大学物理 E

（订题请扫二维码）

曙光快印 北邮历年题

小麦铺

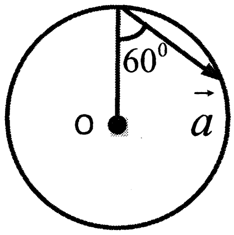
北京邮电大学 2018 —2019 学年第二学期

《大学物理 E》（上）期中试题 A 卷

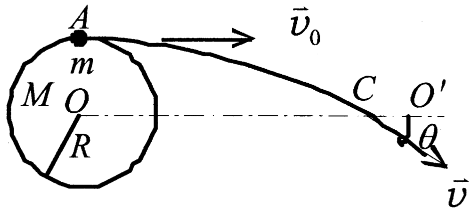
姓名：　　班内序号：　　学号：　　班级：　　任课教师：

装　订　线

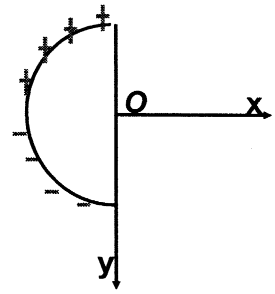
一.（25 分）如图，某飞轮绕固定轴 O 转动。在运动过程中，其轮缘上任一点的加速度与轮半径的夹角恒为 60°。当运动开始时，其转角θ等于零，角速度为 ω_0，求ω与θ的关系。



二.（25 分）小球 A，自地球的北极点以速度 $\vec{v}_0$ 在质量为 M、半径为 R 的地球表面水平切向向右飞出，如图所示，地心参考系中轴 OO' 与 $\vec{v}_0$ 平行，小球 A 的运动轨道与轴 OO' 相交于距 O 为 $3R$ 的 C 点。仅考虑万有引力，不考虑空气阻力，求小球 A 在 C 点的速度 $\vec{v}$ 与 $\vec{v}_0$ 之间的夹角 θ.



三.（25 分）一半径为 R 的半圆环细玻璃棒，其上半部分均匀分布有电荷+Q，下半部分均匀分布有电荷-Q，如图所示，求圆环中心 O 点的场强。

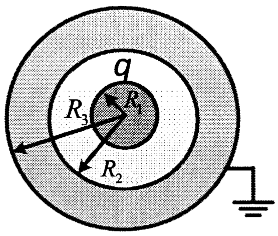


四.(25 分)如图，半径为 R_1 的导体球带电量为 q，在它外面同心地罩一金属球壳，其内外壁的半径分别为 R_2 和 R_3。

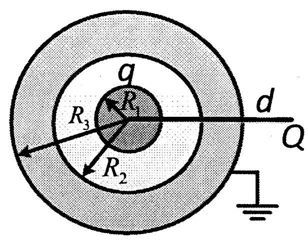
(1) 如图(1)

<1>求金属球壳内外表面的电量；<2>场强分布；<3>导体球的电势。

(2) 如图(2)，若假设 $R_2=2R_1$，$R_3=3R_1$，今在距球心为 $d=4R_1$ 处放一电量为 Q 的点电荷，问球壳外表面的电量多大。



图(1)



图(2)

北京邮电大学 2018 —2019 学年第二学期

《大学物理 E》（上）期中试题答案

一、解：由已知，可得

$$\frac{a_\tau}{a_n}=tg60=\sqrt{3} \qquad (5\text{分})$$

即
$$\frac{\beta R}{\omega^2 R}=\sqrt{3}$$

$$\frac{d\omega}{dt}=\sqrt{3}\omega^2 \qquad (5\text{分})$$

$$\frac{d\omega}{dt}=\sqrt{3}\omega^2=\frac{d\omega}{d\theta}\frac{d\theta}{dt}=\omega\frac{d\omega}{d\theta} \qquad (5\text{分})$$

即
$$\frac{d\omega}{\omega}=\sqrt{3}d\theta$$

$$\int_{\omega_0}^{\omega}\frac{d\omega}{\omega}=\int_0^{\theta}\sqrt{3}d\theta \qquad (5\text{分})$$

$$\ln\frac{\omega}{\omega_0}=\sqrt{3}\theta$$

$$\omega=\omega_0 e^{\sqrt{3}\theta} \qquad (5\text{分})$$

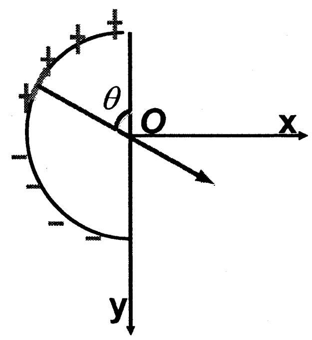
二、解

由机械能守恒：$\frac{1}{2}m\upsilon_0^2-GMm/R=\frac{1}{2}m\upsilon^2-GMm/(3R)$ (10 分)

根据小球绕 O 角动量守恒： $Rm\upsilon_0=3Rm\upsilon\sin\theta$ (10 分)

两式联立可解出 $\sin\theta=\dfrac{\upsilon_0}{\sqrt{9\upsilon_0^2-12GM/R}}$ (5 分)

三



解：电荷元在 O 点产生场强大小为

$$dE=\frac{dq}{4\pi\varepsilon_0 R^2} \qquad (5\text{分})$$

根据对称性，O 点场强沿 y 方向，因为沿 x 方向抵消，则有 (3 分)

$$dE_y = dE\cos\theta = \frac{dq}{4\pi\varepsilon_0 R^2}\cos\theta$$

$$= \frac{\lambda dl}{4\pi\varepsilon_0 R^2}\cos\theta = \frac{\lambda R}{4\pi\varepsilon_0 R^2}\cos\theta d\theta = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 R}\cos\theta d\theta$$ (10 分)

故 O 点场强为

$$E = E_y = 2\int dE_y = 2\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 R}\cos\theta d\theta = \frac{Q}{\pi^2\varepsilon_0 R^2}$$ (7 分)

四、解

（1）

<1>球壳内表面有感应电荷-q，外表面感应电荷为 0； (4 分)

<2> $r<R_1$ 时，E1=0 (2 分)

$R_1<r<R_2$,由高斯定理可得 $E_2 = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$ (2 分)

$R_2<r<R_3$, E3=0 (2 分)

$r>R_3$, E4=0 (2 分)

<3> 导体球的电势即导体球球心的电势，可用两种方法：

方法一：由电势叠加原理，则导体球电势为 $V = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 R_1} + \frac{-q}{4\pi\varepsilon_0 R_2}$ (5 分)

方法二：$V = \int_{R_1}^{R_2} Edr = \int_{R_1}^{R_2}\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}dr = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$

（2）

球壳内表面带电量-q，外表面带电量 q'，则导体球球心的电势为

$$V_0 = \int_{R_1}^{R_2} Edr = \int_{R_1}^{R_2}\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}dr = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

利用电势叠加原理，还可知，球心处的电势为

$$V_0 = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 R_1} + \frac{-q}{4\pi\varepsilon_0 R_2} + \frac{q'}{4\pi\varepsilon_0 R_3} + \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 d}$$ (5 分)

故

$$\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 R_1} + \frac{-q}{4\pi\varepsilon_0 R_2} + \frac{q'}{4\pi\varepsilon_0 R_3} + \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 d} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$ (2 分)

代入半径之间的关系，可得

$$q' = -\frac{3}{4}Q \qquad (1\ 分)$$

姓名：　班内序号：　学号：　班级：　任课教师：

装　订　线

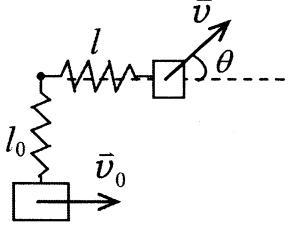
北京邮电大学 2017 —2018 学年第二学期

《大学物理 E》（上）期中试题 A 卷

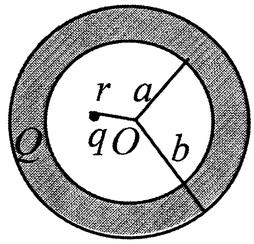
一.（25 分）水面上有一质量为 M 的木船，开始时静止不动，从岸上以水平速度 $\vec{v}_0$ 将一质量为 m 的沙袋抛到船上，然后二者一起运动．设运动过程中船受的阻力与速率成正比，比例系数为 k，砂袋与船的作用时间极短，试求：(1) 砂袋抛到船上后，船和砂袋一起开始运动的速率．

(2) 砂袋与木船从开始一起运动直到静止时所走过的距离．

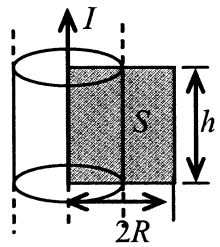
二.（25 分）在一光滑**水平面**上，有一轻弹簧，一端固定，一端连接一质量 $m = 1$ kg 的滑块，如图所示．弹簧自然长度 l_0= 0.2 m，劲度系数 k =100 N·m^{-1}．设 $t = 0$ 时，弹簧长度为 l_0，滑块速度 $\upsilon_0 = 5$ m·s^{-1}，方向与弹簧垂直．以后某一时刻，弹簧长度 l =0.5 m． 求该时刻滑块速度 $\vec{\upsilon}$ 的大小和夹角 θ．



三．（25 分）如图所示，一内半径为 a、外半径为 b 的金属球壳，带有电荷 Q，在球壳空腔内距离球心 r 处有一点电荷 q．设无限远处为电势零点，试求：(1) 球壳内外表面上的电荷．(2) 球心 O 点处，由球壳内表面上电荷产生的电势．(3) 球心 O 点处的总电势．



四．(25 分) 一无限长圆柱形铜导体(磁导率μ_0)，半径为 R，通有均匀分布的电流 I．今取一矩形平面 S (长为 h，宽为 $2R$)，位置如右图中画斜线部分所示，求通过该矩形平面的磁通量．



北京邮电大学 2017 —2018 学年第二学期

《大学物理 E》（上）期中试题答案

1. 解：(1) 设沙袋抛到船上后，共同运动的初速度为 V，并设此运动方向为 x 轴正方向，忽略沙袋撞击船时受水的阻力，则可认为沙袋+船在沙袋落到船上前后水平方向动量守恒，因而有

$$(M+m)V = mv_0 \qquad \cdots\cdots 5\text{分}$$

$$V = \frac{mv_0}{M+m} \qquad \cdots\cdots 5\text{分}$$

(2) 由 $-k\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} = (M+m)\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$ ……10 分

得 $\mathrm{d}x = -\frac{M+m}{k}\mathrm{d}v$

$$\int_0^x \mathrm{d}x = -\frac{M+m}{k}\int_V^0 \mathrm{d}v = -\frac{M+m}{k}(0-\mathrm{V})$$

$$x = \frac{mv_0}{k} \qquad \cdots\cdots 5\text{分}$$

2. 解：由角动量守恒和机械能守恒可得

$$mv_0 l_0 = mvl\sin\theta \qquad \cdots\cdots 10\text{分}$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}k(l-l_0)^2 \qquad \cdots\cdots 10\text{分}$$

$$\therefore \quad v = \sqrt{v_0^2 - \frac{k(l-l_0)^2}{m}} = 4\ \mathrm{m\cdot s^{-1}} \qquad \cdots\cdots 3\text{分}$$

$$\theta = \arcsin\left(\frac{v_0 l_0}{vl}\right) = 30° \qquad \cdots\cdots 2\text{分}$$

3.　解：(1) 由静电感应，金属球壳的内表面上有感生电荷$-q$，外表面上带电荷$q+Q$.　　……5 分

(2) 不论球壳内表面上的感生电荷是如何分布的，因为任一电荷元离 O 点的距离都是 a，所以由这些电荷在 O 点产生的电势为

$$U_{-q}=\frac{\int dq}{4\pi\varepsilon_0 a}=\frac{-q}{4\pi\varepsilon_0 a}\qquad\cdots\cdots 10\text{ 分}$$

(3) 球心 O 点处的总电势为分布在球壳内外表面上的电荷和点电荷 q 在 O 点产生的电势的代数和：

$$U_O=U_q+U_{-q}+U_{Q+q}=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}-\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 a}+\frac{Q+q}{4\pi\varepsilon_0 b}$$

$$=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r}-\frac{1}{a}+\frac{1}{b}\right)+\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 b}\qquad\cdots\cdots 10\text{ 分}$$

4.　解：在圆柱体内部与导体中心轴线相距为 r 处的磁感强度的大小，由安培环路定律可得：

$$B=\frac{\mu_0 I}{2\pi R^2}r\qquad(r\le R)\qquad\cdots\cdots 5\text{ 分}$$

因而，穿过导体内画斜线部分平面的磁通Φ_1为：

$$\Phi_1=\int\vec{B}\cdot\mathrm{d}\vec{S}=\int B\,\mathrm{d}S=\int_0^R\frac{\mu_0 I}{2\pi R^2}rh\,\mathrm{d}r=\frac{\mu_0 Ih}{4\pi}\qquad\cdots\cdots 5\text{ 分}$$

在圆形导体外，与导体中心轴线相距 r 处的磁感强度大小

$$B=\frac{\mu_0 I}{2\pi r}\qquad(r>R)\qquad\cdots\cdots 5\text{ 分}$$

因而，穿过导体外画斜线部分平面的磁通Φ_2为

$$\Phi_2=\int\vec{B}\cdot\mathrm{d}\vec{S}=\int_R^{2R}\frac{\mu_0 I}{2\pi r}h\,\mathrm{d}r=\frac{\mu_0 Ih}{2\pi}\ln 2\qquad\cdots\cdots 5\text{ 分}$$

穿过整个矩形平面的磁通量

$$\Phi=\Phi_1+\Phi_2=\frac{\mu_0 Ih}{4\pi}+\frac{\mu_0 Ih}{2\pi}\ln 2\qquad\cdots\cdots 5\text{ 分}$$

姓名：

班内序号：

学号：

班级：

授课教师：

装 订 线

北京邮电大学 2017—2018 学年第二学期

《大学物理 E（上)》期末考试试卷（ 卷）

考试课程	大学物理 E（上）			考试时间		2018 年 6 月 26 日			
题号	一	二	三	四	五	六	七	八	总分
满分	30	30	10	10	10	10			100
得分									
阅 卷 教师									

一. 选择题：(单选，每题 3 分，共 30 分)

1. 一质点在平面上运动，已知质点位置矢量的表示式为 $\vec{r}=at^2\vec{i}+bt^2\vec{j}$（其中 a、b 为常量)，则该质点作 [ ]

(A) 匀速直线运动. (B) 变速直线运动.

(C) 抛物线运动. (D)一般曲线运动

2. 如图 1，两个质量相等的小球由一轻弹簧相连接，再用一细绳悬挂于天花板上，处于静止状态．将绳子剪断的瞬间，球 1 和球 2 的加速度分别为 [ ]

图 1

(A) $a_1=g$，$a_2=g$. (B) $a_1=0$，$a_2=g$.

(C) $a_1=g$，$a_2=0$. (D) $a_1=2g$，$a_2=0$.

3. 体重、身高相同的甲乙两人，分别用双手握住跨过无摩擦轻滑轮的绳子一端．从同一高度由初速为零向上爬，任意时刻甲相对绳子的速率都是乙相对绳子速率的两倍，则到达顶点的情况是 [ ]

(A)甲先到达. (B)乙先到达.

(C)同时到达. (D)谁先到达不能确定.

4. 在匀强磁场中，有两个圆形线圈，其半径 $R_1=2R_2$，通有电流 $I_1=2I_2$，它们所受的最大磁力矩之比 M_1/M_2 等于 [ ]

(A) 1. (B) 2. (C) 4. (D) 8.

5. 一平行板电容器充电后切断电源，若使二极板间距离增加，则电容器极板间场强和电容变化情况为. [ ]

(A)场强减小，电容增大. (B)场强不变，电容减小.

(C)场强不变，电容增大. (D)场强减小，电容减小.

6. 一弹簧振子作简谐振动，当位移为振幅的一半时，其动能为总能量的 [ ]

(A) 1/4. (B) 1/2. (C) $1/\sqrt{2}$. (D) 3/4.

7. 在简谐波传播过程中，沿传播方向相距为$\lambda/2$（λ为波长）的两点的振动速度必定 [　　]

(A)大小相同，方向相反．　(B)大小和方向均相同．

(C)大小不同，方向相同．　(D)大小不同，方向相反．

8. 一瓶氦气和一瓶氮气密度相同，分子平均平动动能相同，而且它们都处于平衡状态，则它们 [　　]

(A) 温度相同、压强相同．　(B) 温度、压强都不相同．

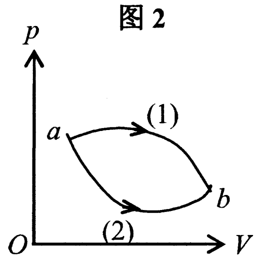
(C) 温度相同，氦气压强较大．(D) 温度相同，氦气的压强较小．

9. 如图 2，1 mol 理想气体从初态 a 分别经历 (1) 或 (2)过程到达末态 b．已知 $T_a<T_b$，则这两过程中气体吸收的热量 Q_1 和 Q_2 的关系是 [　　]

(A) $Q_1> Q_2>0$．　(B) $Q_2> Q_1>0$．

(C) $Q_2< Q_1<0$．　(D) $Q_1< Q_2<0$．

图 2



10. 一定量的理想气体向真空作绝热自由膨胀，体积由 V_1 增至 V_2，在此过程中气体的 [　　]

(A) 内能不变，熵增加．　(B) 内能不变，熵减少．

(C) 内能不变，熵不变．　(D) 内能增加，熵增加．

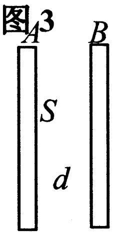
二．选择题：(每空 3 分，共 30 分)

11. 质点沿半径为 R 的圆周运动，运动学方程为 $\theta=3+2t^2$ (SI)，则其 t 时刻法向加速度大小 a_n=__________；切向加速度 a_t=__________．

12. 质量为 m 的卫星,，在地球表面上空 2 倍于地球半径 R 的高度沿圆形轨道运行，用 m、R、引力常数 G 和地球的质量 M 表示，卫星的动能为__________；卫星和地球系统的引力势能为__________．

13. 如图 3，A、B 为靠得很近的两块平行的大金属平板，两板的面积均为 S，板间的距离为 d．今使 A 板带电荷 q_A，B 板带电荷 q_B，且 $q_A>q_B$．则 A 板的靠近 B 的一侧所带电荷为__________；两板间电势差 U=__________．

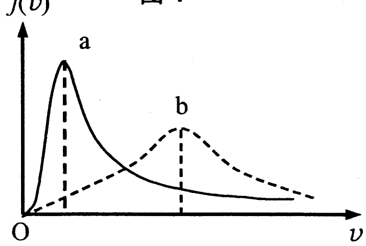
图 3



14. 有一长直金属圆筒，沿长度方向有横截面上均匀分布的稳恒电流 I 流通．筒内空腔各处的磁感强度为______________，筒外空间中离轴线 r 处的磁感强度为______________．

15. 如图 4，两条曲线分别表示在相同温度下氧气和氢气分子的速率分布曲线；令 $(\upsilon_p)_{O_2}$ 和 $(\upsilon_p)_{H_2}$ 分别表示氧气和氢气的最概然速率，则图中____表示氧气分子的速率分布曲线，$(\upsilon_p)_{O_2}/(\upsilon_p)_{H_2}$ = ________．

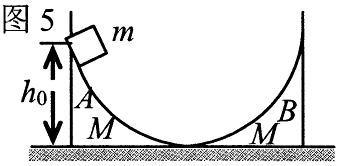
图 4



三．计算题：(每题 10 分，共 40 分)

16. 如图 5，两个形状完全相同、质量都为 M 的弧形导轨 A 和 B，相向地放在地板上(设 A、B 导轨与地面相切)，今有一质量为 m 的小物体，从静止状态由 A 的顶端下滑，A 顶端的高度为 h_0，所有接触面均光滑．试求：（1）小物体离开导轨 A 时的速率；（2）小物体在导轨 B 上上升的最大高度．

图 5



17. 如图 6，球心为O的球体内均匀分布着电荷体密度为 ρ 的正电荷,若保持电荷分布不变,在该球体挖去半径为 r 的一个小球体,球心为O',两球心间距离为 d ,所示. 求球形空腔内任意位置处电场强度的大小。

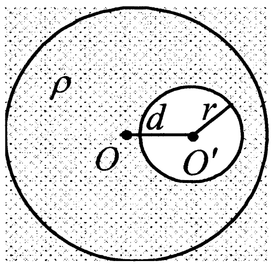
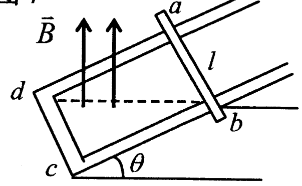


图 6

18. 如图 7，有一很长的长方的 U 形导轨，与水平面成θ角，裸导线 ab 可在导轨上无摩擦地下滑，导轨位于磁感强度$\vec{B}$竖直向上的均匀磁场中．设导线 ab 的质量为 m，电阻为 R，长度为 l，导轨的电阻略去不计，$abcd$ 形成电路，$t=0$ 时，$v=0$. 试求：导线 ab 下滑的速度 v 与时间 t 的函数关系．

图 7



19. 由振动频率为 400 Hz 的音叉在两端固定拉紧的弦线上建立驻波．这个驻波共有三个波腹，其振幅为 0.30 cm．波在弦上的速度为 320 m/s．求：(1)求此弦线的长度． (2)若以弦线中点为坐标原点，原点处于正向最大位移处时为初始时刻，试写出弦线上驻波的表达式．

北京邮电大学 2017-2018 学年第二学期

《大学物理 E（上）》期末考试答案和评分标准

一、选择题（单选，每题 3 分，共 30 分）

1.B 2.D 3.C 4.D 5.B 6.D 7.A 8.C 9.A 10.A

二、填空题（每空 3 分，共 30 分）

11. $16Rt^2$， 4R　　　　12. $GMm/(6R)$ ， $-GMm/(3R)$

13. $\frac{1}{2}(q_A-q_B)$，$(q_A-q_B)\frac{d}{2\varepsilon_0 S}$　　　　14. 0 ， $\mu_0 I/(2\pi r)$

15. a ， 1/4

三、计算题（每题 10 分，共 40 分）

16. 解：（1）设小物体离开 *A* 轨时的速率为 υ，对小物体与 *A* 组成的系统，应用机械能守恒定律及沿水平方向动量守恒定律，可有：

$$-M\upsilon_A+m\upsilon=0 \qquad \cdots\cdots 2\text{分}$$

$$mgh_0=\frac{1}{2}M\upsilon_A^2+\frac{1}{2}m\upsilon^2 \qquad \cdots\cdots 2\text{分}$$

解得　$\upsilon=\sqrt{2Mgh_0/(M+m)}$　　……1 分

（2）当小物体以初速 υ 沿 *B* 轨上升到最大高度 *H* 时，小物体与 *B* 有沿水平方向的共同速度 *u*，根据动量守恒与机械能守恒，有

$$m\upsilon=(M+m)u \qquad \cdots\cdots 2\text{分}$$

$$\frac{1}{2}m\upsilon^2=\frac{1}{2}(M+m)u^2+mgH \qquad \cdots\cdots 2\text{分}$$

可解得　$H=\frac{M\upsilon^2}{2(M+m)g}=(\frac{M}{M+m})^2h_0$　　……1 分

17. 解：空腔内任一点 *P* 的场强，等于不挖去小球时的场强 $\vec{E}_1$ 与在小球处单放一体密度为 $-\rho$ 的小球产生的场强 $\vec{E}_2$ 的叠加. 分别以 *O*，O' 为中心，过 P 点作球面 S_1 和 S_2 为高斯面 .设 P 点相对于 *O*，O' 的位移分别为 $\vec{r}_1$ 、$\vec{r}_2$，则根据高斯定理

$$\oint_{S_1}\vec{E}_1\cdot d\vec{S}=E_1\cdot 4\pi r_1^2=\frac{1}{\varepsilon_0}\int\rho\,dV=\frac{4\pi}{3\varepsilon_0}r_1^3\rho \qquad \cdots\cdots 3\text{分}$$

得　$\vec{E}_1=\frac{\rho}{3\varepsilon_0}\vec{r}_1$　　……1 分

$$\oint_{S_1}\vec{E}_2\cdot d\vec{S}=E_2\cdot 4\pi r_2^2=\frac{1}{\varepsilon_0}\int(-\rho)\,dV=-\frac{4\pi}{3\varepsilon_0}r_2^3\rho \qquad \cdots\cdots 3\text{分}$$

得 $\vec{E}_2=-\dfrac{\rho}{3\varepsilon_0}\vec{r}_2$ ……1 分

P 点场强 $\vec{E}=\vec{E}_1+\vec{E}_2=\dfrac{\rho}{3\varepsilon_0}(\vec{r}_1-\vec{r}_2)=\dfrac{\rho}{3\varepsilon_0}\overline{oo'}$ ……1 分

场强大小 $E=\dfrac{\rho}{3\varepsilon_0}\left|\overline{oo'}\right|=\dfrac{\rho d}{3\varepsilon_0}$ ……1 分

18. 解：*ab* 导线在磁场中运动产生的感应电动势 $E_i=Blv\cos\theta$ ……2 分

abcd 回路中流过的电流 $I_i=\dfrac{E_i}{R}=\dfrac{Blv}{R}\cos\theta$ ……2 分

ab 载流导线在磁场中受到的安培力沿导轨方向上的分力为：

$F=I_iBl\cos\theta=\dfrac{Blv\cos\theta}{R}Bl\cos\theta$ ……2 分

由牛顿第二定律： $mg\sin\theta-\dfrac{Blv\cos\theta}{R}Bl\cos\theta=m\dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$ ……2 分

$$\mathrm{d}t=\frac{\mathrm{d}v}{g\sin\theta-\dfrac{B^2l^2v\cos^2\theta}{mR}}$$

当 $t=0$ 时，$v=0$

则 $\displaystyle\int_0^t \mathrm{d}t=\int_0^v\frac{\mathrm{d}v}{g\sin\theta-\dfrac{B^2l^2v\cos^2\theta}{mR}}$

∴ $\mathrm{v}=\dfrac{mgR\sin\theta}{B^2l^2\cos^2\theta}\left(1-\mathrm{e}^{-\frac{B^2l^2\cos^2\theta}{mR}t}\right)$ ……2 分

19. 解：(1) $\lambda=u/v=0.8\ m$ ……2 分

$L=3\times\dfrac{1}{2}\lambda=1.2\,m$ ……3 分

(2) 驻波表达式为 $y=A\cos(k(x-x_0))\cos(\omega t+\varphi)$

其中 $k=2\pi/\lambda=2.5\pi$ ……1 分

$\omega=2\pi v=800\pi$ ……1 分

弦的中点是波腹，故 $x_0=0$ ……1 分

初始时刻原点处于正向最大位移，故 $\varphi=0$ ……1 分

故 $y=3.0\times10^{-3}\cos(2\pi x/0.8)\cos(800\pi t)$ (SI) ……1 分

大学物理公式全集

基本概念（定义和相关公式）

位置矢量：$\vec{r}$，其在直角坐标系中：$\vec{r}=x\vec{i}+y\vec{j}+z\vec{k}$；$r=\sqrt{x^2+y^2+z^2}$ 角位置：θ

速度：$\vec{V}=\frac{d\vec{r}}{dt}$ 平均速度：$\bar{\vec{V}}=\frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$ 速率：$V=\frac{ds}{dt}$（$\left|\vec{V}\right|=V\vec{\tau}$）角速度：$\omega=\frac{d\theta}{dt}$

角速度与速度的关系：V= r ω

加速度：$\vec{a}=\frac{d\vec{V}}{dt}$ 或 $\vec{a}=\frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$ 平均加速度：$\bar{\vec{a}}=\frac{\Delta\vec{V}}{\Delta t}$ 角加速度：$\beta=\frac{d\omega}{dt}$

在自然坐标系中 $\vec{a}=a_\tau\vec{\tau}+a_n\vec{n}$ 其中 $a_\tau=\frac{dV}{dt}$（= r β），$a_n=\frac{V^2}{r}$（=r2 ω）

1. 力：$\vec{F}$=m$\vec{a}$（或 $\vec{F}=\frac{d\vec{p}}{dt}$） 力矩：$\vec{M}=\vec{r}\times\vec{F}$（大小：M=rFcosθ 方向：右手螺旋法则）
2. 动量：$\vec{p}=m\vec{V}$，角动量：$\vec{L}=\vec{r}\times m\vec{V}$（大小：L=rmvcosθ 方向：右手螺旋法则）
3. 冲量：$\vec{I}=\int\vec{F}dt$（=$\bar{\vec{F}}$Δt）；功：$A=\int\vec{F}\cdot d\vec{r}$（气体对外做功：A=∫PdV）
4. 动能：$mV^2/2$
5. 势能：$A_{保}=-\Delta E_p$ 不同相互作用力势能形式不同且零点选择不同其形式不同，在默认势能零点的情况下：
   机械能：$E=E_K+E_P$

$$F=\left\{\begin{array}{lcl} mg(\text{重力}) & \to & mgh \\ -kx(\text{弹性力}) & \to & kx^2/2 \\ -G\frac{Mm}{r^2}\hat{r}\ (\text{万有引力}) & \to & -G\frac{Mm}{r} \\ \frac{Qq}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\hat{r}\ (\text{静电力}) & \to & \frac{Qq}{4\pi\varepsilon_0 r} \end{array}\right\}=E_p$$

6. 热量：$Q=\frac{M}{\mu}CRT$ 其中：摩尔热容量 C 与过程有关，等容热容量 C_v 与等压热容量 C_p 之间的关系为：$C_p=C_v+R$
7. 压强：$P=\frac{F}{S}=\frac{I}{\Delta tS}=\frac{2}{3}n\bar{\varpi}$
8. 分子平均平动能：$\bar{\varpi}=\frac{3}{2}kT$；理想气体内能：$E=\frac{M}{\mu 2}(t+r+2s)RT$
9. 麦克斯韦速率分布函数：$f(V)=\frac{dN}{NdV}$（意义：在 V 附近单位速度间隔内的分子数所占比率）
10. 平均速率：$\bar{V}=\int V\frac{dN}{N}\int_0^\infty Vf(V)dV=\sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}}$

    方均根速率：$\sqrt{\bar{V}^2}=\sqrt{\frac{2RT}{\mu}}$；最可几速率：$V_p=\sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$
11. 熵：S=KlnΩ（Ω为热力学几率，即：一种宏观态包含的微观态数）

12. 电场强度：$\vec{E}=\vec{F}/q_0$ （对点电荷：$\vec{E}=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\hat{r}$ ）

13. 电势：$U_a=\int_a^\infty \vec{E}\cdot d\vec{r}$ （对点电荷 $U=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$ ）；电势能：$W_a=qU_a$(A= –ΔW)

14. 电容：C=Q/U ；电容器储能：$W=CU^2/2$；电场能量密度 $\omega_e=\varepsilon_0E^2/2$

15. 磁感应强度：大小，$B=F_{max}/qv$(T)；方向，小磁针指向（S→N）。

定律和定理

1. 矢量叠加原理：任意一矢量 $\vec{A}$ 可看成其独立的分量 $\vec{A_i}$ 的和。即：$\vec{A}=\Sigma\vec{A_i}$（把式中 $\vec{A}$ 换成 $\vec{r}$、$\vec{V}$、$\vec{a}$、$\vec{F}$、$\vec{E}$、$\vec{B}$ 就分别成了位置、速度、加速度、力、电场强度和磁感应强度的叠加原理）。
2. 牛顿定律：$\vec{F}=m\vec{a}$ （或 $\vec{F}=\frac{d\vec{p}}{dt}$ ）；牛顿第三定律：$\vec{F}'=\vec{F}$；万有引力定律：$\vec{F}=-G\frac{Mm}{r^2}\hat{r}$
3. 动量定理：$\vec{I}=\Delta\vec{p}$ →动量守恒：$\Delta\vec{p}=0$ 条件 $\sum\vec{F}_{外}=0$
4. 角动量定理：$\vec{M}=\frac{d\vec{L}}{dt}$ →角动量守恒：$\Delta\vec{L}=0$ 条件 $\sum\vec{M}_{外}=0$
5. 动能原理：$A=\Delta E_k$ （比较势能定义式：$A_{保}=-\Delta E_p$ ）
6. 功能原理：$A_{外}+A_{非保内}=\Delta E$→机械能守恒：$\Delta E=0$ 条件 $A_{外}+A_{非保内}=0$
7. 理想气体状态方程：$PV=\frac{M}{\mu}RT$ 或 P=nkT（n=N/V， k=R/N_0）
8. 能量均分原理：在平衡态下，物质分子的每个自由度都具有相同的平均动能，其大小都为 kT/2。
9. 热力学第一定律：ΔE=Q+A
10. 热力学第二定律：孤立系统：ΔS>0（熵增加原理）

克劳修斯表述：不可能把热量从低温物体传到高温物体而不产生其它影响。 开尔文表述：不可能从单一热源吸取热量，使之完全变为有用的功而不产生其它影响。 实质：在孤立系统内部发生的过程，总是由热力学概率小的宏观状态向热力学概率大的状态进行。亦即在孤立系统内部所发生的过程总是沿着无序性增大的方向进行。

11. 库仑定律：$\vec{F}=k\frac{Qq}{r^2}\hat{r}$ （$k=1/4\pi\varepsilon_0$）

12. 高斯定理：$\oiint \vec{E}\cdot d\vec{S}=\frac{q}{\varepsilon_0}$ （静电场是有源场）→无穷大平板：$E=\sigma/2\varepsilon_0$

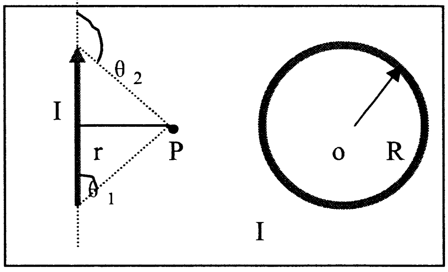
13. 环路定理：$\oint \vec{E}\cdot d\vec{l}=0$ （静电场无旋，因此是保守场）

14.　毕奥—沙伐尔定律：$d\vec{B}=\dfrac{\mu_0 I d\vec{l}\times\hat{r}}{4\pi r^2}$

直长载流导线：$\vec{B}=\dfrac{\mu_0 I}{4\pi r}(\cos\theta_1-\cos\theta_2)$

无限长载流导线：$\vec{B}=\dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}$

载流圆圈：$\vec{B}=\dfrac{\mu_0 I}{2R}$，圆弧：$\vec{B}=\dfrac{\mu_0 I}{2R}\dfrac{\theta}{2\pi}$



电磁学

1．定义：

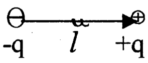
①$\vec{E}$和$\vec{B}$：
$$\begin{cases} E=F/q_0 & \text{单位：N/C =V/m} \\ B=F_{max}/qv; & \text{方向，小磁针指向（S→N）；单位：特斯拉（T）}=10^4\text{高斯（G）} \end{cases}$$

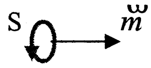
$\vec{F}=q(\vec{E}+\vec{V}\times\vec{B})$洛仑兹公式

②电势：$U=\int_r^{\infty}\vec{E}\cdot d\vec{r}$

电势差：$U=\int_+^-\vec{E}\cdot d\vec{l}$　电动势：$\varepsilon=\int_-^+\vec{K}\cdot d\vec{l}$（$\vec{K}=\dfrac{\vec{F}_{\text{非静电}}}{q}$）

③电通量：$\phi_e=\iint\vec{E}\cdot d\vec{S}$ 磁通量：$\phi_B=\iint\vec{B}\cdot d\vec{S}$ 磁通链：$\Phi_B=N\phi_B$ 单位：韦伯（Wb）

④电偶极矩：$\vec{p}=q\vec{l}$ 

　磁矩：$\vec{m}=I\vec{S}=IS\hat{n}$ 

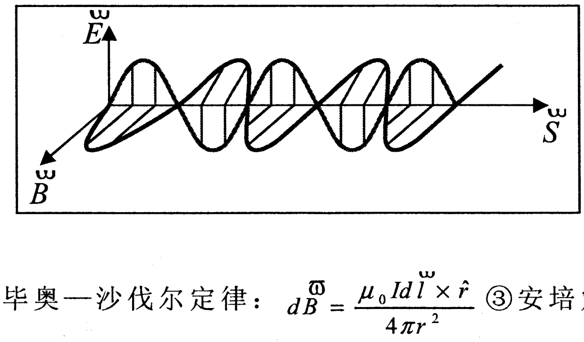
⑤电容：C=q/U　单位：法拉（F）

*自感：$L=\Psi/I$　　单位：亨利（H）

*互感：$M=\Psi_{21}/I_1=\Psi_{12}/I_2$　单位：亨利（H）

⑥电流：$I=\frac{dq}{dt}$；　*位移电流：$I_D=\varepsilon_0\frac{d\phi_e}{dt}$　单位：安培（A）

⑦ * 能 流 密 度 ：$\vec{S}=\frac{1}{\mu}\vec{E}\times\vec{B}$



2．实验定律

①库仑定律：$\vec{F}=\dfrac{Qq}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\vec{r_0}$ ②毕奥—沙伐尔定律：$d\vec{B}=\dfrac{\mu_0 I d\vec{l}\times\hat{r}}{4\pi r^2}$ ③安培定律：

$d\vec{F}=Id\vec{l}\times\vec{B}$

④电磁感应定律：$\varepsilon_{感}=-\dfrac{d\phi_B}{dt}$ $\begin{cases} 动生电动势：\varepsilon = \int_{-}^{+}(\vec{V}\times\vec{B})\cdot d\vec{l} \\ 感生电动势：\varepsilon = \int_{+}^{-}\vec{E}_i\cdot d\vec{l}（\vec{E}_i 为感生电场） \end{cases}$

*⑤欧姆定律：U=IR（$\vec{E}=\rho\vec{j}$）其中ρ为电导率

3．*定理（麦克斯韦方程组）

电场的高斯定理：$\oiint \vec{E}\cdot d\vec{S}=\dfrac{q}{\varepsilon_0}$ $\begin{cases} \oiint \vec{E}_{静}\cdot d\vec{S}=\dfrac{q}{\varepsilon_0}（\vec{E}_{静}是有源场） \\ \oiint \vec{E}_{感}\cdot d\vec{S}=0（\vec{E}_{感}是无源场） \end{cases}$

磁场的高斯定理：$\oiint \vec{B}\cdot d\vec{S}=0$ $\begin{cases} \oiint \vec{B}\cdot d\vec{S}=0（\vec{B}_{稳}是无源场） \\ \oiint \vec{B}\cdot d\vec{S}=0（\vec{B}_{感}是无源场） \end{cases}$

电场的环路定理：$\oint \vec{E}\cdot d\vec{l}=-\dfrac{d\phi_B}{dt}$ $\begin{cases} \oint \vec{E}_{静}\cdot d\vec{l}=0（静电场无旋） \\ \oint \vec{E}_{感}\cdot d\vec{l}=-\dfrac{d\phi_B}{dt}（感生电场有旋；变化的磁场产生感生电场） \end{cases}$

安培环路定理：$\oint \vec{B}\cdot d\vec{l}=\mu_0 I+\mu_0 I_d$ $\begin{cases} \oint \vec{B}_{稳}\cdot d\vec{l}=\mu_0 I（稳恒磁场有旋） \\ \oint \vec{B}_{感}\cdot d\vec{l}=\mu_0\varepsilon_0\dfrac{d\phi_e}{dt}（变化的电场产生感生磁场） \end{cases}$

4．常用公式

①无限长载流导线：$B=\dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}$　　螺线管：$B=n\mu_0 I$

②带电粒子在匀强磁场中：半径$R=\dfrac{mV}{qB}$周期$T=\dfrac{2\pi m}{qB}$

磁矩在匀强磁场中：受力F=0；受力矩$\vec{M}=\vec{m}\times\vec{B}$

③电容器储能：$W_c=\frac{1}{2}CU^2$　*电场能量密度：$\omega_e=\frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2$　　电磁场能量密度：$\omega=\frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2+\frac{1}{2\mu_0}B^2$

*电感储能：$W_L=\frac{1}{2}LI^2$　*磁场能量密度：$\omega_B=\frac{1}{2\mu_0}B^2$　电磁场能流密度：$S=\omega V$

④　*电磁波：$C=\dfrac{1}{\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}}=3.0\times10^8 m/s$ 在介质中 V=C/n，频率 $f=\nu=\dfrac{1}{2\pi\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}}$

波动学

1．定义和概念

简谐波方程：　　x 处 t 时刻相位

$$\underbrace{\xi}_{\text{振动量（位移）}}=\overset{\text{振幅}}{A}\cos(\overbrace{\underbrace{\omega t+\phi}_{\text{0点处}}-\underbrace{2\pi x/\lambda}_{\text{x处落后0点的相位}}}^{\text{x处t时刻相位}})$$

$\begin{cases}\text{简谐振动方程：}\ \xi=A\cos(\omega t+\phi)\\ \text{波形方程：}\ \xi=A\cos(2\pi x/\lambda+\phi')\end{cases}$

相位 Φ——决定振动状态的量
振幅 A——振动量最大值
初相 φ—— x =0 处 t =0 时相位

} 决定于初态 $\begin{cases}x_0=A\cos\phi\\ V_0=-A\omega\sin\phi\end{cases}$　(x_0,V_0)

频率 ν——每秒振动的次数
圆频率 $\omega=2\pi\nu$
周期 T——振动一次的时间

} 决定于波源如：$\begin{cases}\text{弹簧振子 } \omega=\sqrt{k/m}\\ \text{单摆 } \omega=\sqrt{g/l}\end{cases}$

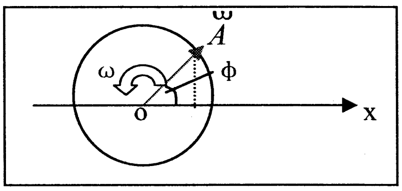
波速 V——波的相位传播速度或能量传播速度。决定于介质如：$\begin{cases}\text{绳 } V=\sqrt{T/\mu}\quad \text{光速 } V=C/n\\ \text{空气 } V=\sqrt{B/\rho}\end{cases}$

波的干涉：同振动方向、同频率、相位差恒定的波的叠加。
光程：L= n x （即光走过的几何路程与介质的折射率的乘积。
相位突变：波从波疏媒质进入波密媒质时有相位 π 的突变（折合光程为 λ/2）。
拍：频率相近的两个振动的合成振动。
驻波：两列完全相同仅方向相反的波的合成波。
多普勒效应：因波源与观察者相对运动产生的频率改变的现象。
衍射：光偏离直线传播的现象。
自然光：一般光源发出的光
偏振光（亦称线偏振光或称平面偏振光）：只有一个方向振动成份的光。
部分偏振光：各振动方向概率不等的光。可看成相互垂直两振幅不同的光的合成。

2．方法、定律和定理

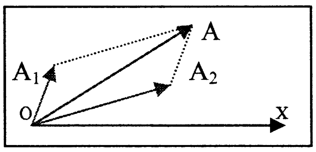
①旋转矢量法：

如图，任意一个简谐振动 $\xi=A\cos(\omega t+\phi)$可看成初始角位置为 φ 以 ω 逆时针旋转的矢量 $\vec{A}$ 在 x 方向的投影。



相干光合成振幅：

$A=\sqrt{A_1^2+A_2^2+2A_1A_2\cos\Delta\phi}$

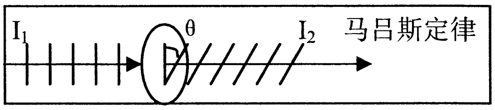


其中：$\Delta\phi=\phi_1-\phi_2-\frac{2\pi}{\lambda}(r_2-r_1)$ 当 $\Delta\phi=\begin{cases}2k\pi & \text{极大（明纹）}\\ (2k+1)\pi & \text{极小（暗纹）}\end{cases}$

当 $\phi_1-\phi_2=0$ 时，光程差 $\delta=(r_2-r_1)=\begin{cases}k\lambda & \text{极大（明纹）}\\ (2k+1)\lambda/2 & \text{极小（暗纹）}\end{cases}$

②惠更斯原理：波面子波的包络面为新波前。（用来判断波的传播方向）

③菲涅尔原理：波面子波相干叠加确定其后任一点的振动。

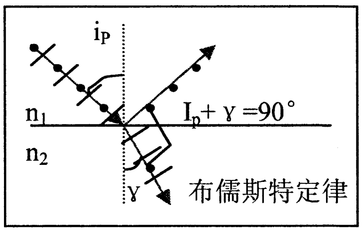


④*马吕斯定律：$I_2=I_1\cos^2\theta$

⑤*布儒斯特定律：

当入射光以 I_p 入射角入射时则反射光为垂直入射面振动的完全偏振光。I_p 称布儒斯特角，其满足：

$\mathrm{tg}\, i_p = n_2/n_1$



3.　公式

振动能量：$\left.\begin{aligned}&E_k=mV^2/2=E_k(t)\\&E_p=kx^2/2=(t)\end{aligned}\right\}\ E=E_k+E_p=kA^2/2$

*波动能量：$\overline{\omega}=\frac{1}{2}\rho\omega^2A^2$　　$I=\overline{\omega}V=\frac{1}{2}\rho\omega^2A^2V\propto A^2$

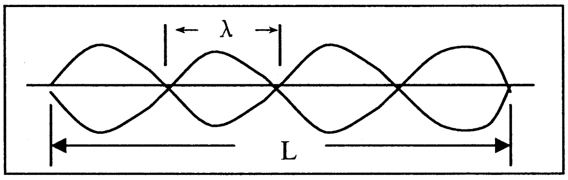
*驻波：

波节间距 $d=\lambda/2$

基波波长 $\lambda_0=2L$

基频：$\nu_0=V/\lambda_0=V/2L$；

谐频：$\nu=n\,\nu_0$



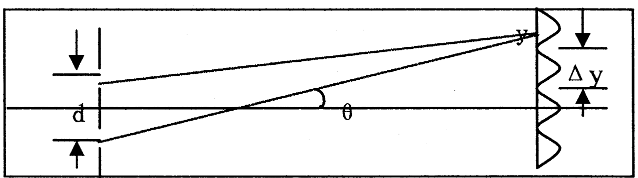
*多普勒效应：

机械波 $\nu'=\dfrac{V+V_R}{V-V_s}\nu$（$V_R$——观察者速度；$V_s$——波源速度）

对光波 $\nu'=\sqrt{\dfrac{C-V_r}{C+V_r}}\nu$ 其中 V_r 指光源与观察者相对速度。

杨氏双缝：$\begin{cases}d\sin\theta=k\lambda\ （明纹）\\ \theta\approx\sin\theta\approx y/D\end{cases}$

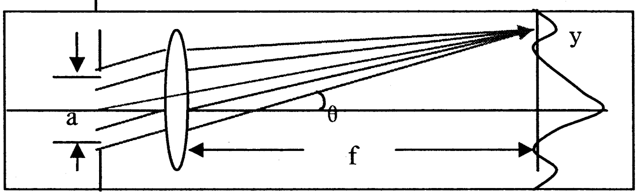
条纹间距 $\Delta y=D/\lambda d$



单缝衍射（夫琅禾费衍射）：

$a\sin\theta=k\lambda$（暗纹）

$\theta\approx\sin\theta\approx y/f$



瑞利判据：

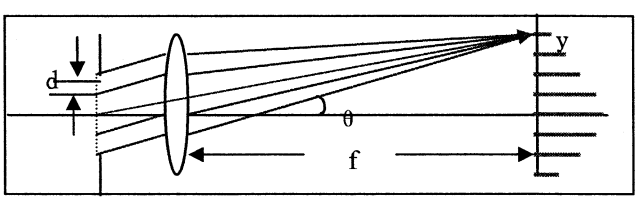
$\theta_{min}=1/R=1.22\lambda/D$（最小分辨角）

光栅：

$d\sin\theta=k\lambda$（明纹即主极大满足条件）

$\mathrm{tg}\,\theta=y/f$

$d=1/n=L/N$（光栅常数）

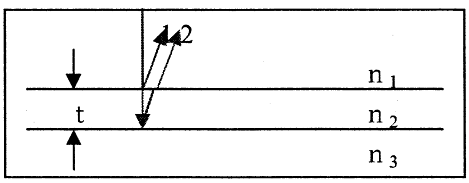


薄膜干涉：（垂直入射）

$\delta_{反}=2n_2t+\delta_0\quad\left[\delta_0=\begin{cases}0 & 中\\ \lambda/2 & 极\end{cases}\right]$

增反：$\delta_{反}=(2k+1)\lambda/2$

增透：$\delta_{反}=k\lambda$



力学复习

第一章 质点运动学

描述运动的物理量：位置、速度、加速度（依次微分）

位置	位矢$\vec{r}$，位移$\Delta\vec{r}=\vec{r}_2-\vec{r}_1$，路程 s，角位置θ，	注意矢量的运算，矢量和标量区别
速度	速度$\vec{v}=\frac{d\vec{r}}{dt}$，速率$v=\left\|\frac{d\vec{r}}{dt}\right\|=\frac{ds}{dt}=r\omega$，角速度$\omega=\frac{d\theta}{dt}$	注意绝对值运算和微分运算不能交换次序，如何求矢量的大小
加速度	加速度$\vec{a}=\frac{d\vec{v}}{dt}$，切向加速度$a_t=\frac{dv}{dt}=r\beta$，法向加速度$a_n=\frac{v^2}{r}=r\omega^2$，角加速度$\beta=\frac{d\omega}{dt}$	注意加速度的方向，大小

两类运动学问题

Ⅰ类，微分运算 $\vec{r},s\Rightarrow\vec{v},v\Rightarrow\vec{a},a_t,a_n$， $\theta\Rightarrow\omega\Rightarrow\beta$

Ⅱ类，积分运算$\vec{a},\beta\Rightarrow\vec{v},\omega\Rightarrow\vec{r}(t),\theta(t)$

$a_x(t),\beta(t)$	$v_x=\int_0^t a_x(t)dt$， $x=\int_0^t v_x(t)dt$， $\omega=\int_0^t\beta(t)dt$， $\theta=\int_0^t\omega(t)dt$	直接积分
$a_x(v),\beta(\omega)$	$a_x(v_x)=\frac{dv_x}{dt}\Rightarrow dt=\frac{dv_x}{a(v_x)}\quad\Rightarrow\int_0^t dt=\int_{v_0}^{v}\frac{dv_x}{a(v_x)}$ $\Rightarrow v_x(t)\Rightarrow x=\int_0^t v_x(t)dt$	注意分离变量的思想
$a_x(x),\beta(\theta)$	$a_x(x)=\frac{dv_x}{dt}=\frac{dv_x}{dx}\frac{dx}{dt}\Rightarrow a_x(x)dx=v_xdv_x$ $\Rightarrow\int_{x_0}^{x}a_x(x)dx=\int_{v_0}^{v}v_xdv_x\Rightarrow v_x(x)$ $v_x(x)=\frac{dx}{dt}\Rightarrow dt=\frac{dx}{v_x(x)}\Rightarrow\int_0^t dt=\int_{x_0}^{x}\frac{dx}{v(x)}$	注意变量代换的思想

相对运动

$\vec{r}=\vec{r}'+\vec{r}_o$， $\vec{v}=\vec{v}'+\vec{u}$， $\vec{a}=\vec{a}'+\vec{a}_u$注意矢量的方向

第二章 牛顿定律

牛顿第二定律

$\vec{F}=\frac{d\vec{p}}{dt}=\frac{d(m\vec{v})}{dt}$，注意只有质量不变时才有$\vec{F}=m\vec{a}$

几种常见力

万有引力 $\vec{F}=-G\dfrac{Mm}{r^2}\vec{e}_r$，重力 $F=mg$，弹簧弹性力 $F=-kx$，干摩擦力 $f=\mu N$

两类问题

I 类，微分解决，$\vec{r},s\Rightarrow\vec{v},v\Rightarrow\vec{a},a_t,a_n\Rightarrow\vec{F}$

II 类，积分解决 $\vec{F}\Rightarrow\vec{a},\beta\Rightarrow\vec{v},\omega\Rightarrow\vec{r}(t),\theta(t)$

注意质点的受力分析，学会选择微元处理连续物体的问题

第三章 守恒定律

本质上是牛顿定律的积分形式

	动量定理	动能定理	角动量定理
微分形式	$\vec{F}=\dfrac{d\vec{p}}{dt}$	$\vec{F}=\dfrac{d\vec{p}}{dt}$	$\vec{M}=\vec{r}\times\vec{F}=\dfrac{d\vec{L}}{dt}$
积分形式	$\int_{t_0}^{t_1}\vec{F}dt=\int_{\vec{p}_0}^{\vec{p}_1}d\vec{p}=\Delta\vec{p}$ $\vec{I}=\Delta\vec{p}$	$\int_{\vec{r}_0}^{\vec{r}_1}\vec{F}\cdot d\vec{r}=\int_{\vec{r}_0}^{\vec{r}_1}\dfrac{d\vec{p}}{dt}\cdot d\vec{r}=\Delta\left(\dfrac{1}{2}mv^2\right)$ $W=\Delta E_k$	$\int_{t_0}^{t_1}\vec{M}dt=\int_{\vec{L}_0}^{\vec{L}_1}d\vec{L}=\Delta\vec{L}$ $\vec{I}_M=\Delta\vec{L}$
定义	冲量 $\vec{I}=\int_{t_0}^{t_1}\vec{F}dt$， 动量 $\vec{p}=m\vec{v}$	功 $W=\int_{\vec{r}_0,L}^{\vec{r}_1}\vec{F}\cdot d\vec{r}$， 动能 $E_k=\dfrac{1}{2}mv^2$	冲量矩 $\vec{I}_M=\int_{t_0}^{t_1}\vec{M}dt$， 动量 $\vec{L}=\vec{r}\times m\vec{v}$
质点系	$\vec{I}_{外}=\Delta\vec{P}$	$W_{外}+W_{内}=\Delta E_k$ $W_{外}+W_{非保守}=\Delta E_k+\Delta E_p$	$\vec{I}_{M外}=\Delta\vec{L}$
守恒定律	$\sum\vec{F}_{外}=0\Rightarrow\Delta\vec{P}=0$	$\sum W_{外}+W_{非保守}=0\Rightarrow\Delta E=0$	$\sum\vec{M}_{外}=0\Rightarrow\Delta\vec{L}=0$

质心：$\vec{r}_C=\dfrac{1}{M}\int_V\vec{r}\rho dV$

质心运动定律：$\vec{F}_{外}=\dfrac{d\vec{P}}{dt}=M\vec{a}_C$

电磁学复习

第一章 静电场

库仑定律

库仑力 $\vec{F}=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Qq}{r^2}\vec{e}_r$，电场定义 $\vec{E}=\frac{\vec{F}}{q_0}$，点电荷的静电场 $\vec{E}=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}\vec{e}_r$，点电荷在电场中受到的静电力 $\vec{F}=q\vec{E}$

高斯定理 $\Phi_e=\oiint\vec{E}\cdot d\vec{S}=\frac{q_{in}}{\varepsilon_0}$

环路定理 $\oint\vec{E}\cdot d\vec{l}=0$

电势

电势的定义 $V=\frac{W}{q_0}=\int_r^{"0"}\vec{E}\cdot d\vec{r}$ 点电荷的电势 $V=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r}$

带电体的电势 $V=\int_V\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{dQ}{r}$

电场与电势的关系 $\vec{E}=-\nabla V=-\left(\frac{\partial V}{\partial x}\vec{i}+\frac{\partial V}{\partial y}\vec{j}+\frac{\partial V}{\partial z}\vec{k}\right)$

第二章 导体与电介质

导体

静电平衡：无宏观电荷定向移动。

静电平衡的三个条件，内部电场强度为零 $E_{in}=0$，表面外电场强度与导体垂直 $\vec{E}_S // \vec{n}$，等势体

导体静电平衡时的电荷分布：内部没有净电荷 $Q_{in}=0$，电荷分布在导体表面，$E_S=\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

计算有导体的题目时注意应用“导体等势”和“导体内部电场为零”，可以将高斯面的一部分设置在导体内部，用高斯定理求导体表面电荷密度或导体表面附近电场强度

电容器和电场能

定义 $C=\frac{Q}{U}$

平行板电容器 $C=\varepsilon_0\frac{S}{d}$

电容器的能量$W=\frac{1}{2}CU^2=\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}=\frac{1}{2}QU$

电场能量密度$w_e=\frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2$，电容器的能量$W=\int_V w_e dV$

第三章 静磁场

电流

电流强度$I=\frac{dQ}{dt}$

电流密度$\vec{j}=nq\vec{v}$

电流与电流密度的关系$I=\int_S \vec{j}\cdot d\vec{S}$

电荷守恒定律$I=\oint_S \vec{j}\cdot d\vec{S}=-\frac{dQ_{in}}{dt}$，基尔霍夫第一定律$\sum_i I_i=0$

欧姆定律$U=IR$，$\vec{j}=\sigma\vec{E}$

毕萨定律

电流元的静磁场$d\vec{B}=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Id\vec{l}}{r^2}\times\vec{e}_r$，电流元在磁场中受到的力$\vec{F}=Id\vec{l}\times\vec{B}$

高斯定理 $\Phi_M=\oiint\vec{B}\cdot d\vec{S}=0$

环路定理 $\oint\vec{B}\cdot d\vec{l}=\mu_0 I_{in}$

	静电场	稳恒磁场
理想模型	点电荷Q	电流元$Id\vec{l}$
基本定律	$\vec{E}=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}\vec{e}_r$，库仑定律	$d\vec{B}=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Id\vec{l}}{r^2}\times\vec{e}_r$，毕-萨定律
叠加原理	$\vec{E}=\sum\vec{E}_i=\iiint_V\frac{\vec{e}_r dq}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$	$\vec{B}=\int_L\frac{\mu_0 Id\vec{l}\times\vec{e}_r}{4\pi r^2}$
力	$\vec{F}=q\vec{E}$	$\vec{F}=Id\vec{l}\times\vec{B}$，$\vec{F}=q\vec{v}\times\vec{B}$
高斯定理	$\Phi_e=\oiint\vec{E}\cdot d\vec{S}=\frac{q_{in}}{\varepsilon_0}$	$\Phi_M=\oiint\vec{B}\cdot d\vec{S}=0$

环路定理	$\oint \vec{E}\cdot d\vec{l}=0$	$\oint \vec{B}\cdot d\vec{l}=\mu_0 I_{in}$
求特殊场分布	用高斯定理:球对称，无限长轴对称，无限大平面	用环路定理：无限长轴对称，环螺线管，长直螺线管，无限大平面
偶极子	电偶极子 $\vec{p}=q\vec{l}$，电场中的力矩 $\vec{M}=\vec{p}\times\vec{E}$，电场中的势能 $E_p=-\vec{p}\cdot\vec{E}$	磁偶极子 $\vec{m}=I\vec{S}$，磁场中的力矩 $\vec{M}=\vec{m}\times\vec{B}$，磁场中的势能 $E_p=-\vec{m}\cdot\vec{B}$
能量	电场能量密度 $w_e=\dfrac{1}{2}\varepsilon_0 E^2$，总电场能 $W_e=\int_V w_e dV=\dfrac{1}{2}CU^2$ 可以求电容	磁场能量密度 $w_m=\dfrac{B^2}{2\mu_0}$，总磁场能 $W_m=\int_V w_m dV=\dfrac{1}{2}LI^2$ 可以求自感

第四章 电磁感应

法拉第电磁感应定律 $V_k=-\dfrac{d\Phi_M}{dt}$

感生电场 $\oint_L \vec{E}_k\cdot d\vec{l}=-\dfrac{d\Phi_M}{dt}$

自感 $\Psi_M=LI$（类比电容），互感 $\Psi_{12}=MI_2$

自感的磁场能 $W_m=\dfrac{1}{2}LI^2=\dfrac{1}{2}\dfrac{\Psi^2}{L}=\dfrac{1}{2}\Psi I$（类比电场）

磁场能量密度 $w_m=\dfrac{B^2}{2\mu_0}$（类比电场）

位移电流 $I_d=\varepsilon_0\dfrac{d\Phi_e}{dt}$

Maxwell 方程组:两个高斯定理 $\begin{cases}\oint_S \vec{E}\cdot d\vec{S}=\dfrac{Q_{in}}{\varepsilon_0}\\ \oint_S \vec{B}\cdot d\vec{S}=0\end{cases}$ 两个环路定理 $\begin{cases}\oint_L \vec{E}\cdot d\vec{l}=-\dfrac{d\Phi_m}{dt}\\ \oint_L \vec{B}\cdot d\vec{l}=\mu_0\left(I_{in}+\varepsilon_0\dfrac{d\Phi_e}{dt}\right)\end{cases}$