

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دعای پیش از مطالعه

اَللّٰهُمَّ اَخْرِجْنِيْ مِنْ ظُلُمَاتِ الْوَهْمِ وَاكْرِمْنِيْ بِنُورِ الْفَهْمِ
اَللّٰهُمَّ افْتَحْ عَلَيْنَا اَبْوَابَ رَحْمَتِكَ وَاَنْشُرْ عَلَيْنَا خَزَائِنَ عُلُوْمِكَ
بِرَحْمَتِكَ يَا اَرْحَمَ الرَّاحِمِيْنَ

پروردگارا، خارج کن مرا از تاریکی های فکر و کرامی بدار به نور فهم
پروردگارا، بکشای بر ما درهای رحمت را و بکستران کنج های دانشت را به امید رحمت
تو ای مهربان ترین مهربانان

بیایید به حقوق دیگران احترام بگذاریم

دوست عزیز، این کتاب حاصل دسترنج چندین ساله ی مؤلف، مترجم و ناشر آن است. تکثیر و فروش آن به هر شکلی بدون اجازه از پدیدآورنده کاری غیراخلاقی، غیرقانونی، غیرشرعی و کسب درآمد از دسترنج دیگران است، نتیجه ی این عمل نادرست، موجب رواج بی اعتمادی در جامعه و بروز پی آمدهای ناگوار در زندگی و محیط ناسالم برای خود و فرزندانمان می گردد.



درسنامه فیزیک و مکانیک

ویژه کارشناسی ارشد رشته‌ی ارگونومی

تألیف و گردآوری:

زهرا بیگزاده

«رتبه ۱۰ مهندسی بهداشت حرفه‌ای دانشگاه علوم پزشکی تهران»

ویراستار:

مجتبی‌اعلائی‌زاده

سرشناسه

عنوان و نام پدیدآور

مشخصات نشر

مشخصات ظاهری

شابک

یادداشت

موضوع

: بیگزاده، زهرا، ۱۳۷۱-، پدیدآور، گردآورنده

: AGK درسنامه فیزیک و مکانیک ویژه‌ی کاشناسی ارشد رشته‌ی ارگونومی [کتاب] /

تألیف و گردآوری زهرا بیگزاده؛ ویراستار مجتبی اعلائی‌زاده.

: تهران: آناهید گستر خلیلی، ۱۴۰۳.

: ۲۸۱ ص.: مصور، جدول؛ ۲۹×۲۲ س.م.

: 978-622-4907-64-6

: کتابنامه: ص. ۲۸۱.

: فیزیک -- راهنمای آموزشی (عالی)

Physics -- Study and teaching (Higher)

: مکانیک -- راهنمای آموزشی (عالی)

Mechanics -- Study and teaching (Higher)

: فیزیک -- مسائل، تمرین‌ها و غیره (عالی)

Physics -- Problems, exercises, etc. (Higher)

: مکانیک -- مسائل، تمرین‌ها و غیره (عالی)

Mechanics -- Problems, exercises, etc (Higher)

: اعلائی‌زاده، مجتبی، ۱۳۶۹-، ویراستار

شناسه افزوده

: QC۳۲

رده‌بندی کنگره

: ۵۳۰/۰۷۶

رده‌بندی دیویی

: ۹۸۶۹۵۰۲

شماره کتابشناسی ملی



انتشارات آناهید گستر خلیلی

نام: AGK درسنامه فیزیک و مکانیک

(ویژه کارشناسی ارشد رشته‌ی ارگونومی)

تألیف و گردآوری: زهرا بیگزاده

ناشر: آناهید گستر خلیلی

نوبت و سال چاپ: اول. ۱۴۰۳

شمارگان: ۱۰۰۰

چاپ و صحافی: گیلان

مدیر تولید: امیرحسین خلیلی

مدیر فنی و هنری: مریم آرده

تایپ و صفحه‌آرایی: بیتا اندوژفر

بهاء: ۳۵۰۰۰۰ تومان

آموزشگاه/فروشگاه: ۰۲۱۶۶۵۶۸۶۲۱

مرکز پخش: ضلع جنوب‌غربی میدان انقلاب . جنب بانک پارسیان . مجتمع تجاری پارس . طبقه اول

مدیر فروش: ۰۹۱۹۱۶۸۵۹۷۰ (ارتباط از طریق پیامک)

 agkpublisher@gmail.com

 www.agkins.com

طلیحه سخن مدیر تولید:

سپردن کار به اهلش نشانه‌ی خردمندی است.

برای تولید بسته‌های آموزشی تمام تلاش خود را به کار گرفته‌ایم تا محصولی شایسته را تقدیم شما عزیزان نماییم.

مجموعه‌ای که پیش روی شماست براساس معتبرترین و به‌روزترین منابع کنکور و به قلم مجرب‌ترین اساتید تألیف شده است و مطالعه آن موجب صرفه‌جویی در زمان و هزینه شما خواهد شد.

ارائه بالاترین آمار قبولی در کنکور کارشناسی ارشد و دکتری در دهه اخیر بیان‌گر توانایی این مجموعه در راستای اهداف آموزشی خود می‌باشد. اینک با اتکا به تجربه‌ای ۱۷ ساله می‌توانیم ادعا کنیم که مجموعه حاضر، بی‌شک از جمله کامل‌ترین و به‌روزترین بسته‌های آموزشی موجود در عرصه کنکور می‌باشد.

❧ برخی از ویژگی‌های بسته‌های آموزشی:

- منطبق با معتبرترین و به‌روزترین منابع کنکور
- گردآوری و تألیف توسط مجرب‌ترین اساتید کنکور
- تدریس مطالب از سطح پایه تا پیشرفته به بیان ساده و روان
- انتقال بهتر مفاهیم با استفاده از شکل، جدول و نمودار
- تألیف مبتنی بر نحوه‌ی طراحی سوالات کنکور
- مطالعه یک منبع منسجم به جای مطالعه چندین منبع مختلف
- منبعی خودآموز و بدون نیاز به مدرس

اینک علاوه بر مطالعه بسته‌های آموزشی استفاده از خدمات و محصولات زیر را به عنوان ضمانتی برای قبولی به شما داوطلبان عزیز توصیه می‌کنم؛

❧ آزمون‌های آزمایشی: خوش بود گر محک تجربه آید به میان

داوطلب شجاع کیست؟ داوطلبی است که خود را مورد سنجش (خود را با خود) و ارزیابی (خود را با دیگران) قرار دهد تا پیش از کنکور به نقاط ضعف خود پی ببرد و آن‌ها را تقویت نماید. آزمون‌های آزمایشی دارای یک برنامه‌ریزی منسجم است و به شما اولتیماتوم می‌دهد. یعنی شما باید در یک زمان معین مطالب معینی را مطالعه نمایید.

آزمون‌های آزمایشی مجموعه دارای سوالات استاندارد، پاسخنامه تشریحی و کارنامه تحلیلی می‌باشد. صادقانه شرکت در آزمون‌های آزمایشی را به شما عزیزان توصیه می‌کنم.

❧ مشاوره تخصصی و برنامه‌ریزی: زیر نظر حرفه‌ای‌ها درس بخوانید ...

در صورتی که نمی‌توانید با توجه به زمان آزادتان برنامه‌ی مطالعاتی استاندارد را برای خود تدوین کنید حتماً از افراد متخصص کمک بخواهید. افرادی که تجربیات خود را صادقانه در اختیار شما قرار می‌دهند و برنامه‌ریزی مناسب با شرایط شما را انجام می‌دهند.

📖 کتاب تست:

کوچک‌ترین واحد یادگیری در کنکور، تست است. شما می‌توانید برای این‌که سطح یادگیری خود را پس از مطالعه بسنجید از کتاب‌های تست مجموعه (تست کنکور) و ماطراحان (تست‌های تألیفی) استفاده کنید. این کتاب‌ها به‌صورت موضوعی طبقه‌بندی شده‌اند و می‌توانند نحوه‌ی طرح سوالات کنکور و سطح آن‌ها را به‌صورت واضح به شما نشان دهند.

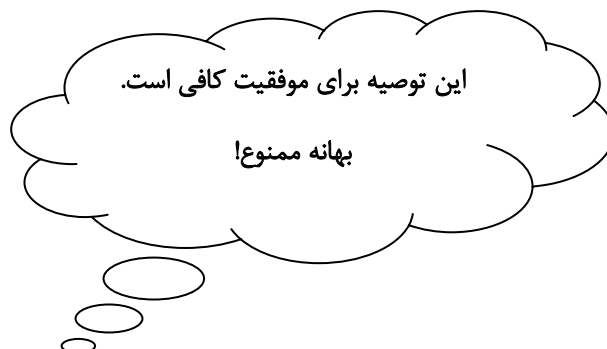
📖 درسنامه‌های نکات داغ و کتاب‌های الگوریتم مناسب‌ترین منابع برای دوران مرور و جمع‌بندی:

بیش‌تر داوطلبان حین مطالعه نگران خلاصه‌نویسی و مرور آموخته‌های خود هستند و برای خلاصه‌نویسی زمان زیادی را صرف می‌کنند. اینک به شما مژده می‌دهیم که این‌بار زمان به نفع شما در حال گذر است و دیگر با استفاده از درسنامه‌های نکات داغ و کتاب‌های الگوریتم نیاز به خلاصه‌نویسی ندارید.

شما می‌توانید نظرات، انتقادات و پیشنهادهای سازنده خود را در مورد بسته‌های آموزشی به شماره‌تلفن همراه ۰۹۱۹۱۶۸۵۹۷۰ فقط و فقط پیامک نمایید.

مشاور و مدیر تولید

امیرحسین خلیلی



در بین دروس کنکور کارشناسی ارشد ارگونومی، فیزیک یکی از دروسی است که جایگاه ویژه‌ای دارد، چرا که تمامی داوطلبان برای دروس اصلی برنامه‌ریزی دارند. اما درصد فیزیک این گروه بسیار پایین است و از آن‌جا که کنکور رقابتی است. داوطلبانی که برنامه قوی برای این درس داشته باشند در کنار درصد قابل قبولی در سایر دروس، می‌توانند موفقیت خود را در کنکور تضمین کنند.

در نتیجه در وهله اول ذهنیت خود نسبت به درس فیزیک را تغییر دهید و به‌جای ناامید شدن و کنار گذاشتن درس مهمی چون فیزیک، سعی کنید روی مباحث بر تکرار و مهم آن خوب سرمایه‌گذاری کنید و آینده خود را تغییر دهید.

این درسنامه کاملاً منطبق به نیازهای یک داوطلب کنکور ارشد ارگونومی نگاشته شده و ۹۰٪ مباحث را پوشش داده است.

لذا با مطالعه این درسنامه و مرور سوالات فیزیک سال‌ها گذشته امید است بتوانید درصد بالایی از سوالات را پاسخ دهید.

با آرزوی موفقیت روز افزون شما

زهره بیگزاده

فهرست مطالب

صفحه

فصل و عنوان

فصل اول: اندازه‌گیری	۹
فصل دوم: بردارها	۱۸
فصل سوم: سینماتیک	۳۲
فصل چهارم: نیرو	۷۳
فصل پنجم: گشتاور نیرو	۸۲
فصل ششم: کاربرد قوانین نیوتن و دینامیک	۹۰
فصل هفتم: کار و انرژی	۱۱۰
فصل هشتم: اندازه حرکت و برخورد	۱۲۹
فصل نهم: شاره‌ها	۱۴۰
فصل دهم: گازها	۱۵۴
فصل یازدهم: مایعات	۱۶۲
فصل دوازدهم: جامدات	۱۷۲
فصل سیزدهم: گرما و ترمودینامیک	۱۸۰
فصل چهاردهم: امواج	۱۹۱
فصل پانزدهم: صوت	۱۹۶
فصل شانزدهم: نور	۲۰۲
فصل هفدهم: نورشناسی	۲۱۲
فصل هجدهم: الکتریسیته	۲۲۴
فصل نوزدهم: جریان	۲۳۴
فصل بیستم: مغناطیس	۲۴۷
فصل بیست و یکم: کاربرد وسایل اندازه‌گیری	۲۵۷
فصل بیست و دوم: اتم‌ها	۲۶۲
فصل بیست و سوم: هسته‌ها	۲۶۹
منابع	۲۸۱

اندازه‌گیری

همه علوم تا حدی برپایه اندازه‌گیری استوار هستند و در فیزیک نیز اندازه‌گیری یک موضوع اصلی به شمار می‌آید زیرا مفاهیم خاصی مانند طول، زمان یا دما تنها به کمک روشی که برای اندازه‌گیری آن‌ها به کار می‌رود فهمیده می‌شوند. پس:

فیزیک علم اندازه‌گیری است.

کمیت

هر چیز قابل اندازه‌گیری که بتوان مقدار آن را با یک عدد بیان کرد کمیت گفته می‌شود که در این بین کمیت‌های فیزیکی مانند طول، جرم، سرعت و ... سنگ بنای علم فیزیک بوده و برای بیان قوانین فیزیک از آن‌ها استفاده می‌شود.

کمیت‌های فیزیکی دو گروه هستند:

- کمیت‌های اصلی
- کمیت‌های فرعی

کمیت‌های اصلی

تعداد کمیت‌های فیزیکی خیلی زیاد است اما تعداد اندکی مستقل از یکدیگر بوده و به عنوان کمیت‌های اصلی شناخته شده‌اند. به طوری که از بین تمامی کمیت‌ها هفت کمیت به عنوان کمیت اصلی معرفی شده و برای آن‌ها یکای استاندارد و روش اندازه‌گیری ارائه شده است.

کمیت‌های اصلی در سیستم SI

یکا		کمیت	
m	متر	L	طول
S	ثانیه	t	زمان
Kg	کیلوگرم	M	جرم
mol	مول	N	مقدار ماده
K	کلوین	T	دمای ترمودینامیک
A	آمپر	I	جریان الکتریکی
cd	کاندرا	lu	شدت نور

در کنکور سال‌های اخیر این فصل حداقل یک سوال به خودش اختصاص داده پس بهتره خوب یادش بگیرید.

هر کمیتی که در فیزیک مطرح می‌شود باید قابل اندازه‌گیری باشد. بنابراین تعریف یک کمیت فیزیکی وقتی کامل می‌شود که برای آن یک یکای مناسب و یک روش اندازه‌گیری تعریف شده باشد.

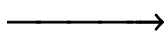
کمیت‌های فیزیکی ← دو دسته

- کمیت‌های نرده‌ای (اسکالر، عددی) تنها یک عدد و یکا هستند.
- کمیت‌های برداری: عدد و جهت داشته و طبق قواعد معینی با هم ترکیب می‌شوند.

طول	مثال‌هایی از کمیت‌های نرده‌ای	نیرو	مثال‌هایی از کمیت‌های برداری
جرم		سرعت	
زمان		شتاب	
چگالی		میدان الکتریکی	
انرژی		میدان مغناطیسی	
دما			

تعاریف مرتبط با بردار

بردار



پاره‌خطی جهت‌دار

ویژگی‌های بردار

- اندازه
- جهت

حرکت از مشخصات جدایی‌ناپذیر جهان می‌باشد. به‌طوری که ذراتی به کوچکی اتم تا اجسامی به بزرگی سیارات همگی دارای حرکت هستند. به همین دلیل است که بررسی موضوع حرکت در دانش فیزیک از اهمیت بالایی برخوردار است و شاخه‌ای از آن با نام مکانیک به بررسی حرکت اختصاص داده شده است.

مکانیک

- سینماتیک: به توصیف حرکت اختصاص دارد.
- دینامیک: به تحلیل علت حرکت می‌پردازد.

سینماتیک

علمی است که حرکت و سکون اجسام را بدون توجه به علل آن‌ها بررسی می‌کند.

حرکت

هرگاه با گذشت زمان موقعیت یک جسم نسبت به یک نقطه دلخواه به نام «مبدأ مکان» تغییر کند گفته می‌شود جسم نسبت به آن نقطه خاص در حال حرکت است.

✚ حرکت نسبی بوده و هر جسم نسبت به محیط اطراف خودش می‌تواند متحرک باشد ولی نسبت به خودش همواره ساکن است.

بردار مکان

بردار است که موقعیت جسم را در هر لحظه مشخص می‌کند. به‌طوری که ابتدای آن مبدا مختصات و انتهای آن مکان جسم می‌باشد. واحد آن در SI متر (m) بوده و در صفحه با $\vec{r}$ نمایش داده می‌شود.

نیرو مهم‌ترین مفهوم فیزیک بوده و کمیتی برداری است که باعث شتاب گرفتن اجسام می‌شود و به‌طور شهودی می‌توان آن را با کشیدن و یا هل دادن توصیف کرد.

خواص نیرو

۱. نیرو همیشه از یک جسم مادی به جسم مادی دیگر وارد می‌شود.
۲. نیرو دارای بزرگی و جهت است.
۳. اگر جسم A نیروی F را به جسم B وارد کند در همان زمان جسم B نیز نیروی R را به جسم A وارد می‌کند. (قانون سوم نیوتن)؛ نیروها همیشه به صورت جفت وجود دارند.
۴. اگر دو یا چندنیرو به‌طور همزمان به جسمی وارد شوند اثر آن‌ها با نیروی برآیندشان مساوی است.

قوانین نیوتن

قوانین حرکت نیوتن عبارت است از سه قانون فیزیکی که بنیان مکانیک کلاسیک را تشکیل می‌دهند. این قوانین ارتباط مابین نیروهای وارد آمده بر یک جسم و حرکت آن را به دست می‌دهد.

قوانین نیوتن

- **قانون اول (اساس استاتیک):** در یک دستگاه مرجع لخت جسمی که تحت تأثیر یک نیروی خارجی نباشد یا ساکن است یا با سرعت ثابت در حال حرکت است.
- **قانون دوم (اساس دینامیک):** شتاب یک جسم برابر است با مجموع نیروهای وارد بر جسم تقسیم بر جرم آن $F=m.a$
- **قانون سوم:** هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز به همان اندازه ولی در جهت مخالف به جسم اول نیرو وارد می‌کند.

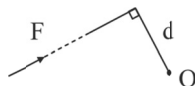
گشتاور نیرو

خیلی خیلی مهم، پس خوب درک و فهمیده شود.

همان طور که در مبحث قبلی گفته شد قانون اول نیوتن و گشتاور نیرو، دو شرط لازم و کافی برای ساکن ماندن یک جسم هستند که شرط اول، $F_1 + F_2 = 0$ ، ایجاب می کند که مرکز گرانش جسم ساکن بماند و شرط دوم ایجاب می کند، جسم حول این نقطه دوران نکند.

عوامل مؤثر بر دوران جسم حول یک محور

- بزرگی نیرو
 - فاصله نیرو از محور
- گشتاور عاملی است که سبب چرخش جسم حول یک نقطه یا یک محور شده و برابر حاصلضرب اندازه نیرو در فاصله نقطه اثر نیرو تا محور دوران می باشد.



$$T = F \times d$$

d: فاصله عمودی نقطه دوران تا خط اثر نیرو m

T: گشتاور بر حسب (N.m)

F: نیرو N

کاربرد قوانین نیوتن و دینامیک

در فصل چهارم با نیروهای معروف و پرکاربرد و همچنین قوانین نیوتن آشنا شدید. در این فصل نیز با حل مثال‌هایی کاربرد قوانین نیوتن و دینامیک را بررسی خواهیم کرد.

دینامیک

شاخه‌ای از مکانیک است که حرکت و سکون اجسام را با توجه به نیروهای وارد بر آن مورد مطالعه قرار می‌دهد.

یادآوری

نیرو: اثر مقابل دو جسم بر هم را نیرو گویند که باعث تغییر شکل یا تغییر سرعت اجسام می‌شود. نیرو کمیتی برداری بوده و دارای اندازه، راستا و جهت است و واحد آن در SI نیوتن N می‌باشد.

معرفی نیروها

نیروی وزن - شتاب گرانشی (w): نیروی جاذبه‌ای که از طرف زمین به جسم وارد می‌شود. $w = mg$

نیروی عمودی تکیه‌گاه (N): نیرویی که از طرف سطح به جسم عمود بر سطح و رو به بیرون وارد می‌شود و جهت آن مانع فرورفتن جسم در سطح می‌شود.

توجه: برای محاسبه آن قانون خاصی وجود نداشته و از قوانین نیوتن استفاده می‌شود.

نیروی اصطکاک: نیرویی که از طرف سطح تماس بر جسم وارد شده و مخالف با حرکت جسم است. بر دو نوع است:

- اصطکاک ایستایی (f_s): جسم نسبت به سطحی که بر آن قرار دارد کشیده می‌شود ولی ساکن می‌ماند.

$$f_{s \max} = \mu_s \cdot N$$

- اصطکاک جنبشی (f_k): هرگاه جسمی جامد روی سطح جامد دیگر حرکت کند، نیروی موازی سطح

$$f_k = \mu_k \cdot N$$

تماس بر هر دو جسم از طرف دیگری وارد می‌شود.

نیروی کشش نخ (T): نیرویی که یک نخ کشیده شده به اجسام متصل خود وارد می‌کند.

نیروی کشسانی فنر (F_f): نیرویی که فنر تغییر طول یافته به اجسام متصل به خود وارد می‌کند.

$$F_{(f)} = k \cdot x$$

انرژی یک مفهوم زیربنایی مهم است. چرا که پدیده‌های گوناگونی مانند حرکت نوسانی آونگ و دویدن حیوان را می‌توان برحسب تبدیل مداوم انرژی از شکلی به شکل دیگر بررسی کرد. بنابراین در این فصل به معرفی مفاهیم اساسی کار و انرژی خواهیم پرداخت.

کار

اگر به جسمی نیرو وارد شود و جسم را جابه‌جا کند آن نیرو کار انجام داده است. باتوجه به تعریف بالا کار عبارت است از حاصلضرب بزرگی نیرو در بزرگی جابه‌جایی نقطه اثر نیرو در راستای نیرو و اگر زاویه بین نیروی F و جابه‌جایی d برابر θ باشد داریم:



$$w = F \cdot d \cdot \cos \theta$$

توجه: رابطه فوق تا زمانی معتبر است که طول جابه‌جایی و اندازه نیرو ثابت باشد. در رابطه بالا:

- اگر نیرو و جابه‌جایی هم‌جهت باشند، $\theta = 0$ بوده و در نتیجه $\cos \theta = 1$ و میزان کار برابر $w = F \cdot d$ خواهد بود.
- اگر $\theta > 90^\circ$ باشد، $\cos \theta < 0$ و کار منفی است.
- اگر $\theta > 90^\circ$ باشد، $\cos \theta < 0$ و کار مثبت است.
- اگر $\theta = 90^\circ$ باشد کار صفر می‌باشد.

نکات

- وقتی وزنه‌بردار، وزنه را از روی زمین بلند می‌کند کار انجام می‌دهد، ولی حالتی که وزنه را نگه‌داشته است، کاری انجام نمی‌دهد چون جابه‌جایی صفر است.
- کار یک کمیت نرده‌ای است و یکای آن $N \cdot m$ می‌باشد که ژول نامیده می‌شود و با نماد J نشان داده می‌شود.

اندازه حرکت و برخورد

مرکز جرم

مرکز جرم یک سیستم ذرات نقطه‌ای است که گویی تمام جرم سیستم در آن نقطه متمرکز شده است و تمام نیروهای خارجی به آن نقطه وارد می‌شود. بنابراین برای بررسی حرکت انتقالی سیستم می‌توانید آن را به صورت ذره‌ای به جرم کل سیستم که در مرکز جرم آن مستقل شده است در نظر بگیریم.

سیستم ذرات

هرگاه دو ذره به جرم‌های m_1 و m_2 در فاصله d از هم قرار گیرند مختصات x و y مرکز جرم بر حسب مختصات x و y اجسام از روابط زیر به دست می‌آید:

$$x = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{M}$$

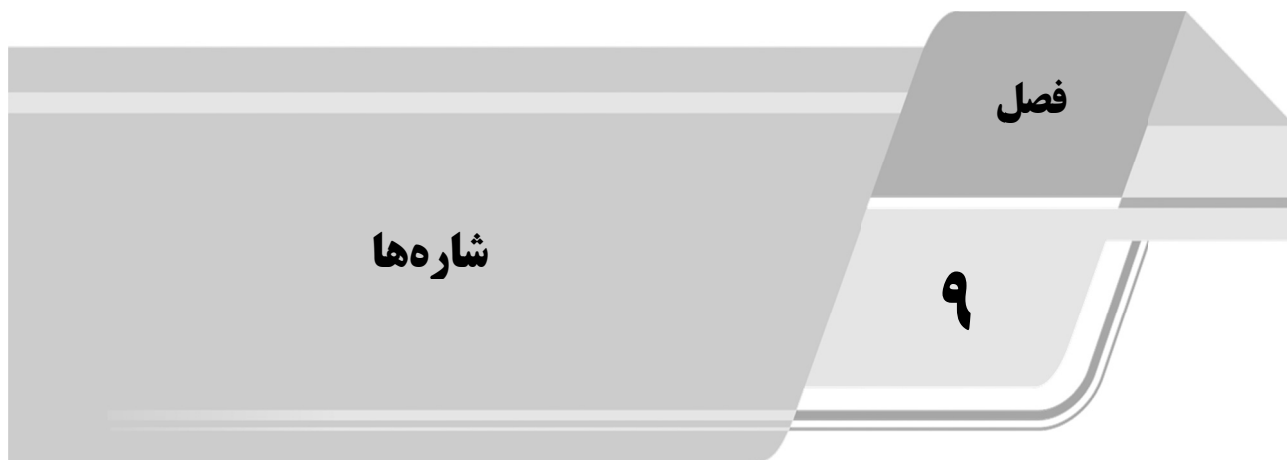
$$y = \frac{m_1 y_1 + m_2 y_2}{m_1 + m_2} = \frac{m_1 y_1 + m_2 y_2}{M}$$

قضیه مرکز جرم: شتاب مرکز جرم سیستم اجسام با حاصل تقسیم نیروی خارجی بر آیند وارد بر سیستم و جرم کل اجسام برابر است. اگرچه این قضیه فقط در مورد یک سیستم دوجسمی اثبات شده است ولی برای سیستم‌های چندجسمی نیز صادق است.

$$x = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + m_3 x_3 + \dots + m_n x_n}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i x_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

مختصات مرکز جرم یک سیستم متشکل از n جسم در حالت کلی به صورت روبرو است:

$$y = \frac{m_1 y_1 + m_2 y_2 + m_3 y_3 + \dots + m_n y_n}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i y_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$



یک شاره (سیال) ماده غیرصلبی است که در برابر نیروهای خارجی شکل خود را حفظ نمی‌کند و جاری می‌شود.  یک جامد ماده صلبی است که شکلش بر اثر نیروهای خارجی تغییر نمی‌کند.

حالات ماده

ماده سه حالت دارد:

- جامد
- مایع
- گاز

نکات

 در صورت تغییر دما و فشار مواد از حالتی به حالت دیگر تبدیل می‌شوند.  آب تنها ماده‌ای است که در هر سه حالت گاز، مایع و جامد وجود دارد.

جامد

- دارای حجم و شکل معین است.
- شکل آن تنها با اعمال نیروی زیاد تغییر می‌کند:
- شکل صلب آن از نیروهای قوی میان مولکول‌های آن ناشی می‌شود.
- برای خم کردن یک جامد، باید آرایش منظم مولکولی تغییر کند.

مایع

- دارای حجم معین و ثابت است.
- شکل آن ثابت نیست و شکل ظرف را به خود می‌گیرد.
- مولکول‌های آن مکان ثابتی ندارند.
- مولکول‌های مایع آزادانه نسبت به هم حرکت می‌کنند و از این رو مایع نمی‌تواند صلب باشد.

گاز

- حجم و شکل معینی ندارد.
- در هر ظرفی که قرارگیرد تمام فضای آن را پر می‌کند.
- مولکول‌های گاز تا زمانی که به مولکول دیگر یا دیواره ظرف برخورد نکرده‌اند آزادانه در راستای خط راست حرکت می‌کنند.
- تمام گازهای رقیق خواص یکسانی دارند.
- + نیروی گرانش ماه یک ششم نیروی گرانش زمین است و به همین دلیل نمی‌تواند یک جو گازی را نگه دارد.
- تمام حالات بیان شده دارای ویژگی‌های خاصی هستند که خواص ویژه گازها ناشی از انبساط‌پذیری آن‌ها و خواص ویژه مایعات به واسطه سطح آن‌ها می‌باشد.
- همچنین گازها و مایعات خواص مشترک زیادی نیز دارند که از صلب نبودن آن‌ها ناشی می‌شود. بنابراین کلمه شاره وقتی به گازها و مایعات اطلاق می‌شود که درباره خواص مشترک میان این دو بحث می‌شود.

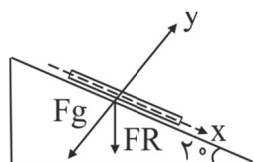
خواص شاره‌ها

۱. شاره در حال سکون نمی‌تواند نیروی موازی با سطح اعمال کند.
۲. **قانون پاسکال:** اگر از وزن خود شاره چشم‌پوشی شود، فشار در تمام نقاط شاره در حال سکون یکسان است.
۳. فشار در یک شاره ساکن در تمام نقاط هم عمق یکسان است و اختلاف فشار میان دو نقطه A و B که در عمق‌های h_A و h_B واقع هستند برابر است با:

$$\rho_A - \rho_B = \rho g h_A - \rho g h_B = \rho g (h_A - h_B)$$

فشار

- نیروهایی که یک شاره به محیط اطرافش وارد می‌کند، با کمیتی به نام فشار شاره مشخص می‌شود.
- + فشار در یک شاره نقش کشش در طناب کشسان را ایفا می‌کند.
- تعریف فشار:** فشار عبارت است از نیروی وارد بر سطح که به‌طور عمود بر سطح اعمال می‌شود بنابراین اگر نیروی F به سطحی با مساحت A وارد شود، فشار وارد بر این سطح برابر است با:
- $$\rho = \frac{F_y}{A}$$
- ✓ مثال: فشار وارد بر برف از طرف اسکی‌بازی که 80 کیلوگرم جرم دارد و روی سطح شیب‌داری با زاویه 20 درجه اسکی می‌کند چقدر است؟ مساحت کل زیر اسکی‌ها 0.3 متر مربع است.
- ✓ جواب: ابتدا نیروی گرانشی عمود بر سطح شیب‌دار را به دست می‌آوریم



$$F_{gy} = F_g \cos 20^\circ = (80 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2)(0.94) = 737 \text{ N}$$

بزرگی این نیرو با نیروی تماسی F_c که برف به زیر اسکی‌ها وارد می‌کند مساوی است. بنابراین، فشار وارد بر اسکی‌ها برابر است با:

$$\rho = \frac{F_c}{A} = \frac{737 \text{ N}}{0.3 \text{ m}^2} = 2460 \text{ N/m}^2$$

منشأ فشار در شاره

- نیروی خارجی
- نیروی وزن و نیروی گرانشی وارد بر آن

مقدار معینی از یک گاز حجم با چگالی معینی نداشته اما اگر در ظرفی قرار گیرد منبسط می‌شود و تمام فضای ظرف را پر می‌کند. میان حجم، فشار و دمای یک گاز رابطه معینی وجود داشته و مقدار معینی از یک گاز در هر فشار و دمای معین حجم مشخصی را اشغال می‌کند.

جرم اتمی

جرم یک اتم یا مولکول معمولاً بر حسب یکاهای جرم اتمی u بیان می‌شود. این یکا بر حسب یک اتم کربن معمولی ^{12}C که جرم $12.0000u$ به آن نسبت داده می‌شود، تعریف شده است.

$$1u = \frac{1}{12} \text{ (جرم اتم کربن) } = \text{جرم یک اتم H}$$

$$2u = \text{جرم یک مولکول هیدروژن } \text{H}_2$$

$$16u = \text{جرم یک اتم اکسیژن O}$$

$$32u = \text{جرم یک مولکول اکسیژن } \text{O}_2$$

با توجه به یکای جرم اتمی و جرم متوسط داریم:

$$1u = 1.660 \times 10^{-24} \text{ g}$$

برای بسیاری از مقاصد بهتر است که مقدار ماده را بر حسب مول (mol) اندازه بگیریم که به جای گرم یا کیلوگرم که یکاهای جرم هستند، تعداد مولکول ماده را مشخص می‌کند.

خواص یک گاز نه به جرم گاز که به تعداد مولکول‌های آن بستگی دارد.

مول (mol): تعداد استاندارد از مولکول‌ها است که با تعداد N_A اتم در 12g کربن برابر است.

جرم تعداد N_A اتم کربن با حاصل ضرب N_A و جرم یک اتم m_c برابر است.

$$N_A \cdot m_c = 12\text{g}$$

$$N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ عدد آووگادرو}$$

یک مایع شاره‌ای است که در هر دمایی حجم معینی دارد. اگرچه با اعمال فشار زیاد به یک مایع می‌توان حجم آن را اندکی کاهش داد ولی برای بسیاری از مقاصد مایعات را تراکم‌ناپذیر در نظر می‌گیریم. حال تعدادی از خواص مایعات را شرح خواهیم داد:

گرمای تبخیر

یک مولکول در داخل یک سیال از هر طرف با مولکول‌های دیگری احاطه شده است که در تمام جهت‌ها نیروهای جاذبه (مولکول‌های دور) و دافعه (مولکول‌های نزدیک) به آن وارد می‌کنند. که مجموع این نیروها در داخل مایع و در سطح آن مایع صفر است. و هیچ نیروی خالصی به مولکول‌های مایع وارد نمی‌شود. با این حال بعضی از مولکول‌ها به صورت بخار از مایع خارج می‌شوند که در این حالت مجموع نیروهای وارد بر یک مولکول در موقع خارج شدن از سطح مایع برابر F بوده و سطح مایع روی مولکولی که کاملاً از سطح خارج می‌شود کار Fd را انجام می‌دهد. بنابراین کار $w = Fd$ کم‌ترین انرژی لازم برای جدا کردن یک مولکول از مایع است و کم‌ترین انرژی لازم برای جدا کردن تمام مولکول‌های موجود در یک مول از مایع مساوی با $N_A W$ است که در آن N_A عدد آووگادرو می‌باشد. **گرمای تبخیر مولی H_v** : کم‌ترین انرژی لازم برای تبخیر یک مول از هر ماده است که به بزرگی نیروی F بستگی دارد.

$$H_v = N_A w = N_A Fd$$

نکات

- ✚ انرژی w از انرژی جنبشی میانگین یک مولکول در مایع کم‌تر است.
- ✚ با فرار مولکول‌ها از مایع، دمای مطلق آن T ی مایع کاهش می‌یابد زیرا T با انرژی میانگین مولکول‌های باقی مانده مناسب است.

یک جامد، جسم صلبی است که وقتی نیروهای خارجی به آن وارد می‌شوند، تمایل دارد شکلش را حفظ کند. در یک جامد مولکول‌ها دارای مواضع ثابت هستند. خاصیت صلب بودن آن‌ها نیز به خاطر ثابت بودن موضع مولکول‌های آن است.

جامدات

- جامدات بلوری
- جامدات غیربلوری

جامدات بلوری

یک بلور جامدی است که در آن مولکول‌ها دارای آرایش سه بعدی منظمی هستند که در سراسر جسم جامد ادامه می‌یابد. آرایش مولکول‌ها، شکل خارجی بلور را تعیین می‌کند. بلور دارای وجوه تختی است که نسبت به هم تحت زوایای خاصی که از مشخصات آرایش مولکولی است، قرار گرفته‌اند.

نکات

- ✚ نظم و تقارن یک بلور نشان‌دهنده نظم و تقارن آرایش مولکول‌ها در جسم جامد است.
- ✚ شکل‌گیری جامد: یک جامد غالباً زمانی ایجاد می‌شود که شرایط به گونه‌ای نیست که یک بلور بتواند رشد کند. بنابراین تعدادی از ریزبلورها کنار هم قرار گرفته و یک جامد را تشکیل می‌دهند که از بسیاری جهات مانند یک تک‌بلور است.
- ✚ تنها تعداد کمی از مولکول‌ها که در مرز میان دور ریز بلور قرار گرفته‌اند بدون نظم هستند.
- ✚ جامد بلوری: جامدی که از یک تک بلور یا از تعداد زیادی ریز بلور چسبیده به هم تشکیل شده است.
- ✚ در یک جامد بلوری مولکول‌ها به‌طور اتفاقی منظم شده‌اند. در نتیجه نیروهای وارد بر یک مولکول با نیروهای وارد بر مولکول دیگر تفاوت دارد.

✓ مثل شیشه

- از لحاظ شیمیایی مانند کوارتز SO_2
- از لحاظ فیزیکی متفاوت با کوارتز

گرما و ترمودینامیک

شاخه‌ای بسیار پراهمیت از علم شیمی- فیزیک ترکیبی از دو واژه «ترمو» به معنای حرارت و «دینامیک» به معنای پویایی است. در حقیقت علم ترمودینامیک جریان انرژی و گرما را در سیستم مورد نظر مطالعه می‌کند. از جمله مسائل مورد علاقه این علم می‌توان به بررسی قوانین حاکم بر تبدیل انرژی گرمایی به کار اشاره کرد. قوانین حاکم بر این علم بسیار جالب بوده و مصادیق بسیاری در سایر علوم تجربی و نظری نیز دارد که در اینجا به تشریح قوانین اول و دوم می‌پردازیم.

قوانین ترمودینامیک

- قانون صفر ترمودینامیک: این قانون بیان می‌کند که اگر دو سیستم با سیستم سومی در حال تعادل گرمایی باشد با یکدیگر هم دما می‌یابند.

- قانون اول ترمودینامیک: انرژی درونی یک سیستم منزوی ثابت و پایدار است. قانون اول ترمودینامیک که به‌عنوان قانون اول بقای کار و انرژی نیز شناخته می‌شود، می‌گوید تغییر انرژی درونی یک سیستم برابر است با مجموع گرمای داده شده به سیستم و کار انجام شده بر آن.

$$\Delta E_s = Q - w$$

- قانون دوم ترمودینامیک: اگر یک فرآیند در یک سیستم بسته رخ دهد، آنتروپی سیستم برای فرآیندهای برگشت‌ناپذیر افزایش می‌یابد و برای فرآیندهای برگشت‌پذیر ثابت باقی می‌ماند و هرگز کاهش پیدا نمی‌کند.

- قانون سوم نیوتن: هنگامی که انرژی یک سیستم به حداقل مقدار خود میل می‌کند، آنتروپی سیستم به مقدار قابل چشم‌پوشی می‌رسد یا به‌طور نمایی

$$s \rightarrow 0, u \rightarrow u_0 \text{ هنگامی که}$$

قانون اول ترمودینامیک

ترمودینامیک رابطه میان یک سیستم s ، مانند گاز داخل یک استوانه و محیط $\mathcal{E}$ آن را بررسی می‌کند. محیط: تمام چیزهای خارج سیستم که می‌تواند روی سیستم اثر بگذارد و در اغلب موارد فقط به جوار سیستم اطلاق می‌شود.

سیستم و محیط با هم جهان u را تشکیل می‌دهند.

$$u = s + \varepsilon$$

انرژی داخلی سیستم، E_s ، با مجموع انرژی جنبشی مولکول‌های سیستم (انرژی گرمایی) و انرژی پتانسیل اتم‌های موجود در مولکول (انرژی شیمیایی) مساوی است.

➤ انرژی E_s ، به حالت سیستم بستگی دارد و اگر حالت سیستم عوض شود تغییر می‌کند.

به‌طور کلی، قانون پایستگی انرژی می‌گوید که انرژی E_u ی جهان، یعنی:

$$E_u = E_s + E_\varepsilon$$

تغییر نمی‌کند. پس اگر حالت ترمودینامیکی سیستم تغییر کند رابطه زیر برقرار خواهد بود.

$$\Delta E_s + \Delta E_\varepsilon = 0$$

$$\Delta E_s = \Delta E_\varepsilon$$

این معادله بیان ریاضی مناسبی برای قانون پایستگی انرژی است و از آن برای تغییر انرژی سیستم، با شرط معلوم بودن تغییرات انرژی محیط، و بالعکس، استفاده می‌شود.

گرما و کار

انرژی می‌تواند با دو روش کاملاً متفاوت در میان سیستم و محیط مبادله شود:

– گرما

– کار

گرما: انرژی در اثر اختلاف دمای میان دو جسم، از یکی به دیگری جریان می‌یابد.

این جریان از راه‌های مختلفی امکان‌پذیر است که بعداً توضیح خواهیم داد.

کار: انرژی که در نتیجه تغییر حجم از یک جسم به جسم دیگر منتقل می‌شود:

$$w = p\Delta v$$

P: فشار

Δv : تغییر حجم

حال اگر مقدار ثابتی گاز درون استوانه‌ای با یک پیستون قرار داشته باشد و حجم گاز تغییر کند دو حالت پیش می‌آید:

۱. گاز منبسط شود ← کار انجام شده از انرژی داخلی سیستم تأمین شده و صرف افزایش انرژی محیط شود.

سیستم $\xleftarrow{\text{انتقال انرژی}}$ محیط

۲. گاز متراکم شود ← کار روی سیستم انجام می‌شود و انرژی سیستم افزایش می‌یابد.

سیستم $\xrightarrow{\text{انتقال انرژی}}$ محیط

قانون اول ترمودینامیک که بیانی برای پایستگی انرژی است می‌گوید که اگر مقدار گرمای Q به سیستم افزوده شود و سیستم کار w را انجام دهد، تغییر انرژی سیستم برابر است با:

$$\Delta E_s = Q - w$$

توجه:

اگر گرما از سیستم خارج شود، Q منفی است.

اگر کار روی سیستم انجام شود، W منفی است.

گرمای ویژه: مقدار حرارت لازم برای گرم کردن یک مول از ماده به ازای 1°C افزایش دما را برحسب kcal، گرمای ویژه می‌نامند.

$$c_p = \frac{\Delta E + p\Delta v}{m\Delta T}$$

امواج تولید شده در یک ریسمان مانند امواج صوتی، ارتعاشات مکانیکی اجزاء یک محیط مادی‌اند بنابراین به کمک قوانین مکانیک حاکم بر حرکت اجسام مادی، می‌توان رفتار امواج مکانیکی را نیز بررسی کرد.

امواج روی یک ریسمان کشیده شده

موج: یک موج نقش آشفتگی در محیط است که با سرعت ثابت v در آن محیط منتشر می‌شود.

نکات

✚ مقدار سرعت موج به مشخصات محیط بستگی دارد.

✚ هر محیطی یک حالت تعادل دارد که در آن حالت همه نقاط ساکن‌اند.

✓ مثال: ریسمانی را از حالت تعادل خارج کرده و در آن موج ایجاد می‌کنیم. در فاصله زمانی 0.2s ، نقطه‌ای از ریسمان که دارای جابه‌جایی 0.7cm است از نقطه B (در $x=3\text{cm}$) تا نقطه c (در $x=4\text{cm}$) حرکت کرده است. سرعت موج چقدر است؟

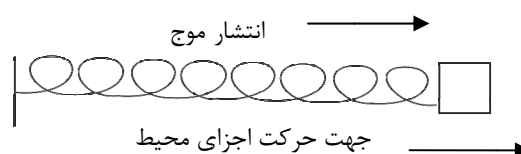
جواب:

$$v = \frac{4-3}{2\text{s}} = 0.5\text{m/s}$$

موج دو نوع است:

– موج طولی: موجی که در آن اجزای محیط در امتداد موازی با راستای انتشار موج به پیش و پس می‌رود.

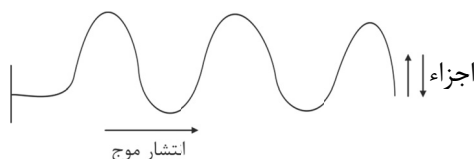
- مثال: فنر
- شکل



فصل چهاردهم

– موج عرضی: موجی که در آن، اجزای محیط در امتداد عمود بر راستای انتشار موج منتشر می‌شود.

- مثال: طناب
- شکل



نکات

- امواج طولی و عرضی هر دو می‌توانند در محیط‌های جامد منتشر شوند.
 - امواج عرضی در سطح یک مایع منتشر می‌شوند.
 - تنها امواج طولی می‌توانند داخل یک شاره منتشر شوند زیرا یک شاره نمی‌تواند نیروهای موازی با سطح اعمال کند.
- سرعت v یک موج در روی ریسمانی به جرم m و طول l برابر است با:

$$v = \sqrt{\frac{T}{m/l}} = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

T : کشش ریسمان

μ : چگالی خطی ریسمان

چگالی خطی ریسمان: جرم واحد طول

$$\mu = \frac{m}{L}$$

- سرعت یک موج در ریسمان کشیده شده $\propto \sqrt{\text{کشش}}$
- سرعت یک موج در ریسمان کشیده شده $\propto \sqrt{\frac{1}{\text{جرم واحد طول}}}$

✓ مثال: کشش یک سیم گیتار 30N و جرم واحد طول آن $0.015 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$ است. سرعت موج تولید شده در روی این سیم چقدر است؟

جواب:

سرعت امواج عرضی طبق فرمول زیر محاسبه می‌گردد.

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{30}{0.015 \frac{\text{kg}}{\text{m}}}} = \sqrt{\frac{2000 \text{ N.m}}{\text{kg}}} = \sqrt{\frac{2000 \text{ m}^2}{\text{s}^2}} = 44.7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

• اگر کشش سیستم چهاربرابر شود، سرعت موج دوبرابر می‌شود، و اگر جرم واحد طول سیم ۴ برابر شود، سرعت موج نصف می‌شود.

برهم نهش

در یک نقطه از محیط به‌طور همزمان ممکن است بیش از یک موج وجود داشته باشد.

اصل برهم نهش

- جابه‌جایی: اگر در یک لحظه دو یا چند موج به‌طور همزمان به یک نقطه برسند جابه‌جایی آن نقطه با مجموع جابه‌جایی‌های تک‌تک امواج برابر است.
- توجه: هنگام به‌کاربردن اصل برهم نهش یک طرف موضع تعادل را مثبت و جابه‌جایی‌های طرف دیگر را منفی در نظر می‌گیریم.
- سرعت: سرعت واقعی هر نقطه از ریسمان با مجموع سرعت‌های تک‌تک تپ‌ها برابر است.

جامع

حاوی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع

بانک سوالات

جمع آوری سوالات کنکور کاردانی به کارشناسی
کارشناسی ارشد و دکتری به صورت فصل بندی شده

الگوریتم

چکیده‌ی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع

سوالات تألیفی

تألیف سوالات مشابه کنکور



دریافت نمونه‌ی کتاب به صورت رایگان



www.agkins.com

بانک سوالات

جمع آوری سوالات کنکور کاردانی به کارشناسی
کارشناسی ارشد و دکتری به صورت فصل بندی شده

سوالات تألیفی

تألیف سوالات مشابه کنکور

جامع

حاوی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع

الگوریتم

چکیده‌ی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع



دریافت نمونه‌ی کتاب به صورت رایگان



www.agkins.com

جامع

حاوی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع

بانک سوالات

جمع آوری سوالات کنکور کاردانی به کارشناسی
کارشناسی ارشد و دکتری به صورت فصل بندی شده

الگوریتم

چکیده‌ی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع

سوالات تألیفی

تألیف سوالات مشابه کنکور



دریافت نمونه‌ی کتاب به صورت رایگان



www.agkins.com

شماره تماس با نمایندگی‌های فعال و رسمی آناهید گستر خلیلی

شماره تماس	نمایندگی	شماره تماس	نمایندگی
۰۹۱۰۱۷۱۱۸۷۲	سبزوار (آقای شریفان)	۰۹۹۱۳۷۱۳۷۵۰	اراک (آقای حسینی)
۰۹۹۱۳۷۱۳۷۴۱	شاهرود (آقای سلمانی)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۸	اردبیل (خانم عاصمی‌زاده)
۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۹	شهرکرد (خانم تقی‌پور)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۱	ارومیه (آقای آرمیون)
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۲	شیراز (آقای فروردین / خانم هوشمندی)	۰۹۱۹۶۳۲۱۸۵۲	اسفراین (خانم اسماعیل‌زاده)
۰۹۱۹۳۷۱۳۷۴۲	فسا (خانم شعبانی)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۰	اصفهان (آقای کیانی)
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۴۹	قزوین (خانم چگینی)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۴	اهواز (آقای دکتر رضازاده)
۰۹۱۹۷۷۸۱۹۴۷۱	کرج (آقای دکتر علیرضاپور)	۰۹۱۹۰۹۸۰۳۱۸	ایلام (آقای دکتر بوچانی)
۰۹۱۳۱۹۸۱۲۷۰	کرمان (خانم ضمانتی‌یار)	۰۹۱۹۶۸۵۳۱۱۶	بروجرد (آقای احمدی‌صدر)
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۴۸	کرمانشاه (آقای ابراهیمی)	۰۹۹۱۳۷۱۳۷۴۹	بم (خانم سرحدی‌نژاد)
۰۹۱۹۵۳۷۱۸۹۰	کوهدشت (خانم یاریان)	۰۹۱۹۵۹۰۷۲۰۳	بیرجند (آقای دکتر بهروان)
۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۷	گرگان (آقای شاه‌علی)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۴۷	تبریز (خانم عاصمی‌زاده)
۰۹۱۹۵۷۳۳۱۷۹	مراغه (آقای صمدی)	۰۹۰۱۳۷۳۷۸۹۶	جهرم (آقای یاعلی جهرمی)
۰۹۹۱۳۷۱۳۷۴۴	مشهد (خانم دکتر شجاعی)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۰	جیرفت (خانم دکتر محمدی)
۰۹۱۹۵۷۳۳۱۷۹	میاندوآب (آقای صمدی)	۰۹۱۹۲۷۰۵۸۷۸	خرم‌آباد (خانم میر)
۰۹۱۹۶۳۵۰۷۶۸	نیشابور (آقای موسوی)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۳	رشت (خانم تنها)
۰۹۱۹۵۷۳۳۲۸۴	هرمزگان (آقای زارعی)	۰۹۱۹۶۸۲۹۲۸۰	رفسنجان (آقای یوسفی)
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۵	همدان (آقای سوری)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۵	زاهدان (آقای مهمان‌دوست)
۰۹۱۹۵۹۰۷۲۰۴	یاسوج (آقای مرتضوی)	۰۹۱۹۲۷۰۵۸۷۱	زنجان (خانم دکتر هوشیار)
۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۳	یزد (خانم آزاد)	۰۹۱۹۷۷۸۱۹۴۴	ساری (آقای دکتر اکبری)

بانک کتاب ناهید



«هر کتابی، از هر انتشاراتی را از ما بخواهید»

✓ جامع‌ترین بانک کتاب

✓ تحویل روزانه

✓ ارسال به تمامی نقاط کشور

✓ سفارش کتاب به صورت تلفنی و آنلاین

www.NIBS.ir



کتاب دانشگاهی، فنی و مهندسی، علوم پزشکی، علوم انسانی، عمومی،
ادبی، مذهبی، کمک آموزشی، کودک و نوجوان و کتاب نفیس

فروشگاه: تهران - خیابان انقلاب - روبه روی درب اصلی دانشگاه تهران

پاساژ فروزنده - طبقه همکف - پلاک ۳۳۱

تلفن: ۶۶۴۸۹۳۷۵ - ۰۲۱ - ۶۶۴۸۹۳۴۹ - ۰۲۱