

物 理

2024.5

(考试时间 90 分钟 满分 100 分)

第一部分

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. 根据玻尔原子理论，一个氢原子从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=2$ 能级，该氢原子

- A. 放出光子，库仑力做正功 B. 放出光子，库仑力做负功
C. 吸收光子，库仑力做负功 D. 吸收光子，库仑力做正功

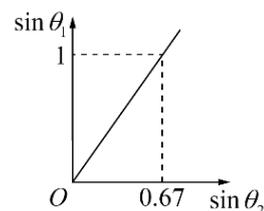
2. 关于机械振动和机械波，下列说法错误的是

- A. 机械波的传播一定需要介质
B. 有机械波一定有机机械振动
C. 汽车的鸣笛声由远及近音调的变化是波的衍射现象
D. 在波的传播过程中介质中的质点不随波迁移

3. 某同学测定一块玻璃的折射率，他用测得的多组入射角 θ_1 与折射角 θ_2 作出 $\sin\theta_1 - \sin\theta_2$ 图像，

如图所示。下列说法正确的是

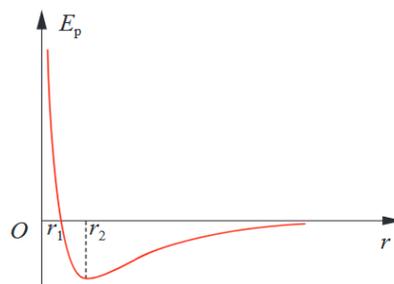
- A. 由图像可推断入射角与折射角成正比
B. 该实验研究的是光从玻璃射入空气的折射现象
C. 该玻璃的折射率为 0.67
D. 光从该玻璃以 60° 入射角射入空气时会发生全反射



4. 分子势能 E_p 随分子间距离 r 变化的图像如图所示。下列说法

正确的是

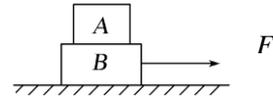
- A. r_1 处分子间表现为引力
B. r_2 处分子间表现为斥力
C. $r_1 < r < r_2$ 时， r 越小分子势能越大
D. 分子间距离足够大时分子势能最小



5. 如图所示，光滑水平桌面上木块 A、B 叠放在一起，木块 B 受到一个大小为 F 水平向右的力，

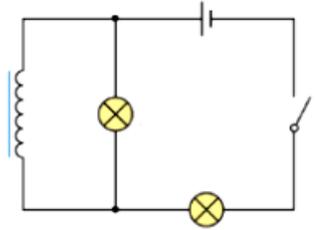
A、B 一起向右运动且保持相对静止。已知 A 的质量为 m ，B 的质量为 $2m$ ，重力加速度为 g 。下列说法正确的是

- A. 木块 A 受到两个力的作用
- B. 木块 B 受到四个力的作用
- C. 木块 A 所受合力大小为 $\frac{F}{3}$



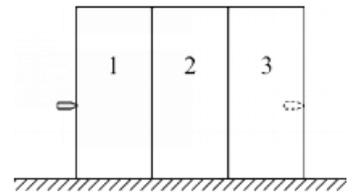
- D. 木块 B 受到 A 的作用力大小为 $\sqrt{(mg)^2 + F^2}$

6. 如图所示, L 是自感系数很大、电阻很小的线圈, A_1 、 A_2 是两个相同的小灯泡。下列说法正确的是



- A. 开关 S 闭合瞬间, A_2 先亮 A_1 后亮
- B. 开关 S 闭合瞬间, A_1 中的电流大于 A_2 中的电流
- C. 开关 S 闭合稳定后再断开时, A_1 、 A_2 同时熄灭
- D. 开关 S 闭合稳定后再断开时, A_1 闪亮一下后熄灭

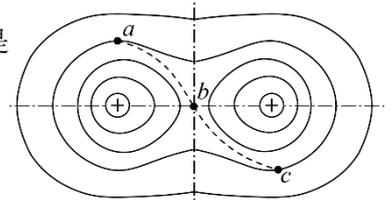
7. 如图所示, 质量为 m 的子弹水平射入并排放置的 3 块固定的、相同的木板, 穿过第 3 块木板时子弹的速度恰好变为 0。已知子弹在木板中运动的总时间为 t , 子弹在各块木板中运动的加速度大小均为 a 。子弹可视为质点, 不计子弹重力。



下列说法错误的是

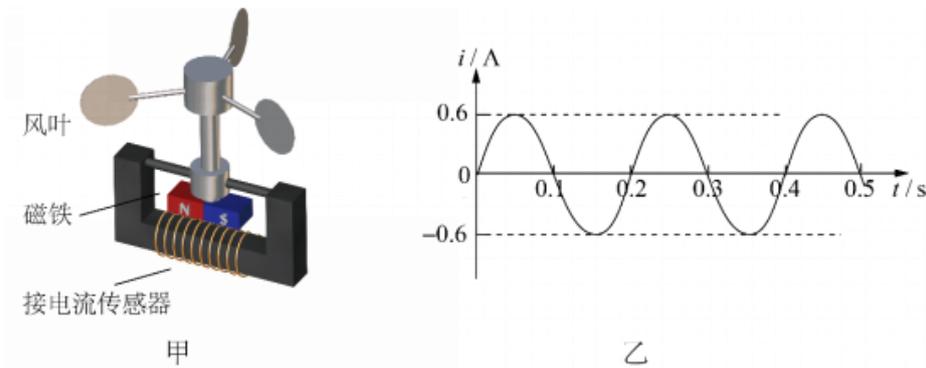
- A. 子弹穿过 3 块木板的时间之比为 1:2:3
- B. 子弹的初速度大小为 at
- C. 子弹受到木板的阻力大小为 ma
- D. 子弹穿过第 1 块木板时与穿过第 2 块木板时的速度之比为 $\sqrt{2}:1$

8. 如图所示, 实线为两个固定的等量正点电荷电场中的等势面, 虚线 abc 为一带电粒子仅在静电力作用下的运动轨迹, 其中 b 点是两点电荷连线的中点。下列说法正确的是



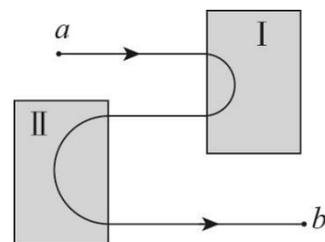
- A. 该粒子可能带正电
- B. 该粒子经过 a 、 c 两点时的速度大小相等
- C. a 、 b 、 c 三点的电场强度大小 $E_a > E_b > E_c$
- D. 该粒子在 b 点的电势能大于在 a 点的电势能

9. 图甲为风力发电的简易模型, 在风力的作用下, 风叶带动与其固定在一起的磁铁转动, 转速与风速成正比。当风速为 v 时, 线圈中产生的正弦式交变电流如图乙所示。下列说法正确的是



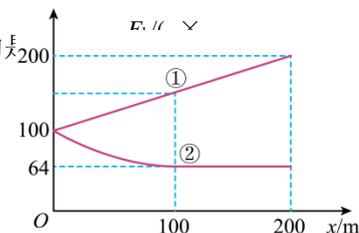
- A. 线圈中电流的表达式为 $i=1.2\sin 10\pi t$ (A)
- B. 磁铁的转速为 10 r/s
- C. 风速为 $2v$ 时, 线圈中电流的表达式为 $i=1.2\sin 20\pi t$ (A)
- D. 风速为 $2v$ 时, 线圈中电流的有效值为 1.2A

10. 一个电子以某速度从 a 点出发, 通过两个方向垂直纸面的有界匀强磁场区域 I、II 到达 b 点, 路径如图所示, 电子在每个区域内的轨迹都是半圆。下列说法正确的是



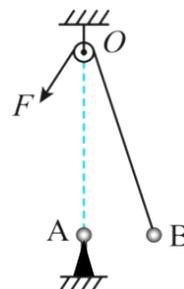
- A. 两个磁场的方向相同
- B. 电子在区域 I 中运动的时间较长
- C. 电子以相同的速度大小从 b 点反向出发可返回 a 点
- D. 质子以与电子大小相同的动量从 b 点反向出发可到达 a 点

11. 电动车配有把机械能转化为电能的“能量回收”装置。某次测试中电动车沿倾角为 15° 的斜坡向下运动, 初动能为 $1.0 \times 10^5 \text{J}$ 。第一次让车无动力自由滑行, 其动能 E_k 与位移 x 的关系如图中直线 ① 所示; 第二次让车无动力并开启“能量回收”装置滑行, 其动能 E_k 与位移 x 的关系如图中曲线 ② 所示。假设机械能回收效率为 90%, 重力加速度 $g=10 \text{m/s}^2$ 。下列说法正确的是



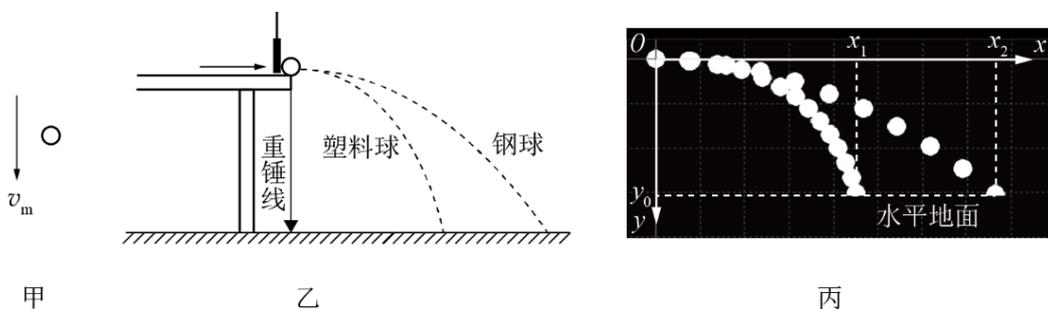
- A. 图中 ① 过程汽车所受合力越来越大
- B. 可求图中 ② 过程下滑 200m 回收的电能
- C. 图中 ② 过程下滑 100m 后不再回收能量
- D. 由题中及图像信息可求出电动车的质量

12. 如图所示，水平面上固定一个绝缘支杆，支杆上固定一带电小球 A，小球 A 位于光滑小定滑轮 O 的正下方，绝缘细线绕过定滑轮与带电小球 B 相连，在拉力 F 的作用下，小球 B 静止，此时两球处于同一水平线。假设两球的电荷量均不变，现缓慢释放细线，使球 B 移动一小段距离。在此过程中，下列说法正确的是



- A. 细线中的拉力一直减小
- B. 球 B 受到的库仑力先减小后增大
- C. 球 A、B 系统的电势能保持不变
- D. 拉力做负功，库仑力做正功

13. 测量曲线运动物体的瞬时速度往往比较困难。假设小球受到的空气阻力与其速度大小成正比，为测量水平抛出的塑料球的落地速度，研究性学习小组进行了以下实验。



①如图甲，在某一高度处释放塑料球，使之在空气中竖直下落。塑料球速度逐渐增加，最终达到最大速度 v_m ，测量并记录 v_m ；

②如图乙，用重锤线悬挂在桌边确定竖直方向，将塑料球和一半径相同的钢球并排用一平板从桌边以相同的速度同时水平推出；

③用频闪仪记录塑料球和钢球在空中的一系列位置，同时测量塑料球下落时间 t ；

④如图丙，在得到的频闪照片中分别作出 x 轴和 y 轴，测量并记录两小球水平位移 x_1 、 x_2 ，竖直位移 y_0 。已知重力加速度 g 。

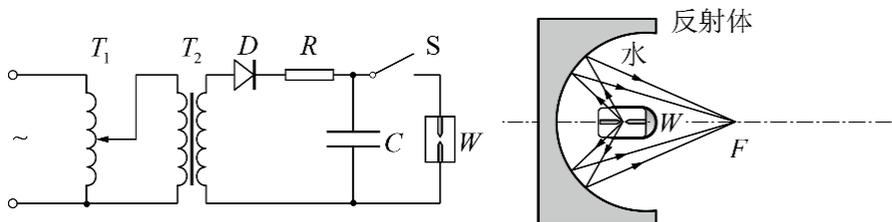
关于本实验，下列说法正确的是

- A. 实验中还需要用天平测量出塑料球的质量
- B. 仅用 g 、 t 、 y_0 、 v_m 即可表示塑料球落地时的竖直速度
- C. 塑料球和钢球落地时的速度大小可能相等
- D. 塑料球和钢球在空中运动的时间可能相等

14. 体外冲击波治疗具有非侵入性、患者易于接受、对人体组织损伤少、治疗成功率高等优点，目前在临床医疗上得到广泛的应用。

一种冲击波治疗仪的充电和瞬时放电电路如图甲所示。交流电经调压、整流后向电容器 C 充电储能。当触发器 S 导通时，电容器经置于水中的冲击波源 W 瞬时放电，高压强电场的巨大能量瞬间释放

使水迅速汽化、膨胀而形成冲击波。如图乙所示，冲击波向四周传播，碰到反射体光滑的内表面而反射，波源发出的冲击波经反射后在 F 点聚焦，形成压力强大的冲击波焦区，当人体深处的病变处于该焦区时，就会得到治疗作用。冲击波治疗对放电时间要求不超过 $1\mu\text{s}$ ，电容器 C 的电容一般在 $0.3\sim 1.0\mu\text{F}$ 之间，充电电压大约 10kV 。下列说法正确的是



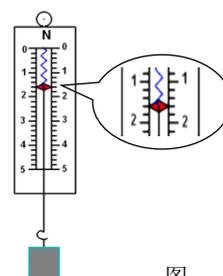
- A. 治疗仪产生的冲击波是电磁波
- B. 电容器放电电流不能达到 10^4A 数量级
- C. 若仅减小电路中电阻 R 的阻值，可减小电容器的充电时间
- D. 若仅增大电容器 C 的电容，放电时间仍符合冲击波的要求

第二部分

本部分共 6 题，共 58 分。

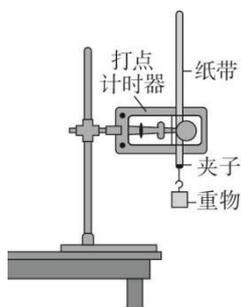
15. (8 分)

(1) 某同学用弹簧测力计粗测重力加速度。将一个质量为 165g 的物体挂在校准后的竖直弹簧测力计下端，静止时指针如图 1 所示，则重力加速度为 m/s^2 (结果保留 2 位有效数字)。

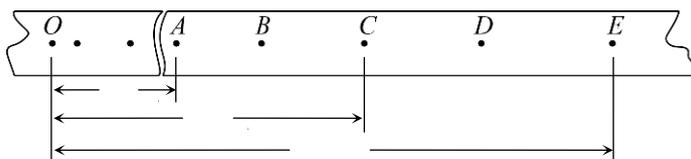


图

(2) 某同学用如图 2 所示的装置测量重力加速度。打点计时器的打点周期为 T 。让重物从静止开始下落，打出一条清晰的纸带，其中的一部分如图 3 所示。A、B、C、D、E 为纸带上 5 个连续打下的点。根据纸带可得重力加速度为 $g = \underline{\hspace{2cm}}$ (用 h_1 、 h_2 、 h_3 、 T 表示)。



图

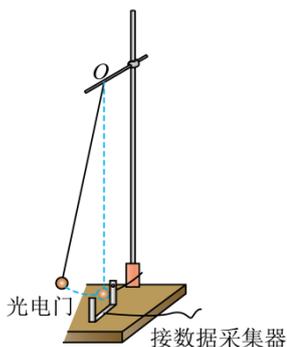


图

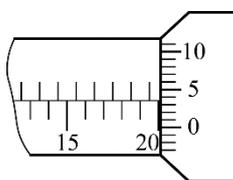
(3) 某实验小组利用图 4 装置测量重力加速度。摆线上端固定在 O 点，下端悬挂一小钢球，通过光电门传感器采集摆动周期。

① 组装好装置，用毫米刻度尺测量摆线长度 L ，用螺旋测微器测量小钢球直径 d 。螺旋测微器示数如图 5 所示，小钢球直径 $d = \underline{\hspace{2cm}}$ mm，记摆长 $l = L + \frac{d}{2}$ 。

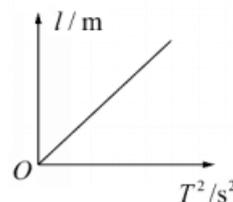
② 多次改变摆线长度，在小摆角下测得不同摆长 l 对应的小钢球摆动周期 T ，并作出 $l-T^2$ 图像，如图 6 所示。已知图线斜率为 k ，可得重力加速度 $g = \underline{\hspace{2cm}}$ (用 k 、 π 表示)。



图



图

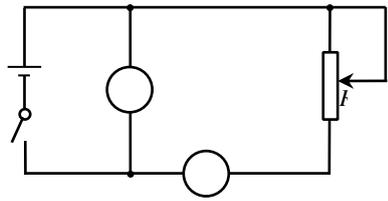


图

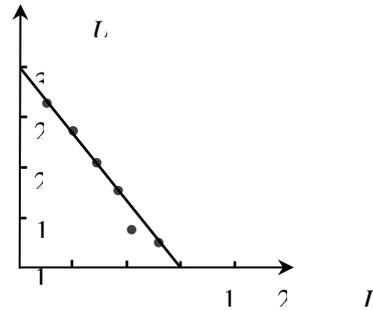
16. (10 分)

物理课外研究小组欲通过实验研究某一直流电源的带载特性。除所用电源、开关、导线外，实验室还备有器材：电压表（量程 3V）、电流表（量程 3A）、定值电阻 R_0 、滑动变阻器 R_L 。

(1) 测量电源的电动势和内阻。按如图 1 所示的电路连接器材，并移动滑动变阻器 R_L 滑片位置，读出对应的电压表和电流表示数，在图 2 中标记相应的点并拟合出 $U-I$ 图线，可得电源电动势 $E = \underline{\hspace{2cm}}$ V，内阻 $r = \underline{\hspace{2cm}}$ Ω (结果均保留 2 位有效数字)。

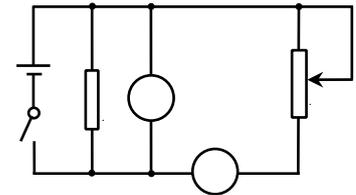


图



图

(2) 不考虑偶然误差, 由上述(1)方法测得的内阻 r _____ (填“大于”、“等于”、“小于”) 真实值, 引起此误差的原因是 _____。

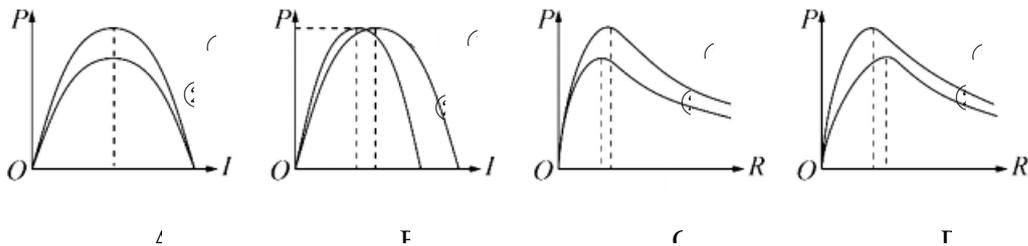


图

(3) 测试电源的带载特性。用 R 表示变阻器接入电路的阻值, I 表示电流表的示数。为便于对比研究, 采集两种情况下的数据并作出相应的①、②图线:

- ①表示图 1 中变阻器 R_L 的功率变化规律;
- ②表示图 3 中变阻器 R_L 的功率变化规律。

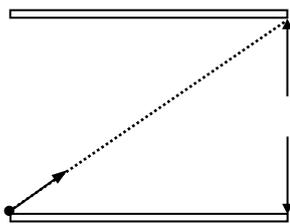
在滑动变阻器 R_L 的滑片移动过程中, 不考虑电表的影响, 下列选项正确的是 _____。



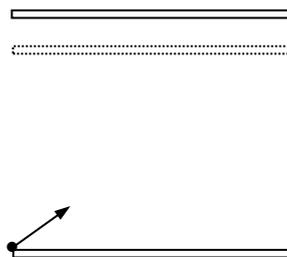
17. (9分)

如图 1 所示, 水平放置的两平行金属板相距为 d , 充电后带电量保持不变, 其间形成匀强电场。一带电量为 $+q$ 、质量为 m 的液滴以速度 v_0 从下板左边缘射入电场, 沿直线运动恰好从上板右边缘射出。已知重力加速度为 g 。

- (1) 求匀强电场的电场强度大小 E ;
- (2) 求静电力对液滴做的功 W ;
- (3) 如图 2 所示, 若将上极板上移少许, 其他条件不变, 请在图 2 中画出液滴在两板间的运动轨迹。



图

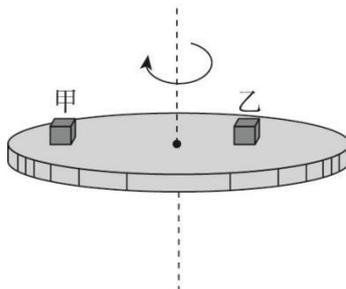


图

18. (9分)

如图所示，水平的圆台可以绕其中心轴转动。在圆台中心两侧放上甲、乙两物体，两物体的质量均为 m ，均可视为质点，甲、乙两物体到圆台中心距离分别为 $2R$ 、 R ，其连线过圆台中心。两物体与圆台间的动摩擦因数均为 μ ，设最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度为 g 。

- (1) 若圆台以某一角速度转动时，甲、乙均未滑动，求两物体的加速度之比 $a_{甲} : a_{乙}$ ；
- (2) 若圆台的角速度逐渐增大，请分析说明甲、乙两物体谁先滑动；
- (3) 若将甲、乙两物体用不可伸长的轻绳连接，轻绳最初拉直而不张紧，缓慢增加圆台的转速，求两物体刚要滑动时圆台的角速度 ω 。

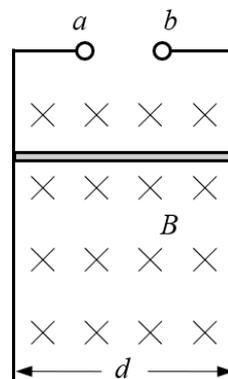


19. (10分)

定值电阻、电容器、电感线圈是三种常见的电路元件，关于这几个元件有如下结论：

- ① 一个定值电阻满足 $I = \frac{U}{R}$ 关系；
- ② 一个电容器的电容为 C ，两极板间电压为 U 时，储存的能量为 $E = \frac{1}{2}CU^2$ ；
- ③ 一个电感线圈的自感系数为 L ，自感电动势 $E_{自} = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ ，式中 $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ 为电流变化率；通过的电流为 I 时，储存的能量为 $E' = \frac{1}{2}LI^2$ 。

如图所示，足够长的光滑金属框架竖直放置，顶端留有接口 a 、 b ，两竖直导轨间距为 d 。一质量为 m 、长度为 d 的金属棒始终与竖直导轨接触良好，磁感应强度为 B 的匀强磁场与框架平面垂直，重力加速度为 g 。不计空气阻力，不计框架和金属棒的电阻及电磁辐射的能量损失。



(1) 若在 a 、 b 间接入一个阻值为 R 的定值电阻，现从静止释放金属棒，求金属棒的最终速度大小 v_1 ；

(2) 若在 a 、 b 间接入一个电容为 C 的电容器，现从静止释放金属棒，求当电容器两极板间电压为 U_0 时，金属棒下落的高度 h ；

(3) 若在 a 、 b 间接入一个电阻不计、自感系数为 L 的电感线圈，现从静止释放金属棒，求金属棒下落过程中的最大速度 v_2 。

20. (12分)

万有引力定律和库仑定律的相似，使得解决相关问题的方法可以相互借鉴。

(1) 与静电力做功特点类似，万有引力做功也同样与路径无关。已知某卫星绕地球的轨道为一椭圆，如图 1 所示，地球位于椭圆的一个焦点上。已知地球和卫星的质量分别为 M 、 m ，卫星在远地点 A 时与地心距离为 r_1 ，在近地点 B 时与地心距离为 r_2 。取无穷远处引力势能为零，质量为 m_1 、 m_2 的两物体相距为 r 时，引力势能表达式为 $E_p = -G \frac{m_1 m_2}{r}$ ，其中 G 为引力常量。

- a. 推导证明卫星绕地球运动的过程中动能与引力势能之和守恒；
- b. 计算卫星从 A 运动到 B 的过程中增加的动能 ΔE_k 。

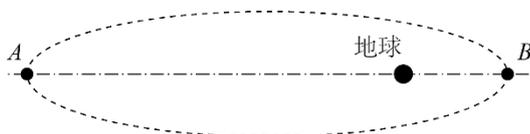


图1

(2) 如图 2 所示，直线上有一固定点电荷 A ，带电量为 $+Q$ ，另一质量为 m 、带电量为 $-q$ 的点电荷 B 由直线上某点释放，仅考虑两电荷间的库仑力，当电荷 B 运动至距离电荷 A 为 L 时，其速度大小恰等于 B 绕 A 做半径为 L 的匀速圆周运动时的速度。取无穷远电势为零，两点电荷 $+q_1$ 、 $-q_2$ 相距为 r 时的电势能表达式为 $E_p = -k \frac{q_1 q_2}{r}$ ，其中 k 为静电力常量。

- a. 求点电荷 B 由静止释放时与点电荷 A 的距离 L' ；
- b. 已知在万有引力作用下人造卫星绕地球以椭圆轨道或圆周轨道运行时，若椭圆轨道半长轴与某一圆周轨道半径相等，则其在两轨道上运行的周期相等。

请据此估算点电荷 B 从该位置由静止释放运动到点电荷 A 位置的时间 t 。

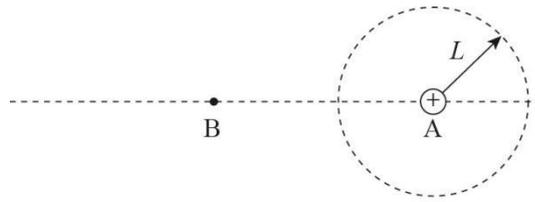


图2

(考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效)