

北京市第 171 中学高三物理 12 月月考答案

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. “必修一”教科书中这样表述牛顿第一定律：一切物体总保持匀速直线运动状态或静止状态，直到有外力迫使它改变这种状态为止。其中“改变这种状态”指的是改变物体的 **B**

- A. 加速度 B. 速度
C. 质量 D. 受力

2. 如图 3 所示，左边为竖直弹簧振动系统，振子连接一根水平很长的软绳，沿绳方向取 x 轴。振子从平衡位置 O 以某一初速度向 A 端开始运动，经 $t=1\text{s}$ ， $x=5\text{cm}$ 处的绳开始振动，则下列说法正确的是 **C**

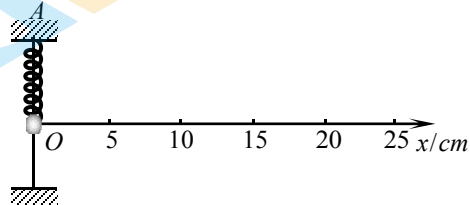
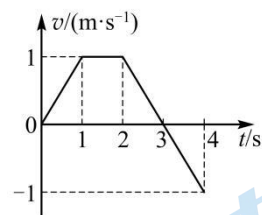


图 3

- A. 绳上产生的波的传播速度决定于弹簧振子振动的频率
B. 此绳波的波长为 20cm
C. 若振子振动频率 $f=10\text{Hz}$ ，则绳波波长为 0.5cm
D. 绳上各质点都沿 x 轴方向运动，因此此绳波为横波

3. 右图为一个物体做直线运动的 $v-t$ 图像。关于物体的运动，下列说法中错误的是 **D**



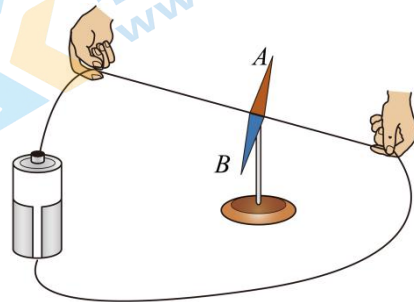
- A. 0~1 s 内和 2~3 s 内的运动方向相同
B. 2~3 s 内和 3~4 s 内的加速度相同
C. 0~2 s 内和 0~4 s 内的位移相同
D. 0~1 s 内和 2~3 s 内的速度变化量相同

4. 奥斯特利用如图所示实验装置研究电流的磁效应。一个可自由转动的小磁针放在白金丝导线正下方，导线两端与一伏打电池相连。接通电源瞬间，小磁针发生了明显偏转。

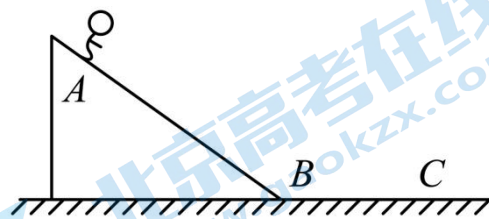
奥斯特采用控制变量法，继续研究了导线直径、导线材料、电池电动势以及小磁针位置等因素对小磁针偏转情况的影响。他能得到的实验

结果有 **A**

- A. 减小白金丝直径，小磁针仍能偏转
B. 用铜导线替换白金丝，小磁针不能偏转
C. 减小电源电动势，小磁针一定不能偏转
D. 小磁针的偏转情况与其放置位置无关



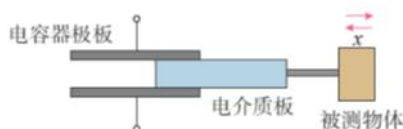
5.如图,在高山滑雪比赛中,运动员从斜坡上 A 点由静止匀加速下滑,通过最底端 B 后,再沿水平面做匀减速直线运动,最后停止在 C 点。已知 $AB=100\text{m}$, $BC=20\text{m}$ 。忽略运动员在 B 点的速率损失,则两段运动时间之比 $t_{AB}:t_{BC}$ 为 **C**



- A. 1:1 B. 1:5 C. 5:1

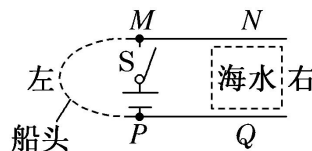
D. 6:1

6. 如图所示,当被测物体在左、右方向发生位移时,电介质板随之在电容器两极板之间移动。被测物体位置变化时,电容器电容 C 也会发生变化。从图中位置开始计时,关于被测物体的运动时的下列说法正确的是 **C**



- A. 电容 C 增大,说明物体在向右运动
 B. 电容 C 减小,说明物体在向左运动
 C. 电容 C 均匀增大,说明物体在向左匀速运动
 D. 电容 C 均匀减小,说明物体在向左匀速运动

7.如图所示为一种新型的电磁船的俯视图, MN 、 PQ 为固定在船上的竖直平行金属板,直流电源接在 M 、 P 之间,船上装有产生强磁场的装置,可在两平行金属板间海水中的虚线框内产生强磁场。闭合开关 S 后,电流通过海水从 N 流向 Q ,若船受到海水的反冲向左运动,虚线框中的磁场方向应该 **A**



- A. 竖直向下 B. 竖直向上
 C. 水平向左 D. 水平向右

8.某学习小组观看完“太空授课”后,设计出4种在太空实验舱中测量小物块质量的方案:

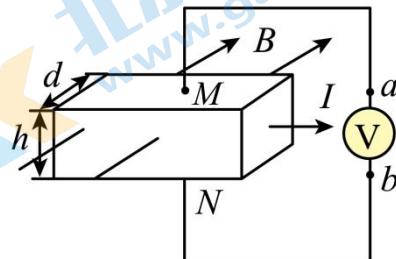
- ①将待测小物块悬挂在劲度系数为 k 的轻弹簧下端,测出小物块静止时弹簧的形变量 Δx , 根据 $k\Delta x = mg$, 求得小物块的质量
- ②让待测小物块随实验舱一起绕地球做匀速圆周运动,测出圆周运动的半径 r 和周期 T , 根据 $G\frac{mM}{r^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}r$, 求得小物块的质量
- ③对待测小物块施加一个恒定的拉力 F , 使小物块从静止做匀加速直线运动,测出经过时间 t 时的速度 v , 根据 $v = \frac{F}{m}t$, 求得小物块的质量
- ④用一个弹簧测力计拉着待测小物块做匀速圆周运动,测出弹簧测力计示数 F 、圆周运动的半径 R 和周期 T , 根据 $F = m\frac{4\pi^2}{T^2}R$, 求得小物块的质量

其中可行的方案有 **C**

- A. ①和② B. ②和③ C. ③和④ D. ①和④

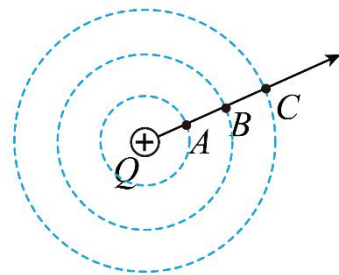
9. 如图所示为利用霍尔元件制成的磁传感器。已知该长方体金属导体宽为 d ，高为 h ，上下表面接线柱 MN 连线与导体竖直边平行，上表面过 M 点的水平虚线与导体水平边平行，当导体通过一定电流，且电流与磁场方向垂直时，下列说法正确的是 **B**

- A. 电压表 a 端接“+”接线柱
- B. 为提升磁传感器的灵敏度，可减小导体的宽度 d
- C. 将电压的表盘改装为磁传感器的表盘，则刻度线不均匀
- D. 若上表面接线柱 M 沿虚线向右移动少许，则电压表示数不变

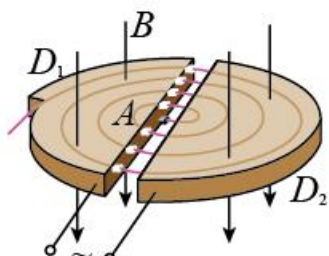


10. 如图所示，三个同心圆是固定的点电荷 Q 周围的三个等势面， A 、 B 、 C 分别是这三个等势面上的点，且这三个点在同一条电场线上。已知这三个圆的半径关系是 $r_A:r_B:r_C=1:2:3$ 。现将一电荷量为 $+q$ 的试探电荷从 A 点由静止释放，试探电荷只在点电荷 Q 的静电力作用下开始运动，则 **D**

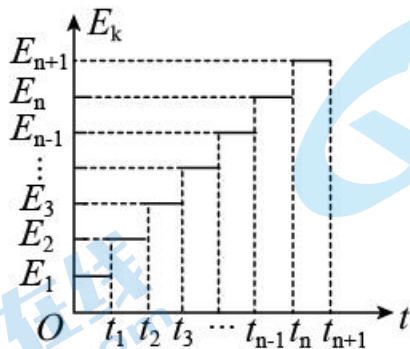
- A. 三点的电场强度大小关系是 $E_A:E_B:E_C=3:2:1$
- B. 三点的电势大小关系是 $\varphi_A - \varphi_B = \varphi_B - \varphi_C$
- C. 该试探电荷在三点的电势能大小关系是 $E_{pA} < E_{pB} < E_{pC}$
- D. 该试探电荷在三点的动能大小关系是 $E_{kC} - E_{kB} < E_{kB} - E_{kA}$



11. 如图甲是回旋加速器的工作原理图。若带电粒子在磁场中运动的动能 E_k 随时间 t 的变化规律如图乙所示，不计带电粒子在电场中的加速时间，不考虑因相对论效应带来的影响，若 A 处粒子源产生的质子在加速器中被加速，下列说法中正确的是 **C**



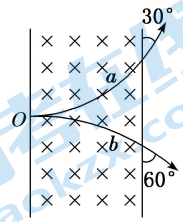
图甲



图乙

- A. 在乙图中， $t_{n+1} - t_n < t_n - t_{n-1}$
- B. 在乙图中， $E_{n+1} - E_n > E_n - E_{n-1}$
- C. 若只增大交流电压 U ，则质子获得的最大动能不变
- D. 不改变磁感应强度和交流电频率，该回旋加速器能用于加速 α 粒子

12. 如图所示，平行边界区域内存在匀强磁场，比荷相同的带电粒子 a 和 b 依次从 O 点垂直于磁场的左边界射入，经磁场偏转后从右边界射出，带电粒子 a 和 b 射出磁场时与磁场右边界的夹角分别为 30° 和 60° ，不计粒子的重力，下列判断正确的是 **B**

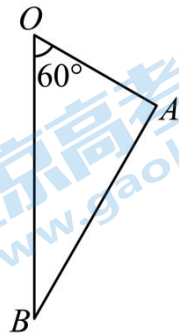


- A. 粒子 a 带负电，粒子 b 带正电
- B. 粒子 a 和 b 在磁场中运动的半径之比为 $1 : \sqrt{3}$
- C. 粒子 a 和 b 在磁场中运动的速率之比为 $\sqrt{3} : 1$
- D. 粒子 a 和 b 在磁场中运动的时间之比为 $1 : 2$

13. 质量为 m 的子弹，以速度 v 水平射入放在光滑水平面上质量为 M 的木块中而不穿出，则下列说法正确的是 **B**

- A. 系统内能的增加量等于子弹克服阻力做的功
- B. 子弹动能的减少量等于子弹克服阻力做的功
- C. 子弹对木块做的功等于子弹克服阻力做的功
- D. 根据机械能守恒可知子弹损失的机械能等于木块获得的动能

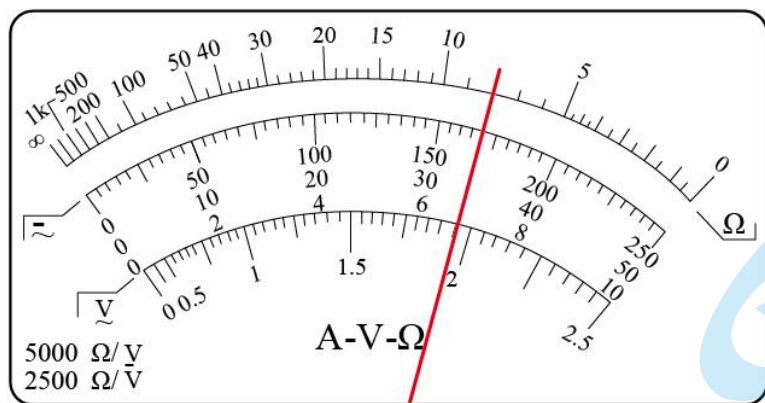
14. 如图所示， O 、 A 、 B 为同一竖直平面内的三个点， OB 沿竖直方向， OA 垂直于 AB ， $\angle AOB = 60^\circ$ ，将一质量为 m 的小球沿某一方向以一定的初动能自 O 点抛出，小球在运动过程中通过 A 点时的动能是初动能的 2 倍。使此小球带电，电荷量为 q ($q > 0$)，同时加一匀强电场，场强方向与三角形 OAB 所在平面平行，从 O 点以同样的初动能沿某一方向抛出此带电小球，该小球通过 A 点时的动能是初动能的 3 倍；将该小球从 O 点以同样的初动能沿另一方向抛出，通过 B 点的动能也是初动能的 3 倍。已知重力加速度大小为 g ，则所加电场的场强大小为 **C**



- A. $\frac{mg}{2q}$
- B. $\frac{\sqrt{3}mg}{2q}$
- C. $\frac{mg}{q}$
- D. $\frac{\sqrt{3}mg}{q}$

15. (8分) 3. 某同学为了测量一段电阻值约为几欧姆的金属丝的电阻率，进行了如下实验操作：

(1) 先用多用电表粗测其电阻值，以便进一步测量，该同学应将选择开关拨至_____挡 (选填“ $\times 1\Omega$ ”、“ $\times 10\Omega$ ”或“ $\times 100\Omega$ ”)，再进行欧姆调零，欧姆调零的具体操作是：将红黑表笔短接，调节欧姆调零旋钮，使指针指在表盘的_____ (选填“左端 0 刻度线”或“右端 0 刻度线”)，测量时指针的位置如图所示，则测得其阻值为 Ω ;



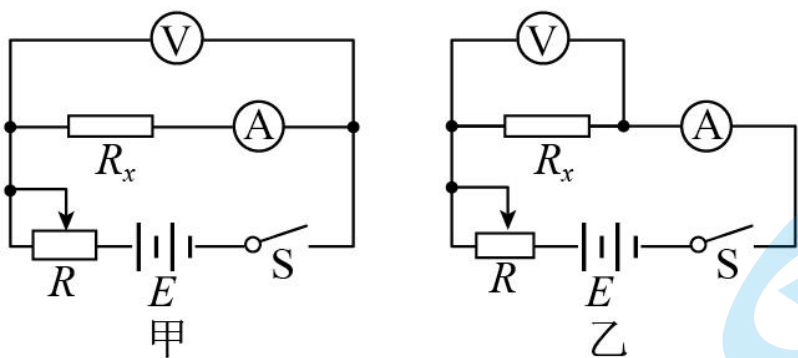
(2)为了减小实验误差,需进一步更准确测量其电阻值,除待测金属丝外,实验室还备有的实验器材如下:

- a.电流表(量程 3A, 内阻约为 0.2Ω)
- b.电流表(量程 600mA, 内阻约为 1Ω)
- c.电压表(量程 3V, 内阻约为 $15k\Omega$)
- d.电压表(量程 15V, 内阻约为 $75k\Omega$)
- e.滑动变阻器($0\sim 20\Omega$, $0.6A$)
- f.输出电压为 3V 的直流稳压电源
- g.开关 S, 导线若干

①为了测量尽量准确,则从上述器材中应该选用的电流表和电压表分别是_____。

- A. a c
- B. a d
- C. b c
- D. b d

②应该选用下列两图中的_____图作为测量电路



③如果金属丝直径为 D , 长度为 L , 所测电压为 U , 电流为 I , 用这些符号表示该金属丝电阻率

$\rho =$ _____。

【答案】 $\times 1\Omega$ 右端 0 刻度线 8 C 乙 $\frac{\pi D^2 U}{4IL}$

【详解】(1)[1]由题意可知,金属丝的电阻大约是几欧姆,所以欧姆挡选 $\times 1\Omega$ 即可。

[2]红黑表笔短接,外电路电阻为零,则指针应该指在表盘的右端 0 刻度线。

[3]多用电表读数为

$$8 \times 1\Omega = 8\Omega$$

(2)[4]根据电源的唯一性,电源电动势为 3V,则电压表需要选用量程为 3V。又因为金属丝电阻为几欧姆,

所以电流表选用量程为 600mA。

[5]金属丝电阻较小，用电流表外接，误差较小。故选乙。

[6]根据电阻定律，可知

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

根据部分电路欧姆定律，可知

$$R = \frac{U}{I}$$

金属丝横截面积为

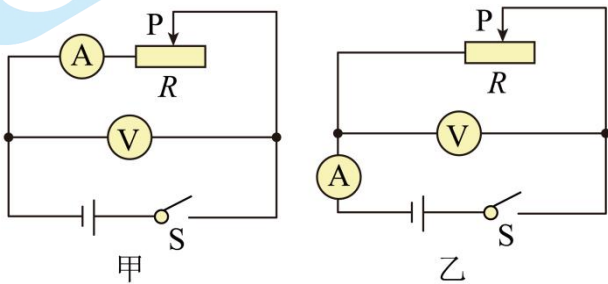
$$S = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2$$

联立，解得

$$\rho = \frac{\pi D^2 U}{4IL}$$

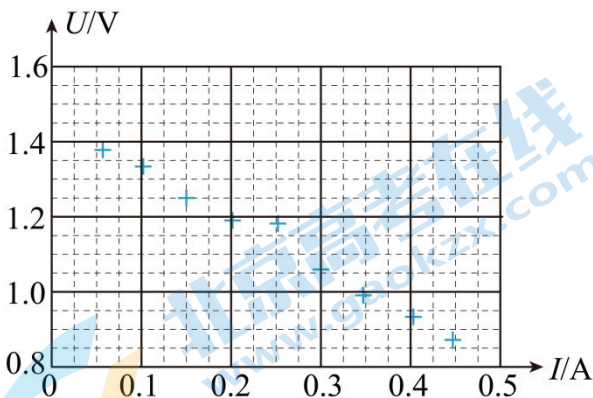
16. (10分) 某小组利用实验室的电流表和电压表测定一节干电池的电动势和内电阻。

(1) 要求尽量减小干电池内电阻的实验误差，应选择_____ (选填“甲”、“乙”) 电路图。



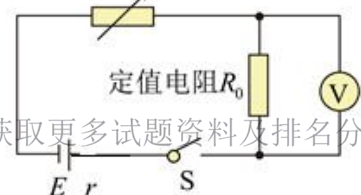
(2) 该组同学记录了若干组数据，并将对应点标在图中的坐标纸上，请在图中画出 $U-I$ 图线。

(3) 利用图像求得干电池的电动势 $E = \underline{\hspace{2cm}}$ V (结果保留三位有效数字)，内电阻 $r = \underline{\hspace{2cm}}$ Ω (结果保留两位有效数字)。



(4) 在上述实验过程中存在系统误差，以下关于电动势和内阻的测量值 $E_{\text{测}}$ 、 $r_{\text{测}}$ 与真实值 $E_{\text{真}}$ 、 $r_{\text{真}}$ 之间的比较，正确的是_____。

电阻箱 R (电阻范围 0~999.9 Ω)

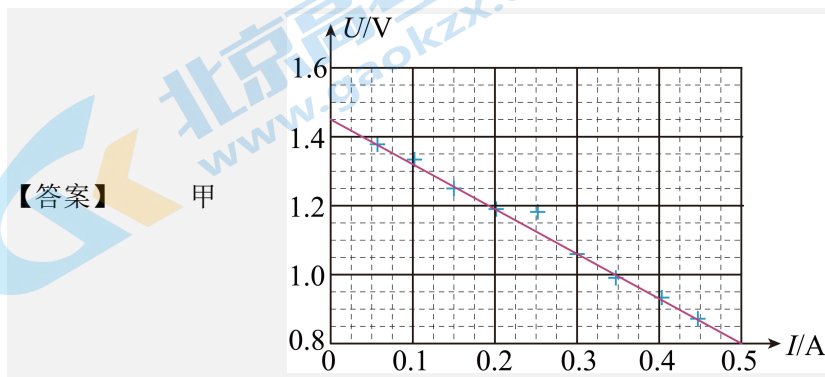


- A. $E_{\text{测}} = E_{\text{真}}, r_{\text{测}} > r_{\text{真}}$ B. $E_{\text{测}} > E_{\text{真}}, r_{\text{测}} > r_{\text{真}}$
 C. $E_{\text{测}} < E_{\text{真}}, r_{\text{测}} < r_{\text{真}}$ D. $E_{\text{测}} < E_{\text{真}}, r_{\text{测}} > r_{\text{真}}$

(5) 在测量电源的电动势和内阻的实验中，由于所用电压表（视为理想电压表）的量程较小，另一组同学设计了如图所示的电路图。

①实验时，应先将电阻箱的电阻调到_____（选填“最大值”、“最小值”或“任意值”）。

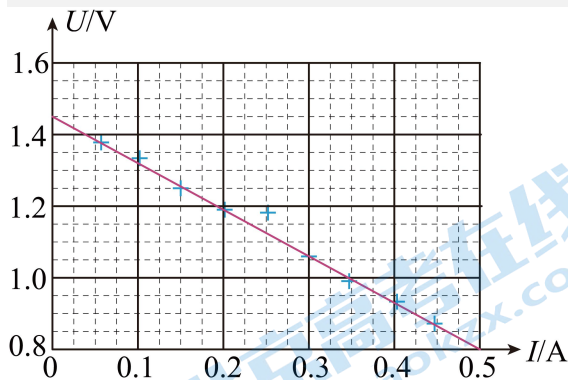
②改变电阻箱的阻值 R ，分别测出阻值为 R_0 的定值电阻两端的电压 U 。根据实验数据描点，绘出的 $\frac{1}{U} - R$ 图像是一条直线。若直线的斜率为 k ，在 $\frac{1}{U}$ 坐标轴上的截距为 b ，则该电源的电动势 $E = \underline{\hspace{2cm}}$ 和内阻 $r = \underline{\hspace{2cm}}$ 。（用 k 、 b 和 R_0 表示）



1.40/1.41/1.42/1.43/1.44/1.45/1.46/1.47/1.48/1.49/1.50 1.2/1.3/1.4 C 最大值 $\frac{1}{kR_0}$

$$\frac{b}{k} - R_0$$

【详解】(1) [1]乙图把电流表内阻也当作是电源的内阻了，且电流表内阻未知，所以选甲图。
 (2) [2]使尽可能多的点落在直线上，或均匀分布于直线两侧，舍去偏离直线太远的点。



(3) [3][4]对甲图，根据闭合电路欧姆定律得

$$E = U + Ir$$

整理得

$$U = -rI + E$$

则所画图像的截距表示电动势，斜率的绝对值为内阻

$$\begin{cases} E = 1.45\text{V} \\ r = \frac{1.45\text{V} - 0.8\text{V}}{0.5\text{A} - 0} = 1.3\Omega \end{cases}$$

考虑作图误差， E 的范围为 $1.40\text{V} \sim 1.50\text{V}$ ， r 的范围为 $1.2\Omega \sim 1.4\Omega$ 。

(4) [5] 误差原因为电压表分流，所以考虑电压表内阻的影响，设电压表内阻为 R_V ，对甲图重新列方程

$$E_{\text{真}} = U + \left(I + \frac{U}{R_V}\right)r_{\text{真}}$$

整理得

$$U = -\frac{R_V r_{\text{真}}}{R_V + r} I + \frac{R_V}{R_V + r} E_{\text{真}}$$

所以有

$$\begin{cases} E_{\text{真}} = \frac{R_V + r}{R_V} E_{\text{测}} \\ r_{\text{真}} = \frac{R_V + r}{R_V} r_{\text{测}} \end{cases}$$

所以选 C。

(5) [6] 为了保护电路，电阻箱阻值调最大。

[7][8] 对新的电路图，根据闭合电路欧姆定律得

$$E = U + \frac{U}{R_0} (R + r)$$

整理得

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{R_0 E} R + \frac{1}{E} + \frac{r}{R_0 E}$$

所以有

$$\begin{cases} \frac{1}{R_0 E} = k \\ \frac{1}{E} + \frac{r}{R_0 E} = b \end{cases}$$

解得

$$\begin{cases} E = \frac{1}{k R_0} \\ r = \frac{b}{k} - R_0 \end{cases}$$

17. 一卫星绕某行星做匀速圆周运动。已知行星表面的重力加速度为 $g_{\text{行}}$ ，行星的质量 M 与卫星的质量 m 之比 $\frac{M}{m} = 81$ ，行星的半径 $R_{\text{行}}$ 与卫星的半径 $R_{\text{卫}}$ 之比 $\frac{R_{\text{行}}}{R_{\text{卫}}} = 3.6$ ，行星与卫星之间的距离 r 与行星的半径 R

之比 $\frac{r}{R_{\text{行}}} = 60$ 。设卫星表面的重力加速度为 $g_{\text{卫}}$ ，则在卫星表面有 $G\frac{Mm}{r^2} = mg_{\text{卫}} \dots \dots$ 。经过计算得出：卫星表面的重力加速度为行星表面的重力加速度的三千六百分之一。上述结果是否正确？若正确，列式证明；若错误，求出正确结果。

【答案】0.16 倍

【详解】述结果是错误的。题中 $GM\frac{m}{r^2}$ 是行星对卫星的万有引力，此万有引力充当卫星的向心力； $g_{\text{卫}}$ 应是卫星的向心加速度，而非卫星表面重力加速度。

设卫星表面重力加速度为 g_1 ，行星表面重力加速度为 g_2 ，由万有引力定律得

$$Gm = g_1 R_{\text{卫}}^2, \quad GM = g_2 R_{\text{行}}^2$$

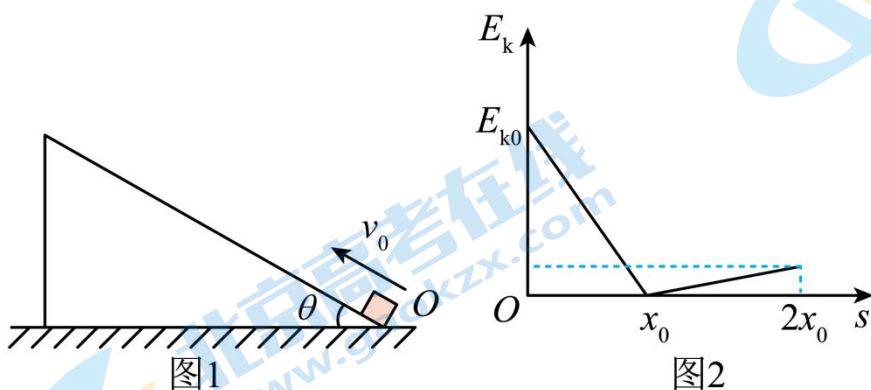
故

$$\frac{g_1}{g_2} = \frac{mR_{\text{行}}^2}{MR_{\text{卫}}^2} = 0.16$$

即卫星表面的重力加速度为行星表面重力加速度的 0.16 倍。

18. 如图 1 所示，水平地面上固定着一倾角为 $\theta = 37^\circ$ 的足够长斜面，一质量 $m = 1\text{kg}$ 的物块以 $E_{k0} = 50\text{J}$ 的初动能从斜面底端 O 点冲上斜面，物块从斜面底端开始沿斜面运动的过程中，物块的动能 E_k 与物块在斜面上运动的路程 s 之间的关系图像如图 2 所示，图中 $x_0 = 5\text{m}$ ，重力加速度 g 取 10m/s^2 ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ 。求：

- (1) 物块与斜面间的动摩擦因数 μ ；
- (2) 上滑与下滑过程，物块动能变化的绝对值之比。



18. (1) 0.5; (2) 5

【解析】

【详解】

(1) 对物块上滑过程由动能定理可得

$$-mgx_0 \sin 37^\circ - \mu mgx_0 \cos 37^\circ = 0 - E_0$$

代入数据解得

$$\mu = 0.5$$

(2) 上滑过程中物块动能变化量的绝对值为

$$\Delta E_{k1} = E_0 = 50\text{J}$$

对物块下滑过程由动能定理可得

$$mgx_0 \sin 37^\circ - \mu mgx_0 \cos 37^\circ = E'_k$$

下滑过程中物块动能变化量的绝对值为

$$\Delta E_{k2} = E'_k = 10\text{J}$$

则

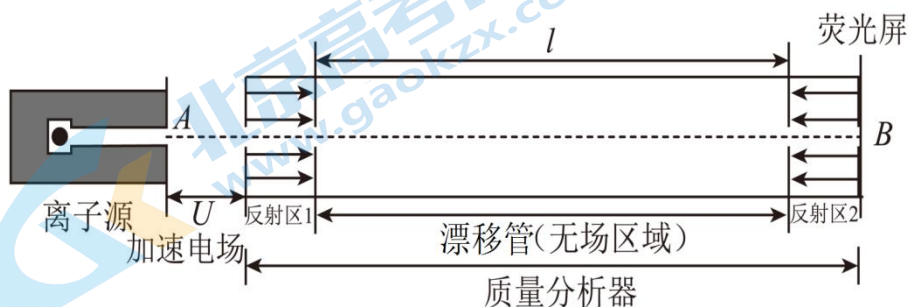
$$\frac{\Delta E_{k1}}{\Delta E_{k2}} = 5$$

19. 多反射飞行时间质谱仪是一种测量离子质量的新型实验仪器，其基本原理如图所示，从离子源 A 处飘出的离子初速度不计，经电压为 U 的匀强电场加速后射入质量分析器。质量分析器由两个反射区和长为 l 的漂移管（无场区域）构成，开始时反射区 1、2 均未加电场，当离子第一次进入漂移管时，两反射区开始加上电场强度大小相等、方向相反的匀强电场，其电场强度足够大，使得进入反射区的离子能够反射回漂移管。离子在质量分析器中经多次往复即将进入反射区 2 时，撤去反射区的电场，离子打在荧光屏 B 上被探测到，可测得离子从 A 到 B 的总飞行时间。设实验所用离子的电荷量均为 q ，不计离子重力。

(1) 求质量为 m 的离子第一次通过漂移管所用的时间 T_1 ；

(2) 反射区加上电场，电场强度大小为 E ，求离子能进入反射区的最大距离 x ；

(3) 已知质量为 m_0 的离子总飞行时间为 t_0 ，待测离子的总飞行时间为 t_1 ，两种离子在质量分析器中反射相同次数，求待测离子质量 m_1 。



【答案】(1) $T_1 = \sqrt{\frac{ml^2}{2qU}}$; (2) $x = \frac{U}{E}$; (3) $m_1 = \left(\frac{t_1}{t_0}\right)^2 m_0$

【详解】(1) 设离子经加速电场加速后的速度大小为 v , 有

$$qU = \frac{1}{2}mv^2 \quad ①$$

离子在漂移管中做匀速直线运动, 则

$$T_1 = \frac{l}{v} \quad ②$$

联立①②式, 得

$$T_1 = \sqrt{\frac{ml^2}{2qU}} \quad ③$$

(2) 根据动能定理, 有

$$qU - qEx = 0 \quad ④$$

$$\text{得 } x = \frac{U}{E} \quad ⑤$$

(3) 离子在加速电场中运动和反射区电场中每次单向运动均为匀变速直线运动, 平均速度大小均相等, 设其为 \bar{v} , 有

$$\bar{v} = \frac{v}{2} \quad ⑥$$

通过⑤式可知, 离子在反射区的电场中运动路程是与离子本身无关的, 所以不同离子在电场区运动的总路程相等, 设为 L_1 , 在无场区的总路程设为 L_2 , 根据题目条件可知, 离子在无场区速度大小恒为 v , 设离子的总飞行时间为 $t_{\text{总}}$. 有

$$t_{\text{总}} = \frac{L_1}{\bar{v}} + \frac{L_2}{v} \quad ⑦$$

联立①⑥⑦式, 得

$$t_{\text{总}} = (2L_1 + L_2) \sqrt{\frac{m}{2qU}} \quad ⑧$$

可见, 离子从 A 到 B 的总飞行时间与 \sqrt{m} 成正比. 由题意可得

$$\frac{t_1}{t_0} = \sqrt{\frac{m_1}{m_0}}$$

可得

$$m_1 = \left(\frac{t_1}{t_0}\right)^2 m_0 \quad ⑨$$

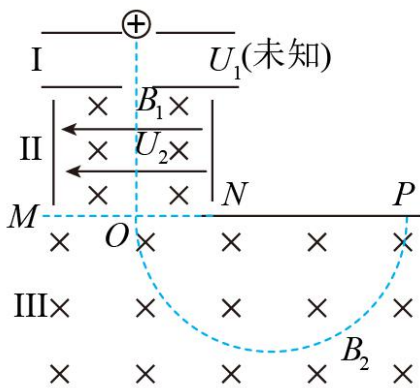
20. 质谱仪是一种分离和检测同位素的重要工具，其结构原理如图所示。区域 I 为粒子加速器，加速电压为 U_1 （未知）；区域 II 为速度选择器，磁感应强度大小为 B_1 ，方向垂直纸面向里，电场方向水平向左，板间电压为 U_2 ，板间距离为 d ；区域 III 为偏转分离器，磁感应强度大小为 B_2 ，方向垂直纸面向里。让氢的两种同位素氕核 ${}^1\text{H}$ 和氘核 ${}^2\text{H}$ ，从同一位置 A 由静止出发进入区域 I，设氕核 ${}^1\text{H}$ 的质量为 m ，若氕核 ${}^1\text{H}$ 恰好沿图中虚线经区域 II 从边界线 MN 上的 O 点射入区域 III，击中位于边界线 MN 的照相底片的 P 点。忽略空气阻力、粒子重力及粒子间相互作用力。

(1) 求氕核 ${}^1\text{H}$ 进入区域 II 的速度 v 的大小；

(2) 现将区域 I 和 II 的电压分别进行调节，使氘核 ${}^2\text{H}$ 经区域 II 同样沿直线从 O 点射入区域 III，也恰好击中位于边界线 MN 的照相底片的 P 点，求区域 I 和 II 前后两次电压 $\frac{U_1}{U_1}$ 和 $\frac{U_2}{U_2}$ 的比值；

(3) 如果保持区域 I 和区域 II 的板间电压 U_1 （未知）、 U_2 不变，氘核 ${}^2\text{H}$ 可以从区域 II 飞出，请简要分析说明氘核 ${}^2\text{H}$ 是从 O 点左侧还是右侧通过边界线 MN ？测得氘核 ${}^2\text{H}$ 通过边界 MN 时离 O 点的距离为

$d' = \frac{\sqrt{2m}U_2}{2qdB_1^2}$ ，求氘核 ${}^2\text{H}$ 离开区域 II 时垂直于照相底片边界线 MN 的速度竖直分量 v_y 。



【答案】(1) $\frac{U_2}{B_1 d}$; (2) $\frac{U_1}{U_1'} = \frac{2}{1}$, $\frac{U_2}{U_2'} = \frac{2}{1}$; (3) $\frac{\sqrt{2}U_2}{B_1 d}$

【详解】(1) 由题意知, 氦核 ${}^4_2\text{He}$ 恰好沿直线经区域II从O点射入区域III, 则洛伦兹力与电场力平衡, 即

$$qvB_1 = \frac{U_2}{d}q$$

解得

$$v = \frac{U_2}{B_1 d}$$

(2) 氦核 ${}^4_2\text{He}$ 在区域I中被加速, 由动能定理得

$$qU_1 = \frac{1}{2}mv^2$$

氦核 ${}^4_2\text{He}$ 在区域III中做匀速圆周运动有

$$qvB_2 = m\frac{v^2}{R}$$

以上两式联立得

$$R = \frac{1}{B_2} \sqrt{\frac{2U_1 m}{q}}$$

因氦核 ${}^2_1\text{H}$ 质量数与氦核 ${}^4_2\text{He}$ 的比值为2:1, 所以氦核 ${}^2_1\text{H}$ 的质量为 $2m$, 根据题意, 氦核 ${}^2_1\text{H}$ 在区域III中的半径

$$R = \frac{2}{B_2} \sqrt{\frac{U_1' m}{q}}$$

所以

$$\frac{U_1}{U_1'} = \frac{2}{1}$$

在区域II中, 由于两种粒子都沿直线运行, 有

$$\frac{U_2 q}{d} = qB_1 v$$

$$\frac{U_2' q}{d} = qB_1 v'$$

联立得

$$\frac{U_2}{U_2'} = \frac{2}{1}$$

(3) 设氦核 ${}^2_1\text{H}$ 进入区域II时的速度为 v' , 因为氦核 ${}^2_1\text{H}$ 的质量大于氦核 ${}^4_2\text{He}$ 的质量, 由

$$qU_1 = \frac{1}{2}mv^2$$

可知

$$v' < v$$

则当氦核 ${}^2_1\text{H}$ 进入II区域时,有

$$\frac{U_2 q}{d} > qB_1 v'$$

所以氦核 ${}^2_1\text{H}$ 离开区域II时在O点左侧。氦核 ${}^2_1\text{H}$ 进入区域II,将速度分解为沿电场方向的 v_x 和垂直电场方向的 v_y ,在y方向根据动量定理得

$$\Sigma qv_x B_1 \Delta t_i = 2mv_y - 2mv' \quad (\text{或 } q\bar{v}_x B_1 t = 2mv_y - 2mv')$$

$$qB_1 d' = 2mv_y - 2mv'$$

$$v' = \frac{v}{\sqrt{2}}$$

所以

$$v_y = \frac{3\sqrt{2}U_2}{4dB_1}$$

法二:利用配速法 $v_y = \frac{3\sqrt{2}U_2}{4dB_1}$

关于我们

北京高考在线创办于 2014 年，隶属于北京太星网络科技有限公司，是北京地区极具影响力的中学升学服务平台。主营业务涵盖：北京新高考、高中生涯规划、志愿填报、强基计划、综合评价招生和学科竞赛等。

北京高考在线旗下拥有网站门户、微信公众平台等全媒体矩阵生态平台。平台活跃用户 50W+，网站年度流量数千万量级。用户群体立足于北京，辐射全国 31 省市。

北京高考在线平台一直秉承“精益求精、专业严谨”的建设理念，不断探索“K12 教育+互联网+大数据”的运营模式，尝试基于大数据理论为广大中学和家长提供新鲜的高考资讯、专业的高考政策解读、科学的升学规划等，为广大高校、中学和教科研单位提供“衔接和桥梁纽带”作用。

平台自创办以来，为众多重点大学发现和推荐优秀生源，和北京近百所中学达成合作关系，累计举办线上线下升学公益讲座数千场，帮助数十万考生顺利通过考入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力

未来，北京高考在线平台将立足于北京新高考改革，基于对北京高考政策研究及北京高校资源优势，更好的服务全国高中家长和学生。

推荐大家关注北京高考在线网站官方微信公众号：**京考一点通**，我们会持续为大家整理分享最新的高中升学资讯、政策解读、热门试题答案、招生通知等内容！

