一、 选择题

1、质点作半径为 R 的变速圆周运动时的加速度大小为(v 表示任一时刻质点的速率)

(A) $\dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$.　　　　(B) $\dfrac{v^2}{R}$.

(C) $\dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}+\dfrac{v^2}{R}$.　　　　(D) $\left[\left(\dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\right)^2+\left(\dfrac{v^4}{R^2}\right)\right]^{1/2}$.

[　　]

2、机枪每分钟可射出质量为 20 g 的子弹 900 颗，子弹射出的速率为 800 m/s，则射击时的平均反冲力大小为

(A) 0.267 N.　　　　(B) 16 N.

(C) 240 N.　　　　(D) 14400 N.

[　　]

3、有一劲度系数为 k 的轻弹簧，原长为 l_0，将它吊在天花板上．当它下端挂一托盘平衡时，其长度变为 l_1．然后在托盘中放一重物，弹簧长度变为 l_2，则由 l_1 伸长至 l_2 的过程中，弹性力所作的功为

(A) $-\int_{l_1}^{l_2} kx\,\mathrm{d}x$.　　　　(B) $\int_{l_1}^{l_2} kx\,\mathrm{d}x$.

(C) $-\int_{l_1-l_0}^{l_2-l_0} kx\,\mathrm{d}x$.　　　　(D) $\int_{l_1-l_0}^{l_2-l_0} kx\mathrm{d}x$.

[　　]

4、在两个质点组成的系统中，若质点之间只有万有引力作用，且此系统所受外力的矢量和为零，则此系统

(A)　动量与机械能一定都守恒．

(B)　动量与机械能一定都不守恒．

(C)　动量不一定守恒，机械能一定守恒．

(D)　动量一定守恒，机械能不一定守恒．

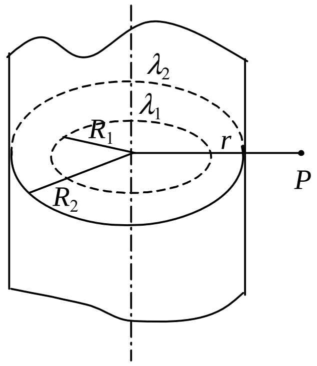
[　　]

5、α 粒子在加速器中被加速，当其质量为静止质量的 3 倍时，其动能为静止能量的

(A)　2 倍．　　(B)　3 倍．　　(C)　4 倍．　　(D)　5 倍．

[　　]

6、如图所示，两个“无限长”的、半径分别为 R_1 和 R_2 的共轴圆柱面，均匀带电，沿轴线方向单位长度上的所带电荷分别为λ_1和λ_2，则在外圆柱面外面、距离轴线为 r 处的 P 点的电场强度大小 E 为：



(A) $\dfrac{\lambda_1+\lambda_2}{2\pi\varepsilon_0 r}$.

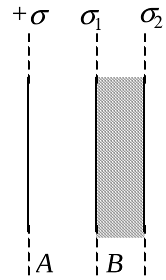
(B) $\dfrac{\lambda_1}{2\pi\varepsilon_0(r-R_1)}+\dfrac{\lambda_2}{2\pi\varepsilon_0(r-R_2)}$.

(C) $\dfrac{\lambda_1+\lambda_2}{2\pi\varepsilon_0(r-R_2)}$.

(D) $\dfrac{\lambda_1}{2\pi\varepsilon_0 R_1}+\dfrac{\lambda_2}{2\pi\varepsilon_0 R_2}$.

[　　　]

7、一“无限大”均匀带电平面 A，其附近放一与它平行的有一定厚度的“无限大”平面导体板 B，如图所示．已知 A 上的电荷面密度为$+\sigma$，则在导体板 B 的两个表面 1 和 2 上的感生电荷面密度为：



(A) $\sigma_1=-\sigma$,　　$\sigma_2=+\sigma$.

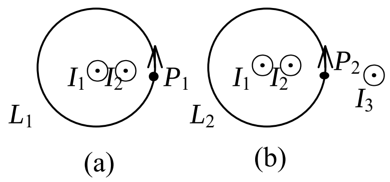
(B) $\sigma_1=-\dfrac{1}{2}\sigma$，　$\sigma_2=+\dfrac{1}{2}\sigma$.

(C) $\sigma_1=-\dfrac{1}{2}\sigma$，　$\sigma_2=-\dfrac{1}{2}\sigma$.

(D) $\sigma_1=-\sigma$,　　$\sigma_2=0$.

[　　　]

8、在图(a)和(b)中各有一半径相同的圆形回路 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 L_2 回路外有电流 I_3，P_1、P_2 为两圆形回路上的对应点，则：



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

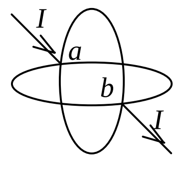
(B) $\oint_{L_1}\vec{B}\cdot \mathrm{d}\vec{l}\neq\oint_{L_2}\vec{B}\cdot \mathrm{d}\vec{l}$，$B_{P_1}=B_{P_2}$.

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

(D) $\oint_{L_1}\vec{B}\cdot \mathrm{d}\vec{l}\neq\oint_{L_2}\vec{B}\cdot \mathrm{d}\vec{l}$，$B_{P_1}\neq B_{P_2}$.

[　　　]

9、如图两个半径为 R 的相同的金属环在 a、b 两点接触(ab 连线为环直径)，并相互垂直放置．电流 I 沿 ab 连线方向由 a 端流入，b 端流出，则环中心 O 点的磁感强度的大小为



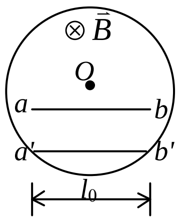
(A) 0.　　　(B) $\dfrac{\mu_0 I}{4R}$.

(C) $\dfrac{\sqrt{2}\mu_0 I}{4R}$.　　　(D) $\dfrac{\mu_0 I}{R}$.

(E) $\dfrac{\sqrt{2}\mu_0 I}{8R}$.

[　　　]

10、在圆柱形空间内有一磁感强度为 $\vec{B}$ 的均匀磁场，如图所示，$\vec{B}$ 的大小以速率 dB/dt 变化．有一长度为 l_0 的金属棒先后放在磁场的两个不同位置 1(ab)和 2(a' b')，则金属棒在这两个位置时棒内的感应电动势的大小关系为



(A)　ε2＝ε1≠0．　　　(B)　ε2>ε1．

(C)　ε2<ε1．　　　(D)　ε2＝ε1＝0．

［　　　］

二、填空题

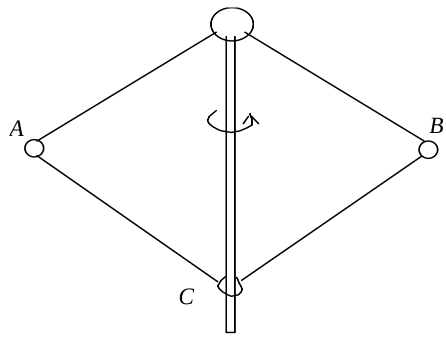
1、一个质量为 m 的质点，沿 x 轴作直线运动，受到的作用力为

$$\vec{F} = F_0 \cos\omega t \,\vec{i} \quad \text{(SI)}$$

$t = 0$ 时刻，质点的位置坐标为 x_0，初速度 $\vec{v}_0 = 0$．则质点的位置坐标和时间的关系式是

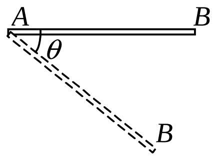
$x =$____

2、如图所示，钢球 A 和 B 质量相等，正被绳牵着以 ω_0=4 rad/s 的角速度绕竖直轴转动，二球与轴的距离都为 r_1=15 cm．现在把轴上环 C 下移，使得两球离轴的距离缩减为 r_2=5 cm．则钢球的角速度 ω=__________．



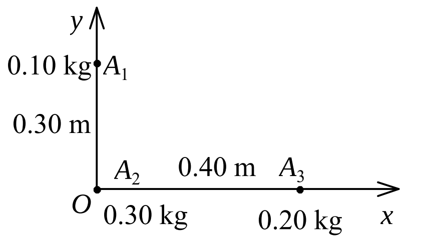
3、质量 m＝1 kg 的物体，在坐标原点处从静止出发在水平面内沿 x 轴运动，其所受合力方向与运动方向相同，合力大小为 F＝3＋2x (SI)，那么，物体在开始运动的 3 m 内，合力所作的功 W＝________________；且 x＝3 m 时，其速率 v＝________________________．

4、如图所示，一匀质细杆 AB，长为 l，质量为 m．A 端挂在一光滑的固定水平轴上，细杆可以在竖直平面内自由摆动．杆从水平位置由静止释放开始下摆，当下摆 θ 角时，杆的角速度为



___________________．(杆对 A 点转动惯量为 $\frac{1}{3}ml^2$)

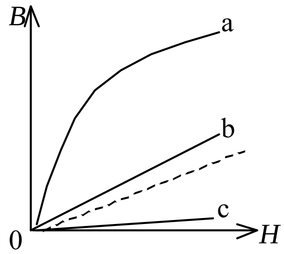
5、如图所示的质点组 A_1、A_2、A_3，其质心坐标为 x_c＝________；y_c＝________．



6、已知空气的击穿场强为 30 kV/cm，空气中一带电球壳直径为 1 m，以无限远处为电势零点，则这球壳能达到的最高电势是__________．

7、一平行板电容器，充电后切断电源，然后使两极板间充满相对介电常量为 ε_r 的各向同性均匀电介质．此时两极板间的电场强度是原来的____________倍；电场能量是原来的___________ 倍．

8、图示为三种不同的磁介质的 $B\sim H$ 关系曲线，其中虚线表示的是 $B = \mu_0 H$ 的关系．说明 a、b、c 各代表哪一类磁介质的 $B\sim H$ 关系曲线（填顺磁质、抗磁质或铁磁质）：

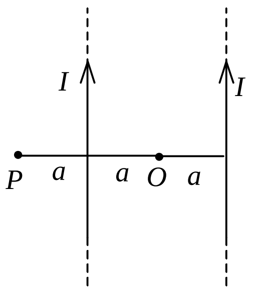


a 代表________________________的 $B\sim H$ 关系曲线．

b 代表________________________的 $B\sim H$ 关系曲线．

c 代表________________________的 $B\sim H$ 关系曲线．

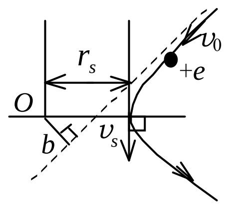
9、真空中两条相距 $2a$ 的平行长直导线，通以方向相同，大小相等的电流 I，O、P 两点与两导线在同一平面内，与导线的距离如图所示，则 O 点的磁场能量密度 w_{mo}=__________，P 点的磁场能量密度 w_{mr}=________________．



10、加在平行板电容器极板上的电压变化率为 1.0×10^6 V/s，在电容器内产生 1.0 A 的位移电流，则该电容器的电容量为_________μF．

三、计算题

1、当一质子通过质量较大带电荷为 Ze 的原子核附近时，原子核可近似视为静止．质子受到原子核的排斥力的作用，它运动的轨道为双曲线，如图所示．设质子与原子相距很远时速度为 $\bar{v}_0$，沿 $\bar{v}_0$ 方向的直线与原子核的垂直距离为 b．试求质子与原子核最接近的距离 r_s．（提示：电荷 q_1，q_2 距离为 r 时，带电系统的电势能为 Kq_1q_2/r，式中 K 为常数；略去质子受到的万有引力作用，有心力场中运动的质点角动量和机械能守恒．）



2、在 K 惯性系中，相距$\Delta x = 5\times10^{6}$ m 的两个地方发生两事件，时间间隔$\Delta t = 10^{-2}$ s；而在相对于 K 系沿正 x 方向匀速运动的 K' 系中观测到这两事件却是同时发生的．试计算在 K′ 系中发生这两事件的地点间的距离$\Delta x'$ 是多少？

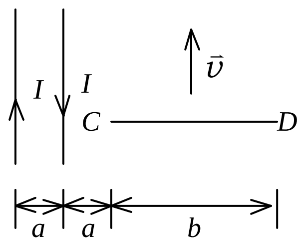
3、一半径为 R 的带电球体，其电荷体密度分布为

$$\rho = \frac{qr}{\pi R^{4}} \quad (r\leqslant R) \qquad (q\ 为一正的常量)$$

$$\rho = 0 \qquad (r>R)$$

试求：(1) 带电球体的总电荷；(2) 球内、外各点的电场强度．

4、两相互平行无限长的直导线载有大小相等方向相反的电流，长度为 b 的金属杆 CD 与两导线共面且垂直，相对位置如图．CD 杆以速度$\bar{v}$ 平行直线电流运动，求 CD 杆中的感应电动势，并判断 C、D 两端哪端电势较高？



参考答案

一．选择题

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

二．填空题

1. $\dfrac{F_0}{m\omega^2}(1-\cos\omega t)+x_0$　　(SI)

2. 36 rad/s　　参考解：系统对竖直轴的角动量守恒．　$\omega=\omega_0 r_1^2/r_2^2=36$ rad/s

3. 18 J　　　6 m/s

4. $\omega=\sqrt{3g\sin\theta/l}$

5. 0.13m　　　0.05m

6. 1.5×10^6 V

7. $1/\varepsilon_r$　　　$1/\varepsilon_r$

8. 铁磁质　　顺磁质　　抗磁质

9. 0　　　$2\mu_0 I^2/(9\pi^2a^2)$

10. 1

三．计算题

1. 解：以原子核为坐标原点，作用在质子上的力为有心力，故质子对 O 点的角动量守恒

$$m\upsilon_0 b=m\upsilon_s r_s \qquad ①$$

式中 υ_s 是质子离原子核最近时的速度，由能量守恒有

$$\text{锐}\quad \frac{1}{2}m\upsilon_0^2=\frac{1}{2}m\upsilon_S^2+KZe^2/r_s \qquad ②$$

由式①和②联立求解得　$r_s=\dfrac{KZe^2}{m\upsilon_0^2}+\sqrt{(\dfrac{KZe^2}{m\upsilon_0^2})^2+b^2}$

2. 解：设两系的相对速度为 υ．根据洛仑兹变换，　对于两事件，有

$$\Delta x=\frac{\Delta x'+\upsilon\Delta t'}{\sqrt{1-(\upsilon/c)^2}}$$

$$\Delta t=\frac{\Delta t'+(\upsilon/c^2)\Delta x'}{\sqrt{1-(\upsilon/c)^2}}$$

由题意：　　$\Delta t'=0$

可得　　$\Delta t=(\upsilon/c^2)\Delta x$

及　　$\Delta x'=\Delta x\sqrt{1-(\upsilon/c)^2}$

由上两式可得　$\Delta x'=[(\Delta x)^2-(c^2\Delta t/c)^2]^{1/2}=[\Delta x^2-c^2\Delta t^2]^{1/2}=4\times10^6$ m

3. 解：(1) 在球内取半径为 r、厚为 $\mathrm{d}r$ 的薄球壳，该壳内所包含的电荷为

$$\mathrm{d}q = \rho \mathrm{d}V = qr\, 4\pi r^2 \mathrm{d}r/(\pi R^4) = 4qr^3 \mathrm{d}r/R^4$$

则球体所带的总电荷为 $\quad Q = \int_V \rho \,\mathrm{d}V = \left(4q/R^4\right)\int_0^r r^3 \,\mathrm{d}r = q$

(2) 在球内作一半径为 r_1 的高斯球面，按高斯定理有

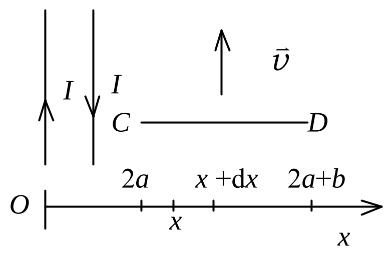
$$4\pi r_1^2 E_1 = \frac{1}{\varepsilon_0}\int_0^{r_1} \frac{qr}{\pi R^4}\cdot 4\pi r^2 \,\mathrm{d}r = \frac{qr_1^4}{\varepsilon_0 R^4}$$

得 $\quad E_1 = \dfrac{qr_1^2}{4\pi\varepsilon_0 R^4} \quad (r_1 \leqslant R)$，$\vec{E}_1$ 方向沿半径向外.

在球体外作半径为 r_2 的高斯球面，按高斯定理有 $4\pi r_2^2 E_2 = q/\varepsilon_0$

得 $\quad \boldsymbol{E}_2 = \dfrac{\boldsymbol{q}}{4\pi\boldsymbol{\varepsilon}_0 \boldsymbol{r}_2^2} \quad (r_2 > R)$，$\vec{E}_2$ 方向沿半径向外.

4.解：建立坐标(如图)则：悛 $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$



$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi x}, \qquad B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi(x-a)}$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi(x-a)} - \frac{\mu_0 I}{2\pi x}, \qquad \vec{B} \text{ 方向} \odot$$

$$\mathrm{d}\varepsilon = Bv\,\mathrm{d}x = \frac{\mu_0 I v}{2\pi}\left(\frac{1}{x-a} - \frac{1}{x}\right)\mathrm{d}x$$

$$\varepsilon = \int \mathrm{d}\boldsymbol{\varepsilon} = \int_{2a}^{2a+b} \frac{\boldsymbol{\mu}_0 \boldsymbol{I}\boldsymbol{v}}{2\boldsymbol{\pi}}\left(\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{x}-\boldsymbol{a}} - \frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{x}}\right) = \frac{\mu_0 I v}{2\pi}\ln\frac{2(a+b)}{2a+b}$$

感应电动势方向为 $C \to D$，D 端电势较高.