

# 高三物理

## 考生注意：

1. 本试卷分选择题和非选择题两部分。满分 100 分，考试时间 75 分钟。
2. 答题前，考生务必用直径 0.5 毫米黑色墨水签字笔将密封线内项目填写清楚。
3. 考生作答时，请将答案答在答题卡上。选择题每小题选出答案后，用 2B 铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑；非选择题请用直径 0.5 毫米黑色墨水签字笔在答题卡上各题的答题区域内作答，**超出答题区域书写的答案无效，在试题卷、草稿纸上作答无效。**
4. 本卷命题范围：人教版必修第一册、必修第二册、选择性必修第一册、必修第三册第 9~10 章。

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，只有一个选项符合题目要求。

1. 2025 年 9 月 7 日，江西赣超足球赛赣州队球员一记“圆月弯刀”发角球直接破门。如图所示，踢出的“香蕉球”绕过防守队员转弯进入球门，守门员“无可奈何”。则足球飞行过程中，下列说法正确的是

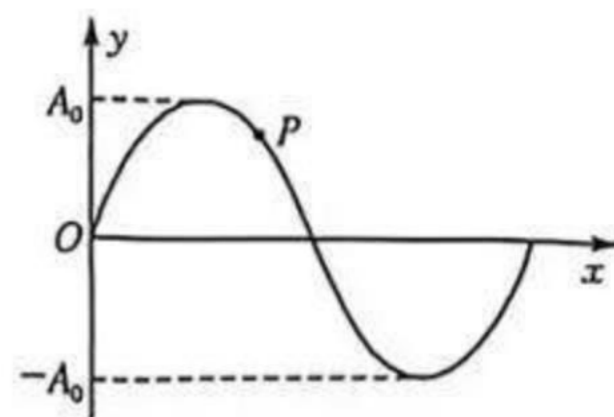


- A. 合外力的方向沿轨迹切线方向，速度方向指向轨迹内侧
  - B. 合外力的方向指向轨迹内侧，速度方向沿轨迹切线方向
  - C. 加速度的方向指向轨迹的外侧，速度方向指向轨迹切向方向
  - D. 加速度的方向背向防守队员的一侧，速度方向沿轨迹的切线方向
2. 如图所示，重力为  $G$  的体操运动员在进行体操比赛时，有两手臂对称支撑、竖直倒立静止的动作。已知两手臂与水平地面的夹角均为  $30^\circ$ ，则

- A. 运动员单手所受地面的作用力大小为  $\frac{1}{2}G$
- B. 运动员所受合力大小为  $G$
- C. 运动员所受地面的摩擦力大小为  $G$
- D. 运动员单手所受地面的摩擦力大小为  $\frac{\sqrt{3}}{2}G$



3. 一列简谐横波某时刻的波形如图所示,  $P$  为介质中的一个质点, 波沿  $x$  轴的负方向传播. 已知质点  $P$  的纵坐标为  $\frac{\sqrt{2}}{2}A_0$ , 则下列说法正确的是



A. 质点  $P$  在此时刻的加速度与经过  $\frac{T}{4}$  后时刻的加速度相同

B. 质点  $P$  在此时刻的速度与经过  $\frac{T}{4}$  后时刻的速度相同

C. 经过  $\frac{T}{8}$  时间, 质点  $P$  通过的路程为  $(1 - \frac{\sqrt{2}}{2})A_0$

D. 经过  $\frac{T}{4}$  时间, 质点  $P$  通过的路程为  $A_0$

4. 一辆汽车在沿高速公路行驶时出现刹车故障, 发现前方不远处有一避险车道. 于是汽车以某一初速度滑上避险车道, 当汽车向上滑行的距离为  $x = 22.5 \text{ m}$  时经过一标志, 此时汽车的速度大小为  $v = 6 \text{ m/s}$ , 再经历时间  $t = 0.5 \text{ s}$  速度减为 0. 下列说法正确的是

A. 汽车沿避险车道滑行的加速度大小为  $6 \text{ m/s}^2$       B. 汽车刚滑上避险车道的初速度大小为  $25 \text{ m/s}$

C. 汽车在避险滑道上滑行的总时间为  $3.0 \text{ s}$       D. 汽车沿避险车道滑行的距离为  $24 \text{ m}$

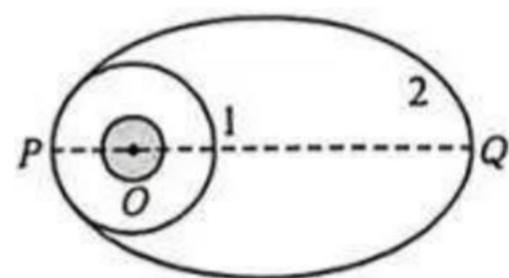
5. 如图所示为某地球卫星发射过程的示意图, 轨道 1 为圆轨道, 轨道 2 为椭圆轨道,  $P$  为近地点且位于轨道 1 上,  $Q$  为远地点, 且  $P$ 、 $Q$  两点到地球球心的距离分别为  $r$ 、 $7r$ . 已知该卫星在轨道 1 的角速度为  $\omega$ , 引力常量为  $G$ . 下列说法正确的是

A. 该卫星的发射速度大于第二宇宙速度

B. 该卫星在  $Q$  点的速度小于轨道 1 的速度

C. 该卫星从  $P$  到  $Q$  的时间为  $\frac{16\pi}{\omega}$

D. 该卫星在轨道 1 过  $P$  点的加速度大于在轨道 2 过  $P$  点的加速度



6. 如图所示为位于湖北省西北部武当山上的金殿, 金殿全部为铜铸鎏金. 雷雨交加时, 金殿的屋顶常会出现盆大的火球, 来回滚动. 雨过天晴时, 大殿金光灿灿, 像被重新洗练过一般, 这就是人们所说的“雷火炼殿”奇观. 有关“雷火炼殿”, 下列说法正确的是



A. “雷火炼殿”属于尖端放电现象

B. 只要云层移近金殿就会产生“雷火炼殿”现象

C. 在金殿与带电积雨云之间发生雷电时, 由于金顶是天然的无尖端导体, 所以出现火球在金殿屋顶来回滚动的现象

D. 近代由于人们给金殿安装避雷设施, 屏蔽了雷电对金殿的影响, 导致“雷火炼殿”现象消失

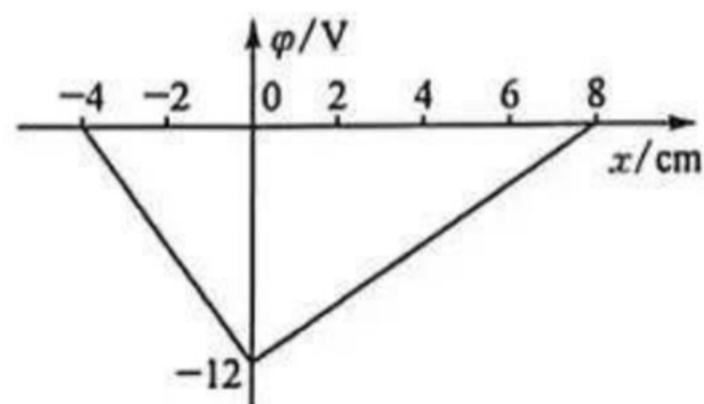
7. 一辆质量为  $2.5 \times 10^3 \text{ kg}$  的汽车, 以恒定功率  $5.0 \times 10^4 \text{ W}$  在平直路面上静止启动, 运动过程中, 汽车所受的阻力恒为车重的  $0.1$  倍, 重力加速度  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ . 则汽车刚达到最大速度时, 通过的路程和行驶的时间的合理数据可能是

- A.  $15 \text{ s}$   $100 \text{ m}$       B.  $20 \text{ s}$   $200 \text{ m}$       C.  $25 \text{ s}$   $300 \text{ m}$       D.  $30 \text{ s}$   $350 \text{ m}$

二、多项选择题: 本题共 3 小题, 每小题 6 分, 共 18 分. 在每小题给出的四个选项中, 有多项符合题目要求. 全部选对得 6 分, 选对但不全的得 3 分, 有选错的得 0 分.

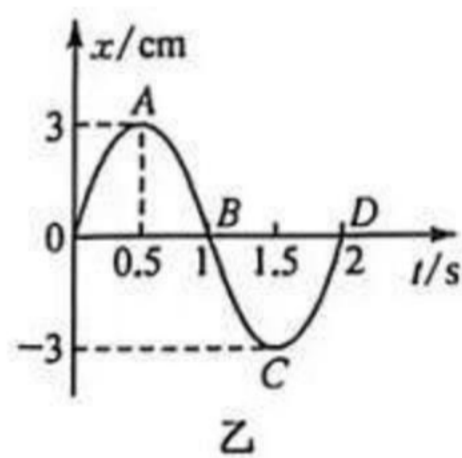
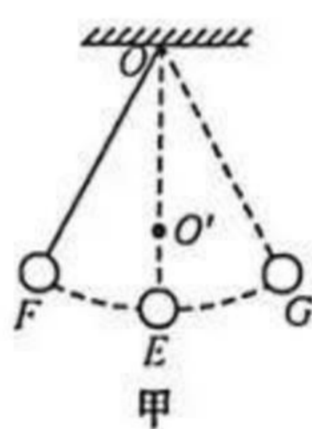
8. 如图所示的静电场沿  $x$  轴方向,  $x$  轴上各点电势随位置坐标变化的  $\varphi-x$  图像如图所示, 电荷量为  $e$  的正粒子从  $x=-4 \text{ cm}$  处静止释放. 则  $x=-2 \text{ cm}$  与  $x=2 \text{ cm}$  两处相比较

- A. 电势相等  
B. 电场强度大小之比为  $2:1$   
C. 粒子的电势能之比为  $1:1$   
D. 粒子的动能之比为  $2:3$



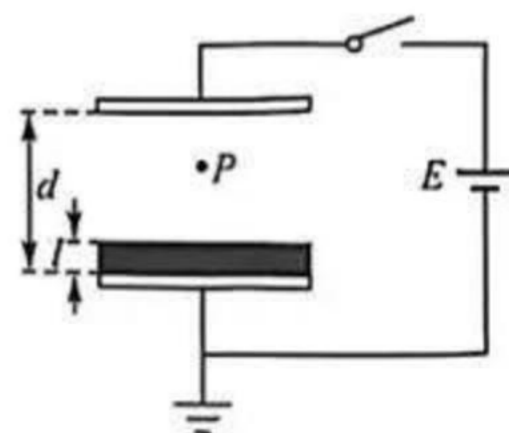
9. 如图甲所示为某单摆装置,  $O$  为悬点,  $E$  为单摆振动时的平衡位置,  $F$ 、 $G$  为振动时的最大位移处, 摆角很小, 如图乙所示为单摆的振动图像. 重力加速度  $g$  取  $9.8 \text{ m/s}^2$ ,  $\pi^2=9.8$ , 下列说法正确的是

- A. 单摆振动频率为  $0.5 \text{ Hz}$   
B. 单摆的摆长约为  $1.5 \text{ m}$   
C.  $t=5 \text{ s}$  时间内摆球运动的路程为  $35 \text{ cm}$   
D. 若在悬点正下方  $O'$  处有一光滑水平细钉可挡住摆线, 且  $\overline{O'E} = \frac{1}{4} \overline{OE}$ , 则摆球从  $F$  点释放到第一次返回  $F$  点经历的时间为  $1.5 \text{ s}$



10. 如图所示, 一平行板电容器与电动势为  $E$  的直流电源(内阻不计)连接, 极板水平放置, 极板间距离为  $d$ , 下极板接地, 且在下极板上叠放一厚度为  $l$  的金属板. 闭合开关, 一带电油滴位于两板间且到上极板的距离为  $\frac{d-l}{2}$  的  $P$  点, 油滴恰好处于平衡状态. 已知重力加速度为  $g$ , 下列说法正确的是

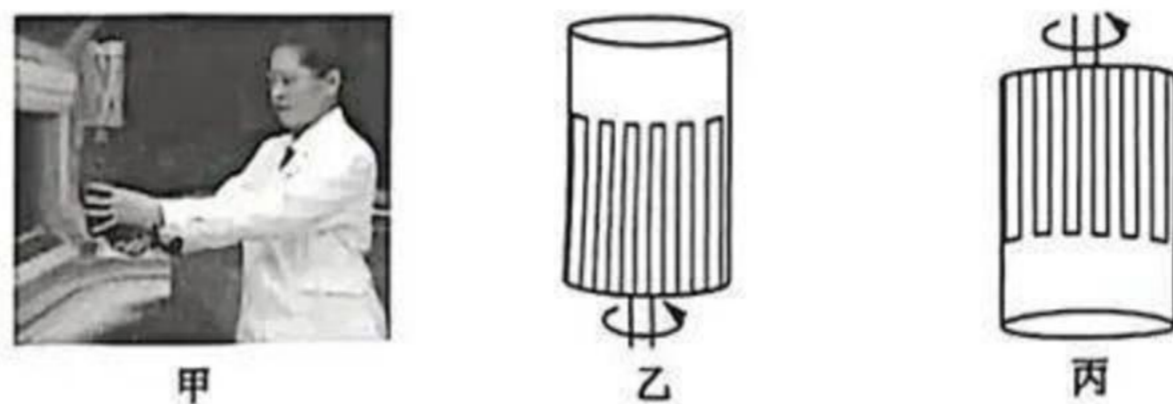
- A.  $P$  点的电势为  $\frac{(d+l)E}{2(d-l)}$   
B. 带电油滴的比荷为  $\frac{(d-l)g}{E}$   
C. 若把金属板从电容器中快速抽出, 则此过程电容器充电  
D. 若把金属板从电容器中快速抽出后, 则油滴运动的加速度大小为  $\frac{gl}{d}$



三、非选择题:本题共 5 小题,共 54 分.

11. (6 分)如图甲所示是一位物理教师在实验室给学生们演示向心力实验.

演示器材:一个电钻(附有钻头),一只长直透明塑料杯,一把彩色细长吸管.



演示过程:

- 用钻头将长直玻璃杯底部与电钻固连在一起;
- 让长直玻璃杯开口向上保持竖直,将一把细吸管放于玻璃杯中;
- 接通电源,调节转速,使玻璃杯快速转动,如图乙所示;
- 让快速转动的玻璃杯迅速竖直倒立,如图丙所示.

回答问题:

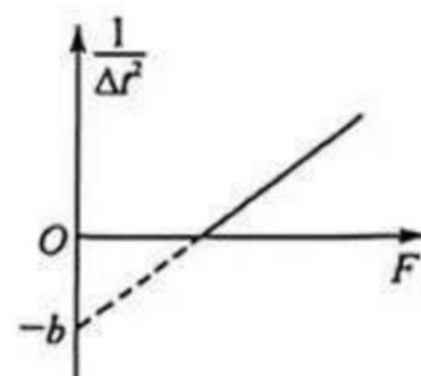
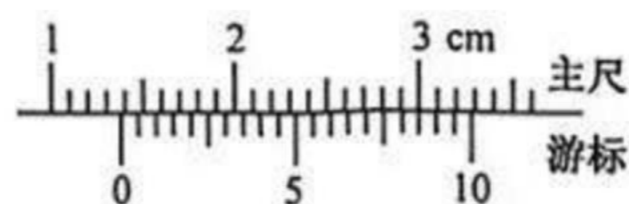
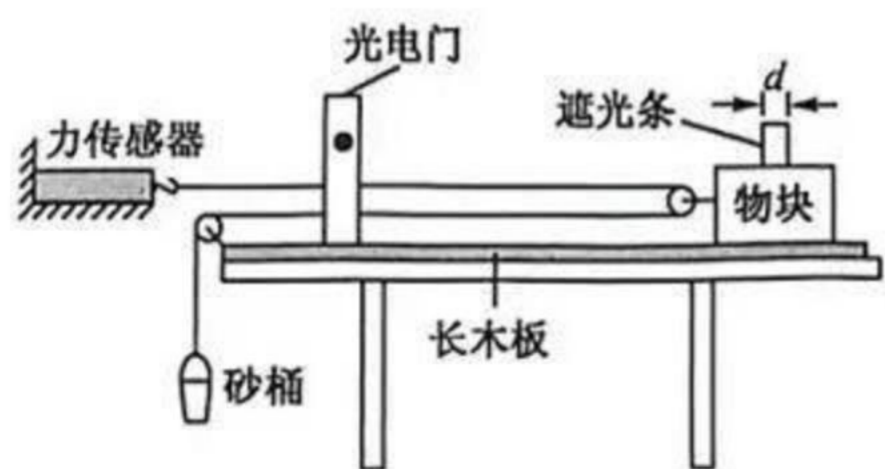
(1)下列对观察现象的描述正确的是\_\_\_\_\_.

- 长直玻璃杯开口竖直向上,转头转速很快时,吸管会飞出塑料杯
- 长直玻璃杯开口竖直向下,转头转速很快时,吸管贴着塑料杯壁转动而不落下
- 让快速转动的玻璃杯缓慢倒立,吸管始终贴着塑料杯壁转动而不落下

(2)图乙中,长直玻璃杯开口向上,转头转速很快时,玻璃杯壁对吸管的摩擦力为  $f = \underline{\hspace{2cm}}$ .

(3)图丙中,若不断增大转速,则吸管受到的摩擦力\_\_\_\_\_ (填“增大”“减小”或“不变”).

12. (8 分)某实验小组用如图甲所示装置测物块与长木板之间的动摩擦因数,左端带有定滑轮的长木板固定于水平桌面上,靠近长木板左端固定一个光电门,长木板右端放置一带有滑轮的物块;一根跨过两滑轮并穿越光电门的轻绳一端系于沙桶上,另一端连接一力传感器,动滑轮两边的轻绳始终与长木板平行. 已知重力加速度为  $g$ .



甲

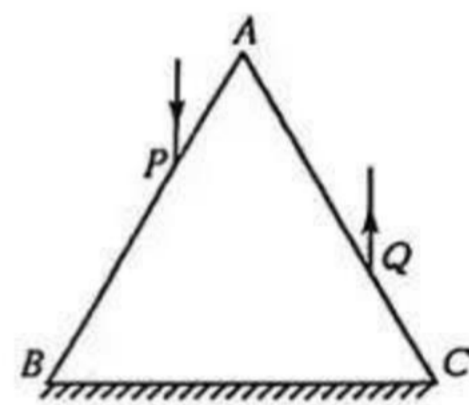
乙

丙

- (1)如图乙所示,用游标卡尺测遮光片宽度时的示数为  $d = \underline{\hspace{2cm}}$  cm;
- (2)释放物块前,测出遮光条中央到光电门中央间的水平距离  $x_0$ ;
- (3)在沙桶中装入一定量的沙后释放物块,记录物块运动过程中力传感器的示数  $F$  和遮光片经过光电门的时间  $\Delta t$ ;
- (4)保持物块初始释放位置不变,改变沙桶中沙的质量,重复实验多次,记录多组  $F$  和  $\Delta t$  的数据,作出  $\underline{\hspace{2cm}}$  (填“ $\Delta t - F$ ”“ $\frac{1}{\Delta t} - F$ ”或“ $\frac{1}{\Delta t^2} - F$ ”)图像如图丙所示,图像是一条倾斜的直线,图像的斜率为  $k$ 、纵截距为  $-b$ ,由图像可知,物块与长木板之间的动摩擦因数为  $\mu = \underline{\hspace{2cm}}$  (用  $b$ 、 $d$ 、 $g$ 、 $x_0$  表示),物块(含遮光条)的质量为  $m = \underline{\hspace{2cm}}$  (用  $k$ 、 $d$ 、 $x_0$  表示).

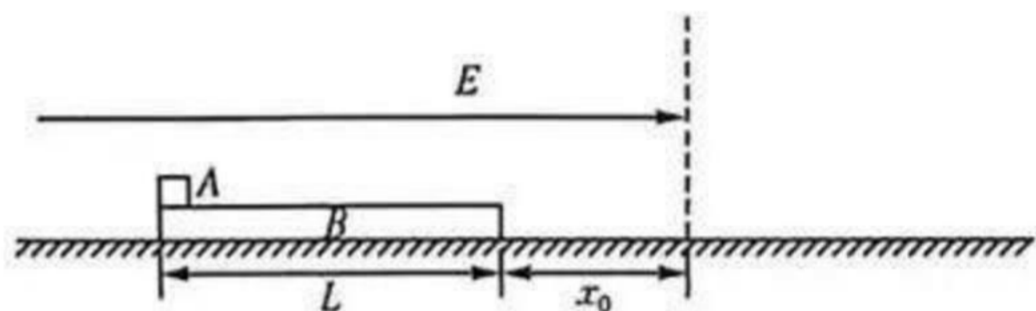
13. (10分)如图所示,边长为  $L$  的等边三角形  $ABC$  是直三棱镜的横截面,底边  $BC$  涂有水银.一光线以与  $BC$  边垂直的方向从  $AB$  边上的  $P$  点 ( $PA = \frac{1}{3}L$ ) 射入棱镜,经  $BC$  边反射后再从  $AC$  边上的  $Q$  点 ( $QA = \frac{2}{3}L$ ) 折射出来.已知光在真空中的传播速度的大小为  $c$ ,求:

- (1)棱镜对光的折射率;
- (2)光从  $P$  点射入棱镜到从  $Q$  点射出棱镜所经历的时间.



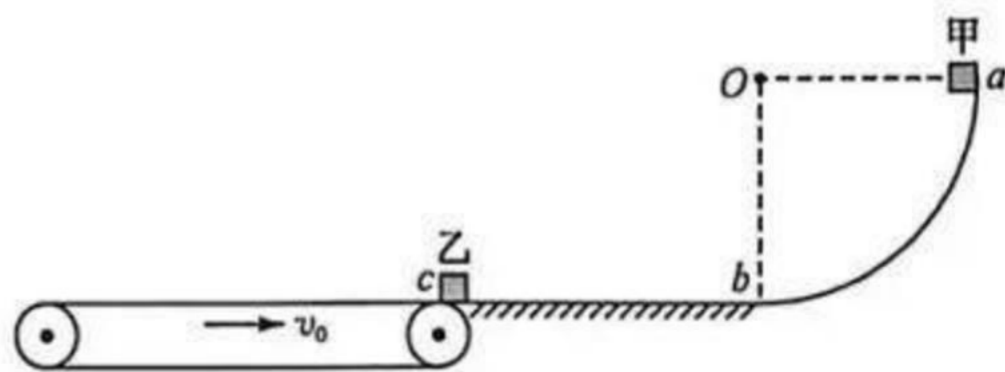
14. (12分) 如图所示, 质量为  $m_B = 0.1 \text{ kg}$  的绝缘长木板  $B$  静止在光滑的水平面上, 所在空间存在电场强度大小为  $E = 2 \times 10^3 \text{ N/C}$ 、水平向右的有界匀强电场, 长木板  $B$  的右端到电场边界的距离为  $x_0 = 2.3 \text{ m}$ ; 将一质量为  $m_A = 0.2 \text{ kg}$ 、带电量为  $q = +7 \times 10^{-4} \text{ C}$  的小物块  $A$  (可视为质点) 在长木板  $B$  左端由静止释放,  $A$  相对  $B$  运动起来, 最终静止在  $B$  的右端. 已知小物块与长木板之间的动摩擦因数为  $\mu = 0.2$ , 重力加速度  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ , 求:

- (1) 刚释放小物块  $A$  时, 小物块和长木板的加速度大小;
- (2) 长木板的长度及小物块  $A$  在电场中运动过程电势能的改变量.



15. (18分) 如图所示, 足够长的水平传送带以恒定的速度  $v_0 = 4 \text{ m/s}$  向右传动, 传送带的右端与光滑的水平台面平滑地衔接于  $c$  点, 半径为  $R = 1.8 \text{ m}$  的  $\frac{1}{4}$  光滑弧形轨道与水平台面相切于  $b$  点, 质量为  $m = 0.1 \text{ kg}$  的滑块乙放在  $c$  点, 质量为  $M = 0.2 \text{ kg}$  的滑块甲由弧形轨道的最高点  $a$  静止释放, 经过一段时间两滑块第一次在  $c$  点发生弹性碰撞, 然后两滑块依次滑上传送带. 已知两滑块与传送带间的动摩擦因数均为  $\mu = 0.2$ , 重力加速度  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ , 两滑块均可视为质点, 假设所有的碰撞均为弹性碰撞, 每次碰撞均发生在  $bc$  段且滑块甲向左运动过程中. 求:

- (1) 滑块甲第一次运动到  $b$  点时, 滑块甲对轨道的压力;
- (2) 滑块乙第一次返回到  $c$  点时, 滑块甲刚好第二次经过  $b$  点, 求  $b$ 、 $c$  两点之间的距离;
- (3) 滑块甲、乙第三次碰前, 滑块乙在传送带上对地通过的总路程.



## 高三物理参考答案、提示及评分细则

1. B 当足球所受合力方向(或加速度方向)与速度方向不在同一条直线上时,物体做曲线运动,并且合力方向(或加速度方向)指向轨迹的内侧,速度方向沿轨迹切线方向,选项 B 正确.
2. D 分析运动员的受力:地面对两只手的作用力  $F_1$ 、 $F_2$  和重力  $G$ ,由力的平衡条件可知,三力的合力为零,又三力互成  $120^\circ$ ,则有  $F_1 = F_2 = G$ ,选项 A、B 错误;将作用力  $F_1$  或  $F_2$  沿水平地面和竖直方向分解,其水平分力就是单手受到的摩擦力,易得运动员单手所受地面的摩擦力大小为  $\frac{\sqrt{3}}{2}G$ ,易知运动员受到摩擦力的合力为零,选项 C 错误,D 正确.
3. B 质点  $P$  在此时刻的位置与经过  $\frac{T}{4}$  后时刻的位置关于平衡位置对称,则质点  $P$  在此时刻的加速度与经过  $\frac{T}{4}$  后时刻的加速度大小相等、方向相反,质点  $P$  在此时刻的速度与经过  $\frac{T}{4}$  后时刻的速度相同,选项 A 错误,B 正确;经过  $\frac{T}{8}$  时间,质点  $P$  通过的路程为  $\frac{\sqrt{2}}{2}A_0$ ,选项 C 错误;经过  $\frac{T}{4}$  时间,质点  $P$  通过的路程为  $\sqrt{2}A_0$ ,选项 D 错误.
4. D 汽车从标志处到最高点的过程有  $0 = v - at$ ,代入数据解得  $a = 12 \text{ m/s}^2$ ,选项 A 错误;汽车从坡底到标志处的过程有  $v^2 - v_0^2 = -2ax$ ,代入数据解得  $v_0 = 24 \text{ m/s}$ ,选项 B 错误;汽车从坡底到标志处所用的时间为  $t' = \frac{v - v_0}{-a}$ ,代入数据解得  $t' = 1.5 \text{ s}$ ,汽车从滑上避险车道到速度减为 0 的总时间为  $t_{\text{总}} = t' + t = 2.0 \text{ s}$ ,选项 C 错误;汽车沿避险车道滑行的距离为  $s = \frac{v_0}{2} \cdot t_{\text{总}} = 24 \text{ m}$ ,选项 D 正确.
5. B 第二宇宙速度是脱离地球束缚的速度,因此地球卫星的发射速度一定小于第二宇宙速度,选项 A 错误; $v_Q$  小于过 Q 点圆轨道的速度,过 Q 点圆轨道的速度小于  $v_1$ ,故  $v_Q < v_1$ ,选项 B 正确;该卫星在轨道 1 的运行周期为  $T_1 = \frac{2\pi}{\omega}$ ,由开普勒第三定律有  $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{r^3}{(4r)^3}$ ,联立解得  $T_2 = \frac{16\pi}{\omega}$ ,该卫星从 P 到 Q 的时间为  $t = \frac{T_2}{2} = \frac{8\pi}{\omega}$ ,选项 C 错误;由牛顿第二定律有  $G\frac{Mm}{r^2} = ma$ ,则  $a = G\frac{M}{r^2}$ ,显然该卫星在轨道 1 过 P 点的加速度等于在轨道 2 过 P 点的加速度,选项 D 错误.
6. C “雷火炼殿”时,带电云层与具有导电本领的金顶之间,由于高压使空气电离而产生雷电,又由于金顶是天然的无尖端导体,金顶所带电荷不能大量释放到空气中,所以出现火球在金殿屋顶来回滚动的现象,选项 A、B 错误,C 正确;给金殿安装避雷设施后,空气中的电离电荷被导入大地,无法再现火球在金殿屋顶来回滚动的现象,并非静电屏蔽的缘故,选项 D 错误.
7. C 汽车行驶的最大速度为  $v_m = \frac{P}{f} = \frac{5.0 \times 10^4}{0.1 \times 2.5 \times 10^3 \times 10} \text{ m/s} = 20 \text{ m/s}$ ,对于启动过程,由动能定律有  $Pt - fx = \frac{1}{2}mv_m^2$ ,代入数据可得  $20t - x = 200(\text{m})$ ,检验可知,选项 D 错误;若启动过程按对应时间内的匀加速运动来处理,得到的路程应小于实际的路程,由此判断,选项 A、B 错误,C 正确.

8. BD 由图像得,两处的电势分别为 $\varphi_{-2} = -6 \text{ V}$ 、 $\varphi_2 = -9 \text{ V}$ ,选项 A 错误; $\varphi-x$  图像的斜率是电场的电场强度,由图可知两处的电场强度分别为 $-300 \text{ V/m}$ 和 $150 \text{ V/m}$ ,则两处的电场强度大小之比为 $2:1$ ,选项 B 正确;又由公式 $E_p = e\varphi$ 可知,粒子在两处的电势能分别为 $E_{p1} = -6 \text{ eV}$ 、 $E_{p2} = -9 \text{ eV}$ ,则粒子在两处的电势能之比为 $E_{p1} : E_{p2} = 2:3$ ,选项 C 错误;由能量守恒有 $E_{k1} = -E_{p1} = 6 \text{ eV}$ 、 $E_{k2} = -E_{p2} = 9 \text{ eV}$ ,粒子在两处的动能之比为 $E_{k1} : E_{k2} = 2:3$ ,选项 D 正确.

9. AD 根据题图乙可知,单摆的振动周期为 $T = 2 \text{ s}$ ,则频率为 $f = \frac{1}{T} = 0.2 \text{ Hz}$ ,选项 A 正确;根据单摆周期公式 $T =$

$2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ ,解得 $L = \frac{gT^2}{4\pi^2} = 1 \text{ m}$ ,选项 B 错误;由题图乙可知,单摆振动的振幅为 $3 \text{ cm}$ ,则 $5 \text{ s}$ 时间内摆球运动的路程为 $s =$

$\frac{5}{2} \times 4A = 10A = 30 \text{ cm}$ ,选项 C 错误;放细钉后,单摆的振动周期为 $T = \pi\sqrt{\frac{L}{g}} + \pi\sqrt{\frac{L}{4g}} = 1.5 \text{ s}$ ,选项 D 正确.

10. BD 抽出金属板前,极板间的电场强度的大小为 $\frac{E}{d-l}$ ,P 点的电势为 $\frac{E}{d-l} \cdot \frac{d-l}{2} = \frac{E}{2}$ ,选项 A 错误;由力的平衡条件

有 $mg = q \cdot \frac{E}{d-l}$ ,解得带电油滴的比荷为 $\frac{q}{m} = \frac{(d-l)g}{E}$ ,选项 B 正确;抽出金属板过程,由于极板间距离增大,电容器的

电容减小,根据公式 $Q = CU$ 可知,电容器的电荷量减少,则此过程电容器放电,选项 C 错误;若把金属板从电容器中快

速抽出后,极板间的电场强度的大小为 $\frac{E}{d}$ ,油滴运动的加速度大小为 $a = \frac{mg - q \frac{E}{d}}{m} = \frac{gl}{d}$ ,选项 D 正确.

11. (1)B(2分) (2)0(2分) (3)不变(2分)

解析:(1)长直玻璃杯开口竖直向上,转头转速很快时,只需要玻璃杯对吸管的弹力提供向心力,所以吸管不会飞出玻璃杯,选项 A 错误;长直玻璃杯开口竖直向下,分析同前,选项 B 正确;让快速转动的玻璃杯缓慢倒立的过程中,吸管做圆周运动需要的向心力除了玻璃杯壁的弹力,还需要重力和摩擦力参与,会出现吸管飞出玻璃杯的情形,选项 C 错误.

(2)图乙中,长直玻璃杯开口向上,转头转速很快时,玻璃杯壁对吸管的摩擦力为 $f = 0$ .

(3)图丙中,若不断增大转速,则吸管受到的摩擦力始终等于吸管的重力而保持不变.

12. (1)1.385(2分) (4) $\frac{1}{\Delta t^2} - F$ (2分)  $\frac{bd^2}{2gx_0}$ (2分)  $\frac{4x_0}{kd^2}$ (2分)

解析:(1)遮光条的宽度为 $d = 13 \text{ mm} + 17 \times 0.05 \text{ mm} = 13.85 \text{ mm} = 1.385 \text{ cm}$ ;

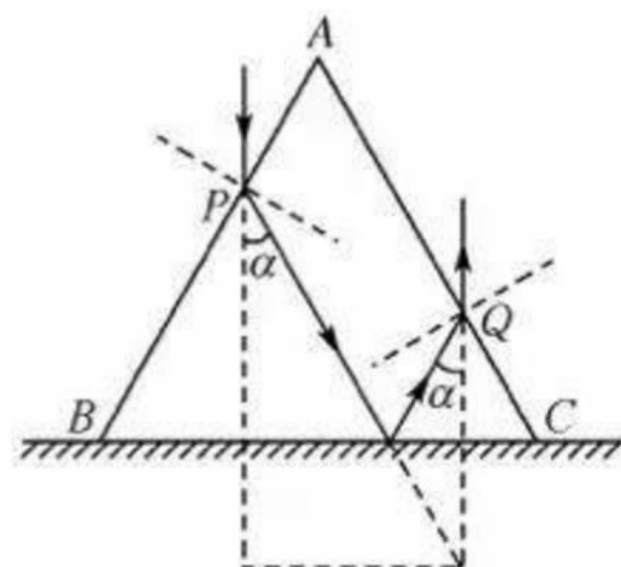
(4)对物块由牛顿第二定律有 $2F - \mu mg = ma$ ,根据运动学公式有 $(\frac{d}{\Delta t})^2 = 2ax_0$ ,联立两式变化得到 $\frac{1}{\Delta t^2} = \frac{4x_0}{md^2} F -$

$\frac{2x_0\mu g}{d^2}$ ,由此可知,应作出 $\frac{1}{\Delta t^2} - F$ 图像,结合题图丙有 $\frac{4x_0}{md^2} = k$ ,解得 $m = \frac{4x_0}{kd^2}$ , $-\frac{2x_0\mu g}{d^2} = -b$ ,解得 $\mu = \frac{bd^2}{2gx_0}$ .

13. 解:(1)根据对称性,出射光线与入射光线平行,画出如图所示的光路图,则

$$\text{在图中有 } \tan \alpha = \frac{\frac{L}{2} \times \frac{1}{3} + \frac{L}{2} \times \frac{2}{3}}{\frac{\sqrt{3}L}{2} \times \frac{2}{3} + \frac{\sqrt{3}L}{2} \times \frac{1}{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3} \quad (1 \text{ 分})$$

解得 $\alpha = 30^\circ$  (1分)



则在  $P$  点处:入射角为  $60^\circ$ ,折射角为  $30^\circ$  (1分)

$$\text{棱镜对光的折射率 } n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{3} \quad (2 \text{分})$$

(2)光从  $P$  点到  $Q$  点传播的路程为

$$s = PM + MQ = L \quad (1 \text{分})$$

$$\text{根据光的折射公式有 } n = \frac{c}{v} \quad (2 \text{分})$$

$$\text{光从 } P \text{ 点到 } Q \text{ 点传播所经历的时间为 } t = \frac{s}{v} \quad (1 \text{分})$$

$$\text{联立各式解得 } t = \frac{\sqrt{3}L}{c} \quad (1 \text{分})$$

14. 解:(1)刚释放小物块  $A$  时,对小物块  $A$  有

$$qE - \mu m_A g = m_A a_A \quad (1 \text{分})$$

$$\text{代入数据解得 } a_A = 5 \text{ m/s}^2 \quad (1 \text{分})$$

$$\text{对长木板 } B \text{ 有 } \mu m_A g = m_B a_B \quad (1 \text{分})$$

$$\text{代入数据解得 } a_B = 4 \text{ m/s}^2 \quad (1 \text{分})$$

(2)设小物块  $A$  到达电场边界线时, $A$ 、 $B$  的速度大小分别为  $v_A$ 、 $v_B$ ,则有

$$\text{小物块 } A \text{ 的位移大小为 } x_A = \frac{v_A^2}{2a_A} = (L + x_0) \quad (1 \text{分})$$

$$\text{长木板发生的位移大小为 } x_B = \frac{v_B^2}{2a_B} \quad (1 \text{分})$$

$$\text{联立两式得 } x_B = \frac{4}{5}(L + x_0) \quad (1 \text{分})$$

小物块  $A$  加速阶段相对长木板的位移大小为

$$\Delta x_1 = x_A - x_B = \frac{1}{5}(L + x_0) \quad (1 \text{分})$$

小物块  $A$  离开电场后做匀减速运动,其加速度大小为

$$a'_A = \frac{\mu m_A g}{m_A} = \mu g = 2 \text{ m/s}^2$$

设小物块  $A$  相对长木板静止时的共同速度为  $v$ ,则由动量守恒定律有

$$m_A v_A + m_B v_B = (m_A + m_B) v \quad (1 \text{分})$$

$$\text{依题意有 } L - \frac{1}{5}(L + x_0) = \frac{v_A^2 - v^2}{2a'_A} - \frac{v^2 - v_B^2}{2a_B} \quad (1 \text{分})$$

$$\text{综合各式并代入数据解得 } L = 0.7 \text{ m} \quad (1 \text{分})$$

整个过程小物块  $A$  的电势能的改变量为

$$\Delta E_p = -W_E = -qE(L + x_0) = -4.2 \text{ J} \quad (1 \text{分})$$

15. 解:(1)滑块甲从  $a$  滑到  $b$  点的过程中,滑块甲的机械能守恒,则

$$MgR = \frac{1}{2}Mv^2, \text{解得 } v = 6 \text{ m/s} \quad (1 \text{ 分})$$

滑块甲在  $b$  点时,由牛顿第二定律得

$$F_N - Mg = M\frac{v^2}{R}, \text{解得 } F_N = 6 \text{ N} \quad (1 \text{ 分})$$

由牛顿第三定律可知,滑块甲第一次运动到轨道  $b$  点时对轨道的压力大小为

$$F'_N = F_N = 6 \text{ N} \quad (1 \text{ 分})$$

(2)滑块甲、乙第一次发生弹性碰撞时,两滑块组成的系统动量守恒、机械能守恒,则有

$$Mv = Mv_1 + mv_2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\frac{1}{2}Mv^2 = \frac{1}{2}Mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_2^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v_1 = 2 \text{ m/s}, v_2 = 8 \text{ m/s} \quad (1 \text{ 分})$$

两滑块在传送带上运动时的加速度大小为  $a = \mu g = 2 \text{ m/s}^2$  (1分)

滑块甲在传送带上先向左减速再向右加速,由对称性可知

滑块甲返回到  $c$  点时的速度大小为  $v_1 = 2 \text{ m/s}$  (1分)

滑块甲在传送带上运动的总时间为  $t_1 = 2\frac{v_1}{g} = 2 \text{ s}$  (1分)

滑块乙在传送带上先向左减速再向右加速到与传送带共速,后匀速运动到传送带最右端,则有

滑块乙向左减速的位移为  $x_1 = \frac{v_2^2}{2a} = 16 \text{ m}$  (1分)

滑块乙向右加速的位移为  $x_2 = \frac{v_0^2}{2a} = 4 \text{ m}$  (1分)

则滑块乙在传送带上运动的总时间为  $t_2 = \frac{v_2}{a} + \frac{v_0}{a} + \frac{x_1 - x_2}{v_0} = 9 \text{ s}$  (1分)

则  $b$ 、 $c$  两点之间的距离为  $x_k = v_1(t_2 - t_1) = 14 \text{ m}$  (1分)

(3)规定向右为正方向,设滑块甲和滑块乙第二次碰后的速度大小为  $v'_1$ 、 $v'_2$ ,则有

$$-Mv_1 + mv_0 = Mv'_1 + mv'_2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\frac{1}{2}Mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}Mv'^2_1 + \frac{1}{2}mv'^2_2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v'_1 = 2 \text{ m/s}, v'_2 = -4 \text{ m/s} \quad (1 \text{ 分})$$

滑块乙在传送带上先向左减速再向右加速,单向运动的位移大小为  $x_3 = \frac{v'^2_2}{2a} = 4 \text{ m}$  (1分)

从滑块乙滑上传送带到两滑块发生第三次碰撞前,滑块乙在传送带上通过的总路程为  $x = 2x_1 + 2x_3 = 40 \text{ m}$  (1分)