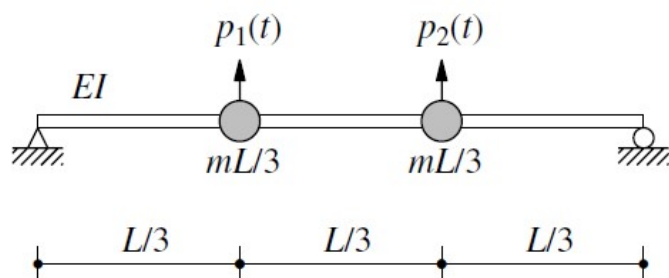


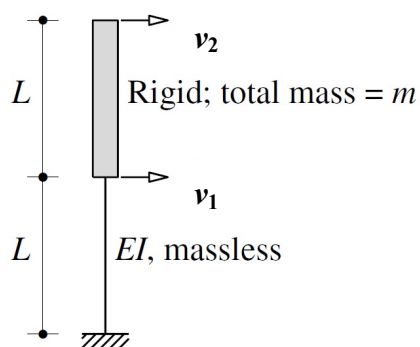
作业

一、运动方程

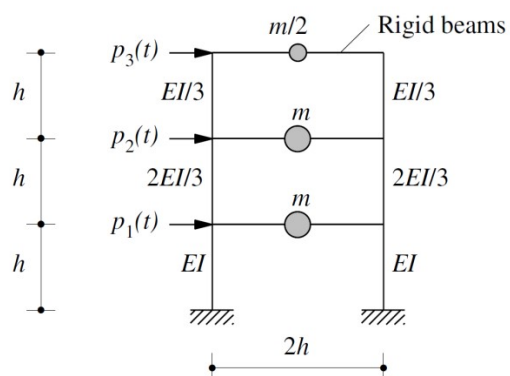
1-1、如图所示简支梁上，梁的质量认为集中于两个集中质量。形成的体系为一个两自由度体系。忽略梁的轴向变形，请给出体系的运动方程。（用矩阵表示。）



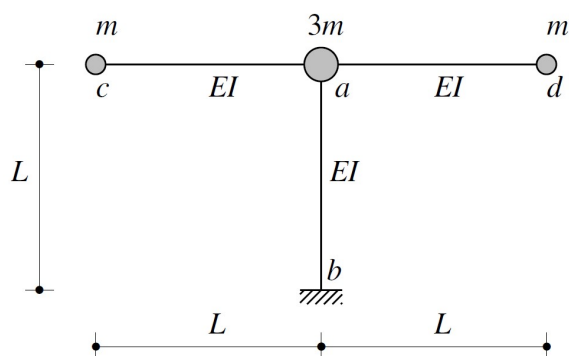
1-2、如图所示，一根刚杆支撑于无质量杆上，两个自由度如图所示，请给出体系自由运动的方程。（用矩阵表示。）



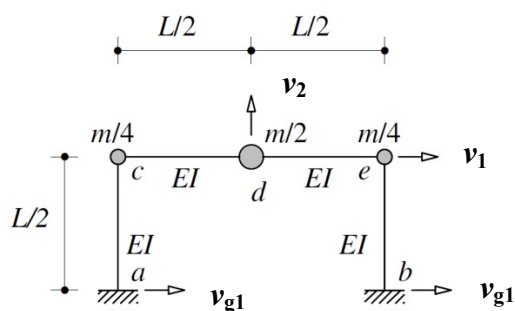
1-3、如图所示，梁的弯曲刚度为无穷大，忽略所有构件的轴向变形，请给出三层剪切型框架的运动方程。（用矩阵表示。）



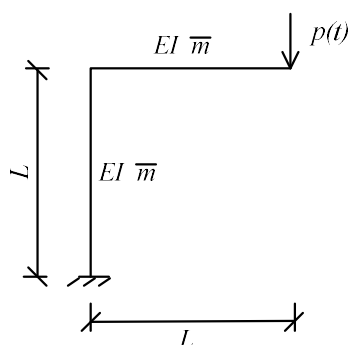
1-4、如图所示的伞形结构，忽略所有构件的轴向变形，请给出结构的自由运动方程。（用矩阵表示。）



1-5、如图所示有三个集中质量的单跨结构，忽略杆件的轴向变形，基底受到一致激励作用 v_{g1} ，两个自由度如图所示，请给出结构的运动方程。（用矩阵表示。）



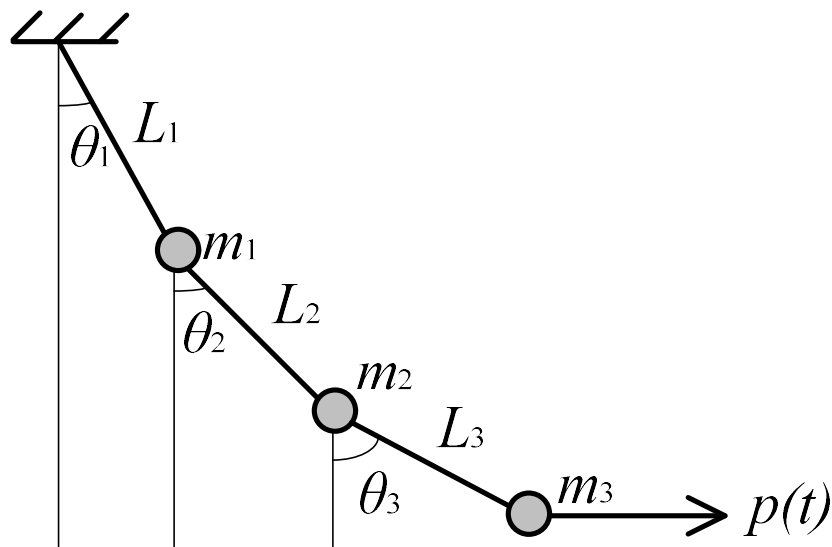
1-6、如图所示的两杆结构，忽略杆件的轴向变形，利用有限元法给出结构的运动方程。（用矩阵表示。）



1-7、Clough 教材英文版 P199, 10-5, 10-6 和 10-7。

1-8、如图所示的三个集中质量的摆结构，自由度为三根杆与垂直

方向的角度。请利用拉格朗日方程给出系统的运动方程，并给出小变形时运动方程。



1-9 Clough 教材英文版 P360, 16-7。

二、结构动力反应-叠加法

2-1 题 1-1 中的梁为一根钢筋混凝土梁, 长度 $L=6000\text{mm}$, $E=28500\text{MPa}$, 截面为矩阵, 高 350mm , 宽 200mm 。混凝土密度为 2500kg/m^3 , $p_1(t)=20\sin 2\pi t \text{ kN}$, $p_2(t)=0$ 。

- (1) 给出梁的自振频率，并作图表示出振型；
- (2) 两个集中质量初始位移均为 0，初始速度均垂直向上，大小均为 1m/s ，不考虑阻尼时，利用叠加法求出结构反应的表达式，并在一张图中表示左边集中质量第一和第二振型反应时程以及总反应时程。
- (3) 两个集中质量初始位移均为 0，初始速度均垂直向上，大小均为 1m/s ，当两个振型的阻尼比均为 5% 时，利用叠加法求出结构反应的表达式，并在一张图中表示左边集中质量第一和第二振型反应时程以及总反应时程。

假定：梁始终处于弹性阶段，不考虑钢筋对刚度的影响。

2-2 给出题 1-2 中结构体系的自振频率，并作图表示出振型。

2-3 题 1-3 中框架的为钢框架，高度 $h=3000\text{mm}$ ， $E=210000\text{MPa}$ ，柱子截面采用工字钢，底层柱 $I=21714\text{cm}^4$ 。集中质量 $m=6000\text{kg}$ ， $p_1(t)=10\sin 2\pi t\text{ kN}$ ， $p_2(t)=15\sin 2\pi t\text{ kN}$ ， $p_3(t)=20\sin 2\pi t\text{ kN}$ 。

(1) 给出结构的自振频率，并作图表示出振型；

(2) 利用矩阵迭代方法，按照从低到高的顺序求出结构的自振频率和振型；（可以用 MATLAB 编程求解）

(3) 利用矩阵迭代方法，按照从高到低的顺序求出结构的自振频率和振型；（可以用 MATLAB 编程求解）

(4) 以 (1) 为标准，给出 (2)、(3) 自振频率计算结果的误差，并对比 (2) 和 (3) 求各阶振型的迭代次数。

(5) 初始位移和速度均为 0，不考虑阻尼时，利用叠加法求出结构反应的表达式，并在三张图中表示三个集中质量第一、第二和第三振型反应时程以及总反应时程（一张图表示一个集中质量）。

(6) 初始位移和速度均为 0，阻尼为瑞雷阻尼，当第一和第三振型的阻尼比均为 3% 时，利用叠加法求出结构反应的表达式，并在三张图中表示三个集中质量第一、第二和第三振型反应时程以及总反应时程（一张图表示一个集中质量）。

假定：结构始终处于弹性阶段。

2-4 给出题 1-4 中结构体系的自振频率，并作图表示出振型。

2-5 给出题 1-5 中结构体系的自振频率，并作图表示出振型。

2-6 给出题 1-6 中结构体系的自振频率，并作图表示出振型。

2-7 Clough 教材英文版 P323，14-1。

2-8 Clough 教材英文版 P324，14-2。

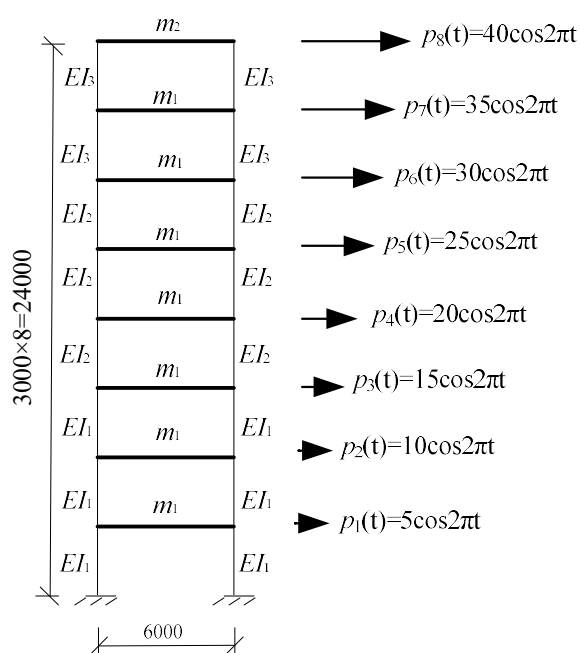
三、结构动力反应-逐步法

3-1 对题 2-3 中的钢框架分别采用常加速度法和威尔逊- θ 法分别求解出题 2-3 (5) (无阻尼) 和题 2-3 (6) (无阻尼) 情况下结构的反应, 并在题 2-3 对应的图中表示出来两种方法计算的结果。针对计算结果写一分析, 分析逐步法计算的精度。

3-2 如图八层单跨钢框架, 层高 $h=3000\text{mm}$, 跨度 $L=6000\text{mm}$, $E=210000\text{MPa}$, 柱子截面采用工字钢, 1-3 层每根柱 $I_1=32241\text{cm}^4$, 4-6 层每根柱 $I_2=21714\text{cm}^4$, 7-8 层每根柱 $I_3=15796\text{cm}^4$ 。1-7 层楼面质量 $m_1=6000\text{kg}$, 8 层屋面质量 $m_2=3000\text{kg}$, $p_i(t)=5i\cos 2\pi t$ kN。梁为刚杆, 不考虑杆件的轴向变形。

(1) 初始为静止状态, 分别采用常加速度法和威尔逊- θ 法分别求解无阻尼情况下结构各层水平动力反应, 并画八张图, 每张图中表示两种方法计算出来的一层水平动力反应时程。

(2) 初始为静止状态, 采用瑞雷阻尼, $a_0=0.5$, $a_1=0.0007$, 分别采用常加速度法和威尔逊- θ 法分别求解结构各层水平动力反应, 并画八张图, 每张图中表示两种方法计算出来的一层水平动力反应时程。



四、分布式体系

4-1 如图简支梁为一根钢筋混凝土梁，长度 $L=6000\text{mm}$ ， $E=29000\text{MPa}$ ，截面为矩阵，高 400mm ，宽 250mm 。混凝土密度为 2500kg/m^3 ，

$p(t) = \begin{cases} 5\text{kN}, & 0 \leq t < 3\text{s} \\ 0, & t \geq 3\text{s} \end{cases}$ ，请采用分布式体系计算方法基于体系振型

给出梁的位移、弯矩和剪力反应。同时，分析确定几阶振型即可给出梁中点位移、弯矩和剪力反应的近似结果，并分别画图表示。

假定：梁始终处于弹性阶段，不考虑钢筋对刚度的影响。

