

14. B 【命题点】动能

【解析】列车在启动过程中做匀加速直线运动,根据 $v=at$ 可知列车的动能 $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}ma^2t^2 \propto t^2$, A 错误;根据 $v^2 = 2ax$ 可知列车的动能 $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = max \propto x$, 故 B 正确;列车的动能 $E_k = \frac{1}{2}mv^2 \propto v^2$, C 错误;列车的动能 $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m} \propto p^2$, D 错误。

15. A 【命题点】弹簧弹力与形变量的关系

【解析】设物块静止时弹簧的形变量为 x_0 , 则有 $mg = kx_0$, 物块做匀加速直线运动, 根据牛顿第二定律可得 $F - mg + k(x_0 - x) = ma$, 解得 $F = ma + kx$, 所以 $F-x$ 图线是不过原点的倾斜直线, A 正确。

快解 在弹簧恢复到原长的过程中, 弹力发生变化, 物块做匀变速直线运动, 故外力不可能是恒力, B 错误; 弹簧弹力的变化是连续的, 不会发生突变, 故外力也不应发生突变, D 错误; 物块要产生加速度, 初始状态弹力与重力平衡, 所以初始时刻力 F 大小应为 ma , 大于 0, 故排除 C。

16. D 【命题点】带电小球间的库仑力与力的合成

【解析】由题意可知小球 c 受到的库仑力的合力可能水平向左, 也可能水平向右, 受力如图。若合力水平向左, 可知小球 a 对小球 c 吸引, 小球 b 对小球 c 排斥, 所以 a 、 b 带异种电荷; 根据平衡条件可知 $\tan 37^\circ = \frac{F_1}{F_2}$, 根据库仑力公式有 $F_1 =$

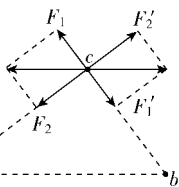
$$\frac{k'q_bq_c}{(bc)^2}, F_2 = \frac{k'q_aq_c}{(ac)^2}, \text{联立解得 } \frac{q_a}{q_b} =$$

$$\frac{64}{27}; \text{同理, 若库仑力的合力水平向}$$

右, 可知小球 a 对小球 c 排斥, 小球 b

对小球 c 吸引, 所以 a 、 b 带异种电荷, 同样有 $\tan 37^\circ = \frac{F'_1}{F'_2}$,

仍可推得 $\frac{q_a}{q_b} = \frac{64}{27}$, D 正确。



快解 若 a 、 b 的电荷同号, 可知两球同时对 c 有斥力或引力, c 受力方向在 ac 、 bc 两线或两线的延长线之间, 故 A、C 错误。

17. B 【命题点】单杆旋转切割磁感线

【解析】 OM 从 OQ 位置以恒定的角速度逆时针转动到 OS 位

置, 通过 OM 的电荷量 $q_1 = \frac{\bar{E}}{R} \Delta t = \frac{\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}}{R} \Delta t = \frac{\Delta \Phi}{R} = \frac{B \cdot \frac{\pi r^2}{4}}{R}$; 磁

感应强度的大小以一定的变化率从 B 增加到 B' 的过程中,

通过 OM 的电荷量 $q_2 = \frac{\Delta \Phi}{R} = \frac{S \Delta B}{R} = \frac{\frac{\pi}{2} r^2 (B' - B)}{R}$, 并且 $q_1 =$

q_2 , 联立解得 $\frac{B'}{B} = \frac{3}{2}$, **B** 正确。

刷有所得 感生电动势与动生电动势

① 感生电动势: 导线不动, 磁场随时间变化时在导线中产生的

电动势, 由 B 的变化引起磁通量的变化, $E = \frac{n\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{nS\Delta B}{\Delta t}$ 。

② 动生电动势: 磁场不变, 由导体的运动引起磁通量变化而

产生的电动势, $E = \frac{n\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{nB\Delta S}{\Delta t} = nBlv$ 。

18. C 【命题点】动能定理的应用

【解析】小球从 a 到 c 的过程, 根据动能定理可得 $F \cdot 3R -$

$mgR = \frac{1}{2}mv_c^2 - 0$, 由题意知 F 的大小为 mg , 解得 $v_c = 2\sqrt{gR}$,

小球离开 c 点后在竖直方向做竖直上抛运动, 水平方向做

匀加速直线运动, 在竖直方向有 $v_c = gt$, 在水平方向上有 $x =$

$\frac{1}{2}at^2 = \frac{Ft^2}{2m}$, 联立解得 $x = 2R$, 可知小球机械能的增量为 $\Delta E =$

$F(3R+x) = 5mgR$, **C** 正确。

19. AD 【命题点】楞次定律和安培定则的应用

【解析】开关闭合的瞬间, 根据楞次定律和安培定则可知直

导线中电流从南向北, 根据安培定则可知小磁针所在处磁

场方向垂直纸面向里, 所以小磁针的 N 极朝垂直纸面向里

的方向转动, **A** 正确; 开关闭合并保持一段时间后, 直导线

中无电流, 小磁针受到地磁场作用, 小磁针的 N 极指向北,

B、**C** 错误; 开关闭合并保持一段时间再断开后的瞬间, 根据

楞次定律和安培定则可知直导线中电流从北向南, 根据安培定

则可知小磁针所在处磁场方向垂直纸面向外, 所以小磁针的 N

极朝垂直纸面向外的方向转动, **D** 正确。

刷有所得

应用楞次定律, 一定会同时用到安培定则; 正确理解安培定则、左手定则、右手定则和楞次定律。

20. BC 【命题点】万有引力定律

【解析】由题意可知两中子星的距离 L 和周期 T , 根据万有引

力提供向心力可得 $\frac{Gm_1m_2}{L^2} = m_1 \frac{4\pi^2}{T^2}r_1$, $\frac{Gm_1m_2}{L^2} = m_2 \frac{4\pi^2}{T^2}r_2$, 其中

$r_1 + r_2 = L$, 联立解得 $\frac{G(m_1+m_2)}{L^2} = \frac{4\pi^2L}{T^2}$, 可以求出它们的质量

之和 $m_1+m_2 = \frac{4\pi^2L^3}{GT^2}$, **B** 正确; 由 $v_1 = \frac{2\pi r_1}{T}$, $v_2 = \frac{2\pi r_2}{T}$, 可得它

们的速率之和 $v_1+v_2 = \frac{2\pi L}{T}$, **C** 正确; 由于 r_1 、 r_2 的具体大小未

知, 无法求出它们的质量之积 $m_1m_2 = \frac{16\pi^4L^4r_1r_2}{G^2T^4}$, **A** 错误; 题

中条件与中子星自转无关, 无法求出自转角速度, **D** 错误。

关键点拨

本题是双星问题, 要抓住两中子星周期相同这一特点, 根据万有引力提供向心力进行分析求解。

21. AB 【命题点】匀强电场中电势与电势能的分析

【解析】由题可知 $U_{ad} = \frac{W_{ad}}{q} = \frac{-6\text{ eV}}{-e} = 6\text{ V}$, 由图可知 $U_{ad} =$

$3U_{ab} = 3U_{bc}$, 所以 $\varphi_a - \varphi_b = \varphi_b - \varphi_c = 2\text{ V}$, 故平面 c 上的电势

$\varphi_c = 0$, **A 正确**; 电子进入电场的方向不确定, 可能在到达平面 f 之前沿电场方向的速度减为零, 垂直于电场方向的速度不为零, **B 正确**; 由以上分析可得平面 d 的电势 $\varphi_d = -2 \text{ V}$, 所以电子在平面 d 的电势能 $E_p = -e\varphi_d = 2 \text{ eV}$, **C 错误**; 电子从 a 到 b 根据动能定理可得 $W_{ab} = -U_{ab} \cdot e = E_{kb} - E_{ka}$, 解得 $E_{kb} = 8 \text{ eV}$, 从 a 到 d 根据动能定理可得 $W_{ad} = -U_{ad} \cdot e = E_{kd} - E_{ka}$, 可得 $E_{kd} = 4 \text{ eV}$, 则 $v_b = \sqrt{2}v_d$, **D 错误**。

22. 3.775(2分) 53.7(3分)

【命题点】测量弹簧的劲度系数

【思路分析】解决本题的关键是掌握题中标尺读数的方法, 读数为主尺读数加上游标读数, 不需要估读; 然后根据胡克定律求出弹簧的劲度系数。

【解析】主尺读数为 3.7 cm , 游标上第 15 个刻度和主尺上某一刻度对齐, 所以游标读数为 $15 \times 0.05 \text{ mm} = 0.75 \text{ mm} = 0.075 \text{ cm}$, 所以最终读数为 $3.7 \text{ cm} + 0.075 \text{ cm} = \mathbf{3.775 \text{ cm}}$;

根据胡克定律可得 $k = \frac{F}{\Delta x} = \frac{mg}{L_1 - L_0} = \frac{0.100 \times 9.8}{(3.775 - 1.950) \times 10^{-2}} \text{ N/m} \approx$

53.7 N/m。

23. (1) b (1分) (2)见解析(3分) (3)450(2分)

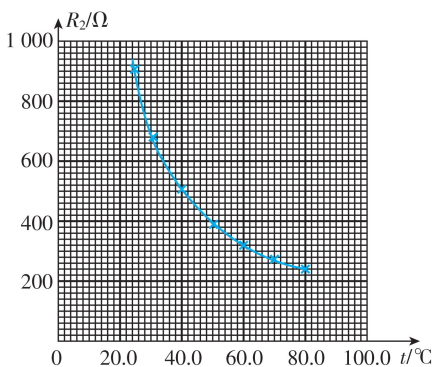
(4)620.0(2分) 33.0(2分)

【命题点】探究热敏电阻的温度特性

【思路分析】由图知, 滑动变阻器采用的是限流式接法, 根据安全性原则, 在闭合开关前, 滑动变阻器接入电路的阻值应调到最大值; 通过图像由温度找阻值或由阻值找温度。

【解析】(1) 滑动变阻器采用限流式接法, 在闭合开关前, 从保护电路的角度考虑, 滑动变阻器接入电路的阻值应调到最大值, 故 R_1 的滑片应移动到 b 端。

(2) 先描点, 之后在坐标纸上用平滑的曲线连接各点, 如图所示。



(3) 由图(b)可知, 当 $t = 44.0 \text{ }^\circ\text{C}$ 时, $R_T = R_2 = \mathbf{450 \text{ } \Omega}$ 。

(4) 由图(c)可知, 电阻箱示数为 $R_T = 6 \times 100 \text{ } \Omega + 2 \times 10 \text{ } \Omega + 0 \times 1 \text{ } \Omega + 0 \times 0.1 \text{ } \Omega = \mathbf{620.0 \text{ } \Omega}$, 由图(b)可得当 $R_T = R_2 = 620.0 \text{ } \Omega$ 时, 手心的温度 $t = \mathbf{33.0 \text{ } ^\circ\text{C}}$ 。

24. (1) $\frac{1}{g}\sqrt{\frac{2E}{m}}$ (2) $\frac{2E}{mg}$

【命题点】动量守恒定律和机械能守恒定律

【思路分析】烟花弹爆炸前做竖直上抛运动, 根据运动学公式可得运动的时间和上升的高度; 烟花弹爆炸, 内力远大于外力, 系统动量守恒, 根据动量守恒和能量的关系求出向上运动部分的速度, 向上运动的部分做竖直上抛运动, 由运动学

公式求解上升的最大高度。

【解析】(1) 设烟花弹上升的初速度为 v_0 , 由题给条件有

$$E = \frac{1}{2}mv_0^2 \quad (1 \text{ 分})$$

设烟花弹从地面开始上升到火药爆炸所用的时间为 t , 由运动学公式有 $0 - v_0 = -gt$ (2 分)

$$\text{联立①②式得 } t = \frac{1}{g}\sqrt{\frac{2E}{m}} \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 设爆炸时烟花弹距地面的高度为 h_1 , 由机械能守恒定律有

$$E = mgh_1 \quad (1 \text{ 分})$$

火药爆炸后, 烟花弹上、下两部分均沿竖直方向运动, 设爆炸后瞬间其速度分别为 v_1 和 v_2 。由题给条件和动量守恒定律有

$$\frac{1}{4}mv_1^2 + \frac{1}{4}mv_2^2 = E \quad (2 \text{ 分})$$

$$\frac{1}{2}mv_1 + \frac{1}{2}mv_2 = 0 \quad (2 \text{ 分})$$

由⑥式知, 烟花弹两部分的速度方向相反, 向上运动部分做竖直上抛运动。设爆炸后烟花弹上部分继续上升的高度为 h_2 , 由机械能守恒定律有

$$\frac{1}{4}mv_1^2 = \frac{1}{2}mgh_2 \quad (2 \text{ 分})$$

联立④⑤⑥⑦式得, 烟花弹上部分距地面的最大高度为

$$h = h_1 + h_2 = \frac{2E}{mg} \quad (1 \text{ 分})$$

25. (1) $\frac{2\sqrt{3}}{3}h$ (2) $\sqrt{\frac{6Em}{qh}}$ (3) $\frac{2\sqrt{3}}{3}(\sqrt{2}-1)h$

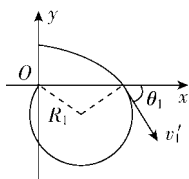
【命题点】带电粒子在电、磁场中的运动

【思路分析】 ${}^1_1\text{H}$ 在电场中做类平抛运动, 根据类平抛运动规律求出第一次进入磁场的位置到原点的距离和离开电场的速度大小; ${}^1_1\text{H}$ 在磁场中做匀速圆周运动, 根据牛顿第二定律求出磁感应强度; ${}^2_1\text{H}$ 的质量是 ${}^1_1\text{H}$ 的 2 倍, 根据动能的定义可求出在电场中 ${}^2_1\text{H}$ 的初速度是 ${}^1_1\text{H}$ 的 $\frac{\sqrt{2}}{2}$ 倍, 根据类平抛运动规律求出 ${}^2_1\text{H}$ 第一次进入磁场的位置到原点的距离和离开电场的速度; ${}^2_1\text{H}$ 在磁场中做匀速圆周运动, 根据牛顿第二定律求出其轨迹半径, 由几何关系求出 ${}^2_1\text{H}$ 第一次离开磁场的位置到原点的距离。

【解析】(1) ${}^1_1\text{H}$ 在电场中做类平抛运动, 在磁场中做圆周运动, 运动轨迹如图所示。设 ${}^1_1\text{H}$ 在电场中的加速度大小为 a_1 , 初速度大小为 v_1 , 它在电场中的运动时间为 t_1 , 第一次进入磁场的位置到原点 O 的距离为 s_1 。由运动学公式有

$$s_1 = v_1 t_1 \quad (1 \text{ 分})$$

$$h = \frac{1}{2}a_1 t_1^2 \quad (1 \text{ 分})$$



由题给条件, ${}^1_1\text{H}$ 进入磁场时速度的方向与 x 轴正方向夹角 $\theta_1 = 60^\circ$ 。 ${}^1_1\text{H}$ 进入磁场时速度的 y 分量的大小为

$$a_1 t_1 = v_1 \tan \theta_1 \quad (3)$$

联立以上各式得

$$s_1 = \frac{2\sqrt{3}}{3}h \quad (4)$$

(2) ${}^1_1\text{H}$ 在电场中运动时,由牛顿第二定律有

$$qE = ma_1 \quad (5)$$

设 ${}^1_1\text{H}$ 进入磁场时速度的大小为 v'_1 ,由速度合成法则有

$$v'_1 = \sqrt{v_1^2 + (a_1 t_1)^2} \quad (6)$$

设磁感应强度大小为 B , ${}^1_1\text{H}$ 在磁场中运动的圆轨道半径为 R_1 ,由洛伦兹力公式和牛顿第二定律有

$$qv'_1 B = \frac{mv_1'^2}{R_1} \quad (7)$$

由几何关系得

$$s_1 = 2R_1 \sin \theta_1 \quad (8)$$

联立以上各式得

$$B = \sqrt{\frac{6mE}{qh}} \quad (9)$$

(3) 设 ${}^2_1\text{H}$ 在电场中沿 x 轴正方向射出的速度大小为 v_2 ,在电场中的加速度大小为 a_2 ,由题给条件得

$$\frac{1}{2}(2m)v_2^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 \quad (10)$$

由牛顿第二定律有

$$qE = 2ma_2 \quad (11)$$

设 ${}^2_1\text{H}$ 第一次射入磁场时的速度大小为 v'_2 ,速度的方向与 x 轴正方向夹角为 θ_2 ,入射点到原点的距离为 s_2 ,在电场中运动的时间为 t_2 。由运动学公式有

$$s_2 = v_2 t_2 \quad (12)$$

$$h = \frac{1}{2}a_2 t_2^2 \quad (13)$$

$$v'_2 = \sqrt{v_2^2 + (a_2 t_2)^2} \quad (14)$$

$$\sin \theta_2 = \frac{a_2 t_2}{v'_2} \quad (15)$$

联立以上各式得

$$s_2 = s_1, \theta_2 = \theta_1, v'_2 = \frac{\sqrt{2}}{2}v'_1 \quad (16)$$

设 ${}^2_1\text{H}$ 在磁场中做圆周运动的半径为 R_2 ,由⑦⑩式及粒子在匀强磁场中做圆周运动的半径公式得

$$R_2 = \frac{(2m)v'_2}{qB} = \sqrt{2}R_1 \quad (17)$$

所以出射点在原点左侧。设 ${}^2_1\text{H}$ 进入磁场的入射点到第一次离开磁场的出射点的距离为 s'_2 ,由几何关系有

$$s'_2 = 2R_2 \sin \theta_2 \quad (18)$$

联立④⑧⑩⑬⑭⑮式得, ${}^2_1\text{H}$ 第一次离开磁场时的位置到原点 O 的距离为

$$s'_2 - s_2 = \frac{2\sqrt{3}}{3}(\sqrt{2}-1)h \quad (19)$$

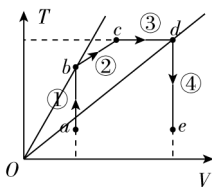
快解

(1) 根据平抛运动中物体速度方向的反向延长线

经过水平位移的中点, 则有 $\tan 60^\circ = \frac{y}{\frac{1}{2}x} = \frac{2h}{x}$, 解得 $x = \frac{2\sqrt{3}}{3}h$ 。

33. (1) BDE 【命题点】 T - V 图像

【解析】过程①气体发生等容变化, 温度升高, 根据 $\frac{pV}{T} = C$ 可知气体压强增大, 故 **A 错误**; 过程②气体体积增大, 气体对外做正功, 故 **B 正确**; 过程④气体发生等容变化, 气体对外不做功, 温度降低, 内能减小, 根据 $\Delta U = Q + W$ 可知气体对外放热, 故 **C 错误**; 状态 c 、 d 的温度相同, 气体内能相等, 故 **D 正确**; 由 $\frac{pV}{T} = C$ 可得 $T = \frac{p}{C}V$, 在 T - V 图像中, 坐标点与坐标原点的连线的斜率 $k = \frac{p}{C}$, 如图所示, 所以状态 d 的压强比状态 b 的压强小, 故 **E 正确**。



关键点拨

解决本题的关键是明确理想气体的内能只与温度有关, 温度越高, 内能越大。

$$(2) \frac{15p_0S}{26g}$$

【命题点】玻意耳定律和平衡条件的应用

【思路分析】以流入汽缸内的液体和活塞为研究对象, 根据平衡条件可求出活塞上方和下方气体压强的关系, 由几何关系可求得液体流入汽缸内后气体的体积, 根据玻意耳定律列式求解流入汽缸内液体的质量。

【解析】设活塞再次平衡后, 活塞上方气体的体积为 V_1 , 压强为 p_1 ; 下方气体的体积为 V_2 , 压强为 p_2 。在活塞下移的过程中, 活塞上、下方气体的温度均保持不变, 由玻意耳定律得

$$p_0 \frac{V}{2} = p_1 V_1 \quad (1)$$

$$p_0 \frac{V}{2} = p_2 V_2 \quad (2)$$

由已知条件得

$$V_1 = \frac{V}{2} + \frac{V}{6} - \frac{V}{8} = \frac{13}{24}V \quad (3)$$

$$V_2 = \frac{V}{2} - \frac{V}{6} = \frac{V}{3} \quad (4)$$

设活塞上方液体的质量为 m , 由力的平衡条件得

$$p_2 S = p_1 S + mg \quad (5)$$

联立以上各式得

$$m = \frac{15p_0S}{26g} \quad (2)$$

34. (1) $\sqrt{3}$ (3 分) 大于 (2 分)

【命题点】折射定律

【解析】由几何知识可得红光从玻璃射入空气中的入射角为

$i=30^\circ$, 折射角为 $r=60^\circ$, 根据光的折射定律可得 $n=\frac{\sin r}{\sin i}=\sqrt{3}$ 。

若改用蓝光入射, 在玻璃中入射角不变, 由于蓝光的频率比红光的频率大, 所以玻璃对蓝光的折射率比对红光的折射率大, 根据光的折射定律可得光线在 D 点射出时的折射角大于 60° 。

(2)(i) 18 cm/s 波沿 x 轴负方向传播 (ii) 9 cm

【命题点】波的图像与振动图像

【思路分析】由振动图像可知质点 Q 在 $t=\frac{1}{3}$ s 时由平衡位置向 y 轴的正方向振动, 根据质点振动方向判断波的传播方向, 由图可知波长与周期, 根据波速公式求出波速; 由波动图像可确定质点 P 的平衡位置的 x 坐标, 由振动图像可得质点 Q 与质点 P 的位置关系, 从而确定 Q 的平衡位置的 x 坐标。

【解析】(i) 由图(a)可以看出, 该波的波长为

$$\lambda = 36 \text{ cm} \quad ① \quad (1 \text{ 分})$$

由图(b)可以看出, 周期为

$$T = 2 \text{ s} \quad ② \quad (1 \text{ 分})$$

波速为

$$v = \frac{\lambda}{T} = 18 \text{ cm/s} \quad ③ \quad (2 \text{ 分})$$

由图(b)知, 当 $t=\frac{1}{3}$ s 时, Q 点向上运动, 结合图(a)可得,

波沿 x 轴负方向传播 (1 分)

(ii) 设质点 P 、 Q 平衡位置的 x 坐标分别为 x_P 、 x_Q 。由图(a)

知, $x=0$ 处 $y=-\frac{A}{2}=A\sin(-30^\circ)$ (1 分)

因此 $x_P=\frac{30^\circ}{360^\circ}\lambda=3 \text{ cm}$ ④ (1 分)

由图(b)知, 在 $t=0$ 时 Q 点处于平衡位置, 经 $\Delta t=\frac{1}{3}$ s, 其振动状态向 x 轴负方向传播至 P 点处, 由此及③式有

$$x_Q - x_P = v\Delta t = 6 \text{ cm} \quad ⑤ \quad (2 \text{ 分})$$

由④⑤式得, 质点 Q 的平衡位置的 x 坐标为

$$x_Q = 9 \text{ cm} \quad ⑥ \quad (1 \text{ 分})$$