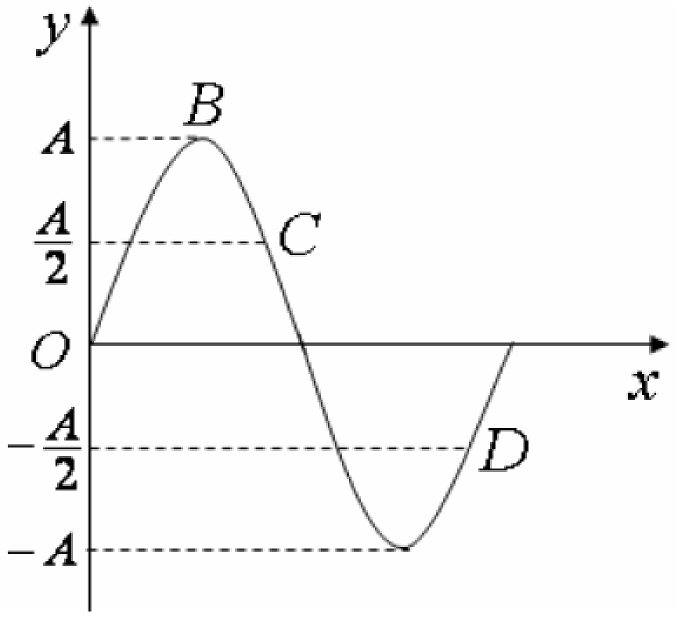
# 华中科技大学集成学院大学物理（二）2011 ~ 2012

创建人：朱增伟 | 题量：24 | 满分：100 分 显示答案

## 一、单选题（共10题，30分）

1、 对如图所示的平面简谐波t 时刻的波形曲线，下列各结论哪个是正确的?




（3分）

A、 B 处质元的振动动能减小，则其弹性势能必增大

B、 B 处质元回到平衡位置的过程中，它把自己的能量传给相邻的质元，其能量逐渐减小

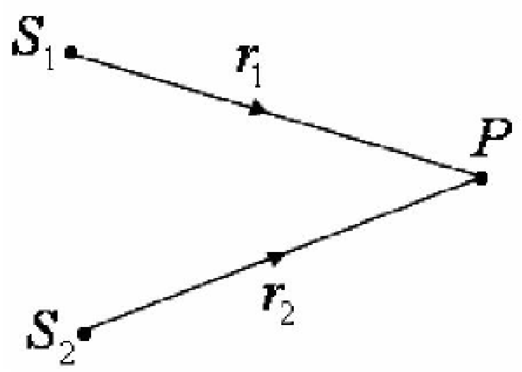
C、 C 处质元振动动能减小，则D 处质元振动动能一定增大

D、 D 处质元t 时刻波的能量是10 J，则此时刻该处质元振动动能一定是5J

正确答案： D

解析:
D正确，波中的质元的能量中振动能量和热能随时相等。

2、 如图所示，两列波长为λ 的相干波在P 点相遇。波在S1 点振动的初相是$\varphi_1$ ，S1 到P 点的距离是r1；波在S2 点的初相是$\varphi_2$，S2 到P 点的距离是r2，以k 代表零或正、负整数，则P 点是干涉极大的条件为：




（3分）

A、 $r_2 - r_1 = k\lambda$

B、 $\varphi_2 - \varphi_1 = 2k\pi$

C、 $\varphi_2 - \varphi_1 + 2\pi\dfrac{(r_2 - r_1)}{\lambda} = 2k\pi$

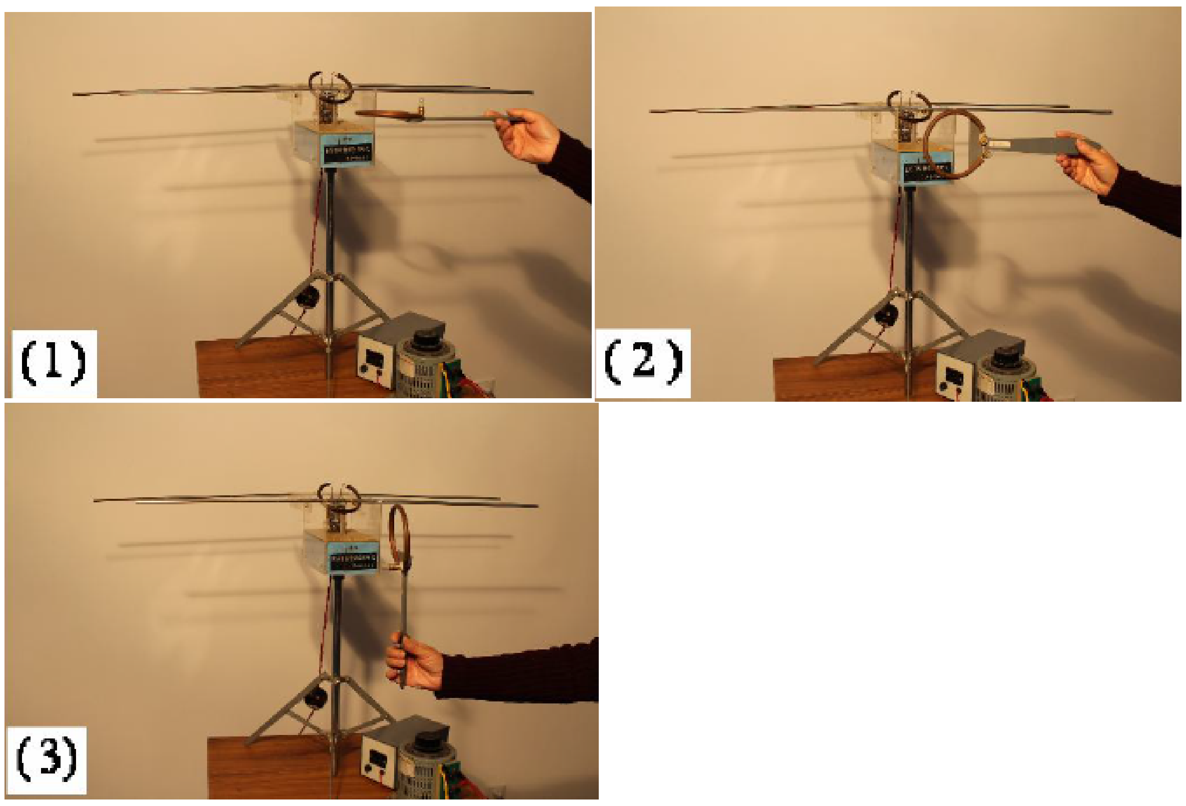
D、 $\varphi_2 - \varphi_1 + 2\pi\dfrac{(r_1 - r_2)}{\lambda} = 2k\pi$

正确答案： D

解析：

波从S2到p点的相位落后：$\varphi_2 - 2\pi\frac{r_2}{\lambda}$。s1到p点：$\varphi_1 - 2\pi\frac{r_1}{\lambda}$ 两者相减即可。

3、 在电磁波的发射和接收课堂演示实验中，当实验仪器正常工作时，对如图（1）、（2）、（3）所示的三种操作方式，接在铜环中的小灯泡最亮的是




（3分）

A、 (1)

B、 (2)

C、 (3)

D、 不能判定

正确答案： A

解析：
电磁波的发射问题

4、 在迈克耳孙干涉仪的一臂中引入5 cm 长的玻璃管，并充以一个大气压的空气，用波长500 nm 的光照射，如将玻璃管逐渐抽成真空，观察到有60 条干涉条纹的移动，则空气的折射率为
（3分）

A、 1.0001

B、 1.0002

C、 1.0003

D、 1.0004

正确答案： C

解析：
光程差为：2(n-1)l ,这里2是光有去和返两次。分振幅干涉里都会有2，请注意实际的问题研究中的情况。等于60*500 nm，1.0003

5、 一宇航员声称，他恰能分辨在他下面160 km 的地面上两个发射波长为550nm 的点光源，设宇航员的瞳孔直径为5 mm，则此两点光源的间距为
（3分）

A、 10.5 m

B、 21.5 m

C、 31.0 m

D、 42.0 m

正确答案： B

解析：

圆孔衍射的例子：先算出眼睛能分辨的最小角度，$\theta_R = \frac{1.22\lambda}{D}$ =1.34$\times 10^{-4}$rad, 张角：$\theta = \frac{l}{s}$,所以1.34$\times 10^{-4}$*160000m=21.47m

6、 在起偏与检偏演示实验中，用自然光垂直入射固定不动的起偏器，转动检偏器一周，在检偏器的出射方向观察到出现消光现象的次数为
（3分）

A、 1

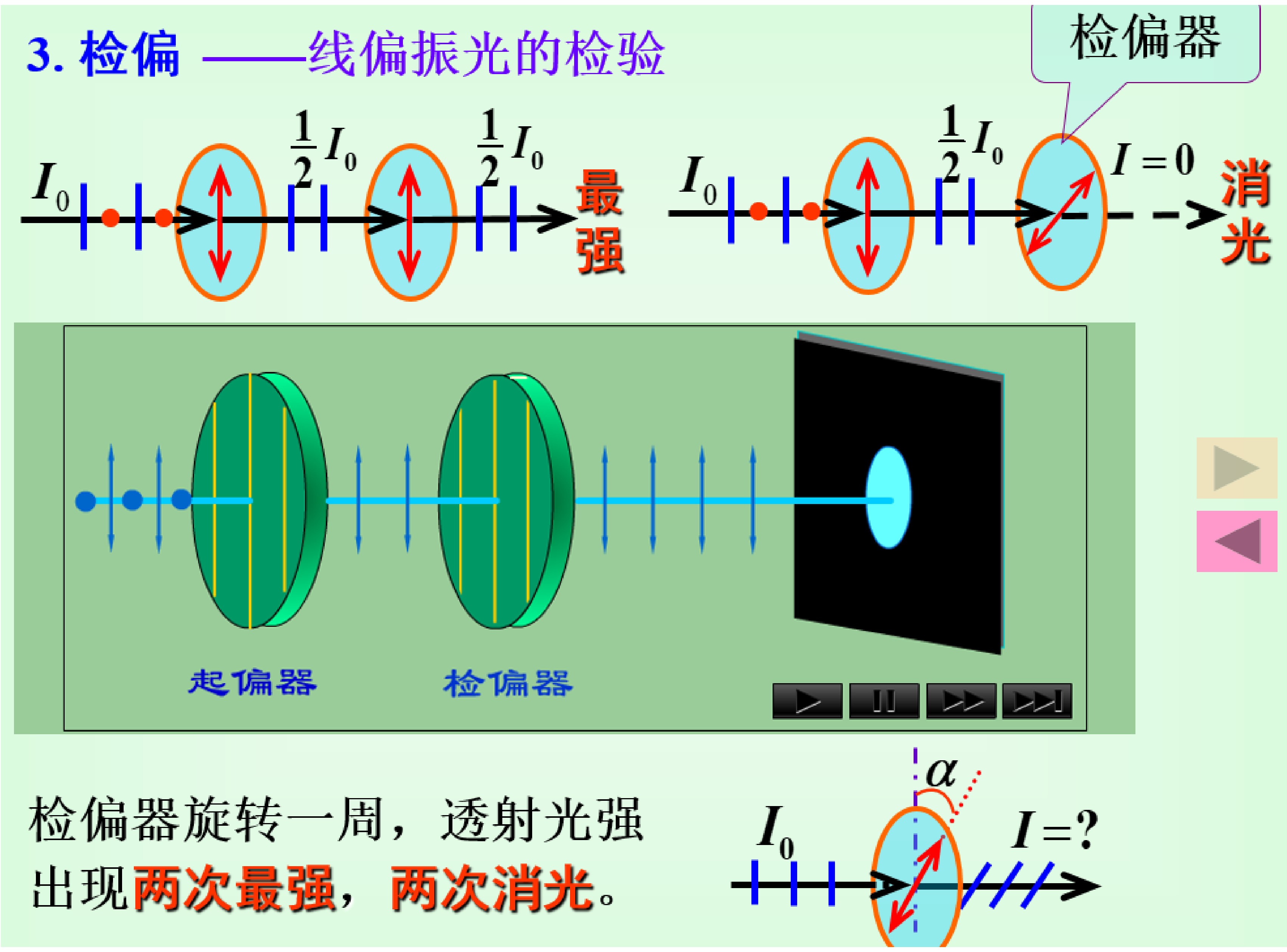
B、 2

C、 3

D、 4

正确答案： B

解析：
转360度有两次，两个偏振片的偏振化方向垂直时。




7、 在康普顿效应实验中，若散射光波长是入射光波长的1.2 倍，则散射光光子能量ε 与反冲电子动能Ek 之比
$\frac{\varepsilon}{E_k}$为
（3分）

A、 2

B、 3

C、 4

D、 5

正确答案： D

解析：
关键是两点,光子有动量,光子与电子作用过程动量守恒．
光子的动量由h/λ减小为h/(1.2λ),则电子获得动量P=h/λ-h/(1.2λ)=h/(6λ),
散射光子能量为hc/(1.2λ),电子的动能为Pc
所以散射光光子能量与反冲电子动能之比为
E1：E2＝hc/(1.2λ)：Pc＝hc/(1.2λ)：hc/(6λ)=5：1

8、 p 型半导体中杂质原子所形成的局部能级（也称受主能级），在能带结构中处于
（3分）

A、 满带中

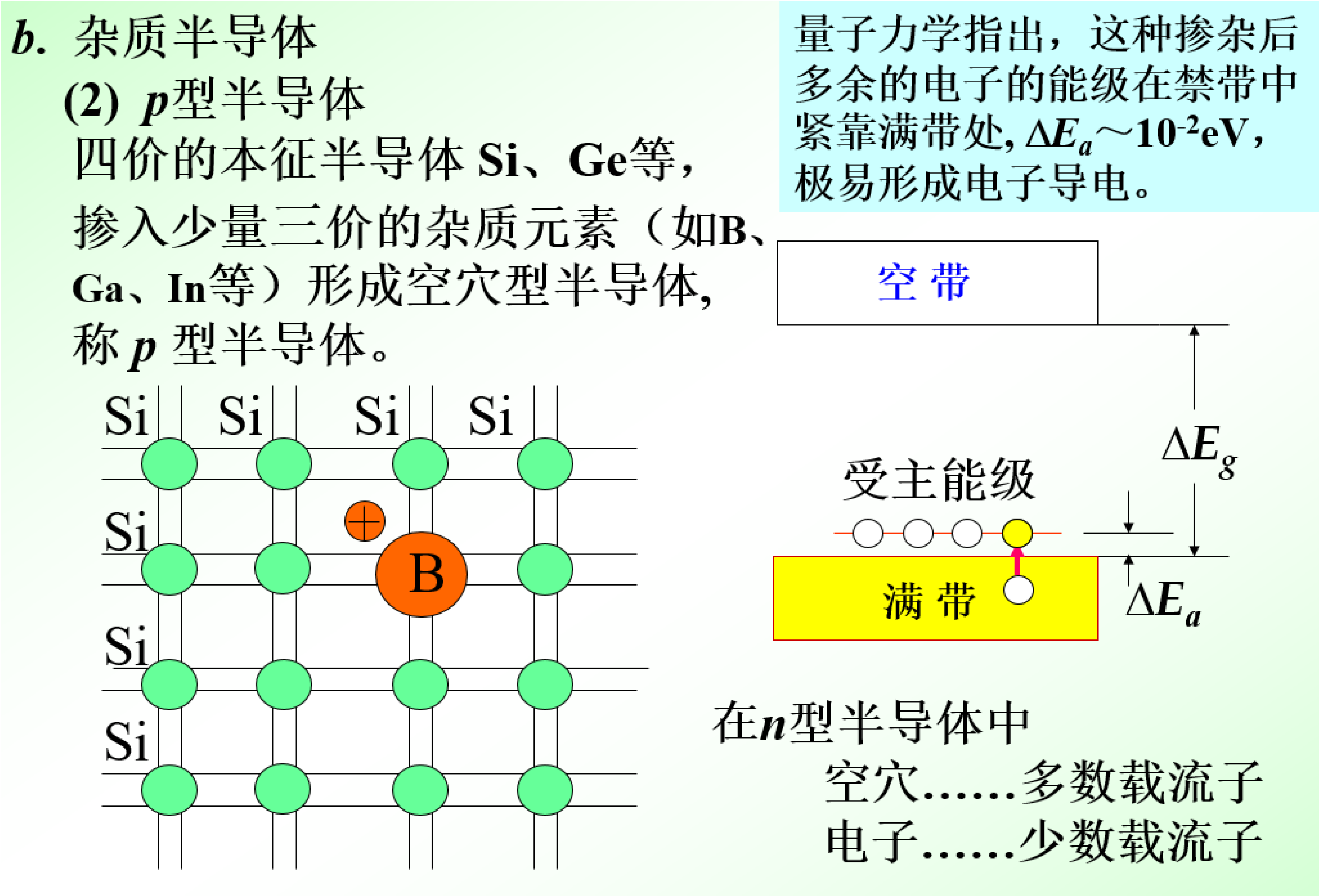
B、 导带中

C、 禁带中，但接近满带顶

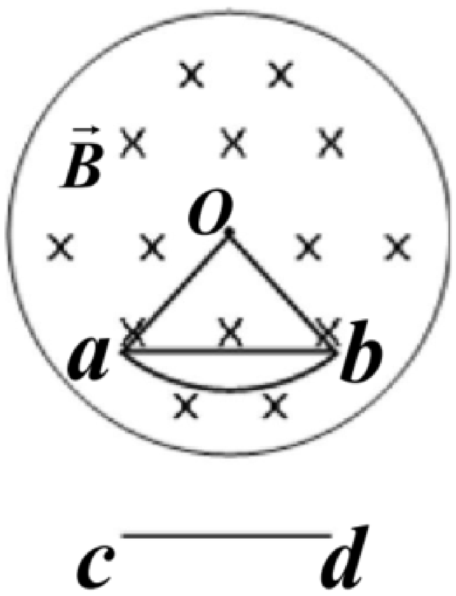
D、 禁带中，但接近导带底

正确答案： C

解析：




9、 在圆柱形区域内,有垂直纸面向里的均匀磁场。日dB/dt为正的恒量。现将ao、Ob、ab、弧ab、和 cd等5段导线置于图示位置，则下列说法中正确的是




（3分）

A、 由于a、b两点电势确定，所以ab 和 aOb 上感生电动势相同，即$\varepsilon_{ab}=\varepsilon_{aob}$

B、 cd导线处于B=O的空间，故$\varepsilon_{ca}=0$

C、 在该圆柱形区域内，涡旋电场的大小$E_i \propto r$，故 $\varepsilon_{\widehat{ab}} > \varepsilon_{ab}$， $\varepsilon_{ab} > \varepsilon_{aO} > 0$

D、 ao、Ob 均垂直于$E_i$，故$\varepsilon_{aO}=\varepsilon_{Ob}=0$

正确答案： D

解析：

9、【正解】D

【解析】ab 段感应电动势的方向为 a 到 b；aOb 段感应电动势的方向为 b 到 O 到 a

故 $\varepsilon_{ab}=\varepsilon_{bOa}=-\varepsilon_{aOb}$，选项 A 错误。

cd 段导线虽然处于 B=0 的空间但由于 aO、Ob、ab、$\overset{\frown}{ab}$ 四段导线的感应电动势会激发电磁场对 cd 导线产生影响，其感应电动势不一定为 0。选项 B 错误。

ab、$\overset{\frown}{ab}$ 两段导线的有效长度相等，其电动势也相等。选项 C 错误。

10、关于位移电流，下列说法中正确的是
（3分）

A、 位移电流就是变化的电场，它在数值上等于场强对时间的变化率

B、 位移电流只能在非导体中传播

C、 位移电流是一种假说，实际并不存在

D、 位移电流由变化的电场所产生，其大小仅决定于电位移通量对时间的变化率

正确答案： D

解析：

10、【正解】D

【解析】位移电流是电位移矢量随时间的变化率对曲面的积分，数值上等于电位移矢量对时间的变化率。位移电流可以存在于真空、导体、电介质中。位移电流的本质是变化着的电场，是真实存在的。

【考点延伸】《考试宝典》知识点九 9.5——一、位移电流的定义和基本概念

## 二、填空题（共10题，30分）

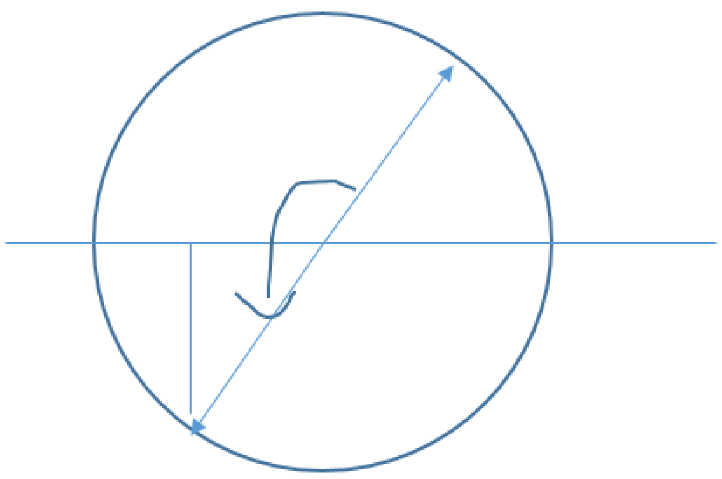
11、一质点沿 x 轴作简谐振动，振动方程为 $x=4\times10^{-2}\cos(2\pi t+\frac{\pi}{3})$(SI) 。从t=0 时刻起，到质点位置在 x =-2 cm 处，且向 x 轴正方向运动的最短时间为__________.
（3分）

正确答案

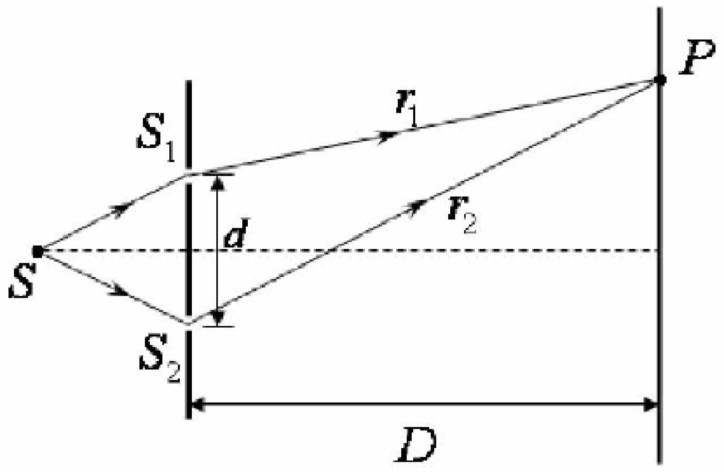
**第一空：** 1/2s

解析：

可以用旋转矢量法，零时刻可画出来，到终时刻。然后再根据周期为1s,这里转半圈为1/2s



12、如图所示，在双缝干涉实验中， SS1=SS2 ，入射光波长为λ ，已知 P 点处为第3 级明条纹，则 S1 和 S2 到P 点的光程差为________。




（3分）

正确答案

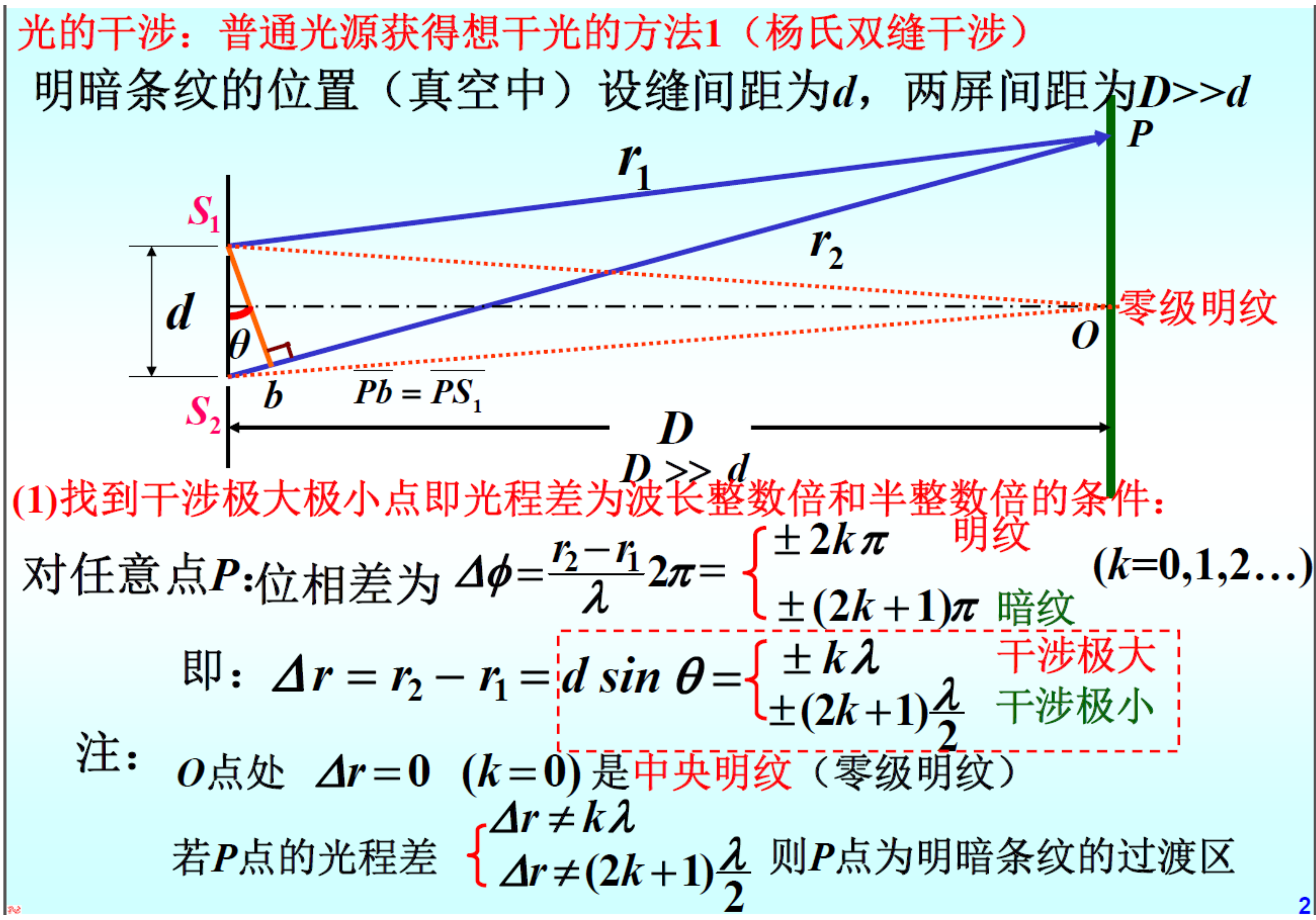
**第一空：** 3λ

解析：

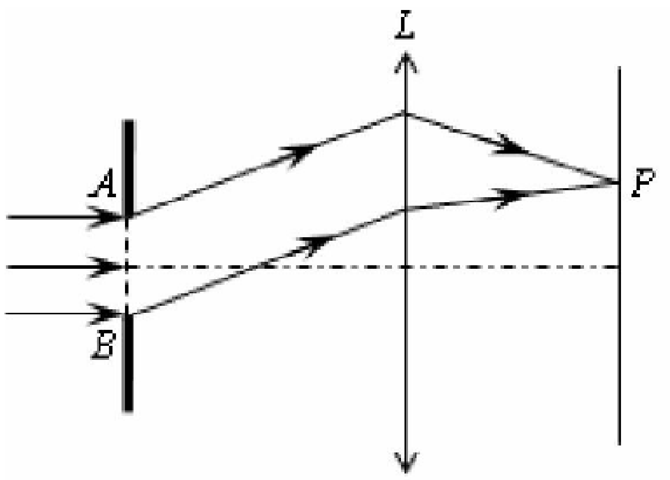
杨氏干涉的例子：

满足条件直接写出，第3级即为3λ

大家再想下如果是第3级暗纹呢？




13、 如图所示，一束波长为λ的平行单色光垂直入射到单缝AB 上，若图中BP与 AP的光程差等于2λ，则单缝处波阵面可分为____________个半波带。




（3分）

正确答案

**第一空：** 4

解析：

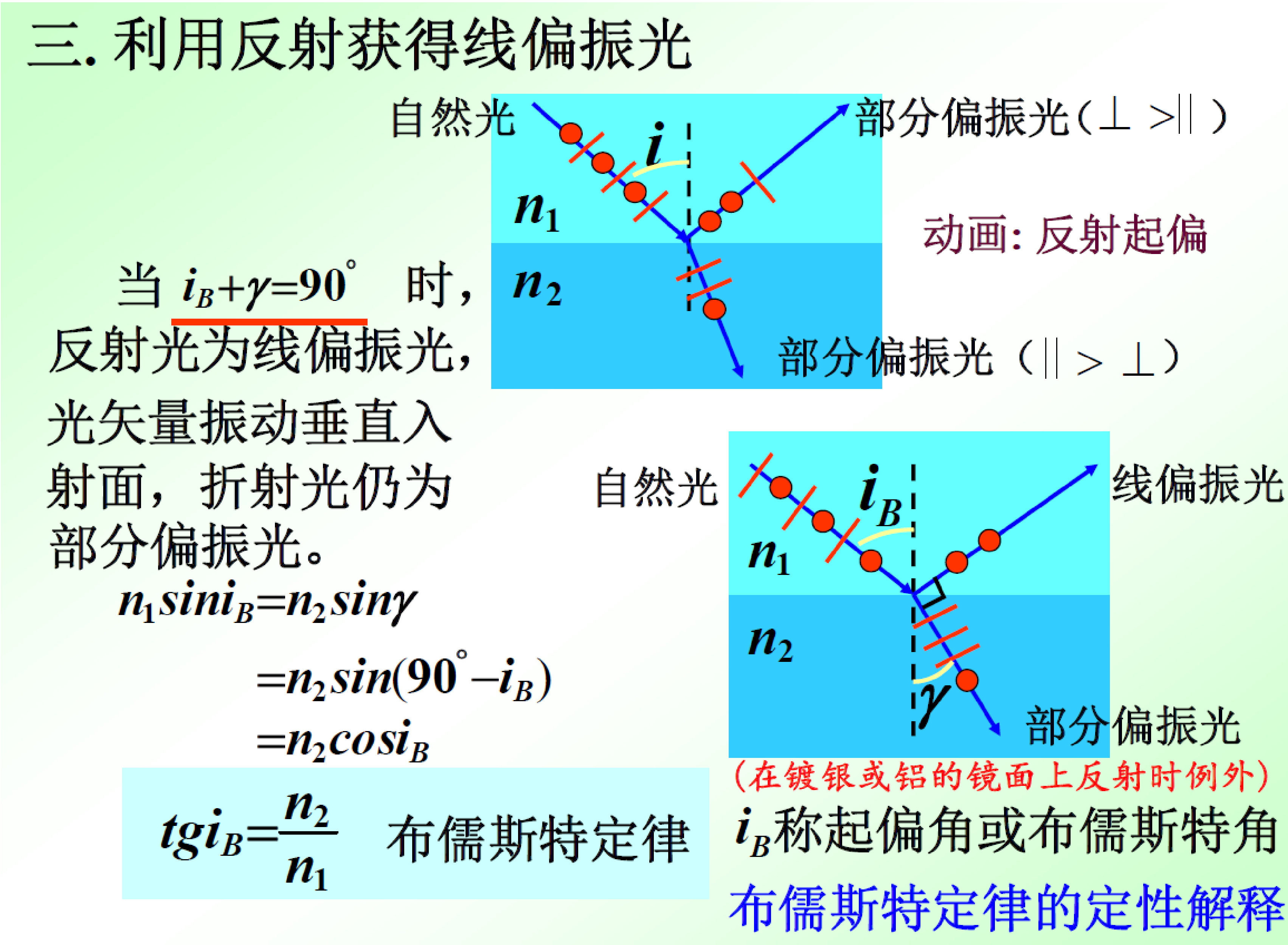
2λ 可以分解成4个$\frac{\lambda}{2}$,实际就是2λ=4*$\frac{\lambda}{2}$.....

我能说这是小学题目吗?

14、 当一束自然光在两种介质分界面处发生反射和折射时，若反射光为线偏振光，则折射光为__________偏振光，且反射光线和折射光线之间的夹角为__________。
（3分）

正确答案
**第一空：** 部分
**第二空：** 90°

解析：

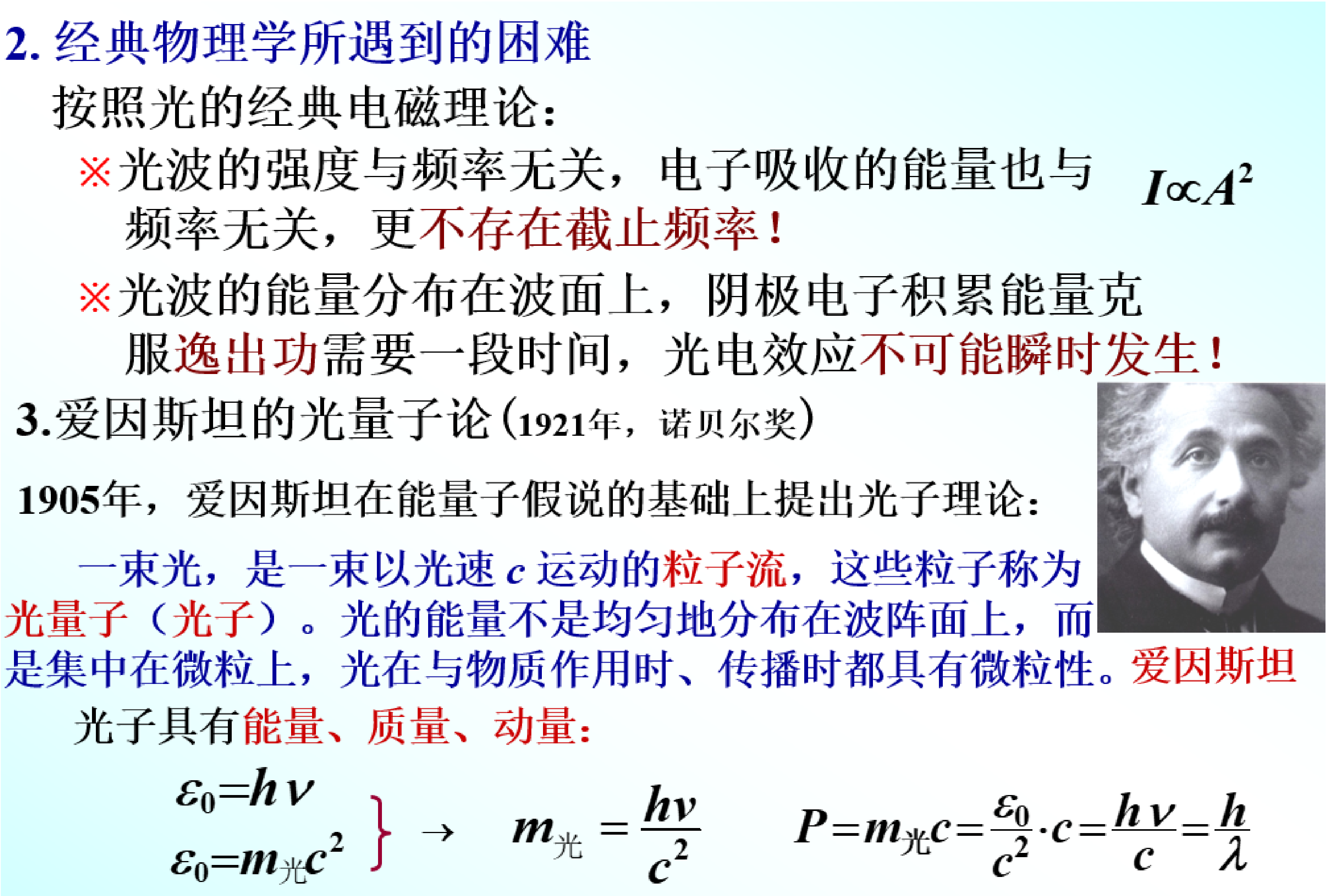



15、 已知光子的波长为λ，则其动量的大小为_________
（3分）

正确答案
**第一空：**

$$p = \frac{h}{\lambda}$$

解析：



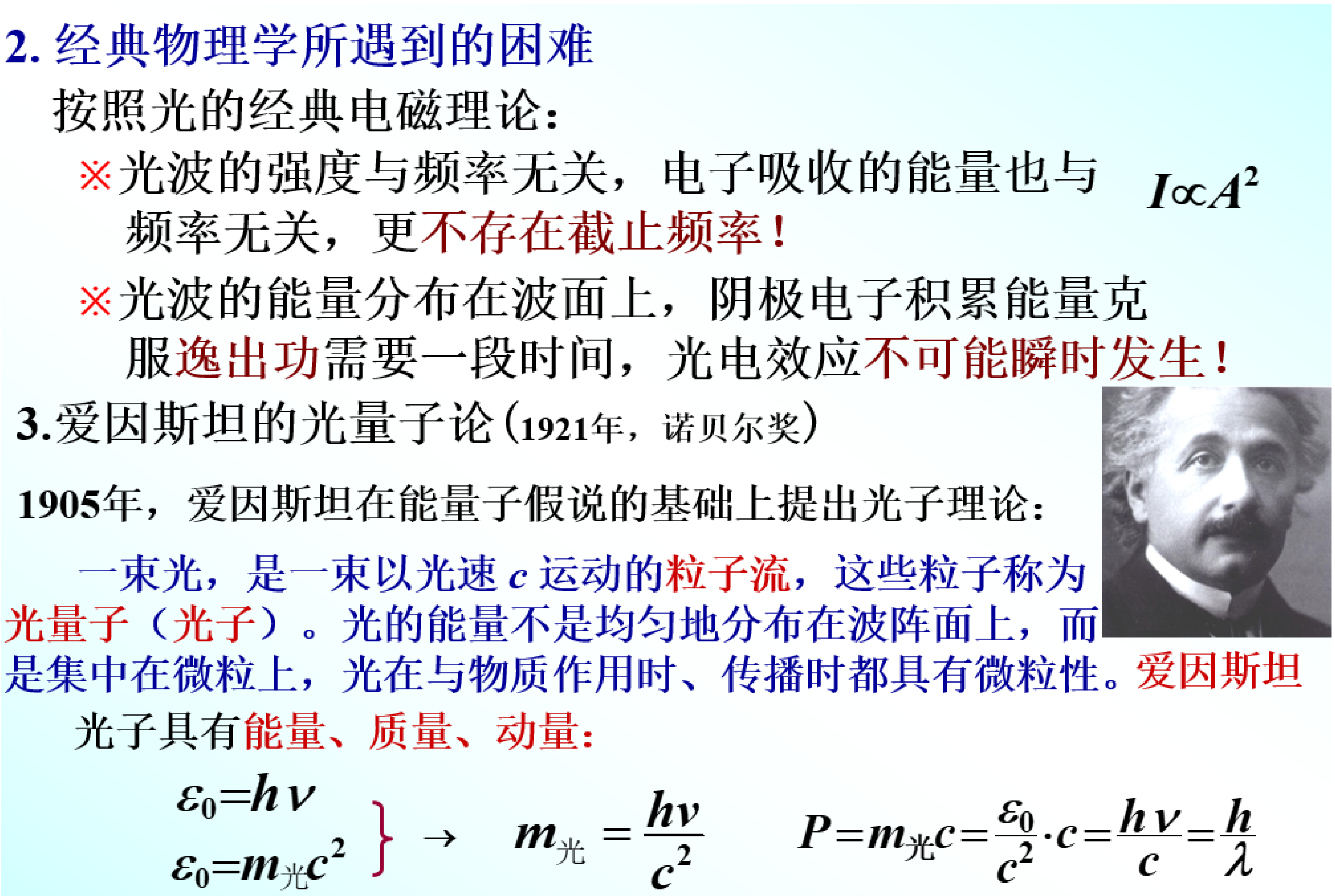

16、一波长为300 nm 的光子，假定其波长的测量精确度为百万分之一，若用不确定关系 $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \frac{h}{2}$估算，该光子的位置不确定量为 ______。（普朗克常数$h = 6.626 \times 10^{-34}\,\mathrm{J \cdot s}$）
（3分）

正确答案

**第一空：** $0.024\,\mathrm{m}$或$2.39 \times 10^{-2}\,\mathrm{m}$

解析：

可由波长得到动量不确定性：$p = \frac{h}{\lambda}$ 两边微分得到由波长引起的动量不确定性。$\Delta p = -h\lambda^{-2}\Delta\lambda$,所以可算出$\Delta p$的不确定性为：$2.21 \times 10^{-33}$ ,所以位置的不确定量为：0.0235m



17、 当氢原子中电子处于 n=4, l= 3, $m_l$=3 的状态时，该电子轨道角动量的大小为 _____，角动量与z 的夹角为_______ 。（3分）

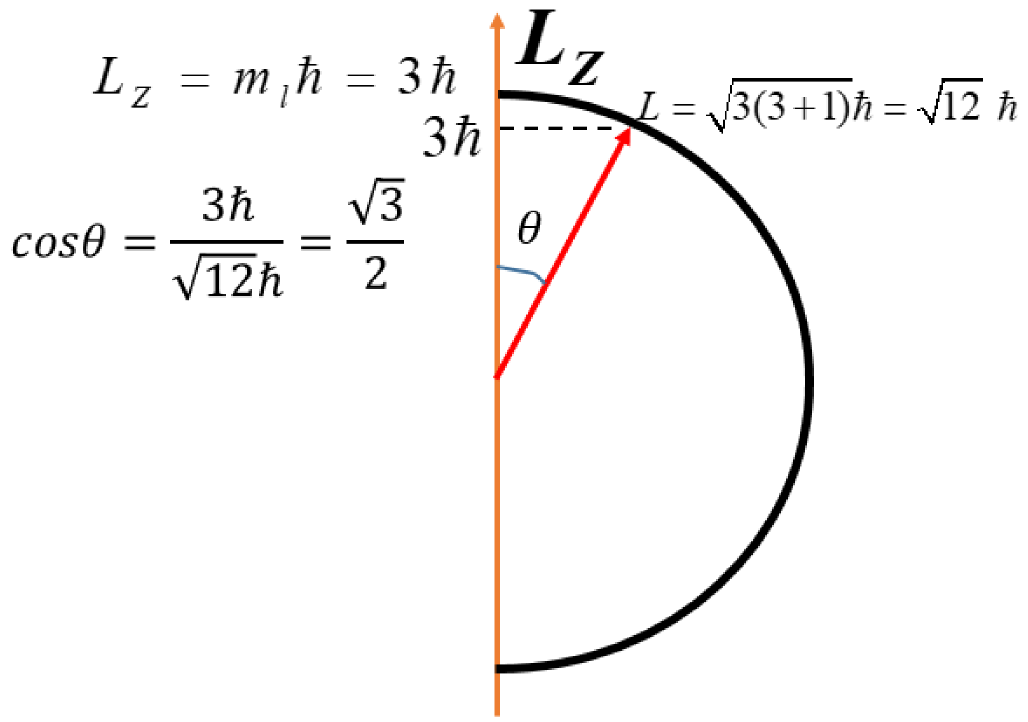
正确答案

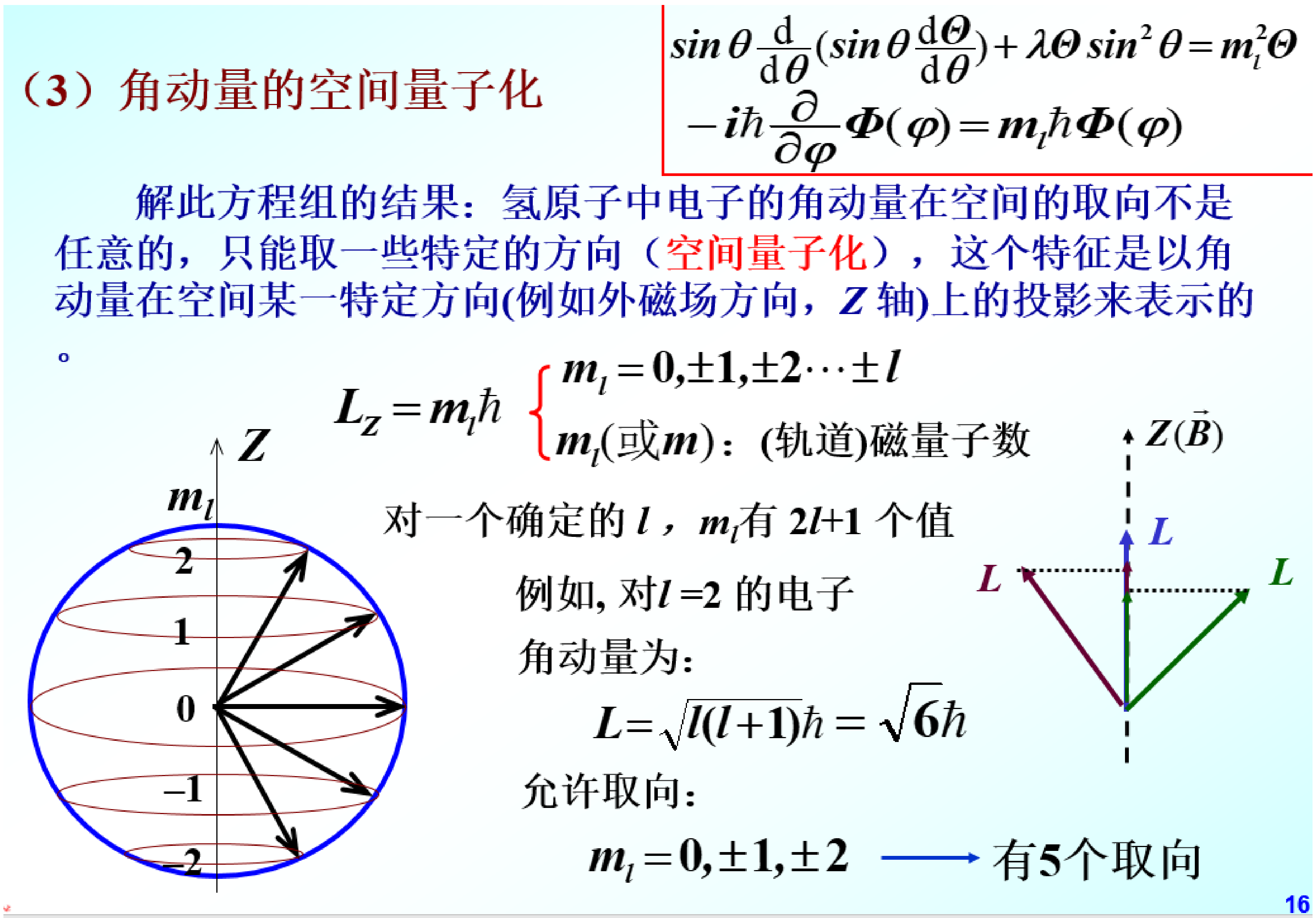
**第一空:**

$\sqrt{12}\hbar$或$2\sqrt{3}\hbar$或$3.655\times10^{-34}\ \mathrm{kg\cdot m^2\cdot s^{-1}}$， $30^{\circ}$

解析:

l=3代入公式即可。然后再根据如图所示求出夹角。



**例：** 画出 $n=3$ 时，电子角动量空间量子化的情形。

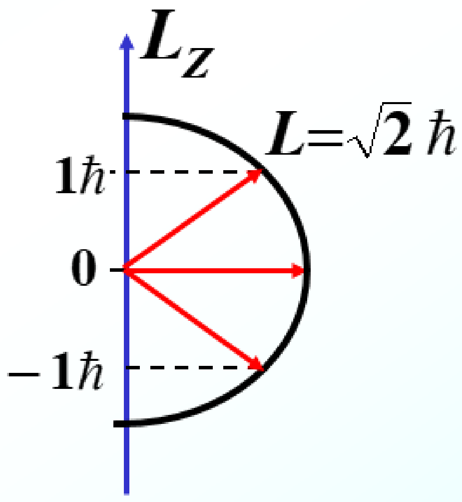
**解：** $n=3$，$l$ 可取 0, 1, 2, 三个值，依题意

当：$n=3,\quad l=0$

$$L=\sqrt{l(l+1)}\hbar=0$$

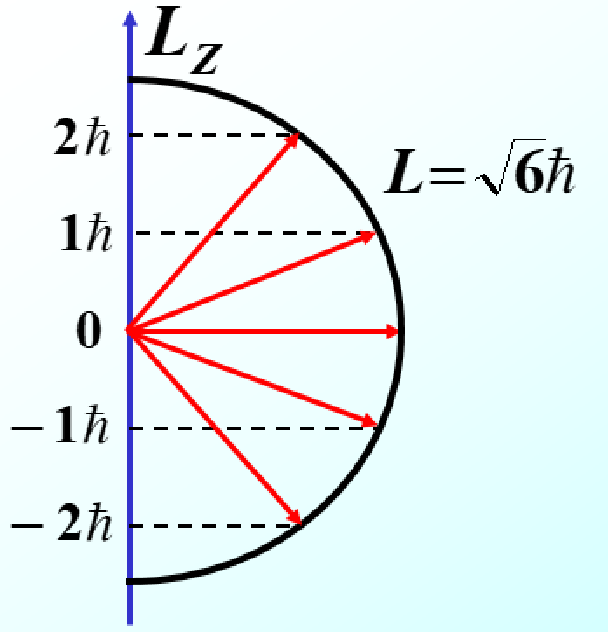
当：$n=3,\quad l=1$

则：
$$\begin{cases} L=\sqrt{1\times(1+1)}\hbar=\sqrt{2}\,\hbar \\ L_Z=m_l\hbar \\ m_l=0,\ \pm1 \end{cases}$$




当：$n=3,\quad l=2$

则：
$$\begin{cases} L=\sqrt{2(2+1)}\hbar=\sqrt{6}\,\hbar \\ L_Z=m_l\hbar \\ m_l=0,\ \pm1,\ \pm2 \end{cases}$$




18、一段直导线在垂直于均匀磁场的平面内运动。已知导线绕其一端以角速度ω转动时的电动势与导线以垂直于导线方向的速度v做平动时的电动势大小相等，则导线的长度为________

（3分）

正确答案

**第一空：**

10、【正解】$\dfrac{2v}{\omega}$

【解析】由题意可得：$\dfrac{1}{2}BL^2\omega=BLv$，即 $L=\dfrac{2v}{\omega}$

【考点延伸】《考试宝典》知识点八 8.1——电磁感应

解析：

19、竖直放置金属铜管，当等质量的下列物体分别通过铜管下落时，通过铜管用时最长的是__________（填“铅球”“钢球” “磁铁”或“木块”）

（3分）

正确答案

**第一空：** 磁铁

解析：

8、【正解】C

【解析】四个选项中磁铁的磁性最强，故磁铁在铜管中运动受到阻力更大，运动得更慢。

【考点延伸】《考试宝典》知识点九 9.1——楞次定律、9.5 涡电流

20、一边长为1.22 m的方形平行板电容器，充电瞬间电流为I=1.84A，忽略电容器的边缘效应,此时通过板间的位移电流为_________;若在板间取一个半径为0.3 m的圆环回路，该回路的中心在电容器轴线上且回路平面与极板平行，则此回路的 $\oint \vec{H}\cdot d\vec{l}$ =________

（3分）

正确答案

**第一空:** 1.84A

**第二空:** 0.35A

解析:

10、【正解】$1.84A$，$0.35A$

【解析】（1）由全电流连续性原理可知，$I_0=1.84A$；

（2）$j=\frac{I_0}{l^2}$，$\oint \vec{H}\cdot d\vec{l}=js=\frac{I_0}{l^2}\pi R^2=0.35A$

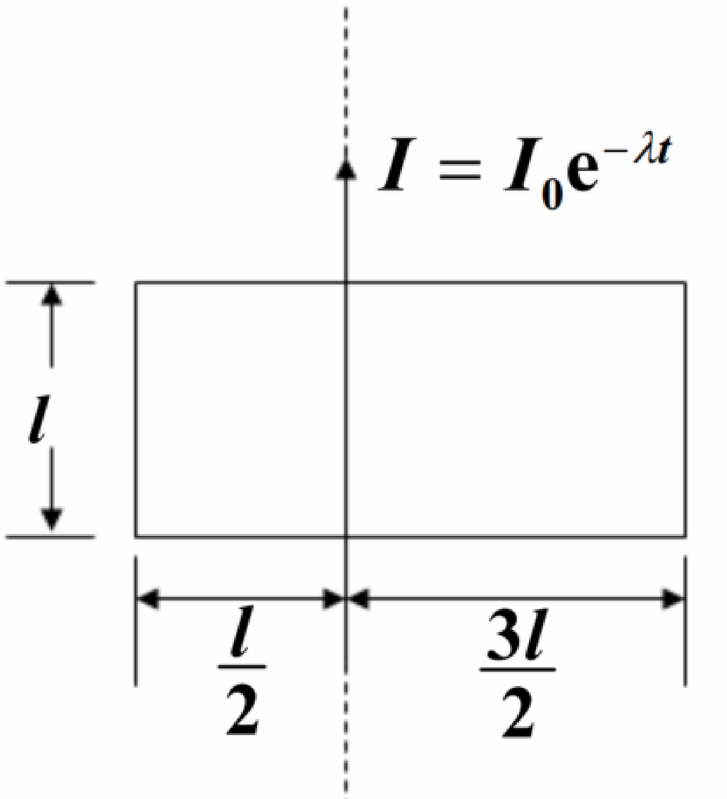
【考点延伸】《考试宝典》知识点七 7.5——静电场的环路定理

**三、计算题** (共4题，40分)

21、 一无限长直导线通有电流$I=I_0e^{-\lambda t}$($I$,$\lambda$为恒量)，与一矩形线框共面，并互相绝缘，线框的尺寸及位置如图所示。试求:

(1) 直导线与线框之间的互感系数;

(2) 线框中的感应电动势。




(10分)

正确答案:

【解析】(1) $M=\frac{\Phi}{I}=\int_0^{\frac{3l}{2}}\frac{\mu_0 I}{2\pi x}dx-\int_0^{\frac{l}{2}}\frac{\mu_0 I}{2\pi x}dx=\frac{\mu_0 I}{2\pi}\ln 3$

(2) $\varepsilon=-M\frac{dI}{dt}=\lambda I_0 Me^{-\lambda t}=\frac{\mu_0 II_0\lambda\ln 3}{2\pi}e^{-\lambda t}$

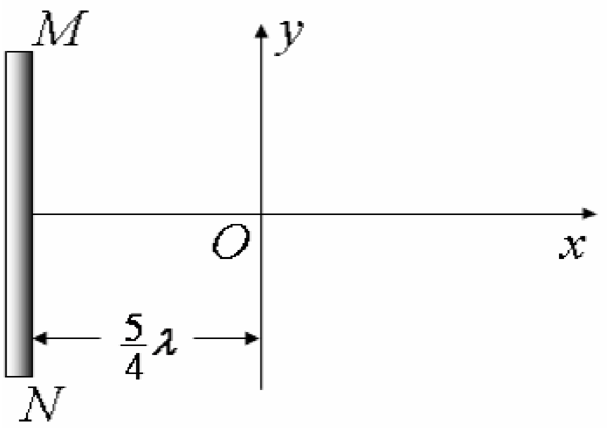
【考点延伸】《考试宝典》知识点九 9.3——互感、《考试宝典》知识点九 9.1——电磁感应定律

解析:

22、 如图所示，在x 轴的原点O 处有一振动方程为y =Acosωt的平面波波源，产生的波沿 x 轴负方向传播。MN 为波密介质反射面，距波源5λ/4。求:

（1）在MN-yO 区间叠加波的波函数;

（2）最靠近O 点因干涉而静止的点的位置。




（10分）

正确答案:

2．解：（1）

由 $O$ 发出的沿 $x$ 轴负向传播的平面波波函数为：

$$y_{负} = A\cos\left(\omega t + \frac{2\pi x}{\lambda}\right) \qquad 2'$$

$y_{负}$ 被波密介质反射面 $MN$ 产生的反射波波函数为：

$$y_{反} = A\cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}(2\times\frac{5}{4}\lambda + x) - \pi\right) = A\cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}x\right) \qquad 3'$$

$MN$-$yO$ 区间叠加波：

$$y = y_{负} + y_{反} = A\cos\left(\omega t + \frac{2\pi x}{\lambda}\right) + A\cos\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right) = 2A\cos\frac{2\pi x}{\lambda}\cdot\cos\omega t \qquad 1'$$

为驻波。

（2）因干涉而静止的点对应驻波的波节。易得这些点的坐标为：

$x = -\frac{\lambda}{4}, -\frac{3\lambda}{4}, -\frac{5\lambda}{4}$，最靠近 $O$ 点的位置为 $x = -\frac{\lambda}{4}$。 $4'$

解析:

23、一束具有两种波长λ1 和λ2 的平行光垂直照射到一衍射光栅上，测得波长λ1 的第三级主极大和λ2 的第四级主极大衍射角均为30°。已知λ1 = 560 nm，试求:

（1）波长λ2；

（2）若光栅常数 d 与缝宽 a 的比值 d/a=5，则对λ2 的光，屏上可能看到的全部主极大的级次.

（10分）

正确答案:

**3．解：（1）**

由光栅方程： $d\sin\theta = k\lambda$ ， $2'$

$d\sin 30^\circ = 3\lambda_1$ ， $d\sin 30^\circ = 4\lambda_2$ $1'$

$$\lambda_2 = \frac{3}{4}\lambda_1 = \frac{3}{4}\times 560\ \text{nm} = 420\ \text{nm} \qquad 1'$$

$$（2）\ d = \frac{3\lambda_1}{\sin 30^\circ} = \frac{3\times 560}{0.5} = 3360\ \text{nm} \qquad 1'$$

$|k_{max}| < \frac{d}{\lambda_2} = \frac{3360}{420} = 8$ ，最高级次为 $\pm 7$ 级， $2'$

又： $\frac{d}{a} = 5$ ，即 $\pm 5$ 级缺级， $1'$

故能看到的全部主极大的级次为： $0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 4, \pm 6, \pm 7$ $2'$

解析：

24、 已知粒子在一维无限深方势阱中运动，其波函数为

$$\psi(x) = A\sin\frac{2\pi x}{a}, \quad 0 \le x \le a$$

求：（1）归一化常数A；

（2）在何处找到粒子的概率最大。

（10分）

正确答案:

**4．解：（1）**

由波函数的归一化条件： $\int_{-\infty}^{\infty}|\psi(\vec{r},t)|^2 \mathrm{d}V = 1$ 或 $\int_{-\infty}^{\infty}|\psi(x)|^2 \mathrm{d}x = 1$ $1'$

即： $\int_0^a A^2 \sin^2(\frac{2\pi x}{a})\mathrm{d}x = 1$ $2'$

得： $A = \sqrt{\frac{2}{a}}$ $2'$

（2）粒子的位置概率密度： $P(x) = |\varphi(x)|^2 = \frac{2}{a}\sin^2\frac{2\pi x}{a}$ $3'$

找到粒子概率最大的位置为： $x = \frac{1}{4}a, \frac{3}{4}a$ $2'$

①由函数的极值，或由三角函数的值得；

②用驻波条件，阱壁为波节，n=2 共三个波节，两个波腹，波腹概率最大。

解析：