

用DIS研究机械能守恒定律

一、学习要求(P64):

6.1.7 设计“用DIS研究机械能守恒定律”的实验

- ①知道实验目的;
- ②能设计实验方案;
- ③能参照设计的实验方案,独立完成相关操作;
- ④能根据实验数据得出结论

二、核心考点:

- 1.知道实验仪器的名称,了解光电门传感器测速原理;
- 2.知道实验的原理;
- 3.正确表述实验结论;
- 4.会区分 $E-h$ 、 E_p-h 与 E_k-h 图像;
- 5.会误差分析。

三、实验器材

机械能守恒实验器、DIS（光电门传感器、数据采集器、计算机等）

四、实验原理

分别测定摆球在摆动过程中任意时刻的动能和势能，研究机械能的总量有什么特点。

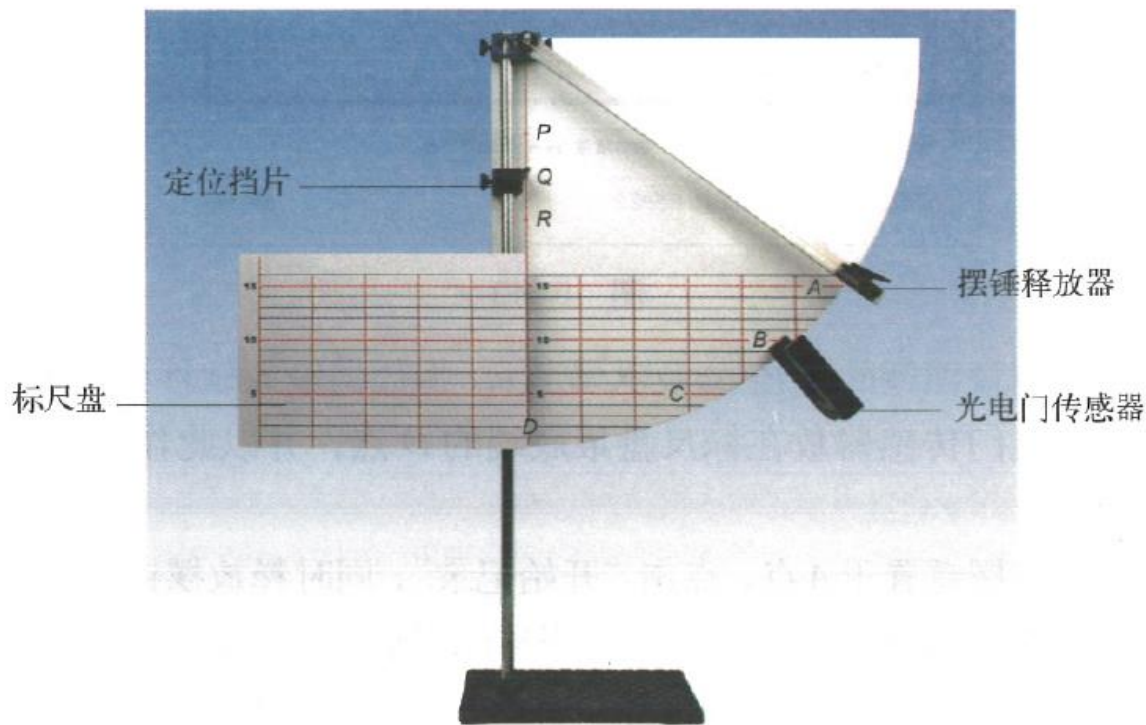
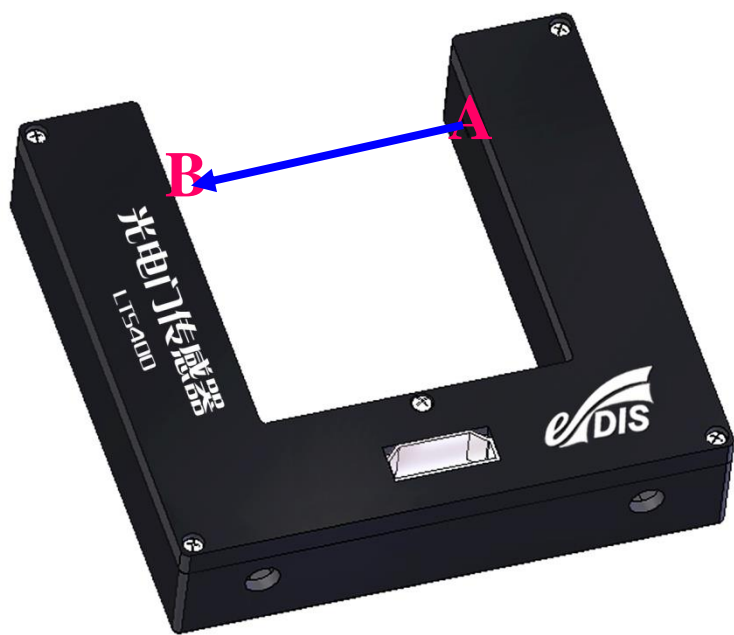


图 5-42

光电门传感器工作原理



A管发射红外线，B管接受红外线。A、B之间无挡光物时，电路断开；有物体挡光时，电路接通。计算机根据挡光物体的宽度和挡光时间，自动算出物体的运动速度。

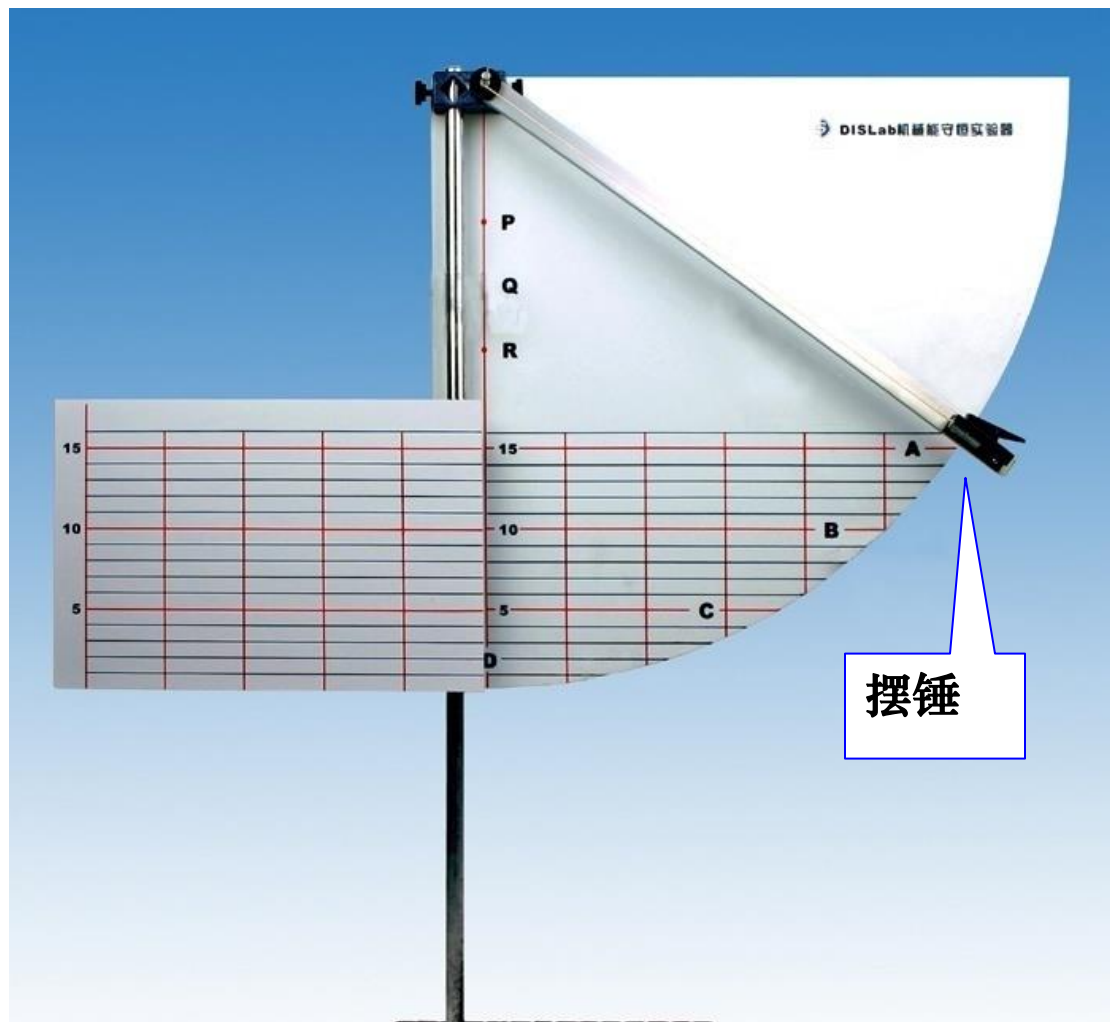
实验操作

五、 实验内容

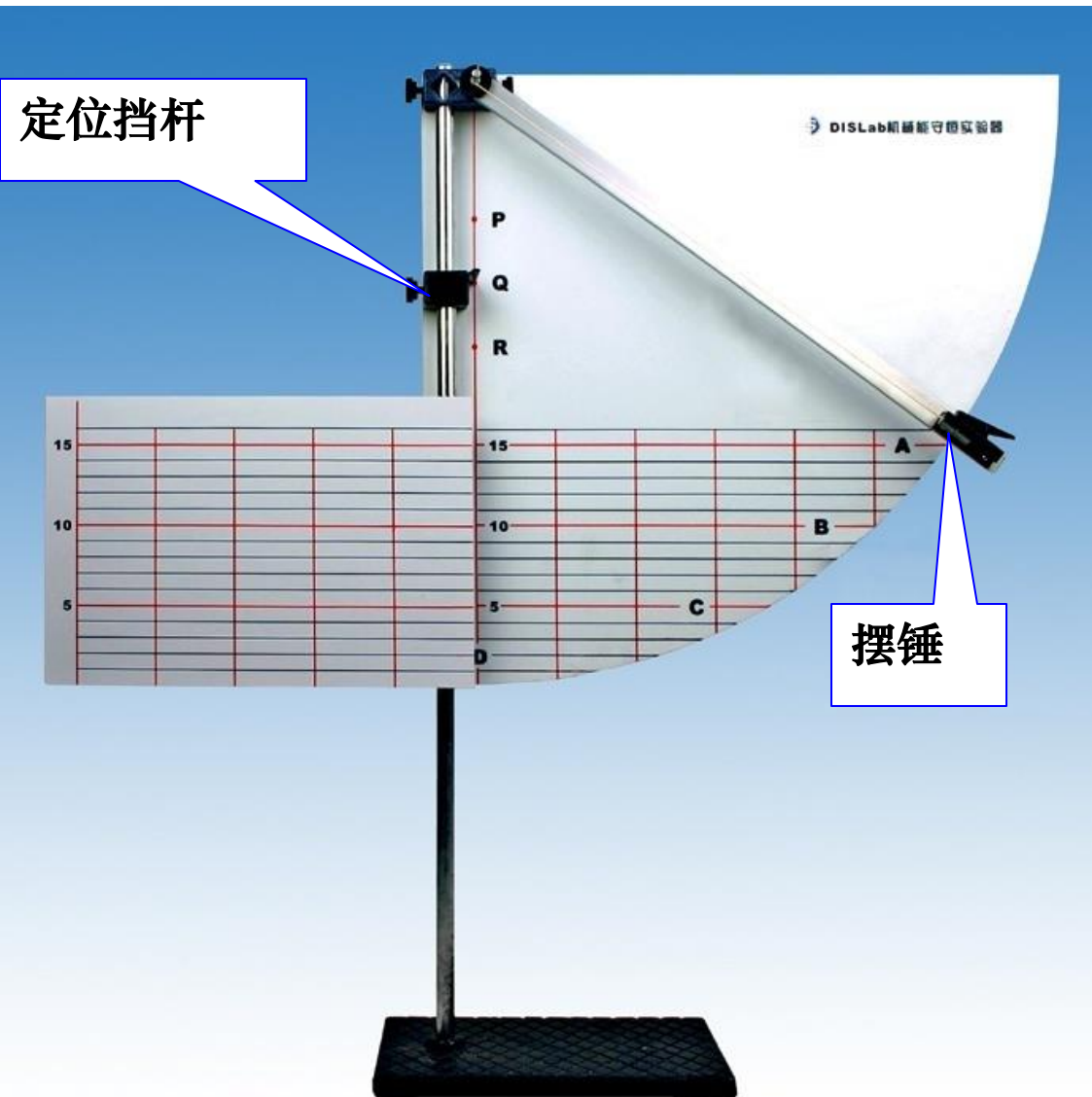
实验1： 同一位置释放的摆锤， 当摆线长度不同时， 摆锤上升的最大高度

实验方法：

将摆锤置于A点并释放，观察它摆到左边最高点时的位置，与A点位置是否相同？



实验1：同一位置释放的摆锤，当摆线长度不同时，摆锤上升的最大高度

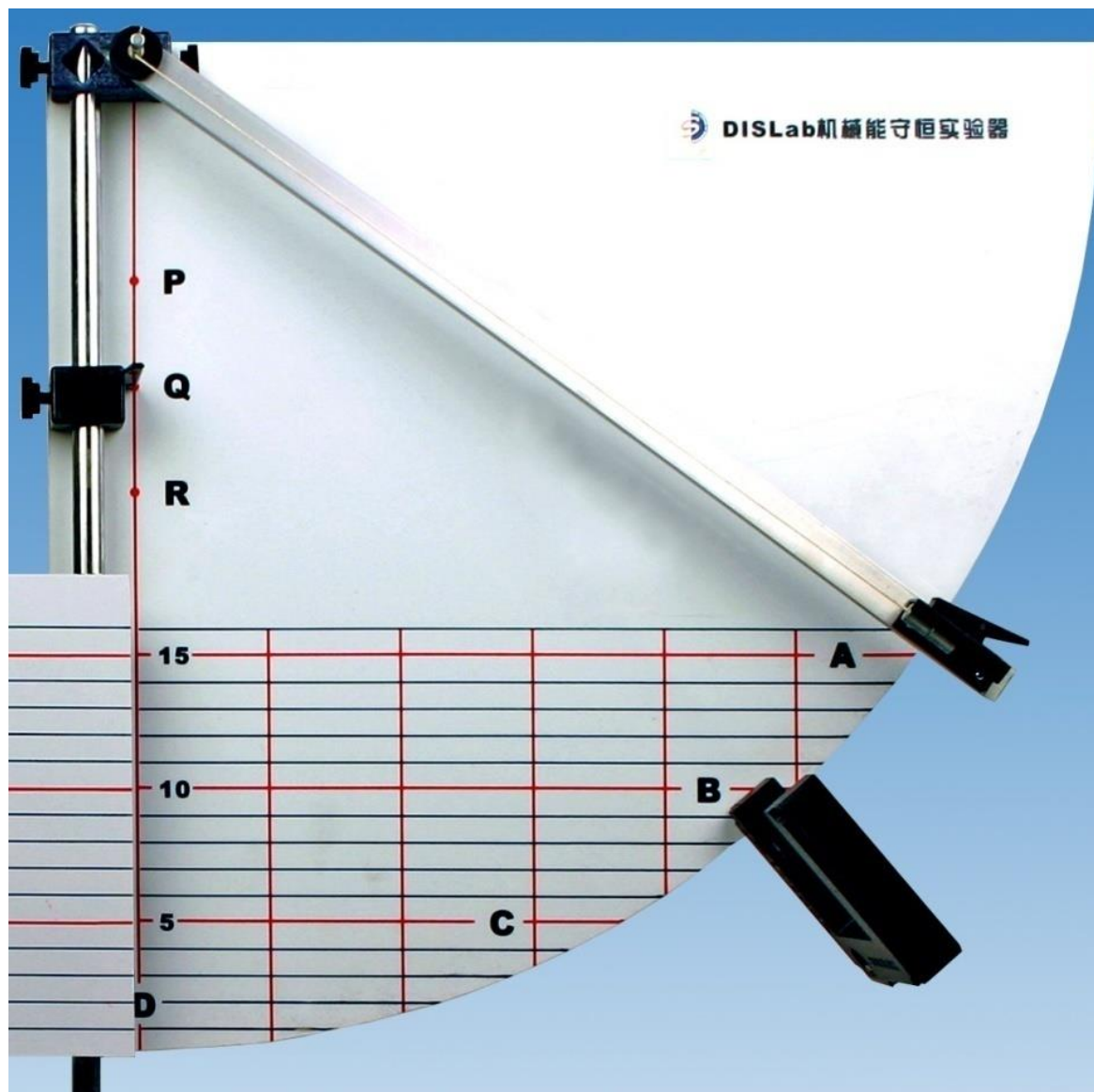


- 定位挡杆置于P点，再次释放摆锤，观察摆锤向左摆起的最大高度。
- 依次将定位挡片下移至Q、R等位置，重复上述实验。

实验2：动能与势能转化的规律

将光电门先后置于D、C、B点，分别测量各点的势能和动能。

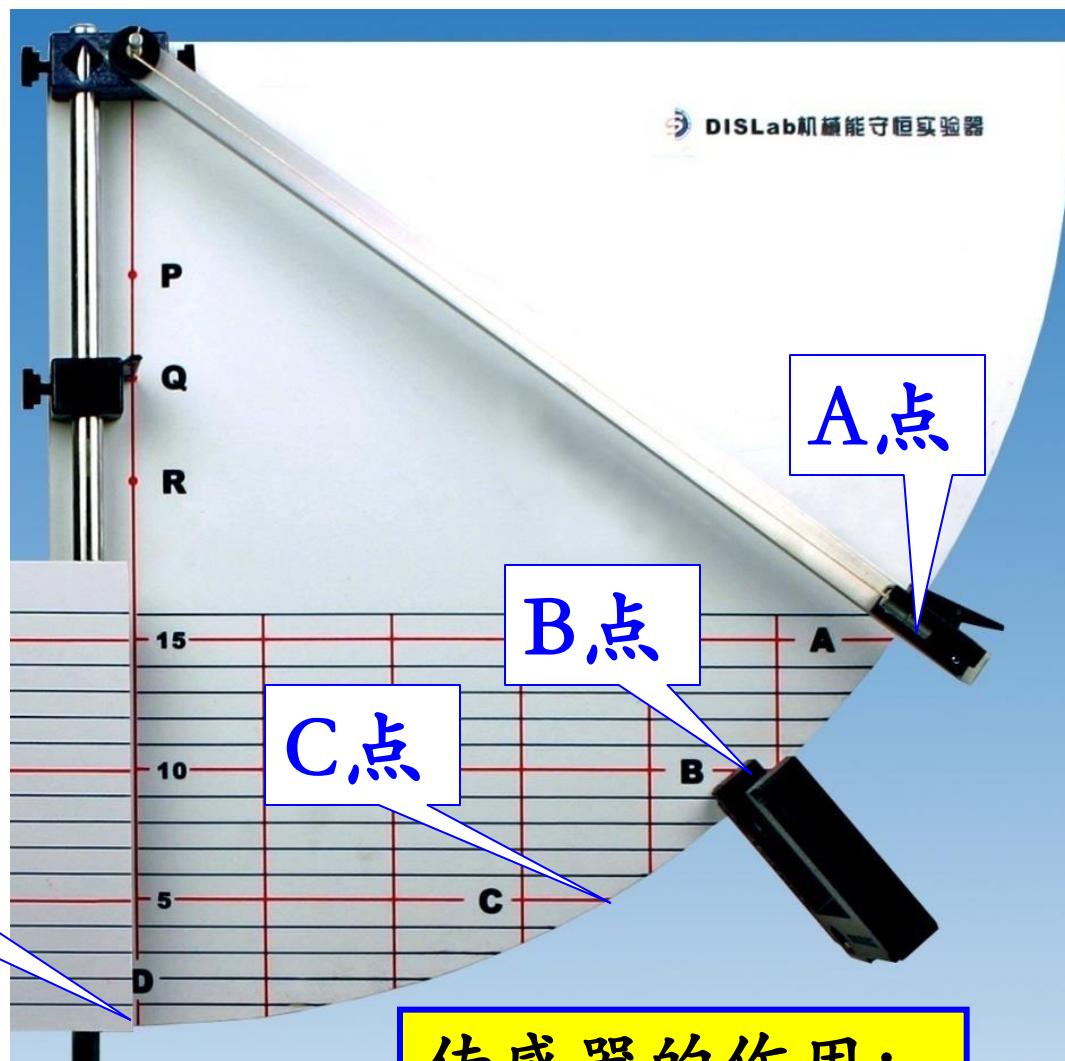
各点的势能和动能可以转化，但总的机械能不变。



动能与势能转化的规律

- 摆锤从A点释放。
- 光电门先后置于D、C、B各点。

D点位于标尺盘的边缘处



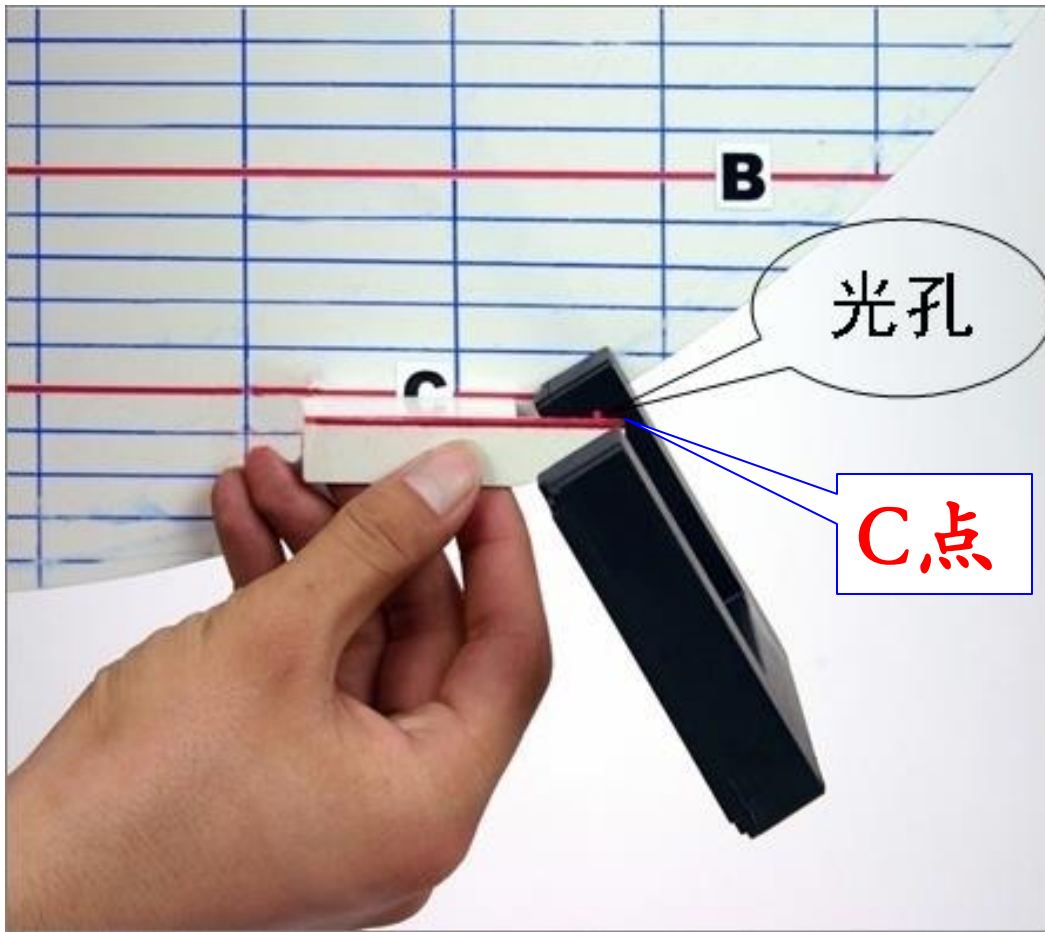
传感器的作用：
测量摆锤的速度

次数	D	C	B	A
高度 h/m	0.000	0.050	0.100	0.150
速度 $v/m \cdot s^{-1}$	黄色区域 可修改数据			0
势能 E_p/J				
动能 E_k/J				
机械能 E/J	输入摆锤的直径			

挡光片宽度 $\Delta s =$ (m) 物体质量 $m =$ (kg)

顺序 位置

光电门置于C点



- 利用辅助尺，使光电门的接收孔位于C点的延长线上。

计算各点的势能、动能和机械能

次数	D	C	B	A
高度 h/m	0.000	0.050	0.100	0.150
速度 $v/m \cdot s^{-1}$	1.7316	1.4636	0.9950	0
势能 E_p/J	0.0000	0.0037	0.0074	0.0110
动能 E_k/J	0.0112	0.0080	0.0037	0.0000
机械能 E/J	0.0112	0.0117	0.0111	0.0110

挡光片宽度 $\Delta s = 0.008$ (m) 物体质量 $m = 0.0075$ (kg)

开始记录

停止记录

清除本次数据

数据计算



返回

小结:

本实验分成**定性研究a**和**定量研究b**两部分:

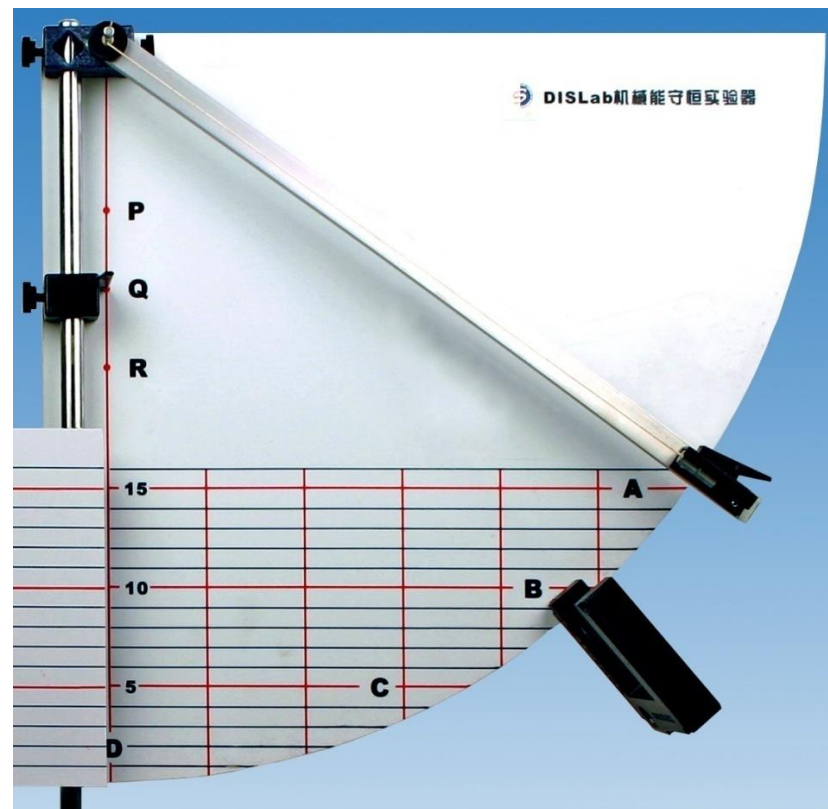
a) 通过改变定位挡片的位置, 改变摆锤向左摆动时摆绳的长度。观察摆锤每次摆到左边最高点时的位置与释放点位置的高度关系, 只能定性地得到摆锤在这两个位置机械能相等的结论。

b) 通过DIS测定摆球在不同位置的瞬时速度, 从而通过DIS软件求得摆球在该位置的动能, 同时输入摆锤的高度, 求得摆锤在该位置的重力势能, 进而研究重力势能与动能转化时的规律。

六、 实验操作注意事项

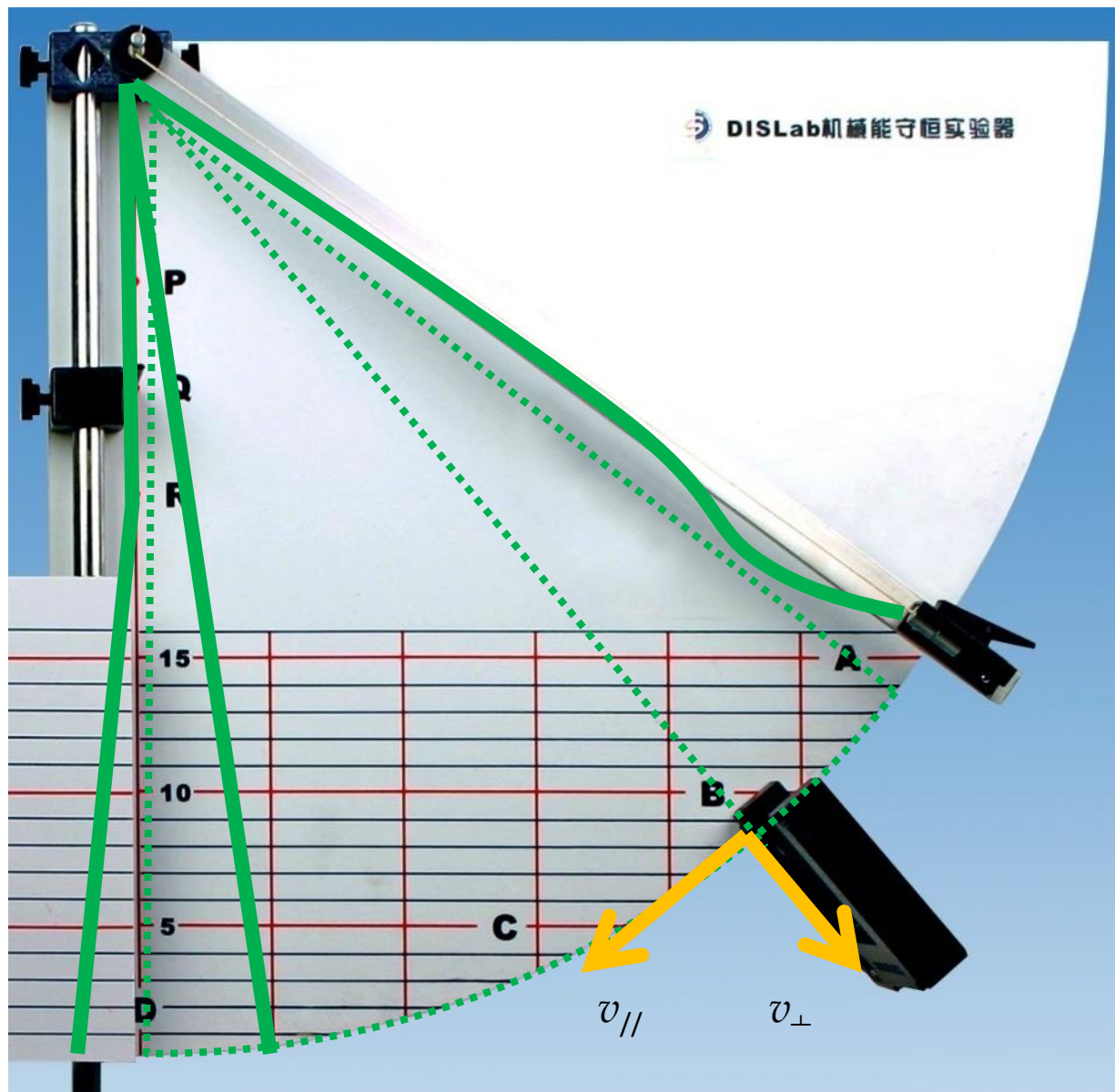
1. 实验中可测量计算机默认高度处 (A、B、C、D) 的机械能，也可自选其他位置并通过键盘输入所测量高度的数值。
2. 实验中A、B、C、D四点相对于摆锤最低点的高度为0.150m、0.100m、0.050m、0.000m已由计算机默认，不必输入。
3. 若测量计算机默认高度处的机械能，光电门传感器的定位顺序是D、C、B。

次数	D	C	B	A
高度 h/m	0.000	0.050	0.100	0.150



4. 调整光电门的高度时要将光电门的红外线发射孔或接收孔的中心位置调节到所测量的高度。
5. 实验中测量四个位置的速度需要摆球重复四次相同的运动，因此要求每次无初速度释放摆球，且释放位置保持不变。
6. 实验中摆锤的直径 Δs 和其质量 m 由老师告知，直接通过键盘输入软件界面。

7. 摆线不易伸长的线，如单根尼龙丝、胡琴丝或蜡线。
且摆锤在A点静止时摆线**不能**松驰



七、 实验误差可能原因

- 1.空气阻力使摆锤的机械能有所减少。
- 2.摆线在D、C、B位置均有不同程度的伸长量。
- 3.A、B、C、D四点定位有误差，使高度值有误差，引起求得的重力势能有误差。

用DIS描绘电场的等势线

一.学习要求: B级 《教学基本要求》 P97

8.2.6学会“用DIS描绘电场的等势线”的实验。

- ①知道实验原理;
- ②知道电极A、B模拟的是两个等量异种点电荷, 感受模拟的实验方法;
- ③能参照实验步骤完成相关操作;
- ④会根据实验探测出的等势点描绘电场的等势线。

二. 核心考点

- 1、理解电流场模拟电场的实验思想。
- 2、知道实验的操作步骤, 知道白纸、复写纸、导电纸的摆放顺序和摆放要求。
- 3、知道等量异种电荷的电场分布。

三、实验原理：

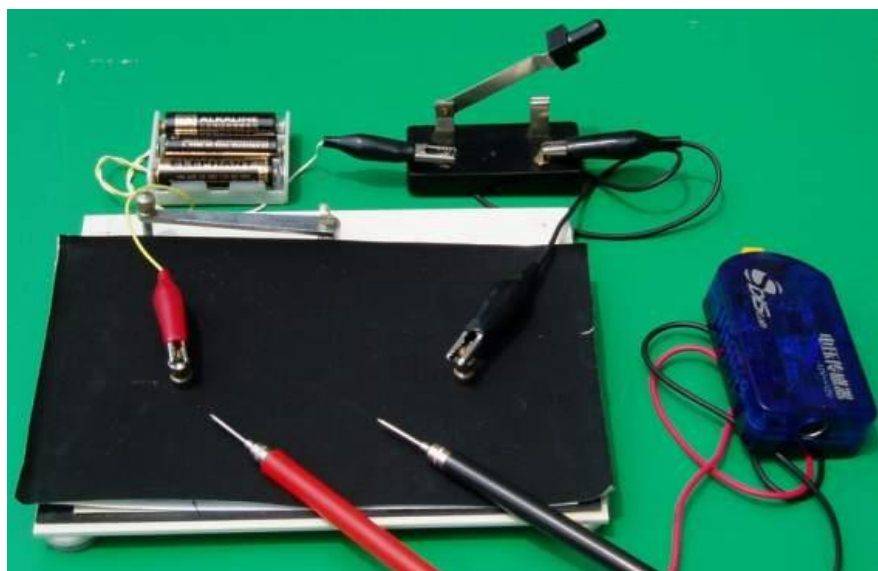
1、恒定电流场模拟等量异种电荷。

3、用DIS的电压传感器探测等势点（ $U=0$ 时就表明探针所在处的两点等势）。

4、用描迹法将等势点连成等势线。

四、实验器材：

DIS（电压感器、数据采集器、计算机等），等势线描绘实验器（塑料板、白纸、复写纸、导电纸、图钉、干电池、电键、圆柱形电极两个）。



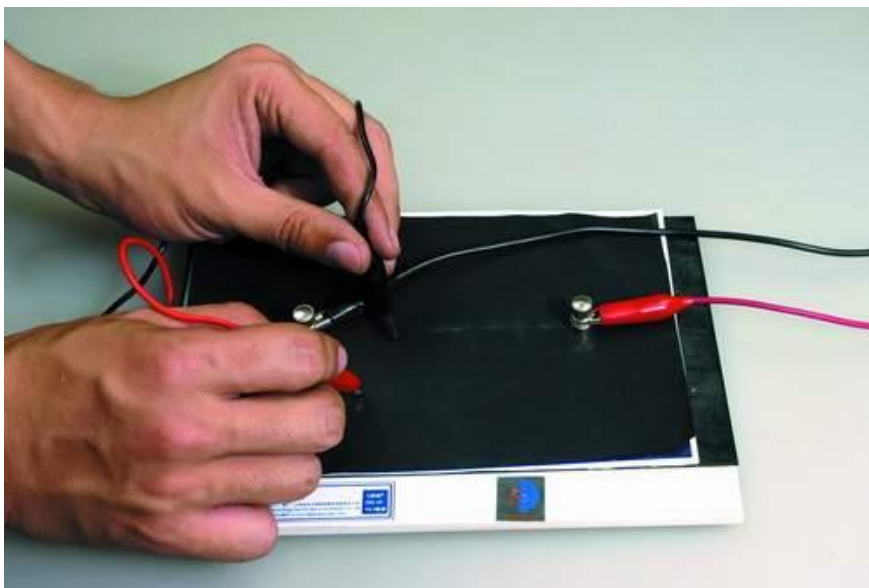
实验操作

五、实验步骤：

1. 在平整木板上，依次铺上白纸、复写纸、导电纸，导电纸有导电物质的一面向上，用图钉固定住，在导电纸上相隔约10cm放两个圆柱形电极。

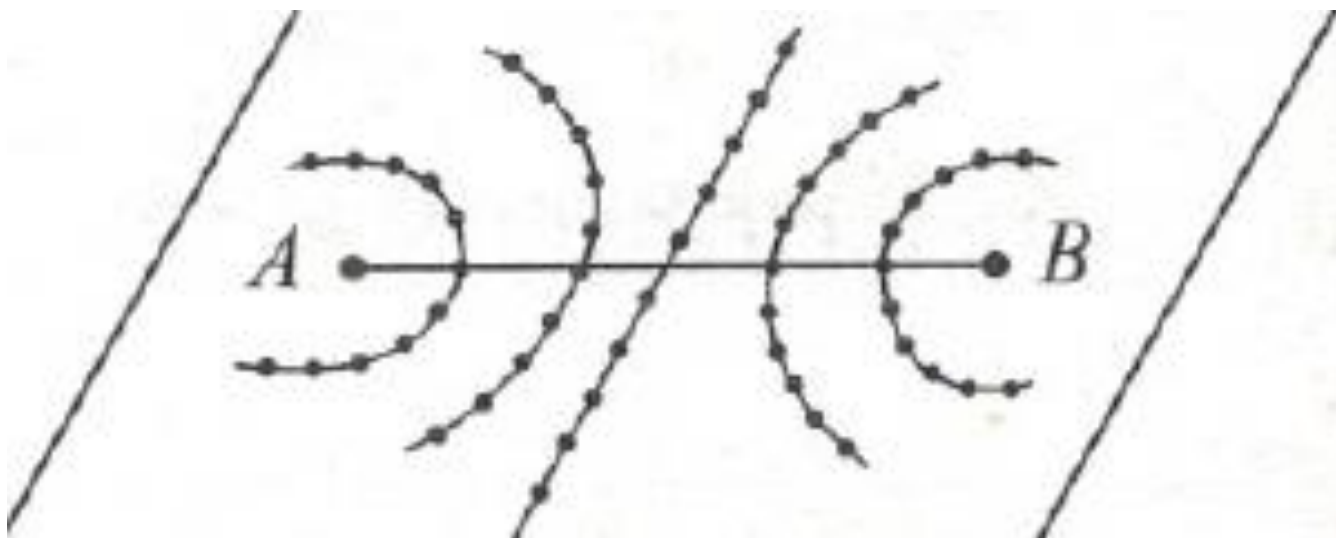
2. 将导电纸上放两个与它接触良好的圆形电极，电极A与电源的正极相连作为正电荷，电极B与电源负极相连作为负电荷。两个电极之间的距离约为10cm，电压为4~6V.两个探针通过电压传感器连到数据采集器的输入口，点击“电压测量”。

3. 将两个电极的位置压印在白纸上，在两个电极的连线上选取间隔大致相等的5个点作为基准点，并用探针把它们的位置压印在白纸上。



4. 将一个探针与导电纸上的某一基准点接触，用另一个探针在导电纸上找约相隔1cm的5个与基准点等势的点，并一一压印在白纸上，每个基准点均如此。

5. 取出白纸，根据五组等势点画出五条平滑的曲线，他们就是等势线



六、实验注意事项：

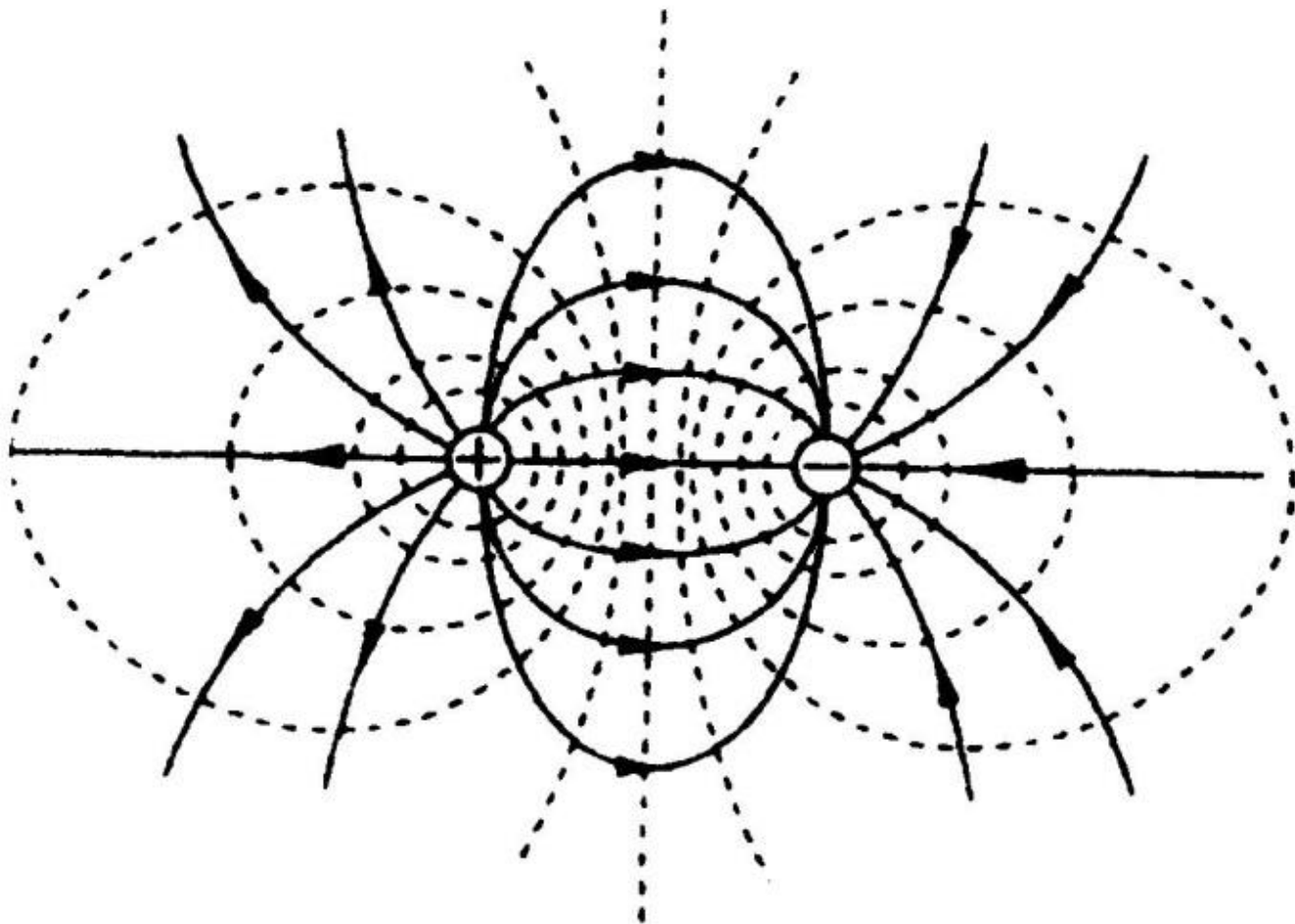
- 1、应选用厚薄均匀的导电纸，揿压时注意不要使纸破裂以免影响场的分布。
- 2、实验中，电极需与导电纸保持良好接触，塑料板、白纸、复写纸、导电纸要保持平整，白纸、复写纸、导电纸的叠放顺序不能颠倒，导电纸有导电物质的一面必须向上放置。
- 3、寻找等势点时，探针在导电纸上不要随意滑动，可采用跳跃式方法寻找等势点；找到等势点后用探针把这些点一一压印在白纸上

七、实验误差原因：

- 1、电极与导电纸接触不良，导电纸破裂影响场的分布。
- 2、寻找等势点时，该点与基准点间的电势差不为零。
- 3、找到等势点后用探针把这些点压印在白纸上时，用力过轻留点不清晰或用力过大压破导电纸

思考题：

等量异种电荷的电场线和电势分布



测定直流电动机的效率

一. 学习要求《教学基本要求》 P119

- ①知道测量原理，电动机效率等于电动机的输出功率与输入功率之比
- ②会参照实验步骤独立完成实验操作
- ③能根据所测量的数据计算效率

二. 实验目的

测定在一定电压下工作的直流电动机的效率。

三. 实验器材:

直流电动机（带长轴，额定电压4.5V）、电源、滑动变阻器、电压表、电流表、开关、盛砝码的小盘（质量已知）、停表、刻度尺、砝码若干、细绳一根、导线。

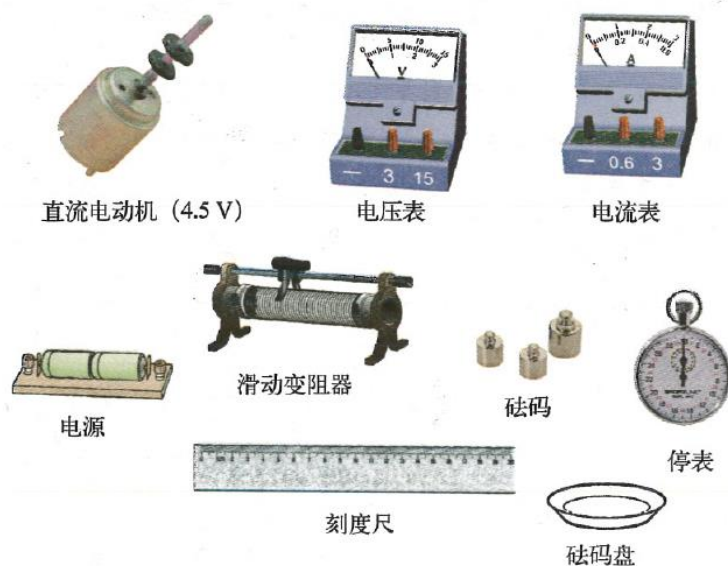
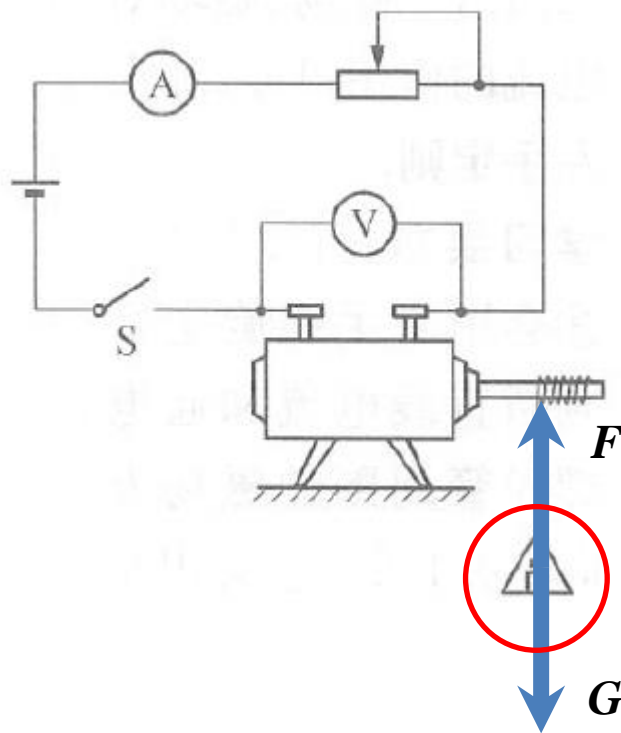


图 10-36

四、实验原理

直流电动机的输入功率 $P_{\lambda}=UI$ （ I 是通过线圈的电流， U 是输入电压），输出功率 $P_{\text{出}}=Wt$ 或 $P_{\text{出}}=Fv$ （ W 是电动机对外做的机械功， t 是做功的时间， F 是电动机产生的牵引力， v 是牵引物体的速度）。则电动机的效率为：

$$\eta = \frac{P_{\text{出}}}{P_{\lambda}} \times 100\%$$



实验操作

五. 实验步骤:

1. 将电动机与电源、滑动变阻器、电压表、电流表、开关接成实验电路。

2. 将盛砝码的小盘用细绳系住，细绳上端绕在电动机长轴上，调节盘中的砝码数使小盘上升的运动速度适中，记下小盘与盘中砝码的总质量。

3. 接通开关，**匀速后**测出小盘上升所用时间及上升高度，并记下电流、电压表的示数。

4. 计算电动机的效率。（至少测量三次）

六. 注意事项:

- 1.小盘上升的运动要匀速;
- 2.考虑到各种机械磨损, mgh 小于 $IUt - I^2rt$, r 为电动机内阻, t 为砝码盘运动时间
- 3.为了安全, 合上电键前, 滑动变阻器接入电阻要稍大
- 4.实验要多次测量求平均
- 5.为了降低测量误差, 速度不宜太大

七、误差分析

小盘运动非匀速, 使得电动机的输出功率测量有误差

1、《用 DIS 研究机械能守恒定律》的实验中：

①（多选题）下列说法中正确的是：（ ）

- (A) 摆锤每次都从摆锤释放器的位置以不同的速度向下运动
- (B) 必须测定摆锤的直径
- (C) 摆锤下落的高度可由标尺盘直接测定
- (D) 定位挡片的作用是改变摆锤的机械能

②某同学实验得到的数据界面如图 2 所示，在数据要求不太高的情况下，可得出结论：

理由是：_____

答案：BC（只有重力做功的情况下，物体的机械能保持守恒（计算出摆锤在 A、B、C、D 四点的机械能分别为 $1.125 \times 10^{-2} \text{J}$ 、 $1.11 \times 10^{-2} \text{J}$ 、 $1.08 \times 10^{-2} \text{J}$ 、 $1.05 \times 10^{-2} \text{J}$ ，各点机械能大小基本一致）

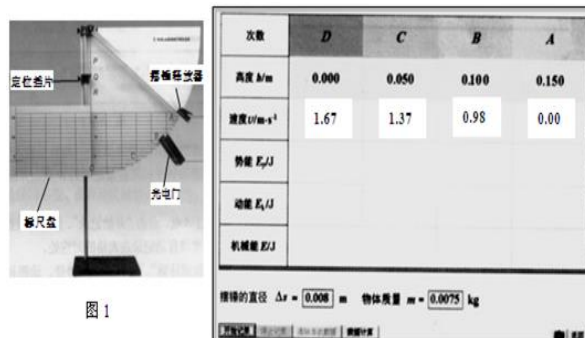


图 2

2. 将实验装置中的光电门传感器接入数据采集器，测定摆锤在某一位置的瞬时速度，从而求得摆锤在该位置的动能，同时输入摆锤的高度，求得摆锤在该位置的重力势能，进而研究势能和动能转化时的规律。实验中 A、B、C、D 四点高度为 0.150m、0.100m、0.050m、0.000m，已由计算机默认，不必输入。现某位同学要测定摆锤在 D 点的瞬时速度。其实实验装置如图

(1) 所示，接着他点击“开始记录”，同时让摆锤从图中所示位置释放，计算机将摆锤通过光电门传感器的速度自动记录在表格的对应处，如图 (2)。

①请指出该同学实验中的错误之处（ ）_____

②图 (2) 中计算机记录的数据与真实值相比将_____（填“偏大”、“偏小”或“仍准确”）

③如果从 A 点释放，在 C 点测量得到了比真实值高的速度原因可能有（ ）



图 (1)



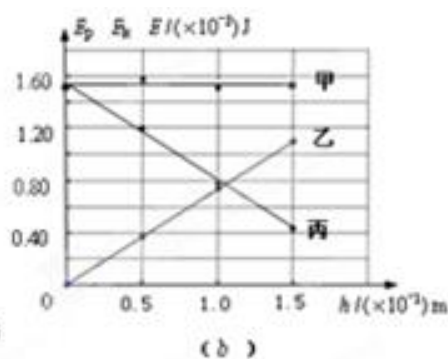
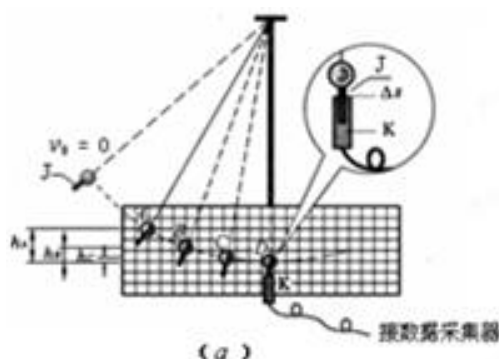
图 (2)

答案：①光电门传感器未放在标

尺盘最低端的 D 点；摆锤释放器未置于 A 点②偏小；③光电门真实位置比预计位置低

3、某同学用 DIS 研究“机械能守恒定律”的装置如图 (a) 所示，在一次实验中，选择 DIS 以图象方式显示实验的结果，所显示的图象如图 (b) 所示。图象的横轴表示小球距 D 点的高度 h，纵轴表

示摆球的重力势能 E_p 、动能



E_k 或机械能 E 。试回答下列问题：

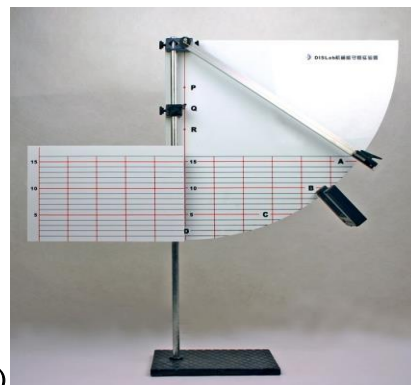
①图 (b) 的图象中，表示小球的重力势能 E_p 、动能 E_k 、机械能 E 随小球距 D 点的高度 h 变化关系的图线分别是_____（按顺序填写相应图线所对应的文字）。

②根据图 (b) 所示的实验图象，可以得出的结论_____

答案：乙、丙、甲；在实验误差允许的范围内，各点的机械能基本相等，在只有重力做功的情况下，小球的机械能守恒

4.如图 1，实验中每次都准确从同一位置静止释放摆锤，改变光电门传感器安装的高度，以同一零势能面测得四个不同位置的重力势能和动能数据。

	动能 ($\times 10^{-2} \text{J}$)	重力势能 ($\times 10^{-2} \text{J}$)	机械能 ($\times 10^{-2} \text{J}$)
A	0.00	7.50	7.50
B	2.46	5.00	7.46
C	4.91	2.50	7.41
D	7.34	0.00	7.34



①本实验中，采用的传感器是_____（填写传感器名）

②本实验中，先选取零势能面再进行实验，则零势能面位置的选取对验证摆锤动能与重力势能之和为常数_____影响（选填“有”或“无”）③分析实验数据可以发现，动能与势能之和（机械能）随测量位置的不同而不断减小，其可能的原因是：_____

④从 A 到 B, B 到 C, C 到 D, 摆锤下降相同高度损失的机械能越来越多，其原因可能是_____

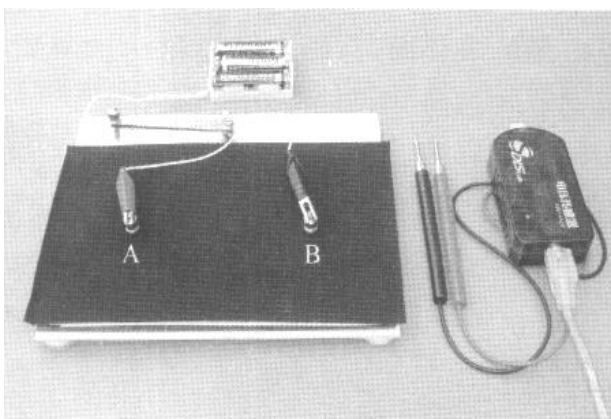
答案：①光电门（光电门传感器）②无③摆锤在摆动过程中受到空气阻力做负功，由机械能定理可知机械能减少；④摆锤越向下运动速度越大，空气阻力随速度而增大；摆锤做圆周运动，摆锤下降相同高度，经过的路程越大。

5. “用 DIS 描绘电场的等势线”实验装置

如图所示，电源正、负极分别与圆柱形电极 A、B 连接。

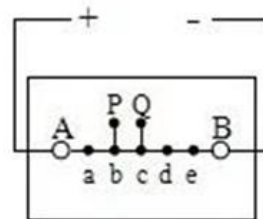
①在导电纸上产生的恒定电流场模拟了_____产生的_____；用_____传感器探测等势点。

②（多选）若用该装置描绘该电场的等差等势线（相邻等势线间电势差相同），下列操作正确的是（ ）



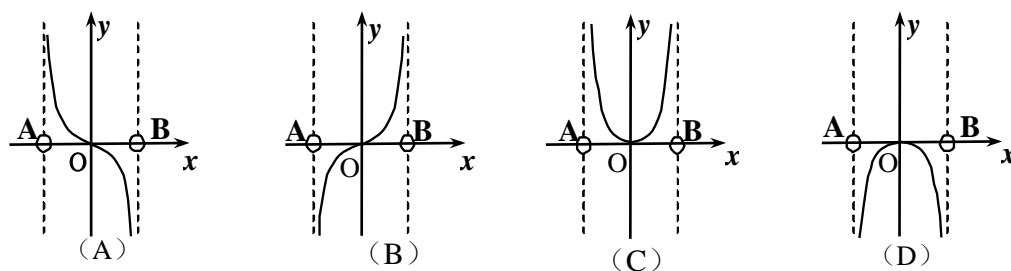
- (A) 在板上自下而上依次铺放白纸、复写纸和导电纸
 (B) 导电纸有导电物质的一面向下
 (C) 在电极 A、B 之间的连线上等距离地选取 5 个基准点
 (D) 连接传感器正、负极的红、黑色探针分别接触高、低电势处时示数为正
 (E) 本实验是用恒定的电流场模拟静电场
 (F) 若把电源电压提高到原来的 2 倍则描绘得到的等势线形状与原来不同
 (G) 本实验无法画出相应的电场线

③ 实验中, 若在两个电极的连线上选取间距相等的 a、b、c、d、e 五个点作基准点, c 为 AB 中点, 如图所示, 测得 a、b 两点间的电压为 U_1 , b、c 两点间的电压为 U_2 , 则 U_1 _____ U_2 (选填“大于”、“小于”或“等于”);



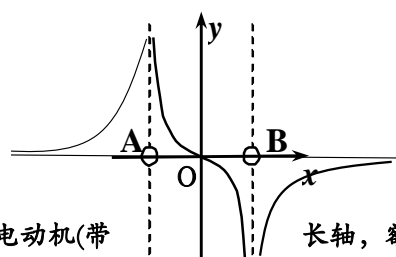
对传感器进行调零后进行测量, 如果传感器的红色探针跟导电纸上 c 接触, 黑色探针跟导电纸上 Q 点接触(已 Qc 垂直于 Pb), 传感器读数为 _____ (选填“正”、“负”、“零”); 红色探针跟导电纸上基准点 b 接触, 黑色探针跟导电纸上 P 接触, 传感器读数为 _____ (选填“正”、“负”、“零”)

④ 若以 A、B 连线为 x 轴, A、B 连线的中点 O 为坐标原点。将连接传感器正极的红色探针固定在 A、B 连线中垂线上的某一点, 沿 x 轴移动黑色探针, 记录 x 坐标和相应的传感器示数, y 轴坐标表示传感器示数, 则做出的 y-x 图线最接近下列哪个图像?



答案: 等量异种电荷 静电场 电压传感器

(2)DEFG (3) > 零 正 B 横轴上的电势分布



6. 在“测量电动机效率”的实验中实验器材如下: 直流电动机(带长轴, 额定电压 4.5V)、电压表、电流表、滑动变阻器、开关、盛砝码的砝码盘(质量已知)、砝码若干、刻度尺、细绳一根、天平、导线若干。实验步骤如下:

- ① 按实验原理图将所需电路元件连接成实验电路;
- ② 将盛砝码的小盘用细绳系住, 细绳上端绕在电动机长轴上, 记下小盘与盘中砝码的总质量;
- ③ 接通开关, 测出小盘上升所用时间及上升高度, 并记下电流、电压表的示数;
- ④ 计算电动机的效率(至少测量三次)。

上述步骤中有一个重要步骤的遗漏, 请写出: _____; 以上

实验器材中多余的一个是_____，缺少的一个是_____。

答案：调节砝码盘中的砝码数使得小盘匀速上升；天平；电源，秒表

7.在用直流电动机提升砝码来测其效率的实验中，要测定的物理量有_____（请用每项前面的数字表示）；计算电动机效率的表达式为_____（请用物理量表示）。谈一种造成误差的原因_____

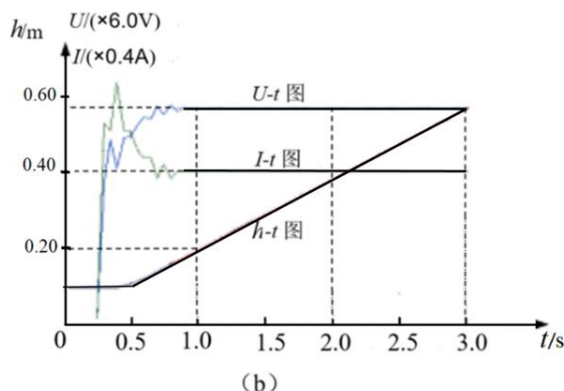
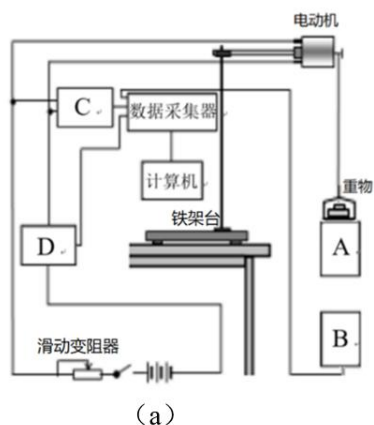
- ①砝码上升的高度 H ； ②细线的长度 L ； ③砝码的重力 G ；
④动机的绕线电阻 R ； ⑤电动机两端的电压 U ； ⑥通过电动机的电流强度 I ；
⑤ 升砝码所用的时间 t ； ⑧电动机的转速 n ； ⑨电动机的质量 m 。

答案：13567 GH/UIT 机械磨损导致 $GH/t < UI - I^2 R t$

8.DIS 测定直流电动机效率，装置和电路如图 (a)，其中 A、B、C 和 D 都是传感器。A、B 是分别是位移传感器的发射器和接收器，测重物上升高度 h 。图 (b) 是所有传感器测得的数据记录，绘在一张图上。

(1) 图 (a) 中，装置 C 是_____传感器，D 是_____传感器。AB 分别是位移传感器的发射端和接收端（请填写传感器名称以及实验装置）

(2) 如图 (a) 所示，闭合电键前，滑动变阻器滑片应处于_____。



(3) 根据 (b) 图中的 $U-t$ 、 $I-t$ 和 $h-t$ 图像，选择区域读取数据，为较精确地算出电动机的效率，则对应的时间段选取较适宜的是 ()

- (A) 0~0.5s (B) 0~1.0s (C) 1.0~2.0s (D) 1.0~3.0s

(4) 读出所选过程中 C、D 的示数，已知重物和 A 的总质量为 $m=70\text{g}$ ，重力加速度 $g=9.80\text{m/s}^2$ ，

可算得该直流电动机的效率 $\eta = \underline{\hspace{2cm}}\%$

答案：(1)电压、电流、电脑、(2)左侧

(3) D 稳定且较容易读准确（直线情况下范围越大越容易准确）

(4) 23.2

$$\frac{mgv}{UI} = 0.57 \times 6 \times 0.4 \times 0.4 / \left(\frac{0.57 - 0.2}{3 - 1} \times 0.07 \times 9.80 \right) \times 100\% = 23.2\%$$