1、[C]　$\vec{E}=\dfrac{\vec{F}}{q}$

A错：正电荷受力 $\vec{F}$ 与 $\vec{E}$ 同向

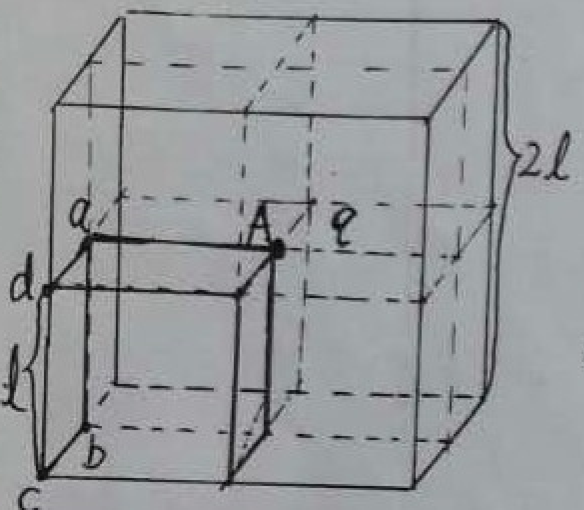
负 · · · · · · · · · 反向

B错：球面上 $\vec{E}$ 的大小相同，但方向不同

$\vec{E}_{点}=\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\vec{e}_r$　　$\vec{e}_r$ 在各点各异

2.[C]

abcd 面为边长为 $2l$ 的立方体的六个面中的一个面，面积的本



q 对 $2l$ 立方体六个面的总的电通量为

$\Phi_{总}=\dfrac{\sum q_{int}}{\varepsilon_0}=q/\varepsilon_0$

故对一个大面 $(4l^2)$ 的电通量为 $\dfrac{1}{6}\Phi_{总}$.

而 abcd 面是 $(4l^2)$ 大面的电通量的 $\dfrac{1}{4}$

即 $\Phi_{abcd}=\dfrac{1}{4}\left(\dfrac{1}{6}\Phi_{总}\right)=\dfrac{q}{24\varepsilon_0}$

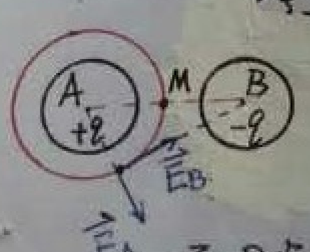
3.[D]

高斯定理 $\Phi_e=\oint_S\vec{E}\cdot d\vec{S}=\dfrac{\sum q_{int}}{\varepsilon_0}$

A 错：S面内包含的电荷 $\sum q_{int}=+q$

$\therefore \Phi_e=q/\varepsilon_0\neq 0$

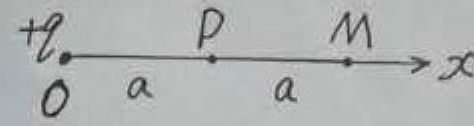
B错：S面上场强由 $+q$ 及 $-q$ 的场
C错　强叠加而成



M点 $+q$ 及 $-q$ 在P点场强均向右.

而P点方向不再相同

4.[D]

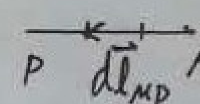


由电势定义 $U_P=\int_P^{P_0}\vec{E}\cdot d\vec{l}$

可知现在M点的电势应从M点开始积分至电势零点P点

$U_M=\int_M^P\vec{E}\cdot d\vec{l}$　　取 $d\vec{l}$ 由直线 M至P点上微元

$=\int_M^P\left(\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 x^2}\vec{i}\right)\cdot d\vec{l}_{MP}$



$=\int_M^P\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 x^2}\,dl(-1)$　　$d\vec{l}_{MP}=|d\vec{l}|(-\vec{i})$

且 $|d\vec{l}|=|d\vec{x}|$

$=\int_a^{2a}\dfrac{-q}{4\pi\varepsilon_0 x^2}\,dx$

$=\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left.\dfrac{1}{x}\right|_a^{2a}=\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\dfrac{1}{2a}-\dfrac{1}{a}\right)$

$=\dfrac{-q}{8\pi\varepsilon_0 a}$

5[B]

由高斯定理. $\oint_S\vec{E}\cdot d\vec{S}=\dfrac{\sum q_{int}}{\varepsilon_0}$

作以O为圆心，半径为 r 的球面为高斯面. 该面内

即 $r<R$：　$q_{int}=0$

$\therefore \oint_S\vec{E}_1\cdot d\vec{S}=E_1\cdot 4\pi r^2=0$

$\therefore E_1=0$

而 $r>R$ 时　$q_{int}=Q$

$\therefore E_2 4\pi r^2=\dfrac{Q}{\varepsilon_0}$

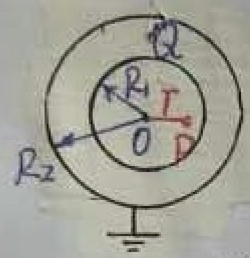
$\therefore E_2=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

依据电势的定义，取∞处为电势零点

$U_P=\int_P^\infty\vec{E}\cdot d\vec{l}=\int_r^R\vec{E}_1\cdot d\vec{l}+\int_R^\infty\vec{E}_2\cdot d\vec{l}$

$=\int_r^R 0\,dr+\int_R^\infty\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\,dr=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R}$

6. [B]



由高斯定理. 同理5题

$r<R_1 \quad E_1=0$ (P点)

$R_1<r<R_2 \quad E_2=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

故C.D错.

由电势定义. $U_P=\int_P^{P_0}\vec{E}\cdot d\vec{l}$. 现外壳接地, 从而$R_2$球壳为零电势. 沿径向积分

$\therefore U_P=\int_r^{R_2}\vec{E_2}\cdot d\vec{r}$ 则积分区间为r至R_2

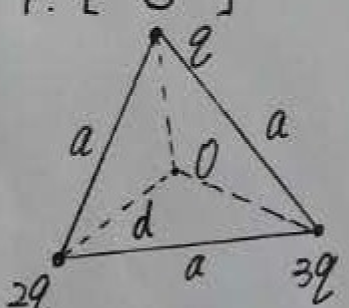
$=\int_r^{R_1}0dr+\int_{R_1}^{R_2}\vec{E_2}d\vec{r}=\int_{R_1}^{R_2}\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\vec{e_r}\cdot d\vec{r}$ $\vec{e_r}$与$d\vec{r}$同向

$=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\int_{R_1}^{R_2}\frac{1}{r^2}dr=\frac{+Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(-\frac{1}{r}\right)\Big|_{R_1}^{R_2}$

$=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$

---

7. [C]



3个点电荷到O点距离为 $d=\frac{\sqrt{3}}{3}a$

由电势叠加. 可知O点电势为3个电势叠加

$U_0=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 d}+\frac{2q}{4\pi\varepsilon_0 d}+\frac{3q}{4\pi\varepsilon_0 d}$

$=\frac{3q}{2\pi\varepsilon_0\frac{\sqrt{3}}{3}a}=\frac{3\sqrt{3}q}{2\pi\varepsilon_0 a}$

而外力功从无穷远处到O点主要是克服3个电荷对Q的电场力的功

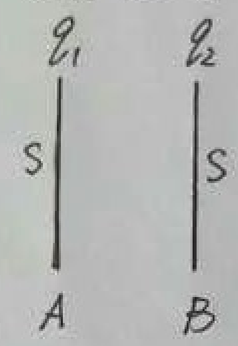
$W_外=-W_e=-\int_\infty^0(Q\vec{E})\cdot d\vec{l}$

$=\int_0^\infty Q\vec{E}\cdot d\vec{l}=Q\int_0^\infty\vec{E}\cdot d\vec{l}$

而O点电势恰为 $U_0=\int_0^\infty\vec{E}\cdot d\vec{l}$

$\therefore W_外=Q\cdot\frac{3\sqrt{3}q}{2\pi\varepsilon_0 a}$

8 [C]



A板电荷面密度 $\sigma_A=\frac{q_1}{S}$

B $\cdots\cdots$ $\sigma_B=\frac{q_2}{S}$

由无限大带电平板两侧电场大小

$E=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

而q_1与q_2在两板间的电场方向相反

故总电场(板间) 取电场向右为正

$E=\frac{q_1/S}{2\varepsilon_0}-\frac{q_2/S}{2\varepsilon_0}$

$=\frac{q_1-q_2}{2\varepsilon_0 S}$

即板间电势差, ($\vec{E}$为匀强场)

$U=\int_A^B\vec{E}\cdot d\vec{l}=E\cdot d=\frac{q_1-q_2}{2\varepsilon_0 S}d$

---

9 [C] 电场力对Q作正功使其加速.

$\therefore E_K=W_e=\int_R^{2R}(Q\vec{E})\cdot d\vec{l}$

由高斯定理. 仿6题可知. 两球面间场强 $E=\frac{\cancel{Q}+q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$ 方向沿径向向外

$\therefore E_K=\int_R^{2R}Q\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}dr\cos 0°$

$=\frac{Qq}{4\pi\varepsilon_0}\int_R^{2R}\frac{1}{r^2}dr=\frac{Qq}{4\pi\varepsilon_0}\left(-\frac{1}{r}\right)\Big|_R^{2R}$

$=\frac{Qq}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{R}-\frac{1}{2R}\right)=\frac{Qq}{8\pi\varepsilon_0 R}$

---

10 [D]

由静电态平衡条件知. 对导体球壳其内部无电荷分布. 电荷仅能分布于球壳内外表面.

应用高斯定理. 在导体球壳内作一闭合曲面. 该曲面因在导体内, 因而

场强为0. 故 $\Phi_e = \oint_S \vec{E}\cdot d\vec{S} = \oint_S 0\, dS = 0$

∴ $\sum q_{int} = 0 = q - q$

∴ R_1 球面应感应出 $-q$ 电荷

而由电荷守恒, 可知球壳总电荷保持 q 不变. 故 R_2 球面电荷应为 $2q$

由高斯定理. 仿6题

(1) $r < R_1$ $\sum q_{int} = q$

$$E_1 = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

(2) $R_1 < r < R_2$ $\sum q_{int} = q - q = 0$

$E_2 = 0$ (导体内各点E为0)

(3) $r > R$

$$\sum q_{int} = q - q + 2q = 2q$$

$$E_3 = \frac{2q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

∴ 对球壳内一点P电势

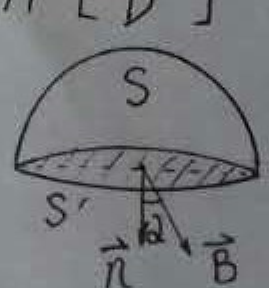
$$U_P = \int_r^{\infty} \vec{E}\cdot d\vec{l}$$
$$= \int_r^{R_2} E_2\, dr + \int_{R_2}^{\infty} E_3\, dr$$
$$= 0 + \int_{R_2}^{\infty} \frac{2q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\, dr$$
$$= \frac{2q}{4\pi\varepsilon_0 R_2} = \frac{q}{2\pi\varepsilon_0 R_2}$$

本题亦可用电势叠加

$$\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r} + \frac{-q}{4\pi\varepsilon_0 r} + \frac{2q}{4\pi\varepsilon_0 R_2} = \frac{q}{2\pi\varepsilon_0 R_2}$$

---

11 [D]



以半球面S在边缘为边界. 补一圆面S'

则 S+S' 为一闭合曲面

由磁场高斯定理 $\oint_S \vec{B}\cdot d\vec{S} = 0$

可知对闭合曲面 S+S' 有

$$\oint_{S+S'} \vec{B}\cdot d\vec{S} = \int_S \vec{B}\cdot d\vec{S} + \int_{S'} \vec{B}\cdot d\vec{S} = 0$$

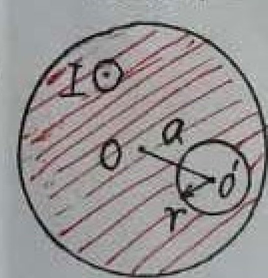
∴ $\int_S \vec{B}\cdot d\vec{S} = -\int_{S'} \vec{B}\cdot d\vec{S}$ ($\vec{B}$为匀强场)

$$= -\vec{B}\cdot\int_{S'} d\vec{S}$$
$$= -\vec{B}\cdot\vec{S'} = -BS\cos\alpha$$
$$= -\pi r^2 B\cos\alpha$$

---

12 [ ]

设导体通电流⊙, 为I. 在阴影区域流过.



将 πr^2 截面填充上⊙方向电流 I_2. 其电流面密度与I的电流面密度相同均为

$$j = \frac{I}{\pi(R^2 - r^2)}$$

故 $I_2 = j\cdot\pi r^2$

∴ 此时 πR^2 截面流过的电流为

$$I_1 = I + I_2$$

I_1 在 O' 点的 $\vec{B}$ 可由安培环路定理求得. $\oint_L \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 \sum I_{int}$

取以O为圆心, 半径为a的圆弧为L. 则其上各点B与$d\vec{l}$同向. B的大小相等.

$$\oint_L \vec{B_1}\cdot d\vec{l} = \oint_L B_1\, dl\cos 0^\circ = B_1\cdot 2\pi a$$

而 $\sum I_{int} = j\cdot\pi a^2$

∴ $B_1 = \frac{\mu_0 j\pi a^2}{2\pi a} = \frac{\mu_0 I a^2}{2\pi a(R^2 - r^2)}$

若在O'所在 πr^2 区域流过沿⊗方向电流，电流强度亦为 I_2. 则由安培环路定理 (or 磁场叠加原理) 知 ⊗I_2 在 O点 场强 $B_2 = 0$

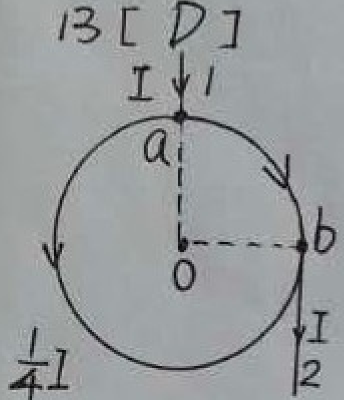
故题目中的载流体在O'处的$\vec{B}$应是

$\vec{B}_1$与$\vec{B}_2$的叠加. 故

$$\vec{B}=\vec{B}_1+\vec{B}_2 \Rightarrow B=B_1=\frac{\mu_0 I a^2}{2\pi a(R^2-r^2)}$$

---

13 [D]



半无限长直导线1在O点

$B_1=0$ (毕萨定律中 $Id\vec{l}$ 与$\vec{r}$夹角为0)

半无限长直导线2在O点

$$B_2=\frac{1}{2}\frac{\mu_0 I}{2\pi R} \quad 方向\otimes$$

$\frac{3}{4}$圆弧电流 $\frac{1}{4}I$，在O点磁场

$$B_{\frac{3}{4}弧}=\frac{\mu_0 I/4}{2R}\cdot\frac{\frac{3}{2}\pi}{2\pi}=\frac{3\mu_0 I}{32R} \quad 方向\odot$$

$\frac{1}{4}$圆弧电流 $\frac{3}{4}I$，在O点磁场

$$B_{\frac{1}{4}弧}=\frac{\mu_0 3I/4}{2R}\cdot\frac{\frac{1}{2}\pi}{2\pi}=\frac{3\mu_0 I}{32R} \quad 方向\otimes$$

∴ O点 $\vec{B}_0=\vec{B}_1+\vec{B}_2+\vec{B}_{3/4弧}+\vec{B}_{1/4弧}$

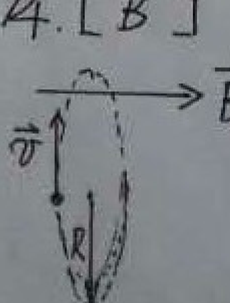
取⊗方向为正 $B_0=0+\frac{1}{2}\frac{\mu_0 I}{2\pi R}-\frac{3\mu_0 I}{32R}+\frac{3\mu_0 I}{32R}$

$$=\frac{\mu_0 I}{4\pi R}$$

题中 $B_3=B_{3/4弧}+B_{1/4弧}=0$

---

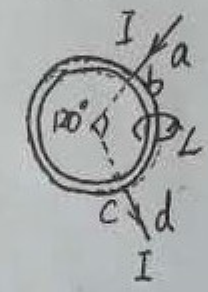
14. [B]



$$R=\frac{mv}{qB}$$

$$\therefore \Phi_e=B\pi R^2=\frac{\pi m^2 v^2}{q^2 B}$$

15 [D]



由于$\frac{2}{3}$圆弧电阻是$\frac{1}{3}$圆弧电阻的2倍. 故其电流是后者的$\frac{1}{2}$ 即

$I_{\frac{2}{3}}=\frac{1}{3}I \quad I_{\frac{1}{3}}=\frac{2}{3}I$

故L回路包围的电流为$\frac{2}{3}I$

由安培环路定理知

$$\oint_L \vec{B}\cdot d\vec{l}=\mu_0\frac{2}{3}I$$

---

16 [B]

洛仑兹力 $\vec{f}_洛=q\vec{v}\times\vec{B}$ $f_洛=qvB\sin\theta$

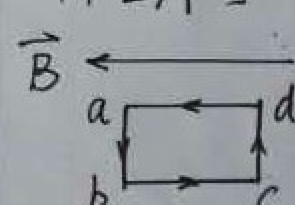
A)错. θ不同. 则$f_洛$不同

C错. $\vec{v}$大小不变故 $E_k=\frac{1}{2}mv^2$ 不变 但$\vec{v}$方向在改变故 $\vec{p}=m\vec{v}$ 改变

D错. $\vec{v}$若与$\vec{B}$垂直. 则轨迹为圆. 若不垂直则为螺旋运动. 甚至当$\vec{v}\parallel\vec{B}$时. 作直线运动.

---

17 [A]



磁力矩 $\vec{M}=\vec{P}_m\times\vec{B}$

磁矩 $\vec{P}_m=I\vec{S}=IS\vec{e}_n$

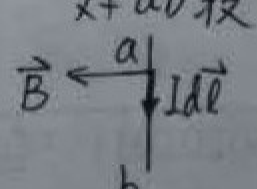
图中线圈 $\vec{P}_m$ 方向⊙

由右手定则知 $\vec{M}$方向↓

故ab边向内转. 而cd边向外转。

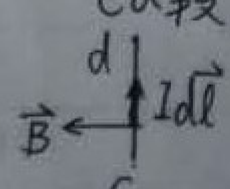
亦可应用安培力公式 $d\vec{F}=Id\vec{l}\times\vec{B}$

对ab段



$d\vec{F}_{ab}$方向⊗

cd段



$d\vec{F}_{cd}$方向⊙

da. bc两段所受安培力为0

18 [B]

半匝线圈时，半径为R，在中心处

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{2R} \quad P_{1m} = IS = \pi R^2 I$$

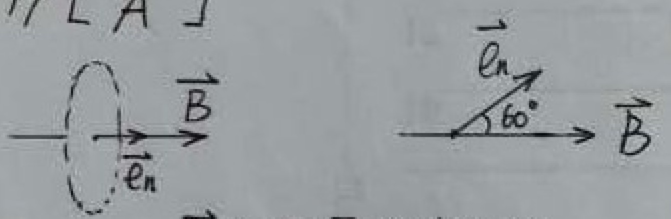
2匝线圈时 半径为 $R' = \frac{\frac{2\pi R}{2}}{2\pi} = \frac{1}{2}R$

在中心处

$$B_2 = N\frac{\mu_0 I}{2R'} = 2\frac{\mu_0 I}{R} = 4B_1$$

$$P_{2m} = NIS'$$
$$= 2\times I\times \pi R'^2$$
$$= 2I\pi \frac{1}{4}R^2 = \frac{1}{2}I\pi R^2$$
$$= \frac{1}{2}P_{1m}$$

19 [A]



$\vec{e}_n$为线圈法线方向

由法拉第电磁感应定律 $\varepsilon_i = -\frac{d\phi}{dt}$

线圈内感应电流 $i = \frac{\varepsilon_i}{R} = -\frac{1}{R}d\phi/dt$

$$\therefore q = \int i\,dt = \frac{1}{R}\int_{0°}^{60°} -\frac{d\phi}{dt}dt = \frac{1}{R}(\phi_{0°} - \phi_{60°})$$
$$= \frac{1}{R}(BS\cos 0° - BS\cos 60°)$$
$$= \frac{1}{R}BS(1-\frac{1}{2}) = \frac{BS}{2R}$$

20 [ ]

圆柱形区域内产生的涡旋电场在 $\frac{dB}{dt}>0$ 时，为以O为圆心的圆，方向为逆时针方向

故(A)(B)选项均错误.

作OA、BO辅助导线，则 $\vec{E}_i$ 在OA、BO中不产生电动势（$\vec{E}_i$与OA or OB垂直 ∴ $\varepsilon_{OA} = \int_O^A \vec{E}_i\cdot d\vec{l} = \int_O^A E_i\,dl\cos 90° = 0$）

又∵ $\varepsilon_{\triangle OAB} = -\frac{d\Phi_{\triangle OAB}}{dt} = -\frac{dB}{dt}S_{\triangle OAB}$

而 $\varepsilon_{OAB} = \varepsilon_{OA} + \varepsilon_{AB} + \varepsilon_{BO} = \varepsilon_{AB}$

同理 $\varepsilon_{扇OAB} = -\frac{d\Phi_{扇OAB}}{dt} = -\frac{dB}{dt}S_{扇OAB}$

$= \varepsilon_{OA} + \varepsilon_{弧AB} + \varepsilon_{AO} = \varepsilon_{弧AB}$

故 $\varepsilon_{AB} < \varepsilon_{弧AB}$

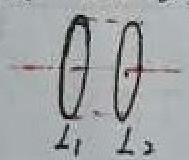
21 [C]

$\because M = \frac{\Psi_{21}}{I_1} = \frac{\Psi_{12}}{I_2}$

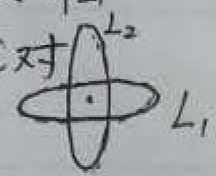
∴若 $M=0$，则必须使 $\Psi_{21}=0$

A错

B错



C对



D错

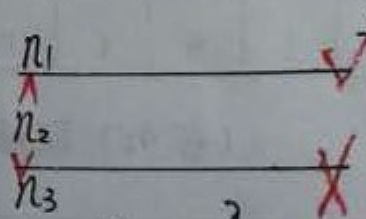
22 [D]

①像静电场一样有 $\oint_L \vec{E}_{静}\cdot d\vec{l} = 0$ 方可以引入电势的概念 为保守力场

② 涡旋电场线为闭合曲线

③ 感应场为非保守力场

23 [C]



半波损失存在的条件

① 反射光

② 光从光疏到光密介质入射时，反射光存在半波损失

$$\lambda_1 = \frac{\lambda}{n_1}$$

故在n_1与n_2分界面有半波损失

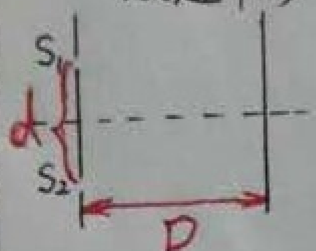
同理 n_2 n_3 . . . 无 . . . .

二者合成后存在附加光程，有半波损失

$$\therefore \delta_{反} = 2n_2 e - \frac{\lambda}{2}$$
$$= 2n_2 e - \frac{1}{2}n_1\lambda_1$$

24 [B]

双缝干涉中条纹间距 $\Delta x=\frac{D}{d}\lambda$



A：D变小则 Δx 变小 ×

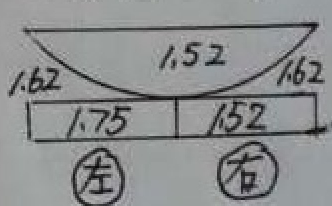
B：d变小，则 Δx 变大 √

C：调节但d为两缝中心间距，d不变，则 Δx 不变 ×

D：λ 变小，则 Δx 变小 ×

---

25 [D]



左侧薄膜反射光在上膜面及下膜面均有在半波损失

$\therefore \delta_{左}=2e$

而右侧薄膜反射光在上膜面有半波损失，而在下膜面无半波损失

$\therefore \delta_{右}=2e+\frac{\lambda}{2}$

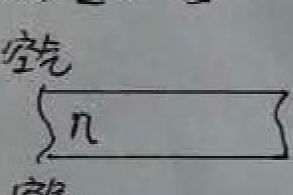
故对 $e=0$ 的圆斑处，

$\delta_{左P}=0$ 为明纹

$\delta_{右,P}=\frac{\lambda}{2}$ 为暗纹

---

26 [B]



反射光在上膜面有半波损失

……下……无……

故反射光光程差

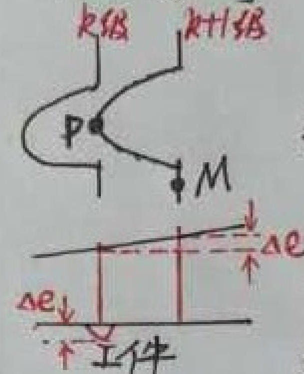
$\delta_{反}=2ne+\frac{\lambda}{2}$ （+亦可取-）

干涉加强 $\delta_{反}=2ne+\frac{\lambda}{2}=k\lambda$ $(k=1.2.3\cdots)$

$\therefore$ 当 $k=1$ 时 e为最薄

$e_{min}=\frac{\lambda}{4n}$

27 [C]



P点与M点为同一干涉条纹，说明P点下方膜厚与M下方膜厚相同。若工件是平整的，应是P点下方膜厚小于M点下方膜厚，故只有P点存在凹陷才能使P点下方膜厚与M点膜厚相同

凹陷深度 $\Delta e=\frac{\lambda}{2}$（相邻两级条纹对应膜厚度差）

---

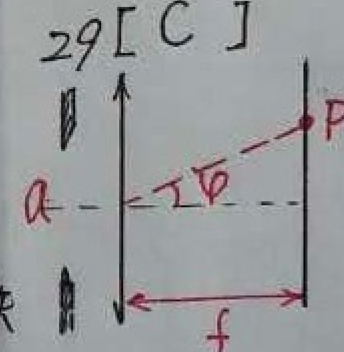
28 [B]

$\Delta x=\frac{D}{d}\lambda$.　　λ

缝上移，则条纹上移，而D，d不变，则 Δx 也不变。

---

29 [C]



中央明纹宽度

$x_0=2\frac{f}{a}\lambda$

$\therefore \lambda=\frac{x_0 a}{2f}=\frac{2\times10^{-3}\times1.0\times10^{-3}}{2\times2.0}$

$=5.0\times10^{-7}m=500nm$

---

30 [B] 见上题图

单缝夫琅禾费衍射暗纹 $a\sin\varphi=\pm k\lambda$ $(k=1.2.3\cdots)$

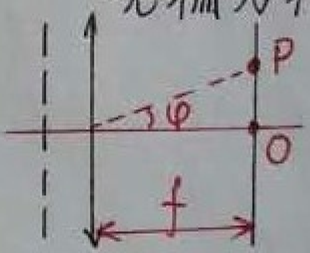
$\therefore a\sin30^\circ=4\lambda\frac{1}{2}=4\frac{\lambda}{2}$

31 [D]

由于透镜P将不同衍射方向(φ角)的光束会聚至E屏上的φ衍射角位置处. 并不随狭缝移动而移动. 条纹宽度 $\Delta x = \frac{f}{a}\lambda$ 亦不变.

32 [D]

光栅方程 $d\sin\varphi = \pm k\lambda \ (k=0,1,2\cdots)$



可见k相同时 λ愈大 则φ愈大. 偏离中央主极大中心O点愈远。

此题中红光λ最大. 故红光偏离愈远。

33 [A]

设入射光中自然光光强为 I_1

线偏振光光强为 I_2.

则透过偏振片后:

自然光光强变为 $\frac{1}{2}I_1$

线偏振光光强变为 $I_2\cos^2\alpha$

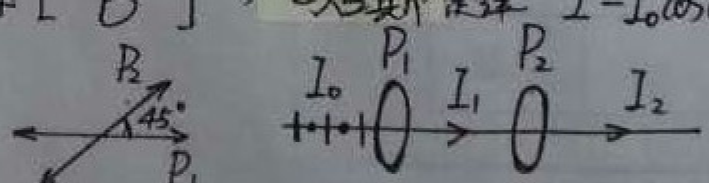
$\therefore I_{min} = \frac{1}{2}I_1 + I_2\cos^2\frac{\pi}{2} = \frac{1}{2}I_1$

$I_{max} = \frac{1}{2}I_1 + I_2\cos^2 0° = \frac{1}{2}I_1 + I_2$

由题 $\frac{I_{max}}{I_{min}} = \frac{\frac{1}{2}I_1 + I_2}{\frac{1}{2}I_1} = \frac{5}{1}$

$\therefore \frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{2}$

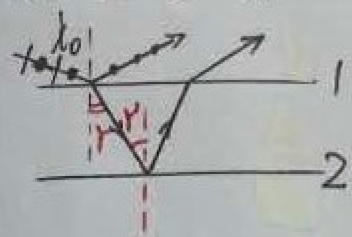
34 [B] 马吕斯定律 $I = I_0\cos^2\alpha$



$I_1 = \frac{1}{2}I_0$

$I_2 = I_1\cos^2 45° = \frac{1}{2}I_0 \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4}I_0$

35 [B] 布儒斯特定律



① $\tan i_0 = \frac{n_2}{n_1}$

$i_0 + r = \frac{\pi}{2}$

② 反射光为线偏振光, 且垂直入射面

即 $\tan r = \cot i_0 = \frac{n_1}{n_2}$

故在2界面上光线以布儒斯特角入射, 反射光为线偏振光且光矢量垂直入射面

36 [D]

光电效应方程 $h\nu = \frac{1}{2}mv^2 + A = E_k + A$

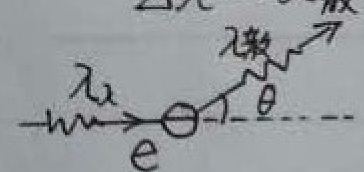
$A = h\nu_0 = h\frac{c}{\lambda_0}$

$\therefore \frac{1}{2}mv'^2 = 2h\nu - A = 2h\nu - (h\nu - E_k)$

$= h\nu + E_k$

37 [D]

$\Delta\lambda = \lambda_{散} - \lambda_{入} = \frac{h}{mc}(1-\cos\theta)$



即 $\Delta\lambda \geq 0$

$\lambda_{散} \geq \lambda_{入}$

38 [D]

$E_k = eU = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$

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

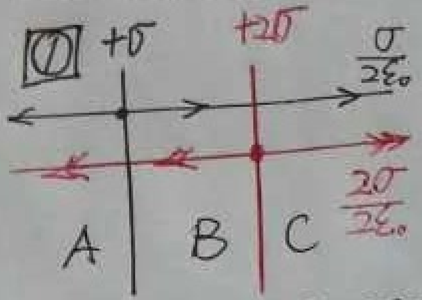
$\therefore eU = \frac{h^2}{2m\lambda^2}$

$U = \frac{h^2}{2me\lambda^2} = \frac{(6.63\times10^{-34})^2}{2\times9.11\times10^{-31}\times1.602\times10^{-19}\times(0.4\times10^{-10})^2}$

$= 940(V)$

二. 填空题

①



无限大带电平板产生的电场

$$E=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

题中已设定方向向右为正，则

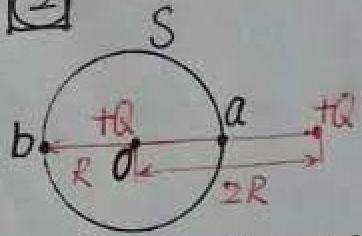
A区：$E_A=-\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}+\left(-\frac{2\sigma}{2\varepsilon_0}\right)=-\frac{3\sigma}{2\varepsilon_0}$

B区：$E_B=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}+\left(-\frac{2\sigma}{2\varepsilon_0}\right)=-\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

C区：$E_C=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}+\frac{2\sigma}{2\varepsilon_0}=\frac{3\sigma}{2\varepsilon_0}$

---

②



高斯定理

$$\oint_S \vec{E}\cdot d\vec{S}=\frac{\sum q_{int}}{\varepsilon_0}$$

S面内仅包含+Q点电荷

$$\therefore \oint_S \vec{E}\cdot d\vec{S}=\frac{Q}{\varepsilon_0}$$

对a点：左右两个+Q在a点场强大小相等，方向相反，故

$$E_a=0$$

对b点：两个+Q在b点场强方向均为水平向左，大小为

$$E_b=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R^2}+\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0(3R)^2}$$

$$=\frac{5Q}{18\pi\varepsilon_0 R^2}$$

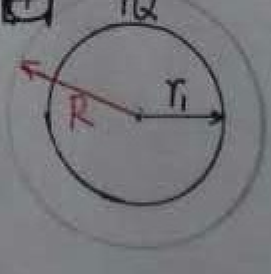
$$\therefore \vec{E}_b=\frac{5Q}{18\pi\varepsilon_0 R^2}\vec{r_0}$$

---

③ 略

---

④



① +Q电荷分布在半径为r_1时取R球面作为高斯面 则

$$\oint_S \vec{E_R}\cdot d\vec{S}=E_R 4\pi R^2=\frac{Q}{\varepsilon_0}$$

$$\therefore E_R=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R^2}$$

r_1球面内外场强

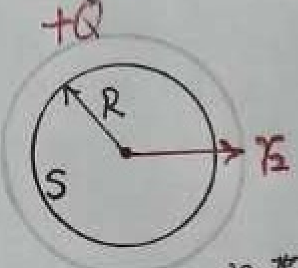
$$\begin{cases}\vec{E}_{内}=0 & r<r_1\\ \vec{E}_{外}=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\vec{e}_r & r>r_1\end{cases}$$

∴ 球面R上一点电势

$$U_R=\int_R^\infty \vec{E}_{外}\cdot d\vec{r}=\int_R^\infty\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}dr$$

$$=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R}$$

② 当+Q电荷分布在半径为r_2的球面上时



依旧以半径为R的球面为高斯面，则 $q_{int}=0$

$$\therefore E_R=\frac{0}{4\pi\varepsilon_0 R^2}=0$$

r_2带电球面内外场强

$$\vec{E}'_{内}=0 \quad r<r_2$$

$$\vec{E}'_{外}=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\vec{e}_r \quad r>r_2$$

∴ 球面R上一点的电势

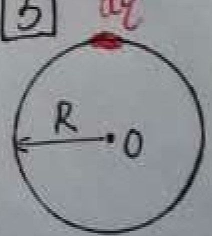
$$U'_R=\int_R^\infty \vec{E}\cdot d\vec{r}=\int_R^{r_2}\vec{E}'_{内}\cdot d\vec{r}+\int_{r_2}^\infty \vec{E}'_{外}\cdot d\vec{r}$$

$$=\int_{r_2}^\infty\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}dr\cos 0^\circ$$

$$=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r_2}$$

---

⑤



取圆环上一段电荷元dq

dq在O点的电势

$$dU=\frac{dq}{4\pi\varepsilon_0 R}$$

整个圆环在O点电势

$$U=\int dU=\int\frac{dq}{4\pi\varepsilon_0 R}=\frac{\int dq}{4\pi\varepsilon_0 R}$$

$$\int dq=\lambda\cdot 2\pi R$$

$$\therefore U=\frac{\lambda}{2\varepsilon_0}$$

6

$\vec{F} = q_0\vec{E}$

$W_{外} = -W_e = -\int_{\infty}^{0.1}\vec{F}\cdot d\vec{l} = \int_{0.1}^{\infty} q_0\vec{E}\cdot d\vec{l}$

$= q_0\int_{0.1}^{\infty}\vec{E}\cdot d\vec{l}$

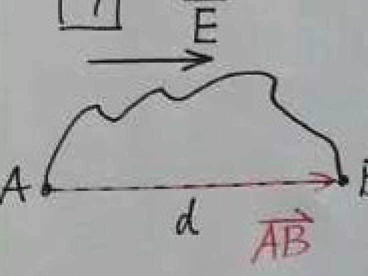
$= q_0\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0(0.1)} = \dfrac{-1.0\times10^{-9}\times q}{4\pi\varepsilon_0\times0.1} = 1.8\times10^{-5}$

又 $\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\times10^{9}$

$\therefore\quad q = \dfrac{1.8\times10^{-5}}{-1.0\times10^{-9}}\times0.1\times\dfrac{1}{9\times10^{9}}$

$= -2\times10^{-7}(C)$

7



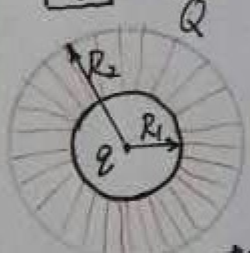
$\int_{AB}\vec{E}\cdot d\vec{l}$ ∵ $\vec{E}$为常矢量

$= \vec{E}\cdot\int_{AB}d\vec{l}$

$= \vec{E}\cdot\vec{AB}$

$= E|AB|\cos 0^\circ = Ed$

8



仿选择题10题分析，由静电平衡条件及电荷守恒定律知

球壳R_1内表面 电荷总量为$-q$.

R_2外 ………… $Q+q$

故内表面电荷面密度 $\sigma = \dfrac{-q}{4\pi R_1^2}$

9

长直螺线管内磁场

$B = \mu_0 nI \qquad n = \dfrac{10匝}{10^{-2}米} = 10^{3}匝/m$

$\Phi_m = BS = (4\pi\times10^{-7}\times10^{3}\times10)\times10\times10^{-4}$

$= 1.256\times10^{-6}\,(Wb)$

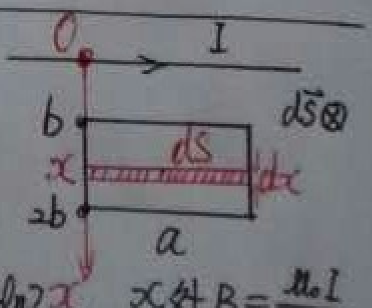
10

设立如图坐标，取面元

$dS = dx\cdot a$

$\Phi_m = \int\vec{B}\cdot d\vec{S} = \int B\,dS\cos0^\circ$

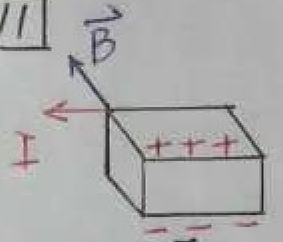
$= \dfrac{\mu_0 I}{2\pi}a\int_b^{2b}\dfrac{1}{x}dx = \dfrac{\mu_0 Ia}{2\pi}\ln2$



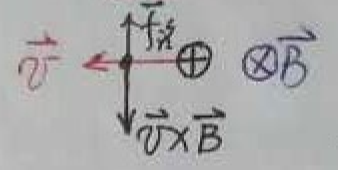
x处 $B = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi x}$

方向⊗

11



设载流子为正电荷，则由电流向左，可知正电荷向右运动



由洛仑兹力 $\vec{f}_洛 = q\vec{v}\times\vec{B}$

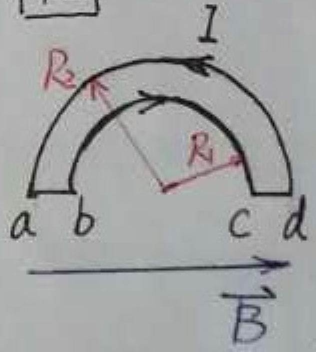
知 $\vec{f}_洛$向上，与题目相符，该半导体为正电荷 (positive charge)

载流子，故为n型半导体

同上分析 对右图情形，则为负电荷(negative charge)载流，因此为

P型半导体

12



磁矩 $\vec{P}_m = I\vec{S}$ 方向⊙

$P_m = I\pi(R_2^2 - R_1^2)\dfrac{1}{2}$

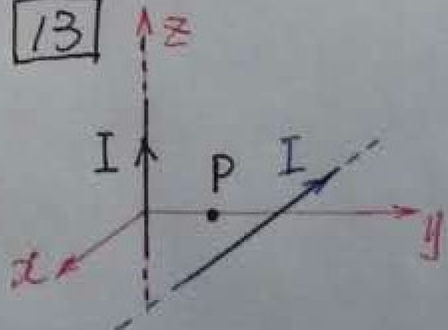
$= \dfrac{\pi I}{2}(R_2^2 - R_1^2)$

磁力矩 $\vec{M} = \vec{P}_m\times\vec{B}$ $\vec{M}$方向↑

$M = P_m B\sin90^\circ$

$= \dfrac{1}{2}\pi IB(R_2^2 - R_1^2)$

13



z轴方向电流I在P点磁场

$\vec{B}_1 = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi(d/2)}(-\vec{i})$

与x轴平行电流在P点磁场

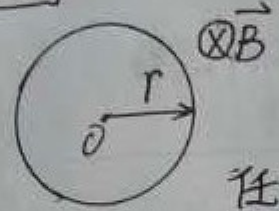
$\vec{B}_2 = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi(d/2)}(\vec{k}) \qquad$ 可$|\vec{B}_1| = |\vec{B}_2|$

P点 $\vec{B}$ 大小为

$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \sqrt{2}|\vec{B}_1|$

$= \sqrt{2}\,\dfrac{4\pi\times10^{-7}\times10}{2\pi\times2\times10^{-2}\div2} = 2.82\times10^{-8}\,(T)$

14



$$\frac{dr}{dt}=-80cm/s$$
$$=0.8m/s$$

任一时刻 圆半径为 r. 圆面积为 πr^2. 磁通量为 $\pi r^2 B=\Phi$

由法拉第电磁感应定律

$$\varepsilon_i=-\frac{d\Phi}{dt}=-\frac{d(\pi r^2 B)}{dt}$$
$$=-2\pi rB\frac{dr}{dt}$$

当 $t=0$ 时 $r=10cm=0.1m$

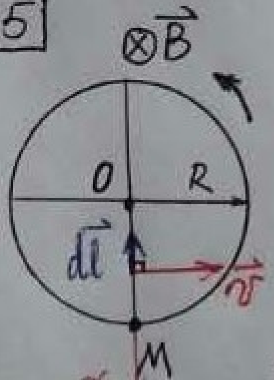
$$\therefore \varepsilon_{i,t=0}=-2\pi\times 0.1\times 0.8\times(-0.8)$$
$$=0.402\ (V)$$

若 $\varepsilon_i=0.402$

则 $\frac{d\Phi}{dt}=\frac{d(BS)}{dt}=0.402$

$$\therefore B\frac{dS}{dt}=0.8\frac{dS}{dt}=0.402$$
$$\therefore \frac{dS}{dt}=0.502\ (m^2/s)$$

15



对OM段上各点 $\vec{v}$ 方向如图. OM段上的 $\vec{v}\times\vec{B}$ 方向由M指向O. 即O端电势高

其他三条辐条产生的动生电动势均由轮边指向O点 且大小均相等. $=\varepsilon_{MO}$

设立Ox轴如图. 取MO上一段线元 $d\vec{l}$

则其上 $d\varepsilon=(\vec{v}\times\vec{B})\cdot dl$
$$=\omega x B\,dx$$

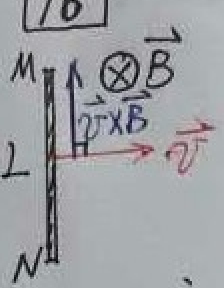
$$\therefore \varepsilon_{MO}=\int_{MO}\omega xB\,dx=\frac{1}{2}\omega Bx^2\Big|_0^R$$

$\because \omega=n\cdot 2\pi$
$$=\frac{1}{2}\omega BR^2=\pi BnR^2$$

由于四根辐条为并联状态. 所以轮子中心O与轮边缘b之间的动生电动势为 $\varepsilon_{MO}=\pi BnR^2$

电势最高点在 O处（圆心处）

16



$$\varepsilon_{NM}=\int_{NM}(\vec{v}\times\vec{B})\cdot d\vec{l}$$

$\vec{v}\times\vec{B}$ 由N指向M方向 与 $d\vec{l}_{NM}$ 同向, 且 $\vec{v}\perp\vec{B}$

$$\therefore \varepsilon_{NM}=\int_N^M vB\,dl=vBL$$

17

自感系数 $L=\frac{\Psi}{I}$

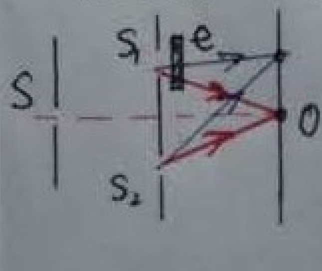
自感电动势 $\varepsilon_i=-L\frac{dI}{dt}$

$$\therefore L=\frac{|\varepsilon_i|}{dI/dt}=\frac{400}{(12-10)/0.002}$$
$$=0.400\ (H)$$

18

相同厚

由于 S_1 覆盖云母片. 光程将比原来空气带来的光程大. 故对0级明纹 $\delta_{0级}=0$, 因此 S_2 到0级明纹的光程应增大. 才能使 $\delta_{0级}=0$. 因此中央明纹将向上移.



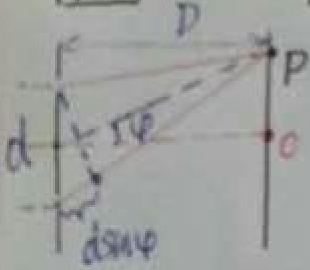
S_1S_2 到O点距离相等 $r_1=r_2$

$$\therefore \delta_{O点}=r_2-[(r_1-e)+ne]$$
$$=-(n-1)e$$

此值亦可写成 $(n-1)e$

19

明纹：$\delta_P \doteq d\sin\varphi = k\lambda$ ($k=0,1,2\cdots$)



∵ φ 很小时

$\sin\varphi \approx \tan\varphi = \frac{x}{D}$

∴ $d\sin\varphi \doteq d\frac{x}{D} = k\lambda$

∴ $x_k = k\frac{D}{d}\lambda$

∴ $x_3 - x_{-3} = 6\frac{D}{d}\lambda$

∴ $= 6\frac{0.300}{0.134\times10^{-3}}5.461\times10^{-7}m$

$= 7.33\times10^{-3}m$

20

牛顿环暗纹半径 $r_k = \sqrt{kR\lambda}$

($k=0,1,2\cdots$)

光程差 $\delta = 2e + \frac{\lambda}{2} = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$

∴ 对于 $k=4$ 时

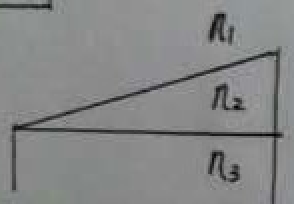
$2e_4 + \frac{\lambda}{2} = \frac{9}{2}\lambda$

$e_4 = \frac{4\lambda}{2} = 2\lambda = 2\times600\times10^{-9}$

$= 1.20\times10^{-6}m$

$= 1.20\ \mu m$

21



由半波损失判断条件

(详见选择23题)

分析知 n_1n_2 界面反射光有半波损失，

n_2n_3 界面反射光亦有半波损失，总半波损失为0

故 $\delta_反 = 2n_2e = (2k-1)\frac{\lambda}{2}$ 暗纹

($k=1,2,3\cdots$)

所以从膜顶(棱)开始右数第5条暗纹对应 $k=5$

∴ $2n_2e_5 = (2\times5-1)\frac{\lambda}{2} = \frac{9}{2}\lambda$

∴ $e_5 = \frac{9\lambda}{4n_2}$

22

动镜移动距离 Δd 与干涉条纹移动条数关系为

$\Delta d = N\frac{\lambda}{2}$

∴ $0.620\times10^{-3} = 2300\frac{\lambda}{2}$

∴ $\lambda = 5.391\times10^{-7}m$

$= 539.1\ nm$

23

空气中双缝干涉条纹间距

$\Delta x = \frac{D}{d}\lambda$

放入水中时 $\Delta x' = \frac{D}{d}\lambda_水 = \frac{D}{d}\frac{\lambda}{n_水}$

∴ $\Delta x' = \frac{\Delta x}{n_水} = \frac{3}{4}\times1.0mm$

$= 0.75\ mm$

24

单缝中央明纹宽度 $X_0 = 2\frac{f}{a}\lambda = 2\frac{0.60}{0.60\times10^{-3}}600\times10^{-9}$

$= 1.20\times10^{-3}m$

K级暗纹位置 $X_K = k\frac{f}{a}\lambda$

∴ $x_3 - x_{-3} = 6\frac{f}{a}\lambda = 3X_0 = 3.6\times10^{-3}m$

25

单缝衍射中央明纹被定义为±1级暗之间的区域 即 $-\lambda < a\sin\varphi < \lambda$

∴ $-\frac{\lambda}{a} < \sin\varphi < \frac{\lambda}{a}$ ①

而光栅主极大满足 $d\sin\varphi = k\lambda$ ($k=0,\pm1,\pm2\cdots$)

∴ $\sin\varphi = \frac{k\lambda}{d}$ ②

②代入①

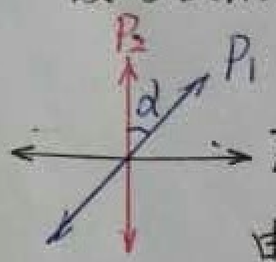
$-\frac{\lambda}{a} < \frac{k\lambda}{d} < \frac{\lambda}{a} \Rightarrow -\frac{d}{a} < k < \frac{d}{a} = 3$

即共有 0, ±1, ±2 共5条谱线

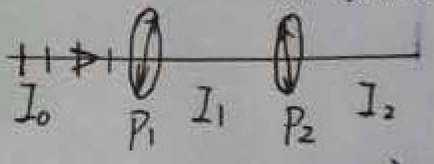
26

至少通过两块.(一块仅能偏转θ角,$\theta\neq\frac{\pi}{2}$,θ为$\vec{E}$与偏振片偏振化方向夹角)

设两块偏振片之间的偏振化方向的夹角为α,则入射光$\vec{E}$与P_1片偏振化方向的夹角为$\frac{\pi}{2}-\alpha$



由马吕斯定律



$$I_1=I_0\cos^2(\frac{\pi}{2}-\alpha)=I_0\sin^2\alpha$$

$$I_2=I_1\cos^2\alpha=I_0\sin^2\alpha\cos^2\alpha=I_0(\frac{1}{2}\sin2\alpha)^2=\frac{1}{4}I_0\sin^2 2\alpha$$

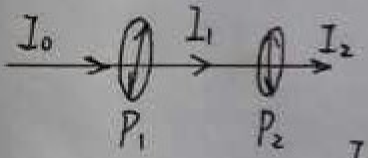
当$\sin2\alpha=1$时I_2最大.即$2\alpha=90^\circ$时

$$I_{max}=\frac{1}{4}I_0$$

---

27 自然光垂过偏振片后,光强为原来的$\frac{1}{2}$

$$I_1=\frac{1}{2}I_0$$



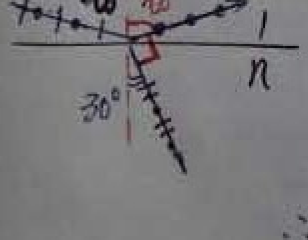
而由马吕斯定律

$$I_2=I_1\cos^2\alpha=\frac{1}{2}I_0\cos^2\alpha=\frac{1}{8}$$

$$\therefore\cos^2\alpha=\frac{1}{4}\Rightarrow\alpha=\frac{\pi}{3}$$

28

当入射角为布儒斯特角时,反射光为完全线偏振光.即题中入射光为以布儒斯特角入射



$$\therefore i_0=90^\circ-30^\circ=60^\circ$$

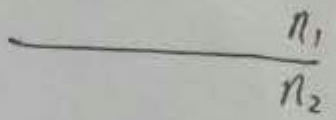
$$\therefore tg\,i_0=\frac{n}{1}=tg60^\circ$$

$$\therefore n=\sqrt{3}$$

29

布儒斯特定律内容

$$tg\,i_0=\frac{n_2}{n_1}$$



$$i_0+r=\frac{\pi}{2}$$

反射光:$\vec{E}$垂直入射面的线偏振光

折射光:部分偏振光

30

光子能量$E=h\nu=h\frac{c}{\lambda}=mc^2$

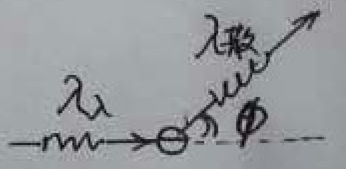
动量$p=\frac{h}{\lambda}$

质量$m=\frac{h}{c\lambda}$

31

康普顿散射　入射波长$\lambda_入$.散射波长$\lambda_散$

$$\Delta\lambda=\lambda_散-\lambda_入\geq0=\frac{h}{m_e c}(1-\cos\phi)$$



$\therefore$当$\phi=\pi$时$\Delta\lambda$大得最多.即$\Delta\nu$小得最多

当$\phi=0$时$\lambda_散=\lambda_入$.即频率相同.

32

光电效应方程$h\nu=\frac{1}{2}mv^2+A$

$$A=h\nu_0$$

$$\therefore\frac{1}{2}mv^2=\frac{p^2}{2m}=h(\nu-\nu_0)\Rightarrow p=\sqrt{2mh(\nu-\nu_0)}$$

德布罗意波长$\lambda=\frac{h}{p}=\frac{h}{\sqrt{2mh(\nu-\nu_0)}}=\sqrt{\frac{h}{2m(\nu-\nu_0)}}$