

### 3-29 物理试题教师版

二、选择题(本题共 8 小题, 每小题 6 分, 共 48 分。在每小题给出的四个选项中, 第 14~17 题, 只有一项符合题目要求, 第 18~21 题有多项符合题目要求, 全部选对得 6 分, 选对但不全得 3 分, 有选错得 0 分。

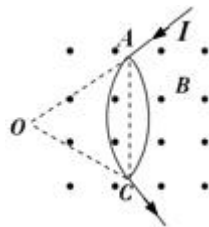
14. 下列说法正确的是

- A.  $\beta$  衰变所释放的电子是原子核内的质子转变为中子时产生的
- B. 铀核 ( ${}_{92}^{238}\text{U}$ ) 衰变为铅核 ( ${}_{82}^{206}\text{Pb}$ ) 的过程中, 要经过 8 次  $\alpha$  衰变和 6 次  $\beta$  衰变
- C.  ${}_{83}^{210}\text{Bi}$  的半衰期是 5 天, 100 克  ${}_{83}^{210}\text{Bi}$  经过 10 天后还剩下 50 克
- D. 爱因斯坦把“量子”引入物理学, 正确地破除了“能量连续变化”的传统观念

【答案】 B

15. 如图所示, 图中曲线为两段完全相同的六分之一圆弧连接而成的金属线框 (金属线框处于纸面内), 每段圆弧的长度均为  $L$ , 固定于垂直纸面向外、大小为  $B$  的匀强磁场中。若给金属线框通以由 A 到 C、大小为  $I$  的恒定电流, 则金属线框所受安培力的大小和方向为

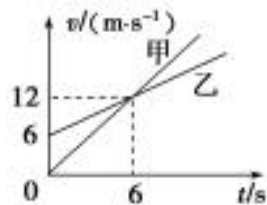
- A.  $ILB$ , 垂直于 AC 向左
- B.  $2ILB$ , 垂直于 AC 向右
- C.  $\frac{6BIL}{\pi}$ , 垂直于 AC 向左
- D.  $\frac{3BIL}{\pi}$ , 垂直于 AC 向左



【答案】 D

16. 可视为质点的甲、乙两小车分别沿同一平直路面同向行驶,  $t=0$  时, 甲在乙前方 16 m 处, 它们的  $vt$  图象如图所示, 则下列说法正确的是 ( )

- A. 甲、乙在  $t=2$  s 和  $t=10$  s 时刻并排行驶
- B. 甲、乙在  $t=4$  s 和  $t=8$  s 时刻并排行驶
- C. 在  $t=6$  s 时, 乙车在甲车前 8 m
- D. 在  $t=6$  s 时, 乙车在甲车前 18 m



【答案】 B

17. 2019 年 4 月 20 日, 我国在西昌卫星发射中心用长征三号乙运载火箭, 成功发射第 44 颗北斗导航卫星, 拉开了今年北斗全球高密度组网的序幕。北斗系统主要由离地面高度约为  $6R$  ( $R$  为地球半径) 同步轨道卫星和离地面高度约为  $3R$  的中圆轨道卫星组成, 已知地球表面重力加速度为  $g$ , 忽略地球自转。则下列说法正确的是 ( )

- A. 中圆轨道卫星的运行周期为 12 小时
- B. 中圆轨道卫星的向心加速度约为  $\frac{g}{16}$
- C. 同步轨道卫星受到的向心力小于中圆轨道卫星受到的向心力
- D. 因为同步轨道卫星的速度小于中圆轨道卫星的速度, 所以卫星从中圆轨道变轨到同步轨道, 需向前方喷气减速

【答案】 B

【解析】 A.  $M$  表示地球的质量,  $m$  表示卫星的质量, 根据万有引力提供向心力  $G\frac{Mm}{r^2} = m(\frac{2\pi}{T})^2 r$

$$\text{可得: } T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}} \quad \text{则 } \frac{T_{\text{中}}}{T_{\text{同}}} = \sqrt{\left(\frac{3R+R}{6R+R}\right)^3} = \frac{4}{7}\sqrt{\frac{4}{7}} \neq \frac{1}{2}$$

可知中圆轨道卫星的运行周期不等于 12 小时。故 A 错误;

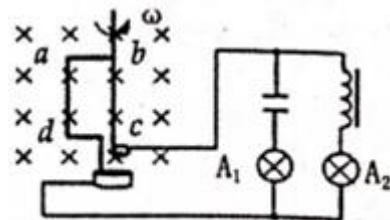
B. 在地球表面为  $m_0$  的物体, 有:  $G \frac{Mm_0}{R^2} = m_0 g$  中圆轨道卫星:  $ma = \frac{GMm}{(R+3R)^2} = \frac{GMm}{16R^2}$

则其向心加速度约为  $\frac{g}{16}$ . 故 B 正确;

C. 同步轨道卫星与中圆轨道卫星的质量关系不确定, 则不能判断所受的向心力的关系, 选项 C 错误;

D. 因为同步轨道卫星的轨道半径大于中圆轨道卫星的轨道半径, 所以卫星从中圆轨道变轨到同步轨道, 需向后方喷气加速做离心运动, 选项 D 错误。

18 如图所示, 匝数为  $N$ , 内阻为  $r$  的矩形线圈  $abcd$  在匀强磁场中绕垂直于磁场的  $bc$  边以角速度  $\omega$  匀速转动, 其线圈中感应电动势的峰值为  $E_m$ , 闭合回路中两只完全相同的灯泡均能正常发光, 此时它们的电阻均为  $R$ . 则 ( )



A. 从图中位置开始计时, 感应电动势瞬时表达式为  $e = E_m \sin \omega t$

B. 穿过线圈的最大磁通量为  $\frac{E_m}{N\omega}$

C. 从图中位置开始计时, 四分之一周期内通过灯泡  $A_1$  的电量为  $\frac{E_m}{N\omega(R+r)}$

D. 增大角速度  $\omega$  时, 灯泡  $A_1$  变暗,  $A_2$  变亮

【答案】AB

【解析】解: AB、图中位置, 线圈处于中性面位置, 磁通量最大, 感应电动势为零, 闭合电路中感应电动势的瞬时表达式  $e = E_m \sin \omega t$ , 而  $E_m = NBS\omega$ , 则穿过线圈的最大磁通量  $\Phi = BS = \frac{E_m}{N\omega}$ , 故 AB 正确。

C、从图中位置开始计时, 四分之一周期内, 磁通量变化量  $\Delta \Phi = BS$ , 则通过干路的电荷量  $q = N \frac{BS}{R_{总}}$ , 本题

中容抗和感抗无法确定, 导致总电阻、各支路电阻无法确定, 故通过灯泡  $A_1$  的电量无法确定, 故 C 错误。

D、根据电动势最大值公式  $E_m = NBS\omega$ , 增大线圈转动角速度  $\omega$  时, 频率变大, 感应电动势的峰值  $E_m$  变大, 同时由于电感线圈对交流电有阻碍作用, 交流电的频率越大, 阻碍作用越大, 而电容器对交流的阻碍, 交流电频率越大, 阻碍越小, 故灯泡  $A_1$  变亮, 但由于感应电动势的变大, 故灯泡  $A_2$  明亮程度未知, 故 D 错误。

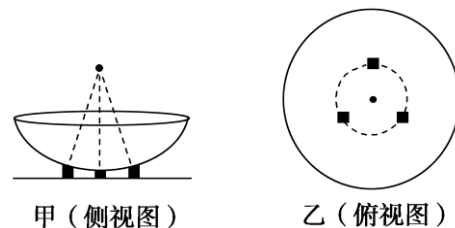
19. (多选)某些农村一大家人过春节时常用简易灶做菜, 如图甲、乙所示, 将一个球形铁锅用三个不计重力的小石块支起用柴火烧菜, 铁锅边缘水平, 小石块成正三角形放在水平灶台上, 石块到铁锅球心的连线与竖直方向的夹角均为  $30^\circ$ , 已知铁锅与菜的总质量为  $9 \text{ kg}$ , 不计铁锅与石块间的摩擦, 重力加速度  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ , 下列说法正确的是 ( )

A. 灶台对每个石块的作用力均竖直向上

B. 灶台受到每个石块的压力大小为  $30 \text{ N}$

C. 每个石块与铁锅之间的弹力大小为  $20\sqrt{3} \text{ N}$

D. 灶台对每个石块的摩擦力大小为  $10 \text{ N}$



【答案】BC 解析: 灶台对石块有竖直向上的支持力和水平

方向的摩擦力作用, 故灶台对每个石块的作用力的方向不是竖直向上, 选项 A 错误; 铁锅和石块竖直方向对灶台的压力等于铁锅所受的重力, 故灶台受到每个石块的压力大小等于  $\frac{1}{3}mg = \frac{1}{3} \times 9 \times 10 \text{ N} = 30 \text{ N}$ , 选项 B

正确; 对铁锅由平衡条件可得  $3F_N \cos 30^\circ = mg$ , 解得  $F_N = 20\sqrt{3} \text{ N}$ , 选项 C 正确;  $F_f = F_N \sin 30^\circ = 10\sqrt{3} \text{ N}$ , 即灶台对每个石块的摩擦力大小为  $10\sqrt{3} \text{ N}$ , 选项 D 错误。

20 如图 (a) 所示, 一根竖直悬挂的不可伸长的轻绳, 下端拴一小物块 A, 上端固定在 C 点且与一能测量绳的拉力的测力传感器相连. 已知有一质量为  $m_0$  的子弹 B 以水平速度  $v_0$  射入 A 内 (未穿透), 接着两者一起绕 C 点在竖直面内做圆周运动. 在各种阻力都可忽略的条件下测力传感器测得绳的拉力  $F$  随时间  $t$  变化关系如图 (b) 所示, 已知子弹射入的时间极短, 且图 (b) 中  $t=0$  为 A、B 开始以相同的速度运动的时刻。下列说法正确的是

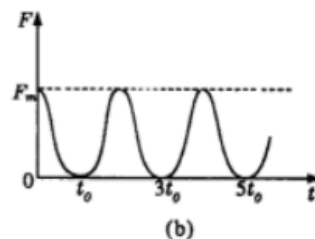
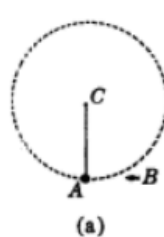
A.  $A$ 、 $B$  一起在竖直面内做周期  $T=t_0$  的周期性运动

B.  $A$  的质量大小为  $m = \frac{F_m}{6g} - m_0$

C. 子弹射入木块过程中所受冲量大小为

$$\frac{m_0 v_0 (F_m - 6m_0 g)}{F_m}$$

D. 轻绳的长度为  $\frac{36m_0^2 v_0^2 g}{5F_m^2}$



【答案】BCD

【解析】A. 根据图 (b) 可以知道  $A$ 、 $B$  一起在竖直面内做周期  $T=2t_0$  的周期性运动，故 A 错误；

BCD. 设子弹打入物块  $A$  后一起运动的速度大小为  $v_1$ ， $AB$  一起上到最高点的速度大小为  $v_2$ ，细绳的长度为  $l$ 。子弹打入物块的瞬间，根据动量守恒定律有： $m_0 v_0 = (m + m_0) v_1$

子弹和物块在最低点绳子有最大拉力  $F_m$ ，根据牛顿第二定律有： $F_m - (m + m_0)g = (m + m_0) \frac{v_1^2}{l}$

子弹和物块在最高点绳子有最小拉力  $F=0$ ，根据牛顿第二定律有： $(m + m_0)g = (m + m_0) \frac{v_2^2}{l}$

从最高点到最低点，根据动能定理： $(m + m_0) \cdot 2l = \frac{1}{2}(m + m_0)v_1^2 - \frac{1}{2}(m + m_0)v_2^2$

物块  $A$  受到子弹的冲量  $I_A = mv_1$

联合解得： $m = \frac{F_m}{6g} - m_0$ ； $l = \frac{36m_0^2 v_0^2 g}{5F_m^2}$ ； $I_A = \frac{m_0 v_0 (F_m - 6m_0 g)}{F_m}$ 。

故 BCD 正确。 故选 BCD。

21. (多选) 如图所示，在倾角为  $\theta$  的粗糙斜面上（动摩擦因数  $\mu < \tan \theta$ ），存在一矩形磁场区域  $ABDC$ ，磁场方向垂直斜面向下，现将材料相同、边长相等、粗细不同的单匝闭合正方形细线圈 1 和粗线圈 2，在距磁场边界  $AB$  下方等距的位置以相同初速度滑上斜面，最终又都从边界  $AB$  滑出磁场，则从线圈开始运动到滑出磁场的整个过程中，下列说法正确的是

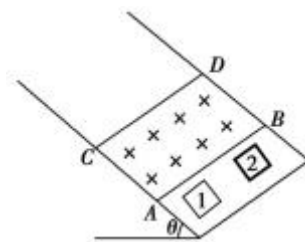
A. 全程运动时间  $t_1 > t_2$

B. 克服摩擦力做功  $W_{f1} < W_{f2}$

C. 在磁场中产生的焦耳热  $Q_1 = Q_2$

D. 在第一次进入磁场的过程中通过线圈某截面的电荷量  $q_1 < q_2$

【答案】BD



$$F = \frac{B^2 L^2 v}{R} = \frac{B^2 L^2 v}{\rho \frac{4L}{S}}$$

【解析】线圈刚进磁场时有： $m = \rho_0 S \cdot 4L$ ，所以加速度为

$$a = g \sin \theta + \mu g \cos \theta + \frac{B^2 v}{16 \rho \rho_0}$$

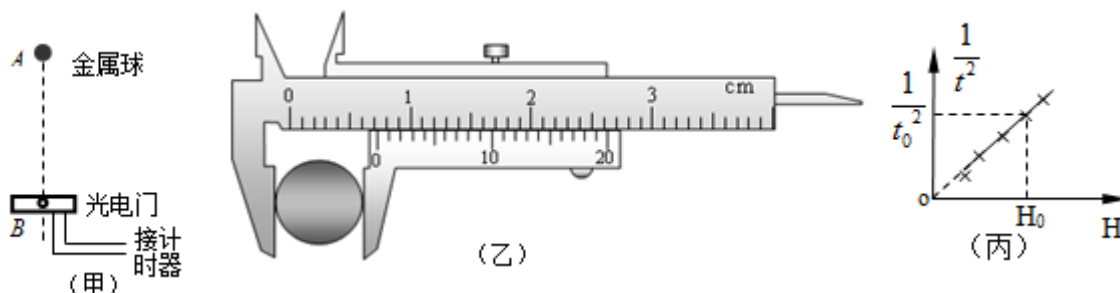
，所以加速度相同，同理分析可知，全过程中所用时间相同，故 A 错误；

由  $m = \rho_0 S \cdot 4L$  可知，越粗的质量越大，由公式  $W_f = \mu mg \cos \theta \cdot s$ ，由于路程相同，所以越粗的克服摩

擦力做功越多，故 B 正确； $I = \frac{BLv}{\rho \frac{4L}{S}} = \frac{BvS}{4\rho}$ ，热量： $Q = I^2 R = \frac{B^2 L^2 v^2}{R} = \frac{B^2 L^2 v^2 S}{4\rho L}$ ，所以越粗的发热越多，

故 C 错误；由公式  $q = \frac{\Delta \Phi}{R} = \frac{B \Delta S}{\rho \frac{4L}{S}} = \frac{BLs}{\rho \frac{4L}{S}} = \frac{BS}{4\rho}$ ，所以越粗的电量越大，故 D 正确。

22.(5分)如图(甲)所示,一位同学利用光电计时器等器材做“验证机械能守恒定律”的实验.有一直径为  $d$ 、质量为  $m$  的金属小球由  $A$  处从静止释放,下落过程中能通过  $A$  处正下方、固定于  $B$  处的光电门,测得  $A$ 、 $B$  间的距离为  $H$  ( $H \gg d$ ),光电计时器记录下小球通过光电门的时间为  $t$ ,当地的重力加速度为  $g$ .则:



- (1) 如图(乙)所示,用游标卡尺测得小球的直径  $d = \underline{\hspace{1cm}}$  mm.
- (2) 小球经过光电门  $B$  时的速度表达式为  $\underline{\hspace{1cm}}$ .
- (3) 多次改变高度  $H$ , 重复上述实验, 作出随  $H$  的变化图象如图(丙)所示, 当图中已知量  $t_0$ 、 $H_0$  和重力加速度  $g$  及小球的直径  $d$  满足以下表达式:  $\underline{\hspace{1cm}}$  时, 可判断小球下落过程中机械能守恒.

【答案】 (1). 7.25(2分) (2).  $d/t$  (1分) (3).  $\frac{1}{t_0^2} = \frac{2g}{d^2} H_0$  或  $2gH_0 t_0^2 = d^2$  (2分)

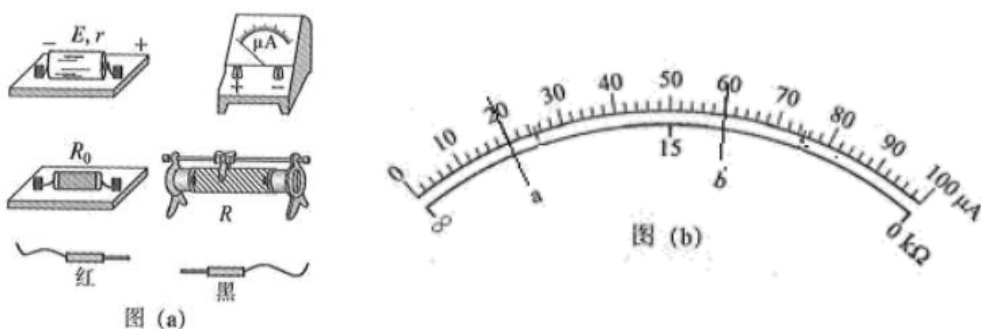
【解析】 (1) 游标卡尺的主尺读数为 7mm, 游标读数为  $0.05 \times 5 \text{mm} = 0.25 \text{mm}$ , 则小球的直径  $d = 7.25 \text{mm}$ .

(2) 根据极短时间内的平均速度等于瞬时速度知, 小球在  $B$  处的瞬时速度  $v_B = \frac{d}{t}$ ;

(3) [3] 小球下落过程中重力势能的减小量为  $mgH_0$ , 动能的增加量  $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\left(\frac{d}{t_0}\right)^2$

若机械能守恒, 有:  $gH_0 = \frac{1}{2}d^2 \cdot \frac{1}{t_0^2}$  即  $\frac{1}{t_0^2} = \frac{2g}{d^2} H_0$

23.(10分)某同学欲将内阻为  $98.5\Omega$ 、量程为  $100\mu\text{A}$  的电流表改装成欧姆表并进行刻度, 要求改装后欧姆表的  $15\text{k}\Omega$  刻度正好对应电流表表盘的  $50\mu\text{A}$  刻度. 可选用的器材还有: 定值电阻  $R_0$  (阻值  $14\text{k}\Omega$ ), 滑动变阻器  $R_1$  (最大阻值  $500\Omega$ ), 滑动变阻器  $R_2$  (最大阻值  $1500\Omega$ ), 干电池 ( $E = 1.5\text{V}$ ,  $r = 2\Omega$ ), 红、黑表笔和导线若干.



(1) 欧姆表设计将图(a)中的实物连线组成欧姆表  $\underline{\hspace{1cm}}$ . 欧姆表改装好后, 滑动变阻器  $R$  接入电路的电阻应为  $\underline{\hspace{1cm}} \Omega$ , 滑动变阻器应选  $\underline{\hspace{1cm}}$  (填“ $R_1$ ”或“ $R_2$ ”).

(2) 刻度欧姆表的表盘: 通过计算, 对整个表盘进行电阻刻度, 如下图(b)所示. 表盘上  $a$ 、 $b$  两处的电流刻度分别为 20 和 60, 则  $a$ 、 $b$  两处的电阻刻度分别为  $\underline{\hspace{1cm}}$ 、 $\underline{\hspace{1cm}}$ .

【答案】 (1). 如图(2分) (2). 899.5 (2分)  $R_2$  (2分) (3). 60 (2分) 10 (2分)

【解析】 (1) 将电源、电流表、定值电阻以及滑动变阻器串接即可组成欧姆表, 故实物图如图所示:

根据闭合电路欧姆定律有:  $50\mu\text{A} = \frac{E}{R_A + R + R_0 + R' + r}$

其中  $R_A = 98.5\Omega$ ,  $R = 15k\Omega$ ,  $R_0 = 14k\Omega$ ,  $r = 2\Omega$ ;  $R'$  为滑动变阻器的阻值;

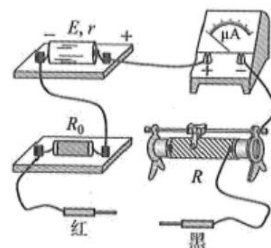
解得:  $R' = 899.5\Omega$ , 故滑动变阻器应选择  $R_2$ 。

(2) 由 (1) 中解答可知, 欧姆表的内阻即中值电阻:

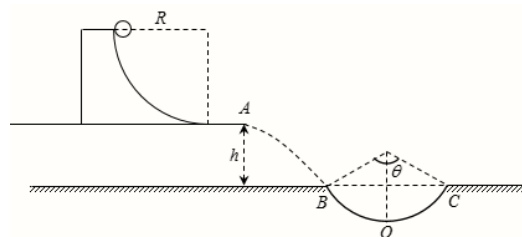
$$R_{\text{中}} = 98.5 + 2 + 14000 + 899.5$$

根据闭合电路欧姆定律有:  $20\mu A = \frac{E}{R_{\text{中}} + R_a}$        $60\mu A = \frac{E}{R_{\text{中}} + R_b}$

解得:  $R_a = 60k\Omega$ ,  $R_b = 10k\Omega$



24.(14 分)如图所示, 在足够长的光滑水平桌面上静置一个四分之一光滑圆弧形槽, 质量  $M = 0.3\text{kg}$ , 半径  $R = 0.6\text{m}$ , 末端与桌面相切。将质量  $m = 0.1\text{kg}$  的小球 (可视为质点) 由槽的顶端无初速度释放, 经桌面上 A 点水平飞出, 小球恰好无碰撞地沿圆弧切线从 B 点进入固定的竖直光滑圆弧轨道, B、C 为圆弧的两端点, 其连线水平, O 为圆弧最低点。已知圆弧对应圆心角  $\theta = 106^\circ$ , 半径  $r = 1\text{m}$ 。取  $g = 10\text{m/s}^2$ ,  $\sin 37^\circ = 0.6$ ,  $\cos 37^\circ = 0.8$ 。求:



- (1) 小球沿弧形槽下滑到槽底端时, 槽的速度大小;
- (2) 桌面离水平地面的高度  $h$ ;
- (3) 小球运动至 O 点时对圆弧轨道的压力。

**【答案】** (1)  $1\text{m/s}$ ; (2)  $0.8\text{m}$ ; (3) 小球对圆弧轨道压力大小为  $4.3\text{N}$ , 方向竖直向下

**【详解】** (1) 小球弧形槽下滑到槽底端过程中, 系统水平方向动量守恒  $mv_1 = Mv_2$  ----- (1 分)

系统机械能守恒  $mgR = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_2^2$  ----- (2 分)

解得  $v_1 = 3\text{m/s}$        $v_2 = 1\text{m/s}$  ----- (2 分)

(2) 小球离开桌面后以  $3\text{m/s}$  初速度做平抛运动  $h = \frac{1}{2}gt^2$  ----- (1 分)

$$\tan 53^\circ = \frac{gt}{v_1} \text{ ----- (1 分)}$$

解得  $h = 0.8\text{m}$  ----- (1 分)

(3) 小物块由 A 点到 O 点, 由机械能守恒定律得  $mg(h + r - r \cos 53^\circ) = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$  ----- (2 分)

在圆弧最低点, 由牛顿第二定律得  $F - mg = m \frac{v_0^2}{r}$  ----- (1 分)

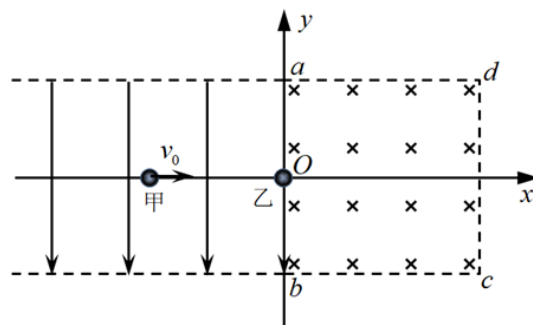
解得  $F = 4.3\text{N}$  ----- (1 分)

根据牛顿第三定律, 小球对圆弧轨道压力大小为  $4.3\text{N}$ , ----- (1 分)

方向竖直向下。 ----- (1 分)

25.(18 分)在光滑绝缘的水平面上建有如图所示的平面直角坐标系  $Oxy$ , 在二、三象限的  $y = L$  和  $y = -L$  区域中, 存在平行于  $y$  轴且与  $y$  轴正向相反的匀强电场; 在一、四象限的正方形区域  $abcd$  内存在竖直向下的匀强磁场, 正方形的边长为  $2L$ , 坐标原点  $O$  为  $ab$  边的中点。一质量为  $m$  的绝缘不带电小球甲, 以速度  $v_0$  沿  $x$  轴正向做匀速运动, 与静止在坐标原点的带正电小球乙发生弹性正碰 (碰撞时间很短), 乙球的质量为  $2m$ , 带电量为  $q$ , 碰撞前后电量保持不变, 甲、乙两球均可视为质点, 且  $m, q, L, v_0$  均为已知,  $\sin 53^\circ = 0.8$ ,  $\cos 53^\circ = 0.6$ 。

- (1) 求碰撞后甲、乙两球的速度大小；  
 (2) 两球碰后，若乙球恰从  $d$  点离开磁场，求磁场的磁感应强度  $B$  的大小以及乙球在磁场中运动的时间；  
 (3) 要使两球能再次发生碰撞，求电场的场强  $E$  和磁场的磁感应强度  $B$  的大小应满足的关系。



解 (1) 甲与乙碰撞过程根据动量守恒有：

$$mv_0 = mv_1 + 2mv_2 \text{-----(1 分)}$$

$$\text{根据机械能守恒有: } \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2} \times 2m \times v_2^2 \text{-----(1 分)}$$

$$\text{解得碰撞后, 甲的速度为 } v_1 = -\frac{1}{3}v_0 \text{ (负号表示向左)}$$

$$\text{乙的速度为 } v_2 = \frac{2}{3}v_0 \text{-----(1 分)}$$

(2) 碰撞后，乙球在洛伦兹力作用下做匀速圆周运动，恰从  $d$  点离开磁场，则由几何知识得：

$$r^2 = 4L^2 + (r-L)^2 \text{-----(1 分)}$$

$$\text{解得 } r = \frac{5}{2}L \text{-----(1 分)}$$

$$\text{根据向心力公式得: } qv_2B = 2m\frac{v_2^2}{r} \text{-----(1 分)}$$

$$\text{解得磁感应强度 } B = \frac{8mv_0}{15qL} \text{-----(1 分)}$$

$$\text{设圆心角为 } \theta, \text{ 则 } \sin \theta = \frac{2L}{r} = 0.8, \text{ 即 } \theta = 53^\circ, \text{-----(1 分)}$$

$$\text{则乙球在磁场中的运动时间 } t = \frac{\frac{53}{180}\pi r}{v_2} = \frac{53\pi L}{48v_0} \text{-----(1 分)}$$

(3) 要使两球再次相碰，乙球应从  $Oa$  边界离开磁场，即圆运动半径必须满足  $2r < L$ ----- (1 分)

$$\text{又 } qv_2B = 2m\frac{v_2^2}{r} \text{-----(1 分)}$$

$$\text{解得 } B > \frac{8mv_0}{3qL} \text{-----(1 分)}$$

$$\text{在磁场中运动的时间 } t_1 = \frac{1}{2}T = \frac{2\pi m}{qB} \text{-----(1 分)}$$

$$\text{乙球进入第二象限的电场做类平抛运动, 则 } 2r = \frac{1}{2}at^2 \text{-----(2 分)}$$

$$x = v_2t_2$$

$$qE = 2ma$$

$$\text{对甲球, 设经过时间 } t_3 \text{ 与乙球碰撞, 发生的位移为 } x = |v_1|t_3 \text{-----(1 分)}$$

$$\text{两球再次相碰, 需满足 } t_3 = t_1 + t_2 \text{-----(1 分)}$$

$$\text{联立以上各式解得 } \frac{E}{B} = \frac{8v_0}{3\pi^2} \text{ (且 } B > \frac{8mv_0}{3qL} \text{)} \text{-----(1 分)}$$

33.(1)下列说法中正确的有 ( ) (填正确答案的标号。选对 1 个得 2 分, 选对 2 个得 4 分, 选对 3 个得 5 分。每选错 1 个扣 3 分, 最低得分为 0 分)

- A. 已知某气体的摩尔体积及阿伏加德罗常数, 可求得该气体分子的体积
- B. 当分子力表现为斥力时, 分子力和分子势能总是随分子间距离的减小而增大
- C. 彩色液晶显示器利用了液晶的光学性质具有各向异性的特点
- D. 一定温度下的饱和汽压, 随饱和汽的体积增大而增大
- E. 一定质量的理想气体等压膨胀过程一定吸热

【答案】BCE

【解析】A. 已知某气体的摩尔体积及阿伏加德罗常数, 能求出气体分子所占的体积, 要比该气体分子的体积大, 选项 A 错误;

B. 当分子力表现为斥力时, 分子力和分子势能总是随分子间距离的减小而增大, 选项 B 正确;

C. 彩色液晶显示器利用了液晶的光学性质具有各向异性的特点, 选项 C 正确;

D. 一定温度下, 饱和蒸汽的分子密度是一定的, 因而压强也是一定的, 与体积无关, 选项 D 错误;

E. 根据理想气体状态方程  $\frac{PV}{T} = \text{常数}$  可知一定质量的理想气体等压膨胀过程温度一定升高, 选项 E 正确。

故选 BCE。

(2).(10 分)如图所示, 一个内壁光滑的导热气缸竖直放置, 用密闭性良好的活塞封闭一定质量的理想气体, 活塞静止时密闭气体的压强为  $1.2p_0$ , 已知大气压强为  $p_0$ , 活塞的横截面积为  $S$ , 重力加速度为  $g$ , 环境温度为  $300\text{ K}$ , 忽略活塞及气缸壁的厚度。求:

(1) 活塞的质量  $m$ ;

(2) 若在活塞上放置一质量也为  $m$  的小重物, 再让周围环境温度缓慢升高, 稳定后使活塞刚好回到初始位置, 则环境温度应升高到多少?

【答案】见解析

【解析】(1) 活塞平衡  $p_1 S = p_0 S + mg$  ----- (2 分)

将  $p_1 = 1.2p_0$  代入上式得

活塞的质量  $m = \frac{p_0 S}{5g}$  ----- (2 分)

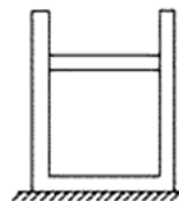
(2) 末态对活塞和重物整体:  $p_2 S = p_0 S + 2mg$  (2 分)

解得  $p_2 = 1.4p_0$  (1 分)

初态和末态体积相同, 根据理想气体状态方程得:  $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$

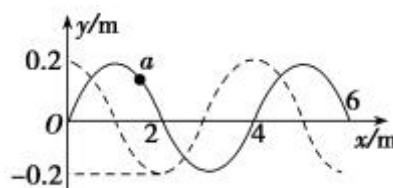
代入数据得  $\frac{1.2p_0}{300} = \frac{1.4p_0}{T_2}$  (2 分)

解得环境温度应升高到  $T = 350\text{ K}$  (1 分)



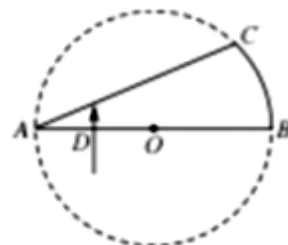
34.(1)一列简谐横波在  $t=0$  时的波形图如图中的实线所示,  $t=0.1\text{ s}$  时的波形图如图中的虚线所示. 若该波传播的速度为  $10\text{ m/s}$ , 则\_\_\_\_\_. (填正确答案的标号。选对 1 个得 2 分, 选对 2 个得 4 分, 选对 3 个得 5 分。每选错 1 个扣 3 分, 最低得分为 0 分)

- A.  $t=0$  时质点  $a$  沿  $y$  轴正方向运动
- B. 这列波沿  $x$  轴正方向传播
- C. 这列波的周期为  $0.4\text{ s}$
- D. 从  $t=0$  时刻开始质点  $a$  经  $0.2\text{ s}$  通过的路程为  $0.4\text{ m}$
- E.  $x=2\text{ m}$  处质点的振动方程为  $y=0.2\sin(5\pi t + \pi)\text{ m}$



解析：(1)由题图可知波长  $\lambda=4\text{ m}$ ，则波的周期为  $T=\frac{\lambda}{v}=0.4\text{ s}$ ，选项 C 正确；由题意知，波传播的时间为  $0.1\text{ s}=\frac{1}{4}T$ ，所以波传播的距离是  $\frac{1}{4}\lambda$ ，所以波沿  $x$  轴负方向传播， $a$  在  $t=0$  时刻沿  $y$  负方向运动，A、B 错误；从  $t=0$  时刻开始经  $0.2\text{ s}$  时，经过的时间是半个周期， $a$  通过的路程等于 2 个振幅，即  $0.4\text{ m}$ ，选项 D 正确； $t=0$  时刻  $x=2\text{ m}$  处的质点从平衡位置沿  $y$  轴负方向运动，其位移表达式为  $y=-A\sin\frac{2\pi}{T}t=-0.2\sin 5\pi t\text{ m}=0.2\sin(5\pi t+\pi)\text{ m}$ ，选项 E 正确。

(2)(10 分)如图所示， $ABC$  为玻璃砖的截面， $AB$  为半径为  $R$  的圆的直径， $BC$  是圆上的一段弧， $O$  为圆心， $\angle A=30^\circ$ 。一束单色光从  $AO$  的中点  $D$  垂直  $AO$  射入玻璃砖，光线在  $AC$  面上折射后的偏向角为  $30^\circ$ ，在  $AC$  面上的反射光最终从  $BC$  弧面上射出。不计光在  $BC$  弧面上的反射，光在真空中传播的速度为  $c$ 。求：



①玻璃砖对光的折射率；

②从  $D$  点入射，从圆弧面上出射的光线在玻璃砖中传播的时间。

【答案】① 刚好照射到  $O$  点 ②  $\left(\frac{3}{2}+\sqrt{3}\right)\frac{R}{c}$

【解析】①由几何关系可知，光在  $AC$  面上的入射角  $i=30^\circ$ ，折射角  $r=60^\circ$ ----- (2 分)

则玻璃砖对光的折射率  $n=\frac{\sin r}{\sin i}=\sqrt{3}$ ----- (2 分)

②经  $AC$  面反射的光线光路如图所示，由几何关系可知，反射光线刚好照射到  $O$  点。

反射光线在  $AB$  面上的入射角为  $60^\circ$ ，由于  $\sin C=\frac{1}{n}=\frac{\sqrt{3}}{3}<\frac{\sqrt{3}}{2}$

因此  $C<60^\circ$ ，光线在  $AB$  面上发生全反射

由几何关系，从  $D$  点入射，从圆弧面上出射的光线在玻璃砖中传播的路程为

$$s=\frac{R}{2}\tan 30^\circ+\frac{\frac{R}{2}}{\cos 30^\circ}+R=\left(\frac{\sqrt{3}}{2}+1\right)R \quad \text{----- (2 分)}$$

光在玻璃砖中传播速度： $v=\frac{c}{n}$  ----- (2 分)

光在玻璃砖中传播的时间  $t=\frac{s}{v}=\left(\frac{3}{2}+\sqrt{3}\right)\frac{R}{c}$  ----- (2 分)

