

# ساختار کتاب

کتاب شب امتحان فیزیک (۳) دوازدهم ریاضی از ۴ قسمت اصلی به صورت زیر تشکیل شده 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 طبقه‌بندی شده:** 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 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 طبقه‌بندی نشده:** 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 طبقه‌بندی شده:** 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، ۶، ۷ و ۸ به ترتیب امتحان نهایی‌های خرداد ۱۴۰۰ و شهریور ۱۴۰۰، دی ۱۴۰۰ و دی ۱۴۰۱ هستند.

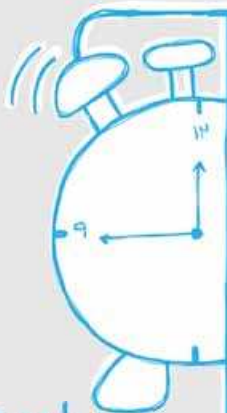
**ب) آزمون‌های طبقه‌بندی نشده:** آزمون‌های شماره ۹ تا ۱۲ را طبقه‌بندی نکرده‌ایم؛ پس، در این بخش با ۴ آزمون نوبت دوم، مشابه آزمون پایان سال مواجه خواهید شد. آزمون‌های شماره ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ به ترتیب امتحان نهایی‌های خرداد ۱۴۰۱، خرداد ۱۴۰۲، شهریور ۱۴۰۱ و شهریور ۱۴۰۲ است.

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:** این قسمت، برگ برنده شما نسبت به کسانی است که این کتاب را نمی‌خوانند (👁️) در این قسمت، همه آن‌چه را

که شما برای گرفتن نمره عالی در امتحان فیزیک (۳) ریاضی نیاز دارید، در ۲۵ 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.

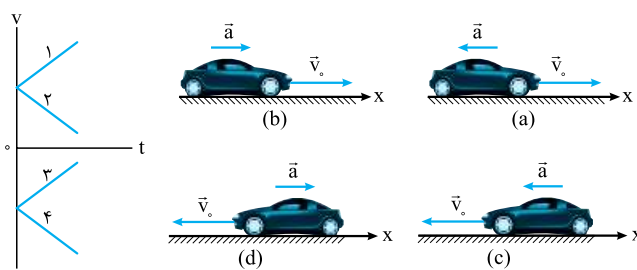


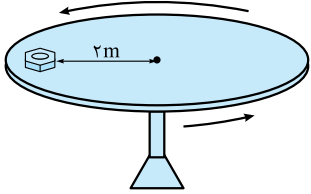
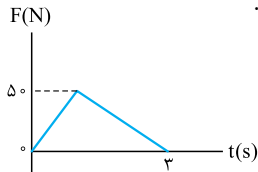
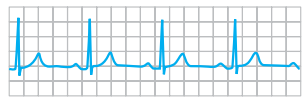
## فهرست

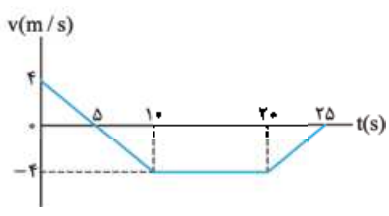
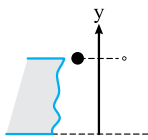
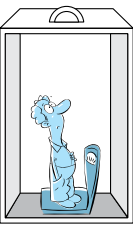
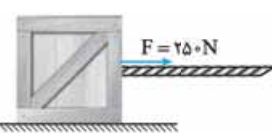
### بازم‌بندی درس فیزیک ۳ ریاضی


شماره فصل	نوبت اول	نوبت دوم
فصل اول	۷/۲۵	۳/۷۵
فصل دوم	۸/۲۵	۴
فصل سوم	۴/۵	تا صفحه ۷۷ (سر موج طولی) و تمرین‌های مربوط از آخر فصل
		از صفحه ۷۷ تا آخر فصل
فصل چهارم	-	۳/۲۵
فصل پنجم	-	۲/۷۵
فصل ششم	-	۲/۵
جمع	۲۰	۲۰

صفحه	صفحه	نوبت	آزمون	پاسخ‌نامه
۳۱	۳	اول	آزمون شماره ۱ (طبقه‌بندی شده)	
۳۲	۵	اول	آزمون شماره ۲ (طبقه‌بندی شده)	
۳۳	۷	اول	آزمون شماره ۳ (طبقه‌بندی نشده)	
۳۴	۹	اول	آزمون شماره ۴ (طبقه‌بندی نشده)	
۳۵	۱۱	دوم	آزمون شماره ۵ (طبقه‌بندی شده) <b>نهایی خرداد ۱۴۰۰</b>	
۳۶	۱۴	دوم	آزمون شماره ۶ (طبقه‌بندی شده) <b>نهایی شهریور ۱۴۰۰</b>	
۳۷	۱۶	دوم	آزمون شماره ۷ (طبقه‌بندی شده) <b>نهایی دی ۱۴۰۰</b>	
۳۸	۱۸	دوم	آزمون شماره ۸ (طبقه‌بندی شده) <b>نهایی دی ۱۴۰۱</b>	
۳۹	۲۱	دوم	آزمون شماره ۹ (طبقه‌بندی نشده) <b>نهایی خرداد ۱۴۰۱</b>	
۴۰	۲۳	دوم	آزمون شماره ۱۰ (طبقه‌بندی نشده) <b>نهایی خرداد ۱۴۰۲</b>	
۴۱	۲۵	دوم	آزمون شماره ۱۱ (طبقه‌بندی نشده) <b>نهایی شهریور ۱۴۰۱</b>	
۴۲	۲۸	دوم	آزمون شماره ۱۲ (طبقه‌بندی نشده) <b>نهایی شهریور ۱۴۰۲</b>	
۴۳			<b>درس‌نامه توپ برای شب امتحان</b>	

شماره	kheilisabz.com	مدت آزمون: ۱۱۰ دقیقه	رشته: ریاضی و فیزیک	فیزیک (۳)
نمره	آزمون شماره ۱			ردیف
<b>فصل اول</b>				
۰/۲۵ ۰/۲۵	<p>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 جابه‌جایی برابر است. ب) شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان برابر با شتاب لحظه‌ای است.</p>			۱
۰/۲۵ ۰/۲۵	<p>۲ جاهای خالی را پر کنید. الف) طول مسیری را که متحرک از مبدأ تا مقصد طی می‌کند ..... می‌نامیم. ب) در حرکت با شتاب ثابت، تغییرات ..... در واحد زمان ثابت می‌ماند.</p>			۲
۰/۲۵ ۰/۲۵	<p>۳ عبارت مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید. الف) بردار سرعت متوسط با بردار (جابه‌جایی - مکان) هم‌جهت است. ب) سطح محصور بین نمودار شتاب - زمان و محور زمان برابر با تغییرات (شتاب - سرعت) است.</p>			۳
۱	<p>۴ گلوله تفنگی با سرعت <math>200 \text{ m/s}</math> به تنه درختی برخورد می‌کند و پس از طی <math>5 \text{ cm}</math> در آن متوقف می‌شود. اگر شتاب حرکت گلوله در تنه درخت ثابت باشد، مقدار شتاب، چند متر بر مجذور ثانیه است؟</p>			۴
۱ ۱	<p>(فعالیت کتاب درسی)</p> 	<p>۵ در تمامی حالت‌های شکل زیر، خودروها در امتداد محور <math>x</math> و با شتاب ثابت در حرکت‌اند. الف) حرکت هر یک از خودروها، توسط کدام یک از نمودارهای <math>v-t</math> توصیف می‌شود؟ ب) توضیح دهید تندی کدام خودرو در حال افزایش (حرکت تندشونده) و تندی کدام خودرو در حال کاهش (حرکت کندشونده) است؟</p>		۵
۱/۷۵	<p>۶ خودرویی پشت چراغ قرمز ایستاده است. با سبزشدن چراغ، خودرو با شتاب <math>3 \text{ m/s}^2</math> شروع به حرکت می‌کند. در همین لحظه، کامیونی با سرعت ثابت <math>54 \text{ km/h}</math> از آن سبقت می‌گیرد. چند ثانیه پس از سبزشدن چراغ و در چه فاصله‌ای از محل اولیه، خودرو به کامیون می‌رسد؟ (مشابه مسئله کتاب درسی)</p>			۶
۱	<p>آزمایش‌ها، در همه امتحان‌ها یک الی یک‌ونیم نمره دارند. برای این که این نمره رو از دست نرین، حتماً آزمایش‌های کتاب درسی رو خوب بفونید.</p>	<p>۷ با وسیله‌های زیر آزمایشی را طراحی کنید که با استفاده از آن شتاب گرانش را حساب کنیم. «حسگر - زمان‌سنج حساس - پایه نگاه‌دارنده قابل تنظیم - خط‌کش - آهنربای الکتریکی - گلوله آهنی - سیم به اندازه کافی»</p>		۷
<b>فصل دوم</b>				
۰/۲۵ ۰/۲۵	<p>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.</p>			۸
۰/۲۵ ۰/۲۵	<p>۹ جاهای خالی را با عبارت 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.</p>			۹
۰/۲۵ ۰/۲۵	<p>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 می‌کند، مگر آن‌که نیروی خالص غیرصفری بر آن وارد شود. ب) نیروی کشسانی فنر با اندازه تغییر طول نسبت به حالت عادی فنر نسبت (مستقیم - عکس) دارد.</p>			۱۰
۱	<p>۱۱ در فیلمی علمی - تخیلی، موتور یک کشتی فضایی که در فضای تهی خارج از جو زمین و دور از هر سیاره و خورشید در حرکت است، از کار می‌افتد. در نتیجه حرکت کشتی فضایی کند می‌شود و می‌ایستد. آیا امکان وقوع چنین رویدادی وجود دارد؟ توضیح دهید. (پرسش کتاب درسی)</p>			۱۱
۱/۲۵	<p>هواستون به این نوع سؤال‌های تندی درسی باشد. اول باید بررسی کنید که زمانی که پتر باز می‌شود، سرعت بیشتر از سرعت دریه یا کم‌تر.</p>	<p>۱۲ چتربازی <math>10 \text{ s}</math> پس از پرش، چترش را باز می‌کند. حرکت چترباز را از زمان بازشدن چترش تحلیل کنید. (تندی حدی چترباز حدود <math>5 \text{ m/s}</math> است.)</p>		۱۲

ردیف	آزمون شماره ۱	رشته: ریاضی و فیزیک	مدت آزمون: ۱۱۰ دقیقه	kheilisabz.com	فیزیک (۳)
نمره	نوبت اول پایه دوازدهم				
۱۳	شخصی به جرم $60 \text{ kg}$ درون آسانسوری روی یک ترازوی فنری ایستاده است. آسانسور در حالی که به طرف پایین حرکت می کند، با شتاب $2 \text{ N/kg}$ متوقف می شود. مقداری را که ترازو نشان می دهد، در نظر بگیرید. (مشابه مثال کتاب درسی) $(g = 10 \text{ N/kg})$				۱
۱۴	جعبه ای به جرم $50 \text{ kg}$ 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
۱۵	مطابق شکل روبه رو، مهره ای بر روی صفحه افقی دایره ای شکلی قرار دارد و ضریب اصطکاک ایستایی بین مهره و صفحه $0/8$ است. دوره چرخش صفحه به دور محورش حداقل چند ثانیه باشد تا مهره بر روی صفحه نلغزد؟ $(\pi = 3, g = 10 \text{ N/kg})$			در این نوع سؤال ها باید تشخیص دهید که نیروی مرکزگرا برابر چه نیروی است.	۱/۵
۱۶	نمودار نیروی وارد شده 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 وارد شده بر جسم در این بازه چند نیوتون است؟			معمولاً یکی از سؤال های امتحاناتون به مبحث تکانه اختصاص دارد. لطفاً این مبحث رو جدی بگیرید!	۰/۵ ۰/۵
<b>فصل سوم</b>					
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 می شود. ب) تندی انتشار موج های الکترومغناطیسی در خلأ از رابطه $c = \sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$ به دست می آید.				۰/۲۵ ۰/۲۵
۱۸	جاهای خالی را با عبارتهای مناسب پر کنید. الف) به بیشترین فاصله نوسانگر از نقطه تعادل ..... می گویند. ب) اگر راستای نوسان ذره های محیط، موازی با راستای انتشار موج باشد، موج را ..... می نامیم.			معمولاً در امتحان های فیزیک، تعاریف در قالب «پارچه» مطرح می شه. آگه نمره سؤال های «پارچه» پراتون مهمه، تعاریف رو خوب بفونید و حفظ 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 می کنیم، نمونه ای از (نوسان واداشته - نوسان آزاد) است. ب) انرژی مکانیکی نوسانگر ساده به مکان نوسانگر بستگی (دارد - ندارد).				۰/۲۵ ۰/۲۵
۲۰	شکل روبه رو نمودار نوار قلب یک انسان در مدت $1/15 \text{ min}$ است. دوره تناوب و بسامد ضربان قلب این شخص را حساب کنید. (برگرفته از شکل کتاب درسی)				۱
۲۱	جسمی به جرم $2 \text{ kg}$ به فنری افقی با ثابت $8 \text{ N/cm}$ متصل است. اگر فنر را به اندازه $4 \text{ cm}$ فشرده و سپس رها کنیم: الف) تندی بیشینه جسم چه قدر است؟ ب) وقتی تندی جسم به نصف تندی بیشینه می رسد، انرژی پتانسیل کشسانی سامانه چه قدر است؟			مواستون باشه در حرکت هماهنگ ساده وقتی تندی، نصف تندی بیشینه می شه، انرژی جنبشی نصف انرژی جنبشی بیشینه نمی شه بلکه برابر می شه با ...	۰/۷۵ ۰/۷۵
۲۲	در یک گیتار طول هر تار بین دو انتهای ثابت $0/6 \text{ m}$ و جرم تار $2 \text{ g}$ است. برای نواختن بالاترین بسامد، تارها تحت کششی برابر $1000 \text{ N}$ قرار دارند. تندی انتشار موج برای ایجاد این بسامد چه قدر است؟				۰/۵
۲۰	جمع نمرات	موفق باشید			

شماره	kheilisabz.com	مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه	رشته: ریاضی و فیزیک	فیزیک (۳)
نوبت دوم پایه دوازدهم - نهایی خرداد ۱۴۰۱ ریاضی			آزمون شماره ۹	
۱	<p>در جمله‌های زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کرده و در پاسخ برگ بنویسید.</p> <p>الف) تندی متوسط، یک کمیت (نرده‌ای - برداری) و یکان آن متر بر ثانیه است.</p> <p>ب) برداری که مبدأ محور را در هر لحظه به مکان جسم وصل کند، بردار (جابه‌جایی - مکان) نام دارد.</p> <p>پ) در حرکت با سرعت ثابت، شیب نمودار مکان - زمان متحرک همواره ثابت (است - نیست).</p> <p>ت) شتاب متوسط، هم‌جهت با بردار (سرعت - تغییر سرعت) است.</p>			۱
۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۵ ۰/۵	<p>نمودار سرعت - زمان متحرکی در امتداد محور X مطابق شکل است:</p>  <p>الف) متحرک در بازه زمانی ۱۰ s تا ۲۰ s در جهت محور X حرکت کرده یا در خلاف جهت آن؟</p> <p>ب) در چه لحظه‌ای جهت حرکت متحرک تغییر کرده است؟</p> <p>پ) در کدام بازه‌های زمانی حرکت جسم کندشونده است؟</p> <p>ت) جابه‌جایی متحرک را در بازه زمانی صفر تا ۱۰ ثانیه پیدا کنید.</p>			۲
۰/۵ ۰/۷۵	 <p>گلوله‌ای از یک صخره به ارتفاع ۱۸۰ متر نسبت به زمین، آزادانه سقوط می‌کند.</p> <p>الف) زمان سقوط آزاد گلوله را به دست آورید. (<math>g = 10 \text{ m/s}^2</math>)</p> <p>ب) سرعت برخورد گلوله به سطح زمین را پیدا کنید.</p>			۳
۱/۵	<p>درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را با علامت‌های (د) یا (ن) مشخص کنید:</p> <p>الف) نیروی کنش و واکنش همواره به دو جسم وارد می‌شوند.</p> <p>ب) نیروی مقاومت شاره به بزرگی جسم بستگی ندارد.</p> <p>پ) وزن یک جسم، در سطح سیاره‌های مختلف یکسان است.</p> <p>ت) هر چه ثابت فنر کم‌تر باشد، فنر سخت‌تر است.</p> <p>ث) تکانه یک کمیت برداری است و یکای SI آن، <math>\frac{\text{kg}\cdot\text{m}}{\text{s}}</math> است.</p> <p>ج) دوره تناوب افراد واقع بر یک دیسک گردان در فاصله‌های متفاوت از مرکز دیسک یکسان است.</p>			۴
۰/۷۵	 <p>شخصی به جرم <math>50 \text{ kg}</math> درون آسانسوری ساکن روی یک ترازوی فنری ایستاده است. وقتی آسانسور شتاب رو به پایین <math>2 \text{ m/s}^2</math> دارد، ترازو چه عددی را نشان می‌دهد؟ (<math>g = 10 \text{ m/s}^2</math>)</p>			۵
۱	 <p>مطابق شکل جعبه ساکنی به جرم <math>100 \text{ kg}</math> را با نیروی ثابت افقی می‌کشیم. اگر ضریب اصطکاک ایستایی جعبه و سطح <math>0/4</math> باشد، با محاسبه مشخص کنید جعبه ساکن می‌ماند یا شروع به حرکت می‌کند؟ (<math>g = 10 \text{ m/s}^2</math>)</p>			۶
۰/۷۵	<p>خودرویی در یک میدان به شعاع <math>160 \text{ m}</math> با تندی <math>72 \text{ km/h}</math> در حال دورزدن است. شتاب مرکزگرای خودرو را محاسبه کنید.</p>			۷
۱	<p>به پرسش‌های زیر پاسخ کوتاه دهید:</p> <p>الف) در طیف امواج الکترومغناطیسی کم‌ترین بسامد مربوط به امواج رادیویی است یا پرتوهای گاما؟</p> <p>ب) وقتی نوسانگر به نقاط بازگشتی نزدیک می‌شود، انرژی جنبشی آن افزایش می‌یابد یا کاهش؟</p> <p>پ) اگر در یک محیط، طول آونگ ساده‌ای را کاهش دهیم، دوره تناوب آن چه تغییری می‌کند؟</p> <p>ت) از دو عامل بسامد موج و دمای هوا، کدام یک بر تندی صوت در هوا مؤثر است؟</p>			۸
۰/۵ ۰/۲۵	<p>فنری به جرم <math>5 \text{ kg}</math> و طول <math>2 \text{ m}</math> را با نیروی <math>9 \text{ N}</math> می‌کشیم.</p> <p>الف) تندی انتشار موج عرضی در این فنر چند متر بر ثانیه است؟</p> <p>ب) اگر در فنر موج عرضی ایجاد کنیم، فاصله دو قله متوالی چه نام دارد؟</p>			۹

شماره	kheilisabz.com	مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه	رشته: ریاضی و فیزیک	فیزیک (۳)												
نمره	آزمون شماره ۹			ردیف												
۱ ۰/۲۵	<p>۱۰ نمودار مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر به شکل مقابل است: الف) بسامد زاویه‌ای این نوسانگر را حساب کنید. ب) در چه مکانی تندی نوسانگر بیشینه است؟</p> 															
۰/۵ ۰/۲۵	<p>۱۱ الف) در یک رستوران ساکت، شدت صوت <math>10^{-7} \text{ W/m}^2</math> است. تراز شدت صوت چند دسی‌بل است؟ (<math>I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2</math>) ب) شکل مقابل نشان‌دهنده کدام پدیده فیزیکی است؟</p> 															
۱	<p>۱۲ هر کدام از موارد ستون (الف) در جدول زیر، با یک مورد از موارد ستون (ب) ارتباط است. آن‌ها را مشخص کنید. (یک مورد در ستون (ب) اضافه است).</p> <table border="1" data-bbox="423 636 1108 883"> <thead> <tr> <th>ستون (الف)</th> <th>ستون (ب)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>الف) تداخل امواج با یکدیگر</td> <td>a) شکست نور</td> </tr> <tr> <td>ب) سونوگرافی</td> <td>b) پراش</td> </tr> <tr> <td>پ) سراب</td> <td>c) پاشندگی نور</td> </tr> <tr> <td>ت) گسترده‌گی موج در عبور از یک شکاف</td> <td>d) موج ایستاده</td> </tr> <tr> <td></td> <td>e) بازتاب</td> </tr> </tbody> </table>			ستون (الف)	ستون (ب)	الف) تداخل امواج با یکدیگر	a) شکست نور	ب) سونوگرافی	b) پراش	پ) سراب	c) پاشندگی نور	ت) گسترده‌گی موج در عبور از یک شکاف	d) موج ایستاده		e) بازتاب	
ستون (الف)	ستون (ب)															
الف) تداخل امواج با یکدیگر	a) شکست نور															
ب) سونوگرافی	b) پراش															
پ) سراب	c) پاشندگی نور															
ت) گسترده‌گی موج در عبور از یک شکاف	d) موج ایستاده															
	e) بازتاب															
۰/۲۵ ۰/۷۵	<p>۱۳ الف) یک جبهه موج نوری از هوا وارد آب می‌شود. فاصله جبهه‌های موج افزایش می‌یابد یا کاهش؟ ب) مطابق شکل مقابل، پرتویی از محیط شفاف (۱) به محیط شفاف (۲) می‌رود. تندی انتشار پرتوی موج شکست چند برابر تندی انتشار پرتوی موج فرودی است؟ (<math>\sin 37^\circ = 0/6, \sin 53^\circ = 0/8</math>)</p> 															
۰/۷۵ ۰/۵	<p>۱۴ در یک تار پیانو موج ایستاده ایجاد می‌کنیم. اگر طول تار <math>1/2 \text{ m}</math> و تندی انتشار موج عرضی در آن <math>240 \text{ m/s}</math> باشد، الف) بسامد هماهنگ چهارم آن چند هرتز است؟ ب) شکل موج حاصل در هماهنگ چهارم تار را رسم کنید.</p>															
۰/۵ ۰/۵	<p>۱۵ الف) یک مورد از نارسایی‌های مدل بور را بنویسید. ب) در اتم هیدروژن با افزایش شماره مدار (n)، اختلاف شعاع دو مدار متوالی و اختلاف انرژی آن‌ها چه تغییری می‌کند؟</p>															
۰/۵ ۰/۵	<p>۱۶ در یک آزمایش فوتوالکتریک تابع کار فلز برابر <math>4 \text{ eV}</math> است. الف) طول موج آستانه چند نانومتر است؟ (<math>hc = 1240 \text{ eV}\cdot\text{nm}</math>) ب) اگر طول موج نور فرودی <math>200 \text{ nm}</math> باشد، <math>K_{\text{max}}</math> برای فوتوالکترون‌ها چند الکترون‌ولت است؟</p>															
۰/۷۵	<p>۱۷ کوتاه‌ترین طول موج در رشته پفوند (<math>n' = 5</math>) هیدروژن اتمی، چند نانومتر است؟ (<math>R = 0/01 \text{ nm}^{-1}</math>)</p>															
۱	<p>۱۸ جاهای خالی را در جمله‌های زیر با کلمه‌های مناسب تکمیل کنید: الف) هسته اتم از نوترون‌ها و پروتون‌ها تشکیل شده است که به طور کلی ..... نامیده می‌شوند. ب) آب معمولی از جمله موادی است که به عنوان ..... نوترون‌ها در واکنش شکافت هسته‌ای استفاده می‌شود. پ) با وارد کردن ..... به داخل راکتور، آهنگ واکنش شکافت، تنظیم می‌شود. ت) یک نوع واکنش هسته‌ای که منشأ تولید انرژی در ستارگان و از جمله خورشید است ..... نام دارد.</p>															
۰/۵	<p>۱۹ واکنش‌های زیر را کامل کنید (هسته دختر را <math>{}^A_Z Y</math> بگیرید): الف) <math>{}^{238}_{92} \text{U} \rightarrow \dots + {}^4_2 \text{He}</math> ب) <math>{}^{234}_{90} \text{Th} \rightarrow {}^{234}_{91} \text{Pa} + \dots</math></p>															
۱	<p>۲۰ پس از گذشت ۱۰۰ روز، تعداد هسته‌های پرتوزای یک نمونه، به <math>\frac{1}{16}</math> تعداد موجود در آغاز کاهش یافته است. نیمه عمر این ماده چند روز است؟</p>															
۲۰	جمع نمرات			موفق باشید												



# پاسخنامه 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 جابه‌جایی برابر نیست.

ب) درست

۲- الف) مسافت (ب) سرعت

۳- الف) جابه‌جایی (ب) سرعت

۴- برای حل این سؤال، از معادله مستقل از زمان استفاده می‌کنیم؛ چون سرعت ابتدایی و نهایی و هم‌چنین جابه‌جایی را داریم:

$$v_f^2 - v_i^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 0 - (20 \text{ m/s})^2 = 2 \times a \times (\Delta \times 10^{-2} \text{ m})$$

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

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

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- معادله مکان - زمان هر کدام را می‌نویسیم:

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

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

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

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 می‌رسد. حالا برای به دست آوردن فاصله از مکان اولیه،

$t = 10 \text{ s}$  را در یکی از معادله‌ها قرار می‌دهیم:

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

۷- یک مدار مطابق شکل مقابل می‌بینیم:

با قطع جریان، زمان سنج شروع به کار می‌کند. وقتی جریان قطع می‌شود، آهنربای الکتریکی از کار می‌افتد و گلوله روی حسگر، با سقوط گلوله روی حسگر، زمان سنج متوقف می‌شود و مدت زمان سقوط به دست می‌آید. با خط‌کش ارتفاع سقوط را تعیین می‌کنیم و با استفاده از رابطه  $\Delta y = -\frac{1}{2} g t^2$  مقدار شتاب را به دست می‌آوریم.

۸- الف) نادرست. وقتی جسمی در یک شاره حرکت می‌کند از طرف شاره نیرویی در جهت مخالف حرکت جسم به آن وارد می‌شود که نیروی مقاومت شاره است، اما نیرویی که توسط شاره به جسم درون آن (چه حرکت کند و چه حرکت نکند) به سمت بالا وارد می‌شود، نیروی شناوری می‌گوییم.

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- خیر. امکان وقوع چنین رویدادی وجود ندارد؛ چون در فضای تهی و دور از هر جرم آسمانی دیگر نیروی خالص وارد بر کشتی، صفر است. طبق قانون اول نیوتون وقتی نیروهای وارد بر جسمی متوازن باشند، سرعت جسم تغییر نمی‌کند.

۱۲- وقتی چترباز ۱۰ s پس از پرش، چترش را باز می‌کند، سرعتش از سرعت حدی بیشتر است؛ پس، در هنگام بازشدن چتر، نیروی مقاومت هوای بزرگ‌تری نسبت به وزن چترباز به چترباز وارد می‌شود و یک شتاب بالاسو به جسم می‌دهد. این شتاب بالاسو که در خلاف جهت سرعت است، باعث کندشدن حرکت می‌شود. با کندترشدن حرکت، نیروی مقاومت هوا کاهش می‌یابد. کاهش یافتن نیروی مقاومت هوا تا جایی ادامه می‌یابد که اندازه آن با اندازه نیروی وزن برابر شود. در این لحظه چون نیروی خالص وارد بر چترباز صفر می‌شود، چترباز با تندی ثابت و حدی  $5 \text{ m/s}$  به سمت پایین حرکت می‌کند.

۱۳- آسانسور به طرف پایین حرکت می‌کند و متوقف می‌شود؛ 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 می‌دهد اندازه نیروی عمودی سطح وارد بر شخص است. جهت مثبت را به طرف بالا در نظر می‌گیریم؛ بنابراین:

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

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

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، داریم:

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

۱۵- در این سؤال نیروی  $f_{s, \text{max}}$  برابر نیروی مرکزگرا است:

$$F_c = m \frac{v^2}{r} \quad \left. \begin{aligned} f_{s, \text{max}} = \mu_s F_N = mg\mu_s \\ \Rightarrow m g \mu_s = m \frac{v^2}{r} \end{aligned} \right\} \Rightarrow v^2 = (10 \text{ m/s}^2) \times (0.8) \times (2 \text{ m}) = 16 \text{ m}^2/\text{s}^2 \Rightarrow v = 4 \text{ m/s}$$

دوره تناوب را از رابطه  $T = \frac{2\pi r}{v}$  به دست می‌آوریم:

$$T = \frac{2 \times 3 \times (2 \text{ m})}{4 \text{ m/s}} = 3 \text{ s}$$

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

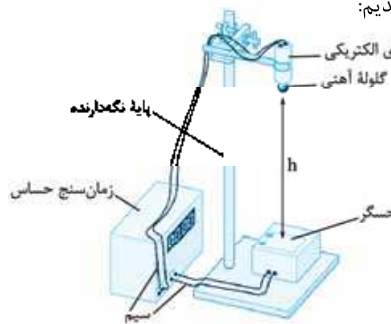
$$\Delta p = \left( \frac{50 \times 3}{2} \right) \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}} = 75 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$

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

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

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

ب) نادرست.  $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$





ب) موج طولی

۱۸- الف) دامنه

ب) ندارد.

۱۹- الف) نوسان آزاد

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:

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

$$v_{\text{max}} = A \sqrt{\frac{k}{m}} = (4 \text{ cm}) \times \sqrt{\frac{8 \text{ N/cm}}{2 \text{ kg}}}$$

$$= (4 \times 10^{-2} \text{ m}) \times \sqrt{\frac{800 \text{ N/m}}{2 \text{ kg}}} = 0.8 \text{ m/s}$$

ب) وقتی تندی نصف تندی بیشینه است، داریم:

$$v = \frac{v_{\text{max}}}{2} = \frac{0.8 \text{ m/s}}{2} = 0.4 \text{ m/s}$$

$$E = U + K \Rightarrow \frac{1}{2} k A^2 = U + \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow \frac{1}{2} (800 \text{ N/m}) \times (0.04 \text{ m})^2$$

$$= U + \frac{1}{2} \times (2 \text{ kg}) \times (0.4 \text{ m/s})^2 \Rightarrow U = 0.48 \text{ J}$$

۲۲- ابتدا چگالی خطی تار را به دست می‌آوریم:

$$\mu = \frac{m}{L} = \frac{0.2 \text{ g}}{0.6 \text{ m}} = \frac{2 \times 10^{-4} \text{ kg}}{6 \times 10^{-1} \text{ m}} = \frac{1}{3} \times 10^{-3} \text{ kg/m}$$

حالا تندی انتشار موج را محاسبه می‌کنیم:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{\frac{1000}{3} \text{ N}}{\frac{1}{3} \times 10^{-3} \text{ kg/m}}} = 10^3 \text{ m/s}$$

**روش دوم** فرض کنید سؤال در قسمت (الف)، از ما زمان سقوط را نمی‌خواست. بدون زمان سقوط هم می‌توانیم به کمک رابطه مستقل از زمان سرعت برخورد گلوله به زمین را به دست آوریم:

$$v^2 = -2g\Delta y \Rightarrow v^2 = -2 \times 10 \times (-180) = 3600$$

جهت مثبت به سمت بالاست  $\rightarrow v = -60 \text{ m/s}$

۴- الف) درست

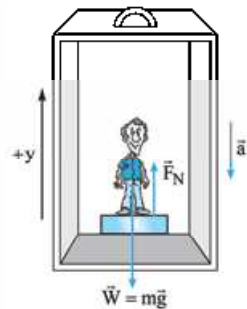
ب) نادرست؛ نیروی مقاومت شاره به بزرگی جسم، تندی آن و ... بستگی دارد.  
پ) نادرست؛ وزن هر جسم در هر سیاره از رابطه  $\vec{W} = m\vec{g}$  به دست می‌آید. با توجه به این که  $\vec{g}$  (شتاب گرانش) در سیاره‌های مختلف متفاوت است، وزن در سیاره‌های مختلف متفاوت است.

ت) نادرست؛ هر چه ثابت فتر بیشتر باشد، فتر سخت‌تر است.  
ث) درست؛ تکانه از رابطه  $\vec{p} = m\vec{v}$  به دست می‌آید؛ پس، این کمیت برداری و یکای آن برابر است با:

$$[\text{یکای جرم}] = [\text{یکای سرعت}] = \text{kg} \times \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right) = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$

ج) درست

۵- **کلمه** نیروهای وارد بر شخص را رسم می‌کنیم:



**کلمه** با توجه به این که شتاب حرکت به سمت پایین است، داریم:

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

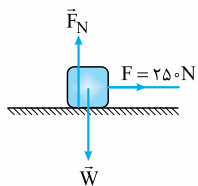
به سمت بالا  $F_N$  و به سمت پایین  $\vec{W}$  و  $\vec{a}$

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

$$\Rightarrow F_N - 50 \times 10 = -50 \times 2 \Rightarrow F_N = 500 - 100 = 400 \text{ N}$$

بنابراین ترازو مقدار  $400 \text{ N}$  را نشان می‌دهد.

۶- **کلمه** با توجه به شکل و این که در راستای عمود جسم ساکن است، مقدار  $F_N$  را تعیین می‌کنیم.



$$\vec{F}_{\text{net}, y} = 0$$

$$\vec{F}_N + \vec{W} = 0 \Rightarrow F_N - W = 0 \Rightarrow F_N = W = mg$$

$$= 1000 \times 10 = 10000 \text{ N}$$

**کلمه** حالا با استفاده از رابطه  $f_{s, \text{max}} = \mu_s F_N$  مقدار نیروی اصطکاک را تعیین می‌کنیم:

**کلمه** با توجه به این که  $F < f_{s, \text{max}}$  است، جعبه ساکن می‌ماند.

۷- **کلمه** ابتدا تندی را بر حسب متر بر ثانیه به دست می‌آوریم:

$$v = 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$$

$$a = \frac{20^2}{160} = \frac{400}{160} = 2.5 \text{ m/s}^2$$

**کلمه** با استفاده از رابطه  $a = \frac{v^2}{r}$  داریم:

۸- الف) امواج رادیویی  
ب) در نقاط بازگشتی تندی صفر می‌شود؛ بنابراین وقتی نوسانگر از نقطه تعادل دور می‌شود و به یکی از نقاط بازگشتی نزدیک می‌شود، انرژی جنبشی آن کاهش می‌یابد.

پ) با توجه به رابطه  $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$  با کاهش طول آونگ ساده، دوره تناوب کاهش می‌یابد.  
ت) دمای هوا

**آزمون شماره ۹ (نوبت دوم)**

۱- الف) نردهای (ب) مکان

پ) است (ت) تغییر سرعت

۲- الف) خلاف جهت محور x؛ چون سرعت منفی است.

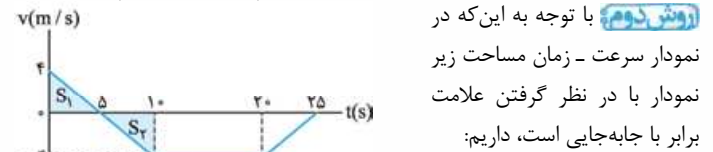
ب) در  $t = 5 \text{ s}$ ، در این لحظه سرعت صفر می‌شود و قبل و بعد از این لحظه علامت سرعت تغییر می‌کند؛ پس متحرک تغییر جهت می‌دهد.

پ) در بازه زمانی صفر تا  $5 \text{ s}$  که تندی از  $4 \text{ m/s}$  به صفر رسیده است، حرکت کندشونده است. علاوه بر آن در بازه زمانی  $20 \text{ s}$  تا  $25 \text{ s}$  که تندی از  $4 \text{ m/s}$  به صفر رسیده است، حرکت کندشونده است.

ت) جابه‌جایی را از دو روش به دست می‌آوریم:

**روش اول** با استفاده از رابطه مستقل از شتاب در این بازه زمانی داریم:

$$\Delta x = \left(\frac{v + v_0}{2}\right)\Delta t = \left(\frac{-4 + 4}{2}\right) \times 10 = 0$$



**روش دوم** با توجه به این که در نمودار سرعت - زمان مساحت زیر نمودار با در نظر گرفتن علامت برابر با جابه‌جایی است، داریم:

$$\Delta x = |S_1| - |S_2| = \frac{4 \times 5}{2} - \frac{4 \times 5}{2} = 0$$

۳- الف) به کمک رابطه  $\Delta y = -\frac{1}{2}gt^2$  داریم:

$$\Delta y = -\frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow -180 = -5t^2 \Rightarrow t^2 = 36 \Rightarrow t = 6 \text{ s}$$

ب) **روش اول** سرعت برخورد گلوله به سطح زمین را با استفاده از رابطه  $v = -gt$  تعیین می‌کنیم:

$$v = -gt = -10 \times 6 = -60 \text{ m/s}$$



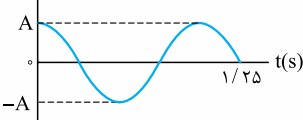


۹- الف) به راحتی و با استفاده از رابطه  $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{FL}{m}}$  می‌توانیم تندی موج را در فتر تعیین کنیم:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{FL}{m}} = \sqrt{\frac{9 \times 2}{0.5}} = \sqrt{\frac{18}{0.5}} = \sqrt{36} = 6 \text{ m/s}$$

ب) طول موج

x(cm)



۱۰- الف) همان‌طور که در شکل

روبه‌رو مشخص است  $\frac{T}{4} = 1/25 \text{ s}$  است؛

بنابراین، داریم:

$$\frac{T}{4} = 1/25 \text{ s} \Rightarrow T = \frac{1/25 \times 4}{1} = \frac{4}{25} = 0.16 \text{ s}$$

حالا با استفاده از رابطه  $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ، بسامد زاویه‌ای را تعیین می‌کنیم:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.16} = 2\pi \text{ rad/s}$$

ب) در نقطه تعادل (مرکز نوسان)

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{10^{-7}}{10^{-12}} = 10 \log 10^5 = 50 \text{ dB}$$

۱۱- الف)

ب) اثر دوپلر

e ب)

۱۲- الف) d

b ت)

a پ)

۱۳- الف) کاهش؛ با ورود جبهه موج نور از هوا به آب تندی آن کاهش می‌یابد؛ بنابراین

با توجه به رابطه  $\lambda = \frac{v}{f}$  و ثابت ماندن بسامد، طول موج که برابر با فاصله دو جبهه موج متوالی است، کاهش می‌یابد.

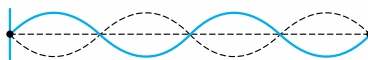
$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1} \Rightarrow \frac{0.8}{0.6} = \frac{v_2}{v_1} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{4}{3}$$

ب)

$$f = \frac{nv}{2L} \Rightarrow f = \frac{4 \times 240}{2 \times 1/2} = 400 \text{ Hz}$$

۱۴- الف)

ب)



۱۵- الف) یکی از موارد زیر باید نوشته شود:

۱) این مدل برای وقتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می‌گردد، به کار نمی‌رود.

۲) این مدل نمی‌تواند متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی را توضیح دهد.

ب) اختلاف شعاع دو مدار متوالی، افزایش و اختلاف انرژی دو مدار متوالی کاهش می‌یابد.

$$\lambda_0 = \frac{hc}{W_0} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{1240}{4} = 310 \text{ nm}$$

۱۶- الف)

$$K_{\max} = \frac{hc}{\lambda} - W_0 \Rightarrow K_{\max} = \frac{1240}{200} - 4 = 2/2 \text{ eV}$$

ب)

۱۷- کوتاه‌ترین طول موج در هر رشته مربوط به گذار از بی‌نهایت به تراز مورد نظر است.

$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \left( \frac{1}{25} - \frac{1}{\infty} \right) \Rightarrow \lambda = 2500 \text{ nm}$$

ب) گندساز

۱۸- الف) نوکلئون

ت) گداخت یا هم‌جوشی هسته‌ای

پ) میله‌های کنترل

ب)  $e^-$  (وایشی  $\beta^-$ )

۱۹- الف)  ${}_{90}^{234}\text{Y}$

-۲۰

$$N = \frac{N_0}{3^n} \Rightarrow N = \frac{N_0}{16} = \frac{N_0}{2^4} \Rightarrow n = 4$$

$$n = \frac{t}{T} \Rightarrow T = \frac{100}{4} = 25 \text{ روز}$$

# درس نامهٔ توپ برای شب امتحان

**نکته** سرعت متوسط هم جهت با بردار جابه‌جایی است.

**نکته** همان‌طور که مسافت و جابه‌جایی دو کمیت متفاوت بودند، تندی متوسط و

سرعت متوسط نیز دو کمیت متفاوت هستند.

**مثال** اتومبیلی مطابق شکل بر روی یک

مسیر دایره‌ای در حال دور زدن میدانی است.

اگر فاصلهٔ اتومبیل از مرکز میدان  $120$  متر

باشد و یک دقیقه طول بکشد تا اتومبیل  $\frac{1}{4}$

محیط میدان را ببیند:

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 می‌کنیم. مسافتی که اتومبیل از مکان

(1) تا مکان (2) 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 می‌آوریم:

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

ب) بردار جابه‌جایی اتومبیل را رسم کرده و اندازهٔ

بردار جابه‌جایی را به کمک رابطهٔ فیثاغورس به دست

می‌آوریم:

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

اندازهٔ بردار جابه‌جایی  $120\sqrt{2}$  m و جهت آن به سمت شمال غربی است.

جهت بردار سرعت متوسط همان جهت بردار جابه‌جایی، یعنی شمال غربی است و اندازهٔ آن

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

## بردار مکان

به برداری که مبدأ حرکت را در هر لحظه به مکان جسم وصل می‌کند، بردار مکان

گفته می‌شود. از تفاضل برداری بردار مکان نهایی ( $\vec{d}_2$ ) و بردار مکان اولیه ( $\vec{d}_1$ )، بردار

جابه‌جایی به دست می‌آید ( $\vec{d} = \vec{d}_2 - \vec{d}_1$ ).

مثلاً اگر حرکت بر روی خط راست یا بر

روی یک محور انجام شود، بردار جابه‌جایی

به صورت زیر به دست می‌آید:

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

بر مبنای بردار جابه‌جایی به دست آمده بالا، بردار سرعت متوسط

را برای حرکت روی محور X بازنویسی می‌کنیم:

**نکته** در حرکت بر خط راست می‌توانیم 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 لحظه‌ای و سرعت لحظه‌ای

**تندی لحظه‌ای:** اگر تندی متوسط جسم را در بازهٔ زمانی بسیار کوتاهی که به آن لحظه

گفته می‌شود به دست آوریم، تندی لحظه‌ای جسم را مشخص کرده‌ایم. تندی لحظه‌ای،

تندی متحرک در هر لحظه معین است. مثلاً تندی سنج اتومبیل، تندی اتومبیلی را در

هر لحظه نمایش می‌دهد. تندی لحظه‌ای کمیتی نرده‌ای 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 عبارت‌اند از: مسافت و جابه‌جایی، سرعت و تندی متوسط و لحظه‌ای، مکان و ...

### مسافت و جابه‌جایی

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

**مسافت:** به طول مسیری که متحرک طی می‌کند

تا از مکانی به مکان دیگر منتقل شود، مسافت گفته

می‌شود. مسافت یک کمیت عددی است و واحد آن

در SI، متر (m) است.

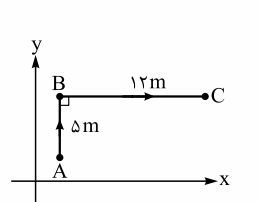
**جابه‌جایی:** به پاره‌خط جهت‌داری که مکان شروع

حرکت را به مکان پایان آن وصل کند، بردار

جابه‌جایی گفته می‌شود.

جابه‌جایی یک کمیت برداری است.

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



**مثال:** متحرکی در صفحهٔ  $x-y$  از نقطهٔ A به

نقطهٔ B و سپس از نقطهٔ B به نقطهٔ C می‌رود.

الف) مسافت طی شده توسط متحرک در مسیر

ABC چند متر است؟

ب) اندازهٔ بردار جابه‌جایی متحرک در مسیر

ABC چند متر است؟

**پاسخ** الف) مسافت طی شده از جمع طول مسیرهای AB و BC به دست می‌آید:

$$L = AB + BC = \Delta m + 12 \text{ m} = 17 \text{ m}$$

ب) بردار جابه‌جایی را با وصل کردن A به C رسم می‌کنیم.

برای به دست آوردن اندازهٔ بردار جابه‌جایی از رابطهٔ فیثاغورس

استفاده می‌کنیم:

$$d = \sqrt{(AB)^2 + (BC)^2}$$

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

**نکته:** در یک حرکت رفت و برگشت به نقطهٔ اول، جابه‌جایی صفر است، اما مسافت

طی شده صفر نیست.

### تندی متوسط - سرعت متوسط

اصطلاح تندی و سرعت را بارها شنیده‌اید و معمولاً این دو مفهوم را یکی در نظر

گرفته‌اید؛ مثلاً عددی را که تندی سنج اتومبیل به ما نشان می‌دهد، به عنوان سرعت

اتومبیل در نظر گرفته‌اید. اما در فیزیک بین تندی و سرعت تفاوت‌هایی وجود دارد.

**تندی متوسط:** به نسبت مسافت طی شده به مدت زمان صرف‌شده

برای طی مسافت، تندی متوسط گفته می‌شود:

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

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

**سرعت متوسط:** به نسبت جابه‌جایی به مدت زمان صرف‌شده برای

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

جابه‌جایی، سرعت متوسط گفته می‌شود:

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



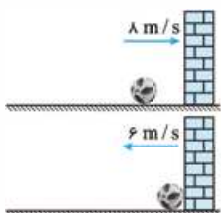
## حرکت شتاب دار

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.

$$\vec{a}_{av} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1}$$

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

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



**مثال:** مطابق شکل توپی با سرعت  $8 m/s$  به دیواری برخورد کرده و با سرعت  $6 m/s$  باز می گردد. اگر مدت زمان تماس توپ با دیوار  $0.2 s$  باشد شتاب متوسط توپ در این برخورد چند متر بر مربع ثانیه است؟

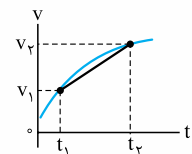
**پاسخ:** با توجه به این که حرکت در راستای محور X است، بردار سرعت های اولیه و ثانویه توپ را به صورت مقابل می نویسیم:  $\vec{v}_1 = (8 m/s)\vec{i}$  و  $\vec{v}_2 = (-6 m/s)\vec{i}$  حالا می توانیم بردار شتاب متوسط را به دست آوریم:

$$\vec{a}_{av} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t} = \frac{(-6 m/s)\vec{i} - (8 m/s)\vec{i}}{0.2 s} = \vec{a}_{av} = (-70 m/s^2)\vec{i}$$

**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.

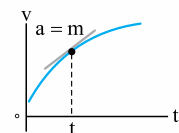
## نمودار سرعت - زمان

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

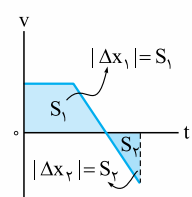


**نکته:** شیب خطی که دو نقطه از نمودار سرعت - زمان را به هم وصل کند، شتاب متوسط را در آن بازه زمانی به ما می دهد:

$$\text{شیب} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = a_{av}$$



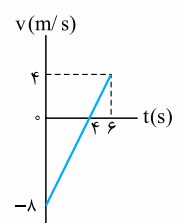
شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان در هر لحظه، شتاب متحرک را در آن لحظه نشان می دهد:



مساحت محصور بین نمودار سرعت - زمان و محور t، جابه جایی متحرک را در آن بازه زمانی نشان می دهد. اگر نمودار بالای محور t باشد، جابه جایی مثبت و اگر زیر محور t باشد، جابه جایی منفی است:  $\Delta x_1 > 0$ ,  $\Delta x_2 < 0$ .

$$\Delta x_{\text{کل}} = \Delta x_1 + \Delta x_2$$

$$\text{مسافت } I = |\Delta x_1| + |\Delta x_2|$$



**مثال:** نمودار سرعت - زمان متحرکی مطابق شکل است. الف) شتاب متحرک در بازه زمانی (1 s تا 3 s) چند متر بر مربع ثانیه است؟

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؟

**پاسخ:** 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:

$$a_{av} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{4 m/s - (-8 m/s)}{6 s - 0} \Rightarrow a_{av} = 2 m/s^2$$

**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.

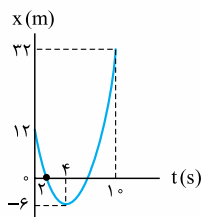
**تذکره:** در متن های فیزیکی به سرعت لحظه ای به اختصار سرعت و به تندی لحظه ای، تندی گفته می شود.

## نمودار مکان - زمان

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

**نکته:** نمودار مکان - زمان با مسیر حرکت متفاوت است.

**مثال:** در شکل مقابل، نمودار مکان - زمان متحرکی را مشاهده می کنید که بر روی محور X در حرکت است. سرعت متوسط متحرک را در بازه زمانی (2 s, 4 s) به دست آورید.



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

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

**نکته:** شیب خطی که دو نقطه از نمودار مکان - زمان را به هم وصل می کند، سرعت متوسط را بین آن دو نقطه به ما نشان می دهد. اگر شیب خط مثبت باشد، علامت سرعت متوسط مثبت و اگر شیب خط منفی باشد، علامت سرعت متوسط منفی است. مثلاً در نمودار مقابل داریم:

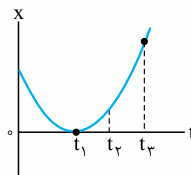
$$\text{شیب خط} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = v_{av}$$

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 Xها است. اگر شیب منفی باشد، سرعت منفی و حرکت در جهت منفی محور Xها است.

## نمودار مکان - زمان متحرکی که بر خط راست

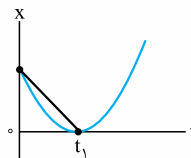
حرکت می کند مطابق شکل است:



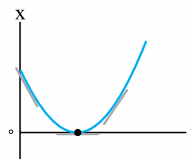
الف) علامت سرعت متوسط متحرک را از لحظه شروع تا لحظه  $t_1$  تعیین کنید.

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

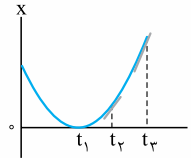
پ) اندازه سرعت متحرک در لحظه  $t_2$  بیشتر است یا در لحظه  $t_3$ ؟



**پاسخ:** الف) بر روی نمودار، لحظه شروع تا لحظه  $t_1$  را به هم وصل می کنیم. شیب این خط سرعت متوسط بین این دو لحظه را نشان می دهد. چون شیب این خط منفی است؛ پس علامت سرعت متوسط آن نیز منفی است.



ب) متحرک در لحظه  $t_1$  جهت حرکت خود را عوض کرده است. در این لحظه شیب خط صفر و در دو سمت این لحظه علامت شیب خطها متفاوت است.



پ) با رسم مماس بر نمودار در لحظه های  $t_2$  و  $t_3$  مشاهده می کنیم که شیب خط مماس در لحظه  $t_2$  بیشتر از لحظه  $t_3$  است، بنابراین سرعت متحرک در لحظه  $t_2$  بیشتر است.



### 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  $v_2$  باشد، سرعت متوسط از رابطه مقابل به دست می‌آید:

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

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

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

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

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  $(0, 5s)$  به دست آورید.

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  $t = 5s$  به دست

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

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 یک است:  $v = at + v_0$

معادله سرعت-زمان متحرکی که بر خط مستقیم حرکت می‌کند به صورت  $v = 4t - 8$

است. در چه لحظه‌ای متحرک، جهت حرکت خود را عوض می‌کند؟

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

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

### معادله مستقل از زمان

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

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

موتوروی با سرعت  $30 \text{ m/s}$  بر روی مسیر مستقیمی در حرکت است.

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

ترمز می‌کند. آیا خودرو به مانع برخورد می‌کند؟

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

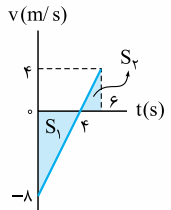
$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x$$

غیر این صورت خودرو به مانع برخورد می‌کند:

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

$\Delta x$  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:



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

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

$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = -8 \text{ m} + 4 \text{ m} = -4 \text{ m}$$

پ) برای به دست آوردن تندی متوسط باید در قدم اول مسافت طی شده را محاسبه کرد. برای این کار قدرمطلق  $\Delta x$ ها را با هم جمع می‌کنیم:

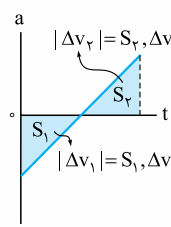
$$l = |\Delta x_1| + |\Delta x_2| = 8 \text{ m} + 4 \text{ m} = 12 \text{ m}$$

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

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{12 \text{ m}}{6 \text{ s}} = 2 \text{ m/s} = 2/3 \text{ m/s}$$

### نمودار شتاب-زمان

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



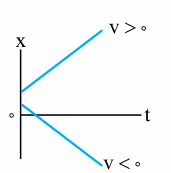
به کمک مساحت محصور بین نمودار و محور  $t$  می‌توان تغییرات سرعت را محاسبه کرد.

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:

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.

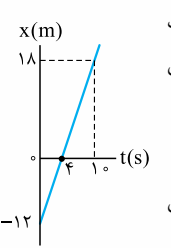
الف) با مقایسه معادله  $x = vt + x_0$  و  $x = 3t - 12$  می‌فهمیم که  $v = 3 \text{ m/s}$  و  $x_0 = -12 \text{ m}$  است.

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: