

物理 试题

浙江强基联盟研究院 命制

考生注意：

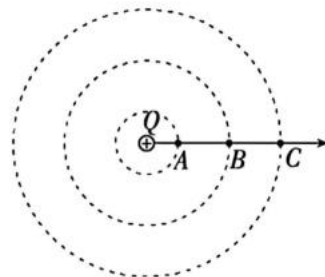
1. 本试卷满分 100 分，考试时间 90 分钟。
2. 考生作答时，请将答案答在答题卡上。选择题每小题选出答案后，用 2B 铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑；非选择题请用直径 0.5 毫米黑色墨水签字笔在答题卡上各题的答题区域内作答，**超出答题区域书写的答案无效，在试题卷、草稿纸上作答无效。**
3. 可能用到的参数：重力加速度取 $g=10 \text{ m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ 。

一、选择题 I (本题共 10 小题，每小题 3 分，共 30 分。每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的，不选、多选、错选均不得分)

1. “热值”(Heating)是衡量燃料质量的一个重要指标，它表示化学推进器(如火箭)所用燃料单位质量释放的能量，其单位为焦每千克(J/kg)，则用国际单位制的基本单位表示为
A. J/kg B. N · m/kg C. $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$ D. m^2/s^2
2. 2025 年 7 月，我国自主研发吨级以上电动垂直起降无人机，首次实现远海石油平台物资运输飞行。这一突破，标志着我国在海陆低空物流场景应用中迈出关键一步。如图所示为该无人机正在降落。以下说法正确的是
A. 研究起落架工作时，无人机可以被看作质点
B. 在载货的前后，无人机重心位置始终保持不变
C. 在匀速飞行过程中，无人机所受的重力与空气对它的作用力平衡
D. 在滑行的过程中，地面对无人机的摩擦力大于无人机对地面的摩擦力
3. 从量子力学理论系统建立到 2025 年，恰好 100 周年，以下关于量子力学相关的物理学史和理论阐述正确的是
A. 普朗克黑体辐射理论认为：电磁波的能量是分立的
B. 玻尔的氢原子模型认为：电子绕核运动的轨道可以是任意半径
C. 德布罗意的“物质波”假设认为：实物粒子也具有波动性，其波长为 $\lambda = \frac{p}{h}$
D. 爱因斯坦的光电效应理论认为：光电子的最大初动能与入射光的频率成正比

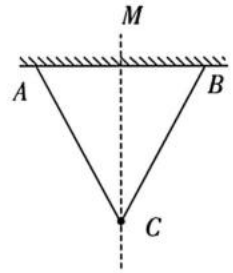


4. 如图所示，三个同心圆是点电荷 Q 周围的三个等势面，A、B、C 分别是这三个等势面上的点。已知这三个圆的半径关系为 $r_C - r_B = r_B - r_A$ ，且这三点在同一条电场线上。现将一个电荷量 q 为 $1.6 \times 10^{-6} \text{ C}$ 的点电荷从 A 点移到 C 点，其电势能减少 $1.92 \times 10^{-5} \text{ J}$ ，若取 C 点的电势为 0，则以下说法正确的是



- A. 沿着 AC 方向移动点电荷电势能一定减少
- B. A、B 之间的电势差小于 B、C 间的电势差
- C. 将该点电荷从 A 点移到 B 点，电势能减少大于 $0.96 \times 10^{-5} \text{ J}$
- D. 若将该点电荷从 A 点垂直 AC 连线射出， q 有可能做以 Q 为焦点的椭圆运动

5. 如图所示, 有两细丝线 AC、BC 长为 65 cm, 下端 C 点系一质量为 50 g 的实心小钢球, 悬挂点 A、B 之间的距离为 50 cm, MC 为竖直线. 以下说法正确的是

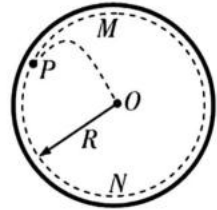


- A. 若小钢球静止, 细丝线 AC 所受的拉力为 $\frac{13}{24}$ N
- B. 若将小钢球沿纸面拉离平衡位置后由静止释放, 小球将做简谐运动
- C. 若在地球上实验, 小钢球被垂直纸面向外拉离 2 cm 后由静止释放, 其周期约为 2 s
- D. 若在月球上实验, 小钢球被垂直纸面向外拉离 3 cm 后由静止释放, 其周期约为 1.2π s

6. 如图甲, 小孩姐将足球用力从 N 点向前踢出, 足球在竖直管道内完成完整一周后, 在图示 P 位置离开管道, 恰好在管道截面圆心 O 点落入书包. 达明参照视频中足球的运动轨迹画了运动示意图如图乙, 图中虚线为足球的运动轨迹. 若足球质量为 m , 运动轨迹半径为 R , 且忽略空气阻力的影响, 以下分析正确的是



甲



乙

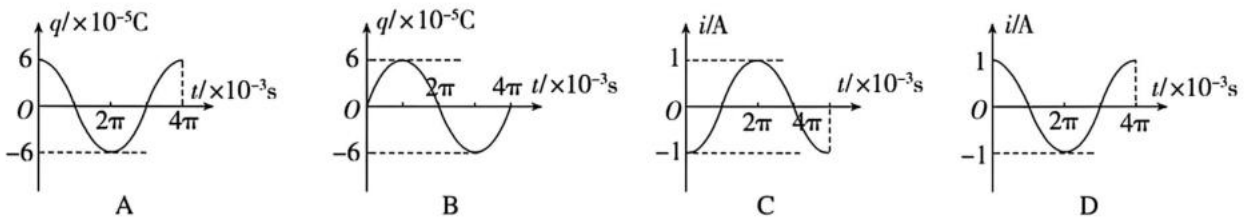
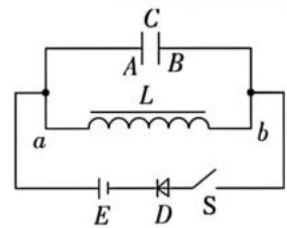
- A. 足球离开管道前, 始终做匀速圆周运动
- B. 足球在 P 点脱离管道后, 处于完全失重状态
- C. 足球离开管道前, 所受摩擦力随时间逐渐减小
- D. 若将足球视为质点, 则 PO 的连线与水平方向的夹角为 30°

7. 2025 年 8 月 4 日, 中国在海南商业航天发射场, 成功将卫星互联网低轨 07 组 (搭载 9 颗功能不同的卫星) 发射升空. 此次卫星的运动高度为 900 公里左右, 轨道平面倾角为 50° 左右. 以下说法正确的是

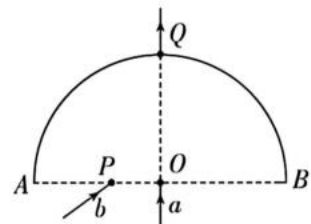


- A. 07 组在发射升空过程中, 重力加速度随高度而减小
- B. 07 组在轨稳定运行时, 线速度的大小约为 8.0×10^3 m/s
- C. 9 颗卫星若运行的高度相同, 则线速度也相同
- D. 9 颗卫星若运行的高度相同, 则机械能一定相同

8. 如图所示, 线圈的自感系数 $L=0.2$ H, 直流电阻为零, 电容器的电容 $C=20 \mu\text{F}$, 二极管 D 的正向电阻 $R=3 \Omega$, 电源电动势 $E=3.0$ V, 内阻不计. 闭合开关 S, 待电路达到稳定状态后断开开关 S, LC 电路中产生电磁振荡. 断开开关 S 瞬间 $t=0$, 则电容器左极板 A 的带电量 q 随时间 t 变化和通过 L 的电流 i ($a \rightarrow b$ 通过 L 为正) 随时间 t 变化图像正确的是



9. 如图所示, 由某种新型材料制成的截面为半圆形的透明材料板. 若用激光 (光束 a) 从底面中心 O 点垂直底面射入材料板, 将从 Q 点射出; 若将该激光以与 AP 成 37° 角从 P 点射入材料板 (光束 b), 恰好也从 Q 点射出. 已知 $OP = \frac{1}{3}OA$, 光在真空中传播的速度为 c , 则以下说法正确的是



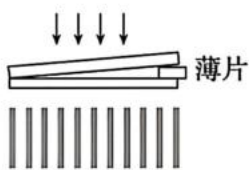
- A. 该材料对光束 a 的折射率为 1
 B. 该材料对光束 b 的折射率为 $\frac{5\sqrt{10}}{4}$
 C. 光束 a 在材料板中的传播速度为 $\frac{4\sqrt{10}}{15}c$
 D. 光束 b 从 Q 点射出后的光线与光束 b 平行

10. 太阳帆飞船是依靠太阳的光压来加速飞行的. 若某太空探测飞船(未打开太阳帆前)在地球公转轨道飞行. 已知太阳的总辐射功率为 P_0 , 光速为 c , 引力常量为 G . 当某次探测时, 太阳帆展开的面积为 S , 飞船能控制帆面始终垂直太阳光线, 地球公转半径为 r_0 , 太阳帆的反射率接近 100%. 下列说法正确的是

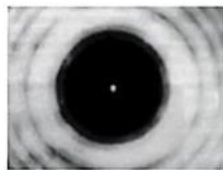
- A. 太阳帆受到的太阳光压力为 $F = \frac{2}{c}P_0$
 B. 太阳帆受到的太阳光压力为 $F = \frac{P_0 S}{2\pi r_0^2 c}$
 C. 打开太阳帆后, 飞船将沿径向远离太阳
 D. 打开太阳帆后, 飞船将做匀变速曲线运动

二、选择题 II (本题共 3 小题, 每小题 4 分, 共 12 分. 每小题列出的四个备选项中至少有一个是符合题目要求的. 全部选对的得 4 分, 选对但不全的得 2 分, 有选错的得 0 分)

11. 四幅图的描述, 说法正确的是



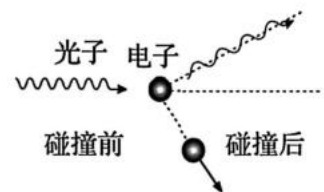
甲



乙



丙

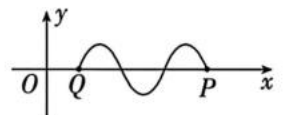


丁

- A. 图甲中, 两板间的薄片向左逐渐移动, 干涉条纹间距减小
 B. 图乙中, 光屏上的中央亮斑叫泊松亮斑, 是光照射到小圆孔后产生
 C. 图丙中, 照相机镜头上的增透膜, 在拍摄水下的景物时可消除水面的反射光
 D. 图丁中, 入射的光子与电子碰撞时, 一部分动量转移给电子, 光子的波长变长

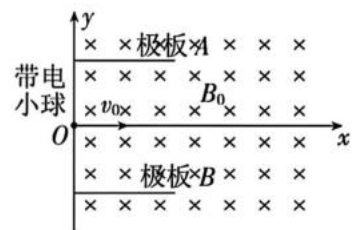
12. 如图是以质点 P 为波源的机械波在绳上传到质点 Q 时的波形. 已知 P 、 Q 两质点间此刻的距离为 6 m, 以下说法正确的是

- A. 此机械波是纵波, 波长为 4 m
 B. Q 质点比 P 质点更早迁移到 O 点
 C. P 点刚开始振动时速度方向为 y 轴正方向
 D. Q 质点振动的相位比 P 质点振动的相位落后 3π



13. 如图所示, 在 xOy 坐标平面的第一、第四象限内存在足够宽的垂直纸面向里的匀强磁场, 磁感应强度大小为 B_0 , 同时放置有两个关于 x 轴对称且板间距离为 d 的平行金属板 A 、 B , 两金属板间存在沿 y 轴负方向的匀强电场(图中未画出). 现有一质量为 m 、电荷量为 q 的可视质点的带正电金属小球, 以速度 v_0 从坐标原点沿 x 轴正方向做匀速直线运动后从两极板右端离开极板区域. 不考虑电场在两极板之外的效应, 重力加速度为 g . 下列说法正确的是

- A. 小球离开两极板区域后可以运动到 x 轴的下方
 B. 两极板间的电场强度大小等于 $B_0 v_0 - \frac{mg}{q}$
 C. 小球在运动过程中的最大速度等于 $\frac{2mg}{qB_0} - v_0$
 D. 小球在运动过程中偏离 x 轴的最大距离等于 $\frac{2mv_0}{qB_0} - \frac{2m^2 g}{q^2 B_0^2}$



三、非选择题(本题共 5 小题,共 58 分)

14 - I. (4 分)利用打点计时器研究匀变速直线运动的规律,实验装置如图 1 所示.

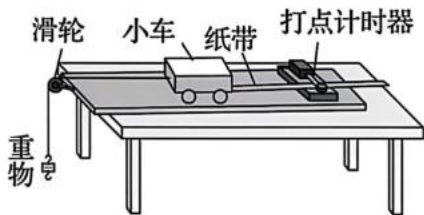


图 1

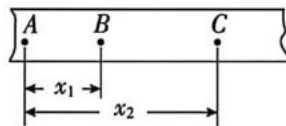


图 2

(1)按照图 1 安装好器材,下列实验操作正确的是_____.

- A. 先接通打点计时器的电源,再释放小车
- B. 实验过程中重物的质量应远小于小车质量
- C. 实验前必须调整滑轮位置,使细线保持水平

(2)实验中打出的一条纸带如图 2 所示,A、B、C 为依次选取的三个计数点(相邻计数点间有 4 个点未画出),可以判断纸带的_____ (填“左端”或“右端”)与小车相连.

(3)图 2 中相邻计数点间的时间间隔为 T ,则打 B 点时小车的速度 $v = \underline{\hspace{2cm}}$;从 A 到 C 过程中小车的加速度 $a = \underline{\hspace{2cm}}$ (用题中所提供的物理量表示).

14 - II. (8 分)由普通水泥和导电材料混合制成的导电水泥,可用于监测道路超载问题.某小组对此进行探究.

(1)选择一材质混合均匀的长方体导电水泥块样品,用多用电表粗测其电阻.将多用电表选择开关旋转到“ $\times 100$ ”挡,正确操作后,指针位置如图 1 所示,则读数为_____ Ω .

(2)进一步提高实验精度,使用伏安法测量水泥块电阻,电源 $E = 6\text{ V}$,内阻可忽略,电压表量程 $0 \sim 6\text{ V}$,内阻约 $10\text{ k}\Omega$,电流表量程 $0 \sim 6\text{ mA}$,内阻约 $10\ \Omega$.实验中要求待测水泥块两端的电压从零开始变化,在图 2 中完成余下导线的连接.

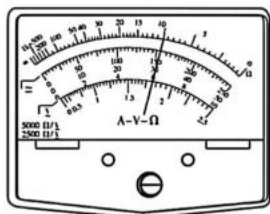


图 1

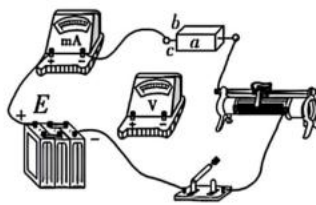


图 2

(3)如图 2,测量水泥块的长为 a ,宽为 b ,高为 c .用伏安法测得水泥块电阻为 R ,则电阻率 $\rho = \underline{\hspace{2cm}}$ (用 R, a, b, c 表示).

(4)测得不同压力 F 下的电阻 R ,算出对应的电阻率 ρ ,作出 $\rho - F$ 图像如图 3 所示.

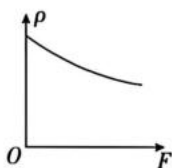


图 3

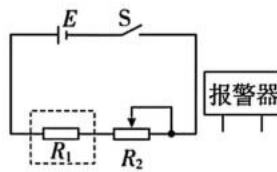


图 4



(5) 基于以上结论,设计压力报警系统,电路如图 4 所示.报警器在两端电压小于或等于 3 V 时启动, R_1 为水泥块, R_2 为滑动变阻器,当 R_2 的滑片处于某位置, R_1 上压力大于或等于 F_0 时,报警器启动.报警器应并联在 _____ 两端(填“ R_1 ”或“ R_2 ”).

(6) 若电源 E 使用时间过长,电动势变小, R_1 上压力大于或等于 F_1 时,报警器启动,则 F_1 _____ F_0 (填“大于”“小于”或“等于”).

14 - Ⅲ. (2 分) 用双缝干涉实验测量光的波长的实验装置如图 1 所示,则以下说法正确的是 _____ (多选).

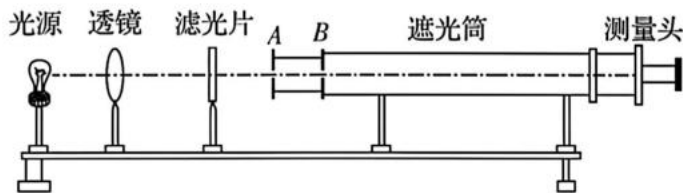


图 1

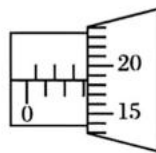


图 2

- A. 双缝应该放置在图 1 中 A 处
- B. 实验时应避免一次性将灯两端的电压调至额定电压,以免灯丝烧坏
- C. 测量亮纹之间的距离时,读数时分划板中心刻线应与某亮纹中心对齐
- D. 如图 2 所示手轮上的示数为 3.185 mm ,这就是光源发出的光的波长

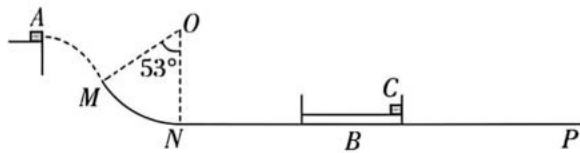
15. (8 分) 龙泉青瓷名扬天下,现代电子测温技术能够实现温度的精准控制从而制作出更加精细的青瓷制品.如图所示为某青瓷窑结构的示意图.某次烧制前,封闭在窑内的气体压强为 $p_0 = 1.0 \times 10^5\text{ Pa}$,温度为室温 $t_0 = 27\text{ }^\circ\text{C}$.烧制时为避免窑内气压过高,窑上有一个单向排气阀,已知当窑内气体温度为 $t_1 = 727\text{ }^\circ\text{C}$ 时,单向排气阀开始排气,此后窑内气体压强保持不变,温度逐渐升高至稳定烧制温度 $t_2 = 1027\text{ }^\circ\text{C}$.气体可视为理想气体.求:

- (1) 单向排气阀开始排气后窑内气体分子平均速率 _____ (填“增大”“减小”或“不变”),单位时间撞击单位面积窑壁的分子数 _____ (填“增大”“不变”或“减小”);
- (2) 排气阀开始排气时窑内气体的压强 p_1 ;
- (3) 本次烧制排出的气体占原有气体质量的比例.

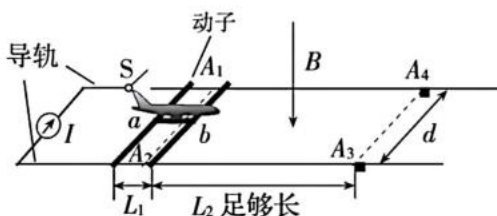


16. (11 分) 如图, MNP 为一段光滑轨道,其中 MN 段是半径为 $R = 5.5\text{ m}$ 的圆弧形轨道, M 与圆心的连线与竖直方向夹角为 53° . NP 是水平足够长直轨道, MN 与 NP 段在 N 点平滑连接.滑块 A 从距 M 点高度 $H = 3.2\text{ m}$ 处水平抛出,恰好能从 M 点切入轨道.在水平轨道某位置静止放置一长 $L = 0.5\text{ m}$ 的木板 B ,木板左右两侧各有一固定挡板.木板紧靠右挡板放置一滑块 C .滑块 A 在 NP 轨道上与木板 B 发生碰撞,碰撞后立即从轨道移去滑块 A .若 $m_A = m$,且 $m_B = m_C = 2m$,滑块 A 、 C 均可视为质点, A 与 B 之间、 C 与挡板之间的碰撞均为弹性碰撞. B 、 C 之间的动摩擦因数为 $\mu = 0.5$,求:

- (1) 滑块 A 到达 M 点时的速度;
- (2) 滑块 A 与木板 B 碰后木板的速度;
- (3) 滑块 C 与左右两侧挡板碰撞的总次数.



17. (12分) 如图所示, 某兴趣小组设计了一种水平电磁弹射系统. 该系统由输出电流恒为 I 的电源、间距为 d 的水平金属导轨、可在导轨上滑行的“H”型导电动子(动子由两根电阻为 R 的金属杆和一根绝缘横档组成, 其上固定了模型飞机)及开关 S 组成. 导轨间 $A_1A_2A_3A_4$ 区域存在方向竖直向下、磁感应强度大小为 B_0 的匀强磁场. 接通开关 S , 动子 b 杆在磁场中贴紧 A_1A_2 边从静止开始运动, 所受阻力与其速度成正比, 比例系数为 k . 动子运动距离为 x_0 (已知 $x_0 > L_1$) 时, 动子开始匀速运动; 当 $t = t_0$ 时, 动子 b 杆到达 A_3A_4 瞬间, 安装在“H”上的飞机被弹射系统以相对于“H”2倍的速度弹出, 同时 S 断开, 磁场的磁感应强度被控制为: $B_t = B_0 - \frac{B_0}{t_0}(t - t_0)$. 当 $t = 2t_0$ 时, a 棒恰好停在 A_3A_4 . 已知动子质量为 M , 飞机质量为 m , 在运动过程中, 动子始终与导轨保持良好接触, 忽略导轨电阻. 求:



- (1) S 接通瞬间, 动子所受安培力 F_A ;
- (2) 飞机弹射出去前, 动子的最大速度 v_m ;
- (3) 飞机弹射出去前瞬间恒流源提供的电压 U ;
- (4) 飞机弹射出去后, 动子所受合外力的冲量 $I_{\text{合}}$ 及通过 a 杆的电量 q .

18. (13分) 如图 1 所示, 回旋加速器由两个 D 型盒组成. 圆形匀强磁场区域以 O 点为圆心, 磁场垂直纸面, 磁感应强度大小为 B , 加速电压的大小为 U , 质量为 m 、电荷量为 q 的粒子从 O 点附近飘入加速电场, 多次加速后粒子经过 P 点绕 O 点做圆周运动, 半径为 R . 为将粒子引出磁场, 在 P 位置安装一个“静电偏转器”, 如图 2 所示. 偏转器的两极板 M 和 N 厚度均匀, 构成的圆弧形狭缝圆心为 Q 、圆心角为 α , 当 M 、 N 间加有电压时, 狭缝中产生电场强度大小为 E 的电场, 使粒子恰能通过狭缝, 粒子在再次被加速前射出磁场, 不计 M 、 N 间的距离, 且忽略粒子在电场中的加速时间, 加速过程中不考虑相对论效应和重力作用. 求:

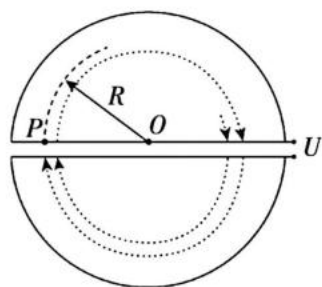


图 1

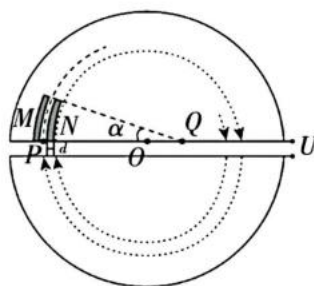


图 2

- (1) 粒子加速到 P 点所需要的时间 t ;
- (2) 粒子在圆弧形狭缝中运动的轨迹半径 r_Q ;
- (3) “静电偏转器” N 板的最大厚度 d_m ;
- (4) 磁场区域的最大半径 R_m .

物理试题参考答案

1. D 热值单位转化为基本单位表示为: $\frac{\text{J}}{\text{kg}} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2 \cdot \text{m}}{\text{kg}} = \text{m}^2 / \text{s}^2$
2. C A. 起落架为飞机的一部分, 飞机不能视为质点, A 选项错误; B. 质量分布会影响重心的位置, B 选项错误; C. 飞机在匀速飞行时, 受力平衡, 即重力与空气作用力平衡, C 选项正确; D. 由牛顿第三定律, 得地面对无人机的摩擦力等于无人机对地面的摩擦力, D 选项错误.
3. A A. 普朗克黑体辐射理论认为: 电磁波的能量是分立的, 这是普朗克第一次将量子化理论引入物理学研究, 成功解释了经典物理学无法解决的黑体辐射能量分布问题, A 选项正确; B. 玻尔的氢原子模型认为: 电子绕核运动的轨道是分立的, B 选项错误; C. 德布罗意的“物质波”假设认为: 实物粒子也具有波动性, 其波长为 $\lambda = \frac{h}{p}$, C 选项错误; D. 爱因斯坦的光电效应理论认为: 光电子的最大初动能为 $E_{\text{km}} = h\nu - W_0$, 与入射光频率不成正比, D 选项错误.
4. C A. 沿着 AC 方向(电势降落)移动正点电荷电势能减小, 移动负电荷电势能增加, A 选项错误; B. 正的场源电荷 Q 周围的电场其电场强度: $E = \frac{kQ}{r^2}$, 可由 $E = \frac{\Delta U}{\Delta r}$, 定性地分析得到, $U_{AB} > U_{BC}$, B 选项错误; C. 电场力做功与电势能的关系: $W_{\text{电}} = qU = -\Delta E_{\text{P}}$, $U_{AB} > U_{BC}$, 即电势能减少量大于 $0.96 \times 10^{-5} \text{ J}$, C 选项正确; D. 题中的该点电荷为正电荷, 受到场源电荷 Q 的电场力为斥力, 因此不能做椭圆运动, D 选项错误.
5. D A. 小钢球静止时, 由平衡条件, 可得: 细丝线 AC 所受的拉力为: $\frac{13}{24}mg = \frac{13}{48} \text{ N}$, A 选项错误; B. 若小钢球沿纸面向右拉离平衡位置, 小球由静止释放后向左运动经过平衡位置时, 绳 BC 突然绷紧, 会有机械能损失, 向左拉离同理, 不能做简谐运动, B 选项错误; C. 若在地球上实验, 向纸外拉离 2 cm, 双线摆的摆长为 60 cm, 由单摆做简谐运动的条件为摆角小于 5° , 由: $2 \text{ cm} < \frac{5^\circ \pi}{180^\circ} \times 60 \text{ cm} \approx 5 \text{ cm}$, 可得, 可以做简谐运动, 其周期为: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{0.6}{10}} \text{ s} \approx 0.48\pi < 2 \text{ s}$, 也可由 2 s 的摆为秒摆, 其摆长约为 1 m, 得 C 选项错误; D. 若在月球上实验, 拉离 3 cm, 也是做简谐运动, 其周期为 $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{\frac{1}{6}g}} = 2\pi \sqrt{\frac{0.6 \times 6}{10}} \text{ s} = 1.2\pi \text{ s}$, D 选项正确.
6. B A. 足球在竖直平面内运动时重力与摩擦力有对小球做功, 速率会发生变化, 做变速圆周运动, A 选项错误; B. 足球脱离管道后, 只受重力作用, 处于完全失重状态, B 选项正确; C. 摩擦力的大小 $F_f = \mu F_N$, 小球运动过程中随着线速度的变化, 所受的压力在 N 点时最大, 在 M 点时最小, C 选项错误; D. 若足球从 P 点抛出, PO 连线与水平方向的夹角为 30° , 应满足: $\frac{1}{2}mg = m \frac{v_p^2}{R}$, 从 P 点抛出后应有: $x = \frac{\sqrt{3}}{2}R = \frac{1}{2}v_p t$, 得 $t = \sqrt{\frac{6R}{g}}$, 代入 $y = \frac{\sqrt{3}}{2}v_p t - \frac{1}{2}gt^2 = -\frac{3}{2}R$, 与题中 $y = -\frac{R}{2}$ 不自洽, D 选项错误.
7. A A. 卫星发射升空过程中, 重力加速度的大小 $g = \frac{GM}{(R+h)^2}$, 随着高度增大, 重力加速度减小, A 选项正确; B. 卫星运动的高度为 900 km, 做匀速圆周运动, 其线速度的大小 $v = \sqrt{\frac{GM}{(R+h)}} < \sqrt{\frac{GM}{R}} = 7.9 \text{ km/s}$, B 选项错误; C. 卫星运动的线速度是矢量, 运动过程中速度的方向时刻沿轨迹圆的切线方向, 不相同, C 选项错误; D. 不同功能的卫星不能保证所有卫星的质量相同, 机械能不一定相同, D 选项错误.
8. D 当 S 闭合稳定时, 电流沿 $a \rightarrow b$ 通过线圈 L, 由于线圈直流电阻为零, 则两端的电压为零, 此时电容器 C 所带的电量为零, 当 S 断开的瞬间, 由楞次定律知, 线圈中的电流仍沿 $a \rightarrow b$ 方向, LC 组成一个振荡电路, 第 1 个 $\frac{1}{4}T$ 内, 电容器先是 B 板带正电, 电量逐渐增加, 线圈 L 中电流逐渐减小, ABC 选项错误, D 选项正确.
9. D AB. 材料对光的折射率, 由材料和光的频率决定, 材料和入射光相同, 折射率相同, 材料对激光的折射率为: $n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\frac{4}{5}}{1} = \frac{4\sqrt{10}}{5}$, AB 选项错误; C. 光束在材料板中的传播速度为 $v = \frac{c}{n} = \frac{\sqrt{10}c}{8}$, C 选项错误; D. 出射点 Q 在材料边界的切线与 AB 平行, 由几何关系和折射定律可得, 出射光线与光束 b 平行, D 选项正确.

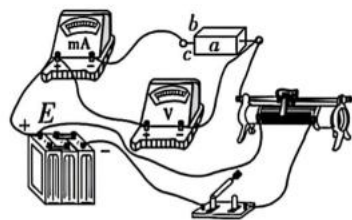
10. B AB. 由牛顿第三定律, 太阳帆所受压力等于光子与太阳帆碰撞时受到力 F , 选取与太阳帆相撞的光子为研究对象, 光子的能量为 $E=h\nu=h\frac{c}{\lambda}=pc$, 由动量定理有: $-F\Delta t=-2Np$, 面积为 S 的太阳帆接收到的能量为 $E_{\text{总}}=\frac{P_0 S \Delta t}{4\pi r_0^2}=Npc$, 可得 $F=\frac{P_0 S}{2\pi r_0^2 c}$, 即 B 选项正确; C. 由于飞船在打开太阳帆前绕地球公转轨道飞行, 初速度的方向与所受太阳光压的方向垂直, 做曲线运动, 因此不会沿径向远离太阳, C 选项错误; D. 飞船在曲线运动的过程中所受的合外力大小和方向都在变化, 不是匀变速曲线运动, D 选项错误.
11. AD A. 图甲, 两板间薄片向左移, 干涉条纹数不变, 间距减小, A 选项正确; B. 图乙, 泊松亮斑是光照射到小圆屏后产生的, B 选项错误; C. 图丙, 照相机镜头前装偏振片, 可消除水面反射光, C 选项错误; D. 图丁, 是康普顿效应的实验现象, D 选项正确.
12. CD A. 绳波的振动方向与传播的方向垂直是横波, A 选项错误; B. 质点在各自的平衡位置沿 y 轴上下振动, 不会发生迁移, B 选项错误; C. 波由 P 传向 Q , 波在传播过程中质点起振的方向均相同, 由图 Q 点起振的方向向 y 轴正方向, C 选项正确; D. 波由 P 传向 Q , PQ 间为 1.5 个波长, 相位落后 3π , D 选项正确.
13. BD AB. 小球在两极板间匀速运动时应有: $B_0 v_0 q = mg + Eq$, 得: $E = B_0 v_0 - \frac{mg}{q}$, 小球离开两极区域, 不再受电场力, 将在磁场力和重力作用下运动到 x 轴上方, A 选项错误, B 选项正确; CD. 小球离开两极间的运动可分解为沿水平方向 $v_x = \frac{mg}{B_0 q}$ 的匀速运动和竖直平面内 $v = v_0 - v_x$ 的匀速圆周运动, 圆周运动的方向为逆时针方向, 其圆周运动的半径为 $r = \frac{m(v_0 - v_x)}{qB_0}$, 运动偏离 x 轴的最大距离等于 $y_m = 2r = 2 \frac{m(v_0 - v_x)}{qB_0} = \frac{2mv_0}{qB_0} - \frac{2m^2 g}{q^2 B_0^2}$, 因此小球运动过程中最大的速度为 v_0 , C 选项错误, D 选项正确.

- 14 - I. (1) A (1分) (2) 左端 (1分) (3) $\frac{x_2}{2T}$ (1分) $\frac{x_2 - 2x_1}{T^2}$ (1分)

解析: (1) 研究匀变速直线运动的规律, 无需满足重物的质量远小于小车的质量; 安装器材时, 应调节滑轮位置, 让细线与木板平行, 接通电源待打点计时器稳定工作后, 再释放小车, 所以应选 A; (2) 由于小车运动得越来越快, 点迹会越来越稀疏, 所以纸带左端与车相连; (3) B 点的速度等于 AC 段的平均速度即 $\frac{x_2}{2T}$, 利用逐差法可知加速度为 $\frac{x_2 - 2x_1}{T^2}$.

- 14 - II. (1) 1000 (1分) (2) 如图 (2分) (3) $\frac{Rbc}{a}$ (2分) (5) R_1 (1分) (6) 小于 (2分)

解析: (1) 由多用电表欧姆档的读数规则可知 $R = 1\ 000\ \Omega$; (2) 由于 $R > \sqrt{R_V R_A}$ 可知电流表应采用内接法, 要求水泥块两端电压从零开始变化, 滑动变阻器应采用分压式连接方式; (3) 由电阻定律可知 $\rho = \frac{Rbc}{a}$; (5) 根据图 3 可知压力越大电阻率越小, 即电阻越小; 回路中电流增加, R_2 电压增加, R_1 电压减小, 而报警器在两端电压小于或等于 3 V 时启动, 故应将报警器并联在 R_1 两端; (6) 电源电动势 E 减小, 要使报警器启动, 即 R_1 两端电压要仍为 3 V, 根据串联分压有 $U_1 = \frac{R_1}{R_2 + R_1} E$, 可知 E 减小需要 R_1 更大, 又因为 F 越大 R_1 越小, 可知 F_1 需要小于 F_0 .



- 14 - III. BC (2分)

双缝应放置在 B 处, A 选项错误; 用双缝干涉实验测波长, 应测出 N 条亮条纹的间距, 然后除以 N , 得出相邻条纹的间距 Δx , 然后利用 $\Delta x = \frac{L\lambda}{d}$ 求波长, D 选项错误.

15. (8分) (1) 增大 (1分) 减小 (1分)

(2) 由题意可知, 排气阀开始排气前, 气体体积不变, 初状态时 $p_0 = 1.0 \times 10^5\ \text{Pa}$, 温度为 $T_0 = (273 + 27)\text{K} = 300\ \text{K}$ 末状态时压强为 p_1 , 温度为 $T_1 = 1\ 000\ \text{K}$

对气体, 由查理定律可得 $\frac{p_0}{T_0} = \frac{p_1}{T_1}$ (2分)

解得排气阀开始排气时窑内气体的压强为 $p_1 = 3.33 \times 10^5\ \text{Pa}$ (1分)

(3) 排出气体后, 气体发生等压变化, 由盖-吕萨克定律可得 $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ (1分)

解得 $V_2 = 1.3V_1$ (1分)

则排出的气体的体积为 $\Delta V = V_2 - V_1 = 0.3V_1$

则排出的气体占原有气体的质量比为 $\frac{\Delta m}{m} = \frac{\Delta V}{V_2} = \frac{3}{13}$ (1分)

16. (11分)(1)滑块A从距M点高度 $H=3.2\text{ m}$ 处水平抛出,根据动能定理求解 $mgH=\frac{1}{2}mv_M^2-\frac{1}{2}mv_1^2$ (1分)

可得 $v_M=\frac{v_1}{\cos 53^\circ}$ (1分)

联立解得滑块A到达M点时的速度: $v_M=10\text{ m/s}$, 和水平方向夹角 53° 沿轨道切线方向 (1分)

(2)从M点到与木板B碰撞,由动能定理可得: $\frac{1}{2}mv_M^2+mgR(1-\cos 53^\circ)=\frac{1}{2}mv_0^2$ (1分)

解得: $v_0=12\text{ m/s}$

A与B发生弹性碰撞,有: $mv_0=mv_3+2mv_2$ (1分)

$\frac{1}{2}mv_0^2=\frac{1}{2}mv_3^2+\frac{1}{2}2mv_2^2$ (1分)

解得: $v_3=-\frac{1}{3}v_0=-4\text{ m/s}$, $v_2=\frac{2}{3}v_0=8\text{ m/s}$, 方向向右 (1分)

(3)因C与挡板间的碰撞为弹性碰撞,B和C系统动量守恒,最终B与C共速做匀速直线运动,故有: $2mv_2=4mv_{共}$ (1分)

系统机械能损失为: $\Delta E=\frac{1}{2}2mv_2^2-\frac{1}{2}\cdot 4mv_{共}^2$

系统损失的机械能转化为摩擦生热,有: $\Delta E=Q=2\mu mgs$ (1分)

解得: $s=3.2\text{ m}$ (1分)

滑块C相对木板B上来回滑动的距离为 3.2 m ,故C与左右两挡板碰撞的次数为:

$n=\frac{s}{L}=6.4,$

故滑块C与两侧挡板共碰撞6次. (1分)

17. (12分)(1) $F_A=\frac{B_0 Id}{2}$, 方向向右 (3分)

(2)由牛顿第二定律,动子载着飞机加速时: $F'_A-f=ma$, $f=kv$, 当 $F'_A-f_m=0$ 时,动子速度最大,得

$v_m=\frac{F'_A}{k}=\frac{B_0 Id}{k}$ (1分)

(3)飞机弹射出去前,由能量守恒有: $UI=I^2\frac{R}{2}+F'_Av_m$ (1分)

得: $U=I\frac{R}{2}+\frac{B_0^2 Id^2}{k}$ (1分)

(4)飞机弹射前后,水平方向动量守恒

$(M+m)v_m=Mv_1+mv_2$, $v_2=2v_1$ (1分)

得 $v_1=\frac{(M+m)B_0 Id}{k(M+2m)}$ (1分)

动子最后停下,可得动子所受合外力的冲量为:

$I_{合}=0-Mv_1=-\frac{(M+m)MB_0 Id}{(2m+M)k}$ (1分)

动子在进入减速过程中,通过a杆的电量为:

$q=\bar{I}t_0=\frac{\bar{E}}{2R}t_0=\frac{\Delta\Phi}{2R}=\frac{B_0 dL_1}{2R}$ (3分)

18. (13分)(1) $\left(\frac{qB^2R^2}{2mU}-1\right)\frac{\pi m}{qB}$ (2) $\frac{qB^2R^2}{qRB^2-mE}$ (3) $2\left(\sqrt{R^2-\frac{2mU}{qB^2}}-\sqrt{R^2-\frac{4mU}{qB^2}}\right)$

(4) $R+\frac{2mER}{qB^2R-mE}\sin\frac{\alpha}{2}$

解析:(1)设粒子在P的速度大小为 v_P , 则根据

$qvB=m\frac{v_P^2}{r}$ (1分)

可知半径表达式为

$R=\frac{mv_P}{qB}$

对粒子在静电场中的加速过程,根据动能定理有



$$nqU = \frac{1}{2} m v_P^2 \quad (1 \text{分})$$

粒子在磁场中运动的周期为

$$T = \frac{2\pi m}{qB} \quad (1 \text{分})$$

粒子运动的总时间为

$$t = (n-1) \times \frac{T}{2}$$

$$\text{解得 } t = \left(\frac{qB^2 R^2}{2mU} - 1 \right) \frac{\pi m}{qB} \quad (1 \text{分})$$

(2) 设粒子在偏转器中的运动半径为 r_Q , 则在偏转器中, 要使粒子半径变大, 电场力应和洛伦兹力反向, 共同提供向心力, 即

$$q v_P B - qE = m \frac{v_P^2}{r_Q} \quad (1 \text{分})$$

$$r_Q = \frac{qB^2 R^2}{qRB^2 - mE} \quad (1 \text{分})$$

(3) 由粒子的运动半径 $r = \frac{mv}{qB}$, 结合动能表达式 $E_k = \frac{1}{2} m v^2$ 变形得

$$r = \frac{\sqrt{2m E_k}}{qB} \quad (1 \text{分})$$

则粒子加速到 P 前最后两个半周的运动半径为

$$r_1 = \frac{\sqrt{2m(E_{kP} - qU)}}{qB}, r_2 = \frac{\sqrt{2m(E_{kP} - 2qU)}}{qB}$$

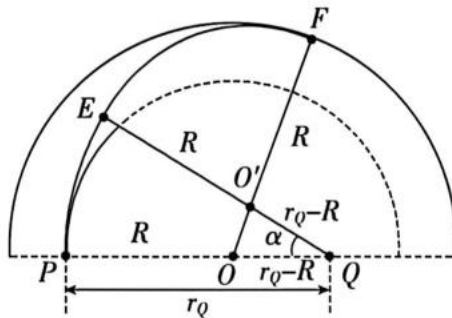
由几何关系有

$$d_m = 2(r_1 - r_2) \quad (1 \text{分})$$

结合 $E_{kP} = \frac{(qBR)^2}{2m}$ 解得

$$d_m = 2 \left(\sqrt{R^2 - \frac{2mU}{qB^2}} - \sqrt{R^2 - \frac{4mU}{qB^2}} \right) \quad (1 \text{分})$$

(4) 设粒子离开偏转器的点为 E , 圆周运动的圆心为 O' . 由题意知, O' 在 EQ 上, 且粒子飞离磁场的点与 O 、 O' 在一条直线上, 如图所示.



粒子在偏转器中运动的圆心在 Q 点, 从偏转器飞出, 即从 E 点离开, 又进入回旋加速器中的磁场, 此时粒子的运动半径又变为 R , 然后轨迹发生偏离, 从偏转器的 F 点飞出磁场, 那么磁场的最大半径即为

$$R_m = OF = R + OO'$$

将等腰三角形 $\triangle OO'Q$ 放大如图所示.

虚线为从 Q 点向 OO' 所引垂线, 虚线平分 α 角, 则

$$OO' = 2(r_Q - R) \sin \frac{\alpha}{2} \quad (2 \text{分})$$

$$\text{解得最大半径为 } R_m = R + \frac{2mER}{qB^2 R - mE} \sin \frac{\alpha}{2} \quad (2 \text{分})$$

