

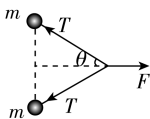
14. C 【命题点】向心力与万有引力

【解析】航天员在太空中处于完全失重状态,航天员随飞船绕地球做圆周运动,故所受合力不为零,所受地球引力提供其随飞船运动所需的向心力, **C 正确**, **A、B 错误**; 由 $F = \frac{GMm}{r^2}$, $R_{\text{地}} < r_{\text{轨}}$ 可知,航天员在地球表面上所受引力的大小大于其随飞船运动所需的向心力的大小, **D 错误**。

名师延展 航天员的漂浮状态为完全失重状态,完全失重并非不受重力作用,而是重力的作用效果不体现为使航天员竖直下落,而是体现为完全用来改变航天员速度的方向。

15. A 【命题点】力的合成与分解及牛顿运动定律

【解析】设两侧轻绳的方向与力 F 所在直线夹角均为 θ , 对绳的中点受力分析, 如图所示, 由力的合成与分解可得 $2T\cos\theta = F$, 当两球相距 $\frac{3}{5}L$ 时, 由几何知识可得 $\cos\theta = 0.8$, 由牛顿第二定律有 $T = ma$, 解得 $a = \frac{5F}{8m}$, **A 正确**。

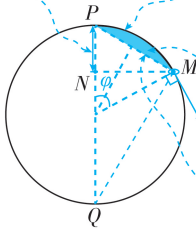


16. C 【命题点】机械能守恒定律与三角函数的综合

【解析】小环下落过程机械能守恒,有 $mgr(1-\cos \varphi)=\frac{1}{2}mv^2$,
解得 $v=\sqrt{2gr(1-\cos \varphi)}=2\sqrt{gr}\sin \frac{\varphi}{2}$ 。

②小环下降的高度 $h=r(1-\cos \varphi) \rightarrow$ B错误

①根据弧度数的定义，
弧长 $s = \varphi r \rightarrow \mathbf{A}$ 错误



④小环与P点连线扫过的面积

$$S = \frac{1}{2} \varphi r^2 - \frac{1}{2} r^2 \sin \varphi \rightarrow \mathbf{D} \text{ 错误}$$

③小环到P点的距离

$$x = 2r \sin \frac{\varphi}{2} \rightarrow \text{C正确}$$

巧思妙解

巧思妙解 根据机械能守恒定律可得 $mgh = \frac{1}{2}mv^2$, 则 $v = \sqrt{2gh}$, B 错误; $\triangle PNM$ 与 $\triangle PMQ$ 相似, 则 $\frac{PN}{PM} = \frac{PM}{PQ}$, 即 $x^2 = 2rh$, 则 $v = \sqrt{\frac{g}{r}x}$, C 正确。

17. B 【命题点】球面波

【解析】能量是以球面波的方式向周围辐射的,由能量守恒有 $Pt = n \cdot 4\pi R^2 \cdot h \frac{c}{\lambda}$, 则点光源每秒辐射的光子能量 $E =$

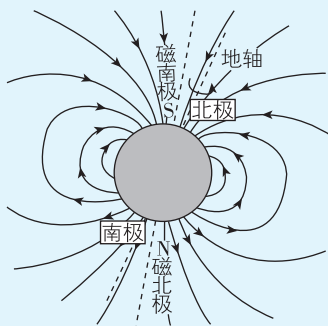
$$P_t = 113 \times 1 \text{ J} = \frac{3 \times 10^{14} \times 4 \times \pi \times R^2 \times 6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{6 \times 10^{-7}} \text{ J}, \text{ 解得 } R \approx$$

$3 \times 10^2 \text{ m}$, **B** 正确。

18. BC 【命题点】磁场的矢量叠加

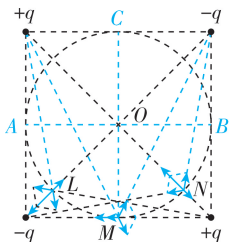
【解析】由矢量合成可得 $B^2 = B_x^2 + B_y^2 + B_z^2$, 结合表中数据可知当地的地磁场磁感应强度大小约为 $50 \mu\text{T}$, **B** 正确; 竖直向上的磁场矢量总为负值, 而北半球地磁场方向斜向下, 故测量地点位于北半球, **A** 错误; 第 2 次测量时 y 轴的磁场矢量为负值, 故 y 轴正向指向南方, **C** 正确; 第 3 次测量时, 若 y 轴正向指向东方, 则 x 轴正向指向南方, x 轴地磁场应该是负值, **D** 错误。

名师延展 地理的南北极与地磁场的南北极相反, 地磁场的磁感线由地理南极指向北极, 不过有一定磁偏角。



19. AB 【命题点】点电荷电场的叠加、电势、电场力做功

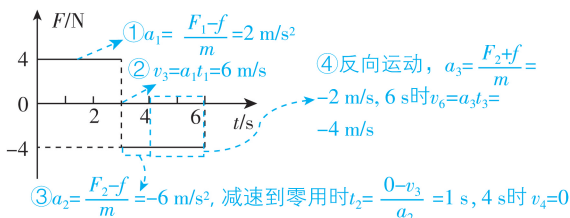
【解析】两个正点电荷在 N 点产生的合场强方向由 N 指向 O , N 点处于两负点电荷连线的中垂线上, 则两负点电荷在 N 点产生的合场强方向由 N 指向 O , 则 N 点的合场强方向由 N 指向 O , 同理可知, L 处的合场强方向由 O 指向 L , 如图所示, 由于正方形两对角线垂直平分, 则 L 和 N 两点处的电场方向相互垂直, **A** 正确; 正方形底边的一对等量异号点电荷在 M 点产生的合场强方向向左, 而正方形上方的一对等量异号点电荷在 M 点产生的合场强方向向右, 由于 M 点到上方一对等量异号点电荷距离较远, 则 M 点的场强方向向左, 平行于该点处的切线, **B** 正确; M 点和 O 点分别位于左上和右上、左下和右下两组异种等量点电荷连线的中垂线上, 所以 M 、 O 所在直线是一条 $\varphi = 0$ 的等势线, 则 M 和 O 两点电势相等, 将一带正电的点电荷从 M 点移动到 O 点, 电场力做功为零, **C** 错误; 同理可知, A 、 B 所在直线也是一条 $\varphi = 0$ 的等势线, 则左下角四分之一正方形区域内的电势 $\varphi < 0$, 右下角四分之一正方形区域内的电势 $\varphi > 0$, 则 L 点的电势低于 N 点的电势, 将一带正电的点电荷从 L 点移动到 N 点, 电场力做功不为零, **D** 错误。



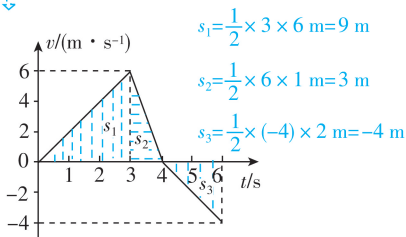
20. AD 【命题点】牛顿第二定律的应用

【解析】整个运动过程中, 物块受到的滑动摩擦力大小为 $f =$

$$\mu mg = 2 \text{ N}。$$



作出 $v-t$ 图像, 图像与时间轴所围图形的面积表示位移



4 s 时物块的速度为零, 物块的动能为零, **A 正确**; 物块在 0~6 s 内的位移为 $s = s_1 + s_2 + s_3 = 8 \text{ m}$, 所以 6 s 时物块没有回到初始位置, **B 错误**; 3 s 时物块的动量为 $mv_3 = 6 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, **C 错误**; 0~6 s 内 F 对物块所做的功 $W = F_1s_1 + F_2s_2 + F_2s_3 = 40 \text{ J}$ (易错: 力和位移均为矢量), **D 正确**。

一题多解 对物块 0~3 s 内的运动由动量定理可知

$$(F_1 - f)t_1 = mv_3, \text{ 解得 } v_3 = 6 \text{ m/s}。$$

设 3 s 后经过时间 t 物块的速度减为 0, 由动量定理可得

$$(F_2 - f)t_2 = 0 - mv_3, \text{ 解得 } t_2 = 1 \text{ s}。$$

21. BD 【命题点】圆周运动与功能关系

【解析】 粒子 3 从距 O 点 r_2 的位置入射并从距 O 点 r_1 的位置出射, 做近心运动, 电场力做正功, 则动能增大, 粒子 3 入射时的动能比它出射时的小, **A 错误**; 粒子 4 从距 O 点 r_1 的位置入射并从距 O 点 r_2 的位置出射, 做离心运动, 电场力做负功, 则动能减小, 粒子 4 入射时的动能比它出射时的大, **B 正确**; 带正电的同种粒子 1、2 在均匀辐向电场中做匀速圆周运动, 则有 $qE_1 = m \frac{v_1^2}{r_1}$, $qE_2 = m \frac{v_2^2}{r_2}$, 在截面内, 极板间各点的电场强度大小与其到 O 点的距离成反比, 则 E 与 r 的乘积为一定值, 可得 $mv_1^2 = mv_2^2$, 则粒子 1 入射时的动能等于粒子 2 入射时的动能, **C 错误**; 粒子 3 做近心运动, 有 $qE_2 > m \frac{v_3^2}{r_2}$, 由 C 项分析可得 $\frac{1}{2}mv_3^2 < \frac{qE_2r_2}{2} = \frac{1}{2}mv_1^2$, 粒子 1 入射时的动能大于粒子 3 入射时的动能, **D 正确**。

22. (1) 相邻连续相等时间间隔内的位移之差近似相等 (1 分)

(2) 547 (2 分) (3) 79 (2 分)

【命题点】匀变速直线运动的探究

【解析】 (1) 每一秒的位移分别为 $x_1 = 507 \text{ m}$, $x_2 = 587 \text{ m}$, $x_3 = 665 \text{ m}$, $x_4 = 746 \text{ m}$, $x_5 = 824 \text{ m}$, $x_6 = 904 \text{ m}$, 可知**相邻连续相等时间间隔内的位移差近似相等**, 约为 80 m , 由 $\Delta x = aT^2$ 可知, a 恒定, 飞行器在这段时间内近似做匀加速直线运动。

(2) 当 $x=507\text{ m}$ 时, 飞行器处于 $t=1\text{ s}$ 时刻, 匀变速直线运动某段时间内的平均速度等于该段时间中间时刻的速度,

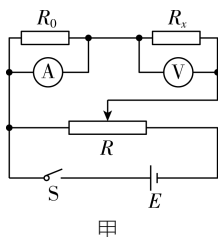
所以 $v = \frac{1\,094\text{ m}}{2\text{ s}} = 547\text{ m/s}$ 。

(3) 由逐差法可知 $a = \frac{x_4 + x_5 + x_6 - (x_1 + x_2 + x_3)}{(3T)^2} = \frac{(4\,233 - 1\,759) - (1\,759 - 0)}{(3 \times 1)^2} \text{ m/s}^2 = 79\text{ m/s}^2$ 。

23. (1) 见解析(2分) (2) $10\ \Omega$ (1分) $75\ \Omega$ (2分) (3) 2.30(1分) 4.20(2分) 548(2分)

【命题点】探究电阻的伏安特性实验

【解析】(1) 电流表内阻已知, 但要测量 $0 \sim 5\text{ mA}$ 范围内的电阻伏安特性, 电流表的量程不够, 电流表需要与 R_0 并联测量流过 R_x 的电流; 电压表单独测量 R_x 的电压, 且电压表内阻很大, 可视为理想电表, 所以电流表采用外接法; 要求通过 R_x 的电流在 $0 \sim 5\text{ mA}$ 范围内连续可调,

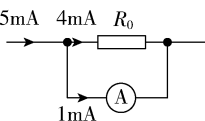


甲

则滑动变阻器应采用分压式接法, 连接电路图如图甲所示。

(2) 为方便电路调节, 电路中滑动变阻器 R 应选最大阻值较小的, 即最大阻值为 $10\ \Omega$ 的滑动变阻器; 5 mA

通过 R_x 电流最大为 5 mA , 需要将电流表量程扩大为原来的 5 倍, 根据并联分流的规律作出电表改装的原理图如图



乙

乙所示, 根据并联电路特点可得 $\frac{4\text{ mA}}{1\text{ mA}} = \frac{300\ \Omega}{R_0}$, 解得 $R_0 = 75\ \Omega$ 。

(3) 电压表分度值是 0.1 V , 要估读至下一位, 读数为 2.30 V ; 电流表分度值是 0.02 mA , 不需要估读至下一位, 读数为 0.84 mA , 所以流过 R_x 的电流为 $5 \times 0.84\text{ mA} = 4.20\text{ mA}$, 由欧姆

定律可知 $R_x = \frac{2.30\text{ V}}{4.20\text{ mA}} = 548\ \Omega$ 。

24. (1) $0.04\sqrt{2}\text{ N}$ (2) $1.6 \times 10^{-2}\text{ J}$

【命题点】法拉第电磁感应定律

【解析】(1) 磁感应强度大小随时间的变化关系为 $B(t) = 0.3 - 0.1t\text{ (SI)}$,

由法拉第电磁感应定律知感应电动势 $E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S =$

$0.1 \times \frac{1}{2} \times 0.40 \times 0.40\text{ V} = 0.008\text{ V}$ (2分)

流过金属框的电流 $I = \frac{E}{R} = \frac{E}{\lambda \cdot 4l} = \frac{0.008\text{ V}}{5.0 \times 10^{-3} \times 4 \times 0.40\ \Omega} = 1\text{ A}$ (2分)

在 $t = 2.0\text{ s}$ 时, 磁感应强度大小 $B(2.0\text{ s}) = (0.3 - 0.1 \times 2.0)\text{ T} = 0.1\text{ T}$ (2分)

此时金属框受到的安培力 $F_{\text{安}} = B(2.0\text{ s}) \cdot I \cdot l_{\text{有效}} = 0.1 \times 1 \times \sqrt{2} \times 0.4\text{ N} = 0.04\sqrt{2}\text{ N}$ (2分)

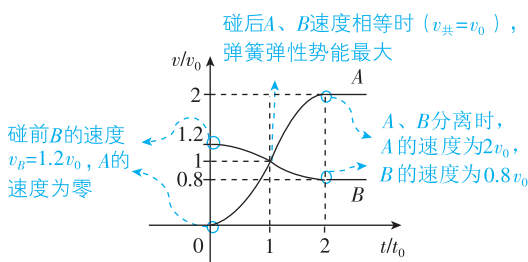
(2) 在 $t=0$ 到 $t=2.0\text{ s}$ 时间内, 流过金属框的电流大小不变, 为 $I=1\text{ A}$ (2分)

由焦耳定律可知, 金属框产生的焦耳热 $Q=I^2 \cdot R \cdot \Delta t=1^2 \times 5 \times 10^{-3} \times 4 \times 0.40 \times 2.0\text{ J}=1.6 \times 10^{-2}\text{ J}$ (2分)

25. (1) $0.6mv_0^2$ (2) $0.768v_0t_0$ (3) 0.45

【命题点】动量守恒定律和能量守恒定律

【题图剖析】



【解析】(1) 由题图(b)可知, 物块 A、B 在碰撞前的速度大小分别为 0 和 $1.2v_0$, 第一次碰撞后的速度大小分别为 $2v_0$ 和 $0.8v_0$, 它们在 $t=t_0$ 时速度相同, 均为 v_0 。设物块 B 质量为 M , 由动量守恒定律有

$$M(1.2v_0) = m(2v_0) + M(0.8v_0) \quad ① \quad (2\text{分})$$

A、B 的速度相等时, 弹簧的压缩量最大, 弹性势能最大, 设其为 E_p , 由机械能守恒定律得

$$E_p = \frac{1}{2}M(1.2v_0)^2 - \frac{1}{2}(m+M)v_0^2 \quad ② \quad (2\text{分})$$

联立①②式得

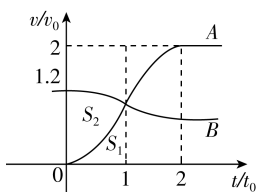
$$E_p = 0.6mv_0^2 \quad ③ \quad (1\text{分})$$

(2) 从 $t=0$ 到 $t=t_0$ 时间内, 物块 A、B 运动的距离分别对应 $v-t$ 图中 A、B 图线下的面积 S_1 和 (S_1+S_2) 。设在碰撞过程中物块 A、B 的速度分别为 v_A 和 v_B , 由动量守恒定律有

$$M(1.2v_0) = mv_A + Mv_B \quad ④ \quad (2\text{分})$$

把④式两边乘以微小时间间隔 Δt , 并对时间从 0 到 t_0 求和可得

$$M(1.2v_0)t_0 = mS_1 + M(S_1+S_2) \quad ⑤ \quad (2\text{分})$$



在 $t=t_0$ 时弹簧的压缩量最大, 为

$$\Delta l = (S_1+S_2) - S_1 \quad ⑥ \quad (1\text{分})$$

联立①⑤⑥式并代入题给条件得

$$\Delta l = 0.768v_0t_0 \quad ⑦ \quad (2\text{分})$$

(3) 由题给条件可知, 物块 A 在两次从水平面滑上斜面之前的速度相同, 均为 $2v_0$ 。设物块 A 下滑离开斜面时的速度大小为 v_1 , 与物块 B 再次碰撞后, B 的速度为 v_2 。由动量守恒定律和机械能守恒定律, 有

$$m(-v_1) + M(0.8v_0) = m(2v_0) + Mv_2 \quad ⑧ \quad (2\text{分})$$

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}M(0.8v_0)^2 = \frac{1}{2}m(2v_0)^2 + \frac{1}{2}Mv_2^2 \quad ⑨ \quad (2\text{分})$$

设物块 A 与斜面间的动摩擦因数为 μ , 在斜面上达到的最高点与底端距离为 s , 重力加速度大小为 g 。由动能定理有

$$mg\sin\theta + \mu mg\cos\theta = \frac{1}{2}m(2v_0)^2 \quad \text{⑩} \quad (1 \text{ 分})$$

$$mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta = \frac{1}{2}mv_1^2 \quad \text{⑪} \quad (1 \text{ 分})$$

联立①⑧⑨⑩⑪式并代入题给数据可得

$$\mu = 0.45 \quad \text{⑫} \quad (2 \text{ 分})$$

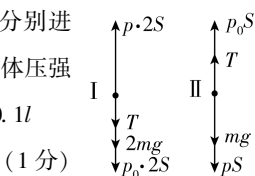
33. (1) ABD 【命题点】T-V 图像

【解析】由理想气体状态方程 $\frac{pV}{T} = C$ (C 为常数) 可得 $T = \frac{pV}{C}$, 即某状态点与坐标原点连线的斜率大小可以反映压强大小, 由题图可知 $p_a = p_b > p_c$, **A 正确, C 错误**; 从 a 变化到 b 的过程中, 气体压强不变, 体积增大, 气体对外做功, 由于气体温度升高, 内能增大, 根据热力学第一定律 $\Delta U = Q + W$ 可知, 气体从外界吸热, 且吸收的热量大于其增加的内能, **B、D 正确, E 错误**。

$$(2) \text{(i)} \frac{40mg}{l} \quad \text{(ii)} \frac{3mg + p_0 S}{S} \quad \frac{4T_0}{3}$$

【命题点】气体实验定律与力学问题的综合

【解析】(i) 初始状态, 对活塞 I、II 分别进行受力分析, 如图甲所示, 设内部气体压强为 p , 弹簧弹力大小为 T , 则 $T = k \cdot 0.1l$



(1 分)

对 I 有 $p \cdot 2S = p_0 \cdot 2S + 2mg + k \cdot 0.1l$

甲

(1 分)

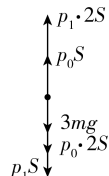
对 II 有 $pS + mg = p_0 S + k \cdot 0.1l$

(1 分)

$$\text{联立解得 } p = \frac{3mg + p_0 S}{S}, k = \frac{40mg}{l}$$

(1 分)

(ii) 缓慢加热气体的过程, 活塞 I、II 整体处于平衡状态, 对整体受力分析, 如图乙所示, 设内部气体压强为 p_1 ,



则有 $p_0 S + p_1 \cdot 2S = p_0 \cdot 2S + p_1 S + 3mg$

(2 分)

乙

解得 $p_1 = \frac{3mg + p_0 S}{S}$, 为定值, 即活塞 II 刚运动到汽

缸连接处时压强为 $\frac{3mg + p_0 S}{S}$

(1 分)

对单个活塞受力分析可知, 弹簧伸长量不变。

由于被封闭的气体做等压变化, 则对其始末状态进行分析,

初态: 体积 $V_1 = 2S \cdot \frac{1.1l}{2} + S \cdot \frac{1.1l}{2} = \frac{3.3lS}{2}$, 温度 $T_1 = T_0$,

末态: 体积 $V_2 = 2S \cdot 1.1l = 2.2lS$, 温度 T_2 ,

由盖-吕萨克定律有 $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

(2 分)

$$\text{解得 } T_2 = \frac{4T_0}{3}$$

(1 分)

34. (1) 4(2 分) 加强(2 分) 向下(1 分)

【命题点】波的传播与叠加

【解析】两列波的波速均为 $v = 5 \text{ m/s}$, 周期均为 $T = 0.8 \text{ s}$, 所以波长均为 $\lambda = vT = 4 \text{ m}$ 。由于 P 点到两波源 S_1 和 S_2 的距

离相等,即波程差 $\Delta s = 0$, 所以两波在 P 点引起的振动总是相互**加强**的; 由 $10 \text{ m} = \frac{5}{2}\lambda$, 作出波形图, 如图所示, 根据“同侧法”可知平衡位置在 P 处的质点**向下**运动。



(2) 1.5

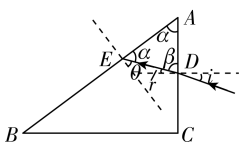
【命题点】光的折射和全反射

【解析】设棱镜的折射率为 n , 当

$\sin i = \frac{1}{6}$ 时, 恰好没有光线从 AB 边

射出, 即此时光线在 AB 界面发生

全反射, 光路图如图所示,



对入射点 D 有 $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ (2 分)

对反射点 E 有 $n = \frac{1}{\sin \theta}$ (2 分)

根据题意, 由几何知识得 $2\alpha + \beta = \pi$ (2 分)

$\alpha + \theta = \frac{\pi}{2}$ (1 分)

$\beta + r = \frac{\pi}{2}$ (1 分)

联立可得 $n = 1.5$ (2 分)