

电子科技大学

2009 年攻读硕士学位研究生入学试题

考试科目：811 大学物理

注：所有答案必须写在答题纸上，做在试卷或草稿纸上无效。

一、选择题（每小题 3 分，共 90 分）

1. 一质点在 xoy 平面上运动，其速度的两个分量是 $v_x = Ay$ ， $v_y = v_0$ ，其中 A 、 v_0 为常量，则质点在点 (x, y) 处的切向加速度为（ ）。

$$(A) \quad a_t = \frac{A^2 y}{\sqrt{1 + \left(\frac{Ay}{v_0}\right)^2}}$$

$$(B) \quad a_t = \frac{A^2 x}{\sqrt{1 + \left(\frac{Ay}{v_0}\right)^2}}$$

$$(C) \quad a_t = \frac{Av_0^2}{\sqrt{1 + \left(\frac{Ay}{v_0}\right)^2}}$$

$$(D) \quad a_t = \frac{Av_0}{\sqrt{1 + \left(\frac{Ay}{v_0}\right)^2}}$$

2. 小球 A 和 B 质量相同，B 球原来静止，A 球以速度 u 与 B 球作对心碰撞。则碰撞后小球 A 和 B 的速度 v_1 和 v_2 的可能值是（ ）。

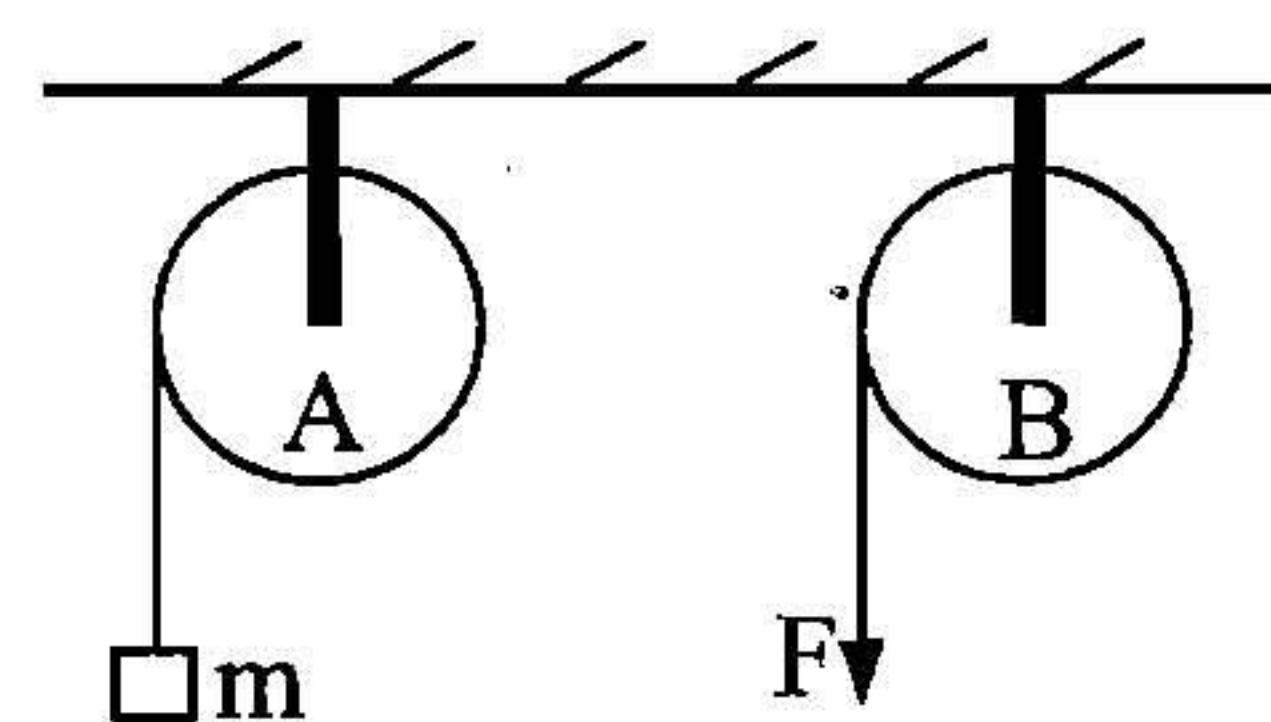
$$(A) \quad -u, 2u \quad (B) \quad \frac{u}{4}, \frac{3u}{4} \quad (C) \quad -\frac{u}{4}, \frac{5u}{4} \quad (D) \quad \frac{u}{2}, -\frac{\sqrt{3}u}{2}$$

3. 今有一倔强系数为 k 的轻弹簧，垂直放置，下端挂一质量为 m 的小球，使弹簧为原长而小球恰好与地面接触。今将弹簧上端缓慢地提起，直到小球刚能脱离地面为止，在这过程中外力所作的功为（ ）。

$$(A) \quad \frac{(mg)^2}{2k} \quad (B) \quad \frac{2(mg)^2}{k} \quad (C) \quad \frac{(mg)^2}{4k} \quad (D) \quad \frac{4(mg)^2}{k}$$

4. 如图所示，A、B 为两个质量都为 M 的相同的绕着轻绳的定滑轮。A 滑轮挂一质量为 m 的物体，B 滑轮受拉力 F ，且 $F=mg$ 。设 A、B 两滑轮的角加速度分别为 β_A 和 β_B ，不计滑轮轴的摩擦，则有（ ）。

$$(A) \quad \beta_A = \beta_B \quad (B) \quad \beta_A < \beta_B \\ (C) \quad \beta_A > \beta_B \quad (D) \quad \text{开始时 } \beta_A < \beta_B, \text{ 以后 } \beta_A = \beta_B$$

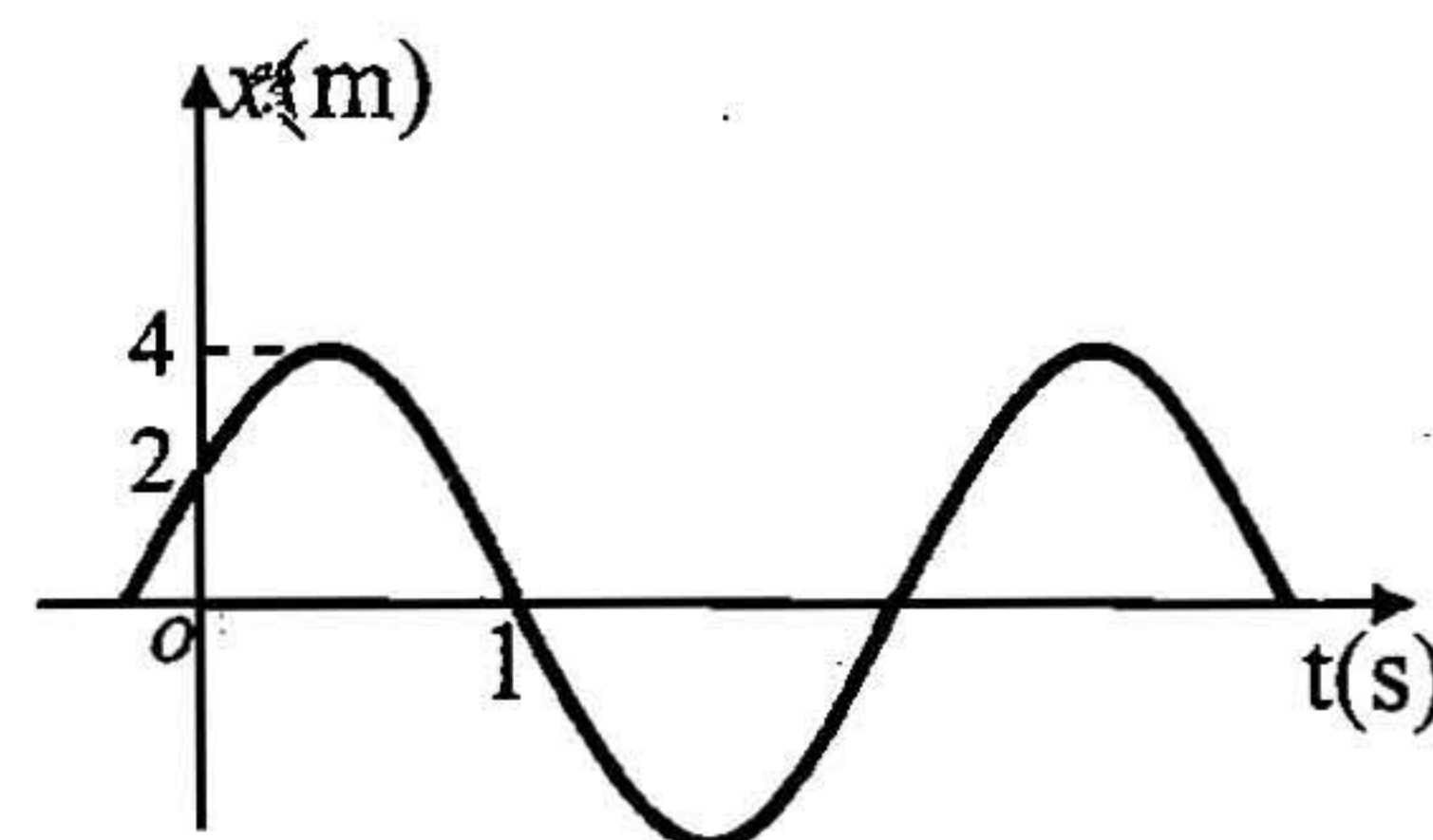


5. 一质点沿着 x 轴作简谐振动, 周期为 T 、振幅为 A , 质点从 $x_1 = 0$ 运动到 $x_2 = \frac{A}{2}$ 所需要的最短时间为 ()。

- (A) $\frac{T}{12}$ (B) $\frac{T}{3}$ (C) $\frac{T}{6}$ (D) $\frac{T}{2}$

6. 一简谐振动曲线如图所示, 若用余弦函数表示, 则此简谐振动的振动方程为 ()。

- (A) $x = 4\cos(\frac{\pi}{6}t + \frac{\pi}{3})\text{m}$ (B) $x = 4\cos(\frac{5\pi}{6}t - \frac{\pi}{3})\text{m}$
(C) $x = 4\cos(\frac{5\pi}{6}t + \frac{\pi}{3})\text{m}$ (D) $x = 2\cos(\frac{4\pi}{3}t - \frac{2\pi}{3})\text{m}$



7. 已知一平面简谐波的表达式为 $y = A\cos(Bt - Cx)$, 式中 A 、 B 、 C 为正值恒量, 则 ()。

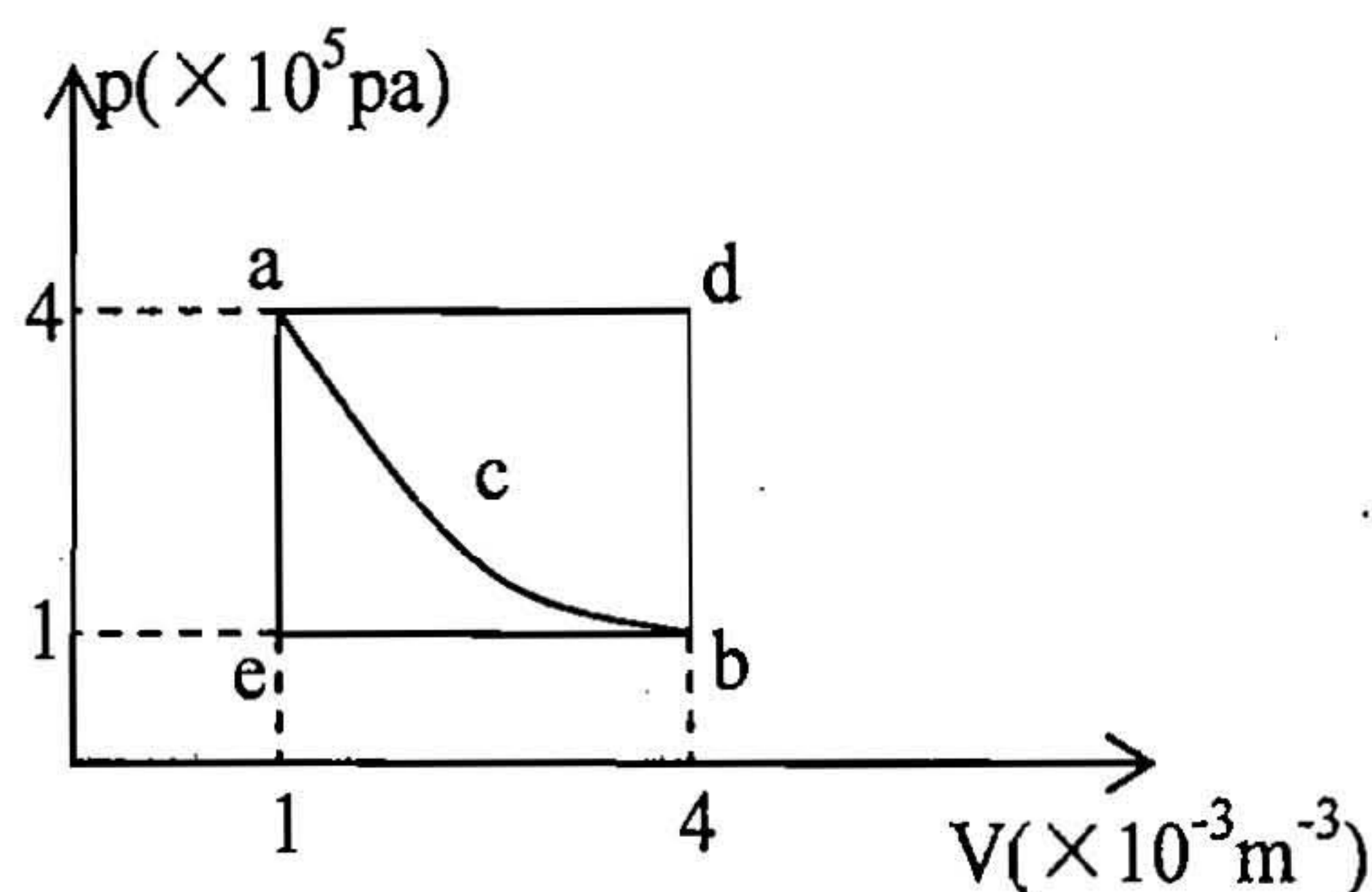
- (A) 波速为 C (B) 周期为 $\frac{1}{B}$ (C) 波长为 $\frac{2\pi}{C}$ (D) 角频率为 $\frac{2\pi}{B}$

8. 一平面简谐波沿 x 轴正方向传播, 波速为 u 。已知 $x=l$ 处质点的振动方程为 $y = A\cos(\omega t + \varphi)$, 则此波的波动方程为 ()。

- (A) $y = A\cos[\omega(t + \frac{x-l}{u}) + \varphi]$ (B) $y = A\cos[\omega(t - \frac{x-l}{u}) + \varphi]$
(C) $y = A\cos[\omega(t - \frac{x}{u}) + \varphi]$ (D) $y = A\cos\omega(t - \frac{x}{u})$

9. 如图所示, 一定量的理想气体经历 acb 过程时, 吸热 700J , 则经历 $acbda$ 过程时, 吸热为 ()。

- (A) -1200J (B) 1000J
(C) -1000J (D) -500J



10. 一定量的理想气体贮于某一容器中, 温度为 T , 气体分子的质量为 m 。根据理想气体的分子模型和统计假设, 分子速度在 x 方向的分量平方的平均值 ()。

- (A) $\overline{v_x^2} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$ (B) $\overline{v_x^2} = kT/m$ (C) $\overline{v_x^2} = \frac{1}{3}\sqrt{\frac{3kT}{m}}$ (D) $\overline{v_x^2} = 3kT/m$

11. 一作高速运动的粒子, 动质量为其静质量 m_0 的 k 倍, 则其动量的大小为()。
(c 是真空中光速)

- (A) $m_0 v \sqrt{k^2 - 1}$ (B) $m_0 c(k - 1)$ (C) $m_0 c \sqrt{k^2 - 1}$ (D) $m_0 c(k^2 - 1)$

12. 一米尺相对 S 系静止, 与 ox 轴成 45° 。在相对 S 系以 $0.6c$ 、沿 x 轴正方向运动的 S' 系中观察, 该米尺与 $o'x'$ 轴的夹角()。

- (A) 不能确定 (B) 小于 45° (C) 等于 45° (D) 大于 45°

13. 地球表面附近的电场强度约为 100 N/C , 方向垂直地面向下。假设地球所带的电荷是均匀分布在地表面上的, 则地面上的电荷面密度 $\sigma =$ ()。

- (A) $17.70 \times 10^{-10} \text{ C/m}^2$ (B) $-17.70 \times 10^{-10} \text{ C/m}^2$
(C) $-8.85 \times 10^{-10} \text{ C/m}^2$ (D) $8.85 \times 10^{-10} \text{ C/m}^2$

(真空介电常量 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2)$)

14. 真空中, 在一个半径为 R 且不带电的金属球外, 离球心 r 处放置一个点电荷 q , 取无穷远处为电势零点, 则该金属球的电势为()。

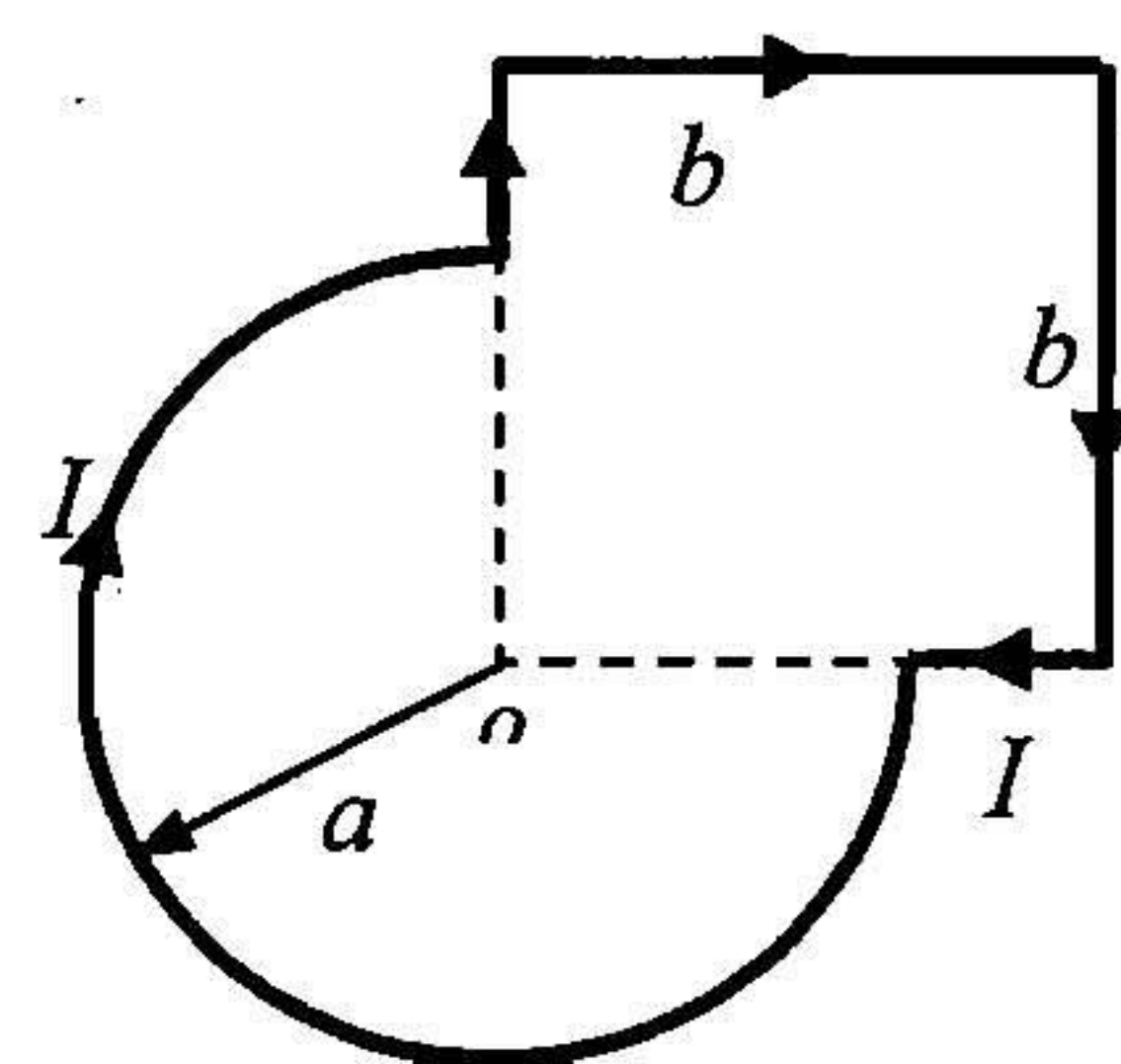
- (A) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$ (B) 0 (C) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$ (D) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$

15. 一空气平行板电容器充电后与电源断开, 然后在两极板间充满某种各向同性均匀电介质, 则电场强度 E 、电容 C 、电压 V 和电场能量 W 四个量各自与充入电介质前相比较, 增大(\uparrow)或减小(\downarrow)的情况为()。

- (A) $E\uparrow, C\uparrow, V\uparrow, W\uparrow$ (B) $E\downarrow, C\uparrow, V\uparrow, W\downarrow$
(C) $E\downarrow, C\uparrow, V\downarrow, W\downarrow$ (D) $E\uparrow, C\downarrow, V\downarrow, W\uparrow$

16. 图示回路中的电流为 I , 半径 a 和边长 b 为已知, 则圆心 o 点磁感应强度的大小为()。

- (A) $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \left(\frac{3\pi}{4a} + \frac{\sqrt{2}}{b} \right)$ (B) $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \left(\frac{3\pi}{4a} + \frac{\sqrt{2}}{b} \right)$
(C) $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \left(\frac{\pi}{4a} + \frac{\sqrt{2}}{b} \right)$ (D) $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \left(\frac{3\pi}{2a} + \frac{\sqrt{2}}{b} \right)$



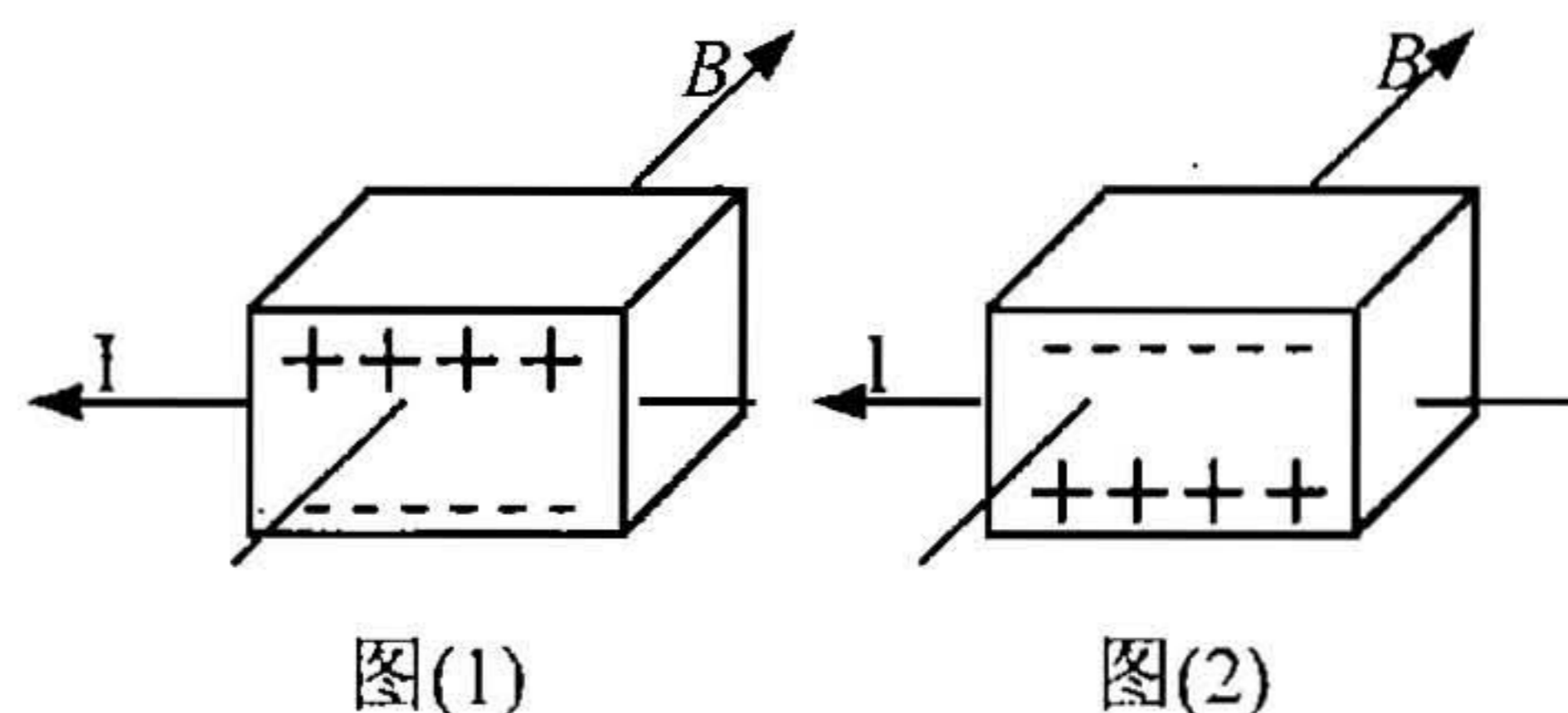
17. 有一长直金属薄圆筒, 沿长度方向均匀流有稳恒电流 I 。筒内空腔中离中心轴线 r 处的磁感应强度 B_1 和筒外空间中离中心轴线 r 处的磁感应强度 B_2 分别为()。

- (A) $B_1=0, B_2=0$ (B) $B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}, B_2=0$

(C) $B_1=0, B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ (D) $B_1 = B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

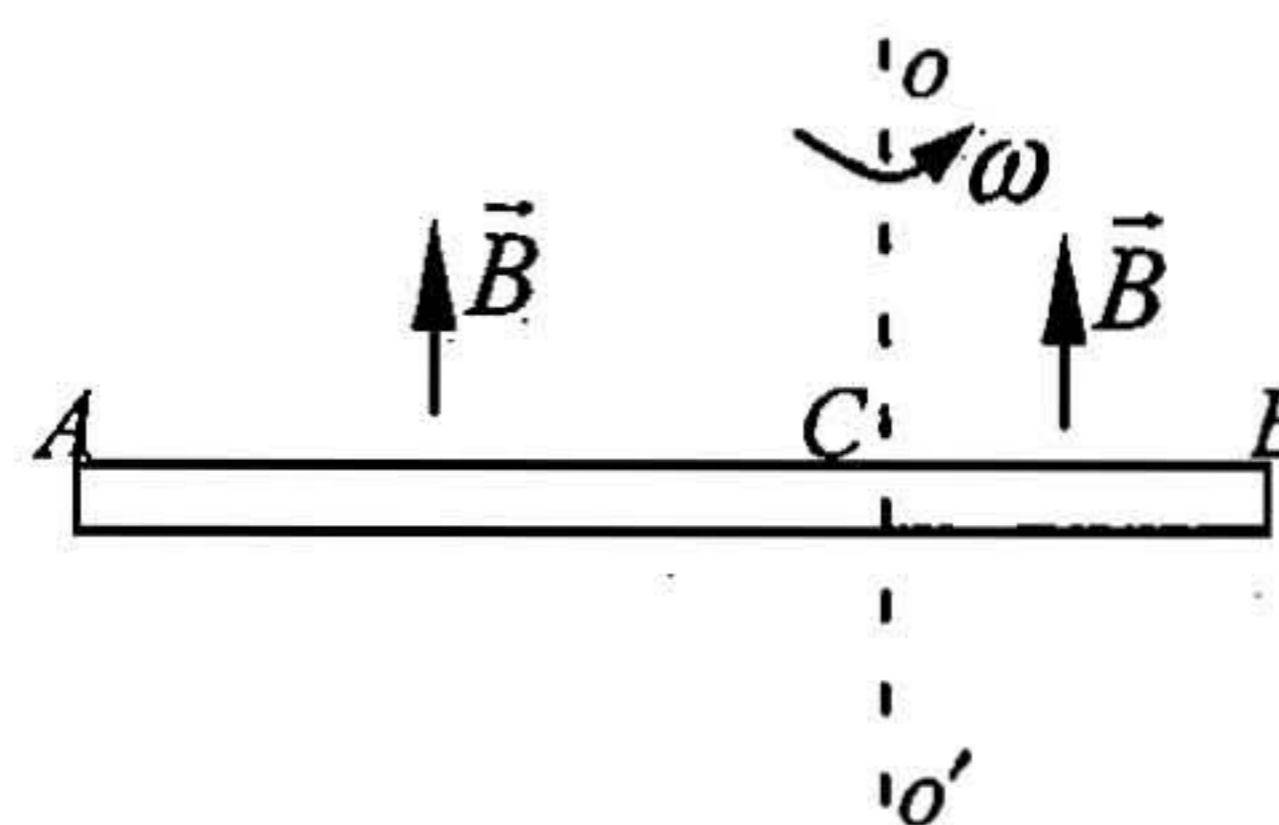
18. 有半导体通以电流 I , 放在均匀磁场 B 中, 其上下表面积累电荷如图所示。它们的半导体类型分别是 ()。

- (A) 图(1)是 P 型, 图(2)是 N 型
(B) 图(1)是 N 型, 图(2)是 N 型
(C) 图(1)是 P 型, 图(2)是 P 型
(D) 图(1)是 N 型, 图(2)是 P 型



19. 如图, 导体棒 AB 在均匀磁场 \vec{B} 中绕通过 C 点的垂直于棒长且沿磁场方向的轴 oo' 转动 (角速度 $\vec{\omega}$ 与 \vec{B} 同向), BC 的长度为棒长的 $\frac{1}{3}$, 则 ()。

- (A) A 点比 B 点电势低
(B) A 点与 B 点电势相等
(C) A 点比 B 点电势高
(D) A 、 B 两点哪点电势高无法确定



20. 在匀强磁场 \vec{B} 中有一超导圆环, 半径为 a 、自感系数为 L , 环面平行于矢量 \vec{B} , 且环内无电流。然后将圆环翻转 90° , 使环面垂直于磁场 \vec{B} , 则此时环内的电流为 ()。

(A) $I = \frac{B\pi a^2}{2L}$ (B) $I = \frac{L}{B\pi a^2}$ (C) $I = 0$ (D) $I = \frac{B\pi a^2}{L}$

21. 真空中传播的平面电磁波, 在直角坐标系中的电场分量为 $E_x = E_z = 0$, $E_y = 60 \times 10^{-2} \cos 2\pi \times 10^8 (t - \frac{x}{c})$ (SI) (c 为真空中的光速), 则磁场分量应为 ()。

(A) $B_x = B_z = 0, B_y = 60 \times 10^{-2} \cos 2\pi \times 10^8 (t - \frac{x}{c})$ (SI)
(B) $B_x = B_y = 0, B_z = 20 \times 10^{-10} \cos 2\pi \times 10^8 (t - \frac{x}{c})$ (SI)
(C) $B_y = B_z = 0, B_x = 20 \times 10^{-10} \cos 2\pi \times 10^8 (t - \frac{x}{c})$ (SI)
(D) $B_x = B_y = 0, B_z = 60 \times 10^{-2} \cos 2\pi \times 10^8 (t - \frac{x}{c})$ (SI)

22. 在光学元件表面镀膜可以增强透射。若在玻璃(折射率 $n_3=1.60$)表面镀一层 MgF_2 (折射率 $n_2=1.38$)薄膜, 为了使波长为 5000\AA 的光从空气垂直入射到该薄膜时尽可能少反射, MgF_2 薄膜的最小厚度应是 ()。

(A) 1250\AA (B) 1810\AA (C) 2500\AA (D) 906\AA

23. 波长在 λ 至 $\lambda+\Delta\lambda$ ($\Delta\lambda>0$)范围内的复色平行光垂直照射到一光栅上。如要求光栅的第二级光谱和第三级光谱不重叠, 则 $\Delta\lambda$ 最大为 ()。

- (A) 2λ (B) 3λ (C) 0.5λ (D) 4λ

24. 某金属产生光电效应的红限波长为 λ_0 , 今以波长为 λ ($\lambda<\lambda_0$) 的单色光照射该金属, 金属释放出的电子的动量大小为 ()。(电子的质量为 m)

- (A) $\frac{h}{\lambda}$ (B) $\frac{h}{\lambda_0}$ (C) $\sqrt{\frac{2mhc(\lambda_0 + \lambda)}{\lambda_0 \lambda}}$ (D) $\sqrt{\frac{2mhc(\lambda_0 - \lambda)}{\lambda_0 \lambda}}$

25. 在气体放电管中, 用能量为 12.2eV 的电子去轰击处于基态的氢原子, 此时氢原子所发射的光子的能量的可能值是 ()。

- (A) 12.09eV 和 3.4eV (B) 10.20eV 和 1.51eV
(C) 12.09eV, 10.20eV 和 1.89eV (D) 12.09eV, 10.20eV 和 3.4eV

26. 光电效应和康普顿效应都包含有电子和光子的相互作用过程。对此, 在以下几种理解中, 正确的是 ()。

- (A) 两种效应中, 电子和光子两者组成的系统都服从动量守恒和能量守恒定律
(B) 两种效应都相当于电子和光子的弹性碰撞过程
(C) 两种效应都属于电子吸收光子的过程
(D) 光电效应是电子吸收光子的过程, 而康普顿效应则相当于电子和光子的弹性碰撞过程

27. 在下列给出的各种条件中, 哪些是产生激光的条件? ()。

- (1) 自发辐射。 (2) 受激辐射。 (3) 粒子数反转。
(4) 三能级系统。 (5) 光学谐振腔。
(A) (1), (2), (3), (4) (B) (2), (3), (4), (5)
(C) (1), (3), (4), (5) (D) (1), (2), (4), (5)

28. 电子显微镜中的电子从静止开始通过电势差为 U 的静电场加速后, 其德布罗意波长是 0.4\AA , 则 U 约为 ()。

- (A) 150V (B) 330V (C) 630V (D) 940V

29. 一维运动的粒子处在波函数

$$\psi(x) = \begin{cases} Axe^{-\lambda x} & (x \geq 0) \\ 0 & (x < 0) \end{cases}$$

描写的状态, 其中 $\lambda>0$, 则粒子出现概率最大的位置是 ()。

- (A) $x = \frac{1}{\lambda}$ (B) $x = -\frac{1}{\lambda}$ (C) $x = \lambda$ (D) $x = 0$

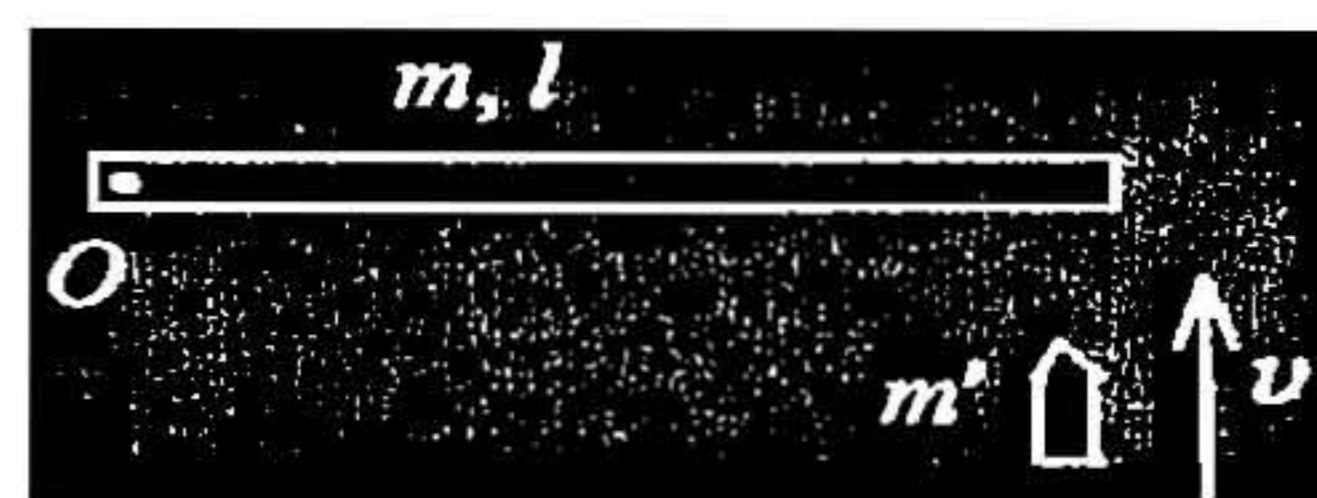
30. 下列各组量子数中, 那一组可以描述原子中电子的状态? ()。

$$(A) n=2, l=2, m_l=0, m_s=\frac{1}{2} \quad (B) n=3, l=1, m_l=-1, m_s=-\frac{1}{2}$$

$$(C) n=1, l=2, m_l=1, m_s=\frac{1}{2} \quad (D) n=1, l=0, m_l=1, m_s=-\frac{1}{2}$$

注意：以下 5 个题为计算题（每题 12 分，共 60 分）

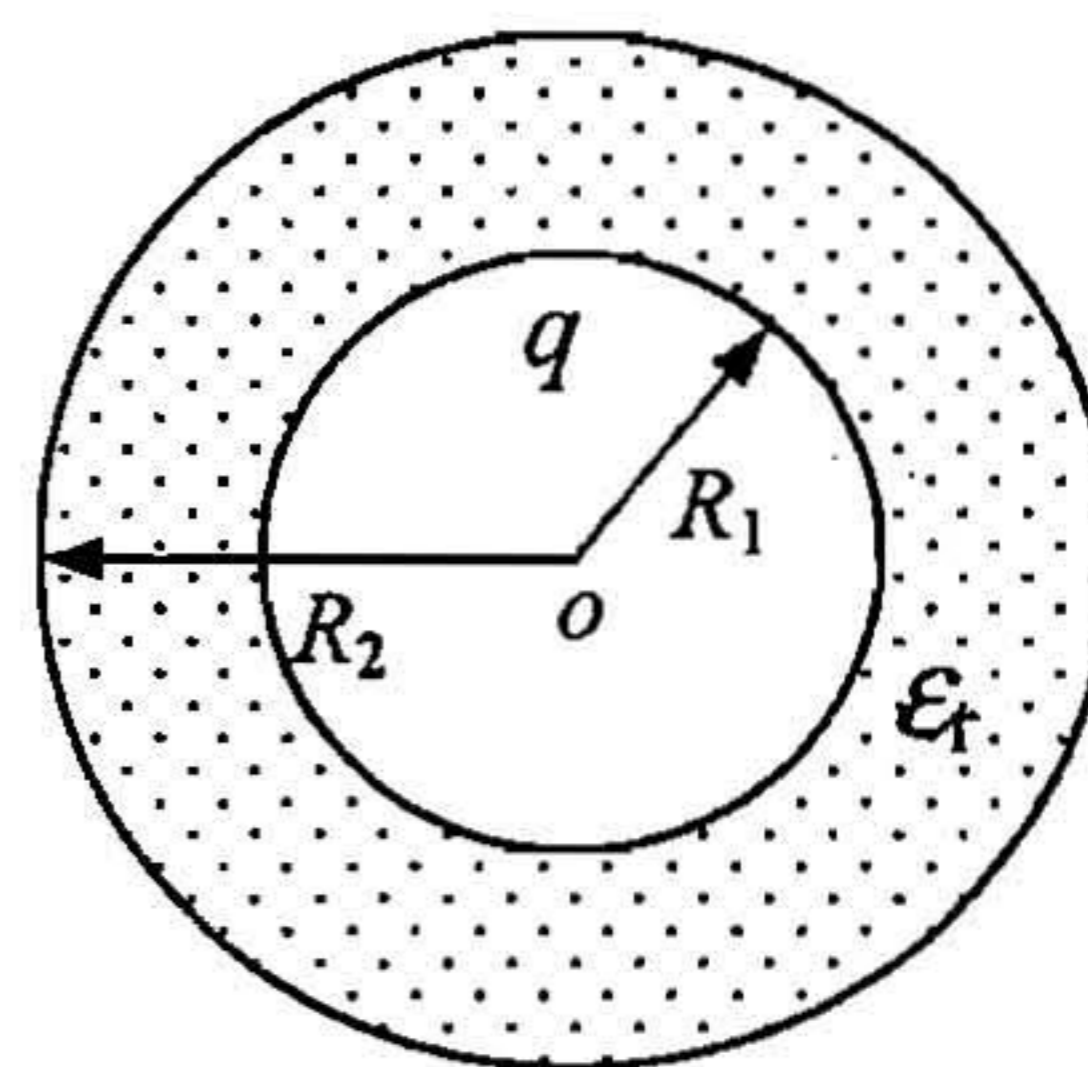
二、一根放在水平光滑桌面上的匀质棒，可绕通过其一端的竖直固定光滑轴 O 转动。棒的质量 $m=1.5 \text{ kg}$ ，长度 $l=1.0\text{m}$ ，对轴的转动惯量 $J=\frac{1}{3}ml^2$ ，初始时棒静止。今有一水平运动的子弹垂直地射入棒的另一端，并留在棒中，如图所示。子弹的质量 $m'=0.020\text{kg}$ ，速率 $v=400\text{m/s}$ 。试问：



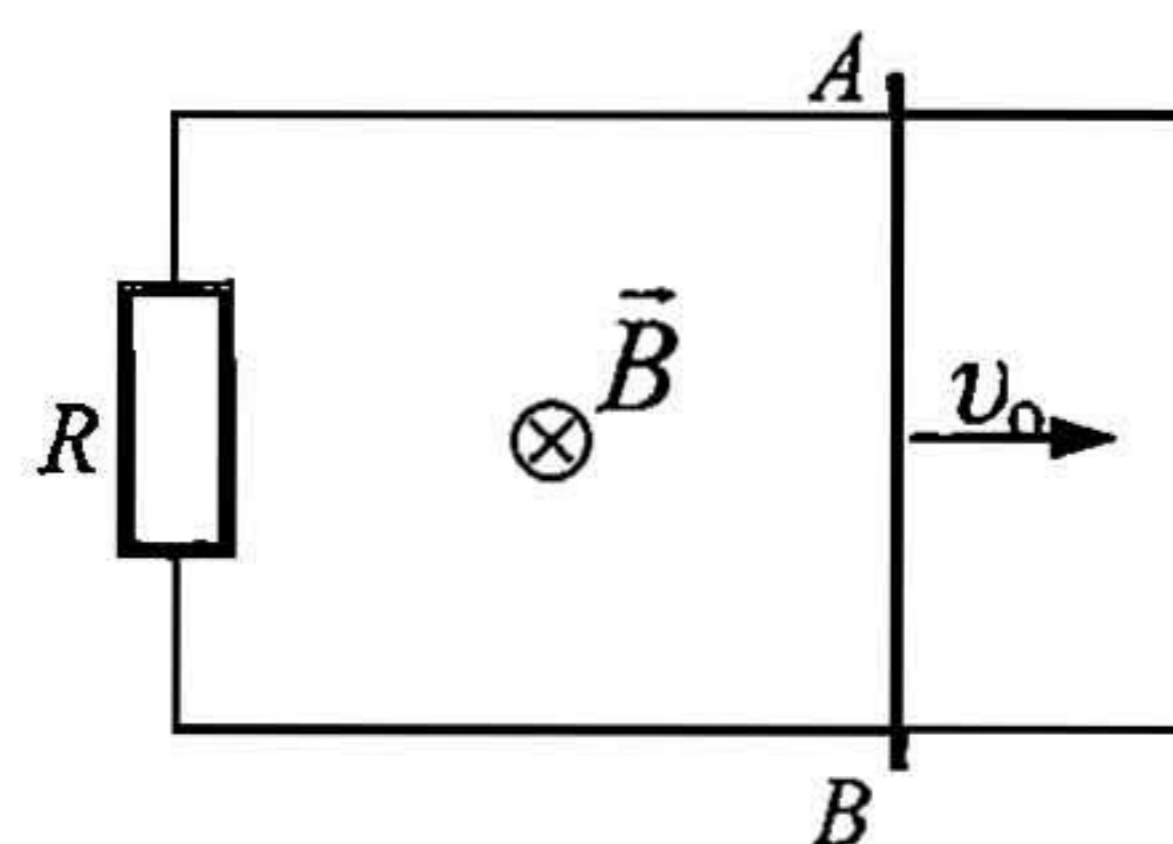
- (1) 棒开始和子弹一起转动时角速度 ω 为多大？
- (2) 若棒转动时受到大小为 $M_f=4.0\text{N}\cdot\text{m}$ 的恒定阻力矩作用，棒能转过多大的角度 θ ？

三、一弹簧振子沿 x 轴作简谐振动。已知：振动物体的最大位移 $x_m=0.4\text{m}$ ，最大回复力 $F_m=0.8\text{N}$ ，最大速度 $v_m=0.8\pi\text{m/s}$ ；而 $t=0$ 时 $x_0=+0.2\text{m}$ ，且初速度方向与所选 x 轴正方向相同。求：(1) 振动能量；(2) 振动方程(用余弦函数表示)。

四、带电 q 、半径为 R_1 的导体球被一内外半径分别为 R_1 和 R_2 的同心均匀电介质球壳包围，电介质的相对介电常数为 ϵ_r ，电介质球壳外为真空，取无穷远处为电势零点，求：(1) 空间各区域的电场强度；(2) 球心 O 点的电势。



五、如图，一质量为 m 的导线 AB 无摩擦地沿着两根导电的长导轨滑动。导轨间的距离为 l ，导轨左端接有电阻 R ，整个系统置于水平面内并处在垂直于回路平面的匀强磁场 \vec{B} 中。在 $t=0$ 时，传给导线 AB 一个向右的初速度 v_0 ，忽略导轨和导线 AB 的电阻及自感，求：(1) 导线 AB 的速度与时间 t 间的关系 $v(t)=?$ (2) 导线 AB 到停止时所通过的路程。



六、能量为 15eV 的光子被处于基态的氢原子吸收，使氢原子电离而发射一个光电子，求此光电子的德布罗依波长。

(电子质量 $m=9.11\times 10^{-31}\text{kg}$ ，普朗克常量 $h=6.63\times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$ ， $1\text{eV}=1.60\times 10^{-19}\text{J}$)