

静力学公理

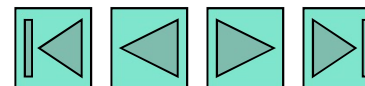
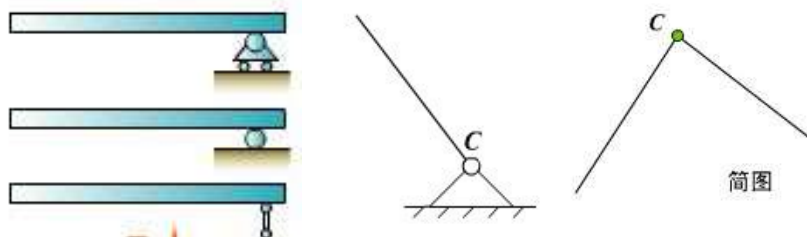
1. 平行四边形 (力合成)
2. 二力平衡 (最简单二力平衡)
3. 加减平衡力 (作为推理1, 2的辅助公理)
4. 作用与反作用 (受力图-分离体)
5. 刚化原理 (受力图-柔性体)

推理1: 力的可传性 (怎么传?)

推理2: 三力平衡汇交 (为什么共面?)

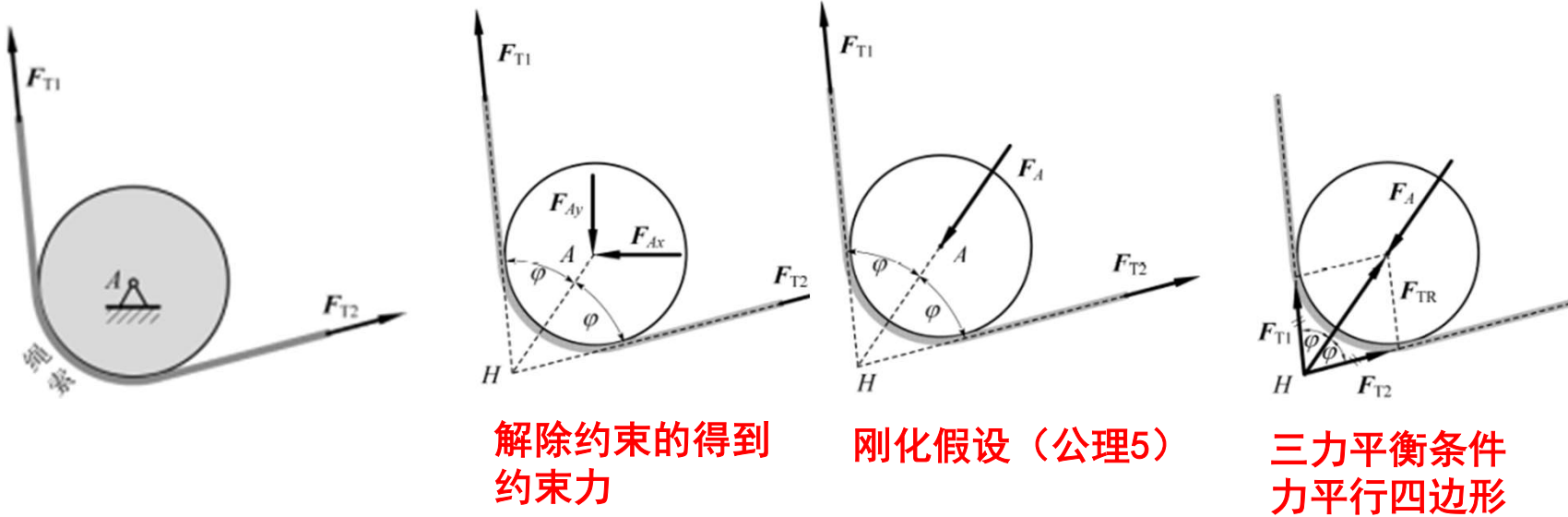
约束

1. 光滑平面约束—法向力 F_N
2. 柔索约束—张力 F_T
3. 光滑铰链—平面内 F_x, F_y
4. 滚动支座—法向力 F_N
5. 球铰链、止推轴承—空间内 F_x, F_y, F_z



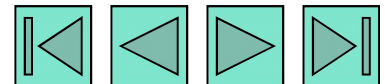
思考题：柔索中拉力相等条件

- 圆形定滑轮中的柔索拉力满足 $F_{T1} = F_{T2}$ 条件



柔索中拉力相等的条件：

1. 滑轮保持平衡（静力学平衡）
2. 轮子形状必须是圆形（为什么？）



物体的受力和受力图

在受力图上应画出所有力，主动力和约束力（被动力）

主动力：外界对物体的作用（体力；面力；集中力）

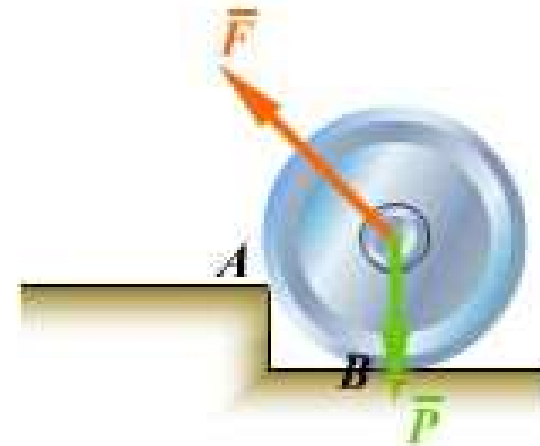
约束力：未知的被动力（由约束提供）

画受力图步骤：

1. 取所要研究物体为研究对象（解除约束，获得分离体），画出其简图
2. 画出所有主动力
3. 按约束性质画出所有约束（被动）力

例1-1

轮子重为 \vec{P} ，拉力为 \vec{F} ， A 、 B 两处光滑接触，画出碾子的受力图。



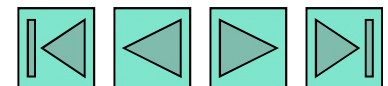
解： 画出简图
- 分离轮子



画出主动力
- 不由约束提供的力



画出约束力
- 根据约束位移



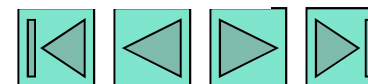
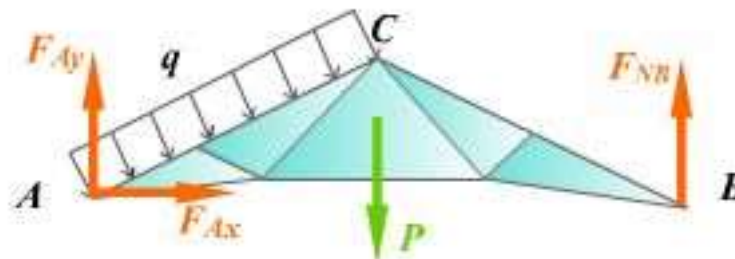
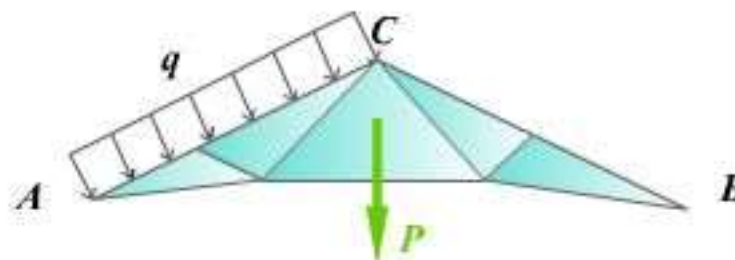
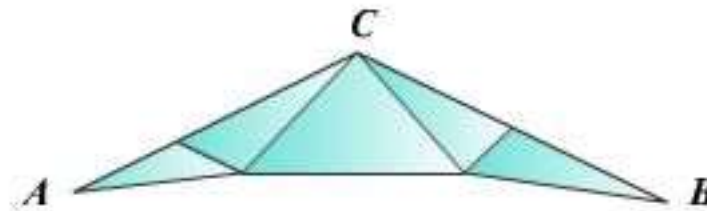
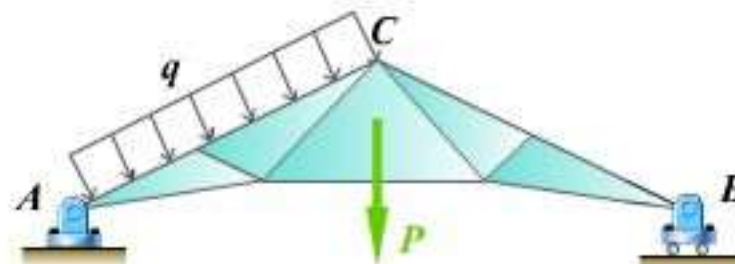
例1-2

屋架受均布风力 q (N/m)，屋架重为 \bar{P} ，画出屋架的受力图。

解： 取屋架 画出简图

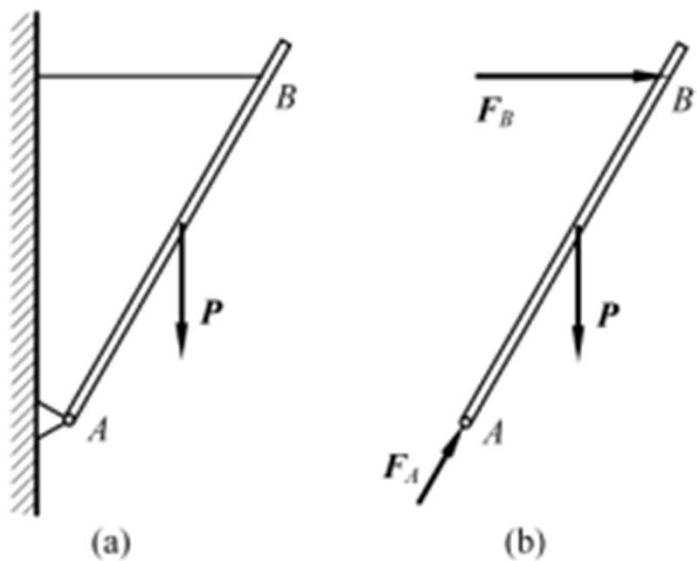
画出主动力

画出约束力

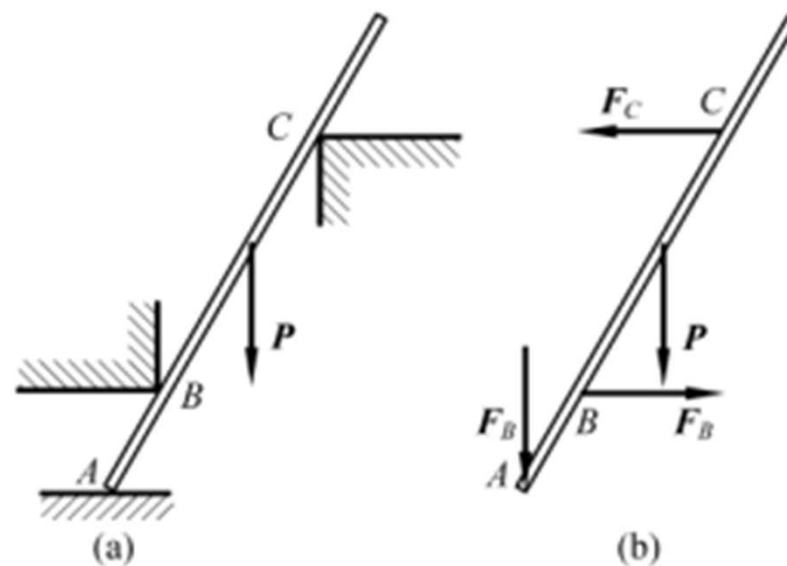


指出下面受力图（图b）的不正确地方

(A)



(B)

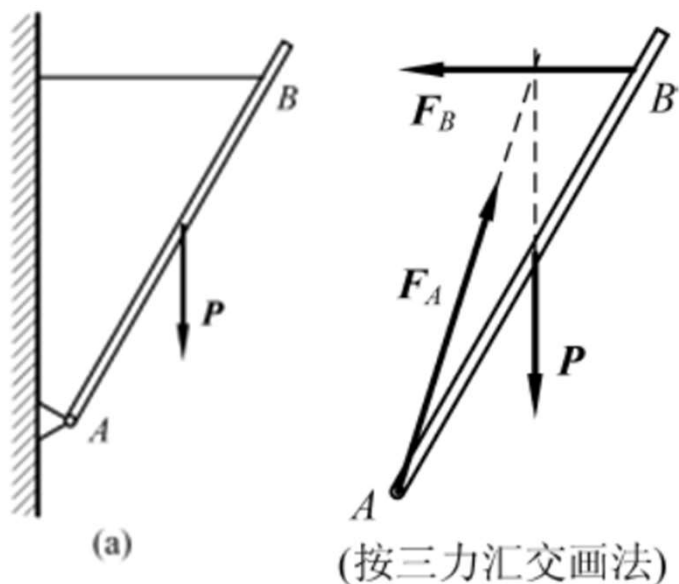


作答

指出下面受力图 (图b) 的不正确地方

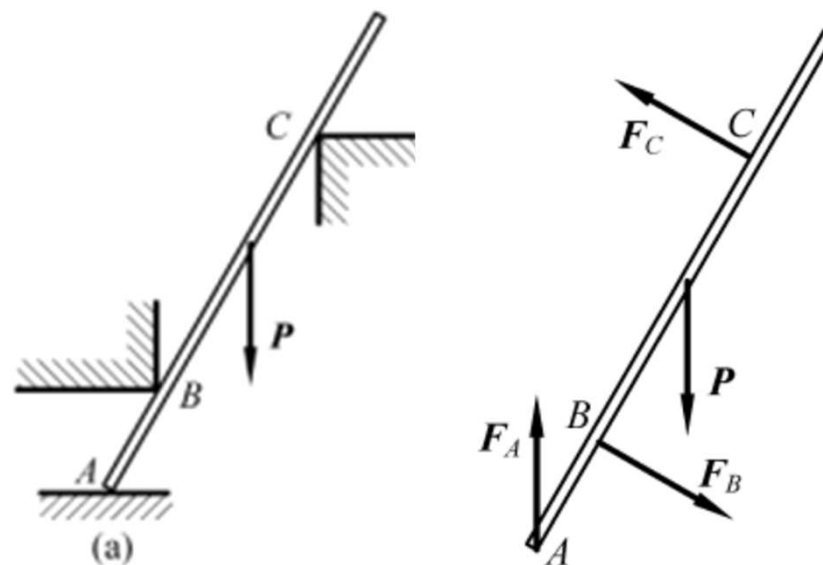
(A)

1. 绳索只能承受拉力
2. 固定铰链支座提供 x 与 y 方向的约束力



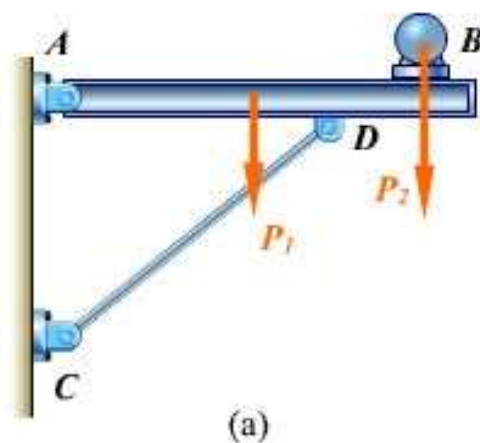
(B)

1. B处约束力垂直于ABC
2. C处约束力垂直于ABC
3. A处约束力应该用 F_A 表示，并且竖直向上

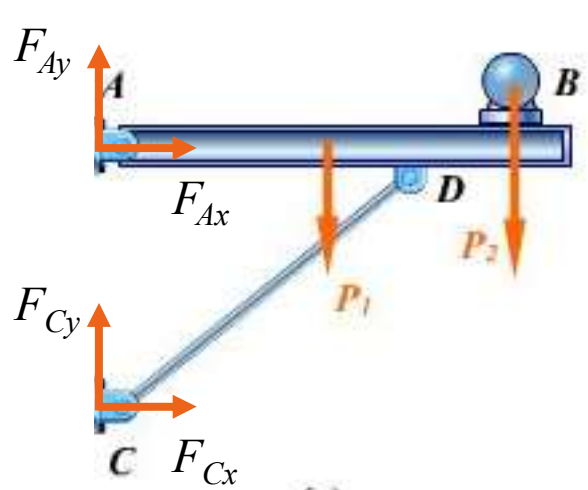


例1-3（多个刚体组成）

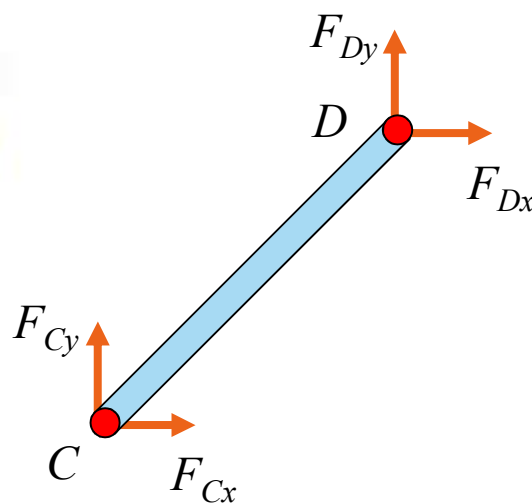
水平均质梁 AB 重为 \vec{P}_1 ，电动机重为 \vec{P}_2 ，不计杆 CD 的自重，画出杆 CD 和梁 AB 的受力图。



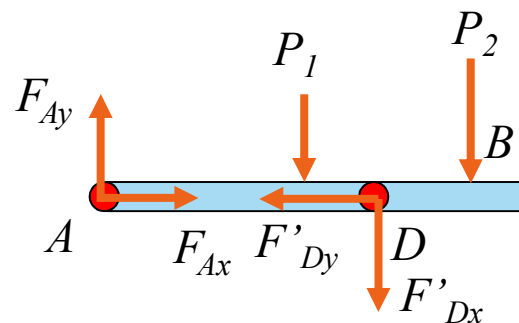
解： 解除A与C处的光滑铰链约束，画主动力+约束力



整体

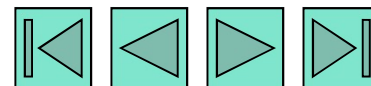


杆CD



反作用力，必须反向

杆AB



上述的受力分析是否可行？

- ☐ **A 是的，正确**
- ☐ **B 是的，但是我有更好的办法**
- ☐ **C 不是，有错误的地方**

提交



例1-3 水平均质梁 AB 重为 \bar{P}_1 ，电动机重为 \bar{P}_2 ，不计杆 CD 的自重，画出杆 CD 和梁 AB 的受力图。

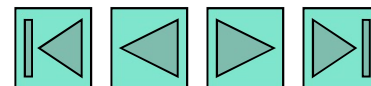
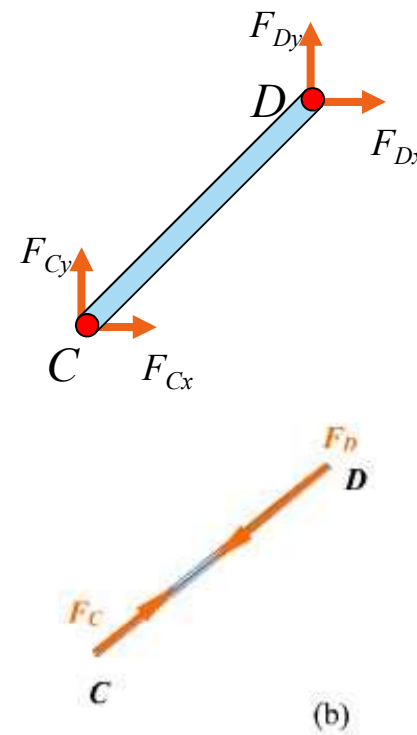
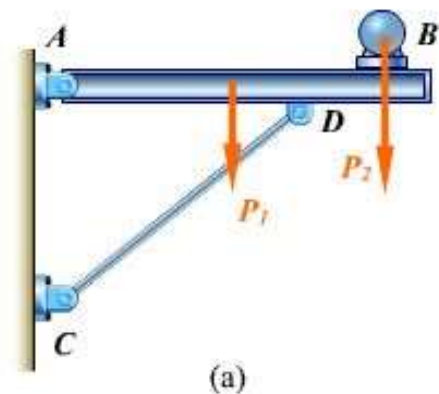
解： 取 CD 杆，其受力图如右，只受到两端 C 与 D 的力作用，处于平衡

公理2-二力平衡：物体受的力沿**两力作用点**的连线，等值、反向

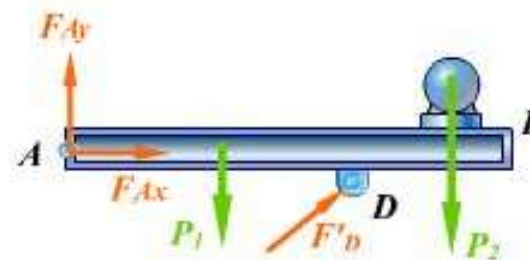
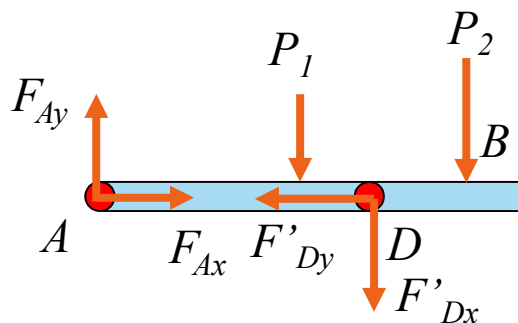
CD 杆必须满足二力平衡，因此 F_C 与 F_D 必须等值、反向，沿 CD 连线方向

二力杆：只在两个力作用下平衡的结构。

——一般**不受主动力**、**只在两端受到约束**的杆件都是二力杆

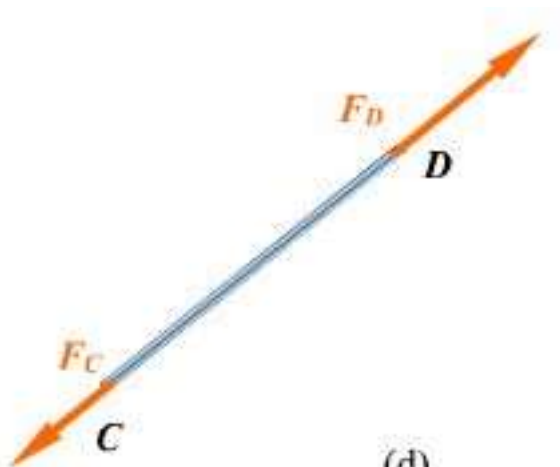


取 AB 梁，其受力图如图 (c)



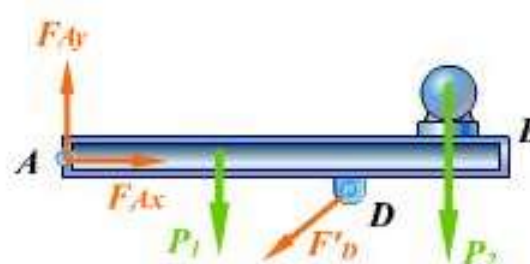
(c)

CD 杆的受力图能否画为图 (d) 所示?



(d)

若这样画，梁 AB 的受力图又如何改动?



(e)

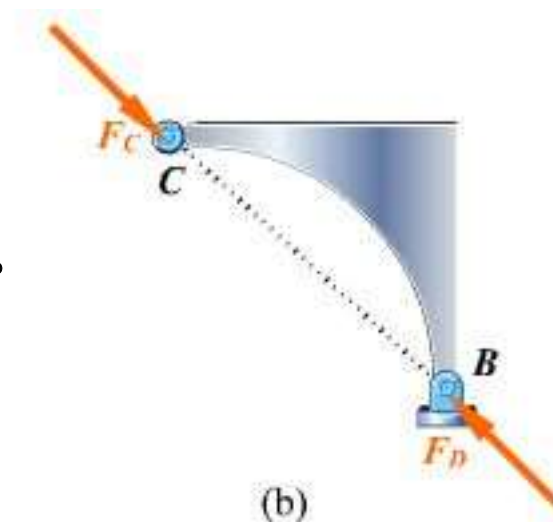
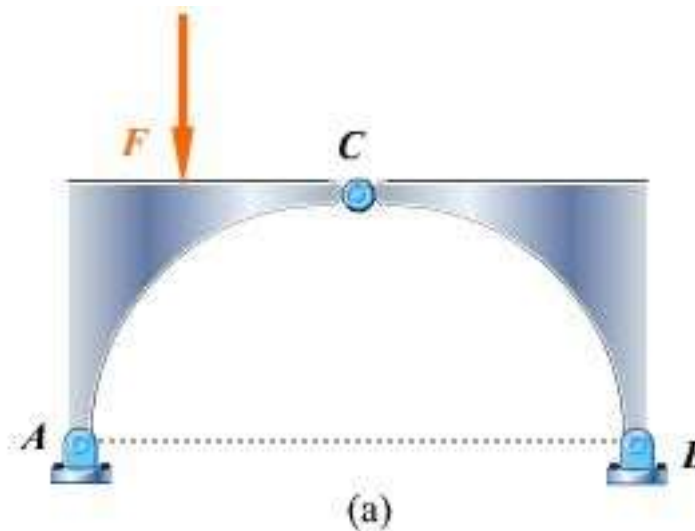


例1-4

不计三铰拱桥的自重与摩擦，
画出左、右拱 AB, CB 的受力图
与系统整体受力图。

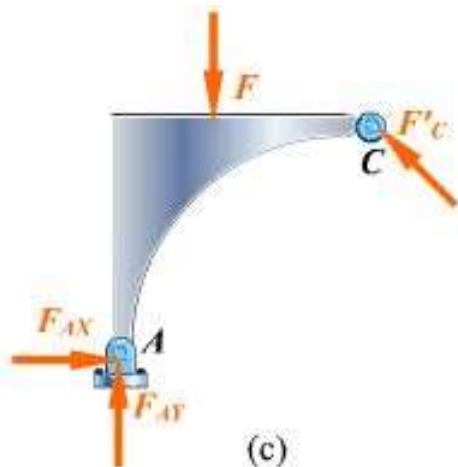
解：右拱 CB 为二力构件，其受力
图如图 (b) 所示

二力杆：只在两个力作用下平衡的结构。
(与形状无关，只看受力)

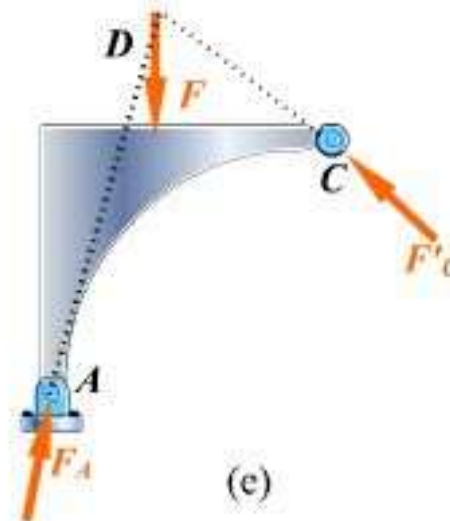


§ 1-3 物体的受力和受力图

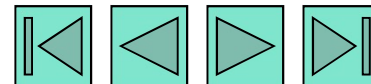
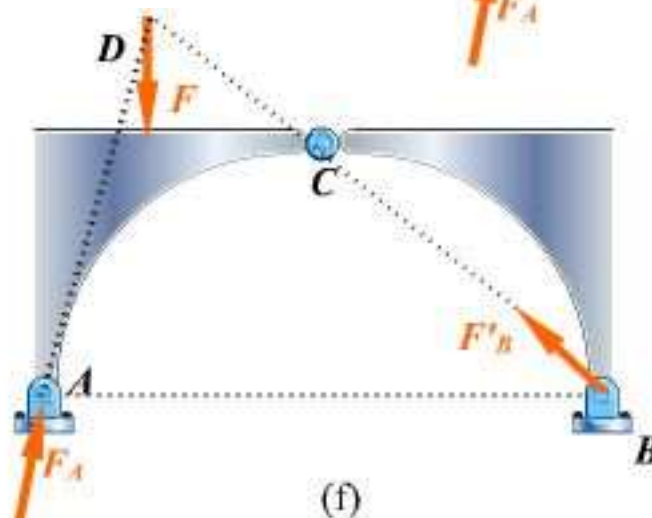
取左拱 AC , 其受力图如图 (c) 所示



考虑到左拱 AC 三个力作用下平衡, 按三力平衡汇交定理画出左拱 AC 的受力图, 如图 (e)



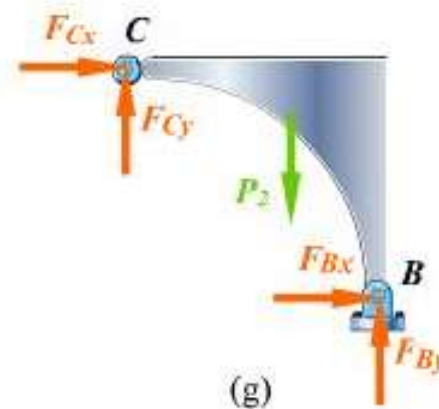
系统整体受力图如图 (f) 所示



§ 1-3 物体的受力和受力图

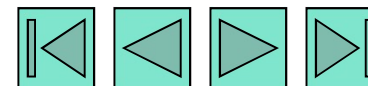
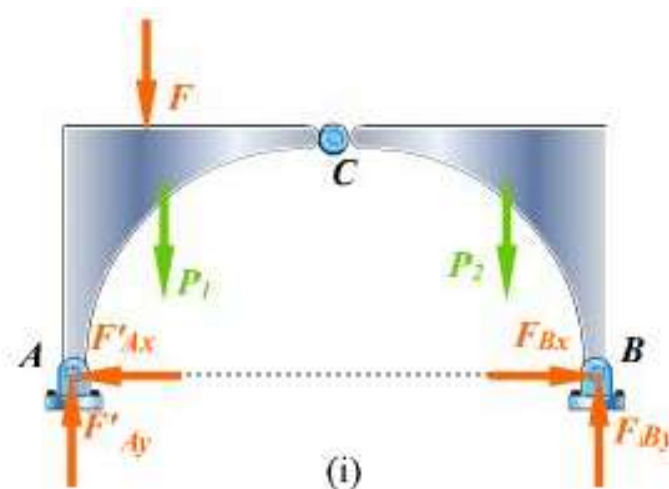
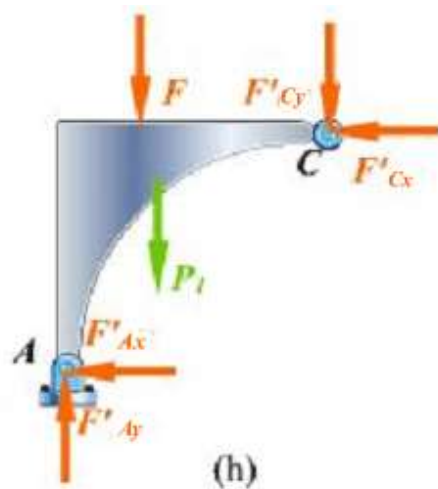
讨论：若左、右两拱都考虑自重，如何画出各受力图？

如图 (g) (h) (i)



(g) 是否可以用三力平衡汇交？

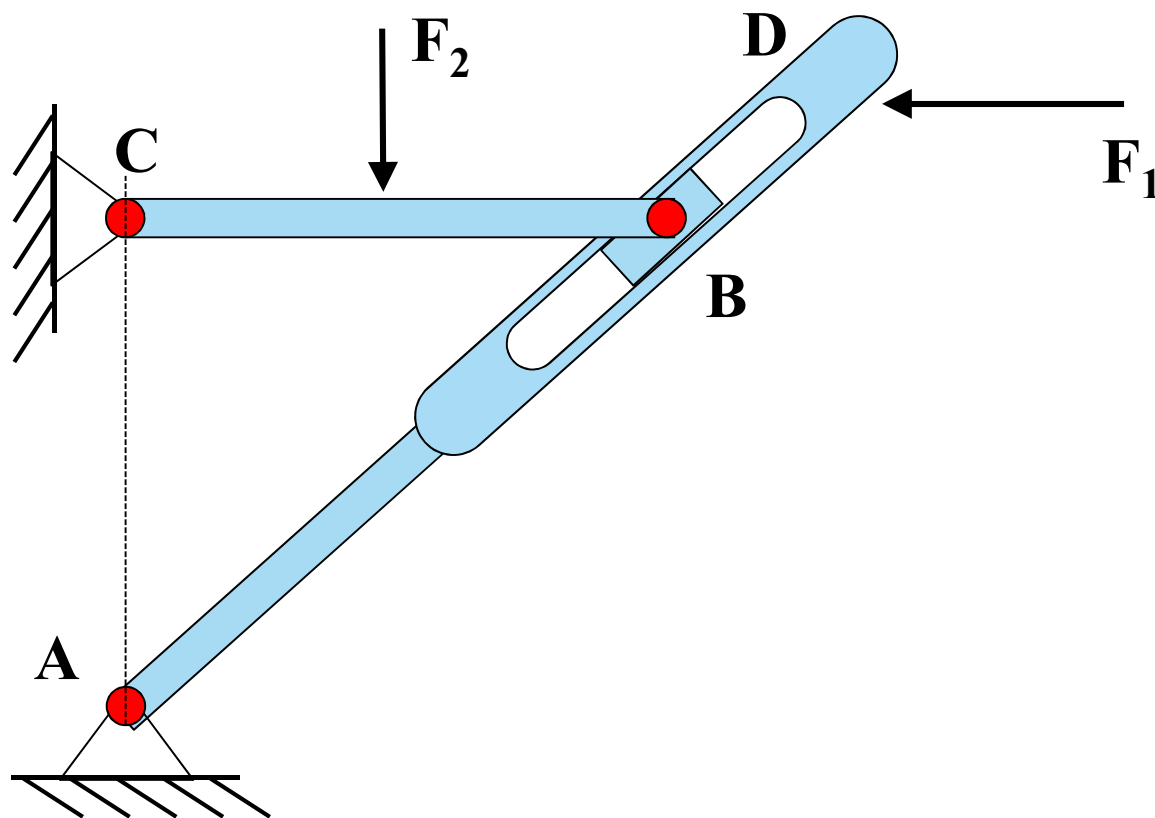
不能。需要**已知二力汇交点**，才能使用。



主观题 10分



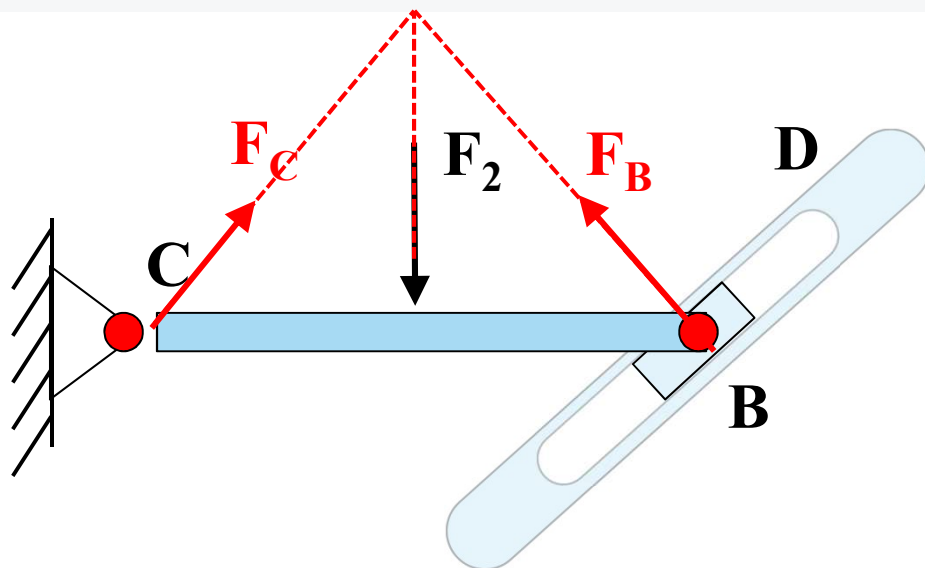
画出下列构件的受力图（注意使用**二力杆**与**三力平衡**
汇交定理简化受力分析）



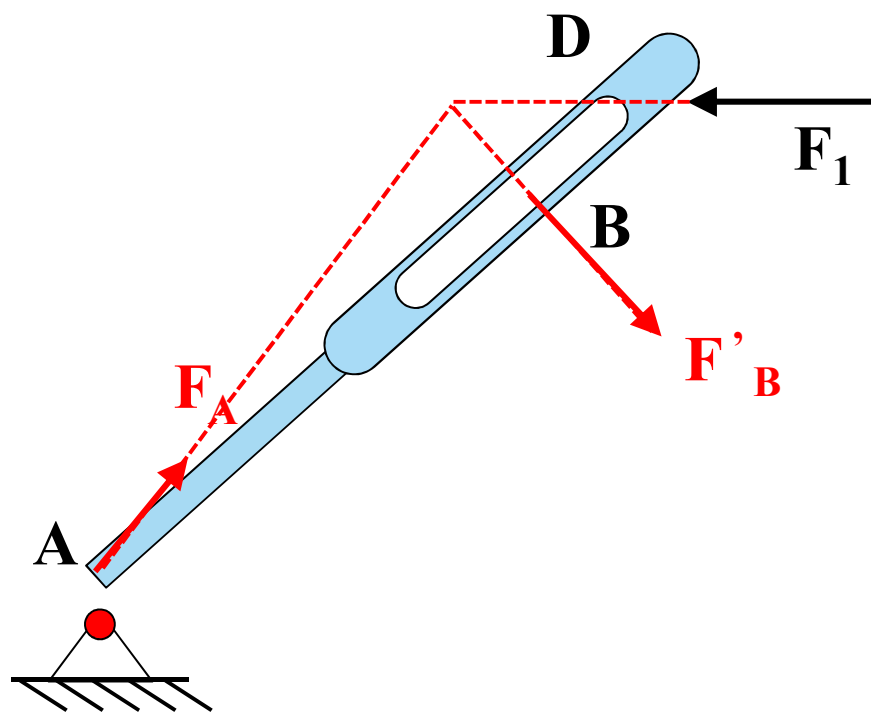
作答



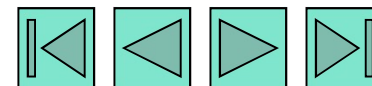
答案解析



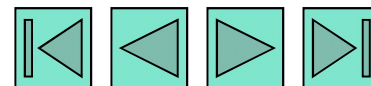
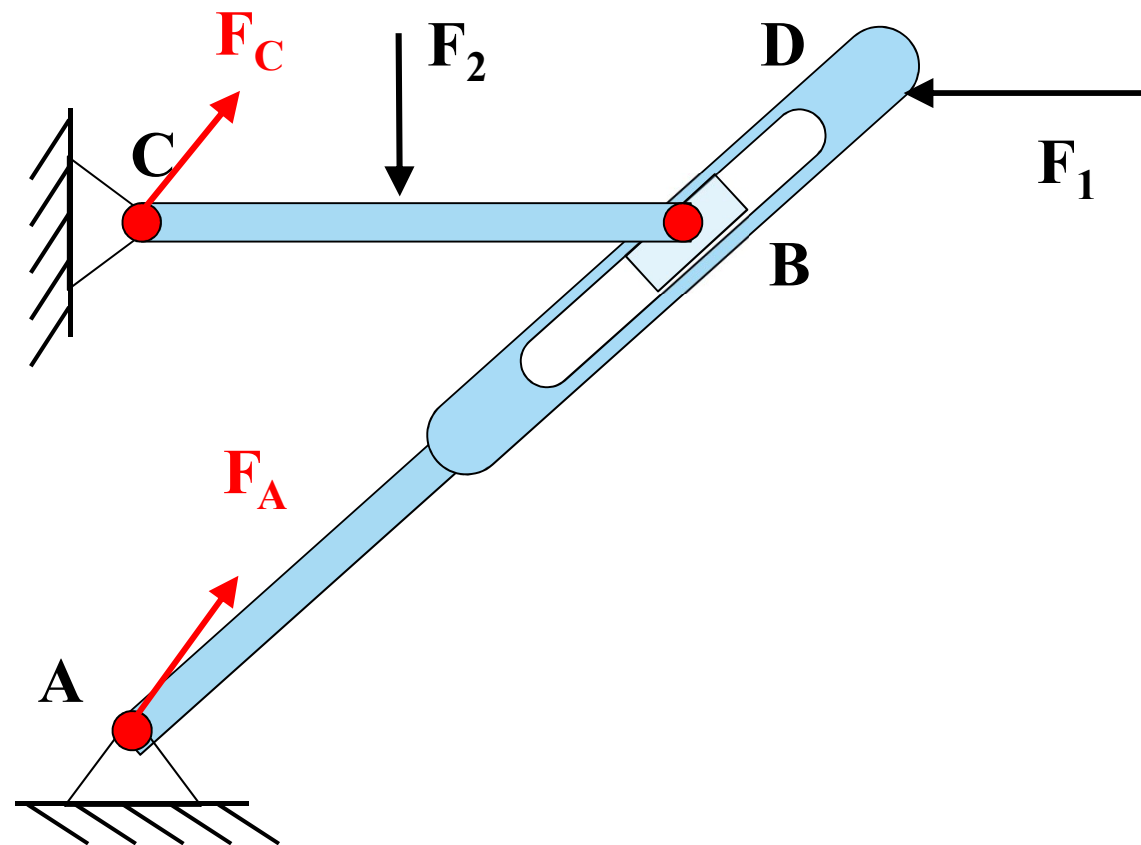
1. 解除B处的约束, 得到约束力 F_B
2. 通过三力平衡汇交, 得到 F_C 方向



3. 得到B点的反作用力 F'_B
4. 通过三力平衡汇交, 得到 F_A 方向



答案解析



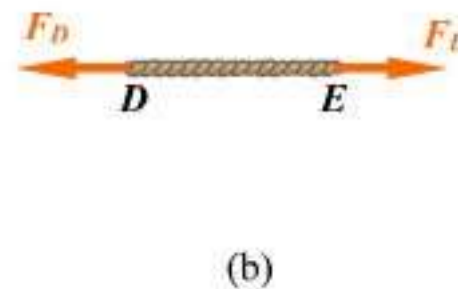
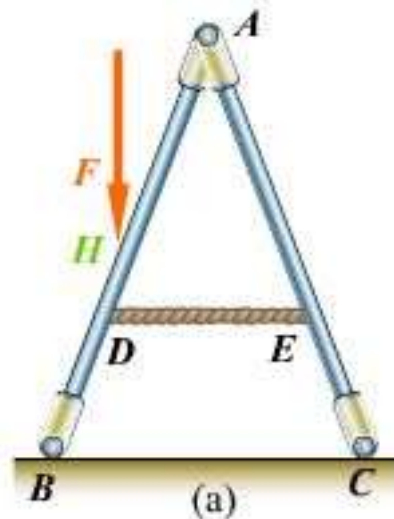
例1-5 (处理柔索)

不计自重的梯子放在光滑水平地面上，画出梯子、梯子左右两部分与整个系统受力图。

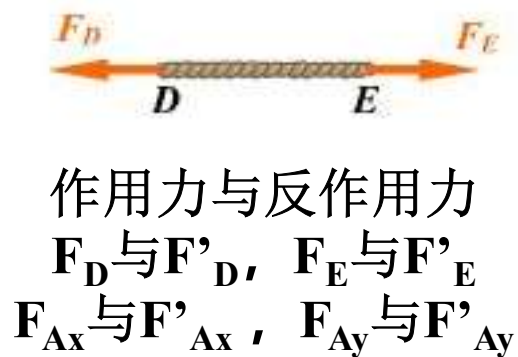
解：

绳子受力图如图 (b) 所示

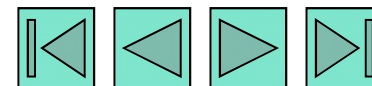
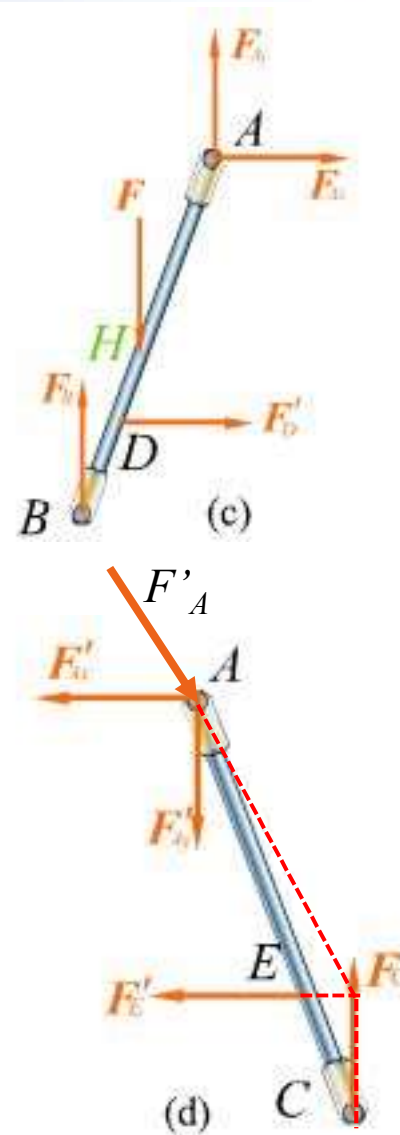
刚化定理



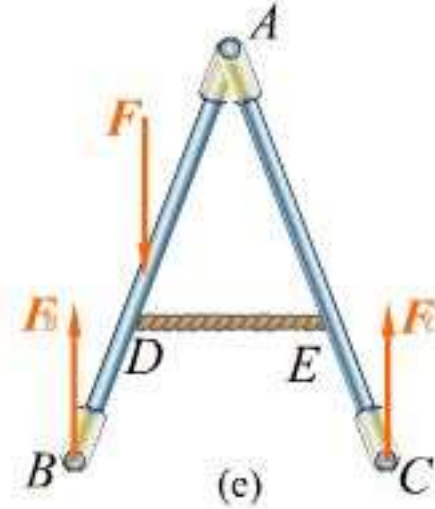
梯子左边部分受力图如图
(c) 所示



梯子右边部分受力图如图
(d) 所示



整体受力图如图 (e) 所示



提问：左右两部分梯子在 A 处，绳子对左右两部分梯子均有力作用，为什么在整体受力图没有画出？

系统内各物体间的相互作用的力称为**内力**

内力总是成对出现，对系统的作用效应相互抵消，**不画在**受力图

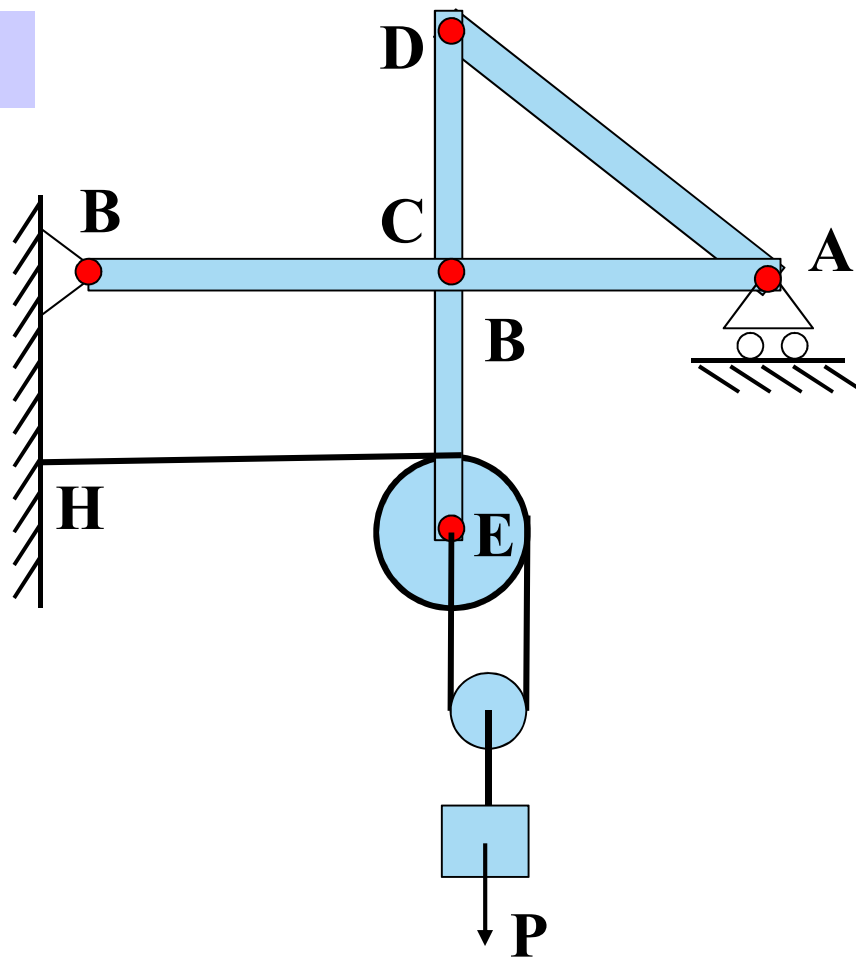
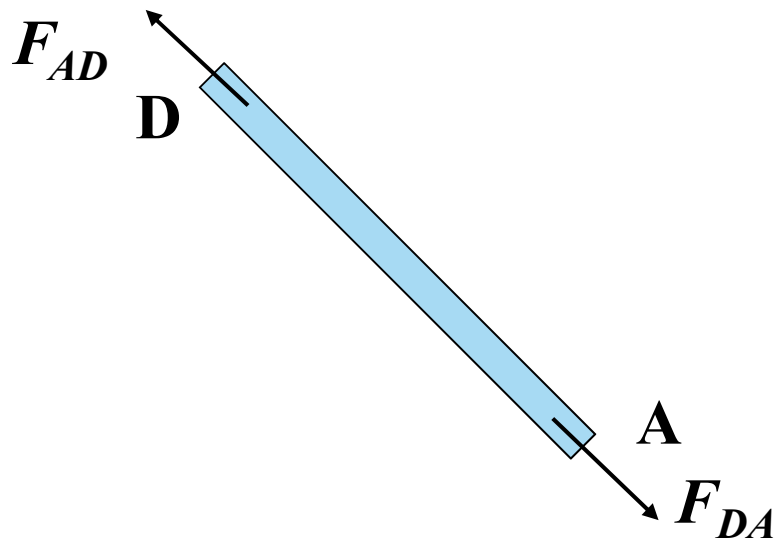
受力图里只画出**外力**（外部对系统的作用：主动力+约束力）

例1-6 (滑轮-柔索-杆件结构)

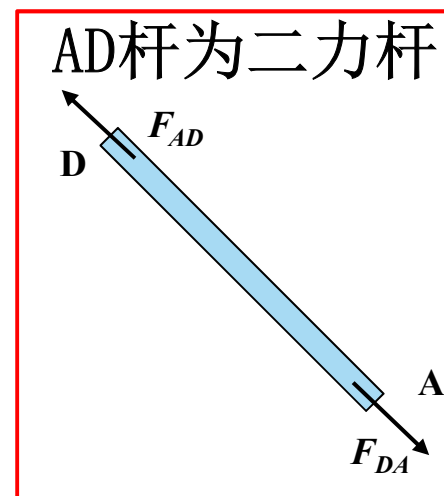
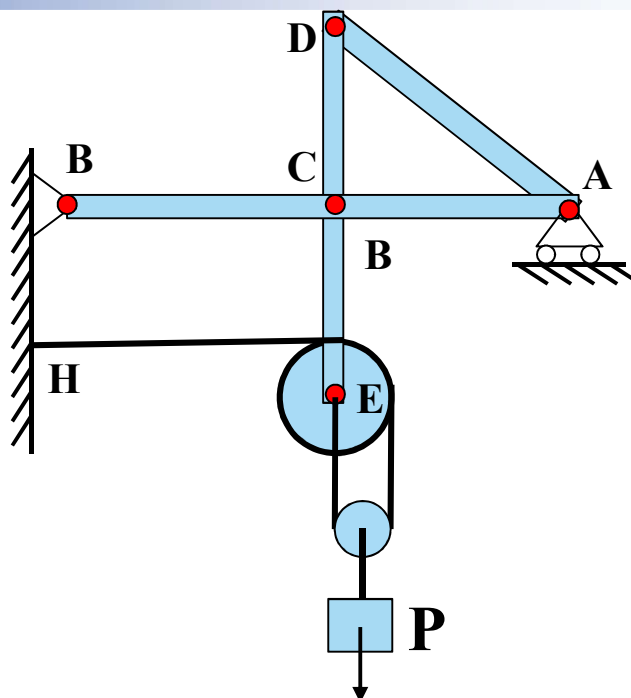
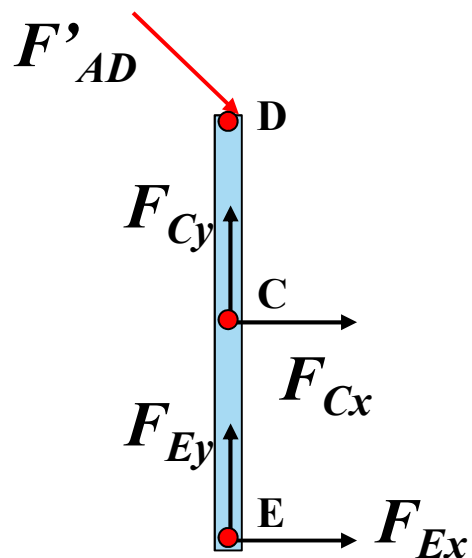
不计滑轮、杆件与绳索的重力，并且所有接触均光滑，画出图示结构各个物体的受力图。

解：

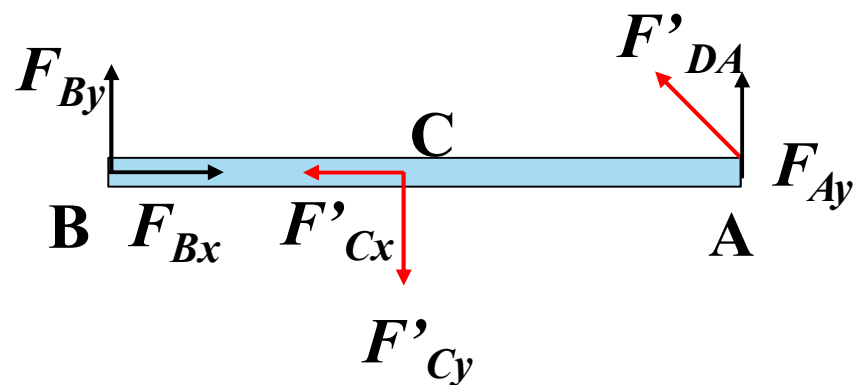
AD杆为二力杆，受力图为



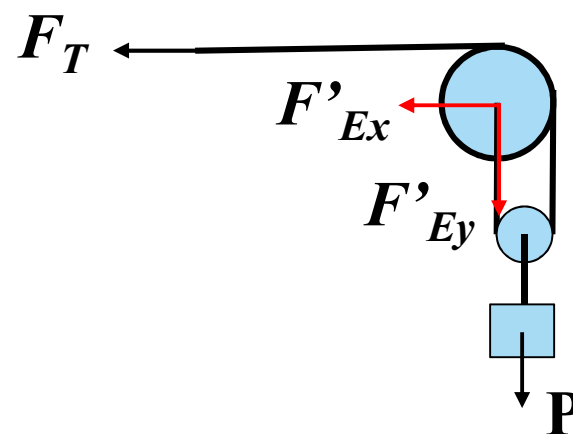
DE杆的受力图为



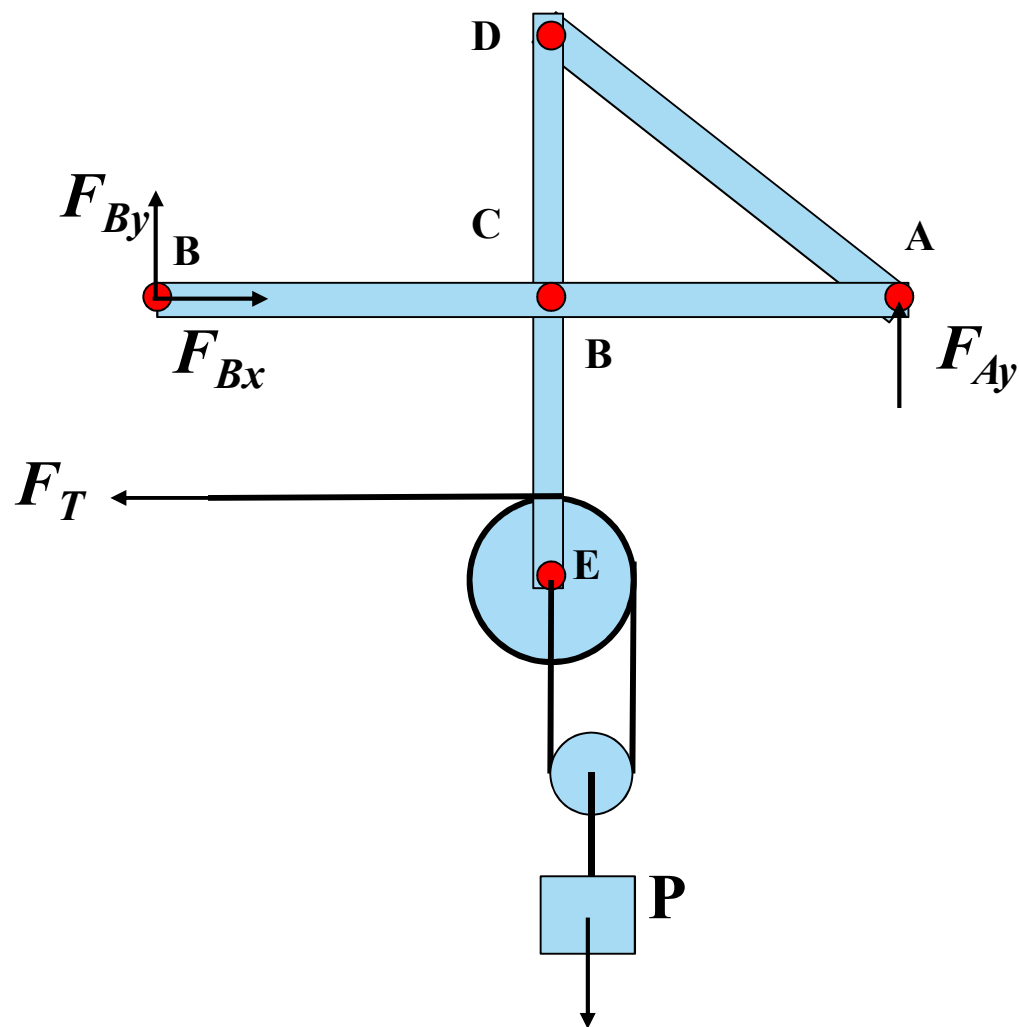
AB杆的受力图为



滑轮的受力图为

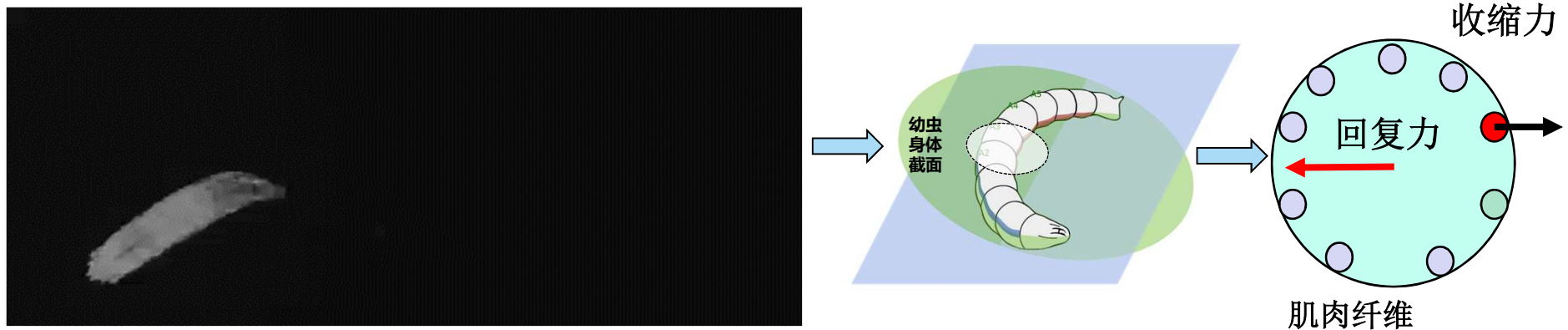


整体受力图为



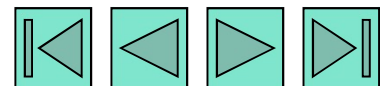
力学模型与力学简图

对任何实际问题进行力学分析、计算时，都要将实际问题**抽象成为力学模型**，将实际问题化为力学模型的过程称为**力学建模**。



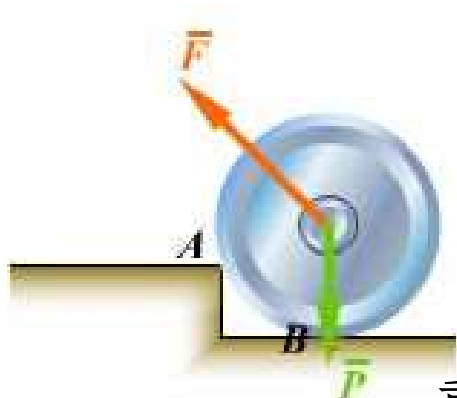
由于理论力学中将物体视为刚体，因此其力学模型可以用简图来表达，这类简图称为**力学简图**。

(刚体的力学模型—力学简图)



在建立力学模型时，要抓住关键、本质的方面，忽略次要的方面。

例如：



忽略变形 \longrightarrow 刚体

三维问题 \longrightarrow 平面问题

几何形状 \longrightarrow 圆形

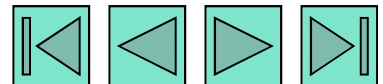
重力 \vec{P} 和力 \vec{F} 的简化 \longrightarrow 作用在圆心

A, B 处约束力的简化 \longrightarrow 点接触
光滑接触

\longrightarrow 力学模型

理论力学中力学模型常遇到的几个方面

- ✚ 材料假设为均匀；
- ✚ 将物体视为刚体；
- ✚ 几何形状简化为圆柱、圆盘、板、杆及由它们组成的简单形状；
- ✚ 受力简化为集中力、分布力；
- ✚ 接触简化为光滑铰链、光滑接触、柔索等。



作业

教材习题: 1-1(d), (e), (g) 1-2(d), (e), (g), (j)

