

# 物理试卷

## 注意事项：

1. 答题前，考生务必用黑色碳素笔将自己的姓名、准考证号、考场号、座位号在答题卡上填写清楚。
2. 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。如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号。在试题卷上作答无效。
3. 考试结束后，请将本试卷和答题卡一并交回。满分100分，考试用时75分钟。

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. 2025年9月3日，纪念中国人民抗日战争暨世界反法西斯战争胜利80周年大会在北京隆重举行。如题1图所示为接受检阅的歼-10C梯队，假设歼-10C在空中水平飞行，受到重力、水平向右的推进力、竖直向上的升力、水平向左的阻力，则有关歼-10C，下列说法正确的是



题1图

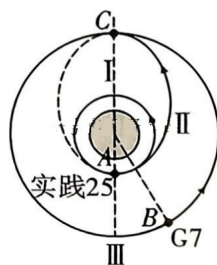
- A. 水平向右匀速飞行过程中，歼-10C的重力冲量为零
- B. 水平向右匀速飞行过程中，歼-10C的重力做功为零
- C. 水平向右加速飞行过程中，歼-10C的飞行员处于超重状态
- D. 水平向右加速飞行过程中，歼-10C对空气的作用力小于空气对歼-10C的作用力

2. 某聚变反应为氘核 ${}^2_1\text{H}$ 和氚核 ${}^3_1\text{H}$ 在高温高压下聚变生成氦核 ${}^4_2\text{He}$ 和一个未知粒子，并释放巨大能量。已知氘核 ${}^2_1\text{H}$ 的质量为 $m_1$ ，氚核 ${}^3_1\text{H}$ 的质量为 $m_2$ ，氦核 ${}^4_2\text{He}$ 的质量为 $m_3$ ，未知粒子的质量为 $m_4$ 。下列说法正确的是

- A. 聚变生成物中的未知粒子是质子
- B. 聚变生成物中的氦核 ${}^4_2\text{He}$ ，核内有2个核子
- C. 反应物和生成物的质量关系是 $m_1+m_2=m_3+m_4$
- D. 氦核 ${}^4_2\text{He}$ 的比结合能大于氚核 ${}^3_1\text{H}$ 的比结合能

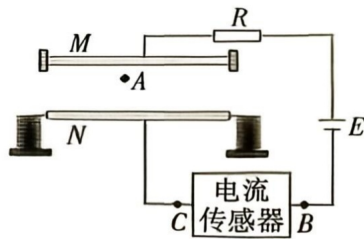
3. 2025年2月20日凌晨3点，我国“实践25”号卫星与位于地球静止轨道的北斗“G7”卫星完成对接，并进行燃料补加，对人类航天事业具有重要意义。其过程示意图如题3图所示，已知地球的自转周期为 $T$ ，“实践25”和“G7”卫星的运行轨道I、III均为圆轨道，“实践25”的转移轨道II与I、III分别相切于A、C两点，下列说法正确的是

- A. “实践25”沿转移轨道II，无动力由A点运动至C点过程中，其机械能不变
- B. “实践25”沿转移轨道II，无动力由A点第一次运动至C点所用时间为 $\frac{T}{2}$
- C. “实践25”沿转移轨道II无动力运动时，任意位置的速率均大于其在轨道I运动的速率
- D. 若要“实践25”与“G7”在C点实现对接，则“实践25”在C点变轨时，应减速才能从轨道II进入轨道III



题3图

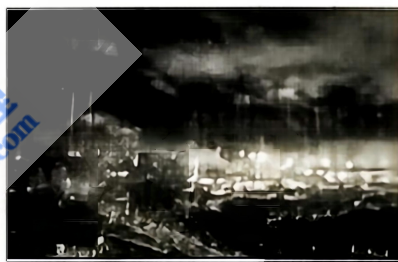
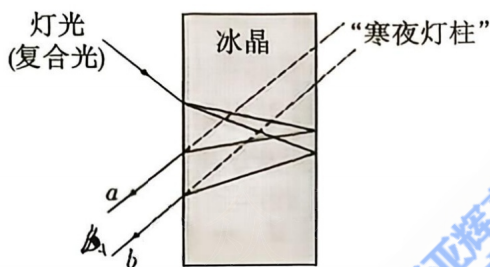
4. 一款 2D 电子计步器的原理图可以简化如题 4 图，平行板电容器的极板  $M$  固定，极板  $N$  与设备上的两个轻弹簧连接，极板  $N$  与弹簧间绝缘。设备完成一次周期性振动，电流传感器显示电流变化一个周期，才能实现一次记步。设  $N$  板电势为 0，关于该计步器，下列说法正确的是



题 4 图

- A. 极板  $N$  向极板  $M$  运动的过程中，电流从左向右流经  $R$
- B. 极板  $N$  向极板  $M$  运动的过程中，固定在电容器中  $A$  点的负点电荷电势能逐渐变小
- C. 极板  $N$  向极板  $M$  运动的过程中，固定在电容器中  $A$  点的负点电荷所受电场力逐渐变大
- D. 将保护电阻  $R$  换成理想二极管， $N$  极板振动过程中，电流也能周期性变化，从而实现准确计步

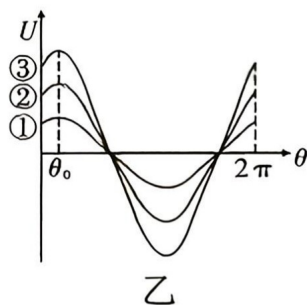
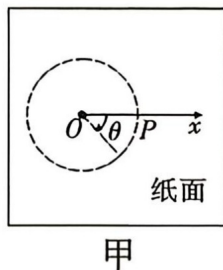
5. 2024 年 12 月 13 日晚，一道道“寒夜灯柱”在我国新疆克拉玛依市区上空闪现，与城市灯火交相辉映，美不胜收。“寒夜灯柱”是因大气中的冰晶反射灯光而形成。一束复合光从左侧界面折射进入长方体冰晶，现考虑其中两束单色光  $a$ 、 $b$ ，冰晶对这两种光的折射率分别为  $n_a$ 、 $n_b$ ，其光路图如题 5 图所示。下列说法正确的是



题 5 图

- A.  $n_a < n_b$
- B. 用同一装置做单缝衍射实验， $a$  光中央条纹宽度比  $b$  光中央条纹宽度小
- C. 逐渐增加复合光在左侧界面的入射角（小于  $90^\circ$ ），在冰晶的右侧面， $a$  光先发生全反射
- D. 若  $a$  光能使某金属发生光电效应，则  $b$  光也一定能使该金属发生光电效应

6. 为了研究某平行于纸面的匀强电场，某同学进行了如下操作：取电场内某一位置为坐标原点  $O$  建立  $x$  轴，选取  $x$  轴上到  $O$  点距离为  $r$  的  $P$  点，以  $O$  为圆心、 $r$  为半径作圆，如题 6 图甲所示，从  $P$  点起沿圆周顺时针测量圆上各点与  $O$  的电势差  $U$  和转过的角度  $\theta$ ，可以用此数据绘制  $U-\theta$  图，当半径  $r$  分别取  $r_0$ 、 $2r_0$ 、 $3r_0$  时，绘制出如题 6 图乙中所示的三条曲线，三条



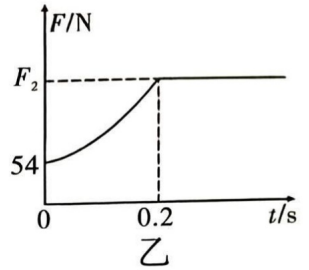
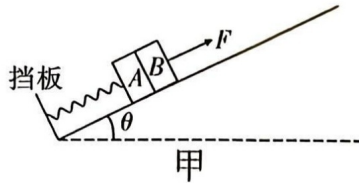
题 6 图

曲线均在  $\theta = \theta_0$  时达到电势差的最大值，最大值分别为  $U_0$ 、 $2U_0$ 、 $3U_0$ ，下列说法正确的是

- A. 电场方向沿  $x$  轴负方向
- B. 电场强度的大小为  $\frac{U_0}{3r_0}$
- C. 曲线③对应的  $r$  取值为  $r_0$
- D. 曲线①中， $\theta = 0$  时， $U = U_0 \cos \theta_0$

7. 如题 7 图甲所示, 与水平面夹角  $\theta=37^\circ$  的粗糙斜面上, 放着可视为质点的 A、B 两物块, 质量分别为  $m_A=1\text{kg}$  和  $m_B=5\text{kg}$ 。轻弹簧一端与物块 A 相连, 另一端与挡板相连。未施加拉力  $F$  时, A、B 两物块恰好不下滑。从  $t=0$  时刻开始, 对 B 施加一沿斜面向上的力  $F$  使物块 B 沿斜面向上做匀加速运动, 力  $F$  随时间变化如题 7 图乙, 已知两物块与斜面的动摩擦因数均为 0.5, 设最大静摩擦力与滑动摩擦力相等,  $g$  取  $10\text{m/s}^2$ , 已知  $\sin 37^\circ=0.6$ ,  $\cos 37^\circ=0.8$ 。下列说法正确的是

- A. 乙图中  $F_2=95\text{N}$
- B. 弹簧的劲度系数为  $25\text{N/m}$
- C.  $t=0$  到  $t=0.2\text{s}$  的过程中力  $F$  做的功为  $1.09\text{J}$
- D.  $t=0$  到 AB 分开的过程中, A 所受摩擦力做功为  $0.08\text{J}$



题 7 图

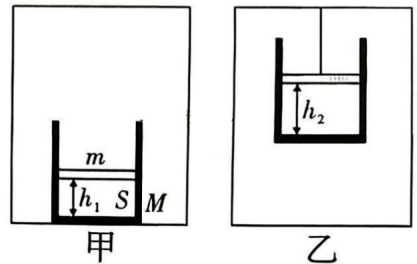
二、多项选择题: 本题共 3 小题, 每小题 5 分, 共 15 分。在每小题给出的四个选项中, 有多项符合题目要求。全部选对的得 5 分, 选对但不全的得 3 分, 有错选的得 0 分。

8. 重庆长江索道被誉为“万里长江第一条空中走廊”和“山城空中公共汽车”。风力持续作用于轿厢形成周期性驱动力, 轿厢在驱动力作用下做近似简谐运动的横向摆动。设某次摆动中, 轿厢重心相对于平衡位置的位移  $x$  随时间  $t$  变化的关系为  $x=5\cos\left(2\pi t+\frac{\pi}{3}\right)\text{cm}$ 。已知索道系统的固有频率为

0.8Hz, 下列说法正确的是

- A. 轿厢在驱动力作用下摆动的周期为 1.0s
- B. 若风速变化导致驱动力频率变为 0.8Hz, 轿厢摆动幅度增大
- C.  $t=0$  时, 轿厢正处于平衡位置且向正方向运动
- D. 轿厢在摆动中任意四分之一周期内通过的路程一定为 5cm

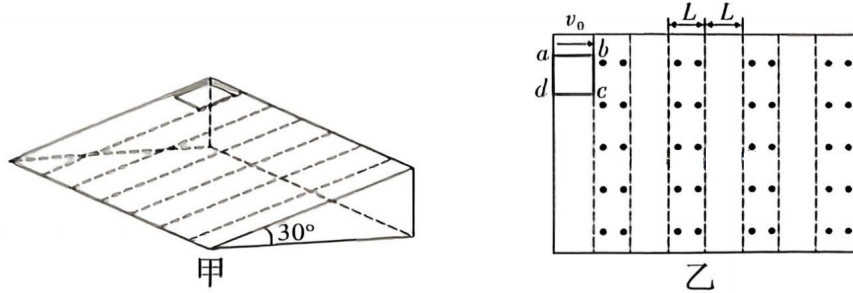
9. 在电梯的轿厢中, 有一质量  $M=10\text{kg}$ , 内部横截面积  $S=100\text{cm}^2$  的汽缸, 现用一个质量  $m=10\text{kg}$  的活塞封闭了一定质量的理想气体。初始时, 汽缸静置在轿厢底部, 气柱高度  $h_1=16\text{cm}$ , 如题 9 图甲所示。若用绳子连接活塞将汽缸悬挂在轿厢的顶部, 轿厢以加速度  $a$  匀加速上升达到稳定时气柱高度  $h_2=20\text{cm}$ , 如题 9 图乙所示。已知大气压强  $p_0=1.0\times 10^5\text{Pa}$ , 轿厢内温度不变, 汽缸导热性能良好且不计活塞与汽缸壁间的摩擦, 重力加速度  $g$  取  $10\text{m/s}^2$ 。下列说法正确的是



题 9 图

- A. 图甲静止状态下, 汽缸内气体的压强  $p_1=1.1\times 10^5\text{Pa}$
- B. 图乙轿厢加速运动时, 汽缸内气体的压强  $p_2=8.8\times 10^4\text{Pa}$
- C. 图乙轿厢加速运动时, 加速度的大小为  $a=22\text{m/s}^2$
- D. 图乙轿厢加速运动时, 加速度的大小为  $a=2\text{m/s}^2$

10. 如题 10 图甲所示，在倾角为  $30^\circ$  的光滑斜面上，存在与斜面垂直向上的条状匀强磁场区域，磁场的宽度为  $L$ ，相邻条状磁场的间距也为  $L$ 。一质量为  $m$ 、边长为  $L$  的单匝正方形线圈  $abcd$  以与斜面底边平行的初速度  $v_0$  水平抛出， $bc$  边与磁场边界平行，如题 10 图乙所示。已知线圈电阻  $R = \frac{60B^2L^3}{7mv_0}$ ，斜面的宽度足够大、斜面足够长、磁场区域的数量足够多，重力加速度为  $g$ 。下列说法正确的是

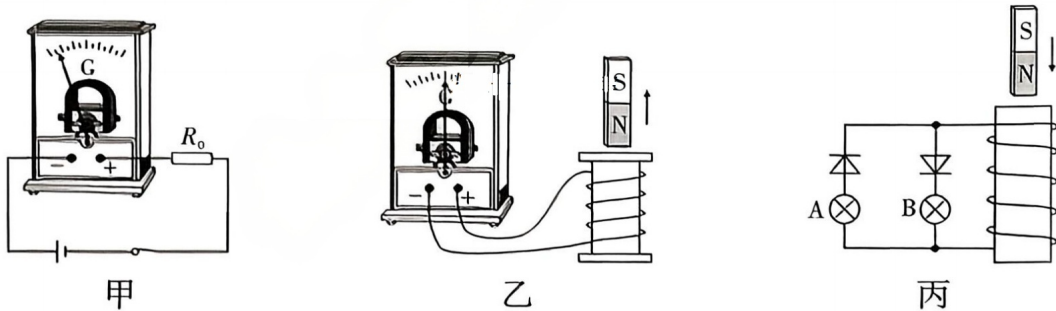


题 10 图

- A. 线圈中的电流方向为先沿  $abcd$  再沿  $adcba$ ，交替进行  
 B. 线圈的  $bc$  边刚进入第二个条状磁场区域时，加速度大小为  $\frac{161v_0^2}{1800L}$   
 C. 全过程线圈产生的热量为  $\frac{1}{2}mv_0^2$   
 D. 线圈最多穿过 8 个条状磁场区域

三、非选择题：本题共 5 小题，共 57 分。

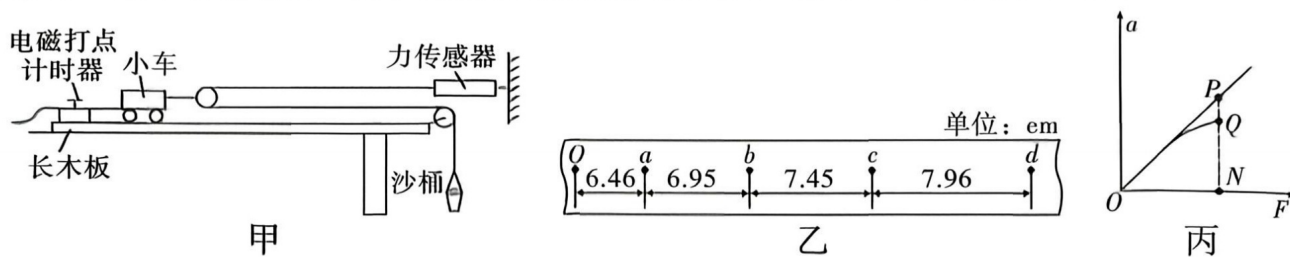
11. (6 分) “诚勤立达” 学习小组的同学们正在探究 “影响感应电流方向的因素”。



题 11 图

- (1) 同学们先按照题 11 图甲连接电路，不通电时，电流计指针停在正中央。当闭合开关时，观察到电流计指针向左偏。该步骤是为了判断\_\_\_\_\_。
- (2) 接着按照题 11 图乙组装实验装置，将条形磁铁从线圈中拔出的过程中，我们可以观察到电流计的指针\_\_\_\_\_ (填 “向左” “向右” 或 “不”) 偏转。
- (3) 为了进一步探究实验规律，该小组的同学们连接了如题 11 图丙所示的实验电路，将条形磁铁向下插入线圈 (未穿出) 的过程中，观察到的实验现象是\_\_\_\_\_。
- A. 灯泡 A、B 均不发光  
 B. 灯泡 A、B 交替发光  
 C. 灯泡 A 发光，灯泡 B 不发光  
 D. 灯泡 B 发光，灯泡 A 不发光

12. (9分) 某小组利用题 12 图甲所示的装置完成实验：探究加速度与力、质量的关系。



题 12 图

(1) 关于本实验的操作，下列说法正确的一项是\_\_\_\_\_。

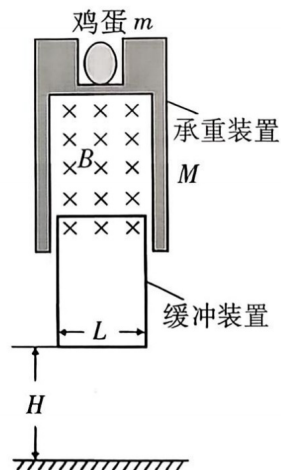
- A. 实验时打点计时器应接 220V 的交流电源
- B. 实验时应先释放小车后接通电源
- C. 实验时应调节连接小车的细绳与长木板平行
- D. 小车质量应远大于沙桶的质量

(2) 某次实验时得到的纸带如题 12 图乙所示，已知相邻两计数点间还有 4 个点未画出，电源的频率为 50Hz，则小车的加速度大小  $a = \underline{\hspace{2cm}}$   $\text{m/s}^2$ ；若本次实验时力传感器的示数为 1.8N，重力加速度  $g$  取  $10\text{m/s}^2$ ，则沙桶的总质量  $m = \underline{\hspace{2cm}}$   $\text{kg}$  (结果均保留 2 位有效数字)。

(3) 另一小组由于操作不慎，导致力传感器损坏，于是该小组转换思路重新进行实验。平衡小车摩擦后，保持小车质量不变，以沙桶与沙总重力的 2 倍为小车的合外力  $F$ ，通过改变沙桶中沙的质量，得到了题 12 图丙中的曲线图像，一位同学利用最初的几组数据拟合了一条直线图像。如图所示，作一条与纵轴平行的虚线，与这两条图线及横轴的交点分别为  $P$ 、 $Q$ 、 $N$ ，若此虚线对应的小车质量为  $M$ ，沙桶与沙的总质量为  $m$ ，则  $\frac{PN}{QN} = \underline{\hspace{2cm}}$  (用  $M$ 、 $m$  表示)。

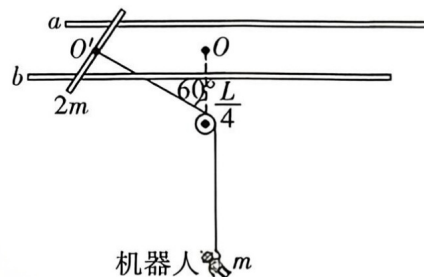
13. (10分) 亲爱的同学，还记得“保护鸡蛋”的活动吗？在活动方案中，某兴趣小组利用“电磁阻尼”来设计着地缓冲装置，简化的结构原理如题 13 图所示。承重装置和鸡蛋的质量分别为  $M$  和  $m$ ，其内部区域存在着磁感应强度大小为  $B$  的匀强磁场；缓冲装置是匝数为  $N$  的刚性线圈，线圈的总电阻为  $R$ 、宽度为  $L$ 。现将两装置在距离地面高度为  $H$  处同时自由释放，观察到刚性线圈落地后立即静止不动，同时承重装置和鸡蛋立即做减速运动，两装置始终处于竖直状态，忽略空气阻力和一切摩擦，重力加速度取  $g$ 。

- (1) 求落地后瞬间，线圈产生的感应电动势大小；
- (2) 若承重装置与缓冲装置接触前已经做匀速运动，求承重装置匀速运动速度的大小；
- (3) 该兴趣小组若能成功保护鸡蛋，则承重装置与缓冲装置接触前，鸡蛋至少要能承受多大的冲击力？



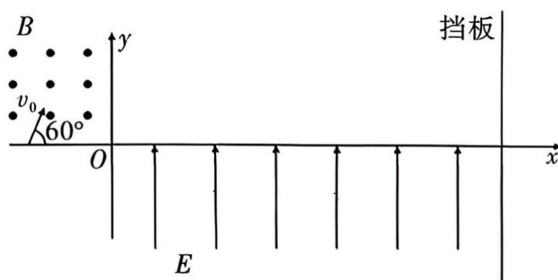
题 13 图

14. (14分) 重庆某机器人公司拟设计一个机器人杂技表演项目参加 2026 春晚选拔。如题 14 图所示,  $a$ 、 $b$  为固定在同一水平面的两条光滑平行轨道, 垂直轨道放置质量为  $2m$  的滑杆, 滑杆用总长度为  $L$  的轻绳与质量为  $m$  的机器人相连。初始时, 轻绳跨过  $O$  点 (轨道平面内) 正下方  $\frac{L}{4}$  处的光滑定滑轮。表演开始时, 用外力缓慢向左拉动滑杆, 当滑轮上方细绳与竖直方向的夹角为  $60^\circ$  时, 撤去外力, 滑杆向右运动, 绳与滑杆的中心  $O'$  相连, 机器人可视为质点, 机器人、滑轮、 $O'$  点以及  $O$  点始终在同一竖直平面内, 不计空气阻力, 轻绳不可伸长, 重力加速度为  $g$ 。求:
- (1) 滑杆滑至  $O$  点时的速度大小;
  - (2) 滑杆滑至  $O$  点右侧后, 求机器人离平行轨道平面的最小距离;
  - (3) 滑杆滑至  $O$  点右侧后, 机器人的最大速率。



题 14 图

15. (18分) 如题 15 图所示, 竖直面内有平面直角坐标系, 坐标系的第二象限存在匀强电场  $E_0$  (未知) 和垂直于平面向外的匀强磁场  $B$  (大小未知)、第四象限存在沿  $+y$  方向的匀强电场  $E$  (大小未知)。一质量为  $m$ 、带正电的小球 (电量为  $q$ ) 从  $x$  轴上某位置以初速度  $v_0$  抛出, 速度与  $x$  轴正方向的夹角为  $60^\circ$ , 小球做匀速圆周运动并水平击中  $y$  轴上  $\frac{9v_0^2}{32g}$  处, 此后撤去第二象限的电场和磁场。在  $x = \frac{9v_0^2}{g}$  处有一垂直于  $x$  轴的足够大的挡板, 小球与挡板碰撞后 (碰撞前后小球质量、电量不变) 水平速度变为原来的  $\frac{1}{2}$ , 竖直速度不变。已知重力加速度为  $g$ , 不计空气阻力, 求:
- (1) 匀强电场  $E_0$  的大小和匀强磁场  $B$  的大小;
  - (2) 要使小球垂直击中挡板, 匀强电场  $E$  的大小;
  - (3) 要使小球能两次通过  $x$  轴上  $\frac{6v_0^2}{g}$  处, 满足条件的电场强度  $E$  的可能值。



题 15 图

# 物理参考答案

选择题：共 10 小题，共 43 分。在每小题给出的四个选项中，第 1~7 题只有一项符合题目要求，每小题 4 分；第 8~10 题有多项符合题目要求，每小题 5 分，全部选对的给 5 分，选对但不全的给 3 分，有选错的给 0 分。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	B	D	A	C	B	D	C	AB	ABD	AC

## 【解析】

1. 根据冲量的定义，重力为恒力，时间不为 0，故重力的冲量不为 0，故 A 错误。歼-10C 水平飞行，在重力的方向没有位移，故重力所做功为 0，故 B 正确。歼-10C 水平向右加速飞行，竖直方向没有加速度，故飞行员不处于超重状态，故 C 错误。歼-10C 对空气的作用力与空气对歼-10C 的作用力为一对相互作用力，它们大小相等，故 D 错误。
2. 题目所述聚变反应为  ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ ，未知粒子为中子，故 A 错误。氦核  ${}^4_2\text{He}$ ，核内有两个质子和两个中子，共有 4 个核子，故 B 错误。比结合能是衡量原子核稳定性的重要指标，比结合能越大，原子核越稳定，氦核  ${}^4_2\text{He}$  是更稳定的原子核，其结合能也更大，故 D 正确。核反应中因质量亏损，总质量减少，即  $m_1 + m_2 > m_3 + m_4$ ，故 C 错误。
3. “实践 25”沿转移轨道 III 无动力到达 C 点，只受到万有引力作用，故机械能守恒，轨道为椭圆，由开普勒第三定律可得，该运动时间为  $\left(\frac{r_1 + r_2}{2r_2}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \frac{T}{2}$ ，故 A 正确，B 错误。在 C 变轨时需要加速，才能从轨道 III 进入轨道 II，椭圆上经过 C 的速度小于轨道 II 的速度，轨道 II 的速度又小于轨道 I 速度，故 C、D 错误。
4. 极板 N 向极板 M 运动的过程中，电容器充电，电流从右向左流经 R，故 A 错误。电容器电压不变，而板间距减小，A 点电势降低，场强变大，粒子所受电场力变大，故 B 错误，C 正确。将保护电阻 R 换成二极管后，电容器将不能放电，电流将不能周期变化，不能实现计步，故 D 错误。
5. 由光路图可知，a 光折射率大于 b 光折射率，故 A 错误。a 光波长小于 b 光波长，用同一装置做单缝衍射实验，a 光中央条纹宽度比 b 光中央条纹宽度小，故 B 正确。冰晶形状为

长方体，所以两光均不能在右侧面发生全反射，故 C 错误。 $a$  光能使某金属发生光电效应，而  $b$  光折射率小于  $a$  光折射率， $b$  光不一定能使该金属发生光电效应，故 D 错误。

6. 题目中所说电势差最大，表明该处直径与电场线平行，该静电场

可以用如图 1 的电场线和等势线表示，电场强度的大小为  $\frac{U_0}{r_0}$ ，

且曲线③对应的  $r$  取值为  $r_0$ ，故 A、B、C 错误。

$U_{P_0} = Er_0 \cos \theta_0 = U_0 \cos \theta_0$ ，故 D 正确。

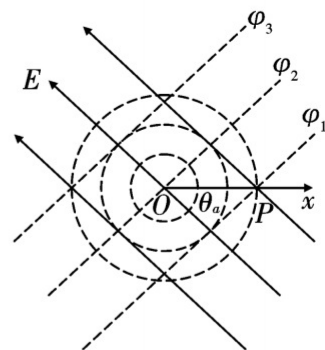


图 1

7. 未施加外力时， $A$ 、 $B$  恰好不下滑，对系统受力分析如图 2 甲，

由正交分解可得： $kx_1 + \mu(m_A + m_B)g \cos \theta = (m_A + m_B)g \sin \theta$ ， $x_1$  为此时弹簧的形变量，解得  $kx_1 = 12\text{N}$ ； $t = 0$  时， $F_1 = 54\text{N}$ ， $AB$  一起沿斜面向上匀加速直线运动，注意此时  $AB$  所受摩擦力沿斜面向下，受力分析如图乙，由正交分解可得：

$F_1 + kx_1 - (m_A + m_B)g \sin \theta - \mu(m_A + m_B)g \cos \theta = (m_A + m_B)a$ ，解得  $a = 1\text{m/s}^2$ ； $t = 0.2\text{s}$  时， $A$ 、 $B$  间无弹力，对  $B$  受力分析有：

$F_2 - m_B g \sin \theta - \mu m_B g \cos \theta = m_B a$ ，解得  $F_2 = 55\text{N}$ ，故 A 错误。对  $A$  受力分析有：

$kx_2 - m_A g \sin \theta - \mu m_A g \cos \theta = m_A a$ ， $x_2$  为  $AB$  刚分开时，弹簧的形变量，解得  $kx_2 = 11\text{N}$ ， $AB$  一起匀加速直线运动的位移  $x_0 = x_1 - x_2 = \frac{1}{2}at^2 = 0.02\text{m}$ ，解得

$k = 50\text{N/m}$ ，故 B 错误。 $t = 0 \sim t = 0.2\text{s}$  过程，外力  $F$  为变力，对  $AB$  分析可得，

$F + k(x_1 - x) - (m_A + m_B)g \sin \theta - \mu(m_A + m_B)g \cos \theta = (m_A + m_B)a$ ，解得： $F = 54 + kx$ ，可得

$F = \frac{54 + 55}{2} = 54.5\text{N}$ ，所以  $F$  做功  $W_F = 54.5 \times 0.02 = 1.09\text{J}$ ，故 C 正确。摩擦力对  $A$  做功为

负功， $W_f = -f_A x_A = -0.08\text{J}$ ，故 D 错误。

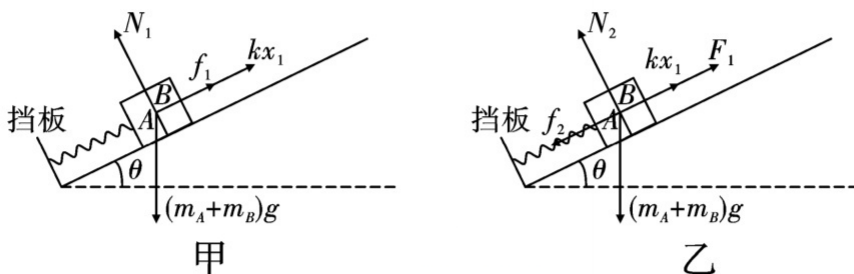


图 2

8. 由题，角频率  $\omega = 2\pi$ ，故周期  $T = 1.0\text{s}$ ，故 A 正确。驱动力频率等于系统固有频率时发生共振，振幅显著增大，故 B 正确。 $t = 0$  时， $x = 2.5\text{cm}$ ，不在平衡位置，故 C 错误。简谐运动中，仅从平衡位置或最大位移处开始计时的四分之一周期内路程才等于振幅，否则不等于，故 D 错误。

9. 初态静置时, 由活塞平衡, 有  $p_0S + mg = p_1S$ , 解得  $p_1 = 1.1 \times 10^5 \text{ Pa}$ , 故 A 正确。由玻意耳定律, 有  $p_1Sh_1 = p_2Sh_2$ , 解得  $p_2 = 8.8 \times 10^4 \text{ Pa}$ , 对汽缸, 由牛顿第二定律, 有  $p_0S - Mg - p_2S = Ma$ , 解得  $a = 2 \text{ m/s}^2$ , 故 B、D 正确, C 错误。

10. 线圈刚进入磁场时, 穿过线圈的磁通量增大, 由楞次定律可知, 感应电流的方向为顺时针  $abcd$ , 出磁场时电流方向为逆时针  $adcba$ , 故 A 正确。线圈在进入第一个条状匀强磁场的过程中对线圈水平分析, 由动量定理有  $I_{\text{安}} = -B\bar{I}_1L\Delta t_1 = mv_1 - mv_0$ , 其中

$$\bar{I}_1\Delta t_1 = \frac{\bar{E}_1}{R}\Delta t_1 = \frac{\Delta\Phi}{R} = \frac{BL^2}{R}, \text{ 代入 } R \text{ 解得 } I_{\text{安}} = \frac{3}{40}mv_0, \text{ 所以线圈进入磁场或离开磁场过程中安培力的冲量为 } I_{\text{安}} = \frac{7}{60}mv_0,$$

所以线圈刚进入第二个条状磁场时的速度为

$$v_2 = \frac{mv_0 - 2I_{\text{安}}}{m} = \frac{23}{30}v_0, \text{ 此时线圈中的电流为 } I = \frac{BLv_2}{R}, \text{ 对线圈在水平方向受力分析并结合牛顿第二定律有 } BIL = ma,$$

联立解得线圈刚进入第三个条状磁场区域时, 水平方向的

$$\text{加速度大小为 } a = \frac{161v_0^2}{1800L}, \text{ 沿斜面向下的加速度为 } g\sin 30^\circ, \text{ 因此合加速度不为 } \frac{161v_0^2}{1800L}, \text{ 故 B 错误。}$$

水平方向的速度最终减为 0, 由功能关系可知, 水平方向速度的减小是由于安培力作用的结果, 沿斜面方向的运动不产生感应电流, 所以线圈产生的热量为  $Q = \frac{1}{2}mv_0^2$ ,

故 C 正确。由题意可知, 线圈每通过一个条状磁场, 水平方向动量减小  $\frac{7}{30}mv_0$ , 所以线圈能够穿过条状磁场的个数为  $n = \frac{mv_0}{\frac{7}{30}mv_0} = \frac{30}{7} \approx 4.28$ , 所以线圈最多穿过 4 个条状磁场区域, 故 D 错误。

故 D 错误。

### 三、非选择题: 本题共 5 小题, 共 57 分。

11. (每空 2 分, 共 6 分)

(1) 本步骤是为了判断电流流入电表方向与电表指针偏转方向的关系

(2) 向左

(3) C

**【解析】** (1) 当闭合开关时, 观察到电流计指针向左偏。说明电流从左接线柱进入, 指针就向左偏。本步骤是为了判断电流流入电表方向与电表指针偏转方向的关系。

(2) 根据楞次定律可知，此时感应电流产生的磁场方向与原磁场（条形磁铁的磁场）方向相同，结合安培定则可确定此时螺线管中的电流方向，电流计的指针向左偏。

(3) 根据楞次定律可知，此时感应电流产生的磁场方向穿过线圈向上，结合安培定则可确定此时螺线管中的电流方向，由于二极管具有单向导电性，因此灯泡 A 发光，灯泡 B 不发光。故选 C。

12. (除特殊标注外，每空 2 分，共 9 分)

(1) C

(2) 0.50      0.20

(3)  $\frac{M+4m}{M}$  (3 分)

**【解析】**(1) 电磁打点计时器应接 8V 左右交流电源，故 A 错误。实验时应先接通电源后释放小车，故 B 错误。调节细绳与长木板平行，能保证小车受到的拉力为恒力，故 C 正确。本题有力传感器测拉力，不需要小车质量远大于沙桶质量，故 D 错误。

(2) 相邻两计数点间还有 4 个点未画出，可知相邻两计数点间时间间隔  $t = 5 \times \frac{1}{f} = 0.1\text{s}$ ，

逐差法可知  $a = \frac{x_{bd} - x_{ob}}{4t^2} = \frac{7.45 + 7.96 - 6.95 - 6.46}{4 \times 0.1^2} \times 10^{-2} \text{m/s}^2 = 0.50 \text{m/s}^2$ ，对沙桶有

$mg - F = m \times 2a$ ，其中  $F = 1.8\text{N}$ ，联立解得  $m = 0.20\text{kg}$ 。

(3) 对小车和沙桶进行分析，近似认为沙桶总重力等于小车和砝码所受的合力，根据牛顿第二定律有  $a_p = \frac{2mg}{M}$ ，小车质量不变，对沙桶有  $mg - F = m \times 2a_Q$ ，对小车，根据牛顿

第二定律有  $2F = Ma_Q$ ，解得  $a_Q = \frac{2mg}{M+4m}$ ，则  $\frac{PN}{QN} = \frac{a_p}{a_Q} = \frac{M+4m}{M}$ 。

13. (10 分)

(1) 系统由 H 处自由下落，有

$$2gH = v_1^2 \quad \text{①}$$

承重装置向下运动，缓冲装置的刚性线圈切割磁感线，有

$$E_1 = NBLv_1 \quad \text{②}$$

$$\text{解得： } E_1 = NBL\sqrt{2gH} \quad \text{③}$$

(2) 承重装置匀速运动, 有

$$(M + m)g = NBI_1L \quad \text{④}$$

结合欧姆定律

$$I_1 = \frac{NBLv_2}{R} \quad \text{⑤}$$

$$\text{解得: } v_2 = \frac{(M + m)gR}{N^2 B^2 L^2} \quad \text{⑥}$$

(3) 分析可知, 缓冲装置刚着地时, 承重装置与鸡蛋具有最大的向上加速度, 此时鸡蛋受到的冲击力最大, 对承重装置和鸡蛋有

$$F_{\text{安}} - (M + m)g = (M + m)a \quad \text{⑦}$$

对鸡蛋有

$$N - mg = ma \quad \text{⑧}$$

$$\text{结合: } F_{\text{安}} = NBI_0L, \quad I_0 = \frac{E_0}{R}, \quad E_0 = NBL\sqrt{2gH} \quad \text{⑨}$$

$$\text{解得: } N = \frac{mN^2 B^2 L^2}{(M + m)R} \sqrt{2gH} \quad \text{⑩}$$

评分标准: 本题共 10 分。正确得出①~⑩式各给 1 分。

14. (14 分)

解: (1) 滑杆滑至  $O$  点时, 其竖直方向速度为 0, 所以机器人的速度为 0, 二者组成的系统机械能守恒, 有

$$mg \left( \frac{\frac{L}{4}}{\cos 60^\circ} - \frac{L}{4} \right) = \frac{1}{2} \times 2m \cdot v^2 \quad \text{①}$$

$$\text{解得 } v = \frac{\sqrt{gl}}{2} \quad \text{②}$$

(2) 滑杆滑至  $O$  点右侧后, 当二者水平方向速度相等时, 机器人离平行轨道的距离最小, 设其为  $d$ , 对于滑杆和机器人组成的系统, 根据系统水平方向动量守恒

$$2mv = (m + 2m)v_{\text{共}} \quad \text{③}$$

根据机械能守恒有

$$\frac{1}{2} \times 2m \cdot v^2 = \frac{1}{2} (m + 2m)v_{\text{共}}^2 + mg(L - d) \quad \text{④}$$

$$\text{解得: } d = \frac{11}{12}L \quad \text{⑤}$$

(3) 当机器人再次到最低点时速度最大, 在最低点, 动量和动能守恒

$$2mv = 2mv_1 + mv_2 \quad (6)$$

$$\frac{1}{2} \cdot 2mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 2mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_2^2 \quad (7)$$

$$\text{解得: } v_2 = \frac{4v}{3} = \frac{2\sqrt{gL}}{3}, \text{ 即机器人的最大速率为 } \frac{2\sqrt{gL}}{3} \quad (8)$$

评分标准: 本题共 14 分。正确得出②、⑤式各给 1 分, 其余各式各给 2 分。

15. (18 分)

解: (1) 小球做匀速圆周运动, 所以

$$mg = qE_0 \quad (1)$$

$$E_0 = \frac{mg}{q} \quad (2)$$

$$qBv_0 = \frac{mv_0^2}{r}$$

由几何关系可知小球在第二象限的偏转角为  $60^\circ$ ,  $y$  轴击中点到原点的距离为  $\frac{r}{2}$ , 所以

$$\frac{1}{2} \frac{mv_0}{qB} = \frac{9v_0^2}{32g} \quad (3)$$

$$\text{解得: } B = \frac{16mg}{9qv_0} \quad (4)$$

(2) 小球从  $y$  轴击中点做平抛运动

$$\frac{9v_0^2}{32g} = \frac{gt_0^2}{2} \quad (5)$$

$$\text{解得: } t_0 = \frac{3v_0}{4g}, \text{ 竖直方向速度 } v_y = gt_0 = \frac{3v_0}{4} \quad (6)$$

分解小球的运动可知: 沿  $x$  方向匀速、 $y$  方向来回运动并不断重复, 是一个周期性的运动。

所以要使小球垂直击中挡板, 在一象限最高点或四象限最低点, 故

$$t = N \left( \frac{3v_0/4}{g} + \frac{3v_0/4}{a} \right) = \frac{9v_0^2/g}{v_0} (N=1, 2, 3, \dots) \quad (7)$$

$$\text{又 } qE - mg = ma \quad (8)$$

$$\text{解得: } E = \frac{12mg}{(12-N)q} (1 \leq N \leq 11) \quad (9)$$

(3) 小球从  $y$  轴击中点做平抛运动, 在  $x$  轴上的水平距离为  $x_0 = v_0 t_0 = \frac{3v_0^2}{4g}$ , 小球两次通

过点  $\left(\frac{6v_0^2}{g}, 0\right)$ , 即反弹前、后均通过  $(8x_0, 0)$ , 挡板位置在  $(12x_0, 0)$  处, 小球的运动可认

为有周期性, 设反弹前轨迹相邻两最高点 (或最低点) 之间距离为  $\Delta x$ , 时间为  $T$ , 反弹

前从上往下通过该点应满足: I:  $\frac{8x_0 - x_0}{v_0} = n_1 T$ ; 从下往上通过该点应满足: II:

$$\frac{8x_0 + x_0}{v_0} = n_1 T; \quad (n_1 = 1, 2, 3, \dots)$$

反弹后的轨迹可视为速率变化但继续向前的运动, 水平速度大小变为原来的  $\frac{1}{2}$ , 竖直速

度不变, 故轨迹相邻两最高点 (或最低点) 之间的距离变化, 但周期仍为  $T$ , 相当于要运

动至  $(16x_0, 0)$ , 反弹后从上往下通过该点应满足: III:  $\frac{12x_0 - x_0}{v_0} + \frac{4x_0}{v_0/2} = n_2 T$ ; 从下往上

通过该点应满足: IV:  $\frac{12x_0 + x_0}{v_0} + \frac{4x_0}{v_0/2} = n_2 T; \quad (n_2 = 1, 2, 3, \dots)$

以下讨论四种情况:

(一) 反弹前从上往下 I, 反弹后从上往下 III, 得:  $\frac{n_1}{n_2} = \frac{7}{19}$ , 要使  $n_1, n_2$  均取正整数,

需  $n_1 = 7, 14, 21, \dots$ , 又  $\Delta x = \frac{7x_0}{n_1} > 2x_0$ , 故无解

(二) 反弹前从上往下 I, 反弹后从下往上 IV, 得:  $\frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{3}$ , 要使  $n_1, n_2$  均取正整数, 需

$n_1 = 1, 2, 3, \dots$ , 又  $\Delta x = \frac{7x_0}{n_1} > 2x_0$ , 故:

$$n_1 = 1, n_2 = 3: \quad \Delta x = v_0 T = v_0 \left( 2 \frac{3v_0/4}{g} + 2 \frac{3v_0/4}{\frac{qE}{m} - g} \right) = 7x_0, \quad \text{得: } E = \frac{7mg}{5q} \quad \textcircled{10}$$

(如图 3 所示)

$$n_1 = 2, n_2 = 6: \quad \Delta x = v_0 T = v_0 \left( 2 \frac{3v_0/4}{g} + 2 \frac{3v_0/4}{\frac{qE}{m} - g} \right) = \frac{7x_0}{2}, \quad \text{得: } E = \frac{7mg}{3q} \quad \textcircled{11}$$

$$n_1 = 3, n_2 = 9: \Delta x = v_0 T = v_0 \left( 2 \frac{3v_0/4}{g} + 2 \frac{3v_0/4}{\frac{qE}{m} - g} \right) = \frac{7x_0}{3}, \text{ 得: } E = \frac{7mg}{q} \quad (12)$$

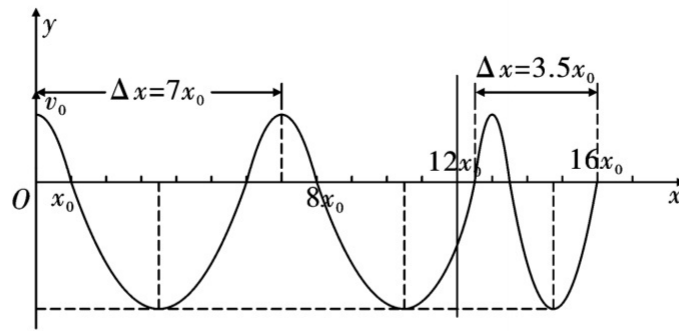


图3

(三) 反弹前从下往上II, 反弹后从上往下III, 得:  $\frac{n_1}{n_2} = \frac{9}{19}$ , 要使  $n_1, n_2$  均取正整数,

需  $n_1 = 9, 18, 27, \dots$ , 又  $\Delta x = \frac{9x_0}{n_1} > 2x_0$ , 故无解

(四) 反弹前从下往上II, 反弹后从下往上IV, 得:  $\frac{n_1}{n_2} = \frac{3}{7}$ , 要使  $n_1, n_2$  均取正整数, 需

$n_1 = 3, 6, 9, \dots$ , 又  $\Delta x = \frac{9x_0}{n_1} > 2x_0$ , 故:  $n_1 = 3, n_2 = 7$ ,

$$\Delta x = v_0 T = v_0 \left( 2 \frac{3v_0/4}{g} + 2 \frac{3v_0/4}{\frac{qE}{m} - g} \right) = \frac{9x_0}{3},$$

得:  $E = \frac{3mg}{q}$  (如图4所示) (13)

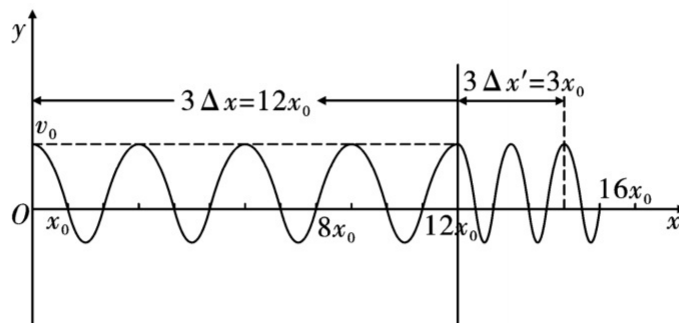


图4

综上所述:  $E$  可取  $\frac{7mg}{5q}, \frac{7mg}{3q}, \frac{7mg}{q}, \frac{3mg}{q}$

评分标准: 本题共 18 分。正确得出⑦、⑩、⑪、⑫、⑬式各给 2 分, 其余各式各给 1 分。