

第1节：曲线运动 运动的合成与分解

广州石化中学 于碧鹏



学习进阶任务

（1）了解曲线运动，知道并会画出曲线运动的瞬时速度方向。

（2）理解曲线运动是变速运动，知道物体做曲线运动的条件，会根据物体受力判断轨迹，也能根据轨迹判断物体受力。

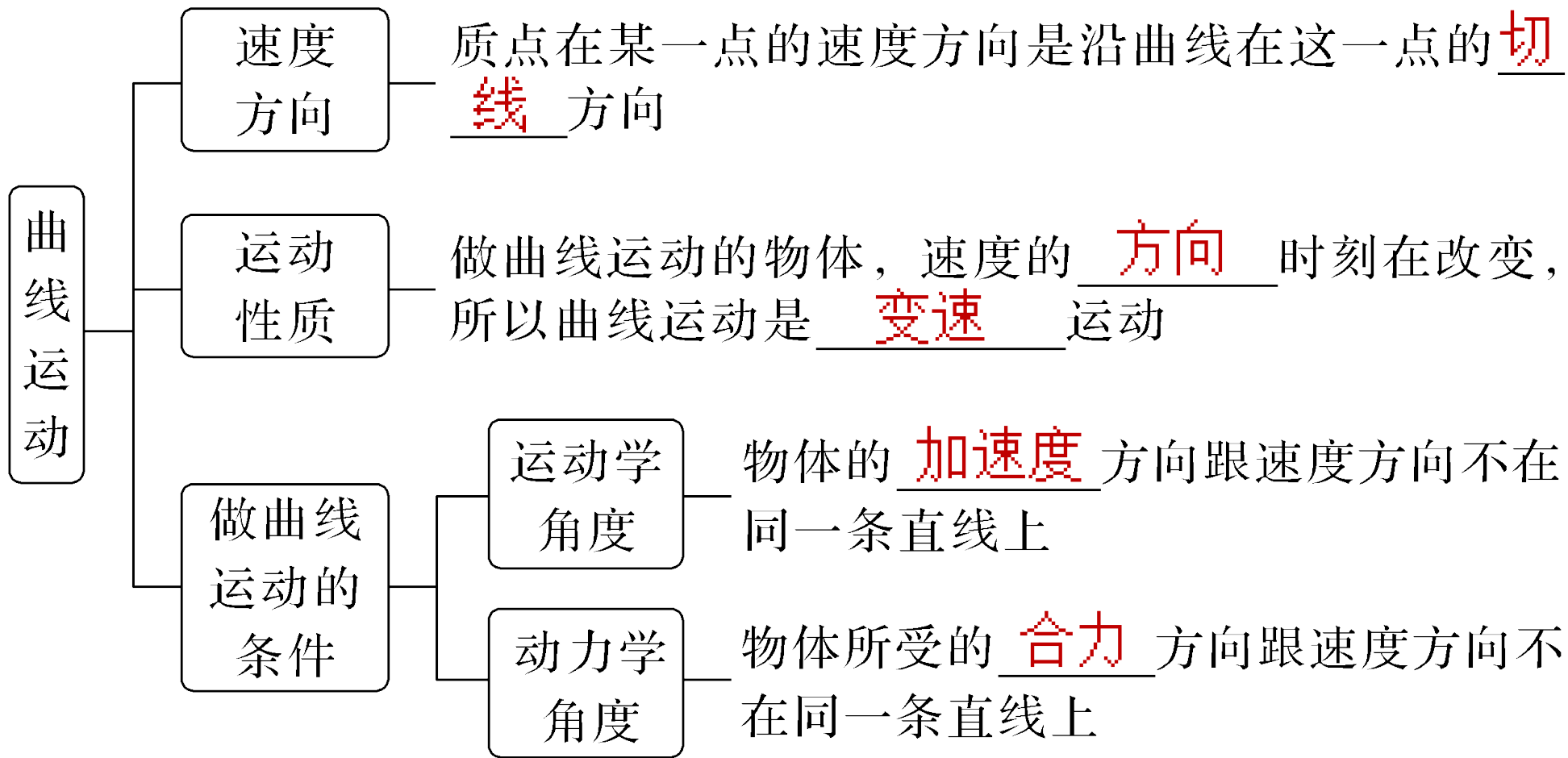
（3）理解合运动与分运动的概念，能对平面运动进行合成与分解，解决小船渡河、关联速度等问题，体会把复杂运动分解为简单运动的物理思想。

真



夯实必备基础知识

1. 曲线运动





夯实必备基础知识

2. 运动的合成与分解

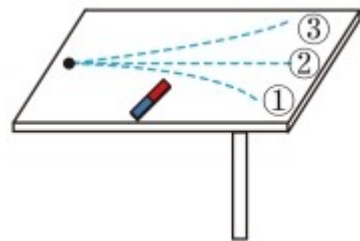


任务一 知道曲线运动的条件和特征

回归教材：

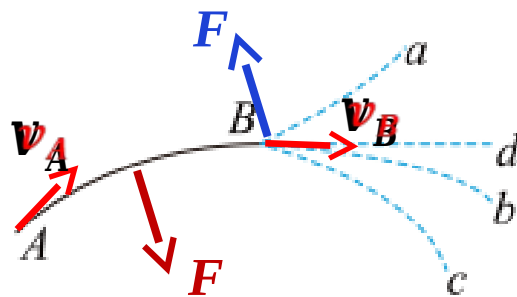
如图所示，一个在水平桌面上向右做直线运动的钢球，如果在它运动路线的旁边放一块磁铁，则钢球可能的运动轨迹是 (A)

- A . 轨迹① B . 轨迹②
C . 轨迹③ D . 以上都有可能



例 1：某质点从 A 点沿图中的曲线运动到 B 点，质点受力的大小为 F 。经过 B 点时，若力的方向突然变为与原来相反，则：

- (1) 请标出 A、B 点瞬时速度方向？
(2) 请标出 A 至 B 过程中合外力的大致方向？
(3) 它从 B 点开始可能沿图中的哪一条虚线运动？ a



曲线运动复习要点总结 1：

(1) 特征：质点在某点的速度方向沿着该点的切线方向

(1) 特征：质点在某点的速度方向沿着该点的切线方向 → 变速运动 ($a \neq 0$)

(2) 条件：加速度 a ($F_{\text{合}}$) 方向与速度 v 方向不在同一条直线上；加速度 a ($F_{\text{合}}$) 方向指向轨迹的“凹”侧。

(3) 轨迹夹在加速度 $a(F)$ 方向与速度 v 方向之间。

任务二 会分析并判断曲线运动的轨迹

例 2 : 如图所示是物体做匀变速曲线运动的轨迹的示意图，箭头表示物体在该点的速度方向。已知物体在 B 点的加速度方向与速度方向垂直，则下列说法正确的是 (**C**)

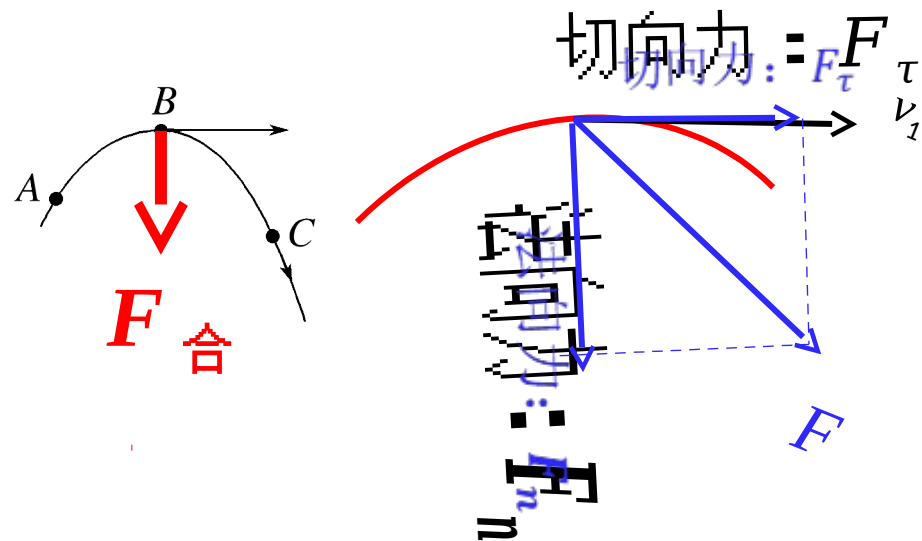
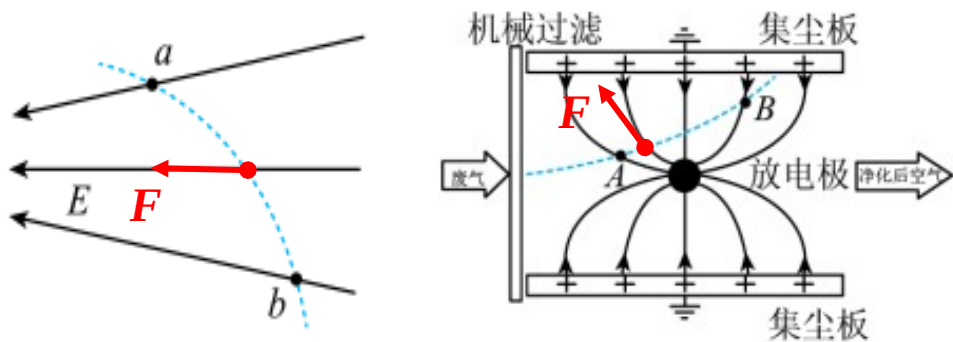
A. C 点的速率小于 B 点的速率

B. A 点的加速度比 C 点的加速度大

C. C 点的速率大于 B 点的速率

D. 从 A 点到 C 点加速度方向与速度方向的夹角先增大后减小，速率是

先减小后增大



进阶思考：能根据带电粒子在电场中的运动轨迹，推导出哪些信息？

曲线运动复习要点总结 2：

(4) 合外力在垂直于速度方向上的分力改变物体速度的方向，合外力在沿速度方向上的分力改变物体速度的大小。

合力方向与速度方向的夹角	锐角	物体的速率增大
	钝角	物体的速率减小
	垂直	物体的速率不变



任务二 掌握

回归教材：

如图甲所示，竖直放置的两端封闭的玻璃管中注满清水，内有一个红蜡块能在水中以 0.15 m/s 的速度匀速上浮，现当红蜡块从玻璃管的下端匀速上浮的同时，使玻璃管水平匀速向右运动，测得红蜡块实际运动的方向与水平方向的夹角为 37° ，则：

(1) 根据题意可知玻璃管水平方向的移动速度为 0.6 m/s ；

(2) 若玻璃管的长度为 1 m ，则当红蜡块从玻璃管底端上浮到顶端的过程中，玻璃管水平运动的距离为 1.2 m ，红蜡块相对地面的位移大小为 1.5 m ；

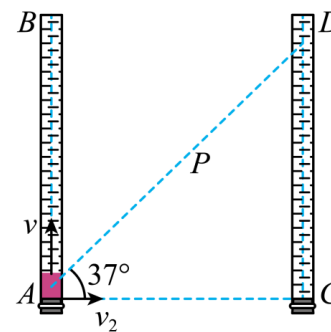
(3) 如图乙所示，若红蜡块在 A 点匀速上浮的同时，使玻璃管水平向右做匀加速直线运动，则红蜡块实际运动的轨迹是图乙中的 Q。（选填 Q、P、R）

中的 Q。（选填 Q、P、R）

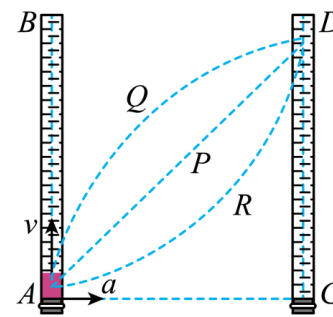
$$x = v_x t$$

$$y = v_y t$$

$$\tan 37^\circ = \frac{y}{x} = \frac{v_y}{v_x}$$



图甲



图乙

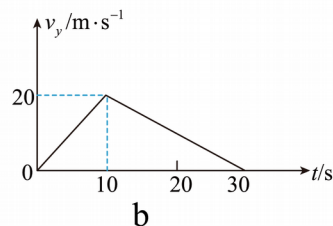
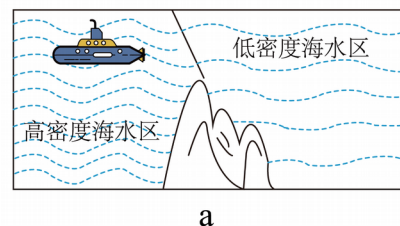
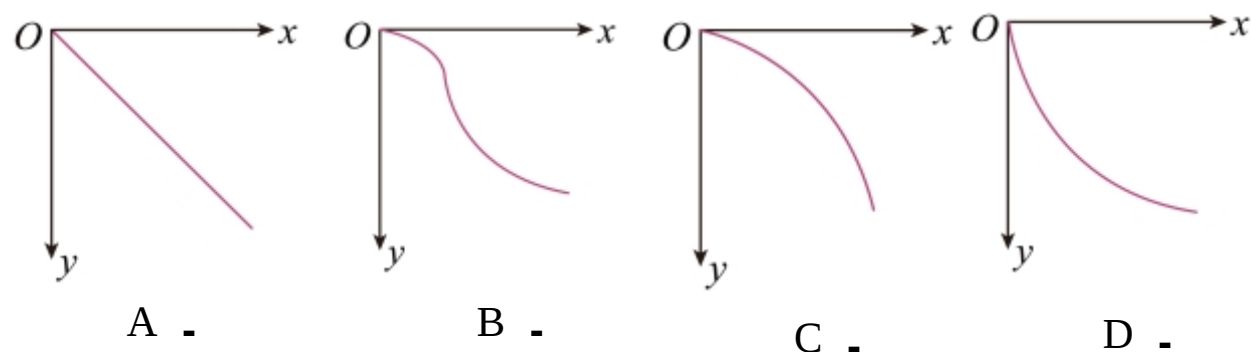
曲线运动复习要点 3：

合运动(实际运动)与分运动关系：等时性、等时性、等效性、等效性

任务三 掌握合运动和分运动的关系，能进行运动的合成与分解

练习：如图，潜艇“掉深”是潜艇水下航行中最危险的突发状况之一，潜艇从海水的高密度区驶入低密度区过程称为“掉深”，如图 a，某潜艇在高密度区水平向右匀速航行； $t=0$ 时，该潜艇开始“掉深”，图 b 为其竖直方向的速度时间图像，水平速度 v 保持不变。若以水平向右为 x 轴，竖直向下为 y 轴，则潜艇“掉深”后的 0~30s 内。能大致表示其运动轨迹的图形是（

B



解析：

方法 1，合外力沿着 y 轴方向，先沿 y 轴正方向，再沿 y 轴负方向。即曲线弯曲方向先弯向 y 轴正方向，再弯向 y 轴负方向。

方法 2，描点法。根据题意可知，潜艇在 x 轴方向上做匀速直线运动， y 轴方向上先做匀加速直线运动，再做匀减速直线运动，则运动轨迹的图形，在 x 轴上取相邻距离相等的几段距离，则时间相等， y 轴上下降的距离先增大后减小。



任务三 掌握合运动和分运动的关系，能进行运动的合成与分解

练习：如图，在灭火抢险的过程中，消防队员有时要借助消防车上的梯子爬到高处进行救人或灭火作业，梯子与水平面有一定夹角。消防车前进的过程中，人相对梯子匀速向上运动，在地面上看消防队员的运动，下列说法中正确的是 (**D**)

- A . 当消防车匀速前进时，消防队员做匀变速直线运动
- B . 当消防车匀速前进时，消防队员做匀变速曲线运动
- C . 当消防车匀加速前进时，消防队员一定做匀变速直线运动
- D . 当消防车匀加速前进时，消防队员一定做匀变速曲线运动

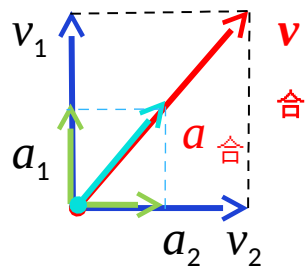
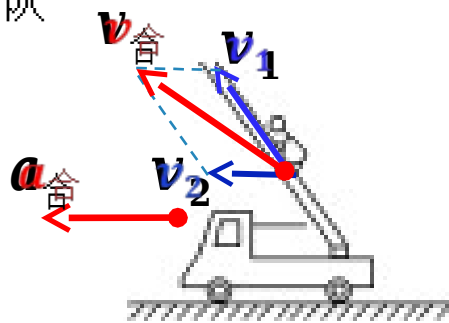
思考：若消防员相对于梯子匀加速向上运动，在地面上看消防员的运动是什么运动？

曲线运动复习要点总结 4：

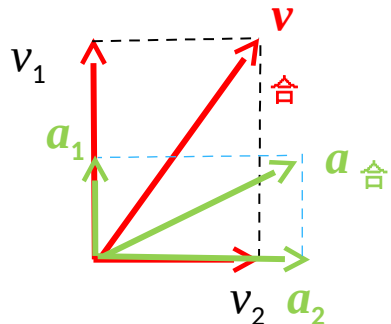
(6) 位移、速度、加速度的合成分解都遵循平行四边形定则

(7) 合运动性质判断：合加速度恒定 $\rightarrow$ 匀变速 否则非匀变速；

加速度 a ($F_{\text{合}}$) 方向与速度 v 方向共线 $\rightarrow$ 直线 否则曲线；



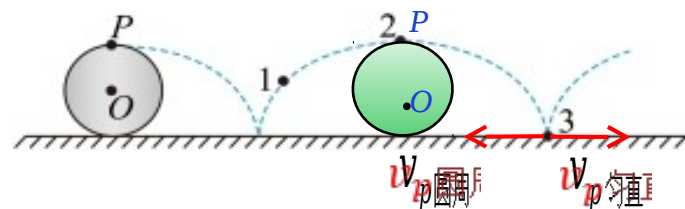
$v_{\text{合}}$ 与 $a_{\text{合}}$ 共线，匀变速直线运动



$v_{\text{合}}$ 与 $a_{\text{合}}$ 不共线，匀变速曲线运动

任务三 掌握合运动和分运动的关系，能进行运动的合成与分解

例3：如图所示，中心为 O 的硬币在桌面上沿直线向右匀速滚动，虚线为硬币边缘最高点 P 的运动轨迹，位置 2 为轨迹最高点，位置 3 为轨迹与桌面接触点。下列说法正确的是（ ）



- A . 硬币滚动一周， P 点与 O 点位移大小相等
- B . P 点运动到位置 1 时速度方向为水平向右
- C . P 点运动到位置 2 时向心加速度大小为零
- D . P 点运动到位置 3 时的速度与 O 点的速度相同

解析： P 点的运动，可以看成水平方向匀速直线运动
与竖直面内匀速圆周运动的合成；
 O 点的运动一直向右匀速直线运动。

任务四 会在具体情境中利用运动的合成与分解解决问题

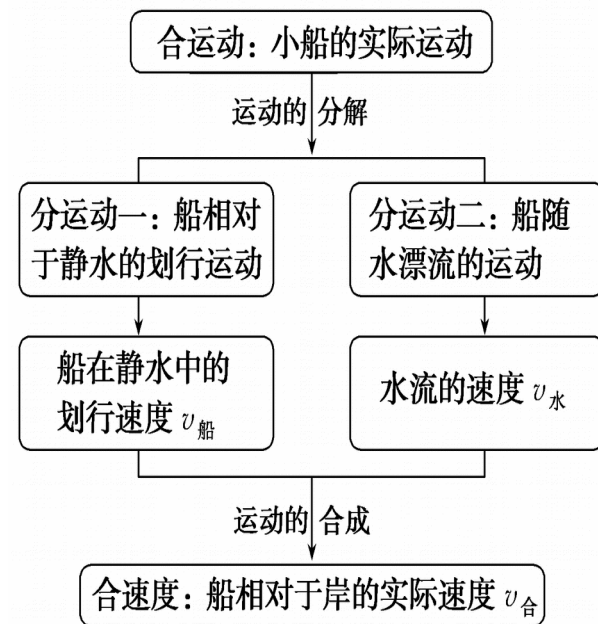
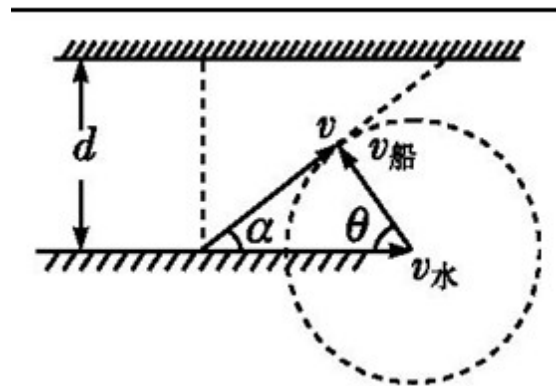
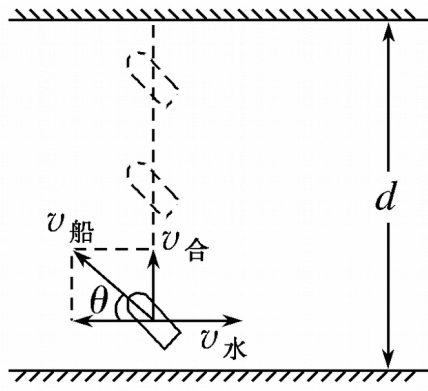
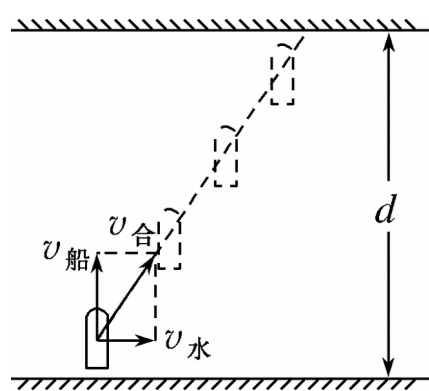
情境 1 : 小船渡河问题 分运动+合运动

例 4 : 小船在 100m 宽的河中横渡, 水流速度为 3m/s, 船在静水中的速度为 4m/s.

(1) 若使小船以最短时间渡河, 船的航向怎样? 最短时间是多少? 船的位移多大?

(2) 若使小船渡河的距离最短, 船的航向怎样? 渡河时间是多少?

(3) 若水流速度是 5m/s, 其他条件不变, 则怎样过河才能使船航行距离最短? 船的航向如何? 渡河时间是多少?



$$t_{\min} = \frac{d}{v_{\text{船}}}$$

$$x = v_{\text{合}} t \equiv v_{\text{合}} \frac{d}{v_{\text{船}}}$$

$$v_{\text{水}} < v_{\text{船}} \quad v_{\text{水}} - v_{\text{船}} \cos \theta =$$

$$0 \text{ 时} \quad x_{\min} = d$$

$$v_{\text{水}} > v_{\text{船}} \quad v_{\text{船}} \text{ 垂直于 } v \text{ 时}$$

$$x_{\min} = x_{\min} \frac{d}{\sin \alpha} \equiv \frac{d v_{\text{水}}}{v_{\text{船}}}$$

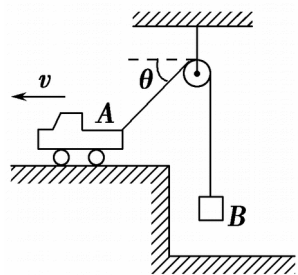
任务四 会在具体情境中利用运动的合成与分解解决问题

情境 2 : 绳 (杆) 关联速度问题 合运动→分运动

例 5. 如图 1 所示, 当小车 A 以恒定的速度 v 向左运动时, 对于 B 物体, 下列说法正确的是

()

- A . 匀加速上升
- B . B 物体受到的拉力大于 B 物体受到的重力
- C . 匀速上升
- D . B 物体受到的拉力等于 B 物体受到的重力



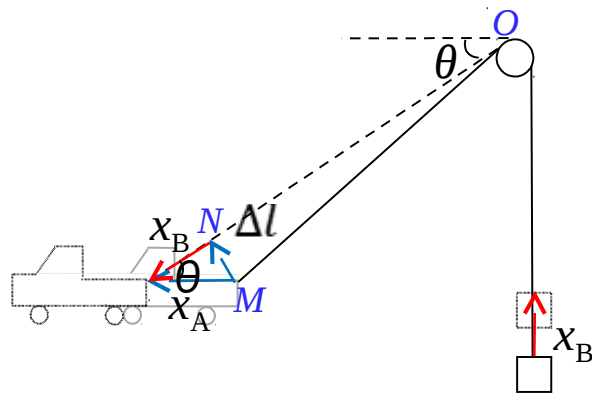
解析:

设 A 车在极短时间内向左运动一小段距离 x_A , 则 B 的位移与 A 的位移关系如图所示,

由几何关系, 有: $x_B = x_A \cos \theta$

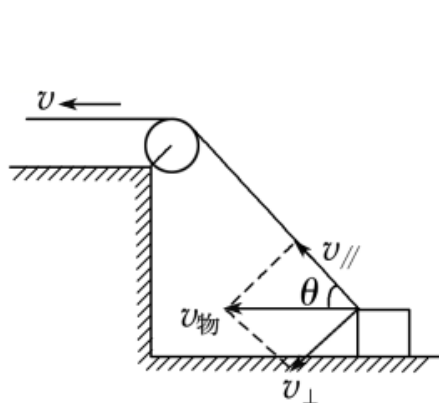
两边除以 t , 得:

$$v_B = v_A \cos \theta$$

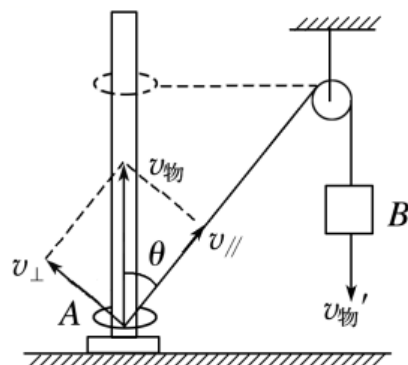


任务四 会在具体情境中利用运动的合成与分解解决问题

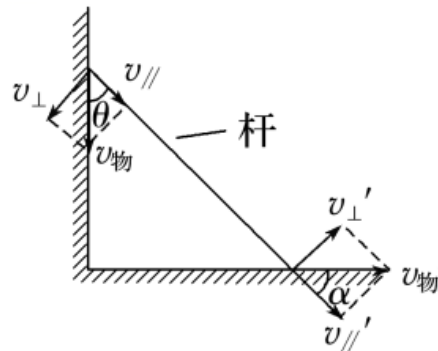
情境 2 : 绳 (杆) 关联速度问题常见模型



$$v = v_{\text{物}} \cos \theta$$

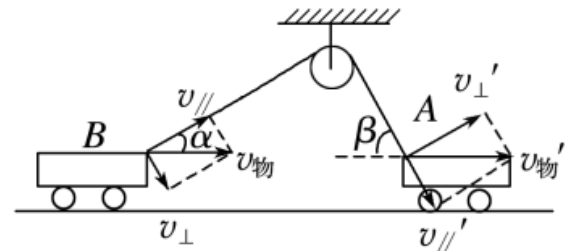


$$v_{\text{物}}' = v_{\parallel} = v_{\text{物}} \cos \theta$$



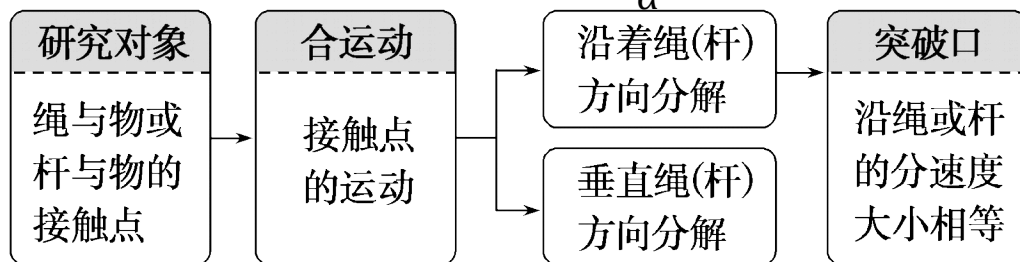
$$v_{\parallel} = v_{\parallel}'$$

即 $v_{\text{物}} \cos \theta = v_{\text{物}}' \cos \alpha$



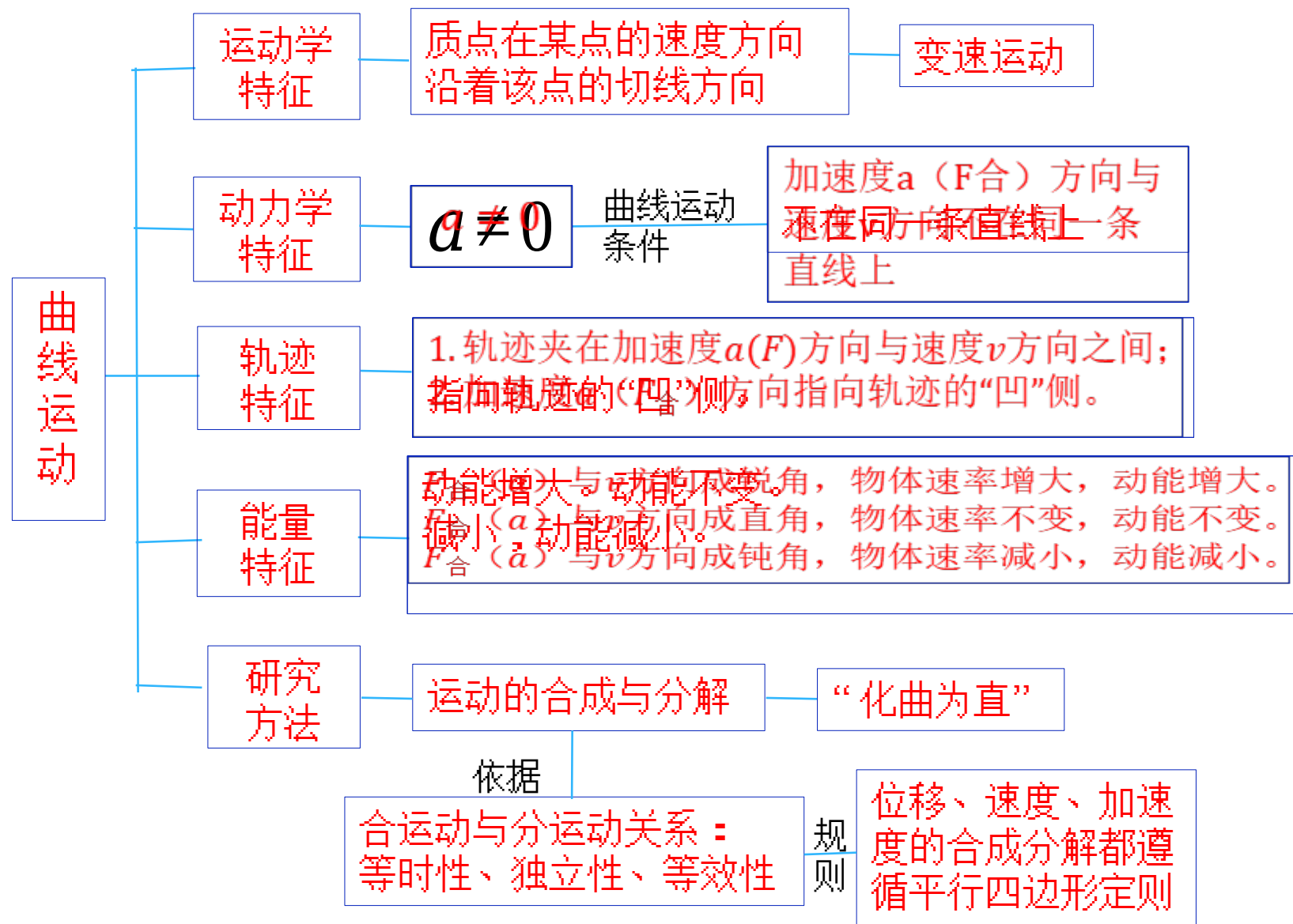
$$v_{\parallel} = v_{\parallel}'$$

即 $v_{\text{物}} \cos \alpha = v_{\text{物}}' \cos \beta$





知识结构与方法总结：





黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

谢谢

