

1. A s 、 m 、 K 均为国际单位制基本单位, g 不是国际单位制基本单位, 故 A 符合题意。

2. A 分析铅球运动的距离, 铅球的形状、大小可以忽略不计, 可以把铅球视为质点, 故 A 正确; B、C、D 三个选项的情境中都需要分析运动员的形态和动作, 所以运动员的形状、大小不可忽略不计, 不能把运动员视为质点, 故 B、C、D 错误。

3. C 普朗克引入能量子的概念, 得出了同实验相符的黑体辐射公式, 而光子概念是爱因斯坦为解释光电效应所提出的, 故 A 错误; 光电效应揭示了光的粒子性, 故 B 错误; 放射性元素衰变的快慢由核内部自身因素决定, 不受温度、外界压强的影响, 故 C 正确; 用 γ 射线照射食品可以杀死食品表面的虫卵和细菌, 抑制发芽和腐烂, 延长食品的保存时间, 所以用 γ 射线照射过的食品是安全的, 可以食用, 故 D 错误。

4. A “饮水小鸭”“喝”完一口水后, 直立起来, 直立一会儿, 又会慢慢俯下身去, 再“喝”一口, 如此循环往复, “饮水小鸭”玩具需要借助水的不断蒸发, 才能持续工作下去, 水蒸发吸收周围空气的热量, 不违背能量守恒定律, 故 A 正确; 迅速下压活塞, 活塞压缩空气做功, 机械能转化为内能, 使硝化棉被点燃, 故 B 错误; 红墨水在清水中的扩散现象本质是分子的热运动, 分子的热运动与温度有关, 温度越高分子运动得越剧烈, 则扩散的快慢与温度有关, 故 C 错误; 冰箱内低温食品的热量不可能自发地传到冰箱外高温的空气中, 冰箱内部温度降低是因为压缩机的工作, 同时消耗了电能, 故 D 错误。

5. C 铁质圆柱无法将磁场屏蔽, 内部有磁场, 即铁质圆柱内部磁感应强度不为零, 磁场是辐向分布, 穿过线圈的磁通量不是始终为零, 故 A、B 错误; 线圈中通电流时, 线圈受到安培力的作用使线圈转动, 螺旋弹簧被扭紧, 产生阻碍线圈转动的弹力, 随着线圈转动幅度增加, 弹簧形变量增加, 使其弹力增加, 当弹力与安培力平衡时线圈停止转动, 故 C 正确, D 错误。

易错提醒 铁质圆柱可以屏蔽电场, 不是磁场, 注意区分。

6. D 锯条上有许多尖端, 所以锯条附近的电场强度大于金属片附近的电场强度, 故烟尘在向某极运动过程中受到的电场力不是恒力, 烟尘不是做匀加速运动, 故 A 错误; 金属片带正电, 锯条带负电, 场强方向由金属片指向锯条, 故 B 错误; 锯条尖端处存在强电场, 使空气电离而产生负离子和正离子, 负离子碰到烟尘微粒使它带负电, 带负电微粒在电场力作用下向正极运动, 吸附在金属片上, 故 C 错误; 烟尘在运动过程中电场力对烟尘做正功, 烟尘的电势能减小, 故 D 正确。

易错提醒 被电离的是空气, 不是烟尘颗粒, 烟尘颗粒是因为接触负离子而带电, 注意不要混淆。

7. D 太空电梯沿缆绳匀速运动, 同时太空电梯绕地球转动, 所以其运动状态一定不是匀速直线运动或静止, 所以电梯内的物体受力不平衡, 故 A 错误; 配重空间站的角速度与同步空间站相同, 轨迹半径更大, 根据 $F_n = m\omega^2 r$, 同一宇航员在配重空间站所需的向心力更大, 宇航员在同步卫星轨道, 万有引力刚好提供所需的向心力, 而宇航员在配重空间站内, 万有引力不足以提供宇航员做圆周运动所需的向心力, 所以宇航员在配重空间站时需要受到空间站的作用力, 故 B 错误; 同理, 从太空电梯向外自由释放一物块, 由于万有引力大于所需的向心力, 则物块会一边朝 P 点转动的方向向前运动一边落向地球, 做近心运动, 故 C 错误; 若两

空间站之间缆绳断裂, 则配重空间站受到的万有引力小于所需的向心力, 配重空间站将做离心运动, 故 D 正确。

8. D 卡通玩具悬停在空中, 可知水柱对玩具底部的作用力与玩具重力是一对平衡力, 所以水柱对玩具底部的作用力大小等于玩具重力, 故 A、B 正确, 不满足题意要求; 喷泉单位时间内喷出的水质量为 $\Delta m = \frac{\rho S v_0 t}{t} = \rho v_0 S$, 故 C 正确, 不满足题意要求;

设玩具悬停时底面相对于喷口的高度为 h , 水从喷口喷出后到达玩具底面时的速度大小为 v , 对于 Δt 时间内喷出的水, 由能量守恒得 $\frac{1}{2} m_0 v^2 + m_0 g h = \frac{1}{2} m_0 v_0^2$, Δt 时间内喷射到玩具底面的水沿竖直方向的动量变化量的大小为 $\Delta p = m_0 v$ (其中 $m_0 = \rho S v_0 \Delta t$), 设水对玩具的作用力的大小为 F , 根据动量定理有 $F \Delta t = \Delta p$, 由于玩具在空中悬停, 由平衡条件有 $F = Mg$, 联立可得 $h = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{M^2 g}{2\rho^2 v_0^2 S^2}$, 故 D 错误, 满足题意要求。

9. C 把小球的速度分解到沿斜面方向和垂直斜面方向, 则沿斜面方向的速度小于物块的速度, 若斜面光滑, 则小球和物块沿斜面方向的加速度相同, 则不可能在 P 点相遇, 所以斜面不可能光滑, A 错误; 可以画出与斜面平行的轨迹切线, 切点即小球离斜面最远的位置, 此时小球的速度方向与斜面平行, 即竖直方向速度不为零, 还没运动到最高点, B 错误; 物块和小球在斜面上的 P 点相遇, 说明两者沿斜面方向的平均速度相同, 又根据 $\bar{v} = \frac{v_{初} + v_{末}}{2}$, 物块沿斜面方向的初速度大, 则物块的末速度小于小球的末速度, 又小球在垂直于斜面方向还有速度, 故小球的速度大于物块的速度, 故小球的动能大于物块的动能, C 正确; 小球和物块初、末位置相同, 则高度差相等, 而重力相等, 则重力做功相等, 时间又相同, 所以小球和物块到达 P 点过程中克服重力做功的平均功率相等, D 错误。

方法技巧 本题的 A、C 选项需要用运动的分解来分析问题, 把小球的速度和加速度分解到沿斜面方向和垂直斜面方向, 而小物块只有沿斜面方向的运动, 再利用相遇分析两者加速度大小。

一题多解 本题 C 选项亦可从能量守恒角度分析, 小球从 O 到 P 过程机械能守恒, 而物块从 O 到 P 有阻力做负功, 机械能减小, 又重力势能相同, 故在 P 点时小球动能更大。

10. B 设每个正方形的边长为 a , 根据题意可知相邻两个离子之间的引力大小可表示为 $F = \frac{A}{a^2}$, M 所受扇形范围内的正、负离子对它的合力为 $F_M = 2 \frac{A}{a^2} \cos 45^\circ - \frac{A}{(\sqrt{2}a)^2} = \sqrt{2} F - \frac{F}{2} = \left(\sqrt{2} - \frac{1}{2}\right) F$, N 所受扇形范围内的正、负离子对它的合力为 $F_N = \frac{A}{a^2} - 2 \times \frac{A}{(\sqrt{2}a)^2} \cos 45^\circ = F - \frac{\sqrt{2}}{2} F = \left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right) F$, 故 A、C、D 错误, B 正确。

11. AD 单色光分别通过宽度不同的单缝后, 缝越小, 衍射现象越明显, 图(a)的衍射现象比图(b)更明显, 说明图(a)的单缝比图(b)窄, 故 A 正确; 形成图乙这种波形的原因是波源与介质存在相对运动, 左右两侧水波的波长和频率不同, 但波的传播速度取决于介质, 所以金属丝两侧水波传播速度一样大, 故 B 错误; 单摆的固有频率与摆长有关, 图丙中的摆球 5 的摆长与摆球 1 和 7 更接近, 与摆球 3 相差较大, 偏离平衡位置后释放, 在振动稳定后, 与其摆长最接近的摆球将获得最大的振幅, 故 C 错误; 探雷装

置和安检门都是利用涡流原理工作的,故 D 正确。

12. AD 重核裂变反应生成的中子被称为快中子,重核裂变反应需要的慢中子也叫热中子,故 A 错误;生成物的比结合能大于反应物的比结合能,故裂变反应产物 ${}_{36}^{92}\text{Kr}$ 的比结合能比 ${}_{92}^{235}\text{U}$ 大,故 B 正确;核反应方程应表现为中子轰击铀核,故不可简化,故 C 正确;核电站常用的慢化剂有石墨、重水和普通水,可以减慢中子的速度,而链式反应速率是由镉棒的插入深度来控制的,故 D 错误。

13. AC 质点的起振方向一定与振源的起振方向相同,则 S_2 处质点的起振方向与 S_1 的起振方向一定相同,故 A 正确;波的振动周期由振源决定,波在介质 I 中的周期与介质 II 中的周期一定相同,故 B 错误;若质点 S_2 向上起振,再经过 $\frac{T}{4}$ 到达波峰,则有 $(n+\frac{1}{4})\lambda=5\text{ m}(n=0,1,2,\dots)$,解得 $\lambda=\frac{20}{4n+1}\text{ m}(n=0,1,2,\dots)$,若向下起振,再经过 $\frac{3T}{4}$ 到达波峰,则有 $(n+\frac{3}{4})\lambda=5\text{ m}(n=0,1,2,\dots)$,解得 $\lambda=\frac{20}{4n+3}\text{ m}(n=0,1,2,\dots)$,整理可得,波在介质 II 中的波长为 $\lambda=\frac{20}{2n+1}\text{ m}(n=0,1,2,\dots)$,由公式 $\lambda=vT$ 可知,由于周期相等,则波在介质 I 中的波长与波在介质 II 中的波长之比等于波在这两种介质中传播的速度之比,为 3:4,则波在介质 I 中的波长为 $\lambda_1=\frac{3}{4}\lambda=\frac{15}{2n+1}\text{ m}(n=0,1,2,\dots)$,可知,当 $n=1$ 时 $\lambda_1=5\text{ m}$,故 C 正确, D 错误。

14. I. (未标注分值部分每空 1 分) (1) 6.7 (2) 当地重力加速度 g $gt=\frac{d}{t_B}-\frac{d}{t_A}$ (3) B(2 分)

解析: (1) 10 分度游标卡尺的精确值为 0.1 mm,由图乙可知小铁球直径为 $d=6\text{ mm}+7\times 0.1\text{ mm}=6.7\text{ mm}$ 。

(2) 本实验中小球所受空气阻力可忽略,故合外力为重力,要验证动量定理,还需获得的物理量为:当地重力加速度 g ;小铁球从光电门 A 运动到光电门 B 过程,根据动量定理有 $mg t = mv_B - mv_A$,又因为 $v_A=\frac{d}{t_A}$, $v_B=\frac{d}{t_B}$,联立可得本实验需要验证的物理量关系为 $gt=\frac{d}{t_B}-\frac{d}{t_A}$ 。

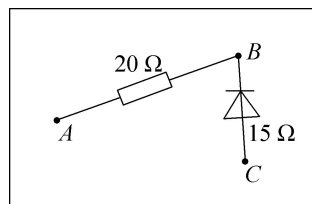
(3) 若考虑空气阻力,小球的合力小于重力,动量变化的真实值会小于理论值,且随着时间的增加,小球速度增大,空气阻力逐渐变大,阻力的冲量也随着增大,则动量变化的真实值与理论值的差值也逐渐增大,故 B 正确。

14. II. (未标注分值部分每空 1 分) (1) BD(2 分) (2) ① 100 ② 不需要 (3) ① 机械调零 ② 图见解析

解析: (1) 甲图中,多用电表与小灯泡并联,但由于黑表笔与电源的正极相连,故不可以测量小灯泡的电压,故 A 错误;图乙中,多用电表串联在电路中,红表笔与电源正极相连,可以用直流电流挡测量电路中的电流,故 B 正确;图丙中,若用电阻挡测量小灯泡的工作电阻,电源不可接入电路中,故 C 错误;图丁中,黑表笔与内部电源的正极相连,电流方向红进黑出,所以用的是电阻挡测量二极管的反向电阻,故 D 正确。

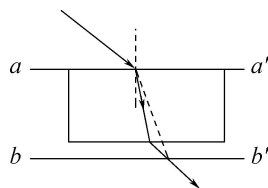
(2) ① 由图可知,表盘中间刻度为 10,所以当倍率为 $\times 10$ 时,电阻表的内阻为 $R_{\text{内}}=10\times 10\ \Omega=100\ \Omega$;② 图戊中 R_1 在多用电表中用于欧姆调零,若把 R_1 换成最大阻值略大的 R_2 ,由于电源电动势不变,满偏电流不变,所以电阻表的内阻不变,所以不需要更换该多用电表的表头。

(3) ① 由于用多用电表的直流电压挡测量电压,所以测量前应进行机械调零。② 由于使用直流电压 2.5 V 挡依次接 A 和 B、B 和 C、A 和 C,示数均为零,说明黑箱内没有电源;将选择开关旋到电阻挡,正确调零后,由测量结果可知,AB 间正接、反接示数相同,说明 AB 间存在阻值为 $20\ \Omega$ 的定值电阻;同理 BC 间正接、反接示数变化较大,说明 BC 间存在二极管,且二极管的正向电阻为 $15\ \Omega$;AC 间正接、反接示数变化较大,说明 AC 间存在二极管,且黑表笔接 C,红表笔接 A 时,电阻表的读数等于定值电阻与二极管正向电阻之和,说明此时二极管与定值电阻串联,故黑箱的结构如图所示。



14. III. BC(3 分)

解析: 图甲中, a 为单缝,故 A 错误;相邻条纹间距与波长的关系为 $\lambda=\frac{\Delta x \cdot d}{L}$,由图乙可知, Δx 的测量值偏大,会导致波长的测量值也偏大,故 B 正确;大头针 P_1 与 P_2 及 P_3 与 P_4 之间的距离适当大些,可减小确定光路方向时的误差,从而减小实验误差,故 C 正确;若将玻璃砖画得比实际宽,如下图所示,实线是真实的光路图,虚线是玻璃砖宽度画大后画出的光路图,由图可以看出,在这种情况下测得的入射角不受影响,但测得的折射角比真实的折射角偏大,根据折射定律可知,测得的折射率偏小,故 D 错误。



15. (1) 汽缸导热性能良好且环境温度不变,则汽缸内的理想气体温度不变,而水平推力向右缓慢推汽缸导致封闭气体的体积减小,由 $pV=CT$ 可知气体的压强变大,而器壁单位面积所受气体分子的平均作用力指的就是压强,故器壁单位面积所受气体分子的平均作用力变大;因温度不变,则 $\Delta U=0$,体积减小,可得 $W>0$,由热力学第一定律 $\Delta U=Q+W$ 可知 $Q<0$,即气体放热。(每空 1 分)

(2) 当 $x=0.6\text{ m}$ 时,发生等温过程,有

$$p_0 l_0 S = p(l_0 - x)S, \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } p = 2.5 \times 10^5 \text{ Pa}. \quad (1 \text{ 分})$$

(3) 当 $x=0.6\text{ m}$ 时,测得外力 F 做功约为 33.2 J ,对汽缸有 $p_0 S x + W_F = W + \mu m g x$,

$$\text{根据热力学第一定律有} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\Delta U = W + Q, \text{ 又 } \Delta U = 0, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立解得 } Q = -92 \text{ J}. \quad (1 \text{ 分})$$

16. (1) 物块 Q 做平抛运动,在竖直方向上有

$$H = \frac{1}{2} g t^2, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } t = \frac{\sqrt{3}}{5} \text{ s},$$

$$\text{在水平方向上有 } x_{\text{CD}} = v_C t, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v_C = \sqrt{3} \text{ m/s}. \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 设小物块 P 碰撞前的瞬时速度为 v_0 , 对于物块 P 从 A 到 C 过程中由动能定理可得

$$m_1 g(h-H) - (\mu m_1 g x_{AB} \cos \theta + \mu m_1 g x_{BC}) = \frac{1}{2} m_1 v_0^2 - 0, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{由几何关系可知 } x_{AB} \cos \theta = \frac{h-H}{\tan \theta},$$

$$\text{联立可得 } m_1 g(h-H) - \left[\frac{\mu m_1 g(h-H)}{\tan \theta} + \mu m_1 g x_{BC} \right] = \frac{1}{2} m_1 v_0^2 - 0,$$

$$\text{解得 } v_0 = 2\sqrt{3} \text{ m/s},$$

碰撞后小物块 Q 的速度大小即第(1)问中已求出的 v_C ,

设碰撞后小物块 P 的速度大小为 v_1 , 由动量守恒定律可得

$$m_1 v_0 + 0 = m_1 v_1 + m_2 v_C, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v_1 = -\sqrt{3} \text{ m/s},$$

$$\text{碰撞前的总动能 } E_{\text{前}} = \frac{1}{2} m_1 v_0^2 + 0 = 0.6 \text{ J},$$

$$\text{碰撞后的总动能 } E_{\text{后}} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_C^2 = 0.6 \text{ J},$$

即碰撞前后机械能守恒, P 、 Q 发生的是弹性碰撞. (1 分)

(3) 第一种情况: 小物块 P 到达 C 点时, 速度恰好为 0, 由动能定理有

$$m_1 g(h_1 - H) - \left[\frac{\mu m_1 g(h_1 - H)}{\tan \theta} + \mu m_1 g x_{BC} \right] = 0, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } h_1 = 0.7 \text{ m}, \quad (1 \text{ 分})$$

第二种情况: 碰撞后, 小物块 P 反弹回斜面 AB 上, 第二次下滑回到 C 点时速度为 0. 结合第一种情况可知, 小物块 P 反弹回斜面 AB 的高度为 $h_1 = 0.7 \text{ m}$, 设 P 碰撞后的瞬时速度为 v'_1 , 小物块 P 从 C 返回斜面的运动过程中, 由动能定理得

$$-m_1 g(h_1 - H) - \left[\frac{\mu m_1 g(h_1 - H)}{\tan \theta} + \mu m_1 g x_{BC} \right] = 0 - \frac{1}{2} m_1 (v'_1)^2, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v'_1 = 2 \text{ m/s},$$

设碰撞前小物块 P 的速度为 v'_0 , 碰撞后小物块 Q 的速度为 v'_C , 碰撞时, 由动量守恒定律和能量守恒定律可得

$$m_1 v'_0 + 0 = -m_1 v'_1 + m_2 v'_C,$$

$$\frac{1}{2} m_1 (v'_0)^2 + 0 = \frac{1}{2} m_1 (v'_1)^2 + \frac{1}{2} m_2 (v'_C)^2,$$

联立可得

$$v'_0 = 4 \text{ m/s},$$

设小物块 P 出发时的高度为 h_2 , 第一次从斜面 AB 下滑至 C 点过程中, 由动能定理得

$$m_1 g(h_2 - H) - \left[\frac{\mu m_1 g(h_2 - H)}{\tan \theta} + \mu m_1 g x_{BC} \right] = \frac{1}{2} m_1 (v'_0)^2 - 0, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } h_2 = \frac{12.2}{6} \text{ m} \approx 2.03 \text{ m},$$

$$\text{因此, } h \text{ 的取值为 } 0.7 \text{ m} < h \leq 2.03 \text{ m}. \quad (1 \text{ 分})$$

17. (1) 由几何知识得, 直导体棒长度为

$$L = 2(x_2 - x_1) \tan \theta = 1.2 \text{ m}, \quad (1 \text{ 分})$$

初始时刻直导体棒产生的电动势为

$$E = BLv_0 = 2.4 \text{ V}. \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 假设直导体棒最终停在 $0 \sim x_1$ 区域, 由动量定理得

$$-BIL \Delta t = 0 - mv_0, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{又 } q = \bar{I} \Delta t = \frac{BL \Delta x}{R}, \quad (1 \text{ 分})$$

回路中总电阻为

$$R = L\lambda + \frac{2(x_2 - x_1)}{\cos \theta} \lambda = 3.2 \Omega, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立可得 } x_3 = \Delta x = 3.2 \text{ m}, \quad (1 \text{ 分})$$

由于 $x_3 < x_1$, 假设成立, 最终停在距离原点 3.2 m 处.

(3) 0 到 x_1 过程, 有

$$F_1 = BIL = \frac{B^2 L^2 v_0}{R} = 0.9 \text{ N}, \quad (1 \text{ 分})$$

$$W_1 = F_1 x_1 = 3.24 \text{ J}, \quad (1 \text{ 分})$$

x_1 到 x_2 过程, 设坐标为 x 时, 直导体棒切割磁感线的有效

长度为 L_x , 由相似三角形得 $\frac{x_2 - x}{x_2 - x_1} = \frac{L_x}{L}$,

$$\text{可得 } L_x = (6.6 - 1.5x) \text{ m},$$

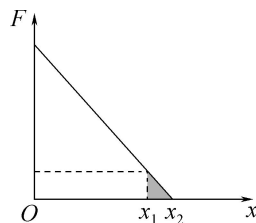
回路中总电阻为

$$R' = \left(\frac{L_x}{\sin \theta} + L_x \right) \lambda = \frac{8}{3} L_x (\Omega), \quad (1 \text{ 分})$$

直导体棒受到的安培力为

$$F_2 = BIL_x = \frac{B^2 L_x^2 v_0}{R'} = \frac{3}{4} (6.6 - 1.5x) \text{ N}, \quad (1 \text{ 分})$$

可知安培力 F 与 x 成线性关系, 如图所示,



则 x_1 到 x_2 过程, 安培力做功为图中阴影部分面积, 即

$$W_2 = \frac{\frac{3}{4} (6.6 - 1.5 \times 3.6) + 0}{2} \times (4.4 - 3.6) \text{ J} = 0.36 \text{ J}, \quad (1 \text{ 分})$$

全过程中 $Q = W_1 + W_2 = 3.6 \text{ J}$, 直导体棒上产生的焦耳热为

$$Q_1 = \frac{L}{L + \frac{L}{\sin \theta}} Q = 1.35 \text{ J}. \quad (1 \text{ 分})$$

18. (1) ①根据牛顿第二定律有

$$eE = ma, E = \frac{U}{4d}, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } a = \frac{v_0^2}{d}. \quad (1 \text{ 分})$$

②水平向左运动的电子运动距离 $x = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{d}{2} < 2d$, 该电子不会打在左侧金属板上, 则运动时间最长的就是初速度水平向左的电子, 运动时间最短的就是初速度水平向右的电子, 那么电子

打到金属板的最长时间和最短时间之差为 $\Delta t = \frac{2v_0}{a} = \frac{2d}{v_0}$. (2 分)

(2) ①根据洛伦兹力提供向心力有

$$ev_0 B = \frac{mv_0^2}{R}, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } R = 2d, \quad (1 \text{ 分})$$

如图 1 所示为右侧金属板可接受电子的范围, 其中阴影部分为打到右侧金属板的电子的轨迹分布情况.

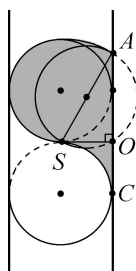


图 1

由图可知,SA 为圆的直径,C 点为相切点,过 S 点作金属板垂线,垂点为 O,则

$$AO^2 = (2R)^2 - R^2, OC = R,$$

所以右侧有电子打到的金属板长度为

$$AC = AO + OC = (\sqrt{3} + 1)R = 2(\sqrt{3} + 1)d, \quad (1 \text{ 分})$$

根据对称性,打到左侧金属板的电子的轨迹分布情况如图 2 所示.

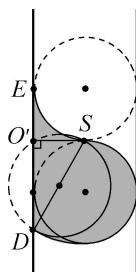


图 2

则左侧金属板有电子打到的区域长度

$$DE = 2(\sqrt{3} + 1)d, \quad (1 \text{ 分})$$

所以有电子打到的金属板总长度为

$$AC + DE = 4(\sqrt{3} + 1)d. \quad (1 \text{ 分})$$

②由图 1 可知,所有电子都可以打到金属板上,那么打在金属板上的电子占发射电子总数的百分比为 100%.

(3) 电子运动过程中只有电场力做功,洛伦兹力不做功,根据动能定理可得

$$\frac{1}{2}eU = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2, \quad (1 \text{ 分})$$

解得电子到达金属板时的速度大小 $v = \sqrt{5}v_0$, 将电子在运动过程中任意时刻的速度进行正交分解,如图 3 所示.

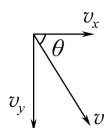


图 3

利用两个方向的分速度可画出两个方向的分洛伦兹力,如图 4 所示.

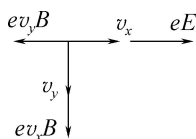


图 4

竖直方向,有 $\sum ev_x B \cdot \Delta t = \sum m \Delta v_y$ (1 分)

所以 $2eBd = mv_y$,

解得 $v_y = 2v_0$,

所以水平方向的分速度为 $v_x = \sqrt{v^2 - v_y^2} = v_0$, (1 分)

所以速度与水平方向的角度正切值 $\tan \theta = \frac{v_y}{v_x} = 2$,

综上所述,电子打在金属板上时速度的大小为 $v = \sqrt{5}v_0$, 方向与水平向右方向夹角 $\theta = \arctan 2$. (1 分)

解后反思 本题的第三小题中,电子的速度大小会变,使得洛伦兹力的大小也会变,电子的运动轨迹既不是类平抛,也不是圆周,必须先用运动的分解分别讨论相互垂直的两个方向的速度和受力情况,再用微元法求解两个方向的末速度,从而得到速度方向.

A02 杭州市 2025 届高三教学质量检测

1. B 根据 $R = \rho \frac{L}{S}$ 可得 $\rho = \frac{RS}{L}$, 可知电阻率的单位是 $\Omega \cdot \text{m}$, A 错误; 根据 $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ 可知, 折射率没有单位, 是一个比值, B 正确; 根据 $F = k \frac{Qq}{r^2}$ 可得 $k = \frac{Fr^2}{Qq}$, 可知静电力常量的单位是 $\text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$, C 错误; 根据 $F = G \frac{Mm}{r^2}$ 可得 $G = \frac{Fr^2}{Mm}$, 万有引力常量的单位是 $\text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$, D 错误.

2. B 在踢球过程中, 足球与脚接触的过程机械能增加, A 错误; 在研究如何才能踢出香蕉球时, 我们需要考虑足球的旋转, 与足球的形状和大小有关, 不能把足球看作质点, B 正确; 质量是衡量物体惯性大小的唯一量度, C 错误; 重心是物体所受重力的等效作用点, 对于形状规则且质量分布均匀的物体, 其重心位于物体的几何中心, 对于放气压瘪后的足球, 其形状不再规则, 且质量分布也可能不均匀, 因此其重心不一定位于足球上, D 错误.

3. D 航天员围绕地球做圆周运动, 所以合外力不为零, A 错误; 根据万有引力提供向心力 $G \frac{Mm}{(R+h)^2} = m \frac{v^2}{R+h}$, 在地球表面万有引力等于重力, 有 $G \frac{Mm'}{R^2} = m'g$, 地球半径 $R = 6400 \text{ km}$, 联立解得 $v \approx 7.8 \text{ km/s}$, B 错误; 根据万有引力提供向心力 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$, 解得 $T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}$, 空间站的轨道半径比地球同步卫星的轨道半径小, 所以空间站绕地球运转的周期小于 24 h, C 错误; 根据万有引力提供向心力 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$, 解得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, 由此可知空间站与同轨同向运行的卫星速度相等, 所以与空间站同轨同向运行的卫星不会与空间站相撞, D 正确.

知识总结 解决天体运动的圆周运动模型, 常用两个关系, 一是万有引力提供向心力的黄金链 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} = m\omega^2 r = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$, 其中 r 为卫星的环绕半径; 二是万有引力等于重力的黄金代换 $mg = \frac{GMm}{R^2}$, 其中 R 为中心天体的半径.

4. C 对重物受力分析, 由平衡条件, 水平方向有 $F_P \sin \alpha = F_Q \sin \beta$, 竖直方向有 $F_P \cos \alpha = F_Q \cos \beta + G$, 若 α 等于 β , 则 F_P 等于 F_Q , 则 $G = 0$, 不满足条件, 故 α 不可能等于 β , F_P 不可能等于 F_Q , A、B 错误; 根据 $F_P \cos \alpha = F_Q \cos \beta + G$ 可得, $F_P \cos \alpha > G$, 所以 $F_P > G$, 根据题目条件无法确定 F_Q 与 G 的关系, C 正确, D 错误.

5. D 根据质量数守恒, X 的质量数为 $235 - 139 - 95 = 1$, 根据电荷数守恒, X 的电荷数为 $92 - 54 - 38 = 0$, 所以该核反应中的 X 是中子 ${}_0^1\text{n}$, A 错误; 半衰期是原子核自身属性, 不随外界的物理化学环境变化而变化, B 错误; 一个铀原子反应放出的能量 $E_1 = 139 \times 8.4 \text{ MeV} + 95 \times 8.7 \text{ MeV} - 235 \times 7.6 \text{ MeV} = 208.1 \text{ MeV} \approx$

$$-Bq_3L=0-mv_2,$$

回路中能量守恒,有

$$Q_{\text{总}}=q_3E+\frac{1}{2}mv_2^2,$$

$$\text{解得 } Q_{\text{总}}=\frac{R_1}{R_1+r}Q_{\text{总}}=0.13 \text{ J}.$$

18. (1) 金属板 P 发生光电效应,则有

$$h\nu=\frac{1}{2}mv_m^2+W_0,$$

$$\text{解得 } v_m=5\sqrt{\frac{W_0}{m}}.$$

(2) (分析:所有电子恰好不能打在圆筒 Q 上,可知 $r=R$,设电子在磁场中运动的速度为 v ,)由洛伦兹力提供向心力得

$$Bev=m\frac{v^2}{r},$$

$$\text{又 } \frac{1}{2}mv^2=h\nu_0-W_0,$$

$$\text{联立解得 } \nu_0=\frac{3W_0}{2h}.$$

(3) ①电子在叠加场中做匀速直线运动,则有

$$Ee=Bev_1,$$

圆周运动半径为

$$r_1=\frac{mv_1}{eB}=3R,$$

轨迹与圆筒外切,有

$$\cos \alpha=\frac{2R}{3R+R}=\frac{1}{2},$$

可得 $\alpha=60^\circ$,

轨迹与圆筒内切,有 $\theta=\alpha+180^\circ=240^\circ$,

②沿磁场方向速度分量为

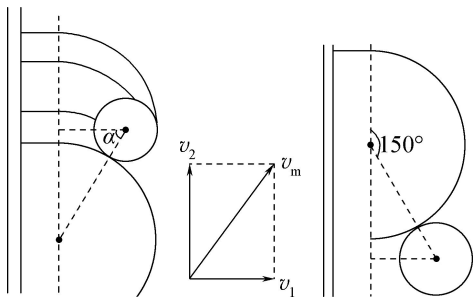
$$v_2=\sqrt{v_m^2-v_1^2}=4\sqrt{\frac{W_0}{m}},$$

在区域 I 直线运动分运动时间为 $t_1=\frac{R}{v_1}$,

圆周分运动与圆筒相切,则有

$$t_2=\frac{150^\circ}{360^\circ}\times\frac{2\pi\cdot 3R}{v_1},$$

$$\text{则有 } x_m=v_2(t_1+t_2)=\frac{4}{3}R+\frac{10}{3}\pi R.$$



B05 浙江省名校协作体 2025 届高三联考

1. A 国际单位制中七个基本物理量是长度(米)、质量(千克)、时间(秒)、电流(安培)、热力学温度(开尔文)、物质的量(摩尔)和发光强度(坎德拉),符号 K(开尔文)是国际单位制的基本单位, N(牛顿)、F(法拉)和 T(特斯拉)都是国际单位制的导出单位,故 A 正确.

2. D 弹力方向垂直于接触面,即垂直路灯柱, A 错误;人静止,处于平衡状态,合力为零,灯柱对青年的作用力(包括弹力和摩

擦力)与重力平衡,大小相等,故 B、C 错误;只要下边手的摩擦力等于重力,上边一只手可以没有摩擦力, D 正确.

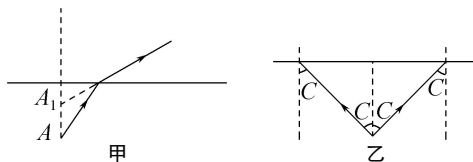
3. D 7.9 km/s 是地球的第一宇宙速度,超过 7.9 km/s 的导弹,将进入地球轨道成为人造卫星,不会重返大气层攻击目标, A 错误;5G 频率相比 4G 更高,可知其波长短,衍射现象更不明显,传播更近, B 错误;量子不是基本粒子,是指一个物理量如果存在最小的不可分割的基本单位,则这个物理量是量子化的,并把最小单位称为量子,比如能量子等, C 错误;讨论高铁停靠站点时的精确性时,其大小和形状不能忽略,故高铁不能看成质点, D 正确.

4. A 带负电的手在缓慢靠近金属板时,金属板靠近手的一侧,即右侧感应出正电荷,电势较高,空气被电离而放电,电流由金属板流向手(即向右), A 正确;金属板为导体,静电平衡时整块金属板为等势体,导体内部电场为零,指的是外部电场与导体表面感应电荷在内部场强的矢量和为零,手上负电荷在金属板内部产生的电场不为零, B、D 错误;图中的曲线是手和金属板间电场线,离金属板越近电场线越稀疏,电场强度越小, C 错误.

5. B 根据反应过程满足电荷数守恒和质量数守恒可得, X 为电子 ${}^0_{-1}\text{e}$,故 A 错误;核反应放出核能,所以 ${}^{238}_{94}\text{Pu}$ 的结合能大于 ${}^{237}_{93}\text{Np}$ 的结合能,故 B 正确;1 kg 的 ${}^{238}_{94}\text{Pu}$ 原料经过 88 年后,由于一半的 ${}^{238}_{94}\text{Pu}$ 发生衰变剩余 0.5 kg 的 ${}^{238}_{94}\text{Pu}$,但是会产生新的原子核,剩余的原料大于 0.5 kg,故 C 错误;半衰期只由原子核自身决定,与外界温度、压强等无关,故 D 错误.

6. C 根据万有引力提供向心力可得 $\frac{GMm}{r^2}=ma$,得 $a=\frac{GM}{r^2}$,地球的加速度大于火星的加速度, A 错误;由地球通过转移轨道靠近火星时,探测器克服太阳的引力做功,动能减小,势能增大,机械能守恒, B 错误;根据开普勒第三定律 $\frac{a^3}{T^2}=k$,则有 $\frac{(\frac{r_{\text{地}}+r_{\text{火}}}{2})^3}{T_{\text{探}}^2}=\frac{r_{\text{地}}^3}{T_{\text{地}}^2}$,解得 $T_{\text{探}}\approx 510$ (天),探测器从 P 到 Q 经历的时间 $t=\frac{1}{2}T_{\text{探}}=255$ (天), C 正确;根据开普勒第三定律有 $\frac{T_{\text{火}}}{T_{\text{地}}}=\sqrt{\frac{r_{\text{火}}^3}{r_{\text{地}}^3}}$,在相同的时间 t 内,火星与太阳连线扫过的 S 面积 $S_{\text{火}}=\frac{t}{T_{\text{火}}}\cdot\pi r_{\text{火}}^2$.同理 $S_{\text{地}}=\frac{t}{T_{\text{地}}}\cdot\pi r_{\text{地}}^2$,则 $\frac{S_{\text{火}}}{S_{\text{地}}}=\sqrt{\frac{r_{\text{火}}^3}{r_{\text{地}}^3}}=\sqrt{\frac{3}{2}}>1$,即相同时间内,地球与太阳连线扫过的面积小于火星与太阳连线扫过的面积, D 错误.

7. B 如图甲所示,由光的折射定律可知,岸上的人看到潜水员,会觉得潜水员的位置比实际位置浅,潜水员看岸上的人,会觉得岸上的人的位置比实际位置要高, A 错误, B 正确;潜水员能看到岸上的物体,是岸上物体反射的光线经折射后进入水中潜水员的眼睛(是从光疏介质射入光密介质,不会发生全反射),潜水员就可以看到岸上的这个物体,并不是只能看到以 O 点为圆心一定半径范围内的物体, C 错误;若手电筒发出相同的锥形光束,则能射出水面的光线临界角 C 不变,如图乙所示,由几何分析易得,照在水面上的圆形光斑半径 $R=h\cdot\tan C$, h 越大, R 反而越大, D 错误.



8. A 不计空气阻力,排球做平抛运动,由 $h_1-h_2=\frac{1}{2}gt^2$,得

$t=0.6\text{ s}$,水平距离 $x=v_0t=4.8\text{ m}$,气排球击出点与垫球点的距离约为 $s=\sqrt{x^2+(h_1-h_2)^2}=5.1\text{ m}$,故 A 正确;气排球被甲同学击出后,竖直方向速度最大 $v_y=gt=6\text{ m/s}$,重力最大功率 $mgv_y=6\text{ W}$,B 错误;排球被垫起前瞬间竖直方向的分速度大小 $v_y=gt=6\text{ m/s}$,排球被垫起竖直方向速度变化 12 m/s ,竖直方向合力冲量大小 $I_y=2mv_{y0}=1.2\text{ N}\cdot\text{s}$,水平方向合力的冲量大小 $I_x=mv_0=0.8\text{ N}\cdot\text{s}$,所以合力冲量大小大于 $0.6\text{ N}\cdot\text{s}$,故 C 错误;气排球被乙同学垫起过程中所受合外力做的功等于动能变化量,即 $W=\frac{1}{2}mv_{y0}^2-\frac{1}{2}m(v_y^2+v_0^2)=-3.2\text{ J}$,故 D 错误。

9. B 对于纵波,相邻密部之间距离为一个波长,由图甲可知,AF 之间的距离为两个波长,A 错误;振动中,质点离平衡位置越近速度越快,则 A 速度比 B 更快,B 正确;降噪过程应用了波的干涉原理,不是衍射,C 错误;降噪声波需要与环境噪声波的频率相同才能干涉相消,若环境噪声频率增加,降噪声波频率也必须增加,D 错误。

10. A 用微元法,设在恒力 F 的作用下,a 端 Δt 时间内向右移动微小的量 Δx ,则相应圆半径减小 Δr ,其中 $2\pi r-\Delta x=2\pi(r-\Delta r)$,化简得 $\Delta x=2\pi\Delta r$,在 Δt 时间内 F 做的功等于回路中电功,即 $F\Delta x=\frac{E^2}{R_1}\Delta t$,电动势为 $E=\frac{B\Delta S}{\Delta t}$,其中 $\Delta S=r^2\pi-(r-\Delta r)^2\pi=2\pi r\Delta r-(\Delta r)^2\pi$,可认为微小量 Δr 很小, $(\Delta r)^2\pi$ 不计,得 $\Delta S=2\pi r\cdot\Delta r$,又回路中的电阻 $R_1=R\cdot 2\pi r$,联立解得 $\Delta r=\frac{B^2\Delta S}{2\pi FR}$,显然 Δt 与圆面积变化 ΔS 成正比,所以由面积 πr^2 变化为零,所经历的时间 $t=\sum\Delta t=\frac{B^2r^2}{2FR}$,故 A 正确。

11. AD 巴耳末系是高能级跃迁到 $n=2$ 能级时发出的光,巴耳末系中频率最高的光子是处于 $n=5$ 激发态的氢原子跃迁到 $n=2$ 时,发出光子能量为 $E=h\nu=(-0.54\text{ eV})-(-3.40\text{ eV})=2.86\text{ eV}$,由丙图可知遏止电压为 1.5 V ,光电子的最大初动能为 $E_k=eU_c=1.5\text{ eV}$,由爱因斯坦光电效应方程可得 $E_k=h\nu-W_0$,阴极 K 金属材料的逸出功为 $W_0=1.36\text{ eV}$,A 正确;若调节滑片使光电流为零,需要施加反向电压,即电源左侧应该为正极,故 B 错误;饱和电流大小与光照强度有关,与频率无关,C 错误;氢原子从 $n=5$ 能级跃迁到 $n=3$ 能级时,氢原子能量减小,库仑力做正功,核外电子动能增加,势能减小,D 正确。

12. B 线圈处于图示中性面位置时,磁通量最大,瞬时感应电动势为零,电流瞬时值为零,但电流表示数为有效值,A 错误;线圈一个周期内感应电动势“正负对称”,流过外电路的电荷总量必为零,B 正确;将线圈产生的电动势看成电源,其内阻 R 看成电源的

内阻,变压器的等效电阻 $R_{\text{变}}=\frac{U_1}{I_1}=\frac{n_2}{n_1}\frac{U_2}{I_2}=\frac{U_2}{I_2}\frac{n_1^2}{n_2^2}=\frac{1}{4}R_2$,将 R_1 和 $R_{\text{变}}$ 并联的阻值看成外电阻,开始时 $R_{\text{变}}=2R$,此时并联部分的阻值 R ,恰好等于电源的内阻,则开始时发电机的输出功率最大,仅将滑片 P 向下滑动,发电机的输出功率将减小,C 错误;线圈产生的感应电动势的最大值 $E_m=nBS\omega=nBL^2\omega$,有效值 $E=\frac{E_m}{\sqrt{2}}=\frac{nBL^2\omega}{\sqrt{2}}$,根据欧姆定律,结合上述,电源总功率 $P=EI=\frac{n^2B^2L^4\omega^2}{4R}$,根据等效电路,一个周期内 R_2 的电功率为 $\frac{P}{4}$,D 错误。

13. AC 开关断开时,由左手定则可知,正离子受洛伦兹力向

上,上极板电势高,A 正确;要使等离子体做匀速直线运动,需满足

$F=\Delta p\cdot ab=f+BIa$,其中 $E=Bv_0a$, $I=\frac{E}{R+r}$,等离子体等效内

阻 $r=\rho\frac{a}{bl}$,整理后解得 $\Delta p=\frac{f}{ab}+\frac{B^2v_0al}{Rbl+\rho a}$,B 错误;将离子速度分

解成 $v_0=v_1+v_2$,其中 $v_1=\frac{E}{B}=\frac{U}{Ba}$,离子可以看成以线速度 v_2 做

匀速圆周运动和 v_1 做匀速直线运动的合运动,做匀速圆周运动的半径为 $R=\frac{mv_2}{qB}=\frac{m}{qB}(v_0-\frac{U}{Ba})$,则 $h=2R=\frac{2m}{qB}(v_0-\frac{U}{Ba})$,C 正

确;当在 $h<a$ 的情况下,即 $R<\frac{a}{2}$,即 $U>Bav_0-\frac{qB^2a^2}{2m}$ 时,与极板

距离小于 $2R$ 的粒子可以打到极板而形成电流,单位时间 t 内打到一块极板上的粒子数为 $N=2Rbm v_0t$,此时发电机的输出电流为

$I=\frac{Nq}{t}=\frac{2bmrv_0}{B}(v_0-\frac{U}{Ba})$,D 错误。

方法技巧 配速法在复合场问题中的妙用:带电粒子垂直磁场方向进入磁场与重力场、电场的叠加场,如果粒子所受重力、电场力没有能够平衡,则带电粒子由于受力不平衡而做曲线运动(非圆周运动)时,就不能用简单的圆周运动知识来解决,而需要用到配速法,即将粒子的初速度分解为两个分速度,使一个分速度所对应的洛伦兹力与电场力(或重力或电场力与重力的合力)平衡,而另一个分速度所对应的洛伦兹力使之做匀速圆周运动,则粒子所做的实际运动即为匀速直线运动与匀速圆周运动的合运动。

14-I. (未标注分值部分每空 1 分)(1) AC(2 分) (2) 平衡阻力过度 (3) $\frac{1}{k}$ 相等

解析:(1) 要使细线的拉力近似为小车受到的合外力,要补偿小车与纸带受到的阻力,同时应调整长木板上滑轮的高度使细线与长木板平行,A、C 正确;电火花打点计时器应使用工作电压为 220 V 的交流电源,B 错误;实验中力传感器可以直接测量出细线的拉力,不需要满足槽码与动滑轮的总质量远小于小车的质量,D 错误。

(2) 由图纵坐标的交点意义可知,小车在没有外力作用时,就有加速度,原因是平衡阻力过度。

(3) 对小车受力分析可知 $F+Mg\sin\theta-f=Ma$,得 $a=\frac{1}{M}F+g\sin\theta-\frac{f}{M}$,得 $M=\frac{1}{k}$,而理论上 $F=Ma$,则有 $a=\frac{1}{M}F$,小车的质量与实际值相等。

14-II. (每空 1 分)(1) $\frac{U_2}{U_1}=\frac{1}{R_0}R+1$ $9.5\ \Omega$ (2) 4.5 V $3.0\ \Omega$ 偏小

解析:(1) 根据电路图可知, R_0 和 R 串联,可得 $\frac{U_1}{R_0}=\frac{U_2-U_1}{R}$,可得 $\frac{U_2}{U_1}=\frac{R}{R_0}+1$,所以乙图的纵截距为 $b=1$,斜率为 $\frac{1}{R_0}=\frac{3-1}{19}\ \Omega^{-1}$,解得 $R_0=9.5\ \Omega$ 。

(2) 根据闭合电路欧姆定律得 $E=U_2+\frac{U_2-U_1}{R}r$,即 $E=U_2+\frac{\Delta U}{R}r$,得 $U_2=E-\frac{\Delta U}{R}r$,丙图的纵截距即为电源电动势 $E=4.5\text{ V}$,斜率的绝对值为 $r=\frac{4.5}{1.5}\ \Omega=3.0\ \Omega$,由于 V_2 电压表分流的作用,实验等效外接伏安法测电源电动势和内阻,内阻的测量值比真实值偏小。

14-III. (每空2分)(1) C (2) C

解析:(1) 瓶中气体的体积不变,设初状态压强为 p_1 , 温度为 T_1 , 由查理定律得 $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p}{T_2} = \frac{p-p_1}{T_2-T_1} = \frac{p-p_1}{\Delta T} = \frac{p-p_1}{\Delta t}$ (气体升高的摄氏温度与升高的热力学温度相等, 即 $\Delta T = \Delta t$), 整理可得 $p = p_1 + \frac{p_1}{T_1} \cdot \Delta T = p_1 + \frac{p_1}{T_1} \cdot \Delta t$, 故 C 正确.

(2) 设玻璃管的横截面积为 S , 气体做等温变化, 则有 $p_0 V_0 = p_1 V_1$, 得 $p_0 V_0 = (p_0 + \Delta h)(V_0 - Sh)$, 上式整理可得 $p_0 Sh = V_0 \cdot \Delta h - Sh \cdot \Delta h$, 由于 h 和 Δh 都很小, $h \cdot \Delta h$ 可以忽略, 则有 $h = \frac{V_0}{p_0 S} \cdot \Delta h$, 故 C 正确.

15. (1) 快速打开汽车前引擎盖时, 气体来不及和外界发生热交换, 即 $Q=0$, 而气体膨胀, 对外做功, 有 $W < 0$, 由热力学第一定律 $\Delta U = Q + W$ 可知, 气体的内能降低, 气体的温度降低; 因气体的体积变大, 则分子数密度变小, 又温度降低导致分子运动的平均速率变小, 故单位时间内气体分子撞击汽缸壁的次数变少. (每空1分)

(2) 打开汽车引擎盖后一段时间后, 由于汽缸导热性良好, 温度不变, 由

$$3p_0 LS = p_1 \cdot \frac{2}{3} LS, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } p_1 = \frac{9}{2} p_0, \quad (1 \text{ 分})$$

对活塞受力平衡可得

$$F = (p_1 - p_0)S = \frac{7}{2} p_0 S. \quad (1 \text{ 分})$$

(3) 快速关闭过程中气体和外界没有热交换, 由理想气体状态方程有

$$\frac{\frac{9}{2} p_0 \times \frac{2}{3} LS}{T_0} = \frac{8p_0 \times \frac{1}{2} LS}{T}, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } T = \frac{4}{3} T_0, \quad (1 \text{ 分})$$

此后的过程为等容过程, 气体对外不做功, 故此过程中气体向外放出的热量

$$Q = C(T - T_0) = \frac{1}{3} CT_0. \quad (1 \text{ 分})$$

16. (1) 对人和球从 E 点荡到平台的过程中, 由动能定理有

$$-(M+m)gL(1 - \cos 60^\circ) = 0 - \frac{1}{2}(M+m)v_E^2, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v_E = \sqrt{gL},$$

在 E 点, 由牛顿第二定律可得

$$F_T - (M+m)g = \frac{(M+m)v_E^2}{L}, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立解得 } F_T = 2(M+m)g. \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 由于 A 、 E 等高, 运动员在 A 点与 E 点抓住球前的水平速度相等, 运动员与球碰撞前满足水平方向动量守恒有

$$Mv_{Ax} = (M+m)v_E, \quad (1 \text{ 分})$$

解得运动员在 A 点水平速度

$$v_{Ax} = \frac{(M+m)}{M} \sqrt{gL}, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{运动员在 } A \text{ 点速度为 } v_A = \frac{5(M+m)}{4M} \sqrt{gL}, \quad (1 \text{ 分})$$

运动员从 A 点飞出后做斜抛运动, 有

$$x_{AE} = v_{Ax} \frac{2v_{Ay}}{g} = v_{Ax} \frac{2v_A \tan 37^\circ}{g} = \frac{3(M+m)^2}{2M^2} L. \quad (1 \text{ 分})$$

(3) 对运动员, 从 D 到 A 点由动能定理有

$$Mg(H-h) - 3\mu MgL = \frac{1}{2} Mv_A^2 - \frac{1}{2} Mv_0^2, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v_0 = \sqrt{v_A^2 + 6\mu gL - 2g(H-h)}, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{其中 } v_A = \frac{5(M+m)}{4M} \sqrt{gL}, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立解得 } v_0 = \sqrt{\frac{25(M+m)^2}{16M^2} gL + 6\mu gL - 2g(H-h)}. \quad (1 \text{ 分})$$

17. (1) 对导体棒 a 受力分析, 其在恒流源的情况下, 所受安培力恒定且垂直导轨向下, 所以金属棒 a 将做匀加速直线运动, 设棒 a 到 BC 处的速度为 v , 有

$$F - \mu(mg + BIL) = ma, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{又 } v^2 = 2aL, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v = 0.8 \text{ m/s}, \quad (1 \text{ 分})$$

$$(2) \text{ 由图乙可知 } v = kx, \text{ 其中 } k = 7.5 \text{ s}^{-1}, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{由微元法, 取一段位移所用时间为 } \Delta t, \text{ 有 } \frac{\Delta v}{\Delta t} = k \frac{\Delta x}{\Delta t},$$

$$\text{可得 } a = kv = k^2 x, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{又有 } F - \mu(mg + BIL) = ma, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{得 } F = \mu(mg + BIL) + mk^2 x,$$

代入数据解得

$$F = (1.12 + 5.625x) \text{ N} (0 \leq x < 0.4 \text{ m}). \quad (1 \text{ 分})$$

(3) 当棒 a 以 4 m/s 的速度与 U 形框 b 发生碰撞后黏连, 由动量守恒定律有

$$mv = 2mv_1, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v_1 = 2 \text{ m/s},$$

进入第一个磁场区域时, 由动量定理可得

$$-\sum B \frac{BLv_b}{R+r} L t = 2mv_2 - 2mv_1, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{即 } -\frac{B^2 L^3}{2r} = 2mv_2 - 2mv_1$$

$$\text{解得 } v_2 = 1.84 \text{ m/s}, \quad (1 \text{ 分})$$

此后进入磁场区域过程中由动量定理可得

$$-\sum B \frac{2BL(v_a + v_b)}{R+r} L t = 0 - 2mv_2, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{即 } \frac{2B^2 L^2 (x_a + x_b)}{R+r} = \frac{2B^2 L^2 2x_a}{R+r} = 2mv_2,$$

$$\text{解得 } x_a = 1.15 \text{ m},$$

$$U \text{ 形框向右运动的最大位移为 } x = L + x_a = 1.55 \text{ m}. \quad (1 \text{ 分})$$

一题多解 本题第(3)问还可以这样求解:

当金属棒 a 与 U 形框 b 发生完全非弹性碰撞, 设碰撞之后的速度为 v_1 , 由动量守恒有

$$p = mv = 2mv_1 = 0.4 \text{ kg} \cdot \text{m/s},$$

第一阶段: 进入第一个磁场区域时, 由动量定理可得安培力 (分析: 只有 b 的右边金属棒切割磁场) 的冲量大小

$$I_{\text{安}} = \sum B \frac{BLv_b}{R+r} L t,$$

$$\text{即 } I_{\text{安}} = \frac{B^2 L^3}{R+r} = 0.032 \text{ kg} \cdot \text{m/s}.$$

第二阶段: 此后每进入一个区域安培力 (分析: 此时 a 、 b 两棒同时切割磁场, 又因为磁场方向相反, 故产生的感应电动势为第一阶段的两倍, 电流也为第一阶段的两倍, 则安培力为第一阶段的四倍) 的冲量大小 $I'_{\text{安}} = 4I_{\text{安}} = 0.128 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$,

设第二阶段可以完整穿过 n 个磁场区域, 则有

$$0 \leq p - I_{\text{安}} - nI'_{\text{安}} < L, (n \text{ 取整数})$$

$$\text{解得 } n = 2,$$

设金属框再运动距离 d 后停下, 则有

$$p - I_{\text{安}} - 2I'_{\text{安}} = \frac{2B^2 L^2 d}{r},$$

$$\text{代入数据解得 } d = 0.35 \text{ m}$$

故 U 形框向右运动的最大位移为

$$x = L + 2L + d = 1.55 \text{ m}.$$

18. (1) 由洛伦兹力提供向心力有 $qvB_1 = m \frac{v^2}{r}$, (1分)

解得 $r = 2 \text{ m}$, (1分)

粒子源 S 沿着纸面一次性向各个方向均匀射出一群相同的带正电粒子,根据旋转圆知识可知,当粒子的运动轨迹恰好与圆相切时为粒子能够进入 B_2 区域的临界情况,如图 1 所示,根据几何关系可知,当粒子恰好向左或向右射出时,能够刚好进入 B_2 区域,因此能够进入 B_2 区域的粒子数与发射的粒子总数之比为 $\frac{1}{2}$. (1分)

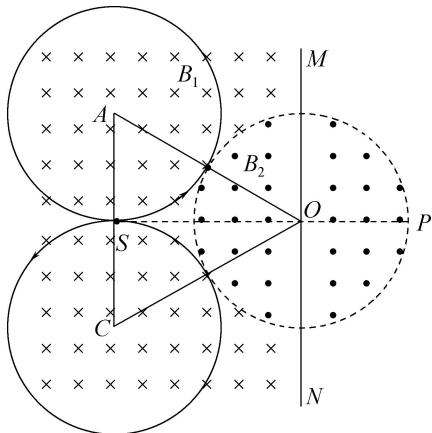


图 1

(2) 由磁聚焦发散模型,要平行于 SO 射出,必须经过圆形轨道最低点 D ,由几何关系可得 $SD = 4 \text{ m} = 2r$,所以轨迹如图 2 所示, (1分)

则其在 B_1 区域运动的时间为 $t_1 = \frac{\pi m}{qB_1}$, (1分)

在 B_2 区域运动的时间 $t_2 = \frac{\pi m}{3qB_2}$, (1分)

故总时间为 $t = t_1 + t_2 = 8 \times 10^{-3} \text{ s}$.

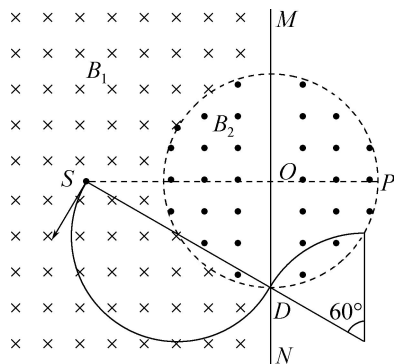


图 2

(3) 粒子进入圆形区域后可看成 xOy 平面内的圆周运动,和垂直 xOy 平面内的匀加速运动,粒子能经过 z 轴的情形,投影经过 O 点,入射点、轨迹圆圆心和 O 点连线构成等边三角形,其圆心必定位于圆周上,轨迹如图 3 所示,令其出射点为 A ,则由几何关系可知

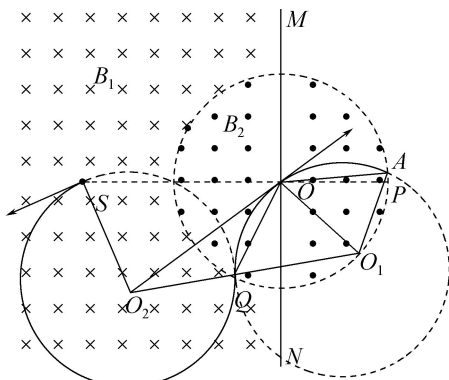


图 3

$\angle OO_1Q = \angle O_1OQ = \angle OQO_1 = \frac{\pi}{3}$, (1分)

则 $\angle QO_2O = \angle QOO_2 = \frac{\pi}{6}$,

则 $O_2O = 2R \cos \frac{\pi}{6} = 2\sqrt{3} \text{ m}$, (1分)

则 $\triangle OSO_2$ 为等腰三角形,令 $\angle SOO_2 = \alpha$,则 $\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{2\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{6}$, (1分)

设 OA 与 OP 的夹角为 β ,则 $\beta = \alpha - \frac{\pi}{6} = 4^\circ$, (1分)

则粒子射出圆形区域时各坐标值为

$x = r \cos \beta = 2 \text{ m}$, (1分)

$y = r \sin \beta = 0.14 \text{ m}$, (1分)

$z = -\frac{qE}{2m} \left(\frac{2\pi m}{3qB_2} \right)^2 = -0.4 \text{ m}$. (1分)

B06 浙江省强基联盟 2025 届高三第二次联考

1. C $1 \text{ W} \cdot \text{s} = 1 \text{ J}$, $\text{W} \cdot \text{s/kg}$ 即 J/kg , J 不是国际单位制基本单位, A 错误; $1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ J}$, $\text{N} \cdot \text{m/kg}$ 即 J/kg , N 不是国际单位制基本单位, B 错误; $1 \text{ J} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$, 即 $1 \text{ J/kg} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2 = 1 \text{ m}^2/\text{s}^2$, m , s , kg 都是国际单位制基本单位, C 正确;由 $W = qU$, $1 \text{ C} \cdot \text{V} = 1 \text{ J}$, $\text{C} \cdot \text{V/kg}$ 即 J/kg , C 不是国际单位制基本单位, D 错误.

2. A 时刻是指某一瞬间,“4 时 27 分”对应一个确定的瞬间,在时间轴上是一个点,所以指的是时刻, A 正确;研究神舟十九号飞船与空间站进行对接时,飞船的形状、大小以及对接的具体部位等细节是不能忽略的,不能将其视为质点, B 错误;神舟十九号飞船绕地球近似圆周运动,其速度不断改变,根据牛顿第二定律,飞船里的宇航员所受合力不为零, C 错误;位移是由初位置指向末位置的有向线段,以太阳为参考系,神舟十九号飞船绕地球飞行一圈后,地球相对太阳的位置改变,飞船没有回到相对太阳的初始位置,即初、末位置不相同,所以通过的位移不为零, D 错误.

3. D 弹力是施力物体发生形变产生的. 运动员受到杠铃的压力,施力物体是杠铃,是杠铃发生形变产生的,并非手臂形变产生, A 错误;做功的条件是有力且在力的方向上有位移. 地面对运动员有支持力,但运动员在支持力方向上没有位移,根据 $W = F \cos \theta$,地面对运动员不做功, B 错误;举起杠铃,杠铃有向上加速度,根据牛顿第二定律 $F - mg = ma$,可知运动员对杠铃的力大于杠铃的重力,根据牛顿第三定律,杠铃对运动员的作用力与运动员对杠铃的力是相互作用力,大小相等,所以杠铃对运动员的作用力大于杠铃重力, C 错误;手对杠铃的作用力与杠铃对手的作用力是一对相互作用力,根据牛顿第三定律,相互作用力大小相等、方向相反、作用在同一条直线上,分别作用在两个物体上,所以方向始终相反, D 正确.

4. C 镍核 ${}_{28}^{63}\text{Ni}$ 衰变成铜核 ${}_{29}^{63}\text{Cu}$,核电荷数增加 1,这是 β 衰变,产生的射线是 β 粒子流(电子流),不是 α 粒子流, A 错误;原子核的衰变是由核内部自身因素决定的,与原子所处的化学状态和外部条件(如温度、压强等)无关,所以温度升高,衰变的速度不变, B 错误;镍核衰变成铜核的过程释放能量,比结合能越大的原子核越稳定,衰变后新核更稳定,比结合能更大,而结合能等于比结合能乘以核子数,新核核子数大且比结合能增大,所以镍核的