

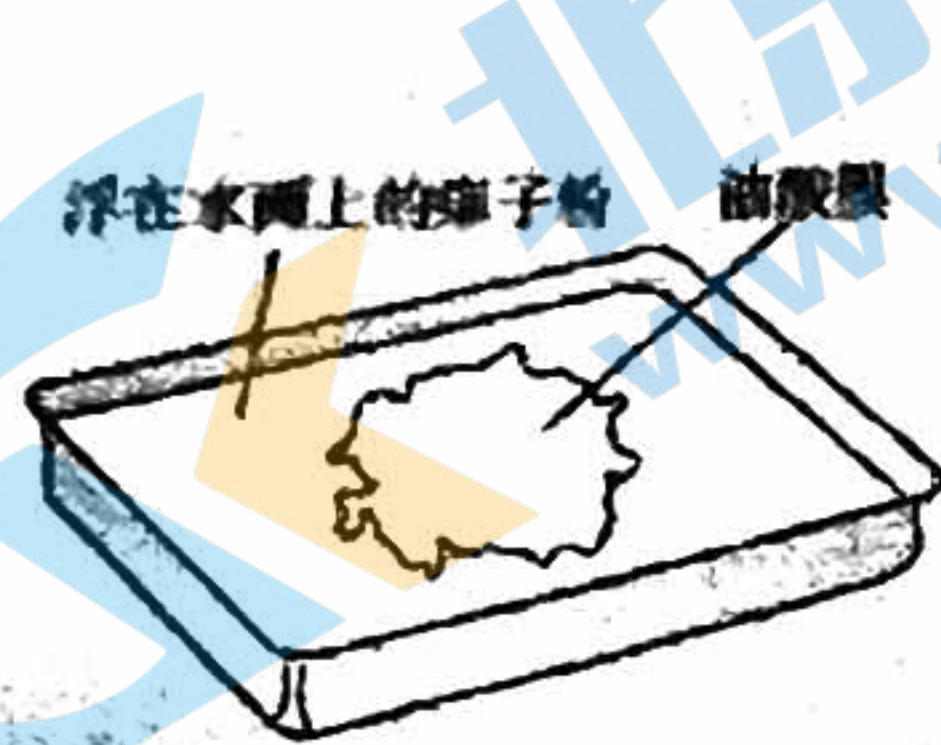
## 物理试卷

一. 不定项选择题 (本大题共 14 小题; 每小题 3 分, 共 42 分。在每小题给出的四个选项中, 有一个选项或多个选项正确。全部选对的得 3 分, 选不全的得 2 分, 有选错或不答的得 0 分。)

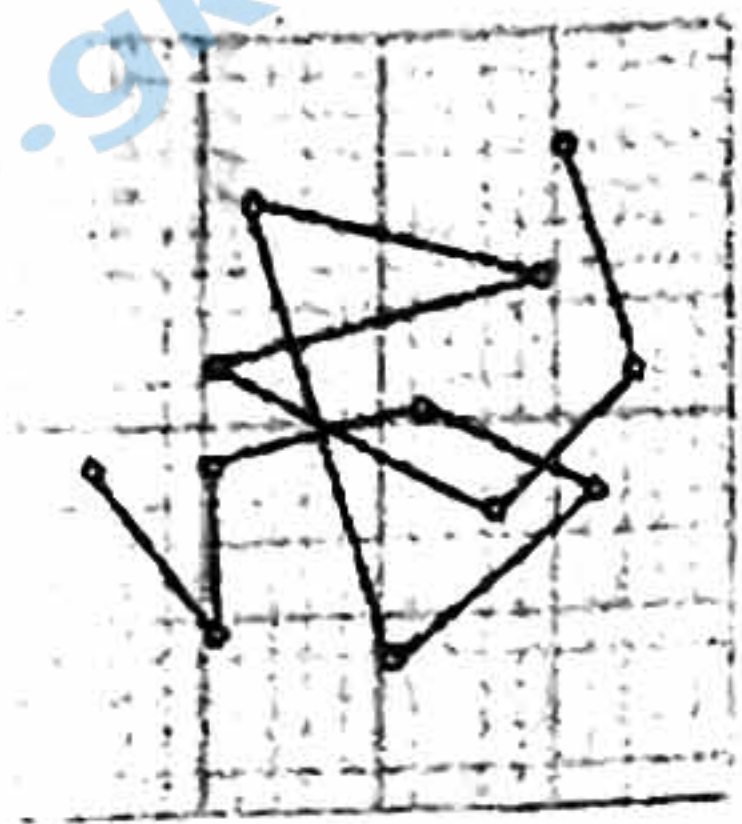
1. 下列表述正确的是

- A.  ${}^4_2\text{He} + {}^{14}_7\text{N} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + \text{X}$  中, X 表示  ${}^3_2\text{He}$   
 B.  ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$  是重核裂变的核反应方程  
 C. 放射性元素的半衰期与原子所处的化学状态无关  
 D.  $\beta$  衰变中放出的  $\beta$  射线是核外电子挣脱原子核的束缚而形成的

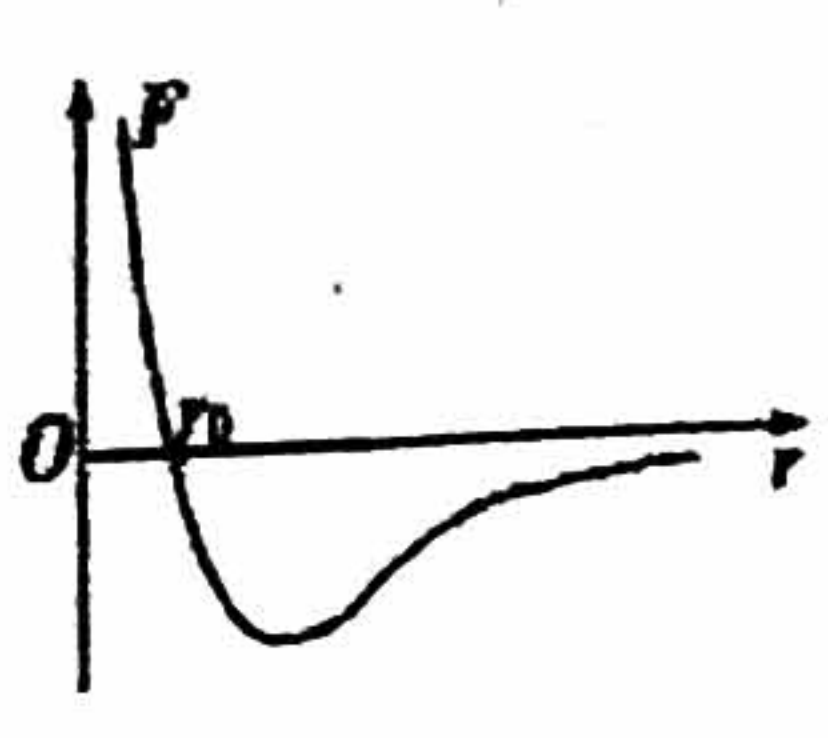
2. 关于分子动理论, 下列说法中正确的是



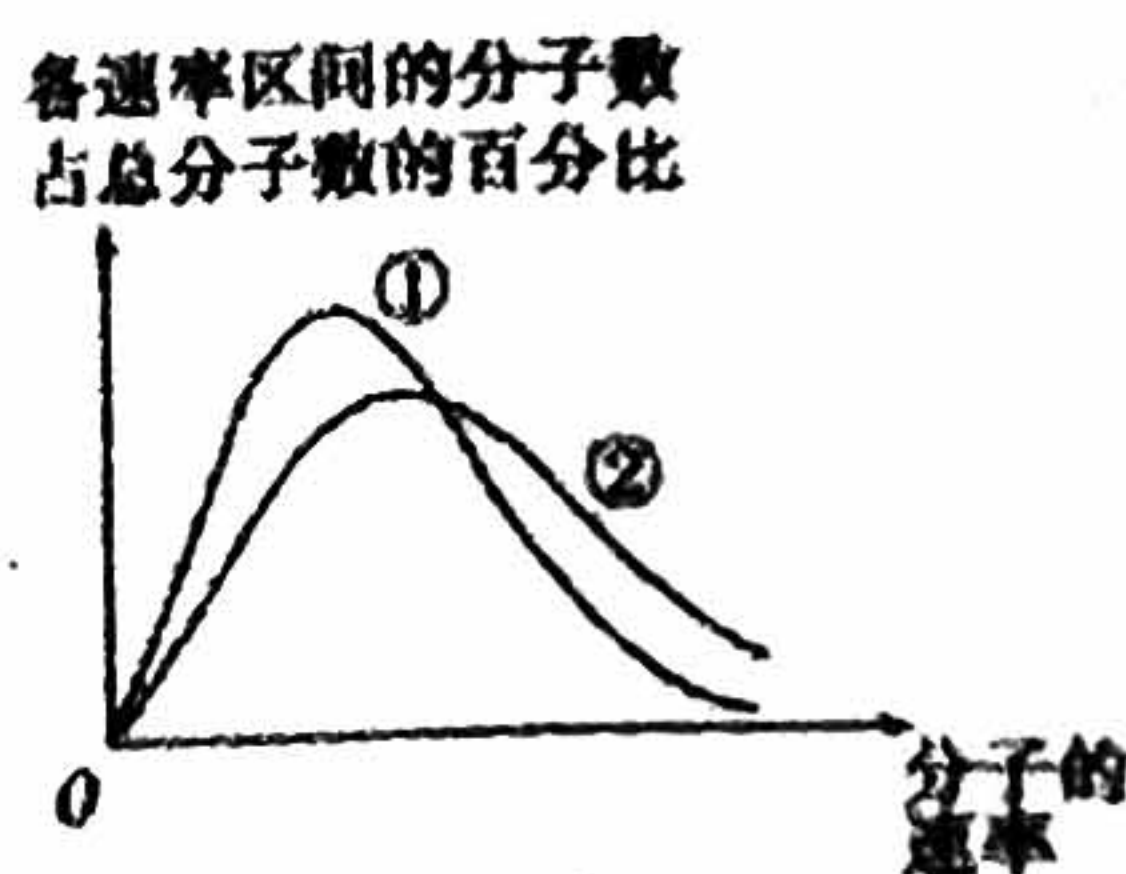
甲



乙



丙



丁

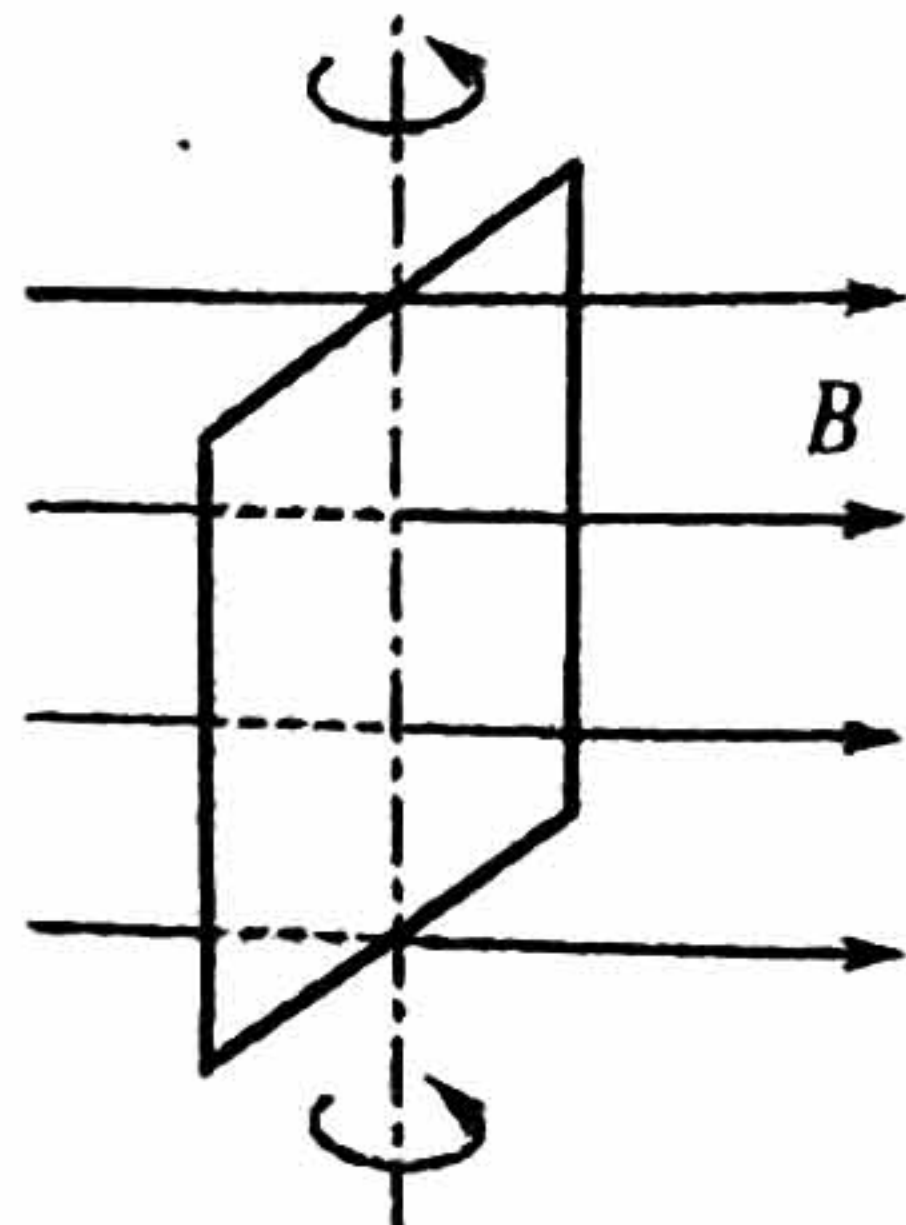
- A. 图甲“用油膜法估测油酸分子大小”实验中, 应先滴油酸酒精溶液, 再撒痱子粉  
 B. 图乙为水中某花粉颗粒每隔一定时间位置的连线图, 连线表示该花粉颗粒做布朗运动的轨迹  
 C. 图丙为分子力  $F$  与分子间距  $r$  的关系图, 分子间距从  $r_0$  开始增大时, 分子力先变大后变小  
 D. 图丁为大量气体分子热运动的速率分布图, 曲线②对应的温度较高

3. 对于爱因斯坦提出的质能方程  $E=mc^2$ , 下列说法中正确的是

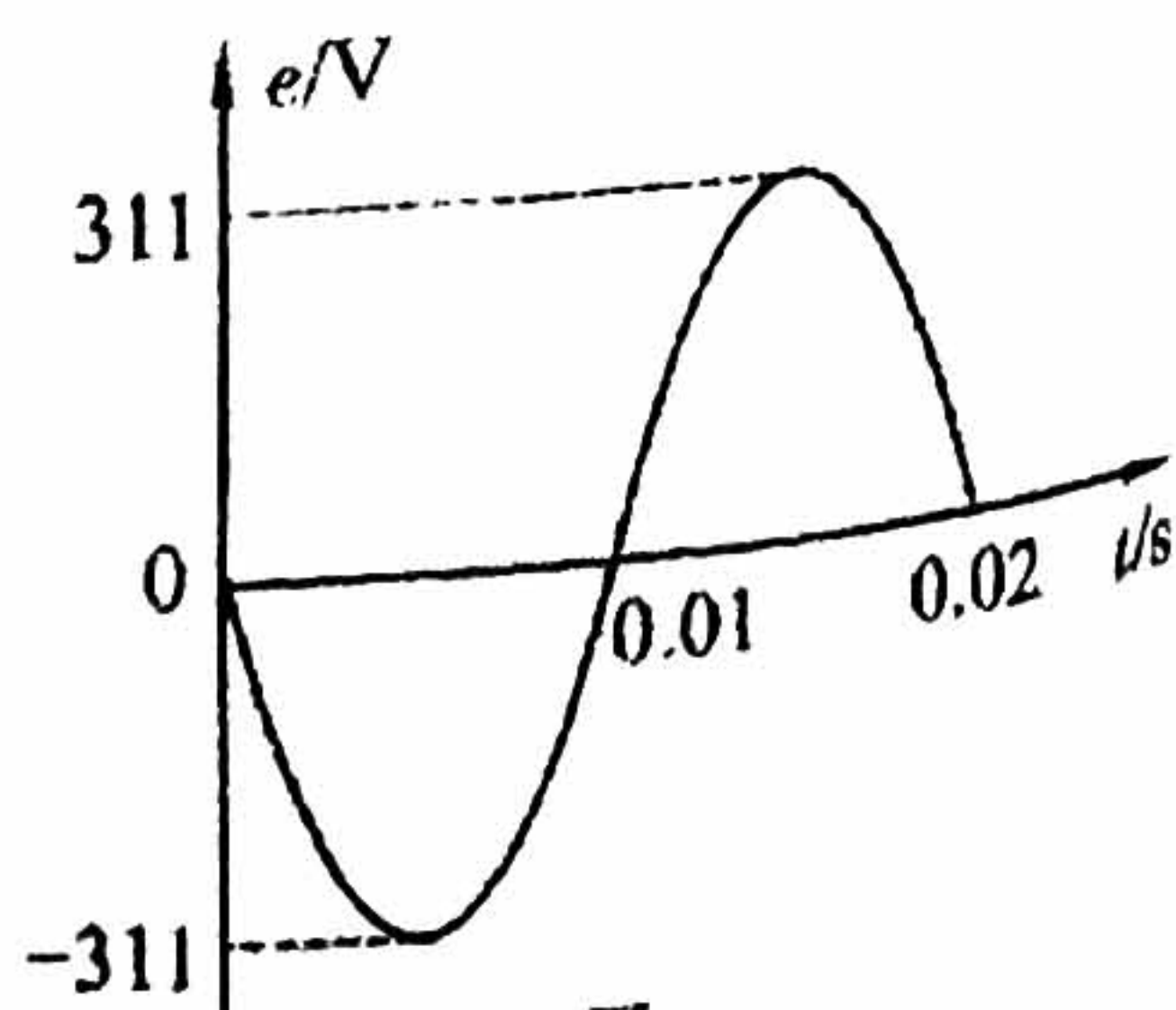
- A.  $E=mc^2$  表明物体具有的能量与其质量成正比  
 B. 根据  $\Delta E=\Delta mc^2$  可以计算核反应中释放的核能  
 C. 若  $m$  表示核电站参与反应的铀 235 的质量, 则  $E$  表示核反应释放的核能  
 D. 太阳辐射的能量主要来自太阳内部的核聚变反应, 因此太阳的质量在不断减少

4. 如图甲所示, 在匀强磁场中, 一矩形金属线框绕与磁场方向垂直的轴匀速转动产生交流电, 电动势  $e$  随时间  $t$  的变化关系如图乙所示, 则

- A. 该交流电的频率为 50Hz  
 B. 该交流电电动势的有效值为 311V  
 C.  $t=0.01\text{s}$  时, 穿过线框的磁通量为零  
 D.  $t=0.01\text{s}$  时, 穿过线框的磁通量的变化率为零



甲



乙

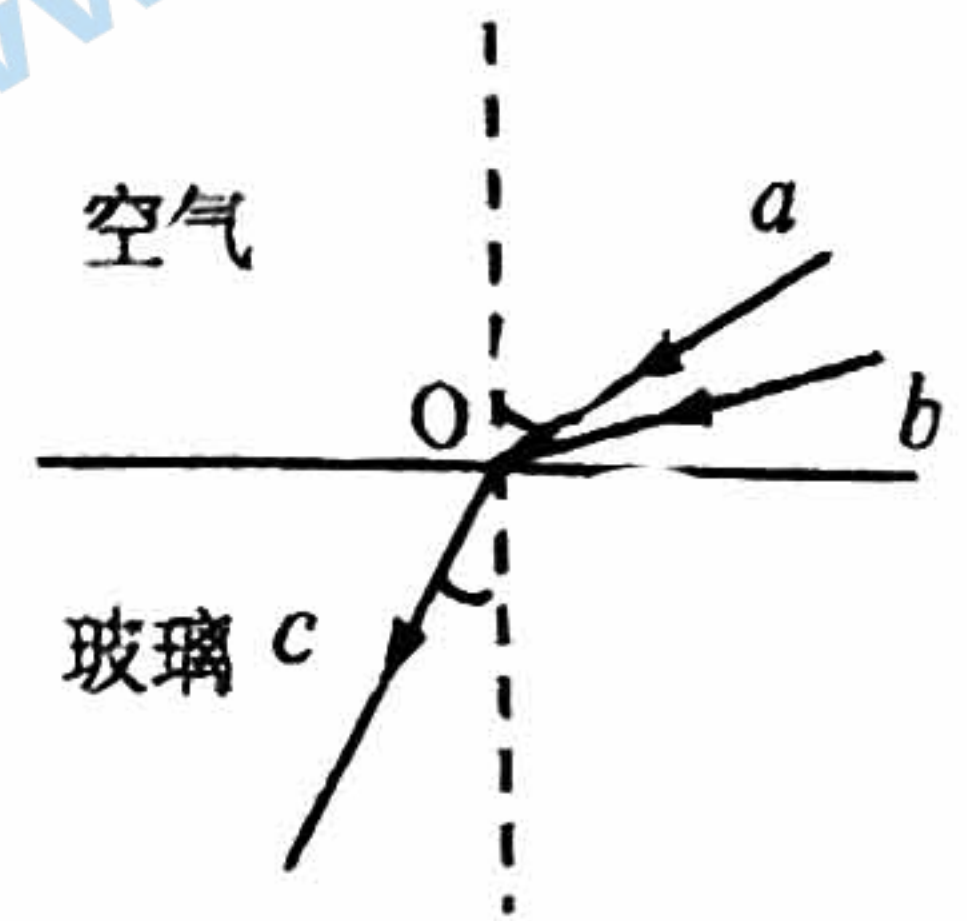


5. 某电厂向远处输送电能，输电功率一定。原采用电压  $U_1$  输电，后改用  $U_2=20U_1$  的电压输电，不考虑其它的变化，则

- A. 输电电流变为原来的 20 倍
- B. 输电线上电压损失变为原来的  $1/20$
- C. 输电线上电能的损失降为原来的  $1/20$
- D. 输电线上电能的损失降为原来的  $1/400$

6. 如图所示，两束单色光  $a$ 、 $b$  自空气射向玻璃，经折射后形成复合光束  $c$ ，则下列说法正确的是

- A.  $a$  光光子的能量比  $b$  光光子的能量大
- B. 在玻璃中， $a$  光的光速大于  $b$  光的光速
- C. 从玻璃射向空气时， $a$  光的临界角大于  $b$  光的临界角
- D. 经同一双缝干涉装置得到干涉条纹， $a$  光条纹宽度小于  $b$  光条纹宽度



7. 图 1 是演示简谐运动图象的装置，它由一根较长的细线和一个较小的沙漏组成。当沙漏摆动时，若将沙漏下方的木板匀速拉出，漏出的沙在板上会形成一条曲线。通过对曲线的分析，可以确定沙漏的位移随时间变化的规律。图 2 是不同的两个沙漏分别在两块木板上形成的曲线。若两个沙漏的周期分别为  $T_1$ 、 $T_2$ ，木板 1、木板 2 运动的速度大小分别为  $v_1$ 、 $v_2$ ，则：

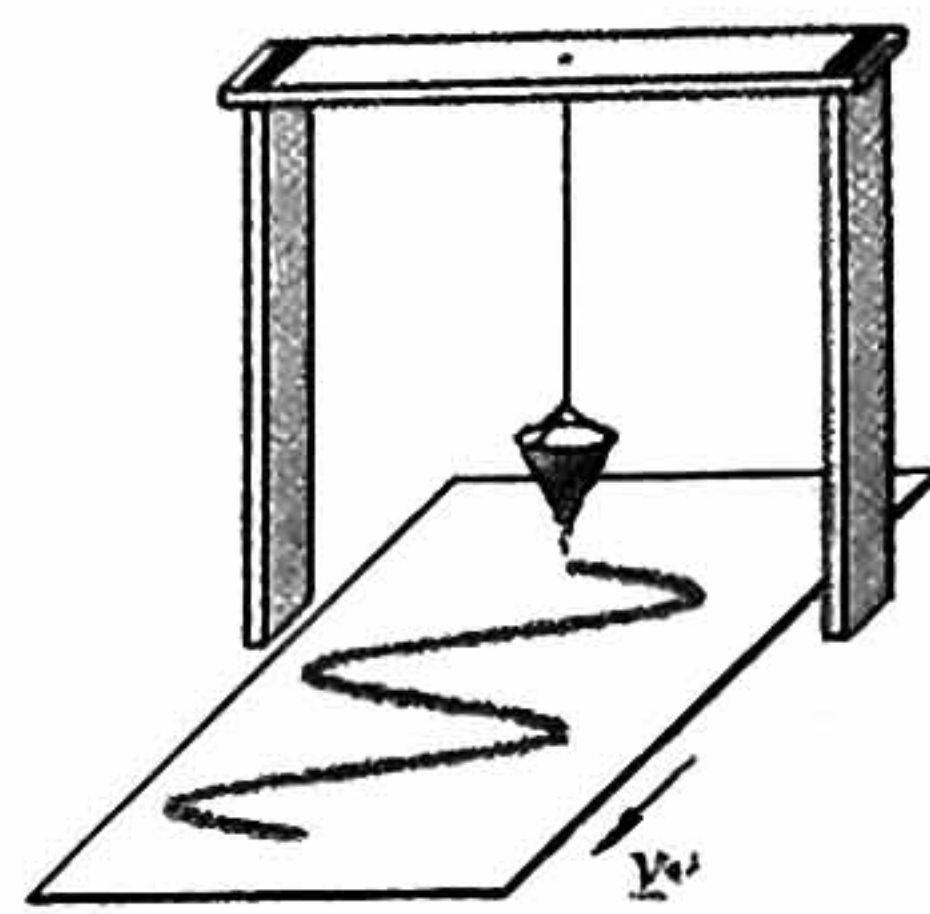


图 1

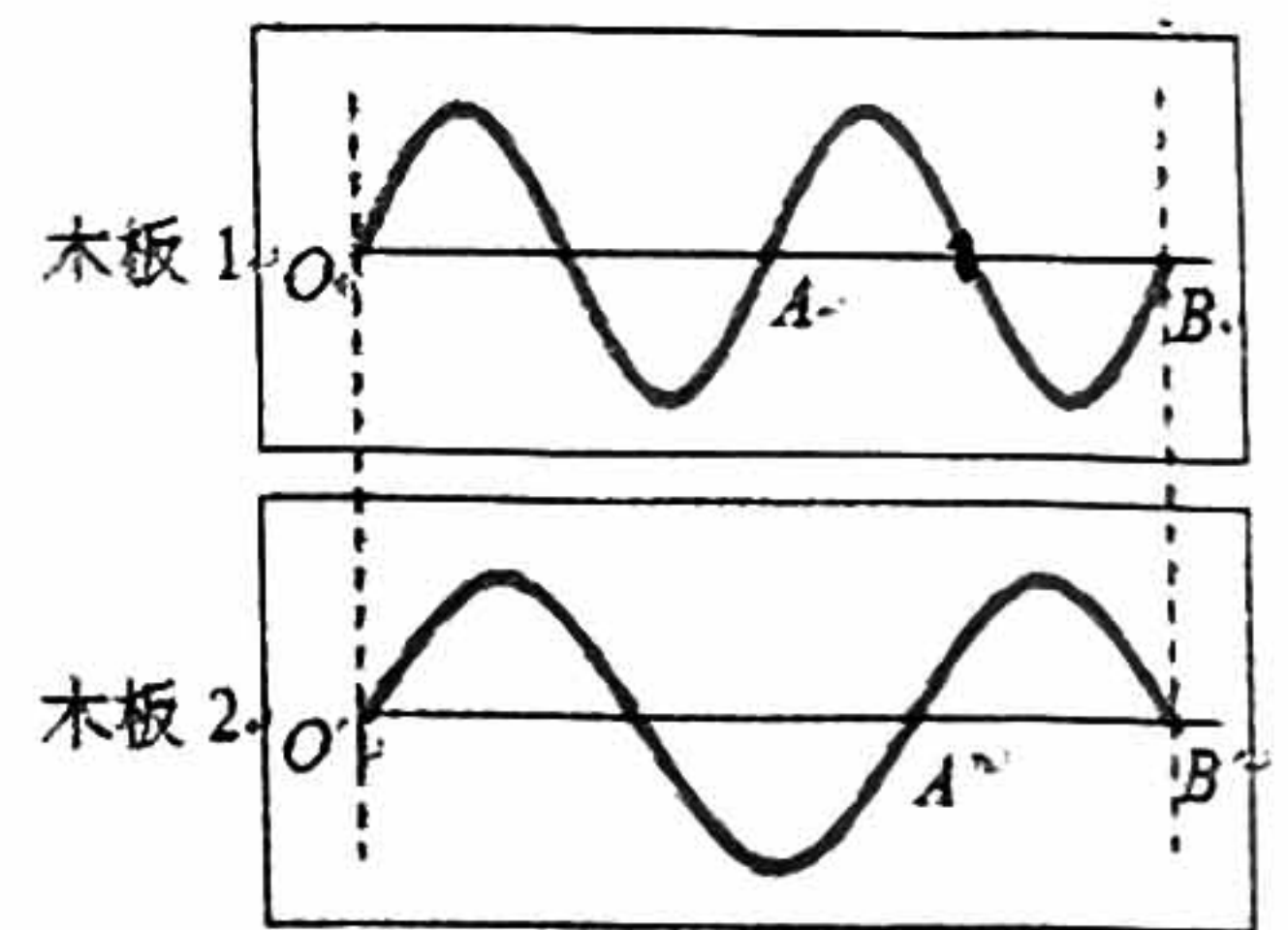


图 2

A. 若  $v_1 = v_2$ ，则  $T_1 : T_2 = 4 : 3$

B. 若  $v_1 = v_2$ ，则  $T_1 : T_2 = 3 : 4$

C. 若  $T_1 > T_2$ ，则一定有  $v_1 < v_2$

D. 若  $T_2 > T_1$ ，则可能有  $v_1 = v_2$

8. 图 1 为一列简谐横波在  $t=0$  时刻的波形图， $P$  是平衡位置在  $x=1.0\text{m}$  处的质点， $Q$  是平衡位置在  $x=4.0\text{m}$  处的质点；图 2 为质点  $Q$  的振动图像。下列说法正确的是

- A. 此列波向  $+x$  方向传播
- B. 从  $t=0$  时起，质点  $Q$  比质点  $P$  先到达波谷
- C. 在  $0\sim 0.1\text{s}$ ，该波沿  $x$  轴正方向传播了  $4\text{m}$
- D. 在  $0\sim 0.2\text{s}$  内，质点  $Q$  通过的路程为  $8\text{m}$

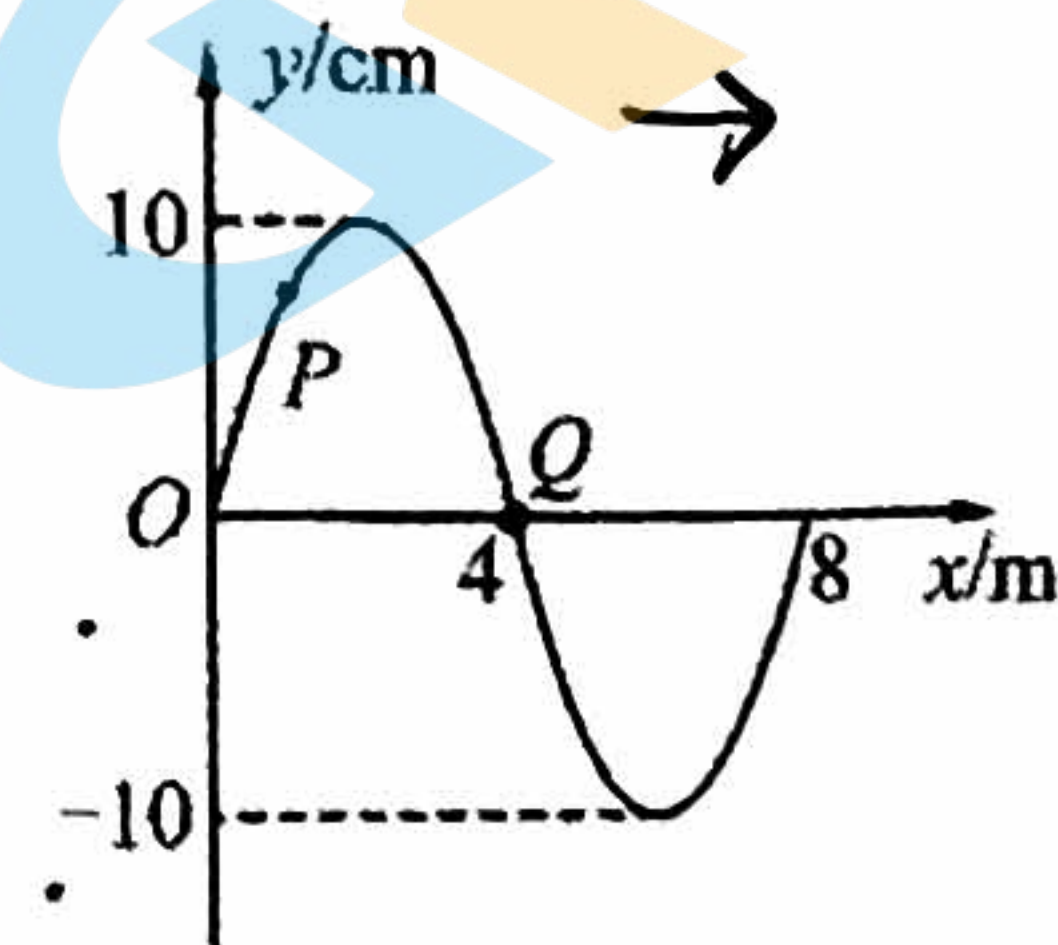


图 1

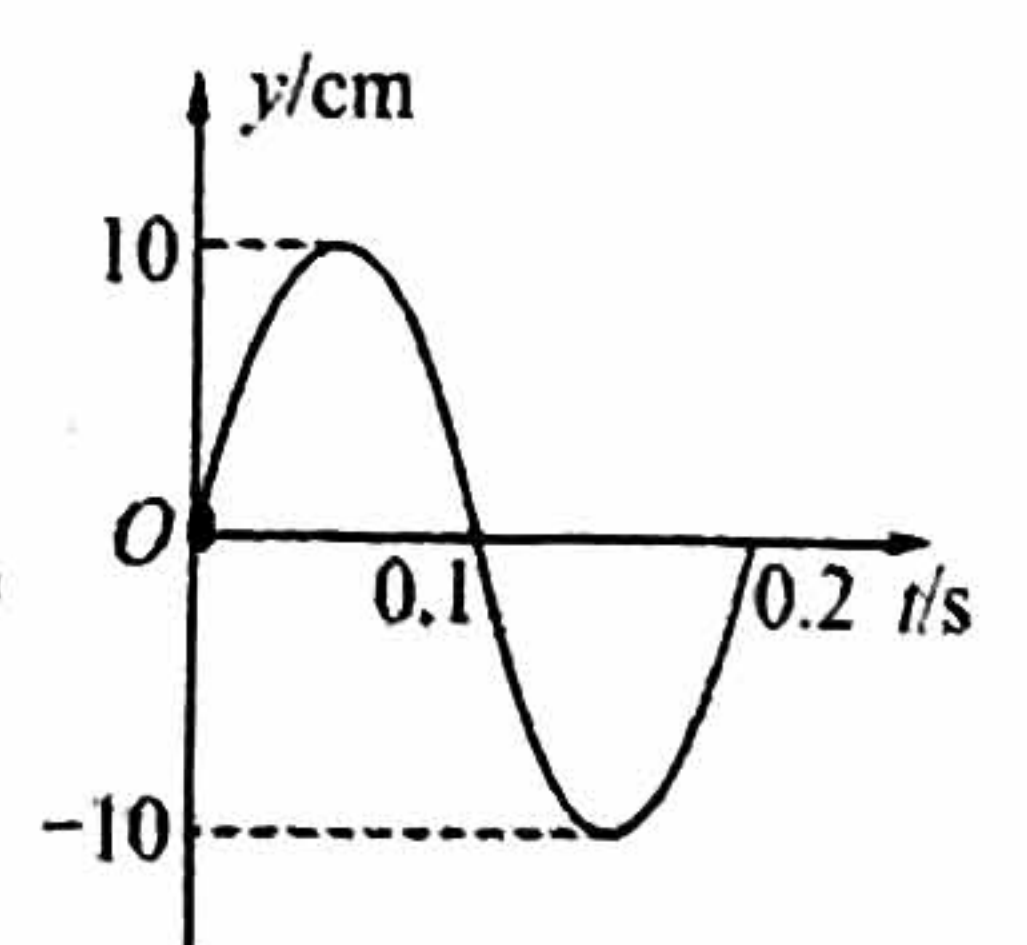
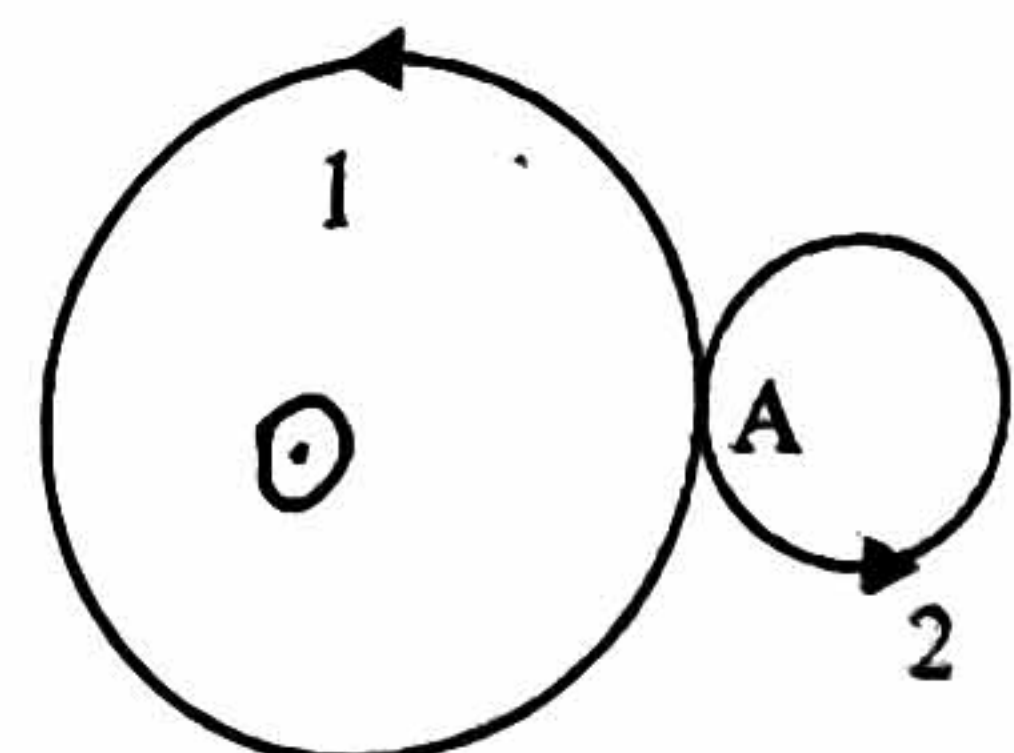


图 2

9. 实验观察到，静止在匀强磁场中  $A$  点的原子核发生衰变，衰变产生的物质恰在纸面内做匀速圆周运动，运动方向和轨迹示意如图。则

- A. 发生的是  $\alpha$  衰变，轨迹 1 是  $\alpha$  粒子的
- B. 发生的是  $\alpha$  衰变，磁场方向垂直纸面向里
- C. 发生的是  $\beta$  衰变，轨迹 1 是电子的
- D. 发生的是  $\beta$  衰变，磁场方向垂直纸面向外

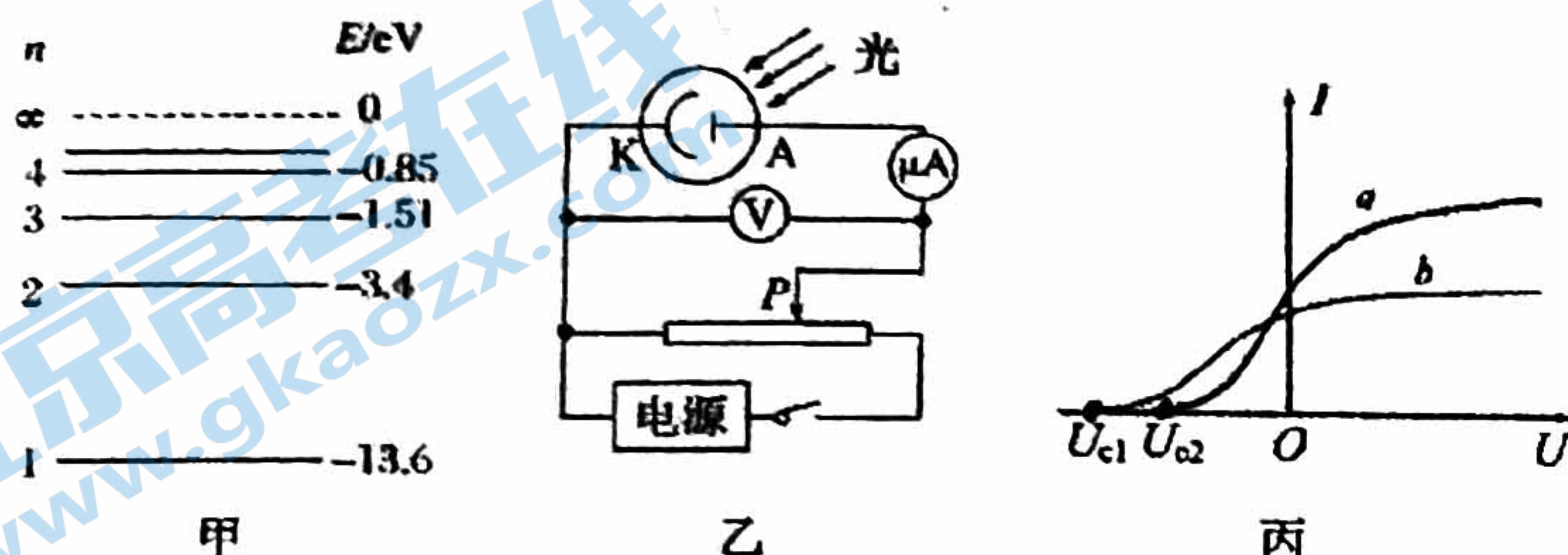




10. 下列说法正确的是

- A. 物体的温度升高，物体内所有分子热运动的速率都增大
- B. 物体的温度升高，物体内大量分子的平均动能增大
- C. 气体压强产生的原因是大量气体分子对器壁的持续频繁的撞击
- D. 气体的压强越大，单位体积内气体的分子个数一定越多

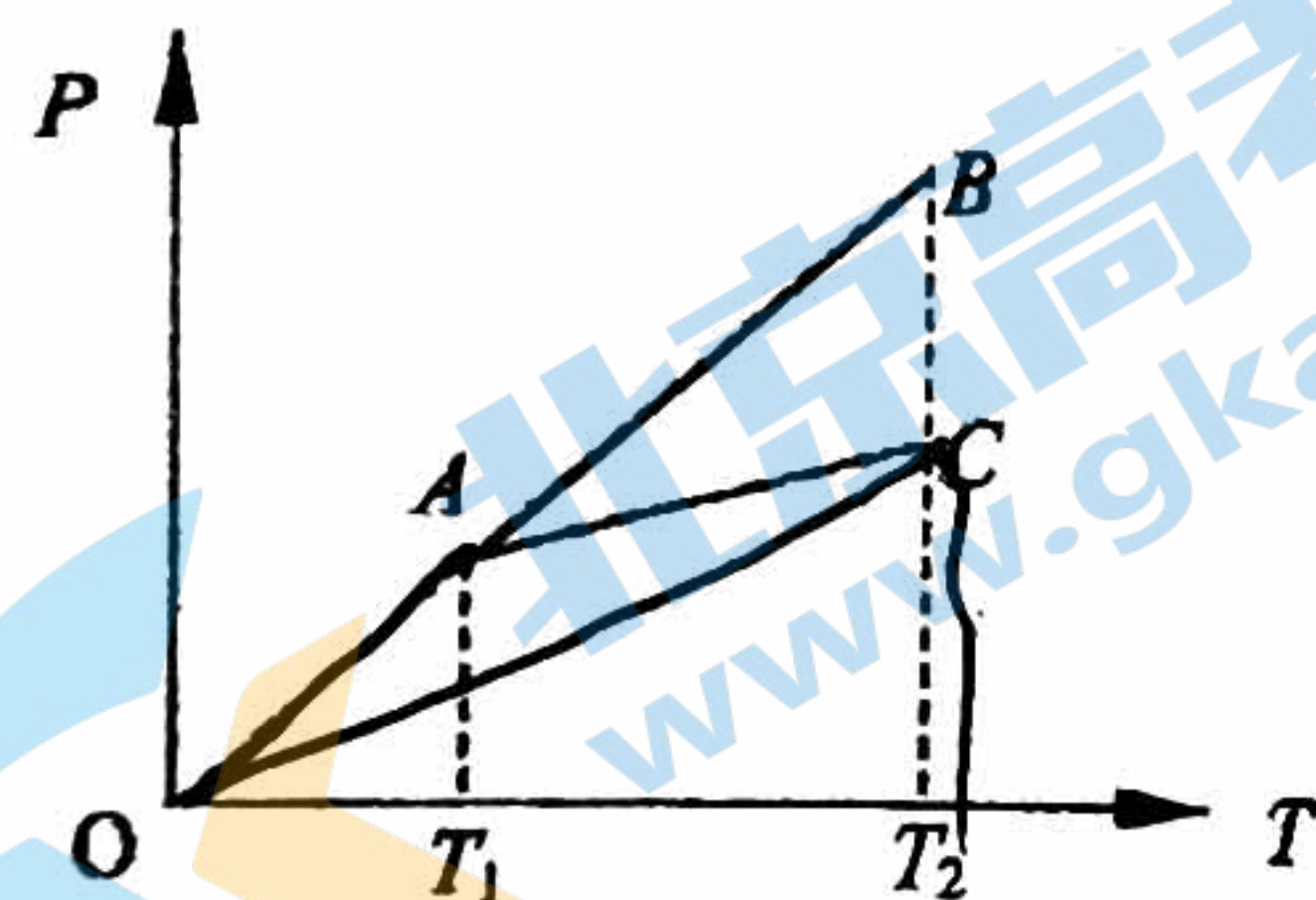
11. 氢原子的能级图如图甲所示，一群处于第 4 能级的氢原子，向低能级跃迁过程中能发出 6 种不同频率的光，其中只有频率为  $\nu_a$ 、 $\nu_b$  两种光可让图乙所示的光电管阴极 K 发生光电效应。分别用频率为  $\nu_a$ 、 $\nu_b$  的两个光源照射光电管阴极 K，测得电流随电压变化的图像如图丙所示。下列说法中正确的是



- A. 处于第 4 能级的氢原子可以吸收一个能量为  $0.75eV$  的光子并电离
- B. 图丙中的图线  $a$  所表示的光是氢原子由第 4 能级向基态跃迁发出的
- C. 图丙中的图线  $b$  所表示的光的光子能量为  $12.75 eV$
- D. 用图丙中的图线  $a$  所表示的光照射阴极 K 时，光电子的最大初动能比用图线  $b$  所表示的光照射时更大

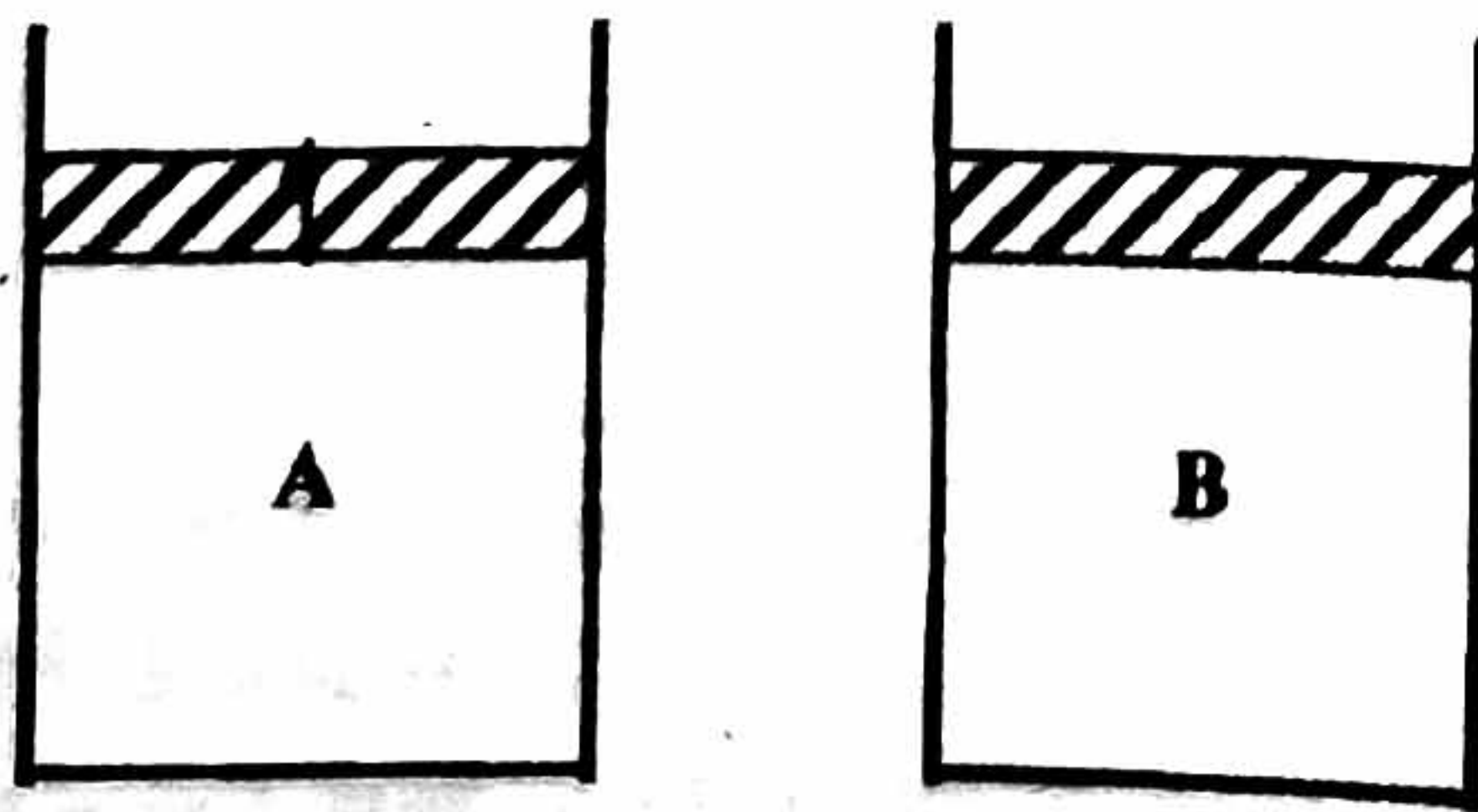
12. 一定质量的理想气体状态变化如图所示，第一种变化是从状态 A 到状态 B，第二种变化是从状态 A 到状态 C，比较两种变化过程

- A. 从状态 A 到状态 C，气体体积不断增大
- B. 两个过程气体内能变化相同
- C. 两个过程气体对外界做功相同
- D. 两个过程气体吸收的热量一样多



13. 两个内壁光滑、完全相同的绝热汽缸 A 和 B，汽缸内用轻质绝热活塞封住完全相同的理想气体，如图所示，现在活塞上表面缓慢倒入细砂，若最终倒入 A 中活塞上细砂的质量大于倒入 B 中活塞上细砂的质量，则当活塞重新平衡后

- A. 汽缸 A 内气体的压强大于汽缸 B 内气体的压强
- B. 汽缸 A 内气体的体积大于汽缸 B 内气体的体积
- C. 汽缸 A 内气体分子的平均动能大于汽缸 B 内气体分子的平均动能
- D. 汽缸 A 内气体的温度大于汽缸 B 内气体的温度





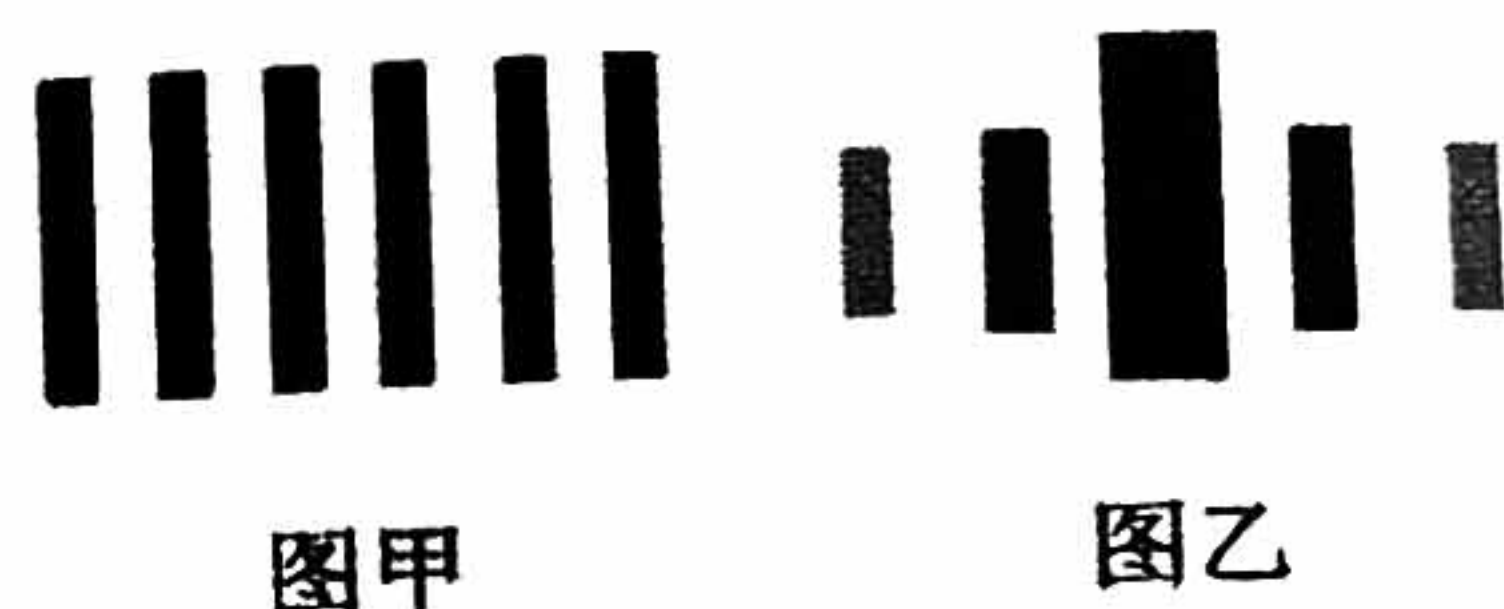
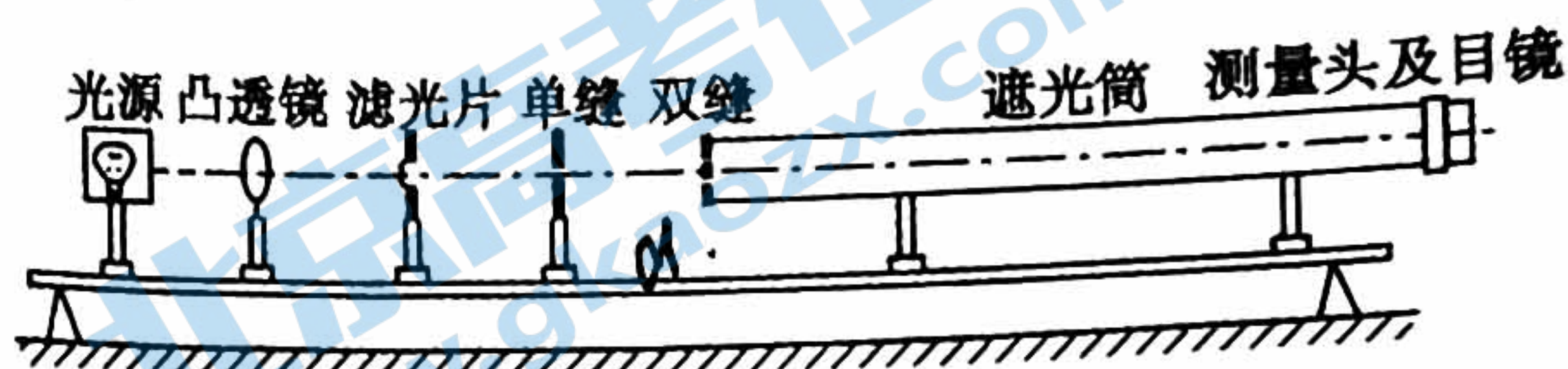
14. 人眼对绿光最为敏感，如果每秒有 6 个绿光的光子射入瞳孔，眼睛就能察觉。现有一个光源在空间某点以  $P$  的功率均匀地向各个方向发射波长为  $\lambda$  的绿光，假设眼睛瞳孔在暗处的直径为  $d$ ，则人眼能够看到这个光源的最远距离为（不计空气对光的吸收，普朗克常数为  $h$ ，真空中的光速为  $c$ ）

- A.  $\frac{d}{4} \sqrt{\frac{P\lambda}{6hc}}$       B.  $\frac{d}{2} \sqrt{\frac{P\pi\lambda}{6hc}}$       C.  $\frac{d}{4} \sqrt{\frac{6hc}{P\lambda}}$       D.  $\frac{d}{2} \sqrt{\frac{6hc}{P\pi\lambda}}$

二. 实验题（本大题共 2 小题，共 16 分。请把答案填在答题纸上）

15. (1) 如下图所示：某同学对实验装置进行调节并观察实验现象：

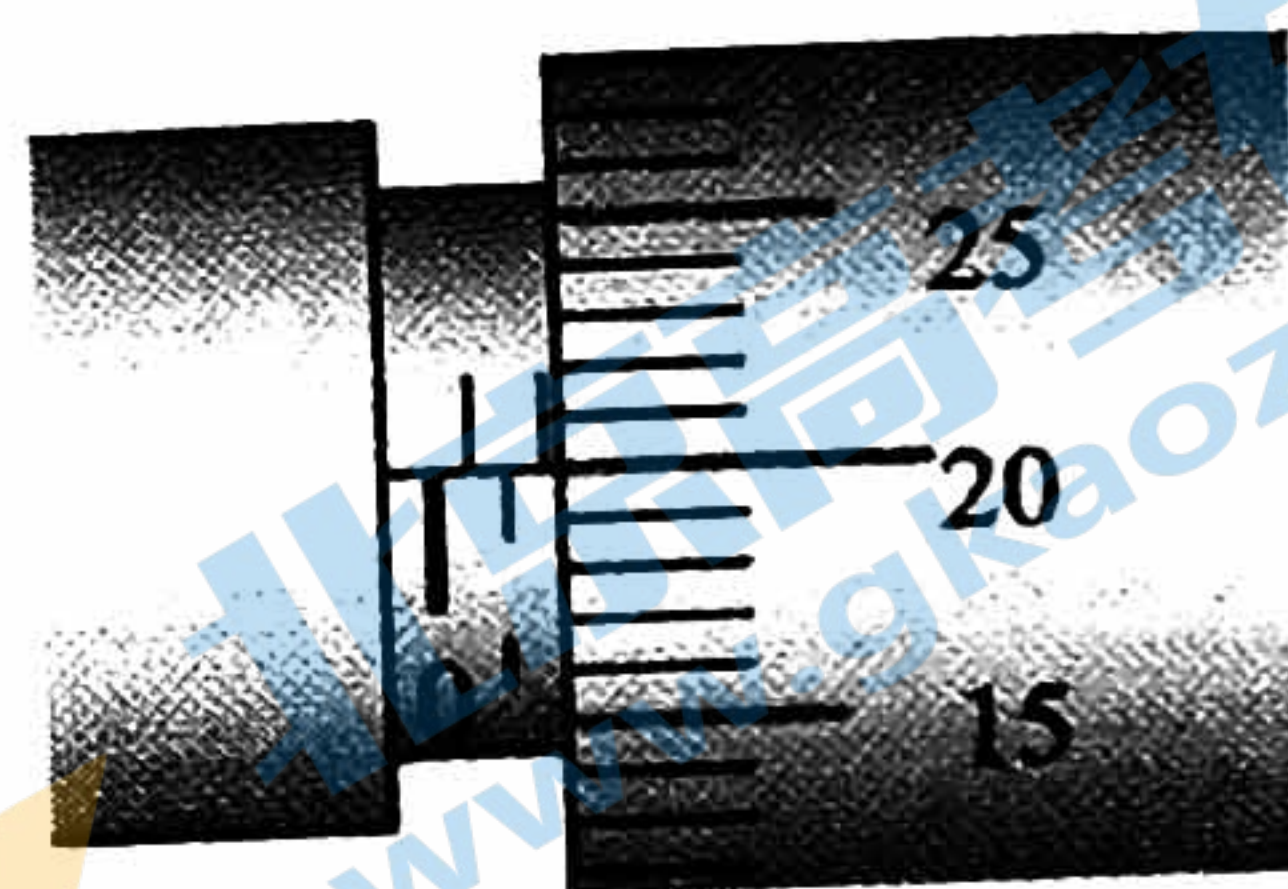
①图甲、图乙是光的条纹形状示意图，其中干涉图样是\_\_\_\_\_。



②下述现象中能够观察到的是：

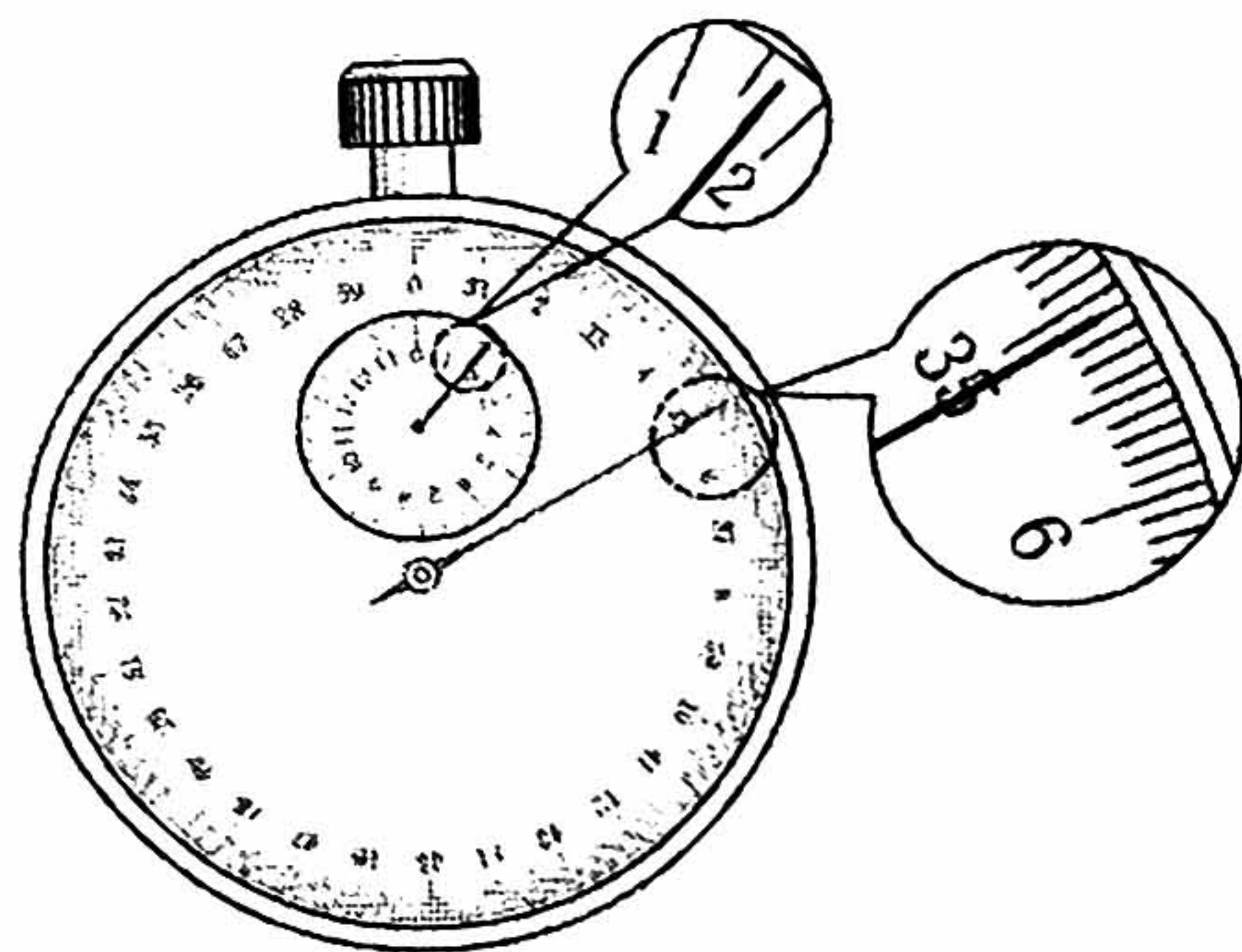
- A. 将滤光片由蓝色的换成红色的，干涉条纹间距变宽
- B. 将单缝向双缝移动一小段距离后，干涉条纹间距变宽
- C. 换一个两缝之间距离较大的双缝，干涉条纹间距变窄
- D. 去掉滤光片后，干涉现象消失

③移动测量头上的手轮，使分划板的中心刻线对准第 1 条亮纹的中心，记下此时手轮上螺旋测微器的读数  $x_1$ 。转动测量头，使分划板的中心刻线向右移动对准第 4 条亮纹的中心，此时手轮上螺旋测微器的读数  $x_2$  如右图所示，则读数  $x_2 =$  \_\_\_\_\_ mm；已知双缝与屏的距离为  $L$ ，双缝间距为  $d$ 。计算波长的公式  $\lambda =$  \_\_\_\_\_；（用题目中给出的字母表示）



(2) 某同学利用单摆测定当地的重力加速度。

①该同学在测量单摆的周期时，他用秒表记下了单摆做 50 次全振动的时间，如图甲所示，秒表的读数为 \_\_\_\_\_ s。



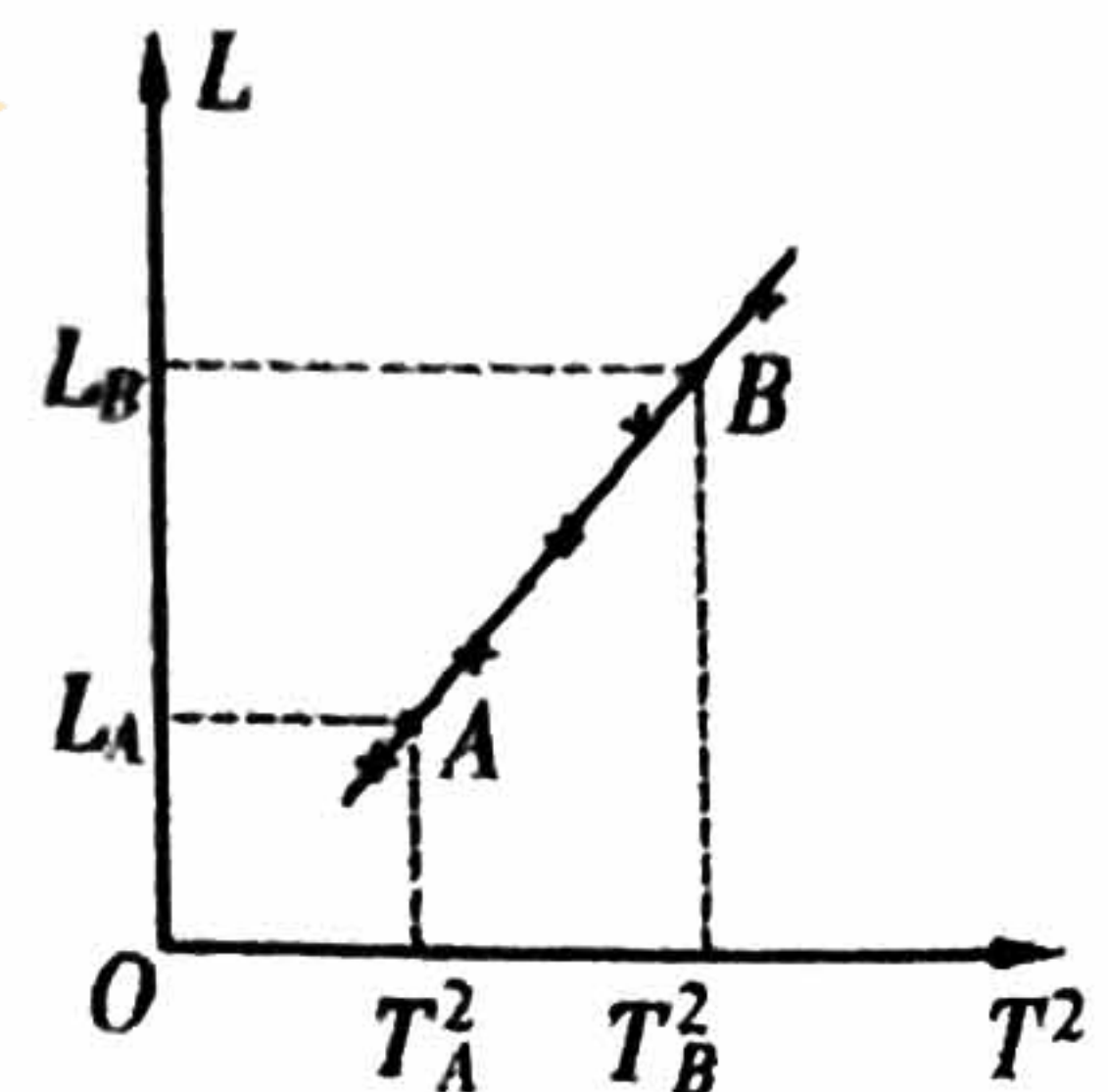
图甲



②该同学测得的重力加速度数值大于当地的重力加速度的实际值，造成这一情况的原因可能是\_\_\_\_\_（选填选项前的字母）。

- A. 开始摆动时振幅较小  
B. 开始计时时，过早按下秒表  
C. 测量周期时，误将摆球  $(n-1)$  次全振动的时间记为  $n$  次全振动的时间

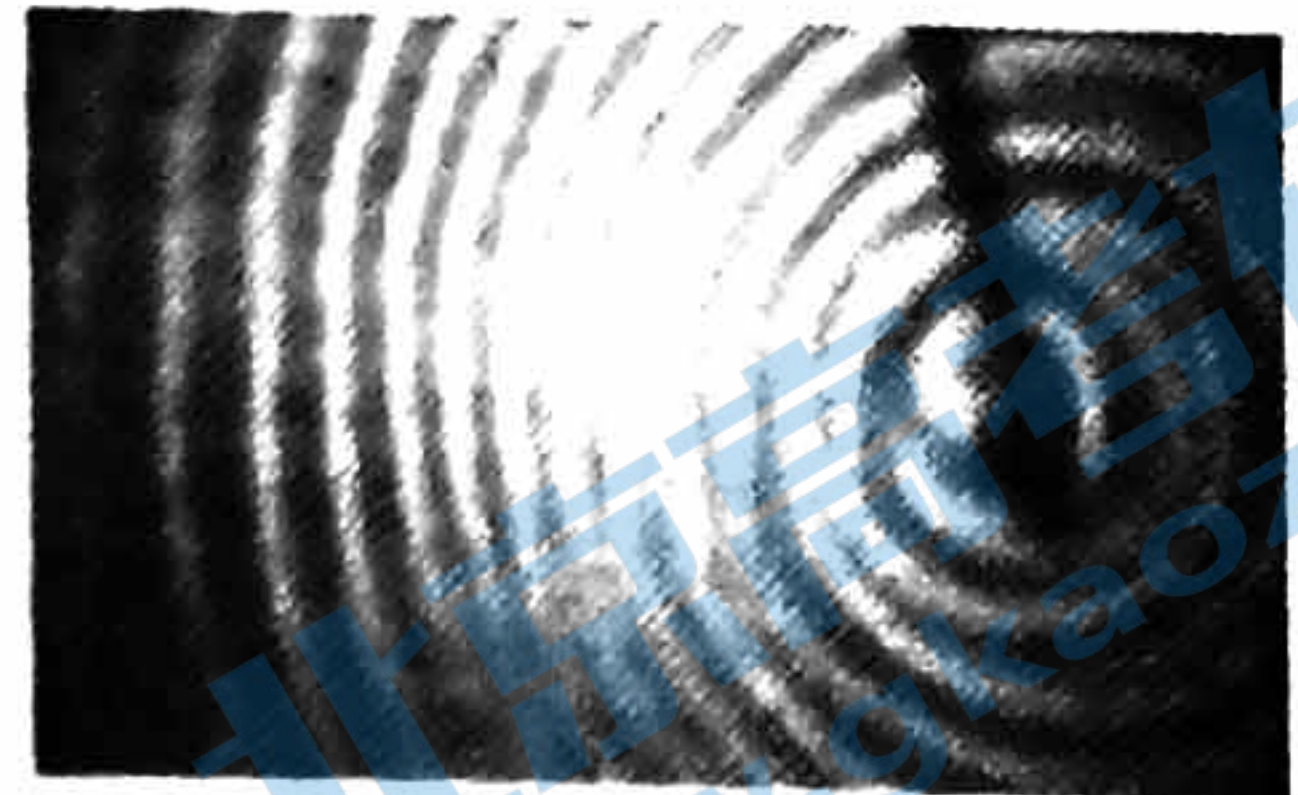
③该同学改进处理数据的方法。他测量得到 6 组摆长  $L$ （摆线长度与小球半径之和）和对应的周期  $T$ ，画出  $L-T^2$  图线，然后在图线上选取  $A$ 、 $B$  两个点，坐标如图乙所示。则当地重力加速度的表达式  $g=_____$ 。处理完数据后，该同学发现小球质量分布不均匀，请问：这对他利用图像计算重力加速度有无影响？答：\_\_\_\_\_（选填“有影响”或“无影响”）



图乙

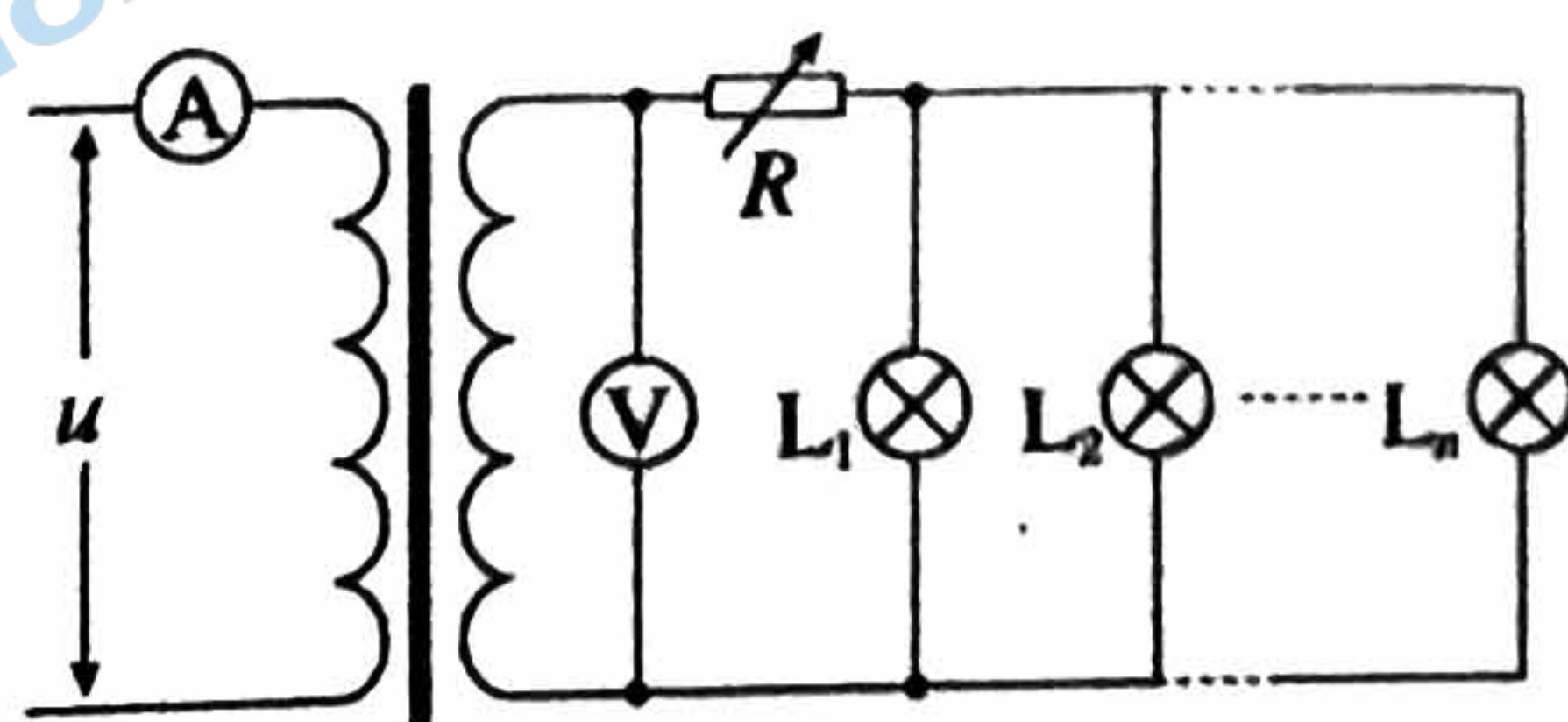
三、简答与计算题（本大题共 5 小题，共 42 分。解答应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤。只写出最后答案的不能得分。有数值计算的题，答案中必须明确写出数值和单位。）

16.（6 分）固定在振动片上的金属丝周期性触动水面可形成水波。当振动片在水面上移动时，拍下如图所示的照片，请利用所学知识分析振动片是向左移动还是向右移动？在物理学中这种现象称为什么效应？请列举生活中应用该效应的一个实例。

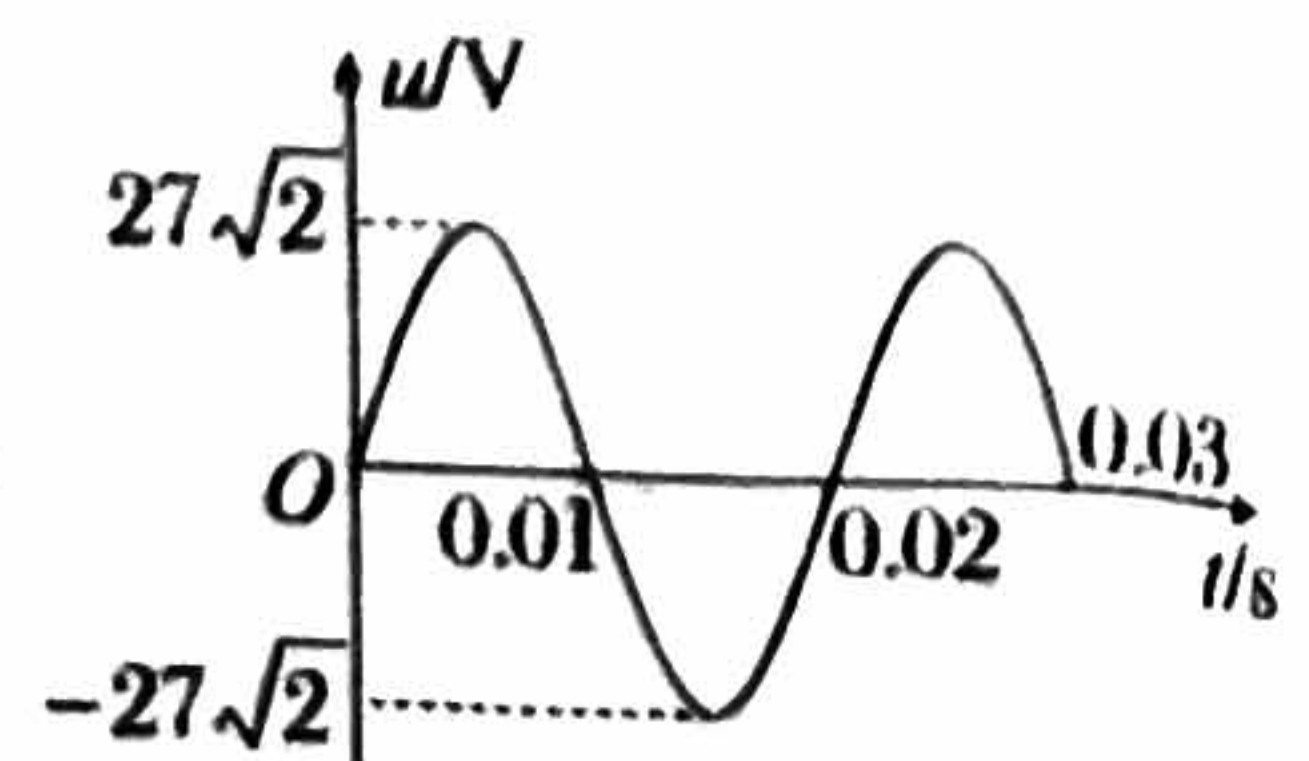


17.（8 分）如图甲所示，理想变压器原、副线圈的匝数  $n_1:n_2=3:1$ ，原线圈电路中接有一量程为 3 A 的理想交流电流表，副线圈两端接有理想交流电压表、可变电阻  $R$  以及若干 6 V、6 W 的相同灯泡。输入端交变电压  $u$  的图象如图乙所示

- (1) 求图甲中电压表的读数  
(2) 要求灯泡均正常发光，求电路中最少允许接入的灯泡个数  
(3) 为满足第 (2) 问要求，求可变电阻  $R$  应调到的电阻值



甲

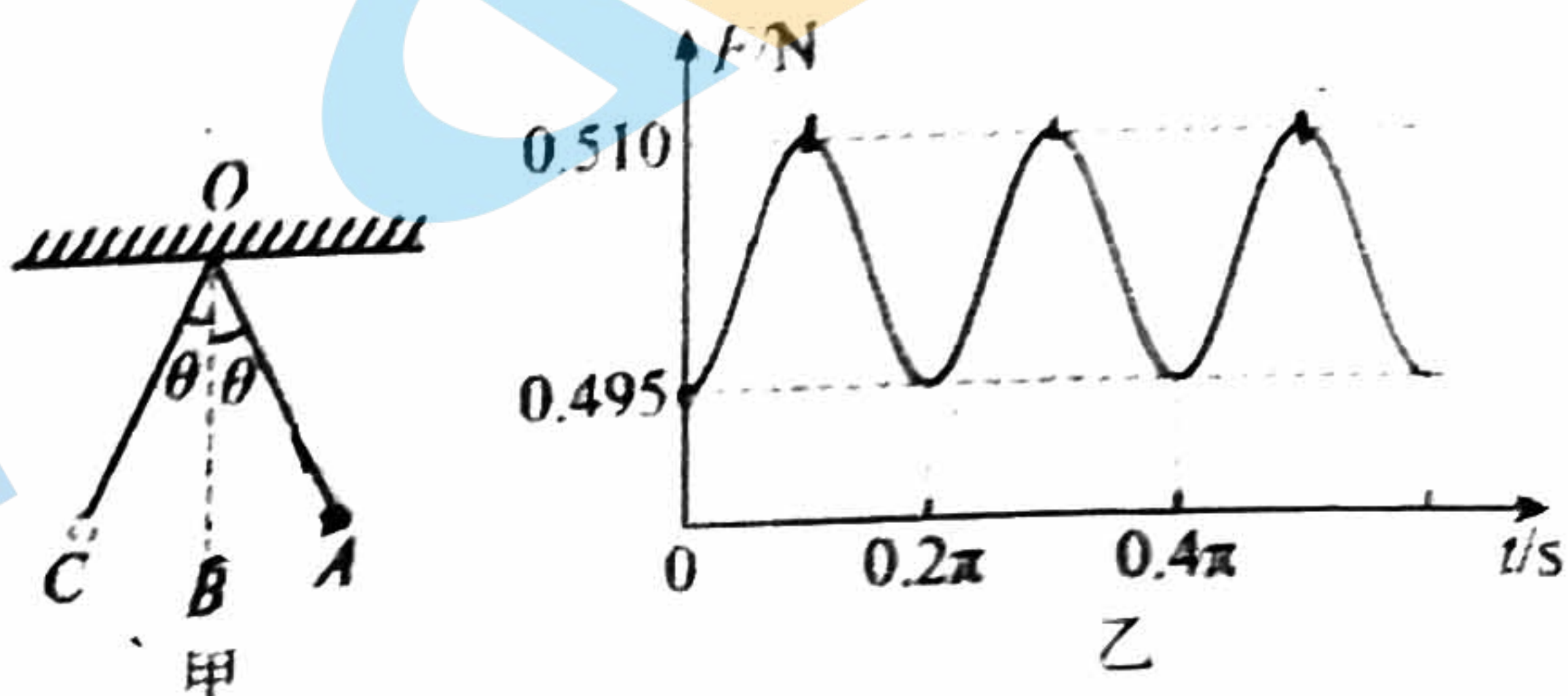


乙



18. (8分) 将一测力传感器连接到计算机上就可以测量快速变化的力。图甲中  $O$  点为单摆的固定悬点, 现将小摆球(可视为质点)拉至  $A$  点, 此时细线处于张紧状态, 释放摆球, 则摆球将在竖直平面内的  $A$ 、 $B$ 、 $C$  之间来回摆动, 其中  $B$  点为运动中的最低位置,  $\angle AOB = \angle COB = \theta$ ,  $\theta$  小于  $5^\circ$  且是未知量。图乙表示由计算机得到的小球对摆线的拉力大小  $F$  随时间  $t$  变化的曲线, 且图中  $t=0$  时刻为摆球从  $A$  点开始运动的时刻。试根据力学规律和题中(包括图中)所给的信息求: ( $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ )

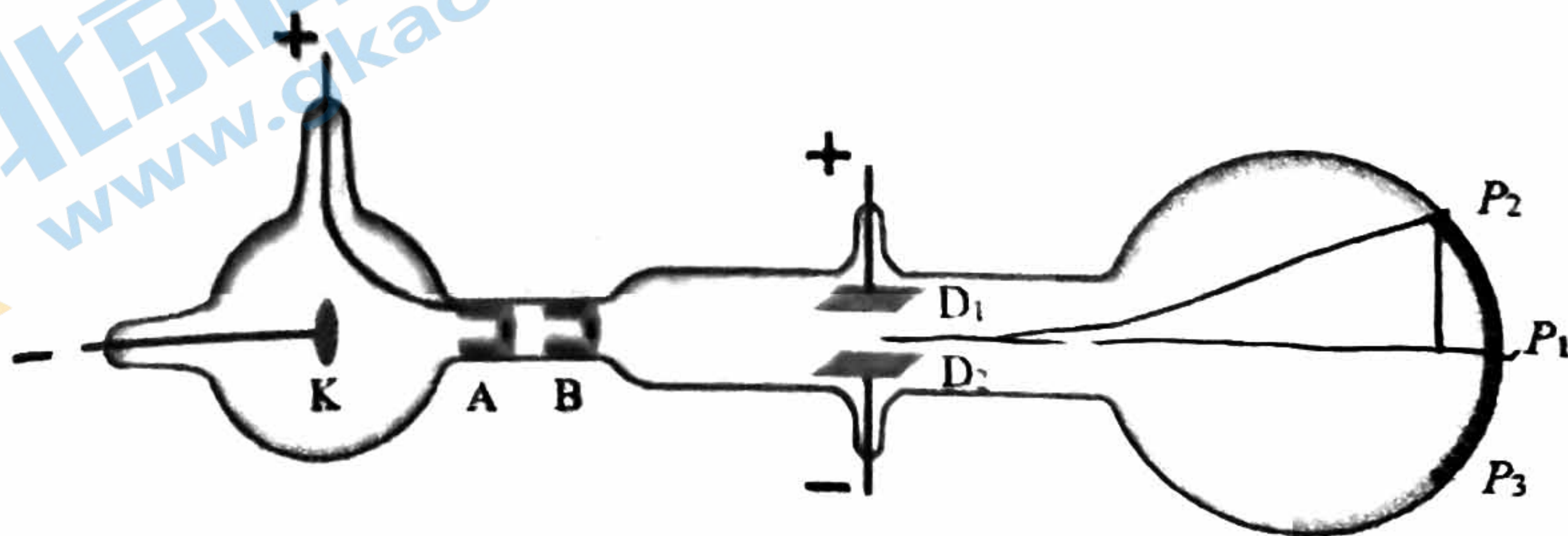
- (1) 单摆的振动周期和摆长;
- (2) 摆球的质量和摆球运动过程中的最大速度。



19. (10分) 电子的发现揭开了人类对原子结构的探索, 高速运动的电子作为原子结构中的基本粒子, 即具有粒子性又具有波动性, 利用这一特性制成的电子显微镜为进一步对微观世界进行研究提供了可能。

(1) 1897年, J.J.汤姆孙根据阴极射线在电场和磁场中的偏转情况断定, 它的本质是带负电的粒子流, 并求出了这种粒子的比荷, 并将这种粒子命名为电子。他的研究装置如图所示。真空管内的阴极  $K$  发出的电子经加速后, 穿过  $A$ 、 $B$  中心的小孔沿直线进入到两块水平正对放置的平行金属板  $D_1$ 、 $D_2$  的区域。金属板  $D_1$ 、 $D_2$  之间未加电场时, 射线不偏转, 射在屏上  $P_1$  点。按图示方式施加电场强度为  $E$  的电场之后, 射线发生偏转并射到屏上  $P_2$  点。为了抵消阴极射线的偏转, 使它从  $P_2$  点回到  $P_1$ , 需要在两块金属板之间的区域再施加一个大小合适、方向垂直于纸面向里的匀强磁场。

- (a) 若施加的匀强磁场磁感应强度为  $B$ , 求出阴极射线的速度  $v$  的表达式。
- (b) 去掉  $D_1$ 、 $D_2$  间的电场, 只保留 (a) 中的匀强磁场  $B$ 。由于磁场方向与射线运动方向垂直, 阴极射线在  $D_1$ 、 $D_2$  之间有磁场的区域内会形成一个半径为  $r$  的圆弧, 使得阴极射线落在屏上  $P_3$  点。根据题目所给信息推导电子比荷的表达式。





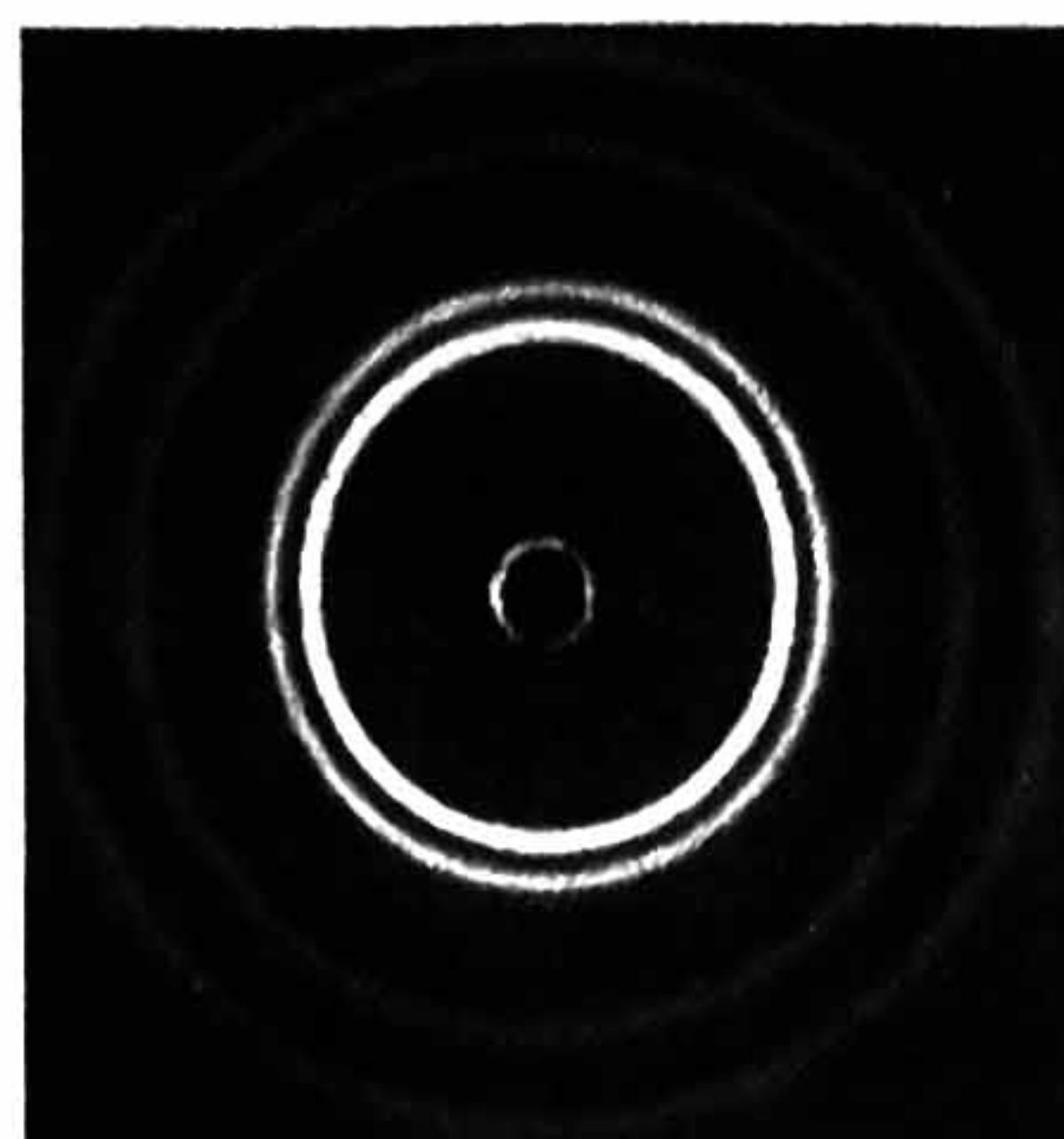
(2) 1927 年英国物理学家 G.P. 汤姆孙用高能粒子进行电子的衍射实验, 当电子波长与 X 射线波长相同时, 汤姆孙看到了与 X 射线衍射图样完全一样的电子衍射图样(如图所示), 证明了实物粒子具有波动性, 表明德布罗意的假说是正确的。电子通过加速可以获得更小的德布罗意波长, 这也是电子显微镜相对于光学显微镜的优势。

已知: 电子质量  $m_e=9 \times 10^{-31} \text{kg}$ , 电子电量  $e=1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ , 普朗克常量  $h=6.6 \times 10^{-34} \text{J}\cdot\text{s}$ , 真空中光速  $c=3 \times 10^8 \text{m/s}$ , 求:

- (a) 电子通过电势差为 2.0kV 的加速电场后, 其德布罗意波长;  
 (b) 相同样品上能够产生相同衍射图样的 X 射线光子的能量为多少电子伏特。



多晶氧化铝样品  
的电子衍射图样



多晶氧化铝样品  
X 射线衍射图样

20. (10 分) 人类对原子的研究从未停止, 从卢瑟福的核式结构模型到玻尔氢原子的能级理论, 逐渐揭开原子结构的奥秘。

(1) 卢瑟福利用  $\alpha$  粒子(质量为  $4u$ 、带电量为  $2e$ ) 轰击金箔的散射实验来估算金原子核(带电量为  $79e$ ) 的半径: 可以认为在  $\alpha$  粒子靠近金原子核的过程中金原子核始终静止不动, 而从离子源射出的  $\alpha$  粒子与金原子核的最小距离即为金原子核的半径。

已知: 从离子源射出的  $\alpha$  粒子速度为光速的十分之一, 即  $3 \times 10^7 \text{m/s}$ , 电子电量  $e=1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ , 静电力常数  $k=9 \times 10^9 \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$ ,  $1u=1.67 \times 10^{-27} \text{kg}$ ; 当取无穷远处电势为零时, 两个相距为  $r$  的点电荷  $Q$ 、 $q$  具有的电势能的表达式为:  $E_p = k \frac{Qq}{r}$ 。

试根据已给数据估算金原子核半径(结果保留一位有效数字)。

(2) 在玻尔的氢原子理论中, 电子绕原子核做匀速圆周运动的轨道半径是量子化的。电子的轨道半径和动量必须满足量子化条件  $mvr = \frac{nh}{2\pi}$ , 式中  $h$  是普朗克常量,  $r$  是轨道半径,  $v$  是电子在该轨道上的速度大小,  $n$  是轨道量子数, 可以取 1、2、3、……等正整数。

已知电子的质量为  $m$ , 电荷量为  $-e$ , 静电力常量为  $k$ , 光在真空中的传播速度为  $c$ , 普朗

克常数为  $h$ , 试根据上述量子化条件,



(a) 试求电子在任意轨道运动的轨道半径  $r_n$  的表达式

(b) 试求电子处于任意轨道时氢原子能级  $E_n$  的表达式 (提示: 当取无穷远处电势为零

时, 当电子轨道半径为  $r_n$  时, 氢原子系统的电势能为  $E_p = -k \frac{e^2}{r_n}$ )

(c) 在玻尔的原子结构理论中, 氢原子由高能态向低能态跃迁时能发出一系列不同频率的光, 波长可以用巴耳末—里德伯公式  $\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2} \right)$  来计算, 式中  $\lambda$  为波长,  $R$  为里德伯常量,  $n$ 、 $k$  分别表示氢原子跃迁前和跃迁后所处状态的量子数, 对于每一个  $k$ , 有  $n=k+1$ 、 $k+2$ 、 $k+3$ ……请你根据已知物理量, 写出里德伯常量  $R$  的表达式。