

## درسنامه قوانین حرکت نیوتون

صفحه‌های ۳۰ تا ۳۵ کتاب درسی

**مفهوم نیرو:** نیرو کمیتی است که می‌تواند سبب تغییر سرعت (اندازه و جهت سرعت) یا تغییر شکل یک جسم شود.

**قانون اول نیوتون:** یک جسم حالت سکون یا حرکت با سرعت ثابت خود را حفظ می‌کند، مگر آن‌که نیروی خالصی (غیر صفر) بر آن وارد شود.

**لختی:** اگر بر جسم نیروی خالصی وارد نشود، جسم ساکن می‌ماند و یا با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد. به این خاصیت اجسام که میل دارند وضعیت حرکت خود را هنگامی که نیروی خالص وارد بر آن‌ها صفر است حفظ کنند، لختی گویند.

### ◇ چند نتیجه و نکته

۱. نیروی کمیتی برداری است.

۲. اگر نیروی خالص وارد بر جسمی صفر باشد (جسم ساکن یا در حال حرکت با سرعت ثابت باشد)، می‌گوییم نیروهای وارد بر جسم متوازن هستند.

۳. جرم جسم معیاری از مقدار لختی جسم است. هر چه جرم جسم بیشتر باشد، لختی بیشتر تری دارد و تغییر وضعیت حرکتی آن دشوارتر است.

### قانون دوم نیوتون

هرگاه بر جسمی نیروی خالصی وارد شود، جسم تحت تأثیر آن نیرو، شتابی هم‌جهت با نیرو به دست می‌آورد، به طوری که، این شتاب با نیروی خالص وارد بر

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_{\text{net}}}{m} \Rightarrow \vec{F}_{\text{net}} = m\vec{a}$$

جسم نسبت مستقیم و با جرم جسم نسبت وارون دارد. رابطه قانون دوم نیوتون به صورت مقابل است:

اگر  $m$  برحسب  $\text{kg}$ ،  $a$  برحسب  $\text{m/s}^2$  باشد، آنگاه  $F$  برحسب  $\text{kg}\cdot\text{m/s}^2$  یا نیوتون (N) خواهد بود. بنابراین یکای نیرو در SI، نیوتون است.

### ◇ چند نتیجه و نکته

۱. یک نیوتون برابر با مقدار نیروی خالصی است که به جسمی به جرم  $1\text{kg}$  شتابی برابر  $1\text{m/s}^2$  می‌دهد.

۲. همواره نیروی خالص وارد بر جسم و شتاب حاصل از آن هم‌جهت هستند.

۳. در یک بازه زمانی معین، نیروی متوسط با تغییر سرعت هم‌جهت است.

۴. نیرو بر حسب بردارهای یک‌جهت قابل بیان است. در راستای  $x$  بر حسب  $\vec{i}$  و در راستای  $y$  بر حسب  $\vec{j}$  و در صفحه به صورت  $\vec{F} = \alpha\vec{i} + \beta\vec{j}$  می‌باشد.

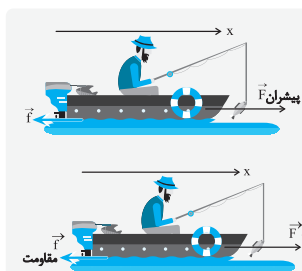
$$F_{\text{net}} = ma \Rightarrow \frac{F_y}{F_x} = \frac{m_y}{m_x} \times \frac{a_y}{a_x}$$

۵. برای مقایسه دو حالت داریم:

۶. برای حل مسئله‌های دینامیک با رسم شکل، برآیند نیروهای وارد بر جسم را تعیین کرده و از قانون دوم نیوتون استفاده می‌کنیم:



### دینامیک حرکت بر خط راست (در یک بعد)



مثال: نیروی موتور یک قایق موتوری که جرم آن با سرنشینش  $400\text{kg}$  است، به‌گونه‌ای تنظیم می‌شود که در بازه زمانی معینی، همواره نیروی افقی خالص  $800\text{N}$  به طرف جلو بر قایق وارد می‌کند. (نهایی تجربی - شهریور ۹۹)  
الف) اگر نیروی پیشران  $1400\text{N}$  باشد، نیروی مقاومت در آن لحظه چقدر است؟  
ب) شتاب این قایق چقدر و در چه جهتی است؟

حل:

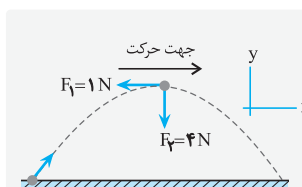
$$F_{\text{net}} = F - f \quad \xrightarrow{F_{\text{net}}=800\text{N}, F=1400\text{N}} \quad 800 = 1400 - f \Rightarrow f = 600\text{N} \quad \text{الف)}$$

ب) برای محاسبه شتاب قایق از قانون دوم نیوتون استفاده می‌کنیم:

$$a = \frac{F_{\text{net}}}{m} \quad \xrightarrow{F_{\text{net}}=800\text{N}, m=400\text{kg}} \quad a = \frac{800}{400} = 2\text{m/s}^2$$

شتاب قایق در جهت نیروی خالص و به طرف جلو است.

### دینامیک حرکت در صفحه (در دو بعد)



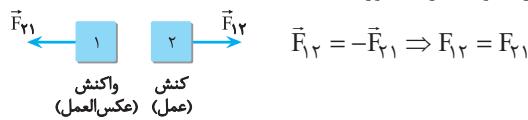
مثال: شکل روبه‌رو نیروهای وارد بر توپی به جرم  $4\text{kg}$  را در بالاترین نقطه مسیری نشان می‌دهد. بردار شتاب این توپ را در نقطه نشان داده شده بر حسب بردارهای یک‌جهت بنویسید. (نهایی تجربی - خرداد ۱۴۰۰)

حل: با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_{\text{net}}}{m} \quad \xrightarrow{F_{\text{net}} = -1\vec{i} - 4\vec{j}(\text{N}), m = 4\text{kg}} \quad \vec{a} = \frac{-1\vec{i} - 4\vec{j}}{4} \Rightarrow \vec{a} = \frac{-1}{4}\vec{i} - \frac{4}{4}\vec{j} \Rightarrow \vec{a} = -\frac{1}{4}\vec{i} - 1\vec{j}$$



**قانون سوم نیوتون:** هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز به جسم اول نیرویی هم‌اندازه و هم‌راستا اما در خلاف جهت آن وارد می‌کند. اگر جسم (۱) بر جسم (۲) نیروی  $\vec{F}_{12}$  را وارد کند، جسم (۲) بر جسم (۱) نیروی  $\vec{F}_{21}$  را وارد خواهد کرد به طوری که:



### ویژگی‌های نیروهای ککش و واکنش

- نیروهای ککش و واکنش اثر متقابل دو جسم بر یکدیگر هستند؛ بنابراین نمی‌توانند یکدیگر را خنثی کنند و تعیین برآیند برای این دو بی‌معنی است. اساساً برآیند نیروها برای نیروهایی به کار می‌رود که بر یک جسم وارد می‌شود.
- این دو نیرو الزاماً از یک نوع هستند. هر دو یا گرانشی یا الکتریکی یا مغناطیسی یا ... هستند.
- هم‌راستا، هم‌اندازه و در خلاف جهت هم هستند.
- برای تعیین واکنش یک نیرو، ابتدا نیروی ککش آن را نام‌گذاری نموده و مشخص می‌کنیم بر چه جسمی وارد می‌شود و سپس با توجه به آن، نیروی واکنش را معلوم می‌کنیم. در شکل مقابل، ککش نیرویی است که جسم A بر B وارد می‌کند و واکنش آن نیرویی است که جسم B بر A وارد خواهد کرد.



**مثال:** بر اساس قانون سوم نیوتون، علت کشیده شدن ارابه توسط اسب را بر یک سطح افقی توضیح دهید و نیروی ککش و واکنش بین اسب و زمین را مشخص و رسم کنید.

**حل:** ارابه به اسب متصل است و یک مجموعه را تشکیل می‌دهند. در این جا، اسب با گام زدن نیرویی به طرف عقب بر سطح زیر پایش وارد می‌کند، واکنش این نیرو از طرف سطح به طرف جلو بر اسب وارد شده و آن را به جلو می‌راند.



صفحه‌های ۳۰ تا ۳۵ کتاب درسی

۲ پیمانه



مفهوم نیرو و قانون اول، دوم و سوم نیوتون

#### مراجع

صفحه‌های ۳۰ تا ۳۲، مرتبط با متن درس

- الف) نهایی تجربی - دی ۹۷  
ب) نهایی تجربی - دی ۹۷  
ت) نهایی تجربی - دی ۱۴۰۲  
ج) نهایی تجربی - خرداد ۱۴۰۱  
ح) نهایی تجربی - خرداد ۱۴۰۱

صفحه‌های ۳۰ تا ۳۲، مرتبط با متن درس

- ت) نهایی ریاضی - شهریور ۱۴۰۰  
ث) نهایی ریاضی - دی ۱۴۰۰  
ج) نهایی ریاضی - دی ۱۴۰۰

صفحه‌های ۳۰ تا ۳۲، مرتبط با متن درس

- ب) نهایی تجربی - دی ۹۹  
ت) نهایی ریاضی - خرداد ۱۴۰۰  
ج) نهایی تجربی - شهریور ۱۴۰۱

#### ۷۱. عبارت مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید:

- الف) طبق قانون (اول - دوم) نیوتون، یک جسم حالت سکون یا حرکت با سرعت ثابت بر روی خط راست خود را حفظ می‌کند مگر آن که نیروی خالص غیر صفری بر آن وارد شود.  
ب) هرگاه برآیند نیروهای وارد بر جسمی صفر باشد، می‌گوییم نیروهای وارد بر جسم (متوازن - متوازن) اند.  
پ) (جرم - وزن) یک جسم معیاری از لختی جسم در برابر تغییر وضعیت حرکت است.  
ت) هرچه لختی جسم بیشتر باشد، هنگام اعمال نیروی معین، شتاب حرکت جسم بیشتر است. (درست - نادرست)  
ث) برای اعمال نیرو بین دو جسم، (باید - لازم نیست) دو جسم در تماس با هم باشند.  
ج) هر جسم متحرک، برای ادامه حرکت الزاماً نیاز به نیرو (دارد - ندارد).  
چ) اگر جسم با سرعت ثابت حرکت کند، نیروهای وارد بر جسم متوازن (هستند - نیستند).  
ح) اگر بر ماه نیرویی وارد نشود، ماه باید به صورت (مستقیم - دایره‌ای) حرکت کند.

#### ۷۲. جاهای خالی را با عبارت مناسب پر کنید، یا درستی و نادرستی آن را تعیین کنید.

- الف) بزرگی نیرو را به کمک ..... اندازه می‌گیرند و یکای آن در SI ..... است.  
ب) تمایل اجسام به حفظ وضعیت قبلی خود (حالت سکون و یا حرکت با سرعت ثابت) را ..... می‌نامند.  
پ) از قانون اول نیوتون نتیجه می‌شود که اجسام تمایل دارند، وضعیت سکون یا ..... خود را حفظ کنند، به این تمایل اجسام ..... گفته می‌شود.  
ت) لختی، به خاصیتی در اجسام می‌گویند که می‌خواهند وضعیت حرکت خود را .....  
ث) برای اعمال نیرو بین دو جسم، باید دو جسم در تماس با هم باشند.  
ج) اگر نیروی خالص وارد بر یک جسم بزرگتر شود، شتاب حاصل از آن نیز بیشتر می‌شود.

#### ۷۳. الف) قانون اول نیوتون را تعریف کنید.

- ب) لختی را تعریف کنید.  
پ) اثر نیرو بر یک جسم به چه شکل‌هایی بروز می‌کند؟ نام ببرید.  
ت) چگونه بستن کمر بند ایمنی به حفظ جان سرنشینان یک خودرو کمک می‌کند؟  
ث) چرا مسافران در پیچ جاده، به طرف خارج پیچ منحرف می‌شوند؟  
ج) چرا جعبه‌ای که در عقب کامیونی قرار دارد و کامیون ناگهان شروع به حرکت کند، از عقب کامیون می‌افتد؟  
چ) چرا وقتی در ماشینی ساکن، نشست‌اید و ماشین ناگهان شروع به حرکت می‌کند، به عقب پرتاب می‌شوید؟

<p>مرجع</p> <p>صفحه ۳۲، مکمل و مشابه پرسش ۲-۳ الف) نهایی تجربی - دی ۱۴۰۰ ب) نهایی ریاضی - شهریور ۱۴۰۱</p>	<p>۷۴. الف) در شکل روبه‌رو دو نخ به گوی سنگین و ساکنی متصل است. اگر نخ (۲) را به سرعت به سمت پایین بکشیم، احتمال پاره شدن کدام نخ بیشتر است؟</p> <p>ب) در شکل مقابل، چرا حرکت سریع مقوا سبب افتادن سکه در لیوان می‌شود؟</p> 
<p>صفحه‌های ۳۲ و ۳۳، مرتبط با متن درس الف) مشابه نهایی ریاضی - دی ۹۹ ب و پ) نهایی ریاضی - شهریور ۹۸ ت) نهایی تجربی - دی ۹۸ ج) نهایی ریاضی - دی ۱۴۰۱</p>	<p>۷۵. در جمله‌های زیر عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید، یا جاهای خالی را پر کنید.</p> <p>الف) شتاب ایجاد شده در جسم با (نیروی خالص وارد بر - جرم) جسم، نسبت مستقیم دارد. ب) شتاب ایجاد شده در جسم، به علت تأثیر یک نیروی خالص، با جرم جسم نسبت (وارون - مستقیم) دارد. پ) اگر جسم ساکنی به حرکت درآید، در شروع حرکت بردارهای سرعت و (مکان - شتاب) هم‌جهت‌اند. ت) یک نیوتون برابر است با مقدار نیروی خالصی که به جسمی به جرم ..... کیلوگرم، شتابی برابر <math>۱\text{ m/s}^2</math> می‌دهد. ث) همیشه متحرک در جهت نیروی وارد بر آن حرکت می‌کند. (درست - نادرست) ج) برای جسمی که با تندی ثابت در مسیر منحنی حرکت می‌کند، نیروهای وارد بر جسم متوازن‌اند. (درست - نادرست)</p>
<p>صفحه ۳۳، مکمل و مرتبط با مثال ۲-۱</p>	<p>۷۶. نیروی پیشران خودروهایی که از حال سکون در جاده‌ای مستقیم شروع به حرکت می‌کند برابر <math>۴۲۰۰</math> نیوتون و نیروی مقاوم در مقابل حرکت آن <math>۱۲۰۰</math> نیوتون است. اگر جرم خودرو <math>۱/۵</math> تن باشد، جابه‌جایی خودرو پس از <math>۴</math> ثانیه چند متر است؟</p>
<p>صفحه ۳۴، مکمل و مرتبط با مثال ۲-۲</p>	<p>۷۷. شکل تویی را در لحظه‌ای نشان می‌دهد که در بالاترین نقطه مسیرش قرار دارد. در این لحظه جهت حرکت نشان داده شده است. اگر اندازه نیروی مقاومت هوا <math>۵\text{ N}</math> و جرم توپ <math>۱۲\text{ g}</math> باشد:</p> <p>الف) جهت نیروهای وارد بر توپ را تعیین کنید. ب) بزرگی شتاب را تعیین کنید. (<math>g = ۱۰\text{ N/kg}</math>) پ) جهت بردار شتاب را تعیین کنید.</p> 
<p>صفحه ۳۴، مرتبط با متن درس الف) نهایی تجربی - شهریور ۹۹ ب) نهایی تجربی - دی ۱۴۰۲ پ) نهایی ریاضی - دی ۹۹ ت) نهایی تجربی - دی ۹۸ ث) نهایی تجربی - شهریور ۹۸ ج) شبیه نهایی کرمانشاه - ۱۴۰۲ چ) نهایی ریاضی - شهریور ۱۴۰۱ ح) نهایی ریاضی - دی ۱۴۰۲ خ) نهایی تجربی - دی ۹۷ د) نهایی تجربی - خرداد ۹۸</p>	<p>۷۸. در هر یک از عبارت‌های زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب و یا جاهای خالی را کامل کنید.</p> <p>الف) هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز به جسم اول نیرویی هم‌اندازه و ..... اما در خلاف جهت وارد می‌کند. ب) طبق قانون سوم نیوتون، نیروی عمل و عکس‌العمل بر دو جسم وارد می‌شوند و در خلاف جهت هم هستند، بنابراین یکدیگر را ..... (خنثی می‌کنند - خنثی نمی‌کنند). پ) نیروی کنش و واکنش هم اندازه و هم راستا هستند و جهت آن‌ها ..... است. ت) طبق قانون ..... نیوتون، اگر شما دیوار را هل دهید، دیوار نیز شما را هل می‌دهد. ث) بزرگی نیرویی که زمین به ما وارد می‌کند ..... بزرگی نیرویی است که ما به زمین وارد می‌کنیم. ج) حرکت یک قایق در اثر پارو زدن بر اساس قانون (دوم - سوم) نیوتون انجام می‌شود. چ) وزنهای توسط یک نخ از سقف آزمایشگاه آویخته شده است. واکنش نیروی وزن وزنه به ..... وارد می‌شود و جهت نیروی واکنش نیز ..... است. ح) نیروهای کنش و واکنش همواره بر دو جسم وارد می‌شوند و هم‌نوع هستند. (درست - نادرست) خ) نیروهای کنش و واکنش ممکن است منجر به اثرات متفاوتی شوند. (درست - نادرست) د) نیروهای کنش و واکنش هم‌نوع نیستند و اثرات یکسانی ایجاد می‌کنند. (درست - نادرست)</p>
<p>صفحه ۳۵، مرتبط با پرسش ۲-۵ شبه نهایی کرمانشاه - ۱۴۰۲</p>	<p>۷۹. شخصی در حال هل دادن جعبه‌ای سنگین روی سطح افقی است و این جعبه در جهت این نیرو حرکت می‌کند. با توجه به آنکه نیرویی که شخص به جعبه وارد می‌کند با نیرویی که جعبه به شخص وارد می‌کند هم‌اندازه است، توضیح دهید چگونه جعبه حرکت می‌کند؟</p>
<p>صفحه ۳۵، مکمل و مرتبط با مثال ۲-۳ نهایی ریاضی - دی ۹۸</p>	<p>۸۰. دو شخص به جرم‌های <math>۷۵\text{ kg}</math> و <math>۵۰\text{ kg}</math> با کش‌های چرخ‌دار در یک سالن مسطح و صاف روبه‌روی هم ایستاده‌اند. شخص اول با نیروی <math>۱۲۰\text{ N}</math> شخص دوم را به طرف راست هل می‌دهد:</p> <p>الف) شتابی که شخص دوم می‌گیرد، چقدر است؟ ب) شتابی که شخص اول می‌گیرد چقدر و در چه جهتی است؟</p> 



**وزن:** وزن هر جسم نیروی گرانشی است که از طرف زمین بر جسم وارد می‌شود؛ یعنی،  $\vec{W} = m\vec{g}$  است. که  $m$  برحسب  $kg$  و  $g$  برحسب  $N/kg$  یا  $m/s^2$  است.

◇ چند نکته

۱. جرم یک جسم معین ثابت است، اما وزن جسم با تغییر اندازه  $\vec{g}$  تغییر خواهد کرد. برای یک جسم معین داریم:  $\frac{W}{W'} = \frac{g}{g'}$
۲. با دور شدن از سطح زمین، اندازه  $\vec{g}$  کاهش می‌یابد.
۳. وقتی جسمی (با هر جرم و تندی اولیه‌ای و تحت هر زاویه‌ای) در شرایط خلأ در نزدیکی سطح زمین پرتاب شود، تنها نیرویی که بر جسم وارد می‌شود  $\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow m\vec{g} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g}$  وزن آن است و شتاب آن نیز ثابت و برابر  $\vec{g}$  خواهد بود. زیرا:

**نیروی مقاومت شاره:** وقتی جسمی حجیم، در شاره‌ای در حرکت باشد در اثر برخورد جسم با مولکول‌های شاره به جسم نیرویی در خلاف جهت حرکت آن

وارد می‌شود که به آن نیروی مقاومت شاره می‌گویند و با  $\vec{f}_D$  نشان می‌دهند.

(۱) هر چه تندی جسم بیشتر باشد، نیروی مقاومت شاره بیشتر است.

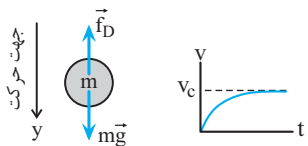
(۲) هر چه ابعاد جسم بزرگتر باشد، نیروی مقاومت شاره بیشتر خواهد بود.

**تندی حدی در سقوط آزاد:** اگر جسم حجیمی را از ارتفاع نسبتاً زیاد رها کنیم:

(۱) با افزایش تدریجی تندی، نیروی مقاومت هوا نیز به تدریج زیاد می‌شود، در نتیجه نیروی خالص و شتاب سقوط کم‌تر خواهد شد؛ اما همچنان حرکت جسم تندشونده است.

(۲) در لحظه‌ای که نیروی مقاومت هوا با نیروی وزن جسم برابر می‌شود، نیروی خالص وارد بر جسم صفر می‌گردد، در نتیجه، جسم با تندی ثابتی موسوم به تندی حدی به حرکت رو به پایین خود ادامه خواهد داد.

(۳) نمودار سرعت- زمان یک جسم از لحظه سقوط تا رسیدن به تندی حدی به صورت مقابل است:



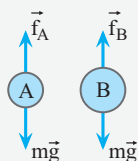
$$F_{net} = mg - f_D = ma \Rightarrow a = g - \frac{f_D}{m}$$

(۴) اگر  $f_D$  را در طی سقوط، ثابت فرض کنیم شتاب سقوط برابر است با:

(۵) برای دو جسم هم‌جرمی که از ارتفاع یکسانی از سطح زمین رها شوند، جسمی که نیروی مقاومت هوا بر آن بیشتر است، شتاب کم‌تر، در نتیجه، زمان رسیدنش به زمین طولانی‌تر و سرعت برخورد آن به زمین کم‌تر خواهد بود.

**مثال:** دو گوی هم‌جرم  $A$  و  $B$  از بالای یک ساختمان بلند به‌طور هم‌زمان رها می‌شوند. اگر چگالی گوی  $A$  دو برابر گوی  $B$  باشد، شتاب، زمان

رسیدن به پای ساختمان و تندی برخورد با زمین این دو گوی را در دو حالت زیر مقایسه کنید: (شبه‌نهایی مرکزی-۱۴۰۲)



(الف) از مقاومت هوا صرف‌نظر کنید.

(ب) نیروی مقاومت هوا را در نظر بگیرید و در طی سقوط ثابت فرض کنید.

**حل:**

(الف) وقتی از مقاومت هوا صرف‌نظر کنیم، هر دو جسم با شتاب ثابت  $\vec{g}$  سقوط می‌کنند، در نتیجه، زمان رسیدن به زمین و تندی برخورد آن‌ها یکسان است.

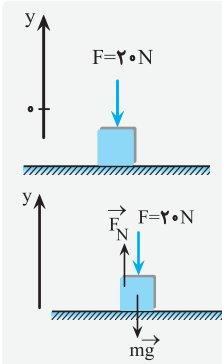
(ب) وقتی جسم در هوا سقوط می‌کند، داریم:

$$mg - f = ma \Rightarrow a = \frac{mg - f}{m} \Rightarrow a = g - \frac{f}{m}$$

طبق این رابطه، به ازای جرم یکسان هر چه  $f$  بیشتر باشد، شتاب کم‌تر است. از طرف دیگر، طبق رابطه  $m = \rho V$  چون  $m_A = m_B$  و  $\rho_A > \rho_B$  است، لذا  $V_A < V_B$  می‌باشد، در نتیجه سطح تماس گوی  $B$  بیشتر از سطح تماس گوی  $A$  است، لذا  $f_B$  بیشتر از  $f_A$  است و در نتیجه  $a_B < a_A$  خواهد بود. بنابراین تندی برخورد گوی  $B$  به زمین کم‌تر و زمان طولانی‌تری در راه خواهد بود.

**نیروی عمودی سطح:** اگر جسمی بر سطحی که تکیه دارد، نیرو وارد کند، سطح نیز نیرویی بر جسم وارد می‌کند.

مؤلفه عمودی نیروی سطح را با  $\vec{F}_N$  نشان می‌دهیم. نیروی عمودی سطح ناشی از تغییر شکل سطح تماس دو جسم است. برای محاسبه  $F_N$  از  $F_{net} = 0$  استفاده می‌کنیم.



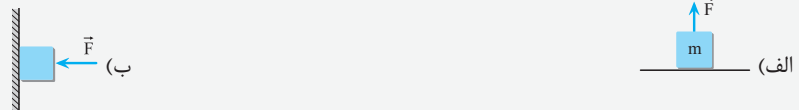
**مثال:** همانند شکل روبه‌رو، نیروی  $F = 20\text{N}$  به جعبه‌ای به جرم  $5\text{kg}$  که روی میز افقی قرار دارد وارد می‌شود. (نهایی تجربی - خرداد ۱۴۰۰)

الف) نیروی عمودی سطح چند نیوتون است؟  
 ب) واکنش نیروی عمودی سطح در چه جهتی است؟ ( $g = 10\text{N/kg}$ )

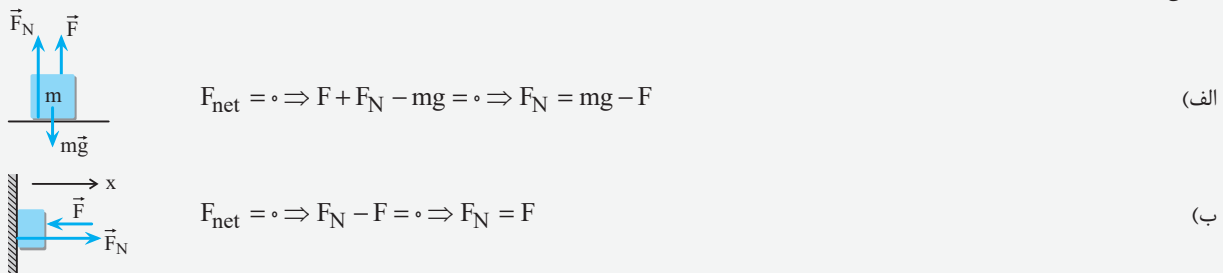
**حل:**

الف) نیروهای وارد بر جسم مطابق شکل است. چون جسم در حال تعادل است، داریم:  
 $F_{\text{net}} = 0 \Rightarrow F_N = mg + F \Rightarrow F_N = 5 \times 10 + 20 = 70\text{N}$   
 ب) واکنش نیروی عمودی سطح، به طرف پایین است.

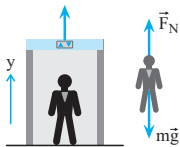
**مثال:** در شکل‌های زیر، جسم‌ها ساکن هستند، نیروی عمودی سطح را در هر شکل بیابید:



**حل:**



## آسانسور



برای تعیین نیروی عمودی تکیه‌گاه بر شخص یا جسمی که در آسانسور قرار دارد، به صورت زیر عمل می‌کنیم:

- شکل و نیروهای وارد بر شخص (جسم) را رسم می‌کنیم. همواره  $mg$  به طرف پایین و  $F_N$  به طرف بالا وارد می‌شود.
- طبق قرارداد، جهت مثبت محور مکان ( $y$ ) را به طرف بالا در نظر می‌گیریم.
- رابطه  $F_{\text{net}} = ma$  را برای شخص (جسم) به کار می‌بریم. در این حالت داریم:

$$F_{\text{net}} = ma \Rightarrow F_N - mg = ma \Rightarrow F_N = m(g + a) \text{ یا } F_N = W + ma$$

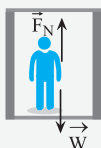
رابطه فوق همواره برای شخص یا جسم درون آسانسور صادق است.

در رابطه بالا  $m$  و اندازه  $g$  اعداد مثبتی هستند، بنابراین جهت شتاب تعیین‌کننده است.

### تعیین $F_N$ در حالت‌های مختلف

- اگر شتاب رو به بالا باشد، ( $a > 0$ ) آنگاه  $F_N = m(g + a)$  و  $F_N > mg$  که در دو حالت تندشونده به طرف بالا یا کندشونده به طرف پایین رخ می‌دهد.
- اگر شتاب رو به پایین باشد، ( $a < 0$ ) آنگاه  $F_N = m(g - a)$  و  $F_N < mg$  است که در دو حالت کندشونده به طرف بالا یا تندشونده به طرف پایین (به شرط  $a \leq g$ ) رخ می‌دهد.
- اگر آسانسور ساکن و یا سرعت آسانسور ثابت باشد،  $a = 0$  است، لذا  $F_N = mg$  است.
- اگر آسانسور و شخص با شتاب  $g$  سقوط کنند، آنگاه  $F_N = 0$  است. در این حالت احساس بی‌وزنی به شخص دست می‌دهد.

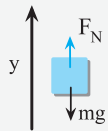
**مثال:** شخصی به وزن  $600\text{N}$  درون آسانسوری، روی یک ترازوی فیزیکی ایستاده است. اگر آسانسور با سرعت ثابت در حال حرکت باشد، ترازو چه عددی را نشان می‌دهد؟ چرا؟



**حل:** مطابق شکل، بر شخص دو نیروی  $F_N$  و  $W$  وارد می‌شود. وقتی سرعت آسانسور ثابت است  $a = 0$  بوده و خواهیم داشت:  
 $F_{\text{net}} = ma \Rightarrow F_N - W = ma \xrightarrow{a=0} F_N = W = 600\text{N}$



مثال: شخصی درون آسانسور ساکن روی ترازوی فنری ایستاده است. هنگامی که آسانسور با شتاب  $3 \text{ m/s}^2$  به سمت پایین شروع به حرکت می‌کند، ترازو عدد  $560 \text{ N}$  را نشان می‌دهد. جرم شخص چند کیلوگرم است؟ ( $g = 10 \text{ N/kg}$ )



$$F_{\text{net}} = ma \Rightarrow F_N - mg = ma \xrightarrow{g=10 \text{ N/kg}, a=-3 \text{ m/s}^2} 560 - 10m = -3m \Rightarrow m = 80 \text{ kg}$$

حل: طبق قانون دوم نیوتون داریم:

صفحه‌های ۳۵ تا ۳۹ کتاب درسی

پیمانه



نیروی وزن، مقاومت شاره، عمودی سطح و حرکت آسانسور

مرجع

صفحه ۳۶، مرتبط با متن درس

- (الف) نهایی ریاضی - خرداد ۱۴۰۱  
 (ب) نهایی ریاضی - خرداد ۱۴۰۰  
 (ت) نهایی ریاضی - دی ۱۴۰۰  
 (ث) نهایی ریاضی - دی ۱۴۰۲  
 (ج) نهایی تجربی - خرداد ۱۴۰۱

۸۱. جاهای خالی را با عبارت مناسب پر کنید و یا عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

(الف) نیروی مقاومت شاره تابع ..... و تندی جسم است.

(ب) هر چه تندی جسم متحرک در شاره‌ای ..... باشد، مقاومت شاره بیشتر خواهد بود.

(پ) هر چه ابعاد جسم متحرک در یک شاره افزایش یابد، نیروی مقاومت شاره ..... خواهد یافت.

(ت) نیروی مقاومت شاره در برابر حرکت یک جسم، به اندازه و تندی آن جسم، بستگی دارد. (درست - نادرست)

(ث) نیروی عمودی سطح، ناشی از تغییر شکل سطح تماس دو جسم است. (درست - نادرست)

(ج) هنگام حرکت جسم در راستای قائم به طرف بالا، جهت نیروی مقاومت هوا به طرف (بالا - پایین) است.

۸۲. به سوالات زیر پاسخ کوتاه دهید.

(الف) تفاوت جرم و وزن یک جسم در زمین چیست؟

(ب) جسمی را از سطح زمین دور می‌کنیم، جرم و وزن آن چگونه تغییر می‌کند؟

(پ) طراحی شکل جلوی هواپیماها و خودروها چگونه می‌تواند در صرفه‌جویی مصرف سوخت کمک کند؟

(ت) یک گوی فلزی در داخل یک دریاچه عمیق با سرعت ثابت در حال سقوط است. نیروی مقاومت آب را با وزن گوی فلزی مقایسه کنید و جهت آن را مشخص کنید.

(ث) اندازه نیروی مقاومت شاره وارد بر جسم در حال حرکت درون شاره، به چه عواملی بستگی دارد؟

صفحه‌های ۳۵ تا ۳۷، مرتبط با متن درس

(ث) نهایی تجربی - شهریور ۱۴۰۰

صفحه ۳۶، مکمل و مرتبط با مثال ۲-۴

(الف) نهایی تجربی - خرداد ۹۸  
 (ب) نهایی تجربی - شهریور ۱۴۰۱

۸۳. (الف) چتربازی در هوای آرام و در امتداد قائم در حال سقوط است. با رسم شکل، نیروهای وارد بر چترباز را مشخص کرده و تعیین کنید واکنش هر یک از این نیروها به چه جسمی وارد می‌شود؟

(ب) در چه صورت تندی چترباز به تندی حدی می‌رسد؟

صفحه ۳۶، مکمل و مرتبط با مثال ۲-۴

۸۴. چتربازی از یک بالگرد که در ارتفاع نسبتاً زیادی تقریباً ساکن است، به بیرون می‌پرد و پس از مدتی چترش را باز می‌کند و در امتداد قائم سقوط می‌کند تا به زمین برسد. از لحظه پرش چترباز از بالگرد تا رسیدن به زمین:

(الف) تغییرات نیروی خالص وارد بر چترباز، شتاب حرکت و تندی چترباز را بررسی کنید.

(ب) نمودار تقریبی تندی - زمان او را رسم کنید.

۸۵. در هر یک از پرسش‌های زیر، گزینه درست را انتخاب کنید:

(الف) کدامیک از نیروهای زیر، نیروی گرانشی است که از طرف زمین به جسم وارد می‌شود؟

(۱) نیروی مقاومت شاره (۲) نیروی کشش طناب (۳) نیروی وزن

(ب) شخصی درون آسانسور روی ترازوی فنری ایستاده است. در کدام حالت، عددی که ترازو نشان می‌دهد از وزن شخص بیش‌تر است؟

(۱) آسانسور ساکن باشد.

(۲) آسانسور به طرف بالا شروع به حرکت کند.

(۳) آسانسور به طرف پایین شروع به حرکت کند.

(پ) جسمی روی یک میز افقی و در حالت ساکن قرار دارد. واکنش نیروی عمودی سطح وارد بر جسم:

(۱) به میز وارد می‌شود.

(۲) به زمین وارد می‌شود.

(۳) به جسم وارد می‌شود.

صفحه ۳۶، مکمل و مرتبط با مثال ۲-۴

نهایی تجربی - دی ۱۴۰۰

۸۶. چتربازی به جرم  $70 \text{ kg}$  مدتی پس از یک پرش آزاد، چتر خود را باز می‌کند. ناگهان نیروی مقاومت هوا

افزایش می‌یابد و حرکت چترباز کند می‌شود. اگر شتاب حرکت چتر باز در لحظه باز شدن چتر  $8 \text{ m/s}^2$  و

روبه‌بالا باشد، نیروی مقاومت هوا در این لحظه چند نیوتون است؟ ( $g = 10 \text{ N/kg}$ )

صفحه ۳۶، مکمل و مرتبط با مثال ۲-۴

نهایی تجربی - دی ۱۴۰۲



مرجع	
صفحه ۳۸، مکمل و مرتبط با مثال ۲-۶ نهایی تجربی - خرداد ۹۸	۸۷. شخصی به جرم $50 \text{ kg}$ درون آسانسوری ساکن روی یک ترازوی فنری ایستاده است. وقتی آسانسور شتاب رو به پایین $2 \text{ m/s}^2$ دارد، ترازو چه عددی را نشان می‌دهد؟ ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )
صفحه ۳۸، مکمل و مرتبط با مثال ۲-۶ شبه‌نهایی کرمانشاه - ۱۴۰۲	۸۸. شخصی درون آسانسور بر روی یک ترازوی فنری ایستاده است. اگر آسانسور با شتاب $a = \frac{g}{8}$ رو به پایین شروع به حرکت کند، عدد نشان داده شده توسط ترازو چند برابر وزن شخص است؟
صفحه ۳۹، مکمل و مرتبط با پرسش ۲-۶ مشابه نهایی ریاضی - دی ۱۴۰۱	۸۹. شخصی درون آسانسور روی ترازوی فنری ایستاده است. در هر یک از حالت‌های زیر، عددی را که ترازوی فنری نشان می‌دهد با وزن شخص مقایسه کنید. (الف) آسانسور به طرف بالا با سرعت ثابت حرکت کند. (ب) آسانسور به طرف پایین شروع به حرکت کند. (پ) آسانسور در حالی که به طرف بالا حرکت می‌کند، متوقف شود. (ت) آسانسور در حالی که به طرف پایین حرکت می‌کند، متوقف شود.
صفحه ۳۹، مکمل و مرتبط با پرسش ۲-۶ شبه نهایی البرز - ۱۴۰۲	۹۰. شخصی درون آسانسوری روی یک ترازوی فنری ایستاده است. آسانسور با شتاب $2 \text{ m/s}^2$ به سمت بالا شروع به حرکت می‌کند و سپس با همین شتاب ترمز می‌کند تا متوقف می‌شود. اگر اختلاف عددی که ترازو در حرکت تندشونده و کندشونده نشان می‌دهد $240 \text{ N}$ باشد، جرم شخص چند $\text{kg}$ است؟ ( $g = 10 \text{ N/kg}$ )



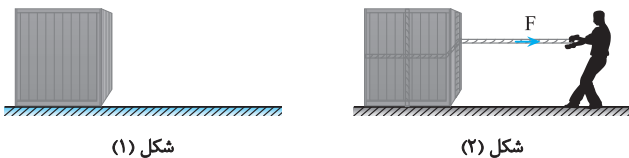
صفحه‌های ۳۹ تا ۴۳ کتاب درسی

### درسنامه اصطکاک ایستایی و جنبشی

#### مفهوم نیروی اصطکاک و عوامل مؤثر بر آن:

- نیروی اصطکاک در برابر لغزش یک جسم بر یک سطح مقاومت می‌کند.
- برای جسم در حال لغزش بر یک سطح، نیروی اصطکاک همواره در خلاف جهت حرکت بر جسم وارد می‌شود.
- نیروی اصطکاک بین دو جسم به جنس آنها و ناهمواری‌های محل تماس دو جسم وابسته است.
- از دیدگاه میکروسکوپی، نیروی اصطکاک جمع برداری نیروهای بی‌شماری است که بین اتم‌های سطح یک جسم و سطح جسم دیگر عمل می‌کند.

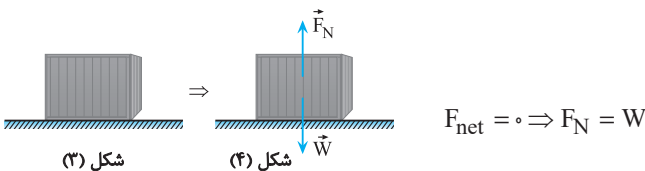
#### بررسی اصطکاک از سکون تا لغزش



مطابق شکل (۱) جعبه‌ای بر سطح افقی به حال سکون قرار دارد، نیروی افقی  $\vec{F}$  را مطابق شکل (۲) که با آهنگ ثابتی از صفر در حال افزایش است، بر جسم وارد می‌کنیم؛ از لحظه آغاز کشیدن (از  $F = 0$ ) تا به حرکت درآوردن جسم حالت‌های زیر را خواهیم داشت:

#### حالت آغازین

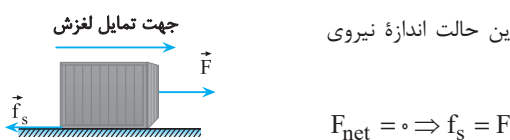
در آغاز که هنوز  $F = 0$  است، برای حفظ تعادل، مطابق شکل (۴) داریم:



در این حالت نیروی اصطکاک صفر است و سطح فقط واکنش عمودی دارد.

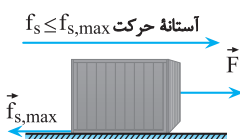
#### سکون جسم با وجود نیروی موازی سطح

تا هنگامی که نیرو برای به حرکت درآوردن جسم کافی نباشد، جسم ساکن می‌ماند. در این حالت اندازه نیروی محرک  $\vec{F}$  برابر با اندازه نیروی اصطکاک ایستایی  $\vec{f}_s$  است و خواهیم داشت:



#### جسم در آستانه حرکت

با افزایش اندازه نیروی  $\vec{F}$ ، لحظه‌ای فرا می‌رسد که جسم در آستانه حرکت قرار می‌گیرد. در این لحظه نیروی اصطکاک ایستایی بیشترین مقدار را دارد که به آن نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه می‌گوییم و با  $f_{s,max}$  نشان می‌دهیم. اندازه آن از رابطه  $f_{s,max} = \mu_s F_N$  به دست می‌آید؛



در این رابطه،  $\vec{F}_N$  نیروی عمودی سطح و  $\mu_s$  ضریب اصطکاک ایستایی و  $f_{s,max}$  نیروی اصطکاک در آستانه حرکت است.



مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه	آزمون (۴)	رشته: ریاضی و فیزیک	پایان سال - شهریور ۱۴۰۲
مرکز ارزشیابی و تضمین کیفیت نظام آموزش و پرورش		سوالات امتحان نهایی درس فیزیک ۳ پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	

ردیف	سوالات	نمره
۴۲۷ (۱)	در هر یک از جمله‌های زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کرده و در پاسخ برگ بنویسید. الف) در یک چرخش کامل ماه به دور زمین، (سرعت- تندی) متوسط برابر صفر است. ب) شیب خط مماس بر نمودار سرعت- زمان در هر لحظه، برابر (شتاب- سرعت) لحظه‌ای متحرک است. پ) در حرکت با شتاب ثابت، نمودار مکان- زمان متحرک به صورت (خط راست- سهمی) است. ت) سرعت یک توپ در حال سقوط آزاد در خلأ، به‌طور پیوسته (افزایش- کاهش) می‌یابد.	۱
۴۲۸ (۲)	شکل زیر نمودار سرعت- زمان متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور X حرکت می‌کند. با توجه به نمودار به سوالات زیر پاسخ دهید. الف) در چه لحظه یا لحظه‌هایی جهت حرکت متحرک تغییر کرده است؟ ب) در کدام بازه زمانی، حرکت کندشونده و در خلاف جهت محور X است؟ پ) نوع حرکت در بازه زمانی $t_3$ و $t_4$ چیست؟ ت) جابه‌جایی در کل مدت زمان حرکت، در جهت محور X است یا در خلاف جهت آن؟	۱
۴۲۹ (۳)	اتومبیل با سرعت $108 \text{ km/h}$ در جاده‌ای مستقیم در حال حرکت است. راننده مانعی ساکن را در فاصله $120$ متری از خود می‌بیند و ترمز می‌گیرد. سرعت اتومبیل با چه شتاب ثابتی کاهش یابد تا در فاصله $20 \text{ m}$ از مانع متوقف شود؟ (از زمان واکنش راننده چشم‌پوشی کنید).	۱
۴۳۰ (۴)	با استفاده از دستگاه شکل مقابل، شتاب گرانش زمین را در محلی $9/8 \text{ m/s}^2$ اندازه گرفته‌ایم. اگر ارتفاع گلوله از نقطه رها شدن تا صفحه حسگر $0/196 \text{ m}$ باشد، حساب کنید زمان سنج در لحظه برخورد گلوله با صفحه، چه عددی را نشان می‌دهد؟	۰/۷۵
۴۳۱ (۵)	درستی یا نادرستی هر یک از جمله‌های زیر را با واژه «درست» یا «نادرست» در پاسخ برگ مشخص کنید. الف) واکنش نیروی وزن، نیرویی است در خلاف جهت آن که از طرف جسم به زمین وارد می‌شود. ب) با پاره شدن کابل آسانسور و سقوط آن در خلأ، شتاب حرکت آسانسور صفر خواهد شد. پ) اگر به اندازه شعاع زمین از سطح زمین دور شویم، گرانش چهار برابر می‌شود. ت) با افزایش تندی یک جسم با ابعاد معین در داخل یک شاره، نیروی مقاومت شاره بیشتر می‌شود.	۱
۴۳۲ (۶)	مطابق شکل زیر، جسمی به جرم $2 \text{ kg}$ به کمک فنری با ثابت $100 \text{ N/m}$ روی یک سطح افقی، با شتاب ثابت $0/5 \text{ m/s}^2$ به سمت چپ حرکت می‌کند. اگر طول فنر $6 \text{ cm}$ افزایش یابد، نوع و اندازه نیروی اصطکاک بین جسم و سطح را تعیین کنید.	۱/۲۵
۴۳۳ (۷)	شکل روبه‌رو نمودار نیروی خالص وارد بر یک جسم بر حسب زمان را نشان می‌دهد. نیروی متوسط وارد بر جسم در بازه زمانی $0/2 \text{ s}$ تا $0/8 \text{ s}$ چند نیوتون است؟	۱
۴۳۴ (۸)	پره یک بالگرد با دوره $0/03 \text{ s}$ به‌طور یکنواخت می‌چرخد. اگر شعاع پره $2 \text{ m}$ باشد، تندی چرخش نوک پره را حساب کنید. ( $\pi \approx 3$ )	۰/۷۵



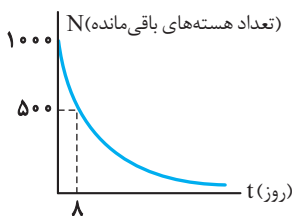
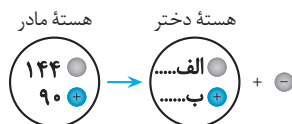
مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه	رشته: ریاضی و فیزیک	پایان سال - شهریور ۱۴۰۲
مرکز ارزشیابی و تضمین کیفیت نظام آموزش و پرورش		سوالات امتحان نهایی درس فیزیک ۳ پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه

ردیف	سؤالات	نمره															
۴۳۵ (۹)	<p>نمودار مکان- زمان نوسانگری مطابق شکل زیر است.                      الف) معادله حرکت این نوسانگر را در SI بنویسید.                      ب) در چه لحظه‌ای، انرژی جنبشی برای نخستین بار بیشینه می‌شود؟</p>	۱ ۰/۲۵															
۴۳۶ (۱۰)	<p>موج صوتی با توان <math>1/6 \times 10^{-4} \text{ W}</math> از صفحه‌ای عمود بر راستای انتشار صوت با مساحت <math>1/6 \text{ m}^2</math> می‌گذرد. تراز شدت این صوت چند دسی‌بل است؟ (<math>I = 10^{-12} \text{ W/m}^2</math>)</p>	۱															
۴۳۷ (۱۱)	<p>یک نوسان‌ساز موج‌هایی دوره‌ای در یک ریسمان کشیده، ایجاد می‌کند. با توجه به تغییرات بسامد چشمه موج و کشش ریسمان، جدول روبه‌رو را با کلمات «کاهش، افزایش و ثابت» پر کنید.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>تغییرات</th> <th>مشخصه موج</th> <th>بسامد موج</th> <th>تندی موج</th> <th>طول موج</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>افزایش بسامد چشمه موج</td> <td></td> <td>پ</td> <td>ت</td> <td>ب</td> </tr> <tr> <td>افزایش نیروی کشش ریسمان</td> <td></td> <td>پ</td> <td>ت</td> <td>ب</td> </tr> </tbody> </table>	تغییرات	مشخصه موج	بسامد موج	تندی موج	طول موج	افزایش بسامد چشمه موج		پ	ت	ب	افزایش نیروی کشش ریسمان		پ	ت	ب	۱
تغییرات	مشخصه موج	بسامد موج	تندی موج	طول موج													
افزایش بسامد چشمه موج		پ	ت	ب													
افزایش نیروی کشش ریسمان		پ	ت	ب													
۴۳۸ (۱۲)	<p>شکل روبه‌رو، چشمه صوتی با بسامد <math>f_0</math> را نشان می‌دهد که نسبت به یک ناظر (شنونده) ساکن، در حال حرکت است. اگر بسامد صوتی که ناظر دریافت می‌کند، بیشتر از <math>f_0</math> باشد:                      الف) چشمه به سمت راست حرکت می‌کند یا چپ؟                      ب) نام این پدیده چیست؟</p>	۰/۵															
۴۳۹ (۱۳)	<p>در جدول زیر، هر یک از عبارات‌های ستون (۱) با یکی از عبارات‌های ستون (۲) مرتبط است. آن‌ها را در پاسخ‌برگ مشخص کنید. (در ستون ۲ یک مورد اضافه است.)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ستون (۱)</th> <th>ستون (۲)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>الف) اندازه‌گیری تندی شارش خون</td> <td>a) بازتاب اوج صوتی</td> </tr> <tr> <td>ب) پدیده سراب</td> <td>b) پراش</td> </tr> <tr> <td>پ) میکروفن سهموی</td> <td>c) مکان‌یابی پژواکی</td> </tr> <tr> <td>ت) گسترش امواج در اطراف یک شکاف باریک</td> <td>d) امواج ایستاده</td> </tr> <tr> <td></td> <td>e) شکست نور</td> </tr> </tbody> </table>	ستون (۱)	ستون (۲)	الف) اندازه‌گیری تندی شارش خون	a) بازتاب اوج صوتی	ب) پدیده سراب	b) پراش	پ) میکروفن سهموی	c) مکان‌یابی پژواکی	ت) گسترش امواج در اطراف یک شکاف باریک	d) امواج ایستاده		e) شکست نور	۱			
ستون (۱)	ستون (۲)																
الف) اندازه‌گیری تندی شارش خون	a) بازتاب اوج صوتی																
ب) پدیده سراب	b) پراش																
پ) میکروفن سهموی	c) مکان‌یابی پژواکی																
ت) گسترش امواج در اطراف یک شکاف باریک	d) امواج ایستاده																
	e) شکست نور																
۴۴۰ (۱۴)	<p>شکل روبه‌رو پرتو نوری را نشان می‌دهد که از یک ماهی تحت زاویه <math>53^\circ</math> به مرز آب- هوا برخورد کرده و پس از شکست به چشمه می‌رسد.                      الف) زاویه شکست این پرتو در هوا چقدر است؟                      (<math>\sin 37^\circ = 0/6, \sin 53^\circ = 0/8</math>)                      ب) طول موج در کدام محیط کمتر است؟</p>	۰/۷۵ ۰/۲۵															
۴۴۱ (۱۵)	<p>الف) در شکل روبه‌رو وقتی موج (۱) بر موج (۲) بر هم‌نهاده شود، شکل موج بر هم‌نهاده را در همین لحظه رسم کنید.                      ب) وقتی گالن را خالی می‌کنیم، با خالی شدن آب، صدای گلوپ‌گلوپی را می‌شنویم. موقع خالی شدن گالن، بسامد این صدا کمتر می‌شود (صدای بم‌تر) یا بیشتر (صدای زیر‌تر)؟ چرا؟</p>	۰/۵ ۰/۷۵															

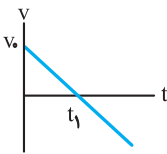
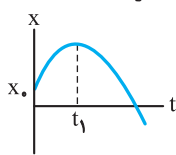
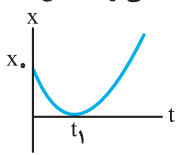
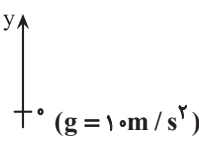
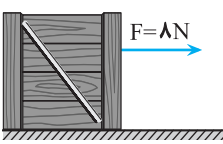


مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه	آزمون (۴)	رشته: ریاضی و فیزیک	پایان سال - شهریور ۱۴۰۲
مرکز ارزشیابی و تضمین کیفیت نظام آموزش و پرورش		سؤالات امتحان نهایی درس فیزیک ۳ پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	


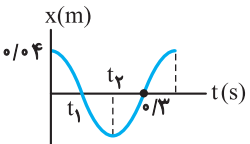
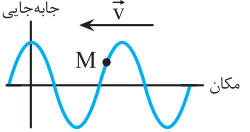
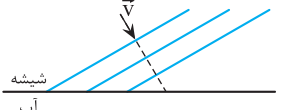
ردیف	سؤالات	نمره
۴۴۲ (۱۶)	اگر بر سطح فلزی، نوری با طول موج $496\text{nm}$ بتابد، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های گسیل شده $0.6\text{eV}$ است. الف) تابع کار این فلز چند الکترون‌ولت است؟ ( $hc = 1240\text{eV}\cdot\text{nm}$ ) ب) اگر در این حالت، شدت نور فرودی را افزایش دهیم، تعداد فوتوالکترون‌ها چه تغییری می‌کند؟	۰/۷۵ ۰/۲۵
۴۴۳ (۱۷)	به هر یک از موارد زیر پاسخ دهید. الف) یک جسم جامد ملتهب، چه نوع طیفی گسیل می‌کند؟ ب) علت تشکیل خطوط تاریک در طیف خورشید چیست؟ پ) اساس کار لیزر چیست؟	۰/۷۵
۴۴۴ (۱۸)	شکل مقابل تعدادی از ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد. اگر الکترونی از سومین حالت برانگیخته به حالت پایه گذار کند، طول موج فوتون گسیل شده را محاسبه و ناحیه طیف الکترومغناطیسی آن را مشخص کنید. ( $hc = 1240\text{eV}\cdot\text{nm}$ )	۱
۴۴۵ (۱۹)	با استفاده از جعبه کلمات داده شده، جاهای خالی را در جمله‌های زیر پر کنید. <b>بیشتر - شکافت - گداخت - آلفا - کمترا - گاما</b> الف) برای پایدار ماندن هسته‌های سنگین، باید نسبت تعداد نوترون‌ها به پروتون‌ها ..... باشد. ب) اختلاف بین ترازهای انرژی الکترون‌ها در اتم، خیلی ..... از اختلاف ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هسته است. پ) ورقه‌های سربی با ضخامت ناچیز، ( $0.1\text{mm}$ ) می‌توانند پرتوهای ..... را متوقف کنند. ت) با جذب یک نوترون گند توسط $^{235}\text{U}$ واکنش ..... هسته‌ای آغاز شده، در ازای آن سه نوترون تولید می‌شود. ث) واکنشی که منجر به تولید انرژی در ستارگان می‌شود از نوع ..... هسته‌ای است.	۱/۲۵
۴۴۶ (۲۰)	شکل زیر واپاشی بتای منفی ( $\beta^-$ ) برای هسته توریم $^{234}\text{Th}$ را نشان می‌دهد. جاهای خالی را با اعداد مناسب پر کنید.	۰/۵
۴۴۷ (۲۱)	نمودار $N-t$ در شکل روبه‌رو تعداد هسته‌های باقی‌مانده $^{131}\text{I}$ را برحسب زمان نشان می‌دهد. پس از گذشت چند روز تعداد هسته‌های باقی‌مانده به ۱۲۵ عدد می‌رسد؟	۰/۷۵
جمع نمرات		۲۰



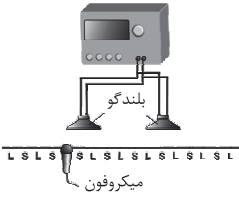
مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه	رشته: ریاضی و فیزیک	پایان سال - خرداد ۱۴۰۳
مرکز ارزشیابی و تضمین کیفیت نظام آموزش و پرورش		سوالات امتحان نهایی درس فیزیک ۳ پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه

ردیف	سؤالات	نمره
۴۴۸ (۱)	در جمله‌های زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید. الف) شیب خط مماس بر نمودار مکان- زمان در هر لحظه، (سرعت- شتاب) متحرک در آن لحظه را نشان می‌دهد. ب) هنگام عبور متحرک از مبدأ محور $x$ ، بردار (مکان- جابه‌جایی) متحرک تغییر جهت می‌دهد. پ) در یک بازه زمانی معین، تندی متوسط متحرک نمی‌تواند (بزرگ‌تر- کوچک‌تر) از اندازه سرعت متوسط آن باشد. ت) بردار شتاب متوسط در هر بازه زمانی، همواره در جهت (سرعت- تغییر سرعت) است.	۱
۴۴۹ (۲)	شکل روبه‌رو نمودار سرعت- زمان یک متحرک را نشان می‌دهد.  کدام یک از شکل‌های (۱) یا (۲) می‌تواند نشان‌دهنده نمودار مکان- زمان این متحرک باشد؟  (۱)  (۲)	۰/۲۵
۴۵۰ (۳)	یک خودروی پلیس در کنار جاده ایستاده است. موتورسواری با سرعت ثابت $108 \text{ km/h}$ از کنار آن می‌گذرد. در همین لحظه، خودروی پلیس با شتاب ثابت $4 \text{ m/s}^2$ در همان جهت شروع به حرکت می‌کند. الف) پس از چه مدت پلیس به موتورسوار می‌رسد؟ ب) نمودار سرعت- زمان هر دو متحرک را تا لحظه‌ای که سرعت آن‌ها یکسان می‌شود، در یک دستگاه مختصات رسم کنید.	۰/۷۵ ۰/۷۵
۴۵۱ (۴)	سنگی از بالای یک پل آزادانه سقوط می‌کند و با تندی $40 \text{ m/s}$ به سطح آب برخورد می‌کند. الف) سرعت متوسط سنگ را در حین سقوط به دست آورید. ب) ارتفاع پل نسبت به سطح آب چقدر است؟ 	۰/۵ ۰/۵
۴۵۲ (۵)	درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را با عبارت‌های (درست) یا (نادرست) مشخص کنید. الف) وقتی نیروهای وارد بر جسمی متوازن باشند، جسم با شتاب ثابت حرکت می‌کند. ب) در تصادفات، کیسه هوا با افزایش مدت زمان برخورد، نیروی متوسط وارد بر سرنشین را کاهش می‌دهد. پ) در یک دیسک‌گردان با دوره ثابت، هرچه از مرکز دیسک دورتر شویم، تندی حرکت کمتر می‌شود.	۰/۷۵
۴۵۳ (۶)	آزمایشی را شرح دهید که بتوان ثابت یک فنر را به کمک وسایل زیر اندازه گرفت: فنر، خط‌کش، وزنه با جرم معین، گیره و پایه	۰/۷۵
۴۵۴ (۷)	شکل روبه‌رو جسمی به جرم $3 \text{ kg}$ را نشان می‌دهد که روی یک سطح افقی با ضرایب اصطکاک ایستایی و جنبشی $0/4$ و $0/3$ در حال سکون قرار دارد. به جسم نیروی افقی $8 \text{ N}$ وارد می‌شود. الف) نیروی اصطکاک وارد بر جسم را با محاسبه تعیین کنید. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ) ب) اگر نیروی افقی وارد بر جسم حذف شود، اندازه نیروی سطح بر جسم کاهش می‌یابد یا افزایش؟ 	۰/۷۵ ۰/۲۵

مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه	آزمون (۵)	رشته: ریاضی و فیزیک	پایان سال - خرداد ۱۴۰۳
مرکز ارزشیابی و تضمین کیفیت نظام آموزش و پرورش		سؤالات امتحان نهایی درس فیزیک ۳ پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه	

ردیف	سؤالات	نمره
۴۵۵ (۸)	ارتفاع یک ماهواره از سطح زمین ۵ برابر شعاع زمین است، وزن آن در این ارتفاع چند برابر وزنش در سطح زمین است؟	۰/۷۵
۴۵۶ (۹)	شکل مقابل یک سطل به جرم $5\text{kg}$ را نشان می‌دهد که توسط یک طناب با نیروی کشش $60\text{N}$ در راستای قائم به طرف بالا کشیده می‌شود. اگر نیروی مقاومت هوا در برابر حرکت سطل $2/5\text{N}$ باشد، شتاب حرکت آن را حساب کنید. ( $g = 10\text{N/kg}$ )	۰/۷۵
		
۴۵۷ (۱۰)	به سؤالات زیر پاسخ کوتاه دهید. الف) یک آونگ ساده از زمین به کره ماه برده می‌شود. دوره تناوب آن بیشتر می‌شود یا کمتر؟ ( $g$ زمین $< g$ ماه) ب) اگر بسامد نیروی واداشته با بسامد طبیعی نوسانگر برابر باشد، چه پدیده‌ای رخ می‌دهد؟ ج) کدام نوع از امواج می‌توانند در خلأ منتشر شوند؟ د) شخصی از یک چشمه صوتی ساکن دور می‌شود. بسامد صوتی که دریافت می‌کند، چگونه تغییر می‌کند؟	۱
۴۵۸ (۱۱)	نمودار مکان-زمان یک نوسانگر جرم-فنر مطابق شکل روبه‌رو است. الف) معادله حرکت این نوسانگر را بنویسید. ب) انرژی مکانیکی آن را در دو لحظه $t_1$ و $t_2$ مقایسه کنید.	۱ ۰/۲۵
		
۴۵۹ (۱۲)	تراز شدت صوت در کتابخانه $30\text{dB}$ و در خیابان شلوغ $70\text{dB}$ است. شدت صوت در خیابان شلوغ چند برابر شدت صوت در کتابخانه است؟ ( $I_0 = 10^{-12}\text{W/m}^2$ )	۰/۷۵
۴۶۰ (۱۳)	شکل مقابل نقش یک موج در حال پیشروی را در یک سیم نشان می‌دهد. الف) این موج طولی است یا عرضی؟ ب) در این لحظه، نقطه $M$ بر روی سیم، در حال بالا رفتن است یا پایین آمدن؟ پ) نیروی کشش این سیم را کاهش می‌دهیم، تندی پیشروی موج چگونه تغییر می‌کند؟	۰/۷۵
		
۴۶۱ (۱۴)	فاصله بین شما و یک دیوار بلند $13/2\text{m}$ است. اگر تندی انتشار صوت در هوا $330\text{m/s}$ باشد، آیا قادر به شنیدن پژواک صدای خود خواهید بود؟ چرا؟	۰/۷۵
۴۶۲ (۱۵)	مطابق شکل، موج نوری فرودی از شیشه وارد آب می‌شود. ( $n = \frac{3}{4}$ شیشه و $n = \frac{4}{3}$ آب)	۰/۵ ۰/۵
		
	الف) ادامه جبهه‌های موج پس از ورود به آب را به‌طور کیفی رسم کنید. ب) تندی انتشار نور در آب، چند برابر تندی انتشار آن در شیشه است؟	

مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه	رشته: ریاضی و فیزیک	پایان سال - خرداد ۱۴۰۳
مرکز ارزشیابی و تضمین کیفیت نظام آموزش و پرورش		سوالات امتحان نهایی درس فیزیک ۳ پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه

ردیف	سؤالات	نمره														
۴۶۳ (۱۶)	<p>الف) شکل مقابل، یک مولد سیگنال‌های صوتی را نشان می‌دهد. چرا میکروفن در نقاط L و S صداهایی با شدت‌های متفاوت ثبت می‌کند؟</p> <p>ب) سه بسامد تشدید متوالی یک تار با دو انتهای بسته عبارت‌اند از:  <math>300\text{ Hz}</math>، ..... Hz و <math>420\text{ Hz}</math>. اگر تندی انتشار صوت در تار برابر <math>240\text{ m/s}</math> باشد، طول تار را به دست آورید.</p> 	۰/۵ ۱														
۴۶۴ (۱۷)	<p>جاهای خالی را در جمله‌های زیر با کلمه‌های مناسب پر کنید.</p> <p>الف) طول موج‌های گسیلی اتم هیدروژن در رشته لیمان، در ناحیه ..... طیف امواج الکترومغناطیسی قرار دارند.</p> <p>ب) طبق مدل اتمی .....، اتم پایدار نیست و الکترون در نهایت روی هسته سقوط می‌کند.</p> <p>پ) طیف گسیلی و طیف ..... هیچ دو گازی همانند یکدیگر نیست.</p> <p>ت) وقتی تعداد الکترون‌ها در ترازهای شبه پایدار نسبت به تراز پایین‌تر بسیار بیشتر باشد، ..... الکترون‌ها در محیط لیزری رخ داده است.</p>	۱														
۴۶۵ (۱۸)	<p>پرتوی فرابنفشی با طول موج <math>250\text{ nm}</math> بر سطح تیغه‌ای از جنس آهن با تابع کار <math>4/5\text{ eV}</math> تابیده می‌شود. بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های جدا شده از سطح آهن را حساب کنید. (<math>hc = 1240\text{ eV}\cdot\text{nm}</math>)</p>	۰/۷۵														
۴۶۶ (۱۹)	<p>در گذار الکترون از تراز چهارم به تراز دوم در اتم هیدروژن، انرژی فوتون گسیل شده چند الکترون ولت و بسامد آن چند هرتز است؟ (<math>h = 4 \times 10^{-15}\text{ eV}\cdot\text{s}</math>)</p>	۱														
۴۶۷ (۲۰)	<p>هر یک از موارد ستون اول به کدام مورد در ستون دوم مرتبط است؟ (دو مورد در ستون دوم اضافی است).</p> <table border="1" data-bbox="327 1430 1189 1801"> <thead> <tr> <th>ستون اول</th> <th>ستون دوم</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>الف) هسته‌های با تعداد نوترون‌های متفاوت و تعداد پروتون‌های یکسان</td> <td>(a) نوکلئون</td> </tr> <tr> <td>ب) نیروی هسته‌ای</td> <td>(b) واپاشی آلفا</td> </tr> <tr> <td>پ) عدد اتمی هسته دختر، یک واحد افزایش می‌یابد.</td> <td>(c) واپاشی بتای مثبت</td> </tr> <tr> <td>ت) کاربرد در آشکارسازهای دود</td> <td>(d) ایزوتوپ</td> </tr> <tr> <td></td> <td>(e) کوتاه‌برد</td> </tr> <tr> <td></td> <td>(f) واپاشی بتای منفی</td> </tr> </tbody> </table>	ستون اول	ستون دوم	الف) هسته‌های با تعداد نوترون‌های متفاوت و تعداد پروتون‌های یکسان	(a) نوکلئون	ب) نیروی هسته‌ای	(b) واپاشی آلفا	پ) عدد اتمی هسته دختر، یک واحد افزایش می‌یابد.	(c) واپاشی بتای مثبت	ت) کاربرد در آشکارسازهای دود	(d) ایزوتوپ		(e) کوتاه‌برد		(f) واپاشی بتای منفی	۱
ستون اول	ستون دوم															
الف) هسته‌های با تعداد نوترون‌های متفاوت و تعداد پروتون‌های یکسان	(a) نوکلئون															
ب) نیروی هسته‌ای	(b) واپاشی آلفا															
پ) عدد اتمی هسته دختر، یک واحد افزایش می‌یابد.	(c) واپاشی بتای مثبت															
ت) کاربرد در آشکارسازهای دود	(d) ایزوتوپ															
	(e) کوتاه‌برد															
	(f) واپاشی بتای منفی															
۴۶۸ (۲۱)	<p>الف) نیمه‌عمر یک ماده رادیواکتیو ۶ روز است. پس از ۳۰ روز، چه کسری از هسته‌های فعال اولیه باقی می‌ماند؟</p> <p>ب) یک ماده کندساز نوترون‌ها در واکنش شکافت هسته‌ای را نام ببرید.</p> <p>پ) چه نوع واکنش هسته‌ای در سطح خورشید اتفاق می‌افتد؟</p>	۱ ۰/۲۵ ۰/۲۵														
	جمع نمرات	۲۰														

پاسخ‌های

تشریحی



## ۲ دینامیک و حرکت دایره‌ای فصل

۷۱. الف) اول (ب) متوازن (پ) جرم (ت) نادرست (ث) لازم نیست (ج) ندارد (ح) مستقیم (چ) هستند

۷۲. الف) نیروسنج - نیوتون یا  $kg \cdot m / s^2$  (ب) لختی (پ) حرکت با سرعت ثابت - لختی (ت) حفظ کنند (ث) نادرست (ج) درست

۷۳. الف) قانون اول نیوتون: یک جسم حالت سکون یا حرکت با سرعت ثابت بر روی خط راست خود را حفظ می‌کند مگر آن که نیروی خالص غیرصفری به آن وارد شود.

(ب) لختی: خاصیت اجسام که میل دارند وضعیت حرکت خود را در غیاب نیروی خالص حفظ کنند.

(پ) تغییر سرعت جسم (تغییر راستا، جهت یا اندازه) (ث) تغییر شکل

(ت) وقتی در خودرویی که در حال حرکت به سمت جلو است، نشستیم و به هر دلیلی، ترمز ناگهانی یا برخورد با یک مانع صورت گیرد، چون نیرو بر ما وارد نمی‌شود، طبق قانون اول نیوتون، تمایل به ادامه حرکت داریم و به جلو پرتاب خواهیم شد. بستن کمربند ایمنی مانع از پرتاب ما خواهد شد.

(ث) وقتی خودرو در مسیر خط راست در حرکت است، طبق قانون اول نیوتون مسافران تمایل به حفظ راستای حرکت خود، یعنی خط راست را دارند، بنابراین در لحظه دور زدن خودرو، مسافر به دیواره خودرو فشرده می‌شود.

(ج) هنگامی که کامیون ناگهان شروع به حرکت می‌کند، جعبه تمایل به حفظ حالت سکون خود دارد، بنابراین از کامیون جا می‌ماند و می‌افتد.

(چ) طبق قانون اول نیوتون چون ما تمایل به حفظ حالت سکون خود را داریم، به عقب و به پشتی صندلی فشرده می‌شویم.

۷۴. الف) نخ (۲)

(ب) بنابر لختی، سکه تمایل دارد وضعیت قبلی خود را حفظ کند.

۷۵. الف) نیروی خالص وارد بر (ب) وارون (پ) شتاب (ت) یک (ث) نادرست (ج) نادرست

۷۶. ابتدا نیروهای وارد بر خودرو را

رسم می‌کنیم و سپس شتاب  $F = 4200 \text{ N}$  حرکت خودرو را می‌یابیم:  $f = 1200 \text{ N}$

اکنون طبق قانون دوم نیوتون داریم:

$$F_{\text{net}} = ma \Rightarrow F - f = ma \xrightarrow{m=1500 \text{ kg}} \rightarrow$$

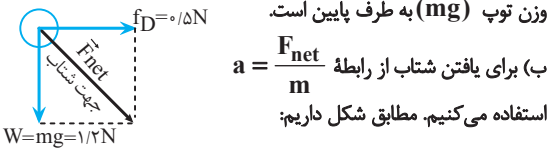
$$4200 - 1200 = 1500a \Rightarrow 3000 = 1500a \Rightarrow a = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

برای یافتن جابه‌جایی داریم:

$$\Delta x = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t \xrightarrow{a=2 \text{ m/s}^2, v_0=0, t=4 \text{ s}}$$

$$\Delta x = \frac{1}{2} \times 2 \times 4^2 + 0 = 16 \text{ m}$$

۷۷. الف) نیروی مقاومت هوا ( $f_D$ ) در خلاف جهت حرکت (به سمت راست) و



$$F_{\text{net}} = \sqrt{W^2 + f_D^2} \xrightarrow{f_D=0.5 \text{ N}, W=mg, mg=1.2 \text{ N}} \rightarrow$$

$$F_{\text{net}} = \sqrt{1^2 + 0.5^2} = 1.12 \text{ N}$$

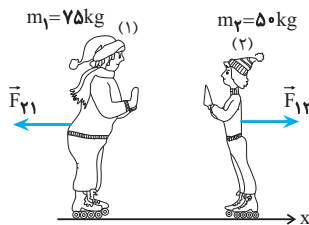
$$a = \frac{F_{\text{net}}}{m} \xrightarrow{m=0.12 \text{ kg}} \rightarrow a = \frac{1.12}{0.12} = \frac{130}{12} = \frac{65}{6} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

(پ) جهت شتاب در سوی  $\vec{F}_{\text{net}}$  است که در شکل رسم شده است.

۷۸. الف) هم‌راستا (ب) خنثی نمی‌کنند (پ) مخالف یکدیگر (ت) سوم (ث) برابر با (ج) سوم (چ) زمین - به طرف جسم (ح) درست (خ) درست (د) نادرست

۷۹. نیروی شخص به جعبه و برعکس نیروی جعبه به شخص، نیروهای کنش و واکنش هستند که بین دو جسم (شخص و جعبه) تعریف می‌شوند. اما نیروی وارد بر جعبه بزرگ‌تر از نیروی اصطکاک بین جعبه با سطح افقی است، لذا جعبه حرکت می‌کند.

۸۰. طبق قانون سوم، اگر شخص (۱) بر شخص (۲) نیروی  $\vec{F}_{12}$  وارد کند، شخص (۲) نیروی  $\vec{F}_{21}$  را که هم‌اندازه و در خلاف جهت  $\vec{F}_{12}$  است بر شخص (۱) وارد خواهد کرد. بنابراین با داشتن اندازه نیرو، شتاب دو شخص را به طور جداگانه حساب می‌کنیم.



الف)  $\vec{a}_2 = \frac{\vec{F}_{12}}{m_2} \xrightarrow{\vec{F}_{12}=120 \cdot \vec{i} \text{ (N)}, m_2=50 \text{ kg}} \rightarrow$

$$\vec{a}_2 = \frac{120}{50} \vec{i} = 2.4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \Rightarrow a_2 = 2.4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

ب)  $\vec{a}_1 = \frac{\vec{F}_{21}}{m_1} \xrightarrow{\vec{F}_{21}=-120 \cdot \vec{i} \text{ (N)}, m_1=75 \text{ kg}} \rightarrow$

$$\vec{a}_1 = -\frac{120}{75} \vec{i} = -1.6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

می‌بینیم، شخص اول به طرف چپ شتاب می‌گیرد.

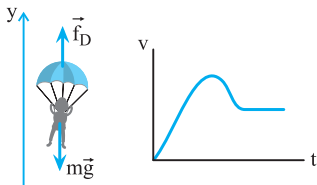


۳) از لحظه باز شدن چتر تا رسیدن به تندی حدی: پس از باز شدن چتر، تندی چتر باز به تدریج کم می‌شود و در نتیجه از نیروی مقاومت هوا نیز کاسته می‌شود تا لحظه‌ای که نیروی مقاومت هوا با نیروی وزن برابر شود. در این لحظه  $F_{net} = 0$  است.

۴) سقوط با تندی حدی: از لحظه‌ای که نیروی خالص وارد بر چتر باز صفر می‌شود، چتر باز با تندی ثابت (تندی حدی) به حرکت رو به پایین خود ادامه خواهد داد.

$$f = mg \Rightarrow F_{net} = 0 \Rightarrow a = 0$$

(ب) نمودار تقریبی  $v-t$ :



### ۸۵ الف (۳)

(ب) به‌طور کلی، وقتی آسانسور به‌صورت تندشونده رو به بالا و یا کندشونده رو به پایین حرکت کند، ترازوی فنری درون آسانسور، عددی که نشان می‌دهد از وزن شخص بیش‌تر است. به عبارتی هنگامی عدد ترازو بیش‌تر از وزن است که شتاب آسانسور مثبت باشد. اگر سمت بالا را مثبت فرض کنیم داریم:

$$F_N - mg = ma \Rightarrow F_N = m(g + a)$$

$$\frac{F_N > mg}{a > 0}$$

(پ) (۱) چون نیروی عمودی سطح را میز به جسم وارد می‌کند، واکنش آن به میز وارد خواهد شد.



۸۶ مطابق شکل، بر چتر باز دو نیروی وزن و مقاومت هوا وارد می‌شود، بنابراین داریم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow f_D - mg = ma$$

$$\frac{m = 70 \text{ kg}}{a = 1 \text{ m/s}^2} \rightarrow f_D - 70 \times 10 = 70 \times 1$$

$$\Rightarrow f_D = 1260 \text{ N}$$



۸۷ با رسم نیروهای وارد بر شخص از قانون دوم نیوتون استفاده می‌کنیم. دقت کنید، ترازو واکنش نیروی کف آسانسور بر شخص را نشان می‌دهد.

$$F_{net} = ma \Rightarrow F_N - mg = ma$$

$$\frac{m = 50 \text{ kg}}{a = -2 \text{ m/s}^2} \rightarrow F_N - 50 \times 10 = 50 \times (-2)$$

$$\Rightarrow F_N = 400 \text{ N}$$

۸۸ بر شخص دو نیروی عمودی سطح  $(F_N)$ ، از طرف ترازو و نیروی وزن  $(W)$  وارد می‌شود، بنابراین داریم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow F_N - W = ma \quad a = -g/\lambda$$

$$F_N - mg = -m \frac{g}{\lambda} \Rightarrow F_N = \frac{g}{\lambda} mg = \frac{g}{\lambda} W$$

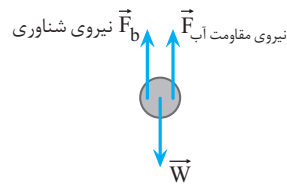


- ۸۱ الف) ابعاد (ب) بیشتر (پ) افزایش  
ت) درست (ث) درست (ج) پایین

### ۸۲ الف) ذرات تشکیل دهنده یک جسم را جرم جسم می‌نامند اما وزن

نیروی گرانشی است که از طرف زمین بر جسم وارد می‌شود. (ب) جابه‌جایی جسم تاثیری بر جرم آن ندارد (زیرا ذرات تشکیل دهنده جسم ثابت می‌ماند). اما هر چه از سطح زمین دورتر شویم، شتاب گرانشی  $(g)$  کاهش می‌یابد، در نتیجه وزن جسم  $(mg)$  نیز کاهش خواهد یافت. (در بخش گرانش بیش‌تر با این موضوع آشنا خواهیم شد.) (پ) شکل جلوی هواپیماها و خودروها را طوری می‌سازند که مقاومت هوا کم‌ترین مقدار را داشته باشد که معمولاً دوکی شکل و شبیه دلفین‌ها و ماهی‌ها است و با کاهش مقاومت هوا، انرژی‌ای که برای غلبه بر آن تلف می‌شود کاهش یافته و در مصرف سوخت صرفه‌جویی خواهد شد.

(ت) چون گوی با سرعت ثابت در حال سقوط است نیروی خالص وارد بر آن صفر است. بنابراین خواهیم داشت:



$$F_{net} = 0 \Rightarrow F_b + F_{net} = W \Rightarrow F_{net} < W$$

نیروی مقاومت آب کم‌تر از وزن جسم و جهت آن رو به بالاست.

(ث) تندی جسم نسبت به شاره، شکل و ابعاد جسم

### ۸۳ الف) مطابق شکل، بر چتر باز دو نیروی وزن و مقاومت

هوا وارد می‌شود. واکنش نیروی وزن بر زمین وارد و واکنش مقاومت هوا، بر هوا وارد می‌شود. (ب) هنگامی که وزن چتر باز با نیروی مقاومت هوا برابر شود، چتر باز به تندی حدی می‌رسد.



### ۸۴ الف) از لحظه پرش تا لحظه رسیدن چتر باز به سطح زمین را طی ۴

مرحله بررسی می‌کنیم:

(۱) از لحظه پرش تا باز شدن چتر: در لحظه ابتدایی پرش شتاب چتر باز  $g$  و به طرف پایین است. با گذشت زمان سرعت سقوط چتر باز و در نتیجه نیروی مقاومت هوا افزایش می‌یابد و در نتیجه نیروی خالص کم‌تر از وزن شده و باعث کاهش شتاب سقوط  $(a < g)$  می‌گردد، اما همچنان حرکت تندشونده است.

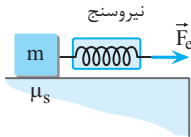
(۲) بلافاصله بعد از باز شدن چتر: بلافاصله پس از باز شدن چتر، مقاومت هوا (که رو به بالا است) به حدی افزایش می‌یابد که از وزن چتر باز بیش‌تر شده و در این حالت شتاب خالص چتر باز رو به بالا می‌شود، در نتیجه سقوط با حرکت کندشونده ادامه می‌یابد.



$$f_D > mg \Rightarrow a_{net} \Rightarrow \text{سقوط کندشونده به طرف بالا}$$

۹۲. الف) جنس دو جسم، چگونگی زبری سطوح تماس، نیروی عمودی وارد بر سطح تماس دو جسم  
 ب) نیروی اصطکاک جمع برداری نیروهای بیشماری است که بین اتم‌های سطح یک جسم و جسم دیگر عمل می‌کند. وقتی دو سطح معمولی روی هم قرار می‌گیرند، فقط نقاط برجسته با هم تماس پیدا می‌کنند و این نقاط تماس جوش خوردگی خواهند داشت.  
 پ) چون در این صورت، تماس اتم‌های دو سطح بسیار زیاد شده و به دلیل جاذبه اتمی، حالت جوش خوردگی اتمی پیدا می‌کنند (جوش سرد) و باعث ایجاد اصطکاک زیاد بین آن‌ها می‌شود.  
 ت) در این حالت، نخست جوش‌ها پاره می‌شوند (در لحظه کنده شدن) پس از آن با شروع حرکت، جوش‌ها به طور پیوسته مجدداً تشکیل و سپس پاره می‌شوند.

۹۳. الف) مطابق شکل جسم را به فنر متصل کرده و نیروی وارد بر جسم را به آرامی افزایش می‌دهیم تا جایی که جسم در آستانه لغزیدن قرار گیرد. در این حالت عددی که نیروسنج نشان می‌دهد را یادداشت می‌کنیم. این عدد برابر با  $\mu_s F_N$  است که همان  $f_{s,max}$  است.

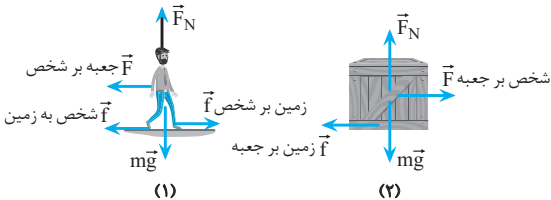


پس از اندازه‌گیری جرم مکعب، بنا به قانون دوم نیوتون، داریم:

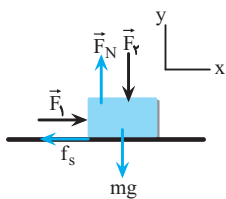
$$f_{s,max} = \mu_s F_N \Rightarrow \mu_s = \frac{f_{s,max}}{mg}$$

ب) هدف از این آزمایش تعیین  $\mu_s$  بین یک قطعه چوب و سطح میز است. طبق رابطه  $f_{s,max} = \mu_s mg$  با افزایش یا کاهش جرم،  $f_{s,max}$  نیز افزایش یا کاهش خواهد یافت.

پ) در شکل (۱) شخص با گام زدن تمایل به راندن زمین به عقب دارد (نیروی اصطکاک)، واکنش زمین نیرویی مماس (اصطکاک) است که شخص را به جلو می‌راند. نیروی  $mg$ ، نیروی وزن جسم به طرف زمین و  $F_N$  نیروی عمودی سطح است.



در شکل (۲)، نیروی شخص بر جعبه به طرف جلو باعث راندن جعبه به جلو است و نیروی اصطکاک بین جعبه و زمین در مقابل لغزش جعبه مقاومت می‌کند اما نیروی جلو برنده شخص بیش‌تر از  $f$  بوده و جعبه روبه جلو می‌رود.



۹۴. الف) با افزایش نیروی  $F_y$ ، اندازه نیروی عمودی سطح افزایش می‌یابد. چون جسم ساکن است، داریم:  
 $F_{net,y} = 0$   
 $\Rightarrow F_N = mg + F_y$

۸۹. برای مقایسه  $F_N$  با وزن شخص با توجه به شکل و جهت  $y$  رو به بالا، قانون دوم نیوتون را به کار می‌گیریم:  
 $F_{net} = ma \Rightarrow F_N - W = ma$   
 $\Rightarrow F_N = W + ma$  (۱)  
 با توجه به رابطه (۱)، می‌توان گفت اگر  $a$  مثبت باشد  $F_N > W$  و اگر منفی باشد  $F_N < W$  و اگر  $a = 0$  باشد  $F_N = W$  خواهد بود. بنابراین (جهت شتاب تعیین‌کننده است. حال به بررسی می‌پردازیم.  
 الف) سرعت ثابت است ( $a = 0$ ) بنابراین:  
 $F_N = W + 0 \Rightarrow F_N = W$   
 ب) شتاب رو به پایین ( $a < 0$ ):

$F_N = W + ma \xrightarrow{a < 0} F_N < W$   
 علت منفی بودن  $a$ : چون آسانسور از حال سکون رو به پایین به حرکت درمی‌آید، پس شتاب نیز رو به پایین و منفی خواهد بود.  
 پ) شتاب رو به پایین ( $a < 0$ ):  
 علت منفی بودن  $a$ : چون حرکت آسانسور رو به بالاست برای کند شدن تندی الزاماً شتاب روبه پایین است.  
 ت) شتاب رو به بالا ( $a > 0$ ):

$F_N = W + ma \xrightarrow{a > 0} F_N > W$   
 علت مثبت بودن  $a$ : چون حرکت رو به پایین است برای کند شدن تندی الزاماً شتاب در خلاف جهت حرکت یعنی رو به بالا است ( $a > 0$ ).

۹۰. در حالت اول حرکت به طرف بالا و تندشونده است بنابراین سوی شتاب به طرف بالاست.  
 $F_N - mg = ma$   
 $\Rightarrow F_N = mg + ma$  (۱)

در حالت دوم چون حرکت به طرف بالا ( $v > 0$ ) اما کندشونده است، بنابراین  $a$  به طرف پایین بوده و با علامت منفی در رابطه جایگزین خواهد شد و داریم:

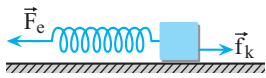
$F'_N - mg = -ma \Rightarrow F'_N = mg - ma$   
 در نهایت، طبق داده مسئله داریم:

$$F_N - F'_N = 240 \xrightarrow{(1),(2)} mg + ma - (mg - ma) = 240 \Rightarrow 2ma = 240$$

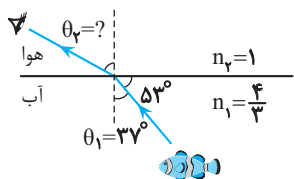
$$\xrightarrow{a = 2m/s^2} 2 \times m \times 2 = 240 \Rightarrow m = 60 \text{ kg}$$

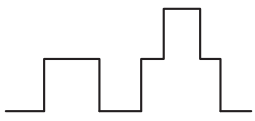
۹۱. الف) نادرست  
 ب) نادرست  
 ت) نادرست  
 ث) نادرست  
 ج) درست  
 ح) خلاف جهت  
 د) درست  
 خ) عمودی سطح

## پاسخ تشریحی آزمون ۴ - امتحان نهایی ریاضی شهریور ۱۴۰۲

ردیف	سؤالات	نمره
۴۲۷ (۱)	الف) سرعت (زیرا، در یک دور کامل جابه‌جایی متحرک صفر می‌شود). ب) شتاب پ) سهمی ت) افزایش	(هر مورد ۰/۲۵)
۴۲۸ (۲)	الف) $t_1$ (در لحظه $t_1$ سرعت متحرک از مثبت به منفی تغییر کرده است). ب) $t_3$ تا $t_4$ (در این بازه زمانی سرعت منفی و در حال کاهش است). پ) سرعت ثابت یا حرکت یکنواخت ت) در خلاف جهت محور X (مساحت سطح بین نمودار $v-t$ و محور $t$ ، که برابر جابه‌جایی متحرک است، در بازه زمانی زیر محور که سرعت منفی است بزرگتر از بالای محور که سرعت مثبت است، می‌باشد).	(هر مورد ۰/۲۵)
۴۲۹ (۳)	اتومبیل که با سرعت $108 \text{ km/h}$ در حال حرکت است، پس از جابه‌جایی $\Delta x = 120 - 20 = 100 \text{ m}$ (۰/۲۵) سرعت آن به صفر می‌رسد. بنابراین، با استفاده از رابطه سرعت-جابه‌جایی به صورت زیر شتاب اتومبیل را می‌یابیم. دقت کنید، باید $\text{km/h}$ را به $\text{m/s}$ تبدیل کنیم.	
	$v_0 = 108 \text{ km/h} + 3/6 = 30 \text{ m/s}$ $v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x \quad (0/25) \quad \xrightarrow{v=0} \quad 0 = 30^2 + 2a \times 100 \quad (0/25)$ $\Rightarrow -900 = 200a \Rightarrow a = -4.5 \text{ m/s}^2 \quad (0/25)$	
۴۳۰ (۴)	با استفاده از رابطه زیر $t$ را می‌یابیم:	
	$\Delta y = -\frac{1}{2}gt^2 \quad (0/25) \quad \xrightarrow{\substack{g=9.8 \text{ m/s}^2 \\ \Delta y = -0.196 \text{ m}}} \quad -0.196 = -\frac{1}{2} \times 9.8 \times t^2 \quad (0/25)$ $\Rightarrow t^2 = 0.04 \Rightarrow t = 0.2 \text{ s} \quad (0/25)$	
۴۳۱ (۵)	الف) درست ب) نادرست (شتاب آسانسور برابر شتاب گرانشی است). پ) نادرست ( $\frac{g_h}{g_0} = (\frac{R_e}{R_e + h})^2 \xrightarrow{h=R_e} \frac{g_h}{g_0} = (\frac{R_e}{R_e + R_e})^2 \Rightarrow g_h = \frac{1}{4}g_0$ ) ت) درست (نیروی مقاومت شاره به تندی و ابعاد جسم بستگی دارد).	(هر مورد ۰/۲۵)
۴۳۲ (۶)	متابقی شکل زیر، نیروهای افقی وارد بر جسم را رسم می‌کنیم و با استفاده از قانون دوم نیوتون، نیروی اصطکاک بین جسم و سطح را می‌یابیم. دقت کنید، در این جا، نیروی کشسانی فنر ( $F_e = kx$ )، نیروی محرک جسم می‌باشد.	
	 $F_{\text{net}} = ma \Rightarrow F_e - f_k = ma \quad (0/25) \quad \xrightarrow{F_e = kx} \quad kx - f_k = ma \quad (0/25)$ $\xrightarrow{\substack{k=100 \text{ N/m}, a=0.5 \text{ m/s}^2 \\ x=6 \text{ cm}=0.06 \text{ m}, m=2 \text{ kg}}} \quad 100 \times 0.06 - f_k = 2 \times 0.5 \quad (0/25)$ $\Rightarrow 6 - f_k = 1 \Rightarrow f_k = 5 \text{ N} \quad (0/25)$ <p>چون جسم در حال حرکت است، نیروی اصطکاک بین سطح و جسم از نوع نیروی اصطکاک جنبشی می‌باشد. (۰/۲۵)</p>	
۴۳۳ (۷)	ابتدا با استفاده از مساحت سطح بین نمودار $F-t$ و محور $t$ تغییر تکانه جسم را می‌یابیم:	
	$\Delta p = (\frac{0.6 + 0.4}{2}) \times 300 = 150 \text{ kg.m/s} \quad (0/25)$ <p>اکنون با استفاده از رابطه زیر نیروی متوسط وارد بر جسم را پیدا می‌کنیم:</p> $F_{\text{av}} = \frac{\Delta p}{\Delta t} \quad (0/25) \quad \xrightarrow{\substack{\Delta t = 0.8 - 0.2 = 0.6 \text{ s} \\ \Delta p = 150 \text{ kg.m/s}}} \quad F_{\text{av}} = \frac{150}{0.6} = 250 \text{ N} \quad (0/25)$	

ردیف	سؤالات	نمره
۴۳۴ (۸)	با استفاده از رابطه $T = \frac{2\pi r}{v}$ تندی چرخش نوک پره را می‌یابیم: $v = \frac{2\pi r}{T} \quad (0/25) \xrightarrow[r=2m, \pi=3]{T=0/3s} v = \frac{2 \times 3 \times 2}{0/3} = 400 \text{ m/s} \quad (0/5)$	
۴۳۵ (۹)	الف) با توجه به داده‌های روی نمودار، $A = 6 \text{ cm}$ و $\frac{3T}{4} = 0/3 \text{ s}$ است بنابراین داریم: $\frac{3T}{4} = 0/3 \Rightarrow T = 0/4 \text{ s} \quad (0/25)$ $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0/4} = 8\pi \text{ rad/s} \quad (0/25)$ $x = A \cos \omega t \quad (0/25) \xrightarrow[A=6\text{cm}=0/06\text{m}}{x=0} x = 0/06 \cos 8\pi \text{ rad/s} \quad (0/25)$ ب) در لحظه‌ای که نوسانگر از نقطه تعادل ( $x = 0$ ) عبور می‌کند، تندی و در نتیجه انرژی جنبشی نوسانگر به بیشینه مقدار خود می‌رسد. بنابراین داریم: $x = 0/06 \cos 8\pi t \xrightarrow{x=0} 0 = 0/06 \cos 8\pi t \Rightarrow \cos 8\pi t = 0 \xrightarrow{\cos \frac{\pi}{2} = 0} \rightarrow$ $\cos 8\pi t = \cos \frac{\pi}{2} \Rightarrow 8\pi t = \frac{\pi}{2} \Rightarrow t = 0/1 \text{ s} \quad (0/25)$ البته بدون محاسبه هم می‌توان گفت در لحظه $t = \frac{T}{4} = \frac{0/4}{4} = 0/1 \text{ s}$ برای اولین بار انرژی جنبشی نوسانگر بیشینه است که هدف طراح سوال هم این پاسخ بوده است.	
۴۳۶ (۱۰)	ابتدا شدت صوت را می‌یابیم: $I = \frac{P_{av}}{A} \quad (0/25) \xrightarrow[A=1/6\text{m}^2]{P_{av}=1/6 \times 10^{-4} \text{ W}} I = \frac{1/6 \times 10^{-4}}{1/6} = 10^{-4} \text{ W/m}^2 \quad (0/25)$ اکنون تراز شدت صوت را پیدا می‌کنیم: $\beta = 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right) \quad (0/25) \xrightarrow[I_0=10^{-12} \text{ W/m}^2]{I=10^{-4} \text{ W/m}^2} \beta = 10 \log \left( \frac{10^{-4}}{10^{-12}} \right) = 10 \log (10^8) = 80 \log (10)$ $\xrightarrow{\log(10)=1} \beta = 80 \times 1 = 80 \text{ dB} \quad (0/25)$	
۴۳۷ (۱۱)	الف) ثابت (تندی موج به شرایط فیزیکی محیط بستگی دارد). ب) کاهش (طبق رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ ، چون $v$ ثابت و $f$ افزایش یافته است، $\lambda$ کاهش می‌یابد). پ) ثابت (بسامد موج از ویژگی‌های چشمه موج است). ت) افزایش (طبق رابطه $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ ) (هر مورد ۲۵/۰)	
۴۳۸ (۱۲)	الف) چون بسامد صوتی که ناظر دریافت می‌کند، بیشتر از بسامد چشمه صوت است، باید چشمه صوت به شنونده نزدیک شود. بنابراین، چشمه صوت به سمت چپ (۲۵/۰) حرکت می‌کند. ب) اثر دوپلر (۲۵/۰)	
۴۳۹ (۱۳)	الف) c ب) e پ) a ت) b (هر مورد ۲۵/۰)	
۴۴۰ (۱۴)	الف) با استفاده از قانون شکست اسنل، زاویه شکست را می‌یابیم: $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad (0/25)$ $\frac{4}{3} \times \sin 37^\circ = 1 \times \sin \theta_2 \xrightarrow{\sin 37^\circ = 0/6} \quad (0/25)$ $\frac{4}{3} \times 0/6 = \sin \theta_2 \Rightarrow \sin \theta_2 = 0/8$ $\Rightarrow \theta_2 = 53^\circ \quad (0/25)$ ب) در محیط آب (هرچه ضریب شکست محیطی بیشتر باشد، طول موج در آن محیط کمتر است).	



ردیف	سؤالات	نمره
۴۴۱ (۱۵)	الف) شکل موج بر هم نهاده شد به صورت زیر است:  ب) بسامد صدا کمتر (بم‌تر) می‌شود. (۰/۲۵) زیرا، با خالی شدن آب درون گالن، طول لوله صوتی بیشتر می‌شود (۰/۲۵)، در نتیجه چون بسامدهای تشدید لوله با طول آن نسبت وارون دارد، لذا، بسامدهای لوله صوتی کاهش یافته و صدا بم‌تر می‌شود. (۰/۲۵)	(۰/۵)
۴۴۲ (۱۶)	الف) با استفاده از رابطه زیر تابع کار فلز را می‌یابیم: $K_{\max} = hf - W_0 \quad (0/25) \xrightarrow{f = \frac{c}{\lambda}} K_{\max} = \frac{hc}{\lambda} - W_0 \quad \frac{K_{\max} = 0/6 eV, \lambda = 496 nm}{hc = 1240 eV \cdot nm}$ $0/6 = \frac{1240}{496} - W_0 \quad (0/25) \Rightarrow W_0 = 2/5 - 0/6 = 1/9 eV \quad (0/25)$ ب) تعداد فوتون‌ها افزایش می‌یابد. (۰/۲۵)	
۴۴۳ (۱۷)	الف) طیف پیوسته ب) برخی از طول‌موج‌های گسیلی توسط خورشید توسط گازهای جو خورشید و زمین جذب می‌شوند. پ) گسیل القایی (هر مورد ۰/۲۵)	
۴۴۴ (۱۸)	در سومین حالت برانگیخته، الکترون در تراز $n = 4$ قرار دارد. بنابراین، از روی شکل داده شده، انرژی الکترون را در تراز $n = 4$ و $n' = 1$ مشخص می‌کنیم و سپس از رابطه زیر، طول‌موج فوتون گسیلی را می‌یابیم: $E_4 = -0/85 eV, E_1 = -13/6 eV, hc = 1240 eV \cdot nm \quad (0/25)$ $E_U - E_L = hf \xrightarrow{f = \frac{c}{\lambda}} E_4 - E_1 = \frac{hc}{\lambda} \quad (0/25)$ $\Rightarrow -0/85 - (-13/6) = \frac{1240}{\lambda}$ $\Rightarrow 12/75 = \frac{1240}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{1240}{12/75} = 97/25 nm \quad (0/25)$ چون الکترون به تراز پایه ( $n = 1$ ) گذار نموده است، طول‌موج فوتون گسیلی در ناحیه فرابنفش امواج الکترومغناطیسی قرار دارد. (۰/۲۵)	
۴۴۵ (۱۹)	الف) بیشتر ب) کمتر ت) شکافت پ) آلفا ث) گداخت (هر مورد ۰/۲۵)	
۴۴۶ (۲۰)	باید مجموع عددهای جرمی و مجموع عددهای اتمی دو طرف معادله واکنش را به طور جداگانه مساوی یکدیگر قرار دهیم: ${}_{90}^{234}Th \longrightarrow {}_Z^A Y + {}_{-1}^0 e \Rightarrow \begin{cases} 234 = A + 0 \Rightarrow A = 234 \\ 90 = Z - 1 \Rightarrow Z = 91 \end{cases}$ $A = N + Z \Rightarrow 234 = N + 91 \Rightarrow N = 143$ بنابراین داریم: الف) ۱۴۳ ب) ۹۱ (هر مورد ۰/۲۵)	
۴۴۷ (۲۱)	با توجه به داده‌های روی نمودار، پس از مدت ۸ روز تعداد هسته‌های اولیه ( $N_0 = 1000$ ) به نصف ( $N = 500$ ) کاهش می‌یابد. بنابراین نیمه‌عمر ماده پرتوزا برابر ۸ روز است. با داشتن نیمه‌عمر می‌توان نوشت: $N = \frac{N_0}{2^n} \quad (0/25) \xrightarrow{N_0 = 1000, N = 125} 125 = \frac{1000}{2^n}$ $\Rightarrow 2^n = 8 = 2^3 \Rightarrow n = 3 \quad (0/25)$ $n = \frac{t}{T_{1/2}} \Rightarrow 3 = \frac{t}{8} \Rightarrow t = 24 \text{ روز} \quad (0/25)$	



## پاسخ تشریحی آزمون ۵ - امتحان نهایی ریاضی خرداد ۱۴۰۳

برای آشنایی شما، دانش‌آموز عزیز، با نحوه نمره‌دهی برگه امتحان نهایی، پاسخ این آزمون عیناً مشابه راهنمای تصحیح آزمون نهایی قرار داده شده است.

ردیف	سؤالات	نمره
۴۴۸ (۱)	الف) سرعت ب) مکان پ) کوچکتر ت) تغییر سرعت (هر مورد ۰/۲۵)	
۴۴۹ (۲)	نمودار (۱) (۰/۲۵)	
۴۵۰ (۳)	الف) (۳) ب) رسم نمودار (۱) رسم نمودار (۲) تعیین زمان برابری سرعت‌ها (۰/۲۵)	$v_1 t = \frac{1}{2} a_1 t^2 \quad (۰/۵) \Rightarrow 30t = \frac{1}{2} (4)t^2$ $\Rightarrow t = 15s \quad (۰/۲۵)$
۴۵۱ (۴)	الف) (۴) ب) (۰/۲۵) (۰/۲۵)	$v_{av} = \frac{v + v_0}{2} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow v_{av} = \frac{-40}{2} = -20 \text{ m/s}$ $v^2 = -2g\Delta y \quad (۰/۲۵) \Rightarrow h =  \Delta y  = 80 \text{ m}$
۴۵۲ (۵)	الف) نادرست ب) درست پ) نادرست ت) نادرست (هر مورد ۰/۲۵)	
۴۵۳ (۶)	وزنهای با جرم معین را به یک فنر در راستای قائم، آویزان می‌کنیم (۰/۲۵). به کمک خط‌کش تغییر طول فنر را اندازه می‌گیریم (۰/۲۵). سپس با رابطه $k = \frac{mg}{\Delta L}$ ثابت فنر را محاسبه می‌کنیم (۰/۲۵).	
۴۵۴ (۷)	الف) (۷) ب) کاهش (۰/۲۵)	$f_{s,max} = \mu_s mg \quad (۰/۲۵)$ $\Rightarrow f_{s,max} = 0/4 \times 30 = 12N \quad (۰/۲۵)$ $\Rightarrow f_s = 8N \quad (۰/۲۵)$
۴۵۵ (۸)		$\frac{W_2}{W_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \quad (۰/۲۵) \Rightarrow \frac{W_2}{W_1} = \left(\frac{R_e}{6R_e}\right)^2 \quad (۰/۲۵)$ $\Rightarrow \frac{W_2}{W_1} = \frac{1}{36} \quad (۰/۲۵)$
۴۵۶ (۹)		$T - mg - f_D = ma \quad (۰/۲۵)$ $\Rightarrow 60 - 50 - 2/5 = 5a \quad (۰/۲۵)$ $\Rightarrow a = 1/5 \text{ m/s}^2 \quad (۰/۲۵)$
۴۵۷ (۱۰)	الف) افزایش می‌یابد. پ) الکترومغناطیسی (گاما، ایکس، فرابنفش یا ...) ب) تشدید ت) کاهش می‌یابد. (هر مورد ۰/۲۵)	
۴۵۸ (۱۱)	الف) (۱۱) ب) برابرند. (۰/۲۵)	$T = 0/4s \quad (۰/۲۵)$ $\omega = \frac{2\pi}{T} \quad (۰/۲۵)$ $\Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{0/4} = 5\pi \text{ rad/s} \quad (۰/۲۵)$ $x = 0/04 \cos 5\pi t \quad (۰/۲۵)$
۴۵۹ (۱۲)		$\Delta\beta = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \quad (۰/۲۵)$ $\Rightarrow 40 = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 10^4 \quad (۰/۲۵)$

ردیف	سؤالات	نمره
۴۶۰ (۱۳)	الف) عرضی ب) بالا رفتن پ) کمتر می‌شود (هر مورد ۰/۲۵)	
۴۶۱ (۱۴)	خبر (۰/۲۵) $\Rightarrow 2 \times 13 / 2 = 33 \cdot \Delta t$ (۰/۲۵) $\Rightarrow \Delta t = 0 / 0.8s$ (۰/۲۵) $\Delta t < 0 / 1s$ (۰/۲۵)	
۴۶۲ (۱۵)	الف) تغییر مسیر جبهه‌ها افزایش فاصله بین جبهه‌ها (طول موج) (۰/۲۵) (۰/۲۵) ب) (۰/۲۵) $\frac{n_1}{n_2} = \frac{v_2}{v_1}$ (۰/۲۵) $\Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{9}{8}$ (۰/۲۵)	
۴۶۳ (۱۶)	الف) به‌خاطر تداخل سازنده (۰/۲۵) و ویرانگر (۰/۲۵) در امواج صوتی ب) (۰/۲۵) $420 - 300 = 2f_1$ (۰/۲۵) $\Rightarrow f_1 = 60 \text{ Hz}$ (۰/۲۵) $f_n = \frac{nv}{\lambda L}$ (۰/۲۵) $\Rightarrow 60 = \frac{240}{\lambda L} \Rightarrow L = 2m$ (۰/۲۵)	
۴۶۴ (۱۷)	الف) فرابنفش ب) رادرفورد (اتم هسته‌ای) پ) جذبی ت) وارونی جمعیت (هر مورد ۰/۲۵)	
۴۶۵ (۱۸)	$K_{\max} = \frac{hc}{\lambda} - W_0$ (۰/۲۵) $\Rightarrow K_{\max} = \frac{1240}{250} - 4/5$ (۰/۲۵) $\Rightarrow K_{\max} = 4/96 - 4/5 = 0 / 46eV$ (۰/۲۵)	
۴۶۶ (۱۹)	$E_n = -\frac{E_R}{n^2}$ (۰/۲۵) $\Rightarrow \Delta E = E_f - E_r = -13/6 \left( \frac{1}{16} - \frac{1}{4} \right) = 2/55eV$ (۰/۲۵) $\Delta E = hf$ (۰/۲۵) $\Rightarrow f = \frac{2/55}{4 \times 10^{-15}} = 6/375 \times 10^{14} \text{ Hz}$ (۰/۲۵)	
۴۶۷ (۲۰)	الف) ایزوتوپ ب) کوتاه‌برد پ) واپاشی بتای منفی ت) واپاشی آلفا (هر مورد ۰/۲۵)	
۴۶۸ (۲۱)	الف) (۰/۲۵) $n = \frac{t}{T}$ (۰/۲۵) $n = \frac{30}{6} = 5$ (۰/۲۵) $N = \frac{N_0}{2^n} = \frac{N_0}{2^5}$ (۰/۲۵) $N = \frac{1}{32} N_0$ (۰/۲۵) ب) یکی از موارد: آب معمولی یا آب سنگین یا گرافیت پ) گداخت یا همجوشی هسته‌ای (۰/۲۵)	