

物理科详细答案与评分细则

一、选择题

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	B	B	A	A	D	C	B	AD	BD	BC

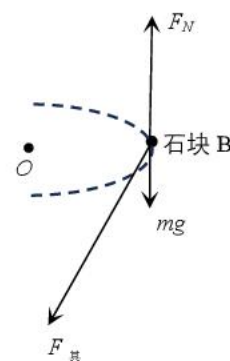
1. **B 解析:** 核反应中的 X 表示 ${}^4_2\text{He}$, 因此为 α 衰变, α 衰变为自发的核反应, 因此是放能反应, 生成物比反应物更稳定, 比结合能越大, 原子核越稳定, 因此 ${}^{206}_{89}\text{Th}$ 的比结合能大于 ${}^{210}_{91}\text{Pa}$ 的比结合能大, 半衰期只由原子核的结构决定, 与环境温度无关, 因此选 B。

2. **B 解析:** 圆棒的下端达到 B 点时, 其位移为 $h_1 = 0.45\text{m}$, 由 $h_1 = \frac{1}{2}gt_1^2$, 所需时间 $t_1 = 0.3\text{s}$, 圆棒的上端达到 B 点时, 其位移为 $h_2 = 0.45\text{m} + 0.35\text{m} = 0.8\text{m}$, 由 $h_2 = \frac{1}{2}gt_2^2$, 所需时间 $t_2 = 0.4\text{s}$, 考虑游戏者的反应时间, 则人的手从 A 点运动到 B 点的时间介于 $0.15\text{s} - 0.25\text{s}$, 则人的加速度最小值 $a_{\min} = \frac{2x}{t_{\max}^2} = 6.4\text{m/s}^2$, 最大值 $a_{\max} = \frac{2x}{t_{\min}^2} = 17.8\text{m/s}^2$, 故选 B。

3. **A 解析:** 对比单色光 a、b 的折射光路可知, 玻璃砖对 a 光的折射率更大, 即 $n_a > n_b$, 由 $v = \frac{c}{n}$ 可知, $v_a < v_b$, 故 A 正确; 由 $n_a > n_b$ 可知, 故 $v_a > v_b$, 故 B 错误; 由 $c = \lambda v$ 可知, 真空中 $\lambda_a < \lambda_b$, 故 C 错误; 发生全反射需要两个条件: ① 光从光密介质射入光疏介质; ② 入射角大于等于全反射临界角, 而单色光 a 在 MN 界面是由光疏介质射向光密介质, 因此不可能发生全反射。D 错误。故选 A;

4. **A 解析:** 石块 B 受到自身的重力 mg 、货车底部的支持力 F_N 、和周围石块的作用力 $F_{\text{其}}$, 这些力的合力充当石块圆周运动的向心力, 向心力指向圆心 O, 其中货车底部的支持力 F_N 与石块 B 受到自身的重力 mg 的合力大小为 $9mg$, 方向竖直向上, 则由平行四边形定则可知, 其他石块对石块 B 的作用力斜向下, 大小为

$$F_{\text{其}} = \sqrt{(9mg)^2 + \left(\frac{mv^2}{R}\right)^2}, \text{ 故选 A。}$$



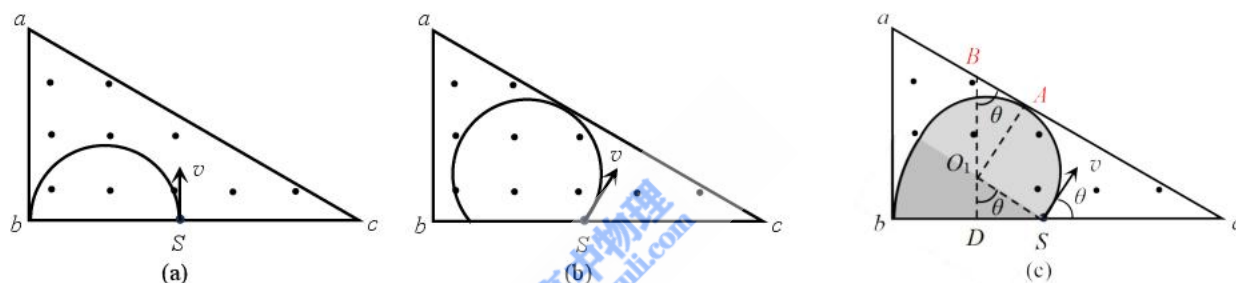
5. **D 解析:** NO 和 OP 区间的电场强度都为正, 即电场方向皆沿 +x 方向, 根据沿电场线方向电势降低可知, N 点电势高于 P 点电势, 故 A 错误; 正离子仅在内部电场力作用下沿 x 轴从 N 点运动到 P 点的过程中, 电场力已知沿 +x 方向, 正离子已知加速运动, 故 B 错误; 电场强度先增大后减小, 由 $a = \frac{qE}{m}$ 可知, 正离子的加速度先增大后减小, C 错误; 正离子的电场力一直做正功, 电势能一直减小, 故 D 正确。

6. **C 解析:** 由 0.03s 时刻波形图可知, 该简谐波已传播的距离 $\Delta x = \frac{3\lambda}{4}$, 由 $\Delta x = v\Delta t$, $\lambda = vT$ 可知, 简谐波已传播的时间为 $\Delta t = \frac{3T}{4}$, 则波源的振动时间也为 $\Delta t = \frac{3T}{4} = 0.03\text{s}$, $T = 0.04\text{s}$, 0.03s 时刻, 波源已振动

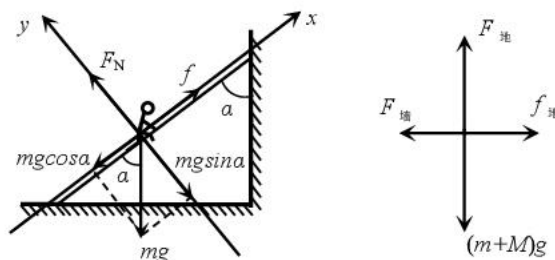
的路程为 $S = \frac{\Delta t}{T} \times 4A = 3A = 24\text{cm}$ ，故 A 错误，C 正确；由同侧法可知，0.03 s 时刻波前（即 $x=3\text{cm}$ 处）的振动方向沿着 +y 方向，故 B 错误；0.03 s 内，该波传播的距离 $\Delta x = 3\text{cm}$ ， $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = 1\text{m/s}$ ，故 D 错误。

7. **B 解析**：刚好从 b 点沿 ab 方向射出的离子的运动轨迹如图 (a) 所示，其圆周半径 $R = \frac{L}{4}$ ，恰好能从 bc 边射出的离子的轨迹如图 (b) 所示，与 ac 边相切于 A 点，将该轨迹绕着 S 点逆时针缓慢旋转，可得到其他从 bc 边射出的离子的轨迹，该轨迹与 bc 边的交点即为从 bc 边射出的出射点，这些轨迹在磁场中经过的区域的如图 (c) 阴影部分所示，由一个半径为 R 的半圆和一个半径为 $2R$ 的圆弧构成，过圆心 O_1 作 bc 边的垂线分别交 ac 边、 bc 边于 D 点，连接 O_1 、 A 点， $BD = \frac{R}{\sin \theta} + R \cos \theta$ ， $cD = R \sin \theta + \frac{L}{2}$ ，

$\tan 30^\circ = \frac{BD}{cD}$ ，联立解得： $\theta = 60^\circ$ ，则阴影部分的面积为： $S = \frac{1}{2} \pi R^2 + \frac{1}{12} \pi (2R)^2 = \frac{5}{96} \pi L^2$ ，故选 B。



8. **AD 解析**：人缓慢沿着竹竿向上爬的过程中，人的重心不断升高，杆的重心不变，故人和杆的系统重心不断升高，A 正确；对人受力分析，并正交分解，如图，可知 $f = mg \cos \alpha$ 故 B 错误；墙壁对竹竿的支持力方向与竹竿接触面（即墙壁）垂直，C 错误；对人和竹竿整体受力分析如图，可知地面对人的支持力 $F_{地} = (m+M)g$



9. **BD 解析**：由 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 可知，输电线的输电电压 $U_2 = \frac{n_2}{n_1} U_1 = 80\text{KV}$ ，A 错误，输电电流 $I_2 = \frac{P_2}{U_2} = 100\text{A}$ ，输电线的损耗功率 $\Delta P = I_2^2 R = 1.4 \times 10^5 \text{W}$ ，则用户得到的功率 $P_4 = P_3 = P_2 - \Delta P = 7.86 \times 10^6 \text{W}$ ，B 正确；降压

变压器原线圈电压 $U_3 = U_2 - IR = 78.6\text{KV}$ ， $\frac{U_3}{U_4} = \frac{n_3}{n_4} = \frac{78600}{220} = \frac{3940}{11}$ ，故 C 错误；用户增多，用户消耗的功率增大，输电线的输电功率也增大，而输电电压 U_2 一定，则输电电流 $\frac{I_2 R}{U_2}$ 增大，输电线的损耗功率占输

电线输电功率的百分比 $\eta = \frac{I_2^2 R}{U_2 I_2} = \frac{I_2 R}{U_2}$ ，可知 η 增大，故 D 正确。

10. **BC 解析**：对滑板和物块的系统，水平方向动量守恒： $mv_m = Mv_M$

由系统机械能守恒: $mgR = \frac{1}{2}mv_m^2 + \frac{1}{2}Mv_M^2$, 联立得: $v = \sqrt{\frac{2M}{M+m}gR}$, 故 A 错误; 弹簧第一次压缩到最短时, 滑板和物块速度相同, 由水平方向动量守恒: $0 = (m+M)v_{共}$, 解得: $v_{共} = 0$

由系统能量守恒: $mgR = \mu mgR + E_{P_{max}}$

物块第一次向左滑上圆弧面的最高点时, 滑板和物块速度相同, 由水平方向动量守恒: $0 = (m+M)v_{共1}$

解得: $v_{共1} = 0$

由系统能量守恒: $mgR = \mu mg 2R + mg \frac{R}{3}$

解得: $\mu = \frac{1}{6}$, $E_{P_{max}} = \frac{5}{6}mgR$, 故 B 正确;

物块最终和滑板保持相对静止时, 滑板和物块速度相同, 由水平方向动量守恒: $0 = (m+M)v_{共2}$

解得: $v_{共2} = 0$

由系统能量守恒: $mgR = \mu mgS$, 解得: $S = 6R$, 即物块最终恰好停在 B 点, 此时物块和小车均静止。故 C 正确; 系统水平方向动量守恒: $mv_x = Mv$, 可得 $m\bar{v}_x t = M\bar{v}t$ 也成立, $\bar{v}_x t = x_m$, $\bar{v}t = x_M$, 联立得:

$mx_m = Mx_M$, 又 $x_m + x_M = R$, 解得: $x_M = \frac{mR}{M+m}$, D 错误。

二、实验题

11.(1) $P_0 + \rho gH$ (2) $x_0 \sqrt{\frac{g}{2h}}$ (3) $x_0 \frac{\pi d^2}{4}$ (每空 2 分)

解析: (1) A 管上端与 B 管上端的液体的压强差等于 A 管上端到 B 管上端之间高微 H 的液柱的压强。故 B 管上端 C 点的压强为 $P_0 + \rho gH$; (2) $v = \frac{x_0}{t}$, $h = \frac{1}{2}gt^2$, 联立得: $v = x_0 \sqrt{\frac{g}{2h}}$, 喷嘴口的横截面积为 $S = \frac{1}{4}\pi d^2$,

空中弯曲细水柱是 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ 内从喷嘴口喷出的水, 其体积为: $V = Svt = \frac{1}{4}\pi d^2 x_0 \sqrt{\frac{g}{2h}} \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} = \frac{1}{4}\pi d^2 x_0$

12. (1) 29800.0 (2) 15、 $\frac{I_1(R_{A1} + R_1)}{I_2 - I_1}$ (4) 130 (5) > (每空 2 分)

解析: (1) 电阻箱的阻值 $R_1 = \frac{3V}{100 \mu A} - 200 \Omega = 29800.0 \Omega$; (2) 电流表 A_2 的分度值为 2mA, 则读数应读到个

位, 即 15mA, $R_t = \frac{U}{I_2 - I_1} = \frac{I_1(R_1 + R_{A1})}{I_2 - I_1}$; (4) 环境温度为 45°C 时, 热敏电阻的阻值为 $R_t = 70 \Omega$, 由闭合电

路欧姆定律: $R_0 + R_t = \frac{E_1}{I}$, $I = 50mA$, 解得: $R_0 = 130 \Omega$; (5) 温控报警器使用较长时间后, 电源电动势

降低，报警器恰好报警时，电流为 50 mA，则此时的总电阻比正常的报警器的总电阻小，则此时热敏电阻的阻值比正常的报警器的小，故此时的温度更高。

三、计算题

13. (10 分) (1) 活塞从初始位置至刚刚到达卡扣处，气体经历等压过程，设活塞刚刚到达卡扣处时，气体的温度为 T_1 ，

$$\frac{SL}{T} = \frac{S2L}{T_1} \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

解得： $T_1 = 2T \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$

(2) 气体温度从 $2T$ 升高至 $3T$ 的过程为等容过程，气体温度为 $2T$ 时，气体的压强为：

$$P_1 = P_0 + \frac{mg}{S} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

设气体温度为 $3T$ 时，气体的压强为 P_2 ，

$$\frac{P_1}{2T} = \frac{P_2}{3T} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

解得： $P_2 = \frac{3}{2}(P_0 + \frac{mg}{S}) \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$

(3) 活塞从初始位置到刚到达卡扣处的过程中，气体对外做功为 $W_1 = P_1SL = (P_0 + \frac{mg}{S})SL \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$

此后温度从 $2T$ 升高至 $3T$ 的过程中，活塞保持静止，气体对外做功。

全过程中，这 1mol 气体的内能变化量

$$\Delta U = \frac{5}{2}R \cdot 3T - \frac{5}{2}RT = 5RT \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

由热力学第一定律：全过程中，气体吸收的热量为：

$$Q = \Delta U + W_1 \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$Q = 5RT + (P_0 + \frac{mg}{S})SL \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

14. (12 分) (1) 行星在近日点到太阳的距离为： $r_1 = a - c \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$

行星在近日点的引力势能为： $E_p = -\frac{GMm}{a-c} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$

(2) 行星的机械能 $E = E_k + \Delta E_p = \frac{1}{2}mv^2 - G\frac{Mm}{r} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{2GM} v^2 - \frac{E}{GMm} \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

结合图像可知: $-\frac{E}{GMm} = \frac{1}{2a} \dots\dots\dots 1 \text{分}$

解得: $E = -\frac{GMm}{2a} \dots\dots\dots 2 \text{分}$

(3) 由动能定理: 从A点到B点, 引力做功为: $W_{AB} = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 \dots\dots\dots 1 \text{分}$

由(2)知: 行星的机械能是一常量, 即机械能守恒, 从A点到B点:

$$\frac{1}{2}mv_A^2 + (-G\frac{Mm}{r_A}) = \frac{1}{2}mv_B^2 + (-G\frac{Mm}{r_B}) \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

联立得: $W_{AB} = G\frac{Mm}{r_B} - G\frac{Mm}{r_A} = -\left[-G\frac{Mm}{r_B} - (-G\frac{Mm}{r_A})\right] = -(E_{pB} - E_{pA}) \dots\dots\dots 1 \text{分}$

$$\Delta E_p = E_{pB} - E_{pA} \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

故: $W_{AB} = -\Delta E_p \dots\dots\dots 1 \text{分}$

15. (16分) (1) 由右手定则可知: 金属棒ab中电流方向由a到b. 1分

开关S₁、S₂闭合瞬间, 电容器的电荷量为0, 电压也为0, 金属棒ab的电阻R₂的电压最大且等于电源电动势大小, 即 $U_{R_2} = E_0 \dots\dots\dots 1 \text{分}$

金属棒ab中的电动势为: $E_0 = \frac{1}{2}Br^2\omega = 1.25V \dots\dots\dots 1 \text{分}$

$$I_{\max} = \frac{U_{R_2}}{R_2} \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

解得: $I_{\max} = 1.25A \dots\dots\dots 1 \text{分}$

(2)

当电容器电荷量最大时, 电容器电压 $U_{Cm} = E_0 \dots\dots\dots 1 \text{分}$

则电容器的最大电荷量为: $Q_{\max} = CU_{Cm} \dots\dots\dots 1 \text{分}$

$$Q_{\max} = 7.5 \times 10^{-6} C \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

(3) 金属棒cd达到最大速度 v_m 时, $BIL = \mu mg \dots\dots\dots 1 \text{分}$

解得： $I = 0.5\text{A}$

此时金属棒 cd 的电动势为： $U_{cd} = Blv_m$ 1 分

对电容器和金属棒 cd 构成的回路： $U_C - U_{cd} = IR_1$ 1 分

从开始放电到金属棒 cd 达到最大速度，电容器放出的电荷量为： $\Delta Q = C(U_{Cm} - U_C)$ 1 分

对金属棒 cd ，由动量定理： $B\bar{I}t - \mu mgt = mv_m$ 1 分

$\Delta Q = \bar{I}t$ 1 分

联立得： $BlC(U_{Cm} - Blv_m - IR_1) - \mu mgt = mv_m$ 1 分

$$v_m = \frac{BlCU_{Cm} - BlCIR_1 - \mu mgt}{m + CB^2l^2}$$

代入数据得： $v_m = \frac{2}{7}\text{m/s}$ 1 分