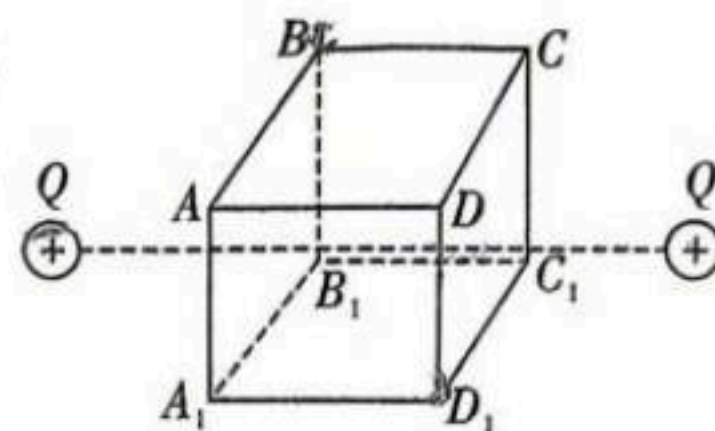


- A. 图甲中,这种现象表明光是纵波
- B. 图乙中,衍射图样为等间距的明暗相间的条纹
- C. 图丙中,若只增大屏到挡板间距离,两相邻亮条纹间距离将增大
- D. 图丁中,以水下某一点为光源向水面发射该复色光, a 光更容易发生全反射

4. 如图所示,真空中电荷量均为 Q 的两正点电荷连线和一玻璃正方体框架的两侧面 ABB_1A_1 和 DCC_1D_1 中心连线重合,连线中心和正方体中心重合。下列说法中正确的是



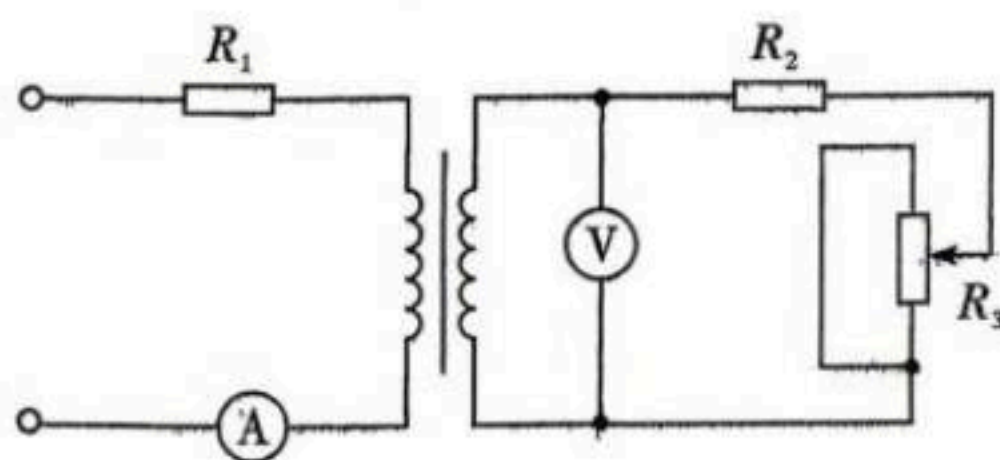
- A. 正方体两顶点 A 、 D 电场强度相同
- B. 正方体两顶点 A 、 C 电势相等
- C. 检验电荷 $+q$ 在顶点 B 、 D_1 受到的电场力相同
- D. 检验电荷 $-q$ 在顶点 A_1 的电势能比在顶点 C_1 电势能小

5. 假设火星可视为半径为 R 的均匀球体,探测卫星沿椭圆轨道绕火星运动,如图所示。椭圆轨道的“近火点” P 离火星表面的距离为 $2R$ ，“远火点” Q 离火星表面的距离为 $4R$,引力常量为 G 。下列说法正确的是



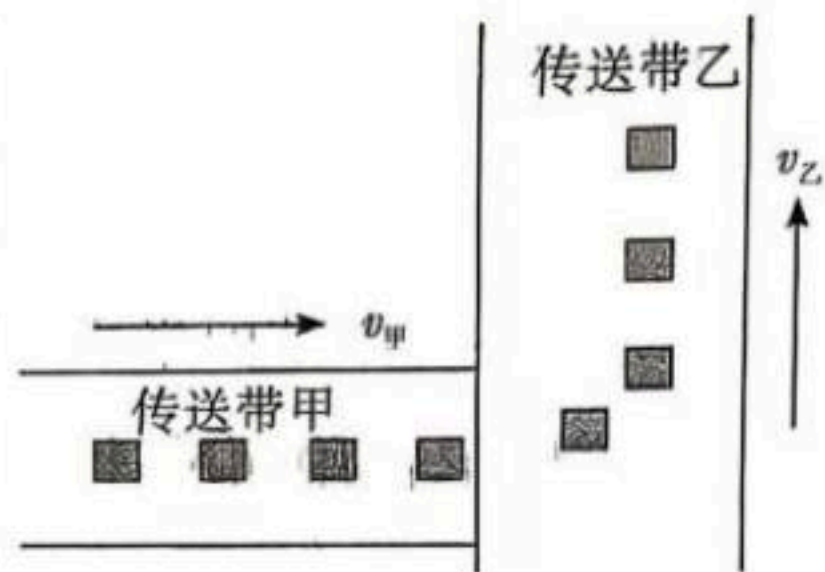
- A. 若已知卫星在椭圆轨道运行的周期为 T ,火星的第一宇宙速度为 $\frac{16\pi R}{T}$
- B. 若已知卫星在椭圆轨道运行的周期为 T ,火星的质量为 $\frac{16\pi^2 R^3}{GT^2}$
- C. 卫星在“近火点” P 和“远火点” Q 的加速度大小之比为 $9:25$
- D. 卫星在“近火点” P 和“远火点” Q 的速率之比为 $3:5$

6. 如图所示,理想变压器的原、副线圈匝数之比为 K ,原线圈串联一个定值电阻 R_1 接在正弦式交流电源上,电源内阻忽略不计。副线圈回路中接有定值电阻 R_2 ,滑动变阻器接入电路的等效电阻值为 R_3 ,电流表、电压表均为理想交流电表。滑动变阻器滑片从最上端自上而下滑动时,电压表,电流表的示数分别是 U, I 。下列说法正确的是



- A. $\frac{U}{I} = R_2 + R_3$
- B. 若电压表 V 与电流表 A 示数变化量分别为 ΔU 和 ΔI ,则 $\left| \frac{\Delta U}{\Delta I} \right| = \frac{R_1}{K}$
- C. 电源的输出功率一定先增大后减小
- D. 副线圈的输出功率一定先减小后增大

7. 如图所示,生产车间有两个完全相同的水平传送带甲和乙,它们相互垂直且等高,正常工作时都匀速运动,甲的速度 $v_{\text{甲}} = v$,乙的速度 $v_{\text{乙}} = 2v$,将工件(视为质点)轻放到传送带甲上,工件离开传送带甲前已经与传送带甲的速度相同,并平稳地传送到传送带乙上,且不会从传送带乙的右侧掉落,工件与传送带相对滑动时会留下痕迹。已知两传送带与工件动摩擦因数均为 μ ,最大静摩擦力等于滑动摩擦力,重力加速度为 g ,下列说法正确的是

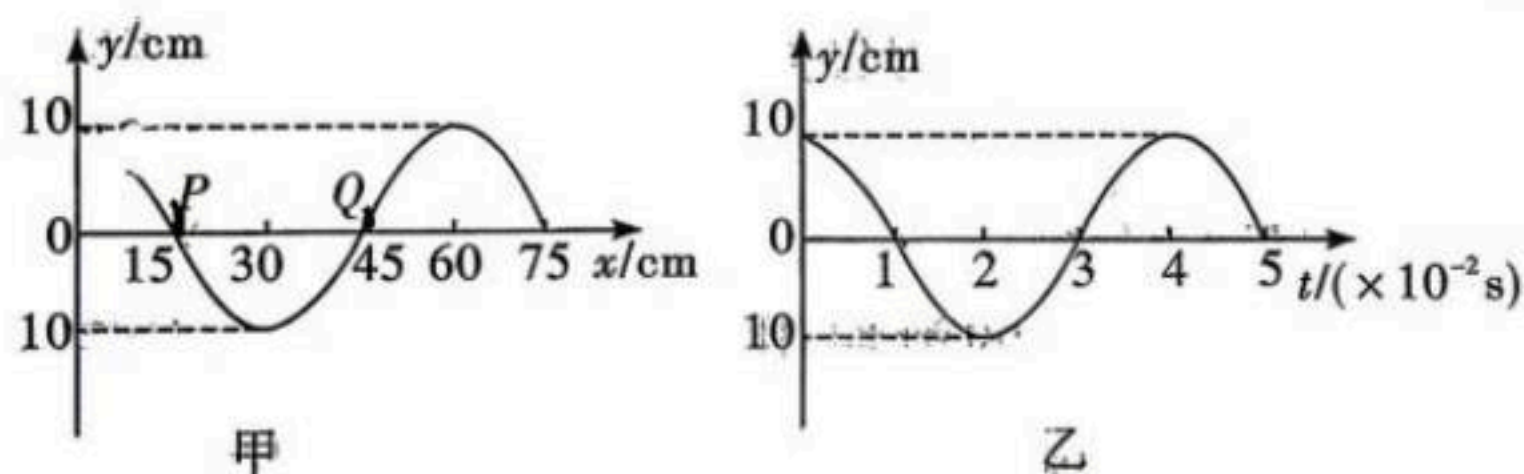


留下痕迹。已知两传送带与工件动摩擦因数均为 μ ,最大静摩擦力等于滑动摩擦力,重力加速度为 g ,下列说法正确的是

- A. 工件在传送带乙上的痕迹为曲线
- B. 工件从滑上传送带乙经时间 $\frac{v}{\mu g}$ 与传送带乙保持相对静止
- C. 工件在传送带乙上的痕迹长度为 $\frac{5v^2}{2\mu g}$
- D. 工件在传送带乙上滑动过程中相对于地面的位移大小为 $\frac{\sqrt{17}v^2}{2\mu g}$

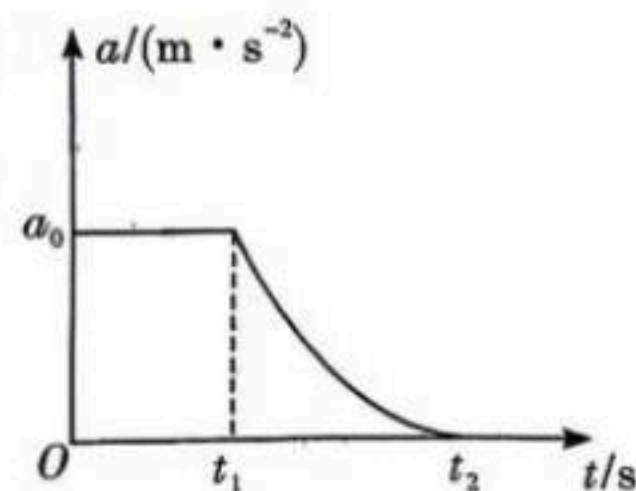
二、选择题(本题共 3 小题,每小题 5 分,共 15 分。在每小题给出的四个选项中,有多项是符合题目要求。全部选对的得 5 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分)

8. 如图所示,图甲为沿 x 轴传播的一列简谐波在 $t=0.01$ s 时刻的波形图, P 、 Q 分别是 x 轴上 $x_1 = 15$ cm 和 $x_2 = 45$ cm 处的两质点,图乙为质点 P 的振动图像,下列说法正确的是



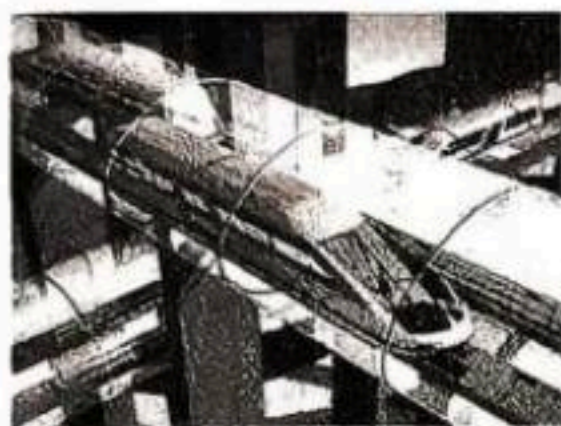
- A. 该波沿 x 轴负方向传播
- B. $t=0.18$ s 时刻,质点 Q 的加速度方向沿 y 轴正方向
- C. 经 0.04 s,质点 P 的振动形式将传播 60 cm
- D. 该波与另一列频率为 2.5 Hz 的波相遇时,可能发生干涉现象

9. 一辆汽车在平直公路上从静止开始启动,该汽车加速度随时间的变化规律如图所示, t_1 时刻汽车达到额定功率且功率不再变化, t_2 时刻图像与时间轴相切。已知汽车质量为 m ,运动过程中受到的阻力恒为 f ,则有

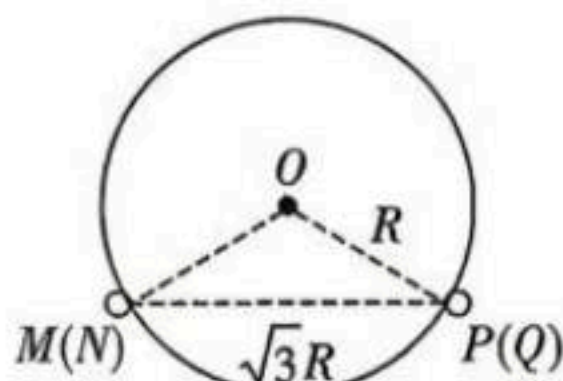


- A. 汽车的额定功率为 $\frac{1}{2}(f+ma_0)a_0t_1$
- B. 汽车的额定功率为 $(f+ma_0)a_0t_1$
- C. $0 \sim t_1$ 和 $t_1 \sim t_2$ 时间内汽车牵引力做功之比为 $2t_1 : (t_2 - t_1)$
- D. $0 \sim t_1$ 和 $t_1 \sim t_2$ 时间内汽车牵引力做功之比为 $t_1 : 2(t_2 - t_1)$

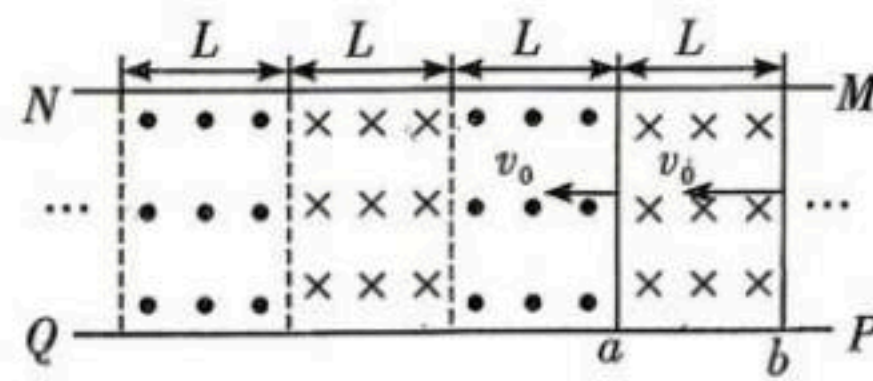
10. 图甲为某公司设计的在圆柱形管道内运行的超级高铁模型示意图；图乙是管道纵向截面图，截面圆的半径为 R ，沿管道方向平行固定着两根间距为 $\sqrt{3}R$ 的金属导轨 MN 和 PQ （导轨电阻不计）。车站前平直的管道内导轨间交替分布着竖直方向的匀强磁场（使列车进站时产生电磁阻尼作用而减速），相邻区域磁场方向相反、磁感应强度大小均为 B 、宽度均为 L 。总质量为 m 的列车底盘前端固定有与导轨垂直的导体棒 a 和 b ，其间距为 L 、电阻均为 r 。列车以速度 v_0 从图丙所示位置开始减速进站，减速距离大于 $2L$ 。导体棒与导轨接触良好，管道内稀薄空气阻力及与轨道间摩擦均可忽略不计。则



甲



乙

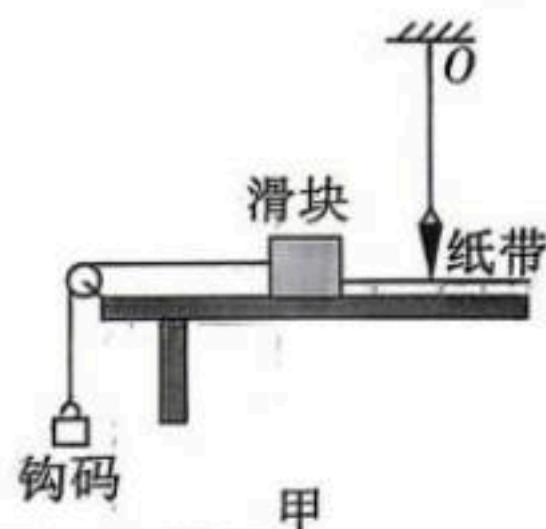


丙

- A. 列车最终前进的距离为 $\frac{mr v_0}{2B^2 R^2}$
- B. 列车前进 L 时，列车加速度大小为 $\frac{6B^2 R^2}{mr} \left(v_0 - \frac{6B^2 R^2 L}{mr} \right)$
- C. 列车前进 L 时， a 棒的热功率为 $\frac{6B^2 R^2}{r} \left(v_0 - \frac{3B^2 R^2 L}{mr} \right)^2$
- D. 列车前进 L 的过程中， a 、 b 棒产生的总焦耳热为 $\frac{6B^2 R^2 L}{r} \left(v_0 - \frac{3B^2 R^2 L}{mr} \right)$

三、非选择题(本大题共 5 题,共 57 分)

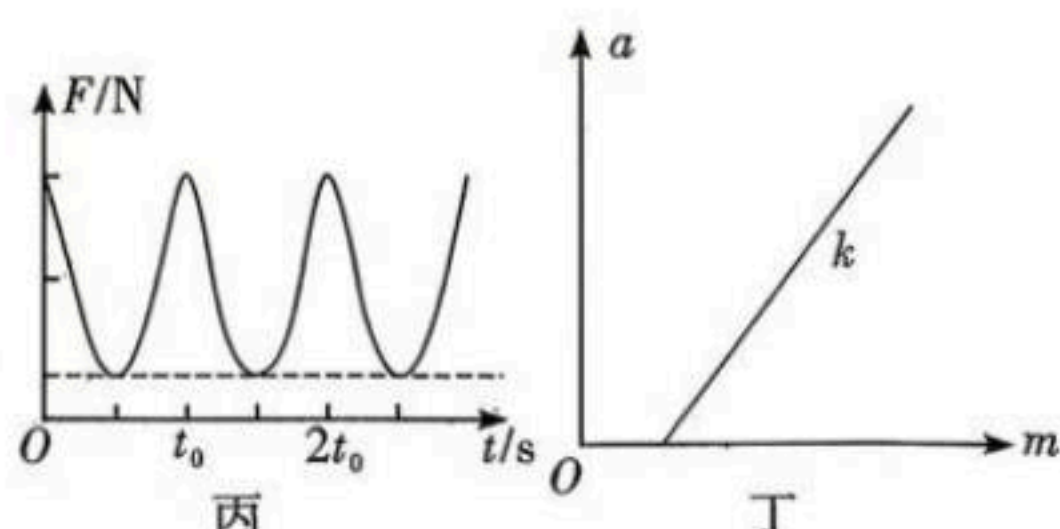
11. (6 分)如图甲,置于水平长木板上的滑块用细绳跨过定滑轮与钩码相连,拖动固定在其后的纸带一起做匀加速直线运动,一盛有有色液体的小漏斗,用较长的细线系于纸带正上方的 O 点,当滑块运动的同时,漏斗在垂直于滑块运动方向的竖直平面内做摆角很小(小于 5°)的摆动。漏斗中漏出的有色液体在纸带上留下如图乙所示的痕迹。测得漏斗摆动时细线中拉力的大小 F 随时间 t 的变化图像如图丙所示,重力加速度为 g 。



甲



乙



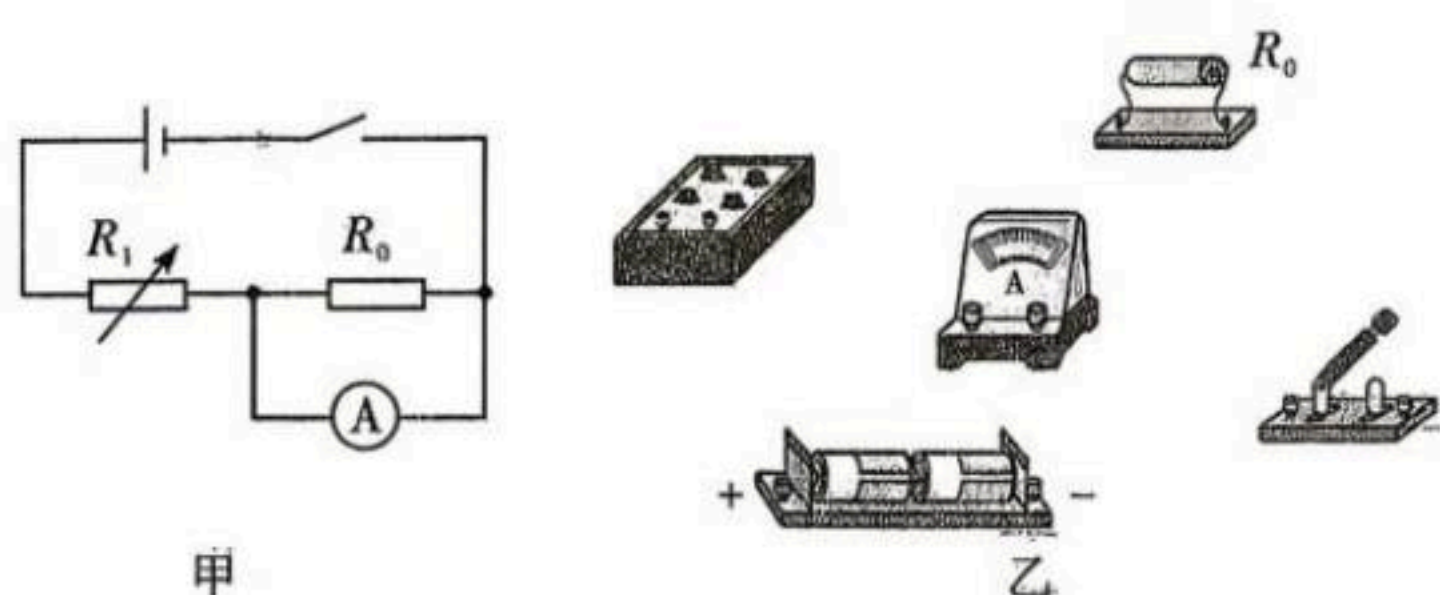
丙

丁

- (1) 根据图丙可知漏斗振动的周期 $T = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
- (2) 图乙中测得 A 、 B 两点距离为 x_1 , D 、 E 两点距离为 x_2 , 则滑块加速度大小 $a = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
- (3) 改变钩码的质量 m , 绘制出钩码质量 m 与滑块加速度之间的关系如图丁所示, 已知斜率为 k , 则滑块的质量 M 为 $\underline{\hspace{2cm}}$ (始终满足 $m \ll M$)。

12. (10分)某物理兴趣小组要测量一电池组的电动势和内阻,实验室提供了下列仪器:

- A. 电池组(电动势约为 3 V,内阻约为 $10\ \Omega$)
- B. 电流表 A(量程为 $0\sim 20\ \text{mA}$,内阻 $R_g=12\ \Omega$)
- C. 定值电阻 $R_0=6\ \Omega$
- D. 电阻箱 R_1 ($0\sim 9\ 999\ \Omega$,额定电流 $1.0\ \text{A}$)
- E. 导线及开关



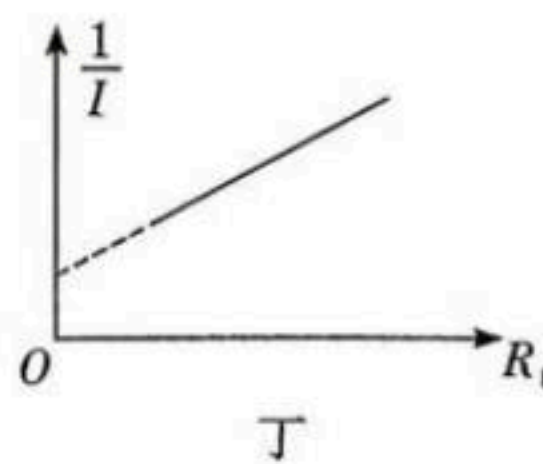
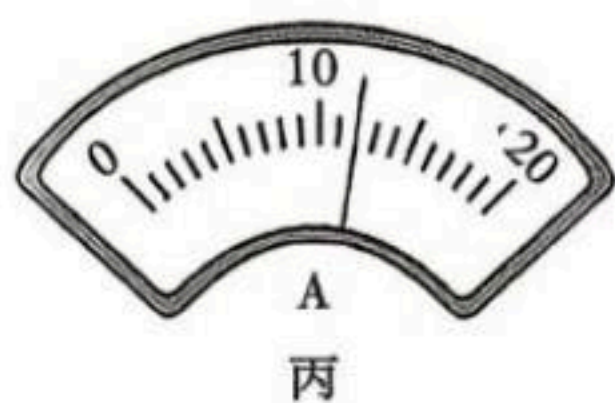
(1)某同学设计出了电路图甲,请在图乙中按照甲电路图连接测量电路。

(2)连接好电路后进行实验,调节电阻箱 R_1 ,记下各仪器的读数。若某次实验电流表指针如

图丙所示,此时通过电阻箱的电流为_____mA。

(3)设电源的电动势为 E ,内阻为 r ,电流表内阻为 R_g ,某次实验中电阻箱的阻值为 R_1 ,电流表

的读数为 I ,则电源电动势的表达式为 $E=_____$ (用 I, R_1, R_g, r 表示)。

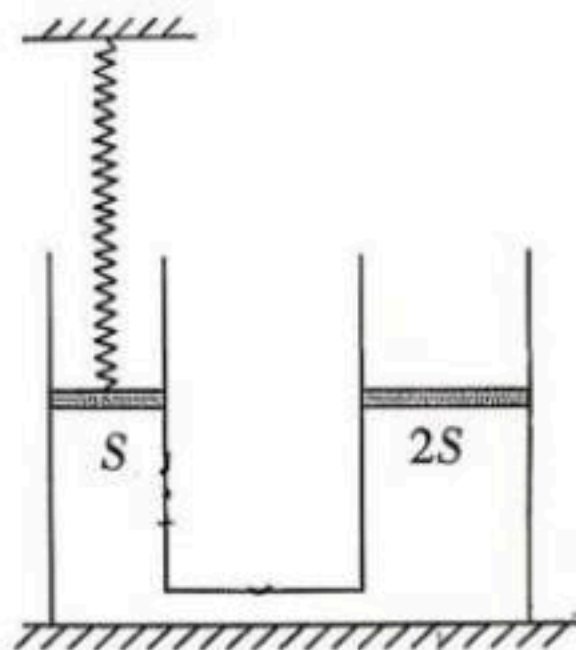


(4)将测量数据的单位统一成国际单位,由记录数据作出如图丁所示的图像,若测得图线纵截

距为 $13.6\ \text{A}^{-1}$,图线斜率为 $1.00\ \text{V}^{-1}$,则电池组电动势 $E=_____$ V,内阻 $r=_____$ Ω 。

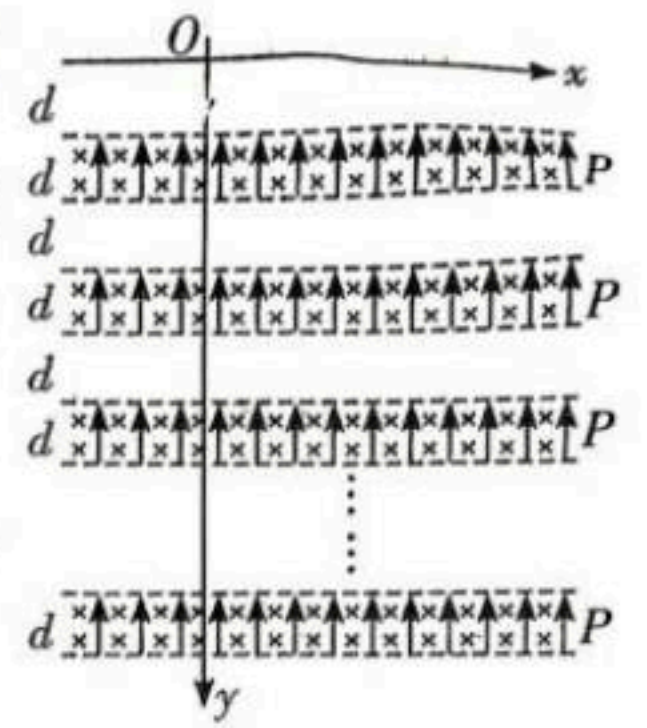
(结果保留到小数点后一位)

13. (10分) 如图所示, 竖直放置在水平面上的两汽缸底部由容积可忽略的细管连接, 左、右两汽缸粗细均匀, 内壁光滑, 横截面积分别为 S 、 $2S$, 左、右两汽缸内各有一个活塞将缸内封闭一定质量的理想气体, 左、右活塞质量分别为 $0.5m$ 、 $2m$, 轻质细弹簧上端与天花板连接、下端与左侧汽缸内活塞相连。初始时, 两缸内活塞离缸底的距离均为 h , 两活塞相平, 大气压强为 $\frac{5mg}{S}$, 重力加速度大小为 g , 汽缸导热性能良好, 环境温度为 T_0 , 封闭气体质量保持不变, 弹簧的劲度系数为 k , 弹簧始终在弹性限度内且保持竖直, 汽缸足够长, 求:



- (1) 开始时弹簧的形变量;
- (2) 使环境温度缓慢升高为 $2T_0$, 则右侧汽缸中活塞移动的距离为多少?
- (3) 若(2)过程中系统内能增加了 ΔU , 则系统吸收的热量为多少?

14. (15分) 如图所示竖直面内的坐标系, x 轴沿水平方向, 沿 y 轴方向每隔 $d=0.2\text{ m}$ 就有一段间距也为 d 的区域 P , 区域 P 内(含边界)存在竖直向上的匀强电场, 场强为 $E=20\text{ N/C}$, 同时存在方向垂直坐标平面向里、磁感应强度 $B=2\text{ T}$ 的匀强磁场。现有一电荷量 $q=+5\times 10^{-10}\text{ C}$ 、质量 $m=1\times 10^{-9}\text{ kg}$ 的可视为质点的带电粒子, 从坐标原点 O 自由下落。不计空气阻力, 重力加速度大小 $g=10\text{ m/s}^2$ 。求:



- (1) 粒子刚到达第一个区域 P 时的速度大小 v_1 ;
- (2) 粒子刚到达第 $n(n>1)$ 个区域 P 时的速度大小 v_n 和粒子穿出该区域时速度的水平分量的大小 v_{nx} ;
- (3) 粒子运动到最低点时的 y 轴坐标值。

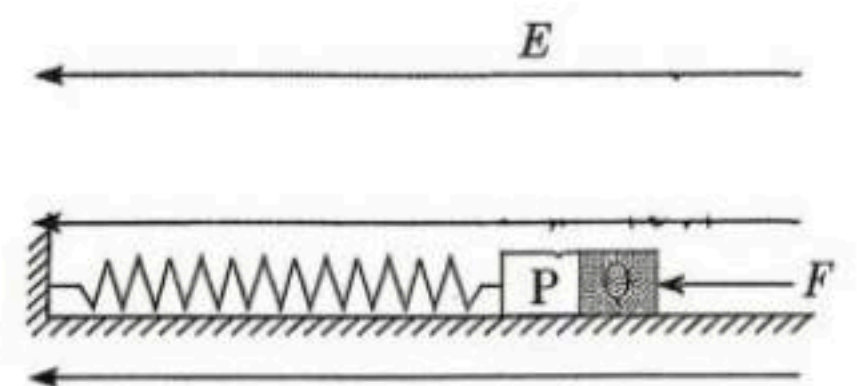
15. (16分)如图,光滑绝缘水平面上有一劲度系数为 k 的轻质绝缘弹簧,左端固定,右端与一质量为 m 、带电量为 $+q$ 的物块 P 相连,空间存在水平向左的匀强电场,电场强度 $E = \frac{mg}{q}$,物块 Q 的质量与带电量均与 P 相同(P、Q 之间不粘连,电荷不交换,不计 P、Q 间的库仑相互作用力)。初始时用水平向左的力 $F = \sqrt{4+2\pi^2} mg$ 压缩弹簧系统处于静止状态,某时刻撤去外力 F 。已知重力加速度为 g ;弹簧始终处在弹性限度内,弹簧的弹性势能 E_p 与形变量 x 的关系为 $E_p = \frac{1}{2} kx^2$;物体做简谐运动的周期公式为 $T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}$,其中 k 代表回复力 F 与位移 x 的关系式(即 $F = -kx$)中的比例系数, M 为物体的质量。(若 P、Q 间发生碰撞,则其碰撞为弹性碰撞。P、Q 间发生弹性碰撞也视作一次分离)求:

(1)撤去外力 F 前弹簧的压缩量 x_0 ;

(2)撤去 F 后 Q 向右运动的最大位移 x_Q ;

(3)P、Q 从第 1 次分离到第 32 次相遇时的时间 t 。(取 $\pi^2 = 10$,

$$\sin 66^\circ = \sqrt{\frac{5}{6}})$$



高三物理参考答案

一、二选择题(1~7 每小题 4 分。8~10 每小题 5 分,选对但不全得 3 分)

| | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| 题号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 答案 | D | A | C | B | A | B | C | AC | BD | BD |

1. D 【解析】A. 半衰期是放射性核素固有的属性,由原子核内部结构决定,不受外界条件(如温度、压力)影响。升温加压不能改变碳-14 的半衰期;B. β 衰变是原子核内的一个中子转化为质子,同时释放出电子(β 粒子)和反中微子的过程。 β 衰变产生的电子来源于原子核内部,而非核外电子;C. 对于 8 个碳-14 原子,期望剩余未衰变原子数为 4 个,但实际衰变具有随机性,对于少量原子,不能保证精确剩余 4 个未衰变原子;D. 碳-14 具有放射性(半衰期为 5730 年),可通过 β 衰变被检测,常用于考古学碳定年和生物学示踪研究。

2. A 【解析】将这两个小磁铁看成整体,根据整体水平方向受力平衡得 $F_2 \sin 37^\circ = F_3 \sin 53^\circ$, 故 $\frac{F_2}{F_3} = \frac{\sin 53^\circ}{\sin 37^\circ} = \frac{0.8}{0.6} = \frac{4}{3}$ 。

3. C 【解析】偏振是横波特有的性质,图甲的现象说明光是横波,故 A 错误;图乙中的衍射图样是不等间距的条纹,故 B 错误;根据双缝干涉实验的原理,光屏上相邻两条亮条纹中心的间距为 $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$,若增大光屏到挡板的距离 l ,两相邻亮条纹间距离将增大,故 C 正确;根据折射率公式 $n = \frac{\sin i}{\sin r}$,图中两束光折射角相同,但 b 光的入射角更大,所以 b 光的折射率更大,根据全反射临界角公式 $\sin C = \frac{1}{n}$, b 光的全反射临界角更小,更容易发生全反射,故 D 错误。

4. B 【解析】正方体两顶点 A、D 电场强度大小相同,方向不同,故 A 错误;根据电势的对称性可知 A、B、B₁、A₁ 和 D、C、C₁、D₁ 这 8 个点的电势相等(关于点电荷连线的中点对称),检验电荷 $+q$ 在顶点 B、D₁ 受到的电场力大小相同,方向不同,故 C 错误;由 B 项可知 A₁ 和 C₁ 电势相等,故检验电荷 $-q$ 在顶点 A₁ 的电势能和在顶点 C₁ 电势能相等。

5. A 【解析】已知探测卫星在椭圆轨道运行的周期为 T ,可根据开普勒第三定律,计算近火卫星周期 $\left(\frac{8R}{2}\right)^3 = \frac{R^3}{T_1^3}$,第一宇宙速度 $v_1 = \frac{2\pi R}{T_1} = \frac{16\pi R}{T}$,故 A 正确;根据 $G\frac{Mm}{R^2} = m\frac{v_1^2}{R}$ 可以计算火星质量 $M = \frac{v_1^2 R}{G} = \frac{(16\pi R)^2 R}{GT^2} = \frac{256\pi^2 R^3}{GT^2}$,故 B 错误;根据 $G\frac{Mm}{r^2} = ma$ 可知,卫星在“近火点”P 和“远火点”Q 的加速度大小之比为 25:9,故 C 错误;根据开普勒第二定律 $v_P \cdot 3R \cdot \Delta t = v_Q \cdot 5R \cdot \Delta t$ 可知探测卫星在“近火点”P 和“远火点”Q 的速率之比为 5:3,故 D 错误。

6. B 【解析】A. 原线圈电流为 $I_1 = I$,副线圈电流为 I_2 ,根据 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{I}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$ 可知 $I_2 = KI$,又 $\frac{U}{I_2} = R_2 + R_3$ 即 $\frac{U}{I} = K(R_2 + R_3)$;B. 电压表的示数变化量 ΔU ,原线圈电压变化量 $\Delta U_1 = K\Delta U$,定值电阻 R_1 两端电压变化量的绝对值 $|\Delta U_{R1}| = |\Delta U_1|$,可知 $\left|\frac{\Delta U}{\Delta I}\right| = \frac{1}{K} \left|\frac{\Delta U_{R1}}{\Delta I}\right| = \frac{R_1}{K}$;C. 副线圈总电阻 $R_x = R_2 + R_3$,滑动变阻器 R_3 的滑片从上端滑至下端过程,有 $R_3 = \frac{R_{3\uparrow}R_{3\downarrow}}{R_x}$, R_3 先增大后减小,副线圈总电阻先增大后减小。等效电阻为 $R_{\#} = K^2 R_x$,可知 $R_{\#}$ 先增大后减小。根据 $P = \frac{U^2}{R_1 + R_{\#}}$,则电源的输出功率先减小后增大,故 C 错误。D. 根据 $U = IR_1 + IK^2 R_x$,副线圈的输出功率为 $P = I_2^2 R_x = K^2 I^2 R_x$,其中 $I = I_1 = \frac{U}{R_1 + K^2 R_x}$,整理得 $P = \frac{K^2 U^2}{\frac{R_1^2}{R_x} + K^4 R_x + 2K^2 R_1}$,所以理想变压器副线圈的输出功率的变化情况不确定,故 D 错误。

7. C 【解析】传送带正常工作时都匀速运动,速度大小分别为 v 、 $2v$,所以,工件滑上乙时,水平方向相对传送带乙的速度水平向右,沿传送带乙方向相对传送带乙的速度与乙的运动方向相反,所以相对传送带乙的速度为这两个分速度的合速度,方向向右下方,因为两个速度均为匀速,则合速度方向的反方向为滑动摩擦力方向,力与速度方向相反,因此工件在传送带乙上的痕迹为直线,故 A 错误;根据运动的合成可知,工件相对于传送带的速度 $v_{\text{相对}} = \sqrt{v^2 + (2v)^2} = \sqrt{5}v$,根据牛顿第二定律可知,相对加速度为 $a_{\text{相对}} = \frac{\mu mg}{m} = \mu g$,工件与传送带乙相对静止需要的时间为 $t_{\text{相对}} = \frac{v_{\text{相对}}}{a_{\text{相对}}} = \frac{\sqrt{5}v}{\mu g}$,故 B 错误;结合上述分析可知,工件在传送带乙上的痕迹长度为 $x_{\text{相对}} = \frac{v_{\text{相对}}^2}{2a_{\text{相对}}} = \frac{5v^2}{2\mu g}$,故 C 正确;选取传送带甲所在位置为 x 轴,传送带乙的位置为 y 轴,则工件沿 x 轴方向,初速度 $v_{0x} = v$,加速度 $a_x = -\mu g \cdot \frac{v}{\sqrt{5}v} = -\frac{\mu g}{\sqrt{5}}$,位移 $x = vt_{\text{相对}} + \frac{1}{2}a_x t_{\text{相对}}^2 = v \times \frac{\sqrt{5}v}{\mu g} - \frac{1}{2} \times \frac{\mu g}{\sqrt{5}} \times \frac{5v^2}{(\mu g)^2} = \frac{\sqrt{5}v^2}{2\mu g}$,沿 y 方向,则有 $v_{0y} = 0$, $a_y = \mu g \cdot \frac{2v}{\sqrt{5}v} = \frac{2\mu g}{\sqrt{5}}$,解得沿 y 方向的位移为 $y = \frac{1}{2}a_y t_{\text{相对}}^2 = \frac{\sqrt{5}v^2}{\mu g}$,则工件在传送带乙上滑动过程的位移大小为 $s = \sqrt{x^2 + y^2} = \frac{5v^2}{2\mu g}$,故 D 错误。

8. AC 【解析】A. 由乙图可知, 0.01 s 时 P 点向下振动,则波向左传播,波长 $\lambda = 60 \text{ cm} = 0.6 \text{ m}$,周期 $T = 4 \times 10^{-2} \text{ s}$,则波速度为 $v = \frac{\lambda}{T} = 15 \text{ m/s}$,B. 因 0.18 s 为 4.5 个周期,故 $t = 0.18 \text{ s}$ 时刻的波动情况与 $\frac{T}{2}$ 时刻波动情况相同,由乙图可知 $\frac{T}{2}$ 时刻 P 点在波谷,又 PQ 相距半个波长,步调相反,故 Q 在波峰,则此刻加速度最大且方向沿 y 轴负方向,C. 波的传播是波形的平移,根据 $x = vt$ 其中 $t = 0.04 \text{ s}$,代入解得 $x = 0.6 \text{ m} = 60 \text{ cm}$,D. 两列波发生干涉的必要条件是频率相等,该波的频率为 $f = \frac{1}{T} = 25 \text{ Hz}$ 与 2.5 Hz 不相等,故这两列波不会发生干涉现象。

9. BD 【解析】AB. $0 \sim t_1$ 时间内,加速度恒定为 a_0 ,由牛顿第二定律 $F - f = ma_0$,可得 $F = f + ma_0$, t_1 时刻速度为 $v_1 = a_0 t_1$,此时达到额定功率 $P = Fv_1 = (f + ma_0)a_0 t_1$,B 正确;CD. $0 \sim t_1$ 牵引力做功 $W_1 = Fx_1 = (f + ma_0) \cdot \frac{1}{2}a_0 t_1^2$, $t_1 \sim t_2$ 牵引力做功 $W_2 = P(t_2 - t_1) = (f + ma_0)a_0 t_1(t_2 - t_1)$,比值 $W_1 : W_2 = t_1 : 2(t_2 - t_1)$ 。

10. BD 【解析】A. 设速度为 v 时,每个导体棒产生的感应电动势 $E = B \cdot \sqrt{3}Rv$,则根据欧姆定律可得回路中的总电流 $I = \frac{2E}{2r} = \frac{\sqrt{3}BRv}{r}$,导体棒受到总的安培力为 $F = 2B \cdot \frac{\sqrt{3}BRv}{r} \cdot \sqrt{3}R = \frac{6B^2R^2v}{r}$ 。整个过程由动量定理可得 $-\sum \frac{6B^2R^2v_i}{r} \cdot \Delta t = 0 - mv_0$,整理可得 $\frac{6B^2R^2}{r}x = mv_0$,解得 $x = \frac{mv_0 r}{6B^2R^2}$,故 A 错误;B. 根据上述分析可知,则有 $-\frac{6B^2R^2}{r}L = mv_1 - mv_0$ 解得 $v_1 = v_0 - \frac{6B^2R^2}{mr}L$,结合牛顿第二定律可得 $F' = \frac{6B^2R^2v_1}{r} = ma$,解得 $a = \frac{6B^2R^2}{mr}(v_0 - \frac{6B^2R^2L}{mr})$,故 B 正确;C. 列车前进 L 时,导体棒 a 的热功率 $P_0 = \frac{F}{2}v_1 = \frac{3B^2R^2}{r}(v_0 - \frac{6B^2R^2L}{mr})^2$,故 C 错误;D. 根据功能关系可知,列车前进 L 的过程中, a 、 b 棒产生的总焦耳热为 $Q = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{6B^2R^2L}{r}(v_0 - \frac{3B^2R^2L}{mr})$,故 D 正确。

三、非选择题(本大题共 5 题,共 57 分)

11. (每空 2 分,共 6 分) (1) $2t_0$ (2) $\frac{x_2 - x_1}{3t_0^2}$ (3) $\frac{k}{k}$

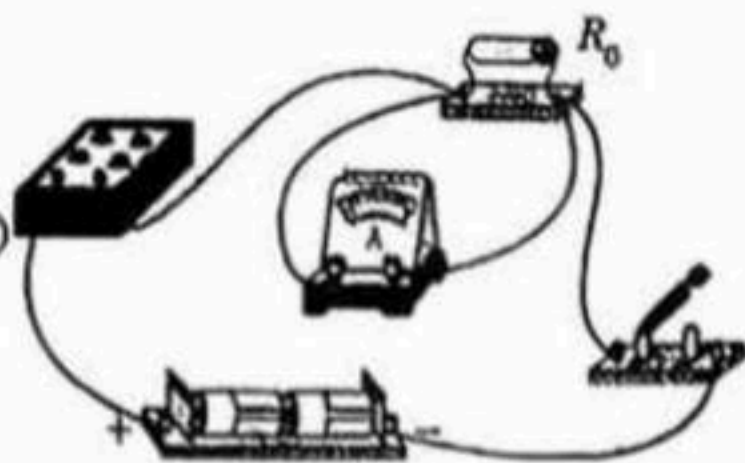
【解析】(1) 在 $2t_0$ 时间内,细线的拉力变化经历两个周期,对应漏斗振动的一个周期,所以 $T = 2t_0$

(2) 由图乙可知 $x_2 - x_1 = 3at_0^2$,解得 $a = \frac{x_2 - x_1}{3t_0^2}$

(3) 因始终满足 $m \ll M$,则可将钩码的重力近似认为等于滑块的牵引力,则由牛顿第二定律 $mg - \mu Mg = Ma$

解得 $a = \frac{k}{M}m - \mu g$ 则 $k = \frac{k}{M}$,解得 $M = \frac{k}{k}$

12. (每空 2 分, 共 10 分)(1)



(2) 36.0/36 (3) $I(3R_1+3r+R_2)$ (4) 3.0 9.6

【解析】(2) 电流计的读数为 $I_A=1.2\text{ mA}$, 则通过电阻箱的电流为 $I_{R_2}=I_A+\frac{I_A R_1}{R_0}=12\text{ mA}+\frac{12\times 12}{6}\text{ mA}=36\text{ mA}$

(3) 电流表的读数为 I , 则电路的总电流为 $I+\frac{IR_1}{R_0}=3I$, 根据闭合电路的欧姆定律可知 $E=3I(R_1+r)+IR_2=I(3R_1+3r+R_2)$

(4) 由 $E=I(3R_1+3r+R_2)$ 可得 $\frac{1}{I}=\frac{3}{E}R_1+\frac{3r+R_2}{E}$, 解得 $E=3.0\text{ V}, r=9.6\ \Omega$

13. (10 分)【解析】(1) 对右侧活塞: $p_1 \cdot 2S=2mg+\frac{5mg}{S} \cdot 2S$ 1 分

解得 $p_1=\frac{6mg}{S}$

对左缸中活塞研究, 设弹簧压缩量为 x , 满足 $kx+\frac{1}{2}mg+\frac{5mg}{S}S=p_1S$ 1 分

解得 $x=\frac{mg}{2k}$ 1 分

(2) 温度升高过程, 缸内气体压强不变, 左缸活塞不动, 满足 $\frac{hS+h \times 2S}{T_0}=\frac{hS+(h+\Delta h) \times 2S}{2T_0}$ 2 分

解得 $\Delta h=1.5h$ 1 分

(3) 根据热力学第一定律可得 $\Delta U=Q+W$ 2 分

$W=-p_1(\Delta h \times 2S)=-18mgh$ 1 分

则 $Q=\Delta U-W=\Delta U+18mgh$ 1 分

14. (15 分)【解析】(1) 进入第一个区域 P 前, 粒子做自由落体运动, 有 $v_1^2=2gd$ 代入数据解得 $v_1=2\text{ m/s}$ 3 分

(2) 在区域 P 中有 $qE=mg$, 进入第 $n(n>1)$ 个区域 P 前的过程中, 由动能定理有 $nmgd=\frac{1}{2}mv_n^2$ 2 分

解得 $v_n=\sqrt{2ngd}=2\sqrt{n}\text{ m/s}(n=2,3,4,5\cdots)$ 1 分

粒子在 P 区域中运动时, x 方向的动量定理 $qv_y B \cdot \Delta t=m\Delta v_x$ 2 分

累加得 $qBd=m\Delta v_x$ 1 分

代入数据解得 $\Delta v_x=0.2\text{ m/s}, v_{nx}=n\Delta v_x=0.2n\text{ m/s}(n=2,3,4,5\cdots)$ 1 分

(3) 分析可知, 当粒子运动到最低点时 $v_y=0$

因粒子 v_x 只在 P 区域改变, 故 $v_n=v_{nx}$ 即 $2\sqrt{n}=0.2n$; 解得 $n=100$ 2 分

故粒子运动到最低点时的 y 轴坐标值 $y_{\max}=200d$ 2 分

代入数据解得 $y_{\max}=40\text{ m}$ 1 分

15. (16 分)【解析】(1) 对 P, Q 整体, 有 $kx_0=F+2qE$ 2 分

求得 $x_0=\frac{(\sqrt{4+2\pi^2}+2)mg}{k}$ 1 分

(2) 撤去 F 后, 当 P, Q 恰好分离时 P, Q 之间弹力为 0, 故分离时弹簧处于原长, 加速度 a 大小相等, 共同速度大小为 v_1

对 Q , 有 $qE=ma$ 1 分

解得 $a=g$

从撤去力 F 到第一次分离过程, 有 $\frac{1}{2}kx_0^2-2Eqx_0=\frac{1}{2}(2m)v_1^2$ 2 分

解得 $v_1 = \pi g \sqrt{\frac{m}{k}}$

P、Q 分离后，Q 做匀减速直线运动，向右运动的最大距离为 $x_1 = \frac{v_1^2}{2a}$ 1 分

撤去 F 后 Q 向右运动的最大位移 $x_Q = x_1 + x_0$

解得 $x_Q = \left(\sqrt{4 + 2\pi^2} + 2 + \frac{\pi^2}{2} \right) \frac{mg}{k}$ 2 分

(3) P、Q 分离后，P 做简谐运动的周期为 $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

物块 Q 回到分离处所用时间为 $t_Q = \frac{2v_1}{a} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ 1 分

故 P、Q 在分离处第 1 次碰撞，此时 P 向右，Q 向左，速度大小相等，发生弹性碰撞，速度交换 1 分

P 向左振动，Q 向右做匀变速运动，P、Q 第 2 次在分离点相遇，具有共同向左的速度 v_1 ，压缩弹簧后又向右运动到在弹簧原长位置分离，以后将重复上述过程。设 P、Q 在第 2 次相遇后向左运动过程的最大速度为 v_m ，此时弹簧压缩量为 x_2 ，有 $kx_2 = 2Eq$ 1 分

$2qE \cdot x_2 = \frac{1}{2} kx_2^2 + \frac{1}{2} \times 2mv_m^2 - \frac{1}{2} \times 2mv_1^2$ 1 分

解得 $v_m = g \sqrt{\frac{(\pi^2 + 2)m}{k}}$

代入 $\pi^2 = 10$ ，得 $v_1 = \sqrt{\frac{5}{6}} v_m = v_m \sin 66^\circ$ 1 分

故 P、Q 从第 2 次相遇后再回到分离点的时间为 $t_2 = \left(1 - \frac{2 \times 66^\circ}{360^\circ} \right) 2\pi \sqrt{\frac{2m}{k}}$ 1 分

所求 $t = 32T + 15t_2$

由以上各式得 $t = (64 + 19\sqrt{2}) \pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ 1 分