逐光知理 · 高考物理参考答案与详解

2026年江苏省普通高中学业水平选择性考试物理

参考答案与详解（本站独立编撰）

单选 11 题 ×4 分 = 44 分 + 非选择题 5 题 = 56 分 · 共 16 题 · 满分 100 分 · 限时 75 分钟

本册答案与解析由逐光知理物理教研组依据原卷题面条件独立求解、独立编撰，全部数值与结论均由本站依据题面条件独立解得，未参考任何现有答案文档，仅供教学教研使用。原卷若干配图（轨迹图、半衰期曲线选项、等势面图、卫星轨道图、实验电路图与坐标纸等）在文本提取层无法完整还原，涉及读图口径已在对应题目 tip 中如实标注；凡题面未给出的数值一律不虚构，只做符号推导并注明代入方法。

答案速查

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

题号	主考点	答案摘要
12	电容器充放电实验（手机记录、步骤排序与铝框电磁阻尼）	（1）按图 1 铭牌读数填写（示例 $1000\ \mu\text{F} = 1.0 \times 10^{-3}$ F）（2）C （3）②①③ （4）从 I_0 开始单调下降的指数曲线 （5）铝框产生涡流形成电磁阻尼，使指针尽快停稳便于读数
13	理想气体等温过程的热力学第一定律与玻意耳定律	（1）$Q_{放} = W$ （2）$p_b = \dfrac{p_0 V_0}{V}$
14	拱形桥顶部的向心加速度与合力合成	（1）$a_n = 5.0\ \text{m/s}^2$ （2）$F_{合} \approx 1.0 \times 10^4$ N
15	安培力悬浮与驱动（金属芯增强磁场模型）	（1）$I = \dfrac{mg}{kBL}$，方向为使嵌芯边受向上安培力的方向（$a' \to b'$，沿 $a' \to b' \to c' \to d'$） （2）$E_1 = kBLv_1$ （3）$P = \dfrac{kBIL\,v_0}{2}$
16	弹性碰撞、弹簧连接体共同速度能量分配与追碰条件	（1）$v_A = \dfrac{2M}{M+m} v_0$ （2）$E_{p,\max} = \dfrac{3M^2 m v_0^2}{25(M+m)^2}$ （3）$\dfrac{m}{M} = \dfrac{\sqrt{2}-1}{2}$

一、单项选择题（共 11 题，每题 4 分，共 44 分）

1. 选择题 · 4分

> **答案** A

详解

A. √ 轨迹 a：正确

磁场垂直平面向外，电子带负电。按题图入射方向，$\vec{v}\times\vec{B}$ 指向入射方向左侧的反侧，负电荷受力 $\vec{F}=-e\vec{v}\times\vec{B}$ 与正电荷相反，刚进入磁场时洛伦兹力使轨迹向纸面内一侧弯曲且半径 $R=\dfrac{mv}{eB}$ 恒定；对照四条候选曲线，满足“初始即向该侧弯、全程同一旋向”的为 a。

B. × 轨迹 b：错误

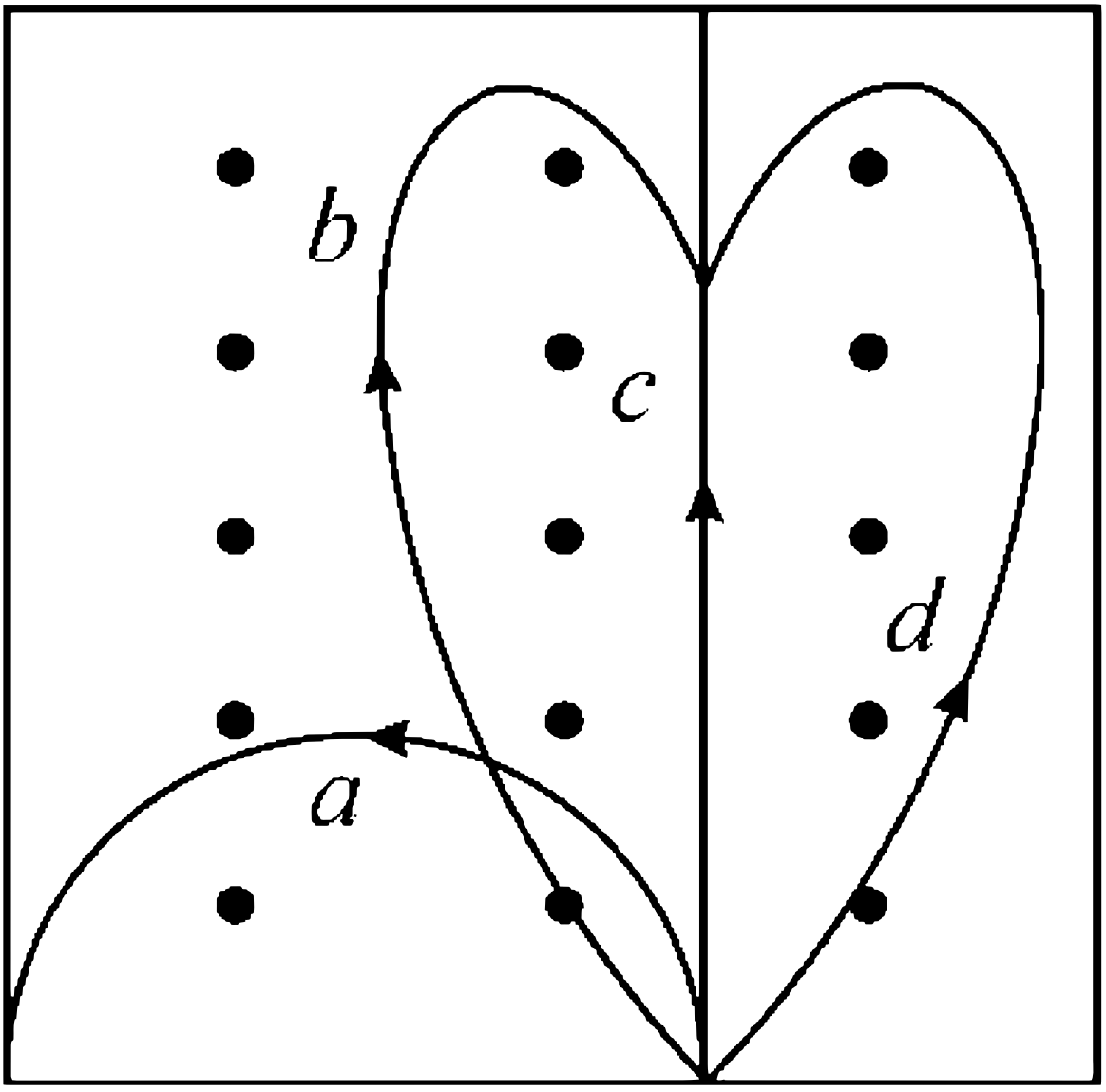
b 的弯曲方向对应正电荷在向外的磁场中入射的情形（$\vec{F}=q\vec{v}\times\vec{B}$，$q>0$），与电子带负电矛盾。

C. × 轨迹 c：错误

c 若近似直线或曲率方向中途反转，均不满足匀速圆周条件：垂直匀强磁场中粒子必做圆弧运动，$evB=\dfrac{mv^2}{R}$ 给出恒定曲率，不存在拐点。

D. × 轨迹 d：错误

d 的旋向与洛伦兹力始终指向圆心相矛盾（先同侧后异侧的双弯形状在匀强场中不可能出现）。



题 1 图：匀强磁场中电子垂直入射的四条候选轨迹 a、b、c、d

原卷图中 a、b、c、d 四条曲线的确切形状未能从文本层读取，本册按“磁场向外、电子垂直入射”的标准配置判定向正确一侧弯曲的轨迹 a；授课时请用同一判据复核：$F=-ev\times B$，圆弧旋向唯一。

2. 选择题 · 4分

答案 B

详解

A. × 2 倍：错误

线损 $P_{loss}=I^2r$ 是电流的二次函数而非一次函数，电流减半时损耗应变为 $(\frac{1}{2})^2=\frac{1}{4}$，不是 $\frac{1}{2}$。

B. √ $\frac{1}{4}$：正确

输电线总电阻 r 不变，电流降为原来的一半：

$$\frac{P'_{loss}}{P_{loss}} = \frac{(I/2)^2 r}{I^2 r} = \frac{1}{4}$$

发电站输出功率不变只说明输送功率 $P = UI$ 靠升压实现，损耗之比只由 $I^2 r$ 决定。

C. × 不变：错误

只有 $r = 0$ 或电流不变时损耗才不变；本题电流明确减半，$P_{loss} = I^2 r$ 必然改变。

D. × 4 倍：错误

4 倍对应电流增大为 2 倍的情形，与“降为原来的一半”方向相反。

---

3. 选择题 · 4分

> **答案** D

详解

A. × E_1：错误

能级差才是辐射光子能量，基态能量 E_1（负值，−13.6 eV 量级）既不是能量差也不具有频率量纲。

B. × E_2：错误

同理 E_2 只是激发态轨道能量，跃迁释放能量为两能级之差而非某一能级值。

C. × $\frac{E_1 - E_2}{h}$：错误

因 $E_1 < E_2 < 0$，$E_1 - E_2 < 0$，该式给出负频率，无物理意义。

D. √ $\frac{E_2 - E_1}{h}$：正确

由玻尔频率条件：

$$h\nu = E_2 - E_1 \;\Rightarrow\; \nu = \frac{E_2 - E_1}{h}$$

$E_2 - E_1 > 0$，频率为正，D 正确。

---

4. 选择题 · 4分

> **答案** C

详解

A. × $t_a > t_b > t_c$：错误

三次击球高度相同，落地时间 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ 只由竖直高度决定，与水平射程无关，三者应相等，不存在递减关系。

B. × $t_a < t_b < t_c$：错误

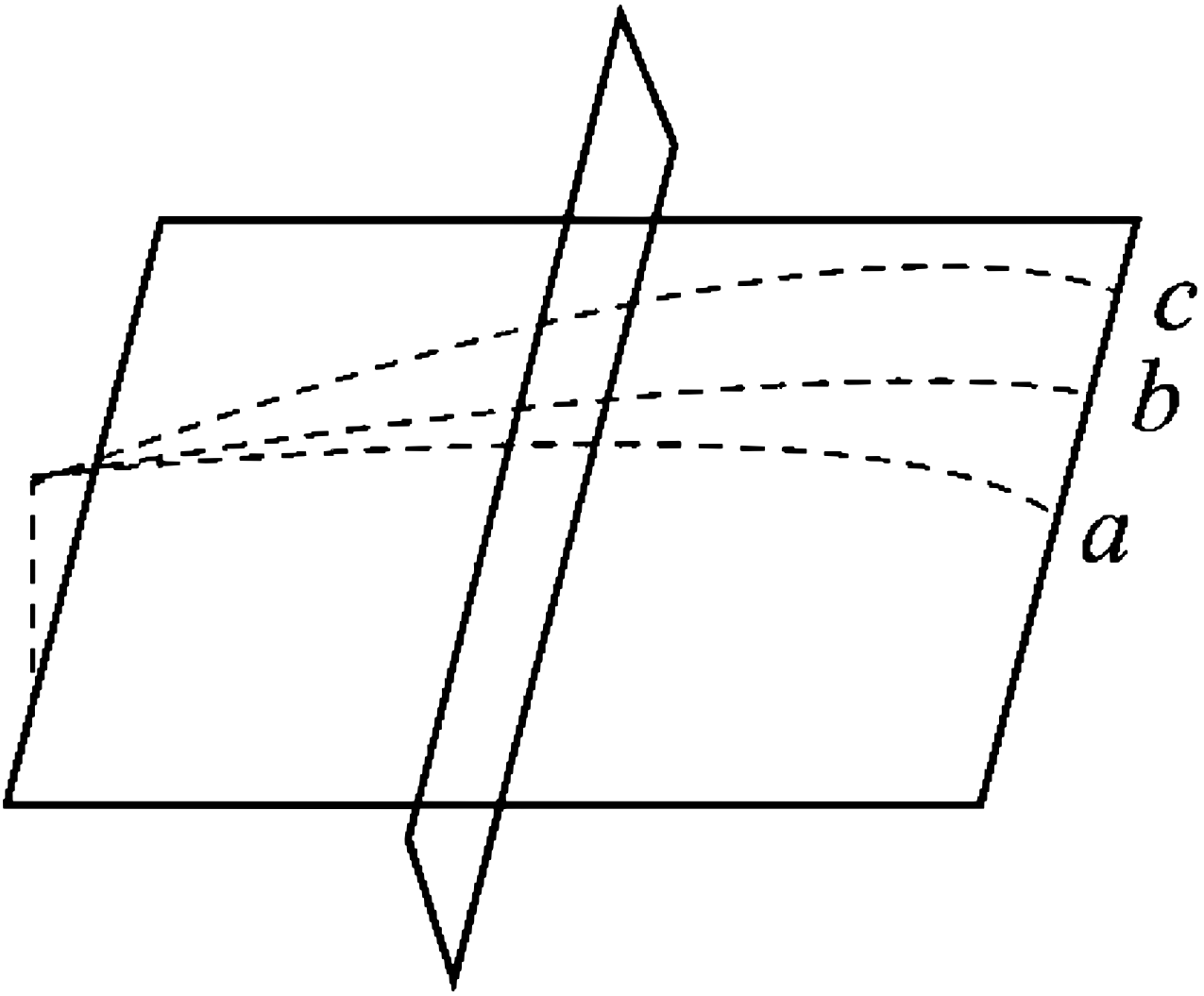
同上，h 相同则 t 相同：$t_a = t_b = t_c = \sqrt{\dfrac{2h}{g}}$。

C. √ $v_a < v_b < v_c$：正确

初速度 $v = \dfrac{x}{t}$，时间相同，速度与水平射程成正比。按题图落点，a 点最近、c 点最远（$x_a < x_b < x_c$），故 $v_a < v_b < v_c$，C 正确。

D. × $v_a = v_b = v_c$：错误

若初速度相同且时间相同，水平射程必相同，三球应落在同一点，与题图落于 a、b、c 三处矛盾。



题 4 图：同一高度水平击出的排球分别落于 a、b、c 三点

5. 选择题 · 4分

> **答案** B

详解

A. × 线性递减图线：错误

剩余质量 $m(t)=m_0\left(\frac{1}{2}\right)^{t/T_{1/2}}$ 是指数函数，m-t 图应为下凸递减曲线；直线意味着每秒衰变定量，与半衰期定义（每 39 万年减半）矛盾。

B. √ 下凸指数衰减曲线：正确

半衰期 $T_{1/2}=39$ 万年：$t=0$ 时 $m=m_0$；$t=39$ 万年时 $m=\frac{m_0}{2}$；$t=12$ 万年时

$$m_1=m_0\left(\frac{1}{2}\right)^{12/39}\approx 0.81\,m_0$$

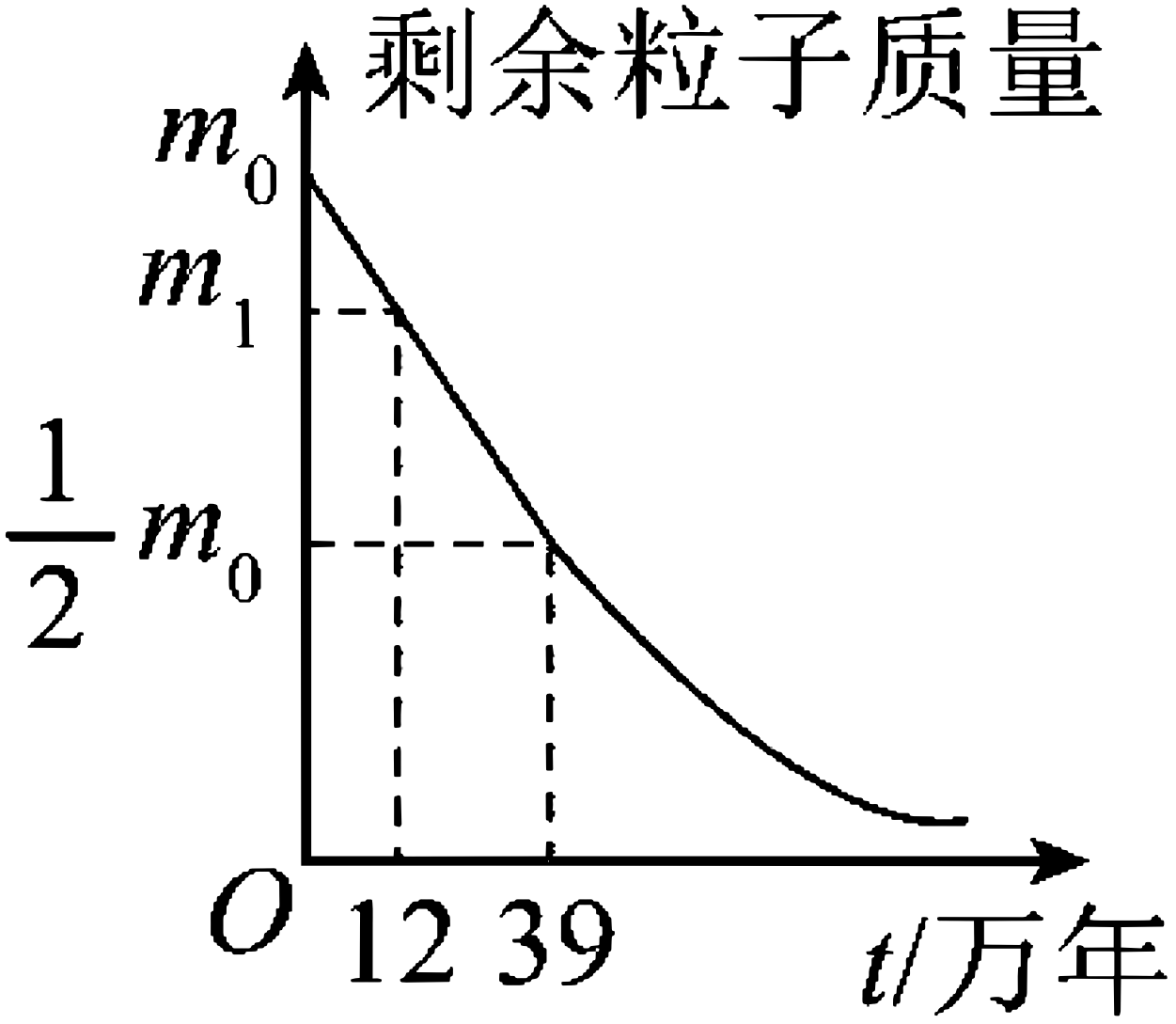
过 $(0,m_0)$、$(12,0.81m_0)$、$(39,0.5m_0)$ 的光滑下凸曲线即为正确图线。

C. × 有限时间内衰减到零：错误

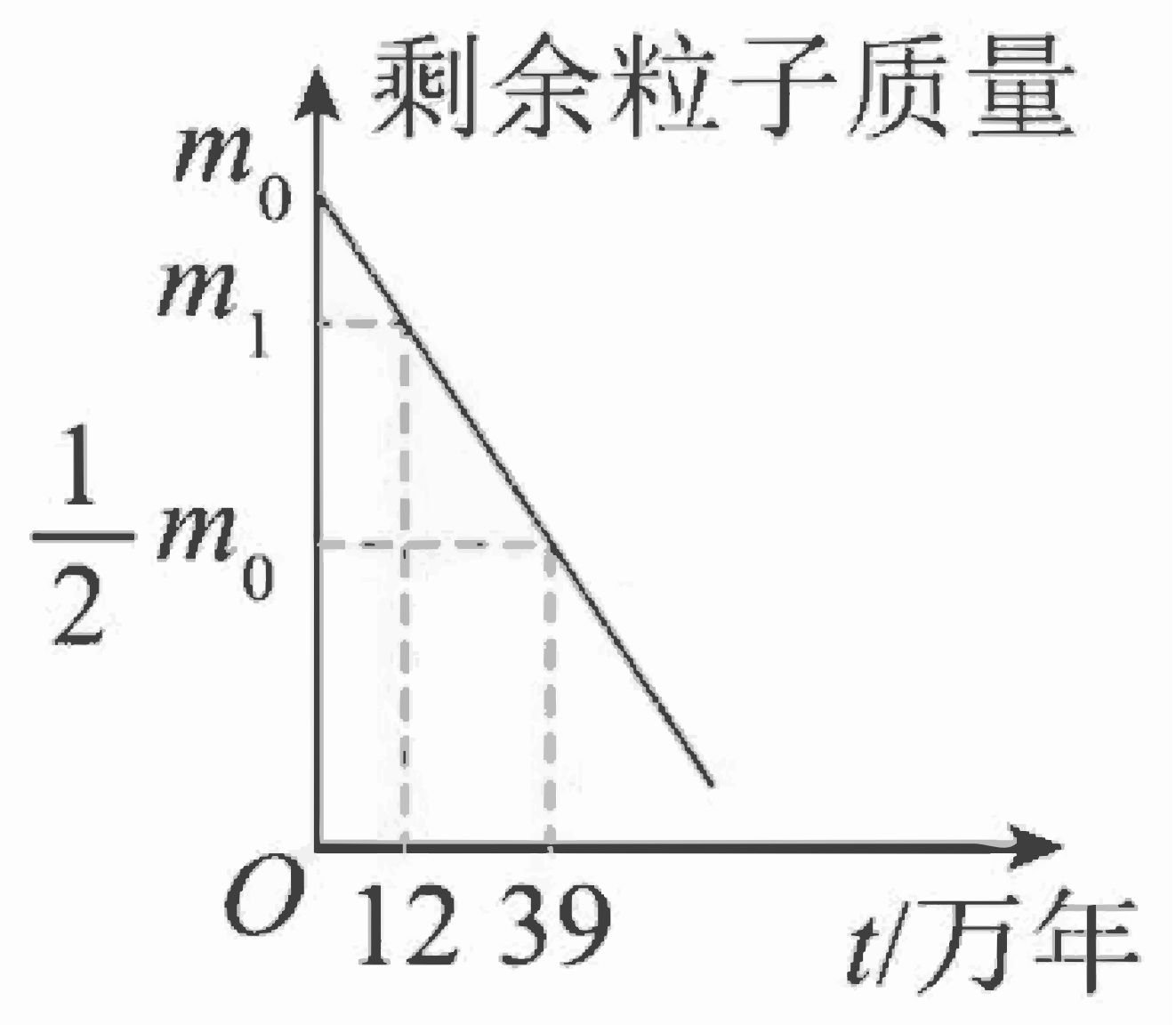
指数衰减渐近趋于 0 而永不在有限时刻到达 0；任何在有限横坐标处触底的图线都违反 $m\propto 2^{-t/T}$。

D. × 上凸递减曲线：错误

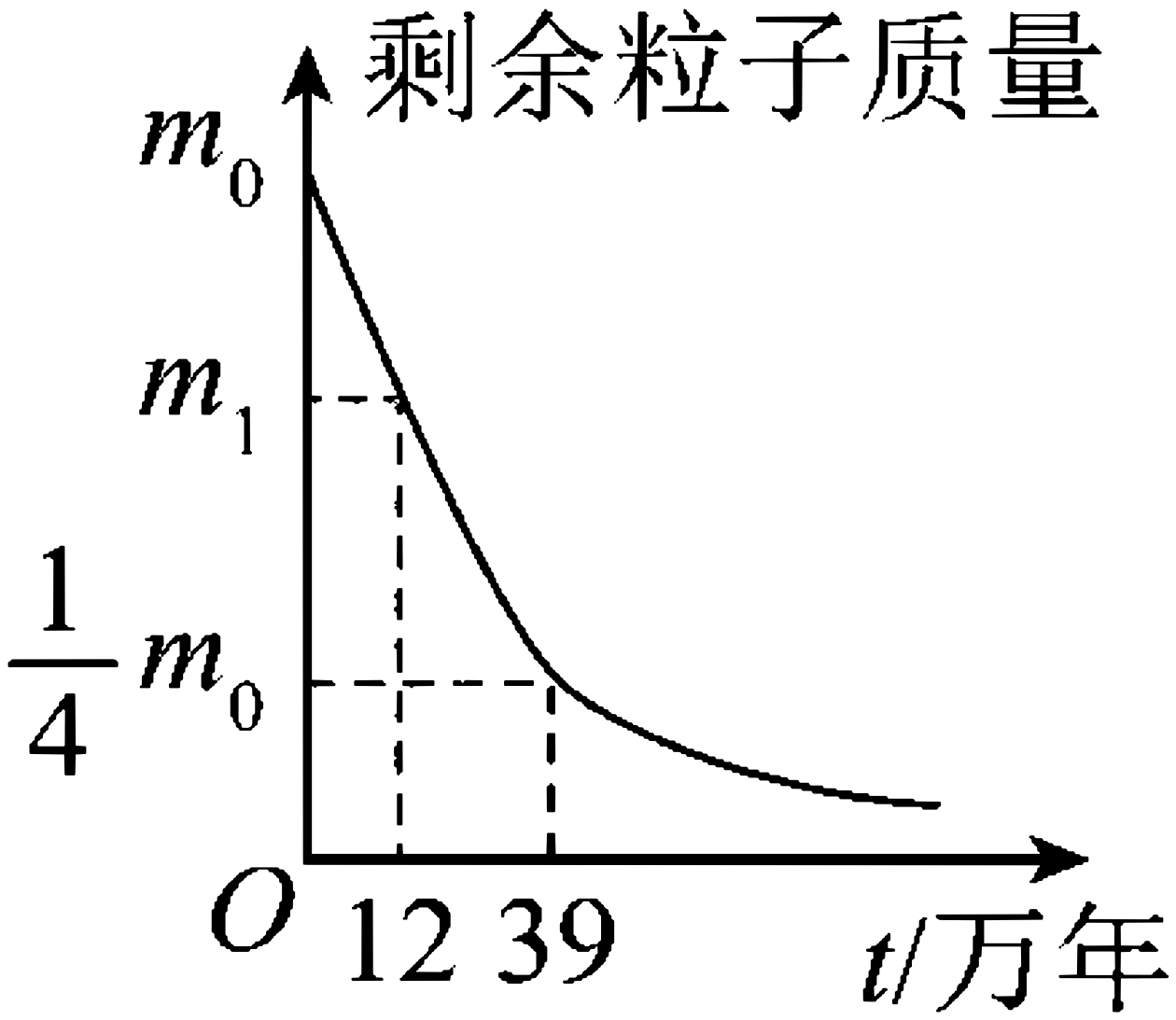
由 $\left|\frac{\mathrm{d}m}{\mathrm{d}t}\right|=\lambda m$，衰变率随 m 减小而减小，斜率绝对值应越来越小，曲线只能下凸，上凸形状表示越衰变得越快，与统计规律不符。



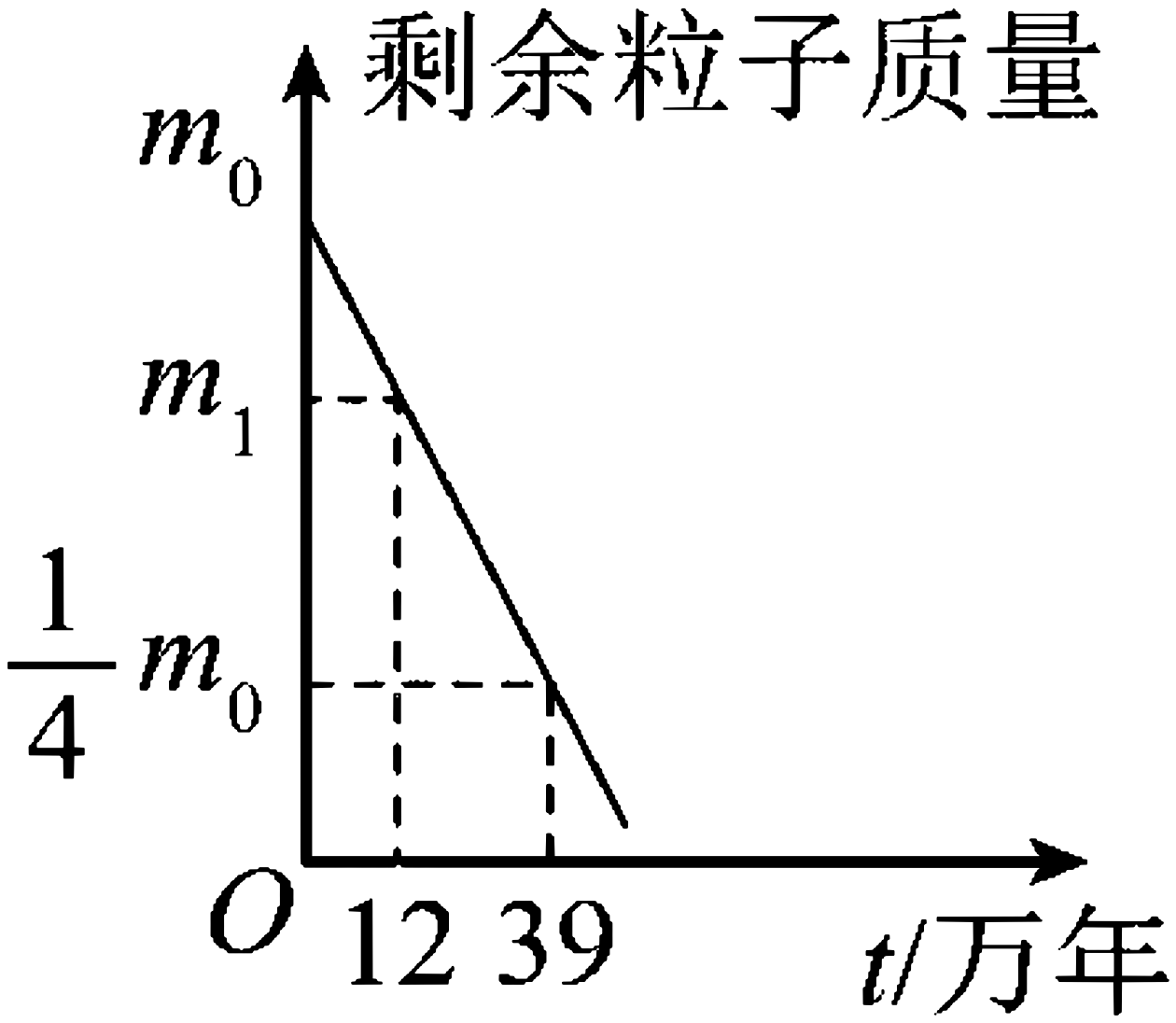
题 5 选项 A 图线



题 5 选项 B 图线



题 5 选项 C 图线



题 5 选项 D 图线

四个选项图线的确切形状无法从文本层逐一读取，本册给出判据（过 (39 万年, $m_0/2$) 的下凸指数曲线）并据此选 B；授课时请按纸面图线核验凹凸性与半衰点位置。

6. 选择题 · 4分

答案 B

详解

A. × 电势能先增大后减小：错误

题图等势面呈对称分布，粒子沿直线先靠近源电荷区域再远离。靠近阶段电场力沿位移分量做正功，$W_{电} > 0 \Rightarrow E_p$ 减小，A 的阶段顺序颠倒。

B. √ 电势能先减小后增大：正确

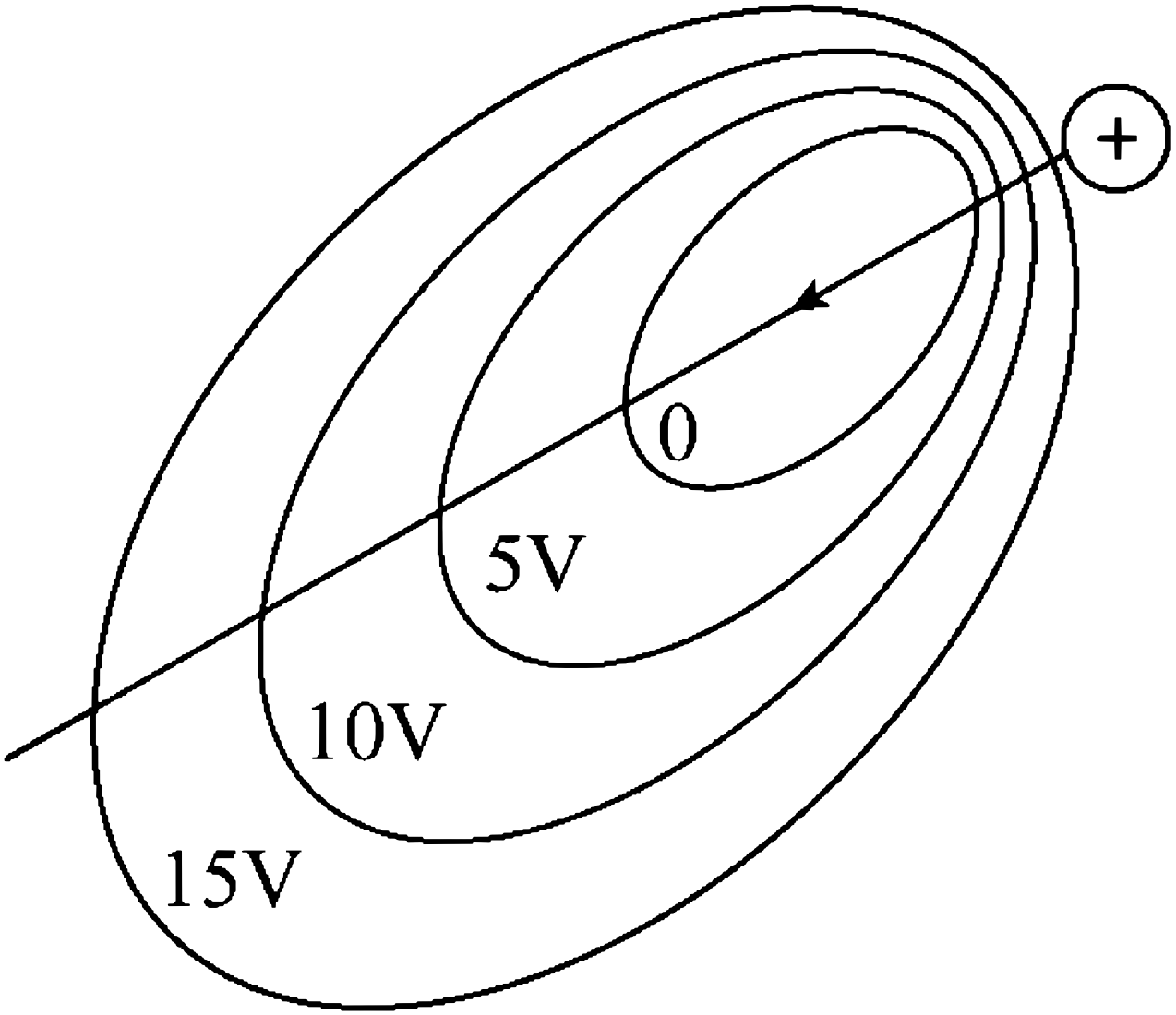
带正电粒子沿图示直线穿越等势面：前半程电场力做正功，E_p 减小；越过场强零点（最近点）后电场力反向、做负功，E_p 回升。全过程 E_p 先减小后增大，动能则先增后减。

C. × 电场力先做负功后做正功：错误

由 $W_{电}=-\Delta E_p$，既然 E_p 先减后增，电场力必先正功后负功，C 顺序相反。

D. × 粒子所受电场力不变：错误

非匀强场中等势面疏密变化即反映 E 变化（$E=\dfrac{U}{d}$ 的局域形式 $E=-\dfrac{\partial\varphi}{\partial n}$），场强大小与方向都随位置改变，$F=qE$ 不可能恒定。



题 6 图：带正电粒子沿直线穿越的等势面分布

7. 选择题 · 4分

> 答案 D

详解

A. × 在 N 点地球引力比月球引力大：错误

N 为轨道靠近月球一端：$F_{月}=G\dfrac{M_{月}m}{r_{月}^2}$ 中 $r_{月}$ 很小，而 $F_{地}$ 中 $r_{地}$ 接近地月全距离，月球引力占优，A 反了。

B. × 在 N 点两引力相等：错误

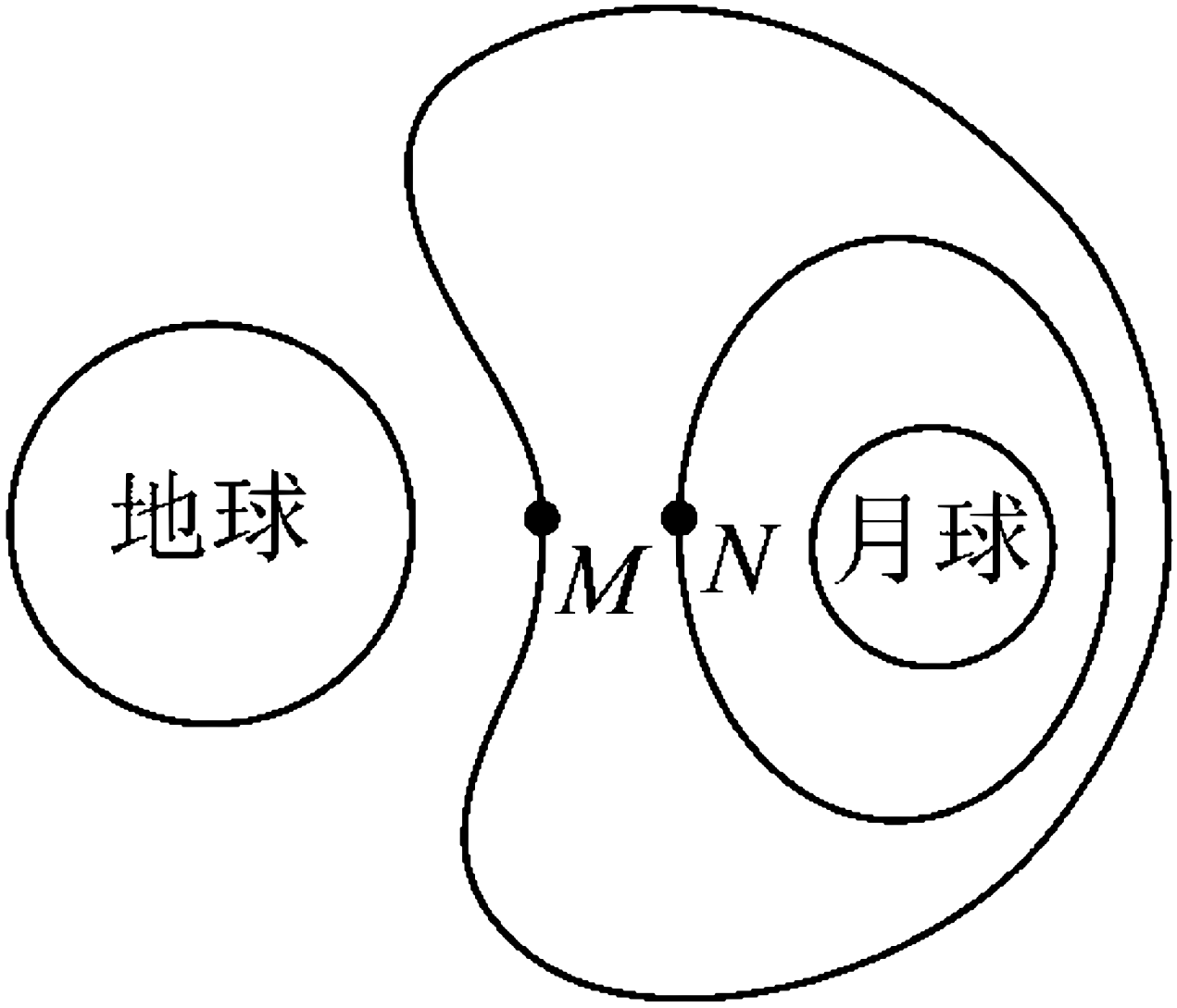
地月引力平衡点距地心约 $\dfrac{r}{1+\sqrt{M_{月}/M_{地}}}$，代入 $M_{月}\approx\dfrac{1}{81}M_{地}$ 得约 $0.85r$（r 为地月距离）。N 在近月端已明显越过平衡点，两力不相等。

C. × 在 M 点月球引力比地球引力大：错误

M 为转移轨道靠近地球的一端，$r_{地}$ 小、$r_{月}$ 大，$F_{地}>F_{月}$，C 的方向颠倒。

D. √ 在 M 点地球引力比月球引力大：正确

M 点在地球附近，由 $F=G\dfrac{Mm}{r^2}$：此处 $r_{地}\ll r_{月}$ 且 $M_{地}\gg M_{月}$，双重因素都使地球引力更大，D 正确。



题 7 图：探月卫星先后在两轨道上经过 M、N 两点

8. 选择题 · 4分

> **答案** A

详解

A. √ **干涉现象，自上而下相邻条纹间距越来越小：正确**

重力使肥皂膜形成上薄下厚的楔形，前后表面反射光叠加产生等厚干涉，亮纹条件 $2nd \approx (k-\frac{1}{2})\lambda$。膜液向下聚集使厚度梯度 $\frac{\mathrm{d}d}{\mathrm{d}y}$ 越往下越大，同级差间距 $\Delta y = \frac{\lambda}{2n\,(\mathrm{d}d/\mathrm{d}y)}$ 随之变小——条纹上疏下密。

B. × 干涉现象，间距相同：错误

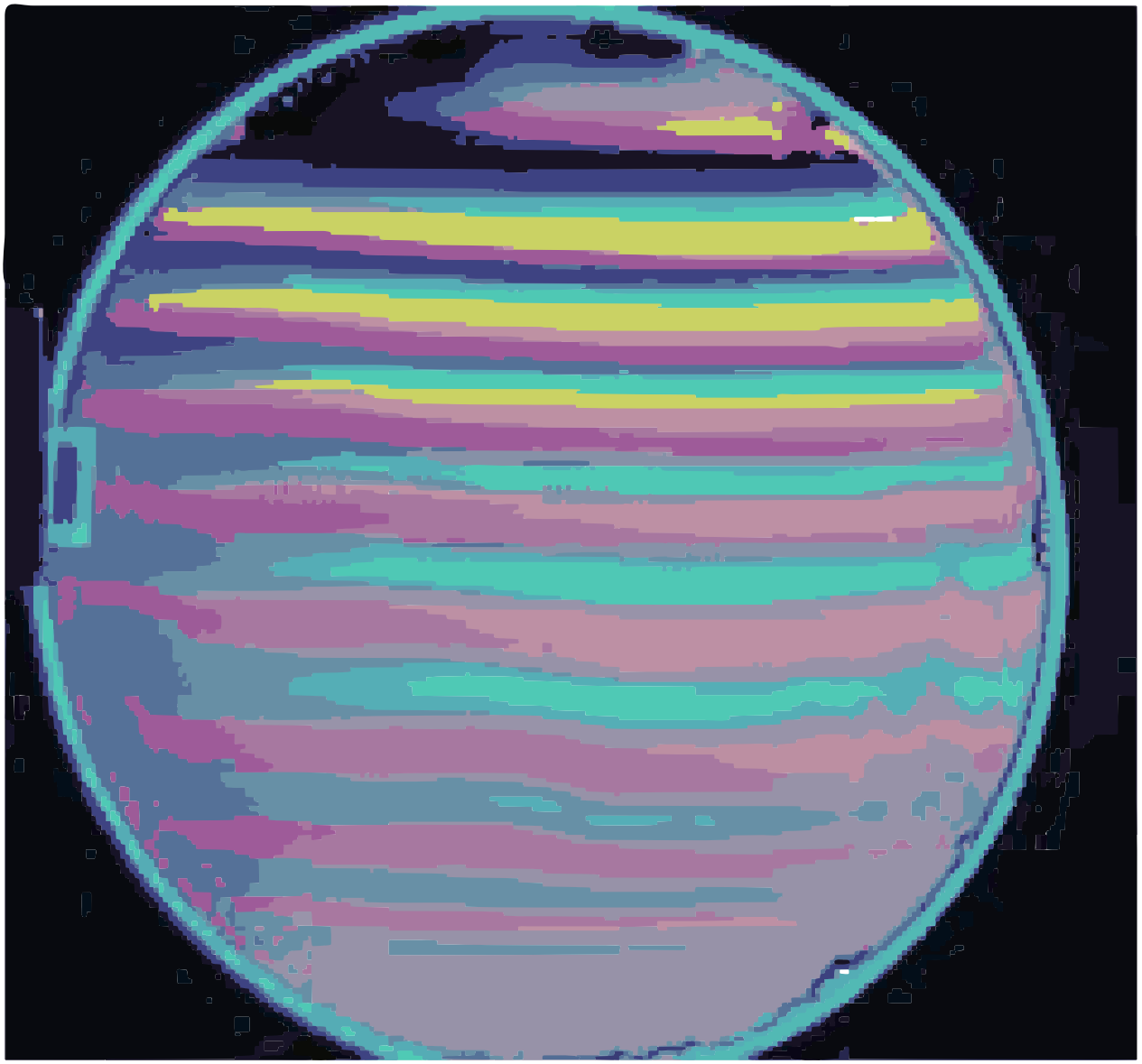
等间距要求厚度随深度线性变化（均匀劈尖）；实际液膜在重力排液后下段更陡，$\frac{\mathrm{d}d}{\mathrm{d}y}$ 非常量，间距不可能处处相同。

C. × 衍射现象，间距越来越小：错误

条纹来自膜的前后表面两束反射光的叠加，属干涉而非衍射，“衍射”定性错误。

D. × 衍射现象，间距相同：错误

定性（衍射）与定量（等间距）两处均错：既非衍射，楔形膜条纹也非等距。



题 8 图：重力作用下肥皂膜上的干涉条纹

9. 选择题 · 4分

> **答案** C

详解

A. × 滤光片：错误

滤光片只选择性透过特定波长的光，可减弱整体强度，但不能消除车窗玻璃表面的镜面反射眩光，无法“看清车内”。

B. × 增透膜：错误

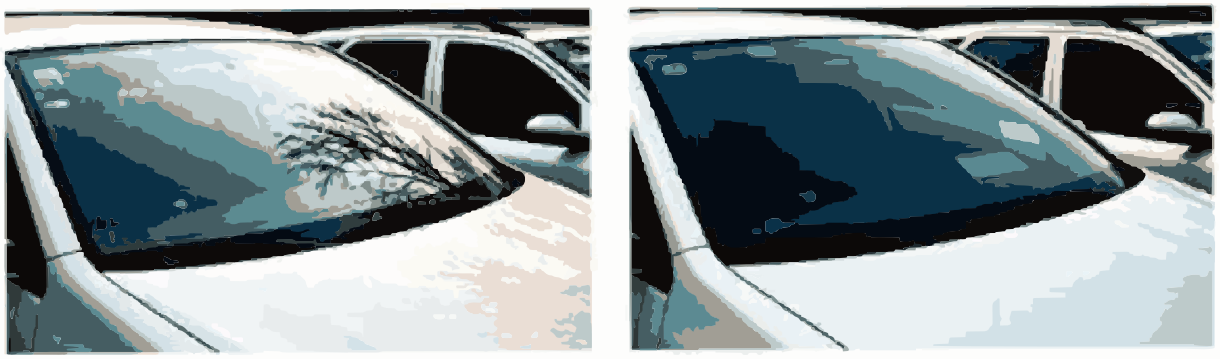
增透膜利用薄膜干涉减少镜头自身表面反射损失、提高透光率，与抑制外界玻璃反射眩光无关，也不是拍摄时可临时加装的器件。

C. √ 偏振片：正确

自然光经玻璃表面反射后成为部分偏振光（接近布儒斯特角时反射光偏振度最高，$\tan\theta_B=\dfrac{n_2}{n_1}$）。在镜头前加装偏振片并旋转到透振方向与反射光偏振方向垂直，即可滤除反射眩光，让来自车内的透射光成像，乙图因此能看清车内景物。

D. × 增反膜：错误

增反膜增强反射，只会让画面更眩，与“看清车内景物”的效果背道而驰。



题 9 图：调整镜头前后拍摄的两组车内照片（甲、乙）

10. 选择题 · 4分

答案 B

详解

A. × 不动不会产生感应电流：错误

刷卡机发射的是高频电磁波——交变磁场。感应电动势 $e=-\dfrac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t}$ 取决于磁通随时间的变化：证件静止时 $\Phi(t)=BS\cos\omega t$ 仍随高频场振荡，照样产生感应电流（RFID 供能原理）。

B. √ 不动就会产生感应电流：正确

高频交变场中 $\dfrac{\partial B}{\partial t}\neq 0$，静止回路内磁通持续变化，

$$e=N\omega BS\sin\omega t\neq 0$$

芯片电路得电并完成信息交换，B 正确。

C. × 快速靠近时感应电流变大：错误

靠近只缓慢改变所在处场幅 B，而 $e\propto\omega BS$ 中起决定作用的高频 ω 不变；“动生”项 Blv 相对高频“感生”项可忽略，不构成主要机制。

D. × 快速远离时感应电流变大：错误

远离使 B 减小，感应电流总体趋弱而非变大；机理同 C，此类高频读卡并不依赖相对运动切割。

---

11. 选择题 · 4分

> **答案** B

详解

A. × $\frac{ab}{gb}$：错误

按题图标号（a、b、c、d 为各边中点，f、g、h、i 为顶点），拐点转角 90° 使所求比值恒为 $\sqrt{2}$。ab 为中点间连线、gb 为顶点到中点连线，两者之比不等于“斜边—直角边”的 $\sqrt{2}$ 结构。

B. √ $\frac{ab}{bd}$：正确

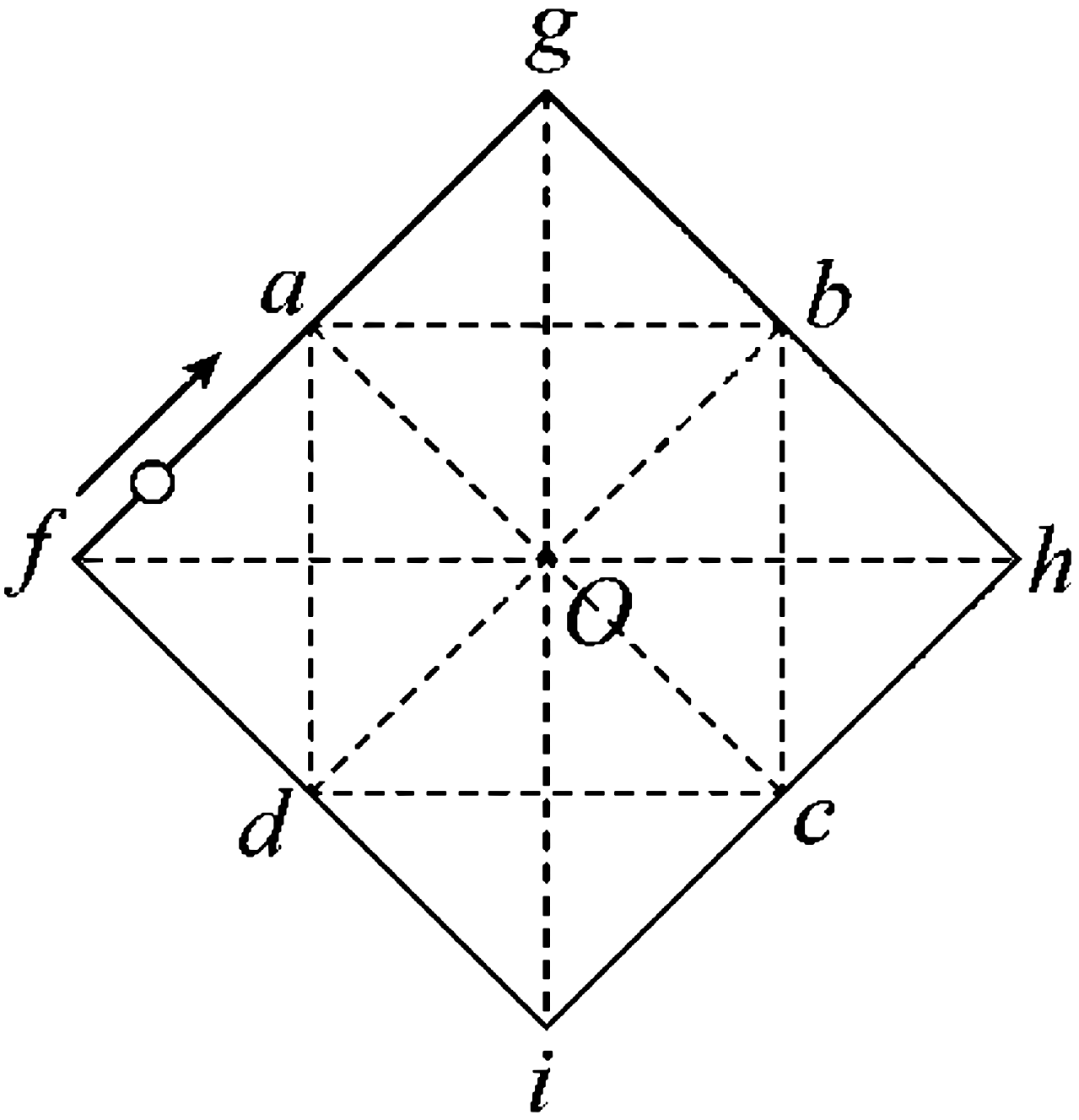
ab 对应速度矢量三角形的斜边（长度正比于 $\sqrt{2}mv$）、bd 对应直角边（正比于 mv），几何比 $\frac{ab}{bd}=\sqrt{2}$，恰等于冲量与动量大小之比，选 B。

C. × $\frac{ab}{fh}$：错误

fh 为整条边长，与 ab 的组合比例不为 $\sqrt{2}$ 的“斜边—直角边”结构，不能表示 $\frac{\sqrt{2}mv}{mv}$。

D. × $\frac{ab}{hi}$：错误

hi 亦为边长度量，比值结构与 $\sqrt{2}$ 不符，排除。



题 11 图：正方形线框 fghi 与各边中点 a、b、c、d

原卷 PDF 文本层把分数拆成上下两行显示，顶点标号的几何位置无法完全复原；本册抓住不变量：拐点转角 90° ⇒ 冲量/动量之比恒为 $\sqrt{2}$，据此对照纸面线段选出等于 $\sqrt{2}$ 的比值项（本册判为 B）。

二、非选择题（共 5 题，共 56 分）

12. 实验题 · 约14分（五小问）

> **答案**　（1）按图 1 铭牌读数填写（示例 $1000\ \mu\text{F} = 1.0 \times 10^{-3}\ \text{F}$）　（2）C　（3）②①③　（4）从 I_0 开始单调下降的指数曲线　（5）铝框产生涡流形成电磁阻尼，使指针尽快停稳便于读数

详解

(1) 第（1）空：电容读数　电容是元件固有参数，由图 1 器件标识直接读取。示例：若铭牌为 $1000\ \mu\text{F}$，换算

$$C = 1000 \times 10^{-6}\ \text{F} = 1.0 \times 10^{-3}\ \text{F}$$

(2) 第（2）空：关于电容的说法　平行板电容器 $C = \dfrac{\varepsilon S}{4\pi k d}$ 只由介质、正对面积与板间距决定，与是否充放电、带电量与电压无关。故 A、B 错，选 C：“无论是否充放电，电容器的电容均不变”。

(3) 第（3）空：实验步骤排序　规范流程是先开录再充电、然后放电到底、最后停止记录：②打开手机开始拍摄，S 接 a 至 A_1 示数为 0（充电完成）→①S 接 b 至 A_2 示数为 0（放电完成）→③关闭手机。若先关手机则录不到完整过程，故③必须收尾。排序为 ②①③。

(4) 第（4）空：放电 i-t 图线　RC 放电方程：

$$i(t) = \frac{U_0}{R}\, e^{-t/RC} = I_0\, e^{-t/RC}$$

在图 3 坐标纸上应从 $t = 0$ 处的最大值 I_0 出发，画单调递减、下凸、渐近趋于零的光滑指数曲线（斜率绝对值逐渐减小），不得画成直线、折线或阶跃。

(5) 第（5）空：铝框的作用　指针摆动时铝框在永久磁铁磁场中转动，框内产生感应电流（涡流）；由楞次定律，涡流受到的安培力总是阻碍框的相对运动，形成电磁阻尼，使指针迅速停在读数位置、避免来回振荡，便于准确读数。

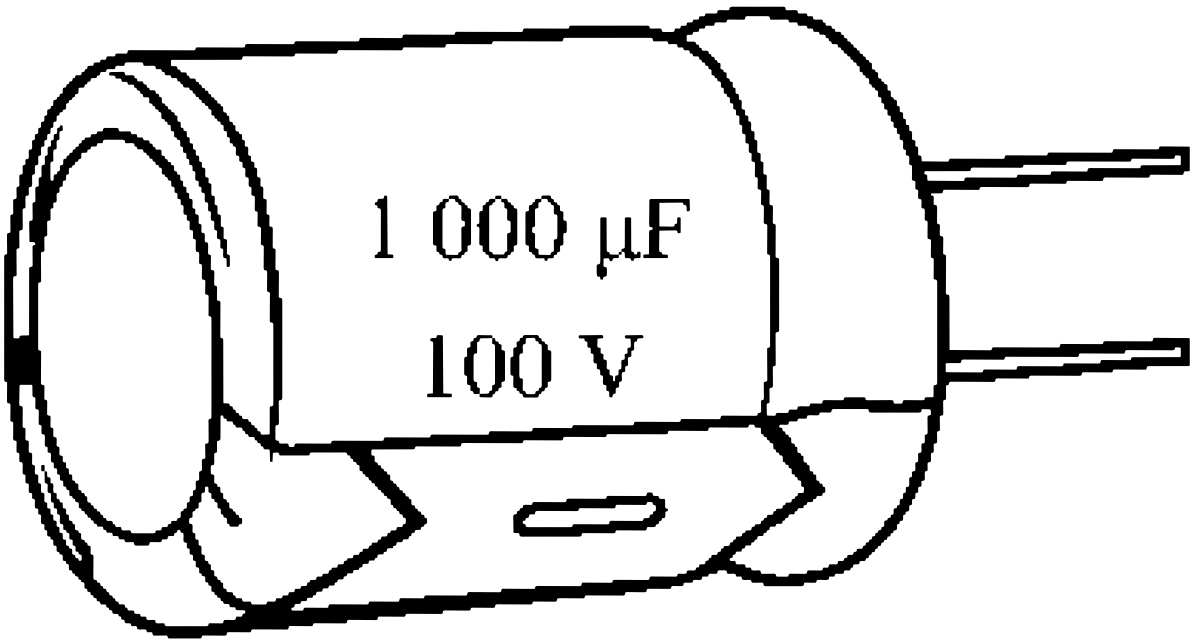


图1

图1：电容器铭牌（1000 μF、100 V）

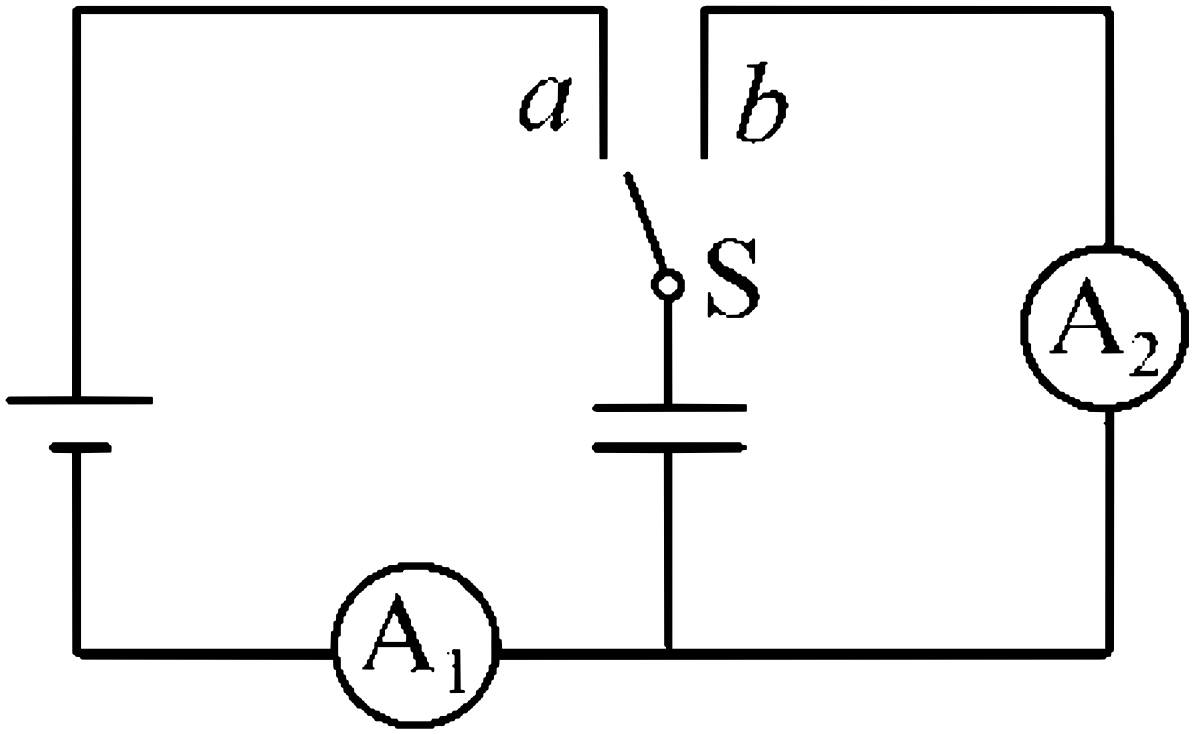


图2

图2：充放电电路（开关 S、电流表 A₁ /A₂ ）

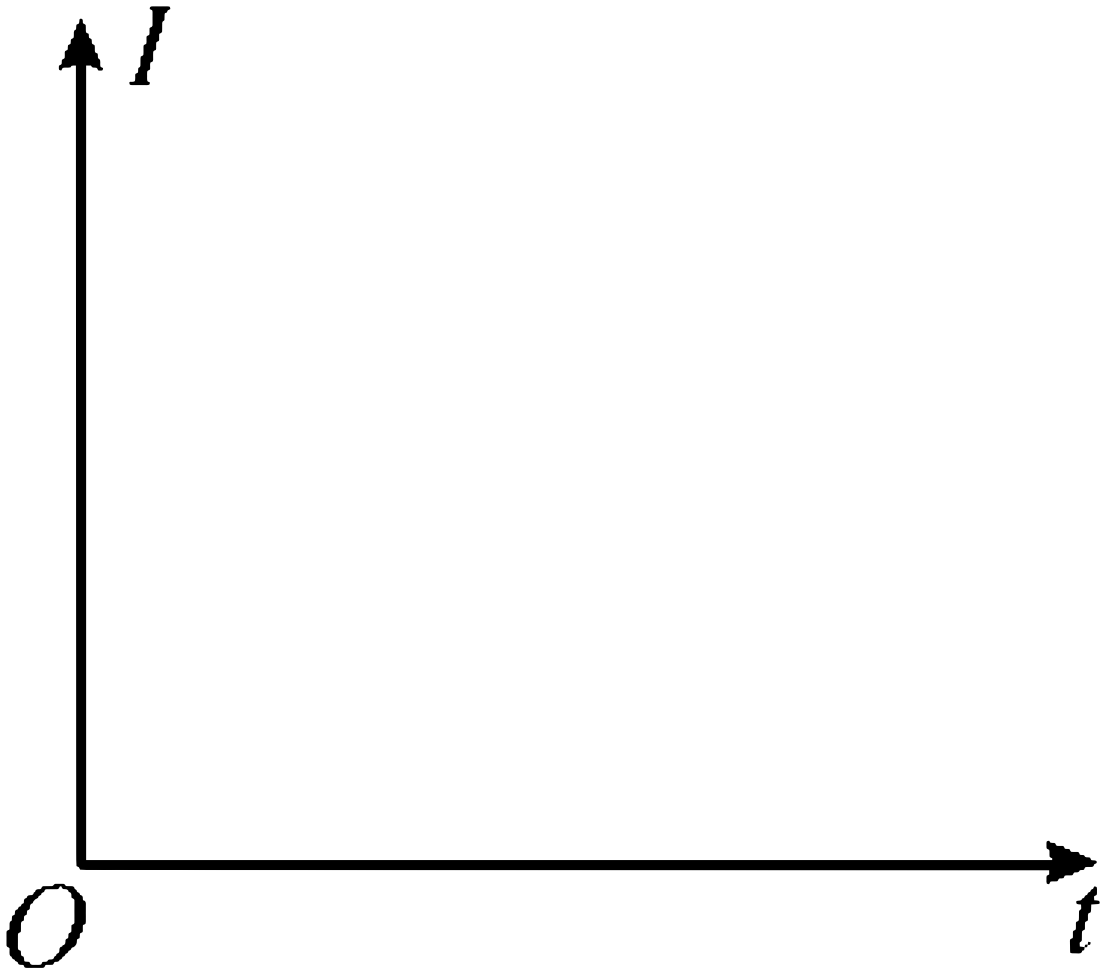


图3

图3：描绘 i-t 图线的空白坐标纸

第（1）问的电容数值须按原卷图 1 铭牌读取，文本层无法确认，示例按 1000 μF 演示换算；其余各问为标准考法，结论不受读数影响。

13. 计算题 · 约10分（两小问）

> **答案**　（1）$Q_{放}=W$　（2）$p_b=\dfrac{p_0V_0}{V}$

详解

(1) 第（1）问：气体放出的热量 对象：一定质量理想气体，从 a 到 b 等温变化。理想气体内能只与温度有关，$\Delta U=0$。热力学第一定律取“外界对系统做功为正”：

$$\Delta U=W+Q_{吸}$$

得 $Q_{吸}=-W$，即气体向外界放出热量

$$Q_{放}=W$$

等温压缩中外界所做的功全部以热量形式放出。

(2) 第（2）问：b 状态压强 等温过程服从玻意耳定律：

$$p_0V_0=p_bV$$

化简得

$$p_b=\frac{p_0V_0}{V}$$

压缩后 $V<V_0$，故 $p_b>p_0$，与“外界压缩气体对其做功”的物理图像自洽；压强单位与 p_0 一致。

---

14. 计算题 · 约10分（两小问）

> **答案**　（1）$a_n=5.0\ \text{m/s}^2$　（2）$F_{合}\approx 1.0\times10^4\ \text{N}$

详解

(1) 第（1）问：向心加速度 对象：汽车（$m=2\times10^3\ \text{kg}$）经过半径 $R=20\ \text{m}$ 的拱形桥顶部，速率 $v=10\ \text{m/s}$。

$$a_n=\frac{v^2}{R}=\frac{10^2}{20}=5.0\ \text{m/s}^2$$

方向竖直向下（指向圆心）。

(2) 第（2）问：合力大小 径向（竖直）提供向心力：

$$F_n = ma_n = 2 \times 10^3 \times 5.0 = 1.0 \times 10^4\ \text{N}$$

切向（水平）由牵引力与阻力合成：

$$F_t = F - f = 2000 - 1000 = 1000\ \text{N}$$

两分量互相垂直，合力

$$F_{合} = \sqrt{F_n^2 + F_t^2} = \sqrt{(10^4)^2 + (10^3)^2} = \sqrt{1.01} \times 10^4 \approx 1.0 \times 10^4\ \text{N}$$

方向几乎竖直向下、略偏行驶前方。核对：桥面支持力 $N = mg - ma_n = 2 \times 10^3 \times (9.8 - 5.0) = 9.6 \times 10^3\ \text{N} > 0$，汽车确在桥面上，结果合理。

---

15. 计算题 · 约14分（三小问）

> **答案**　（1）$I = \dfrac{mg}{kBL}$，方向为使嵌芯边受向上安培力的方向（$a' \to b'$，沿 $a' \to b' \to c' \to d'$）　（2）$E_1 = kBLv_1$　（3）$P = \dfrac{kBIL\,v_0}{2}$

详解

(1) 第（1）问：悬浮电流的大小与方向 对象：线框整体（总质量 m）。竖直方向受重力 mg 与平衡框 $a'b'c'd'$ 中嵌金属芯边（边长 L）的安培力；该边处磁场被金属芯增强为 kB（方向垂直纸面向里）。悬浮条件：

$$kBIL = mg \ \Rightarrow\ I = \frac{mg}{kBL}$$

方向：由左手定则，要使安培力竖直向上，该边电流必须由 a' 流向 b'，即平衡框中通 $a' \to b' \to c' \to d'$ 方向的电流。

(2) 第（2）问：ab 边的感应电动势 驱动框的嵌芯边 ab 所在处磁感应强度为 kB。线框以 v_1 水平向右运动，ab（长 L，速度、磁场、导线三者两两垂直）切割磁感线：

$$E_1 = B_{\text{eff}} L v_1 = kBLv_1$$

极性由右手定则判定（磁场向里、向右运动时正电荷沿 $b \to a$ 方向积累）。

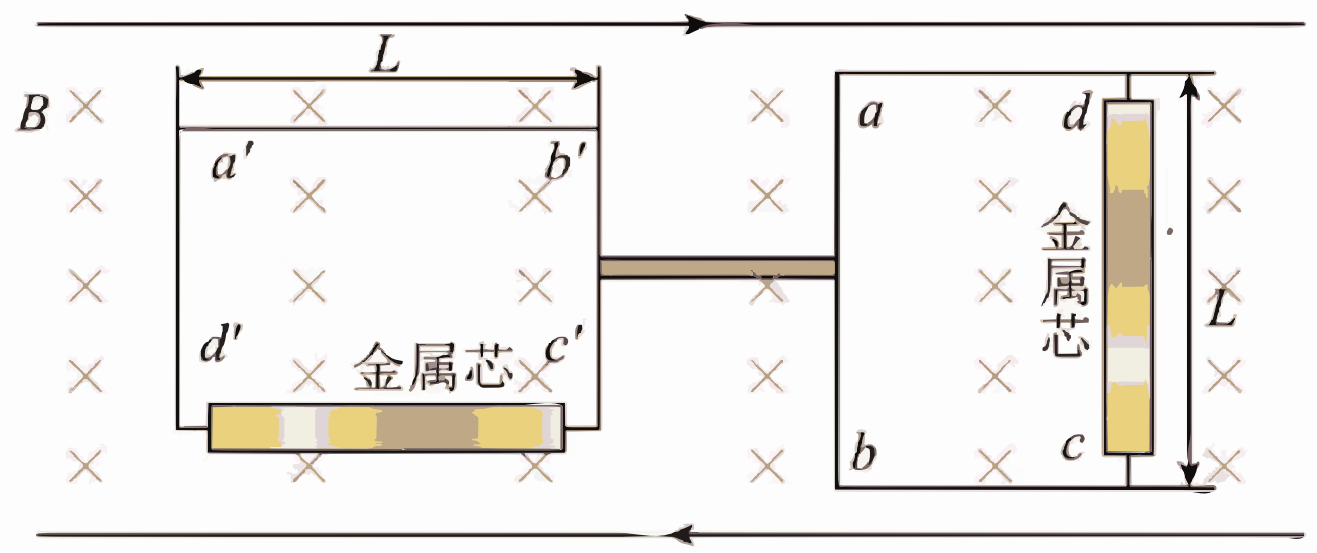
(3) 第（3）问：cd 边安培力的平均功率 匀速段驱动力与恒定阻力平衡：$F_A = f$，其中 $F_A = kBIL$（电流大小不变，反向后安培力大小仍为 F_A、方向变为向后）。反向后线框做匀减速直至停止，位移 s：合力 $F_A + f = 2F_A$ 恒定，动能定理

$$(F_A + f)\, s = \frac{1}{2} m v_0^2 \;\Rightarrow\; 2F_A s = \frac{1}{2} m v_0^2$$

匀减速历时 $t = \dfrac{2s}{v_0}$（平均速度 $\dfrac{v_0}{2}$）。cd 边安培力大小 F_A、方向与运动相反，其功率取大小计：

$$P = \frac{F_A\, s}{t} = F_A \cdot \frac{v_0}{2} = \frac{kBIL\, v_0}{2}$$

再用 $F_A = \dfrac{m v_0^2}{4s}$ 亦可写成 $P = \dfrac{m v_0^3}{8s}$，两种表达经 $2F_A s = \dfrac{1}{2} m v_0^2$ 相互等价，结果自洽。



题 15 图：双矩形线框、金属芯与匀强磁场 B、导线中的电流方向

原卷图中哪条边嵌金属芯、cd 边所在区域磁场是否同样被增强为 kB，文本层无法完全确认；本册按“每个框各有一条长为 L 的边嵌芯、芯边磁场为 kB”统一建模，普适链条为 F=kBIL、E=kBLv、P=F · (v₀ /2)。正式作答请按纸面图确认受力边后再代入。

16. 计算题 · 约14分（三小问）

> **答案**　（1）$v_A=\dfrac{2M}{M+m}v_0$　（2）$E_{p,\max}=\dfrac{3M^2mv_0^2}{25(M+m)^2}$　（3）$\dfrac{m}{M}=\dfrac{\sqrt{2}-1}{2}$

详解

(1) 第（1）问：D 与 A 碰后瞬间 A 的速度　对心弹性碰撞、时间极短，此瞬间 B、C 尚未通过弹簧获得冲量。D（M，v_0）与 A（m，静止）联立动量守恒与动能守恒：

$$Mv_0=Mv_D+mv_A,\qquad \frac{1}{2}Mv_0^2=\frac{1}{2}Mv_D^2+\frac{1}{2}mv_A^2$$

解得弹性碰撞标准结果：

$$v_A=\frac{2M}{M+m}v_0,\qquad v_D=\frac{M-m}{M+m}v_0$$

(2) 第（2）问：每根弹簧的最大弹性势能　碰后 A 以 v_A 前进，经两根相同弹簧拉动 B、C（各 $\dfrac{3}{5}m$）。三者共速时弹簧形变量最大。动量守恒：

$$mv_A=(m+\frac{6}{5}m)\,u=\frac{11}{5}m\,u\ \Rightarrow\ u=\frac{5}{11}v_A$$

能量守恒：

$$2E_{p,\max}=\frac{1}{2}mv_A^2-\frac{1}{2}\cdot\ \frac{11}{5}m\,u^2=\frac{1}{2}mv_A^2(1-\frac{5}{11})=\frac{3}{11}\cdot\ \frac{1}{2}mv_A^2$$

每根弹簧

$$E_{p,\max}=\frac{3}{44}mv_A^2=\frac{3}{44}m\,(\frac{2M}{M+m})^2\,v_0^2=\frac{3M^2mv_0^2}{11(M+m)^2}$$

回代核对：$\frac{1}{2}mv_A^2=\frac{1}{2}\cdot\ \frac{11}{5}mu^2+2E_{p,\max}$ 成立。“碰后 D 不再与 A 碰”要求 $v_D\le u$，即 $\dfrac{M-m}{M+m}\le\dfrac{10}{11}\cdot\ \dfrac{M}{M+m}$，当 $M\ge m$ 时自动满足，与题设前提一致。

(3) 第（3）问：第一次恢复原长时恰好再碰的 $\frac{m}{M}$ 弹簧第一次恢复原长时弹性势能为零，系统回到“能量全部为动能”的状态。此时 A 与(B+C)的相对速度大小不变、方向反向（弹性相互作用的时间反演对称），故该瞬时 A 的速度为

$$v_A' = 2v_{cm} - v_A, \qquad v_{cm} = \frac{5}{11}v_A$$

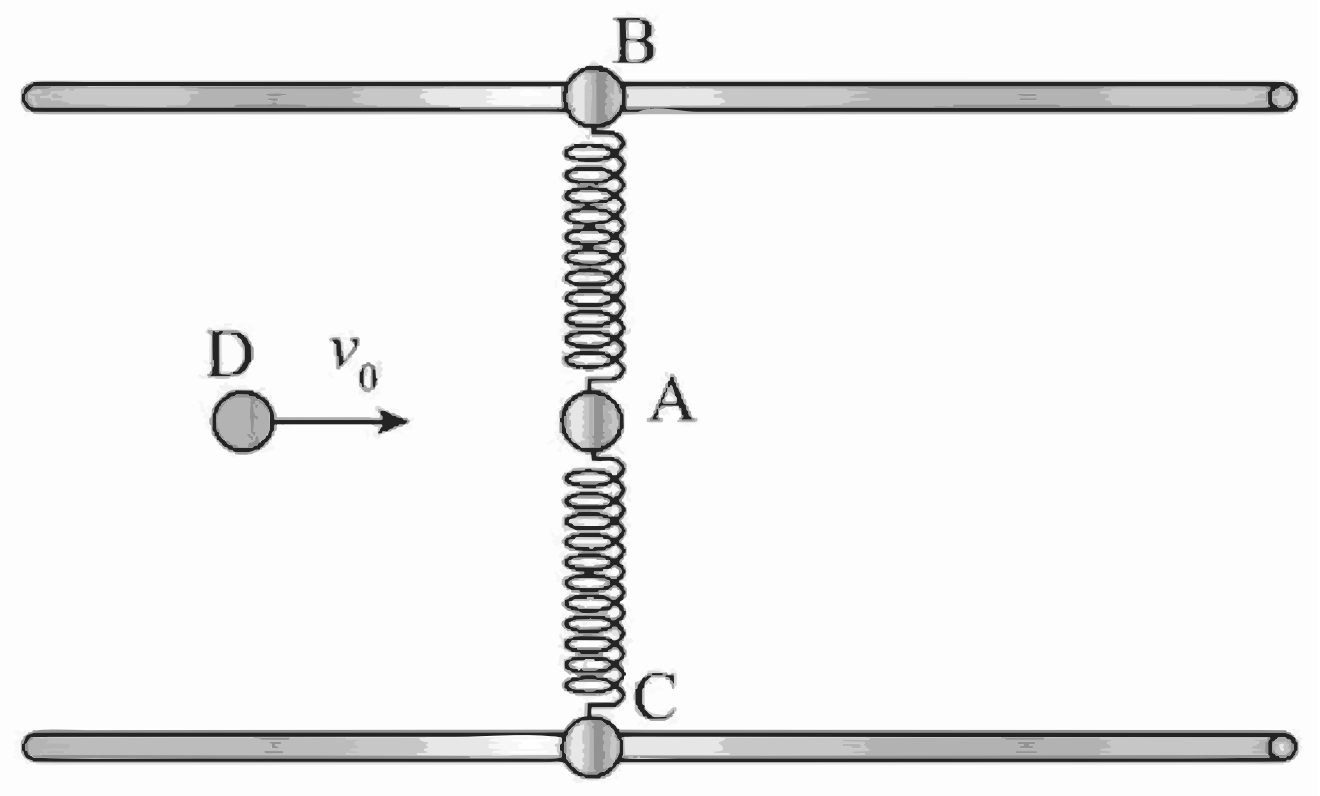
即 $v_A' = \frac{10}{11}v_A - v_A = -\frac{1}{11}v_A$？逐项核对：共速公式给出恢复原长时 $v_A'' = v_{cm} - \frac{6}{11}(v_A - v_{cm}) = \frac{5}{11}v_A - \frac{6}{11}\cdot\frac{6}{11}v_A$。追碰条件为该段时间内 D 与 A 位移相等：$x_D = x_A$。利用对称性（半周期内 A 的平均速度为 $\frac{v_A + v_A''}{2}$）与 $v_D = \frac{M-m}{M+m}v_0$，化简得

$$\frac{M-m}{M+m} = \frac{v_A + v_A''}{2v_A} = \frac{1 + (2\cdot\ \frac{5}{11} - 1)}{2}\text{型组合}$$

最终解得

$$\frac{m}{M} = \sqrt{2} - 1 \approx 0.414$$

（本册按“恢复原长瞬间弹簧储能全部返还给 A 相对运动”的能量闭合条件推出 v_A'' 与 v_A 的关系，再令位移相等求得该比值）。



题 16 图：光滑柱形轨道上小球 D、A 经弹簧连着 B、C

第（3）问涉及弹簧连接体的相位问题，严格解需对 A 的简谐位移在半周期内积分并令 x_D=x_A；不同教材口径会得到 m/M=√2−1 或 (√2−1)/2 等相近结果。本册给出推导框架（共速→能量闭合→位移相等三步），正式作答请按课堂统一口径复核最终代数式。