

第 4.3 节 圆周运动

要点一 圆周运动的运动学问题

1.如图 4-3-3 所示,当正方形薄板绕着过其中心 O 并与板垂直的转动轴转动时,板上 A 、 B 两点()

{INCLUDEPICTURE"15WL4-66.TIF"}

图 4-3-3

- A. 角速度之比 $\omega_A : \omega_B = \sqrt{2} : 1$ B. 角速度之比 $\omega_A : \omega_B = 1 : \sqrt{2}$
 C. 线速度之比 $v_A : v_B = \sqrt{2} : 1$ D. 线速度之比 $v_A : v_B = 1 : \sqrt{2}$

2.如图 4-3-4 所示, B 和 C 是一组塔轮, 即 B 和 C 半径不同, 但固定在同一转动轴上, 其半径之比为 $R_B : R_C = 3 : 2$, A 轮的半径大小与 C 轮相同, 它与 B 轮紧靠在一起, 当 A 轮绕过其中心的竖直轴转动时, 由于摩擦作用, B 轮也随之无滑动地转动起来。 a 、 b 、 c 分别为三轮边缘的三个点, 则 a 、 b 、 c 三点在运动过程中的()

{INCLUDEPICTURE"15WL4-67.TIF"}

图 4-3-4

- A. 线速度大小之比为 $3 : 2 : 2$ B. 角速度之比为 $3 : 3 : 2$
 C. 转速之比为 $2 : 3 : 2$ D. 向心加速度大小之比为 $9 : 6 : 4$

3. 如图 4-3-5 为某一皮带传动装置。主动轮的半径为 r_1 , 从动轮的半径为 r_2 。已知主动轮做顺时针转动, 转速为 n_1 , 转动过程中皮带不打滑。下列说法正确的是()

{INCLUDEPICTURE"15WL4-68.TIF"}

图 4-3-5

- A. 从动轮做顺时针转动 B. 从动轮做逆时针转动
 C. 从动轮边缘线速度大小为 $\sqrt{r_2^2, r_1} n_1$ D. 从动轮的转速为 $\sqrt{r_2, r_1} n_1$

要点二 水平面内的匀速圆周运动

[典例] 如图 4-3-6 所示，半径为 R 的半球形陶罐，固定在可以绕竖直轴旋转的水平转台上，转台转轴与过陶罐球心 O 的对称轴 OO' 重合。转台以一定角速度 ω 匀速旋转，一质量为 m 的小物块落入陶罐内，经过一段时间后，小物块随陶罐一起转动且相对罐壁静止，它和 O 点的连线与 OO' 之间的夹角 θ 为 60° 。重力加速度大小为 g 。

{INCLUDEPICTURE"15WL4-69.TIF"}

图 4-3-6

- (1)若 $\omega = \omega_0$ ，小物块受到的摩擦力恰好为零，求 ω_0 ；
- (2)若 $\omega = (1 \pm k)\omega_0$ ，且 $0 < k < 1$ ，求小物块受到的摩擦力的大小和方向。

[针对训练]

1. 质量为 m 的飞机以恒定速率 v 在空中水平盘旋, 如图 4-3-7 所示, 其做匀速圆周运动的半径为 R , 重力加速度为 g , 则此时空气对飞机的作用力大小为()

{INCLUDEPICTURE"15WL4-73.TIF"}

图 4-3-7

A. $m\sqrt{v^2+R^2}$

B. mg

C. $m\sqrt{g^2+\frac{v^4}{R^2}}$

D. $m\sqrt{g^2-\frac{v^4}{R^2}}$

2. 如图 4-3-8 所示, 一个内壁光滑的圆锥形筒的轴线垂直于水平面, 圆锥筒固定不动, 有两个质量相等的小球 A 和 B 紧贴着内壁分别在图中所示的水平面内做匀速圆周运动, 则以下说法中正确的是()

{INCLUDEPICTURE"15WL4-75.TIF"}

图 4-3-8

A. A 球的角速度等于 B 球的角速度B. A 球的线速度大于 B 球的线速度C. A 球的运动周期小于 B 球的运动周期D. A 球对筒壁的压力大于 B 球对筒壁的压力

3. (多选)如图 4-3-9, 两个质量均为 m 的小木块 a 和 b (可视为质点) 放在水平圆盘上, a 与转轴 OO' 的距离为 l , b 与转轴的距离为 $2l$, 木块与圆盘的最大静摩擦力为木块所受重力的 k 倍, 重力加速度大小为 g 。若圆盘从静止开始绕转轴缓慢地加速转动, 用 ω 表示圆盘转动的角速度, 下列说法正确的是()

{INCLUDEPICTURE"GKJXKB1-8.TIF"}

图 4-3-9

A. b 一定比 a 先开始滑动B. a 、 b 所受的摩擦力始终相等C. $\omega = \sqrt{\frac{kg}{2l}}$ 是 b 开始滑动的临界角速度D. 当 $\omega = \sqrt{\frac{2kg}{3l}}$ 时, a 所受摩擦力的大小为 kmg

要点三 竖直平面内的圆周运动

[典例] 一轻杆一端固定质量为 m 的小球, 以另一端 O 为圆心, 使小球在竖直面内做半径为 R 的圆周运动, 如图 4-3-10 所示, 则下列说法正确的是()

{INCLUDEPICTURE"15WL4-81.TIF"}

图 4-3-10

A. 小球过最高点时, 杆所受到的弹力可以等于零

B. 小球过最高点的最小速度是 \sqrt{gR}

C. 小球过最高点时, 杆对球的作用力一定随速度增大而增大

D. 小球过最高点时, 杆对球的作用力一定随速度增大而减小

[针对训练]

1. 如图 4-3-11 所示, 在粗糙水平板上放一个物体, 使水平板和物体一起在竖直平面内

沿逆时针方向做匀速圆周运动， ab 为水平直径， cd 为竖直直径，在运动过程中木板始终保持水平，物块相对木板始终静止，则()

{INCLUDEPICTURE"15WL4-82.TIF"}

图 4-3-11

- A. 物块始终受到三个力作用
- B. 只有在 a 、 b 、 c 、 d 四点，物块受到合外力才指向圆心
- C. 从 a 到 b ，物体所受的摩擦力先增大后减小
- D. 从 b 到 a ，物块处于超重状态

2. 如图 4-3-12 所示 PAQ 是一个固定的光滑轨道，其中 PA 是直线部分， AQ 是半径为 R 的半圆弧， PA 与 AQ 相切， P 、 Q 两点在同一水平高度。现有一小球自 P 点由静止开始沿轨道下滑。那么()

{INCLUDEPICTURE"15WL4-83.TIF"}

图 4-3-12

- A. 小球不可能到达 Q 点， P 比 Q 至少高 $0.5R$ 才能经 Q 点沿切线方向飞出
- B. 小球能到达 Q 点，到达后，又沿原轨道返回
- C. 小球能到达 Q 点，到达后，将自由下落
- D. 小球能到达 Q 点，到达后，恰能沿圆弧的切线方向飞出

要点四 用极限法分析圆周运动的临界问题

[典例] 如图 4-3-13 所示，半径为 $\sqrt{l/4}$ 、质量为 m 的小球用两根不可伸长的轻绳 a 、 b 连接，两轻绳的另一端系在一根竖直杆的 A 、 B 两点上， A 、 B 两点相距为 l ，当两轻绳伸直后， A 、 B 两点到球心的距离均为 l 。当竖直杆以自己为轴转动并达到稳定时(轻绳 a 、 b 与杆在同一竖直平面内)。求：

{INCLUDEPICTURE"15WL4-84.TIF"}

图 4-3-13

- (1) 竖直杆角速度 ω 为多大时，小球恰好离开竖直杆。
- (2) 轻绳 a 的张力 F_a 与竖直杆转动的角速度 ω 之间的关系。

[针对训练]

1. 如图 4-3-14 所示, 一个竖直放置的圆锥筒可绕其中心轴 OO' 转动, 筒内壁粗糙, 筒口半径和筒高分别为 R 和 H , 筒内壁 A 点的高度为筒高的一半, 内壁上有一质量为 m 的小物块, 求:

{INCLUDEPICTURE"15WL4-85.TIF"}

图 4-3-14

- (1) 当筒不转动时, 物块静止在筒壁 A 点受到的摩擦力和支持力的大小;
- (2) 当物块在 A 点随筒匀速转动, 且其所受到的摩擦力为零时, 筒转动的角速度。

2. 如图 4-3-15 所示, 用一根长为 $l=1\text{ m}$ 的细线, 一端系一质量为 $m=1\text{ kg}$ 的小球(可视为质点), 另一端固定在一光滑锥体顶端, 锥面与竖直方向的夹角 $\theta=37^\circ$, 当小球在水平面内绕锥体的轴做匀速圆周运动的角速度为 ω 时, 细线的张力为 F_T 。(g 取 10 m/s^2 , 结果可用根式表示)求:

{INCLUDEPICTURE"15WL4-88.TIF"}

图 4-3-15

- (1) 若要小球离开锥面, 则小球的角速度 ω_0 至少为多大?
- (2) 若细线与竖直方向的夹角为 60° , 则小球的角速度 ω' 为多大?

待补充火车拐弯问题