第一章 质点运动学

§1.1 和§1.2 位矢 位移 速度 加速度

一、选择题

（1）一运动质点在某时位于矢径$\vec{r}(x,y)$的端点处，其速度大小为（ D ）

（A）$\frac{dr}{dt}$ （B）$\frac{d\vec{r}}{dt}$ （C）$\frac{d|\vec{r}|}{dt}$ （D）$\sqrt{(\frac{dx}{dt})^2+(\frac{dy}{dt})^2}$

（2）一质点沿 Y 轴运动，其运动学方程为$y=4t^2-t^3$，$t=0$时质点位于坐标原点，当质点返回原点时，其速度和加速度分别为（ C ）

（A）$16m\cdot s^{-1}, 16m\cdot s^{-2}$ （B）$-16m\cdot s^{-1}, 16m\cdot s^{-2}$

（C）$-16m\cdot s^{-1}, -16m\cdot s^{-2}$ （D）$16m\cdot s^{-1}, -16m\cdot s^{-2}$

二、填空题

（3）一质点沿直线运动，其运动学方程为$x=6t-t^2$，则由 0 至 4s 的时间间隔内，质点的位移大小为 8m 。

（4）一质点沿直线运动,其运动学方程为$x=10-20t^2+30t^3$（x和t的单位分别是m和s），初始时刻质点的加速度为 -40 m/s²

（5）质点的运动方程为$\vec{r}=\left(t-\frac{1}{2}t^2\right)\vec{i}+(1+2t+\frac{1}{2}t^3)\vec{j}$，当$t=2s$时，其加速度$\vec{a}=$ $-\vec{i}+6\vec{j}$ 。

三、计算题

（6）质点在OXY平面内运动，其运动方程为$\vec{r}(t)=2t\vec{i}+[19-2t^2]\vec{j}$，式中位移$\vec{r}$的单位为$m$，时间$t$的单位为$s$，加速度$\vec{a}$的单位为$m\cdot s^{-2}$。

求（1）质点的速度和加速度；

（2）质点的运动轨迹。

解：(1)由质点的速度公式 $\vec{v}=\frac{d\vec{r}}{dt}$

$\therefore \vec{v}=2\vec{i}-4t\vec{j}$

由加速度公式 $\vec{a}=\frac{d\vec{v}}{dt}$

$\therefore \vec{a}=-4\vec{j}$

(2)质点的运动轨迹

$y+\frac{1}{2}x^2=19$

§1.3 曲线运动的描述

一、选择题

（1）一个质点在做圆周运动时，则有（ B ）。

（A）切向加速度一定改变，法向加速度也改变

（B）切向加速度可能不变，法向加速度一定改变

（C）切向加速度可能不变，法向加速度不变

（D）切向加速度一定改变，法向加速度不变

（2）一质点沿半径为R的圆周作匀速率运动，每t时间转一圈，在$2t$时间间隔内，其平均速度大小和平均速率大小分别为（ B ）。

（A）$\frac{2\pi R}{t}$，$\frac{2\pi R}{t}$ （B）0，$\frac{2\pi R}{t}$ （C）0，0 （D）$\frac{2\pi R}{t}$，0

（3）质点作曲线运动，$\vec{r}$表示位置矢量，$\vec{v}$表示速度，$\vec{a}$表示加速度，s表示路程，a_t表示切向加速度。对下列表达式，即

（1）$\frac{dv}{dt}=a$ （2）$\frac{dr}{dt}=v$ （3）$\frac{ds}{dt}=v$ （4）$\left|\frac{d\vec{v}}{dt}\right|=a_t$

下述判断正确的是（ D ）

（A）只有（1）、（4）是对的 （B）只有（2）、（4）是对的

（C）只有（2）是对的 （D）只有（3）是对的

二、填空题

（4）一质点，以$\pi\ m\cdot s^{-1}$的匀速率作半径为 5 m 的圆周运动，则该质点在 5 s 内，位移的大小是 10m ；经过的路程是 5π m。

（5）一质点从静止出发沿半径$R=1\ m$的圆周运动，其角加速度随时间t的变化

规律是$\alpha = 12t^2 - 6t$ (SI)，则质点的角速度$\omega =$ $4t^3-3t^2$，切向加速度$a_t =$ $12t^2-6t$

（6）一质点其速率表示式$v = 1 + s^2$，则在任一位置处其切向加速度a_t为 $2s^3+2s$

四、简答题

（7）在以下几种运动中，质点的切向加速度、法向加速度及加速度哪些为零？哪些不为零？

（1）匀速直线运动；（2）匀速曲线运动；

（3）变速直线运动；（4）变速直线运动

答：(1) $\vec{a}_t = 0$ $\vec{a}_n = 0$ $\vec{a} = 0$

(2) $\vec{a}_t = 0$ $\vec{a}_n \neq 0$ $\vec{a} \neq 0$

(3) $\vec{a}_t \neq 0$ $\vec{a}_n = 0$ $\vec{a} \neq 0$

(4) $\vec{a}_t \neq 0$ $\vec{a}_n \neq 0$ $\vec{a} \neq 0$

三、计算题

（8）一歼击机在高空点A时的水平速率为1940 $km \cdot h^{-1}$，沿近似圆弧曲线俯冲到点B，其速率为2192 $km \cdot h^{-1}$，经历时间为3 s，设A到B的圆弧的半径约为3.5 km，飞机从A到B的俯冲过程可视为匀变速率圆周运动。若不计重力加速度的影响，求：

（1）飞机在点B的加速度；

（2）飞机由点A到点B所经历的路程。

解 书(例1-5)

（9）质点P在水平面内沿一半径$R = 2$ m的圆轨道转动，转动的角速度与时间t的函数关系为$\omega = kt^2$（k为常量）。已知$t = 2$ s时，质点P的速度值为32 m/s。试求$t = 1$ s时，质点P的速度与加速度的大小。

解：(1) 因 $t=2s$ 时 $v_P = 32m/s$ ∴ $v = \omega R|_{t=2s} = 32 m/s$ 得 $k=4$

∴ $t=1s$ 时 质点P的速度 $v = \omega R = 8 m/s$

(2) 质点P的切向加速度和法向加速度a_n

$t=1s$时 $a_t = \frac{dv}{dt} = 16 m/s^2$ $\vec{a}_n = \frac{v^2}{R} = 32 m/s^2$

∴ 总的加速度 $a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = 16\sqrt{5} m/s$

（10）一质点在半径为0.4 m的圆形轨道上自静止开始作匀加速转动，其角加速度为$\alpha = 0.2\ rad \cdot s^{-2}$，求$t = 2$ s时质点的速度、法向加速度、切向加速度和合加速度。

解：$t=2s$时质点速度v、法向加速度a_n、切向加速度a_t和合加速度a

$\omega = \alpha t = 0.4 rad \cdot s^{-1}$

$v = \omega R = 0.16 m/s$

$a_t = \alpha R = 0.08 m/s^2$ $a_n = \frac{v^2}{R} = 0.064 m/s^2$

$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = 0.10 m/s^2$

§1.4 运动学中两类问题

一、填空题

（1）一质点沿x方向运动，其加速度随时间变化关系为$a = 3 + 2t$ (SI)，如果初始时刻质点的速度为5 $m \cdot s^{-1}$，当t为3 s时，质点的速度$v =$ $23 m/s^2$。

（2）一质点沿x轴做直线运动，其加速度$a = 4t$ (m/s^2)，在$t = 0$时刻，$v_0 = 0$，$x_0 =$ 10 m，则该质点的运动方程为 $x = \frac{2}{3}t^3 + 10$

二、计算题

（3）某质点的初位矢$\vec{r}=2\vec{i}$，初速度$\vec{v}=2\vec{j}$，加速度$\vec{a}=4\vec{i}+2t\vec{j}$，求：

（1）该质点的速度；

（2）该质点的运动方程。

解：由速度公式 $\vec{a}=\frac{d\vec{v}}{dt}$ 得

$\int_{\vec{v}_0}^{\vec{v}} d\vec{v}=\int_0^t \vec{a}\,dt$. 得 $\vec{v}=4t\vec{i}+(t^2+2)\vec{j}$

(2) 由速度公式 $\vec{v}=\frac{d\vec{r}}{dt}$ 得

$\int_{\vec{r}_0}^{\vec{r}} d\vec{r}=\int_0^t \vec{v}\,dt$ 得 $\vec{r}=(2t^2+2)\vec{i}+(\frac{1}{3}t^3+2t)\vec{j}$

所以该质点的运动方程为 $\vec{r}=(2t^2+2)\vec{i}+(\frac{1}{3}t^3+2t)\vec{j}$

（4）质点沿x轴运动，其加速度和位置的关系为$a=2+6x^2$，a的单位为$m\cdot s^{-2}$，x的单位为m。质点在$x=0\ m$处，速度为$0\ m\cdot s^{-1}$，试求质点在任何坐标处的速度值。（提示:$a=\frac{dv}{dt}=\frac{dv}{dx}\cdot\frac{dx}{dt}$）

解：由加速度公式 $\vec{a}=\frac{d\vec{v}}{dt}$ 得

$a=\frac{dv}{dt}=\frac{dv}{dx}\cdot\frac{dx}{dt}=v\frac{dv}{dx}=2+6x^2$

得 $v\,dv=(2+6x^2)dx$ 两边同时积分

$\int_0^v v\,dv=\int_0^x(2+6x^2)dx$ 得 $v=2\sqrt{x^3+x}$

（5）已知一质点作直线运动，其加速度为$a=4+3t\ (m\cdot s^{-2})$，开始运动时，$x=5\ m, v=0\ m/s$，求该质点在$t=10\ s$时的速度和位置。

解：由加速度公式 $\vec{a}=\frac{d\vec{v}}{dt}$ 得 $t=10s$ 时的速度

$\int_0^v dv=\int_0^{10}(3+4t)dt$.

$v=190m/s$

由速度公式 $v=\frac{dx}{dt}$ 得 $t=10s$ 时的位置 x

$\int_5^x dx=\int_0^{10} v\,dt$

$x=705m$

第二章 质点动力学

§2.1 牛顿运动定律

一、选择题

（1）下列说法正确的是（ D ）

（A）合力一定大于分力

（B）物体速度不变，则物体所受合力为零

（C）速度很大的物体，运动状态不易改变

（D）物体质量很大，运动状态越不易改变

（2）用水平力F_N把一个物体压着靠在粗糙的竖直墙面上保持静止。当F_N逐渐增大时，物体所受的静摩擦力F_f的大小（ A ）

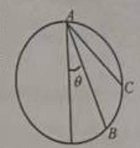
（A）不为零，但保持不变

（B）随F_N成正比的增大

（C）开始随F_N增大，达到某一最大值后，就保持不变

（D）无法确定

（3）如图所示，质点从竖直放置的圆周顶端A处分别沿不同长度的弦AB和AC（$AC<AB$）由静止下滑，不计摩擦阻力。质点下滑到底部所需要的时间分别为t_B和t_C，则（ A ）



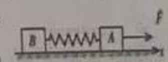
（A）$t_B=t_C$　　（B）$t_B>t_C$

（C）$t_B<t_C$　　（D）条件不足，无法判定

（4）质量分别为m_1和m_2的两滑块A和B通过一轻弹簧水平连结后置于水平桌面上，滑块与桌面间的摩擦系数均为μ，系统在水平拉力F作用下匀速运动，如图所示。如突然撤消拉力，则刚撤消后瞬间，二者的加速度a_A和a_B分别为（ D ）

（A）$a_A=0, a_B=0$　　（B）$a_A>0, a_B<0$

（C）$a_A<0, a_B>0$　　（C）$a_A<0, a_B=0$



二、填空题

（5）质量为0.25 kg的物体以9.2 $m\cdot s^{-2}$的加速度下降，物体所受空气的阻力为 0.2N 。

（6）有一质量为M的质点沿X轴正方向运动，假设该质点通过坐标为x处时的速度为kx（k为正常数），则此时作用于该质点上的力$F=$ Mk^2x ，该质点从$x=x_0$点出发运动到$x=x_1$处所经历的时间$t=$ $\frac{1}{k}\ln[\frac{x_1}{x_0}]$。

三、简答题

（7）请写出牛顿三定律的内容及其数学表达式。

1. 牛顿第一定律：任何物体都保持静止状态或作匀速直线运动的状态，直到外力的作用迫使它改变这种状态为止（又叫惯性定律）

2. 牛顿第二定律：在受到外力作用时，物体所获得的加速度的大小与外力成正比，与物体的质量成反比；加速度的方向与外力的方向相同

3. 牛顿第三定律：两个物体之间对各自对方的相互作用总是相等的，而且指向相反的方向 $\vec{F_1}=-\vec{F_2}$

三、计算题

（8）质量为m的子弹以速度v_0水平射入沙土中，设子弹所受阻力与速度反向，大小与速度成正比，比例系数为K，忽略子弹的重力，求：（1）子弹射入沙土后，速度随时间变化的函数式；（2）子弹进入沙土的最大深度。

解：(1) 由题意得，子弹所受阻力 $f=kv$，对子弹进行受力分析

$F_合=f=ma=m\frac{dv}{dt}$ 对两边变形，积分得

$\therefore -\int_{v_0}^{v}\frac{dv}{v}=\int_0^t\frac{k}{m}dt$

$\therefore v=v_0e^{-\frac{k}{m}t}$

(2) 由速度公式 $v=\frac{dx}{dt}$ 得

$\int_0^t v_0e^{-\frac{k}{m}t}dt=\int_0^x dx$

$\therefore x_{max}=\frac{mv_0}{k}$ 即子弹进入沙土的最大深度为 $\frac{mv_0}{k}$

（9）一细绳跨过一轴承光滑的定滑轮，绳的两端分别悬有质量为m_1和m_2的物体（$m_1<m_2$），如图所示，设滑轮和绳的质量可忽略不计，绳不能伸长，试求物体的加速度以及悬挂滑轮的绳中张力。

解：书例21

（10）一个质量为P的质点，在光滑的固定斜面（倾角为α）上以初速度v_0运动，v_0的方向与斜面底边的水平线AB平行，如图所示，求这质点的运动轨迹。

解：由题意知，x轴方向所受的力为零，

所以 $x(t)=v_0t$ ①

y轴所受的力为 $F=mg\sin\alpha$

∴ y轴加速度 $a=g\sin\alpha$

∴ y轴的运动

$y(t)=\frac{1}{2}g\sin\alpha\, t^2$ ②

①代入② 消去t 得质点的运动轨迹方程为

$y=\frac{1}{2}g\sin\alpha(\frac{x}{v_0})^2$

§2.2 动量 动量守恒定律

一、选择题

（1）质量为20 g的子弹沿X轴正向以500 $m\cdot S^{-1}$的速率射入一木块后与木块一

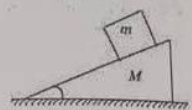
起沿X轴正向以$50\ m\cdot S^{-1}$的速率前进，在此过程中木块所受冲量的大小为（ C ）

（A）$10\ N\cdot S$　（B）$-10\ N\cdot S$　（C）$9\ N\cdot S$　（D）$-9\ N\cdot S$

（2）一质量为M的斜面原来静止于水平光滑平面上，将一质量为m的木块轻轻放于斜面上，如图所示。如果此后木块能静止于斜面上，则斜面将（ A ）

（A）保持静止　（B）向右加速运动

（C）向右匀速运动　（D）向左加速运动



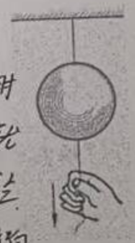
二、填空题

（3）一物体质量为$10\ kg$，受到方向不变的力$F = 30 + 40t$（SI）作用，在开始的$2\ s$内，此力冲量的大小等于 140N·S 若物体的初速度大小为$10\ m\cdot s^{-1}$，方向与力F的方向相同，则在$2\ s$末物体速度的大小等于多少 24m.s⁻¹

（4）质量分别为$200\ kg$和$500\ kg$的甲、乙两船静止于湖中，甲船上一质量为$50\ kg$的人通过轻绳拉动乙船，经$5\ s$乙船速度达到$0.5\ m\cdot s^{-1}$，则人拉船的恒力为 50N ，甲船此时的速度为 1 m/s

三、简答题

（5）如图所示，一重球的上下两面系同样的两根绳，今用其中一根绳将球吊起，而用手向下拉另一根线，如果向下猛一拖，则下面的线断而球未动。如果用力慢慢拉线，则上面的线断开。为什么？



答：手拉线向下猛拖一下，由于线对重球的作用时间短，因而重球受到下面的线的动量改变就很小。由于重球原来静止（即动量为0），所以经这一拖，它基本未动，上面的线就不会受到影响，下面的线就被拖断了。

如果慢慢向下拉线，则经过稍长一些时间，下面的拉力对重球的冲量就比较大，重球就会由于动量改变引起的向下的速度而稍稍下移。这时上面的线受到的拉力就等于下面的线的拉力和重球所受重力之和，比下面的线受的力大得多，所以上面的线就断了。

三、计算题

（6）一质量为m的质点以与地的仰角$\theta = 30°$的初速$\vec{v}_0$从地面抛出，若忽略空气阻力，求质点落地时相对抛射时的动量的增量。

解：以质点为研究对象，将动量分为竖直方向和水平方向.

由于水平方向不受力，水平方向动量不变.

竖直方向动量 $P' = m\Delta v = m(v_0\sin 30° - (-v_0\sin 30°)) = mv_0$

所以动量增加了 mv_0 方向竖直向下

（7）作用质量$10\ kg$的物体上的力$\vec{F} = (10 + 2t)\vec{i}N$，式中$t$的单位是$s$。求：

（1）$4s$后，这物体的动量和速度的变化，以及力给予物体的冲量。

（2）为了使这力的冲量为$200\ N\cdot S$，该力应在物体上作用多久？（试就一原来静止的物体和一个初速度为$-6\vec{j}\ m\cdot s^{-1}$的物体，回答这两个问题）

解：(1) 4s后 力给予物体的冲量 $I = \int_0^{4s} F\,dt = 56N\cdot s$

动量的变量 $\Delta P = I = 56N\cdot s$

速度的变量 $\Delta V = 5.6\ m/s$

(2) 由动量定理知 $I = \int_0^t (10+2t)dt = 200N\cdot s$

$\therefore t = 10s$.

应该力在物体上作用10s

（8）一小船质量为$100\ kg$，静止在湖面，船头到船尾共长$3.6\ m$。现有一质量为$50\ kg$的人从船头走到船尾时，船将移动多少距离？假定水的阻力不计。

解：① 由动量守恒定理知.

$m_{船}V_{船} + m_{人}V_{人} = 0$.

$\therefore$

$m_{船}S_{船} + m_{人}S_{人} = 0$.

又 $\because$ $S_{船} + S_{人} = 3.6\ m$.

$\therefore S_{船} = 1.2\ m$.

所以船将移动1.2m

§2.3 能 动能 势能 机械能

一、选择题

（1）质点系的内力可以改变（ C ）

（A）系统的总质量　　（B）系统的总动量

（C）系统的总动能　　（D）系统的总角动量

（2）对功的概念有以下几种说法：

①保守力做正功时，系统内相应的势能增加；

②质点运动经一闭合路径，保守力对质点做的功为零；

③作用力和反作用力大小相等、方向相反，所以两者所做功的代数和必为零。

下列对上述说法判断正确的是（ C ）

（A）①、②是正确的　　（B）②、③是正确的

（C）只有②是正确的　　（D）只有③是正确的

（3）有两个倾角不同、高度相同、质量一样的斜面放在光滑的水平面上，斜面是光滑的，有两个一样的物块分别从这两个斜面的顶点由静止开始滑下，则（ D ）

（A）物块到达斜面底端时的动量相等

（B）物块到达斜面底端时动能相等

（C）物块和斜面（以及地球）组成的系统，机械能不守恒

（D）物块和斜面组成的系统水平方向上动量守恒

（4）如图所示，子弹射入放在水平光滑地面上静止的木块后而穿出。以地面为参考系，下列说法中正确的说法是（ C ）

（A）子弹减少的动能转变为木块的动能

（B）子弹-木块系统的机械能守恒

（C）子弹动能的减少等于子弹克服木块阻力所作的功

（D）子弹克服木块阻力所作的功等于这一过程中产生的热

二、填空题

（5）某质点在力$\vec{F}=(4+5x)\vec{i}\,(SI)$的作用下沿$x$轴作直线运动，在从$x=0$移动到$x=10\,m$的过程中，力$\vec{F}$所做的功为 290J 。

（6）一质量为m的质点在指向圆心的平方反比力$F=-\frac{k}{r^2}$的作用下，作半径为r的圆周运动，此质点的速度$v=$ $\sqrt{\frac{k}{mr}}$ ，若取距圆心无穷远处为势能零点，它的机械能$E=$ $\frac{3k}{2r}$ 。

（7）质量为m的物体，从高出弹簧上端h处由静止自由下落到竖直放置在地面上的轻弹簧上，弹簧的劲度系数为k，则弹簧被压缩的最大距离 $\frac{mg+\sqrt{(mg)^2+2kmgh}}{k}$ 。

（8）质量$M=10\,kg$的物体放在光滑水平面上与一个一端自由、一端固定，弹性系数$k=1000\,N\cdot m^{-1}$的轻质弹簧相连。今有一质量$m=1\,kg$的小球以水平速度$3\,m\cdot s^{-1}$沿使弹簧压缩的方向飞来，与物体M碰撞后以$2\,m\cdot s^{-1}$的速度弹回，则碰撞后弹簧的最大压缩量为 0.05 m 。

三、简答题

（9）请证明万有引力是保守力。

证明：书(2.2.7)万有引力的证明.

三、计算题

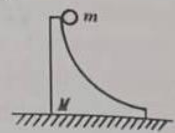
（9）设$\vec{F}_{合}=7\vec{i}-6\vec{j}\,(N)$，（1）当一质点从原点运动到$\vec{r}=-3\vec{i}+4\vec{j}-16\vec{k}\,(m)$时，求$\vec{F}$所做的功；（2）如果质点到$r$处时需0.6 s，试求平均功率；（3）如果质点的质量为1 kg，试求动能的变化。

解：(1) 由做功公式 $W=\vec{F}\cdot\vec{r}$ 得 $W=-21+(-6)\times4=-45J$

(2) $P=\frac{W}{t}=-75W$.

(3) $E_k=\Delta W=-45J$

（10）质量为M的大木块具有半径为R的四分之一弧形槽，如图所示，质量为m的小立方体从曲面的顶端滑下，大木块放在光滑水平面上，二者都作无摩擦的运动，而且都从静止开始，求小木块脱离大木块时的速度。



解：由动量守恒定律知

$mv_1 + Mv_2 = 0$ ①

由机械能守恒定律得

$mgR = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_2^2$ ②

①和②得

$v_1 = \sqrt{\frac{2MgR}{M+m}}$

即小木块脱离大木块时的速度为$\sqrt{\frac{2MgR}{M+m}}$

§2.4 质点的角动量和角动量守恒定律

一、选择题

（1）假设卫星环绕地球中心作椭圆运动，则在运动过程中，卫星对地球中心的（ B ）

（A）角动量守恒，动能守恒　　（B）角动量守恒，机械能守恒

（C）角动量不守恒，机械能守恒　（D）角动量不守恒，动量也不守恒

（2）一质点作匀速率圆周运动时，（ C ）

（A）它的动量不变，对圆心的角动量也不变

（B）它的动量不变，对圆心的角动量不断改变

（C）它的动量不断改变，对圆心的角动量不变

（D）它的动量不断改变，对圆心的角动量也不断改变

二、计算题

（3）物体质量为$3\ kg$，$t=0$时位于$\vec{r}=4\vec{i}\ (m), v=\vec{i}+6\vec{j}\ m\cdot s^{-1}$，如一恒力$\vec{f}$
$5\vec{j}\ N$作用在物体上，求$3\ s$后，（1）物体动量的变化；（2）角动量的变化。

解：(1)

（4）哈雷彗星绕太阳运动的轨道是一个椭圆。它的近日点距离是$r_1 = 8.7$
$10^{10}\ m$时的速率是$v_1 = 5.46\times10^4\ m\cdot s^{-1}$，它离太阳最远处时的速率是
$9.08\times10^2\ m\cdot s^{-1}$,，这时它离太阳的距离是多少？（太阳位于椭圆的一个焦

第五章 气体动理论

§5.1 平衡态 温度 理想气体状态方程

一、选择题

（1）关于平衡态，已下说法正确的是（ B ）

（A）描述气体状态的状态参量P、V、T不发生变化的状态称为平衡态

（B）在不受外界影响的条件下，热力学系统各部分的宏观性质不随时间变化的状态称为平衡态

（C）气体分子处于平衡位置的状态称为平衡态

（D）处于平衡态的热力学系统，分子的热运动停止

（2）若室内升起炉子后温度从15 ℃升高到27 ℃，而室内气压不变，则此时室内的分子数减少了（ B ）

（A）0.5%　（B）4%　（C）9%　（D）21%

二、填空题

（3）表示气体状态的三个物理量叫做物态参量，它们分别是 压强 、 温度 、 体积 ，其中 体积 是几何量， 压强 是力学量， 温度 是热学量。

三、简答题

（4）在建立温标时，是否必须规定：热的物体具有较高的温度；冷的物体的具有较低的温度？是否可作相反的规定？

在建立温标时，必须规定热的物体具有较高的温度，冷的物体具有较低的温度，因为热量从高温物体传递到低温物体的。如果负温度物体比正温度还高，热量将从负温度物体流向正温度物体，不符合热力学第二定律。

（5）若使下列参量增大一倍，而其他参量保持不变，则理想气体的压强将如何变化？

(1)温度T；　(2)体积V；　(3)物质的量$\nu=\frac{m}{M}$

答(1)压强增加一倍 (2)压强减小一半 (3)压强增大一倍

四、计算题

（6）一容器内贮有氧气0.100 kg，压强为10 atm，温度为47 ℃，因容器漏气，过一段时间后，压强减为原来的5/8，温度降到27 ℃，若把氧气近似看作理想气体问：（1）容器的容积为多大？（2）漏了多少气，已知氧气的相对分子质量为32.0。

解：(1) 因氧气可以看成理想气体

∴ $P_1V=nRT$　∴ $V=5.87\times10^{-6}m^3$

(2) t=0s时 $P_1V=\frac{m}{M}RT_1$ ①

经一段时间 $\frac{5}{8}P_1V=\frac{m-m_1}{M}RT_2$ ②

∴ ①和②联合得 $m_1=0.033kg$

§5.2 理想气体的压强和温度

一、选择题

（1）处于平衡状态的一瓶氦气和一瓶氮气的分子数密度相同，分子的平均平动能也相同，则它们（ C ）

（A）温度、压强均不相同　（B）温度相同，但氦气压强大于氮气的压强

（C）温度、压强都相同　（D）温度相同，但氦气压强小于氮气的压强

（2）若理想气体的体积为V，压强为P，温度为T，一个分子的质量为m，k为玻尔兹曼常数，R为普适气体常量，则该理想气体的分子数为（ B ）

(A) $\frac{PV}{m}$ (B) $\frac{PV}{kt}$ (C) $\frac{PV}{RT}$ (D) $\frac{PV}{mT}$

二、填空题

(3) 温度是气体分子 平均平动动能 的量度。它反映了分子 热运动的剧烈 程度。

(4) 在选取理想分子模型时需注意：(1) 分子可以看作 质点 ；(2) 除碰撞外，分子力 可以略去不计 (3) 分子间的碰撞是 完全弹性的

(5) 写出理想气体的压强公式 $P=\frac{2}{3}nkT=\frac{2}{3}n\bar{w}$。

(6)写出理想气体分子的平均平动动能与温度的关系式 $\bar{w}=\frac{3}{2}kT$ 。

三、简答题

(7) 两瓶不同种类的气体，它们的温度和压强相同，但体积不同，问：

(1) 单位体积内的分子数是否相同?

(2) 单位体积内的气体质量是否相同?

(3) 单位体积内气体分子的总平动能是否相同?

答(1) 相同。因为 $P=nkT$，由于温度和压强不变，所以单位体积内的分子数不变

(2) 不相同。因为 $\frac{m}{V}=\frac{PM}{RT}$，虽然温度和压强不变，但是气体的相对分子质量不同，所以体积内气体分子的总平动能相同。

计算题 (3) 相同，因为单位分子平均平动动能 $\bar{w}=\frac{3}{2}kT$，由于温度不变，所以单位体积分子的总平动能相同

(8) 质量为10 g的氮气，当压强为1.0 atm，体积为7700 cm^3时，其分子的平均平动动能是多少?

解：由气体压强公式 $P=\frac{2}{3}n\bar{w}$ 得

分子平动动能 $\bar{w}=\frac{3}{2}\frac{P}{n}=\frac{3}{2}\frac{PV}{\frac{m}{M}}=53.7\times10^{-22}J$

(9) 1 mol氦气，其分子热运动动能的总和为$3.75\times10^3\,J$，求氦气的温度。

解：由分子动能公式

$\bar{w}=\frac{3}{2}nkT=3.75\times10^3J$

$\therefore T=300k$.

§5.3 能量均分定理 理想气体的内能

一、选择题

(1)两个相同的刚性容器，一个盛氢气，一个盛氦气(均视为刚性分子理想气体)，开始时它们的压强和温度都相同，现将3J热量传给氦气，使之升高到定的温度。若使氢气也升高同样的温度，则应向氢气传递热量为 (C)

(A) 6J (B) 3J (C) 5J (D) 10J

二、填空题

(1) 单原子有 3 个自由度，刚性双原子分子有 5 个自由度，刚性多原子分子有 6 个自由度。

(2) 单原子分子平均平动动能 $\frac{3}{2}kT$ 。

(3)双原子分子(刚性)平均动能 $\frac{5}{2}kT$ ，其中平均平动动能为 $\frac{3}{2}kT$ ，平均转动动能为 kT 。

(4) 能量均分定理适用于 气体 ， 液体 ， 固体 ，具有统计规律的系统

(5) 简述能量均分定理 气体处于平衡态时，分子的任何一个自由度平均动能都相等均为 $\frac{1}{2}kT$

(6) 当理想气体的状态发生变化时，其内能的增量仅与 ~~始态和终态~~ 始末的温度 有关，而与 具体过程 无关。

三、简答题

(7) 何谓自由度? 单原子分子和双原子分子各有几个自由度? 它们是否随温度而变?

答：(1) 决定一个物体的空间位置所需要的独立坐标数称自由度.

(2) 单原子分子，平动自由度：$t=3$，转动自由度 $r=0$.
总的自由度 $i=t+r=3$.

(3) 双原子分子，平动自由度 $t=3$，转动自由度 $r=2$.
总的自由度 $i=t+r=5$.

三、计算题

（8）在容积为$2\times10^{-3}\ m^3$的容器中，有内能为$6.75\times10^2\ J$的刚性双原子分子某理想气体。求：

（1）气体的压强；

（2）设分子总数为5.4×10^{22}个，求分子的平均平动动能及气体的温度。

解：(1) 分子内能为 $E=\frac{5}{2}NkT=6.75\times10^2$ J

$\therefore p=nkT=\frac{N}{V}kT=1.35\times10^5$ Pa

(2) 若 $N=5.4\times10^{22}$ 得 $E=kTN\times\frac{5}{2}=6.75\times10^2$ J 得

$\bar{\varepsilon}=\frac{3}{2}kT=1.25\times10^{-20}$ J

$T=361$ K

（9）温度为27 ℃时，1 mol氧气具有多少平动动能?多少转动动能?

解：$E_{平}=N_A\frac{3}{2}kT=3.74\times10^3$ J

$E_{转}=N_A\frac{2}{2}kT=2.49\times10^3$ J

第七章 静电场

§7.1 电场 电场强度

一、选择题

（1）下列几个叙述中哪一个是正确的？（ C ）

（A）电场中某点场强的方向，就是将点电荷放在该点所受电场力的方向

（B）在以点电荷为中心的球面上，由该点电荷所产生的场强处处相同

（C）场强方向可由$\vec{E}=\vec{F}/q$定出，其中q为试验电荷的电量，q可正可负

（D）以上说法都不正确

（2）关于电场强度定义式$\vec{E}=\vec{F}/q$，下列说法中哪个是正确的？（ B ）

（A）场强$\vec{E}$的大小与试探电荷q_0的大小成反比

（B）对场中某点，试探电荷受力$\vec{F}$与q_0的比值不因q_0而变

（C）试探电荷受力$\vec{F}$的方向就是场强$\vec{E}$的方向

（D）若场中某点不放试探电荷q_0，则$\vec{F}=0$，从而$\vec{E}=0$

（3）关于库仑定律的公式，下列说法中正确的是（ D ）

（A）当真空中的两个点电荷间的距离$r\to\infty$时，它们之间的静电力$F\to\infty$

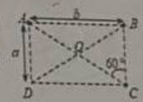
（B）当真空中的两个点电荷间的距离$r\to0$时，它们之间的静电力$F\to\infty$

（C）当两个点电荷之间的距离$r\to\infty$时，库仑定律的公式就不适用了

（D）当两个点电荷之间的距离$r\to0$时，电荷不能看成是点电荷，库仑定律的公式就不适用了

二、填空题

（4）如图所示，边长分别为a和b的矩形，其A、B、C三个顶点上分别放置三个电量均为q的点电荷，则中心O点的场强为 $\frac{q}{2\pi\varepsilon_0(a^2+b^2)}$，方向 沿对角线BD的方向



（5）真空中两个等量异种点电荷电量的值为q，相距r，两点电荷连线中点处的场强为 $\frac{2q}{\pi\varepsilon_0 r^2}$ 或 $\frac{8kq}{r^2}$

三、简答题

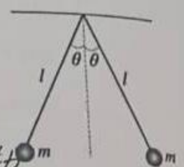
（6）点电荷的电场公式为

$$\vec{E}=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\vec{e}_r$$

当所考察的点与点电荷的距离$r\to0$时，场强$E\to\infty$，这是没有物理意义的。你对此如何解释？

答：∵库仑定律只适用于点电荷，而$r\to0$时，考察点与点电荷之间的尺寸不可忽略，不可以再把电荷看成点电荷，库仑定律不再适用，而$\vec{E}=\frac{\vec{F}}{q_0}$ 因库仑定律不再适用，$E\to\infty$便没有了物理意义。

三、计算题



（7）两小球的质量都是m,都用长为l的细绳挂在同一点,它们带有相同电量,静止时两线夹角为2θ,如图所示.设小球的半径和线的质量都可以忽略不计，求每个小球所带的电量。

解：由题意知，两小球带同种电荷

对左边小球受力分析，受重力、绳对球拉力和库仑力

由受力平衡可知 $F=mg\tan\theta$ ①

又∵库仑定律知：$F=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q^2}{(2l\sin\theta)^2}$ ②

由①和②知

$$q=4l\sqrt{\frac{\pi\varepsilon_0 mg\sin^2\theta}{\cos\theta}}$$

（8）长$l=15.0\ cm$的直导线AB上均匀地分布着线密度$\lambda=5.0\times10^{-9}\ C/m$的正电荷，试求:

（1）在导线的延长线上与导线B端相距$d_1=5.0\ cm$处P点的电场强度;

（2）在导线的垂直平分线上与导线中点相距$d_2=5.0\ cm$处Q点的场强。

解 书上 (7-2)(参考)

（9）真空中一均匀带电圆环，环半径为R，带电量q，试计算圆环轴线上任一点P的电场强度。

解：书例 (7-3)

§7.2 电通量 高斯定理

一、选择题

（1）关于高斯定理的理解有下面几种说法，其中正确的是（ C ）

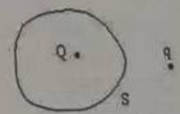
（A）如果高斯面内无电荷，则高斯面上$\vec{E}$处处为零。

（B）如果高斯面上$\vec{E}$处处不为零，则该面内必无电荷。

（C）如果高斯面内有净电荷，则通过该面的电通量必不为零。

（D）如果高斯面上$\vec{E}$处处为零，则该面内必无电荷。

（2）点电荷Q被曲面S所包围,从无穷远处引入另一点电荷q至曲面外一点,如图所示，则引入前后，（ D ）。



（A）曲面S上的电通量变化，曲面上各点场强不变

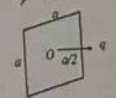
（B）曲面S上的电通量不变，曲面上各点场强不变

（C）曲面S上的电通量变化，曲面上各点场强变化

（D）曲面S上的电通量不变，曲面上各点场强变化

（3）有一边长为a的正方形平面，在其中垂线上距中心O点$a/2$处，有一电荷为q的正点电荷，如图所示，则通过该平面的电场强度通量为（ D ）。

（A）$\frac{q}{3\varepsilon_0}$　　（B）$\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}$



（C）$\frac{q}{3\pi\varepsilon_0}$　　　　　　（D）$\frac{q}{6\varepsilon_0}$

（4）A和B为两个均匀带电球体，A 带电荷$+q$，B带电荷$-q$，作一与A同心的球面S为高斯面，如图所示。则（ D ）。

（A）通过S面的电场强度通量为零，S面上各点的场强为零

（B）通过S面的电场强度通量为$\frac{q}{\varepsilon_0}$，S面上场强的大小为$E=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

（C）通过S面的电场强度通量为$-\frac{q}{\varepsilon_0}$，S面上场强的大小为$E=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

（D）通过S面的电场强度通量为$\frac{q}{\varepsilon_0}$，但S面上各点的场强不能直接由高斯定理求出

二、填空题

（5）一个点电荷q放在立方体中心，则通过立方体一面的电通量为 $\frac{q}{6\varepsilon_0}$ ，若将点电荷由中心向外移动至无限远，则总的电通量为 0 。

（6）有一个球形的橡皮膜气球，电荷q均匀地分布在表面上，在此气球被吹大的过程中，被气球表面掠过的点（该点与球中心距离为r），其电场强度的大小将由 $\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$ 变为 0 。

（7）一半径为R的“无限长”均匀带电圆柱面，其电荷面密度为σ。该圆柱面内、外场强分布为(r表示在垂直于圆柱面的平面上，从轴线处引出的矢径)：

$E(r)=$ 0 $(r<R)$，$E(r)=$ $\frac{R\delta}{\varepsilon_0 r}$ $(r>R)$。

三、简答题

（8）三个相等的电荷放在等边三角形的三个顶点上，问是否可以以三角形中心为球心做一个球面，利用高斯定律求出它们所产生的的场强？对此高斯定律是否成立。

答：

三、计算题

（9）求均匀带电球面和均匀带电球体的电场分布。已知球面半径为R，带电量为q。

书例7-9

（10）均匀带电球壳内半径6 cm，外半径10 cm，电荷体密度为2×10^{-5} C/m^3。试求距球心5 cm，8 cm及12 cm的各点的电场强度。

解：(1) 距球心5cm处，
由高斯定理得
$\Phi_e=\oint\vec{E}\cdot d\vec{S}=\frac{q}{\varepsilon_0}$
$\because q=0$，$\therefore \vec{E}=0$
(2) 距离8cm时
$\Phi_e=\oint\vec{E}\cdot d\vec{S}=\frac{q}{\varepsilon_0}$
$\because q=(\frac{4}{3}\pi r^3-\frac{4}{3}\pi R_内^3)\delta$
$\therefore E=3.4\times10^4$ N/C
(3) 距球心12cm处
$\Phi_e=\oint_S\vec{E}\cdot d\vec{S}=(\frac{4}{3}\pi R_外^3-\frac{4}{3}\pi R_内^3)\delta/\varepsilon_0$
$\therefore E=4.1\times10^4$ N/C

（11）半径为R_1和R_2(R_2大于R_1)的两无限长同轴圆柱面，单位长度上分别带有电量λ和$-\lambda$，试求：（1）$r<R_1$；（2）$R_1<r<R_2$；（3）$r>R_2$处各点的电场强度。

解 例7-7

§7.3 电场力的功 电势

一、选择题

（1）静电场中某点电势的数值等于（ C ）

（A）试验电荷q_0置于该点时具有的电势能

（B）单位试验电荷置于该点时具有的电势能

（C）单位正电荷置于该点时具有的电势能

（D）把单位正电荷从该点移到电势零点外力所作的功

（2）关于静电场中某点电势值的正负，下列说法中正确的是（ C ）

（A）电势值的正负取决于置于该点的试验电荷的正负

（B）电势值的正负取决于电场力对试验电荷作功的正负

（C）电势值的正负取决于电势零点的选取

（D）电势值的正负取决于产生电场的电荷的正负

（3）一半径为R的均匀带电球面，带有电荷Q。若规定该球面上的电势值为零，则无限远处的电势将等于（ C ）

（A）$\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}$　　（B）0　　（C）$-\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}$　　（D）∞

二、填空题

（4）真空中，有一均匀带电细圆环，电荷线密度为λ，其圆心处的电场强度大小$E_0=$ 0 ，电势$U_0=$ $\frac{\lambda}{2\varepsilon_0}$ 。(选无穷远处电势为零)

（5）静电场的环路定理的数学表示式为：$\oint E\cdot dl=0$。该式的物理意义是：在静电场中，电场强度E的环流恒等于零，这一结论称为静电场的环流定理

该定理表明，静电场是 保守 场。

（6）图示为一边长均为a的等边三角形，其三个顶点分别放置着电荷为q、$2q$、$3q$的三个正点电荷，若将一电荷为Q的正点电荷从无穷远处移至三角形的中心O处，则外力需作功

$A=$ $\frac{3\sqrt{3}Qq}{2\pi\varepsilon_0 a}$ 。

三、计算题

（7）求均匀带电球面的电场中电势的分布。设球面半径为R，总电量为q。

解：例(7-9)

（8）电荷q均匀分布在长为$2L$细杆上，求在杆外延长线上与杆端距离为a的p点的电势（设无穷远处为电势零点）。

解：由距离杆为a的P点电场强度为

$$E=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 a(a+2L)}$$ 方向沿直杆方向

由电势公式 $U_P=\int_P^\infty \vec{E}\cdot d\vec{r}$ 得

$$U_P=\int_P^\infty \vec{E}\cdot d\vec{r}=\int_a^\infty \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r(r+2L)}dr$$

$$=\frac{q}{8L\pi\varepsilon_0}\ln\frac{a+2l}{a}$$

(9) 若电荷以相同的面密度σ均匀分布在半径分别为$R_1 = 10\ cm$和$R_2 = 20\ cm$的两个同心球面上，设无穷远处电势为零，已知球心电势为300 V，试求两球面的电荷面密度σ的值。$\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\ C^2/N\cdot m^2$

解：(1)同心圆心的电场强度分布

$$\vec{E} = \begin{cases} 0 & r<R_1 \\ \dfrac{4\pi R_1^2\sigma}{4\pi\varepsilon_0 r^2} & R_1<r<R_2 \\ \dfrac{4\pi R_1^2\sigma+4\pi R_2^2\sigma}{4\pi\varepsilon_0 r^2} & r>R_2 \end{cases}$$

(2) 球心电势

$$U_0 = \int_0^\infty \vec{E}\cdot d\vec{r} = \int_0^{R_1}\vec{E}\cdot d\vec{r} + \int_{R_1}^{R_2}\vec{E}\cdot d\vec{r} + \int_{R_2}^{\infty}\vec{E}\cdot d\vec{r}$$

$$= 300V$$

$$\therefore \sigma = 8.85\times10^{-9}\ C/m^2$$

§7.4 静电场的导体和电介质

一、选择题

(1) 在电场中的导体内部的（ C ）

(A) 电场和电势均为零

(B) 电场不为零，电势均为零

(C) 电势和表面电势相等

(D) 电势低于表面电势

(2) 对于带电的孤立导体球（　　）

(A) 导体内的场强与电势大小均为零

(B) 导体内的场强为零，而电势为恒量

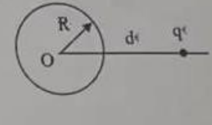
(C) 导体内的电势比导体表面高

(D) 导体内的电势与导体表面的电势高低无法确定

(3) 将一个带正电的带电体A从远处移到一个不带电的导体B附近，导体B的电势将（ A ）

(A) 升高　(B) 降低　(C) 不会发生变化　(D) 无法确定

(4) 如图所示将一个电荷量为q的点电荷放在一个半径为R的不带电的导体球附近，点电荷距导体球球心为d，如图所示。设无穷远处为零电势，则在导体球球心O点有（ A ）



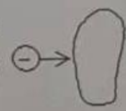
(A) $E = 0, V = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 d}$　(B) $E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 d^2}, V = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 d}$

(C) $E = 0, V = 0$　(D) $E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 d^2}, V = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 R}$

二、填空题

(5) 在一个带正电荷的金属球附近，放一个带正电的点电荷q_0，测得q_0所受的力为F，则F/q_0的值一定__小__于不放 q_0 时该点原有的场强大小。(填大、等、小)

(6) 如图所示，将一负电荷从无穷远处移到一个不带电的导体附近，则导体内的电场强度__0__，导体的电势__减小__。(填增大、不变、减小)



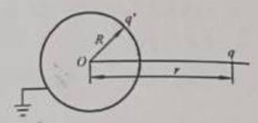
三、简答题

(7) 什么是静电平衡状态？静电平衡的条件是什么？

当导体中的自由电子没有定向运动时，我们称导体处于静电平衡状态。导体的平衡条件是：导体内部的电场强度为零，在导体表面附近电场强度沿表面的法线方向

四、计算题

（8）在一个接地的导体球附近有一个电量为q的点电荷，已知球半径为R，点电荷距球心的距离为l，求导体球表面感应电荷的总电量q'。



解：例(7-12)

§7.5 电容 电容器和§7.6 电场的能量

一、选择题

（1）极板间为真空的平行板电容器，充电后与电源断开，将两极板用绝缘工具拉开一些距离，则下列说法正确的是（ D ）

（A）电容器极板上电荷面密度增加

（B）电容器极板间的电场强度增加

（C）电容器的电容不变

（D）电容器极板间的电势差增大

（2）如果某带电体其电荷分布的体密度增大为原来的 2 倍，则其电场的能量变为原来的（ C ）

（A）2倍　（B）1/2倍　（C）4倍　（D）1/4倍

二、填空题

$U = E\frac{1}{3}d \times 2 = \frac{2}{3}Ed = U$. $\frac{Q}{C} = U$. $C = \frac{\varepsilon S}{d}$.

（3）一空气平行板电容器，两极板间距为d，充电后板间电压为U。然后将电源断开，在两板间平行地插入一厚度为$d/3$的金属板，则板间电压变成U' = $\frac{2}{3}U$。

（4）一平行板电容器充电后切断电源，若使二极板间距离增加，则二极板间场强 不变 ，电容 减小 。(填增大或减小或不变)

三、计算题

（5）计算球形电容器的电容和能量。已知球形电容器的内外半径分别为R_1和R_2，带电量分别为Q和$-Q$。为简单起见，设球内外介质电常数均为ε_0。

解：∵球壳之间的电场强度为$E = \frac{Q}{4\pi r^2 \varepsilon_0}$

∴球壳之间的电势差$\Delta U = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$

∴两球壳之间的电容为$C = \frac{Q}{\Delta U} = \frac{4\pi\varepsilon_0 R_1 R_2}{R_2 - R_1}$

∴球形电容器的能量

$W = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{Q^2}{8\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$

（6）两个半径分别为R_1和R_2的同心球壳，中间是空气，构成一球形电容器，设所带电量分别为$+Q$和$-Q$且均匀分布，求：

（1）两球壳之间的电场强度；

（2）两球壳之间的电势差；

（3）电容器的电容。

解：(1) 利用高斯定理 $\oint \vec{E}\cdot d\vec{s} = \sum^{n} q/\varepsilon_0$ 得两球之间$(R_1<r<R_2)$电场强度大小 $E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

(2) 利用两点电势差公式 $U_{ab} = \int_a^b \vec{E}\cdot d\vec{r}$ 得两球之间的电势差

$U = \int_{R_1}^{R_2} \vec{E}\cdot d\vec{r} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$

(3) 电容器的电容

$C = \frac{Q}{U} = \frac{4\pi\varepsilon_0 R_1 R_2}{R_2 - R_1}$

第八章 稳恒磁场

§8.1 电流 电动势和§8.2 磁场 磁感应强度

一、选择题

（1）通以稳恒电流的长直导线，在其周围空间（ $\cancel{C}$ ） B

（A）只产生电场　　（B）只产生磁场

（C）既产生电场，又产生磁场　　（D）既不产生电场，也不产生磁场

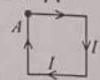
（2）将通有电流为I的无限长直导线折成半圆形细导线，已知半圆环的半径为R，$B=\int_L dB=\int_L \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Idl\times \vec{e}_r}{r^2}$

则圆心O点的磁感应强度大小为（ D ）

（A）$\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I}{R}$　（B）$\frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I}{R}$　（C）0　（D）$\frac{\mu_0}{4}\frac{I}{R}$

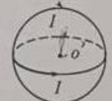
（3）边长为l的正方形线圈中通有电流I，此线圈在A点产生的磁感强度B为（ A ）

（A）$\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{4\pi l}$　（B）$\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{2\pi l}$　（C）$\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi l}$　（D）以上均不对



（4）两个载有相等电流I的半径为R的圆线圈一个处于水平位置，一个处于竖直位置，两个线圈的圆心重合，则在圆心O处的磁感应强度大小为多少（ C ）

（A）0　（B）$\frac{\mu_0 I}{2R}$　（C）$\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{2R}$　（D）$\frac{\mu_0 I}{R}$

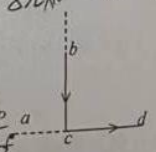


二、填空题

$(1-\frac{1}{\sqrt{2}})$　$\frac{\mu_0 I}{4\pi}\frac{2-\sqrt{2}}{2}\frac{1}{l}$　$\frac{\mu_0 I}{4\pi}\frac{2\sqrt{2}}{2}\sqrt{2}$

（5）将通有电流为I的无限长直导线折成1/4圆环形状，已知半圆环的半径为R，则圆心O点的磁感应强度大小为 $\frac{\mu_0 I}{8R}$ 。

（6）一条无限长载流导线折成如图示形状，导线上通有电流$I=10A$。P点在cd的延长线上，它到折点的距离$a=2cm$，则P点的磁感强度$B=$ $\frac{\mu_0 I}{8\pi a}$　5×10^{-5}T



$dB=\frac{\frac{\mu_0}{4\pi}Idy\frac{a}{\sqrt{a^2+y^2}}}{a^2+y^2}=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Ia}{(a^2+y^2)^{\frac{3}{2}}}dy$　$\frac{1}{(a^2+y^2)^{\frac{1}{2}}}$

$B=\frac{\mu_0 Ia}{4\pi}\int\frac{1}{(a^2+y^2)^{\frac{3}{2}}}dy=\frac{\mu_0 Ia}{8\pi}\int_0^{\infty}\frac{1}{(a^2+y^2)^{\frac{3}{2}}}dy^2=\frac{\mu_0 Ia}{8\pi}\left[\frac{1}{a}-0\right]=\frac{\mu_0 Ia}{8\pi}$

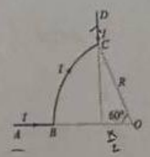
三、简答题

（7）请简述毕奥–萨伐尔定律并写出其数学表达式。

载流导线上有一电流元Idl，在真空中某点P处的磁感强度dB的大小，与电流元的大小Idl成正比，与电流元Idl到点P的位置矢量r间的夹角θ的正弦成正比，并与电流元到点P的距离r的二次方成反比 ∴ $dB=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Idl\sin\theta}{r^2}=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Idl\times\vec{e}_r}{r^2}$ 就是毕奥–萨伐尔定律

四、计算题

（8）如图所示，AB、CD为长直导线，BC为圆心在O点的一段圆弧形导线，其半径为R。若通以电流I，求O点的磁感应强度。



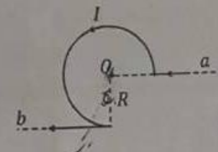
解：O点的磁感应强度B

$B_O=\int_{AB}dB+\int_{BC}dB+\int_{CD}dB$

$=0+\frac{\mu_0 I}{4\pi}\frac{\frac{\pi}{3}R}{R^2}+\frac{\mu_0 I}{2\pi R}\int_{\frac{\pi}{3}}^{\frac{\pi}{2}}\cos\theta\, d\theta$

$=\frac{\mu_0 I}{12R}+\frac{\mu_0 I(1-\frac{\sqrt{3}}{2})}{2\pi R}=\frac{\mu_0 I}{2\pi R}(1-\frac{\sqrt{3}}{2}+\frac{\pi}{6})$，方向垂直纸面向里.

（9）一载流导线弯成如图所示形状，通有电流I，a、b端伸到无限远处，且彼此平行，相距为R，求圆心O点的磁感应强度。



解：

$B=\int_L dB+\frac{\mu_0 I\frac{3}{2}\pi R}{4\pi R^2}+\frac{\mu_0 I}{4\pi R}$

$=\frac{3\mu_0 I}{8R}+\frac{\mu_0 I}{4\pi R}$

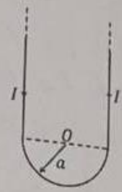
$=\frac{3\mu_0 I}{8R}+\frac{\mu_0 I}{4\pi R}$

（10）通有电流I的无限长直导线弯成如图所示的形状，求圆心O点处的磁感应强度。

解：~~B_0~~

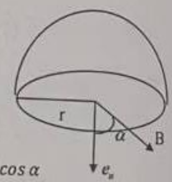
$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi R}\times 2 + \frac{\mu_0 I}{4\pi R}\times\pi$

$= \frac{\mu_0 I}{2\pi R} + \frac{\mu_0 I}{4R}$



§8.3 安培环路定理

一、选择题



（1）一个半径为r的半球面如图放在均匀磁场中，通过半球面的磁通量为（ D ）

（A）$2\pi r^2 B$　（B）$\pi r^2 B$　（C）$2\pi r^2 B\cos\alpha$　（D）$\pi r^2 B\cos\alpha$

（2）在真空稳恒磁场中，安培环路定理的数学表达式为（ B ）

（A）$\oint_l \vec{B}\cdot d\vec{l} = \frac{\sum I}{\mu_0}$　　（B）$\oint_l \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 \sum I$

（C）$\oint_l \vec{B} d\vec{l} = \frac{\sum I}{\mu_0}$　　（D）$\oint_l \vec{B} d\vec{l} = \mu_0 \sum I$

（3）下列说法正确的是（ B ）

（A）闭合回路上各点磁感强度都为零时，回路内一定没有电流穿过

（B）闭合回路上各点磁感强度都为零时，回路内穿过电流的代数和必定为零

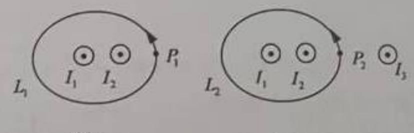
（C）磁感强度沿闭合回路的积分为零时，回路上各点的磁感强度必定为零

（D）磁感强度沿闭合回路的积分不为零时，回路上任意一点的磁感强度都不可能为零

（4）在图(a)和(b)中各有一半经相同的圆形回路L_1、L_2，圆周内有电流I_1、I_2，其分布相同，且均在真空中，但在(b)图中 回路外有电流I_3，P_1、P_2为两圆形回路上的对应点，则（ C ）

（A）$\oint_{L_1}\vec{B}\cdot d\vec{l} = \oint_{L_2}\vec{B}\cdot d\vec{l}, B_{P_1} = B_{P_2}$　（B）$\oint_{L_1}\vec{B}\cdot d\vec{l} \neq \oint_{L_2}\vec{B}\cdot d\vec{l}, B_{P_1} = B_{P_2}$

（C）$\oint_{L_1}\vec{B}\cdot d\vec{l} = \oint_{L_2}\vec{B}\cdot d\vec{l}, B_{P_1} \neq B_{P_2}$　（C）$\oint_{L_1}\vec{B}\cdot d\vec{l} \neq \oint_{L_2}\vec{B}\cdot d\vec{l}, B_{P_1} \neq B_{P_2}$



(a)　　(b)

选择题 4 图

（5）在一圆形电流I所在的平面内，选取一个同心圆形闭合回路L，则由安培环路定理可知（ B ）

（A）$\oint_L \vec{B}\cdot d\vec{l} = 0$，且环路上任意一点$B = 0$

（B）$\oint_L \vec{B}\cdot d\vec{l} = 0$ ，且环路上任意一点$B \neq 0$

（C）$\oint_L \vec{B}\cdot d\vec{l} \neq 0$，且环路上任意一点$B \neq 0$

（D）$\oint_L \vec{B}\cdot d\vec{l} \neq 0$，且环路上任意一点$B =$ 常量

二、填空题

有旋场，保守场

（6）磁场的高斯定理表明磁场是 无源 场。

（7）磁场的高斯定理表明通过任意闭合曲面的磁通量必等于 零 。

（8）计算有限长的直线电流产生的磁场 能 用毕奥–萨伐尔定律，而 不能 用安培环路定理求解（填能或不能）。

（9）$\oint_l \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 \sum I$ 是 安培环路定理 ，它所反映的物理意义是 在真空中的稳恒电流磁场中，磁感应强度B沿任意闭合曲线L的线积分，等于穿过这个闭合曲线的所有电流强度的代数和的μ_0倍

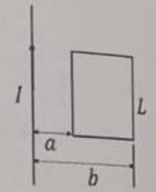
三、简答题

（9）用安培环路定理能否求有限长一段载流直导线周围的磁场？

不能，因为有限长载流导线周围磁场没有轴对称性.

四、计算题

（10）如图所示，长直导线中的电流为I，矩形线圈长为L，其近边与导线距离a，远边与导线距离b。求通过线圈的磁通量。



解：在

$$B=\frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$\Phi_m=\int \vec{B}\cdot d\vec{S}=\frac{\mu_0 I}{2\pi}\int_a^b \frac{1}{r}\, L\, dr.$$

$$=\frac{\mu_0 I L}{2\pi}\cdot\int_a^b \frac{1}{r}dr.$$

$$=\frac{\mu_0 I L}{2\pi}\ln\frac{b}{a}.$$

（11）在半径为R的无限长圆柱形导体中，电流I沿轴向流动，且电流在截面积上的分布是均匀的，求无限长载流圆柱体内外的磁感应强度的大小。

解：同轴圆

则 $r>R$时

$$\oint B\,dl=\mu_0 I$$

$$\therefore B=\frac{\mu_0 I}{2\pi r}.$$

当 $r<R$时

$$\oint B\,dl=\mu_0\frac{I}{\pi R^2}\pi r^2.$$

$$B\,2\pi r=\frac{\mu_0 I r^2}{R^2}.$$

$$B=\frac{\mu_0 I r}{2\pi R^2}.$$

§8.4 磁场对载流导线的作用

一、选择题

（1）两无限长平行直导线的距离为d，各自通有电流为I_1和I_2，且电流的流向相同，则（B）

（A）两导线上每单位长度所受的相互排斥力为$\frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I_1I_2}{d}$

（B）两导线上每单位长度所受的相互吸引力为$\frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I_1I_2}{d}$

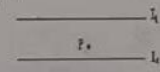
（C）两导线上每单位长度所受的相互吸引力为$\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I_1I_2}{d}$

（D）两导线之间没有相互作用力

（2）两平行的无限长载流直导线，分别通有电流I_1和I_2，如图所示。已知其中间P点处的磁感强度$B=0$，则两电流I_1和I_2的大小和方向（A）

（A）$I_1>I_2$，同向　　（B）$I_1>I_2$，反向

（C）$I_1<I_2$，同向　　（D）$I_1<I_2$，反向



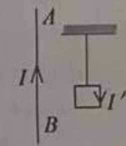
（3）把轻的正方形线圈用细线挂在载流直导线AB的附近，两者在同一平面内，直导线AB固定，线圈可以活动。当正方形线圈通以如图所示的电流时线圈将（D）

（A）不动

（B）发生转动，同时靠近导线AB

（C）发生转动，同时离开导线AB

（D）靠近导线AB



（4）在同一平面上依次有a、b、c三根等距离平行放置的长直导线，通有同方向的电流依次为$1\,A$、$2\,A$、$3\,A$，它们所受力的大小依次为F_a、F_b、F_c，则F_b/F_c为（B）

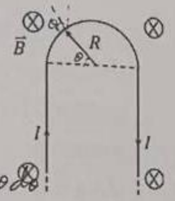
（A）4/9　（B）8/15　（C）8/9　（D）1

二、填空题

（5）如图所示，平行放置在同一平面内的三条载流长直导线，要使导线AB所受的安培力等于零，则x等于 $\frac{a}{3}$ 。

三、计算题

（6）一通有电流为I的导线，弯成如图所示的形状，放在磁感强度为B的均匀磁场中，B的方向垂直纸面向里。问此导线受到的安培力为多少？



解 $dF = I d\vec{l} \times \vec{B} = BI dl$

由于对称性，只有竖直方向的力。

$dF_y = dF \sin\theta = BI \sin\theta \, dl$

$l = \theta R$

$\therefore dl = d\theta R$

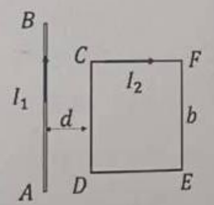
$\therefore dF_y = BI \sin\theta R \, d\theta = BIR \sin\theta d\theta$

$F = F_y = BIR \int_0^{\pi} \sin\theta d\theta$

$= 2BIR$

（7）在长直导线AB内通以电流$I_1 = 20\ A$，在矩形线圈$CDEF$中通有电流$I_2 = 10\ A$，AB与线圈共面，且CD, EF都与AB平行。已知$a = 9.0\ cm, b = 20.0\ cm, d = 1.0\ cm$，求：（1）导线$AB$的磁场对矩形线圈每边所作用的力；

（2）矩形线圈所受合力。



解：在磁线上取dl，则 $F_{ab} = \int_a^b I d\vec{l} \times \vec{B}$

$\because d\vec{l}$与$\vec{B}$夹角不变等于$\frac{\pi}{2}$.

(1) F_{CD}方向垂直CD向左，大小

$F_{CD} = I_2 b \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d} = 8.0\times10^{-4} N$

(2) F_{EF}方向垂直FE向右 大小

$F_{EF} = I_2 l \frac{\mu_0 I_1}{2\pi(d+a)} = 8.0\times10^{-5} N$

(3) F_{CF}方向垂直于CF向上 大小

$F_{CF} = \int_d^{d+a} \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r} dr = 9.2\times10^{-5} N$

(4) F_{ED}方向垂直ED向下

$F_{ED} = F_{CF} = 9.2\times10^{-5} N$

(5) 合力 $F = F_{CD} + F_{FE}$ 所以

$= 7.2\times10^{-4} N$

方向向左，大小

§8.5 磁场对运动电荷的作用

一、选择题

（1）洛仑兹力可以（ B ）

（A）改变带电粒子的速率　　（B）改变带电粒子的动量

（C）对带电粒子作功　　（D）增加带电粒子的动能

（2）一带电粒子垂直射入均匀磁场，则它将作（ A ）

（A）匀速圆周运动　　（B）变速圆周运动

（C）直线运动　　（D）匀加速直线运动

（3）A、B两个电子都垂直于磁场方向射入一均匀磁场而作圆周运动。A电子的速率是B电子速率的两倍。设R_A、R_B分别为A电子与B电子的轨道半径；T_A、T_B分别为它们各自的周期。则（ D ）

（A）$R_A : R_B = 2$，$T_A : T_B = 2$　　（B）$R_A : R_B = \frac{1}{2}$，$T_A : T_B = 1$

（C）$R_A : R_B = 1$，$T_A : T_B = \frac{1}{2}$　　（D）$R_A : R_B = 2$，$T_A : T_B = 1$

二、填空题

（4）在非均匀磁场中，有一电荷为q的运动电荷。当电荷运动至某点时，其速率为v，运动方向与磁场方向间的夹角为α，此时测出它所受的磁力为f_m。则该运动电荷所在处的磁感强度的大小为 $\frac{f_m}{qv\sin\alpha}$ 。磁力f_m的方向一定垂直于 速度v与磁场组成的平面 。

（5）若把氢原子的基态电子轨道看作是圆轨道，已知电子轨道半径$r = 0.53 \times 10^{-10}\ m$，绕核运动速度大小$v = 2.18 \times 10^8\ m/s$，则氢原子基态电子在原子核处产生的磁感强度$\vec{B}$的大小为 ~~$2.3\times10^{2}$ T~~ 12.4T

$m_e = 9.0\times10^{-31} kg$

$q_e = 1.602\times10^{-19} C$

~~12.4T~~

$\frac{mv^2}{r} = Bqv$　$B = \frac{mv}{qr}$

三、简答题

（6）在同一磁感线上，各点磁感应强度$\vec{B}$的数值是否相等？为何不把作用于运动

等效电流 $I = \frac{e}{T} = \frac{ev}{2\pi r}$

$B = \frac{\mu_0 I}{2r} = \frac{\mu_0 ev}{4\pi r^2} = 12.4 T$ $\times 10^2$

电荷的磁力方向定义为磁感应强度$\vec{B}$的方向？

答：不相等；因磁感线疏密表示磁感应强度的大小。
因~~磁场~~运动电荷所受磁力方向与磁感应强度B的方向垂直，
所以运动电荷的磁力方向与磁感应强度不一致，因此不可
以用运动电荷进行定义

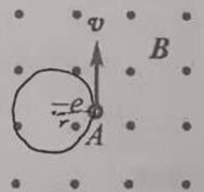
四、计算题

（7）电子在$B = 70 \times 10^{-4}\ T$的匀强磁场中作圆周运动，圆周半径$r = 3.0\ cm$。已知$\vec{B}$垂直于纸面向外，某时刻电子在A点，速度$\vec{v}$向上。

求：（1）试画出这电子运动的轨道；

（2）求这电子速度$\vec{v}$的大小；

（3）求这电子的动能E_k。



解 $f = \frac{mv^2}{r} = Bqv$

$v = \frac{Bqr}{m} = 3.7 \times 10^7 m/s$

$E_K = \frac{1}{2}mv^2 = 6.16 \times 10^{-16} J$

（8）一铜片厚为$d = 1.0\ mm$，放在$B = 1.5\ T$的磁场中，磁场方向与铜片表面垂直。已知铜片里每立方厘米有8.4×10^{22}个自由电子，每个电子的电荷大小为$-e = -1.6 \times 10^{-19}\ C$，当铜片中垂直于磁场方向通有$I = 200\ A$的电流时，求铜片两侧的霍尔电势差。

解：铜片两侧的霍尔电势差$u = \frac{1}{nq}\frac{IB}{d}$，其中$n = 8.4 \times 10^{22} \div 10^{-6}$
$= 8.4 \times 10^{28}$，把厚度、磁感应强度大小、电量、电流大小，载流
子数密度带入霍尔电势差中，得到

$u = \frac{1}{nq}\frac{IB}{d} = 2.23 \times 10^{-5} V$.

§8.6 磁介质

一、选择题

（1）磁介质有三种，用相对磁导率μ_r表征它们各自的特性时，（　）

（A）顺磁质$\mu_r > 0$，抗磁质$\mu_r < 0$，铁磁质 $\mu_r >> 1$

（B）顺磁质$\mu_r > 1$，抗磁质 $\mu_r = 1$，铁磁质 $\mu_r >> 1$

（C）顺磁质$\mu_r > 1$，抗磁质 $\mu_r < 1$，铁磁质$\mu_r >> 1$

（D）顺磁质$\mu_r < 0$，抗磁质$\mu_r < 1$，铁磁质$\mu_r > 0$

（2）顺磁物质的磁导率（　）

（A）比真空的磁导率略小　（B）比真空的磁导率略大

（C）远小于真空的磁导率　（D）远大于真空的磁导率

二、简答题

（3）按照磁性来分类，物质可以分为哪几类，请说出它们之间的区别。

第九章 变化的电磁场

§9.1 电磁感应定律

一、选择题

（1）将形状完全相同的铜环和木环静止放置在交变磁场中，并假设通过两环面的磁通量随时间的变化率相等，不计自感时则（ A ）

（A）铜环中有感应电流，木环中无感应电流

（B）铜环中有感应电流，木环中有感应电流

（C）铜环中感应电场强度大，木环中感应电场强度小

（D）铜环中感应电场强度小，木环中感应电场强度大

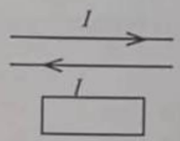
（2）两根无限长平行直导线载有大小相等方向相反的电流I，并各以dI/dt的变化率增长，一矩形线圈位于导线平面内(如图)，则（ B ）

（A）线圈中无感应电流

（B）线圈中感应电流为顺时针方向

（C）线圈中感应电流为逆时针方向

（D）线圈中感应电流方向不确定



二、填空题

（3）只要有运动电荷，其周围就有 磁场 产生；而法拉第电磁感应定律表明，只要 磁通量 发生变化，就有 感应电动势 产生。

（4）电磁感应就是由 磁 生 电 的现象，其主要定律为 法拉第电磁感应定律 其中它的方向是由 楞次定律 定律来决定，即 感应电流的效果 总是反抗引起感应电流的原因。

三、计算题

（5）在磁感应强度B为 0.4 T的均匀磁场中放置一圆形回路，回路平面与B垂直，

回路的面积与时间的关系为：$S = 5t^2 + 3\ (cm^2)$，求$t = 2\ s$时回路中感应电动势的大小？

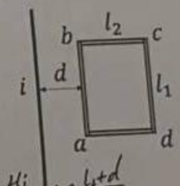
解：磁通量 $\Phi_m = B \cdot S$ ∵ B为匀强磁场。

$\therefore \varepsilon = \frac{d\Phi_m}{dt} = -B\frac{ds}{dt} = -B(10t) = -4t \times 10^{-4}$

当 $t = 2s$ 时，感 $\varepsilon = -4\times 2 = -8V$

所以 $t = 2s$ 时回路中感应电动势为 $-8V \times 10^{-4}$

（6）一根无限长直导线载有交流电流$i = I_0 \sin\omega t$，旁边有一共面的矩形线圈$abcd$，如图所示，其$ab = l_1, bc = l_2$，ab与直导线平行且相距d，求线圈中的感应电动势的大小？



解：无限长直导线在周围产生磁感应强度

$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi x}$

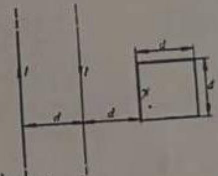
abcd线圈面的磁通量

$\Phi_m = \oint_S B \cdot dS = \int_d^{l_2+d} B \cdot l_1\, dl$

$= l_1 \frac{\mu_0 i}{2\pi}\int_d^{l_2+d}\frac{1}{l}\, dl = l_1 \frac{\mu_0 i}{2\pi} \ln\frac{l_2+d}{d}$

$\therefore \varepsilon = -\frac{d\Phi_m}{dt} = -\frac{l_1\mu_0}{2\pi}\ln\frac{l_2+d}{d} I_0 \omega\cos\omega t$

（7）有两根相距为d的无限长平行直导线，它们通以大小相等流向相反的电流，且电流均以dI/dt的变化率增长。若有一边长为d的正方形线圈与两导线处于同一平面内，求线圈中的感应电动势。



解：线圈的磁感应强度

$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi(a+d)} - \frac{\mu_0 I}{2\pi(a+2d)}$

穿过线圈的磁通量

$\Phi_m = \int_0^d B d\, da = \frac{d\mu_0 I}{2\pi}\int_0^d \left(\frac{1}{(a+d)} - \frac{1}{(a+2d)}\right) da$

$= \frac{\mu_0 I d}{2\pi}\left[\ln(a+d)\Big|_0^d - \ln(a+2d)\Big|_0^d\right]$

$= \frac{\mu_0 I d}{2\pi}\left[\ln\frac{2d}{d} - \ln\frac{3d}{2d}\right]$

$= \frac{\mu_0 I d}{2\pi}\ln\frac{4}{3}$ $\therefore \varepsilon = -\frac{\mu_0 d}{2\pi}\ln\frac{4}{3}\frac{dI}{dt}$ 方向顺时针

$\varepsilon < 0$ 所以

§9.2 动生电动势与感生电动势

一、选择题

（1）一圆形线圈在均匀磁场中做下列运动时，哪些情况会产生感应电流（ B ）

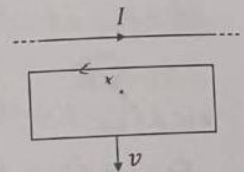
（A）沿垂直磁场方向平移

（B）以直径为轴转动，轴与磁场垂直

（C）沿平行磁场方向平移

（D）以直径为轴转动，轴跟磁场方向平行

（2）一根无限长直导线载有I，一矩形线圈位于导线平面内沿垂直于载流导线方向以恒定速率运动（如图），则（ B ）



（A）线圈中无感应电流

（B）线圈中感应电流为顺时针方向

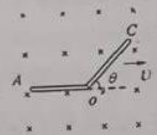
（C）线圈中感应电流为逆时针方向

（D）线圈中感应电流方向无法确定

二、填空题

（3）引起动生电动势的非静电力是 洛伦兹力 引起感生电动势的非静电力是 涡旋电场

（4）如图所示，金属杆AOC以恒定速度v在均匀磁场B中垂直于磁场方向运动，已知$AO = OC = L$，则杆中的动生电动势的大小为 ~~[illegible]~~ $BLv\sin\theta$



（5）半径为a的无限长密绕螺线管，单位长度上的匝数为n，通以交变电流$i = I_m \sin wt$，则围在管外的同轴圆形回路(半径为r)上的感生电动势为 $-\pi a^2$ 。

$-\pi a^2 \mu_0 n I_m \omega \cos \omega t$

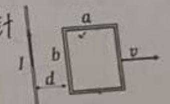
三、简答题

（6）什么是感生电动势和动生电动势?两者有什么区别?

答：书

四、计算题

（7）如图所示，长直导线通以电流$I = 5\,A$，在其右方放一长方形线圈，两者共面。线圈长$b = 0.06\,m$，宽$a = 0.04\,m$，线圈以速度$v = 0.03\,m/s$垂直于直线平移远离。求：$d = 0.05\,m$时线圈中感应电动势的大小和方向。



规定逆时针为正方向 则

解：在$d=0.05m$时 线圈磁通量 方向 顺时针

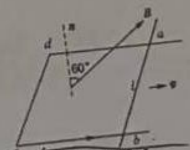
$$\Phi_m = -\int_d^{a+d} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \cdot b\,dr = -\frac{\mu_0 I b}{2\pi} \ln\frac{a+d}{d}$$

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi_m}{dt} = \frac{\mu_0 I b}{2\pi} \frac{d\ln(\frac{a+d}{d})}{dt} = -\frac{\mu_0 I b}{2\pi} \frac{a}{(a+d)d} v = -1.6\times10^{-8}\,V$$

$\varepsilon < 0$ 所以 感应电动势大小为$1.6\times10^{-8}V$ 方向 顺时针方向

~~1.6×10~~$^{-8}\,V$

（8）长度为l的金属杆ab以速率v在导电轨道$abcd$上平行移动。已知导轨处于均匀磁场$\vec{B}$中，$\vec{B}$的方向与回路的法线成60°角(如图所示)，$\vec{B}$的大小为$B = kt$（k为正常）。设$t = 0$时杆位于cd处，求：任一时刻t导线回路中感应电动势的大小和方向。



解：~~动生电动势公式~~

~~$\varepsilon = \int(\vec{v}\times\vec{B})\cdot d\vec{l}$~~

$\Phi_m = \vec{B}\cdot\Delta\vec{S} = kt \cdot l\,(\text{[illegible]}vt)\cos 60°$

$= k t l (\text{[illegible]}) vt \frac{1}{2}$

$= \frac{1}{2} k l v t^2$

$\varepsilon = -\frac{d\Phi_m}{dt} = klvt$

$\Phi_m = kvl\cos\theta\, t^2$.

$\varepsilon_1 = 2kvl\cos\theta\, t$.

规定逆时针方向为正方向 则

$\Phi_m = \vec{B}\cdot\Delta\vec{S} = \frac{1}{2}klvt^2$

由法拉第电磁感应定律

$\varepsilon = -\frac{d\Phi_m}{dt} = -klvt$

$\varepsilon < 0$ 所以感应电动势的方向为逆时针方向

§9.3 自感应与互感应

一、选择题

（1）下列概念正确的是（ B ）

（A）感应电场也是保守场

（B）感应电场的电场线是一组闭合曲线

（C）$\Phi_m = LI$，因而线圈的自感系数与回路的电流成反比

（D）$\Phi_m = LI$，回路的磁通量越大，回路的自感系数也一定大

（2）关于自感和自感电动势，说法正确的是（ D ）

（A）自感L与通过线圈的磁通量成正比，与线圈中的电流成反比

（B）当线圈中有电流时才有自感，无电流时没有自感

（C）线圈中的电流越大，自感电动势越大

（D）以上说法都不正确

（3）对于单匝线圈取自感系数的定义式为$L = \Phi_m/I$。当线圈的几何形状、大小及周围磁介质分布不变，且无铁磁性物质时，若线圈中的电流强度变小，则线圈的自感系数L（ C ）

（A）变大，与电流成反比关系

（B）变小

（C）不变

（D）变大，但与电流不成反比关系

二、填空题

（4）一自感线圈中，电流强度在0.002 s内均匀地由10 A增加到12 A，此过程中线圈内自感电动势为400 V，则线圈的自感系数为$L =$ 0.4 。

$400 = L\frac{2}{0.002}$

$$\begin{cases} L = \Phi_m/I \\ \frac{d\Phi_m}{dt} = 400V \end{cases}$$

$\frac{400 \times 0.002}{2}$

三、简答题

（5）自感和互感有什么区别？

侧答(中)

四、计算题

（6）两线圈顺串联后总自感为 1.0 H，在它们的形状和位置都不变的情况下，反串联后总自感为 0.4 H。试求：它们之间的互感。

解：由顺串联知 $L = L_1 + L_2 + 2M = 1.0H$

由反串联知 $L = L_1 + L_2 - 2M = 0.4H$

$\therefore 4M = 0.6H$

$M = 0.15H$

即它们之间互感为 0.15H.

§9.4 磁场能量

一、选择题

（1）用线圈的自感L表示载流线圈磁场能量的公式$W_m = \frac{1}{2}LI^2$，则（ D ）

（A）只适用于无限长密绕螺线管

（B）只适用于单匝圆线圈

（C）只适用于一个匝数很多，且密绕的线环

（D）适用于自感L一定的任意线圈

第十章 波动光学

§10.1 杨氏双缝干涉

一、选择题

（1）在双缝干涉实验中，如果拉大光屏与双缝之间的距离，则光屏上的条纹间距将（ C ）

（A）不变　　（B）变小　　（C）变大　　（D）不能确定

（2）在双缝干涉实验中，为使屏上的干涉条纹间距变大，可以采取的办法是（ B ）

（A）使屏靠近双缝　　（B）使两缝的间距变小

（C）把两缝的宽度稍微调窄　　（D）改变波长较小的单色光源

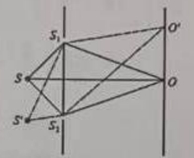
（3）在双缝干涉实验中，若单色光源S到两缝S_1、S_2距离相等，则观察屏上中央明条纹位于图中O处，现将光源S向下移动到图中的S'位置，则（ B ）

（A）中央明纹向上移动，且条纹间距增大

（B）中央明纹向上移动，且条纹间距不变

（C）中央明纹向下移动，且条纹间距增大

（D）中央明纹向下移动，且条纹间距不变



二、填空题

（4）若在杨氏双缝干涉装置中，将狭缝S沿平行于双缝S_1与S_2联线的方向下移一微小距离，则屏上的干涉条纹将 上移 （填不变，上移或下移）。

（5）干涉相长的条件是两列波的相位差为π的 偶数 倍。（填奇数或偶数）

（6）光是 横 波（填横或纵），光具有 波动 性和 粒子 性，即波粒二象性。

三、计算题

（7）在双缝干涉实验中，用波长$\lambda=546.1\ nm$的单色光照射，双缝与屏的距

离$d'=300mm$。测得中央明纹两侧的两个第五级明条纹的间距为$12.2\ mm$，求双缝间的距离。

解：条纹间距：$\Delta x=\frac{D\lambda}{d}$

两个第五级明条纹间有11条条纹，共有十个条纹间间距，

因此 $\Delta x=\frac{12.2}{10}=1.22mm$

利用 $\Delta x=\frac{D\lambda}{\Delta x}=1.34\times10^{-4}m$

§10.2 薄膜干涉

一、填空题

（1）波长为λ的单色光垂直照射在由两块平玻璃板构成的空气劈尖上，测得相邻明条纹间距为L，若将劈尖角增大至原来的2倍，则相邻条纹的间距变为______。

（2）光垂直入射到劈形膜上而干涉，当劈形膜的夹角减小时，干涉条纹劈棱方向移动，干涉条纹间距______。

（3）可见光要产生干涉现象必须满足的条件是：______。

（4）等厚干涉可分为______。

（5）等倾干涉图样是______圆环。

（6）牛顿环中心是______纹（填明或暗）。

二、计算题

（7）如图所示，利用空气劈尖测细丝直径，已知$\lambda=600\ nm$, $L=3.0\times10^{-2}\ m$，测得41条条纹的总宽度为$6.0\times10^{-3}\ m$，求细丝直径。