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Ⅱ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 A	2 C	3 C	4 B	5 D	6 BD
7 AC	8 BD	13 BD			

1．答案：A

考点：功与动能定理（摩擦力做功的定性分析）。

A（正确）：对木箱从静止到获得速度 v 的全过程用动能定理：$W_F + W_f = \Delta E_k$，其中拉力做正功 $W_F > 0$，滑动摩擦力做负功 $W_f = -W_{\text{克f}}$。故 $E_k = W_F - W_{\text{克f}}$，因 $W_{\text{克f}} > 0$，必有 $E_k < W_F$，即动能一定小于拉力所做的功。

B（错误）：只有当摩擦力不做功时才有 $E_k = W_F$；本题路面粗糙，摩擦力做负功，拉力做的功一部分转化为内能，故动能不可能等于拉力所做的功。

C（错误）：由 $E_k = W_F - W_{\text{克f}}$ 可知，动能与克服摩擦力所做的功之间没有必然的相等关系，它还取决于拉力做功的多少。

D（错误）：同理 E_k 与 $W_{\text{克f}}$ 大小关系不确定：若拉力做功较少，动能可小于克服摩擦力做的功，故“一定大于”不成立。

答案：A

说明：关键是用动能定理列出 $E_k = W_F - W_{\text{克f}}$，而不是凭直觉认为“拉力做功都变成动能”。

2．答案：C

鸡蛋质量 $m = 0.050\,\text{kg}$。25 层楼高约 $h = 25 \times 3 = 75\,\text{m}$，落地速度 $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 75} \approx 38.7\,\text{m/s}$。落地前动量 $p = mv \approx 1.94\,\text{kg}\cdot\text{m/s}$。

碰撞时间 $\Delta t = 2\,\text{ms} = 2 \times 10^{-3}\,\text{s}$。取竖直向上为正，由动量定理 $(F - mg)\Delta t = 0 - (-p)$，得 $F \approx p/\Delta t + mg \approx 970 + 0.5 \approx 1.0 \times 10^{3}\,\text{N}$，与 $10^{3}\,\text{N}$ 同数量级。由牛顿第三定律，鸡蛋对地面的冲击力也约为 $10^{3}\,\text{N}$。

答案：C。估算顺序为楼层高度→落地速度→动量→冲力。

3．答案：C

星体不被自转甩散的条件是赤道表面质点所需向心力不超过万有引力，即 $GMm/R^2 \geq m(4\pi^2/T^2)R$。取临界情况得 $M = 4\pi^2R^3/(GT^2)$。

密度 $\rho = M/(\frac{4}{3}\pi R^3) = 3\pi/(GT^2)$。代入 $G = 6.67 \times 10^{-11}\,\mathrm{N\cdot m^2/kg^2}$、$T = 5.19\,\mathrm{ms} = 5.19 \times 10^{-3}\,\mathrm{s}$，得 $\rho \approx 5.2 \times 10^{15}\,\mathrm{kg/m^3}$，故最小值约为 $5 \times 10^{15}\,\mathrm{kg/m^3}$。

答案：C。结果与星体半径无关，只由周期决定。

4．答案：B

入射光子能量 $hc/\lambda = 6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^8/(300 \times 10^{-9}) \approx 6.63 \times 10^{-19}\,\mathrm{J}$。由 $E_k = hc/\lambda - W_0$，逸出功 $W_0 \approx 6.63 \times 10^{-19} - 1.28 \times 10^{-19} = 5.35 \times 10^{-19}\,\mathrm{J}$。

截止频率 $\nu_0 = W_0/h = 5.35 \times 10^{-19}/(6.63 \times 10^{-34}) \approx 8.1 \times 10^{14}\,\mathrm{Hz}$。

答案：B。

5．答案：D

考点：电磁感应中的方形波电流（线框穿越交替磁场）。

A（正弦式交变电流，错误）：线框做匀速运动且磁场区域边界处磁感应强度突变，磁通量的变化率在各区域内为恒定值，感应电流应为分段恒定的矩形脉冲，不可能是光滑的正弦曲线。

B（正负等宽方波相间、无零电流间隔，错误）：线框边长为 $\frac{3}{2}l$，大于磁场区域宽度 l。存在左右两边分别位于相邻反向磁场区、且两者产生的电动势恰好抵消的阶段（此时穿过线框的合磁通保持不变），这段时间内感应电流为零。B 图没有零电流间隔，不符合。

C（始终同向的脉冲，错误）：磁场方向交替相反，磁通量时而增大时而减小（甚至反向），感应电流方向必然交替变化，C 图电流方向不变，错误。

D（正负脉冲相间且脉冲之间有零电流间隔，正确）：设区域宽 l、框边长 $a = \frac{3}{2}l$、速度 v、电阻 R。右边框先进入第一区（×）：只有右边框切割，$I_1 = \frac{Blv}{R}$，持续 l/v；随后右边框进入第二区（·）而左边框尚未进磁场，电流反向、大小仍为 $\frac{Blv}{R}$，持续 $0.5l/v$；当左边框也进入磁场后，两有效边处于相邻反向区域：合磁通 $\Phi = Bl$（¤¤¤），其变化率为 0 或 $\pm 2Blv$，对应电流依次为 $0 \to \frac{2Blv}{R} \to 0 \to -\frac{2Blv}{R} \to 0 \to \frac{2Blv}{R}\cdots$，即大小为 $\frac{2Blv}{R}$ 的正负矩形脉冲与持续 $0.5l/v$ 的零电流间隔交替出现。D 图正是“正脉冲—零间隔—负脉冲—零间隔”的序列，故选 D。

答案：D

说明：画 $i-t$ 图的要点是分阶段写出磁通量 $\Phi(t)$：电流大小取决于 Φ 图线斜率，斜率为零处电流为零。

6．答案：BD

考点：v-t 图像与追及相遇。

A（错误）：两车在 t_2 时刻并排（位置相同）。从 t_1 到 t_2 图线显示 v_甲 > v_乙，甲比乙多走了两线间围成的面积，说明从 t_1 出发时甲在乙后方、到 t_2 恰好追平；因此 t_1 时刻两车并不并排。

B（正确）：接 A 的分析：$t_1 \sim t_2$ 之间甲的速度一直大于乙，甲逐步追回位移差，故在 t_1 时刻甲车在后、乙车在前。

C（错误）：$v-t$ 图线斜率的大小表示加速度大小。甲的图线为下降曲线，其斜率绝对值先较小、中间较陡、后段又趋平缓，应为“先增大后减小”才对斜率变化；但对照原图，甲曲线切线斜率绝对值是先减小后增大再减小?——按卷面图，甲的斜率大小并非单调“先增大后减小”，且本题正确项为 B、D，C 的描述与图线不符。

D（正确）：乙的图线是先上升后下降的拱形曲线：上升段斜率（加速度）为正且逐渐减小，过最高点后斜率为负且绝对值逐渐增大，故乙车的加速度大小先减小后增大，D 正确。

答案：BD

说明：v-t 图中：交点只代表速度相等；位置关系要看图线下的面积；加速度看斜率。

7．答案：AC

【考点】带电粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动，半径 $r=\frac{mv}{qB}$，周期 $T=\frac{2\pi m}{qB}$，周期与速度无关。

【审题】如图，纸面内有两条互相垂直的长直绝缘导线 L_1、L_2，L_1 中的电流方向向左，L_2 中的电流方向向上；L_1 的正上方有 a、b 两点，它们相对于 L_2 对称。整……。解题时先用左手定则判断力的方向，再找圆心、定半径，最后用几何关系求偏转角。

【解析】设导线 L_1 在 a、b 两点产生的磁感应强度大小为 B_1，导线 L_2 在 a、b 两点产生的磁感应强度大小为 B_2，以垂直于纸面向外为正方向，在 a 点有 $B_0-B_1-B_2=\frac{1}{3}B_0$，在 b 点有 $B_0-B_1+B_2=\frac{1}{2}B_0$，解得 $B_1=\frac{7}{12}B_0$，$B_2=\frac{1}{12}B_0$，故 AC 正确。

【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】磁场题按“受力方向—圆心位置—半径—几何关系”建模。

【易错提醒】洛伦兹力不做功；不要用右手定则判断安培力方向。

8．答案：BD

考点：匀强电场中电势差与电场力做功。

A（错误）：$W_1 = q(\varphi_a - \varphi_b)$，$W_2 = q(\varphi_c - \varphi_d)$。若场强方向平行于 a、b 连线，则 c、d 连线方向与场强也成相同几何关系，结合 M、N 为中点的对称结构可推出应有 $W_1 = W_2$；但题中 W_1、W_2 是两个独立的已知量，可以不相等，故场强方向不一定与 a、b 连线平行。

B（正确）：匀强电场中沿任意线段电势均匀变化：$\varphi_M = \frac{\varphi_a + \varphi_c}{2}$，$\varphi_N = \frac{\varphi_b + \varphi_d}{2}$。粒子从 M 到 N 电场力做功 $W_{MN} = q(\varphi_M - \varphi_N) = \frac{q}{2}[(\varphi_a - \varphi_b) + (\varphi_c - \varphi_d)] = \frac{W_1 + W_2}{2}$，B 正确。

C（错误）：$W_2 = qU_{cd}$ 给出的是 c、d 间的电势差；公式 $E = U/d$ 中 d 必须是沿场强方向的距离。c、d 连线不一定沿场强方向，故不能写成 $E = \frac{W_2}{qL}$。

D（正确）：$U_{aM} = \varphi_a - \varphi_M = \frac{\varphi_a - \varphi_c}{2}$，$U_{bN} = \frac{\varphi_b - \varphi_d}{2}$。若 $W_1 = W_2$，则 $\varphi_a - \varphi_b = \varphi_c - \varphi_d$，移项得 $\varphi_a - \varphi_c = \varphi_b - \varphi_d$，故 $U_{aM} = U_{bN}$，D 正确。

答案：BD

说明：匀强电场中点、线段中点的电势取端点电势的算术平均值，是处理此类问题的核心。

9．答案：（1）如图所示 （2）100，2910

（1）表头满偏电流 $I_g = 100\,\mu\text{A} = 1 \times 10^{-4}\,\text{A}$，内阻 $R_g = 900\,\Omega$。改装成量程 $I = 1\,\text{mA} = 1 \times 10^{-3}\,\text{A}$ 的电流表，需并联分流电阻

$R_1 = \frac{I_g R_g}{I - I_g} = \frac{1 \times 10^{-4} \times 900}{1 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-4}} = 100\,\Omega$。

并联后电流表内阻 $R_A = \frac{R_1 R_g}{R_1 + R_g} = \frac{100 \times 900}{1000} = 90\,\Omega$。

（2）再改装成量程 $U = 3\,\text{V}$ 的电压表，需串联分压电阻

$R_2 = \frac{U}{I} - R_A = \frac{3}{1 \times 10^{-3}} - 90 = 3000 - 90 = 2910\,\Omega$。

答案：（1）电路见上方图，R_1 与表头并联、R_2 与并联部分串联，公共接线柱为 *，a 为电流挡、b 为电压挡；（2）100，2910。

10．答案：（1）2.75 （2）如图所示 （3）μ（M + m）g，μg （4）0.40

（1）图（b）弹簧秤指针示数为 $f_4 = 2.75\,\text{N}$。

（2）在 f－m 图上描出 $(0.05, 2.15)$、$(0.10, 2.36)$、$(0.15, 2.55)$、$(0.20, 2.75)$、$(0.25, 2.93)$ 五个点，用直线拟合，直线不强制过原点。

（3）木块与砝码整体对木板的压力 $F_N = (M+m)g$，滑动摩擦力 $f = \mu F_N = \mu(M+m)g = \mu Mg + \mu gm$。故 $f = \mu g\, m + \mu Mg$，斜率 $k = \mu g$。

（4）取直线上相距较远的两点，例如 $(0.05, 2.15)$ 与 $(0.25, 2.93)$，斜率
$k = \frac{2.93-2.15}{0.25-0.05} = \frac{0.78}{0.20} = 3.9\,\text{N/kg}$。
于是 $\mu = \frac{k}{g} = \frac{3.9}{9.80} \approx 0.40$（保留 2 位有效数字；按 0.39 亦在误差范围内）。

答案：（1）2.75；（2）图见答案册附图；（3）$f = \mu(M+m)g$，$k = \mu g$；（4）0.40。

11．答案：（1）碰撞后瞬间 B 车速度大小为 3 m/s；（2）碰撞前瞬间 A 车速度大小为 4.25 m/s

（1）碰撞后 B 车在冰面上仅受滑动摩擦力，加速度大小 $a = \mu g = 0.10 \times 10 = 1.0\,\text{m/s}^2$。由 $v_B^2 = 2as_B$ 得
$v_B = \sqrt{2 \times 1.0 \times 4.5} = 3.0\,\text{m/s}$。

（2）碰撞后 A 车同样做匀减速运动，滑行 $s_A = 2.0\,\text{m}$ 后停止，碰后速度
$v_A' = \sqrt{2as_A} = \sqrt{2 \times 1.0 \times 2.0} = 2.0\,\text{m/s}$。
碰撞时间极短，两车系统动量守恒，取碰前 A 的运动方向为正：
$m_A v_A = m_A v_A' + m_B v_B$。
代入 $m_A = 2.0 \times 10^3\,\text{kg}$、$m_B = 1.5 \times 10^3\,\text{kg}$，得
$v_A = \frac{2.0 \times 10^3 \times 2.0 + 1.5 \times 10^3 \times 3.0}{2.0 \times 10^3} = 4.25\,\text{m/s}$。

答案：（1）3 m/s；（2）4.25 m/s。

12．答案：（1）轨迹：自 M 沿 $+y$ 直线进入下电场区做类平抛弯向 $+x$，进入磁场做圆弧（向 $+x$ 侧凸出、速度转过约 $120°$ 量级的圆心角后反向），再进入上电场区弯回，恰沿 $+y$ 从 N 射出，轨迹上下对称，N 在 M 正上方；（2）$v=\frac{2El'}{Bl}$；（3）$\frac{q}{m}=\frac{4\sqrt{3}El'}{B^2l^2}$，$t=\frac{Bl}{E}+\frac{\pi Bl^2}{6\sqrt{3}El'}$

第（1）问：定性轨迹：取外磁场方向垂直 xOy 平面向里（与图中一致）。下电场区内，粒子初速沿 $+y$、受 $+x$ 方向电场力，做类平抛运动，轨迹弯向 $+x$；进入磁场后由洛伦兹力提供向心力做匀速圆周运动，圆弧向 $+x$ 侧凸出，使速度方向由“偏右”逐渐转成“偏左”；进入上电场区后电场力（仍沿 $+x$）使 v_x 减小到零，粒子恰沿 $+y$ 从 N 射出。整个轨迹关于磁场区中线对称，N 位于 M 正上方。

第（2）问：入射速度大小：设粒子在磁场区上下边界处速度的水平分量大小为 v_1（由轨迹对称性，进入与离开磁场时 v_x 等大反向）。在下电场区：竖直方向 $l'=vt_1$，水平方向 $v_1=at_1=\frac{qEl'}{mv}$。在磁场区内，轨道是半径 $R=\frac{ms}{qB}$（$s=\sqrt{v^2+v_1^2}$ 为在磁场中的速率）的圆弧，弦长竖直且等于 l。速度方向与 x 轴成 α 角（$\tan\alpha=v/v_1$），圆心角为 $\pi-2\alpha$，弦长 $l=2R\sin\frac{\pi-2\alpha}{2}=2R\cos\alpha=2\cdot\frac{ms}{qB}\cdot\frac{v_1}{s}=\frac{2mv_1}{qB}$，即 $v_1=\frac{qBl}{2m}$。与 $v_1=\frac{qEl'}{mv}$ 联立：$\frac{qBl}{2m}=\frac{qEl'}{mv}$，解得 $v=\frac{2El'}{Bl}$。

第（3）问：比荷与运动时间：进入磁场时速度与 x 轴正方向夹角 $\alpha=\frac{\pi}{6}$。由 $\tan\alpha=\frac{v}{v_1}=\frac{2mv}{qBl}$，代入 $v=\frac{2El'}{Bl}$：$\tan\frac{\pi}{6}=\frac{4mEl'}{qB^2l^2}$，解得比荷 $\frac{q}{m}=\frac{4El'}{B^2l^2\tan(\pi/6)}=\frac{4\sqrt{3}El'}{B^2l^2}$。时间由三段组成：每段电场区 $t_1=\frac{l'}{v}=\frac{Bll'}{2El'}=\frac{Bl}{2E}$，两段共 $\frac{Bl}{E}$；磁场中圆心角 $\Delta\theta=\pi-2\alpha=\pi-\frac{\pi}{3}=\frac{2\pi}{3}$，$t_B=\frac{m\Delta\theta}{qB}=\frac{B^2l^2}{4\sqrt{3}El'}\cdot\frac{2\pi}{3B}=\frac{\pi Bl^2}{6\sqrt{3}El'}$。故总时间 $t=\frac{Bl}{E}+\frac{\pi Bl^2}{6\sqrt{3}El'}$。

【提示】对称性是本题钥匙：出射速度与入射速度相同，意味着上下两电场区电场力做功代数为零、磁场中弦恰好竖直。第（3）问中 α 是速度与 x 轴的夹角，圆心角为 $\pi-2\alpha$，不要误用 2α。

13．答案：BDE

（1）气体内能宏观上与气体的温度和体积有关，微观上与气体分子做热运动的平均动能和分子势能有关，对于实际气体，气体内能包括分子势能和分子动能，故 AC 错误、BE 正确；当气体体积变化时，若温度同时发生变化，气体内能可能不变，故 D 正确。

（2）开始时活塞位于 a 处，加热后，汽缸中的气体先经历等容过程，直至活塞开始运动。设此时汽缸中气体的温度为 T_1，压强为 p_1，由查理定律得 $\frac{p_0}{T_0}=\frac{p_1}{T_1}$①，由力的平衡条件得 $p_1S=p_0S+mg$②，联立①②式可得 $T_1=(1+\frac{mg}{p_0S})T_0$③。此后，汽缸中的气体经历等压过程，直至活塞刚好到达 b 处，设此时汽缸中气体的温度为 T_2；活塞位于 a 处和 b 处时气体的体积分别为 V_1 和 V_2，由盖-吕萨克定律得 $\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}$④，式中 $V_1=SH$⑤，$V_2=S(H+h)$⑥，联立③④⑤⑥式解得 $T_2=(1+\frac{h}{H})(1+\frac{mg}{p_0S})T_0$⑦。从开始加热到活塞到达 b 处的过程中，汽缸中的气体对外做的功为 $W=(p_0S+mg)h$⑧。

14．答案：（1）

$\delta = 60^\circ$

（2）

$\frac{2\sqrt{3}}{3} \le n < 2$

（1）由于声音从桥的一端分别经空气和桥传播到另一端的时间差为 1.00s，则有 $\frac{L}{v_x} - \frac{L}{v_x} = 1.00$s，解得桥长为 $L = 365$m；声音在不同介质中传播时，频率不变，故 $\frac{v_x}{\lambda_x} = \frac{v_x}{\lambda_x}$，可得 $\frac{\lambda_x}{\lambda_x} = \frac{245}{17}$。

（2）(i) 光线在 BC 面上折射，由折射定律得 $\sin i_1 = n\sin r_1$①，式中 n 为棱镜的折射率，i_1 和 r_1 分别是该光线在 BC 面上的入射角和折射角。光线在 AC 面上发生全反射，由反射定律得 $i_2 = r_2$②，式中 i_2 和 r_2 分别是该光线在 AC 面上的入射角和反射角。光线在 AB 面上发生折射，由折射定律得 $n\sin i_3 = \sin r_3$③，式中 i_3 和 r_3 分别是该光线在 AB 面上的入射角和折射角。由几何关系得 $i_2 = r_2 = 60^\circ$，$r_1 = i_3 = 30^\circ$④，F 点的出射光相对于 D 点的入射光的偏角为 $\delta = (r_1 - i_1) + (180^\circ - i_2 - r_2) + (r_3 - i_3)$⑤，由①②③④⑤式得 $\delta = 60^\circ$⑥。

（ii）光线在 AC 面上发生全反射，光线在 AB 面上不发生全反射，有 $n\sin i_2 \ge n\sin C \ge n\sin i_3$⑦，式中 C 是全反射临界角，满足 $n\sin C = 1$⑧，由④⑦⑧式知，棱镜的折射率 n 的取值范围应为 $\frac{2\sqrt{3}}{3} \le n < 2$⑨。