

سورة الاحقاف

# آموزش جامع فیزیک دهم و یازدهم



ناشر: انتشارات بین‌المللی رهپویان دانش و اندیشه  
مدیر مسئول: بابک ندرخانی  
مدیر پروژه: منا قصری - سید نوید باقرنیا  
مسئول پروژه: مهدی نادى  
مؤلف: نیما نوروزی  
ویراستاران: پارسا رجایی  
صفحه آرایی: مهدی نادى  
گرافیک: سجاد نجفی - حمیدرضا رحیم‌نیا  
چاپ: اول  
نوبت چاپ: ۱۴۰۰  
تیراژ: ۱۰۰۰ جلد  
قیمت: ۱,۶۰۰,۰۰۰ ریال

حقوق چاپ و نشر، محفوظ و مخصوص ناشر است و هرگونه کپی‌برداری و نقل مطالب بدون اجازه ناشر پیگرد قانونی دارد.

## تقدیم به دخترم ترمه

بسیاری از ساعاتی که مشغول تألیف این مجموعه بودم  
سهم او از زندگی من بوده است که از وی دریغ کرده‌ام

تقدیم به همکاران گذشته و امروز

## «رهپویان»

که در طول این سال‌ها ، همواره در کنار یکدیگر تلاش کردیم ؛

قدمی در راه عدالت آموزشی کشور برداریم.

طنین واژه‌اش آنقدر پر جلال است که دل شیر می‌خواهد بی‌مقدمه از آن بنویسی؛ آن هم در مقدمه کتاب.

اما بدون شک رجائی که در عین خوف دارد، آدمی را نه شجاعت، بلکه شهامت می‌دهد تا از عدالت بنویسد و من می‌خواهم از کلیدواژه مرکبی بنویسم که دست کمی از ریشه ساده‌اش ندارد: عدالت آموزشی.

«از دیروز می‌نویسم»

از تجربه لذتی که در توسعه عدالت آموزشی داشته‌ام و مراوداش در مقدمه نخستین مجموعه از کتاب‌های رهپویان دانش و اندیشه بی‌اختیار قلم برانم و از آرمانی بگویم که سرپاماندن در تمام اوضاع و احوال نامطلوب را وام‌دار او هستیم.

«از امروز می‌نویسم»

از تلاش برای ارائه آموزش باکیفیت با حداقل هزینه ممکن برای دانش‌آموزان این مرز و بوم که اگرچه ساده نیست اما جنگیدن برای آرمان‌ها شیرین است و دلچسب!

«از فردا می‌نویسم»

از زبان ژاله اصفهانی:

زندگی صحنه یکتای هنرمندی ماست  
هر کسی نغمه خود خواند و از صحنه رود  
صحنه پیوسته بجاست  
خرم آن نغمه که مردم بسپارند به یاد

**مانا و تندرست باشید!**

## مقدمه مولف

### فیزیک را خوشگل و پاکلاس پیاموزیم...

در لحظات حساس زندگی، همان لحظاتی که قهرمان و بازنده میدان تعیین می‌شوند، همان لحظاتی که سرنوشت آدم‌ها، آینده آنها یا حتی مرگ و زندگی خود یا اطرافیانشان به یک تصمیم و عمل درست و بجا وابسته است، نه وقت زیاده‌گویی و اضافه کاریست نه کم کاری! باید کامل، درست، دقیق و بجا گفت و عمل کرد.

سال کنکور هم برای برخی سال تعیین راه اصلی زندگیست...، در این لحظات نیز نه مجال برای اضافه‌گویی است نه جای کم کاری و راحت گذاشتن از مطالب!

فلسفه مجموعه فیزیک جامع پایه کنکور رهپویان دقیقاً همین است، جامع به معنای واقعی کلمه!

**مهم نیست اکنون در چه سطحی از فیزیک پایه خود قرار داریم،**

**مهم این است که با هم به بالاترین درصد ممکن فیزیک خود برسیم.**

به همین دلیل جامع را انتخاب کردیم، تا بدون اضافه‌گویی و وقت تلف کردن، هر آنچه که شما به عنوان یک داوطلب کنکوری نیاز دارید تا به درصد ایده آل خود برسید را پوشش دهیم.

مجموعه کتاب و فیلم فیزیک جامع پایه کنکور از دو بخش اصلی زیر تشکیل شده است:

### ۱- درسنامه‌های کامل و جامع:

برای افزایش کیفیت یادگیری و دسته‌بندی بهتر مطالب در ذهن شما، هر فصل به چند مبحث و بخش تقسیم شده است که در ابتدای هر مبحث درسنامه‌ای قرار دارد.

این درسنامه‌ها علاوه بر اینکه تمامی مطالب کتاب درسی را پوشش داده‌اند (از اصل درس تا زیر نویس‌ها و فعالیت‌ها) بلکه فراتر از آن نیز پیشرفته و با ارائه نکات، تکنیک‌ها، روابط و روش‌های تست‌زنی، هر آنچه که شما برای رسیدن به درصد ایده آل خود نیاز دارید را در اختیارتان می‌گذارند.

لازم به ذکر است تمامی این درسنامه‌ها به طور کامل در فیلم منطبق با این کتاب تدریس و تحلیل شده‌اند.

### ۲- تست‌های طبقه‌بندی شده با سطوح مختلف:

پس از هر درسنامه تست‌های مربوط به آن بخش از سطوح مختلف (ساده - متوسط - دشوار) و منابع متفاوت (کنکورهای سراسری داخل و خارج از کشور - آزمون‌های کانون فرهنگی آموزش - شبیه‌سازی تمرین‌های کتاب - تألیفی) قرار داده شده است که پیشنهاد می‌شود همراه با فیلم مرتبط با کتاب آنها را حل کرده و پس از تسلط کامل بر روی انواع تیپ تست‌های آن مبحث از کتاب تست خود شروع به تمرین و تست‌زنی کنید.

### با من در ارتباط باشید:

من مفتخرم که بگویم، شما داوطلب گرامی با تهیه این مجموعه به خانواده فیزیک‌نما نوروزی پیوسته‌اید، تنها با یک جستجوی کوچک در شبکه‌های مجازی می‌توانید با من در ارتباط باشید و علاوه بر مطرح کردن اشکالات و سوالات خود، نظر خود را نیز در مورد این مجموعه با من در میان بگذارید.

## با سپاس از:

مهندس بابک ندرخانی (مدیریت محترم موسسه رهپویان دانش و اندیشه) ، سرکار خانم قصری (مدیر پروژه‌های موسسه رهپویان دانش و اندیشه) ، آقای سید نوید باقرنیا (مدیر پروژه موسسه رهپویان دانش و اندیشه) که برای هر چه با کیفیت‌تر انجام شدن این مجموعه با مدیریت و تدبیر خود من را یاری فرمودند.

سپاس ویژه دارم از مهندس مهدی نادی که به عنوان مسئول پروژه با تمام وجود در تمامی مراحل تولید این مجموعه صادقانه و پر تلاش من را یاری نمودند.

متشکرم از آقای پارسا رجایی (رتبه ۷ آزمون سراسری ۱۴۰۰) که با دانش بالای خود در ویراستاری علمی این مجموعه مرا یاری کردند.

متشکرم از آقای سجاد نجفی که در امور گرافیکی این مجموعه ما را یاری فرمودند.

چه بود حاصل هستی به گلستان وجود  
غیر بشکستن و پشردن و بر باد شدن؟  
اثری نیک باید به جهان، ورنه چه سود  
به جهان آمدن و رفتن و از یاد شدن؟

(شاعر ادیب برومند)









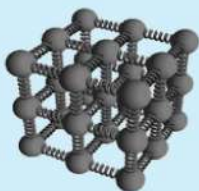


## حالت‌های ماده:

مواد از ذره‌های ریزی به نام اتم یا مولکول ساخته شده‌اند. **اندازه اتم‌ها حدود یک تا چند انگستروم** ( $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$ ) است و اندازه‌ی مولکول‌ها بنا به اینکه از چند اتم ساخته شده باشند متفاوت است، اندازه برخی از درشت مولکول‌ها، مانند بسپارها (پلیمرها)، می‌تواند تا ۱۰۰۰ انگستروم نیز باشد. ذره‌های سازنده مواد بنا به اندازه آنها و نیروهایی که به هم موارد می‌کنند حالت ماده را تعیین می‌کنند.

### جامد:

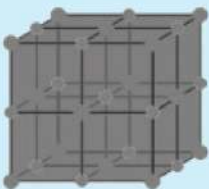
#### جسم جامد، حجم و شکل معینی دارد.



ذرات جسم جامد به سبب **نیروهای الکتریکی** که به یکدیگر وارد می‌کنند در کنار یکدیگر می‌مانند. این ذرات در مکان‌های معینی نسبت به یکدیگر قرار دارند و در اطراف این مکان‌ها، نوسان‌های بسیار کوچکی دارند.

**وقتی جامدی مانند یک تکه آهن، گرما می‌گیرد محدوده و دامنه‌ی این نوسان‌ها بیشتر می‌شود و جسم جامد منبسط می‌شود.** برای درک بهتر ساختار جسم جامد، معمولاً مدلی مطابق شکل فوق ارائه می‌دهند و فرض می‌کنند که ذرات آن توسط فنرهایی به یکدیگر متصل اند.

### جامد بلورین:



●  $\text{Cl}^-$

●  $\text{Na}^+$

NaCl

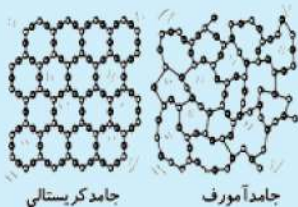
اتم‌های برخی از جامدها در طرح‌های منظمی مانند شکل روبرو کنار هم قرار می‌گیرند. جامدهایی را که در یک الگوی سه بعدی تکرار شونده از این واحدهای منظم ساخته می‌شود جامد بلورین می‌نامیم.

وقتی مایعی را به آهستگی سرد کنیم اغلب جامدهای بلورین تشکیل می‌شوند. در این

فرایند سرد سازی آرام، ذرات سازنده مایع فرصت کافی دارند تا در طرح‌های منظم خود را مرتب کنند. **فلزها، نمک‌ها، الماس، یخ و**

#### بیشتر مواد معدنی جزو جامدهای بلورین اند.

### جامد بی شکل:



جامد کریستالی

جامد آمورف

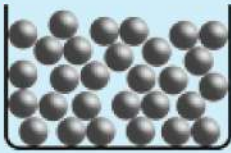
ذرات سازنده جامدهای بی شکل (آمورف) برخلاف جامدهای بلورین، در طرح‌های منظمی کنار هم قرار ندارند.

وقتی مایعی به سرعت سرد شود معمولاً جامد بی شکل به وجود می‌آید. **در این فرایند سرد**

**سازی سریع، ذرات فرصت کافی ندارند تا در طرحی منظم، مرتب شوند. بنابراین در طرح نامنظمی که در حالت مایع داشتند باقی**

**می‌مانند. شیشه، مثالی از یک جامد بی شکل است.**

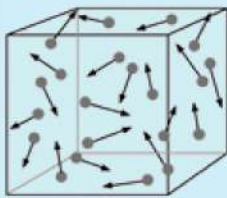
**مایع:**



مولکول‌های مایع نظم و تقارن جامدهای بلورین را ندارند و به صورت نامنظم و نزدیک به یکدیگر قرار گرفته‌اند. مایع به راحتی جاری می‌شود و به شکل ظرف خودش در می‌آید.

**فاصله ذرات سازنده مایع و جامد تقریباً یکسان و در حدود یک آنگستروم ( $10^{-10}$  م) است.**

**گاز:**



گاز، ماده‌ای است که شکل مشخصی ندارد. اتم‌ها و مولکول‌های آن آزادانه و با تندی بسیار زیاد به اطراف حرکت و با یکدیگر و با دیواره‌های ظرفی که در آن قرار دارند برخورد می‌کنند.

**فاصله میانگین مولکول‌های گاز در مقایسه با اندازه آنها، خیلی زیاد است. اندازه مولکول‌های گازها**

**حدود ۱ تا ۳ آنگستروم بوده و فاصله بین آنها در حدود  $3.5 \times 10^{-10}$  م می‌باشد.**

**پدیدهٔ پخش:**

اگر چند قطره جوهر را به آب درون لیوانی اضافه کنیم، به تدریج رنگ آب تغییر می‌کند و با اگر مقداری نمک را داخل یک لیوان آب بریزیم پس از مدتی آب شور می‌شود و یا وقتی در شیشه عطری را در گوشه‌ای از اتاق باز می‌کنید، پس از چند ثانیه ذرات عطر در همه جای اتاق پخش و بوی آن حس می‌شود. این آزمایش‌های ساده به ما نشان می‌دهند که ذرات سازنده نمک و جوهر در آب درون لیوان و مولکول‌های عطر در هوا پخش شده‌اند.

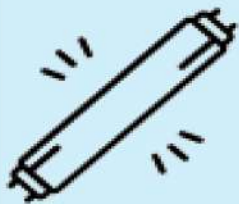


دلیل پخش به حرکت مولکول‌های آب و هوا مربوط می‌شود. در واقع به دلیل حرکت‌های نامنظم و کاتوره‌ای (تصادفی) مولکول‌های آب و هوا و برخورد آنها با ذرات سازنده نمک، جوهر و عطر، این مواد پخش می‌شوند.

**پدیده پخش در گازها سریع‌تر از مایع‌ها رخ می‌دهد.**

**پلازما:**

پلازما اغلب در دماهای خیلی بالا به وجود می‌آید. ماده درون ستارگان و بیشتر فضای بین ستاره‌ای، آذرخش، شفق‌های قطبی، آتش و ماده داخل لوله تابان لامپ‌های مهتابی از پلازما تشکیل شده است.



پلازما به طور طبیعی روی زمین به ندرت یافت می‌شود. در انفجارهای هسته‌ای و شیمیایی، راکتورهای همجوشی هسته‌ای و ... پلازما را می‌توان به طور مصنوعی ایجاد کرد. افزون بر اینها پلاسمای درون لامپ‌های نئون و مهتابی (حاوی گازهای جیوه و آرگون)، که بر اثر تخلیه الکتریکی تابش می‌کند، سال‌هاست به عنوان چشمه‌های نور در زندگی روزمره ما به کار می‌روند.



## نیروهای بین مولکولی :

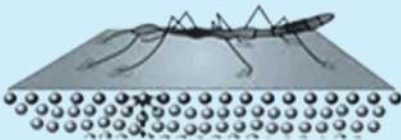


**نیروهای بین مولکولی کوتاه برد هستند**، یعنی وقتی فاصله بین مولکول‌ها چند برابر فاصله بین مولکولی شود، نیروهای بین مولکولی بسیار کوچک و عملاً صفر خواهند شد.

### نیروی هم چسبی:

نیروهای بین مولکول‌های همسان مانند نیروهای بین مولکول‌های آب را نیروی هم چسبی می‌نامیم. نیروهای بین مولکولی در فواصل بسیار کم به صورت دافعه ظاهر می‌شوند و از تراکم پذیری مایع جلوگیری می‌کند. از طرف دیگر وقتی مولکول‌های مایع را کمی از هم دور کنیم، نیروی جاذبه بین آنها ظاهر می‌شود به عنوان مثال این جاذبه را در قطره آب آویزان از شاخه درخت را مشاهده می‌کنیم.

### کشش سطحی:



**کشش سطحی ناشی از هم چسبی مولکول‌های سطح مایع است.** اثر این نیرو را در نشستن یا راه رفتن برخی حشره‌ها روی سطح آب، شناور ماندن گیره فلزی کاغذی روی سطح آب و تشکیل حباب‌های آب و صابون می‌توانیم ببینیم.



**با کشش سطحی همچنین می‌توان توضیح داد که چرا قطره‌هایی که آزادانه سقوط می‌کنند تقریباً کروی‌اند.** بدین ترتیب که به ازای حجمی معین، کره نسبت به هر شکل هندسی دیگری، کوچک‌ترین مساحت سطح را دارد. به این ترتیب سطح قطره‌ای که آزادانه سقوط می‌کند مانند یک پوسته کشیده شده، تمایل به کمینه کردن مساحتش را دارد.

### دگرچسبی:

**هنگامی که دو ماده مختلف در تماس با یکدیگر قرار گیرند نیز جاذبه مولکولی بین مولکول‌های آن دو ماده ایجاد می‌شود که به آن نیروی دگرچسبی می‌گوییم.**

**هم چسبی و دگرچسبی هر دو نیروهایی بین مولکولی هستند. تفاوت آنها در این است که هم چسبی، جاذبه بین مولکول‌های همسان و دگرچسبی جاذبه بین مولکول‌های ناهمسان است.**

### ترشوندگی:

اگر مایعی را روی سطح جامدی بریزیم در این صورت دو حالت می‌تواند رخ دهد. یکی اینکه دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و جامد از هم چسبی بین مولکول‌های مایع بیشتر باشد. در این صورت می‌گوییم مایع، جامد را تر یا خیس می‌کند. اما اگر نیروی هم چسبی بین مولکول‌های مایع از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و جامد بیشتر باشد می‌گوییم مایع جامد را تر نمی‌کند. به شکل زیر دقت کنید، همانطور که می‌بینید قطرات آب سطح شیشه را تر کرده‌اند ولی قطرات جیوه سطح شیشه را تر نکرده‌اند و دلیل آن این است که نیروی



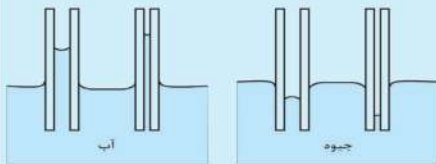
دگر چسبی در مولکول‌های آب و شیشه بیشتر از نیروی هم چسبی بین مولکول‌های آب است در صورتیکه این امر برای مولکول‌های جیوه بر عکس است.

**اثر مویینگی:**

واژه مویین به معنی مانند مو می‌باشد، از همین رو به لوله‌هایی که قطر داخلی آنها حدود **یک دهم میلی‌متر است**، معمولاً **لوله مویین** می‌گویند.

اگر یک لوله مویین شیشه‌ای و تمیز را وارد یک ظرف آب کنیم، آب در لوله‌های مویین بالا می‌آید و سطح آن بالاتر از سطح آب ظرف قرار می‌گیرد. همچنین هرچه قطر لوله مویین کمتر باشد ارتفاع ستون آب در آن بیشتر می‌شود. علاوه بر اینها سطح آب در بالای لوله‌های مویین فرورفته خواهد بود.

اگر یک لوله مویین شیشه‌ای و تمیز را وارد یک ظرف جیوه کنیم، **جیوه در لوله مویین مقداری بالا می‌رود ولی سطح آن پایین‌تر از سطح جیوه ظرف قرار می‌گیرد.**



همچنین هرچه قطر لوله مویین کمتر باشد سطح جیوه درون لوله مویین را نسبت به سطح جیوه درون ظرف پایین‌تر می‌بینیم. علاوه بر اینها سطح جیوه در لوله مویین برآمده است.

برای توجیه فیزیکی این پدیده در آب و جیوه، باید به نیروهای هم‌چسبی و

دگرچسبی توجه کرد. آب تمایل به چسبیدن به دیواره‌های شیشه‌ای دارد زیرا نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و مولکول‌های شیشه بیشتر از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب است. در نتیجه آب سطح شیشه را خیس می‌کند و در لوله بالا می‌رود ولی نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های جیوه و مولکول‌های شیشه کمتر از نیروی هم‌چسبی بین خود مولکول‌های جیوه است. در نتیجه جیوه سطح شیشه را خیس نمی‌کند و سطح جیوه در لوله مویین پایین‌تر از سطح جیوه درون ظرف قرار می‌گیرد.

در ساختن دیوارهای ساختمان باید اثر مویینگی در نظر گرفته شود، زیرا تراوش آب از منفذهای مویین در این دیوارها می‌تواند سبب خسارت در داخل ساختمان شود. **برای جلوگیری از این خسارت، دیوارهای داخل یا خارج ساختمان را معمولاً با مواد ناتراوا (مانند قیر) می‌پوشانند.**



(کانون فرهنگی آموزش)

کدام یک از عبارتهای زیر درباره ویژگی‌های مواد صحیح است؟

(الف) ذرات سازنده مواد جامد، در مکان خود ثابت هستند.

(ب) نمک‌ها جزو جامدهای بلورین هستند.

(ج) جامدهای بی‌شکل (آمورف)، با سرد شدن سریع مایع حاصل می‌شوند.

(د) فاصله ذرات سازنده جامد و مایع تقریباً یکسان‌اند.

(۴) الف و ج

(۳) الف، ب، ج و د

(۲) ب، ج و د

(۱) الف، ب و د

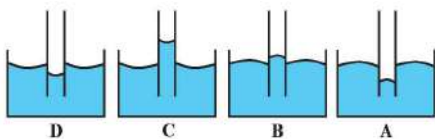




اگر یک لوله موئین را که دو طرف آن باز است به طور قائم در جیوه فرو ببریم، به صورت کدام یک از شکل‌های زیر درمی‌آید؟



(خارج از کشور تجربی ۹۹)



B (۲)

A (۱)

D (۴)

C (۳)



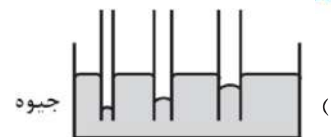
کدام یک از شکل‌های زیر، خاصیت موئینگی در لوله‌های شیشه‌ای را درست نشان داده است؟



(سراسری تجربی ۹۹)



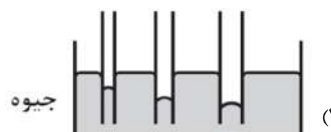
(۲) آب



(۱) جیوه



(۴) آب



(۳) جیوه



فاصله بین ذرات یک ماده در حالت جامد، a، در حالت مایع b و در حالت گاز c است. در این صورت کدام گزینه درست است؟



(کانون فرهنگی آموزش)

a = b = c (۴)

a = b < c (۳)

a > b > c (۲)

a < b < c (۱)



(کانون فرهنگی آموزش)

چه تعداد از عبارتهای زیر صحیح است؟



(الف) ذرات جسم جامد به سبب نیروهای گرانشی که به یکدیگر وارد می‌کنند، در کنار یکدیگر می‌مانند.

(ب) وقتی مایعی را به آهستگی سرد کنیم، اغلب جامدهای بلورین تشکیل می‌شوند.

(پ) مولکول‌های مایع به صورت نامنظم نزدیک یکدیگر قرار گرفته‌اند.

(ت) پدیده پخش در مایع‌ها سریع‌تر از گازها رخ می‌دهد.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)



(کانون فرهنگی آموزش)

چه تعداد از جمله‌های زیر نادرست است؟



الف) الماس و شیشه مثال‌هایی از جامدهای بی‌شکل هستند.

ب) فاصله ذرات سازنده مایع و جامد تقریباً یکسان و در حدود  $0.5$  آنگستروم است.

پ) دلیل پخش ذرات نمک و جوهر در آب، به حرکت نامنظم و کاتوره‌ای مولکول‌های نمک و جوهر و برخورد آن با ذرات آب مربوط می‌شود.

ت) حالت ماده به چگونگی حرکت ذرات سازنده آن و اندازه نیروی بین آن‌ها بستگی دارد.

۱ (۴)

۲ (۳)

۳ (۲)

۴ (۱)



هنگامی که چند قطره از مایعی را بر روی سطح یک شیشه‌ی خشک و تمیز می‌ریزیم، مایع به شکل زیر بر روی سطح شیشه قرار



می‌گیرد. حال اگر لوله‌ی مویینی از جنس این شیشه را در داخل ظرفی از این مایع قرار دهیم، سطح مایع در لوله ... از سطح آزاد آن در ظرف

است و با افزایش قطر داخلی لوله‌ی مویین سطح مایع در لوله ... می‌آید.

(کانون فرهنگی آموزش)



۲) پایین‌تر - بالاتر

۱) پایین‌تر - پایین‌تر

۴) بالاتر - بالاتر

۳) بالاتر - پایین‌تر



(کانون فرهنگی آموزش)

چه تعداد از موارد زیر نادرست است؟



الف) کشش سطحی ناشی از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و هوا است.

ب) افزودن مایع ظرف‌شویی به آب، کشش سطحی را افزایش می‌دهد.

پ) قطره‌های کروی آب در حال سقوط آزاد، جلوه‌ای از کشش سطحی است.

ت) شناور ماندن حشرات روی سطح آب به دلیل نیروی جاذبه بین مولکول‌های آب و حشرات است.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

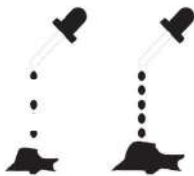


در خروج قطره‌های روغن با دماهای مختلف از دهانه دو قطره چکان مطابق شکل زیر، افزایش دما باعث، ..... قطر قطره‌های خارج



شده و ..... نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های روغن می‌شود.

(کانون فرهنگی آموزش)



۲) کاهش - افزایش

۱) افزایش - افزایش

۴) کاهش - کاهش

۳) افزایش - کاهش







یکی از ویژگی‌های فیزیکی آب که طبق شکل زیر سبب شکار حشره توسط ماهی کمان‌گیر می‌شود، باعث کدام یک از دیده‌های زیر

است؟

(کانون فرهنگی آموزش)

درصد پاسخ‌گویی صحیح 10٪



- (۱) پدیده پخش در آب
- (۲) پخش شدن آب روی سطح شیشه
- (۳) تراکم‌ناپذیری آب
- (۴) شناور ماندن چوب روی سطح آب



### مفهوم فشار:



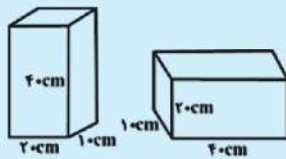
فشار عبارتست از نیروی وارد بر واحد سطح که واحد آن در SI پاسکال (Pa) یا نیوتون بر متر مربع  $\left(\frac{N}{m^2}\right)$  است. به طور کلی فشار از رابطه رو به رو بدست می‌آید:

فشار کمیتی نرده‌ای و همواره مثبت است.

برای مقایسه فشار از رابطه روبرو استفاده می‌کنیم:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{F_2}{F_1} \times \frac{A_1}{A_2}$$

### فشار جسم جامد به سطح تکیه‌گاه:



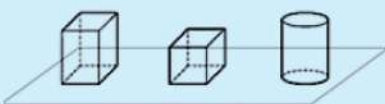
هرگاه جسم جامدی بر روی سطحی افقی در حال تعادل قرار گیرد به آن فشار وارد می‌کند اگر به جسم نیروی خارجی وارد نشود این فشار فقط ناشی از نیروی وزن می‌باشد. به عنوان مثال اگر مطابق شکل آجری بر روی سطح افقی قرار داشته باشد، از طرف آجر به سطح تماس آجر و آن سطح فشاری وارد می‌شود که حاصل نیروی وزن آجر است که در این حالت می‌توانیم بگوییم:

$$P = \frac{W}{A}$$

همانطور که در شکل فوق می‌بینیم در چنین جسمی می‌توانیم سطح تماس بین جسم و سطح را تغییر دهیم و با توجه به آنکه مساحت سطح با اندازه فشار رابطه عکس دارد، می‌توانیم بگوییم هرچه سطح تماس بیشتر باشد فشار کمتر خواهد بود پس داریم:

$$P_{\max} = \frac{F}{A_{\min}}$$

$$P_{\min} = \frac{F}{A_{\max}}$$



اگر جسم جامد همگن، دارای سطح مقطع یکسان باشد (مانند مکعب، مستطیل و استوانه) و سطح تکیه‌گاه همان سطح مقطع ذکر شده باشد، فشار حاصل

$$P = \rho gh$$

از وزن آن را می‌توان از رابطه زیر نیز بدست آورد:

برای اجسام جامدی که سطح مقطع دو طرف آنها یکسان نیست (مانند مخروط) تنها می‌بایست از رابطه اصلی فشار یعنی  $P = \frac{W}{A}$  استفاده کنیم.



دو استوانه توپر و هم وزن A و B روی سطح افقی کنار هم قرار دارند. اگر شعاع قاعده استوانه B، دو برابر شعاع قاعده استوانه A باشد، فشار حاصل از استوانه A، چند برابر فشار حاصل از استوانه B است؟

(سراسری ریاضی ۹۳)

۴ (۴)

۲ (۳)

$\frac{1}{4}$  (۲)

$\frac{1}{2}$  (۱)



در شکل زیر، مکعب شکل (۱) مشابه هریک از مکعب‌های شکل (۲) است. فشاری که مکعب‌های شکل (۲) بر سطح افقی وارد می‌کنند چند برابر فشار حاصل از مکعب شکل (۱) است؟

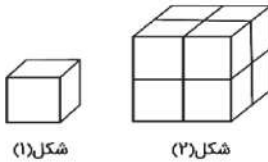
(سراسری تجربی ۹۲)

۴ (۲)

۸ (۱)

۱ (۴)

۲ (۳)



شکل (۱)

شکل (۲)



مکعب فلزی توپری به ابعاد  $5\text{cm} \times 4\text{cm} \times 2\text{cm}$  و چگالی  $8\text{g/cm}^3$  از طرف یکی از وجه‌هایش روی سطح افقی قرار می‌گیرد. بیشترین فشاری که مکعب می‌تواند بر سطح وارد کند، چند پاسکال است؟ ( $g = 10\text{N/kg}$ )

(سراسری ریاضی ۹۸)

$4 \times 10^3$  (۴)

$1/6 \times 10^3$  (۳)

$4 \times 10^2$  (۲)

$1/6 \times 10^2$  (۱)



مخروط ناقصی مطابق شکل روی سطح افقی قرار دارد و شعاع قاعده بزرگ ۲ برابر شعاع قاعده کوچک آن است. اگر آن را روی قاعده بزرگ بگذاریم و بخواهیم فشار وارد بر سطح افقی تغییری نکند، وزنه‌ای چند برابر وزن مخروط را باید روی آن قرار دهیم؟

(سراسری ریاضی ۷۹)

۱ (۴)

۲ (۳)

۳ (۲)

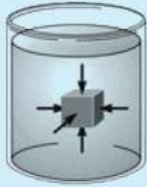
۴ (۱)







## فشار در شارها:



وقتی شاره ای (مایع یا گاز) ساکن است، به هر سطحی که با آن در تماس باشد، مانند جداره یک ظرف یا سطح جسمی که در شاره غوطه‌ور است، نیرویی عمودی وارد می‌کند. با وجود اینکه شاره به عنوان یک کل ساکن است، مولکول‌های آن در حال حرکت اند؛ نیرویی که توسط شاره وارد می‌شود ناشی از برخورد مولکول‌ها با اطراف آن است.

فشار ناشی از یک مایع ساکن به چگالی  $\rho$  در هر نقطه از آن که در **ارتفاع  $h$  از سطح آزاد مایع** قرار دارد، از رابطه‌ی زیر بدست

$$P = \rho gh$$

می‌آید:

با توجه به رابطه فوق می‌توان نتیجه گرفت فشار ناشی از یک شاره به دو عامل چگالی شاره و ارتفاع آن بستگی دارد.



با توجه به رابطه فوق می‌توان نتیجه گرفت هر چه به نقاط عمیق‌تر یک مایع برویم از آنجایی

که **فاصله تا سطح آزاد مایع که همان  $h$  است** زیاد می‌شود، فشار شاره نیز افزایش می‌یابد.



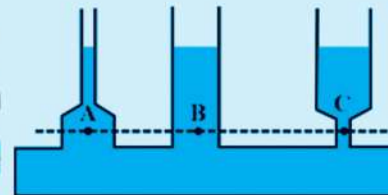
نقاط هم تراز در یک مایع یکسان (یعنی نقاطی که فاصله آنها از سطح آزاد مایع برابر است)

دارای فشار یکسان هستند.

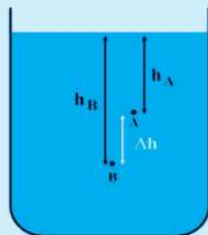
اگر چند لوله به شکل‌های مختلف را مانند عکس روبرو به هم متصل کنیم و از یکی

از آنها مایعی درون آن بریزیم پس از تعادل ارتفاع مایع در تمام آنها یکسان خواهد شد

**زیرا فشار شاره به شکل و اندازه ظرف بستگی نداشته و مقدار آن در نقاط هم تراز یک**



**مایع ساکن یکسان است** (مانند نقاط A، B و C در شکل)



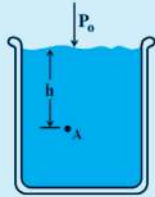
$$\Delta P = \rho g \Delta h$$

اختلاف فشار در دو نقطه از یک مایع از رابطه زیر بدست می‌آید:

**هر تغییری در فشار وارد بر هر شاره ی تراکم ناپذیر و محبوس، بدون هیچ کم و زیاد به تمام**

**بخش‌های شاره و دیواره‌های ظرف منتقل می‌شود. (طبق اصل پاسکال)**

**فشار مطلق یا کل:**



از رابطه  $P = \rho gh$  می‌توان فشار شاره را به تنهایی حساب کرد. فشار کل در هر نقطه از مایع به ارتفاع  $h$ ، برابر مجموع فشار خود مایع در آن نقطه و فشار هوای روی سطح مایع است که با توجه به اصل پاسکال به آن نقطه منتقل می‌شود:

$$P = P_0 + \rho gh$$

در رابطه‌ی فوق  $P_0$  فشار هوا می‌باشد که این فشار در سطح دریای آزاد،  $1.013 \times 10^5$  پاسکال است و به آن یک اتمسفر نیز می‌گویند.

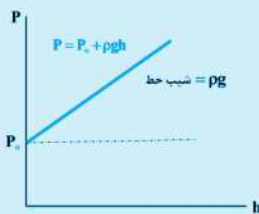
$$1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

در هواشناسی و روی نقشه‌های آب و هوا، معمولاً از یکای بار (bar) برای فشار هوا استفاده می‌کنند. به طوری که داریم:

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$



طبق تعریف به فشار یک ستون به سطح مقطع یک متر مربع که از سطح دریای آزاد تا بالاترین بخش جو زمین ادامه می‌یابد یک بار می‌گویند.



اگر در ظرفی تا ارتفاع  $h$ ، مایعی به چگالی  $\rho$  بریزیم، با توجه به رابطه  $P = P_0 + \rho gh$ ، نمودار تغییر فشار بر حسب عمق مایع در هنگامی که از سطح مایع به سمت کف ظرف حرکت می‌کنیم به صورت روبرو می‌باشد:

شیب خط نمودار روبرو برابر  $\rho g$  می‌باشد.

**فشار پیمانه‌ای:**

وسایله‌های اندازه‌گیری فشار معمولاً، اختلاف فشار یک نقطه با فشار هوای محیط را نشان می‌دهند و به همین دلیل، به اختلاف فشار یک نقطه با فشار هوای محیط  $(P - P_0)$ ، فشار پیمانه‌ای می‌گویند و آن را با  $P_g$  نمایش می‌دهند.

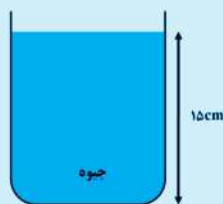
**سانتی متر جیوه:**

همان طور که میدانیم واحد فشار در یکای SI بر حسب پاسکال می‌باشد یعنی اگر در رابطه  $P = \rho gh$  همه پارامترها را بر حسب SI بگذاریم فشار ما بر حسب پاسکال بدست می‌آید، اما یکی دیگر از واحدهای متداول فشار، سانتی متر جیوه می‌باشد.

فشار بر حسب سانتی متر جیوه یعنی چه؟

فشار بر حسب سانتی متر جیوه همان ارتفاع جیوه در یک ظرف است به عنوان مثال اگر مانند شکل مقابل درون یک ظرف، مایع جیوه به ارتفاع ۱۵ سانتی متر بریزیم فشاری که بر کف ظرف وارد می‌شود برابر ۱۵ سانتی متر جیوه خواهد شد پس به طور خلاصه می‌توان گفت:

**ارتفاع ستون جیوه درون یک ظرف بر حسب سانتی متر = فشار بر حسب سانتی متر جیوه**





### حال دوسوال مطرح می‌شود:

#### اگر بخواهیم سانتی متر جیوه را به پاسکال تبدیل کنیم باید چه کنیم؟

خیلی ساده! فرض می‌کنیم مایع جیوه به آن ارتفاع درون ظرف داریم حال چگالی جیوه و ارتفاع آن را بر حسب SI در رابطه  $P = \rho gh$  جایگذاری می‌کنیم، فشار بدست آمده بر حسب پاسکال خواهد بود.

#### اگر مایع ما جیوه نباشد و بخواهیم فشار آن مایع را بر حسب سانتی جیوه بدست آوریم باید چه کنیم؟

اگر بخواهیم فشار مایعی با چگالی  $\rho_1$  و ارتفاع  $h_1$  سانتی متر را بر حسب سانتی متر جیوه محاسبه کنیم از رابطه زیر استفاده کرده و  $h_{Hg}$  را بدست می‌آوریم:

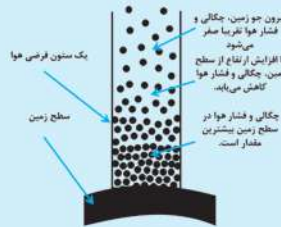
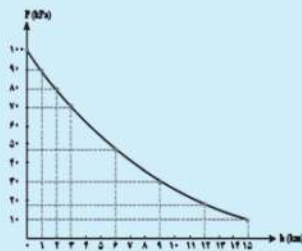
$$\rho_1 h_1 = \rho_{Hg} h_{Hg}$$

در حقیقت با رابطه فوق اعلام می‌داریم که فشار  $h_1$  سانتی متر از آن مایع معادل فشار چند سانتی متر از مایع جیوه است.

### فشار در گازها:

با توجه به اینکه چگالی گازها خیلی کم است، در محفظه‌های کوچک گاز، اختلاف فشار در نقاط مختلف داخل محفظه ناچیز است.

برای محاسبه اختلاف فشار بین دو نقطه از هوا که اختلاف ارتفاع قابل توجهی دارند، دیگر نمی‌توان از رابطه  $\Delta P = \rho g \Delta h$  استفاده کرد. برای یافتن دلیل آن، باید توجه کنیم که با

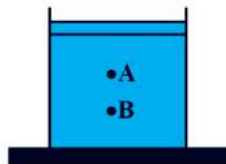


افزایش ارتفاع از سطح زمین، چگالی هوا کاهش می‌یابد. نیروی جاذبه زمین سبب می‌شود که لایه‌های زیرین هوا نسبت به لایه‌های بالایی هوا متراکم‌تر شوند. در نتیجه هر چه به سطح زمین نزدیک‌تر می‌شویم، چگالی و فشار هوا بیشتر می‌شود.



در شکل مقابل، فشار در نقطه‌های A و B در درون مایع برابر با  $P_A$  و  $P_B$  است. وزنه‌ای را روی پیستون آزاد قرار می‌دهیم. اگر در اثر وزنه، تغییر فشار در آن نقاط برابر با  $\Delta P_A$  و  $\Delta P_B$  باشد، کدام گزینه درست است؟

(سراسری ریاضی ۹۰)



$$\Delta P_B = \Delta P_A \text{ و } P_B < P_A \quad (۲)$$

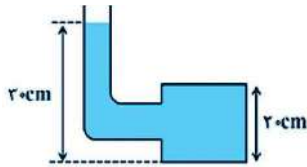
$$\Delta P_B > \Delta P_A \text{ و } P_B > P_A \quad (۴)$$

$$\Delta P_B < \Delta P_A \text{ و } P_B = P_A \quad (۱)$$

$$\Delta P_B = \Delta P_A \text{ و } P_B > P_A \quad (۳)$$



در شکل زیر، لوله‌ی باریکی به یک مخزن متصل شده است. مساحت کف مخزن  $100\text{cm}^2$  است. اگر داخل لوله و مخزن مایعی به چگالی  $800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  باشد، بزرگی نیرویی که از طرف مایع به کف مخزن وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ ( $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ ) و از فشار هوا صرف نظر شود. (خارج از کشور ریاضی ۹۲)



۱۶۰ (۲)

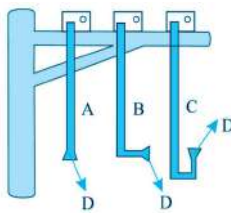
۲۴۰ (۱)

۱۶ (۴)

۲۴ (۳)



در شکل زیر، سه فشارسنج فشاری را اندازه می‌گیرند که بر غشای کوچک D در عمق معینی از یک دریاچه وارد می‌شود. کدام رابطه بین فشارهای اندازه‌گیری شده، درست است؟ (خارج از کشور ریاضی ۹۲)



$P_A = P_B > P_C$  (۲)

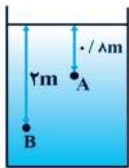
$P_A = P_B = P_C$  (۱)

$P_A = P_C > P_B$  (۴)

$P_A < P_B < P_C$  (۳)



درون ظرفی به شکل، مایعی در حالت تعادل و به چگالی  $1/25 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  وجود دارد. اختلاف فشار بین دو نقطه‌ی A و B چند پاسکال است؟ ( $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ ) (کانون فرهنگی آموزش)



۱۲۰۰ (۴)

۱۵۰۰ (۳)

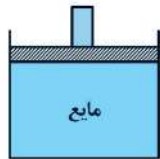
۱۲۰۰۰ (۲)

۱۵۰۰۰ (۱)



مطابق شکل زیر، پیستونی به وزن  $200\text{N}$  و مساحت مقطع  $100\text{cm}^2$  کاملاً بر روی مایعی به چگالی  $3000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  قرار داده شده است. اگر فشار هوا  $1\text{ atm}$  باشد، فشار کل در عمق  $50$  سانتی‌متری از سطح بالای مایع چند اتمسفر است؟ (کانون فرهنگی آموزش)

$(1\text{ atm} = 1.0^5 \text{ Pa}, g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$



۲/۲ (۴)

۱/۱۷ (۳)

۱/۳۵ (۲)

۳/۱۵ (۱)



اگر در مکانی فشار هوا برابر  $76$  سانتی متر جیوه باشد، فشار در عمق  $136$  سانتی متری آب رودخانه چند سانتی متر جیوه است؟ (خارج از کشور ریاضی ۹۳)

$(\rho_{\text{جیوه}} = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})$

۹۶ (۴)

۹۲ (۳)

۸۶ (۲)

۸۲ (۱)





غواصی در عمق ۱۰ متری از سطح آب در حال شناست. او توسط لوله‌ای که به هوای آزاد متصل است، نفس می‌کشد. فشار وارد بر قفسه‌ی سینه‌ی غواص چند برابر فشار هوای درون ریه اوست؟  $(P_0 = 1.0^5 \text{ Pa}, \rho_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3})$

(کانون فرهنگی آموزش)

(درصد پاسخ گویبی صحیح ۱۸٪)



۱۰ (۴)      ۲ (۳)      ۱/۱ (۲)      ۱ (۱)

پاسخ

مطابق شکل، برای تزریق سرم به یک بیمار، سوزن سرنگ را به قسمت خالی بالای کیسه پلاستیکی حاوی محلول وارد می‌کنند، حداقل ارتفاعی که لازم است کیسه پلاستیکی از بیمار داشته باشد تا محلول در سیاهرگ او نفوذ کند، ۱۵ سانتی‌متر است، فشار پیمانده‌ی در سیاهرگ بیمار چند کیلو پاسکال است؟ (چگالی محلول را  $1/2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  در نظر بگیرید و  $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ )

(کانون فرهنگی آموزش)



۱/۸ (۴)      ۰/۳۶ (۳)      ۳۶۰ (۲)      ۱۸۰۰ (۱)

پاسخ

ابعاد ظرف استوانه‌ای B، دو برابر ابعاد ظرف استوانه‌ای A است. ظرف A را پر از آب می‌کنیم و هم جرم با آب در استوانه B جیوه می‌ریزیم. فشاری که آب بر کف ظرف A وارد می‌کند، چند برابر فشاری است که جیوه بر کف ظرف B وارد می‌کند؟  $(\rho_{\text{آب}} = 13/6 \rho_{\text{جیوه}})$

(خارج از کشور تجربی ۹۶)

۴ (۴)      ۱۳/۶ (۳)      ۱/۴ (۲)      ۱/۱۳/۶ (۱)

پاسخ

فشار هوا در بالا و پایین یک برج به ترتیب  $137 \text{ mmHg}$  و  $557 \text{ mmHg}$  است. ارتفاع این برج چند متر است؟ (چگالی متوسط هوا  $1/2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ،  $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$  و چگالی جیوه  $13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  فرض شود.)

(کانون فرهنگی آموزش)

(درصد پاسخ گویبی صحیح ۶٪)

پاسخ

۱۳۶ (۲)      ۶۸ (۱)  
۲۷۲ (۴)      ۲۰۴ (۳)

دو مایع A و B را که چگالی آن‌ها  $\rho_A = 1/2 \text{ g/cm}^3$ ،  $\rho_B = 0/6 \text{ g/cm}^3$  است را با یکدیگر مخلوط کرده و در یک ظرف استوانه‌ای می‌ریزیم. اگر  $1/3$  حجم مخلوط از مایع A و بقیه آن از مایع B و ارتفاع مخلوط در ظرف ۷۵ سانتی‌متر باشد، فشار وارد از طرف مخلوط بر کف ظرف چند پاسکال است؟  $(g = 10 \text{ m/s}^2)$

(سرآی ریاضی ۹۵)

۹۷۵۰ (۴)      ۹۰۰۰ (۳)      ۶۷۵۰ (۲)      ۶۰۰۰ (۱)

پاسخ