

物理参考答案

一、二选择题(1~6 每小题 4 分。7~10 每小题 5 分,选对但不全得 3 分)

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

1. C 【解析】根据质量数和核电荷数守恒,可知核反应方程为 $3_2^4\text{He} \rightarrow {}_6^{12}\text{X}$ 属于轻原子核结合成较重原子核反应,所以该反应属于核聚变,又中子数等于质量数减去质子数,因此 X 核中有 6 个中子,故 AB 正确,不符合题意;比结合能又称平均结合能,等于结合能除以核子数,结合能是自由分散的核子结合成原子核所释放的能量,并不是该反应放出的能量 E ,所以 X 核的比结合能不为 $\frac{E}{12}$,故 C 错误,符合题意;根据爱因斯坦质能方程 $\Delta E = \Delta mc^2$,又因为该反应放出的能量为 E ,所以该反应的质量亏损为 $\frac{E}{c^2}$,故 D 正确,不符合题意。故选 C。
2. A 【解析】根据题意,对风力 F 在沿着帆面和垂直于帆面方向进行分解,根据力的平行四边形法则可得其垂直于帆面的分力 $F_1 = F \sin \alpha = 1000 \text{ N}$,再对垂直作用于帆面上的风力 F_1 沿帆船航向方向和垂直航向方向进行分解,则帆船在沿航向方向获得的动力为 $F_2 = F_1 \sin \beta = 600 \text{ N}$,故选 A。
3. D 【解析】铅笔可能受到重力、支持力、磁铁 B 的压力和静摩擦力 4 个力的作用,故 A 错误;无法判断 A 的下端和 B 的上端的极性,故 B 错误;底板对铅笔的支持力与磁铁 B 的静摩擦力的矢量和与铅笔的重力是一对平衡力,故 C 错误;对整体分析可知,桌面对底板的支持力大小等于支架、铅笔和两磁铁的总重,故 D 正确。故选 D。
4. C 【解析】由于两球的加速度均为重力加速度,所以单位时间内,1 球速度的变化等于 2 球速度的变化,故 A 错误;若两球在 P 点相遇,下落的高度相同,则运动的时间相同,对 1 球,有 $x = v_1 t_1$, $y = \frac{1}{2} g t_1^2$ 。对 2 球,有 $x = v_2 t_2 \cos \theta$, $y = -v_2 t_2 \sin \theta + \frac{1}{2} g t_2^2$ 。由此可知 $t_1 < t_2$, $v_1 > v_2 \cos \theta$,所以 1 球先经过 P 点,两球不会在 P 点相遇,2 球在最高点的速度小于 v_1 ,故 B 错误,C 正确;根据动量定理可得 $mgt = \Delta p$,由于 $t_1 < t_2$,所以 1 球动量的变化小于 2 球动量的变化,故 D 错误。故选 C。
5. D 【解析】因绕太阳转动,则发射速度要大于第二宇宙速度,即发射速度介于 11.2 km/s 与 16.7 km/s 之间,故 A 错误;地球公转周期为 12 个月,根据开普勒第三定律 $\frac{a^3}{T^2} = k$ 可知,天问一号在地火转移轨道的轨道半径大于地球的公转半径,则运行周期大于 12 个月,从 P 点运动到 Q 点的时间大于 6 个月,故 B 错误;天问一号在 Q 点点火加速进入火星轨道,在地火转移轨道运动时,Q 点的速度小于火星轨道的速度,根据万有引力提供向心力有 $\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$,可得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$,可知地球公转半径小于火星公转半径,则地球绕太阳的速度大于火星绕太阳的速度,则在地火转移轨道运动时,Q 点的速度小于地球绕太阳的速度,故 C 错误。因在环绕火星调相轨道变轨到停泊轨道,降轨要点火减速,则停泊轨道机械能小,故 D 正确。故选 D。
6. C 【解析】根据题意可知,粒子运动到 O 点时速度最大,由动能定理有 $E_1 q x = \frac{1}{2} m v_m^2$,解得 $v_m = \sqrt{\frac{2E_1 q x}{m}} = 4 \text{ m/s}$,故 A 错误;根据题意可知,粒子运动到原点右侧最远点时电势最低为 φ ,运动过程中只有电场力做功,由能量守恒定律有 $\frac{1}{2} m v_m^2 = -q\varphi$,解得 $\varphi = -1.6 \text{ V}$,故 B 错误;粒子在电场 E_1 中单程运动的时间为 $t_1 = \frac{x}{v} = 0.2 \text{ s}$,粒子在电场 E_2 中受电场力 $F_2 = E_2 q = -4 \times 10^{-5} x = -kx$ 则 $k = 4 \times 10^{-5} \text{ N/m}$,粒子在电场 E_2 中做简谐运动,根据简谐运动周期公式 $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{\sqrt{5}\pi}{5} \text{ s}$ 粒子运动周期为 $T = 2t_1 + \frac{T_2}{2} = \frac{4 + \sqrt{5}\pi}{10} \text{ s}$,故 C 正确;从 O 点向右最远运动距离 x ,由动能定理有 $\frac{1}{2} m v_m^2 = \frac{1}{2} q E_2 x$,解得 $x = \frac{2\sqrt{5}}{5} \text{ m}$,故 D 错误。故选 C。

7. AC 【解析】 a 光在水面上形成的圆形亮斑面积较大,可知 a 光的全反射临界角较大,根据 $\sin C = \frac{1}{n}$ 可知 a 光的折射率较小,故 A 正确;根据 $v = \frac{c}{n} = \lambda f$ 可知,在水中 a 光的传播速度比 b 光大, a 光的波长比 b 光长,故 B 错误;设复色光圆形区域的半径为 r ,根据 $\sin C = \frac{1}{n}$ 结合几何关系可知 $\frac{r}{\sqrt{h^2+r^2}} = \frac{1}{n_b}$,解得 $r^2 = \frac{h^2}{n_b^2-1}$,复色光圆形区域的面积为 $S = \pi r^2 = \frac{\pi h^2}{n_b^2-1}$,故 C 正确; a 光的波长比 b 光的长,根据双缝干涉条纹宽度与波长的关系 $\Delta x = \frac{l}{d} \lambda$ 可知相同条件下 a 光的干涉条纹比 b 光宽,故 D 错误。故选 AC。

8. CD 【解析】根据题意可知,周期相同,则由公式 $T = \frac{2\pi}{\omega}$ 可知,产生 B 和 C 交流电,线圈的角速度之比为 $1:1$,故 A 错误;根据公式 $X_L = 2\pi fL$ 可知,由于交流电 A 、 B 、 C 周期相同,即频率相同,则线圈对三种交流电的感抗相等,故 B 错误;根据题意,设原线圈中电流为 I ,由电流与线圈匝数成反比可得,副线圈中电流为 $3I$,由公式 $Q = I^2 R t$ 可知,由于 $R_1 = R_2$,则电阻 R_1 和 R_2 产生的热量之比为 $1:9$,故 C 正确;由图可知, $t=0$ 时刻,交流电 B 感应电动势最大,此时线圈与中性面垂直,磁通量为零,故 D 正确。故选 CD。

9. AD 【解析】霍尔元件工作时载流子为电子,由左手定则可知电子所受洛伦兹力指向上表面,所以霍尔元件下表面电势高于上表面。故 A 正确,B 错误;设霍尔元件上、下表面的距离为 d ,可得 $e v B = e \frac{U_H}{d}$,解得 $U_H = B d v$ 依题意 $v_m \propto U_H \propto B d v$ 从图乙所示位置沿 a 方向稍微拧动手柄,则穿过霍尔元件的磁场变弱, v_m 减小。故 C 错误;根据 $I = n e S v$ 联立,解得 $U_H = \frac{B I d}{n e S}$,可知其他条件不变,调大电流 I ,则 U_H 增大,可以增大 v_m 。故 D 正确。故选 AD。

10. BD 【解析】 a 、 b 两物体叠放在轻弹簧上,并处于静止时,此时弹簧弹力等于重力 $F_{\text{弹}} = 2G = kx$ 得到压缩量 x 为 $x = \frac{2G}{k}$ 。若 $F = G$,则 a 、 b 两物体要分离时,两者间的相互作用力为 0 ,对 b 物体,根据牛顿第二定律得到 $F - G = ma$,此时对 a 物体,根据牛顿第二定律可得 $kx_1 - G = ma$,解得 $x_1 = \frac{G}{k}$,所以 a 、 b 在 O 点正下方某一位置分离,A 错误;若 $F = 2G$,则 a 、 b 两物体要分离时,两者间的相互作用力为 0 ,对 b 物体,根据牛顿第二定律得到 $F - G = ma$ 对 a 根据牛顿第二定律得 $kx_2 - G = ma$,解得 $x_2 = \frac{2G}{k} = x$,则 a 、 b 恰好在图示的初始位置分离,B 正确;当拉力较小时要考虑物体整体做简谐运动的情况。若 $F = \frac{1}{2}G$,系统做简谐运动,对 a 、 b 两物体整体进行分析,平衡位置时,弹簧的压缩量为 x_3 ,则 $\frac{1}{2}G + kx_3 = 2G$,解得 $x_3 = \frac{3G}{2k}$,此时振幅为 $A_1 = x - x_3 = \frac{G}{2k}$, $2A_1 = \frac{G}{k}$ 则最高点时的弹簧压缩量为 $\Delta x_1 = x - 2A_1 = \frac{G}{k}$,根据 A、B 两个选项的过程,同理可以求得 $F = \frac{G}{2}$ 时,两物体作用力为 0 时,弹簧压缩量为 $x_4 = \frac{G}{2k}$,因为 $\Delta x_1 > x_4$ 所以物体不会分离,两物体将一起做简谐运动,C 错误;若 $F = \frac{3}{4}G$,系统做简谐运动,对 a 、 b 两物体整体进行分析,平衡位置时,弹簧的压缩量为 x_5 ,则 $\frac{3}{4}G + kx_5 = 2G$ 解得 $x_5 = \frac{5G}{4k}$,则此时的振幅为 $A_2 = \frac{3G}{4k}$,则最高点时的弹簧压缩量为 $\Delta x_2 = x - 2A_2 = \frac{G}{2k}$ 根据 A、B 选项过程,同理可以求得 $F = \frac{3G}{4}$ 时,两物体作用力为 0 时,弹簧压缩量为 $x_6 = \frac{3G}{4k}$ 因为 $\Delta x_2 < x_6$ 所以两物体不能一起简谐运动,在做完整简谐运动之前时就已经分离,故若 $F = \frac{3}{4}G$,则 a 、 b 在 O 点正下方某一位置分离,D 正确;故选 BD。

三、实验题(本题共 2 小题,第 11 题 6 分,第 12 题 10 分)

11. (6 分,每空 2 分)

(1) $g \tan \theta$ 不均匀 (2) 9.75

【解析】(1) 若轻杆摆动稳定时与竖直方向的夹角为 θ ,以小球为对象,小球受重力和轻杆的拉力,根据牛顿第二定律, $mg \tan \theta = ma$ 可得 $a = g \tan \theta$,则小车加速度为 $g \tan \theta$,由此可知加速度不随角度均匀变化。

(2) 根据逐差法可得当地重力加速度为 $g = \frac{x_{35} - x_{13}}{4T^2}$ 代入数据解得

$$g = \frac{(1.72 + 2.09 - 0.93 - 1.32) \times 10^{-2}}{4 \times 0.02^2} \text{ m/s}^2 = 9.75 \text{ m/s}^2$$

12. (10分, 每空2分)

(1) 欧姆 (2) - (3) 0.95(0.94~0.96) 1.44(1.40~1.48) 1.52(1.45~1.59)

【解析】(1) 根据欧姆表的使用方法, 将红、黑表笔短接之后应欧姆调零。

(2) 根据多用电表电流方向“红入黑出”可得, 电压表左端应为“-”接线柱。

(3) 电压表的读数为 0.95(0.94~0.96)。

根据题意可知, 滑动变阻器接入电路电阻和电压表内阻之和为 R , 根据闭合电路的欧姆定律可得

$$E = \frac{U}{R_V} (R + r), \text{ 上式整理得 } \frac{1}{U} = \frac{1}{ER_V} R + \frac{1}{ER_V} r$$

$$\text{上式结合图 4 可得 } \frac{1}{ER_V} = \frac{1.04 - 0.44}{3 - 0.4}, \frac{1}{ER_V} r = 0.35$$

其中将 $R_V = 3 \text{ k}\Omega$ 代入以上两式可得 $r = 1.52 \text{ k}\Omega, E = 1.44 \text{ V}$

四、解答题(本题共 3 小题, 共 40 分)

13. (10分) 【解析】(1) 由于 B 内为真空, 当抽开隔板 K 后, 气体将发生扩散, 充满整个气室, 此过程气体不对外做功, 即 $W_A = 0$, 而根据热力学第一定律 $\Delta U = Q + W$, 可知式中 $W = 0$, 而水与外界绝热, 则浸没在水中的容器内的气体温度不变, 即 $\Delta U = 0$, 由此可知 $Q = 0$, 即气体既不对外放热也不从外界吸热 3分

(2) A 室中的气体经扩散再次达到平衡的过程中, 发生等温变化, 设容器的体积为 V , 则由波意耳定律有

$$p_0 \cdot \frac{V}{2} = pV, \text{ 解得 } p = \frac{p_0}{2} \text{ 3分}$$

(3) 根据题意由理想气体的状态方程有 $\frac{p_0 V}{2T_0} = \frac{p' V}{1.5T_0}$, 解得 $p' = \frac{3}{4} p_0$, 而根据容器内气体内能与温度的关系为

$$\Delta U = \alpha \Delta T, \text{ 可知此过程中吸收的热量 } Q' = \Delta U = \alpha \Delta T = 0.5\alpha T_0 \text{ 4分}$$

14. (14分) 【解析】(1) 根据粒子在圆形边界内做圆周运动, 如图

由洛伦兹力提供向心力可得

$$qv_0 B = \frac{mv_0^2}{r}$$

由图可得

$$r = R$$

联立可得粒子入射速度大小

$$v_0 = \frac{qBR}{m} \text{ 4分}$$

(2) 根据粒子偏转方向可知, 电场强度 E 方向为沿着 y 轴负方向, 粒子在电场中做类平抛运动, 则

$$x_1 = v_0 t, y_1 = \frac{qE}{2m} t^2$$

由几何关系可知

$$x_1 = R, y_1 = R \left(1 + \cos \frac{2\pi}{3} \right) = \frac{R}{2}$$

联立可得电场强度 E 的大小为

$$E = \frac{qRB^2}{m} \text{ 5分}$$

(3) 如图

根据几何关系可知

$$y_2 = R + R \cos(\pi - \theta)$$

可知

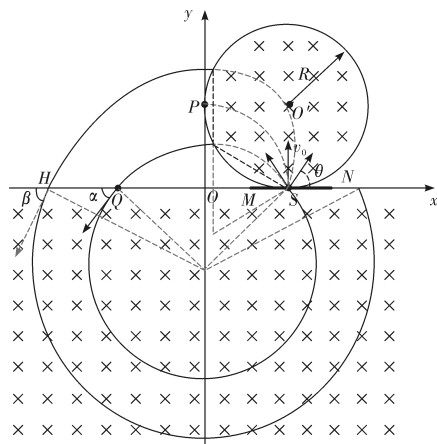
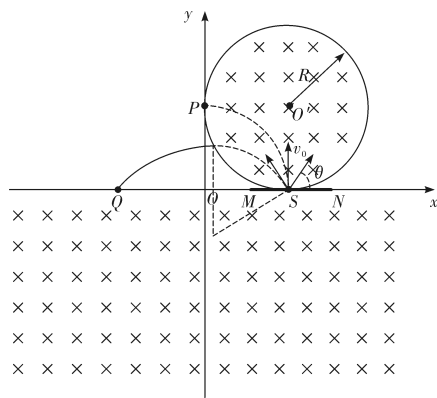
$$y_2 = \frac{3}{2} R = 3y_1$$

其中

$$y_2 = \frac{qE}{2m} t_2^2, x_2 = v_0 t_2$$

可知

$$x_2 = \sqrt{3} R$$



由洛伦兹力提供向心力

$$qvB = \frac{mv^2}{r}$$

解得

$$r_1 = \frac{mv_1}{qB} = \frac{mv_0}{qB \cos \alpha} = \frac{R}{\cos \alpha}$$

$$r_2 = \frac{mv_2}{qB} = \frac{mv_0}{qB \cos \beta} = \frac{R}{\cos \beta}$$

由以上可知所有粒子在第三、四象限内运动轨迹圆为一系列的同圆心圆,故

$$L_1 = 2R \tan \alpha, \tan \alpha = \frac{2y_1}{x_1} = 1$$

$$L_2 = 2R \tan \beta, \tan \beta = \frac{2y_2}{x_2} = \sqrt{3}$$

所以若收集所有粒子,则收集板长度至少为

$$\Delta L = \frac{L_2 - L_1}{2} = (\sqrt{3} - 1)R \dots\dots\dots 5 \text{分}$$

15. (16分)【解析】(1)对B进行分析,根据牛顿第二定律有 $\mu_1 mg + \mu_2 (M+m)g = Ma_B$ 解得 $a_B = 3 \text{ m/s}^2$

对C进行分析,根据牛顿第二定律有 $\mu_1 mg = ma_C$ 解得 $a_C = 1 \text{ m/s}^2 \dots\dots\dots 4 \text{分}$

(2)若物体C先向右做匀加速直线运动,木板先向右做匀减速直线运动,此过程C相对于B向右运动,两者速度达到相等后,由于 $\mu_1 < \mu_2$

C、B不能够保持相对静止,C随后向右做匀减速直线运动,B也向右做匀减速直线运动,C刚好不从长木板B的左端离开,表明两者速度达到相等时C恰好到达B左端,令碰撞后B的速度为 v_B ,则有 $v_{共0} = v_B - a_B t_0 = a_C t_0$

此过程,相对位移恰好等于B长的一半,则有 $\frac{L}{2} = \frac{v_B + v_{共0}}{2} t_0 - \frac{v_{共0}}{2} t_0$,解得 $t_0 = 1 \text{ s}, v_{共0} = 1 \text{ m/s}, v_B = 4 \text{ m/s}$

A、B碰撞过程,根据动量和能量守恒定律有 $m_0 v_A = m_0 v_{A1} + M v_B, \frac{1}{2} m_0 v_A^2 = \frac{1}{2} m_0 v_{A1}^2 + \frac{1}{2} M v_B^2$,解得 $v_A = 4 \text{ m/s}$

A从O点到P点过程.根据动能定理有 $m_0 g h_1 = \frac{1}{2} m_0 v_A^2$ 解得 $h_1 = 0.8 \text{ m} \dots\dots\dots 6 \text{分}$

(3)若使物体A从距离P点高为 $h_0 = 0.2 \text{ m}$ 处由静止释放,根据动能定理有 $m_0 g h_0 = \frac{1}{2} m_0 v_0^2$ 解得 $v_0 = 2 \text{ m/s}$

A、B碰撞过程,根据动量和能量守恒定律有 $m_0 v_0 = m_0 v_1 + M v_2, \frac{1}{2} m_0 v_0^2 = \frac{1}{2} m_0 v_1^2 + \frac{1}{2} M v_2^2$ 解得 $v_2 = 2 \text{ m/s}$

碰后瞬间立即在长木板B上施加水平向右的恒力 $F_0 = 20 \text{ N}$,对B分析,根据牛顿第二定律有

$$F_0 - \mu_1 mg - \mu_2 (M+m)g = M a_1 \text{ 解得 } a_1 = 2 \text{ m/s}^2$$

B在恒力作用下向右做匀加速直线运动,C向右以 $a_C = 1 \text{ m/s}^2$ 做匀加速直线运动,C相对于B向左运动,历时

t_1 撤去恒力,对B的运动有 $v_3 = v_2 + a_1 t_1, x_1 = \frac{v_2 + v_3}{2} t_1$,对C的运动有 $v_4 = a_C t_1, x_2 = \frac{v_4}{2} t_1$,此过程的相对位移

$$x_{相1} = x_1 - x_2$$

撤去恒力后,结合上述可知,B向右以 $a_B = 3 \text{ m/s}^2$ 做匀减速直线运动,C向右以 $a_C = 1 \text{ m/s}^2$ 做匀加速直线运动,C相对于B仍然向左运动,历时 t_2 达到相等速度时,C恰好到达B左端,则有 $v_{共1} = v_3 - a_B t_2 = a_C (t_1 + t_2)$,

此过程的相对位移 $x_{相2} = \frac{v_{共1} + v_3}{2} t_2 - \frac{v_{共1} + v_4}{2} t_2$,之后C、B不能够保持相对静止,C随后向右做匀减速直线运

动,B也向右做匀减速直线运动,C相对于B向右运动,则有 $x_{相1} + x_{相2} = \frac{L}{2}$ 舍去解的负值,解得 $t_1 =$

$$\frac{4\sqrt{10} - 10}{5} \text{ s} \dots\dots\dots 6 \text{分}$$