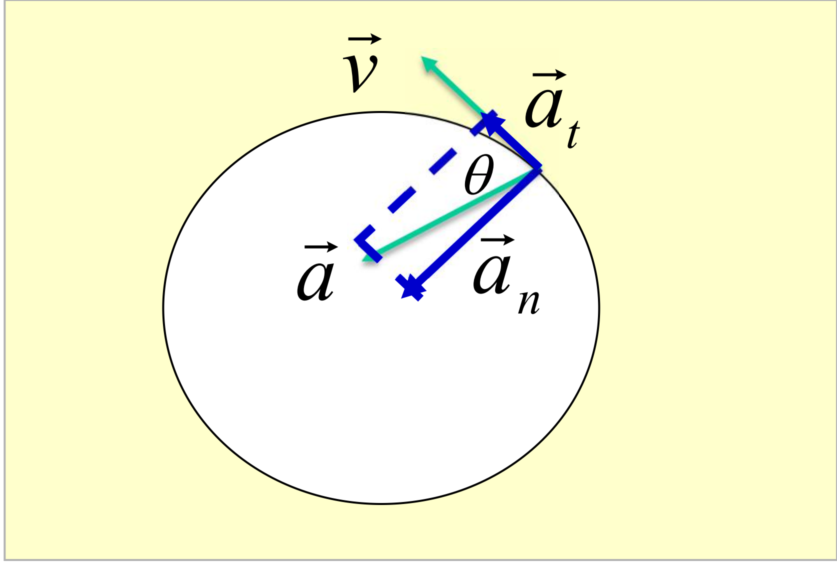
角量与线量之间的关系

$$\boxed{v = R\omega}$$



$$a_n = v\omega = \omega^2 R = \frac{v^2}{R}$$

$$a_t = \frac{dv}{dt} = R\frac{d\omega}{dt} = R\alpha$$

加速度的大小：$a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2}$

与速度的夹角：$\theta = arctg\dfrac{a_n}{a_t}$

角量表示的（匀角加速）运动方程

$$\underline{\underline{\omega-\omega_0=\alpha t}}$$

$$\underline{\underline{\theta-\theta_0=\omega_0 t+\frac{1}{2}\alpha t^2}}$$

$$\underline{\underline{\omega^2-\omega_0^2=2\alpha(\theta-\theta_0)}}$$

§1.5 相对运动

物体运动的轨迹依赖于观察者所处的参考系

1、基本参照系S：相对地球静止的参照系. S系中的位移、速度、加速度分别称为 绝对位移、绝对速度、绝对加速度；

$$\vec{r}_{po}, \vec{v}_{po}, \vec{a}_{po}$$

2、运动参照系S’：相对基本参照系运动的参照系。S’系中位移、速度、加速度分别称为相对位移、相对速度、相对加速度；

$$\vec{r}_{po'}, \vec{v}_{po'}, \vec{a}_{po'}$$

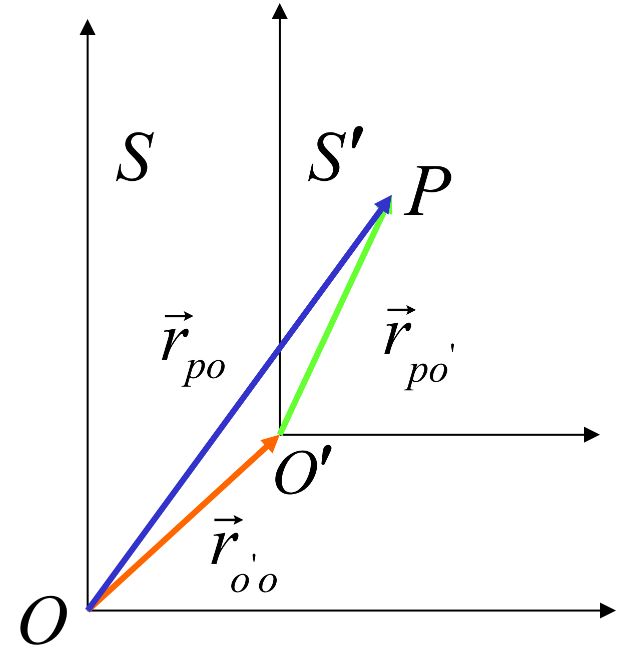
3、基本关系式

设：S'系坐标原点在S系中的位矢为$\overrightarrow{r_{O'O}}$，

S'系对S系的相对速度(牵连速度)为$\overrightarrow{v_{O'O}}$

S'系坐标原点在S系中的加速度为$\overrightarrow{a_{O'O}}$

则 有：
$$\begin{cases} \overrightarrow{r_{po}} = \overrightarrow{r_{po'}} + \overrightarrow{r_{o'o}} \\ \overrightarrow{v_{po}} = \overrightarrow{v_{po'}} + \overrightarrow{v_{o'o}} \\ \overrightarrow{a_{po}} = \overrightarrow{a_{po'}} + \overrightarrow{a_{o'o}} \end{cases}$$

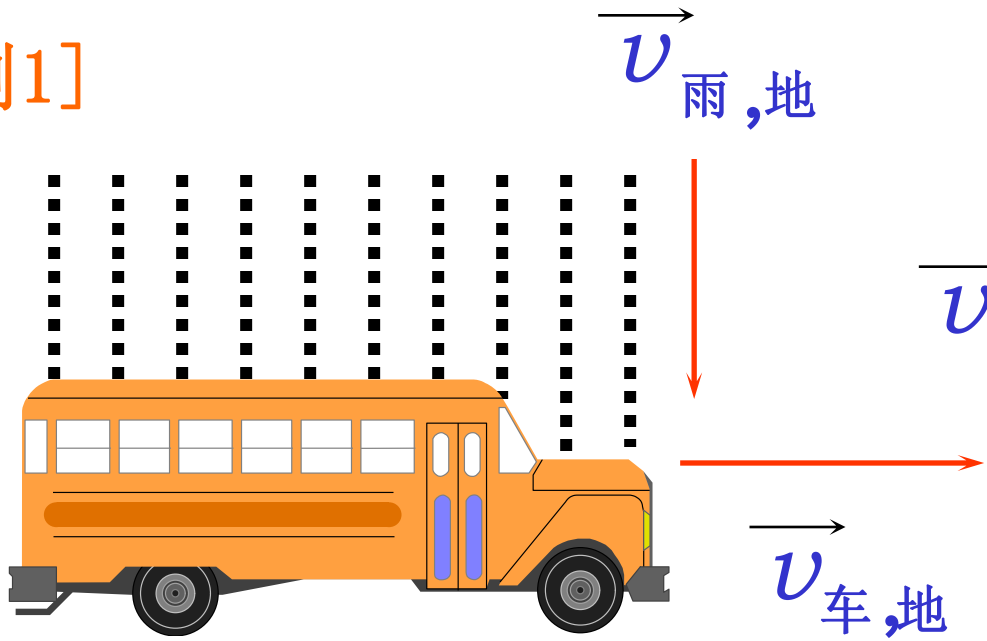


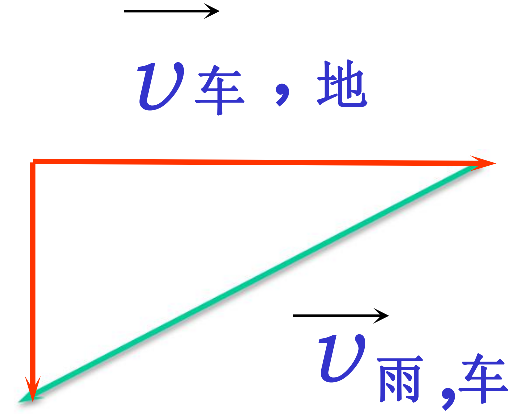
一般关系式： $\vec{M}_{po} = \vec{M}_{po'} + \vec{M}_{o'o}$

注意：(1).速度及加速度关系式只适用于$v_{oo'} \ll c$的场合

(2).若 $a_{oo'} = 0$，则 $a_{po} = a_{po'}$ ——伽利略相对性原理

[例1]





$$\vec{v}_{\text{雨},\text{车}} = \vec{v}_{\text{雨},\text{地}} + \vec{v}_{\text{地},\text{车}}$$

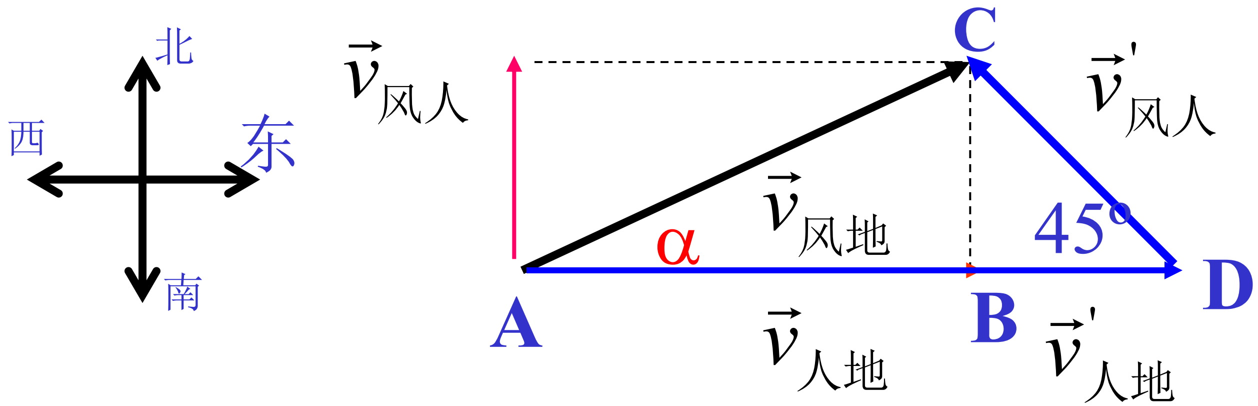
$$\vec{v}_{\text{雨},\text{车}} = \vec{v}_{\text{雨},\text{地}} - \vec{v}_{\text{车},\text{地}}$$

$$\vec{v}_{\text{雨},\text{地}} = \vec{v}_{\text{雨},\text{车}} + \vec{v}_{\text{车},\text{地}}$$

一般关系式：$\vec{M}_{po} = \vec{M}_{po'} + \vec{M}_{o'o}$

[例2]. 某人东行,v=50m/min时感觉有南风,
v=75m/min时感觉有东南风，求风速。

解：由题给条件写出矢量式：$\vec{v}_{风,地} = \vec{v}_{风,人} + \vec{v}_{人,地}$



由图: BD=AD-AB　BD=BC

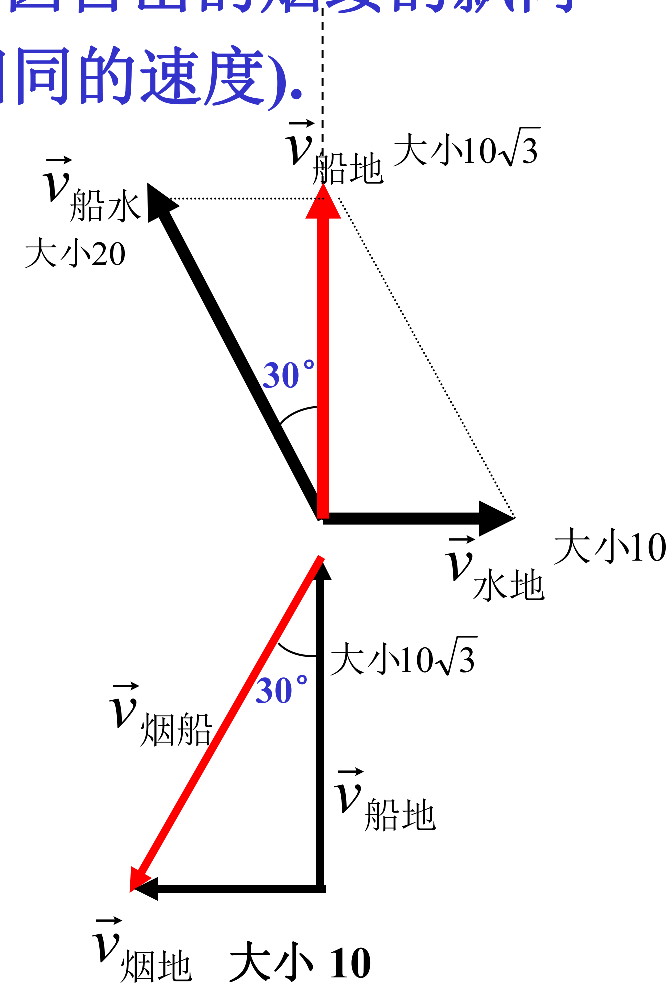
$AC=(AB^2+BC^2)^{1/2}$

$\alpha=\tan^{-1}(BC/AB)$

所以,风速大小为55.9m/min;方向为东偏北27°

例3:河水自西向东流动,流速 10km/h，一轮船在水中航行,船对河水的航向为北偏西30°,相对于河水的航速为20km/h,此时风向为正西,风速为10 km/h ,试求船上观察到的烟囱冒出的烟缕的飘向和速度(设烟离开烟囱后很快就获得与风相同的速度).

解：取船为研究对象,水为运系,岸为静系.
现求船相对于岸的速度大小和方向.



现求 $\vec{v}_{船地}$ 得 $\vec{v}_{船地}=\vec{v}_{船水}+\vec{v}_{水地}$

从图得 $\vec{v}_{船地}$ 正好指向正北,大小为 $10\sqrt{3}$.

$\because \vec{v}_{烟地}=\vec{v}_{烟船}+\vec{v}_{船地}$ 且 $\vec{v}_{烟地}=\vec{v}_{风地}$,

再作矢量图如右

从图 $\left|\vec{v}_{烟船}\right|=\sqrt{10^2+(10\sqrt{3})^2}=20\text{km/h}$

方向为南偏西30° .

§1.6 牛顿运动定律

Issac Newton

一、牛顿第一定律

任何物体都要保持其静止或匀速直线运动状态，直到外力迫使它改变运动状态为止．

★ $\vec{F}=0$ 时， $\vec{v}=$恒矢量

★ 惯性和力的概念

二、牛顿第二定律

动量为 $\vec{p}$ 的物体，在合外力 $\vec{F}$ 的作用下，其动量随时间的变化率应当等于作用于物体的合外力．

讨论：★ $\vec{F}(t)=\dfrac{\mathrm{d}\vec{p}(t)}{\mathrm{d}t}$， $\vec{p}(t)=m\vec{v}(t)$

★ 当 $v << c$ 时，m 为常量 $\boxed{\vec{F}(t) = m\vec{a}(t)}$

★ 瞬时性

★ 牛顿定律的研究对象是单个物体（质点）

★ 叠加性

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \cdots$$

$$\vec{a} = \vec{a}_1 + \vec{a}_2 + \vec{a}_3 + \cdots$$

$$\begin{cases} \vec{F} = F_x\vec{i} + F_y\vec{j} + F_z\vec{k} \\ \vec{a} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j} + a_z\vec{k} \end{cases}$$

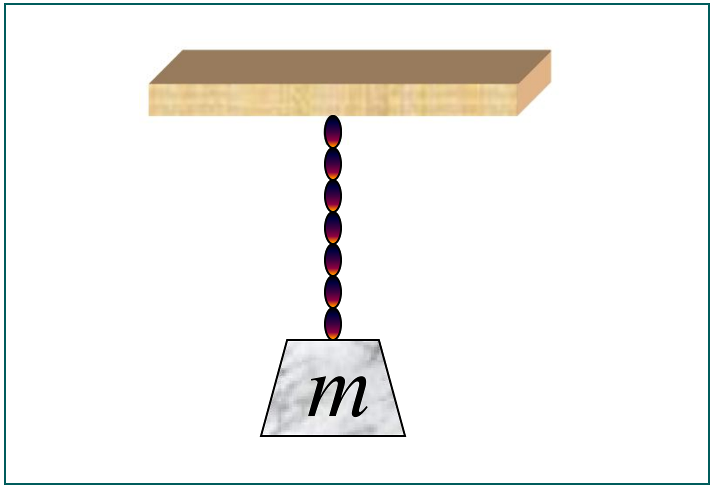
$$\begin{cases} F_x = ma_x \\ F_y = ma_y \\ F_z = ma_z \end{cases}$$

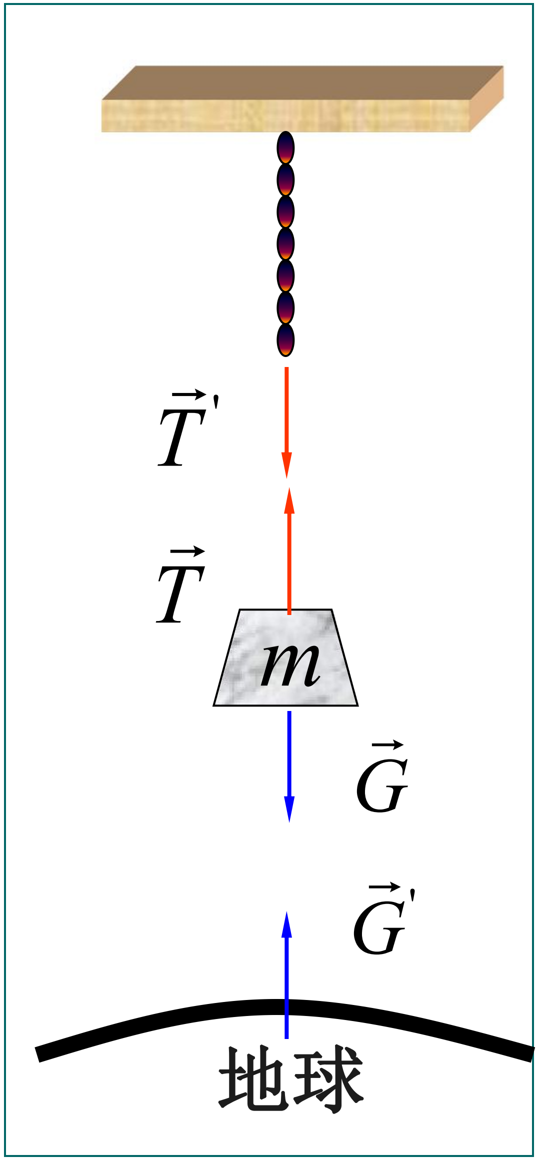
三、牛顿第三定律

两个物体之间作用力 $\vec{F}$ 和反作用力 $\vec{F}'$，沿同一直线, 大小相等, 方向相反, 分别作用在两个物体上 .

★ $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$

（物体间相互作用规律）





牛顿运动定律的适用范围：

(1)宏观（运动范围$>10^{-8}cm$)领域

(2)$\vec{F}=m\vec{a}$仅适用于低速（$v<<c$)领域

（3）仅适用于惯性参照系：

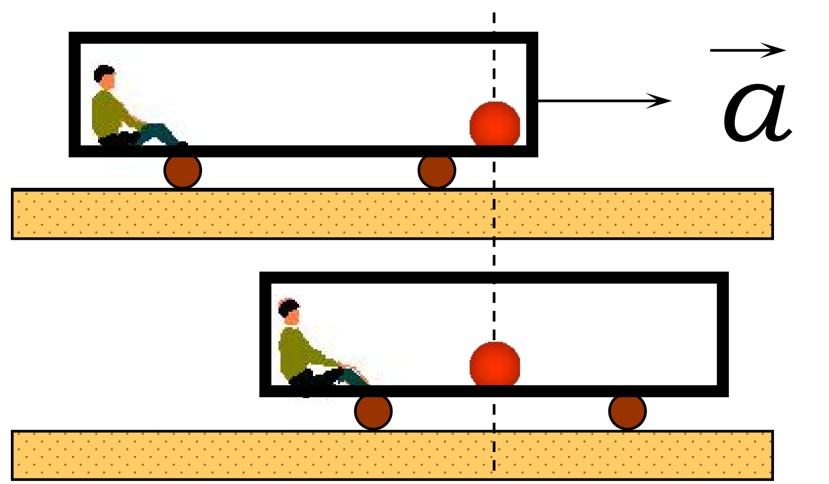
相对地面静止或作匀速直线运动的参照系均为**惯性参照系**。

而相对地面作变速运动的参照系均为**非惯性参照系**

在惯性参照系中观察，一个不受力作用的物体将保持静止或匀速直线运动状态不变。

例：加速小车上的小球。

（小球与小车间无摩擦）



地面观察者：$F=0$，$a=0$

车上观察者：$F=0$，$a\neq 0$

四、动力学的二类问题

1. 已知作用在物体上的力, 由力学规律来决定该物体的运动状态或平衡状态。

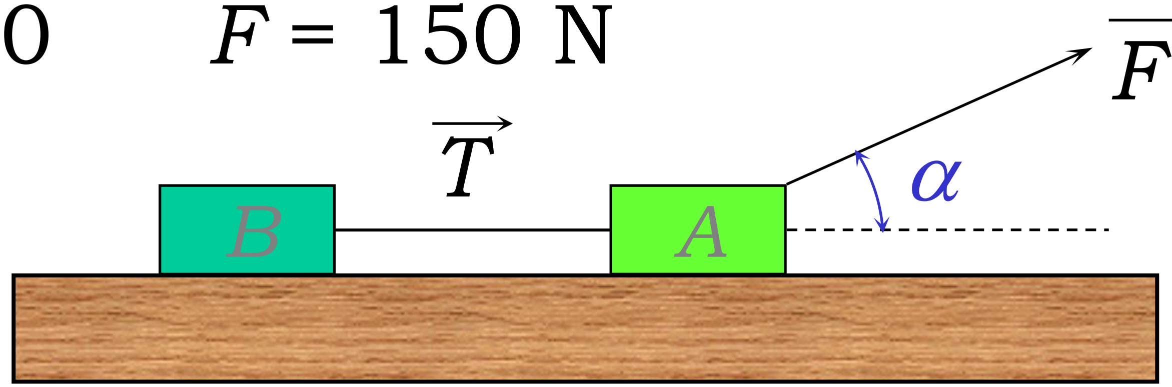
2. 已知物体的运动状态或平衡状态，由力学规律来推断作用在物体上的力。

隔离体法解题步骤

- 选隔离体——研究对象
- 确定参照系，建坐标系
- 受力分析并作受力图
- 初定运动状态
- 列方程并求解

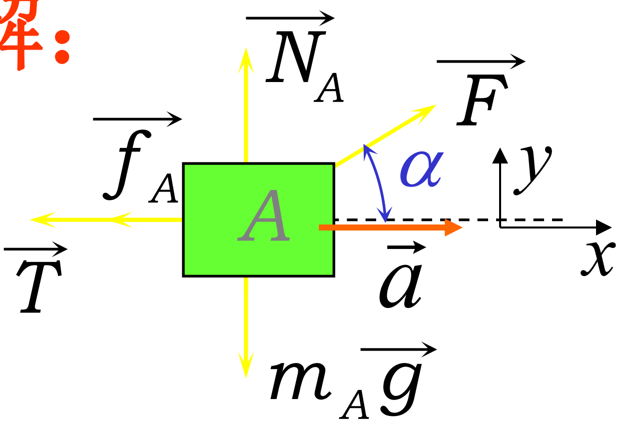
[例1] $\alpha = 30^\circ$ $m_A = 50\ \text{kg}$ $m_B = 30\ \text{kg}$

$\mu = 0.10$ $F = 150\ \text{N}$

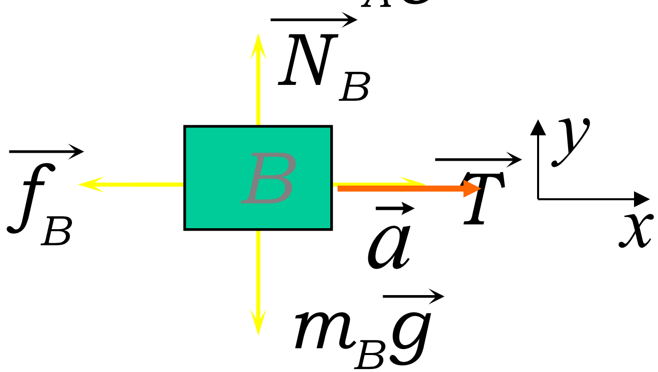


求：a, T

解:

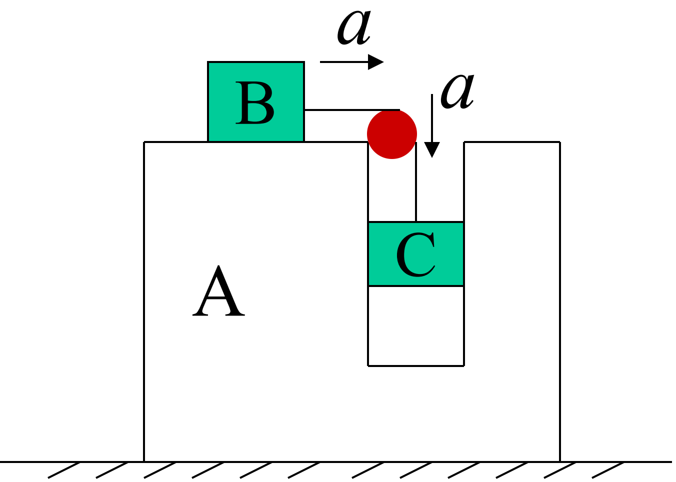


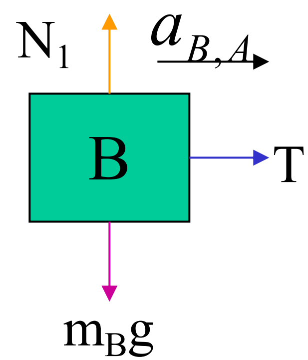
$$A\begin{cases} F\cos\alpha - T - f_A = m_A a \\ F\sin\alpha + N_A - m_A g = 0 \\ f_A = \mu N_A \end{cases}$$

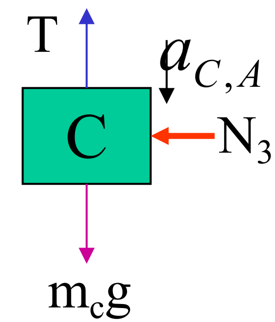


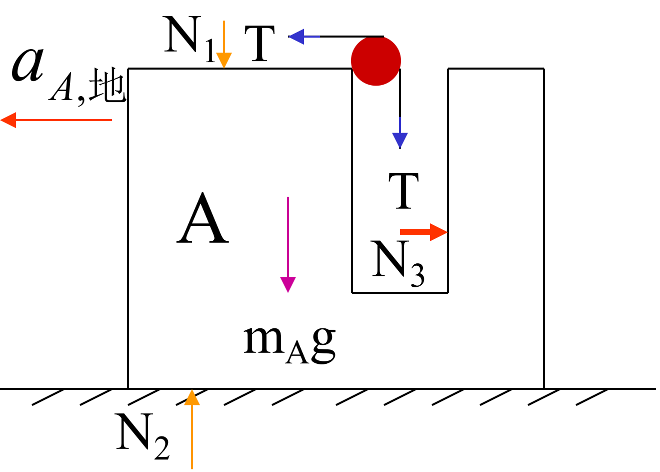
$$B\begin{cases} T - f_B = m_B a \\ N_B - m_B g = 0 \\ f_B = \mu N_B \end{cases}$$

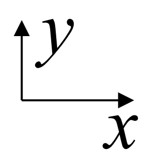
例2：已知：所有接触面均光滑，C物块沿槽下滑。
求：A、B、C的运动状态及相互作用力。

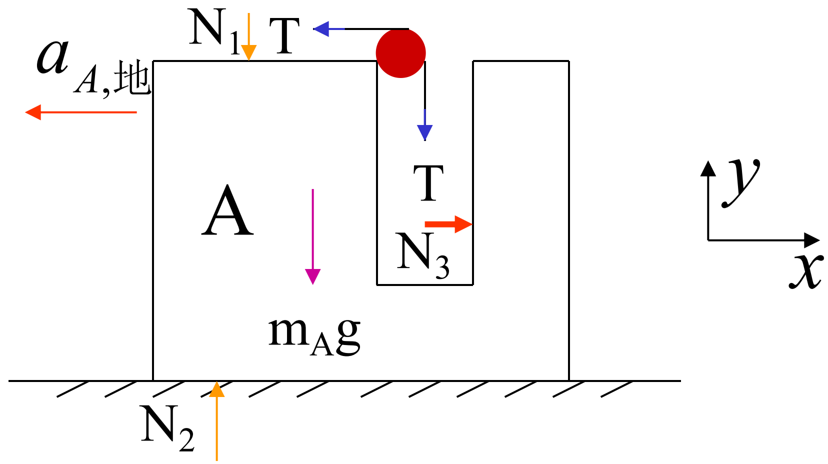


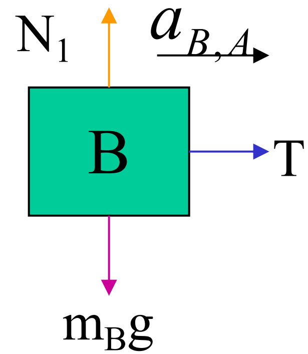


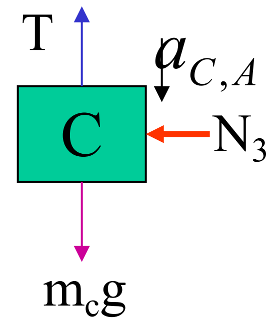












$$\vec{a}_{B,地} = \vec{a}_{B,A} + \vec{a}_{A,地}$$

$$\vec{a}_{C,地} = \vec{a}_{C,A} + \vec{a}_{C,地}$$

$$A\begin{cases} N_3 - T = -m_A a_{A,地} \\ N_2 - N_1 - m_A g - T = 0 \end{cases}$$

$$B\begin{cases} T = m_B a_{\mathrm{B},地} = m_B(a - a_{\mathrm{A},地}) \\ N_1 - m_B g = 0 \end{cases}$$

$$\mathrm{C}\begin{cases} -N_3 = -m_C a_{\mathrm{A},地} \\ T - m_C g = -m_C a \end{cases}$$

$$\left.\begin{matrix} \\ \\ \\ \\ \\ \end{matrix}\right\} \begin{matrix} N_1 \\ N_2 \\ N_3 \\ T \\ a \\ a_{A,地} \end{matrix}$$