参考答案与详解

2018年06月普通高等学校招生全国统一考试（全国Ⅲ卷）理科综合物理 · 物理

本站自编 | 共 14 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 B	**2** C	**3** D	**4** A	**5** CD	**6** AC
7 AC	**8** BD	**13** BCD	**14** AC		

1．答案：B

考点：核反应方程与质量数、电荷数守恒。

A（15和28）：错误：核反应 $\alpha+{}^{27}_{13}\mathrm{Al}arrow\mathrm{n}+\mathrm{X}$ 中质量数守恒：$27+4=1+A_X$，得 $A_X=30$，不是 28。

B（15和30）：正确：电荷数守恒：$2+13=0+Z_X$，得 $Z_X=15$；质量数守恒：$4+27=1+A_X$，得 $A_X=30$。故 X 的原子序数为 15、质量数为 30，即 ${}^{30}_{15}\mathrm{X}$。

C（16和30）：错误：质量数 30 正确，但由电荷数守恒得原子序数为 $2+13-0=15$，不是 16。

D（17和31）：错误：无论电荷数还是质量数均不满足守恒关系（应为 15 和 30）。

答案：B

说明：写核反应方程时先列两个守恒式：质量数守恒与电荷数守恒，再逐项核对。

2．答案：C

考点：开普勒第三定律（万有引力做向心力）。

A（2：1）：错误：周期比不是半径比，$T\propto r^{3/2}$，不能直接取 $16:4=4:1$ 再开方得 2：1。

B（4：1）：错误：$4:1$ 是两轨道半径之比 $r_P:r_Q=16R:4R=4:1$，周期比还需取 $3/2$ 次方。

C（8：1）：正确：由万有引力提供向心力 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$，得 $\frac{T^2}{r^3}=$ 常量。故 $\frac{T_P}{T_Q}=(\frac{r_P}{r_Q})^{3/2}=(\frac{16R}{4R})^{3/2}=4^{3/2}=8$，即约 $8:1$。

D（16：1）：错误：误把周期比当成半径比的平方 $4^2=16$；正确关系是 $T^2\propto r^3$，周期比为 $8:1$。

答案：C

3．答案：D

方波电压在一个周期内前半周期为 $+u_0$、后半周期为 $-u_0$，其有效值等于峰值 u_0，故一个周期内产生的热量 $Q_1=\frac{u_0^2}{R}T$。

正弦交流电压峰值为 u_0，有效值 $U=\frac{u_0}{\sqrt{2}}$，一个周期内产生的热量 $Q_2=\frac{U^2}{R}T=\frac{u_0^2}{2R}T$。

两电阻相同、周期相同，所以 $Q_1:Q_2=\frac{u_0^2}{R}T:\frac{u_0^2}{2R}T=2:1$。

答案：D。热量按有效值的平方计算，不能直接拿峰值之比代替。

4．答案：A

考点：平抛运动与斜面结合的落点速率。

A（2倍）：正确：设斜面倾角为 θ。平抛落回斜面时位移方向沿斜面：$\tan\theta=\frac{y}{x}=\frac{gt^2/2}{vt}=\frac{gt}{2v}$，即落点时 $v_y=gt=2v\tan\theta$。落地速率 $v_x=\sqrt{v^2+v_y^2}=v\sqrt{1+4\tan^2\theta}$，与初速度 v 成正比。甲的初速度是乙的 2 倍，落至斜面时的速率也是乙的 2 倍。

B（4倍）：错误：4 倍是速率平方（或平抛水平射程）之比 v^2 的量级；速率本身与 v 成正比，只差 2 倍。

C（6倍）：错误：无物理依据。落地速率 $v_x=v\sqrt{1+4\tan^2\theta}$ 与 v 一次方成正比。

D（8倍）：错误：同上，速率比等于初速度比 2，不是 8。

答案：A

说明：平抛落斜面的关键式：$\tan\theta=\frac{gt}{2v}$（位移偏角等于斜面倾角），由此一切比例随之确定。

5．答案：CD

【考点】平行板电容器 $C=\frac{\varepsilon S}{4\pi kd}$，$U=\frac{Q}{C}$；导体达到静电平衡后内部场强为零，整个导体是等势体。

【审题】甲、乙两车在同一平直公路上同向运动，甲做匀加速直线运动，乙做匀速直线运动。甲、乙两车的位置x随时间t的变化下列说法正确的是。解题时先判断电场方向与疏密，再比较电势高低，最后结合电荷正负判断电势能。

【解析】本题以「电场力与电场强度」为背景。题干关键条件：甲、乙两车在同一平直公路上同向运动，甲做匀加速直线运动，乙做匀速直线运动。甲、乙两车的位置x随时间t的变化如图所示。下列说法正确的是（ ）。 正确选项 CD 的表述为“从t_1到t_2时间内，两车走过的路程相等；在t_1到t_2时间内的某时刻，两车速度相等”。判断时，用电场线判断方向与强弱，点电荷场 $E=k\frac{Q}{r^2}$，匀强电场 $E=\frac{U}{d}$，电场力 $F=qE$。题干给出的关键量为 随时间； 将这一规律用于各选项，只有 CD 同时满足题设的方向、大小和因果关系，其余选项至少有一处与题设矛盾。

【选项研判】正确选项为 CD；多选题须逐项独立核验，选对但不全得部分分。

【答案】CD

【模型提炼】静电场题按“场强—电势—电势能—做功”顺序分析。

【易错提醒】负电荷在电势高处电势能反而小；电场线弯曲时，粒子轨迹一般不与电场线重合。

6．答案：AC

【考点】功是力在位移方向上的累积，$W = Fl\cos\theta$；动能定理 $W_{\text{net}} = \Delta E_k$，机械能守恒的条件是只有重力或弹力做功。

【审题】（多选）地下矿井中的矿石装在矿车中，用电机通过竖井运送至地面。某竖井中矿车提升的速度大小 v 随时间 t 的变化关系其中图线①②分别描述两次不同的提升过程，它们变速阶段加速度的大小都相同；两次提升的高度相同，矿石……。解题时先选研究过程，再算各力做功，最后用动能定理或机械能守恒列式。

【解析】由图线可知，①的最大速度为 v_0，②的最大速度为 $\frac{v_0}{2}$。两次变速阶段加速度大小相同，故①加速、减速时间均为 t_0，②加速、减速时间均为 $\frac{t_0}{2}$。

①为三角形，总时间 $t_1 = 2t_0$，上升高度即图线与横轴围成的面积

$h = \frac{1}{2}v_0 \cdot 2t_0 = v_0t_0.$

设②匀速段时间为 t'，由高度相同：

$h = \frac{1}{2} \cdot \frac{v_0}{2} \cdot \frac{t_0}{2} \times 2 + \frac{v_0}{2}t' = v_0t_0,$

解得 $t' = \frac{3t_0}{2}$，故

$t_2 = \frac{t_0}{2} + \frac{3t_0}{2} + \frac{t_0}{2} = \frac{5t_0}{2},$

所以 $t_1 : t_2 = 2t_0 : \frac{5t_0}{2} = 4 : 5$，A 正确。

加速阶段牵引力最大，由 $F_{\max} - mg = ma$ 知两次最大牵引力相同，比值为 $1 : 1$，B 错误。

最大功率出现在加速阶段末：

$P = F_{\max}v,$

两次 $F_{\max}$ 相同，故 $P_1 : P_2 = v_0 : \frac{v_0}{2} = 2 : 1$，C 正确。

两次初、末速度均为零，由动能定理，电机做的功等于重力势能的增加量 mgh，故 $W_1 : W_2 = 1 : 1$，D 错误。

故选 AC。

【选项研判】正确选项为 AC；多选题须逐项独立核验，选对但不全得部分分。

【答案】AC

【模型提炼】能量题优先看“有哪些力做功、是否有摩擦、是否守恒”。

【易错提醒】不要漏掉摩擦力做负功，也不要把“匀速”误认为机械能守恒。

7．答案：AC

考点：交变电流磁场中的楞次定律与法拉第电磁感应定律。

A（$t=\frac{T}{4}$ 时为零）：正确：感应电动势 $E\propto|\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}|$（穿过线框的磁通量变化率）¤$i=I_0\sin\frac{2\pi t}{T}$，在 $t=\frac{T}{4}$ 时电流最大、图线切线斜率为零，即 $\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}=0$，磁通量变化率为零，感应电动势为零。

B（$t=\frac{T}{2}$ 时改变方向）：错误：电动势方向由 $\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$ 的正负决定¤$\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}\propto\cos\frac{2\pi t}{T}$，在 $t=\frac{T}{4}$ 与 $\frac{3T}{4}$ 处变号，而在 $t=\frac{T}{2}$ 前后 cos 均为负值不变号，故电动势方向在 $\frac{T}{2}$ 时不改变（此时改变的只是电流 i 本身的方向）。

C（$t=\frac{T}{2}$ 时最大，且沿顺时针方向）：正确：$t=\frac{T}{2}$ 时 $|\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}|$ 最大，电动势最大。此时附近（t 略小于 $\frac{T}{2}$）$i>0$ 且减小：电流为正方向（$Q\to P$，向上）时导线框 R 处（导线右侧）磁场垂直纸面向里，电流减小则向里的磁通量减小，由楞次定律，框中感应电流的磁场也垂直纸面向里，即沿顺时针方向；在 $t=\frac{T}{2}$ 时刻该方向保持不变。故此时电动势最大且沿顺时针方向。

D（$t=T$ 时最大，且沿顺时针方向）：错误：$t=T$ 时 $|\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}|$ 确实最大，但此时 i 从零向正方向增大，向里的磁通量增大，由楞次定律感应电流的磁场应垂直纸面向外，即沿逆时针方向，D 中“顺时针”错误。

答案：AC

说明：先由 $E\propto\mathrm{d}i/\mathrm{d}t$ 定大小与变号时刻，再由原磁场方向加减定感应电流方向，两个环节不要混在一起判断。

8．答案：BD

两微粒同时经过电容器两极板间下半区域的同一水平面，即微粒 a 的位移大于微粒 b 的位移，由 $x=\frac{1}{2}at^2$ 可知，微粒 a 的加速度较大，因 a、b 间的相互作用和重力可忽略，则 a、b 只受电场力的作用，由牛顿第二定律得 $qE=ma$，两微粒带电荷量大小相等，场强相同，则微粒 a 的质量较小，故 A 错误；

由动能定理知，微粒的动能等于电场力做的功，因微粒 a 的位移大，故电场力对微粒 a 做的功较多，即 a 的动能比 b 的大，故 B 正确；在 t 时刻，a、b 在同一水平面上，即同一等势面上，电势相等，由电势能的表达式 $E_p=q\varphi$，两微粒的电性相反，故电势能大小不相等，故 C 错误；在 $0\sim t$ 时间内，两微粒运动时间相同、受到的电场力大小相等，由动量定理有 $Ft=p-0$，故 a 和 b 的动量大小相等，故 D 正确。

9．答案：（2）$\sqrt{\frac{2(L-L_1)}{g}}$

（3）0.20

（4）乙的手指尽量靠近尺子（手指与尺之间的空隙越小越好）；或多次测量取平均值。

（2）松手后木尺做自由落体运动，乙的手指初始在 L 刻度处，夹住时在 L_1 刻度处，木尺下落距离 $h=L-L_1$。由 $h=\frac{1}{2}gt^2$ 得

$t=\sqrt{\frac{2(L-L_1)}{g}}$。

（3）$L-L_1=30.0\,\text{cm}-10.4\,\text{cm}=19.6\,\text{cm}=0.196\,\text{m}$，代入

$t=\sqrt{\frac{2\times0.196}{9.80}}\approx\sqrt{0.0400}=0.20\,\text{s}$。

（4）建议：乙的手指尽量靠近木尺但不接触，使 L_1 更接近 L，减小下落距离的测量误差；或多次测量取平均值，减小偶然误差。

答案：（2）$\sqrt{2(L-L_1)/g}$；（3）0.20 s；（4）手指尽量靠近木尺、多次测量取平均。

10．答案：（4）$\frac{U_2-U_1}{U_1}R_0$

（6）48.2

（3）（4）由图甲，标准定值电阻R_0与待测电阻R_x串联；电压表V经单刀双掷开关S_2可以选择接在R_0两端（掷于1端）或接在R_0与R_x串联组合的两端（掷于2端）。电压表可视为理想电压表，其接入不分流，因此改变S_2的位置不会改变回路中的电流。

S_2掷于1端时，示数U_1就是R_0两端的电压，回路电流

$I=\frac{U_1}{R_0}$

S_2掷于2端时，示数U_2是R_0与R_x的总电压，故R_x两端的电压为U_2-U_1，于是

$R_x=\frac{U_2-U_1}{I}=\frac{U_2-U_1}{U_1}R_0=(\frac{U_2}{U_1}-1)R_0$

（5）（6）5次测量所得$\frac{U_2}{U_1}$分别为3.44、3.43、3.39、3.40、3.39，平均值为

$\overline{\frac{U_2}{U_1}}=\frac{3.44+3.43+3.39+3.40+3.39}{5}=\frac{17.05}{5}=3.41$

代入$R_0=20.0\,\Omega$，得

$R_x=(3.41-1)\times20.0\,\Omega=2.41\times20.0\,\Omega=48.2\,\Omega$

表中数据自洽可验：$\frac{0.86}{0.25}=3.44$、$\frac{1.03}{0.30}=3.43$、$\frac{1.22}{0.36}=3.39$、$\frac{1.36}{0.40}=3.40$、$\frac{1.49}{0.44}=3.39$。

11．答案：（1）B = $\frac{4U}{lv_1}$

（2）1：4

（1）甲离子经电压 U 加速：$qU=\frac{1}{2}mv_1^2$，故 \frac qm=$\frac{v_1^2}{2U}$。
甲离子垂直边界射入磁场，从 N 点射出，MN 为直径，故轨道半径 r_1=\frac l2。
由 $r_1=\frac{mv_1}{qB}$ 得 $B=\frac{mv_1}{qr_1}=\frac{2mv_1}{ql}=\frac{4U}{lv_1}$。

（2）乙离子从 MN 中点射出，弦长为 \frac l2，故轨道半径 r_2=\frac l4。
由 $r=\frac{mv}{qB}$ 得 $\frac{v_2}{v_1}=\frac{q_2/m_2}{q_1/m_1}\cdot\frac{r_2}{r_1}$。设乙的比荷为甲的 k 倍，则 $v_2=kv_1/2$。又由加速关系 $v^2=2(q/m)U$，得 v_2/v_1=\sqrt k。
联立 kv_1/2=\sqrt k v_1，得 $k=4$。故甲、乙两种离子的比荷之比为 $1:4$，乙的比荷是甲的 4 倍。

12．答案：（1）
$F_0=\frac{3}{4}mg$，$v=\frac{\sqrt{5gR}}{2}$

（2）
$p=\frac{m\sqrt{23gR}}{2}$

（3）
$t=\frac{3}{5}\sqrt{\frac{5R}{g}}$

（1）设水平恒力的大小为 F_0，小球到达 C 点时所受合力的大小为 F。由力的合成法则得 $\frac{F_0}{mg}=\tan\alpha$ ①，$F^2=(mg)^2+F_0^2$ ②，

设小球到达 C 点时的速度大小为 v，由牛顿第二定律得 $F=m\frac{v^2}{R}$ ③，

由①②③式和题给数据得 $F_0=\frac{3}{4}mg$ ④，$v=\frac{\sqrt{5gR}}{2}$ ⑤。

（2）设小球到达 A 点的速度大小为 v_1，作 $CD\perp PA$，交 PA 于 D 点，由几何关系得 $DA=R\sin\alpha$ ⑥，$CD=R(1+\cos\alpha)$ ⑦，

由动能定理得 $-mg\cdot CD-F_0\cdot DA=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_1^2$ ⑧，

由④⑤⑥⑦⑧式和题给数据得，小球在 A 点的动量大小为 $p=mv_1=\frac{m\sqrt{23gR}}{2}$ ⑨。

（3）小球离开 C 点后在竖直方向上作初速度不为零的匀加速运动，加速度大小为 g。设小球在竖直方向的初速度为 $v_\perp$，从 C 点落至水平轨道上所用时间为 t，由运动学公式得

$v_\perp t+\frac{1}{2}gt^2=CD$ ⑩，$v_\perp=v\sin\alpha$ ⑪，

由⑤⑦⑩⑪式和题给数据得 $t=\frac{3}{5}\sqrt{\frac{5R}{g}}$ ⑫。

13．答案：BCD

考点：选修3-3：理想气体状态变化与U形管气体等温变化。

第（1）问选项A：错误：由理想气体状态方程 $\frac{pV}{T}=$ 常量，从 a 到 b 过程中 p、V 都增大，乘积 pV 一直增大，温度 T 一直升高，不是降低。

第（1）问选项B：正确：温度是分子平均动能的标志，气体温度一直升高，内能一直增加。

第（1）问选项C：正确：过程中气体体积一直增大，气体一直对外做功（$W<0$，以气体为研究对象的外界做功为负）。

第（1）问选项D：正确：由热力学第一定律 $\Delta U=Q+W$：$\Delta U>0$ 且气体对外做功 $W<0$，必有 $Q=\Delta U-W>0$，气体一直从外界吸热。

第（1）问选项E：错误：气体吸收的热量一部分用于增加内能（$\Delta U>0$），只有一部分用于对外做功，并非“全部”用于对外做功。

第（2）问：平放后两边空气柱长度：竖直放置时，左、右两边空气柱长度分别为 $l_1=18.0\,\text{cm}$、$l_2=12.0\,\text{cm}$，左边气体压强 $p_1=12.0\,\text{cmHg}$。管粗细均匀、两臂对称，水银面高度差等于两空气柱长度之差：$h=l_1-l_2=6.0\,\text{cm}$，故右边气体压强 $p_2=p_1+h=18.0\,\text{cmHg}$。缓慢平放后水银柱不再产生压强差，两边压强相等，设为 p；水银总量不变，两边空气柱总长不变：$l_1'+l_2'=l_1+l_2=30.0\,\text{cm}$。温度不变，分别对两边气体用玻意耳定律：$p_1l_1=pl_1'$，$p_2l_2=pl_2'$ 代入数据：$pl_1'=12.0\times18.0=216$，$pl_2'=18.0\times12.0=216$，故 $l_1'=l_2'$。结合 $l_1'+l_2'=30.0\,\text{cm}$ 得 $l_1'=l_2'=15.0\,\text{cm}$ 此时共同压强 $p=\frac{216}{15.0}=14.4\,\text{cmHg}$（回代：$14.4\times15.0=216$，两边均吻合）。

答案：（1）BCD　（2）U形管平放时两边空气柱长度均为15.0 cm

说明：U形管竖直时两边水银面高度差可直接由两臂空气柱长度差读出；平放后“压强相等+总长不变”两个条件联立即可。

14．答案：ACE

（1）由图可知，波长为 $\lambda=16\text{cm}=0.16\text{m}$，由题意可知 $(n+\frac{1}{2})T=0.20\text{s}$，$n=0,1,2,\cdots$，又因波的周期 $T>0.20\text{s}$，则波的周期为 $T=0.4\text{s}$，波速 $v=\frac{\lambda}{T}=0.40\text{m/s}$，选项A正确，B错误；由波的传播方向可以判断，$t=0$ 时，$x=0.08\text{m}$ 处的质点沿 y 轴正方向运动，时间 $t=0.70\text{s}=T+\frac{3}{4}T$，故 $t=0.70\text{s}$ 时刻，该质点位于波谷，故C正确；$\frac{1}{4}T<0.12\text{s}<\frac{1}{2}T$，故 $t=0.12\text{s}$ 时，$x=0.08\text{m}$ 处的质点在平衡位置的上方，故D错误；波传入另一介质时周期不变，所以波长变为 $\lambda=vT=0.32\text{m}$，故E正确。

（2）过D点作AB边的法线 NN'，连接OD，则 $\angle ODN=\alpha$ 为O点发出的光线在D点的入射角；设该光线在D点的折射角为 β，如图所示。

由折射定律得 $n\sin\alpha=\sin\beta$ ①，其中 n 为三棱镜的折射率。由几何关系可知 $\beta=60°$ ②，$\angle EOF=30°$ ③，在 $\triangle OEF$ 中，有 $EF=OE\sin\angle EOF$ ④，由③④式和题给条件得 $OE=2\text{cm}$ ⑤，由题给条件可知，$\triangle OED$ 为等腰三角形，有 $\alpha=30°$ ⑥，由①②⑥式得 $n=\sqrt{3}$ ⑦。