

5.1 曲线运动基础

学习目标

- 1、知道曲线运动的瞬时速度的方向，能运用极限思想理解瞬时速度的方向，并会在轨迹图上画出某点的速度方向。
- 2、理解曲线运动是变速运动，知道物体做曲线运动的条件。
- 3、能运用牛顿第二定律和分解与合成的方法分析曲线运动，进一步理解运动与相互作用的观念。

必掌握知识点

一、曲线运动的速度方向

1. 速度的方向：质点在某一点的速度方向，沿曲线在这一点的切线方向。
2. 曲线运动的性质：做曲线运动的物体，速度的方向时刻在改变，所以曲线运动一定是变速运动。
 a 恒定：匀变速曲线运动； a 变化：非匀变速曲线运动。

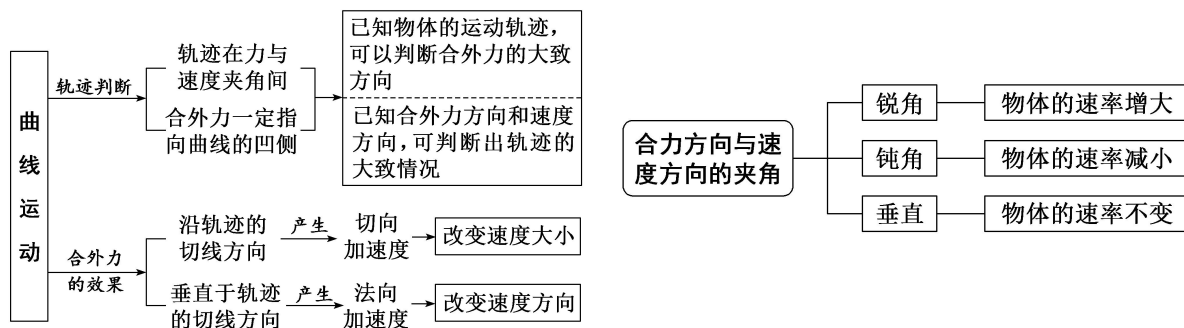
二、物体做曲线运动的条件

1. 运动学角度：物体的加速度方向与速度方向不在同一条直线上。
2. 动力学角度：物体所受合外力的方向跟它的速度方向不在同一条直线上。

三、曲线运动的受力特点

1. 物体所受合外力的方向跟它的速度方向不在同一条直线上。
2. 物体所受合外力的方向志指向运动轨迹的凹侧。

四、合外力与轨迹、速度间的关系分析思路、速率变化的判断



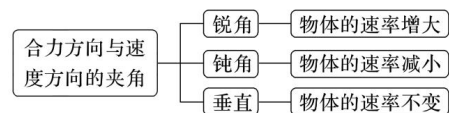
五、运动轨迹的判断

- (1) 若物体所受合力方向与速度方向在同一直线上，则物体做直线运动。
- (2) 若物体所受合力方向与速度方向不在同一直线上，则物体做曲线运动。

六、曲线运动中速度方向、合力方向与运动轨迹之间的关系

- (1) 速度方向与运动轨迹相切；
- (2) 合力方向指向曲线的“凹”侧；
- (3) 运动轨迹一定夹在速度方向和合力方向之间。

七、速率变化的判断



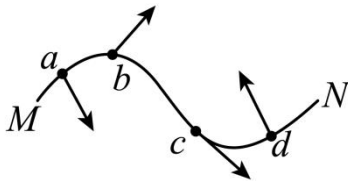
口诀：匀不匀看合力、直不直看夹角；速度看切线、受力指凹侧、增减看夹角。

典型题型

【题型一】曲线运动的瞬时速度的方向

【例题 1】2022 年 2 月 19 日，北京冬奥会花样滑冰双人滑比赛中，中国选手隋文静、韩聪获得金牌，夺得中国队第九金。如图所示是某花样滑冰运动员入场时的运动轨迹，其中 a 、 b 、 c 、 d 是轨迹上的四个点。运动员在这四个点处的速度方向标注正确的是（ ）

- A. 位置 a
- B. 位置 b
- C. 位置 c
- D. 位置 d



【例题 2】关于曲线运动速度的方向，下列说法中正确的是（ ）

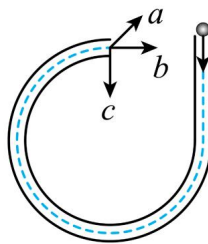
- A. 在曲线运动中速度的方向总是沿着曲线并保持不变
- B. 质点做曲线运动时，速度方向是时刻改变的，它在某一点的瞬时速度的方向与这一点运动的轨迹垂直
- C. 曲线运动中速度的方向是时刻改变的，质点在某一点的瞬时速度的方向就是在曲线上的这一点的切线方向
- D. 曲线运动中速度的方向是不断改变的，但速度的大小不变

【例题 3】在 F1 赛事中，若在弯道上高速行驶的赛车车轮脱落，则关于脱落的车轮的运动情况，下列说法中正确的是（ ）

- A. 仍然沿着赛车的弯道行驶
- B. 沿着与弯道切线垂直的方向飞出
- C. 沿着脱离时轮子前进的方向做直线运动，离开弯道
- D. 上述情况都有可能

【例题 4】如图所示，水平桌面上有一圆滑的弯曲轨道，钢球以一定的速度从轨道的始端进入，末端离开。对钢球在轨道末端速度方向的判断，图中表示正确的是（ ）

- A. a
B. b
C. c
D. d

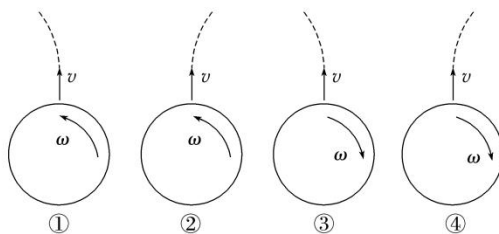


【题型二】曲线运动的受力特点

【例题 5】图甲为我国运动员参加冰壶比赛的场景。比赛中投壶手在投出冰壶时会带有一定的旋转(自旋)，擦冰手在冰壶运动的前方高速摩擦冰面(刷冰)，减小冰壶前方受到的摩擦力，可使冰壶做曲线运动。在图乙所示的各图中，圆表示冰壶， ω 表示冰壶自旋的方向， v 表示冰壶前进的方向，则在刷冰的过程中，冰壶的运动轨迹(虚线表示)可能正确的是（ ）



甲

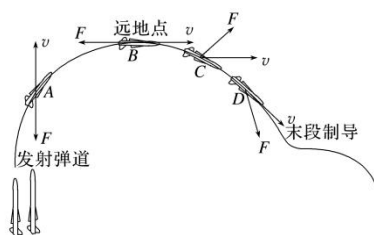


乙

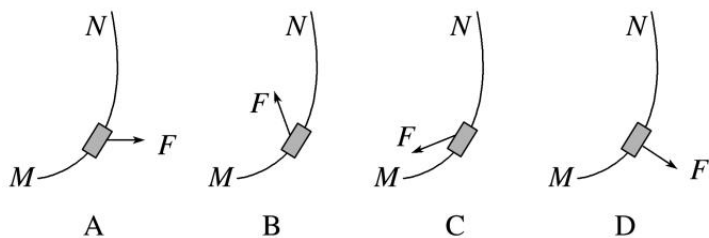
- A. ①③
B. ①④
C. ②③
D. ②④

【例题 6】2021 年 8 月 21 日，中国人民解放军火箭军成功发射两枚新型导弹。导弹轨迹通常都十分复杂，如图是分析导弹工作时的轨迹示意图，其中弹头的速度 v 与所受合外力 F 关系正确的是（ ）

- A. 图中 A 点
B. 图中 B 点
C. 图中 C 点
D. 图中 D 点



【例题 7】一辆汽车在水平公路上转弯，沿曲线由 M 向 N 行驶，速度逐渐增大。图中分别画出了汽车转弯时受到的合力 F 的四种方向，可能正确的是（ ）



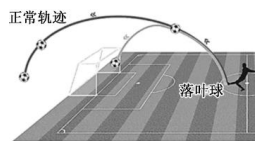
【例题 8】“落叶球”是足球比赛中任意球的一种踢法，如图所示，这是某运动员主罚任意球时踢出快速旋转的“落叶球”在空中运动的轨迹，跟正常飞行轨迹相比，“落叶球”会更早地向下落回地面。对“落叶球”在飞行过程中的分析正确的是（ ）

A. “落叶球”在空中的运动轨迹是对称的

B. “落叶球”的更早下落是因为在运动过程中受到了指向轨迹内侧的空气作用力

C. “落叶球”的更早下落是因为在运动过程中受到了沿切线方向的空气阻力

D. “落叶球”在最高点的瞬时速度为零



【题型三】恒力作用下的曲线运动

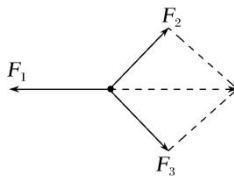
【例题 9】(多选) 物体在光滑水平面上受三个水平恒力(不共线)作用处于平衡状态，如图所示，当把其中一个水平恒力撤去时(其余两个力保持不变)物体（ ）

A. 一定做匀加速直线运动

B. 可能做匀变速直线运动

C. 可能做曲线运动

D. 一定做曲线运动



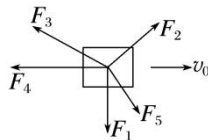
【例题 10】如图所示，光滑水平面上的物体受五个沿水平的恒力 F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_4 、 F_5 作用，以速率 v_0 沿水平面做匀速直线运动，若撤去其中某个力(其他力不变)，则在以后的运动中，下列说法正确的是（ ）

A. 若撤去的是 F_1 ，则物体将做圆周运动

B. 若撤去的是 F_2 ，则经过一段时间后物体的速率可能再次变为 v_0

C. 若撤去的是 F_3 ，则经过一段时间后物体的速率可能再次变为 v_0

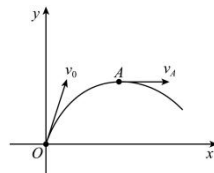
D. 无论撤去这五个力中的哪一个，物体在相同时间内的速度改变量一定都相同



【例题 11】一个质点在恒力 F 的作用下由 O 点开始运动，在 O 、 A 两点的速度方向如图所示，在 A 点的速度方向与 x 轴平行，则恒力 F 可能（ ）

A. 沿 x 轴正方向 B. 沿 x 轴负方向

C. 沿 y 轴正方向 D. 沿 y 轴负方向



【例题 12】做匀速直线运动的物体，突然受到一个与运动方向不在同一直线上的恒力作用时，物体运动为（ ）

A. 继续做直线运动

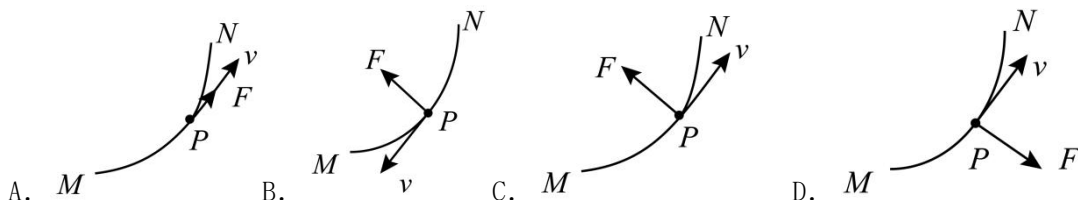
B. 一定做曲线运动

C. 可能做直线运动，也可能做曲线运动

D. 运动的形式不能确定

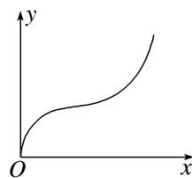
强化训练

1. 如图所示为一质点由 M 处向 N 处运动的轨迹图, 质点在经过弯道上的 P 点时, 下图表明了它的速度 v 方向和所受外力的合力 F 方向。正确的可能是图 ()



2. 某质点在 Oxy 平面内运动的轨迹如图所示, 则该质点在 x 、 y 两个正方向上的运动状况可能是 ()

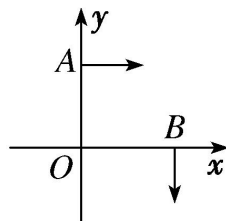
- A. 质点在 x 、 y 两方向上都匀速运动
 B. 质点在 x 方向上匀速运动, 在 y 方向上先加速后减速
 C. 质点在 y 方向上匀速运动, 在 x 方向上先加速后减速
 D. 质点在 y 方向上匀速运动, 在 x 方向上先减速后加速



3. 关于曲线运动, 下列叙述不正确的是 ()
- A. 做曲线运动的物体一定是变速运动
 B. 做曲线运动的物体所受的合外力一定不为零
 C. 如果物体不受外力, 由于惯性而持续的运动不可能是曲线运动
 D. 因曲线运动的速度在不断变化, 所以不可能是匀变速运动

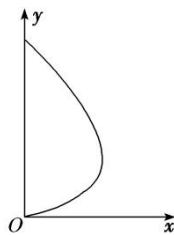
4. 如图所示, 一质点受一恒定合外力 F 作用从 y 轴上的 A 点平行于 x 轴射出, 经过一段时间到达 x 轴上的 B 点, 在 B 点时其速度垂直于 x 轴指向 y 轴负方向, 质点从 A 到 B 的过程, 下列判断正确的是 ()

- A. 合外力 F 可能指向 y 轴负方向
 B. 该质点的运动为匀变速运动
 C. 该质点的速度大小可能保持不变
 D. 该质点的速度一直在减小



5. [多选] 一质点在 xOy 平面内的运动轨迹如图所示, 下列判断正确的是 ()

- A. 质点沿 x 轴方向可能做匀速运动
 B. 质点沿 y 轴方向可能做变速运动
 C. 若质点沿 y 轴方向始终匀速运动, 则沿 x 轴方向可能先加速后减速
 D. 若质点沿 y 轴方向始终匀速运动, 则沿 x 轴方向可能先减速后加速



6. (多选)初速度不为零的小球只受到一个大小不变的力的作用, 下列说法正确的是()

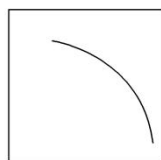
- A. 小球可能做曲线运动
- B. 小球的位置可能保持不变
- C. 小球的速度大小可能保持不变
- D. 小球的加速度一定保持不变

7. 下列关于力与运动的叙述中正确的是()

- A. 物体所受合力方向与运动方向有夹角时, 该物体速度一定变化, 加速度也变化
- B. 物体做圆周运动, 所受的合力一定指向圆心
- C. 物体运动的速率在增加, 所受合力方向与运动方向夹角小于 90°
- D. 物体在变力作用下有可能做曲线运动, 做曲线运动的物体一定受到变力作用

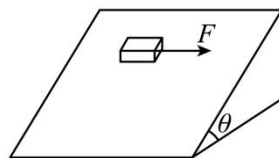
8. 2018年6月1日, 在傣族自治州景洪市坠落了一颗陨石, 如图所示为一目击者画出的陨石在大气层中下落的一段运动轨迹, 由此可判断陨石在图示的运动过程中()

- A. 所受合力可能为零
- B. 运动轨迹上每一点的切线方向, 就是陨石在该点的运动方向
- C. 陨石受到的合力方向可能与速度方向相同
- D. 陨石的运动速度可能不变



9. (多选) 如图所示, 一物块在一个水平力 F 作用下沿足够大斜面匀速运动, 此力 F 的方向与斜面平行。某时刻将力 F 撤除, 下列对撤除力 F 后物块运动的描述正确的是()

- A. 物块可能做匀变速曲线运动
- B. 物块仍沿斜面匀速运动
- C. 物块将做非匀变速曲线运动
- D. 物块最终将停在斜面上



10. 如图所示, 这是质点做匀变速曲线运动的轨迹的示意图。已知质点在 B 点的加速度方向与速度方向垂直, 则下列说法中正确的是()

- A. 质点在 C 点的速率小于 B 点的速率
- B. 质点在 A 点的加速度比 C 点的加速度大
- C. 质点在 C 点的速率大于 B 点的速率
- D. 从 A 点到 C 点, 质点的加速度与速度的夹角先增大后减小, 速率先减小后增大

