

PGS. TS. NHỮ PHƯƠNG MAI (Chủ biên)

PGS.TS. NGUYỄN NHẬT THĂNG

# BÀI TẬP ĐÀN HỒI ỨNG DỤNG

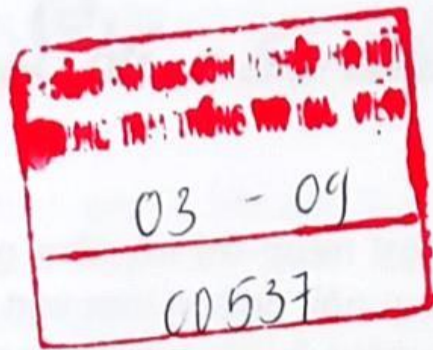
DÙNG CHO SINH VIÊN CÁC TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT VÀ HỌC VIÊN CAO HỌC



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

PGS. TS. NHỮ PHƯƠNG MAI (*Chủ biên*)

PGS.TS. NGUYỄN NHẬT THĂNG



# BÀI TẬP ĐÀN HỒI ỨNG DỤNG

LƯỜNG CHO SINH VIÊN CÁC TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT VÀ HỌC VIÊN CAO HỌC

*(Tái bản lần thứ tư)*



**NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM**

## Lời nói đầu

*Lý thuyết đàn hồi* đóng một vai trò quan trọng trong *Cơ học vật rắn biến dạng* nói riêng và trong *Cơ học môi trường liên tục* nói chung. *Lý thuyết đàn hồi* được xây dựng dựa trên các giả thuyết về biến dạng phù hợp với thực tế kỹ thuật, nhằm đơn giản hoá và xây dựng các phương pháp gần đúng để giải các bài toán kỹ thuật với mức độ chính xác theo yêu cầu thiết kế. Trên cơ sở các quy luật và phương trình cơ bản của *lý thuyết đàn hồi* có thể giải một loạt các bài toán trong thực tiễn: tính toán ứng suất, biến dạng, chuyển vị của các kết cấu dạng thanh, tấm mỏng, ống dày, đĩa quay, nêm, vỏ mỏng, vật thể tiếp xúc... dưới tác dụng của các dạng tải trọng khác nhau. Chính vì vậy *Lý thuyết đàn hồi* có tính ứng dụng cao và được đưa vào giảng dạy ở hầu hết các trường Đại học Kỹ thuật, là môn cơ sở chuyên ngành cho khối Cơ khí, Cơ học kỹ thuật và bổ sung kiến thức cho một số chuyên ngành khác (*Lý thuyết tấm vỏ*, *Kết cấu hàng không*, *Kết cấu tàu thủy*...).

Cuốn sách "*Bài tập Đàn hồi ứng dụng*" được xuất bản lần đầu năm 2003, do nhóm tác giả là giảng viên lâu năm của Trường Đại học Bách khoa Hà Nội biên soạn, dựa trên những kiến thức cơ bản nhất của *Lý thuyết đàn hồi*. Nội dung gồm 6 chương (tương ứng với thời lượng 3 tín chỉ theo chương trình khung của Bộ Giáo dục và Đào tạo), trong đó trình bày tóm tắt lý thuyết, các ví dụ, bài tập tự giải và được chọn lọc từ các vấn đề đặc trưng nhất và có tính ứng dụng rộng rãi trong thực tế.

– Các chương 1, 2, 3 (bao gồm cả bài tập), mục 4.3 và 4.4 của chương 4; bảng 5.4 và các biểu đồ chuyển vị và nội lực của tấm tròn; các bài tập từ số 4.15 đến 4.20; từ 5.11 đến 5.20 và từ 6.6 đến 6.12 do PGS.TS. Nhữ Phương Mai thực hiện.

– Các phần còn lại do PGS.TS. Nguyễn Nhật Thăng thực hiện.

Trong lần tái bản thứ ba, cuốn sách đã được chỉnh lý và bổ sung thêm một số phần trong chương 4, 5, nhằm giúp người đọc có thể ứng dụng dễ dàng các kết quả về chuyển vị, nội lực của tấm tròn với điều kiện biên và tải trọng khác nhau để tính toán độ bền và thiết kế kết cấu một cách hợp lý.

Cuốn sách có thể dùng làm tài liệu học tập cho sinh viên các trường Đại học kỹ thuật, các học viên Cao học, nghiên cứu sinh ngành Cơ học Vật rắn biến dạng, và là tài liệu tham khảo cho các kỹ sư Cơ khí.

Bạn đọc có thể tham khảo thêm cuốn "Lý thuyết Đàn hồi" của Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam (tác giả PGS.TS Nhữ Phương Mai) để bổ sung và hoàn thiện thêm kiến thức về môn học này.

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam đã tạo điều kiện thuận lợi để cuốn sách được tiếp tục ra mắt bạn đọc. Đồng thời xin chân thành cảm ơn các bạn đồng nghiệp đã động viên và giúp đỡ cho việc hoàn thiện cuốn sách này.

Mọi ý kiến góp ý xin gửi về địa chỉ: Công ty cổ phần Sách Đại học – Dạy nghề, 25 Hàn Thuyên, Hà Nội, hoặc Bộ môn Sức bền vật liệu, Viện Cơ khí, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, Số 1 Đại Cồ Việt, Hai Bà Trưng, Hà Nội.

Hà Nội, tháng 7/2009

**CÁC TÁC GIẢ**

# MỤC LỤC

<i>Lời nói đầu</i> .....	3
<b>Chương 1: TRẠNG THÁI ỨNG SUẤT – TRẠNG THÁI BIẾN DẠNG</b>	
1.1. Tenxơ ứng suất.....	5
1.1.1. Ứng suất trên mặt nghiêng bất kì trong hệ tọa độ Đề các .....	5
1.1.2. Ứng suất chính, phương chính của tenxơ ứng suất.....	6
1.2. Tenxơ biến dạng .....	7
1.2.1. Hệ thức Còsi giữa biến dạng và chuyển vị.....	7
1.2.2. Biến dạng chính – Phương chính của tenxơ biến dạng .....	9
<i>Bài tập tự giải</i> .....	16
<b>Chương 2: HỆ PHƯƠNG TRÌNH CƠ BẢN CỦA LÝ THUYẾT ĐÀN HỒI ỨNG DỤNG</b>	
2.1. Phương trình vi phân cân bằng tĩnh học – điều kiện biên.....	20
2.2. Phương trình tương thích biến dạng Saint–Venant .....	22
2.3. Định luật Húc tổng quát .....	22
2.4. Phương trình cân bằng biểu diễn qua chuyển vị.....	23
2.5. Phương trình tương thích biểu diễn qua thành phần tenxơ ứng suất.....	25
<i>Bài tập tự giải</i> .....	32
<b>Chương 3: BÀI TOÁN PHẪNG TRONG TỌA ĐỘ ĐỀ CÁC</b>	
3.1. Bài toán ứng suất phẳng – Bài toán biến dạng phẳng .....	38
3.1.1. Bài toán ứng suất phẳng.....	38
3.1.2. Bài toán biến dạng phẳng .....	39
3.2. Hàm ứng suất Ery – Áp dụng đối với các bài toán về thanh và tấm .....	41
3.3. Hàm ứng suất Prandtl – Áp dụng đối với bài toán thanh mặt cắt ngang bất kì chịu xoắn .....	52
3.3.1. Hàm ứng suất Prandtl (1903).....	52
3.3.2. Hàm vênh .....	55
<i>Bài tập tự giải</i> .....	61
<b>Chương 4: BÀI TOÁN PHẪNG TRONG TỌA ĐỘ ĐỘC CỰC</b>	
4.1. Các phương trình cơ bản .....	67
4.1.1. Phương trình cân bằng.....	67
4.1.2. Các phương trình hình học .....	67
4.1.3. Các phương trình vật lí .....	68
4.1.4. Hàm ứng suất.....	68

4.2. Ống dày chịu áp suất phân bố đều bên trong $p_a$ và bên ngoài $p_b$ .....	68
4.2.1. Chuyển vị.....	68
4.2.2. Ứng suất (đối với ống chịu áp suất bên trong và bên ngoài).....	69
4.3. Ống ghép .....	70
4.3. Tấm chịu kéo có lỗ tròn nhỏ .....	83
4.4. Đĩa quay.....	85
<i>Bài tập tự giải</i> .....	86
 <b>Chương 5: BÀI TOÁN ĐỐI XỨNG TRỤC</b>	
5.1. Tấm tròn chịu tải trọng đối xứng trục .....	92
5.1.1. Nội lực, ứng suất của tấm tròn chịu uốn.....	92
5.1.2. Phương trình vi phân độ võng.....	93
5.1.3. Các điều kiện biên .....	94
5.1.4. Các dạng tải trọng đối xứng trục .....	96
5.2. Vỏ mỏng tròn xoay chịu áp suất phân bố đều .....	129
5.2.1. Phương trình Laplace.....	129
5.2.2. Phương trình cân bằng tĩnh học đối với một phần vỏ .....	129
5.2.3. Mặt cong chịu áp lực của chất lỏng.....	130
<i>Bài tập tự giải</i> .....	141
 <b>Chương 6: BÀI TOÁN ỨNG SUẤT TIẾP XÚC</b>	
6.1. Bài toán But-xi-net (Bousinesq) về bán không gian đàn hồi chịu lực tập trung trên mặt phẳng biên.....	146
6.2. Bài toán Héc-xơ (Hertz) về áp lực, độ dịch gần và diện tích miền tiếp xúc giữa hai vật thể.....	152
6.2.1. Liên hệ hình học giữa các bề mặt của vật thể tiếp xúc .....	152
6.2.2. Kích thước diện tích tiếp xúc, độ dịch gần và áp lực lớn nhất trên diện tích tiếp xúc .....	156
<i>Bài tập tự giải</i> .....	169
<b>ĐÁP SỐ VÀ CHỈ DẪN</b> .....	174
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b> .....	197
<b>MỤC LỤC</b> .....	198

*Chịu trách nhiệm xuất bản:*

Chủ tịch Hội đồng Thành viên kiêm Tổng Giám đốc NGÔ TRẦN ÁI  
Tổng biên tập kiêm Phó Tổng Giám đốc NGUYỄN QUÝ THAO

*Tổ chức bản thảo và chịu trách nhiệm nội dung:*

Phó Tổng biên tập NGÔ ÁNH TUYẾT  
Giám đốc Công ty CP Sách ĐH—DN NGÔ THỊ THANH BÌNH

*Biên tập nội dung và sửa bản in:*

NGUYỄN TRỌNG HÙNG

*Trình bày bìa:*

ĐINH XUÂN DŨNG

*Thiết kế sách và chế bản:*

TRỊNH THỰC KIM DUNG

---

Công ty CP Sách Đại học – Dạy nghề, Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam  
giữ quyền công bố tác phẩm.

---

## **BÀI TẬP ĐÀN HỒI ỨNG DỤNG**

---

**Mã số: 7K585y2-DAI**

Số đăng kí KHXB : 16 - 2012/CXB/ 174- 2050/GD.

In 500 cuốn (QĐ in số : 51), khổ 16 x 24 cm.

In tại Nhà in Đại học Quốc Gia Hà Nội.

In xong và nộp lưu chiểu tháng 8 năm 2012.