

# 2021 北京石景山高三一模

## 物 理

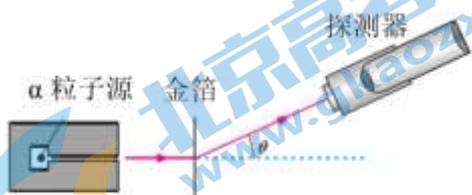
考  
生  
须  
知

1. 本试卷共 8 页，共三道大题，20 道小题，满分 100 分。考试时间 90 分钟。
2. 在答题卡上准确填写学校名称、姓名和准考证号。
3. 试题答案一律填涂或书写在答题卡上，选择题、作图题请用 2B 铅笔作答，其他试题请用黑色字迹签字笔作答，在试卷上作答无效。
4. 考试结束，请将本试卷和答题卡一并交回。

### 第 I 卷（共 42 分）

一、本题共 14 小题，每小题 3 分，共 42 分。在每小题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

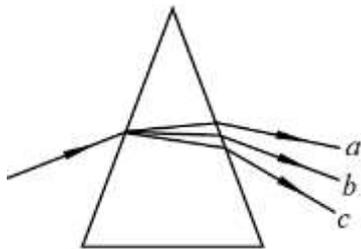
1. 2020 年 12 月 4 日，新一代“人造太阳”装置——中国环流器二号 M 装置（HL-2M）在成都建成并首次实现利用核聚变放电。上述核聚变反应的方程是
  - A.  ${}^2_1\text{H}+{}^3_1\text{H}\rightarrow{}^4_2\text{He}+{}^1_0\text{n}$
  - B.  ${}^{238}_{92}\text{U}\rightarrow{}^{234}_{90}\text{Th}+{}^4_2\text{He}$
  - C.  ${}^{235}_{92}\text{U}+{}^1_0\text{n}\rightarrow{}^{144}_{56}\text{Ba}+{}^{89}_{36}\text{Kr}+3{}^1_0\text{n}$
  - D.  ${}^4_2\text{He}+{}^{27}_{13}\text{Al}\rightarrow{}^{30}_{15}\text{P}+{}^1_0\text{n}$
2. 以下现象中，主要是由分子热运动引起的是
  - A. 菜籽油滴入水中后会漂浮在水面
  - B. 含有泥沙的浑水经过一段时间会变清
  - C. 密闭容器内悬浮在水中的花粉颗粒移动
  - D. 荷叶上水珠成球形
3. 做功和热传递都可以改变物体的内能。以下说法正确的是
  - A. 物体放出热量，内能一定减少
  - B. 物体对外做功，内能一定减少
  - C. 物体吸收热量，同时对外做功，内能一定减少
  - D. 物体放出热量，同时对外做功，内能一定减少
4. 1909 年，物理学家卢瑟福和他的学生用  $\alpha$  粒子轰击金箔，研究  $\alpha$  粒子被散射的情况，其实验装置如图所示。关于  $\alpha$  粒子散射实验，下列说法正确的是



$\alpha$  粒子散射实验装置示意图

- A.  $\alpha$  粒子发生偏转是由于它跟电子发生了碰撞

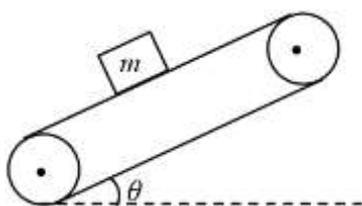
- B.  $\alpha$  粒子大角度散射是由于它跟电子发生了碰撞
- C.  $\alpha$  粒子散射实验说明原子中有一个带正电的核几乎占有原子的全部质量
- D. 通过  $\alpha$  粒子散射实验还可以估计原子核半径的数量级是  $10^{-10}\text{m}$
5. 如图所示，一束平行光经玻璃三棱镜折射后分解为互相分离的  $a$ 、 $b$ 、 $c$  三束单色光。比较  $a$ 、 $b$ 、 $c$  三束光，可知



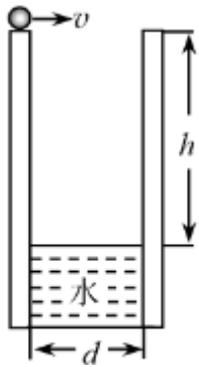
- A. 当它们在真空中传播时， $a$  光的波长最短
- B. 当它们在玻璃中传播时， $a$  光的速度最小
- C. 若它们都从玻璃射向空气， $a$  光发生全反射的临界角最小
- D. 若它们都能使某种金属产生光电效应， $a$  光照射出光电子的最大初动能最小
6. 2020 年 12 月 3 日，嫦娥五号上升器携带月壤样品成功回到预定环月轨道，这是我国首次实现地外天体起飞。环月轨道可以近似为圆轨道，已知轨道半径为  $r$ ，月球质量为  $M$ ，引力常量为  $G$ 。则上升器在环月轨道运行的速度为

- A.  $\frac{GM}{r^2}$       B.  $\sqrt{\frac{GM}{r}}$       C.  $\sqrt{\frac{GM}{r^2}}$       D.  $\frac{GM}{r}$

7. 如图所示，物块放在一与水平面夹角为  $\theta$  的传送带上，且始终与传送带相对静止。关于物块受到的静摩擦力  $f$ ，下列说法正确的是

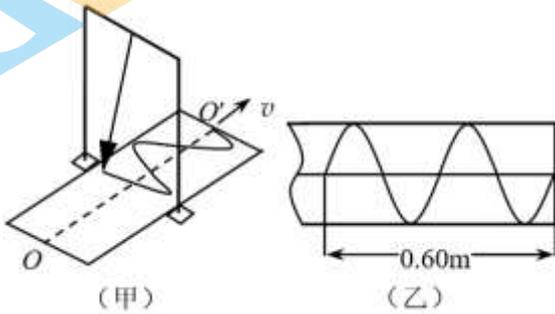


- A. 当传送带加速向上运动时， $f$  的方向一定沿传送带向上
- B. 当传送带加速向上运动时， $f$  的方向一定沿传送带向下
- C. 当传送带加速向下运动时， $f$  的方向一定沿传送带向下
- D. 当传送带加速向下运动时， $f$  的方向一定沿传送带向上
8. 有一圆柱形水井，井壁光滑且竖直，过其中心轴的剖面图如图所示，一个质量为  $m$  的小球以速度  $v$  从井口边缘沿直径方向水平射入水井，小球与井壁做多次弹性碰撞（碰撞前后小球水平方向速度大小不变、方向反向，小球竖直方向速度大小和方向都不变），不计空气阻力。从水平射入水井到落至水面的过程中，小球下落的时间



- A. 与小球质量  $m$  有关
- B. 与小球初速度  $v$  有关
- C. 与水井井口直径  $d$  有关
- D. 与水井井口到水面高度差  $h$  有关

9. 如图（甲）所示是用沙摆演示振动图象的实验装置，此装置可视为摆长为  $L$  的单摆，沙摆的运动可看作简谐运动，若用手拉木板做匀速运动，实验时细沙在木板上留下的情形如图（甲）所示。某次实验中，手拉木板的速度大小约为  $0.20\text{m/s}$ ，测得图（乙）所示的一段木板的长度约  $0.60\text{m}$ 。下列判断正确的是



- A. 图中的曲线是沙摆的运动轨迹
- B. 图中的曲线是木板的运动轨迹
- C. 图中的曲线是细沙的运动轨迹
- D. 实验所用沙摆对应的摆长约为  $0.56\text{m}$

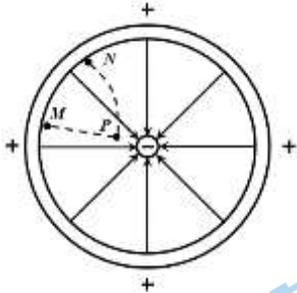
10. 如图所示，学生练习用头颠球。某一次足球从静止开始下落  $20\text{cm}$ ，被竖直顶起，离开头部后上升的最大高度仍为  $20\text{cm}$ 。已知足球与头部的作用时间为  $0.1\text{s}$ ，足球的质量为  $0.4\text{kg}$ ，重力加速度  $g$  取  $10\text{m/s}^2$ ，不计空气阻力。下列说法正确的是



- A. 头部对足球的平均作用力为足球重力的 8 倍

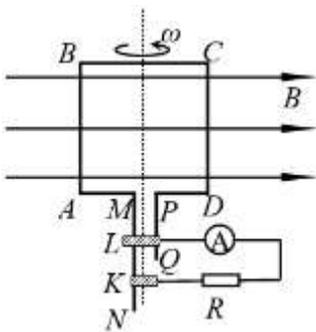
- B. 与头部作用过程中，足球动量变化量大小为  $1.6\text{kg}\cdot\text{m/s}$
- C. 下落到与头部刚接触时，足球动量大小为  $1.6\text{kg}\cdot\text{m/s}$
- D. 从最高点下落至重新回到最高点的过程中，足球重力的冲量为 0

11. 如图所示，在某静电除尘器产生的电场中，带等量负电荷的两颗微粒只受电场力作用，分别从  $P$  点沿虚线  $PM$ 、 $PN$  运动，被吸附到金属圆筒上。下列说法正确的是



- A.  $P$  点的电势高于  $N$  点的电势
- B. 微粒在  $P$  点的电势能小于在  $M$  点的电势能
- C. 微粒从  $P$  到  $N$  的动能变化量大于从  $P$  到  $M$  的动能变化量
- D. 微粒从  $P$  到  $N$  的电势能变化量等于从  $P$  到  $M$  的电势能变化量

12. 如图所示，在匀强磁场中有一个矩形单匝线圈  $ABCD$ ， $AB$  边与磁场垂直， $MN$  边始终与金属滑环  $K$  相连， $PQ$  边始终与金属滑环  $L$  相连。金属滑环  $L$ 、交流电流表  $A$ 、定值电阻  $R$ 、金属滑环  $K$  通过导线串联。现使矩形线圈以恒定角速度绕过  $BC$ 、 $AD$  中点的轴从与磁感线平行的位置开始旋转，下列说法中正确的是



- A. 线圈位于图中所示的位置时，穿过线圈的磁通量为 0，磁通量的变化率也为 0
- B. 线圈位于图中所示的位置时，穿过线圈的磁通量为 0，但磁通量的变化率最大
- C. 线圈从图中所示的位置转过  $90^\circ$  时，穿过线圈的磁通量最大，磁通量的变化率也最大
- D. 线圈从图中所示的位置转过  $90^\circ$  时，流经定值电阻  $R$  的电流最大

13. 在真空中有一竖直向上的匀强电场  $E_1$ ，一个带电液滴在电场中  $O$  点处于静止状态。现将  $E_1$  突然增大到  $E_2$ ，方向不变，作用一段时间。再突然使  $E_2$  反向，保持  $E_2$  大小不变，再经过一段同样长的时间，液滴恰好返回到  $O$  点。在这两段相同的时间里

- A. 电场力做功相同
- B. 动能的变化量相等

- C. 重力做功相同  
D. 合力冲量的大小相等

14. 如图 1 所示，水平地面上有一边长为  $L$  的正方形  $ABCD$  区域，其下方埋有与地面平行的金属管线。为探测地下金属管线的位置、走向和埋覆深度，先让金属管线载有电流，然后用闭合的试探小线圈  $P$  在地面探测。如图 2 所示，将暴露于地面的金属管接头接到电源的一端，将接地棒接到电源的另一端，这样金属管线中就有沿管线方向的电流。使线圈  $P$  在直线  $AC$  上的不同位置保持静止（线圈平面与地面平行），线圈中没有感应电流。将线圈  $P$  静置于  $B$  处，当线圈平面与地面平行时，线圈中有感应电流，当线圈平面与射线  $BD$  成  $45^\circ$  角时，线圈中感应电流消失。由上述现象可以推测

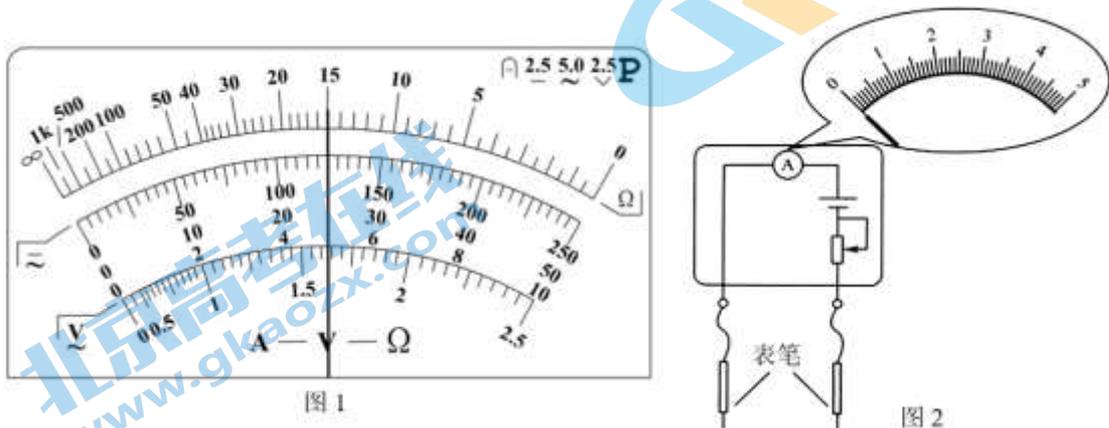


- A. 金属管线中的电流大小和方向都不变  
B. 金属管线沿  $AC$  走向，埋覆深度为  $\frac{\sqrt{2}}{2}L$   
C. 金属管线沿  $BD$  走向，埋覆深度为  $\frac{\sqrt{2}}{2}L$   
D. 若线圈  $P$  在  $D$  处，当它与地面的夹角为  $45^\circ$  时， $P$  中一定没有感应电流

第II卷（共58分）

二、本题共 2 小题，共 18 分。

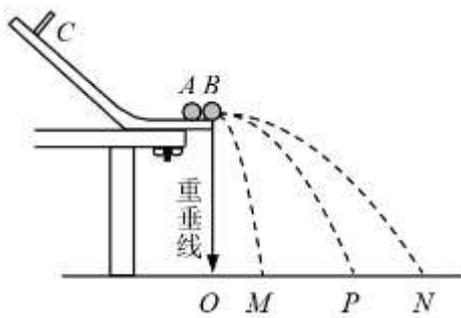
15. （6分）（1）用多用电表测量一电阻的阻值。当选择开关置于倍率为“ $\times 100$ ”的欧姆挡时，表盘指针位置如图 1 所示，则被测电阻的阻值为\_\_\_\_\_  $\Omega$ 。若待测电阻的阻值约为  $200\Omega$ ，则选择开关应调到电阻挡的\_\_\_\_\_（选填“ $\times 1$ ”、“ $\times 10$ ”、“ $\times 100$ ”或“ $\times 1k$ ”）位置。



（2）电流表改装成欧姆表的电路如图 2 所示，两表笔直接相连时，指针指在表盘刻度“5”上；两表笔之间接有  $1200\Omega$  的电阻时，指针指在刻度“1”上。则刻度“3”应标注的电阻值为\_\_\_\_\_  $\Omega$ 。

16. （12分）某实验小组的同学进行“验证动量守恒定律”的实验，实验装置如图所示。入射小球  $A$  与被碰小球  $B$

半径相同。先不放  $B$  球，使  $A$  球从斜槽上某一固定点  $C$  由静止滚下，落到位于水平地面的记录纸上留下痕迹。再把  $B$  球静置于水平槽前端边缘处，让  $A$  球仍从  $C$  处由静止滚下， $A$  球和  $B$  球碰撞后分别落在记录纸上留下各自落点的痕迹。记录纸上的  $O$  点是重锤所指的位置， $M$ 、 $P$ 、 $N$  分别为落点的痕迹。



(1) 入射小球  $A$  的质量应\_\_\_\_\_ (选填“ $>$ ”“ $=$ ”或“ $<$ ”) 被碰小球  $B$  的质量，其理由是\_\_\_\_\_。

(2) 未放  $B$  球时， $A$  球落地点是记录纸上的  $P$  点；放上  $B$  球时， $A$  球落地点是记录纸上的  $M$  点。

(3) 实验中，用天平容易测量入射小球和被碰小球的质量  $m_A$ 、 $m_B$ ，但直接测定小球碰撞前后的速度是不容易的。可以通过仅测量小球做平抛运动的射程间接地解决这个问题，因此，需要测量\_\_\_\_\_，其原理是\_\_\_\_\_。

(4) 根据上述测量的物理量，若两球相碰前后的动量守恒，其表达式为\_\_\_\_\_；若碰撞是弹性碰撞，那么还应满足的表达式为\_\_\_\_\_。

(5) 碰撞的恢复系数的定义为  $e = \frac{|v_2 - v_1|}{|v_{20} - v_{10}|}$ ，其中  $v_{10}$  和  $v_{20}$  分别是碰撞前两物体的速度， $v_1$  和  $v_2$  分别是碰撞后两物体的速度。写出用 (3) 中测量的量表示的恢复系数的表达式\_\_\_\_\_。

三、本题共 4 小题，共 40 分。解答应写出必要的文字说明、方程和重要步骤。只写出最后答案的不能得分。有数值计算的题，答案中必须明确写出数值和单位。

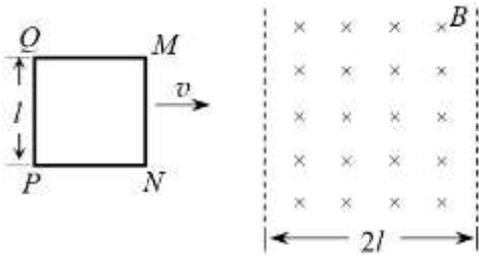
17. (9 分) 氢原子中核外电子绕核做半径为  $r$  的匀速圆周运动。已知电子的质量为  $m$ ，电荷量为  $e$ ，静电力常量为  $k$ 。不考虑相对论效应。

(1) 求电子的动能。

(2) 选离核无限远处电势能为 0，电子的电势能  $E_p = -\frac{ke^2}{r}$ ，求氢原子的能量。

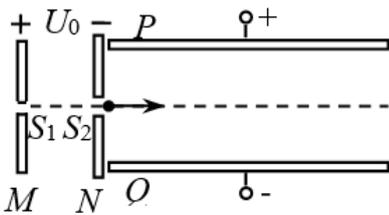
(3) 求电子绕核运动形成的等效电流  $I$ 。

18. (9分) 如图所示, 用均匀导线做成边长为  $l$  的单匝正方形线框  $MNPQ$ , 线框的总电阻为  $R$ 。将线框置于光滑绝缘的水平面上。在线框的右侧存在竖直方向的有界匀强磁场, 磁场边界间的距离为  $2l$ , 磁感应强度为  $B$ 。在垂直  $MN$  边的水平拉力作用下, 线框以垂直磁场边界的速度  $v$  匀速穿过磁场。在运动过程中线框平面水平, 且  $MN$  边与磁场的边界平行。求



- (1) 线框  $MN$  边刚进入磁场时, 线框中感应电流的大小;
- (2) 线框  $MN$  边刚进入磁场时,  $M$ 、 $N$  两点间的电压  $U_{MN}$ ;
- (3) 在线框从  $MN$  边刚进入磁场到  $PQ$  边刚穿出磁场的过程中, 水平拉力对线框所做的功  $W$ 。

19. (10分) 利用电场来加速和控制带电粒子的运动, 在现代科学实验和技术设备中有广泛的应用。如图所示,  $M$ 、 $N$  为竖直放置的平行金属板,  $S_1$ 、 $S_2$  为板上正对的小孔, 两板间所加电压为  $U_0$ , 金属板  $P$  和  $Q$  水平放置在  $N$  板右侧, 关于小孔  $S_1$ 、 $S_2$  所在直线对称, 两板间加有恒定的偏转电压。现有一质子( ${}^1_1\text{H}$ )和  $\alpha$  粒子( ${}^4_2\text{He}$ )从小孔  $S_1$  处先后由静止释放, 经加速后穿过小孔  $S_2$  水平向右进入偏转电场。已知  $\alpha$  粒子的质量为  $m$ , 电荷量为  $q$ 。



- (1) 求  $\alpha$  粒子进入偏转电场时的速度大小;
- (2) 请判断质子和  $\alpha$  粒子在偏转电场中的运动轨迹是否相同, 并说明理由。
- (3) 交换  $M$ 、 $N$  两板的极性, 使大量电子加速后连续不断地穿过小孔  $S_2$  水平向右进入偏转电场, 且进入偏转电场的速度均为  $v=6.4 \times 10^7 \text{m/s}$ 。已知极板  $P$  和  $Q$  的长度  $L=8 \times 10^{-2} \text{m}$ , 间距  $d=5 \times 10^{-3} \text{m}$ , 两极板间改为频率为  $50 \text{Hz}$  的交变电压  $u=U_m \sin 100\pi t (\text{V})$ 。电子质量  $m_e=9.1 \times 10^{-31} \text{kg}$ , 电荷量  $e=1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ 。若要在偏转极板的右侧始终能检测到电子, 求  $U_m$  满足的条件。

20. (12分) 万有引力定律清楚地向人们揭示, 复杂运动隐藏着简洁的科学规律; 它明确地向人们宣告, 天上和地上的物体都遵循着完全相同的科学法则; 它可以计算两个质点间的万有引力, 或球体之间的万有引力。已知地球的质量为  $M$  (视为质量分布均匀的球体), 半径为  $R$ , 引力常量为  $G$ 。

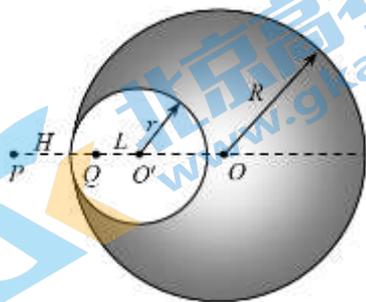
(1) 不考虑地球的自转, 求地球表面附近的重力加速度大小。

(2) 已知质量分布均匀的球壳对壳内物体的引力为零。求深度为  $d$  的矿井底部的重力加速度大小。

(3) 电影《流浪地球》中的人们住在“地下城”。假设“地下城”建在半径为  $r$  的巨大空腔中, 空腔与地球表面相切, 如图所示。  $O$  和  $O'$  分别为地球和空腔的球心, 地球表面上空某处  $P$  离地球表面的距离为  $H$ , 空腔内另一处  $Q$  与球心  $O'$  的距离为  $L$ ,  $P$ 、 $Q$ 、 $O'$  和  $O$  在同一直线上。对于质量为  $m$  的人, 求

①在  $P$  处受到地球的万有引力大小;

②在  $Q$  处受到地球的万有引力大小。



# 2021 北京石景山高三一模物理

## 参考答案

### 一、选择题（每小题 3 分，共 42 分）

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
答案	A	C	D	C	D	B	A	D	D	B	D	B	A	B

### 二、实验题（共 18 分）

15. (6 分)

(1) 1500 (2 分)  $\times 10$  (2 分)

(2) 200 (2 分)

16. (12 分)

(1) (2 分)  $>$ ; 入射小球碰后不弹回。

(3) (4 分)  $OP$ 、 $OM$ 、 $ON$ ; 小球离开斜槽末端飞出后作平抛运动的时间相同, 假设为  $t$ , 则有  $OP = v_0 t$ ,  $OM = v_1 t$ ,  $ON = v_2 t$

(4) (4 分)  $m_A \cdot OM + m_B \cdot ON = m_A \cdot OP$ ;  $m_A \cdot OM^2 + m_B \cdot ON^2 = m_A \cdot OP^2$

(5) (2 分)  $e = \frac{ON - OM}{OP}$

### 三、计算题（共 4 小题，共 40 分）

17. (9 分)

(1) 电子绕核作匀速圆周运动, 根据库仑定律和牛顿第二定律有

$$k \frac{e^2}{r^2} = m \frac{v^2}{r} \quad (2 \text{ 分})$$

电子的动能为  $E_k = \frac{1}{2} m v^2$  解得  $E_k = \frac{k e^2}{2 r}$  (1 分)

(2) 由于电子的电势能为  $E_p = -\frac{k e^2}{r}$ , 氢原子的能量为  $E = E_k + E_p = -\frac{k e^2}{2 r}$  (3 分)

(3) 电子绕核运动形成的等效电流  $I = \frac{e}{T}$  (2 分)

$$T = \frac{2 \pi r}{v}$$

解得  $I = \frac{e^2}{2 \pi r} \sqrt{\frac{k}{m r}}$  (1 分)

18. (9分)

(1) 线框  $MN$  边在磁场中运动时, 感应电动势  $E = Blv$

线框中的感应电流  $I = \frac{E}{R} = \frac{Blv}{R}$  (3分)

(2)  $M$ 、 $N$  两点间的电压  $U_{MN} = \frac{3}{4}E = \frac{3}{4}Blv$  (3分)

(3) 只有  $MN$  边在磁场中时, 线框运动的时间  $t = \frac{l}{v}$

此过程线框中产生的焦耳热  $Q = I^2Rt = \frac{B^2l^3v}{R}$

只有  $PQ$  边在磁场中运动时线框中产生的焦耳热  $Q = \frac{B^2l^3v}{R}$

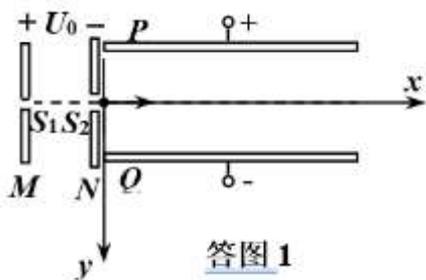
根据能量守恒定律得水平外力做功  $W = 2Q = \frac{2B^2l^3v}{R}$  (3分)

19. (10分)

(1) 根据动能定理  $qU_0 = \frac{1}{2}mv_0^2$

解得  $\alpha$  粒子进入偏转电场时的速度大小  $v_0 = \sqrt{\frac{2qU_0}{m}}$  (2分)

(2) 建立如答图 1 所示的坐标系, 设偏转极板  $P$ 、 $Q$  间的电压为  $U$ , 极板间距为  $d$ , 则



$$a = \frac{qU}{md} \quad (1 \text{分})$$

$$x = v_0t \quad (1 \text{分})$$

$$y = \frac{1}{2}at^2 \quad (1 \text{分})$$

解得  $y = \frac{U}{4U_0d}x^2$  (1分)

与带电粒子的质量和电荷量无关, 故质子和  $\alpha$  粒子在偏转电场中的运动轨迹相同。

(3) 设电子飞出偏转极板的时间为  $t$ , 当电子的侧位移为  $\frac{d}{2}$  时,

$$\frac{d}{2} = \frac{1}{2} \frac{eu}{m_e d} \left(\frac{L}{v_0}\right)^2 \quad (3 \text{分})$$

$$\text{解得 } u = \frac{m_e d^2 v_0^2}{eL^2} = 91\text{V}$$

若要在偏转极板的右侧始终能检测到电子， $U_m < 91\text{V}$ 。 (1分)

20. (12分)

(1) 不考虑地球的自转，在地球表面附近

$$G \frac{Mm}{R^2} = mg \quad (2 \text{分})$$

$$\text{解得 } g = \frac{GM}{R^2} \quad (1 \text{分})$$

(2) 设地球平均密度为  $\rho$ ，则  $M = \rho \cdot \frac{4}{3} \pi R^3$

$$\text{在矿井底部 } G \frac{M_1 m}{(R-d)^2} = mg', \quad M_1 = \rho \cdot \frac{4}{3} \pi (R-d)^3$$

$$\text{深度为 } d \text{ 的矿井底部的重力加速度大小 } g' = \frac{(R-d)GM}{R^3} \quad (3 \text{分})$$

(3) ① 质量为  $m$  的人在  $P$  处受到地球的万有引力大小

$$F_P = \frac{GMm}{(R+H)^2} - \frac{GM_2 m}{(r+H)^2}, \quad \text{其中 } M_2 = \rho \cdot \frac{4\pi r^3}{3}$$

$$\text{解得 } F_P = \frac{GMm}{(R+H)^2} - \frac{GMm}{(r+H)^2} \cdot \frac{r^3}{R^3} \quad (3 \text{分})$$

② 质量为  $m$  的人在  $Q$  处受到地球的万有引力大小

$$F_Q = \frac{GM_3 m}{(R-r+L)^2} - \frac{GM_4 m}{L^2},$$

$$\text{其中 } M_3 = \rho \cdot \frac{4\pi(R-r+L)^3}{3}, \quad M_4 = \rho \cdot \frac{4\pi L^3}{3}$$

$$\text{解得 } F_Q = \frac{GMm(R-r)}{R^3} \quad (3 \text{分})$$

## 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 40W+，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百场，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。



微信搜一搜

北京高考资讯