

سلسلة ملخصات شوم  
نظريات ومسائل فن

# مقاومة المواد

وليم أ. دناش

يحتوي الكتاب على ٣٤٥ مسألة  
محلولة حلاً تفصيلياً

دار الرأيه العزني

دار ماجروهيل للنشر



1-620-31-1

ملخصات شـ

نظريات ومساائل

فـ

# مقاومة المواد

تأليف

وليم أ. ناش Ph.D.

أستاذ الهندسة المدنية

جامعة ماساشوسيتس



أعد الكتاب حسب النظام المتري للوحدات

س. أ. ن. ستيرجيس

محاضر بقسم الهندسة الميكانيكية

جامعة برمنجهام

ترجمة

الدكتور عمرو عزت سلامه

قسم العلوم الإنشائية - جامعة حلوان

جمهورية مصر العربية

مراجعة

الدكتور حسن محمد العسيلى

رئيس قسم العلوم الإنشائية - جامعة حلوان

جمهورية مصر العربية

دار ماكجروهيل للنشر



نيويورك . سانت لويس . سان فرانسيسكو . اوكلاند . بوجوتا . دوسلدورف . جوهانسبرج . لندن . مدريد . مكسيكو . مونتريال . نيودلهي . بناما . باريس . ساوباولو . سنغافورة . سيدنى . طوكيو . تورنتو . لبنان .

دار الرايد العزني بيروت لبنان

ص.ب ٦٥٨٥ - تلخس ٤٣٤٩٩ ١.٤ راشد



## الفهرس الأبجدي

- اتجاهات اجهادات القص القصوى (٤٢٢)  
اجهاد  
التواء (٨٣ - ١٠٤)  
تركيز ، (٤٧٠ - ٤٩٩)  
تشغيل ، (١٦)  
تشغيل ، فى الأعمدة ، (٣٦٩)  
دالة ، (٤٧١ - ٤٧٤ - ٤٧٨)  
شد ، (١١ - ١٨ - ٢٨)  
صمود ، (١٦)  
ضغط ، (١١ - ٢٣)  
قص ، (٧٥ - ٨٢)  
مستوى ، (٤٧٤)  
اجهادات  
انشاء ، فى الكمرات (١٥٦ - ١٦٢ - ١٧٩)  
انحناء ، فى الكمرات (١٥٦ - ١٧٨)  
تحديد الاجهادات الرئيسية ، بواسطة دائرة مور ، (٤٢٢) -  
(٤٤٨)  
تحديد الاجهادات ، على أسطح مائلة بواسطة دائرة مور ،  
(٤٢٣)  
حرارية ، فى قضبان محمله محوريا ، (٢٢ - ٢٦ - ٤٧)  
رئيسية ، (٤٢١ ، ٤٤٣ ، ٤٤٩)  
طولية ، فى اسطوانات (٦١)  
على مستويات مائلة (٤٢١ - ٤٢٦)  
عمودية ، على مستويات اجهاد القص الأقصى (٤٢٢) - ٤٣٩ -  
(٤٤٣)  
عمودية ، فى قضبان محمله محوريا (١١ - ٥٠)  
عمودية ، فى كمرات (١٦٥ - ١٦٥)  
فى الأسطح القشرية الرقيقة (٥٨ - ٧٤)  
فى قضبان يتناقص مقطعها المستعرض (٢٢)  
فى مفاتيح (٧٩)
- فى وصلات مبرشمة (٧٦)  
فى وصلات ملحومة (٧٨)  
قص ، فى الكمرات (١٦٠)  
محيطية ، فى الاسطوانات (٦٠)  
اجهادات اطارية (٦١)  
اجهادات التشغيل ، فى الأعمدة (٣٥٥)  
فى اللحامات (٧٨)  
اجهادات الشرائح ، فى الكمرات (١٧٥ - ١٦٢ - ١٨٠)  
اجهادات عمودية ، فى القضبان المحملة محوريا (١١ - ١٤ -  
١٨ - ٣٣)  
اجهادات فى اتجاه خط الطول (٥٨ - ٦٦ - ٧١)  
اجهادات القص على (٤٢٥)  
اجهادات القص فى الكمرات المستطيلة (١٥٩ - ١٨٠)  
اجهادات مركبة ،  
معادلات ، (٤٢٤ - ٤٤٢)  
اشارات (٤٢٦)  
أحمال ،  
حدية (٥٠ - ٣١٥ - ٣٣٧)  
حرجة ، على أعمدة (٣٣٨ - ٣٨٨ - ٣٤٠)  
لامحورية ، على أعمدة (٣٤١ - ٣٥٢)  
لامحورية على قضبان (٤٤٧)  
مركبة ، على أسطح قشرية اسطوانية (٤٤٩)  
مركبة ، على قضبان (٤٤٨ - ٤٥٠ - ٤٥٥)  
أحمال ديناميكية  
على قضبان (٣٩٨)  
على قضبان فى حالة التواء (٣٩٩ - ٤٠٢)  
على كمرات (٤٠٠)  
أحمال مركبة  
التواء وشد محورى على أسطح قشرية اسطوانية (٤٤٨)  
انحناء مع التواء للقضبان (٤٥٤)

- شد محورى مع التواء للقضبان (٤٥٣)  
 ضغط داخلى وشد محورى على اسطح قشرية اسطوانية (٤٤٩)  
 اسطح قشرية ،  
 اسطوانية (٦١ - ٦٦ - ٤٤٩)  
 دورانية (٧٢)  
 سطح مولد بدوران منحنى (٧٥)  
 كروية (٦٣)  
 مخروطية (٦٦)  
 اسطح قشرية مخروطية ، الاجهادات فى رقيقة الحوائط (٦٦ - ٦٩)  
 اسطح قشرية ناتجة عن دوران منحنى ، الاجهادات فى رقيقة الحوائط (٧٠)  
 اسطوانات  
 اجهادات طولية فى (٦١)  
 الاجهادات فى رقيقة الحوائط (٦٢) ، (٧٤)  
 اجهادات محيطية فى (٦١)  
 التغير فى نصف القطر ، (٤٤٢ ، ٤٥٣)  
 معرضة للتواء وشد محورى مجتمعين (٤٤٢ ، ٤٥٣)  
 معرضة لضغط داخلى مع شد محورى (٤٤٣)  
 اسهم ترخيم الكمرات  
 تراكب (٢٢٤)  
 طريقة التكامل المزدوج (١٩٨ - ٢٢٩)  
 طريقة الدالة المفردة (٢٤٦ - ٢٥٥)  
 طريقة طاقة الانفعال (٤٠٢ - ٤١١)  
 طريقة عزم المساحة (٢٣١ - ٢٤٤)  
 اشارات  
 الاجهادات المركبة (٤٢٦)  
 دائرة مور (٤٢٥)  
 طريقة التكامل المزدوج (٢٠٣)  
 طريقة عزم المساحة (٢٣٢)  
 لقوة القص وعزم الانحناء (١٠٨)  
 اعضاء ضغط (أنظر أعمدة)  
 أعمدة  
 اجهاد تشغيل (٣٥٥)  
 انبعاج (٣٣٨ - ٣٨٨)  
 انبعاج غير مرن (٣٤٠)  
 حمل انبعاج أولر (٣٣٨ - ٣٤٥)  
 حمل حرج (٣٣٨ - ٣٨٨ - ٣٤١)  
 صيغ تجريبية (٣٤٠ - ٣٥٥)  
 صيغة تصميم عمود ذو طول متوسط (٣٤٠)
- صيغة خط مستقيم (٣٤١ - ٣٥٥)  
 صيغة عمود كود شيكاغو للمبانى (٣٤٢ - ٣٥٦ - ٣٦٠)  
 صيغة قطع (٣٤١ - ٣٥٥)  
 صيغة قطع مكافئ (٣٤٣ - ٣٥٦ - ٣٦١)  
 صيغة معايير المماس (٣٤٠ - ٣٥٦)  
 صيغة المعهد الأمريكى للبناء بالصلب (٣٤١ - ٣٥٥ - ٣٦٠)  
 طريقة الطاقة المرنة (٣٤٧ - ٣٤٣)  
 قوة «متابعة» (٣٤٣ - ٣٨١)  
 كمر عمود (٣٤٣ - ٣٧٥)  
 مرونة (٣٤٢ - ٣٨٠)  
 نظم غير محافظة (٣٤٣ - ٣٨٢)  
 التواء  
 انابيب مغلقة رقيقة الحوائط (٨٦ - ٩٢ - ٩٨)  
 زاوية (٨٤ - ٨٩ - ٩٣)  
 عمود دوران دائرى مجوف (٨٦)  
 عمود دوران دائرى مصمت (٨٧)  
 عمود دوران على شكل قطع ناقص (٤٩٥ - ٤٩٨)  
 عمود دوران غير دائرى (٤٩١)  
 كامل اللدونة (٨٤ - ٩٦)  
 مرن - لدن (٨٤ - ٩٦)  
 نسبة المقاومة للوزن (٩٣)  
 التواء - لدن (٨٣ - ٩٥)  
 الية (٣١٧ - ٣٣٧)  
 انبعاج الأعمدة (٣٣٨ - ٣٨٨)  
 انحناء  
 اجهادات فى الكمرات (١٥٧ - ١٦٢ - ١٧٩)  
 خالص (١٧٥ - ١٦٢ - ١٦٩ - ١٧٥)  
 غير متماثل (٣٠٠ - ٣٠٨ - ٣١٣)  
 لدن (١٦٠ - ١٨٧ - ٢٠٠ - ٣٢٥ - ٣٣٥)  
 انحناء غير متماثل للكمرات (٣٠٠ - ٣٠٨ - ٣١٣)  
 أنظمة غير محافظة انبعاج الـ (٣٤٠)  
 انفعال ، عمودى (١٣ - ٢٨ ، ٣٠)  
 القص ، (٧٦)  
 كلى (١٣)  
 أرانى ضغط (٥٨ - ٧٤)  
 تأثيرات حرارية (٢١ - ٢٤ - ٤٦ - ٤٩ - ٦٥ - ٦٨ - ٤٧٠)  
 تأثيرات داخلية للقوى (١١ - ١٤)  
 تحميل لامحورى  
 للأعمدة (٣٤٠ - ٣٥٢)  
 للقضبان (٤٤٦)  
 تدفق القص (٨٦ - ١٠٠ - ١٠٢)

- تراكب ، سهم الترخيم في الكمرات باستعمال الـ (٢١٥)  
 مبدأ الـ (٢٦)  
 تصلد الانفعال (١٧)  
 تصميم حدى (٤٠ - ٥٠)  
 تصميم حدى ، للأطارات (٣٢٧)  
 تمدد (٣١)  
 توافق انكماش (٦١ - ٤٩٣)  
 الجمعية الأمريكية لاختبار المواد (١٢)  
 حاصل عزم المساحة لعنصر مساحة (١٣٩)  
 حاصل عزم المساحة لمساحة محددة (١٣٩ - ١٤٩)  
 حد التناسب (١٤)  
 حد الخضوع (١٦)  
 حد المرونة (١٤)  
 حمل أقصى (٤٣)  
 حمل أويلر للانبعاج (٣٣٨ - ٣٤٨)  
 حمل حدى  
 احمال التواء (٨٧ - ١٠٤)  
 احمال انحناء (١٦٠ - ١٨٥ - ١٩٣ - ٣١٧ - ٣٣٥)  
 حمل محورى (٥٠)  
 حمل حرج للعمود (٣٣٨ - ٣٨٨)  
 دالة اجهاد ايرى (٤٦٦ - ٤٧٦ - ٤٨٨)  
 دالة ديراك دلتا (١٢٣)  
 دالة مزدوجة (١٢٣)  
 دائرة مور (٤٢٦ - ٤٤٢)  
 دوال مفردة (١٠٨ - ١٢١ - ١٢٩ - ٢٤٩ - ٢٥٢ - ٢٦٧ - ٢٧٧)  
 دوال نصف المدى («أنظر» الدوال المفردة)  
 رسوم بيانية لعزم الانحناء وقوى القص ، (١٠٨ - ١٣٠)  
 زاوية اللى في الالتواء (٨٧ - ٨٨ - ٩٢)  
 سطح التعادل (١٥٨)  
 شد (١١)  
 صيغة الخط المستقيم للأعمدة (٣٤٠ - ٣٥٥)  
 صيغة القطع للأعمدة (٣٤١ - ٣٥٥)  
 صيغة القطع المكافئ للأعمدة (٣٤٦ - ٣٥٤)  
 صيغة عمود كود شيكاغو للمباني (٣٤٦ - ٣٥٩)  
 صيغة عمود المعهد الأمريكى للبناء بالصلب (٣٤١ - ٣٥٤ - ٣٦٠)  
 صيغة معايير المماس للأعمدة (٣٤٠ - ٣٥٤ - ٣٦٠)  
 ضغط (١١)  
 طاقة الانفعال في التحليل المحورى (٣٩٤ - ٤٠١)  
 طرق تجريبية للأعمدة (٣٤٠ - ٣٥٤)
- طرق الطاقة («أنظر» طرق طاقة المرونة)  
 طرق طاقة المرونة  
 في الالتواء (٣٩٨ - ٤٠١)  
 في انبعاج العمود (٣٥٠ - ٣٤٩)  
 في انحناء الكمره (٤٠٢ - ٤١٤)  
 طريقة التحليل بالتشكل (٤٣)  
 طريقة التكامل الثنائى (١٩٨ - ٢٢٩)  
 طريقة عزم المساحة (٢٣١ - ٢٤٤ - ٢٦٤ - ٢٧٠ - ٢٨٢)  
 طريقة ماكولى (١٢١ - ١٢٩)  
 عمود الدوران  
 التواء غير دائرى (٤٤٤)  
 التواء مجوف (٨٩)  
 التواء مصمت (٩٠)  
 القدرة الحصانية في (٩١)  
 عزم  
 التواء (٨٣)  
 انحناء (١٠٨ - ١٢٩)  
 أول لمساحة محددة (١٣٥)  
 ثان لعنصر مساحة (١٣٦)  
 ثان لمساحة محددة (١٣٦ - ١٤٢ - ١٤٨)  
 قطبى ثان لمساحة (٨٣ - ٨٧)  
 كامل اللدونة (١٦١ - ١٨٥ - ١٩٤ - ٣١٥ - ٣٣٥)  
 المقاومة (١٠٧)  
 عزوم القصور الذاتية الرئيسية (١٤١ - ١٥٣)  
 عينات اختبار (١٣)  
 قانون هوك (١٤)  
 قدرة حصانية في القضبان الدائرة (٩١)  
 قص المقاومة (١٠٧)  
 قضبان  
 اجهادات عمودية في محملة محوريا (١١ - ١٢ - ١٩ - ٣٠ - ٤٢ - ٥٠)  
 محملة لامحوريا (٤٤٦)  
 محملة محوريا (١١ - ١٢ - ١٨ - ٣٠ - ٤٢ - ٥٠)  
 معرضة لانحناء مع التواء مجتمعين (٤٤٨ - ٤٥٤)  
 معرضة لشد محورى مع التواء مجتمعين (٤٤٨ - ٤٥٤)  
 قوة القص (٧٤)  
 قوى متتابعة ، حمل الانبعاج من (٣٤٢ - ٣٧٩)  
 كمرات  
 اجهادات عمودية في الـ (١٥٤ - ١٦٢ - ١٨٠)  
 اجهادات قص في الـ (١٥٦ - ١٨٠ - ١٨٥)  
 اصطلاحات الاشارة لترخيم الـ (٢٠٥ - ٢٣٤)

- اصطلاحات الاشارة لقوة القص وعزم الانحناء للـ (١٠٨)
- انحناء غير متماثل للـ (٢٩٠ - ٤٣١ - ٣١٣)
- أنواع الاحمال على الـ (١٠٣)
- بسيطة (١٠٠ - ٣٩٦ - ٤٠٦)
- تصرف لدن للـ (١٥٨ - ٣١٧ - ٣٣٦)
- تصرف مرن لدن للـ (١٥٨ - ١٨٥ - ١٩١)
- حمل ديناميكي على (٤٠٠)
- ذات مقاطع مستعرضة متغيرة (٢٢١)
- طبيعة تصرف الـ (١٥١)
- عزم الانحناء في (١٠٨ - ١١٢ - ١٢٣)
- على اساسات مرنة (٢٤٩)
- غير محددة استاتيكيًا (١٠٣ - ٣٢١ - ٣٢٩)
- قوة القص في (١٠٨ - ١١٢ - ١٢١ - ١٢٣ - ١٢٩)
- كابولية (١٠٠ - ١١٣ - ١٣١ - ٤٠٢)
- مشبهة (١٠٣)
- محددة استاتيكيًا (١٠٣ - ٣٩١)
- مركز القص للـ (٢٩٠ - ٤٢٨)
- مستمرة (٢٦٦ - ٢٧٩)
- منحنية (٢٩٢ - ٣١٣ - ٣٢٣)
- ناثئة (١٠٣ - ٤١٣)
- كمرة I ،
- اجهادات القص في (١٨٢)
- حاصل العزم لعنصر من المساحة (١٣٧)
- حاصل العزم لمساحة محددة (١٣٧ - ١٤٨ - ١٥٨)
- العزم الثاني للمساحة لعنصر من مساحة (١٣٦)
- العزم الثاني للمساحة لمساحة محددة (١٣٦ - ١٤٢ - ١٤٨)
- العزم القطبي الثاني (٨٣ - ٨٩)
- كمرة - عامود (٣٤٢ - ٣٧١)
- لحام زاوي (٧٥)
- مادة متباينة الخواص (١٨)
- مادة موحدة الخواص (١٨)
- مبدأ سانت فينانت (٣٣١)
- مجال لدن (١٥)
- مجال مرونة (١٥)
- محاور رئيسية لمساحة مستوية (١٤٠ - ١٥٢)
- محور التعادل (١٥٤)
- مركز القص للكمرات (٣٠١ - ٣١٣)
- المرونة
- معايير الـ (١٤)
- معايير الـ ، في القص (٨٧)
- المعايير المؤثر للـ (٣٠)
- نظرية الـ (٤٦٠ - ٥٠٤)
- مرونة عامود (٣٤٦ - ٣٦٦ - ٣٧٠)
- مساحة
- حاصل عزم الـ (١٣٨ - ١٤٨ - ١٥٧)
- حاصل عزم عنصر الـ (١٣٨)
- العزم الأول لـ (١٣٤ - ١٤٠)
- العزم الثاني لـ (١٣٦ - ١٤٢ - ١٤٨)
- العزم الثاني لعنصر (١٣٦)
- العزم القطبي الثاني لـ (٨٣ - ٨٧ - ٨٩)
- مركز ثقل الـ (١٣٤ - ١٤٠)
- نصف قطر الحركة الترددية لـ (١٣٨ - ١٤٦)
- مسألة بوسينسك (٤٩٥)
- مسائل غير محددة استاتيكيًا
- في الالتواء (٩٦ - ٩٩)
- في الانحناء (٢٧٢ - ٢٩٠ - ٣٣٣ - ٣٤١)
- في الشد والضغط (٤٠ - ٤٣ - ٥٥)
- مستويات رئيسية (٤٢٣ - ٤٣٢ - ٤٦٨)
- معادلات الانسجام (٤٦٦ - ٤٦٩)
- معادلة أويلر - برنوللي (١٦٣)
- معادلة ثنائية التوافق (٤٧٦ - ٤٨٩)
- معامل أمان (١٧ - ٢٤)
- معامل التمدد الخطي (١٧)
- معايير
- تمدد الحجم (٣٠)
- الجساءة (٧٧)
- الرجوعية (١٥)
- الصلابة (١٥)
- القص (٨٥)
- الكتلة (٣٠)
- المرونة (١٤)
- المرونة في القص (٧٧ - ٨٤)
- المرونة ، المؤثر (٣٨)
- المزق (٨٧)
- المقطع (١٥٤ - ١٦٩ - ١٧٠ - ١٧٢)
- المماس (١٦)
- يانج (١٤)
- معايير المقطع اللدن (١٩٠)
- معدل الانفعال (١٩)
- مفصلة لدنة (٣١٦ - ٣٣٥)
- مقاومة
- الخضوع (١٦)

نقص فى المساحة (١٥)	لشد (١٥)
نسبة المقاومة للوزن فى الالتواء (٩٣)	نص (٨١)
نصف قطر الحركة التدويمية (١٣٨ - ١٤٧)	نصوى (١٥)
نظام قوى	السكر (١٥)
غير محدد (٣٨)	سطوية (١٦)
محدد (٣٨)	سحر الاجهاد- الاتصال (١٣ - ١٨ - ١٠٤ - ١٨٥)
نظريات الانهيار	سواد
نظرية الاجهاد العمودى الأقصى (٤٤٥ - ٤٦٠)	الخراس الميكانيكية للـ (١٤ - ١٨)
نظرية اجهاد القص الأقصى (٤٤٥ - ٤٤٧ - ٤٦١)	قصة (١٤)
نظرية طاقة التشوه القصوى (٤٤٥ - ٤٥٩ - ٤٦٢)	تبية الخراس (١٩)
نظرية العزم الأول للمساحة (١٣٧)	تجاسة (١٩)
نظرية العزم الثانى للمساحة (١٣٨)	مربة ، كامة اللدونة (١٧)
نظرية العزوم الثلاثة (٢٦١ - ٢٧٩)	طبة (١٤)
نظرية كاستيليانو (٣٩٢ - ٤٠١ - ٤١٥)	تبا
وصلات ،	استطالة (١٦)
ميرشمة (٧٦)	بواسون (١٨ - ٣٠)
ملحومة (٧٨)	النحافة (٣٣٦ - ٣٤٦ - ٣٥٥)