

一、选择题(共 4 小题, 每小题 6 分, 满分 24 分)

1. (6 分) 下列说法正确的是()

- A. 电流通过导体的热功率与电流大小成正比
- B. 力对物体所做的功与力的作用时间成正比
- C. 电容器所带电荷量与两极间的电势差成正比
- D. 弹性限度内, 弹簧的劲度系数与弹簧伸长量成正比

解析: A、由 $P=I^2R$ 可知, 电流通过导体的热功率与电流的平方成正比; 故 A 错误;

B、力做功 $W=FL$, 与力的作用时间无关; 故 B 错误;

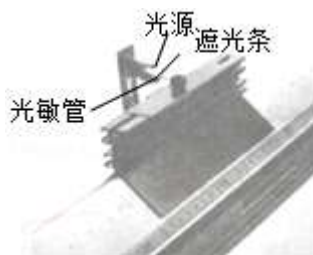
C、由 $C=\frac{Q}{U}$ 可知, 电容器所带电荷量与两极间的电势差成正比; 故 C 正确;

D、劲度系数由弹簧本身的性质决定, 无伸长量无关; 故 D 错误。

答案: C。

2. (6 分) 如图所示, 气垫导轨上滑块经过光电门时, 其上的遮光条将光遮住, 电子计时器可自动记录遮光时间 Δt , 测得遮光条的宽度为 Δx , 用 $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 近似代表滑块通过光电门时的瞬时

速度, 为使 $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 更接近瞬时速度, 正确的措施是()

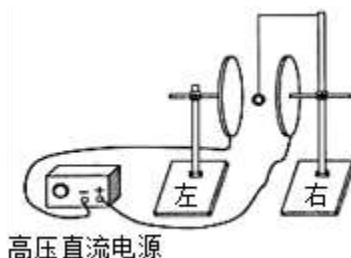


- A. 换用宽度更窄的遮光条
- B. 提高测量遮光条宽度的精确度
- C. 使滑片的释放点更靠近光电门
- D. 增大气垫导轨与水平面的夹角

解析: 本题中利用平均速度等效替代瞬时速度; 故只能尽量减小计算平均速度的位移, 即换用宽度更窄的遮光条; 故 A 正确; BCD 错误。

答案: A。

3. (6 分) 如图所示为静电力演示仪, 两金属极板分别固定于绝缘支架上, 且正对平行放置, 工作时两板分别接高压直流电源的正负极, 表面镀铝的乒乓球用绝缘细线悬挂在两金属极板中间, 则()



- A. 乒乓球的左侧感应出负电荷
- B. 乒乓球受到扰动后, 会被吸在左极板上
- C. 乒乓球共受到电场力、重力和库仑力三个力的作用
- D. 用绝缘棒将乒乓球拨到与右极板接触, 放开后乒乓球会在两极板间来回碰撞

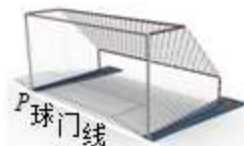
解析: A、由于球表面镀有金属, 故在电场作用下会产生感应电荷; 金属极板右侧为正, 则负电荷将向右移动, 故右侧带有负电荷; 故 A 错误;

B、乒乓球与极板相碰后，在接触过程中，电荷重新分布，使球与极板带同种电荷；故将会排斥；因此乒乓球会在两极板间来回碰撞；故 B 错误，D 正确；

C、乒乓球共受到电场力、重力、拉力三个力的作用；故 C 错误。

答案：D

4. (6 分) 如图所示为足球球门，球门宽为 L ，一个球员在球门中心正前方距离球门 s 处高高跃起，将足球顶入球门的左下方死角(图中 P 点)，球员顶球点的高度为 h ，足球做平抛运动(足球可看成质点，忽略空气阻力)，则()



A. 足球位移的大小 $x = \sqrt{\frac{L^2}{4} + s^2}$

B. 足球初速度的大小 $v_0 = \sqrt{\frac{g}{2h} (\frac{L^2}{4} + s^2)}$

C. 足球末速度的大小 $v = \sqrt{\frac{g}{2h} (\frac{L^2}{4} + s^2) + 4gh}$

D. 足球初速度的方向与球门线夹角的正切值 $\tan \theta = \frac{L}{2s}$

解析：A、由题可知，足球在水平方向的位移大小为： $x_x = \sqrt{s^2 + (\frac{1}{2}L)^2}$ ，所以足球的总

位移： $x = \sqrt{x_x^2 + h^2} = \sqrt{s^2 + h^2 + \frac{L^2}{4}}$ 。故 A 错误；

B、足球运动的时间： $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ ，所以足球的初速度的大小： $v_0 = \frac{x_x}{t} = \sqrt{\frac{g}{2h} (\frac{L^2}{4} + s^2)}$ 。故 B 正确；

C、足球运动的过程中重力做功，由动能定理得： $mgh = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ ，联立以上各式得：

$\sqrt{\frac{g}{2h} (\frac{L^2}{4} + s^2) + 2gh}$ 。故 C 错误；

D、由几何关系可得足球初速度的方向与球门线夹角的正切值 $\tan \theta = \frac{s}{\frac{1}{2}L} = \frac{2s}{L}$ 。故 D 错误。

答案：B

二、选择题(本题共 3 小题。在每小题给出的四个选项中，至少有一个选项是符合题目要求的。全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分)

5. (6 分) (多选题) 我国科学家正在研制航母舰载机使用的电磁弹射器，舰载机总质量为 $3.0 \times 10^4 \text{kg}$ ，设起飞过程中发动机的推力恒为 $1.0 \times 10^5 \text{N}$ ，弹射器有效作用长度为 100m，推力恒定，要求舰载机在水平弹射结束时速度大小达到 80m/s。弹射过程中舰载机所受总推力为弹射器和发动机推力之和，假设所受阻力为总推力的 20%，则()

A. 弹射器的推力大小为 $1.1 \times 10^6 \text{N}$

B. 弹射器对舰载机所做的功为 $1.1 \times 10^8 \text{J}$

C. 弹射器对舰载机做功的平均功率为 $8.8 \times 10^7 \text{W}$

D. 舰载机在弹射过程中的加速度大小为 32m/s^2

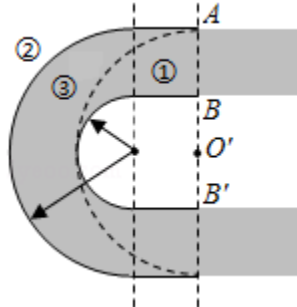
解析：由速度和位移公式可得， $v^2 = 2as$ ，解得 $a = 32 \text{m/s}^2$ ；由牛顿第二定律可知： $F + F_{\text{发}} - 0.2(F + F_{\text{发}}) = ma$ ；解得： $F = 1.1 \times 10^6 \text{N}$ ；故 AD 正确；

B、弹射器对对舰载机所做的功 $W=Fs=1.1 \times 10^6 \text{N} \times 100=1.1 \times 10^8 \text{J}$ ；故 B 正确；

C、作用时间 $t=\frac{v}{a}=\frac{80}{32}=2.5\text{s}$ ；平均功率 $P=\frac{1.1 \times 10^8}{2.5}=4.4 \times 10^7 \text{W}$ ；故 C 错误。

答案：ABD。

6. (6分) (多选题) 如图所示为赛车场的一个水平“U”形弯道，转弯处为圆心在 O 点的半圆，内外半径分别为 r 和 $2r$ ，一辆质量为 m 的赛车通过 AB 线经弯道到达 A' B' 线，有如图所示的①、②、③三条路线，其中路线③是以 O' 为圆心的半圆， $OO' = r$ ，赛车沿圆弧路线行驶时，路面对轮胎的最大径向静摩擦力为 F_{\max} ，选择路线，赛车以不打滑的最大速率通过弯道(所选路线内赛车速率不变，发动机功率足够大)，则()



- A. 选择路线①，赛车经过的路程最短
- B. 选择路线②，赛车的速率最小
- C. 选择路线③，赛车所用时间最短
- D. ①、②、③三条路线的圆弧上，赛车的向心加速度大小相等

解析：A、选择路线①，经历的路程 $s_1=2r+\pi r$ ，选择路线②，经历的路程 $s_2=2\pi r+2r$ ，选择路线③，经历的路程 $s_3=2\pi r$ ，可知选择路线①，赛车经过的路程最短，故 A 正确。

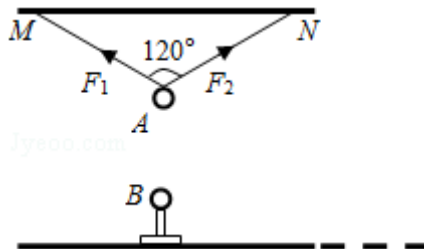
B、根据 $F_{\max}=\frac{mv^2}{r}$ 得， $v=\sqrt{\frac{F_{\max}r}{m}}$ ，选择路线①，轨道半径最小，则速率最小，故 B 错误。

C、根据 $v=\sqrt{\frac{F_{\max}r}{m}}$ 知，通过①、②、③三条路线的最大速率之比为 $1:\sqrt{2}:\sqrt{2}$ ，根据 $t=\frac{s}{v}$ ，由三段路程可知，选择路线③，赛车所用时间最短，故 C 正确。

D、根据 $a=\frac{v^2}{r}$ 知，因为最大速率之比为 $1:\sqrt{2}:\sqrt{2}$ ，半径之比为 $1:2:2$ ，则三条路线上，赛车的向心加速度大小相等。故 D 正确。

答案：ACD。

7. (6分) (多选题) 如图所示，用两根长度相同的绝缘细线把一个质量为 0.1kg 的小球 A 悬挂在水平板的 M、N 两点，A 上带有 $Q=3.0 \times 10^{-6}\text{C}$ 的正电荷，两线夹角为 120° ，两线上的拉力大小分别为 F_1 和 F_2 ，A 的正下方 0.3m 处放有一带等量异种电荷的小球 B，B 与绝缘支架的总质量为 0.2kg (重力加速度取 $g=10\text{m/s}^2$ ；静电力常量 $k=9.0 \times 10^9 \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$ ，A、B 球可视为点电荷)，则()



- A. 支架对地面的压力大小为 2.0N
- B. 两线上的拉力大小 $F_1=F_2=1.9\text{N}$

- C. 将 B 水平右移，使 M、A、B 在同一直线上，此时两线上的拉力大小 $F_1=1.225\text{N}$ ， $F_2=1.0\text{N}$
 D. 将 B 移到无穷远处，两线上的拉力大小 $F_1=F_2=0.866\text{N}$

解析：A、地面对支架的支持力为 $F = m_B g - \frac{kQ^2}{L^2} = 2 - \frac{9 \times 10^9 \times 9 \times 10^{-12}}{0.09} \text{N} = 1.1\text{N}$ ，根据牛顿第三定律可得支架对地面的压力为 1.1N，故 A 错误

B、因两绳夹角为 120° ，故两绳的拉力之和等于其中任意绳的拉力，故 $F = m_A g - \frac{kQ^2}{L^2} = 1 + \frac{9 \times 10^9 \times 9 \times 10^{-12}}{0.09} \text{N} = 1.9\text{N}$ ，故 B 正确；

C、将 B 水平右移，使 M、A、B 在同一直线上时，对 A 求受力分析可知： $F_1 \sin 30^\circ + F_2 \sin 30^\circ - mg - F_{\text{库}} \sin 30^\circ = 0$
 $F_1 \cos 30^\circ - F_2 \cos 30^\circ - F_{\text{库}} \cos 30^\circ = 0$

$F_{\text{库}} = \frac{kQ^2}{(\frac{L}{\sin 30^\circ})^2}$

$$F_{\text{库}} = \frac{kQ^2}{(\frac{L}{\sin 30^\circ})^2}$$

联立解得 $F_1=1.225\text{N}$ ， $F_2=1.0\text{N}$ ，故 C 正确

D、将 B 移到无穷远时，AB 间的库仑力消失，故两省的拉力 $F=mg=1\text{N}$ ，故 D 错误。

答案：BC

二、非选择题部分共 12 题小题，共 180 分)

8. (10 分) 甲同学准备做“验证机械能守恒定律”实验，乙同学准备做“探究加速度与力、质量的关系”实验。

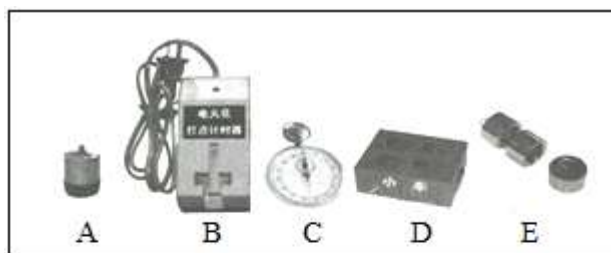
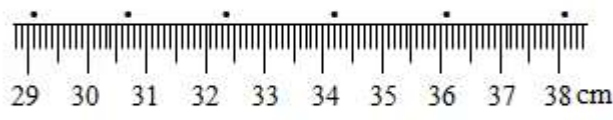
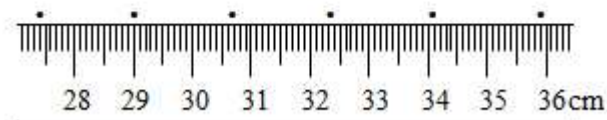


图1



①



②

图2

(1) 图 1 中 A、B、C、D、E 表示部分实验器材，甲同学需在图中选用的器材_____；乙同学需在图中选用的器材_____ (用字母表示)

(2) 乙同学在实验室选齐所需要器材后，经正确操作获得如图 2 所示的两条纸带①和②，纸带_____的加速度大(填“①”或“②”)，其加速度大小为_____。

解析：(1) 要验证机械能守恒定律需要打点计时器和重锤；即 AB；

而要验证“探究加速度与力、质量的关系”需要打点计时器、小车和钩码；答案：BDE；

(2) 由 $\Delta x = aT^2$ 可知，相邻两点间的位移之差越大，则加速度越大，故①的加速度大；

由逐差法可得：

$$\text{加速度 } a = \frac{(x_3 + x_4) - (x_1 + x_2)}{4T^2};$$

由图读得: $x_3 + x_4 = 3.7\text{cm}$; $x_1 + x_2 = 3.3\text{cm}$; $T = 0.02\text{s}$;

代入数据解得: $a = 2.5\text{m/s}^2$;

答案: (1) AB BDE (2) ① 2.5m/s^2

9. (10分) 图1是小红同学在做“描绘小灯泡的伏安特性曲线”实验的实物连接图

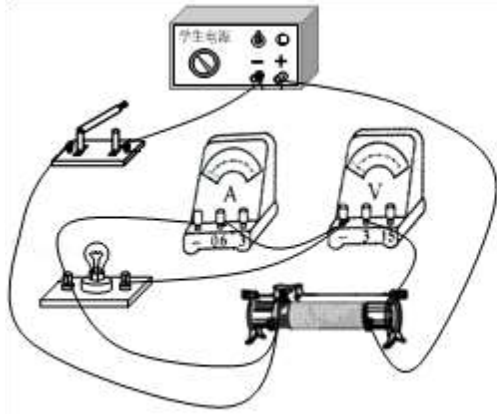


图1

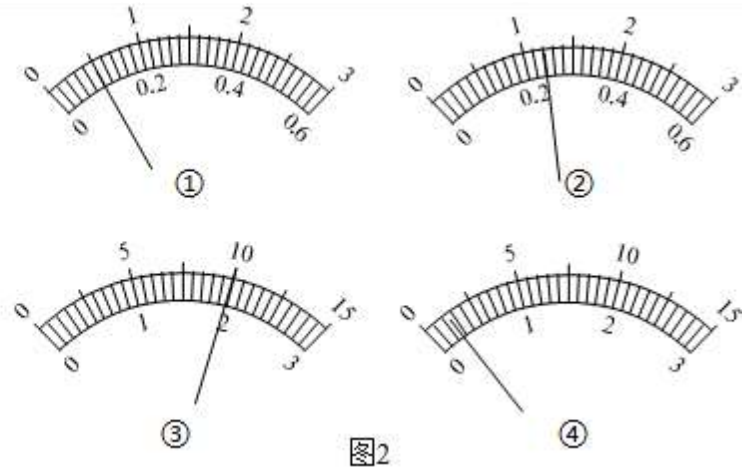
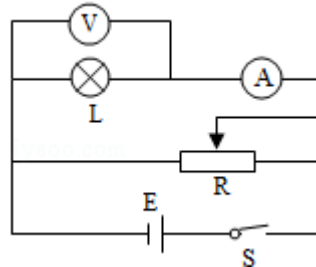


图2

(1) 根据图1画出实验电路图

(2) 调节滑动变阻器得到了两组电流表与电压表的实数如图2中的①、②、③、④所示, 电流表量程为0.6A, 电压表量程为3V, 所示读数为: ①_____ ②_____ ③_____ ④ 0.27V, 两组数据得到的电阻分别为_____和_____.

解析: (1) 由图1所示电路图可知, 滑动变阻器采用分压接法, 电流表采用外接法, 根据实物电路图作出实验电路图, 电路图如图所示:



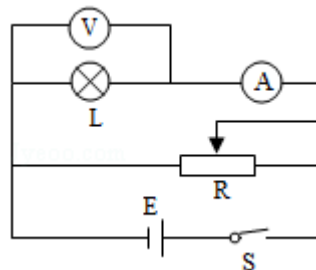
(2) 电流表的量程为0.6A, 最小刻度为0.02A, 故在读数时只估读到最小刻度位即可, 故分别为0.10A, 0.24A

电压表的量程为3V, 最小刻度为0.1V, 故在读数时需估读到最小刻度的下一位, 故分别为2.00V, 0.27V

由 $R = \frac{U}{I}$ 代入数据可得 $R = 8.3\Omega$

$R = 2.7\Omega$

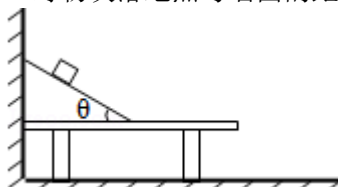
答案: (1) 如图;



(2) 0.10A, 0.24A, 2.00V, 0.27V, 8.3Ω , 2.7Ω

10. (16分) 如图所示, 用一块长 $L_1=1.0\text{m}$ 的木板在墙和桌面间架设斜面, 桌子高 $H=0.8\text{m}$, 长 $L_2=1.5\text{m}$, 斜面与水平桌面的倾角 θ 可在 $0\sim 60^\circ$ 间调节后固定, 将质量 $m=0.2\text{kg}$ 的小物块从斜面顶端静止释放, 物块与斜面间的动摩擦因数 $\mu_1=0.05$, 物块与桌面间的动摩擦因数为 μ_2 , 忽略物块在斜面与桌面交接处的能量损失 (重力加速度取 $g=10\text{m/s}^2$, 最大静止摩擦力等于滑动摩擦力)

- (1) 求 θ 角增大到多少时, 物块能从斜面开始下滑 (用正切值表示)
- (2) 当 θ 角增大到 37° 时, 物块恰能停在桌面边缘, 求物块与桌面间的动摩擦因数 μ_2 (已知 $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$)
- (3) 继续增大 θ 角, 发现 $\theta = 53^\circ$ 时物块落地点与墙面的距离最大, 求此最大距离 x 。



解析: (1) 为使小物块下滑, 则有: $mg\sin\theta \geq \mu_1 mg\cos\theta$;

故 θ 应满足的条件为: $\tan\theta \geq 0.05$;

(2) 克服摩擦力做功 $W_f = \mu_1 mgL_1\cos\theta + \mu_2(L_2 - L_1\cos\theta)$

由动能定理得: $mgL_1\sin\theta - W_f = 0$

代入数据解得: $\mu_2 = 0.8$;

(3) 由动能定理得: $mgL_1\sin\theta - W_f = \frac{1}{2}mv^2$

解得: $v = 1\text{m/s}$;

对于平抛运动, 竖直方向有: $H = \frac{1}{2}gt^2$;

解得: $t = 0.4\text{s}$;

水平方向 $x_1 = vt$

解得: $x_1 = 0.4\text{m}$;

总位移 $x_m = x_1 + L_2 = 0.4 + 1.5 = 1.9\text{m}$;

答案: (1) θ 角增大到 $\tan\theta \geq 0.05$; 物块能从斜面开始下滑 (用正切值表示)

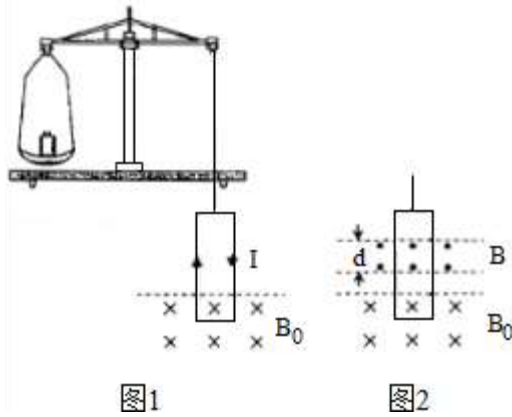
(2) 当 θ 角增大到 37° 时, 物块恰能停在桌面边缘, 物块与桌面间的动摩擦因数 μ_2 为 0.8 ;

(3) 继续增大 θ 角, 发现 $\theta = 53^\circ$ 时物块落地点与墙面的距离最大, 此最大距离 x 为 1.9m 。

11. (20分) 小明同学设计了一个“电磁天平”, 如图 1 所示, 等臂天平的左臂为挂盘, 右臂挂有矩形线圈, 两臂平衡, 线圈的水平边长 $L=0.1\text{m}$, 竖直边长 $H=0.3\text{m}$, 匝数为 N_1 , 线圈的下边处于匀强磁场内, 磁感应强度 $B_0=1.0\text{T}$, 方向垂直线圈平面向里, 线圈中通有可在 $0\sim 2.0\text{A}$ 范围内调节的电流 I , 挂盘放上待测物体后, 调节线圈中电流使天平平衡, 测出电流即可测得物体的质量 (重力加速度取 $g=10\text{m/s}^2$)

(1) 为使电磁天平的量程达到 0.5kg , 线圈的匝数 N_1 至少为多少?

(2) 进一步探究电磁感应现象, 另选 $N_2=100$ 匝、形状相同的线圈, 总电阻 $R=10\Omega$, 不接外电流, 两臂平衡, 如图 2 所示, 保持 B_0 不变, 在线圈上部另加垂直纸面向外的匀强磁场, 且磁感应强度 B 随时间均匀变大, 磁场区域宽度 $d=0.1\text{m}$, 当挂盘中放质量为 0.01kg 的物体时, 天平平衡, 求此时磁感应强度的变化率 $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ 。



解析：(1)线圈受到安培力 $F=N_1B_0IL$ ，
天平平衡有： $mg=N_1B_0IL$ ，
代入数据解得 $N_1=25$ 匝

(2)由电磁感应定律得， $E=N_2\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ，

则 $E=N_2\frac{\Delta B}{\Delta t}Ld$ ，

由欧姆定律得， $I'=\frac{E}{R}$ ，

线圈受到安培力 $F'=N_2B_0I'L$ ，

天平平衡有： $m'g=N_2^2B_0\frac{\Delta B}{\Delta t}\frac{dL^2}{R}$ ，

代入数据解得 $\frac{\Delta B}{\Delta t}=0.1\text{T/s}$ 。

答案：(1)线圈的匝数 N_1 至少为 25 匝；

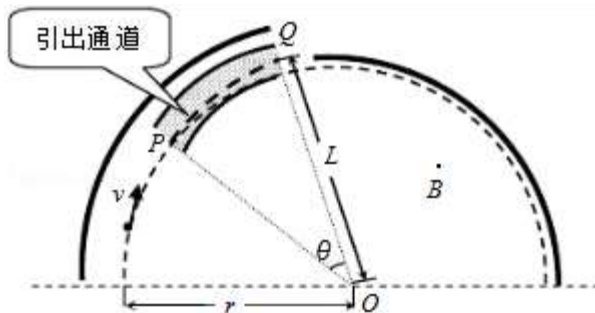
(2)此时磁感应强度的变化率 $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ 为 0.1T/s 。

12. (22 分) 使用回旋加速器的实验需要把离子束从加速器中引出，离子束引出的方法有磁屏蔽通道法和静电偏转法等，质量为 m ，速度为 v 的离子在回旋加速器内旋转，旋转轨道是半径为 r 的圆，圆心在 O 点，轨道在垂直纸面向外的匀强磁场中，磁感应强度为 B ，为引出离子束，使用磁屏蔽通道法设计引出器，引出器原理如图所示，一对圆弧形金属板组成弧形引出通道，通道的圆心位于 O' 点 (O' 点图中未画出)，引出离子时，令引出通道内磁场的磁感应强度降低，从而使离子从 P 点进入通道，沿通道中心线从 Q 点射出，已知 OQ 长度为 L ， OQ 与 OP 的夹角为 θ

(1) 求离子的电荷量 q 并判断其正负；

(2) 离子从 P 点进入， Q 点射出，通道内匀强磁场的磁感应强度应降为 B' ，求 B'

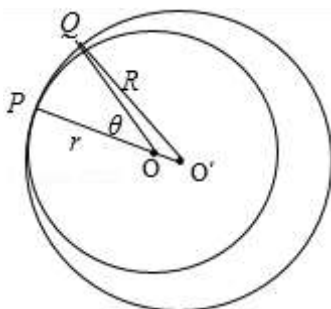
(3) 换用静电偏转法引出离子束，维持通道内的原有磁感应强度 B 不变，在内外金属板间加直流电压，两板间产生径向电场，忽略边缘效应，为使离子仍从 P 点进入， Q 点射出，求通道内引出轨迹处电场强度 E 的方向和大小。



解析：(1) 根据 $qvB = m\frac{v^2}{R}$ 得， $q = \frac{mv}{Br}$

由左手定则可知，粒子带正电；

(2) 如图所示，



$O'Q = R$, $OQ = L$, $O'O = R - r$

引出轨迹为圆弧；

由洛伦兹力充当向心力得：

$$B'qv = m\frac{v^2}{R}$$

解得： $R = \frac{mv}{qB'}$ ；

由几何关系得：

$$R = \frac{r^2 + L^2 - 2rL\cos\theta}{2r - 2L\cos\theta}；$$

$$B' = \frac{mv}{qR} = \frac{mv(2r - 2L\cos\theta)}{q(r^2 + L^2 - 2rL\cos\theta)} = \frac{Br(2r - 2L\cos\theta)}{(r^2 + L^2 - 2rL\cos\theta)}；$$

(3) 粒子带正电，为了能让粒子沿圆弧离开，电场方向应沿径向向外；

洛伦兹力与电场力的合力充当向心力：

$$Bqv - Eq = \frac{mv^2}{R}$$

$$\text{解得 } E = Bv - \frac{mv^2(2r - 2L\cos\theta)}{q(r^2 + L^2 - 2rL\cos\theta)} = \frac{m^2v^3(2r - 2L\cos\theta)}{Br(r^2 + L^2 - 2rL\cos\theta)}；$$

答案：(1) 离子的电荷量 q 为 $\frac{mv}{Br}$ ；粒子带正电；

$$(2) B' \text{ 为 } \frac{Br(2r - 2L\cos\theta)}{(r^2 + L^2 - 2rL\cos\theta)}$$

(3) 通道内引出轨迹处电场强度 E 的方向沿径向向外；大小为 $\frac{m^2v^3(2r - 2L\cos\theta)}{Br(r^2 + L^2 - 2rL\cos\theta)}$ 。

13. (4分) (物理选修3-4) 以下说法正确的是()

A. 真空中蓝光的波长比红光的波长长

B. 天空中的彩虹是由光干涉形成的

C. 光纤通信利用了光的全反射原理

D. 机械波在不同介质中传播，波长保持不变

解析：A、波长和频率成反比，红光的频率比蓝光低，所以波长比蓝光长，故A错误；

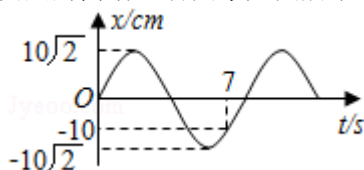
B、天空中的彩虹是由光散射形成的，故B错误；

C、光纤通信之所以能进行远距离通信，主要是利用了光的全反射原理。故C正确；

D、根据波速与波长和频率的关系公式 $v = \lambda f$ ，当机械波由一种介质进入另一种介质中时，波速变化(波速由介质决定)而频率不变(频率由波源决定)，故波长一定变化，故D错误。

答案：C

14. (6分) (物理选修3-4) 某个质点的简谐运动图象如图所示，求振动的振幅和周期。



解析：由图读出振幅 $A=10\sqrt{2}\text{cm}$

简谐振动方程 $x=A\sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$

代入数据 $-10=10\sqrt{2}\sin\left(\frac{2\pi}{T}\times 7\right)$

得 $T=8\text{s}$

答案：振动的振幅为 $10\sqrt{2}\text{cm}$ 和周期为 8s

15. (4分) (物理选修3-5) 以下说法正确的是()

- A. 所有原子核中的质子数和中子数都相等
- B. 在核反应中，质量数守恒、电荷数守恒
- C. 氢原子从高能级向低能级跃迁时能辐射出 γ 射线
- D. 只要光照射金属电极的时间足够长，就能发生光电效应

解析：A、不同的原子核具有不同的核子数，中子数和质子数均不相同；故 A 错误；

B、在核反应中，质量数守恒，电荷数守恒；故 B 正确；

C、 γ 射线的产生机理是原子核受激发，是原子核变化才产生的；不是氢原子跃迁产生的；故 C 错误；

D、只有入射光的频率足够大时，才能产生光电效应，与光照时间无关；故 D 错误。

答案：B。

16. (6分) 一辆质量 $m_1=3.0\times 10^3\text{kg}$ 的小火车因故障停在车道上，后面一辆质量 $m_2=1.5\times 10^3\text{kg}$ 的轿车来不及刹车，直接撞入货车尾部失去动力，相撞后两车一起沿轿车运动方向滑行了 $s=6.75\text{m}$ 停下，已知车轮与路面的动摩擦因数 $\mu=0.6$ ，求碰撞前轿车的速度大小(重力加速度取 $g=10\text{m/s}^2$)

解析：由牛顿第二定律可知：

$$a=\frac{F_f}{m_1+m_2}=\mu g=0.6\times 10=6\text{m/s}^2;$$

由 $v_2^2=2ax$ 可得：

$$v=\sqrt{2ax}=\sqrt{2\times 6\times 6.75}=9\text{m/s};$$

对碰撞过程设车前进方向为正方向，由动量守恒定律可得：

$$m_2v_0=(m_1+m_2)v$$

解得： $v_0=27\text{m/s}$ 。

答案：碰撞前轿车的速度大小为 27m/s 。