

# 南京航空航天大学

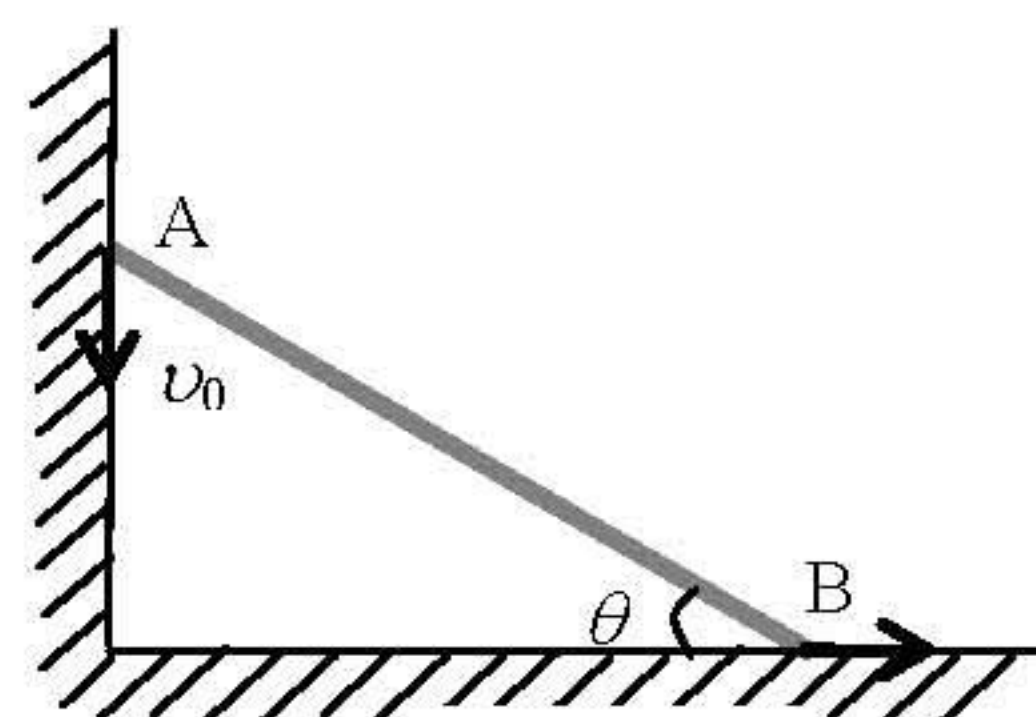
## 二〇一〇年硕士研究生入学考试试题

考试科目: 普通物理

说 明: 答案一律写在答题纸上, 写在试卷上无效

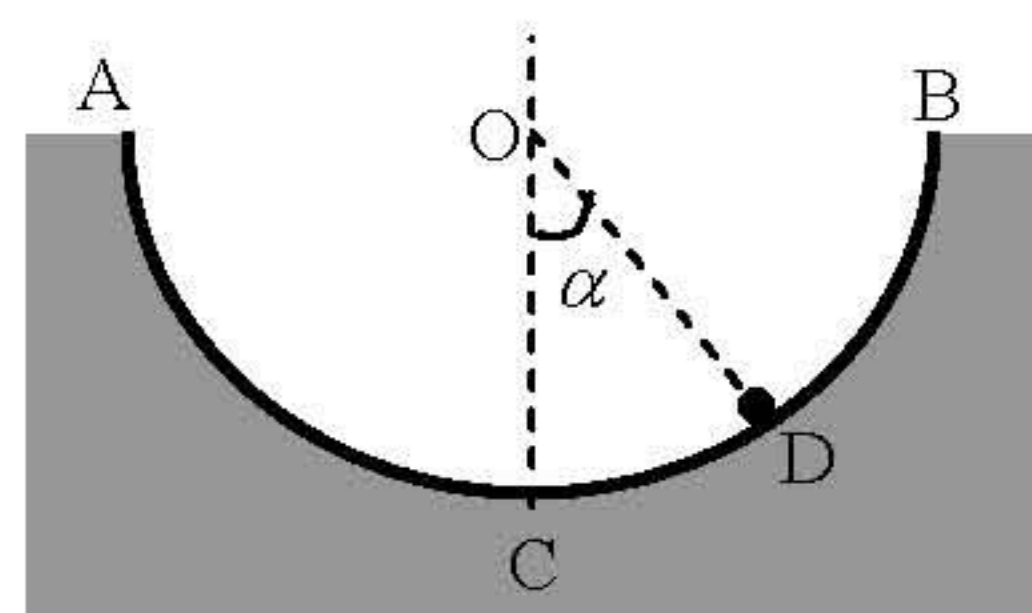
### 一 填空题 (共 70 分)

- 1 (本题 3 分) 如图所示, 长度不变的细杆 AB 一端点 A 靠墙, 以匀速率  $v_0$  下滑, 则当细杆滑至与水平面的夹角为  $\theta$  时, 另一端 B 在水平面上滑动的速率为 (1)。



第 1 题图

- 2 (本题 8 分) 如图所示, 质量为  $m$  的小球最初位于半径为  $R$  的光滑圆形凹槽的顶点 A, 之后从静止沿圆弧下滑, 则当小球滑至与竖直方向的夹角为  $\alpha$  的 D 点时, 其速度为 (2); 对圆弧槽的压力 (3); 法向加速度为 (4); 切向加速度为 (5)。

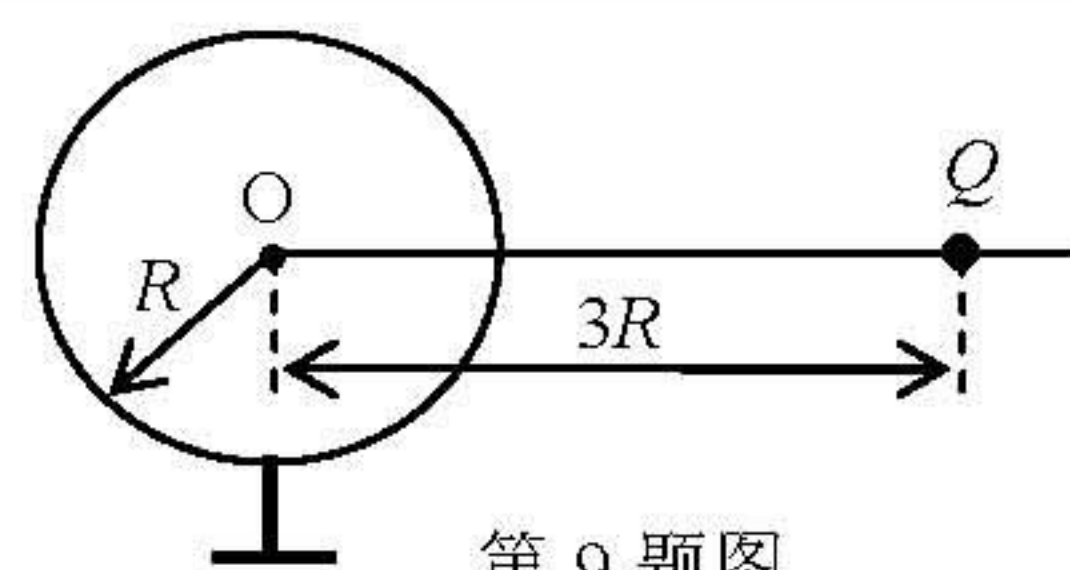


第 2 题图

- 3 (本题 6 分) 一人造地球卫星, 质量为  $m$ , 在地球表面上空 3 倍于地球半径  $R$  的高度沿圆轨道运行, 设  $m$ 、 $R$ 、引力常数  $G$  和地球质量  $M$  为已知, 则卫星的引力势能为 (6); 卫星的动能为 (7)。
- 4 (本题 6 分) 一个力  $F$  作用在质量为  $1.0 \text{ kg}$  的质点上, 使之沿  $x$  轴运动. 已知在此力作用下质点的运动学方程为  $x = 3t - 4t^2 + t^3$  (式中各量均采用国际单位制). 则在 0 到 4 s 的时间间隔内, 力  $F$  的冲量大小为 (8); 力  $F$  对质点所作的功为 (9)。
- 5 (本题 4 分) 一质量为  $m$  的人站在一转动惯量为  $J$ 、半径为  $R$  的水平圆形转台的边缘, 转台可绕与盘面垂直且过其中心的竖直轴无摩擦地转动, 开始时人与转台均处于静止. 后来人沿转台边缘走动, 当人相对转台走动速率为  $v_0$  时, 转台相对地面转动的角速度为 (10)。
- 6 (本题 3 分) 在平衡状态下, 已知理想气体分子的麦克斯韦速率分布函数为  $f(v)$ , 则速率在  $v_1 \sim v_2$  区间内的分子的平均速率为 (11)。
- 7 (本题 6 分) 1 摩尔的氧气 (可视为刚性双原子分子理想气体) 储于一氧气瓶中, 温度为  $27^\circ\text{C}$ , 则这瓶氧气的内能为 (12) J; 每一分子的平均平动动能为 (13) J。  
(普适气体常量  $R = 8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ , 阿伏伽德罗常量  $N_0 = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ )
- 8 (本题 3 分) 电量为  $Q$  的电荷均匀分布在半径为  $R$  的球面上, 设球面外为真空, 则此带电系统的总静电能为 (14)。(真空电容率  $\epsilon_0$  为已知)

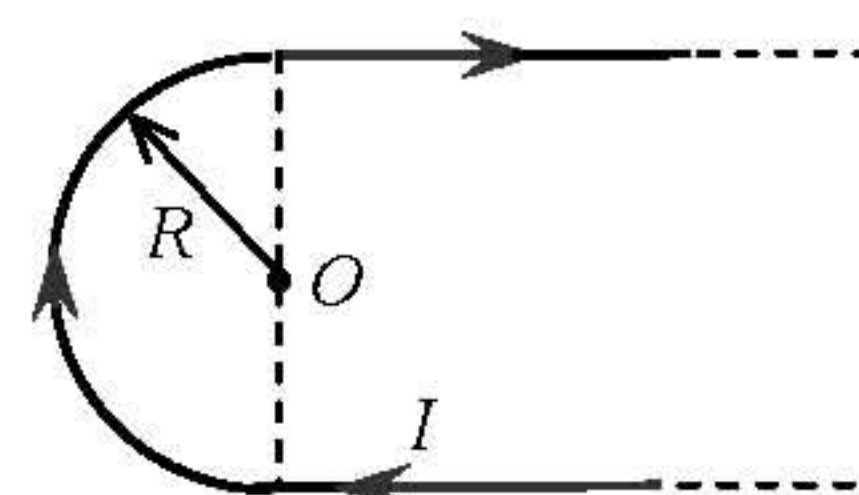


- 9 (本题 3 分) 有一接地导体球, 半径为  $R$ , 距球心  $3R$  处有一点电荷  $Q$ , 如图所示。则导体球面上的感应电荷的电量为 (15)。



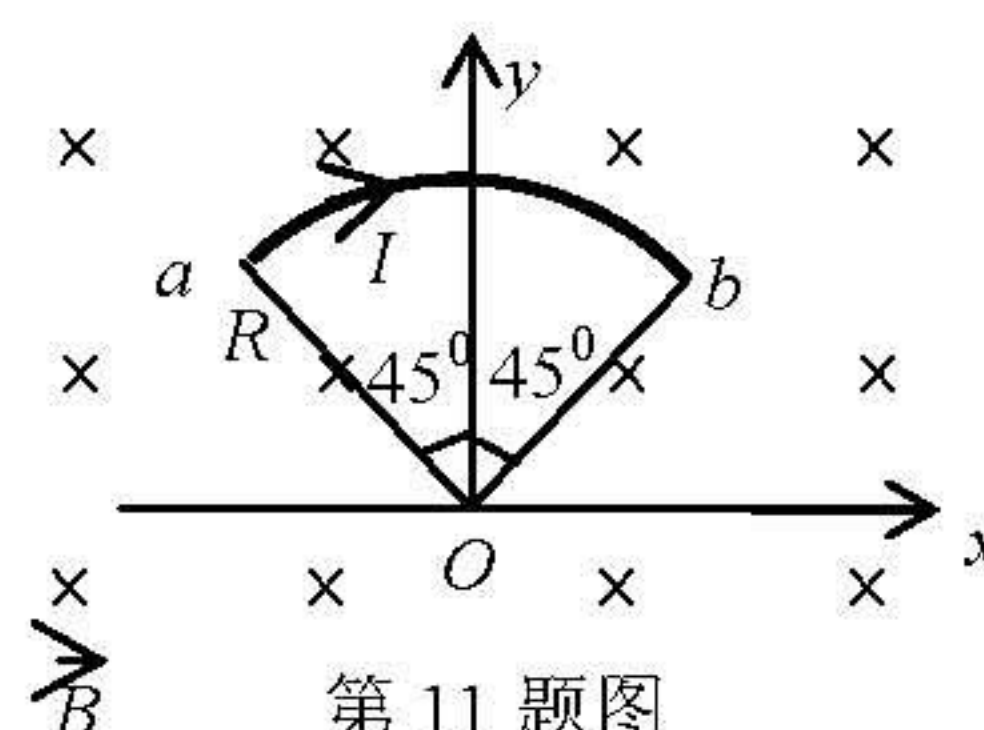
第 9 题图

- 10 (本题 5 分) 在如图所示的纸面内, 一“无限长”载流导线被弯成一个半径为  $R$  的半圆环, 当导线内通有电流  $I$  时, 圆心  $O$  点处的磁感应强度的大小为 (16); 方向为 (17)。  
(设真空磁导率  $\mu_0$  为已知)



第 10 题图

- 11 (本题 4 分) 如图, 一段导线  $ab$  通有电流  $I$ , 被弯成半径为  $R$  的  $1/4$  圆环, 放在垂直于磁场的平面内, 设磁场为垂直于纸面向里的均匀磁场, 磁感应强度为  $B$ , 则该导线所受磁力的大小为 (18); 方向为 (19)。



第 11 题图

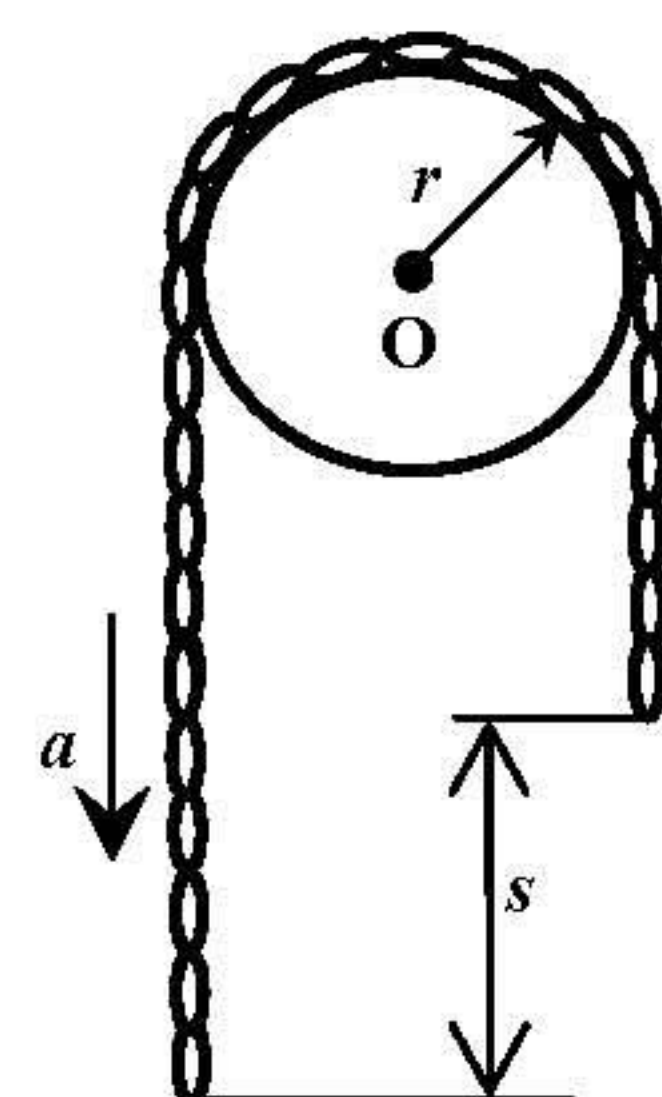
- 12 (本题 4 分) 一质点沿  $x$  轴作简谐振动, 设振动范围的中心点为  $x$  轴的坐标原点, 振动周期  $T$ 、振幅  $A$  为已知, 设  $t=0$  时质点处于  $x=A/2$  处且向  $x$  轴负方向运动, 则该质点的运动方程为 (20); 从计时起点运动到平衡位置所需的最短时间为 (21)。
- 13 (本题 3 分) 采用迈克耳逊干涉仪测量一未知单色光的波长, 当干涉仪中的一个反射镜移动  $0.25\text{mm}$  时, 看到干涉条纹移动了 1000 个, 则此单色光的波长为 (22) nm。
- 14 (本题 3 分) 在白光形成的单缝衍射图样中, 其中某一未知波长的第三级亮纹与波长为  $600\text{nm}$  的第二级亮纹重合, 则该未知波长应为 (23) nm。
- 15 (本题 3 分) 一束自然光和线偏振光混合的光, 垂直射入偏振片, 当将偏振片以光为轴旋转一周时, 发现透射光的强度最大值是最小值的 7 倍, 则入射光束中自然光与线偏振光的光强比值为 (24)。
- 16 (本题 3 分) 北京的鸟巢与上海的东方明珠广播电视塔相距  $1500\text{km}$ 。若有一只飞船沿两地连线的方向以恒定速率  $v=0.6c$  ( $c$  为真空中的光速) 飞行, 则飞船上的宇航员测得这两建筑物相距 (25) km。
- 17 (本题 3 分) 习惯上称  $\lambda_0 = \frac{h}{m_0 c}$  为电子的康普顿波长, 式中  $m_0$  为电子的静质量,  $h$  为普朗克常数,  $c$  为真空中光速。则当电子的动能等于其静能时, 此电子的德布罗意波长为电子康普顿波长  $\lambda_0$  的 (26) 倍。



## 二 计算题 (共 80 分)

- 18 (本题 5 分) 如图所示, 质量为  $M$  的均质圆盘, 可绕通过盘中心垂直于盘面的水平轴  $O$  无摩擦地转动, 绕过盘的边缘挂有一质量为  $m$ 、长为  $l$  的均质柔软绳索, 设绳与圆盘间无相对滑动, 试求当圆盘两侧绳长之差为  $s$  时, 绳的加速度的大小。

(已知圆盘绕其中心轴的转动惯量为:  $J = \frac{1}{2}Mr^2$ )

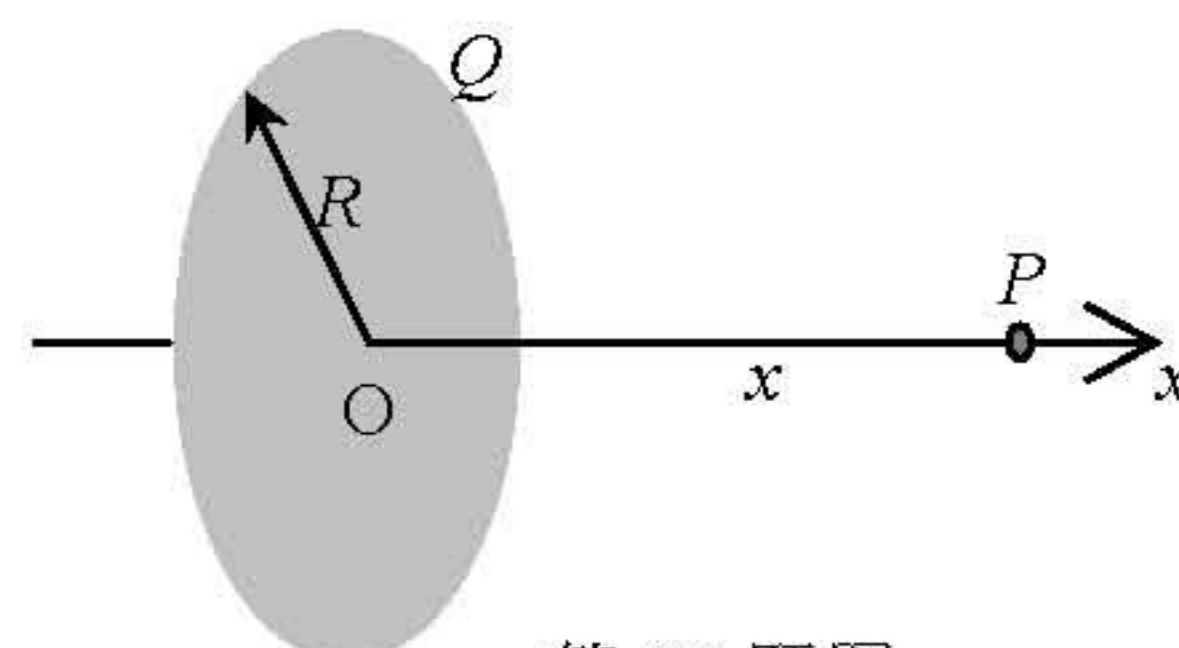


第 18 题图

- 19 (本题 8 分) 一定质量的某种气体 (可视为理想气体) 初始状态参量为  $A (T_a, V_a, p_a)$ , 先经过等温过程到达状态  $B$ , 这时的体积  $V_b = 3V_a$ , 再经过等体降温到达状态  $C$ , 最后经过绝热压缩由状态  $C$  回到初始状态  $A$ 。(1) 在  $p-V$  图上大致画出状态变化过程;(2) 设该气体的比热比  $\gamma$  为已知, 将整个循环过程的效率由  $\gamma$  表示出来。

- 20 (本题 10 分) 如图所示, 一均匀带电圆盘, 半径为  $R$ , 带电量为  $Q$ , 在它轴线上有一点  $P$  到圆心的距离为  $x$ , 求:

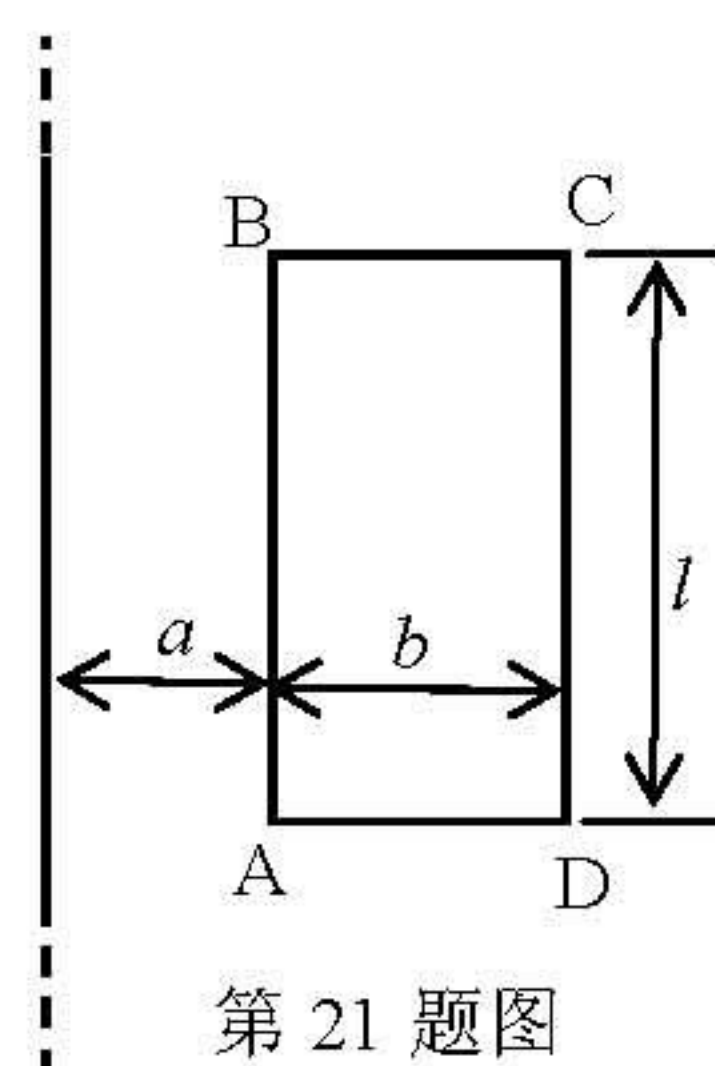
- (1) 轴线上  $P$  点的电势;
- (2) 由电场强度和电势梯度的关系, 求该点的电场强度。



第 20 题图

- 21 (本题 10 分) 一无限长直导线旁, 共面放置一矩形线圈  $ABCD$ , 导线平行于  $AB$ , 如图所示。

- (1) 求两回路间的互感系数;
- (2) 若长直导线中通有电流  $I = I_0 \sin \omega t$ , ( $I_0$ 、 $\omega$  为常数), 求线圈中的感应电动势。



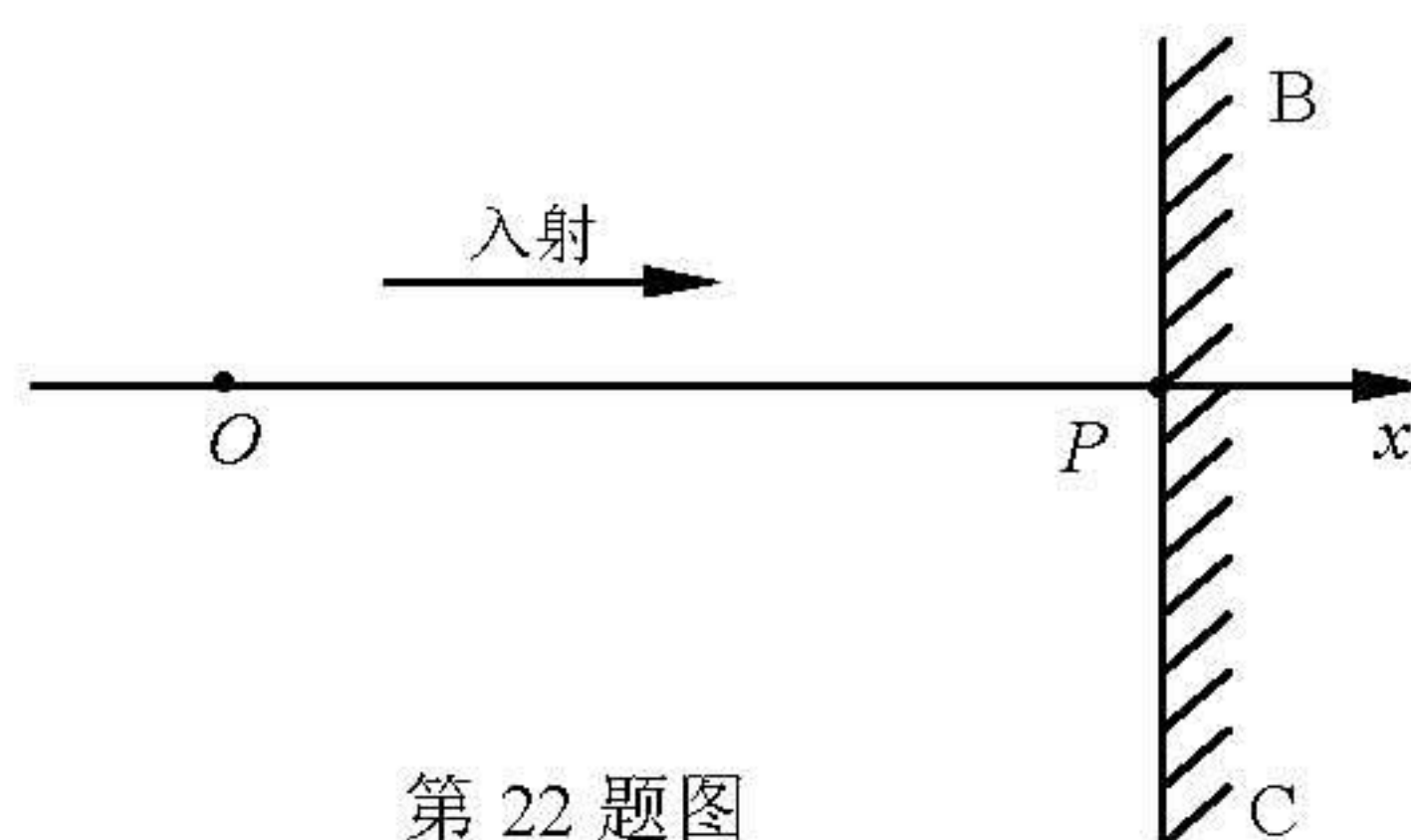
第 21 题图



22 (本题 12 分) 一平面谐波沿  $x$  方向传播,  $BC$  为波密

媒质的反射面, 波传播到  $P$  点被反射, 已知  $OP = \frac{3}{4}\lambda$ ,

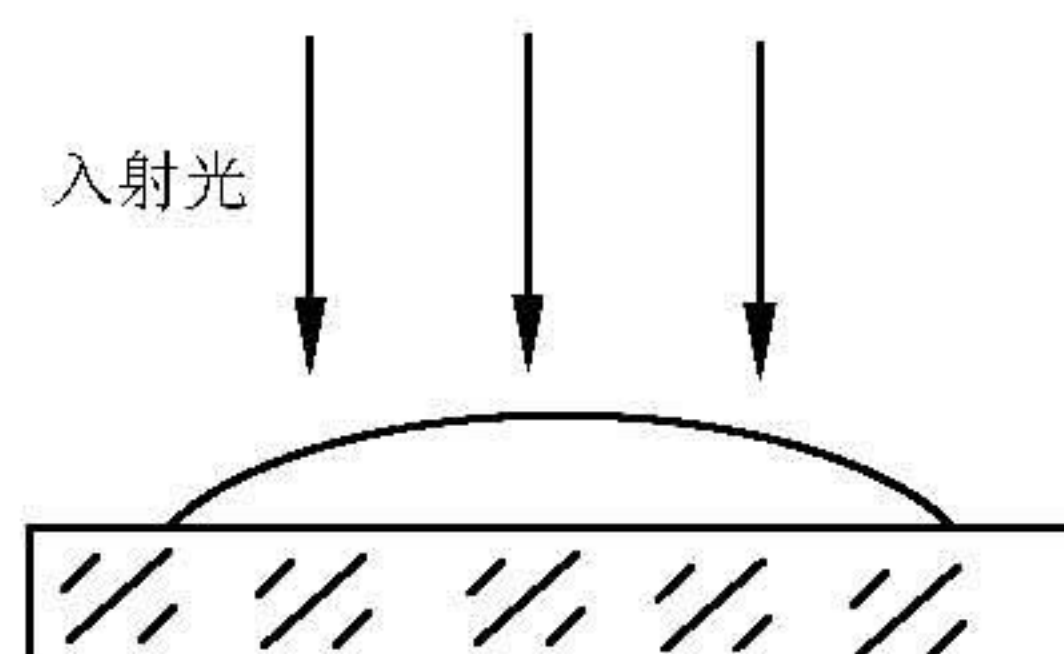
$t=0$  时  $O$  处质点由平衡点向正方向运动。设波振幅  $A$ 、  
频率  $\nu$  为已知, 选  $O$  为坐标原点, (1) 写出入射波的波动  
方程; (2) 反射波的波动方程; (3) 合成波的波动方程。



第 22 题图

23 (本题 12 分) 如图所示, 折射率为 1.50 的平板玻璃上有一折射率为 1.20 的油膜, 设油膜的厚度相对

于过其中心的竖直轴对称变化。在波长 600nm 的单色光垂  
直照射下, 可观察到油膜反射光的干涉条纹。(1) 当油膜  
中心最高点与玻璃板上表面相距 1250nm 时, 看到怎样的  
干涉条纹 (条纹形状、明条纹数、中心和边缘处的明暗情  
况)? (2) 求出各明条纹所在处油膜的厚度; (3) 当油  
膜逐渐扩展开来时, 条纹怎样变化 (条纹形状、条纹数目、  
中心和边缘处的明暗情况)?



第 23 题图

24 (本题 10 分) 每厘米有 2000 条狭缝的光栅, 其不透光部分宽度为狭缝宽度的 3 倍, 用波长  $\lambda=550\text{nm}$   
的平行光垂直照射到该光栅上, 求: (1) 光栅常数; (2) 光栅狭缝的宽度; (3) 最多能观察到多少条  
明条纹?

25 (本题 5 分) 一光子的波长为 400nm, 如果测定其波长的精确度为  $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 10^{-6}$ , 试求同时测定此光子  
位置的不确定量 (即光波列长度)。(不确定关系:  $\Delta x \Delta p \geq h$ ,  $h$  为普朗克常数)

26 (本题 8 分) 设一维粒子处在  $\psi(x) = \begin{cases} Axe^{-\lambda x} & (x \geq 0) \\ 0 & (x < 0) \end{cases}$  的状态, 其中  $\lambda$  为大于零的常数。

求 (1) 归一化因子  $A$ ; (2) 粒子的概率密度函数; (3) 在何处找到粒子的概率最大?