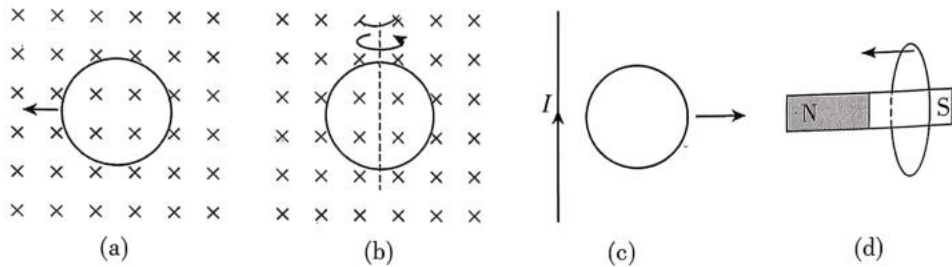


高二物理期末(物选班)

时量:75分钟 满分:100分

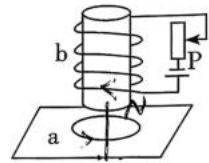
一、单项选择题(本题共7小题,每小题4分,共28分。在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的)

1. 下列图示情况,金属圆环中不能产生感应电流的是



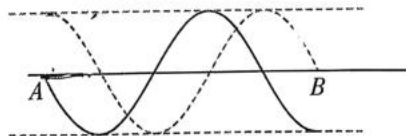
- A. 图(a)中,圆环在匀强磁场中向左平移
- B. 图(b)中,圆环在匀强磁场中绕轴转动
- C. 图(c)中,圆环在通有恒定电流的长直导线旁向右平移
- D. 图(d)中,圆环向条形磁铁 N 极平移

2. 如图所示,圆形导体线圈 a 平放在水平桌面上,在 a 的正上方固定一竖直螺线管 b,二者轴线重合,螺线管与电源和滑动变阻器连接成闭合回路。若将滑动变阻器的滑片 P 快速向下滑动,下列表述正确的是



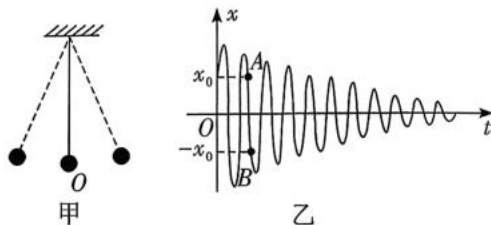
- A. 线圈 a 有扩张的趋势
- B. 穿过线圈 a 的磁通量变小
- C. 线圈 a 中将产生顺时针方向的感应电流(俯视)
- D. 线圈 a 对水平桌面的压力 F_N 将增大

3. 如图所示,波速为 30 m/s,向右传播的机械横波,在 t_1 时刻的部分波形对应图中的实线所示, t_2 时刻的部分波形对应图中的虚线所示($t_2 > t_1$), A、B 两质点间的距离为 7.5 m,下列说法错误的是

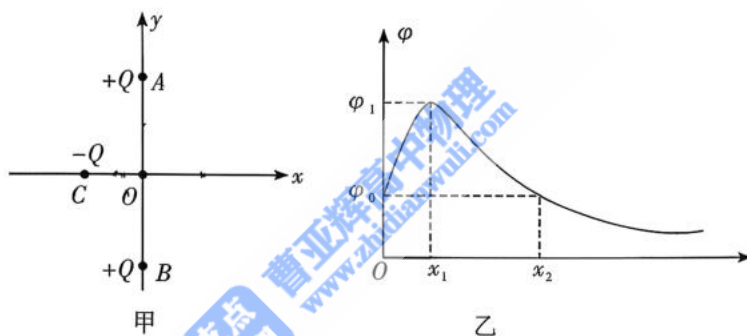


- A. t_1 时刻质点 A 向下振动
- B. t_2 时刻质点 B 加速度最小
- C. 此波的频率为 5 Hz
- D. t_2 与 t_1 的差值为 $(0.05 + 0.2n)$ s ($n=0,1,2,3,\dots$)

4. 如图甲所示,一单摆在 O 点左右振动,摆球相对于 O 的位移 x 随时间 t 变化的图线如图乙所示。则下列说法中正确的是

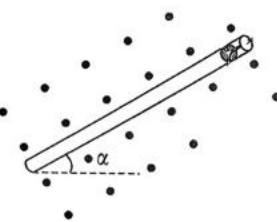


- A. 摆球在 A 、 B 两时刻相对 O 点位移相同
 B. 摆球在 A 时刻的动能等于 B 时刻的动能
 C. 摆球在 A 时刻的势能大于 B 时刻的势能
 D. 摆球在 A 时刻的机械能大于 B 时刻的机械能
5. 如图甲所示,在 y 轴上的 A 点 $(0, \sqrt{3}d)$ 、 B 点 $(0, -\sqrt{3}d)$ 有等量同种点电荷 $+Q$,在 x 轴上 C 点 $(-d, 0)$ 有点电荷 $-Q$ 。在 x 轴上电势 φ 随 x 坐标的变化曲线如图乙所示,其中 x_1 为图线最高点对应的横坐标,下列判断正确的是



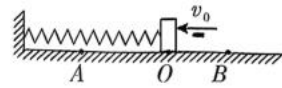
- A. O 点电场强度为零
 B. $x_1 = d$
 C. 若将点电荷 $-q$ 沿 x 轴从 O 移向 x_2 处,电场力先变大后变小
 D. 若将点电荷 $-q$ 沿 x 轴从 O 移向 x_2 处,电势能先变大后变小

6. 如图所示,足够长的固定粗糙倾斜绝缘管与水平方向夹角为 α ,处于垂直纸面向外的匀强磁场中,一直径略小于绝缘管直径的带正电小球从静止开始沿管下滑。已知小球质量为 m ,电荷量为 q ,磁感应强度大小为 B ,绝缘管与小球间的动摩擦因数为 μ 。重力加速度为 g ,下列说法正确的是



- A. 小球下滑过程中,摩擦力一直减小
 B. 小球下滑过程中,绝缘管对小球的支持力方向不变
 C. 小球下滑过程中,最大加速度为 $g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$
 D. 小球下滑过程中,最大速度为 $\frac{mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{\mu q B}$

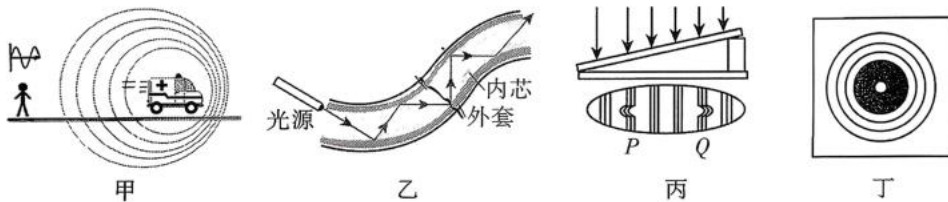
如图所示,劲度系数为 k 的轻质弹簧一端固定,另一端连接一质量为 m 的小木块放置在粗糙程度相同的水平面上的 O 点,此时弹簧长度为弹簧原长。一颗质量为 m_0 的子弹以水平速度 v_0 击中木块(忽略子弹射入木块的时间),木块和子弹一起向左侧运动到 A 点后向右运动,最远到达 B 点,然后在 O 点两侧往复运动。已知 AO 之间的距离为 L ,小木块与水平面的动摩擦因数为 μ ,取重力加速度为 g ,简谐运动周期公式为 $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$,下列选项正确的是



- A. 子弹打入小木块后,子弹和木块共同运动的速度为 $\frac{m_0 v_0}{m}$
- B. 小木块从开始运动到第一次回到 O 点的过程中克服摩擦力做功为 $2\mu mgL$
- C. OB 间的距离为 $L - \frac{2\mu(m_0 + m)g}{k}$
- D. 小木块第一次从 A 点运动到 O 点的时间为 $\sqrt{\frac{2(m_0 + m)}{k} - \mu g}$

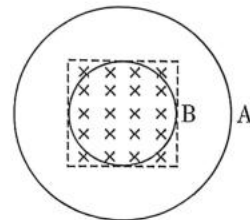
二、多项选择题(本题共 3 小题,每小题 5 分,共 15 分。在每小题给出的四个选项中,有多个选项符合题目要求。全部选对的得 5 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分)

下列说法正确的是



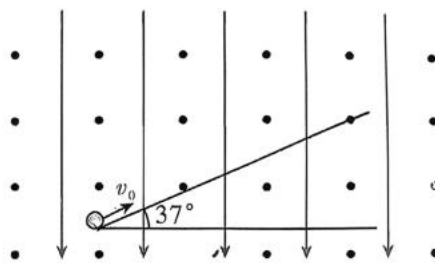
- A. 图甲表示声源远离观察者时,观察者接收到的声音频率增大
- B. 图乙光导纤维利用光的全反射现象传递信息时外套的折射率比内芯的小
- C. 图丙检验工件平整度的操作中,通过干涉条纹可推断出 P 为凹处、 Q 为凸处
- D. 图丁为光照射到不透明圆盘上,在圆盘后得到的干涉图样

A、B 为同种金属导线制成的单匝闭合圆形导线环,如图所示放置,导线环 B 恰好与正方形的匀强磁场区域边界内切,磁场方向垂直于两导线环的平面, A、B 导线环的半径之比 $r_A : r_B = 2 : 1$,若磁感应强度均匀增大,则 A、B 导线环中



- A. 感应电动势之比为 $4 : \pi$
- B. 感应电动势之比为 $2 : \pi$
- C. 感应电流之比为 $2 : \pi$
- D. 感应电流之比为 $4 : 1$

积分可以看作一种累积的过程。在物理中,有很多累积量的例子。比如,如果速度是时间的函数,那么位移就是速度在时间上的累积。如图所示,一倾角为 37° 的足够长的光滑绝缘斜面固定于水平地



面上,所在空间存在竖直向下的匀强电场和垂直于纸面向外的匀强磁场,磁感应强度大小为 B ,电场强度大小为 E 。可视为质点的小球质量为 m ,带正电,电荷量为 q , $mg = qE$ (g 为重力加速度),以平行于斜面的初速度 $v_0 = \frac{2mg}{qB}$ 从斜面底端向上滑行,经过时间 t ,小球恰好离开斜面。

已知 $\sin 37^\circ = 0.6$,整个运动过程中小球带电量保持不变,以地面为电势能零势能面。下列说法正确的是

A. 小球离开斜面之前的过程中到达离斜面底端的最远距离为 $x = \frac{5v_0^2}{6g}$

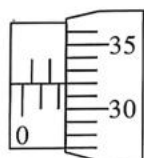
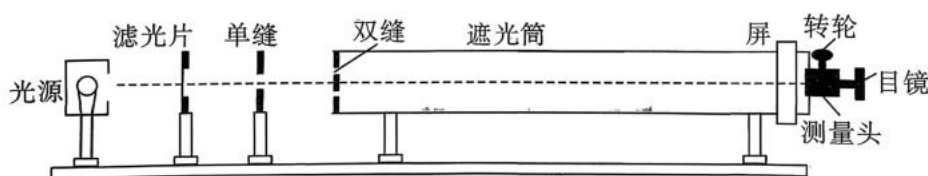
B. $t = \frac{3v_0}{4g}$

C. 小球离开斜面之前的过程中斜面对小球的弹力的冲量大小为 $\frac{27mv_0}{10}$

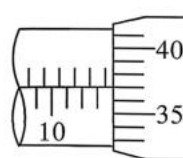
D. 小球离开斜面后的电势能最大值为 $\frac{21mv_0^2}{100}$

实验题(11 题 7 分、12 题 8 分,共 15 分)

“用双缝干涉测量光的波长”实验装置如图所示。



甲



乙

(1) 下列说法中正确的一个选项是_____。

A. 调节光源高度使光束沿遮光筒轴线照在屏的中心时,应放上单缝和双缝

B. 通过调节拨杆(图中没有画出),使单缝和双缝平行,且通过目镜可以观察到干涉条纹

C. 为了减少测量误差,可用测微目镜测出 n 条亮纹间的距离 a , 求出相邻两条亮纹间距 $\Delta x = \frac{a}{n}$

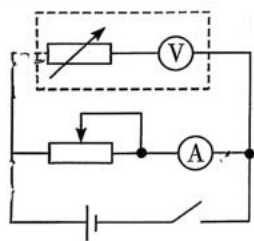
- (2) 将测量头的分划板中心刻线与某亮纹中心对齐, 将该亮纹定为第 n 条亮纹, 此时手轮上的示数如图甲所示; 然后同方向转动测量头, 使分划板中心刻线与第 6 条亮纹中心对齐, 记下此时如图乙所示的手轮上的示数为 _____ mm;
- (3) 若相邻亮纹的间距为 Δx , 双缝与屏的距离为 $L=0.7\text{ m}$, 双缝间距为 $d=0.2\text{ mm}$, 则求得光的波长 $\lambda=$ _____ m。(结果保留三位有效数字)

12. 某同学为了测量某新型电动自行车电瓶的电动势和内阻, 现有实验器材如下:

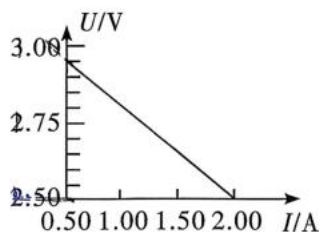
- A. 待测电源(电动势约为 30 V, 内阻约为 3 Ω)
- B. 电压表(量程为 3 V, 内阻为 1 k Ω)
- C. 电流表(量程为 3 A, 内阻约为 0.1 Ω)
- D. 滑动变阻器(0~50 Ω , 3 A)
- E. 电阻箱 R (最大阻值 9999 Ω)
- F. 定值电阻 $R_0=8000\text{ }\Omega$
- G. 开关和导线若干

(1) 为了完成实验, 该同学扩大电压表的量程为 30 V, 那么他应该将电阻箱的阻值调到 _____ Ω , 使电阻箱和电压表串联;

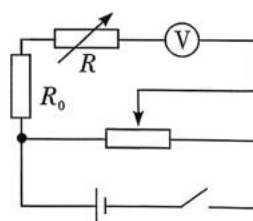
(2) 将改装后的电压表(表盘未换)与电流表连成如图(a)所示的电路测量电源的电动势和内阻, 调节滑动变阻器的触头, 读出电压表示数 U 和电流表示数 I , 作出图像如图(b)所示, 则电源的电动势为 _____ V, 内阻为 _____ Ω (结果均保留一位小数);



图(a)



图(b)



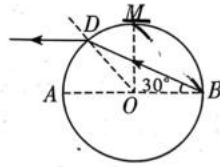
图(c)

(3) 对改装后的电压表进行后期校准时, 发现示数与标准值总有偏差, 怀疑是电压表标示的内阻值 1 k Ω 可能并不准确, 为了重新测量电压表的内阻, 又设计了图(c)所示的电路图, 按照图(c)连接好电路进行了如下几步操作:

- ① 将滑动变阻器触头滑到最左端, 把电阻箱的阻值调到零;
- ② 闭合开关, 缓慢调节滑动变阻器的触头, 使电压表示数为 3.00 V;
- ③ 保持滑动变阻器触头不动, 调节电阻箱的阻值, 当电压表示数为 2.00 V 时, 电阻箱的读数为 4 525 Ω , 则电压表内阻的测量值为 _____ Ω , 该测量值 _____ 电压表内阻的真实值(选填“大于”“小于”或“等于”)。

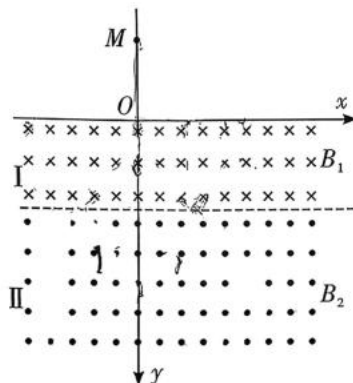
四、解答题(13题 14分、14题 14分、15题 14分,共 42分)

13. 如图所示是一玻璃球,其半径为 R , O 为球心, AB 为一水平方向上的直径。 M 点是玻璃球的最高点,一束激光自 B 点射入、从 D 点射出,出射光线平行于 AB ,已知 $\angle ABD = 30^\circ$,光在真空中的传播速度为 c ,求:



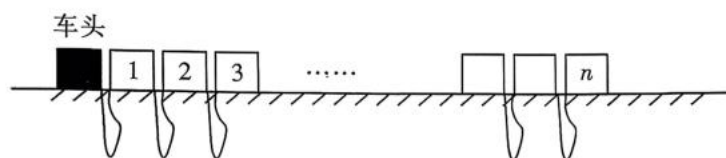
- (1) 此玻璃球对这束激光的折射率;
- (2) 激光从 B 传播到 D 所用时间;
- (3) 若来自 B 点的激光射向 M 点,判断激光能否从 M 点射出玻璃球。

14. 在竖直平面内建立一平面直角坐标系, x 轴下方有两个磁场区域 I 和 II, 它们的分界线坐标是 $y=a$, 大小分别为 B_1 和 B_2 , 方向如图所示, 其中磁场区域 II 的范围足够大。在 $y>0$ 的区域内有竖直方向的匀强电场(图中未画出), 将一个质量为 m , 电量 $+q$ 的小球, 从 y 轴负半轴上的任意点 M 由静止释放, 小球在磁场中都能做圆周运动。重力加速度为 g , 不计空气阻力和小球电量的变化。



- (1) 匀强电场的场强大小和方向。
- (2) 若两个磁场的磁感应强度大小相等 $B_1 = B_2 = B_0$, 小球能够从 O 离开磁场上升到出发点。求小球出发点到 O 的距离。
- (3) 保持(2)问中的释放点位置和 B_1 不变, 将 B_2 变为 kB_0 ($k>1$), 求小球运动轨迹与 x 轴交点坐标的可能值。

15. 如图,将火车停在足够长的平直铁轨上,若整列火车由 1 节动力车头和 n 节无动力车厢组成,动力车头质量为 $M=1.00 \times 10^5 \text{ kg}$,每节无动力车厢质量均为 $m=2.00 \times 10^4 \text{ kg}$ 。火车在启动前,车头会先向后退一段距离,使得各相邻车厢之间的连接挂钩松弛,车厢无间距紧挨着,然后车头从静止开始启动,逐节带动各节车厢直至最后一节车厢启动。启动过程中车头牵引力恒为 $F=1.0 \times 10^6 \text{ N}$,运动时车头与车厢受的阻力大小为自身重力的 0.2 倍。为了研究方便,将车头及相邻车厢之间的连接挂钩简化为不可伸长的长度为 $l=2 \text{ m}$ 的轻绳,绳子绷直的瞬间相连的物体间可看作发生完全非弹性碰撞,碰撞时间忽略不计。整个启动过程中,带动第 n 节无动力车厢后,整列火车恰好匀速行驶。 $g=10 \text{ m/s}^2$,求:



- (1) 刚启动的瞬间,动力车头的加速度 a_1 。
- (2) 无动力车厢的节数 n 。
- (3) 第一节车厢刚被带动时的速度 v_2 。
- (4) 匀速行驶的速度 v_n' 。

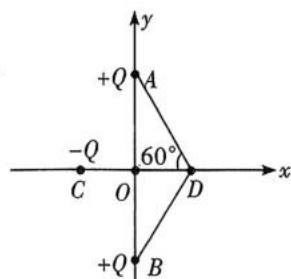
高二物理期末(物选班)参考答案

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	A	D	A	D	B	D	C	BC	AC	CD

1. A 【解析】圆环在匀强磁场中向左平移,穿过圆环的磁通量不发生变化,金属圆环中不能产生感应电流,故 A 正确;圆环在匀强磁场中绕轴转动,穿过圆环的磁通量发生变化,金属圆环中能产生感应电流,故 B 错误;离通有恒定电流的长直导线越远,导线产生的磁感应强度越弱,圆环在通有恒定电流的长直导线旁向右平移,穿过圆环的磁通量发生变化,金属圆环中能产生感应电流,故 C 错误;根据条形磁铁的磁感线特征可知,圆环向条形磁铁 N 极平移,穿过圆环的磁通量发生变化,金属圆环中能产生感应电流,故 D 错误。
2. D 【解析】当滑动触头 P 向下移动时电阻减小,由闭合电路欧姆定律可知通过线圈 b 的电流增大,则 b 产生的磁场增大,根据安培定则可知磁场的方向向下,从而判断出穿过线圈 a 的磁通量向下增加,根据楞次定律的推广:“感应电流产生的效果总是阻碍引起感应电流的原因”,因为滑动触头向下滑动导致穿过线圈 a 的磁通量增加,故只有线圈面积减少或远离线圈 b 时才能阻碍磁通量的增加,故线圈 a 应有收缩的趋势,故 AB 错误;穿过线圈 a 的磁通量增加方向向下;根据楞次定律可以判断出线圈 a 中感应电流方向俯视应为逆时针,故 C 错误;开始时线圈 a 对桌面的压力等于线圈 a 的重力,当滑动触头向下滑动时,穿过线圈 a 的磁通量增加,故只有线圈面积减少或远离线圈 b 时才能阻碍磁通量的增加,故线圈 a 有远离 b 的趋势,故线圈 a 对水平桌面的压力将增大,故 D 正确。
3. A 【解析】由质点的振动方向与波的传播方向的“上坡下、下坡上”原理,可得 t_1 时刻质点 A 向上振动, A 项错误,符合题意; t_2 时刻质点 B 位移为 0,加速度最小,速度最大, B 正确,不符合题意;由题图可得 $\frac{5\lambda}{4} = 7.5 \text{ m}$,可得 $\lambda = 6 \text{ m}$,结合 $v = \frac{\lambda}{T}$,可得 $T = 0.2 \text{ s}$,此波的频率为 $f = \frac{1}{T} = 5 \text{ Hz}$, C 正确,不符合题意;由波动的空间、时间的周期性,机械横波向右传播由实线位置平移至虚线位置,运动的位移为 $0.25\lambda + n\lambda$,传播的时间为 $0.25T + nT$,即 $t_2 - t_1 = 0.25T + nT$,由 $T = 0.2 \text{ s}$ 可得 $t_2 - t_1 = (0.05 + 0.2n) \text{ s}$ ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$), D 正确,不符合题意。
4. D 【解析】摆球在 A、B 两时刻相对 O 点位移大小相等,方向相反,故 A 错误;在单摆振动过程中,因不断克服空气阻力做功使机械能逐渐减小转化为内能, A、B 两时刻,单摆的位移大小相等,所以势能相等, A 时刻动能大于 B 时刻动能,故 BC 错误, D 正确。

5. B 【解析】 $\varphi - x$ 图像的斜率表示场强 E,由图可知 O 点处的斜率不为零,故该点的电场强度不为零,故 A 错误; x_1 为图线最高点对应的横坐标,该处场强为零,根据矢量合成,如图:



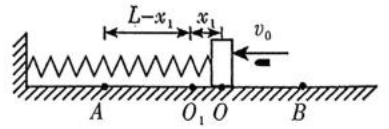
- 则在 x_1 处有 $2 \frac{kQ}{|AD|^2} \cdot \frac{x_1}{|AD|} = \frac{kQ}{(|CO| + x_1)^2}$, 其中 $|AD|^2 = |AO|^2 + x_1^2 = 3d^2 + x_1^2$, $|CO| = d$, 联立解得 $x_1 = d$, 故 B 正确;点电荷 $-q$ 沿 x 轴从 O 移向 x_2 处, $\varphi - x$ 图像的斜率先减小后增大再减小,故电场强度先减小后增大再减小,根据 $F = qE$ 可知电场力先变小后变大再减小,故 C 错误;将点电荷 $-q$ 沿 x 轴从 O 移向 x_2 处,电势先升高后降低,根据 $E_p = q\varphi$ 可知电势能先变小后变大,故 D 错误。
6. D 【解析】小球从静止开始沿管下滑,刚开始受到竖直向下的重力,垂直于管下壁向上的支持力,沿斜面向上的摩擦力。随着物体开始运动,根据左手定则,小球受到一个垂直于管下壁向上的洛伦兹力。洛伦兹力大小 $F_{洛} = Bqv$,随着速度逐渐增大,洛伦兹力逐渐增大,管对小球的支持力逐渐减小,小球对管的压力逐渐减小,由滑动摩擦力 $F_f = \mu F_N$,可知滑动摩擦力逐渐减小,当 $F_{洛} = Bqv = mg \cos \alpha$,此时摩擦力等于 0,有最大加速度 $a_{\max} = g \sin \alpha$,物体继续加速向下走,随着速度增大,洛伦兹力增大,小球会挤压管上壁,管上壁给小球一个向下的支持力,支持力逐渐增大,小球给管上壁的压力逐渐增大,滑动摩擦力逐渐增大,加速度逐渐减小,一直到 $mg \sin \alpha = \mu F_N = \mu (Bqv - mg \cos \alpha)$,解得 $v = \frac{mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha}{\mu Bq} = \frac{mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{\mu Bq}$ 。此后小球将匀速下滑。综上,摩擦力先减小后增大;支持力先垂直绝缘管向上,后垂直绝缘管向下。

7. C 【解析】子弹打入小木块时,子弹与木块组成的系统动量守恒,可得 $m_0 v_0 =$

$(m+m_0)v$,解得 $v = \frac{m_0 v_0}{m+m_0}$,A 错误;根据公式可得,小木块从开始运动到第

一次回到 O 点的过程中克服摩擦力做功为 $W_{\text{克}f} = 2\mu(m+m_0)gL$,B 错误;从

$A \rightarrow B$ 过程中, O_1 为平衡位置,如图所示



则有 $\mu(m+m_0)g = kx_1$,规定向右为正向,滑块运动过程中的合力满足 $F = -kx$,其中 x 为滑块偏离平衡位置 O_1 的位移,由此可知从 $A \rightarrow B$ 过程中小滑块做简谐运动,简谐运动的振幅为 A ,可知 $A = L_{AO_1} = L - x_1 = L -$

$\frac{\mu(m+m_0)g}{k}$,OB 间的距离为 $L_{OB} = 2A - L = L - \frac{2\mu(m+m)g}{k}$,C 正确;根据简谐振动的规律可得,从 $A \rightarrow B$ 过

程中滑块的振动可以表示为 $x = -A \cos(\omega t)$,其中 ω 为振动的角频率,满足 $\omega = \sqrt{\frac{k}{m_0+m}}$,从 $A \rightarrow B$ 过程中, O

点处为位移为 $x_0 = \frac{\mu(m_0+m)g}{k}$,解得 $t = \sqrt{\frac{m_0+m}{k}} \arccos\left[\frac{\mu(m_0+m)g}{\mu(m_0+m)g - kL}\right]$,D 错误。

8. BC 【解析】图甲表示声源远离观察者时,根据多普勒效应可知观察者接收到的声音频率减小,故 A 错误;图乙光导纤维利用光的全反射现象传递信息时外套的折射率比内芯的小,故 B 正确;图丙检验工件平整度的操作中,明条纹处空气膜的厚度相同,从弯曲的条纹可知,P 处检查平面左边处的空气膜厚度与后面的空气膜厚度相同,则 P 为凹处,同理可知 Q 为凸处,故 C 正确;图丁的衍射图像中,在阴影部分的中间是一个亮圆斑,这是圆盘衍射的图样,故 D 错误。

9. AC 【解析】根据题意,由法拉第电磁感应定律有 $E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} S$,由于 $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ 相同,设正方形边长为 a ,则有 $\frac{E_A}{E_B} =$

$\frac{S_A}{S_B} = \frac{a^2}{\pi\left(\frac{a}{2}\right)^2} = \frac{4}{\pi}$,故 A 正确,B 错误;根据题意,由电阻定律有 $R = \rho \frac{L}{S}$,由于 A、B 为同种金属导线制成的单匝

闭合圆形导线环,且 $r_A : r_B = 2 : 1$,可得 $\frac{R_A}{R_B} = \frac{r_A}{r_B} = \frac{2}{1}$,感应电流为 $I = \frac{E}{R}$,则感应电流之比为 $\frac{I_A}{I_B} = \frac{E_A}{E_B} \cdot \frac{R_B}{R_A} =$

$\frac{4}{\pi} \times \frac{1}{2} = \frac{2}{\pi}$,故 C 正确,D 错误。

10. CD 【解析】小球沿斜面上升的过程中,加速度 $a_1 = \frac{mgsin 37^\circ + qEsin 37^\circ}{m} = 1.2g$,且一直做匀减速运动至速

度为 0,所以 $x = \frac{v_0^2}{2a_1} = \frac{5v_0^2}{12g}$,故 A 错误;小球沿斜面上升过程中,所用时间为 $t_1 = \frac{v_0}{a_1} = \frac{5v_0}{6g}$,当小球向下运动时,

加速至速度 v 时离开斜面,此过程中小球向下的加速度 $a_2 = a_1 = 1.2g$,而分离时应满足 $qvB = mg \cos 37^\circ +$

$qE \cos 37^\circ$,解得 $v = \frac{4v_0}{5}$,则下滑过程中所用时间 $t_2 = \frac{v_0}{a_2} = \frac{2v_0}{3g}$,总时间 $t = t_1 + t_2 = \frac{3v_0}{2g}$,故 B 错误;上升过程由

平衡条件可得 $F_{N1} = qvB + mg \cos 37^\circ + qE \cos 37^\circ$,此过程中弹力的冲量为

$I_1 = \int (mg \cos 37^\circ + qvB + qE \cos 37^\circ) t_1 = (mg \cos 37^\circ + qE \cos 37^\circ) t_1 + qBx$,同理可得下行过程弹力冲量

为 $I_2 = \int (mg \cos 37^\circ - qvB + qE \cos 37^\circ) t_2 = (mg \cos 37^\circ + qE \cos 37^\circ) t_2 - qBx'$,全程弹力的冲量为 $I =$

$I_1 + I_2 = (mg \cos 37^\circ + qE \cos 37^\circ) (t_1 + t_2) + qB(x - x')$,又由匀变速直线运动规律可得 $x' = \frac{v^2}{2a_2} = \frac{4v_0^2}{15g}$,

联立得 $I = \frac{27mv_0}{10}$,故 C 正确;微元累加法:小球离开斜面后做摆线运动,从离开斜面至到达最高点的过程中,

以向上为正方向,以向左为正方向,则有 $\sum qBv_y \Delta t = mv' - mv_x$, $v_x = v \cos 37^\circ$, $-(mg + qE)h_1 = \frac{1}{2}mv'^2 -$

$\frac{1}{2}mv^2$,整理得 $-qBh_1 = mv' - mv_x$, $-m(2g)h_1 = \frac{1}{2}mv'^2 - \frac{1}{2}mv^2$,解得 $h_1 = \frac{3v_0^2}{25g}$,离开斜面时,小球离底边高

度 $h_2 = (x - x') \sin 37^\circ = \frac{9v_0^2}{100g}$,故 $E_p = qE(h_1 + h_2) = \frac{21mv_0^2}{100}$,故 D 正确。

三、实验题(11题7分、12题8分,共15分)

11. (1)B(2分)

(2)13.870(2分)

(3) 6.60×10^{-7} (3分)

【解析】(1)调节光源高度使光束沿遮光筒轴线照在屏的中心时,不需放上单缝和双缝,故A错误;通过调节拨杆(图中没有画出),使单缝和双缝平行,且通过目镜可以观察到干涉条纹,故B正确;为了减少测量误差,可用测微目镜测出 n 条亮纹间的距离 a ,求出相邻两条亮纹间距 $\Delta x = \frac{a}{n-1}$,故C错误。

(2)螺旋测微器的精确值为0.01 mm,由图乙可知示数为 $13.5 \text{ mm} + 37.0 \times 0.01 \text{ mm} = 13.870 \text{ mm}$

(3)图甲中螺旋测微器读数为 $2 \text{ mm} + 32.0 \times 0.01 \text{ mm} = 2.320 \text{ mm}$

$$\text{则有 } \Delta x = \frac{13.870 - 2.320}{5} \text{ mm} = 2.310 \text{ mm}$$

$$\text{根据双缝干涉条纹的间距公式 } \Delta x = \frac{L}{d} \lambda, \text{ 可得 } \lambda = \frac{d \Delta x}{L} = \frac{0.2 \times 10^{-3} \times 2.310 \times 10^{-3}}{0.7} \text{ m} = 6.60 \times 10^{-7} \text{ m}$$

12. (1)9000(1分)

(2)3.1(1分) 3.0(2分)

(3)1050(2分) 大于(2分)

【解析】(1)扩大电压表的量程为30 V,将电阻箱的阻值调到 R ,电阻箱和电压表串联,则 $U = \frac{U_g}{R_g}(R_g + R)$,解得 $R = 9\ 000 \ \Omega$

(2)由图可知纵截距为电源的电动势 $\frac{E - 2.50}{2.95 - 2.50} = \frac{2}{2 - 0.50}$, $E = 3.1 \text{ V}$

$$\text{斜率的绝对值为内阻 } r = \left| \frac{2.95 - 2.50}{1.50} \times 10 \right| \ \Omega = 3.0 \ \Omega$$

(3)保持滑动变阻器触头不动,因此电压表支路的总电压不变,当电压表的示数为2 V,根据 $I_V = \frac{U_V}{R_V}$,可知,电压表支路的电流变为原来的 $\frac{2}{3}$,则电压表支路的总电阻变为原来的 $\frac{3}{2}$,则 $\frac{R_0 + R_V}{R_0 + R_V + R} = \frac{2}{3}$,代入数据,解得 $R_V = 1\ 050 \ \Omega$;电压表示数为2 V时,电压表支路的实际电压变大,则电压表支路的总电阻比原来的 $\frac{3}{2}$ 大,所以测量得到的电阻大于电压表的真实值。

四、解答题(13题14分、14题14分、15题14分,共42分)

13. **【解析】**(1)根据几何关系可知,激光由 D 点射出时的入射角为 30° ,折射角为 60° ,所以,此玻璃球的折射率为 $n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{3}$ 5分

(2)激光在玻璃球内的传播速度为 $v = \frac{c}{n}$ 1分

激光从 B 传播到 D 所用时间 $t = \frac{2R \cos 30^\circ}{v}$ 2分

联立解得 $t = \frac{3R}{c}$ 2分

(3)若来自 B 点的激光射向 M 点,根据几何关系可知,入射角为 45° ,而这种激光在玻璃球内发生全反射的临界角 C 满足 $\sin C = \frac{1}{n} = \frac{\sqrt{3}}{3}$ 2分

因 $\sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} > \sin C = \frac{\sqrt{3}}{3}$ 1分

所以,激光在 M 点会发生全反射,即此激光不能从 M 点射出玻璃球。 1分

14.【解析】(1)能在 I 区做圆周运动,重力与电场力平衡,电场强度向上。

根据平衡条件则有: $qE=mg$ (2分)

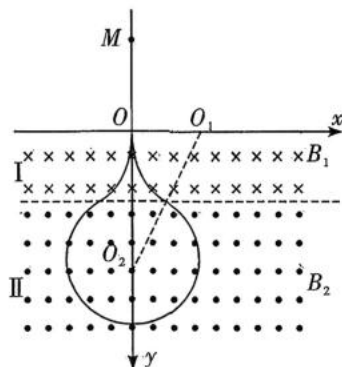
解得: $E=\frac{mg}{q}$ (4分)

(2)自由下落阶段由动能定理: $mgh=\frac{1}{2}mv^2$

重力和电场力平衡,洛伦兹力提供向心力 $qvB=m\frac{v^2}{r}$

解得: $r=\frac{mv}{qB}$ (2分)

粒子运动轨迹如图所示:



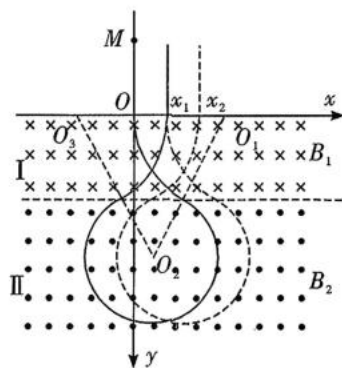
据题意在 I 和 II 区域: $r_1=r_2=\frac{mv}{qB_0}$

由几何关系图中 $\angle OO_2O_1=30^\circ$ (2分)

解得 $r_1=\frac{2\sqrt{3}a}{3}$

联立解得 $h=\frac{2}{3g}\left(\frac{qB_0a}{m}\right)^2$ (2分)

(3)粒子运动轨迹如图所示:



在 I 区域磁场不变 $r_1=\frac{mv}{qB_0}$

在 II 区域 $r_2=\frac{mv}{kqB_0}$

由几何关系第一次返回 x 轴的坐标为: $2r_1-(r_1+r_2)=x_1$ (1分)

由于有周期性,与 x 轴的交点坐标为 $x_n=nx_1(n=0,1,2,3\cdots)$

解得: $x_n=\frac{2\sqrt{3}(k-1)na}{3k}(n=0,1,2,3\cdots)$ (1分)

15.【解析】(1)根据牛顿第二定律得: $F-0.2Mg=Ma_1$ (2分)

解得: $a_1=8\text{ m/s}^2$ (2分)

(2)整列火车最终做匀速运动:有 $F=0.2(Mg+nmg)$ (2分)

解得: $n=20$ 节 (2分)

(3) 设车头带动第 1 节车厢前的瞬间的速度为 v_1 , 有: $v_1^2=2a_1l$, 则 $v_1=4\sqrt{2}$ m/s (1分)

设车头带动第 1 节车厢的后瞬间的速度为 v_1' , 根据动量守恒定律得: $Mv_1=(M+m)v_1'$ (1分)

解得: $v_1'=\frac{10\sqrt{2}}{3}$ m/s ≈ 4.7 m/s (2分)

(4) 解法一: 设车头带动第 2 节车厢前的瞬间的速度为 v_2 , 有

$$[F-0.2(M+m)g] \cdot l = \frac{1}{2}(M+m)v_2^2 - \frac{1}{2}(M+m)v_1'^2$$

设车头带动第 2 节车厢的后瞬间的速度为 v_2 , 根据动量守恒定律得: $(M+m)v_2=(M+2m)v_2$

设车头带动第 3 节车厢前的瞬间的速度为 v_3 , 有 $[F-0.2(M+2m)g] \cdot l = \frac{1}{2}(M+2m)v_3^2 - \frac{1}{2}(M+2m)v_2'^2$

设车头带动第 3 节车厢的后瞬间的速度为 v_3' , 根据动量守恒定律得: $(M+2m)v_3=(M+3m)v_3'$

.....

设车头带动第 20 节车厢前的瞬间的速度为 v_{20} , 有 $[F-0.2(M+19m)g] \cdot l = \frac{1}{2}(M+19m)v_{20}^2 - \frac{1}{2}(M+19m)v_{19}'^2$ (1分)

设车头带动第 20 节车厢的后瞬间的速度为 v_{20}' , 根据动量守恒定律得: $(M+19m)v_{20}=(M+20m)v_{20}'$

解得: $v_{20}'=\sqrt{30.462}$ m/s

$v_{20}'\approx 5.5$ m/s (1分)

解法二: 把 1 节动力车头和 n 节无动力车厢看成一个整体, 根据质心的动能定理得 $\frac{1}{2}(M+20m)v_{20}'^2 =$

$$\left(\frac{5+6+7+\dots+24}{25}\right)Fl - \frac{5}{25} \times 0.2Mgl - \frac{6}{25} \times 0.2(Mg+mg)l - \dots - \frac{24}{25} \times 0.2(Mg+19mg)l \dots \dots \dots (1分)$$

$$\frac{1}{2}(M+20m)v_{20}'^2 = \left(\frac{\frac{1}{2} \times 29 \times 20}{25}\right)Fl - \frac{gl}{125}(5^2m+6^2m+\dots+24^2m)$$

解得 $v_{20}'^2=30.462$ m²/s²

$v_{20}'\approx 5.5$ m/s (1分)