逐光知理 · 高考物理参考答案与详解

2023年普通高等学校招生考试物理科目（天津卷）真题还原

参考答案与详解（本站独立编撰）

考试用时 60 分钟 · 满分 100 分 · 单项选择 5 题 25 分 + 多项选择 3 题 15 分 · 实验题（第 9～10 题）+ 解答题（第 11～13 题）共 60 分

本册答案与解析由逐光知理物理教研组依据还原版题面独立编撰、独立求解，全部结论均为本站独立推导所得，未参照任何外部答案文本；数值均已逐条回代核对，单位写全。所依底本为考生回忆还原版，题面细节（个别图形、数据与表述）可能与当年原卷略有出入，本册一律以还原版题面为准作答，并在相应题目处以“本站口径”注明建模假设。本册仅供教学研究与课堂讲评使用。

答案速查

1 **D**	2 **B**	3 **A**	4 **C**	5 **C**	6 **B**
7 **BC**	8 **ACD**				

题号	主考点	答案摘要
9	验证机械能守恒定律（气垫导轨、光电门与图像法）	（1）$v=\dfrac{d}{\Delta t}$　（2）$\Delta E_p=m_1gl$；$\Delta E_k=\dfrac{1}{2}(m_1+m_2)\left(\dfrac{d}{\Delta t}\right)^2$　（3）斜率为 $\dfrac{2m_1g}{m_1+m_2}$
10	欧姆表读数、电表选择与分压电路的误差分析	（1）7　（2）B；D　（3）AC
11	电磁感应：法拉第定律、安培力与线框启动条件	（1）$E=\dfrac{kl^2}{2}$　（2）$t_0=\dfrac{2mgR}{k^2l^3}$
12	自由落体与竖直上抛相遇、动量守恒与碰撞能量损失	（1）$x=1.0\ \mathrm{m}$　（2）$v=0$　（3）$\Delta E=12\ \mathrm{J}$
13	带电粒子在磁场中的圆周运动与光电倍增管的放大规律	（1）（ⅰ）B 沿 z 轴负方向　（ⅱ）$t_1=\dfrac{(\pi-2\theta)m}{eB}$，$t_2=\dfrac{\pi m}{eB}$　（2）$I=AU^n$（$A=eN_0k^n$），图像为过原点的幂函数曲线

一、单项选择题（每小题 5 分，共 25 分）

1. 选择题 · 5分

答案 D

详解

A. × ×

两颗卫星均绕地球做匀速圆周运动，万有引力提供向心力，向心加速度 $a=\dfrac{GM}{r^2}$。周期 24 h 的卫星轨道半径比 12 h 的更大，r 越大 a 越小，故 24 h 卫星的加速度应更小，本项错误。

B. × ×

角速度 $\omega=\dfrac{2\pi}{T}$，24 h 卫星周期更大，角速度应更小，本项错误。

C. × ×

题给周期从 12 h 增大到 24 h，24 h 卫星的周期更大而非更小，与事实相反，本项错误。

D. √ ✓

由 $\dfrac{GMm}{r^2}=\dfrac{mv^2}{r}$ 得线速度 $v=\sqrt{\dfrac{GM}{r}}$，24 h 卫星轨道半径更大，线速度更小，本项正确。

---

2. 选择题 · 5分

答案 B

详解

A. × ×

氧气瓶容积 V 不变，气体体积不发生变化，气体对外不做功，$W=0$，本项错误。

B. √ ✓

一定质量理想气体的内能只由温度决定。爬山过程中温度减小，气体内能减小，本项正确。

C. × ×

由热力学第一定律 $\Delta U=Q+W$，其中 $W=0$、$\Delta U<0$，得 $Q<0$，气体向外界放热而非吸热，本项错误。

D. × ×

由理想气体状态方程 $\dfrac{pV}{T}=$ 常量，V 不变、T 减小时 p 减小，压强不是不变，本项错误。

---

3. 选择题 · 5分

> **答案** A

详解

A. √ ✓

聚变要求两个轻核克服彼此间强大的库仑斥力、接近到核力起作用的范围，因此需要在极高的温度（原子核具有极大动能）下进行，太阳核心的高温正是聚变得以发生的前提，本项正确。

B. × ×

核反应（包括聚变）严格遵守电荷数守恒与质量数守恒，聚变中电荷同样守恒，本项错误。

C. × ×

太阳持续向外辐射巨大能量，由爱因斯坦质能关系 $E=\Delta mc^2$，释放能量必伴随质量亏损，太阳质量不断减小，本项错误。

D. × ×

选项给出的方程是铀核俘获中子后分裂成两块中等质量核并放出中子的反应，属于重核裂变而非轻核聚变，本项错误。

4. 选择题 · 5分

> **答案** C

详解

A. × ×

全反射是光从光密介质射向光疏介质且入射角大于临界角时能量全部反射回原介质的现象，与波的振动方向是否垂直于传播方向无关，不能说明光是横波，本项错误。

B. × ×

干涉是波叠加时出现加强、减弱的现象，横波和纵波都能发生干涉，本项错误。

C. √ ✓

只有横波才可能发生偏振。光在垂直于传播方向的平面内振动，让光通过偏振片并旋转偏振片，透射光强会随之变化，说明光的振动方向与传播方向垂直，即光是横波，本项正确。

D. × ×

衍射是波绕过障碍物偏离直线传播的现象，横波、纵波都能发生衍射，本项错误。

原卷以四个物理情景配图呈现选项，还原版仅保留文字；判断横波性的关键在于偏振现象为横波独有，而干涉、衍射、全反射均不为横波独有。

5. 选择题 · 5分

> **答案** C

详解

A. × ×

制动力 F 与空气阻力 f 方向相同（都与运动方向相反），合力大小为 $F+f$，由牛顿第二定律 $a=\dfrac{F+f}{m}$ 而非 $\dfrac{F}{m}$，本项错误。

B. × ×

力 F 的冲量为 $I_F=Ft$（t 为刹车时间），且空气阻力也参与作用；对全程用动量定理 $(F+f)t=mv$，得 $I_F=mv-ft<mv$，本项错误。

C. √ ✓

刹车过程只有合力 $(F+f)$ 做负功，由动能定理 $-(F+f)x=0-\dfrac{1}{2}mv^2$，得刹车距离 $x=\dfrac{mv^2}{2(F+f)}$，本项正确。

D. × ×

匀速行驶时牵引力与空气阻力平衡，牵引力大小为 f，功率 $P=fv$ 而非 $(F+f)v$，本项错误。

二、多项选择题（每小题 5 分，共 15 分。全部选对得 5 分，选对但不全得 3 分，选错或不答得 0 分）

6. 选择题 · 5分

> **答案** B

详解

A. × ×

输电线电阻 R 上有电压损失 $\Delta U=I_R R$，降压变压器 T_2 的输入电压等于 T_1 的输出电压减去 ΔU，两者不相等，本项错误。

B. √ ✓

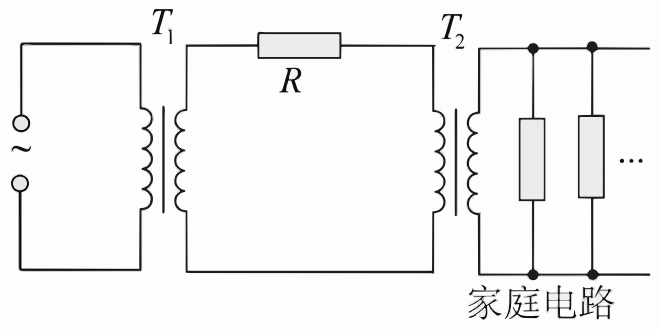
对输电环节用功率守恒：T_1 的输出功率等于输电线损耗功率 I_R^2R 与 T_2 输入功率之和，故 T_1 输出功率必大于 T_2 输入功率，本项正确。

C. × ×

用户接入的用电器增多，负载总电阻减小，用户电流增大，经变压器折算后输电线电流 I_R 增大，R 的功率 $P_R=I_R^2R$ 增大而非降低，本项错误。

D. × ×

用电器增多时用户消耗的电功率增大，T_2 的输出功率随负载增大而增大，本项错误。



题 6 的输电电路

7. 选择题 · 5分

答案 BC

详解

A. × ×

波源自 $t=0$ 起振，波沿 x 轴正、负两个方向同时传播。由波形图，$t=0.5$ s 时波前恰好传到 $x=2.4$ m 处（曲线在该处触轴结束），故波速 $v=\dfrac{2.4}{0.5}=4.8$ m/s，本项错误。

B. √ ✓

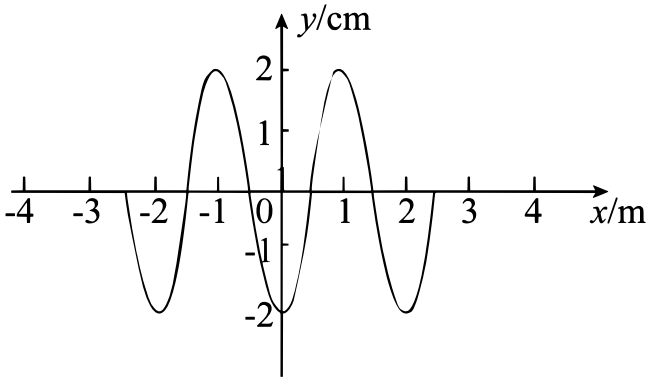
波传到 $x=1$ m 处需 $t_1=\dfrac{1}{4.8}\approx 0.21$ s；波最前端（$x=2.4$ m 处）质点此刻刚起振，其速度方向向下，故各质点起振方向均沿 y 轴负方向。质点起振后经 $\dfrac{T}{4}$ 第一次到达波谷，由题图 $\lambda\approx 1.92$ m 得 $T=\dfrac{\lambda}{v}\approx 0.4$ s，故 $t\approx 0.21+0.1\approx 0.31$ s ≈ 0.3 s，本项正确。

C. √ ✓

由 $v=4.8$ m/s、$T\approx 0.4$ s 得 $\omega=\dfrac{2\pi}{T}=5\pi$ rad/s，振幅 $A=0.02$ m；$t=0$ 时波源开始振动且起振方向沿 y 轴负方向，故 $y(0)=0$、$y'(0)<0$，振动方程为 $y=0.02\sin(5\pi t+\pi)$ m，本项正确。

D. × ×

波传播的是振动形式和能量，介质中的质点只在各自平衡位置附近振动，并不随波迁移，“向左位移半个波长”混淆了质点的振动与波的传播，本项错误。



题 7 在 t = 0.5 s 时的波形图

波前位置按曲线在 $x = 2.4$ m 处触轴结束判读（本站对题图的判读口径），据此得 $v = 4.8$ m/s、$\lambda \approx 1.92$ m、$T \approx 0.4$ s，三个量与 C 项方程自洽。

8. 选择题 · 5分

答案 ACD

详解

A. √ ✓

q 从 P 到 M 沿直线运动，说明电场力始终沿 PM 连线方向，即 S、P、M 三点共线；正电荷之间为排斥力，q 被推离场源运动，故 S 位于直线 PM 在 P 一侧的延长线上，P 比 M 离场源更近。正点电荷电场中离源越近电势越高，$\varphi_P > \varphi_M$，本项正确。

B. × ×

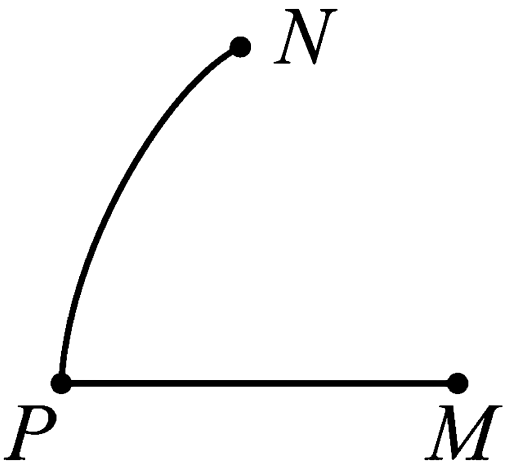
只有电场力做功时动能与电势能之和守恒。q 在 M、N 两点速度大小相同、动能相同，故电势能相同；q 为正电荷，$\varphi_M = \varphi_N$，两点电势相等而非 M 更高，本项错误。

C. √ ✓

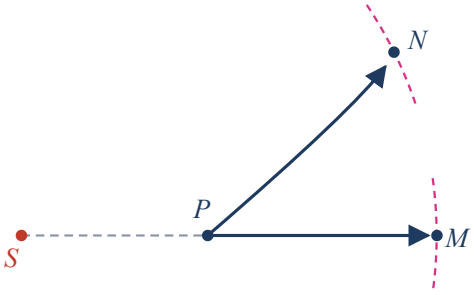
S、P、M 共线且 S 在 P 外侧，q 从 P 到 M 一路沿径向远离场源，所受排斥的电场力与速度方向始终相反，故一直做减速运动，本项正确。

D. √ ✓

正点电荷的电势只由距离决定，$\varphi_M = \varphi_N$ 说明 M、N 到场源 S 的距离相等；由点电荷场强公式 $E = \dfrac{kQ}{r^2}$，两点场强大小相同（方向不同），本项正确。



题 8 中 q 的两条运动轨迹



本站重绘：S、P、M 共线，M、N 等电势（到 S 等距）

P→M 为直线隐含 S、P、M 共线，这是判断 A、C 两项的关键；M、N 等动能只能说明等电势（等距），不能比较与 P 的电势高低。

三、实验题（第 9～10 题）

9. 实验题

答案　（1）$v=\dfrac{d}{\Delta t}$　（2）$\Delta E_p=m_1gl$；$\Delta E_k=\dfrac{1}{2}(m_1+m_2)\left(\dfrac{d}{\Delta t}\right)^2$　（3）斜率为 $\dfrac{2m_1g}{m_1+m_2}$

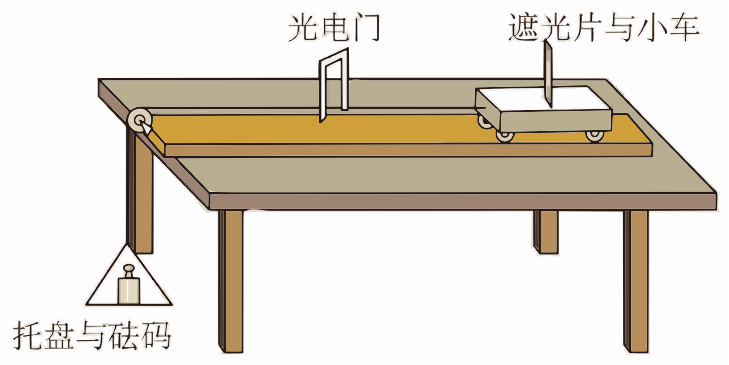
详解

(1) 第（1）空 遮光片宽度 d 很小，遮光时间 Δt 极短，这段极短时间内小车的平均速度近似等于小车通过光电门时的瞬时速度，故 $v=\dfrac{d}{\Delta t}$。

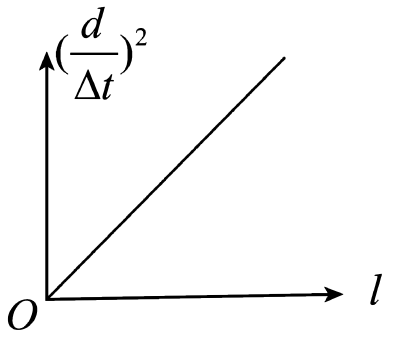
(2) 第（2）空第一空 小车与遮光片在气垫导轨上运动，高度不变，其重力势能不变；系统重力势能的减少只来自托盘与砝码（质量 m_1）的下降。托盘与砝码下降的距离与小车前进的距离相同，均为 l，故 $\Delta E_p=m_1gl$。

(3) 第（2）空第二空 系统由小车与遮光片（质量 m_2）和托盘与砝码（质量 m_1）组成，绳子不可伸长，各部分速度大小相同，均为 $v=\dfrac{d}{\Delta t}$，故系统动能增加量 $\Delta E_k=\dfrac{1}{2}(m_1+m_2)v^2=\dfrac{1}{2}(m_1+m_2)\left(\dfrac{d}{\Delta t}\right)^2$。

(4) 第（3）空 若机械能守恒成立，应有 $m_1gl=\dfrac{1}{2}(m_1+m_2)\left(\dfrac{d}{\Delta t}\right)^2$，整理得 $\left(\dfrac{d}{\Delta t}\right)^2=\dfrac{2m_1g}{m_1+m_2}l$。以 l 为横轴、$\left(\dfrac{d}{\Delta t}\right)^2$ 为纵轴，图线是过原点的直线，其斜率为 $\dfrac{2m_1g}{m_1+m_2}$。



题 9 的实验装置



题 9(3) 以 l 为横轴、$(d/\Delta t)^2$ 为纵轴的图像（还原版题图）

还原版作者已注明：连接小车与托盘的细绳应与桌面平行，小车与遮光片置于气垫导轨上（不计摩擦），故势能变化只计托盘与砝码的重力势能，本册按此口径作答。

10. 实验题

答案　（1）7　　（2）B；D　　（3）AC

详解

(1) 第（1）空 欧姆表读数 = 刻度示数 × 倍率。指针停在 7 刻线附近（介于 7 与 8 之间、靠近 7），估读约为 7，倍率为 ×1，故待测电阻约为 7 Ω。题图为示意图，指针位置判读存在人为差异，读数在 7 ~ 8 Ω 范围内均合理，本册按指针位置判读取 7。

(2) 第（2）空电压表 学生电源电动势为 4 V，滑动变阻器按分压接法使用，R（约 7 Ω）两端电压可从 0 起连续调节。若选 V_1　（0 ~ 15 V），指针最大偏转不足满刻度的 1/5，读数误差大；选 V_2　（0 ~ 3 V）既覆盖主要测量区间，又将 R 两端电压限制在 3 V 内以保护电路，故电压表选 B。

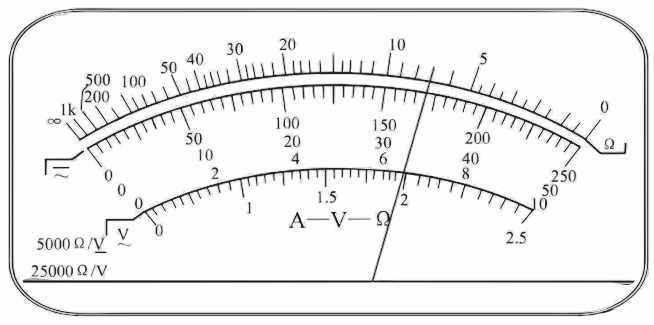
(3) 第（2）空电流表 R 两端电压最大约 3 V 时，通过 R 的电流约为 $I = \dfrac{U}{R} \approx \dfrac{3}{7} \approx 0.43$ A，加上电压表的分流仍远小于 0.6 A，电流表 A_2　（0 ~ 0.6 A）量程合适且偏转明显；A_1　（0 ~ 3 A）量程过大、读数误差大，故电流表选 D。

(4) 第（3）空 A √　电压表直接并联在 R 两端，电流表测的是通过 R 与电压表的总电流，电压表分流使电流测量值偏大、电阻测量值偏小；这一偏差由电路结构本身决定，属于系统误差，本项正确。

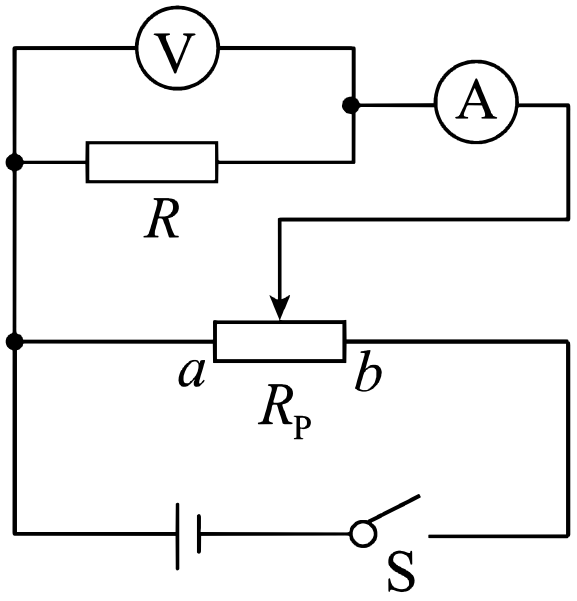
(5) 第（3）空 B ×　分压接法中负载接在滑动变阻器 a 端与滑片之间：滑片置于 a 端时 R 两端电压为零，置于 b 端时电压最大。为保护电路，实验开始前滑片应调到 a 端而非 b 端，本项错误。

(6) 第（3）空 C √　分压接法的输出电压可从 0 连续调到电源电压，滑片在 a 端时输出为零，故可以通过调节滑片使电压表示数为 0，本项正确。

(7) 第（3）空 D ×　多次测量取平均值只能减小偶然误差，不能减小电压表分流带来的系统误差，本项错误。



题 10(1) 的欧姆表刻度盘（×1 挡）



题 10(2) 的实验电路（还原版按电路图还原，原卷为实物图）

欧姆表指针位置为本站对题图的判读，读数在 7 ~ 8 Ω 间均合理；第（3）问各判断均以电压表直接并联在 R 两端、滑动变阻器分压供电的电路为准，滑片在 a 端时输出为零。

四、解答题（第 11～13 题）

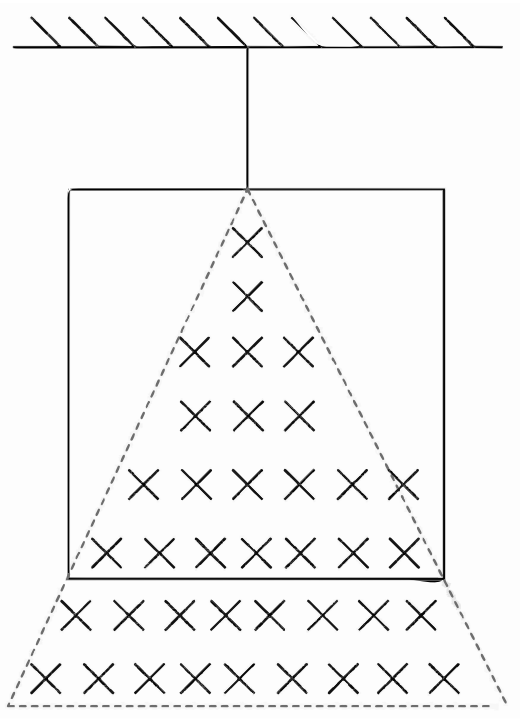
11. 计算题

答案　（1）$E=\dfrac{kl^2}{2}$　　（2）$t_0=\dfrac{2mgR}{k^2l^3}$

详解

(1) 第（1）问 由题图，磁场区域的三角形顶点在框顶边中点、宽度恰在线框底边处达到框宽，框内磁区面积恰为线框面积的一半：$S=\dfrac{l^2}{2}$，与题干“磁区面积为线框面积一半”一致。磁感应强度 $B=kt$ 随时间均匀变化，由法拉第电磁感应定律 $E=\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t}=S\dfrac{\Delta B}{\Delta t}=\dfrac{l^2}{2}\cdot\ k=\dfrac{kl^2}{2}$。

(2) 第（2）问 感应电动势恒为 $E=\dfrac{kl^2}{2}$，感应电流 $I=\dfrac{E}{R}=\dfrac{kl^2}{2R}$ 恒定。线框底边整条处于磁场中、两侧边除两端点外均在磁场外，安培力仅由底边提供：t 时刻 $F=BIl=kt\cdot\dfrac{kl^2}{2R}\cdot l=\dfrac{k^2l^3}{2R}t$。$B$ 向里增强，由楞次定律感应电流沿逆时针方向（底边电流沿 $+x$），由左手定则底边安培力竖直向上。当 $F=mg$ 时线框开始向上运动：$\dfrac{k^2l^3}{2R}t_0=mg$，解得 $t_0=\dfrac{2mgR}{k^2l^3}$。



题 11 的线框与三角形磁场区域（还原版题图）

三角形在框底边处宽度恰好达到框宽，故框内磁区面积严格等于 $\dfrac{l^2}{2}$、底边整条在场内而两侧边不受力，这两点是本题简化与自洽的关键。

12. 计算题

答案　（1）$x=1.0\ \text{m}$　（2）$v=0$　（3）$\Delta E=12\ \text{J}$

详解

(1) 第（1）问 A 自由下落，0.2 s 内下落 $h_A=\dfrac{1}{2}gt^2=\dfrac{1}{2}\times10\times0.2^2=0.2\ \text{m}$，此时离地 $1.2-0.2=1.0\ \text{m}$；设 B 的初速度为 v_0，0.2 s 内上升 $v_0t-\dfrac{1}{2}gt^2=0.2v_0-0.2$。两者相遇即高度相同：$0.2v_0-0.2=1.0$，得 $v_0=6\ \text{m/s}$，相遇点离地高度 $x=1.0\ \text{m}$。

(2) 第（2）问 相碰时 $v_A=gt=2\ \text{m/s}$（向下），$v_B=v_0-gt=6-2=4\ \text{m/s}$（向上）。取竖直向上为正方向，碰后两物体粘在一起由动量守恒：$m_Bv_B-m_Av_A=(m_A+m_B)v$，代入 $1\times4-2\times2=3v$，得 $v=0$，碰后瞬间系统速度为零。

(3) 第（3）问 碰撞损失的机械能等于碰前系统动能减去碰后动能：$\Delta E=\dfrac{1}{2}m_Av_A^2+\dfrac{1}{2}m_Bv_B^2-0=\dfrac{1}{2}\times2\times2^2+\dfrac{1}{2}\times1\times4^2=4+8=12\ \text{J}$。

碰后两物体粘在一起且速度为零，随后将自静止自由下落；第（3）问只计碰撞瞬间（形变与内能）损失的机械能。

13. 计算题

答案　（1）（ⅰ）B 沿 z 轴负方向　（ⅱ）$t_1=\dfrac{(\pi-2\theta)m}{eB}$，$t_2=\dfrac{\pi m}{eB}$　（2）$I=AU^n$（$A=eN_0k^n$），图像为过原点的幂函数曲线

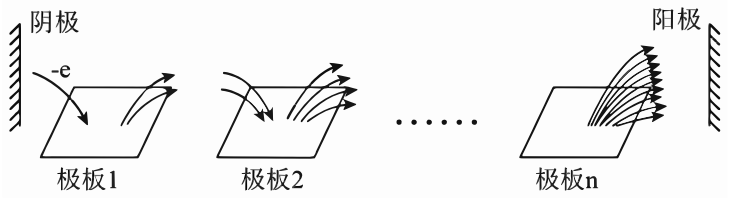
详解

(1) 第（1）问（ⅰ）　图 1 中电子从极板出发后弧线朝 $+x$ 方向弯回极板（朝阳极一侧）。对 α 电子：初速度在 xOy 平面内，若 B 沿 z 轴正方向，电子带负电，由左手定则洛伦兹力指向 x 轴负方向，电子向 $-x$ 侧偏转，与图不符；B 沿 z 轴负方向时 α 电子受指向 $+x$ 的洛伦兹力，b 电子沿 y 轴的分速度也受指向 $+x$ 的洛伦兹力，均与图 1 的弧线方向一致。故 B 沿 z 轴负方向。

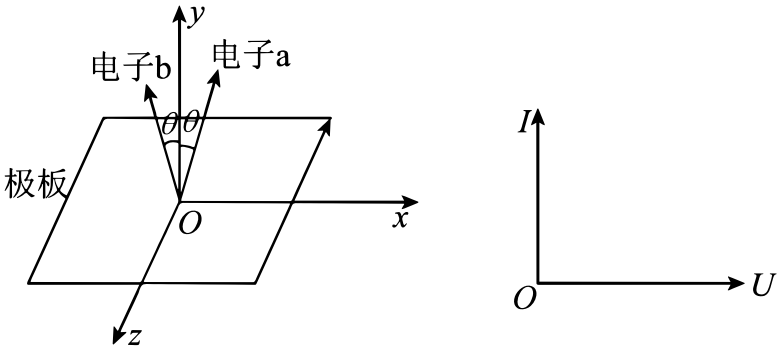
(2) 第（1）问（ⅱ）α 电子　α 电子速度各分量都垂直于 B（$v_z=0$），做匀速圆周运动，轨道平面平行于 xOy 平面（含板面法线），角速度 $\omega=\dfrac{eB}{m}$。电子自板面上 O 点出发，弧线两端都在板面上，入射速度与板面的夹角为 $90^\circ-\theta$；由弦的对称性，出射时速度与板面的夹角相同，速度方向总共转过 $2(90^\circ-\theta)=\pi-2\theta$ 的圆心角，故 $t_1=\dfrac{\pi-2\theta}{\omega}=\dfrac{(\pi-2\theta)m}{eB}$。

(3) 第（1）问（ⅱ）b 电子　b 电子沿 z 轴的分速度 $v\sin\theta$ 与 B 平行、不受力，做匀速直线运动；沿 y 轴的分速度 $v\cos\theta$ 垂直于 B，在洛伦兹力作用下做匀速圆周运动，角速度仍为 $\omega=\dfrac{eB}{m}$。该分量的初速度恰好垂直于板面（沿 $+y$），圆弧自板面出发、再次回到板面恰好转过半个圆周，故 $t_2=\dfrac{\pi}{\omega}=\dfrac{\pi m}{eB}$；沿 z 轴的匀速分速度只改变落点位置，不影响到达时间。

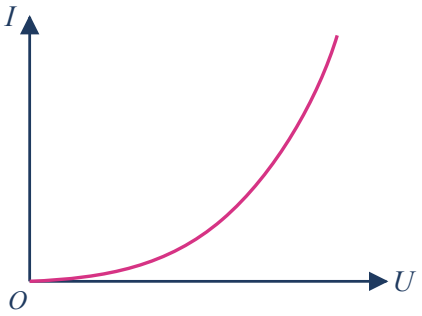
(4) 第（2）问　设 $\delta=kU$（$\delta\propto U$）。单位时间阴极逸出的电子数 N_0 不变，每个电子打到极板激发 δ 个电子，经 n 级倍增后阳极接收的电子数为 $N=N_0\delta^n=N_0(kU)^n$，对应的电流 $I=Ne=eN_0k^nU^n=AU^n$，其中 $A=eN_0k^n$ 为常量。故 I-U 图像是过原点的幂函数曲线：$n\geq 2$ 时曲线下凸、随 U 增大越来越陡，原点附近切线趋平（趋沿 U 轴方向）。理由：U 增大使每级激发数 δ 增大，且逐级倍增按 δ^n 累乘，电流随 U 的 n 次幂增长。



题 13 图 1：光电倍增结构示意（还原版题图）



题 13 图 2：极板坐标系与答题用 I-U 坐标（还原版题图）



本站绘制：$I = AU^n$ 的 I-U 图像（过原点的幂函数曲线）

“运动到下一个极板”按图 1 的结构取为电子弧线回到极板平面（板间距远小于弧线尺寸，落点即视为到达下一极板），为本站建模口径；θ 取锐角，e、m、B、θ、N_0、n 均视为已知量。