



历届高考经典题解析

物理实验 化学

丛书主编：张永兴

朱建武

经典题详解

基础知识归纳

解题规律总结

高考高分

上海科学技术文献出版社



历届高考经典题解析

物理实验 化学实验

主 编： 张永兴 唐灵生
副主编： 孙国中 朱建武 张艳玲

上海科学技术文献出版社



图书在版编目(CIP)数据

历届高考经典题解析. 物理化学实验/张永兴等主编. —上海: 上海科学技术文献出版社, 2007. 3

ISBN 978 - 7 - 5439 - 2995 - 1

I. 历… II. 张… III. 物理课 - 实验 - 高中 - 解题 - 升学参考资料②化学实验 - 高中 - 解题 - 升学参考资料

IV. G632.479

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 011547 号

责任编辑: 何兰林 应丽春

封面设计: 颀 今

历届高考经典题解析

物理化学实验

丛书主编 张永兴 朱建武

上海科学技术文献出版社出版发行

(上海市武康路 2 号 邮政编码 200031)

全国新华书店经销

常熟市大宏印刷有限公司印刷

开本 787 × 1092 1/16 印张: 14.5 字数 220 000

2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月第 1 次印刷

印数: 1 - 8 000

ISBN 978 - 7 - 5439 - 2995 - 1/O · 173

定价: 20.00 元

<http://www.sstlp.com>

前 言

每年高考都有眼前为之一亮的好题,这些试题构思新颖,立意创新,无论知识点的切入,还是能力考核的意向,都有独到之处,堪称知识与能力测试的完美之作。我们分析这种试题还会发现它们潜藏着广阔的命题引申空间,与时俱进,富有生命力,所以,被大家一致推崇为经典题精华题。

高考经典题是学科知识和技能的浓缩和提炼,充分掌握经典题和精华题往往能使学生真正领悟到“举一反三”、“一通百通”的学习乐趣。本书的精心解析为理解经典题提供了非常好的途径,其共性、示范性远远大于个性、局限性。精心研读本书,既能有助于学生对学科本质的理解又能有效的提高考生的应试能力。

“原创经典”部分精心选取近几年上海、江苏等全国各地的高考经典题,仔细分析,详细解答,将问题的前因后果、来龙去脉阐述清楚,充分体现了知识与技能、过程与方法的协调统一。

“考点分析”专项评析原创经典题的新颖性,分析其中包含的高考热点内容,复习的重点、难点;指出经典考题综合了哪几方面的知识,考查哪一方面的能力要求,是否代表今后一段时间内命题趋势;说明试题是否具有开放性、发散性、拓展性,解题方法上是否有多解或简解。

“名题联想”部分对原创经典题涉及的知识进行迁移,加深对经典题的理解,对学生的解题能力起到巩固和升华的作用。

“巩固提高”部分本着一题一议多练的指导思想,自编、选编、改编 2~4 道考题,每题有详细的解答过程和答案,重在提高考生的解题应试能力。

高考经典题是宝贵的教学资源,为了充分挖掘其知识与技能的测试功能,我们组织了一批教学经验丰富并长期从事高三毕业班教学的特高级教师编写了本套丛书,共有数学、物理、化学、生物和实验 5 个分册,以期有助于广大读者和考生显著提高学科知识技能的理解力和应试能力。

本书编写组

2007 年 3 月

目 录

一、物理实验方法	(1)
(一)知识脉络	(1)
(二)方法串讲	(1)
1.放缩法	(1)
2.转换法	(4)
3.替代法	(9)
4.控制法	(16)
5.比较法	(19)
6.模拟法	(26)
7.图像法	(29)
二、物理实验题型	(36)
(一)知识脉络	(36)
(二)题型导析	(36)
1.测量(定)性实验	(36)
2.验证性实验	(51)
3.研究性实验	(54)
4.应用性实验	(61)
5.设计性实验	(64)
6.探究性实验	(68)
三、化学实验思维方法	(73)
(一)知识脉络	(73)
(二)方法串讲	(73)
1.分析法	(73)
2.排除法	(78)
3.推理法	(81)
4.组合法	(84)
5.定量研究法	(87)
6.图像图表法	(92)
四、化学实验题型导析	(97)
(一)知识脉络	(97)
(二)题型导析	(97)

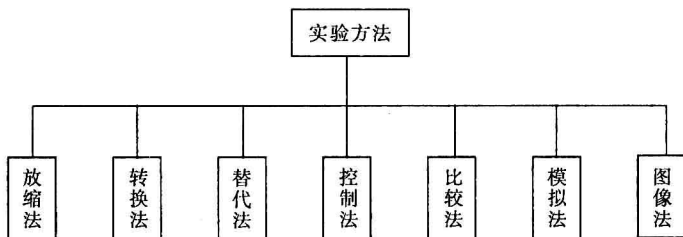
1. 常用仪器的使用型实验题	(97)
2. 药品的取用和保存型实验题	(101)
3. 基本操作型实验题	(103)
4. 常见气体的实验室制备型实验题	(108)
5. 常见物质的分离和提纯型实验题	(113)
6. 常见物质的检验型实验题	(117)
7. 实验安全性实验题	(123)
8. 定量研究型实验题	(128)
9. 化学实验方案的设计型实验题	(131)
10. 实验创新设计与评价实验题	(136)
11. 探索探究型实验题	(143)
12. 开放型实验题	(148)
13. 综合性实验题	(153)
五、化学实验专题强化训练	(160)
1. 实验仪器的选用	(160)
2. 药品的取用和保存	(163)
3. 实验基本操作	(165)
4. 常见气体的实验室制备	(169)
5. 常见物体的分离和提纯	(176)
6. 常见物体的检验	(179)
7. 实验安全性实验题	(182)
8. 定量研究型实验题	(185)
9. 化学实验方案的设计实验题	(188)
10. 综合性实验题	(191)
参考答案	(197)

一、物理实验方法

物理实验是高考的内容之一。《考试大纲》就高考物理实验共列出 19 个考点,其中力学 8 个,热学 1 个,电学 8 个,光学 2 个;要求会正确使用的仪器主要有:刻度尺、游标卡尺、螺旋测微器、天平、秒表、电火花计时器或电磁打点计时器、弹簧秤、温度表、电流表、电压表、多用电表、滑动变阻器、电阻箱等 13 种,并且对实验误差提出了更明确的要求。与时俱进的新颖物理实验题每年都有。

高考物理实验题型一般是填空题、选择题或作图题。考查热点有基本仪器的选择与使用,操作步骤的合理、规范、准确,实验原理的理解与应用,实验数据的处理与误差分析等,其中电学实验的考查相对较多。

(一) 知识脉络



(二) 方法串讲

1. 放缩法

(1) 方法技能

实验设计、实验仪器的调节考虑能将现象得以放大或缩小的效果或者利用实验本身所具有的某种特点,使实验经过放大或缩小的过程,从而方便达到测量结果,称作为实验放缩法。

譬如:要准确测量书本中一页纸的质量是比较困难的,但通过“放大”,测该书本的质量,再除以全书的页数,便能得到实验测量结果。

再如,人类无法用长度测量工具测太阳到地球的距离($R = 1.6 \times 10^8 \text{ km}$),但巧妙地运用“缩小”法,借助哈雷早就提出的“天体地平视差(很小的张角)”,结合开普勒第三定律能得到测量结果。

(2) 考题启迪

▲ 原创经典:[2006 年天津理综卷 22(2) 题] 一多用电表的电阻档有三个倍率,分别是 $\times 1$ 、 $\times 10$ 、 $\times 100$ 。用 $\times 10$ 档测量某电阻时,操作步骤正确,发现表头指针偏转角度很小,为了较准确地进行测量,应换到 $\times 100$ 档。如果换档后立即用表笔连接待测电阻进行读数,那么缺少的步骤是_____。若补上该步骤后测量,表盘的示数如图 1-1-1 所示,则该电阻的阻值是 $2.2 \times 10 \Omega$ 。

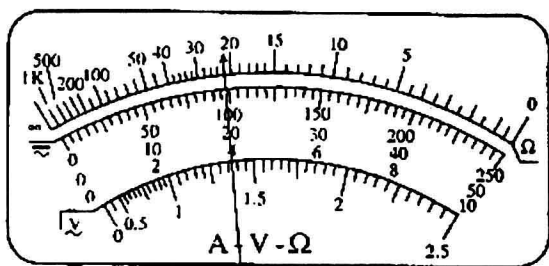


图 2-1-1

经典题详解 待测电阻的阻值很大,用欧姆表测量时因指针偏转太小(不在欧姆表中值电阻两侧),读数误差较大。为此,采取缩小表面读数的方法保证指针指在表面中间的三分之一范围内,即选用 $\times 100$ 的倍率档。计算时用表面读数乘倍率,由图示知该电阻的阻值为 $22 \times 100 = 2.2\text{k}\Omega$ 。

考点分析 这道电阻直接测量题,采用的就是放缩法。

实验过程中采用缩小的实验手段进行测量,可减小实验误差并结合相关的物理规律得出实验结果。

名题联想 测量微小电流的仪器,一般不用指针的偏转来指示读数,而是用如图 1-1-2 所示的装置,在仪器可动部分安装一个小平面镜 M ,让光源 S 发出的一束光射到 M 上,光线经 M 反射后射到离镜较远的标尺 N 上。当电流为零时,反射光线指在标尺的中央零刻度处;当有微小电流时,仪器的可动部分就带动小平面镜 M 转过一小角度,使反射光线偏离标尺零点而指在某一刻度处,用反射光线在标尺上指示的位置来显示电流的大小。反射光线就像一根无质量的指针。

(1) 如果 M 到 N 的距离 $l = 0.5\text{m}$,当 M 转过 2° 时,反射光线在标尺上的位置将移动多少厘米?

(2) 仪器用小平面镜的反射光线来代替普通灵敏电流表的指针来指示读数有什么优点?

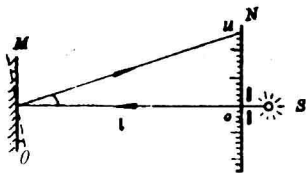


图 1-1-2

解析:(1) 根据光的反射规律,当 M 转过 θ 时,反射光线转过 2° 。正是经这样放大能测微小电流。反射光线在标尺上的位置将移动的距离为 $L = 0.5 \tan 2^\circ = 1.75\text{cm}$ 。

(2) 用这种巧妙的测量方法,能避免指针的转动力矩对测量造成的误差。

巩固提高

1-1 [2006 年上海物理卷 18 题] 有一测量微小时间差的装置,是由两个摆长略有微小差别的单摆同轴水平悬挂构成。两个单摆摆动平面前后相互平行。

(1) 现测得两单摆完成 50 次全振动的时间分别为 50.0s 和 49.0s ,则两单摆的周期差 $\Delta T = \underline{\hspace{2cm}} \text{s}$;

(2) 某同学利用此装置测量小于单摆周期的微小时间差,具体操作如下:把两摆球向右

拉至相同的摆角处,先释放长摆球,接着再释放短摆球,测得短摆经过若干次全振动后,两摆恰好第一次同时同方向通过某位置,由此可得出释放两摆的微小时间差。若测得释放两摆的时间差 $\Delta t = 0.165\text{s}$,则在短摆释放 _____ s(填时间)后,两摆恰好第一次同时向 _____ (填方向)通过 _____ (填位置);

(3) 为了能更准确地测量微小的时间差,你认为此装置还可做的改进是 _____

1-2 “用油膜法估算分子的大小”的实验中,油酸酒精溶液的浓度为每 10^4mL 溶液中有纯油酸 6mL 。用注射器测得 1mL 上述溶液中有液滴 50 滴。把 1 滴该溶液滴入盛水的浅盘里,待水面稳定后,将玻璃板放在浅盘上,在玻璃板上描出油膜的轮廓,随后把玻璃板放在坐标纸上,其形状如图 1-1-3 所示,坐标纸中正方形小方格的边长为 20mm ,则估算出的油酸分子的直径是 _____ m 。

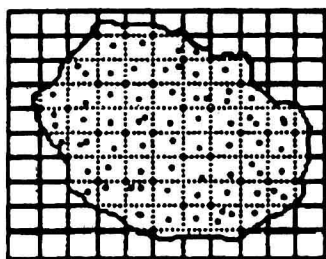


图 1-1-3

1-3 如图 1-1-4 所示,某物理课外活动小组制作的简易地震记录仪,框架 A 和地面固定在一起,在框架上通过一劲度系数 k 很小的弹簧悬挂一质量 m 很大的物体 C, C 上附有记录笔, B 是套有记录纸的小电动转筒。

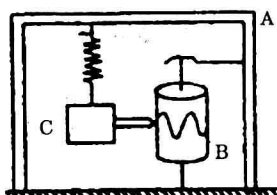


图 1-1-4

(1) 请说明其运用了怎样的科学实验思想。

(2) 分析地震仪的工作原理。

1-4 原子核近似球形,截面 $\sigma = \pi r^2$ 是很小的,但可利用下列方法测得其半径。取一块 1cm 厚的材料,面积为 A ,共有 N 个原子,将每一个原子看作一个平行于纸面的、面积为 πr^2 的小钢盘。现取一些高能粒子,碰上原子核的粒子将被反射,其余粒子将穿过材料,由于原子核很小,已知一个核恰在另一核的背后机会是很少的,一块材料放大后的图像如图 1-1-5 所示。若测得入射粒子数 n_1 和薄板后面出射的粒子数 n_2 ,则该原子核的半径 _____。

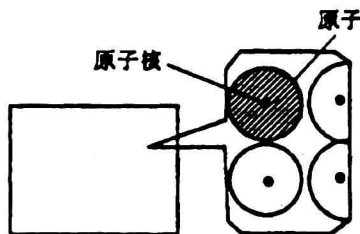


图 1-1-5

1-5 东方明珠电视塔耸立于黄浦江畔,它的高度是世界第三,亚洲第一。请设计一个

实验方案估测其高度,要求:(1)画出测量示意图;(2)指出直接测量的物理量;(3)写出电视塔高度 H 的表达式。

1-6 [2006年重庆理综卷22题](1)用已调零且选择旋钮指向欧姆挡“ $\times 10$ ”位置的多用电表测某电阻阻值,根据题图1-1-6所示的表盘,被测电阻阻值为_____ Ω 。若将该表选择旋钮置于1mA挡测电流,表盘仍如题图所示,则被测电流为_____ mA。

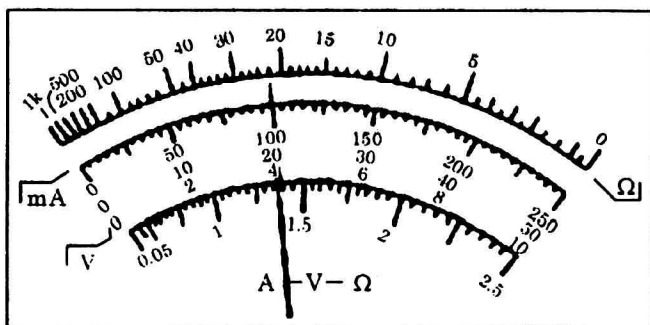


图 1-1-6

(3) 规律总结

- ① 待测量十分微小,不足以引起我们视觉直接判断时采用放大的实验方法。
- ② 待测量十分巨大,又没有相应的现成测量工具直接测量时,采用缩小的实验方法。
- ③ 能进行测量,但数据采集较难的情况下,也可以采用放缩法。

2. 转换法

(1) 方法技能

所谓实验思维转换法,就是当某些物理量不易直接测量,而另外一些物理量易测量,但两者之间可以用物理原理联系起来,于是,采用“嫁接”的方法,通过转移实验手段,达到化不易为易,化不能为能,这种实验方法称转换法。间接测量某些物理量的,一般都用到转换法。譬如,匀变速直线运动的加速度,是一个不易直接测量的物理量,但通过转换测位移和时间,根据任意两个连续相等的时间里的位移之差可测得加速度。

又如,无法用长度测量工具测量人造天体离地面的高度,但转换成测周期 T ,结合万有引力定律,就可得到测量结果。

再如,测金属电阻率 ρ 、测电池的电动势 E 和内阻 r 、测玻璃的折射率 n 等,几乎都用到了转换法。

(2) 考题启迪

▲ 原创经典:[2002年全国理综卷29题]如图1-2-1所示,用“验证玻意耳定律”的仪器来测量大气压强 p_0 。注射器针筒已被固定在竖直方向上,针筒上所标刻度是注射器的容积,最大刻度 $V_m = 10\text{ml}$ 。注射器活塞已装上钩码框架,此外,还有一架托盘天平、若干钩码、一把米尺、一个针孔橡皮帽和少许润滑油。

(1)下面是实验步骤,试填写所缺的②和⑤。

①用米尺测出注射器针筒上全部刻度的长度 L 。

②_____。

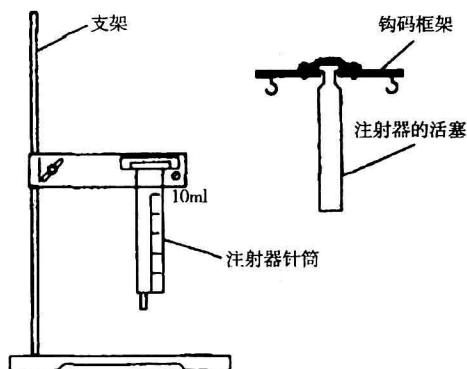


图 1-2-1

③ 把适量的润滑油抹在注射器的活塞上,将活塞插入针筒中,上下拉动活塞,使活塞与针筒的间隙内均匀地涂上润滑油。

④ 将活塞插到适当的位置。

⑤ _____。

⑥ 在钩码框架两侧挂上钩码,记下挂上的钩码的质量 m_1 。在达到平衡后,记下注射器中空气柱的体积 V_1 。在这个过程中不要用手接触注射器以保证空气柱温度不变。

⑦ 增加钩码的个数,使钩码的质量增大为 m_2 ,达到平衡后,记下空气柱的体积 V_2 。

(2) 求出计算大气压强 p_0 的公式。(用已给的和测得的物理量表示)

经典题详解 (1)② 称出活塞和钩码框架的总质量 M

⑤ 将注射器针筒上的小孔用橡皮帽堵住,以防漏气。

(2) 活塞的横截面积为

$$S = \frac{V_m}{L}$$

由力学平衡条件得

$$p_1 = p_0 + \frac{M + m_1}{S}g$$

$$p_2 = p_0 + \frac{M + m_2}{S}g$$

由玻意耳定律得

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

联立解得大气压强

$$p_0 = \frac{Lg}{V_m} \left(\frac{m_2 V_2 - m_1 V_1}{V_1 - V_2} - M \right)$$

考点分析 本题的新颖之处在于一改通常情况下用压强计直接测量大气压,而用验证玻意耳定律的实验方法间接测量大气压。这种实验转换思想正是落实了方法与过程的考查目标,通过增加考点规定的学生实验和教材现成的演示实验的命题空间,考查学生的基本实验素养和应变能力。

名题联想 一个有一定厚度的圆盘,可以绕通过中心垂直于盘面的水平轴转动,圆盘加速转动时,角速度的增加量 $\Delta\omega$ 与对应时间 Δt 的比值定义为角加速度 β (即 $\beta = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$)。我们用

电磁打点计时器、米尺、纸带、复写纸来完成下述实验：

① 如图 1-2-2 所示，将打点计时器固定在桌面上，纸带的一端穿过打点计时器的限位孔，然后固定在圆盘的侧面，当圆盘转动时，纸带可以卷在圆盘侧面上。

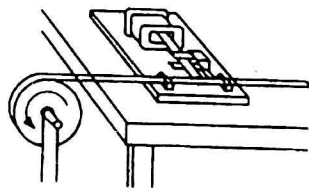


图 1-2-2

② 接通电源，打点计时器开始打点，启动控制装置使圆盘匀加速转动。

③ 经过一段时间，停止转动和打点，取下纸带，进行测量。（打点计时器所接交流电的频率为 50Hz，A、B、C、D 等为计数点，相邻两计数点间有 4 个点未画出）

(1) 如图 1-2-3、图 1-2-4 所示，圆盘的半径 r 为 _____ cm。

(2) 纸带上打下计数点 D 时，纸带运动的速度大小为 _____ m/s，此时圆盘转动的角速度为 _____ rad/s。

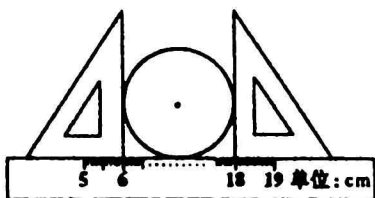


图 1-2-3

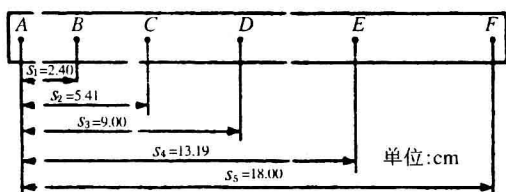


图 1-2-4

(3) 纸带运动的加速度大小为 _____ m/s^2 ，圆盘转动的角加速度大小为 _____ rad/s^2 。

解析：这道实验用刻度尺，通过纸带处理转换成测不易直接测量的角速度、角加速度。

(1) 圆盘的半径 $r = 6.00\text{cm}$ 。

(2) 打下计数点 D 时，纸带运动的速度大小为：

$$v_D = \frac{s_{CE}}{2T} = \frac{18.00 - 9.00}{0.2} \times 10^{-2} = 0.45\text{m/s}.$$

$$\omega_D = \frac{v_D}{r} = \frac{0.45}{6 \times 10^{-2}} = 7.5\text{rad/s}.$$

$$(3) \text{ 加速度 } a = \frac{(s_{ED} - s_{BC}) + (s_{CD} - s_{AB})}{4T^2} = 2.25\text{m/s}^2.$$

$$\text{因此, 角加速度 } \beta = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{\Delta v}{r\Delta t} = \frac{a}{r} = 37.5\text{rad/s}^2.$$

巩固提高

2-1 某兴趣小组为测一遥控电动小车的额定功率，进行了如下实验：

① 用天平测出电动小车的质量为 0.4kg；

② 将电动小车、纸带和打点计时器按如图 1-2-5 所示安装；



图甲

图 1-2-5

③ 接通打点计时器（其打点时间间隔为 0.02s）；

④使电动小车以额定功率加速运动,达到最大速度一段时间后关闭小车电源,待小车静止时再关闭打点计时器,使小车在整个过程中所受的阻力恒定。在上述过程中,打点计时器在纸带上所打的部分点迹如图 1-2-6 所示。

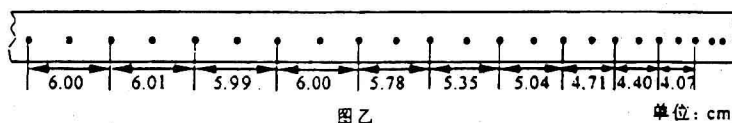


图 1-2-6

请你分析纸带数据,回答下列问题:

- (1) 该电动小车运动的最大速度为 _____ m/s;
- (2) 该电动小车的额定功率为 _____ W。

2-2 在研究材料 A 的热膨胀特性时,可采用如图 1-2-7 所示干涉实验法, A 的上表面是一光滑平面,在 A 的上方放一个透明的平行板 B, B 与 A 上表面平行,在它们间形成一个厚度均匀的空气膜。现在用波长为 λ 的单色光垂直照射,同时对 A 缓慢加热,在 B 上方观察到 B 板的亮度发生周期性变化。当温度为 t_1 时最亮,然后亮度逐渐减弱至最暗;当温度升到 t_2 时,亮度再一次回到最亮,则()。

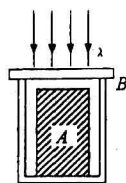


图 1-2-7

- (A) 出现最亮时, B 上表面反射光与 A 上表面反射光叠加后加强;
- (B) 出现最亮时, B 下表面反射光与 A 上表面反射光叠加后相抵消;
- (C) 温度从 t_1 升至 t_2 过程中, A 的高度增加 $\frac{\lambda}{4}$;
- (D) 温度从 t_1 升至 t_2 过程中, A 的高度增加 $\frac{\lambda}{2}$ 。

2-3 如图 1-2-8 所示是一种测定液面高度的电容式传感器的示意图。金属棒与导电液体构成一个电容器,将金属棒和导电液体分别与直流电源的两极相连接,从电容 C 和导电液体与金属棒间的电压 U 的变化就能反映液面的升降情况,即

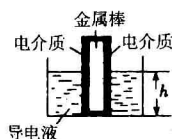


图 1-2-8

- (A) 电源接通后,电容 C 减小,反映 h 减小;
- (B) 电源接通后,电容 C 减小,反映 h 增大;
- (C) 电源接通再断开后,电压 U 减小,反映 h 减小;
- (D) 电源接通再断开后,电压 U 减小,反映 h 增大。

以上判断正确的是()

2-4 有人利用安装在气球载人舱内的单摆来测定气球的高度 h (把地球看作质量均匀分布的半径为 R 的球体): (1) 需要测哪些物理量; (2) 测得的高度表达式 $h =$ _____。

2-5 如图 1-2-9 是一种测通电螺线管中磁场的磁感应强度大小的装置。把一个很小的测量线圈放在待测处,线圈与测量电量的电表 Q 串联,当用双刀双掷开关 S 使螺线管的电流反向时,测量线圈中就产生感应电动势,从而引起电荷的迁移,由 Q 表测出迁移的电荷量,就可以算出线圈所

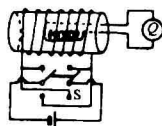


图 1-2-9

在处的磁感应强度。已知测量线圈共有 N 匝,线圈的直径为 d ,它和 Q 表串联电路的总电阻为 R ,采用上述测法时,电量表的读数为 q ,则被测处磁感应强度 $B =$ _____。

2-6 用如图 1-2-10 所示的装置可测水的作用力,质量为 m 的小铅球 P 系在细金属丝下,悬挂在 O 点, BC 为在水平方向固定的一根粗细均匀的电阻丝, C 端在 O 点正下方,且 $OC = h$, BC 长为 l , BC 与金属丝接触良好,接触点为 D ,不计接触点 D 处的摩擦和金属丝电阻。将小铅球 P 放入水平流动的水中时,球向左摆起一定的角度 θ ,水流速度越大, θ 越大。现取一电动势为 E 、内阻不计的电源和一只电压表,用这些器材连成测量电路,使水不流动时,电压表示数为零,水流速度增大时,电压表示数越大。

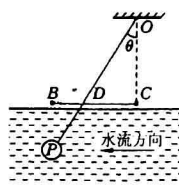


图 1-1-10

(1) 画出电路图(B 、 C 、 O 均可接线)。

(2) 若小球平衡时,电压表读数为 U ,用 m 、 l 、 h 、 E 、 U 表示水的作用力 F , $F =$ _____。

2-7 如图 1-2-11 所示,为一实验小车中利用光电脉冲测量车速和行程的装置的示意图, A 为光源, B 为光电接收器, A 、 B 均固定在车身上, C 为小车的车轮, D 为与 C 同轴相连的齿轮。车轮转动时, A 发出的光束通过旋转齿轮上齿的间隙后变成脉冲光信号,被 B 接收并转换为电信号,由电子电路记录和显示。若实验的速度和行程的脉冲数为 n ,累计脉冲数为 N ,则要测出小车的速度和行程还必须测量的物理量或数据是 _____。

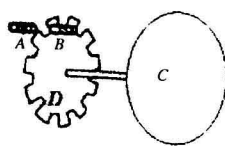


图 1-2-11

小车速度的表达式为 $v =$ _____;行程的表达式为 $s =$ _____。

2-8 磁场具有能量,磁场中单位体积所具有的能量叫做能量密度,其值为 $B^2/2\mu$,式中 B 是磁感应强度, μ 是磁导率,在空气中 μ 为一已知常数。为了近似测得条形磁铁磁极端面附近的磁感强度 B ,一学生用一根端面面积为 A 的条形磁铁吸住一相同面积的铁片 P ,再用力将铁片与磁铁拉开一段微小的距离 Δl ,并测出拉力 F ,如图 1-2-12 所示。因为 F 所作的功率等于间隙中磁场的能量,所以由此可得磁感强度 B 与 F 、 A 之间的关系为 $B =$ _____。

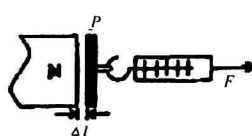
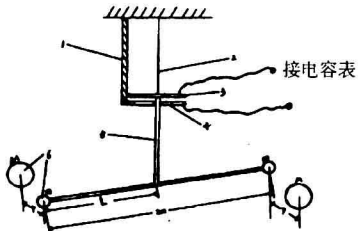


图 1-2-12

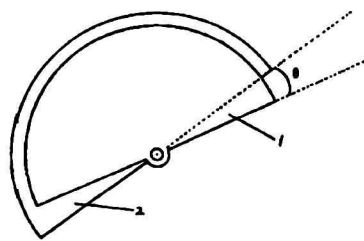
2-9 利用力电传感器可测万有引力常量 G 。

1. 实验装置如图 1-2-13 所示,可变电容器如图 1-2-14 所示。



- 1. 铁制支架 2. 金属铰 3. 动片
- 4. 定片 5. T 形架 6. 金属球

图 1-2-13



- 1. 动片 2. 定片

图 1-2-14

2. 实验步骤如下:

- ① 先在 T 形架的竖直方向安装电容器并通过金属丝悬挂在大支架上。
- ② 将两个金属球分别固定在 T 形架水平部分的两端。
- ③ 另外的两个金属球分别放在两个小支架上(图中未画出支架)。
- ④ 把电容器的两根导线接入电容表并调节 T 形架使之平衡(包括横向平衡与纵向平衡)。

⑤ 打开电容表的电源开关,把分别位于两个小支架上的金属球同时向 T 形架两端的金属球靠近。

⑥ 观察电容表显示器上电容的变化,记录下相关数据。

假设电介质的介电常数 ϵ 、静电力常量 k 、金属丝的扭转力矩与扭转角度的比例 A 为已知。

请观察实验装置示意图,体验实验步骤的描述。

(1) 指出该实验原理_____。

(2) 推导出引力常量 G 的表达式(用测得的物理量表示)_____。

2-10 提供如下仪器:天平、直尺、斜槽、小球、水平桌面(其余实验仪器可根据需要自选)。请设计一个实验,测出小球 B 从斜槽 A 的顶端由静止滑下到底端的过程中,摩擦力对 B 做的功,并验证平抛运动过程中机械能守恒。要求:

- (1) 简要画出实验装置图;
- (2) 简要写出实验步骤并简要说明实验中要测的物理量;
- (3) 写出实验结果的表达式(重力加速度 g 已知)。
- (3) 规律总结

凡是实验现象的观察、实验数据的处理,以及实验结果的分析必然联系到物理原理和公式,可将较难测量与容易测量、间接测量与直接测量的转换,作为实验手段。

3. 替代法

(1) 方法技能

所谓替代法,就是用一个标准的已知量替代被测量,并调整此标准量,使整个测量系统恢复到替代前的状态,则被测量等于标准量;或者另辟蹊径,选用别的实验器材和实验方法来替代难以测量的物理量。

譬如,测一块三角形金属板的重心位置,先用支点物体撑起三角形金属板处于平衡状态(用力矩平衡),找重心位置。再撤去支撑物,用悬线系于金属板的任意两个顶点处(用共点力平衡),用悬挂法替代找重心位置。

又如,测未知电阻的阻值,可以用欧姆表直接测量,也可用伏安法、半偏法、电桥法等多种实验途径替代,达到同样的测量目标。

替代法能使测量变得简易些,有时用它可减少系统误差,还能活跃实验思维。

(2) 考题启迪

▲ 原创经典 1:[2004 年全国理综 22 题]用图 1-3-1 中器材测量一待测电阻 R_x 的阻值($900 \sim 1\,000\Omega$):

电源 E ,具有一定内阻,电动势约为 $9.0V$;电压表 V_1 ,量程为 $1.5V$,内阻 $r_1 = 750\Omega$;电压表 V_2 ,量程为 $5V$,内阻 $r_2 = 2\,500\Omega$;滑线变阻器 R ,最大阻值约为 100Ω ;

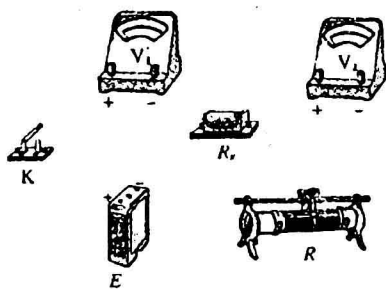


图 1-3-1

单刀单掷开关 K, 导线若干。

(1) 测量中要求电压表的读数不小于其量程的, 试画出测量电阻 R_x 的一种实验电路原理图(原理图中的元件要用题图中相应的英文字母标注)。

(2) 根据你所画的电路原理图在题给的实物图上画出连线。

(3) 若电压表 V_1 的读数用 U_1 表示, 电压表 V_2 的读数用 U_2 表示, 则由已知量和测得量表示 R_x 的公式为 $R_x =$ _____。

经典题详解 (1) 如果将 V_1 作电压表, 则 V_1 、 R_x 并联, 再与 V_2 串联(相当于电流表外接法), 用流过两电压表的电流差来算出流过 R_x 的电流, 这样可测出 R_x 的电阻, 且 V_1 、 V_2 表的示数也可满足题设要求, 即设计成下面的图 1-3-2。

如果将 V_2 作电压表, 将 V_1 作电流表与 R_x 串联, 再与 V_2 并联, 当 V_1 两端取 1.5V 时, 可算出此时 V_2 两端电压最大为 3.5V, 既不超量程, 又满足两电压表读数要求。又因为滑动变阻器 R 的最大阻值比待测电阻小得多, 限流式接法会使电压表的两端电压超过其量程, 故也采用分压式接法, 设计成图 1-3-3。

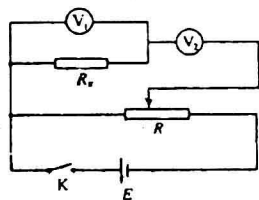


图 1-3-2

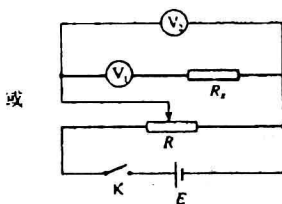


图 1-3-3

(2) 连线实物如图 1-3-4 或图 1-3-5 所示

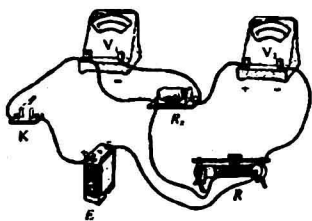


图 1-3-4

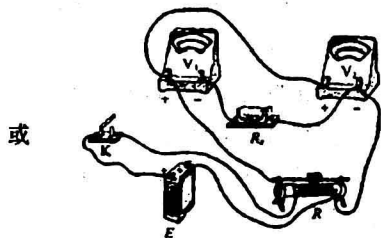


图 1-3-5

(3) 对实物图中的图 1-3-4, 根据电流关系有

$$\frac{U_2}{r_2} = \frac{U_1}{R_x} + \frac{U_1}{r_1}, \text{化简得 } R_x = \frac{U_1 r_1 r_2}{U_2 r_1 - U_1 r_2}.$$

对实物图中的图 1-3-5, 根据电压关系有

$$U_2 = \frac{U_1 + U_1 R_x}{r_1}, \quad R_x = \frac{(U_2 - U_1)}{U_1} r_1.$$

考点分析 这是一道富有创意的伏安法测电阻实验题, 变常规的伏安法为双电压表测未知电阻 R_x 。采用替换方法, 把其中的一只小量程电压表和 R_x 并联替代为电流表, 或者把其中的一只大量程电压表和 R_x 串联替代为电压表。在推理分析的基础上, 确定电流表的内接法和外接法, 同时要求考生既会画实验原理图, 又要正确连实物图。实验思维是开放的 (有两种不同的实验原理图和对应的 R_x 测量值)。

名题联想 如图 1-3-6 所示, 光滑水平轨道与光滑圆弧轨道相切, 轻弹簧的一端固定在轨道的左端; OP 是可绕 O 点转动的轻杆, 且摆到某处就能停在某处; 另有一小钢球, 现在利用这些器材测定弹簧被压缩时的弹性势能。



图 1-3-6

- (1) 还需要的器材是_____。
- (2) 以上测量实际上是把对弹性势能的测量转化为对_____的测量, 进而转化为对_____和_____的直接测量。

解析: 高中物理教学中不给出 $E_p = \frac{1}{2} kx^2$ 的公式, 所以实验运用能量守恒规律, 把易测重力势能替代不易测量的弹性势能。由 $E_p = mgh$ 可知还需要的器材是天平、刻度尺, 直接测量质量和高度。

巩固提高

3-1 同学们在开展研究性学习的活动中, 为了测量自行车在行驶中的阻力系数 $k = \frac{f}{mg}$, 其中自行车所受的阻力 f 无法直接测量, 所以, 他们用替代的方法依次做了以下几件事情:

- (1) 找一段平直的路面, 并在路面上画一条起点线;
- (2) 用较快的初速度骑车过起点线, 按下秒表, 并从车架上放下一团很容易辨别的橡皮泥;
- (3) 自行车驶过起点线后就不再蹬自行车的脚踏板, 而让其依靠惯性沿直线继续前进;
- (4) 待自行车停下, 立即按下秒表, 记录自行车行驶的时间 t ;
- (5) 用卷尺量出起点线到橡皮泥落地的距离 s 、起点线到终点的距离 L 及车架离地面的高度 h 。

根据上述操作, 得出自行车在行驶中的阻力系数 $k = \underline{\hspace{2cm}}$ (要求用测量得到的物理量来表示); 上述操作中_____。

3-2 某同学想粗略测定他对作竖直上抛的石子做了多少功, 在满足测量尽可能简单、方便的前提下 (取当地重力加速度为 g),

- (1) 他需要测定的量有_____;