

14. D 【命题点】“由磁产生电”的条件

【解析】将绕在磁铁上的线圈与电流表组成一闭合回路,回路中没有磁通量的变化,不能产生感应电流,观察不到电流表变化,故 A 错误;在一通电线圈旁放置一连有电流表的闭合线圈,回路中没有磁通量的变化,不能产生感应电流,观察不到电流表变化,故 B 错误;将一房间内的线圈两端与相邻房间的电流表连接,往线圈中插入条形磁铁的过程中有感应电流产生,但是再到相邻房间去观察时,回路中已经没有磁通量的变化,此时不能观察到电流表的变化,故 C 错误;绕在同一铁环上的两个线圈,分别接电源和电流表,在给线圈通电或断电的瞬间,回路中的磁通量发生变化,能观察到电流表的变化,故 D 正确。

15. B 【命题点】通电直导线在磁场中受到的安培力

【解析】安培力的大小与通电直导线在磁场中的放置方式有密切关系:当垂直于磁场放置时受到的安培力最大,平行于磁场放置时不受安培力,既不平行也不垂直时受到的安培力介于最大和零之间;安培力的方向总是既垂直于磁场方向,又垂直于导线中电流方向,即安培力的方向总是垂直于电流方向与磁场方向所决定的平面,故 B 正确, A、C 错误。将直导线从中点折成直角,若折后导线仍在垂直于磁场方向的平面内,则安培力将变为原来的 $\frac{\sqrt{2}}{2}$;若折后导线另一部分平行于磁场方向,则安培力减小为原来的一半;若折后导线另一部分既不平行也不垂直于磁场方向,则力将介于这两者之间;如果导线开始时并不垂直于磁场方向,则情况更为复杂,故 D 错误。

快解 本题属单项选择题,在分析安培力的大小和方向时,可以先利用左手定则定性分析安培力方向的影响因素,能够快速判断选项 B 正确。

16. D 【命题点】带电粒子在有界匀强磁场中的运动

【解析】带电粒子在磁场中运动的轨道半径 $r = \frac{mv}{qB}$,带电粒子的动能与动量的关系为 $p = mv = \sqrt{2mE_k}$ 。由上面两式可得磁感应强度 $B = \frac{\sqrt{2mE_k}}{qr}$,已知带电粒子在铝板上方的动能是在铝板下方的 2 倍,而轨道半径 r 也为 2 倍关系,所以铝板上方和下方的磁感应强度大小之比为 $B_{\text{上}}:B_{\text{下}} = \sqrt{2}:2$ 。

快解 根据带电粒子在有界匀强磁场中做匀速圆周运动时的轨迹特点,可判断出 PQ 为铝板上方轨迹圆的直径, OQ 为铝板下方轨迹圆的直径,从而可快速得出两个轨迹圆间的半径关系。

17. A 【命题点】牛顿第二定律的应用

【解析】向左加速达到稳定时,设橡皮筋的原长为 l_0 ,伸长量为 x ,受力分析如图所示,由牛顿第二定律有

$$kx \sin \theta = ma \quad ①$$

$$kx \cos \theta = mg \quad ②$$

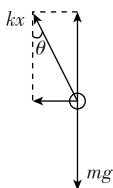
设小球稳定在竖直位置时,形变量为 x_0 ,由平衡条件有

$$kx_0 = mg \quad ③$$

由②③两式可得 $x_0 = x \cos \theta$ 。

而两种情况下悬点与小球间的高度差分别为 $l_0 + x_0$ 与 $(l_0 + x) \cos \theta$,

可见 $l_0 + x_0 > (l_0 + x) \cos \theta$, 所以小球的高度一定升高, **A 正确**。



18. C 【命题点】电磁感应现象中的图像问题

【解析】由图(b)可知,线圈 cd 每个时间段内产生的感应电动势的大小不变,即线圈 cd 间产生稳定的周期性变化的感应电动势,则产生感应电动势的原磁场的变化是均匀的,根据题目所给信息知道, ab 中电流的变化应该是均匀的,只有 C 选项有此特点,因此 **C 项正确**。

19. BD 【命题点】开普勒第三定律与冲日现象的分析

【解析】由开普勒第三定律 $\frac{r_1^3}{T_1^2} = \frac{r_2^3}{T_2^2}$ 得,火星、木星、土星、天王星、海王星公转的周期分别约为 2 年、12 年、29 年、83 年、164 年。由于地球公转周期 T_0 小于行星公转周期 T , 相邻两次“冲日”的时间间隔 Δt 内,地球比地外行星多转一圈,

即 $\frac{\Delta t}{T_0} - \frac{\Delta t}{T} = 1$, 故 $\Delta t = \frac{T_0 T}{T - T_0} = \frac{T_0}{1 - \frac{T_0}{T}} > T_0$, 即相邻两次冲日时间

间隔大于 1 年,故选项 **A 错误**。计算火星、木星、土星、天王

星、海王星相邻两次冲日的时间间隔,分别约为 2 年、 $\frac{12}{11}$ 年、

$\frac{29}{28}$ 年、 $\frac{83}{82}$ 年、 $\frac{164}{163}$ 年,则地外行星中海王星相邻两次冲日的

时间间隔最短,故选项 **D 正确**。2014 年 1 月 6 日木星冲日,

$\frac{12}{11}$ 年后的 2015 年 2 月再次发生冲日现象,故选项 **B 正确**。

土星、天王星相邻两次冲日的时间间隔分别约为 $\frac{12}{11}$ 年、 $\frac{29}{28}$

年,故选项 **C 错误**。

20. AC 【命题点】匀速圆周运动与临界问题

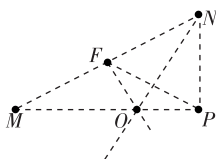
【解析】缓慢加速可视为忽略切向加速度,即所受的摩擦力提供向心力,根据牛顿第二定律有 $F = m\omega^2 R$, 两木块的质量和角速度均一样,半径不一样,则 b 所受的摩擦力为 a 的 2 倍,故 **B 错误**。 b 先达到最大静摩擦力, b 先开始滑动,故 **A 正确**。当最大静摩擦力提供 b 的向心力时就是 b 刚要开始滑动的时候,根据牛顿第二定律有 $kmg = m\omega_b^2 \cdot 2l$, 解得 $\omega_b =$

$\sqrt{\frac{kg}{2l}}$, 故 **C 正确**。当 a 开始滑动时,根据牛顿第二定律

有 $kmg = m\omega_a^2 l$, 解得 $\omega_a = \sqrt{\frac{kg}{l}}$, 而转盘的角速度 $\omega = \sqrt{\frac{2kg}{3l}} < \sqrt{\frac{kg}{l}}$, a 未发生滑动, 其所需的向心力由静摩擦力提供, 由牛顿第二定律可得 $f = m\omega^2 l = \frac{2}{3}kmg$, 故 **D** 错误。

21. AD 【命题点】点电荷电场中的电势、等势面、电场力做功

【解析】如图, 由于 $\varphi_M = \varphi_N$, 所以场源电荷必在 MN 的垂直平分线 FO 上, 其中 O 是 FO 与 MP 的交点。连接 ON , 恰有 NO 垂直于 PF , 说明场源电荷恰在 O 点, 故选项 **A** 正确; 由于点电荷电场的等势面是以点电荷为圆心的一组同心圆, 故选项 **B** 错误; 将正试探电荷由 P 点移到 N 点, 远离场源正点电荷, 电场力做正功, 选项 **C** 错误; 由几何知识知, $OP < OM$, 则 P 点电势大于 M 点电势, 选项 **D** 正确。



22. (1) 非线性(1分) (2) 存在摩擦力(1分) (3) 调节轨道的倾斜度以平衡摩擦力(2分) 远小于小车的质量(2分)

【命题点】验证小车质量不变的情况下, 加速度与作用力的关系

【解析】(1) 根据题图(b) 坐标系给出的数据点连线, 可看出小车的加速度与钩码的质量成非线性关系。

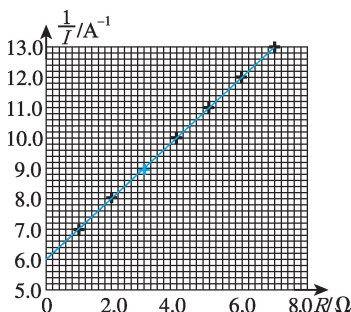
(2) 根据题图(b) 可知, 小车受到钩码的拉力作用, 但没有加速度, 则必有阻力——摩擦力, 可能的原因是未平衡摩擦力或平衡摩擦力不足。

(3) 在平衡了摩擦力的前提下, 只有钩码的质量远小于小车的质量时, 钩码的加速度对实验所产生的影响才能被忽略, 此时可以直接以钩码所受重力 mg 作为小车受到的合外力。

23. (1) $\frac{1}{I} = \frac{R_A + R_1}{ER_1} R + \frac{1}{E} \left[R_A + \frac{R_A + R_1}{R_1} (r + R_0) \right]$ 或写成 $\frac{1}{I} = \frac{3.0}{E} R +$

$\frac{3.0}{E} (5.0 + r)$ (2分) (2) 0.110(1分) 9.09(1分) (3) 如

图所示(1分) 1.0(0.96~1.04 均可)(1分) 6.0(5.9~6.1 均可)(1分) (4) 3.0(2.7~3.3 均可)(1分) 1.0(0.6~1.4 均可)(1分)



【命题点】测量电源的电动势和内阻

【解析】(1) 根据闭合电路欧姆定律得 $E = \left(I + \frac{IR_A}{R_1} \right) (R + r +$

$R_0 + \frac{R_A R_1}{R_1 + R_A})$, 可得 $\frac{1}{I} = \frac{R_A + R_1}{ER_1} R + \frac{1}{E} \left[R_A + \frac{R_A + R_1}{R_1} (r + R_0) \right] =$

$$\frac{3.0R}{E} + \frac{3.0}{E}(5.0+r)。$$

(2) 根据电流表读数原理可得其读数为 0.110 A , 其倒数为 9.09 A^{-1} 。

(3) 根据图像可知, 图线斜率 $k = 1.0 \text{ A}^{-1} \cdot \Omega^{-1}$, 截距 $b = 6.0 \text{ A}^{-1}$ 。

(4) 根据图线, $\frac{R_1 + R_A}{ER_1} = 1.0 \text{ A}^{-1} \cdot \Omega^{-1}$, 电动势 $E = 3.0 \text{ V}$ 。

$$\frac{1}{E} \left[R_A + \frac{R_A + R_1}{R_1} (r + R_0) \right] = 6.0 \text{ A}^{-1}, \text{ 内阻 } r = 1.0 \Omega。$$

24. 20 m/s

【命题点】汽车行驶时安全距离的计算

【解析】设路面干燥时, 汽车与地面间的动摩擦因数为 μ_0 , 刹车时汽车的加速度大小为 a_0 , 安全距离为 s , 反应时间为 t_0 , 由牛顿第二定律和运动学公式得

$$\mu_0 mg = ma_0 \quad (1)$$

$$s = v_0 t_0 + \frac{v_0^2}{2a_0} \quad (2)$$

式中, m 和 v_0 分别为汽车的质量和刹车前的速度。

设在雨天行驶时, 汽车与地面间的动摩擦因数为 μ , 依题意有

$$\mu = \frac{2}{5} \mu_0 \quad (3)$$

设在雨天行驶时汽车刹车的加速度大小为 a , 安全行驶的最大速度为 v , 由牛顿第二定律和运动学公式得

$$\mu mg = ma \quad (4)$$

$$s = vt_0 + \frac{v^2}{2a} \quad (5)$$

联立①②③④⑤式并代入题给数据得

$$v = 20 \text{ m/s} (72 \text{ km/h}) \quad (2 \text{ 分})$$

$$25. (1) \frac{7}{3} \quad (2) \frac{\sqrt{3}mg}{6q}, \text{ 电场强度与竖直向下方向的夹角为 } 30^\circ$$

【命题点】平抛运动的规律与带电小球在匀强电场中的运动

【解析】(1) 设小球的初速度为 v_0 , 初动能为 E_{k0} , 从 O 点运动到 A 点的时间为 t , 令 $OA = d$, 则 $OB = \frac{3}{2}d$, 根据平抛运动的规律有

$$d \sin 60^\circ = v_0 t \quad (1 \text{ 分})$$

$$d \cos 60^\circ = \frac{1}{2} g t^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{又有 } E_{k0} = \frac{1}{2} m v_0^2 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{由①②③式得 } E_{k0} = \frac{3}{8} m g d \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{设小球到达 } A \text{ 点时的动能为 } E_{kA}, \text{ 则 } E_{kA} = E_{k0} + \frac{1}{2} m g d \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{由④⑤式得 } \frac{E_{kA}}{E_{k0}} = \frac{7}{3} \quad (2 \text{ 分})$$

(2) 加电场后, 小球从 O 点到 A 点和 B 点, 高度分别降低了

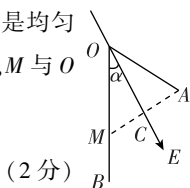
$\frac{d}{2}$ 和 $\frac{3d}{2}$,设电势能分别减小 ΔE_{pA} 和 ΔE_{pB} ,由能量守恒及④式得

$$\Delta E_{pA} = 3E_{k0} - E_{k0} - \frac{1}{2}mgd = \frac{2}{3}E_{k0} \quad (1分) \quad (7)$$

$$\Delta E_{pB} = 6E_{k0} - E_{k0} - \frac{3}{2}mgd = E_{k0} \quad (1分) \quad (8)$$

在匀强电场中,沿任一直线,电势的降落是均匀的。设直线 OB 上的 M 点与 A 点等电势, M 与 O 点的距离为 x ,如图,则有

$$\frac{x}{\frac{3}{2}d} = \frac{\Delta E_{pA}}{\Delta E_{pB}} \quad (2分) \quad (9)$$



解得 $x=d$ 。 MA 为等势线,电场必与其垂线 OC 方向平行。设电场方向与竖直向下的方向的夹角为 α ,由几何关系可得

$$\alpha = 30^\circ \quad (2分) \quad (10)$$

即**电场方向与竖直向下的方向的夹角为 30°** 。

设场强的大小为 E ,有

$$qEd\cos 30^\circ = \Delta E_{pA} \quad (2分) \quad (11)$$

由④⑦⑪式得

$$E = \frac{\sqrt{3}mg}{6q} \quad (2分) \quad (12)$$

33. (1) ADE 【命题点】 $p-T$ 图像

【解析】(1) 对于 ab 过程,根据图线过原点可得 $\frac{p_a}{T_a} = \frac{p_b}{T_b}$,理想气体发生等容变化,温度升高,理想气体的内能增大,气体一定吸热,故**A正确**;对于 bc 过程,理想气体发生等温变化,压强减小,容器壁单位面积在单位时间内受到分子撞击的次数减少,而体积变大,气体对外做功,气体一定吸热,故**B错误,E正确**;对于 ca 过程,理想气体的压强不变,温度降低,内能减小,体积减小,外界对气体做功,气体对外放出的热量大于外界对气体做的功,故**C错误**;在 a 、 b 、 c 三个状态中,状态 a 的温度最低,温度是分子平均动能的标志,故其分子的平均动能最小,**D正确**。

$$(2) \frac{9mghT}{4pT_0}$$

【命题点】玻意耳定律与盖-吕萨克定律的应用

【解析】设汽缸的横截面积为 S ,沙子倒在活塞上后,对气体产生的压强为 Δp ,由玻意耳定律得

$$phS = (p + \Delta p) \left(h - \frac{1}{4}h \right) S \quad (2分) \quad (1)$$

$$\text{解得 } \Delta p = \frac{1}{3}p \quad (1分) \quad (2)$$

外界的温度变为 T 后,设活塞距底面的高度为 h' 。根据盖-吕萨克定律,得

$$\frac{\left(h - \frac{1}{4}h \right) S}{T_0} = \frac{h'S}{T} \quad (2分) \quad (3)$$

$$\text{解得 } h' = \frac{3T}{4T_0}h \quad (1分) \quad (4)$$

据题意可得 $\Delta p = \frac{mg}{S}$ ⑤ (1分)

气体最后的体积为 $V = Sh'$ ⑥ (1分)

联立②④⑤⑥式得 $V = \frac{9mghT}{4pT_0}$ ⑦ (1分)

34. (1) ACE 【命题点】波的传播与波速、波长和频率的关系

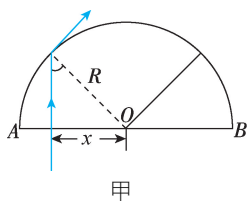
【解析】(1) 由题图(a)可知该波的波长 $\lambda = 2 \text{ m}$, 由题图(b)可知周期 $T = 4 \text{ s}$, 故波的传播速度 $v = \frac{\lambda}{T} = 0.5 \text{ m/s}$, **A 正确**; 由题图(b)可知, $t = 2 \text{ s}$ 时, $x = 1.5 \text{ m}$ 处的质点正在通过平衡位置向下运动, 因此波沿 x 轴的负方向传播, **B 错误**; $0 \sim 2 \text{ s}$ 时间即半个周期内, P 振动的路程等于振幅的 2 倍, 恰为 8 cm , **C 正确**; $0 \sim 2 \text{ s}$ 时间内, P 从正向最大位移处运动到负向最大位移处, 沿 y 轴负方向运动, **D 错误**; $t = 7 \text{ s}$ 时, P 点从图示位置($t = 2 \text{ s}$)经历了 $5 \text{ s} \left(\frac{5}{4}T \right)$ 到达平衡位置, **E 正确**。

(2) (i) $\sqrt{2}R$ (ii) 光线从玻璃砖射出的点的位置在 O 点右侧与 O 相距 $\frac{\sqrt{3}}{2}R$ 处

【命题点】折射定律与全反射

【解析】(i) 临界光线如图甲所示, 此时光线恰好在上表面发生全反射,

$$\sin C = \frac{1}{n} \quad (2 \text{ 分})$$



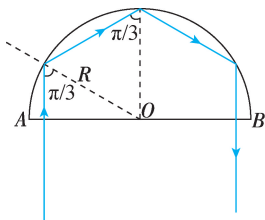
$$\sin C = \frac{x}{R} \quad (2 \text{ 分})$$

其中 x 为此光线与 O 点间的距离,

$$\text{解得 } x = \frac{R}{n},$$

根据对称性可知, 入射光束在 AB 上的最大宽度为 $\frac{2R}{n} = \sqrt{2}R$ (2分)

(ii) 如图乙所示, 光线从 O 点左侧与 O 相距 $\frac{\sqrt{3}}{2}R$ 处垂直于 AB 从下方入射, 则入射角为 $\frac{\pi}{3}$, 符合发生全反射的条件, 经全反射的光线再次到达上表面时同样发生全反射, 依次进行下去, 全反射时的法线与 AB 所成的角依次为 $\frac{1}{6}\pi$ 、 $\frac{3}{6}\pi$ 、 $\frac{5}{6}\pi$, 由对称性可知, 光线从玻璃砖射出的点的位置在 O 点右侧与 O 相距 $\frac{\sqrt{3}}{2}R$ 处。由于光的反射, 所以有一部分光沿原路从射入点射出 (3分)



乙

35. (1) BCD 【命题点】天然放射性现象

【解析】(1) 有些原子核不稳定, 可以自发地衰变, 但不是所有元素都可能发生衰变, 故 **A 错误**; 放射性元素的半衰期由元素本身内部结构决定, 与外界的温度无关, 故 **B 正确**; 放射性元素的放射性与核外电子无关, 故放射性元素与别的元素形成化合物时仍具有放射性, 故 **C 正确**; α 、 β 和 γ 三种射线中, γ 射线的穿透能力最强, 电离能力最弱, 故 **D 正确**; 一个原子核在一次衰变过程中, 可以是 α 衰变或 β 衰变, 同时伴随 γ 射线放出, 故 **E 错误**。

(2) (i) 4 m/s (ii) 0.75 m

【命题点】碰撞模型与动量守恒定律

【解析】(i) 设 B 球第一次到达地面时的速度大小为 v_B , 由运动学公式有

$$v_B = \sqrt{2gh} \quad (1 \text{ 分})$$

将 $h = 0.8 \text{ m}$ 代入上式, 得

$$v_B = 4 \text{ m/s} \quad (1 \text{ 分})$$

(ii) 设两球相碰前后, A 球的速度大小分别为 v_1 和 v'_1 ($v'_1 = 0$), B 球的速度分别为 v_2 和 v'_2 。由运动学规律可得

$$v_1 = gt \quad (1 \text{ 分})$$

由于碰撞的时间极短, 重力的作用可以忽略, 两球相碰前后的动量守恒, 总动能保持不变。规定向下的方向为正, 有

$$m_A v_1 + m_B v_2 = m_B v'_2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\frac{1}{2} m_A v_1^2 + \frac{1}{2} m_B v_2^2 = \frac{1}{2} m_B v'^2_2 \quad (1 \text{ 分})$$

设 B 球与地面相碰后的速度大小为 v'_B , 由运动学及碰撞的规律可得

$$v'_B = v_B \quad (1 \text{ 分})$$

设 P 点距地面的高度为 h' , 由运动学规律可得

$$h' = \frac{v'^2_B - v_2^2}{2g} \quad (1 \text{ 分})$$

联立②③④⑤⑥⑦式, 并代入已知条件可得

$$h' = 0.75 \text{ m} \quad (2 \text{ 分})$$