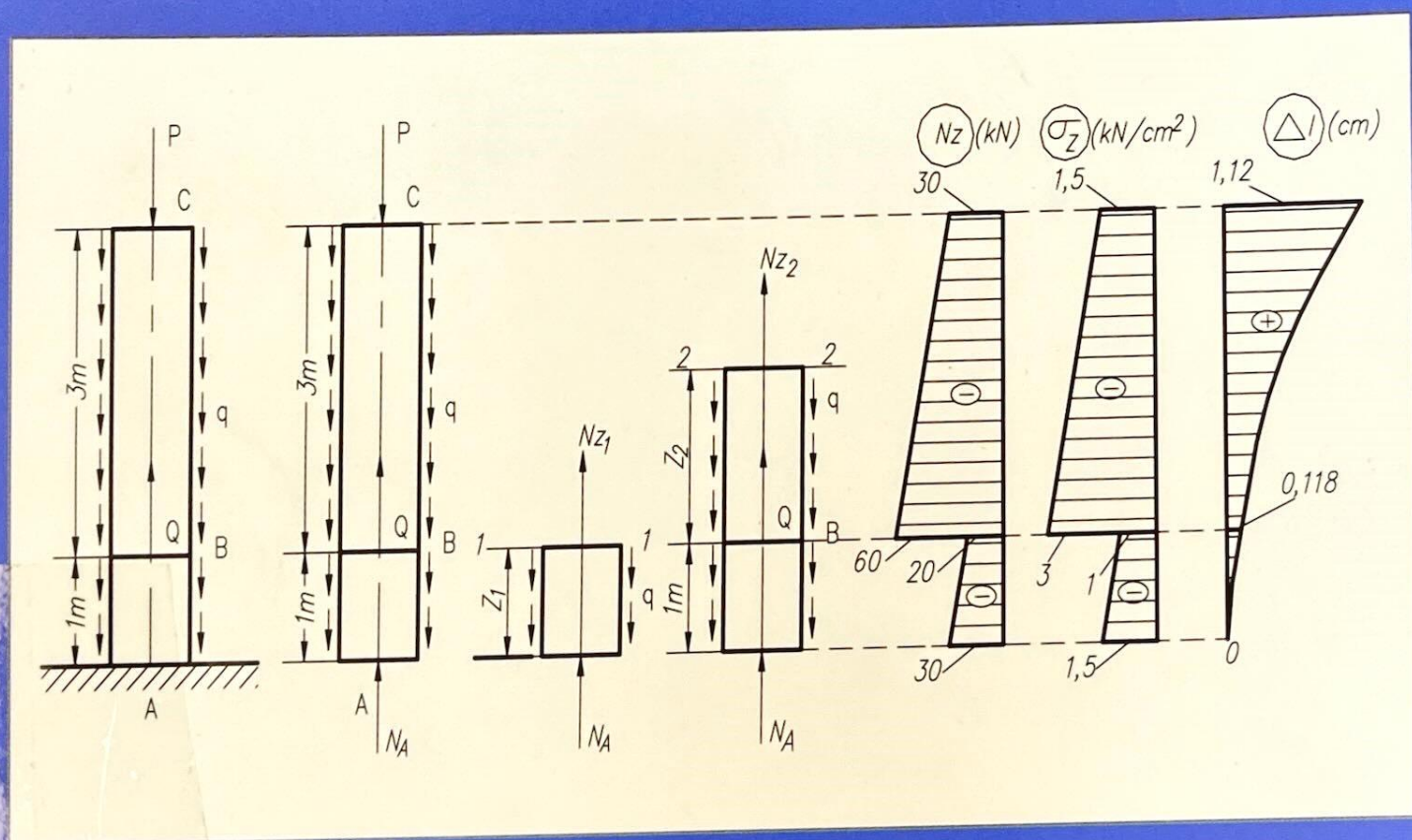




BÀI TẬP SỨC BỀN VẬT LIỆU



LỜI NÓI ĐẦU

Sức bền vật liệu là môn học có vai trò rất quan trọng đối với nhiều ngành Khoa học kỹ thuật. Cuốn **Bài tập sức bền vật liệu** cung cấp cho sinh viên các kiến thức, phương pháp và kỹ năng tính toán các kết cấu chịu biến dạng cơ bản và chịu lực phức tạp, tính toán ổn định và chuyển vị của hệ thanh chịu tải trọng tĩnh hoặc động.

Trong cuốn sách trình bày các kiến thức cơ bản nhất của môn sức bền vật liệu, các bài giải mẫu, bài tập tự giải có đáp án và chỉ dẫn, các ví dụ tính toán và đề bài tập lớn, một số dạng bài tập tổng hợp, đặc biệt phần ứng dụng tin học giải một số bài tập lớn sức bền vật liệu.

Đây là giáo trình được xây dựng nghiêm túc, công phu, chặt chẽ với sự kế thừa chọn lọc và cập nhật các thông tin mới nhất. Giáo trình này là tài liệu rất hữu ích không chỉ cho sinh viên và thí sinh mong muốn thi cao học mà còn là người bạn đồng hành của các kỹ sư, các cán bộ khoa học trẻ thuộc nhóm ngành cơ khí và các nhóm ngành liên quan tại Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội.

Cuốn giáo trình bài tập này được biên soạn trong khuôn khổ đề cương chi tiết học phần của môn sức bền vật liệu và theo chương trình khung của Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội cho nhóm ngành cơ khí, ô tô và đã được giảng dạy cho tất cả các hệ đào tạo của trường trong những năm qua cùng với kinh nghiệm giảng dạy nhiều năm của các thầy cô: TS. Phạm Thị Minh Huệ (chương 1, 4, 5, 6, 7, 8, 10), PGS.TS. Phạm Văn Bổng (chương 2) PGS.TS. Vũ Quý Đạc (chương 3), TS. Nguyễn Tuấn Linh (chương 9, 11), ThS. Trần Nguyên Quyết (phần B: Ứng dụng tin học giải bài tập lớn sức bền vật liệu và các đề bài tập lớn).

Chúng tôi rất mong và cảm ơn sự đóng góp ý kiến trao đổi của các chuyên gia, các thầy, cô giáo và tất cả các bạn sử dụng và đọc cuốn sách bài tập này, để giáo trình được hoàn chỉnh hơn. Các ý kiến trao đổi của các độc giả xin liên hệ với Bộ môn Cơ - Sức bền, Khoa Cơ khí - Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội.

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn Nhà trường, các đồng nghiệp, các em sinh viên đã tận tình giúp đỡ và khích lệ để cuốn **Bài tập Sức bền vật liệu** được xuất bản.

Các tác giả

Trong cuốn sách trình bày các kiến thức cơ bản nhất của môn sức bền vật liệu, các bài giải mẫu, bài tập tự giải có đáp án và chỉ dẫn, các ví dụ tính toán và đề bài tập lớn, một số dạng bài tập tổng hợp, đặc biệt phần ứng dụng tin học giải một số bài tập lớn sức bền vật liệu.

Đây là giáo trình được xây dựng nghiêm túc, công phu, chặt chẽ với sự kế thừa chọn lọc và cập nhật các thông tin mới nhất. Giáo trình này là tài liệu rất hữu ích không chỉ cho sinh viên và thí sinh mong muốn thi cao học mà còn là người bạn đồng hành của các kỹ sư, các cán bộ khoa học trẻ thuộc nhóm ngành cơ khí và các nhóm ngành liên quan tại Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội.

Cuốn giáo trình bài tập này được biên soạn trong khuôn khổ đề cương chi tiết học phần của môn sức bền vật liệu và theo chương trình khung của Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội cho nhóm ngành cơ khí, ô tô và đã được giảng dạy cho tất cả các hệ đào tạo của trường trong những năm qua cùng với kinh nghiệm giảng dạy nhiều năm của các thầy cô: TS. Phạm Thị Minh Huệ (chương 1, 4, 5, 6, 7, 8, 10), PGS.TS. Phạm Văn Bổng (chương 2) PGS.TS. Vũ Quý Đạc (chương 3), TS. Nguyễn Tuấn Linh (chương 9), TS. Trần Nguyễn Quyết (phần B: Ứng dụng tin học giải bài tập lớn sức bền vật liệu và các đề bài tập lớn).

CÁC KÝ HIỆU

TT	Ký hiệu	Đại lượng	Thứ nguyên	Đơn vị thường dùng
1	σ	Ứng suất pháp		
2	$\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$	Các ứng suất pháp đối với trục x, y, z		
3	$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$	Các ứng suất chính ở điểm được xét		
4	$[\sigma]$	Ứng suất pháp cho phép	Lực/chiều dài ²	N/mm ² , daN/cm ² , kN/cm ² , MN/m ²
5	$[\sigma]$	Ứng suất ổn định cho phép		
6	σ_b	Giới hạn bền		
7	σ_{ch}	Giới hạn chảy		
8	σ_{ok}, σ_{on}	Các giới hạn nguy hiểm của phân tử ở trạng thái ứng suất đơn		
9	σ_{tl}	Giới hạn tỷ lệ	Lực/chiều dài ²	
10	τ	Ứng suất tiếp		
11	$[\tau]$	Ứng suất tiếp cho phép		N/mm ² , kN/cm ² , MN/m ²
12	F	Diện tích mặt cắt ngang	chiều dài ²	cm ² , m ²
13	P	Lực tập trung	Lực	N, daN, kN, MN
14	N_z	Lực dọc		
15	Q_x, Q_y	Lực cắt		
16	q	Lực phân bố	Lực/chiều dài	kN/m, kN/m
17	M_x, M_y	Mômen uốn đối với trục x, y	Lực.chiều dài	Nmmm, kNcm, MNm
18	M_z	Mômen xoắn trên mặt cắt ngang của thanh		

TT	Ký hiệu	Đại lượng	Thứ nguyên	Đơn vị thường dùng
18	M_u	Mômen uốn tổng cộng với thanh có mặt cắt ngang tròn		
20	m	Mômen xoắn phân bố	Lực.chiều dài/chiều dài	kNcm/cm, kNm/m
21	n	Vận tốc góc vòng		vòng/phút
22	p	Ứng suất toàn phần		
23	G	Môđun đàn hồi trượt	Lực/chiều dài ²	N/cm ² , kN/m ²
24	E	Môđun đàn hồi kéo (nén)		
25	J_x, J_y	Các mômen quán tính chính trung tâm		
26	J_{max}, J_{min}	Mômen quán tính chính trung tâm lớn nhất và nhỏ nhất của mặt cắt	chiều dài ⁴	cm ⁴ , m ⁴
27	J_{xy}	Mômen quán tính ly tâm		
28	J_p	Mômen quán tính độc cực		
29	S_x, S_y	Mômen tĩnh	chiều dài ³	cm ³ , m ³
30	W_x, W_y	Mômen chống uốn với trục x, y của mặt cắt	chiều dài ³	cm ³ , m ³
31	W_p	Mômen chống xoắn		
32	Δl	Biến dạng dài tuyệt đối của thanh/đoạn thanh	chiều dài	mm, cm
33	$\epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_z$	Biến dạng dài tương đối		%
34	$\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$	Biến dạng theo các phương ứng suất chính		%

TT	Ký hiệu	Đại lượng	Thứ nguyên	Đơn vị thường dùng
35	$\gamma_{xy}, \gamma_{yz}, \gamma_{zx}$	Biến dạng trượt tỷ đối		
36	u	Thế năng biến dạng đàn hồi		
37	u_{hd}	Thế năng biến đổi hình dáng	Lực/ chiều dài	N/cm, kN/m
38	u_{tt}	Biến đổi thể tích		
39	i_x, i_y	Bán kính quán tính	chiều dài	mm, cm, m
40	φ	Góc xoắn (mặt cắt khi xoay quanh trục z) của thanh xoắn, góc xoay của mặt cắt ngang khi uốn		Rad, độ
41	θ	Góc xoắn tương đối		
42	$[\theta]$	Góc xoay tương đối cho phép	Rad/chiều dài, độ/ chiều dài	Rad/m, độ/m
43	Y	Độ võng (chuyển vị thẳng đứng của điểm trên trục dầm)	chiều dài	mm, cm
44	μ	Hệ số poatxông		
45	n	Hệ số an toàn về độ bền		
46	n_{od}	Hệ số an toàn về ổn định		
47	γ	Khối lượng riêng của vật liệu	Trọng lượng/chiều dài ³	kG/cm ³ , kG/m ³
48	k_b	Hệ số động		
49	ω	Tần số dao động riêng		rad/s
50	c	Độ cứng của hệ	Lực/ chiều dài	N/m, kN/m

ĐƠN VỊ ĐO LƯỜNG SỬ DỤNG

TT	Ký hiệu	Đơn vị đo	Đại lượng đo	Chuyển sang đơn vị tương đương
1	kg	Kilogam	Khối lượng	$1\text{kg} = 9,81\text{N}$
2	kN	Kiloniuton	Lực	$1\text{kN} = 10^3\text{N} = 10^2\text{daN} = 10^{-3}\text{MN}$
3	m	Mét	Chiều dài	$1\text{m} = 10^2\text{cm} = 10^3\text{mm}$
4	kN/cm^2	Kiloniuton trên mét vuông	Ứng suất, áp lực	$1\text{kN/cm}^2 = 10\text{MN/m}^2 = 10\text{N/mm}^2 = 10^2\text{daN/cm}^2 \approx 102\text{kG/cm}^2 = 10\text{Mpa}$
5	kg/m	Kilogam trên mét	Khối lượng theo chiều dài	$1\text{kg/m} = 9,81\text{N/m} = 0,00981\text{kN/m}$
6	Nm	Mômen lực	Niuton mét	$1\text{N.m} = 10^{-3}\text{kNm} = 10^{-6}\text{MNm} = \text{m}^2\text{kg.s}^{-2}$
7	J	Jun	Công, năng lượng	$1\text{J} = 1\text{Nm} \approx 0,102\text{kGm}$
8	W	Oát	Công suất	$1\text{W} = 10^{-3}\text{kW} \approx 102\text{kG.m/s} = 1,36\text{CV} = \text{J/s} = \text{kg m}^2 \text{s}^{-3}$
9	CV	Mã lực		$1\text{CV} = 75\text{kgm.s}^{-1} = 0,736\text{kW}$
10	m^2	Mét vuông	Diện tích	$1\text{m}^2 = 10^4\text{cm}^2 = 10^6\text{mm}^2$
11	kg/m^3	Kilogam trên mét khối	Khối lượng riêng	$\text{kg/m}^3 = 9,81\text{N/m}^3$
12	°	Độ	Góc	$1^\circ = (\pi/180)\text{rad}$
13	rad	radian		$\text{Rad} = (180/\pi)^\circ$

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU.....	3
CÁC KÝ HIỆU	5
ĐƠN VỊ ĐO LƯỜNG SỬ DỤNG.....	8
A: PHẦN BÀI TẬP CHỌN LỌC.....	9
CHƯƠNG 1: KÉO NÉN ĐÚNG TÂM.....	9
1.1. Kiến thức liên quan.....	9
1.1.1. Ứng suất.....	9
1.1.2. Biến dạng.....	9
1.1.3. Điều kiện bền và điều kiện cứng, ba bài toán cơ bản.....	10
1.1.4. Bài toán siêu tĩnh:	11
1.2. Bài tập ví dụ.....	12
1.2.1. Bài toán tĩnh định.....	12
1.2.2. Bài toán siêu tĩnh.....	23
1.3. Bài tập chỉ dẫn và đáp số.....	26
CHƯƠNG 2: TRẠNG THÁI ỨNG SUẤT VÀ CÁC THUYẾT BỀN.....	40
2.1. Kiến thức liên quan.....	40
2.1.1. Khái niệm.....	40
2.1.2. Phân loại ứng suất.....	40
2.1.3. Trạng thái ứng suất phẳng.....	40
2.1.4. Phương pháp đồ thị - vòng Mohr ứng suất.....	41
2.1.5. Liên hệ giữa ứng suất và biến dạng.....	42
2.1.6. Thế năng biến dạng đàn hồi.....	43
2.1.7. Các thuyết bền.....	43
2.2. Bài tập ví dụ.....	45
2.3. Bài tập chỉ dẫn và đáp số.....	51
CHƯƠNG 3: ĐẶC TRƯNG HÌNH HỌC MẶT CẮT.....	54
3.1. Kiến thức liên quan.....	54

3.1.1. Mômen tĩnh của mặt cắt ngang đối với một trục.....	51
3.1.2. Mô men quán tính đối với trục của mặt cắt ngang.....	51
3.1.3. Mô men quán tính độc cực (tính đối với một điểm)	55
3.1.4. Bán kính quán tính.....	55
3.1.5. Công thức chuyển trục song song của mômen quán tính.....	56
3.1.6. Công thức xoay trục của mômen quán tính.....	56
3.2. Bài tập ví dụ.....	57
3.3. Bài tập chỉ dẫn và đáp số.....	70
CHƯƠNG 4: XOẮN THUẦN TUYẾT	73
4.1. Kiến thức liên quan	73
4.1.1. Khái niệm.....	73
4.1.2. Ứng suất trên mặt cắt ngang của thanh tròn chịu xoắn.....	73
4.1.3. Biến dạng trong thanh tròn chịu xoắn.....	75
4.2. Bài tập ví dụ	77
4.2.1. Bài toán tĩnh định.....	77
4.2.2. Bài toán siêu tĩnh.....	86
4.3. Bài tập chỉ dẫn và đáp số	98
CHƯƠNG 5: UỐN NGANG PHẪNG THANH THẲNG	113
5.1. Kiến thức liên quan	113
5.1.1. Khái niệm chung.....	113
5.1.2. Ứng suất trên mặt cắt ngang.....	113
5.1.3. Điều kiện bền.....	115
5.1.4. Chuyển vị của dầm chịu uốn.....	116
5.1.5. Bài toán siêu tĩnh.....	120
5.2. Bài tập ví dụ	120
5.2.1. Dạng bài tập cơ bản.....	120
5.2.2. Các bài toán về chuyển vị.....	137
5.2.3. Bài toán siêu tĩnh.....	146
5.3. Bài tập chỉ dẫn và đáp số	148
CHƯƠNG 6: THANH CHỊU LỰC PHỨC TẠP	165
6.1. Kiến thức liên quan	165
6.1.1. Uốn xiên.....	165

6.1.2. Uốn cộng kéo (nén) đồng thời.....	166
6.1.3. Uốn cộng xoắn đồng thời.....	167
6.2. Bài tập ví dụ.....	168
6.3. Bài tập chỉ dẫn và đáp số.....	181
CHƯƠNG 7: ỔN ĐỊNH CỦA THANH CHỊU NÉN ĐÚNG TÂM.....	193
7.1. Kiến thức liên quan.....	193
7.1.1. Ổn định.....	193
7.1.2. Tính ổn định trong miền đàn hồi.....	193
7.1.3. Tính ổn định ngoài miền đàn hồi.....	194
7.1.4. Điều kiện ổn định.....	194
7.1.5. Ba bài toán cơ bản.....	194
7.2. Bài tập ví dụ.....	194
7.3. Bài tập chỉ dẫn và đáp số.....	202
CHƯƠNG 8: TÍNH HỆ THANH.....	207
8.1. Kiến thức liên quan.....	207
8.1.1. Phương pháp tích phân Maxwell-Mohr.....	207
8.2.2. Phương pháp nhân biểu đồ Veresaghin.....	208
8.2. Bài tập ví dụ.....	209
8.3. Bài tập chỉ dẫn và đáp số.....	214
CHƯƠNG 9. TÍNH ĐỘ BỀN KHI ỨNG SUẤT THAY ĐỔI THEO THỜI GIAN.....	222
9.1. Kiến thức liên quan.....	222
9.2. Bài tập ví dụ.....	223
9.3. Bài tập.....	225
CHƯƠNG 10: TẢI TRỌNG ĐỘNG.....	227
10.1. Kiến thức liên quan.....	227
10.1.1. Khái niệm.....	227
10.1.2. Hệ chuyển động với gia tốc không đổi theo thời gian.....	227
10.1.3. Hệ chịu dao động.....	227
10.1.4. Va chạm.....	230
10.2. Bài tập ví dụ.....	232
10.3. Bài tập chỉ dẫn và đáp số.....	238

CHƯƠNG 11: MỘT SỐ BÀI TẬP TỔNG HỢP.....	244
B. PHÂN THỰC HÀNH.....	254
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	299
PHỤ LỤC.....	301
MỤC LỤC.....	331
CHƯƠNG 7: ỔN ĐỊNH CỦA THÀNH CHU NÉN BUNG TÂM.....	193
7.1. Kiến thức liên quan.....	193
7.1.1. Ôn định.....	193
7.1.2. Tính ổn định trong miền đàn hồi.....	193
7.1.3. Tính ổn định ngoài miền đàn hồi.....	194
7.1.4. Điều kiện ổn định.....	194
7.1.5. Bài toán cơ bản.....	194
7.2. Bài tập ví dụ.....	194
7.3. Bài tập chỉ dẫn và đáp số.....	202
CHƯƠNG 8: TÌNH HÌNH THANH.....	207
8.1. Kiến thức liên quan.....	207
8.1.1. Phương pháp tích phân Maxwell-Mohr.....	207
8.2.2. Phương pháp nhân biến độ Vercasghin.....	208
8.2. Bài tập ví dụ.....	209
8.3. Bài tập chỉ dẫn và đáp số.....	214
CHƯƠNG 9: TÍNH ĐỘ BÉN KHÍ UNG SUẤT THAY ĐỔI THEO THỜI GIAN.....	222
9.1. Kiến thức liên quan.....	222
9.2. Bài tập ví dụ.....	223
9.3. Bài tập.....	223
CHƯƠNG 10: TẢI TRỌNG ĐỘNG.....	227
10.1. Kiến thức liên quan.....	227
10.1.1. Khái niệm.....	227
10.1.2. Hệ chuyển động với gia tốc không đổi theo thời gian.....	227
10.1.3. Hệ chịu dao động.....	227
10.1.4. Va chạm.....	230
10.2. Bài tập ví dụ.....	232
10.3. Bài tập chỉ dẫn và đáp số.....	238