

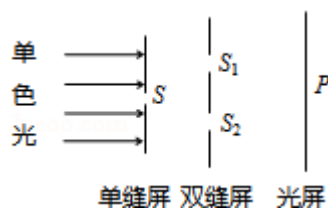
2011年北京市高考物理试卷

一、选择题（共8小题，每小题6分，满分48分）

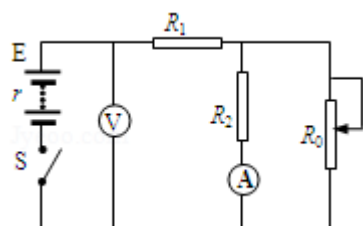
1. （6分）表示放射性元素碘131 (${}_{53}^{131}\text{I}$) β 衰变的方程是 ()

- A. ${}_{53}^{131}\text{I} \rightarrow {}_{51}^{127}\text{Sb} + {}_2^4\text{He}$ B. ${}_{53}^{131}\text{I} \rightarrow {}_{54}^{131}\text{Xe} + {}_{-1}^0\text{e}$
 C. ${}_{53}^{131}\text{I} \rightarrow {}_{53}^{130}\text{I} + {}_0^1\text{n}$ D. ${}_{53}^{131}\text{I} \rightarrow {}_{52}^{130}\text{Te} + {}_1^1\text{H}$

2. （6分）如图所示的双缝干涉实验，用绿光照射单缝S时，在光屏P上观察到干涉条纹。要得到相邻条纹间距更大的干涉图样，可以 ()



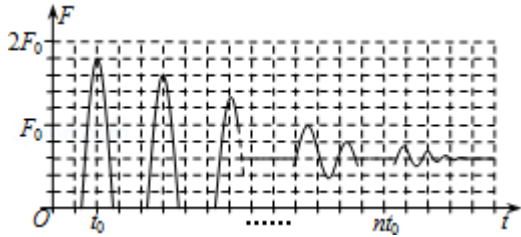
- A. 增大 S_1 与 S_2 的间距 B. 减小双缝屏到光屏的距离
 C. 将绿光换为红光 D. 将绿光换为紫光
3. （6分）由于通讯和广播等方面的需要，许多国家发射了地球同步轨道卫星，这些卫星的 ()
- A. 质量可以不同 B. 轨道半径可以不同
 C. 轨道平面可以不同 D. 速率可以不同
4. （6分）介质中有一列简谐机械波传播，对于其中某个振动质点， ()
- A. 它的振动速度等于波的传播速度
 B. 它的振动方向一定垂直于波的传播方向
 C. 它在一个周期内走过的路程等于一个波长
 D. 它的振动频率等于波源的振动频率
5. （6分）如图所示电路，电源内阻不可忽略。开关S闭合后，在变阻器 R_0 的滑动端向下滑动的过程中 ()



- A. 电压表与电流表的示数都减小
 B. 电压表与电流表的示数都增大

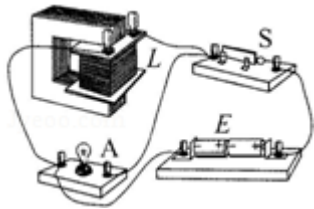
- C. 电压表的示数增大，电流表的示数减小
- D. 电压表的示数减小，电流表的示数增大

6. (6分) “蹦极”就是跳跃者把一端固定的长弹性绳绑在踝关节等处，从几十米高处跳下的一种极限运动。某人做蹦极运动，所受绳子拉力F的大小随时间t变化的情况如图所示。将蹦极过程近似为在竖直方向的运动，重力加速度为g。据图可知，此人在蹦极过程中最大加速度约为 ()



- A. g
- B. 2g
- C. 3g
- D. 4g

7. (6分) 某同学为了验证断电自感现象，自己找来带铁心的线圈L、小灯泡A、开关S和电池组E，用导线将它们连接成如图所示的电路。检查电路后，闭合开关S，小灯泡发光；再断开开关S，小灯泡仅有不显著的延时熄灭现象。虽经多次重复，仍未见老师演示时出现的小灯泡闪亮现象，他冥思苦想找不出原因。你认为最有可能造成小灯泡未闪亮的原因是 ()



- A. 电源的内阻较大
- B. 小灯泡电阻偏大
- C. 线圈电阻偏大
- D. 线圈的自感系数较大

8. (6分) 物理关系式不仅反映了物理量之间的关系，也确定了单位间的关系。如关系式 $U=IR$ 既反映了电压、电流和电阻之间的关系，也确定了V（伏）与A（安）和 Ω （欧）的乘积等效。现有物理量单位：m（米）、s（秒）、N（牛）、J（焦）、W（瓦）、C（库）、F（法）、A（安）、 Ω （欧）和T（特），由它们组合成的单位都与电压单位V（伏）等效的是 ()

- A. $\frac{J}{C}$ 和 $\frac{N}{C}$
- B. $\frac{C}{F}$ 和 $T \cdot m^2/s$
- C. $\frac{W}{A}$ 和 $C \cdot T \cdot m/s$
- D. $\frac{1}{W^2} \cdot \Omega^2$ 和 $T \cdot A \cdot m$

二、解答题（共1小题，满分18分）

9. （18分）（1）用如图1所示的多用电表测量电阻，要用到选择开关K和两个部件S、T. 请根据下列步骤完成电阻测量：

- ①旋动部件_____，使指针对准电流的“0”刻线。②将K旋转到电阻挡“ $\times 100$ ”的位置。
- ③将插入“+”、“-”插孔的表笔短接，旋动部件_____，使指针对准电阻的（填“0刻线”或“ ∞ 刻线”）。
- ④将两表笔分别与待测电阻相接，发现指针偏转角度过小。为了得到比较准确的测量结果，请从下列选项中挑出合理的步骤，并按_____的顺序进行操作，再完成读数测量。

- A. 将K旋转到电阻挡“ $\times 1k$ ”的位置 B. 将K旋转到电阻挡“ $\times 10$ ”的位置
- C. 将两表笔的金属部分分别与被测电阻的两根引线相接
- D. 将两表笔短接，旋动合适部件，对电表进行校准

（2）如图2，用“碰撞实验器”可以验证动量守恒定律，即研究两个小球在轨道水平部分碰撞前后的动量关系。

①实验中，直接测定小球碰撞前后的速度是不容易的。但是，可以通过仅测量_____（填选项前的符号），间接地解决这个问题。

- A. 小球开始释放高度h B. 小球抛出点距地面的高度H
- C. 小球做平抛运动的射程

②图2中O点是小球抛出点在地面上的垂直投影。实验时，先让入射球 m_1 多次从斜轨上S位置静止释放，找到其平均落地点的位置P，测量平抛射程OP。

然后，把被碰小球 m_2 静置于轨道的水平部分，再将入射球 m_1 从斜轨上S位置静止释放，与小球 m_2 相碰，并多次重复。接下来要完成的必要步骤是_____。（填选项前的符号）

- A. 用天平测量两个小球的质量 m_1 、 m_2
- B. 测量小球 m_1 开始释放高度h
- C. 测量抛出点距地面的高度H
- D. 分别找到 m_1 、 m_2 相碰后平均落地点的位置M、N

E. 测量平抛射程OM, ON

③若两球相碰前后的动量守恒, 其表达式可表示为_____

(用②中测量的量表示); 若碰撞是弹性碰撞, 那么还应满足的表达式为__

(用②中测量的量表示)。

④经测定, $m_1=45.0\text{g}$, $m_2=7.5\text{g}$, 小球落地点的平均位置距O点的距离如图3所示

。碰撞前、后 m_1 的动量分别为 p_1 与 p_1' , 则 $p_1: p_1'=\underline{\hspace{2cm}}$

: 11; 若碰撞结束时 m_2 的动量为 p_2' , 则 $p_1': p_2'=11: \underline{\hspace{2cm}}$ 。

实验结果表明, 碰撞前、后总动量的比值 $\frac{p_1}{p_1 + p_2}$ 为_____。

⑤有同学认为, 在上述实验中仅更换两个小球的材质, 其它条件不变, 可以使

被碰小球做平抛运动的射程增大。请你用④中已知的数据, 分析和计算出被

碰小球 m_2 平抛运动射程ON的最大值为_____cm。

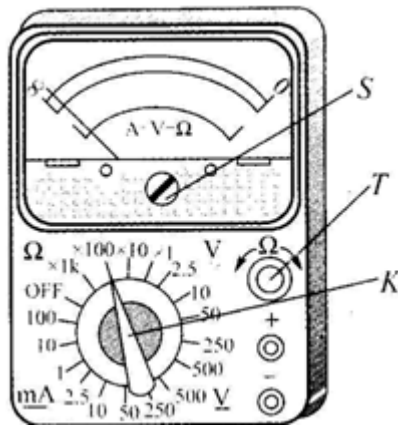


图1

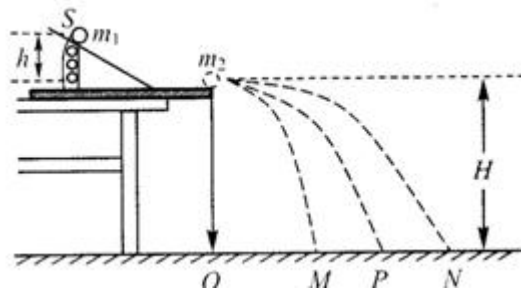


图2

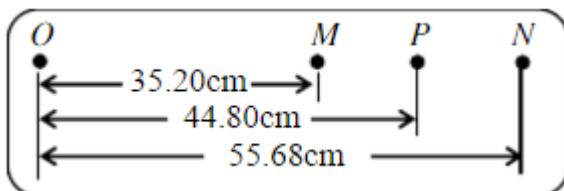
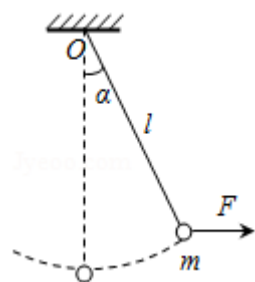


图3

三、解答题（共3小题，满分54分）

10. （16分）如图所示，长度为 l 的轻绳上端固定在 O 点，下端系一质量为 m 的小球（小球的大小可以忽略）。

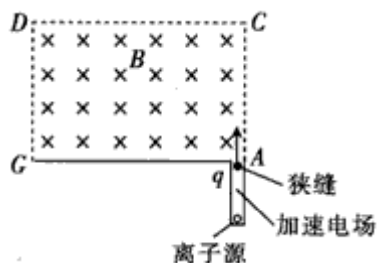
- （1）在水平拉力 F 的作用下，轻绳与竖直方向的夹角为 α ，小球保持静止。画出此时小球的受力图，并求力 F 的大小；
- （2）由图示位置无初速释放小球，求当小球通过最低点时的速度大小及轻绳对小球的拉力。不计空气阻力。



11. （18分）利用电场和磁场，可以将比荷不同的离子分开，这种方法在化学分析和原子核技术等领域有重要的应用。如图所示的矩形区域 $ACDG$ （ AC 边足够长）中存在垂直于纸面的匀强磁场， A 处有一狭缝。离子源产生的离子，经静电场加速后穿过狭缝沿垂直于 GA 边且垂直于磁场的方向射入磁场，运动到 GA 边，被相应的收集器收集。整个装置内部为真空。已知被加速的两种正离子的质量分别是 m_1 和 m_2 （ $m_1 > m_2$ ），电荷量均为 q 。加速电场的电势差为 U ，离子进入电场时的初速度可以忽略。不计重力，也不考虑离子间的相互作用。

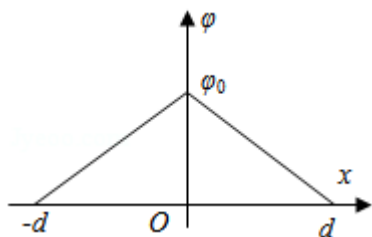
- （1）求质量为 m_1 的离子进入磁场时的速率 v_1 ；
- （2）当磁感应强度的大小为 B 时，求两种离子在 GA 边落点的间距 s ；
- （3）在前面的讨论中忽略了狭缝宽度的影响，实际装置中狭缝具有一定宽度。若狭缝过宽，可能使两束离子在 GA 边上的落点区域交叠，导致两种离子无法完全分离。设磁感应强度大小可调， GA 边长为定值 L ，狭缝宽度为 d ，狭

缝右边缘在A处。离子可以从狭缝各处射入磁场，入射方向仍垂直于GA边且垂直于磁场。为保证上述两种离子能落在GA边上并被完全分离，求狭缝的最大宽度。



12. (20分) 静电场方向平行于x轴，其电势 φ 随x的分布可简化为如图所示的折线，图中 φ_0 和d为已知量。一个带负电的粒子在电场中以 $x=0$ 为中心，沿x轴方向做周期性运动。已知该粒子质量为m、电量为 $-q$ ，其动能与电势能之和为 $-A$ ($0 < A < q\varphi_0$)。忽略重力。求：

- (1) 粒子所受电场力的大小；
- (2) 粒子的运动区间；
- (3) 粒子的运动周期。



2011年北京市高考物理试卷

参考答案与试题解析

一、选择题（共8小题，每小题6分，满分48分）

1. （6分）表示放射性元素碘131（ ${}_{53}^{131}\text{I}$ ） β 衰变的方程是（ ）

- A. ${}_{53}^{131}\text{I} \rightarrow {}_{51}^{127}\text{Sb} + {}_2^4\text{He}$ B. ${}_{53}^{131}\text{I} \rightarrow {}_{54}^{131}\text{Xe} + {}_{-1}^0\text{e}$
C. ${}_{53}^{131}\text{I} \rightarrow {}_{53}^{130}\text{I} + {}_0^1\text{n}$ D. ${}_{53}^{131}\text{I} \rightarrow {}_{52}^{130}\text{Te} + {}_1^1\text{H}$

【考点】J9：天然放射现象；JA：原子核衰变及半衰期、衰变速度.

【分析】本题很简单，要知道 β 衰变是原子核内的中子转化为质子，并产生一个电子的过程，即发生 β 衰变时衰变前后质量数不变，电荷数增加。

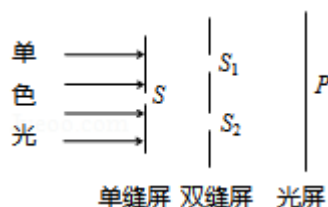
【解答】解： β 衰变是原子核内的中子转化为质子同时放出电子个过程。

- A、该衰变是 α 衰变，故A错误；
B、该衰变放出的是 β 粒子，属于 β 衰变，故B正确；
C、产生是中子，故C错误；
D、产生的是质子，故D错误。

故选：B。

【点评】本题很简单，主要考查 β 衰变的特点。

2. （6分）如图所示的双缝干涉实验，用绿光照射单缝S时，在光屏P上观察到干涉条纹。要得到相邻条纹间距更大的干涉图样，可以（ ）



- A. 增大 S_1 与 S_2 的间距 B. 减小双缝屏到光屏的距离
C. 将绿光换为红光 D. 将绿光换为紫光

【考点】H9：光的干涉.

$\frac{GMm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$ ，因为r一定，所以这些卫星速率相等。故D错误。

故选：A。

【点评】地球质量一定、自转速度一定，同步卫星要与地球的自转实现同步，就必须使角速度与地球自转角速度相等，这就决定了它的轨道高度和线速度

4. (6分) 介质中有一列简谐机械波传播，对于其中某个振动质点，()
- A. 它的振动速度等于波的传播速度
 - B. 它的振动方向一定垂直于波的传播方向
 - C. 它在一个周期内走过的路程等于一个波长
 - D. 它的振动频率等于波源的振动频率

【考点】F5：波长、频率和波速的关系。

【分析】波动过程是传播波源的振动形式和能量的过程，振动质点并不随波一起传播，二是在自己平衡位置振动，因此明确波的形成是解本题关键。

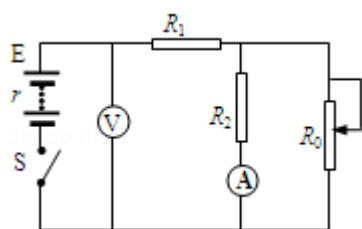
【解答】解：A、在同种均匀介质中波的传播过程中传播速度为定值，而质点的在平衡两侧做简谐运动，其速度大小是变化的，和波速无关，故A错误；
B、在纵波中质点的振动方向和波的传播方向相同或相反，并不垂直，故B错误；
C、质点在一个周期内走过的路程等于4个振幅的长度，并非一个波长，故C错误；
D、每个质点都在重复波源的振动因此质点的振动频率和波源的振动频率是相同的，故D正确。

故选：D。

【点评】本题考查了波的形成和传播这一基础性知识，在学习过程中对于基础知识应当加强理解。

5. (6分) 如图所示电路，电源内阻不可忽略。开关S闭合后，在变阻器R₀的滑

动端向下滑动的过程中 ()



- A. 电压表与电流表的示数都减小
- B. 电压表与电流表的示数都增大
- C. 电压表的示数增大, 电流表的示数减小
- D. 电压表的示数减小, 电流表的示数增大

【考点】BB: 闭合电路的欧姆定律.

【分析】由电路图可知 R_2 与 R_0 并联后与 R_1 串联, 电压表测路端电压; 由滑片的移动可知滑动变阻器接入电阻的变化, 则由闭合电路欧姆定律可得出电路中电流的变化及路端电压的变化, 再分析局部电路可得出电流表中示数的变化.

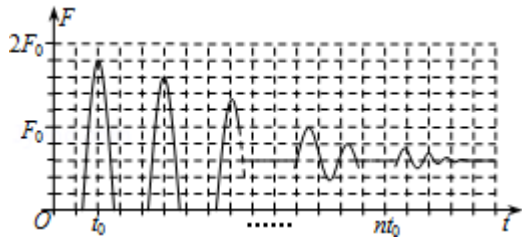
【解答】解: 滑片下移, 则滑动变阻器接入电阻减小, 则总电阻减小, 电路中总电流增大, 内阻两端电压增大, 则由闭合电路欧姆定律可知, 电路的路端电压减小, 故电压表示数减小;

由欧姆定律可知, R_1 上的分压增大, 故并联部分电压减小, 即可知电流表示数减小, 故A正确, BCD错误;

故选: A。

【点评】分析闭合电路的欧姆定律的动态分析的题目时, 一般要按先外电路、再内电路、后外电路的思路进行分析; 重点分析电路中的路端电压、总电流及部分电路的电流及电压变化.

6. (6分) “蹦极”就是跳跃者把一端固定的长弹性绳绑在踝关节等处, 从几十米高处跳下的一种极限运动. 某人做蹦极运动, 所受绳子拉力 F 的大小随时间 t 变化的情况如图所示. 将蹦极过程近似为在竖直方向的运动, 重力加速度为 g . 据图可知, 此人在蹦极过程中最大加速度约为 ()



A. g

B. $2g$

C. $3g$

D. $4g$

【考点】37：牛顿第二定律.

【专题】522：牛顿运动定律综合专题.

【分析】图象中拉力的变化幅度越来越小，说明拉力逐渐趋向与一个定值，而联系人的实际振动幅度越来越小，最后静止不动，说明了重力等于 $0.6F_0$ ，而最大拉力为 $1.8F_0$ ，故结合牛顿第二定律可以求出最大加速度.

【解答】解：人落下后，做阻尼振动，振动幅度越来越小，最后静止不动，结合拉力与时间关系图象可以知道，人的重力等于 $0.6F_0$ ，而最大拉力为 $1.8F_0$

$$\text{即： } 0.6F_0 = mg \dots \textcircled{1}$$

$$F_m = 1.8F_0 \dots \textcircled{2}$$

结合牛顿第二定律，有：

$$F - mg = ma \dots \textcircled{3}$$

当拉力最大时，加速度最大，因而有：

$$1.8F_0 - mg = ma_m \dots \textcircled{4}$$

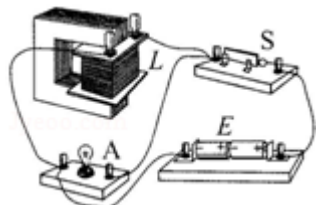
$$\text{由}\textcircled{1}\textcircled{4}\text{两式解得： } a_m = 2g$$

所以ACD错误，B正确。

故选：B。

【点评】本题用图象描述了生活中一项体育运动的情景。解答本题，必须从图象中提取两个重要信息：一是此人的重力，二是蹦极过程中处于最大加速度位置时人所受弹性绳的拉力。要获得这两个信息，需要在图象形状与蹦极情境之间进行转化：能从图象振幅越来越小的趋势中读出绳的拉力从而判断人的重力；能从图象第一个“波峰”纵坐标的最大值想象这就是人体位于最低点时弹性绳的最大拉力。

7. (6分) 某同学为了验证断电自感现象, 自己找来带铁心的线圈L、小灯泡A、开关S和电池组E, 用导线将它们连接成如图所示的电路. 检查电路后, 闭合开关S, 小灯泡发光; 再断开开关S, 小灯泡仅有不显著的延时熄灭现象. 虽经多次重复, 仍未见老师演示时出现的小灯泡闪亮现象, 他冥思苦想找不出原因. 你认为最有可能造成小灯泡未闪亮的原因是 ()



- A. 电源的内阻较大
B. 小灯泡电阻偏大
C. 线圈电阻偏大
D. 线圈的自感系数较大

【考点】 DE: 自感现象和自感系数.

【专题】 16: 压轴题.

【分析】 线圈与小灯泡并连接电池组上. 要使灯泡发生闪亮, 断开开关时, 流过灯泡的电流要比以前的电流大. 根据楞次定律和并联的特点分析.

【解答】 解: A、开关断开开关时, 灯泡能否发生闪亮, 取决于灯泡的电流有没有增大, 与电源的内阻无关. 故A错误.

B、若小灯泡电阻偏大, 稳定时流过灯泡的电流小于线圈的电流, 断开开关时, 根据楞次定律, 流过灯泡的电流从线圈原来的电流逐渐减小, 灯泡将发生闪亮现象. 故B错误.

C、线圈电阻偏大, 稳定时流过灯泡的电流大于线圈的电流, 断开开关时, 根据楞次定律, 流过灯泡的电流从线圈原来的电流逐渐减小, 灯泡不发生闪亮现象. 故C正确.

D、线圈的自感系数较大, 产生的自感电动势较大, 但不能改变稳定时灯泡和线圈中电流的大小. 故D错误.

故选: C.

故选：B。

【点评】对于物理中的公式一定要牢固的掌握住，根据公式就可以判断物理量的单位与哪些单位等效。

二、解答题（共1小题，满分18分）

9. （18分）（1）用如图1所示的多用电表测量电阻，要用到选择开关K和两个部件S、T。请根据下列步骤完成电阻测量：

①旋动部件 S

，使指针对准电流的“0”刻线。②将K旋转到电阻挡“ $\times 100$ ”的位置。

③将插入“+”、“-”插孔的表笔短接，旋动部件 T，使指针对准电阻的 0刻线（填“0刻线”或“ ∞ 刻线”）。

④将两表笔分别与待测电阻相接，发现指针偏转角度过小。为了得到比较准确的测量结果，请从下列选项中挑出合理的步骤，并按 ADC 的顺序进行操作，再完成读数测量。

- A. 将K旋转到电阻挡“ $\times 1k$ ”的位置 B. 将K旋转到电阻挡“ $\times 10$ ”的位置
C. 将两表笔的金属部分分别与被测电阻的两根引线相接
D. 将两表笔短接，旋动合适部件，对电表进行校准

（2）如图2，用“碰撞实验器”可以验证动量守恒定律，即研究两个小球在轨道水平部分碰撞前后的动量关系。

①实验中，直接测定小球碰撞前后的速度是不容易的。但是，可以通过仅测量 C（填选项前的符号），间接地解决这个问题。

- A. 小球开始释放高度h B. 小球抛出点距地面的高度H
C. 小球做平抛运动的射程

②图2中O点是小球抛出点在地面上的垂直投影。实验时，先让入射球 m_1 多次从斜轨上S位置静止释放，找到其平均落地点的位置P，测量平抛射程OP。

然后，把被碰小球 m_2 静置于轨道的水平部分，再将入射球 m_1 从斜轨上S位置静止释放，与小球 m_2 相碰，并多次重复。接下来要完成的必要步骤是 ADE或DEA或DAE。（填选项前的符号）

- A. 用天平测量两个小球的质量 m_1 、 m_2 B. 测量小球 m_1 开始释放高度h

C. 测量抛出点距地面的高度H

D. 分别找到 m_1 、 m_2 相碰后平均落地点的位置M、N

E. 测量平抛射程OM, ON

③若两球相碰前后的动量守恒, 其表达式可表示为 $m_1 \cdot OM + m_2 \cdot ON = m_1 \cdot OP$

(用②中测量的量表示); 若碰撞是弹性碰撞, 那么还应满足的表达式为 $m_1 \cdot OM^2 + m_2 \cdot ON^2 = m_1 \cdot OP^2$ (用②中测量的量表示)。

④经测定, $m_1 = 45.0\text{g}$, $m_2 = 7.5\text{g}$, 小球落地点的平均位置距O点的距离如图3所示

。碰撞前、后 m_1 的动量分别为 p_1 与 p_1' , 则 $p_1 : p_1' =$ 14

: 11; 若碰撞结束时 m_2 的动量为 p_2' , 则 $p_1' : p_2' = 11 :$ 2.9。

实验结果表明, 碰撞前、后总动量的比值 $\frac{p_1}{p_1 + p_2}$ 为 1~1.01。

⑤有同学认为, 在上述实验中仅更换两个小球的材质, 其它条件不变, 可以使

被碰小球做平抛运动的射程增大。请你用④中已知的数据, 分析和计算出被

碰小球 m_2 平抛运动射程ON的最大值为 84.48 cm。

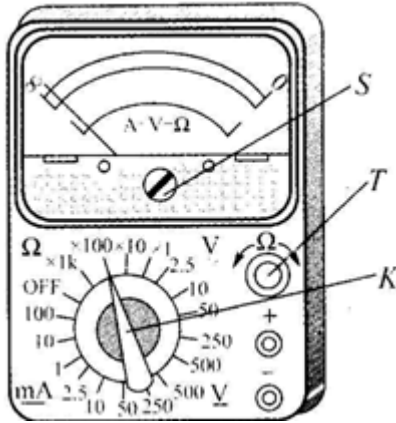


图1

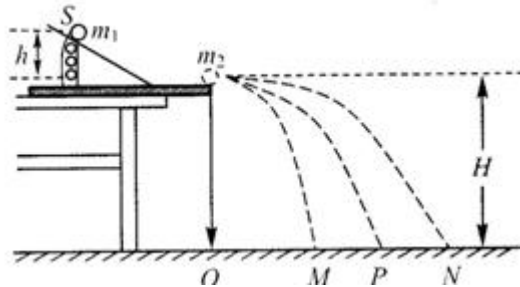


图2

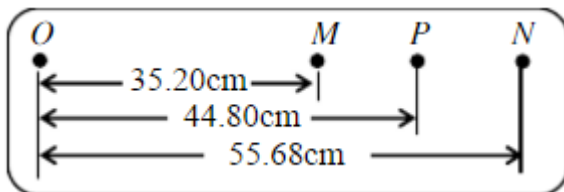


图3

【考点】53：动量守恒定律；B4：多用电表的原理及其使用；MB：研究平抛物体的运动。

【专题】16：压轴题。

【分析】（1）多用电表测量电阻时，需将选择开关旋到欧姆档某一位置，接着机械校零，然后欧姆调零后，测量电阻读出示数。注意示数是由刻度值与倍率的乘积。当发现指针偏转太小时，则需要选择更大的倍率。

（2）验证动量守恒定律实验中，质量可测而瞬时速度较难。因此采用了落地高度不变的情况下，水平射程来反映平抛的初速度大小，所以仅测量小球抛出的水平射程来间接测出速度。过程中小球释放高度不需要，小球抛出高度也不要求。最后可通过质量与水平射程乘积来验证动量是否守恒。

【解答】解：（1）首先要对表盘机械校零，所以旋动部件是S。接着是欧姆调零，将“+”、“-”插孔的表笔短接，旋动部件T，让表盘指针指在最右端零刻度处。当两表笔分别与待测电阻相接，发现指针偏转角度过小，为了得到比较准确的测量结果，必须将指针在中间刻度附近，所以要将倍率调大。原因是指针偏转小，则说明刻度盘值大，现在要指针偏大即刻度盘值要小，则只有调大倍率才会实现。所以正确顺序ADC

故答案为：①S； ③T； 0刻线； ④ADC。

（2）验证动量守恒定律实验中，即研究两个小球在轨道水平部分碰撞前后的动量关系，直接测定小球碰撞前后的速度是不容易的，但是通过落地高度不变情况下水平射程来体现速度。故答案是C

实验时，先让入射球 m_1 多次从斜轨上S位置静止释放，找到其平均落地点的位置P，测量平抛射程OP。然后，把被碰小球 m_2 静置于轨道的水平部分，再将入射球 m_1 从斜轨上S位置静止释放，与小球 m_2 相碰，并多次重复。测量平均落点的位置，找到平抛运动的水平位移，因此步骤中D、E是必须的，而且D要在E之前。至于用天平称质量先后均可以。所以答案是ADE或DEA或DAE

设落地时间为 t ，则 $v_1 = \frac{OP}{t}$ ， $v_1' = \frac{OM}{t}$ ， $v_2' = \frac{ON}{t}$ ；

而动量守恒的表达式是 $m_1 v_1 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$

动能守恒的表达式是 $\frac{1}{2}m_1v_1^2 = \frac{1}{2}m_1v_1'^2 + \frac{1}{2}m_2v_2'^2$

所以若两球相碰前后的动量守恒，则 $m_1 \cdot OM + m_2 \cdot ON = m_1 \cdot OP$ 成立

若碰撞是弹性碰撞，动能是守恒的，则有 $m_1 \cdot OM^2 + m_2 \cdot ON^2 = m_1 \cdot OP^2$ 成立

碰撞前后 m_1 动量之比： $\frac{P_1}{P_1'} = \frac{OP}{OM} = \frac{44.8}{35.2} = \frac{14}{11}$

$\frac{P_1'}{P_2'} = \frac{m_1 \cdot OM}{m_2 \cdot ON} = \frac{45.0 \times 35.2}{7.5 \times 55.68} = \frac{11}{2.9}$

$\frac{P_1}{P_1' + P_2'} = \frac{m_1 \cdot OP}{m_1 \cdot OM + m_2 \cdot ON} = \frac{45 \times 44.8}{45 \times 35.2 + 7.5 \times 55.68} = 1.01$

发生弹性碰撞时，被碰小球获得速度最大，根据

动量守恒的表达式是 $m_1 v_1 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$

动能守恒的表达式是 $\frac{1}{2}m_1v_1^2 = \frac{1}{2}m_1v_1'^2 + \frac{1}{2}m_2v_2'^2$

联立解得 $v_2' = v_2 = \frac{2m_1v_1}{m_1 - m_2}$,

由于 $v_1 = \frac{OP}{t}$,

因此最大射程为 $S = \frac{2 \times 45}{45 - 7.5} \times 35.2 = 84.48 \text{cm}$

故答案为：①C； ②ADE或DEA或DAE； ③ $m_1 \cdot OM + m_2 \cdot ON = m_1 \cdot OP$ ；

$$m_1 \cdot OM^2 + m_2 \cdot ON^2 = m_1 \cdot OP^2$$

④14； 2.9； 1.01； ⑤84.48。

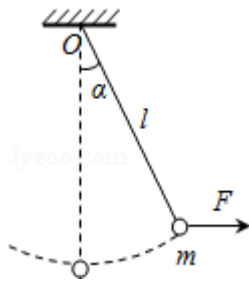
【点评】（1）掌握多用电表如何测量电阻及怎样读数，知道电阻刻度盘是不均匀的。

（2）验证动量守恒定律中，学会在相同高度下，水平射程来间接测出速度，并利用动能守恒定律来解最大速度。

三、解答题（共3小题，满分54分）

10. （16分）如图所示，长度为 l 的轻绳上端固定在 O 点，下端系一质量为 m 的小球（小球的大小可以忽略）。

- (1) 在水平拉力 F 的作用下，轻绳与竖直方向的夹角为 α ，小球保持静止。画出此时小球的受力图，并求力 F 的大小；
- (2) 由图示位置无初速释放小球，求当小球通过最低点时的速度大小及轻绳对小球的拉力。不计空气阻力。



【考点】 37：牛顿第二定律；3C：共点力的平衡；4A：向心力；6C：机械能守恒定律。

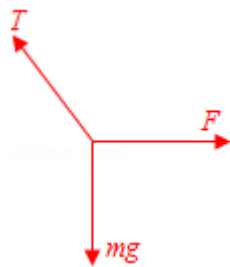
【分析】 (1) 为了求出 F 的大小，我们首先做出小球此时的受力示意图，根据共点力平衡条件求出 F ；

(2) 小球向下摆动的时候只有重力做功，所以用机械能守恒定律可以求出最低点的速度，

在最低点根据合力充当向心力，由牛顿第二定律列出向心力方程，可以求出绳子对小球的拉力。

【解答】 解：(1) 受力图如图所示

根据平衡条件小球受到的拉力大小 $F=mgtan\alpha$



(2) 运动中只有重力做功，系统机械能守恒 $mgl(1-\cos\alpha)=\frac{1}{2}mv^2$

则通过最低点时，小球的速度大小 $v=\sqrt{2gl(1-\cos\alpha)}$

根据牛顿第二定律 $T'-mg=m\frac{v^2}{l}$

解得轻绳对小球的拉力 $T'=mg+m\frac{v^2}{l}=mg(3-2\cos\alpha)$ ，方向竖直向上

答：（1）小球受到的拉力为 $mgtan\alpha$

（2）通过最低点时，小球的速度大为 $v=\sqrt{2gl(1-\cos\alpha)}$

轻绳对小球的拉力为 $mg(3-2\cos\alpha)$ ，方向竖直向上。

【点评】本题的关键是首先根据受力分析做出力的示意图；

根据机械能守恒求出最低点的速度，正确列出向心力方程。是一道综合性较好的中档题目。

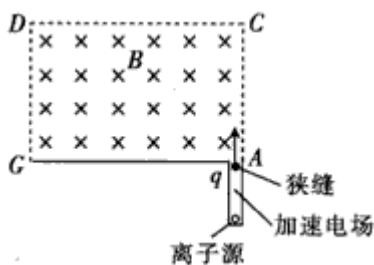
11. （18分）利用电场和磁场，可以将比荷不同的离子分开，这种方法在化学分析和原子核技术等领域有重要的应用。如图所示的矩形区域ACDG（AC边足够长）中存在垂直于纸面的匀强磁场，A处有一狭缝。离子源产生的离子，经静电场加速后穿过狭缝沿垂直于GA边且垂直于磁场的方向射入磁场，运动到GA边，被相应的收集器收集。整个装置内部为真空。已知被加速的两种正离子的质量分别是 m_1 和 m_2 （ $m_1 > m_2$ ），电荷量均为 q 。加速电场的电势差为 U ，离子进入电场时的初速度可以忽略。不计重力，也不考虑离子间的相互作用。

（1）求质量为 m_1 的离子进入磁场时的速率 v_1 ；

（2）当磁感应强度的大小为 B 时，求两种离子在GA边落点的间距 s ；

（3）在前面的讨论中忽略了狭缝宽度的影响，实际装置中狭缝具有一定宽度。

若狭缝过宽，可能使两束离子在GA边上的落点区域交叠，导致两种离子无法完全分离。设磁感应强度大小可调，GA边长为定值 L ，狭缝宽度为 d ，狭缝右边缘在A处。离子可以从狭缝各处射入磁场，入射方向仍垂直于GA边且垂直于磁场。为保证上述两种离子能落在GA边上并被完全分离，求狭缝的最大宽度。



【考点】CI：带电粒子在匀强磁场中的运动。

【专题】16：压轴题.

【分析】（1）离子在电场中做加速运动，电场能转化为动能，由能量的转化和守恒即可求出离子进入磁场时的速度.

（2）离子在匀强磁场中将做匀速圆周运动，此时向心力提供洛伦兹力，由带电离子在磁场中运动的半径公式可分别求出质量为 m_1 、 m_2 的粒子的轨迹半径，两个轨迹的直径之差就是离子在GA边落点的间距.

（3）由题意画出草图，通过图找出两个轨迹因宽度为 d 狭缝的影响，从而应用几何知识找出各量的关系，列式求解.

【解答】解：

（1）动能定理 $Uq = \frac{1}{2}m_1 v_1^2$

得： $v_1 = \sqrt{\frac{2qU}{m_1}} \dots \textcircled{1}$

（2）由牛顿第二定律和轨道半径有：

$$qvB = \frac{mv^2}{R}, \quad R = \frac{mv}{qB}$$

利用①式得离子在磁场中的轨道半径分别为（如图一所示）：

$$R_1 = \sqrt{\frac{2m_1 U}{qB^2}}, \quad R_2 = \sqrt{\frac{2m_2 U}{qB^2}} \dots \textcircled{2}$$

两种离子在GA上落点的间距 $s = 2(R_1 - R_2) = \sqrt{\frac{8U}{qB^2}} (\sqrt{m_1} - \sqrt{m_2}) \dots \textcircled{3}$

（3）质量为 m_1 的离子，在GA边上的落点都在其入射点左侧 $2R_1$ 处，由于狭缝的宽度为 d ，因此落点区域的宽度也是 d （如图二中的粗线所示）。同理，质量为 m_2 的离子在GA边上落点区域的宽度也是 d （如图二中的细线所示）。为保证两种离子能完全分离，两个区域应无交叠，条件为 $2(R_1 - R_2) > d \dots \textcircled{4}$

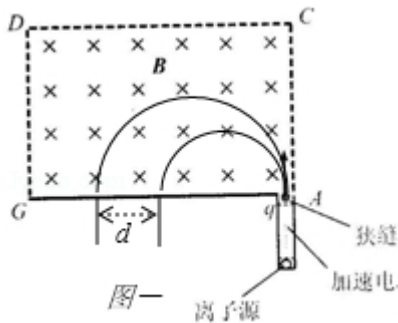
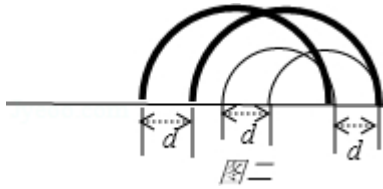
利用②式，代入④式得： $2R_1 (1 - \sqrt{\frac{m_2}{m_1}}) > d$

R_1 的最大值满足：

$$2R_{1m} = L - d$$

得： $(L-d)(1-\sqrt{\frac{m_2}{m_1}}) > d$

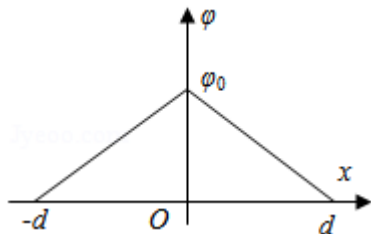
求得最大值： $d_m = \frac{\sqrt{m_1} - \sqrt{m_2}}{2\sqrt{m_1} - \sqrt{m_2}} L$



【点评】 此题考查带电粒子在有界电场中运动的问题，类似质谱仪，解题方式和磁场中运动相似，确定圆心，轨迹和半径，整体上难度较低。

12. (20分) 静电场方向平行于x轴，其电势 φ 随x的分布可简化为如图所示的折线，图中 φ_0 和d为已知量。一个带负电的粒子在电场中以 $x=0$ 为中心，沿x轴方向做周期性运动。已知该粒子质量为m、电量为 $-q$ ，其动能与电势能之和为 $-A$ ($0 < A < q\varphi_0$)。忽略重力。求：

- (1) 粒子所受电场力的大小；
- (2) 粒子的运动区间；
- (3) 粒子的运动周期。



【考点】 65：动能定理；AE：电势能与电场力做功；AG：电势差和电场强度的关系。

【专题】11：计算题；16：压轴题.

【分析】(1) 由图可知，电势随 x 均匀变化，则可知电场为匀强电场，由电势差与电场强度的关系可求得电场强度，即可求得电场力；

(2) 由题意可知，动能与电势能之和保持不变，设出运动区间为 $[-x, x]$ ，由题意可知 x 处的电势，则由数学关系可求得 x 值；

(3) 粒子在区间内做周期性变化，且从最远点到 O 点时做匀变速直线运动，则由运动学规律可求得周期.

【解答】解：(1) 由图可知， 0 与 d （或 $-d$ ）两点间的电势差为 ϕ_0

$$\text{电场强度的大小 } E = \frac{\phi_0}{d}$$

$$\text{电场力的大小 } F = qE = \frac{q\phi_0}{d}.$$

(2) 设粒子在 $[-x, x]$ 区间内运动，速率为 v ，由题意得 $\frac{1}{2}mv^2 - q\phi = -A$

$$\text{由图可知 } \phi = \phi_0 \left(1 - \frac{|x|}{d}\right)$$

$$\text{由①②得 } \frac{1}{2}mv^2 = q\phi_0 \left(1 - \frac{|x|}{d}\right) - A$$

$$\text{因动能非负，有 } q\phi_0 \left(1 - \frac{|x|}{d}\right) - A \geq 0$$

$$\text{得 } |x| \leq d \left(1 - \frac{A}{q\phi_0}\right)$$

$$\text{即 } x = d \left(1 - \frac{A}{q\phi_0}\right)$$

$$\text{粒子运动区间 } -d \left(1 - \frac{A}{q\phi_0}\right) \leq x \leq d \left(1 - \frac{A}{q\phi_0}\right).$$

(3) 考虑粒子从 $-x_0$ 处开始运动的四分之一周期

$$\text{根据牛顿第二定律，粒子的加速度 } a = \frac{F}{m} = \frac{Eq}{m} = \frac{q\phi_0}{md}$$

$$\text{由匀加速直线运动 } t = \sqrt{\frac{2x_0}{a}}$$

$$\text{将④⑤代入，得 } t = \sqrt{\frac{2md^2}{q\phi_0} \left(1 - \frac{A}{q\phi_0}\right)}$$

$$\text{粒子运动周期 } T = 4t = \frac{4d}{q\phi_0} \sqrt{2m(q\phi_0 - A)}.$$

【点评】本题难度较大，要求学生能从题干中找出可用的信息，同时能从图象中判断出电场的性质；并能灵活应用功能关系结合数学知识求解，故对学生

的要求较高.