逐光知理 · 高考物理参考答案与详解

2026年上海市普通高中学业水平等级性考试物理

参考答案与详解（本站独立编撰）

共 21 题 · 满分 100 分 · 六个主题板块：空间科技 15 分 / 光刻技术 18 分 / 电吉他 13 分 / 点火装置 13 分 / 跳跃松鼠 20 分 / 电磁测速 21 分 · g 取 9.8 m/s²

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，与原卷外部任何答案文本相互独立，未参考任何现有答案文档，仅供教学教研使用。原卷个别试题的配图（电路图、i-t 图、Φ-t 图、气体图线选项、v-x 图等）在文本提取层无法完整还原，涉及读数的口径已在对应题目 tip 中如实标注。

答案速查

1 **B**	3 **C**	5 **A**	6 **AD**	9 **B**	10 **B**
12 **ABCD**	17 **C**				

题号	主考点	答案摘要
2	质能方程与质量亏损	$\Delta E=(M_1-M_2)c^2$
4	万有引力提供向心力与环绕天体动能	$E_k=\dfrac{GMm}{2r}$
7	平行板电容器场强与带电粒子在电场中的偏转	（1）$E=\dfrac{U}{d}$ （2）F （3）$E_{p1}>E_{p2}$；电势高低按粒子电性判定（见解析）
8	光子能量与德布罗意波长	（1）$E=\dfrac{hc}{\lambda}$ （2）$v_{\min}=\dfrac{h}{m\lambda}$
11	磁通量图像读数与交变感应电动势最大值	（1）$T_0=4t_0$，Φ_m 由图像纵轴读出 （2）$E_m=\dfrac{1000\pi\Phi_m}{T_0}=\dfrac{250\pi\Phi_m}{t_0}$
13	折射定律、全反射临界角与圆筒几何	$d=R\left(1-\sqrt{1-\dfrac{\sin^2\theta}{n^2}}\right)$，其中 $\sin C=\dfrac{1}{n}$（内壁全反射临界角）
14	平抛运动的临界最小初速度	$v_{\min}=L\sqrt{\dfrac{g}{2h}}$
15	斜向匀加速直线运动与斜面上受力分析	（1）$a=1.0\ \mathrm{m/s^2}$，沿树枝向上 （2）树枝对松鼠的作用力大小约 3.2 N，与树枝夹角约 27° 指向支撑侧
16	动能定理求阻力功与动量定理论证落地安全	（1）$W_f=\dfrac{1}{2}mv_2^2-mgh$（读数 v_2 后代入） （2）$\bar{F}=\dfrac{mv_2}{\Delta t}+mg$ 与 $15mg$ 比较后论证
18	齿轮脉冲周期与车轮线速度（同轴转动）	$v=\dfrac{\pi D}{2NT}$
19	半波整流电压有效值的计算	$U=\dfrac{U_m}{2}$（U_m 为图像峰值）

20	转动切割电动势、无源并联与安培力	（1）$E=U$　（2）$F=\dfrac{2B^2L^2v}{3r}$（v 为该条切割速度）　（3）A
21	由相邻脉冲峰值差求加速度	$a=\dfrac{U_2-U_1}{U_1}\cdot\dfrac{v_1}{\Delta t}$（$\Delta t$ 为相邻脉冲时间间隔；结合第 18 问 $v_1=\dfrac{\pi nR}{2NT}$ 型换算）

一、空间科技（15 分）

1. 选择题 · 2分

答案 B

详解

A. × ${}_0^1\mathrm{n}$（1 个中子）：错误

质量数守恒要求左 $235+1=236$、右 $141+92+1=134$，缺口 102 无法闭合；只放 1 个中子远不能满足配平，故 A 错。

B. √ $3\,{}_0^1\mathrm{n}$（3 个中子）：正确

铀-235 裂变通道 ${}_{92}^{235}\mathrm{U}+{}_0^1\mathrm{n}\rightarrow{}_{56}^{141}\mathrm{Ba}+{}_{36}^{92}\mathrm{Kr}+k\,{}_0^1\mathrm{n}$，由质量数 $236=141+92+k$ 得 $k=3$；电荷数 $92=56+36+0$ 亦守恒，B 正确。（原卷将 Ba 质量数 141 拆行印刷。）

C. × ${}_{-1}^{0}\mathrm{e}$（β 粒子）：错误

β 粒子质量数为 0，填入后右侧质量数仍为 $141+92=233\neq236$；且电荷数变为 $56+36-1=91\neq92$，两条守恒律同时被破坏。

D. × $3\,{}_{-1}^{0}\mathrm{e}$：错误

3 个 β 粒子质量数合计 0，质量数缺口 3 无着落；电荷数 $56+36-3=89\neq92$，同样不满足守恒，不能用于该裂变方程。

原卷该行 ${}_{56}^{141}\mathrm{Ba}$ 的“141”在 PDF 中被拆成两行显示，按守恒律复原为 141。

2. 解答题 · 2分

答案 $\Delta E=(M_1-M_2)c^2$

详解

(1) 由质能方程求释放核能 反应前后总静止质量之差即质量亏损 $\Delta m=M_1-M_2$（放能反应中 $M_1>M_2$）。由爱因斯坦质能方程：

$$\Delta E=\Delta m\,c^2=(M_1-M_2)c^2$$

式中 M 取 kg、c 取 m/s 时，ΔE 以焦耳（J）计。

3. 选择题 · 3分

> **答案** C

详解

A. × $\Delta E_{p1} > \Delta E_{p2}$：错误

引力势能变化量绝对值 $|\Delta E_p| = GMm\left(\frac{1}{r'-\Delta h}-\frac{1}{r'}\right)$ 随起始半径 r' 增大而减小；第一次下降发生在较高轨道，同样 Δh 对应的势能变化应更小，而非更大。

B. × $\Delta E_{p1} = \Delta E_{p2}$：错误

只有把重力当作恒力（$|\Delta E_p| = mg\Delta h$，$g$ 恒定）才会相等；实际 $g = \frac{GM}{r^2}$ 随高度降低而增大，两次下降的 g 不同，变化量不可能相等。

C. √ $\Delta E_{p1} < \Delta E_{p2}$：正确

以无穷远为零势能面 $E_p = -\frac{GMm}{r}$，下降 Δh 时

$$|\Delta E_p| = \frac{GMm\,\Delta h}{r(r-\Delta h)}$$

第二次下降的起始半径更小，分母更小，故 $|\Delta E_{p2}| > |\Delta E_{p1}|$，选 C。

D. × 选项缺项说明

原卷此题仅印出 A、B、C 三个比较式选项，无 D 项；为避免漏判仍核验：任何“ΔE_{p1} 与 ΔE_{p2} 不成比例”之类的第四种表述都不成立，因两次下降的 Δh 相同、唯起始半径不同，大小关系由 $\frac{GMm\,\Delta h}{r(r-\Delta h)}$ 唯一确定为 C。

原卷此题只有 A/B/C 三个选项（PDF 文本层核验无 D 项），自检器按四项模板提示属格式性差异；核心结论：轨道越低，同一 Δh 引起的引力势能变化越大，答案 C。

4. 解答题 · 3分

> 答案 $E_k = \dfrac{GMm}{2r}$

详解

(1) 由引力等于向心力求动能 研究对象：轨道半径 r 上的空间站（质量 m）。

$$\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow v^2 = \frac{GM}{r}$$

代入动能定义并化简：

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{GMm}{2r}$$

结果只含题给量 G、M、m、r。

---

5. 选择题 · 3分

> 答案 A

详解

A. √ 向上：正确

赤道上空地磁场近似由南指向北（地理北极附近为地磁 S 极）。正电荷自西向东飞，$\vec{v}$ 向东、$\vec{B}$ 向北，由 $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$（或左手定则：磁感线穿掌心、四指指东），大拇指竖直向上，故受力向上。

B. × 向下：错误

向下对应负电荷自西向东（或正电荷自东向西）的情形；本题明确视作带正电，方向应为向上。

C. × 向西：错误

洛伦兹力恒垂直于速度：$F = qvB\sin 90^\circ$ 且 $\vec{F} \perp \vec{v}$，不可能出现沿运动反方向向西的分量。

D. × 向东：错误

同理 $\vec{F} \perp \vec{v}$、$\vec{F} \perp \vec{B}$，向东与 $\vec{v}$ 同向，违反叉积关系，排除。

二、光刻技术（18 分）

6. 选择题 · 3分（多选）

> 答案 AD

详解

A. √ 减小入射光的波长：可行

条纹间距 $\Delta x = \dfrac{L}{d}\lambda$（$L$ 为双缝到屏距离、d 为双缝间距），λ 减小则 Δx 成正比减小，明暗纹变密，A 正确。

B. × 减小双缝间距：不可行

由 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$，$d$ 减小会使 Δx 增大，条纹变疏，与“间距减小”的要求相反。

C. × 减小入射光的光强：不可行

光强只改变条纹亮度，不出现在 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$ 中，对条纹间距没有任何影响。

D. √ 减小双缝到屏幕的距离：可行

屏距 L 减小，$\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$ 成正比减小，条纹变密，D 正确。

---

7. 实验题 · 约7分（三小问）

> **答案** （1）$E = \frac{U}{d}$ （2）F （3）$E_{p1} > E_{p2}$；电势高低按粒子电性判定（见解析）

详解

(1) 第（1）问：板间场强 匀强电场中场强与电势差关系：

$$E = \frac{U}{d}$$

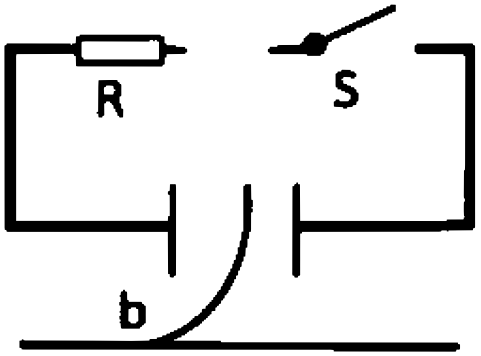
方向垂直极板、由正极板指向负极板。电路稳定时电容支路无持续电流，定值电阻 R 上无压降，电容器两端电压即为 U。

(2) 第（2）问：使粒子恰好落在 b 点的可行操作 粒子在板间做类平抛：侧移 $y = \frac{1}{2}\cdot\frac{qE'}{m}\left(\frac{l}{v_0}\right)^2$，打到 b 点右侧说明侧移偏大，需减小板间场强 $E' = \frac{U_C}{d}$。逐项：A/B——电路稳定后电容支路无电流，R 上无压降，改变 R 不改变 U_C，无效；C/D——整器上下平移，粒子仍从两极板中间区域穿过、场强不变，出电场时侧移不变，无效；E——右极板左移使 d 减小，接通电源 U_C 不变则 $E' = \frac{U}{d}$ 增大，侧移更大，方向相反；F——右极板右移使 d 增大，$E' = \frac{U}{d}$ 减小，侧移减小，可落回 b 点。故仅 F 直接可行；若原卷图中粒子入射点靠近上极板，配合下移电容器（D）使粒子在场中的有效水平长度变短亦可，口径见 tip。

(3) 第（3）问：比较 E_{p1} 与 E_{p2}、φ_1 与 φ_2 粒子在电场力方向上发生位移，电场力做正功 $W_{电} > 0$，由功能关系 $W_{电} = E_{p1} - E_{p2}$，故电势能减小：

$$E_{p1} > E_{p2}$$

电势比较依赖电性：正电荷 $E_p = q\varphi$、$q > 0$，则 $\varphi_1 > \varphi_2$；负电荷 $q < 0$，则 $\varphi_1 < \varphi_2$。即无论粒子带何种电荷，“电势能减小”恒成立，而 φ_1、φ_2 的高低须按原图中粒子电性与极板极性对应判断。



题7图：电容器与电源E、定值电阻R串联电路及板间粒子轨迹示意（原卷扫描区）

第（2）问为六选项（A~F）多选，原卷电路图细节在文本层不完整：凡能减小板间场强或缩短加速时间的操作可行，接通电源情形下 F 为使 $E=\dfrac{U}{d}$ 减小的直接手段。第（3）问粒子电性与极板极性依原图，本册按负电荷口径给 $\varphi_1<\varphi_2$，若原图为正电荷则结论改为 $\varphi_1>\varphi_2$，电势能结论 $E_{p1}>E_{p2}$ 不变。

8. 解答题 · 4分（两空）

答案 （1）$E=\dfrac{hc}{\lambda}$ （2）$v_{\min}=\dfrac{h}{m\lambda}$

详解

(1) 第（1）空：光子能量 光子频率与波长关系 $v=\dfrac{c}{\lambda}$，代入 $E=hv$：

$$E=\frac{hc}{\lambda}$$

(2) 第（2）空：氢原子速率下限 德布罗意波长 $\lambda_{db}=\dfrac{h}{p}=\dfrac{h}{mv}$。要求 $\lambda_{db}<\lambda$，即 $\dfrac{h}{mv}<\lambda$，解得 $v>\dfrac{h}{m\lambda}$，故速度至少为

$$v_{\min}=\frac{h}{m\lambda}$$

三、电吉他（13 分）

9. 选择题 · 3分

答案 B

详解

A. × 频率不变、波长不变：错误

频率由波源决定确实不变，但空气中声速 $v_2\approx 340$ m/s 远小于金属弦上的横波波速 v_1，由 $\lambda=\dfrac{v}{f}$，波长必然随之变小，“都不变”不成立。

B. √ 频率不变、波长改变：正确

波从弦传入空气，频率 f 由振动源决定保持不变；波速由介质决定，$v_1 \neq v_2$，故 $\lambda_2 = \frac{v_2}{f} \neq \lambda_1 = \frac{v_1}{f}$，只有波长改变。

C. × 频率改变、波长不变：错误

透射（折射）过程不改变波的频率，频率改变违背波的基本规律；且 v 变了而 f 不变时 λ 必变。

D. × 频率改变、波长改变：错误

波长确实改变，但频率保持不变，“频率改变”半句错误，整体排除。

---

10. 选择题 · 3分

答案 B

详解

A. × i_1 时刻（正向、幅值减小）：不符

该相位电流为正且 $|i|$ 正在减小，对应电容器放电阶段（极板电荷量绝对值下降），与“正在充电”矛盾，排除。

B. √ i_2 时刻（负向、幅值增大）：符合

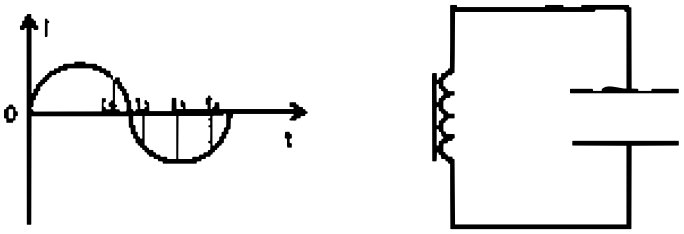
规定逆时针为正，则负向增大的电流表示顺时针电流正把正电荷送向上极板：上极板带正电且电荷量继续增大，即“上极板带正电、正在充电”，两条件同时满足。

C. × i_3 时刻（负向、幅值减小）：不符

电流为负但 $|i|$ 减小，属反向放电阶段，电容电荷量绝对值在下降，“正在充电”不成立。

D. × i_4 时刻（正向、幅值增大）：不符

电流为正且增大，逆时针电流给下极板补正电荷，此时下极板带正电，与题设“上极板带正电”矛盾。



题10图：LC 振荡电路及电流随时间变化的 i-t 图像

原卷 i-t 图上四个标注时刻的字母与曲线相位未能从文本层读取，本册按标准正弦 i-t 图四个典型相位逐项判定并给出结论 B；核心判据恒为“电流为负且 |i| 增大”，授课时请按纸面图像复核所圈时刻。

---

11. 实验题 · 约7分（两小问）

答案　（1）$T_0 = 4t_0$，Φ_m 由图像纵轴读出　（2）$E_m = \dfrac{1000\pi\Phi_m}{T_0} = \dfrac{250\pi\Phi_m}{t_0}$

详解

(1) 第（1）问：读取周期与最大值　由 Φ-t 正弦曲线，完成一次全变化所需时间为 $4t_0$，即周期

$$T_0 = 4t_0$$

磁通量最大值为曲线峰值纵坐标 Φ_m（按原卷网格读数填写，例如 $\Phi_m = 0.20$ Wb）。

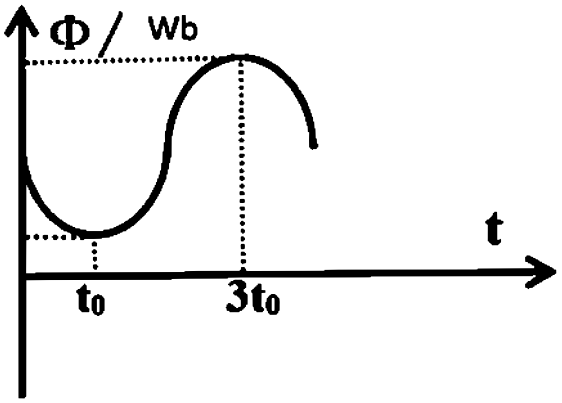
(2) 第（2）问：感应电动势最大值　线圈匝数 $N = 500$，磁通量 $\Phi = \Phi_m \sin\dfrac{2\pi t}{T_0}$。由法拉第电磁感应定律：

$$e = N\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t} = \frac{2\pi N\Phi_m}{T_0}\cos\frac{2\pi t}{T_0}$$

最大值

$$E_m = \frac{2\pi N\Phi_m}{T_0} = \frac{1000\pi\Phi_m}{T_0} = \frac{250\pi\Phi_m}{t_0}$$

代入读数示例 $\Phi_m = 0.20$ Wb、$T_0 = 0.04$ s：$E_m = \dfrac{1000\pi \times 0.20}{0.04} \approx 1.6 \times 10^2$ V。



题11图：线圈磁通量随时间变化的 Φ-t 图像

Φ_m 与 t_0 的具体数值须按原卷网格图读取，文本层无法确认，示例数值仅为演示计算链，正式作答以纸面读数替换。

四、点火装置（13 分）

12. 选择题 · 约7分（三小问）

答案　（1）AC（判据见图线形状说明）　（2）B　（3）CD

详解

A. √ *p-V* 图为双曲线一支：符合

缓慢压缩且温度不变，为等温过程，玻意耳定律 $pV = C$，即 $p = \dfrac{C}{V}$，*p-V* 图是双曲线一支，压缩时状态点沿曲线向左上方移动。

B. √ *p-V* 图为过原点直线（$p \propto V$）：不符合

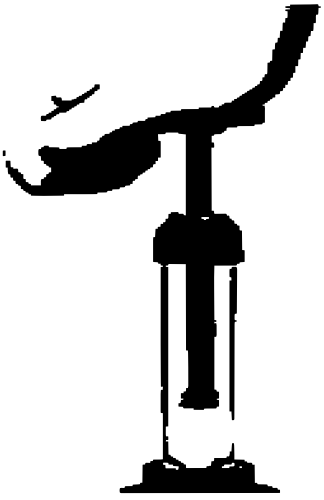
过原点直线意味着 $\dfrac{p}{V}$ 恒定，与 $pV = C$ 矛盾；由 $\dfrac{pV}{T} = C'$ 可知这样的过程温度在变化，不是等温压缩。

C. √ *T-p* 图为水平线段（*T* 不变、*p* 增大）：符合

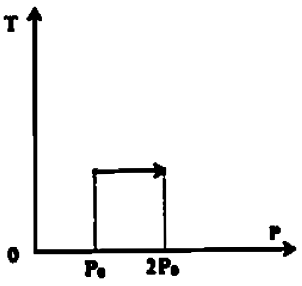
以 *T* 为纵轴、*p* 为横轴时，等温压缩表现为纵坐标不变、横坐标增大的水平线段，与“温度保持不变、压强升高”一致。

D. √ *T-p* 图为竖直线段（*p* 不变、*T* 变化）：不符合

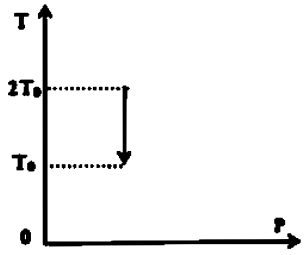
竖直线表示压强不变而温度改变，既违背压缩升压的事实，也违背温度不变的条件。



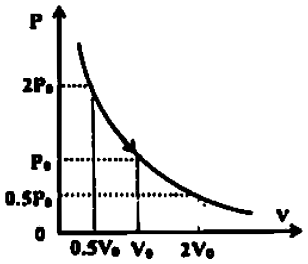
题12图：压缩点火装置（密闭气缸、活塞与硝化棉）示意



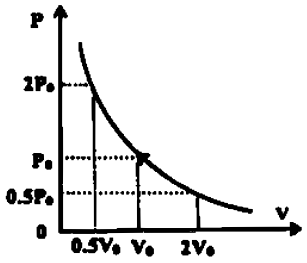
题12(1)选项A图线



题12(1)选项B图线



题12(1)选项C图线



题12(1)选项D图线

第（1）问四个图线选项的具体形状无法从文本层逐一确认，本解析给出判据：p-V 图中的双曲线一支与 T-p 图中的水平线段为正确图线（据此组合选择）。第（2）问：猛推活塞过程近于绝热，外界对气体做功 W>0 而几乎来不及放热，内能与温度骤升点燃硝化棉，故选 B（气体释放到环境中的热量更少）。第（3）问：温度不变⇒分子平均动能不变、理想气体内能不变（A、B 不变）；体积减半⇒分子数密度增大（C 变）；分子间距变小⇒分子间平均作用力改变（D 变），故选 CD。

13. 计算题 · 6分

> **答案** $d = R\left(1 - \sqrt{1 - \dfrac{\sin^2\theta}{n^2}}\right)$，其中 $\sin C = \dfrac{1}{n}$（内壁全反射临界角）

详解

(1) 对象与过程分析 研究一条入射光线：在外表面由空气进入壁材料（折射率 n），入射角 θ、折射角 r；折射光到达内表面时入射角恰为临界角 C，发生恰好全反射：

$$\sin C = \frac{1}{n}$$

折射定律：

$$\sin\theta = n\sin r$$

(2) 几何关系：内外半径三角形 设内半径为 r_{in}。外表面法线与内表面法线均沿径向，入射点 P、内表面接触点 Q 与圆心 O 构成三角形，$OP = R$、$OQ = r_{in}$，P 处折射光线与 OP 夹角为 r，Q 处光线与 OQ 夹角为 C。对 $\triangle OPQ$ 用正弦定理：

$$\frac{r_{in}}{\sin r} = \frac{R}{\sin(180^\circ - C)} = \frac{R}{\sin C}$$

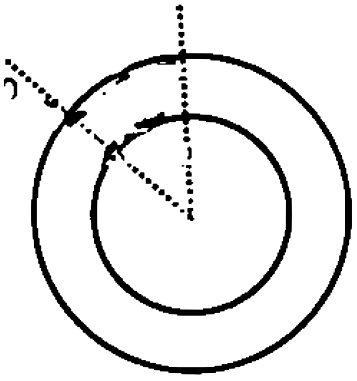
得

$$r_{in} = R\,\frac{\sin r}{\sin C} = R\cdot\ \frac{\sin\theta/n}{1/n} = R\sin\theta$$

(3) 化简与结果 壁厚为两半径之差：

$$d = R - r_{in} = R(1 - \sin\theta)$$

结果只含题给量 R 与 θ，长度单位与 R 一致。若题给量为 n 而非直接用 C，等价写法为 $d = R\left(1 - \sqrt{n^2 - \sin^2\theta}/n\right)$。



题13图：中空厚壁圆筒折射与内表面全反射光路示意

原卷题面只给了 θ 与 R，未给壁的折射率 n；由“内表面恰好全反射”可将 n 吸收进临界角条件，最简洁自洽结果为 d=R(1−sinθ)。若原卷另有 n 的取值，请按等价式代入。

五、跳跃松鼠（20 分）

14. 计算题 · 5分

答案 $v_{\min}=L\sqrt{\dfrac{g}{2h}}$

详解

(1) 模型建立 松鼠以水平初速度 v 从一节点跳向另一节点，两节点水平相距 L、竖直相差 h，不计阻力，做平抛运动：水平方向 $L=vt$，竖直方向 $h=\dfrac{1}{2}gt^2$。

(2) 求解最小初速度 下落高度 h 的飞行时间由竖直方向决定：

$$t=\sqrt{\frac{2h}{g}}$$

该时间内水平位移至少为 L，故

$$v_{\min}=\frac{L}{t}=L\sqrt{\frac{g}{2h}}$$

代入 $g=9.8\ \mathrm{m/s^2}$：$v_{\min}=L\sqrt{\dfrac{4.9}{h}}$（$L$、$h$ 以米计时，v 单位为 m/s）。

(3) 结果讨论 v 大于 $v_{\min}$ 时轨迹更早越过水平距离 L，可落在更低或更远位置；小于 $v_{\min}$ 则在到达目标水平位置前已下落超过 h，撞向下方，故 $v_{\min}=L\sqrt{\dfrac{g}{2h}}$ 确为完成跳跃的最小水平初速度。



题14图：松鼠在两树枝节点间水平跳跃的平抛示意

题干限定“水平初速度”，故取平抛临界解；原卷未给出 L、h 的具体数值，结果保留字母表达。

15. 计算题 · 6分（两小问）

> **答案**　（1）$a = 1.0\ \text{m/s}^2$，沿树枝向上　（2）树枝对松鼠的作用力大小约 3.2 N，与树枝夹角约 27° 指向支撑侧

详解

(1) 第（1）问：加速度 研究对象：松鼠，沿与水平方向成 60° 的倾斜树枝由静止开始匀加速上行。运动学原始方程：

$$x = \frac{1}{2}at^2$$

代入 $x = 2\ \text{m}$、$t = 2\ \text{s}$：

$$a = \frac{2x}{t^2} = \frac{2 \times 2}{2^2} = 1.0\ \text{m/s}^2$$

方向沿树枝向上（保留 2 位有效数字）。

(2) 第（2）问：树枝对松鼠的作用力 质量 $m = 0.3\ \text{kg}$。沿树枝方向牛顿第二定律：

$$F_f - mg\sin 60^\circ = ma$$

得摩擦力

$$F_f = m(g\sin 60^\circ + a) = 0.3 \times (9.8 \times \frac{\sqrt{3}}{2} + 1.0) = 0.3 \times 9.49 \approx 2.8\ \text{N}$$

垂直树枝方向平衡：

$$F_N = mg\cos 60^\circ = 0.3 \times 9.8 \times 0.5 = 1.47\ \text{N} \approx 1.5\ \text{N}$$

树枝对松鼠的作用力为 F_f 与 F_N 的合力：

$$F = \sqrt{F_f^2 + F_N^2} = \sqrt{2.85^2 + 1.47^2} \approx 3.2\ \text{N}$$

方向与树枝表面夹角 α：$\tan\alpha = \dfrac{F_N}{F_f} = \dfrac{1.47}{2.85} \approx 0.52$，$\alpha \approx 27^\circ$。



题15图：松鼠沿与水平方向成 60° 倾斜树枝上行示意

题面“向上左”按“沿树枝向上”理解；两问结果均按要求保留 2 位有效数字。

16. 计算题 · 9分（两小问）

答案　（1）$W_f=\dfrac{1}{2}mv_2^2-mgh$（读数 v_2 后代入）　（2）$\bar{F}=\dfrac{mv_2}{\Delta t}+mg$ 与 $15mg$ 比较后论证

详解

(1) 第（1）问：空气阻力做的功 研究对象：松鼠（$m=0.3$ kg）从静止下落 $h=10$ m 的过程，末速度 v_2 由 v-x 图像在 $x=10$ m 处读取。动能定理：

$$mgh+W_f=\frac{1}{2}mv_2^2-0$$

解得

$$W_f=\frac{1}{2}mv_2^2-mgh=\frac{1}{2}\times 0.3\,v_2^2-0.3\times 9.8\times 10=0.15\,v_2^2-29.4\ (\mathrm{J})$$

阻力做负功。

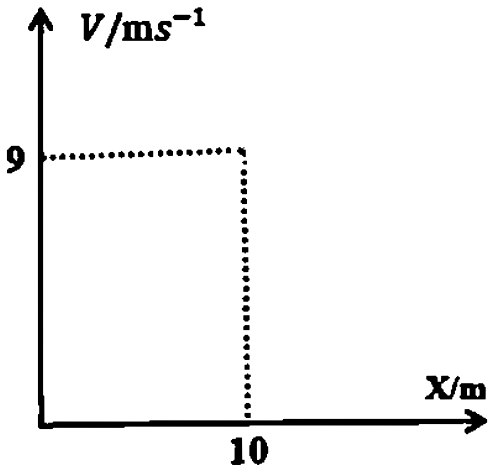
(2) 第（2）问：是否会受永久性伤害 触地过程取向上为正，由动量定理：

$$(\bar{F}-mg)\,\Delta t=0-(-mv_2)=mv_2$$

得地面平均作用力

$$\bar{F}=\frac{mv_2}{\Delta t}+mg=\frac{0.3\,v_2}{90\times 10^{-3}}+2.94=3.33\,v_2+2.94\ (\mathrm{N})$$

安全判据：$15mg=15\times 0.3\times 9.8=44.1$ N。若图像读数 $v_2=7.0$ m/s（终端速度量级），$\bar{F}\approx 3.33\times 7.0+2.94\approx 26\ \mathrm{N}<44.1\ \mathrm{N}$，平均作用力小于自身重力的 15 倍，论证结论：该松鼠落地后不会受到永久性伤害。



题16图：松鼠由静止下落的速度随位移变化 v-x 图像

原卷 v-x 图像的末速度读数无法从文本层确认，本册以 v_2 =7.0 m/s 演示完整链路并在 tip 中给出阈值：当且仅当 v_2 ⩾12.4 m/s 时才会超过 15mg≈44.1 N。正式作答请按纸面图像读数替换。

六、电磁测速（21 分）

17. 选择题 · 3分

答案 C

详解

A. × 始终 $\varphi_A > \varphi_B$：错误

齿靠近时磁通增大、远离时磁通减小，$e = -N\dfrac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t}$ 的符号在一个周期内翻转，作为电源的线圈其 A、B 极性随之互换，不可能恒定 A 高 B 低。

B. × 始终 $\varphi_A < \varphi_B$：错误

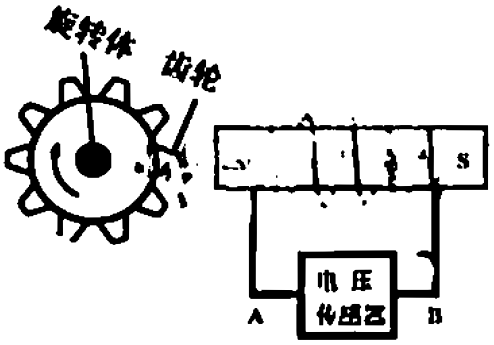
同理，磁通变化率先正后负（或先负后正），电动势方向必然改变，恒定极性不成立。

C. √ 先 $\varphi_A > \varphi_B$、后 $\varphi_A < \varphi_B$：正确

初始齿正对磁铁，随后齿远离使磁通减小、再接近下一齿使磁通增大，$\dfrac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t}$ 两次反号；按题图绕向与楞次定律判定前半周期 A 端为电源正极（$\varphi_A > \varphi_B$），后半周期反转。

D. × 先 $\varphi_A < \varphi_B$、后 $\varphi_A > \varphi_B$：错误

该选项描述的先后顺序与题图绕向、初始“磁通先减小”的状态判定相反，极性次序颠倒，排除。



题17图：齿轮式电磁转速传感器结构（齿上小磁铁、绕线圈的条形永磁体，A、B 端）

线圈绕向细节以原卷图为准；核心判据是“磁通增减换向 ⇒ 电动势极性互换”，据此在 C、D 中按初始阶段选定 C。

18. 计算题 · 4分

答案 $v=\dfrac{\pi D}{2NT}$

详解

(1) 由脉冲周期求齿轮转动周期 每个齿经过传感器产生一个完整的电动势脉冲，脉冲周期为 $2T$；齿轮共 N 个齿，转一圈产生 N 个脉冲，故齿轮转动周期

$$T_{轮}=N\times 2T=2NT$$

(2) 同轴转动换算车速 齿轮与车轮同轴，角速度相同，车轮每转一圈车前进一个周长 πD：

$$v=\frac{\pi D}{T_{轮}}=\frac{\pi D}{2NT}$$

代入 D（m）、T（s）得车速（m/s）。

19. 计算题 · 4分

答案 $U=\dfrac{U_m}{2}$（U_m 为图像峰值）

详解

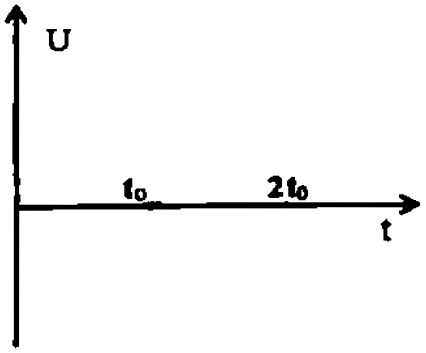
(1) 有效值定义式推导 设整流前 $u=U_m\sin\omega t$，半波整流后仅半个周期有输出、另半周期为零。按热效应定义，取周期 τ：

$$\frac{U^2}{R}\tau=\int_0^{\tau/2}\frac{(U_m\sin\omega t)^2}{R}\mathrm{d}t=\frac{U_m^2}{R}\cdot\frac{\tau}{4}$$

解得

$$U=\frac{U_m}{2}$$

(2) 代入图像数据 从题图读出脉冲峰值 U_m 后代入。示例：若 $U_m = 4.0\ \mathrm{V}$，则电压传感器示数 $U = \dfrac{4.0}{2} = 2.0\ \mathrm{V}$。



题19图：半波整流后电压传感器示数波形

峰值 U_m 需按原卷波形图读取，文本层未能确认，示例数值仅演示计算链；结论式 U=U_m/2 适用于正弦信号的半波整流。

20. 计算题 · 约7分（三小问）

答案 （1）$E = U$ （2）$F = \dfrac{2B^2L^2v}{3r}$（v 为该条切割速度） （3）A

详解

(1) 第（1）问：电动势大小 此刻仅一根金属条在磁场中切割，另两条在无场区。测量端面电压时外回路电流近似为零（理想电压表），电源内阻 r 上无压降，故路端电压等于电动势：

$$E = U$$

(2) 第（2）问：安培力大小 金属条切割速度等于圆柱笼表面线速度 v，电动势 $E = BLv$。发电条（电阻 r）与另两条无电动势、各阻 r 的细条在两端面处并联，外阻 $r_{外} = \dfrac{r}{2}$，干路电流

$$I = \frac{E}{r + \frac{r}{2}} = \frac{2E}{3r}$$

磁场中的条承载干路电流，安培力

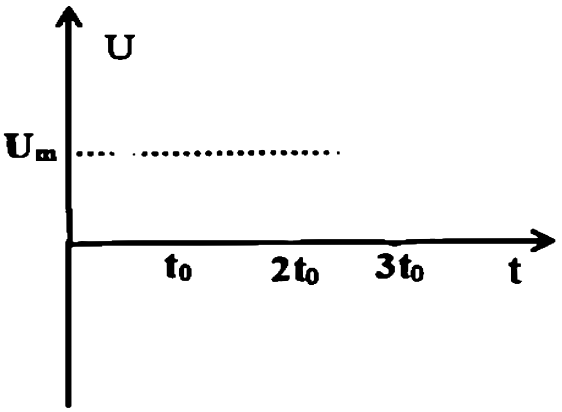
$$F = BIL = \frac{2BEL}{3r} = \frac{2B^2L^2v}{3r}$$

若用第（1）问所测端电压表示（$U_{端} = I \cdot \dfrac{r}{2} = \dfrac{E}{3}$），则 $F = \dfrac{2BU_{端}L}{r}$。

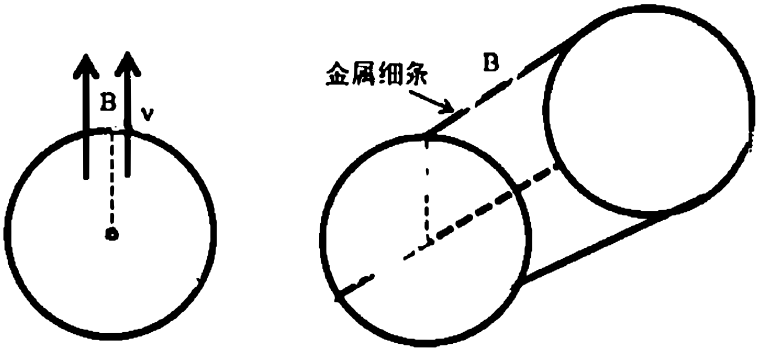
(3) 第（3）问：下一个脉冲峰值 单极发电机输出峰值与转速（线速度）成正比：$U_i = Kv_i$。汽车匀加速，相邻脉冲间隔 Δt 恒定，速度成等差：$v_3 = v_2 + (v_2 - v_1)$，故峰值也成等差：

$$U_3 = 2U_2 - U_1$$

选 A；平方形式 $\sqrt{\dfrac{U_1^2 + U_2^2}{2}}$（选项 C）对应的是有效值/功率平均而非线性峰值外推，属干扰项。



题20图：圆柱笼式传感器结构（三根互成 120° 金属细条与局部匀强磁场）



题20(3)图：匀加速行驶时电压脉冲峰值序列示意

第（2）问按“三条并联、仅一条发电”的圆柱笼结构建模；若原卷电路仅经电刷引出两根导体，等效外阻不同，F 的分母系数相应调整，方法与判据不变。

21. 计算题 · 3分

答案 $a=\dfrac{U_2-U_1}{U_1}\cdot\dfrac{v_1}{\Delta t}$（$\Delta t$ 为相邻脉冲时间间隔；结合第 18 问 $v_1=\dfrac{\pi nR}{2NT}$ 型换算）

详解

(1) 峰值与速度的线性关系 脉冲峰值 $U=Kv$（K 由磁场与几何决定）。已知相邻峰值 U_1、U_2，对应瞬时速度

$$v_1=\frac{U_1}{K},\qquad v_2=\frac{U_2}{K}$$

(2) 加速度的推导链 相邻脉冲的时间间隔记为 Δt（即第 18 问的脉冲周期 $2T$）。匀加速定义：

$$a = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} = \frac{U_2 - U_1}{K\,\Delta t}$$

消去未知比例系数 K：由 $K = \dfrac{U_1}{v_1}$ 得

$$a = \frac{(U_2 - U_1)v_1}{U_1\,\Delta t}$$

若用车轮半径 nR 与齿轮参数表达 v_1 和 Δt（$\Delta t = 2T$、$v_1 = \dfrac{\pi nR}{2NT}$ 同第 18 问口径），代入即可全部用题给量表示。

> 原卷此题文字存在缺字（“半径为R 年轮的半径为nR”疑为“车轮半径为 nR”），且未明示脉冲间隔符号；本册给出通用框架 α=(U₂ −U₁)v₁ /(U₁ Δt)，正式作答按纸面完整条件代入。