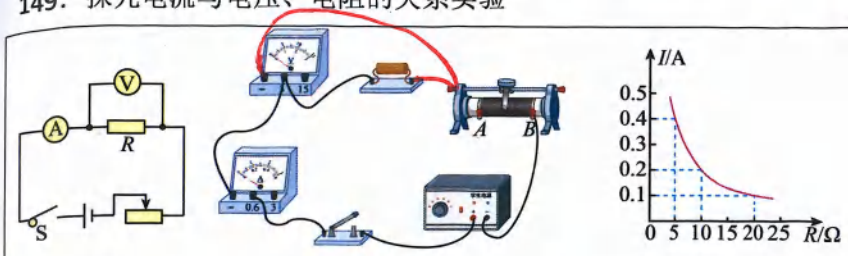
$U_总 = 0.6A \cdot R_1$ $U_总 = 0.2A \cdot R + 4V$

$R_1 = 10Ω$ $U_总 = 6V$

方法二：

$$R_{定值电阻} = \frac{U_2 - U_1}{I_2 - I_1} = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{4V - 0V}{0.6A - 0.2A} = 10Ω$$

149. 探究电流与电压、电阻的关系实验



甲 乙 丙

1 连接实物图/电路图/纠错>先捂住电压表，接通电路，最后再检查电压表接线柱即可

2 连接电路时开关应断开，闭合开关前，滑片滑至阻值最大处

3 电路故障分析：先看A，有短无断；再看V，测断有测短无，但若闭合开关看到电流表无示数应先移动R滑的滑片再检查电路是否有故障；

4 若闭合开关前，电表左偏原因是未调零，若测量时电表左偏正负接线柱接反(具体题目中应写清xx表)；

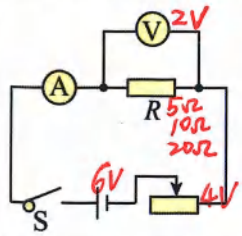
5 探究 I 与 U 关系时，保持 R 不变，改变 U；此时滑动变阻器作用：保护电路、改变定值电阻两端的电压；探究 I 与 R 关系时，保持 U 不变，改变 R（方法是更换阻值不同的定值电阻）；此时滑动变阻器作用：保护电路、控制定值电阻两端电压不变；

6 多次实验的目的：测量类实验（测长度、电阻等定值）多次测量求平均值减小误差；探究类实验多次实验寻找普遍规律；测量灯泡功率电阻时不能求平均值原因是灯泡电阻随温度升高而变大，求平均值没有意义.

7 实验结论必须说明前提：当导体电阻一定时，通过导体的电流与导体两端的电压成正比；当导体两端电压一定时，通过导体的电流与导体的电阻成反比

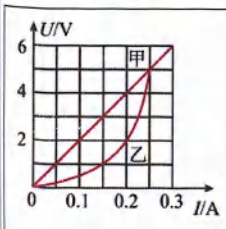
8 调节滑动变阻器的滑片，得到的电流 I 随电阻 R 变化的图像如图丙所示。实验中若定值电阻从 20Ω换成 10Ω时，不进行其它操作就闭合开关，此时滑动变阻器的滑片应向 B （选填"A"或"B"）移动，直到电压表的示数为 2 V；

9 选取合适的 $R_{滑}/U_{控}/R_{定}$ 的方法：找到控制电压，利用分压规律，将数据最大值、最小值分别接入，看 $R_{滑}/U_{控}/R_{定}/I_{max}$ 的有效范围即可：



如在探究电流与电阻关系时，电源电压为 6V，记录其中一组数据为"5Ω 0.4A"（1）选用 Rx=5Ω/10Ω/20Ω的电阻，则 $R_{滑}$ 的电阻至少为 40，限制电流至少为 0.4A（2）若 $R_{滑}$ 的参数为"60Ω 0.5A"则 Rx 可选范围是 4Ω-30Ω（3）若选用 Rx=5Ω/10Ω/20Ω的电阻，$R_{滑}$ 的参数为"40Ω 0.5A"则将Ⓥ表示数控制为 2.5V，能 (能/不能)完成实验。

150. U-I 图像、I-R 图像、P-U、P-I 图像分析



①串联电流等，画电流相等的辅助线，再验证电压规律

②并联电压等，画电压相等的辅助线，验证电流关系

②灯泡功率/电阻已知，找点计算，满足即可

④电阻范围超限，计算阻值，代入计算即可

甲是定值电阻，乙是灯泡，由图可知灯泡电阻随温度升高而变大

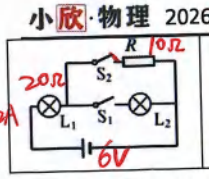
1.甲、乙并联在电路中，当电源电压为 2V 时，电路的总电流为 0.3 A

2.甲、乙串联在电路中，当电源电压为 6V 时，电路中电流为 0.2 A，乙的功率为 0.4 W

3.灯泡和电阻串联，若灯泡实际功率为 0.4W，则此时电路 1min 消耗电能 72 J

151. 灯泡正常发光、亮度对比问题

两用电器串联额定电流小的有可能正常工作	
两用电器并联额定电压小的有可能正常工作	
灯泡串联电阻大的更亮，并联电阻小的更亮	



L_1参数5V 0.25A，L_2参数6V 3W，R阻值10Ω，忽略温度对灯泡的影响，只闭合S_1，灯泡L_1更亮，L_2可能正常发光，此时电路中最大电流为0.25A，此时电源电压最大为8V

只闭合S_2，若电源电压为6V，灯泡L_1实际功率为0.8W

$I=\frac{6V}{20\Omega+10\Omega}=0.2A$

152. 电路极限值分析问题

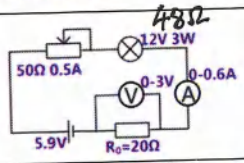
所有电路最大值最小值问题，最终都是电流最大值最小值问题。

电流最大值：每个元件有一通，安全电流不超限

电流最小值：电阻最大值反解；$I_{min}=U_{总}/R_{总max}$

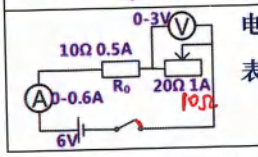
电阻最小值：电流最大值反解；$R_{min}=U_{总}/I_{max}$

电阻最大值：滑变有无电压表；无电压表直接滑到最大，有电压表用电压表量程反解



电路中最大电流为0.15A，最小电流为0.05A；R_0最小功率为0.05W；电路最大总功率为0.885W

⊗电流最大0.75A，⊗0-3V 20Ω 决定 $I_{最大}=\frac{3V}{20\Omega}=0.15A$

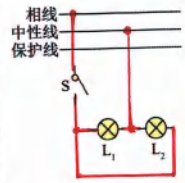
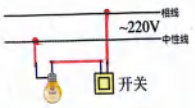
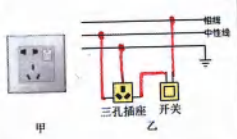
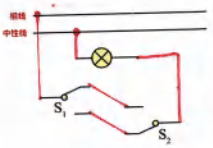
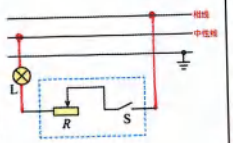
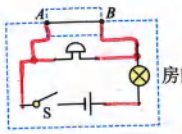
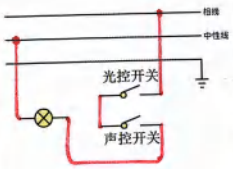
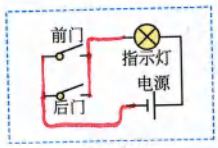
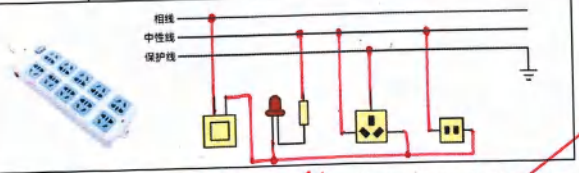


电流表示数范围是0.3A-0.5A；R可使用的电阻范围2Ω-10Ω；

表示数范围1V-3V；R_0的功率范围是0.9W-2.5W

$P_0=I^2R_0$

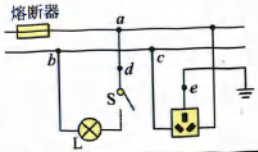
153. 家庭电路作图：

用电器之间必须并联	螺口灯泡：灯顶通过开关接相线	三孔插座：左中右相上保护；有开关控制的开关接在相线与插座之间	双控接法 静静相连，以整体为开关。
			
开关接法 正向控制串联	开关接法 反向控制并联	两个开关全闭合才亮：两开关串联	两个开关任意闭合亮两开关并联
	开关S闭合后，灯亮电铃不响；当房门被打开时，细导线AB被扯断，灯亮且电铃发声报警。 		前门后门开关均能打开门禁 
排插接法	开关S控所有，指示灯与各插座并联		

154. 保险丝为铅锑合金，电阻率大，熔点低，不能用铜丝铁丝代替。

155. 测电笔用法：手握笔尾金属体，不能接触笔尖金属体；氖管亮说明与相线相通；如右图a是电阻，b是氖管，测量过程正确的是乙（甲、乙）；测量相线时有（有、没有）电流通过人体。

156. 测电笔检测电路故障（只能检测断路故障）的技巧：都发光是中性线断，都不发光相线断，发不发光中间断，发光定与相线通。



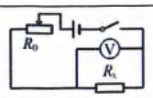
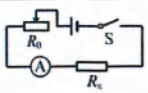
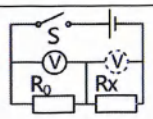
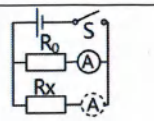
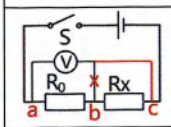
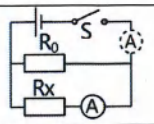
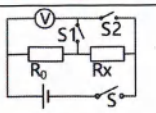
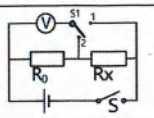
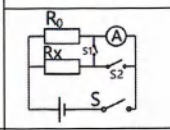
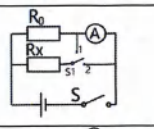
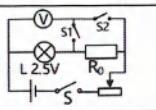
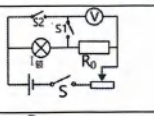
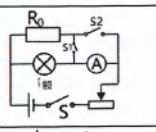
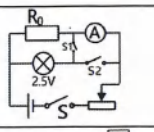
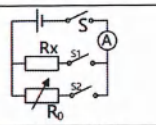
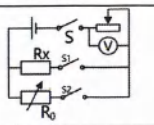
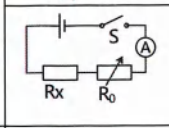
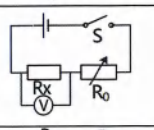
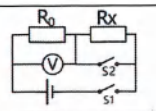
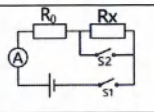
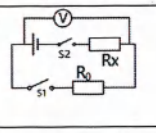
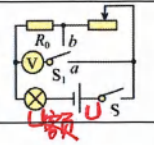
各点试电笔的氖管都不亮，说明相线断

各点试电笔的氖管都亮，说明中性线断

a点试电笔亮，b点不亮，说明灯断路

b点试电笔亮说明中性线断，此时开关是闭合的，此时插座的左右孔氖管均亮

157. 特殊法测电阻电功率的技巧和方法

缺表去表 一滑多用	分别将 $R_{滑}$ 移至阻值最大、最小处，列关于 $U_{总}$ 的方程，联立求解		
缺表去表 一表多接	分别将电表测量各自用电器，然后根据串联分压或电流相等；并联电压相等的规律求解		
			
缺表去表 一表多测	通过开关的通断，控制电表测量多次测量，根据串联分压或电流相等；并联电压相等的规律求解		
			
灯泡入场 正常发光	有灯泡参与的电路，首先调节滑动变阻器，使电表示数为特定值（让灯泡正常发光）然后再一表多测		
			
用电阻箱 等效替代	首先接入待测电阻，记录电表值，然后接入电阻箱，调节电阻箱使电表示数相等或减半，则待测电阻等于电阻箱示数		
			
部分短路 或断路 构造多状态	将开关闭合，造成部分短接或断路，使电表可以多次测量，构造多种状态，使其可以列方程求解		
			

158. 电能表圈数求电能、电功率、实际电压

本月用电量：本月底示数-上月底示数，最后一位为小数，单位是 kW·h

220V：家庭电路电压为 220 V，220^2= 48400 暂时超过 220V 电能表不会 损坏。

50Hz：家庭电路是交流电，频率为 50 Hz

10A：标定 电流，40A：额定最大 电流，

电流短暂超过 40A，电能表不会 损坏。

1600imp/(kW·h) 表示每消耗 1kw·h 的电能，脉冲灯闪烁 1600 次

最大允许功率：P_{max}= $UI = 220V \times 40A = 8800W$

12min 闪烁 320 次，则用电器消耗电能 W= $\frac{n_{实}}{N_{标}} = \frac{320}{1600} kW \cdot h = 0.2 kW \cdot h$

消耗的电功率 P= $\frac{W}{t} = \frac{0.2kW \cdot h}{\frac{1}{5}h} = 1kW = 1000W$

若用电器参数为“220V 1210W”，实际用电器电压 U 为多少？

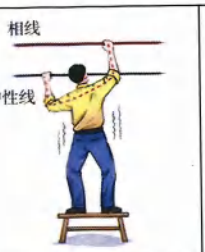
$R = \frac{U^2}{P} = \frac{(220V)^2}{1210W} = 40\Omega$

$U_{实} = \sqrt{P_{实}R} = \sqrt{1000W \times 40\Omega} = 200V$

159．安全用电的原则

(1)不接触低压带电体，不靠近高压带电体	(5)不用铜丝铁丝代替保险丝
(2)更换灯泡、搬动电器前应断开开关	(6)看到有人触电应断开开关或干木棒挑开，不能直接手拉
(3)不弄湿用电器，不损坏绝缘层	(7)高大建筑物顶端安装避雷针
(4)保险装置、插座、导线、电器等达到使用寿命及时更换	(8)下雨天不可在大树屋檐下避雨

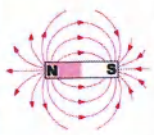
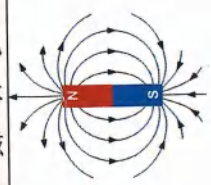
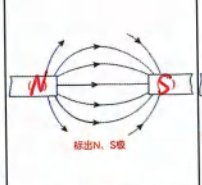
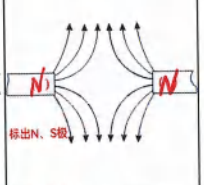
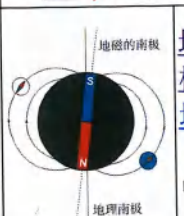
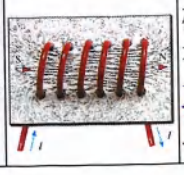
160．四种触电类型

			
双线 触电	单线 触电	高压电弧触电	跨步电压 触电

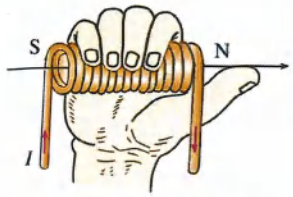
人体安全的电压是不超过36V 对人体来说，一般环境中的安全电流约是 30mA，人体的电阻约是10^3-$10^5\Omega$，但在潮湿的环境中，人体的电阻会变得很小，更容易触电。

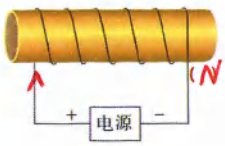
161．“司南之杓(sháo)，投之于地，其柢(dǐ)指南”这是公元1世纪初，东汉学者王充 在《论衡》中有关于我国早期的指南针（司南）的记载；最早记录地磁偏角的人是沈括。

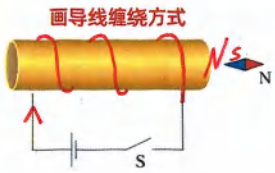
162．认识磁场

显示磁场		磁体上面放有机玻璃，玻璃上撒一层铁屑。轻轻敲打玻璃，小铁屑有规则地排列起来，这就是用转换法显示磁场，磁场是真实存在的（虚拟的、真实存在的）物质。
磁感线		磁体外部从N到S，内部从S到N，每一条磁感线都是闭合（开放、闭合）的；磁感线的疏密程度代表磁场强弱；箭头表示磁场方向；将小磁针放在磁场中，小磁针的N极指向与磁感线方向相同；磁感线是虚拟的（虚拟的、真实存在的）
常见磁体的磁感线	 条形 磁体	蹄形(U形) 磁体
	 异名 磁极	 同名 磁极
地磁场		地理北极与小磁针（指南针/司南）N极：方向相同（相同、相反） 地磁场N极与地球北极方向相反（相同、相反）地磁偏角最早记录：中国的沈括《梦溪笔谈》
		方家以磁石磨针锋，则能指南，然常微偏东，不全南也。《梦溪笔谈》
通电螺线管		磁场排列与条形磁铁类似；磁场强弱与电流大小、线圈匝数有关；想要改变螺线管的磁场方向，可以改变电流方向或线圈缠绕方式；若将通电螺线管插入铁芯，可以变成电磁铁，同等条件下，磁性更强

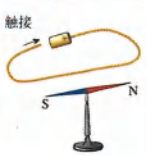
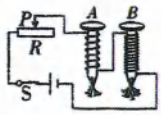
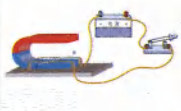
163．判断通电螺线管的 N、S 极：左手力，右手电，右手螺旋定则(安培定则)，四指电流，拇指 N。方法：用右手握住螺线管，让四指指向螺线管中电流的方向，则拇指所指的那端就是螺线管的 N 极。







164．电磁现象的原理

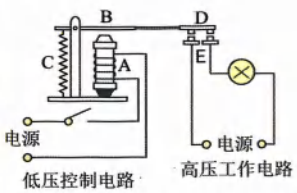
实验名称	奥斯特实验	影响电磁铁磁性强弱的因素	探究磁场对电流的作用	电磁感应实验
人	奥斯特			法拉第
实验装置				
原理	电流的磁效应		通电导体在磁场中受力的作用	电磁感应
影响因素	磁场的方向与电流方向有关	电磁铁磁性强弱与电流大小、线圈匝数有关	导体受力的方向与磁场方向、电流方向有关	感应电流的方向与磁场方向、导体切割磁感线方向有关；感应电流大小与磁场强弱、切割速度、线圈匝数有关。
能量转化			电能→机械能	机械能→电能
判断依据	通电→有磁性		通电→会动	动起来→产生电
应用	电磁铁、电磁继电器、磁悬浮列车、电磁起重机、电磁阀门		电动机、扬声器、电流表、电压表	发电机、动圈式话筒、门禁卡、金属探测仪

电磁炉在工作过程中，应用到的原理有 A、B、C

(A. 电流的磁效应 B. 电磁感应 C. 焦耳热效应)

电磁感应实验结论：闭合电路的部分导体在磁场中做切割磁感线运动，导体中会产生感应电流

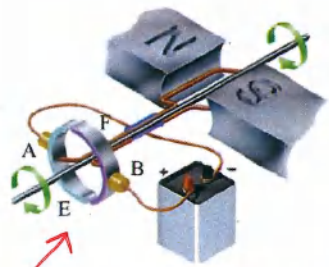
165．电磁继电器



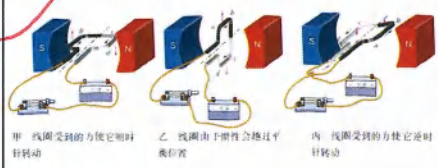
（1）电磁继电器是利用低电压、弱电流电路的通断，来间接地控制高电压、强电流电路的装置；整体由低压控制电路和高压工作电路组成。

（2）电磁继电器是利用电磁铁来控制电路通断的一种开关，电磁铁的原理是电流的磁效应。

（3）电磁继电器的结构：电磁继电器由 A 电磁铁、B 衔铁、C 弹簧、D 动触点和 E 静触点组成。



166．直流电动机外部电路中为直流电，但线圈中为交流电，当线圈转过平衡位置时，由于线圈具有惯性，还能继续转动，此时换向器改变线圈中电流方向，使线圈可以持续转动



167．电磁波的理解

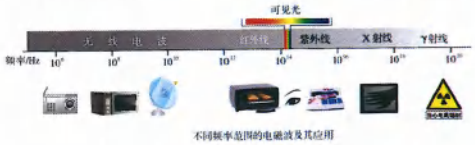
（1）变化的电流会在周围空间激起电磁波；

（2）真空可以传播，速度 c=3×10⁸ m/s；

（3）频率越高，波长越短，波速相同；

（4）光是（是、不是）电磁波的一种；

（5）波速=波长×频率，用公式表示 $c=\lambda f$



不同频率范围的电磁波及其应用

168．在地球的周围均匀地配置 3 颗地球静止卫星，就覆盖了几乎全部地球表面，可以实现全球通信。

169．光纤通讯：激光一般在光导纤维（简称光纤）里传播，在光纤中，光发生全反射，几乎没有损失，可以把信息传的很远。

170．蒸汽机的发明是人类利用能源的新里程碑。人类从此逐步以机械动力代替人力和畜力，主要能源由柴薪转向煤，人类进入工业化社会。我们今天大规模使用的煤、石油和天然气，是千百万年前埋在地下的动植物经过漫长的地质年代形成的，所以称为化石能源。化石能源等不能在短期内从自然界得到补充，所以这类能源叫作不可再生能源。水能和风能等能源可以在短期内从自然界得到补充，叫作可再生能源。可以直接从自然界获得的能源，我们称这样的能源为一次能源，无法从自然界直接获取，必须通过消耗一次能源才能得到，所以称电能这样的能源为二次能源。

171．能源及其分类

☆记住

类型	实例
一次能源	太阳能、水能、风能、核能、地热能、生物质能（秸秆、柴草、沼气原料）；煤炭、原油（石油）、天然气
二次能源	电能、柴油、煤油、汽油；液化气、焦炭、沼气、酒精 氢能
可再生	太阳能、风能、水能、地热能、潮汐能等
不可再生	化石燃料（煤、石油、天然气等）、核燃料（铀、钍等）
常规能源	化石燃料（煤、石油、天然气等）、水能等
新能源	核能、太阳能、风能、潮汐能、氢能等
绿色能源	太阳能、风能、水能、地热能、潮汐能、生物质能、电能等

172．核能及应用

核能 ～～～ { 核裂变（you 铀-235）< 原子弹 不可控 / 核电站 可控 ；核聚变（氘氚氦）< 氢弹（破坏更强）/ 太阳（能量巨大） } 不可控

助记：核裂发电原子弹，目前可控有污染；核聚太阳打氢弹，清洁失控能翻天。

核裂变、核电站的废料具有放射性，处理不好会损害环境、伤害人类和动物。核电站中的能量转化：核能>内能>机械能>电能

173．2025 年 1 月，中国的 EAST（东方超环）“全超导托卡马克核聚变”实验装置创下 1 亿摄氏度下稳定运行 1066 秒的世界纪录，这个“人造太阳”，通过核聚变（核裂变、核聚变）释放巨大的核能，又将核能转化为内能，从而获得上亿度的高温。核能属于不可再生（可再生、不可再生）能源。

174．能量转化具有单向性，永动机违反了能量守恒定律，不能制作出来。