奔跑物理

高中物理

公式模型检测卡

赵　琳　强旭浩　王郡婕◎主编

高三版

陕西新华出版
陕西人民教育出版社

奔跑物理

物理

公式模型检测卡

赵　琳　强旭浩　王郡婕◎主编

高三版

陕西新华出版
陕西人民教育出版社
·西　安·

图书在版编目（CIP）数据

高中物理公式模型检测卡：高三版 / 赵琳，强旭浩，王郡婕主编 . -- 西安：陕西人民教育出版社，2025. 5.

ISBN 978-7-5757-0746-6

Ⅰ. G634.73

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2025H89A47 号

高中物理公式模型检测卡　高三版

GAOZHONG WULI GONGSHI MOXING JIANCEKA GAOSANBAN

赵　琳　强旭浩　王郡婕　主编

出版发行　陕西人民教育出版社

地　　址　西安市丈八五路 58 号

责任编辑　刘净贤

装帧设计　贾艳红

经　　销　各地新华书店

印　　刷　河北虎彩印刷有限公司

开　　本　890 毫米 × 1240 毫米　1/16

印　　张　11.75

字　　数　240 千字

版　　次　2025 年 5 月第 1 版

印　　次　2025 年 5 月第 1 次印刷

书　　号　ISBN 978-7-5757-0746-6

定　　价　159.00 元

版权所有・未经许可不得采用任何方式擅自复制或使用本产品任何部分・违者必究

编者的话

我和强旭浩老师在高中物理一线教学十五年，在这个过程中，我们发现很多学生学习物理很难、很辛苦，我们相信他们同样有一颗想要进步的心，只是没有掌握适合他们的学习方法。

为此，2019年，我们二人开始行动。针对教材和常考知识点，我们经过反复讨论、总结提炼，每节课为学生编写一页“公式模型检测卡”，作为课堂检测的学习资料，要求同学们填空并背诵，收到了非常好的效果。这说明，要想提高物理成绩并不难，背诵基本公式和常见模型就是一个适合高中生学习物理的容易上手的简单方法。

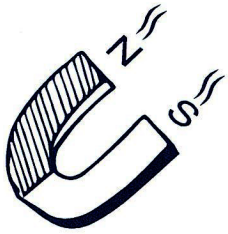
根据这几年来的实践效果，再加上我们在线上与全国各地老师和同学们交流，也收到了很多建议，2024年我们又用了一年时间，对“公式模型检测卡”进行了完善和优化，整理成册。现在，我们将它出版，希望更多的学生受益。

本书不可避免存在疏漏之处，如发现问题或有更好的建议，欢迎与我们联系（微信号：zhaolin061518）。

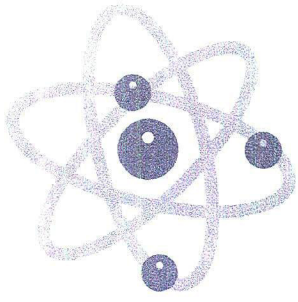
赵　琳

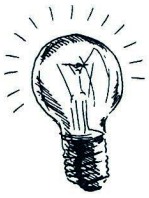
2025年5月

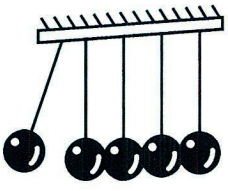
目 录



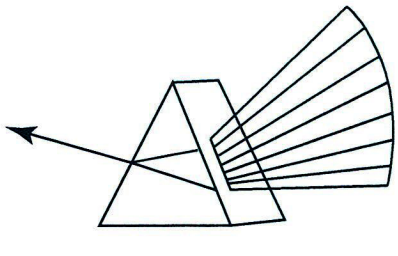
专题一	匀变速直线运动	1
专题二	力与平衡	9
专题三	牛顿运动定律	19
专题四	曲线运动	31
专题五	万有引力与航天	44
专题六	机械能守恒定律	49
专题七	动量守恒定律	58
专题八	静电场	65
专题九	电路	74
专题十	磁场	94

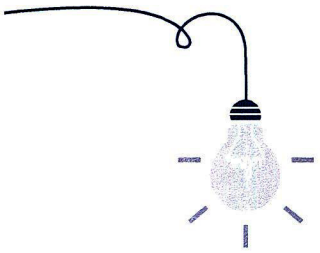






专题十一	电磁感应	104
专题十二	交变电流	114
专题十三	简谐运动和机械波	120
专题十四	光学	125
专题十五	热学	129
专题十六	近代物理	145
参考答案		156





专题一　匀变速直线运动

1. 矢量和标量

· 矢量：有_____，有_____的物理量。

· 标量：有_____，没有_____的物理量。

2. 位移

· 位移：_____指向_____的_____线段。

· 量性：_____量。

· 单位：_____。

· 位移大小_____路程（选填“>”“<”“≥”“≤”或“=”）；当物体做_____运动时，位移大小=路程。

3. 速度

· 速度的定义式：_____。

· 量性：_____量。

· 单位：_____；单位换算：72 km/h = _____ m/s。

· 速度分为_____速度和_____速度。

· _____叫作瞬时速率，简称_____。

4. 加速度

· 加速度的定义式：_____。

· 量性：_____量。

· 单位：_____。

· 加速、减速的判断：a方向与v方向_____为加速；a方向与v方向_____为减速。

·匀变速直线运动：加速度_____的直线运动。

5. 匀变速直线运动的三个基本公式

（1）基本公式

①匀加速直线运动

·速度—时间公式：_____；

·位移—时间公式：_____；

·速度—位移公式：_____。

②匀减速直线运动

·速度—时间公式：_____；

·位移—时间公式：_____；

·速度—位移公式：_____。

（2）三个基本公式的总结和对比

·题面条件涉及速度 v 和时间 t，使用_____公式；

·题面条件涉及位移 x 和时间 t，使用_____公式；

·题面条件不涉及时间 t，使用_____公式；

·任意一个公式，必须已知_____个条件，才能求解。

6. 自由落体和竖直上抛

·自由落体运动的条件：_____ 且 _____。

·自由落体运动的三个基本公式

速度—时间公式：_____；

位移—时间公式：_____；

速度—位移公式：_____。

·竖直上抛到达最高点的时间：$t=$_____（已知上抛初速度 v_0）。

·竖直上抛的最大高度：$h=$_____（已知上抛初速度 v_0）。

7. v–t图像和x–t图像的对比

（1）主要特点对比

①斜率

· 在v–t图像中，斜率（切线斜率）表示_____。

· 在x–t图像中，斜率表示_____。

②运动方向

· 在v–t图像中，运动方向（即速度方向）看_____，_____为正方向，_____为负方向。

· 在x–t图像中，运动方向看_____，_____为正方向，_____为负方向。

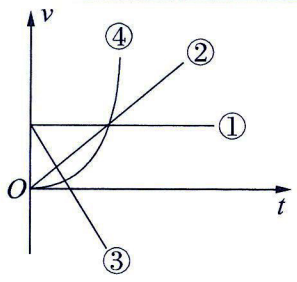
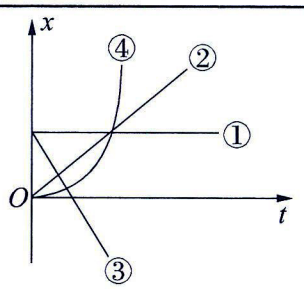
③位移

· 在v–t图像中，位移用_____表示。

· 在x–t图像中，位移 = _____。

（2）练习

表 1–1　v–t图像和x–t图像的对比

 v–t图像	 x–t图像
①朝____方向做_____直线运动	①_____
②朝____方向做_____直线运动	②朝____方向做_____直线运动
③先朝_____方向做_____直线运动，后朝____方向做_____直线运动	③先朝_____方向做_____直线运动，后朝____方向做_____直线运动
④朝____方向做_____直线运动	④朝____方向做_____直线运动

8. 追及相遇问题

（1）情境一：二者距离先增大后减小

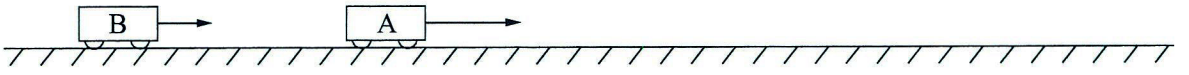


图 1-1　追及相遇问题情境一示意图

小车 A 和小车 B 同向运动，均做匀加速直线运动。某时刻，A 在 B 前 x_0=16 m，v_A=4 m/s，v_B=2 m/s，且 a_A=1 m/s^2，a_B=2 m/s^2。

问题 1：B 追上 A 之前，两者之间的最大距离是多少？

问题 2：B 追上 A 需要多长时间？

①问题 1 解题步骤

（i）设共速时间为 $t_{共}$，有：

_____ = _____，得 $t_{共}$ = _____。

（ii）求 0~$t_{共}$ 的位移

· x_A=_____ = _____；

· x_B=_____ = _____；

· 最大距离 x_{max}= _____ = _____。

②问题 2 解题步骤

（i）设相遇时间为 t，有：

· x_A=_____；

· x_B=_____。

（ii）根据题意，令_____ =x_0，解得 t = _____。

（2）情境二：二者距离先减小后增大

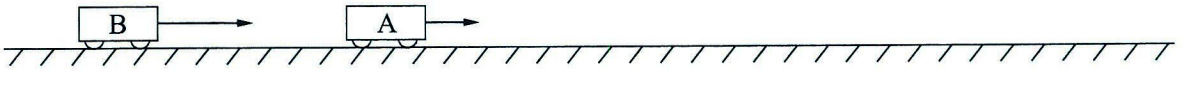


图 1-2　追及相遇问题情境二示意图

小车A和小车B同向运动，A匀加速，B匀减速。某时刻，A在B前x_0=30 m，v_A=4 m/s，v_B=16 m/s，且a_A=2 m/s^2，a_B=1 m/s^2。

问题1：两车是否会相撞?

问题2：若不会相撞，两车最小距离是多少?

①问题1解题步骤

（i）设共速时间为$t_{共}$，有：

_____ = _____，得$t_{共}$ = _____。

（ii）求0~$t_{共}$的位移

· x_A=_____ = _____;

· x_B=_____ = _____;

· 因为 _____，所以两车_____相撞。

②问题2解题步骤

两车最小距离x_{min}= _____ = _____。

9. 初速度为零的匀加速直线运动的几个特殊规律

（1）用相同时间间隔T分割

· 前1T、前2T、前3T……前$n$$T$的位移之比：_____。

· 第1T、第2T、第3T……第$n$$T$的位移之比：_____。

（2）用相同位移x分割

· 前1x、前2x、前3x……前nx的时间之比：_____。

· 第1x、第2x、第3x……第nx的时间之比：_____。

· 第1x末、第2x末、第3x末……第nx末的速度之比：_____。

10. 匀变速直线运动的几个拓展公式

· 平均速度公式：$\overline{v}=\frac{\quad}{t}$（普遍适用）=$\frac{\quad}{2}$（仅适用于匀变速直线运动）。

· 中间时刻瞬时速度：$v_{\frac{t}{2}}=\overline{v}=\frac{x}{\quad}$。

·中间位置瞬时速度：$v_{\frac{x}{2}}=\sqrt{\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad}$。

·特征方程：用相同时间间隔T连续分割匀变速直线运动，相邻位移差_____，即$x_2-x_1=$_____；且$\Delta x=$_____。

11. 实验：研究匀变速直线运动

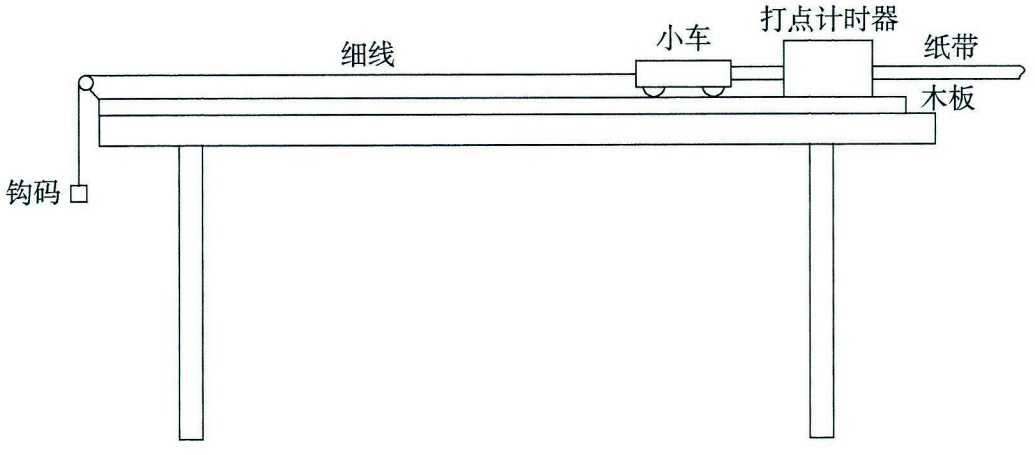


图 1-3　匀变速直线运动示意图

（1）两种打点计时器

·电磁打点计时器和电火花计时器均使用_____电源（选填“直流”或“交流”），电源频率均为$f=$_____，打点周期（即两次打点时间间隔）均为$t=$_____。

·电磁打点计时器的电源电压为_____V，电火花计时器的电源电压为_____V；相较于电磁打点计时器，电火花计时器的阻力和误差更_____（选填“大”或“小”）。

（2）操作注意事项

·细线应与木板_____。

·释放前，小车应_____打点计时器。

·先_____，再_____。

（3）计时和测量距离

·相邻两个计时点（实际打点）的时间间隔$t=$_____。

·相邻两个计数点（每隔4个计时点选取一个计数点）的时间间隔$T=$_____。

·刻度尺（单位为 cm）读数保留_____位小数。

（4）匀加速直线运动的“近似”证明

（5）求各点瞬时速度和纸带的加速度（相邻两点时间间隔为 T）

①情形一

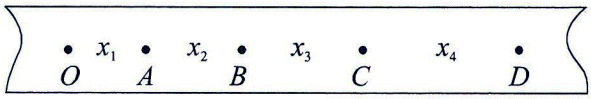


图 1-4　纸带打点情形一示意图

·B点瞬时速度：_____；

·纸带加速度：_____。

②情形二

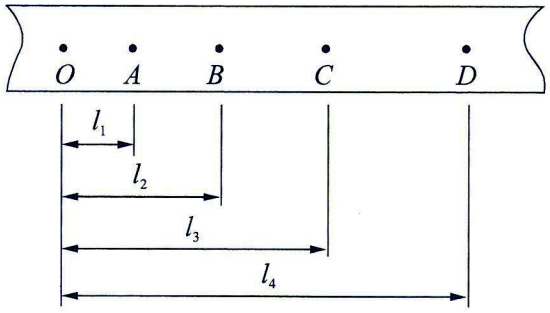


图 1-5　纸带打点情形二示意图

·B点瞬时速度：_____；

·纸带加速度：_____。

③情形三

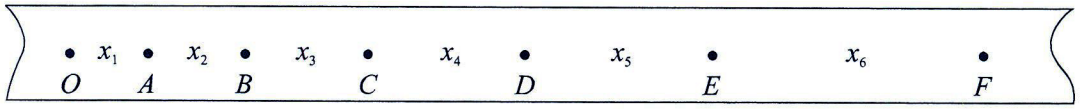


图 1-6　纸带打点情形三示意图

·D点瞬时速度：_____；

·纸带加速度：_____。

④情形四

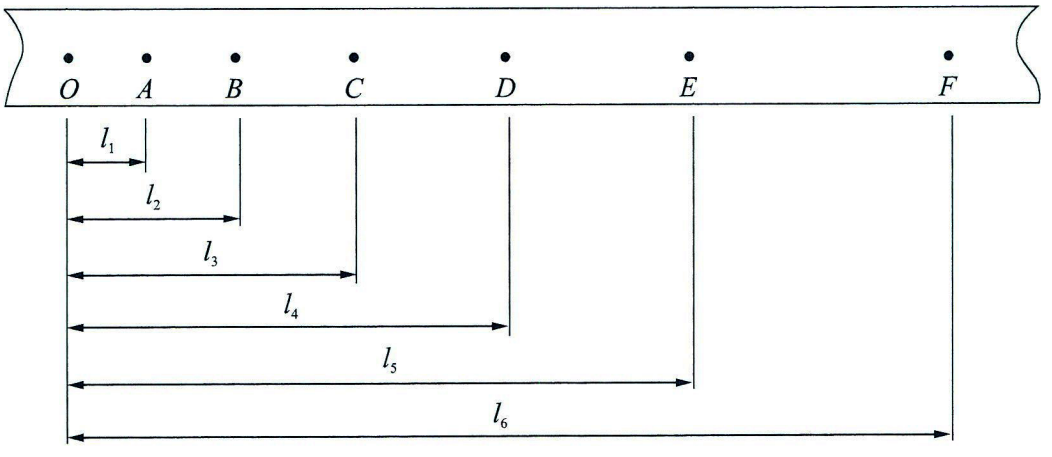


图 1–7　纸带打点情形四示意图

· D点瞬时速度：_____；

· 纸带加速度：_____。

（6）逐差法求加速度的原理和步骤

以图 1–6中纸带上的打点为例进行研究。

· 利用逐差法减小 Δx 的测量误差

$\Delta x_1 = \dfrac{x_4 - x_1}{3}$

$\Delta x_2 =$ _____

$\Delta x_3 =$ _____

} 求平均值 $\Delta x =$ _____。

· 将减小测量误差后的 Δx 代入特征公式 $a =$ _____ = _____。

· 若题面中给出奇数段位移，通常舍去_____的一段，再用逐差法。

· 逐差法的优点：_____，减小偶然误差。



专题二　力与平衡

1. 重力、弹力和摩擦力

（1）重力

· 公式：$G=$_____。

· 重力加速度的变化规律：高度变高，g变_____，纬度变高，g变_____。

（2）弹力的方向

· 画出小球受到的弹力

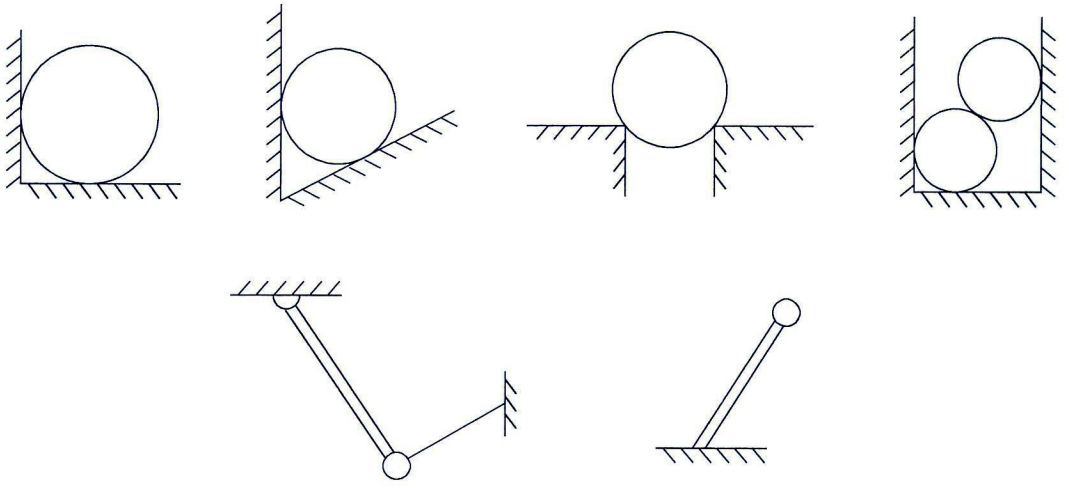


图 2-1　弹力方向练习（小球）

· 画出细杆受到的弹力

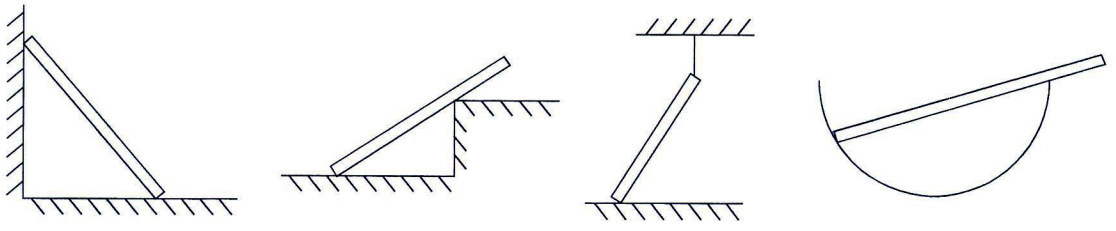


图 2-2　弹力方向练习（细杆）

（3）弹簧弹力的大小（胡克定律）

公式：$F=$_____。

·k表示弹簧的_____，常用单位为_____或_____。

·x表示弹簧的_____，伸长时，伸长量$x=$_____；压缩时，压缩量$x=$_____（用l_0表示弹簧不受力时的原长，l表示弹簧受力时的长度）。

（4）摩擦力

①滑动摩擦力公式：$f=$_____。

·μ表示_____，只与材料及接触面粗糙程度有关。

②练习

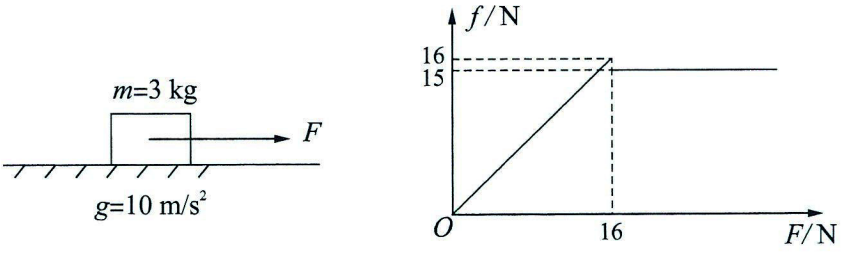


图 2-3　物体受力示意图及摩擦力随拉力变化图像

·最初物块静止，拉力F从0逐渐增大。当拉力$F=10$ N时，物体处于_____状态，此时，_____摩擦力$=$_____N。

·最大静摩擦力$f_{max}=$_____N。

·滑动摩擦力$f=$_____N，可得动摩擦因数$\mu=$_____。

·从撤去拉力F到物块停止的过程中，滑动摩擦力_____（选填“增大”“减小”或“不变”）。

2. 力的合成

·二力合成遵循_____定则。若二力垂直，合力大小根据_____定理计算。

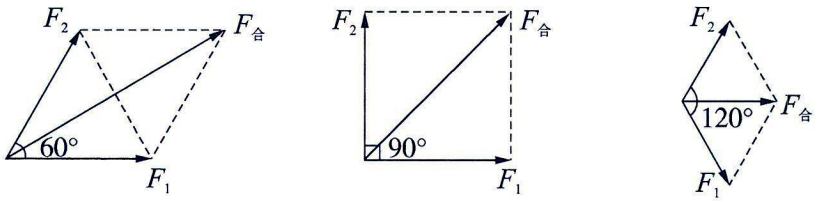
·两个力的合力的大小范围_____$\leqslant F_{合}\leqslant$_____（用F_1和F_2表示）。

·三个力的合力的大小范围

情形1：$F_1=3$ N，$F_2=4$ N，$F_3=5$ N，_____$\leqslant F_{合}\leqslant$_____。

情形 2：$F_1=3\ \mathrm{N}$，$F_2=4\ \mathrm{N}$，$F_3=9\ \mathrm{N}$，_____$\leqslant F_{合}\leqslant$_____。

·两个等大分力求合力的三个特殊夹角



a　　b　　c

图 2-4　两个等大分力求合力

a：$\theta=60°$，$F_{合}=$____F_1；

b：$\theta=90°$，$F_{合}=$____F_1；

c：$\theta=120°$，$F_{合}=$____F_1。

3. 受力平衡问题练习

已知物块质量均为 m，重力加速度为 g。按下列步骤完成练习：画出受力示意图、建立直角坐标系、正交分解、写出两个平衡方程。

（1）细线悬吊、物块静止（以 O 点为研究对象）

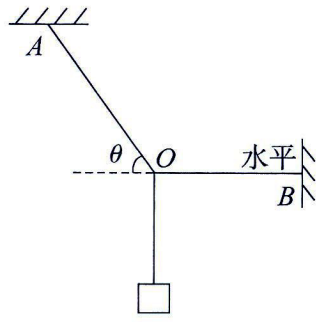


图 2-5　受力平衡练习 1

x方向：_____；

y方向：_____。

（2）竖直圆弧轨道、物块静止

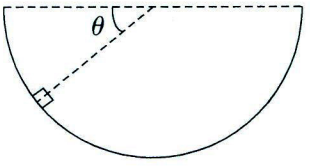


图 2-6　受力平衡练习 2

x方向：_____；

y方向：_____。

（3）水平面、恒力F水平、物块静止

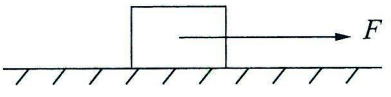


图 2-7　受力平衡练习 3

x方向：_____；

y方向：_____。

（4）水平面、恒力F倾斜、物块静止

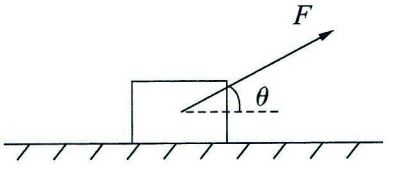


图 2-8　受力平衡练习 4

x方向：_____；

y方向：_____。

（5）水平面、恒力F水平、物块匀速运动

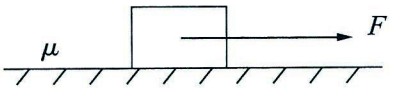


图 2-9　受力平衡练习 5

x方向：_____；

y方向：_____。

其中，滑动摩擦力f=_____。

（6）水平面、恒力F倾斜、物块匀速运动

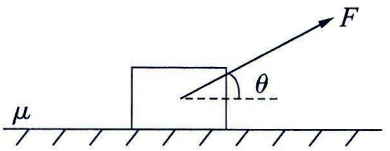


图 2-10　受力平衡练习 6

x方向：_____；

y方向：_____；

其中，滑动摩擦力f=_____。

（7）固定斜面、物块静止

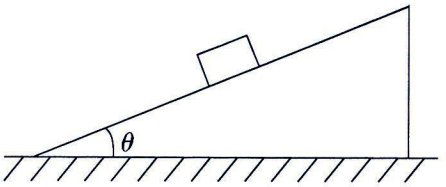


图 2-11　受力平衡练习 7

x方向：_____；

y方向：_____。

（8）固定斜面、物块匀速下滑

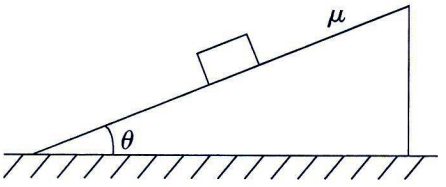


图 2-12　受力平衡练习 8

x方向：_____；

y方向：_____；

其中，滑动摩擦力f=_____。

（9）固定斜面、恒力F沿斜面向上、物块匀速上滑

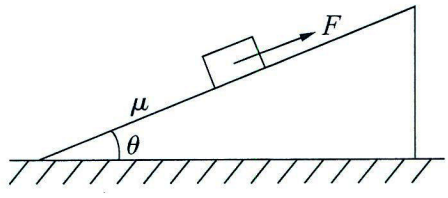


图 2-13　受力平衡练习 9

x方向：_____；

y方向：_____；

其中，滑动摩擦力f=_____。

4. 三力动态平衡

（1）情境一

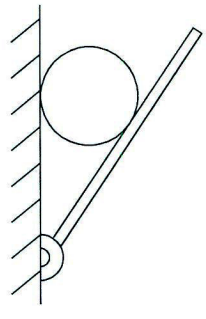


图 2-14　动态平衡情境一示意图

木板从图示位置缓慢转至水平，不计摩擦。

· 画出球受力的矢量三角形。

· 墙面对球的弹力F_1大小变化趋势：_____。

· 木板对球的弹力F_2大小变化趋势：_____。

（2）情境二

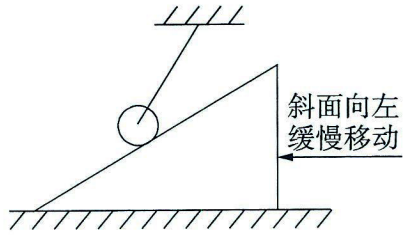


图 2-15　动态平衡情境二示意图

斜面从图示位置缓慢移动至细线恰好与斜面顶角接触，不计摩擦。

· 画出球受力的矢量三角形。

· 斜面对球的弹力 F_1 大小变化趋势：_____。

· 细线对球的拉力 F_2 大小变化趋势：_____。

（3）情境三

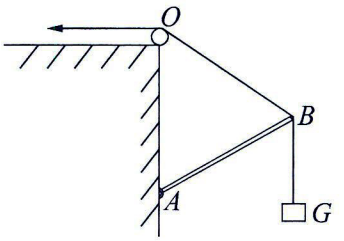


图 2-16　动态平衡情境三示意图

细线和轻杆的连接点为 B 点，缓慢拉动细线使轻杆向上转动至竖直。

· 画出 B 点受力的矢量三角形。

· 写出“相似三角形”等式：_____。

· 轻杆对 B 点的弹力 F_1 大小变化趋势：_____。

· 细线对 B 点的拉力 F_2 大小变化趋势：_____。

（4）情境四

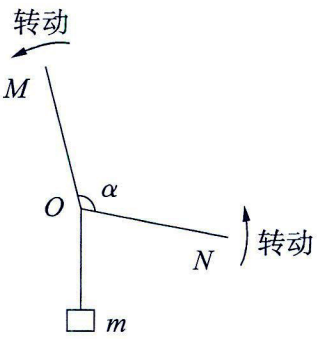


图 2-17　动态平衡情境四示意图

同时转动细线 OM 和 ON，保持二者的夹角 α（$\alpha > 90°$）不变，直至 OM 水平。

· 画出 O 点的受力示意图。

· 写出“拉密原理”等式：_____。

· 细线 OM 拉力 F_1 大小变化趋势：_____。

· 细线 ON 拉力 F_2 大小变化趋势：_____。

5. 实验：探究弹簧弹力和弹簧伸长量的关系

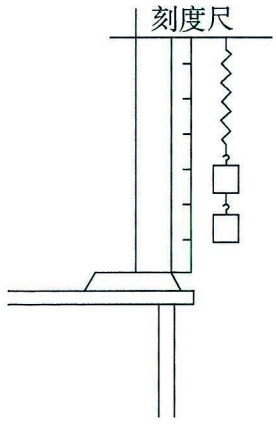


图 2-18　探究弹簧弹力和弹簧伸长量的关系

· 刻度尺应_____放置；刻度尺（单位为 cm）读数保留_____位小数。

· 悬挂钩码前，先测量_____。

· 应_____（选填“逐一”或“随意”）增挂钩码，避免钩码过重超过弹簧的_____。

· 记录数据

弹簧弹力 F 就等于 _____。

弹簧伸长量 x = _____（用 l_0 表示弹簧不受力时的原长，l 表示悬挂钩码时的弹簧长度）。

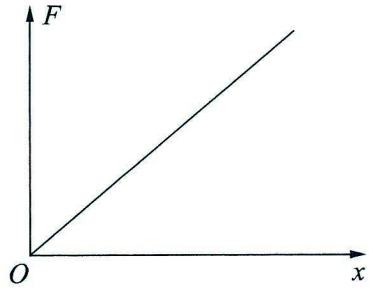


图 2-19　弹簧弹力—伸长量（F-x）图像

· 如图 2-19所示，弹簧弹力—伸长量（F-x）图像是一条_____（描述图线特点），其斜率表示弹簧的_____。

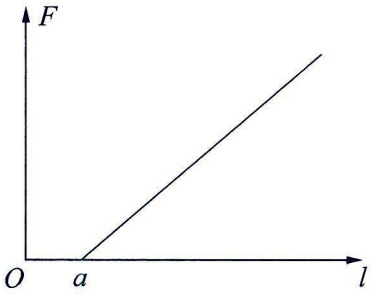


图 2-20　弹簧弹力—弹簧长度（F-l）图像

· 如图 2-20所示，弹簧弹力—弹簧长度（F-l）图线的斜率表示弹簧的_____，横轴截距 a 表示弹簧的_____。

6. 实验：验证力的平行四边形定则

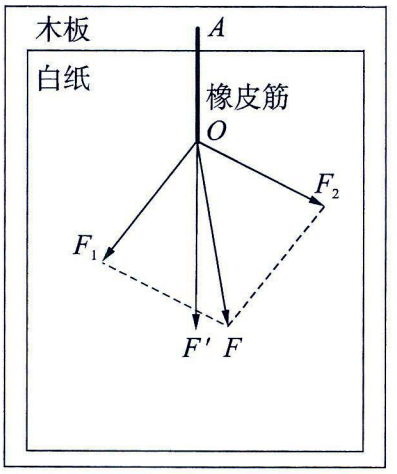


图 2-21　验证力的平行四边形定则

· 实验原理：_____法。

· 细线应与木板_____。

· 用两个弹簧测力计拉伸橡皮筋，夹角不应过大或过小，末端标为 O 点。记录两个拉力 F_1 和 F_2，既要记录_____，也要记录_____。

· 考查弹簧测力计读数：

最小分度 $d = 0.1$ N，保留到小数点后第_____位，如 3.25 N；

最小分度 $d = 0.2$ N，保留到小数点后第_____位，如 3.2 N。

· 为准确画出力的方向，细线应_____（选填“长”或“短”）一些，记录的两点应尽量_____（选填“远”或“近”）一些。

· 以表示F_1、F_2的有向线段为邻边，作_____，对角线代表合力F。

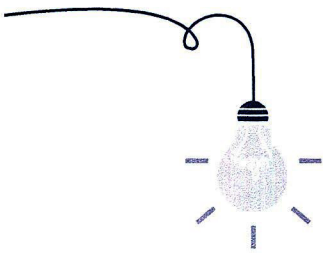
· 用一个弹簧测力计将橡皮筋末端_____，记为F'。

· 合力的理论值为_____，合力的实际值为_____（选填“F”或“F'”）。

· _____（选填“F”或“F'”）一定与橡皮筋方向OA共线。

· 比较F和F'的_____和_____，若误差在允许范围内，则验证成功。

· 多做几组，重复验证，_____（选填“需要”或“不需要”）将橡皮筋末端拉至O点。



专题三　牛顿运动定律

1. 牛顿第一定律

·一切物体总保持_____状态或_____状态，直到作用在它上面的力迫使它改变这种状态。

·惯性的唯一决定因素是_____。_____越大，惯性越_____。

2. 牛顿第二定律

公式：a=—— 或 F= _____。

·F指物体受到所有力的_____；

·a的方向与F的方向_____。

3. 超重和失重

①概念

·超重：a（或$F_{合}$）向_____或a（或$F_{合}$）有向_____的分量；

·失重：a（或$F_{合}$）向_____或a（或$F_{合}$）有向_____的分量；

·完全失重：a= _____（即只受_____）。

②举例：电梯

·向上加速：_____重；向上减速：_____重；

·向下加速：_____重；向下减速：_____重。

③举例：起立、下蹲、起跳

·起立：先_____重，后_____重；

·下蹲：先_____重，后_____重；

·起跳：先_____重，再_____重，再_____重。

4. 瞬时问题

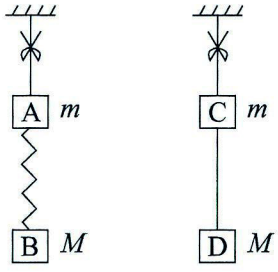


图 3-1　瞬时问题

剪断弹簧或细线瞬间：

①A、B使用弹簧连接

· 弹簧弹力_____；

· 加速度 a_A=_____，a_B= _____。

②C、D使用细线连接

· 加速度 a_C=_____ ，a_D= _____；

· 细线弹力_____。

5. 斜面模型

（1）光滑斜面

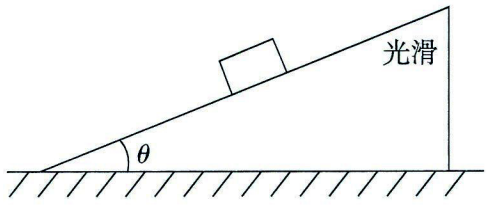


图 3-2　光滑斜面模型

· 若 v_0=0，则物块沿斜面向_____做_____运动；

· 若 v_0沿斜面向下，则物块沿斜面向_____做_____运动；

· 若 v_0沿斜面向上，则物块沿斜面向_____做_____运动，速度为零后，沿斜面向_____做_____运动。

上述所有情况，合力和加速度均相同，根据牛顿第二定律：$a=\frac{\qquad\qquad}{m}=$

_____。

（2）粗糙斜面（$v_0=0$）

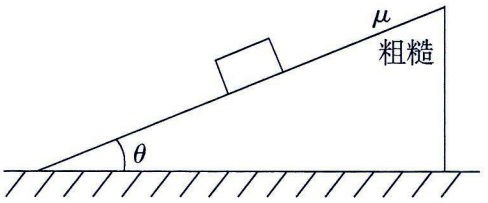


图 3-3　粗糙斜面模型（$v_0=0$）

· 若_____，则物块保持静止；

· 若_____，则物块沿斜面向_____做_____运动，

$a=\frac{\qquad\qquad}{m}=$_____。

（3）粗糙斜面（v_0沿斜面向上）

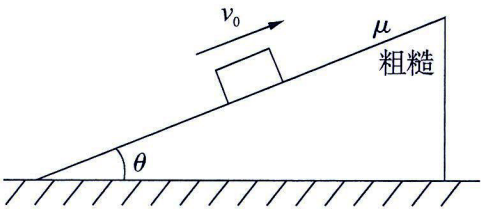


图 3-4　粗糙斜面模型（v_0沿斜面向上）

· 物块沿斜面向_____做_____运动，$a=\frac{\qquad\qquad}{m}=$

_____。

· 速度为零后，参考粗糙斜面（$v_0=0$）模型。

（4）粗糙斜面（v_0沿斜面向下）

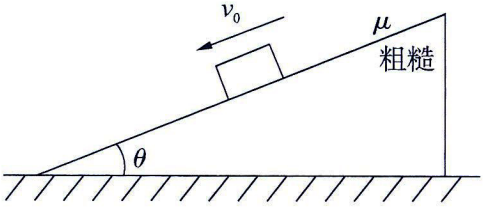


图 3-5　粗糙斜面模型（v_0沿斜面向下）

·若_____，则物块沿斜面向下做_____运动，

$a=\dfrac{\qquad\qquad\qquad\qquad}{m}=$_____。

·若_____，则物块沿斜面向下做_____运动，

$a=\dfrac{\qquad\qquad\qquad\qquad}{m}=$_____。

·若_____，则物块沿斜面向下做匀速直线运动。

6. 传送带模型

（1）水平传送带（$v_0=0$）

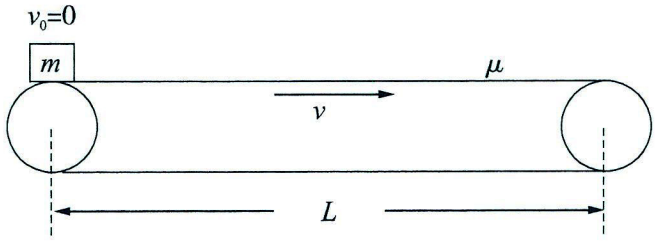


图 3-6　水平传送带模型（$v_0=0$）

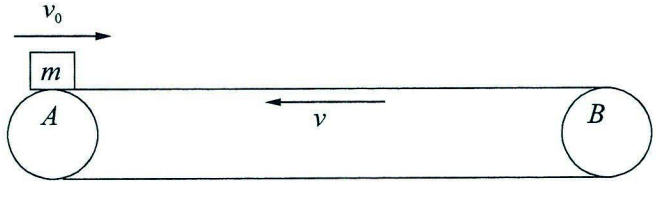
·物块刚开始做_____运动，$a=\dfrac{\qquad}{m}=$_____。

·假设能共速，根据公式_____，求共速需要的位移 x。然后，分情况讨论：

若_____，物块全程做匀加速直线运动；

若_____，物块先做_____运动，根据公式_____，计算运动时间 t_1；再做_____运动，根据公式_____，计算运动时间 t_2。

（2）水平传送带（v_0与 v反向）



注：传送带足够长。

图 3-7　水平传送带模型（v_0与 v反向）

·若_____，物块回到 A端的速度 $v'=v_0$，则运动过程：先向_____做_____

_____运动，再向_____做_____运动。

·若_____，物块回到A端速度$v'=v$，则运动过程：先向_____做_____运动，再向_____做_____运动，最后向_____做_____运动。

（3）倾斜传送带（向上传输）

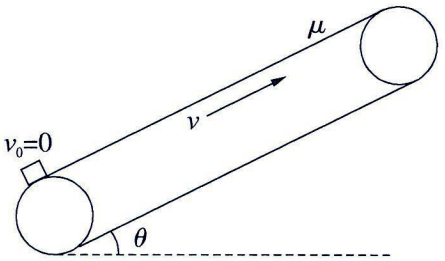


图 3-8　倾斜传送带模型（向上传输）

·物块刚开始沿斜面向上做_____运动，$a=\dfrac{\qquad\qquad}{m}=$_____。

·若能共速，共速后物块沿斜面向上做_____运动。

·能否共速的判断方法参见水平传送带（$v_0=0$）模型。

（4）倾斜传送带（向下传输）

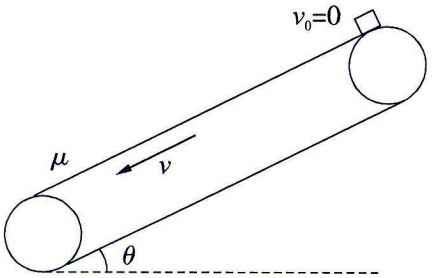


图 3-9　倾斜传送带模型（向下传输）

·物块刚开始沿斜面向下做_____运动，$a=\dfrac{\qquad\qquad}{m}=$_____。

·若能共速，共速后：

若_____，物块继续做匀速直线运动；

若_____，物块继续做_____运动，$a=\dfrac{\qquad\qquad}{m}=$_____。

（若物块具有沿斜面向下的初速度，情况会更加复杂，有余力的同学可自行研究。）

7. 直线连接体

（1）条件

· 恒力 F 与各个物体连接方向_____，且各物体加速度相同；

· 各处动摩擦因数 μ 均_____。

（2）练习

①练习 1

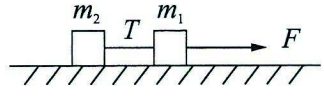


图 3-10　直线连接体练习 1

· 若地面光滑，细线拉力 $T=$ _____。

· 若各处动摩擦因数均为 μ，细线拉力 $T=$ _____。

②练习 2

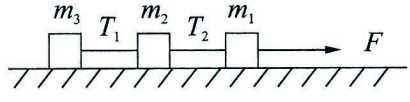
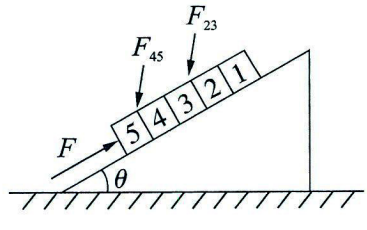


图 3-11　直线连接体练习 2

· 细线拉力 $T_1=$ _____。

· 细线拉力 $T_2=$ _____。

③练习 3



注：物块质量均为 m。

图 3-12　直线连接体练习 3

· 物块 2、3间作用力 $F_{23}=$_____。

· 物块4、5间作用力 F_{45} =_____。

· 斜面倾角 θ 增大，F_{23}_____，F_{45}_____。

④练习4

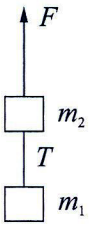


图3-13　直线连接体练习4

· 细线拉力 T = _____。

⑤练习5

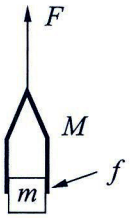


图3-14　直线连接体练习5

· 静摩擦力 f = _____。

8. 叠加连接体

（1）情境一

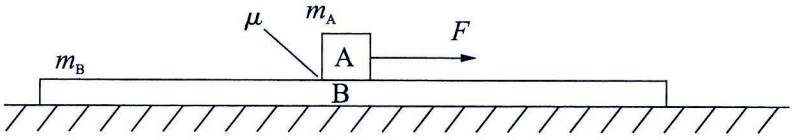


图3-15　叠加连接体情境一示意图

在光滑平面上，最初物块A、木板B均静止，拉力 F 随时间均匀增大，即 $F = kt$。

①运动过程分析：存在临界力 F_c

· 当 $F \leqslant F_c$ 时，物块A、木板B_____加速，$a_{共}$ =_____；

·当$F > F_c$时，物块A、木板B分开加速，$a_{Bmax}=$_____（木板B的加速度达到最大），$a_A=$_____（物块A的加速度随F增大而不断增大）。

②计算临界力F_c：牛顿第二定律结合整体隔离法

·整体：$F_c=$_____a_{Bmax}

·木板B：_____$=m_Ba_{Bmax}$　} 联立消去_____，求得F_c。

（2）情境二

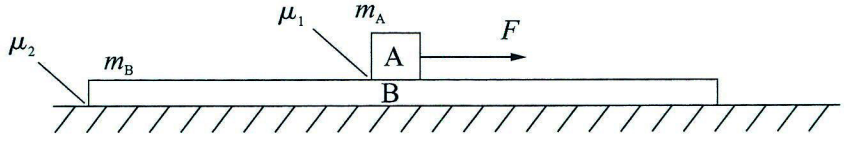


图3-16　叠加连接体情境二示意图

最初物块A、木板B均静止，拉力F随时间均匀增大，即$F=kt$。

①为保证木板B能够运动，应满足受力条件：_____。

②运动过程分析：存在临界力F_{c1}和F_{c2}

·当$F \leqslant F_{c1}$时，物块A、木板B均_____；

·当$F_{c1} < F \leqslant F_{c2}$时，物块A、木板B_____加速，$a_{共}=$_____；

·当$F > F_{c2}$时，物块A、木板B_____加速，$a_{Bmax}=$_____（木板B的加速度达到最大），$a_A=$_____（物块A的加速度随F增大而不断增大）。

③计算临界力F_{c1}：受力平衡结合整体法

·$F_{c1}=$_____。

④计算临界力F_{c2}：牛顿第二定律结合整体隔离法

·整体：$F_{c2}-$_____$=(m_A+m_B)a_{Bmax}$

·木板B：_____$=m_Ba_{Bmax}$　} 联立消去_____，求得F_{c2}。

（3）情境三

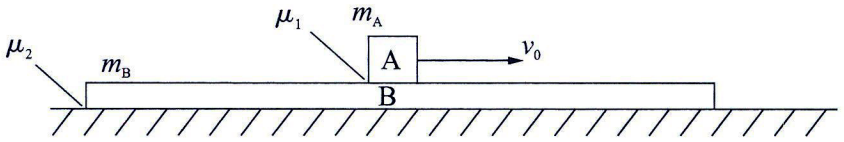


图 3-17　叠加连接体情境三示意图

①共速前

· 物块 A 做_____运动，加速度 $a_A=\dfrac{\qquad\qquad}{m_A}$；

· 木板 B 做_____运动，加速度 $a_B=\dfrac{\qquad\qquad}{m_B}$；

· 设共速时间为 $t_{共}$，根据速度等式_____，求出 $t_{共}$和 $v_{共}$；

· 0 ~$t_{共}$，位移 $x_A=$_____，$x_B=$_____，相对位移 $\Delta x=$_____。

②共速后

· 物块 A、木板 B 一起做_____运动，$a_{共}=\dfrac{\qquad\qquad}{m_A+m_B}$；

· $t_{共}$之后，根据公式_____，求出位移 $x_{共}$。

③在 v-t 图像（图 3-18）中，定性画出二者的图线，并指出 x_A、x_B、Δx、$x_{共}$、$x_{A总}$和 $x_{B总}$对应的图形面积。

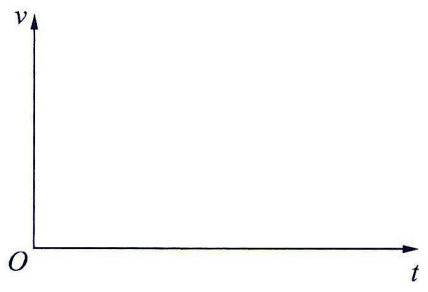


图 3-18　叠加连接体情境三 v-t 图像

_____

_____

（4）情境四

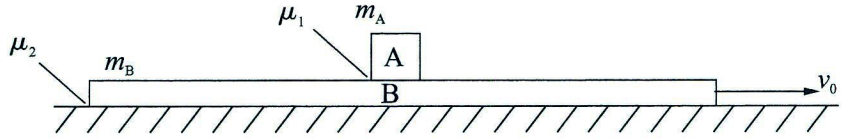


图 3-19　叠加连接体情境四示意图

①共速前

· 物块 A 做_____运动，加速度 $a_A=\dfrac{\qquad\qquad}{m_A}$；

· 木板 B 做_____运动，加速度 $a_B=\dfrac{\qquad\qquad}{m_B}$；

· 设共速时间为 $t_{共}$，根据速度等式_____，求出 $t_{共}$ 和 $v_{共}$；

· $0\sim t_{共}$，位移 $x_A=$_____，$x_B=$_____。

②共速后，分情况讨论：

· 若 $\mu_1\geqslant\mu_2$，则物块 A、木板 B 一起做_____运动，$a_{共}=\dfrac{\qquad\qquad}{m_A+m_B}$；$t_{共}$ 之后，根据公式_____，求出位移 $x_{共}$。

· 若 $\mu_1<\mu_2$，则物块 A、木板 B 分开做_____运动，$a_A'=\dfrac{\qquad\qquad}{m_A}$，$a_B'=\dfrac{\qquad\qquad}{m_B}$；$t_{共}$ 之后，根据公式_____，求出位移 x_A'，根据公式_____，求出位移 x_B'。

③针对 $\mu_1<\mu_2$ 的情况，在全过程中，相对位移 $\Delta x=$_____。

④针对 $\mu_1<\mu_2$ 的情况，在 v-t 图像（图 3-20）中，定性画出二者的图线，并指出 x_A、x_B、x_A'、x_B' 和 Δx 对应的图形面积。



图 3-20　叠加连接体情境四 v-t 图像

9. 实验：验证牛顿第二定律

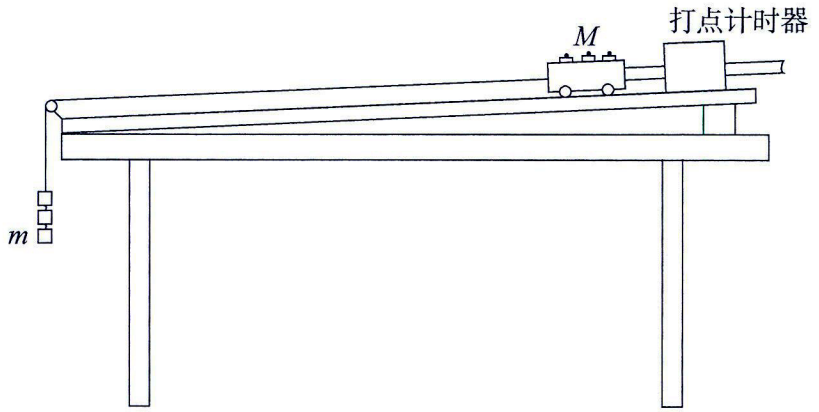


图 3-21　验证牛顿第二定律

（1）实验原理

·_____法。

·控制小车质量不变，改变细线拉力时，应绘制 a-_____图像。

·控制细线拉力不变，改变小车质量时，应绘制 a-_____图像。

（2）核心考点

①必须平衡_____

·目的：将小车所受几个力的合力简化为只有_____。

·验证方法：小车_____钩码，_____纸带（选填“连”或“不连”）。轻推小车，若纸带上打点_____，说明小车做匀速运动，平衡摩擦力成功。

·改变小车质量，_____（选填“需要”或“不需要”）再次平衡摩擦力。

②必须满足：钩码质量_____小车质量

·目的：用_____近似代替细线对小车的拉力 F。

·证明：

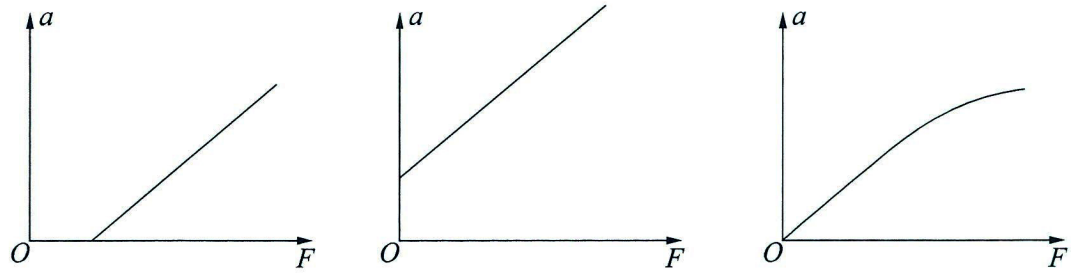
以钩码与小车整体为研究对象：_____ $=(m+M)a$

以小车为研究对象：_____

$$\left.\begin{array}{l}\text{以钩码与小车整体为研究对象：}_____=(m+M)a\\ \text{以小车为研究对象：}_____\end{array}\right\}F=\frac{M}{m+M}mg=\frac{1}{\frac{m}{M}+1}mg,$$

当 $m \ll M$ 时，$F \approx mg$。

（3）误差分析



a. 出现横轴截距　　b. 出现纵轴截距　　c. 图像后部弯曲

图 3-22　验证牛顿第二定律实验误差

写出三幅图中产生误差的原因。

a：_____。

b：_____。

c：_____。

专题四　曲线运动

1. 曲线运动的概念

（1）曲线运动的条件

· 合力 F 的方向与速度 v 的方向_____。

· 举例

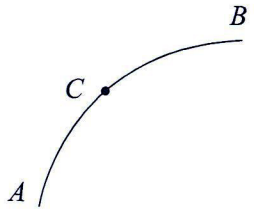
平抛运动：重力与速度的夹角从 90° 逐渐变_____；

斜上抛运动：重力与速度的夹角变化为_____角 → 直角 → _____角；

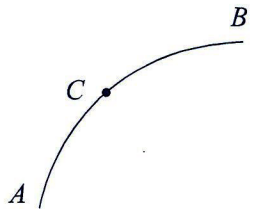
匀速圆周运动：合力与速度的夹角始终为_____角。

（2）轨迹问题

①定性画出物体在 C 点的速度方向和合力方向。



a.物体从 A 点到 B 点逐渐加速



b.物体从 A 点到 B 点逐渐减速

图 4-1　曲线运动的轨迹

②总结：

· 速度 v 沿轨迹的_____方向；

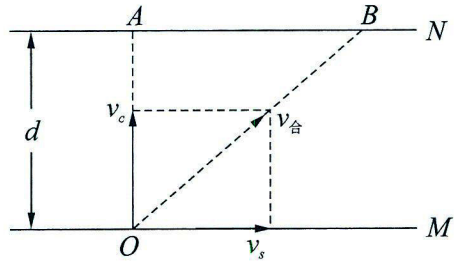
· 合力 F 的方向指向轨迹的_____侧；

· 若加速，F 与 v 夹角为 _____角，若减速，F 与 v 夹角为 _____角；

· 在曲线运动中，物体的速度 _____（选填“一定”或“不一定”）变化，物体 _____（选填“一定”或“不一定”）具有加速度。

2. 小船过河

（1）过河时间最短



注：v_s为水速，v_c为船在静水中的速度。

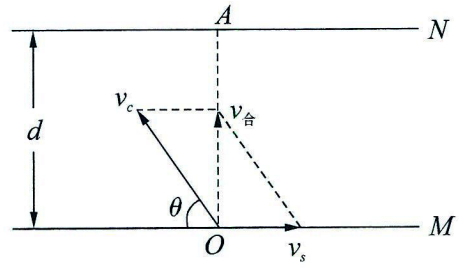
图 4–2　小船过河时间最短

· 船头方向：与河岸_____。

· 最短时间：t_{min} = _____。

· 漂下距离：AB = _____。

（2）过河距离最短



注：v_s为水速，v_c为船在静水中的速度。

图 4–3　小船过河距离最短

· 最短距离：_____。

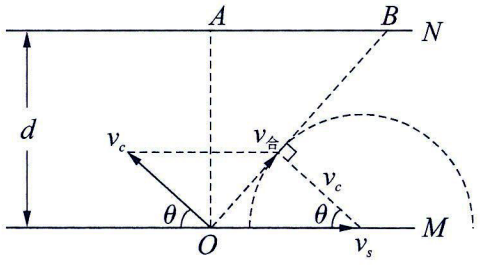
· 船头方向：cos θ = _____。

· 前提要求：v_c_____v_s。

· 实际速度：$v_{合}$ = _____。

· 过河时间：t = _____。

（3）漂下距离最短



注：v_s为水速，v_c为船在静水中的速度。

图 4-4　小船过河漂下距离最短

· 前提要求：v_c_____v_s。

· 船头方向：$\cos\theta=$_____。

· 漂下距离：$AB=$_____$\cdot\tan\theta$。

· 过河时间：$t=$_____。

3. 关联速度

（1）练习 1

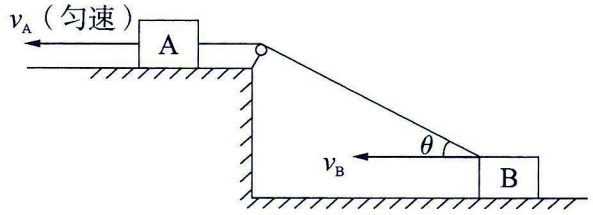


图 4-5　关联速度问题练习 1

· 画出物块 B 的速度分解图。

· 速度关联式：_____。

· B 做_____运动。

（2）练习 2

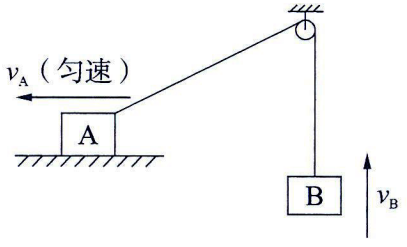


图 4-6　关联速度问题练习 2

·画出物块A的速度分解图。

·速度关联式：_____。

·物块B做_____运动。

·细线拉力_____物块B的重力（选填“>”“<”或“=”）。

（3）练习3

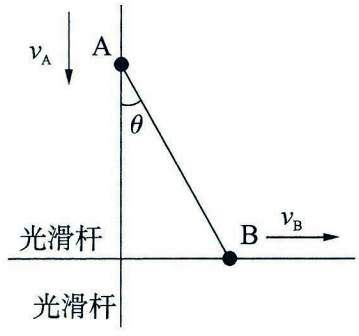


图4-7　关联速度问题练习3

·分别画出球A和球B的速度分解图。

·速度关联式：_____。

4. 平抛运动

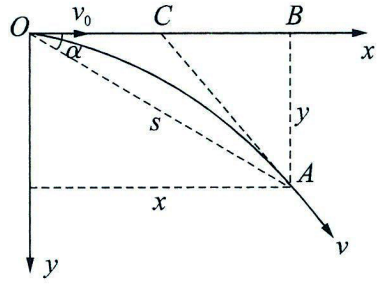


图4-8　平抛运动

（1）运动形式

·水平方向：做_____运动。

·竖直方向：做_____运动。

（2）位移规律

·水平位移：$x=$_____。

·竖直位移：$y=$_____。

· 合位移：$s=$ _____。

· 位移偏转角 α 的正切值 $\tan\alpha=$ ———— = ————。

（3）速度规律

· 在图 4–8中对 A 点的速度 v 进行正交分解，并标出两个分速度 v_0、v_y 和速度偏转角 β。

· 竖直分速度：$v_y=$ _____。

· 合速度大小：$v=$ _____。

· 速度偏转角 β 的正切值 $\tan\beta=$ ———— = ————。

（4）正切定理

· tan _____ = _____ tan _____。

（5）中点定理

· 轨迹上某点速度的反向延长线_____水平位移，如图 4–8，即_____ = _____。

（6）斜面上的平抛运动

①垂直落在斜面上

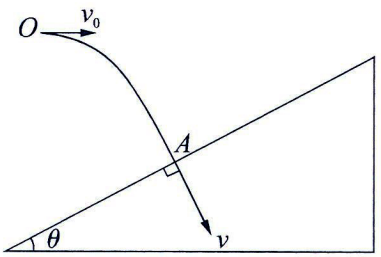


图 4–9　垂直落在斜面上的平抛运动

· 对 A 点的速度 v 进行正交分解。

· $\tan\theta=$ ———— = ————，得 $t=$ _____。

②顺着斜面平抛

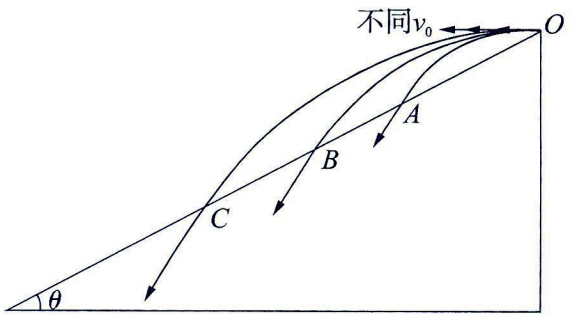


图 4–10　顺着斜面的平抛运动

·对A点的位移进行正交分解。

·$\tan\theta=$————$=$————，得$t=$_____。

·以不同v_0平抛到斜面上的各个速度方向_____。

·分别对A点、B点、C点的速度进行正交分解，不同落点处速度分解的矩形_____。

（7）斜上抛运动

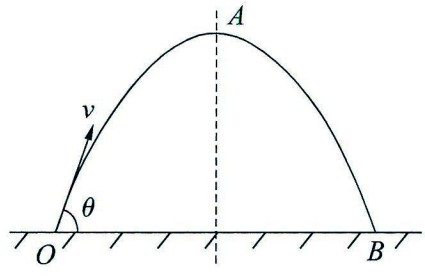


图 4-11　斜上抛运动

·对O点的初速度v进行正交分解。

·运动的分解：水平方向以速度_____做_____运动，竖直方向以初速度_____做_____运动。

·在最高点，速度沿_____方向，大小为_____。

·运动时间：$t=$_____。

·最大高度：$h=$_____。

·水平位移（射程）：$x=$_____，当$\theta=$_____时，射程最大，且$x_{max}=$_____。

（8）实验：研究平抛运动

①实验装置和操作考点

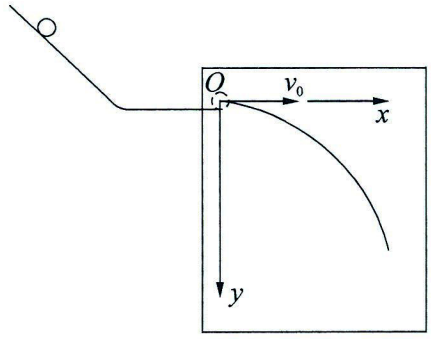


图 4-12　研究平抛运动

· 轨道末端保持_____。

· 每次从轨道上_____由_____释放小球。

· 轨道_____（选填“需要”或“不需要”）光滑。

· 以_____（选填“轨道末端点”或“抛出位置的小球球心”）为原点建立直角坐标系。

②“一点法”求 v_0

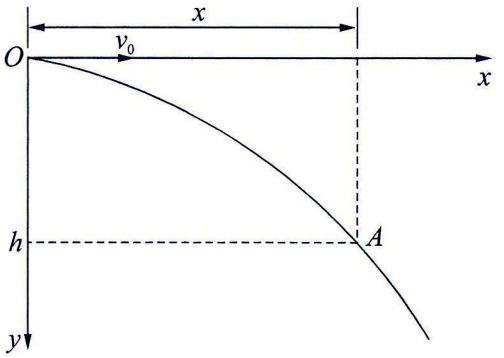


图 4-13　“一点法”求 v_0

· 竖直方向：_____，得 $t=$_____。

· 水平方向：$v_0=$_____。

③“三点法”求 v_0

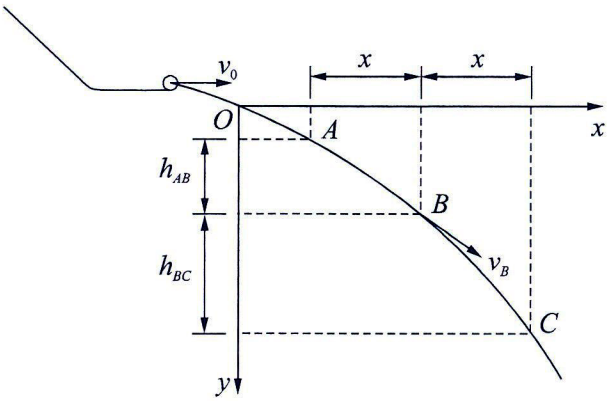


图 4-14　“三点法”求 v_0

· 选点要求：相邻两点水平距离_____。

· _____（选填“必须”或“不需要”）以抛出位置为原点建立直角坐标系。

· 竖直方向：_____，得 $t=$_____。

· 水平方向：v_0= ———— 。

· 求 B 点的速度 v_B：

对 B 点的速度 v_B 进行正交分解；

竖直分速度 v_{By}= ———— ；

v_B= ———— 。

5. 圆周运动

（1）基本公式

· $v=\frac{\quad}{t}$，$v=\frac{\quad}{T}$。

· $\omega=\frac{\quad}{t}$，$\omega=\frac{\quad}{T}$，角速度 ω 的单位为_____，$v=\omega$_____。

· $T=\frac{\quad}{v}$，$T=\frac{\quad}{\omega}$，$f=\frac{1}{\quad}$，频率 f 的单位为_____，$\omega=2\pi$_____。

· 转速 n 的两个常用单位为_____和 _____，n、f、ω 两两成 _____，若 n = 600 r/min，则 f= _____，ω =_____。

· $a=\frac{\quad}{r}=$_____ $r=\frac{4\pi^2}{\quad}r$，$F_n=m$ _____ $=m\frac{\quad}{r}=m$ _____ $r=m\frac{4\pi^2}{\quad}r$。

（2）水平面内的匀速圆周运动

①汽车过水平圆弧弯道

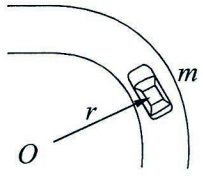


图 4-15　汽车过水平圆弧弯道

质量为 m 的汽车以恒定速率通过半径为 r 的水平圆弧弯道，路面对轮胎的最大径向静摩擦力是汽车重力的 k 倍，则：

· 沿_____方向的_____提供向心力。

· 最大过弯速度为 _____ $=m\frac{v_{max}^2}{r}$，得 v_{max} = _____。

②转盘模型

（i）情境一：一个物块

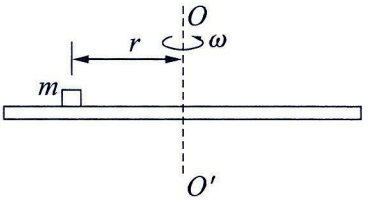


图 4-16　转盘模型情境一示意图

物块与圆盘间的最大静摩擦力为物块所受重力的 k 倍，则：

· 沿_____方向的_____提供向心力。

· 稳定转动的最大角速度为_____ $=m\omega_{max}^2 r$，得 $\omega_{max}=$_____。

（ii）情境二：两个物块、细线连接、位于转轴同侧

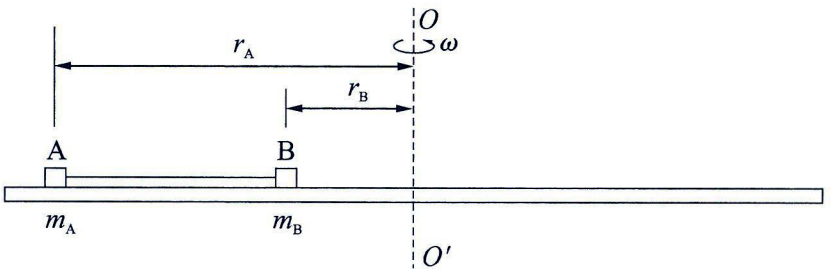


图 4-17　转盘模型情境二示意图

物块与圆盘间的最大静摩擦力为物块所受重力的 k 倍，则：

· 细线恰好出现拉力时刻，对物块 A 应用牛顿第二定律_____，得 $\omega_1=$_____。

· 画出物块 A、B 一起飞离时刻各自的受力示意图，并分别写出其牛顿第二定律。

对物块 A 应用牛顿第二定律：_____

对物块 B 应用牛顿第二定律：_____ } 联立解得 $\omega_{max}=$_____。

（iii）情境三：两个物块、细线连接、位于转轴两侧

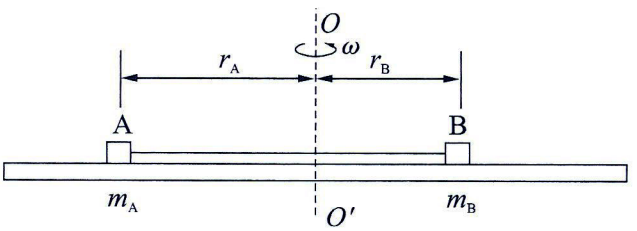


图 4-18　转盘模型情境三示意图

物块与圆盘间的最大静摩擦力为物块所受重力的k倍，则：

（a）分情况讨论

若m_Ar_A_____m_Br_B（选填“>”“<”或“=”），二者共同从物块A侧飞离转盘；

若m_Ar_A_____m_Br_B（选填“>”“<”或“=”），二者共同从物块B侧飞离转盘。

（b）若二者共同从物块A侧飞离转盘，画出物块A、B一起飞离时刻各自的受力示意图，并分别写出其牛顿第二定律。

对物块A应用牛顿第二定律：_____

对物块B应用牛顿第二定律：_____　} 联立解得ω_{max}=_____。

③汽车过倾斜弯道

（i）情境一：弯道光滑

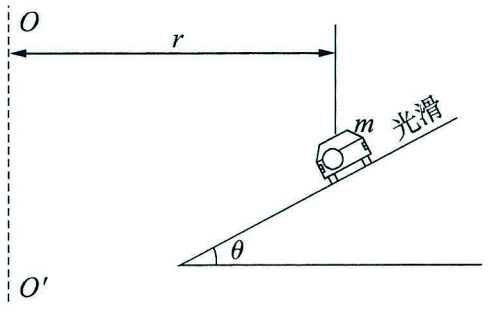


图4-19　汽车过倾斜光滑弯道

·_____和_____的合力提供向心力，并画出力的合成的平行四边形。

·半径为r的唯一过弯速度：_____$=m\frac{v_c^2}{r}$，得v_c=_____。

（ii）情境二：弯道粗糙

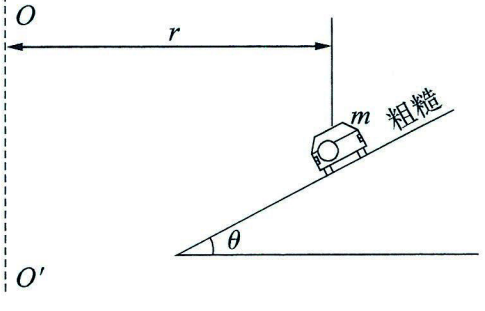


图4-20　汽车过倾斜粗糙弯道

·半径为r的最佳过弯速度：_____和_____的合力提供向心力，得v_c=_____。

·若汽车以速度$2v_c$在半径为r的倾斜弯道上做匀速圆周运动，请画出受力示意图、建立直角坐标系、正交分解、写出两个方向的方程。

联立方程可以求出支持力N和摩擦力f。

·若汽车以速度$\frac{1}{2}v_c$仍在半径为r的倾斜弯道上做匀速圆周运动，请同学们参考上例自行分析。

④圆锥摆模型

（i）情境一：原始模型

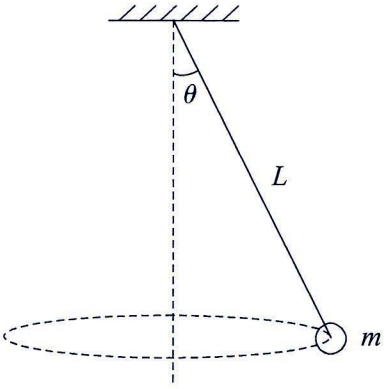


图 4-21　圆锥摆原始模型

·_____和_____的合力提供向心力，并画出力的合成的平行四边形。

·求拉力：_____，得F=_____。

·求向心力：_____，得F_n=_____。

·求半径：_____，得r=_____。

·求角速度：_____，得ω=_____。

（ii）情境二：拓展模型

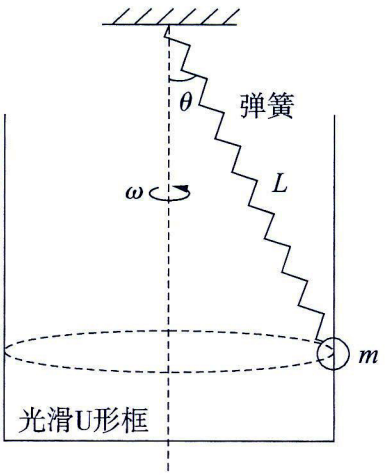


图 4-22　圆锥摆拓展模型

将图4–21中的细线换成轻质弹簧，并将小球套在光滑U形框上（图4–22）。

·当光滑U形框带着小球以情境一中的角速度ω做匀速圆周运动时，弹簧长度L和摆角θ与情境一相同，则U形框对小球_____弹力（选填“有”或“没有”）。

·当角速度增大为2ω时，小球的高度_____（选填“升高”“降低”或“不变”）。

·当角速度增大为2ω时，请画出受力示意图、建立直角坐标系、正交分解、写出两个方向的方程。

_____

_____

联立方程可以求出弹簧弹力F和U形框对小球的弹力N。

·若角速度减小为$\frac{1}{2}\omega$时，请同学们参考上例自行分析。

（3）竖直面内的圆周运动

①细线模型

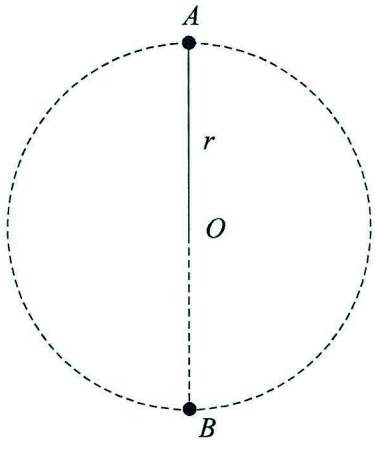


图4–23　细线模型

·分别画出小球在A点和B点的受力示意图。

·在最高点A点：_____$= m\frac{v_A^2}{r}$。

·安全通过最高点的最小速度：_____$= m\frac{v_{\min}^2}{r}$，得$v_{\min}=$_____。

·在最低点B点：_____$= m\frac{v_B^2}{r}$。

②轻杆模型

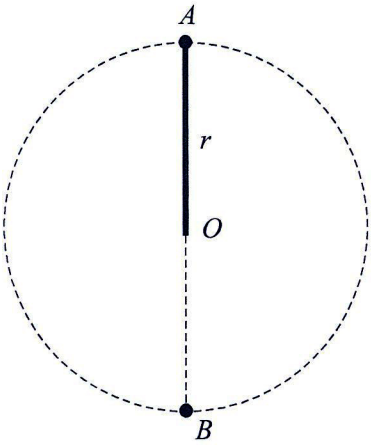


图 4-24　轻杆模型

· 在最高点 A 点：

当 v_____$\sqrt{gr}$ 时，杆的弹力向下；

当 v_____$\sqrt{gr}$ 时，杆的弹力 $=0$；

当 v_____$\sqrt{gr}$ 时，杆的弹力向上。

（选填“>”“<”或“=”）

· 在最低点 B 点：_____$=m\frac{v_B^2}{r}$。

③拱桥模型

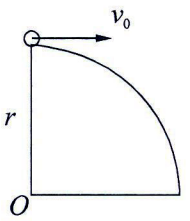


图 4-25　拱桥模型

· 在最高点：

若 $v_0<$ _____，做圆周运动；

若 $v_0\geqslant$ _____，做平抛运动。

· 平抛运动的最短水平位移：_____。

专题五　万有引力与航天

1. 开普勒三定律

（1）开普勒第一定律

· 内容：太阳系所有行星绕太阳运动的轨道都是_____，太阳处在_____的一个_____上。

· 拓展：若椭圆近似为圆，即太阳系中的行星绕太阳做匀速圆周运动，则太阳位于_____上。

（2）开普勒第二定律

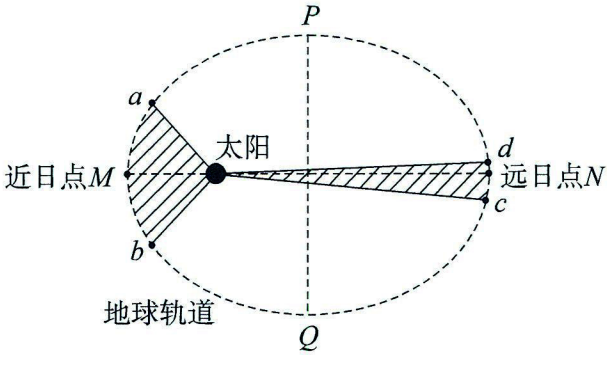


图 5-1　开普勒第一、第二定律示意图

· 内容：任意一颗行星，它与太阳的连线在相等的时间内扫过_____。

· 拓展：

行星在近日点速度最_____，在远日点速度最_____。

$t_{MPN}=t_{NQM}=$_____T，t_{MP}_____$\frac{1}{4}T$（选填“>”“<”或“=”），t_{PN}_____$\frac{1}{4}T$（选填“>”“<”或“=”）。

（3）开普勒第三定律

· 内容：$\frac{a^3}{T^2}=k$，其中 a 表示椭圆轨道的_____。

·拓展：

使用条件：相比较的两颗行星（或卫星）必须围绕_____中心天体运动。

若对比两个圆形轨道，则有$\frac{\quad}{T_1^2}=\frac{\quad}{T_2^2}$。

2. 万有引力定律

（1）万有引力定律

·$F_{引}=G$_____。

（2）万有引力提供匀速圆周运动的向心力

·加速度：$G\frac{Mm}{r^2}=$_____，则$a=$_____。

·线速度：$G\frac{Mm}{r^2}=$_____，则$v=$_____。

·角速度：$G\frac{Mm}{r^2}=$_____，则$\omega=$_____。

·周期：$G\frac{Mm}{r^2}=$_____，则$T=$_____。

·总结：高轨_____速_____周期，低轨_____速_____周期。

3. 黄金代换

（1）万有引力与重力的关系

·赤道：_____－_____＝_____。

·两极：_____=_____。

（2）黄金代换

·若忽略中心天体的自转，则有_____。

4. 宇宙速度

（1）第一、第二、第三宇宙速度的定义

·第一宇宙速度：物体不落回地面的最_____发射速度，也是_____，简称为_____，$v_1=$_____km/s。

·第二宇宙速度：物体挣脱_____引力束缚所需要的最小发射速度，$v_2=11.2$ km/s。

·第三宇宙速度：物体挣脱_____引力束缚所需要的最小发射速度，v_3= 16.7 km/s。

（2）第一宇宙速度的计算

·方法一：$G\frac{Mm}{\quad}=m\frac{\quad}{\quad}$，得 v_1= _____。

·方法二：结合黄金代换，得 v_1= _____。

5. 地球同步卫星

（1）几个“相同”

·轨道平面相同：轨道平面与_____平面共面。

·公转周期相同：与地球自转周期相同，T= _____。

·公转轨道半径 r（或距地面高度 h）相同：r =_____km，h =_____km（地球半径 R = 6 400 km）。

·线速度大小、角速度大小、向心加速度大小均相同。

（2）赤道上物体、地球同步卫星和低轨卫星的比较

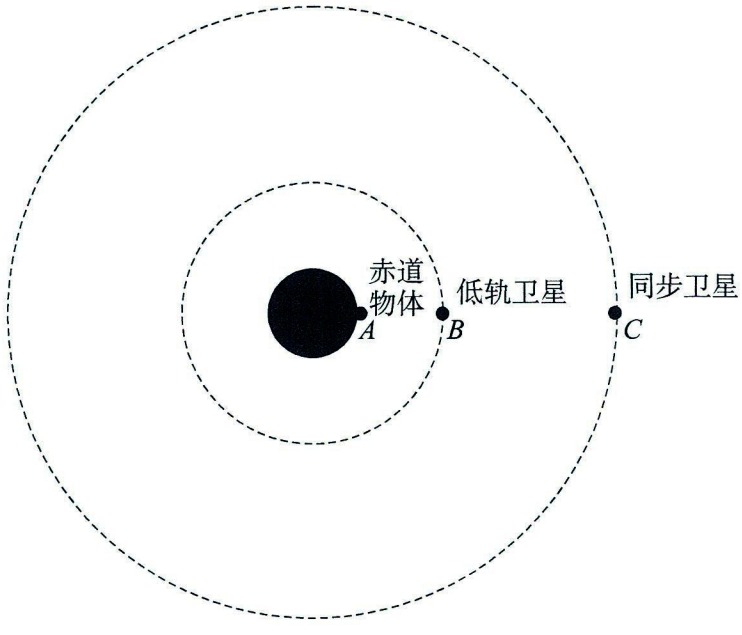


图 5-2　赤道物体、低轨卫星和同步卫星的对比

·线速度按从大到小排序：_____。

·加速度按从大到小排序：_____。

6. 天体的密度

（1）方法一：利用卫星的公转周期

$\rho=\dfrac{M}{V}$

$G\dfrac{Mm}{r^2}=$ _____ } $\rho=$ _____。

$V=\dfrac{4}{3}\pi R^3$

常考查：

· 近地卫星特点为_____。

· 同步卫星特点为_____。

（2）方法二：利用黄金代换

$\rho=\dfrac{M}{V}$

_____ } $\rho=$ _____。

$V=\dfrac{4}{3}\pi R^3$

7. 双星模型

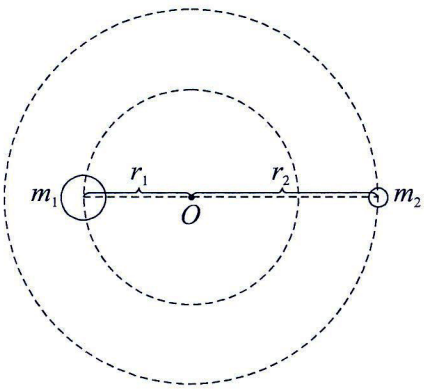


图 5-3　双星模型

· _____和_____相同。

· 公转半径与质量成_____：$\dfrac{r_1}{r_2}=$ _____。

· 周期公式：$T=$_____。

8. 卫星变轨

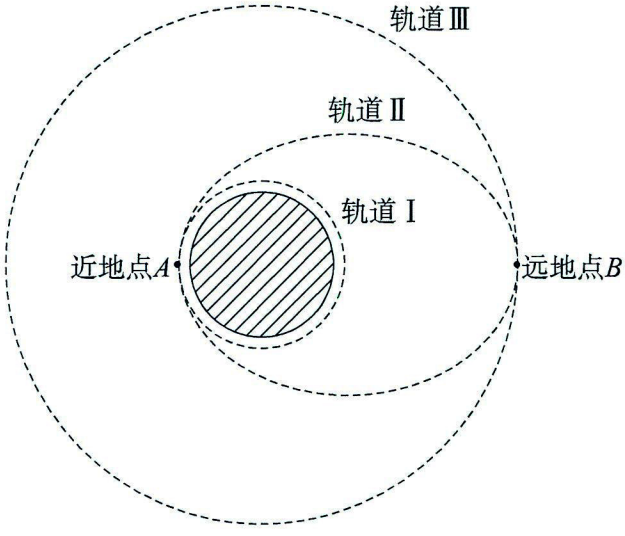


图 5-4　卫星变轨示意图

（1）变轨方式

· Ⅰ⇒Ⅱ⇒Ⅲ：在切点 A、B 瞬间_____；

· Ⅲ⇒Ⅱ⇒Ⅰ：在切点 B、A 瞬间_____。

（2）v、a、T 的比较

· v_{IIA}_____v_{I}_____v_{III}_____v_{IIB}；

· a_{IIA}_____a_{IA}_____a_{IIIB}_____a_{IIB}；

· T_{III}_____T_{II}_____T_{I}。（选填“>”“<”或“=”）

（3）能量的比较

· 机械能：E_{III}_____E_{II}_____E_{I}；

· 引力势能：E_{pIII}_____E_{pI}；

· 动能：E_{kIII}_____E_{kI}。（选填“>”“<”或“=”）

专题六　机械能守恒定律

1. 功

①定义式：$W=$_____；单位：_____；量性：_____。

②功的正负

· 当$0\leqslant\alpha<\frac{\pi}{2}$时，$F$做_____；

· 当_____时，F不做功；

· 当_____时，F做负功。

2. 功率

①定义式：$P=$_____；单位：_____；量性：_____。

②分类

· 平均功率$P=$_____；

· 瞬时功率$P=$_____。

③机车启动问题（阻力f恒定）

（i）以恒定功率P启动

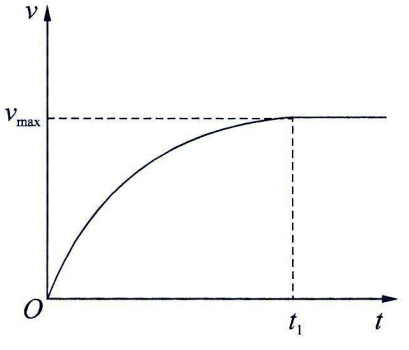


图 6-1　机车以恒定功率启动

·$0\sim t_1$：根据$P=$_____，牵引力F逐渐_____。

·$0\sim t_1$：根据牛顿第二定律$a=$_____，机车做_____直线运动。

·t_1时刻，达到最大速度，且$v_{max}=\dfrac{P}{\quad}$（此时$F=f$）。

·应用动能定理计算$0\sim t_1$的位移：_____。

（ii）以恒定加速度启动（额定功率为$P_{额}$）

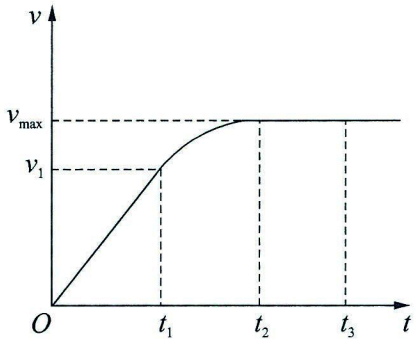


图 6-2　机车以恒定加速度启动的v-t图像

·$0\sim t_1$：因为匀加速，所以牵引力F_____。

·$0\sim t_1$：牛顿第二定律$a=$_____。

·$0\sim t_1$：速度—时间公式_____；速度—位移公式_____。

·t_1时刻：牵引力功率达到$P_{额}$，且$P_{额}=$_____。

·$t_1\sim t_2$：做_____直线运动。

·t_2时刻，达到最大速度，且$v_{max}=$——（此时$F=f$）。

·应用动能定理计算$t_1\sim t_3$的位移：_____。

3. 动能定理

（1）表达式

$W_{合}=\Delta E_k$。式中，$\Delta E_k=$_____。

（2）动能定理方程练习

①练习 1

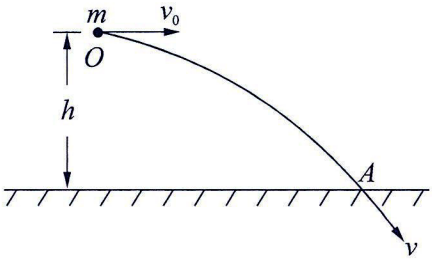


图 6-3　动能定理方程练习 1

把小球从 O 点平抛至 A 点。

动能定理方程：_____。

②练习 2

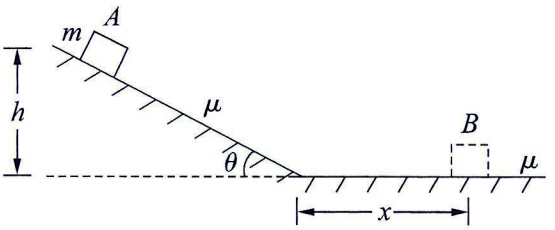


图 6-4　动能定理方程练习 2

物块从 A 点由静止释放，停止于 B 点。

动能定理方程：_____。

③练习 3

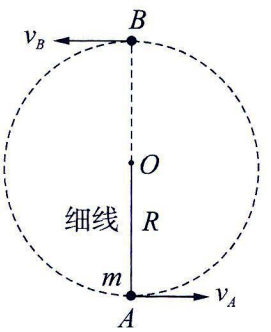


图 6-5　动能定理方程练习 3

细线系着的小球从 A 点做圆周运动至 B 点。

动能定理方程：_____。

4. 机械能守恒定律

（1）机械能

· 动能 E_k = _____；

· 重力势能 E_p = _____；

· 弹性势能 E_p = _____；

· 机械能 E= _____+_____。

（2）机械能守恒的条件

· $W_{其他力}=0$，即系统只有_____或_____做功，其他力不做功。

（3）机械能守恒方程练习

①练习 1

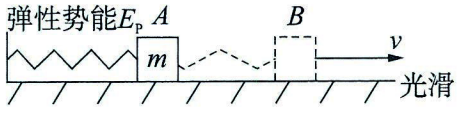


图 6-6　机械能守恒方程练习 1

在光滑平面上，将物块从 A 点由静止释放，至 B 点时弹簧恢复原长。

机械能守恒方程：_____。

②练习 2

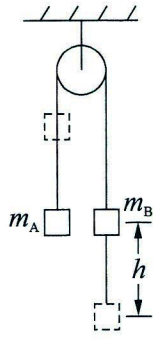


图 6-7　机械能守恒方程练习 2

已知物块 A、B 由静止释放，运动距离为 h 时获得速度 v。

机械能守恒方程：_____。

③练习3

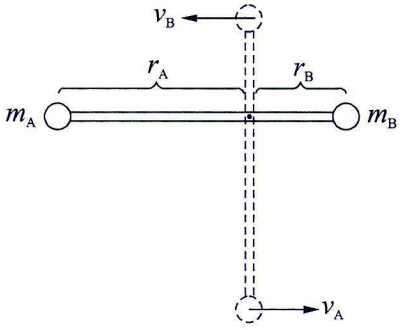


图6-8　机械能守恒方程练习3

轻杆连接小球A、B，两小球由静止释放，轻杆由水平转至竖直，A、B获得速度。

机械能守恒方程：_____，且$\frac{v_A}{v_B}=$_____。

（4）机械能不守恒

关系式：$W_{其他力}=\Delta E$。

·其他力做正功，机械能_____；

·其他力做负功，机械能_____；

·做功多少等于机械能变化量。

（5）重力做功的功能关系

关系式：$W_{重力}=-\Delta E_p$。

·重力做正功，重力势能_____；

·重力做负功，重力势能_____；

·重力做功多少等于重力势能变化量。

5. 摩擦生热

（1）表达式

$Q=$_____。式中，Δx表示_____。

（2）表达式练习

①固定表面

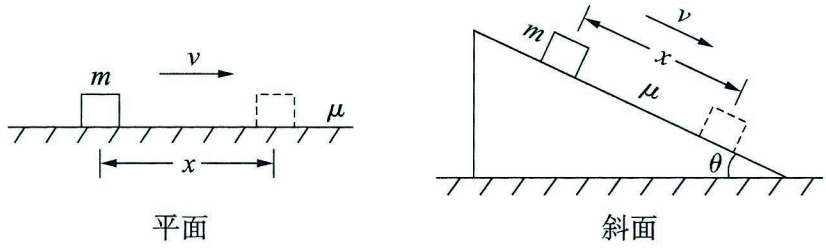


图 6-9　固定表面摩擦生热

· 平面：$Q=$_____；

· 斜面：$Q=$_____。

②水平传送带（从 $v_0=0$ 至恰好共速）

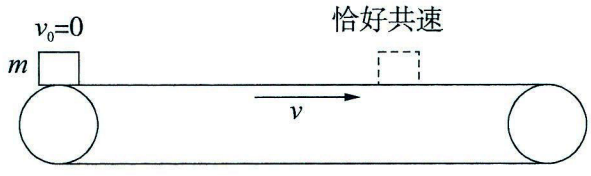


图 6-10　水平传送带摩擦生热

· $x_{传}=$_____$x_{块}$，可得 $Q=E_k=\frac{1}{2}mv^2$。

③叠加连接体

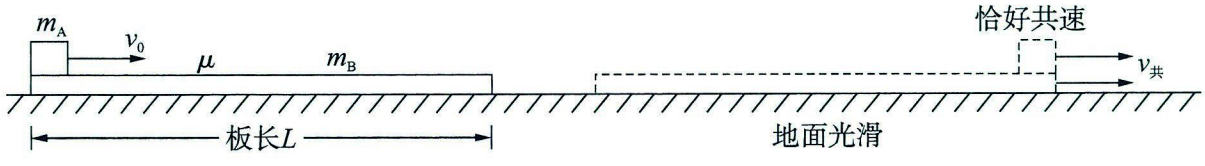


图 6-11　叠加连接体摩擦生热

· 表达式：$Q=\mu m_A g\cdot$_____。

· 能量守恒：$Q=$_____。

6. 实验：探究力做功与物体速度的关系

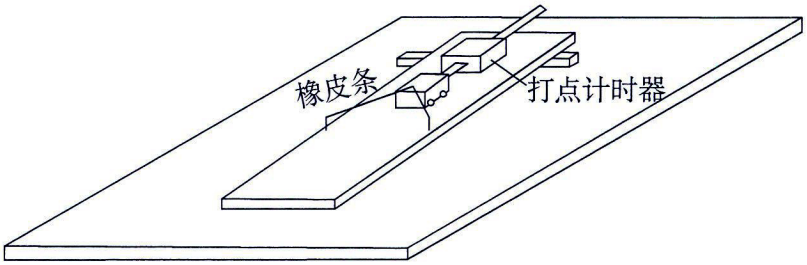


图 6-12　探究力做功与物体速度的关系

· 必须平衡_____。

· 分别使用1根、2根、3根……橡皮条进行实验，橡皮条对小车做的功记为 W、$2W$、$3W$……，_____（选填“需要”或“不需要”）功的具体数值。

· 利用纸带上打点_____的部分计算小车获得的速度 v_1、v_2、v_3……。

· W-v^2图像为一条_____直线。

7. 实验：验证动能定理

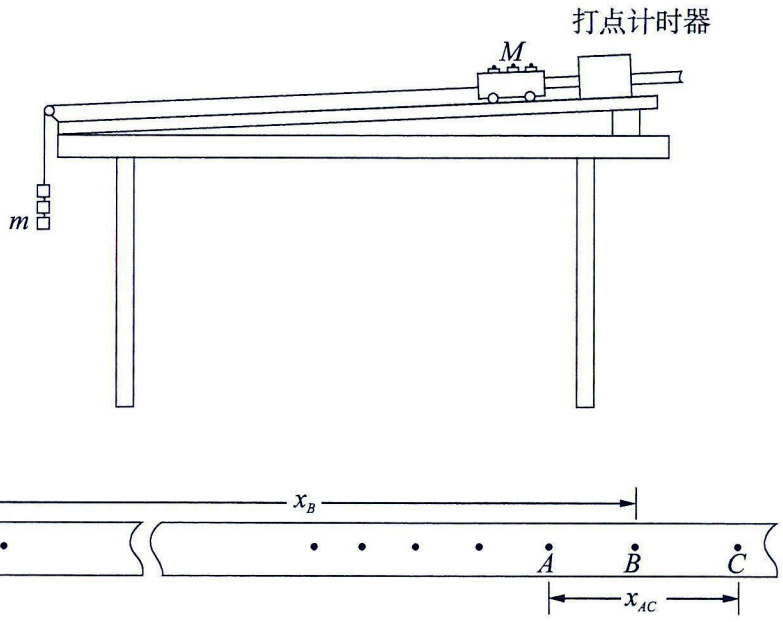


图 6-13　验证动能定理和纸带打点

①必须平衡_____。

②必须满足钩码质量 m_____小车质量 M。

③验证（相邻两个计数点时间间隔为 T）：

· 力做功 $W=$ _____；

· 动能增加量 $\Delta E_{\mathrm{k}}=E_{\mathrm{k}B}=\frac{1}{2}Mv_B^2=$ _____；

· 验证功 W 和动能增加量 ΔE_{k} 的数值大小是否相等。

④测量工具：天平、_____。

8. 实验：验证机械能守恒定律

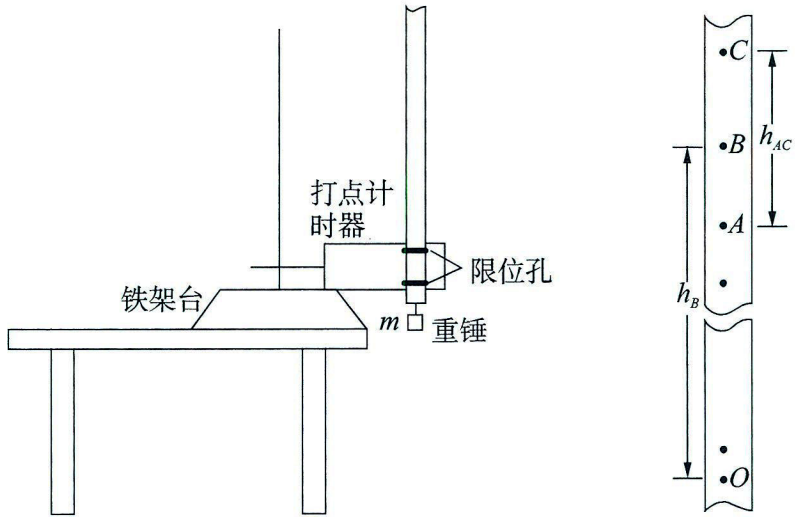


图 6-14　验证机械能守恒定律和纸带打点

①减小阻力的手段

· 选用质量_____、体积_____、密度_____的重锤；

· 打点计时器的两个限位孔应_____；

· 释放前，_____（选填“手提纸带末端”或“手托重锤”）。

②验证（相邻两个计数点时间间隔为 T）

· 重力势能减少量的绝对值 $\left|\Delta E_{\mathrm{p}}\right|=$ _____；

· 动能增加量 $\Delta E_{\mathrm{k}}=E_{\mathrm{k}B}=\frac{1}{2}mv_B^2=$ _____；

· 验证_____和_____是否相等；

·_____（选填“需要”或“不需要”）测量重锤的质量，测量工具_____（选填“需要”或“不需要”）天平。

③误差分析

由于存在_____，产生_____（选填“偶然”或“系统”）误差，$|\Delta E_P|$_____ΔE_k（选填“>”“<”或“=”）。

专题七　动量守恒定律

1. 冲量和动量

· 冲量：$I=$_____；单位：_____；量性：_____；I的方向与_____的方向相同。

· 动量：$p=$_____；单位：_____；量性：_____；p的方向与_____的方向相同。

· 动量和动能的关联式：$p=$_____或$E_k=$_____。

2. 动量定理

①动量定理：$I_{合}=$_____。

②小球触地反弹问题

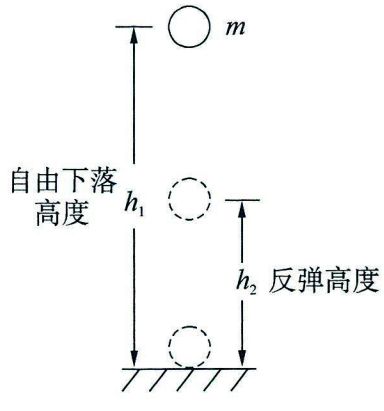


图 7-1　小球触地反弹

设触地时间为Δt，求小球触地的平均作用力F的大小。

· 计算小球自由落体触地前速度大小：_____，得$v_1=$_____；

· 计算小球触地后竖直反弹速度大小：_____，得$v_2=$_____。

· 对小球的触地过程应用动量定理（规定向下为正方向）：_____$=mv'-mv$，

式中，v等于_____的v_1（选填“正”或“负”），v'等于_____的v_2（选填“正”或“负”）。

3. 动量守恒定律

· 动量守恒的条件：系统所受_____之和为零。

· 以图 7-2为例，动量守恒定律的普遍表达式：_____。

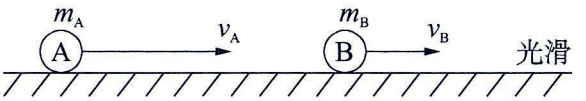


图 7-2　两个小球碰撞

4. 反冲模型

①火箭发射：$mv_{燃气}$=_____$v_{火箭}$。（喷射燃气前火箭总质量为M，燃气质量为m）

②人船模型

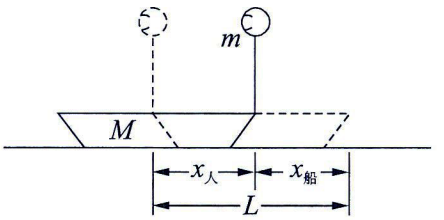


图 7-3　人船模型

· 动量守恒：$mv_人$= _____。

· 距离与质量成_____比，$\frac{x_人}{x_船}$=_____。

· 船的长度L= _____ + _____。

5. 碰撞模型



图 7-4　“一动一静”碰撞模型

（1）“一动一静”中的弹性碰撞

·动量守恒：_____。

·机械能守恒：_____。

方程联立解得 v_A= _____，v_B= _____。

（2）“一动一静”中的完全非弹性碰撞

·动量守恒：_____，求得 $v_{共}$。

·机械能损失：_____。

6. 子弹—木块模型（设阻力恒为 f）

（1）未打穿

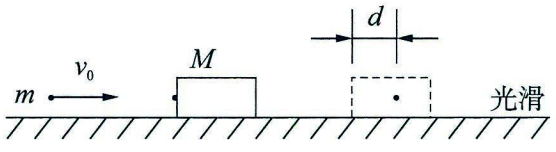


图 7-5　子弹—木块模型（未打穿）

·类似“一动一静”中的_____碰撞。

·动量守恒：_____，求得 $v_{共}$。

·机械能损失：_____。机械能损失转化为摩擦生热，结合 $E_{损}$= _____，可求得打入深度 d。

（2）打穿

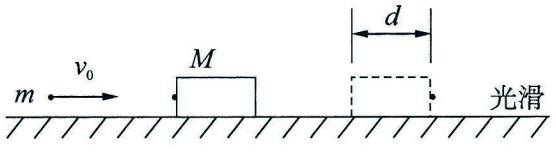


图 7-6　子弹—木块模型（打穿）

·动量守恒：_____

·机械能损失：_____　} 联立求得 $v_{子弹}$、$v_{木块}$。

·机械能损失转化为摩擦生热，结合 $E_{损}$= _____

7. 弹簧模型

（1）“一动一静”

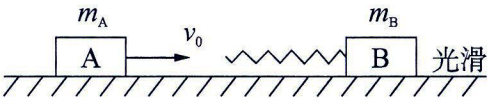


图 7-7　“一动一静”弹簧模型

①考点 1：从物块 A 未接触弹簧到弹簧被压缩至最短

· 动量守恒：_____，求得 $v_{共}$。

· 最大弹性势能：_____。

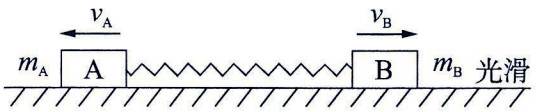
②考点 2：从物块 A 未接触弹簧到再次分开

· 动量守恒：_____。

· 机械能守恒：_____。

方程联立解得 v_A= _____，v_B= _____。

（2）反冲



注：最初弹性势能为 E_p，A、B 被弹簧弹开。

图 7-8　反冲弹簧模型

· 动量守恒：_____

· 机械能守恒：E_p= _____

} 联立解得 v_A 和 v_B。

8. 水平方向动量守恒

（1）“一动一静”

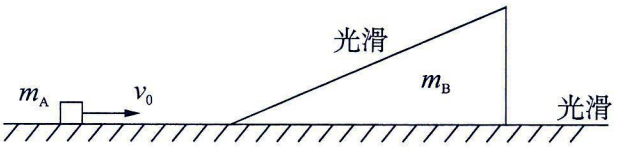


图 7-9　“一动一静”模型的水平方向动量守恒

①从物块A未滑上物块B到滑至最高点

·水平方向动量守恒：_____，求得$v_{共}$。

·机械能守恒：_____，求得h_{max}。

②从物块A未滑上物块B到再次滑下

·水平方向动量守恒：_____。

·机械能守恒：_____。

方程联立解得v_A=_____，v_B=_____。

（2）反冲

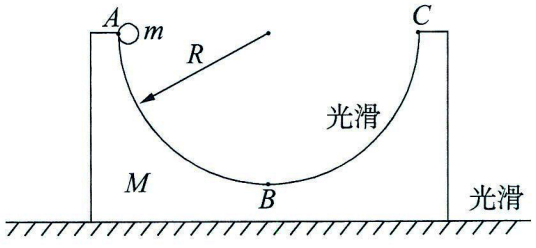


图7-10　反冲模型的水平方向动量守恒

①小球从A点到B点

·水平方向动量守恒：_____

·机械能守恒：_____　} 联立解得$v_{球}$和$v_{块}$。

②小球从A点到C点

·小球恰好到达C点，且$v_{球}$=$v_{块}$=_____。

9. 实验：验证动量守恒定律

（1）方案一：利用光电门测量速度

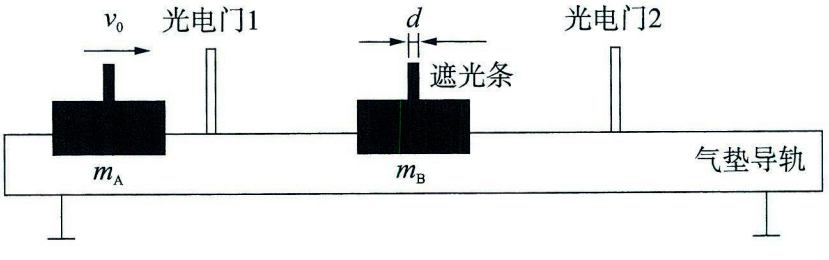


图7-11　验证动量守恒定律方案一

①调节气垫导轨保证_____。

②滑块A第一次通过光电门1的瞬时速度 v_0= _____（设遮光时间为 Δt_1）。

③完全非弹性碰撞

设滑块A、B一起通过光电门2的遮光时间为 Δt_2。

· 验证动量守恒定律的表达式：_____。

· _____（选填“需要”或“不需要”）测量遮光条的宽度 d。

④弹性碰撞

设滑块A再次通过光电门1的遮光时间为 Δt_2，滑块B通过光电门2的遮光时间为 Δt_3。

· 验证动量守恒定律的表达式：_____。

· 验证机械能守恒定律的表达式：_____。

· 验证弹性碰撞的表达式：_____。

· _____（选填“需要”或“不需要”）测量遮光条的宽度 d。

（2）方案二：利用平抛运动测量速度

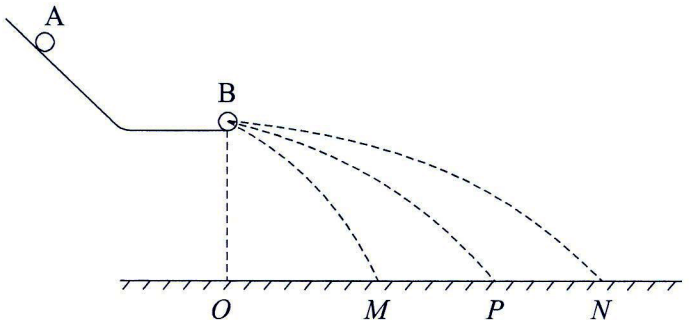


图 7-12　验证动量守恒定律方案二

· 轨道末端保持_____；小球每次从_____由_____下滑。

· _____（选填“需要”或“不需要”）轨道光滑。

· 在图7-12中，要求 m_A _____ m_B（选填“>”“<”或“=”）。

· 验证动量守恒定律的表达式：_____。

· 验证机械能守恒定律的表达式：_____。

· 验证弹性碰撞的表达式：_____。

· _____（选填“需要”或“不需要”）测量平抛运动的高度。

（3）方案三：利用竖直面内圆周运动测量速度

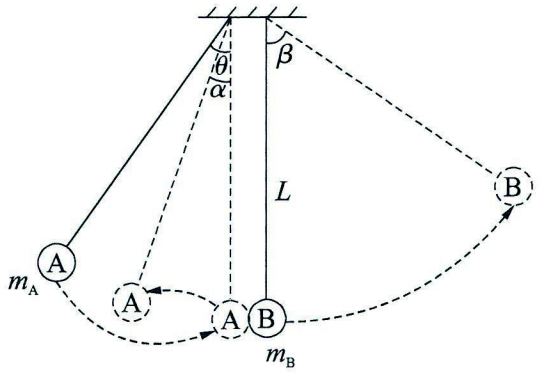


图 7-13　验证动量守恒定律方案三

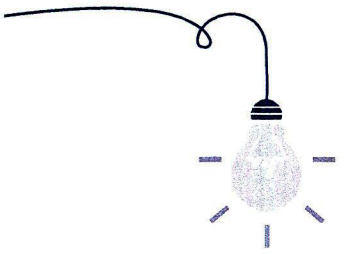
· 计算碰前A球速度大小 v_0：_____，解得 v_0=_____。

· 计算碰后A球速度大小 v_A：_____，解得 v_A=_____。

· 计算碰后B球速度大小 v_B：_____，解得 v_B=_____。

· 验证动量守恒定律的表达式：_____。

· _____（选填“需要”或“不需要”）测量细线长度 L。



专题八　静电场

1. 电场基础知识

· 丝绸摩擦玻璃棒，_____带正电，_____带负电；毛皮摩擦橡胶棒，_____带正电，_____带负电。

· 元电荷电量 $e=$ _____。

2. 库仑定律

· $F=$ _____，式中，静电力常量 $k=$ _____。

3. 电场强度

· 电场强度 E 的定义式：_____；单位：_____；量性：_____。

· 规定：电场强度方向与_____试探电荷的受力方向相同。

· 电场力的计算公式：_____。

· 点电荷电场中某位置电场强度的决定式：_____。

4. 电场力做功和电势能

· 匀强电场中电场力做功公式（含电场强度 E）：_____，式中，d 表示沿_____方向的距离。

· 电场力做功的功能关系：_____。

· 电势能 E_p 量性为_____，常规定_____或_____电势能为零。

5. 电势

· 电势 φ 的定义式：_____；单位：_____；量性：_____。

· 电势能的计算公式：_____。（注意：三个量均涉及正负）

· 电势的变化规律：沿电场线方向，电势_____；逆电场线方向，电势_____。

· 沿等势面移动电荷，电场力_____。

· 电场线与等势面处处_____。

· 电场线的疏密程度与等势面的疏密程度_____。

· 点电荷电场中某位置电势的决定式：_____。（注意：场源电荷的正负决定电势的正负）

6. 电势差

· 电势差定义式 U_{AB} = _____。

· 电场力做功公式（含电势差）W_{AB} = _____。

· 匀强电场中电场强度和电势差的关系式 E = _____，电场强度的另一单位为____。

7. 分别定性画出正点电荷和负点电荷的电场线、等势面分布图

⊕　　⊖

图 8-1　点电荷电场的电场线和等势面分布图

8. 等量双电荷模型

（1）正—负

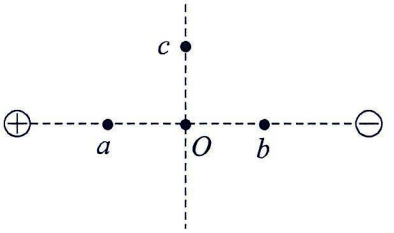


图 8-2　异种等量双电荷电场

①在图 8-2中定性画出正—负等量双电荷电场的电场线和等势面。

②电场强度

· 各点电场强度按从大到小排序：_____。

· 在图 8-2中分别画出 a、b、c、O四个点处的电场强度的方向。

③电势

· 各点电势按从高到低排序：_____。

· 注意：连线的中垂线是_____；其左侧任意位置电势均为_____值，其右侧任意位置电势均为_____值。

（2）正—正

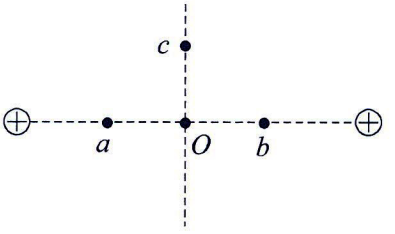


图 8-3　同种等量双电荷电场

①在图 8-3中定性画出正—正等量双电荷电场的电场线和等势面。

②电场强度

（i）各点电场强度大小排序

· 连线：_____，其中_____= 0 ；

·中垂线：O点→无穷远处，先_____后_____。

（ii）在图8-3中分别画出a、b、c三个点处的电场强度的方向。

③电势

·各点电势按从高到低排序：_____。

·注意：任意位置电势均为_____值。

9. 电容器

①电容C的定义式：_____；单位：_____，1 F = _____ μF = _____ pF。

②平行板电容器的电容决定式：_____。

·ε_r叫作_____，描述两板间_____的性质。对于真空（或空气），ε_r_____1（选填“>”“<”或“=”）；对于其他绝缘体，ε_r_____1（选填“>”“<”或“=”）。

·S表示_____。

·d表示_____。

③分类

（i）有源电容（电容器始终和电源连接）

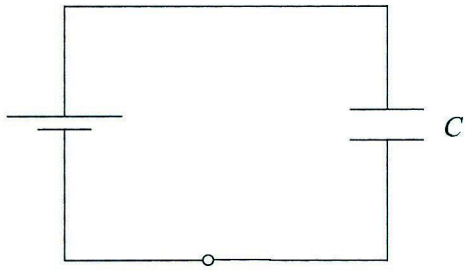


图8-4　有源电容

·_____不变；

·Q = _____；

·E = _____，E只与_____有关。

（ii）无源电容（电容器充电后，断开电源）

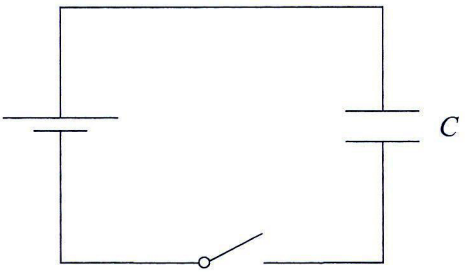


图 8-5　无源电容

·_____不变；

· $U=$_____；

· $E=$_____，E与_____无关。

10. 带电粒子在电场中的运动（不计重力）

（1）情境一：直线加速、直接给出匀强电场

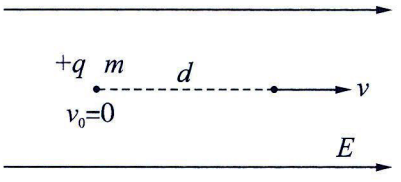


图 8-6　带电粒子在电场中的运动情境一示意图

· 根据动能定理_____，$v=$_____。

· 牛顿第二定律：$a=$_____。

（匀变速直线运动的三个基本公式略。）

（2）情境二：偏转、直接给出匀强电场

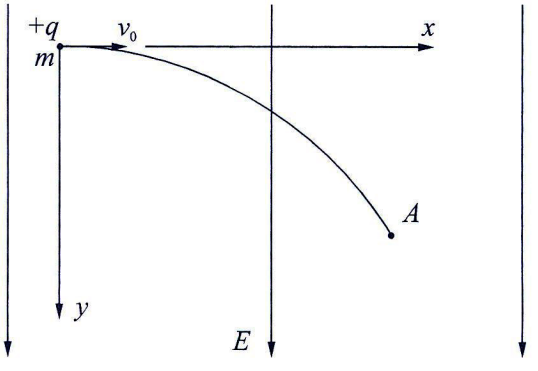


图 8-7　带电粒子在电场中的运动情境二示意图

· 为图 8-7建立直角坐标系，在图中标出两个位移 x 和 y，在 A 点画出实际速度 v，并对速度 v 进行正交分解，标出两个分速度 v_0 和 v_y，以及速度偏转角 α。

· 两个位移公式：$x=$ _____ ，$y=$ _____（偏移量）。

· 牛顿第二定律：$a=$ _____。

· 速度方程：$v_y=$ _____，$v=$ _____，$\tan\alpha=$ _____。

（3）情境三：直线加速、平行板电容器产生匀强电场

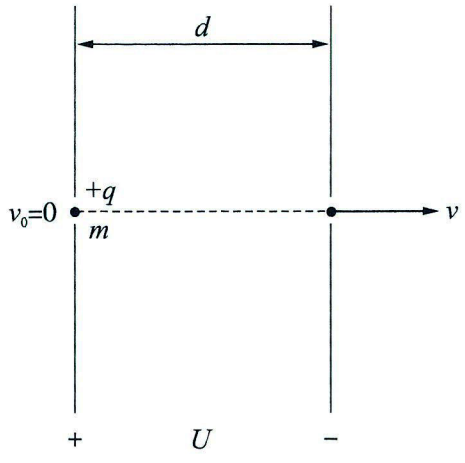


图 8-8　带电粒子在电场中的运动情境三示意图

· 根据动能定理 _____，$v=$ _____。

· 牛顿第二定律：$E=$ _____，$a=$ _____。

（匀变速直线运动的三个基本公式略。）

（4）情境四：偏转、平行板电容器产生匀强电场

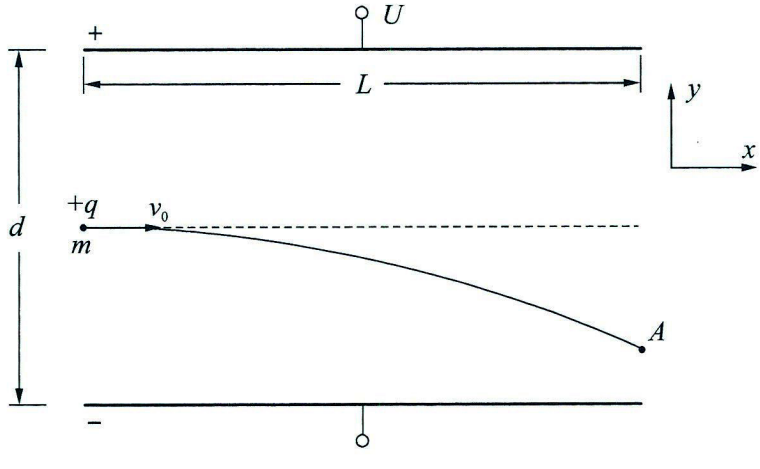


图 8-9　带电粒子在电场中的运动情境四示意图

·为图 8-9建立直角坐标系，在图中标出两个位移 x 和 y，在 A 点画出实际速度 v，并对速度 v 进行正交分解，标出两个分速度 v_0 和 v_y，以及速度偏转角 α。

·两个位移公式：$L=$_____，$y=$_____（偏移量）。

·牛顿第二定律：$E=$_____，$a=$_____。

·速度方程：$v_y=$_____，$v=$_____，$\tan\alpha=$_____。

（5）情境五：先加速后偏转

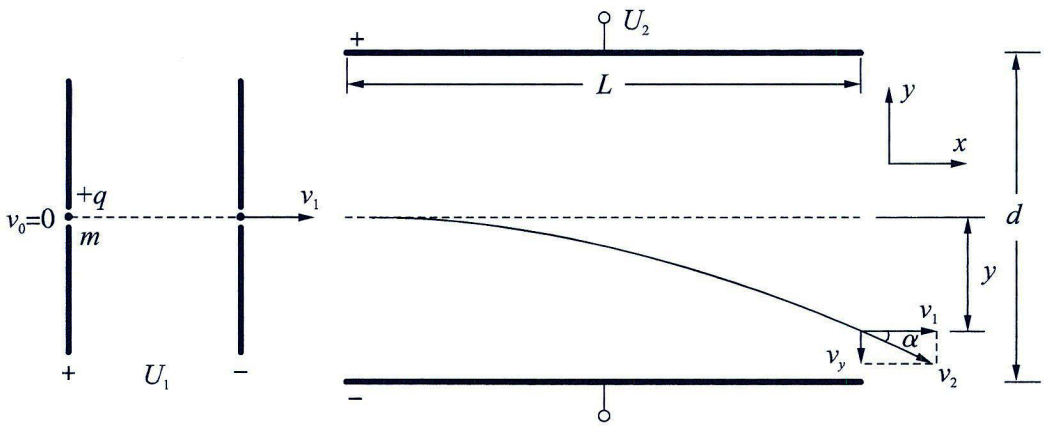


图 8-10　粒子先加速后偏转

①加速电场

·根据动能定理_____，得 $v_1=$_____。

②偏转电场

·牛顿第二定律：$E=$_____，$a=$_____。

·两个位移公式：$L=$_____，$y=$_____ $=$_____（偏移量）。

·速度公式：$v_y=$_____，速度偏转角的正切值 $\tan\alpha=$_____ $=$_____。

③结论

·一群电性相同、质量和电荷量不同的粒子，偏移量和速度偏转角_____。

·一群电性和电荷量相同、质量不同的粒子，根据动能定理 $qU_1+q\dfrac{U_2}{d}y=\dfrac{1}{2}mv_2^2$，它们获得的动能_____，速度大小_____。

11. 等效场（电场力和重力的合成）

（1）情境一：直线运动

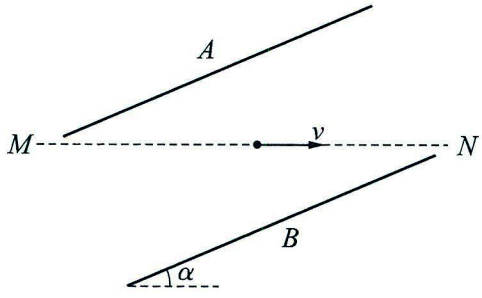


图 8-11　等效场情境一示意图

已知：平行板电容器倾斜放置，与平面的夹角 $\alpha=30°$，质量为 m、电荷量为 $+q$ 的带电小球沿水平直线 MN 运动。求：匀强电场的电场强度 E。

· 画出小球受力分析图。

· 小球做_____直线运动。

· 画出匀强电场的电场线的方向。

· 根据_____，得匀强电场的电场强度 $E=$_____。

（2）情境二：抛体运动

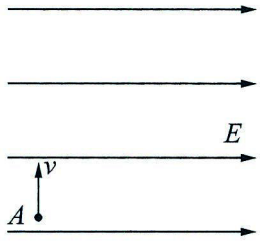


图 8-12　等效场情境二示意图

已知：匀强电场水平向右，场强大小 $E=\dfrac{mg}{q}$，质量为 m、电荷量为 $+q$ 的带电小球初速度大小为 v，方向竖直向上。求：运动过程中，小球的最小速度。

· 画出小球的受力分析图，并进行力的合成。

· 在合成场中，画出过 A 点的“等高线”，标出其与初速度的夹角，并定性画出小球的运动轨迹。

· 对初速度进行正交分解，则在运动过程中，小球的最小速度为_____。

（3）情境三：圆周运动

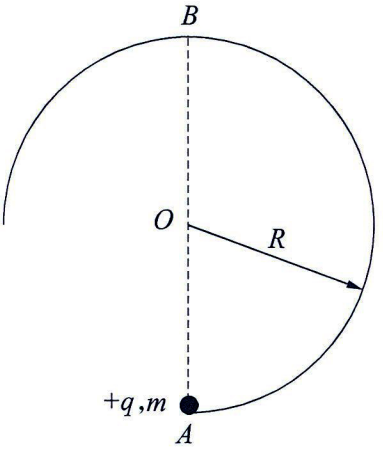


图 8-13　等效场情境三示意图

已知：空间具有水平向右的匀强电场（图中未画出），场强大小 $E=\dfrac{\sqrt{3}mg}{3q}$，质量为 m、电荷量为 $+q$ 的带电小球以水平向右的初速度冲上光滑弧形轨道。求：小球安全通过圆弧轨道的最小初速度 v_0。

· 画出小球的受力分析图，并进行力的合成。

· 在合成场中，标出“最高点”C 点。

· 对小球，在 C 点应用牛顿第二定律（合力提供向心力）：_____。

· 对小球，从 A 点到 C 点应用动能定理：_____。

· 方程联立，解出小球安全通过圆弧轨道的最小初速度 v_0=_____。

专题九　电路

1. 电路基础知识

（1）电流

①定义式：$I=\dfrac{\quad}{t}$。

· 量性为标量；单位为安培（A），1 A = _____ mA = _____ μA。

· 规定_____定向移动方向为电流方向。

· 在金属中，电流方向与自由电子定向移动方向_____。

②微观表达式（以金属为例）：I = _____。

· n表示自由电子的_____（即单位体积内的自由电子数）；

· S表示导体的_____；

· v表示自由电子定向移动的_____；

· e表示一个自由电子的电荷量。

（2）欧姆定律（局部电路）

①表达式：I = _____。

②定值电阻（线性元件）的伏安特性曲线（I–U图像）

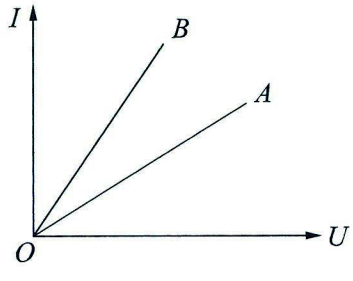


图 9–1　定值电阻的伏安特性曲线

· 定值电阻阻值等于直线斜率的_____；

· 由图 9–1可知，R_A _____ R_B。

（3）电阻定律

表达式：R=_____。

·ρ表示材料的_____，是材料自身的特性，单位为_____。对于金属而言，ρ随温度的升高而_____。

·l表示导体的_____。

·S表示导体的_____。

·长方体导体三个边长分别为a、b、c，电流方向如图9-2所示，则l=_____，S=_____。

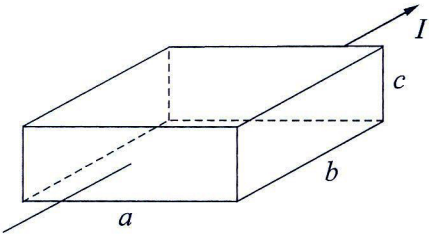


图9-2　电流通过长方体导体

（4）串联电路和并联电路

①串联电路

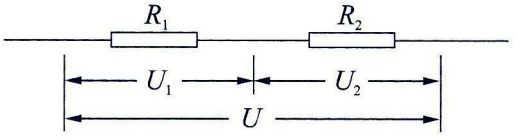


图9-3　两个电阻串联

·两个电阻的_____相等。

·串联分_____：$U=U_1+U_2$，$\dfrac{U_1}{U_2}$=_____。

·$R_{总}$=_____。

②并联电路

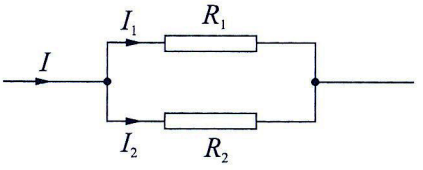


图9-4　两个电阻并联

· 两个电阻的_____相等。

· 并联分_____：$I=I_1+I_2$，$\frac{I_1}{I_2}=$_____。

· $R_{总}=$_____。

③混联电路$R_{总}$的变化规律

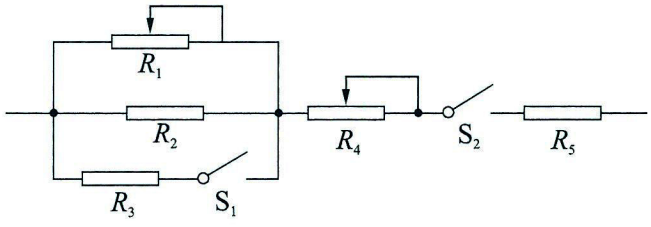


图 9–5　多个电阻的混联

· 若R_1增大，则$R_{总}$_____；

· 若R_4增大，则$R_{总}$_____；

· 若闭合S_1，则$R_{总}$_____；

· 若闭合S_2，则$R_{总}$_____。

（5）电（热）功率（纯电阻）

· 表达式：$P=UI=$_____$=$_____。

2. 闭合电路欧姆定律及应用

（1）闭合电路欧姆定律

①表达式：$I=$_____ 或 $E=U_{外}+$_____。

②电源的伏安特性曲线（U–I图像）

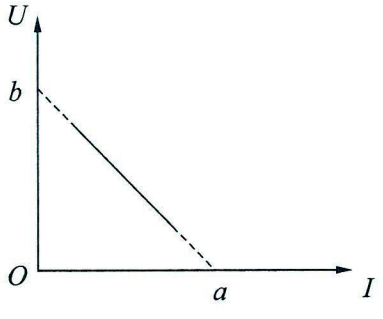


图 9–6　电源的伏安特性曲线

· 对应方程 $U=-r\cdot I+E$；

· 图线斜率的绝对值 $|k|=$ _____；

· 纵轴截距 $b=$_____；

· 横轴截距 $a=I_{短}$。

（2）电源的功率和效率

①电源的功率

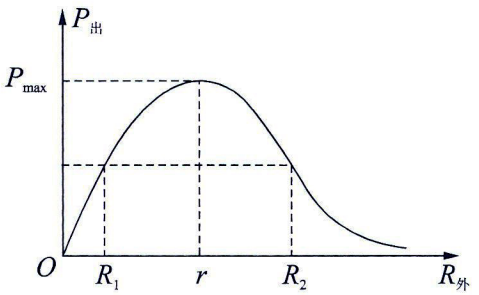


图 9-7　电源的输出功率随外电路电阻的变化规律

（i）电源的总功率 $P_{总}=$_____。

（ii）电源的热功率 $P_r=$_____。

（iii）电源的输出功率 $P_{出}=$_____－_____。

· 如图 9-7所示，当 $R_{外}=$_____时，$P_{出}$有最大值 $P_{max}=\dfrac{E^2}{4r}$；

· 同一个 $P_{出}$数值的两个状态，$R_1R_2=$_____。

②电源的效率

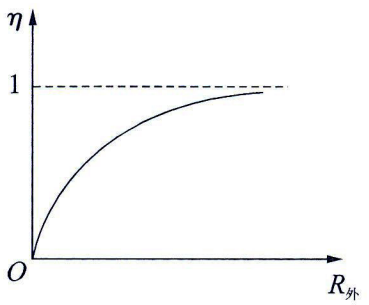


图 9-8　电源的效率随外电路电阻的变化规律

· $\eta=\dfrac{P_{出}}{P_{总}}=\dfrac{U}{E}=\dfrac{R}{R+r}=\dfrac{1}{1+\dfrac{r}{R}}$；

· η随$R_{外}$的增大而_____，当$R_{外} \gg r$时，$\eta \to 1$；

· $P_{出}$最大时，$\eta =$_____。

（3）含电动机电路

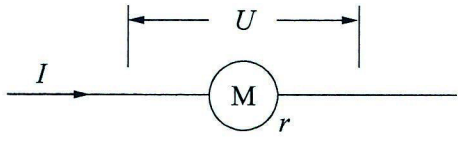


图 9-9　电路中的电动机

①电动机的三个功率

· 输入功率$P_{入}$：由电动机两端电压U和流经电动机的电流I决定，即$P_{入} =$_____。

· 热功率P_r：电动机线圈的发热功率，$P_r =$_____。

· 输出功率$P_{出}$：电动机做有用功的功率，也叫机械功率。

②三个功率的关系：$P_{出} =$_____−_____。

③补充：I_____$\dfrac{U}{r}$（选填“=”或“≠”）。

（4）动态电路

①做题方法：串_____并_____。

②练习

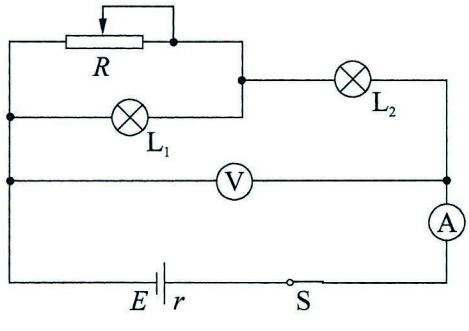


图 9-10 动态电路

滑片向右滑动，滑动变阻器阻值_____。

· 电流表和滑动变阻器“_____联”，所以，电流表示数_____。

· 电压表和滑动变阻器“_____联”，所以，电压表示数_____。

· 灯泡L_1和滑动变阻器_____联，所以，灯泡L_1的电压、电流和功率均_____。

·灯泡L_2和滑动变阻器“_____联”，所以，灯泡L_2的电压、电流和功率均_____。

·电压表数值变化量和电流表数值变化量之比的绝对值$\left|\frac{\Delta U}{\Delta I}\right|$_____（选填“增大”“减小”或“不变”）。

（5）含容电路

①做题方法

·电路稳定时，电容器处_____路；电容器电压等于与其_____联部分的电压；与电容器直接串联的电阻可视为_____。

·电容器两端电压升高，电容器_____电；电压降低，电容器_____电。

②练习

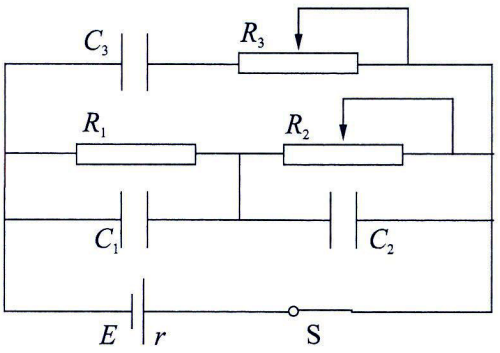


图9-11　含容电路

（i）滑动变阻器R_2的滑片向右移动：

·U_{C1}_____，U_{C2}_____，U_{C3}_____；（选填“增大”“减小”或“不变”）

·Q_{C1}_____，Q_{C2}_____，Q_{C3}_____；（选填“增大”“减小”或“不变”）

·C_1_____，C_2_____，C_3_____。（选填“充电”“放电”或“电量不变”）

（ii）滑动变阻器R_3的滑片向右移动：

·U_{C1}_____，U_{C2}_____，U_{C3}_____；（选填“增大”“减小”或“不变”）

·Q_{C1}_____，Q_{C2}_____，Q_{C3}_____；（选填“增大”“减小”或“不变”）

·C_1_____，C_2_____，C_3_____。（选填“充电”“放电”或“电量不变”）

3. 电学实验①：测量工具的读数

（1）电压表、电流表

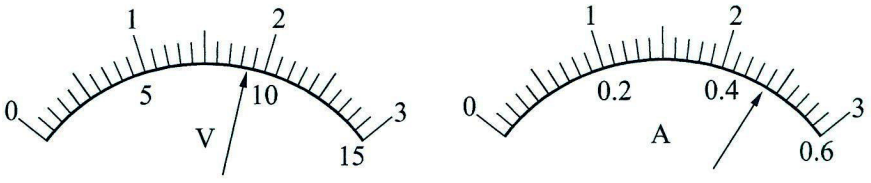


图 9−12　电压表和电流表读数

· 0~3 V：精度 $d=$ _____，读数为_____，保留到小数点后第_____位；

· 0~15 V：精度 $d=$ _____，读数为_____，保留到小数点后第_____位；

· 0~3 A：精度 $d=$ _____，读数为_____，保留到小数点后第_____位；

· 0~0.6 A：精度 $d=$ _____，读数为_____，保留到小数点后第_____位。

（2）游标卡尺

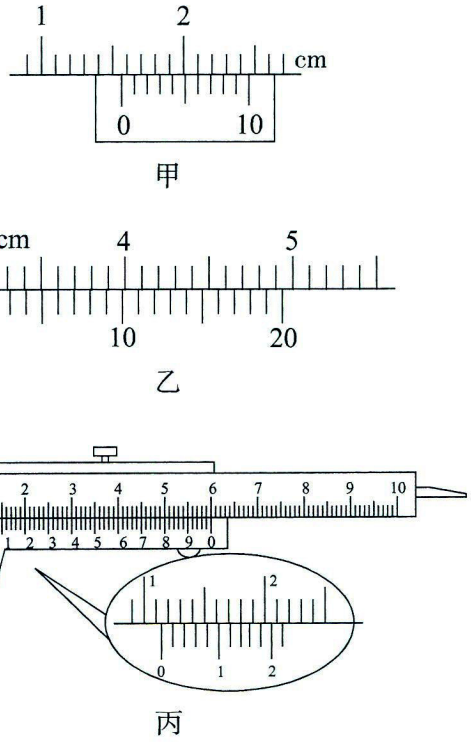


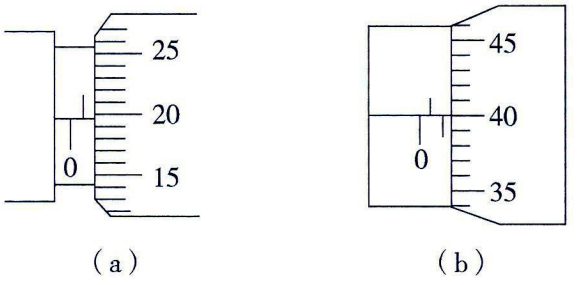
图 9−13　游标卡尺读数

甲：精度 $d=$ _____，读数为_____mm。

乙：精度 $d=$ _____，读数为 _____mm。

丙：精度 $d=$ _____，读数为_____cm。

（3）螺旋测微器（千分尺）



（a）　　（b）

图 9-14　螺旋测微器读数

· 精度 $d=$ _____；

· 图（a）读数为 _____mm；

· 图（b）读数为_____mm；

· 保留到小数点后第_____位。

（4）多用电表

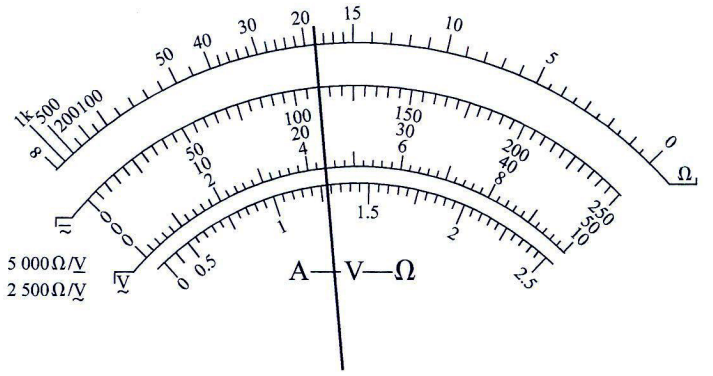


图 9-15　多用电表读数

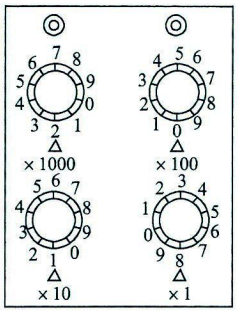
· 欧姆挡（倍率 ×100）：读数为 _____（欧姆表不估读）。

· 直流电压挡（量程 50 V）：精度 $d=$ _____，读数为 _____。

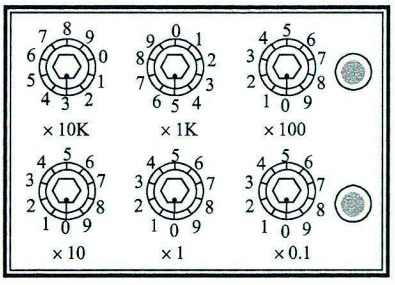
· 直流电压挡（量程 250 V）：精度 $d=$ _____，读数为 _____。

· 直流电流挡（量程 10 mA）：精度 $d=$ _____，读数为 _____。

（5）电阻箱



甲



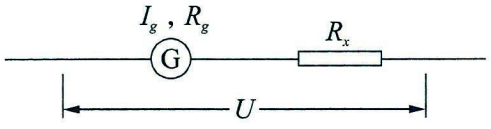
乙

图 9-16　电阻箱读数

甲：读数为_____Ω　　乙：读数为 _____Ω

4. 电学实验②：电表改装

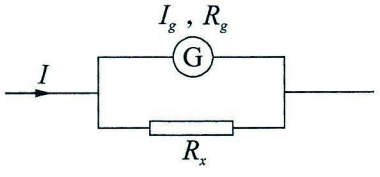
（1）灵敏电流计 → 电压表



电流相等：$I_g = \dfrac{U-}{R_x}$

图 9-17　灵敏电流计改装成电压表

（2）灵敏电流计 → 电流表



电压相等：$I_g R_g =$ _____

图 9-18　灵敏电流计改装成电流表

（3）改装关系总结

· 改装电压表，_____联_____电阻；改装电流表，_____联_____电阻。

· 若电压表量程扩大 n 倍，串联一个 $R_x =$ _____ R_g 的电阻。

· 若电流表量程扩大 n 倍，并联一个 $R_x = \dfrac{1}{\quad\quad} R_g$ 的电阻。

（4）多用电表

①例 1

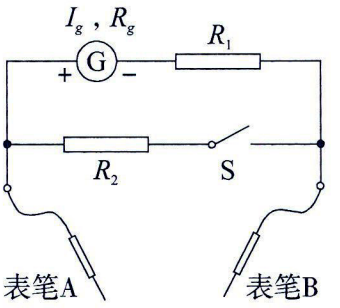


图 9-19　多用电表例 1

如图 9-19所示，多用电表可以测量电压或电流，要求测量电压时量程为 U，测量电流时量程为 I（R_1、R_2是未知量）。

· 电流从表笔_____流入多用电表，所以，表笔_____是红表笔；

· 开关 S断开时，用于测量_____，计算 R_1的等式：_____；

· 开关 S闭合时，用于测量_____，计算 R_2的等式：_____。

②例 2

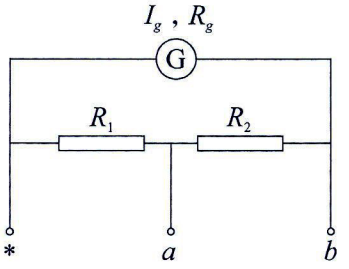


图 9-20　多用电表例 2

如图 9-20所示，将微安表改装成有两个量程的电流表，小量程 I和大量程 I'，* 是公共接线柱（R_1、R_2是未知量）。

· 接_____为小量程，接_____为大量程；

· 接 a时，计算等式：_____；

· 接 b时，计算等式：_____。

5. 电学实验③：伏安法测电阻

（1）电流表的内、外接法

①误差分析

（i）内接法

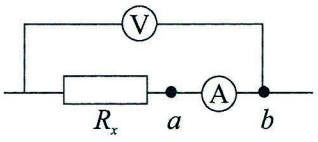


图 9-21　电流表内接

· 电流表Ⓐ准确，电压表Ⓥ偏_____（_____分压）。

· 根据 $R=\frac{U}{I}$，得 $R_{x测}$_____$R_{x真}$（选填“>”“<”或“=”）。

· 消除系统误差：已知电流表Ⓐ内阻 R_A，则 $R_x=$_____。

（ii）外接法

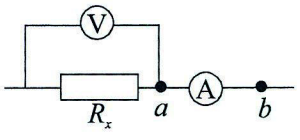


图 9-22　电流表外接

· 电压表Ⓥ准确，电流表Ⓐ偏_____（_____分流）。

· 根据 $R=\frac{U}{I}$，得 $R_{x测}$_____$R_{x真}$（选填“>”“<”或“=”）。

②“八字诀”：_____。

③判别 R_x 为大电阻或小电阻

（i）情形一：已知 R_x 的大约值 $R_{x大约值}$（可用欧姆表粗测），电压表Ⓥ内阻大约值 R_V 和电流表Ⓐ内阻大约值 R_A。

· 若 $R_{x大约值}>$_____，则 R_x 为大电阻；

· 若 $R_{x大约值}<$_____，则 R_x 为小电阻。

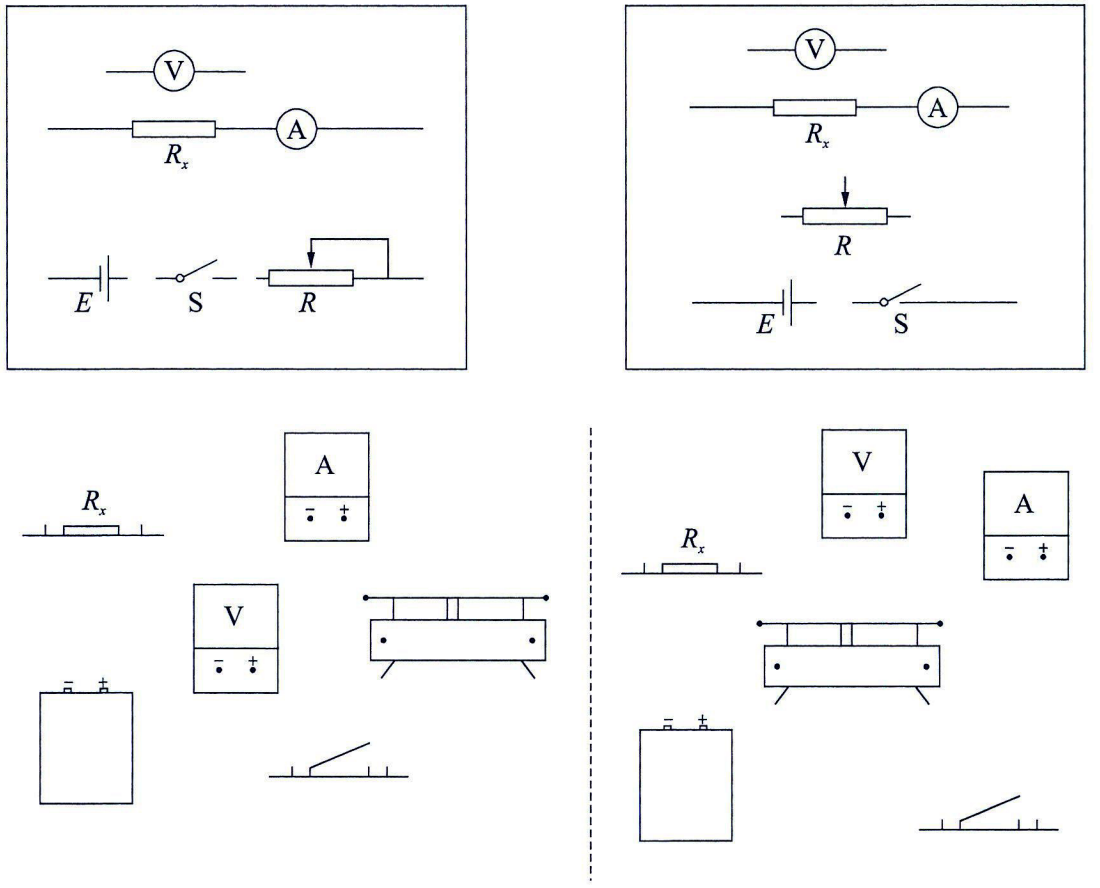
（ii）情形二：未知 R_x 的大约值，采用试触法，在内接法和外接法之间切换。

· 若电压表示数变化明显，说明 R_x 为_____电阻；

· 若电流表示数变化明显，说明 R_x 为_____电阻。

（2）滑动变阻器的限流式、分压式接法

①连接电路图和实物图



a. R限流式、Ⓐ外接法　　b. R分压式、Ⓐ内接法

图 9-23　伏安法测电阻电路图及实物图

②选择方法

（i）必选分压式的情况：

· 要求 U、I数据从_____开始变化。

· 滑动变阻器最大阻值远_____待测电阻阻值（选填“大于”“小于”或“等于”）。

· 若已选分压式，在给出的几个滑动变阻器中，选择最大阻值最_____的。

（ii）必选限流式的情况：

· 要求结构_____，耗能_____。

（3）根据量程选择电压表和电流表

现有：待测电阻 $R_x \approx 120\Omega$，电流表 A_1（量程 0~4 mA），电流表 A_2（量程 0~30 mA），

电压表 V_1（量程 0~3 V），电压表 V_2（量程 0~15 V），电源 E（电动势 4 V，内阻不计）。

· 电压表选择_____，因为_____。

· 电流表选择_____，因为_____。

（4）数据处理

· 若测出一组 U、I 数据，则 $R_x=\dfrac{U}{I}$；

· 若得到多组数据，绘制 U-I 图像，其斜率即为 R_x（或求平均值）。

6. 电学实验④：测定金属丝的电阻率

· 用伏安法测量金属丝的电阻 R；

· 用刻度尺或游标卡尺测量接入电路中的金属丝长度 L；

· 用螺旋测微器测量金属丝的直径 D，则金属丝的横截面积 $S=$_____；

· 根据电阻定律 $R=\rho\dfrac{L}{S}$，得 $\rho=$_____；

· 测量时，电流不宜过大，时间不宜太长，以免金属丝温度过高，电阻率增大。

7. 电学实验⑤：半偏法测电阻

（1）电流半偏法测电流表内阻

①实验步骤

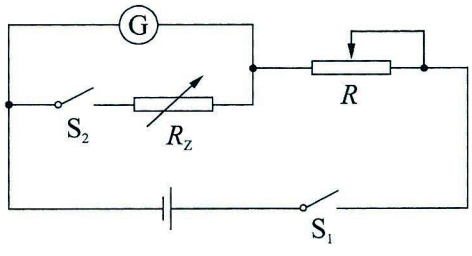


图 9-24　电流半偏法测电流表内阻

· 连接电路，断开 S_1、S_2，将滑动变阻器 R 阻值调到_____；

· 闭合 S_1，调节滑动变阻器 R，使电流表Ⓖ达到_____；

·_____，闭合 S_2，调节电阻箱 R_z，使电流表Ⓖ达到_____；

· 记下 R_z 的阻值，可以认为 $R_g=R_z$。

②误差分析

·并入 R_z→总电阻_____→干路电流 I_____I_g→ R_z 电流 I_{Rz}_____$\frac{I_g}{2}$→ R_z _____R_g，即 $R_{g测}$ _____$R_{g真}$。

·为减小误差，应选择最大阻值尽量_____的滑动变阻器。

（2）电压半偏法测电压表内阻

①实验步骤

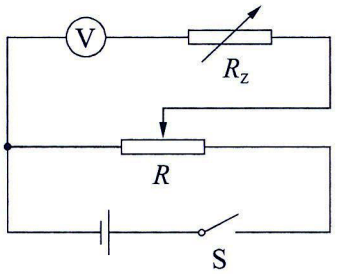


图 9-25　电压半偏法测电压表内阻

·连接电路，断开 S，将滑动变阻器滑片置于最_____端，调节 R_z= _____；

·闭合 S，调节滑动变阻器 R，使电压表达到_____；

·_____，调节电阻箱 R_z 的阻值，使电压表_____；

·记下 R_z 的阻值，可以认为 R_v= R_z。

②误差分析

·串入 R_z→电压表所在支路总电压_____→ R_z 两端电压 U_{R_z}_____$\frac{U_g}{2}$→ R_z_____R_v，即 $R_{v测}$_____$R_{v真}$。

·为减小误差，应选择最大阻值尽量_____的滑动变阻器。

8. 电学实验⑥：替代法测电阻

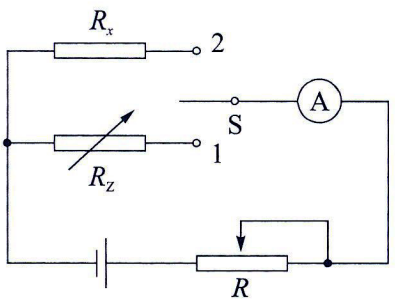


图 9-26　替代法测电阻

①实验步骤

·将滑动变阻器R阻值调到最_____，将电阻箱阻值调到最_____。将单刀双掷开关与接头_____对接，调节滑动变阻器，使电流表Ⓐ指针指到合适位置，记录电流表示数。

·保持滑动变阻器阻值不变，将开关与接头_____对接，调节电阻箱数值，使电流表示数与上一次_____。

·记录电阻箱读数R_z，则$R_x=R_z$。

②误差分析（系统误差）

·$R_{x测}$_____$R_{x真}$。

9. 电学实验⑦：描绘小灯泡的伏安特性曲线

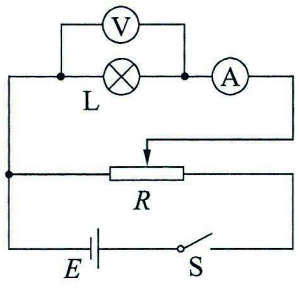


图 9–27　小灯泡的伏安特性曲线实验电路图

①如图 9–27所示，滑动变阻器必须采用_____接法。

·原因：绘制I–U图像，要求测出一组$U=0$、$I=0$的数据。

·注意：为方便调节，应选用最大阻值较_____的滑动变阻器。

②如图 9–27所示，电流表必须采用_____接法。

·原因：小灯泡电阻较_____。

③若实验室小灯泡额定电压为 3.8 V，常将量程 3 V、内阻 3 000 Ω 的电压表改装为量程 4 V的电压表，需_____联一个_____Ω 的定值电阻。

④数据处理

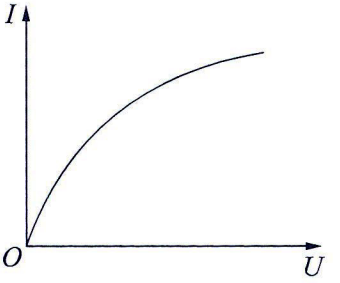


图 9-28　小灯泡的伏安特性曲线

· 如图 9-28所示，随着电压升高（或电流增大，或温度升高），小灯泡的阻值_____。

· 原因：温度升高，_____。

· 拓展：从图中读出小灯泡某状态下的 U 和 I 数据，则小灯泡电阻 $R=$ ———，功率 $P=$_____。

10. 电学实验⑧：伏安法测量干电池的电动势和内阻

（1）电路图和电源的伏安特性曲线

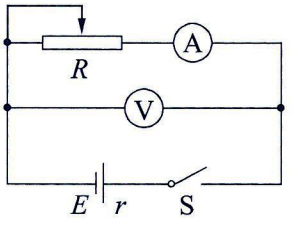


图 9-29　测量干电池的电动势和内阻实验电路图

· 如图 9-29所示，电压表Ⓥ测量路端电压，电流表Ⓐ _____（选填“在”或“不在”）电压表Ⓥ的测量范围之内。

· 闭合电路欧姆定律：$E=U_{外}+Ir$，转化为 $U_{外}-I$的线性方程：_____。

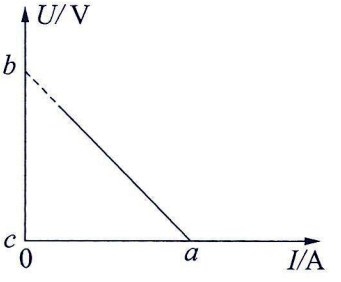


图 9-30　电源的伏安特性曲线

·如图9-30所示，图像纵轴截距b表示_____，斜率绝对值$|k|$表示_____。

·注意：若表示电压的坐标轴的起点不从0开始，如图9-30所示，电源内阻r=_____。

（2）电源内阻r较小（即电压变化较小）的解决方法

①方法一

·选用_____的干电池。

·选用这样的干电池，为避免实验过程中E减小、r增大，实验时间不宜过_____，电流不宜过_____。

·为满足这样的电流要求，常用电流表选择量程_____（选填“0～3 A”或“0～0.6 A”）。

②方法二

·给干电池串联一个定值电阻R_0，如图9-31所示，则r=_____（用图9-30中的字母和R_0表示）。

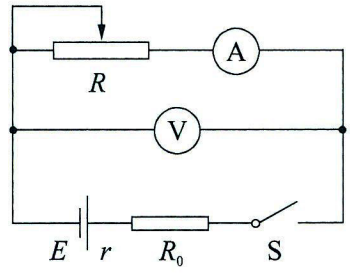


图9-31　电源串联定值电阻R_0电路图

（3）误差分析

①图9-29误差分析

·在图9-29中，_____表测量值准确，_____表测量值偏_____。

·系统误差：$E_{测}$_____$E_{真}$，$r_{测}$_____$r_{真}$。（选填“>”“<”或“=”）

②图9-32误差分析

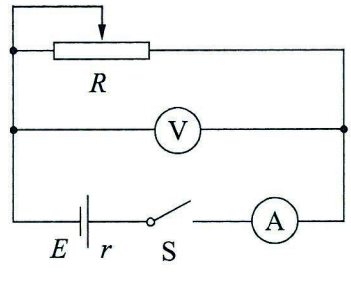


图9-32　测量电源的电动势和内阻的另一种电路图

与图 9-29所示电路图对比：

· 在图 9-32中，_____表测量值准确，_____表测量值偏_____。

· 系统误差：$E_{测}$ _____ $E_{真}$，$r_{测}$ _____ $r_{真}$。

· 消除系统误差：如果已知电流表内阻 R_A（将 R_A看作图 9-31中的 R_0），则在如图 9-30所示的电源伏安特性曲线中，电池电动势 E = _____，电池内阻 r = _____。

· 在未知电流表内阻 R_A时，由于干电池内阻很小，常选用_____的电路图；而水果电池内阻很大，常选用_____的电路图。（选填“图 9-29”或“图 9-32”）

（4）其他测量方法举例

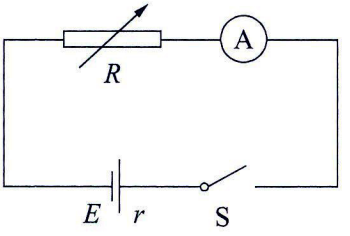


图 9-33　“安阻法”测量电池的电动势和内阻电路图

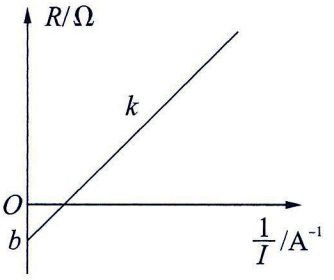


图 9-34　$R-\frac{1}{I}$图像

利用图 9-33所示的“安阻法”电路图测量电池的电动势和内阻（电流表内阻未知），用电流表和电阻箱测出多组电流 I和电阻 R数据，绘制 $R-\frac{1}{I}$图像，如图 9-34所示。

· 根据电路图写出对应的 $R-\frac{1}{I}$线性方程：_____。

· 根据图 9-34中的数据（k为斜率，b为纵轴截距），电池电动势 E =_____，电池内阻 r = _____。

11. 电学实验⑨：多用电表

（1）测量前

· 机械调零：检查指针是否停在表盘_____端的电压（电流）零刻度线位置。

·_____表笔插“+”插孔，_____表笔插“-”插孔，即保证电流“_____进_____出”多用电表。

（2）欧姆表测定值电阻

·欧姆表有内置电池，_____外部带电测量，_____红、黑表笔接反。（选填“允许”或“不允许”）

·_____后，必须欧姆调零。

·欧姆调零：红、黑表笔_____，使指针指到_____端_____零刻度线。

·读数＝刻度示数×_____。

·读数时，指针应指在中央刻度线附近。若指针太偏左（偏角过小），说明待测电阻R_x太_____，应调至更_____倍率；反之亦然。

（3）欧姆表测二极管的正负极

通以如图9-35所示方向的电流，发现欧姆表的示数很大，在图中画出红、黑表笔的位置以及二极管的正负极。

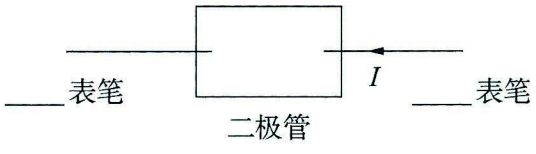


图9-35　欧姆表测二极管的正负极

（4）灵敏电流计改装欧姆表

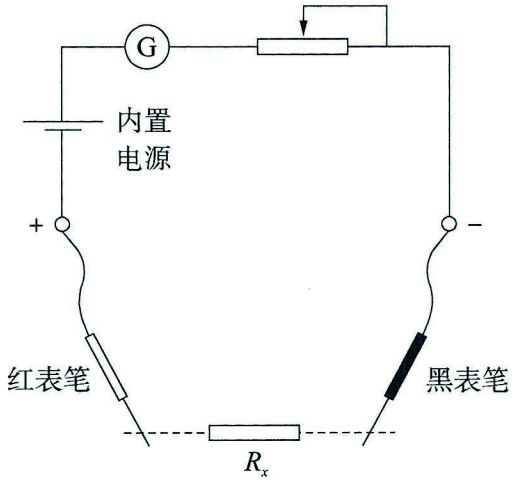


图9-36　欧姆表内部电路简化图

· 欧姆表内部电路简化图中，滑动变阻器起_____作用。

· 中值电阻 R_{Ω}：欧姆表内部所有元件电阻之和，可从分度盘读出，中值电阻 R_{Ω} = 分度盘_____刻度线数字 × _____。

· 将电流刻度转化为电阻刻度：在两表笔间接入已知电阻 $R_{外}$，指针偏转，根据闭合电路欧姆定律 $I=\dfrac{E}{+R_{外}}$，将指针对应电流刻度涂改为 $R_{外}$数值（特殊情况：红、黑表笔短接，_____=$\dfrac{E}{\quad}$）。

（5）测量欧姆表内置电池的电动势

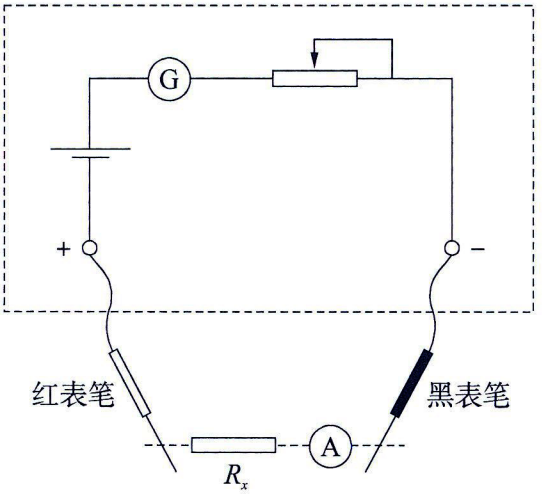


图 9-37　测量欧姆表内置电池电动势

· 从分度盘读出中值电阻 R_{Ω}；

· 根据指针读出 $R_{外}$（$R_{外}$包含 R_x和 R_A）；

· 从电流表Ⓐ读出电流 I；

· 则 E = _____。

（6）测量后

· 将选择开关旋至_____或_____。

专题十　磁场

1. 磁感应强度

（1）定义和磁感线

·定义式：$B=\frac{F}{\quad}$；单位：_____；量性：_____。

·方向：小磁针静止时_____极的指向。

·磁感线疏密程度：磁感应强度的_____。

·磁感线切线方向：磁感应强度的_____。

（2）常见的磁场

①条形磁铁

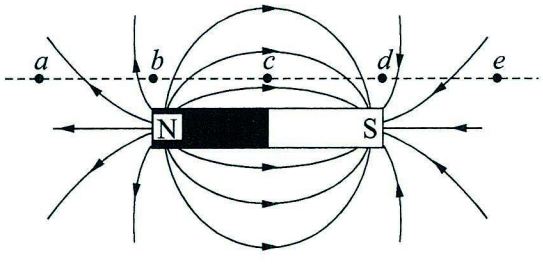


图 10-1　条形磁铁的磁感线

·越靠近磁极，磁感应强度越_____。

·$a\rightarrow b\rightarrow c\rightarrow d\rightarrow e$，磁感应强度大小变化趋势为_____。

②地磁场

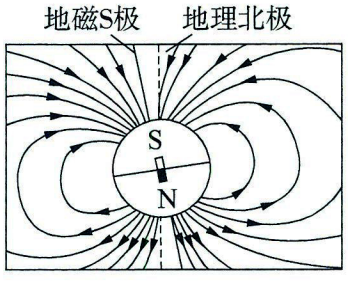


图 10-2　地磁场的磁感线

·目前，地理北极与地磁_____极接近；地理南极与地磁_____极接近。

·赤道上方，磁感线_____；两极上方，磁感线_____。（选填“水平”或“竖直”）

③通电直导线产生的磁场和磁感应强度的合成

（i）磁场分布

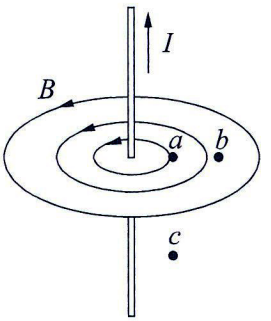


图 10-3　通电直导线的磁感线

·从上向下看，环形磁场沿_____时针方向；

·某位置 B 大小的公式 $B=k$_____；

·与导线的距离满足 $r_b=2r_a=2r_c$，则 $B_a=$_____ $B_c=$ _____ B_b；

·电流 $I\rightarrow 2I$，B_a、B_b、B_c 均变为原来的_____倍。

（ii）磁感应强度的合成练习

练习 1

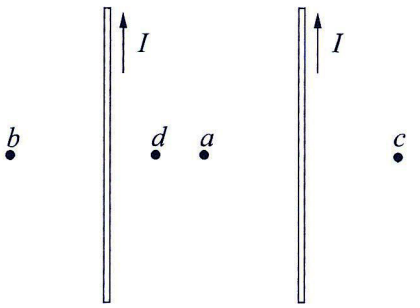


图 10-4　磁感应强度的合成练习 1

如图 10-4所示，两平行直导线通等大、同向电流，a 为中点，则：

B_a 大小为_____；

B_b 方向为_____；

B_c 方向为_____；

B_d 方向为_____。

练习 2

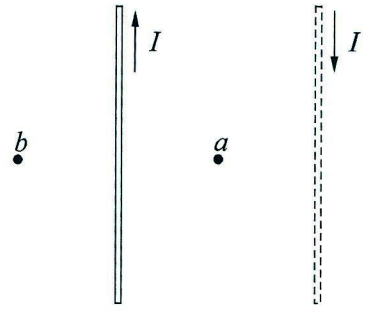


图 10-5　磁感应强度的合成练习 2

如图 10-5所示，a点和b点关于左侧导线对称，磁感应强度大小均为B，在右侧放置通以等大、反向电流的导线，使a为中点，则：

· B_a = _____ B，方向为_____；

· B_b = _____ B，方向为_____。

练习 3

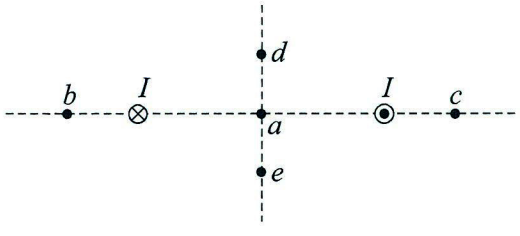


图 10-6　磁感应强度的合成练习 3

如图 10-6所示，两平行直导线垂直于纸面放置，已知电流方向，则：

· B_a 方向为_____；

· B_b 方向为_____；

· B_c 方向为_____；

· B_d 方向为_____；

· B_e 方向为_____。

④通电螺线管产生磁场

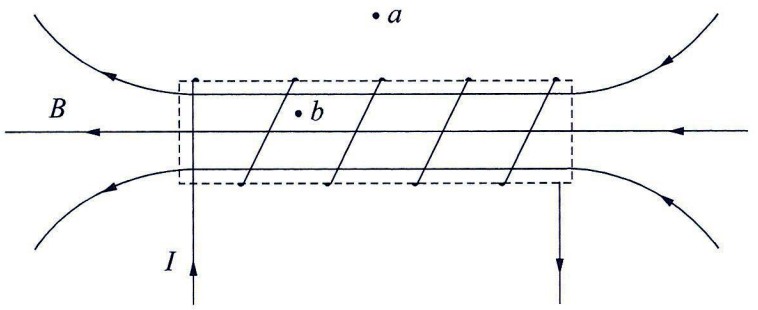


图 10-7　通电螺线管的磁感线

· 符合_____定则。

· 在外部，类似_____磁铁产生的磁场；在内部，是_____磁场。

· B_a 方向为_____（a 点在中央正上方）。

· B_b 方向为_____。

· 通电圆环（单匝螺线管）可以看作小磁针；两个相同圆环平行放置在一条竖直线上，通以方向相同的电流，两圆环相互_____（选填“吸引”或“排斥”）。

2. 安培力和洛伦兹力

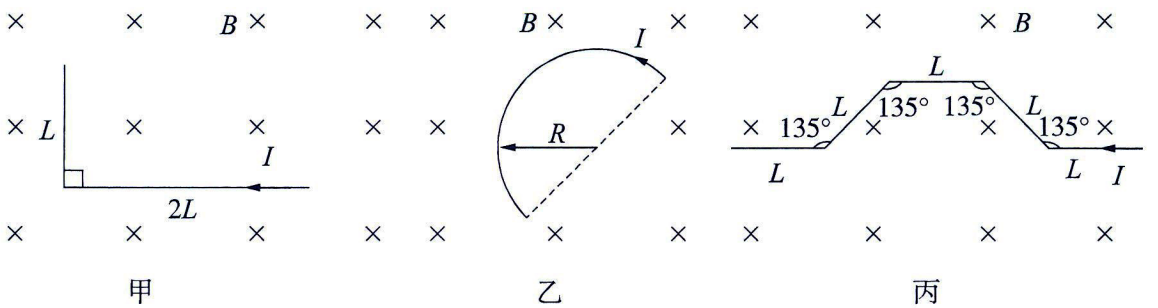
（1）安培力（通电直导线在匀强磁场中受力）

①公式：F_A =_____

· l 指投影长度：针对通电直导线与磁场方向不垂直的情况。

· l 指有效长度：针对弯折导线，有效长度指首尾相连的直线段。

有效长度练习：计算安培力的大小



甲　　乙　　丙

图 10-8　计算安培力大小

甲：F_A =_____　　乙：F_A =_____　　丙：F_A =_____

②方向

·符合_____定则；

·F_A总是_____于B和I所决定的平面。

练习：描述安培力的方向

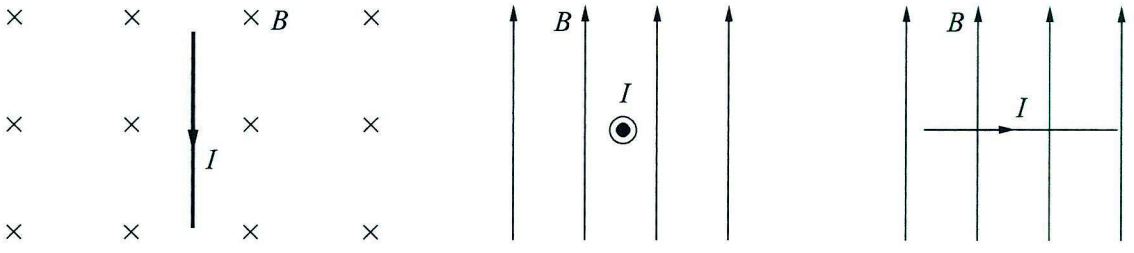


图 10-9　描述安培力的方向

甲：_____　　乙：_____　　丙：_____

③两通电平行直导线间的作用力

·同向相_____，异向相_____。

（2）洛伦兹力（运动电荷在匀强磁场中受力）

①公式

·$F_{洛}$ =_____。

·使用条件：运动电荷的速度方向_____于匀强磁场的方向。

②方向

·符合_____定则；

·$F_{洛}$总是_____于B和v所决定的平面；

·$F_{洛}$_____做功（因为$F_{洛}$永远垂直于速度方向）。

3. 带电粒子在匀强磁场中的匀速圆周运动

（1）基本公式

·根据公式_____，推导出半径r=_____。

·根据公式_____，推导出周期T=_____。

·在有界磁场中运动时间 $t=\frac{\theta}{360°}T$，θ表示圆弧对应的_____或粒子的速度偏转角。

（2）常见磁场边界和考查形式

①直线边界磁场

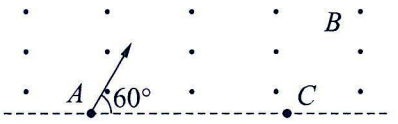


图 10-10　直线边界磁场

质量为m、电荷量为q的粒子从A点射入，从C点射出，$AC=d$。（不计粒子重力）

·粒子带_____电。

·画图：定圆心、画轨迹、找直角三角形、标出圆心角。

·根据几何关系_____，得$r=$_____d，代入公式_____，得粒子速度$v=$_____。

·在磁场中的运动时间$t=\frac{\quad}{360°}T=$_____。

②粒子轨迹与磁场边界相切

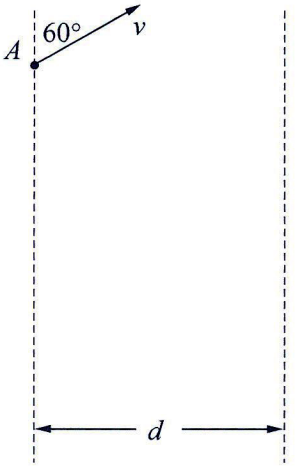


图 10-11　粒子轨迹与磁场边界相切

平行边界内有垂直于纸面的匀强磁场，质量为m、电荷量为$-q$的粒子向下偏转，恰

好未从右边界射出。（不计粒子重力）

· 磁场方向：_____。

· 画图：定圆心、画轨迹、找直角三角形、标出圆心角。

· 根据几何关系_____，得 r =_____d，得磁感应强度 B =_____。

· 在磁场中的运动时间 $t=\frac{\quad}{360^\circ}T=$ _____。

③圆形边界磁场

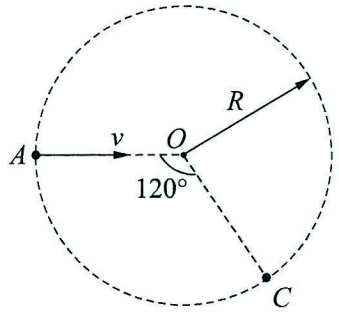


图 10-12　圆形边界磁场

圆形边界内有垂直于纸面的匀强磁场，磁感应强度为 B，一带正电粒子从 A 点沿半径方向以速度 v 射入，从 C 点射出。（不计粒子重力）

· 磁场方向：_____。

· 画图：定圆心、画轨迹、找直角三角形、标出圆心角。

· 根据几何关系_____，得 r =_____R，得粒子比荷 $\frac{q}{m}$ = _____。

· 在磁场中的运动时间 $t=\frac{\quad}{360^\circ}T=$ _____。

4. 带电粒子在复合场中的运动

（1）速度选择器（电场＋磁场、空间叠加、不计重力）

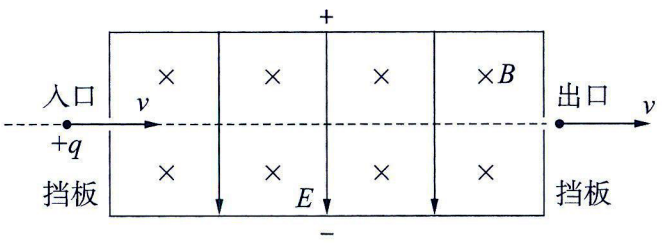


图 10−13　速度选择器

· 带电粒子做_____运动，_____力和_____力二力平衡，则_____=_____，得 $v=$_____。

· 该粒子_____（选填“能”或“不能”）从出口射入，从入口射出。

· $-2q$ 粒子_____（选填“能”或“不能”）从入口射入，从出口射出。

（2）质谱仪（电场＋磁场、空间不叠加、不计重力）

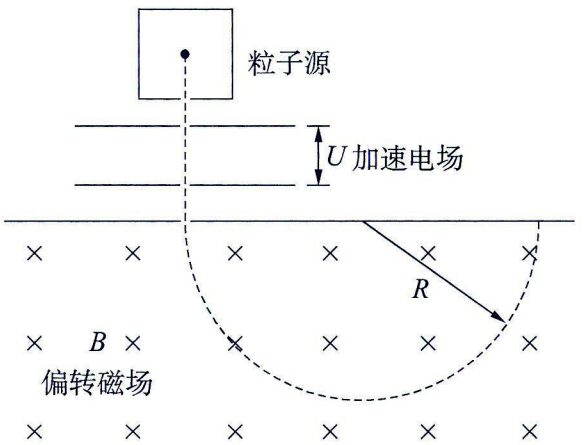


图 10−14　质谱仪

· 加速电场（动能定理）：_____。

· 偏转磁场（洛伦兹力提供向心力）：_____。

· 方程联立解得粒子比荷（用 B、U、R 表示）_____，半径越大，粒子比荷越_____。

· 方程联立解得粒子质量（用 B、U、R、q 表示）_____，半径越大，粒子质量越_____。

（3）霍尔效应（电场＋磁场、空间叠加、不计重力）

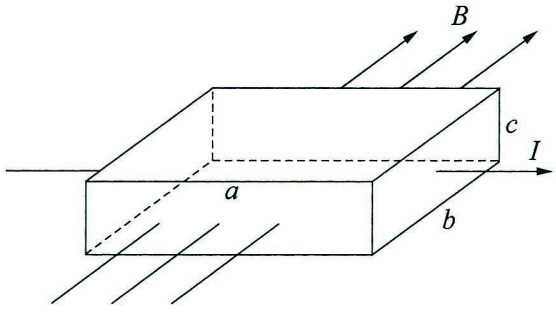


图 10−15　霍尔效应

· 金属中运动的自由电子受到向_____的洛伦兹力。

· _____、_____表面间产生稳定电势差（即霍尔电压 U），_____表面电势高。

· 稳定时，自由电子二力平衡，$e\dfrac{U}{\quad}=evB$。

· 霍尔电压 $U=\dfrac{1}{\quad}\cdot\dfrac{IB}{\quad}$，式中，_____称为霍尔系数，$n$表示自由电子的体积密度，$n$和$e$均由导体本身决定；边长_____可以记为与磁感线平行的边长。

（4）回旋加速器（电场＋磁场、空间不叠加、不计重力）

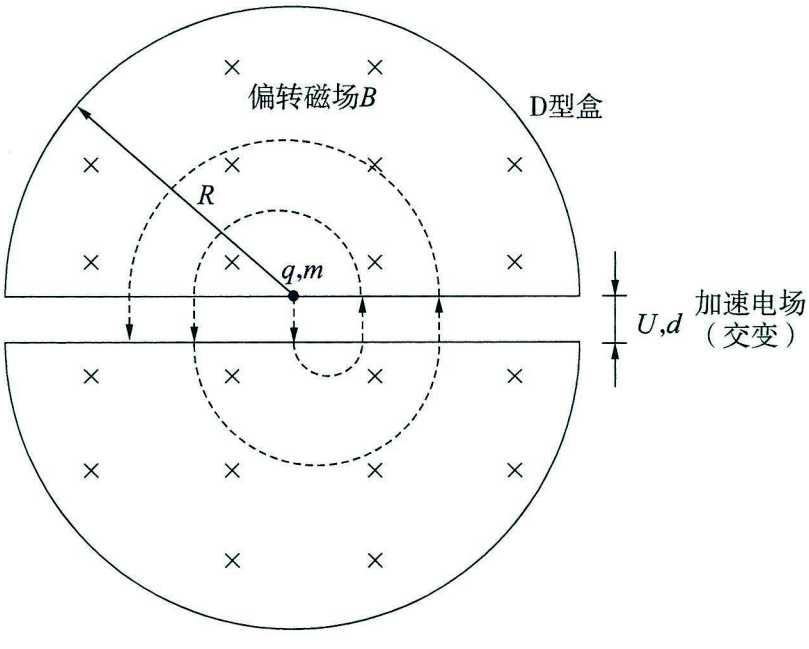


图 10−16 回旋加速器

· 交变电场的周期和频率与粒子在匀强磁场中匀速圆周运动的周期和频率_____，

$T=$_____。

·粒子获得的最大速度由D型盒的_____和磁感应强度B决定，即_____$=\frac{mv_{max}}{qB}$，求得v_{max}。

·最大动能$E_{k\,max}=\frac{1}{2}mv_{max}^2$，加速次数$n=\frac{E_{k\,max}}{\quad}$。

·磁场中运动时间$t_B=(n-1)\frac{T}{2}$，电场中运动时间$t_E=\frac{v_{max}}{a}$，式中$a=\frac{qU}{md}$。

·各次圆周运动半径之比$r_1:r_2:\cdots:r_n=$_____。

（联立$n\cdot qU=\frac{1}{2}mv_n^2$和$R_n=\frac{mv_n}{qB}$，得$R_n=\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2nmU}{q}}$。）

（5）重力场、电场、磁场的三场空间叠加

①匀速直线运动情形一：三力平衡、共线

·在下图中画出带电粒子的受力分析。

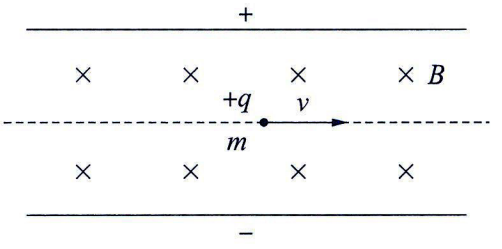


图10-17　匀速直线运动三场叠加情形一示意图

②匀速直线运动情形二：三力平衡、不共线

·在下图中画出带电粒子的受力分析。

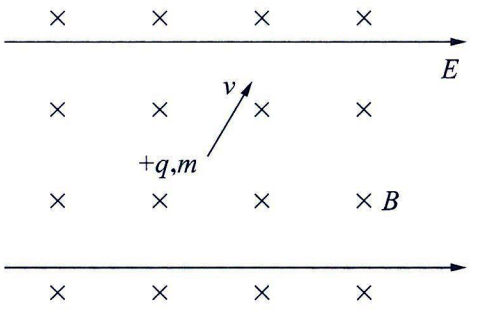


图10-18　匀速直线运动三场叠加情形二示意图

③匀速圆周运动：_____力和_____力二力平衡。

专题十一　电磁感应

1. 磁通量和感应电流的产生条件

（1）磁通量

· 定义式：Φ= _____；单位：_____；量性：_____。

· 要求：在_____磁场中，B和S_____。

（2）面积S的含义

· 投影面积（B与S不垂直）

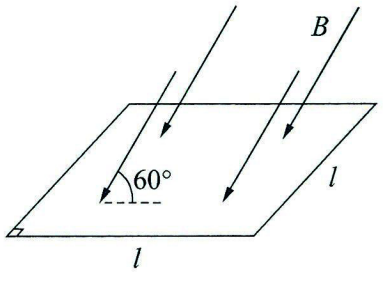


图 11-1　磁通量定义式 1

Φ= _____

· 有效面积（B没有充满线圈）

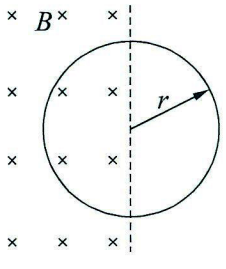


图 11-2　磁通量定义式 2

Φ= _____

（3）注意

· 线圈匝数变多，磁通量_____；

· 若磁感线方向反向，其他条件不变，则$\Delta\Phi$=_____BS（最初磁通量为BS）；

· 若一个线圈中有多个匀强磁场穿过，Φ指_____磁通量。

（4）感应电流产生条件

_____

2. 楞次定律

（1）内容

感应电流的方向：感应电流的_____总要_____引起感应电流的_____的_____。

（2）感应电流方向的判断步骤

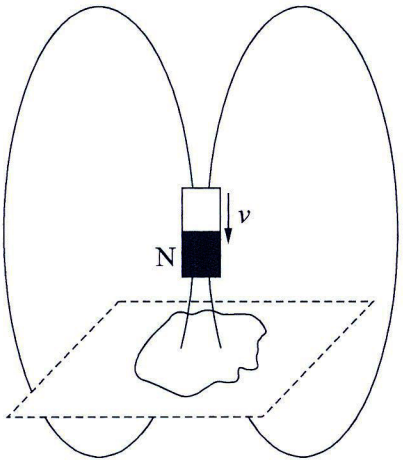


图 11-3　楞次定律

如图 11-3所示，若一个由柔软细导线制成的闭合线圈悬浮在太空无重力环境中，虚线框表示其所处的平面。一条形磁铁N极向下，缓慢靠近线圈。

感应电流方向的判断步骤如下（同时在图中画出感应磁场和感应电流的方向）：

a.穿过线圈的磁场由_____产生；

b.该磁通量方向_____；

c.该磁通量大小正在_____；

d.可判断感应磁场方向_____；

e.可判断感应电流的方向_____（从上向下看）。

（3）阻碍磁通量变化的三种手段

·“增反减同”：产生感应电流；

·“来拒去留”：感应电流受到安培力，使线圈向_____移动，进而导致穿过线圈的磁感线变得稀疏，以此阻碍磁通量增大；

·“增缩减扩”：感应电流受到安培力，使线圈面积_____，以此阻碍磁通量增大。

3. 法拉第电磁感应定律

（1）表达式

·感应电动势的大小 $E=$_____。

·产生感应电动势的部分相当于电路的_____。

·通过闭合电路横截面的电量 $q=\bar{I}t=$ ——— $t=$_____。

（2）感生电动势

①表达式：$E=$_____。

② $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ 大小的三种考查形式

（i）直接给出 $B_{初}$、$B_{末}$ 和 t：以 B 随 t 均匀增大为例，则 $\frac{\Delta B}{\Delta t}=$_____。

（ii）给出 B–t 函数：如 $B=0.6-0.2t$（SI），则 $\frac{\Delta B}{\Delta t}=$_____。

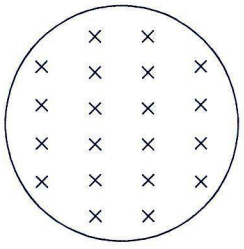
（iii）B–t 图像：

特征

· $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ 的大小对应_____的大小；

· $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ 的正负对应_____的方向。

举例



注：规定垂直纸面向里为磁感应强度的正方向。

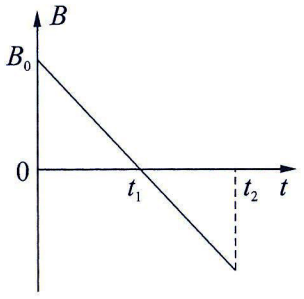


图 11-4　感生电动势的 $B-t$ 图像考法

· $\dfrac{\Delta B}{\Delta t}$ =_____。

· 0~t_1，感应电流沿_____时针方向；t_1时刻，感应电流方向_____（选填“改变”或“不变”）。

（3）动生电动势（导体棒切割磁感线）

①平动切割

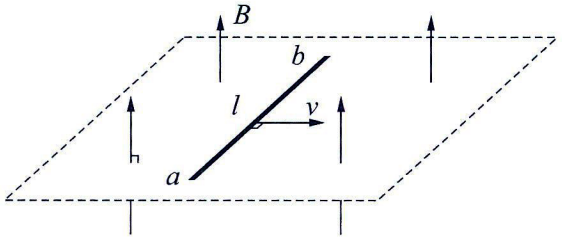


图 11-5　导体棒平动切割

· 表达式：E =_____。

· 适用于 B、l、v 两两_____的情况。

· 感应电动势（或感应电流）的方向符合_____定则。如图 11-5，感应电动势方向为_____端→_____端，电势 φ_a ____ φ_b。

②转动切割表达式：（以导体棒一个端点 O 为圆心）

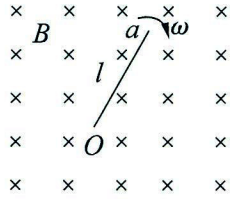


图 11-6　导体棒转动切割

· 表达式：$E=$ _____。

· 若匀速转动，电动势大小_____（选填“增大”“减小”或“不变”）。

· 如图 11-6所示，感应电动势方向为_____端→_____端。

（4）自感现象

①例 1

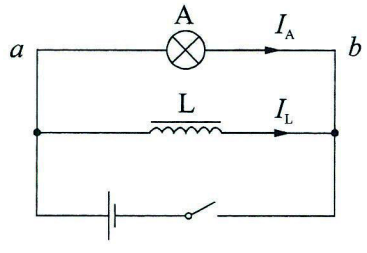


图 11-7　自感现象例 1

· 闭合开关，灯泡_____变亮，电流 I_L _____增大；

· 若稳定时 $I_L > I_A$，断开开关，灯泡先_____，再_____。

②例 2

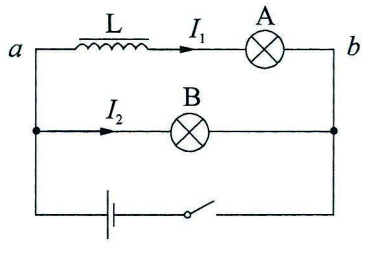


图 11-8　自感现象例 2

· 闭合开关，灯泡 A_____变亮，灯泡 B_____变亮；

· 若稳定时 $I_1 > I_2$，断开开关，灯泡_____先闪亮，再和灯泡_____一起缓慢熄灭。（选填“A”或“B”）

4. 导体棒切割模型

（1）模型一：单棒水平切割（有 v_0）

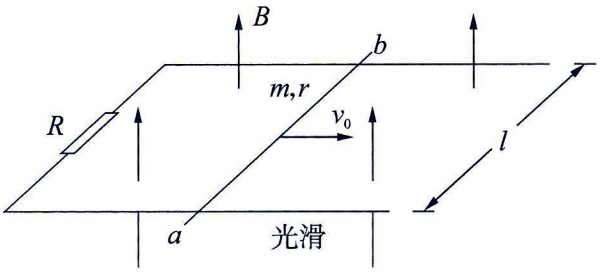


图 11-9　导体棒切割模型一

· 导体棒中感应电流方向：_____→_____。

· 安培力方向：与导体棒运动方向_____。

· 推导安培力大小表达式

$E=$_____

$I=$_____　联立得 $F_A=$_____。

$F_A=$_____

· 根据牛顿第二定律 $a=\dfrac{\quad}{m}$，导体棒做_____运动，最终_____。

· 动能定理：_____。

· 能量守恒：_____；$Q_R=$_____ Q，$Q_r=$_____ Q。

· 动量定理：_____。其中，$\overline{I}t=q$，结合 $q=n\dfrac{\Delta\Phi}{R_{总}}=\dfrac{B\cdot Lx}{R+r}$，可求出导体棒的移动距离 x。

（请同学们思考：若导轨粗糙，牛顿第二定律、动能定理和能量守恒应如何书写？）

（2）模型二：单棒水平切割（恒力 F）

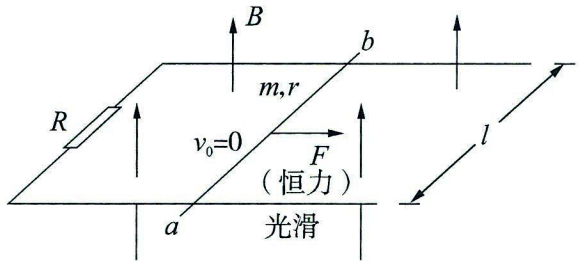


图 11-10　导体棒切割模型二

· 导体棒中感应电流方向：_____→_____。

· 安培力方向：与导体棒运动方向_____。

· 推导安培力大小表达式

E = _____

I = _____　} 联立得 F_A = _____。

F_A = _____

· 根据牛顿第二定律 $a=\frac{\quad}{m}$，导体棒做_____运动，最终做_____运动。

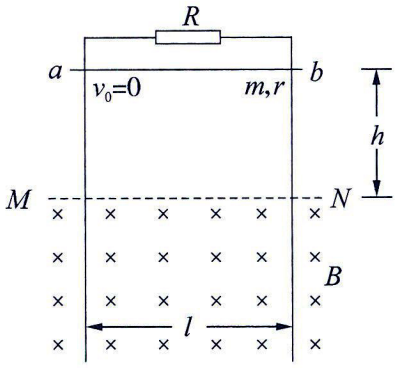
· 导体棒最大速度：根据二力平衡_____，得 v_{max} = _____。

· 动能定理：_____。

· 能量守恒：_____；Q_R = _____ Q，Q_r = _____ Q。

（请同学们思考：若导轨粗糙，牛顿第二定律、动能定理和能量守恒应如何书写？）

（3）模型三：单棒竖直切割



注：导轨足够长。

图 11-11　导体棒切割模型三

①进入磁场前

·导体棒做_____运动，根据自由落体运动公式_____，得到进入磁场边界瞬间的导体棒速度 $v=$ _____。

②进入磁场瞬间

·导体棒中感应电流方向：_____→_____。

·安培力方向：_____。

·推导安培力大小表达式

$E=$ _____

$I=$ _____　} 联立得 $F_A=$ _____。

$F_A=$ _____

③进入磁场后

将导体棒进入磁场边界瞬间的速度 v 代入 F_A 公式，求出 F_A 数值，分情况讨论：

·若 $F_A=mg$，导体棒做_____运动；

·若 $F_A>mg$，导体棒做_____运动，最终做_____运动；

·若 $F_A<mg$，导体棒做_____运动，最终做_____运动。

（请思考：导体棒进入磁场后，动能定理和能量守恒如何书写？若将导体棒换成矩形线框，进入磁场后其运动形式将发生怎样的变化？）

（4）模型四：双棒切割（动量守恒）

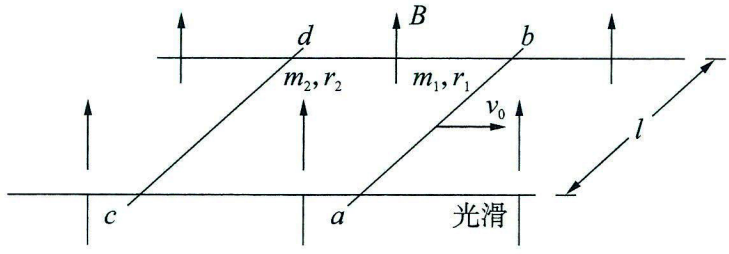


图 11-12　导体棒切割模型四

①方向

· 回路中感应电流方向：_____ → _____ → _____ → _____ → _____。

· 导体棒 ab 安培力方向：向 _____；导体棒 cd 安培力方向：向 _____。

· 二者安培力_____大_____向。

②推导安培力大小表达式

$E_1=$ _____，$E_2=$ _____，$E_{合}=$ _____

$I=$ _____

$F_A=$ _____

} 联立得 $F_A=$ _____。

③牛顿第二定律和运动形式

· 牛顿第二定律 $a_1=\dfrac{\quad\quad}{m_1}$，导体棒 ab 做_____运动；

· 牛顿第二定律 $a_2=\dfrac{\quad\quad}{m_2}$，导体棒 cd 做_____运动；

· 最终，二者以_____（选填“相同”或“不同”）速度做_____

_____运动。

④动量守恒和能量守恒

· 根据动量守恒定律_____，得 $v_{共}=$ _____。

· 能量守恒：_____；$Q_1=$ _____ Q，$Q_2=$ _____ Q。

（5）模型五：双棒切割（恒力 F）

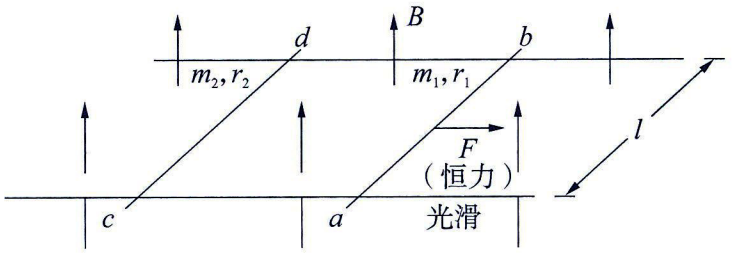


图 11-13　导体棒切割模型五

①方向

· 回路中感应电流方向：_____ → _____ → _____ → _____ → _____。

· 导体棒 ab 安培力方向：向_____；导体棒 cd 安培力方向：向_____。

· 二者安培力_____大_____向。

②推导安培力大小表达式

$E_1=$_____，$E_2=$_____，$E_{合}=$_____

$I=$_____

$F_A=$_____

} 联立得 $F_A=$_____。

③牛顿第二定律和运动形式

· 牛顿第二定律 $a_1=\dfrac{\text{_____}}{m_1}$，导体棒 ab 做_____运动；

· 牛顿第二定律 $a_2=\dfrac{\text{_____}}{m_2}$，导体棒 cd 做_____运动；

· 当_____=_____时，系统达到稳定状态，二者均做_____运动。

专题十二　交变电流

1.正弦式交变电流

（1）中性面和平行面

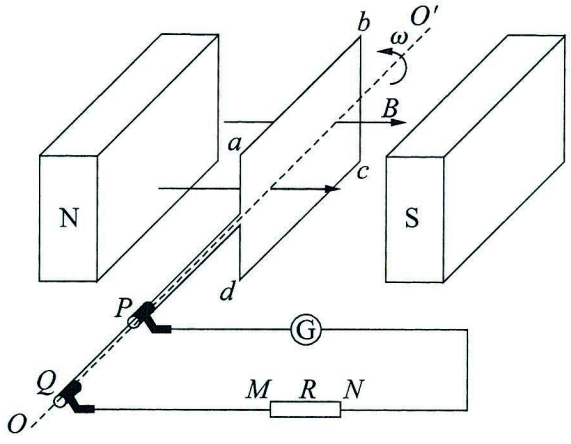


图 12-1　正弦式交流电的产生

· 中性面：B_____S，磁通量最_____，感应电动势最_____，电流方向_____。

· 平行面：B_____S，磁通量最_____，感应电动势最_____，电流方向_____。

· 如图 12-1所示时刻之后的$\frac{1}{4}T$内，电阻R上电流的方向为_____端→_____端。

· 相关公式：$\omega=\frac{\quad}{T}$，$f=\frac{\quad}{T}$，$\Phi_m=$_____，$E_m=$_____，有效值$=\frac{\text{最大值}}{\quad}$。

（2）常见图像和考点

① e-t图像

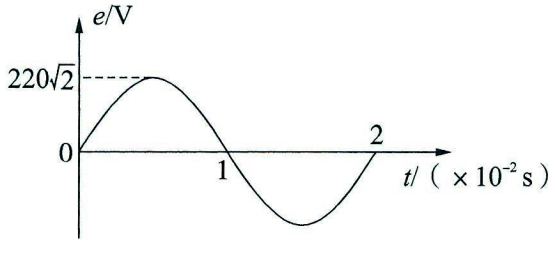


图 12-2　正弦式交流电 e-t图像

· 周期 $T=$ _____，则角速度 $\omega=$ _____，频率 $f=$ _____，1 s内电流方向改变 _____次。

· 感应电动势最大值 $E_m=$ _____，则有效值 $E=$ _____，一个周期内回路产生热量 $Q=$ _____（回路总电阻 $R=10\ \Omega$）。

· $t=0$时，线框平面与磁感线_____（选填“垂直”或“平行”）；$t=0.015$ s时，感应电动势最_____，磁通量最_____。

· e–t图像对应方程：_____。

② Φ–t图像

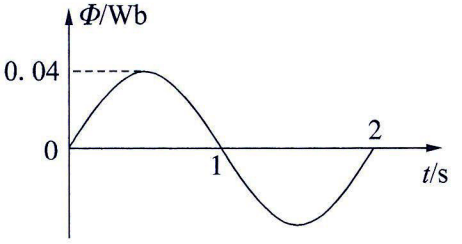


图 12–3　正弦式交流电 Φ–t图像

· 周期 $T=$ _____，则角速度 $\omega=$ _____，频率 $f=$ _____。

· 磁通量最大值 $\Phi_m=$ _____，感应电动势最大值 $E_m=$ _____（线框匝数 $n=100$匝），有效值 $E=$ _____，一个周期内回路产生热量 $Q=$ _____（回路总电阻 $R=10\ \Omega$）。

· $t=0$时，线框平面与磁感线_____（选填“垂直”或“平行”）；$t=1$ s时，感应电动势最_____，磁通量最_____。

· Φ–t图像对应方程：_____。

（3）方形波交变电流的有效值

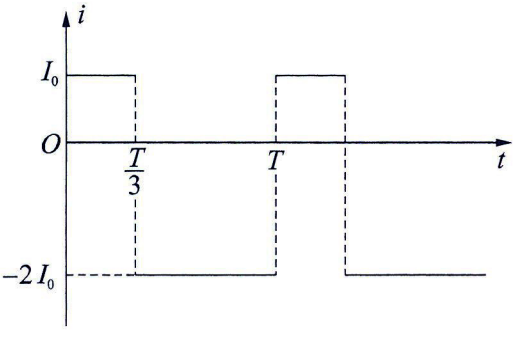


图 12–4　方形波交变电流

· 1个完整周期内交变电流通过电阻 R 的热量 $Q_{交}=$ _____。

· 令恒定电流在相同时间通过相同电阻的热量 $Q_{恒}=Q_{交}$，即_____，得该交流电的电流有效值 $I=$ _____。

2. 变压器

（1）变压器基本关系：一组副线圈

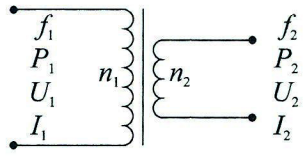


图 12-5　一组副线圈变压器

表 12-1　一组副线圈变压器的基本关系

	公式	决定关系
频率	f_1_____f_2	_____决定_____
功率	P_1_____P_2	_____决定_____
电压	$\frac{U_1}{U_2}=$_____	_____决定_____
电流	$\frac{I_1}{I_2}=$_____	_____决定_____

（2）变压器基本关系：多组副线圈

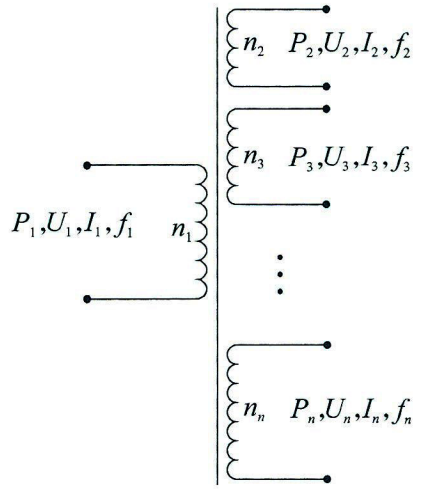


图 12-6　多组副线圈变压器

表 12-2　多组副线圈变压器的基本关系

	公式
频率	f_1＿＿f_2＿＿f_3＿＿f_n
功率	$P_1=$＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
电压	$\frac{U_1}{U_2}=$＿＿＿＿，$\frac{U_1}{U_3}=$＿＿＿＿，…，$\frac{U_1}{U_n}=$＿＿＿＿
电流	$n_1I_1=$＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

（3）其他形式的变压器

①自耦变压器

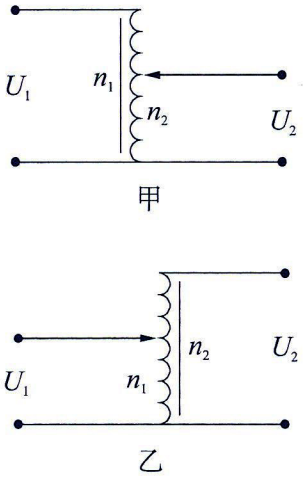
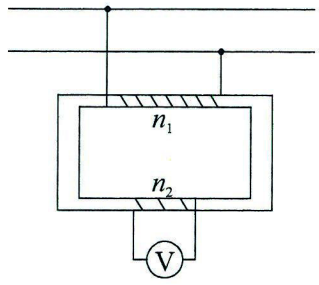


图 12-7　自耦变压器

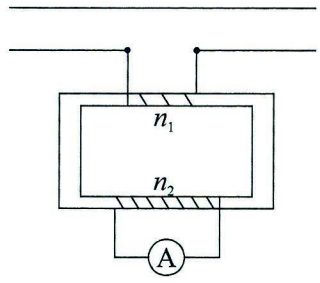
甲：＿＿＿＿压（选填“升”或“降”），＿＿＿＿可调；

乙：＿＿＿＿压（选填“升”或“降”），＿＿＿＿可调。

②互感器



a.电压互感器



b.电流互感器

图 12-8　电压互感器和电流互感器

a：n_1____n_2（选填“>”“<”或“=”），用于测量_____；

b：n_1____n_2（选填“>”“<”或“=”），用于测量_____。

3. 远距离高压输电

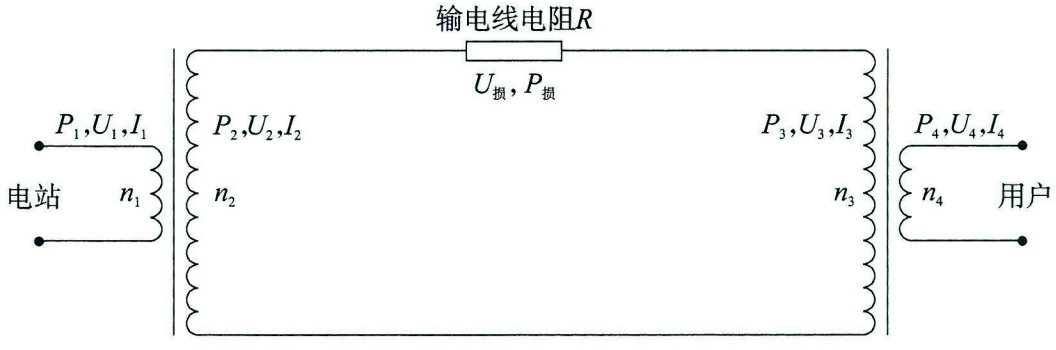


图 12-9　远距离输电示意图

（1）前提

· 输送功率一定，即_____和_____为定值；

· 输电线电阻一定，即_____为定值。

（2）重要关系

· $U_{损}$ = _____ = _____；

· $P_{损}$ = _____ = _____；

因此，采用_____输电，即提高电压_____，可以降低 $U_{损}$ 和 $P_{损}$。

举例：该电压值提高到原来的3倍，则 $U_{损}$ 变为原来的 $\frac{1}{\quad}$，$P_{损}$ 变为原来的 $\frac{1}{\quad}$。

（3）拓展

用户用电器数量增多（即 $R_{用户}$_____）→ P_4_____→ P_2_____→ I_2_____→ $U_{损}$ 和 $P_{损}$ 均_____ → U_3 和 U_4 均 _____。（选填“增大”或“减小”）

专题十三　简谐运动和机械波

1. 简谐运动的图像和公式

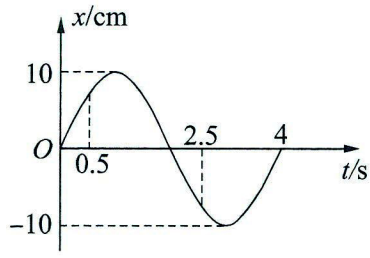


图 13−1　简谐运动 $x-t$ 图像

· 振幅 $A=$ _____，周期 $T=$ _____。

· 质点简谐运动的方程：_____。

· $t=0.5$ s时（以下选填“x轴正方向”或“x轴负方向”）：

回复力 F 的方向为_____，加速度 a 的方向为_____，

速度 v 的方向为_____，位移 x 的方向为_____。

· $t=2.5$ s时（以下选填“x轴正方向”或“x轴负方向”）：

回复力 F 的方向为_____，加速度 a 的方向为_____，

速度 v 的方向为_____，位移 x 的方向为_____。

· 2.5 s～4 s（以下填变化趋势）：

回复力 F 大小_____，加速度 a 大小 _____，

速度 v 大小_____，位移 x 大小_____，

动能 E_k_____，势能 E_p_____，

机械能 E_____。

· 振幅越大，机械能_____。

· 8 s内，质点路程 =_____；6 s内，质点路程 =_____；4 s内，质点路程 =_____；2 s内，质点路程 =_____；1 s内，质点路程_____。

2. 实验：用单摆测定重力加速度

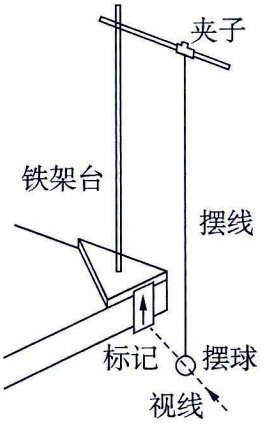


图 13-2　用单摆测定重力加速度

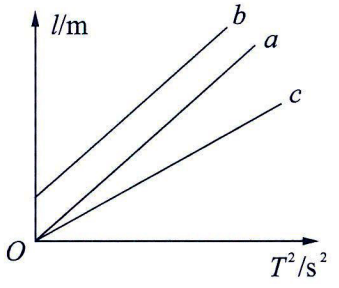


图 13-3　单摆的 l-T^2图像

①测量摆长 l

· 公式：$l=l'+\frac{d}{2}$，式中，l' 表示_____，d 表示_____。

· 要求：细线质量_____，弹性_____；金属球体积_____，密度_____；摆角不超过_____。

②测量周期 T

· 测量单摆完成 50次全振动的时间 t，则单摆周期 $T=$_____。

· 从摆球经过_____时开始计时，计时误差小。

③根据单摆的周期公式_____，重力加速度 $g=$_____。

④改变摆长，多次测量，求 g 的平均值。

⑤也可以绘制 l-T^2图像，学生操作正确得到图 13-3中的图线 a，对应线性方程为 $l=$_____T^2，则图线斜率 $k=$_____，可得 $g=$_____。

⑥若小明实验中出现错误，分别绘制了图 13-3中的图线 b 和图线 c，其原因分别是_____和_____。（填字母）

A. 将摆线长度误认为摆长　　B. 将悬点到小球下端的距离记为摆长

C. 误将 49次全振动记为 50次　　D. 误将 51次全振动记为 50次

3. 共振

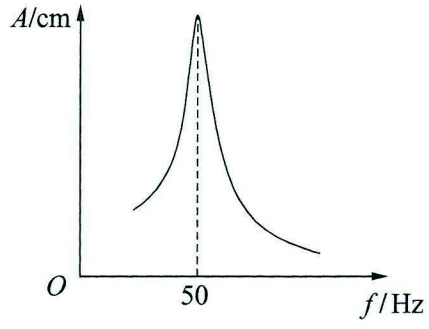


图 13-4　受迫振动振幅与驱动力频率的关系

· 当_____频率 = _____频率时，发生共振，即受迫振动的振幅最_____。

· 由图 13-4可知，系统的固有频率 = _____。

4. 波动图像与振动图像的结合考查

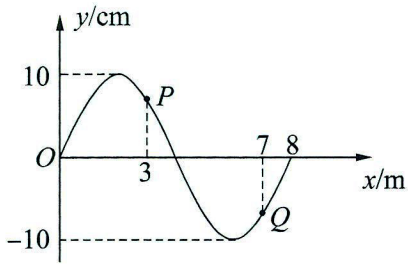


图 13-5　$t = 0.5$ s时的波形图

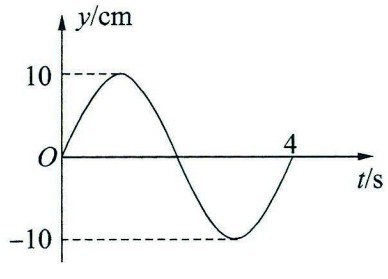


图 13-6　质点 P 的振动图像

· $t = 0.5$ s时，质点 P 速度方向沿 y 轴_____方向。

· 波沿 x 轴_____方向传播。

· $t = 0.5$ s时，质点 Q 速度方向沿 y 轴_____方向。

· 振幅 A = _____，波长 λ = _____，周期 T = _____，波速 v = _____ =_____。

· 波从质点 P 的平衡位置传至质点 Q 的平衡位置的时间 $t_{PQ}=$ ——— = _____。

· 质点 P 的振动方程：_____。

· $t=0.5$ s时，简谐波的波动方程：_____。

· $t=0.5$ s时，质点 P 的位移 $y=$ _____。

5. 波的干涉

（1）概念

· 产生稳定干涉的必要条件：两列波的_____相同。

· 加强区域和减弱区域的空间位置_____（选填“不变”或“交替变化”）。

· 加强点的振幅等于两列波的振幅之_____，减弱点的振幅等于两列波的振幅之_____。

· 加强点的振幅_____比减弱点的振幅大；加强点的位移_____比减弱点的位移大。（选填“一定”或“不一定”）

· 振幅相同的两列波发生干涉，减弱区域的位移_____。

（2）加强点、减弱点的判断

S_1 和 S_2 为两个频率相同的波源，d_1 和 d_2 分别为位置 P 距离两个波源的波程。判断 P 点是加强点还是减弱点。

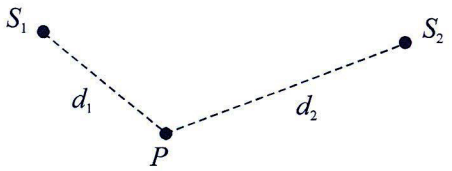


图 13-7　波的干涉

①两列波步调相同

· P 为加强点：$|d_1-d_2|=2n\cdot\dfrac{\lambda}{2}$（$n=0$，1，2，3，…），即_____是_____的_____倍（包括 $d_1=d_2$）；

· P 为减弱点：$|d_1-d_2|=$ _____$\dfrac{\lambda}{2}$，即_____是_____的_____倍。

②两列波步调相反

·P为加强点：_____，即_____是_____的_____倍；

·P为减弱点：_____，即_____是_____的_____倍（包括$d_1=d_2$）。

6. 波的衍射和多普勒效应

（1）波的衍射

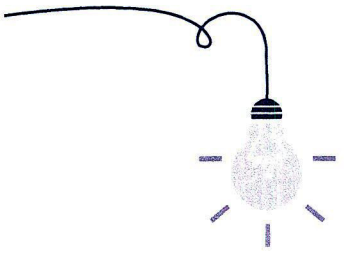
·概念：波绕过障碍物继续传播的现象。

·产生明显衍射现象的条件：缝、孔的宽度或障碍物的大小与波长_____，或者比波长更_____。

（2）多普勒效应

·概念：观察者靠近波源时，接收到的频率_____；观察者远离波源时，接收到的频率_____。

·应用：超声波测车速；计算天体靠近或远离的速度；“彩超”测血流速度。



专题十四　光学

1. 光的折射

（1）折射率

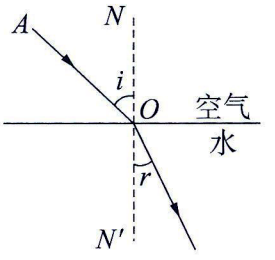


图 14-1　光的折射

· 折射率的定义式：$n=$_____。

· 光从真空（或空气）射入某种介质，入射角总是_____折射角。

· 折射率与光速的关系 $n=$_____。

· 任何介质的折射率都_____1。

（2）实验：测定玻璃的折射率

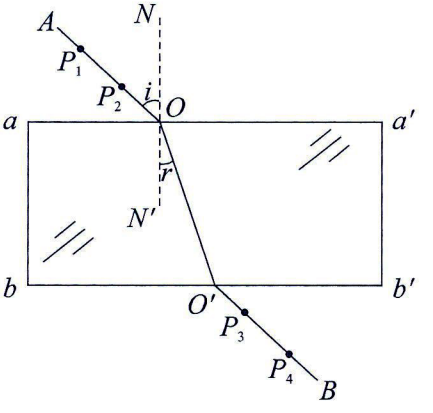


图 14-2　测定玻璃的折射率

①实验步骤

a. 在白纸上作直线 aa' 作为界面，作法线 NN'，画一条入射光线 AO，使入射角 i 适当

大些；

b. 在 AO 线上插两枚大头针 P_1、P_2，沿 aa' 放置玻璃砖；

c. 沿玻璃砖作另一边界 bb'，在 bb' 一侧插大头针 P_3，恰好_____；

d. 在 bb' 一侧插大头针 P_4，恰好_____；

e. 移去玻璃砖，拔去大头针，过 P_3、P_4 作直线 BO'，_____就是折射光线；

f. 用量角器量出入射角 i 和折射角 r 的大小，得到折射率 $n=$ _____；

g. 多次实验，求平均值。

②补充

（i）也可用图像法求折射率：用 $\sin i$ 表示纵坐标，用 $\sin r$ 表示横坐标，则图线的_____就等于玻璃的折射率。

（ii）实验中操作不慎，沿法线方向平移了玻璃砖：

· 若边界 aa' 和边界 bb' 距离仍等于玻璃砖宽度，则折射角 r 测量值_____，折射率 n 测量值_____；

· 若边界 aa' 和边界 bb' 之间的距离大于玻璃砖宽度，则折射角 r 测量值_____，折射率 n 测量值_____。（选填“准确”“偏大”或“偏小”）

（iii）如果玻璃砖的两个光学表面不平行，则测得的折射率_____。

2. 光的全反射

（1）发生全反射的条件

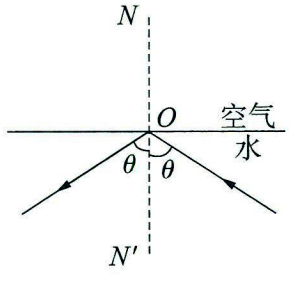


图 14-3　光的全反射

· 光线由_____介质射向_____介质；

· 入射角 θ _____临界角 C。

（2）全反射的临界角与折射率的关系式

_____

3. 七色光各物理量的比较

表 14-1　七色光各物理量的比较

分组	物理量	变化趋势 （按“红橙黄绿蓝靛紫”排序， 选填“增大”或“减小”）	决定因素
第 1组	频率（f）	_____	_____
	折射率（n）	_____	/
第 2组	介质中的光速（v）	_____	_____
	波长（λ）	_____	_____
	临界角（C）	_____	/

4. 实验：用双缝干涉测量光的波长

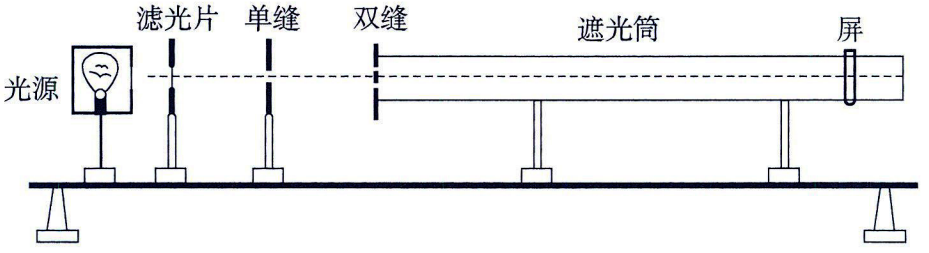


图 14-4　用双缝干涉测量光的波长

①使用测量头测量相邻两条亮条纹（或暗条纹）的_____间距 Δx。

· 测量时，应使分划板的中心刻度线与条纹的_____对齐。

· 为了减小误差，可测出 n 条亮条纹（或暗条纹）间的距离 a，则 Δx = _____。

②根据 Δx = _____，可求出波长 λ = _____。

· 式中，d 表示_____，l 表示_____。

③若干涉条纹模糊，为了使其清晰，可以调节拨杆使单缝和双缝_____。

5. 光的衍射和偏振

· 光的衍射图样中，相邻条纹间距_____；光的干涉图样中，相邻条纹间距_____。（选填“相等”或“不相等”）

· 泊松亮斑是光的_____现象。

· 只有_____才有偏振现象，光的偏振充分说明光是_____。

· 偏振光的应用：拍摄水面下的景物或者玻璃橱窗里的物体时，给镜头加偏振片滤去水面或玻璃表面的反射光，使景象清晰。其他应用还有立体电影、偏振太阳镜等。



专题十五　热学

1. 分子动理论

（1）实验：油膜法估测分子大小（“分子何其小”）

①配置油酸—酒精溶液（向 1 mL 油酸中加酒精，直至总量达到 500 mL）

· 按该比例，任何体积的油酸—酒精溶液中纯油酸的体积浓度为 $\frac{1}{\qquad}$。

· 酒精起_____作用，且在滴入水面后会挥发掉。

②计算一滴油酸—酒精溶液中纯油酸的体积 V

· 计算一滴油酸—酒精溶液的体积 $V_0=$ _____，式中，V_N 表示 N 滴油酸—酒精溶液的体积。

· 计算一滴油酸—酒精溶液中纯油酸的体积 $V=\frac{1}{\qquad}V_0$。

③在水面上均匀铺洒_____。滴一滴油酸—酒精溶液，等待油酸薄膜形状_____。

④测定油酸薄膜的面积 S

· 覆盖玻璃板和半透明的坐标纸，描画油膜_____；

· 数出轮廓内小正方形的格数，不足半格_____，多于半格_____；

· 油膜面积 $S=$ 小格面积 × 格数。

⑤计算油酸薄膜的厚度（即分子大小）

· $d=$_____。

· 注意：分子大小尺度为 10^{-10} m。

⑥多次实验，求平均值。

（2）“两量一桥梁”（“分子何其多”）

$$\begin{array}{lcl} \text{（摩尔质量）宏观量} & \xrightarrow{\rho} & \text{宏观量（摩尔体积）} \\ \text{（分子质量）微观量} & \xrightarrow{\frac{M_{mol}}{m}=N_A=\frac{V_{mol}}{V_0}} & \text{微观量（分子体积）} \end{array}$$

·密度是宏观物理量，_____（选填“能”或“不能”）用于描述一个分子。

·$\frac{M_{mol}}{m}=N_A$适用于固体、液体和气体，$N_A=\frac{V_{mol}}{V_0}$仅适用于_____和_____。

·对于气体，$V_0=\frac{V_{mol}}{N_A}$表示每个气体分子占据_____体空间的体积，进而可以求出气体分子平均距离$d=$_____=_____。

（3）分子热运动（“分子运动何其乱”）

①分子热运动

·一切物质的分子都在_____地做_____的运动，称为分子的热运动。

·_____，分子热运动越剧烈。

②扩散现象

·扩散现象是指彼此接触的物体互相进入对方的现象。

·固体和固体之间_____（选填“能”或“不能”）发生扩散现象。

·扩散现象是分子热运动的_____。

·_____，扩散越快。

③布朗运动

·液体（或气体）中的_____，按_____间隔记录其位置，把这些位置用_____依次连接起来。可以观察到，微粒_____地做着_____的运动，我们把微粒的这种运动称为布朗运动。

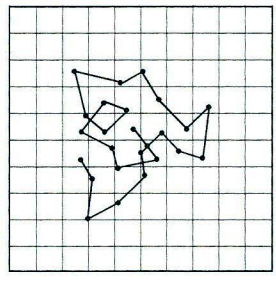


图 15-1　布朗运动

·图中折线_____（选填“是”或“不是”）微粒的实际轨迹。

·产生原因：固体微粒受到周围各个方向的液体分子（或气体分子）热运动的撞击力，这些撞击力_____而导致微粒永不停息地做无规则的机械运动。

·布朗运动是分子热运动的_____。

·_____，_____，布朗运动越剧烈。

·布朗颗粒的大小约为10^{-6} m，肉眼看不到，用_____能看到。

·阳光下灰尘微粒的胡乱飘荡运动_____（选填“是”或“不是”）布朗运动。

（4）麦克斯韦气体分子速率分布图像（“无序中的有序”）

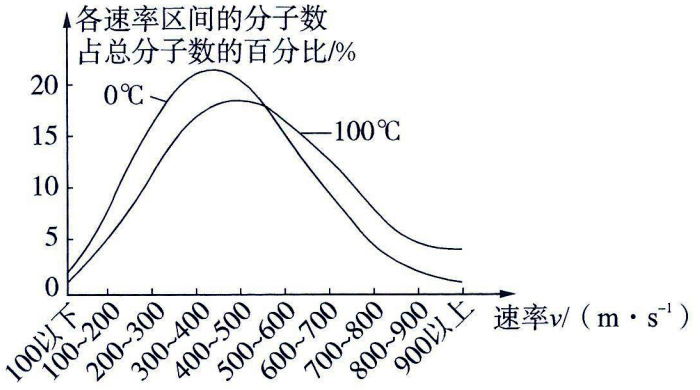


图 15-2　氧气分子的速率分布图像

·某一温度下，图线中间高两头低，即速率很小和很大的分子占比都很_____。

·温度升高，图线整体右移，即_____（选填“所有”“绝大多数”或“少量”）分子的平均速率增大。

·温度升高，图线的波峰变宽，且向右偏移，即速率大的分子占比变_____（或速率小的分子占比变_____）。

·0 ℃和 100 ℃图线与横轴围成的面积_____（选填“相等”或“不相等”）。

·气体的量发生变化，_____（选填“影响”或“不影响”）实验结果。

（5）温度和气体压强的微观解释

①温度

（i）微观解释

·温度是系统内所有分子热运动的平均动能的_____。

·温度降低，分子平均动能_____（选填“增大”或“减小”），_____（选填“是”或“不是”）每个分子的速率都减小。

·分子总动能 = _____ × _____ 。

（ii）热力学温标（T）

·单位：_____；换算关系：0 K = _____℃，即 $T = t +$ _____K。

·绝对零度（即0 K）只能 _____不能_____，因为分子平均动能_____。

②气体压强

（i）微观解释

由于大量分子无规则地运动而碰撞器壁，形成对器壁各处_____、_____的压力，作用在器壁_____面积上的压力叫作气体的压强。

（ii）决定因素

·微观：_____和_____；

·宏观：_____和 _____。

注意：对于一定量的气体，体积与分子的数密度成_____。

·拓展：气体分子在单位时间内撞击单位面积器壁的平均次数 N 的两种常见考法。（以下选填“增大”“减小”或“不变”）

考法一：N 与分子平均速率成正比，与分子的数密度成正比。例如，一定质量的气体，如果保持气体的体积不变，温度升高，那么，N_____。

考法二：气体压强与分子平均速率成正比，与 N 成正比。例如，一定质量的气体，如果保持气体的压强不变，温度升高，那么，N_____。

（iii）压强单位

1 atm = 76 _____ = 760 _____ = 1.012×10^5 _____。

（6）分子力

①概念

·分子间_____存在相互作用的引力和斥力。引力和斥力的_____称为分子力。

②规律

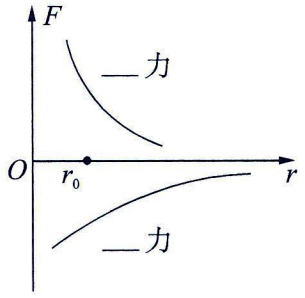


图 15–3　分子间的作用力

（i）$F_{引}$和$F_{斥}$都随分子间距离的增大而_____，_____变化更快。

（ii）在图 15–3中填空，定性画出分子力图线，并完成下面的填空。

·$r=r_0$时，$F_{引}$_____$F_{斥}$，分子力 $F=$_____；

·$r<r_0$时，$F_{引}$_____$F_{斥}$，分子力 F表现为_____；

·$r>r_0$时，$F_{引}$_____$F_{斥}$，分子力 F表现为_____。

·从 $r=10\,r_0$减小到 $r\approx 0$的过程中，分子力 F大小的变化规律：_____。

（7）分子势能

①在图 15–4中定性画出分子力图线和分子势能图线，并标出名称。

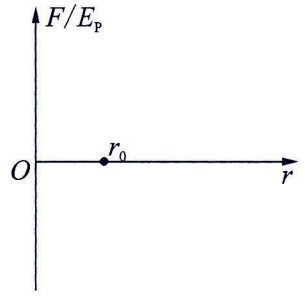


图 15–4　分子力和分子势能

②分子力做功、动能、势能变化规律

原点处固定一分子，另一分子在分子力作用下，从无穷远处由静止开始靠近。

·$\infty\rightarrow r_0$：分子力做_____，分子动能_____，分子势能_____；

·$r_0\rightarrow$更近：分子力做_____，分子动能_____，分子势能_____；

·$r=r_0$：分子动能最_____，分子势能最_____，且分子势能为_____值。

（8）物体的内能

·物体的内能 = _____ + _____。

·决定因素

微观：_____、_____、_____；

宏观：_____、_____、_____。

·改变物体内能的两种方式：_____、_____。

2. 气体实验定律

（1）基本方程

·玻意耳定律：_____不变，表达式为_____ = _____。

·查理定律：_____不变，表达式为_____ = _____。

·盖－吕萨克定律：_____不变，表达式为_____ = _____。

·理想气体状态方程：_____ = _____。

（2）活塞—气缸问题

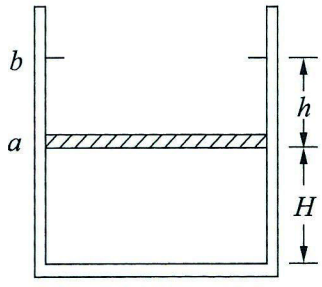


图 15-5　活塞—气缸示意图

已知：气缸导热良好，活塞质量为 m，面积为 S，静止于 a 处，与缸底的距离为 H，与 b 处销子的距离为 h。大气压强为 p_0，环境温度为 T_0，不计一切摩擦。

①情境一：活塞上放置质量为 m_0 的砝码，求重新稳定后活塞与缸底的距离 H'。

·初态，活塞受力平衡

_____，得气体初态压强 p_1 =_____。

·末态，活塞和砝码受力平衡

_____，得气体末态压强 p_2 =_____。

·气体经历_____过程

_____，得 H' = _____。

②情境二：放置砝码前，缓慢加热气体，当活塞刚好到达b处时，求此时气体温度T'。该过程中，气体对活塞做功多少？

·气体经历_____过程

_____，得T'=_____。

·气体对活塞做功

W=_____=_____。

③情境三：在②基础上，继续加热气体，当温度升至T''时，求此时气体压强p''。

·气体经历_____过程

_____，得p''=_____。

（3）水银柱—玻璃直管问题

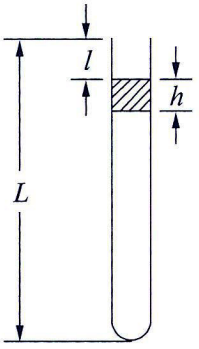


图15-6　水银柱—玻璃直管示意图

已知：竖直放置的玻璃管长度L = 54 cm，水银柱长度h = 4 cm，水银柱上表面与管口距离l = 5 cm。大气压强p_0 = 76 cmHg，环境温度T_0 = 270 K。

①情境一：缓慢加热气体，当水银柱上表面刚好与管口平齐时，求此时气体温度T'。

·气体经历_____过程

_____，得T'=_____。

②情境二：保持环境温度T_0 = 270 K不变，向管内缓慢加注水银，当水银柱上表面刚好与管口平齐时，求加入的水银柱的高度h'。

·初态，水银柱压强平衡

_____，得气体初态压强p_1 = _____。

·末态，水银柱压强平衡

_____。

·气体经历_____过程

_____，联立解得 h' =_____。

（4）水银柱—U形管问题

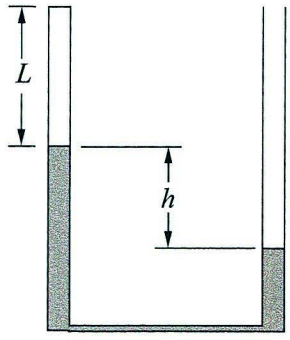


图 15-7　水银柱—U形管示意图

已知：用水银将一段气体封闭在竖直放置的U形玻璃管中。当温度为280 K时，被封闭的气柱长 L = 22 cm，两边水银柱高度差 h =16 cm，大气压强 p_0 = 76 cmHg。

①情境一：为使左端水银柱面下降3 cm，封闭气体温度应变为多少？

·初态，水银柱压强平衡

_____，得气体初态压强 p_1 = _____。

·末态，水银柱压强平衡

_____，得气体末态压强 p_2 = _____。

·_____方程

_____，得 T_2 = _____。

②情境二：封闭气体的温度重新回到280 K并保持不变，为使封闭气柱长度变为20 cm，需向开口端注入的水银柱长度为多少？

·初态，水银柱压强平衡

求解过程见情境一。

·气体经历_____过程

_____，得气体末态压强 p_3 = _____。

·末态，水银柱压强平衡

_____，解得当前两边水银柱高度差 $h'=$ _____。

所以，开口端需注入的水银柱长度为_____。

（5）充气、放气问题

①情境一

储气罐中有 1.0 atm的空气 6.0 L，现再充入 1.0 atm的空气 9.0 L。设充气过程为等温过程，求充气后储气罐中的气体压强。

·混合气体经历等温过程

_____，得 _____。

②情境二

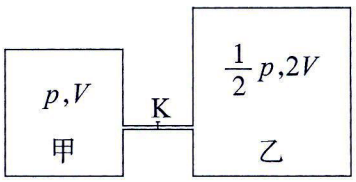


图 15-8　充气、放气问题示意图

甲罐容积为 V，罐中气体压强为 p；乙罐容积为 $2V$，罐中气体压强为 $\frac{1}{2}p$。现打开阀门K，把甲罐中的部分气体调配到乙罐中去，两罐中气体温度相同且在调配过程中保持不变，调配后两罐中气体的压强相等。

（i）求调配后两罐中气体的压强。

·混合气体经历等温过程

_____，得 _____。

（ii）求调配后甲罐中气体的质量与甲罐中原有气体的质量之比。

·因为甲罐容积不变，所以 $\frac{m_{甲现}}{m_{甲原}}=$ _____；

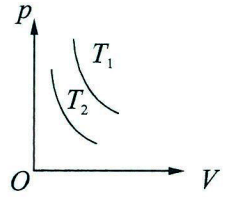
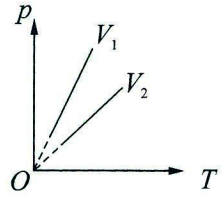
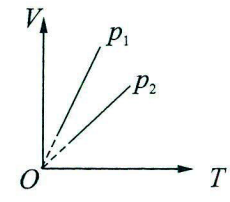
·因为气体经历等温过程，所以气体密度与压强成_____比，可得

$\frac{m_{甲现}}{m_{甲原}}=$ _____ = _____。

3. 热力学第一定律与气体实验定律图像的综合应用

（1）气体实验定律的三个图像

表 15-1　气体实验定律的三个图像

	$p-V$图像	$p-T$图像	$V-T$图像
公式	$pV=C$	$\frac{p}{T}=C$	$\frac{V}{T}=C$
图像			
特点	双曲线； T_1 _____ T_2	过原点的倾斜直线； V_1 _____ V_2	过原点的倾斜直线； p_1 _____ p_2

（2）热力学第一定律

①表达式

_____

②物理量的正负、含义和标志

表 15-2　热力学第一定律各物理量的正负、含义和标志

物理量	正负	含义	标志
内能变化ΔU	$\Delta U=0$	物体内能_____	温度T_____
	$\Delta U>0$	物体内能_____	温度T_____
	$\Delta U<0$	物体内能_____	温度T_____
做功W	$W=0$	不做功	体积V_____
	$W>0$	_____对_____做功	体积V_____
	$W<0$	_____对_____做功	体积V_____

续表

物理量	正负	含义	标志
热传递 Q	$Q=0$	绝热	/
	$Q>0$	气体_____热量	
	$Q<0$	气体_____热量	

（3）练习

（下文中的“体积 V_____→”后面的空格，选填“气体对外界做功”“外界对气体做功”或“不做功”）

①p–V图像

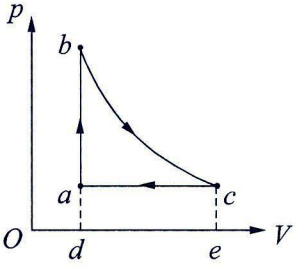


图 15–9　p–V图像

· $a\rightarrow b$：等_____变化

体积 V_____→_____，W_____0

温度 T_____→气体内能_____，ΔU_____0

Q_____0，气体_____热量。

· $b\rightarrow c$：等温变化

体积 V_____→_____，W_____0

温度 T_____→气体内能_____，ΔU_____0

Q_____0，气体_____热量。

· $c\rightarrow a$：等_____变化

体积 V_____→_____，W_____0

温度 T_____→气体内能_____，ΔU_____0

Q_____0，气体_____热量。

· 拓展

图线与横轴围成的面积表示_____多少。如，$W_{c\rightarrow a}=S_{aced}$。

气体从b状态开始，经历c状态和a状态又回到b状态的全过程，气体_____热量。

②p–T图像

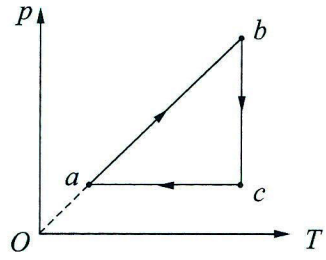


图 15–10　p–T图像

·$a \rightarrow b$：等_____变化

体积V_____ → _____，W_____0　　Q_____0，

温度T_____ → 气体内能_____，ΔU_____0　　气体_____热量。

·$b \rightarrow c$：等_____变化

体积V_____ → _____，W_____0　　Q_____0，

温度T_____ → 气体内能_____，ΔU_____0　　气体_____热量。

·$c \rightarrow a$：等_____变化

体积V_____ → _____，W_____0　　Q_____0，

温度T_____ → 气体内能_____，ΔU_____0　　气体_____热量。

③V–T图像

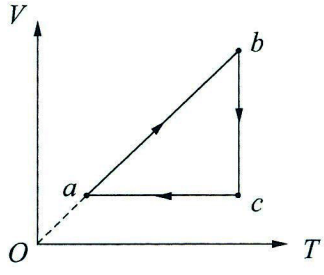


图 15–11　V–T图像

·$a \rightarrow b$：等_____变化

体积V_____ → _____，W_____0　　Q_____0，

温度T_____ → 气体内能_____，ΔU_____0　　气体_____热量。

· $b \rightarrow c$：等_____变化

体积 V_____ → _____，W_____0　温度 T_____ → 气体内能_____，ΔU_____0　} Q_____0，气体_____热量。

· $c \rightarrow a$：等_____变化

体积 V_____ → _____，W_____0　温度 T_____ → 气体内能_____，ΔU_____0　} Q_____0，气体_____热量。

4. 热力学第一、第二定律的概念

（1）热力学第一定律

· 热力学第一定律的实质：_____定律。

· 热力学第一定律也可表达为“_____是不可能制成的”。

· 第一类永动机：不消耗任何能量，却源源不断地_____的机器。

（2）热力学第二定律

①表述一：克劳修斯表述

· 不可能使热量从_____物体传到_____物体，而不引起其他变化。

· 举例：冰箱制冷。热量从低温的冷藏室传到高温的外部，这个过程不是_____进行的，而是由于压缩机做功了（即引起了其他变化）。

②表述二：开尔文表述

· 不可能从单一热库吸收热量，并使之完全变成_____，而不产生其他影响。

· 举例

热机从高温热库吸收热量，一部分用来对外做功，一部分传递给_____；

理想气体等温膨胀，它可以从单一热库吸收热量全部用来对外做功，但是产生了其他影响——体积扩大了。

· 热力学第二定律的开尔文表述，也可描述为“_____是不可能制成的”。

· 第二类永动机：从单一热库吸收热量使之完全变为功而不产生其他影响的热机。

③表述三：熵增原理

· 由大量分子组成的一个孤立系统自发变化时，总是向着无序程度_____的方向进行，至少无序程度不会_____。

5. 固体、液体、新材料

（1）单晶体、多晶体和非晶体

①分类

·固体分为_____和_____；

·晶体又分为_____和_____。

②区分单晶体、多晶体和非晶体

表 15-3　单晶体、多晶体和非晶体的对比

	单晶体	多晶体	非晶体
组成	许多晶粒规则排列	许多晶粒不规则排列	由原子、分子等组成
外形是否规则	_____	_____	_____
是否有确定熔点	_____	_____	_____
各向异性或各向同性	_____	_____	_____
举例	雪花、食盐小颗粒等	金属、食盐大疙瘩等	松香、石蜡、玻璃等

③补充

·单晶体、多晶体和非晶体之间_____（选填“可以”或“不可以”）相互转化。

·组成晶体的微观粒子（分子或原子、离子）的空间排列规则不同，会形成形状和性质不同的晶体，比如碳原子按照不同规则排列可以形成_____和_____。

（2）液体

①液体的表面张力

·使液体表面具有_____趋势（绷紧）的力叫作表面张力。

·表面张力的方向总是沿着与液面_____的方向。

·产生原因：在液体表面层，分子比较稀疏，分子间距离_____r_0，表现为_____。

举例

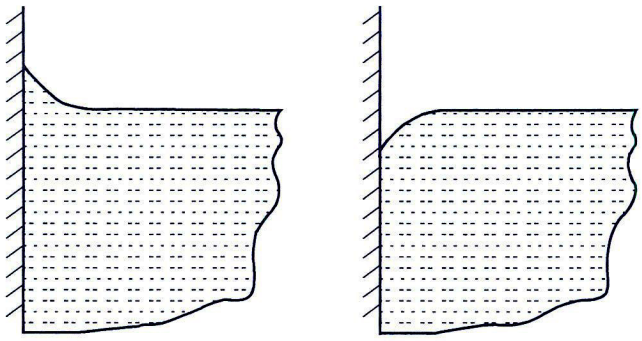
·叶面上的露珠、小的水银滴呈_____。

·昆虫停在水面上。

·系在圆环上的棉线小线圈，可在肥皂膜上自由移动和变形，若扎破棉线小线圈中的肥皂膜，小线圈会被周围的肥皂膜拉成_____。

·雨水不能透过布雨伞。

②浸润和不浸润



a.浸润　　b.不浸润

图 15-12　浸润和不浸润

·一种液体会湿润某种固体并附着在固体表面上，这种现象叫作浸润；反之叫作不浸润。

·一种液体是否浸润某种固体，与这两种物质的_____有关。

举例

·水_____浸润玻璃，水银_____浸润玻璃；水_____浸润蜂蜡或石蜡，水银_____浸润锌。（选填“能”或“不能”）

·脱脂棉脱脂，从_____被水浸润变成_____被水浸润，以吸取药水。（选填“能”或“不能”）

·用_____（选填“能”或“不能”）被水浸润的塑料制作酱油瓶，向外倒酱油时不易外洒。

·游禽将油脂涂抹在羽毛上，使水不能粘到羽毛上，利用了水_____（选填“能”或“不能”）浸润油脂的特性。

③毛细现象

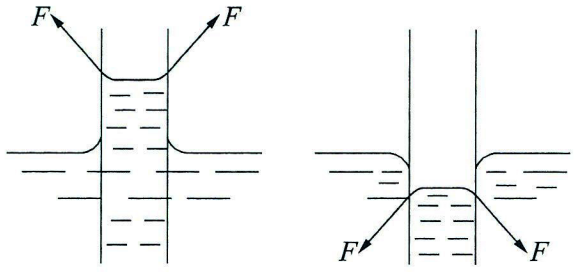


图 15-13　毛细现象

·浸润液体在细管中_____的现象，以及不浸润液体在细管中_____的现象，称为毛细现象。

·毛细管越_____（选填“粗”或“细”），毛细现象越明显。

·毛细现象是_____和_____共同作用的结果。

举例

·水在细玻璃管中_____；水银在细玻璃管中_____。

·为将地下水引上来，用碾子压紧土壤，将已有的毛细管变得更_____；为保存地下水分，将土壤锄松，破坏土壤中的毛细管。

·建造房屋时，在地基上铺一层油毡或涂有沥青的厚纸，是为了防止水分沿着夯实的地基及砖墙的毛细管上升。

（3）液晶

·液晶是一种介于_____和_____之间的物质。

·液晶既具有液体的_____，又具有晶体的_____。

·举例：液晶显示器，利用液晶探测温度、毒气等。

专题十六　近代物理

1. 光电效应

（1）光电效应的实验规律

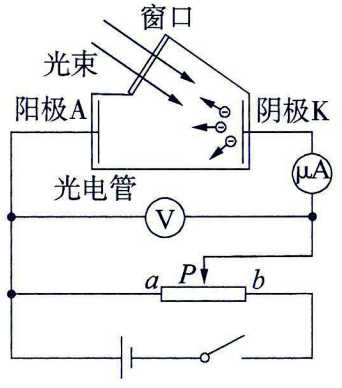


图 16-1　光电效应实验装置图

①当滑片 P 置于 a 点时，有_____的_____。

②滑片 P 由 a 端向 b 端滑动，光电流_____。

③当 A、K 两极板间的电压增大到某一数值后，光电流不再增大，达到_____。

④接反向电压，光电流减小。当光电流减小到零时，该反向电压称为_____。

（2）爱因斯坦的光子说

①光子说

· 光不是连续的，是一份一份的，每一份叫作一个光子。

· 光子的能量与其频率成正比，即 $E=$ _____。

· 可见光（红橙黄绿蓝靛紫）中，频率最高的是_____。

· 光的频率和波长的关系式为_____，用波长表示光子能量 $E=$ _____。

②截止频率 ν_c（也叫极限频率）

· 光照射金属，满足_____，才能发生光电效应现象。

·截止频率 v_c 由_____决定。

③金属的逸出功 W_0

·电子要从金属中逃逸，需要外界对它做功，做功的最_____值叫作这种金属的逸出功。

·逸出功 W_0 由_____决定。

④逸出功 W_0 和截止频率 v_c 的关系式：_____。

⑤光强

·在高中物理阶段，光强大小代表光子的_____。

·若入射光的频率 $v < v_c$，则无论光强多强，_____。

·光强增大，光电流（或饱和光电流）_____。

⑥爱因斯坦光电效应方程

·方程：_____，E_k 表示光电子的_____。

·当不同频率的光照射同一金属时：

_____为定值，E_k 与_____呈_____关系（_____相关）。

·当同一频率的光照射不同金属时：

_____为定值，E_k 与_____呈_____关系（_____相关）。

·E_k 与光照强度_____。

⑦遏止电压 U_c

·遏止电压与最大初动能的关系式：_____，U_c 与 E_k 成_____。

·遏止电压与入射光频率 v 和逸出功 W_0 的关系式：U_c = _____。

·当不同频率光照射同一金属时：

_____为定值，U_c 与_____呈_____关系（_____相关）。

·当同一频率光照射不同金属时：

_____为定值，U_c 与_____呈_____关系（_____相关）。

·遏止电压 U_c 与光照强度_____。

⑧光电效应具有_____性，不需要能量的累积过程。

（3）光电效应的图像

①光电流—电压图像（I–U图像）

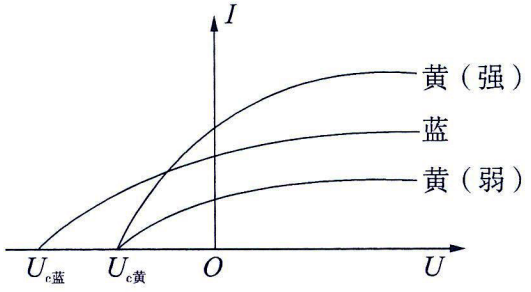


图 16–2　光电流—电压图像

· 在一定的光照条件下，随着电压增大，光电流_____，最终达到_____。

· 对于同色光（即频率相同），光照强度越大，饱和光电流_____。

· 图线与横轴交点的绝对值表示_____的大小。

· 频率更高的入射光对应的遏止电压_____，即 $U_{c蓝}$_____$U_{c黄}$。

②光电子最大初动能—入射光频率图像（E_k–ν图像）

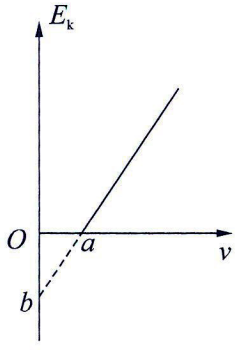


图 16–3　光电子最大初动能—入射光频率图像

· 对应方程：_____。

· 横轴截距 a 表示：_____。

· 纵轴截距 b 表示：_____。

· 图线斜率 k 表示：_____。

· 不同金属的实验图线相互 _____。

③遏止电压—入射光频率图像（U_c-v图像）

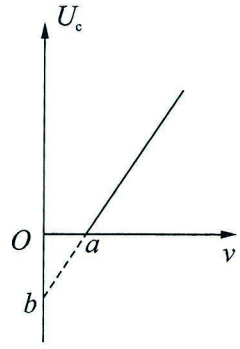


图 16-4　遏止电压—入射光频率图像

· 对应方程：_____。

· 横轴截距 a 表示：_____。

· 纵轴截距 b 表示：_____。

· 图线斜率 k 表示：_____。

· 不同金属的实验图线相互 _____。

2. 玻尔的氢原子模型

（1）卢瑟福原子核式结构

· 在原子的中心有一个很小的核，叫_____。

· 原子的_____和_____都集中在原子核里。

· 带负电的电子在核外空间绕核旋转。

（2）氢原子能级图

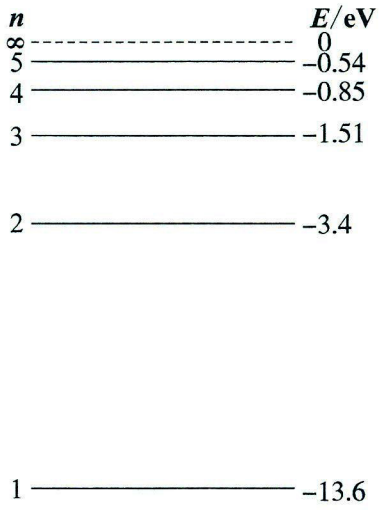


图 16-5　氢原子能级图

· $n=1$：第一能级（又叫_____）；$n=2$：第二能级（又叫_____）。

· $E_n=$_____，$E_1=-13.6\ \text{eV}$。

· n越大，能级能量_____，相邻能级能量差_____。

（3）跃迁理论

①跃迁的两种形式

· 辐射：_____能级向_____能级跃迁，_____光子。

· 激发：_____能级向_____能级跃迁，_____光子。

· 每次跃迁，氢原子只能释放或吸收_____个光子，且光子能量恰好等于_____。

②大量氢原子从第n能级向基态辐射，放出_____种频率的光子。

③电离的条件：吸收光子能量$h\nu\geqslant$_____。

3. 原子核

（1）三种射线和原子核的组成

①根据偏转情况区分

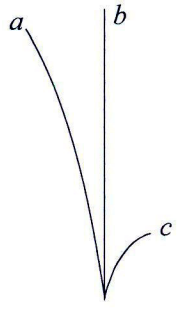


图 16-6　三种射线在磁场或电场中的偏转（磁场和电场未画出）

a：_____射线；

b：_____射线；

c：_____射线。

②根据穿透能力区分

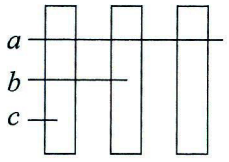


图 16-7　三种射线穿透能力对比

a：_____射线；

b：_____射线；

c：_____射线。

③ α 射线的本质：_____；β射线的本质：_____；γ射线的本质：_____。

④原子核由_____和_____组成。

⑤完成原子核符号图（图 16-8）。

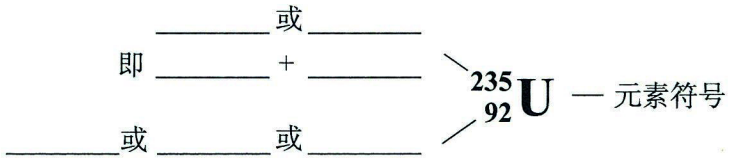


图 16-8　原子核符号

（2）原子核的衰变

①概念

· 放射性元素的原子核放出_____或_____后，变成新的原子核。

· 一个原子核_____（选填“能”或“不能”）同时发生 α 衰变和 β 衰变。

· 当原子核发生 α 衰变或 β 衰变时，同时伴随着_____辐射。

· 衰变放出的光子来自_____，原子跃迁放出的光子来自_____。

②衰变规律和方程

· _____和 _____守恒。

· α 衰变：${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y +$ _____；β 衰变：${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y +$ _____。

· 最常见的两个衰变方程：${}^{238}_{92}U \rightarrow$ _____ $+ {}^{4}_{2}He$，${}^{234}_{90}Th \rightarrow$ _____ $+ {}^{0}_{-1}e$。

③半衰期

·半衰期：放射性元素的原子核有_____发生衰变所需的时间。

·公式：$m_{剩余}=\frac{m_{初始}}{2^n}=\frac{m_{初始}}{2^{\frac{t}{T}}}$ 或 $N_{剩余}=\frac{N_{初始}}{2^n}=\frac{N_{初始}}{2^{\frac{t}{T}}}$。

式中，n表示_____，$T_{1/2}$表示_____，t表示总时间。

·半衰期的影响因素

半衰期由_____决定，与_____、_____以及_____均无关。

④衰变与反冲

（i）α 衰变：$^{238}_{92}\mathrm{U}\rightarrow{}^{234}_{90}\mathrm{Th}+{}^{4}_{2}\mathrm{He}$

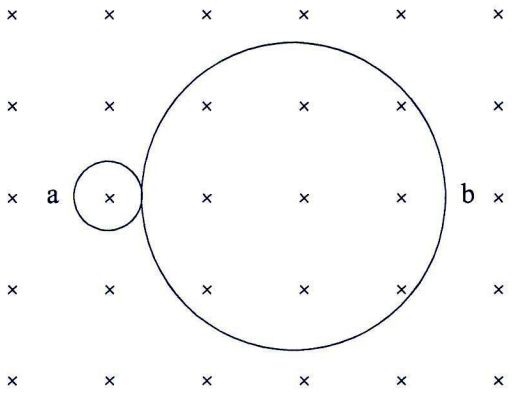


图 16-9　α 衰变与反冲

·a粒子是_____，b粒子是_____。

·两圆_____切。

· α 粒子和新核旋转方向相_____。

·二者的动量大小_____。

·动能与_____成_____比，即$\frac{E_{ka}}{E_{kb}}=$——。

·半径与_____成_____比，即$\frac{r_a}{r_b}=$——。

（ii）β 衰变：$^{234}_{90}\mathrm{Th} \rightarrow {}^{234}_{91}\mathrm{Pa} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e}$

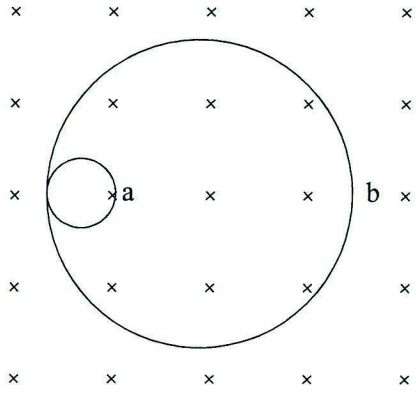


图 16–10　β 衰变与反冲

· a粒子是_____，b粒子是_____。

· 两圆_____切。

· β 粒子和新核旋转方向相_____。

· 二者的动量大小_____。

· 半径与_____成_____比，即 $\frac{r_a}{r_b} =$ ——。

（3）核力与结合能

· 四种基本相互作用力：_____、_____、_____、_____。

· 核力属于_____，存在于_____之间。

· 原子核分解成自由核子_____的能量，或自由核子结合成原子核_____的能量，就是原子核的结合能。

· 原子核的质量_____组成它的核子的质量之和，这个现象叫作质量亏损。

· 原子核越大，结合能越_____；比较结合能：$^{89}_{36}\mathrm{Kr}$ _____ $^{144}_{56}\mathrm{Ba}$。

· 比结合能 $= \frac{\text{结合能}}{\quad}$。

· 参见图 16–11，比较比结合能：$^{2}_{1}\mathrm{H}$_____$^{4}_{2}\mathrm{He}$，$^{89}_{36}\mathrm{Kr}$ _____ $^{144}_{56}\mathrm{Ba}$；_____（选填“较大”“较小”或“中等大小”）的核的比结合能最大。

· 参见图 16–11，$^{4}_{2}\mathrm{He}$ 的比结合能大约等于_____，结合能大约等于_____。

· 比结合能越大，原子核越_____。

·原子核衰变，衰变产物的结合能之和_____原来原子核的结合能。

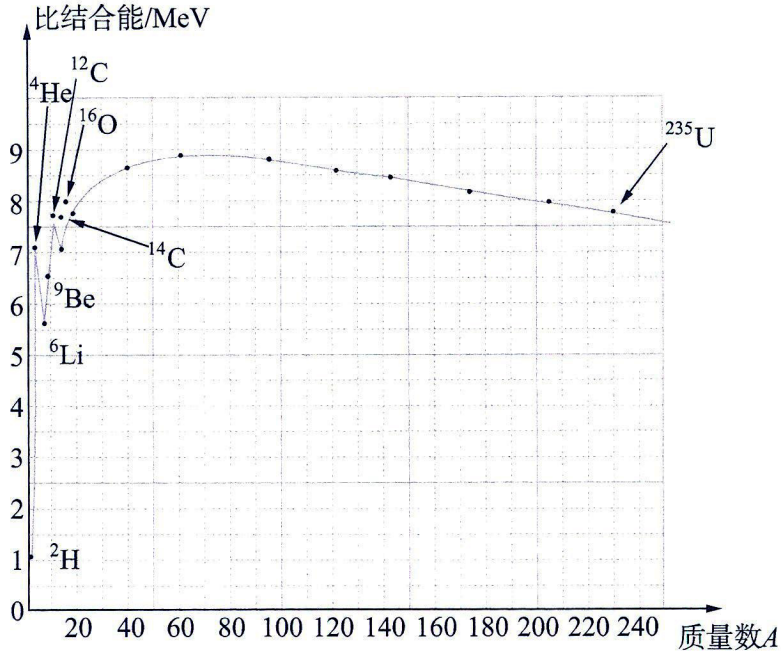


图 16−11　原子核的比结合能

·已知中子的质量 m_n 为 $1.674\ 9\times10^{-27}$ kg，质子的质量 m_p 为 $1.672\ 6\times10^{-27}$ kg，氘核的质量 m_D 为 $3.343\ 6\times10^{-27}$ kg，求氘核的结合能和比结合能。（结果单位用MeV表示，且保留3位有效数字）

_____

_____

_____

（4）核裂变和核聚变

①核裂变

·使用_____轰击重核；配平：$^{235}_{92}\mathrm{U}+^{1}_{0}\mathrm{n}\rightarrow{}^{(\ )}_{54}\mathrm{Xe}+{}^{90}_{(\ )}\mathrm{Sr}+10\,^{1}_{0}\mathrm{n}$。

·核裂变时产生_____，使核裂变一代接一代继续下去，叫作核裂变的_____反应。

·核裂变物质能够发生链式反应的最小体积叫作_____体积，最小质量叫作_____质量。

·核裂变的两个重要应用：_____和_____。

·常用的_____有石墨、重水和普通水，使快中子_____。

·镉棒叫作控制棒，可以_____中子，以控制反应速度。

②核聚变

·两个____核结合成较大的核；配平：${}_{1}^{2}\mathrm{H}+{}_{1}^{3}\mathrm{H}\rightarrow$ _____ $+{}_{0}^{1}\mathrm{n}$。

·核聚变平均每个核子放出的能量比核裂变平均每个核子放出的能量更_____。

·核聚变需要很_____的温度，因此又叫_____反应。

·核聚变的两个重要应用：太阳“燃烧”和_____。

·计算核聚变释放的能量

练习 1

已知：聚变反应${}_{1}^{2}\mathrm{H}+{}_{1}^{2}\mathrm{H}\rightarrow{}_{2}^{3}\mathrm{He}+{}_{0}^{1}\mathrm{n}$，${}_{1}^{2}\mathrm{H}$ 质量为 2.013 6 u，${}_{2}^{3}\mathrm{He}$ 质量为 3.015 0 u，${}_{0}^{1}\mathrm{n}$ 质量为 1.008 7 u，1u = 931 MeV/c^2。计算氘核聚变反应中释放的核能。

计算质量亏损 Δm

Δm =_____。

计算释放的核能 ΔE

ΔE = _____ = _____ MeV ≈ _____ MeV。（结果保留 2位有效数字）

练习 2

已知 1 kg海水中含有的氘核约为 1.0×10^{22}个，若全都发生上述聚变反应，其释放的能量与质量为 M的标准煤燃烧时释放的热量相等；已知 1 kg标准煤燃烧释放的热量约为 2.9×10^{7} J，求 M。（结果保留 2位有效数字）

_____

_____

_____

_____

_____

（5）核反应方程的分类

以下方程中，属于 α 衰变的是_____，属于 β 衰变的是_____，属于裂变的

是_____，属于聚变的是_____，发现质子的是_____，发现中子的是_____，产生第一个人工放射性同位素的是_____。（填字母）

A. $^{238}_{92}\mathrm{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\mathrm{Th}+{}^{4}_{2}\mathrm{He}$

B. $^{235}_{92}\mathrm{U}+{}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow {}^{144}_{56}\mathrm{Ba}+{}^{89}_{36}\mathrm{Kr}+3\,{}^{1}_{0}\mathrm{n}$

C. $^{14}_{7}\mathrm{N}+{}^{4}_{2}\mathrm{He} \rightarrow {}^{17}_{8}\mathrm{O}+{}^{1}_{1}\mathrm{H}$

D. $^{9}_{4}\mathrm{Be}+{}^{4}_{2}\mathrm{He} \rightarrow {}^{12}_{6}\mathrm{C}+{}^{1}_{0}\mathrm{n}$

E. $^{234}_{90}\mathrm{Th} \rightarrow {}^{234}_{91}\mathrm{Pa}+{}^{0}_{-1}\mathrm{e}$

F. $^{2}_{1}\mathrm{H}+{}^{3}_{1}\mathrm{H} \rightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He}+{}^{1}_{0}\mathrm{n}$

G. $^{2}_{1}\mathrm{H}+{}^{2}_{1}\mathrm{H} \rightarrow {}^{3}_{2}\mathrm{He}+{}^{1}_{0}\mathrm{n}$

H. $^{235}_{92}\mathrm{U}+{}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow {}^{136}_{54}\mathrm{Xe}+{}^{90}_{38}\mathrm{Sr}+10\,{}^{1}_{0}\mathrm{n}$

I. $^{27}_{13}\mathrm{Al}+{}^{4}_{2}\mathrm{He} \rightarrow {}^{30}_{15}\mathrm{P}+{}^{1}_{0}\mathrm{n}$

参考答案

专题一 匀变速直线运动

1.大小　方向　大小　方向

2.初位置　末位置　有向　矢　米（m）　≤　单向直线

3. $v=\frac{x}{t}$　矢　m/s　20　平均　瞬时　瞬时速度的大小　速率

4. $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$　矢　m/s^2　相同　相反　不变

5.（1）①$v=v_0+at$　$x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$　$v^2-v_0^2=2ax$　②$v=v_0-at$　$x=v_0t-\frac{1}{2}at^2$　$v_0^2-v^2=2ax$

（2）速度—时间　位移—时间　速度—位移　3

6. $v_0=0$　只受重力（或 $a=g$）　$v=gt$　$h=\frac{1}{2}gt^2$　$v^2=2gh$　$\frac{v_0}{g}$　$\frac{v_0^2}{2g}$

7.（1）①加速度　速度　②象限　第一象限　第四象限　走势　图线向上延伸　图线向下延伸

③面积　末位置坐标－初位置坐标

（2）第1列：正　匀速　正　匀加速　正　匀减速　负　匀加速　正　a增大的加速

第2列：静止　正　匀速　负　匀速　负　匀速　正　加速

8.（1）①（i）$v_A+a_At_{共}$　$v_B+a_Bt_{共}$　2 s

（ii）$v_At_{共}+\frac{1}{2}a_At_{共}^2$　10 m　$v_Bt_{共}+\frac{1}{2}a_Bt_{共}^2$　8 m　$x_0+(x_A-x_B)$　18 m

②（i）$v_At+\frac{1}{2}a_At^2$　$v_Bt+\frac{1}{2}a_Bt^2$　（ii）x_B-x_A　8 s

（2）①（i）$v_A+a_At_{共}$　$v_B-a_Bt_{共}$　4 s

（ii）$v_At_{共}+\frac{1}{2}a_At_{共}^2$　32 m　$v_Bt_{共}-\frac{1}{2}a_Bt_{共}^2$　56 m　$x_B-x_A<x_0$　不会

②$x_0-(x_B-x_A)$　6 m

9.（1）$1:2^2:3^2:\cdots:n^2$　$1:3:5:\cdots:(2n-1)$

（2）$1:\sqrt{2}:\sqrt{3}:\cdots:\sqrt{n}$　$1:(\sqrt{2}-1):(\sqrt{3}-\sqrt{2}):\cdots:(\sqrt{n}-\sqrt{n-1})$　$1:\sqrt{2}:\sqrt{3}:\cdots:\sqrt{n}$

10. x　v_0+v　t　$v_0^2+v^2$　相等　x_3-x_2　aT^2

11.（1）交流　50 Hz　0.02 s　8　220　小

（2）平行　靠近　接通电源　释放小车

（3）0.02 s　0.1 s　2

（4）相同时间间隔的相邻位移差近似相等。

（5）①情形一：$v_B=\dfrac{x_2+x_3}{2T}$　$a=\dfrac{(x_3+x_4)-(x_1+x_2)}{4T^2}$

②情形二：$v_B=\dfrac{l_3-l_1}{2T}$　$a=\dfrac{l_4-2l_2}{4T^2}$

③情形三：$v_D=\dfrac{x_4+x_5}{2T}$　$a=\dfrac{(x_4+x_5+x_6)-(x_1+x_2+x_3)}{9T^2}$

④情形四：$v_D=\dfrac{l_5-l_3}{2T}$　$a=\dfrac{l_6-2l_3}{9T^2}$

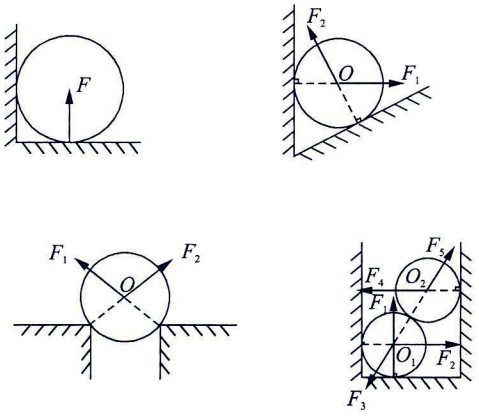
（6）$\dfrac{x_5-x_2}{3}$　$\dfrac{x_6-x_3}{3}$　$\dfrac{(x_4+x_5+x_6)-(x_1+x_2+x_3)}{9}$

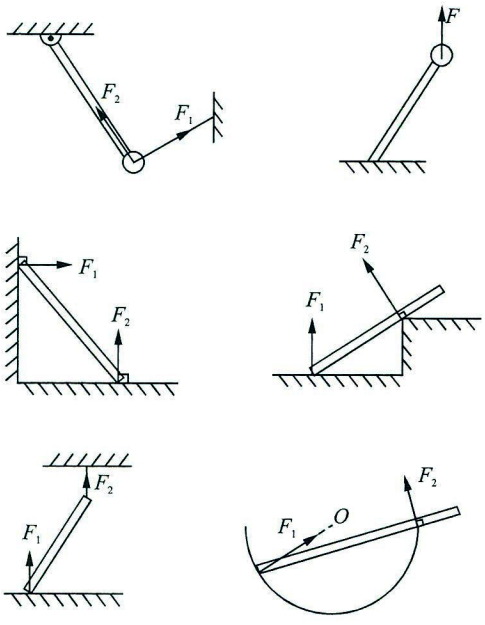
$\dfrac{\Delta x}{T^2}$　$\dfrac{(x_4+x_5+x_6)-(x_1+x_2+x_3)}{9T^2}$　最短　充分利用数据

专题二　力与平衡

1.（1）mg　小　大

（2）



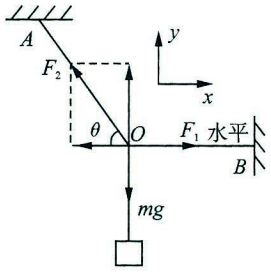


（3）kx　劲度系数　N/m　N/cm　形变量　$l-l_0$　l_0-l

（4）①μF_N　动摩擦因数　②静止　静　10　16　15　$\frac{f}{mg}=0.5$　不变

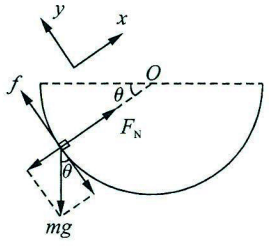
2.平行四边形　勾股　$|F_1-F_2|$　F_1+F_2　0　12 N　2 N　16 N　$\sqrt{3}$　$\sqrt{2}$　1

3.（1）



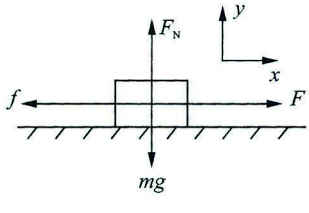
x方向：$F_1=F_2\cos\theta$
y方向：$F_2\sin\theta=mg$

（2）



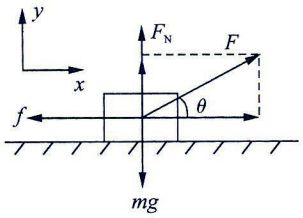
x方向：$F_N=mg\sin\theta$
y方向：$f=mg\cos\theta$

（3）



x方向：$F=f$
y方向：$F_N=mg$

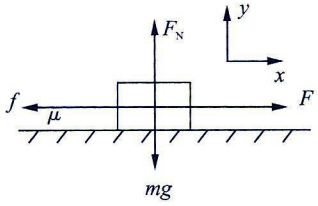
（4）



x方向：$F\cos\theta = f$

y方向：$F\sin\theta + F_N = mg$

（5）

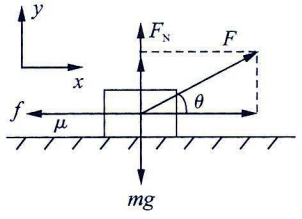


x方向：$F = f$

y方向：$F_N = mg$

$f = \mu F_N$

（6）

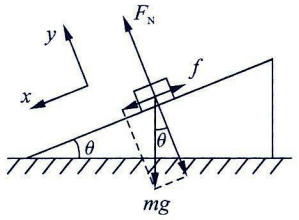


x方向：$F\cos\theta = f$

y方向：$F\sin\theta + F_N = mg$

$f = \mu F_N$

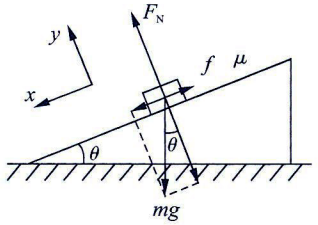
（7）



x方向：$mg\sin\theta = f$

y方向：$F_N = mg\cos\theta$

（8）

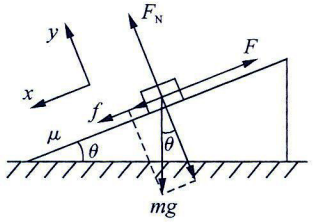


x方向：$mg\sin\theta = f$

y方向：$F_N = mg\cos\theta$

$f = \mu F_N$

（9）

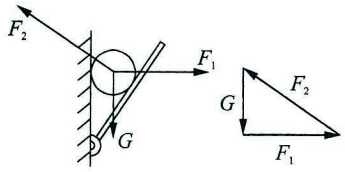


x方向：$F = mg\sin\theta + f$

y方向：$F_N = mg\cos\theta$

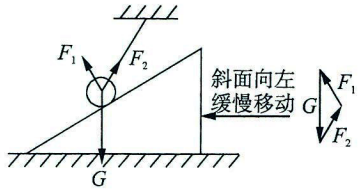
$f = \mu F_N$

4.（1）



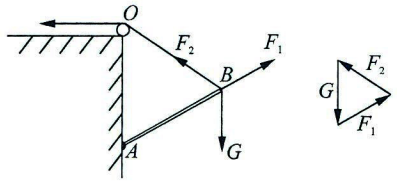
减小　减小

（2）



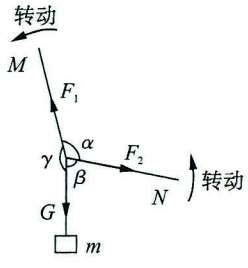
增大　先减小后增大

（3）



$\frac{G}{OA}=\frac{F_1}{AB}=\frac{F_2}{OB}$　不变　减小

（4）



$\frac{mg}{\sin\alpha}=\frac{F_1}{\sin\beta}=\frac{F_2}{\sin\gamma}$　先增大后减小　增大

5.竖直　2　弹簧的原长　逐一　弹性限度　钩码重力　$l-l_0$

过原点的倾斜直线　劲度系数　劲度系数　原长

6.等效替代　平行　大小　方向　2　1　长　远　平行四边形

仍然拉至同一点 O　F　F'　F'　大小　方向　不需要

专题三　牛顿运动定律

1.静止　匀速直线运动　质量　质量　大

2. $\frac{F}{m}$　ma　合力　相同

3.①上　上　下　下　g　重力　②超　失　失　超　③超　失　失　超　超　失　完全失

4.①不变　$\frac{m+M}{m}g$　0　②g　g　变为0

5.（1）下　匀加速直线　下　匀加速直线　上　匀减速直线　下　匀加速直线

$mg\sin\theta$　$g\sin\theta$

（2）$\tan\theta\leqslant\mu$　$\tan\theta>\mu$　下　匀加速直线　$mg\sin\theta-\mu mg\cos\theta$　$g\sin\theta-\mu g\cos\theta$

（3）上　匀减速直线　$mg\sin\theta+\mu mg\cos\theta$　$g\sin\theta+\mu g\cos\theta$

（4）$\tan\theta>\mu$　匀加速直线　$mg\sin\theta-\mu mg\cos\theta$　$g\sin\theta-\mu g\cos\theta$

$\tan\theta<\mu$　匀减速直线　$\mu mg\cos\theta-mg\sin\theta$　$\mu g\cos\theta-g\sin\theta$　$\tan\theta=\mu$

6.（1）匀加速直线　μmg　μg　$v^2=2ax$

$x\geqslant L$　$x<L$　匀加速直线　$v=at_1$　匀速直线　$L-x=vt_2$

（2）$v_0\leqslant v$　右　匀减速直线　左　匀加速直线

$v_0>v$　右　匀减速直线　左　匀加速直线　左　匀速直线

（3）匀加速直线　$\mu mg\cos\theta-mg\sin\theta$　$\mu g\cos\theta-g\sin\theta$　匀速直线

（4）匀加速直线　$mg\sin\theta+\mu mg\cos\theta$　$g\sin\theta+\mu g\cos\theta$

$\tan\theta\leqslant\mu$　$\tan\theta>\mu$　匀加速直线　$mg\sin\theta-\mu mg\cos\theta$　$g\sin\theta-\mu g\cos\theta$

7.（1）共线　相同

（2）①$\dfrac{m_2}{m_1+m_2}F$　$\dfrac{m_2}{m_1+m_2}F$　②$\dfrac{m_3}{m_1+m_2+m_3}F$　$\dfrac{m_2+m_3}{m_1+m_2+m_3}F$

③$\dfrac{2}{5}F$　$\dfrac{4}{5}F$　不变　不变　④$\dfrac{m_1}{m_1+m_2}F$　⑤$\dfrac{1}{2}\cdot\dfrac{m}{m+M}F$

8.（1）①一起　m_A+m_B　$\mu m_A g$　$F-\mu m_A g$　②(m_A+m_B)　$\mu m_A g$　$a_{B\max}$

（2）①$\mu_1 m_A g>\mu_2(m_A+m_B)g$　②静止　一起　$F-\mu_2(m_A+m_B)g$

分开　$\mu_1 m_A g-\mu_2(m_A+m_B)g$　$F-\mu_1 m_A g$　③$\mu_2(m_A+m_B)g$

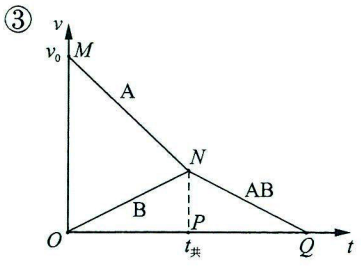
④$\mu_2(m_A+m_B)g$　$\mu_1 m_A g-\mu_2(m_A+m_B)g$　$a_{B\max}$

（3）①匀减速直线　$\mu_1 m_A g$　匀加速直线　$\mu_1 m_A g-\mu_2(m_A+m_B)g$　$v_0-a_A t_{共}=a_B t_{共}$

$v_0 t_{共}-\dfrac{1}{2}a_A t_{共}^2$　$\dfrac{1}{2}a_B t_{共}^2$　x_A-x_B

②匀减速直线　$\mu_2(m_A+m_B)g$　$v_{共}^2=2a_{共}x_{共}$

③



x_A：四边形 $MNPO$ 的面积；x_B：三角形 ONP 的面积；

Δx：三角形 MNO 的面积；$x_{共}$：三角形 NQP 的面积；

$x_{A总}$：四边形 $MNQO$ 的面积；$x_{B总}$：三角形 ONQ 的面积。

（4）①匀加速直线　$\mu_1 m_A g$　匀减速直线　$\mu_1 m_A g+\mu_2(m_A+m_B)g$　$a_A t_{共}=v_0-a_B t_{共}$

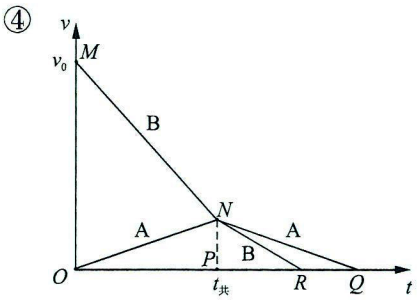
$\frac{1}{2}a_A t_{共}^2$　$v_0 t_{共}-\frac{1}{2}a_B t_{共}^2$

②匀减速直线　$\mu_2(m_A+m_B)g$　$v_{共}^2=2a_{共}x_{共}$

匀减速直线　$\mu_1 m_A g$　$\mu_2(m_A+m_B)g-\mu_1 m_A g$　$v_{共}^2=2a'_A x'_A$　$v_{共}^2=2a'_B x'_B$

③$(x_B+x'_B)-(x_A+x'_A)$

④



x_A：三角形 ONP 的面积；x_B：四边形 $MNPO$ 的面积；

x'_A：三角形 NQP 的面积；x'_B：三角形 NRP 的面积；

Δx：三角形 MNO 的面积 − 三角形 NQR 的面积。

9.（1）控制变量　F　$\frac{1}{M}$　（2）①摩擦力　细线拉力　不连　连

间距均匀　不需要　②远小于　钩码重力 mg　mg　$F=Ma$

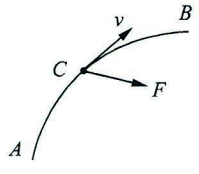
（3）没有平衡摩擦力或没有完全平衡摩擦力　过度平衡摩擦力

没有满足“钩码质量远小于小车质量”

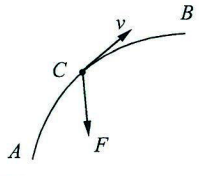
专题四　曲线运动

1.（1）不共线　小　钝　锐　直

（2）①



a.物体从 A 点到 B 点逐渐加速



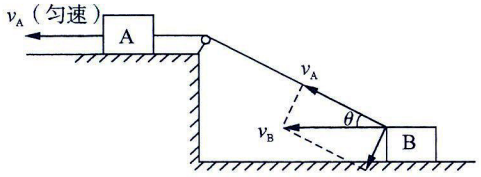
b.物体从 A 点到 B 点逐渐减速

②切线　凹　锐　钝　一定　一定

2.（1）垂直　$\frac{d}{v_c}$　$v_s t_{\min}$　（2）河宽 d　$\frac{v_s}{v_c}$　>　$\sqrt{v_c^2 - v_s^2}$　$\frac{d}{v_{合}}$

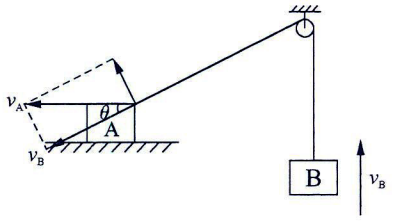
（3）<　$\frac{v_c}{v_s}$　d　$\frac{d}{v_c \sin\theta}$

3.（1）



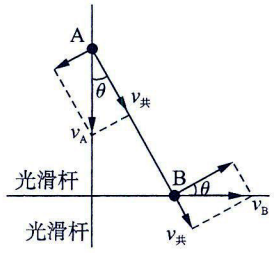
$\cos\theta = \frac{v_A}{v_B}$　加速直线

（2）



$\cos\theta = \frac{v_B}{v_A}$　加速直线　>

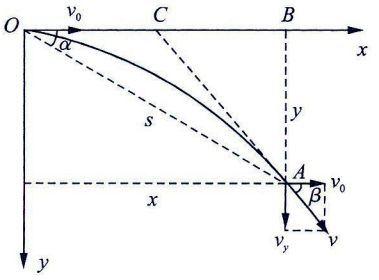
（3）



$v_A \cos\theta = v_B \sin\theta$

4.（1）匀速直线　自由落体　（2）$v_0 t$　$\frac{1}{2}gt^2$　$\sqrt{x^2 + y^2}$　$\frac{y}{x}$　$\frac{gt}{2v_0}$

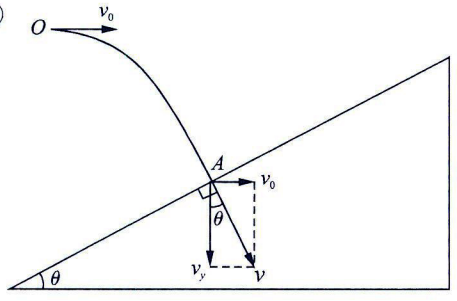
（3）



gt　$\sqrt{v_0^2 + v_y^2}$　$\frac{v_y}{v_0}$　$\frac{gt}{v_0}$

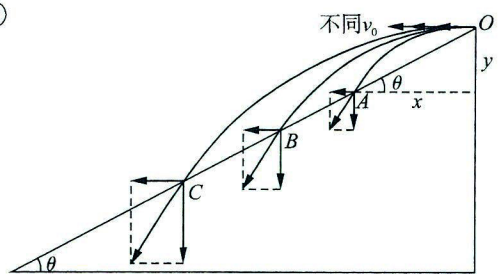
（4）β　2　α　（5）平分　OC　CB

（6）①



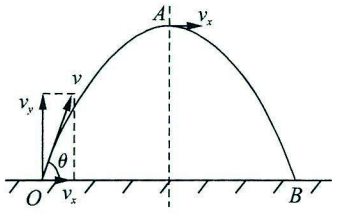
$\frac{v_0}{v_y}$　$\frac{v_0}{gt}$　$\frac{v_0}{g\tan\theta}$

②



$\frac{y}{x}$　$\frac{gt}{2v_0}$　$\frac{2v_0\tan\theta}{g}$　平行　相似

（7）



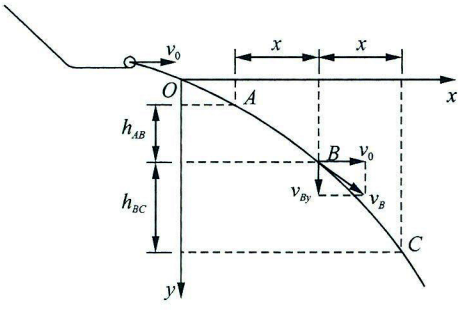
$v\cos\theta$　匀速直线　$v\sin\theta$　竖直上抛

水平　$v\cos\theta$　$\frac{2v\sin\theta}{g}$　$\frac{v^2\sin^2\theta}{2g}$　$\frac{v^2\sin 2\theta}{g}$　45°　$\frac{v^2}{g}$

（8）①水平　同一高度处　静止　不需要　抛出位置的小球球心

②$h=\frac{1}{2}gt^2$　$\sqrt{\frac{2h}{g}}$　$\frac{x}{t}$

③相等　不需要　$h_{BC}-h_{AB}=gt^2$　$\sqrt{\frac{h_{BC}-h_{AB}}{g}}$　$\frac{x}{t}$



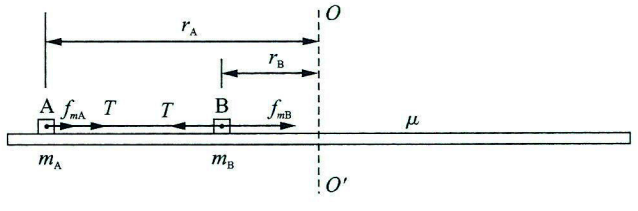
$\frac{h_{AB}+h_{BC}}{2t}$　$\sqrt{v_0^2+v_{By}^2}$

5.（1）l（弧长）　$2\pi r$　θ　2π　rad/s　r　$2\pi r$　2π　T　Hz　f

r/s　r/min　正比　10 Hz　20π rad/s　v^2　ω^2　T^2　a　v^2　ω^2　T^2

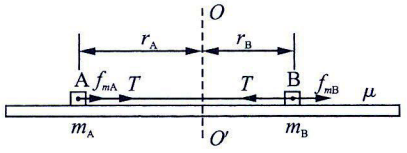
（2）①半径　静摩擦力　kmg　$\sqrt{kgr}$　②（i）半径　静摩擦力　kmg　$\sqrt{\frac{kg}{r}}$

（ii）$km_Ag=m_A\omega_1^2r_A$　$\sqrt{\frac{kg}{r_A}}$



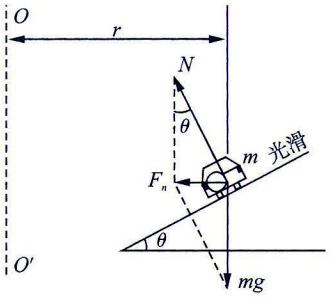
$km_Ag+T=m_A\omega_{max}^2r_A$　$km_Bg-T=m_B\omega_{max}^2r_B$　$\sqrt{\dfrac{kg(m_A+m_B)}{m_Ar_A+m_Br_B}}$

（iii）＞　＜



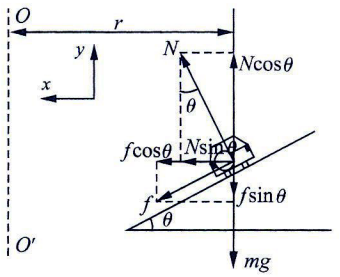
$km_Ag+T=m_A\omega_{max}^2r_A$　$T-km_Bg=m_B\omega_{max}^2r_B$　$\sqrt{\dfrac{kg(m_A+m_B)}{m_Ar_A-m_Br_B}}$

③（i）重力　支持力



$mg\tan\theta$　$\sqrt{gr\tan\theta}$

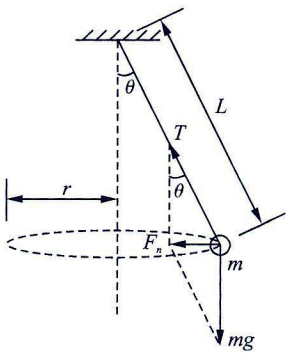
（ii）重力　支持力　$\sqrt{gr\tan\theta}$



$x: N\sin\theta+f\cos\theta=m\dfrac{(2v_c)^2}{r}$

$y: N\cos\theta=f\sin\theta+mg$

④（i）重力　拉力

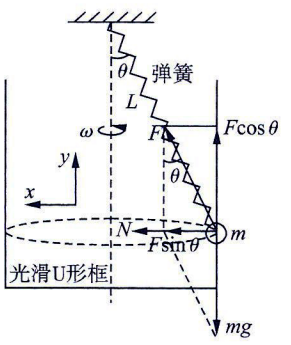


$\cos\theta=\dfrac{mg}{F}$　$\dfrac{mg}{\cos\theta}$

$\tan\theta=\dfrac{F_n}{mg}$　$mg\tan\theta$　$\sin\theta=\dfrac{r}{L}$

$L\sin\theta$　$F_n=m\omega^2r$　$\sqrt{\dfrac{g}{L\cos\theta}}$

（ii）没有　不变

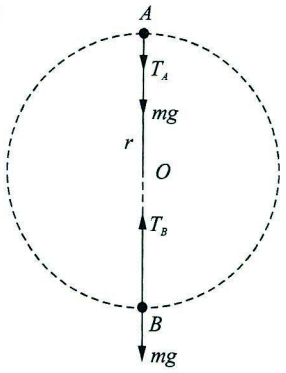


$x: N+F\sin\theta=m(2\omega)^2r$

$y: F\cos\theta=mg$

式中 $r=L\sin\theta$

（3）①



T_A+mg　mg　$\sqrt{gr}$　T_B-mg

②＞　＝　＜　T_B-mg

③ $\sqrt{gr}$　$\sqrt{gr}$　$x_{\min}=\sqrt{2}r$

专题五　万有引力与航天

1.（1）椭圆　椭圆　焦点　圆心　（2）相等的面积　大　小　$\frac{1}{2}$　＜　＞

（3）半长轴　同一　r_1^3　r_2^3

2.（1）$\frac{m_1m_2}{r^2}$　（2）ma　$\frac{GM}{r^2}$　$m\frac{v^2}{r}$　$\sqrt{\frac{GM}{r}}$　$m\omega^2r$　$\sqrt{\frac{GM}{r^3}}$　$m\frac{4\pi^2}{T^2}r$　$2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$

低　长　高　短

3.（1）$G\frac{Mm}{R^2}$　mg　$m\frac{4\pi^2}{T^2}R$　$G\frac{Mm}{R^2}$　mg　（2）$GM=gR^2$

4.（1）小　最大环绕速度　环绕速度　7.9　地球　太阳

（2）R^2　$\frac{v_1^2}{R}$　$\sqrt{\frac{GM}{R}}$　$\sqrt{gR}$

5.（1）赤道　24 h　42 000　36 000　（2）$v_B>v_C>v_A$　$a_B>a_C>a_A$

6.（1）$m\frac{4\pi^2}{T^2}r$　$\frac{3\pi}{GT^2}\left(\frac{r}{R}\right)^3$　$\frac{r}{R}=1$　$T=T_{自转}$　（2）$GM=gR^2$　$\frac{3g}{4\pi GR}$

7.角速度　公转周期　反比　$\frac{m_2}{m_1}$　$2\pi\sqrt{\frac{(r_1+r_2)^3}{G(m_1+m_2)}}$

8.（1）加速　减速　（2）＞　＞　＞　＝　＞　＝　＞　＞　（3）＞　＞　＞　＜

专题六　机械能守恒定律

1.①$Fs\cos\alpha$　J　标量　②正功　$\alpha=\frac{\pi}{2}$　$\frac{\pi}{2}<\alpha\leqslant\pi$

2. ①$\frac{W}{t}$　W　标量　②$\frac{W}{t}$　$Fv\cos\alpha$

③（i）Fv　减小　$\frac{F-f}{m}$　a减小的加速　f　$Pt_1-f\cdot x=\frac{1}{2}mv_{\max}^2$

（ii）不变　$\frac{F-f}{m}$　$v_1=at_1$　$v_1^2=2ax_1$　Fv_1　a减小的加速

$\frac{P_{额}}{f}$　$P_{额}\cdot(t_3-t_1)-f\cdot x=\frac{1}{2}mv_{\max}^2-\frac{1}{2}mv_1^2$

3.（1）$E_{k末}-E_{k初}$

（2）①$mgh=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_0^2$　②$mgh-\mu mg\cos\theta\cdot\frac{h}{\sin\theta}-\mu mg\cdot x=0-0$　③$-mg\cdot 2R=\frac{1}{2}mv_B^2-\frac{1}{2}mv_A^2$

4.（1）$\frac{1}{2}mv^2$　mgh　$\frac{1}{2}kx^2$　E_k　E_p

（2）重力　系统内弹力

（3）①$E_p=\frac{1}{2}mv^2$　②$m_Bgh=m_Agh+\frac{1}{2}(m_A+m_B)v^2$　③$m_Agr_A=m_Bgr_B+\frac{1}{2}m_Av_A^2+\frac{1}{2}m_Bv_B^2$　$\frac{r_A}{r_B}$

（4）增加　减少

（5）减少　增加

5.（1）$f\cdot\Delta x$　相对位移

（2）①$\mu mg\cdot x$　$\mu mg\cos\theta\cdot x$　②2　③L　$\frac{1}{2}m_Av_0^2-\frac{1}{2}(m_A+m_B)v_{共}^2$

6.摩擦力　不需要　间隔相等　过原点的倾斜

7.①摩擦力　②远小于　③$mg\cdot x_B$　$\frac{1}{2}M\left(\frac{x_{AC}}{2T}\right)^2$　④刻度尺

8.①大　小　大　竖直对齐　手提纸带末端　②$mg\cdot h_B$　$\frac{1}{2}m\left(\frac{h_{AC}}{2T}\right)^2$　$|\Delta E_p|$　ΔE_k　不需要　不需要

③阻力　系统　>

专题七　动量守恒定律

1.Ft　N·s　矢量　F　mv　kg·m/s　矢量　v　$\sqrt{2mE_k}$　$\frac{p^2}{2m}$

2.①Δp　②$v_1^2=2gh_1$　$\sqrt{2gh_1}$　$v_2^2=2gh_2$　$\sqrt{2gh_2}$　$(mg-F)\Delta t$　正　负

3.外力　$m_Av_A+m_Bv_B=m_Av'_A+m_Bv'_B$

4.①$(M-m)$　②$Mv_{船}$　反　$\frac{M}{m}$　$x_{人}$　$x_{船}$

5.（1）$m_A v_0 = m_A v_A + m_B v_B$　$\frac{1}{2}m_A v_0^2 = \frac{1}{2}m_A v_A^2 + \frac{1}{2}m_B v_B^2$　$\frac{m_A - m_B}{m_A + m_B}v_0$　$\frac{2m_A}{m_A + m_B}v_0$

（2）$m_A v_0 = (m_A + m_B)v_{共}$　$E_{损} = \frac{1}{2}m_A v_0^2 - \frac{1}{2}(m_A + m_B)v_{共}^2$

6.（1）完全非弹性　$mv_0 = (m+M)v_{共}$　$E_{损} = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(m+M)v_{共}^2$　$f \cdot d$

（2）$mv_0 = mv_{子弹} + Mv_{木块}$　$E_{损} = \frac{1}{2}mv_0^2 - \left(\frac{1}{2}mv_{子弹}^2 + \frac{1}{2}Mv_{木块}^2\right)$　$f \cdot d$

7.（1）①$m_A v_0 = (m_A + m_B)v_{共}$　$E_{pmax} = \frac{1}{2}m_A v_0^2 - \frac{1}{2}(m_A + m_B)v_{共}^2$

②$m_A v_0 = m_A v_A + m_B v_B$　$\frac{1}{2}m_A v_0^2 = \frac{1}{2}m_A v_A^2 + \frac{1}{2}m_B v_B^2$　$\frac{m_A - m_B}{m_A + m_B}v_0$　$\frac{2m_A}{m_A + m_B}v_0$

（2）$m_A v_A = m_B v_B$　$\frac{1}{2}m_A v_A^2 + \frac{1}{2}m_B v_B^2$

8.（1）①$m_A v_0 = (m_A + m_B)v_{共}$　$m_A g h_{max} = \frac{1}{2}m_A v_0^2 - \frac{1}{2}(m_A + m_B)v_{共}^2$

②$m_A v_0 = m_A v_A + m_B v_B$　$\frac{1}{2}m_A v_0^2 = \frac{1}{2}m_A v_A^2 + \frac{1}{2}m_B v_B^2$　$\frac{m_A - m_B}{m_A + m_B}v_0$　$\frac{2m_A}{m_A + m_B}v_0$

（2）①$mv_{球} = Mv_{块}$　$mgR = \frac{1}{2}mv_{球}^2 + \frac{1}{2}Mv_{块}^2$　②0

9.（1）①水平　②$\frac{d}{\Delta t_1}$　③$m_A \frac{1}{\Delta t_1} = (m_A + m_B)\frac{1}{\Delta t_2}$　不需要

④$m_A \frac{1}{\Delta t_1} = -m_A \frac{1}{\Delta t_2} + m_B \frac{1}{\Delta t_3}$　$m_A(\frac{1}{\Delta t_1})^2 = m_A(\frac{1}{\Delta t_2})^2 + m_B(\frac{1}{\Delta t_3})^2$　$\frac{1}{\Delta t_1} - \frac{1}{\Delta t_2} = \frac{1}{\Delta t_3}$　不需要

（2）水平　同一高度　静止　不需要　>　$m_A \cdot OP = m_A \cdot OM + m_B \cdot ON$

$m_A \cdot OP^2 = m_A \cdot OM^2 + m_B \cdot ON^2$　$OP + OM = ON$　不需要

（3）$m_A gL(1-\cos\theta) = \frac{1}{2}m_A v_0^2$　$\sqrt{2gL(1-\cos\theta)}$

$m_A gL(1-\cos\alpha) = \frac{1}{2}m_A v_A^2$　$\sqrt{2gL(1-\cos\alpha)}$

$m_B gL(1-\cos\beta) = \frac{1}{2}m_B v_B^2$　$\sqrt{2gL(1-\cos\beta)}$

$m_A\sqrt{1-\cos\theta} = -m_A\sqrt{1-\cos\alpha} + m_B\sqrt{1-\cos\beta}$　不需要

专题八　静电场

1. 玻璃棒　丝绸　毛皮　橡胶棒　1.6×10^{-19} C

2. $k\dfrac{q_1q_2}{r^2}$　$9\times10^9\ \mathrm{N\cdot m^2/C^2}$

3. $E=\dfrac{F}{q}$　N/C　矢量　正　$F=qE$　$E=k\dfrac{Q}{r^2}$

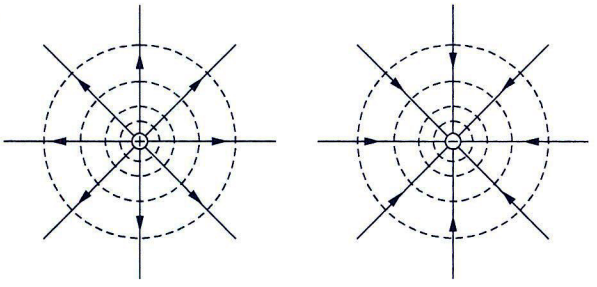
4. $W=qEd$　电场线　电场力做正功，电势能减少；电场力做负功，电势能增加

标量　大地表面　无穷远处

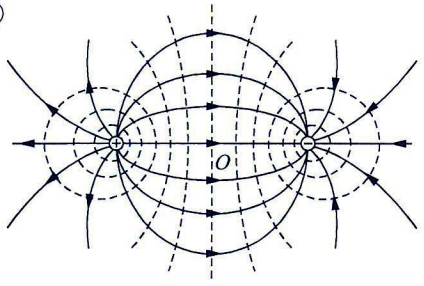
5. $\varphi=\dfrac{E_\mathrm{p}}{q}$　伏特（V）　标量　$E_\mathrm{p}=q\varphi$　降低　升高　不做功　垂直　一致　$\varphi=k\dfrac{Q}{r}$

6. $\varphi_A-\varphi_B$　qU_{AB}　$\dfrac{U}{d}$　V/m

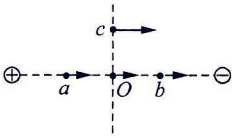
7.



8.（1）①

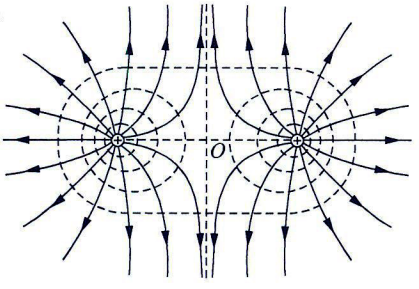


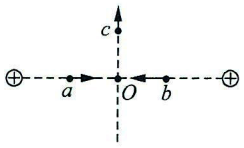
②$E_a=E_b>E_O>E_c$



③$\varphi_a>\varphi_O=\varphi_c>\varphi_b$　零势面　正　负

（2）①



②（i）$E_a = E_b > E_O$　E_O　增大　减小　（ii）

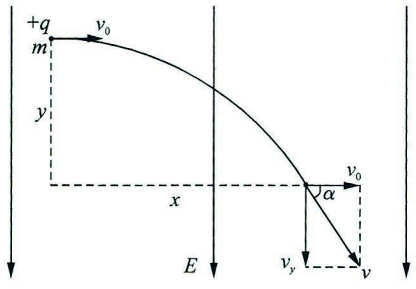
③$\varphi_a = \varphi_b > \varphi_O > \varphi_c$　正

9. ① $C = \dfrac{Q}{U}$　法拉（F）　10^6　10^{12}

② $C = \dfrac{\varepsilon_r S}{4\pi kd}$　相对介电常数　绝缘体　=　>　两板正对面积　板间距离

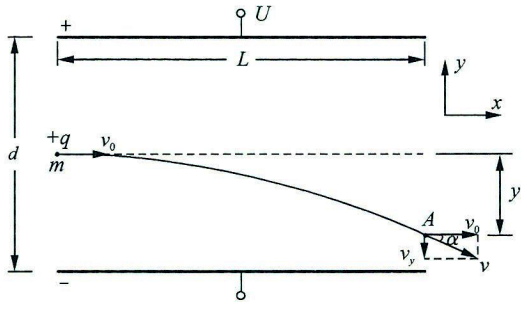
③（i）U　CU　$\dfrac{U}{d}$　d　（ii）Q　$\dfrac{Q}{C}$　$\dfrac{4\pi kQ}{\varepsilon_r S}$　d

10.（1）$qEd = \dfrac{1}{2}mv^2$　$\sqrt{\dfrac{2qEd}{m}}$　$\dfrac{qE}{m}$

（2）

$v_0 t$　$\dfrac{1}{2}at^2$　$\dfrac{qE}{m}$　at　$\sqrt{v_0^2 + v_y^2}$　$\dfrac{v_y}{v_0}$

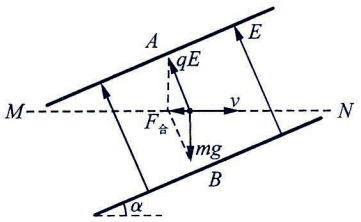
（3）$qU = \dfrac{1}{2}mv^2$　$\sqrt{\dfrac{2qU}{m}}$　$\dfrac{U}{d}$　$\dfrac{qU}{md}$

（4）

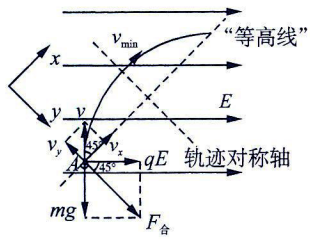
$v_0 t$　$\dfrac{1}{2}at^2$　$\dfrac{U}{d}$　$\dfrac{qE}{m} = \dfrac{qU}{md}$　at　$\sqrt{v_0^2 + v_y^2}$　$\dfrac{v_y}{v_0}$

（5）① $qU_1 = \dfrac{1}{2}mv_1^2$　$\sqrt{\dfrac{2qU_1}{m}}$　② $\dfrac{U_2}{d}$　$\dfrac{qE}{m} = \dfrac{qU_2}{md}$　$v_1 t$　$\dfrac{1}{2}at^2$　$\dfrac{U_2 L^2}{4U_1 d}$

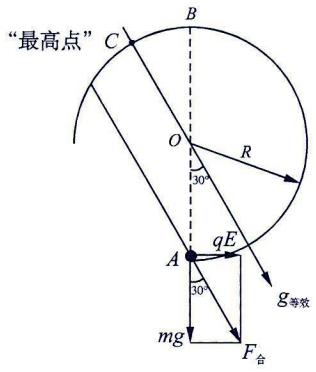
at　$\dfrac{v_y}{v_1}$　$\dfrac{U_2L}{2U_1d}$　③相同　相同　不同

11.（1）

匀减速　如图　$\cos\alpha=\dfrac{mg}{qE}$　$\dfrac{mg}{q\cdot\cos\alpha}$

（2）

$\dfrac{\sqrt{2}}{2}v$

（3）

$\dfrac{2\sqrt{3}}{3}mg=m\dfrac{v_C^2}{R}$

$-\dfrac{2\sqrt{3}}{3}mg\cdot\left(R+\dfrac{\sqrt{3}}{2}R\right)=\dfrac{1}{2}mv_C^2-\dfrac{1}{2}mv_0^2$　$\sqrt{\left(2\sqrt{3}+2\right)gR}$

专题九　电路

1.（1）①q　10^3　10^6　正电荷　相反　②$neSv$　体积浓度　横截面积　速率

（2）①$\dfrac{U}{R}$　②倒数　>　（3）$\rho\dfrac{l}{S}$　电阻率　Ω·m　增大　长度　横截面积　b　ac

（4）①电流　压　$\dfrac{R_1}{R_2}$　R_1+R_2　②电压　流　$\dfrac{R_2}{R_1}$　$\dfrac{R_1R_2}{R_1+R_2}$

③增大　增大　减小　增大　（5）$\dfrac{U^2}{R}$　I^2R

2.（1）①$\dfrac{E}{R_{外}+r}$　Ir　②r　E　（2）①（i）EI　（ii）I^2r　（iii）$P_{总}$　P_r　r　r^2　②增大　50%

（3）①UI I^2r ②$P_入$ P_r ③≠ （4）①反 同 ②增大 串 减小 并 增大

并 增大 串 减小 不变 （5）①断 并 导线 充 放

②（i）减小 增大 增大 减小 增大 增大 放电 充电 充电

（ii）不变 不变 不变 不变 不变 不变 电量不变 电量不变 电量不变

3.（1）0.1 V 1.85 V（1.83~1.87 V） 2 0.5 V 9.3 V（9.1~9.4 V） 1

0.1 A 2.40 A 2 0.02 A 0.48 A 2

（2）0.1 mm 15.6 0.05 mm 30.30 0.02 mm 1.114

（3）0.01 mm 0.695（0.693~0.697） 1.400 3

（4）1 900 Ω 1 V 22.0 V 5 V 110 V 0.2 mA 4.4 mA

（5）2 018 35 000.0

4.（1）I_gR_g （2）$(I-I_g)R_x$ （3）串 大 并 小 $(n-1)$ $n-1$

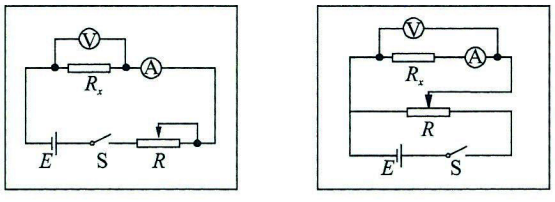
（4）①A A 电压 $I_g=\dfrac{U-I_gR_g}{R_1}$ 电流 $U=(I-I_g)R_2$

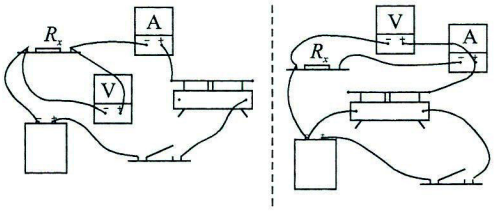
②b a $I_g(R_g+R_2)=(I'-I_g)R_1$ $I_gR_g=(I-I_g)(R_1+R_2)$

5.（1）①（i）大 电流表 > $\dfrac{U}{I}-R_A$ （ii）大 电压表 <

②大内偏大，小外偏小 ③（i）$\sqrt{R_AR_V}$ $\sqrt{R_AR_V}$ （ii）小 大

（2）①





②（i）0 小于 小 （ii）简单 低

（3）V_1 $E=4$ V，而V_2量程太大 A_2 $I_{max}=\dfrac{3\text{ V}}{120\ \Omega}=25$ mA，A_2符合

6.$\dfrac{\pi D^2}{4}$ $\dfrac{\pi D^2R}{4L}$

7.（1）①最大值　满偏　保持滑动变阻器R滑片位置不变　半偏　②减小　>　>　<　<　大

（2）①左　0　满偏　保持滑动变阻器R滑片位置不变　半偏　②增大　>　>　>　小

8.①大　大　2　1　相同　②=

9.①分压式　小　②外　小　③串　1 000　④增大　电阻率增大　$\frac{U}{I}$　UI

10.（1）在　$U_{外}=-r\cdot I+E$　E　r　$\frac{b-c}{a}$

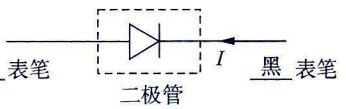
（2）①旧　长　大　0～0.6 A　②$\frac{b-c}{a}-R_0$

（3）①电压　电流　小　<　<

②电流　电压　小　=　>　b　$\frac{b-c}{a}-R_A$　图9-29　图9-32

（4）$R=E\cdot\frac{1}{I}-r$　k　$-b$

11.（1）左　红　黑　红　黑　（2）不允许　允许　更换倍率　短接　右　电阻

倍率　大　大　（3）

（4）欧姆调零　中央　倍率　$I=\frac{E}{R_\Omega+R_{外}}$　$I_g=\frac{E}{R_\Omega}$

（5）$I\left(R_{外}+R_\Omega\right)$　（6）OFF挡　交流电压最高挡

专题十　磁场

1.（1）Il　特斯拉（T）　矢量　N　大小　方向

（2）①大　增大→减小→增大→减小　②S　N　水平　竖直

③（i）逆　$\frac{I}{r}$　1　2　2　（ii）0　垂直纸面向外　垂直纸面向里　垂直纸面向里

2　垂直纸面向里　$\frac{2}{3}$　垂直纸面向外　向下　向上　向上　向下　向下

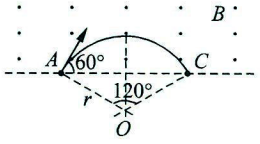
④右手螺旋　条形　匀强　向右　向左　吸引

2.（1）①IlB　$\sqrt{5}ILB$　$2IRB$　$(3+\sqrt{2})ILB$　②左手　垂直

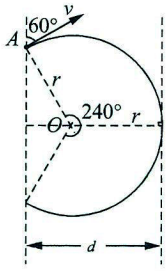
向右　向左　垂直纸面向外　③吸　斥

（2）①qvB　垂直　②左手　垂直　永远不

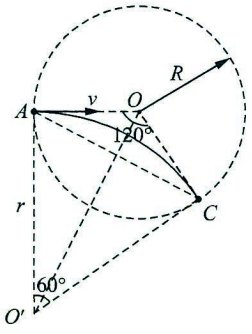
3.（1）$qvB=m\frac{v^2}{r}$　$\frac{mv}{qB}$　$T=\frac{2\pi r}{v}$　$\frac{2\pi m}{qB}$　圆心角

（2）①正　

$\sin 60°=\frac{\frac{d}{2}}{r}$　$\frac{\sqrt{3}}{3}$　$r=\frac{mv}{qB}$　$\frac{\sqrt{3}qBd}{3m}$　120°　$\frac{2\pi m}{3qB}$

② 垂直纸面向里　

$d=r+r\cdot\cos 60°$　$\frac{2}{3}$　$\frac{3mv}{2dq}$　240°　$\frac{8\pi d}{9v}$

③ 垂直纸面向外　

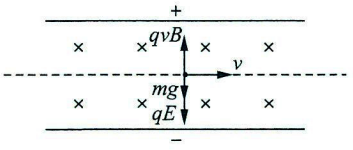
$\tan 60°=\frac{r}{R}$　$\sqrt{3}$　$\frac{q}{m}=\frac{\sqrt{3}v}{3BR}$　60°　$\frac{\sqrt{3}\pi R}{3v}$

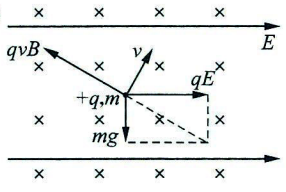
4.（1）匀速直线　电场　洛伦兹　qE　qvB　$\frac{E}{B}$　不能　能

（2）$qU=\frac{1}{2}mv^2$　$qvB=m\frac{v^2}{R}$　$\frac{q}{m}=\frac{2U}{B^2R^2}$　小　$m=\frac{B^2R^2q}{2U}$　大

（3）上　上　下　下　c　ne　b　$\frac{1}{ne}$　b

（4）相同　$\frac{2\pi m}{qB}$　半径R　R　qU　$1:\sqrt{2}:\cdots:\sqrt{n}$

（5）①　

②　

③ 重　电场

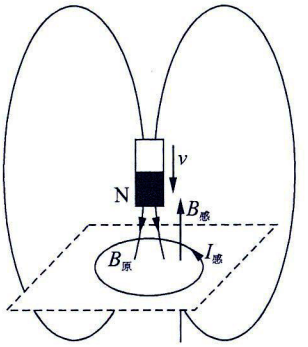
专题十一　电磁感应

1.（1）BS　韦伯（Wb）　标量　匀强　垂直　（2）$\frac{\sqrt{3}}{2}BS$　$B\cdot\frac{1}{2}\pi r^2$　（3）不变　2　合

（4）穿过闭合线圈的磁通量发生变化。

2.（1）磁场　阻碍　磁通量　变化

（2）条形磁铁　向下　增大　向上　呈逆时针



（3）下　减小

3.（1）$n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$　电源　$\frac{\overline{E}}{R_{总}}$　$n\frac{\Delta\Phi}{R_{总}}$　（2）①$n\frac{\Delta B}{\Delta t}S$　②（i）$\frac{B_{末}-B_{初}}{t}$　（ii）0.2 T/s

（iii）感应电动势　感应电流　$\frac{B_0}{t_1}$　顺　不变

（3）①Blv　垂直　右手　b　a　>　②$\frac{1}{2}Bl^2\omega$　不变　O　a

（4）①瞬间　缓慢　闪亮　缓慢熄灭　②缓慢　瞬间　B　A

4.（1）b　a　相反　Blv　$\frac{E}{R+r}$　IlB　$\frac{B^2l^2v}{R+r}$　F_A　a减小的减速直线　静止

$-W_{F_A}=0-\frac{1}{2}mv_0^2$　$\frac{1}{2}mv_0^2=Q$　$\frac{R}{R+r}$　$\frac{r}{R+r}$　$-\bar{I}lB\cdot t=0-mv_0$

（2）b　a　相反　Blv　$\frac{E}{R+r}$　IlB　$\frac{B^2l^2v}{R+r}$　$F-F_A$　a减小的加速直线　匀速直线

$F=F_A$　$\frac{F(R+r)}{B^2l^2}$　$W_F-W_{F_A}=\frac{1}{2}mv_{max}^2$　$W_F=\frac{1}{2}mv_{max}^2+Q$　$\frac{R}{R+r}$　$\frac{r}{R+r}$

（3）①自由落体　$v^2=2gh$　$\sqrt{2gh}$　②a　b　竖直向上　Blv　$\frac{E}{R+r}$　IlB　$\frac{B^2l^2v}{R+r}$

③匀速直线　a减小的减速直线　匀速直线　a减小的加速直线　匀速直线

（4）①b　a　c　d　b　左　右　等　反　②Blv_1　Blv_2　$Bl(v_1-v_2)$　$\frac{E_{合}}{r_1+r_2}$　IlB　$\frac{B^2l^2(v_1-v_2)}{r_1+r_2}$

③F_A　a减小的减速直线　F_A　a减小的加速直线　相同　匀速直线

④ $m_1v_0=(m_1+m_2)v_{共}$　$\frac{m_1}{m_1+m_2}v_0$　$Q=\frac{1}{2}m_1v_0^2-\frac{1}{2}(m_1+m_2)v_{共}^2$　$\frac{r_1}{r_1+r_2}$　$\frac{r_2}{r_1+r_2}$

（5）①b　a　c　d　b　左　右　等　反　②Blv_1　Blv_2　$Bl(v_1-v_2)$　$\frac{E_{合}}{r_1+r_2}$　IlB　$\frac{B^2l^2(v_1-v_2)}{r_1+r_2}$

③$F-F_A$　a减小的加速直线　F_A　a增大的加速直线　a_1　a_2　匀加速直线

专题十二　交变电流

1.（1）⊥　大　小　改变　//　小　大　不变　M　N　2π　1　BS　$NBS\omega$　$\sqrt{2}$

（2）①0.02 s　100π rad/s　50 Hz　100　$220\sqrt{2}$ V　220 V　96.8 J

垂直　大　小　$e=E_m\sin\omega t=220\sqrt{2}\sin 100\pi t$

②2 s　π rad/s　0.5 Hz　0.04 Wb　4π V　$2\sqrt{2}\pi$ V　$1.6\pi^2$ J

平行　大　小　$\Phi=\Phi_m\sin\omega t=0.04\sin\pi t$

（3）$I_0^2R\frac{T}{3}+(2I_0)^2R\frac{2}{3}T=3I_0^2RT$　$I^2RT=3I_0^2RT$　$\sqrt{3}I_0$

2.（1）=　f_1　f_2　=　P_2　P_1　$\frac{n_1}{n_2}$　U_1　U_2　$\frac{n_2}{n_1}$　I_2　I_1

（2）=　=　=　$P_2+P_3+\cdots+P_n$　$\frac{n_1}{n_2}$　$\frac{n_1}{n_3}$　$\frac{n_1}{n_n}$　$n_2I_2+n_3I_3+\cdots+n_nI_n$

（3）①降　n_2　升　n_1　②>　高电压　<　大电流

3.（1）P_1　P_2　R　（2）I_2R　$\frac{P_2}{U_2}R$　I_2^2R　$\left(\frac{P_2}{U_2}\right)^2R$　高压　U_2　3　9

（3）减小　增大　增大　增大　增大　减小

专题十三　简谐运动和机械波

1.10 cm　4 s　$x=A\sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)=10\sin\left(\frac{\pi}{2}t\right)$　x轴负方向　x轴负方向　x轴正方向　x轴正方向　x轴正方向　x轴正方向　x轴负方向　x轴负方向　先增大后减小　先增大后减小　先减小后增大　先增大后减小　先减小后增大　先增大后减小　不变　越大　80 cm　60 cm　40 cm　20 cm　不一定是 10 cm

2. ①摆线长度　摆球直径　小　小　小　大　5°　②$\frac{t}{50}$　平衡位置

③ $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$　$\frac{4\pi^2 l}{T^2}$　⑤$\frac{g}{4\pi^2}$　$\frac{g}{4\pi^2}$　$4\pi^2 k$　⑥B　D

3.驱动力　固有　大　50 Hz

4.正　正　负　10 cm　8 cm　4 s　$\frac{\lambda}{T}$　2 m/s　$\frac{x_{PQ}}{v}$　2 s

$y=A\sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)=10\sin\left(\frac{\pi}{2}t\right)$　$y=A\sin\left(\frac{2\pi}{\lambda}x\right)=10\sin\left(\frac{\pi}{4}x\right)$　$5\sqrt{2}$ cm

5.（1）频率　不变　和　差　一定　不一定　始终为0

（2）①波程差　半波长　偶数　$(2n+1)$　波程差　半波长　奇数

② $|d_1-d_2|=(2n+1)\frac{\lambda}{2}$　波程差　半波长　奇数　$|d_1-d_2|=2n\cdot\frac{\lambda}{2}$　波程差　半波长　偶数

6.（1）接近　小　（2）增大　减小

专题十四　光学

1.（1）$\frac{\sin i}{\sin r}$　大于　$\frac{c}{v}$　大于

（2）①挡住P_1、P_2的像　挡住P_1、P_2、P_3的像

OO'　$\frac{\sin i}{\sin r}$　②（i）斜率　（ii）准确　准确　偏大　偏小　（iii）准确

2.（1）光密　光疏　≥

（2）$\sin C=\frac{1}{n}$

3.增大　光源　增大　减小　介质　减小　光源和介质　减小

4.①中心　中心　$\frac{a}{n-1}$

②$\frac{l}{d}\lambda$　$\frac{d}{l}\Delta x$　双缝距离　双缝到屏的距离

③平行

5.不相等　相等　衍射　横波　横波

专题十五　热学

1.（1）①500　稀释　②$\frac{V_N}{N}$　500　③痱子粉　稳定　④轮廓　舍去　算1格　⑤$\frac{V}{S}$

（2）不能　固体　液体　正方　$\sqrt[3]{V_0}$　$\sqrt[3]{\frac{V_{mol}}{N_A}}$

（3）①永不停息　无规则　温度越高　②能　直接证明　温度越高

③悬浮微粒　等时间　直线段　永不停息　无规则　不是　不平衡　间接反映

温度越高　颗粒越小　光学显微镜　不是

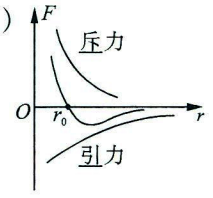
（4）少　绝大多数　多　少　相等　不影响

（5）①（i）标志　减小　不是　分子平均动能　分子个数

（ii）开尔文（K）　-273　273　接近　达到　不能为 0

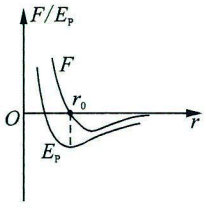
②（i）持续　稳定　单位　（ii）分子平均动能　分子的数密度　温度　体积　反比　增大

减小　（iii）cmHg　mmHg　Pa

（6）①同时　合力　②（i）减小　斥力　（ii）

= 0 < 排斥 > 吸引

先增大后减小再增大

（7）①

②正功　增加　减小　负功　减小　增加　大　小　负

（8）分子总动能　分子势能　分子平均动能　分子个数　分子间距离　温度　物质的量　体积

做功　热传递

2.（1）温度　p_1V_1　p_2V_2　体积　$\frac{p_1}{T_1}$　$\frac{p_2}{T_2}$　压强　$\frac{V_1}{T_1}$　$\frac{V_2}{T_2}$　$\frac{p_1V_1}{T_1}$　$\frac{p_2V_2}{T_2}$

（2）①$p_1S=p_0S+mg$　$p_0+\frac{mg}{S}$　$p_2S=p_0S+(m+m_0)g$　$p_0+\frac{(m+m_0)g}{S}$

等温　$p_1(SH)=p_2(SH')$　$\frac{p_0S+mg}{p_0S+(m+m_0)g}H$

②等压　$\frac{HS}{T_0}=\frac{(H+h)S}{T'}$　$\frac{H+h}{H}T_0$　$p_1\Delta V$　$(p_0S+mg)h$

③等容　$\frac{p_1}{T'}=\frac{p''}{T''}$　$\frac{HT''(p_0S+mg)}{(H+h)T_0S}$

（3）①等压　$\frac{L-h-l}{T_0}=\frac{L-h}{T'}$　300 K　②$p_1=p_0+h$　80 cmHg　$p_2=p_0+(h+h')$

等温　$p_1(L-l-h)=p_2(L-h-h')$　10 cm

（4）①$p_0=p_1+h$　60 cmHg　$p_0=p_2+(h-6)$　66 cmHg

理想气体状态　$\frac{p_1L}{T_1}=\frac{p_1(L+3)}{T_2}$　350 K

②等温　$p_1L=p_3L_3$　66 cmHg　$p_0=p_3+h'$　10 cm　10 cm

（5）①1.0 atm × 6 L + 1.0 atm × 9 L = $p\cdot 6$L　$p=2.5$ atm

②（i）$pV+\frac{1}{2}p\cdot 2V=p'\cdot(V+2V)$　$p'=\frac{2}{3}p$　（ii）$\frac{\rho_{甲现}}{\rho_{甲原}}$　正　$\frac{p'}{p}$　$\frac{2}{3}$

3.（1）＞　＜　＜

（2）①$\Delta U=W+Q$　②不变　不变　增加　升高　减少　降低　不变　外界　气体　减小

气体　外界　增大　从外界吸收　向外界放出

（3）①容　不变　不做功　=　升高　增加　＞　＞　从外界吸收

增大　气体对外界做功　＜　不变　不变　=　＞　从外界吸收

压　减小　外界对气体做功　＞　降低　减少　＜　＜　向外界放出

做功　吸收

②容　不变　不做功　=　升高　增加　＞　＞　从外界吸收

温　增大　气体对外界做功　＜　不变　不变　=　＞　从外界吸收

压　减小　外界对气体做功　＞　降低　减少　＜　＜　向外界放出

③压　增大　气体对外界做功　＜　升高　增加　＞　＞　从外界吸收

温　减小　外界对气体做功　＞　不变　不变　=　＜　向外界放出

容　不变　不做功　=　降低　减少　＜　＜向外界放出

4.（1）能量守恒　第一类永动机　对外做功

（2）①低温　高温　自发　②功　低温热库　第二类永动机

③增大　减小

5.（1）①晶体　非晶体　单晶体　多晶体　②第1列：是　是　各向异性　第2列：否　是　各向同性

第3列：否　否　各向同性　③可以　金刚石　石墨

（2）①收缩　相切　大于　引力　球形　圆形

②材料　能　不能　不能　能　不能　能　不能　不能

③上升　下降　细　浸润或不浸润　液体表面张力　上升　下降　细

（3）液体　晶体　流动性　各向异性

专题十六　近代物理

1.（1）①微弱　光电流　②增大　③饱和光电流　④遏止电压

（2）①$h\nu$　紫光　$c=\lambda\nu$　$h\frac{c}{\lambda}$　②入射光频率$\nu>\nu_c$　金属

③小　金属　④$W_0=h\nu_c$　⑤数量　都不能发生光电效应　增大

⑥$E_k=h\nu-W_0$　最大初动能　W_0　入射光频率ν　线性　正

入射光频率ν　W_0　线性　负　无关　⑦$eU_c=E_k$　正比　$\frac{h}{e}\nu-\frac{W_0}{e}$

W_0　入射光频率ν　线性　正　入射光频率ν　W_0　线性　负　无关　⑧瞬时

（3）①增大　饱和光电流　越大　遏止电压　更大　>

②$E_k=h\nu-W_0$　ν_c　$-W_0$　h　平行

③$U_c=\frac{h}{e}\nu-\frac{W_0}{e}$　ν_c　$-\frac{W_0}{e}$　$\frac{h}{e}$　平行

2.（1）原子核　全部正电荷　几乎全部质量

（2）基态　第一激发态　$\frac{E_1}{n^2}$　越大　越小　（3）①高　低　放出

低　高　吸收　1　$E_{高}-E_{低}$　②C_n^2　③$|E_{当前}|$

3.（1）①α　γ　β　②γ　β　α　③$_2^4\mathrm{He}$　$_{-1}^{0}\mathrm{e}$　光子　④质子　中子

⑤ 即 质量数 或 核子数 / 质子数 + 中子数 / 电荷数 或 原子序数 或 核外电子数 → $^{235}_{92}\mathrm{U}$ — 元素符号

（2）①α粒子　β粒子　不能　γ　原子核　原子

②电荷数　质量数　$_2^4\mathrm{He}$　$_{-1}^{0}\mathrm{e}$　$^{234}_{90}\mathrm{Th}$　$^{234}_{91}\mathrm{Pa}$　③半数　$\frac{t}{T_{1/2}}$　$\frac{t}{T_{1/2}}$　经历半衰期的次数

半衰期　原子核自身　环境温度　环境压力　是单质还是化合物

④（i）$^{234}_{90}\mathrm{Th}$　α粒子　外　同　相等　质量数　反　$\frac{4}{234}$　电荷数　反　$\frac{2}{90}$

（ii）$^{234}_{91}\mathrm{Pa}$　$^{0}_{-1}\mathrm{e}$　内　反　相等　电荷数　反　$\frac{1}{91}$

（3）万有引力　电磁力　强相互作用力　弱相互作用力　强相互作用力　核子

吸收　释放　小于　大　<　核子数　<　>　中等大小　7 MeV　28 MeV　稳定　大于

质量亏损 $\Delta m=(m_{\mathrm{p}}+m_{\mathrm{n}})-m_{\mathrm{D}}=3.90\times10^{-30}\ \mathrm{kg}$，

结合能 $\Delta E=\Delta mc^2=3.90\times10^{-30}\times(3.00\times10^{8})^2\ \mathrm{J}=3.51\times10^{-13}\ \mathrm{J}=2.19\ \mathrm{MeV}$，

比结合能为 $\frac{2.19\ \mathrm{MeV}}{2}=1.10\ \mathrm{MeV}$

（4）①中子　$^{235}_{92}\mathrm{U}+^{1}_{0}\mathrm{n}\rightarrow^{136}_{54}\mathrm{Xe}+^{90}_{38}\mathrm{Sr}+10^{1}_{0}\mathrm{n}$　中子　链式　临界　临界　原子弹　核电站

慢化剂　减速　吸收

②轻　$^{4}_{2}\mathrm{He}$　多　高　热核　氢弹

$2\times2.013\ 6\ \mathrm{u}-3.015\ 0\ \mathrm{u}-1.008\ 7\ \mathrm{u}=0.003\ 5\mathrm{u}$　Δmc^2　$0.003\ 5\times931$　3.3

$\Delta E=3.3\ \mathrm{MeV}=3.3\times1.6\times10^{-19}\times10^{6}\ \mathrm{J}=5.28\times10^{-13}\ \mathrm{J}$，$M=\dfrac{\frac{1.0\times10^{22}}{2}\times5.28\times10^{-13}\ \mathrm{J}}{2.9\times10^{7}\ \mathrm{J}}=91\ \mathrm{kg}$

（5）A　E　BH　FG　C　D　I

责任编辑　刘净贤
装帧设计　贾艳红

高中物理
公式模型检测卡

高三版

上课能听懂，见题就头疼？
背一背物理公式！
解析能看懂，做题没思路？
记一记物理模型！

ISBN 978-7-5757-0746-6
9 787575 707466 >

绿色印刷产品

定价：159.00元