参考答案与详解

2024 年北京市普通高中学业水平等级性考试 · 物理

本站自编 | 共 22 题

本题答案与解析由逐光知理物理教研组依据原卷独立编撰，选择题给出答案键，非选择题给出关键公式与演算过程，供校核使用。公式与物理量按 *Times New Roman* 斜体排版。

1．答案：B

经过的时间 $t = 48\ \text{d} = 2T$，即两个半衰期。

由半衰期公式 $m = m_0(\frac{1}{2})^{t/T} = 1 \times (\frac{1}{2})^2\ \text{g} = 0.25\ \text{g}$。故选 B。

2．答案：B

匀减速直线运动的平均速度 $\bar{v} = \frac{v_0 + 0}{2} = \frac{10}{2}\ \text{m/s} = 5\ \text{m/s}$。

制动距离 $x = \bar{v}t = 5 \times 2\ \text{m} = 10\ \text{m}$。故选 B。

3．答案：D

气泡缓慢上浮，温度不变，理想气体内能不变，A 错误。

深度减小，外界压强减小，气泡内压强随之减小，B 错误。

由 $pV = nRT$，压强减小而温度不变，体积增大，C 错误。

体积增大，气体对外做功；内能不变，由热力学第一定律 $\Delta U = Q - W$，气体从水中吸热，D 正确。故选 D。

4．答案：A

以飞船和空间站整体为研究对象，由牛顿第二定律 $F = (M + m)a$，得 $a = \frac{F}{M + m}$。

再以空间站为研究对象，飞船对空间站的作用力提供其加速度：$N = Ma = \frac{MF}{M + m}$。

由牛顿第三定律，飞船和空间站之间的作用力大小亦为 $\frac{MF}{M + m}$，对应选项 A。故选 A。

5．答案：B

由图乙可知原线圈电压最大值 $U_{1m} = 24\sqrt{2}\ \text{V}$，有效值 $U_1 = \frac{U_{1m}}{\sqrt{2}} = 24\ \text{V}$，A 错误。

灯泡正常发光，副线圈电压 $U_2 = 6\ \text{V}$，电流 $I_2 = \frac{P}{U_2} = \frac{3}{6}\ \text{A} = 0.5\ \text{A}$，B 正确。

匝数比 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{24}{6} = \frac{4}{1}$，C 错误。

理想变压器输入功率等于输出功率，$P_1 = P_2 = 3\ \text{W}$，D 错误。故选 B。

6．答案：B

闭合开关瞬间，穿过线圈 P 的磁通量增加，P 中产生感应电流。由楞次定律，P 中感应电流的磁场阻碍原磁通量增加，M、P 中电流方向相反，两线圈相互排斥，A 错误。

开关闭合达到稳定后，铁芯中磁通量不变，线圈 P 中不产生感应电动势，电流表示数为 0，B 正确。

断开开关瞬间，穿过 P 的磁通量减小，由楞次定律，感应电流的磁场方向与原磁场方向相同，以阻碍减小；原磁场方向由 M 中电流决定，不能简单判定为向左，D 错误。

此时 P 中感应电流方向可由楞次定律结合线圈绕向判断，电流由 b 经电流表到 a，C 错误。故选 B。

7．答案：C

物体恰好到达最高点 C，说明在 C 点轨道对物体的弹力恰好为零，物体只受重力，合力为 mg，A 错误。

由牛顿第二定律 $mg = m\frac{v_C^2}{R}$，得 $v_C = \sqrt{gR} \neq 0$，B 错误。

在 C 点向心加速度 $a_n = \frac{v_C^2}{R} = g$，C 正确。

从 A 到 C 机械能守恒，$E_{pA} = mg \cdot 2R + \frac{1}{2}mv_C^2 = 2mgR + \frac{1}{2}mgR = \frac{5}{2}mgR$，而 C 点动能 $\frac{1}{2}mv_C^2 = \frac{1}{2}mgR$，二者不相等，D 错误。故选 C。

8．答案：C

上升过程中速度逐渐减小，空气阻力逐渐减小；下落过程中速度逐渐增大，空气阻力逐渐增大。上升过程平均速度较大，时间较短，A 错误。

空气阻力始终做负功，同一高度处上升速度大于下落速度，上升过程克服阻力做功较多，损失机械能较多，B 错误。

上升过程合力冲量大小等于初动量大小 mv_0；下落过程合力冲量大小等于落回原处时动量大小 mv_1。因机械能损失，$v_1 < v_0$，故上升过程合力冲量较大，C 正确。

上升时加速度大小 $g + \frac{kv}{m}$，下落时加速度大小 $g - \frac{kv}{m}$，上升过程加速度始终大于下落过程，D 错误。故选 C。

9．答案：D

$t = 0$ 时 $a = 0$，手机所受合力为零，弹簧弹力与重力平衡，不为零，A 错误。

$t = 0.2$ s 时 $a = 4$ m/s^2，方向向上，合力向上，弹簧弹力大于重力，手机位于平衡位置下方，B 错误。

从 $t = 0$ 到 $t = 0.2$ s，加速度由 0 增大到正向最大，手机速度由最大值减小到零，动能减小，C 错误。

由图乙可知振幅 $A = 4$ m/s^2，周期 $T = 0.8$ s，角频率 $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2.5\pi$ rad/s。

故 $a = 4\sin(2.5\pi t)$ m/s^2，D 正确。故选 D。

10．答案：D

物体刚放到传送带上时速度为零，传送带向前运动，物体相对传送带向后运动，A 错误。

物体随传送带匀速运动时，二者无相对运动趋势，不受摩擦力，B 错误。

物体加速过程中，摩擦力方向向前，物体位移向前，摩擦力做正功，C 错误。

物体加速度 $a = \mu g$ 不变，达到传送带速度 v 所需时间 $t = \frac{v}{\mu g}$，传送带速度越大，加速时间越长，D 正确。故选 D。

11．答案：C

由对称性，P、Q 到两电荷的距离对应相等，两点电场强度大小相等，A 错误。
P 靠近正电荷，电势为正；Q 靠近负电荷，电势为负，两点电势不相等，B 错误。
电场强度与电荷量成正比，两点电荷电荷量均变为原来的 2 倍，P 点电场强度变为原来的 2 倍，C 正确。
电势差也与电荷量成正比，电荷量加倍后 P、Q 间电势差变为原来的 2 倍，D 错误。故选 C。

12．答案：D

加速度计利用惯性测量：物体向右加速时，滑块因惯性相对物体向左偏移，M 位于中点左侧，电压表指针偏向左侧。
因此指针位于左侧时，物体加速度方向向右；指针位于右侧时，加速度方向向左，D 正确。
电压表示数由 M 的偏移量决定，偏移量与加速度成正比，示数与加速度成正比，B 错误。
速度方向不能由加速度方向唯一确定，C 错误。
由电路结构，M 在中点右侧时 P 端电势高于 Q 端，A 错误。故选 D。

13．答案：C

阿秒脉冲持续时间内至少包含一个光波周期，其光子能量约为 $E=h\nu\sim\frac{h}{t}=\frac{6.6\times10^{-34}}{100\times10^{-18}}\ \mathrm{J}=6.6\times10^{-18}\ \mathrm{J}\approx41\ \mathrm{eV}$。
A．波长越短，衍射现象越不明显；该脉冲对应波长约 $30\ \mathrm{nm}$，比 $550\ \mathrm{nm}$ 短，衍射更不明显，A 错误。
B．总能量相同时，单个光子能量越大，光子数越少，B 错误。
C．$41\ \mathrm{eV}>13.6\ \mathrm{eV}$，能使基态氢原子电离，C 正确。
D．要探测电子动态过程，脉冲持续时间应短于电子运动周期，D 错误。故选 C。

14．答案：A

A．QU 的单位为 $\mathrm{C\cdot V=J}$；ΦI 的单位为 $\mathrm{Wb\cdot A=V\cdot s\cdot A=J}$，二者单位相同，A 错误。
B．$M=\frac{\Phi}{Q}$，单位为 $\mathrm{Wb/C=V\cdot s/C}=\Omega$，B 正确。
C．$\frac{I}{U}$ 是电导，可描述物体的导电性质，C 正确。
D．由 $L=\frac{\Phi}{I}$ 和 $E=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$，得 $E=L\frac{\Delta I}{\Delta t}$，D 正确。
本题选错误的，故选 A。

15．答案：$n=\frac{\sin i}{\sin r}$

光从空气射入玻璃，入射角为 i，折射角为 r。由折射定律 $n=\frac{\sin i}{\sin r}$。

16．答案：BC

本实验探究感应电流方向的影响因素，不需要记录感应电流大小，A 错误。
电流表指针偏转方向随电流方向改变，可由指针偏转方向判断感应电流方向，B 正确。
甲、乙两图中磁体插入端分别为 N 极和 S 极，电流表指针偏转方向相反，说明感应电流方向与插入端极性有关，C 正确。故选 BC。

17．答案：$E = 1.0\ \text{V}$，$r = 3.3\ \text{k}\Omega$

由闭合电路欧姆定律 $U = E - Ir = E - \frac{U}{R}r$。
以 U 为纵轴、$\frac{U}{R}$ 为横轴，图线截距为电动势，故 $E = 1.0\ \text{V}$。
图线斜率绝对值等于内阻 r。取两点 $(0,\ 1.0)$ 与 $(180 \times 10^{-6},\ 0.4)$，
$r = \frac{1.0 - 0.4}{180 \times 10^{-6}}\ \Omega \approx 3.3 \times 10^{3}\ \Omega = 3.3\ \text{k}\Omega$。

18．答案：（1）AC；（2）a．用尽可能小的圆把各落点圈住，圆心即平均落点；b．$m_1OP = m_1OM + m_2ON$；（3）$ml_1 = -ml_2 + Ml_3$

（1）为使小球做平抛运动，斜槽末端必须水平，A 正确；两球应半径相同以保证正碰，B 错误；入射球质量应大于被碰球质量，C 正确。故选 AC。
（2）a．用圆规画尽可能小的圆把所有落点圈在圆内，该圆的圆心即为平均落点。
b．小球飞行时间相同，水平位移与碰前、碰后速度成正比。以碰前速度方向为正，动量守恒式为 $m_1v_0 = m_1v_1 + m_2v_2$，即 $m_1OP = m_1OM + m_2ON$。
（3）小球摆动过程中机械能守恒，碰前速度 v_1 与弦长 l_1 成正比，碰后小球 1 速度 v_1\' 与 l_2 成正比，小球 2 速度 v_2\' 与 l_3 成正比。
取向右为正，碰前总动量为 mv_1，碰后总动量为 -mv_1\'+Mv_2\'，故 $ml_1 = -ml_2 + Ml_3$。

19．答案：（1）$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$；（2）$v_0 = d\sqrt{\frac{g}{2h}}$；（3）$Q = Sd\sqrt{\frac{g}{2h}}$

（1）水做平抛运动，竖直方向自由落体：$h = \frac{1}{2}gt^2$，得 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$。
（2）水平方向匀速运动：$d = v_0t$，得 $v_0 = \frac{d}{t} = d\sqrt{\frac{g}{2h}}$。
（3）单位时间内流出水的体积等于流量，$Q = Sv_0 = Sd\sqrt{\frac{g}{2h}}$。

20．答案：（1）$I = \frac{Q}{CR}$；（2）$a = \frac{BQL}{CRm}$；（3）图线从原点出发，斜率逐渐减小并趋于水平

（1）闭合开关瞬间，电容器两端电压 $U = \frac{Q}{C}$，由欧姆定律 $I = \frac{U}{R} = \frac{Q}{CR}$。
（2）导体棒所受安培力 $F = BIL = \frac{BQL}{CR}$，由牛顿第二定律 $a = \frac{F}{m} = \frac{BQL}{CRm}$。
（3）导体棒加速后产生动生电动势 $E = BLv$，与电容器电压反向，回路电流减小，安培力减小，加速度减小。
当 BLv 接近电容器电压时，电流趋于零，加速度趋于零，速度趋于最大值。
因此 $v - t$ 图线从原点出发，斜率逐渐减小，最后趋于水平。

21．答案：（1）$\rho = \frac{\rho_0}{8}$；（2）a．$\Delta E_k = -\frac{2}{3}G\pi\rho_0mr_0^2$；b．$H$ 随 t 增大而减小

（1）宇宙质量均匀分布，P 从 r_0 远离到 $2r_0$ 时，所考察球体的半径变为原来的 2 倍，体积变为原来的 8 倍，故密度 $\rho = \frac{\rho_0}{8}$。
（2）a．半径为 r_0 的球内质量 $M = \rho_0 \cdot \frac{4}{3}\pi r_0^3$。
P 在 r_0 处和 $2r_0$ 处的引力势能分别为 $E_{p1} = -G\frac{Mm}{r_0}$，$E_{p2} = -G\frac{Mm}{2r_0}$。
由能量守恒，$\Delta E_k = E_{p1} - E_{p2} = -G\frac{Mm}{2r_0} = -\frac{2}{3}G\pi\rho_0mr_0^2$。
b．星体远离过程中速度减小，而距离 r 增大，由 $H = \frac{v}{r}$ 可知 H 随 t 增大而减小。

22．答案： （1）$a=\frac{eE}{M}$；（2）$B_2=\sqrt{\frac{mE}{2ed}}$；（3）$F=\frac{nk\sqrt{2eMED}}{1+k}$

（1）氩离子只受电场力，由牛顿第二定律 $eE=Ma$，得 $a=\frac{eE}{M}$。

（2）电子在径向磁场中做匀速圆周运动，洛伦兹力提供向心力：$evB_2=m\frac{v^2}{R}$。

电子在电场中加速，由动能定理 $eEd=\frac{1}{2}mv^2$，得 $v=\sqrt{\frac{2eEd}{m}}$。

联立得 $B_2=\frac{mv}{eR}$。按题设几何关系 $R=2d$，代入得 $B_2=\sqrt{\frac{mE}{2ed}}$。

（3）单位时间内进入放电室的电子数为 nk，被电离的氩离子数也为 nk。

每个氩离子获得的动量 $p=\sqrt{2MeEd}$。

推力等于单位时间内喷出粒子的总动量。氩离子与等量电子中和后共同喷出，故 $F=\frac{nk\sqrt{2eMED}}{1+k}$。