



2024北京西城高三（上）期末

物 理

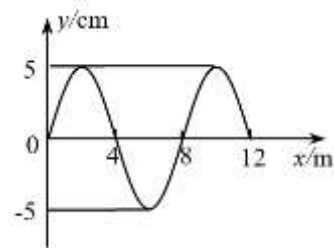
2024.1

本试卷共10页，100分。考试时长90分钟。考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

第一部分

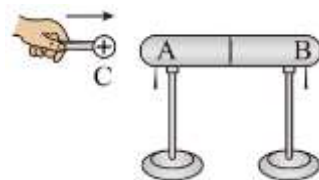
一、单项选择题（本题共10小题，每小题3分，共30分。）

- 自然界中物体的运动是多种多样的。关于运动与力的关系，下列说法正确的是
 - 运动的物体，一定受到力的作用
 - 做曲线运动的物体，一定受到力的作用
 - 物体受到的力越大，它的速度就越大
 - 物体在恒力的作用下，不可能做曲线运动
- 某理想变压器的原线圈接在220V的正弦交流电源上，副线圈的输出电压为22000V。关于该变压器，下列说法正确的是
 - 原、副线圈的匝数之比为100:1
 - 输入功率与输出功率之比为1:100
 - 原、副线圈的电流之比为100:1
 - 原、副线圈交流电的频率之比为1:100
- 中国天宫空间站在距离地面约为400km的轨道运行，可视为匀速圆周运动。地球同步卫星距地面的高度约为36000km。比较它们的运动，下列说法正确的是
 - 空间站的周期更小
 - 空间站的线速度更小
 - 空间站的角速度更小
 - 空间站的向心加速度更小
- 位于坐标原点处的波源发出一列沿x轴正方向传播的简谐横波。 $t = 0$ 时波源开始振动， $t = 6\text{s}$ 时波刚好传播到 $x = 12\text{m}$ 处，此时波形图如图所示。则
 - 该波的传播速度 $v = 8\text{ m/s}$
 - 该波的周期 $T = 8\text{ s}$
 - 波源在这段时间运动的路程为12m
 - 波源开始运动的方向沿y轴正方向
- 如图所示，一对用绝缘柱支撑的导体A和B彼此接触。起初它们不带电，手握绝缘棒，把带正电荷的带电体C移近导体A。下列说法正确的是





- A. 导体 A 的电势等于导体 B 的电势
- B. 导体 A 带正电，导体 B 带负电
- C. 导体 A 的电荷量大于导体 B 的电荷量
- D. 导体 A 内部的电场强度大于导体 B 内部的电场强度

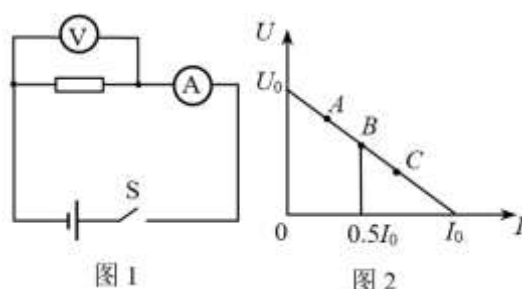


6. 如图所示，一辆装满石块的货车在平直的道路向右行驶，车厢中质量为 m 的石块 B 受到与它接触的

- A. 货车匀速运动时， F 的方向水平向右
- B. 货车以加速度 a 匀加速运动时， F 的方向水平向右
- C. 货车以加速度 a 匀加速运动时， $F = \sqrt{(mg)^2 + (ma)^2}$
- D. 货车以加速度 a 匀加速运动时， $F = ma$

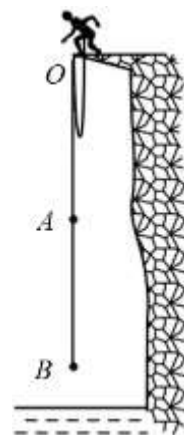


7. 某同学将 A、B、C 三个电阻分别接入图 1 所示的电路中，电表均可视为理想电表。他将测得的电阻两端的电压和通过它的电流在 $U-I$ 图像中描点，得到图 2 中的 A、B、C 三个点，这三个点位于一条倾斜的直线上，直线与纵轴的交点为 U_0 ，与横轴的交点为 I_0 ，B 点横坐标为 $0.5I_0$ 。下列说法**不**正确的是



- A. 电阻 A 的阻值比 B、C 的阻值大
- B. 电阻 A 在电路中的电功率比 B、C 的功率大
- C. 电源的电动势等于 U_0
- D. 电阻 B 的阻值等于电源的内阻

8. 如图为“蹦极”运动的示意图。弹性绳的一端固定在 O 点，另一端和人相连。人从 O 点自由下落，至 A 点时弹性绳恰好伸直，继续向下运动到达最低点 B 。不计空气阻力的影响，将人视为质点。则人从 A 点运动到 B 点的过程中，下列说法正确的是



- A. 绳的拉力逐渐增大，人的速度逐渐减小
- B. 人先处于超重状态，后处于失重状态
- C. 人动能的减少量等于绳弹性势能的增加量
- D. 绳对人一直做负功，人的机械能逐渐减小

9. 2023 年 9 月，“天宫课堂”第四课在中国空间站正式开讲，神舟十六号航天员在梦天实验舱内进行授课。航天员用 0.3kg 的大球与静止的 0.1kg 的小球发生正碰，某同学观看实验时发现：碰撞后，大球向前移动 1 格长度时，小球向前移动 3 格的长度，忽略实验舱内空气阻力的影响。下列说法正确的是

- A. 碰撞后大球的动量大于小球的动量
- B. 碰撞后大球的动能等于小球的动能
- C. 大球碰撞前后的速度比为 2:1
- D. 大球碰撞前后的动能比为 2:1

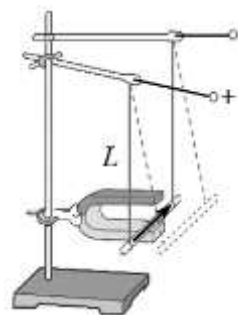


10. 把一段导体棒用细导线水平悬挂在蹄形磁体的两极间，导体棒通以如图所示的恒定电流后开始向右侧摆动，经过时间 t 到达最高点，此时悬线偏离竖直方向的最大摆角为 θ 。若导体棒的质量为 m ，单根悬



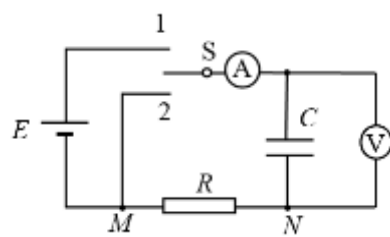
线的长度为 L ，重力加速度为 g ，忽略这个过程中阻力的影响。下列说法正确的是

- A. 图中的蹄形磁体，上方的磁极为 N 极
- B. 摆动到最高点时，安培力等于 $mg \tan \theta$
- C. 导体棒从最低点摆动到最高点的过程中，受到的安培力的冲量大小等于 $mg t$
- D. 导体棒从最低点摆动到最高点的过程中，受到的安培力做功等于 $mgL(1 - \cos \theta)$



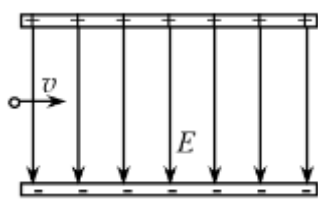
二、多项选择题（本题共 4 小题，每小题 3 分，共 12 分。）

11. 把直流电源、电阻、电容器、数字电流表、数字电压表以及单刀双掷开关 S 组装成如图所示的实验电路。先将开关 S 接 1，待电流表、电压表示数稳定后，再接 2。则下列说法正确的是



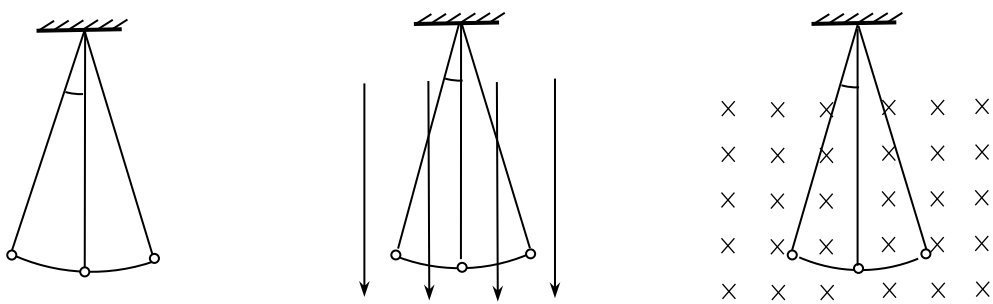
- A. 开关 S 接 1 后，电容器的上极板带负电
- B. 开关 S 接 1 后，电流表示数增大后趋于稳定
- C. 开关 S 接 2 后，通过电阻的电流从 M 流向 N
- D. 开关 S 接 2 后，电压表示数逐渐减小至零

12. 如图所示，在真空中有一对带电的平行金属板水平放置。让质子 (${}^1_1\text{H}$) 和 α 粒子 (${}^4_2\text{He}$) 以相同的初速度从两极板中央沿平行板面的方向射入电场，它们均能离开电场。忽略重力及粒子间的相互作用力。下列说法正确的是



- A. 它们受到的电场力相同
- B. 它们在电场中运动的时间相同
- C. 它们将从同一位置离开电场
- D. 它们离开电场时速度方向不同

13. 用轻质绝缘细线悬挂带正电的小球，如图 1 所示。将装置分别放入图 2 所示的匀强电场，图 3 所示的匀强磁场中。将小球从偏离竖直方向左侧的一个小角度 θ 处由静止释放，三种情况下，小球均在竖直平面内往复运动，周期分别为 T_1 、 T_2 、 T_3 ，小球第一次到达轨迹最低点时的速度大小分别为 v_1 、 v_2 、 v_3 ，不计空气阻力。下列说法正确的是



- A. 小球第一次到达轨迹最低点时的速度关系 $v_1 = v_3 < v_2$
- B. 三种情况小球第一次到达最低点时对绳的拉力相同



C. 三种情况下小球运动的周期关系 $T_1 = T_3 > T_2$

D. 三种情况下小球到达右侧最高点的高度各不相同

14. 2023 年 5 月, 据中科院力学所的消息, 我国 JF-22 超高速风洞研制成功。作为研制新一代飞行器的摇篮, JF-22 超高速风洞可以复现几十千米高空、速度最高达约三十倍声速的飞行条件。

若将一小球从风洞中地面上的 A 点竖直向上弹出, 小球受到大小恒定的水平风力作用, 到达最高点 B 时的动能与 A 点的动能之比为 $9:16$ 。小球最后落回到地面上的 C 点。不计空气阻力, 重力加速度为 g , 下列说法正确的是

A. 小球运动的加速度大小为 $a = \frac{5}{4}g$

B. 小球从 A 到 B 的过程中动能持续减小

C. 小球从 A 到 B 与从 B 到 C 的过程中机械能变化量之比为 $1:1$

D. 小球在空中的最小动能与 A 点的动能之比为 $9:25$

第二部分

15. (6分)

在“测量金属丝的电阻率”实验中, 金属丝的电阻 R_x 约为 $5\ \Omega$ 。

(1) 用螺旋测微器测量金属丝直径, 如图 1 所示, 测量值 $d =$ _____ mm。

(2) 为测量金属丝的电阻, 实验中提供的器材有开关、若干导线及下列器材:

A. 电源 (电动势为 $3V$)

B. 电压表 (量程 $0\sim 3V$, 内阻约 $3\ k\Omega$)

C. 电流表 (量程 $0\sim 0.6A$, 内阻约 $0.125\ \Omega$)

D. 电流表 (量程 $0\sim 3A$, 内阻约 $0.025\ \Omega$)

E. 滑动变阻器 (最大阻值约为 $5\ \Omega$) 为使金属丝的电压能从零开始增大, 并使测量结果尽量准确, 上面器材中电流表应选用 _____ (填器材前的字母)。测量电路选用下图中的 _____。

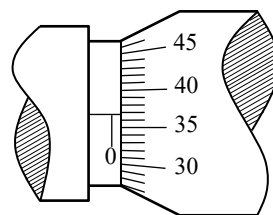
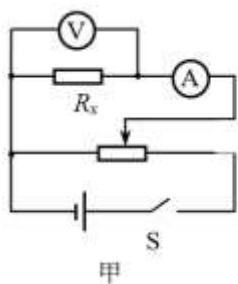
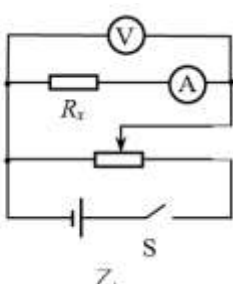


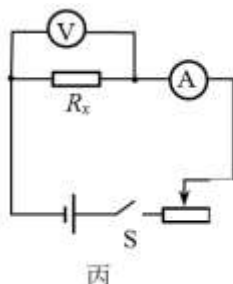
图 1



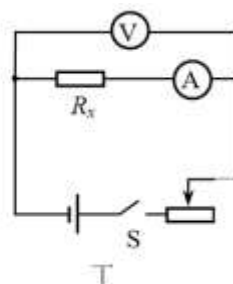
甲



乙



丙



丁

(3) 测得金属丝的直径为 d 、长度为 L 、阻值为 R_x , 则电阻率 $\rho =$ _____。

16. (12分)

某同学用图 1 所示的实验装置研究小车沿斜面向下运动的规律。安装好器材后, 接通电源, 释放小车, 打出一条纸带。舍去开始密集的点迹, 从便于测量的点开始, 每隔四个点取一个计数点, 如图 2 中 $0、1、2\cdots\cdots 7$ 点所示。

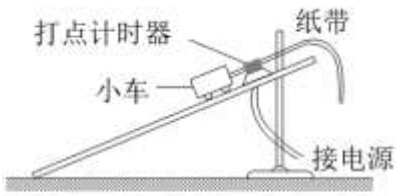


图 1

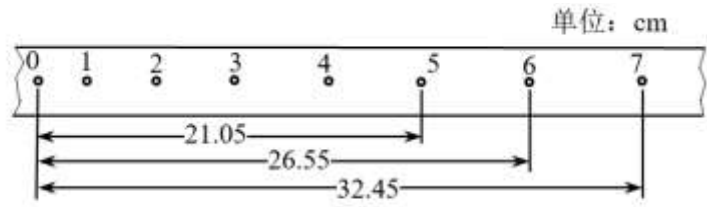


图 2

(1) 实验中, 除打点计时器、小车、长木板、铁架台、导线及开关外, 在下面的器材中, 还必须使用的有_____。

- A. 电压合适的 50Hz 交流电源
- B. 电压可调的直流电源
- C. 刻度尺
- D. 秒表
- E. 天平

(2) 某同学计算出打下 1、2、3、4、5 这五个计数点时小车的速度, 并在图 3 上画出坐标点。请帮助他计算打下计数点 6 时小车的速度 $v = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s, 并在图 3 中标出计数点 6 对应的坐标点, 作出 $v-t$ 图线。

(3) 根据图 3, 测得小车的加速度 $a = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s² (结果保留 2 位有效数字)。

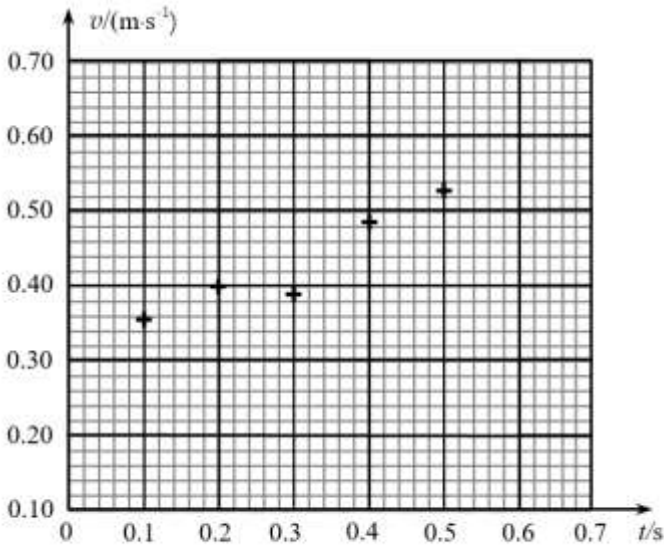


图 3

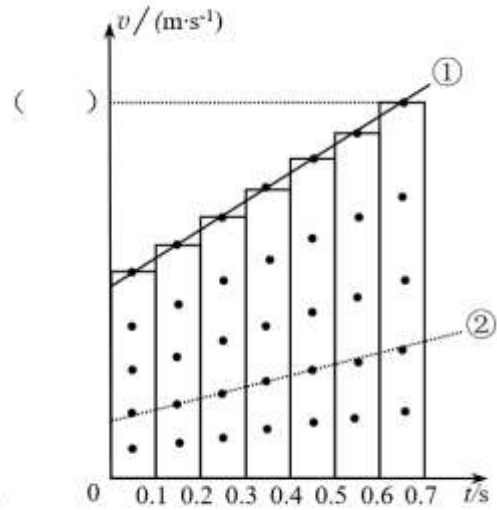


图 4

(4) 某同学把这条纸带每隔 $T = 0.1\text{s}$ 剪断, 得到若干短纸条, 测得长度依次为 $L_1、L_2 \cdots L_7$ (单位:m)。

再把这些纸条并排贴在一张纸上。如图 4 所示, 使这些纸条的下端对齐, 作为时间轴, 并以纸条的宽度代表 T 的时间间隔。这些短纸条上端的中心点近似在一条直线上, 该同学把它们连接起来作出图线 ①。若将图线 ① 转化为小车的 $v-t$ 图像。则图 4 中“()”位置, 标出的速度值为_____。(用题中的字母表示)。

该同学发现每段短纸条上的第 2 个点, 也近似在同一条直线上, 如图线 ② 所示。若测得图线 ② 的斜率为 k , 则小车加速度 a 与斜率 k 的关系式_____。

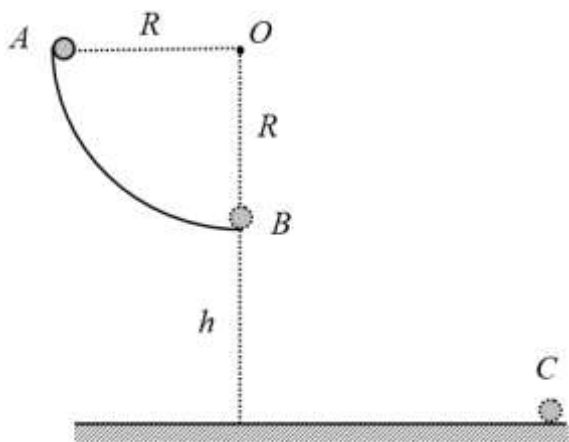
17. (9 分)

如图所示为竖直放置的四分之一圆弧轨道, O 点是其圆心, 半径 $R = 1.5\text{m}$ 。轨道底端距水平地面的高度 $h = 1.25\text{m}$ 。从轨道顶端 A 由静止释放一个质量 $m = 0.1\text{kg}$ 的小球 (可视为质点), 小球到达轨道底端 B 时, 沿水平方向飞出, 落地点 C 与 B 点之间的水平距离 $x = 2.5\text{m}$ 。忽略空气阻力, 重力加速度



$g = 10\text{m/s}^2$ 。求：

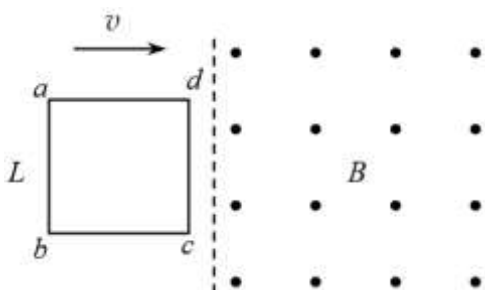
- (1) 小球从 B 点飞出时的速度大小 v_B ；
- (2) 小球落地前瞬间的速度大小 v_C 及方向；
- (3) 小球从 A 点运动到 B 点的过程中，摩擦力对小球做的功 W_f 。



18. (9分)

如图所示，光滑水平面上有一个由均匀电阻丝做成的正方形线框。线框的边长为 L ，质量为 m ，总电阻为 R 。线框以垂直磁场边界的初速度 v 进入磁感应强度大小为 B 、方向如图所示的匀强磁场区域。线框能完全进入磁场，且线框 ab 、 cd 两边始终与磁场边界平行。求：

- (1) cd 边刚进入磁场时，线框中感应电流 I 的大小及 c 、 d 两点的电势差 U ；
- (2) 若 ab 边进入磁场时的速度为 v' ，则线框在进入磁场的过程中最大的加速度 a 及产生的焦耳热 Q ；
- (3) 线框进入磁场的过程中，通过线框导线横截面的电荷量 q 。



19. (10分)

月球是与地球关系密切的天体，研究月球及其运动有助于了解它对地球的影响。

- (1) 已知地球质量为 M ，引力常量为 G 。假设月球绕地球做半径为 r 的匀速圆周运动，求月球的速度大小 v 。
- (2) 月球绕地球的轨迹实际为一个椭圆，如图1所示。地球位于椭圆的一个焦点上。椭圆的四个顶点分别为 A 、 B 、 C 、 D 。月球在近地点 A 时速度为 v_1 ，加速度为 a_1 ，在远地点 B 时速度为 v_2 ，加速度为 a_2 。月球从 C 经 A 到 D 的时间为 t_1 ，从 D 经 B 到 C 的时间为 t_2 。试判断三组物理量的大小关系：

v_1 _____ v_2 ,



a_1 a_2 , t_1 t_2 。(选填“>”“=”或“<”)

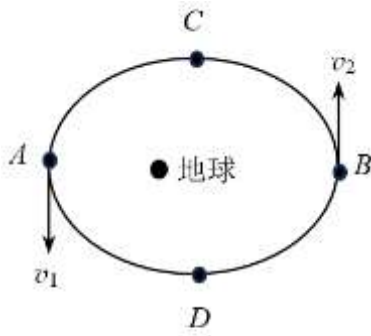


图 1

- (3) a. 如图2所示，地月距离为 L 。以地心作为坐标原点，沿地月连线建立 x 轴，在 x 轴上有一个探测器。由于地球和月球对探测器的引力做功与路径无关，探测器具有与其位置相关的引力势能。仅考虑地球和月球对探测器的作用，可得探测器引力势能 E_p 随位置变化关系如图3所示。探测器在 $x = kL$ 处引力势能最大，已知 k ，求地球与月球的质量之比。
- b. 类比引力作用。真空中有两个点电荷固定在 x 轴上， $+Q$ 位于坐标原点， $+4Q$ 位于 $x = L$ 处，如图4所示。一质量为 m ，电荷量为 $-q$ 的点电荷以一足够大的初速度从 $x = 0.1L$ 处沿 x 轴正方向运动。在图5中画出该点电荷从 $0.1L$ 运动到 $0.9L$ 的过程中，它的动能 E_k 随位置 x 变化的图像，并在 x 轴上标出你能确定的关键点的坐标。



图 2

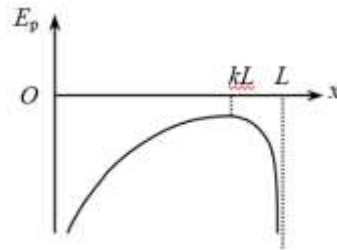


图 3



图 4

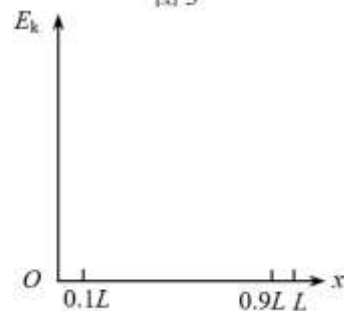


图 5

20. (12分)

我国正在北京建设高能同步辐射光源 (HEPS)。科学家们使用各种磁铁，以控制 HEPS 系统中质量为 m 、电荷量为 e 的电子按照预定轨道运动。其中“四极铁”能够控制电子束在运动过程中汇聚或发散。它所提供的磁场的磁感线如图 1 所示。一束电子沿垂直纸面向里的方向进入“四极铁”的空腔，仅考虑洛伦兹力的作用。

- (1) 图 1 中标记的 a 、 c 和 b 、 d 两对电子，哪一对电子进入磁场后会彼此靠近。



(2) 以图 1 中磁场中心为坐标原点 O 建立坐标系，垂直纸面向里为 x 轴正方向，沿纸面向上为 y 轴正方向，在 Oxy 平面内的磁场如图 2 所示，该磁场区域的宽度为 d 。在 $|y| \leq y_0$ 范围内，有一束电子沿 x 轴正方向射入磁场，磁场的磁感应强度 $B = by$ (b 为已知的正常数，以磁场方向垂直于 Oxy 平面向里为正)。电子速度的大小均为 v ，在穿过磁场的过程中，每个电子的 y 坐标变化很小，认为每个电子途经的区域为匀强磁场。

- 求从 $y = y_0$ 处射入磁场的电子，在磁场中运动的半径 r_0 及速度偏转角的正弦值 $\sin\theta_0$ 。
- 研究发现，所有电子通过磁场后，都将经过 x 轴上坐标 $x = f$ 的点。由于 d 很小，可认为电子离开磁场时，速度方向的反向延长线通过坐标 $(0, y)$ 点，且速度方向的偏转角很小，认为 $\sin\theta \approx \tan\theta$ 。求 f 的表达式，并根据表达式说明不同位置射入的电子必将经过这一点。
- 在 $x = \frac{f}{2}$ 处再放置一个磁场区域宽度为 d 的“四极铁”，使 b 问中的电子束通过后速度方向变成沿 x 轴正方向，该“四极铁”的磁感应强度 $B = b'y$ 。求 $b' : b$ 。

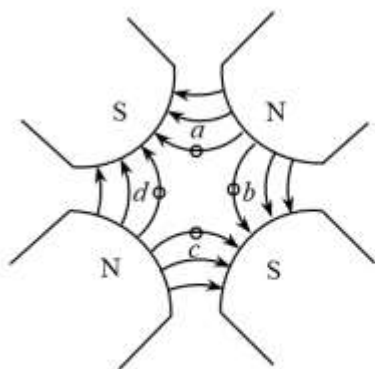


图 1

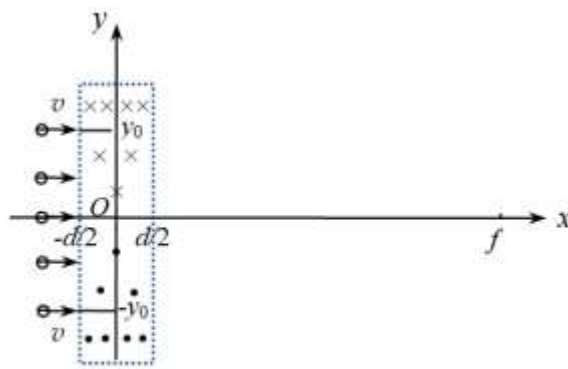


图 2

参考答案



一、单项选择题（每小题3分）

1. B 2. C 3. A 4. D 5. A 6. C 7. B 8. D 9. C 10. D

二、多项选择题（每小题全部选对的得3分，选对但不全的得2分，有选错的得0分。）

11. CD 12. BD 13. AC 14. AD

三、实验题（共18分）

15.（6分）

(1) 0.367-0.369（2分） (2) C 甲（每空1分） (3) $\frac{\pi d^2 R_x}{4L}$ （2分）

16.（12分）

(1) AC（2分） (2) 0.57（2分） 描点连线（2分） (3) 0.41-0.44（2分）

(4) $\frac{L_1}{T}$ （2分） $a = 2.5k$ （2分）

四、计算论述题（共40分）

17.（9分）

(1) 小球由B点运动到C点的过程中

竖直方向上做自由落体运动有 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 得 $t = 0.5\text{s}$ （1分）

水平方向做匀速直线运动有 $x = v_B t$ 得 $v_B = 5\text{m/s}$ （2分）

(2) 小球落地前瞬间，竖直方向的速度 $v_y = gt = 5\text{m/s}$

水平方向的速度 $v_x = v_B = 5\text{m/s}$

落地前瞬间速度 $v_c = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 5\sqrt{2}\text{m/s}$ （2分）

速度方向与水平方向夹角 45° 斜向右下方（1分）

(3) 小球从A点运动到B点的过程中

根据动能定理有 $mgR + W_f = \frac{1}{2}mv_B^2$ 得 $W_f = -0.25\text{J}$ （3分）

18.（9分）

(1) cd边刚进入磁场时，线框产生的感应电动势为 $E = BLv$

根据闭合电路欧姆定律，线框感应电流的大小 $I = \frac{BLv}{R}$ （2分）

c、d两点的电势差 $U = \frac{3}{4}BLv$ （1分）

(2) 线框刚进入磁场的时的加速度最大

此时线框受到的安培力 $F = BIL = \frac{B^2 L^2 v}{R}$



根据牛顿第二定律有 $a = \frac{F}{m} = \frac{B^2 L^2 v}{mR}$

根据能量守恒定律有 $Q = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv'^2$ (3分)

(3) 根据法拉第电磁感应定律, 此过程线框的平均感应电动势 $\bar{E} = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{BL^2}{\Delta t}$

根据闭合电路欧姆定律, 线框的平均电流 $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{R} = \frac{BL^2}{R\Delta t}$

通过线框导线横截面的电荷量 $q = \bar{I} \cdot \Delta t = \frac{BL^2}{R}$ (3分)

19. (10分)

(1) 设月球的质量为 m , 月球绕地球做匀速圆周运动

地球对月球的万有引力提供向心力 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$ 得 $v = \sqrt{G \frac{M}{r}}$ (2分)

(2) $v_1 > v_2$, $a_1 > a_2$, $t_1 < t_2$ (3分)

(3) a. 设地球质量为 M , 月球的质量为 m , 探测器的质量为 m_0

引力的合力做功与引力势能的关系 $F\Delta x = -\Delta E_p$

可知 E_p-x 图线的斜率 $\frac{\Delta E_p}{\Delta x} = -F$

由图 3 知探测器在 $x=kL$ 处引力势能最大, 该处图线的斜率为 0

则探测器在该处受地球和月球的引力的合力为零

即 $G \frac{Mm_0}{(kL)^2} = G \frac{mm_0}{(L-kL)^2}$ 得 $\frac{M}{m} = \left(\frac{k}{1-k}\right)^2$

(3分)

b. 如图所示

(2分)

20. (12分)

(1) a、c

(2分)

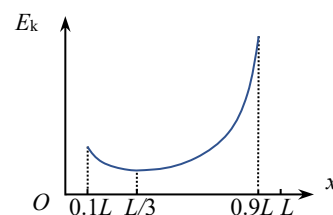
(2) a. 设 $y = y_0$ 处感应强度的大小为 B_0 , 则有 $B_0 = by_0$

电子在磁场中运动时, 洛伦兹力提供向心力 $evB_0 = m \frac{v^2}{r_0}$

电子的转动的半径 $r_0 = \frac{mv}{eby_0}$ (2分)

速度方向的偏转角度 $\sin \theta_0 = \frac{d}{r_0} = \frac{eby_0 d}{mv}$ (2分)

b. 从 y 处进入磁场中的电子, 速度方向偏转 $\sin \theta = \frac{d}{r} = \frac{eBd}{mv}$, 且 $B = by$





电子射出后做匀速直线运动，则 $\frac{y}{f} = \tan \theta$ 可得 $f = \frac{mv}{ebd}$ (2分)

由 f 的表达式可知，从不同位置 y 以相同速度 v 射入磁场的电子，到达 x 轴的位置 f 相同且与电子入射位置 y 无关。因此从不同位置射入的电子必将经过 x 轴的同一点。
(1分)

c. 从 y 处进入磁场的电子，将从 $y' = \frac{y}{2}$ 处进入 $x = \frac{f}{2}$ 处的四极铁磁场

电子通过两个磁场区域，速度向相反方向偏转角度 $\theta' = \theta$

由 b 问知 $\sin \theta = \frac{eBd}{mv}$ ，因洛伦兹力不做功，电子通过磁场区域时速度大小不变

则两处磁感应强度大小相等、方向相反，即 $B' = -B$

则 $b' \frac{y}{2} = -by$ 得 $b':b = -2:1$ (3分)

