参考答案与详解

2024 年上海市普通高中学业水平等级性考试 · 物理

本站自编 | 共 15 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：C

A：10^{-15} m：该尺度是质子、原子核的量级（核子约 10^{-15} m），比分子小十万倍，不可能是油酸分子的直径。

B：10^{-12} m：该尺度接近硬 X 射线波长与原子核到原子尺度的过渡量级，仍远小于实际分子尺寸，不符合油膜法的测量结果。

C：10^{-9} m：油膜法把单分子油膜厚度视为分子直径。实验中纯油酸体积与油膜面积之比的数量级为 $\frac{10^{-11}\sim10^{-10}\ \mathrm{m}^3}{10^{-1}\ \mathrm{m}^2}\approx10^{-10\sim9}$ m，即约为 10^{-9} m 数量级（分子动理论给出的常见分子直径数量级为 10^{-10} m，油酸分子含长碳链，按本卷选项设置取 C）。

D：10^{-6} m：该尺度已是微生物、细粉尘的量级，比分子大数千倍，明显不合理。

说明：四个选项在 PDF 文本层拆散为 10^{-15}、10^{-12}、10^{-9}、10^{-6} m，按此顺序对应 A~D。一般教材给出分子直径数量级为 10^{-10} m，但本卷只给出上述四档，油酸分子（带长链）按数量级归入 10^{-9} m 一档。

2．答案：（1）A （2）C

（1）注射器内气体压强始终等于大气压，一定质量的气体在等压变化中满足盖-吕萨克定律 $\frac{V}{T}=C$，V 与热力学温度 T 成正比，$V-T$ 图线是过原点的直线；而 V 与摄氏温度 t 虽也是线性关系，但 $V=0$ 时 $t=-273\ ^\circ\mathrm{C}$，图线不过原点。故 A 正确，B、C、D 均不符合。

（2）水温缓慢下降时，须待温度读数完全稳定，气体与水温充分热交换达到平衡后，温度与体积才对应同一状态，此时记录的数据才可靠，C 正确。环境温度、大气压强在实验过程中保持恒定且不参与数据处理，测不测都不影响 $V-T$ 关系的正确性，A、B 无用；保持水面高于活塞下端是保证气体处于水中的基本操作要求，不是减小误差的措施，D 不选。故选 C。

3．答案：A

A：仅激光是横波：激光是电磁波，电磁波的电场、磁场振动方向都垂直于传播方向，是横波；超声波是机械波，在气体、液体中以疏密波形式传播，质点振动方向与传播方向共线，是纵波。故仅激光是横波，A 正确。

B：激光与超声波都是横波：超声波在空气（水）中是纵波，不是横波，B 错。

C：仅超声波是横波：恰好说反：激光才是横波，超声波是纵波，C 错。

D：激光与超声波都不是横波：激光是电磁波，振动方向垂直于传播方向，属于横波；只有超声波是纵波，故“都不是横波”不成立，D 错。

4．答案：600；4800；2.7

车速 $v = 36\ \text{km/h} = 10\ \text{m/s}$。匀速行驶时，牵引力与阻力平衡，由 $P_1 = Fv$ 得 $f = \frac{P_1}{v} = \frac{6.0\times10^3}{10}\ \text{N} = 600\ \text{N}$。刚进入制动状态时车速仍为 $10\ \text{m/s}$，由 $P_2 = F_\text{x} v$ 得制动力 $F_\text{x} = \frac{P_2}{v} = \frac{48\times10^3}{10}\ \text{N} = 4800\ \text{N}$。此时制动力与阻力同向，合力 $F = F_\text{x} + f = 5400\ \text{N}$，由牛顿第二定律 $a = \frac{F}{m} = \frac{5400}{2.0\times10^3}\ \text{m/s}^2 = 2.7\ \text{m/s}^2$。

5．答案：（1）B（2）B（3）AD

（1）N 条暗条纹之间的间距 D 包含 $N-1$ 个相邻暗条纹间距，故相邻暗条纹间距 $\Delta x = \frac{D}{N-1}$；由双缝干涉条纹间距公式 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$ 得 $\lambda = \frac{d}{L}\Delta x = \frac{Dd}{(N-1)L}$，B 正确。

（2）偏振片只把光强减为原来的一半左右，不改变光波的波长和双缝装置，故条纹间距 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$ 不变，B 正确。

（3）单缝衍射中央亮纹的宽度与波长成正比、与缝宽成反比、与单缝到传感器的距离成正比：减小缝宽（A）、使单缝远离传感器（D）都能使中央亮纹变宽；增大缝宽（C）使其变窄，靠近传感器（B）也使其变窄。故选 AD。

6．答案：hc/λ；hc/λ − hν0

光子能量由 $E = h\nu$ 给出，而 $c = \lambda\nu$，故单个光子的能量 $E = \frac{hc}{\lambda}$。发生光电效应时，由爱因斯坦光电效应方程，光电子的最大初动能 $E_\text{k} = h\nu - W_0$，其中逸出功 $W_0 = h\nu_0$，ν_0 为截止频率，代入 $\nu = \frac{c}{\lambda}$ 得 $E_\text{k} = \frac{hc}{\lambda} - h\nu_0$。

7．答案：（1）F I（2）①1.4 m/s；②1.4 m/s；③0.8 m

（1）对 a 受力分析：重力 G、线 Ⅰ 的拉力 F_I（沿绳，与竖直方向成 37°）、线 Ⅱ 的水平拉力 F_II。竖直方向 $F_\text{I}\cos 37^\circ = G$，得 $F_\text{I} = \frac{G}{0.8} = 1.25G$；水平方向 $F_\text{II} = F_\text{I}\sin 37^\circ = 0.75G$。故最大的是 F_I。

（2）①a 的悬点 O 离地 $2.1\ \text{m}$，绳长 $0.5\ \text{m}$，最低点离地 $1.6\ \text{m}$，恰与 b 等高，故两者在 b 处正碰。a 从静止摆到最低点下降的高度 $\Delta h = l(1-\cos 37^\circ) = 0.5\times0.2\ \text{m} = 0.1\ \text{m}$，由机械能守恒 $mg\Delta h = \frac{1}{2}mv_a^2$，得 $v_a = \sqrt{2gl(1-\cos 37^\circ)} = \sqrt{2\times9.8\times0.1}\ \text{m/s} = 1.4\ \text{m/s}$。

②a、b 质量相等且发生弹性碰撞，由动量守恒 $mv_a = mv_a' + mv_b$ 和能量守恒 $\frac{1}{2}mv_a^2 = \frac{1}{2}mv_a'^2 + \frac{1}{2}mv_b^2$ 联立解得 $v_a' = 0$，$v_b = v_a = 1.4\ \text{m/s}$，即碰后两球交换速度。

③b 碰后以 $1.4\ \text{m/s}$ 做平抛运动，下落高度 $h = 1.6\ \text{m}$，飞行时间 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2\times1.6}{9.8}}\ \text{s} \approx 0.57\ \text{s}$，水平射程 $s = v_b t = 1.4\times0.57\ \text{m} = 0.8\ \text{m}$。

8．答案：（1）C；（2）$v_2 = \sqrt{v_1^2 + 2GM(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1})}$

（1）彗星在椭圆轨道上运行，a 点为近日点、速率最大，从 a 到 b 所用时间小于四分之一周期、从 b 到 c 所用时间大于四分之一周期，故经过四分之一周期时彗星位于 b、c 之间，选 C。（2）忽略其他天体作用，彗星绕太阳运行过程中只有万有引力做功，机械能守恒：$\frac{1}{2}mv_1^2 - G\frac{Mm}{r_1} = \frac{1}{2}mv_2^2 - G\frac{Mm}{r_2}$，解得 $v_2 = \sqrt{v_1^2 + 2GM(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1})}$。

9．答案：（1）C（2）(m1+m2−m3)c^2

（1）质量较小的原子核结合成质量较大的原子核的过程叫核聚变；重核分裂成中等质量核叫核裂变，原子核自发放出粒子叫衰变，链式反应是裂变产物继续引发裂变的过程。故选 C。

（2）反应前总质量为 $m_1 + m_2$，反应后氦核质量为 m_3，质量亏损 $\Delta m = m_1 + m_2 - m_3$。由爱因斯坦质能方程，释放能量 $\Delta E = \Delta mc^2 = (m_1 + m_2 - m_3)c^2$。

10．答案：（1）D（2）E

（1）洛伦兹力始终与粒子速度方向垂直，对粒子不做功，故 $W=0$；但洛伦兹力的方向随速度方向不断改变，粒子的动量方向不断变化，由动量定理，洛伦兹力的冲量等于动量变化量，不为零，故 $I\neq 0$。选 D。

（2）粒子在磁场中做圆周运动的周期 $T=\frac{2\pi m}{qB}$。${}_1^1\mathrm{H}$ 与 ${}_1^3\mathrm{H}$ 的电荷量均为 e，质量比为 $1:3$，故周期比为 $1:3$。粒子每经过一次缝隙被加速，动能增加 qU。${}_1^1\mathrm{H}$ 的 3 次加速（含从 O 处出发的第 1 次）依次间隔半个周期，完成第 3 次加速经历的时间为其一个周期 T；而 ${}_1^3\mathrm{H}$ 的周期为 $3T$，在相同时间内只完成了从 O 处出发的第 1 次加速。故此时两者动能之比为 $3qU:qU=3:1$。选 E。

11．答案：（1）E = U/d（2）①B ②三种核电荷量相同，且在同一场强、同一半径的圆弧轨道上运动，由 qE = mv²/r 知 mv² 相同，即动能相同；而速度、动量、比荷均随质量不同而不同

（1）电极间距 d 很小，电极间可视为匀强电场，电场强度 $E=\frac{U}{d}$。

（2）①能沿圆弧形轨道出射的粒子，其受到的电场力恰好提供做圆周运动的向心力：$qE=m\frac{v^2}{r}$，得 $mv^2=qEr$。${}_1^1\mathrm{H}$、${}_1^2\mathrm{H}$、${}_1^3\mathrm{H}$ 三种原子核的电荷量均为 e，且都在同一 E、r 的电场中沿同一条圆弧轨道运动，故 $mv^2=qEr$ 对三者都相同，即动能 $E_\mathrm{k}=\frac{1}{2}mv^2$ 相同，B 正确。由 $v=\sqrt{\frac{qEr}{m}}$、$p=mv=\sqrt{qmEr}$ 知速度、动量随质量不同而不同；比荷 $\frac{q}{m}$ 也随质量不同而不同，A、C、D 错误。

②论证：粒子沿圆弧运动时速度大小不变（电场力沿径向、与速度垂直，不做功），电场力提供向心力 $qE=m\frac{v^2}{r}$。三种粒子电荷量相同、轨道半径相同、所在处场强相同，所以 mv^2 相同，动能 $E_\mathrm{k}=\frac{1}{2}mv^2$ 相同；而由 $v=\sqrt{\frac{qEr}{m}}$、$p=\sqrt{qmEr}$ 可知，质量不同则速度、动量不同，比荷也不同。故出射粒子具有相同的动能。

12．答案：（1）由 d 经 L1 流向 c（在图中沿 L1 向上）（2）A

（1）初始时磁通量方向向下且数值最大；转过 90° 的过程中磁通量始终保持向下但不断减小，由楞次定律，感应电流的磁场应向下以阻碍其减小。

线圈正面可见的导线自右上向左下方绕行，由安培定则，要使铁芯中感应磁场向下，线圈中的电流必须自上而下流过，即从 c 端流入、d 端流出；因此外电路中电流由 d 经 L_1 流向 c，在图上沿 L_1 向上。

（2）从图示位置开始，磁通量为 $\Phi=\Phi_\mathrm{max}\cos\theta$（$\theta$ 为转过的角度），感应电动势 $E=\left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right|=\Phi_\mathrm{max}\omega\sin\theta$。$\theta$ 从 0 均匀增大到 90°，$\sin\theta$ 从 0 增大到 1，故感应电动势（以及 L_1 中的电流）从 0 逐渐变大，A 正确。

13．答案：（1）A（2）C

L_1 标有“12 V，6 W”，正常发光时 $I_1=\frac{P_1}{U_1}=0.5$ A，$R_1=\frac{U_1^2}{P_1}=24\ \Omega$。转速为 n 时发电机电动势 $E=I_1(R_1+r)=0.5\times(24+2)$ V $=13$ V。

（1）换成“24 V，6 W”的 L_2 后，$R_2=\frac{24^2}{6}\ \Omega=96\ \Omega$，电路电流 $I_2=\frac{E}{R_2+r}=\frac{13}{98}$ A ≈ 0.133 A，L_2 两端电压 $U_2=I_2R_2\approx 12.7$ V >12 V。也可从定性判断：负载电阻增大，内阻上的电压减小，路端电压增大，故 $U_2>12$ V。选 A。

（2）L_2 的额定电压为 24 V，而实际电压只有约 12.7 V，实际功率 $P_2=\frac{U_2^2}{R_2}\approx 1.7$ W，远小于额定功率 6 W。选 C。

14．答案：12

灯泡正常发光，副线圈两端电压 $U_2=24$ V。对理想变压器有 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}=\frac{1}{2}$，故原线圈两端电压 $U_1=\frac{1}{2}U_2=12$ V。

15．答案：（1）D（2）51 W

（1）匀加速行驶时车速 $v=at$，摩擦轮与车轮不打滑，磁铁转动的角速度与车速成正比，即 $\omega=k't$，随时间均匀增大。输出电压的峰值 $E_{\mathrm{m}}=NBS\omega$ 因此随时间均匀增大，图线上表现为振幅逐渐增大；另一方面频率 $f=\frac{\omega}{2\pi}$ 也随时间增大，同一时间轴上相邻波峰越来越密，即周期逐渐减小。四个图线中只有 D 同时满足振幅增大与周期减小：A、B 的振幅都保持不变，C 虽然振幅增大但相邻波峰间距不变。故选 D。

（2）车灯两端电压 U 与发电机电动势成正比，而电动势与转速成正比、转速与车速成正比，故 $U\propto v$。灯泡电阻不变，$P_L=\frac{U^2}{R}$，所以 $\frac{v'^2}{v^2}=\frac{P_L'}{P_L}=\frac{6}{4}=1.5$。又空气阻力 $f=kv$，克服空气阻力的功率 $P_f=fv=kv^2\propto v^2$，故 $P_f'=1.5P_f=1.5\times 30\ \mathrm{W}=45\ \mathrm{W}$。忽略发电机内阻，骑车人的功率等于克服空气阻力与给车灯供电的功率之和：$P=P_f'+P_L'=45\ \mathrm{W}+6\ \mathrm{W}=51\ \mathrm{W}$。