《鲁科版》物理课本素材汇编图册

姓名：_____

目　　录

一、物理模型图汇编.....3

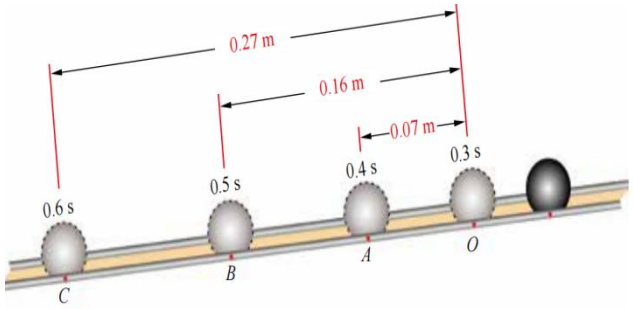
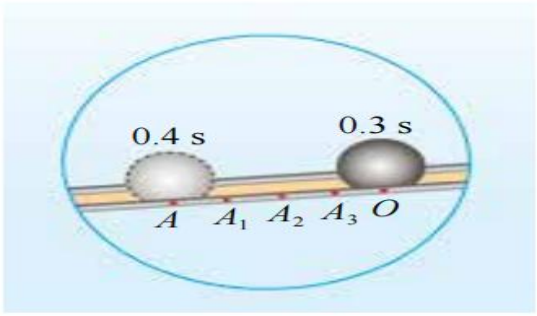
二、核心图像汇编.....44

三、装置原理图汇编.....60

众神祝你物理学科步步高升、循序渐进、蒸蒸日上！！！



一、物理模型图汇编

编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
01	平均速度	直线运动的规律	 图 1-20　小球沿斜槽滚下时在不同时刻的位置	让小球沿斜槽滚下，依次通过 O、A、B、C 四点。在 OA、OB、OC 三段中，小球在哪一段运动得最快？	计算出小球在各段的平均速度大小，结果表明，小球在 OC 段运动得最快。 由 $v=\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 式求得的速度，表示物体在时间 t 内的平均快慢程度，称为**平均速度**，通常用 $\bar{v}$ 表示。
02	瞬时速度	直线运动的规律	 图 1-21　小球在 OA 段运动的不同位置	如何精确描述小球经过点 O 时的运动快慢呢？	**分析：**与 A、A_1 和 A_2 点相比，A_3 点离 O 点更近，OA_3 段平均速度比 OA、OA_1、OA_2 段更接近小球过 O 点时的瞬时速度。 **结论：**若从 O 点起位移足够小（时间足够短），可近似认为小球在这段位移（时间）内匀速运动，其平均速度能描述小球过 O 点运动快慢，可近似视为过 O 点时的**瞬时速度**。

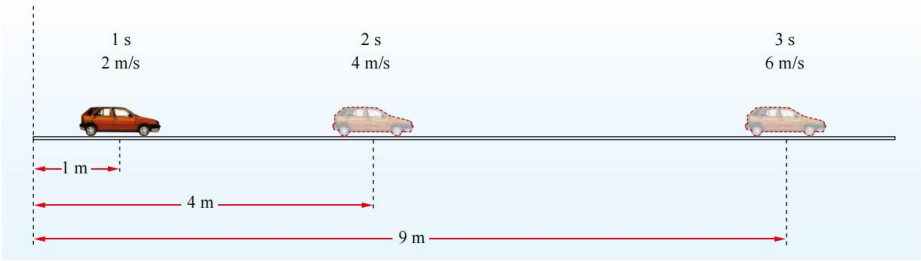
<table>
<tr><th>编号</th><th>知识点</th><th>模型</th><th>物理模型图</th><th>问题导入</th><th>演绎推理/归纳推理</th></tr>
<tr>
<td>03</td>
<td>匀变速直线运动</td>
<td>匀变速直线运动的规律</td>
<td>


图 2-1　汽车沿直线运动示意图

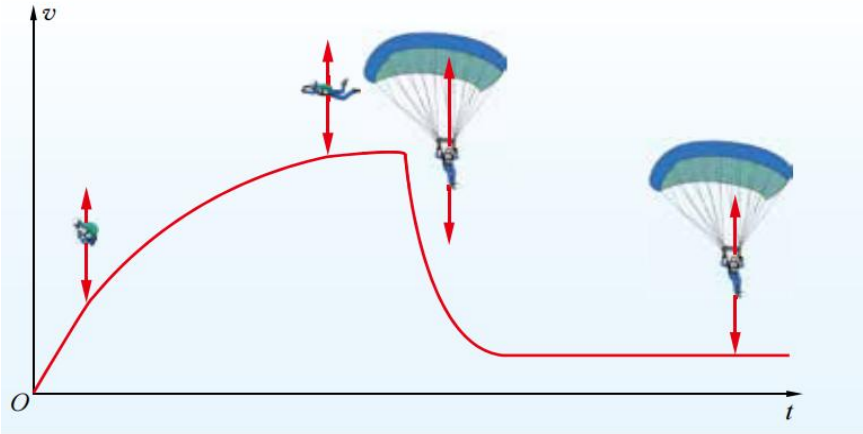
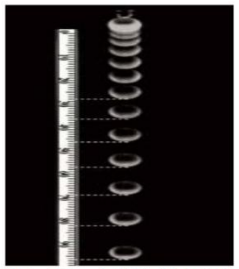
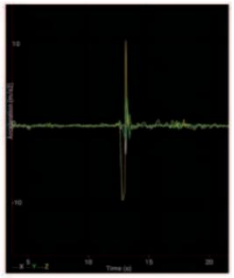
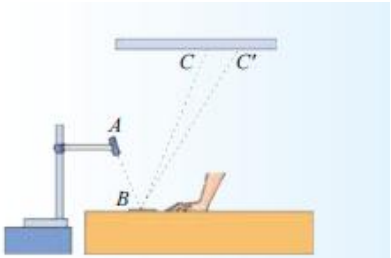
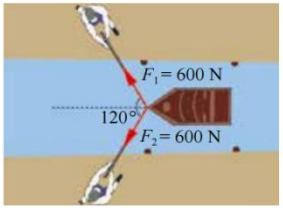
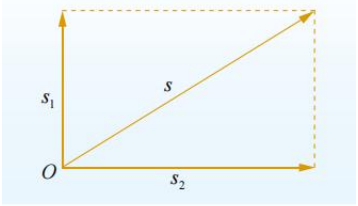
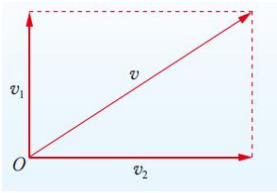
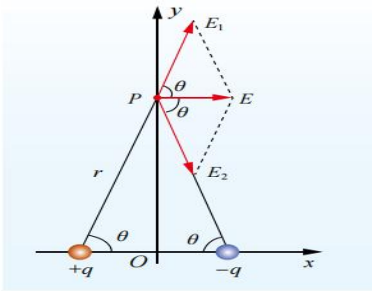
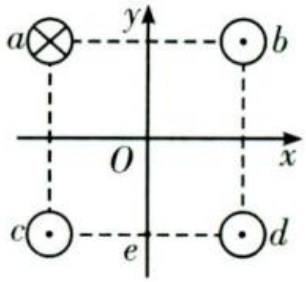
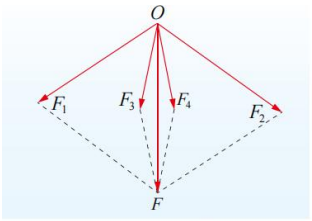
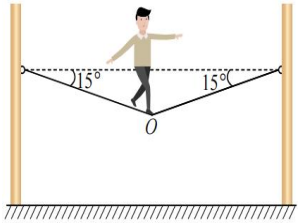
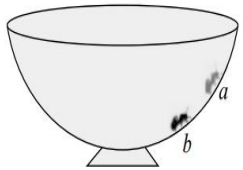
表2-1　　汽车沿直线运动时速度随时间变化的数据
<table>
<tr><td>t/s</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td></tr>
<tr><td>v/（m·s^{-1}）</td><td>0</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr>
</table>
</td>
<td>根据图、表，你能够推导出匀变速直线运动的哪些规律？</td>
<td>由图、表可得：
1. 速度随时间变化的规律
2. 位移随时间变化的规律
3. 汽车的加速度
4. 中间时刻的瞬时速度
5. 某段时间内的平均速度
6. 1s、2s、ns 内位移之比
7. 相邻相等时间位移之比
8. 速度随时间变化的图像等等</td>
</tr>
<tr>
<td>04</td>
<td>图像</td>
<td>直线运动的规律</td>
<td>


图 2-26　跳伞者下降过程中速度变化示意图
</td>
<td>图 2-26 为跳伞者在下降过程中速度变化示意图。根据示意图，跳伞者下降的全过程可看成自由落体运动吗？为什么？跳伞者在下降过程的不同阶段近似做什么运动？</td>
<td>不能视为自由落体；由于物体在只受重力的情况下由静止开始下落才可以视为自由落体，结合图片跳伞者还受到空气阻力，且阻力随速度变化而变化。因而不能视为自由落体。
加速阶段：做加速度逐渐减小的加速运动
减速阶段：做加速度逐渐减小的减速运动
匀速阶段：速度保持恒定，做匀速直线运动。</td>
</tr>
</table>

编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
05	测量下落的加速度	实验方法	  图 2—25　小球做自由落体运动的频闪照片  图 2.4-4　手机截屏	如何测量重物下落的加速度。	利用计时器在纸带上留下打点数据或频闪照相留下照片信息，我们可用如下方法测量重物下落的加速度。 **方法 1：图像法（*v-t* 图像）** **方法 2：逐差法（$\Delta S=aT^2$）** **方法 3：手机加速度传感器**
06	弹力	放大法	 图 3—13　观察桌面的微小形变  图 3—14　观察玻璃瓶的微小形变	请分别简述两张图片的观察方法。	均为**“放大法”**。将微小形变放大的常用方法有：通过光线“放大”、通过液柱高度变化“放大”等。 **把微小变化放大以利于观察或测量的实验方法，叫作“放大法”。 这是物理学中研究问题的重要方法之一。**
07	摩擦力	力学模型	 图 3—29　静止在斜坡上的巨石  图 3—30　通过水平传送带运送行李	问题 1：静止在斜坡上的巨石是否受到静摩擦力？ 问题 2：物体与水平传送带相对静止并一起做匀速直线运动，物体是否受到静摩擦力的作用？	3-29：$f_{静}$方向沿斜坡向上。 3-30：物体跟水平传送带一起做匀速直线运动，则物体处于平衡状态，此时无$f_{静}$ 迁移：若将 3-30 的传送带改为倾斜传送带，物体仍匀速运动，则此时$f_{静}=G_x$。 **本质：静摩擦力的产生条件**

编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
08	矢量合成	平行四边形定则	 图 4-6　两人拉小船示意图  图 2-6　位移的合成  图 2-7　速度的合成  图 1-21　场强叠加示意图  2021 福建高考	五幅图分别呈现了**力、位移、速度、电场强度以及磁感应强度**的合成，这些物理量具备何种特点，遵循何种规律？	力、位移、速度、电场强度、磁感应强度、加速度等**都是矢量**，都遵循**平行四边形定则**。平行四边形定则可应用于合力的计算，其他矢量的合成同样也遵循平行四边形定则。
09	矢量分解	平行四边形定则	 图 4-19　分力与夹角有关  第 5 题 	结合三张图片，简述分力与合力之间的关系。	当**合力一定时**，分力的大小和方向将随分力间夹角的改变而改变；**合力一定时**，在两分力大小相等的情况下，分力间夹角越大，分力越大。

<table>
<tr><th>编号</th><th>知识点</th><th>模型</th><th>物理模型图</th><th>问题导入</th><th>演绎推理/归纳推理</th></tr>
<tr><td>10</td><td>作用力</td><td>力学模型</td><td> 
 

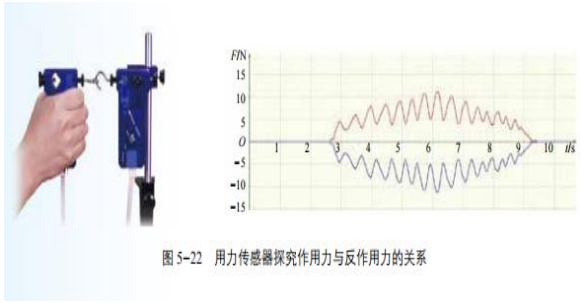
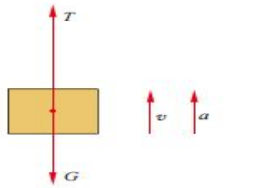
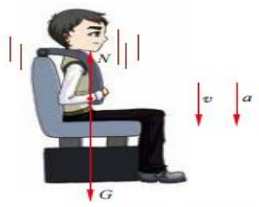
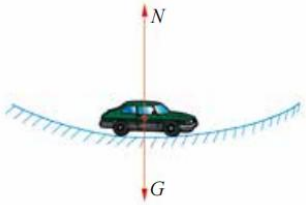
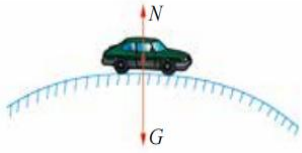
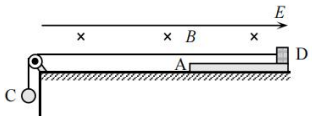
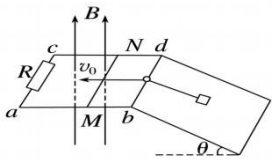
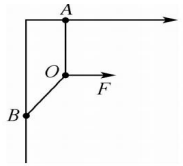
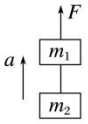
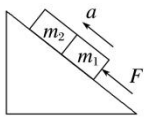
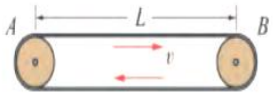
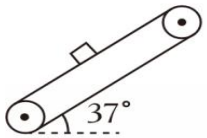
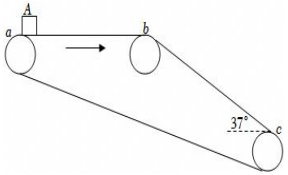
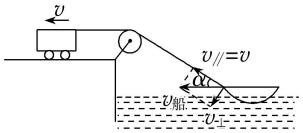
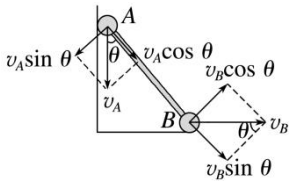
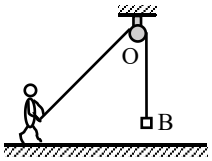
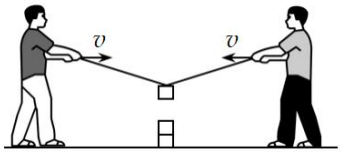
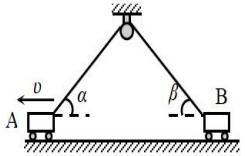
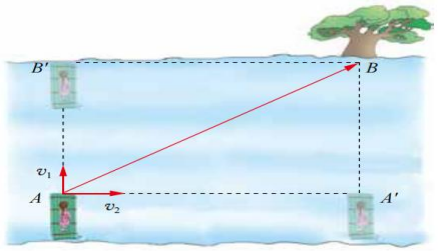
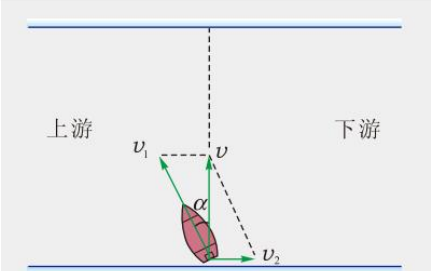
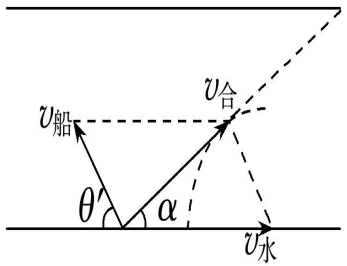
第 1 题
  </td><td>如左图，起风时地面对风动石的力、碗对小虫的力、水对人（人减速）的力是否只有一个？</td><td>三幅图对应的作用力
地面对石：静摩擦、支持力
碗对小虫：静摩擦、支持力
水对人：浮力、阻力</td></tr>
<tr><td>11</td><td>牛顿第三定律</td><td>力学模型</td><td> 

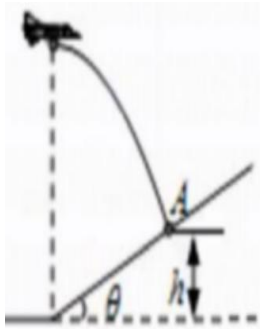
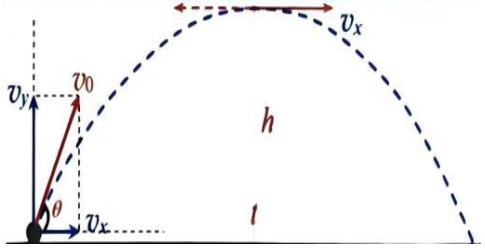
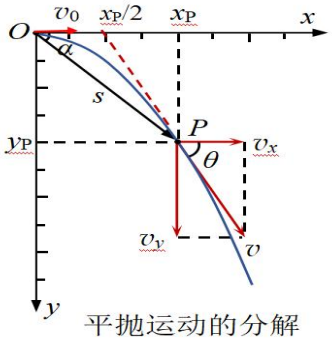
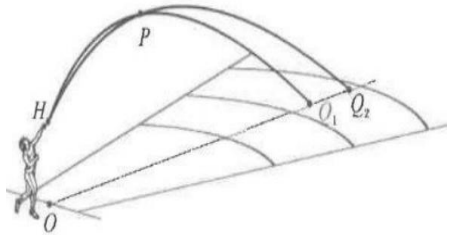
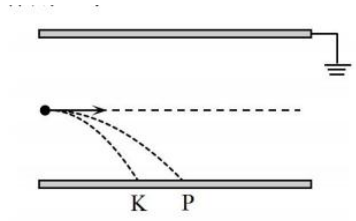
图 5-22 用力传感器探究作用力与反作用力的关系
  </td><td>力传感器可以记录物体所受力的大小、方向随时间变化的情况，由计算机屏幕显示出来。由图可得作用力和反作用力具有哪些特点？右图中人对撑杆的作用力力与杆对人的作用力之间是什么关系？</td><td>两个力传感器间作用力大小相等、方向相反。无论物体接触与否、运动或静止，两物体间相互作用力都遵循牛顿第三定律。作用力与反作用力分别作用在两个不同物体上，同时产生、消失，是同种性质的力。
人对撑杆的作用力等于撑杆对人的作用力。</td></tr>
<tr><td>12</td><td>基本单位制</td><td></td><td>
<table>
<tr><th>物理量名称</th><th>物理量符号</th><th>单位名称</th><th>单位符号</th></tr>
<tr><td>长度</td><td>l</td><td>米</td><td>m</td></tr>
<tr><td>质量</td><td>m</td><td>千克（公斤）</td><td>kg</td></tr>
<tr><td>时间</td><td>t</td><td>秒</td><td>s</td></tr>
<tr><td>电流</td><td>I</td><td>安[培]①</td><td>A</td></tr>
<tr><td>热力学温度</td><td>T</td><td>开[尔文]</td><td>K</td></tr>
<tr><td>物质的量</td><td>n</td><td>摩[尔]</td><td>mol</td></tr>
<tr><td>发光强度</td><td>I_V</td><td>坎[德拉]</td><td>cd</td></tr>
</table>

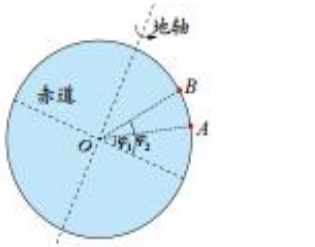
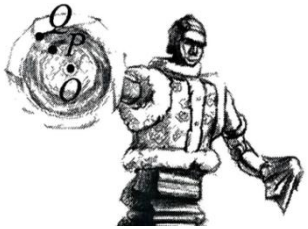
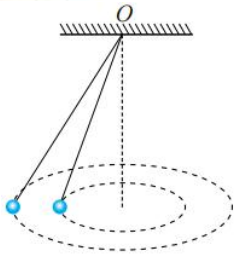
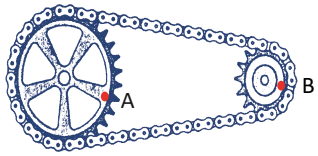
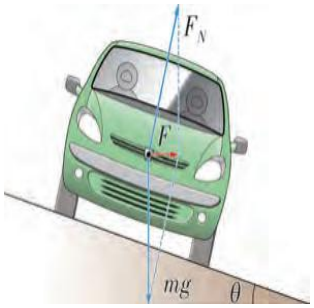
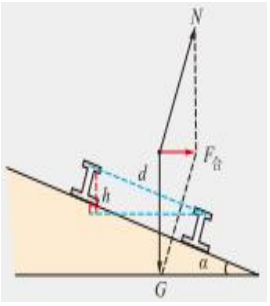
</td><td>什么是国际单位制？</td><td>采用不同基本物理量或相同基本量但不同基本单位，导出单位会不同，进而产生不同单位制。不同地区使用不同单位制，交流不便。1960 年第 11 届国际计量大会制订了国际通用的、涵盖一切计量领域的单位制，即国际单位制，简称 SI。</td></tr>
</table>

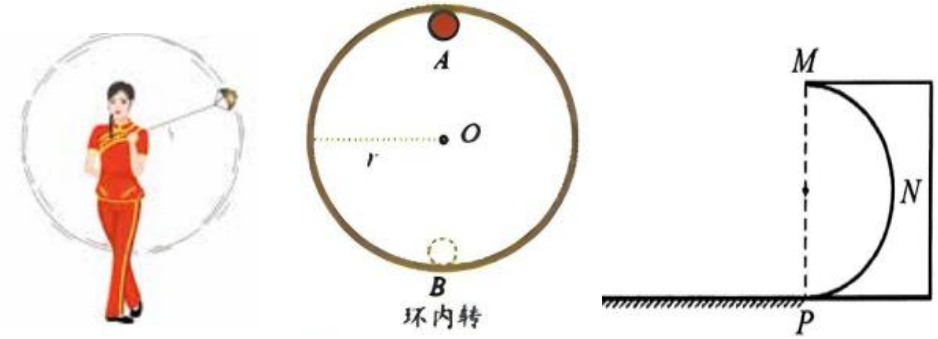
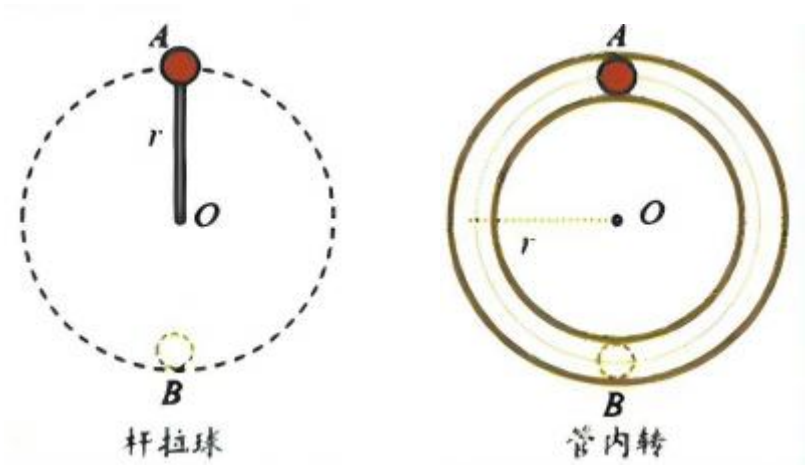
编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
13	超重失重	力学模型	 图 5-25　向上加速运动的物体的受力分析示意图 甲  图 5-26　乘升降机的人的受力分析示意图 乙  图 3-23　汽车驶过凹形路面底部的示意图 丙  图 3-22　汽车驶过凸形路面顶端的示意图 丁	哪些图片是超重、哪些是失重，请归纳超重、失重的特点。什么是完全失重？	**超重：甲、丙** **失重：乙、丁** **超重：合外力（a）向上；** **失重：合外力（a）向下；** 如果在加速下降的过程中加速度 $a=g$，那么，体重计的示数为 0。这时物体对支持物（或悬挂物）完全没有作用力，这种现象被叫作**完全失重状态**。如下图：  图 5-29　航天员王亚平太空授课时展示圆形水球
14	整体与隔离	力学模型	      	左侧各图片中，若物体的状态均相同，处理这一模型的要点是什么？	**核心要点：对象的选择** **整体法：**把整个连接体系统看作一个研究对象；优点是系统内的相互作用力（内力）可忽略不计，通常应用整体法求出外力或加速度； **隔离法：**单独研究某一对象，进行受力分析，列方程求解。优点是可以求出内力，并分析出对象的受力情况或运动情形。

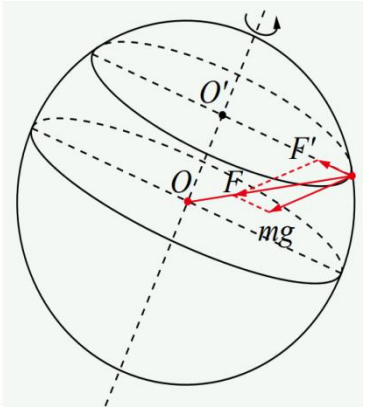
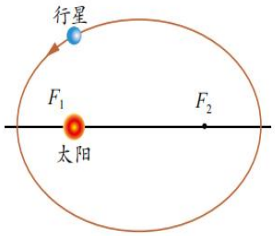
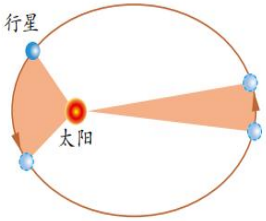
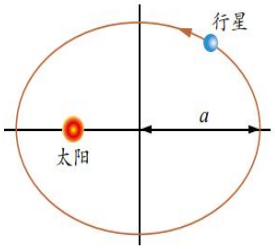
编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
15	传送带的特点	传送带	  	传送带模型具有哪些特点？	解决传送带模型，首先要根据物体和传送带之间的相对运动情况，**确定摩擦力的大小和方向**。当物体的速度与传送带的**速度相等**时，物体所受的摩擦力有可能发生突变，速度相等前后对摩擦力的分析是解题的关键。 **（速等摩变重判力）**
16	关联速度	矢量合成与分解	    图 2  	问题 1. 若某时刻连接船的绳与水平方向的夹角为 α，则船的速度是多大？ 问题 2. 当轻杆与竖直方向夹角为 θ 时，小球 A 和 B 的速度 v_A 和 v_B 是什么关系？ 问题 3. 你能尝试找到剩余图片的关联速度吗？	1. $v=v_{船}\cos\alpha$ 得 $v_{船}=\frac{v}{\cos\alpha}$ 2. $v_A\cos\theta=v_B Sin\theta$，得 $v_A=v_B tan\theta$。 ➢ **实际运动才是合运动**，所以，分解合运动即分解实际运动（以合速度为斜边）。 ➢ 沿两个互相垂直方向分解实际运动：沿绳（杆或接触面）方向、垂直于绳（杆或接触面）方向进行分解。

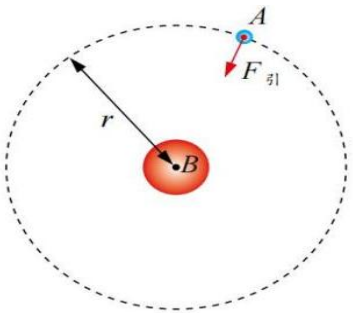
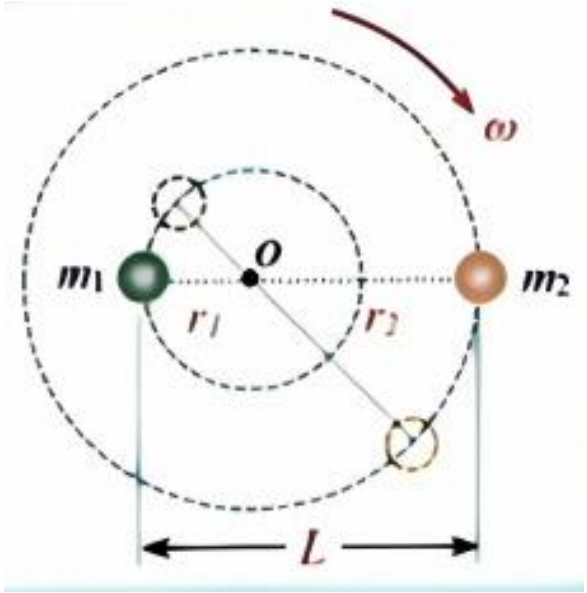
编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
17	小船渡河	矢量合成与分解	 图 2-5　竹筏过小河的运动分解示意图	如图，小船在行驶的过程中始终保持船头的指向垂直于河岸，则渡河时间是多少？小船到达对岸时向下游偏移的距离是多少？	渡河时间 $t=\frac{d}{v_1}$（此种情况下，小船渡河时间最短）。 小船到达对岸时向下游偏移的距离 $x=v_2t=\frac{v_2}{v_1}d$。
18	小船渡河	矢量合成与分解	 ▲ 图1-2-5　小船垂直河岸运动	如图，小船能否恰好到达河的正对岸？如果能，船头指向哪个方向，渡河时间为多少？	如图所示，要使小船能恰好到达河的正对岸，则小船的合速度的方向垂直于河岸(前提是 $v_1 \geq v_2$)。此时，船头夹角 α 满足 $\sin\ \alpha=\frac{V_2}{V_1}$，渡河所用时间 $t=\frac{d}{V_1\cos\ \alpha}$。
19	小船渡河	矢量合成与分解		如图，要使小船渡河时位移最小，船头指向哪个方向？	**情况一：** $v_{水}<v_{船}$ 此种情况，最小渡河位移 $x_m=d$（参见问题 18）。 **情况二：** $v_{水}>v_{船}$ 以 $v_{水}$ 矢量末端为圆心、$v_{船}$ 大小为半径作圆。当 $v_{合}$ 方向与矢量圆相切时，$v_{合}$ 与河岸夹角最大（设为 α）、位移最小，此时船头指向上游河岸成 θ' 角，且 $\cos\ \theta'=\frac{V_{船}}{V_{水}}$

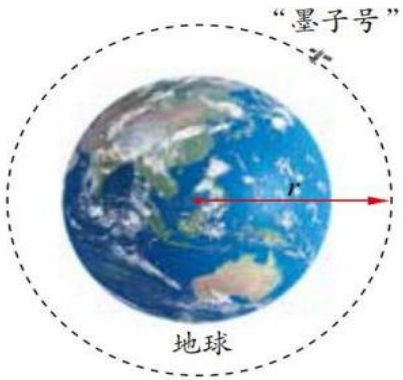
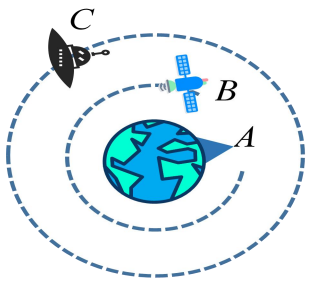
编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
20	平抛斜抛类平抛	抛体运动	  图 2-19　空中抛球表演    平抛运动的分解  	问题 1：左侧图片具有哪些特点？ 问题 2：处理这类模型的核心是什么？	特点：受力恒定的抛体运动。 处理方法：**建立直角坐标系**，将曲线运动分解为两个方向的直线运动，找到**速度、位移和时间**之间的关联。 ➢ **平抛运动的推论在斜抛、类平抛运动中仍适用**。 ➢ 若为斜抛运动，可等效为**反方向的平抛运动**； ➢ 逆向思维的物理模型： ①竖直上抛⇨自由落体 ②减速至停下⇨v_o=0的反向匀加速 ③斜上抛至水平⇨平抛运动 ④光路图（介质 ⇌ 空气）

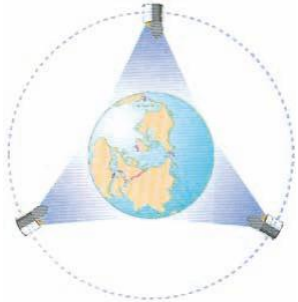
编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
21	共轴转动	圆周运动	  图 3-2　A、B 两点的运动情况比较    图 3-29　旋转盘	左侧几幅图的共性是什么？共轴转动的特点又是什么？	共同特点 1. 共轴性：**ω相同** 2. 同步性：周期、角速度 3. 线速度差异：由 $v=\omega r$，共轴转动的各质点线速度不同 4. 加速度差异：由 $a=\omega^2 r$，共轴转动各质点加速度不同 ➢ **共轴转动：由$v=\omega r$，ω相同，v、a与r成正比。**
22	齿轮皮带传动	圆周运动	 	两幅图的共性是什么？传动模型的特点是什么？	共同特点：**线速度 v 大小相等** 传动模型的特点：在**无相对滑动**的前提下，**接触点的线速度大小相等** ➢ **传动模型：ω与r成反比**
23	火车汽车拐弯	圆周运动	  图 3-19　重力与支持力的合力提供火车转弯时的向心力 	汽车、火车在斜坡上拐弯的过程中运动具有什么特点，如何处理这一圆周运动模型？	共同特点：拐弯时均有重力和支持力的合力提供向心力 处理方法：**沿圆心方向建立坐标系，列出 x、y 轴的方程，找到向心力及对应物理量。** ➢ **本质：$F_{合}$（供）=$F_{向}$（需）** ➢ $v=\sqrt{gRtan\alpha}$ （临界速度）

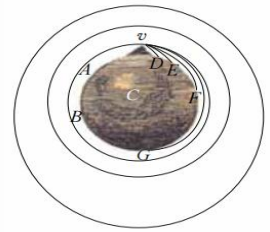
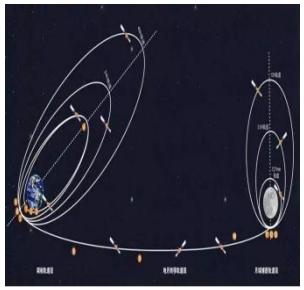
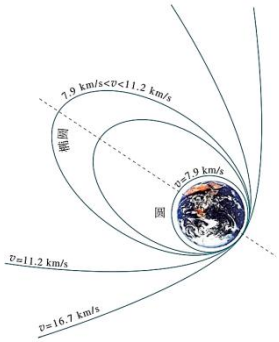
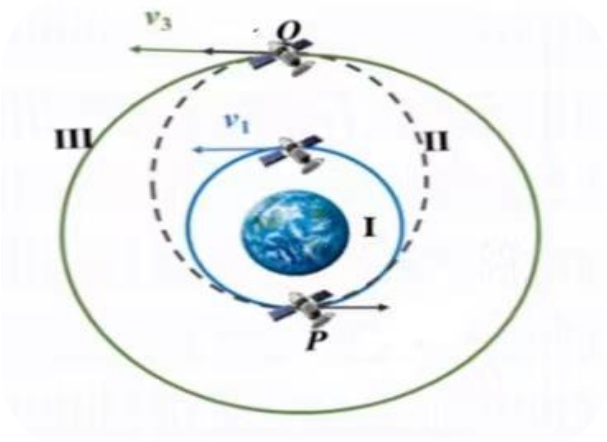
编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
24	竖直面的圆周运动	圆周运动		左图的模型具有什么特点，若要通过最高点的临界条件是什么？	特点：最高点只能受到指向圆心的力（绳子拉力、内轨道压力），无向外的支撑力。 最高点：$mg+F_N=\frac{mv^2}{r}$； 过最高点的临界速度： 当 $F_N=0$ 时，$v_{min}=\sqrt{gr}$； 当 $v>\sqrt{gr}$ 时，绳上有力，且方向竖直向下； 当 $v<\sqrt{gr}$ 时，物体不能到达最高点
25	竖直面的圆周运动	圆周运动		左图的模型具有什么特点，若要通过最高点的临界条件是什么？	特点：最高点可提供指向圆心的拉力或背离圆心的支持力或不受弹力。由 v 决定。 最高点的临界条件：$v>0$ 最高点：$F_N=0$ 时，$v=\sqrt{gr}$ 最高点：当 $v>\sqrt{gr}$ 时，轨道对小球的力竖直向下 最高点：当 $v<\sqrt{gr}$ 时，轨道对小球的力竖直向上。 ➢ 本质：$F_{合}$（供）=$F_{向}$（需）

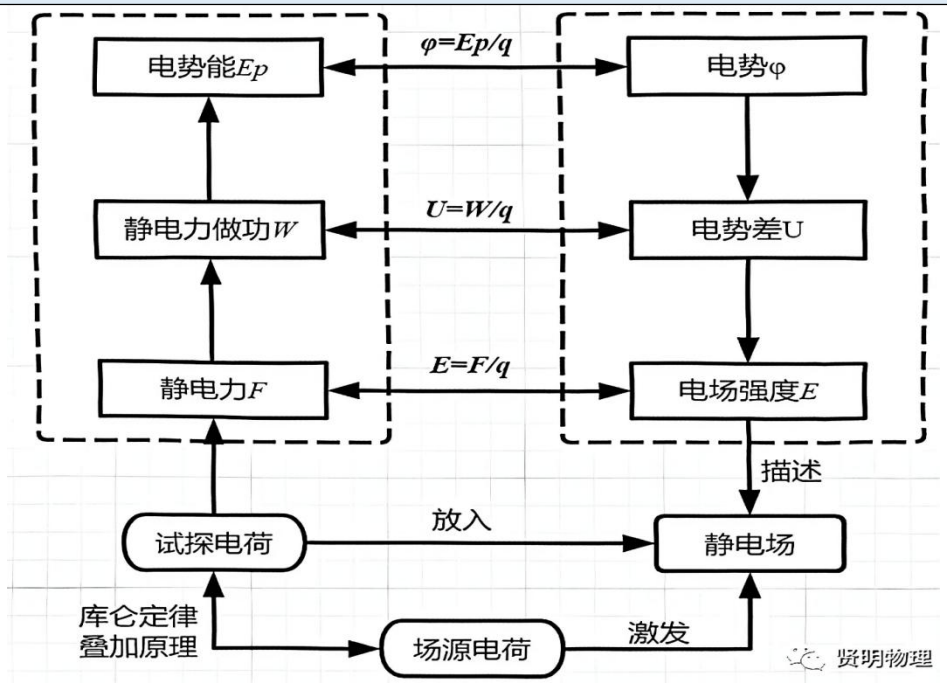
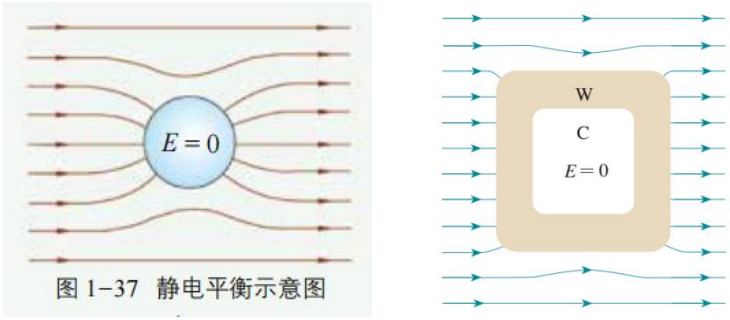
编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
26	重力与引力的关系	万有引力与航天	表2-3　不同地点的重力加速度 地点 | 纬度 | 重力加速度 $g/(m\cdot s^{-2})$ 北极 | 90° | 9.832 莫斯科 | 55°45′ | 9.816 纽约 | 40°40′ | 9.803 北京 | 39°56′ | 9.801 东京 | 35°42′ | 9.798 上海 | 31°12′ | 9.794 武汉 | 30°33′ | 9.794 广州 | 23°06′ | 9.788 赤道 | 0° | 9.780 	左图表格为必修一中的内容，即随着地理位置纬度的增加，重力加速度也会随之增大。你能否运用万有引力知识来阐述并解释这一现象呢	地球自转时，物体重力不完全等于万有引力。万有引力 F 指向地心，重力 mg 为其分力，另一分力 F' 提供物体自转的向心力。当物体从两极向赤道移动，圆周运动半径增大、角速度不变，根据向心力公式，F' 增大。因万有引力总作用力不变，故重力 mg 减小，重力加速度 g 减小。 由于地球自转角速度极小，向心力分量 F' 实际很小，所以一般认为地球附近物体所受重力**近似等于**地球对物体的万有引力。
27	万有引力与航天	开普勒三定律	 图 4-3　开普勒第一定律示意图  图 4-4　开普勒第二定律示意图  图 4-5　开普勒第三定律示意图	请归纳开普勒的三大定律	所有行星绕太阳运动的轨道都是椭圆，太阳处在椭圆的一个焦点上。　——开一 任何一个行星与太阳的连线在相等的时间内扫过的面积相等。　——开二 行星绕太阳运行轨道半长轴 a 的立方与其公转周期 T 的平方成正比，即 $\frac{a^3}{T^2}=k$　——开三

编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
28	万有引力与航天	求中心天体的质量		质量为 m 的卫星 A 围绕质量为 M 的中心天体 B 做圆周运动，请求出中心天体 M 的质量。	**法 1：黄金代换（已知 g，R）** 不考虑自转，天体表面附近物体受到的重力等于万有引力， 即 $mg=G\frac{mM}{R^2}$，可求 M **法 2：** $F_{引}=F_{向}$，$G\frac{M\,m}{r^2}=m(\frac{2\pi}{T})^2r$ 可得 $M=\frac{4\pi^2r^3}{GT^2}$。
29	万有引力与航天	双星模型		如图，绕公共圆心转动的两个星体组成的系统，称之为双星系统。 （1）双星系统的向心力与二者之间万有引力什么关系？ （2）双星系统的周期、角速度有何关系？ （3）双星系统的质量与半径、线速度、向心加速度有何关系？ （4）双星系统的周期与双星总质量、双星距离有何关系？	**双星系统运动、受力特点** （1）各自所需的向心力由彼此间的万有引力提供，即 $\frac{Gm_1m_2}{L^2}=m_1\omega_1^2r_1$，$\frac{Gm_1m_2}{L^2}=m_2\omega_2^2r_2$.其中，$r_1+r_2=L$. （2）双星的周期、角速度相同，即 $T_1=T_2$，$\omega_1=\omega_2$. （3）双星向心力和角速度相等，由 $m_1\omega_1^2r_1=m_2\omega_2^2r_2$ 得两星到圆心的距离 r_1、r_2 与星体质量成反比，即 $\frac{m_1}{m_2}=\frac{r_2}{r_1}=\frac{v_2}{v_1}=\frac{a_2}{a_1}$ （4）双星的运动周期 $T=2\pi\sqrt{\frac{L^3}{G(m_1+m_2)}}$ 双星的总质量 $m_1+m_2=\frac{4\pi^2L^3}{T^2G}$.

<table>
<tr><th>编号</th><th>知识点</th><th>模型</th><th>物理模型图</th><th>问题导入</th><th>演绎推理/归纳推理</th></tr>
<tr><td>30</td><td>万有引力与航天</td><td>圆周运动</td><td> 
</td><td>我国卫星“墨子号”于2016年8月16日从酒泉升空，可视为绕地球做匀速圆周运动，已知引力常量 G、地球质量 M 以及卫星与地心的距离 r，求 v、ω、T 及 $a_{向}$</td><td>卫星运行参量与半径关系
①$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$，得 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$;
②$G\frac{Mm}{r^2}=m\omega^2 r$，得$\omega=\sqrt{\frac{GM}{r^3}}$;
③$G\frac{Mm}{r^2}=m(\frac{2\pi}{T})^2 r$ 得 $T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$
④$G\frac{Mm}{r^2}=ma_{向}$，得 $a=G\frac{M}{r^2}$
“高轨低速大周期”</td></tr>
<tr><td>31</td><td>万有引力与航天</td><td>圆周运动</td><td> 

赤道上的物体（A）、近地卫星（B）和地球同步卫星（C）</td><td>如何比较近地卫星、赤道上的物体、同步卫星的线速度、角速度、加速度大小？</td><td><table>
<tr><td></td><td>赤物</td><td>近地</td><td>同步</td></tr>
<tr><td>T</td><td colspan="3">$T_{赤}=T_{同}>T_{近}$</td></tr>
<tr><td>ω</td><td colspan="3">$\omega_{赤}=\omega_{同}<\omega_{近}$</td></tr>
<tr><td>v</td><td colspan="3">$v_{赤}<v_{同}<v_{近}$</td></tr>
<tr><td>$a_{向}$</td><td colspan="3">$a_{赤}<a_{同}<a_{近}$</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>32</td><td>万有引力与航天</td><td>同步卫星</td><td> 
地球同步卫星</td><td>地球同步卫星是一种重要卫星，请归纳出地球同步的特点。</td><td>地球同步卫星的特点
1. 平面：必须在赤道平面内运行，轨道与赤道平面重合
2. 周期：T=24h;
3. 高度：离地高度固定不变，$h=3.6\times10^4$km
4. 定速率：线速度大小固定不变</td></tr>
</table>

编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
33	宇宙速度	圆周运动	 图 4-14 牛顿的抛体运动示意图 甲  乙  丙	**问题 1**：地面抛出物体不落回，至少需多大发射速度？ **问题 2**：发射速度大于 7.9km/s，物体做何运动？如何使物体最终挣脱太阳引力的束缚？ ➢ 三大宇宙速度均为从地球附近（表面）所对应的发射速度。	问题 1：由 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$ 得 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$，或 $mg=m\frac{v^2}{r}$ 得 $v=\sqrt{gr}$； 问题 2：如图丙若发射速度大于 7.9km/s 且小于 11.2km/s，物体做离心运动，绕地球运行轨迹变成椭圆；速度＞11.2km/s 时，物体克服地球引力离开地球；若物体想飞到太阳系外挣脱太阳引力束缚，速度须大于 16.7km/s。 第一宇宙速度 v_1=7.9km/s 第二宇宙速度 v_2=11.2km/s 第三宇宙速度 v_3=16.7km/s
34	万有引力与航天	变轨模型		如图为卫星发射及入轨的理想模型，**从近到远**依次有近地轨道 *I*、椭圆轨道 II 和环绕圆轨道 III。卫星在 *I* 轨道**变速**进入椭圆轨道 *P* 点，后择机在 Q 点**再次变速**进入 III 号环绕圆轨道。试将卫星运行参量进行比较。	**卫星运行参量的比较** 1. **线速度**：$v_P>v_I>v_{III}>v_Q$ 2. **向心加速度**：$a_P=a_I>a_{III}=a_Q$ 3. **周期**：$T_{III}>T_{II}>T_I$ 4. **机械能**：$E_{III}>E_{II}>E_I$ 5. **同一轨道机械能**：$E_P=E_Q$ 6. **椭圆轨道**：v_P：$v_Q=r_{III}$：r_I

编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
35	静电场			如何通过左图建构静电场章节的专题复习？	静电场作为一种物质，需先对其性质加以描述。描述可从两个角度展开。 其一为力的性质，其二为能的性质。描述方式同样有两种，一是形象描述，二是定量描述。在完成对电场性质的描述之后，便可借助这些性质来阐释相关现象，解读电荷在电场中的行为表现。而对电荷行为的解释存在两个视角，其一为动力学视角，其二为功能视角。
36	静电场	静电平衡	 图 1–37 静电平衡示意图	处于静电平衡状态的导体内部没有电荷，电荷只分布在导体的外表面。如果放入静电场中的是一个空腔导体，电荷分布又有什么特点呢？	带空腔的导体静电平衡时，内表面无电荷，导体壳壁 W 内电场强度为 0，电场线只在空腔 C 外，不进入空腔，所以空腔内电场强度也为 0。将电学仪器放在封闭金属壳里，即便壳外有电场，因壳内电场强度为 0，外电场不影响壳内仪器，这种作用叫静电屏蔽。

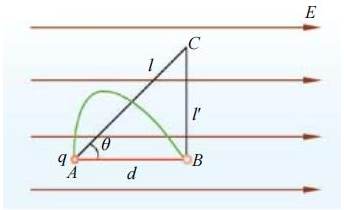
<table>
<tr><th>编号</th><th>知识点</th><th>模型</th><th>物理模型图</th><th>问题导入</th><th>演绎推理/归纳推理</th></tr>
<tr>
<td>37</td>
<td>静电场</td>
<td>静电场的性质</td>
<td> 

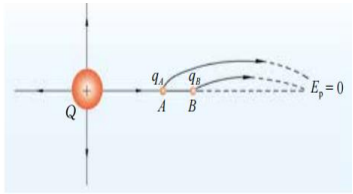
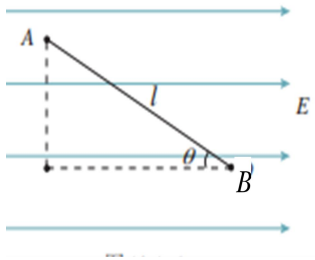
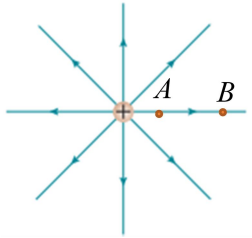
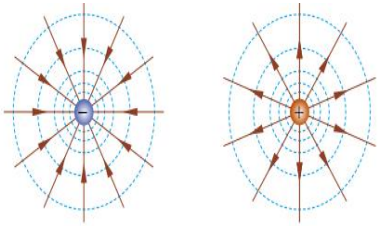
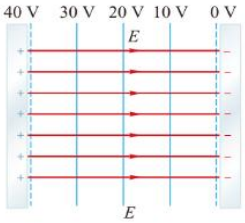
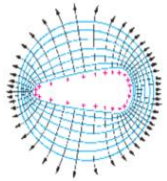
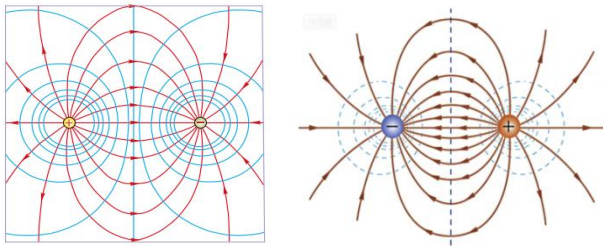
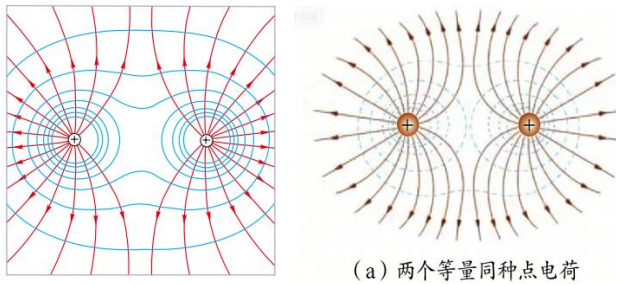
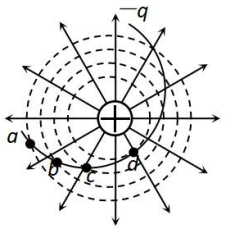
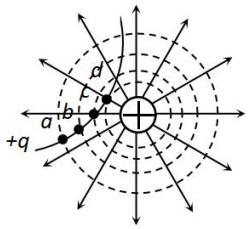
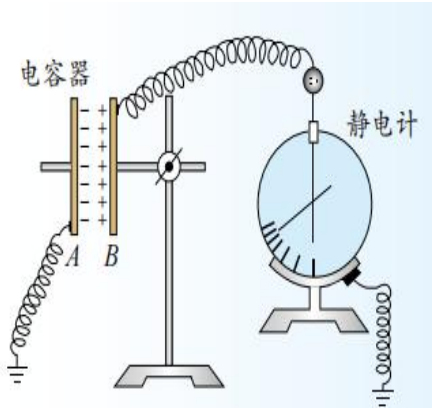
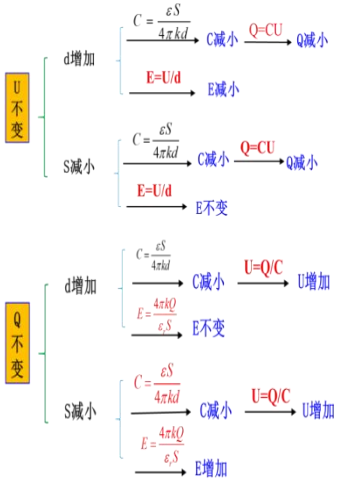
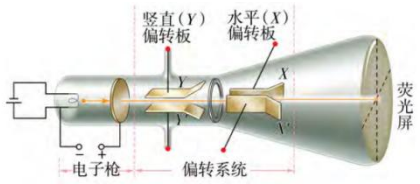
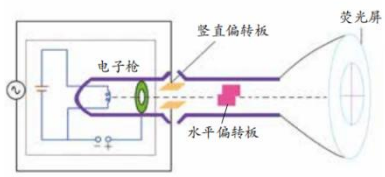
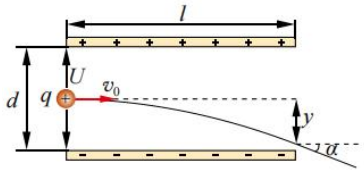
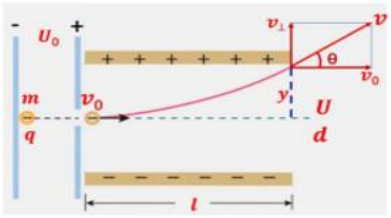
图 2-1　分析静电力做功的示意图


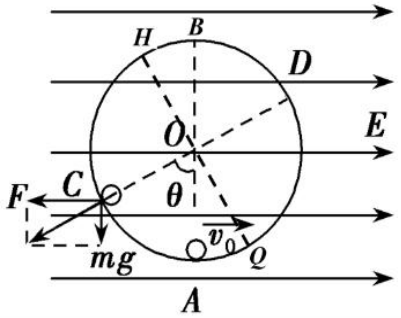
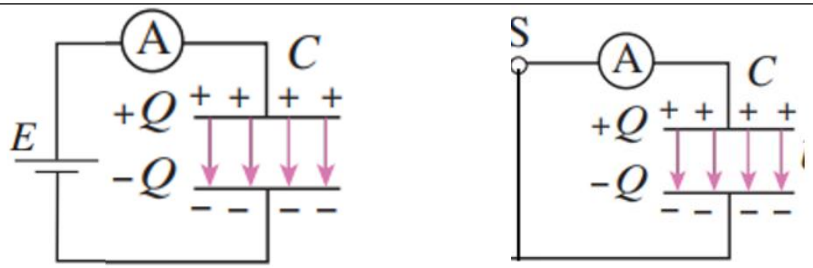
图 2-3　分析点电荷电场中电势能的示意图</td>
<td>将电荷+q 与-q 分别顺着电场线方向移动，静电力做什么功，电势如何变化？
电势的高低与电场线方向有什么关系？</td>
<td>
<table>
<tr><th>试探电荷</th><th>移动方向</th><th>W</th><th>E_p</th><th>φ</th></tr>
<tr><td rowspan="2">$+q$</td><td>$A\to B$</td><td>正功</td><td>↓</td><td>↓</td></tr>
<tr><td>$B\to A$</td><td>负功</td><td>↑</td><td>↑</td></tr>
<tr><td rowspan="2">$-q$</td><td>$A\to B$</td><td>负功</td><td>↑</td><td>↓</td></tr>
<tr><td>$B\to A$</td><td>正功</td><td>↓</td><td>↑</td></tr>
</table>
电势的高低，与试探电荷的正负无关。沿着电场线方向电势逐渐降低。
</td>
</tr>
<tr>
<td>38</td>
<td>静电场</td>
<td>功能关系</td>
<td> 

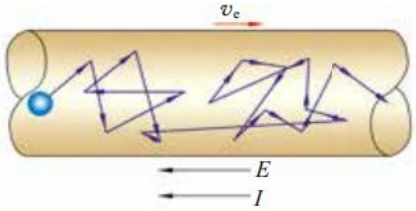
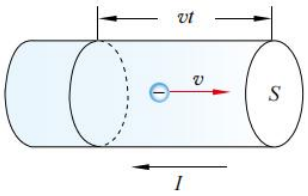
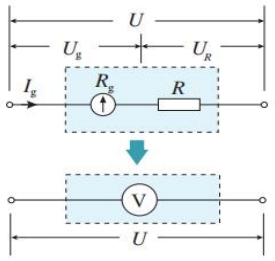
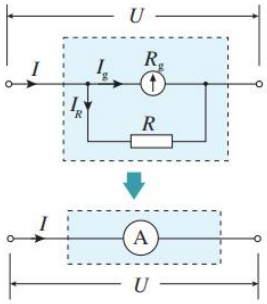

</td>
<td>当静电力做正功时，电势能如何变化？当静电力做负功时，电势能又如何变化？静电力做功与哪些力做功类似？</td>
<td>电荷从 A 到 B，静电力做功 $W_{AB}=E_{pA}-E_{pB}$，即静电力做功等于电势能减少量。若 W_{AB} 为正，$E_{pA}>E_{pB}$，表明静电力做正功，电势能减少；若 W_{AB} 为负，$E_{pA}<E_{pB}$，表明静电力做负功，电势能增加。（重力做功、弹力做功类似）</td>
</tr>
<tr>
<td>39</td>
<td>静电场</td>
<td>电场线与等势面</td>
<td> 
图 2-7　点电荷周围静电场的电场线和等势面的示意图


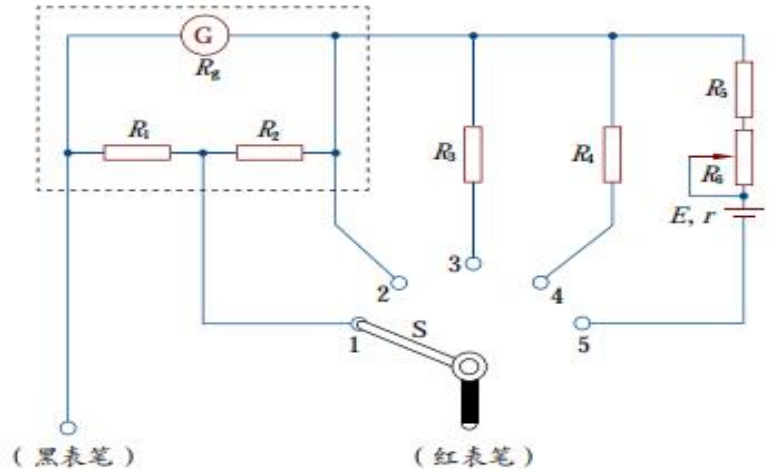
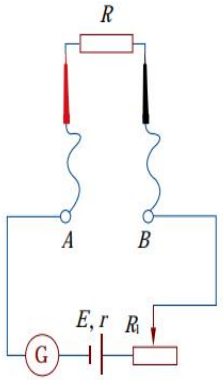
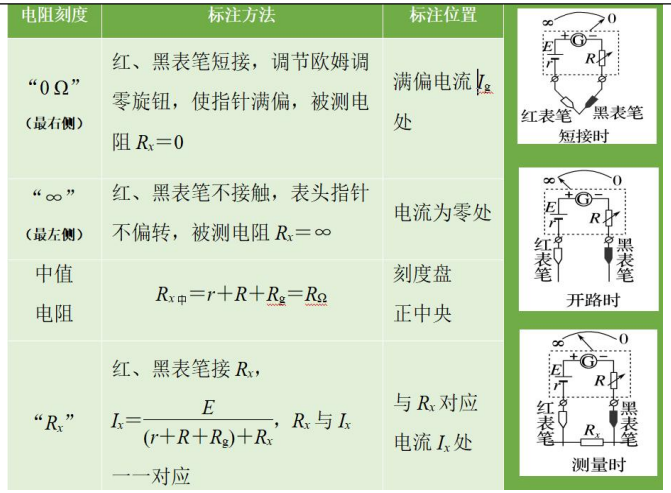
匀强电场的等势面

带电导体的等势面</td>
<td>观察等势面（蓝线）与电场线（红线），归纳等势面与电场线的特点。</td>
<td>1. 电场线密（疏）的地方，等势面（线）密（疏）
2. 同一等势面上移动电荷时，电场力不做功
3. 等势面与电场线垂直，并由高等势面指向低等势面。
4. 两个等势面不相交</td>
</tr>
</table>

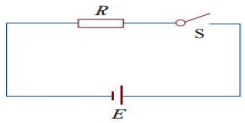
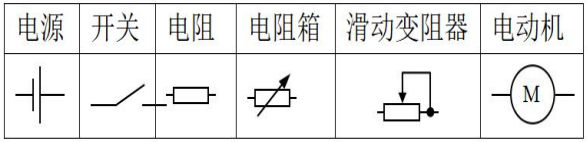
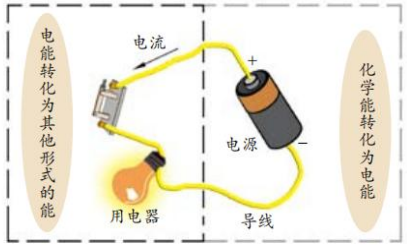
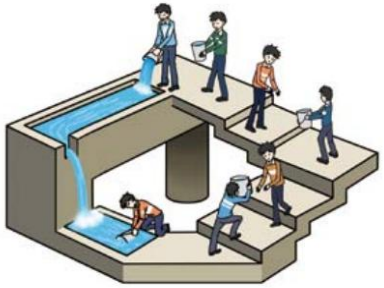
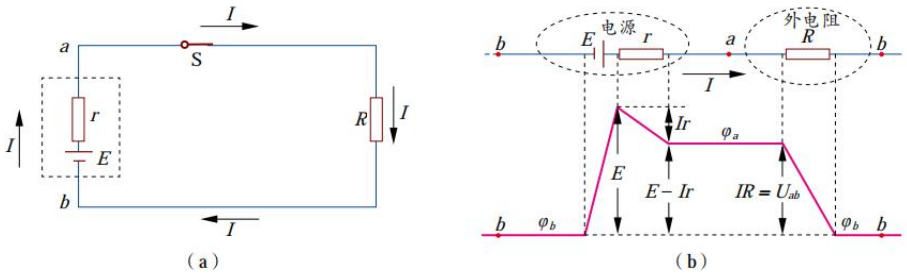
编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
40	静电场	电场线与等势面	 等量异种点电荷的电场线和等势面示意图	观察等势面（蓝线）与电场线（红线），归纳等量异种点电荷等势面与电场线的特点。	**等量异种电荷电场特点** 1.连线的中垂面电势为零（中垂面为φ=0 的等势面） 2.中垂面两侧等势面对称 3. 沿正电荷到负电荷连线等势面的电势降低 4.电场线对称
41	静电场	电场线与等势面	 （a）两个等量同种点电荷 等量同种点电荷的电场线和等势面示意图	观察等势面（蓝线）与电场线（红线），归纳等量同种点电荷等势面与电场线的特点。	**等量异种电荷电场特点** 1．沿两正电荷连线电势先降低后升高，连线上中点电势最低；在连线中垂面上中点电势最高，向两侧电势降低。 2．中垂面两侧等势面对称，都为正值。 3．电场线对称
42	静电场	电场线与等势面	 图（甲）虚线表示等间距同心圆  图（乙）虚线表示等差等势面	试比较图甲和图乙中物理量大小关系： (1)E_a、E_b、E_c、E_d； (2)φ_a、φ_b、φ_c、φ_d； (3)$\lvert W_{ab}\rvert$、$\lvert W_{bc}\rvert$、$\lvert W_{cd}\rvert$；	场强比较：$E_a<E_b<E_c<E_d$ 电势比较：$\varphi_a<\varphi_b<\varphi_c<\varphi_d$ 做功比较：$W=\bar{F}x=q\bar{E}x$（$\bar{E}$为平均电场强度），结合$\bar{E}_{ab}<\bar{E}_{bc}<\bar{E}_{cd}$，可得$\lvert W_{ab}\rvert<\lvert W_{bc}\rvert<W_{cd}\rvert$ 图乙中，$W=qU$，相邻点电势差相等，可得$\lvert W_{ab}\rvert=\lvert W_{bc}\rvert=W_{cd}\rvert$

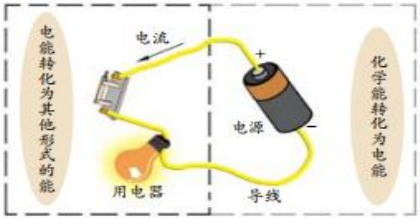
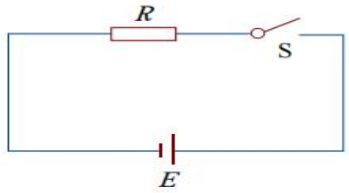
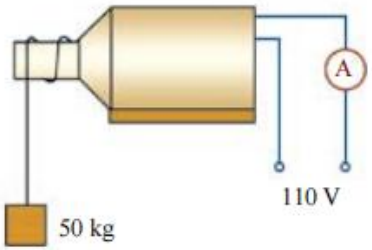
编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
43	电容器	电容器的动态平衡	 两种情况 | 电容器始终与电源相连 | 电容器充电后断开电源 电路结构 |  |  特点 | U不变 | Q不变 仅改变d | d↑→C↓→Q↓→E↓ | d↑→C↓→U↑→E不变 仅改变S | S↑→C↑→Q↑→E不变 | S↑→C↑→U↓→E↓	由 $C=\frac{Q}{U}$和 $C=\frac{\varepsilon_r S}{4\pi kd}$可知当电容器某个物理量发生变化时，会引起怎样的变化？ **推　论** 电容器充电后断开电源，电场强度与极板间的距离无关。 （尝试推导一下）	
44	带电粒子在电场中的加速与偏转	类平抛功能关系	 示波管结构示意图  图 2-19　示波管结构示意图  图 2-20　带电粒子在电场中发生偏转的示意图 	如何处理带电粒子在平行金属板的运动问题？	**动力学观点** 在匀强电场中，粒子的运动轨迹呈现为类似于平抛运动的抛物线，可采用处理平抛运动的方法**建立坐标系对速度、位移进行分解，找到物理量之间的关联**。 **功能关系** 动能定理既适用于直线运动，也适用于曲线运动，可应用于分析带电粒子在电场中的运动。

编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
45	带电体在电场中的运动	等效重力场	 情境：一竖直放置的光滑绝缘的圆轨道固定在水平向右的匀强电场中,带负电的小球沿着圆轨道做圆周运动，且圆轨道最低点 A 时的速度为 v_0，方向水平向右。 **该情境中，重力和电场力均为恒力，其合力也是恒力，做功与路径无关，合力大小$mg_{等}=\sqrt{(mg)^2+(qE)^2}$，$g_{等}=\frac{\sqrt{(mg)^2+(qE)^2}}{m}$对应的加速度称为“等效重力加速度”。**	**问题(a)：**将重力和电场力等效为一个力，等效后的圆周运动的最高点和最低点如何确定？ **问题(b)：**物体做完整圆周运动需满足什么条件？	**问题(a)分析：**沿等效重力场的方向看，圆轨道的直径一个端点（图中 D 点）是“等效最高点”；另一个端点（图中 C 点）是“等效最低点”。 **问题(b)分析：** 物体只有通过等效最高点才能做完整的圆周运动，本题情景为无支撑模型，能过等效最高点的条件是最高点处速度$v_D\geq\sqrt{g_{等}R}$。若为有支撑模型，能过等效最高点的条件是最高点处速度$v_D\geq0$。
46	恒定电流	电容器		电容器的电容为 C，求充放电过程中某时刻的电流及充放电过程的平均电流？	取极短的时间Δt，则 $I=\frac{q}{\Delta t}=\frac{\Delta Q}{\Delta t}=\frac{C\Delta U}{\Delta t}$; 平均电流：$I=\frac{Q}{t}=\frac{CU}{t}$

编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
47	恒定电流	电流的微观表述	 图 3-2　电流与电子运动的示意图  图 3-4　分析电子定向移动与电流的示意图	问题 1：设导体的横截面积为 S，自由电子数密度（单位体积内的自由电子数）为 n，自由电子定向移动的平均速率为 v，求电流的大小？ 问题 2：电流还有哪些表达式？	取一段长为 vt，横截面为 S 的柱体，时间 t 内通过某一横截面的自由电子数 $N=nsvt$ 则时间内通过横截面的电荷量电流 $q=nesvt$， 电流 $I = neSv$ 电流的表达式： 电流 $I = neSv$（微观表达式） 电流 $I=\frac{q}{t}$（比值定义式） 电流 $I=\frac{E}{R+r}$（闭合电路欧姆定律）
48	电路	电表改装	 改装电压表  改装电流表	从电路的角度看，表头Ⓖ就是一个电阻，已知表头的电阻 R_g，满偏电流 I_g。简述如何将小量程的表头改装成量程为 U 的电压表和量程为 I 的电流表？	**改装电压表的方法** 串联一个 $R=\frac{U}{I_g}-R_g$ 的电阻 结论：$R_{串}$=_____ **改装电流表的方法** 并联一个 $R=\frac{I_gR_g}{I-I_g}$ 的电阻 结论：$R_{并}$=_____

编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
49	多用电表的构造	电表改装	 图 4-17　多用电表原理示意图	观察多用电表的电路简图，思考： 问题 1：判断 5 个端口的功能。 问题 2：测量电阻，电流从哪个表笔流出多用电表？测量电路电压和电流，外界电流从哪个表笔流入多用电表？	**问题 1：**选择开关拨至触点“1”或“2”，可构成不同量程的电流表，“1”的量程大于“2”的；选择开关拨至触点“3”或“4”，可构成不同量程的电压表；若将选择开关拨至触点“5”，可构成欧姆表。 **问题 2：**测量电阻时，电流从黑表笔流出多用电表，从红表笔流入多用电表。测量电路电压和电流时，外界电流从红表笔通过转换开关 S 流入多用电表。（红进黑出）
50	多用电表的构造	闭合电路欧姆定律	 图 4-11　欧姆表测量电阻电路图 	**问题 1：**通过简图，标注出电阻为 0、∞以及中值电阻所对应的刻度 **问题 2：**欧姆表内部电池使用较长时间后，电动势下降，内阻增大，会影响测量电阻吗？	**问题 1：**左侧示意图已标注。 **问题 2：**电池电动势下降，接入被测电阻时电流减小、指针左偏，因欧姆表刻度左大右小，所以电阻测量值偏大。电池内阻变化时，测量前进行欧姆调零，调节调零电阻使欧姆表内阻不变，测量电阻时电流不变、读数不变，不会产生误差。

编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
51	电路的结构	闭合电路	 图 4-1　闭合电路示意图 	一个完整的电路由哪些部分组成？	电源内部的电路是内电路。导线和用电器组成外电路。内电路连接外电路构成了闭合电路。常见电路元器件如左图所示。
52	电路的结构	功能关系	 图 4-3　内、外电路中能量转化示意图  图 4-4　人工瀑布的能量转化模拟	从能量转化的角度来看电源有何作用。	在外电路中，电场力对电荷做正功，电势能减少。要维持电荷不断运动，电源内部须有非静电力将正电荷从负极搬移到正极，此过程非静电力对电荷做功，电荷电势能增加。从能量转化看，**电源是通过非静电力做功将其他形式能转化为电势能的装置。**
53	电路的结构	功能关系	 图 4-6　闭合电路内、外电路的电势升降示意图	请描述闭合电路内、外电路的电势升降。	在外电路，电流从高电势 a 经外电阻 R 流向低电势 b 点。电阻 R 上有电势降落，此电势差为外电压 $U_{外}$；同理，内阻 r 上也有电势降落，电势差为内电压 $U_{内}$。电源内部从负极到正极电势升高，升高的电势等于电源电动势 E。在闭合回路中，内外电路电势降落 $U_{外}+U_{内}$等于电源内部电势升高，即：$E=U_{外}+U_{内}$

编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
54	电路的结构	功能关系	 图 4-3　内、外电路中能量转化示意图  图 4-1　闭合电路示意图	从能量守恒的角度推导闭合电路欧姆定律。 推导时需注意它们各自适用条件。 $W=I^2Rt$ 式仅适用于纯电阻电路，$W=Eq$（E：电动势）可以适用于纯电阻或非纯电阻（比如外电路中包含电动机等）一切电路。	**闭合电路中的能量转化** (1)时间 t 内电源输出的电能(等于非静电力做功的大小)为 $W=Eq$（E：电动势）$=\underline{EIt}$. (2)在时间 t 内，外电路转化的内能为 $Q_{外}=I^2Rt$，内电路转化的内能为 $Q_{内}=I^2rt$。 (3)根据能量守恒定律，非静电力做的功 $W=Q_{外}+Q_{内}$，即 $EIt=I^2Rt+I^2rt$，可得电流与电动势、内阻和外电阻的关系 $E=IR+Ir$。
55	纯电阻与非纯电阻电路	功能关系	 图 3-18　直流电动机提升货物示意图 教材原题：一台直流电动机所加电压为 110 V.通过的电流为 5A。若该电动机在 10s 内把一个质量为 50 kg 的物体匀速提高了 9m，求电动机的电功率和电动机线圈的电阻。(不计摩擦，取重力加速度 g=10m/s^2)	问题 1：电动机正常工作时，电能转化成哪些能量？消耗的电能与电动机产生的热量有何关系？消耗的电功率与热功率有何关系？通过的电动机的电流 I 与$\frac{U}{R}$有何关系？ 问题 2：若电动机不转动时又如何呢？	问题 1：正常工作时，电能主要转化为机械能，还有一部分电能转化为内能； $W=UIt=Q+E_{机}=I^2Rt+E_{机}$ ； $P_{电}=UI=P_{热}+P_{机}=I^2R+P_{机}$；对比发现$I<\frac{U}{R}$，这样的电路称为非纯电阻电路 问题 2：电动机不转动时，消耗的电能全部转化为内能，视为纯电阻电路：$R=\frac{U}{I}$ $P_{热}=\frac{Q}{t}=I^2R=P_{电}=UI$；

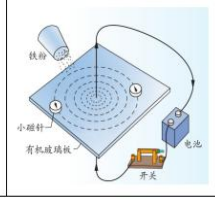
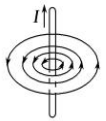
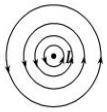
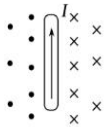
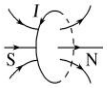
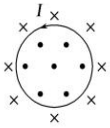
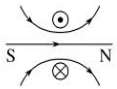
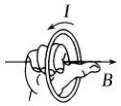
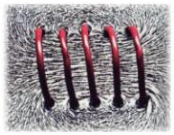
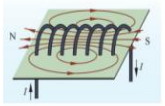
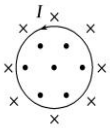
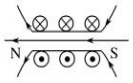
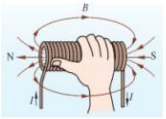
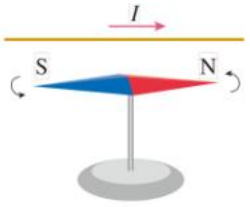
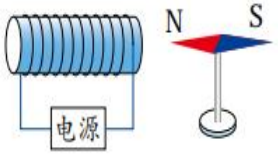
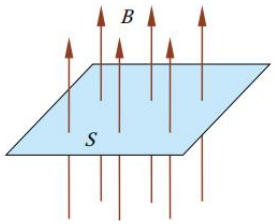
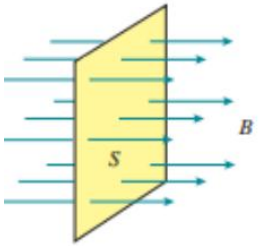
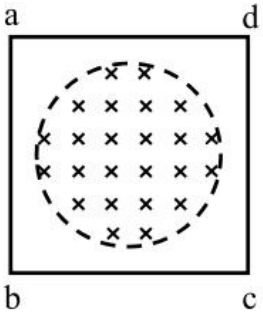
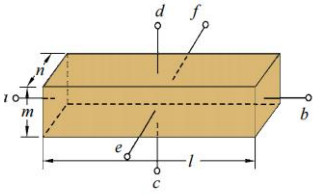
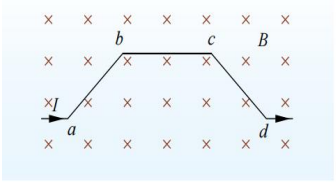
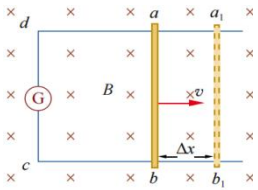
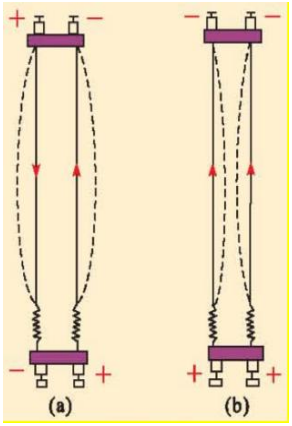
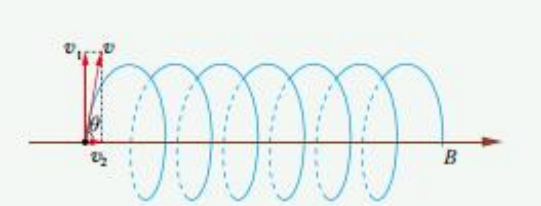
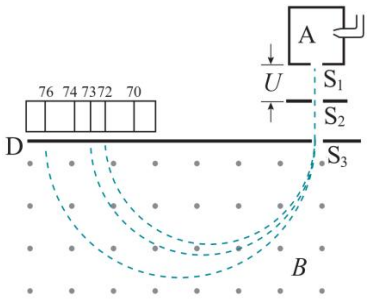
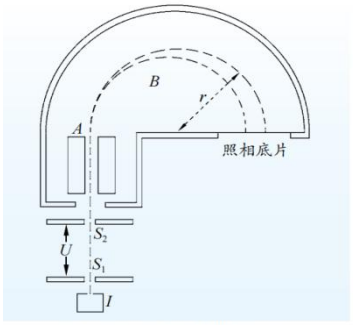
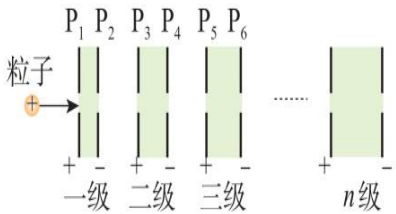
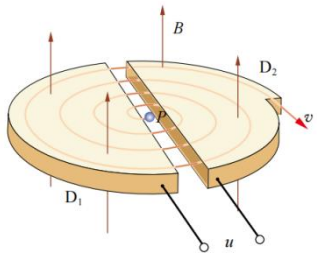
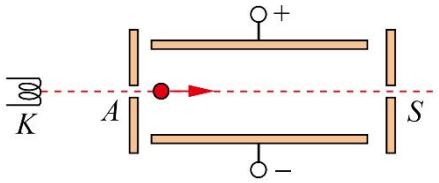
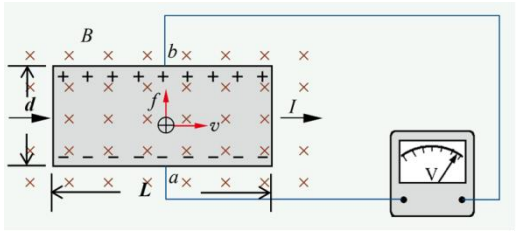
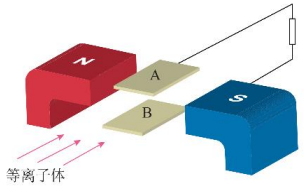
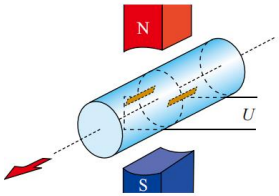
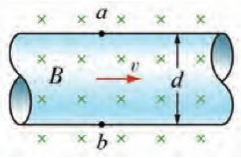
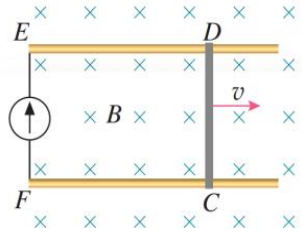
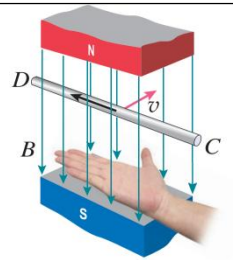
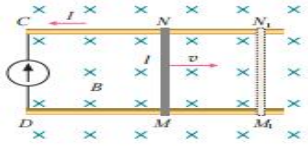
<table>
<tr><th>编号</th><th>知识点</th><th>模型</th><th>物理模型图</th><th>问题导入</th><th>演绎推理/归纳推理</th></tr>
<tr>
<td>56</td>
<td>磁场方向的判断</td>
<td>右手螺旋定则</td>
<td>
<table>
<tr><td>电流</td><td>实物图</td><td>立体图</td><td>横截面图</td><td>纵截面图</td><td>安培定则</td></tr>
<tr><td>通电直导线</td><td>  </td><td>  </td><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td colspan="6">以导线上任意点为圆心的多组同心圆，越向外越稀疏，磁场越弱</td></tr>
<tr><td>环形电流</td><td>  </td><td>  </td><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td colspan="6">内部磁场比环外强，磁感线越向外越稀疏</td></tr>
<tr><td>通电螺线管</td><td>  </td><td>  </td><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
</table>
</td>
<td>
电流产生的磁场方向判断
可以用安培定则（右手螺旋定则）判断。
通电直导线
右手握导线，伸直拇指指向电流方向，弯曲四指指向为磁感线环绕方向。
环形电流或通电螺线管
右手弯曲四指与电流方向一致，伸直拇指指向就是磁场的方向。
</td>
</tr>
<tr>
<td>57</td>
<td>磁场方向的判断</td>
<td>右手螺旋定则</td>
<td>

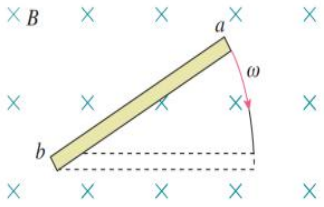
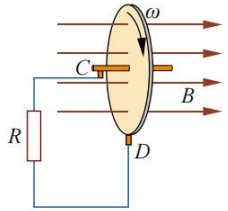
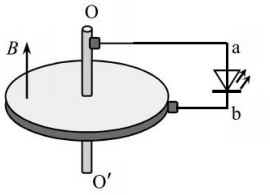
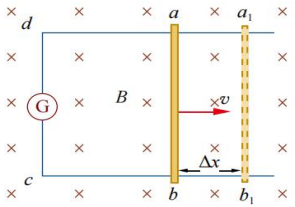
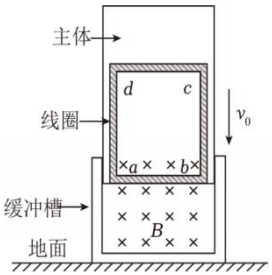
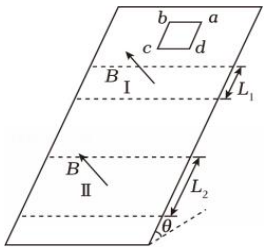
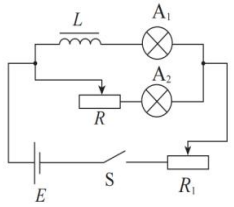
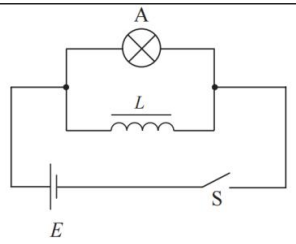
图 5-2　电流使磁针发生偏转

通电导线使小磁针偏转

</td>
<td>如何通过小磁针来判断磁场的方向</td>
<td>物理学中规定，小磁针静止时 N 极所指方向为该点磁场方向。</td>
</tr>
</table>

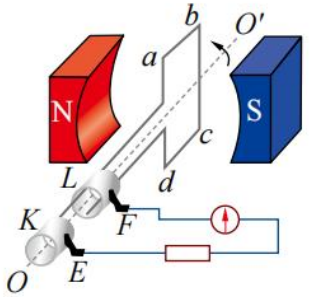
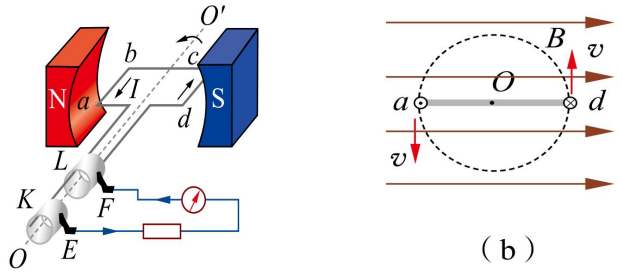
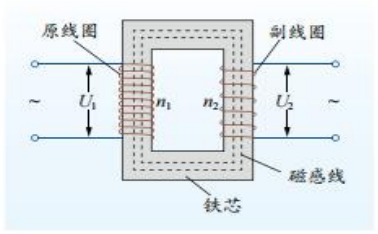
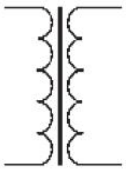
编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
58	磁通量	磁通量的计算	 图 5-20　面积为 S 的平面与磁场方向垂直的示意图  磁通量 	什么是磁通量，如何计算磁通量？	在磁感应强度为 B 的匀强磁场中，有一与磁场方向**垂直**的平面，面积为 S，把 B 与 S 的乘积叫作穿过这个面积**磁通量**）。用字母Φ表示磁通量，则$\Phi=BS$。
59	安培力	公式的意义	 图 3-9　计算长方体铜柱电阻的示意图  图 1-5　导线位于匀强磁场示意图  图 2-10　导线切割磁感线	如左图所示，电阻定律、安培力以及动生切割的电动势中均有 l，如何区分？	$R=\rho\frac{l}{S}$（l:电流方向的导体长度） F=IlB（l:磁场中电流流入与流出端之间的导体长度） $E=Blv$（l: 同时垂直于速度、磁场方向的导体长度）
60	安培力	电流之间的作用力	 图 1-3　实验装置图 	根据安培定则和左手定则，分析在什么情况下这两根平行直导线会相互吸引，什么情况下这两根平行直导线会相互排斥？	电流：**同向相吸，反向相斥** 本质：两根导体棒之间的安培力满足牛顿第三定律，即大小相等（$F_1=F_2$）、方向相反。是牛顿第三定律在电磁学中的体现。

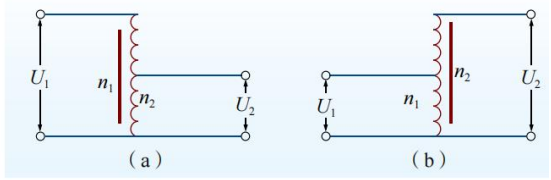
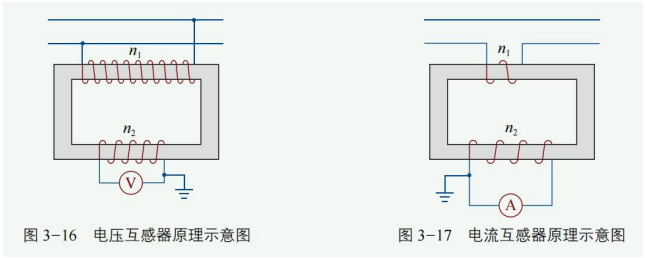
编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
61	粒子在磁场中的运动	运动的合成分解	 图 1-20　分析带电粒子做螺旋形运动示意图	请描述带电粒子斜射入匀强磁场时的运动情况	带电粒子以某一角度θ斜射入匀强磁场，在垂直于磁场的方向上以分速度 v_1 做匀速圆周运动，在平行于磁场的方向上以分速度 v_2 做匀速直线运动，因此粒子沿着磁感线方向做螺旋形运动。
62	质谱仪	粒子在复合场中的运动	  图 1-25　质谱仪原理示意图	请描述质谱仪的工作原理	电场：做匀加速直线运动； $qU=\frac{1}{2}mv^2$，得 $v=\sqrt{\frac{2qU}{m}}$， 磁场：做匀速圆周运动 $qvB=m\frac{v^2}{r}$，联立得 $r=\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2qU}{m}}$ 从离子打在底片上的位置可以测出圆周的半径 r，进而可以算出离子的比荷$\frac{q}{m}$
63	回旋加速器	粒子在复合场中的运动	  图 1-26　回旋加速器原理示意图	**回旋加速器工作原理（25 课标修订为定性了解）** 粒子从 A 点溢出，经电场加速进入磁场，经过半个圆周到两盒缝隙，此时控制电压改变方向，粒子经盒缝再次加速。粒子做圆周运动时多次经过盒缝，两盒间电压多次改变方向，粒子速度增至最大。所以，高频电源频率等于粒子在磁场中的运动频率。 根据$R=\frac{mv_m}{qB}$，$E_{km}=\frac{1}{2}mv_{\mathrm{m}}^2$可得$E_{km}=\frac{q^2B^2R^2}{2m}$。可见，要提高加速粒子的动能，应尽可能地增大磁感应强度 B 和 D 形盒的半径 R 。	

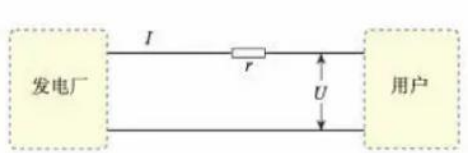
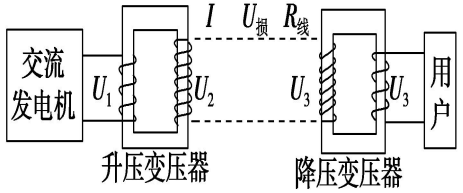
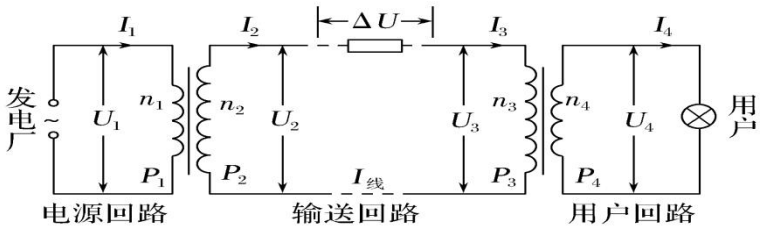
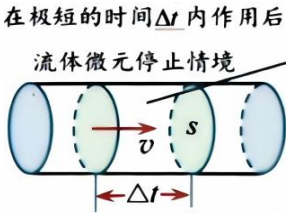
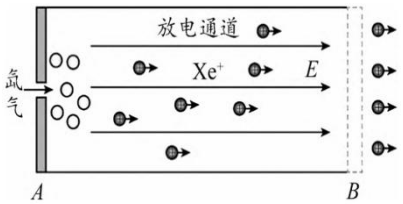
编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
64	速度选择器	粒子在复合场中的运动	 速度选择器示意图如图所示。K 为电子枪，电子枪沿 KA 方向射出的电子束中电子的速率大小不一，只有一定速率的电子能沿直线前进通过小孔 S。设两板间的电压为 U，间距为 d，磁场的磁感应强度为 B，方向垂直于电场。	**问题 1：**判断磁场的方向 **问题 2:**速率为多大的电子能通过小孔 S **问题 3:**如果粒子带正电，是否需要改变磁场或电场的方向？通过小孔的粒子速率与问题 2 中的电子速率有无不同?	**问题 1：由**左手定则，磁场垂直于纸面向里。 **问题 2:**由平衡条件 $e\frac{U}{d}=evB$，可得 $v=\frac{U}{Bd}$。 **问题 3**:不需改变，洛伦兹力与电场力反向对调，该粒子的速率大小没有变化。
65	霍尔效应	粒子在复合场中的运动	 如图，处于均匀磁场中的一段载流导体（长宽高分别为 L、d、l），已知电流的方向向右，故正的自由电荷向右运动，而负的自由电荷向左运动，每种电荷受洛伦兹力作用都将朝导体的上表面偏转。在导体内就会形成一电场（霍尔电场），这种现象称为霍尔效应。	**问题 1：**导体哪个表面的电势高？ **问题 2：**霍尔电压与哪些因素有关？	**问题 1：**若载流子是正电荷，上表面电势高；若载流子是负电荷，下表面电势高。 **问题 2：**当电压表稳定时有 $qE_H=qvB$，电流微观表达式 $I=nqldv$，可得：$U_H=\frac{BI}{nql}=R_H\cdot\frac{BI}{l}$，$R_H$为霍尔系数，$l$ 为磁场方向的长度。
66	磁流体发电机	粒子在复合场中运动	 磁流体发电装置如图所示，平行金属板 A、B 间距为 d，其间有一很强的磁场，喷入等离子体（高温电离气体，含大量正、负带电粒子）后，A、B 两板间产生电压，连接用电器后，A、B 成为直流电源的两个电极。	**问题 1：**哪个板是正极？ **问题 2：**若板间磁场按匀强磁场处理，磁感应强度为 B，等离子体以速度 v 垂直于磁场方向射入，则发电机电动势多大？	**问题 1：**B 板是电源正极 **问题 2：**达到稳定状态时，根据受力平衡有 $$q\frac{U}{d}=qvB$$ 可得：$U=dvB$，即为发电机的电动势。

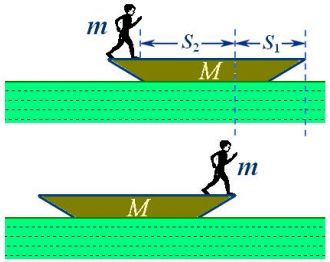
编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
67	电磁流量计	粒子在复合场中的运动	 图 1-28　电磁流量计原理示意图  如图是电磁流量计测量血管中血液流速的示意图，使血管处于磁感应强度为 B 的匀强磁场中，测得血管两侧电压为 U．已知血管的直径为 d，假定血管中各处液体的流速 v 相同，忽略重力影响。	**问题 1**：管壁上点 a 和点 b，哪一点的电势高？ **问题 2**：试求血管中血液的流速.	**问题 1 分析**：根据左手定则，血液正粒子向上偏转，负粒子向下偏转，则 a 点电势高。 **问题 2 分析**：当 ab 两点之间电压(可用电压表测)稳定时，即带电粒子受力平衡时，有 $q\frac{U}{d}=qvB$，可得 $v=\frac{U}{Bd}$。
68	电磁感应	感应电流的方向	 图2.1-7　判定感应电流的方向  图 2.1-8　右手定则	请用楞次定律和右手定则两种方法来判断左图感应电流的方向	**方法 1：楞次定律** 1．确定闭合回路（CDEF） 2．判断磁通量变化（增加） 3．判断感应电流产生的磁场方向（增反减同：打点） 4．判断感应电流的方向（右手螺旋定则：逆时针） **方法 2：右手定则（左图）**
69	电磁感应	感应电动势的计算	 图 2.2-2　计算导线切割磁感线时的感应电动势 如图，把矩形线框 $CDMN$ 放在磁感应强度为B 的匀强磁场里，线框平面与 B 垂直。置于线框上的导体棒MN（长度为l）以速度 v 向右运动。	问题：如何计算回路中产生的感应电动势的大小？	在 Δt 时间内，由 MN 移到 M_1N_1。这个过程线框的面积变化量是 $S = lv\Delta t$，穿过闭合电路的磁通量的变化量 $\Phi = B\Delta S = Blv\Delta t$，由 $E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=n\frac{Bl\Delta x}{\Delta t}$，得 $E=Blv$

编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
70	电磁感应	感应电动势的计算	   一长为*l*的导体棒在磁感应强度为*B*的匀强磁场中绕其一端以角速度ω在垂直于磁场的平面内匀速转动。	此时，*ab* 两端产生的感应电动势如何计算呢？	导体棒 *ab* 匀速转动，产生的感应电动势 方法①： $E=B\bar{l}\bar{v}=Bl\frac{0+l\omega}{2}=\frac{1}{2}Bl^2\omega$ 方法②：$E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=n\frac{B\Delta S}{\Delta t}$ $\Delta S=\frac{1}{2}l^2\omega\Delta t$，$E=\frac{1}{2}Bl^2\omega$
71	电磁感应	单棒/线框模型	 图 2−10　导线切割磁感线示意图  	请结合左图，分析安培力与速度之间的关系以及安培力作用下的功能关系及系统产生的电量	感应电动势 $E=Blv$ 感应电流 $I=\frac{E}{R+r}$ 安培力 $F=ILB=\frac{B^2l^2v}{R+r}$ 安培力做功 $W=E_{电}=Q$ 系统产生电荷量 $q=It=\frac{\Delta\Phi}{R+r}$
72	电磁感应	自感现象	 图2.4−1　开关闭合时观察灯泡的亮度变化  图2.4−3　开关断开时观察灯泡的亮度	请描述左侧两张图片的现象及原因。	①图 2-4-1 中的灯泡 A_2 会变先亮，A_1 逐渐变亮。 原因：开关闭合，线圈 *L* 产生感应电动势阻碍电流增大，稳定后 L 相当于导线 ②图 2-4-3 中的灯泡 A 不会立即熄灭，会慢慢熄灭。 原因：断开瞬间。线圈 *L* 产生电动势阻碍电流减小。

编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
73	交变电流	动生切割	 图 3-8　矩形线圈在磁场中绕轴转动示意图	1. 请简述交变电流产生，并判断出感应电流的方向，结合图 3-8 推导出感应电动势的瞬时表达式。 2. 说明线圈通过中性面的特点。	对于单匝线圈：$e=BS\omega\sin\omega t$ 对于 n 匝线圈：$e=nBS\omega\sin\omega t$ 与磁场方向垂直的平面称为中性面.“中性面”及其特点： **①线圈平面与中性面重合时，$S\perp B$，Φ最大，$e=0$，$i=0$，电流方向改变；** **②线圈通过中性面时，电流方向发生改变，一个周期内线圈两次通过中性面，因此电流的方向改变两次。**
74	交变电流	动生切割	 （b）	结合左图判断出感应电流的方向，并结合图（b）推导出感应电动势的瞬时表达式并说明线圈通过平行面的特点。	对于单匝线圈：$e=BS\omega\cos\omega t$ 对于 n 匝线圈：$e=nBS\omega\cos\omega t$ 与磁场方向平行的平面称为平行面.“平行面”及其特点： **线圈平面与磁场平行时，$S/\!/B$，$\Phi=0$，e 最大，i 最大，电流方向不改变。**
75	交变电流	法拉第电磁感应定律	 图 3-15　变压器的工作原理示意图  图形符号	描述变压器的工作原理，并尝试梳理出理想变压器中原副线圈电压、电流、功率之间的定性、定量关系	理想变压器的特点： 无磁漏无铜损（无能量损失） **电压：$\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$（$U_1$ 决定 U_2）** **电流：$\frac{I_1}{I_2}=\frac{n_2}{n_1}$（$I_2$ 决定 I_1）** **功率：$P_1=P_2$（P_2 决定 P_1）**

编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
76	交变电流	自耦变压器	 图 3-20　自耦变压器原理示意图 自耦变压器是只有 1 个绕组的变压器，教材中有两种自耦变压器，哪种起升压作用，哪种起降压作用？为什么？	自耦变压器只有 1 个线圈，故原线圈和副线圈共用同一个线圈，每匝线圈产生的电动势 $E=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 相同，故理想变压器的原、副线圈的输入、输出电压和匝数的关系式即$\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$对自耦变压器仍然成立。 将整个线圈作原线圈（$a$），则 $n_1<n_2$ 为降压变压器; 将整个线圈作副线圈（b），则 $n_2>n_1$ 为升压变压器。	
77	交变电流	互感器	 图 3-16　电压互感器原理示意图　　图 3-17　电流互感器原理示意图 （a）　　（b） 互感器也是一种变压器，一般用于测量高电压和大电流。图中两个互感器分别起什么作用？在副线圈一边（圆形框里）应该分别接什么电表？	**两种互感变压器** 一种是电压互感器，把高电压变成低电压，它的原线圈并联在高压电路中，副线圈接入交流电压表 V，如图（3-16）； 一种是电流互感器，把大电流变成小电流，它的原线圈串联在高压电路中，副线圈接入交流电流表 A，如图（3-17）。 根据测得的数值，利用已知的电压比或电流比即可计算出原线圈中的电压或电流。	
78	远距离输电	功能关系	 图 3-25　变电站  	我国很多发电厂建在能源聚集的西部地区，而用电量大的城市多在东部沿海地区。从发电厂到用电量大的区域的远距离输电中，如何减少电能的损耗？	因输电线有电阻，电流流过时部分电能转化为电热损失，这是电能损失的原因。 由 $Q=I^2Rt$ 知，要减小 Q，降低输电损耗的两个途径： ①减少导线电阻 r。 ②减小输电线中的电流 I。

编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
79	远距离输电	功能关系	 图3.4-2 输电电路图 	对比两种输电方式，简述采用高压直流输电的原因。	输送一定功率电能，输电电压越高，输电线中电流越小，导线因发热而损耗的电能越少，线路上能量损失越少。
80	远距离输电	功能关系/电路	 某发电站向远处送电的示意图如图所示，其中各部分的物理量已在图上标注，在这个电路中包括三个回路。 (1)结合闭合电路的知识，分别分析三个回路中各物理量之间的关系(发电机内阻，n_1、n_2、n_3、n_4线圈的电阻均忽略不计)。 (2)若两个变压器均为理想变压器，则每个变压器中电流、电压、功率有何关系？	(1)功率关系：$P_1=P_2$，$P_2=\Delta P+P_3$，$P_3=P_4$. (2)电压关系：$\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$，$U_2=\Delta U+U_3$，$\frac{U_3}{U_4}=\frac{n_3}{n_4}$. (3)电流关系：$\frac{I_1}{I_2}=\frac{n_2}{n_1}$，$I_2=I_{线}=I_3$，$\frac{I_3}{I_4}=\frac{n_4}{n_3}$. (4)输电电流：$I_{线}=\frac{P_2}{U_2}=\frac{P_3}{U_3}=\frac{\Delta U}{R_{线}}$. (5)输电线上损耗的电功率： $\Delta P=P_2-P_3=I_{线}^2R_{线}=\frac{(\Delta U)^2}{R_{线}}=\Delta U\cdot I_{线}$. (6)输电线上的电压损失： $\Delta U=I_{线}R_{线}=U_2-U_3$. (7)输电效率$\eta=\frac{P_3}{P_2}\times 100\%$.	
81	求平均作用力	流体模型	 	简述“流体模型”的特点及处理方法。	特点：对象为液体（水）、气体（风）、大量离子等。 处理方法： 1. 确定对象：Δt内的流体 2. 建立“柱体”模型 3. 求解柱体质量Δm 4. 运用动量定理

<table>
<tr><th>编号</th><th>知识点</th><th>模型</th><th>物理模型图</th><th>问题导入</th><th>演绎推理/归纳推理</th></tr>
<tr><td>82</td><td>动量守恒定律</td><td>人船模型</td><td> 

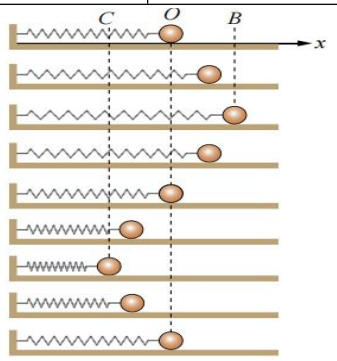
简述人船模型的特点</td><td colspan="2">对人、船系统（$v=0$），由于动量守恒，任一时刻系统的总动量为零，即：$m_1v_1=m_2v_2$ 的形式(v_1、v_2 为人、船的瞬时速率)，表明任意时刻的瞬时速率都与各物体的质量成反比. 所以全过程的平均速度也与质量成反比. 进而可得两物体的位移大小与各物体的质量成反比，即$\frac{x_1}{x_2}=\frac{m_2}{m_1}$。
核心：在草图中找到对应的速度关系与位移关系</td></tr>
<tr><td>83</td><td>弹簧振子</td><td>简谐运动</td><td>表2-1　小球简谐运动情况记录表
<table>
<tr><td>小球位置</td><td>$O\rightarrow B$</td><td>$B\rightarrow O$</td><td>$O\rightarrow C$</td><td>$C\rightarrow O$</td></tr>
<tr><td>位移 x</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>回复力 F</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>加速度 a</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>速度 v</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>动能 E_k</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>弹性势能 E_p</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>


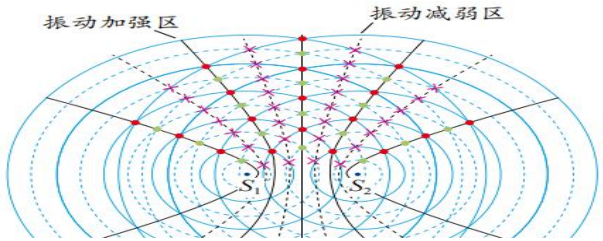
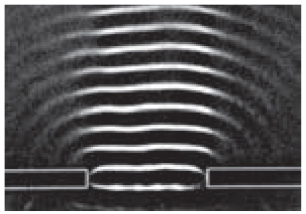
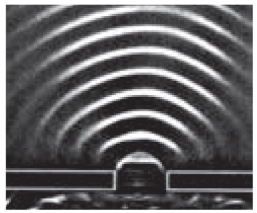
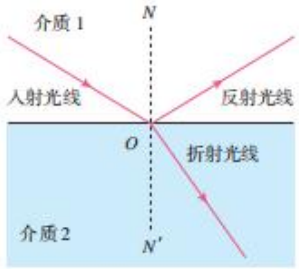
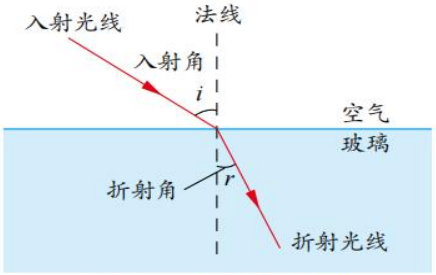
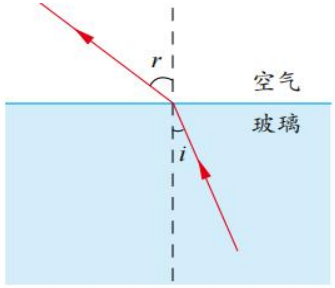
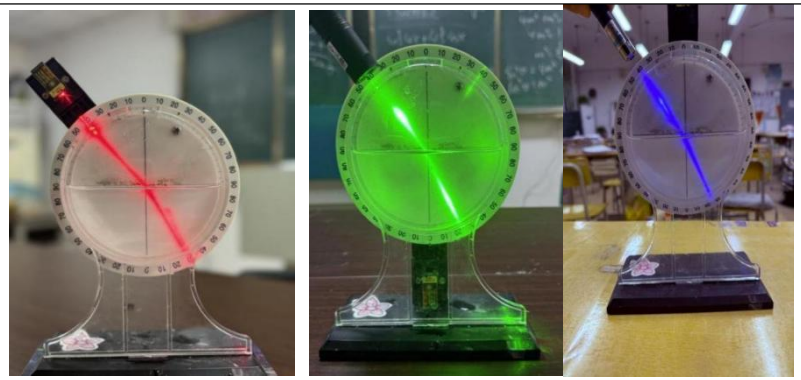
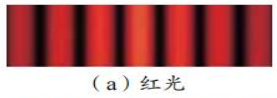
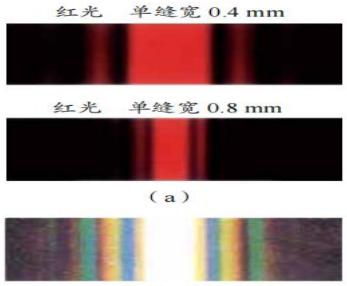
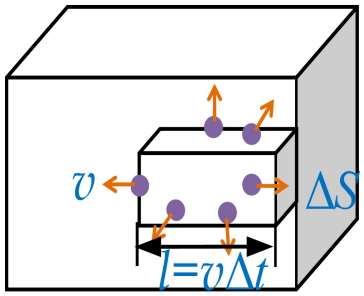
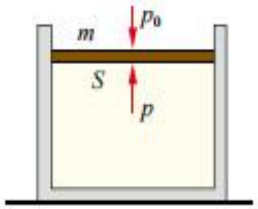
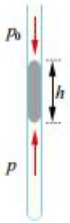
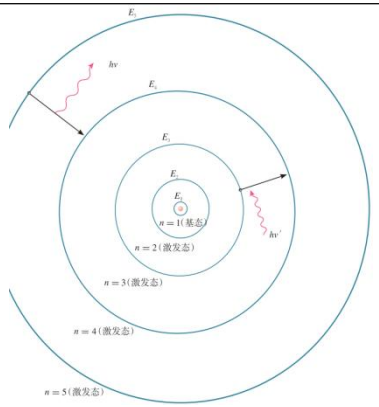
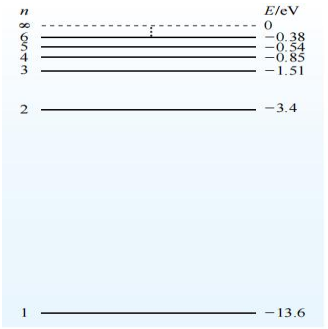
图 2-5　小球简谐运动示意图</td><td colspan="2">完成左图表格，结合简谐运动的情况能得到什么结论？
1. 位移、回复力、加速度、弹性势能的变化均一致。
2. 以弹簧振子为系统，物体的动能与弹簧的弹性势能相互转化，机械能守恒
3. 回复力（加速度 a）始终与位移反向
✶位移指的是质点偏离平衡位置的距离(平衡位置：$x=0$)</td></tr>
<tr><td>84</td><td>波的干涉</td><td></td><td> 
图 3-31　水波的干涉图样
 

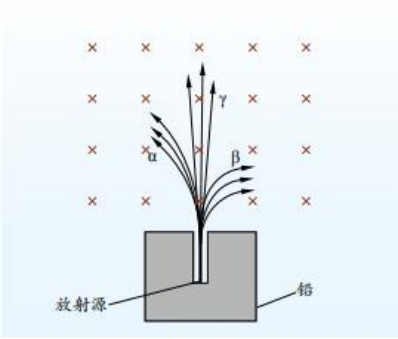
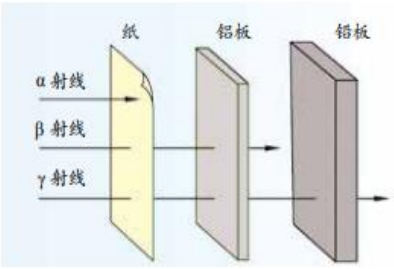
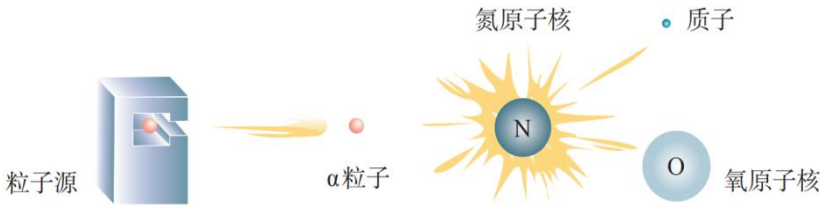
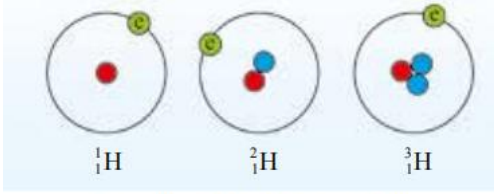
图 3-32　波的干涉示意图</td><td colspan="2">如何判断干涉中的加强区与减弱区？干涉的条件是什么
条件：频率和振动方向相同
方法 1：图样法
峰峰谷谷为加强；
峰谷相遇为减弱；
方法 1：路程差法
$\Delta x=n\lambda$（加强区）
$\Delta x=\frac{(2n+1)}{2}\lambda$（减弱区）</td></tr>
</table>

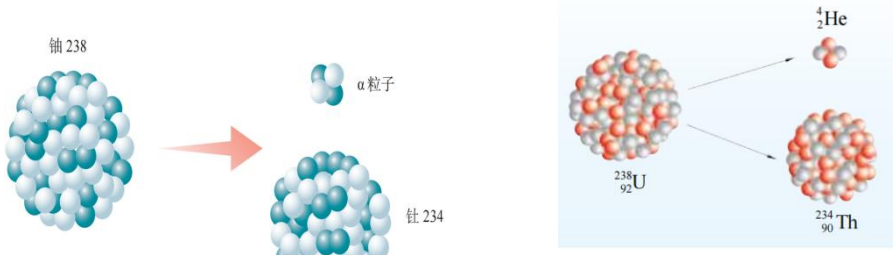
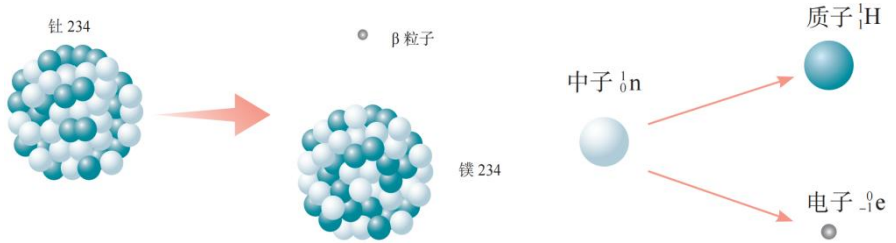
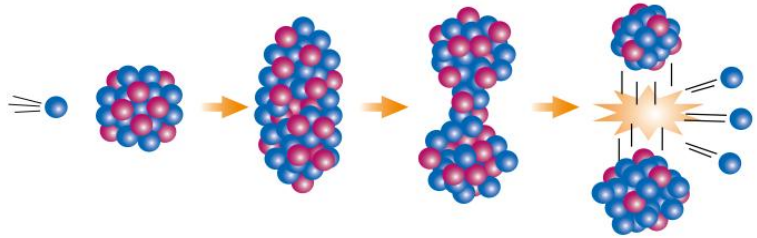
编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
85	波的衍射		 甲  乙 波长一定的水波通过宽度不同的狭缝	结合左图，分析发射明显衍射现象的条件是什么？	实验表明:只有缝、孔的宽度或障碍物的尺寸跟波长相差不多，或者比波长更小时，才能观察到明显的衍射。即 $d \leqslant \lambda$ 为明显衍射的条件。
86	光学	光路图	 图 4.1-1 光的反射和折射同时发生	图 4.1-1 发生了哪些光现象?这说明光由空气射到水面时光的传播方向发生了哪些变化，你能否画出光路示意图？	光从第 1 种介质射到该介质与第 2 种介质的分界面时，一部分光会返回到第 1 种介质，这个现象叫作光的反射；另一部分光会进入第 2 种介质，这个现象叫作光的折射。
87	光学	光路图	 图 4-2 光的折射示意图  图 4-4 光路可逆示意图	描述折射定律，结合图 4-4 说明光路可逆的具体应用。	1. $n=\frac{sini}{sinr}$ (n:折射率） (i 为空气角；r 为介质角） 光无论从空气**射入**介质或是介质**射入**空气，$n=\frac{sini}{sinr}$恒成立 2. 利用光路的可逆性（图 2）： ①可求折射率 $n=\frac{sinr}{sini}$ ②可求全反射临界角 $sinC=\frac{1}{n}$

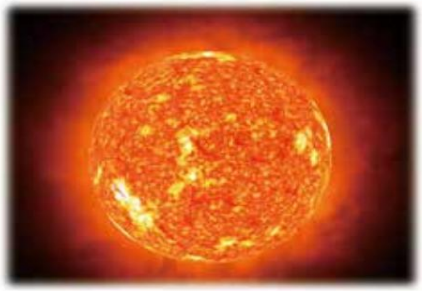
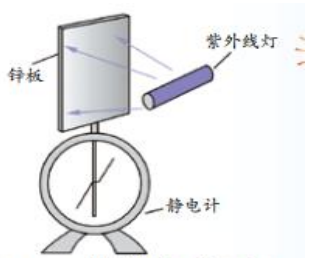
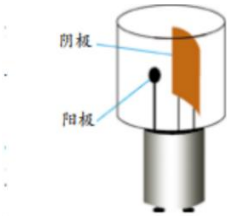
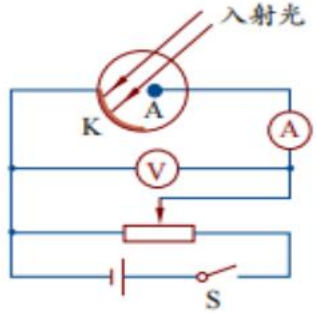
<table>
<tr><th>编号</th><th>知识点</th><th>模型</th><th>物理模型图</th><th>问题导入</th><th>演绎推理/归纳推理</th></tr>
<tr>
<td>88</td><td>光学</td><td>折射率</td>
<td>表　几种介质的折射率（$\lambda = 589.3$ nm　$t = 20$ ℃）
<table>
<tr><th>介质</th><th>折射率</th><th>介质</th><th>折射率</th></tr>
<tr><td>金刚石</td><td>2.42</td><td>氯化钠</td><td>1.54</td></tr>
<tr><td>二硫化碳</td><td>1.63</td><td>酒精</td><td>1.36</td></tr>
<tr><td>玻璃</td><td>1.5～1.8</td><td>水</td><td>1.33</td></tr>
<tr><td>水晶</td><td>1.55</td><td>空气</td><td>1.000 28</td></tr>
</table>
</td>
<td>结合表格信息，回顾折射率的概念及物理意义。</td>
<td>对于不同介质，折射率 n 不同，n 是反映光学性质的物理量。n 越大，相同光线射入介质时偏折程度越大。且光在不同介质中传播速度不同，某种介质的折射率等于光在真空中传播速度 c 与在这种介质中传播速度 v 之比。
$n = \frac{c}{v}$</td>
</tr>
<tr>
<td>89</td><td>光学</td><td>模型归纳</td>
<td> 
如上图，用不同颜色的激光笔均以 40° 的入射角射入水面，通过上图中的偏折情况，完成右侧表格，并得出结论。
 
图 4－10　色散现象示意图</td>
<td colspan="2">
<table>
<tr><td></td><td>红光→紫光</td></tr>
<tr><td>偏折程度</td><td></td></tr>
<tr><td>折射率</td><td></td></tr>
<tr><td>波长</td><td></td></tr>
<tr><td>频率</td><td></td></tr>
<tr><td>同一介质中的传播速度与时间</td><td></td></tr>
<tr><td>干涉时的条纹间距</td><td></td></tr>
<tr><td>全反射的临界角</td><td></td></tr>
<tr><td>全反射的难易程度</td><td></td></tr>
<tr><td>衍射程度</td><td></td></tr>
<tr><td>在真空中的传播时间</td><td></td></tr>
<tr><td>光电效应的难易程度</td><td></td></tr>
<tr><td>光电效应时射出光电子的能量、最大初动能及遏止电压</td><td></td></tr>
</table>
</td>
</tr>
</table>

编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
90	区分干涉与衍射		 图 5-5 三种色光产生的干涉条纹示意图  图 5-17 单缝衍射图样	通过左图，说明如何区分光的干涉与衍射；光的干涉的条件是什么？发生明显衍射的条件又是什么？	干涉：明暗相间、间距相同 衍射：中间亮，两侧暗； 中间宽、两侧窄 干涉条件：频率、振动相同 明显衍射条件：$d \leqslant \lambda$ 相邻亮（暗）条纹的间距 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$
91	影响压强的因素	流体模型	 图 1-17 气体分子撞击容器壁的示意图 	大量分子频繁碰撞会对容器壁产生持续、均匀的压力，从而形成压强。那么决定气体压强大小的微观因素有哪些？	在常温常压下，容器内质量一定的气体，压强的大小与两个因素有关： 一个是容器内单位体积内的分子数 n（宏观上对应体积 V） 另一个是分子平均动能 $\overline{E_k}$（宏观上对应热力学温度 T）
92	压强	压强的计算	 甲  乙	如何计算左侧两幅图中封闭气体内部的压强？	甲：选取光滑活塞为对象，由受力平衡：$p = p_0 + \frac{mg}{S}$ 乙：选取液柱底部横截面为 S 薄液片为研究对象，由受力平衡：$p = p_0 + \rho g h$。

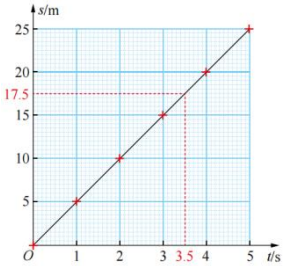
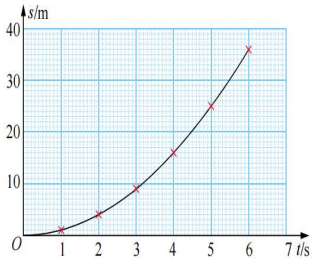
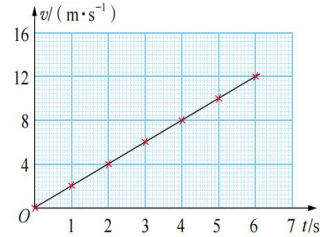
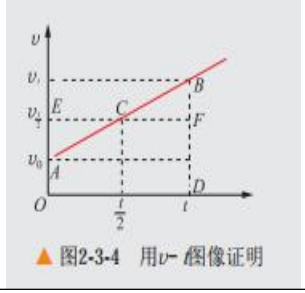
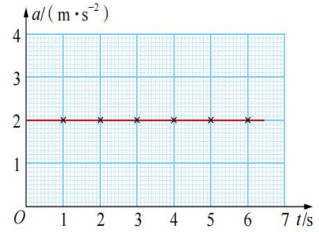
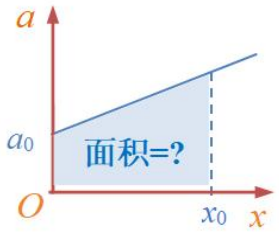
编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
93	热力学第一定律	能量守恒	  观察橡胶塞跳出时瓶内的变化 **请简述上述现象的原理和本质**	**应用控制变量法**。两个实验都在极短时间的情况下，封闭气体与外界来不及进行热交换；Q=0（绝热），内能只由**做功**决定。 ①空气引火实验，快速下压活塞，封闭气体体积减小，外界对气体做正功，$W>0$；封闭气体内能增大；封闭气体内部温度升高，造成纸团燃烧。 ②酒精液化实验，橡皮塞跳出瞬间，瓶内气体体积膨胀，气体对外界做正功，$W<0$；内能减小；封闭气体内部温度降低，造成酒精液化（现象：起白雾）。	
94	原子的结构	波尔的原子模型与假说	  图 4−16　氢原子能级结构示意图 波尔的轨道模型　　波尔的能级模型 **简述波尔的原子模型及其假说** 正常状态下，原子处于基态，由于电子离核最近，电子受原子核的作用力最大，原子状态最稳定。**吸收能量**后，电子从低能级跃迁到高能级，原子处于激发态。电子从高能级跃迁到低能级时，原子**释放**能量；从低能级跃迁到高能级时，原子**吸收**能量。由于能级不连续，原子在电子跃迁时吸收或辐射的能量都是**特定的**，等于电子跃迁始、末位置对应的**能级差**。能量差值不同，辐射的光子频率不同，产生不同波长的光。　　——课本第四章第四节	如图 4-16，若大量氢原子从第 4 能级向低能级跃迁，则能释放出 6 种不同频率的光子。这些释放的光子**能量最高**的光子是从第 4 能级跃迁到第 1 能级；其能量是 12.75*ev*；**能量最低**的光子是从第 4 能级跃迁到第 3 能级；其能量是 0.66*ev*。 与跃迁不同，若要使氢原子发生电离，满足的条件是吸收的能量≥当前所处的对应能量即可。若要使处于第2 能级的氢原子发生电离，照射光子的能量最少是 3.4*ev*。 从 n=4 向 n=2 能级跃迁发出的光，(填“能”/“**不能**”)使锡发生光电效应（已知锡的逸出功为 4.42*ev*）；若再用 n=4 向 n=1 能级跃迁发出的光照射金属锡，则打出光电子的最大初动能为 **8.33***ev*。	

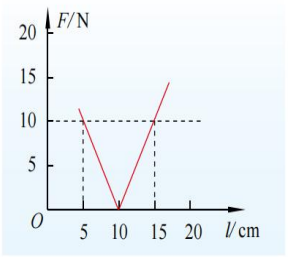
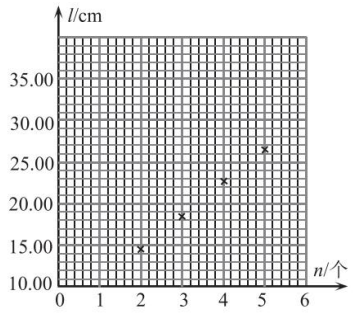
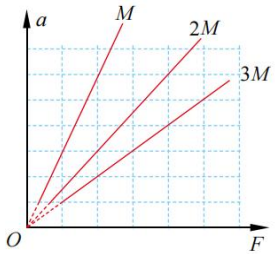
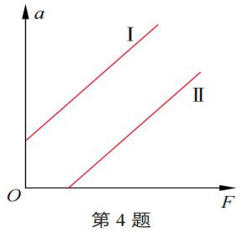
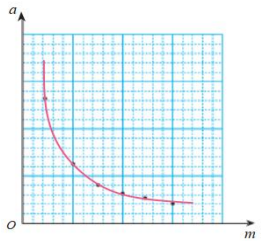
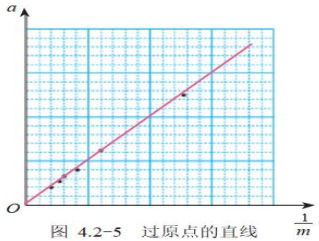
编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
95	三种射线的特点		 图 5-2　射线通过强磁场发生偏转的示意图  图 5-3　三种射线的穿透能力示意图	简述三种射线及其特点。	α 射线是氦原子核，带正电，符号__ 电离最强，贯穿最弱 β 射线是高速电子流，带负电，符号__ β 射线不是原子核外电子，电离、贯穿居中 γ 射线是高频电磁波，不带电，贯穿本领最强，电离最弱，通常会伴随 α 、β 衰变而释放出来
96	原子核反应	人工核反应		简述卢瑟福发现质子的过程，并写出发现质子的核反应 迁移：写出查德威克发现中子的核反应	质子的发现： $^{4}_{2}\mathrm{He}+^{14}_{7}N\rightarrow^{17}_{8}O+^{1}_{1}\mathrm{H}$ 中子的发现： $^{4}_{2}\mathrm{He}+^{9}_{4}Be\rightarrow^{12}_{6}C+^{1}_{0}n$ 共性：都属于人工核反应
97	原子核	同位素	  图 5-8　氢的同位素示意图	质子和中子统称核子，共同组成原子核。回顾原子核的书写方式，并简述什么是同位素，它们之间有何区别与联系？	具有相同质子数而中子数不同的原子核组成的元素，在元素周期表中处于同一位置，互称同位素。

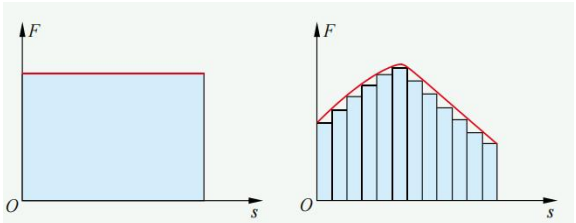
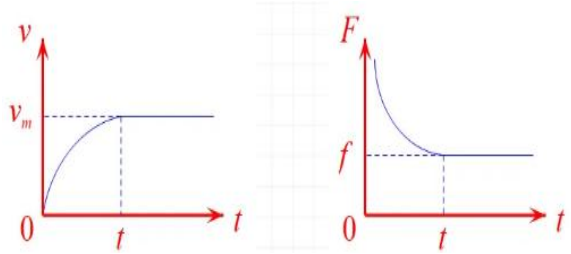
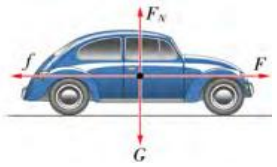
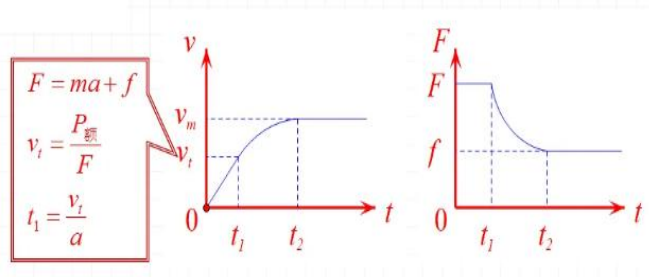
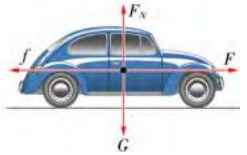
编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
98	原子核反应	衰变	 图 5-11 $^{238}_{92}$U 的 α 衰变示意图	什么叫衰变？什么是α衰变？请写出左图中的核反应方程。	原子核自发地放出α粒子或β粒子而变成另一种新的原子核。我们把这种变化称为原子核的衰变。 α衰变：$^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A-4}_{Z-2}Y + ^{4}_{2}He$ 左图核反应为： $^{238}_{92}U \rightarrow ^{234}_{90}Th + ^{4}_{2}He$，
99	原子核反应	衰变		什么是β衰变？原子核里没有电子，β衰变中的电子来自哪里？请写出左图中的核反应方程	原子核自发放出电子变成新原子核，这种变化叫β衰变 $^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A}_{Z+1}Y + ^{0}_{-1}e$ 左图核反应为： $^{234}_{90}Th \rightarrow ^{234}_{91}Pa + ^{0}_{-1}e$ β衰变实质是核内中子转化为一个质子和一个电子，该转化的电子即为*β射线*。
100	原子核反应	重核裂变	 图 5-20 $^{235}_{92}$U 裂变示意图	什么是核裂变？核裂变有什么特点？请写出左图的核反应方程。	铀原子核在被中子轰击后分裂成两块质量相近的部分，并释放出大量能量。这种原子核反应叫核裂变。 裂变核反应式： $^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}kr + 3^{1}_{0}n$ 特点：中子参与全程反应

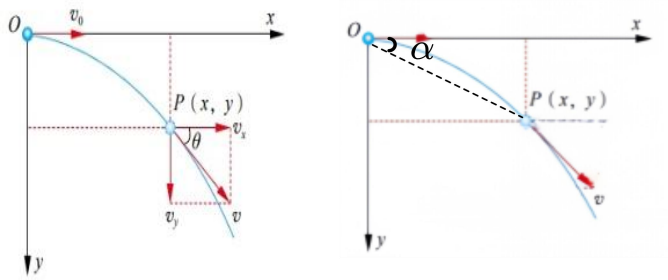
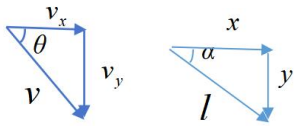
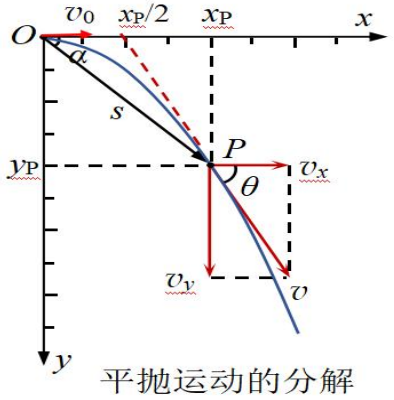
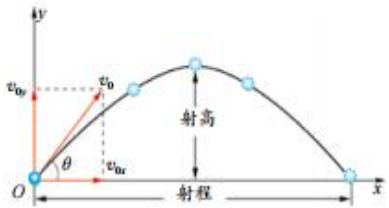
编号	知识点	模型	物理模型图	问题导入	演绎推理/归纳推理
101	原子核反应	核聚变	 图 5-25　太阳内部时刻发生着氢核聚变	什么是核聚变，核聚变有什么特点？ 所有核反应释放的核能如何计算？	轻核聚变成较重核，并释放出大量能量。这种原子核反应叫核聚变（轻核聚变）。 聚变核反应式： $^{2}_{1}\mathrm{H}+^{3}_{1}\mathrm{H}\rightarrow^{4}_{2}\mathrm{He}+^{1}_{0}n$ 核能计算： $\Delta E=\Delta mc^{2}$ （Δm：反应物-生成物）
102	光电效应	光电效应及其原理	 图 6-1　光电效应演示实验示意图  图 6-2　一种典型的光电管结构示意图  图 6-3　研究光电效应的电路图	问题 1：请说明光电效应的条件。 问题 2：电源按图 6-3 所示极性连接，闭合开关，调节滑动变阻器，当电压表的示数为 0 时，电流表的示数也为 0 吗? 如果不为 0，怎样才能使电流表的示数为 0 呢? 问题 3：什么是遏制电压，它与哪些因素有关。	**光电效应条件：**$\nu_{\text{入射光}}>\nu_{\text{截止}}$ 由于阳极 A 吸收阴极 K 发出的光电子，电路中形成光电流。导致即使所加电压 U 为 0，电路中的电流 I 也不为 0。 若将图 6-3 中电源的正负极对调，则在光电管两极间形成使电子减速的电场。此时，电路中的电流有可能为 0。 使光电流减小到 0 的反向电压 U_c 称为截止电压。由： $\frac{1}{2}m_e v_c^2=eU_c$ $\frac{1}{2}m_e v_c^2=h\nu-Wo$ 遏制电压与 E_{kmax} 成正比，与入射光频率有关。

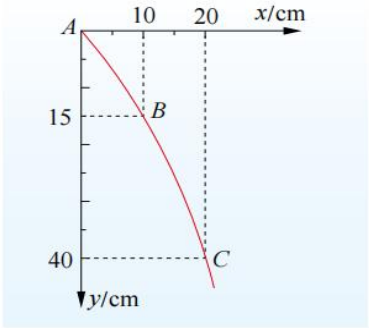
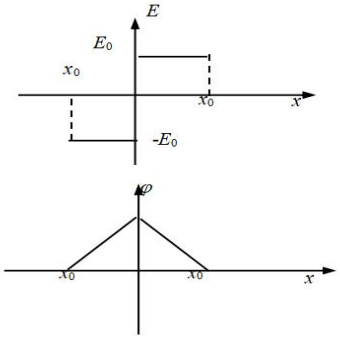
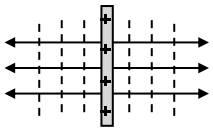
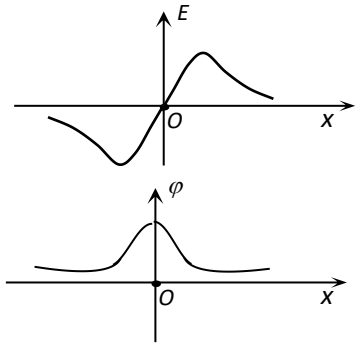
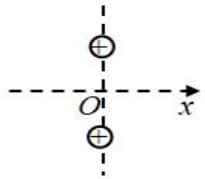
二、核心图像汇编

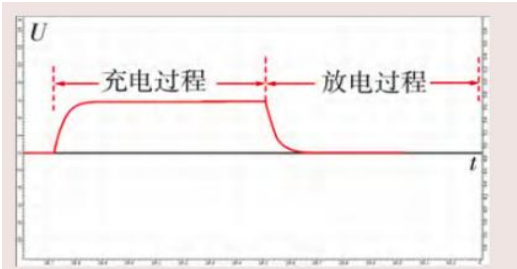
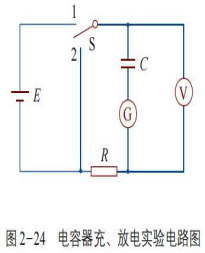
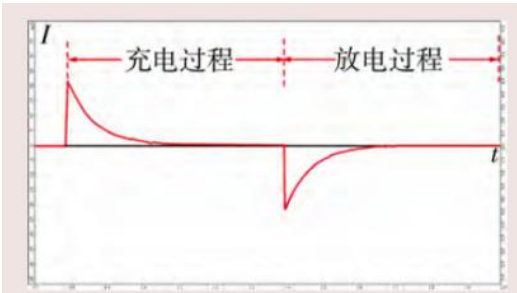
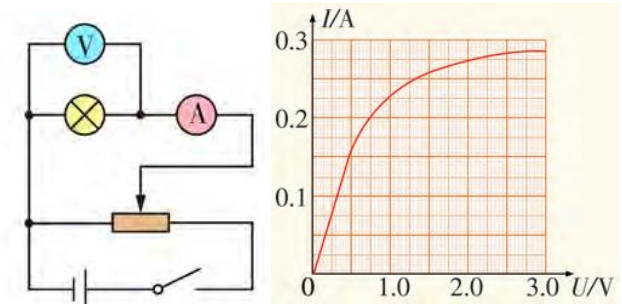
编号	知识点	教材	图编号	表征图像	问题导入	演绎推理	归纳推理
01	位移	必修一	1-17 2-8	 图 1−17　汽车做匀速直线运动的位移—时间图像  图 2−8　汽车匀加速直线运动的 $s-t$ 图像	如何在图中反映物体在每一时刻的位置或每一时间间隔的位移？	根据数据在平面直角坐标系中描点，并用平滑曲线将数据点连接起来，所得图像称为汽车运动的位移一时间图像（s−t 图像），它是一条直线。**图中每一点可表示汽车某时刻所处的位置，也可从图中得到一段时间内的位移。**	
02	速度	必修一	2-3	 图 2−3　汽车匀加速直线运动的 $v-t$ 图像  ▲ 图2-3-4　用 $v-t$ 图像证明	如何在图中反映物体速度随时间变化的规律，该图中隐含的信息还有哪些？	通过 $v-t$ 图像，可获取的信息有： 1. 物体速度随时间变化的规律 2. 物体的加速度 3. 物体相应时间内对应的位移 4. 匀变速直线运动的规律公式（$\Delta S=aT^2$） 5. 初速度为 0 时，匀变速直线运动的推论等。	
03	加速度	必修一	2-4	 图 2−4　汽车匀加速直线运动的 $a-t$ 图像 	如何在图中反映物体加速度随时间、位移变化的规律，该图中隐含的信息还有哪些？	$a-t$ 图线与坐标轴围成图形的面积数值上等于速度增量（末速度与初速度之差）； $a-x$ 图线与坐标轴围成图形面积的 2 倍在数值上等于末速度平方与初速度平方之差。 处理复杂变化量问题时，常将整个区间化为若干小区间，认为每个小区间内研究的量不变，再求和，这种物理学常用方法叫微元法。	

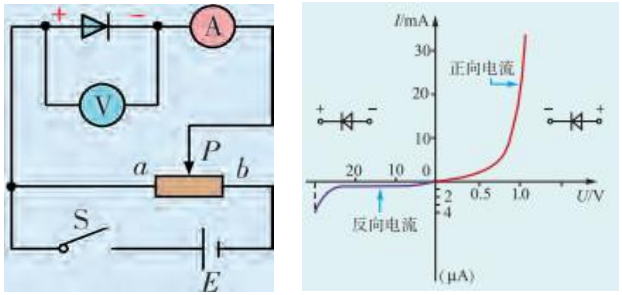
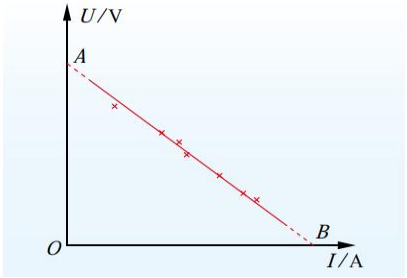
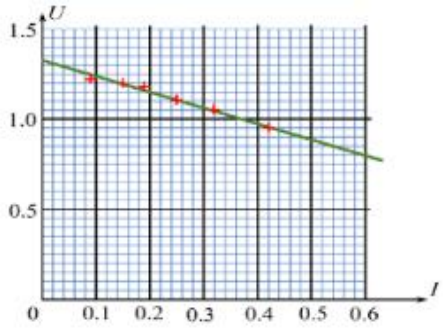
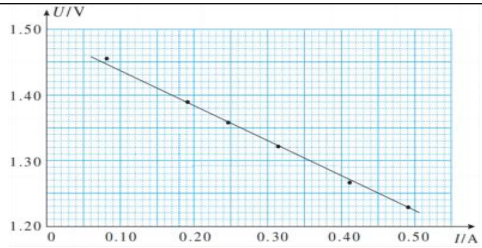
编号	知识点	教材	图编号	表征图像	问题导入	演绎推理	归纳推理
04	弹力	必修一	3-21 市统考	 图 3-21 F 与 l 的关系图像 	轻弹簧的弹力 F 大小与弹簧长度 l 的关系如图所示。(1)求该弹簧的原长和劲度系数。(2)右侧图片为探究弹簧弹力与形变量之间关系的实验，请阐述图像斜率的意义及实验原理？	**实验表明：** 弹簧发生弹性形变时，弹力 F 的大小跟弹簧伸长（或缩短）的长度 x 成正比，即 $F=kx$，叫作**胡克定律**。式中弹力 F、弹簧伸长（或缩短）的长度 x 的单位分别是牛顿（N）、米（m），k 叫作弹簧的**劲度系数**，单位是**牛顿每米**，符号是**N/m**。	
05	牛顿运动定律实验	必修一	课后习题	  第 4 题	如何直观地判断加速度 a 与拉力 F 的定量关系？试分析右图中 I、II 两条图线所存在的误差	以 a 为纵坐标、F 为横坐标建立直角坐标系。如果这些点在一条过原点的直线附近，说明加速度 a 与拉力 F 成正比。如果不是这样，则需进一步分析。 **实验结论：**对同一物体，当 m 不变时，a 与 F 成正比，即 $a \propto F$ 对于右图，I 图线的误差来源于 $Gx>f$，采取的方法是减小斜面与水平面的倾角。同理，II 图线的误差来源于 $Gx<f$，采取的方法可以是增大斜面与水平面的倾角。	
06	牛顿运动定律	必修一	课后习题	 图 4.2-4 双曲线  图 4.2-5 过原点的直线	如何直观地判断加速度 a 与质量 m 的定量关系？	a-m 图像很难直观看出图线是否为双曲线。作 $a-\frac{1}{m}$ 图像进行检验。如果结果是过原点的直线，就可以判断加速度 a 与质量 m 是成反比的。 结论：对不同物体，当 F 不变时，a 与 m 成反比。	

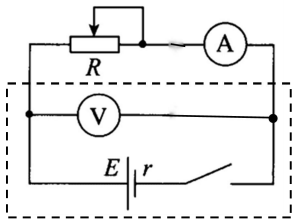
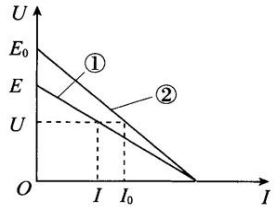
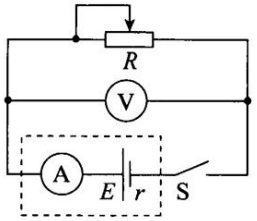
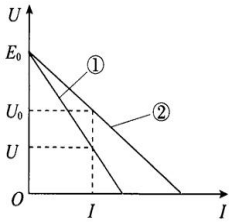
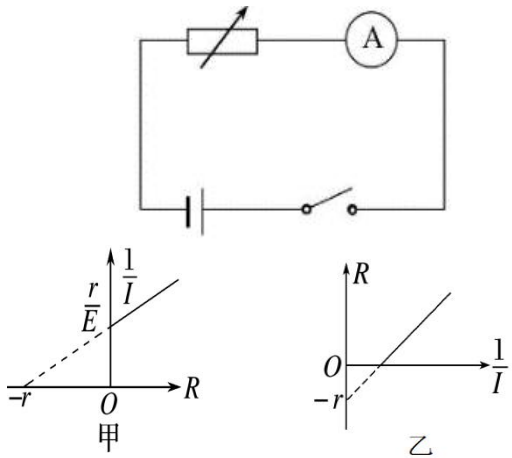
编号	知识点	教材	图编号	表征图像	问题导入	演绎推理	归纳推理
07	机械功	必修二	1-3	 图 1-3　用图像描述功的大小	如何用 *F-s* 图像描述功的大小	*F* 不是恒力，将位移划分为若干等距小段，在每个小段中 *F* 可近似看成恒力，其所做功的大小即为该小段对应的小矩形的面积，整个过程中 F 所做功的大小近似等于所有小矩形面积之和。	*F-s* 图像的面积表示功,本质是微元法的应用。
08	功率	必修二		 本质：非匀变速直线运动（动力制约）	机车以额定功率启动，如何分析机车的运动过程及规律？	 机车以额定功率启动的特点：先做加速度减小的加速，最后以 $v_m=\frac{P}{f}$作匀速直线运动。	
09	功率	必修二		 本质：非匀变速直线运动（动力制约）	机车以匀加速起动，如何分析机车的运动过程及规律？	 机车先以 *a* 匀加速，达到额定功率后再做加速度减小的加速，最后以 $v_m=\frac{P}{f}$作匀速直线运动。	

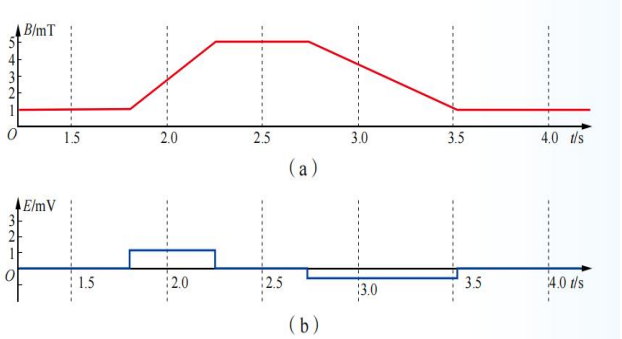
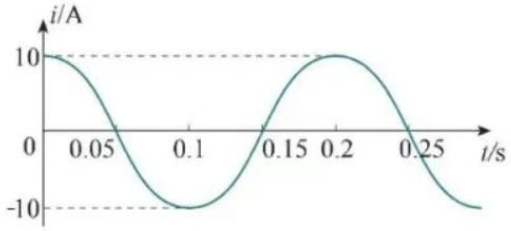
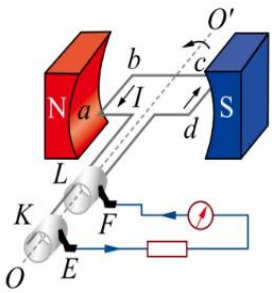
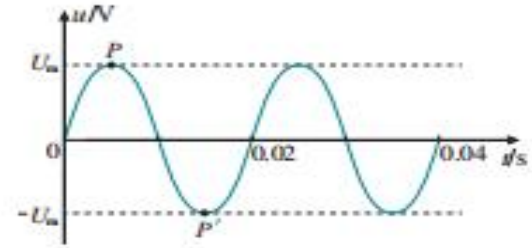
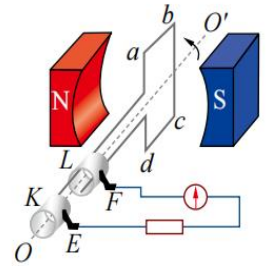
<table>
<tr><th>编号</th><th>知识点</th><th>教材</th><th>图编号</th><th>表征图像</th><th>问题导入</th><th>演绎推理</th><th>归纳推理</th></tr>
<tr><td>10</td><td>平抛运动的描述</td><td>必修二</td><td>2-14</td><td>  </td><td>物体被抛出后，它对于抛出点 O 的速度、位移的大小、方向都在变化。应如何进行描述？</td><td>以抛出点为坐标原点建立直角坐标系。速度、位移关系如下表：
<table><tr><td></td><td>速度</td><td>位移</td><td>加速度</td></tr><tr><td>水平</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>竖直</td><td></td><td></td><td></td></tr></table></td><td>合速度的方向与 x 轴的夹角 θ 满足：$tan\theta$=___=___
合位移的方向与 x 轴的夹角 α 满足：$tan\,\alpha$=___=___
  </td></tr>
<tr><td>11</td><td>平抛运动的推论</td><td>必修二</td><td></td><td> 
平抛运动的分解</td><td>归纳平抛运动的两大重要推论
备注：两大推论在类平抛（带电粒子在电场中的偏转）同样适用。</td><td>重要推论 1
$\tan\theta=\frac{v_y}{v_x}$；
$\tan\alpha=\frac{y}{x}=\frac{gt}{2v_x}$
得：$\tan\theta=2\tan\alpha$
即做平抛运动的物体在某时刻速度偏转角的正切值等于对应位移偏转角的正切值的两倍。</td><td>重要推论 2
$\boldsymbol{\tan\theta=\frac{v_y}{v_0}=\frac{y}{x'}}$
得：$\boldsymbol{x'=\frac{1}{2}x}$
平抛运动的物体在任意时刻的速度的反向延长线一定通过此时水平位移的中点。</td></tr>
<tr><td>12</td><td>斜抛运动</td><td>必修二</td><td>2-20</td><td> 
图 2-20　分析斜抛运动的示意图</td><td>物体的射高和射程的大小与哪些因素有关呢？
参考：2024 福建 T_8、2025 福建 T_7</td><td>射高：最高点 $v_y=0$ 时 $t=\frac{v_0\sin\theta}{g}$ 得：$y_m=\frac{v_0^2\sin^2\theta}{2g}$
射程：物体落回抛出点同一高度时 $t_m=\frac{2v_0\sin\theta}{g}$ $x_m=\frac{v_0^2\sin2\theta}{g}$
故射高与射程与抛射角、初速度大小有关。</td><td></td></tr>
</table>

编号	知识点	教材	图编号	表征图像	问题导入	演绎推理	归纳推理
13	平抛运动	必修二	课后习题	 第 3 题	通过图像求出：小球平抛运动的初速度大小及小球初位置的坐标。	由 $\Delta y = gT^2$，得 T=0.1s 故 $v=\frac{x}{T}$，得 v=1.0m/s 初位置坐标(−10cm,−5cm)	逐差法不仅用于纸带数据计算物体的加速度之外，还能够应用于探究平抛运动规律的实验中，用以计算物体下落的时间，进而求出平抛运动的初速度。
14	电场图像	必修三			 如图，无穷大均匀带电板形成的电场，场强 E、电势φ随位移 x 如何分布？	无穷大均匀带电板形成的左右对称的匀强电场，电场强度大小不变，电势随位移均匀变化，呈线性变化。	两类电场图像 (1)E–x 图像：E 表示电场强度，x 表示电场线的位移。E–x 图像中的曲线与 x 轴所围成的图形“面积”具有特殊的物理意义，它表示了两个特定位置点的电势差。 (2) φ–x 图像：φ代表电势，x 表示电场线的位移。φ–x 图线的斜率大小等于电场强度的大小。电场强度为零处，φ–x 图线存在极值点，其切线的斜率为零，表示该点是一个电势的稳定点或转折点，如电荷的平衡位置或电场的节点。
15	电场图像	必修三			 如图，固定一对等量正点电荷，在连线的中垂线上，场强 E、电势φ随位移 x 如何分布？	在等量正电荷中点 O 的中垂线上，电场强度从 O 点向外先增后减，存在一个极大值点。电势始终随位置增加而下降，且在电场强度极大值前，下降速率加快；超过这个点后，下降速率逐渐减缓。	

编号	知识点	教材	图编号	表征图像	问题导入	演绎推理	归纳推理
16	电容器	必修三		 （a）$U-t$ 图像	 图2-24 电容器充、放电实验电路图 观察电容器充电过程中电压随时间如何变化	开关S接1时电容器充电，接2时则放电。充电时，电压迅速增大、电流迅速减小，随后电压渐稳、电流为零，此时电容器两极板有电势差。将开关S接2，电容器对电阻R放电，最终两极板电势差和电流均为0。	使电容器的两板带上等量异种电荷的过程叫**充电**。电容器充电后，两极板间存在电场，从电源获得的能量储存在电场之中，称为**电场能（电能）**。 使电容器两极板上的电荷中和的过程叫**放电**，电容器放电后，极板间电场消失，电场能在放电过程中转换成其他形式的能。
17	电容器	必修三		 （b）$I-t$ 图像	怎样根据 ***I-t*** 图像估算电容器充电、放电过程中的电荷量？试着算一算。	***I-t* 图像所围面积为某段时间通过电容器的电荷量**。用数格子的方法估算电容器的电荷量，不足半个舍去，大于半个按一格计算。	如果要绘制充电时的 *I-t* 图像，把电源、开关、电容器串联，闭合开关电源给电容器充电，传感器将电流信息传入计算机，屏幕显示出电流随时间变化图像。*I-t* 图像反映充电过程中电流随时间变化，某段时间图像所围面积为该段时间充入的电荷量。
18	电阻	必修三	3-8		图为某次实验得到的伏安特性曲线。观察曲线，能确定小灯泡的电阻随电压怎样变化吗?为什么会发生这样的变化?这幅图像斜率的物理意义是什么?	斜率为电阻的倒数。因灯泡灯丝温度变化，其 *I–U* 特性曲线呈非线性。若控制灯丝温度不变，小灯泡 *I–U* 特性曲线是过原点的直线。	根据实验数据，由电阻的定义式 $R = U/I$ 计算小灯泡的电阻可知：小灯泡在正常发光时的电阻值比不发光时大很多。

编号	知识点	教材	图编号	表征图像	问题导入	演绎推理	归纳推理
21	二极管	必修三	福建高考试题		实验测得二极管在某一温度下的 I-U 特性曲线如图所示，从图中可以得出二极管具有一些什么特性？	二极管加正向电压时，二极管将导通。二极管加反向电压（不太高）时，二极管将处于截止状态，通过二极管的电流很小（对于硅二极管，只有几微安）。	**注意：**理想二极管具有单向导电性，即加正向电压时，理想二极管的电阻为零，可视为短路；加反向电压时，理想二极管的电阻为无穷大，可视为断路。
22	闭合电路欧姆定律	必修三	4-10	 图 4–10　根据实验数据画出 U–I 图像	如图为测量电源电动势及内阻实验的 U-I 图像，说明斜率、截距的物理意义，并推导出其表达式。	将 $E=U+Ir$ 改写成：$U=E-Ir$ ，以 U 为纵坐标、I 为横坐标建立平面直角坐标系。根据几组 U、I 的测量数据，在坐标系中描点。某次实验的测量结果如图所示，此时可以看到这些点大致呈直线分布，画出这条直线。由图可知，**纵截距代表电动势 E，U-I 图像斜率的绝对值代表电源的内阻**。	
23	闭合电路欧姆定律	必修三			为了得到更加精确的测量结果，如何调整图像？调整后图像与坐标轴的交点是否改变？	 为得到更加精确的测量结果，作图时电压 U 轴的起点标度**一般不从 0 开始**，应根据实验数据选择合适的起点标度。若从 0 开始，图像的横截距就表示 $I_{短}$ 的数值，**若 U 轴的起点不是从零开始，则横截距不表示短路电流的数值**。	

编号	知识点	教材	图编号	表征图像	问题导入	演绎推理	归纳推理
24	测电动势及内阻	必修三		 甲  乙	**误差分析** 对实验电路甲，试分析电池的电动势和内阻的测量值与真实值的大小关系	误差是源于电压表的分流，电流表的测量值＜真实值，由图乙，①为测量值，②为真实值，故 $E_{测}<E_{真}$；$r_{测}<r_{真}$。 干电池的内阻一般几欧，与电流表内阻相差不大，所以测量干电池的电动势和内阻常常用图甲。（23 届 3 检）	
25	测电动势及内阻	必修三		 丙  丁	**误差分析** 对实验电路丙，试分析电池的电动势和内阻的测量值与真实值的大小关系	误差是源于电流表的分压，电压表的测量值＜真实值，由图丁，①为测量值，②为真实值，故 $E_{测}=E_{真}$；$r_{测}>r_{真}$。 水果电池的内阻可以达到几千欧，满足 r_0 远大于 R_A 这个条件，所以测量水果电池的电动势和内阻常常用图丙。（26 届 2 检）	
26	测电动势及内阻	必修三	课后习题	 甲 乙	**问题 1** 写出实验原理。 **问题 2** 结合甲、乙的图像，说明如何进行数据处理？	**【数据处理】（甲）** 由 $E=I(R+r)$，得 $\frac{1}{I}=\frac{1}{E}R+\frac{r}{E}$ 作 $\frac{1}{I}-R$ 图像 图像的斜率 $k=\frac{1}{E}$， 纵轴截距为 $\frac{r}{E}$	**【数据处理】（乙）** 由 $E=I(R+r)$，得 $R=E\frac{1}{I}-r$ 作 $R=\frac{1}{I}$ 图像 图像的斜率 $k=E$ 纵轴截距为 $-r$.

编号	知识点	教材	图编号	表征图像	问题导入	演绎推理	归纳推理
27	电磁感应	选必二	2-16	 图 2-16　实验图像	如何判断感应电动势 E 与磁通量变化率之间的关系？	通过电源使线圈中的电流发生变化，利用传感器即可得到线圈产生的磁感应强度随时间变化的图像，以及线圈中对应的感应电动势随时间变化的情况	由此可得，在线圈横截面积一定的情况下，感应电动势与磁感应强度的变化率成正比，即**感应电动势与穿过线圈的磁通量变化率成正比**。
28	交变电流	选必二	3-1 3-2	 图 3.2-7	一交变电流的电流随时间的变化图像如图，试求对应周期、频率、瞬时表达式、计时位置与对应的磁通量。	周期：T=0.02s 频率：$f=\frac{1}{T}$ =50Hz $\omega=100\pi$(rad/s) 表达式： $U=U_m sin100\pi t$ 计时位置：平行面 磁通量：$B//S, \Phi=0$	对应原理图 
29	交变电流	选必二	人教3.2-1	 图3.2-1　交变电流的 u-t 图像	一交变电流的电压随时间的变化图像如图，试求对应周期、频率、瞬时表达式、计时位置与磁通量。	周期：T=0.02s 频率：$f=\frac{1}{T}$ =50Hz $\omega=100\pi$rad/s 表达式： $U=U_m sin100\pi t$ 计时位置：中性面 磁通量：$B\perp S, \Phi=max$	对应原理图 

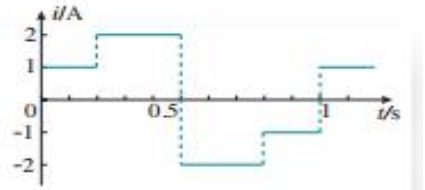
<table>
<tr><th>编号</th><th>知识点</th><th>教材</th><th>图编号</th><th>表征图像</th><th>问题导入</th><th>演绎推理</th><th>归纳推理</th></tr>
<tr><td>30</td><td>交变电流有效值的计算</td><td>选必二</td><td>人教3.2-2</td><td> 

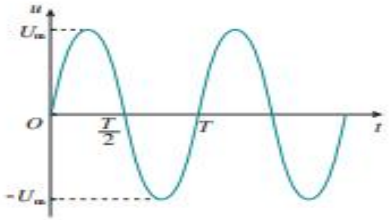
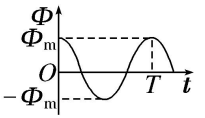
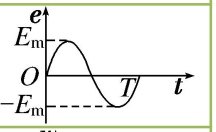
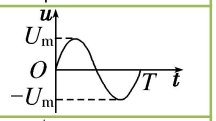
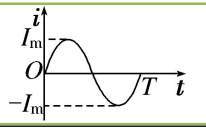
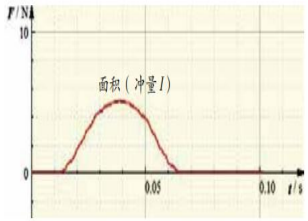
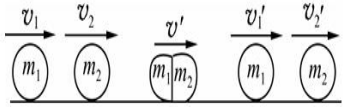
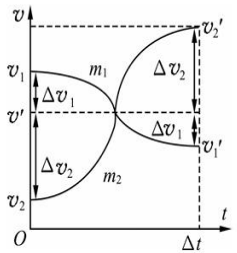
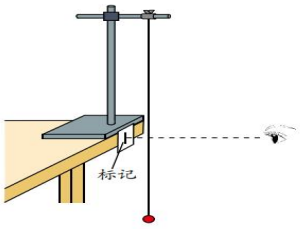
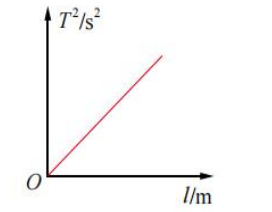
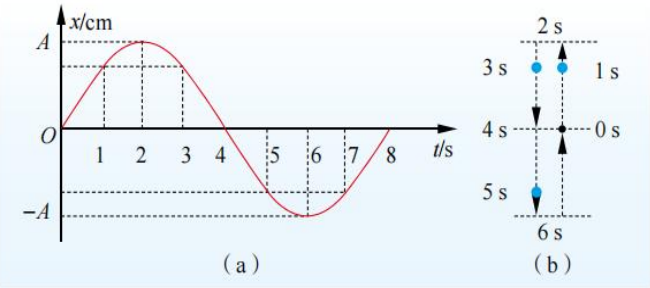
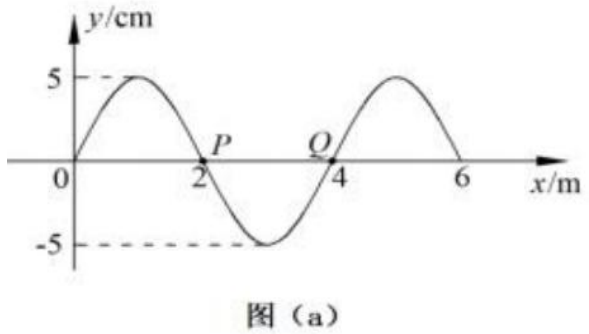
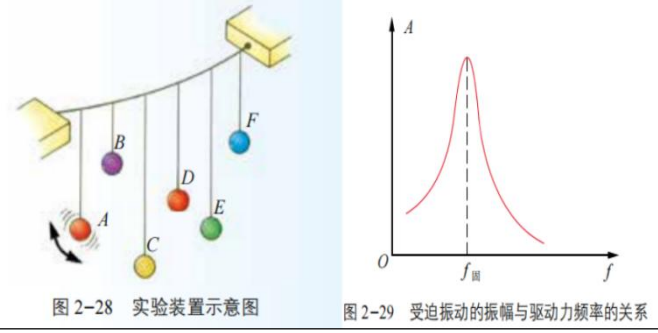
图3.2-2　某种交变电流的波形
图 3.2-2 是通过一个 R 为 1 Ω的电阻的电流 i 随时间变化的曲线。</td><td>1.计算通电 1 s 内电阻R产生的热量
2.如果有一个大小、方向都不变的恒定电流通过这个电阻R，也能在 1 s 内产生同样的热量，则这个电流是多大?</td><td>1.各小段时间内电流可视为恒定电流，先分段计算在电阻R上产生的热量，再求和可得到 1s 内产生的总热量为 Q=2.8J;
2.根据焦耳定律$Q=I^2Rt$,可得：
$I=\sqrt{2.8}$A =1.67A）</td><td>从电流热效应来看，1.67A的恒定电流与图3.2-2所示的交变电流是等效的。让交变电流与恒定电流分别通过大小相同的电阻，如果在交变电流的一个周期内它们产生的热量相等，而这个恒定电流的电流与电压分别为 I、U，我们就把 I、U 叫作这一交变电流的有效值。</td></tr>
<tr><td>31</td><td>交变电流的表述</td><td>选必二</td><td>人教3.2-3</td><td> 

图3.2-3　正弦式交变电流u-t图像
描述交变电流的情况可以用公式和图像两种方式，如果已知图像，能否尝试写出对应的磁通量、电动势、电压、电流的瞬时表达式。</td><td colspan="2">正弦交流电的变化规律(线圈在中性面位置开始计时)
<table>
<tr><th>规律
物理量</th><th>函数表达式</th><th>函数图像</th></tr>
<tr><td>磁通量</td><td>$\Phi=\Phi_m\cos\omega t=BS\cos\omega t$</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>电动势</td><td>$e=E_m\sin\omega t=nBS\omega\sin\omega t$</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>电压</td><td>$u=U_m\sin\omega t=\frac{RE_m}{R+r}\sin\omega t$</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>电流</td><td>$i=I_m\sin\omega t=\frac{E_m}{R+r}\sin\omega t$</td><td> 
</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

编号	知识点	教材	图编号	表征图像	问题导入	演绎推理	归纳推理
32	动量	选必一	1-11	 图 1-10 实验装置  图 1-11 作用力—时间图像	**课本：DIS 实验室** 如何用 *DIS* 实验装置验证动量定理?	推动小车使其与力传感器发生碰撞，通过碰撞中相互作用力随时间变化的图像(图 1-11)得出小车受到的力的冲量，再由光电传感器测量的时间等可得到小车动量的变化量。比较小车受到的力的冲量和动量变化量，验证动量定理。	运用**微元法**，将实际过程细分为众多短暂过程，如此一来，将各个短暂过程的关系式相加，即可得到整个过程的动量定理。*F* 应理解为变力在作用时间内的平均值。
33	动量	选必一	选自论文	 图 1  图 2	图 2 为弹性碰撞的 *v-t* 图像，已知 m_1、m_2 共速点为 v'，试推导经历 Δt 时间后，m_1、m_2 各自的速度大小	如图 1 所示，构建弹性碰撞的情景，两小球在发生弹性碰撞过程中，先经历完全非弹性碰撞达到最大形变量（即达到共速 v'），而后完全恢复形变。因发生形变和恢复形变的过程完全对称，利用对称性思想作出 $v-t$ 图像，每个小球在共速前后两个过程的速度改变量 Δv 相等，即 对 m_1: $\Delta v_1=v'-v_1=v_1'-v'$， 对 m_2: $\Delta v_2=v'-v_2=v_2'-v'$， 故 $v_1'=$_____；$v_2'=$_____	
34	机械振动	选必一	2-22	 图 2-21 实验装置示意图  图 2-22 单摆的 T^2-l 图像	**物理聊吧** 除了公式法处理数据外，还可用图像法处理数据。图 2-22 是某同学作出的 T^2-*l* 图像，如何从图像中求出重力加速度？	由表达式 $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 作出 T^2-l 图像，可得斜率 $k=\frac{4\pi^2}{g}$，故可通过结合斜率求得 g 值	用单摆测量重力加速度 g 法 1：计算法（带值计算） $g=\frac{4\pi^2 l}{T^2}$ 法 2：图像法 利用描点法作出 T^2-*l* 的函数图像，计算出图像的斜率，利用公式可以计算出当地的重力加速度。

编号	知识点	教材	图编号	表征图像	问题导入	演绎推理	归纳推理
35	机械振动	选必一	2-16	 图 2−16 $x-t$ 图像与弹簧振子振动过程的对应	请描述**振动图** 所获得的信息	通过 2-16 可知： 1.周期 2.振幅 3.任意时刻的位移 4.任意时刻速度方向 5.任意时刻回复力、加速度的方向 6.位移随时间变化的表达式等。	将该图像结合振动过程，**还可定性判断物体运动的速度、加速度、回复力、动能、势能**等物理量的变化情况。
36	机械波	选必一	课后习题	 图（a）	一列简谐横波沿 x 轴传播，在某时刻波的图像如图（a）所示。已知此时质点 p 的运动方向向下，通过**波形图**可以获得哪些信息？	通过图（a）可知： 1. 波长 2. 振幅 3. 该时刻各个质点的位移 4. 横波的传播方向 5. 该时刻各个质点的振动方向等。	波形图可以描述波长及振幅，再结合振动图像即可求得波速的大小；此外，通过介质中质点振动与波形传播的关系，**可由质点的振动方向确定波的传播方向，也可由波的传播方向确定质点的振动方向。**
37	受迫振动	选必一	2-28 2-29	 图 2−28 实验装置示意图　图 2−29 受迫振动的振幅与驱动力频率的关系	**迷你实验室** 通过共振现象，描述受迫振动的振幅与驱动力频率之间的关系。	物体做受迫振动时，驱动力的周期（或频率）与物体的固有周期（或固有频率）相差越小，受迫振动的振幅就**越大**（图 2-29）。当驱动力的周期（或频率）与物体的固有周期（或固有频率）**相等**时，受迫振动的振幅达到**最大**，这种现象称为共振。	

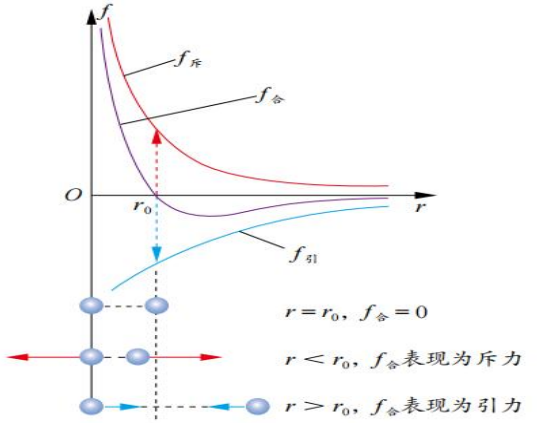
<table>
<tr><th>编号</th><th>知识点</th><th>教材</th><th>图编号</th><th>表征图像</th><th>问题导入</th><th>演绎推理</th><th>归纳推理</th></tr>
<tr>
<td>38</td>
<td>分子力</td>
<td>选必三</td>
<td>1-7</td>
<td> 

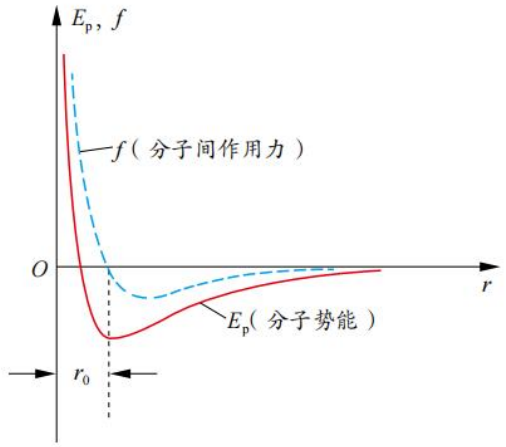
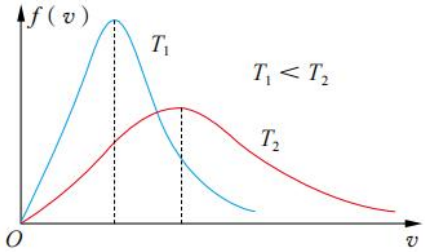
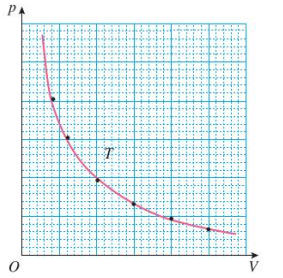
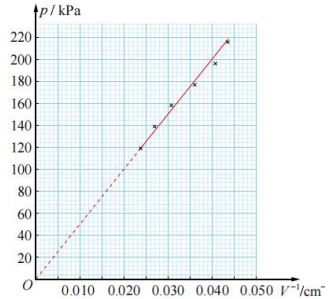
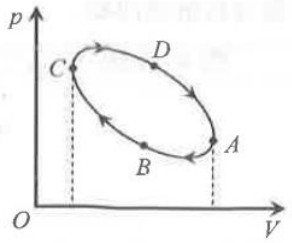
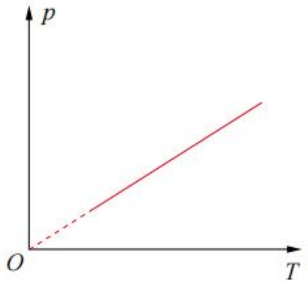
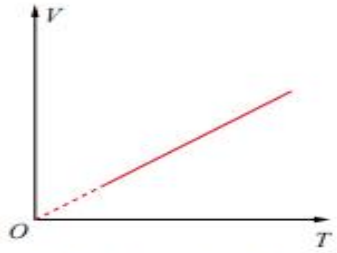
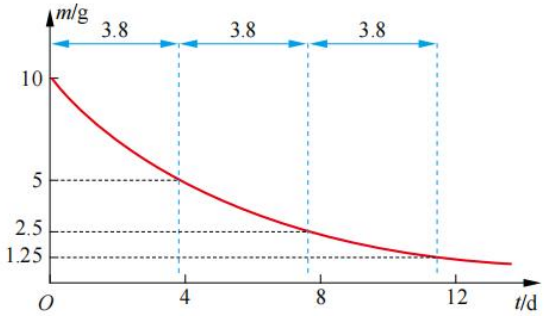
图 1−7　分子间作用力随分子间距离变化的示意图</td>
<td>分子之间的引力或斥力都跟分子间距离有关。
请描述它们之间的关系。</td>
<td>引力与斥力的关系：
1. 同增同减
2. 共生共存
3. 斥力冲锋
4. 合力显效</td>
<td>研究表明，分子间的作用力 F 跟分子间距离 r 的关系如图所示。
（1）当 $r<r_0$ 时，分子间的作用力 F 表现为斥力；
（2）当 $r=r_0$ 时，分子间的作用力 F 为 0，这个位置称为平衡位置；
（3）当 $r>r_0$ 时，分子间的作用力 F 表现为引力。</td>
</tr>
<tr>
<td>39</td>
<td>分子力、分子势能</td>
<td>选必三</td>
<td>1-9</td>
<td> 

图 1−9　分子势能及分子间作用力随分子间距离变化的示意图</td>
<td>请描述分子势能及分子间作用力随分子间距离的变化。</td>
<td>通过下表描述
<table>
<tr><th>位置</th><th>分子力</th><th>分子力做功</th><th>分子势能</th></tr>
<tr><td>∞ 至 r_o</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>r_o 至原点</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table></td>
<td>若选定分子间距离 r 为无穷远时的分子势能 E_p 为 0，则分子势能 E_p 随分子间距离 r 变化的情况如图红线所示（蓝色虚线为分子作用力随分子间距离变化的图像）。分子势能 E_p 随分子间距离 r 的变化有最小值，即当 $r=r_0$ 时，分子势能最小。
可见，分子势能的大小是由分子间的相对位置决定的。物体的体积变化时，分子间距离将发生变化，因而分子势能随之改变。可见，分子势能与物体的体积等因素有关。</td>
</tr>
</table>

编号	知识点	教材	图编号	表征图像	问题导入	演绎推理	归纳推理
40	分子的运动	选必三	1-13	 图 1-13　气体分子的速率分布图像	请描述气体分子的速率分布图像，并说明 $T_1<T_2$ 的缘由。	图中 $f(v)$ 是速率 v 附近单位速率区间内分子数占总分子数的百分比。由图可知，一定温度下，无论个别分子如何运动，速率分布呈“中间多、两头少”规律。温度升高时，此分布规律不变，但分布曲线峰值向速率大的方向移动。	温度越高，分子热运动越剧烈。温度升高，气体分子的平均速率变大，但是具体到某一个气体分子，其速率可能变大也可能变小，无法确定。故研究的对象是大量气体分子，**研究的物理量是平均速率和平均动能**。
41	等温变化	选必三	1-23	 图 2.2-2　温度不变时压强与体积的关系  图 1-23　$p-\frac{1}{V}$ 图像	问题 1：如何用作图法分析压强 P 与体积 V 的关系？ 问题2：温度不变时，压强随体积减小而增大，气体压强与体积是否成反比？	一定质量气体等温变化时可用 $p-V$ 图像呈现。 如图1-23，以压强 p 为纵坐标、以 $\frac{1}{V}$ 为横坐标描绘图线，进行判断。	实验结论 实验表明，**一定质量的气体，在温度不变的情况下，其压强与体积成反比，**即 $P \propto \frac{1}{V}$。或者 $p_1V_1=p_2V_2$
42	P-V 图像	选必三	高考真题		**2023 福建高考** 请描述图线与横坐标所围成面积的物理意义	**在 P-V 图像中，图线与横坐标所围的面积表示气体对外所做的功**。体积增大过程，气体对外做正功，反之气体对外做负功。由图可知，ABC 过程中气体克服外界做的功小于 CDA 过程中气体对外界做的功，所以全过程气体对外界做正功。	

编号	知识点	教材	图编号	表征图像	问题导入	演绎推理	归纳推理
43	等容变化	选必三	1-27	 图 1-27　p-T 图像	参照图 1-27，阐释 P-T 图像中所揭示的信息。	对一定质量的气体，在**体积不变**的情况下，P-T 的函数图像是一条过坐标原点的倾斜直线。(图 1-27)	**一定质量的某种气体，在体积不变的情况下，压强 P 与热力学温度 T 成正比，**即 $P = CT$ 其中 C 是常量。或者 $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$
44	等压变化	选必三	1-30	 图 1-30　V-T 图像	参照图 1-30，阐释 V-T 图像中所揭示的信息。	对一定质量的气体，在压强不变的情况下，V-T 的函数图像是一条过坐标原点的倾斜直线 (图 1-30)	**一定质量的某种气体，在压强不变的情况下，其体积 V 与热力学温度 T 成正比，**即 $V = CT$ 其中 C 是常量。 或者 $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$
45	半衰期	选必三	5-12	 图 5-12　$^{222}_{86}$Rn 的衰变曲线	什么是半衰期？ 半衰期的表达式是什么？ 半衰期的统计有什么意义？	放射性元素的原子核有半数发生衰变所需的时间叫作这种元素的**半衰期（half life）**。半衰期是描述原子核衰变快慢的物理量，**半衰期由原子核内部自身因素决定，与其他因素（温度、压强）等无关**。不同元素原子核衰变快慢不同，半衰期也不同，**对单个原子核而言，半衰期无意义**。其表达式： $m = M\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$	

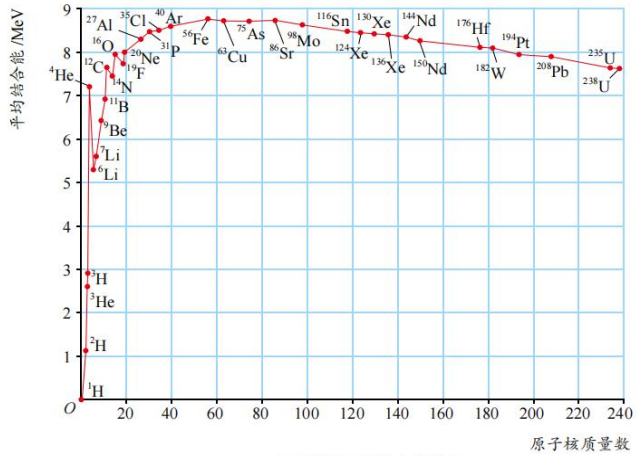
<table>
<tr><th>编号</th><th>知识点</th><th>教材</th><th>图编号</th><th>表征图像</th><th>问题导入</th><th>演绎推理</th><th>归纳推理</th></tr>
<tr><td>46</td><td>原子核反应</td><td>选必三</td><td>5-19</td><td> 

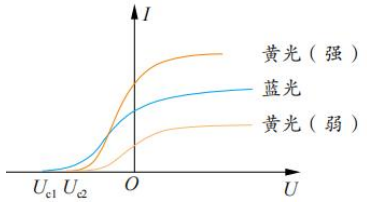
图 5-19　不同原子核的平均结合能曲线</td><td>请描述平均结合能与原子核质量数之间的关系。</td><td colspan="2">原子核的结合能与其核子数有关。原子核的结合能与其质量数之比称为该核的平均结合能，又称为比结合能。平均结合能是核子结合成原子核时每个核子平均释放的能量，也是把原子核分解成自由核子时每个核子平均吸收的能量，反映了原子核结合的稳定程度或分裂的难易程度。平均结合能越大，原子核越稳定。
由图可知，平均结合能最大的是___；H 的同位素中，最稳定的是___
<table>
<tr><td>原子核反应</td><td>质量</td><td>质量数</td><td>平均结合能</td><td>稳定性</td><td>释放能量</td></tr>
<tr><td>反应物</td><td></td><td rowspan="2"></td><td></td><td></td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>生成物</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>47</td><td>光电效应</td><td>选必三</td><td>6-4</td><td> 

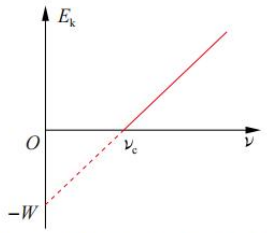
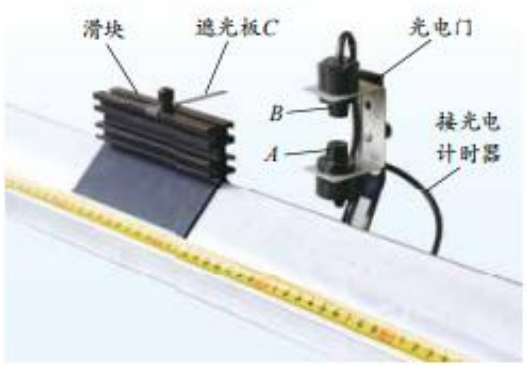
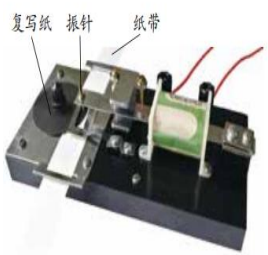
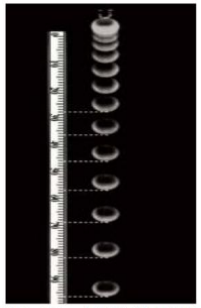
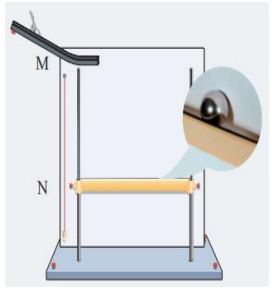
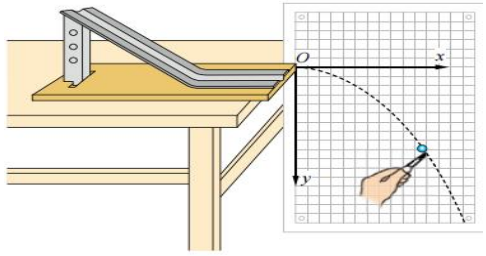
图 6-4　光电流与电压的关系曲线</td><td>问题 1：光电流与电压之间又有何关系？
问题 2：对于同种金属，遏止电压与什么因素有关？</td><td colspan="2">1. 当光照强度不变，通正向电压，电流随电压的增大而___；当电流饱和后，电流不再随电压增大而改变；反之，通反向电压，电流随着电压的增大而减小，当电流为 0 时的电压为___电压
2. 当频率不变时，光照强度→_____→____
3. 当光强不变时，入射光频率→___→___→___</td></tr>
<tr><td>48</td><td>光电效应</td><td>选必三</td><td>6-5</td><td> 

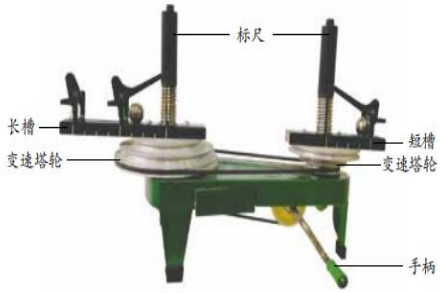
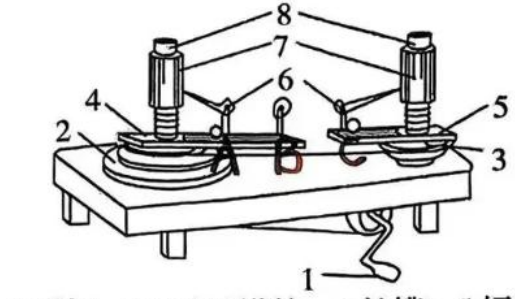
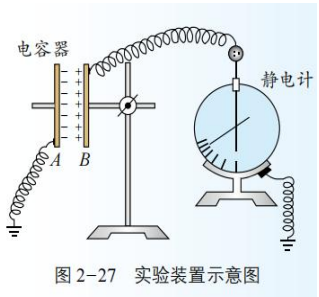
图 6-5　电子最大初动能与光的频率 ν 的关系曲线</td><td>结合光电效应方程推导出图 6-5 的表达式，并说明其截距、斜率的物理意义。</td><td colspan="2">$h\nu = E_k + W_0$ 得 $E_k = h\nu - W_0$；
故斜率为普朗克常量 h；截距为逸出功 W_0
由图可知：只有当 $h\nu > W_0$ 时，光电子才可以从金属中逸出，才能发生光电效应，ν_c 就是光电效应的截止频率，则逸出功 W_0=____；
逸出功、截止频率只与_____有关</td></tr>
</table>

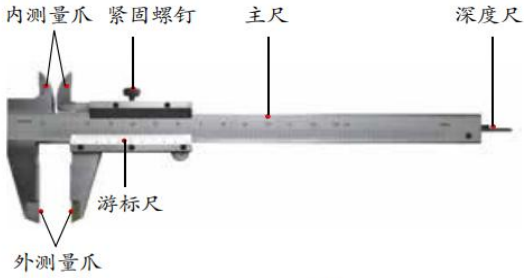
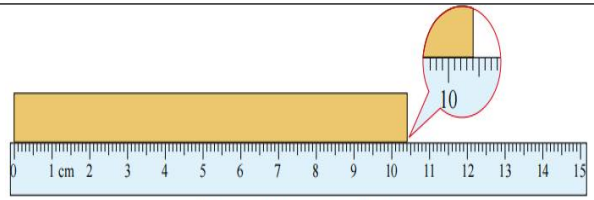
三、装置原理图汇编

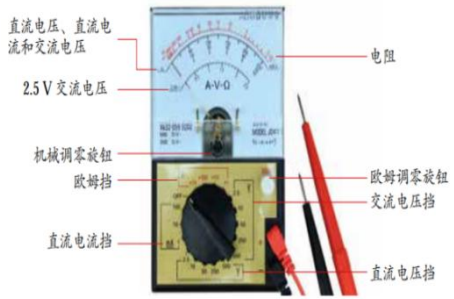
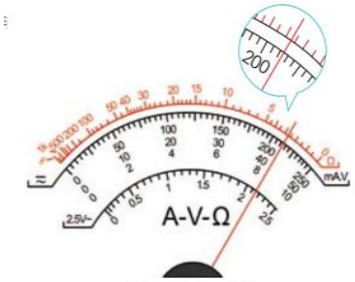
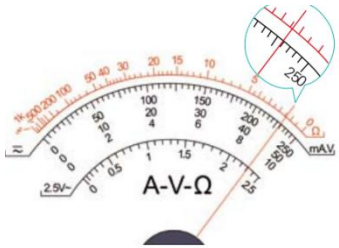
装置名称	装置原理图	原理解释	相关公式	适用范围（相关实验）	注意事项（误差分析）
光电门		光电门A端装发光装置，B端装接收装置并连光电计时器。遮光板C遮挡光线时，光电计时器可测遮挡时间。因遮光板很窄，遮挡时间Δt极短，遮光板宽度Δx与时间Δt的比可近似认为是经过光电门的瞬时速度。	$\overline{v}=\frac{\Delta x}{\Delta t}$ $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{v_2-v_1}{t_2-t_1}$	1. 测量瞬时速度 2. 测量加速度（配合斜面导轨） 3. 验证动量守恒 4. 验证机械能守恒等	1. 遮光板宽度适中（不宽不窄） 2. 遮光板宽度Δx需精准测量（游标卡尺/螺旋测微器）
打点计时器	 (a) 电磁打点计时器  (b) 电火花打点计时器 图 2-12　常见打点计时器	电磁打点计时器是使用交变电源的计时仪器，工作电压约6-8V，能按相同时间间隔在纸带上连续打点。电源频率为50Hz，每隔0.02s打一次点。 此外，还有电火花计时器，其计时原理与电磁打点计时器相同，同样使用交变电源，但工作电压为220V。	$\overline{v}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=v_{\frac{t}{2}}$ $\Delta s=aT^2$	1. 测量瞬时速度 2. 测量加速度（配合斜面导轨） 3. 探究a与质量、外力之间的关系 4. 验证机械能守恒定律 5. 验证自由落体等实验	1. 电源先行 2. 近源释放（纸带靠近打点计时器释放）

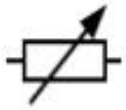
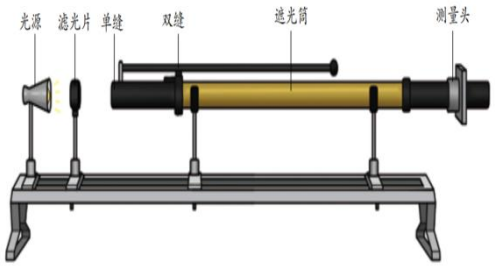
装置名称	装置原理图	原理解释	相关公式	适用范围（相关实验）	注意事项（误差分析）
频闪照相机	 图 2-16　频闪灯  图 2-25　小球做自由落体运动的频闪照片	频闪灯每隔相等时间闪光，拍摄运动物体，记录不同时刻的位置，等效 “打点” 功能	$T=\frac{1}{f}$ $\Delta s=aT^2$	1. 探究匀变速直线运动的规律 2. 探究自由落体运动的规律 3. 分析抛体运动的轨迹变化等	/
弹簧测力计	 图 3-18　实验装置 	基于胡克定律，在弹性限度内，弹簧弹力 F 与形变量 Δx 成正比。通过弹簧测力计施加不同拉力并测量对应形变量，验证 F 与 Δx 的线性关系，同时计算弹簧劲度系数 k。 本质：二力平衡。	$F=k\Delta x$	1. 测量弹簧的劲度系数 2. 探究弹力与弹簧伸长量之间的关系	1. 实验前弹簧测力计需调零 2. 待物体稳定后再读数 3. 弹簧形变量不宜过大等。

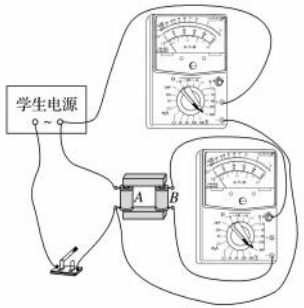
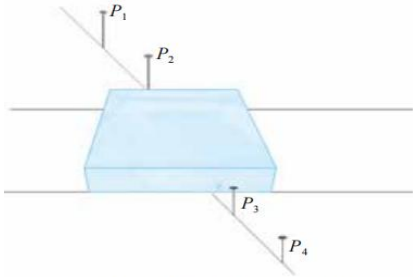
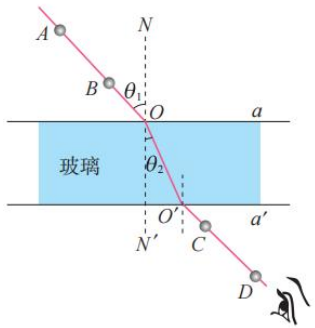
装置名称	装置原理图	原理解释	相关公式	适用范围（相关实验）	注意事项（误差分析）
气垫导轨	 图 5-3　通过气垫导轨演示匀速直线运动	气泵产生高压气流，经导轨表面均匀小孔形成气垫托起滑块，极大减小滑块与导轨间的滑动摩擦，模拟“无摩擦”理想运动环境。 核心是“气垫减摩”	/	1. 验证动量守恒定律 2. 验证机械能守恒定律 3. 探究 a 与质量、力之间的关系	导轨调平： 开启气泵，将滑块轻放导轨中央，滑块静止或匀速运动（无明显偏移）即为调平。
DIS 传感器	 图 2-22　测量装置	DIS（数字化信息系统）由传感器（力/位移/压强/光电等）、数据采集器、计算机组成，其核心是将物理量转化为电信号，再经采集器传输至计算机，实时生成数据或图像。	/	1. 测量平均速度 2. 测量加速度 3. 探究平抛运动 4. 探究压强与体积之间的关系等	/
斜槽轨道	  图 2-18　实验装置示意图	调节斜槽末端水平，将小球从斜槽固定位置静止释放，使其沿斜槽下滑后从末端水平飞出做平抛运动，通过测量小球不同时刻的水平与竖直位移探究运动规律。	$x = v_0 t$ $y = \frac{1}{2} g t^2$	1. 探究平抛运动轨道规律 2. 验证动量守恒定律等	1. 斜槽末端平行水平放置 2. 小球需从斜槽同一位置静止释放（确保 v_0 相同）

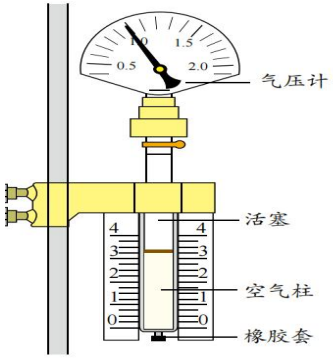
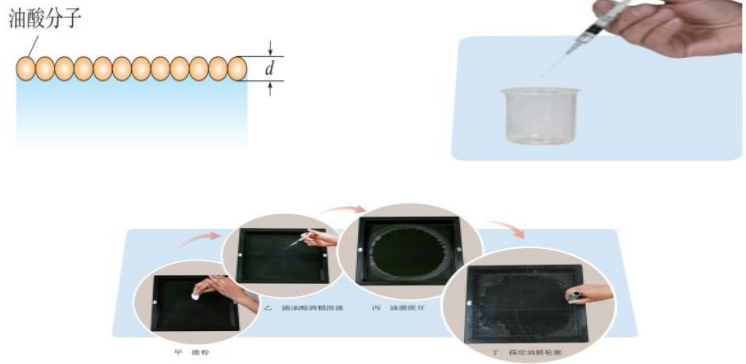
装置名称	装置原理图	原理解释	相关公式	适用范围（相关实验）	注意事项（误差分析）
向心力演示器	 图3-15 向心力演示器  1.手柄；2.3.变速塔轮；4.长槽；5.短槽； 6.横臂；7.弹簧测力套筒；8.标尺	转动手柄，长槽和短槽随变速塔轮转动，小球随之做圆周运动。长、短槽挡板为小球运动提供向心力，小球对挡板作用力经杠杆结构使弹簧测力筒下降露出标尺，通过标尺红白相间等分格数量可得两球向心力大小之比。 通过选择不同球改变质量，调整塔轮皮带改变塔轮半径以改变长短槽旋转角速度之比，改变小球在长槽卡位改变圆周运动半径，进行控制变量法实验。	$F=m\omega^2 r$	探究影响向心力大小的因素 方法：控制变量法 如左图所示： 若 $r_A=r_C=\frac{1}{2}r_B$， 且皮带同层时塔轮半径 R 相同。 ①若两小球放在 A、C 位置，且皮带同层，则 ω 、r 不变，变量为 ***m*** ②若两小球放在 B、C 位置，且皮带同层，则 ω 、m 不变，变量为 ***r*** ③若两小球放在 A、C 位置，皮带不同层，则 r、m 不变，变量为 ω	
静电计	  图2-27 实验装置示意图	将静电计金属球和外壳分别与平行板电容器两极板连接，电荷停止运动后，静电计金属球与外壳间电势差和电容器两极板间**电势差相等**。所带电荷量与指针和外壳间电势差成正比，指针电荷量越多，张角越大，表明指针与外壳间电势差越大。$C=\frac{Q}{U}$ $\theta \propto U$		1. 探究影响电容器电容的因素 2. 电容器的动态平衡	/

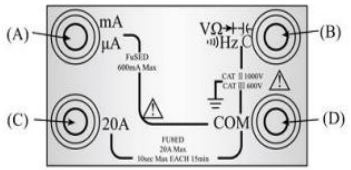
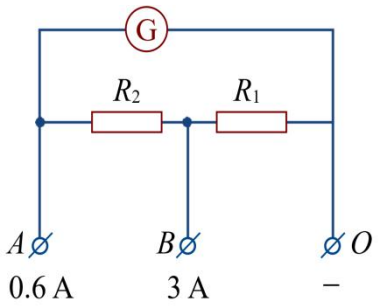
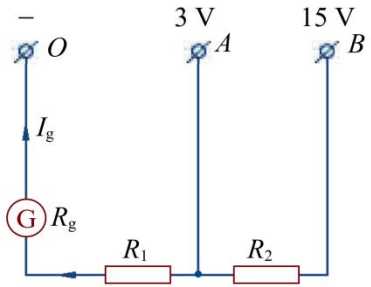
装置名称	装置原理图	原理解释	相关公式	适用范围（相关实验）	注意事项（误差分析）
游标卡尺	 图 3-31　游标卡尺的结构	利用主尺整毫米刻度与游标尺细分刻度的刻度差，精确测量微小长度。主尺提供整数毫米读数，游标尺通过对齐格数确定毫米以下小数部分。 高中涉及三种游标卡尺，有 10 分度、20 分度和 50 分度尺三种。10 分度卡尺精度为 0.1mm，20 分度的游标卡尺精度为 0.05mm，50 分度的游标卡尺精度为 0.02mm.		1. 测金属丝直径 2. 测摆球直径 3. 测遮光板宽度等	游标卡尺不估读，但读数要和最小分度值（精度）保持一致。
螺旋测微器	 图 3-35　螺旋测微器的结构	螺旋测微器是测量长度的工具，比游标卡尺更精确，又叫千分尺。 读数＝固定刻度读数+可动刻度读数×精度。可动刻度要估读一位，以毫米为单位保留三位小数，最后的读数要读到 0.001mm，即读到小数点千分位，所以也叫千分尺。		1. 测金属丝直径 2. 测摆球直径 3. 测遮光板宽度 4. 测量油膜的厚度（高精度测量）	1.测量时，先粗调再微调，当听见哒哒哒声音，锁定锁紧装置。 2.检查最后读数是否保留到千分位（重要）
刻度尺	 图 2-11　用刻度尺测量工件长度	毫米刻度尺是测量长度的工具，精确到 1mm，估读到 0.1mm。读数时若以毫米为单位读到小数点后 1 位，如果出现以米或者厘米为单位的读数，仍然先以毫米为单位读一次，然后移小数点换算，比如 0.01cm。		1. 测纸带间距 2. 测斜面（坡）长度 3. 测摆线长度等	1.必须估读到最小分度值的下一位。 2.若物体末端在两刻度线之间，按“四舍五入”原则估读。

装置名称	装置原理图	原理解释	相关公式	适用范围（相关实验）	注意事项（误差分析）
多用电表	 图 4-12 指针式多用电表	构造：多用电表是一种可以测量电流、电压、电阻等电学量的多功能仪表。通过结构图可以分为表盘区和选择（选档）区。 注意事项： 1.使用前应先机械调零，使指针指到零刻度（指针在最左侧，与零刻度对齐） 2.不使用的时候应把选择开关旋转到 OFF 或交流电压挡的最大量程位置 3.测电阻时，每换一次倍率档，都要再进行一次**欧姆调零**。			
多用电表读数	 图 4-13 电压示数  图 4-14 电流示数  图 4-15 电阻示数 ——选自课本第四章第三节原图	（1） 测电压 ① 选择直流电压挡合适量程，将选择开关旋至相应位置。 ② 将多用电表并联在电路两端，注意红表笔接触点的电势应比黑表笔接触点的电势高。 ③ 根据表盘上相应量程的直流电压刻度读出电压值，读数时注意**最小刻度**所表示的电压值。（图 4-13：选择开关对应量程为 2.5V，则 U=____V） （2） 测电流 ① 选择直流电流档合适量程，将选择开关旋至相应位置。 ② 把多用电表串联在电路中，注意电流应从红表笔流入多用电表。 ③ 读数时，根据表盘上相应量程的直流电流刻度进行读数，要认清刻度盘上的**最小刻度**。（图 4-14：选择开关对应量程为 100mA，则 I=____mA） （3） 测电阻（粗测） ① 选挡：估计待测电阻大小，选择合适倍率档 （测量指针：大偏角调小倍率，小偏角调大倍率） ② 欧姆调零：红、黑表笔短接，调欧姆调零旋钮使指针指向“0”Ω。 ③ 读数：两表笔与待测电阻接触，指针示数乘倍率即为待测电阻阻值。			

装置名称	装置原理图	原理解释	相关公式	适用范围（相关实验）	注意事项（误差分析）
电阻箱	 	电阻箱内部由多个十进制精度固定电阻（如 1Ω、10Ω、100Ω、1kΩ 等）组合，通过旋钮切换接入电路的电阻元件，阻值**可从面板刻度直接读出**，相当于**可设置大小的定值电阻**。	一“阻”多用： 对于一个已知阻值大小的电阻（电阻箱），可视为： 1. 电流表 2. 电压表 3. 电表改装（改装大量程电流表 、电压表） 4. 保护电路 ——26 届泉州 3 检		
秒表	  图 2-23 机械秒表	机械秒表有大、小两个表盘（图 2-23），秒针沿大表盘转动，分针沿小表盘转动。通常，秒针转一圈所用的时间为 30s，最小分度为 0.1s。秒针每转过一圈，分针相应转过半格。分针和秒针所指示的时间之和为所测的时间。图中，分针转过半格，即示数为 30s，秒针示数为 3.4s，故时间为 33.4s。秒针的转动是通过齿轮传动的，不可能停在两格中间，所以**秒表不估读**。	相关实验： 用单摆测量重力加速度： $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$	先读小表盘（分钟），再读大表盘（秒），小表盘过半分钟则读 30－60s，读数保留至小数点后 1 位。	
双缝干涉实验仪	 图 5-13 测量光波长的实验装置  图 5-14 测条纹间距	光源经滤光片后成为单色线光源，通过单缝后再经双缝，被分为两束频率相同、相位差恒定的相干光。两束相干光在光屏上叠加，形成明暗相间的等间距干涉条纹。条纹间距与光的波长、双缝间距、双缝到光屏的距离满足定量关系，通过测量条纹间距等物理量，即可计算出光的波长。	1.利用双缝干涉测量光的波长： $\Delta y=\frac{L}{d}\lambda$ 2.观察光的双缝干涉现象，定性分析条纹特点 3. 注意事项：参考校本教材最后的实验部分		

装置名称	装置原理图	原理解释	相关公式	适用范围（相关实验）	注意事项（误差分析）
变压器	 图 3-18　可拆变压器 	**变压器**主要由闭合的铁芯和绕在铁芯上的两个或两个以上的线圈组成。互感现象是变压器工作的基础。利用互感现象可以把能量由一个线圈传递到另一个线圈。从能量的角度来看,变压器是实现了电能向交变磁场的转化，再次向电能的转化。	$\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$	实验：探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系。（方法：控制变量） **注意事项** （1）只能使用低压交流电源，电压不超过 12V； （2）检查电路连接正确后再接通电路； （3）通电后不能用手去接触裸露的导线、接线柱； （4）测电压时，先用最大量程挡试测，以避免损坏交流电压表。	
插针法测玻璃折射率	 图 4-13　测量玻璃折射率示意图  乙	如图乙，当光以一定的入射角透过一块两面平行的玻璃砖时，只要找出与入射光线 AO 相对应的出射光线 $O'D$，就能够画出光从空气射入玻璃后的折射光线 OO'，于是就能测量入射角θ_1、折射角θ_2。根据折射定律，就可以求出玻璃折射率。	$n=\frac{sini}{sinr}=\frac{sin\theta_1}{sin\theta_2}$	（1）插针距离：尽可能将大头针竖直插在纸上，且距离稍大； （2）入射角大小：不宜过大或过小，一般控制在 30° 到 60°； （3）玻璃砖厚度：选用宽度较大的，宜在 5cm 以上； （4）玻璃砖折射面：要画准，不能用玻璃砖界面代替直尺画界线； （5）操作要求：手不能触摸玻璃砖平面。	

装置名称	装置原理图	原理解释	相关公式	适用范围（相关实验）	注意事项（误差分析）
探究气体等温变化规律实验装置	 图 1-21　实验装置示意图  图 1-22　利用压强传感器探究气体压强与体积的关系	保持封闭气体**质量和温度不变**，通过移动活塞改变空气柱体积，用气压计测对应压强，探究等温过程中压强 p 与体积 V 定量关系，验证玻意耳定律。也可使用 *DIS* 传感器，缓慢推动注射器活塞使气体体积改变，通过压强传感器直接读出压强，输入对应体积，计算机自动描点并生成压强与体积的关系曲线。	$P_1V_1=P_2V_2$ $P_1L_1=P_2L_2$	探究气体等温变化规律	1. 缓慢移动活塞，避免过快导致气体温度骤变。 2. 确保气密性完好，若发现漏气，及时更换橡胶套或涂抹凡士林密封。 3. 测量规范 多次测量，且气压计量程需在测量范围内。
油膜法测油酸分子实验装置		理想化处理 ①把滴在水面上的油酸层当作单分子油膜 ②分子紧密整齐排列，将其视为球形。 测量纯油酸体积 V 和油膜面积 S，利用“油膜厚度近似等于分子直径”的假设，估算油酸分子直径。	$d=\frac{V}{S}$ $S=na^2$ （假设每个格子边长是 a，数得 n 个格子后：$S=na^2$）	注意事项：视线要与水面垂直，操作不要触碰**油膜**；使用爽身粉避免洒在他人眼睛。 用油膜法估测油酸分子直径的大小是一种通过测量宏观量来测量微观量的方法。	

装置名称	装置原理图	原理解释	相关公式	适用范围（相关实验）	注意事项（误差分析）
数字式多用电表	 图 4-16　数字式多用电表  甲	数字式多用电表(图 4-16)利用了数字电路技术，具有多方面的优点:测量值以数字形式直接显示，读数准确，可靠性好;体积小，质量轻，操作便捷;挡位多，功能全，适用性广等。 如图甲，黑表笔接 COM（公共端），红表笔根据测量的物理量接入对应的位置。（电流、电压、电阻、频率、电容、二极管通断等）			
双量程电流表	 	图 3-30 为实验室常用的两个量程的电压表原理图。当使用 *O*、*A* 两接线柱时，量程为 3 V；当使用 *O*、*B* 两接线柱时，量程为 15 V。已知某电流计的内阻 *R*g =100 Ω，满偏电流 *I*g=1 mA，求分压电阻 R_1 和 R_2 的阻值。	已知电压表量程分别为 3 V 和 15 V 时，对应的分压电阻分别为 R_1 和 R_1+R_2。当电压表所加电压为量程值时，通过电流计的电流恰好达到满偏电流。 使用 *O*、*A* 两接线柱时：$I_g=\frac{U_1}{R_g+R_1}$ 使用 *O*、*B* 两接线柱时：$I_g=\frac{U_2}{R_g+R_1+R_2}$ 带入数据联立可求分压电阻 R_1 和 R_2 的阻值。		
双量程电压表	 	图 3-30 为实验室常用的两个量程的电压表原理图。当使用 *O*、*A* 两接线柱时，量程为 3 V；当使用 *O*、*B* 两接线柱时，量程为 15 V。已知某电流计的内阻 *R*g =100 Ω，满偏电流 *I*g=1 mA，求分压电阻 R_1 和 R_2 的阻值。	已知该电压表量程分别为 3 V 和 15 V 时，对应的分压电阻分别为 R_1 和 R_1+R_2。当电压表所加电压为量程值时，通过电流计的电流恰好达到满偏电流。 使用 *O*、*A* 两接线柱时：$I_g=\frac{U_1}{R_g+R_1}$ 使用 *O*、*B* 两接线柱时：$I_g=\frac{U_2}{R_g+R_1+R_2}$ 带入数据联立可求分压电阻 R_1 和 R_2 的阻值。		