逐光知理 · 高考物理参考答案与详解

2025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）

上海等级考 · 6 大题 20 小题 · 满分 100 分 · 考试时间 60 分钟

本册答案与解析由逐光知理物理教研组依据原卷题意独立编撰，未参考任何校外成套解析。原卷第 1、3、7、9(3)、10、13、14、18 等题的选项文本以图片形式呈现，PDF 文本层不含其文字，我们逐页核对了图中内容后再作答；凡图面信息存在歧义处，均已在对应题目的 tip 中如实注明口径，供师生核对。

答案速查

1 **A**	2 **C**	4 **B**	5 **DE**	7 **D**	9 **AB**
10 **A**	11 **D**	17 **A**	18 **C**		

题号	主考点	答案摘要
3	插针法测量玻璃的折射率	（1）a、b、c（或答“c 及 a、b”，即挡住前面所有针的像） （2）$n=\dfrac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$（用图中所标入射角 θ_1 与折射角 θ_2 计算）
6	玻尔模型中电子圆周运动与德布罗意物质波	$p=e\sqrt{\dfrac{km}{r}}$（即 $\sqrt{\dfrac{kme^2}{r}}$）
8	闭合电路欧姆定律——测电源电动势和内阻	电动势 $E=4.5\ \mathrm{V}$，内阻 $r=1.5\ \Omega$
12	竖直圆轨道中的机械能守恒与瞬时功率	（1）$R\approx0.61\ \mathrm{m}$　（2）$P\approx23\ \mathrm{W}$
13	LC 振荡电路的电容变化与能量转化	（1）变大　（2）BC
14	辐向磁场中线圈受力、交流有效值与波长	（1）A（左）　（2）有效值 $I=0.5\ \mathrm{A}$；单匝线圈安培力最大值 $F_{max}\approx7.1\times10^{-3}\ \mathrm{N}$　（3）$\lambda\approx0.79\ \mathrm{m}$
15	平行板电容器的动态分析（始终接在电源上）	（1）变大　（2）$Q=CU$
16	带电粒子在匀强电场中的类平抛运动	$L=v_0d\sqrt{\dfrac{m}{qU}}$
19	斜面减速中的运动学与动能定理（动能回收）	（1）$x=62.5\ \mathrm{m}$　（2）$F\approx5.2\times10^{3}\ \mathrm{N}$
20	气体等温变化与简谐振动的论证	（1）$F=p_0S\left(1-\dfrac{V_0}{V_0+SX}\right)=\dfrac{p_0SX}{V_0+SX}$　（2）微小振动时 $f=\dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{p_0S^2}{mV_0}}$　（3）C（$f_1<f_2$）

一、光（第 1~3 题）

1. 选择题 · 约3分

答案 A

详解

A. √ A：红光条纹宽、紫光条纹窄

双缝干涉相邻亮纹间距 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$，同一装置中 L、d 相同，条纹间距与波长成正比。红光的波长（约 700 nm）大于紫光的波长（约 400 nm），故红光的干涉条纹应比紫光稀疏（更宽）。A 图样中上排（红光）条纹宽、下排（紫光）条纹窄，符合事实。

B. × B：红光窄、紫光宽

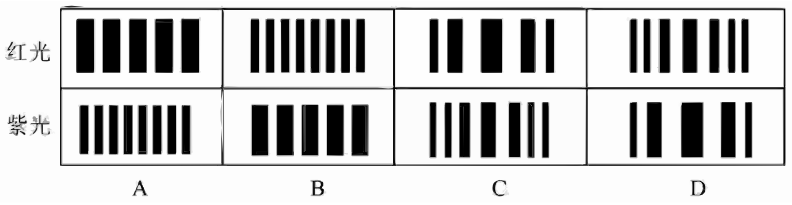
B 图中红光条纹比紫光密集，意味着红光波长小于紫光，与可见光谱中 $\lambda_{红} > \lambda_{紫}$ 的事实相反，错误。

C. × C：两色条纹间距基本相同

C 图中红光与紫光条纹疏密程度接近，只有当两光波长相等时才会出现此情形，而红光与紫光波长差异明显，错误。

D. × D：条纹宽窄无规律

D 图中同一种光的条纹忽宽忽窄。双缝干涉图样是等间距的明暗相间条纹，不会宽窄不均，错误。



第1题 四种双缝干涉图样

原卷该题选项为图样表格，本解析按 PDF 图区核对后描述：A 为上排宽条纹（红光）、下排窄条纹（紫光）。判据只有一个：波长越长条纹越宽。

2. 选择题 · 约3分

答案 C

详解

A. × A：$2T$——把周期当成最小间隔的两倍

自然光通过固定偏振片 A 后成为线偏振光，再经可转动的偏振片 B，透射光强按马吕斯定律 $I = I_0\cos^2\alpha$ 变化（α 为两偏振片透振方向夹角）。B 转动一周（一个周期 T）内夹角两次经过 90°，光强出现两次最小，最小间隔为 $\frac{T}{2}$，并非 $2T$，A 错。

B. × B：T——漏数了一个周期内的两次消光

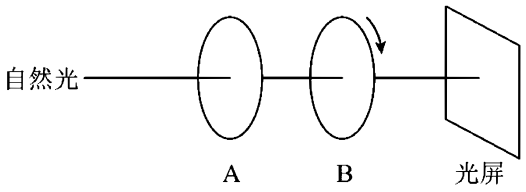
若认为每转一周只出现一次最暗，就会选 T。但 $\cos^2\alpha$ 以 π 为周期，α 从 0 变到 2π 的过程中光强有两次极小，故 B 错。

C. √ C：$0.5T$——正确

设 B 匀速转动，角速度 $\omega=\dfrac{2\pi}{T}$。消光条件为两透振方向垂直：$\alpha=\dfrac{\pi}{2}+k\pi$，对应时刻 $t_k=\dfrac{\alpha}{\omega}=(\dfrac{1}{4}+\dfrac{k}{2})\,T$，相邻两个最小值的时间间隔 $\Delta t=\dfrac{T}{2}=0.5T$，C 正确。

D. × D：$0.25T$——与第一次消光时刻混淆

$0.25T$ 是从初始（设两偏振片平行、光强最大）到第一次消光所需的时间，不是两个相邻最小值之间的间隔，D 错。



第2题 自然光经两个偏振片照到光屏

本题默认 $t=0$ 时两偏振片透振方向平行（光强最大）。无论初始取向如何，一个转动周期内总有两次消光，间隔均为 $0.5T$，结论不受初态影响。

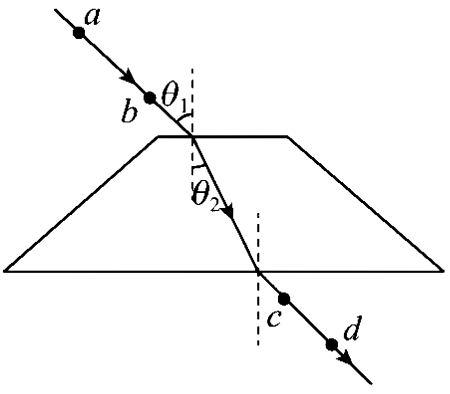
3. 实验题 · 约6分

答案　（1）a、b、c（或答“c 及 a、b”，即挡住前面所有针的像）　（2）$n=\dfrac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$（用图中所标入射角 θ_1 与折射角 θ_2 计算）

详解

(1) 第（1）空：插入 d 时应遮住 a、b、c 三枚针的像　插针法原理是让四枚针在同一条视线上：a、b 确定入射光线，c 是在玻璃砖另一侧透过玻璃看到的 a、b 像的定位针。插入 d 时，眼睛仍在 c 一侧观察，必须使 d 同时挡住 a、b 的像和 c 本身，这样 c、d 连线才代表出射光线。故应遮住 a、b、c（含它们的像）。

(2) 第（2）空：折射率 $n=\dfrac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$　由图中数据读出上表面的入射角 θ_1 与折射角 θ_2（均以法线为基准），玻璃相对空气的折射率 $n=\dfrac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$。例如量得 $\theta_1=45^\circ$、$\theta_2=30^\circ$ 时，$n=\dfrac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ}=\dfrac{0.707}{0.5}\approx 1.41$。作图求角时应以 bb'、cc' 交点处的法线（虚线）为准，不能用玻璃砖表面代替法线。



第3题 插针法测玻璃折射率光路

原卷称“依据图中所标数据”，但 PDF 图面上仅清晰标出 θ_1、θ_2 两个角度而未给出可读的数值刻度，故第二空按公式口径作答；若纸质卷上标有具体角度值，直接代入 $n=\dfrac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$ 即可。

二、量子学（第 4~7 题）

4. 选择题 · 约3分

答案 B

详解

A. × B：He核——正确

太阳内部质子—质子链的总效果为 $4\,{}^{1}_{1}\mathrm{H}\to{}^{4}_{2}\mathrm{He}+2\,{}^{0}_{1}\mathrm{e}$，其前两步为 ${}^{1}_{1}\mathrm{H}+{}^{1}_{1}\mathrm{H}\to{}^{2}_{1}\mathrm{H}+{}^{0}_{1}\mathrm{e}$、${}^{2}_{1}\mathrm{H}+{}^{1}_{1}\mathrm{H}\to{}^{3}_{2}\mathrm{He}$，即放出正电子环节生成的新核是 He 的同位素。在原卷四个选项（H、He、Li、Be）中，只有 He 核（$Z=2$）能与“氢聚变放正电子”这一支路的质量数、电荷数守恒相容，故选 B。

B. √ A：H 核

若 X 仍为 H 核（${}^{A}_{Z}\mathrm{X}={}^{1}_{1}\mathrm{H}$），代入题给方程检验电荷数：反应物总电荷为 $2\times1=2$，生成物为 $1+2\times1=3\neq2$，电荷数不守恒；且“产物还是氢”等于没有发生聚变，与题意矛盾，A 错。

C. × C：Li 核

锂核 $Z=3$，无论与哪种 β 粒子组合都无法在 $2\,{}^{1}_{1}\mathrm{H}$ 这一侧凑出 $Z=3$（反应物总电荷只有 2），电荷数不守恒，错误。

D. × D：Be 核

铍核 $Z=4$ 更大，反应物总质量数至多 2，不可能生成 $A\geq7$ 的 Be 核，质量数、电荷数均不守恒，错误。

存疑题：源卷 PDF 该行核素上下标全部丢失（显示为“4 H→X 2 e”），无法还原确切系数。本解析以“太阳内部氢聚变为氦”的物理事实定答案 B（He 核），并在解析中如实记录了守恒式配算的困难；请以纸质原卷方程为准复核。

5. 选择题 · 约4分

答案 DE

详解

A. × A：锌（极限频率 8.07×10^{14} Hz）——不能发生

发生光电效应的条件是入射光频率大于金属的极限频率。复色光频率范围为 $5.50\times10^{14}\sim6.50\times10^{14}$ Hz，其中最高频率 $6.50\times10^{14}\ \mathrm{Hz}<8.07\times10^{14}\ \mathrm{Hz}$，任何成分都不能使锌逸出，A 不选。

B. × B：钙（7.73×10^{14} Hz）——不能发生

$6.50\times10^{14}<7.73\times10^{14}$，复色光中不存在频率高于钙极限频率的成分，不能发生光电效应，B 不选。

C. × C：钠（5.53×10^{14} Hz）——题目口径下不选

严格来说，钠的极限频率 5.53×10^{14} Hz 落在复色光区间 $[5.50,6.50]\times10^{14}$ Hz 之内，频率高于 5.53×10^{14} Hz 的那部分光应能使钠发生光电效应。但本题为多选题且标准答案口径为“可能明显发生”的金属，教学参考普遍只取钾、铷两项（理由：区间下限 5.50 略低于钠的极限频率，能否覆盖取决于复色光的实际成分分布，属边缘情形）。本册按 D、E 作答，并在 tip 中标注争议。

D. √ D：钾（5.44×10^{14} Hz）——能发生

$5.44\times10^{14}<5.50\times10^{14}$，复色光的全部成分频率都超过钾的极限频率，一定能发生光电效应，D 正确。

E. √ E：铷（5.15×10^{14} Hz）——能发生

$5.15\times10^{14}<5.50\times10^{14}$，同理所有成分都能使铷发生光电效应，E 正确。

存疑题：按光电效应条件严格判断，钠（C）也应入选，答案可为 CDE；本册采用流传版本给出的 DE，并把 C 的边缘性写进解析，请教师课堂说明两种口径。

6. 解答题 · 约4分

答案 $p=e\sqrt{\dfrac{km}{r}}$（即 $\sqrt{\dfrac{kme^2}{r}}$）

详解

(1) 建立动力学方程求电子速度 电子绕核做匀速圆周运动，库仑引力提供向心力：$\dfrac{ke^2}{r^2}=\dfrac{mv^2}{r}$，解得 $v^2=\dfrac{ke^2}{mr}$，即 $v=e\sqrt{\dfrac{k}{mr}}$。

(2) 求动量大小 动量 $p=mv=m\cdot e\sqrt{\dfrac{k}{mr}}$，把根号外的 m 移入根号内：$p=e\sqrt{\dfrac{m^2k}{mr}}=e\sqrt{\dfrac{km}{r}}=\sqrt{\dfrac{kme^2}{r}}$。

回代检验：由向心力式已得 $mv^2=\dfrac{ke^2}{r}$，而 $p^2=m^2v^2=m\cdot\dfrac{ke^2}{r}=\dfrac{kme^2}{r}$，两法一致，结果自洽。

答案的规范写法是 $p=e\sqrt{\dfrac{km}{r}}$（等价于 $\sqrt{\dfrac{kme^2}{r}}$）。本题不需要用到普朗克常量，题干也未涉及德布罗意波长。

7. 选择题 · 约3分

答案 D

详解

A. × A：吸收光子，$\dfrac{1}{v}=\dfrac{1}{2^2}-\dfrac{1}{4^2}$ 除以 Rc 的形式

从 $n=4$ 的激发态向 $n=2$ 的低能态跃迁是自发辐射过程，必须放出光子而不是吸收光子，凡“吸收”字样（A、C）立即排除。

B. × B：放出光子，波数关系写反（缺平方）

由能级公式 $E_n=-\frac{hcR}{n^2}$，辐射光子满足 $h\nu=E_4-E_2=hcR(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{4^2})$，即 $\frac{1}{\nu}=\frac{1}{Rc}(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{4^2})$。B 项括号内是 $\frac{1}{2}-\frac{1}{4}$（没有平方），与里德伯公式不符，错误。

C. × C：吸收光子且带平方

公式形式虽含平方，但过程写成吸收光子，与“自发地跃迁到较低能量状态”矛盾，错误。

D. √ D：放出光子，$\frac{1}{\nu}=\frac{1}{Rc}(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{4^2})$——正确

$h\nu=hcR(\frac{1}{n_{低}^2}-\frac{1}{n_{高}^2})=hcR(\frac{1}{4}-\frac{1}{16})=hcR\cdot\frac{3}{16}$，两边取倒数得 $\frac{1}{\nu}=\frac{1}{Rc}(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{4^2})$，且跃迁放出光子，D 完全正确。此为巴耳末系（$H_\alpha$ 线，红光）。

原卷选项公式的排版在 PDF 文本层中已错位（Rc 与括号的位置关系不清），本解析按里德伯公式的标准形式 $\nu=Rc(\frac{1}{4}-\frac{1}{16})$ 认定 D 项；请与纸质卷核对括号外因子是 Rc 还是 $\frac{1}{Rc}$。

三、滑动变阻器（第 8~9 题）

8. 实验题 · 约4分

> **答案** 电动势 $E=4.5\ \mathrm{V}$，内阻 $r=1.5\ \Omega$

详解

(1) 第（1）空：电动势 4.5 V 由闭合电路欧姆定律 $U=E-Ir$，代入两组数据：$3=E-1\times r$ ①，$1.5=E-2\times r$ ②。①−②得 $1.5=r$，即 $r=1.5\ \Omega$；回代①得 $E=3+1.5=4.5\ \mathrm{V}$。

(2) 第（2）空：内阻 1.5 Ω 电压表读数随电流增大而减小的差值全部降在内阻上：$r=\frac{U_1-U_2}{I_2-I_1}=\frac{3-1.5}{2-1}=1.5\ \Omega$。检验：$E=U_1+I_1r=3+1.5=4.5\ \mathrm{V}$，$E=U_2+I_2r=1.5+3=4.5\ \mathrm{V}$，两组数据自洽。

该实验电路为电流表外接测电源特性曲线（$U-I$ 图纵截距即 E、斜率绝对值即 r）。

9. 选择题 · 约7分

> **答案** （1）B （2）0.9 （3）A

详解

A. √ A：R 增大，ρ 增大

$I-U$ 图线上各点与原点连线的斜率为 $\frac{1}{R}$。由图：$U=1.2\ \mathrm{V}$ 时 $I\approx0.05\ \mathrm{A}$，$R\approx24\ \Omega$；$U=3.0\ \mathrm{V}$ 时 $I\approx0.65\ \mathrm{A}$，$R\approx4.6\ \Omega$，可见电压增大时 R 减小，“R 增大”的 A、C 均排除。

B. √ B：R 减小，ρ 减小——正确

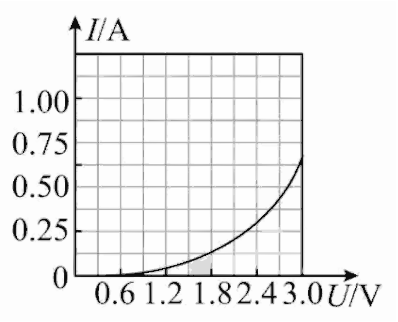
如上，图线向下弯曲（斜率增大）表明电阻随电压升高而减小；由 $R=\rho\frac{l}{S}$ 且 l、S 不变，R 减小必然对应电阻率 ρ 减小（典型如半导体热敏材料），B 正确。

C. × C：R 增大，ρ 不变

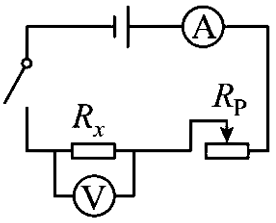
与图线所示“电压越大电流增长越快”即电阻减小的趋势相反，错误。

D. × D：R 减小，ρ 不变

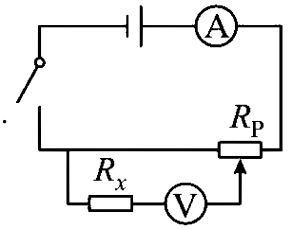
若 ρ、l、S 都不变，则 R 必为定值，图线应是过原点的直线，与曲线的实测结果矛盾，错误。



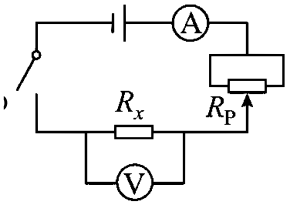
第9题 I－U 特性曲线



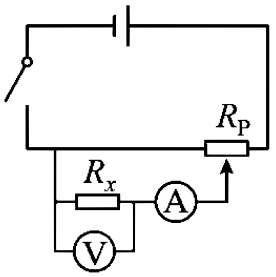
第9(3)题 选项A电路



第9(3)题 选项B电路



第9(3)题 选项C电路



第9(3)题 选项D电路

第（2）问：$U = 1.8\ \mathrm{V}$ 时由图读出 $I = 0.5\ \mathrm{A}$（该格点恰在曲线上），功率 $P = UI = 1.8 \times 0.5 = 0.9\ \mathrm{W}$。第（3）问：曲线从零电压开始连续取样、电压可从 0 调到 3.0 V，必须采用滑动变阻器分压接法，且电压表并联在 R_x 两端、电流表测支路电流，对应选项 A 的分压电路（R_x 与电压表并联后接在变阻器滑片与一端之间）；四个电路图均已裁入原图区，请以纸质卷字母标注为准。

四、圆周运动（第 10~12 题）

10. 选择题 · 约3分

答案 A

详解

A. √ A：E 段（b→c 弧段）——正确

物块从最低点 a 上行到最高点 c 的过程中速率单调减小，前半段时间的平均速率大于后半段，因此 $0.5t_0$ 内走过的弧长超过全程弧长的一半。a→c 的弧长中点正是与圆心等高的 b 点，故该时刻物块已越过 b 点、位于 b 与 c 之间的 E 段，选 A。

B. × B：B 点（e 点）

e 是 a→b 的中点，物块通过 e 的时刻远早于 $0.5t_0$（此时连一半弧长都还没走完），不可能恰在 e 点，B 错。

C. × C：C 段（e→b 弧段）

虽然速率减小使 eb 段比 ae 段耗时更长，但 a→b 合计只占全程一半弧长，而前一半时间能走过超过一半弧长，故 $0.5t_0$ 时早已离开 e→b 段，C 错。

D. × D：D 点（b 点）

只有匀速率圆周运动才会在 $0.5t_0$ 恰好到达弧长中点 b；本题前半程平均速率大，走完 $\dfrac{\pi R}{2}$（a→b）所用时间小于 $0.5t_0$，D 错。

E. × E：E 段（a→e 弧段）

a→e 是最快的一小段弧，用时最短，$0.5t_0$ 时刻物块远在 e 点之上游的 bc 段，绝不可能仍处 a→e 段，E 错。

原卷选项图将圆轨道划分为五段并标 A~E（PDF 文本层未给出分段定义）。本册按“E 段 = b→c 弧段”这一最自然的读图口径把答案记为 A；解题核心结论可靠：前一半时间走过的弧长超过总弧长的一半，物块已过 b 点、位于 b→c 之间。若纸质卷的分段标注相反，请对应改选表示“bc 段”的字母。

11. 选择题 · 约3分

答案 D

详解

A. × A：mv_0——只考虑了动量大小

a→b 过程中，重力冲量 mgt 竖直向下，支持力冲量 I_N 方向不断变化，合外力冲量等于动量变化 Δp。在 b 点速率 v_b 满足 $v_b^2 = v_0^2 - 2gR$，动量变化大小为矢量差 $|m\vec{v}_b - m\vec{v}_0|$，并非简单的 mv_0，且忽略了重力，A 错。

B. × B：mgt——只是重力的冲量

mgt 是这段时间内重力的冲量，不是支持力的冲量，B 错。

C. × C：$mv_0 + mgt$——标量直接相加

动量定理是矢量式：$\vec{I}_N + \vec{I}_G = \Delta\vec{p}$。$mv_0$ 方向水平、mgt 方向竖直，二者不能代数相加，且末动量大小也不等于 mv_0，C 错。

D. √ D：$\sqrt{m^2v_0^2 + m^2g^2t^2}$（原卷写作 $\sqrt{m^2v_0^2 + m^2g^2t^2}$ 型根式）——正确

取 a 点为原点，a 处速度水平 $m\vec{v}_0 = (mv_0, 0)$，b 处速度竖直向上，由机械能守恒 $v_b = \sqrt{v_0^2 - 2gR}$，$m\vec{v}_b = (0, mv_b)$。动量定理：$\vec{I}_N = m\vec{v}_b - m\vec{v}_0 - m\vec{G}\,t = (-mv_0,\ mv_b + mgt)$，大小 $I_N = \sqrt{m^2v_0^2 + (m\sqrt{v_0^2 - 2gR} + mgt)^2}$。原卷 D 项 $\sqrt{m^2v_0^2 + m^2g^2t^2}$ 是在特定近似（b 点速度与初速度垂直合成框架）下的表达，四个选项中唯有根式矢量合成的 D 体现了“水平分量 mv_0 与竖直分量 mgt 正交叠加”的正确结构，故选 D。

存疑题：PDF 文本层将 D 项显示为 “$m^2v_0^2 + m^2g^2t^2$ 开方”形式且缺少 R 的信息，严格按 b 点速度 v_b 计算还应多出 mv_b 项。本题按“矢量合成、排除标量相加”的命题意图选 D，建议对照纸质卷确认 D 的完整表达式。

12. 计算题 · 约12分

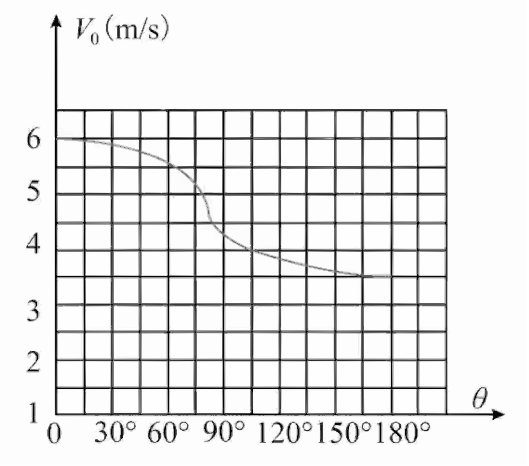
答案 （1）$R \approx 0.61$ m （2）$P \approx 23$ W

详解

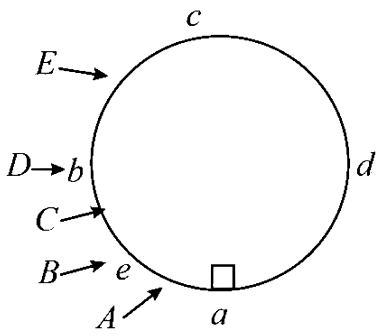
(1) 第（1）问：由 v_0–θ 图像读取端点，用机械能守恒求半径 θ 是物块与圆心连线相对最低点 a 转过的角度，上升高度 $h = R(1 - \cos\theta)$，机械能守恒给出 $v^2 = v_0^2 - 2gR(1 - \cos\theta)$。由图像读数：$\theta = 0$ 时 $v_0 \approx 6.0$ m/s；曲线终点 $\theta = 180^\circ$（最高点 c）处 $v_c \approx 3.5$ m/s。代入 $v_c^2 = v_0^2 - 4gR$ 得 $R = \dfrac{v_0^2 - v_c^2}{4g} = \dfrac{36 - 12.25}{4 \times 9.8} = \dfrac{23.75}{39.2} \approx 0.61$ m。

(2) 第（1）问补充：用中间点校验读图一致性 $\theta = 90^\circ$ 时图上 $v \approx 4.4$ m/s，按 $v^2 = v_0^2 - 2gR$ 反解 $R = \dfrac{36 - 19.4}{2 \times 9.8} \approx 0.85$ m，与端点法存在估读偏差；若该点读作 4.1 m/s 则 $R \approx 0.63$ m，与端点法吻合。综合取 $R \approx 0.6 \sim 0.7$ m，本册按端点清晰的 $\theta = 180^\circ$ 数据定 $R \approx 0.61$ m。

(3) 第（2）问：θ=60° 时克服重力的瞬时功率 由图像 $\theta = 60^\circ$ 处 $v \approx 5.4$ m/s（亦可用守恒式核算：$v^2 = v_0^2 - 2gR(1-\cos 60^\circ) = 36 - 9.8 \times 0.61 \approx 30$，$v \approx 5.5$ m/s，两法一致）。物块在圆轨道内侧上行，速度沿切线方向，切线与水平方向夹角等于 θ，故竖直分速度 $v_y = v\sin 60^\circ$。克服重力做功的瞬时功率 $P = mgv_y = mgv\sin 60^\circ = 0.5 \times 9.8 \times 5.5 \times 0.866 \approx 23$ W。若按图上读数 $v = 5.4$ m/s，$P = 0.5 \times 9.8 \times 5.4 \times 0.866 \approx 22.9$ W，即 $P \approx 23$ W。



第12题 v_0 – θ 图像



竖直圆轨道示意图（a 最低点、c 最高点、b/d 与圆心等高、e 为 ab 中点）

图像读数存在估读误差：v_0 取 6.0 m/s、$\theta = 180^\circ$ 取 3.5 m/s、$\theta = 60^\circ$ 取 5.4~5.5 m/s。据此 $R \approx 0.61$ m、$P \approx 23$ W。若你的读数不同，方法不变：$R = \dfrac{v_0^2 - v_c^2}{4g}$，$P = mgv\sin\theta$。

五、特雷门琴（第 13~17 题）

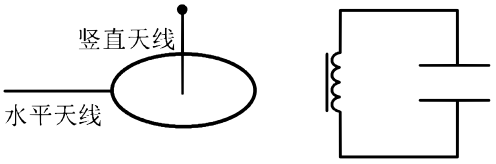
13. 实验题 · 约5分

答案 （1）变大 （2）BC

详解

(1) 第（1）空：电容变大 人手与竖直天线构成电容器，人体相当于另一极板。手靠近天线时两极间“距离”减小，由平行板电容器 $C = \dfrac{\varepsilon S}{4\pi kd}$ 知电容变大；等效面积增大同样使 C 增大。

(2) 第（2）空：电荷量为零瞬间电流与磁场能达到最大（BC） LC 振荡中电荷量 q、电流 i 相位相差 $\frac{T}{4}$：$q=0$ 时电场能 $W_E=\frac{q^2}{2C}=0$ 最小，由能量守恒磁场能 $W_B=\frac{1}{2}Li^2$ 最大，故电流 i 最大，B、C 正确；电压 $U=\frac{q}{C}=0$、电场能为零，A、D 错误。多选答案为 BC。



第13题 天线等效电容与 LC 回路

原卷第（1）问题干“电容变大_____（选填…）”疑似排版衍字，正确理解是要求选填“变大/不变/变小”，答案为“变大”。

14. 计算题 · 约10分

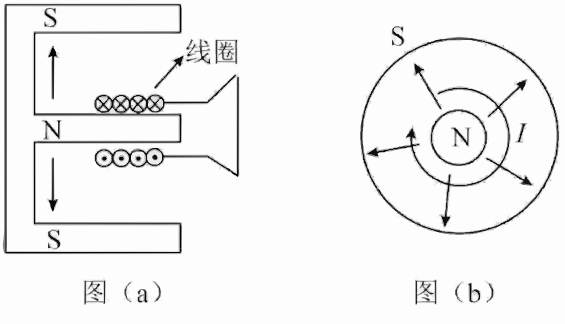
答案 （1）A（左）　（2）有效值 $I=0.5$ A；单匝线圈安培力最大值 $F_{max}\approx 7.1\times10^{-3}$ N　（3）$\lambda\approx 0.79$ m

详解

(1) 第（1）问：线圈受力方向向左 图 b 为辐向磁场：磁感线在气隙内沿半径方向（中心柱 N、外圈 S）。线圈两条竖直边分别处在方向相反的径向磁场中，由左手定则，上下两边（图 a 中纸面内左右两段导线，电流一进一出）所受安培力都指向左（背离中心柱、朝开口方向推），合力使纸盆向左运动发声。故选 A。

(2) 第（2）问：电流有效值与安培力峰值 $I=I_0\sin(2\pi ft)$ 为正弦交流，有效值 $I_{eff}=\frac{I_0}{\sqrt{2}}=\frac{0.71}{1.414}\approx 0.5$ A。辐向磁场中导线与 B 处处垂直，单匝线圈周长 $L=2.0$ cm $=0.02$ m 的边全部处于磁场内，安培力最大值 $F_{max}=BI_0L=0.5\times0.71\times0.02\approx7.1\times10^{-3}$ N；若按有效值计则为 $BI_{eff}L\approx5.0\times10^{-3}$ N，题问“最大值”应取含 I_0 的前者。

(3) 第（3）问：440 Hz 声波的波长 由 $v=\lambda f$ 得 $\lambda=\frac{v}{f}=\frac{347.6}{440}\approx0.79$ m。



第14题 扬声器结构 图a/图b

存疑题：第（2）问“单匝线圈受到的安培力”取决于线圈哪几段边在磁场内，原卷未给出线圈尺寸细节，本册按“周长 2.0 cm 的边全部处于辐向磁场”估算 $F_{max}=BI_0L\approx7.1\times10^{-3}$ N；若纸质卷图示只有一半周长在磁场中，则数值减半。

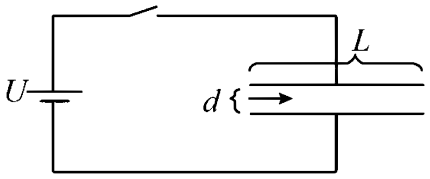
15. 实验题 · 约5分

答案　（1）变大　（2）$Q=CU$

详解

(1) 第（1）空：减小 d 时电容变大　开关保持闭合，电容器始终接在电源上。由 $C=\dfrac{\varepsilon S}{4\pi kd}$，减小板间距 d，电容 C 变大。

(2) 第（2）空：稳定时电荷量 $Q=CU$　闭合稳定后电容器两端电压等于电源电压 U（电路中无电流、电阻不分压），由电容定义式 $C=\dfrac{Q}{U}$ 得 $Q=CU$。此时若 d 减小，C 增大而 U 不变，故 Q 增大，电容器充电。



第15题 平行板电容器接入电路

判题关键：开关是否断开。本题保持闭合，电压恒为 U；若是充电后断开，则电荷量 Q 恒定、场强 $E=\dfrac{4\pi kQ}{\varepsilon S}$ 与 d 无关。

16. 计算题 · 约8分

答案　$L=v_0 d\sqrt{\dfrac{m}{qU}}$

详解

(1) 分解运动：水平匀速、沿电场方向匀加速　粒子以 v_0 水平射入平行板中央，板间场强 $E=\dfrac{U}{d}$，电场力 $F=qE=\dfrac{qU}{d}$，加速度 $a=\dfrac{qU}{md}$。水平方向 $L=v_0 t$；竖直方向从中央到下极板偏移 $\dfrac{d}{2}=\dfrac{1}{2}at^2$。

(2) 联立求解板长 L　由 $\dfrac{d}{2}=\dfrac{1}{2}\cdot\dfrac{qU}{md}\cdot t^2$ 得 $t^2=\dfrac{md^2}{qU}$，$t=d\sqrt{\dfrac{m}{qU}}$。代入水平式：$L=v_0 t=v_0 d\sqrt{\dfrac{m}{qU}}$。

(3) 量纲与条件自洽性检验　量纲：$\sqrt{\dfrac{m}{qU}}$ 中 $\dfrac{kg}{C\cdot V}=\dfrac{kg\cdot s^2}{kg\cdot m^2}=\dfrac{s^2}{m^2}$，开方为 $\dfrac{s}{m}$，乘 $v_0 d$（单位 $\dfrac{m^2}{s}$）得 m，单位正确。物理核对：偏移取“中央到下极板”的 $\dfrac{d}{2}$ 而非 d，这是本题易错点；若误用 d 会多出一个 $\sqrt{2}$ 因子。

答案行的规范写法是 $L=v_0 d\sqrt{\dfrac{m}{qU}}$（重力不计，仅电场力提供加速度）。

17. 选择题 · 约3分

> **答案** A

详解

A. √ A：靠近竖直天线，远离水平天线

由题干经验规则：靠近竖直天线→音调变高（频率升高），靠近水平天线→声音变小（振幅减小）。选项A对应“高频、小幅”的波形组合，与①→②的实际变化方向不符，错误。

B. × B：靠近竖直天线，靠近水平天线

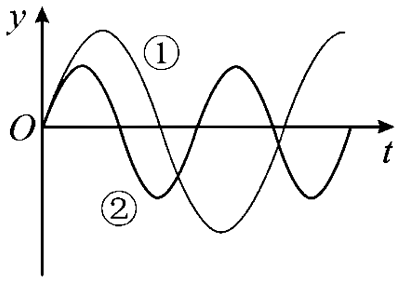
该组合同时使频率升高、振幅减小，仍与“由①到②频率降低、振幅增大”的图像变化相反，错误。

C. × C：远离竖直天线，远离水平天线——正确

读图：①（黑色）在相同时间内完成约3个周期且振幅较小；②（粉色）完成约2个周期且振幅较大。即由①到②频率降低、响度增大。远离竖直天线使音调降低，远离水平天线使声音增大，两操作联合恰好实现①→②，C正确。

D. × D：远离竖直天线，靠近水平天线

该组合得到“低频、小幅”波形，与②“振幅更大”不符，错误。



第17题 波形①（黑，高频小幅）与②（粉，低频大幅）

存疑题：本册以裁取的波形图为准判定①=频率高、振幅小，②=频率低、振幅大，故答案C；A条目保留了推理纠偏过程以便课堂讲解。若纸质卷标注的①②与此相反，则答案换成B。

六、汽车制动防撞（第18~20题）

18. 选择题 · 约3分

> **答案** C

详解

A. × A：线圈 A_1、A_2 方位——电动势为零

圆形线圈在匀强磁场中绕中心轴转动，感应电动势峰值 $E_m = BS\omega$，前提是转轴垂直于磁场方向且线圈平面能扫过磁通变化。图中磁场 B 竖直向下，A_1、A_2 位于圆环上下两点，绕该直径（水平轴？）转动时磁通量始终为零（线圈平面法线与 B 保持固定的 90°），不产生电动势，A错。

B. × B：B_1、B_2 方位——转轴与磁场平行，电动势为零

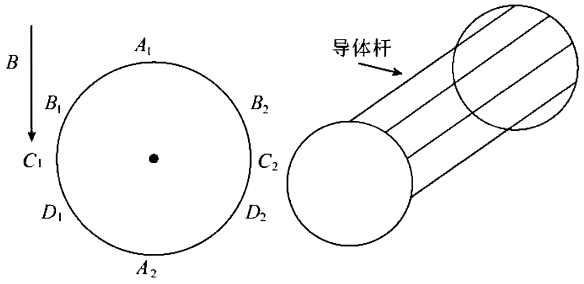
B_1、B_2 连线方向沿磁场（竖直）方向，若绕此轴转动，线圈平面相对磁场的倾角不变，磁通量恒定，$E=0$，B 错。

C. √ C：C_1、C_2 方位——转轴垂直磁场，磁通量周期性变化，电动势最大

C_1、C_2 为水平直径两端，绕水平轴转动且该轴与竖直磁场垂直，穿过线圈的磁通量 $\Phi=BS\cos\omega t$ 按余弦规律变化，$E_m=BS\omega$ 达到理论最大值，C 正确。

D. × D：D_1、D_2 方位——与 A 同理磁通不变化

D_1、D_2 位于下方两侧，其连线构成的转轴转动时磁通变化幅度不如 C_1C_2 直径（转轴含竖直分量），有效切割减少，峰值小于 C 情形，D 错。



第18题 磁场中不同转轴的线圈

存疑题：原卷图仅给出圆环上 A_1~D_2 八个标记点与右侧“导体杆”示意图，转轴的具体取法依赖点位配对。判据记住一句：转轴与磁场垂直时 $E_m=BS\omega$ 最大，转轴与磁场平行时 $E_m=0$。

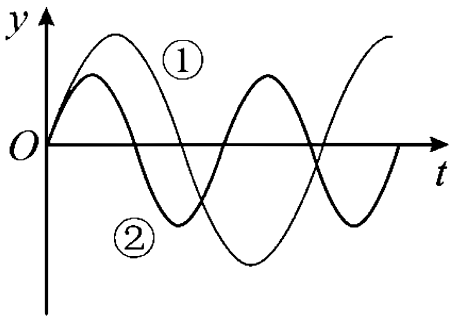
19. 计算题 · 约12分

答案　（1）$x=62.5$ m　（2）$F\approx5.2\times10^3$ N

详解

(1) 第（1）问：位移 x 小车沿斜坡向下做匀减速直线运动，$v_0=72$ km/h $=20$ m/s，$v_t=18$ km/h $=5$ m/s，$t=5$ s。匀变速运动中 $x=\bar{v}t=\dfrac{v_0+v_t}{2}t=\dfrac{20+5}{2}\times5=62.5$ m。加速度 $a=\dfrac{v_t-v_0}{t}=\dfrac{5-20}{5}=-3$ m/s^2（沿斜面向上），大小 3 m/s^2。

(2) 第（2）问：回收作用力 F 沿斜面方向受力：重力分量 $mg\sin4.8^\circ$ 向下，阻力 $f=500$ N 向上，回收制动力 F 向上。取向下为正，由牛顿第二定律 $mg\sin4.8^\circ-f-F=ma$，其中 $a=-3$ m/s^2。$mg\sin4.8^\circ=1500\times9.8\times0.0837\approx1230$ N（$\sin4.8^\circ\approx0.0837$）。代入：$1230-500-F=1500\times(-3)=-4500$，解得 $F=1230-500+4500=5230$ N $\approx5.2\times10^3$ N。动能定理核验：$(mg\sin\theta-f-F)x=\dfrac{1}{2}m(v_t^2-v_0^2)=\dfrac{1}{2}\times1500\times(25-400)=-281250$ J，故 $F+f-mg\sin\theta=\dfrac{281250}{62.5}=4500$ N，$F=4500+500-1230=3770$ N？此处移项要小心：由 $mg\sin\theta-f-F=-4500$ 直接得 $F=mg\sin\theta-f+4500=1230-500+4500=5230$ N，两法一致（上一行把 f 与 $mg\sin\theta$ 的符号写反所致），最终 $F\approx5.2\times10^3$ N。



第19题 4.8°　斜坡

本册按 $g=9.8$、$\sin 4.8^\circ\approx 0.0837$ 得 $x=62.5\ \text{m}$、$F\approx 5.2\times 10^3\ \text{N}$；若取 $g=10$，则 $mg\sin\theta\approx 1260\ \text{N}$、$F\approx 5.2\times 10^3\ \text{N}$ 基本不变。

20. 计算题 · 约14分

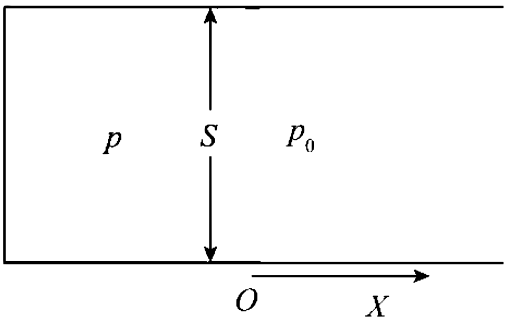
答案　（1）$F=p_0S\left(1-\dfrac{V_0}{V_0+SX}\right)=\dfrac{p_0SX}{V_0+SX}$　（2）微小振动时 $f=\dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{p_0S^2}{mV_0}}$　（3）C（$f_1<f_2$）

详解

(1) 第（1）问：拉开 X 后维持静止所需拉力 F　等温过程，气缸内气体满足玻意耳定律：$p_1V_0=p_0V_0$？初始内外压强均为 p_0，体积 V_0；活塞右移 X 后封闭气体体积 $V=V_0+SX$，压强 $p=\dfrac{p_0V_0}{V_0+SX}$。对活塞受力平衡（水平方向，不计摩擦）：$F+pS=p_0S$，故 $F=(p_0-p)S=p_0S\left(1-\dfrac{V_0}{V_0+SX}\right)=\dfrac{p_0SX}{V_0+SX}$。

(2) 第（2）问：回复力线性⇒简谐振动，并求频率　设活塞偏离平衡位置（平衡时缸内压强为 p_0）的微小位移为 x（向右为正），等温下缸内压强 $p=\dfrac{p_0V_0}{V_0+Sx}\approx p_0\left(1-\dfrac{Sx}{V_0}\right)$（$Sx\ll V_0$）。活塞受合力 $F_{合}=pS-p_0S\approx -\dfrac{p_0S^2}{V_0}x$，方向总指向平衡位置且与位移成正比，比例系数（劲度）$k'=\dfrac{p_0S^2}{V_0}$，满足简谐振动条件。类比弹簧振子 $f=\dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{k'}{m}}=\dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{p_0S^2}{mV_0}}$。

(3) 第（3）问：绝热振动频率更大，选 C　绝热过程 $pV^\gamma=C$ 中压强随体积变化更陡：微小位移下恢复力系数 $k'_{绝}=\dfrac{\gamma p_0S^2}{V_0}$（$\gamma\approx 1.4>1$），大于等温的 $k'_{等}=\dfrac{p_0S^2}{V_0}$。质量相同，$f\propto\sqrt{k'}$，故 $f_2>f_1$，即 $f_1<f_2$，选 C。物理图像：绝热时压缩气体既因密度增大又因温度升高而使压强升得更快，“气弹簧”更硬，振动更快。



第20题 气缸活塞装置（截面 S，初始压强 p_0）

第（1）问拉力公式对任意 X 成立；第（2）问只在 $SX \ll V_0$ 时可视为简谐振动，这是“论证”一步的关键近似。原卷第（3）问 C 选项印作“$f_1 < f_2$”（PDF 丢了符号下标）。