一、 选择题

1、对于沿曲线运动的物体，以下几种说法中哪一种是正确的：

(A) 切向加速度必不为零.

(B) 法向加速度必不为零（拐点处除外）.

(C) 由于速度沿切线方向，法向分速度必为零，因此法向加速度必为零.

(D) 若物体作匀速率运动，其总加速度必为零.

(E) 若物体的加速度 $\vec{a}$ 为恒矢量，它一定作匀变速率运动.

[ ]

2、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各一端．他们从同一高度由初速为零向上爬，经过一定时间，甲相对绳子的速率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.

[ ]

3、质量为10 kg的质点，在外力作用下，做曲线运动，该质点的速度为 $\vec{v}=4t^2\vec{i}+16\vec{k}$ (SI)，则在 t = 1 s 到 t = 2 s 时间内，合外力对质点所做的功为

(A) 40 J. (B) 80 J.

(C) 960 J. (D) 1200 J.

[ ]

4、一刚体以每分钟 60 转绕 z 轴做匀速转动($\vec{\omega}$ 沿 z 轴正方向)．设某时刻刚体上一点 P 的位置矢量为 $\vec{r}=3\vec{i}+4\vec{j}+5\vec{k}$，其单位为“$10^{-2}$ m”，若以“10^{-2} m • s^{-1}”为速度单位，则该时刻 P 点的速度为：

(A) $\vec{v}=94.2\vec{i}+125.6\vec{j}+157.0\vec{k}$

(B) $\vec{v}=-25.1\vec{i}+18.8\vec{j}$

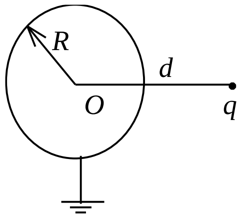
(C) $\vec{v}=-25.1\vec{i}-18.8\vec{j}$

(D) $\vec{v}=31.4\vec{k}$.

[ ]

5、

6、半径为 R 的金属球与地连接．在与球心 O 相距 $d=2R$ 处有一电荷为 q 的点电荷．如图所示，设地的电势为零，则球上的感生电荷 q' 为



(A) 0．　　(B) $\dfrac{q}{2}$．

(C) $-\dfrac{q}{2}$．　　(D) $-q$．

[　　　　]

7、一空气平行板电容器充电后与电源断开，然后在两极板间充满某种各向同性、均匀电介质，则电场强度的大小 E、电容 C、电压 U、电场能量 W 四个量各自与充入介质前相比较，增大(↑)或减小(↓)的情形为

(A)　E↑，C↑，U↑，W↑．

(B)　E↓，C↑，U↓，W↓．

(C)　E↓，C↑，U↑，W↓．

(D)　E↑，C↓，U↓，W↑．

[　　　　]

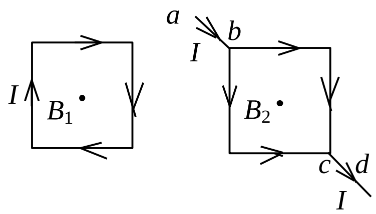
8、边长为 l 的正方形线圈，分别用图示两种方式通以电流 I (其中 ab、cd 与正方形共面)，在这两种情况下，线圈在其中心产生的磁感强度的大小分别为

(A)　$B_1=0$，$B_2=0$．

(B)　$B_1=0$，$B_2=\dfrac{2\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi l}$．

(C)　$B_1=\dfrac{2\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi l}$，$B_2=0$．

(D)　$B_1=\dfrac{2\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi l}$，$B_2=\dfrac{2\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi l}$．

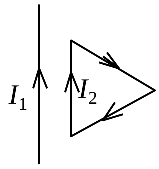


[　　　　]

9、如图，无限长直载流导线与正三角形载流线圈在同一平面内，若长直导线固定不动，则载流三角形线圈将

(A)　向着长直导线平移．　　(B)　离开长直导线平移．

(C)　转动．　　(D)　不动．



[　　　　]

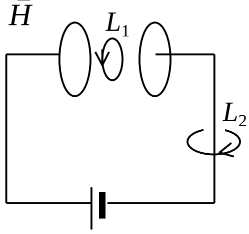
10、如图，平板电容器(忽略边缘效应)充电时，沿环路 L_1 的磁场强度 $\vec{H}$ 的环流与沿环路 L_2 的磁场强度 $\vec{H}$ 的环流两者，必有：

(A)　$\oint_{L_1}\vec{H}\cdot \mathrm{d}\vec{l}\,' > \oint_{L_2}\vec{H}\cdot \mathrm{d}\vec{l}\,'$．

(B)　$\oint_{L_1}\vec{H}\cdot \mathrm{d}\vec{l}\,' = \oint_{L_2}\vec{H}\cdot \mathrm{d}\vec{l}\,'$．

(C)　$\oint_{L_1}\vec{H}\cdot \mathrm{d}\vec{l}\,' < \oint_{L_2}\vec{H}\cdot \mathrm{d}\vec{l}\,'$．

(D)　$\oint_{L_1}\vec{H}\cdot \mathrm{d}\vec{l}\,' = 0$．



[　　　　]

二、 填空题

1、一质点沿 x 轴运动，其加速度 a 与位置坐标 x 的关系为:

$$a=2+6x^2 \qquad \text{(SI)}$$

如果质点在原点处的速度为零，其在任意位置处的速度为 $\upsilon(x)=$____________________.

2、一质量为 m 的物体，原来以速率 υ 向北运动，它突然受到外力打击，变为向西运动，速率仍为 υ，则外力的冲量大小为________________________，方向为____________________.

3、若作用于一力学系统上外力的合力为零，则外力的合力矩____________（填一定或不一定）为零；这种情况下力学系统的动量、角动量、机械能三个量中一定守恒的量是

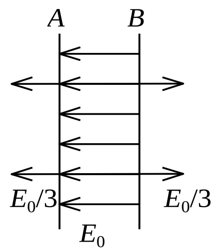
________________.

4、在一般情况下，对于由 n 个质量分别为 m_{i} (i=1,2,…n)的质点组成的质点系，若每个质点的位置矢量分别为 $\vec{r}_{\mathrm{i}}$，则它的质心的位置矢量为 $\vec{r}_c=$__________________；而对于一质量连续分布的物体，若位置矢量为 $\vec{r}$ 处的密度为 ρ，物体所占的空间体积用 V 表示，则其质心的位置矢量为 $\vec{r}_c=$____________________.

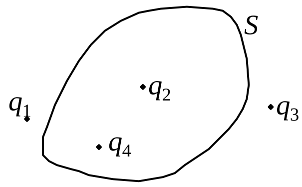
5、

6、A、B 为真空中两个平行的“无限大”均匀带电平面，已知两平面间的电场强度大小为 E_0，两平面外侧电场强度大小都为 $E_0/3$，方向如图．则 A、B 两平面上的电荷面密度分别为:

$\sigma_A=$_______________, $\sigma_B=$____________________.



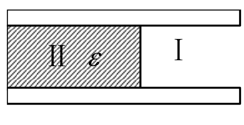
7、点电荷 q_1、q_2、q_3 和 q_4 在真空中的分布如图所示．图中 S 为闭合曲面，则通过该闭合曲面的电场强度通量



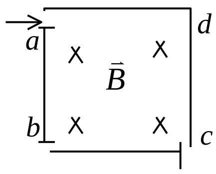
$\oint_S \vec{E}\cdot \mathrm{d}\vec{S}=$____________________,

式中的 $\vec{E}$ 是点电荷____________________在闭合曲面上任一点产生的场强的矢量和.

8、一平行板电容器充电后，将其中一半空间充以各向同性、均匀电介质，如图所示．则图中Ⅰ、Ⅱ两部份的电场强度______________；两部份的电位移矢量______________；两部份所对应的极板上的自由电荷面密度_______________．(填相等、不相等) .

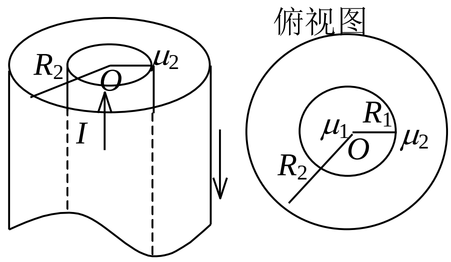


9、如图所示的空间区域内，分布着方向垂直于纸面的匀强磁场，在纸面内有一正方形边框 *abcd*(磁场以边框为界)．而 *a*、*b*、*c* 三个角顶处开有很小的缺口．今有一束具有不同速度的电子由 *a* 缺口沿 *ad* 方向射入磁场区域，若 *b*、*c* 两缺口处分别有电子射出，则此两处出射电子的速率之比 υ_b/υ_c=________.



10、一个磁导率为μ_1的无限长均匀磁介质圆柱体，半径为 R_1．其中均匀地通过电流 I．在它外面还有一半径为 R_2 的无限长同轴圆柱面，其上通有与前者方向相反的电流 I，两者之间充满磁导率为μ_2的均匀磁介质．在 0＜r＜R_1 的空间磁场强度的大小

H＝________________.



11、π^+介子是不稳定的粒子，在它自己的参照系中测得平均寿命是 2.6×10^{-8} s，如果它相对于实验室以 0.8 c (c 为真空中光速)的速率运动，那么实验室坐标系中测得的π^+介子的寿命是__________________s.

12、一列高速火车以速度 u 驶过车站时，固定在站台上的两只机械手在车厢上同时划出两个痕迹，静止在站台上的观察者同时测出两痕迹之间的距离为 1 m，则车厢上的观察者应测出这两个痕迹之间的距离为____________________________

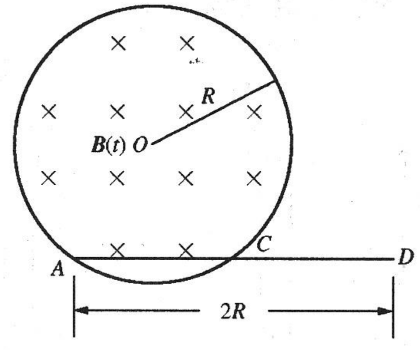
三、 计算题

1、有一半径为 R 的圆形平板平放在水平桌面上，平板与水平桌面的摩擦系数为 μ，若平板绕通过其中心且垂直板面的固定轴以角速度 ω_0 开始旋转，它将在旋转几圈后停止？（已知圆形平板的转动惯量 $J=\dfrac{1}{2}mR^2$，其中 m 为圆形平板的质量）

2、在什么速度下粒子的相对论动量是经典动量的二倍；在什么速度下粒子的动能等于其静止能量？

3、有一电荷面密度为σ的“无限大”均匀带电平面．若以该平面处为电势零点，试求带电平面周围空间的电势分布．

4、如图,均匀磁场$\vec{B}$被限制在半径为R的无限长圆柱空间内，方向垂直纸面向里，圆柱体之外无磁场.设磁感强度$\vec{B}$随时间作均匀变化,变化率为常数$k>0$.有一长为$2R$的细棒放在图示位置,其一半位于磁场内部,另一半在磁场外部,求棒两端的感应电动势的大小和方向.



参考答案

一．选择题

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

二．填空题

1.　$\upsilon = 2\left(x + x^3\right)^{1/2}$

解：设质点在 x 处的速度为 υ，　$a = \dfrac{\mathrm{d}\upsilon}{\mathrm{d}t} = \dfrac{\mathrm{d}\upsilon}{\mathrm{d}x}\cdot\dfrac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} = 2 + 6x^2$

$\int_0^{\upsilon} \upsilon\,\mathrm{d}\upsilon = \int_0^{x}\left(2 + 6x^2\right)\mathrm{d}x$　　　$\upsilon = 2\left(x + x^3\right)^{1/2}$

2.　$\sqrt{2}\,m\upsilon$　　　　指向正西南或南偏西 45°

3.　不一定；　　动量．

4.　$\dfrac{\sum\limits_{i=1}^{n} m_i \vec{r}_i}{\sum\limits_{i=1}^{n} m_i}$　　　　$\dfrac{\int_v \vec{r}\rho\,\mathrm{d}V}{\int_v \rho\,\mathrm{d}V}$　　　**注:求和或积分上下限错误扣分**

5.

6.　$-2\varepsilon_0 E_0 / 3$　　　　$4\varepsilon_0 E_0 / 3$

7.　$\left(q_2 + q_4\right)/\varepsilon_0$　　　q_1、q_2、q_3、q_4　(缺一则无分)

8.　相等　　　　不相等　　　　不相等

9.　1 / 2

10.　$I \cdot r / \left(2\pi R_1^2\right)$

11.　4.33×10^{-8}

12.　$1/\sqrt{1-(u/c)^2}$　m

三．计算题

1.　解：在 r 处的宽度为 $\mathrm{d}r$ 的环带面积上摩擦力矩为

$$\mathrm{d}M = \mu\frac{mg}{\pi R^2}\cdot 2\pi r\cdot r\mathrm{d}r$$

总摩擦力矩　　$M = \int_0^R \mathrm{d}M = \dfrac{2}{3}\mu mgR$

故平板角加速度　　$\beta = M/J$

设停止前转数为 n，则转角　　$\theta = 2\pi n$

由　　$\omega_0^2 = 2\beta\theta = 4\pi Mn/J$

可得 $$n = \frac{J\omega_0^2}{4\pi M} = 3R\omega_0^2 / 16\pi\ \mu g$$

2. 解：按题意， $m\upsilon = 2m_0\upsilon$

$$\frac{m_0\upsilon}{\sqrt{1-\upsilon^2/c^2}} = 2m_0\upsilon$$

即 $$\sqrt{1-\upsilon^2/c^2} = 0.5，\ 1-\upsilon^2/c^2 = 0.25$$

$$\upsilon^2 = 0.75c^2，\ \upsilon = 0.886c$$

动能 $E_{\rm k} = mc^2 - m_0c^2 = m_0c^2$，即 $mc^2 = 2m_0c^2$，

$$\frac{m_0c^2}{\sqrt{1-\upsilon^2/c^2}} = 2m_0c^2$$

同上可得 $\upsilon = 0.886c$

3. 解：选坐标原点在带电平面所在处，x 轴垂直于平面．由高斯定理可得场强分布为

$E=\pm\sigma/(2\varepsilon_0)$ 2 分

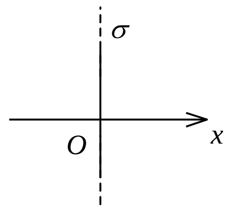
(式中“＋”对 x＞0 区域，“－”对 x＜0 区域)．平面外任意点 x 处电势：

在 x≤0 区域

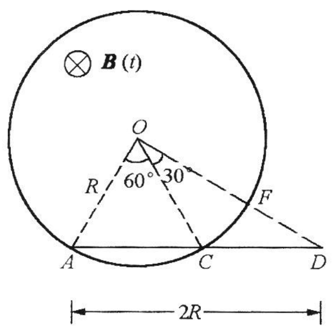
$$U = \int_x^0 E\,\mathrm{d}x = \int_x^0 \frac{-\sigma}{2\varepsilon_0}\mathrm{d}x = \frac{\sigma\ x}{2\varepsilon_0}$$

在 x≥0 区域

$$U = \int_x^0 E\,\mathrm{d}x = \int_x^0 \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\mathrm{d}x = \frac{-\sigma\ x}{2\varepsilon_0}$$



4.解(见习题 6.7)：方法一



如图作辅助线 OA,OD 构成ΔOAD 回路，由法拉第电磁感应定律,磁场变化使穿过其中的磁通量变化,产生感应电动势,为

$$\varepsilon = -\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t} = -\iint \frac{\partial B}{\partial t}\mathrm{d}S = -kS \qquad ①$$

式中 S 本是闭合回路ΔOAD 的面积,但因圆柱体外无磁场即无磁通量,只需记及ΔOAC 及扇形 COF,故 $S = S_{\Delta AOC} + S_{扇形COF}$

$$= \frac{1}{2}\mathrm{R}\cdot\mathrm{R}\sin 60^\circ + \frac{30^\circ}{360^\circ}\pi\mathrm{R}^2$$

$$=\left(\frac{\sqrt{3}}{4}+\frac{\pi}{12}\right)\mathrm{R}^2=\frac{3\sqrt{3}+\pi}{12}\mathrm{R}^2$$

带入①式， $\varepsilon=\dfrac{3\sqrt{3}+\pi}{12}\mathrm{kR}^2$

因所作辅助线 OA,OD 均沿径向,与 $\vec{E}_{旋}$ 垂直,其中无感应电动势,故棒 AD 上产生的感应电动势与回路 OADO 中产生的感应电动势相等.

方向 A→D

方法二

圆柱体内磁场变化产生的涡旋电场沿环向(以圆柱体轴线为轴,逆时针方向).在圆柱体内外与轴相距为 r 处的涡旋电场分别为：

$r<R$， $\oint\vec{E}_{旋内}\cdot\mathrm{d}\vec{l}=2\pi rE_{旋内}=-\iint\frac{\partial\mathrm{B}}{\partial t}\mathrm{d}S=-k\pi r^2$

$$\vec{E}_{旋内}=-\frac{1}{2}kr$$

$r>R$， $\oint\vec{E}_{旋外}\cdot\mathrm{d}\vec{l}=2\pi rE_{旋外}=-\iint\frac{\partial\mathrm{B}}{\partial t}\mathrm{d}S=-k\pi R^2$

$$\vec{E}_{旋wai外}=-\frac{kR^2}{2r}$$

$$\varepsilon_{AC}=\int_{\mathrm{A}}^{\mathrm{C}}\vec{E}_{旋内}\cdot\mathrm{d}\vec{l}=\frac{\sqrt{3}}{4}kR^2$$

$$\varepsilon_{\mathrm{CD}}=\int_{\mathrm{C}}^{\mathrm{D}}\vec{E}_{旋外}\cdot\mathrm{d}\vec{l}=\frac{\pi}{12}kR^2$$

$$\varepsilon_{AD}=\varepsilon_{AC}+\varepsilon_{CD}=\frac{3\sqrt{3}+\pi}{12}kR^2$$

方向 A→D