

انتشارات، شماره ۶۳۱

مبانی دینامیک گازها

تالیف: رابرت د. زوکر - اسکار بیلارز

ترجمه:

دکتر اصغر برادران رحیمی استاد گروه مکانیک دانشکده مهندسی

دانشگاه فردوسی مشهد

سرشناسه :	زوکر، رابرت دی، Zucker, Robert D
عنوان و نام پدیدآور :	مبانی دینامیک گازها / تألیف رابرت د. زوکر، اسکار بیلارز؛ ترجمه اصغر برادران رحیمی.
مشخصات نشر :	مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری :	۵۶۲ ص.: جدول، نمودار.
فروست :	انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد؛ شماره ۶۳۱.
شابک :	(ISBN: 978-964-386-305-0)
وضعیت فهرست نویسی :	فیپا.
یادداشت :	عنوان اصلی : Fundamentals of gas dynamics, 2nd ed, C 2002.
یادداشت :	کتاب حاضر نخستین بار تحت همین عنوان با ترجمه اصغر برادران رحیمی توسط انتشارات آستان قدس رضوی، معاونت فرهنگی در سال ۱۳۷۰ منتشر شده است. کتابنامه.
یادداشت :	گازها -- دینامیک.
موضوع :	بیلارز، اسکار.
شناسه افزوده :	Biblarz, Oscar.
شناسه افزوده :	برادران رحیمی، اصغر، ۱۳۲۹ - مترجم.
شناسه افزوده :	۱۳۹۳ م ۲ / ۹ ز / QC ۱۶۸
رده بندی کنگره :	۵۳۳/۲
رده بندی دیویی :	۳۷۴۲۶۶۶
شماره کتابخانه ملی :	



سازمان اسناد و کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران

انتشارات، شماره ۶۳۱

مبانی دینامیک گازها

تألیف

رابرت د. زوکر - اسکار بیلارز

ترجمه

دکتر اصغر برادران رحیمی

ویراستار علمی

دکتر محمد رضا مدرس رضوی

وزیری، ۵۶۲ صفحه، ۱۰۰۰ نسخه، چاپ اول، بهار ۱۳۹۴

امور فنی و چاپ: مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

بها: ۲۲۰۰۰۰ ریال

فهرست مطالب

۱۵	پیش گفتار مترجم
۱۷	پیش گفتار
۱۹	سخنی با دانشجویان
۲۳	فصل ۱ - مروری بر اصول مقدماتی
۲۳	۱-۱ مقدمه
۲۴	۲-۱ واحدها و علائم قراردادی
۲۴	نیرو و جرم
۲۶	جرم مخصوص و حجم مخصوص
۲۷	فشار
۲۸	درجه حرارت
۲۸	لزجت (گران روی)
۲۹	معادله حالت
۳۰	۱-۳ بعضی مفاهیم ریاضی
۳۰	متغیرها
۳۱	مقادیر بی نهایت کوچک
۳۱	مشتق
۳۱	دیفرانسیل
۳۲	بیشینه و کمینه
۳۲	لگاریتم طبیعی
۳۳	سری تیلور
۳۳	۱-۴ مفاهیم ترمودینامیک برای واکاوی جرم معیار
۳۳	تعاریف عمومی
۳۵	قوانین ترمودینامیک کلاسیک
۴۰	گازهای کامل
۴۲	تغییرات آنتروپی
۴۲	نمودارهای فرآیند
۴۳	سؤالات مروری
۴۶	مسائل مروری
۴۹	فصل ۲ - واکاوی حجم معیار - قسمت اول
۴۹	۲-۱ مقدمه

فهرست مطالب ۷

۵۰	۲-۲ اهداف
۵۰	۲-۳ بعدی بودن جریان و سرعت متوسط
۵۴	۲-۴ تبدیل یک مشتق مادی به رهیافت حجم معیار
۵۹	۲-۵ بقای جرم
۶۲	۲-۶ بقای انرژی
۷۰	فرم دیفرانسیلی معادله انرژی
۷۱	۲-۷ خلاصه
۷۳	۲-۸ مسائل
۷۷	آزمون

فصل ۳ - واکاوی حجم معیار - قسمت دوم ۷۹

۷۹	۳-۱ مقدمه
۷۹	۳-۲ اهداف
۸۰	۳-۳ تفسیرهای آنژیومی
۸۳	۳-۴ معادله فشار - انرژی
۸۴	۳-۵ مفهوم سکون
۸۸	۳-۶ معادله فشار - انرژی سکون
۹۰	۳-۷ نتایج جرم مخصوص ثابت
۹۰	روابط انرژی
۹۴	روابط سکون
۹۶	۳-۸ معادله اندازه حرکت
۱۰۰	فرم دیفرانسیلی معادله اندازه حرکت
۱۰۵	۳-۹ خلاصه
۱۰۷	مسائل
۱۱۳	آزمون

فصل ۴ - آشنایی با جریان تراکم پذیر ۱۱۵

۱۱۵	۴-۱ مقدمه
۱۱۵	۴-۲ اهداف
۱۱۶	۴-۳ سرعت صوت و عدد ماخ
۱۱۸	معادله پیوستگی
۱۱۹	اندازه حرکت
۱۲۱	عدد ماخ
۱۲۲	۴-۴ انتشار موج
۱۲۵	۴-۵ معادلات برای یک گاز کامل بر حسب عدد ماخ

۱۲۵.....	معادله پیوستگی.....
۱۲۶.....	روابط سکون.....
۱۲۸.....	معادله فشار - انرژی سکون.....
۱۳۱.....	۴-۶ نمودارهای $h-s$ و $T-s$
۱۳۲.....	۴-۷ خلاصه.....
۱۳۳.....	مسائل.....
۱۳۷.....	آزمون.....

فصل ۵ - جریان آدیاباتیک با سطح مقطع متغیر..... ۱۳۹

۱۳۹.....	۵-۱ مقدمه.....
۱۳۹.....	۵-۲ اهداف.....
۱۴۰.....	۵-۳ سیالات عمومی - بدون اتلاف.....
۱۴۶.....	۵-۴ گاز کامل - با اتلافها.....
۱۵۱.....	۵-۵ مفهوم مرجع *.....
۱۵۴.....	۵-۶ جدولهای آیزنتروپیک.....
۱۶۲.....	۵-۷ عمل شیپوره.....
۱۶۳.....	انرژی.....
۱۶۶.....	شیپوره همگرا - واگرا.....
۱۷۰.....	۵-۸ عملکرد شیپوره.....
۱۷۳.....	۵-۹ عملکرد پخش کن.....
۱۷۴.....	۵-۱۰ وقتی که γ برابر با $1/4$ نباشد.....
۱۷۵.....	۵-۱۱ فرا جداول (اختیاری).....
۱۷۹.....	۵-۱۲ خلاصه.....
۱۸۱.....	مسائل.....
۱۸۷.....	آزمون.....

فصل ۶ - موجهای ضربه‌ای قائم ساکن..... ۱۸۹

۱۸۹.....	۶-۱ مقدمه.....
۱۹۰.....	۶-۲ اهداف.....
۱۹۰.....	۶-۳ واکاوای موج ضربه‌ای، سیال عمومی.....
۱۹۲.....	پیوستگی.....
۱۹۲.....	انرژی.....
۱۹۲.....	اندازه حرکت.....
۱۹۳.....	۶-۴ معادلات کاربردی برای گاز کامل.....
۱۹۳.....	پیوستگی.....

فهرست مطالب ۹

۱۹۴	انرژی
۱۹۴	اندازه حرکت
۱۹۸	۶-۵ جداول موج ضربه‌ای قائم
۲۰۳	۶-۶ موج‌های ضربه‌ای در شیپوره‌ها
۲۰۹	۶-۷ عمل تونل باد مافوق صوت
۲۱۲	۶-۸ وقتی که γ برابر با $1/4$ نباشد
۲۱۳	۶-۹ فرا جداول (انتخابی)
۲۱۵	۶-۱۰ خلاصه
۲۱۶	مسائل
۲۲۱	آزمون

فصل ۷ - موج ضربه‌ای متحرک و موج ضربه‌ای مایل ۲۲۳

۲۲۳	۷-۱ مقدمه
۲۲۳	۷-۲ اهداف
۲۲۴	۷-۳ برهم‌نهی سرعت قائم
۲۲۴	موج‌های ضربه‌ای قائم متحرک
۲۲۸	۷-۴ برهم‌نهی سرعت مماسی: موج ضربه‌ای مایل
۲۳۴	۷-۵ واکاوای موج ضربه‌ای مایل - گاز کامل
۲۳۷	۷-۶ جداول و ترسیمه‌های موج ضربه‌ای مایل
۲۳۹	۷-۷ شرط مرزی جهت جریان
۲۴۴	۷-۸ شرط مرزی تعادل فشار
۲۴۶	۷-۹ موج‌های ضربه‌ای مخروطی
۲۵۰	۷-۱۰ (انتخابی) فرا ترسیمه‌ها
۲۵۱	۷-۱۱ خلاصه
۲۵۲	مسائل
۲۵۸	آزمون

فصل ۸ - جریان پرانتل - مایر ۲۶۱

۲۶۱	۸-۱ مقدمه
۲۶۱	۸-۲ اهداف
۲۶۲	۸-۳ بحث در مورد جریان آیزنروپیک در حال چرخیدن
۲۶۲	تغییر فشار برای موج‌های ضربه‌ای قائم
۲۶۳	تغییر آنتروپی برای موج‌های ضربه‌ای قائم
۲۶۴	تغییرات فشار و آنتروپی بر حسب زوایای انحراف برای موج‌های ضربه‌ای مایل ضعیف

۲۶۶	چرخش‌های آیزن‌تروپیک از موج‌های ضربه‌ای بینهایت کوچک
۲۶۹	۸-۴ واکاوی جریان پرانتل - مایر
۲۷۳	۸-۵ تابع پرانتل - مایر
۲۷۶	۸-۶ شیپوره‌های منبسط شده بیشتر و منبسط شده کمتر
۲۸۱	انعکاس‌های موج
۲۸۲	۸-۷ بال‌های هواپیمای مافوق صوت
۲۸۸	۸-۸ وقتی که γ برابر با $1/4$ نیست
۲۸۹	۸-۹ فرا جداول (انتخابی)
۲۹۰	۸-۱۰ خلاصه
۲۹۱	مسائل
۲۹۷	آزمون

فصل ۹ - جریان فانو ۲۹۹

۲۹۹	۹-۱ مقدمه
۲۹۹	۹-۲ اهداف
۳۰۰	۹-۳ واکاوی برای یک سیال عمومی
۳۰۱	پیوستگی
۳۰۱	انرژی
۳۰۴	نقطه حدی
۳۰۶	اندازه حرکت
۳۰۶	حجم معیار
۳۰۷	۹-۴ معادلات کاربردی برای یک گاز کامل
۳۰۷	انرژی
۳۰۸	معادله پیوستگی
۳۰۹	تغییر آنتروپی
۳۱۰	اندازه حرکت
۳۱۲	۹-۵ حالت مرجع و جداول فانو
۳۱۸	۹-۶ کاربردها
۳۲۲	۹-۷ همبستگی با موج‌های ضربه‌ای
۳۲۵	۹-۸ خفگی اصطکاکی
۳۲۹	۹-۹ وقتی γ برابر با $1/4$ نیست
۳۳۰	۹-۱۰ فرا جداول (انتخابی)
۳۳۱	۹-۱۱ خلاصه
۳۳۲	مسائل
۳۳۹	آزمون

فصل ۱۰ - جریان رایلی ۳۴۱

۳۴۱	..... ۱۰-۱ مقدمه
۳۴۲	..... ۱۰-۲ اهداف
۳۴۳	..... ۱۰-۳-۱ واکاوی برای یک سیال عمومی
۳۴۳	..... پیوستگی
۳۴۳	..... انرژی
۳۴۴	..... اندازه حرکت
۳۴۹	..... نقطهٔ حدی
۳۵۳	..... ۱۰-۴ معادلات کاربردی برای یک گاز کامل
۳۵۳	..... اندازه حرکت
۳۵۴	..... معادلهٔ پیوستگی
۳۵۵	..... شرایط سکون
۳۵۷	..... انرژی
۳۵۷	..... ۱۰-۵ حالت مرجع و جداول رایلی
۳۶۰	..... ۱۰-۶ کاربردها
۳۶۴	..... ۱۰-۷ همبستگی با موج‌های ضربه‌ای
۳۶۷	..... ۱۰-۸ حالت خفگی حرارتی
۳۷۱	..... ۱۰-۹ وقتی γ برابر $1/4$ نیست
۳۷۲	..... ۱۰-۱۰ ماوراء جداول (انتخابی)
۳۷۳	..... ۱۰-۱۱ خلاصه
۳۷۵	..... مسائل
۳۸۲	..... آزمون

فصل ۱۱ - آثار گاز واقعی ۳۸۵

۳۸۵	..... ۱۱-۱ مقدمه
۳۸۶	..... ۱۱-۲ اهداف
۳۸۷	..... ۱۱-۳ واقعا جریان از چه قرار است
۳۸۸	..... مدل میکروسکپی گازها
۳۸۸	..... ساختار مولکولی
۳۸۹	..... اثر غیر تعادلی در دینامیک گازها
۳۹۱	..... ۱۱-۴ رفتار گاز نیمه کامل
۳۹۱	..... توسعه جدول گاز
۳۹۲	..... جدول گاز
۳۹۶	..... خواص به‌دست آمده از معادلات
۳۹۷	..... ۱۱-۵ رفتار گاز واقعی
۳۹۷	..... معادلات حالت و ضرایب تراکم‌پذیری

۳۹۸.....	معادلات حالت.....
۳۹۹.....	نگاره‌های تراکم پذیری.....
۴۰۲.....	۱۱-۶ γ متغیر- جریان‌های با سطح مقطع متغیر.....
۴۰۲.....	محاسبات آیزنتروپیک.....
۴۱۱.....	۱۱-۷ γ متغیر- جریان‌های با سطح مقطع ثابت.....
۴۱۱.....	موج ضربه‌ای ها.....
۴۱۳.....	جریان‌های فانو.....
۴۱۳.....	جریان‌های رایلی.....
۴۱۳.....	۱۱-۸ خلاصه.....
۴۱۶.....	مسائل.....
۴۱۷.....	آزمون.....

فصل ۱۲ - سیستم‌های رانشی..... ۴۱۹

۴۱۹.....	۱۲-۱ مقدمه.....
۴۲۰.....	۱۲-۲ اهداف.....
۴۲۱.....	۱۲-۳ چرخه برایتون.....
۴۲۱.....	چرخه بسته اساسی.....
۴۲۷.....	بهبودی چرخه.....
۴۲۸.....	چرخه‌های واقعی.....
۴۳۰.....	چرخه برایتون باز، برای سیستم‌های رانشی.....
۴۳۱.....	۱۲-۴ موتورهای رانشی.....
۴۳۱.....	توربو جت.....
۴۳۵.....	توربوفن.....
۴۴۲.....	توربوپراپ.....
۴۴۳.....	رم جت.....
۴۴۷.....	پالس جت.....
۴۴۹.....	پرتابه (راکت).....
۴۵۱.....	۱۲-۵ پارامترهای عملکردی عمومی.....
۴۵۱.....	نیروی جلو برنده، توان، و بازده.....
۴۵۱.....	ملاحظات نیروی جلوبرنده.....
۴۵۶.....	ملاحظات توان.....
۴۵۷.....	ملاحظات بازده.....
۴۵۸.....	۱۲-۶ سیستم‌های رانشی تنفس با هوا.....
۴۵۸.....	پارامترهای عملکرد.....
۴۶۴.....	۱۲-۷ سیستم‌های رانشی واکنشی با تنفس هوا با در نظر گیری اثرات گاز واقعی.....
۴۶۵.....	۱۲-۸ سیستم‌های پرتابه رانشی عکس‌العملی.....
۴۶۵.....	پارامترهای عملکرد.....

فهرست مطالب ۱۳

۴۶۶	سرعت خروجی موثر
۴۶۷	محرك آنی ویژه
۴۶۹	۱۲-۹ پخش کن‌های مافوق صوت
۴۷۲	۱۲-۱۰ خلاصه
۴۷۴	مسائل
۴۷۹	آزمون
۴۸۱	ضمائم
۴۸۳	A - خلاصه سیستم واحدهای مهندسی انگلیسی (EE)
۴۸۶	B - خلاصه سیستم واحدهای جهانی (SI)
۴۸۹	C - جدول فاکتور اصطکاک
۴۹۰	D - جداول موج ضربه‌ای مایل ($\gamma = 1/4$) (دوبعدی)
۴۹۴	E - جداول موج ضربه‌ای مخروطی ($\gamma = 1/4$) (سه بعدی)
۴۹۸	F - جدول فاکتور قابلیت تراکم عمومی
۴۹۹	G - پارامترهای جریان آیزنتروپیک ($\gamma = 1/4$) (شامل تابع پرانتل - مایر)
۵۱۱	H - پارامترهای موج ضربه‌ای قائم ($\gamma = 1/4$)
۵۲۰	I - پارامترهای جریان نانو ($\gamma = 1/4$)
۵۳۱	J - پارامترهای جریان رایلی ($\gamma = 1/4$)
۵۴۲	K - خواص هوا در فشار پایین
۵۴۹	L - گرماهای ویژه هوا در فشار پایین
۵۵۱	مراجع انتخابی
۵۵۳	جواب‌های مسائل

Prees.um.ac.ir

پیش‌گفتار مترجم

مهم‌ترین دلیل بر ترجمه این کتاب کمک به دانشجویی است که خواهان درک مفاهیم دنیای شیرین دینامیک گازها است. در این زمینه کتاب‌های زیادی وجود دارد ولی به عنوان کتاب درسی برای همگان قابل استفاده نیست. مطالعه این کتاب به خصوص به دانشجویانی توصیه می‌شود که اولین مطالعات خود را در زمینه دینامیک گازها شروع کرده‌اند. سبک نگارش کتاب، به نحوی است که خواننده ضمن آموختن مفاهیم به صورت تدریجی و غیر رسمی و موشکافانه، اعتماد به نفس پیدا می‌کند. با گنج‌آیدن مثال‌های متعدد در سراسر کتاب و آزمون‌های آزمایشی و درج مسائل در پایان هر فصل، دانشجو در مسیر مطمئن فراگیری دینامیک گازها قرار می‌گیرد. پس از مطالعه دقیق این کتاب متوجه می‌شوید که معلومات شما در زمینه دینامیک گازها تا حدود زیادی نزدیک به دانشجویان سطوح عالی تر است.

این کتاب اولین تجربه کاری این جانب در ترجمه از انگلیسی به فارسی نیست، ولی طبیعی خواهد بود با همه کوشش ممتاز و ماهرانه نباشد. سعی من بر آن بوده است مفاهیم را به بیانی هر چه ساده تر و دور از بعضی قیود نالازم دست و پا گیر و اصطلاحات نامأنوس، به دانشجویی که صرفاً طالب لذت آموختن دینامیک گازها است منتقل کنم.

در اینجا لازم است از همکار ارجمند و دانشمند جناب آقای دکتر محمد رضا مدرس رضوی که با مطالعه دقیق و بهسازی پیش نویس این ترجمه، عبارات و جملات این کتاب را هر چه روان تر کردند، سپاسگزاری شود.

از خانواده عزیزم شیدا و شروین که در سراسر کار ترجمه این کتاب در کنارم بوده‌اند، عمیقاً تشکر می‌کنم.

دکتر اصغر برادران رحیمی

استاد گروه مکانیک - دانشکده مهندسی - دانشگاه فردوسی مشهد

مشهد - پائیز ۱۳۹۳

Prees.um.ac.ir

پیش‌گفتار

این کتاب برای دانشجوی متوسطی که می‌خواهد در مورد دینامیک گازها چیزی یاد گیرد نوشته می‌شود. هدف، دانشجویان دوره کارشناسی می‌باشند، بنابراین احتیاج به حداقل پیش‌نیاز وجود دارد. سبک نگارش غیررسمی است و مجموعه‌ای از ایده‌های نوین در خصوص آموزش صنعتی از قبیل روش آموختن موضوعات، جمع‌بندی‌های با معنی و آزمون‌های آزمایشی در بر دارد. این خصوصیات، کتاب حاضر را برای روش‌های خودآموزی از قبیل PSI (روش خود آموختن) و همچنین برای کلاس‌های درسی معمولی کاملاً مناسب می‌سازد. این کتاب، بسته به زمینه قبلی دانشجوی، شامل مطالب کافی برای یک دوره درسی سه ماهه و یا یک ترم است.

روش نگارش چنین است که همراه با معادلاتی که برای تمام حالت‌های غیر دائمی و سه بعدی جریان یک سیال اختیاری قابل قبول باشند، تمام روابط اساسی بر مبنای عمیق آن توسعه داده شود. سپس این روابط ساده تر می‌شوند تا روش‌های با معنی برای مسائل مهندسی یک بعدی و دو بعدی یک جریان به دست آیند. در سراسر کتاب، تمام جریان‌های داخلی و خارجی همراه با کاربردهای معمول و رایج عرضه می‌شوند. تأکید بر آن است که فواید نمودار T-s و جملات مربوط به اتلافات در هر مسأله ذکر شوند.

مثال‌ها و مسائل در هر دو سیستم واحد اندازه‌گیری انگلیسی و SI تهیه شده‌اند. محدوده تمرین‌ها از نوع معمولی تا پیچیده است و شامل تمام جداول لازم برای حل آنها می‌باشد. منظور، مهارت دادن به درک مفاهیم اصولی و توسعه و تقویت توان خوب برای حل مسائل می‌باشد. وقتی که به این مرحله رسیدیم، می‌توان به آسانی به معادلات اساسی بازگشت و دیگر فاکتورها از قبیل گازهای حقیقی، چران دو فازی، اثرات الکترومغناطیس و غیره را وارد مسأله کرد. بعد از خاتمه این کتاب دانشجوی باید قادر باشد که منابع بسیاری را که در مورد این موضوعات پیشرفته در دسترس است مطالعه کند.

پروفسور اسکار بیبارز در این چاپ از کتاب به عنوان همکار به روبرت زوکر می‌پیوندد. ما هر دو برای سالیان متمادی از این کتاب دینامیک گازها را درس داده ایم. ما هر دو در آماده سازی و

خواندن نسخه اولیه این کتاب شرکت داشته ایم. این چاپ از کتاب گسترش یافته تا شامل موارد ذیل باشد: (۱) بحث بر روی موج‌های ضربه‌ای مخروطی؛ (۲) چندین قسمت نشان دهنده این که چگونه محاسبات رایانه‌ای می‌تواند کمک باشد، (۳) فصل کاملی از گازهای واقعی شامل روش‌های ساده برای از عهده بر آمدن از این مسائل. این موضوعات کتاب را کامل تر کرده ضمن این که روش و هدف اصلی آن را حفظ می‌کند.

ما به مقدار زیادی مدیون نیومن هال و اشر شاپیرو هستیم، زیرا کتاب‌های آنها اولین آشنایی ما در زمینه جریان قابل تراکم را فراهم کردند. در بیست سال گذشته کتاب‌های زیادی نوشته شده ولی تأثیر این دو کتاب کاملاً چشم‌گیر است. انگیزه مهم دیگر در این امر، علاقه دانشجویانم بود که یآوری‌های قابل ملاحظه‌شان را در این راه از من دریغ نکردند.

به خصوص لازم است که از ارنست لویز برای کمک در فرموله کردن موضوعات، از آلن روزینگ برای آماده کردن برنامه محاسبات جداوّل جریان تراکم‌پذیر، و از ژوزف استرادا برای تصحیح برنامه رایانه‌ای و مرور مثال‌ها تشکر کنم. تمام نمودارها کار دستگاه نمایش دهنده علمی است و خطاهای گرامری متعددی توسط خانم جودی کایتالا کشف شد. تمام این کتاب توسط دوشیزه دپورا آلمکوسیت تایپ شد که کار هر معادله را با صمیمیتی فراوان و دقتی بیش از حد انجام می‌داد.

در پایان از همسرم پالی صبر و حوصله بسیار وی در خلال نگارش این کتاب سپاسگزارم.

رابرت د. زوکر - ساحل پیل، کالیفرنیا

اسکار بیلارز - مونتری، کالیفرنیا

سخنی با دانشجویان

شما برای ورود به دنیای جالب دینامیک گازها، احتیاج به معلومات قبلی خیلی زیادی ندارید. ولی به هر حال فرض این است که با درس‌های اساسی از قبیل ریاضیات عمومی و ترمودینامیک آشنایی دارید. به ویژه انتظار می‌رود که شما مباحث زیر را بدانید:

(الف) مشتق‌گیری و انتگرال‌گیری ساده؛

(ب) معنی یک مشتق جزئی؛

(ج) اهمیت یک ضرب داخلی؛

(د) چگونگی رسم نمودارهای اجسام آزاد شده؛

(ه) چگونگی تصویر یک نیرو به مولفه‌های مربوطه؛

(و) قانون دوم حرکت نیوتون؛

(ز) در مورد خواص سیالات، به خصوص گازهای کامل؛

(ح) قانون‌های صفر، اول و دوم ترمودینامیک.

شش پیش‌نیاز اولی به طور بارزی مشخص‌اند و دو مبحث آخری شامل قسمت‌های زیادی می‌شوند. در واقع، زمینه قبلی معلومات ترمودینامیک آنقدر در مطالعه دینامیک گازها اهمیت دارد که فصل اول این کتاب مروری بر مفاهیم لازم در تجزیه و تحلیل جرم معیار است. اگر شما به تازگی درس ترمودینامیک را به پایان رسانده‌اید، می‌توانید از خواندن بیشتر مطالب این فصل صرف نظر کنید و سئوالات قسمت ۱-۵ را بخوانید. اگر قادر به جواب دادن تمام این سئوالات هستید، ادامه بدهید در غیر این صورت اگر مشکلی به وجود آمد، به مطالب فصل اول مراجعه نمایید. از خیلی از معادلات این فصل در سراسر این کتاب استفاده می‌شود.

فصل‌های دو و سه قوانین اصولی را به شکل مورد نیاز برای واکاوی حجم معیار، تبدیل می‌کنند. اگر درسی در مکانیک سیالات داشته‌اید، مقدار زیادی از این مفاهیم برای شما آشنا ست. یک قسمت در مورد سیالات با جرم مخصوص ثابت برای نشان دادن کاربرد عمومی این موضوع و ارتباط آن با کارهایی که پیش از این در این زمینه انجام داده‌اید، گنجانیده می‌شود. اگر

شما مکانیک سیالات را مطالعه نکرده‌اید، نگران نباشید. تمام موضوعاتی را که در این زمینه لازم است بدانید در فصول این کتاب گنجانیده شده است. به علاوه، در باره چندین مفهوم ویژه که معمولاً در خیلی از دروس ترمودینامیک و مکانیک سیالات بررسی نمی‌شوند، شرح بیشتری داده می‌شود. بنابراین حتی اگر شما معلومات قبلی خیلی خوبی دارید، این فصول را مطالعه کنید. این مفاهیم، ستون فقرات درس دینامیک گازها بوده و به تکرار در فصل‌های بعدی به آنها مراجعه می‌شود.

شما در فصل چهارم با خصوصیات سیالات قابل تراکم آشنا می‌شوید. سپس در فصول بعدی آن پدیده‌های اساسی جریان‌های مختلف یک به یک مورد واکاوی قرار می‌گیرند. این پدیده‌ها عبارتند از: سطوح تغییر کننده؛ موج‌های ضربه‌ای قائم و مسائل؛ انبساطات، اصطکاک مجرا و انتقال حرارت. مسائل عملی مهندسی گوناگونی را می‌توان توسط این مفاهیم حل کرد که بیشتر این مسائل در این کتاب مورد بررسی قرار می‌گیرند. مثال‌های این مسائل عبارت از عملکرد شیپوره‌های مافوق صوت در حالت خارج از شرایط طراحی شده، تونل‌های باد مافوق صوت، موج‌های شدید، طراحی بال‌های هواپیمای مافوق صوت، بعضی از روش‌های اندازه‌گیری جریان و خفگی اصطکاکی یا حرارتی هستند. متوجه خواهید شد که جریان مافوق صوت مسائل مخصوص به خود دارد و به نظر می‌رسد از دانش عمومی شما تبعیت نمی‌کند. در فصل یازدهم با اتفاقات در سطح مولکولی روبرو خواهید شد و خواهید دید که این اتفاقات چگونه بر گازهای واقعی تاثیر گذار خواهد بود و با آموختن چند روش ساده بر خورد با این وضعیت‌ها را فرا می‌گیرید.

در سیستم‌های رانشی (با ورودی‌های هوا، مشعل‌های ثانویه و شیپوره‌های خروجی) تقریباً تمام کاربردهای جالب وضعیت‌های اساسی جریان دینامیک گازها، ظاهر می‌شوند. بنابراین فصل دوازدهم شامل تشریح و واکاوی تمام سیستم‌های رانشی رایج از جمله توربوجت‌ها، توربوفن‌ها، رم‌جت‌ها، پالس‌جت‌ها، و راکت‌ها است.

چند فصل از کتاب حاوی مطالبی است که نشان می‌دهد چگونه از رایانه در بعضی محاسبات استفاده کنیم. هدف نشان دادن آن است که ببینیم چگونه نرم‌افزار را می‌توان به کار گرفت تا با استفاده از معادلات یکسان در روش‌های دیگر به جواب رسید. برنامه MAPLE هدف ما می‌باشد، اما اگر آن را نمی‌دانید نگران نباشید. مطالب دینامیک گاز طوری بیان شده‌اند که قسمت‌های مربوط به رایانه به سادگی قابل حذف شدن می‌باشند.

این کتاب به ویژه برای شما دانشجو نوشته شده است. امیدوارم که سبک غیر رسمی آن

آرامش بخش بوده باشد و شما را به ادامه مطالعه آن برانگیزد. به جز فصل مرور، در بقیه فصول شیوه ارائه مطالب یکسان است. توصیه‌های زیر ممکن است به شما کمک کند تا در هنگام مطالعه کتاب از وقت خود بهترین بهره را ببرید. در شروع هر فصل قسمت مقدمه را مطالعه کنید، زیرا این قسمت به طور عموم در مورد تمام مطالب آن فصل گفتگو می‌کند. قسمت بعدی یک سری اهداف آموختنی است. این اهداف دقیقاً به شما می‌گویند که پس از اتمام موفقیت آمیز هر فصل قادر به انجام چه کارهایی باید باشید. بعضی از موضوعات علامت گذاری شده، اختیاری هستند زیرا این مطالب فقط برای جدی ترین دانشجویان در نظر گرفته شده اند. فعلاً این موضوعات را صرفاً مرور کنید، زیرا در حال حاضر معنی زیادی برای شما ندارند. به هر حال، آنها دلالت بر چیزهای مهمی می‌کنند که باید مواظب بود. سپس به فصل بعدی بروید. در ضمن خواندن مطالب، گاهیگاهی از شما خواسته می‌شود که کاری را انجام دهید. به عنوان مثال، طریق به دست آوردن یک فرمول را تکمیل کنید، یک جدول را پر کنید، یک نمودار را رسم کنید و غیره. قبل از ادامه به خواندن، سعی کنید که این کارها را به طور صادقانه انجام دهید. از شما انجام کاری که معلومات قبلی آن را ندارید، خواسته نخواهد شد و دخالت فعال شما باعث درک مفاهیم مهم خواهد شد.

هنگام مطالعه هر قسمت، به عقب باز گردید و مطمئن شوید که تمام اهداف مورد بررسی قرار گرفته اند. اگر چنین است، مطمئن شوید که شما قادر به انجام آنها هستید. تمام پاسخ‌ها را به صورت مفصل بنویسید، این کار شما را در مطالعات بعدی کمک خواهد کرد. ممکن است که بخواهید خودتان خلاصه هر فصل را تهیه و سپس با جمع بندی‌های کتاب مقایسه کنید. بعد از حل کردن گروه مسائل نمونه، آماده خواهید بود که اندوخته خود را توسط آزمون‌های آخر هر فصل آزمایش کنید. این کار همیشه باید به صورت کتاب بسته انجام شود ولی جداول تبدیل، خواص گازها و توابع جریان قابل تراکم را می‌توان مستقیماً مورد استفاده قرار داد. اگر در انجام این آزمون‌ها با مشکلی روبرو شدید، به عقب برگردید و قسمت مربوط به آن را دوباره مطالعه کنید. قبل از اتمام کامل هر فصل، فصل بعدی را آغاز نکنید.

حجم تمام فصول یکسان نیست، در حقیقت بیشتر آنها طولانی تر از آن هستند که یکبار تمام مطالب آنها را فراگیریم. احتمال دارد متوجه شوید اگر آنها را مطابق جدول صفحه بعد به قسمت‌های کوچک تری تقسیم کنید مطالعه آن آسان تر خواهد بود. بر روی چند مسأله از گروه اهداف اولیه کار کنید و بعد به سراغ گروه‌های دیگر بروید. توصیه می‌شود در مطالعه کتاب از ترتیب یاد شده پیروی کنید. شما باید چند ساعت در روز را صرف یاد گرفتن مطالب بکنید.

آموختن می تواند نوعی تفریح باشد، و باید همین طور باشد. ولی به هر حال دانش بی رنج میسر نمی شود. شما باید وقت صرف کنید و بکوشید تا کار به پایان برسد. امیدوارم که این کتاب، کار آموختن دینامیک گازها را لذت بخش تر کند و هر نظریه ای که در جهت بهتر کردن مطالب آن داشته باشید با کمال میل از آن استقبال می شود.

فصل	بخش ها	قسمت های اختیاری	موضوعات	موضوعات اختیاری	مسائل	مسائل اختیاری
۱	۱-۳ ۴ ۴				۹-۱ ۳۴-۱۰ ۵-۱	
۲	۵-۱ ۶		۵-۱ ۹-۶		۶-۱ ۱۵-۷	
۳	۷-۱ ۸		۹-۱ ۱۲-۱۰		۱۴-۱ ۲۲-۱۵	
۴	۶-۱		۱۰-۱		۱۷-۱	
۵	۶-۱ ۱۰-۷	۱۱	۷-۱ ۱۲-۸		۸-۱ ۲۴-۹	
۶	۵-۱ ۸-۶	۹	۷-۱ ۱۰-۸		۶-۱ ۱۹-۷	
۷	۳-۱ ۸-۴ ۹	۱۰	۲-۱ ۹-۳ ۱۱-۱۰	۵	۵-۱ ۱۷-۶ ۱۹-۱۸	
۸	۵-۱ ۸-۶	۹	۶-۱ ۹-۷	۵	۶-۱ ۱۸-۷	
۹	۶-۱ ۹-۷	۱۰	۷-۱ ۱۱-۸	۲.۵ ۱۰	۱۲-۱ ۲۳-۱۳	۲۳
۱۰	۶-۱ ۹-۷	۱۰	۷-۱ ۱۱-۸	۲.۶ ۱۰	۸-۱ ۲۲-۹	۲۲
۱۱	۵-۱ ۷-۶		۷-۱ ۸	۹	۱۰-۱ ۱۵-۱۱	
۱۲	۳-۱ ۷-۴ ۹-۸		۴-۱ ۱۱-۵ ۱۵-۱۲	۸.۹.۱۱ ۱۴	۵-۱ ۱۵-۶ ۲۴-۱۶	