

# 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 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 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 امتحان نهایی‌های خرداد ۹۸ و شهریور ۹۸ رشته تجربی است که آن‌ها را با کتاب رشته ریاضی سازگار کرده‌ایم. آزمون‌های شماره ۷ و ۸ به ترتیب امتحان‌های نهایی دی ۹۷ و شهریور ۱۴۰۰ رشته ریاضی هستند.

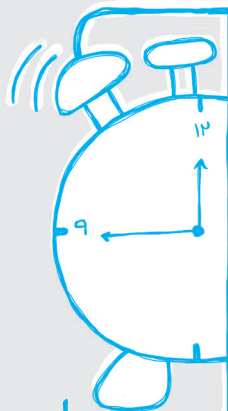
**ب) آزمون‌های طبقه‌بندی‌نشده:** آزمون‌های شماره ۹ تا ۱۲ را طبقه‌بندی نکرده‌ایم؛ پس، در این بخش با ۴ آزمون نوبت دوم، مشابه آزمون پایان سال مواجه خواهید شد. آزمون‌های شماره ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ به ترتیب امتحان نهایی‌های خرداد و شهریور ۹۸، خرداد ۹۹ و خرداد ۱۴۰۰ رشته ریاضی است.

(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 ۲۶ 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.

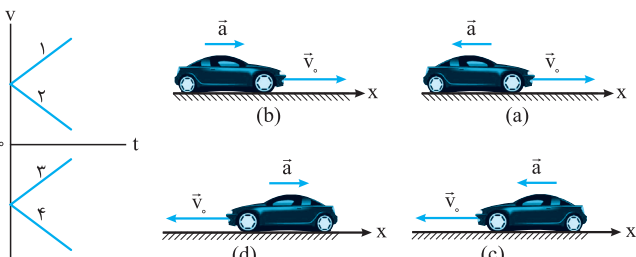


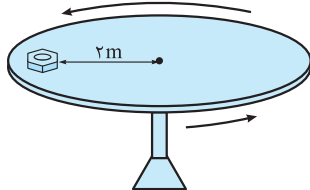
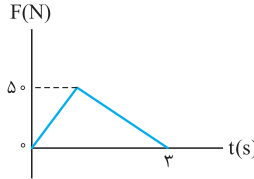
## بازم‌بندی درس فیزیک ۳ ریاضی

شماره فصل	نوبت اول	نوبت دوم
فصل اول	۷/۲۵	۳/۷۵
فصل دوم	۸/۲۵	۴
فصل سوم	۴/۵	۳/۷۵
	از صفحه ۷۷ تا آخر فصل	
فصل چهارم	-	۳/۲۵
فصل پنجم	-	۲/۷۵
فصل ششم	-	۲/۵
جمع	۲۰	۲۰

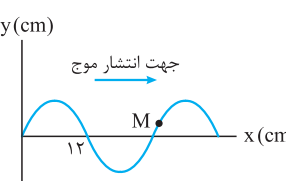
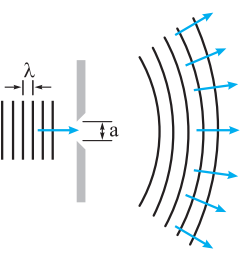
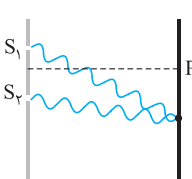
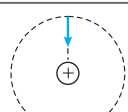
## فهرست

صفحه	صفحه	نوبت	آزمون	پاسخ‌نامه
۱	آزمون شماره ۱	اول	۳	۲۷
۲	آزمون شماره ۲	اول	۵	۲۸
۳	آزمون شماره ۳	اول	۷	۲۹
۴	آزمون شماره ۴	اول	۹	۳۰
۵	آزمون شماره ۵	دوم	۱۱	۳۱
محتوای آزمون ۵: نهایی خرداد ۹۸ رشته تجربی سازگار شده با کتاب رشته ریاضی				
۶	آزمون شماره ۶	دوم	۱۳	۳۲
محتوای آزمون ۶: نهایی شهریور ۹۸ رشته تجربی سازگار شده با کتاب رشته ریاضی				
۷	آزمون شماره ۷	دوم	۱۵	۳۳
محتوای آزمون ۷: نهایی دی ۹۷ رشته ریاضی				
۸	آزمون شماره ۸	دوم	۱۷	۳۴
محتوای آزمون ۸: نهایی شهریور ۱۴۰۰ رشته ریاضی				
۹	آزمون شماره ۹	دوم	۱۹	۳۵
محتوای آزمون ۹: نهایی خرداد ۹۸ رشته ریاضی				
۱۰	آزمون شماره ۱۰	دوم	۲۱	۳۶
محتوای آزمون ۱۰: نهایی شهریور ۹۸ رشته ریاضی				
۱۱	آزمون شماره ۱۱	دوم	۲۳	۳۷
محتوای آزمون ۱۱: نهایی خرداد ۹۹ رشته ریاضی				
۱۲	آزمون شماره ۱۲	دوم	۲۵	۳۸
محتوای آزمون ۱۲: نهایی خرداد ۱۴۰۰ رشته ریاضی				
۳۹	درس‌نامه توپ برای شب امتحان			

شماره	kheilisabz.com	مدت آزمون: ۱۱۰ دقیقه	رشته: ریاضی و فیزیک	فیزیک (۳)
نمره	نوبت اول پایه دوازدهم			آزمون شماره ۱
<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>			
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>			
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>			
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>			
۱ ۱	<p>در سؤال‌های حرکت با شتاب ثابت تنها کاری که باید بکنید اینست که ببینید چه چیزهایی رو داریم و چه چیزهایی رو می‌خواهیم. همین موضوع مشخص می‌کنه که سؤال از چه فرمولی حل می‌شه.</p> <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>		
۱/۲۵	<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>			
۱	<p>۷ با وسیله‌های زیر آزمایشی را طراحی کنید که با استفاده از آن شتاب گرانش را حساب کنیم. «حسگر - زمان سنخ حساس - پایه نگاه‌دارنده قابل تنظیم - خط کش - آهنربای الکتریکی - گلوله آهنی - سیم به اندازه کافی»</p> <p>آزمایش‌ها، در همه امتحان‌ها یک الی یک‌ونیم نمره دارند. برای این که این نمره رو از دست نرین، هتماً آزمایش‌های کتاب درسی رو خوب بخونید.</p>			
<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>			
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>			
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 آن که 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>			
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>			
۱/۲۵	<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.) هواستون به این نوع سؤال‌های تندی هدی باشه. اول باید بررسی کنید که زمانی که چتر باز می‌شه، سرعت بیشتر از سرعت هدیه یا کم‌تر.</p>			

نمبره	نوبت اول پایه دوازدهم	رشته: ریاضی و فیزیک	مدت آزمون: ۱۱۰ دقیقه	فیزیک (۳)	رديف
<b>آزمون شماره ۱</b>					
۱	در سؤال‌های آسانسور بهترین روش این‌که جهت حرکت رو جهت مثبت در نظر بگیرد.	شخصی به جرم $60 \text{ kg}$ درون آسانسوری روی یک ترازوی فنری ایستاده است. آسانسور در حالی که به طرف پایین حرکت می‌کند، با شتاب $2 \text{ N/kg}$ متوقف می‌شود. مقداری را که ترازو نشان می‌دهد، به دست آورید. $(g = 10 \text{ N/kg})$ (مشابه مثال کتاب درسی)	۱۳		
۱	جعبه‌ای به جرم $50 \text{ kg}$ در ابتدا روی زمین ساکن است. اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و زمین $6/0$ باشد، حداقل نیروی افقی لازم برای به حرکت درآوردن جعبه چه قدر است؟ (مشابه تمرین کتاب درسی)	۱۴			
۱/۵	در این نوع سؤال‌ها باید تشویق دهید که نیروی مرکزگرابر برابر چه نیروی است.	 <p>مطابق شکل روبه‌رو، مهره‌ای بر روی صفحه افقی دایره‌ای شکلی قرار دارد و ضریب اصطکاک ایستایی بین مهره و صفحه <math>8/0</math> است. دوره چرخش صفحه به دور محورش حداقل چند ثانیه باشد تا مهره بر روی صفحه نلغزد؟ <math>(\pi = 3, g = 10 \text{ N/kg})</math></p>	۱۵		
۰/۵	معمولاً یکی از سؤال‌های امتحان‌تون به مبحث تکانه اختصاص داره. لطفاً این مبحث رو همی بگیرید!	<p>نمودار نیروی واردشده به یک جسم بر حسب زمان مطابق شکل است. تغییرات تکانه جسم را در بازه <math>(0, 3\text{s})</math> به دست آورید.</p> <p>(ب) نیروی متوسط واردشده بر جسم در این بازه چند نیوتون است؟</p> 	۱۶		
<b>فصل سوم</b>					
۰/۲۵		درستی یا نادرستی عبارتهای زیر را تعیین کنید.	۱۷		
۰/۲۵		الف) با دو برابر کردن دامنه نوسان یک نوسانگر جرم - فنر دوره تناوب آن ۲ برابر می‌شود. ب) تندی انتشار موج‌های الکترومغناطیسی در خلأ از رابطه $c = \sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$ به دست می‌آید.	۱۸		
۰/۲۵	معمولاً در امتحان‌های فیزیک، تعاریف در قالب «عقالتی» مطرح می‌شه. آگه تمره سؤال‌های «عقالتی» براتون مهمه، تعاریف رو خوب بخونید و حفظ کنید.	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.	۱۹		
۰/۲۵		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).	۲۰		
۱		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. (برگرفته از شکل کتاب درسی)	۲۱		
۰/۷۵		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 می‌رسد، انرژی پتانسیل کشسانی سامانه چه قدر است؟ (عواستون باشه در حرکت هماهنگ ساده وقتی تندی، نصف تندی بیشینه می‌شه، انرژی پُنبشی نصف انرژی پُنبشی بیشینه نمی‌شه بلکه برابر می‌شه با ...)	۲۲		
۰/۵		در یک گیتار طول هر تار بین دو انتهای ثابت $6 \text{ m}$ و جرم تار $2 \text{ g}$ است. برای نواختن بالاترین بسامد، تارها تحت کششی برابر $\frac{1000}{3} \text{ N}$ قرار دارند. تندی انتشار موج برای ایجاد این بسامد چه قدر است؟ (مشابه تمرین کتاب درسی)	۲۰		
۲۰	جمع نمرات	موفق باشید			

شماره	kheilisabz.com	مدت آزمون: ۱۱۰ دقیقه	رشته: ریاضی و فیزیک	فیزیک (۳)												
نمبره	نوبت دوم پایه دوازدهم - نهایی خرداد ۹۸ ریاضی			آزمون شماره ۹												
۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵	<p>۱ در جمله‌های زیر، عبارت درست را از داخل پراکنش انتخاب کرده و در پاسخ‌برگ بنویسید.</p> <p>الف) در حرکت (با شتاب ثابت - یکنواخت) بر خط راست، سرعت متوسط و سرعت لحظه‌ای با هم برابرند.</p> <p>ب) سطح محصور بین نمودار سرعت - زمان و محور زمان برابر تغییر (مکان - سرعت) است.</p> <p>پ) در حرکت کندشونده روی خط راست، بردارهای سرعت و شتاب (هم‌جهت - در خلاف جهت هم) هستند.</p> <p>ت) عقربه تندی‌سنج خودروها، تندی (متوسط - لحظه‌ای) را نشان می‌دهد.</p>			۱												
۰/۲۵ ۱	<p>۲ معادله حرکت جسمی که روی خط راست حرکت می‌کند، در SI به صورت <math>x = 6t^2 - 5t - 10</math> است.</p> <p>الف) سرعت اولیه جسم را تعیین کنید.</p> <p>ب) سرعت متوسط جسم را بین دو لحظه <math>t_1 = 0</math> و <math>t_2 = 2</math> s حساب کنید.</p>			۲												
۰/۵ ۰/۵ ۰/۵	 <p>The graph shows velocity <math>v</math> in m/s on the vertical axis and time <math>t</math> in seconds on the horizontal axis. A straight line starts at the origin <math>(0,0)</math> and goes down to a point where <math>v = -40</math> m/s. A dashed line connects this point to the horizontal axis.</p>	<p>۳ نمودار سرعت - زمان حرکت سقوط آزاد یک جسم مطابق شکل است:</p> <p>الف) زمان سقوط جسم (<math>t</math>) را به دست آورید.</p> <p>ب) ارتفاع سقوط چه قدر بوده است؟</p> <p>پ) نمودار مکان - زمان آن را رسم کنید. (<math>g = 10 \text{ m/s}^2</math>)</p>		۳												
۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵	<p>۴ درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را با علامت‌های (د) یا (ن) مشخص کنید.</p> <p>الف) لختی، به خاصیتی در اجسام می‌گویند که اجسام می‌خواهند وضعیت حرکت خود را تغییر دهند.</p> <p>ب) تغییر تکانه ناشی از نیروی متوسط برابر با تغییر تکانه نیروی واقعی متغیر با زمان است.</p> <p>پ) نیروی مقاومت یک شاره مانند هوا، به تندی حرکت جسم بستگی دارد.</p> <p>ت) نیروهای کنش و واکنش هم‌نوع نیستند و اثرات یکسانی ایجاد می‌کنند.</p> <p>ث) مربع دوره گردش ماهواره‌ها به دور زمین، متناسب با مکعب فاصله آن‌ها از مرکز زمین است.</p>			۴												
۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵	 <p>The diagram shows a 3D cube on a horizontal surface. A blue arrow labeled <math>\vec{F}_1</math> points to the right along the surface. A blue arrow labeled <math>\vec{F}_2</math> points downwards from the top of the cube.</p>	<p>۵ مطابق شکل، نیروی افقی <math>\vec{F}_1</math> بر جعبه وارد می‌شود. اما جعبه هم‌چنان ساکن است. اگر در همین حالت، بزرگی نیروی قائم <math>\vec{F}_2</math> از صفر شروع به افزایش کند، کمیت‌های زیر چگونه تغییر می‌کنند؟</p> <p>الف) اندازه نیروی عمودی سطح وارد بر جعبه</p> <p>ب) اندازه نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر جعبه</p> <p>پ) اندازه بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی</p> <p>ت) نیروی خالص وارد بر جسم</p>		۵												
۰/۷۵ ۱	<p>۶ الف) جسمی به وزن <math>60</math> نیوتون را با طناب سبکی به طرف بالا می‌کشیم. اگر شتاب ثابت رو به بالای جسم <math>2 \text{ m/s}^2</math> باشد، نیروهای وارد بر جسم را رسم کرده و نیروی کشش طناب را به دست آورید. (<math>g = 10 \text{ m/s}^2</math>)</p> <p>ب) تندی نوک عقربه تانیه‌شمار یک ساعت دیواری به طول <math>10 \text{ cm}</math> را حساب کنید.</p>			۶												
۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵	<p>۷ در جمله‌های زیر، جاهای خالی را با کلمه‌های مناسب تکمیل کنید:</p> <p>الف) افزایش جرم در یک سامانه جرم - فنر، باعث می‌شود که دوره نوسان‌ها ..... شود.</p> <p>ب) انرژی مکانیکی هر نوسانگر هماهنگ ساده، با مربع دامنه ..... است.</p> <p>پ) نوسان‌هایی با اعمال یک نیروی خارجی، نوسان‌های ..... نام دارند.</p> <p>ت) یکای ..... در SI، وات بر متر مربع (<math>\text{W/m}^2</math>) است.</p>			۷												
۰/۵	<table border="1" data-bbox="159 1792 478 2083"> <thead> <tr> <th>وضعیت</th> <th>چشمه</th> <th>ناظر</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(a)</td> <td>●</td> <td>☺</td> </tr> <tr> <td>(b)</td> <td>●→</td> <td>☺</td> </tr> <tr> <td>(c)</td> <td>●</td> <td>☺→</td> </tr> </tbody> </table>	وضعیت	چشمه	ناظر	(a)	●	☺	(b)	●→	☺	(c)	●	☺→	<p>۸ شکل مقابل جهت‌های حرکت یک چشمه صوتی و یک ناظر (شنونده) را در وضعیت‌های مختلف نشان می‌دهد: بسامدی را که ناظر در وضعیت‌های (b) و (c) می‌شنود، با وضعیت (a) مقایسه کنید.</p>		۸
وضعیت	چشمه	ناظر														
(a)	●	☺														
(b)	●→	☺														
(c)	●	☺→														

شماره	kheilisabz.com	مدت آزمون: ۱۱۰ دقیقه	رشته: ریاضی و فیزیک	فیزیک (۳)
ردیف	<b>آزمون شماره ۹</b>			
نوبت دوم پایه دوازدهم - نهایی خرداد ۹۸ ریاضی				
۱ ۰/۲۵		<p>۹ شکل روبه‌رو، یک موج سینوسی را در لحظه‌ای از زمان در یک ریسمان کشیده شده، نشان می‌دهد. الف) اگر تندی موج <math>1/2 \text{ m/s}</math> باشد، بسامد موج چند هرتز است؟ ب) نقطه M ریسمان، در این لحظه بالا می‌رود یا پایین؟</p>		
۱ ۰/۲۵	<p>۱۰ معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت <math>x = 0.05 \cos \Delta \pi t</math> است. در چه لحظه‌ای پس از زمان صفر، برای دومین بار انرژی جنبشی آن بیشینه می‌شود؟</p>			
۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵	<p>۱۱ به پرسش‌های زیر پاسخ کوتاه دهید. الف) تأخیر زمانی بین دو صوت چه قدر باشد تا گوش انسان پژواک را از صوت مستقیم اولیه تمیز دهد؟ ب) در آزمایش بانگ اگر به جای نور قرمز از نور آبی استفاده کنیم، پهنای نوارها کاهش می‌یابد یا افزایش؟ پ) اجاق‌های میکروموج (مایکروفر) بر چه اساسی کار می‌کنند؟ ت) آیا در بازتاب پخشنده، زاویه تابش و زاویه بازتابش با هم برابرند؟</p>			
۱۲			<p>به شکل‌های زیر توجه کنید. الف) شکل (۱)، نشان‌دهنده کدام پدیده در برهم‌کنش موج با محیط است و در چه صورتی رخ می‌دهد؟ ب) در شکل (۲)، در نقطه P تداخل سازنده است یا ویرانگر و چه نواری تشکیل می‌شود؟ پ) در شکل (۳)، ضریب شکست محیط دوم برای نور قرمز بیشتر است یا آبی؟ تندی کدام نور بیشتر است؟</p>	
۰/۵ ۰/۵ ۰/۵	<p>۱۳ اگر بسامد اصلی یک تار ویولن به طول <math>80 \text{ cm}</math> برابر با <math>200 \text{ Hz}</math> باشد، تندی موج در تار را به دست آورید.</p>			
۰/۵ ۰/۵		<p>۱۴ الف) ویژگی ترازهای شبه پایدار در محیط لیزری چیست؟ ب) با توجه به شکل، یک اشکال مدل اتمی رادرفورد را در مورد پایداری اتم توضیح دهید.</p>		
۰/۵ ۰/۵	<p>۱۵ طول موج آستانه برای اثر فوتوالکتریک در یک فلز معین <math>310 \text{ nm}</math> است. <math>(hc = 1240 \text{ eV} \cdot \text{nm})</math> الف) تابع کار فلز را حساب کنید. ب) اگر <math>K_{\text{max}}</math> برای فوتوالکترون‌ها <math>2/2 \text{ eV}</math> باشد، طول موج فرودی چند نانومتر است؟</p>			
۰/۷۵	<p>۱۶ کوتاه‌ترین طول موج رشته پاشن (<math>n' = 3</math>) در اتم هیدروژن را به دست آورید. <math>(R = 0.01 \text{ nm}^{-1})</math></p>			
۰/۵ ۰/۲۵ ۰/۵	<p>۱۷ الف) چرا واکنش زنجیری به طور طبیعی در معادن اورانیم رخ نمی‌دهد؟ ب) چه نیرویی در هسته اتم، نوکلئون‌ها را در کنار یکدیگر نگه می‌دارد؟ پ) جای خالی داده شده را که ممکن است مربوط به یک یا چند ذره آلفا یا بتا باشد، کامل کنید.</p> <p><math>{}_{6}^{12}\text{C} \rightarrow {}_{3}^{6}\text{B} + \dots</math></p>			
۱/۲۵	<p>۱۸ از یک ماده رادیواکتیو پس از گذشت ۱۳۵ روز، <math>7/8</math> ماده فعال اولیه، واپاشیده شده است. نیمه عمر این ماده چند روز است؟</p>			
۲۰	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 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 می‌کنیم؛ 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- معادله مکان - زمان هر کدام را می‌نویسیم.

$$\text{خودرو: } x_1 = \frac{1}{2} a_1 t^2 + v_{o1} t + x_{o1} = \frac{1}{2} \times 3 \times t^2 + (0) \times t + 0 = \frac{3}{2} t^2$$

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

$$\Rightarrow x_2 = v_{o2} t + x_{o2} = 15t + 0 = 15t$$

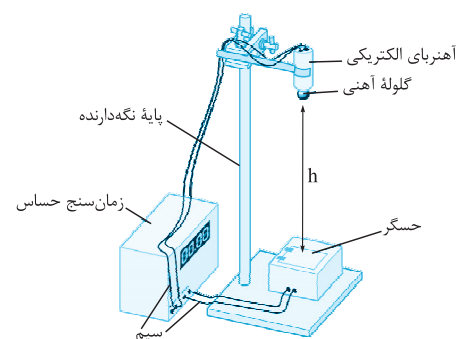
برای به دست آوردن زمان رسیدن خودرو به کامیون، باید  $x_1$  را مساوی  $x_2$  قرار دهیم:

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

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 زیر می‌بندیم:



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

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- 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 وقتی نیروهای وارد بر جسمی متوازن باشد، 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:

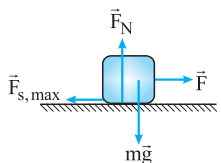
$$\vec{F}_{\text{net}} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{F}_N + \vec{W} = m\vec{a} \Rightarrow F_N - W = ma$$

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

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 و 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:

$$\left. \begin{aligned} F_c &= m \frac{v^2}{r} \\ f_{s,\text{max}} &= \mu_s F_N = mg\mu_s \end{aligned} \right\} \Rightarrow mg\mu_s = m \frac{v^2}{r}$$

$$\Rightarrow v^2 = (10 \text{ m/s}^2) \times (0.8) \times (2 \text{ m}) = 16 \text{ m}^2/\text{s}^2 \Rightarrow v = 4 \text{ m/s}$$

$$T = \frac{2 \times 3 \times (2 \text{ m})}{4 \text{ m/s}} = 3 \text{ s} \quad \text{دوره تناوب را از رابطه } T = \frac{2\pi r}{v} \text{ به دست می‌آوریم.}$$

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

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:

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

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

$$= (4 \times 10^{-2} \text{ m}) \times \sqrt{\frac{100 \text{ N/m}}{2 \text{ kg}}} = 0.14 \text{ m/s}$$

ب) وقتی تندی نصف تندی بیشینه است، داریم:

$$v = \frac{v_{\text{max}}}{2} = \frac{0.14 \text{ m/s}}{2} = 0.07 \text{ m/s}$$

$$E = U + K \Rightarrow \frac{1}{2} k A^2 = U + \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow \frac{1}{2} (100 \text{ N/m}) \times (0.04 \text{ m})^2$$

$$= U + \frac{1}{2} \times (2 \text{ kg}) \times (0.07 \text{ m/s})^2 \Rightarrow U = 0.48 \text{ J}$$

۲۲- ابتدا چگالی خطی تار را به دست می‌آوریم:

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

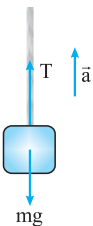
حالا تندی انتشار موج را محاسبه می‌کنیم:

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

پ) افزایش می‌یابد - اندازه بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی از رابطه  $F_{s,max} = \mu_s F_N$  به دست می‌آید؛ پس، با افزایش  $F_N$  مقدار  $F_{s,max}$  افزایش می‌یابد.

ت) ثابت می‌ماند - جسم در ابتدا ساکن است و با اعمال نیروی  $\vec{F}_y$  نیز ساکن می‌ماند؛ بنابراین، طبق قانون اول نیوتون نیروی خالص وارد بر آن صفر است.

۶- الف) تنها دو نیروی کشش طناب و وزن به جسم وارد می‌شود که مطابق شکل روبه‌رو است. چون شتاب به سمت بالا است، داریم:



$$T - mg = ma \xrightarrow{m = \frac{60}{10} = 6 \text{ kg}} T - 60 = 6 \times 2$$

$$\Rightarrow T - 60 = 12 \Rightarrow T = 72 \text{ N}$$

ب) دوره عقربه ثانیه‌شمار ۶۰ s است.

$$v = \frac{\gamma \pi r}{T} \Rightarrow v = \frac{\gamma \pi \times (0.1 \text{ m})}{60 \text{ s}} = \frac{\pi}{300} \text{ m/s}$$

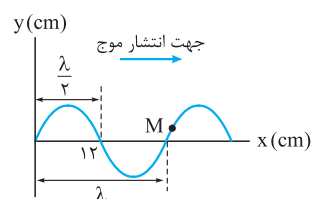
۷- الف) بیشتر (ب) متناسب (پ) واداشته (ت) شدت صوت

۸- وقتی چشمه و ناظر به هم نزدیک می‌شوند، بسامد افزایش و وقتی از هم دور می‌شوند، بسامد کاهش می‌یابد؛ پس:

$$f_b > f_a$$

$$f_c < f_a$$

۹- الف) **کام** با توجه به شکل روبه‌رو نصف طول موج ۱۲ cm است؛ پس:



$$\frac{\lambda}{2} = 12 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow \lambda = 24 \text{ cm} = 0.24 \text{ m}$$

**کام** با استفاده از رابطه  $f = \frac{v}{\lambda}$ ، بسامد موج را تعیین می‌کنیم:

$$f = \frac{v}{\lambda} \Rightarrow f = \frac{1/2}{0.24} = 2.1 \text{ Hz}$$

ب) پایین؛ چون بخشی از ریسمان که دقیقاً سمت چپ نقطه M پایین‌تر از آن قرار دارند و با پیشروی موج نقطه M پایین می‌رود.

۱۰- انرژی جنبشی نوسانگر زمانی برای دومین بار بیشینه می‌شود که نوسانگر برای دومین بار از حالت تعادل عبور کند؛ پس لحظه  $t = \frac{3}{4}T$  مورد نظر طراح امتحان نهایی بوده است:

$$\omega = \frac{\gamma \pi}{T} \Rightarrow T = \frac{\gamma \pi}{\omega} \Rightarrow T = \frac{\gamma \pi}{5\pi} = 0.4 \text{ s} \Rightarrow t = \frac{3T}{4}$$

$$\Rightarrow t = \frac{3}{4}(0.4) = 0.3 \text{ s}$$

۱۱- الف) حداقل ۱/s (ب) کاهش

پ) تداخل امواج الکترومغناطیس (یا تشکیل امواج ایستاده)

ت) بله

۱۲- الف) پراش - اندازه شکاف از مرتبه طول موج باشد.

ب) تداخل و برانگیز - تاریک

پ) نور آبی (چون بیشتر منحرف شده است) - نور قرمز (هر چه ضریب شکست محیطی برای یک نور کم‌تر باشد، تندی آن نور در آن محیط بیشتر است).

$$f = \frac{nv}{\gamma L} \Rightarrow (200 \text{ Hz}) = \frac{1 \times v}{\gamma \times (0.8 \text{ m})} \quad -13$$

$$\Rightarrow v = (200 \text{ Hz}) \times \gamma \times (0.8 \text{ m}) = 320 \text{ m/s}$$

۱۴- الف) در این ترازها، الکترون‌ها مدت‌زمان بیشتری نسبت به حالت برانگیخته معمولی باقی می‌مانند و فرصت بیشتری برای افزایش وارونی جمعیت و در نتیجه تقویت نور لیزر را فراهم می‌کنند.

ب) اگر الکترون‌ها را نسبت به هسته ساکن فرض کنیم، باید تحت تأثیر نیروی ربایشی الکتریکی، روی هسته سقوط کنند و در نتیجه پایداری اتم از بین می‌رود.

آزمون شماره ۹ (نوبت دوم)

۱- الف) یکنواخت (ب) مکان

پ) در خلاف جهت هم (ت) لحظه‌ای

۲- الف) فرم کلی معادله مکان - زمان در حرکت با شتاب ثابت روی خط راست به صورت  $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$  است؛ پس در معادله  $x = 6t^2 - 5t - 10$  سرعت اولیه برابر است با:

ب) **کام** ابتدا مکان متحرک را در  $t_1 = 0$  و  $t_2 = 2$  s تعیین می‌کنیم. برای این کار، این مقادیر را در معادله مکان - زمان قرار می‌دهیم:

$$t_1 = 0 \Rightarrow x_1 = 6(0)^2 - 5(0) - 10 = -10 \text{ m}$$

$$t_2 = 2 \text{ s} \Rightarrow x_2 = 6(2)^2 - 5(2) - 10 = 24 - 10 - 10 = 4 \text{ m}$$

**کام** با داشتن  $x_1$  و  $x_2$  به راحتی می‌توانیم سرعت متوسط را تعیین کنیم:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v_{av} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{4 - (-10)}{2 - 0} = \frac{14}{2} = 7 \text{ m/s}$$

۳- الف) معادله سرعت - زمان سقوط آزاد بدون سرعت اولیه به صورت  $v = -gt$  است؛

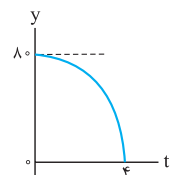
$$v = -gt \Rightarrow (-40 \frac{\text{m}}{\text{s}}) = (-10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})t \Rightarrow t = \frac{-40 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{-10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 4 \text{ s}$$

ب) به کمک معادله  $y = -\frac{1}{2}gt^2 + y_0$  ارتفاع سقوط را حساب می‌کنیم:

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 + y_0 \Rightarrow 0 = -\frac{1}{2}(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})(4 \text{ s})^2 + y_0$$

$$\Rightarrow 0 = -80 \text{ m} + y_0 \Rightarrow y_0 = 80 \text{ m}$$

پ) نمودار مکان - زمان سقوط آزاد، یک سهمی است.



۴- الف) نادرست؛ به این خاصیت اجسام که تمایل دارند وضعیت حرکت خود را هنگامی که نیروی خالص وارد بر آن‌ها صفر است، حفظ کنند، لختی می‌گوییم.

ب) درست (پ) درست

ت) نادرست؛ نیروهای کنش و واکنش هم‌نوع هستند.

ث) درست

۵- الف) افزایش می‌یابد - با توجه این که جسم ساکن است، اندازه نیروی عمودی سطح به صورت روبه‌رو به دست می‌آید:

$$F_{net,y} = 0 \Rightarrow F_N - F_y - mg = 0 \Rightarrow F_N = F_y + mg$$

که نشان می‌دهد با افزایش  $F_y$  مقدار  $F_N$  افزایش می‌یابد.

ب) ثابت می‌ماند - تا وقتی که جسم ساکن است نیروی اصطکاک ایستایی همواره برابر با نیروی محرک است؛ پس در این سؤال چون  $F_1$  تغییر نمی‌کند، اندازه نیروی اصطکاک ایستایی هم تغییر نمی‌کند.



$$w_0 = \frac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow w_0 = \frac{1240 \text{ eV.nm}}{310 \text{ nm}} = 4 \text{ eV} \quad (15\text{-الف})$$

$$K_{\max} = \frac{hc}{\lambda} - w_0 \quad (ب)$$

$$\Rightarrow 2/2 \text{ eV} = \frac{1240 \text{ eV.nm}}{\lambda} - 4 \text{ eV} \Rightarrow 2/2 \text{ eV} + 4 \text{ eV} = \frac{1240 \text{ eV.nm}}{\lambda}$$

$$\Rightarrow 6/2 \text{ eV} = \frac{1240 \text{ eV.nm}}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{1240 \text{ eV.nm}}{6/2 \text{ eV}} = 200 \text{ nm}$$

۱۶- کوتاه‌ترین طول موج به ازای  $n = \infty$  به دست می‌آید. به کمک رابطهٔ ریذبرگ داریم:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) = \frac{1}{100} \left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{\infty} \right) = \frac{1}{100} \left( \frac{1}{9} - 0 \right) = \frac{1}{900} \Rightarrow \lambda = 900 \text{ nm}$$

۱۷- الف) چون فراوانی ایزوتوپ ۲۳۵ حدود ۰/۷۲ درصد است و احتمال این‌که ایزوتوپ ۲۳۸ بتواند توسط نوترونی شکافته شود، بسیار کم است.

ب) نیروی هسته‌ای  $3(e^+)$

۱۸- مقدار مادهٔ باقی‌مانده را تعیین می‌کنیم و به کمک آن  $n$  را در رابطهٔ  $N = \frac{N_0}{2^n}$

به دست می‌آوریم:

$$N = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow \frac{1}{8} N_0 = \frac{1}{2^n} N_0 \Rightarrow n = 3$$

$n$  برابر  $\frac{t}{T_{1/2}}$  است:

$$n = \frac{t}{T_{1/2}} \Rightarrow 3 = \frac{125}{T_{1/2}} \Rightarrow T_{1/2} = \frac{125}{3} = 45 \text{ روز}$$

# درس نامه توپ برای شب امتحان

**نکته:** همان طور 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 فاصله اتومبیل از مرکز میدان

۱۲۰ متر باشد و یک دقیقه طول بکشد تا

اتومبیل  $\frac{1}{4}$  محیط میدان را بپیماید:

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

(۱) تا مکان (۲) طی کرده به اندازه  $\frac{1}{4}$  محیط دایره است:

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

حال 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 اندازه بردار جابه‌جایی را به کمک رابطه فیثاغورس به دست

می‌آوریم:

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

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

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

$$v_{av} = \frac{d}{\Delta t} = \frac{120\sqrt{2} \text{ m}}{60 \text{ s}} = 2\sqrt{2} \text{ m/s}$$

با:  $v_{av}$  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

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

برای حرکت روی محور X بازنویسی می‌کنیم:

**نکته:** در حرکت بر خط راست می‌توانیم از حالت برداری صرف‌نظر 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 بازه 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 ۱: 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 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 صفحه x-y از نقطه A به B

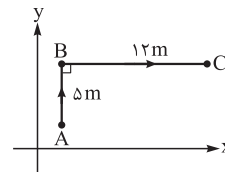
و سپس از نقطه B به نقطه C می‌رود.

الف) مسافت طی شده توسط متحرک در مسیر

ABC چند متر است؟

ب) اندازه بردار جابه‌جایی متحرک در مسیر

ABC چند متر است؟



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

$$L = AB + BC = 5 \text{ m} + 12 \text{ m} = 17 \text{ m}$$

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

برای به دست آوردن اندازه بردار جابه‌جایی از رابطه فیثاغورس

استفاده می‌کنیم:

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

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

**تذکره:** در یک حرکت رفت و برگشت به نقطه 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 صرف شده

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 صرف شده برای

جابه‌جایی، سرعت متوسط گفته می‌شود:

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

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

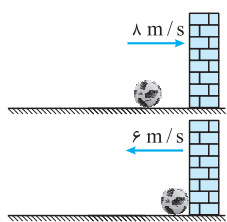
## حرکت شتاب دار

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.

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

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

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



**مثال:** مطابق شکل تویی 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  $2 s$  باشد شتاب متوسط توپ در این برخورد چند متر بر مربع ثانیه است؟

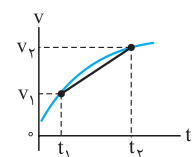
**پاسخ:** با توجه به این که حرکت در راستای محور  $x$  است، بردار سرعت های اولیه و ثانویه توپ را به صورت مقابل می نویسیم:  $\vec{v}_i = (8 m/s)\vec{i}$  و  $\vec{v}_f = (-6 m/s)\vec{i}$  حالا می توانیم بردار شتاب متوسط را به دست آوریم:

$$\bar{a}_{av} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_i}{\Delta t} = \frac{(-6 m/s)\vec{i} - (8 m/s)\vec{i}}{2 s} = \bar{a}_{av} = (-7 m/s^2)\vec{i}$$

**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

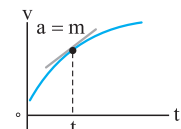
نموداری است که سرعت متحرک را در هر لحظه به ما می دهد.



**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، 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:  $\Delta x_1 > 0$ ,  $\Delta x_2 < 0$

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

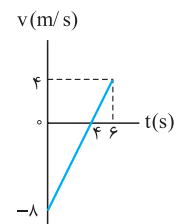
$$l = |\Delta x_1| + |\Delta x_2|$$

**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:

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

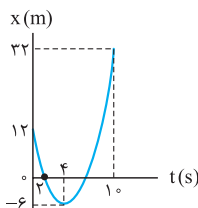
**سرعت لحظه ای:** اگر علاوه بر تندی لحظه ای جهت حرکت جسم را نیز مشخص کنیم، سرعت لحظه ای متحرک را مشخص کرده ایم، از این رو تندی لحظه ای را با  $v$  و سرعت لحظه ای را با  $\vec{v}$  نمایش می دهیم.

**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.

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



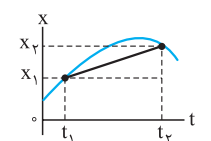
**مثال:** در شکل زیر، نمودار مکان - زمان متحرکی را مشاهده می کنید که بر روی محور  $x$  در حرکت است. سرعت متوسط متحرک را در بازه زمانی  $(2 s, 4 s)$  به دست آورید.

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

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

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

**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:

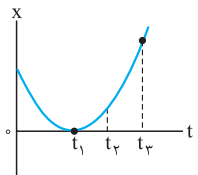


$$\text{شیب خط} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = v_{av}$$

**نکته:** 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 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.

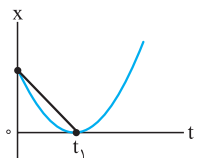
### مثال: نمودار مکان - زمان متحرکی که بر خط راست حرکت می کند مطابق شکل است:



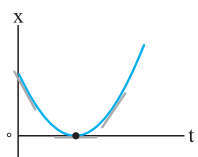
الف) علامت سرعت متوسط متحرک را از لحظه شروع تا لحظه  $t_1$  تعیین کنید.

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

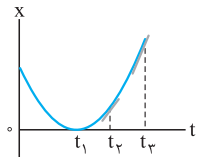
پ) اندازه سرعت متحرک در لحظه  $t_2$  بیشتر است یا در لحظه  $t_3$ ؟



**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  $t_2$  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.

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

**نکته:** 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.

**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  $(0, 5)$  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  $t = 5$  s به دست

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

می‌آوریم: 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

$$v = 4t - 8$$

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  $v = 0$  است:

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

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

**مثال:** خودرویی 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؟

**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

غیر این صورت خودرو به مانع برخورد می‌کند:

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 0 - (30 \text{ m/s})^2 = 2(-5 \text{ m/s}^2)\Delta x \Rightarrow \Delta x = 90 \text{ m}$$

$\Delta x$  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:

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

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

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

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

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

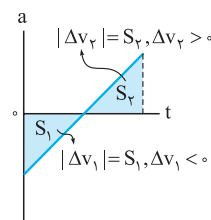
در قدم بعد به کمک رابطه  $S_{av} = \frac{l}{\Delta t}$  تندی متوسط را محاسبه می‌کنیم:

$$S_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{20 \text{ m}}{6 \text{ s}} = \frac{10}{3} \text{ m/s} = 3\frac{2}{3} \text{ m/s}$$

### 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:

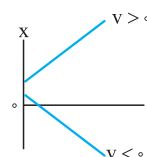


### حرکت با سرعت ثابت

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:



**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  $v = 3 \text{ m/s}$  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:

