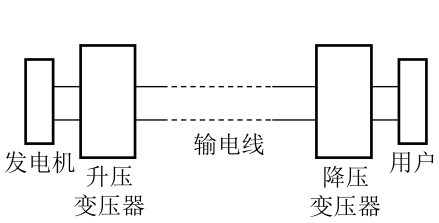
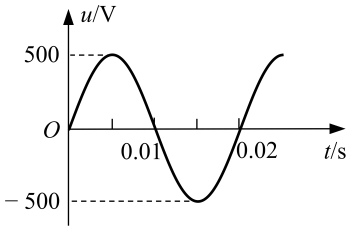
2014 年四川理综

1. 如图所示，甲是远距离输电线路的示意图，乙是发电机输出电压随时间变化的图像，则（D）



甲



乙

A. 用户用电器上交流电的频率是 100 Hz

B. 发电机输出交流电的电压有效值是 500 V

C. 输电线的电流只由降压变压器原副线圈的匝数比决定

D. 当用户用电器的总电阻增大时，输电线上损失的功率减小

> 从图乙得到交流电的频率是 50 Hz，变压器在输电过程中不改变交流电的频率，A 错误；从图乙得到发电机输出电压的最大值是 500 V，所以有效值为 $250\sqrt{2}$ V，B 错误；输电线的电流是由降压变压器的负载电阻和输出电压决定的，C 错误；由于变压器的输出电压不变，当用户用电器的总电阻增大时，输出电流减小，根据电流与匝数成反比的关系可知，输电线上的电流减小，由 $P_{线}=I_{线}^2R_{线}$ 可知，输电线上损失的功率减小，选项 D 正确。

2. 电磁波已广泛运用于很多领域。下列关于电磁波的说法符合实际的是（C）

A. 电磁波不能产生衍射现象

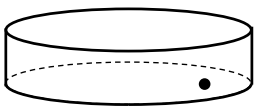
B. 常用的遥控器通过发出紫外线脉冲信号来遥控电视机

C. 根据多普勒效应可以判断遥远天体相对于地球的运动速度

D. 光在真空中运动的速度在不同惯性系中测得的数值可能不同

> 衍射现象是波的特有现象，A 错误；常用的遥控器通过发出红外线脉冲信号来遥控电视机，B 错误；遥远天体和地球的距离发生变化时，遥远天体的电磁波由于相对距离发生变化而出现多普勒效应，所以能测出遥远天体相对地球的运动速度，C 正确；光在真空中运动的速度在不同惯性系中测得的数值是相同的，即光速不变原理，D 错误。

3. 如图所示，口径较大、充满水的薄壁圆柱形浅玻璃缸底有一发光小球，则（D）



A. 小球必须位于缸底中心才能从侧面看到小球

B. 小球所发的光能从水面任何区域射出

C. 小球所发的光从水中进入空气后频率变大

D. 小球所发的光从水中进入空气后传播速度变大

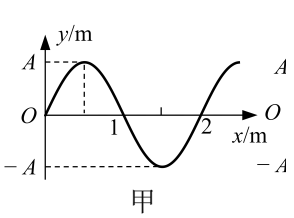
> 光从水中进入空气，只要在没有发生全反射的区域，就可以看到光线射出，所以 A、B 错误；光的频率是由光源决定的，与介质无关，所以 C 错误；由 $v=\frac{c}{n}$ 得，光从水中进入空气后传播速度变大，所以 D 正确。

4. 有一条两岸平直、河水均匀流动、流速恒为 v 的大河。小明驾着小船渡河，去程时船头指向始终与河岸垂直，回程时行驶路线与河岸垂直。去程与回程所用时间的比值为 k，船在静水中的速度大小相同，则小船在静水中的速度大小为 (B)

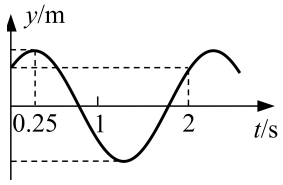
A. $\frac{kv}{\sqrt{k^2-1}}$　　B. $\frac{v}{\sqrt{1-k^2}}$　　C. $\frac{kv}{\sqrt{1-k^2}}$　　D. $\frac{v}{\sqrt{k^2-1}}$

> 设河岸宽为 d，船速为 u，则根据渡河时间关系得 $\frac{d}{u}:\frac{d}{\sqrt{u^2-v^2}}=k$，解得 $u=\frac{v}{\sqrt{1-k^2}}$，所以 B 选项正确。

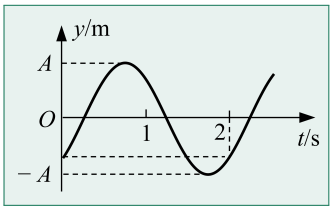
5. 如图所示，甲为 $t=1\,\mathrm{s}$ 时某横波的波形图像，乙为该波传播方向上某一质点的振动图像，距该质点 $\Delta x=0.5\,\mathrm{m}$ 处质点的振动图像可能是 (A)



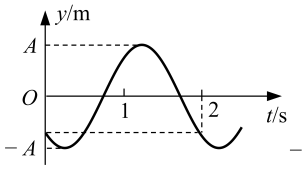
甲



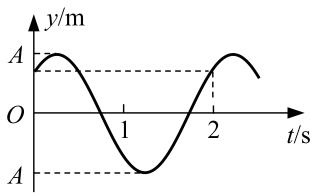
乙



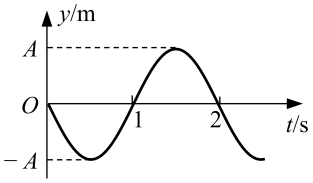
A.



B.



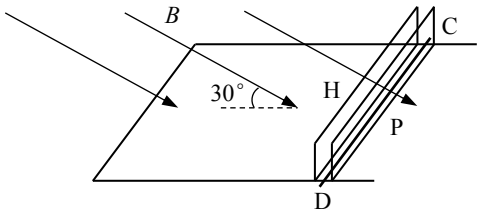
C.



D.

从甲图可以得到波长为 2 m，从乙图可以得到周期为 2 s，即波速为 1 m/s；由乙图的振动图像可以找到 $t=1\,\mathrm{s}$ 时，该质点位移为负，并且向下运动，距该质点 $\Delta x=0.5\,\mathrm{m}$ 处的质点与该质点的振动情况相差 $\frac{T}{4}$，即将乙图中的图像向左或右平移 $\frac{1}{4}$ 周期即可得到距该质点 $\Delta x=0.5\,\mathrm{m}$ 处质点的振动图像，故只有 A 正确。

6. 如图所示，一不计电阻的光滑 U 形金属框水平放置，光滑、竖直玻璃挡板 H、P 固定在框上，H、P 的间距很小。质量为 0.2 kg 的细金属杆 CD 恰好无挤压地放在两挡板之间，与金属框接触良好并围成边长为 1 m 的正方形，其有效电阻为 0.1 Ω。此时在整个空间加方向与水平面成 30° 角且与金属杆垂直的匀强磁场，磁感应强度随时间变化规律是 $B=(0.4-0.2t)\,\mathrm{T}$，图示磁场方向为正方向。框、挡板和杆不计形变。则（AC）



A. $t=1\,\mathrm{s}$ 时，金属杆中感应电流方向从 C 到 D

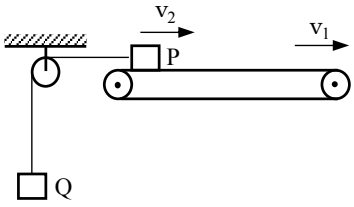
B. $t=3\,\mathrm{s}$ 时，金属杆中感应电流方向从 D 到 C

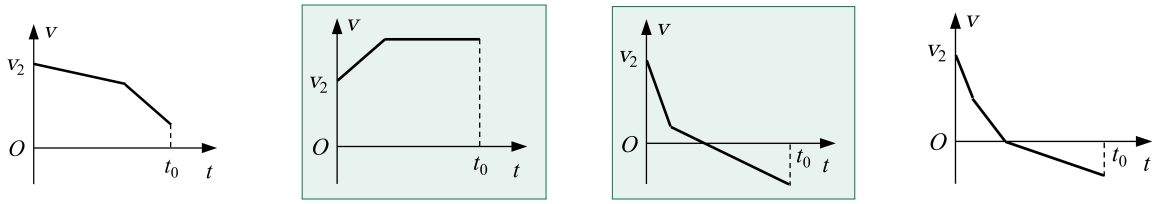
C. $t=1\,\mathrm{s}$ 时，金属杆对挡板 P 的压力大小为 0.1 N

D. $t=3\,\mathrm{s}$ 时，金属杆对挡板 H 的压力大小为 0.2 N

由于 $B=(0.4-0.2t)\,\mathrm{T}$，在 $t=1\,\mathrm{s}$ 时穿过平面的磁通量向下并减少，则根据楞次定律可以判断，金属杆中感应电流方向从 C 到 D，A 正确。在 $t=3\,\mathrm{s}$ 时穿过平面的磁通量向上并增加，则根据楞次定律可以判断，金属杆中感应电流方向仍然是从 C 到 D，B 错误。由法拉第电磁感应定律得 $E=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=\frac{\Delta B}{\Delta t}S\sin 30^\circ=0.1\,\mathrm{V}$，由闭合电路的欧姆定律得电路电流 $I=\frac{E}{R}=1\,\mathrm{A}$，在 $t=1\,\mathrm{s}$ 时，$B=0.2\,\mathrm{T}$，方向斜向下，电流方向从 C 到 D，金属杆对挡板 P 的压力水平向右，大小为 $F_P=BIL\sin 30^\circ=0.1\,\mathrm{N}$，C 正确。同理，在 $t=3\,\mathrm{s}$ 时，金属杆对挡板 H 的压力水平向左，大小为 $F_H=BIL\sin 30^\circ=0.1\,\mathrm{N}$，D 错误。

7. 如右图所示，水平传送带以速度 v_1 匀速运动，小物体 P、Q 由通过定滑轮且不可伸长的轻绳相连，$t=0$ 时刻 P 在传送带左端具有速度 v_2，P 与定滑轮间的绳水平，$t=t_0$ 时刻 P 离开传送带。不计定滑轮质量和摩擦，绳足够长。正确描述小物体 P 速度随时间变化的图像可能是（BC）

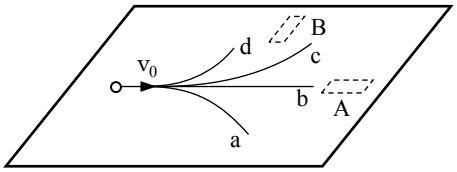




A. B. C. D.

若 P 在传送带左端时的速度 v_2 小于 v_1，则 P 受到向右的摩擦力，当 P 受到的摩擦力大于绳的拉力时，P 做加速运动，则有两种可能：第一种是一直做加速运动，第二种是先做加速运动，当速度达到 v_1 后做匀速运动，所以 B 正确；当 P 受到的摩擦力小于绳的拉力时，P 做减速运动，也有两种可能：第一种是一直做减速运动，从右端滑出；第二种是先做减速运动再做反向加速运动，从左端滑出。若 P 在传送带左端具有的速度 v_2 大于 v_1，则小物体 P 受到向左的摩擦力，使 P 做减速运动，则有三种可能：第一种是一直做减速运动，第二种是速度先减到 v_1，之后若 P 受到绳的拉力和静摩擦力作用而处于平衡状态，则其以速度 v_1 做匀速运动，第三种是速度先减到 v_1，之后若 P 所受的静摩擦力小于绳的拉力，则 P 将继续减速直到速度减为 0，再反向做加速运动并且摩擦力反向，加速度不变，从左端滑出，所以 C 正确。

8.（1）小文同学在探究物体做曲线运动的条件时，将一条形磁铁放在桌面的不同位置，让小钢珠在水平桌面上从同一位置以相同初速 v_0 运动，得到不同轨迹。图中 a、b、c、d 为其中四条运动轨迹，磁铁放在位置 A 时，小钢珠的运动轨迹是 b（填轨迹字母代号），磁铁放在位置 B 时，小钢珠的运动轨迹是 c（填轨迹字母代号）。实验表明，当物体所受合外力的方向跟它的速度方向不在（选填“在”或“不在”）同一直线上时，物体做曲线运动。



（2）右图是测量阻值约几十欧的未知电阻 R_x 的原理图，图中 R_0 是保护电阻（10 Ω），R_1 是电阻箱（0 ~ 99.9 Ω），R 是滑动变阻器，A_1 和 A_2 是电流表，E 是电源（电动势 10 V，内阻很小）。

在保证安全和满足要求的情况下，使测量范围尽可能大。实验具体步骤如下：

（i）连接好电路，将滑动变阻器 R 调到最大；

（ii）闭合 S，从最大值开始调节电阻箱 R_1，先调 R_1 为适当位置，再调节滑动变阻器 R，使 A_1 示数 $I_1 = 0.15$ A，记下此时电阻箱的阻值 R_1 和 A_2 的示数 I_2；

（iii）重复步骤（ii），再测量 6 组 R_1 和 I_2 值；

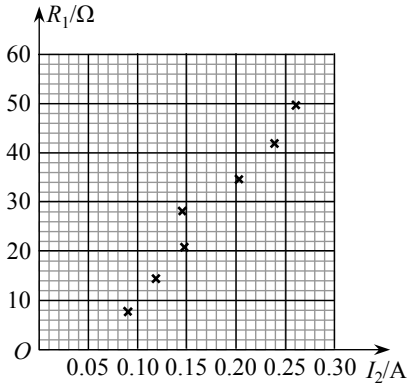
（iv）将实验测得的 7 组数据在坐标纸上描点。

根据实验回答以下问题：

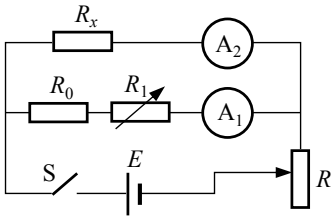
(1) 现有四只供选用的电流表：（A）电流表（0 ～ 3 mA，内阻为 2.0 Ω）（B）电流表（0 ～ 3 mA，内阻未知）（C）电流表（0 ～ 0.3 A，内阻为 5.0 Ω）（D）电流表（0 ～ 0.3 A，内阻未知）A_1 应选用 D，A_2 应选 C。

(2) 测得一组 R_1 和 I_2 值后，调整电阻箱 R_1，使其阻值变小，要使 A_1 示数 $I_1 = 0.15$ A，应让滑动变阻器 R 接入电路的阻值变大（选填“不变”、“变大”或“变小”）。

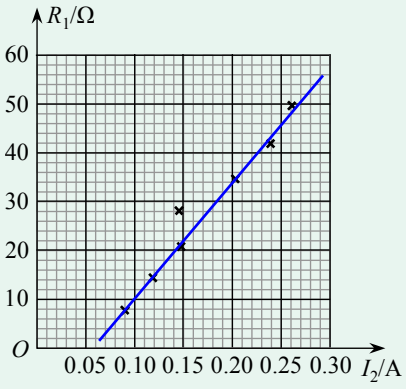
(3) 在坐标纸上画出 R_1 与 I_2 的关系图。



(4) 根据以上实验得出 R_x =31 Ω。



（2） (1) D、C　(2) 变大　(3) 关系图线如图



(4) 31 Ω

（1）由磁铁的引力作用及曲线运动的规律可知 A 处时沿 b 轨迹，B 处时沿 c 轨迹。

（2）① A_1 的示数能达到 0.15 A，A_2 的示数由图像可知能达到 0.3 A，故 A_1、A_2 的

量程均选 0.3 A，由电路图可列出关系式 $(R_x+R_{A2})I_2=(R_0+R_1+R_{A1})I_1$，整理后可得 $R_{A2}+R_x=\frac{I_1}{I_2}(R_0+R_1+R_{A1})$，由此可知，若 R_{A1} 已知，则无论 R_1、I_2 如何变化，R_x+R_{A2} 均为定值，无法得到 R_x，故应使 R_{A2} 已知，即 A_1 选 D，A_2 选 C。

②当 R_1 减小时，如果在滑动变阻器的电阻值保持不变的情况下，电路的总电阻减小，由闭合电路的欧姆定律可得总电流 I 增大，由分压关系知，并联部分分得的电压减小，则 I_2 减小，由 $I_1=I-I_2$ 得 I_1 增大，要使 $I_1=0.15\,\mathrm{A}$，则需滑动变阻器分得的电压增大，即 R 的阻值变大。

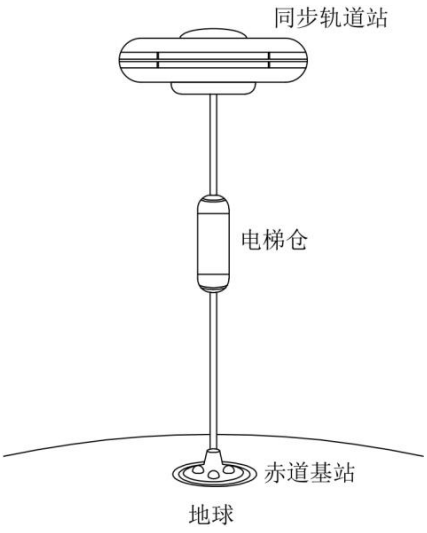
③在坐标纸上描出各数据点，作出 R_1-I_2 关系图线，如图（答）所示。

④根据 $(R_x+R_{A2})I_2=(R_0+R_1+R_{A1})I_1$，可得 $R_1=\frac{R_x+R_{A2}}{I_1}I_2-(R_0-R_{A1})$，即 R_1-I_2 图像的斜率 $k=\frac{R_x+R_{A2}}{I_1}$，根据图像并代入相关数据，可得 $R_x=31\,\Omega$。

9. 石墨烯是近些年发现的一种新材料，其超高强度及超强导电、导热等非凡的物理化学性质有望使 21 世纪的世界发生革命性的变化，其发现者由此获得 2010 年诺贝尔物理学奖。用石墨烯制作超级缆绳，人类搭建“太空电梯”的梦想有望在本世纪实现。科学家们设想，通过地球同步轨道站向地面垂下一条缆绳至赤道基站，电梯仓沿着这条缆绳运行，实现外太空和地球之间便捷的物资交换。

(1) 若“太空电梯”将货物从赤道基站运到距离地面高度为 h_1 的同步轨道站，求轨道站内质量为 m_1 的货物相对地心运动的动能。设地球自转角速度为 ω，地球半径为 R。

(2) 当电梯仓停在距地面高度 $h_2=4R$ 的站点时，求仓内质量 $m_2=50\,\mathrm{kg}$ 的人对水平地板的压力大小。取地面附近重力加速度 $g=10\,\mathrm{m/s^2}$，地球自转角速度 $\omega=7.3\times10^{-5}\,\mathrm{rad/s}$，地球半径 $R=6.4\times10^3\,\mathrm{km}$。



(1) $\frac{1}{2}m_1\omega^2(R+h_1)^2$　(2) 11.5 N

（1）设货物相对地心的距离为 r_1，线速度为 v_1，则

$r_1 = R + h_1$ ①

$v_1 = r_1\omega$ ②

货物对地心的动能为 $E_k = \frac{1}{2}m_1 v_1^2$ ③

联立①②③式得 $E_k = \frac{1}{2}m_1\omega^2(R + h_1)^2$ ④

说明：①②③④式各 1 分。

（2）设地球质量为 M，人相对地心的距离为 r_2，向心加速度为 $a_{向}$，受地球的万有引力为 F，则

$r_2 = R + h_2$ ⑤

$a_{向} = \omega^2 r_2$ ⑥

$F = G\frac{m_2 M}{r_2^2}$ ⑦

$g = \frac{GM}{R^2}$ ⑧

设水平地板对人的支持力大小为 N，人对水平地板的压力大小为 N'，则

$F - N = m_2 a_{向}$ ⑨

$N' = N$ ⑩

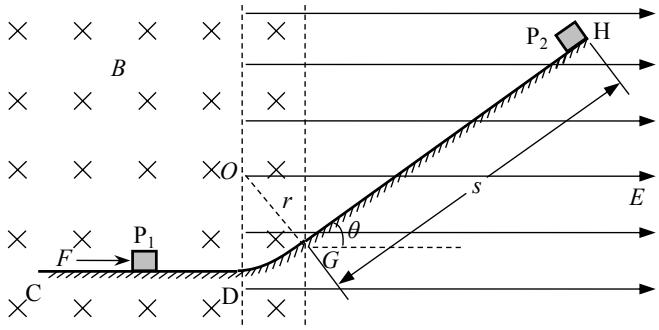
联立⑤～⑩式并代入数据得 $N' = 11.5\,\mathrm{N}$⑪

说明：⑥⑦⑧⑨式各 2 分，⑤⑩ ⑪ 式各 1 分。

10. 在如图所示的竖直平面内，水平轨道 CD 和倾斜轨道 GH 与半径 $r = \frac{9}{44}\,\mathrm{m}$ 的光滑圆弧轨道分别相切于 D 点和 G 点，GH 与水平面的夹角 $\theta = 37°$。过 G 点、垂直于纸面的竖直平面左侧有匀强磁场，磁场方向垂直于纸面向里，磁感应强度 $B = 1.25\,\mathrm{T}$；过 D 点、垂直于纸面的竖直平面右侧有匀强电场，电场方向水平向右，电场强度 $E = 1 \times 10^4\,\mathrm{N/C}$。小物体 P_1 质量 $m = 2 \times 10^{-3}\,\mathrm{kg}$、电荷量 $q = +8 \times 10^{-6}\,\mathrm{C}$，受到水平向右的推力 $F = 9.98 \times 10^{-3}\,\mathrm{N}$ 的作用，沿 CD 向右做匀速直线运动，到达 D 点后撤去推力。当 P_1 到达倾斜轨道底端 G 点时，不带电的小物体 P_2 在 GH 顶端静止释放，经过时间 $t = 0.1\,\mathrm{s}$ 与 P_1 相遇。P_1 与 P_2 与轨道 CD、GH 间的动摩擦因数均为 $\mu = 0.5$，取 $g = 10\,\mathrm{m/s^2}$，$\sin 37° = 0.6$，$\cos 37° = 0.8$，物体电荷量保持不变，不计空气阻力。求：

(1) 小物体 P_1 在水平轨道 CD 上运动速度 v 的大小；

(2) 倾斜轨道 GH 的长度 s。



(1) 4 m/s (2) 0.56 m

（1）设小物体 P_1 在匀强磁场中运动的速度为 v，受到向上的洛伦兹力为 F_1，受到的摩擦力为 f，则

$F_1 = qvB$ ①

$f = \mu(mg - F_1)$ ②

由题意，水平方向合力为零

$F - f = 0$ ③

联立①②③式，代入数据解得

$v = 4\,\mathrm{m/s}$ ④

说明：①③式各 1 分，②④式各 2 分。

（2）设 P_1 在 G 点的速度大小为 v_G，由于洛伦兹力不做功，根据动能定理

$qEr\sin\theta - mgr(1-\cos\theta) = \frac{1}{2}mv_G^2 - \frac{1}{2}mv^2$ ⑤

P_1 在 GH 上运动，受到重力、电场力和摩擦力的作用，设加速度为 a_1，根据牛顿第二定律

$qE\cos\theta - mg\sin\theta - \mu(mg\cos\theta + qE\sin\theta) = ma_1$ ⑥

P_1 与 P_2 在 GH 上相遇时，设 P_1 在 GH 运动的距离为 s_1，则

$s_1 = v_G t + \frac{1}{2}a_1 t^2$ ⑦

设 P_2 质量为 m_2，在 GH 上运动的加速度为 a_2，则

$m_2 g\sin\theta - \mu m_2 g\cos\theta = m_2 a_2$ ⑧

P_1 与 P_2 在 GH 上相遇时，设 P_2 在 GH 运动的距离为 s_2，则

$s_2 = \frac{1}{2}a_2 t^2$ ⑨

联立⑤～⑨式，代入数据得

$s = s_1 + s_2$ ⑩

$s = 0.56\,\mathrm{m}$ ⑪

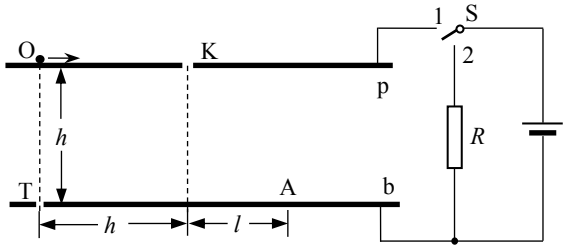
说明：⑦⑧⑨⑩式各 1 分，⑥ ⑪ 式各 2 分。

11. 如图所示，水平放置的不带电的平行金属板 p 和 b 相距 h，与图示电路相连，金属板厚度不计，忽略边缘效应。p 板上表面光滑，涂有绝缘层，其上 O 点右侧相距 h 处有小孔 K；b 板上有小孔 T，且 O、T 在同一条竖直线上，图示平面为竖直平面。质量为 m、电荷量为 $-q$（$q > 0$）的静止粒子被发射装置（图中未画出）从 O 点发射，沿 p 板上表面运动时间 t 后到达 K 孔，不与板碰撞地进入两板之间。粒子视为质点，在图示平面内运动，电荷量保持不变，不计空气阻力，重力加速度大小为 g。

(1) 求发射装置对粒子做的功；

(2) 电路中的直流电源内阻为 r，开关 S 接“1”位置时，进入板间的粒子落在 b 板上的 A 点，A 点与过 K 孔竖直线的距离为 l。此后将开关 S 接“2”位置，求阻值为 R 的电阻中的电流强度；

(3) 若选用恰当直流电源，电路中开关 S 接“1”位置，使进入板间的粒子受力平衡，此时在板间某区域加上方向垂直于图面的、磁感应强度大小合适的匀强磁场（磁感应强度 B 只能在 $0 \sim B_m = \frac{(\sqrt{21}+5)m}{(\sqrt{21}-2)qt}$ 范围内选取），使粒子恰好从 b 板的 T 孔飞出，求粒子飞出时速度方向与 b 板面的夹角的所有可能值（可用反三角函数表示）。



(1) $\frac{mh^2}{2t^2}$ (2) $\frac{mh}{q(R+r)}\left(g - \frac{2h^3}{l^2t^2}\right)$ (3) $0 < \theta \leqslant \arcsin\frac{2}{5}$

（1）设粒子在 p 板上做匀速直线运动的速度为 v_0，有

$h = v_0 t$ ①

设发射装置对粒子做的功为 W，由动能定理

$W = \frac{1}{2}mv_0^2$ ②

联立①②式可得 $W = \frac{mh^2}{2t^2}$ ③

说明：①②式各 2 分，③式 1 分。

（2）S 接“1”位置时，电源的电动势 E_0 与板间电势差 U 有

$E_0 = U$ ④

板间产生匀强电场的场强为 E，粒子进入板间时有水平方向的速度 v_0，在板间受到竖直方向的重力和电场力作用而做类平抛运动，设加速度为 a，运动时间为 t_1，有

$U = Eh$ ⑤

$mg - qE = ma$ ⑥

$h = \frac{1}{2}at_1^2$ ⑦

$l = v_0 t_1$ ⑧

S 接“2”位置时，则在电阻 R 上流过的电流 I 满足

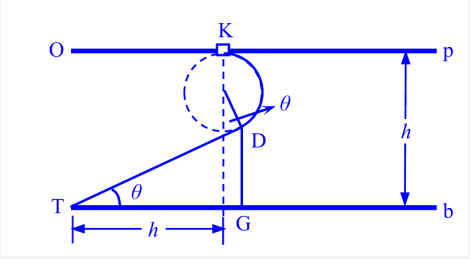
$I = \frac{E_0}{R+r}$ ⑨

联立①④～⑨式得

$I = \frac{mh}{q(R+r)}\left(g - \frac{2h^3}{l^2t^2}\right)$ ⑩

说明：④～⑩式各 1 分。

（3）由题意知此时在板间运动的粒子重力与电场力平衡，当粒子从 K 进入板间后立即进入磁场做匀速圆周运动，如图所示，粒子从 D 点出磁场区域后沿 DT 做匀速直线运动，DT 与 b 板上表面的夹角为题目所求夹角 θ，磁场的磁感应强度 B 取最大值时的夹角 θ 为最大值 θ_m，设粒子做匀速圆周运动的半径为 R，有



$qv_0B = \frac{mv_0^2}{R}$ ⑪

过 D 点作 b 板的垂线与 b 板的上表面交于 G，由几何关系有

$\overline{DG} = h - R(1 + \cos\theta)$ ⑫

$\overline{TG} = h + R\sin\theta$ ⑬

$\tan\theta = \frac{\sin\theta}{\cos\theta} = \frac{\overline{DG}}{\overline{TG}}$ ⑭

联立① ⑪～⑭ 式，将 $B = B_m$ 代入，求得

$\theta_m = \arcsin\frac{2}{5}$ ⑮

当 B 逐渐减小，粒子做匀速圆周运动的半径为 R 也随之变大，D 点向 b 板靠近，DT 与 b 板上表面的夹角 θ 也越变越小，当 D 点无限接近于 b 板上表面时，粒子离开磁场后在板间几乎沿着 b 板上表面从 T 孔飞出板间区域，此时 $B_m > B > 0$ 满足题目要求，夹角 θ 趋近 θ_0，即

$\theta_0 = 0$⑯

则题目所求为

$0 < \theta \leqslant \arcsin\frac{2}{5}$⑰

说明：⑪～⑰ 式各 1 分。