# 数学圆周运动典型问题剖析全册总复习

来源：网络 作者：寂静之音 更新时间：2024-06-30

*匀速圆周运动典型问题剖析匀速圆周运动问题是学习的难点，也是高考的热点，同时它又容易和很多知识综合在一起，形成能力性很强的题目，如除力学部分外，电学中“粒子在磁场中的运动”涉及的很多问题仍然要用到匀速圆周运动的知识，对匀速圆周运动的学习可重点...*

匀速圆周运动典型问题剖析

匀速圆周运动问题是学习的难点，也是高考的热点，同时它又容易和很多知识综合在一起，形成能力性很强的题目，如除力学部分外，电学中“粒子在磁场中的运动”涉及的很多问题仍然要用到匀速圆周运动的知识，对匀速圆周运动的学习可重点从两个方面掌握其特点，首先是匀速圆周运动的运动学规律，其次是其动力学规律，现就各部分涉及的典型问题作点滴说明。

（一）运动学特征及应用

匀速圆周运动的加速度、线速度的大小不变，而方向都是时刻变化的，因此匀速圆周运动是典型的变加速曲线运动。为了描述其运动的特殊性，又引入周期（T）、频率（f）、角速度（）等物理量，涉及的物理量及公式较多。因此，熟练理解、掌握这些概念、公式，并加以灵活选择运用，是我们学习的重点。

1.基本概念、公式的理解和运用

[例1]

关于匀速圆周运动，下列说法正确的是（）

A.线速度不变

B.角速度不变

C.加速度为零

D.周期不变

解析：匀速圆周运动的角速度和周期是不变的；线速度的大小不变，但方向时刻变化，故匀速圆周运动的线速度是变化的，加速度不为零，答案为B、D。

[例2]

在绕竖直轴匀速转动的圆环上有A、B两点，如图1所示，过A、B的半径与竖直轴的夹角分别为30°和60°，则A、B两点的线速度之比为

；向心加速度之比为。

图1

解析：A、B两点做圆周运动的半径分别为

它们的角速度相同，所以线速度之比

加速度之比

2.传动带传动问题

[例3]

如图2所示，a、b两轮靠皮带传动，A、B分别为两轮边缘上的点，C与A同在a轮上，已知，在传动时，皮带不打滑。求：

（1）

；（2）

；（3）。

图2

解析：A、C两点在同一皮带轮上，它们的角速度相等，即，由于皮带不打滑，所以A、B两点的线速度大小相等，即。

（1）根据知

（2）根据知

（3）根据知

点评：共轴转动的物体上各点的角速度相同，不打滑的皮带传动的两轮边缘上各点线速度大小相等，这样通过“角速度”或“线速度”将比较“遥远”的两个质点的运动学特点联系在一起。

（二）动力学特征及应用

物体做匀速圆周运动时，由合力提供圆周运动的向心力

且有

方向始终指向圆心

1.基本概念及规律的应用

[例4]

如图3所示，质量相等的小球A、B分别固定在轻杆的中点和端点，当杆在光滑水平面上绕O点匀速转动时求杆OA和AB段对球A的拉力之比。

解析：隔离A、B球进行受力分析，如图3所示。因A、B两球角速度相同，设为，选用公式，并取指向圆心方向为正方向，则

对A球：

①

对B球：

②

①②两式联立解得

图3

点评：向心力是指做匀速圆周运动物体受到的合力，而不一定是某一个力，要对物体进行正确的受力分析。

[例5]

如图4所示，一个内壁光滑的圆锥筒的轴线垂直于水平面，圆锥筒固定不动，有两个质量相同的小球A和B紧贴着内壁分别在图中所示的水平面内作匀速圆周运动，则下列说法正确的是（）

A.球A的线速度必定大于球B的线速度

B.球A的角速度必定小于球B的角速度

C.球A的运动周期必定小于球B的运动周期

D.球A对筒壁的压力必定大于球B对筒壁的压力

图4

解析：对小球A、B受力分析，两球的向心力都来源于重力mg和支持力的合力，其合成如图4所示，故两球的向心力

比较线速度时，选用分析得r大，v一定大，A答案正确。

比较角速度时，选用分析得r大，一定小，B答案正确。

比较周期时，选用分析得r大，T一定大，C答案不正确。

小球A和B受到的支持力都等于，D答案不正确。

点评：①“向心力始终指向圆心”可以帮助我们合理处理物体的受力；②

根据问题讨论需要，解题时要合理选择向心力公式。

2.轨迹圆（圆心、半径）的确定

[例6]

甲、乙两名滑冰运动员，，面对面拉着弹簧秤做匀速圆周运动的滑冰表演，如图5所示，两人相距0.9m，弹簧秤的示数为9.2N，下列判断中正确的是（）

A.两人的线速度相同，约为40m/s

B.两人的角速度相同，为6rad/s

C.两人的运动半径相同，都是0.45m

D.两人的运动半径不同，甲为0.3m，乙为0.6m

图5

解析：甲、乙两人做圆周运动的角速度相同，向心力大小都是弹簧的弹力，则有即且，解得，由于

所以

而，r不同，v不同。所以答案选D。

点评：有些匀速圆周运动的轨迹圆是比较“隐蔽”的，一旦理解错误，就会给解题带来麻烦，如本题中两人做匀速圆周运动的半径并不是两人的间距，例2中A、B做圆周运动的圆心并不是圆环的中心O等。

3.联系实际问题

[例7]

司机开着汽车在一宽阔的马路上匀速行驶突然发现前方有一堵墙，他是刹车好还是转弯好？（设转弯时汽车做匀速圆周运动，最大静摩擦力与滑动摩擦力相等。）

解析：设汽车质量为m，车轮与地面的动摩擦因数为，刹车时车速为，此时车离墙距离为，为方便起见，设车是沿墙底线的中垂线运动。若司机采用刹车，车向前滑行的距离设为s，则常数，若司采取急转弯法，则（R是最小转弯半径）。

讨论：

（1）若，则急刹车或急转弯均可以；

（2）若，则急刹车会平安无事，汽车能否急转弯与墙的长度和位置有关，如图6所示，质点P表示汽车，AB表示墙，若墙长度，如图6，则墙在AB和CD之间任一位置上，汽车转弯同样平安无事；

（3）若，则不能急刹车，但由（2）知若墙长和位置符合一定条件，汽车照样可以转弯。

点评：利用基本知识解决实际问题的关键是看能否将实际问题转化为合理的物理模型。

图6

三.匀速圆周运动的实例变形

课文中的圆周运动只有汽车过桥和火车转弯两个实例，而从这两个实例可以变化出很多模型。试分析如下：

（一）汽车过桥

原型：汽车过凸桥

如图1所示，汽车受到重力G和支持力FN，合力提供汽车过桥所需的向心力。

假设汽车过桥的速度为v，质量为m，桥的半径为r。

图1

分析：当支持力为零时，只有重力提供汽车所需的向心力，即，1.当汽车的速度，汽车所受的重力G小于过桥所需的向心力，汽车过桥时就会离开桥面飞起来。

2.当汽车的速度，汽车所受的重力G恰好等于过桥需要的向心力，汽车恰好通过桥面的最高点。

3.当汽车的速度，汽车所受的重力G大于所需的向心力，此时需要的向心力要由重力和支持力的合力共同来提供。

因此，汽车过凸桥的最大速度为。

模型一：绳拉小球在竖直平面内过最高点的运动。

如图2所示，小球所受的重力和绳的拉力的合力提供小球所需的向心力，即。

图2

分析：当绳的拉力为零时，只有重力提供小球所需的向心力，即，1.当小球的速度，物体所受的重力G已不足以提供物体所需的向心力。不足的部分将由小球所受的绳的拉力来提供，只要不超过绳的承受力，已知物体的速度，就可求出对应的拉力。

2.当小球的速度，物体所受的重力G刚好提供物体所需的向心力。

3.当小球的速度，物体所受的重力G大于所需的向心力，此时小球将上不到最高点。

因此，绳拉小球在竖直平面内过最高点时的最小速度为。

实例：翻转过山车

如图3所示：由于过山车在轨道最高点所受的力为重力和轨道的支持力，故分析方法与模型一类似。请同学们自己分析一下。

图3

模型二：一轻杆固定一小球在竖直平面内过最高点的运动。

如图4所示，物体所受的重力和杆对球的弹力的合力提供物体所需的向心力，即

图4

分析：当杆对球的弹力为零时，只有重力提供小球所需的向心力，即，1.当小球的速度，物体所受的重力G已不足以提供物体所需的向心力。不足的部分将由小球所受的杆的拉力来提供。（此时杆对小球的弹力为向下的拉力，参考图3）。已知物体的速度，就可求出对应的拉力。

2.当小球的速度，物体所受的重力G刚好提供物体所需的向心力。

3.当小球的速度，物体所受的重力G大于所需的向心力，多余的部分将由杆对小球的支持力来抵消。（此时杆对小球的弹力为向上的支持力）。

4.当小球的速度，物体所受的重力G等于杆对小球的支持力。

因此，一轻杆固定一小球在竖直平面内过最高点的最小速度为0。

（二）火车转弯

原型：火车转弯

如图5所示，火车在平直的轨道上转弯，将挤压外轨，由外轨给火车的弹力提供火车转弯所需的向心力，这样久而久之，将损坏外轨。

图5

故火车转弯处使外轨略高于内轨，火车驶过转弯处时，铁轨对火车的支持力FN的方向不再是竖直的，而是斜向弯道的内侧，它与重力的合力指向圆心，提供火车转弯所需的向心力（如图6所示）。这就减轻了轮缘与外轨的挤压。

图6

分析：当火车的速度为时，火车所需的向心力全部由重力和支持力的合力来提供，即。

1.若火车的速度，将挤压外轨；

2.若火车的速度，将挤压内轨。

模型一：圆锥摆

小球所需的向心力由重力和绳的拉力的合力来提供（如图7所示）

图7

模型二：小球在漏斗中的转动

小球所需的向心力由重力和漏斗的支持力的合力来提供（如图8所示）

图8

四.匀速圆周运动的多解问题

匀速圆周运动的多解问题常涉及两个物体的两种不同的运动，其中一个做匀速圆周运动，另一个做其他形式的运动。由于这两种运动是同时进行的，因此，依据等时性建立等式来解待求量是解答此类问题的基本思路。特别需要提醒同学们注意的是，因匀速圆周运动具有周期性，使得前一个周期中发生的事件在后一个周期中同样可能发生，这就要求我们在表达做匀速圆周运动物体的运动时间时，必须把各种可能都考虑进去，以下几例运算结果中的自然数“n”正是这一考虑的数学化。

[例1]

如图1所示，直径为d的圆筒绕中心轴做匀速圆周运动，枪口发射的子弹速度为v，并沿直径匀速穿过圆筒。若子弹穿出后在圆筒上只留下一个弹孔，则圆筒运动的角速度为多少？

图1

解析：子弹穿过圆筒后做匀速直线运动，当它再次到达圆筒壁时，若原来的弹孔也恰好运动到此处。则圆筒上只留下一个弹孔，在子弹运动位移为d的时间内，圆筒转过的角度为，其中，即。

解得角速度的值，[例2]

质点P以O为圆心做半径为R的匀速圆周运动，如图2所示，周期为T。当P经过图中D点时，有一质量为m的另一质点Q受到力F的作用从静止开始做匀加速直线运动。为使P、Q两质点在某时刻的速度相同，则F的大小应满足什么条件？

图2

解析：速度相同包括大小相等和方向相同，由质点P的旋转情况可知，只有当P运动到圆周上的C点时P、Q速度方向才相同，即质点P转过周经历的时间

①

质点P的速率

②

在同样的时间内，质点Q做匀加速直线运动，速度应达到v，由牛顿第二定律及速度公式得

③

联立以上三式，解得

[例3]

如图3所示，在同一竖直平面内，A物体从a点开始做匀速圆周运动，同时B物体从圆心O处自由落下，要使两物体在b点相遇，求A的角速度。

图3

解析：A、B两物体在b点相遇，则要求A从a匀速转到b和B从O自由下落到b用的时间相等。

A从a匀速转到b的时间

B从O自由下落到b点的时间

由，解得

[例4]

如图4，半径为R的水平圆盘正以中心O为转轴匀速转动，从圆板中心O的正上方h高处水平抛出一球，此时半径OB恰与球的初速度方向一致。要使球正好落在B点，则小球的初速度及圆盘的角速分别为多少？

图4

解析：要使球正好落在B点，则要求小球在做平抛运动的时间内，圆盘恰好转了n圈（）。

对小球

①

②

对圆盘

③

联立以上三式，解得

【模拟试题】

一.选择题（在每小题给出的四个选项中，有的小题只有一个选项正确，有的小题有多个选项正确）

1.下列说法正确的是（）

A.做匀速圆周运动的物体的加速度恒定

B.做匀速圆周运动的物体所受合外力为零

C.做匀速圆周运动的物体的速度大小是不变的D.做匀速圆周运动的物体处于平衡状态

2.如图1所示，把一个长为20cm，系数为360N/m的弹簧一端固定，作为圆心，弹簧的另一端连接一个质量为0.50kg的小球，当小球以的转速在光滑水平面上做匀速圆周运动时，弹簧的伸长应为（）

A.5.2cm

B.5.3cm

C.5.0cm

D.5.4cm

图1

3.一圆盘可以绕其竖直轴在图2所示水平面内转动，圆盘半径为R。甲、乙物体质量分别是M和m（M>m），它们与圆盘之间的最大静摩擦力均为正压力的倍，两物体用一根长为的轻绳连在一起。若将甲物体放在转轴位置上，甲、乙之间连线刚好沿半径方向被拉直，要使两物体与圆盘间不发生相对滑动，则转盘旋转角速度的最大值不得超过（两物体均看作质点）（）

A.B.C.D.图2

4.如图3所示，一个球绕中心线以角速度转动，则（）

A.A、B两点的角速度相等

B.A、B两点的线速度相等

C.若，则

D.以上答案都不对

图3

5.一圆盘可绕圆盘中心O且垂直于盘面的竖直轴转动，在圆盘上放置一小木块A，它随圆盘一起运动（做匀速圆周运动），如图4所示，则关于木块A的受力，下列说法正确的是（）

A.木块A受重力、支持力和向心力

B.木块A受重力、支持力和静摩擦力，摩擦力的方向与木块运动方向相反

C.木块A受重力、支持力和静摩擦力，摩擦力的方向指向圆心

D.木块A受重力、支持力和静摩擦力，摩擦力的方向与木块运动方向相同

图4

6.如图5所示，质量为m的小球在竖直平面内的光滑圆轨道上做圆周运动。圆半径为R，小球经过圆环最高点时刚好不脱离圆环，则其通过最高点时（）

A.小球对圆环的压力大小等于mg

B.小球受到的向心力等于重力mg

C.小球的线速度大小等于

D.小球的向心加速度大小等于

图5

二.填空题

7.一辆质量为4t的汽车驶过半径为50m的凸形桥面时，始终保持5m/s的速率。汽车所受的阻力为车对桥面压力的0.05倍。通过桥的最高点时汽车牵引力是

N。（g=10m/s2）

三.解答题（解答应写出必要的文字说明、方程式和演算步骤）

8.m1、m2是质量分别为50g和100g的小球，套在水平光滑杆上，如图6所示。两球相距21cm，并用细线相连接，欲使小球绕轴以600r/min的转速在水平面内转动而不滑动，两球离转动中心多远？线上拉力是多大？

图6

9.如图7所示，在水平转台上放有A、B两个小物块，它们距离轴心O分别为，它们与台面间相互作用的静摩擦力的最大值为其重力的0.4倍，取。

（1）当转台转动时，要使两物块都不发生相对于台面的滑动，求转台转动的角速度的范围；

（2）要使两物块都对台面发生滑动，求转台转动角度速度应满足的条件。

图7

【试题答案】

1.C

2.C

3.D

4.AC

5.C

6.BCD

7.8.9.（1）

（2）

本DOCX文档由 www.zciku.com/中词库网 生成，海量范文文档任你选，，为你的工作锦上添花,祝你一臂之力！