

به نام خدا

سینتیک تبخیر

دنیس ن. گریسیموف

یوگنی آی. یورین

ترجمه:

بهاره بهمن آبادی

دانشجوی دکتری مهندسی آب دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

عباس کاویانی

دانشیار گروه مهندسی آب دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

سرشناسه	: گراسیموف، دنیس ن.، ۱۹۷۴-م.
	: Gerasimov, Denis N., 1974
عنوان و نام پدیدآور	: سینتیک تبخیر/دنیس ن. گراسیموف، یوگنی آی. یورین؛ ترجمه بهمن آبادی، عباس کاویانی
منشورات نشر	: قزوین: دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، انتشارات، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری	: ص، ۳۷۳ ص. مصور، جدول، نمودار.
شابک	: 978-622-6898-94-2
وضعیت فهرست نویسی	: فیساً
یادداشت	: عنوان اصلی: Kinetics of Evaporation, 2018.
یادداشت	: کتابخانه.
موضوع	: مهندسی حرارت Heat engineering گرما -- انتقال Heat -- Transmission جرم (فیزیک) -- انتقال Mass transfer روپها (مهندسی) Surfaces (Technology) تبدیل فاز (فیزیک آماری) Phase transformations (Statistical physics) فیزیک آماری Statistical physics ترمودینامیک Thermodynamics لایه‌های نازک Thin films
شناسه افزوده	: یورین، یوگنی آی.، ۱۹۹۱-م.
شناسه افزوده	: Yurin, Eugeny I., 1991-
شناسه افزوده	: بهمن آبادی، بهاره، ۱۳۷۱-، مترجم
شناسه افزوده	: کاویانی، عباس، ۱۳۵۸-، مترجم
شناسه افزوده	: دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، انتشارات
ردد بندی کنگره	: TJ360
ردد بندی دیویی	: ۵۳۰.۷۴۷
سمرد کتابشناسی ملی	: ۸۷۴۴۴۶۲
اطلاعات رکورد کتابشناسی	: فیساً

عنوان	: سینتیک تبخیر
نویسندگان	: دنیس ن. گراسیموف و یوگنی آی. یورین
مترجمین	: بهاره بهمن آبادی و عباس کاویانی
ناشر فنی	: حمید کلهر
شابک	: ۹۷۸-۶۲۲-۶۸۹۸-۹۴-۲
نوبت چاپ	: اول ۱۴۰۰
قیمت	: ۹۵ هزار تومان
بسمارگان	: ۵۰۰ جلد
ناشر	: انتشارات دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)
قزوین، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، تلفن ۰۲۸-۳۳۹۰۱۴۲۶	

کتابخانه حضرت آیت الله العظمی خاتمی‌اشرفی (ره) - قم
مستند: حقوقی و قانونی محتوای کتاب بر عهده صاحبان اثر است

فهرست

فصل ۱ "مایعات-بخار" فاز انتقال	۱
۱-۱ تبخیر و چگالش	۲
۱-۱-۱ فازها و انتقال‌ها	۲
۱-۱-۲ واحدها	۳
۱-۱-۳ تبخیر دائمی	۴
۱-۱-۴ این کتاب درباره چگالش نیست	۵
۱-۱-۵ تبخیر و تعرق	۶
۱-۱-۶ قطره بر روی سطوح متمایل	۷
۲-۱ چه چیزهایی را از ترمودینامیک بدست می‌آوریم؟	۸
۲-۱-۱ قوانین پایه ترمودینامیک	۸
۲-۲-۱ فاز تعادل	۱۳
۲-۲-۳ مرکز (هسته) یک فاز جدید	۱۵
۲-۲-۴ دمای تبخیر	۱۹
۲-۲-۵ پرنده جادویی	۲۰
۲-۲-۶ دیاگرام ترمودینامیک	۲۳
۳-۱ از هیدرودینامیک چه چیزی دریافت می‌کنیم؟	۲۵
۳-۱-۱ معادله ناویر استوکس	۲۵
۳-۳-۱ شروط فاز گذار	۲۶
۳-۳-۳ تحرک مرز گذار	۲۹
۴-۳-۱ دینامیک نزدیک سطح تبخیر	۳۰
۴-۱ شرط مرزی	۳۲
۴-۱-۱ شرط مرزی برای هیدرودینامیک	۳۲
۴-۲ شرایط مرزی برای سینتیک	۳۳

۳۴	۵-۱ جمع‌بندی
۳۷	فصل ۲ رویکرد آماری
۳۸	۱-۲ از مکانیک به احتمالات
۳۸	۱-۱-۲ از مکانیک
۳۹	۲-۱-۲ آشفنگی
۴۱	۳-۱-۲ تا احتمالات
۴۶	۴-۱-۲ برگشت ناپذیری در مسیر یک طرفه
۴۸	۵-۱-۲ " فردا به احتمال ۷۷٪ بارانی است "
۴۹	۲-۲ تابع توزیع
۴۹	۱-۲-۲ تابع چگالی احتمال
۵۰	۲-۲-۲ توابع احتمالاتی خاص
۵۱	۳-۲-۲ پواسون و گوس
۵۱	۴-۲-۲ مقیاس مکانی
۵۳	۵-۲-۲ برای نمونه : شعاع دی بای
۵۵	۶-۲-۲ توزیع انرژی پتانسیل
۵۶	۷-۲-۲ رویکرد آماری
۵۸	۸-۲-۲ اصل آنتروپی حداکثر
۵۹	۹-۲-۲ قضیه ویرال
۶۰	۳-۲ تابع توزیع ماکسول
۶۰	۳-۲-۱ مدل های فیزیکی
۶۲	۲-۳-۲ قضیه ماکسولین ماکسول
۶۴	۳-۳-۲ دیدگاه نوین ماکسولین
۶۶	۴-۳-۲ ماکسولین دو بعدی و سه بعدی
۶۷	۵-۳-۲ تابع توزیع ماکسولین انرژی سینتیک

۶۷	۶-۳-۲ متوسط تابع توزیع ماکسولین:
۶۸	۴-۲ نتیجه گیری
۷۱	فصل ۳ رویکرد سینتیکی
۷۲	۱-۳ دینامیک احتمالاتی
۷۳	۱-۱-۳ معادلات سینتیکی
۷۴	۲-۲ زنجیره Bogoliuhov-Born-Green-Kirkwood-Yvon
۷۴	۱-۲-۳ معادلات سینتیک
۷۶	۳-۳ معادله سینتیک بولتزمن
۷۶	۱-۱-۳ مشتقات زنجیره BBGKY
۷۸	۲-۳-۳ دیفرانسیل
۸۲	۳-۳-۳ مقیاس مکانی برای تابع توزیع
۸۳	۴-۳-۳ مقیاس زمانی تابع توزیع
۸۳	۴-۳ رویکرد ولاسوف: بدون برخورد
۸۳	۱-۴-۳ بدون برخورد
۸۷	۲-۴-۳ همپتونین یک میکروسیستم
۸۸	۳-۴-۳ تبلور
۹۰	۳-۴-۳ بازه رویکرد ولاسوف
۹۱	۵-۳ معادله سینتیکی اهداف عملی
۹۱	۱-۵-۳ اشکاف تصمیم
۹۲	۲-۵-۳ تعامل در مقیاس متوسط
۹۳	۳-۵-۳ رویکرد ریکسیشن
۹۳	۶-۳ سیر تکاملی احتمالات: رویکرد ریاضیات
۹۳	۱-۶-۳ معادله تکمیلی
۹۵	۲-۶-۳ معادله سینتیکی در میدان خارجی

۳-۶-۳	معادله سینتیکی برای میدان خودمحمور	۹۵
۳-۶-۴	معادله سینتیکی برای تعامل	۹۶
۳-۶-۵	معادلات دیفیوژن (انتشار)	۹۷
۳-۶-۶	معادلات ثابت	۹۸
۳-۷-۷	سینتیک گاز در نزدیکی سطح تبخیر	۹۹
۳-۷-۱	سیال	۹۹
۳-۷-۲	منطقه تعامل بخار-مایع	۱۰۰
۳-۷-۳	لایه کادسن	۱۰۱
۳-۷-۴	لایه مرزی	۱۰۲
۳-۷-۵	توده گازی	۱۰۳
۳-۸	نتیجه‌گیری	۱۰۳
فصل ۴	بررسی‌های عددی: شبیه‌سازی دینامیک مولکولی	۱۰۷
۴-۱	از آمار به مکانیک: وجود و برگشت دوباره	۱۰۸
۴-۱-۱	از سینتیک به مکانیک	۱۰۸
۴-۱-۲	آمار بولتزمن	۱۰۹
۴-۱-۳	پتانسیل تعامل	۱۱۰
۴-۱-۴	روش اشنیاد برای حل معادلات	۱۱۱
۴-۱-۵	نتایج شبیه‌سازی عددی	۱۱۳
۴-۱-۶	نحوه محاسبه دما	۱۱۳
۴-۱-۷	نحوه محاسبه فشار	۱۱۴
۴-۱-۸	نحوه محاسبه شار گرما	۱۱۴
۴-۱-۹	از مکانیک تا آمار، بخش ۲	۱۱۶
۴-۱-۱۰	نقش شبیه‌سازی دینامیک مولکولی	۱۱۹
۴-۲	تکنیک‌های دینامیک مولکولی	۱۱۹

- ۱۲۰..... ۱-۲-۴ معادلات حرکت
- ۱۲۲..... ۲-۲-۴ پتانسیل بین اتمی
- ۱۲۴..... ۳-۲-۴ شروط اولیه و مرزی
- ۱۲۸..... ۴-۲-۴ راهنمای گام به گام برای مدل سازی ساده
- ۱۳۱..... ۳-۴ محاسبه ابزار واحد ساخت
- ۱۳۶..... ۴-۴ نتیجه گیری
- ۱۴۳..... فصل ۵ تابع توزیع سرعت اتم های تبخیر شده
- ۱۴۴..... ۱-۵ تابع توزیع سرعت ماکسولین؟
- ۱۴۴..... ۱-۱-۵ انتظارات ما
- ۱۴۵..... ۲-۱-۵ نتایج آزمایشگاهی
- ۱۴۷..... ۳-۱-۵ نتایج شبیه سازی عددی
- ۱۵۰..... ۲-۵ محاسبات نظری تابع توزیع
- ۱۵۰..... ۱-۲-۵ ساده ترین شکل تابع توزیع سرعت
- ۱۵۴..... ۵-۲-۵ احتمال تبخیر
- ۱۵۵..... ۳-۲-۵ توزیع سرعت های مماسی
- ۱۵۶..... ۴-۲-۵ برخی نظریات مرتبط با تراکم
- ۱۵۶..... ۵-۲-۵ تابع توزیع در یک سطح نامعمول
- ۱۶۰..... ۶-۲-۵ تعمیم
- ۱۶۱..... ۷-۲-۵ شارها از یک سطح تبخیر
- ۱۶۱..... ۸-۲-۵ انرژی اتصال: ملاحظات اولیه
- ۱۶۲..... ۹-۲-۵ شارهای روی سطح
- ۱۶۲..... ۱۰-۲-۵ اتم یا مولکول
- ۱۶۳..... ۳-۵ شبیه سازی دینامیکی مولکولی
- ۱۶۳..... ۱-۳-۵ طبقه بندی
- ۱۶۴..... ۲-۳-۵ شبیه سازی عددی تبخیر

۱۶۷.....	۳-۳-۵ تابع توزیع سرعت ذرات تبخیر شده
۱۷۰.....	۴-۵ نتیجه‌گیری
۱۷۵.....	فصل ۶ شارهای کل از سطح تبخیر
۱۷۶.....	۱-۶ تابع توزیع برای انرژی پتانسیل در حالت متراکم شده
۱۷۶.....	۱-۱-۶ تابع کار به‌عنوان تابع توزیع
۱۷۶.....	۱-۲-۶ تابع توزیع انرژی پتانسیل
۱۸۳.....	۳-۱-۶ توضیحات تحلیلی تبخیر
۱۸۵.....	۴-۱-۶ گام به گام: قاعده تورن
۱۸۷.....	۵-۱-۶ نوسانات
۱۹۲.....	۶-۱-۶ شبیه‌سازی‌های عددی
۱۹۶.....	۷-۱-۶ شبیه‌سازی‌های عددی (پیوسته)
۱۹۷.....	۲-۶ تعداد ذرات تبخیر شده
۱۹۷.....	۱-۲-۶ احتمال فرار
۲۰۰.....	۲-۲-۶ لایه سطحی سیال
۲۰۱.....	۳-۲-۶ لحظه فرار
۲۰۳.....	۴-۲-۶ تغییر شکل تابع توزیع
۲۰۶.....	۵-۲-۶ تعداد ذرات در سطح
۲۰۸.....	۳-۶ شارهای انرژی و حجم از یک سطح تبخیر
۲۰۸.....	۱-۳-۶ تبخیر، تراکم و مجموع آنها
۲۱۰.....	۲-۳-۶ دمای سطح تبخیر
۲۱۱.....	۳-۳-۶ شارهای تبخیر از سطح
۲۱۴.....	۴-۶ تبخیر و چگالش: معادلات بیلان
۲۱۵.....	۱-۴-۶ جاذب‌های سیستم دینامیکی
۲۱۶.....	۲-۴-۶ چه چیزی را باید از فاز انتقال انتظار داشت

۳-۴-۶	مقیاس زمانی از دیدگاه بخار	۲۱۸
۴-۴-۶	مقیاس زمانی از دیدگاه سیال	۲۲۰
۵-۴-۶	آزمایشات ساده	۲۲۱
۶-۴-۶	نوسانات با دما	۲۲۲
۵-۶	اثرات غیرخطی تبخیر: افت فشار هوا	۲۲۵
۶-۶	نتیجه‌گیری	۲۲۸
فصل ۷	ضرب تبخیر	۲۳۳
۱-۷	ضرایب تبخیر و چگالش	۲۳۴
۱-۱-۷	بررسی اجمالی	۲۳۴
۱-۲-۷	فرمول هرتز-کادسن	۲۳۵
۳-۱-۷	شار چگالش	۲۳۷
۴-۱-۷	راه گریز : ضرب تطابق	۲۴۰
۲-۷	آزمایش	۲۴۱
۲-۱-۷	چگونگی اندازه‌گیری ضرب تبخیر	۲۴۱
۲-۲-۷	نتایج تجربی	۲۵۰
۳-۲-۷	توضیحات مربوط به عدم توافق (دور مقدماتی)	۲۵۱
۳-۷	محاسبه ضرب تبخیر	۲۵۳
۱-۳-۷	تعاریف	۲۵۳
۲-۳-۷	ضرب تبخیر چیست؟	۲۵۳
۳-۳-۷	محاسبات تحلیلی	۲۵۵
۴-۳-۷	محاسبات عددی	۲۵۷
۵-۳-۷	ضرب تبخیر غیرضروری است	۲۵۸
۶-۳-۷	ضرب چگالش در مقابل ضرب چسبندگی	۲۵۹
۴-۷	درباره ضرب چگالش	۲۵۹
۱-۴-۷	انواع ضرب چگالش	۲۵۹

۲۶۰	۲-۴-۷ راه گریز : نقشه برخورد
۲۶۲	۳-۴-۷ تخمین نقش شار تبخیر
۲۶۷	۴-۴-۷ ملاحظات مشترک
۲۶۸	۵-۴-۷ ضربه چسبندگی
۲۶۹	۶-۴-۷ مقادیر تجربی ضرایب تبخیر و تراکم
۲۷۱	۵-۷ نتیجه‌گیری
۲۷۵	فصل ۸ برش دمایی روی سطح تبخیر
۲۷۶	۱-۸ خارج از تعادل: تفاوت بین دمای سیال و بخار
۲۷۶	۱-۱-۸ سینتیک غیرتعادلی
۲۸۰	۲-۱-۸ تاریخچه‌ای از برش دمایی
۲۸۱	۳-۱-۸ ناپیوستگی پارامترها: یک مرور اجمالی
۲۸۴	۲-۸ آزمایش‌های گنج‌کننده
۲۸۵	۱-۲-۸ مرور کلی جهش دمایی تجربی
۲۸۶	۲-۲-۸ برخی آزمایشات و داده‌های تجربی
۲۸۷	۳-۲-۸ دمای لایه میانی
۲۹۰	۴-۲-۸ همبستگی شار جرم
۲۹۲	۵-۲-۸ قدم اول یک سفر ۱۰۰۰ مایلی
۲۹۳	۳-۸ اندازه‌گیری جهش دمایی
۲۹۳	۱-۳-۸ کدام یک قوی تر است: تابع توزیع تعادلی یا غیر تعادلی؟
۲۹۵	۲-۳-۸ یک ترموکوپل چیست
۲۹۷	۳-۳-۸ ترموکوپل چه چیزی را اندازه میگیرد؟
۲۹۸	۴-۳-۸ دمای ترموکوپل
۳۰۳	۵-۳-۸ شارهای اضافی
۳۰۴	۶-۳-۸ حاشیه: تابش دمایی

- ۳۰۶..... ۷-۳-۸ مقایسه با نتایج تجربی
- ۳۱۳..... ۸-۳-۸ چه خصوصاتی باید در نظر گرفته شود
- ۳۱۷..... ۴-۸ نتیجه‌گیری
- ۳۲۱..... فصل ۹ تبخیر در فرآیند جوش و کاویتاسیون
- ۳۲۲..... ۱-۹ هسته جوش
- ۳۲۲..... ۱-۱-۹ منحنی جوشش
- ۳۲۳..... ۲-۱-۹ حاشیه: ریاضیات منحنی جوشش
- ۳۲۴..... ۳-۱-۹ فیزیک هسته جوش
- ۳۲۶..... ۴-۱-۹ حاشیه ضرب انتقال گرمایی
- ۳۳۱..... ۵-۱-۹ بازگشت به جوش و تبخیر
- ۳۳۲..... ۲-۹ فیلم جوش
- ۳۳۲..... ۱-۲-۹ توضیحات متداول
- ۳۳۳..... ۲-۲-۹ ناپایداری ری-لی-تیلور
- ۳۳۵..... ۳-۲-۹ تبخیر و بیشاتی
- ۳۳۶..... ۳-۹ جوش گذرا
- ۳۳۶..... ۱-۳-۹ توضیحات معمول
- ۳۳۷..... ۲-۳-۹ شار گرمایی حداکثر بر روی سطح صلب
- ۳۳۹..... ۳-۳-۹ انواع شار گرمایی
- ۳۴۰..... ۴-۳-۹ حداکثر دمای تماس
- ۳۴۲..... ۵-۳-۹ حاشیه: "نرخ انتشار بی‌نهایت"
- ۳۴۳..... ۶-۳-۹ تبخیر پایدار در مقابل تبخیر انفجاری
- ۳۴۴..... ۷-۳-۹ جوش
- ۳۴۵..... ۸-۳-۹ شبیه‌سازی عددی تبخیر انفجاری
- ۳۴۸..... ۹-۳-۹ تعامل سیال-دیواره
- ۳۵۰..... ۴-۹ کاویتاسیون

۳۵۰	۱-۴-۹ کاویتاسیون و سونولومینانس
۳۵۵	۲-۴-۹ معادله ری لی و شرایط مرزی آن
۳۵۷	۳-۴-۹ سیر تکاملی حباب کاویتاسیون
۳۵۷	۴-۴-۹ تبخیر ناشی از تراکم
۳۶۲	۵-۴-۹ شبیه سازی های عددی
۳۶۳	۶-۴-۹ حاشیه: محفظه جوش
۳۶۶	۵-۹ نتیجه گیری

www.ketab.ir

پیشگفتار

فریدریچ نیچه نویسنده باتجربه‌ای بود که در رابطه با صنعت چاپ اطلاعات زیادی داشت. کتاب وسیله‌ای است که خواننده از آن استفاده می‌کند، درحالی‌که، برای کتاب‌های داستانی این موضوع مهمی نیست (گاهی اوقات کاملاً برعکس است)، البته در یک اثر علمی درک ناقص از یک موضوع شاید مخرب باشد. البته استثنائات زیادی از این قاعده وجود دارد، مانند وقتی که، این کج فهمی‌ها اثرات مثبتی دارند و خوانندگان در کتاب مطلبی را پیدا می‌کنند که از ابتدا وجود نداشت. بسیاری از مثال‌های گرافیکی این چنینی در کتاب سادی کارنوت^۱ دیده می‌شود. این حالی است که، نسل‌های آینده موفق به یافتن قانون دوم ترمودینامیک شدند، موضوعی که خود کارنو نتوانسته بود، کوچک‌ترین تصویری از آن در این زمینه داشته باشد. حتی بیانیه کارنو در این مورد:

"... هنگامی که بدن با تغییراتی مواجه می‌شود، بعد از تعداد مشخصی از تغییرات، دوباره به حالت ابتدایی خود باز می‌گردد. یعنی به همان وضعیتی که از لحاظ تراکم و دما، به حالت تجمعی در می‌آید. مثلاً بدن دارای مقدار مشخصی از گرمای جذب شده یا آزاد شده هست که در طی این تحولات مختلف، این عوامل جبران می‌شود."

که در تضاد آشکار با ترمودینامیک بوده و اثبات می‌کند. بسیاری از دانشمندان معاصر اطمینان دارند که قانون دوم برگرفته از کتاب کارنو است که بعدها کلاسیوس^۲ آن را توسعه داده است. اتفاقاً خود کلاسیوس (نویسنده قانون دوم ترمودینامیک) پیشینه درک اولیه خود را اینگونه توضیح داده است که: طرفداران کارنوت هرگز قبلاً این کتاب را نخوانده بودند و این موضوع در اغلب مواقع می‌تواند اتفاق بیفتد.

با این حال، نویسندگان معمولاً نمی‌توانند به یک خواننده اطمینان کنند. تعداد بسیار کمی از افراد توانستند که سادی کارنوت را درک کنند و بسیاری از نویسندگان هستند که کارهایشان مورد تایید قرار نگرفته یا فراموش شده‌است. برای مثال در هنگام خواندن کتاب‌های سهل‌انگارانه (بیهوده) آناتولی ولاسوف^۳ کسی تعجب نمی‌کند که چگونه سینتیک فیزیکی عمیقاً درک شده است. اما در مورد کتاب‌های درسی سطحی نوین چه باید گفت. نویسندگان چه کاری باید انجام دهد تا فرزند خود را برای یک ماجراجویی جدید آماده کند. در حالی‌که والدین نمی‌توانند به هیچ‌وجه حمایت کنند. ظاهراً تنها راه ممکن

¹ Sadi Carnot

² Clausius

³ Anatoly Vlasov

آماده‌سازی آن‌ها با یک کیف مسافرتی خاص که شامل اسلحه‌هایی برای مقابله با تهدیدات و اتهامات است، حتی اگر برخی از این سلاح‌ها خیلی عجیب به نظر برسند (مانند فیلم قدیمی استرالیایی "دور دنیا در هشتاد روز")

نقش کیف مسافرتی را این پیشگفتار بازی می‌کند. در ابتدای امر یک اعتبارنامه وجود دارد که مانند گذرنامه کتاب است که هرآنچه که باید باشد و نباشد را روایت می‌کند. علاوه بر این یک شاخه تنظیم‌کننده برای تعیین درستی تفسیر آن وجود دارد و البته موارد دیگری هم وجود دارد.

عنوان این کتاب ممکن است برای کسانی که سینتیک را به عنوان شاخه‌ای از فیزیک نظری می‌دانند که تحت عنوان "فیزیک سینتیک" و براساس طبقه‌بندی غیررسمی رایج مورد استفاده در روسیه مطابق لاندای و لیفتز^۱ سینتیک فیزیکی، جلد ۱۰ شناخته می‌شود، دچار تفسیر اشتباه کند.

اصطلاح سینتیک در عنوان به معنای وسیع‌تر، تعریفی برای فرآیندی است که با گذشت زمان تکامل یافته است. ما می‌توانیم اصطلاح "دینامیک تبخیر" را برای عنوان انتخاب کنیم اما این نشان‌دهنده یک مقیاس متفاوت در نحوه بیان است. در این کتاب، تبخیر تنها در سطح مولکولی و اتمی بررسی می‌شود، نه در سطوح بزرگ‌تر. به‌طور دقیق‌تر بزرگی ماکروسکوپی تنها به عنوان کاهش‌دهنده سطح میکروسکوپی قبلی در نظر گرفته می‌شود. این کتاب به هیچ عنوان همبستگی‌های تجربی مورد نیاز برای برنامه‌های مهندسی و اهداف مشابه را پوشش نمی‌دهد. اساس این پروژه، وفادار ماندن به ترتیب و نظم لازم و عدم خروج از این چارچوب بوده که توجه بیشتر بر روی جزئیات باشد تا به این واسطه فهرستی جامع در کلیه زمینه‌های تبخیر را در اختیار خواننده قرار دهد.

هدف اصلی در سینتیک تبخیر اصول پایه این پدیده است که به اشکال مختلفی خود را نشان می‌دهد: از اسباب‌بازی پرنده نوشنده گرفته تا شاخص‌های شگفت‌انگیز ترموکوپل در نزدیکی سطح مایع تبخیر. تاکید اصلی این کتاب بر کلمه "بحث" است. به این معنا که قرار نیست یک گزارش آموزشی از مباحث علمی ارائه داده شود. در ادامه تصریح می‌کنیم که در کل در زمینه تبخیر، یافته‌های اندکی را در دسترس داشته‌ایم که تحت کنترل کاملاً دقیق قرار گرفته و کاملاً بدون ابهام بوده‌اند. به عنوان مثال نتایج بسیاری

^۱ Landau and Lifshitz

به دلیل کاربرد اشتباه تابع توزیع ماکسول به عنوان شرط مرزی در سطح تبخیر بدست آمده است و نمی‌دانیم که در رابطه با این نتایج چه باید انجام دهیم. مشکل‌ترین بخش هر کاری تلاش برای یافتن تعادل بین کلیه اجزا است و این در مورد این کتاب صدق می‌کند. برای اجتناب از این کار، لیست مختصری از عواملی که ما را به اشتباه می‌اندازد تهیه شده است تا به کمک آن از پرداختن و نوشتن به این موارد خودداری شود. از جمله این موارد: تلاش برای دیدن چوب درختان: چه جزئیاتی در آن دیده می‌شود؟ مشتق یک فرمول در چه حدی باید گرفته شود؟

بحث‌های زیادی در این باره انجام شد که جذاب‌ترین آن‌ها مباحثه با دانشجویان در سخنرانی‌ها بود. موضع اصلی این کتاب، کاهش فرمول‌ها و در عین حال حفظ جامعیت و پیچیدگی کتاب تا حدی است که برای دانشجویان تحصیلات تکمیلی قابل استفاده باشد. نویسندگان اغلب معتقدند با گفتن جمله "ما می‌توانیم به راحتی انجامش دهیم" (که اغلب باید ۳ صفحه محاسبات را انجام دهند) می‌توانند با موفقیت از شر آن خلاص شوند. "آثار قدیمی و جدید" ما نه تنها نگاه اجمالی و اشاراتی به آثار قدیمی که قبلاً منتشر شده‌اند داشتیم، بلکه با رسالاتی مواجه شدیم که مرجعی جز آثار قدیمی نداشتند. مشکلی با این مورد وجود ندارد: فردی همه این یافته‌ها را در یک مجلد چاپ کرده‌است. در این حالت این کتاب یک سازماندهی کلی و گسترده از نشریات شناخته‌شده است و هیچ موضوع جدیدی دربر ندارد. می‌توان با گفتن اینکه آنچه که از این کار بدست می‌آید واضح نیست و اگر خواننده با موضوع اصلی تحقیق آشنا باشد، این کتاب حاوی هیچ خلاصه‌ای از آن نیست، این سبک از نوشتار را مورد انتقاد قرار دهیم. در مقابل می‌توان نظریه جدیدی بدون توجه به یافته‌های قبلی مطرح کرد. اگرچه اخیراً نویسندگان معدودی از این مسئله دور شده‌اند. ما در تلاش بودیم که به یک نتیجه رضایت‌بخش برسیم. اما باید اعتراف کرد گاهی به دلیل خاص بودن موضوع موردنظر متمایل به استفاده از سناریو دوم می‌گردیم. خوشبختانه، ما تا حد امکان از انجام این کار خودداری کردیم، تا آن زمان که الکساندر آلخین^۱ از کتاب آرون نیمزوویچ^۲ صحبت کرد. در این کتاب، ایده‌های خوب و نوینی آورده شده‌است. درحالی‌که کلیه ایده‌های خوب همگی قدیمی بودند و ایده‌های نوین همگی بد بودند.

¹ Alexander Alekhine

² Aron Nimzowitsch

"همه جانبه و صریح" بدون هیچ گونه حاشیه. این اصلی است که بر مبنای واژه ضرورت تعریف می شود. آیا می توان واژه تبخیر را بدون توجه به مسئله انتقال تابش گرمایی و یا طراحی ساختار ترموکوپل و اصول کارکرد آن توصیف کرد؟ و چه اتفاقی می افتد اگر تفسیر داده های تجربی را بر اساس ماهیت فیزیکی خود پدیده تعیین کنند؟ ما نتوانستیم از چنین مواردی در بیان سینتیک تبخیر خودداری کنیم. لذا در این کتاب هم با آن مواجه هستید. این بخش ها در عناوین جانبی با عنوان "حاشیه ها" مطرح شده است. این بخش ها ممکن است بدون درک مسائل مربوط به تبخیر با بی توجهی خواننده مواجه شود.

"متخصص با دانشجو؟" مشخصا هدف نوشتن کتاب برای متخصص (کسی که به موضوع مسلط است) و همچنین دانشجو (که به یادگیری نیاز دارد) چالش برانگیز است. این یک اشتباه است که دسترسی به یک تعادل قابل قبول امکان پذیر است. هدف ما این بود که امکان استفاده از موضوعات را برای طیف گسترده ای از خوانندگان فراهم کنیم. درواقع این کتاب باید توسط دانشجویانی که با فیزیک آشنایی دارند قابل درک باشد.

"چرا شما کار x و y و z را ناپدید گرفته اید؟" به طور کلی ما نیاز داشتیم که به مسائل حساس تری اشاره کنیم: طیف محاسبات در واقع این کتاب باید توسط هر دانشجوی کارشناسی ارشد و آشنا با فیزیک قابل درک باشد. تبخیر و مسائل مربوط به آن موضوع اصلی هزاران نشریه علمی ارزشمند است. هدف ما انتشار یک کتاب راهنما نبوده است و بنابراین در شروع هر بخش از گفتن جمله "تفحص در این موضوع توسط..." اجتناب شده است. در این کتاب به برخی از یافته ها با جزئی نگری توجه شده است و بسیاری از آثار در انتهای هر فصل ذکر شده است. ناگفته نماند که ما نتوانستیم به کلیه آثار برجسته در این موضوع استناد کنیم. یکی از ما هنوز زمانی را که در تحصیلات تکمیلی بود، به یاد می آورد. زمانی که به رفرنس یک کتاب تازه منتشر شده نگاه کرده و هیچ مرجعی را مرتبط با کار خودش نیافته و کتاب را با ناامیدی دوباره به قفسه بازگردانده است. این موضوع غیر قابل اجتناب بوده و ما پیشاپیش از نویسندگانی که از آثار آنها یاد نکرده ایم عذرخواهی می کنیم. با پرداختن به اصول کلی مورفولوژیکی می توان به محتوای کتاب پی برد. ساختار کتاب با اهداف و توازنی که در بالا بیان شد، نوشته می شود.

فصل اول، بخش مقدمه تبخیر را با جزئیات بسیاری توصیف می‌کند. به نوعی این بخش، تنها بخشی است که به اصل "بزرگ‌تر از مولکول وجود ندارد" اشاره می‌کند که در آینده درباره آن توضیح می‌دهیم.

بخش ۲-۴ بخش‌های مقدماتی بوده و روش‌های نام برده شده در کتاب را تشریح می‌کند: روش‌های فیزیک استاتیک، سینتیک فیزیک و مدلسازی‌های عددی. این بخش‌ها را نباید نادیده گرفت و از آن‌ها گذشت. هرچند که رسالات و کتاب‌های بسیاری مرتبط با هریک از این موضوعات نوشته شده است. تلاش ما بر این بود که موضوعات کم و بیش غیرمترعارف را که همیشه بررسی نمی‌شود را با تفصیل بیشتری بیان کنیم تا فراگیری این کتاب را فراهم آوریم.

در فصل ۵ و ۶ توابع توزیع اجزای تبخیر توضیح داده شده است. این روند بخصوص در فصل ۶ بسیار طولانی و پیچیده بود. اما به طور کلی به نظر می‌رسد که موفق عمل کردیم. فصول ۷ و ۸ به کاربرد مستقیم نتایج دو فصل قبلی می‌پردازد. باید متذکر شد که تطابق دقیق و مطلق تئوری و آزمایش به خودی خود هدف نیست. نظریه باید در حد تئوری باقی بماند و هدف باید تعیین عادی بودن کلیات فیزیکی باشد، هرچند به صورت ساده و به هیچ وجه تلاشی برای ترجمه عبارات تجربه‌ای انجام نگرفت. به عبارت ساده تر در بعضی موارد تطابق بین تئوری و آزمایش بسیار کامل بوده، اما ما نتیجه بزرگی از آن نمی‌گیریم. با وجود چنین فرآیند پیچیده‌ای مانند تبخیر، ما خوشحال می‌شویم که بین مطالب بر اساس بزرگی باشد.

فصل ۹ گامی فراتر است. این بخش در رابطه با جوش نیست! هرچند که تبخیر در رابطه نزدیک با نقطه جوش به نظر می‌رسد. ما حتی سعی نکردیم که به بررسی فیزیک جوش بپردازیم و یا به موارد خاص آن نگاهی بیندازیم. همکاران عزیز نفس خود را در سینه حبس کنید! برخی از مسائل تبخیر با جوش همپوشانی دارد، که با مسرت آن را در بخش ۹ و در واقع بدون ورود به جزئیات ارائه می‌دهیم. ما حتی ذکر نکردیم که در واقع چیزی منحنی به نام منحنی جوش وجود دارد (این یک شوخی بود). در اصل این کتاب با جزئیات زیادی درباره فیزیک تبخیر بحث می‌کند که نشان می‌دهد که فرار نیست که به هیچ وجه یک مرور کلی باشد. صادقانه بگویم، صرفاً به دلیل وضعیت فعلی مسئله، هیچ رویکردی بدون توجه به این موضوع موفق نخواهد شد. بطور خلاصه و براساس نقل قولی از بوهر، وظیفه اصلی این کتاب چگونگی تبخیر نیست، بلکه در ارتباط با هرانچه است که به تبخیر مربوط می‌شود.

امیدوارم که این هدف نقطه عطفی برای خوانندگان ما باشد. ما همچنین به خاطر کمک-های ارزنده سسلانا مورکیگونا^۱ در آماده‌سازی تصاویر، رومن مکسیف^۲ برای انجام آزمایشات، ماریا لیانا^۳ برای نسخه‌برداری و اولکساندر دومنیک^۴ برای ویرایش و ترجمه کتاب به زبان انگلیسی بسیار سپاسگزاریم.

موسکو، روسیه
یوچنسی آی. یورین
دنیس ن. گراسیمو-

این مجموعه طیف وسیعی از علوم سطح (زمین) را شامل می‌شود، از جمله ساختار و پویایی سطوح صاف و با پوشش جاذب، لایه نازک (غبار اندک)، اثرات سطحی پایه، روش-های تحلیلی و همچنین شیمی حالت گذار. این کتب که توسط محققان برجسته در این زمینه نوشته شده است، در درجه اول برای محققان دانشگاه و صنعت و دانشجویان و فارغ التحصیل در نظر گرفته شده است.

^۱ Svetlana Morgunova

^۲ Roman Makseev

^۳ Maria Lyalina

^۴ Oleksandr Dominiuk