# 《大学物理》作业　No. 2　圆周运动

班级__________学号 _________ 姓名 _________ 成绩 ________

基本要求：

（1）理解角位置、角速度、角加速度、切向加速度和法向加速度的物理意义及计算

内容提要：

1. 角速度： $\omega=\dfrac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}=\dfrac{v}{R}$

2. 角加速度：$\beta=\dfrac{\mathrm{d}\omega}{\mathrm{d}t}$

3. 速度：$\vec{v}=\dfrac{\mathrm{d}s}{\mathrm{d}t}\vec{e}_{\mathrm{t}}=v\vec{e}_{\mathrm{t}}=r\omega\vec{e}_{\mathrm{t}}$

4. 线量与角量关系:

$$\vec{v}=\vec{\omega}\times\vec{r}$$

$$\vec{a}=\vec{\beta}\times\vec{r}+\vec{\omega}\times\vec{v}$$

5. 圆周运动加速度

切向加速度,方向沿轨道切向,反映<u>速度大小变化</u>

$$a_{\tau}=\frac{dv}{dt}=\frac{d(R\omega)}{dt}=R\beta$$

法向加速度,方向沿半径指向圆心,反映<u>速度方向变化</u>

$$a_{\mathrm{n}}=R\omega^2$$

总加速度大小:

$$a=|\vec{a}|=\sqrt{(a_{\tau})^2+(a_n)^2}=\sqrt{(dv/dt)^2+(v^2/R)^2}$$

6. 一般曲线运动: $a_{\tau}=\dfrac{dv}{dt}$ ， $a_{\mathrm{n}}=\dfrac{v^2}{\rho}$

7. 抛体运动

$$a_x=0 \qquad v_x=v_0\cos\theta \qquad x=v_0\cos\theta\cdot t$$

$$a_y=-g \qquad v_y=v_0\sin\theta-gt \qquad y=v_0\sin\theta\cdot t-gt^2/2$$

## 一、选择题

1. 下面表述正确的是

[ ] (A) 质点作圆周运动,加速度一定与速度垂直

(B) 物体作直线运动,法向加速度必为零

(C) 轨道最弯处法向加速度最大

(D) 某时刻的速率为零,切向加速度必为零

2. 质点沿半径 $R$=1m 的圆周运动,某时刻角速度$\omega$=1rad/s,角加速度$\alpha$=1rad/s$^2$,则质点速度和加速度的大小为

[ ] (A) 1m/s, 1m/s$^2$

(B) 1m/s, 2m/s$^2$

(C) 1m/s, $\sqrt{2}$ m/s$^2$

(D) 2m/s, $\sqrt{2}$ m/s$^2$

3. 一抛射体的初速度为 $v_0$,抛射角为$\theta$,抛射点的法向加速度,最高点的切向加速度以及最高点的曲率半径分别为

[ ] (A) $g\cos\theta$, 0 , $v_0^2\cos^2\theta/g$

(B) $g\cos\theta$, $g\sin\theta$, 0

(C) $g\sin\theta$, 0, $v_0^2/g$

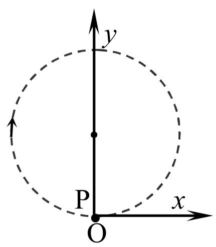
(D) $g$ , $g$ , $v_0^2\sin^2\theta/g$

4. 质点作半径为 $R$ 的变速圆周运动时的加速度大小为($v$ 表示任意时刻质点的速率)

[ ] (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) $\sqrt{\left(\dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\right)^2+\left(\dfrac{v^4}{R^2}\right)}$

## 二、填空题

1. .如图,一质点 P 从 O 点出发以匀速率 1cm/s 作顺时针转向的圆周运动,圆的半径为 1m,如图所示,当它走过 2/3 圆周时,走过的路程是__________,这段时间内的平均速度大小为__________,方向是__________.



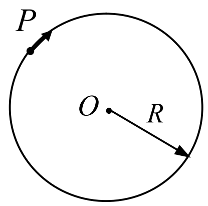

2. 一质点沿半径为 $R$ 的圆周运动, 在 $t=0$ 时经过 P 点, 此后它的速率 $v$ 按 $v=A+Bt$ ($A$、$B$ 为正的已知常量)变化, 则质点沿圆周运动一周再经过 P 点时的切向加速度 $a_t$=__________, 法向加速度 $a_n$=__________.

3. 半径为 30cm 的飞轮，从静止开始以 $0.50\,\text{rad}\cdot\text{s}^{-2}$ 的匀角加速度转动，则飞轮边缘上一点在飞轮转过 240° 时的切向加速度的大小 $a_t=$__________________，法向加速度的大小 $a_n=$ __________________ 。

三、计算题

1. 一质点作半径为 $0.10m$ 的圆周运动，角位移 $\theta = 2 + 4t^2\,(SI)$ 。求 $t = 2s$ 时其法向加速度大小 $a_n$ 和切向加速度大小 $a_t$ 。

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



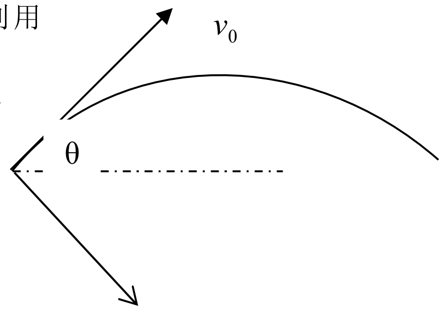
**No. 2 参考答案**

一、选择题

1.（**B**）；**2.** （**C**）提示：利用 $v=r\omega$，可得 $v=1m/s$，加速度大小为 $a=\sqrt{(a_\tau)^2+(a_n)^2}=\sqrt{(dv/dt)^2+(v^2/R)^2}=\sqrt{2}m/s$；

3.（**A**）提示：总加速度为 g，如图，初始状态的法向加速度为 $g\cos\theta$，最高点时的法向加速度为 g，切向为 0，同时利用

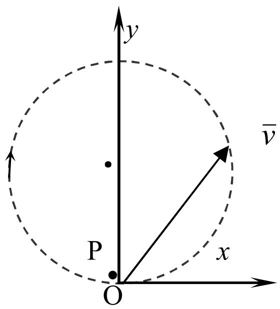
$a_n=\dfrac{v^2}{\rho}=g$，其中，$v=v_0\cos\theta$ 可以得到曲率半径。




**4.**（**D**）

二、填空题

1. $\dfrac{4}{3}\pi\ \ m$，$\dfrac{3\sqrt{3}}{4\pi}cm/s$，方向如图图中箭头所示；




2. 切向加速度 $a_t=B$，法向加速度 $a_n=\dfrac{A^2+4\pi BR}{R}$，

提示：$a_t=\dfrac{dv}{dt}=B$，把此运动可看作匀加速直线运动，

加速度为 B，故由 $v^2-A^2=2B\cdot2\pi R$，得一周后的速度

$v^2=2B\cdot2\pi R+A^2$，带入 $a_n=\dfrac{v^2}{R}$ 得，法向加速度；

3. $a_t=0.15m/s^2$，$a_n=0.4\pi m/s^2$

三、计算题

1、解：（1）由 $\theta=2+4t^2$

$$\text{所以：}\omega=\frac{d\theta}{dt}=8t\qquad\beta=\frac{d^2\theta}{dt^2}=8$$

$$a_\tau=r\beta=r\times8=0.8m/s^2$$

$$a_n=r\omega^2=r\times(8t)^2=6.4t^2$$

故 $t$＝2s 时：

$a_n = 25.6 \mathrm{m/s}^2$

2. 解：

由于 $v = r\omega$，当 $t = 2s$ 时，$v = 32\ m \cdot s^{-1}$

所以，$32 = 2kt^2$; 从而，$k = 4$, $\omega = 4t^2$ ；

当 $t = 1$ 时，$v = r\omega = 2*4t^2 = 8\ m \cdot s^{-1}$ ；

由于，$a_\tau = \frac{dv}{dt} = 16t$; 当 $t = 1$ 时，$a_\tau = 16\ m \cdot s^{-2}$

$a_n = \frac{v^2}{r} = 32\ m \cdot s^{-2}$

所以加速度的大小 $a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2} = 16\sqrt{5}\ m \cdot s^{-2}$