

ساختار کتاب

کتاب شب امتحان فیزیک (۳) دوازدهم تجربی از ۴ قسمت اصلی تشکیل شده است که به صورت زیر است:

۱- **آزمون‌های نوبت اول:** آزمون‌های شماره ۱ تا ۴ این کتاب مربوط به مباحث نوبت اول است که خودش به دو قسمت تقسیم می‌شود:

(الف) آزمون‌های طبقه‌بندی‌شده: آزمون‌های شماره ۱ و ۲ را فصل به فصل طبقه‌بندی کرده‌ایم؛ بنابراین شما به راحتی می‌توانید پس از خواندن هر فصل از درس‌نامه تعدادی سؤال را بررسی کنید. حواستان باشد این آزمون‌ها هم، ۲۰ نمره‌ای و مثل یک آزمون کامل هستند. در کنار سؤال‌های این آزمون‌ها نکات مشاوره‌ای نوشته‌ایم. این نکات به شما در درس خواندن قبل از امتحان و پاسخگویی به آزمون در زمان امتحان کمک می‌کند.

(ب) آزمون‌های طبقه‌بندی‌نشده: آزمون‌های شماره ۳ و ۴ را طبقه‌بندی نکرده‌ایم تا دو آزمون نوبت اول مشابه آزمون‌ی را که معلمان از شما خواهد گرفت، ببینید.

۲- **آزمون‌های نوبت دوم:** آزمون‌های شماره ۵ تا ۱۲ از کل کتاب و مطابق امتحان پایان سال طرح شده‌اند. این قسمت هم، خودش به ۲ بخش تقسیم می‌شود:

(الف) آزمون‌های طبقه‌بندی‌شده: آزمون‌های شماره ۵ تا ۸ را که برای نوبت دوم طرح شده‌اند هم طبقه‌بندی کرده‌ایم. با این کار باز هم می‌توانید پس از خواندن هر فصل تعدادی سؤال مرتبط را پاسخ دهید. هر کدام از این آزمون‌ها هم، ۲۰ نمره دارند؛ در واقع در این بخش، شما ۴ آزمون کامل را می‌بینید. این آزمون‌ها هم نکات مشاوره‌ای دارند. آزمون‌های شماره ۵ و ۶ به ترتیب امتحان‌های نهایی خرداد ۹۸، خرداد ۹۹، شهریور ۹۹ و شهریور ۱۴۰۰ رشته تجربی هستند.

(ب) آزمون‌های طبقه‌بندی‌نشده: آزمون‌های شماره ۹ تا ۱۲ را طبقه‌بندی نکرده‌ایم؛ پس، در این بخش با ۴ آزمون نوبت دوم، مشابه آزمون پایان سال مواجه خواهید شد. آزمون‌های شماره ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ به ترتیب امتحان‌های نهایی خرداد ۱۴۰۰، خرداد ۱۴۰۱، دی ۱۴۰۰ و شهریور ۱۴۰۱ رشته تجربی است.

۳- **پاسخ‌نامه تشریحی آزمون‌ها:** در پاسخ تشریحی آزمون‌ها، همه آن‌چه را که شما باید در امتحان بنویسید تا نمره کامل کسب کنید، برایتان نوشته‌ایم.

۴- **درس‌نامه کامل شب امتحانی:** در این قسمت، همه آن‌چه را که شما برای گرفتن نمره عالی در امتحان فیزیک (۳) تجربی نیاز دارید، در ۲۱ صفحه آورده‌ایم، بخوانید و لذتش را ببرید!

یک راهکار: موقع امتحان‌های نوبت اول می‌توانید از سؤال‌های فصل‌های اول تا سوم آزمون‌های ۵ تا ۸ هم استفاده کنید.

فهرست

صفحه	صفحه	نوبت	آزمون	پاسخ‌نامه
آزمون شماره ۱	(طبقه‌بندی‌شده)	اول	۳	۲۸
آزمون شماره ۲	(طبقه‌بندی‌شده)	اول	۵	۲۹
آزمون شماره ۳	(طبقه‌بندی‌نشده)	اول	۷	۳۰
آزمون شماره ۴	(طبقه‌بندی‌نشده)	اول	۹	۳۱
آزمون شماره ۵	(طبقه‌بندی‌شده)	دوم	۱۱	۳۲

محتوای آزمون ۵: نهایی خرداد ۹۸ رشته تجربی

آزمون شماره ۶	(طبقه‌بندی‌شده)	دوم	۱۳	۳۳
---------------	-----------------	-----	----	----

محتوای آزمون ۶: نهایی خرداد ۹۹ رشته تجربی

آزمون شماره ۷	(طبقه‌بندی‌شده)	دوم	۱۵	۳۴
---------------	-----------------	-----	----	----

محتوای آزمون ۷: نهایی شهریور ۹۹ رشته تجربی

آزمون شماره ۸	(طبقه‌بندی‌شده)	دوم	۱۸	۳۶
---------------	-----------------	-----	----	----

محتوای آزمون ۸: نهایی شهریور ۱۴۰۰ رشته تجربی

آزمون شماره ۹	(طبقه‌بندی‌نشده)	دوم	۲۰	۳۷
---------------	------------------	-----	----	----

محتوای آزمون ۹: نهایی خرداد ۱۴۰۰ رشته تجربی

آزمون شماره ۱۰	(طبقه‌بندی‌نشده)	دوم	۲۲	۳۸
----------------	------------------	-----	----	----

محتوای آزمون ۱۰: نهایی خرداد ۱۴۰۱ رشته تجربی

آزمون شماره ۱۱	(طبقه‌بندی‌نشده)	دوم	۲۴	۳۹
----------------	------------------	-----	----	----

محتوای آزمون ۱۱: نهایی دی ۱۴۰۰ رشته تجربی

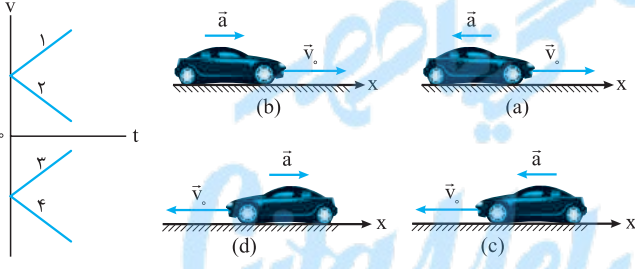
آزمون شماره ۱۲	(طبقه‌بندی‌نشده)	دوم	۲۶	۴۰
----------------	------------------	-----	----	----

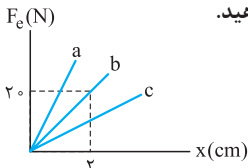
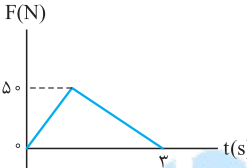
محتوای آزمون ۱۲: نهایی شهریور ۱۴۰۱ رشته تجربی

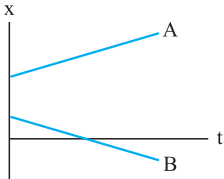
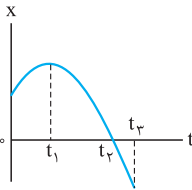
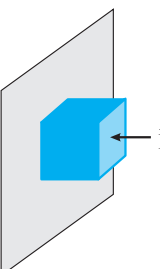
درس‌نامه توپ برای شب امتحان

بازم‌بندی درس فیزیک ۳ تجربی

شماره فصل	نوبت اول	نوبت دوم
فصل اول	۸	۴
فصل دوم	۸/۵	۴/۲۵
فصل سوم	۳/۵	۶/۷۵
	-	-
فصل چهارم	-	۵
جمع	۲۰	۲۰

رشته: علوم تجربی	مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه	kheilisabz.com	فیزیک (۳)
ردیف	آزمون شماره ۱	نوبت اول پایه دوازدهم	نمره
فصل اول			
۱	درستی یا نادرستی عبارتهای زیر را تعیین کنید. الف) همواره در حرکت با شتاب ثابت و مثبت بر خط راست، مسافت طی شده و اندازه جابه جایی برابر است. ب) شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان برابر با شتاب لحظه ای است.	۰/۲۵ ۰/۲۵	
۲	جاهای خالی را با عبارتهای مناسب پر کنید. الف) طول مسیری را که متحرک از مبدأ تا مقصد طی می کند می نامیم. ب) در حرکت با شتاب ثابت، تغییرات در واحد زمان ثابت می ماند.	۰/۲۵ ۰/۲۵	
۳	عبارت مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید. الف) بردار سرعت متوسط با بردار (جابه جایی - مکان) هم جهت است. ب) سطح محصور بین نمودار شتاب - زمان و محور زمان برابر با تغییرات (شتاب - سرعت) است.	۰/۲۵ ۰/۲۵	
۴	گلوله تفنگی با سرعت 200 m/s به تنه درختی برخورد می کند و پس از طی 5 cm در آن متوقف می شود. اگر شتاب حرکت گلوله در تنه درخت ثابت باشد، مقدار شتاب، چند متر بر مجذور ثانیه است؟	۱	در سوال های حرکت با شتاب ثابت تنها کاری که باید بکنیم اینه که ببینیم چه چیزهایی رو داریم و چه چیزهایی رو می فوایم. همین موضوع مشخص می کنه که سوال از چه فرمولی حل می شه.
۵	در تمامی حالت های شکل زیر، خودروها در امتداد محور x و با شتاب ثابت در حرکت اند. الف) حرکت هر یک از خودروها، توسط کدام یک از نمودارهای $v-t$ توصیف می شود؟ ب) توضیح دهید تندی کدام خودرو در حال افزایش (حرکت تندشونده) و تندی کدام خودرو در حال کاهش (حرکت کندشونده) است؟	۱ ۱	
۶	خودرویی پشت چراغ قرمز ایستاده است. با سبزشدن چراغ، خودرو با شتاب ثابت 3 m/s^2 روی خط راست شروع به حرکت می کند. در همین لحظه، کامیونی با سرعت ثابت 54 km/h از آن سبقت می گیرد. الف) چند ثانیه پس از سبزشدن چراغ، خودرو به کامیون می رسد؟ ب) خودرو پس از طی چه مسافتی به کامیون می رسد؟	۱/۲۵ ۱	
۷	معادله سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می کند، به صورت $v = 6t - 21$ است. سرعت متوسط متحرک در ثانیه چهارم حرکت چند متر بر ثانیه است؟	۱/۲۵	
فصل دوم			
۸	درستی یا نادرستی عبارتهای زیر را تعیین کنید. الف) نیروی مقاومت شاره همان نیروی شناوری است. ب) ضریب اصطکاک جنبشی به مساحت سطح تماس بین دو جسم بستگی دارد.	۰/۲۵ ۰/۲۵	
۹	جاهای خالی را با عبارتهای مناسب پر کنید. الف) هر چه تندی جسم بیشتر باشد، اندازه تکانه جسم است. ب) نیروی عمودی سطح ناشی از سطح تماس دو جسم است.	۰/۲۵ ۰/۲۵	
۱۰	عبارت مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید. الف) طبق قانون (اول - سوم) نیوتون، یک جسم حالت سکون یا حرکت با سرعت ثابت بر روی خط راست خود را حفظ می کند، مگر آن که نیروی خالص غیر صفری بر آن وارد شود. ب) نیروی کشسانی فنر با اندازه کاهش طول نسبت به حالت عادی فنر نسبت (مستقیم - عکس) دارد.	۰/۲۵ ۰/۲۵	
۱۱	با یک سکه، یک تکه مقوا و یک لیوان، آزمایشی طراحی کنید که در آن وجود لختی اجسام نشان داده شود.	۱	
۱۲	جتر بازی 10 s پس از پرش، جترش را باز می کند. حرکت جتر باز را از زمان باز شدن جترش تحلیل کنید. (تندی حدی جتر باز حدود 5 m/s است).	۱/۵	مواستون به این نوع سوال های تندی هدی باشه. اول باید بررسی کنید که زمانی که جتر باز می شه، سرعت بیشتر از سرعت حدیه یا کم تر.

ردیف	آزمون شماره ۱	رشته: علوم تجربی	مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه	kheilisabz.com	نمره
۱۳	شخصی به جرم 60 kg درون آسانسوری روی یک ترازوی فنری ایستاده است. آسانسور در حالی که به طرف پایین حرکت می‌کند، با شتاب 2 N/kg متوقف می‌شود. مقداری را که ترازو نشان می‌دهد، به دست آورید. ($g = 10 \text{ N/kg}$)	در سؤال‌های آسانسور بهترین روش این‌که جهت حرکت رو به جهت مثبت در نظر بگیرید.	۱/۲۵		
۱۴	جعبه‌ای به جرم 50 kg در ابتدا روی زمین ساکن است. اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و زمین 0.6 باشد، حداقل نیروی افقی لازم برای به حرکت درآوردن جعبه چه قدر است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)		۱/۲۵		
۱۵	با توجه به شکل روبه‌رو که نمودار نیروی کشسانی بر حسب تغییر طول برای سه فنر در یک آزمایش است، به سؤالات زیر پاسخ دهید. (الف) ثابت کدام فنر بیشتر است؟ (ب) مقدار ثابت فنر b را بر حسب نیوتون بر متر به دست آورید.		۰/۵ ۰/۵		
۱۶	نمودار نیروی واردشده به یک جسم بر حسب زمان مطابق شکل است. (الف) تغییرات تکانه جسم را در بازه $(0, 3\text{s})$ به دست آورید. (ب) نیروی متوسط واردشده بر جسم در این بازه چند نیوتون است؟		۰/۵ ۰/۵	هتمن یکی از سؤال‌های امتحاناتون به مبحث تکانه افتصاص داره. لطفاً این مبحث رو چری بگیرید!	
فصل سوم					
۱۷	درستی یا نادرستی عبارتهای زیر را تعیین کنید. (الف) با دو برابر کردن دامنه نوسان یک نوسانگر جرم - فنر دوره تناوب آن ۲ برابر می‌شود. (ب) نوسان‌های سینوسی یک نوع نوسان دوره‌ای هستند.		۰/۲۵ ۰/۲۵		
۱۸	جاهای خالی را با عبارتهای مناسب پر کنید. (الف) به بیشترین فاصله نوسانگر از نقطه تعادل می‌گویند. (ب) اگر راستای نوسان ذره‌های محیط، موازی با راستای انتشار موج باشد، موج را می‌نامیم.	معمولاً در امتحان‌های فیزیک، تعاریف در قالب «فاصله» مطرح می‌شه. آگه «جاهای خالی» براتون مهمه، تعاریف رو خوب بخونید و فقط کنید.	۰/۲۵ ۰/۲۵		
۱۹	عبارتهای مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید. (الف) نوسان تابی که آن را از حالت تعادل خارج و سپس رها می‌کنیم، نمونه‌ای از (نوسان واداشته - نوسان آزاد) است. (ب) انرژی مکانیکی نوسانگر ساده به مکان نوسانگر بستگی (دارد - ندارد).		۰/۲۵ ۰/۲۵		
۲۰	شکل روبه‌رو نمودار نوار قلب یک انسان در مدت $\frac{1}{15} \text{ min}$ است. دوره تناوب و بسامد ضربان قلب این شخص را حساب کنید.		۰/۷۵		
۲۱	جسمی به جرم 2 kg به فنری افقی با ثابت 8 N/cm متصل است. اگر فنر را به اندازه 4 cm فشرده و سپس رها کنیم: (الف) تندی بیشینه جسم چند متر بر ثانیه است؟ (ب) وقتی تندی جسم به نصف تندی بیشینه می‌رسد، انرژی پتانسیل کشسانی سامانه چه قدر است؟	(مشابه مسئله کتاب درسی) هواستون پاشه در حرکت هماهنگ ساده وقتی تندی، نصف تندی بیشینه می‌شه، انرژی جنبشی نصف انرژی جنبشی بیشینه نمی‌شه بلکه برابر می‌شه با ...	۰/۵ ۰/۷۵		
۲۰	جمع نمرات	موفق باشید			

شماره	kheilisabz.com	زمان آزمون: ۱۲۰ دقیقه	رشته: علوم تجربی	فیزیک (۳)
نمره	نوبت دوم پایه دوازدهم - نهایی خرداد ۱۴۰۱ تجربی	آزمون شماره ۱۰	ردیف	
۱	با توجه به واژه‌های داده‌شده، گزاره‌های زیر را کامل کنید. (یک واژه اضافه است). تکانه - نرده‌ای - جابه‌جایی - شتاب - هم‌نوع الف) مسافت، کمیتی است. ب) مساحت سطح بین نمودار سرعت - زمان و محور زمان در هر بازه زمانی، برابر با اندازه در آن بازه است. پ) نیروهای کنش و واکنش همواره به دو جسم وارد می‌شوند و هستند. ت) حاصل ضرب جرم جسم در سرعت آن جسم است.		۱	
۰/۵ ۰/۲۵	نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B که با سرعت ثابت در راستای محور X حرکت می‌کنند به صورت شکل روبه‌رو است.  الف) جهت حرکت هر متحرک را مشخص کنید. ب) آیا ممکن است این دو متحرک به هم برسند؟		۲	
۰/۷۵ ۰/۷۵	معادله سرعت - زمان متحرکی که در راستای محور X حرکت می‌کند در SI به صورت $v = -2t + 2$ است. اگر متحرک در لحظه $t_0 = 0$ s در مکان $x_0 = 1$ m باشد: الف) معادله مکان - زمان این متحرک را بنویسید. ب) سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی $t_0 = 0$ s تا $t = 3$ s چند متر بر ثانیه است؟		۳	
۱/۲۵	شکل مقابل نمودار مکان - زمان جسمی را که روی محور X با شتاب ثابت حرکت می‌کند نشان می‌دهد.  الف) در کدام لحظه متحرک بیشترین فاصله را از مبدأ محور دارد؟ ب) جهت حرکت متحرک چند بار تغییر کرده است؟ پ) در بازه زمانی 0 s تا t_1، حرکت تندشونده است یا کندشونده؟ ت) در کدام بازه زمانی، متحرک به مبدأ محور نزدیک می‌شود؟ ث) شتاب متحرک در جهت محور X است یا خلاف جهت محور X؟		۴	
۰/۷۵	واژه مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید و در پاسخ‌نامه بنویسید. الف) اگر جسمی با سرعت ثابت حرکت کند، نیروهای وارد بر جسم متوازن (هستند - نیستند). ب) هنگام حرکت جسم در راستای قائم به طرف بالا، جهت نیروی مقاومت هوا به طرف (بالا - پایین) است. پ) اگر بر ماه نیرویی وارد نشود، ماه باید به صورت (مستقیم - دایره‌ای) حرکت کند.		۵	
۱	فتری با ثابت 20 N/cm از سقف یک آسانسور آویزان است. اگر جسمی به جرم 2 kg از انتهای فنر آویزان شده و آسانسور با شتاب ثابت 2 m/s^2 از حال سکون رو به بالا شروع به حرکت کند، تغییر طول فنر چند سانتی‌متر است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)		۶	
۰/۵ ۰/۵	مانند شکل روبه‌رو، جسمی را با نیروی عمودی $\vec{F}$ به دیوار قائمی فشرده و ثابت نگه داشته‌ایم.  توضیح دهید، تأثیر افزایش نیروی $\vec{F}$ بر هر یک از کمیت‌های زیر چگونه است؟ الف) اندازه نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر جسم ب) اندازه نیروی عمودی سطح		۷	
۱	ماهواره‌ای روی مدار تقریباً دایره‌ای در ارتفاع $h = 1600 \text{ km}$ از سطح زمین، به دور زمین می‌چرخد. شتاب گرانشی وارد بر ماهواره در این فاصله، چند برابر شتاب گرانشی وارد به آن در سطح زمین است؟ ($R_E = 6400 \text{ km}$)		۸	

ردیف	آزمون شماره ۱۰	رشته: علوم تجربی	زمان آزمون: ۱۲۰ دقیقه	kheilisabz.com	نمره
	نوبت دوم پایه دوازدهم - نهایی خرداد ۱۴۰۱ تجربی				
۹	درستی یا نادرستی هریک از گزاره‌های زیر را با واژه «درست» یا «نادرست» در پاسخ‌نامه مشخص کنید. (الف) با افزایش ثابت فنر در سامانه جرم - فنر (با جرم یکسان) دوره تناوب نوسان‌ها کوتاه‌تر می‌شود. (ب) نوسان تاب بدون هل‌دادن، یک نوسان نامیرا است. (پ) در امواج دایره‌ای ایجادشده بر سطح آب، فاصله بین دو برآمدگی مجاور برابر یک طول موج است. (ت) بیشترین بسامد در طیف امواج الکترومغناطیسی، متعلق به امواج رادیویی است. (ث) امواج صوتی هنگام انتشار در هوا، عرضی هستند. (ج) با حرکت یک چشمه صوتی، فاصله جبهه‌های موج در جلوی چشمه، بیشتر از پشت آن می‌شود.	۱/۵			
۱۰	دامنه نوسان یک نوسانگر جرم - فنر در حرکت هماهنگ ساده 1 m و سختی فنر آن 100 N/m است. انرژی مکانیکی نوسانگر هنگام نوسان روی یک سطح افقی بدون اصطکاک، چند ژول است؟	۰/۷۵			
۱۱	در یک طناب تحت کشش با چگالی خطی جرم 2 kg/m ، تندی انتشار موج 5 m/s است. نیروی کشش طناب را به دست آورید.	۰/۷۵			
۱۲	(الف) امواج الکترومغناطیسی تخت تابیده به یک سطح کاو پس از بازتابش در یک نقطه کانونی می‌شوند. از این سازوکار در چه وسایلی استفاده می‌شود؟ (۲ مورد) (ب) مانند شکل روبه‌رو، تپی را در یک ریسمان کشیده بلند که یک سر آن بر تکیه‌گاهی ثابت شده است روانه می‌کنیم. بازتاب این تپ را در پاسخ‌نامه رسم کنید.	۰/۵ ۰/۵			
۱۳	یک موج صوتی با توان $1/6 \times 10^{-4}\text{ W}$ از صفحه‌ای با مساحت 4 m^2 در راستای عمود بر صفحه می‌گذرد. شدت صوت عبوری از این صفحه چه قدر است؟	۰/۷۵			
۱۴	در شکل روبه‌رو موج نوری فرودی از هوا وارد شیشه می‌شود. بخشی از موج در سطح جدایی دو محیط بازمی‌تابد و بخشی دیگر شکست می‌یابد و وارد شیشه می‌شود. (الف) زاویه بازتابش چند درجه است؟ (ب) ضریب شکست شیشه را حساب کنید. ($n_1 = 1$, $\sin 5^\circ = 0/75$, $\sin 3^\circ = 0/5$)	۰/۲۵ ۰/۷۵			
۱۵	موارد زیر را تعریف کنید. (الف) پژواک (ب) پاشندگی نور (پ) تابش گرمایی	۱/۵			
۱۶	در آزمایش فوتوالکتریک، فوتون‌هایی با طول موج 248 nm بر سطح یک فلز تابش می‌شود. انرژی هر فوتون چند الکترون‌ولت است؟ ($hc = 1240\text{ eV.nm}$)	۰/۷۵			
۱۷	در هریک از پرسش‌های زیر، گزینه درست را انتخاب کنید و در پاسخ‌نامه بنویسید. (الف) در اتم هیدروژن، هنگام گذار الکترون از تراز انرژی بالاتر به تراز انرژی پایین‌تر: (۱) یک فوتون جذب می‌شود. (۲) یک فوتون گسیل می‌شود. (۳) اتم برانگیخته می‌شود. (ب) کدام یک از پرتوهای زیر، بیشترین نفوذ را در ورقه سربی دارند؟ (۱) پرتوی گاما (۲) پرتوی آلفا (۳) پرتوی بتا (پ) کدام مورد درباره نیروی هسته‌ای درست است؟ (۱) بلندبرد است. (۲) کوتاه‌برد است. (۳) رانشی است.	۰/۷۵			
۱۸	سومین طول موج در رشته پاشن ($n' = 3$) هیدروژن اتمی را به دست آورید و تعیین کنید که این طول موج در کدام ناحیه از طیف امواج الکترومغناطیسی قرار دارد. ($R \approx 0/01(\text{nm})^{-1}$)	۱			
۱۹	شکل روبه‌رو دو مرحله از فرایند ایجاد باریکه لیزر را به طور طرح‌وار نشان می‌دهد. (الف) منظور از عبارت «اتم‌ها در وضعیت معمول» چیست؟ (ب) منظور از «وارونی جمعیت» چیست؟	۰/۲۵ ۰/۲۵			
۲۰	(الف) معادله واپاشی روبه‌رو را کامل کنید. (هسته دختر با نماد ^A_ZY نوشته شود). (ب) نیمه عمر یک هسته پرتوزا ۴ ساعت است. پس از گذشت ۱۶ ساعت، چه کسری از ماده اولیه باقی می‌ماند؟	۰/۵ ۱	$^{222}_{86}\text{Rn} \rightarrow \dots + ^4_2\alpha$		
۲۰	جمع نمرات	۲۰	موفق باشید		

پاسخ نامه تشریحی

آزمون شماره ۱ (نوبت اول)

۱- الف) نادرست. اگر علامت سرعت اولیه منفی باشد و متحرک تغییر جهت دهد، مسافت طی شده با اندازه جابه جایی برابر نیست.

ب) درست

۲- الف) مسافت ب) سرعت

۳- الف) جابه جایی ب) سرعت

۴- برای حل این سؤال، از معادله مستقل از زمان استفاده می کنیم؛ چون سرعت ابتدایی و نهایی و هم چنین جابه جایی را داریم:

$$v_f^2 - v_i^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 0 - (200 \text{ m/s})^2 = 2 \times a \times (5 \times 10^{-2} \text{ m})$$

$$\Rightarrow -40000 (\text{m/s})^2 = (10^{-1} \text{ m}) \times a \Rightarrow a = \frac{-40000 (\text{m/s})^2}{10^{-1} \text{ m}} = -400000 \text{ m/s}^2$$

۵- الف) a: سرعت اولیه مثبت، شتاب منفی ← نمودار شماره ۲

b: سرعت اولیه مثبت، شتاب مثبت ← نمودار شماره ۱

c: سرعت اولیه منفی، شتاب منفی ← نمودار شماره ۴

d: سرعت اولیه منفی، شتاب مثبت ← نمودار شماره ۳

ب) حرکت a و d کندشونده است، چون علامت سرعت و شتاب مخالفاند ($av < 0$). حرکت c و b تندشونده است، چون علامت سرعت و شتاب مشابهاند ($av > 0$).

۶- الف) معادله مکان - زمان هر کدام از خودروها را می نویسیم.

$$\text{خودرو } x_1 = \frac{1}{2} a_1 t^2 + v_{01} t + x_{01} = \frac{1}{2} \times 3 \times t^2 + (0) \times t + 0 = \frac{3}{2} t^2$$

$$\text{کامیون } v = 54 \text{ km/h} = (54 \div 3.6) \text{ m/s} = 15 \text{ m/s}$$

$$\Rightarrow x_2 = v_{02} t + x_{02} = 15t + 0 = 15t$$

برای به دست آوردن زمان رسیدن خودرو به کامیون، باید x_1 را مساوی x_2 قرار دهیم:

$$x_1 = x_2 \Rightarrow \frac{3}{2} t^2 = 15t \Rightarrow t^2 - 10t = 0 \Rightarrow \begin{cases} t = 0 \text{ s} \\ t = 10 \text{ s} \end{cases}$$

پس از ۱۰ s خودرو به کامیون می رسد.

ب) حالا برای به دست آوردن مسافت طی شده توسط خودرو، $t = 10 \text{ s}$ را در یکی از معادله ها قرار می دهیم:

$$t = 10 \text{ s} \Rightarrow x_2 = (15 \text{ m/s}) \times (10 \text{ s}) = 150 \text{ m}$$

۷- ثانیه چهارم یعنی از $t = 3 \text{ s}$ تا $t = 4 \text{ s}$. سرعت اول و آخر این بازه را به دست می آوریم.

$$v = 6t - 21 \Rightarrow \begin{cases} v_1 = (6(3) - 21) \text{ m/s} = (18 - 21) \text{ m/s} = -3 \text{ m/s} \\ v_2 = (6(4) - 21) \text{ m/s} = (24 - 21) \text{ m/s} = 3 \text{ m/s} \end{cases}$$

در حرکت با شتاب ثابت، سرعت متوسط برابر با $\frac{v_1 + v_2}{2}$ است:

$$v_{av} = \frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{-3 \text{ m/s} + 3 \text{ m/s}}{2} = 0 \text{ m/s}$$

۸- الف) نادرست

ب) نادرست. ضریب اصطکاک جنبشی به جنس دو جسم و میزان صافی و زبری وابسته است و ربطی به مساحت سطح تماس ندارد.

۹- الف) بیشتر ب) تغییر شکل

۱۰- الف) اول ب) مستقیم

۱۱- مطابق شکل روبه رو، مقوا را روی دهانه لیوان قرار می دهیم و سکه را روی آن می گذاریم. وقتی مقوا را خیلی سریع از زیر سکه بکشیم، سکه به خاطر لختی اش تمایل دارد در جای خود باقی بماند. در نتیجه بعد از حرکت مقوا، زیر سکه خالی شده و به درون لیوان می افتد.

۱۲- وقتی چتر باز ۱۰ s پس از پرش، چترش را باز می کند، سرعتش از سرعت حدی بیشتر است؛ پس، در هنگام بازشدن چتر، نیروی مقاومت هوای بزرگتری نسبت به وزن چتر باز به چتر باز وارد می شود و یک شتاب بالاسو به جسم می دهد. این شتاب بالاسو که در خلاف جهت سرعت است، باعث کندشدن حرکت می شود. با کندتر شدن حرکت، نیروی مقاومت هوا کاهش می یابد. کاهش یافتن نیروی مقاومت هوا تا جایی ادامه می یابد که اندازه آن با اندازه نیروی وزن برابر شود. در این لحظه چون نیروی خالص وارد بر چتر باز صفر می شود، چتر باز با تندی ثابت و حدی 5 m/s به سمت پایین حرکت می کند.

۱۳- آسانسور به طرف پایین حرکت می کند و متوقف می شود؛ پس، جهت سرعت آن به طرف پایین و حرکت آن کندشونده است. با توجه به این موضوع شتاب در خلاف جهت سرعت و به طرف بالا است. مقداری هم که ترازو نشان می دهد اندازه نیروی عمودی سطح وارد بر شخص است. جهت مثبت را به طرف بالا در نظر می گیریم؛ بنابراین:

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{F}_N + \vec{W} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{F}_N - W = ma$$

$$\Rightarrow F_N = W + ma = (60 \text{ kg})(10 \text{ N/kg}) + (60 \text{ kg})(2 \text{ N/kg}) = 720 \text{ N}$$

۱۴- برای به حرکت درآوردن جعبه حداقل نیرویی برابر نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه نیاز است. با توجه به شکل و این که جعبه ساکن است، $F_N = mg$ است و داریم:

$$F = f_{s,max} = \mu_s F_N = \mu_s mg = 0.6 \times (50 \text{ kg}) \times (10 \text{ N/kg}) = 300 \text{ N}$$

۱۵- الف) a - چون شیب نمودار F_e بر حسب x برای آن بیشتر است.

$$F_e = kx \Rightarrow 20 \text{ N} = k(2 \text{ cm}) \Rightarrow 20 \text{ N} = k(0.02 \text{ m})$$

$$\Rightarrow k = \frac{20 \text{ N}}{0.02 \text{ m}} = 1000 \text{ N/m}$$

۱۶- الف) مساحت زیر نمودار $F - t$ برابر تغییرات تکانه است؛ پس:

$$\Delta p = \left(\frac{50 \times 3}{2} \right) \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}} = 75 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{75 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}}{3 \text{ s}} = 25 \text{ N}$$

۱۷- الف) نادرست. دوره تناوب حرکت نوسانگر جرم - فنر ربطی به دامنه نوسان ندارد

$$\text{و از رابطه } T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \text{ به دست می آید.}$$

ب) درست

۱۸- الف) دامنه ب) موج طولی

۱۹- الف) نوسان آزاد ب) ندارد.

۲۰- در $t = \frac{1}{15} \text{ min} = 4 \text{ s}$ قلب چهار نوسان کامل انجام داده است:

$$T = \frac{t}{n} = \frac{4 \text{ s}}{4} = 1 \text{ s} \Rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1 \text{ s}} = 1 \text{ Hz}$$

۲۱- الف) جسم در نقطه تعادل، بیشترین سرعت را دارد؛ یعنی زمانی که انرژی پتانسیل کشسانی برابر صفر است و انرژی مکانیکی با انرژی جنبشی برابر است:

$$E = K_{max} \Rightarrow \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} m v_{max}^2 \Rightarrow v_{max}^2 = \frac{k}{m} A^2$$

$$v_{max} = A \sqrt{\frac{k}{m}} = (4 \text{ cm}) \times \sqrt{\frac{1 \text{ N/cm}}{2 \text{ kg}}}$$

$$= (4 \times 10^{-2} \text{ m}) \times \sqrt{\frac{100 \text{ N/m}}{2 \text{ kg}}} = 0.2 \text{ m/s}$$



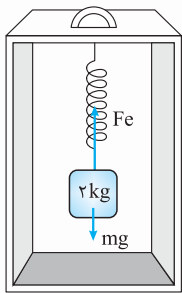
ب) وقتی تندی نصف تندی بیشینه است، داریم:

$$v = \frac{v_{\max}}{2} = \frac{0.4 \text{ m/s}}{2} = 0.2 \text{ m/s}$$

$$E = U + K \Rightarrow \frac{1}{2}kA^2 = U + \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \frac{1}{2}(400 \text{ N/m}) \times (0.04 \text{ m})^2$$

$$= U + \frac{1}{2} \times (2 \text{ kg}) \times (0.2 \text{ m/s})^2 \Rightarrow U = 0.48 \text{ J}$$





۶- مطابق شکل روبه‌رو نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم و قانون دوم نیوتون را برای آن می‌نویسیم:

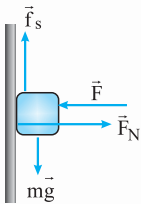
$$F_{\text{net}} = ma$$

$$F_e - mg = ma \Rightarrow F_e = mg + ma$$

$$\Rightarrow F_e = ۲ \times ۱۰ + ۲ \times ۲ = ۲۴ \text{ N}$$

۷- حالا به کمک رابطه $F_e = kx$ تغییر طول فنر را تعیین می‌کنیم:

$$۲۴ = ۲۰ \times x \Rightarrow x = \frac{۲۴}{۲۰} = ۱/۲ \text{ cm}$$



۷- الف) با توجه به شکل روبه‌رو و این که جسم در راستای عمودی و افقی حرکت نمی‌کند، داریم:

$$F_{\text{net},y} = 0 \Rightarrow f_s - mg = 0 \Rightarrow f_s = mg$$

چون اندازه نیروی وزن ثابت است، بنابراین اندازه نیروی اصطکاک ایستایی تغییر نمی‌کند.

ب) چون در راستای افقی هم متحرک حرکت نمی‌کند، داریم:

$$F_{\text{net},x} = 0 \Rightarrow F_N - F = 0 \Rightarrow F_N = F$$

بنابراین با افزایش F ، نیروی عمودی سطح افزایش می‌یابد.

۸- با توجه به شکل روبه‌رو و رابطه

$$g = G \frac{M_e}{R^2}$$

که در آن R فاصله از مرکز زمین است، داریم:

$$g = G \frac{M_e}{R^2} \Rightarrow \frac{g}{g_0} = \left(\frac{R_e}{R_e + h} \right)^2 \Rightarrow \frac{g}{g_0} = \left(\frac{۶۴۰۰}{۶۴۰۰ + ۱۶۰۰} \right)^2$$

$$= \left(\frac{۶۴۰۰}{۸۰۰۰} \right)^2 = \left(\frac{۴}{۵} \right)^2 = ۰/۶۴$$

۹- الف) درست - با توجه به رابطه $T = ۲\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ با افزایش ثابت فنر در سامانه جرم - فنر با جرم ثابت، دوره تناوبها کوتاه می‌شود.

ب) نادرست - نوسان تاب بدون هل دادن یک نوسان میرا است.

پ) درست

ت) نادرست - بیشترین بسامد در طیف امواج الکترومغناطیسی متعلق به امواج گاما است.

ث) نادرست - امواج صوتی هنگام انتشار در هوا، طولی هستند.

ج) نادرست - با حرکت یک چشمه صوتی، فاصله جبهه‌های موج در جلوی چشمه، کم‌تر از پشت آن است.

۱۰- انرژی مکانیکی یک نوسانگر جرم - فنر در حرکت هماهنگ ساده از رابطه $E = \frac{1}{2}kA^2$ به دست می‌آید و داریم:

$$E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2} \times ۱۰۰ \times (۰/۱)^2 = ۰/۵ \text{ J}$$

۱۱- تنها کاری که باید انجام دهیم این است که مقادیر داده‌شده را در رابطه $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ قرار دهیم:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow ۵ = \sqrt{\frac{F}{۲}} \Rightarrow ۲۵ = \frac{F}{۲} \Rightarrow F = ۵ \text{ N}$$

۱۲- الف) آنتن‌های بشقابی - اجاق‌های خورشیدی

ب) تپ پس از برخورد به دیوار نسبت به مسیر انتشار و خط عمود بر مسیر انتشار وارون می‌شود.

آزمون شماره ۱۰ (نوبت دوم)

۱- الف) نرده‌ای

پ) هم‌نوع

ت) تکانه

۲- الف) متحرک A در جهت محور x و متحرک B در خلاف جهت محور x در حال حرکت است.

ب) خیر؛ همان‌طور که در شکل زیر مشخص است این دو متحرک با سرعت ثابت در حال دور شدن از یکدیگر هستند. باید به این موضوع

توجه کنید که چون سرعت ثابت است، دو متحرک A و B تغییر جهت حرکت نمی‌دهند.

۳- الف) با توجه به فرم کلی معادله سرعت - زمان در حرکت با شتاب ثابت داریم:

$$v = at + v_0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} a = -۲ \text{ m/s}^2 \\ v_0 = ۲ \text{ m/s} \end{cases}$$

متحرک در لحظه $t_0 = ۰$ در $x_0 = ۱ \text{ m}$ قرار دارد؛ پس معادله مکان - زمان این متحرک به صورت زیر است:

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \Rightarrow x = \frac{1}{2}(-۲)t^2 + ۲t + ۱ = -t^2 + ۲t + ۱$$

ب) ابتدا سرعت متحرک در دو لحظه $t_0 = ۰$ و $t = ۳ \text{ s}$ را حساب می‌کنیم:

$$t_0 = ۰ \Rightarrow v_0 = -۲(۰) + ۲ = ۲ \text{ m/s}$$

$$t = ۳ \text{ s} \Rightarrow v = -۲(۳) + ۲ = -۴ \text{ m/s}$$

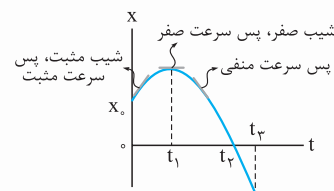
چون حرکت با شتاب ثابت است، داریم:

$$v_{\text{av}} = \frac{v_0 + v}{2} = \frac{۲ + (-۴)}{2} = -۱ \text{ m/s}$$

۴- الف) t_1

ب) یک بار - همان‌طور که در شکل زیر مشخص است شیب مماس بر نمودار مکان - زمان قبل از t_1 مثبت، در لحظه t_1 صفر و بعد از آن منفی است؛ پس متحرک در t_1 تغییر جهت حرکت داده است.

پ) در این بازه زمانی حرکت کندشونده است. چون تندى متحرک از یک مقدار غیرصفر در $t = ۰$ به صفر در t_1 رسیده است.



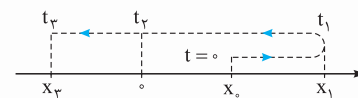
ت) t_1 تا t_2 ؛ شکل مقابل مسیر حرکت

متحرک را روی محور x نشان می‌دهد.

همان‌طور که می‌بینید، متحرک در بازه

زمانی t_1 تا t_2 در حال نزدیک شدن به

مبدأ است.



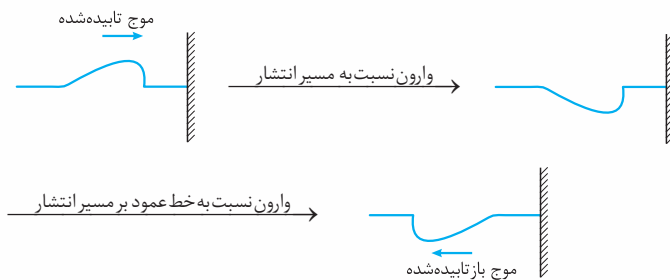
ث) در خلاف جهت محور x - چون گودی نمودار x - t به سمت پایین است.

۵- الف) هستند - مطابق با قانون اول نیوتون وقتی نیروهای وارد بر جسمی متوازن باشند، اگر جسم ساکن باشد، هم‌چنان ساکن باقی می‌ماند و اگر در حال حرکت باشد،

سرعت جسم تغییر نمی‌کند و ثابت می‌ماند.

ب) پایین - جهت نیروی مقاومت هوا همواره در خلاف جهت حرکت (جهت سرعت) متحرک است.

پ) مستقیم - وقتی به جسمی که در حال حرکت است، نیرویی وارد نشود، با سرعت ثابت به حرکت خود روی مسیر مستقیم ادامه می‌دهد.



۱۳-

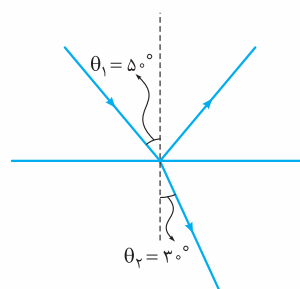
$$I = \frac{P_{av}}{A} = \frac{1/6 \times 10^{-4}}{4} = 4 \times 10^{-5} \text{ W/m}^2$$

۱۴- الف) براساس قانون عمومی بازتاب،

زاویه تابش و زاویه بازتابش با هم برابر است:

$$\theta_r = \theta_i = 5^\circ$$

ب) براساس قانون شکست اسنل داریم:



$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} = \frac{n_i}{n_r} \Rightarrow \frac{\sin 3^\circ}{\sin 5^\circ} = \frac{1}{n_r} \Rightarrow \frac{0.05}{0.087} = \frac{1}{n_r} \Rightarrow n_r = 1/0.5$$

۱۵- الف) اگر صوت پس از بازتاب با تأخیر زمانی به گوش شنونده‌ای برسد که صوت اولیه را مستقیماً می‌شنود به چنین بازتابی پژواک می‌گویند.

ب) وقتی باریکه نور سفید به وجهی از یک منشور می‌تابد، هنگام عبور از منشور به رنگ‌های مختلفی تجزیه (پاشیده) می‌شود.

پ) همه اجسام در هر دمایی که باشند از خود امواج الکترومغناطیسی گسیل می‌کنند که به آن تابش گرمایی گفته می‌شود.

۱۶- انرژی هر فوتون از رابطه $E = \frac{hc}{\lambda}$ به دست می‌آید و داریم:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1240 \text{ eV.nm}}{248 \text{ nm}} = 5 \text{ eV}$$

۱۷- الف) گزینه «۲» - در اتم هیدروژن، هنگام گذار الکترون از تراز انرژی بالاتر بر تراز انرژی پایین‌تر الکترون انرژی از دست می‌دهد و این انرژی از دست رفته به صورت یک فوتون گسیل می‌شود.

ب) پرتوی گاما - پرتوهای گاما از جنس امواج الکترومغناطیس هستند و انرژی بسیار زیادی دارند.

پ) کوتاه‌برد است.

۱۸- سومین طول موج در رشته پاشن در گذر از تراز ۶ به تراز ۳ صورت می‌گیرد؛ بنابراین داریم:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{6^2} \right) = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{36} \right) = \frac{1}{100} \left(\frac{4-1}{36} \right) = \frac{1}{100} \left(\frac{3}{36} \right) = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{12} \right) = \frac{1}{1200} \Rightarrow \lambda = 1200 \text{ nm}$$

تمام طول موج‌های رشته پاشن در ناحیه فروسرخ قرار دارند.

۱۹- الف) بیشتر الکترون‌ها در تراز انرژی پایین‌تر قرار دارند.

ب) بیشتر الکترون‌ها در تراز بالاتر (در مقایسه با تراز پایین‌تر) قرار دارند.

۲۰- الف) در واپاشی آلفا عدد جرمی هسته دختر ۴ واحد و عدد اتمی آن ۲ واحد کاهش می‌یابد.

ب) تعداد نیمه‌عمرهای گذشته پس از ۱۶ ساعت را تعیین می‌کنیم:

$$n = \frac{t}{T_{1/2}} = \frac{16}{4} = 4$$

حالا مقدار ماده باقی‌مانده از ماده اولیه را تعیین می‌کنیم:

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2} \right)^n \Rightarrow \frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2} \right)^4 = \frac{1}{16}$$

درس نامه توپ برای شب امتحان

توجه: همان طور که مسافت و جابه جایی دو کمیت متفاوت بودند، تندی متوسط و سرعت متوسط نیز دو کمیت متفاوت هستند.

مثال: اتومبیلی مطابق شکل بر روی یک

مسیر دایره ای در حال دور زدن میدانی است. اگر فاصله اتومبیل از مرکز میدان ۱۲۰ متر باشد و یک دقیقه طول بکشد تا اتومبیل $\frac{1}{4}$ محیط میدان را پیماید:

الف) تندی متوسط اتومبیل چند متر بر ثانیه است؟ ($\pi = 3$)

ب) سرعت متوسط اتومبیل را به دست آورید.

پاسخ: الف) در ابتدا مسافت طی شده را محاسبه می کنیم. مسافتی که اتومبیل از مکان (۱) تا مکان (۲) طی کرده به اندازه $\frac{1}{4}$ محیط دایره است:

$$l = \frac{1}{4} (2\pi R) = \frac{1}{4} (2 \times 3 \times 120 \text{ m}) = 180 \text{ m}$$

حالا با استفاده از مسافت به دست آمده، تندی متوسط را به دست می آوریم:

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{180 \text{ m}}{60 \text{ s}} = 3 \text{ m/s}$$

ب) بردار جابه جایی اتومبیل را رسم کرده و اندازه بردار جابه جایی را به کمک رابطه فیثاغورس به دست می آوریم:

$$d = \sqrt{R^2 + R^2} = \sqrt{2}R \Rightarrow d = 120\sqrt{2} \text{ m}$$

اندازه بردار جابه جایی $120\sqrt{2} \text{ m}$ و جهت آن به سمت شمال غربی است.

جهت بردار سرعت متوسط همان جهت بردار جابه جایی، یعنی شمال غربی است و اندازه آن

$$v_{av} = \frac{d}{\Delta t} = \frac{120\sqrt{2} \text{ m}}{60 \text{ s}} = 2\sqrt{2} \text{ m/s} \quad \text{با: } v_{av} = \frac{d}{\Delta t} \text{ برابر است با:}$$

بردار مکان

به برداری که مبدأ حرکت را در هر لحظه به مکان جسم وصل می کند، بردار مکان گفته می شود. از تفاضل برداری بردار مکان نهایی ($\vec{d}_2$) و بردار مکان اولیه ($\vec{d}_1$)، بردار جابه جایی به دست می آید ($\vec{d} = \vec{d}_2 - \vec{d}_1$).

مثلاً اگر حرکت بر روی خط راست یا بر روی یک محور انجام شود، بردار جابه جایی به صورت زیر به دست می آید:

$$\vec{d} = \vec{d}_2 - \vec{d}_1 = x_2 \vec{i} - x_1 \vec{i} = \Delta x \vec{i}$$

بر مبنای بردار جابه جایی به دست آمده بالا، بردار سرعت متوسط را

برای حرکت روی محور X بازنویسی می کنیم:

$$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \vec{i}$$

توجه: در حرکت بر خط راست می توانیم از حالت برداری صرف نظر کنیم. در این صورت مثبت بودن v_{av} یعنی متحرک در جهت محور X حرکت کرده است و منفی بودن آن بیانگر حرکت متحرک به سمت منفی محور X است.

تندی لحظه ای و سرعت لحظه ای

تندی لحظه ای: اگر تندی متوسط جسم را در بازه زمانی بسیار کوتاهی که به آن لحظه گفته می شود به دست آوریم، تندی لحظه ای جسم را مشخص کرده ایم. تندی لحظه ای، تندی متحرک در هر لحظه معین است. مثلاً تندی سنج اتومبیل، تندی اتومبیلی را در هر لحظه نمایش می دهد. تندی لحظه ای کمیتی نرده ای است.

فصل: حرکت بر خط راست

شناخت حرکت

برای شناخت حرکت، نیاز داریم تعاریف و مفاهیمی را در فیزیک به دقت بررسی کنیم. این تعاریف عبارتند از: مسافت و جابه جایی، سرعت و تندی متوسط و لحظه ای، مکان و ...

مسافت و جابه جایی

از نظر شما شاید در نگاه اول دو مفهوم مسافت و جابه جایی فرقی با هم نداشته باشند، اما این دو کمیت در فیزیک، دو کمیت متفاوت از هم هستند:

مسافت: به طول مسیری که متحرک طی می کند تا از مکانی به مکان دیگر منتقل شود، مسافت گفته می شود. مسافت یک کمیت عددی است و واحد آن در SI، متر (m) است.

جابه جایی: به پاره خط جهت داری که مکان شروع حرکت را به مکان پایان آن وصل کند، بردار جابه جایی گفته می شود.

● جابه جایی یک کمیت برداری است.

برای درک بهتر این دو مفهوم به مثال زیر توجه کنید:

مثال: متحرکی در صفحه $x-y$ از نقطه A به نقطه B و سپس از نقطه B به نقطه C می رود.

الف) مسافت طی شده توسط متحرک در مسیر ABC چند متر است؟

ب) اندازه بردار جابه جایی متحرک در مسیر ABC چند متر است؟

پاسخ: الف) مسافت طی شده از جمع طول مسیرهای AB و BC به دست می آید:
 $L = AB + BC = 5 \text{ m} + 12 \text{ m} = 17 \text{ m}$

ب) بردار جابه جایی را با وصل کردن A به C رسم می کنیم. برای به دست آوردن اندازه بردار جابه جایی از رابطه فیثاغورس استفاده می کنیم:

$$d = \sqrt{(AB)^2 + (BC)^2} \\ \Rightarrow d = \sqrt{(5 \text{ m})^2 + (12 \text{ m})^2} = \sqrt{169 \text{ m}^2} = 13 \text{ m}$$

توجه: در یک حرکت رفت و برگشت به نقطه اول، جابه جایی صفر است، اما مسافت طی شده صفر نیست.

تندی متوسط - سرعت متوسط

اصطلاح تندی و سرعت را بارها شنیده اید و معمولاً این دو مفهوم را یکی در نظر گرفته اید؛ مثلاً عددی را که تندی سنج اتومبیل به ما نشان می دهد، به عنوان سرعت اتومبیل در نظر گرفته اید. اما در فیزیک بین تندی و سرعت تفاوت هایی وجود دارد.

تندی متوسط: به نسبت مسافت طی شده به مدت زمان صرف شده برای طی مسافت، تندی متوسط گفته می شود:

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t}$$

تندی متوسط کمیتی عددی است که یکای اندازه گیری آن در SI، m/s است.

سرعت متوسط: به نسبت جابه جایی به مدت زمان صرف شده برای جابه جایی، سرعت متوسط گفته می شود:

$$\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t}$$

سرعت متوسط کمیتی برداری است که یکای اندازه گیری آن در SI، m/s است.

توجه: سرعت متوسط هم جهت با بردار جابه جایی است.



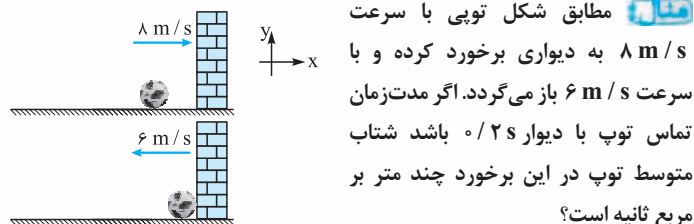
حرکت شتاب دار

حرکت شتاب دار حرکتی است که در آن سرعت متحرک تغییر می کند. این تغییر سرعت می تواند ناشی از تغییر اندازه سرعت، تغییر جهت بردار سرعت یا هر دو باشد.

شتاب متوسط: به نسبت تغییرات سرعت به زمان صرف شده برای این تغییرات، شتاب متوسط گفته می شود:

$$\vec{a}_{av} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_i}{t_f - t_i}$$

شتاب کمیتی برداری و یکای آن در SI، متر بر مربع ثانیه (m/s^2) است.



با توجه به این که حرکت در راستای محور x است، بردار سرعت های اولیه و ثانویه توپ را به صورت مقابل می نویسیم:

$$\vec{v}_i = (8 m/s) \vec{i} \quad \vec{v}_f = (-6 m/s) \vec{i}$$

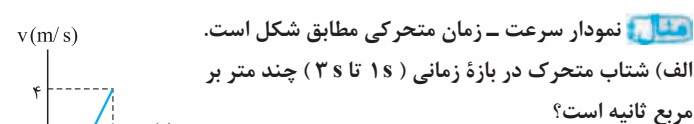
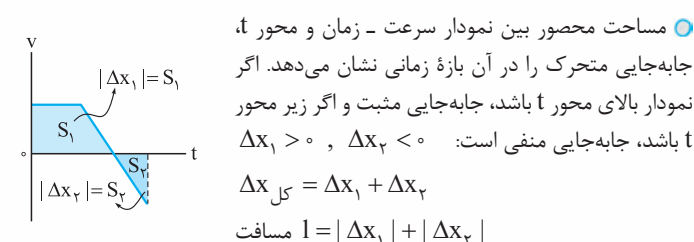
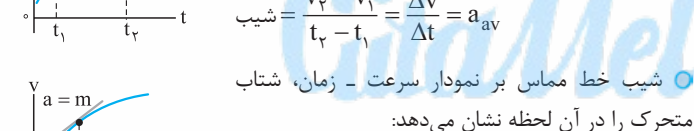
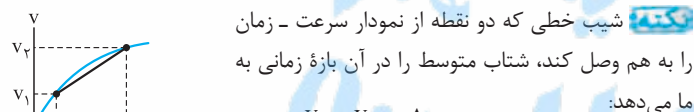
حالا می توانیم بردار شتاب متوسط را به دست آوریم:

$$\vec{a}_{av} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_i}{\Delta t} = \frac{(-6 m/s) \vec{i} - (8 m/s) \vec{i}}{0.2 s} = \vec{a}_{av} = (-70 m/s^2) \vec{i}$$

شتاب لحظه ای: به نسبت تغییرات سرعت به یک بازه زمانی بسیار کوتاه (که در فیزیک به آن لحظه گفته می شود) شتاب لحظه ای می گوئیم.

نمودار سرعت - زمان

نموداری است که سرعت متحرک را در هر لحظه به ما می دهد.



ب) جابه جایی متحرک تا لحظه $t = 6 s$ چند متر است؟

پ) تندی متوسط متحرک در 6 ثانیه اول حرکت چند متر بر ثانیه است؟

الف) در نمودار سرعت - زمان، شیب نمودار بین دو نقطه شتاب متوسط متحرک را در آن بازه زمانی نشان می دهد. شیب نمودار ثابت است؛ پس شتاب متحرک در 6 ثانیه اول حرکت ثابت است. با توجه به این موضوع، با محاسبه شیب خط یا شتاب در بازه زمانی (0 s تا 6 s) می توانیم به شتاب متحرک در بازه زمانی (1 s تا 3 s) نیز دست یابیم:

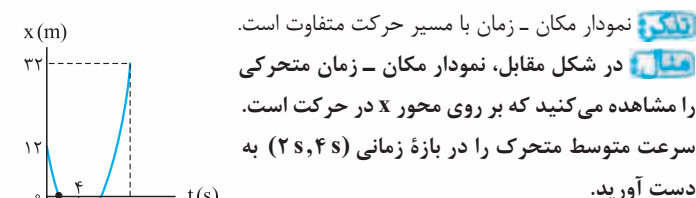
$$a_{av} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} = \frac{4 m/s - (-8 m/s)}{6 s - 0} \Rightarrow a_{av} = 2 m/s^2$$

سرعت لحظه ای: اگر علاوه بر تندی لحظه ای جهت حرکت جسم را نیز مشخص کنیم، سرعت لحظه ای متحرک را مشخص کرده ایم، از این رو تندی لحظه ای را با v و سرعت لحظه ای را با $\vec{v}$ نمایش می دهیم.

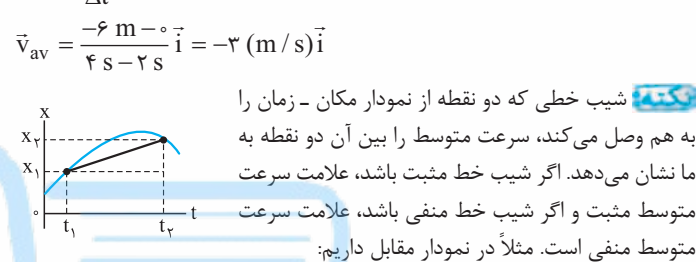
در متن های فیزیکی به سرعت لحظه ای به اختصار سرعت و به تندی لحظه ای، تندی گفته می شود.

نمودار مکان - زمان

نمودار مکان - زمان، نموداری است که به کمک آن مکان متحرک را می توان در هر لحظه مشخص کرد.



در بازه زمانی (2 s, 4 s) متحرک از $x_1 = 0$ تا $x_2 = -6 m$ جابه جا شده است:

$$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \vec{i} = \frac{-6 m - 0}{4 s - 2 s} \vec{i} = -3 (m/s) \vec{i}$$


به کمک نمودار مکان - زمان می توان سرعت لحظه ای را به دست آورد. برای این کار کافی است در لحظه مورد نظر مماسی را بر نمودار رسم کنیم.

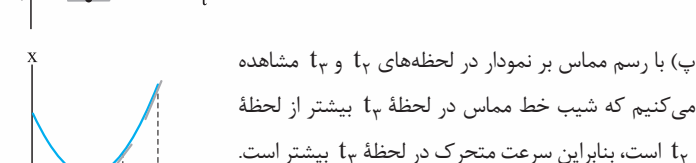
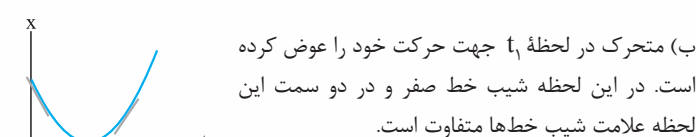
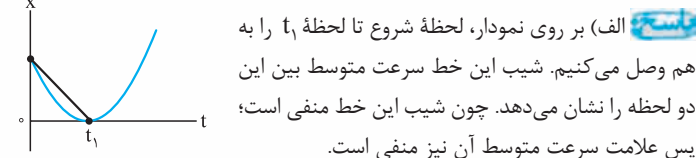
شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان در هر لحظه سرعت لحظه ای متحرک را نشان می دهد. اگر شیب مثبت باشد، سرعت مثبت و حرکت در جهت مثبت محور x ها است. اگر شیب منفی باشد، سرعت منفی و حرکت در جهت منفی محور x ها است.

نمودار مکان - زمان متحرکی که بر خط راست حرکت می کند مطابق شکل است:

الف) علامت سرعت متوسط متحرک را از لحظه شروع تا لحظه t_1 تعیین کنید.

ب) در چه لحظه ای متحرک، جهت حرکت خود را عوض کرده است؟

پ) اندازه سرعت متحرک در لحظه t_2 بیشتر است یا در لحظه t_3 ؟





حرکت با شتاب ثابت

هرگاه شتاب متحرک در لحظه‌های مختلف یکسان باشد، حرکت جسم را حرکت با شتاب ثابت می‌نامیم.

در این حرکت شتاب در هر لحظه برابر با شتاب متوسط در هر بازه زمانی دلخواه است.

در حرکت با شتاب ثابت، اگر در یک بازه زمانی سرعت اولیه v_1 و سرعت نهایی v_2

$$v_{av} = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

باشد، سرعت متوسط از رابطه مقابل به دست می‌آید:

حواستان باشد که رابطه بالا فقط در حرکت با شتاب ثابت قابل استفاده است.

معادله مکان-زمان

معادله‌ای است که به ما کمک می‌کند تا مکان متحرک را در هر لحظه مشخص کنیم، این

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$$

معادله در حرکت با شتاب ثابت یک معادله درجه ۲ است:

که در آن x_0 مکان اولیه و v_0 سرعت اولیه است.

مثال: معادله مکان-زمان متحرکی که بر روی محور x حرکت می‌کند، به صورت $x = 2t^2 - 16t + 24$ است.

(الف) شتاب، سرعت اولیه و نقطه آغاز حرکت را مشخص کنید.

(ب) سرعت متوسط متحرک را در بازه زمانی (۵، ۰) به دست آورید.

پاسخ: (الف) با مقایسه معادله‌های $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$ و $x = 2t^2 - 16t + 24$

می‌توان شتاب، سرعت اولیه و نقطه آغاز حرکت را مشخص کرد:

$$\frac{1}{2}a = 2 \text{ m/s}^2 \Rightarrow a = 4 \text{ m/s}^2$$

$$v_0 = -16 \text{ m/s} \text{ و } x_0 = +24 \text{ m}$$

(ب) برای به دست آوردن سرعت متوسط، اول مکان متحرک را در $t = 5 \text{ s}$ به دست

$$\text{می‌آوریم: } x = 2t^2 - 16t + 24 \xrightarrow{t=5} x = 2(5)^2 - 16(5) + 24 = -6 \text{ m}$$

حالا سرعت متوسط متحرک را از رابطه $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ محاسبه می‌کنیم:

$$v_{av} = \frac{x_5 - x_0}{t_5 - t_0} = \frac{-6 \text{ m} - 24 \text{ m}}{5 \text{ s} - 0} = -6 \text{ m/s}$$

معادله سرعت-زمان

معادله سرعت-زمان معادله‌ای است که سرعت متحرک را در هر لحظه مشخص می‌کند؛ این

معادله در حرکت با شتاب ثابت به صورت یک معادله درجه ۱ است:

$$v = at + v_0$$

مثال: معادله سرعت-زمان متحرکی که بر خط مستقیم حرکت می‌کند به صورت

$$v = 4t - 8 \text{ است. در چه لحظه‌ای متحرک، جهت حرکت خود را عوض می‌کند؟}$$

پاسخ: در حرکت با شتاب ثابت، در لحظه‌ای که سرعت متحرک صفر شود، جهت

حرکتش عوض می‌شود. با توجه به این موضوع باید لحظه‌ای را به دست آوریم که در آن

$$v = 4t - 8 \xrightarrow{v=0} 0 = 4t - 8 \Rightarrow t = 2 \text{ s}$$

است: $v = 0$

معادله مستقل از زمان

معادله‌ای است که نشان می‌دهد متحرک در هر مکانی دارای چه سرعتی است. معادله

$$\text{مستقل از زمان برای حرکت با شتاب ثابت به صورت مقابل است: } v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x$$

مثال: خودرویی با سرعت 30 m/s بر روی مسیر مستقیمی در حرکت است.

ناگهان راننده مانع ثابتی را در فاصله 95 m می‌بیند. بلافاصله با شتاب -5 m/s^2

ترمز می‌کند. آیا خودرو به مانع برخورد می‌کند؟

پاسخ: ابتدا به کمک معادله مستقل از زمان محاسبه می‌کنیم که خودرو پس از چند

متر جابه‌جایی متوقف می‌شود. سپس این مقدار را با فاصله اولیه خودرو از مانع مقایسه

می‌کنیم. اگر این مقدار کمتر یا مساوی فاصله اولیه باشد برخوردی اتفاق نمی‌افتد، در

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x$$

غیر این صورت خودرو به مانع برخورد می‌کند:

$$\Rightarrow 0 - (30 \text{ m/s})^2 = 2(-5 \text{ m/s}^2)\Delta x \Rightarrow \Delta x = 90 \text{ m}$$

Δx کمتر از فاصله اولیه است، پس خودرو به مانع برخورد نمی‌کند.

(ب) مساحت دو ناحیه رنگ‌شده را محاسبه می‌کنیم. دقت کنید که چون S_1 پایین محور t قرار دارد، $\Delta x_1 < 0$ و چون S_2 بالای محور t قرار دارد، $\Delta x_2 > 0$ است:

$$|\Delta x_1| = S_1 = \frac{1}{2}(8 \text{ m/s})(4 \text{ s}) = 16 \text{ m} \Rightarrow \Delta x_1 = -16 \text{ m}$$

$$|\Delta x_2| = S_2 = \frac{1}{2}(4 \text{ m/s})(2 \text{ s}) = 4 \text{ m} \Rightarrow \Delta x_2 = +4 \text{ m}$$

$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = -16 \text{ m} + 4 \text{ m} = -12 \text{ m}$$

(پ) برای به دست آوردن تندی متوسط باید در قدم اول مسافت طی شده را محاسبه کرد.

برای این کار قدرمطلق Δx ها را با هم جمع می‌کنیم:

$$l = |\Delta x_1| + |\Delta x_2| = 16 \text{ m} + 4 \text{ m} = 20 \text{ m}$$

در قدم بعد به کمک رابطه $s_{av} = \frac{l}{\Delta t}$ تندی متوسط را محاسبه می‌کنیم:

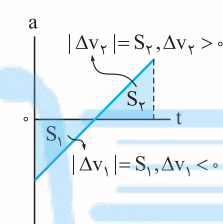
$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{20 \text{ m}}{6 \text{ s}} = \frac{10}{3} \text{ m/s} \approx 3.3 \text{ m/s}$$

نمودار شتاب-زمان

این نمودار شتاب متحرک را در هر لحظه به ما نشان می‌دهد.

● به کمک مساحت محصور بین نمودار و محور t می‌توان تغییرات سرعت را محاسبه کرد.

اگر نمودار زیر محور t باشد، تغییرات سرعت منفی و اگر بالای محور t باشد، تغییرات سرعت مثبت است:



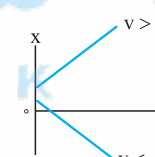
حرکت با سرعت ثابت

ساده‌ترین نوع حرکت، حرکت با سرعت ثابت است. در این نوع حرکت، اندازه و جهت

سرعت متحرک در طول مسیر ثابت است.

معادله و نمودار مکان-زمان حرکت با سرعت ثابت

معادله حرکت با سرعت ثابت، یک معادله درجه یک و به صورت $x = vt + x_0$ است که در آن x_0 مکان اولیه و v سرعت حرکت است. نمودار مکان-زمان برای این حرکت مطابق شکل مقابل است:



مثال: معادله حرکت متحرکی در SI به صورت $x = 3t - 12$ است.

(الف) سرعت و مکان اولیه حرکت را مشخص کنید.

(ب) در چه لحظه‌ای متحرک در مکان $x = 9 \text{ m}$ است؟

(پ) نمودار مکان-زمان حرکت را تا لحظه $t = 10 \text{ s}$ رسم کنید.

پاسخ: (الف) با مقایسه معادله $x = vt + x_0$ و $x = 3t - 12$ می‌فهمیم که

$$v = 3 \text{ m/s} \text{ و } x_0 = -12 \text{ m}$$

(ب) مکان $x = 9 \text{ m}$ را در معادله قرار می‌دهیم:

$$x = 3t - 12 \Rightarrow 9 = 3t - 12 \Rightarrow 3t = 21 \Rightarrow t = 7 \text{ s}$$

(پ) برای رسم نمودار در قدم اول مکان متحرک را در لحظه $t = 10 \text{ s}$ به دست می‌آوریم:

$$x = 3t - 12 \xrightarrow{t=10} x = 3(10) - 12 = 18 \text{ m}$$

بهتر است که در قدم بعد، لحظه‌ای که متحرک از مبدأ مختصات عبور کرده و نمودار محور t را قطع می‌کند، پیدا کنیم. برای این کار به جای x در معادله صفر قرار می‌دهیم:

$$x = 3t - 12 \xrightarrow{x=0} 0 = 3t - 12 \Rightarrow t = 4 \text{ s}$$

در قدم آخر با توجه به اطلاعات به دست آمده نمودار مکان-زمان

را رسم می‌کنیم:

