

فیزیک دوازدهم

تجربیه

رضا خالو، امیرعلی میری



درس نامه
سؤال محور

سؤالات
تألیفی

سؤالات
امتحانی

آزمون نیم سال
و پایان سال

پاسخ های
تشریحی

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 مهم متن کتاب درسی را تحت عنوان «خط به خط کتاب درسی» و شکل‌های مهم کتاب را به صورت «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 درس‌نامه 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 مطالعه 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 کنید.

 **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 نمره 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 صمیمانه 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: معادله مکان - زمان و نمودار مکان - زمان	۶
تمرین‌های بخش ۲	۱۰
بخش ۳: شتاب متوسط، معادله و نمودار سرعت - زمان	۱۴
تمرین‌های بخش ۳	۱۸
بخش ۴: حرکت با سرعت ثابت	۲۲
تمرین‌های بخش ۴	۲۵
بخش ۵: حرکت با شتاب ثابت	۲۸
تمرین‌های بخش ۵	۳۲
بخش ۶: نمودارهای حرکت با شتاب ثابت	۳۶
تمرین‌های بخش ۶	۴۱
تمرین‌های مهارتی	۴۷

فصل ۲: دینامیک

بخش ۱: قوانین حرکت نیوتون	۵۲
تمرین‌های بخش ۱	۵۶
بخش ۲: نیروهای خاص	۵۹
تمرین‌های بخش ۲	۶۵
بخش ۳: بررسی نیروهای حرکت در راستای قائم و حرکت آسانسور	۶۸
تمرین‌های بخش ۳	۷۰
بخش ۴: نیروی اصطکاک	۷۳
تمرین‌های بخش ۴	۷۷
بخش ۵: تکان و قانون دوم نیوتون	۸۰
تمرین‌های بخش ۵	۸۴
بخش ۶: نیروی گرانش و شتاب گرانش	۸۶
تمرین‌های بخش ۶	۸۹
تمرین‌های مهارتی	۹۱

فصل ۳: نوسان و امواج

بخش ۱: نوسان دوره‌ای و حرکت هماهنگ ساده	۹۶
تمرین‌های بخش ۱	۱۰۱
بخش ۲: انرژی در حرکت هماهنگ ساده	۱۰۵
تمرین‌های بخش ۲	۱۰۸
بخش ۳: آونگ ساده - تشدید	۱۱۰
تمرین‌های بخش ۳	۱۱۲
بخش ۴: موج و انواع آن - مشخصه‌های موج	۱۱۴
تمرین‌های بخش ۴	۱۱۹
بخش ۵: امواج الکترومغناطیسی	۱۲۲
تمرین‌های بخش ۵	۱۲۴
بخش ۶: موج طولی و مشخصه‌های آن - موج صوتی	۱۲۶
تمرین‌های بخش ۶	۱۳۲

فصل ۴: آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای

بخش ۷: بازتاب امواج	۱۳۵
تمرین‌های بخش ۷	۱۳۹
بخش ۸: شکست موج	۱۴۱
تمرین‌های بخش ۸	۱۴۷
تمرین‌های مهارتی	۱۵۱
بخش ۱: اثر فوتوالکتریک و فوتون	۱۵۶
تمرین‌های بخش ۱	۱۵۸
بخش ۲: طیف خطی	۱۶۰
تمرین‌های بخش ۲	۱۶۲
بخش ۳: مدل‌های اتمی	۱۶۳
تمرین‌های بخش ۳	۱۶۷
بخش ۴: لیزر	۱۷۰
تمرین‌های بخش ۴	۱۷۱
بخش ۵: ساختار هسته و پرتوزایی طبیعی	۱۷۲
تمرین‌های بخش ۵	۱۷۶
بخش ۶: نیمه عمر	۱۸۰
تمرین‌های بخش ۶	۱۸۱
تمرین‌های مهارتی	۱۸۳

آزمایش

آزمایش‌های فصل ۲	۱۸۴
آزمایش‌های فصل ۳	۱۸۵

فصل ۵: پاسخ تشریحی

پاسخ تمرین‌های تشریحی	۱۸۷
پاسخ تشریحی فصل ۱	۱۸۸
پاسخ تشریحی فصل ۲	۲۱۸
پاسخ تشریحی فصل ۳	۲۳۷
پاسخ تشریحی فصل ۴	۲۶۰

گام در یک قرن

خلاصه فصل ۱	۲۶۹
خلاصه فصل ۲	۲۷۱
خلاصه فصل ۳	۲۷۳
خلاصه فصل ۴	۲۷۶

گام نهایی

آزمون‌های فصل به فصل	۲۷۷
آزمون‌های نیمسال	۳۰۲
آزمون‌های جامع	۳۰۷
پاسخ آزمون‌های فصل به فصل	۳۱۶
پاسخ آزمون‌های نیمسال	۳۳۱
پاسخ آزمون‌های جامع	۳۳۴
امتحان نهایی مرداد ۱۴۰۵	۳۴۱



فصل اول

حرکت بر خط راست

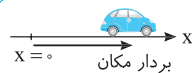
فصل اول

بخش اول: شناخت حرکت

صفحه ۲ تا ۵ کتاب درسی

خطبه 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.



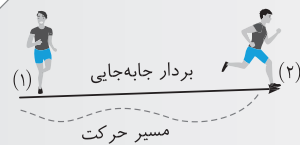
تعریف بردار مکان: برداری که مبدأ مکان را به مکان جسم وصل می‌کند.

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

تعریف مسافت: طول مسیری که جسم آن را می‌پیماید.

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

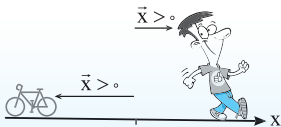
عکس و مکث کتاب



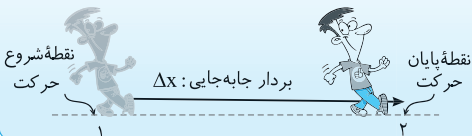
در شکل روبه‌رو طول مسیر نقطه‌چین، همان مسافت طی شده است.
در شکل روبه‌رو بردار جابه‌جایی رسم شده است.
جابه‌جایی به مسیر حرکت بستگی ندارد و تنها به نقطه شروع و پایان حرکت وابسته است. مسافت طی شده توسط متحرک به مسیر حرکت بستگی دارد.

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.

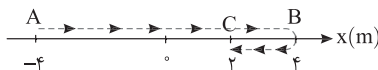


۳ اگر مکان متحرک سمت چپ مبدأ مکان باشد، بردار مکان متحرک منفی است و در واقع بردار مکان آن خلاف جهت محور x است.

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 مورچه‌ای از نقطه A به نقطه B و سپس از نقطه B به نقطه C می‌رود.

الف) مسافت و جابه‌جایی مورچه را در مسیر A تا B را به دست آورید.

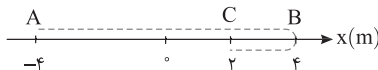
ب) مسافت و جابه‌جایی مورچه در مسیر ABC را به دست آورید.

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 برابراند.

$$\ell = \Delta x = x_B - x_A \Rightarrow \ell = \Delta x = 4 - (-4) \Rightarrow \ell = \Delta x = 8 \text{ m}$$

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

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.



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

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

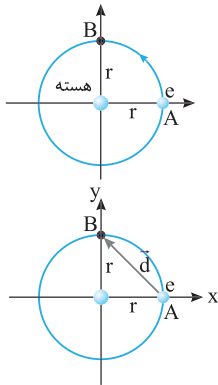
$$\ell = |\Delta x|$$

نتیجه اگر متحرک روی خط راست بدون تغییر جهت حرکت کند (مثل مسیر A تا B) مسافت و اندازه جابه‌جایی با هم برابر است:

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

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

مثال ۲



مطابق شکل روبه‌رو الکترونی در فاصله 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 نقطه A به نقطه B می‌رسد به‌دست آورید.
(پ) مسافت طی‌شده توسط الکترون در مسیر A تا B را حساب کنید.

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

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

$$d = \sqrt{r^2 + r^2} = \sqrt{2}r \Rightarrow d = r\sqrt{2} \quad , \quad \text{بردار جابه‌جایی: } \vec{d} = \vec{d}_B - \vec{d}_A \Rightarrow \vec{d} = r\vec{j} - r\vec{i} \Rightarrow \vec{d} = -r\vec{i} + r\vec{j}$$

$$\ell = \frac{1}{4}(2\pi r) \Rightarrow \ell = \frac{\pi r}{2} \quad \text{(پ) مسافت طی‌شده برابر } \frac{1}{4} \text{ محیط دایره است.}$$

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 طی‌شده 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 لحظه ابتدایی و انتهایی حرکت داده شود، مدت زمان حرکت برابر است با:
(ب) اگر یک حرکت در چند بازه 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



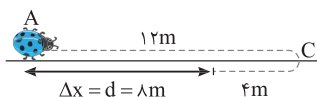
مطابق شکل روبه‌رو یک کفشدوزک مسیر AB را روی محور x در مدت 40 s طی می‌کند. اگر طول مسیر AB برابر 12 m و طول مسیر BC باشد، 4 m ، تندی متوسط و سرعت متوسط متحرک را حساب کنید.

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 نقطه B تغییر جهت داده است، در این صورت:

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



$$d = 8\text{ m}$$

جابه‌جایی کفشدوزک:

$$v_{av} = \frac{d}{\Delta t} = \frac{8}{40} = 0.2\text{ m/s}$$

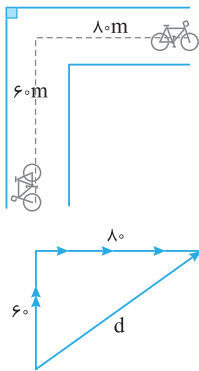
مسافت کفشدوزک:

$$\ell = \ell_{AB} + \ell_{BC} = 12 + 4 = 16\text{ m} \quad , \quad s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} \Rightarrow s_{av} = \frac{16}{40} = 0.4\text{ m/s}$$

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 به دست آورید.

راه‌حل جابه‌جایی دوچرخه‌سوار را از رابطه فیثاغورس به دست می‌آوریم.

$$d = \sqrt{60^2 + 80^2} \Rightarrow d = 100 \text{ m}$$

$$\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t} \Rightarrow v_{av} = \frac{100}{60} \Rightarrow v_{av} = \frac{5}{3} \text{ m/s}$$

سرعت متوسط را حساب می‌کنیم.

$$\ell = 60 + 80 = 140 \text{ m}$$

مسافت طی شده (یعنی طول مسیر) خواهد شد:

$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{140}{60} \Rightarrow s_{av} = \frac{7}{3} \text{ m/s}$$

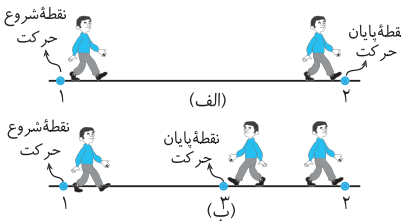
تندی متوسط:

در این بخش نمونه سؤالاتی که احتمال طرح در امتحان نهایی دارند، برات آماده کردیم تا فوب تمرین کنی. شماره تیپ هر سؤال کنارش اومده که آله نتونستی حل کنی بتونی از درسنامه اون تیپ رو مطالعه کنی.

تمرین‌های بخش اول

۱- جای خالی را پر کنید.

- (الف) پاره‌خط جهتی 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، اندازه سرعت متوسط در هر بازه زمانی برابر در آن بازه 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.

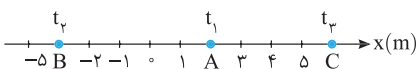


۲- شکل (الف) شخصی را در حال پیاده‌روی، در راستای خط راست و بدون تغییر جهت، از مکان ۱ به مکان ۲ نشان می‌دهد. مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی شخص را روی شکل مشخص و اندازه بردار جابه‌جایی را با مسافت طی شده مقایسه کنید. **پرسش ۱-۱، صفحه ۲ کتاب درسی**
 شخص پس از رسیدن به مکان ۲، برمی‌گردد و روی همان مسیر به مکان ۳ می‌رود (شکل ب). مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی شخص را روی شکل مشخص و اندازه بردار جابه‌جایی را با مسافت پیموده شده مقایسه کنید.

۳- بردار مکان - مسافت - جابه‌جایی

۳- دوندهای روی محور X در لحظه $t = 0$ (مبدأ زمان) در مکان 12 m - و در لحظه $t = 4 \text{ s}$ در مکان 24 m + قرار دارد. (تیپ ۱-۱)

- (الف) بردارهای مکان دونده را در هر دو لحظه رسم کنید.
 (ب) بردار جابه‌جایی دونده را رسم و اندازه آن را پیدا کنید.
 (پ) مسافت طی شده در این بازه زمانی را بیابید.



۴- متحرکی مطابق شکل در لحظه t_1 در نقطه A، در لحظه t_2 در نقطه B و در لحظه t_3 در نقطه C قرار دارد. (تیپ ۱-۱)

مسئله ۲، صفحه ۲۲ 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_1 تا t_2 ، t_2 تا t_3 و t_1 تا t_3 به دست آورید.

۵- متحرکی روی خط راست، فاصله بین مکان آغازین $(+\Delta \text{ m})$ و مکان پایانی $(-\Delta \text{ m})$ را طی می‌کند.
 (الف) بردار جابه‌جایی این متحرک را به دست آورید.

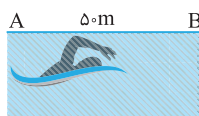
(ب) در چه صورت اندازه جابه‌جایی متحرک با مسافت طی شده توسط آن برابر است؟

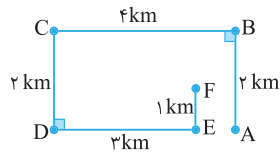
۶- شناگری مطابق شکل از ابتدای استخری (نقطه A) به طول 50 m متر شروع به شنا کرده و پس از رسیدن به انتهای استخر (نقطه B)، 50 m باز می‌گردد.

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

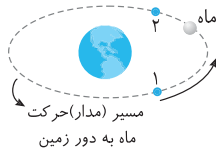
(ب) مسافت پیموده شده در این بازه زمانی چند برابر اندازه جابه‌جایی است؟

نهایی ۹۹

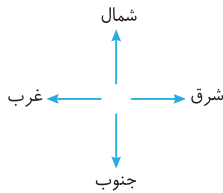




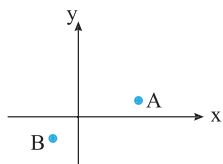
۷. موتورسواری مطابق شکل حرکت می‌کند و از نقطه A به نقطه F می‌رود: (تیپ ۱ - ۲)
الف) این موتورسوار چه مسافتی را طی کرده است؟
ب) بردار جابه‌جایی موتورسوار را رسم کنید و اندازه آن را حساب کنید.



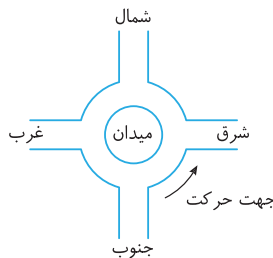
۸. شکل مسیر حرکت ماه به دور زمین را نشان می‌دهد. وقتی ماه در جهت نشان داده شده در شکل، از مکان (۱) به مکان (۲) می‌رود، مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی آن را روی شکل مشخص و اندازه بردار جابه‌جایی آن را با مسافت پیموده شده مقایسه کنید. (تیپ ۱ - ۲) پرسش ۱ - ۱، صفحه ۲ کتاب درسی



۹. الف) کامیونی در مدت t_1 به اندازه ۲۵ km به سمت شرق و در ادامه در مدت t_2 به اندازه ۶۰ km به سمت شمال جابه‌جا می‌شود.
جابه‌جایی و مسافت کامیون در این مدت را به دست آورید.



- ب) متحرکی در مدت t از نقطه A به مختصات $(3m, 1m)$ به نقطه B به مختصات $(-1m, -2m)$ می‌رسد. اندازه جابه‌جایی و حداقل مسافت طی شده توسط متحرک در این مسیر را به دست آورید.



۱۰. در شکل روبه‌رو شعاع میدان دایره‌ای شکل ۲۰ m است. خودرویی از جنوب وارد میدان می‌شود.
الف) اگر خودرو از شمال میدان خارج شود، جابه‌جایی و کمینه مسافت طی شده خودرو را در مسیر میدان بیابید. (تیپ ۱ - ۲)
ب) اگر خودرو از غرب میدان خارج شود، جابه‌جایی و کمینه مسافت طی شده خودرو در مسیر میدان را بیابید.

سرعت متوسط - تندی متوسط

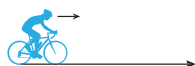


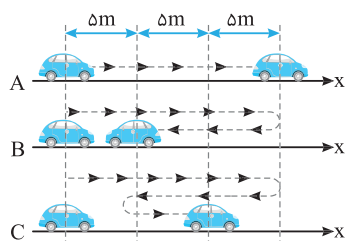
۱۱. کفشدوزکی که در جهت محور X در حرکت است، در لحظه‌های $t_1 = 0s$ و $t_2 = 74s$ به ترتیب از مکان‌های $x_1 = -28cm$ و $x_2 = 54cm$ می‌گذرد. مثال ۲ - ۱، صفحه ۵ کتاب درسی
الف) بردارهای مکان در لحظه‌های t_1 و t_2 و بردار جابه‌جایی کفشدوزک در این بازه زمانی را رسم کنید. (تیپ ۱ - ۳)
ب) سرعت متوسط کفشدوزک را در این بازه زمانی پیدا کنید.

۱۲. جدول زیر اطلاعات مربوط به ۳ متحرک را در مدت ۳ s نشان می‌دهد. به کمک محاسبه جدول را کامل کنید. (تمام مقادیر در جدول برحسب SI است.)
تمرین ۱ - ۱، صفحه 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		$2\vec{i}$	$-2\vec{i}$

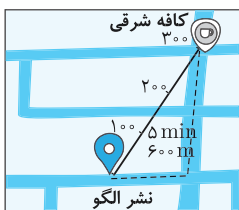
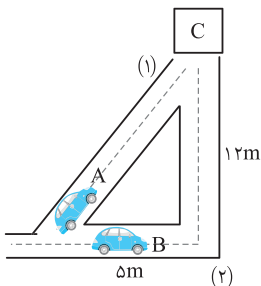
۱۳. دوچرخه‌سواری روی محور X دو جابه‌جایی متوالی ۴۰ متری و ۲۰ متری را در مدت ۱۰ s انجام می‌دهد. در هر یک از حالت‌های زیر تندی متوسط و سرعت متوسط دوچرخه‌سوار را به دست آورید:
الف) دوچرخه‌سوار هر دو جابه‌جایی را در جهت مثبت محور X انجام داده باشد.
ب) جابه‌جایی اول در جهت مثبت محور X و جابه‌جایی دوم خلاف جهت محور X انجام شده باشد.





۱۴ الف در شکل، هر سه خودروی A، B و C مسیرهای نشان داده شده را در مدت 10 s طی کرده‌اند. برای هر یک از خودروها تندی متوسط و بردار سرعت متوسط را به دست آورید.

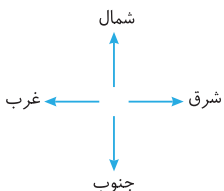
ب در شکل روبه‌رو خودروی A از مسیر (۱) و خودروی B از مسیر (۲) در مدت 8 s مسیر نشان داده شده را طی می‌کنند. سرعت متوسط و تندی متوسط دو متحرک را به دست آورید.



۱۵ در یک نرم‌افزار نقشه‌یاب، مکان نشر الگو و کافه‌ای به نام کافه شرقی در نزدیکی آن، مشخص شده است.

فعالیت ۱ - ۱، صفحه ۳ کتاب درسی

الف اندازه جابه‌جایی و مسافت برای رسیدن از نشر الگو به کافه در مسیر نشان داده شده را حساب کنید.
ب تندی متوسط و سرعت متوسط در این مسیر را حساب کنید.



۱۶ الف علی برای رسیدن به مدرسه خود به ترتیب 100 m به سمت جنوب، 80 m به سمت شرق، 60 m به سمت شمال و 50 m به سمت غرب طی می‌کند. اگر هر یک از مسیرهای گفته شده را در مدت 40 s طی کرده باشد، سرعت متوسط و تندی متوسط در کل مسیر را حساب کنید.

ب در یک ساعت عقربه‌ای، طول عقربه دقیقه‌شمار 2 cm و طول عقربه ساعت شمار 10 cm است. در بازه زمانی ساعت $4:00$ تا ساعت $7:00$ تندی متوسط و سرعت متوسط نوک هر یک از عقربه‌ها را به دست آورید. ($\pi \sim 3$)

بخش دوم: معادله مکان - زمان و نمودار مکان - زمان

صفحه ۶ تا ۱۰ کتاب درسی

معادله مکان - زمان (معادله حرکت)

معادله مکان - زمان یک رابطه ریاضی بین مکان متحرک بر حسب زمان است که با قرار دادن زمان در آن مکان متحرک در آن لحظه مشخص می‌شود.

• **تپ ۲ - ۱:** بررسی زمان و مکان متحرک به کمک معادله حرکت

مثال ۵

معادله حرکت متحرکی در SI به صورت $x = 2t - 4$ است. مکان متحرک در لحظه $t = 1\text{ s}$ را بیابید.

$$x = 2t - 4 \xrightarrow{t=1\text{s}} x = (2 \times 1) - 4 = -2\text{ m}$$

راه‌حل کافی است در این معادله به جای t عدد، 1 s را قرار دهیم.

نکته

به $x = 0$ مبدأ مکان گفته می‌شود.

به مکان متحرک در لحظه $t = 0$ ، مکان اولیه گفته می‌شود.

مثال ۶

در مثال قبل مکان اولیه متحرک را مشخص کنید.

$$x = 2t - 4 \xrightarrow{t=0} x_0 = -4\text{ m}$$

راه‌حل



فصل سوم

نوسان و امواج

فصل سوم

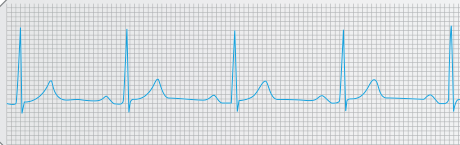
بخش اول: نوسان دوره‌ای و حرکت هماهنگ ساده

صفحه ۵۴ تا ۵۷ کتاب درسی

خطبه خط کتاب

- ۱ دنیا پر از نوسان است.
- ۲ ضربان قلب، تاب خوردن، بالا و پایین رفتن سرنشینان کشتی روی امواج دریا و زمین لرزه‌ها نمونه‌هایی از نوسان هستند.
- ۳ نوسان‌ها می‌توانند دوره‌ای یا غیردوره‌ای باشند.

عکس و مکث کتاب



ضربان قلب شکل روبه‌رو نشان می‌دهد که نقش‌های این تصویر به‌طور منظم دقیقاً تکرار می‌شوند. این نوسان‌ها نمونه‌ای از نوسان‌های دوره‌ای هستند.

تعریف نوسان دوره‌ای: نوسان‌هایی را که هر چرخه آن در دوره‌های دیگر تکرار شود، نوسان دوره‌ای گویند.

تعریف بسامد: تعداد نوسان‌های انجام شده (تعداد چرخه) در هر ثانیه بسامد، (فرکانس) نامیده می‌شود. بسامد را با حرف f نمایش می‌دهند. یکای بسامد در SI، هرتز است. $1\text{ Hz} = 1\text{ s}^{-1}$

تعریف دوره تناوب: مدت زمان یک چرخه (نوسان) را دوره تناوب حرکت می‌نامند. دوره را با T نمایش می‌دهند و یکای آن ثانیه (s) است.

نکته

$$\frac{T}{t} = \frac{1}{N} \Rightarrow T = \frac{t}{N}$$

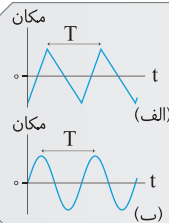
اگر یک نوسانگر در مدت t ثانیه N دور کامل بزند:

$$f = \frac{1}{T}$$

با توجه به تعریف، دوره و بسامد عکس یکدیگرند:

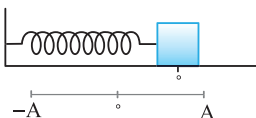
حرکت هماهنگ ساده

عکس و مکث کتاب



در شکل روبه‌رو دو نمونه از نوسان دوره‌ای به کمک نمودار مکان - زمان آن نشان داده شده است. شکل (ب) که در آن نوسان‌ها به‌طور سینوسی رخ داده‌اند، مربوط به حرکت هماهنگ ساده (SHM) است. یک نمونه معروف از حرکت هماهنگ ساده، جرمی است که با یک فنر نوسان می‌کند.

تعریف حرکت هماهنگ ساده: حرکتی است روی خط راست بین دو نقطه (نقاط بازگشتی) دارای نیرو (یا شتابی) که جهت آن همواره رو به مرکز (حالت تعادل) است.



به طور مثال: اگر در شکل روبه‌رو جسم را از حال تعادل منحرف کرده و جسم روی مسیر بدون اصطکاک شروع به نوسان کند.

به مکانی که نوسانگر در حالت تعادل است نقطه تعادل گفته می‌شود. به دو سر مسیر نوسان آن، دامنه $(\pm A)$ یا نقاط بازگشتی گفته می‌شود.

نکته

فاصله نوسانگر از مبدأ (حالت تعادل) را مکان (x) می‌نامند. بیشینه فاصله نوسانگر از مبدأ (حالت تعادل) را دامنه (A) گویند. دو انتهای مسیر یعنی مکان‌های A و $-A$ را نقاط بازگشتی گویند.

ویژگی تندی، شتاب و نیرو در نقاط بازگشتی و تعادل

در نقطه تعادل:	در نقاط بازگشتی:
تندی بیشینه است. فنر کشیدگی و فشردگی ندارد و F و a صفر است.	نوسانگر تغییر جهت می‌دهد و تندی صفر است. بیشینه کشیدگی و فشردگی رخ داده و شتاب و نیرو بیشینه است.



در این حرکت علامت مکان و نیرو (شتاب) همواره مخالف هم است.

مسیر حرکت به چهار قسمت مساوی تقسیم می‌شود و هر قسمت در مدت $\frac{T}{4}$ طی می‌شود.

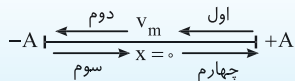
در قسمت اول و چهارم فنر کشیدگی دارد و نیروی کشسانی به سمت چپ بوده و نیروی منفی است. ($a < 0, F < 0$)

در قسمت دوم و سوم فنر فشرده شده و نیروی کشسانی به سمت راست بوده و نیروی مثبت است. ($a > 0, F > 0$)

هرگاه وزنه (نوسانگر) به سمت مرکز برود، حرکت تندشونده است. (قسمت اول و سوم)

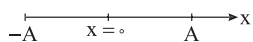
هرگاه وزنه (نوسانگر) به سمت دامنه (نقاط بازگشت) برود، حرکت کندشونده است. (قسمت دوم و چهارم)

هرگاه حرکت از نقطه بازگشت به سوی حالت تعادل باشد، شتاب در حال کاهش و تندی در حال افزایش است.



• تیپ ۱-۱: بررسی مشخصات نوسانگر

مثال ۱



الف) در لحظه‌ای که مکان نوسانگر مثبت و حرکت آن تندشونده است، جهت حرکت آن به کدام طرف است؟

ب) در کدام نقطه، سرعت نوسانگر منفی و سپس مثبت می‌شود؟

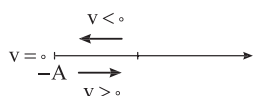
پ) در کدام نقطه، جهت بردار شتاب تغییر علامت می‌دهد؟

ت) در لحظه‌ای که شتاب نوسانگر مثبت است، علامت مکان و سرعت نوسانگر چگونه است؟

راه‌حل الف) وقتی نوسانگر از نقطه بازگشت $x = +A$ به سوی نقطه $x = 0$ در جهت منفی محور در حرکت است، مکان مثبت و حرکت تندشونده است.

ب) در نقطه بازگشت $x = -A$

پ) در حالت تعادل (مرکز نوسان $x = 0$)



ت) وقتی شتاب مثبت، مکان منفی است، اما سرعت می‌تواند مثبت یا منفی باشد.

معادله حرکت هماهنگ ساده

خطبه خط کتاب

در حرکت هماهنگ ساده نمودار مکان - زمان، نموداری سینوسی است. یعنی مکان (یا جابه‌جایی نسبت به نقطه تعادل) را می‌توان به صورت تابعی سینوسی یا کسینوسی از زمان t نوشت.

در کتاب درسی فرض این است که در لحظه $t = 0$ نوسانگر از مکان بیشینه مثبت خود ($x = +A$) شروع به حرکت می‌کند. بنابراین معادله حرکت خواهد شد:

$$x(t) = A \cos \omega t$$

$\swarrow$ مکان $\swarrow$ دامنه $\swarrow$ بسامد زاویه‌ای

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

ω را بسامد زاویه‌ای گویند و یکای آن a/s است و برابر است با

در مثلثات تابع کسینوسی ($\cos \omega t$) به ωt کمان (یا زاویه) می‌گویند، اما در حرکت هماهنگ ساده به آن شناسه تابع کسینوسی* می‌گویند.

• تیپ ۱-۲: مسایل ساده مربوط به بسامد و دوره

مثال ۲

یک نوسانگر ساده در مدت ۵ دقیقه 120° نوسان انجام می‌دهد. دوره و بسامد آن را به دست آورید.

$$\frac{120^\circ \text{ نوسان}}{1 \text{ نوسان}} \quad \left| \quad \frac{5 \times 60 \text{ s}}{T} \right| \Rightarrow T = \frac{300}{120} \Rightarrow T = 0/25 \text{ s}$$

راه‌حل با یک تناسب ساده مسئله قابل حل است.

$$f = \frac{1}{T} \Rightarrow f = \frac{1}{0/25} = 4 \text{ Hz}$$

$$T = \frac{300}{120} \Rightarrow T = \frac{1}{4} \text{ s}, \quad f = 4 \text{ Hz}$$

روش دیگر: استفاده از فرمول $T = t/N$

*- در کتاب‌های مرجع به ωt ، فاز گویند.

• تیپ ۱ - ۳: نوشتن معادله حرکت

مثال ۳

الف) یک ذره با دامنه Δ و بسامد 100 Hz دارای حرکت هماهنگ ساده است. معادله حرکت آن را بنویسید.
 ب) ذره‌ای روی پاره‌خطی به طول 20° در هر 5° ، بیست بار طول پاره‌خط را طی می‌کند، معادله حرکت آن را بنویسید.
 پ) ذره‌ای روی پاره‌خطی به طول 10° از مکان پیشینه مثبت شروع به نوسان کرده و در لحظه $t = 0/1\text{ s}$ برای اولین بار از مکان $+2/5$ می‌گذرد. معادله حرکت آن را بنویسید.

راه‌حل الف) با توجه به داده‌های مسئله $A = \Delta$ و $f = 100\text{ Hz}$ است.

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow \omega = 2\pi \times 100 \Rightarrow \omega = 200\pi \text{ a/s}$$

$$x = A \cos \omega t \Rightarrow x = 0/5 \cos 200\pi t$$

(ب)

نکته طول پاره‌خط مسیر نوسان دو برابر دامنه است.

$$A = \frac{\text{طول پاره‌خط}}{2} \Rightarrow A = \frac{20^\circ}{2} \Rightarrow A = 10^\circ$$

نکته در هر چرخه (نوسان)، نوسانگر دو بار طول پاره‌خط را طی می‌کند.

$$\text{نوسان } N = \frac{20^\circ}{2} = 10^\circ \Rightarrow N = \frac{\text{تعداد دفعات طی کردن پاره‌خط}}{2} = \text{تعداد نوسانات}$$

$$T = \frac{t}{N} \Rightarrow T = \frac{5 \times 10^{-3}}{10} \Rightarrow T = 5 \times 10^{-4} \text{ s}, \quad \omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{5 \times 10^{-4}} \Rightarrow \omega = 400\pi \text{ a/s}$$

$$x = A \cos \omega t \Rightarrow x = 0/1 \cos 400\pi t$$

(پ)

نکته با داشتن مکان نوسانگر در یک لحظه مشخص، می‌توان بسامد زاویه‌ای را به کمک معادله حرکت به دست آورد.

$$A = \frac{\text{طول پاره‌خط}}{2} \Rightarrow A = \frac{10^\circ}{2} = 5^\circ$$

$$x = A \cos \omega t \Rightarrow 2/5 = 5 \cos \omega \times 0/1 \Rightarrow \cos \frac{\omega}{10} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{\omega}{10} = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \omega = \frac{10\pi}{3} \text{ a/s}$$

هنگامی برای اولین بار مقدار $\cos \alpha$ برابر $\frac{1}{2}$ می‌شود که زاویه α ، $\frac{\pi}{3}$ باشد:

$$x = A \cos \omega t \Rightarrow x = 0/5 \cos \frac{10\pi}{3} t$$

معادله حرکت خواهد شد:

• تیپ ۱ - ۴: یافتن زمان و مکان به کمک معادله حرکت هماهنگ ساده

مثال ۴

معادله حرکت هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت $x = 0/2 \cos 10\pi t$ است.

الف) در لحظه $t = \frac{1}{3}\text{ s}$ ، مکان نوسانگر را بیابید.

ب) در چه لحظه‌ای برای اولین بار بعد از $t = 0$ ، مکان نوسانگر $x = -\sqrt{3}$ است؟

راه‌حل الف) کافی است در معادله حرکت مقدار $t = \frac{1}{3}\text{ s}$ را قرار دهیم. $x = 0/2 \cos 10\pi \times \frac{1}{3} \Rightarrow x = 0/2 \cos \frac{10\pi}{3} = 0/2 \cos (2\pi + \frac{4\pi}{3})$

$$x = 0/2 \cos \left(\frac{4\pi}{3} \right) = 0/2 \cos \left(\pi + \frac{\pi}{3} \right) \Rightarrow x = 0/2 \times \left(-\frac{1}{2} \right) \Rightarrow x = -0/1$$

ربع سوم

ب) به جای x مقدار $-\frac{\sqrt{3}}{100}$ را قرار می‌دهیم و معادله را حل می‌کنیم.

$$-\frac{\sqrt{3}}{100} = 0/2 \cos 10\pi t \Rightarrow \cos 10\pi t = \frac{-\sqrt{3}}{2} \Rightarrow 10\pi t = \left(\pi - \frac{\pi}{6} \right) \Rightarrow 10\pi t = \frac{5\pi}{6} \Rightarrow t = \frac{1}{12}\text{ s}$$

• تیپ ۱ - ۵: تشخیص نوع حرکت یا بازه زمانی آن

مثال ۵

معادله حرکت هماهنگ ساده‌ای به صورت $x = 0.04 \cos 2\pi t$ است.

الف) در بازه زمانی $t = 0$ تا $t = 0.5$ s نوع حرکت چگونه است؟

ب) در مدت 0.6 s اول حرکت چه مدت نوسانگر در جهت مثبت محور در حرکت است؟

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \frac{2\pi}{T} = 2\pi \Rightarrow T = 1 \text{ s}$$

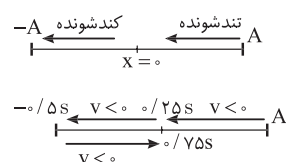
$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{0.5}{1} \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{2}$$

راه حل الف) ۱ در حل این نوع مسائل ابتدا دوره را حساب کنید.

۲ مشخص کنید بازه زمانی گفته شده در مسئله چه کسری از دوره است.

۳ در بازه به دست آمده، مسیر حرکت را روی شکل بررسی کنید.

نوسانگر در مدت نصف دوره از مکان $+A$ به مکان $-A$ می‌رود، بنابراین حرکت ابتدا تندشونده و سپس کندشونده است.



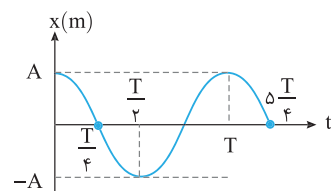
ب) مسیر حرکت را در مدت 0.6 s مشخص می‌کنیم.

در مدت 0 تا 0.5 s سرعت منفی و از 0.5 تا 0.6 s سرعت مثبت است.

بنابراین به مدت 0.1 s نوسانگر در جهت مثبت محور x در حرکت است.

نمودار مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده

معادله مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده یک تابع کسینوسی به صورت $x = A \cos \omega t$ است. بنابراین نمودار مکان - زمان آن به صورت روبه‌رو است:

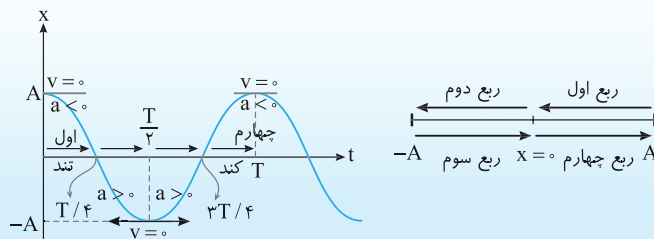


الف) از روی محور قائم می‌توان دامنه را مشخص کرد.

ب) از روی محور زمان می‌توان دوره را مشخص کرد.

نکته

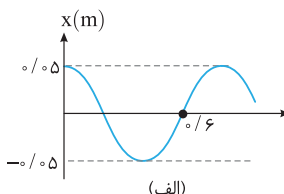
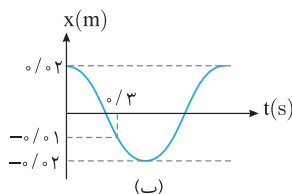
در واقع نمودار نیز می‌تواند همان قسمت‌های مختلف ۱ تا ۴ مسیر نوسان را مشخص کند. به طور مثال هنگامی که نوسانگر از مکان A به سمت نقطه تعادل در حرکت است در نمودار نیز قسمت اول حرکت است و بازه زمانی 0 تا $T/4$ ، حرکت آن را مشخص می‌کند.



• تیپ ۱ - ۶: نوشتن معادله حرکت از روی نمودار و برعکس

مثال ۶

در هر یک از شکل‌های زیر، نمودار مکان - زمان یک حرکت هماهنگ ساده رسم شده است. معادله حرکت آن را بنویسید.



$$\frac{3T}{4} = \frac{0.6}{4} \Rightarrow T = 0.8 \text{ s}$$

راه حل الف) با توجه به نمودار دامنه $A = 0.5$ است، اما دوره را حساب می‌کنیم:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{0.8} \Rightarrow \omega = \frac{5\pi}{2} \text{ rad/s}, \quad x = A \cos \omega t \Rightarrow x = 0.5 \cos \frac{5\pi}{2} t$$

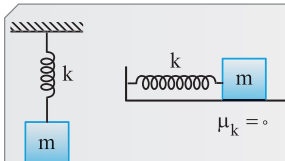
(ب)

نکته مختصات هر نقطه از نمودار باید در معادله حرکت صدق کند.دامنه 0.2 است. معادله حرکت را می‌نویسیم و به جای t مقدار 3 s و به جای x مقدار -0.1 را قرار می‌دهیم و بسامد زاویه‌ای (ω) را

$$-0.1 = 0.2 \cos \omega(3) \Rightarrow \cos \frac{3\omega}{10} = -\frac{1}{2} \xrightarrow{\cos \frac{2\pi}{3} = -\frac{1}{2}} \frac{3\omega}{10} = \frac{2\pi}{3} \Rightarrow \omega = \frac{20\pi}{9} \text{ a/s}$$

به دست می‌آوریم.

$$x = A \cos \omega t \Rightarrow x = 0.2 \cos \frac{20\pi}{9} t$$

دوره تناوب سامانه جرم - فنر**خطبه خط کتاب**

تجربه نشان می‌دهد که:

۱ دوره تناوب سامانه جرم - فنر با یک فنر معین و وزنه‌های متفاوت، با جذر جرم وزن به طور مستقیم متناسب است. $(T \propto \sqrt{m})$ ۲ دوره تناوب سامانه جرم - فنر با یک وزنه معین اما فنرهای متفاوت، با جذر ثابت فنر به طور وارون متناسب است. $(T \propto \sqrt{1/k})$

دوره تناوب سامانه جرم - فنر مستقل از دامنه است.

نکته

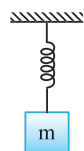
دوره تناوب سامانه جرم - فنر به افقی و قائم بسته شدن فنر بستگی ندارد.

دوره تناوب و بسامد زاویه‌ای سامانه جرم - فنر از رابطه‌های زیر به دست می‌آید:

دوره سامانه جرم - فنر	بسامد سامانه جرم - فنر	بسامد زاویه‌ای سامانه جرم - فنر
$T = 2\pi \sqrt{m/k}$	$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{k/m}$	$\omega = \sqrt{k/m}$

• تیپ ۱ - ۷: مسایل جایگذاری و نسبتی سامانه جرم - فنر**مثال ۷**وزنه‌ای به جرم 200 را به انتهای فنر سبک و همگنی می‌بندیم که ثابت آن 80 N/m است و آن را با دامنه 5 به نوسان درمی‌آوریم. بسامد زاویه‌ای و بسامد نوسان سامانه را بیابید.

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{80}{0.2}} \Rightarrow \omega = \sqrt{400} \Rightarrow \omega = 20 \text{ a/s}, \quad \omega = 2\pi f \Rightarrow 20 = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{10}{\pi} \text{ Hz}$$

راه حل یک جایگذاری ساده:**مثال ۸**وزنه‌ای به جرم 3 به فنری با ثابت متصل است و در هر دقیقه 270 نوسان انجام می‌دهد. اگر وزنه‌ای به جرم 4 به آن اضافه کنید، سامانه جرم - فنر در هر دقیقه چند نوسان انجام می‌دهد؟**راه حل****نکته** رابطه نسبتی دوره به صورت زیر است:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{2\pi \sqrt{\frac{m_2}{k}}}{2\pi \sqrt{\frac{m_1}{k}}} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} \times \sqrt{\frac{1}{1}}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{4}{3}} \times \sqrt{1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{4}{3}} \Rightarrow T_2 = 2T_1$$

در حالت دوم جرم وزنه $4 + 3$ می‌شود، از این رو:

$$T_2 = 2T_1 \Rightarrow \frac{t}{N_2} = 2 \frac{t}{N_1} \xrightarrow{t=1 \text{ min}, N_1=270} \frac{N_2}{N_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{N_2}{270} = \frac{1}{2} \Rightarrow N_2 = 135$$

تعداد نوسانات در هر دقیقه 270 بوده است، بنابراین:

رابطه شتاب - مکان در حرکت هماهنگ ساده

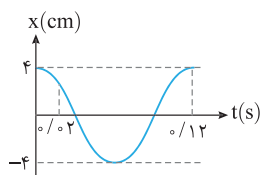
با توجه به قانون هوک $F = x$ و قانون دوم نیوتون $F = ma$ می‌توان نوشت:

$$|x| = |a| \Rightarrow |a| = -\omega^2 |x| \longrightarrow |a| = \omega^2 |x|$$

• تیپ ۱ - ۸: مسائل شتاب

مثال ۹

در شکل روبه‌رو نمودار مکان - زمان یک حرکت هماهنگ ساده رسم شده است. در لحظه $t = 0$ s اندازه شتاب را حساب کنید. ($\pi^2 \approx 10$)



راه‌حل ابتدا معادله حرکت را می‌نویسیم:

$$T = 0.4 \text{ s} \xrightarrow{\omega = \frac{2\pi}{T}} \omega = \frac{2\pi}{0.4} \Rightarrow \omega = \frac{5\pi}{1} \text{ rad/s}$$

$$x = A \cos \omega t \Rightarrow x = 0.04 \cos \frac{5\pi}{1} t$$

در لحظه $t = 0$ s، مکان را به دست می‌آوریم:

$$x = 0.04 \cos \frac{5\pi}{1} \times 0 \Rightarrow x = 0.04 \cos \pi \Rightarrow x = -0.04$$

اندازه شتاب را حساب می‌کنیم:

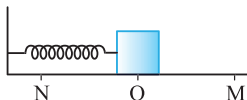
$$|a| = \omega^2 |x| \Rightarrow |a| = \left(\frac{5\pi}{1}\right)^2 \times \frac{4}{100} \Rightarrow |a| = \frac{25 \times \pi^2}{9} \times \frac{4}{100} \Rightarrow |a| = \frac{5\pi^2}{9} \text{ m/s}^2$$

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

تمرین‌های بخش اول

۳۰۸ جاهای خالی را پر کنید.

- به نوسان‌هایی که چرخه آن‌ها به‌طور منظم تکرار می‌شود، نوسان‌های گفته می‌شود.
- تعداد نوسان‌های انجام شده در هر ثانیه است و یکی آن در SI است.
- مدت زمان یک چرخه را گویند.
- به نوسان‌های سینوسی گفته می‌شود.
- حرکت، بیشینه فاصله نوسانگر از نقطه تعادل است.
- در نقاط بازگشتی تندی نوسانگر است.
- وسیله‌ای برای ثبت نوسان‌ها است.



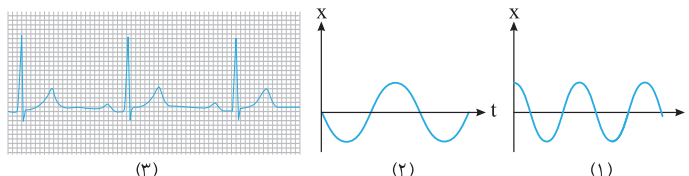
۳۰۹ شکل روبه‌رو نوسانگری با حرکت هماهنگ ساده را نشان می‌دهد. جمله‌های زیر را با انتخاب کلمه مناسب

کامل کنید. (تیپ ۱ - ۱)

- در نقاط بازگشتی تندی نوسانگر (بیشینه - صفر) و شتاب آن (بیشینه - صفر) است.
- در نقطه تعادل تندی نوسانگر (بیشینه - صفر) و شتاب آن (بیشینه - صفر) است.
- پ در بازه‌ای که نوسانگر از M به سمت M در حال حرکت است شتاب نوسانگر (مثبت - منفی) و سرعت آن (مثبت - منفی) است.
- در بازه‌ای که نوسانگر از N به سمت N در حال حرکت است، حرکت نوسانگر (تندشونده - کندشونده) است.
- در حرکت از M به سرعت و شتاب (هم‌جهت - خلاف جهت) هستند.
- در حرکت از N به شتاب نوسانگر (مثبت - منفی) است و اندازه شتاب در حال (افزایش - کاهش) است.

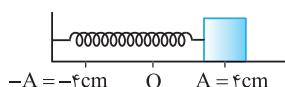
پرسش ۳-۱، صفحه ۵۴ کتاب درسی

- ۳۱۰ نمودار حرکت‌های نوسانی چند جسم به صورت زیر است.
الف) کدام نمودارها مربوط به حرکت نوسانی دوره‌ای است؟
ب) کدام نمودارها مربوط به حرکت هماهنگ ساده است؟



حرکت هماهنگ ساده

- ۳۱۱ الف) تعداد ضربان قلب شخصی در هر دقیقه ۱۰۰ است. دوره و بسامد ضربان قلب او را به دست آورید. (تیپ ۱-۲)
ب) در یک سامانه جرم - فنر $3/75S$ طول می‌کشد تا نوسانگر ۵ نوسان انجام دهد. دوره تناوب، بسامد و بسامد زاویه‌ای نوسانگر را حساب کنید.
۳۱۲ الف) وزنه‌ای به انتهای فنر سبک و همگنی که به سقف متصل است آویزان است، وزنه را از حالت تعادل ۵ فشرده کرده رها می‌کنیم و وزنه با دوره ۱S شروع به حرکت هماهنگ ساده می‌کند. معادله حرکت نوسانگر را در SI بنویسید. (تیپ ۱-۳)
ب) مکان نوسانگر در لحظه $t = 0/125S$ را به دست آورید.



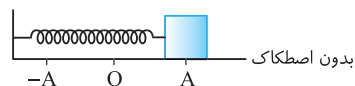
- ۳۱۳ در شکل روبه‌رو سامانه جرم فنری که دوره نوسان آن $0/5S$ است، نشان داده شده است. (تیپ ۱-۴)
الف) پس از چند ثانیه برای اولین بار نوسانگر به مکان -4 می‌رسد؟
ب) پس از چند ثانیه برای اولین بار نوسانگر به مکان $x = 0$ می‌رسد؟
پ) پس از چند ثانیه نوسانگر برای اولین بار به مکان 2 می‌رسد؟
ت) پس از چند ثانیه نوسانگر برای دومین بار به مکان $-2\sqrt{2}$ می‌رسد؟
ث) پس از چند ثانیه نوسانگر از مکان 2 بدون تغییر جهت به مکان $-2\sqrt{3}$ می‌رسد؟

- ۳۱۴ نوسانگری در حال حرکت هماهنگ ساده با دوره تناوب T و دامنه A است. با فرض اینکه در $t = 0$ ذره در $x = +A$ باشد،
الف) در لحظه‌های $t_1 = \frac{T}{6}$ ، $t_2 = \frac{T}{3}$ و $t_3 = \frac{3T}{4}$ مکان نوسانگر چه کسری از A است؟ (تیپ ۱-۴)

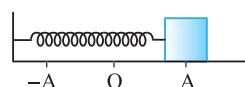
تمرین ۳-۱، صفحه ۵۶ کتاب درسی

- ب) در چه لحظه‌هایی بر حسب T نوسانگر برای اولین بار به هر کدام از مکان‌های $A + \frac{\sqrt{2}}{2}A$ و $A - \frac{\sqrt{3}}{2}A$ می‌رسد؟
پ) مدت زمانی که طول می‌کشد تا نوسانگر بدون تغییر جهت از مکان $+\frac{A}{2}$ به مکان $-\frac{A}{2}$ برود را بر حسب T حساب کنید.

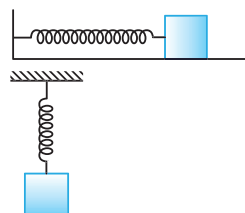
- ۳۱۵ الف) معادله حرکت هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت $x = 0/1 \cos(\frac{\pi t}{4})$ است. در مدت $4S$ نوسان، چند ثانیه حرکت تندشونده است؟ (تیپ ۱-۵)
ب) معادله حرکت هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت $x = 0/1 \cos(\pi t)$ است. در مدت $1S$ مسافت طی شده توسط نوسانگر چند سانتی‌متر است؟
پ) معادله حرکت هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت $x = 0/4 \cos(\frac{\pi}{4} t)$ است. در مدت $3S$ اول حرکت، چند ثانیه بردار سرعت خلاف جهت محور x است؟



- ۳۱۶ الف) در شکل روبه‌رو نوسانگر را از نقطه A رها می‌کنیم. اگر پس از $2S/0$ نوسانگر برای اولین بار پس از $t = 0$ به نقطه بازگشت خود برسد، دوره نوسان را به دست آورید. (حالت تعادل فنر در نقطه است.)

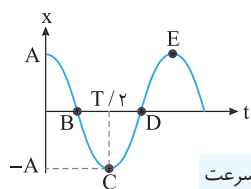


- ب) در شکل روبه‌رو نوسانگر را از نقطه A رها می‌کنیم. اگر پس از $2S/0$ تندی نوسانگر برای دومین بار بیشینه شود، دوره نوسان را به دست آورید. (حالت تعادل فنر در نقطه است.)



- ۳۱۷ الف) سامانه جرم - فنر روبه‌رو را به اندازه 2 به سمت راست کشیده و رها می‌کنیم، اگر برای نخستین بار در $t = 0/2S$ نوسانگر از نقطه تعادل خود عبور کند، معادله حرکت هماهنگ ساده آن را بنویسید. (تیپ ۱-۳)
ب) سامانه جرم - فنر روبه‌رو را به اندازه 4 به سمت بالا فشرده و رها می‌کنیم، اگر برای نخستین بار پس از شروع نوسان در $t = 0/5S$ تندی نوسانگر صفر شود، معادله حرکت آن را بنویسید. مثال ۳-۱، صفحه ۵۶ کتاب درسی

نمودار مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده



علامت شتاب	علامت سرعت	نوع حرکت	بازه زمانی
	منفی		$0 \text{ تا } \frac{T}{4}$
مثبت			$\frac{T}{4} \text{ تا } \frac{T}{2}$
			$\frac{T}{2} \text{ تا } \frac{3T}{4}$
		کندشونده	$\frac{3T}{4} \text{ تا } T$

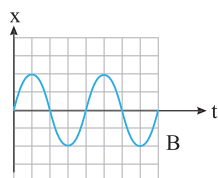
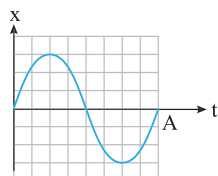
جدول (۲)

شتاب	تندی	مکان
		۰
بیشینه		
	بیشینه	

جدول (۱)

۳۱۸. نمودار مکان - زمان نوسانگری به صورت روبه‌رو است،
الف) مسیر نوسان این نوسانگر را رسم کنید. (تیپ ۱-۶)
ب) جای خالی جدول‌ها را پر کنید.

۳۱۹. توسط دو دیپازون مختلف که نوک آن‌ها تیغه‌ نوک‌تیز بسته‌ایم، نوسان‌نگاشت‌های زیر به‌دست آمده است:
الف) دامنه نوسان این دو دیپازون را با هم مقایسه کنید. (تیپ ۱-۶)



ب) دوره نوسان این دو دیپازون را با هم مقایسه کنید.

۳۲۰. دامنه نوسان یک حرکت هماهنگ ساده ۳ و بسامد آن ΔHz است. الف) معادله حرکت نوسانگر را بنویسید. (تیپ ۱-۶)

ریاضی - دی ۹۸

ب) نمودار مکان - زمان آن را در یک دوره رسم کنید.

۳۲۱. معادله حرکت نوسانگری در SI به صورت $x = 5 \cos(25\pi t)$ است. (تیپ ۱-۶)

مسئله ۴، صفحه ۸۹ کتاب درسی

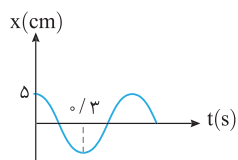
الف) دامنه و بسامد زاویه‌ای این نوسانگر را بنویسید.

ب) نمودار مکان - زمان نوسانگر را رسم کنید.

۳۲۲. ذره‌ای روی پاره‌خطی به طول 20° دارای حرکت هماهنگ ساده است، اگر بیشینه شتاب آن $40\pi^2$ متر بر مجذور ثانیه باشد، (تیپ ۱-۶)

الف) معادله حرکت نوسانگر را بنویسید.

ب) نمودار مکان - زمان آن را رسم کنید.



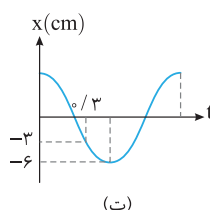
تجربی - نهایی ۹۸

۳۲۳. نمودار مکان - زمان یک حرکت هماهنگ ساده به شکل مقابل است.

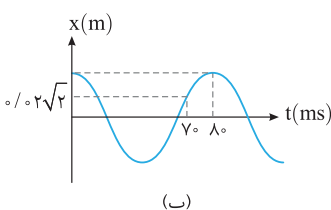
الف) دوره این حرکت چقدر است؟ (تیپ ۱-۶)

ب) معادله حرکت آن را بنویسید.

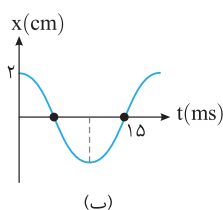
۳۲۴. برای هر یک از نمودارهای مکان - زمان نوسانگرهای زیر، دوره حرکت را به‌دست آورده و معادله حرکت آن‌ها را بنویسید. (تیپ ۱-۶)



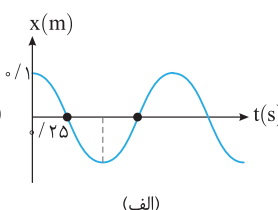
(ت)



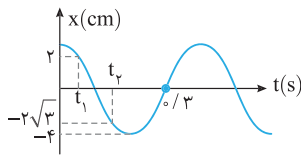
(ب)



(ب)



(الف)

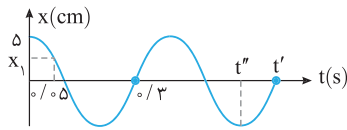


مسئله ۵، صفحه ۸۹ کتاب درسی

۳۲۵ نمودار مکان - زمان نوسانگری مطابق شکل زیر است.

الف) مقدار t_1 را به دست آورید. (تیپ ۱-۶)

ب) بزرگی شتاب در لحظه t_2 را بیابید. ($\pi^2 \approx 10$)



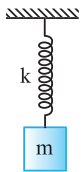
۳۲۶ نمودار مکان - زمان نوسانگری مطابق شکل روبه‌رو است.

الف) مقدار X_1 را به دست آورید. (تیپ ۱-۶)

ب) زمان t' را محاسبه کنید.

پ) در لحظه t'' اندازه سرعت و شتاب نوسانگر را به دست آورید. ($\pi^2 \approx 10$)

سامانه جرم - فنر



فعالیت ۳-۲، صفحه ۵۷ کتاب درسی

۳۲۷ با توجه به شکل روبه‌رو به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) اگر ثابت فنر بیشتر شود، بسامد زاویه‌ای سامانه جرم - فنر چگونه تغییر می‌کند؟

ب) اگر جرم متصل به فنر دو برابر شود، بسامد سامانه چند برابر می‌شود؟

پ) اگر فنر را تغییر داده و ثابت فنر جدید $\frac{1}{4}$ برابر فنر قبلی باشد، دوره سامانه چند برابر می‌شود؟

۳۲۸ وزنه‌ای به جرم 680 به فنری با ثابت فنر 272 N/m بسته شده و در تعادل است. وزنه را به اندازه 5 کشیده و رها می‌کنیم.

مثال ۳-۲، صفحه ۵۷ کتاب درسی

الف) دوره تناوب و بسامد زاویه‌ای سامانه را به دست آورید. (تیپ ۱-۷)

ب) معادله حرکت نوسانگر را بنویسید.

۳۲۹ جسمی به جرم 2 را به انتهای فنری بسته و روی سطح افقی به نوسان درمی‌آوریم. اگر معادله حرکت نوسانگر در SI به صورت

$$x = 0.04 \cos(2\pi t) \text{ باشد،}$$

الف) ثابت فنر را به دست آورید. ($\pi^2 \approx 10$) (تیپ ۱-۷)

ب) در مدت یک دقیقه جسم چند نوسان کامل انجام می‌دهد؟

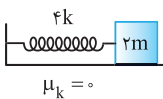
۳۳۰ الف) هرگاه جسمی به جرم 3 به فنری متصل شود و به نوسان درآید، با دوره تناوب $2/5$ نوسان می‌کند. اگر جرم این جسم $2/5$ افزایش

مسئله ۲، صفحه ۸۹ کتاب درسی

یابد، دوره تناوب $3/5$ می‌شود. مقدار چقدر است؟ (تیپ ۱-۷)

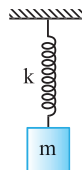
ب) در شکل روبه‌رو دو سامانه جرم - فنر در حال نوسان نشان داده شده است. اگر بسامد

نوسان شکل (الف)، 10 هرتز باشد، بسامد نوسان شکل (ب) را به دست آورید. (تیپ ۱-۷)

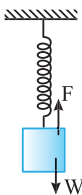


$$\mu_k = 0$$

(ب)



(الف)

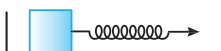


۳۳۱ یک وزنه 20 N را از انتهای یک فنر قائم می‌آویزیم، فنر 20 کشیده می‌شود. سپس

این فنر را در حالی که به یک وزنه 50 N متصل است روی میز بدون اصطکاکی به نوسان

درمی‌آوریم. دوره تناوب این نوسان چقدر است؟ (10 N/m) (تیپ ۱-۷)

مسئله ۱، صفحه ۸۹ کتاب درسی



۳۳۲ در شکل روبه‌رو وزنه‌ای به جرم 2 با یک فنر روی سطح افقی با ضریب اصطکاک جنبشی $\mu = 0.4$ با

سرعت ثابت در حرکت است و طول فنر در این حالت 1 تغییر کرده است. اگر این وزنه فنر را در امتداد

قائم با دامنه 4 به نوسان درآوریم، معادله حرکت هماهنگ ساده آن را بنویسید. (10 N/m) (تیپ ۱-۷)

۳۳۳ جرم خودرویی همراه با سرنشینان آن 1600 است. این خودرو روی چهار فنر با ثابت 10^4 N/m سوار شده است. دوره تناوب،

بسامد و بسامد زاویه‌ای ارتعاش خودرو وقتی از چاله‌ای می‌گذرد چقدر است؟ (فرض کنید وزن خودرو به‌طور یکنواخت روی فنرهای چهار چرخ

مسئله ۳، صفحه ۸۹ کتاب درسی

توزیع شده است.) (تیپ ۱-۷)

پاسخ تشریحی

(ث) ہم جهت (ج) صفر

شکل (ب)، شخص در مکان (۲) تغییر جهت داده است، بنابراین اندازه حایه حای، از مسافت بیموده شده کوچکتر است.

The diagram shows a horizontal x-axis with an origin labeled $x = 0$. A particle starts at $x = -12\text{ m}$ at time $t = 0$ and moves to the right with a constant velocity $\vec{v} = 2\text{ m/s}$. It reaches $x = +24\text{ m}$ at time $t = 4\text{ s}$. The displacement $\vec{d}$ is indicated as the distance from $x = -12\text{ m}$ to $x = +24\text{ m}$.

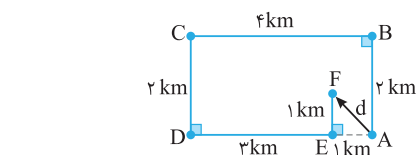
پ) جگونگی مسیر حرکت دوده و تعداد دفعات تغییر جهت دویدن دوده مشخص نیست. بنابراین مسافت طی شده توسط این دوده را نمی‌توان بیان کرد. اما اگر فرض کنیم دوده در یک جهت دویده باشد مسافت طی شده دوده همان اندازه حایه‌حام، یعنی ۳۶ متر است.

The diagram shows a horizontal x-axis with tick marks from -4 to 6. Particle A is at $x_A = 2$ m, particle B is at $x_B = -3$ m, and particle C is at $x_C = 6$ m. Displacement vectors are indicated by blue arrows: $\vec{x}_{BA}$ from B to A, $\vec{x}_{AB}$ from A to B, and $\vec{x}_{AC}$ from A to C.

$$\begin{array}{lcl} A = \bar{x} & \neg \bar{x}_A = \neg \neg \neg \Rightarrow A = \neg \neg & : t_T \models t_1 \\ & = \bar{x} & \\ & = \neg \neg & \\ A = \bar{x} & \neg \bar{x}_A \Rightarrow A = \neg \neg \neg \Rightarrow A = \neg & : t_T \models t_1 \end{array}$$
$$= \vec{X}_Y - \vec{X}_1 \xrightarrow{\vec{X}_1 = 0, X_Y = -1} = -0 - 0 \Rightarrow = -1.$$

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

جابه‌جایی متحرک ۳۵ متر است، از این رو:

$$\frac{l}{\lambda} = \frac{65}{\lambda} \Rightarrow \frac{l}{\lambda} = \frac{13}{\lambda}$$
$$\ell = A + + + + F \Rightarrow \ell = 2 + 4 + 2 + 3 + 1 \Rightarrow \ell = 12$$
$$r = A \cdot r + F \Rightarrow r = (I + A)^{-1} F \Rightarrow r = \sqrt{r}$$


۸ طول مسیر حرکت همان مسافت طی شده است که در شکل مشخص شده است و جابه‌جایی برداری است که نقطه (۱) را به نقطه (۲) وصل می‌کند که روی شکل رسم کرده‌ایم.

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

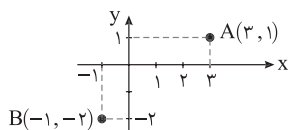
با توجه به شکل $l < \infty$ است.

۹ الف) مسیر حرکت را رسم می‌کنیم.
مسافت طی شده برابر طول مسیر است.
 $\ell = 25 + 60 = 85$
جابه‌جایی برداری است که ابتدای مسیر را
به انتهای آن وصل می‌کند.

$$\Rightarrow = \sqrt{(25)^2 + (60)^2} \Rightarrow = \sqrt{61^2 + 112^2}$$

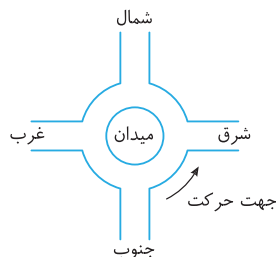
(ب) فاصله بین دو نقطه A و X از رابطه زیر به دست می آید.

$$A = \sqrt{(x - x_A)^2 + (y - y_A)^2}$$


$$\ell_{\min} = \sqrt{(-1-3)^2 + (-2-1)^2} \Rightarrow \ell = 5 \quad \text{بنابراین:}$$

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

$$= \gamma \xrightarrow{= \gamma_0} = \gamma_0$$



اما کمینه مسافت طی شده برابر نصف محیط دایره میدان است.

$$\ell = \frac{2\pi}{2} \Rightarrow \ell = \pi \times 2 \Rightarrow \ell = 2 \cdot \pi$$



ب) وقتی خودرو از جنوب وارد میدان شده و در جهت نشان داده شده حرکت کرده و از غرب میدان خارج شود، اندازه حایه حایم، آن خواهد شد:

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

و مسافت طی شده آن $\frac{3}{4}$ محیط دایره میدان است.

$$\ell = \frac{r}{f} (r\pi) \Rightarrow \ell = \frac{r\pi}{f} = r \circ \pi$$

$$s_a = \frac{\ell}{\Delta t} \Rightarrow s_a = \frac{25}{10} \Rightarrow s_a = 2.5 \text{ /s}$$

جابه‌جایی برداری است که ابتدای مسیر را به انتهای مسیر وصل می‌کند. بنابراین مطابق شکل جابه‌جایی برابر است با:

$$\vec{a} = \frac{\vec{\ell}}{\Delta t} \Rightarrow \vec{a} = \frac{5}{10} \Rightarrow \vec{a} = 0.5 \vec{}$$

متحرک : مسافت طی شده: $\ell = 15 + 10 + 5 \Rightarrow \ell = 30$

$$s_a = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{30}{10} \Rightarrow s_a = 3 \text{ /s}$$

تندی متوسط:

$$\vec{a} = \frac{\vec{\ell}}{\Delta t} \Rightarrow \vec{a} = \frac{10}{10} \Rightarrow \vec{a} = 1 \vec{}$$

بردار جابه‌جایی: بردار سرعت متوسط:

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

$$A = \sqrt{5^2 + 12^2} = \sqrt{25 + 144} \Rightarrow A = 13$$

سرعت متوسط خودروها را به دست می‌آوریم:

$$a = \frac{\Delta t = 1s}{\Delta t} \Rightarrow a_A = a = \frac{13}{1} \Rightarrow a_A = a = 13 \text{ /s}$$

مسیر حرکت A مستقیم و بدون تغییر جهت است، بنابراین تندی متوسط A و سرعت متوسط A یکی‌اند.

$$s_a = a_A = a = 13 \text{ /s}$$

$$s_a = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{17}{10} \Rightarrow s_a = 1.7 \text{ /s}$$

تندی متوسط را حساب می‌کنیم. $s_a = 2/125 \text{ /s}$

$$s_a = \frac{\ell}{\Delta t} \Rightarrow s_a = \frac{600}{\Delta t \times 60} \Rightarrow s_a = 2 \text{ /s}$$

$$a = \frac{\Delta t = 1s}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{300}{\Delta t \times 60} \Rightarrow a = 1 \text{ /s}$$

(الف) مسیر حرکت را رسم می‌کنیم.

$$\ell = 100 + 80 + 60 + 50 \Rightarrow \ell = 290$$

$$\Delta t = 4 \times 40 \Rightarrow \Delta t = 160s$$

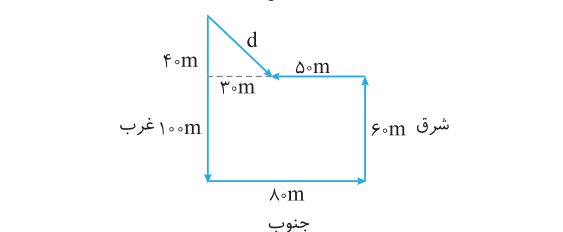
مسافت طی شده برابر $\ell = 12 + 5 = 17$ است.

$$s_a = \frac{\ell}{\Delta t} \Rightarrow s_a = \frac{290}{160} \Rightarrow s_a = \frac{29}{16} \text{ /s}$$

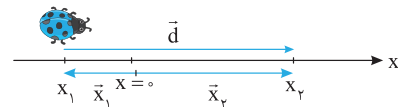
بردار جابه‌جایی را مطابق شکل رسم می‌کنیم و اندازه آن را به دست می‌آوریم.

$$= \sqrt{30^2 + 40^2} \Rightarrow = 50$$

$$a = \frac{\Delta t = 1s}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{50}{160} \Rightarrow a = \frac{5}{16} \text{ /s}$$



(الف) بردار مکان: برداری است که از مبدأ مکان ($x=0$) به محل متحرک رسم می‌شود.



(ب) کفش‌دوزک در جهت محور xها در حرکت است و بردار مکان آن در لحظه‌های $t_1 = -5s$ و $t_2 = 74s$ مطابق شکل به صورت $\vec{x}_1 = -28 \vec{}$ و $\vec{x}_2 = +54 \vec{}$ است. بنابراین سرعت متوسط خواهد شد:

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{\vec{x}_2 - \vec{x}_1}{t_2 - t_1} = \frac{54 - (-28)}{74 - (-5)} = (0.11 \text{ /s}) \vec{}$$

(الف) متحرک A:

$$\vec{a} = \frac{\vec{x}_2 - \vec{x}_1}{\Delta t} \Rightarrow \vec{a} = \frac{5 - (-3)}{3} \Rightarrow \vec{a} = \frac{8}{3} \vec{}$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{x}_2 - \vec{x}_1}{\Delta t} \Rightarrow \vec{a} = \frac{5 - 2}{3} \Rightarrow \vec{a} = \frac{3}{3} = 1 \vec{}$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{x}_2 - \vec{x}_1}{\Delta t} \Rightarrow \vec{a} = \frac{2 - 3}{3} \Rightarrow \vec{a} = \frac{-1}{3} = -\frac{1}{3} \vec{}$$

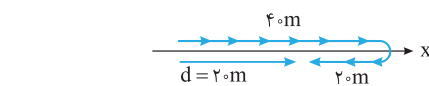
نام متحرک	مکان اولیه	مکان ثانویه	سرعت متوسط
متحرک A	$-3 \vec{}$	$5 \vec{}$	$\frac{8}{3} \vec{}$
متحرک	$+2 \vec{}$	$5 \vec{}$	$1 \vec{}$
متحرک	$8 \vec{}$	$2 \vec{}$	$-\frac{1}{3} \vec{}$

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

$$\ell = 20 + 40 \Rightarrow \ell = 60, a = s_a = \frac{60}{10} = 6 \text{ /s}$$

(ب) اندازه جابه‌جایی $20 \vec{}$ و مسافت طی شده همان 60 است.

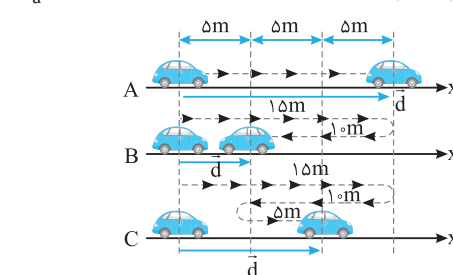
$$a = -\frac{20}{10} = -2 \text{ /s}, s_a = \frac{60}{10} = 6 \text{ /s}$$



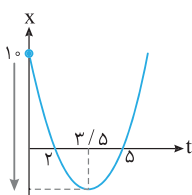
(الف) متحرک A: جابه‌جایی خودرو $5 + 5 + 5 = 15$ است.

$$\ell = 15, s_a = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{15}{10} \Rightarrow s_a = 1.5 \text{ /s}$$

بردار سرعت متوسط خواهد شد:



متحرک : مسافت طی شده برابر است با: $\ell = 15 + 10 = 25$



۲۰ الف) وقتی متحرک از مبدأ مکان ($x=0$) می‌گذرد، بردار مکان تغییر جهت می‌دهد.

$$x = t^2 - 7t + 10 = 0 \Rightarrow (t-2)(t-5) = 0$$

$$\Rightarrow t = 2s, t = 5s$$

ب) مختصات رأس سهمی را به دست می‌آوریم

$$t = \frac{-b}{2a} \Rightarrow t = \frac{7}{2} \Rightarrow t = 3.5s$$

با توجه به نمودار در بازه ۲s تا ۵s بردار مکان در خلاف جهت محور X است.

۲۱ الف) با توجه به داده‌های روی نمودار و تعریف a ، سرعت متوسط

خودرو برای هر یک از بازه‌های زمانی خواسته شده، برابر است با:

$$\rightarrow 2s \Rightarrow a = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{20 - 0}{2s - 0} = 10 \text{ /s}$$

$$\rightarrow 4s \Rightarrow a = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0 - 0}{4/s - 0/s} = 0 \text{ /s}$$

$$a_{2s \rightarrow 5s} \Rightarrow a = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-25 - 20}{5/s - 2/s} = -15 \text{ /s}$$

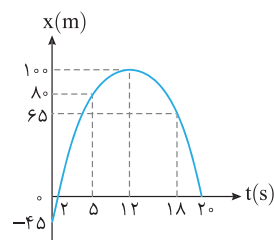
ب) سرعت متوسط کمیت برداری است و هرگاه یک بردار هم جهت محور X باشد

بردار مثبت و هرگاه جهت بردار خلاف جهت محور X باشد، بردار منفی است.

۲۲ الف) در بازه‌های زمانی‌ای که سرعت متوسط خودرو مثبت است، سرعت متوسط خودرو در جهت محور X و در بازه‌های زمانی‌ای که سرعت متوسط منفی است، سرعت متوسط خودرو در خلاف جهت محور X است.

بنابراین در بازه صفر تا ۲s در جهت محور X و در بازه ۲s تا ۵s در خلاف جهت

محور X است.



۲۲ الف) بردار مکان متحرک

خلاف جهت محور X باشد، یعنی

مکان منفی ($x < 0$) باشد در

نمودار در بازه صفر تا ۲s مکان

منفی است.

ب) در بازه ۲s تا ۶s متحرک

مسافت ۱۰۰+۱۰۰=۲۰۰ را

طی می‌کند و تندی متوسط خواهد شد:

$$s_a = \frac{\ell}{\Delta t} \Rightarrow s_a = \frac{200}{6-2} \Rightarrow s_a = \frac{200}{4} \Rightarrow s_a = \frac{100}{2} \text{ /s}$$

بازه زمانی ۶ ثانیه سوم یعنی بازه بین $t=2s$ تا $t=8s$

$$0 \xrightarrow{6s \text{ اول}} 6s \xrightarrow{6s \text{ دوم}} 12s \xrightarrow{6s \text{ سوم}} 18s$$

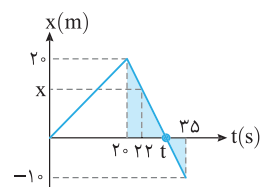
در این بازه متحرک از مکان ۱۰۰ به مکان ۶۵ می‌رود و مسافت

$$100 - 65 = 35$$

ب) در لحظه یا لحظه‌هایی که متحرک از مبدأ مکان ($x=0$) می‌گذرد، بردار

مکان تغییر علامت می‌دهد و در نمودار تنها در $t=2s$ است که بردار مکان تغییر

جهت می‌دهد. قبل از $t=2s$ مکان منفی و بعد از $t=2s$ مکان مثبت است.



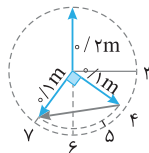
۲۳ الف) به کمک شیب خط، مکان

در لحظه $t=2s$ را به دست می‌آوریم.

$$\frac{10 - 20}{3.5 - 2} = \frac{x - 20}{2 - 2}$$

$$\Rightarrow \frac{-30}{1.5} = \frac{x - 20}{2}$$

$$-60 = 15x - 30 \Rightarrow x = \frac{240}{15} \Rightarrow x = \frac{80}{5} \Rightarrow x = 16$$



ب) در ساعت ۴:۰۰ و در ساعت ۷:۰۰ عقربه

دقیقه‌شمار روی عدد ۱۲ است. بنابراین جابه‌جایی

نوک عقربه دقیقه‌شمار صفر است و سرعت متوسط

$$= 0 \Rightarrow a = 0$$

آن نیز صفر است.

اما در مدت $7-4=3$ ، عقربه دقیقه‌شمار، ۳ بار محیط دایره‌ای به شعاع ۲۰ را طی می‌کند و مسافت طی شده نوک عقربه دقیقه‌شمار خواهد شد.

$$\ell = 3(2\pi r) = \frac{\pi r}{\Delta t} \Rightarrow \ell = 3 \times 2 \times 3.14 \times 20 / 3 \Rightarrow \ell = 3 \times 6$$

$$s_a = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{3 \times 6}{3 \times 3600} \Rightarrow s_a = \frac{1}{3600} \text{ /s}$$

از ساعت ۴ تا ساعت ۷، عقربه ساعت‌شمار زاویه 90° را طی می‌کند و جابه‌جایی

$$\text{نوک عقربه ساعت‌شمار خواهد شد: } = \sqrt{(0/1)^2 + (0/1)^2} = \frac{\sqrt{2}}{1}$$

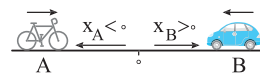
$$a = \frac{\sqrt{2}}{\Delta t} = \frac{1}{3 \times 3600} \Rightarrow a = \frac{\sqrt{2}}{10800} \text{ /s}$$

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

$$\ell = \frac{1}{4}(2\pi r) = \frac{1}{4} \times 2 \times 3.14 \times 10 \Rightarrow \ell = \frac{0.6}{4} = 0.15$$

$$s_a = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{0.15}{3 \times 3600} = \frac{5}{36} \times 10^{-4} \text{ /s}$$

۱۷ الف) سرعت متوسط - سرعت لحظه‌ای (ب) لحظه‌ای (پ) تندشونده (ت) مماس



۱۸ الف) بردار مکان متحرک A

در خلاف جهت محور X است.

ب) بردار مکان متحرک در جهت محور X است. (پ) در جهت محور X (ت)

در خلاف جهت محور X

۱۹ الف) در معادله حرکت به جای زمان، ۲s را قرار می‌دهیم.

$$x = t^3 - 3t^2 + 4 \Rightarrow x = (2)^3 - 3(2)^2 + 4 = 8 - 12 + 4 \Rightarrow x = 0$$

برای به دست آوردن لحظه‌های گذر از مکان $x=4$ کافی است در معادله

حرکت به جای X مقدار ۴ را قرار دهیم.

$$4 = t^3 - 3t^2 + 4 \Rightarrow t^3 - 3t^2 = 0 \Rightarrow t^2(t-3) = 0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} t = 0 \\ (t-3) = 0 \Rightarrow t = 3s \end{cases}$$

ب) مکان جسم را در لحظه‌های $t_1=0$ و $t_2=3s$ به دست می‌آوریم.

$$x = 6t^2 - 5t - 10 \Rightarrow \begin{cases} t_1 = 0 \Rightarrow x_1 = -10 \\ t_2 = 3s \Rightarrow x_2 = 24 - 15 - 10 = -1 \end{cases}$$

سرعت متوسط را حساب می‌کنیم.

$$a = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{4 - (-10)}{3 - 0} \Rightarrow a = \frac{14}{3} \text{ /s}$$

ب) ابتدا مفهوم ۲ ثانیه سوم را مشخص می‌کنیم.

$$0 \xrightarrow{2 \text{ ثانیه اول}} 2s \xrightarrow{2 \text{ ثانیه دوم}} 4s \xrightarrow{2 \text{ ثانیه سوم}} 6s$$

بنابراین ۲ ثانیه سوم یعنی بازه $t=4s$ تا $t=6s$

$$x = t^2 - 4t + 3 \Rightarrow \begin{cases} t_1 = 4s \Rightarrow x_1 = 16 - 16 + 3 = 3 \\ t_2 = 6s \Rightarrow x_2 = 36 - 24 + 3 = 15 \end{cases}$$

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 15 - 3 = 12$$

جابه‌جایی متحرک خواهد شد:

آزمایش‌های کتاب درسی

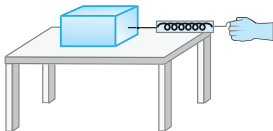


آزمایش‌های فصل دوم



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

ب) از این آزمایش چه نتایج گرفته می‌شود؟



وسایل مورد نیاز: نیروسنج، قطعه چوبی به شکل مکعب مستطیل با وجوه یکنواخت، ترازو، خط کش

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 آستانه حرکت قرار گیرد.

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

۴) به کمک یک ترازو، وزن مکعب را به دست می‌آوریم و به کمک رابطه $f_{s \max} = \mu_s F_N = \mu_s$ ضریب اصطکاک ایستایی (f_s) را به دست 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 اندازه مساحت سطح تماس دو جسم بستگی ندارد.

۲- الف) 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 می‌ریزی قرار می‌دهیم (مطابق شکل) و به کمک نیروسنج، مکعب را به آرامی می‌کشیم و نیروی F را افزایش

می‌دهیم تا مکعب چوبی در آستانه حرکت اصطکاک آستانه 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 $F_N =$ 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 $f'_{s \max} = 2f_{s \max}$ است.

۵) یک مکعب دیگر را اضافه می‌کنیم تا وزن سه مکعب روی هم ۳ و در نتیجه $F'_N = 3$ شود، مجدداً با نیروسنج مجموعه را به طور افقی می‌کشیم تا مجموعه در

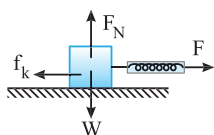
آستانه حرکت قرار گیرد وقتی عدد نیروسنج را می‌خوانیم مشاهده می‌کنیم عدد نیروسنج سه برابر حالت اول است یعنی $f''_{s \max} = 3f_{s \max}$ است.

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

۳- الف) آزمایشی طراحی کنید که با آن بتوانید:

الف) نیروی اصطکاک وارد بر جسمی مانند یک قطعه چوب در حال لغزش روی سطح را اندازه بگیرید و با استفاده از آن μ 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. ($F = f$)

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

$$\mu = \frac{f}{F_N} \Rightarrow \mu = \frac{F}{F_N}$$

۵) ضریب اصطکاک جنبشی خواهد شد:

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. ($f = F$)

گام نهایی



کتاب درسی
در یک قاب

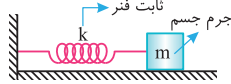
آزمون‌های
فصل به فصل

آزمون‌های
میان سال

آزمون‌های
شبیه ساز نهایی

پاسخ‌های
تشریحی

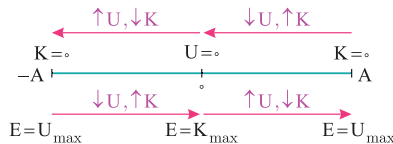
سیستم‌های نوسانی



طول آونگ L

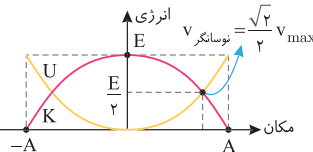
	سیستم جرم - فنر	آونگ
بسامد زاویه‌ای (ω)	$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$	$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$
بسامد (f)	$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$	$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}}$
دوره (T)	$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$	$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

انرژی نوسانگر



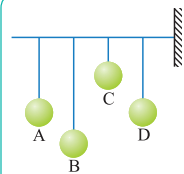
انرژی مکانیکی: $E = K + U = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 x^2 = \frac{1}{2}kA^2$

انرژی پتانسیل: $= \frac{1}{2}kx^2$ ، انرژی جنبشی: $= \frac{1}{2}mv^2$ ، ثابت فنر: $= k$



نمودار انرژی نوسانگر

تشدید



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

با نوسان آونگ A، آونگ هم به نوسان درمی‌آید: $(f_d = f_0)$ بسامد نیرو (واداشته) بسامد طبیعی

موج امواج به دو دسته تقسیم می‌شوند:

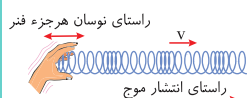
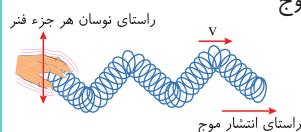
موج الکترومغناطیسی: برای انتشار نیاز به محیط مادی ندارد.

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.

دوره

مدت زمان یک نوسان کامل $T = \frac{t}{N}$ مدت زمان نوسان / تعداد نوسان

بسامد

تعداد نوسان‌ها در مدت یک ثانیه $f = \frac{1}{T}$ بسامد ($\frac{1}{s}$ یا Hz)

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

معادله مکان - زمان

دامنه حرکت $x = A \cos \omega t$ بسامد زاویه‌ای

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

روابط شتاب - سرعت

سرعت نوسانگر $v = \frac{dx}{dt} = -A\omega \sin \omega t$

شتاب نوسانگر $a = \frac{dv}{dt} = -A\omega^2 \cos \omega t$

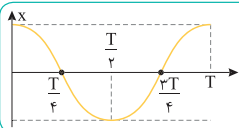
$|a| = \omega^2 |x|$ $|F| = m|a| = m\omega^2 |x|$ $|a_{\max}| = A\omega^2$ $|F_{\max}| = A\omega^2$

دامنه (A)

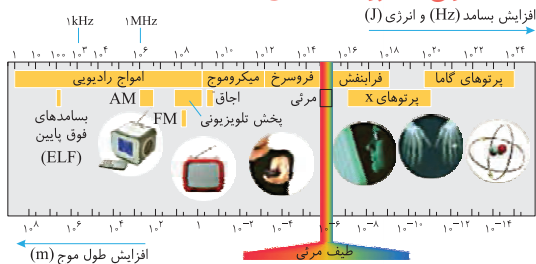
بیشینه فاصله از مرکز نوسان که به آن‌ها نقاط بازگشت نیز می‌گویند: $x = \pm A$
طول پاره‌خط نوسان $2A$ است.
در مدت یک دوره (T) مسافت $4A$ و در مدت نصف دوره مسافت $2A$ طی می‌شود:

حرکت کندشونده است.	حرکت تندشونده است.
$a, F > 0$ اندازه شتاب و نیرو در حال افزایش است.	$a, F < 0$ اندازه شتاب و نیرو در حال کاهش است.
$x = 0$ $a = 0$ $F = 0$ $= \max$	
< 0 اندازه سرعت در حال کاهش است.	< 0 اندازه سرعت در حال افزایش است.
$x = -A$ $a = +a_{\max}$ $F = +F_{\max}$ $= 0$	$x = +A$ $a = -a_{\max}$ $F = -F_{\max}$ $= 0$
$\Delta t_f = \frac{T}{4}, x < 0$	$\Delta t_f = \frac{T}{4}, x > 0$
$\Delta t_r = \frac{T}{4}, x < 0$	$\Delta t_r = \frac{T}{4}, x > 0$
$a, F > 0$ اندازه شتاب و نیرو در حال کاهش است.	$a, F < 0$ اندازه شتاب و نیرو در حال افزایش است.
> 0 اندازه سرعت در حال افزایش است.	> 0 اندازه سرعت در حال کاهش است.

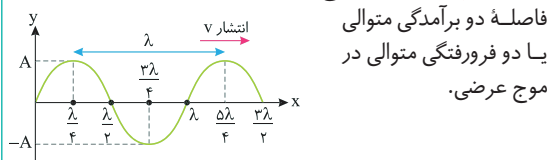
نمودار مکان - زمان



طیف امواج الکترومغناطیسی



طول موج مسافتی که موج در مدت یک دوره طی می کند.



تندی انتشار موج

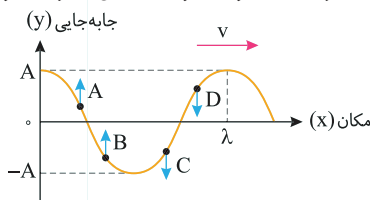
$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$$

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

ویژگی‌های موج
وابسته به چشمه: بسامد و دوره موج
وابسته به محیط: سرعت انتشار موج

ذرات محیط انتشار

این ذرات در حال نوسان اند و هر ذره حرکت ذره قبل از خود را تکرار می کند.



سرعت انتشار موج در طناب

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{FL}{m}} = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} = \frac{1}{D} \sqrt{\frac{F}{\rho \pi}}$$

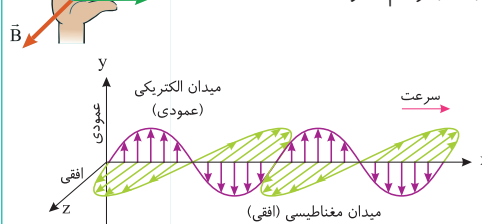
طول طناب ← L
چگالی خطی ← $\frac{m}{L}$
جرم طناب ← m
چگالی ← ρ
قطر مقطع طناب ← D

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.

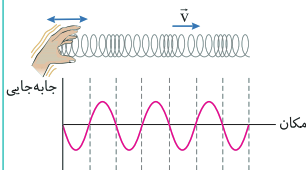


میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی هم بسامد و هم گام‌اند.

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0} f}$$

در خلأ: $v = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

موج طولی



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

دو نکته مهم:

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

صوت موج مکانیکی و طولی بوده و جبهه‌های موج آن کروی است. عموماً تندی انتشار موج صوتی در جامدها > مایع‌ها > گازها

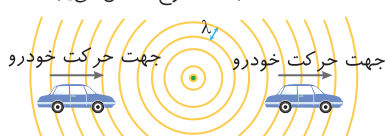
شدت صوت	تراز شدت صوت
توان $I = \frac{P}{A}$ سطح مقطع $I = \frac{W}{A}$ انتشار $I = \frac{J}{m^2 \cdot s}$	$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$ دسی‌بل
فاصله $I_2 = I_1 \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$ دامنه $I_2 = I_1 \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2$ بسامد $I_2 = I_1 \left(\frac{f_2}{f_1}\right)^2$	$\Delta \beta = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$

ادراک شنوایی

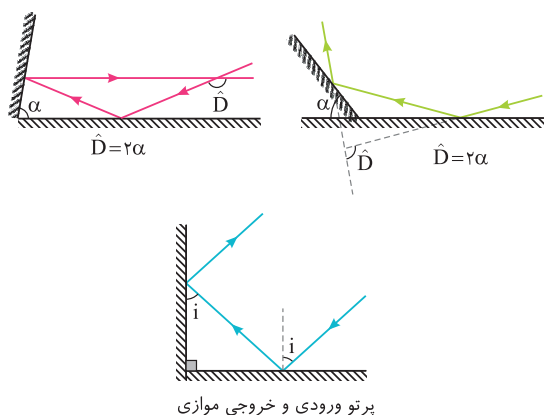
ارتفاع بسامدی است که گوش انسان درک می کند.
گوش انسان صوت در بازه ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز را می شنود و به صوت‌های بین ۲۰۰۰ تا ۵۰۰۰ هرتز حساسیت بیشتری دارد.
بلندی شدت صوتی است که گوش انسان درک می کند.

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.



آینه‌های متقاطع



پرتو ورودی و خروجی موازی

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

($\downarrow \lambda = \frac{v}{f \uparrow}$) افزایش و در پشت چشمه ($\uparrow \lambda = \frac{v}{f \downarrow}$) کاهش می‌یابد.

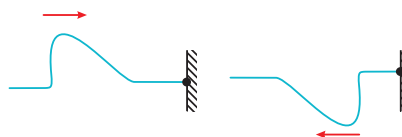
افزایش طول موج

کاهش طول موج

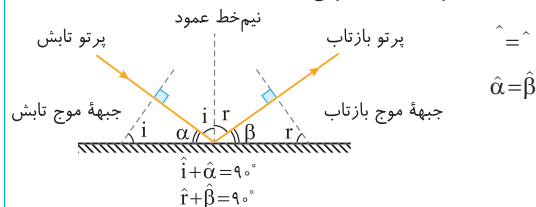


بازتاب

در یک بعد اگر تپی به دیواری برخورد کند، تپ بازتابی قرینه و معکوس تپ فرودی است:



در دو بعد قانون بازتاب عمومی:



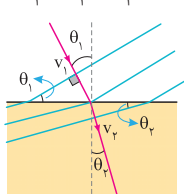
نکته: در بازتاب: بسامد، تندی انتشار و طول موج ثابت است.

شکست در شکست، محیط موج و تندی انتشار تغییر می‌کند:

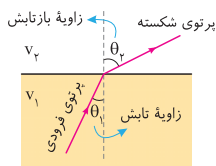
$$\lambda = \frac{v}{f} \rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

قانون شکست عمومی



$$v_2 < v_1, \theta_2 < \theta_1$$

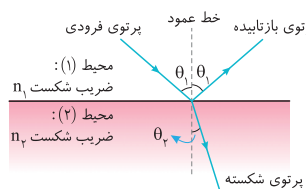


$$v_2 > v_1, \theta_2 > \theta_1$$

ضریب شکست برای امواج الکترومغناطیسی

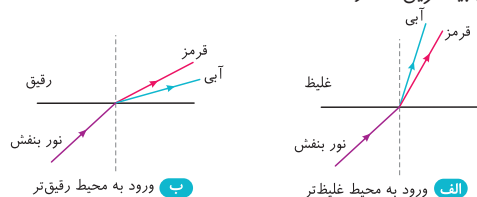
$$n = \frac{c}{v} = \frac{\text{تندی نور در خلأ}}{\text{تندی نور در یک محیط}}$$

نکته: هرچه محیط غلیظ‌تر باشد بیشتر، سرعت نور کمتر، طول موج کمتر و زاویه پرتو با نیم‌خط عمود کوچک‌تر است.



$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

پاشندگی نور عموماً ضریب شکست یک محیط شفاف برای طول موج‌های کوتاه‌تر، بیشتر است. ضریب شکست یک محیط شفاف برای نور قرمز کمترین و برای نور بنفش بیشترین مقدار است.

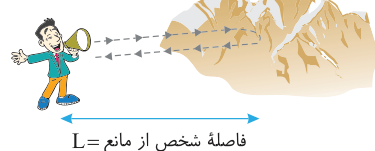


پژواک بازتاب صوت را گویند.

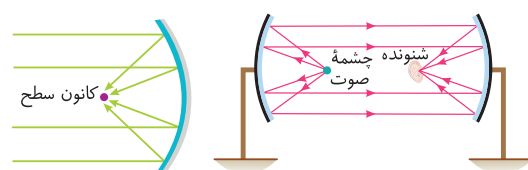
برای تشخیص دو صوت از هم باید اختلاف زمانی رسیدن دو صوت به گوش بیشتر از 1/10 s باشد.

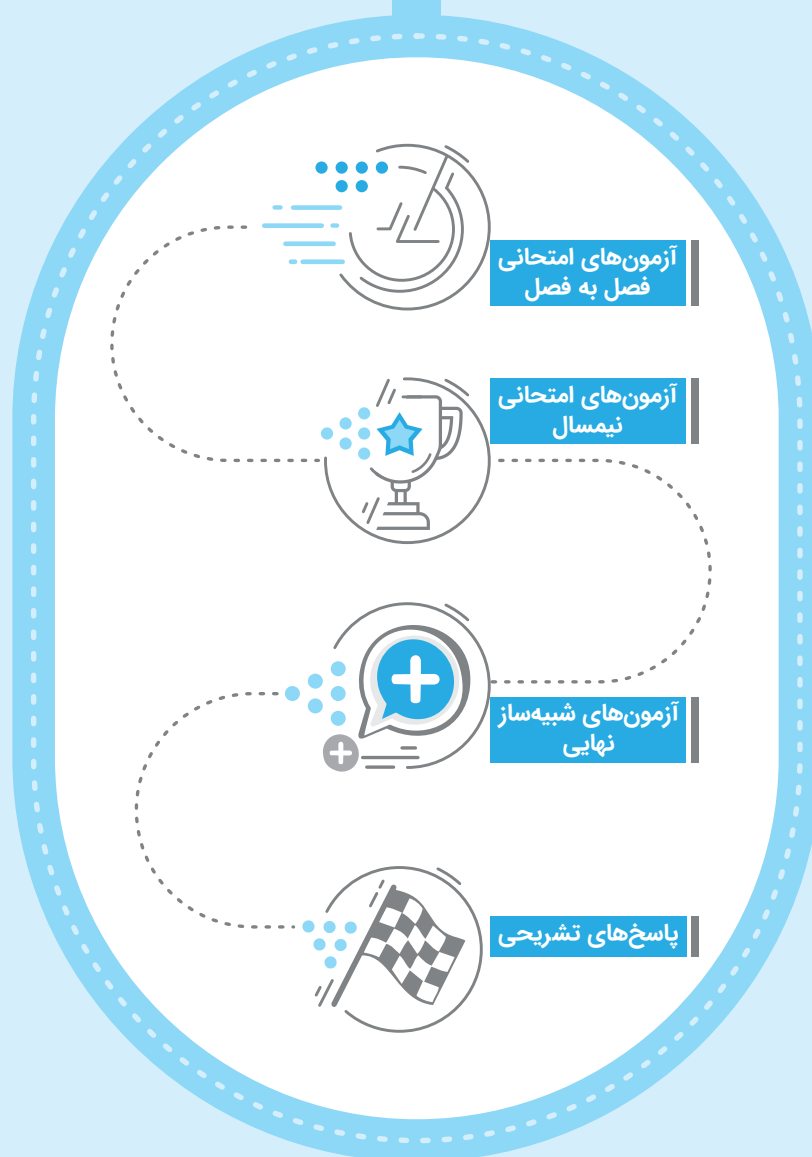
$$\Delta t = \frac{2L}{v_{\text{صوت}}}$$

Δt : مدت زمانی که پژواک به گوش شخص می‌رسد.



بازتاب از سطح کاو





گام نهایی

این قسمت جنبه جمع بندی داره و از هر قسمت پندتا سوال خوب آوریم، مثل آزمون ها،
نمره هر قسمت از حل سوال در پاسخ مشخص شده تا بتونی حساب کنی که چه نمره ای می گیری.

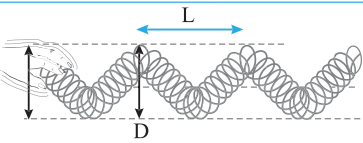
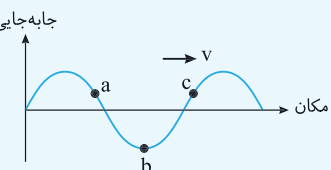
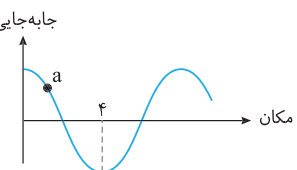
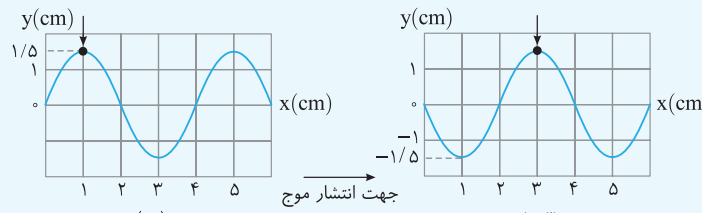
شبهه ساز امتحان نهایی فصل سوم

پاسخ: صفحه ۳۲۳ تا ۳۲۶

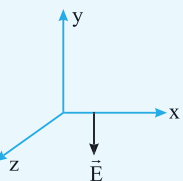
امتحان نهایی: فیزیک ۳		رشته: علوم تجربی		تألیفی		مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه																			
دیف		مفاهیم نوسان و موج						بارم																	
۱		درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را با واژه‌های درست یا نادرست مشخص کنید. (الف) در حرکت هماهنگ ساده، در نقاط بازگشت شتاب صفر است. (ب) اگر بسامد نوسان‌های واداشته بیشتر از بسامد طبیعی آونگ ساده باشد، برای آونگ تشدید رخ نمی‌دهد. (پ) تندی انتشار امواج الکترومغناطیسی در خلأ از رابطه $v = \sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$ به دست می‌آید. (ت) بسامد پرتوی فرابنفش، بیشتر از بسامد میکروموج است. (ث) اگر یک موج سینوسی از قسمت ضخیم طناب به قسمت نازک آن وارد شود، تندی موج کاهش می‌یابد.						منتخبی از امتحان نهایی		۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵															
۲		گزاره‌های زیر را با واژه مناسب کامل کنید. (الف) به هر یک از برآمدگی‌ها یا فرورفتگی‌های ایجاد شده روی سطح آب یک تشت موج می‌گویند. (ب) مکان‌یابی پژواکی به همراه اثر دوپلر در تعیین و تعیین اجسام متحرک به کار می‌رود. (پ) با افزایش دمای هوا، ضریب شکست هوا می‌یابد. (ت) در دماهای معمولی، بیشتر تابش گسیل‌شده از سطح اجسام در ناحیه قرار دارد. (ث) تندی انتشار امواج صوتی در جامدات بیشتر از تندی انتشار امواج صوتی در مایعات است. (ج) گوش انسان قادر به شنیدن تن‌های صدای 20 Hz تا است. (چ) بسامد زاویه‌ای سامانه جرم - فنر با جذر به طور وارون، متناسب است. (ح) با کاهش تندی نوسانگر، انرژی نوسانگر ثابت می‌ماند. (خ) برای امواج مکانیکی، تندی انتشار موج طولی در یک محیط جامد از تندی انتشار موج عرضی در همان محیط است. (د) طول موج موج سطحی آب در قسمت عمیق از قسمت کم‌عمق آن است. (ذ) طبق قانون بازتاب عمومی، زاویه تابش همواره با زاویه برابر است. (ر) در اثر تغییر تندی موج در ورود به یک محیط دیگر، پدیده رخ می‌دهد. (ز) به تجزیه نورسفید به نورهای رنگی توسط منشور می‌گویند.						منتخبی از امتحان نهایی		۰/۲۵ ۰/۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵															
۳		با توجه به مفاهیم حرکت نوسانی و موج، هر کدام از موارد ستون A، با یک مورد از ستون ارتباط دارد. پاسخ درست را مشخص کنید. (در ستون ، سه مورد اضافی است).						۰/۷۵																	
		<table><tr><td colspan="2">A</td></tr><tr><td>الف) در طیف امواج الکترومغناطیسی از امواج رادیویی به سمت امواج گاما این کمیت در خلأ ثابت می‌ماند.</td><td>a) ارتفاع صوت</td></tr><tr><td>ب) در این پدیده، با برابر شدن بسامدهای واداشته و طبیعی نوسانگر، دامنه نوسان تا حد معینی افزایش می‌یابد.</td><td>b) نوسان‌های دوره‌ای</td></tr><tr><td>پ) شدت صوتی است که گوش انسان از صوت درک می‌کند.</td><td>c) تندی انتشار</td></tr><tr><td></td><td>d) بسامد</td></tr><tr><td></td><td>e) بلندی صوت</td></tr><tr><td></td><td>f) تشدید</td></tr></table>						A		الف) در طیف امواج الکترومغناطیسی از امواج رادیویی به سمت امواج گاما این کمیت در خلأ ثابت می‌ماند.	a) ارتفاع صوت	ب) در این پدیده، با برابر شدن بسامدهای واداشته و طبیعی نوسانگر، دامنه نوسان تا حد معینی افزایش می‌یابد.	b) نوسان‌های دوره‌ای	پ) شدت صوتی است که گوش انسان از صوت درک می‌کند.	c) تندی انتشار		d) بسامد		e) بلندی صوت		f) تشدید	ریاضی - نهایی ۱۴۰۱			
A																									
الف) در طیف امواج الکترومغناطیسی از امواج رادیویی به سمت امواج گاما این کمیت در خلأ ثابت می‌ماند.	a) ارتفاع صوت																								
ب) در این پدیده، با برابر شدن بسامدهای واداشته و طبیعی نوسانگر، دامنه نوسان تا حد معینی افزایش می‌یابد.	b) نوسان‌های دوره‌ای																								
پ) شدت صوتی است که گوش انسان از صوت درک می‌کند.	c) تندی انتشار																								
	d) بسامد																								
	e) بلندی صوت																								
	f) تشدید																								
حرکت هماهنگ ساده																									
۴		در یک سامانه جرم - فنر، فنر را به اندازه 1 cm می‌کشیم و سپس رها می‌کنیم. اگر نوسانگر برای اولین بار در لحظه $t = 0.25\text{ s}$ از نقطه تعادل عبور کند، معادله حرکت را بنویسید.						۰/۷۵																	
		تجربی - نهایی ۱۴۰۲																							

۵	یک سامانه جرم - فنر بر روی سطح افقی بدون اصطکاکی حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر جرم وزنه ۸۰۰ و ثابت فنر ۸۰N/m باشد، دوره تناوب سامانه را حساب کنید. ($\pi \approx ۳$)	۰/۵
۶	معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = ۰/۴ \cos \frac{\pi}{۴} t$ است. الف) بیشینه تندی نوسانگر را تعیین کنید. ب) در چه زمانی پس از لحظه صفر، برای سومین بار انرژی جنبشی نوسانگر به بیشترین مقدار خود می‌رسد؟	۰/۵ ۰/۷۵
۷	نوسانگر هماهنگ ساده‌ای روی محور X مطابق شکل زیر در هر دقیقه ۹۰ نوسان کامل حول نقطه تعادل بین دو نقطه M و N انجام می‌دهد. نوسانگر در لحظه $t = ۰$ از نقطه M حرکت خود را از حال سکون آغاز می‌کند. شتاب نوسانگر در نقطه چقدر است؟ ($\pi^2 = ۱۰$) تجربی - نهایی ۱۴۰۲	۱ ۰/۷۵
۸	نمودار مکان - زمان نوسانگری مطابق شکل روبه‌رو است. الف) معادله حرکت این نوسانگر در SI را بنویسید. ب) در چه لحظه‌ای، انرژی جنبشی برای نخستین بار بیشینه می‌شود؟ مشابه ریاضی - نهایی ۱۴۰۳	۱ ۰/۲۵
۹	معادله مکان - زمان یک نوسانگر هماهنگ ساده در SI به صورت $x = ۰/۲ \cos ۲۰\pi t$ است. الف) در لحظه $t = \frac{1}{۶}$ اندازه شتاب نوسانگر چند متر مربع بر ثانیه است؟ ب) اگر جرم نوسانگر ۲۰ باشد، انرژی مکانیکی آن چند ژول است؟ ($\cos \frac{\pi}{۳} = \frac{1}{۲}$, $\pi^2 = ۱۰$) تجربی - نهایی ۱۴۰۱	۰/۷۵ ۰/۷۵
۱۰	انرژی مکانیکی یک نوسانگر وزنه - فنر که روی سطح افقی بدون اصطکاکی در حال نوسان است برابر ۱۰ و جرم وزنه این نوسانگر ۰/۴ است. در لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگر برابر با انرژی پتانسیل آن است، تندی حرکت نوسانگر چند S است؟ تجربی - نهایی ۱۴۰۰	۱ ۰/۴
۱۱	نمودار انرژی پتانسیل بر حسب مکان در سامانه جرم - فنری که به آن وزنه‌ای به جرم ۲۰۰ وصل شده است. مطابق شکل زیر است. بیشینه سرعت نوسانگر را به دست آورید. تجربی - نهایی ۱۴۰۳	۰/۷۵
۱۲	در مکانی که مقدار شتاب گرانشی $۹/۷۵ \text{ S}^2$ است، دوره تناوب یک آونگ ساده در حال نوسان، ۲S است. الف) طول آونگ چند متر است؟ ($\pi^2 = ۱۰$) ب) آیا جرم آونگ تأثیری در بسامد آونگ دارد؟ تجربی - نهایی ۹۹	۰/۷۵ ۰/۲۵
۱۳	نمودار مکان - زمان یک آونگ ساده مطابق شکل روبه‌رو است: الف) طول این آونگ چقدر است؟ ($\pi^2 = ۱۰$, $\text{S}^2 = ۱۰$) ب) تعداد نوسان‌های این آونگ در مدت یک دقیقه را به دست آورید. ریاضی - نهایی ۱۴۰۱	۰/۷۵ ۰/۵
۱۴	انرژی مکانیکی آونگ ساده‌ای، ۴ است. با چشم‌پوشی از اتلاف انرژی، اگر در همان مکان، طول آونگ، نصف شود، انرژی مکانیکی آن، چند ژول خواهد شد؟ (جرم و دامنه حرکت، در هر دو حالت یکسان است). تجربی - نهایی ۱۴۰۳	۱
۱۵	مطابق شکل زیر، چند آونگ را از سیمی آویخته‌ایم. با به نوسان در آوردن آونگ : الف) آیا همه آونگ‌ها شروع به نوسان می‌کنند؟ ب) در کدام آونگ پدیده تشدید اتفاق می‌افتد؟ تجربی - نهایی ۱۴۰۳	۰/۲۵ ۰/۲۵

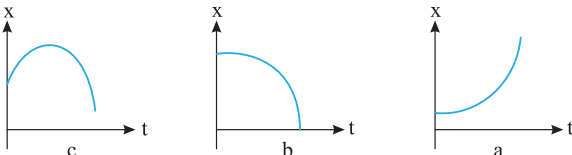
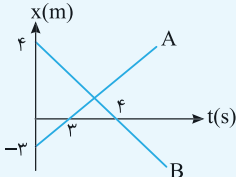
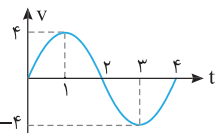
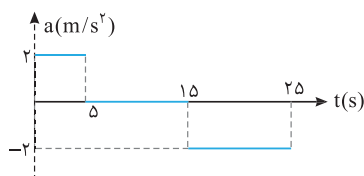
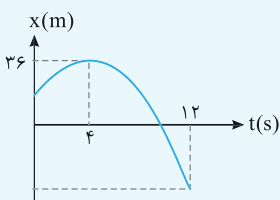
موج و مشخصه‌های آن

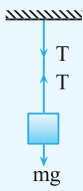
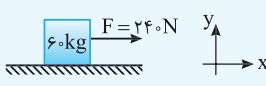
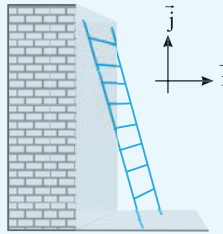
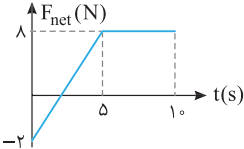
۱۶	شکل روبه‌رو، یک موج در حال انتشار را نشان می‌دهد. (الف) تعیین کنید و چه کمیت‌هایی هستند. (ب) این موج طولی است یا عرضی؟ چرا؟	 ریاضی - نهایی ۹۹	۰/۵ ۰/۵
۱۷	چشمه موجی با بسامد 20 Hz در یک محیط که تندی انتشار موج در آن 200 m/s است، نوسان‌های عرضی ایجاد می‌کند. فاصله یک قله و یک دره متوالی چند سانتی‌متر است؟		۰/۷۵ تجربی - شهریور ۱۴۰۲
۱۸	فتری به جرم 0.6 kg و طول 4 m را با نیروی $1/2\text{ N}$ می‌کشیم. اگر موج طولی ایجاد شده با بسامد $2/8\text{ Hz}$ در طول فنر منتشر شود طول موج آن را به دست آورید. ($\sqrt{2} = 1/4$)		۱ تجربی - نهایی ۱۴۰۳
۱۹	شکل زیر یک موج سینوسی را در لحظه‌ای از زمان نشان می‌دهد که با تندی در جهت محور x در طول ریسمان کشیده شده‌ای حرکت می‌کند. سه جزء a، و از این ریسمان روی شکل نشان داده شده‌اند. (الف) در این لحظه، کدام جزء به طرف پایین می‌رود؟ (ب) کاهش نیروی کشش وارد بر این ریسمان، چه اثری بر تندی انتشار موج عرضی دارد؟	 ریاضی - نهایی ۱۴۰۰	۰/۲۵ ۰/۲۵
۲۰	شکل زیر، یک موج سینوسی را در لحظه‌ای از زمان نشان می‌دهد که در طول ریسمان کشیده‌ای شده‌ای حرکت می‌کند. اگر در لحظه نشان داده شده، ذره a، رو به پایین حرکت کند، (الف) جهت انتشار موج را تعیین کنید. (ب) اگر بسامد نوسان، 20 Hz باشد، تندی انتشار موج چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟	 ریاضی - نهایی ۱۴۰۳	۰/۲۵ ۰/۷۵
۲۱	شکل (الف) مربوط به نقش یک موج مکانیکی در یک محیط در لحظه $t_1 = 0$ است و در لحظه $t_2 = 0.1\text{ s}$ برای اولین بار شکل موج به صورت شکل (ب) می‌شود. بیشینه تندی هر ذره از محیط انتشار موج در SI چقدر است؟ ($\pi = 3$)	 جهت انتشار موج	۱/۲۵ تجربی - نهایی ۱۴۰۱

امواج الکترومغناطیسی

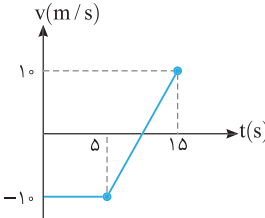
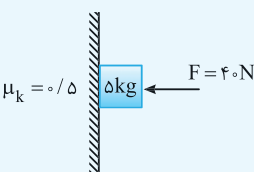
۲۲	طول آنتن یک گوشی تلفن همراه قدیمی معمولاً $\frac{1}{4}$ طول موج دریافتی است. اگر طول آنتن یک گوشی $7/5$ سانتی‌متر باشد، بسامدی که گوشی با آن کار می‌کند، چند هرتز است؟ ($3 \times 10^8\text{ s}^{-1}$)		۰/۷۵
۲۳	مطابق شکل زیر، در نقطه‌ای از فضا و در یک لحظه خاص، جهت میدان الکتریکی یک موج الکترومغناطیسی خلاف جهت محور $+z$ است. اگر در این لحظه موج در جهت محور $+z$ منتشر شود، برای این نقطه جهت میدان مغناطیسی در کدام سو است؟	 تجربی - نهایی ۹۸	۰/۵

آزمون نیمسال اول (۲)

ردیف	سؤالات	رشته: علوم تجربی	تألیفی	مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه
نمره				
۱	کلمه صحیح را از داخل پرانتز انتخاب کنید. الف) شخصی از خانه 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 نشان‌دهنده 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 به صورت روبه‌رو است. الف) معادله مکان - زمان این دو کفشدوزک را بنویسید. ب) در چه لحظه‌ای بر حسب ثانیه فاصله دو کفشدوزک ۱۰ است؟ 			۱ ۰/۵
۴	نمودار سرعت - زمان متحرکی، مطابق شکل روبه‌رو است. الف) در کدام بازه زمانی، شتاب متحرک منفی و حرکت آن تندشونده است؟ ب) سرعت متوسط متحرک در بازه 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 72 در حال حرکت است، مانعی جلوی خود می‌بیند و با تأخیر واکنش t با شتاب 4 m/s^2 ترمز می‌گیرد و پس از طی مسافت 54 متوقف می‌شود. t چند ثانیه است؟			۱
۶	نمودار شتاب - زمان متحرکی به صورت روبه‌رو است. شتاب متوسط در بازه $20s$ تا $25s$ را حساب کنید. 			۱
۷	نمودار مکان - زمان متحرکی که روی خط راست با شتاب ثابت در حال حرکت است به صورت سهمی شکل مقابل است. اگر تندی متحرک در لحظه $t = 12s$ برابر 16 m/s باشد، شتاب حرکت را حساب کنید. 			۱

۸	هر یک عبارت‌های ستون A با یک مورد از ستون مرتبط است. آن‌ها را مشخص کنید.	۱														
<table><tr><th colspan="2">A</th></tr><tr><td>(۱) اندازه نیروی کشسانی فنر</td><td>(a) شتاب</td></tr><tr><td>(۲) سطح زیر نمودار نیرو - زمان</td><td>() حالت سکون</td></tr><tr><td>(۳) اندازه نیروی گرانش</td><td>() تندی حدی</td></tr><tr><td>(۴) متوازن بودن نیروی مقاومت هوا و نیروی گرانش</td><td>() قانون هوک</td></tr><tr><td></td><td>() عکس مربع فاصله</td></tr><tr><td></td><td>(f) تغییر تکانه</td></tr></table>			A		(۱) اندازه نیروی کشسانی فنر	(a) شتاب	(۲) سطح زیر نمودار نیرو - زمان	() حالت سکون	(۳) اندازه نیروی گرانش	() تندی حدی	(۴) متوازن بودن نیروی مقاومت هوا و نیروی گرانش	() قانون هوک		() عکس مربع فاصله		(f) تغییر تکانه
A																
(۱) اندازه نیروی کشسانی فنر	(a) شتاب															
(۲) سطح زیر نمودار نیرو - زمان	() حالت سکون															
(۳) اندازه نیروی گرانش	() تندی حدی															
(۴) متوازن بودن نیروی مقاومت هوا و نیروی گرانش	() قانون هوک															
	() عکس مربع فاصله															
	(f) تغییر تکانه															
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 ۶۰ را می‌کشد. شتاب حرکت جعبه ۲ m/s^2 است. (الف) ضریب اصطکاک جنبشی چقدر است؟ (۱۰ m/s^2) (ب) اگر به جعبه نیروی $\vec{F}' = -۱۰۰(\text{N})$ وارد شود، شتاب حرکت در این حالت چقدر خواهد شد؟	 ۰/۷۵ ۰/۷۵														
۱۲	کارگری یک سطل محتوی مصالح به جرم ۱۶ را با شتاب ۲ m/s^2 به طرف پایین به حرکت در می‌آورد. در طول این حرکت نیروی کشش طناب ۱۲۰ N است. اگر نیروی مقاومت هوا را ثابت فرض کنیم، این نیرو در طول مسیر چند نیوتون است؟ (۱۰ N/)	 ۱														
۱۳	یک نردبان به جرم ۲۰ بر دیوار قائم بدون اصطکاک تکیه داده شده و در آستانه لیز خوردن است. اگر ضریب اصطکاک بین نردبان و سطح افقی $۰/۴$ باشد: (۱۰ N/) (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 ۱۰ s نخست چند نیوتون است؟	 ۱														
۱۵	با توجه به واژه‌های داده شده، گزاره‌های زیر را کامل کنید. (یک واژه اضافی است). (دارد - افزایش - نقطه تعادل - دارد - کاهش - بازگشتی) (الف) به دو سر پاره‌خط نوسان، نقاط گفته می‌شود. (ب) تندی نوسانگر، هنگام عبور از بیشینه می‌شود. (پ) با ثابت ماندن دامنه نوسان با افزایش بسامد، انرژی مکانیکی نوسانگر می‌یابد. (ت) در یک نوسان واداشته اگر بسامد نوسان واداشته بیشتر از بسامد طبیعی نوسانگر باشد، رفته رفته دامنه نوسانگر می‌یابد. (ث) موج مکانیکی برای انتشار به محیط مادی نیاز	۱/۲۵														

آزمون جامع (۱)

امتحان نهایی: فیزیک ۳		رشته: علوم تجربی	تألیفی	مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه
ردیف	سؤالات			نمره
۱	جاهای خالی را با کلمات مناسب کامل کنید. (الف) در حرکت کندشونده روی خط راست، بردارهای سرعت و شتاب یکدیگرند. (ب) واکنش نیروی وزن وارد بر جسم به وارد می‌شود. (پ) شیب خط مماس بر نمودار بر حسب زمان، شتاب متحرک را مشخص می‌کند. (ت) در سقوط چترباز هنگامی که چترباز به تندی حدی می‌رسد، نیروی مقاومت شاره با نیروی برابر است.			۱
۲	شکل روبه‌رو نمودار سرعت - زمان خودرویی را که روی خط راست حرکت می‌کند نشان می‌دهد. (الف) در بازه صفر تا ۱۵S چند ثانیه حرکت تندشونده است؟ (ب) تندی متوسط در بازه ۰ تا ۱۵S را حساب کنید.			۰/۷۵ ۰/۷۵
				
۳	معادله حرکت جسمی که روی خط راست حرکت می‌کند در SI به صورت $x = -t^2 + 8t + 10$ است. (الف) معادله سرعت - زمان حرکت را در SI بنویسید. (ب) سرعت متوسط جسم در دو ثانیه دوم حرکت به دست آورید.			۰/۷۵ ۰/۷۵
۴	آزمایشی طراحی کنید که ضریب اصطکاک ایستایی بین دو جسم را مشخص کند.			۱
۵	مطابق شکل جعبه‌ای جرم ۱۰، توسط نیروی افقی ۴۰N شروع به حرکت می‌کند. اگر شتاب حرکت جعبه $2/s^2$ باشد: ($= 10N/$) (الف) ضریب اصطکاک بین جعبه و سطح افقی را به دست آورید. (ب) نیرویی که سطح به جعبه وارد می‌کند چند نیوتون است؟			۰/۷۵ ۰/۵
				
۶	شخصی به جرم ۷۰ درون آسانسوری ساکن روی یک ترازوی فنری ایستاده است. وقتی آسانسور با شتاب a رو به بالا شروع به حرکت می‌کند، ترازو عدد ۸۴۰N را نشان می‌دهد. a را به دست آورید. ($= 10N/$)			۰/۷۵
۷	در شکل روبه‌رو جسم از لحظه $t = 0$ شروع به حرکت می‌کند. تکانه جسم در لحظه $t = 4s$ را حساب کنید.			۱
				
۸	دو ماهواره A و B به دور زمین در حال چرخیدن هستند. اگر شعاع زمین باشد و فاصله ماهواره A تا سطح زمین ۳ و فاصله ماهواره B تا سطح زمین ۴ باشد، شتاب گرانش در محل ماهواره A چند برابر شتاب گرانش در محل ماهواره B است؟			۰/۷۵
۹	درستی یا نادرستی عبارتهای زیر را مشخص کنید. (الف) بسامد سامانه جرم - فنر با یک فنر معین ولی وزنه‌های متفاوت با جذر جرم وزنه به طور مستقیم متناسب است. (ب) هرگاه دمای محیطی که در آن یک ساعت آونگ‌دار قرار دارد افزایش یابد، ساعت عقب می‌افتد. (پ) اگر بسامد نوسان‌های واداشته بیشتر از بسامد طبیعی آونگ ساده باشد، برای آونگ تشدید رخ نمی‌دهد.			۰/۷۵

۱۰	برای هر گزاره، گزینه مناسب را انتخاب کنید. الف) شکل روبه‌رو دو موج S و یک زلزله را مشخص می‌کند، تندی انتشار کدام موج بیشتر است؟ موج (۱) S موج (۲) ب) در کدام شکل بسامد دریافتی توسط شونده از بسامد چشمه صوت بیشتر است؟ (۱) a (۲) پ) در شکل روبه‌رو یک پرتو نور مرکب از نور قرمز و آبی از هوا وارد آب می‌شود. کدام پرتو مسیر نور قرمز است؟ (۱) a (۲)	۰/۷۵
۱۱	نمودار انرژی پتانسیل بر حسب مکان در سامانه جرم - فنری که به آن وزنه‌ای به جرم وصل شده به صورت زیر است. بیشینه نیروی وارد بر وزنه چند نیوتون است؟	۰/۷۵
۱۲	آونگی در حال حرکت هماهنگ ساده است. اگر معادله حرکت این نوسانگر در SI به صورت $x = 0.5 \cos(\pi t)$ باشد: الف) طول آونگ را حساب کنید. ($\pi^2 = 10$) ب) بیشینه تندی حرکت نوسانگر را به دست آورید.	۰/۵ ۰/۵
۱۳	چشمه موجی در یک فنر موج طولی ایجاد می‌کند. اگر تندی انتشار موج در فنر S / ۱۰ و فاصله یک بیشینه جمع‌شدگی تا بیشینه بازشدگی مجاور آن ۱/۲۵ سانتی‌متر باشد، بسامد چشمه موج را حساب کنید.	۰/۷۵
۱۴	شکل‌های (الف) و (ب) نقش موجی که در جهت مثبت محور X منتشر می‌شوند، را در دو لحظه t_1 و t_2 نشان می‌دهند. علامت پیکان، یک قله موج را در این دو لحظه نشان می‌دهد. الف) نوع حرکت ذره M را در لحظه t_1 مشخص کنید. ب) اگر بسامد نوسان‌ها ۵۰ Hz باشد، $\Delta t = t_2 - t_1$ چند ثانیه است؟	۰/۲۵ ۰/۵
۱۵	تراز شدت صوتی ۴۰ است. شدت این صوت را حساب کنید. ($I_0 = 10^{-12}$ / W/m^2)	۰/۷۵
۱۶	فاصله بین شخص تا یک دیوار ۱۴ است. اگر تندی صوت در آن محیط S / ۳۴۰ باشد، شخص با تولید صوت آیا می‌تواند پژواک صوت خود را از صوت اصلی تمیز دهد؟ چرا؟	۰/۷۵
۱۷	مطابق شکل زیر پرتو نوری از هوا وارد محیط شفاف دیگری می‌شود. طول موج در محیط شفاف چند برابر طول موج در هوا است؟ ($\cos 37^\circ = 0.8$)	۰/۷۵

$$= \mathbb{A}^1(\mathbb{C}/\mathbb{P}^1) \Rightarrow \quad \mathbb{C}/\mathbb{C} \times \frac{\pi}{\mathbb{C}} \Rightarrow \quad = \frac{\pi}{\mathbb{C}} \quad / \mathbb{S}(\mathbb{C}/\mathbb{P}^1)$$