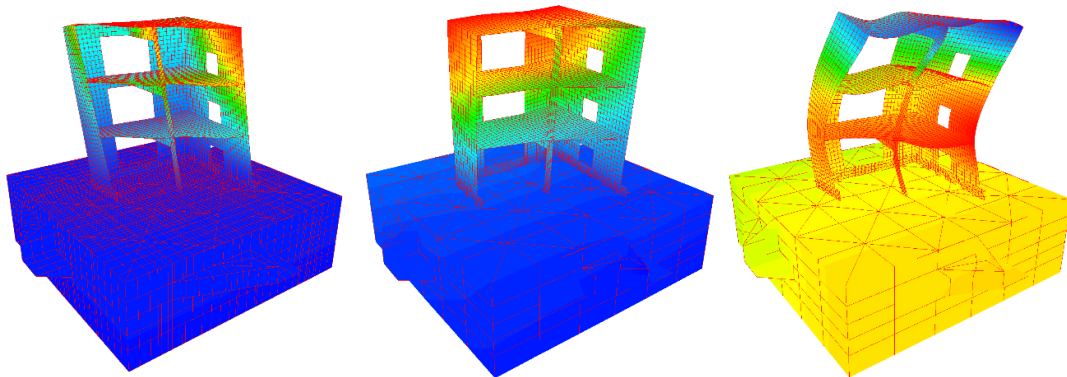


## BỘ MÔN KẾT CẤU-VẬT LIỆU

KHOA CÔNG TRÌNH - ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ GIAO THÔNG VẬN TẢI

MÔN HỌC: ĐỘNG LỰC HỌC CÔNG TRÌNH



Phụ trách nhóm chuyên môn	Tham gia giảng dạy
<ul style="list-style-type: none"><li>- Cô Nguyễn Thùy Anh</li><li>- Cô Lê Thị Như Trang</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Cô Nguyễn Thùy Anh</li><li>- Cô Lê Thị Như Trang</li><li>- Thầy Lê Nguyên Khương</li><li>- Thầy Cao Minh Quyền</li><li>- Thầy Lê Thành Nam</li><li>- Thầy Nguyễn Mạnh Hà</li></ul>

# 1 MIÊU TẢ CHUNG VỀ MÔN HỌC

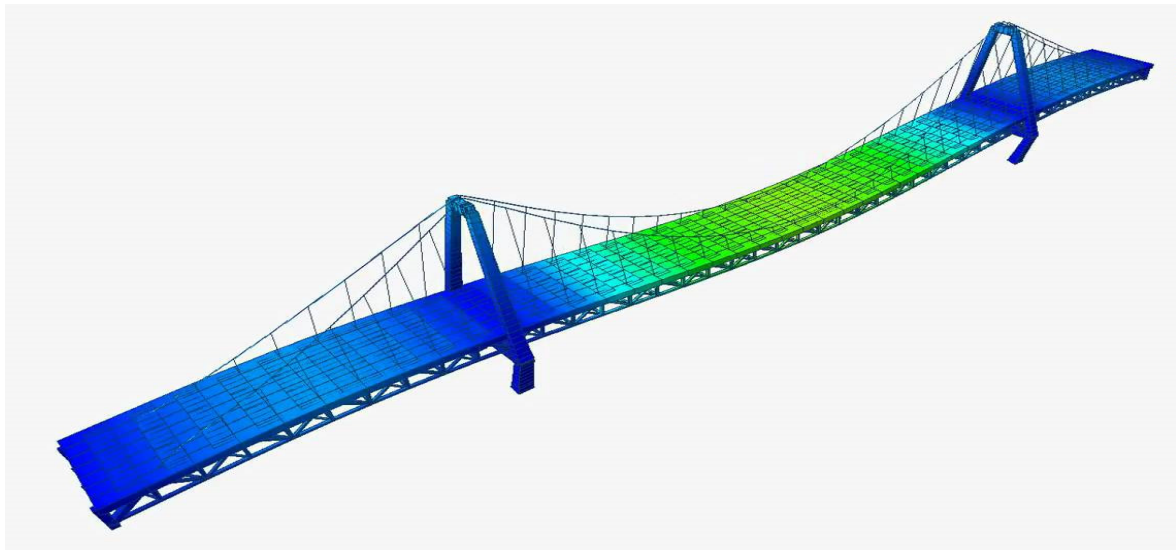
## 1.1 Ý nghĩa của môn học Động lực học công trình

Động lực học công trình cùng sức bền vật liệu, cơ học kết cấu là các môn cơ sở ngành có vai trò quan trọng trong chương trình đào tạo kỹ sư ngành Kỹ thuật công trình. Đây là nhóm các môn học trang bị cho sinh viên các kiến thức cơ bản trong việc phân tích và xác định **yêu cầu** về độ bền, nội lực, chuyển vị lớn nhất mà kết cấu **cần được thiết kế** sao cho có đủ **khả năng** chống chịu theo những tiêu chí nhất định.

Động lực học công trình là một lĩnh vực của cơ học, nghiên cứu các phương pháp phân tích phản ứng (nội lực, ứng suất hoặc chuyển vị, vận tốc, gia tốc...) trong kết cấu khi chịu tác dụng của các nguyên nhân động.

## 1.2 Ứng dụng kiến thức Động lực học công trình giải quyết bài toán thực tế

Môn Động lực học công trình là môn cơ sở cho các ngành kỹ thuật công trình xây dựng dân dụng, cầu đường. Nhiệm vụ cơ bản của bài toán động lực học công trình là xác định chuyển vị và nội lực trong kết cấu công trình khi công trình chịu tác dụng của tải trọng thay đổi theo thời gian: Trên cơ sở đó, sẽ xác định được các biến dạng và ứng suất cực đại để tính toán kiểm tra các công trình thực, đồng thời lựa chọn kích thước kết cấu hợp lý đảm bảo biến dạng và ứng suất nhỏ để thiết kế các công trình mới, tránh hiện tượng cộng hưởng. Dưới tác dụng của tải trọng thay đổi theo thời gian hệ kết cấu sẽ dao động và dao động đó được biểu thị dưới dạng chuyển vị của kết cấu. Do đó khi phân tích và giải quyết bài toán động lực học công trình sẽ cho phép xác định được sự thay đổi của chuyển vị theo thời gian ứng với quá trình thay đổi của tải trọng động. Các tham số khác như nội lực, ứng suất, biến dạng... nói chung đều được xác định sau khi có sự phân bố chuyển vị của kết cấu. Tất cả các tham số đó đều là các hàm thay đổi theo thời gian phù hợp với tác dụng động bên ngoài.



Hình 1: Ví dụ tính toán giao động tự do của cầu dây văng

## 2 TÓM TẮT NỘI DUNG MÔN HỌC

Nội dung môn học được chia làm 5 chương với thời lượng dành cho môn học: 2 tín chỉ bao gồm các nội dung kiến thức sau:

### CHƯƠNG 1: MỞ ĐẦU

**Yêu cầu:** Hiểu được đối tượng và nhiệm vụ nghiên cứu môn học, các dạng tải trọng động và dao động, cách tính bậc tự do và các phương pháp xây dựng phương trình vi phân dao động tổng quát.

#### Nội dung chính:

- 1.1. Đối tượng và nhiệm vụ môn học
- 1.2. Phân loại tải trọng động và dao động
- 1.3. Bậc tự do của hệ dao động
- 1.4. Phương pháp xây dựng phương trình vi phân dao động tổng quát

### CHƯƠNG 2: DAO ĐỘNG HỆ 1 BẬC TỰ DO

**Yêu cầu:** Hiểu được lý thuyết dao động tự do, dao động cưỡng bức, tính được giá trị tần số dao động riêng, các dạng dao động riêng, giá trị cực đại của nội lực và chuyển vị động của hệ một bậc tự do.

#### Nội dung chính:

- 2.1. Xây dựng phương trình vi phân dao động tổng quát hệ một bậc tự do
- 2.2. Dao động tự do hệ 1 bậc tự do không xét đến ảnh hưởng của lực cản
- 2.3. Dao động tự do hệ 1 bậc tự do có xét đến ảnh hưởng của lực cản
- 2.4. Dao động cưỡng bức hệ 1 bậc tự do chịu tải trọng điều hòa
- 2.5. Dao động cưỡng bức hệ 1 bậc tự do chịu tác dụng của tải trọng có chu kỳ
- 2.6. Dao động cưỡng bức hệ 1 bậc tự do chịu tác dụng của tải trọng thay đổi theo thời gian với quy luật bất kỳ

### CHƯƠNG 3: DAO ĐỘNG HỆ HỮU HẠN BẬC TỰ DO

**Yêu cầu:** Hiểu được lý thuyết dao động tự do, dao động cưỡng bức, tính được giá trị tần số dao động riêng, các dạng dao động riêng, giá trị cực đại của nội lực và chuyển vị động của hệ hữu hạn bậc tự do.

#### Nội dung chính:

- 3.1. Khái niệm về ma trận cứng và ma trận mềm
- 3.2. Xây dựng phương trình vi phân dao động hệ hữu hạn bậc tự do theo phương pháp tĩnh

- 3.3. Xác định tần số dao động riêng hệ hữu hạn bậc tự do
- 3.4. Xác định dạng dao động riêng hệ hữu hạn bậc tự do
- 3.5. Tính chất trực giao của các dạng dao động riêng
- 3.6. Chuẩn hóa các dạng dao động riêng
- 3.7. Dao động tự do hệ hữu hạn bậc tự do
- 3.8. Tính dao động cưỡng bức hệ hữu hạn bậc tự do theo phương pháp khai triển tải trọng theo các dạng riêng
- 3.9. Phương pháp khai triển tải trọng theo các dạng dao động riêng tính hệ chịu tải trọng điều hòa
- 3.10. Dao động cưỡng bức của hệ hữu hạn bậc tự do không lực cản chịu tác dụng của tải trọng động bất kỳ

#### **CHƯƠNG 4: DAO ĐỘNG HỆ VÔ HẠN BẬC TỰ DO**

**Yêu cầu:** Hiểu được lý thuyết dao động tự do, dao động cưỡng bức, tính được giá trị tần số dao động riêng, các dạng dao động riêng, giá trị cực đại của nội lực và chuyển vị động của hệ vô hạn bậc tự do.

**Nội dung chính:**

- 4.1. Xây dựng phương trình vi phân dao động tổng quát hệ vô hạn bậc tự do
- 4.2. Dao động tự do của thanh thẳng
- 4.3. Dao động tự do của thanh thẳng có khối lượng phân bố đều và tiết diện không đổi
- 4.4. Dao động cưỡng bức của hệ vô hạn bậc tự do chịu tải trọng động bất kỳ

#### **CHƯƠNG 5: CÁC PHƯƠNG PHÁP TÍNH GẦN ĐÚNG TRONG ĐỘNG LỰC HỌC CÔNG TRÌNH**

**Yêu cầu:** Hiểu được lý thuyết của các phương pháp và vận dụng vào để giải các bài toán động lực học công trình.

**Nội dung chính:**

- 5.1. Các phương pháp năng lượng
- 5.2. Phương pháp khối lượng tập trung
- 5.3. Phương pháp sai phân
- 5.4. Phương pháp đúng dần

### 3 ĐỀ CƯƠNG ÔN TẬP

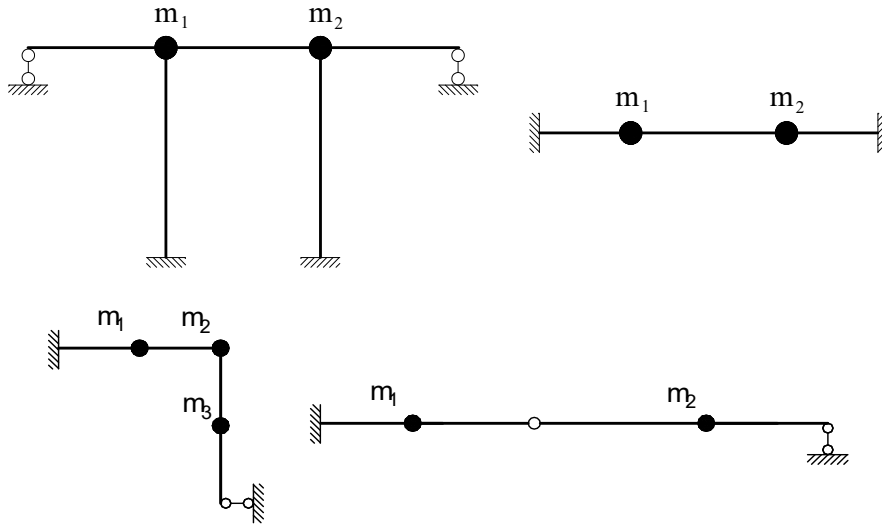
#### 3.1. Nội dung ôn tập trọng tâm

1. Xác định bậc tự do của hệ dao động.
2. Xác định tần số dao động riêng, mô men lớn nhất và vẽ biểu đồ mô men uốn động của hệ dao động một bậc tự do chịu tác dụng của tải trọng động.
3. Xác định tần số dao động riêng và dạng dao động hai bậc tự do chịu tác dụng của tải trọng động.

#### 3.2. Cấu trúc và dạng đề thi kết thúc học phần

Hình thức thi: Viết. Cấu trúc đề thi gồm 3 bài tập (2 điểm + 4 điểm + 4 điểm) tổ hợp từ các dạng bài tập tương tự các dạng bài tập dưới đây:

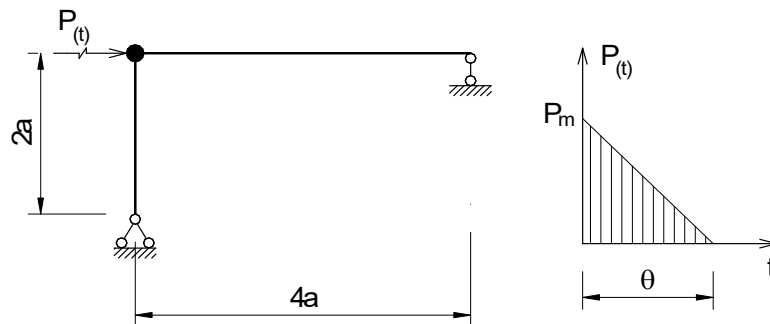
**Dạng 1:** Xác định bậc tự do của hệ dao động



**Dạng 2:**

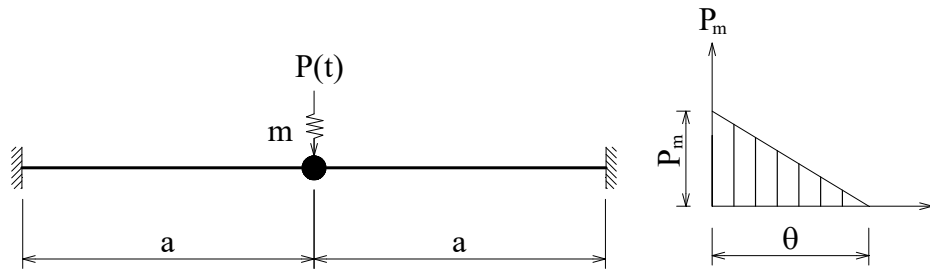
Ví dụ 1:

Cho kết cấu có kích thước, chịu tải trọng thay đổi theo quy luật thời gian như trên hình vẽ. Xác định tần số dao động riêng và xác định mô men uốn lớn nhất của kết cấu. Biết  $E = 2,1 \cdot 10^8$  kN/m<sup>2</sup>,  $I = 4,2 \cdot 10^{-5}$  m<sup>4</sup>, trọng lượng của khối lượng  $Q = 80$  kN,  $a = 4$  m,  $P_m = 120$  kN,  $\theta = 0,6$  s.



Ví dụ 2:

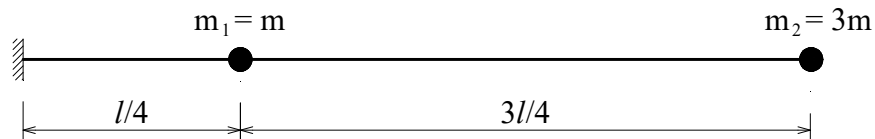
Cho dầm có kích thước, chịu tải trọng thay đổi theo quy luật thời gian như trên hình vẽ. Xác định tần số dao động riêng và vẽ biểu đồ mô men uốn động của dầm. Biết  $E = 2,0 \cdot 10^8 \text{ kN/m}^2$ ,  $I = 4,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$ , trọng lượng của khối lượng  $Q = 60 \text{ kN}$ ,  $a = 6 \text{ m}$ ,  $P_m = 150 \text{ kN}$ ,  $\theta = 0,2 \text{ s}$ .



**Dạng 3:**

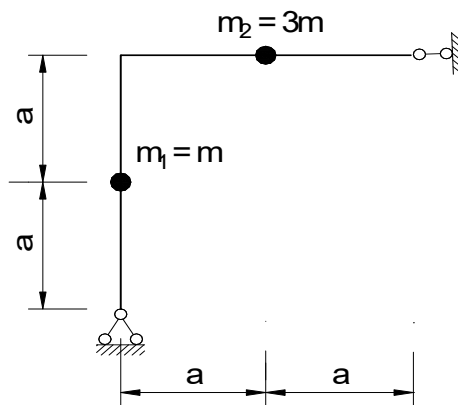
Ví dụ 1:

Xác định tần số dao động riêng và dạng dao động riêng của hệ có hai bậc tự do như trên hình vẽ, biết  $EI = \text{const}$



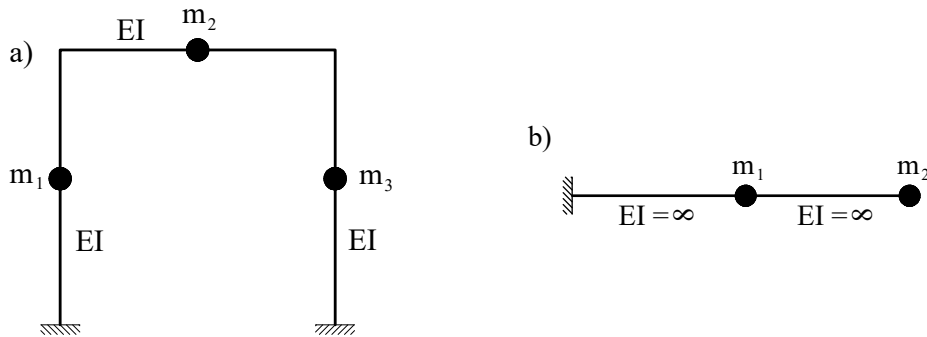
Ví dụ 2:

Xác định tần số dao động riêng và dạng dao động riêng của hệ có hai bậc tự do như trên hình vẽ, biết  $EI = \text{const}$ .



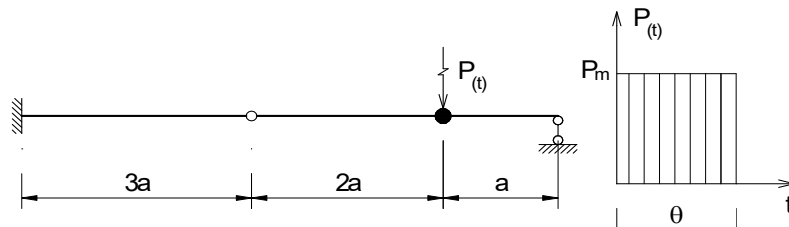
### 3.3. Dạng đề thi kết thúc học phần

**Câu 1(2 điểm):** Xác định bậc tự do của kết cấu sau (Hình 1)



**Câu 2(4 điểm):**

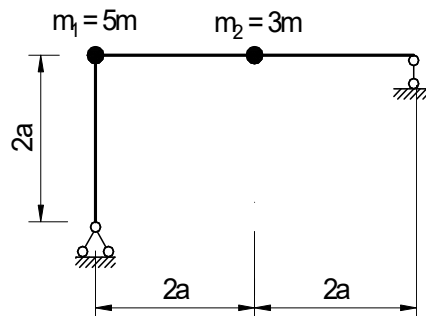
Cho kết cấu có kích thước, chịu tải trọng thay đổi theo quy luật thời gian như trên hình 2. Xác định tần số dao động riêng và mô men uốn lớn nhất của kết cấu. Biết  $E = 2,1 \cdot 10^8 \text{ kN/m}^2$ ,  $I = 4,2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$ , trọng lượng của khối lượng  $Q = 70 \text{ kN}$ ,  $a = 3 \text{ m}$ ,  $P_m = 105 \text{ kN}$ ,  $\theta = 1,2 \text{ s}$ .



Hình 2

**Câu 3 (4 điểm):**

Xác định tần số dao động riêng và dạng dao động riêng của hệ có hai bậc tự do như trên hình 3, biết  $EI = \text{const}$



Hình 3

#### 4 TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Phạm Đình Ba, Nguyễn Tài Trung, (2005), *Động lực học công trình*, Nhà xuất bản xây dựng.
- [2]. Phạm Đình Ba (2003), *Bài tập động lực học công trình*, Nhà xuất bản xây dựng.
- [3]. Lê Văn Quý, Lều Thọ Trình (2006), *Động lực học công trình*, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
- [4]. Dương Văn Thứ (2005), *Động lực học công trình*, Nhà xuất bản xây dựng.
- [5]. Clough, R.W., and Penzien Joseph. *Dynamics of structures*, McGraw – Hill, Inc, 1993.