نشر الگو

۲۰ تمام

تمرین امتحان

فیزیک دوازدهم

ریاضی

رضا خالو، امیرعلی میری

- درس‌نامهٔ سؤال‌محور
- سؤالات تألیفی
- سؤالات امتحانی
- آزمون نیم‌سال و پایان‌سال
- پاسخ‌های تشریحی

پیشگفتار

به نام خدا

سلام به شما دوازدهمی‌های عزیز

با برگزاری امتحانات نهایی و تأثیر آن بر آزمون ورودی دانشگاه‌ها، لزوم آماده‌سازی برای شرکت در این امتحان‌ها دوچندان شده است. کتاب تمام دوازدهم را برای یاری رساندن به شما در این امر نوشته و به قسمت‌های زیر تقسیم کرده‌ایم.

درس‌نامه

امتحان نهایی در درس فیزیک معمولاً شامل دو بخش است، یک **بخش حفظی** با سؤال‌های جای خالی، تعریف کنید، درست و نادرست و ... از متن کتاب و بخش دیگر **مسئله‌های محاسباتی**.

الف) برای بخش حفظی، در درس‌نامه تمام قسمت‌های حفظی و مهمِ متن کتاب درسی را تحت عنوان «خط به خط کتاب درسی» و شکل‌های مهم کتاب را به‌صورت «عکس و مکث» آورده‌ایم.

ب) برای بخش مسئله‌ها هم، در هر درس‌نامه، مثال‌های متعددی آورده‌ایم که آنها را تیپ‌بندی کرده‌ایم و نکته‌های مهم برای حل رو هم در پاسخ اون‌ها نوشته‌ایم.

تمرین‌های تألیفی

در هر فصل بعد از درس‌نامهٔ کامل، یک‌سری تمرین و کار در منزل برای شما قرار داده‌ایم تا با حل اون‌ها قدرت حل مسئله و آزمون دادن شما بالا بره. این تمرین‌ها شامل چند قسمت هستند یعنی یک مبحث رو به چند صورت از شما پرسیده‌ایم تا هم شما و هم همکار عزیز ما یعنی معلمتون خیالتون راحت باشه که این نمونه سؤال رو یاد گرفته‌اید. همچنین مشخص کرده‌ایم که هر مسئله به کدام تیپ درس‌نامه مربوط است تا بتوانید با مطالعهٔ آن بخش، مسئله رو راحت‌تر حل کنید.

تمرین‌های مهارتی

برای محکم‌کاری بیشتر در آخر هر فصل سؤالاتی با سطح بالاتر گذاشته شده که این سؤال‌ها کمی سخت‌تر هستند و مهارت شما رو در حل مسائل بالا می‌برند، اما پیشنهاد می‌کنیم که پس از مشورت با معلم این مسائل رو حل کنین.

آزمایش‌های کتاب درسی

برای پاسخ‌گویی شما به سؤال مربوط به «آزمایش کنیدها» تمام آزمایش‌های کتاب درسی را در یک جا جمع کرده و در قالب فصل به فصل در انتهای قسمت اول کتاب قرار داده‌ایم.

گام نهایی

یک کتاب مستقل شامل:

الف) خلاصه هر فصل در یک صفحه شامل تمام روابط و مفاهیم مهم

ب) مسائل و پرسش‌های امتحان‌های نهایی و مشابه آنها با بارم‌بندی

پ) پاسخ کلیدی شبیه امتحانات آموزش و پرورش برای آشنایی شما با نحوه به کارگیری فرمول‌ها و روابط برای گرفتن نمرهٔ کامل

پاسخ تشریحی

حل تمام مسائل و تمرین‌ها به طور کاملاً تشریحی

در آخر باید بگیم این کتاب

«**تمام آن چیزی است که شما برای ۲۰ گرفتن لازم دارید**»

در پایان از تلاش صمیمانهٔ کارکنان نشر الگو به ویژه خانم زهره نوری ویراستار کتاب و خانم فاطمه کزازی که ویرایش این کتاب بی‌یاری ایشان امکان‌پذیر نبود و خانم ویدا محسنی برای تایپ و صفحه‌آرایی کتاب تشکر و قدردانی می‌کنیم.

رضا خالو – امیرعلی میری

فهرست مطالب

فصل ۱: حرکت بر خط راست

بخش ۱: شناخت حرکت ۲
تمرین‌های بخش ۱ ..... ۴
بخش ۲: معادلهٔ مکان - زمان و نمودار مکان - زمان ... ۶
تمرین‌های بخش ۲ ..... ۱۰
بخش ۳: شتاب متوسط، معادله و نمودار سرعت - زمان ۱۳
تمرین‌های بخش ۳ ..... ۱۷
بخش ۴: حرکت با سرعت ثابت ۲۰
تمرین‌های بخش ۴ ..... ۲۳
بخش ۵: حرکت با شتاب ثابت ۲۶
تمرین‌های بخش ۵ ..... ۳۰
بخش ۶: نمودارهای حرکت با شتاب ثابت ۳۲
تمرین‌های بخش ۶ ..... ۳۷
بخش ۷: سقوط آزاد ۴۲
تمرین‌های بخش ۷ ..... ۴۴
تمرین‌های مهارتی ۴۷

فصل ۲: دینامیک و حرکت دایره‌ای

بخش ۱: قوانین حرکت نیوتون ۵۲
تمرین‌های بخش ۱ ..... ۵۶
بخش ۲: نیروهای خاص ۵۸
تمرین‌های بخش ۲ ..... ۶۳
بخش ۳: بررسی نیروهای حرکت در راستای قائم و حرکت آسانسور ۶۶
تمرین‌های بخش ۳ ..... ۶۸
بخش ۴: نیروی اصطکاک ۷۰
تمرین‌های بخش ۴ ..... ۷۳
بخش ۵: تکانه و قانون دوم نیوتون ۷۶
تمرین‌های بخش ۵ ..... ۸۰
بخش ۶: حرکت دایره‌ای یکنواخت ۸۲
تمرین‌های بخش ۶ ..... ۸۴
بخش ۷: نیروی گرانشی و شتاب گرانشی ۸۶
تمرین‌های بخش ۷ ..... ۹۰
تمرین‌های مهارتی ۹۲

فصل ۳: نوسان و موج

بخش ۱: نوسان دوره‌ای و حرکت هماهنگ ساده ۹۶
تمرین‌های بخش ۱ ..... ۱۰۱
بخش ۲: انرژی در حرکت هماهنگ ساده ۱۰۴
تمرین‌های بخش ۲ ..... ۱۰۶
بخش ۳: آونگ ساده - تشدید ۱۰۸
تمرین‌های بخش ۳ ..... ۱۱۰
بخش ۴: موج و انواع آن - مشخصه‌های موج ۱۱۲
تمرین‌های بخش ۴ ..... ۱۱۶
بخش ۵: امواج الکترومغناطیسی ۱۱۹
تمرین‌های بخش ۵ ..... ۱۲۱
بخش ۶: موج طولی و مشخصه‌های آن - موج صوتی ۱۲۲
تمرین‌های بخش ۶ ..... ۱۲۸
تمرین‌های مهارتی ۱۳۲

فصل ۴: برهم‌کنش‌های موج

بخش ۱: بازتاب امواج ۱۳۶
تمرین‌های بخش ۱ ..... ۱۳۹
بخش ۲: شکست موج ۱۴۱
تمرین‌های بخش ۲ ..... ۱۴۷
بخش ۳: پراش و تداخل ۱۵۰
تمرین‌های بخش ۳ ..... ۱۵۶
تمرین‌های مهارتی ۱۶۰

فصل ۵: آشنایی با فیزیک اتمی

بخش ۱: اثر فوتوالکتریک و فوتون ۱۶۴
تمرین‌های بخش ۱ ..... ۱۶۷
بخش ۲: طیف خطی ۱۷۰
تمرین‌های بخش ۲ ..... ۱۷۱
بخش ۳: مدل‌های اتمی ۱۷۲
تمرین‌های بخش ۳ ..... ۱۷۶
بخش ۴: لیزر ۱۷۸
تمرین‌های بخش ۴ ..... ۱۷۹
تمرین‌های مهارتی ۱۸۰

فصل ۶: آشنایی با فیزیک هسته‌ای

بخش ۱: ساختار هسته و پرتوزایی طبیعی ۱۸۲
تمرین‌های بخش ۱ ..... ۱۸۶
بخش ۲: نیمه‌عمر ۱۸۹
تمرین‌های بخش ۲ ..... ۱۹۱
بخش ۳: شکافت و گداخت ۱۹۲
تمرین‌های بخش ۳ ..... ۱۹۴
تمرین‌های مهارتی ۱۹۶

آزمایش‌های کتاب درسی

آزمایش‌های فصل ۱ ..... ۱۹۷
آزمایش‌های فصل ۲ ..... ۱۹۷
آزمایش‌های فصل ۳ ..... ۱۹۸
آزمایش‌های فصل ۴ ..... ۱۹۹

فصل ۷: پاسخ تشریحی

پاسخ تشریحی فصل ۱ ..... ۲۰۲
پاسخ تشریحی فصل ۲ ..... ۲۳۰
پاسخ تشریحی فصل ۳ ..... ۲۴۹
پاسخ تشریحی فصل ۴ ..... ۲۶۳
پاسخ تشریحی فصل ۵ ..... ۲۷۰
پاسخ تشریحی فصل ۶ ..... ۲۷۶

کتاب درسی در یک قاب

خلاصه فصل ۱ ..... ۲۸۱
خلاصه فصل ۲ ..... ۲۸۳
خلاصه فصل ۳ ..... ۲۸۵
خلاصه فصل ۴ ..... ۲۸۷
خلاصه فصل ۵ ..... ۲۸۹
خلاصه فصل ۶ ..... ۲۸۹

گام نهایی

آزمون‌های فصل به فصل ۲۹۱
آزمون‌های نیمسال ۳۲۰
آزمون‌های جامع ۳۲۴
پاسخ آزمون‌های فصل به فصل ۳۳۴
پاسخ آزمون‌های نیمسال ۳۵۱
پاسخ آزمون‌های جامع ۳۵۴

فصل اول

بخش اول: شناخت حرکت

صفحهٔ ۲ تا ۵ کتاب درسی

خط به خط کتاب

۱ به شاخه‌ای از فیزیک که به بررسی حرکت می‌پردازد، حرکت‌شناسی یا سینماتیک گفته می‌شود.

۲ ساده‌ترین نوع حرکت یک جسم، حرکت با سرعت ثابت است.

۳ مبدأ مکان، همان مبدأ مختصات است، به طور مثال اگر حرکت روی محور x در حال انجام باشد، مبدأ مکان $x=0$ است.

تعریف **بردار مکان: برداری که مبدأ مکان را به مکان جسم وصل می‌کند.**

تعریف **بردار جابه‌جایی: برداری که مکان آغاز حرکت را به مکان پایانی متحرک وصل می‌کند.**

تعریف **مسافت: طول مسیری که جسم آن را می‌پیماید.**

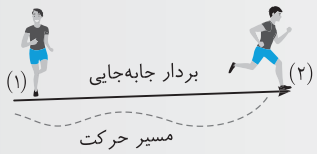
	نوع کمیت	یکا در SI
جابه‌جایی	کمیت برداری است.	m
مسافت	کمیت نرده‌ای و همواره مثبت است.	m

عکس و مکث کتاب

در شکل روبه‌رو طول مسیر نقطه‌چین، همان مسافت طی‌شده است.

در شکل روبه‌رو بردار جابه‌جایی رسم شده است.

جابه‌جایی به مسیر حرکت بستگی ندارد و تنها به نقطهٔ شروع و پایان حرکت وابسته است. مسافت طی‌شده توسط متحرک به مسیر حرکت بستگی دارد.



نکته

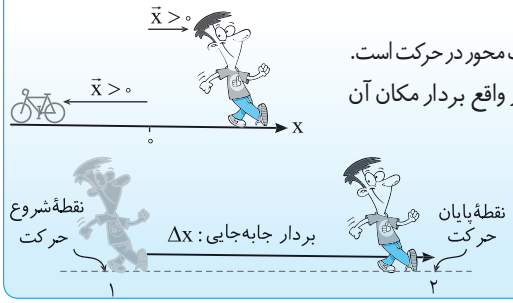
۱ بیشتر سؤالات فصل ۱ در مورد حرکت روی محور x است. در حرکت روی محور x هرگاه یک بردار هم‌جهت محور x باشد آن بردار مثبت و هرگاه خلاف جهت محور x باشد، آن بردار منفی است.

مثلاً اگر بیان شود سرعت متحرک $-3\,m/s$ است، یعنی این متحرک با سرعت $3\,m/s$ در خلاف جهت محور در حرکت است.

۲ اگر مکان متحرک سمت راست مبدأ مکان باشد، بردار مکان متحرک مثبت است و در واقع بردار مکان آن در جهت محور x است.

۳ اگر مکان متحرک سمت چپ مبدأ مکان باشد، بردار مکان متحرک منفی است و در واقع بردار مکان آن خلاف جهت محور x است.

۴ در حرکت روی محور x، بردار تغییر مکان یا جابه‌جایی برابر است با: $\Delta x = x_2 - x_1$



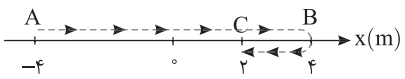
• تیپ ۱ - ۱: بررسی جابه‌جایی و مسافت روی مسیر حرکت

مثال ۱

مطابق شکل روبه‌رو متحرکی از نقطهٔ A به نقطهٔ B و سپس از نقطهٔ B به نقطهٔ C می‌رود.

الف) مسافت و جابه‌جایی متحرک را در مسیر A تا B را به‌دست آورید.

ب) مسافت و جابه‌جایی متحرک در مسیر ABC را به‌دست آورید.



راه‌حل الف) از A به B متحرک روی یک خط راست بدون تغییر جهت در حال حرکت است و جابه‌جایی و مسافت آن با هم برابرند.

$$\ell = \Delta x = x_B - x_A \Rightarrow \ell = \Delta x = 4 - (-4) \Rightarrow \ell = \Delta x = 8\,m$$

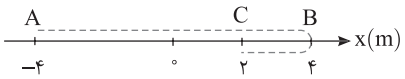
ب) جابه‌جایی در مسیر ABC برداری است که مستقیماً A را به C وصل می‌کند.

$$\Delta x_{AC} = x_C - x_A \Rightarrow \Delta x_{AC} = 2 - (-4) = 6\,m$$

نکته مسافت کمیتی نرده‌ای است، پس اگر یک مسیر از چند قسمت تشکیل شده باشد، مسافت طی شده برابر مجموع طول مسیرهایی است که متحرک طی می‌کنند.

طول مسیر طی شده که همان مسافت است برابر خواهد بود با:

$$\ell_{AC} = \ell_{AB} + \ell_{BC} = 8 + 2 = 10\,m$$



نتیجه اگر متحرک روی خط راست **بدون تغییر جهت حرکت** کند (مثل مسیر A تا B) **مسافت و اندازهٔ جابه‌جایی با هم برابر است:** $\ell = |\Delta x|$

اگر متحرک در طول مسیر **تغییر جهت حرکت داده باشد** (مثل مسیر ABC که در نقطهٔ B تغییر جهت حرکت داریم) **مسافت از اندازهٔ جابه‌جایی بزرگ‌تر است.** $\ell > |\Delta x|$

• تیپ ۱ - ۲: جابه‌جایی و مسافت در مسیر غیرخطی

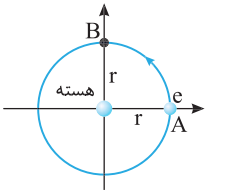
مثال ۲

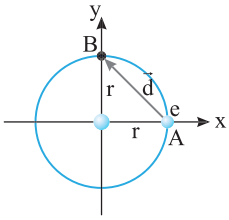
مطابق شکل روبه‌رو الکترونی در فاصلهٔ r از هسته در جهت پادساعتگرد در حال گردش به دور هسته است.

الف) بردار مکان الکترون در نقاط A و B را برحسب بردارهای یکه بنویسید.

ب) اندازه و بردار جابه‌جایی الکترون را هنگامی که الکترون از نقطهٔ A به نقطهٔ B می‌رسد به‌دست آورید.

پ) مسافت طی‌شده توسط الکترون در مسیر A تا B را حساب کنید.





راه‌حل الف) بردار مکان در نقطهٔ A: $\vec{x}_A = r\vec{i}$ ، بردار مکان در نقطهٔ B: $\vec{y}_B = r\vec{j}$

ب) بردار جابه‌جایی، برداری است که از A به B رسم می‌شود و اندازهٔ آن از رابطهٔ فیثاغورس به‌دست می‌آید.

بردار جابه‌جایی: $\vec{d} = \vec{d}_B - \vec{d}_A \Rightarrow \vec{d} = r\vec{j} - r\vec{i} \Rightarrow \vec{d} = -r\vec{i} + r\vec{j}$,

$d = \sqrt{r^2 + r^2} = \sqrt{2r^2} \Rightarrow d = r\sqrt{2}$

پ) مسافت طی شده برابر $\frac{1}{4}$ محیط دایره است.

$\ell = \frac{1}{4}(2\pi r) \Rightarrow \ell = \frac{\pi r}{2}$

تندی متوسط و سرعت متوسط

خط‌به‌خط کتاب

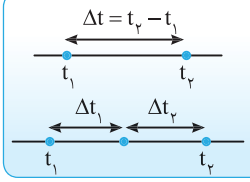
سرعت متوسط	تندی متوسط
۱ آهنگ جابه‌جایی متحرک است: $\vec{v}_{av} = \frac{\Delta\vec{x}}{\Delta t}$	۱ آهنگ مسافت طی شده متحرک است. $s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t}$
۲ کمیتی برداری است. سرعت متوسط و بردار جابه‌جایی هم‌جهت هم‌اند.	۲ کمیتی نرده‌ای است. تندی متوسط همواره مثبت است.
۳ یکای آن در SI، m/s است.	۳ یکای آن در SI، m/s است.

نکته

منظور از Δt در روابط حرکت‌شناسی، مدت زمان حرکت مورد بررسی است:

الف) اگر در سؤالی لحظهٔ ابتدایی و انتهایی حرکت داده شود، مدت زمان حرکت برابر است با: $\Delta t = t_2 - t_1$

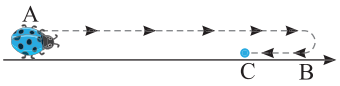
ب) اگر یک حرکت در چند بازهٔ زمانی انجام شود: $\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2$



• تیپ ۱ - ۳: بررسی تندی متوسط و سرعت متوسط با مشخص بودن مسیر حرکت

مثال ۳

مطابق شکل روبه‌رو یک کفشدوزک مسیر AB را روی محور x در مدت ۴۰s طی می‌کند. اگر طول مسیر AB برابر ۱۲m و طول مسیر BC، ۴m باشد، تندی متوسط و سرعت متوسط متحرک را حساب کنید.



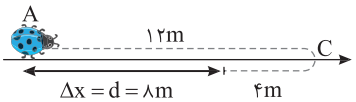
راه‌حل **نکته** هرگاه متحرک در مسیر مستقیم تغییر جهت ندهد، به طور مثال کفشدوزک در مسیر AB تغییر جهت نمی‌دهد، در این صورت:

$\ell = \Delta x \quad , \quad s_{av} = |v_{av}|$

هرگاه متحرکی تغییر جهت دهد، مانند کفشدوزک که در مسیر ABC در نقطهٔ B تغییر جهت داده است، در این صورت:

$\ell > \Delta x \quad , \quad s_{av} > |v_{av}|$

جابه‌جایی کفشدوزک: $d = 8m$



مسافت کفشدوزک: $v_{av} = \frac{d}{\Delta t} = \frac{8}{40} = \frac{1}{5} = 0/2 m/s$

$\ell = \ell_{AB} + \ell_{BC} = 12 + 4 = 16m \quad , \quad s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} \Rightarrow s_{av} = \frac{16}{40} = \frac{4}{10} = 0/4 m/s$

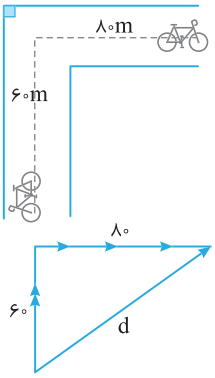
نکته

اگر جابه‌جایی متحرک مثبت باشد، جابه‌جایی و سرعت متوسط متحرک در جهت محور x خواهد بود.

اگر جابه‌جایی متحرک منفی باشد، جابه‌جایی و سرعت متوسط متحرک خلاف جهت محور x خواهد بود.

مثال ۴

دوچرخه‌سواری در یک خیابان مسیری را طی کرده است. اگر مدت زمان طی کردن این مسیر برای دوچرخه‌سوار یک دقیقه باشد، سرعت متوسط و تندی متوسط دوچرخه‌سوار را به‌دست آورید.



راه‌حل جابه‌جایی دوچرخه‌سوار را از رابطهٔ فیثاغورس به‌دست می‌آوریم.

$$d=\sqrt{۶۰^۲+۸۰^۲}\Rightarrow d=۱۰۰m$$

سرعت متوسط را حساب می‌کنیم.

$$\vec{v}_{av}=\frac{\vec{d}}{\Delta t}\Rightarrow v_{av}=\frac{۱۰۰}{۶۰}\Rightarrow v_{av}=\frac{۵}{۳}m/s$$

مسافت طی‌شده (یعنی طول مسیر) خواهد شد:

$$\ell=۶۰+۸۰=۱۴۰m$$

تندی متوسط:

$$s_{av}=\frac{\ell}{\Delta t}=\frac{۱۴۰}{۶۰}\Rightarrow s_{av}=\frac{۷}{۳}m/s$$

تمرین‌های بخش اول

در این بخش نمونه سؤالاتی که احتمال طرح در امتحان نهایی دارن، برات آماده کردیم تا خوب تمرین کنی. شمارهٔ تیپ هر سؤال کنارش اومده که اگه نتونستی حل کنی بتونی از درسنامه اون تیپ رو مطالعه کنی.

۱ جای خالی را پر کنید.

الف) پاره‌خط جهت‌داری که مکان آغازین را به مکان پایانی حرکت وصل می‌کند، بردار ..... نامیده می‌شود.

ب) تندی متوسط کمیتی ..... و سرعت متوسط کمیتی ..... است.

پ) برداری که مبدأ محور را به مکان جسم در هر لحظه وصل می‌کند ..... جسم در آن لحظه نامیده می‌شود.

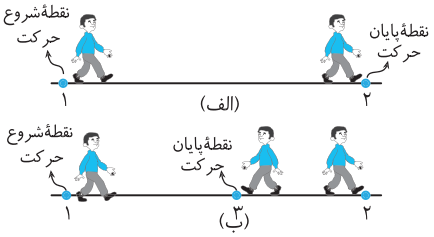
ت) در حرکت متحرک بدون تغییر جهت، اندازهٔ سرعت متوسط در هر بازهٔ زمانی برابر ..... در آن بازهٔ زمانی است.

ث) بردار سرعت متوسط متحرک در حرکت روی محور x..... با بردار جابه‌جایی است.

ج) در حرکت روی محور x، وقتی متحرک به مکان آغازین حرکتش باز می‌گردد سرعت متوسط متحرک ..... است.

۲ شکل (الف) شخصی را در حال پیاده‌روی، در راستای خط راست و بدون تغییر جهت، از مکان ۱ به مکان ۲ نشان می‌دهد. مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی شخص را روی شکل مشخص و اندازهٔ بردار جابه‌جایی را با مسافت طی‌شده مقایسه کنید. پرسش ۱ - ۱، صفحهٔ ۲ کتاب درسی

شخص پس از رسیدن به مکان ۲، برمی‌گردد و روی همان مسیر به مکان ۳ می‌رود (شکل ب). مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی شخص را روی شکل مشخص و اندازهٔ بردار جابه‌جایی را با مسافت پیموده شده مقایسه کنید.



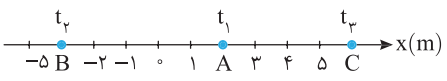
بردار مکان - مسافت - جابه‌جایی

۳ دونده‌ای روی محور xها در لحظهٔ $t=۰$ (مبدأ زمان) در مکان $-۱۲m$ و در لحظهٔ $t=۴s$ در مکان $+۲۴m$ قرار دارد. (تیپ ۱ - ۱)

الف) بردارهای مکان دونده را در هر دو لحظه رسم کنید. ب) بردار جابه‌جایی دونده را رسم و اندازهٔ آن را پیدا کنید.

پ) مسافت طی‌شده در این بازهٔ زمانی را بیابید.

۴ متحرکی مطابق شکل در لحظهٔ $t_۱$ در نقطهٔ A، در لحظهٔ $t_۲$ در نقطهٔ B و در لحظهٔ $t_۳$ در نقطهٔ C قرار دارد. (تیپ ۱ - ۱) مسئلهٔ ۲، صفحهٔ ۲۵ کتاب درسی



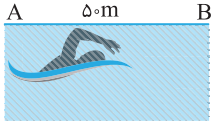
الف) بردارهای مکان متحرک را در هر یک از این لحظه‌ها روی محور x رسم کنید و بر حسب بردار یکه بنویسید.

ب) بردار جابه‌جایی متحرک را در هر یک از بازه‌های زمانی $t_۱$ تا $t_۲$، $t_۲$ تا $t_۳$ و $t_۱$ تا $t_۳$ به‌دست آورید.

۵ متحرکی روی خط راست، فاصلهٔ بین مکان آغازین $(+۵m)\vec{i}$ و مکان پایانی $(-۵m)\vec{i}$ را طی می‌کند.

الف) بردار جابه‌جایی این متحرک را به‌دست آورید. ب) در چه صورت اندازهٔ جابه‌جایی متحرک با مسافت طی‌شده توسط آن برابر است؟ نهایی ۹۹

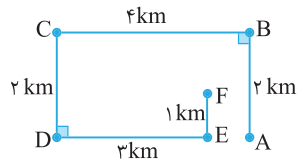
۶ شناگری مطابق شکل از ابتدای استخری (نقطهٔ A) به طول ۵۰ متر شروع به شنا کرده و پس از رسیدن به انتهای استخر (نقطهٔ B)، ۱۵m باز می‌گردد.



الف) بردار جابه‌جایی و مسیر حرکت را روی شکل نشان دهید.

ب) مسافت پیموده شده در این بازهٔ زمانی چند برابر اندازهٔ جابه‌جایی است؟

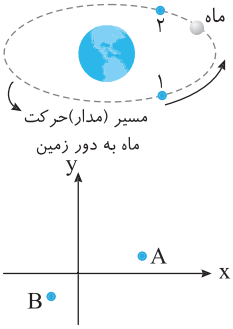
۷ موتورسواری مطابق شکل حرکت می‌کند و از نقطهٔ A به نقطهٔ F می‌رود: (تیپ ۱ - ۲)



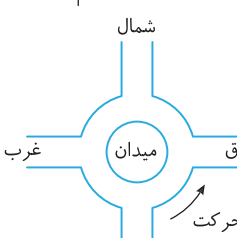
الف) این موتورسوار چه مسافتی را طی کرده است؟

ب) بردار جابه‌جایی موتورسوار را رسم کنید و اندازهٔ آن را حساب کنید.

۸ شـکل مسیر حرکت ماه به دور زمین را نشـان می‌دهد. وقتی ماه در جهت نشان داده شده در شکل، از مکان (۱) به مکان (۲) می‌رود، مسـیر حرکت و بردار جابه‌جایی آن را روی شـکل مشخص و اندازهٔ بردار جابه‌جایی آن را با مسافت پیموده شده مقایسه کنید. (تیپ ۱ - ۲) پرسش ۱ - ۱، صفحهٔ ۲ کتاب درسی



۹ متحرکـی در مـدت t از نقطهٔ A به مختصات $(3m, 1m)$ بـه نقطهٔ B به مختصات $(-1m, -2m)$ می‌رسد. اندازهٔ جابه‌جایی و حداقل مسافت طی شده توسط متحرک در این مسیر را به‌دست آورید.



۱۰ در شکل روبه‌رو شعاع میدان دایره‌ای‌شکل ۲۰m است. خودرویی از جنوب وارد میدان می‌شود.

الف) اگر خودرو از شـمال میدان خارج شـود، جابه‌جایی و کمینهٔ مسـافت طی شدهٔ خودرو را در مسیر میدان بیابید. (تیپ ۱ - ۲)

ب) اگر خودرو از غرب میدان خارج شـود، جابه‌جایی و کمینهٔ مسـافت طی شدهٔ خودرو در مسیر میدان را بیابید.

سرعت متوسط - تندی متوسط

۱۱ کفشدوزکی که در جهت محور x در حرکت است، در لحظه‌های $t_1 = 0s$ و $t_2 = 74s$ به‌ترتیب از مکان‌های $x_1 = -28cm$ و $x_2 = 54cm$ می‌گذرد.

مثال ۱ - ۲، صفحهٔ ۵ کتاب درسی

الف) بردارهای مکان در لحظه‌های t_1 و t_2 و بردار جابه‌جایی کفشدوزک در این بازهٔ زمانی را رسم کنید. (تیپ ۱ - ۳)

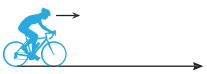
ب) سرعت متوسط کفشدوزک را در این بازهٔ زمانی پیدا کنید.

۱۲ جدول زیر اطلاعات مربوط به ۳ متحرک را در مدت ۳s نشـان می‌دهد. به کمک محاسـبه جدول را کامل کنید. (تمام مقادیر در جدول برحسب SI است.)

تمرین ۱ - ۱، صفحهٔ ۵ کتاب درسی

نام متحرک	مکان اولیه	مکان ثانویه	سرعت متوسط
متحرک A	$-3\vec{i}$	$5\vec{i}$	.....
متحرک B	$+2\vec{i}$	.....	$1\vec{i}$
متحرک C	.....	$2\vec{i}$	$-2\vec{i}$

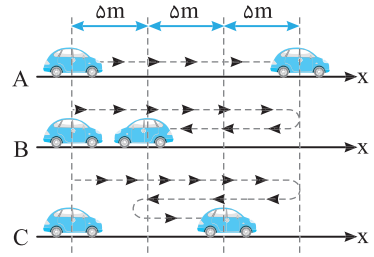
۱۳ دوچرخه‌سواری روی محور x دو جابه‌جایی متوالی ۴۰ متری و ۲۰ متری را در مدت ۱۰s انجام می‌دهد. در هر یک از حالت‌های زیر تندی متوسط و سرعت متوسط دوچرخه‌سوار را به‌دست آورید:



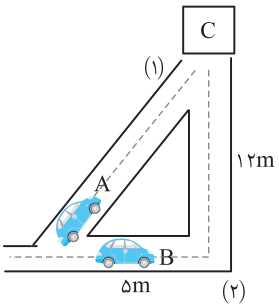
الف) دوچرخه‌سوار هر دو جابه‌جایی را در جهت مثبت محور x انجام داده باشد.

ب) جابه‌جایی اول در جهت مثبت محور x و جابه‌جایی دوم خلاف جهت محور x انجام شده باشد.

۱۴ الف) در شکل، هر سه خودروی A، B و C مسیرهای نشان داده شده را در مدت ۱۰s طی کرده‌اند. برای هر یک از خودروها تندی متوسط و بردار سرعت متوسط را به‌دست آورید.



ب) در شـکل روبه‌رو خودروی A از مسـیر (۱) و خودروی B از مسیر (۲) در مدت ۸s مسیر نشان داده شده را طی می‌کنند. سرعت متوسط و تندی متوسط دو متحرک را به‌دست آورید.



بخش سوم: بررسی نیروهای حرکت در راستای قائم و حرکت آسانسور

صفحهٔ ۳۸ تا ۴۵ کتاب درسی

- در حرکت در راستای قائم، یکی از نیروهای مؤثر، نیروی وزن $(W=mg)$ است.
- معمولاً برای حرکت در امتداد قائم، جسمی به انتهای ریسمان یا فنری وصل شده و به کمک ریسمان، جسم جابه‌جا می‌شود.
- یکی از متداول‌ترین حرکت‌ها در امتداد قائم، حرکت آسانسور است.

اگر آسانسور و کابل متصل به آن در مسئله مطرح شوند، دو نیرو به مجموعه وارد می‌شود، کشش کابل (T) و نیروی وزن کل اتاقک (W)

اگر جسم روی کف آسانسور قرار داشته باشد، نیروهای وارد بر جسم به‌ترتیب نیروی وزن جسم (W) و نیروی عمودی سطح (F_N) است.

نکته

اگر جسم یا شخصی درون آسانسور روی ترازوی فنری (نیروسنج) قرار داشته باشد، نیروسنج F_N را نشان می‌دهد.

روش حل:

۱ نیروها را رسم می‌کنیم.

۲ جهت حرکت را مثبت فرض می‌کنیم.

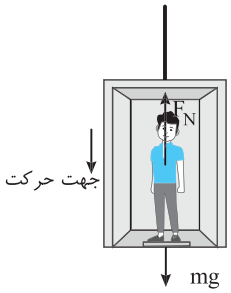
۳ نیروهای در جهت حرکت منهای نیروهای مخالف حرکت را برابر ma قرار می‌دهیم.

$$\text{نیروهای در جهت حرکت} - \text{نیروهای مخالف حرکت} = ma \quad \begin{cases} \xrightarrow{\text{کندشونده}} a<0 \text{ شتاب منفی} \\ \xrightarrow{\text{تندشونده}} a>0 \text{ شتاب مثبت} \end{cases}$$

به طور مثال اگر جسم تندشونده پایین بیاید، نیروی وزن در جهت حرکت و نیروی عمودی سطح خلاف جهت حرکت است.

$$mg - F_N = m(+a)$$

حرکت تندشونده است



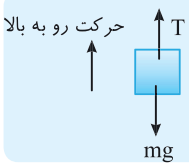
• تیپ ۳ - ۱: حرکت جسم توسط ریسمان در امتداد قائم

مثال ۱۸

وزنه‌ای به جرم $4\ kg$ به ریسمان سبکی بسته شده است و وزنه را با ریسمان از حال سکون با شتاب $1/5\ m/s^2$ روبه بالا به حرکت در می‌آوریم. نیروی کشش ریسمان را بیابید. $(g=10\ m/s^2)$

راه‌حل

نکته اگر گفته شود جسم شروع به حرکت می‌کند، حرکت تندشونده است و اگر جسم در حال توقف باشد حرکت کندشونده است.



نیروها را رسم می‌کنیم:

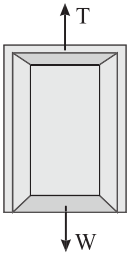
حرکت روبه بالا است پس نیروی T در جهت حرکت و mg خلاف جهت حرکت است. حرکت تندشونده است، یعنی شتاب مثبت است.

$$T-mg=ma \Rightarrow T-4\times10=4\times1/5 \Rightarrow T=46\ N$$

• تیپ ۳ - ۲: آسانسور با کشش کابل

مثال ۱۹

آسانسوری از حال سکون شروع به حرکت می‌کند. اگر جرم آسانسور $۱۲۰\,kg$ و کشش کابل متصل به آن $۲۱۰۰\,N$ باشد، اندازهٔ شتاب حرکت را بیابید و جهت حرکت را مشخص کنید. $(g=۱۰\,m/s^۲)$



راه‌حل وزن آسانسور را حساب می‌کنیم:

$$W=mg\Rightarrow W=۱۲۰\times۱۰\Rightarrow W=۱۲۰۰\,N$$

یادآوری اگر جسمی در ابتدا ساکن باشد در جهت برایند نیروها شروع به حرکت می‌کند.

نیروی کشش کابل $۲۱۰۰\,N$ و بیشتر از نیروی وزن است. بنابراین آسانسور از حالت سکون روبه بالا شروع به حرکت می‌کند.

$$T-mg=ma\Rightarrow ۲۱۰۰-۱۲۰۰=۱۲۰a\Rightarrow a=\frac{۹۰۰}{۱۲۰}\Rightarrow a=۷/۵\,\frac{m}{s^۲}$$

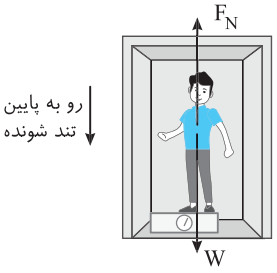
• تیپ ۳ - ۳: جسم درون آسانسور ـ جسم روی نیروسنج (ترازوی فنری)

نکته

در این مسائل دیگر به نیروی کشش کابل و رسم آن نیاز نیست و باید به تحلیل جسم داخل آسانسور بپردازیم. چون جسم به کف آسانسور تکیه داده پس در این حالت نیروی عمودی سطح خواهیم داشت.

مثال ۲۰

شخصی به جرم $۴۰\,kg$ درون آسانسور روی یک ترازوی فنری ایستاده است و آسانسور با شتاب $۲\,m/s^۲$ از حال سکون رو به پایین شروع به حرکت می‌کند، عددی که نیروسنج نشان می‌دهد را بیابید. $(g=۹/۸\,m/s^۲)$



راه‌حل نیروهای وارد بر شخص را رسم می‌کنیم. جسم شروع به حرکت کرده است، پس حرکت تندشونده $(a>۰)$ است. حرکت رو به پایین است و نیروی وزن در جهت حرکت و F_N خلاف جهت حرکت است.

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

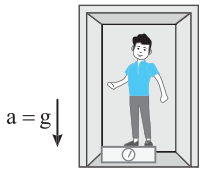
$$۴۰\times۹/۸-F_N=۴۰\times۲\Rightarrow F_N=۴۰\times۷/۸\Rightarrow F_N=۳۱۲\,N$$

یادآوری نیروسنج (ترازوی فنری) نیروی عمودی سطح را نشان می‌دهد.

عددی که نیروسنج نشان می‌دهد $۳۱۲\,N$ است.

مثال ۲۱

شخصی به جرم $۶۰\,kg$ درون آسانسوری روی ترازوی فنری ایستاده است. اگر کابل آسانسور پاره شود و نیروی مقاومی در مقابل سقوط آسانسور وجود نداشته باشد، عددی که آسانسور نشان می‌دهد را بیابید. $(g=۱۰\,m/s^۲)$



راه‌حل نکته مهم در حل این مسئله این است که هنگام پاره شدن کابل آسانسور، آسانسور و تمام اجسام درون آن با شتاب $a=g$ سقوط می‌کنند.

$$mg-F_N=ma\Rightarrow mg-F_N=mg\Rightarrow F_N=۰$$

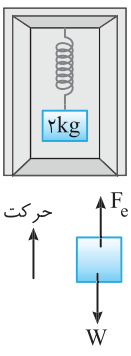
یعنی هنگام سقوط تنها نیروی وارد بر شخص وزن اوست و نیروی عمودی سطح صفر است و ترازو عدد صفر را نشان می‌دهد.

جمع‌بندی

هنگامی که کابل آسانسور پاره شود: $a=g\,,\,W=mg\,,\,F_N=۰$

• تیپ ۳ - ۴: جسم متصل به فنر یا ریسمان درون آسانسور

مثال ۲۲



در شکل روبه‌رو جسمی به جرم $۲\,kg$ از فنری متصل به سقف یک آسانسور آویزان است و آسانسور با سرعت ثابت $۵\,m/s$ روبه بالا در حرکت است. در این حالت طول فنر $۲\,cm$ افزایش یافته است. اگر آسانسور با آهنگ $۲m/s$ در هر ثانیه از سرعت خود بکاهد، تغییر طول فنر از حالت طبیعی آن را بیابید. $(g=۱۰\,m/s^۲)$

راه‌حل نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم. سرعت ثابت است و نیروها متوازن هستند.

$$F_e=W\Rightarrow k\Delta\ell=mg\Rightarrow k\times\frac{۲}{۱۰۰}=۲۰\Rightarrow k=۱۰۰۰\,\frac{N}{m}$$

در حالتی که آسانسور کندشونده (a منفی) روبه بالا می‌رود، می‌توان نوشت:

$$F_e-W=ma\Rightarrow k\Delta\ell-۲\times۱۰=۲(-۲)\Rightarrow ۱۰۰۰\Delta\ell=۱۶$$

$$\Delta\ell=۱۶\times۱۰^{-۳}\,m\Rightarrow\Delta\ell=۱/۶\,cm$$

جمع‌بندی

مقایسهٔ نیروها	حرکت آسانسور	نیروی کشش کابل (T)	نیروی عمودی سطح (F_N)
نیروی عمودی سطح یا کشش کابل بزرگ‌تر از نیروی وزن باشد.	تندشونده رو به بالا کندشونده رو به پایین	$T > W$	$F_N > W$
نیروی عمودی سطح یا کشش کابل کوچک‌تر از نیروی وزن باشد.	کندشونده رو به بالا تندشونده رو به پایین	$T < W$	$F_N < W$
نیروی عمودی سطح یا کشش کابل برابر نیروی وزن باشد	حرکت با سرعت ثابت در حال سکون	$T = W$	$F_N = W$

تمرین‌های بخش سوم

در این بخش نمونه سؤالاتی که احتمال طرح در امتحان نهایی دارن، برات آماده کردیم تا خوب تمرین کنی. شمارهٔ تیپ هر سؤال کنارش اومده که اگه نتونستی حل کنی بتونی از درسنامه اون تیپ رو مطالعه کنی.

۲۱۴ درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را با واژه «درست» یا «نادرست» مشخص کنید و در پاسخ‌برگ بنویسید.

الف) اگر کابل آسانسور پاره شود، آسانسور سقوط کرده و شتاب حرکت آن صفر است.

ب) اگر طناب همگن و سبکی را از دو طرف با نیروی یکسان $20\,N$ بکشیم، نیروی کشش طناب نیز $20\,N$ می‌شود.

پ) اگر شخصی داخل آسانسور روی ترازوی فنری ایستاده باشد، ترازو در حین حرکت آسانسور نیروی عمودی سطح وارد بر شخص را نشان می‌دهد.

بررسی حرکت جسم در راستای قائم

۲۱۵ الف) کارگری یک سطل حاوی مصالح به جرم $16\,kg$ را با طناب سبکی به طرف بالا می‌کشد، اگر شتاب رو به بالای سطل $1/20\,m/s^2$ باشد، نیروی کشش طناب چقدر است؟ $(g = 9/8\,m/s^2)$ (تیپ ۳ - ۱)

تمرین ۲ - ۶، صفحهٔ ۴۵ کتاب درسی

ب) کارگری یک سطل حاوی مصالح به جرم $16\,kg$ را با طناب سبکی از بالای ساختمان به پایین می‌فرستد. اگر شتاب روبه پایین سطل $1/8\,m/s^2$ باشد، نیروی کشش طناب چقدر است؟ $(g = 9/8\,m/s^2)$

پ) سطل آبی به جرم $5\,kg$ را توسط طناب سبکی به بالا می‌کشیم. این طناب به ازای نیروی بیش از $60\,N$ پاره می‌شود. بیشینه شتابی که سطل می‌تواند داشته باشد را حساب کنید. $(g = 10\,N/kg)$

ت) در شکل روبه‌رو یک بالون به جرم $50\,kg$، توسط نیروی شناوری به اندازهٔ $700\,N$ به سمت بالا در حال حرکت است. اگر از نیروی مقاومت هوا صرف‌نظر شود، شتاب حرکت بالون را به‌دست آورید. $(g = 10\,m/s^2)$

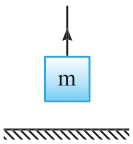
۲۱۶ در شکل روبه‌رو توسط طناب سبک گلدانی به جرم $4\,kg$ به طرف بالا در حرکت است. در هر یک از حالت‌ها نیروی کشش طناب را به‌دست آورید. $(g = 10\,m/s^2)$، از مقاومت هوا صرف نظر شود.) (تیپ ۳ - ۱)

الف) گلدان با سرعت ثابت $4\,m/s$ در حال حرکت باشد.

ب) گلدان با شتاب $2\,m/s^2$ و به صورت تندشونده در حال حرکت باشد.

پ) گلدان با شتاب $2\,m/s^2$ و به صورت کندشونده در حال حرکت باشد.

۲۱۷ در شکل روبه‌رو نیروی کشش نخ ۳ برابر نیروی وزن جسم است. اندازهٔ شتاب حرکت جسم چند برابر شتاب گرانش است و جهت آن را مشخص کنید. (تیپ ۳ - ۱)



آسانسور

۲۱۸ آسانسوری به جرم $200\,kg$ توسط یک کابل از حال سکون با شتاب $0/3\,m/s^2$ روبه بالا شروع به حرکت می‌کند. $(g = 10\,m/s^2)$

الف) نیروی کشش کابل متصل به آسانسور را بیابید. (تیپ ۳ - ۲)

ب) اگر نیروی کشش کابل دو برابر شود، شتاب حرکت آسانسور چند m/s^2 تغییر می‌کند؟

۲۱۹ مطابق شکل روبه‌رو شخصی درون یک آسانسور روی ترازوی فنری ایستاده است. جاهای خالی را با کلمه‌های «بیشتر از ـ کمتر از ـ برابر با» پر کنید.

الف) اگر آسانسور با سرعت ثابت در حرکت باشد، نیروی وزن..... عددی است که ترازو نشان می‌دهد.

ب) اگر آسانسور تندشونده رو به پایین در حرکت باشد، نیروی وزن..... عددی است که ترازو نشان می‌دهد.

پ) اگر آسانسور تندشونده رو به بالا در حرکت باشد، نیروی وزن..... عددی است که ترازو نشان می‌دهد.

ت) اگر آسانسور کندشونده رو به بالا در حرکت باشد، نیروی وزن..... عددی است که ترازو نشان می‌دهد.

ث) اگر آسانسور کندشونده رو به پایین در حرکت باشد، نیروی وزن..... عددی است که ترازو نشان می‌دهد.

بخش چهارم: موج و انواع آن - مشخصه‌های موج

صفحهٔ ۶۹ تا ۷۴ کتاب درسی

تعریف **انتقال انرژی بدون انتقال ماده را موج گویند.**

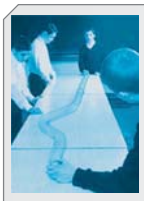
۱ هرگاه در ناحیه‌ای از یک محیط کشسان ارتعاشی به وجود آید و این ارتعاش پی‌درپی به نقاط دیگر منتقل و از محل شروع ارتعاش دور شود، یک موج مکانیکی به وجود آمده است.

۲ موج‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند.
- امواج مکانیکی: برای انتشار نیاز به محیط مادی دارند. به طور مثال امواج روی سطح آب و امواج صوتی.
- امواج الکترومغناطیسی: برای انتشار نیاز به محیط مادی ندارند. به طور مثال نور مرئی، امواج رادیویی و پرتوهای X.

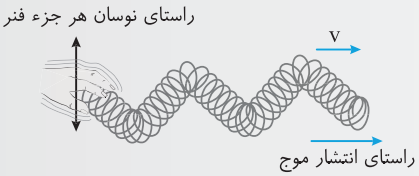
۳ امواج مکانیکی و الکترومغناطیسی
- منشأ متفاوت دارند.
- مشخصه‌ها و قاعده‌های کلی یکسان دارند.

عکس‌ومکث کتاب

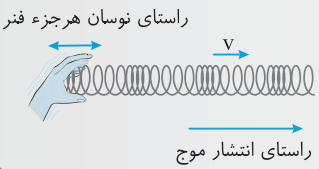
۱ مطابق شکل به ایجاد آشفتگی در یک محیط کشسان تپ گفته می‌شود.



۲ موج عرضی مکانیکی: مطابق شکل روبه‌رو اگر جابه‌جایی هر جزء نوسان‌کننده فنر بر راستای پیشروی موج عمود باشد، موج عرضی ایجاد می‌شود.
در موج عرضی فرورفتگی و برآمدگی ایجاد می‌شود.



۳ موج طولی مکانیکی: مطابق شکل روبه‌رو اگر جابه‌جایی هر جزء نوسان‌کننده فنر هم‌راستای پیشروی موج باشد، موج طولی ایجاد می‌شود.
در موج طولی تراکم و انبساط ایجاد می‌شود.



خط‌به‌خط کتاب

۱ امواج پیش‌رونده: به موج‌های عرضی و طولی که در یک محیط منتشر می‌شوند و از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر حرکت می‌کنند و انرژی خود را با خود منتقل می‌کنند، موج‌های پیش‌رونده گفته می‌شود.

۲ چشمهٔ موج: برای ایجاد موج به یک جسم نوسانی نیاز است که موج از آن دور می‌شود و به آن جسم نوسانی چشمه می‌گویند.
به جسم نوسانی که سبب ایجاد و انتشار موج در محیط می‌شود چشمهٔ موج می‌گویند.

۳ اگر چشمه دارای حرکت هماهنگ ساده باشد، هر ذره از محیط در جای خود حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد.

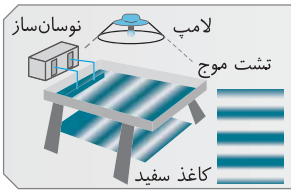
مشخصه‌های موج

عکس‌ومکث کتاب

۱ برای بررسی مشخصه‌های موج از وسیله‌ای موسوم به تشت موج استفاده می‌شود.

۲ این وسیله شامل یک تشت شیشه‌ای کم‌عمق و یک نوسان‌ساز است.

۳ یک راه مشاهدهٔ رفتارموج، استفاده از سایه‌ای است که توسط لامپ از سطح آب داخل تشت بر ورقهٔ کاغذی زیر تشت تشکیل می‌شود.



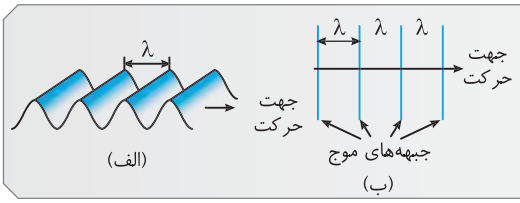
مشخصه‌های موج
- به هر یک از برآمدگی‌ها یا فرورفتگی‌های ایجاد شده روی سطح آب، یک جبههٔ موج می‌گویند.
- به برآمدگی‌ها قله (ستیغ) و به فرورفتگی‌ها دره (پاستیغ) می‌گویند.
- فاصلهٔ بین دو برآمدگی یا فرورفتگی مجاور را طول موج می‌گویند و آن را با λ نشان می‌دهند.

نکته

طول موج (λ) برابر با مسافتی است که موج در مدت دورهٔ تناوب نوسان چشمه (T) طی می‌کند.

عکس و متن کتاب

استفاده از جبهه‌های موج روش مناسبی برای نمایش یک موج پیشرونده است. در رسم جبهه‌های موج معمولاً جبهه‌ها مربوط به قله‌های موج‌اند. فاصلهٔ دو جبههٔ موج متوالی برابر طول موج است.



خط به خط کتاب

با استفاده از آنچه برای موج سطحی در تشت موج آموختیم سایر مشخصه‌های این موج را نیز می‌توانیم معرفی کنیم:

دامنه (A)	دوره تناوب (T)	بسامد (f)
بیشینه فاصلهٔ یک ذره از مکان تعادل، دامنهٔ موج نامیده می‌شود که همان فاصلهٔ قله یا دره نسبت به سطح آرام یا ساکن است.	مدت زمانی که هر ذرهٔ محیط یک نوسان انجام می‌دهد، دورهٔ تناوب موج نامیده می‌شود که برابر با زمانی است که چشمهٔ موج یک نوسان انجام می‌دهد. $T=\frac{t}{N}$ (t: مدت زمان، N: تعداد نوسان‌های چشمه)	تعداد نوسان‌های انجام شده توسط هر ذره در یک ثانیه بسامد موج نامیده می‌شود. یکای بسامد در SI هرتز است. $f=\frac{1}{T}$

تندی انتشار موج (v)

اگر جبههٔ موج در مدت Δt مسافت L را طی کند، تندی انتشار موج از رابطهٔ $v=\frac{L}{\Delta t}$ به‌دست می‌آید.

از آنجا که طول موج λ در دورهٔ T طی می‌شود: $v=\frac{\lambda}{T} \xrightarrow{f=\frac{1}{T}} v=\lambda f$

نکته

مشخصات موج را به دو دسته می‌تواند تقسیم کرد:

الف) مشخصه‌های وابسته به چشمه: دورهٔ موج، بسامد موج، تندی ارتعاش ذرات موج و ... به چشمه بستگی دارند.

ب) مشخصه‌های وابسته به محیط: تندی انتشار موج به جنس و ویژگی‌های محیط انتشار بستگی دارد.

دقت کنید که طول موج هم به چشمه و هم به محیط انتشار موج بستگی دارد.

اگر دو موج مختلف در یک محیط ایجاد شوند:	اگر یک موج از یک محیط وارد محیط دیگر شود:
چون چشمه متفاوت بوده: $f_1 \neq f_2$	چون چشمه ثابت بوده: $f_1=f_2$
چون محیط یکسان است: $v_1=v_2$	چون محیط تغییر کرده: $v_1 \neq v_2$
برای طول موج داریم: $\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{\frac{v}{f_2}}{\frac{v}{f_1}}=\frac{f_1}{f_2}$	برای طول موج داریم: $\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{\frac{v_2}{f}}{\frac{v_1}{f}}=\frac{v_2}{v_1}$

• تیپ ۴ - ۱: بررسی مشخصات موج

مثال ۱۸

چشمهٔ موجی با بسامد $10\,Hz$ در یک محیط که تندی انتشار موج در آن $50\,cm/s$ است، نوسان‌های عرضی ایجاد می‌کند. فاصلهٔ یک قله و یک ذرهٔ متوالی از هم چند سانتی‌متر است؟

راه‌حل فاصله یک قله از ذرهٔ مجاورش $\frac{\lambda}{2}$ است.

$$\frac{\lambda}{2}=\frac{\frac{v}{f}}{2}=\frac{v}{2f} \Rightarrow \frac{\lambda}{2}=\frac{50\times10^{-2}}{2\times10} \Rightarrow \frac{\lambda}{2}=5\times10^{-2}\,m=5cm$$

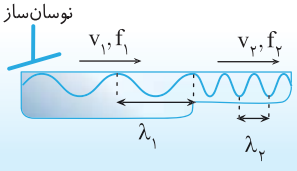
نکته

برای آب‌های کم‌عمق، هرچه عمق آب کمتر شود، تندی انتشار موج و طول موج کاهش می‌یابد:

تغییر محیط: $v_1>v_2$

چشمه ثابت: $f_1=f_2$

طول موج: $\lambda_1>\lambda_2$



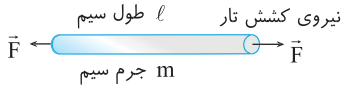
مثال ۱۹

در یک تشت موج توسط نوسان‌سازی با دورهٔ ۲s موج ایجاد می‌شود و این موج از عمق ۳cm به عمق ۱/۵cm می‌رسد، اگر فاصلهٔ دو قلهٔ مجاور موج در قسمت کم‌عمق‌تر ۴۰cm و در قسمت عمیق‌تر ۶۰cm باشد، اختلاف تندی انتشار موج در این دو قسمت را حساب کنید.

راه‌حل طول موج در قسمت کم‌عمق و عمیق‌تر به ترتیب ۴۰cm و ۶۰cm است و دوره ۲s است، بنابراین:

$$v_1 - v_2 = \frac{\lambda_1}{T} - \frac{\lambda_2}{T} \Rightarrow \Delta v = \frac{0/6}{2} - \frac{0/4}{2} \Rightarrow \Delta v = 0/1 m/s$$

تندی انتشار موج عرضی در تار یا فنر



تندی موج عرضی در تار یا فنر به دو عامل بستگی دارد:
- نیروی کشش (F)
- چگالی خطی جرم $(\mu = \frac{m}{\ell})$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

• تیپ ۴ - ۲: تندی موج عرضی در تار یا فنر

مثال ۲۰

فنری به جرم ۰/۲kg و طول ۸cm را با نیروی ۱/۶N می‌کشیم. الف) تندی انتشار موج در این فنر را حساب کنید. ب) اگر یک سر فنر را با بسامد ۲۰Hz به نوسان درآوریم و موج عرضی در آن منتشر شود، طول موج در فنر چند سانتی‌متر است؟

راه‌حل الف) **نکته** با توجه به اینکه $\mu = \frac{m}{\ell}$ است، پس تندی انتشار موج عرضی در تار یا فنر به کمک رابطه $v = \sqrt{\frac{F\ell}{m}}$ نیز به‌دست می‌آید.

$$v = \sqrt{\frac{1/6 \times 0/08}{0/2}} \Rightarrow v = 0/8 m/s$$

ب) بنا به تعریف طول موج:

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \lambda = \frac{0/8}{20} \Rightarrow \lambda = 0/04 m = 4 cm$$

مثال ۲۱

سیمی با چگالی $3/9 g/cm^3$ و سطح مقطع $1 mm^2$ بین دو نقطه با نیروی F کشیده شده است. نیروی F چند نیوتون باشد تا تندی انتشار موج عرضی در سیم $200 m/s$ شود؟

راه‌حل **نکته** برای یک سیم چگالی از رابطهٔ $\rho = \frac{m}{v}$ به‌دست می‌آید که حجم برابر $A.\ell$ است:

$$\rho = \frac{m}{A.\ell} \Rightarrow \rho A = \frac{m}{\ell} \xrightarrow{\mu = \frac{m}{\ell}} \rho A = \mu \xrightarrow{v = \sqrt{F/\mu}} v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

اگر به جای سطح مقطع مقدار آن را بر حسب قطر سطح مقطع (D) قرار دهیم خواهیم داشت:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho \pi (\frac{D}{2})^2}} \Rightarrow v = \frac{2}{D}\sqrt{\frac{F}{\pi \rho}}$$

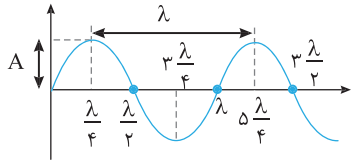
$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} \Rightarrow 200 = \sqrt{\frac{F}{3900 \times 10^{-6}}} \Rightarrow 40000 = \frac{F}{39 \times 10^{-4}} \Rightarrow F = 156 N$$

جمع‌بندی برای تندی انتشار موج عرضی در تار و فنر سه رابطه مقابل را باید به خاطر سپرد:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}, v = \sqrt{\frac{F\ell}{m}}, v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}, v = \frac{2}{D}\sqrt{\frac{F}{\pi \rho}}$$

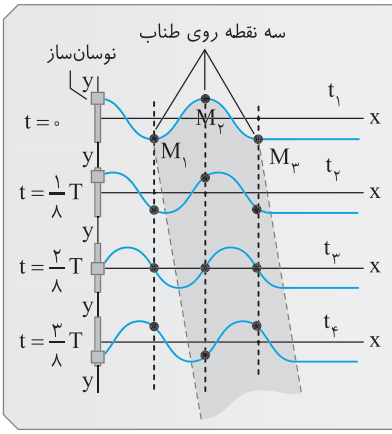
نقش موج

به شکل موج در یک لحظه نقش موج گفته می‌شود.
از روی محور جابه‌جایی (محور قائم) دامنهٔ نوسان ذرات موج مشخص می‌شود.
از روی محور مکان (محور افقی) طول موج مشخص می‌شود.



عکس و مکث کتاب

۱ شکل روبه‌رو نقش موج را در چهار لحظهٔ متوالی $t_1=0$، $t_2=\frac{T}{8}$، $t_3=\frac{2}{8}T$ و $t_4=\frac{2T}{8}$ نشان می‌دهد.



۲ مطابق شکل در یک موج هر ذره در جای معین خود در حال نوسان است.

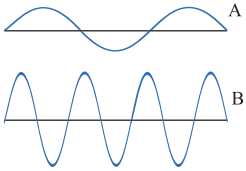
برای مشخص کردن جهت نوسان یک موج، به ذرهٔ قبلی موج نگاه می‌کنیم. به طور مثال در نقطهٔ M_2 ذرهٔ قبلی پایین‌تر از M_2 است پس ذرهٔ M_2 به سمت پایین نوسان کرده و در شکل مربوط به لحظهٔ t_3 به نقطه تعادل رسیده است.

۳ همان طور که گفته شد در مدت T موج به اندازهٔ λ پیشروی می‌کند و در این شکل‌ها نیز مشخص است که در مدت $\frac{T}{4}$ (لحظه t_3) موج به اندازهٔ $\frac{\lambda}{4}$ پیشروی کرده است.

• تیپ ۴ - ۳: مقایسه طول موج و دامنه دو موج

مثال ۲۲

در شکل روبه‌رو نقش دو موج A و B کشیده شده است. اگر طول موج و دامنهٔ موج A به ترتیب λ_A و A_A باشد و طول موج و دامنهٔ موج B به ترتیب λ_B و A_B باشد، دامنه و طول موج دو موج را با هم مقایسه کنید.



راه‌حل با توجه به شکل‌ها:

$$A_A<A_B \quad و \quad \lambda_A>\lambda_B$$

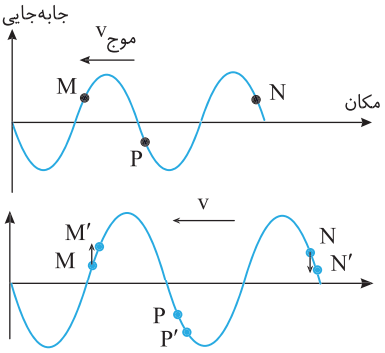
• تیپ ۴ - ۴: تشخیص جهت نوسان و نوع حرکت هر ذره از محیط

مثال ۲۳

با توجه به نقش موج روبه‌رو، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) ذرهٔ M به سمت بالا در حال نوسان است. ب) بردار سرعت ذرهٔ N به سمت بالا است.

پ) سرعت ذره‌های موج و سرعت موج با هم یکسان است. ت) حرکت ذرهٔ P کندشونده است.



راه‌حل ابتدا باید به جهت پیشروی موج دقت کرد.

الف) درست. موج از راست به چپ می‌رود، ذره قبل از M، ذرهٔ M' است.

M' بالاتر از M است، بنابراین M رو به بالا در حرکت است.

ب) نادرست. ذرهٔ قبل N، ذرهٔ N' بوده که پایین‌تر قرار دارد بنابراین N در حال حرکت رو به پایین است و بردار سرعت آن رو به پایین است.

پ) نادرست. تندی انتشار موج در یک محیط مقدار ثابتی است، اما تندی نوسان ذرات محیط دائماً در حال تغییر است و در نقاط بازگشت تندی نوسان ذرات صفر و در گذر از حالت تعادل بیشینه و برابر $v_m=A\omega$ است.

ت) درست. ذرهٔ P' پایین‌تر از ذرهٔ P است بنابراین P نوسانگری است که در حال حرکت به سوی نقطهٔ بازگشت بوده و حرکت آن کندشونده است.

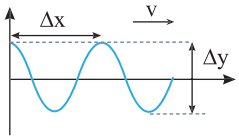
• تیپ ۴ - ۵: مسائل عددی نقش موج

مثال ۲۴

در نمودار جابه‌جایی - مکان موج عرضی شکل زیر $\Delta x=15cm$ و $\Delta y=4cm$ است. اگر بسامد نوسان‌های چشمه $8Hz$ باشد:

الف) تندی انتشار موج را به‌دست آورید.

ب) بیشینه تندی ذره‌های موج را حساب کنید.



راه‌حل الف) مقدار Δx روی شکل برابر یک طول موج است. بنابراین $\lambda=15cm$ است.

تندی انتشار موج را حساب می‌کنیم.

$$v=f\lambda \Rightarrow v=8\times 0/15 \Rightarrow v=1/2m/s$$

ب) مقدار Δy روی شکل، طول مسیر حرکت هر ذره از محیط یعنی $2A$ را نشان می‌دهد.

$$2A=4 \Rightarrow A=2cm$$

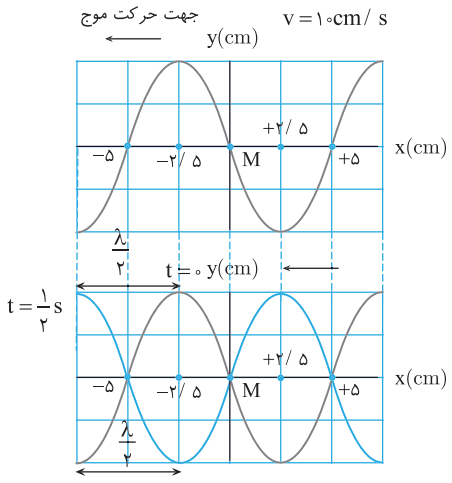
بیشینه تندی هر ذره خواهد شد:

$$v_m=A\omega=A(2\pi f) \Rightarrow v_m=0/02\times(2\pi\times 8) \Rightarrow v_m=0/32\pi m/s$$

• تیپ ۴ - ۶: رسم نقش موج پس از گذشت زمان معین t

مثال ۲۵

شکل روبه‌رو نقش یک موج را در $t=0$ نشان می‌دهد. شکل موج را در لحظهٔ $t=\frac{1}{2}s$ بکشید.



راه‌حل طول موج را از روی نقش موج مشخص می‌کنیم.

$$\frac{\lambda}{2}=5\Rightarrow\lambda=10cm$$

دوره را به‌دست می‌آوریم:

$$T=\frac{\lambda}{v}=\frac{10}{10}=1s$$

بنابراین بازهٔ زمانی صفر تا $\frac{1}{2}s$، برابر $\frac{T}{2}$ است و موج در این مدت به اندازه $(5cm)\frac{\lambda}{2}$ پیشروی می‌کند.

انتقال انرژی در موج عرضی

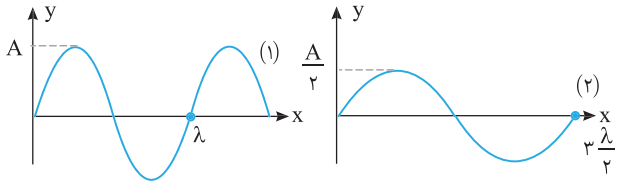
خط‌به‌خط کتاب

۱ هر موجی حامل انرژی است. ۲ در یک ریسمان که موج عرضی در آن ایجاد شده انرژی به صورت انرژی جنبشی و پتانسیل در ریسمان منتقل می‌شود. ۳ انرژی موج و مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی (توان متوسط) در یک موج سینوسی برای همهٔ انواع امواج مکانیکی با مربع دامنهٔ (A^2) و مربع بسامد (f^2) موج متناسب است.

• تیپ ۴ - ۷: بررسی انرژی یا توان انتقال موج

مثال ۲۶

یک موج در دو محیط مختلف منتشر شده و نقش آن‌ها به صورت روبه‌رو است. توان متوسط انتقال انرژی توسط موج (۱) چند برابر توان متوسط انرژی منتقل شده توسط موج (۲) است؟



راه‌حل بسامد موج در دو محیط با هم برابر است و با توجه به نقش دو موج:

$$f_1=f_2\ ,\ A_1=2A_2$$

بنابراین:

$$\frac{P_{av_1}}{P_{av_2}}=\left(\frac{A_A}{A_B}\right)^2\left(\frac{f_A}{f_B}\right)^2=(2)^2\times1=4$$

تمرین‌های بخش چهارم

در این بخش نمونه سؤالاتی که احتمال طرح در امتحان نهایی دارن، برات آماده کردیم تا خوب تمرین کنی. شمارهٔ تیپ هر سؤال کنارش اومده که اگه نتونستی حل کنی بتونی از درسنامه اون تیپ رو مطالعه کنی.

۳۸۲ درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را مشخص کنید.

الف) موج‌های مکانیکی برای انتشار نیاز به محیط مادی دارند.

ب) به‌رغم متفاوت بودن منشأ امواج مکانیکی و الکترومغناطیسی، همگی آن‌ها مشخصه‌های یکسانی دارند.

پ) اگر راستای نوسان ذرات یک موج بر راستای موج عمود باشد، به آن موج طولی گفته می‌شود.

ت) موج‌های طولی دارای قله و دره‌اند.

ث) به موج‌های عرضی و طولی موج‌های پیشرونده گویند.

ج) هر موجی حامل انرژی است.

۳۸۳ جاهای خالی را به کمک کلمه‌های داده شده در زیر پر کنید.

«مربع، طول موج، دورهٔ تناوب موج، محیط انتشار موج، بسامد موج، جبههٔ موج، چشمهٔ موج، عکس، دامنه»

الف) در یک موج عرضی به هر یک از برآمدگی‌ها یا فرورفتگی‌های ایجاد شده در موج ..... گویند.

ب) فاصلهٔ بین دو برآمدگی یا دو فرورفتگی مجاور ..... نامیده می‌شود.

پ) مدت زمانی که طول می‌کشد موج مسافتی معادل با λ را طی کند ..... است.

ت) آزمایش‌ها نشان می‌دهد که تندی انتشار موج به جنس و ویژگی‌های ..... بستگی دارد.

ث) انرژی (توان متوسط) در یک موج سینوسی برای همهٔ انواع امواج مکانیکی با مربع ..... و با ..... بسامد موج متناسب است.

بخش اول: ساختار هسته و پرتوزایی طبیعی

صفحهٔ ۱۳۸ تا ۱۴۶ کتاب درسی

خط‌به‌خط کتاب

۱ شعاع هسته تقریباً $\frac{۱}{۱۰۰۰۰۰}$ شعاع اتم است.

۲ هستهٔ اتم از نوترون و پروتون تشکیل شده است.

۳ به نوترون و پروتون، نوکلئون گویند.

۴ تعداد پروتون‌های هسته را عدد اتمی (Z) گویند.

۵ تعداد نوترون‌های هسته را عدد نوترونی (N) گویند.

۶ به مجموع تعداد کل پروتون‌ها و نوترون‌ها عدد جرمی (A) گویند. $A = Z + N$

۷ نماد شیمیایی عنصر به صورت زیر نشان داده می‌شود. (معمولاً N نوشته نمی‌شود.)

نماد عنصر ← X ، A ← عدد جرمی ، N ← عدد نوترونی ، Z ← عدد اتمی

عکس‌ومکث کتاب

از اطلاعات جدول باید به خاطر بسپاریم که بارهای الکترون و پروتون هم‌اندازه و ناهمنام‌اند و جرم الکترون از جرم پروتون و نوترون کمتر است.

ذره	بار الکتریکی (C)	جرم	
		کیلوگرم (kg)	یکای جرم اتمی (u)
الکترون	$-۱/۶\times۱۰^{-۱۹}$	$۹/۱۰۹۳۸۹\times۱۰^{-۳۱}$	$۵/۴۸۵۸\times۱۰^{-۴}$
پروتون	$+۱/۶\times۱۰^{-۱۹}$	$۱/۶۷۲۶۲۲\times۱۰^{-۲۷}$	۱/۰۰۷۲۷۶
نوترون	صفر	$۱/۶۷۴۹۲۹\times۱۰^{-۲۷}$	۱/۰۰۸۶۶۴

تعریف **$\frac{۱}{۱۲}$ جرم اتم کربن ۱۲ را یکای جرم اتمی گویند و آن را به اختصار با amu یا u نشان می‌دهند.** $۱u = ۱/۶۶\times۱۰^{-۲۷} kg$

ایزوتوپ‌ها

تعریف **هسته‌هایی که تعداد پروتون یکسان و تعداد نوترون متفاوت دارند را ایزوتوپ (هم‌مکان) گویند.**

خط‌به‌خط کتاب

- ایزوتوپ‌های یک عنصر دارای خواص شیمیایی یکسان هستند.
- ایزوتوپ‌های یک عنصر را به کمک روش شیمیایی نمی‌توان از هم جدا کرد بلکه باید به کمک روش‌های فیزیکی مبتنی بر اختلاف جرم ایزوتوپ‌ها، آن‌ها را از هم جدا کرد.

در جدول مقابل ایزوتوپ‌های مختلف اتم هیدروژن، نمایش داده شده است.

نام عنصر	نماد	Z	N
هیدروژن ۱	H	۱	۰
دوتریم (هیدروژن ۲، ^{۲}H)	D	۱	۱
تریتیم (هیدروژن ۳، ^{۳}H)	T	۱	۲

پایداری هسته

پروتون‌ها در هسته بسیار به هم نزدیک بوده و اندازهٔ نیروی الکتروستاتیکی رانشی خیلی قوی است و باید هسته از هم بپاشد.

عامل پایداری هسته، یک نیروی جدید بین نوکلئون‌ها به نام نیروی هسته‌ای است.

خط‌به‌خط کتاب

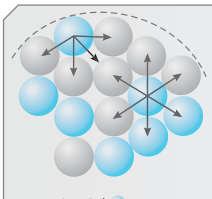
۱ نیروی هسته‌ای کوتاه بُرد است و تنها در فاصله‌ای کوچک‌تر از ابعاد هسته اثر می‌کند.

۲ نیروی هسته‌ای مستقل از بار الکتریکی است. یعنی نیروی ربایشی هسته‌ای یکسانی بین دو پروتون، دو نوترون یا یک پروتون و یک نوترون وجود دارد.

۳ از نظر نیروی هسته‌ای تفاوتی بین پروتون و نوترون وجود ندارد و به همین دلیل به هر دوی آن‌ها نوکلئون گویند.

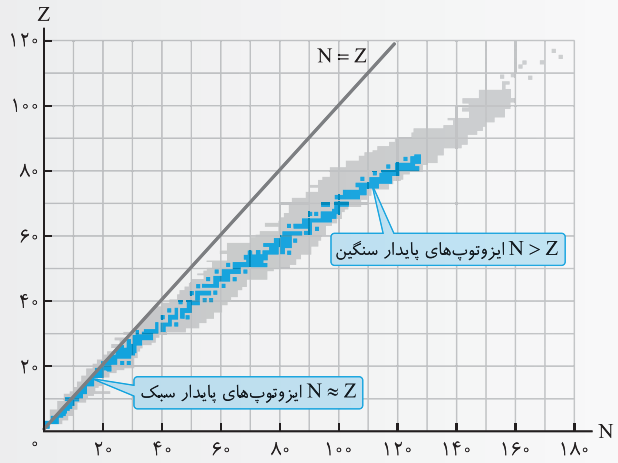
۴ برای پایداری هسته، باید نیروی دافعهٔ الکتروستاتیکی بین پروتون‌ها با نیروی جاذبهٔ هسته‌ای بین نوکلئون‌ها موازنه شده باشد.

عکس و متن کتاب



با توجه به شکل روبه‌رو و کوتاه بُردبودن نیروی هسته‌ای، با افزایش تعداد پروتون‌ها برای پایداری هسته باید تعداد نوترون‌ها افزایش یابد.

- هستهٔ پایدار با بیشترین تعداد پروتون $(Z=۸۳)$ متعلق به بیسموت $({}^{۲۰۹}_{۸۳}Bi)$ است.



با توجه به نمودار فوق نتایج زیر حاصل می‌شود.

۱ نسبت N/Z برای هسته‌های پایدار مختلف، متفاوت است.

۲ برای هسته‌های سبک $(Z<۳۰)$، نسبت $N/Z\simeq ۱$ است.

۳ برای هسته‌های سنگین این نسبت حدود ۱/۵ است. $(N/Z\simeq ۱/۵)$

۴ برای تشخیص تعداد هسته‌های مختلف یک عنصر (ایزوتوپ‌های یک عنصر) کافی است خطی موازی محور افقی رسم کرده و تعداد نقاطی که روی خط قرار می‌گیرد نشان‌دهندهٔ تعداد ایزوتوپ‌هاست.*

خط به خط کتاب

۱ هستهٔ پایدار با بیشترین تعداد پروتون متعلق به بیسموت با عدد اتمی ۸۳ است.

۲ به جز توریم $(Z=۹۰)$ و اورانیم $(Z=۹۲)$ که در طبیعت یافت می‌شوند سایر هسته‌های سنگین با عدد اتمی بزرگ‌تر از ۸۳ ناپایدارند.

۳ دلیل وجود توریم و اورانیم در طبیعت واپاشی کُند آن‌ها است.

انرژی بستگی هسته‌ای

تعریف انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون‌های یک هسته، **انرژی بستگی هسته‌ای** نامیده می‌شود.

تعریف جرم هسته از مجموع جرم پروتون‌ها و نوترون‌های تشکیل‌دهنده‌اش اندکی کمتر است. این اختلاف جرم را **کاستی جرم هسته** گویند.

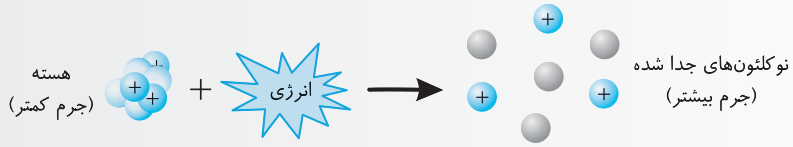
خط به خط کتاب

انرژی بستگی هسته‌ای از رابطهٔ معروف اینشتین به‌دست می‌آید. اگر کاستی جرم هسته را در مربع تندی نور ضرب کنیم، انرژی بستگی هسته به‌دست می‌آید.

$E=mc^{۲}$ ← انرژی بستگی هسته ← کاستی جرم هسته → سرعت نور $c=۳\times ۱۰^{۸}\,m/s$

عکس و متن کتاب

انرژی‌ای معادل انرژی بستگی هسته‌ای باید تأمین شود تا هسته به نوکلئون‌های تشکیل‌دهندهٔ آن تقسیم شود.



* در تمام این مباحث، سؤالات مطرح شده در امتحان نهایی به صورت پرسش‌های حافظه‌ای است و شما باید متن کتاب را به‌خوبی یاد گرفته و به خاطر بسپرید.

آزمایش‌های کتاب درسی

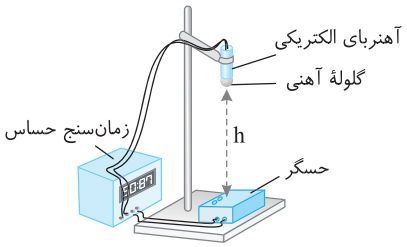
آزمایش‌های فصل اول

۱ الف) آزمایشی طراحی کنید که به کمک آن بتوان شتاب گرانش در محل آزمایش را اندازه گرفت.

وسایل مورد نیاز: زمان‌سنج حساس - گلولهٔ آهنی - آهنربای الکتریکی - حسگر

شرح آزمایش:

مطابق شکل از لحظهٔ قطع شدن جریان، گلوله از آهنربای الکتریکی جدا شده و تا رسیدن گلوله به حسگر زمان سقوط گلوله، توسط زمان‌سنج مشخص می‌شود. حال با توجه به رابطهٔ $\Delta y = \frac{1}{2} g t^2$ که در این رابطه Δy همان h و t زمانی است که زمان‌سنج نشان داده می‌توان شتاب گرانش را حساب کرد.



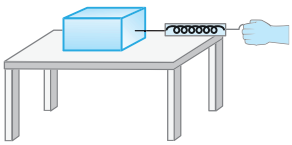
آزمایش‌های فصل دوم

۱ الف) آزمایشی طراحی کنید که به کمک آن بتوان ضریب اصطکاک ایستایی بین دو جسم را به‌دست آورد.

ب) از این آزمایش چه نتایجی گرفته می‌شود؟

وسایل مورد نیاز: نیروسنج، قطعهٔ چوبی به شکل مکعب مستطیل با وجوه یکنواخت، ترازو، خط‌کش

شرح آزمایش:



الف) ۱ مطابق شکل یک مکعب مستطیل چوبی را از وجه بزرگ آن روی سطح قرار می‌دهیم.

۲ به کمک یک نیروسنج مکعب مستطیل را به طور افقی می‌کشیم تا مکعب در آستانهٔ حرکت قرار گیرد.

۳ عدد نیروسنج را یادداشت می‌کنیم. این عدد برابر نیروی اصطکاک آستانهٔ حرکت است. (جسم در این حالت در تعادل است و نیروهای آن متوازن هستند.)

۴ به کمک یک ترازو، وزن مکعب را به‌دست می‌آوریم و به کمک رابطهٔ $f_{s\,max} = \mu_s F_N = \mu_s mg$، ضریب اصطکاک ایستایی (f_s) را به‌دست می‌آوریم. برای دقت بیشتر چندین بار این آزمایش را تکرار می‌کنیم.

ب) اگر مکعب را روی وجه‌های دیگر قرار دهیم و آزمایش را تکرار کنیم.

نتایج زیر حاصل می‌شود:

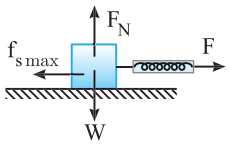
۱ μ_s به اندازه مساحت سطح تماس بستگی ندارد.

۲ نیروی اصطکاک به اندازهٔ مساحت سطح تماس دو جسم بستگی ندارد.

۲ آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد $f_{s\,max}$ متناسب با F_N است.

وسایل مورد نیاز: نیروسنج، تعدادی مکعب چوبی مشابه، ترازوی فنری

شرح آزمایش:



۱ ابتدا وزن مکعب‌ها را با ترازوی فنری اندازه‌گیری می‌کنیم.

۲ یک مکعب را روی سطح افقی میزی قرار می‌دهیم (مطابق شکل) و به کمک نیروسنج، مکعب را به آرامی می‌کشیم و نیروی F را افزایش می‌دهیم تا مکعب چوبی در آستانهٔ حرکت قرار گیرد. در این لحظه نیروی اصطکاک آستانهٔ حرکت $f_{s\,max}$ برابر نیروی F است که توسط نیروسنج نشان داده می‌شود.

۳ مکعب روی سطح ساکن است و نیروهای وزن و نیروی عمودی سطح متوازن هستند. بنابراین $F_N = mg$ است.

۴ یک مکعب روی مکعب اولی قرار می‌دهیم تا نیروی وزن دو برابر شود. آزمایش را تکرار می‌کنیم و مشاهده می‌کنیم $f_{s\,max}$ افزایش می‌یابد. یعنی $f'_{s\,max} = ۲f_{s\,max}$ است.

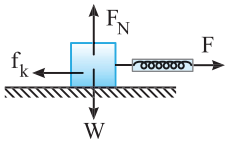
۵ یک مکعب دیگر را اضافه می‌کنیم تا وزن سه مکعب روی هم $۳mg$ و در نتیجه $F''_N = ۳mg$ شود. مجدداً با نیروسنج مجموعه را به طور افقی می‌کشیم تا مجموعه در آستانهٔ حرکت قرار گیرد وقتی عدد نیروسنج را می‌خوانیم مشاهده کنیم عدد نیروسنج سه برابر حالت اول است یعنی $f''_{s\,max} = ۳f_{s\,max}$ است.

نتیجه می‌گیریم که $f_{s\,max}$ با F_N متناسب است. $(f_{s\,max} = \mu_s F_N)$

۳ آزمایشی طراحی کنید که با آن بتوانید:

الف) نیروی اصطکاک وارد بر جسمی مانند یک قطعه چوب در حال لغزش روی سطح را اندازه بگیرد و با استفاده از آن μ_k را به دست آورید.

ب) بستگی یا عدم بستگی نیروی اصطکاک جنبشی به مساحت سطح تماس دو جسم را تحقیق کنید.



وسایل مورد نیاز: نیروسنج و یک قطعه چوب به شکل مکعب مستطیل، ترازوی فنری

شرح آزمایش:

الف) ۱ ابتدا وزن مکعب مستطیل چوبی را توسط ترازوی اندازه‌گیری می‌کنیم.

۲ قطعه چوب را از وجه بزرگترش روی سطح افقی قرار می‌دهیم.

۳ نیروسنج را به مکعب وصل کرده آن را با نیروی افقی به آرامی می‌کشیم و نیروی F را افزایش می‌دهیم تا وقتی که قطعه چوب به حرکت در می‌آید سعی می‌کنیم که حرکت یکنواخت و با سرعت ثابت صورت می‌گیرد. در این حالت نیروها متوازن هستند و عدد نیروسنج (F) در واقع همان نیروی اصطکاک جنبشی است. $(F=f_k)$

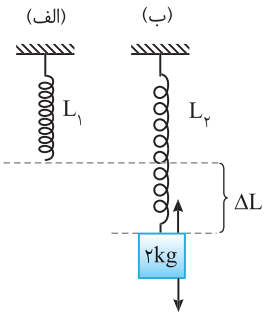
۴ نیروی عمودی سطح نیز برابر نیروی وزن مکعب مستطیل است. $(F_N=mg)$

۵ ضریب اصطکاک جنبشی خواهد شد:

$$\mu_k=\frac{f_k}{F_N}\Rightarrow\mu_k=\frac{F}{W}$$

ب) مکعب مستطیل را چرخانده روی وجه کوچک‌ترش قرار می‌دهیم و آزمایش را تکرار می‌کنیم. مشاهده می‌کنیم که با همان نیروی F، مکعب مستطیل با سرعت ثابت به حرکت در می‌آید بنابراین ابعاد سطح تماس تأثیری در نیروی اصطکاک جنبشی ندارد. $(f_k=F)$

۴ آزمایشی طراحی کنید که به کمک آن بتوان ثابت فنر را به‌دست آورد.



۱ **وسایل مورد نیاز:** فنری که می‌خواهیم ثابت آن را اندازه‌گیری کنیم، چند وزنه با جرم‌های مختلف و ترازوی فنری و خط‌کش

شرح آزمایش:

ابتدا وزن تمام وزنه‌ها را به کمک ترازوی فنری اندازه‌گیری می‌کنیم.

۲ فنر را مطابق شکل آویزان می‌کنیم، طول طبیعی آن را به کمک خط‌کش اندازه‌گیری می‌کنیم (شکل الف)

۳ یک وزنه به آن می‌آویزیم. وقتی وزنه ساکن شد و در تعادل قرار گرفت مجدداً طول ثانویه فنر (L_2) را اندازه‌گیری می‌کنیم.

۴ وزنه در تعادل است و نیروی وزن و نیروی کشسانی فنر متوازن هستند $(F_e=W)$

۵ ثابت فنر خواهد شد:

$$F_e=k\Delta L\Rightarrow k=\frac{F_e}{\Delta L}\Rightarrow k=\frac{mg}{\Delta L}$$

۶ این آزمایش را با وزنه‌های دیگر عیناً تکرار می‌کنیم و از ثابت فنرهای به‌دست آمده، میانگین می‌گیریم و عدد حاصل نتیجه آزمایش خواهد بود.

آزمایش‌های فصل سوم

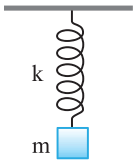
۱ آزمایشی طراحی کنید که شتاب گرانشی زمین را به کمک یک آونگ ساده به‌دست آوریم.

وسایل مورد نیاز: یک عدد گوی، ریسمان بلند، زمان‌سنج

شرح آزمایش:

ابتدا طول آونگ ساده را اندازه‌گیری می‌کنیم و سپس آن را با زاویه کوچک به نوسان در می‌آوریم و مدت زمان چند نوسان کامل را اندازه‌گیری می‌کنیم، سپس به کمک رابطهٔ $T=\frac{t}{n}$ دوره را محاسبه می‌کنیم. با قرار دادن دوره در رابطه $T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ شتاب گرانش را محاسبه می‌کنیم.

۲ با انجام آزمایش بررسی کنید که دوره تناوب سامانه جرم - فنر با فنر معین، ولی وزنه‌های متفاوت با جذر جرم وزنه متناسب است.



وسایل مورد نیاز: فنر با ثابت معلوم، چند وزنه با جرم‌های معلوم، زمان‌سنج

شرح آزمایش:

وزنه‌ای با جرم مشخص را به فنری با ثابت معلوم می‌آویزیم و پس از رسیدن به تعادل، وزنه را کمی پایین کشیده و رها می‌کنیم. مدت زمان چند نوسان کامل را اندازه می‌گیریم و به کمک رابطه $T=\frac{t}{n}$ دوره را محاسبه می‌کنیم. آزمایش را با وزنه‌های متفاوت تکرار می‌کنیم. مشاهده می‌شود که دوره تناوب سامانه جرم - فنر با یک فنر معین با جذر جرم وزنه به طور مستقیم متناسب است. $(T\propto\sqrt{m})$

پاسخ تشریحی

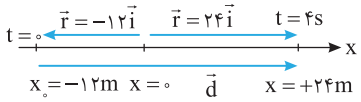
فصل اول

۱ الف) جابه‌جایی ب) نرده‌ای - برداری پ) بردار مکان ت) تندی متوسط ث) هم‌جهت ج) صفر

۲ بردار جابه‌جایی برداری است که از ابتدای مسیر به انتهای مسیر رسم می‌شود. شکل (الف) در این شکل شخص تغییر جهت نداده از این‌رو جابه‌جایی و مسافت یکسان هستند.

شکل (ب)، شخص در مکان (۲) تغییر جهت داده است، بنابراین اندازهٔ جابه‌جایی از مسافت پیموده شده کوچک‌تر است.

۳ الف) بردارهای مکان دونده به صورت شکل زیر است.



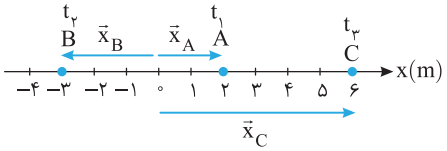
ب) اندازه بردار جابه‌جایی d برابر است با: $d = ۲۴-(-۱۲) = ۳۶m$

(بردار جابه‌جایی در شکل قسمت (الف) رسم شده است.)

پ) چگونگی مسیر حرکت دونده و تعداد دفعات تغییر جهت دویدن دونده مشخص نیست، بنابراین مسافت طی شده توسط این دونده را نمی‌توان بیان کرد. اما اگر فرض کنیم دونده در یک جهت دویده باشد مسافت طی شده دونده همان اندازه جابه‌جایی یعنی ۳۶ متر است.

۴ الف) از مبدأ مکان $(x=۰)$ بردارهایی به مکان‌های A و B و C رسم می‌کنیم.

$\vec{x}_A = ۲\vec{i}, \vec{x}_B = -۳\vec{i}, \vec{x}_C = ۶\vec{i}$



ب) بردار جابه‌جایی در هر یک از بازه‌ها خواهد شد:

$t_۱$ تا $t_۲$: $\vec{d}_{AB} = \vec{x}_B - \vec{x}_A = -۳\vec{i} - ۲\vec{i} \Rightarrow \vec{d}_{AB} = -۵\vec{i}$

$t_۲$ تا $t_۳$: $\vec{d}_{BC} = \vec{x}_C - \vec{x}_B = ۶\vec{i} - (-۳\vec{i}) \Rightarrow \vec{d}_{BC} = ۹\vec{i}$

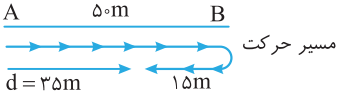
$t_۱$ تا $t_۳$: $\vec{d}_{AC} = \vec{x}_C - \vec{x}_A \Rightarrow \vec{d}_{AC} = ۶\vec{i} - ۲\vec{i} \Rightarrow \vec{d}_{AC} = ۴\vec{i}$

۵ الف) بردار جابه‌جایی خواهد شد:

$\vec{d} = \vec{x}_۲ - \vec{x}_۱ \xrightarrow{\vec{x}_۱ = ۵m\vec{i}, x_۲ = -۵m\vec{i}} \vec{d} = -۵\vec{i} - ۵\vec{i} \Rightarrow \vec{d} = -۱۰m\vec{i}$

ب) در صورتی که مسیر حرکت خط راست باشد و متحرک تنها در یک جهت حرکت کند.

۶ الف) بردار جابه‌جایی d به طول ۳۵m از ابتدا به انتهای مسیر مطابق شکل است.



ب) مسافت طی‌شده را حساب می‌کنیم. $\ell = ۵۰+۱۵ = ۶۵$

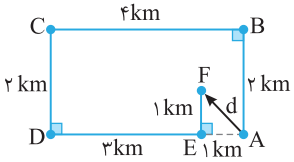
جابه‌جایی متحرک ۳۵ متر است، از این‌رو: $\frac{\ell}{d} = \frac{۶۵}{۳۵} \Rightarrow \frac{\ell}{d} = \frac{۱۳}{۷}$

۷ الف) مسافت طی شده برابر طول مسیر است.

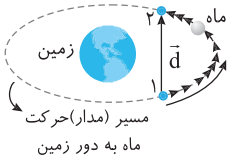
$\ell = AB+BC+CD+DE+EF \Rightarrow \ell = ۲+۴+۲+۳+۱ \Rightarrow \ell = ۱۲km$

ب) با توجه به شکل اندازه جابه‌جایی موتورسوار خواهد شد:

$d^۲ = AE^۲ + EF^۲ \Rightarrow d^۲ = ۱^۲ + ۱^۲ \Rightarrow d = \sqrt{۲}km$



۸ طول مسیر حرکت همان مسافت طی‌شده است که در شکل مشخص شده است و جابه‌جایی برداری است که نقطهٔ (۱) را به نقطهٔ (۲) وصل می‌کند که روی شکل رسم کرده‌ایم $(\vec{d})$.

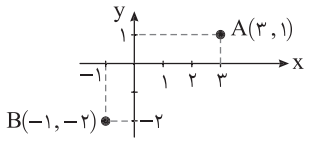


نکته کمترین فاصلهٔ بین دو نقطه، طول خط راست وصل کننده دو نقطه است.

با توجه به شکل $d < \ell$ است.

۹ فاصلهٔ بین دو نقطهٔ A و B در صفحهٔ xoy از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید.

$AB = \sqrt{(x_B - x_A)^۲ + (y_B - y_A)^۲}$



اندازهٔ جابه‌جایی برابر حداقل مسافت طی شده برای رفتن از A به B است، بنابراین: $\ell_{min} = d = \sqrt{(-۱-۳)^۲ + (-۲-۱)^۲} \Rightarrow \ell_m = d = ۵m$

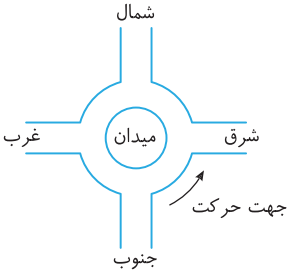
۱۰ الف) جابه‌جایی از جنوب به شمال میدان دو برابر شعاع است، بنابراین:

$d = ۲R \xrightarrow{R = ۲۰m} d = ۴۰m$

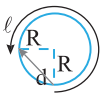
اما کمینه مسافت طی‌شده برابر نصف محیط دایرهٔ میدان است.

$\ell = \frac{۲\pi R}{۲} \Rightarrow \ell = \pi \times ۲۰$

$\Rightarrow \ell = ۲۰\pi m$



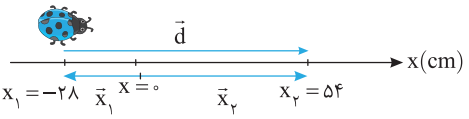
ب) وقتی خودرو از جنوب وارد میدان شده و در جهت نشان داده شده حرکت کرده و از غرب میدان خارج شود، اندازهٔ جابه‌جایی آن خواهد شد: $d = \sqrt{R^۲ + R^۲} \Rightarrow d = ۲۰\sqrt{۲}m$



و مسافت طی شدهٔ آن $\frac{۳}{۴}$ محیط دایرهٔ میدان است.

$\ell = \frac{۳}{۴}(۲\pi R) \Rightarrow \ell = \frac{۳\pi R}{۲} m = ۳۰\pi m$

۱۱ الف) بردار مکان: برداری است که از مبدأ مکان $(x=۰)$ به محل متحرک رسم می‌شود.



ب) کفشدوزک در جهت محور xها در حرکت است و بردار مکان آن در لحظه‌های $t_۱ = -۰s$ و $t_۲ = ۷۴s$ مطابق شکل به صورت $\vec{x}_۱ = -۰/۲۸\vec{i}$ و $\vec{x}_۲ = +۰/۵۴\vec{i}$ است. بنابراین سرعت متوسط خواهد شد:

$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}\vec{i} = \frac{x_۲ - x_۱}{t_۲ - t_۱}\vec{i} = \frac{۰/۵۴m - (-۰/۲۸m)}{۷۴s - ۰s}\vec{i} = (۰/۰۱۱m/s)\vec{i}$

۱۲ متحرک A:

$$\vec{v}_{av}=\frac{\vec{x}_۲-\vec{x}_۱}{\Delta t}\Rightarrow\vec{v}_{av}=\frac{۵\vec{i}-(-۳\vec{i})}{۳-۰}\Rightarrow\vec{v}_{av}=\frac{+۸}{۳}\vec{i}$$

متحرک B:

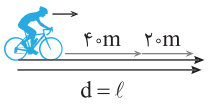
$$\vec{v}_{av}=\frac{\vec{x}_۲-\vec{x}_۱}{\Delta t}\Rightarrow۱\vec{i}=\frac{\vec{x}_۲-۲\vec{i}}{۳-۰}\Rightarrow\vec{x}_۲=۵\vec{i}$$

متحرک C:

$$\vec{v}_{av}=\frac{\vec{x}_۲-\vec{x}_۱}{\Delta t}\Rightarrow-۲\vec{i}=\frac{۲\vec{i}-\vec{x}_۱}{۳-۰}\Rightarrow\vec{x}_۱=۸\vec{i}$$

نام متحرک	مکان اولیه	مکان ثانویه	سرعت متوسط
متحرک A	$-۳\vec{i}$	$۵\vec{i}$	$\frac{۸}{۳}\vec{i}$
متحرک B	$+۲\vec{i}$	$۵\vec{i}$	$۱\vec{i}$
متحرک C	$۸\vec{i}$	$۲\vec{i}$	$-۲\vec{i}$

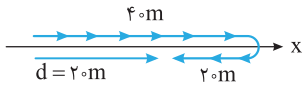
۱۳ الف) وقتی جابه‌جایی‌ها در یک جهت و متوالی صورت می‌گیرد، اندازهٔ جابه‌جایی و مسافت طی شده برابر است.



$$\ell=d=۲۰+۴۰\Rightarrow\ell=d=۶۰m,\ v_{av}=s_{av}=\frac{۶۰}{۱۰}=۶m/s$$

ب) اندازه جابه‌جایی ۲۰m $(\vec{d}=۲۰\vec{i})$ و مسافت طی‌شده همان ۶۰m است.

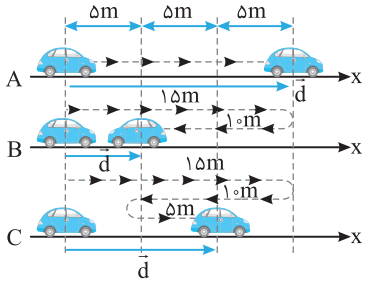
$$v_{av}=\frac{d}{t}=\frac{۲۰}{۱۰}=۲m/s,\ s_{av}=\frac{\ell}{t}=\frac{۶۰}{۱۰}=۶m/s$$



۱۴ الف) متحرک A: جابه‌جایی خودرو $d=۵+۵+۵=۱۵m$ است.

$$\ell=۱۵m,\ s_{av}=\frac{\ell}{\Delta t}\xrightarrow{\Delta t=۱۰s}s_{av}=\frac{۱۵}{۱۰}=۱/۵m/s$$

بردار سرعت متوسط خواهد شد: $\vec{v}_{av}=۱/۵\vec{i}$



متحرک B: مسافت طی شده برابر است با: $\ell=۱۵+۱۰=۲۵m$

تندی متوسط را حساب می‌کنیم. $s_{av}=\frac{\ell}{\Delta t}\Rightarrow s_{av}=\frac{۲۵}{۱۰}\Rightarrow s_{av}=۲/۵m/s$

جابه‌جایی برداری است که ابتدای مسیر را به انتهای مسیر وصل می‌کند.

بنابراین مطابق شکل جابه‌جایی برابر است با: $\vec{d}=۵\vec{i}$

$$\vec{v}_{av}=\frac{\vec{d}}{\Delta t}\Rightarrow\vec{v}_{av}=\frac{۵\vec{i}}{۱۰}\Rightarrow\vec{v}_{av}=۰/۵\vec{i}$$

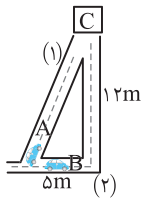
متحرک C: مسافت طی شده: $\ell=۱۵+۱۰+۵\Rightarrow\ell=۳۰m$

تندی متوسط: $s_{av}=\frac{\ell}{\Delta t}=\frac{۳۰}{۱۰}\Rightarrow s_{av}=۳m/s$

بردار جابه‌جایی: $\vec{d}=۱۰\vec{i}$

بردار سرعت متوسط: $\vec{v}_{av}=\frac{\vec{d}}{\Delta t}\Rightarrow\vec{v}_{av}=\frac{۱۰\vec{i}}{۱۰}\Rightarrow\vec{v}_{av}=۱\vec{i}$

ب) جابه‌جایی هر دو خودرو یکسان و مطابق شکل است و مقدار آن خواهد شد:



$$d_A=d_B=\sqrt{۵^۲+۱۲^۲}=\sqrt{۲۵+۱۴۴}$$

$$\Rightarrow d_A=d_B=۱۳m$$

سرعت متوسط خودروها را به‌دست می‌آوریم:

$$v_{av}=\frac{d}{\Delta t}\xrightarrow{\Delta t=۸s}v_{av_A}=v_{av_B}=\frac{۱۳}{۸}$$

$$\Rightarrow v_{av_A}=v_{av_B}=۱/۶۲۵m/s$$

مسیر حرکت A مستقیم و بدون تغییر جهت است، بنابراین تندی متوسط A و سرعت متوسط A یکی‌اند. $s_{av_A}=v_{av_A}=۱/۶۲۵m/s$

مسافت طی‌شده B برابر $\ell=۱۲+۵=۱۷m$ است.

تندی متوسط B را حساب می‌کنیم. $s_{av_B}=\frac{\ell_B}{\Delta t}=\frac{۱۷}{۸}\Rightarrow s_{av_B}=۲/۱۲۵m/s$

۱۵ الف) اندازهٔ جابه‌جایی ۳۰۰m و مسافت طی شده برابر ۶۰۰m است.

ب) مسیر در مدت ۵min طی شده از این‌رو:

$$s_{av}=\frac{\ell}{\Delta t}\Rightarrow s_{av}=\frac{۶۰۰}{۵\times۶۰}\Rightarrow s_{av}=۲m/s$$

$$v_{av}=\frac{d}{\Delta t}\Rightarrow v_{av}=\frac{۳۰۰}{۵\times۶۰}\Rightarrow v_{av}=۱m/s$$

۱۶ الف) مسیر حرکت را رسم می‌کنیم.

مسافت طی شده: $\ell=۱۰۰+۸۰+۶۰+۵۰\Rightarrow\ell=۲۹۰m$

کل زمان حرکت: $\Delta t=۴\times۴۰\Rightarrow\Delta t=۱۶۰s$

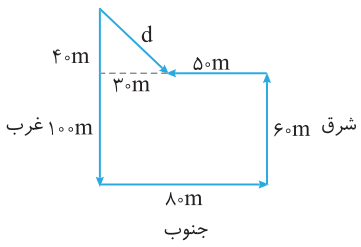
تندی متوسط را حساب می‌کنیم.

$$s_{av}=\frac{\ell}{\Delta t}\Rightarrow s_{av}=\frac{۲۹۰}{۱۶۰}\Rightarrow s_{av}=\frac{۲۹}{۱۶}m/s$$

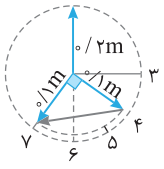
بردار جابه‌جایی را مطابق شکل رسم می‌کنیم و اندازهٔ آن را به‌دست می‌آوریم.

$$d=\sqrt{۳۰^۲+۴۰^۲}\Rightarrow d=۵۰m$$

سرعت متوسط برابر است با: $v_{av}=\frac{d}{\Delta t}\Rightarrow v_{av}=\frac{۵۰}{۱۶۰}\Rightarrow v_{av}=\frac{۵}{۱۶}m/s$



ب) در ساعت ۴:۰۰ و در ساعت ۷:۰۰ عقربه دقیقه‌شمار روی عدد ۱۲ است. بنابراین جابه‌جایی نوک عقربهٔ دقیقه شمار صفر است و سرعت متوسط آن نیز صفر است. $d=۰\Rightarrow v_{av}=۰$



اما در مدت $h=۳$ ، ۷−۴ عقربهٔ دقیقه‌شمار، ۳ بار محیط دایره‌ای به شعاع ۲۰cm را طی می‌کند و مسافت طی شده نوک عقربهٔ دقیقه شمار خواهد شد.

$$\ell=۳(۲\pi R)\xrightarrow[R=۰/۲m]{\pi=۳}\ell=۳\times۲\times۳\times۰/۲\Rightarrow\ell=۳/۶m$$

تندی متوسط $s_{av}=\frac{\ell}{\Delta t}=\frac{۳/۶}{۳\times۳۶۰۰}\Rightarrow s_{av}=\frac{۱}{۳۰۰۰}m/s$

نشر الگو

۲۰ تمام

تمرین امتحان

گام نهایی

- کتاب درسی در یک قاب
- آزمون‌های فصل به فصل
- آزمون‌های میان‌سال
- آزمون‌های شبیه‌ساز نهایی
- پاسخ‌های تشریحی

بارم‌بندی فصل به فصل امتحان نهایی

شمارهٔ فصل	نوبت اول	امتحان نهایی
اول	۷/۲۵	۳/۷۵
دوم	۸/۲۵	۴
سوم تا صفحه ۷۷ (ابتدای موج طولی و مشخصه‌های آن)	۴/۵	۳/۷۵
سوم از صفحه ۷۷ (ابتدای موج طولی و مشخصه‌های آن)	-	
چهارم	-	۳/۲۵
پنجم		۲/۷۵
ششم		۲/۵
جمع بارم	۲۰	۲۰

- ۶/۵ تا ۷ نمره از سؤالات امتحان، از مطالب مفهومی کتاب درسی و در قالب سؤالات جای خالی، درست یا نادرست، تعریف کنید، پرسش‌های با پاسخ کوتاه و ... است.
- ۱ نمره از سؤالات امتحان، مربوط به آزمایش‌های کتاب درسی است.
- ۱۲ نمره از سؤالات امتحان، در قالب مسئله است.

برشانه غول‌ها بایستید

دوره

مدت زمان یک نوسان کامل

$T=\frac{t}{N}$ ← دوره (s) ← مدت زمان نوسان t ← تعداد نوسان N

بسامد

تعداد نوسان‌ها در مدت یک ثانیه

$f=\frac{1}{T}$ ← بسامد $\left(\frac{1}{s}\text{ یا }Hz\right)$

مکان (x): فاصله از مبدأ (مرکز نوسان، حالت تعادل $x=0$) را گویند.

معادلهٔ مکان - زمان

$x=A\cos\omega t$ ← دامنهٔ حرکت ← بسامد زاویه‌ای

بسامد زاویه‌ای

$\omega=\frac{2\pi}{T}=2\pi f$

روابط شتاب - سرعت

سرعت نوسانگر

$v=0$ ، $v_{max}=A\omega$ ، $v=0$

$-A$ ، 0 ، A

شتاب نوسانگر

$|a|=\omega^2|x|,|F|=m\omega^2|x|,|a_{max}|=A\omega^2,|F_{max}|=mA\omega^2$

دامنه (A)

بیشینه فاصله از مرکز نوسان که به آن‌ها نقاط بازگشت نیز می‌گویند: $x=\pm A$

طول پاره‌خط نوسان $2A$ است.

در مدت یک دوره (T) مسافت $4A$ و در مدت نصف دوره مسافت $2A$ طی می‌شود:

حرکت تندشونده است.

$a,F<0$ اندازهٔ شتاب و نیرو در حال کاهش است.

$v<0$ اندازهٔ سرعت در حال افزایش است.

حرکت کندشونده است.

$a,F>0$ اندازهٔ شتاب و نیرو در حال افزایش است.

$v>0$ اندازهٔ سرعت در حال کاهش است.

$x=0$ ، $a=0$ ، $F=0$ ، $v=v_{max}$

$-v_{max}$

$\Delta t_1=\frac{T}{4},x>0$ ← $\Delta t_2=\frac{T}{4},x<0$ ←

$x=-A$ ، $a=+a_{max}$ ، $F=+F_{max}$ ، $v=0$

$-A$ ، O ، $+A$

$x=+A$ ، $a=-a_{max}$ ، $F=-F_{max}$ ، $v=0$

→ $\Delta t_3=\frac{T}{4},x<0$ → $\Delta t_4=\frac{T}{4},x>0$ →

$+v_{max}$

حرکت کندشونده است.

$a,F<0$ اندازهٔ شتاب و نیرو در حال افزایش است.

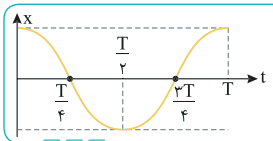
$v>0$ اندازهٔ سرعت در حال کاهش است.

حرکت تندشونده است.

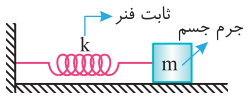
$a,F>0$ اندازهٔ شتاب و نیرو در حال کاهش است.

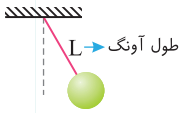
$v>0$ اندازهٔ سرعت در حال افزایش است.

نمودار مکان - زمان



سیستم‌های نوسانی





	آونگ	سیستم جرم - فنر
بسامد زاویه‌ای (ω)	$\omega=\sqrt{\frac{g}{L}}$	$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}$
بسامد (f)	$f=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{L}}$	$f=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$
دوره (T)	$T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$	$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

انرژی نوسانگر

$\uparrow U,\downarrow K$ ، $\downarrow U,\uparrow K$

$K=0$ ، $U=0$ ، $K=0$

$-A$ ، 0 ، A

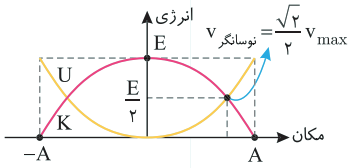
$\downarrow U,\uparrow K$ ، $\uparrow U,\downarrow K$

$E=U_{max}$ ، $E=K_{max}$ ، $E=U_{max}$

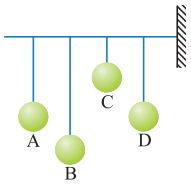
$E=K+U=\frac{1}{2}mv_m^2=\frac{1}{2}mA^2\omega^2=\frac{1}{2}kA^2$: انرژی مکانیکی ← ثابت فنر ← تندی بیشینه

$U=E-K$: انرژی پتانسیل ، $K=\frac{1}{2}mv^2$: انرژی جنبشی ، $k=m\omega^2$: ثابت فنر

نمودار انرژی نوسانگر



تشدید



هرگاه به یک سیستم نوسانی، نیروی دوره‌ای با بسامد طبیعی خود نوسانگر وارد شود، تشدید رخ داده و دامنهٔ نوسانگر افزایش می‌یابد.

با نوسان آونگ A، آونگ D هم به نوسان درمی‌آید:

$(f_d=f_0)$ ← بسامد نیرو (واداشته) ← بسامد طبیعی

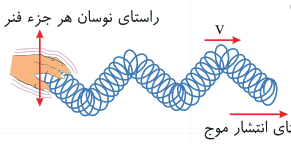
موج

امواج به دو دسته تقسیم می‌شوند:

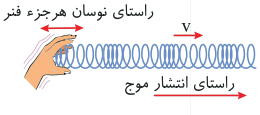
موج الکترومغناطیسی: برای انتشار نیاز به محیط مادی ندارد.

موج مکانیکی: برای انتشار نیاز به محیط مادی دارد:

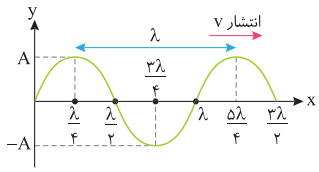
- **موج عرضی:** راستای انتشار موج عمود بر راستای نوسان ذرات است.



- **موج طولی:** راستای انتشار موج موازی با راستای نوسان ذرات است.



طول موج
مسافتی که موج در مدت یک دوره طی می‌کند.
فاصلهٔ دو برآمدگی متوالی یا دو فرورفتگی متوالی در موج عرضی.



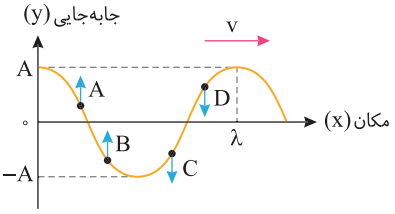
تندی انتشار موج

$$v=\frac{\lambda}{T} \quad , \quad \lambda=\frac{v}{f}$$

تندی انتشار موج ← v
طول موج ← λ
بسامد موج ← f

ویژگی‌های موج
- وابسته به چشمه: بسامد و دورهٔ موج
- وابسته به محیط: سرعت انتشار موج

ذرات محیط انتشار
این ذرات در حال نوسان‌اند و هر ذره حرکت ذرهٔ قبل از خود را تکرار می‌کند.



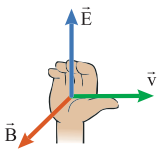
سرعت انتشار موج در طناب

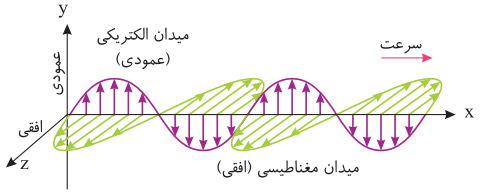
$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{FL}{m}}=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}=\frac{2}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}$$

طول طناب ← L
$\frac{m}{L}$ ← چگالی خطی
جرم طناب ← m
چگالی ← ρ
قطر مقطع طناب ← D

انرژی و توان متوسط موج مکانیکی
متناسب با مجذور دامنه (A^2) و مجذور بسامد (f^2) است.

امواج الکترومغناطیسی
میدان الکتریکی، میدان مغناطیسی و راستای انتشار دوبه‌دو بر هم عمودند.

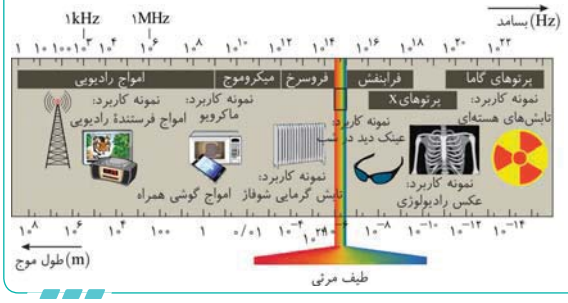




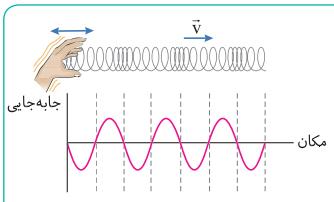
میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی هم بسامد و هم‌گام‌اند.

$$\lambda=\frac{c}{f} \quad , \quad c=\frac{1}{\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}}=3\times10^8\ m/s \ \text{در خلأ}$$

طیف امواج الکترومغناطیسی



موج طولی



فاصلهٔ دو تراکم یا دو انبساط متوالی برابر طول موج است.

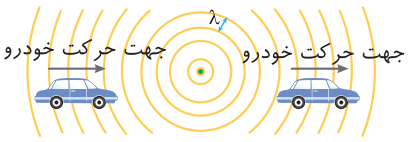
دو نکتهٔ مهم:
اگر در یک محیط هم موج طولی و هم موج عرضی ایجاد شود، تندی انتشار موج طولی بیشتر خواهد بود.
در یک تشت با عمق کم، هرچه عمق آب کمتر باشد، تندی انتشار موج نیز کمتر خواهد بود.

ادراک شنوایی
ارتفاع بسامدی است که گوش انسان درک می‌کند.
گوش انسان صوت در بازهٔ ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز را می‌شنود و به صوت‌های بین ۲۰۰۰ تا ۵۰۰۰ هرتز حساسیت بیشتری دارد.
بلندی شدت صوتی است که گوش انسان درک می‌کند.

اثر دوپلر
چشمه ساکن و ناظر (شنونده) متحرک باشد:

ناظر در حال نزدیک شدن به چشمه ← طول موج ثابت، بسامد موج افزایش می‌یابد.

ناظر در حال دور شدن از چشمه ← طول موج ثابت، بسامد موج کاهش می‌یابد.



چشمه متحرک و ناظر (شنونده) ساکن باشد:
طول موج: طول موج نسبت به حالت سکون چشمه در جلوی چشمه کاهش و در عقب آن افزایش می‌یابد.
بسامد موج: بسامد موج نسبت به حالت سکون چشمه در جلوی چشمه $(\downarrow\lambda=\frac{v}{\uparrow f})$ افزایش و در پشت چشمه $(\uparrow\lambda=\frac{v}{f\downarrow})$ کاهش می‌یابد.

اثر دوپلر امواج الکترومغناطیسی:
وقتی چشمه نور از ناظر دور می‌شود، طول موج افزایش می‌یابد. (انتقال به سرخ) و وقتی چشمه به ناظر نزدیک می‌شود طول موج کاهش می‌یابد. (انتقال به آبی)

شبیه‌ساز امتحان نهایی فصل چهارم

پاسخ: صفحهٔ ۳۴۵ تا ۳۴۷

این قسمت جنبهٔ جمع‌بندی داره و از هر قسمت چندتا سؤال خوب آوردیم، مثل آزمون‌ها، نمرهٔ هر قسمت از حل سؤال در پاسخ مشخص شده تا بتونی حساب کنی که چه نمره‌ای می‌گیری.

امتحان نهایی: فیزیک ۳	رشته: ریاضی و فیزیک	تألیفی	مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه

مفاهیم برهم‌کنش امواج

۱ درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را با علامت‌های (د) یا (ن) مشخص کنید. — نمره

الف) اگر یک موج سینوسی از قسمت ضخیم طناب به قسمت نازک آن وارد شود، تندی موج کاهش می‌یابد. — ۰/۲۵

ب) اجاق‌های میکروموج (ماکروفر)، بر اساس تداخل امواج صوتی کار می‌کنند. — ۰/۲۵

پ) وقتی موج هنگام عبور از یک شکاف با پهنایی از مرتبهٔ طول موج به اطراف گسترده می‌شود، پراش رخ می‌دهد. — ۰/۲۵

۲ گزاره‌های زیر را با واژه مناسب کامل کنید.

الف) با افزایش دمای هوا، ضریب شکست هوا ..... می‌یابد. — ۰/۲۵

ب) طول موج موج سطحی آب در قسمت عمیق ..... از قسمت کم‌عمق آن است. — ۰/۲۵

پ) طبق قانون بازتاب عمومی، زاویهٔ تابش همواره با زاویهٔ ..... برابر است. — ۰/۲۵

ت) در اثر تغییر تندی موج در ورود به یک محیط دیگر، پدیدهٔ ..... رخ می‌دهد. — ۰/۲۵

ث) به تجزیهٔ نورسفید به نورهای رنگی توسط منشور ..... می‌گویند. — ۰/۲۵

ج) برای ایجاد پدیدهٔ پراش حتماً باید پهنای شکاف از مرتبهٔ ..... باشد. — ۰/۲۵

۳ با استفاده از جعبهٔ کلمات داده شده، جاهای خالی را در جمله‌های زیر پر کنید: ریاضی - نهایی ۱۴۰۲

«گره‌ها، کاهش، بیشتر، پراش امواج، شکم‌ها، کمتر، شکست امواج، افزایش» — نمره

الف) چگالی هوا با افزایش دما کاهش می‌یابد که این سبب ..... ضریب شکست می‌شود. — ۰/۲۵

ب) اگر دو باریکهٔ نور قرمز و سبز با زاویهٔ تابش یکسان از هوا وارد شیشه شوند، باریکهٔ سبز ..... خم می‌شود. — ۰/۲۵

پ) یک دلیل اینکه گیرنده‌ها با وجود مانع می‌توانند سیگنال‌ها را دریافت کنند، پدیدهٔ ..... از لبهٔ مانع است. — ۰/۲۵

ت) در اجاق‌های مایکروفر، بیشترین افزایش دما مربوط به محل تشکیل ..... است. — ۰/۲۵

۴ هر یک از موارد ستون اول به یک مورد از ستون دوم مرتبط است. آنها را مشخص کنید. (دو مورد در ستون دوم اضافی است.) ریاضی - نهایی ۱۴۰۴ — نمره ۱

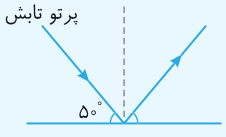
ستون اول		ستون دوم
الف) پراکنده شدن پرتوهای بازتابیده به طور کاتوره‌ای در تمام جهت‌ها		۱) پراش
ب) گسترده شدن موج هنگام عبور از یک روزنه با پهنایی از مرتبهٔ طول موج		۲) پاشندگی
پ) استفاده از این روش در دستگاه سونار کشتی‌ها		۳) بازتاب پخشنده
ت) تجزیه نور سفید به رنگ‌های مختلف		۴) بازتاب منظم
		۵) تداخل
		۶) مکان‌یابی پژواکی

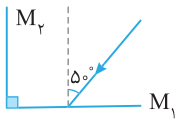
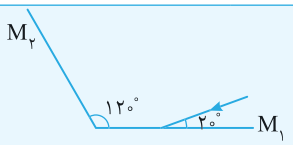
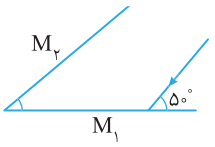
بازتاب امواج

۵ دانش‌آموزی رو به صخره‌ای قائم در فاصلهٔ $480\,m$ از صخره ایستاده است و فریاد می‌زند. اولین پژواک صدای خود را چند ثانیه بعد از فریاد می‌شنود؟ (سرعت صوت در هوا $360\,m/s$ است.) تجربی - نهایی ۹۹ — ۰/۷۵

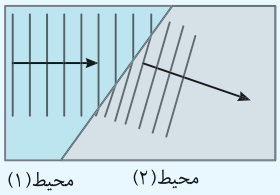
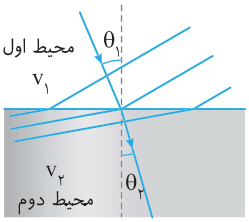
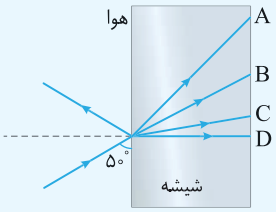
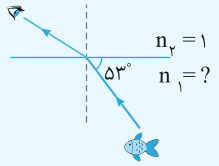
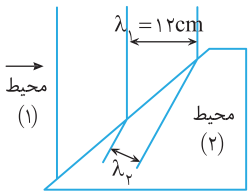
۶ فاصلهٔ بین شما و یک دیوار بلند $13/2\,m$ است. اگر تندی انتشار صوت در هوا $330\,m/s$ باشد، آیا قادر به شنیدن پژواک صدای خود خواهید بود؟ چرا؟ ریاضی - نهایی ۱۴۰۳ — ۰/۷۵

۷ در آینهٔ تخت شکل مقابل، مقدار زاویهٔ تابش و زاویهٔ بازتابش آینه، چند درجه است؟ تجربی - نهایی ۱۴۰۰ — ۰/۲۵



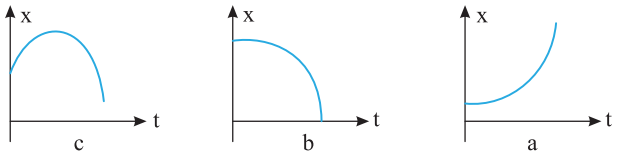
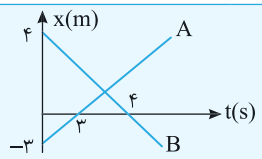
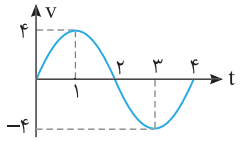
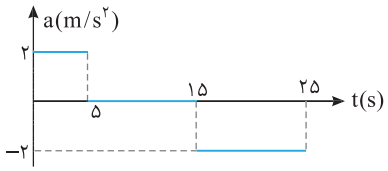
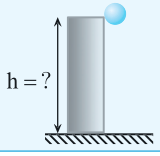
۸	با توجه به شکل زیر پرتوهای بازتابیدهٔ نور از آینه‌های M_1 و M_2 را رسم کنید و مقدار زاویه‌های تابش و بازتابش آینهٔ M_2 را بنویسید. تجربی - نهایی ۱۴۰۰	۱ 
۹	در شکل زیر، پرتوهای بازتابیده از آینه‌های تخت M_1 و M_2 را رسم کنید و زاویهٔ بازتاب آینهٔ M_2 را تعیین کنید. تجربی - نهایی ۱۴۰۲	۰/۵ 
۱۰	در شکل زیر، زاویهٔ بین دو آینه چند درجه باشد تا پرتوهای تابش و بازتابیده از آینهٔ M_2 بر هم منطبق گردد؟ تجربی - نهایی ۱۴۰۳	۰/۵ 

شکست امواج

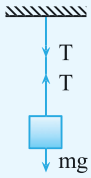
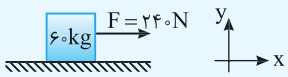
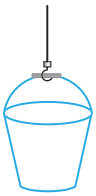
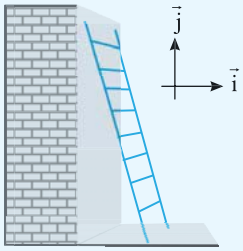
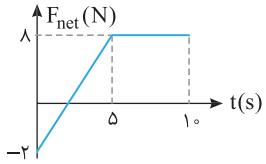
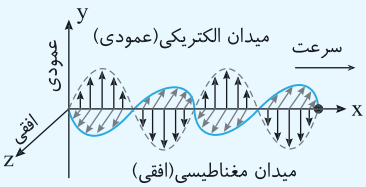
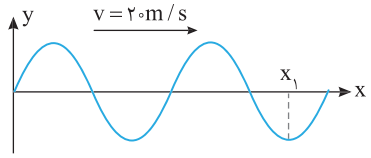
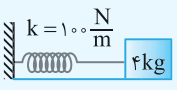
۱۱	شکل مقابل طرحی از شکست امواج سطحی در مرز آب عمیق و آب کم‌عمق در تشت موج را نشان می‌دهد. طول موج، تندی انتشار و عمق آب در دو محیط (۱) و (۲) را با هم مقایسه کنید. تجربی - نهایی ۱۴۰۲	۰/۷۵ 
۱۲	شکل زیر، جبهه‌های موج تخت نوری را نشان می‌دهد که به طور مایل به مرز دو محیط می‌رسند و سپس شکست پیدا می‌کنند. الف) با استفاده از قانون شکست عمومی، توضیح دهید تندی انتشار نور در کدام محیط، بیشتر است؟ $(\theta_1 > \theta_2)$ تجربی - نهایی ۱۴۰۰ ب) ضریب شکست کدام محیط کمتر است؟ پ) با ذکر دلیل بسامد نور فرودی و نور شکست یافته را مقایسه کنید.	۰/۷۵ ۰/۲۵ ۰/۵ 
۱۳	مطابق شکل زیر، پرتو نور تک‌رنگی از هوا وارد شیشه به ضریب شکست ۱/۵ می‌شود. ریاضی - نهایی ۱۴۰۱ الف) کدام یک از پرتوهای A تا D، می‌تواند مسیر داخل شیشه را به‌درستی نشان دهد؟ ب) اگر زاویه‌ای که پرتو نور تک‌رنگ با سطح شیشه می‌سازد، ۵۰ درجه باشد، زاویه بازتاب چقدر است؟ پ) تندی انتشار نور در شیشه چند متر بر ثانیه است؟ $(c = ۳\times۱۰^۸ m/s)$	۱/۲۵ 
۱۴	طول موج نور قرمز لیزر هلیم - نئون در هوا حدود ۶۳۳nm و در زجاجیهٔ چشم ۴۷۴nm است. ضریب شکست زجاجیه برای این نور چقدر است؟ (ضریب شکست هوا، ۱ فرض شود.) تجربی - نهایی ۹۷	۰/۵
۱۵	مطابق شکل زیر، پرتو نوری تحت زاویهٔ ۵۳° به مرز آب با هوا برخورد کرده است. اگر زاویهٔ شکست ۵۳° باشد، ضریب شکست آب را به‌دست آورید. $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶, \sin ۵۳^\circ = ۰/۸)$ مشابه ریاضی - نهایی ۱۴۰۲	۰/۷۵ 
۱۶	شکل زیر، جبهه‌های موجی را نشان می‌دهد که بر مرز محیط (۱) و (۲) فرود آمده‌اند. اگر تندی موج عبوری در محیط (۲) ۰/۴ برابر تندی موج فرودی در محیط (۱) باشد، الف) طول موج λ_2 چند سانتی‌متر است؟ ب) بسامد موج عبوری در مقایسه با بسامد موج فرودی چه تغییری می‌کند؟ ریاضی - نهایی ۱۴۰۰	۰/۷۵ ۰/۲۵ 

آزمون نیمسال اول (۲)

امتحان نهایی: فیزیک ۳	رشته: ریاضی و فیزیک	تألیفی	مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه

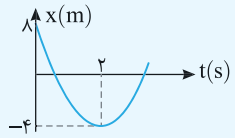
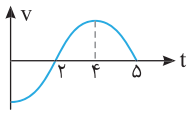
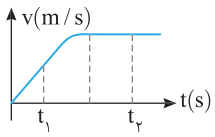
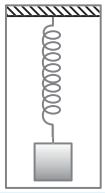
ردیف	سؤالات	نمره
۱	کلمهٔ صحیح را از داخل پرانتز انتخاب کنید. الف) شخصی از خانهٔ خود به محل کار رفته و سپس به خانه باز می‌گردد. در کل این مدت کمیت (مسافت، جابه‌جایی) صفر است. ب) شیب خط مماس بر نمودار (سرعت، مکان) - زمان برابر (سرعت، مکان) است. پ) شتاب متوسط یک متحرک هم‌جهت با (سرعت، تغییر سرعت) است. ت) هنگام عبور متحرک از مبدأ محور x، (بردار سرعت، بردار مکان) متحرک تغییر جهت می‌دهد.	۱/۲۵
۲	الف) کدام نمودار زیر می‌تواند نشان‌دهندهٔ متحرکی باشد که از حال سکون با شتاب ثابت منفی شروع به حرکت می‌کند؟  ب) نمودار سرعت - زمان متحرک قسمت (الف) را رسم کنید.	۰/۲۵ ۰/۵
۳	نمودار مکان - زمان دو کفشدوزک A و B به صورت روبه‌رو است. الف) معادلهٔ مکان - زمان این دو کفشدوزک را بنویسید. ب) در چه لحظه‌ای بر حسب ثانیه فاصلهٔ دو کفشدوزک ۱۰m است؟  	۱ ۰/۵
۴	نمودار سرعت - زمان متحرکی، مطابق شکل روبه‌رو است. الف) در کدام بازهٔ زمانی، شتاب متحرک منفی و حرکت آن تندشونده است؟ ب) سرعت متوسط متحرک در بازهٔ ۱s تا ۳s را حساب کنید. پ) در لحظه‌های $t=1s$ و $t=2s$ چه بردارهایی تغییر جهت می‌دهند؟  	۰/۲۵ ۰/۵ ۰/۵
۵	راننده‌ای که در مسیر مستقیم با سرعت $72km/h$ در حال حرکت است، مانعی جلوی خود می‌بیند و با تأخیر واکنش t با شتاب $4m/s^2$ ترمز می‌گیرد و پس از طی مسافت ۵۴m متوقف می‌شود. t چند ثانیه است؟	۱
۶	نمودار شتاب - زمان متحرکی به صورت روبه‌رو است. شتاب متوسط در بازهٔ ۲s تا ۲۰s را حساب کنید.  	۱
۷	سنگی از بام ساختمانی بدون سرعت اولیه و در شرایط خلأ به طرف زمین رها می‌شود. اگر گلوله در دو ثانیهٔ آخر حرکت خود ۶۰m را طی کند، ارتفاع ساختمان چند متر است؟ $(g=10m/s^2)$  	۱
۸	هر یک از عبارت‌های ستون A با یک مورد از ستون B مرتبط‌اند. آن‌ها را مشخص کنید. (هر مورد ۰/۲۵)	۱

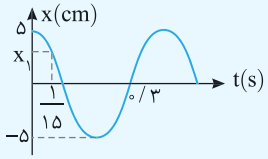
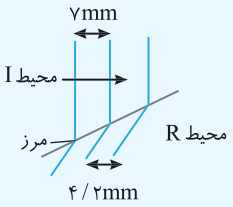
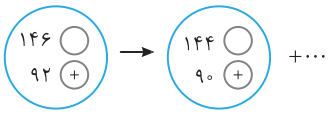
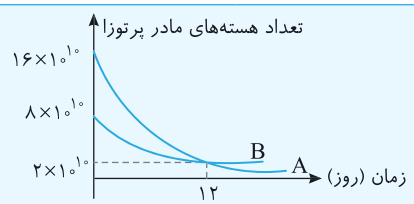
A	B
الف) در حرکت دایره‌ای، این کمیت بر نیروی مرکزگرا عمود است.	a) یک ثانیه
ب) نسبت مسافت طی‌شده به جابه‌جایی متحرک در حرکت دایره‌ای چگونه است؟	b) شتاب
پ) یکای rpm تعداد دورهای زده شدهٔ یک متحرک در چه مدت است؟	c) برابر یک
ت) این کمیت در حرکت دایره‌ای با دوره، نسبت مجذوری و عکس دارد.	d) بزرگتر از یک
	e) سرعت
	f) یک دقیقه

۹	با توجه به شکل روبه‌رو به پرسش‌های زیر پاسخ دهید. الف) واکنش نیروی وزن وارد بر جسم، به کدام جسم وارد شده و به کدام سمت است؟ ب) آیا نیروهای T نشان داده شده در شکل، نیروهای کنش و واکنش یکدیگرند؟ توضیح دهید. 	۰/۵ ۰/۵
۱۰	آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد $f_{s\,max}$ متناسب با F_N است.	۱
۱۱	در شکل روبه‌رو، شخص جعبه‌ای به جرم $۶۰kg$ را می‌کشد. شتاب حرکت جعبه $۲m/s^۲$ است. الف) ضریب اصطکاک جنبشی چقدر است؟ $(g=۱۰m/s^۲)$ ب) اگر به جعبه نیروی $\vec{F}'=-۱۰۰(N)\vec{j}$ وارد شود، شتاب حرکت در این حالت چقدر خواهد شد؟ 	۰/۷۵ ۰/۷۵
۱۲	کارگری یک سطل محتوی مصالح به جرم $۱۶kg$ را با شتاب $۲m/s^۲$ به طرف پایین به حرکت در می‌آورد. در طول این حرکت نیروی کشش طناب $۱۲۰N$ است. اگر نیروی مقاومت هوا را ثابت فرض کنیم، این نیرو در طول مسیر چند نیوتون است؟ $(g=۱۰N/kg)$ 	۱
۱۳	یک نردبان به جرم $۲۰kg$ بر دیوار قائم بدون اصطکاکی تکیه داده شده و در آستانهٔ لیز خوردن است. اگر ضریب اصطکاک بین نردبان و سطح افقی $۰/۴$ باشد: $(g=۱۰N/kg)$ الف) بردار نیرویی که نردبان به دیوار وارد می‌کند را بر حسب بردارهای یکه بنویسید. ب) بردار نیرویی که سطح افقی به نردبان وارد می‌کند را بر حسب بردارهای یکه بنویسید. 	۱/۲۵ ۰/۷۵
۱۴	نمودار نیروی خالص وارد بر جسمی، بر حسب زمان به صورت روبه‌رو است. نیروی خالص متوسط وارد بر جسم در $۱۰s$ نخست چند نیوتون است؟ 	۱
۱۵	شکل روبه‌رو شکل لحظه‌ای یک موج را نشان می‌دهد. درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را در مورد این موج مشخص کنید. الف) موج مکانیکی و عرضی است. ب) سرعت انتقال موج در خلأ، از رابطهٔ $\sqrt{\mu_۰\varepsilon_۰}$ به‌دست می‌آید. پ) میدان الکتریکی و مغناطیسی، هم‌بسامد و هم‌گام‌اند. ت) این موج انرژی را به صورت انرژی جنبشی و پتانسیل ذرات محیط منتقل می‌کند. 	۱
۱۶	شکل زیر، نقش موجی را نشان می‌دهد. اگر بسامد چشمهٔ موج $۸۰Hz$ باشد، $x_۱$ چند سانتی‌متر است؟ 	۱
۱۷	سامانهٔ جرم - فنر شکل مقابل به جرم $۴kg$ را در نظر بگیرید. اگر جسم را $۱۰cm$ به سمت راست کشیده و رها کنیم. (سطح افقی بدون اصطکاک و $g=۱۰N/kg$) الف) معادلهٔ حرکت نوسانگر در SI را بنویسید. ب) اندازهٔ شتاب نوسانگر در مکان $x=۳cm$ را حساب کنید. پ) پس از چند ثانیه از لحظهٔ رها شدن، تندی نوسانگر برای دومین بار بیشینه می‌شود؟ $(\pi\simeq۳)$ 	۱/۷۵
	موفق باشید.	۲۰

آزمون جامع (۲)

امتحان نهایی: **فیزیک ۳**	رشته: **ریاضی و فیزیک**	تألیفی	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**

ردیف	سؤالات	نمره
۱	در جمله‌های زیر عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید. الف) اگر بزرگی سرعت متحرکی که در خلاف جهت محور x در حرکت است، به تدریج (کاهش - افزایش) یابد، بردار شتاب متحرک در خلاف جهت محور x است. ب) در حرکت شتابدار روی خط راست، الزاماً شتاب (در جهت - در امتداد) حرکت متحرک است. پ) در حرکت با سرعت ثابت (جهت حرکت - جهت بردار مکان) تغییر نمی‌کند. ت) حرکت هواپیما روی باند تا به شرایط لازم برای برخواستن برسد، نمونه‌ای از حرکت با (شتاب - سرعت) ثابت است. ث) نمودار مکان - زمان در حرکت با سرعت ثابت به صورت تابع (خطی - سهمی) است.	۱/۲۵
۲	به پرسش‌های زیر پاسخ دهید. الف) گلوله‌ای از ارتفاع $۱۲۵m$ سطح زمین در شرایط خلأ رها می‌شود. گلوله با چه تندی به زمین برخورد می‌کند؟ $(g=۱۰N/kg)$ ب) سرعت خودرویی در مبدأ زمان $-۵m/s$ و شتاب حرکت آن $۲m/s^۲$ است، با رسم نمودار $v-t$ خودرو در $۵s$ نخست، نوع حرکت متحرک را مشخص کنید.	۰/۵ ۰/۷۵
۳	در شکل روبه‌رو، نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت روی خط راست درحرکت است رسم شده است، معادلهٔ سرعت - زمان متحرک را بنویسید. 	۱
۴	با توجه به نمودار $v-t$ که مربوط به حرکت روی محور x است، به سؤال‌های زیر جواب دهید. الف) در لحظهٔ $t=۴s$ کدام بردار تغییر جهت می‌دهد؟ ب) بازهٔ زمانی که حرکت متحرک تندشونده است را مشخص کنید. پ) در بازهٔ صفر تا $۵s$ بردار شتاب متوسط در جهت محور x است یا خلاف جهت محور x؟ 	۰/۷۵
۵	به پرسش‌های زیر پاسخ دهید. الف) توضیح دهید در یک تصادف باز شدن کیسه هوا چگونه باعث می‌شود به سرنشین‌ها آسیب کمتری برسد. ب) اگر جسمی را از سیاره‌ای به سیاره دیگری منتقل کنیم، جرم و نیروی وزن جسم ثابت می‌ماند یا تغییر می‌کند؟ پ) اگر شخصی درون آسانسوری که رو به بالا در حرکت است، روی نیروسنجی ایستاده باشد و عدد نیروسنج از وزن شخص کمتر باشد، نوع حرکت متحرک چگونه است؟	۰/۵ ۰/۵ ۰/۲۵
۶	نمودار سرعت - زمان چتربازی به صورت روبه‌رو است. با توجه به نمودار نیروی مقاومت شاره و نیروی وزن را در لحظه‌های زیر مقایسه کنید. الف) $t_۱$ ب) $t_۲$ 	۰/۵
۷	دو شخص به جرم‌های $m+۲۵$ کیلوگرم و m کیلوگرم با کفش‌های چرخ‌دار در یک سالن مسطح و صاف روبه‌روی هم ایستاده‌اند. شخص اول به شخص دوم نیرو وارد کرده و باعث می‌شود که شخص دوم با شتاب $۳m/s^۲$ به سمت راست رانده شود، در این حالت شخص اول با شتاب $۲m/s^۲$ به حرکت در می‌آید، m چند کیلوگرم است؟ 	۰/۷۵
۸	در شکل روبه‌رو وزنه‌ای به جرم $۵۰۰g$ توسط فنری با ثابت $۲۰۰N/m$ از سقف یک آسانسور آویزان شده است. اگر آسانسور با شتاب ثابت $۲m/s^۲$ رو به پایین شروع به حرکت کند، تغییر طول فنر از حالت طبیعی آن را بیابید. $(g=۱۰N/kg)$ 	۰/۷۵

۹	در چه فاصله‌ای از سطح زمین بر حسب شعاع کرهٔ زمین، شتاب گرانش $\frac{۹}{۱۶}$ برابر شتاب گرانش در سطح زمین است؟	۰/۷۵
۱۰	درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید. الف) تندی نوسانگر در نقاط بازگشتی بیشینه است. ب) عموماً تندی صوت در جامد از تندی صوت در مایع بیشتر است. پ) ارتفاع صوت، شدت صوتی است که گوش انسان درک می‌کند. ت) هنگام خالی کردن آب از درون گالن صدای گلوپ گلوپی که می‌شنویم، بم‌تر می‌شود.	۱
۱۱	نمودار مکان - زمان نوسانگری مطابق شکل روبه‌رو است. الف) معادلهٔ حرکت این نوسانگر را بنویسید. ب) بزرگی شتاب حرکت نوسانگر در مکان $x_۱$ را به‌دست آورید. $(\pi^۲ \simeq ۱۰)$ 	۰/۷۵ ۰/۷۵
۱۲	چشمهٔ موجی با بسامد ۱۰۰Hz در یک تار که با نیروی کششی ۲۰N کشیده شده است امواجی با طول موج ۲۵cm منتشر می‌کند. اگر سطح مقطع تار $۰/۲cm^۲$ باشد، چگالی تار را حساب کنید. $(\pi \simeq ۳)$	۱/۲۵
۱۳	با زیاد کردن صدای تلویزیون شدت صوتی که به ما می‌رسد ۱۰۰ برابر می‌شود. تراز شدت صوتی که می‌شنویم چند دسی‌بل افزایش می‌یابد؟	۰/۷۵
۱۴	شخصی بین دو صخرهٔ قائم ایستاده است و فاصلهٔ او از صخرهٔ نزدیک‌تر ۴۸۰m است. شخص فریاد می‌زند و اولین پژواک صدای خود را ۳s و پژواک دوم را ۱s پس از پژواک اول می‌شنود. فاصلهٔ دو صخرهٔ از هم چند متر است؟	۱/۵
۱۵	شکل زیر جبهه‌های موجی را نشان می‌دهد که بر مرز بین محیط I و محیط R فرود آمده‌اند. تندی انتشار موج در محیط R چند برابر تندی انتشار موج در محیط I است؟ 	۰/۷۵
۱۶	سه بسامد تشدیدی متوالی یک تار دو انتها بسته عبارتند از: ۳۰۰Hz، f و ۴۲۰Hz. مقدار f را حساب کنید.	۰/۵
۱۷	جاهای خالی را پر کنید. الف) مجموع جرم نوکلئون‌ها از جرم هسته ..... است. ب) اختلاف تراز نوکلئون‌ها در هسته ..... از اختلاف تراز الکترون‌ها در اتم است. پ) با افزایش تعداد پروتون‌ها در هسته باید تعداد ..... نیز افزایش یابد. ت) ایزوتوپ‌ها در تعداد ..... در هسته با یکدیگر متفاوت‌اند. ث) ایزوتوپ‌ها دارای رفتار شیمیایی ..... هستند.	۱/۲۵
۱۸	پرتو فرابنفش با طول موج ۳۰۰nm بر سطح تیغه‌ای از جنس آلیاژ آهن با تابع کار ۳/۸eV تابیده می‌شود. بیشینه انرژی جنبشی فوتون‌های جدا شده از سطح آهن را حساب کنید. $(hc = ۱۲۰۰eV.nm)$	۰/۵
۱۹	الف) بلندترین طول موج رشتهٔ پاشن چند نانومتر است؟ $(R = ۰/۰۱nm^{-۱})$ ب) الکترونی در سومین تراز برانگیخته خود قرار دارد. اگر این الکترون به تراز پایه بجهد، شعاع مدار آن چند برابر می‌شود؟	۰/۷۵ ۰/۵
۲۰	فرایند واپاشی مقابل با کدام پرتو کامل می‌شود؟ 	۰/۵
۲۱	نمودار تعداد هسته‌های مادر دو مادهٔ پرتوزا برحسب زمان مطابق شکل است. با توجه به شکل نیمه‌عمر مادهٔ A چند برابر نیمه‌عمر مادهٔ B است؟ 	۱
	موفق باشید.	۲۰

۲۷ تندی صوت در مایع عموماً از تندی صوت در گازها بیشتر است. (۰/۲۵)
با افزایش دمای محیط، تندی انتشار صوت در محیط افزایش می‌یابد. (۰/۲۵)

۲۸ الف) بسامد صوت خواهد شد:

$$f=\frac{v}{\lambda}\ (۰/۲۵)\Rightarrow f=\frac{۳۳۵}{۰/۵}\ (۰/۲۵)\Rightarrow f=۶۷۰Hz\ (۰/۲۵)$$

ب) بسامد موج از ویژگی‌های چشمه است و بسامد صوت در آب نیز ۶۷۰Hz است. (۰/۲۵)

$$f_۱=f_۲\Rightarrow\frac{v_۱}{\lambda_۱}=\frac{v_۲}{\lambda_۲}\ (۰/۲۵)\Rightarrow\frac{۳۳۵}{۰/۵}=\frac{v_۲}{۲/۲}\Rightarrow v_۲=۱۴۷۴m/s\ (۰/۵)$$

۲۹ الف) با توجه به شکل:

$$\lambda_A=\frac{۱}{۲}\lambda_B\ (۰/۲۵)$$

ب) تندی انتشار موج در یک محیط برای تمام بسامدها یکسان است.

$$v_A=v_B\ (۰/۲۵)$$

پ) با توجه به شکل:

$$A_A=۲A_B\ (۰/۲۵)$$

ت) در یک محیط بسامد موج با طول موج نسبت وارون دارد.

$$\frac{f_A}{f_B}=\frac{\lambda_B}{\lambda_A}\ (۰/۲۵)\Rightarrow f_A=۲f_B\ (۰/۲۵)$$

۳۰ الف) شنونده (۱) (۰/۲۵)
(هر چه به چشمهٔ صوت نزدیک‌تر شویم شدت صوت دریافتی بیشتر شده و صدا بلندتر شنیده می‌شود.)
ب) با توجه به تعریف تراز شدت صوت:

$$\beta=۱۰\log\frac{I}{I_۰}\ (۰/۲۵)\Rightarrow\beta=۱۰\log\frac{۱۰^{-۲}}{۱۰^{-۱۲}}=۱۰\log۱۰^{۱۰}$$
$$\beta=۱۰۰dB\ (۰/۲۵)$$

۳۱ ابتدا شدت صوت را حساب می‌کنیم.

$$I=\frac{P_{av}}{A}\ (۰/۲۵)\Rightarrow I=\frac{۱/۶\times۱۰^{-۴}}{۱/۶}\Rightarrow I=۱۰^{-۴}\,W/m^۲\ (۰/۲۵)$$

تراز شدت صوت:

$$\beta=۱۰\log\frac{I}{I_۰}\ (۰/۲۵)\Rightarrow\beta=۱۰\log\frac{۱۰^{-۴}}{۱۰^{-۱۲}}$$
$$\beta=۱۰\log۱۰^۸\Rightarrow\beta=۸۰dB\ (۰/۲۵)$$

۳۲

یادآوری ریاضی تراز شدت صوت‌های داده شده را از هم کم می‌کنیم.

$$\beta_۲-\beta_۱=۱۰\log\frac{I_۲}{I_۰}-۱۰\log\frac{I_۱}{I_۲}$$

$$\beta_۲-\beta_۱=۱۰\log\frac{\frac{I_۲}{I_۰}}{\frac{I_۱}{I_۰}}\Rightarrow\beta_۲-\beta_۱=۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱}$$

$$\beta_۲-\beta_۱=۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱}\ (۰/۲۵)\Rightarrow۷۰-۳۰=۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱}\Rightarrow$$
$$\log\frac{I_۲}{I_۱}=۴\ (۰/۲۵)\Rightarrow\frac{I_۲}{I_۱}=۱۰^۴\ (۰/۲۵)$$

۳۳ با توجه به فرمول مقایسه‌ای تراز شدت صوت.

$$\beta_۱-\beta_۲=۱۰\log\frac{I_۱}{I_۲}\ (۰/۲۵)\Rightarrow۲۰=۱۰\log\frac{۱۰^{-۸}}{I_۲}\ (۰/۲۵)$$
$$۱۰^۲=\frac{۱۰^{-۸}}{I_۲}\Rightarrow I_۲=۱۰^{-۱۰}\,W/m^۲\ (۰/۲۵)$$

۳۴ شدت صوت با مربع فاصله نسبت وارون دارد. با توجه به فرمول مقایسه‌ای شدت صوت داریم:

$$\beta_۲-\beta_۱=۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱}\ (۰/۲۵)\Rightarrow\beta_۲-\beta_۱=۱۰\log(\frac{d_۱}{d_۲})^۲\ (۰/۲۵)$$
$$\Delta\beta=۱۰\log(\frac{۶۴۰}{۱۶۰})^۲\Rightarrow\Delta\beta=۱۰\log(۴)^۲\ (۰/۲۵)$$
$$\Delta\beta=۱۰\log۲^۴\Rightarrow\Delta\beta=۴۰\log۲$$
$$\Delta\beta=۴۰\times۰/۳=۱۲dB\ (۰/۲۵)$$

۳۵ طول موج در جلوی چشمهٔ صوت در حال حرکت کوتاه‌تر و در عقب چشمه بلندتر است. طول موج دریافتی A، کوتاه‌تر از طول موج چشمه ساکن است.
طول موج دریافتی B، بلندتر از طول موج چشمه ساکن است. (۰/۲۵)

۳۶ با دور شدن ناظر (شنونده) از چشمهٔ موج بسامد کاهش و با نزدیک شدن ناظر (شنونده) و چشمه موج به هم بسامد افزایش می‌یابد. (۱) بیشتر (۰/۲۵) (۲) کمتر (۰/۲۵) (۳) کمتر (۰/۲۵)

۳۷ الف) ناظر B (۰/۲۵) چشمه در حال دور شدن از ناظر B است و طول موج دریافتی آن افزایش یافته و اصطلاحاً انتقال به سرخ دارد.
ب) وقتی چشمه نور به ناظر نزدیک می‌شود، طول موج کاهش می‌یابد که به آن اصطلاحاً انتقال به آبی می‌گویند. (۰/۵)

شبیه‌ساز امتحان نهایی فصل چهارم

۱ الف) نادرست (۰/۲۵) ($\uparrow v=\sqrt{\frac{F}{\mu\downarrow}}$)، در قسمت نازک، μ کمتر است و v افزایش می‌یابد.) ب) نادرست (۰/۲۵) (این اجاق‌ها براساس تداخل امواج الکترومغناطیسی کار می‌کنند) پ) درست (۰/۲۵)

۲ الف) کاهش (۰/۲۵) ب) بیشتر (۰/۲۵) پ) بازتاب (۰/۲۵) ت) شکست (۰/۲۵) ث) پاشیدگی نور (۰/۲۵) ج) طول موج (۰/۲۵)

۳ الف) کاهش (۰/۲۵) ب) بیشتر (۰/۲۵) (طول موج نور سبز از طول موج نور قرمز کمتر و ضریب شکست شیشه برای طول موج سبز بزرگ‌تر است.)
پ) پراش امواج (۰/۲۵) ت) شکم‌ها (۰/۲۵)

۴ الف) (۳) بازتاب پخشنده (۰/۲۵) ب) (۱) پراش (۰/۲۵) پ) (۶) مکان‌یابی پژواکی (۰/۲۵) ت) (۲) پاشندگی (۰/۲۵)

۵ کل مسافت طی شده دو برابر فاصلهٔ دانش‌آموز و صخره است.

$$\ell=۲\times۴۸۰=۹۶۰m$$
$$\Delta x=v\Delta t\ (۰/۲۵)\Rightarrow۹۶۰=۳۶۰\Delta t\ (۰/۲۵)$$
$$\Rightarrow\Delta t=\frac{۹۶}{۳۶}\Rightarrow\Delta t=\frac{۱۶}{۶}=\frac{۸}{۳}\ (۰/۲۵)$$

۶

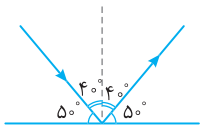
نکته حداقل اختلاف زمانی برای تشخیص دو صوت توسط گوش ۰/۱s است.

زمان رفت و برگشت صوت را حساب می‌کنیم.

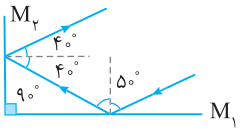
$$\Delta x=v\Delta t\Rightarrow۲\times d=v\Delta t\ (۰/۲۵)\Rightarrow۲\times۱۳/۲=۳۳۰\Delta t$$
$$\Delta t=۰/۰۸<۰/۱s\ (۰/۲۵)$$

بنابراین پژواک صدا شنیده نمی‌شود. (۰/۲۵)

۷ زاویهٔ تابش و بازتابش ۴۰° است. (۰/۲۵)

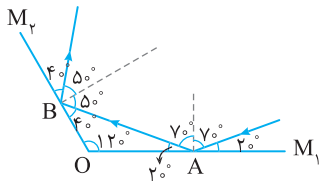


۸ رسم درست هر پرتو (۰/۲۵) - مقدار هر زاویه (۰/۲۵)

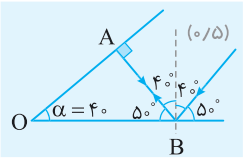


۹ رسم صحیح شکل و پرتوها (۰/۵) بنا به قانون بازتاب عمومی، زاویهٔ تابش با زاویهٔ بازتاب برابر است.

زاویهٔ بازتاب از M_2 برابر 50° است.



۱۰ برای آنکه پرتو روی خودش بازتاب کند باید پرتو بر سطح آینه عمود باشد. در مثلث قائم‌الزاویه OAB زاویهٔ α برابر است با: $\alpha = 90 - 50 = 40^\circ$



(به پاسخ صحیح بدون رسم شکل نیز، نمره کامل تعلق می‌گیرد.)

۱۱ در آب‌های کم‌عمق، هر چه عمق کم‌تر شود، طول موج و تندی انتشار امواج سطحی آب کم‌تر است.

در محیط (۲)، فاصلهٔ جبهه‌های موج به هم نزدیک‌تر شده است، یعنی طول موج کاهش یافته است و با توجه به ثابت بودن بسامد موج، تندی انتشار موج در محیط (۲) کمتر است.

طول موج: $\lambda_2 < \lambda_1$ (۰/۲۵)

تندی انتشار: $v_2 < v_1$ (۰/۲۵)

عمق آب: $h_2 < h_1$ (۰/۲۵)

۱۲ فاصلهٔ جبهه‌های موج متوالی برابر طول موج است.

الف) $\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}$ (۰/۲۵) $\xrightarrow{\sin\theta_2 < \sin\theta_1 (۰/۲۵)}$ $v_2 < v_1$ (۰/۲۵)

ب) محیطی که سرعت انتشار موج در آن بیشتر است، ضریب شکست کمتری دارد.

$\frac{v_2}{v_1} = \frac{n_1}{n_2} \xrightarrow{v_2 < v_1} n_1 < n_2$ (۰/۲۵)

پ) بسامد نور از ویژگی‌های چشمهٔ موج است (۰/۲۵) بنابراین بسامد نور فرودی و بسامد نور شکست یکسان است. (۰/۲۵)

۱۳ الف) پرتو C (۰/۲۵) (هرگاه پرتو از هوا وارد محیط شفاف شود پرتو به خط عمود نزدیک می‌شود یعنی زاویهٔ شکست از زاویهٔ تابش کوچک‌تر است. $(\theta_2 < \theta_1)$ ب) زاویهٔ تابش با زاویهٔ بازتاب برابر است. (۰/۲۵) زاویهٔ تابش $90 - 50 = 40^\circ$ (۰/۲۵) است. پ) با توجه به تعریف ضریب شکست:

$n = \frac{c}{v}$ (۰/۲۵) $\Rightarrow 1/5 = \frac{3\times10^8}{v} \Rightarrow v = 2\times10^8 \, m/s$ (۰/۲۵)

۱۴ ضریب شکست زجاجیه خواهد شد:

$\frac{n_{زجاجیه}}{n_{هوا}} = \frac{\lambda_{هوا}}{\lambda_{زجاجیه}}$ (۰/۲۵) $\Rightarrow \frac{n}{1} = \frac{633}{474} = \frac{211}{158} \sim 1/3$ (۰/۲۵)

۱۵ با توجه به شکل زاویه تابش $\theta_1 = 90 - 53 = 37^\circ$ است و بنا به قانون شکست اسنل خواهیم داشت: $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$ (۰/۲۵)

$n_1 \sin 37^\circ = 1\times\sin 53^\circ$ (۰/۲۵) $\Rightarrow n_1 = \frac{0/8}{0/6} = \frac{4}{3}$ (۰/۲۵)

۱۶ الف) بسامد موج در گذر از یک محیط به محیط دیگر ثابت می‌ماند. از این‌رو نسبت طول موج در دو محیط با نسبت تندی انتشار موج در دو محیط برابر است.

$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$ (۰/۲۵) $\Rightarrow 0/4 = \frac{\lambda_2}{12}$ (۰/۲۵) $\Rightarrow \lambda_2 = 4/8 cm$ (۰/۲۵)

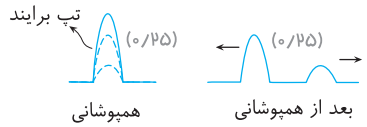
ب) بسامد تغییر نمی‌کند. (۰/۲۵) (بسامد از ویژگی‌های چشمه است و به ویژگی‌های محیط بستگی ندارد.)

۱۷ نتیجه می‌گیریم ضریب شکست برای طول موج‌های مختلف متفاوت است و برای طول موج‌های بلندتر کمتر است. (۰/۵)

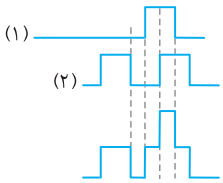
۱۸ الف) شکل (۲) (۰/۲۵) زیرا پرتو شکست به خط عمود نزدیک شده است. (۰/۲۵) (با توجه به قانون شکست اسنل: $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$ و اگر $n_2 > n_1$ باشد $\theta_2 < \theta_1$ است.) ب) مسیر (۲) مسیر نور قرمز است. (۰/۲۵) طول موج نور قرمز از طول موج نور آبی بیشتر است. از طرفی ضریب شکست محیط شفاف برای طول موج‌های بلندتر کمتر است یعنی نور قرمز کمتر منحرف می‌شود. (۰/۲۵)

۱۹ الف) بازتاب (۰/۲۵) ب) رنگ‌های رنگین کمان (۰/۲۵) (سراب و ...) پ) پراش (۰/۲۵) ت) تداخل امواج الکترومغناطیسی (۰/۲۵)

۲۰ الف)



ب) رسم شکل موج بر هم نهاده (۰/۵)



پ) به دلیل پدیدهٔ تداخل، در نقاط L تداخل سازنده بوده شدت صوت زیاد و در نقاط S تداخل ویرانگر بوده امواج صوتی یکدیگر را تضعیف کرده و صدا ضعیف است. (۰/۵)

۲۱ الف) پراش (۰/۲۵) هرگاه پهنای شکاف از مرتبهٔ طول موج باشد. (۰/۲۵)

ب) ویرانگر (۰/۲۵) نوار تاریک (۰/۲۵) (در این نقطه دو موج ناهمفاز هستند و اثر هم را خنثی می‌کنند.)

۲۲ الف) افزایش می‌یابد. (۰/۲۵) (پهنای نوارها در آزمایش یانگ با طول موج نور به‌کار رفته نسبت مستقیم دارد. طول موج نور قرمز از طول موج نور آبی بیشتر است و پهنای نوارها بیشتر می‌شود.) ب) کاهش می‌یابد. (۰/۲۵) (به دلیل پدیده شکست تندی نور در آب کمتر از هوا بوده و با ثابت بودن بسامد نور، طول موج آن در آب کاهش می‌یابد و پهنای نوارها نیز کم می‌شود.)

۲۳ الف) در طول تار سه شکم ایجاد شده است. بنابراین هماهنگ سوم تار $n = 3$ ایجاد شده است.

$f_n = \frac{nv}{2L}$ (۰/۲۵) $\Rightarrow f_3 = \frac{3\times240}{2\times0/6} \Rightarrow f_3 = 600 Hz$ (۰/۲۵)

ب) $\lambda = \frac{v}{f}$ (۰/۲۵) $\Rightarrow \lambda = \frac{240}{600} \Rightarrow \lambda = 0/4 m$ (۰/۲۵)

روش دیگر: با توجه به شکل می‌توان نوشت:

$L = \frac{3\lambda}{2}$ (۰/۲۵) $\Rightarrow 0/6 = \frac{3\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 0/4 m$ (۰/۲۵)

۲۴ الف) هماهنگ دوم (۰/۲۵) ب) با استفاده از رابطهٔ بسامدی تار مرتعش (صوت اصلی $n = 1$):

$f_1 = \frac{v}{2L}$ (۰/۲۵) $\Rightarrow f_1 = \frac{200}{2\times0/4} \Rightarrow f_1 = 250 Hz$ (۰/۲۵)