逐光知理 · 高考物理参考答案与详解

2025年6月浙江省普通高校招生选考科目考试 物理

参考答案与详解（本站独立编撰）

选择 I 10 单选 × 3 分 + 选择 II 3 多选 × 4 分 + 实验 2 题 14 分 + 计算 3 题 44 分 · 90 分钟 · 100 分

本册答案与详解由逐光知理物理教研组独立编撰：先由本站教师依据原卷逐题重建物理模型，再独立推导、数值回代核对后成稿，全过程未参照任何外部公布口径。原卷为扫描件，全部题干信息取自页面图像；个别计数类数据（如波形峰数）若与原卷印刷值不符，以卷面为准。

答案速查

1 **A**	2 **A**	3 **B**	4 **C**	5 **D**	6 **D**
7 **D**	8 **D**	9 **C**	10 **C**	11 **CD**	12 **BC**
13 **BC**					

题号	主考点	答案摘要
14(I)	测定干电池的电动势和内阻	（1）甲 （2）$E=1.44\ \mathrm{V}$，$r=0.65\ \Omega$
14(II)	单摆测重力加速度（力传感器、光电门与 $l-T^2$ 图像法）	（1）0.59；$T=\dfrac{2t}{n-1}$ （2）$g=4\pi^2k$；$h=kb$ （3）小钢球在弧槽内滚动（有转动），周期关系偏离单摆公式
15	等容变化与热力学第一定律	（1）9.0×10^4 Pa （2）内能减少 7.35 J （3）24 N
16	斜面下滑、传送带与可动圆弧轨道（动量守恒与能量守恒综合）	（1）4 m/s （2）0.9 J （3）0.2 m （4）3 N
17	电磁弹射（安培力、最大速度、能量守恒与磁通量守恒）	（1）$\dfrac{BUl}{R_1}$ （2）$\dfrac{BUl}{R_1k+B^2l^2}$ （3）$W=\dfrac{U(Mv_m+kx_m)}{Bl}$ （4）感应电流俯视与线圈励磁电流同绕向，$v=\dfrac{Bl\Phi}{mR_2}$
18	核反应方程、带电粒子在圆形磁场中的偏转与质能方程	（1）${}_1^2\mathrm{H}+{}_{13}^{27}\mathrm{Al}\rightarrow{}_{13}^{28}\mathrm{Al}+{}_1^1\mathrm{H}$ （2）$L=\dfrac{\sqrt{3}}{3}R$ （3）2.74×10^3 W （4）5.49 MeV

一、选择题 I（每小题 3 分，共 30 分。每小题只有一个选项符合题目要求）

1. 选择题 · 3分

答案 A

详解

A. √ A 项：J · s，正确

由 $E=h\nu$ 得 $h=\dfrac{E}{\nu}$。能量单位为 J，频率单位为 Hz（即 s^{-1}），故 $[h]=\dfrac{\mathrm{J}}{\mathrm{s}^{-1}}=\mathrm{J}\cdot\ \mathrm{s}$。

B. × B 项：N · s，错误

N · s 是动量的单位（$p = mv$，N · s = kg · m/s），与 J · s 相差一个长度量纲，不等于能量除以频率。

C. × C 项：kg，错误

kg 是质量单位。由爱因斯坦质能关系虽可写出 hv 对应的质量量纲，但 h 本身由 E/v 定义，量纲为 J · s。

D. × D 项：m，错误

m 是长度单位，与 $h = E/v$ 的量纲 J · s 无对应关系。

---

2. 选择题 · 3分

答案 A

详解

A. √ A 项：正确

研究返回舱运行轨道时，轨道尺度（数千千米）远大于返回舱自身尺寸，其形状大小对轨道描述的影响可忽略，可视为质点。

B. × B 项：错误

由 $F = \dfrac{GMm}{r^2}$，返回舱不断靠近地面时 r 减小，引力 F 逐渐增大而非减小。

C. × C 项：错误

落地前反推发动机点火减速，返回舱向下运动但加速度方向向上，宇航员处于超重状态而非失重状态。

D. × D 项：错误

轨迹长度与时间之比为平均速率（路程/时间）；平均速度大小应为位移与时间之比。返回舱轨迹弯曲，位移大小不等于轨迹长度，二者不相等。

---

3. 选择题 · 3分

答案 B

详解

A. × A 项：错误

竖直方向 $h = \dfrac{1}{2}gt^2$ 得 $t = \sqrt{\dfrac{2h}{g}}$，水平方向 $x = v_0 t$，故 $v_0 = \dfrac{x}{t} = x\sqrt{\dfrac{g}{2h}}$，与 A 项表达式（$x\sqrt{2h/g}$）不符。

B. √ B 项：正确

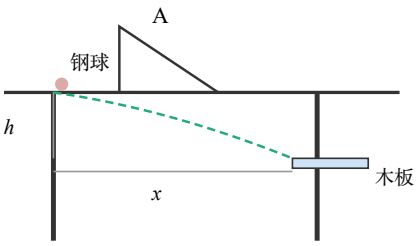
钢球做平抛运动，竖直方向自由落体：$h = \dfrac{1}{2}gt^2$，解得飞行时间 $t = \sqrt{\dfrac{2h}{g}}$，与 B 项一致。

C. × C 项：错误

落到木板时速度与水平方向夹角满足 $\tan\theta = \dfrac{v_y}{v_0} = \dfrac{gt}{v_0} = \dfrac{2h}{x}$。钢球从斜面同一位置静止滚下，到达桌边速率 v_0 一定，增大 h 则 $\tan\theta$ 增大，撞击速度方向改变。

D. × D 项：错误

水平距离 $x = v_0 t = v_0\sqrt{\dfrac{2h}{g}}$，减小 h 则 t 减小，x 减小，落点水平距离变化。



题3情境示意图（本站依原卷重绘）

4. 选择题 · 3分

> **答案** C

详解

A. × A 项：错误

电子穿过铝箔出现衍射图样，衍射是波的特有现象，该实验表明电子具有波动性，而非粒子性。

B. × B 项：错误

亮纹不是单个电子的运动轨迹。物质波是概率波，亮纹处是电子到达概率大的位置，不能把大量电子的分布看成轨迹。

C. √ C 项：正确

物质波是一种概率波：电子落在亮纹（衍射极大）处的概率大，落在暗纹处概率小，故亮纹处电子出现的概率大。

D. × D 项：错误

由 $\lambda = \dfrac{h}{mv}$，电子速度越大，物质波波长越短，衍射越不明显，中心亮斑及衍射环半径变小，而不是变大。

5. 选择题 · 3分

> **答案** D

详解

A. × A 项：错误

线圈中插入铁芯，自感系数 L 增大。由 $T = 2\pi\sqrt{LC}$，L 增大则周期 T 增大，不能减小周期。

B. × B 项：错误

线圈匝数增加使 L 增大，由 $T = 2\pi\sqrt{LC}$ 周期变大。

C. × C 项：错误

极板间插入电介质，电容 $C=\dfrac{\varepsilon_r S}{4\pi k d}$ 增大，周期变大。

D. √ D 项：正确

极板间距 d 增大，由 $C=\dfrac{\varepsilon_r S}{4\pi k d}$ 知 C 减小，由 $T=2\pi\sqrt{LC}$ 得周期减小，符合要求。

---

6. 选择题 · 3分

> 答案 D

详解

A. × A 项：错误

橡皮绳弹力与伸长量并非严格线性关系（且沿 CO 方向运动时两绳夹角不断变化），回复力与位移不成正比；再加上滑动摩擦力，物块所受合力不满足 $F=-kx$，不做简谐运动。

B. × B 项：错误

物块置于水平桌面上，除重力、两橡皮绳弹力、摩擦力外，还受到桌面的支持力（支持力与重力平衡）。"只受"三种力的说法遗漏了支持力。

C. × C 项：错误

在 O 点两绳弹力夹角为 90°，两弹力的合力大小为 $\sqrt{2}F$、方向指向 C；但物块还要受到与运动方向相反的滑动摩擦力 μmg，物块所受的总合力应为 $\sqrt{2}F-\mu mg$，不等于 $\sqrt{2}F$。

D. √ D 项：正确

从 O 到 C 用动能定理：$W-\mu mgL=\dfrac{1}{2}mv_0^2-0$（摩擦力大小恒为 μmg，位移为 L），解得橡皮绳对物块做的功 $W=\dfrac{1}{2}mv_0^2+\mu mgL$。

---

7. 选择题 · 3分

> 答案 D

详解

A. × A 项：错误

风的动能为 $E_k=\dfrac{1}{2}mv^2$，单位时间流入的空气质量 $\propto v$，故风力发电机的输出功率大致与风速的三次方成正比，而不是与平方成正比。

B. × B 项：错误

太阳能板接收的辐射能只有一部分转化为电能，其余被反射、转化为热能等，转换效率远小于 100%。

C. × C 项：错误

LED 灯每天耗电 $W=60\ \text{W}\times 10\ \text{h}=0.6\ \text{kW}\cdot\ \text{h}$。6 年约 2190 天，共耗电约 1314 $\text{kW}\cdot\ \text{h}$；对应标准煤 $\dfrac{1314}{2.8}\approx 469\ \text{kg}$，减少二氧化碳排放 $469\times 2.6\approx 1.2\times 10^3\ \text{kg}$，不是 $1.2\times 10^6\ \text{kg}$。

D. √ D 项：正确

储能电池容量 $W_0 = 48\ \text{V} \times 200\ \text{Ah} = 9600\ \text{W}\cdot\ \text{h} = 9.6\ \text{kW}\cdot\ \text{h}$。连续一周无风且阴雨需供电 $0.6 \times 7 = 4.2\ \text{kW}\cdot\ \text{h} < 9.6\ \text{kW}\cdot\ \text{h}$，路灯能正常工作。

---

8. 选择题 · 3分

> 答案 D

详解

A. × A 项：错误

沿轨迹 1 运动的 α 粒子先接近金原子核后远离，库仑斥力先做负功后做正功，A 项说反了。

B. × B 项：错误

轨迹 2 上 P 点为距核最近点，该处 α 粒子速度方向垂直于连线，仍有切向速度，动能不为零；距核最近处电势能确实最大，但"动能为零"错误。

C. × C 项：错误

点电荷的电势 $\varphi = \dfrac{kQ}{r}$ 只由到核的距离决定。虚线圆周上各点到核距离相等，电势相等，故圆周上 3 个 α 粒子的电势能 $E_p = q\varphi$ 相等。

D. √ D 项：正确

$F = \dfrac{k\cdot\ 2e\cdot\ 79e}{r^2} = \dfrac{9.0\times10^{9}\times2\times79\times(1.6\times10^{-19})^2}{(10^{-14})^2}\ \text{N} \approx 3.6\times10^{2}\ \text{N}$，数量级确为 10^2 N。

---

9. 选择题 · 3分

> 答案 C

详解

A. × A 项：5 层，不满足

5 层约 15 m，落地速度 $v = \sqrt{2gh} \approx 17.3$ m/s，撞击所需冲击力远小于 500 N（见 C 项反推），不满足条件。

B. × B 项：8 层，不满足

8 层约 24 m，$v \approx 21.9$ m/s，由 $\dfrac{1}{2}mv^2 = (F-mg)d$ 反推 $F = mg + \dfrac{mv^2}{2d} \approx 0.5 + \dfrac{0.05\times479}{0.1} \approx 245$ N，不到 500 N。

C. √ C 项：17 层，正确

撞击过程中重心下压 $d = 5$ cm，由动能定理 $(F-mg)d = \dfrac{1}{2}mv^2$：$v^2 = \dfrac{2\times(500-0.5)\times0.05}{0.05} \approx 999\ \text{m}^2/\text{s}^2$，即 $v \approx 31.6$ m/s。下落高度 $H = \dfrac{v^2}{2g} \approx \dfrac{999}{20} \approx 50$ m，按每层约 3 m 计约为 17 层。

D. × D 项：27 层，不满足

27 层约 81 m，落地速度约 40 m/s，产生的冲击力将明显超过 500 N，估算楼层应取更接近 50 m 的 17 层。

---

10. 选择题 · 3分

答案 C

详解

A. × A 项：错误

金属丝两端固定，图乙中 MN 间恰有 3 个波腹（3 个半波），故 $\lambda = \dfrac{2L}{3} = \dfrac{2}{3}$ m，波速 $v = f\lambda = 150 \times \dfrac{2}{3} = 100$ m/s，不是 $\dfrac{3}{2}\pi$ m/s（后者是振动的最大速度）。

B. × B 项：错误

振动最大速度 $v_m = 2\pi fA = 2\pi \times 150 \times 0.005 = 1.5\pi$ m/s。只有中点附近 $l = 1.00$ cm $= 0.01$ m 的一段导线在磁场中切割磁感线，感应电动势最大值 $E_m = Blv_m = 10^{-3} \times 0.01 \times 1.5\pi$ V $= 1.5\pi \times 10^{-5}$ V，比 B 项数值小两个量级。

C. √ C 项：正确

电动势按正弦变化，有效值 $E = \dfrac{E_m}{\sqrt{2}}$。外接电阻可调，当 $R = r = 0.5\,\Omega$ 时输出功率最大：$P_{max} = \dfrac{E^2}{4r} = \dfrac{E_m^2}{8r} = \dfrac{(1.5\pi \times 10^{-5})^2}{4}$ W $= \dfrac{9}{16}\pi^2 \times 10^{-10}$ W $\approx 5.5 \times 10^{-10}$ W。

D. × D 项：错误

若激振器使金属丝沿自身方向（纵向）振动，中点是两半段对称振动的公共点，但中点附近导线仍在磁场中往复运动，纵振动在中点处位移不为零的说法与对称性推出的"中点为波节"不符——实际上纵向振动在两端固定、中点受激的弦上中点振幅最大而非零，D 项结论错误。

二、选择题 II（每小题 4 分，共 12 分。每小题至少有一个选项符合题目要求，全对得 4 分，选对不全得 2 分，有错选得 0 分）

11. 选择题 · 4分

答案 CD

详解

A. × A 项：错误

根据热力学第二定律，热量不能自发地从低温物体传到高温物体（要使热量从低温传向高温必须借助外界做功，如冰箱）。

B. × B 项：错误

按狭义相对论的时间延缓效应，运动的钟变慢：高速运动的微观粒子寿命更长，低速运动时寿命更短，B 项说反了。

C. √ C 项：正确

变压器原线圈电流产生变化的磁场，变化的磁场在副线圈所在空间激发感生电场（涡旋电场），感生电场作用于副线圈电荷形成感应电动势，这正是变压器的工作原理。

D. √ D 项：正确

热敏电阻通过电阻变化反映温度，电阻应变片通过电阻变化反映形变（力），两者都是把非电学量转换为电阻这一电学量来测量的传感器。

---

12. 选择题 · 4分

答案 BC

详解

A. × A 项：错误

P 对应 $n=4\to2$、Q 对应 $n=6\to2$，各自都是单一频率的光。经甲图棱镜色散后每种光在屏上各形成一条谱线，不可能分别出现 2 条和 1 条。

B. √ B 项：正确

Q（$n=6\to2$）光子能量 3.02 eV 大于 P（$n=4\to2$）的 2.55 eV，故频率 $\nu_Q>\nu_P$。同种玻璃对频率高的光折射率大，$n_Q>n_P$，全反射临界角 $\sin C=1/n$，$C_Q<C_P$。玻璃棒能靠全反射导出 P 光（入射角大于 C_P），则对 Q 光入射角更大于 C_Q，一定也能导出。

C. √ C 项：正确

双缝干涉条纹间距 $\Delta x=\dfrac{\lambda L}{d}$。$\lambda_Q<\lambda_P$，同一装置下 Q 入射时条纹间距比 P 小，即条纹间距减小。

D. × D 项：错误

光电效应中 $E_k=h\nu-W_0$，$E_k-\nu$ 图线斜率为 h、截距为 $-W_0$，同一金属只有一条图线；$\nu_Q>\nu_P$，频率大的 Q 对应图线上靠右（ν 大、E_k 大）的点 1，P 对应点 2。D 项"1、2 分别对应 P、Q"正好颠倒。

---

13. 选择题 · 4分

答案 BC

详解

A. × A 项：错误

设椭圆远月点在发射点（月球北极正上方），近月点在极轴另一侧，焦点为月心 O。M 处纬度 60°，OM 与极轴夹角 30°，即 M 的真近点角为 150°。轨道方程 $r=\dfrac{a(1-e^2)}{1+e\cos\theta}$：远月点 $a(1+e)=R+h$，M 处 $\dfrac{a(1-e^2)}{1-e\cos30^\circ}=R$。消元得 $(R+h)(1-e)=R\left(1-\dfrac{\sqrt3}{2}e\right)$，即 $h=\dfrac{eR\left(1-\frac{\sqrt3}{2}\right)}{1-e}$，而 $a=\dfrac{R\left(1-\frac{\sqrt3}{2}e\right)}{1-e^2}$。令 $\dfrac{da}{de}=0$ 解得 $e=\dfrac{1}{\sqrt3}$，此时 $h=\dfrac{\sqrt3-1}{4}R\approx0.18R$，不是 $\dfrac{\sqrt3}{4}R$。

B. √ B 项：正确

承接 A 项推导，$e=\frac{1}{\sqrt{3}}$ 时 $a=\frac{R(1-1/2)}{1-1/3}=\frac{3R}{4}$。由 $\frac{a^3}{T^2}=\frac{G月}{4\pi^2}$ 且 $G月=g_月R^2$：$T=2\pi\sqrt{\frac{a^3}{g_月R^2}}=2\pi\sqrt{\frac{27R}{64g_月}}=\frac{3\pi}{4}\sqrt{\frac{3R}{g_月}}$，与 B 项一致。

C. √ C 项：正确

两焦点间距 $2ae=2\times\frac{3R}{4}\times\frac{1}{\sqrt{3}}=\frac{\sqrt{3}}{2}R$，与 C 项一致。

D. × D 项：错误

由机械能守恒：$\frac{1}{2}v^2-\frac{G月}{R+h}=\frac{1}{2}v_M^2-\frac{G月}{R}$，得 $v_M^2=v^2+2g_月R^2\left(\frac{1}{R}-\frac{1}{R+h}\right)=v^2+\frac{2g_月Rh}{R+h}<v^2+2g_月h$，D 项把 $\frac{R}{R+h}$ 当成 1，结果偏大。

三、非选择题（共 5 小题，共 58 分）

14(I). 实验题 · 7分

> **答案**　（1）甲　（2）$E=1.44\ \mathrm{V}$，$r=0.65\ \Omega$

详解

(1) 第（1）空：甲 甲图中电压表并联在"变阻器+电流表"串联支路两端，电流表读数即流过电池的电流，严格满足 $U=E-Ir$（忽略电压表分流），测得的 E、r 无系统误差来源。乙图中电压表直接接在电池两端，电流表读数含电压表的分流，若仍按 $U=E-Ir$ 处理会把电压表分流的影响计入，内阻测量值偏大。干电池内阻小，应选误差结构更简单的甲电路。

(2) 第（2）空：$E=1.44\ \mathrm{V}$，$r=0.65\ \Omega$ 由闭合电路欧姆定律 $U=E-Ir$，$U-I$ 图线纵轴截距为 E，斜率大小为 r。对表中 5 组数据 (I,U) 作最小二乘拟合：$\bar{I}=0.296\ \mathrm{A}$，$\bar{U}=1.25\ \mathrm{V}$，斜率 $k=\frac{\sum(I_i-\bar{I})(U_i-\bar{U})}{\sum(I_i-\bar{I})^2}=\frac{-0.0385}{0.0593}\approx-0.65\ \mathrm{V/A}$，即 $r\approx0.65\ \Omega$；截距 $E=\bar{U}+0.65\times\bar{I}\approx1.25+0.19=1.44\ \mathrm{V}$。回代检验：$U=1.44-0.65\times0.30=1.25\ \mathrm{V}$，与第 3 组数据一致。结果保留两位小数：$E=1.44\ \mathrm{V}$，$r=0.65\ \Omega$。

> 作图时纵轴 U 可不从零开始，但求斜率必须用图线上相距较远的两点坐标差计算，不能用原始数据点直接连线取点。

14(II). 实验题 · 7分

> **答案**　（1）0.59；$T=\frac{2t}{n-1}$　（2）$g=4\pi^2k$；$h=kb$　（3）小钢球在弧槽内滚动（有转动），周期关系偏离单摆公式

详解

(1) 第（1）空第一空：约 0.59 s 摆球每经过最低点一次，力传感器读数出现一个峰，一个完整周期内出现 2 个峰。图 2 中两条虚线间共记录 22 个峰、对应 11 个完整周期，时间 $\Delta t=7.6530-1.1277=6.5253\ \mathrm{s}$，故 $T=\frac{6.5253}{11}\ \mathrm{s}\approx0.59\ \mathrm{s}$（保留 3 位有效数字）。

(2) 第（1）空第二空： $T=\dfrac{2t}{n-1}$ 小球每次经过平衡位置遮光一次，相邻两次遮光间隔为半个周期。从第 1 次遮光到第 n 次遮光共经历 $n-1$ 个半周期，即 $t=\dfrac{(n-1)T}{2}$，故 $T=\dfrac{2t}{n-1}$。

(3) 第（2）空： $g=4\pi^2k$；$h=kb$ 单摆周期公式中摆长为悬点到球心的距离 $L=l+h$（h 为球心到摆线下端的高度差）。$T=2\pi\sqrt{\dfrac{l+h}{g}}$ 变形得 $l=\dfrac{g}{4\pi^2}T^2-h$，故 $l-T^2$ 图线为直线：斜率 $k=\dfrac{g}{4\pi^2}$，得 $g=4\pi^2k$；横轴截距 b 处 $l=0$，即 $0=kb-h$，得 $h=kb$。

(4) 第（3）空：钢球在弧槽内滚动 圆心角 5° 的圆弧槽内小角度运动可类比单摆，但小钢球在槽内是滚动而非纯摆动：部分重力势能转化为转动动能，周期变为 $T=2\pi\sqrt{\dfrac{7(R'-r)}{5g}}$（$R'$ 为槽半径、r 为球半径），比同摆长的单摆周期长。按单摆公式 $g=\dfrac{4\pi^2L}{T^2}$ 计算，T 偏大使 g 明显偏小（8.64 m/s²），这是最主要原因。

> 第（1）空按图 2 计数为 22 个峰（11 个周期）；若与原卷印刷计数不同，以卷面为准，方法为 $T=\dfrac{t_2-t_1}{2n}$。该空为本册存疑点。

15. 计算题 · 8分

答案　（1）9.0×10^4 Pa　（2）内能减少 7.35 J　（3）24 N

详解

(1) 第（1）问 罐口被封在皮肤上后罐内气体体积不变，做等容变化。状态 1：$p_1=p_0=1.05\times10^5$ Pa（刚扣上时与大气相通），$T_1=t_1+273=350$ K；状态 2：$T_2=300$ K。由查理定律 $\dfrac{p_1}{T_1}=\dfrac{p_2}{T_2}$：$p_2=p_1\dfrac{T_2}{T_1}=1.05\times10^5\times\dfrac{300}{350}=9.0\times10^4$ Pa。

(2) 第（2）问 罐内气体质量一定、体积不变，气体不做功，$W=0$。由热力学第一定律 $\Delta U=W+Q$，气体向外界放热 7.35 J，即 $Q=-7.35$ J，故 $\Delta U=-7.35$ J：内能减少 7.35 J（理想气体内能只由温度决定，温度降低内能减少，数值自洽）。

(3) 第（3）问 状态 2 时罐内气压 $p_2=9.0\times10^4$ Pa 小于大气压 p_0，皮肤受到的吸力为内外压力差：$F=(p_0-p_2)S=(1.05\times10^5-9.0\times10^4)\times1.6\times10^{-3}$ N $=1.5\times10^4\times1.6\times10^{-3}$ N $=24$ N。

16. 计算题 · 11分

答案　（1）4 m/s　（2）0.9 J　（3）0.2 m　（4）3 N

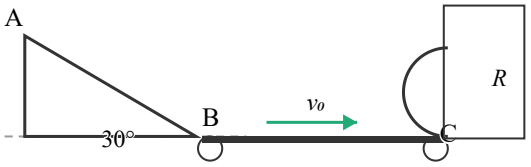
详解

(1) 第（1）问 斜面光滑，物块从 P 到 B 只有重力做功：$mgL\sin30^\circ=\dfrac{1}{2}mv_B^2$，$v_B=\sqrt{2gL\sin30^\circ}=\sqrt{2\times10\times1.6\times0.5}$ m/s $=4$ m/s。

(2) 第（2）问 物块滑上传送带时 $v_B=4$ m/s $<v_0=5$ m/s，受向前的滑动摩擦力 $f=\mu mg=0.25\times0.2\times10=0.5$ N，加速度 $a=\mu g=2.5$ m/s^2。加速到 v_0 所需时间 $t=\dfrac{5-4}{2.5}=0.4$ s，位移 $s=\dfrac{4+5}{2}\times0.4=1.8$ m，之后与传送带共速、无摩擦力。传送带足够长，物块到 C 端时速度已达 5 m/s。对物块用动能定理，摩擦力做功 $W_f=\dfrac{1}{2}m(v_0^2-v_B^2)=\dfrac{1}{2}\times0.2\times(25-16)$ J $=0.9$ J。

(3) 第（3）问 滑动过程中物块比传送带慢，滑痕长度等于二者相对位移：传送带位移 $s_0 = v_0 t = 5 \times 0.4 = 2.0$ m，物块位移 $s = 1.8$ m，$\Delta s = s_0 - s = 0.2$ m，即滑痕长 0.2 m。

(4) 第（4）问 物块以 $v_0 = 5$ m/s 水平滑入可动半圆弧轨道，系统水平方向不受外力，动量守恒；轨道光滑，系统机械能守恒。设物块离开最高点瞬间物块速度 u、轨道速度 V（均沿水平方向，取向右为正，u 可为负表示向左）：动量守恒 $mv_0 = mu + MV$；机械能守恒 $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mu^2 + \frac{1}{2}MV^2 + mg\cdot 2R$。利用"相对速度"法：系统质心速度 $v_c = \frac{mv_0}{m+M} = \frac{0.2\times 5}{2.0} = 0.5$ m/s，相对运动动能 $\frac{1}{2}\frac{mM}{m+M}w^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(m+M)v_c^2 - mg\cdot 2R = 2.5 - 0.25 - 1.44 = 0.81$ J，其中 w 为物块相对轨道的速度大小，$\frac{mM}{m+M} = 0.18$ kg，解得 $w^2 = \frac{2\times 0.81}{0.18} = 9$，$w = 3$ m/s。最高点处物块沿轨道内侧做圆周运动，向心加速度由相对速度提供：$a_n = \frac{w^2}{R} = \frac{9}{0.36} = 25$ m/s^2，方向指向圆心（竖直向下）。轨道在物块上方，对物块的弹力 N 向下：$N + mg = ma_n$，$N = 0.2\times 25 - 0.2\times 10 = 3$ N。由牛顿第三定律，物块对轨道的压力大小为 3 N。回代检验：$mu + MV = 1$、$\frac{1}{2}mu^2 + \frac{1}{2}MV^2 = 1.06$ J 有解（如 $u = -2.2$ m/s，$V = 0.8$ m/s），能量关系自洽。



题16装置示意图（本站依原卷重绘）

17. 计算题 · 12分

> **答案** （1）$\frac{BUl}{R_1}$　（2）$\frac{BUl}{R_1 k + B^2 l^2}$　（3）$W = \frac{U(Mv_m + kx_m)}{Bl}$　（4）感应电流俯视与线圈励磁电流同绕向，$v = \frac{Bl\Phi}{mR_2}$

详解

(1) 第（1）问 接通 S 瞬间动子速度为零、无反电动势，回路电流 $I_0 = \frac{U}{R_1}$。动子垂直于导轨的导电边长 l，在竖直向下的磁场 B 中受安培力 $F = BI_0 l = \frac{BUl}{R_1}$，方向沿导轨向前（此时阻力为零）。

(2) 第（2）问 动子速度为 v 时反电动势 $E' = Blv$，电流 $I = \frac{U - Blv}{R_1}$，安培力 $F = BIl = \frac{Bl(U - Blv)}{R_1}$。速度增大时 F 减小、阻力 kv 增大，当二者相等时达最大速度 v_m：$\frac{Bl(U - Blv_m)}{R_1} = kv_m$，整理得 $(R_1 k + B^2 l^2)v_m = BUl$，即 $v_m = \frac{BUl}{R_1 k + B^2 l^2}$。

(3) 第（3）问 对第一级弹射全过程用动量定理：$\int (BlI - kv)\,dt = Mv_m - 0$，其中 $q = \int I\,dt$ 为通过回路的电荷量，$\int kv\,dt = kx_m$（x_m 为动子位移），故 $Blq - kx_m = Mv_m$，得 $q = \frac{Mv_m + kx_m}{Bl}$。电源输出总能量 $W = \int UI\,dt = Uq = \frac{U(Mv_m + kx_m)}{Bl}$（其中 v_m 用第（2）问结果代入即可）。检验合理性：该能量一部分转化为动子动能 $\frac{1}{2}Mv_m^2$，其余为回路焦耳热与克服阻力耗散，量纲与守恒关系自洽。

(4) 第（4）问 超导线圈通电后在第二级回路中产生竖直方向的磁通量 Φ。线圈断开、磁场快速消失时，由楞次定律，第二级回路中产生感应电流以维持原磁通，故感应电流的绕向（俯视）与超导线圈的励磁电流绕向相同；该电流流过"C"形滑杆垂直于导轨的导电边时，在导轨磁场 B（竖直向下）中受向前的安培力，实现对飞机的第二次加速。磁场消失过程中穿过第二级回路的磁通变化量为 Φ，感应电荷量 $q_2=\dfrac{\Phi}{R_2}$。对飞机（含滑杆上飞机部分，质量 m）用动量定理：$Blq_2=mv-0$，解得起飞速度 $v=\dfrac{Bl\Phi}{mR_2}$，方向沿导轨向前。

> 第（4）问电流绕向以卷面图中磁场指向与"C"形滑杆的朝向为准：判断准则是"感应电流维持原磁通方向"且"滑杆中电流受安培力方向向前"；若与卷面几何不符，以卷面为准。

18. 计算题 · 13分

答案　（1）${}_{1}^{2}\mathrm{H}+{}_{13}^{27}\mathrm{Al}\rightarrow{}_{13}^{28}\mathrm{Al}+{}_{1}^{1}\mathrm{H}$　（2）$L=\dfrac{\sqrt{3}}{3}R$　（3）$2.74\times10^{3}\ \mathrm{W}$　（4）$5.49\ \mathrm{MeV}$

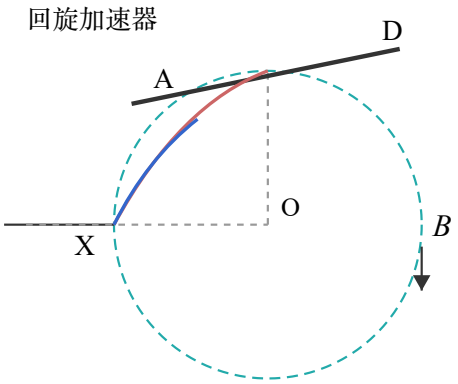
详解

(1) 第（1）问 氘核（${}_{1}^{2}\mathrm{H}$）撞击铝核（${}_{13}^{27}\mathrm{Al}$）生成同位素核 ${}_{13}^{28}\mathrm{Al}$ 和质子（${}_{1}^{1}\mathrm{H}$）。质量数守恒：$2+27=28+1$；电荷数守恒：$1+13=13+1$。核反应方程为 ${}_{1}^{2}\mathrm{H}+{}_{13}^{27}\mathrm{Al}\rightarrow{}_{13}^{28}\mathrm{Al}+{}_{1}^{1}\mathrm{H}$（生成的 ${}_{13}^{28}\mathrm{Al}$ 可处于基态或激发态）。

(2) 第（2）问 质子沿磁场区水平直径方向从边界点 X 射入，磁场方向垂直纸面向里，正电荷向上偏转。能谱图（图 2）两峰约在 3 MeV 与 9 MeV，轨道半径 $r=\dfrac{\sqrt{2mE}}{qB}\propto\sqrt{E}$，两半径之比 $r_1:r_2=\sqrt{3}:3=1:\sqrt{3}$。能量较低（3 MeV）的质子偏转厉害，其圆弧轨迹直接到达探测板与磁场边界的切点 A：设 A 对应圆心角位置 α，由轨迹圆（圆心在 X 正上方、半径 r_1）过 A 的条件得 $r_1=R\cot\dfrac{\alpha}{2}$。能量较高（9 MeV）的质子轨道半径 r_2，其轨迹恰为四分之一圆弧后在磁场区最高点 $(0,R)$ 竖直向上飞出磁场区，沿直线打在板上 D 点（D 与 O 同一竖直线），这要求 $r_2=R$。于是 $r_1=\dfrac{R}{\sqrt{3}}$，得 $\cot\dfrac{\alpha}{2}=\dfrac{1}{\sqrt{3}}$，$\alpha=120^{\circ}$，$A=(-\dfrac{R}{2},\dfrac{\sqrt{3}R}{2})$。切点 A 处探测板与磁场圆相切，板方程为 $-\dfrac{x}{2}+\dfrac{\sqrt{3}y}{2}=R$，令 $x=0$ 得 $D=(0,\dfrac{2R}{\sqrt{3}})$。故 AD 间距 $L=\sqrt{(\dfrac{R}{2})^{2}+(\dfrac{2R}{\sqrt{3}}-\dfrac{\sqrt{3}R}{2})^{2}}=\sqrt{\dfrac{R^2}{4}+\dfrac{R^2}{12}}=\dfrac{R}{\sqrt{3}}=\dfrac{\sqrt{3}}{3}R$。

(3) 第（3）问 每个氘核电荷量为 e、动能为 $E_k=2.74\ \mathrm{MeV}$。氘核流 $I=1.0\ \mathrm{mA}$ 表示每秒通过的电荷量为 $1.0\times10^{-3}\ \mathrm{C}$，即每秒引出氘核数 $N=\dfrac{I}{e}$。输出功率 $P=NE_k=\dfrac{I}{e}E_k=I\times\dfrac{E_k}{e}=1.0\times10^{-3}\times2.74\times10^{6}\ \mathrm{V}=2.74\times10^{3}\ \mathrm{W}$，即 2.74 kW。

(4) 第（4）问 两条反应通道初态相同、核视为静止（不计反冲），生成基态 ${}^{28}\mathrm{Al}$ 时质子动能约 9 MeV，生成激发态 ${}^{28}\mathrm{Al}$ 时约 3 MeV，由能量守恒，激发态高出基态的能量 $\Delta E=9-3=6\ \mathrm{MeV}$。激发态 ${}_{13}^{28}\mathrm{Al}$ 发生 β 衰变：${}_{13}^{28}\mathrm{Al}\rightarrow{}_{14}^{28}\mathrm{Si}+{}_{-1}^{0}\mathrm{e}$。基态 ${}^{28}\mathrm{Al}$ 核质量与 ${}^{28}\mathrm{Si}$ 核质量相等，故衰变中静止质量减少的仅为生成电子的质量：释放的能量 $Q=\Delta E-m_ec^2=6-0.51=5.49\ \mathrm{MeV}$（该能量分配给电子、中微子与核反冲，总量为 5.49 MeV）。



题18磁场偏转示意图（本站依原卷重绘）

第（2）问两峰能量读数取 3 MeV 与 9 MeV（按图 2 峰位）；第（4）问"核视为静止"按题意忽略反冲能量。