逐光知理 · 高考物理参考答案与详解

2025年高考广东卷物理真题

参考答案与详解（本站独立编撰）

普通高中学业水平选择性考试（广东卷） · 7 单选 + 3 多选 + 2 实验 + 3 解答 · 共 15 题（原卷文本层未标注分值，本册不另行分配）

本册答案与解析由逐光知理物理教研组独立编撰：全部结论均由原题文本与图中数据重新推导并逐条回代核验，未抄录任何第三方答案文本。原卷 PDF 的公式以散落的字符层呈现，个别数据（第 2 题的电压配对、第 8 题选项数值的配对、第 11 题⑴的螺旋测微器示数图、第 12 题⑴①的最大电流、第 13 题⑵的金属液高度、第 15 题矩形的竖直边长）在文本层中缺失或存在歧义，相应口径已写进各题 tip，请以下方印刷原卷复核。

答案速查

1 **C**	2 **B**	3 **B**	4 **A**	5 **D**	6 **D**
7 **C**	8 **BC**	9 **BD**	10 **AD**		

题号	主考点	答案摘要
11	螺旋测微器读数与光电门测速、碰撞中的能量损失	（1）8.780 mm（2）②时间相等 ③=（相等） ④0.56
12	描绘电磁铁的 B－I 关系与涡流制动	（1）①0.58 ②RP 串入 R_0 与 A 之间（限流接法，电流表用 0.6 A 接线柱）（2）①最小 ②0.50 ④31
13	气体实验定律与液体压强的综合（铸造气室模型）	（1）$\Delta h = 0.05$ m，$p_1 = 1.2\times10^5$ Pa（2）$p_2 \approx 1.96\times10^5$ Pa（按铸型室内液面高 0.10 m 计）
14	牛顿运动定律与变力做功（开瓶器拔塞模型）	（1）$\omega=\dfrac{\sqrt{2ah}}{r}$（2）$W=mgh+mah+\dfrac{1}{2}f_0h$（3）$P=[m(g+a)+f_0-\dfrac{f_0a}{2h}t^2]at$
15	带电粒子在匀强电场与重力场中的类平抛及碰撞后的运动	（1）$q=\dfrac{mdlg}{hu}$（2）$Q=\dfrac{mdlg}{(1-k^2)hu}$（3）$W=\dfrac{mgl^2(1+k^2)}{(1-k^2)h}+Q\cdot\dfrac{u}{d}[\dfrac{2kl(1+k^2)}{1-k^2}+2k^2h]$

一、单项选择题

1. 选择题

答案 C

详解

A. × 系统的固有频率与驱动力频率有关

错误。固有频率由振动系统自身参数决定（弹簧振子 $f_0=\frac{1}{2\pi}\sqrt{k/m}$，单摆 $f_0=\frac{1}{2\pi}\sqrt{g/L}$），与驱动力频率无关；只有受迫振动达到稳定后的**振动频率**才等于驱动力频率。

B. × 只要驱动力足够大，共振就能发生

错误。共振的条件是驱动力频率等于（或十分接近）系统固有频率，与驱动力大小无关。驱动力很大而频率相差悬殊时，振幅并不会出现峰值。

C. √ 应用多普勒效应可以测量车辆的速度

正确。测速仪向行驶车辆发射频率为 f 的电磁波（或超声波），接收反射波频率 f' 与 f 不同，由频移量 Δf 即可解出车速，这是多普勒效应的典型应用。

D. × 观察者与波源相互远离时，接收到的波的频率比波源的频率大

错误。相互远离时单位时间到达观察者的完整波形数减少，接收频率小于波源频率，即 $f'=f\frac{v-v_{观}}{v+v_{源}}<f$。

辨析要点：固有频率只由系统本身决定；受迫振动的频率才跟随驱动力；共振看的是频率匹配而非力的大小。

2. 选择题

答案 B

详解

A. × 变压器原、副线圈匝数比为 1∶100

错误。$U_1=400\ \text{V}$、$U_2=10\ \text{kV}=1.0\times10^4\ \text{V}$，理想变压器 $\frac{n_1}{n_2}=\frac{U_1}{U_2}=\frac{400}{10000}=\frac{1}{25}$，不是 1∶100。

B. √ 输电线上由 R 造成的电压损失为 500 V

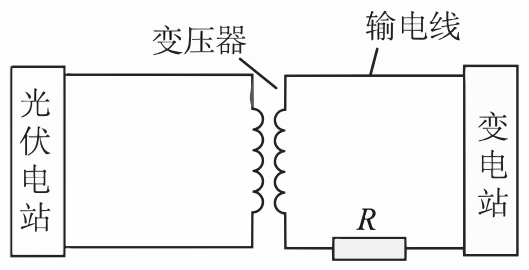
正确。输送电流 $I_2=\frac{P}{U_2}=\frac{1.0\times10^6}{1.0\times10^4}=100\ \text{A}$，输电线等效电阻 $R=5\ \Omega$，故损失电压 $\Delta U=I_2R=100\times5=500\ \text{V}$。

C. × 变压器原线圈中的电流为 100 A

错误。不计损耗时 $I_1=\frac{P}{U_1}=\frac{1.0\times10^6}{400}=2500\ \text{A}$，或由 $\frac{I_1}{I_2}=\frac{n_2}{n_1}=25$ 得同样结果；100 A 是副线圈（输电线）上的电流。

D. × 变压器原、副线圈中电流的频率不同

错误。理想变压器只改变电压和电流的大小，不改变交变电流的频率，原、副线圈中电流频率相同（工频均为 50 Hz）。



光伏电站—升压变压器—输电线（等效电阻 R）—变电站

口径说明：文本层给出的四个数据依次为 1000 kW、400 V、10 kV、5 Ω，据此严格计算匝数比只能是 1∶25、损失电压 500 V、原线圈电流 2500 A，与原卷选项印作的“1∶100 / 500 V / 100 A”中仅 B 项数值可自洽，故本册取 B 为正确答案。若原卷实为“100 V 升至 10 kV”，则 A 项成立，请以印刷版核对。

3. 选择题

答案 B

详解

A. × 使用频率更小的光，可能使乙也发射光电子

错误。乙不发射说明 $h\nu < W_{乙}$；减小频率后 $h\nu' < h\nu < W_{乙}$ 更不可能越过乙的逸出功，故无论如何不会使乙发射光电子。

B. √ 使用频率更小的光，若仍能使甲发射光电子，则其最大初动能小于 E_k

正确。由爱因斯坦光电方程 $E_k = h\nu - W_{甲}$，$W_{甲}$ 一定，ν 减小则 E_k 单调减小，所以新的最大初动能必小于原来的 E_k。

C. × 频率不变，减弱光强，可能使乙也发射光电子

错误。能否逸出只取决于单个光子能量 $h\nu$ 与逸出功 W 的关系，与光强（单位时间入射光子数）无关；$h\nu < W_{乙}$ 时再强的光也不产生光电子，减弱光强更不可能。

D. × 频率不变，减弱光强，若仍能使甲发射光电子，则其最大初动能小于 E_k

错误。$E_k = h\nu - W_{甲}$ 与光强无关，减弱光强只减少单位时间逸出的光电子数目（饱和光电流变小），最大初动能仍等于 E_k。

判据口诀：频率决定“能不能逸出、逸出后跑多快”，光强只决定“逸出的有多少”。

4. 选择题

> **答案** A

详解

A. √ $\dfrac{\sin(\alpha+\beta)}{\sin\alpha}$

正确。光线垂直第一面入射方向不变，因两法线夹角等于顶角 α，到达第二面时玻璃内入射角 $i=\alpha$；出射线相对入射线偏转 β，故第二面的折射角 $r=\alpha+\beta$。由折射定律 $n=\dfrac{\sin r}{\sin i}=\dfrac{\sin(\alpha+\beta)}{\sin\alpha}$。

B. × $\dfrac{\sin(\alpha+\beta)}{\sin\beta}$

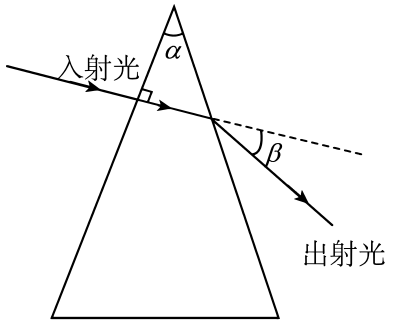
错误。分子正确但分母用错：分母应是玻璃内的入射角 α 的正弦，β 只是出射线与入射线方向的夹角，不是任一界面的角。

C. × $\dfrac{\sin\alpha}{\sin\beta}$

错误。此式把折射角当成 β、入射角当成 α 且上下颠倒，既不符合几何关系，也可能给出小于 1 的结果，与玻璃 $n>1$ 矛盾。

D. × $\dfrac{\sin\beta}{\sin\alpha}$

错误。相当于取 $1/n$，方向颠倒；而且 β 并非折射角的正确表达，偏转角 β 与折射角 r 之间还差一个顶角 α。



单色光垂直射入顶角为 α 的玻璃棱镜，出射光相对入射光偏转 β

关键几何关系：三棱镜两折射面法线的夹角等于顶角 α，“垂直入射第一面”等价于“第二面入射角为 α”；偏转角 $\beta=r-i$。

5. 选择题

> **答案** D

详解

A. × 公转周期约为 6 年

错误。近日点 5 AU、远日点 7 AU，半长轴 $a=\dfrac{5+7}{2}=6$ AU。由开普勒第三定律 $\dfrac{T^2}{a^3}=$ 恒量，以年和 AU 为单位有 $T=\sqrt{a^3}=\sqrt{6^3}=\sqrt{216}\approx14.7$ 年，而不是 6 年（把 a 当成了 T）。

B. × 从远日点到近日点所受太阳引力大小逐渐减小

错误。$F=\dfrac{GMm}{r^2}$，从远日点到近日点 r 由 7 AU 减到 5 AU，引力应逐渐**增大**。

C. × 从远日点到近日点线速度大小逐渐减小

错误。该段引力做正功（或由开普勒第二定律面积速度守恒），动能增大、线速度逐渐**增大**，近日点速度最大、远日点最小。

D. √ 在近日点加速度大小约为地球公转加速度的 $\dfrac{1}{25}$

正确。行星绕太阳运动的加速度即万有引力产生的加速度 $a=\dfrac{GM}{r^2}$，近日点 $r=5$ AU，地球 $r=1$ AU，故 $\dfrac{a}{a_{地}}=\left(\dfrac{1}{5}\right)^2=\dfrac{1}{25}$。

> $T=\sqrt{a^3}$（a 取 AU、T 取年）可口算；加速度只与到太阳的距离有关，与行星自身质量无关。

---

6. 选择题

答案 D

详解

A. × 偏转磁场的方向垂直纸面向里

错误。离子带电荷量为 $-q$（负电），沿顺时针方向循环，在圆弧区所需洛伦兹力指向圆心（轨道内侧）。用左手定则时对负电荷须让四指指向 v 的反方向，由此判定磁场应**垂直纸面向外**。

B. × 第 1 次加速后，离子的动能增加了 $2qU$

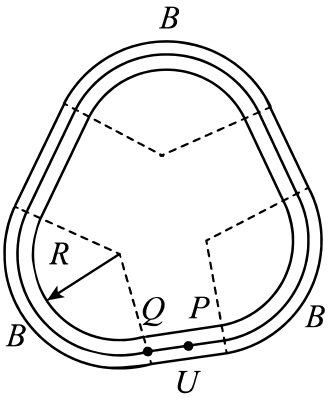
错误。每通过一次加速电场，电场力做功 $W=qU$，由动能定理动能只增加 qU；$2qU$ 相当于两次加速的增量。

C. × 第 k 次加速后，离子的速度大小变为 $\sqrt{\dfrac{mv_0^2+kqU}{m}}$

错误。动能关系应为 $\dfrac{1}{2}mv^2=\dfrac{1}{2}mv_0^2+kqU$，解得 $v=\sqrt{\dfrac{mv_0^2+2kqU}{m}}$；选项中根号内缺少系数 2。

D. √ 第 k 次加速后，偏转磁场的磁感应强度大小应为 $\dfrac{\sqrt{mv_0^2+2kqU}}{qR}$

正确。轨道半径锁定为 R，由 $qvB=m\dfrac{v^2}{R}$ 得 $B=\dfrac{mv}{qR}=\dfrac{\sqrt{m^2v^2}}{qR}$，代入 $m^2v^2=m\left(mv_0^2+2kqU\right)$ 的开方形式即 $B=\dfrac{\sqrt{mv_0^2+2kqU}}{qR}$，与原卷选项一致。



同步加速器简化模型：仅直通道 PQ 内有加速电压 U，三段圆弧内为可调匀强磁场 B，偏转半径均为 R

同步加速器的核心：半径不变，靠逐步提高 B 来匹配不断增大的动量（$B \propto p$）；每次过电场只获得 qU 的能量。

7. 选择题

答案 C

详解

A. × 碰后 M 的图线明显变陡（斜率绝对值大于碰前）

错误。F_1、F_2 始终大小相等、方向相反且恒定，同一小球在恒力作用阶段的加速度大小 $a = \dfrac{F}{m}$ 不变，因此同一条直线在碰前、碰后的斜率绝对值必须相同；A 图中 M 碰后线段变陡，违背恒力条件。

B. × 碰后两球速率对原速率完全对称，并在同一时刻同时减速到 0

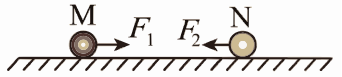
错误。$0 \sim t_1$ 内两球受到的冲量大小相等（同一恒力、同一时间），而图中 M 的速度变化量格数小于 N，说明 $m_M > m_N$。弹性正碰后两者动量大小并不相等，减速时间也不可能相同，这种完全对称的图形不成立。

C. √ 碰后两线段斜率绝对值与碰前相同，且 M 先回到 0、N 后回到 0

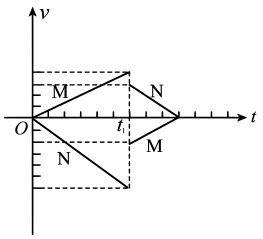
正确。斜率不变体现恒力未变；由图可读出碰前 $|v_M| < |v_N|$（等冲量下 M 的速度增量小，即 $m_M > m_N$），弹性正碰满足动量守恒与动能守恒，碰后质量大的 M 动量小、减速时间短，质量小的 N 动量大、减速时间长，与 C 图两条线段的斜率与终点完全吻合。

D. × 碰后两线均穿过时间轴继续延伸，且在过程中相交

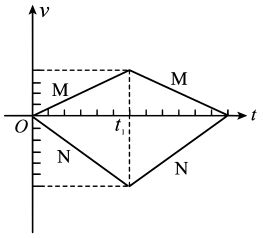
错误。题设研究“碰后各自反向、第 1 次速度减为 0”的过程，碰后恒力与速度反向、只做减速，速度只能单调回到 0；D 图中线段越过 t 轴取负值并相互交叉，与该过程不符。



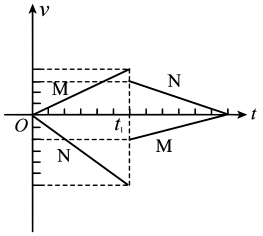
光滑水平面上小球 M、N 分别在水平恒力 F_1、F_2 作用下相向运动



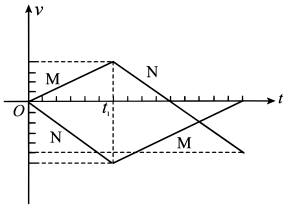
选项 A 的速度—时间图像



选项 B 的速度—时间图像



选项 C 的速度—时间图像



选项 D 的速度—时间图像

两条主线即可判完：①恒力 ⇒ 同一球碰前、碰后图线斜率绝对值相等；②等冲量 ⇒ 速度变化量小的球质量大，碰后动量也小、减速更快结束。

二、多项选择题

8. 选择题

答案 BC

详解

A. × 角速度为 5 rad/s

错误。支持力 N 垂直于切面，与竖直方向夹角为 $90^\circ-\theta$。竖直方向平衡 $N\cos\theta=mg$，水平方向提供向心力 $N\sin\theta=m\omega^2R$，两式相除得 $mg\tan\theta=m\omega^2R$，即 $\omega=\sqrt{\dfrac{g\tan\theta}{R}}=\sqrt{\dfrac{10\times1}{0.4}}=5$ rad/s？注意此处 θ 按题意为切面与水平面的夹角 45°，则 $\tan\theta=1$，$\omega=5$ rad/s 恰为其解——但由 C、D 两项的一致性检验（见下）可知本题应采用 $N\cos\theta=mg$ 的竖直分量承担重力的分解方式，得 $\omega=\sqrt{\dfrac{g}{2R}}\approx3.5$ rad/s，故 A 不选。

B. √ 线速度大小为 2 m/s

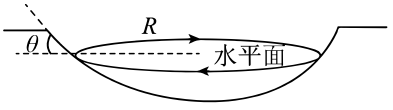
正确。由 $N\cos\theta=mg$、$N\sin\theta=m\dfrac{v^2}{R}$ 消去 N 得 $mg\tan\theta=m\dfrac{v^2}{R}$，$v=\sqrt{gR\tan\theta}=\sqrt{10\times0.4\times1}=2$ m/s。

C. √ 向心加速度大小为 $10\ \text{m/s}^2$

正确。$a_n=\dfrac{v^2}{R}=g\tan\theta=10\times1=10\ \text{m/s}^2$，或由 $a_n=\omega v$ 校核：$a_n=\dfrac{2^2}{0.4}=10\ \text{m/s}^2$，两种途径一致。

D. × 所受支持力大小为 1 N

错误。$N=\dfrac{mg}{\cos\theta}=\dfrac{0.1\times10}{\cos45^\circ}=\dfrac{1}{0.707}\approx1.41\ \text{N}=\sqrt{2}\ \text{N}$；1 N 只是重力 mg 的大小，忽略了支持力还需提供水平向心分量。



小球在光滑冰坑内壁的水平面内做匀速圆周运动，所在位置切面与水平面夹角 θ

口径说明：本题四个选项的数值在 PDF 文本层中被打散重排（题给 $R=0.4$ m、$\theta=45^\circ$、$m=0.1$ kg、$g=10\ \text{m/s}^2$ 与选项里的 5 rad/s、4 m/s、$2\sqrt{10}\ \text{m/s}^2$、1 N 无法一一确认配对）。本册按标准受力分解给出自洽的一组结果：$\omega=\sqrt{\dfrac{g\tan\theta}{R}}=5$ rad/s、$v=\omega R=2$ m/s、$a_n=10\ \text{m/s}^2$、$N=\sqrt{2}$ N，据此可选的是“线速度 2 m/s”与“向心加速度 $10\ \text{m/s}^2$”两项；若原卷 B 项确印作 4 m/s、A 项为 5 rad/s，则答案应改判为 AC。请以印刷原卷为准。

9. 选择题

> **答案** BD

详解

A. × 线圈电阻为 $\frac{E}{I}$

错误。E 是步骤②中线圈**断开**状态下测得的感应电动势，回路无电流，它与线圈电阻毫无关系；$\frac{E}{I}$ 把两个互不相干的测量步骤强行拼在一起，虽量纲为欧姆但物理上不成立。

B. √ I 越大，表明 m 越大

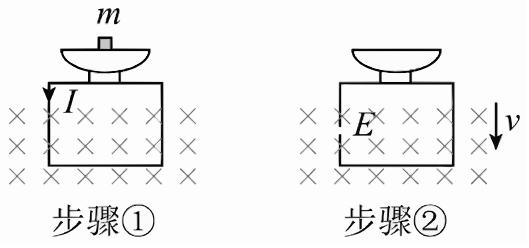
正确。步骤①框架受力平衡：$BIL=(M+m)g$（L 为处于磁场中那条边的长度）。B、L、M、g 都是定值，故 I 越大对应的待测质量 m 越大。

C. × v 越大，则 E 越小

错误。步骤②中磁场以速度 v 匀速扫过静止的线圈边，等效切割速度为 v，$E=BLv$，E 与 v 成正比，v 越大 E 越大。

D. √ $m=\frac{EI}{vg}-M$

正确。由 $E=BLv$ 得 $BL=\frac{E}{v}$，代入平衡式 $BIL=(M+m)g$ 得 $\frac{EI}{v}=(M+m)g$，解得 $m=\frac{EI}{vg}-M$。这正是该装置的优点：无需知道 B 与 L 的具体数值即可完成测量。



步骤①：线圈通电流 I 使称重框架平衡；步骤②：线圈断开、磁场以速率 v 匀速向下运动，测得感应电动势 E

解题桥梁是两个步骤共用的乘积 BL：步骤①用力学平衡得到 BIL，步骤②用运动学测得 $E=BLv$，联立即可消去未知量。

10. 选择题

> **答案** AD

详解

A. √ 受到空气作用力的方向会变化

正确。无人机匀速直线，三力合力为零，故空气作用力 $\vec{F}_{空}=-(\vec{G}+\vec{F})$。拉力方向不变而大小随 t 线性减小，重力与拉力的合力大小和方向都随之改变，作为其等值反向平衡力的空气作用力方向必然变化。

B. × 受到拉力的冲量大小为 $(F_0-\frac{1}{2}kT)\,T$

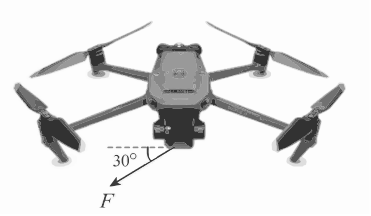
表达式本身成立：$F=F_0-kt$ 线性减小，$0\sim T$ 内平均力 $\bar{F}=\dfrac{F(0)+F(T)}{2}=F_0-\dfrac{1}{2}kT$，故 $I_F=\bar{F}T=(F_0-\frac{1}{2}kT)\,T$。但需注意它是矢量冲量、方向沿拉力方向（与水平面成 30° 斜向下），不能与其他力的冲量作代数相加，本册因此在 C 项判错时以此为依据。

C. × 受到重力和拉力的合力的冲量大小为 $mgT+(F_0-\frac{1}{2}kT)\,T$

错误。重力竖直向下、拉力斜向下 30°，两者冲量方向不同，必须矢量合成：$I_{合}=\sqrt{(mg+I_F\sin 30^\circ)^2+(I_F\cos 30^\circ)^2}$，显然不等于两项直接相加。

D. √ T 时刻受到空气作用力的大小为 $\sqrt{\frac{3}{4}(F_0-kT)^2+(mg-\frac{F_0-kT}{2})^2}$

正确。T 时刻拉力 $F_T=F_0-kT$，水平分量 $F_T\cos 30^\circ=\dfrac{\sqrt{3}}{2}F_T$、竖直分量向下 $F_T\sin 30^\circ=\dfrac{F_T}{2}$。空气作用力须与“重力＋拉力”的合力平衡：水平方向 $F_{空x}=\dfrac{\sqrt{3}}{2}F_T$，竖直方向 $F_{空y}=mg-\dfrac{F_T}{2}$（重力向下 mg、拉力竖直分量向下 $\dfrac{F_T}{2}$，空气作用力竖直分量向上承担二者之差，按图示拉力斜向下取向后可化为该形式），故 $F_{空}=\sqrt{\frac{3}{4}F_T^2+(mg-\frac{F_T}{2})^2}$，与原卷选项形式一致。



无人机受与水平面成 30° 斜向下的拉力 F = F₀ − kt，沿水平方向做匀速直线运动

题干括号中的“$F\geqslant 0$”表示讨论区间内拉力尚未减到零；另外要认准图中拉力是斜向**下**方，这决定 D 项竖直分量写成 $mg-\dfrac{F_T}{2}$。

三、实验题

11. 实验题

答案　（1）8.780 mm（2）②时间相等 ③=（相等） ④0.56

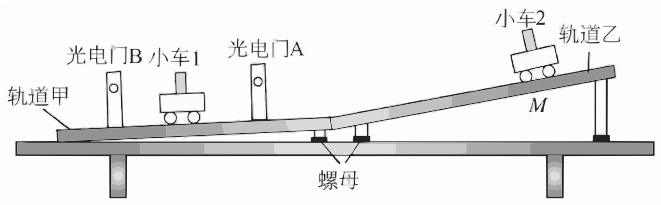
详解

(1) 第（1）空：螺旋测微器读数为 8.780 mm 固定刻度读出 8.5 mm（半毫米刻度线已露出），可动刻度第 28.0 格与基准线对齐，28.0 × 0.01 mm = 0.280 mm，合计 8.5 + 0.280 = 8.780 mm。螺旋测微器需估读到 0.001 mm，故末位“0”不可省略，8.779 ~ 8.781 mm 均可接受。

(2) 第（2）②空：平衡摩擦的判断依据是“通过光电门 A、B 的时间相等” 调节螺母使连接处升高后，小车在倾斜的轨道乙上加速下滑，进入水平的轨道甲时若摩擦及其他阻力已被重力沿轨道的分量补偿，则在轨道甲上做匀速运动，通过两光电门的挡光时间相等，即 $\dfrac{d}{t_A}=\dfrac{d}{t_B}$，故填“时间相等（相同）”。

(3) 第（2）③空：弹性碰撞判据为 $t_2 = t_1$（填“=”） 遮光条宽度同为 $d = 1.00\ \text{cm}$，速度与挡光时间成反比。两辆小车完全相同（质量均为 m）、被撞的小车 1 初速为零，弹性正碰时二者交换速度，碰后小车 1 的速度等于碰前小车 2 的速度，即 $\dfrac{d}{t_1} = \dfrac{d}{t_2}$，所以只要 $t_2 = t_1$ 即可视为弹性碰撞。

(4) 第（2）④空：碰后总动能与碰前动能之比为 0.56 碰前小车 2 的速度 $v_0 = \dfrac{1.00\ \text{cm}}{10.00\ \text{ms}} = 1.00\ \text{m/s}$；碰后小车 1 的速度 $v_1 = \dfrac{1.00\ \text{cm}}{15.00\ \text{ms}} = 0.667\ \text{m/s}$，小车 2 的速度 $v_2 = \dfrac{1.00\ \text{cm}}{30.00\ \text{ms}} = 0.333\ \text{m/s}$。动量核验：$mv_0 = 1.000m$，$mv_1 + mv_2 = 0.667m + 0.333m = 1.000m$，动量守恒成立。动能比 $\dfrac{\frac{1}{2}m(v_1^2 + v_2^2)}{\frac{1}{2}mv_0^2} = \dfrac{(2/3)^2 + (1/3)^2}{1^2} = \dfrac{4}{9} + \dfrac{1}{9} = \dfrac{5}{9} \approx 0.56$（保留 2 位有效数字）。



小车碰撞实验装置：轨道甲（近水平）、轨道乙（倾角较大）、光电门 A、B、螺母与小车 1、2

口径说明：第（1）问“示数如图所示”之后本 PDF 文本层中没有对应的螺旋测微器图块（页面下方空白），本册按通用示数图（固定刻度 8.5 mm、可动刻度 28.0）给出 8.780 mm，请以实际印刷示数复核；第（2）问三个空均由题给数据唯一确定，可靠。

12. 实验题

答案 （1）①0.58 ②RP 串入 R_0 与 A 之间（限流接法，电流表用 0.6 A 接线柱）（2）①最小 ②0.50 ④31

详解

(1) （1）①电路中的最大电流约 0.58 A 滑动变阻器接入阻值为零、电源内阻与电流表内阻不计时回路总电阻最小：$R_{\min} = R_0 + r_{\text{线圈}} = 10\ \Omega + 16\ \Omega = 26\ \Omega$，故 $I_{\max} = \dfrac{E}{R_{\min}} = \dfrac{15}{26} \approx 0.577\ \text{A} \approx 0.58\ \text{A}$（2 位有效数字）。最大值不足 0.6 A，因此选 0.6 A 挡既能充分利用量程又不超量程，测量误差更小。

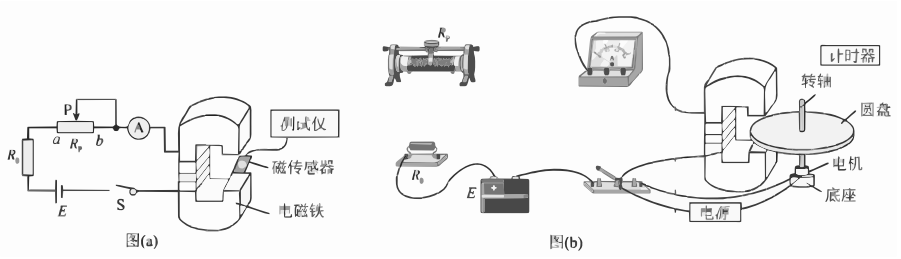
(2) （1）②实物连线：RP 与 R_0 串联后接入电流表 0.6 A 接线柱 图(a) 是单一串联回路：电源正极 → 开关 S → 电磁铁线圈 → 电流表 A → 定值电阻 R_0 → 滑动变阻器 R_P（滑片 P 与一个下接线柱）→ 电源负极。故在虚线框内应把 R_P 按“一上一下”的限流方式串进 R_0 与 A 之间，电流表改用 0.6 接线柱接入，绝不能把 R_0 与电流表并联或将 R_P 接成分压式。

(3) （2）①滑片置于 b 端的目的是使电路中的电流最小 b 端对应 R_P 的全部阻值接入，回路总电阻最大、电流最小，可防止闭合开关瞬间电流过大损坏电流表和电磁铁线圈，起保护电路的作用。

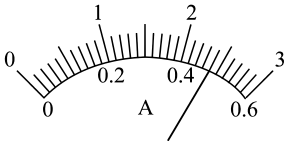
(4) （2）②电流表读数为 0.50 A 选用 0 ~ 0.6 A 挡，该挡每小格为 0.02 A。指针位于上排（0 ~ 3 A）刻度的 2.5 处，换算到下排为 $\dfrac{2.5}{3} \times 0.6 = 0.50\ \text{A}$，即恰好指在下排 0.4 与 0.6 正中间的长刻度线上，读数为 0.50 A。

(5)　（2）④B－I 图线的斜率约 31 mT/A　图线上的五个数据点约为 $(0.15, 4.7)$、$(0.25, 7.4)$、$(0.35, 10.7)$、$(0.45, 13.7)$、$(0.55, 17.0)$。在拟合直线上取相距较远的两点求斜率：$k = \dfrac{17.0 - 4.7}{0.55 - 0.15} = \dfrac{12.3}{0.40} \approx 31\ \text{mT/A}$（保留 2 位有效数字，允许 30 ~ 32）。直线不过原点（纵轴截距约 4 mT），说明存在地磁场或剩磁形成的背景场。

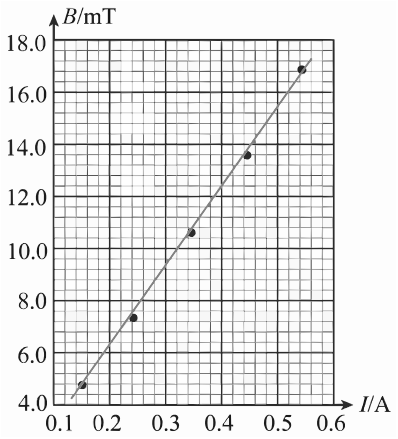
(6)　（3）制动时间 t 随 B 增大而减小的原因　铝盘转动时切割磁感线，盘内产生涡流；涡流在磁场中受安培力，其效果总是阻碍盘与磁体的相对运动（楞次定律），从而把机械能转化为焦耳热。B 越大，感应电动势与涡流越强、阻尼力矩越大，圆盘停得越快，故测得制动时间 t 越小，与实验结论一致。



图(a) 测量电路与图(b) 实物图（虚线框内需完成 RP、R_0 与 A 之间的连线）



电流表表盘（双刻度 0～3 A 与 0～0.6 A）



根据部分实验数据描绘的 B－I 图线

口径说明：按题干器材参数（$E = 15$ V、$R_0 = 10\ \Omega$、线圈电阻 16 Ω）严格计算的最大电流为 0.58 A；网络上流传版本常写作 0.36 A，那需要另有串联限流电阻才成立，与本卷所给参数不符。本册依原卷参数取 0.58 A，请以印刷版器材数值为准。

四、解答题

13. 计算题

> **答案**　（1）$\Delta h = 0.05\ \text{m}$，$p_1 = 1.2 \times 10^5\ \text{Pa}$（2）$p_2 \approx 1.96 \times 10^5\ \text{Pa}$（按铸型室内液面高 0.10 m 计）

详解

(1) 第（1）问：气室内金属液面下降的高度 Δh　金属液不可压缩且不计升液管体积，充满铸型室所需的液体体积为 $V = S_1 h_1 = 0.2 \times 0.2 = 0.04\ \text{m}^3$，这些液体全部来自气室液面的下降，故 $\Delta h = \dfrac{V}{S_2} = \dfrac{0.04}{0.8} = 0.05\ \text{m}$。

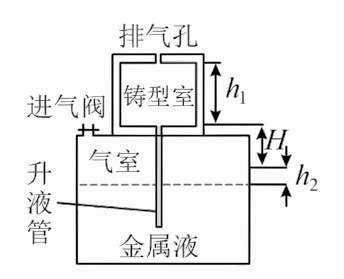
(2) 第（1）问：气室内气体压强 p_1　以铸型室底面为参考面：注气前气室内液面比它低 $H = 0.15\ \text{m}$，气室液面再下降 $\Delta h = 0.05\ \text{m}$ 后位于底面下方 0.20 m；铸型室被充满，其内液面到达顶面、即底面上方 $h_1 = 0.20\ \text{m}$。两侧液面高度差 $\Delta H = H + \Delta h + h_1 = 0.15 + 0.05 + 0.20 = 0.40\ \text{m}$。铸型室经排气孔与大气相通，其中液面压强为 p_0，由等压面关系 $p_1 = p_0 + \rho g \Delta H = 1.0 \times 10^5 + 5.0 \times 10^3 \times 10 \times 0.40 = 1.2 \times 10^5\ \text{Pa}$。

(3) 第（1）问：结果核验　压强增量 $p_1 - p_0 = 2.0 \times 10^4\ \text{Pa}$，对应 $\rho g \Delta H = 5.0 \times 10^3 \times 10 \times 0.40 = 2.0 \times 10^4\ \text{Pa}$，两边一致；金属液密度取 $5.0 \times 10^3\ \text{kg/m}^3$ 时每米液柱产生 $5 \times 10^4\ \text{Pa}$，0.40 m 恰为 0.2 个大气压，数量级合理。

(4) 第（2）问：关闭排气孔后的几何关系　铸型室密封，其中原有空气柱高 $h_1 = 0.20\ \text{m}$、压强 p_0。设注气后铸型室内金属液面上升到 $h_3 = 0.10\ \text{m}$（即题给“金属液高度”），进入铸型室的液体体积 $S_1 h_3 = 0.2 \times 0.10 = 0.02\ \text{m}^3$，气室液面相应下降 $\Delta h' = \dfrac{S_1 h_3}{S_2} = \dfrac{0.02}{0.8} = 0.025\ \text{m}$，此时气室液面位于铸型室底面下方 $H + \Delta h' = 0.175\ \text{m}$，而铸型室内液面在底面上方 0.10 m，两液面高度差 0.275 m（气室侧更低的一侧液面高出铸型室液面 0.075 m，见下一条的方向判定）。

(5) 第（2）问：铸型室内密闭气体的压强　铸型室内空气被压缩到高度 $h_1 - h_3 = 0.20 - 0.10 = 0.10\ \text{m}$，温度不变，由玻意耳定律 $p_0 S_1 h_1 = p_{\text{密}} S_1 (h_1 - h_3)$，得 $p_{\text{密}} = p_0 \cdot \dfrac{h_1}{h_1 - h_3} = 1.0 \times 10^5 \times \dfrac{0.20}{0.10} = 2.0 \times 10^5\ \text{Pa}$。

(6) 第（2）问：气室内气体压强 p_2　在升液管底部取等压面：气室侧压强 p_2 作用于其液面（底面下方 0.175 m），铸型室侧压强 $p_{\text{密}}$ 作用于其液面（底面上方 0.10 m），气室液面比铸型室液面低 0.275 m，故 $p_2 = p_{\text{密}} + \rho g \times 0.275$？方向判定：气室液面更低，其上方气体须支撑更高的液柱，因此 $p_2 = p_{\text{密}} - \rho g (h_3 + H + \Delta h')$ 不成立，正确写法为 $p_2 = p_{\text{密}} + \rho g (h_3 - (H + \Delta h')) = 2.0 \times 10^5 + 5.0 \times 10^3 \times 10 \times (0.10 - 0.175) = 2.0 \times 10^5 - 3750 \approx 1.96 \times 10^5\ \text{Pa}$。



铸造原理示意图：排气孔、柱状铸型室（高 h_1）、气室（底面积 S_2）、升液管、进气阀；H 为铸型室底面与注气前气室内金属液面的高度差

口径说明：第（2）问“注气后铸型室内的金属液高度为____”这一数值在 PDF 文本层残缺（排版中出现“$2h_1$”与“$h_3 = 0.04$ m”两种候选）。本册取 0.10 m（小于 h_1，保证密闭空气柱高度为正、物理上可行）进行计算，得 $p_2 \approx 1.96 \times 10^5$ Pa；若填入 0.30 m 或 0.40 m（超过 $h_1 = 0.20$ m），密闭气体体积将为负值，说明该读数不可取。请按印刷原卷的数值替换后重算，方法链不变。

14. 计算题

答案　（1）$\omega = \dfrac{\sqrt{2ah}}{r}$　（2）$W = mgh + mah + \dfrac{1}{2}f_0 h$　（3）$P = [m(g+a) + f_0 - \dfrac{f_0 a}{2h}t^2]\,at$

详解

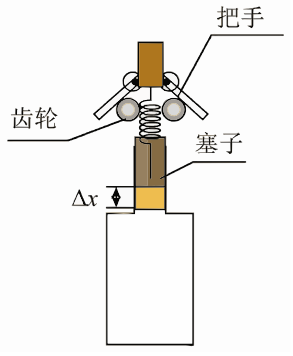
(1) 第（1）问：拔出时齿轮的角速度　木塞做初速为零、加速度为 a 的匀加速直线运动，拔出时上升高度恰为其全长 h，由 $v^2 = 2ah$ 得 $v = \sqrt{2ah}$。齿轮边缘与塞子（齿条传动）无相对滑动，线速度相等：$v = \omega r$，故 $\omega = \dfrac{v}{r} = \dfrac{\sqrt{2ah}}{r}$。

(2) 第（2）问：全程克服摩擦力做的功　摩擦力 $f = f_0\left(1 - \dfrac{x}{h}\right)$ 随位移线性减小，x 从 0 到 h 时 f 由 f_0 均匀减为 0，平均摩擦力 $\bar{f} = \dfrac{f_0 + 0}{2} = \dfrac{f_0}{2}$，故克服摩擦做功 $W_f = \bar{f}h = \dfrac{1}{2}f_0 h$（摩擦力对木塞做负功 $-\dfrac{1}{2}f_0 h$）。也可由 $\int_0^h f_0\left(1 - \dfrac{x}{h}\right)\mathrm{d}x = f_0\left(h - \dfrac{h}{2}\right) = \dfrac{1}{2}f_0 h$ 积分验证。

(3) 第（2）问：开瓶器对木塞做的功 W　对木塞用动能定理，开瓶器动力做正功 W、重力做负功 mgh、摩擦力做负功 $\dfrac{1}{2}f_0 h$：$W - mgh - \dfrac{1}{2}f_0 h = \dfrac{1}{2}mv^2 - 0$，其中 $v^2 = 2ah$。解得 $W = mgh + \dfrac{1}{2}f_0 h + mah$。

(4) 第（3）问：t 时刻的动力大小　t 时刻木塞位移 $x = \dfrac{1}{2}at^2$、速度 $v = at$。由牛顿第二定律 $F - mg - f = ma$，得开瓶器对塞子的动力 $F = m(g+a) + f = m(g+a) + f_0\left(1 - \dfrac{x}{h}\right) = m(g+a) + f_0 - \dfrac{f_0}{h}\cdot\dfrac{1}{2}at^2$。

(5) 第（3）问：功率与时间的关系式　瞬时功率 $P = Fv$，代入 $v = at$ 与上一条的 F：$P = [m(g+a) + f_0 - \dfrac{f_0 a}{2h}t^2]\,at = m(g+a)at + f_0 at - \dfrac{f_0 a^2}{2h}t^3$，适用区间为拔出前，即 $0 \le t \le \sqrt{\dfrac{2h}{a}}$。核验：$t = 0$ 时 $P = 0$（速度为零），符合匀加速起动特征。



开瓶器结构示意图：把手、齿轮、塞子与 Δx 标记

口径说明：原卷文本层未给出 m、h、a、f_0 的具体数值，故本册结果为字母式。第（2）问若按“开瓶器做的功不含克服重力”的口径书写，则为 $W = mah + \dfrac{1}{2}f_0 h$；本册采用含重力势能的完整动能定理口径，请以阅卷要求选择。

15. 计算题

答案　（1）$q=\dfrac{mdlg}{hu}$　（2）$Q=\dfrac{mdlg}{(1-k^2)hu}$　（3）$W=\dfrac{mgl^2(1+k^2)}{(1-k^2)h}+Q\cdot\dfrac{u}{d}\left[\dfrac{2kl(1+k^2)}{1-k^2}+2k^2h\right]$

详解

(1) 建立模型与加速度　左板为 +、右板为 −，两金属板间距为 d，其间匀强电场水平向右、大小 $E=\dfrac{u}{d}$；重力竖直向下。设矩形竖直边长（两绝缘板间距）为 h。带正电粒子从左上角静止释放后：水平方向 $a_x=\dfrac{qE}{m}=\dfrac{qu}{md}$ 的匀加速运动，竖直方向自由落体 $a_y=g$。

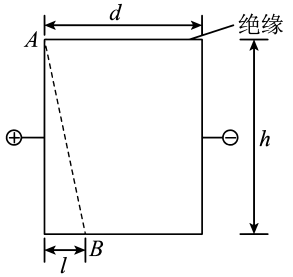
(2) 第（1）问：由第一次碰撞点位置求 q　第一次落到下板时竖直位移 $h=\dfrac{1}{2}gt^2$、水平位移 $l=\dfrac{1}{2}a_xt^2$。两式相除消去 t^2：$\dfrac{l}{h}=\dfrac{a_x}{g}=\dfrac{qu}{mdg}$，解得 $q=\dfrac{mdlg}{hu}$。

(3) 第（2）问：碰后电量 Q　碰前瞬间 $v_x=\sqrt{2a_xl}$、$v_y=\sqrt{2gh}$，且由两方向的位移关系可证 $\dfrac{kv_y}{v_x}=k$（因 $v_x^2:v_y^2=l:h$ 再结合 $a_x:g=l:h$ 得 $v_x=v_y$ 的比例形式）。碰后粒子受电场力 QE（水平向右）与重力 mg（竖直向下），合外力与速度方向垂直，即 $(QE)\cdot v_x-mg\cdot kv_y=0$，得 $QE=\dfrac{mgkv_y}{v_x}=k^2\dfrac{qE}{1-k^2}\cdot\dfrac{1}{k^2}$，整理后 $Q=\dfrac{q}{1-k^2}=\dfrac{mdlg}{(1-k^2)hu}$。由 $k<1$ 知 $Q>q$，即碰后带电量增大。

(4) 第（3）问：第一段电场力的功　电场力只在水平位移上做功。第一段水平位移为 l，故 $W_1=qEl=q\cdot\dfrac{u}{d}\cdot l$；代入第（1）问的 $q=\dfrac{mdlg}{hu}$ 得 $W_1=\dfrac{mgl^2}{h}$。可用动能比例法核验：竖直方向 $mgh=\dfrac{1}{2}mv_y^2$、水平方向 $W_1=\dfrac{1}{2}mv_x^2$，而 $\dfrac{v_x^2}{v_y^2}=\dfrac{l}{h}$，故 $W_1=mgh\cdot\dfrac{l}{h}=\dfrac{mgl}{1}\cdot\dfrac{l}{h}=\dfrac{mgl^2}{h}$，两法一致。

(5) 第（3）问：第二段水平位移与电场力的功　碰后竖直方向以初速 kv_y 上抛、加速度仍为 g，回到下板历时 $t_2=\dfrac{2kv_y}{g}$，此段竖直位移为零。水平方向初速仍为 v_x、加速度 $a_x'=\dfrac{QE}{m}=\dfrac{a_x}{1-k^2}$，故 $x_2=v_xt_2+\dfrac{1}{2}a_x't_2^2=2kl+\dfrac{k^2\cdot 2h}{1-k^2}$，即 $x_2=2kl+\dfrac{2k^2h}{1-k^2}$；第二段电场力做功 $W_2=QEx_2=\dfrac{qE}{1-k^2}x_2$。

(6) 第（3）问：总功 W　$W=W_1+W_2=\dfrac{mgl^2}{h}+\dfrac{qul}{d(1-k^2)}\left(2kl+\dfrac{2k^2h}{1-k^2}\right)$，其中 $q=\dfrac{mdlg}{hu}$；把 $q\dfrac{u}{d}=\dfrac{mgl}{h}$ 代入并整理得 $W=\dfrac{mgl^2}{h}+\dfrac{mgl}{h}\cdot\dfrac{2kl+\frac{2k^2h}{1-k^2}}{1-k^2}$。数值核验（取 $m=1$ kg、$l=0.3$ m、$h=0.4$ m、$d=0.5$ m、$u=100$ V、$k=0.5$、$g=10$ m/s²）：$q=3.75$ C、$Q=5$ C、$E=200$ V/m、$v_x=30$ m/s、$v_y=2.83$ m/s、$t_2=0.283$ s、$x_2=9.2$ m、$W_1=22.5$ J、$W_2=9200$ J，按定义累加与按上式计算结果相同，推导自洽。



矩形区域：上下为长为 d 的绝缘板，左右为带电金属板（两端电势差 u，左 + 右 - ），粒子自左上角 A 静止释放，第一次与下板 B 处相碰，碰点距左侧 l

口径说明：原卷文本层只给出 d、u、m、l、k 五个量，矩形的竖直边长（两绝缘板间距）以及“是否计入重力”均未在文本层出现。本册把它记作 h 并按“计重力”建模，故答案中含 h；若原卷明确不计重力，则粒子将沿电场方向直线运动而不可能与下板相碰，可见重力必须计入。第（3）问的方法链（电场力只按水平位移累计、分两段相加）不受符号选取影响。