

# تجربہ فیزیک جامع

- احمد مصلاہی • امین امینی
- مجید ساکی • شاہین اقبال
- جمال خمخاجی • محمد توکلی

خدیی خدیی!

مجموعہ کتاباے

نردبان

شامل مباحث

فیزیک ۱، ۲ و ۳

برای  
درصدہای  
بالا تر



- بیش از ۱۵۰ تست تالیفی با ایده نو کاملاً منطبق بر کتاب درسی و نگرش کنکورهای جدید
- شبیه سازی تست های سخت کنکورهای چند سال اخیر و تمرین های چالشی کتاب درسی
- پاسخ های تشریحی همراه با بیان نکات، استراتژی های حل و روش های خلاقانه

## ...مقدمه ناشر... ...

### ۱ همیشه اولین انتخاب، بهترین انتخاب نیست!

ما آدم‌ها در مسیر زندگی، گاهی با انتخاب‌هایی روبه‌رو می‌شویم که در لحظه به نظر درست می‌رسند، اما یک جایی متوجه می‌شویم که راه‌های بهتری هم وجود دارد و باید مسیر را عوض کرد. داستان زندگی جی. رابرت اوپنهاইمر، پدر بمب اتم، این نکته را به خوبی یادآوری می‌کند!

در آغاز فیلم اوپنهاইمر که داستان زندگی‌اش را روایت می‌کند، جوانی سرشار از استعداد را می‌بینیم که رؤیای شیمی‌دان شدن در سر دارد، اما این رؤیا چندان به ثمر نمی‌نشیند. شکست‌ها و ناکامی‌ها در شیمی او را ناامید می‌کنند. اما اوپنهاইمر، به جای اصرار بر مسیری که در آن به بن‌بست خورده، به سراغ فیزیک می‌رود و همین تغییر مسیر، دنیای او را دگرگون می‌کند و تا جایی پیش می‌رود که جایزه نوبل فیزیک را دریافت می‌کند. حالا حساب کنید اگر اوپنهاইمر بر انتخاب اول خودش اصرار داشت، به کجا می‌رسید! واقعیت این است که قرار نیست ما آدم‌ها در اولین انتخاب و مسیر خود حتماً موفق شویم! پس هیچ وقت روی چیزی که انتخاب می‌کنید، تعصب نداشته باشید و پروتئید که ممکنه راه بهتری در انتظارتون باشه!

### ۲ علم بدون مسئولیت اخلاقی، می‌تواند ویرانگر باشد!

در ادامه فیلم اوپنهاইمر، دانشمند جوانی که با تغییر مسیر خود به فیزیک، دنیای علم را متحول می‌کند، به نقطه‌ای می‌رسد که با بزرگ‌ترین اختراعش، بمب اتم، دنیا را به لرزه درمی‌آورد. اوپنهاইمر به قدرت علم و دستاوردهای علمی خود ایمان دارد، اما پس از نخستین انفجار اتمی، وقتی تأثیر مخرب و مرگبار این سلاح را درک می‌کند، زندگی‌اش دیگر مثل گذشته نیست. او با چالشی اخلاقی روبه‌رو می‌شود؛ چالشی که نه از جنس فرمول‌ها و معادلات، بلکه از جنس مسئولیت انسانی و تأثیرات عملی علم است. تصور کنید اگر دانشمندان از جمله اوپنهاইمر بدون در نظر گرفتن عواقب کارهایشان دست به چنین اختراعاتی می‌زدند، چه اتفاقی برای بشریت می‌افتاد! حقیقت این است که علم، قدرتی عظیم به انسان می‌دهد، اما وقتی این قدرت بدون تعهد و درک درست از پیامدهایش به کار گرفته شود، می‌تواند به جای پیشرفت، ویرانی و نابودی به همراه داشته باشد.

پس یادتون بمونه علم و دانش که کسب می‌کنید، ابزاریه که باید اون رو در راه درست به کار بگیرید. دانش وقتی ارزشمنده که در مسیر فیر و پیشرفت جامعه انسانی باشه، نه برعکس.

**نتیجه** داستان اوپنهاইمر به ما می‌آموزد که در مسیر علم و انتخاب‌های زندگی، همیشه منعطف و هوشیار باشیم. گاهی تغییر مسیرها، ما را به مقصدهای ارزشمندتری می‌رسانند. هم‌چنین، هر دستاورد علمی مسئولیتی سنگین به همراه دارد. وظیفه شما این است که این دانش را به گونه‌ای به کار بگیرید که هم برای خودتان و هم برای دیگران، نتایج مثبتی به همراه داشته باشد. از این حرف‌ها که بگذریم، می‌رسیم به کتاب فیزیک جامع نردبام! در این کتاب کلی سؤال جدید و متنوع و خلاقانه می‌بینید که تا این لحظه، مشابهش را جایی ندیدید! تبلیغ الکی نمی‌کنم، یه کم که با کتاب جلو برید، متوجه حرفم خواهید شد!

کلاً این کتاب را خیلی دوست دارم، چون حاصل یک کار تیمی خوب از مؤلفان خلاق و کاردرسته! از همه دوستان به شدت تشکر می‌کنم، چون برای نوشتن این کتاب بیش از یک سال زحمت کشیدند!

از یگانه فلاحتی هم خیلی خیلی ممنونم که کارهای این کتاب را به خوبی و با دلسوزی هر چه تمام جلو برد! و در نهایت، از شما دانش‌آموزان عزیز که با اعتماد به خیلی سبز، این کتاب را برای یادگیری انتخاب کردید، ممنونیم. امیدواریم فیزیک جامع نردبام بتواند همراه مطمئنی در مسیر موفقیتتان باشد و کمک کند به آن چیزی که شایسته‌اش هستید، برسید!

به امید موفقیت و یادگیری‌های بزرگ

## ... «مقدمه مؤلفان» ...

### ۱ آغاز

چند سال پیش یه سریال آلمانی در ژانر علمی-تخیلی به نام دارک (DARK) ساخته شد. توی این سریال مفاهیم فلسفی نظیر اختیار و سرنوشت در لابه‌لای چهره‌پی‌انتوایی از مفاهیم فیزیکی زمان و مکان وارد می‌شه و داستانی پیچیده و پندلایه رو توصیف می‌کنه. یکی از دیالوگ‌های مهمی که در کل سریال، دو، سه بار توی سکانس‌های مقتطف تکرار شد، این بود:

آدون: «اون چیزهایی که می‌دونیم قطره است و اون چیزهایی که نمی‌دونیم اقیانوس»  
یوناس: یعنی چی؟

یعنی ما نادانیم و برای ندانسته‌هامون هر مشغفی وجود نداره. اولین گام برای رشد، پذیرفتن همین واقعیت است. همون‌طور که سقراط با جمله معروف «می‌دانم که نمی‌دانم» به ما گوشزد می‌کنه که دانایی حقیقی، آگاهی از نادانی خود هست و این، نقطه آغاز هست و پوهاست. همین نادانیه که باعث می‌شه درک برخی مفاهیم برامون دشوار باشه. در واقع نادانی عدت است و دشواری درک مفاهیم معلول. نه فقط در درس، بلکه در همه ابعاد زندگی از رویارویی با مسائل و چالش‌های دشوار نباید بترسید. نترسیدن از ندانستن، شمامت پرسیدن و یادگرفتن رو به ارمغان میاره. یادتون باشه که فکر کردن روی مسئله، تحلیل داده‌ها و فواسته‌ها و در نهایت ایده‌پردازی برای حل اون مسئله، هم باعث رشد فردی و گسترش توانایی ذهنی شما می‌شه و هم با دانشی که به دست میارید، دیگه حل اون مسئله براتون دشوار نخواهد بود.

### ۲ شالوده کتاب

البته که هدف اصلی ما صحبت راجع به کتاب فیزیک جامع نردبام است. هنگام تألیف این کتاب دغدغه ما این بود که اساساً یک تست دشوار، باید چگونه شکل بگیرد؟!

دشواری بودن یک تست مانند اغلب مفاهیم دیگر نسبی است؛ هم از نقطه‌نظر فردی و هم زمانی.

یعنی حل یک تست برای برخی از شما آسان و برای برخی دیگر، دشوار است. هم‌چنین تستی که در کنکور ۲۰ سال پیش دشوار محسوب می‌شد، الان دیگر دشوار نیست. با این حال، ما برای تألیف این کتاب، نیاز به تعریف یک چارچوب داشتیم. برای طراحی تست‌های این کتاب، دشواری تست‌ها را در قالب چهار ویژگی زیر پیاده‌سازی کردیم:

۱- پرداختن به مفاهیم: برای پاسخ‌دادن به این تست‌ها باید خیلی فکر کنید و تحلیل عمیقی داشته باشید.

۲- پرداختن به محاسبات نسبتاً طولانی و چندمرحله‌ای: برای پاسخ‌دادن به این تست‌ها علاوه بر تحلیل، باید با محاسبات ریاضی نسبتاً طولانی دست و پنجه نرم کنید.

۳- پرداختن به تست‌های ترکیبی: این تست‌ها از ترکیب دو یا چند مبحث مختلف طراحی شده‌اند و شما برای پاسخ‌دادن به آن‌ها باید روی همه مباحث درگیر، تسلط پیدا کنید.

۴- پرداختن به نقاط پنهان: این تست‌ها نقاطی از کتاب درسی را هدف قرار می‌دهند که معمولاً خیلی به آن‌ها پرداخته نمی‌شود. در چند سال اخیر سر و کله این تست‌ها در کنکور پیدا شده است.

### ۳ ساختار و ویژگی‌های کتاب

۱- تست‌های این کتاب براساس ترتیب موضوعی کتاب درسی طبقه‌بندی شده است.

۲- ورود شما به هر موضوع با تست‌های متوسط رو به آسان است و سطح تست‌ها به مرور دشوارتر می‌شوند.

۳- علاوه بر تست‌های تألیفی، تست‌های دشوار کنکورهای چند سال اخیر را شبیه‌سازی کردیم یا از زاویه‌ای دیگر به آن‌ها نگاه کردیم تا خیالتان از این بابت هم راحت باشد.

۱- این جمله نقل قولی از ایزاک نیوتون است.

۴- چگالی تست‌ها در هر مبحث، براساس اهمیت آن مبحث در کنکور است. مباحث مهم‌تر و تست‌خیزتر، درصد بیشتری از تست‌ها را به خود اختصاص داده است.

۵- در پاسخ تست‌ها سعی کردیم توضیحاتمان حوصله‌سبر نباشد و به توصیف بدیهیات نپردازیم. به قول معروف «یه راست رفتیم سر اصل مطلب».

۶- در پاسخ تست‌ها، هر جا نیاز بود از آیکن‌هایی با هدف مشخص مانند استراتژی، نکته، تیزباز و ... استفاده کردیم.

#### ۴ دو نکته مهم راجع به کتاب

■ در این کتاب تلاش کردیم پیمان را از کتاب درسی و کنکور فراتر نگذاریم. برای حل تست‌های این کتاب به دانشی در حد کتاب درسی و کنکور، اما درکی عمیق‌تر و مهارت‌های ریاضی بیشتر، نیاز دارید. یعنی قرار نیست که زمان و انرژی‌تان برای حل سؤال‌های خارج از اهداف کتاب درسی و کنکور تلف شود.

■ این کتاب برای داوطلبان سخت‌کوش که به تست‌های دشوارتر نیاز دارند، تألیف شده است. ما معتقدیم که این افراد قبل از استفاده از این کتاب، مباحث درسی را خوانده‌اند به همین دلیل بخشی با عنوان درس‌نامه در این کتاب نمی‌بینید، اما در پاسخ تست‌ها نکات مهمی که داوطلب باید بداند را آورده‌ایم.

#### ۵ تشکر و قدردانی

دکتر کمیل نصری که همیشه می‌فوار بهترین باشیم.

مهندس رضا سبزمیدانی که همیشه هست، وقتی به راهنمایی‌هاشون نیاز داریم.

آقای ایمان سلیمان‌زاده که همیشه تلاش می‌کنه کتاب‌های نردبام توی اوج باشه.

مهندس مهدی بقایی که همیشه تأکید می‌کنه که منظم باشیم و کتاب‌ها رو سر وقت برسونیم.

آقایان سهیل سماوی، فرشید اعرابی و تک‌تک پر و پوه‌های واحد تولید که همیشه زحمت‌کش‌ترین‌اند.

خانم‌ها یگانه فلاچی و الهه آرائی که همیشه پیگیر و نگران بودند تا همه چی طبق برنامه‌ریزی پیش بره.

ویراستارهای علمی کتاب که همیشه تیزبین‌ترین‌اند.

خانواده‌هامون که همیشه از فودگذشتگی می‌کنند تا لفظه‌هایی که باید با اون‌ها سپری بشه رو صرف تألیف کتاب کنیم.

#### ۶ پایان

بیان این موضوع ضروری است که هیچ کتابی کامل نیست و حتماً نقطه‌ضعف‌ها و اشکال‌هایی دارد، چون فقط در این صورت است که ارتقا و پیشرفت معنی پیدا می‌کند. اگر در جایی از کتاب اشکال علمی، محاسباتی و نگارشی دیدید یا پیشنهادی داشتید، ممنون می‌شویم که آن را از طریق آدرس تلگرام زیر با ما در میان بگذارید.

📞 @edit-kheilisabz

## تقدیم به...

■ همسر عزیزم پرستو «احمد مصلائی»

■ انسان‌هایی که بخشی از زمانشان را به تفکر، افزایش آگاهی و ایجاد نگرش متفاوت و جدید اختصاص می‌دهند.

«امین امینی»

■ ر- س «مجید ساکی»

■ روان‌پدرم که بسیاری مانند من را در نوجوانی با زیبایی دانش فیزیک آشنا کرده بود و پیشکش به دوستان این

زیبایی «شاهین اقبال»

■ عاشقان سخت‌کوش فیزیک «جمال خمخاجی»

■ آن‌هایی که دوستشان دارم «محمد توکلی»

## ...<فهرست>...

۷	فصل اول: فیزیک و اندازه‌گیری
۱۳	فصل دوم: ویژگی‌های فیزیکی مواد
۲۸	فصل سوم: کار، انرژی و توان
۳۸	فصل چهارم: دما و گرما
۴۹	فصل پنجم: الکتریسیته ساکن
۶۶	فصل ششم: جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم
۸۴	فصل هفتم: مغناطیس و القای الکترومغناطیسی
۱۰۲	فصل هشتم: حرکت بر خط راست
۱۳۹	فصل نهم: دینامیک
۱۴۹	فصل دهم: نوسان و امواج
۱۸۲	فصل یازدهم: آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای
۱۹۶	پاسخ‌نامه تشریحی
۵۳۴	پاسخ‌نامه کلیدی

## پرستش‌های چهارگزینه‌ای

۱- در مقایسه دو مدل‌سازی یکی برای حرکت توپ بسکتبال در هوا و دیگری برای حرکت برگ در حال سقوط در هوا، چه تعداد از عبارات‌های زیر نادرست است؟  
 الف) در هر دو، از تغییرات وزن ناشی از تغییر فاصله از مرکز زمین چشم‌پوشی می‌کنیم.

ب) در هر دو، از نیروی مقاومت هوا در مسیر حرکت چشم‌پوشی می‌کنیم.

پ) فقط برای توپ بسکتبال می‌توان جسم را به صورت یک ذره در نظر گرفت.

ت) در هر دو، جرم جسم در مسیر حرکت الزاماً تغییر می‌کند.

- (۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

۲- مطابق شکل زیر، جسم متصل به فنری در حالت تعادل قرار دارد. جسم را اندکی به سمت پایین کشیده و سپس رها می‌کنیم. اگر جسم پس از چند رفت و برگشت متوقف شود در مدل‌سازی فیزیکی این حرکت از چه تعداد از کمیت‌های زیر می‌توانیم چشم‌پوشی کنیم؟



- الف) جرم جسم  
 ب) ابعاد جسم  
 ث) اندازه نیروی رو به پایین اولیه وارد بر جسم  
 ج) تغییر شتاب گرانشی به دلیل تغییر ارتفاع جسم  
 د) ثابت فنر  
 ه) اندازه نیروی مقاومت هوای وارد بر جسم

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۳- در کدام گزینه همه کمیت‌ها فرعی و برداری هستند؟

- (۱) نیرو، اختلاف پتانسیل الکتریکی، جابه‌جایی  
 (۲) تکانه، میدان الکتریکی، شتاب گرانشی  
 (۳) میدان مغناطیسی، نیروی محرکه الکتریکی، سرعت  
 (۴) فشار، شار مغناطیسی، جریان الکتریکی

۴- یکای فرعی کدام‌یک از کمیت‌های زیر به صورت  $\frac{kg^\alpha \cdot m^\beta}{s^\gamma}$  نیست؟ (m, kg) s به ترتیب نماد یکاهای کیلوگرم، متر و ثانیه و  $\alpha$  و  $\beta$  و  $\gamma$  اعداد طبیعی هستند.)

- (۱) نیرو (۲) انرژی (۳) فشار (۴) توان

۵- یکای کدام کمیت برحسب یکاهای اصلی به صورت  $\frac{A^2 \cdot s^4}{kg \cdot m^3}$  است؟

- (۱) ثابت گرانش عمومی (۲) ثابت پلانک (۳) ضریب گذردهی الکتریکی خلأ (۴) ضریب تراوایی مغناطیسی خلأ

۶- در فرمول فیزیکی  $C = A + gB$  که در آن g شتاب گرانش زمین و یکای کمیت B برابر  $\frac{kg}{m}$  می‌باشد، کمیت A از جنس چه کمیتی است؟

- (۱) انرژی (۲) فشار (۳) توان (۴) نیرو

۷- در فرمول فیزیکی  $D^2 = \frac{A \times B^2}{B + C}$  یکای کمیت C برابر  $\frac{m^2}{s^3}$  و کمیت D از جنس شتاب است. یکای کمیت A کدام است؟

- (۱)  $\frac{m}{s}$  (۲)  $\frac{s}{m}$  (۳)  $\frac{m^2}{s^2}$  (۴)  $\frac{s^2}{m^2}$

۸- هر مایل دریایی تقریباً برابر با ۲۰۲۵ یارد و هر گره دریایی سرعتی برابر با یک مایل دریایی بر ساعت است. تقریباً چه مدت طول می‌کشد تا یک کشتی فاصله ۲۷ کیلومتری بین دو نقطه را با تندی ۸ گره دریایی طی کند؟

- (۱) ۱ ساعت و ۳۰ دقیقه (۲) ۱ ساعت و ۴۰ دقیقه (۳) ۲ ساعت و ۱۵ دقیقه (۴) ۲ ساعت و ۲۰ دقیقه

۹- قیمت یک قطعه الماس ۵ گرمی به طور تقریبی معادل قیمت چند کیلوگرم طلای ۱۸ عیار است؟ (قیمت هر قیراط از این الماس را ۴۰۰۰۰ دلار و قیمت هر انس طلای ۱۸ عیار را ۲۰۰۰ دلار فرض کنید و ۱ قیراط = ۲۰۰ میلی‌گرم و ۱ انس = ۲۸ گرم)

- (۱) ۵ (۲) ۱۰ (۳) ۱۴ (۴) ۲۸

۱۰- درون ظرفی مکعبی شکل، ۵ L آب و  $2000 \text{ cm}^3$  روغن می‌ریزیم. اگر  $12/5$  درصد از حجم ظرف خالی باقی بماند، طول هر ضلع مکعب چند دسی‌متر است؟

- (۱) ۰/۱ (۲) ۰/۲ (۳) ۱ (۴) ۲

۱۱- مساحت مثلث شکل مقابل  $2/16 \text{ m}^2$  است. وتر مثلث چند فوت است؟ ( $1 \text{ in} = 2/5 \text{ cm}$ ,  $1 \text{ ft} = 12 \text{ in}$  و  $\sin 37^\circ = 0/6$ )

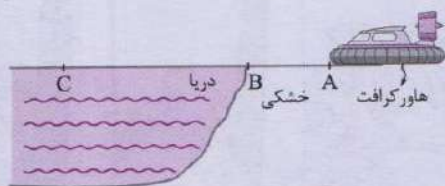


- (۱) ۵ (۲) ۷/۵ (۳) ۱۰ (۴) ۱۵

۱۲- استوانه‌ای به جرم ۸ پوند و ارتفاع ۳۲ اینچ بر روی سطح افقی قرار دارد. اگر حجم این استوانه ۲۰ گالن باشد، فشاری که این استوانه بر سطح افقی وارد می‌کند چند میلی‌نیوتون بر سانتی‌متر مربع است؟ (یک گالن را برابر ۵ L و یک پوند را برابر ۵۰۰ g و یک اینچ را برابر ۲/۵ cm در نظر بگیرید.  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

- (۱) ۱۶ (۲) ۳۲ (۳) ۱۶۰ (۴) ۳۲۰

۱۳- مطابق شکل رویه‌رو، هاورکرافتی مسیر AB به طول ۳ مایل را در خشکی با تندی  $54 \text{ km/h}$  و مسیر BC را در دریا با تندی ۶۰ گره می‌پیماید. اگر تندی متوسط هاورکرافت در کل مسیر  $24 \text{ m/s}$  باشد، مسیر BC چند مایل دریایی است؟ (هر گره برابر با  $0/5 \text{ m/s}$  و هر مایل را در خشکی  $1600 \text{ m}$  و در دریا  $1800 \text{ m}$  فرض کنید.)



- (۱) ۳ (۲) ۵ (۳) ۸ (۴) ۱۰



# پرستش‌های چهارگزینه‌ای

(برگرفته از کتاب درسی)

۵۱- کدام یک از عبارتهای زیر نادرست است؟

- الف) نداشتن شکل و حجم معین، ویژگی مشترک ماده در حالت مایع و گاز است.  
 ب) دلیل پخش ذرات جوهر در آب، حرکتهای نامنظم و کاتوره‌ای مولکول‌های جوهر است.  
 پ) فاصله ذرات سازنده مایع و جامد تقریباً یکسان و برابر یک آنگستروم است.  
 ت) پدیده پخش در گازها سریع‌تر از مایع‌ها رخ می‌دهد.

الف و ب (۱)      پ و ت (۲)      الف و پ (۳)      ب و ت (۴)

۵۲- از دیدگاه علم فیزیک در چه تعداد از موارد زیر، پدیده پخش اتفاق نمی‌افتد؟

- الف) حل شدن شکر در آب  
 ب) گسترده شدن آب بر سطح شیشه  
 پ) خیس شدن کامل دستمال کاغذی که بخش کوچکی از آن در تماس با آب است.  
 ت) انتقال بوی عطر به محیط اطراف

الف (۱)      ب (۲)      پ (۳)      ت (۴)

(برگرفته از کتاب درسی)

۵۳- علت چه تعداد از پدیده‌های زیر، نیروی بین مولکولی هم‌چسبی است؟

- الف) قطره‌های شبنمی که روی شاخ و برگ درختان ایجاد می‌شوند.  
 ب) توفان‌های شدید دریایی قادرند تنها مقدار اندکی قطره‌های آب را به سمت بالا بپاشند.  
 پ) چسبیدن موهای قلم‌مو هنگام بیرون کشیدن آن از آب.  
 ت) شناور ماندن قایق آهنی روی سطح آب.

الف (۱)      ب (۲)      پ (۳)      ت (۴)

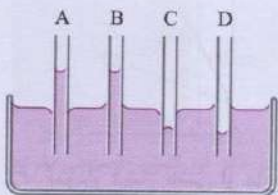
(برگرفته از کتاب درسی)

۵۴- دلیل ایجاد کدام پدیده زیر با بقیه پدیده‌ها فرق دارد؟

- الف) نشستن حشره روی سطح آب  
 ب) تشکیل حباب‌های آب و صابون  
 پ) ایجاد قطره‌های کروی آب در حین سقوط  
 ت) بالارفتن آب در لوله شیشه‌ای بسیار نازک

۵۵- تعدادی لوله موئین شیشه‌ای را که دیواره‌های (داخلی یا خارجی) آن‌ها می‌توانند تمیز یا چرب شده باشند، درون ظرف محتوی آب فرو می‌بریم. به ترتیب دیواره‌های داخلی و خارجی کدام لوله چرب شده است و کدام لوله فقط دیواره خارجی آن چرب شده است؟

A, C (۱)      B, C (۲)  
 A, D (۳)      B, D (۴)



۵۶- یک لوله موئین شیشه‌ای تمیز و استوانه‌ای شکل با قطر مقطع  $2 \text{ mm}$  را درون ظرف محتوی آب قرار می‌دهیم. اگر اختلاف ارتفاع سطح آب درون لوله و درون ظرف به  $10 \text{ cm}$  برسد، بزرگی نیروی خالص دگرچسبی بین مولکول‌های آب و شیشه چند نیوتون است؟ ( $\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$ ,  $g = 10 \text{ N/kg}$ )

الف)  $3 \times 10^{-4}$       ب)  $1/2 \times 10^{-5}$       ج)  $3 \times 10^{-5}$       د)  $1/2 \times 10^{-4}$

۵۷- مکعب توپری که طول هر ضلع آن  $a$  است، روی سطح افقی میزی قرار دارد. اگر مکعب توپر دیگری از همان جنس را که طول هر ضلع آن  $\frac{a}{4}$  است، روی مکعب اول قرار دهیم، فشار ناشی از مکعب‌ها که بر سطح میز وارد می‌شود، چند برابر می‌شود؟

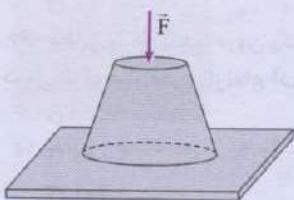
الف)  $\frac{9}{8}$       ب)  $\frac{3}{2}$       ج)  $\frac{9}{4}$       د)  $\frac{9}{2}$

۵۸- مکعب مستطیلی با اضلاع  $a$ ،  $b$  و  $c$  از روی وجه  $ab$  بر سطح افقی قرار دارد. اگر مکعب را از وجه  $bc$  روی سطح افقی قرار دهیم، فشار آن بر سطح افقی،  $\frac{1}{4}$  برابر و اگر از وجه  $ac$  روی سطح افقی قرار دهیم، فشار آن بر سطح افقی،  $\frac{1}{4}$  برابر فشار اولیه می‌شود. کدام رابطه بین طول اضلاع  $a$  و  $b$  برقرار است؟

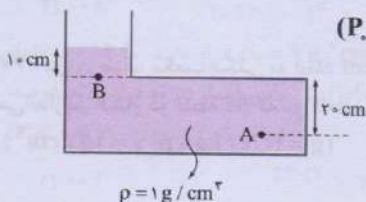
الف)  $a = \frac{b}{4}$       ب)  $a = \frac{b}{2}$       ج)  $a = 2b$       د)  $a = 4b$

۵۹- مطابق شکل روبرو، جسمی با چگالی  $3 \text{ g/cm}^3$  روی سطح افقی قرار دارد. شعاع قاعده بالایی و پایینی به ترتیب برابر  $20 \text{ cm}$  و  $80 \text{ cm}$  است. اگر بزرگی نیروی  $\vec{F}$  که به صورت قائم بر قاعده بالا وارد می‌شود،  $500\pi \text{ N}$  باشد، فشار پیمانه‌ای در قاعده بالا و پایین جسم به ترتیب از راست به چپ چند پاسکال است؟ (حجم جسم  $25 \times 10^4 \pi \text{ cm}^3$  و  $g = 10 \text{ m/s}^2$  است.)

الف)  $1/25 \times 10^4$ ،  $1/25 \times 10^4$       ب)  $1/25 \times 10^4$ ،  $1/25 \times 10^4$   
 ج)  $1/25 \times 10^4$ ،  $10^4$       د)  $10^4$ ،  $10^4$



۶۰- در شکل مقابل، فشار در نقطه A چند برابر فشار در نقطه B است؟ ( $P_0 = 9/9 \times 10^4 \text{ Pa}$  و  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )



الف)  $1/0.1$       ب)  $1/0.2$   
 ج)  $1/1$       د)  $1/2$

# پاسخ نامه تشریحی

۱- گزینه ۴ چون در حالت معمول، حرکت توپ بسکتبال و حرکت برگ در هوا، در نزدیکی سطح زمین بررسی می‌شود، به دلیل بزرگ بودن شعاع زمین در مقایسه با فاصله این اجسام از سطح زمین، می‌توان از تغییرات وزن ناشی از تغییر فاصله از مرکز زمین چشم‌پوشی کرد (درستی الف). با توجه به شکل و ابعاد جسم و مقایسه اندازه نیروی مقاومت هوا با نیروی وزن، می‌توانیم برای توپ ولی نه برای برگ از اثر مقاومت هوا چشم‌پوشی کنیم. حرکت پیچیده و زیگزاگی سقوط برگ، ناشی از برجستگی‌ها و زاویه‌دار بودن سطح برگ و نیز ناشی از اثر مقاومت هوا بر برگ سبکی است که سطح تماس قابل توجهی دارد؛ پس نمی‌توان از اثر مقاومت هوا بر برگ چشم‌پوشی کرد (نادرستی ب). چون با برهم‌کنش ذرات درون توپ یا درون برگ کاری نداریم، می‌توان هر دو جسم را ذره‌ای در نظر گرفت (نادرستی پ) و بالأخره چون مقدار باد توپ در مسیر، ثابت فرض می‌شود و معمولاً تکه‌ای از توپ یا برگ هم در مسیر حرکت کنده نمی‌شود، پس جرم این دو الزاماً تغییر نمی‌کند (نادرستی ت).

۲- گزینه ۲ با پایین آوردن جسم و رها کردن آن، جسم تحت تأثیر دو نیروی وزن و کشسانی فنر شروع به حرکت نوسانی می‌کند و در صورت نبودن نیروهای تلف‌کننده انرژی نظیر مقاومت هوا به حرکت نوسانی خود ادامه خواهد داد. چون جسم پس از چند حرکت رفت و برگشت متوقف می‌شود نتیجه می‌گیریم که به آن نیروی مقاومت هوا نیز وارد می‌شود و در مدل‌سازی حرکت جسم نمی‌توان از آن چشم‌پوشی کرد. از جرم جسم و ثابت فنر نیز نمی‌توان چشم‌پوشی کرد، چون نیروی وزن جسم  $(W = mg)$  و نیروی کشسانی فنر  $(F_e = kx)$  عوامل تأثیرگذار در حرکت نوسانی جسم هستند. چون در این جا برهم‌کنش‌های داخلی مربوط به ذرات جسم برای ما اهمیتی ندارد، می‌توانیم از ابعاد جسم چشم‌پوشی کرده و آن را مانند ذره در نظر بگیریم. از طرفی هر چه اندازه نیروی رو به پایین اولیه وارد بر جسم بیشتر باشد دامنه نوسان و کمیت‌های دیگری مانند انرژی مکانیکی نوسانگر بیشتر خواهد بود و در نتیجه در مدل‌سازی حرکت جسم باید این مورد در نظر گرفته شود. واضح است که به دلیل دامنه محدود نوسان جسم، ارتفاع آن تغییر چندانی نمی‌کند و می‌توان در مدل‌سازی از تغییر شتاب ناشی از تغییر ارتفاع، صرف نظر کرد. بنابراین از موارد (پ) و (ت) می‌توان چشم‌پوشی کرد و از موارد (الف)، (ب)، (ث) و (ج) خیر!

۳- گزینه ۴

نکته

۷ کمیت اصلی در دستگاه SI عبارتند از: طول، جرم، زمان، دما، مقدار ماده، جریان الکتریکی و شدت روشنایی. هر کمیت به جز این ۷ تا، کمیت فرعی محسوب می‌شوند. در سطح کتاب درسی و کنکور ۸ کمیت برداری را باید بشناسید که شامل جابه‌جایی، سرعت، شتاب، نیرو، میدان الکتریکی، میدان مغناطیسی، تکانه و گشتاور است.

با توجه به نکته بالا، در ۱، جابه‌جایی (از جنس طول) و در ۴، جریان الکتریکی کمیت اصلی هستند و این دو گزینه کنار می‌روند. ۳، نیروی محرکه الکتریکی کمیت نرده‌ای است و این گزینه هم کنار می‌رود.

نیروی محرکه الکتریکی از جنس اختلاف پتانسیل الکتریکی و یکای آن ولت (V) است. مراقب باشید کلمه نیرو گولتون نزنه!

۴- گزینه ۳ یکای فرعی هر یک از گزینه‌های داده شده را بر حسب m، kg و s به دست آورده و سپس آن را با رابطه داده شده مقایسه می‌کنیم.

۱  $F = ma \Rightarrow$  یکای نیرو =  $kg \cdot \frac{m}{s^2}$  = یکای شتاب  $\times$  یکای جرم = یکای نیرو  $\Rightarrow \alpha = 1, \beta = 1, \gamma = 2$  ✓

۲  $K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow$  یکای انرژی =  $kg \cdot (\frac{m}{s})^2$  = (یکای تندی)  $\times$  یکای جرم = یکای انرژی ✓

یکای انرژی =  $\frac{kg \cdot m^2}{s^2} \equiv \frac{kg^\alpha \cdot m^\beta}{s^\gamma} \Rightarrow \alpha = 1, \beta = 2, \gamma = 2$  ✓

۳  $P = \frac{F}{A} \Rightarrow$  یکای فشار =  $\frac{یکای نیرو}{یکای مساحت} = \frac{s^2}{m^2} = \frac{kg}{m \cdot s^2} = \frac{kg \cdot m^{-1}}{s^2}$

یکای فشار =  $\frac{kg \cdot m^{-1}}{s^2} \equiv \frac{kg^\alpha \cdot m^\beta}{s^\gamma} \Rightarrow \alpha = 1, \beta = -1, \gamma = 2$  × (چون  $\beta$  عدد طبیعی نیست.)

۴  $P = \frac{W}{t} = \frac{Fd}{t} \Rightarrow$  یکای توان =  $\frac{یکای جابه‌جایی \times یکای نیرو}{یکای زمان} = \frac{(kg \cdot m) \times m}{s}$

یکای توان =  $\frac{kg \cdot m^2}{s^2} \equiv \frac{kg^\alpha \cdot m^\beta}{s^\gamma} \Rightarrow \alpha = 1, \beta = 2, \gamma = 2$  ✓

۵- گزینه ۳ در یکای داده شده  $\frac{A^2 \cdot s^4}{kg \cdot m^2}$ ، نماد آمپر وجود دارد؛ بنابراین احتمال این که یکی از ۳ یا ۴ درست باشد نسبت به دو گزینه دیگر بیشتر است

(چرا؟) پس ابتدا این گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم:

۳  $F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \Rightarrow \epsilon_0 = \frac{|q_1||q_2|}{4\pi r^2 F} \Rightarrow$  یکای ضریب گذردهی الکتریکی خلأ =  $\frac{(یکای بار الکتریکی)^2}{یکای نیرو \times (یکای طول)^2} = \frac{q=It}{F=ma}$

یکای ضریب گذردهی الکتریکی خلأ =  $\frac{(یکای زمان \times یکای جریان)^2}{(یکای شتاب \times یکای جرم) \times (یکای طول)^2} = \frac{(A \times s)^2}{m^2 \times (kg \cdot \frac{m}{s^2})} = \frac{A^2 \cdot s^4}{kg \cdot m^2}$  ✓



برای تمرین، یکای گزینه‌های دیگر را نیز به دست می‌آوریم:

$$\boxed{4} \quad B = \frac{\mu_0 n I}{l} \Rightarrow \mu_0 = \frac{B l}{N I} \xrightarrow{F=q|vB \sin \theta} \mu_0 = \frac{F l}{N \sin \theta |q| v l}$$

$$\text{یکای طول} \times \text{یکای نیرو} \xrightarrow{F=ma} \text{یکای جریان الکتریکی} \times \text{یکای تندی} \times \text{یکای بار الکتریکی} = \text{یکای ضریب تراوایی مغناطیسی خلا}$$

$$\text{یکای ضریب تراوایی مغناطیسی خلا} = \frac{(\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) \times \text{m}}{(\text{A} \cdot \text{s}) \times (\frac{\text{m}}{\text{s}}) \times \text{A}} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2 \cdot \text{m}} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{A}^2 \cdot \text{s}^2}$$

$$\boxed{1} \quad F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \Rightarrow G = \frac{F r^2}{m_1 m_2}$$

$$\Rightarrow \text{یکای ثابت گرانش عمومی} = \frac{(\text{یکای طول})^2 \times \text{یکای نیرو}}{(\text{یکای جرم})^2} \xrightarrow{F=ma} \text{یکای ثابت گرانش عمومی} = \frac{\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \times \text{m}^2}{(\text{kg})^2} = \frac{\text{m}^3}{\text{s}^2 \cdot \text{kg}}$$

$$\boxed{2} \quad E = hf \Rightarrow h = \frac{E}{f} \Rightarrow \text{یکای ثابت پلانک} = \frac{\text{یکای انرژی}}{\text{یکای بسامد}} \xrightarrow{K=\frac{1}{2}mv^2} \text{یکای ثابت پلانک} = \frac{\text{kg}(\frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{\frac{1}{\text{s}}} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}}$$

**۶- گزینه ۲** دو کمیت A و gB هم‌جنس و دارای یکای یکسان هستند و به همین دلیل است که توانسته‌ایم آن‌ها را در یک فرمول فیزیکی با یکدیگر جمع کنیم، بنابراین:

$$\text{یکای (gB)} = \text{یکای B} \times \text{یکای g} = \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$$

اکنون می‌توان یکای کمیت‌های داده‌شده در گزینه‌ها را به دست آورد و در صورت معادل‌بودن آن با یکای به‌دست‌آمده برای gB نتیجه گرفت که کمیت A نیز از همان جنس کمیت است:

$$\boxed{2} \quad P = \frac{F}{A} \Rightarrow \text{یکای فشار} = \frac{\text{یکای نیرو}}{\text{یکای مساحت}} \xrightarrow{F=ma} \text{یکای فشار} = \frac{\text{kg} \times (\frac{\text{m}}{\text{s}^2})}{\text{m}^2} = \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$$

پس کمیت A از جنس فشار است. (برای تمرین می‌توانید یکای سایر کمیت‌های داده‌شده در گزینه‌ها را بر حسب یکاهای اصلی به دست بیاورید.)

**۷- گزینه ۴** در فرمول فیزیکی داده‌شده کمیت B با کمیت C جمع شده است؛ بنابراین جنس کمیت‌های B و C و حاصل جمع آن‌ها یعنی B+C یکسان و یکای آن‌ها برابر  $\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$  است. چون جنس کمیت D از شتاب است، داریم:

$$D^2 = \frac{A \times B^2}{B+C} \Rightarrow (D \text{ یکای})^2 = \frac{A \text{ یکای} \times (B \text{ یکای})^2}{(B+C) \text{ یکای}} \Rightarrow (D \text{ یکای})^2 = \frac{A \text{ یکای} \times (B \text{ یکای})^2}{B \text{ یکای}} = A \text{ یکای} \times (B \text{ یکای})^2$$

$$A \text{ یکای} = \frac{(D \text{ یکای})^2}{(B \text{ یکای})^2} = \frac{(D \text{ یکای})^2}{(C \text{ یکای})^2} = \frac{(\frac{\text{m}}{\text{s}^2})^2}{(\frac{\text{m}}{\text{s}^2})^2} = \frac{\text{m}^2}{\text{s}^4} = \frac{\text{s}^2}{\text{m}^2}$$

**۸- گزینه ۲** گره دریایی را با kn، مایل دریایی را با nmi و یارد را با yd نشان می‌دهیم. با توجه به داده‌های تست:

$$v = \lambda kn = \lambda \times \frac{nmi}{h} \approx \lambda \times (\frac{nmi}{h}) \times (\frac{2025 \text{ yd}}{1 nmi}) = 16200 \text{ yd/h}$$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta x}{v} \xrightarrow{1 \text{ yd} = 1.0^3 \text{ yd}} \Delta t = \frac{27 \times 10^3 \text{ yd}}{16200 \text{ yd/h}} = \frac{27000}{16200} \text{ h} = \frac{270}{162} \text{ h} = \frac{54 \times 5}{54 \times 3} = \frac{5}{3} \text{ h} = 1 \frac{2}{3} \text{ h}$$

$$= 1 \text{ h} + \frac{2}{3} \text{ h} = 1 \text{ h} + \frac{2}{3} \times 60 \text{ min} = 1 \text{ h} + 40 \text{ min}$$

**۹- گزینه ۳** جرم قطعه الماس داده‌شده را بر حسب قیراط به دست آورده و سپس قیمت آن را بر حسب دلار محاسبه می‌کنیم:

$$\text{جرم الماس} = 5g = 5g \times \frac{1 \text{ قیراط}}{(200 \times 10^{-3})g} = \frac{5}{0.2} \text{ قیراط} = 25 \text{ قیراط}$$

$$\text{دلار} = 10^6 = 25 \times 40000 \text{ دلار} = 25 \times \frac{40000 \text{ دلار}}{1 \text{ قیراط}} = 25 \times 40000 \text{ دلار} = 10^6 \text{ دلار}$$

اکنون تعداد انس طلای ۱۸ عیاری را که با  $10^6$  دلار می‌توان خریداری کرد به دست می‌آوریم؛ با توجه به این که قیمت هر انس طلای ۱۸ عیار ۲۰۰۰ دلار است، داریم:

$$\text{انس} = 500 = \frac{10^6}{2000} \text{ انس} = \frac{10^6}{2000} \text{ انس} \times \frac{1 \text{ انس}}{3000 \text{ دلار}} = 10^6 \text{ دلار} = \text{تعداد انس طلا}$$

در پایان جرم این مقدار از طلای ۱۸ عیار را بر حسب کیلوگرم به دست می‌آوریم:

$$\text{جرم طلا} = 500 \text{ انس} = 500 \text{ انس} \times \frac{28 \text{ گرم}}{1 \text{ انس}} \times \frac{10^{-3} \text{ kg}}{1 \text{ گرم}} = 500 \times 28 \times 10^{-3} \text{ kg} = 14 \text{ kg}$$

