

湖南师大附中 2026 届高三三月考试卷(四)

物理参考答案

一、单项选择题(本题共 6 小题,每小题 4 分,共 24 分。每小题给出的四个选项中,只有一个选项是符合题目要求的)

| | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|
| 题号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 答案 | D | D | B | C | C | B |

1. D 【解析】在 α 粒子散射实验中,少数 α 粒子穿过金箔后发生大角度散射是因为 α 粒子靠近原子核时受到较大的库仑力作用,故 A 错误;半衰期具有统计意义,对个别放射性原子没有意义,故 B 错误;一个处于 $n=3$ 能级的氢原子,当沿 $n=3 \rightarrow n=2 \rightarrow n=1$ 路径跃迁时,最多可以产生 2 种不同频率的光子,故 C 错误;不同频率的光照射同一种金属产生光电效应时,根据光电效应方程 $E_{km} = h\nu - W_0$ (W_0 是金属的逸出功),可知光子的频率越高,光电子的最大初动能越大,故 D 正确。

2. D 【解析】由题意,发现只有当 α 大于 41° 时,岸上救援人员才能收到他发出的激光光束,则说明 $\alpha=41^\circ$ 时激光恰好发生全反射,则根据临界角公式有: $\sin(90^\circ - 41^\circ) = \frac{1}{n}$, 所以可以求得折射率: $n = \frac{1}{\sin 49^\circ}$, 故 A 错误;根据折射定律,救援人员感觉到激光器的深度比实际深度浅,故深度应小于 h , 故 B 错误;当他以 $\alpha=60^\circ$ 向水面发射激光时,在水面的入射角 $i_1=30^\circ$, 则根据折射定律有: $n = \frac{\sin i_2}{\sin i_1}$, 折射角 i_2 约为 41° 大于 30° , 则岸上救援人员接收激光光束的方向与水面夹角小于 60° , 故 C 错误, D 正确。

3. B 【解析】第一宇宙速度等于卫星贴近地面做匀速圆周运动的环绕速度,是最大的环绕速度,当主舱室在半径为 r 的轨道上稳定运行时,其轨道半径大于地球半径,则速度应小于 7.9 km/s , 故 A 错误;第一宇宙速度等于卫星贴近地面做匀速圆周运动的环绕速度,根据万有引力提供向心力有 $G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$, $\frac{GMm}{r^2} = m \frac{4\pi^2 r}{T^2}$ 可知第一宇宙速度为 $v = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{RT^2}}$, 故 B 正确。根据万有引力提供向心力有 $\frac{GMm}{r^2} = m \frac{4\pi^2 r}{T^2}$, 密度为 $\rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}$, 联立解得 $M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$, $\rho = \frac{3\pi r^3}{GT^2 R^3}$,

故 C 错误;返回器跳出大气层后想第二次再入大气层则半径减小,需要减小速度,即向前喷气,故 D 错误。

4. C 【解析】图像与时间轴围成的面积表示位移,由于上升过程和下降过程中的位移相等,上升阶段平均速度大于下降阶段平均速度,根据公式 $\bar{v} = \frac{x}{t}$ 可知上升时间小于下降时间,故 A 错误;根据牛顿第二定律可得 $mg + k \frac{v_0}{2} = ma$, 解得 $a = g + \frac{kv_0}{2m}$, 故 B 错误;设上升时加速度为 a , 根据牛顿第二定律可知 $mg + kv = ma$, 取极短 Δt 时间,速度变化量为 $\Delta v = a\Delta t = (g + \frac{kv}{m})\Delta t$, 由于 $v\Delta t = \Delta h$, 上升全程速度变化量 $\sum \Delta v = -g \sum \Delta t - \frac{k}{m} \sum \Delta h$, 又 $\sum \Delta v = 0 - v_0$, 则 $v_0 = g t_1 + \frac{k}{m} H$, 解得 $H = \frac{(v_0 - g t_1)m}{k}$, 故 C 正确;球上升到落回地面的全过程由动能定理 $-W = \frac{1}{2} m v_1^2 - \frac{1}{2} m v_0^2$, 则 $W = \frac{1}{2} m v_0^2 - \frac{1}{2} m v_1^2$, 故 D 错误。

5. C 【解析】设绳长为 L , 小球球心间的距离为 r , 滑轮到小球 B 球心的高度为 h , 小球受重力、库仑力和绳拉力 F 处于动态平衡状态, 则 $\frac{mg}{h} = \frac{kq_A q_B}{r^2} = \frac{F}{L}$, 比值为定值, 小球 A 向滑轮正下方运动过程中, L 减小, F 减小, r 不变, 故库仑力大小不变; 当小球 A 沿虚线竖直向上运动时, $mg = \frac{kq_A q_B}{r^2} + F$, r' 增大, 库仑力减小, F 增大。 F 先减小后增大, 故 A 错误; 库仑力先不变后减小, 故 B 错误; 电场力先不做功后做正功, 故系统电势能先不变后减小, C 正确; 由于 r 不变, 小球 A 的轨迹应为圆周的一部分, 故 D 错误。

6. B 【解析】几何关系可知 $O_1A=10R$, 则 A 点电势为 $\varphi_A = \frac{-kQ}{10R} + \frac{kQ}{8R} = \frac{kQ}{40R}$, 故 A 错误; 根据对称性和电势叠加原理易得 O 点电势 $\varphi_O = \frac{-kQ}{6R} + \frac{kQ}{7R} = \frac{-kQ}{42R}$. 小球从 A 到 O 过程, 根据动能定理有 $E_k - 0 = mg \times 8R + q(\varphi_A - \varphi_O)$, 联立解得小球通过 O 点时的动能为 $E_k = 8mgR + \frac{41kqQ}{840R}$, 故 B 正确; 根据对称性和电势叠加原理易得, AD 点电势相等, 即 AD 电势差 U 为 0, 根据动能定理有 $\frac{1}{2}mv_D^2 - 0 = mg \times 16R + qU$, 解得小球通过 D 点时的速度 $v_D = 4\sqrt{2gR}$, 故 C 错误; 小球从 B 运动到 O 的过程中, 大球对小球的库仑力为 0 (大球在其内部产生的场强为 0), 小球只受重力和小球面的库仑力. 小球受到带负电小球面的库仑力, 设其方向与竖直方向夹角为 θ , 根据牛顿第二定律可知小球加速度 $a = \frac{mg + \frac{kQq}{r^2} \cos \theta}{m} = g + \frac{kQq}{mr^2} \cos \theta$, 其中, $r = \sqrt{(6R)^2 + (3\sqrt{2}R)^2}$, $\tan \theta = \frac{6R}{3\sqrt{2}R}$, 故 $r = 3\sqrt{6}R$, $\cos \theta = \frac{\sqrt{3}}{3}$, 代入数据得: $a = g + \frac{\sqrt{3}kQq}{162mR^2}$, 故 D 错误.

二、多项选择题 (本题共 4 小题, 每小题 5 分, 共 20 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, 有选错的得 0 分)

| | | | | |
|----|----|----|----|----|
| 题号 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 答案 | AD | AC | BC | BC |

7. AD 【解析】物体做平抛运动, 在水平方向上做匀速直线运动, 所以影子在 x 方向是匀速运动, 有 $x = v_0 t$, 则 $x-t$ 图像是过原点的倾斜直线, 故 A 正确, B 错误. 物体在竖直方向上做自由落体运动, 所以影子在 y 方向是匀变速直线运动, 有 $y = \frac{1}{2}gt^2$, 知 $y-t^2$ 图像是过原点的倾斜直线, 故 C 错误, D 正确.
8. AC 【解析】由于钠 24 衰变过程中动量守恒, 因此衰变后的两部分物质速度方向相反, 在磁场中运动的轨迹相切于一点, 由洛伦兹力充当向心力有 $Bqv = m \frac{v^2}{R}$, 可得 $R = \frac{mv}{qB}$, 可知, 电荷量越大, 其运动时的轨迹半径越小, 由此可知小圆对应的粒子所带电荷量更大, 且其所带电荷为正电荷, 根据左手定则可知, 小圆对应的粒子的运动方向为逆时针方向, 而根据左手定则结合轨迹可知, 大圆对应的粒子带负电, 则可确定该衰变为 β 衰变, 故 A 正确, B 错误; 根据以上分析, 写出其衰变方程为 ${}_{11}^{24}\text{Na} \rightarrow {}_{11}^{24}\text{Mg} + {}_{-1}^0\text{e}$, 产生的新核与 β 粒子的电荷量之比为 12:1, 而根据 $R = \frac{mv}{qB}$, 可知, 粒子运动的轨迹半径之比等于其所带电荷量的反比, 由此可知, 小圆和大圆的轨道半径之比为 1:12, 故 C 正确; 衰变过程中始终遵循质量数守恒和电荷数守恒, 但在衰变过程中有能量释放, 根据爱因斯坦的质能方程可知, 衰变后两条轨迹对应的粒子的质量之和小于衰变前钠 24 的质量, 故 D 错误.
9. BC 【解析】线圈 ab 边进入磁场时磁通量增大, 根据楞次定律可知, 感应电流方向为 $abcd$, 故 A 错误; 线圈进入磁场的过程中做匀速直线运动, da 边和 cb 边受到的安培力大小相等, 方向相反, 合力为零. 竖直方向上由平衡条件有 $mg = BIl$, 解得 $I = \frac{mg}{Bl}$, 故 B 正确; 开始下落到线圈着地的过程中, 根据动能定理得 $E_k - \frac{1}{2}mv_0^2 = mgh - Fl$, 由于进入磁场的过程中 $F = BIl = mg$, 解得线圈在磁场内着地时的动能为 $E_k = \frac{1}{2}mv_0^2 + mg(h-l)$, 故 C 正确; 线圈下边进入磁场时, 根据平衡条件有 $mg = \frac{B^2 l^2 v}{R}$, 根据 $v^2 = 2g \cdot \Delta h$, 可得有界磁场区域的高度为 $L = h - \Delta h = h - \frac{m^2 g R^2}{2B^4 l^2}$, 故 D 错误.
10. BC 【解析】设第一次碰后 A、B 两球的速度分别为 v_1, v_2 . 对 A 球 $I = m_A v_0$ 根据动量守恒定律和能量守恒定律有 $m_A v_0 = -m_A v_1 + m_B v_2$, $\frac{1}{2}m_A v_0^2 = \frac{1}{2}m_A v_1^2 + \frac{1}{2}m_B v_2^2$, 第二次碰撞发生在 b 点, 则有 $t = \frac{3}{4} \times \frac{2\pi R}{v_1} = \frac{1}{4} \times \frac{2\pi R}{v_2}$, 联立解得 $m_A : m_B = 1 : 7$, 故 A 错误; 第一次碰后, A 球和 B 球的速度比为 $\frac{m_A - m_B}{2m_A}$, 增大 A 球的初速度 v_0 后, 速度之比不改变, 则第二次碰撞点仍在 b 点, 故 B 正确; 若 $m_A > m_B$, AB 两球碰后同向运动, 两球在 b 点发生第二次碰撞, 则 A 球运动的路程是 B 球的 $\frac{1}{5}$, 两球碰后速度的大小之比 $\frac{v_A}{v_B} = \frac{1}{5}$, 结合 A 分析则有 $\frac{m_A - m_B}{2m_A} = \frac{1}{5}$, 解得 $\frac{m_A}{m_B} = \frac{5}{3}$, 若只增大 A 的质量, 满足 $\frac{m_A}{m_B} = \frac{5}{3}$, 则两球也会在 b 点再次碰撞, 故 C 正确; 由于发生弹性碰撞, 两球的相对速度大小不变, 相邻两次碰撞的时间间隔均为 $\frac{2\pi R}{v_0}$, 发生第 2026 次碰撞时经历的时间为 $2025 \cdot \frac{2\pi R}{v_0} = \frac{4050\pi R m_A}{7}$, 故 D 错误.

三、实验题(第 11 题 6 分、第 12 题 10 分,共 16 分)

11. (6 分,每空 2 分)

(1) $\frac{m_0 F_1}{F_0 - F_1}$ (2) $\frac{1}{l} \frac{k}{v_0^2}$

【解析】(1)对 AB 整体研究,利用牛顿第二定律有 $F_0 = (m_0 + m_1)a$

对物体 A 研究有 $a = \frac{F_1}{m_1}$,联立解得 $m_1 = \frac{m_0 F_1}{F_0 - F_1}$

(2)由于处于完全失重,则由拉力提供向心力,则有 $F = \frac{m_2 v_0^2}{l}$

由于描点作图得到一条直线,可知应以 $\frac{1}{l}$ 为横坐标;

根据上述可知斜率 $k = m_2 v_0^2$,解得 $m_2 = \frac{k}{v_0^2}$

12. (10 分,每空 2 分)

(1)黑表笔 红表笔 (2)45 (3)15 (4)1.0

【解析】(1)根据电流从黑表笔流出电表,从红表笔流入电表,故 M 端接黑表笔,N 端接红表笔。

(2)由欧姆定律得 $I_1 = I_x + \frac{I_x R_x}{R_1 + R_2}$, $I_2 = I_x + \frac{I_x (R_x + R_2)}{R_1}$,代入数据解得 $R_1 = 5 \Omega$, $R_2 = 45 \Omega$ 。

(3)现将 S_2 接 4, S_1 接 2 时,由图示电路图可知,此时电流表量程为 100 mA, $R_x = R_n = \frac{E}{I_x}$,则 $R_x = 15 \Omega$ 。

(4)将 S_2 接 5, S_1 接 1,若 $R_x = 55 \Omega$,此时电压表量程 $U = I_x R_x + I_1 R = 0.001 \times 450 \text{ V} + 0.010 \times 55 \text{ V} = 1.0 \text{ V}$ 。

四、解答题(本题共 3 个小题,共 40 分)

13. (10 分)【解析】(1)由振动图像读出周期 $T = 1.2 \text{ s}$,振幅 $A = 5 \text{ cm}$ 1 分

由 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ 得到圆频率 $\omega = \frac{5}{3} \pi \text{ rad/s}$ 1 分

则位移 y 随时间 t 变化的关系式为 $y = A \cos \omega t = 5 \cos \frac{5}{3} \pi t (\text{cm})$ 1 分

(2)因 $n = \frac{t}{T} = \frac{12.9}{1.2} = 10 \frac{3}{4}$ 1 分

所以小球在 $0 \sim 12.9 \text{ s}$ 内运动的总路程 $s = 4A \times 10.75 \text{ cm} = 215 \text{ cm} = 2.15 \text{ m}$ 1 分

12.9 s 时刻的位置在平衡位置 1 分

(3)小球静止时 $mg = kx'$,解得 $k = 10 \text{ N/m}$ 1 分

根据牛顿第二定律得 $mg - kx = ma$ 1 分

解得 $a = 5 \text{ m/s}^2$ 2 分

14. (14 分)【解析】(1)由于通过磁场区域后所有离子均从 P、Q 间垂直 x 轴进入第一象限,则通过 PQ 中点离子的轨迹

对应的圆心在 O 点,故离子运动的半径为 R ,由 $qv_0 B = \frac{mv_0^2}{R}$ 2 分

解得离子的发射速度为 $v_0 = \frac{qBR}{m}$ 1 分

(2)相同速率的同种离子在磁场中运动的半径相同,由磁发散可知,离子通过 P 点速度方向竖直向上,垂直于 x 轴,离子通过 Q 点速度方向竖直向上,垂直于 x 轴.如右图:

由于 $OP = \frac{R}{2}$, $OQ = \frac{3R}{2}$,所以对应 P 点的离子在磁场中的圆心角

$\cos \alpha = \frac{R - OP}{R} = \frac{1}{2}$ 1 分

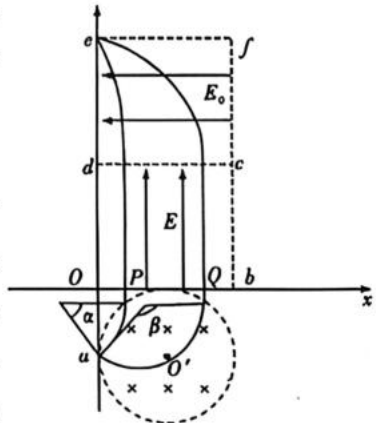
对应 Q 点的离子在磁场中的圆心角 $\cos(180^\circ - \beta) = \frac{OQ - R}{R} = \frac{1}{2}$,得 $\alpha = 60^\circ$, $\beta = 120^\circ$ 1 分

离子在磁场中运动的周期为 $T = \frac{2\pi m}{qB}$ 1 分

这两个离子出磁场后分别到 P、Q 的距离相等,所以离子从 a 点出发分别到达

P、Q 两点所用的时间差 $\Delta t = \frac{120^\circ}{360^\circ} T - \frac{60^\circ}{360^\circ} T = \frac{T}{6} = \frac{\pi m}{3qB}$ 2 分

(3)要使离子全部打在 e 点,设离子进入正方形区域 cdef 的速度为 v ,离子在这个区域内受到的电场力为 qE_0 ,则离



子的加速度为 $a = \frac{qE_0}{m}$ 1分

水平方向有 $x = \frac{1}{2}at^2$ ($\frac{R}{2} \leq x \leq \frac{3R}{2}$), 竖直方向有 $2R - vt$, 联立解得 $v = R\sqrt{\frac{2qE_0}{mR}}$ 2分

离子在正方形区域 $Obcd$ 内, 做匀加速运动, 则 $2R = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$, 其中 $a' = \frac{qE}{m}$ 1分

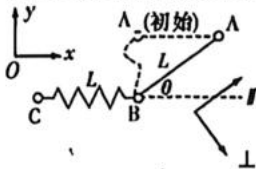
解得 $E = \frac{E_0 R}{2x} - \frac{qRB^2}{4m}$ (其中 $\frac{R}{2} \leq x \leq \frac{3R}{2}$) 2分

15. (16分)【解析】(1) A、B 间轻绳被拉紧的瞬间只保留了垂直 A、B 连线方向的分速度, 损失的机械能为

$\Delta E = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}m(v_0 \sin \theta)^2$ 2分

故 $\Delta E = \frac{8}{25}mv_0^2$ 1分

(2) 在 A、B 间的软绳刚刚被拉紧后的瞬间, B、C 间的轻质弹簧无形变, 故小球 C 的速度 $v_c = 0$, 如图,



在绳刚刚被拉紧后的瞬间, 将 A 的初速度按垂直于连线方向“ \perp ”和平行于连线方向“ \parallel ”进行分解

$v_{A\perp} = v_0 \sin \theta, v_{A\parallel} = v_0 \cos \theta$ 1分

由轻绳约束条件, 在 A、B 间的软绳刚刚被拉紧后的瞬间

$v_B = v_{A\parallel} = v_{A\parallel}$ 1分

再由 A、B 间的动量守恒得:

$mv_{A\parallel} = mv_{A\parallel} + mv_{B\parallel}$ 1分

$v_{A\perp} - v_{B\perp}$

又 $v_A = \sqrt{v_{A\parallel}^2 + v_{A\perp}^2}$ 1分

解得 $v_B = \frac{2}{5}v_0$

$v_A = \frac{\sqrt{13}}{5}v_0$ 2分

(3) 在 A、B 间的柔软轻绳刚刚被拉紧时, B、C 间的柔软轻绳处于沿 x 方向伸直的拉紧状态, 小球 C 所受到的来自软绳的作用力指向 B, 故 C 只可能沿正 x 方向运动, 可设为 v_c .

另设绳被拉紧后瞬间 A、B 速度分别为 v_A', v_B' .

A、B、C 构成的体系在绳被拉紧前与刚刚拉紧后的总动量守恒, 有

$mv_{Ax} + mv_{Bx} + mv_c = mv_0$ 1分

$mv_{Ay} + mv_{By} = 0$ 1分

由于 B、C 间的柔软轻绳不可伸长, 在 B、C 间的柔软轻绳被拉紧时, B 相对于 C 的相对运动速度沿正 y 方向,

即 $v_{By} - v_c = 0$ 1分

在此时瞬间 A 相对于 B 的相对运动速度 v_A'' 垂直于此时 AB 连线, 且沿顺时针旋转方向, 即

$v_{Ax} - v_{Bx} = v_A'' \sin \theta$

$v_{Ay} - v_{By} = -v_A'' \cos \theta$ 1分

因为 A 所受冲量只沿 AB 连线方向, 故 A 在垂直于 AB 连线方向的速度分量在绳被拉紧前后没有变化, 则有

$v_{Ax} \sin \theta - v_{Ay} \cos \theta = v_0 \sin \theta$

又 $v_A' = \sqrt{v_{Ax}^2 + v_{Ay}^2}$

$v_B' = \sqrt{v_{Bx}^2 + v_{By}^2}$ 1分

联立解得 $v_A' = \frac{\sqrt{205}}{21}v_0$

$v_B' = \frac{2\sqrt{13}}{21}v_0$

$v_c = \frac{4}{21}v_0$ 2分