

物理参考答案

一、选择题：共 10 小题，共 46 分，第 1~7 题只有一项符合题目要求，每小题 4 分；第 8~10 题有多项符合题目要求，每小题 6 分，全部选对给 6 分，选对但不全的给 3 分，有选错的给 0 分。

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

【解析】

1. 光的偏振实验表明光是一种横波，故 A 错误。通过狭缝看日光灯，看到彩色条纹，这是灯光发生了衍射，故 B 正确。在同一种介质中，波长越短的光，频率越大，则介质对其折射率越大，根据 $v = \frac{c}{n}$ 可知，其在介质中的传播速度越小，故 C 错误。紫光频率大于红光，若用紫光照射金属片发生了光电效应，改用红光不一定也发生光电效应，故 D 错误。
2. 比结合能越大，原子核越稳定。从图中可以看到 ${}^4_2\text{He}$ 核的比结合能比 ${}^6_3\text{Li}$ 核的比结合能大，所以 ${}^4_2\text{He}$ 核比 ${}^6_3\text{Li}$ 核更稳定，故 A 错误。把多个核子结合成原子核要放出能量，因此把 ${}^4_2\text{He}$ 核分成两个质子和中子要吸收能量，故 B 正确。比结合能是结合能与核子数的比值。由图可知 ${}^{16}_8\text{O}$ 核的比结合能比 ${}^6_3\text{Li}$ 核的比结合能大， ${}^{16}_8\text{O}$ 核的核子数为 16， ${}^6_3\text{Li}$ 核的核子数为 6。根据“结合能 = 比结合能 × 核子数”，可判断 ${}^{16}_8\text{O}$ 核比结合能大，且核子数多，所以 ${}^{16}_8\text{O}$ 核的结合能比 ${}^6_3\text{Li}$ 核的结合能大，故 C 错误。重核裂变会有质量亏损，比结合能增大。 ${}^{235}_{92}\text{U}$ 发生裂变生成 ${}^{144}_{56}\text{Ba}$ 等，说明 ${}^{235}_{92}\text{U}$ 的核子平均质量比 ${}^{144}_{56}\text{Ba}$ 的核子平均质量大，故 D 错误。
3. 根据题意， $mg \sin \theta > \mu mg \cos \theta$ ，所以 $\mu < \tan \theta$ ，故 A 错误。物块上滑时， $ma_1 = mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta$ ，物块下滑时， $ma_2 = mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta$ 可知 $a_1 > a_2$ ，因此发生相同的位移，上滑时间更短，经过同一位置，上滑时速度较大，故 B、C 错误。斜面所受摩擦力等于 $f = ma \cos \theta$ ，故 D 正确。
4. 根据 $\frac{pV}{T} = C$ (常量) 可得， $\frac{T}{V} = \frac{p}{C}$ ， $a \rightarrow b \rightarrow c$ 过程，图线上的点与坐标原点 O 连线的斜率一直在减小，因此气体压强一直减小， $a \rightarrow b$ 过程，气体体积增大，温度降低，压强减

小，单位体积的分子数减小，气体分子的平均动能减小，平均速率减小，因此单位时间内气体分子对器壁的碰撞次数减少； $b \rightarrow c$ 过程，气体体积不变，温度降低，压强减小，气体分子对器壁单位面积的平均作用力减小，故 A、B 错误。 $c \rightarrow d$ 过程，气体温度不变，内能不变，由于外界对气体做正功，由热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$ 知，气体一定向外界放热，气体对外界放出的热量与外界对气体做功相等，故 C 错误。 $d \rightarrow a$ 过程，图线过原点且斜率不变，则该过程气体的压强不变，温度升高，体积变大，气体对外界做功，内能增大，故一定从外界吸热，且吸收的热量比气体对外界做的功还多，故 D 正确。

- 空间站与同步卫星离地球的距离不同，二者质量一般也不同，则受地球的引力一般不同，即向心力一般不同，故 A 错误。同步卫星的运行速度小于空间站的运动速度，周期大于空间站的周期，故 B 错误，C 正确。出舱后的宇航员仍然受地球引力的作用，故 D 错误。
- 根据图像斜率绝对值大小可知，场强先增大后减小，再增大最后再减小，故粒子所受静电力先增大后减小，再增大最后再减小，加速度出现最大值的位置有两处，粒子在 P、Q 两点的加速度大小相等，方向相反，故 B、C 错误，A 正确。带负电的粒子电势能先减小后增大，所受电场力先做正功后做负功，粒子动能先增大后减小，故 D 错误。

7. 根据小球在 MN 左侧做匀速圆周运动可知，竖直方向受力平衡，有 $mg = qE_1$ ，所以 $E_1 = \frac{mg}{q}$ ，

故 A 错误。可知 $U_{MP} = -E_2 x_{MP} = -E_2 \cdot 2R \tan 30^\circ = -\frac{2mgR}{q}$ ，故 B 错误。洛伦兹力提供向心力，

有 $qvB = \frac{mv^2}{R}$ ，所以 $v = \frac{qBR}{m}$ ，故 C 错误。小球在 MN 右侧电场中，所受合外力为 $2mg$ ，

与 MP 恰好垂直，因此小球在电场 E_2 中距离 MP 最远时，根据几何关系，速度大小为 $v \cos 60^\circ$ ，即 $\frac{qBR}{2m}$ ，故 D 正确。

- 开关闭合稳定后，电容器相当于断路，所以 A_1 、 A_3 串联，所以一样亮；稳定后，电容器与 A_3 并联，两端电压等于 A_3 两端电压，由于电源内阻忽略不计，且 A_1 、 A_3 串联， A_3 两端电压为 $\frac{1}{2}E$ ，根据 $Q = CU$ ，可得电容器的电荷量等于 $\frac{1}{2}CE$ ；断开瞬间， A_1 立即变暗，电容器放电， A_2 突然变亮后与 A_3 一起变暗，故 A、D 正确。

9. 设一级弹射完成瞬间，滑块的速度大小为 v_0 ，根据机械能守恒定律得 $mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 2m \cdot v_0^2$ 解得 $v_0 = v$ ；对滑块 a、b 及弹簧 2 组成系统，由动量定理，弹簧 1 对系统的冲量 $I_{\text{弹簧1}} = 2m \cdot v_0$



解得 $I_{\text{弹簧1}} = 2mv$ ，方向向右；弹簧对墙壁的力与弹簧对系统的力总是等大反向，因此弹簧 1 对墙壁的冲量 $I = 2mv$ ，方向向左；二级推进过程，根据动量守恒定律和机械能守恒定律可得 $2mv_0 = mv_a + mv_b$ ， $mv^2 + \frac{1}{2} \times 2mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_a^2 + \frac{1}{2}mv_b^2$ ，联立解得 $v_a = 0$ ， $v_b = 2v$ ，故 B、D 正确。

10. 如图 1 所示，A 半径为 r 的球体质量为 $M' = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho$ ，因为质量分布均匀的空腔对空腔内的物体的万有引力为零，所以质量为 m 的物体在距离地心 r 处受到的万有引力大小 $F = G \frac{M'm}{r^2} = \frac{4}{3}\pi G \rho m r$ ，故万有引力在 AB 通道方向的分力大小为(令 O' 为平衡位置) $F_x = -\frac{x}{r} F = -\frac{4}{3}\pi G \rho m x$ ，该力与 x 成正比，故物体做简谐运动，令 $k = \frac{4}{3}\pi G \rho m$ ，当 $r=R$ 时，有 $G \frac{Mm}{R^2} = \frac{4}{3}\pi G \rho m R$ ，根据万有引力与重力的关系有 $G \frac{Mm}{R^2} = mg$ ，联立上式 $k = \frac{mg}{R}$ ；那么物体从 A 点运动到 B 点的时间为 $t_{AB} = \frac{1}{2}T = \frac{1}{2} \times 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = \pi \sqrt{\frac{R}{g}}$ ，作 $F_x - x$ 图像，如图 2 所示，从 A 点到 O' 点，万有引力对物体做的功为 $W = \overline{F_x} \cdot x_{AO'} = \frac{F_{x\max}}{2} \cdot x_{AO'} = \frac{mg}{2R} \sqrt{R^2 - h^2} \cdot \sqrt{R^2 - h^2} = \frac{mg}{2R} (R^2 - h^2)$ ，从 A 点到 O' 点，由动能定理可得 $W = \frac{1}{2}mv^2$ ，解得物体通过通道中心 O' 的速度大小 $v = \sqrt{\frac{g}{R}(R^2 - h^2)}$ ，故 A、C 正确。

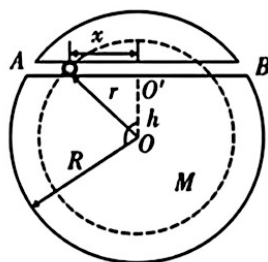


图 1

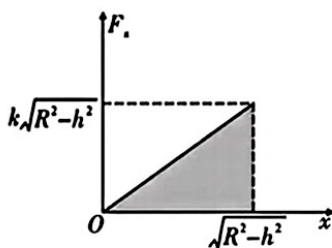


图 2

二、非选择题：本题共 5 小题，共 54 分。其中 13~15 题解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤；有数值计算时，答案中必须明确写出数值和单位。

11. (每空 2 分，共 6 分)

(1) 5.00

(2) $\frac{\pi d^2 L}{4} \sqrt{\frac{g}{2h}}$

(3) 增加



【解析】(1) 20 分度游标卡尺的精确值为 0.05mm，由图乙可知，不锈钢水管内径为

$$d = 5\text{mm} + 0 \times 0.05\text{mm} = 5.00\text{mm}。$$

(2) 由平抛运动规律可得 $h = \frac{1}{2}gt^2$ ， $L = vt$ ，联立可得 $v = L\sqrt{\frac{g}{2h}}$ ，则抽水器的流量为

$$Q = Sv = \frac{\pi d^2 L}{4} \sqrt{\frac{g}{2h}}。$$

(3) 抽水时电机对水做的功转化为水的机械能，当桶内水面降低时，水上升的高度变大，重力势能增大，电机的输出功率要增加，才能保持在出水口处水的速度不变。

12. (每空 2 分，共 10 分)

(1) 增大

$$(2) \frac{kR}{\pi R_0} \quad \frac{Rb}{\pi} - R_0$$

(3) 偏小 偏小

【解析】(1) 滑片在顺时针转动的过程中，总电阻减小，电流增大，电源内阻的功率增大。

(2) 半圆形变阻器接入电路的电阻 $R_{\#} = \frac{\theta}{\pi}R$ ；由欧姆定律可得 $E = \frac{U}{R_0} \left(R_0 + r + \frac{\theta}{\pi}R \right)$

变形可得 $\theta = \frac{\pi ER_0}{R} U^{-1} - \frac{\pi(R_0 + r)}{R}$ ；由 $k = \frac{\pi ER_0}{R}$ ， $-\frac{\pi(R_0 + r)}{R} = -b$ ；综合可得 $E = \frac{kR}{\pi R_0}$ ，

$$r = \frac{Rb}{\pi} - R_0。$$

(3) 若实验中采用的电压表内阻不够大，则(2)中 R_0 在电路中实际应该是 R_0 与电压表内阻 R_V 的并联电阻 $R_{\#}$ ， $R_{\#} < R_0$ ，相当于代入表达式的 R_0 偏大，因此， E 偏小， r 偏小。

13. (10 分)

解：(1) 由题意，小球做平抛运动，有

$$\frac{1}{2}L = \frac{1}{2}gt^2 \tag{①}$$

$$L = v_0 t \tag{②}$$

可得绷直前瞬间，有



$$v_y = gt \quad \text{③}$$

$$v_1 = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} \quad \text{④}$$

$$\text{解得: } v_1 = \sqrt{2gL} \quad \text{⑤}$$

(2) 绳子恰好绷直, 则绷直后小球的速度为

$$v_2 = v_y = gt \quad \text{⑥}$$

小球做圆周运动到最低点, 有

$$\frac{1}{2}mv_2^2 + mgL = \frac{1}{2}mv_3^2 \quad \text{⑦}$$

在最低点, 有

$$F - mg = \frac{mv_3^2}{L} \quad \text{⑧}$$

$$\text{解得: } F = 4mg \quad \text{⑨}$$

评分标准: 本题共 10 分。正确得出⑦式给 2 分, 其余各式各给 1 分。其余解法正确按第

(1) 问 5 分, 第 (2) 问 5 分。

14. (13 分)

解: (1) b 杆刚开始运动时, a 杆产生的感应电动势为

$$E = BLv_0 \quad \text{①}$$

由闭合电路欧姆定律

$$I = \frac{E}{2R} \quad \text{②}$$

b 杆刚开始运动时受到向右的安培力, 由牛顿第二定律

$$BIL = ma \quad \text{③}$$

解得 b 杆刚开始运动时的加速度大小为

$$a = \frac{B^2 L^2 v_0}{2mR} \quad \text{④}$$

(2) $0 \sim t$ 时间内, 两杆组成的系统动量守恒, 由

$$2mv_0 = 2mv_a + m\frac{v_0}{4} \quad \text{⑤}$$



解得： $v_a = \frac{7}{8}v_0$ ⑥

由能量守恒定律

$$\frac{1}{2} \times 2mv_0^2 = Q + \frac{1}{2} \times 2mv_a^2 + \frac{1}{2}m\left(\frac{v_0}{4}\right)^2 \quad ⑦$$

b 杆中产生的热量

$$Q_b = \frac{R}{R+R}Q \quad ⑧$$

解得： $Q_b = \frac{13}{128}mv_0^2$ ⑨

(3) $0 \sim t$ 时间内，运用动量定理，对 b 杆，有

$$B\bar{I}Lt = m\frac{v_0}{4} - 0 \quad ⑩$$

杆中通过的电荷量

$$q = \bar{I}t \quad ⑪$$

解得： $q = \frac{mv_0}{4BL}$ ⑫

评分标准：本题共 13 分。正确得出⑦式给 2 分，其余各式各给 1 分。其余解法正确按第

(1) 问 4 分，第 (2) 问 6 分，第 (3) 问 3 分。

15. (15 分)

解：(1) 根据题意，由几何关系可得， $\angle MON = 60^\circ$ ，所以粒子做匀速圆周运动的半径

$$r = d \quad ①$$

受力分析可得

$$qvB + \frac{kQq}{r^2} = m\frac{v^2}{r} \quad ②$$

解得： $v = \frac{20kq}{Bd^2}$ ③

(2) 粒子从 N 运动到 P 只受电场力作用做椭圆运动，粒子电势能和动能总和不变，有

$$\frac{1}{2}mv^2 + (-q\phi_N) = \frac{1}{2}mv_P^2 + (-q\phi_P) \quad ④$$

由题意，可知



$$\varphi_N = \frac{30kq}{d}, \quad \varphi_P = \frac{30kq}{x_{OP}} \quad (5)$$

类比开普勒第二定律可知粒子在近点和远点满足

$$\frac{1}{2}v\Delta t \cdot d = \frac{1}{2}v_P\Delta t \cdot x_{OP} \quad (6)$$

$$\text{解得: } x_{OP_1} = 5d, \quad x_{OP_2} = d \quad (7)$$

粒子椭圆运动的半长轴

$$a = \frac{d + x_{OP}}{2}$$

$$\text{解得: } a_1 = 3d, \quad a_2 = d \quad (\text{舍}) \quad (8)$$

(3) 将粒子的运动类比为半径 $R = a = 3d$ 的圆周运动, 类比开普勒第三定律可得

$$\frac{a^3}{T^2} = \frac{R^3}{T'^2} \quad (9)$$

$$\text{其中 } \frac{kQq}{R^2} = m \frac{4\pi^2}{T'^2} R \quad (10)$$

$$\text{解得: } T = T' = \frac{3\sqrt{5}\pi Bd^3}{10kq} \quad (11)$$

则粒子运动的时间

$$t = \frac{1}{2}T = \frac{3\sqrt{5}\pi Bd^3}{20kq} \quad (12)$$

评分标准: 本题共 15 分。正确得出②、③、⑩式各给 2 分, 其余各式各给 1 分。其余解法正确按第 (1) 问 5 分, 第 (2) 问 5 分, 第 (3) 问 5 分。