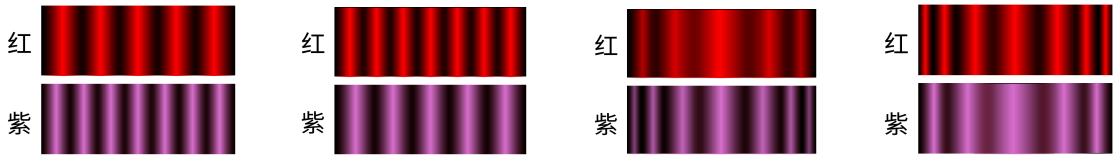
2025 年上海

1. 光学实验

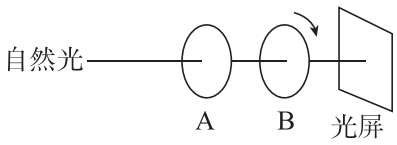
光学实验是通过可控手段研究光现象及其规律的实践活动，包括光的折射、干涉、衍射、偏振等基本特性验证，以及其他光学性质的研究。

(1) 分别用红光和紫光进行杨氏双缝干涉实验时，保持其他条件相同，所得条纹可能是_____。



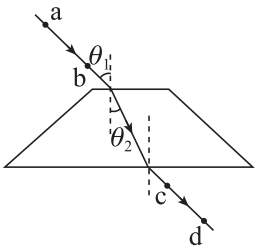
A. B. C. D.

(2) 如图，自然光经过两个环形偏振片，保持 A 不动，偏振片 B 绕圆心所在平面匀速旋转的周期为 T，则光屏上相邻两次光强最弱的时间间隔为_____。



A. $2T$　　B. T　　C. $0.5T$　　D. $0.25T$

(3) 如图，进行“测量玻璃的折射率”实验。在玻璃砖的一侧垂直于纸面插两枚大头针 a、b，在另一侧透过玻璃砖观察，插入大头针 c，使其遮住大头针 a、b；插入大头针 d，使其将_____都挡住，并获得图示光路。测得入射角 θ_1 和折射角 θ_2，则玻璃的折射率为_____。



2. 量子百年

2025 年被联合国宣布为国际量子科学与技术年，以致敬量子力学为科学技术领域带来的巨大发展和深远影响。

(1) 太阳内部发生的核聚变反应称为 p-p 循环，其核反应方程为 $4\,{}_1^1\mathrm{H} \to \mathrm{X} + 2\,{}_1^0\mathrm{e}$，则 X 是_____。

A. 氢核　　B. 氦核　　C. 锂核　　D. 铍核

(2)（多选）复色光频率范围为 $5.50\times10^{14}\,\text{Hz}\sim6.50\times10^{14}\,\text{Hz}$，用此光照射下列金属可发生光电效应。由表中各金属的截止频率 ν_0 可知，该金属可能是_____。

几种金属的截止频率					
金属	锌	钙	钠	钾	铷
ν_0（$\times10^{14}\,\text{Hz}$）	8.07	7.73	5.53	5.44	5.15

A. 锌　　B. 钙　　C. 钠　　D. 钾

E. 铷

(3) 氢原子的核外电子以半径 r 绕核做匀速圆周运动，则该电子动量的大小是_____。（电子质量为 m，元电荷为 e，静电力常量为 k）

(4) 一氢原子在从量子数为 4 的激发态跃迁到量子数为 2 的激发态的过程中，_____。（里德伯常量为 R，真空中光速为 c）

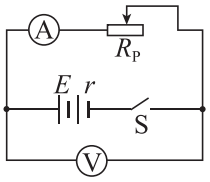
A. 吸收一频率为 $Rc\left(\frac{1}{2}-\frac{1}{4}\right)$ 的光子　　B. 发射一频率为 $Rc\left(\frac{1}{2}-\frac{1}{4}\right)$ 的光子

C. 吸收一频率为 $Rc\left(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{4^2}\right)$ 的光子　　D. 发射一频率为 $Rc\left(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{4^2}\right)$ 的光子

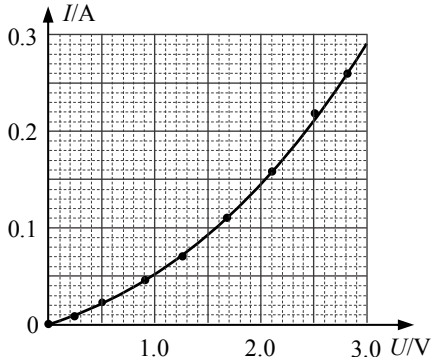
3. 滑动变阻器

改变滑动变阻器接入电路的方式和阻值可对电路进行调控。小佳用最大阻值为 $10\,\Omega$ 的滑动变阻器等器材做了一系列实验。

(1) 实验室利用如图所示电路进行实验。调节滑动变阻器，当电流表示数 $I_1=1\,\text{A}$ 时，电压表示数 $U_1=3\,\text{V}$；当电流表示数 $I_2=2\,\text{A}$ 时，电压表示数为 $U_2=1.5\,\text{V}$，则电源电动势为_____ V，内阻为_____ Ω。



(2) 小佳用柱形电阻 X、电动势为 3 V 的电池、滑动变阻器 R、电流表、电压表、开关连成电路进行实验，根据实验数据作出通过 X 的电流 I 随 X 两端电压 U 变化的 $I-U$ 图线。实验过程中 X 的长度和横截面积保持不变。



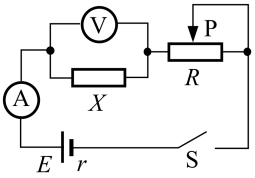
i. 若 X 的阻值为 R_X，X 的材料的电阻率为 ρ，根据 $I-U$ 图线可知，当加在 X 两端的电压增大时，_____。

A. R_X 增大，ρ 增大　　B. R_X 减小，ρ 减小

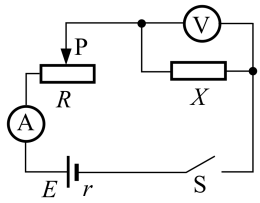
C. R_X 增大，ρ 不变　　D. R_X 减小，ρ 不变

ii. 当电阻两端电压为 1.80 V 时，该电阻的功率约为_____ W。（保留 3 位有效数字）

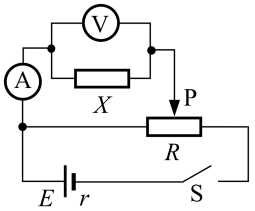
iii. 根据 $I-U$ 图线的测量数据点推测，小佳所采用的实验电路图可能为_____。



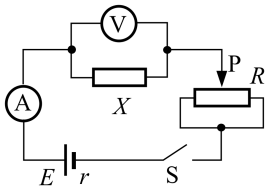
A.



B.

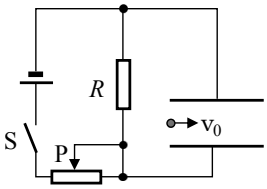


C.



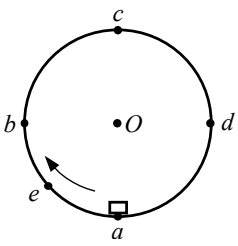
D.

(3) 水平放置的平行板电容器连接在图示电路中，电容器极板间距为 d，电容为 C。移动滑动变阻器的滑片 P，当两极板间电压为 U 时，该电容器所带电荷量为_____。此时，一质量为 m，电荷量为 q 的带正电粒子以速度 v_0 从该电容器左侧两极板间中点位置水平向右射入，恰好从上极板右侧边缘飞出，则两极板长度 $L=$_____。（不计带电粒子所受重力和边缘效应）



4. 竖直圆轨道

如图，一光滑圆轨道竖直固定放置，a 为轨道最低点，b、d 是与轨道圆心 O 等高的点，c 为轨道最高点，e 为圆弧 ab 的中点。一小滑块以一定的水平初速度从 a 点出发，仅在重力和轨道对其弹力作用下沿圆轨道顺时针运动。



(1) 若物块从 a 点运动到 c 点所用时间为 t_0，则在 $t_0/2$ 时刻，物块位于_____。

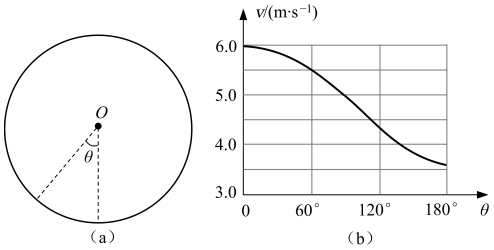
A. ae 之间　　B. e 点　　C. eb 之间　　D. b 点

E. bc 之间

(2) 若质量为 m 的滑块从 a 点以水平速度 v_0 出发，恰能运动到 b 点，且用时为 t，则此过程中轨道对滑块弹力的冲量大小为_____。（重力加速度大小为 g）

A. mv_0　　B. mgt　　C. mv_0+mgt　　D. $m\sqrt{v_0^2+g^2t^2}$

(3) 已知物块质量 $m=0.5\,\mathrm{kg}$，以初速度 v_0 可以沿轨道做完整的圆周运动。图（b）是物块的速率 v 与物块与圆心连线转过的角度 θ 关系的图像。

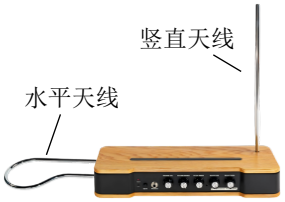


i. 求轨道半径 R；（计算）

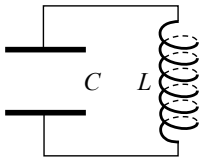
ii. 当 $\theta=60°$ 时，求小球克服重力做功的瞬时功率 P。（计算）

5. 特雷门琴

图示的特雷门琴是一种“不能碰的乐器”，它的两根天线与演奏者的双手构成两个电容器。弹奏者通过在空中移动双手来控制音调和音量。



(1) 特雷门琴电路的一部分可看成图示的 LC 回路。将其电磁振荡视为自由振荡。



i. 若将手与水平天线构成的电容器近似看成平行板电容器，则当手与水平天线之间的距离减小时，它们构成的电容器的电容_____。

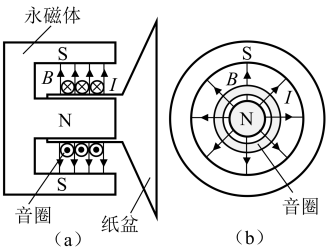
A. 增大　　B. 减小　　C. 不变

ii. 电容器放电完毕瞬间，以下各物理量中达到最大值的有_____。（多选）

A. 电场能　　B. 电流

C. 磁场能　　D. 电容器两端电压

(2) 特雷门琴的电磁振荡通过扬声器转换为声波。扬声器的音圈绕在永磁体 N 上，其结构的剖面图和正视图分别如图（a）和（b）所示。



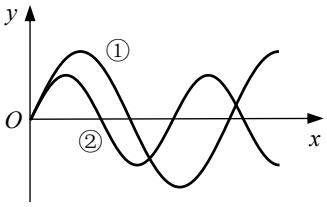
i. A4 音的频率为 440 Hz，25 °C 时空气中的声速为 347.6 m/s，则 25 °C 时 A4 音的声波在空气中的波长为_____ m。

ii. 当音圈中电流 I 的方向如图(a)所示时，图(a)中音圈所受安培力的方向_____。

A. 向左　　B. 向右　　C. 径向向内　　D. 径向向外

iii. 音圈中一匝线圈的周长为 2.0 cm，若音圈所在处的径向磁场磁感应强度大小均为 0.50 T，音圈中的电流 $i = I_0 \sin(2\pi f t)$，其中 $I_0 = 0.71$ A，$f = 200$ Hz，则该电流的有效值为_____ A；音圈中一匝线圈受到的安培力的最大值为_____ N。

(3) 演奏特雷门琴时，一手控制音调，手与竖直天线间距越小，琴发出的音调越高，另一手控制音量，手与水平天线间距越小，琴发出的音量越小。某特雷门琴输出的一列简谐声波的波形如图中①所示，为使其输出一列波形如②所示的简谐声波，应_____。



A. 一手远离竖直天线，另一手靠近水平天线

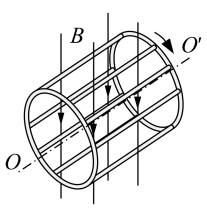
B. 一手远离竖直天线，另一手远离水平天线

C. 一手靠近竖直天线，另一手靠近水平天线

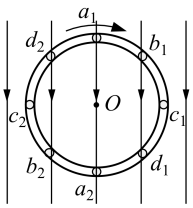
D. 一手靠近竖直天线，另一手远离水平天线

6. 再生制动与气囊减震

再生制动与气囊减震相辅相成，共同提升车辆性能。再生制动通过能量回收提升能源利用效率，制动系统优先使用再生制动，不足部分由机械制动补充。气囊减震提升了乘坐舒适性和安全性。



图（a）



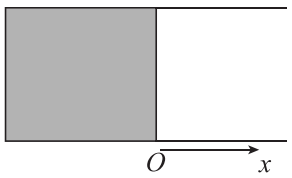
图（b）

(1) 一电动汽车采用笼式感应电机，再生制动时电机转为发电机模式。如图（a）所示的笼式电机在磁感应强度为 B 的匀强磁场中绕固定轴 OO' 转动，磁场方向与各导体条垂直。当电机转到如图（b）所示位置时，感应电动势最大的导体条为_____。

A. a_1 和 a_2　　B. b_1 和 b_2　　C. c_1 和 c_2　　D. d_1 和 d_2

(2) 一质量 $m = 1500\,\mathrm{kg}$ 的电动汽车沿坡度 $\theta = 4.8°$ 的斜坡匀减速下坡。从 $v_0 = 72\,\mathrm{km/h}$ 减速至 $v_t = 18\,\mathrm{km/h}$ 用时 $t = 5\,\mathrm{s}$。若这 5 s 内系统完全使用再生制动，且该车在行驶过程中受到的除制动力以外的其余阻力的大小 $f = 500\,\mathrm{N}$，求这 5 s 内该车的位移大小 x 和再生制动提供的制动力大小 F。（计算）

(3) 气囊减震技术中的气囊可简化为图示水平固定的气缸，质量为 M、横截面积为 S 的光滑活塞将一定质量的理想气体封闭在气缸内。开始时气缸内气体压强为 p_0、体积为 V_0，活塞静止于平衡位置 O。外界大气压强恒为 p_0。以 O 为原点、水平向右为正方向建立 x 轴。



i. 若缸内气体经历等温过程，求活塞在平衡位置 O 右侧、位移为 x 时内外气体对活塞的压力的合力大小 F。（计算）

ii. 若缸内气体经历等温过程，活塞由平衡位置 O 沿 x 轴正方向移动微小位移并由静止释放，证明活塞近似做简谐振动（论证）。与振子质量为 m、弹簧劲度系数为 k 的弹簧振子频率公式 $f_{弹} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$ 类比，可知该活塞做简谐振动的频率 $f_1 =$_____。【提示：当 $|y| \ll 1$ 时，$\frac{y}{y+1} \approx y$】

iii. 若气缸和活塞导热性均不佳，活塞移动微小位移并由静止释放，在短时间内活塞的运动仍可视为简谐运动，其频率为 f_2。

① 与等温情况下活塞近似做简谐运动的频率 f_1 相比，____。

A. $f_1 > f_2$　　B. $f_1 = f_2$　　C. $f_1 < f_2$

② 对上述①中的选择作出解释。（简答）