

دینامیک گازها

ویرایش دوم - واحدهای SI

پدیدآورنده

جیمز ئی. ا. جاز

برگرداننده

علی اکبر عالم رجبی

استاد دانشکده مهندسی مکانیک

دانشگاه صنعتی اصفهان



انژنت و مکانیک مهندسی

کروه فنی مهندسی ۱۰

شماره کتاب ۲۰

دینامیک گازها (ویرایش دوم)

پدیدآورنده	جیمزئی. ا. جان
برگرداننده	علی اکبر عالم رجبی
ویراستار	بیژن دیبایی نیا
حروف چینی و صفحه آرایی	انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان
ناشر	انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان
لیتوگرافی، چاپ و صحافی	چاپخانه دانشگاه صنعتی اصفهان
چاپ پنجم	زمستان ۱۳۹۸
شمارگان	۱۰۰۰ جلد
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۶۰۲۹-۲۰-۰
قیمت	ریال ۳۵۰۰۰۰

مدرسنامه	جان جیمز ای. ا. ۱۹۳۳ - م. John, James E. A.
عنوان و نام پدیدآور	نامیک گازها / تألیف جیمزئی. ا. جان؛ ترجمه علی اکبر عالم رجبی
وضعیت ویراست	ویراست ۲
مشخصات نشر	اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان، انتشارات، ۱۳۸۰.
مشخصات ظاهری	دوازده ۳۷۷ ص: م. بر، جدول، نمودار.
فروست	دانشگاه صنعتی اصفهان؛ گروه فنی مهندسی؛ ۱۰.
شابک	۲۰۰۰۰ ریال: ب-۲۰، ۹۶۴-۶۰۲۹-۲۰-۰؛ ۳۰۰۰۰ ریال (چاپ سوم)؛ ۶۶۰۰۰ ریال
یادداشت	(چاپ پنجم)؛ ۳۰۰۰ ریال: (چاپ ششم) ۹۷۸-۹۶۴-۶۰۲۹-۲۰-۰
یادداشت	عنوان اصلی: Gas dynamics, 2nd ed. c 1984
	این کتاب با ترجمه احمد م. ... در توسط دانشگاه امام حسین (ع) در سال ۱۳۶۶ منتشر شده است.
یادداشت	چاپ سوم: تابستان ۱۳۸۴.
یادداشت	چاپ چهارم: ۱۳۸۶ (فیا).
یادداشت	چاپ پنجم: تابستان ۱۳۸۷.
یادداشت	چاپ ششم: پاییز ۱۳۸۸.
یادداشت	چاپ هفتم: ۱۳۹۱ (فیا).
یادداشت	چاپ هشتم: ۱۳۹۲ (فیا).
یادداشت	واژه نامه.
یادداشت	کتابنامه.
یادداشت	نمایه.
موضوع	گازها -- دینامیک
شناسه افزوده	عالم رجبی، علی اکبر ۱۳۳۴ -، مترجم
شناسه افزوده	دانشگاه صنعتی اصفهان، انتشارات
رده بندی کنگره	۱۳۸۰ ج ۲۹۹ QC۱۶۸
رده بندی دیویی	۵۳۳/۲
شماره کتابشناسی ملی	۸۰-۲۵۰۷۳

حق چاپ برای انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان محفوظ است.

اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان - انتشارات - کدپستی ۸۴۱۵۶-۸۴۱۱۱، تلفن: ۳۳۹۱۲۹۵۲ (۰۳۱)۳۳۹۱۲۵۵۲ (۰۳۱)۳۳۹۱۲۵۵۲
 برای خرید اینترنتی کلیه کتابهای منتشره انتشارات می توانید به وبگاه <http://publication.iut.ac.ir> مراجعه و با
 مستقیماً از کتابفروشی مرکز نشر واقع در کتابخانه مرکزی دانشگاه صنعتی اصفهان (تلفن ۳۳۹۱۳۹۵۲) خریداری فرمائید.

مقدمه

دینامیک گازها یکی از مباحث کاربردی جالب با قلمروی نسبتاً وسیعی در مهندسی مکانیک است و شامل زمینه‌های زیادی می‌شود که جریان سیال تراکم‌پذیر، مورد بررسی قرار می‌گیرد. گرچه در برخی از مسائل تراکم‌پذیری گازها در سرعت‌های کم ناچیز فرض می‌شود ولی با زیاد شدن سرعت جریان در کراپ فرض صحیح نیست و تراکم‌پذیری جریان کلید اصلی حل دقیق میدان جریان می‌شود. علاوه بر تراکم‌پذیری، پارامترهایی چون اصطکاک، انتقال گرما، و تغییر مساحت مقطع جریان بر آن اثر می‌گذارد. به این ترتیب مسائلی مثل طراحی خطوط لوله گاز، طراحی شیبوره و میوزر موشکها و موتورهای جت همه در قلمروی دینامیک گازها قرار می‌گیرد.

گرچه تاکنون کتابهای نسبتاً زیادی در زمینه دینامیک گازها به زبانهای غیرفارسی نوشته شده ولی استفاده از آنها برای خوانندگان فارسی زبان میسر نیست. لذا ترجمه برخی از این کتابها به زبان فارسی به منظور گسترش منابع علمی در زبان فارسی و سهولت کار کارشناسان و دانشجویان ایرانی ضروری است. متن حاضر ترجمه و ویرایش دوم کتاب *Gas Dynamics* نوشته پروفسور James E.A. John رئیس دانشکده مهندسی ماساچوست است. امریکاست که اولین بار در سال ۱۹۶۹ و مجدداً در سال ۱۹۸۴ میلادی به چاپ رسیده است.

در ویرایش دوم این کتاب (متن حاضر)، برخلاف ویرایش اول، از سیستم واحدهای بین‌المللی (SI) استفاده شده است. علاوه بر این تعداد مسایل در انتهای هر فصل اضافه شده تا حد امکان تمرین بیشتری را برای خوانندگان و دانشجویان فراهم آورد. این کتاب در عین حال که مطالب را به زبان ساده بیان می‌کند، حاوی مباحث پیشرفته‌ای است که آن را برای تدریس در دوره‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد مناسب می‌سازد. این ویژگیها، دلایل اصلی انتخاب کتاب مذکور برای ترجمه بوده است. ویژگیهای دیگر ویرایش دوم در پیشگفتار مؤلف ذکر شده است.

در اینجا لازم می‌دانم از همه کسانی که در آماده‌سازی این کتاب مرا یاری داده‌اند به ویژه آقای مهندس بیژن دیبایی‌نیا که ویراستاری و خانمها شهناز طالبی و مهشید سعادت‌مند که زحمت تایپ آن را پذیرفتند، تشکر کنم. همچنین پیشاپیش از خوانندگانی که با ارسال پیشنهادهای خود، زمینه اصلاح کتاب را در چاپهای بعدی فراهم می‌آورند، تشکر می‌کنم. و بالاخره خود را مدیون خانواده‌ام می‌دانم که با صبر و بردباری خود امکان ترجمه این کتاب را برایم فراهم آوردند.

علی اکبر عالم‌رجبی
خرداد ۱۳۷۲

فهرست مطالب

فصل اول : معادله‌های اصلی جریان تراکم‌پذیر

۱	۱.۱	سازات، مایعات و گازها
۲	۲.۱	محیط پیوسته
۳	۳.۱	لزجت و لایه مرئی
۴	۴.۱	معادله‌های حرکت
۴	۵.۱	واحدهای اندازه‌گیری
۵	۶.۱	روش حجم معیار
۷	۷.۱	بقای جرم
۱۰	۸.۱	بقای ممنتوم
۱۲	۹.۱	بقای انرژی - قانون اول ترمودینامیک
۱۶	۱۰.۱	قانون دوم ترمودینامیک
۱۷	۱۱.۱	معادله حالت
۲۱	۱۲.۱	جریان یک بعدی
۲۲	۱۳.۱	خلاصه
۲۳		مراجع
۲۴		مسئله‌ها

فصل دوم : انتشار موج در محیط تراکم‌پذیر

۲۷	۱.۲	مقدمه
۲۸	۲.۲	انتشار موج در ماده کشسان
۲۹	۳.۲	سرعت صوت
۳۴	۴.۲	جریان زیرصوت و فراصوت
۳۷	۵.۲	عدد ماخ

۳۸	۶.۲ خلاصه
۳۹	مراجع
۴۰	مسئله‌ها

فصل سوم : جریان آیزنتروپیک گاز کامل

۴۱	۱.۳ مقدمه
۴۲	۲.۳ معادله‌های حرکت
	۳.۳ جریان زیرصوت و فراصوت آیزنتروپیک
۴۳	در محرای با مساحت متغیر
۴۵	۴.۳ خواص سکون و استفاده از جدولها
۵۰	۵.۳ جریان آیزنتروپیک در شیبوره همگرا
۵۵	۶.۳ جریان آیزنتروپیک در شیبوره همگرا-واگرا
۵۹	۷.۳ خلاصه
۶۰	مراجع
۶۱	مسئله‌ها

فصل چهارم : موجهای ضربه‌ای عمودی

۶۷	۱.۴ مقدمه
۶۸	۲.۴ تشکیل موج ضربه‌ای عمودی
۷۰	۳.۴ معادلات حرکت موج ضربه‌ای عمودی
۸۰	۴.۴ موجهای ضربه‌ای عمودی متحرک
۸۶	۵.۴ موجهای ضربه‌ای عمودی منعکس شده
۸۸	۶.۴ خلاصه
۹۰	مراجع
۹۱	مسئله‌ها

فصل پنجم : کاربردها I

۹۹	۱.۵ مقدمه
۹۹	۲.۵ عملکرد یک شیبوره همگرا-واگرا
۱۰۴	۳.۵ تونل باد فراصوت
۱۱۰	۴.۵ دیفیوزر فراصوت همگرا-واگرا
۱۱۴	۵.۵ لوله ضربه و جریان یک بعدی ناپایدار

مراجع	۱۲۴
مسئله‌ها	۱۲۵

فصل هشتم : موجهای ضربه‌ای مایل

مقدمه	۱.۶
معادله‌های حرکت برای موج ضربه‌ای مایل	۲.۶
انعکاسهای موج ضربه‌ای مایل	۳.۶
موجهای ضربه‌ای مخروطی	۴.۶
خلاصه	۵.۶
مراجع	۱۴۴
مسئله‌ها	۱۴۵

فصل نهم : جریان پراتل مایل

مقدمه	۱.۷
ملاحظات ترمودینامیکی	۲.۷
تراکم‌ها و انبساط‌های تدریجی	۳.۷
معادله‌های جریان برای بادبزن انبساط پراتل مایل	۴.۷
جریان پراتل مایل در یک تراکم آرام	۵.۷
حداکثر زاویه چرخش در جریان پراتل مایل	۶.۷
انعکاسها	۷.۷
خلاصه	۸.۷
مراجع	۱۶۱
مسئله‌ها	۱۶۲

فصل دهم : کاربردها II

مقدمه	۱.۸
دیفیوزر فراصوت موج مایل	۲.۸
جریان خروجی در شیپوره‌های فراصوت فرومنبسط و فرامنبسط	۳.۸
شیپوره توپی دار	۴.۸
باله‌های فراصوتی	۵.۸
مراجع	۲۰
مسئله‌ها	۲۱

فصل نهم : جریان همراه با اصطکاک

۱۸۹	 مقدمه	۱.۹
۱۹۰	 جریان خط فانو	۲.۹
۱۹۷	 جریان در شیپوره و مجرای با مساحت ثابت متصل به آن	۳.۹
۲۰۳	 جریان همدم	۴.۹
۲۰۶	 جریان بی دررو همراه با اصطکاک و تغییر مساحت مقطع	۵.۹
۲۱۰	 خلاصه	۶.۹
۲۱۰	 مراجع	
۲۱۱	 مسئله‌ها	

فصل دهم : جریان همراه با افزایش یا اتلاف گرما

۲۱۷	 مقدمه	۱.۱۰
۲۱۸	 جریان بدون اصطکاک با مقطع ثابت توأم با انتقال گرما-جریان خط ریلی	۲.۱۰
۲۳۲	 موج ضربه‌ای در روری خط ریلی و فانو در نمودار TS	۳.۱۰
۲۳۲	 جریان توأم با انتقال گرما و تغییر مساحت مقطع	۴.۱۰
۲۳۴	 جریان توأم با اصطکاک و تبادل گرما	۵.۱۰
۲۳۷	 خلاصه	۶.۱۰
۲۳۹	 مراجع	
۲۴۰	 مسئله‌ها	

فصل یازدهم : جریان با اعمال میدانهای الکتریکی و مغناطیسی

۲۴۳	 مقدمه	۱.۱۱
۲۴۴	 اصول	۲.۱۱
۲۴۷	 رسانایی گازی	۳.۱۱
۲۵۱	 معادله‌های حرکت برای جریانهای ام.اچ.دی	۴.۱۱
۲۵۳	 مولد قدرت ام.اچ.دی	۵.۱۱
۲۵۸	 شتاب دهنده ام.اچ.دی	۶.۱۱
۲۶۱	 خلاصه	۷.۱۱
۲۶۲	 مراجع	
۲۶۳	 مسئله‌ها	

فصل دوازدهم : آتارگاز ناکامل

۲۶۵	۱.۱۲	مقدمه
۲۶۶	۲.۱۲	گازهای ناکامل گرمایی
۲۷۲	۳.۱۲	گازهای ناکامل دمایی
۲۷۴	۴.۱۲	هوا در تعادل گسسته
۲۸۱	۵.۱۲	خلاصه
۲۸۳		مراجع
۲۸۴		مسئله‌ها

فصل سیزدهم : معادله‌های حرکت در جریان چند بعدی

۲۸۷	۱.۱۳	مقدمه
۲۸۸	۲.۱۳	معادله پیوستگی
۲۸۹	۳.۱۳	معادله مستقیم
۲۹۱	۴.۱۳	جریان غیرچرخشی
۲۹۴	۵.۱۳	پتانسیل سرعت
۲۹۶	۶.۱۳	معادله‌های حرکت بر حسب پتانسیل سرعت
۲۹۹		خلاصه
۳۰۰		مراجع
۳۰۱		مسئله‌ها

فصل چهاردهم : جریان خطی شده

۳۰۳	۱.۱۴	مقدمه
۳۰۴	۲.۱۴	خطی کردن معادله پتانسیل
۳۰۹	۳.۱۴	جریان زیرصوت بر روی یک سطح موجدار
۳۱۲	۴.۱۴	قوانین تشابه برای جریان زیرصوت
۳۲۱	۵.۱۴	جریان فراصوت روی دیوار موجدار
۳۲۸	۶.۱۴	باله‌های نازک در جریان فراصوت
۳۳۵	۷.۱۴	خلاصه
۳۳۶		مراجع
۳۳۷		مسئله‌ها

فصل پانزدهم : روش مشخصه‌ها

۳۴۱	.....	مقدمه	۱.۱۵
۳۴۲	.....	ماهیت جریان فراصوت	۲.۱۵
۳۴۳	.....	نظریه مشخصه‌ها	۳.۱۵
۳۵۱	.....	روش محاسبه	۴.۱۵
۳۵۶	.....	روش محاسباتی دیگر: روش ناحیه به ناحیه	۵.۱۵
۳۶۱	.....	طراحی شیپوره فراصوت	۶.۱۵
۳۶۳	.....	خلاصه	۷.۱۵
۳۶۶	.....	مراجع	
۳۶۷	.....	مسئله‌ها	

فصل شانزدهم : دینامیک گازهای رقیق

۳۶۹	.....	مقدمه	۱.۱۶
۳۷۰	.....	عدد نوسن	۲.۱۶
۳۷۱	.....	مدل مولکولی جریان نزدیک یک سطح	۳.۱۶
۳۷۶	.....	جریان لغزشی	۴.۱۶
۳۷۸	.....	جریان مولکولی	۵.۱۶
۳۸۰	.....	خلاصه	۶.۱۶
۳۸۱	.....	مراجع	
۳۸۲	.....	مسئله‌ها	

فصل هفدهم : اندازه‌گیری در جریان تراکم‌پذیر

۳۸۵	.....	مقدمه	۱.۱۷
۳۸۵	.....	اندازه‌گیری فشار	۲.۱۷
۳۸۹	.....	اندازه‌گیری دما	۳.۱۷
۳۹۱	.....	سرعت و جهت	۴.۱۷
۳۹۳	.....	چگالی	۵.۱۷
۴۰۲	.....	مراجع	
۴۰۳	.....	مسئله‌ها	
۴۰۵	.....	پیوستها	
۴۵۷	.....	واژه‌نامه فارسی به انگلیسی	
۴۶۳	.....	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی	
۴۶۹	.....	واژه‌یاب	