《大学物理 BI》作业　　No.01 运动的描述参考解答

****************************本章教学要求****************************

1、理解运动的绝对性与运动描述的相对性，理解参考系、坐标系、时间、空间等概念在描述物体运动中的作用；
2、理解质点、质点系、刚体模型的意义，相互关系和适用条件；
3、掌握描述质点运动的物理量：位置矢量、位移、速度、加速度、切向加速度、法向加速度的定义；掌握描述质点圆周运动和刚体定轴转动运动的物理量：角速度、角加速度的定义及角量与线量的关系；
4、掌握运动学中两类基本问题的求解方法（微分法、积分法），避免只用中学的方法去解决；
5、掌握伽利略坐标变换公式、 伽利略速度变换公式并能用于解决相对运动的力学问题。

一、选择题

1.一质点在平面上运动,已知质点位置矢量的表达式为$\vec{r}=a\sin 2t\vec{i}+b\cos(2t+\frac{\pi}{2})\vec{j}$(其中 a、b 为常量)，则该质点作[B]

(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.

运动方程写成参数形式为：$\begin{cases} x=a\sin 2t \\ y=b\cos\left(2t+\frac{\pi}{2}\right)=-b\sin 2t \end{cases}$，则对应的轨迹为一直线；再由运动方程得到其加速度为：$\vec{a}=(-4a\sin 2t)\vec{i}+(4b\sin 2t)\vec{j}$，随时间变化，所以答案为 B。

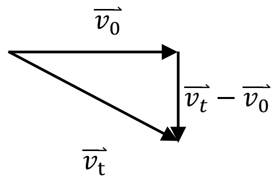
2. 以下五种运动形式中，$\vec{\boldsymbol{a}}$保持不变的运动是[D]

(A) 单摆的运动.　　　　　　(B) 匀速率圆周运动.
(C) 行星的椭圆轨道运动.　　(D) 抛体运动.
(E) 圆锥摆运动.

3. 一物体从某一确定高度以$\vec{v}_0$的速度水平抛出，不考虑空气阻力，已知它落地时的速度为$\vec{v}_t$，那么它运动的时间是[C]

(A) $\frac{v_t-v_0}{g}$.　　　　(B) $\frac{v_t-v_0}{2g}$.

(C) $\frac{(v_t^2-v_0^2)^{1/2}}{g}$.　　　(D) $\frac{(v_t^2-v_0^2)^{1/2}}{2g}$



由速度的矢量性可以得到物体增加的速度为$\overrightarrow{v_t}-\overrightarrow{v_0}$且在竖直方，如图所示。$\overrightarrow{v_t}-\overrightarrow{v_0}$的大小为：$|\overrightarrow{v_t}-\overrightarrow{v_0}|=(v_t^2-v_0^2)^{1/2}$，因此所花时间为答案 C。

4. 下列说法哪一条正确？ [D]

(A) 加速度恒定不变时，物体运动方向也不变.
(B) 平均速率等于平均速度的大小.

(C) 不管加速度如何，平均速率表达式总可以写成(v_1、v_2 分别为初、末速率)

$$\overline{v}=(v_1+v_2)/2.$$

(D) 运动物体速率不变时，速度可以变化．

5. 质点做半径为 1m 的圆周运动，运动方程为$\theta=3+2t^3$（SI），则 1s 时质点的切向加速度大小为[A]

(A) $12m/s^2$ ； (B) $6\,m/s^2$； (C) $4\,m/s^2$； (D) $8\,m/s^2$。

由运动方程$\theta=3+2t^3$可以知道质点的角加速度为$\beta=\frac{d^2\theta}{dt^2}=12t$，再由角量与线量的关系可知切向加速度为$a_\tau=R\beta=12Rt$，将$R=1\,m$，$t=1s$代入，答案为 A。

6. 今有风以速率 v 从北偏东 30°方向吹来，某人骑自行车以相同速率向西行驶，试问人感到风从哪个方向吹来？[C]

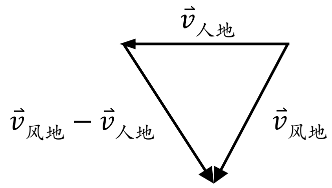
(A) 北偏东 30°； (B) 南偏东 30°；

(C) 北偏西 30°； (D) 南偏西 30°。

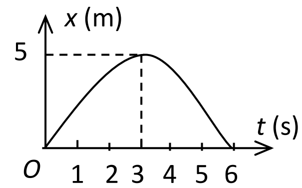
根据相对速度的相互关系可得：

$\vec{v}_{风人}=\vec{v}_{风地}+\vec{v}_{地人}=\vec{v}_{风地}-\vec{v}_{人地}$，

画图可知答案为 C。



7. 一质点作 OXY 平面内的平面运动，其坐标 x 与时间 t 的关系曲线如图所示的抛物线．则关于该质点水平速度为零的时刻和轨迹曲线正确的是[C]



(A) 0 秒时速度为零；轨迹为抛物线

(B) 3 秒时速度为零；轨迹为抛物线

(C) 3 秒时速度为零；轨迹不能确定

(D) 0 秒时速度为零；轨迹不能确定

8. 质点沿半径为 R 的圆周作匀速率运动,每 t 时间转一周,在 2t 时间间隔中,其平均速度大小与平均速率大小分别为[B]

(A) 2πR/t； 2πR/t.

(B) 0；2πR/t.

(C) 0；0.

(D) 2πR/t；0.

9. 质点作曲线运动，$\vec{r}$表示位置矢量，其大小为 r，s 表示路程，a_t 表示切向加速度大小，a 表示加速度大小，$\vec{v}$表示速度矢量，v表示速率。有下列表达式：

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

其中正确的有[D]

(A) 只有(1)、(4)是正确的

(B) 只有(2)、(4)是正确的.

(C) 只有(2) 是正确的.

(D) 只有(3)是正确的.

(1) 表示切向加速度；(2) 没有常用的运动物理量与之对应；(4) 表示加速度大小，应综合考虑切向加速度和法向加速度。

二、判断题

1. [F] 圆周运动中的质点的加速度一定和速度的方向垂直。
2. [F] 作曲线运动的物体，必有切向加速度。
3. [F] 质点作直线运动，平均速度公式$\bar{\vec{v}}=\frac{\vec{v}_0+\vec{v}}{2}$ 一定成立。
4. [F] 瞬时速度就是很短时间内的平均速度。

   瞬时速度是平均速度在时间段Δt趋于零的时候的极限，是跟某一个时刻而不是时间段有关。举例来说，竖直上抛运动中，当质点达到最高点时的瞬时速度为 0，但无论取多么短的时间段，这段时间内的平均速度都不为 0。在某些实际情况下，我们可以用一个非常短的时间段的平均速度来近似瞬时速度。
5. [T] 质点的位置矢量方向不变，质点一定作直线运动。

   当然，这一结论是对选定了参考系之后来说的。我们在讨论运动学问题时，都是已经选定了参考系的。
6. [F] 质点 P 从x_0开始做直线运动，其速度 v 与时间 t 的关系为： $v=2t$ (SI)，则其位置 x 与时间关系的计算式为$x=x_0+2t\cdot t$。

   注意微积分在物理学中的运用，对数学工具的熟练掌握是解决物理问题的基础。
7. [F] 物体具有恒定的加速度，必作匀加速直线运动。
8. [F] 所有圆周运动的加速度都指向圆心。
9. [T] 平面运动中，自然坐标系中计算$\sqrt{a_\tau{}^2+a_n{}^2}$和直角坐标系中计算$\sqrt{a_x{}^2+a_y{}^2}$是相等的。

三、计算题

1．质点 P 在水平面内沿一半径为 1m 的圆轨道转动，转动的角速度ω与时间t的关系为$\omega=kt^2$，已知t =2s 时，质点 P 的速率为 16m/s，试求 t=1s 时，质点 P 的速率与加速度的大小。

解：

由线速度公式 $v=R\omega=Rkt^2=1\times kt^2$ 得 $k=\frac{v}{t^2}=\frac{16}{2^2}=4$

P 点的速率为 $v=4t^2$ m/s $a_t=\frac{dv}{dt}=8t$ m/s2 $a_n=\frac{v^2}{R}=\frac{(4t^2)^2}{1}=16t^4\ (m/s^2)$

t=1 时：$v=4t^2=4\times1^2=4(m/s)$ $a_t=8t=8(m/s^2)$

$a_n=16t^4=16\times1^4=16(m/s^2)$ $a=\sqrt{a_t{}^2+a_n{}^2}=\sqrt{16^2+8^2}=8\sqrt{5}\approx17.9(m/s^2)$

2．一质点沿 x 轴运动，其加速度为 a=4t (SI)，已知 t=0 时，质点位于$x_0=10m$处，初速度$v_0=0$．试求其位置和时间的关系式.

解：

根据加速度的定义式$a=\frac{dv}{dt}$得

$$dv=adt=4tdt$$

积分得

$$\int_{v_0}^{v}dv=\int_0^t 4tdt$$

即

$$v = 2t^2$$

根据速度的定义式$v = \frac{dx}{dt}$得

$$dx = vdt$$

积分得

$$x - x_0 = \frac{2}{3}t^3$$

即

$$x = x_0 + \frac{2}{3}t^3$$

将$x_0 = 10m$代入得

$$x = 10 + \frac{2}{3}t^3 \quad (m)$$

3．一敞顶电梯以恒定速率 v =10 m/s 上升．当电梯离地面 h =10 m 时，一小孩竖直向上抛出一球．球相对于电梯初速率v_0 =20m/s．试问：

(1) 从地面算起，球能达到的最大高度为多大？

(2) 抛出后经过多长时间再回到电梯上？

解：

(1) 球相对地面的初速度

$$v' = v_0 + v = 30m/s$$

抛出后上升高度

$$h = \frac{v'^2}{2g} = 45.9\,m/s$$

离地面高度

H = (45.9+10) m =55.9 m

(2) 球回到电梯上时电梯上升高度＝球上升高度

$$vt = (v + v_0)t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$t = \frac{2v_0}{g} = 4.08\,s$$