

答案速查及评分标准

一、单项选择题:本题共10小题,每小题4分,共40分.在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D	B	C	D	D	B	A	C	D	D

二、非选择题:本题共5小题,共60分.

- 11.(15分)(1)6(3分) (3) $\frac{1}{k}$ (3分,必须用已知量表示)
 (4)见解析(3分,其他合理的原因也算正确,只要写出符合的一条原因即可得3分) (5)触点2(3分) 30(3分)
- 12.(8分,按步给分,具体见详细解析)(1) $\frac{4}{3}p$ (3分)
 (2) $\frac{1}{2}$ (5分)

13.(8分,按步给分,具体见详细解析)

- (1) $6\sqrt{5} \text{ m/s}$ (4分)
 (2) 45° (4分)

14.(13分,按步给分,具体见详细解析)(1) 5 m/s (4分)

- (2) 20.5 N 方向沿半径向下(3分)
 (3) 64 J (6分)

15.(16分,按步给分,具体见详细解析)

- (1) $B = \frac{4mv_0}{qd}$ 方向垂直纸面向里(4分)
 (2) $t = \frac{5\pi d}{12v_0}$ (4分)
 (3) $\frac{2\sqrt{3}mv_0^2}{qd}$ 或 $\frac{2(n+1)\sqrt{3}mv_0^2}{nqd}$ ($n=1, 2, 3, \dots$) (8分)

详细解析

1.D 60分必答(近代物理)

原子核的稳定性由比结合能(结合能除以核子数)决定,而非结合能,比结合能越大,原子核越稳定,A错误; α 射线的实质是氦核, β 射线的实质是电子流, γ 射线的实质是电磁波, α 射线的电离本领比 β 射线强,B错误;半衰期是放射性同位素的固有属性,与外界温度无关,C错误;根据爱因斯坦质能方程 $E=mc^2$,原子核衰变释放能量时会发生质量亏损,因此新核的总质量应小于原核质量,D正确.

2.B 60分必答(变压器)

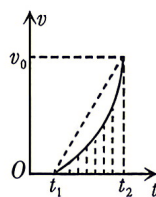
变压器不能改变交变电流的频率,交变电流在原线圈中的频率等于在副线圈中的频率,A错误;将干电池的低电压转化为上万伏高压,变压器一定是升压变压器,该变压器的原线圈匝数一定小于副线圈的匝数,B正确;干电池随着使用,活性电极材料逐渐耗尽,内阻增大,电极间的电动势变小,导致燃气灶不能脉冲点火,C错误;干簧管是一种通过外部磁场操作的电开关,其工作原理是利用两个金属簧片在磁场作用下的吸合与断开来控制电路的通断,而燃气灶点火装置工作原理是互感,两者完全不同,D错误.

关键点拨

该题的突破口是将直流电的低电压转化为上万伏高压,变压器一定是升压变压器,利用变压器的原理和特点分析求解.

3.C 60分必答(运动图像)

根据 $t-v$ 图像斜率的物理意义 $k = \frac{\Delta t}{\Delta v} = \frac{1}{a}$,可判断汽车的加速度在增大,做变加速运动,A错误; $v-t$ 图像围成的面积表示位移,如图所示,假设汽车在 $t_1 \sim t_2$ 时间内做匀变速直线运动,其通过的位移为 $x = \frac{v_0}{2}(t_2 - t_1)$,但实际情况是在 $t_1 \sim t_2$ 时间内汽车做加速度增大的变加速直线运动,所以在 $t_1 \sim t_2$ 时间内通过的位移小于 $\frac{v_0}{2}(t_2 - t_1)$,B、D错误,C正确.

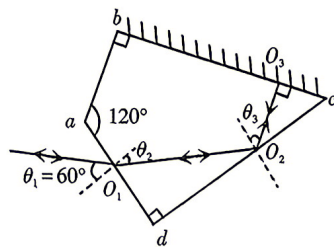


关键点拨

可将题图 $t-v$ 图像转化为 $v-t$ 图像,利用图像的斜率、所围成的面积的物理意义分析求解.

4.D 80分必答(光学)

作出光路图如图所示,光线在 O_2 处发生全反射,由题意可知光线垂直射到镀膜反射面 bc 边上, $\angle d=90^\circ$,其中 $\theta_1=60^\circ$,由几何关系可知 $\angle c=60^\circ$,所以 $\theta_3=60^\circ$, $\theta_2+\theta_3=90^\circ$,故 $\theta_2=30^\circ$,由光的折射定律 $n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$,解得棱镜的折射率为 $n=\sqrt{3}$,由 $n = \frac{c}{v}$ 知,光在棱镜中传播的速度大小为 $v = \frac{c}{n} = \frac{\sqrt{3}}{3}c$,由几何关系可知, $O_1O_2=2l$, $O_2c = \left(\frac{3\sqrt{3}}{2} - \sqrt{3}\right)l = \frac{\sqrt{3}}{2}l$, $O_2O_3 = \frac{3}{4}l$,解得光在棱镜中传播的时间为 $t = \frac{2(O_1O_2 + O_2O_3)}{v} = \frac{11\sqrt{3}l}{2c}$,D正确.



5.D 60分必答(单摆,冲量,动量定理)

根据题图乙可知小球一次全振动的周期为 $2t_0$,故频率为 $f = \frac{1}{2t_0}$,A错误;小球运动可以看作单摆模型,根据单摆的周期公式 $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{R-D}{g}} = 2t_0$,解得圆弧轨道的半径为

$$R = \pi r^2 L$$

球所受重力的冲量为 $2mgt_0$, C 错误; 根据动量定理有 $I_T - mg \cdot 2t_0 = 0$, 一次全振动过程中, 圆弧轨道支持力的冲量为 $I_T = 2mgt_0$, D 正确.

6.B 60分必答(物体平衡、功能关系)

“蝴蝶”匀速向下运动, 无人机所受合外力为零, A 错误; “蝴蝶”匀速向下运动, 重力做正功, 无人机重力势能减小, B 正确; “茉莉花”中的无人机使空气流动, 对空气做正功, C 错误; “茉莉花”中的无人机消耗的电能转化为内能、光能和空气的动能等, D 错误.

7.A 60分必答(万有引力, 开普勒定律)

飞船从轨道 I 上的 A 处进入轨道 II 时, 做近心运动, 需要点火减速, 动能减小, 变轨后飞船在 A 处的万有引力大于所需的向心力, A 错误, B 正确; 根据开普勒第二定律可知, $\frac{1}{2}r_A v_A \cdot \Delta t = \frac{1}{2}r_B v_B \cdot \Delta t$, 即 $r_A v_A = r_B v_B$, 飞船在轨道 II A、B 点的速率与该两点和地球球心间的距离成反比, C 正确; 根据开普勒第二定律可知, 飞船与地球中心连线在同一轨道上相同时间内扫过的面积相等, 而飞船在两条不同轨道上运动, 相同时间内扫过的面积不相等, D 正确.

8.C 60分必答(电场线, 等势线, 电势, 功能关系)

电场线应从避雷针指向云层下表面, 可知实线为电场线, 虚线为等势线, c 点的电场线比 b 点的密, c 点的电场强度大于 b 点, A 错误; 因 a 点的电场线较 b 点稀疏, 可知 a 点的电场强度小于 b 点的电场强度, B 错误; 沿电场线方向电势降低, 所以 a 点的电势小于 c 点的电势, 即 $\varphi_a < \varphi_c$, 电子带负电, 由电势能公式 $E_p = q\varphi$ 可知电子在 a 点的电势能大于在 c 点的电势能, C 正确; 同理, 可知 b 点的电势小于 d 点的电势, 即 $\varphi_b < \varphi_d$, 质子由 b 点运动到 d 点的过程中, 电势能增加, 静电力做负功, D 错误.

9.D 60分必答(圆周运动, 动量)

小球做匀速圆周运动的角速度大小为 $\omega = \frac{\theta}{t}$, A 错误; 小球的向心加速度的大小为 $a_n = \omega^2 R = \left(\frac{\theta}{t}\right)^2 R$, B 错误; 由几何关系知 $x_{AB} = 2R \sin \frac{\theta}{2}$, $\bar{v}_{AB} = \frac{x_{AB}}{t}$, 解得 $\bar{v}_{AB} = \frac{2R \sin \frac{\theta}{2}}{t}$, C 错误; 若 $\theta = \pi$, 小球的动量变化量大小为 $\Delta p = 2m\omega R = 2mR \frac{\theta}{t}$, D 正确.

10.D 80分必答(电磁综合)

根据楞次定律可判断电容器上极板带正电, A 错误; 根据法拉第电磁感应定律有 $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = n \frac{\Delta B}{\Delta t} S = 5 \text{ V}$, 根据闭合电路欧姆定律有 $I = \frac{E}{R_1 + r} = 1 \text{ A}$, 稳定后, 电容器两极板电压等于 R_1 两端电压, 其所带电荷量 $Q = CU_1 = 100 \times 10^{-12} \times 3 \times 1 \text{ C} = 3 \times 10^{-10} \text{ C}$, B 错误; $0 \sim 0.2 \text{ s}$ 内, R_1 产生的焦耳热为

不变, 忽略线圈的自感现象, 线圈的电阻

与线圈并联, 则此后流过 R_1 的电荷量 $Q' = \frac{r}{r + R_1} Q = 1.2 \times 10^{-10} \text{ C}$, D 正确.

方法总结

电磁感应中的电路问题的分析方法

- (1) 确定电源: 发生电磁感应的部分 (如导体棒或线圈) 等效为电源, 由右手定则或楞次定律判断等效电源的正负极 (方法: 在电源内部电流由电源负极流向正极), 由法拉第电磁感应定律求感应电动势;
- (2) 画出等效电路, 根据闭合电路的电压关系、电流关系及电容器特点分析求解.

11. (15分) (1) 6(3分) (3) $\frac{1}{k}$ (3分) (4) 见解析 (3分)

(5) 触点 2 (3分) 30 (3分)

80分必答(多用电表的使用, 测电源的电动势和内阻)

(1) 根据并联电路规律, 电流表 G (表头) 改装后的量程为 $0 \sim 0.6 \text{ A}$, 则应有 $I = I_g + \frac{I_g R_g}{R_1}$, 解得 $R_1 = 6 \Omega$.

(3) 改变电阻箱的阻值, 记录多组电阻箱的阻值 R_x 和对应的电流 I , 根据闭合电路欧姆定律有 $E = IR_x + IR_{\text{多用电表总内阻}}$, 变形整理后得 $\frac{1}{I} = \frac{1}{E} R_x + \frac{R_{\text{多用电表总内阻}}}{E}$, 则测得的电源电动势 $E = \frac{1}{k}$.

(4) 在同一张坐标纸上两次实验图像明显不重合, 则可能原因有: 该电源的电动势发生了变化; 或者该电源的内阻发生了变化 (其他合理的原因也算正确, 只要写出符合的一条原因即可得 3 分).

(5) 测量电阻, 需要将开关 S 接通触点 2; 由 $E = \frac{1}{k}$ 可知电源电动势 $E = 9 \text{ V}$, 由题图丙可知通过电源的电流 $I = 0.2 \text{ A}$, 电阻表的内阻为 $R_{\text{内}} = \frac{E}{I_{\text{max}}} = 15 \Omega$, 根据闭合电路欧姆定律可得该电阻的阻值为 $R_x = \frac{E}{I} - R_{\text{内}} = 30 \Omega$.

12. (8分) 答案同详细解析

60分必答(气体实验定律)

思路分析

- (1) 先对 A 部分的气体运用玻意耳定律求出其压强;
- (2) A、B 两部分气体压强始终相等, 再次选用玻意耳定律分析求解 B 中的变质量问题.

(1) 令汽缸总体积为 V , 对于 A 部分的气体, 根据玻意耳定律有 $p \times \frac{1}{3} V = p_A \times \frac{1}{4} V$ (2分)

解得 $p_A = \frac{4}{3} p$ (1分)

(2) A、B 两部分气体被活塞分隔, 压强始终相等, 则

$p_B = p_A = \frac{4}{3} p$ (1分)

设B部分原来气体在该压强下的体积为 V_B ,由玻意耳定律知 $p \times \frac{2}{3}V = p_B V_B$ (1分)

解得 $V_B = \frac{1}{2}V$ (1分)

充入的气体质量与原来气体质量之比

$$k = \frac{\frac{3}{4}V - \frac{1}{2}V}{\frac{1}{2}V} = \frac{1}{2} \quad (2分)$$

13.(8分) 答案同详细解析

60分必答(平抛运动规律,动能定理)

思路分析

- (1)运用动能定理,求出运动员离开B点时的速度大小;
- (2)结合运动的合成与分解求平抛运动末速度方向与水平地面的夹角.

(1)运动员由A点静止开始运动直至到达B点的过程中,由动能定理知

$$mgs \sin \theta - \mu mg \cos \theta \cdot s - \mu mg L = \frac{1}{2}mv_B^2 \quad (2分)$$

代入数据解得 $v_B = 6\sqrt{5}$ m/s (2分)

(2)设运动员落地时速度大小为 v ,方向与水平地面的夹角为 α ,由B点到达水平地面,运动员做平抛运动,由动能定理知 $mgh = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$ (1分)

代入数据解得 $v = 6\sqrt{10}$ m/s (1分)

根据平抛运动的分解有 $\cos \alpha = \frac{v_B}{v} = \frac{\sqrt{2}}{2}$ (1分)

解得 $\alpha = 45^\circ$ (1分)

14.(13分) 答案同详细解析

80分必答(力学综合)

思路分析

- (1)运用动能定理和弹性碰撞的特点(动量守恒和机械能守恒),求出滑块B的速度;
- (2)在PQ过程,由动能定理、牛顿第二定律以及牛顿第三定律求出滑块B在Q点对轨道的压力;
- (3)分析板块模型的受力和运动特点,抓住共速这一隐含条件分别求出各自对地位移和相对位移,进而求出因摩擦而产生的内能.

(1)设碰前滑块A的速度为 v_0 ,碰后滑块A的速度为 v_1 ,滑块B的速度为 v_2 ,对滑块A,由动能定理知

$$m_1gh = \frac{1}{2}m_1v_0^2 - 0 \quad (1分)$$

解得 $v_0 = 7.5$ m/s

对滑块A和滑块B,由动量守恒定律知

$$m_1v_0 = m_1v_1 + m_2v_2 \quad (1分)$$

由机械能守恒定律知

$$\frac{1}{2}m_1v_0^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 \quad (1分)$$

解得滑块A的速度 $v_1 = -2.5$ m/s,滑块B的速度 $v_2 = 5$ m/s

(1分)

(2)设碰撞后滑块B到达Q点时速度为 v_3 ,从P到Q的过程,由动能定理知

$$-m_2g(R - R \cos 37^\circ) = \frac{1}{2}m_2v_3^2 - \frac{1}{2}m_2v_2^2 \quad (1分)$$

解得滑块B在Q点的速度 $v_3 = 3$ m/s

滑块B在Q点时,由牛顿第二定律知

$$F - m_2g \cos 37^\circ = m_2 \frac{v_3^2}{R} \quad (1分)$$

解得 $F = 20.5$ N

根据牛顿第三定律,滑块B对轨道的压力大小为20.5 N,方向沿半径向下 (1分)

(3)对滑块B,由牛顿第二定律知

$$\mu m_2g \cos 37^\circ - m_2g \sin 37^\circ = m_2a \quad (1分)$$

解得 $a = 0.4$ m/s²

滑块B与木板达到共速的时间为 $t = \frac{v - v_3}{a} = 5$ s (1分)

木板运动的位移为 $x_1 = vt = 25$ m (1分)

滑块B运动的位移为 $x_2 = \frac{v + v_3}{2}t = 20$ m (1分)

两者相对运动的位移大小为 $\Delta x = x_1 - x_2 = 5$ m (1分)

木板和滑块B之间因摩擦产生的内能为

$$Q = \mu m_2g \Delta x \cos 37^\circ = 64$$
 J (1分)

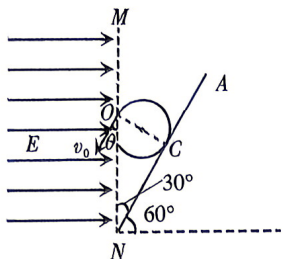
15.(16分) 答案同详细解析

100分必答(牛顿第二定律,带电粒子在组合场中的运动)

思路分析

- (1)结合对称特点和几何知识求解粒子做匀速圆周运动的轨迹半径,根据洛伦兹力提供向心力求出磁感应强度;
- (2)利用粒子在磁场中做匀速圆周运动的圆心角求粒子在磁场中运动的时间;
- (3)运用类比法,将粒子在电场中的运动看作是类斜抛运动,分析求解电场强度,然后分类讨论,根据几何关系联立求出电场强度 E 大小的可能值.

(1)在电场中,粒子做匀变速曲线运动,由对称性可知,粒子进入磁场时速度大小不变,方向与边界 MN 的夹角也为 30° ,粒子带正电,由题意可判断磁场方向垂直纸面向里,画出如图所示的轨迹图:



根据几何知识可知, $OC=2R$, $OC=ON \sin 30^\circ$

该圆周运动的半径为 $R=\frac{d}{4}$ (1分)

粒子在磁场中,由牛顿第二定律知 $Bqv_0=m\frac{v_0^2}{R}$ (1分)

解得 $B=\frac{4mv_0}{qd}$ (1分)

方向垂直纸面向里 (1分)

(2)由题意知,粒子每次在磁场中运动对应的圆心角

$\alpha=\frac{5\pi}{3}$ (1分)

则有 $t=\frac{\alpha}{2\pi}T=\frac{5}{6}T$ (1分)

又因为 $T=\frac{2\pi R}{v_0}$ (1分)

联立解得 $t=\frac{5\pi d}{12v_0}$ (1分)

(3)设粒子在电场中运动的位移为 l ,若粒子在磁场中偏转

后恰好经过 O 点,则其偏转轨迹半径 $R=l=\frac{mv_0}{qB}=\frac{d}{4}$

粒子在电场中做类斜抛运动,根据运动的分解可得

沿着直线 MN 方向做匀速直线运动 $l=v_0 t_1 \cos \theta$ (1分)

沿着电场力方向,有

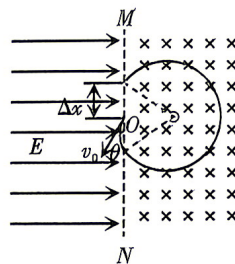
$a=\frac{qE_1}{m}$ (1分)

$t_1=\frac{2v_0 \sin \theta}{a}$ (1分)

解得 $E_1=\frac{2\sqrt{3}mv_0^2}{qd}$ (1分)

若粒子在电场中运动的位移 $l>R$,则粒子不可能再经过 O 点

若粒子在电场中运动的位移 $l<R$,则粒子再次射入电场的位置沿 MN 向 O 方向移动的距离 $\Delta x=R-l$,如图所示:



粒子在电场中依然做类斜抛运动,根据运动的分解可得

$l=2v_0 t_2 \cos \theta$ (1分)

$v_0 \sin \theta=\frac{qE_2}{m}t_2$ (1分)

$n\Delta x=l(n=1, 2, 3\cdots)$ (1分)

联立解得 $E_2=\frac{2(n+1)\sqrt{3}mv_0^2}{nqd}(n=1, 2, 3\cdots)$ (1分)