ساختار کتاب

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

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

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

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

۲- آزمون‌های نوبت دوم: آزمون‌های شمارهٔ 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 شمارهٔ 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 شمارهٔ ۵ و ۶ به ترتیب امتحان‌های نهایی خرداد ۹۸، شهریور ۹۸ رشتهٔ ریاضی هستند که با **کتاب رشتهٔ تجربی سازگار شده‌اند**. آزمون‌های شمارهٔ ۷ و ۸ به ترتیب امتحان‌های نهایی دی ۹۷ و **شهریور ۱۴۰۰ رشتهٔ تجربی** هستند.

ب) آزمون‌های طبقه‌بندی‌نشده: آزمون‌های شمارهٔ ۹ تا ۱۲ را طبقه‌بندی نکرده‌ایم؛ پس، در این بخش با ۴ آزمون نوبت دوم، مشابهِ آزمون پایان سال مواجه خواهید شد. آزمون‌های شمارهٔ ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ به ترتیب امتحان‌های نهایی خرداد ۹۸، شهریور ۹۸ و خرداد ۹۹ و **خرداد ۱۴۰۰ رشتهٔ تجربی** است.

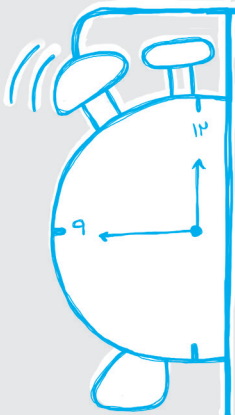
۳- پاسخ‌نامهٔ تشریحی آزمون‌ها: در پاسخ تشریحی آزمون‌ها، همهٔ آن‌چه را که شما باید در امتحان بنویسید تا نمرهٔ کامل کسب کنید، برایتان نوشته‌ایم.

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

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

فهرست

	نوبت	صفحهٔ آزمون	صفحهٔ پاسخ‌نامه
آزمون شمارهٔ ۱ (طبقه‌بندی‌شده)	اول	۳	۲۷
آزمون شمارهٔ ۲ (طبقه‌بندی‌شده)	اول	۵	۲۸
آزمون شمارهٔ ۳ (طبقه‌بندی‌نشده)	اول	۷	۲۹
آزمون شمارهٔ ۴ (طبقه‌بندی‌نشده)	اول	۹	۳۰
آزمون شمارهٔ ۵ (طبقه‌بندی‌شده)	دوم	۱۱	۳۱
محتوای آزمون ۵: نهایی خرداد ۹۸ رشتهٔ ریاضی سازگارشده برای تجربی			
آزمون شمارهٔ ۶ (طبقه‌بندی‌شده)	دوم	۱۳	۳۳
محتوای آزمون ۶: نهایی شهریور ۹۸ رشتهٔ ریاضی سازگارشده برای تجربی			
آزمون شمارهٔ ۷ (طبقه‌بندی‌شده)	دوم	۱۵	۳۴
محتوای آزمون ۷: نهایی دی ۹۷ رشتهٔ تجربی			
آزمون شمارهٔ ۸ (طبقه‌بندی‌شده)	دوم	۱۷	۳۵
محتوای آزمون ۸: نهایی شهریور ۱۴۰۰ رشتهٔ تجربی			
آزمون شمارهٔ ۹ (طبقه‌بندی‌نشده)	دوم	۱۹	۳۶
محتوای آزمون ۹: نهایی خرداد ۹۸ رشتهٔ تجربی			
آزمون شمارهٔ ۱۰ (طبقه‌بندی‌نشده)	دوم	۲۱	۳۶
محتوای آزمون ۱۰: نهایی شهریور ۹۸ رشتهٔ تجربی			
آزمون شمارهٔ ۱۱ (طبقه‌بندی‌نشده)	دوم	۲۳	۳۷
محتوای آزمون ۱۱: نهایی خرداد ۹۹ رشتهٔ تجربی			
آزمون شمارهٔ ۱۲ (طبقه‌بندی‌نشده)	دوم	۲۵	۳۸
محتوای آزمون ۱۲: نهایی خرداد ۱۴۰۰ رشتهٔ تجربی			
درس‌نامهٔ توپ برای شب امتحان		۴۰	



بارم‌بندی درس فیزیک ۳ تجربی

شماره فصل		نوبت اول	نوبت دوم
فصل اول		۸	۴
فصل دوم		۸/۵	۴/۲۵
فصل سوم	تا صفحهٔ ۶۲ (ابتدای ۳-۶ مشخصه‌های موج) و تمرین‌های مربوط از آخر فصل	۳/۵	۶/۷۵
	(ابتدای ۳-۶ مشخصه‌های موج) تا آخر فصل	–	
فصل چهارم		–	۵
جمع		۲۰	۲۰

فیزیک (۳)	رشته: علوم تجربی	مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه	kheilisabz.com
ردیف	آزمون شمارهٔ ۱	نوبت اول پایهٔ دوازدهم	نمره

فصل اول

۱ درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را تعیین کنید.

الف) همواره در حرکت با شتاب ثابت و مثبت بر خط راست، مسافت طی‌شده و اندازهٔ جابه‌جایی برابر است. ۰/۲۵

ب) شیب خط مماس بر نمودار سرعت ـ زمان برابر با شتاب لحظه‌ای است. ۰/۲۵

۲ جاهای خالی را با عبارت‌های مناسب پر کنید.

الف) طول مسیری را که متحرک از مبدأ تا مقصد طی می‌کند ..... می‌نامیم. ۰/۲۵

ب) در حرکت با شتاب ثابت، تغییرات ..... در واحد زمان ثابت می‌ماند. ۰/۲۵

۳ عبارت مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف) بردار سرعت متوسط با بردار (جابه‌جایی ـ مکان) هم‌جهت است. ۰/۲۵

ب) سطح محصور بین نمودار شتاب ـ زمان و محور زمان برابر با تغییرات (شتاب ـ سرعت) است. ۰/۲۵

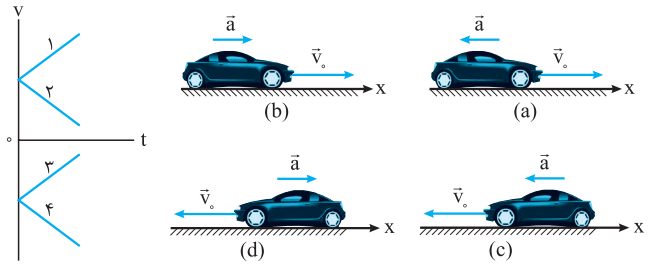
۴ گلولهٔ تفنگی با سرعت $200\ m/s$ به تنهٔ درختی برخورد می‌کند و پس از طی $5\ cm$ در آن متوقف می‌شود. اگر شتاب حرکت گلوله در تنهٔ درخت ثابت باشد، مقدار شتاب، چند متر بر مجذور ثانیه است؟ ۱

در سؤال‌های حرکت با شتاب ثابت تنها کاری که باید بکنین اینه که ببینین چه چیزهایی رو داریم و چه چیزهایی رو می‌خوایم. همین موضوع مشخص می‌کنه که سؤال از چه فرمولی حل می‌شه.

۵ در تمامی حالت‌های شکل زیر، خودروها در امتداد محور x و با شتاب ثابت در حرکت‌اند. *(فعالیت کتاب درسی)*

الف) حرکت هر یک از خودروها، توسط کدام‌یک از نمودارهای $v-t$ توصیف می‌شود؟ ۱

ب) توضیح دهید تندی کدام خودرو در حال افزایش (حرکت تندشونده) و تندی کدام خودرو در حال کاهش (حرکت کندشونده) است؟ ۱



۶ خودرویی پشت چراغ قرمز ایستاده است. با سبزشدن چراغ، خودرو با شتاب ثابت $3\ m/s^2$ روی خط راست شروع به حرکت می‌کند. در همین لحظه، کامیونی با سرعت ثابت $54\ km/h$ از آن سبقت می‌گیرد. *(مشابه مسئلهٔ کتاب درسی)*

الف) چند ثانیه پس از سبزشدن چراغ، خودرو به کامیون می‌رسد؟ ۱/۲۵

ب) خودرو پس از طی چه مسافتی به کامیون می‌رسد؟ ۱

۷ معادلهٔ سرعت ـ زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، به صورت $v = 6t - 21$ است. سرعت متوسط متحرک در ثانیهٔ چهارم حرکت چند متر بر ثانیه است؟ ۱/۲۵

فصل دوم

۸ درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را تعیین کنید.

الف) نیروی مقاومت شاره همان نیروی شناوری است. ۰/۲۵

ب) ضریب اصطکاک جنبشی به مساحت سطح تماس بین دو جسم بستگی دارد. ۰/۲۵

۹ جاهای خالی را با عبارت‌های مناسب پر کنید.

الف) هر چه تندی جسم بیشتر باشد، اندازهٔ تکانهٔ جسم ..... است. ۰/۲۵

ب) نیروی عمودی سطح ناشی از ..... سطح تماس دو جسم است. ۰/۲۵

۱۰ عبارت مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف) طبق قانون (اول ـ 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. ۰/۲۵

ب) نیروی کشسانی فنر با اندازهٔ کاهش طول نسبت به حالت عادی فنر نسبت (مستقیم ـ عکس) دارد. ۰/۲۵

۱۱ با یک سکه، یک تکه مقوا و یک لیوان، آزمایشی طراحی کنید که در آن وجود لختی اجسام نشان داده شود. ۱

۱۲ چتربازی $10\ s$ پس از پرش، چترش را باز می‌کند. حرکت چترباز را از زمان بازشدن چترش تحلیل کنید. (تندی حدی چترباز حدود $5\ m/s$ است.) ۱/۵

خواستون به این نوع سؤال‌های تندی حدی باشه. اول باید بررسی کنید که زمانی که چتر باز می‌شه، سرعت بیشتر از سرعت حدیه یا کم‌تر.

فیزیک (۳)	رشته: علوم تجربی	مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه	kheilisabz.com

ردیف	آزمون شمارهٔ ۱	نوبت اول پایهٔ دوازدهم	نمره

۱۳ شخصی به جرم ۶۰ kg درون آسانسوری روی یک ترازوی فنری ایستاده است. آسانسور در حالی که به طرف پایین حرکت می‌کند، با شتاب ۲ N / kg متوقف می‌شود. مقداری را که ترازو نشان می‌دهد، به دست آورید. ($g = ۱۰ N / kg$) *(مشابه مثال کتاب درسی)*

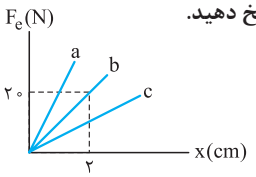
در سؤال‌های آسانسور بهترین روش اینه که جهت حرکت رو جهت مثبت در نظر بگیرید.

۱/۲۵

۱۴ جعبه‌ای به جرم ۵۰ kg در ابتدا روی زمین ساکن است. اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و زمین ۰/۶ باشد، حداقل نیروی افقی لازم برای به حرکت درآوردن جعبه چه‌قدر است؟ *(مشابه تمرین کتاب درسی)*

۱/۲۵

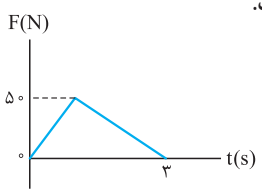
۱۵ با توجه به شکل روبه‌رو که نمودار نیروی کشسانی برحسب تغییر طول برای سه فنر در یک آزمایش است، به سؤالات زیر پاسخ دهید.



الف) ثابت کدام فنر بیشتر است؟ **۰/۵**

ب) مقدار ثابت فنر b را برحسب نیوتون بر متر به دست آورید. **۰/۵**

۱۶ نمودار نیروی واردشده به یک جسم برحسب زمان مطابق شکل است.



الف) تغییرات تکانهٔ جسم را در بازهٔ (۰,۳s) به دست آورید. **۰/۵**

ب) نیروی متوسط واردشده بر جسم در این بازه چند نیوتون است؟ **۰/۵**

متمن یکی از سؤال‌های امتحانتون به مبحث تکانه اختصاص داره. لطفن این مبحث رو جدی بگیرید!

فصل سوم

۱۷ درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را تعیین کنید.

الف) با دو برابر کردن دامنهٔ نوسان یک نوسانگر جرم ـ فنر دورهٔ تناوب آن ۲ برابر می‌شود. **۰/۲۵**

ب) نوسان‌های سینوسی یک نوع نوسان دوره‌ای هستند. **۰/۲۵**

۱۸ جاهای خالی را با عبارت‌های مناسب پر کنید.

الف) به بیشترین فاصلهٔ نوسانگر از نقطهٔ تعادل ..... می‌گویند. **۰/۲۵**

ب) اگر راستای نوسان ذره‌های محیط، موازی با راستای انتشار موج باشد، موج را ..... می‌نامیم. **۰/۲۵**

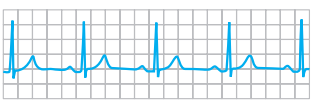
معمولاً در امتحان‌های فیزیک، تعاریف در قالب «جاخالی» مطرح می‌شه. اگه «جاهای خالی» براتون مهمه، تعاریف رو خوب بخونید و حفظ کنید.

۱۹ عبارت‌های مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف) نوسان تابی که آن را از حالت تعادل خارج و سپس رها می‌کنیم، نمونه‌ای از (نوسان واداشته ـ نوسان آزاد) است. **۰/۲۵**

ب) انرژی مکانیکی نوسانگر ساده به مکان نوسانگر بستگی (دارد ـ ندارد). **۰/۲۵**

۲۰ شکل روبه‌رو نمودار نوار قلب یک انسان در مدت $\frac{۱}{۱۵}$ min است. دورهٔ تناوب و بسامد ضربان قلب این شخص را حساب کنید. *(برگرفته از شکل کتاب درسی)*



۰/۷۵

۲۱ جسمی به جرم ۲ kg به فنری افقی با ثابت ۸ N / cm متصل است. اگر فنر را به اندازهٔ ۴ cm فشرده و سپس رها کنیم: *(مشابه مسئلهٔ کتاب درسی)*

الف) تندی بیشینهٔ جسم چه‌قدر است؟ **۰/۵**

ب) وقتی تندی جسم به نصف تندی بیشینه می‌رسد، انرژی پتانسیل کشسانی سامانه چه‌قدر است؟ **۰/۷۵**

خواستون باشه در حرکت هماهنگ ساده وقتی تندی، نصف تندی بیشینه می‌شه، انرژی جنبشی نصف انرژی جنبشی بیشینه نمی‌شه بلکه برابر می‌شه با ... .

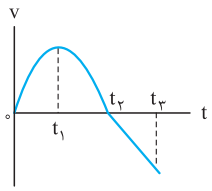
	موفق باشید	جمع نمرات	۲۰

فیزیک (۳)	رشته: علوم تجربی	مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه	kheilisabz.com
ردیف	آزمون شمارهٔ ۹	نوبت دوم پایهٔ دوازدهم - نهایی خرداد ۹۸ تجربی	نمره

۱ الف) بردار مکان را تعریف کنید. — ۰/۵

ب) در چه صورت اندازهٔ سرعت متوسط متحرک با تندی متوسط آن برابر می‌شود؟ — ۰/۵

۲ نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که در حال حرکت در امتداد محور x است، در شکل مقابل نشان داده شده است.



الف) مساحت سطح بین منحنی سرعت و محور زمان در هر بازهٔ زمانی برابر چه کمیتی است؟ — ۰/۲۵

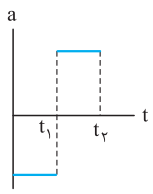
ب) در کدام بازهٔ زمانی بردار شتاب در جهت محور x است؟ — ۰/۲۵

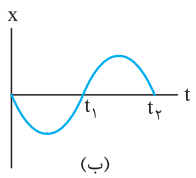
پ) در بازهٔ زمانی $t_۲$ تا $t_۳$ حرکت تندشونده است یا کندشونده؟ — ۰/۲۵

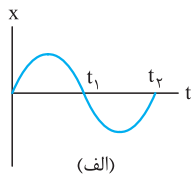
ت) در چه لحظه‌ای جهت حرکت متحرک تغییر کرده است؟ — ۰/۲۵

۳ سرعت متوسط خودرویی که از حال سکون با شتاب $۱/۵\ m/s^۲$ در امتداد محور x به حرکت درمی‌آید، در $۴\ s$ اول حرکت، چند متر بر ثانیه است؟ — ۱/۵

۴ نمودار شتاب ـ زمان متحرکی که در امتداد محور x حرکت می‌کند مطابق شکل روبه‌رو است. توضیح دهید کدام‌یک از نمودارهای مکان ـ زمان شکل‌های (الف) یا (ب) می‌تواند متناظر با این نمودار شتاب ـ زمان باشد. — ۰/۵







۵ چتربازی در هوای آرام و در امتداد قائم در حال سقوط است. با رسم شکل، نیروهای وارد بر چترباز را مشخص کرده و تعیین کنید واکنش هر یک از این نیروها به چه جسمی وارد می‌شود؟ — ۱

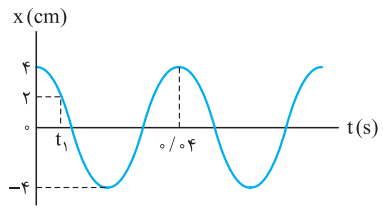
۶ دانش‌آموزی به جرم $۶۰\ kg$ روی یک ترازوی فنری در آسانسور ساکن، ایستاده است. آسانسور با شتاب $۱/۲\ m/s^۲$ به طرف بالا شروع به حرکت می‌کند. در این حالت ترازو چند نیوتون را نشان می‌دهد؟ $(g = ۹/۸\ N/kg)$ — ۰/۷۵

۷ آزمایشی طراحی کنید که با آن بتوانید ضریب اصطکاک ایستایی (μ_s) بین یک مکعب چوبی با وجوه مشابه و میز افقی را اندازه بگیرید. — ۱

۸ گلوله‌ای به جرم $۰/۰۵\ kg$ با تندی افقی $۲۰\ m/s$ به دیواری برخورد می‌کند و به صورت افقی با تندی $۱۵\ m/s$ در جهت مخالف برمی‌گردد. اندازهٔ تغییر تکانهٔ گلوله را محاسبه کنید. — ۰/۷۵

۹ دو کرهٔ توپر همگن به جرم‌های $۱۲۰\ kg$ و $۴۰\ kg$ را در نظر بگیرید که فاصلهٔ مرکز آن‌ها از یکدیگر $۴\ m$ است. نیروی گرانشی که این دو کره به یکدیگر وارد می‌کنند چند نیوتون است؟ $\left(G = ۶/۶ \times ۱۰^{-۱۱}\ \frac{N.m^۲}{kg^۲}\right)$ — ۰/۷۵

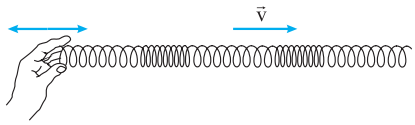
۱۰ در شکل مقابل نمودار مکان ـ زمان نوسانگر هماهنگ سادهٔ جرم ـ فنری با دورهٔ $۰/۰۴\ s$ و دامنهٔ نوسان $۴\ cm$ نشان داده شده است. اگر ثابت فنر این نوسانگر $۶۰\ N/m$ باشد:



الف) انرژی مکانیکی این نوسانگر چند ژول است؟ — ۰/۷۵

ب) مقدار $t_۱$ چند ثانیه است؟ $\left(\cos\frac{\pi}{۳} = \frac{۱}{۲}\right)$ — ۰/۷۵

۱۱ الف) موج ایجادشده در فنر شکل روبه‌رو طولی است یا عرضی؟ — ۰/۲۵



ب) چرا به این موج پیش‌رونده می‌گویند؟ — ۰/۲۵

پ) ریسمانی به جرم $۰/۵\ kg$ و طول $۶\ m$ را با نیروی $۳\ N$ می‌کشیم. تندی انتشار موج در این ریسمان چند متر بر ثانیه است؟ — ۰/۷۵

۱۲ درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را با واژه‌های «درست» یا «نادرست» در پاسخ‌نامه مشخص کنید.

الف) اندازهٔ شتاب نوسانگر هماهنگ ساده در نقاط بازگشتی صفر است. — ۰/۲۵

ب) بسامد سامانهٔ جرم ـ فنر با یک فنر معین ولی وزنه‌های متفاوت با جذر جرم وزنه به طور مستقیم متناسب است. — ۰/۲۵

پ) با افزایش دما در یک منطقه، ساعت آونگ‌دار (با آونگ ساده) عقب می‌افتد. — ۰/۲۵

ت) اگر بسامد نوسان‌های واداشته بیشتر از بسامد طبیعی آونگ ساده باشد، برای آونگ تشدید رخ نمی‌دهد. — ۰/۲۵

ث) تندی انتشار امواج الکترومغناطیسی در خلأ از رابطهٔ $c = \sqrt{\mu_۰ \varepsilon_۰}$ به دست می‌آید. — ۰/۲۵

ج) بسامد موج فرابنفش بیشتر از بسامد میکروموج است. — ۰/۲۵

فیزیک (۳)	رشته: علوم تجربی	مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه	kheilisabz.com	
ردیف	آزمون شمارهٔ ۹	نوبت دوم پایهٔ دوازدهم - نهایی خرداد ۹۸ تجربی		نمره

۱۳ یک دستگاه صوتی، صدایی با تراز شدت $\beta_1 = 80\ dB$ و دستگاه صوتی دیگر، صدایی با تراز شدت $\beta_2 = 90\ dB$ ایجاد می‌کند. شدت‌های مربوط به این دو تراز (برحسب W/m^2) به ترتیب I_1 و I_2 هستند. I_2 چند برابر I_1 است؟ — ۰/۷۵

۱۴ گزاره‌های زیر را با واژه‌های مناسب کامل کنید.

الف) به هر یک از برآمدگی‌ها یا فرورفتگی‌های ایجادشده روی سطح آب یک تشت، موج ..... می‌گویند. — ۰/۲۵

ب) مکان‌یابی پژواکی به همراه اثر دوپلر در تعیین ..... و تعیین ..... اجسام متحرک به کار می‌رود. — ۰/۵

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

۱۵ طول موج نور قرمز لیزر در هوا حدود $630\ nm$ و در محیط شیشه حدود $420\ nm$ است. تندی این نور در شیشه را محاسبه کنید (تندی نور در هوا $3\times10^8\ m/s$ فرض شود). — ۰/۷۵

۱۶ از داخل پرانتز گزینهٔ درست را انتخاب کنید و در پاسخ‌نامه بنویسید.

الف) در گسیل (القایی ـ خودبه‌خود) فوتون در جهتی کاتوره‌ای گسیل می‌شود. — ۰/۲۵

ب) خواص شیمیایی هر اتم را تعداد (نوترون‌های ـ پروتون‌های) هسته تعیین می‌کند. — ۰/۲۵

پ) نیروی هسته‌ای بین نوکلئون‌ها (کوتاه‌برد ـ بلندبرد) است. — ۰/۲۵

ت) در دماهای معمولی، بیشتر تابش گسیل‌شده از سطح اجسام در ناحیهٔ (فروسرخ ـ نور مرئی) قرار دارد. — ۰/۲۵

۱۷ الف) توضیح دهید برای یک فلز معین، افزایش شدت نور فرودی در بسامدهای بزرگ‌تر از بسامد آستانه چه تأثیری در نتیجهٔ اثر فوتوالکتریک دارد؟ — ۰/۲۵

ب) دو مورد از نارسایی‌های مدل بور را بنویسید. — ۰/۵

پ) طول موج سومین خط طیفی اتم هیدروژن در رشتهٔ بالمر $(n' = 2)$ چند نانومتر است؟ $(R \simeq 0/01\ (nm)^{-1})$ — ۰/۷۵

۱۸ اگر شدت تابشی متوسط خورشید در سطح زمین به ازای هر متر مربع حدود $330\ W/m^2$ باشد، در هر دقیقه چند فوتون به هر متر مربع از سطح زمین می‌رسد؟ طول موج متوسط فوتون‌ها را $570\ nm$ فرض کنید. $(h = 6/6\times10^{-34}\ J.s\ ,\ c = 3\times10^8\ m/s)$ — ۱

۱۹ هر یک از گزاره‌های ستون (الف) تنها به یک واپاشی در ستون (ب) ارتباط دارد. گزارهٔ مرتبط با هر واپاشی را در پاسخ‌نامه مشخص کنید. (در ستون (ب) یک مورد اضافه است.) — ۰/۷۵

ستون (الف)	ستون (ب)
(۱) پرتوهای این واپاشی بیشترین نفوذ را در ورقهٔ سرب دارند.	a. آلفا
(۲) نوترون درون هسته به الکترون و پروتون تبدیل می‌شود.	b. بتای مثبت
(۳) این نوع واپاشی در هسته‌های سنگین صورت می‌گیرد.	c. بتای منفی
	d. گاما

۲۰ نیمه‌عمر بیسموت ۲۱۲، حدود یک ساعت است. پس از گذشت ۵ ساعت، در نمونه‌ای از این بیسموت چه کسری از مادهٔ اولیه باقی می‌ماند؟ — ۰/۷۵

موفق باشید — جمع نمرات — ۲۰

پاسخ‌نامهٔ تشریحی

آزمون شمارهٔ ۱ (نوبت اول)

۱- الف) نادرست. اگر علامت سرعت اولیه منفی باشد و متحرک تغییر جهت دهد، مسافت طی‌شده با اندازهٔ جابه‌جایی برابر نیست.

ب) درست

۲- الف) مسافت ب) سرعت

۳- الف) جابه‌جایی ب) سرعت

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

$$v_2^2 - v_1^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 0 - (200\,m/s)^2 = 2 \times a \times (5 \times 10^{-2}\,m)$$

$$\Rightarrow -400\,(m/s)^2 = (10^{-1}\,m) \times a \Rightarrow a = \frac{-400\,(m/s)^2}{10^{-1}\,m} = -4000\,m/s^2$$

۵- الف) a: سرعت اولیهٔ مثبت، شتاب منفی ← نمودار شمارهٔ ۲

b: سرعت اولیهٔ مثبت، شتاب مثبت ← نمودار شمارهٔ ۱

c: سرعت اولیهٔ منفی، شتاب منفی ← نمودار شمارهٔ ۴

d: سرعت اولیهٔ منفی، شتاب مثبت ← نمودار شمارهٔ ۳

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

حرکت c و b تندشونده است، چون علامت سرعت و شتاب مشابه‌اند $(av > 0)$.

۶- الف) معادلهٔ مکان ـ زمان هر کدام از خودروها را می‌نویسیم.

خودرو: $x_1 = \frac{1}{2}a_1t^2 + v_{0_1}t + x_{0_1} = \frac{1}{2} \times 3 \times t^2 + (0) \times t + 0 = \frac{3}{2}t^2$

کامیون: $v = 54\,km/h = (54 \div 3/6)\,m/s = 15\,m/s$

$$\Rightarrow x_2 = v_{0_2}t + x_{0_2} = 15t + 0 = 15t$$

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

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

پس از ۱۰ s خودرو به کامیون می‌رسد.

ب) حالا برای به دست آوردن مسافت طی‌شده توسط خودرو، $t = 10\,s$ را در یکی از معادله‌ها قرار می‌دهیم: $t = 10\,s \Rightarrow x_2 = (15\,m/s) \times (10\,s) = 150\,m$

۷- ثانیهٔ چهارم یعنی از $t = 3\,s$ تا $t = 4\,s$. سرعت اول و آخر این بازه را به دست می‌آوریم. $v = 6t - 21$

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

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

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

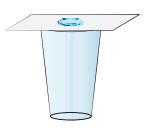
۸- الف) نادرست

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

۹- الف) بیشتر ب) تغییر شکل

۱۰- الف) اول ب) مستقیم

۱۱- مطابق شکل روبه‌رو، مقوا را روی دهانهٔ لیوان قرار می‌دهیم و سکه را روی آن می‌گذاریم. وقتی مقوا را خیلی سریع از زیر سکه بکشیم، سکه به خاطر لختی‌اش تمایل دارد در جای خود باقی بماند. در نتیجه بعد از حرکت مقوا، زیر سکه خالی شده و به درون لیوان می‌افتد.



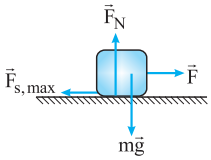
۱۲- وقتی چترباز ۱۰ s پس از پرش، چترش را باز می‌کند، سرعتش از سرعت حدی بیشتر است؛ پس، در هنگام بازشدن چتر، نیروی مقاومت هوای بزرگ‌تری نسبت به وزن چترباز به چترباز وارد می‌شود و یک شتاب بالاسو به جسم می‌دهد. این شتاب بالاسو که در خلاف جهت سرعت است، باعث کندشدن حرکت می‌شود. با کندترشدن حرکت، نیروی مقاومت هوا کاهش می‌یابد. کاهش‌یافتن نیروی مقاومت هوا تا جایی ادامه می‌یابد که اندازهٔ آن با اندازهٔ نیروی وزن برابر شود. در این لحظه چون نیروی خالص وارد بر چترباز صفر می‌شود، چترباز با تندی ثابت و حدی $5\,m/s$ 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 اندازهٔ نیروی عمودی سطح وارد بر شخص است. جهت مثبت را به طرف بالا در نظر می‌گیریم؛ بنابراین:

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

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

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



$$F = f_{s,max} = \mu_s F_N = \mu_s mg = 0/6 \times (50\,kg) \times (10\,N/kg) = 300\,N$$

۱۵- الف) a ـ چون شیب نمودار F_e برحسب x برای آن بیشتر است.

ب) با توجه به قانون هوک داریم:

$$F_e = kx \Rightarrow 20\,N = k(2\,cm) \Rightarrow 20\,N = k(0/02\,m)$$

$$\Rightarrow k = \frac{20\,N}{0/02\,m} = 1000\,\frac{N}{m}$$

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

$$\Delta p = (\frac{50 \times 3}{2})\,\frac{kg.m}{s} = 75\,\frac{kg.m}{s}$$

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

۱۷- الف) نادرست. دورهٔ تناوب حرکت نوسانگر جرم ـ فنر ربطی به دامنهٔ نوسان ندارد و از رابطهٔ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ به دست می‌آید.

ب) درست

۱۸- الف) دامنه ب) موج طولی

۱۹- الف) نوسان آزاد ب) ندارد.

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

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

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

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

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

$$= (4 \times 10^{-2}\,m) \times \sqrt{\frac{800\,N/m}{2\,kg}} = 0/8\,m/s$$

ب) وقتی تندی نصف تندی بیشینه است، داریم:

$$v = \frac{v_{max}}{۲} = \frac{۰/۸\ m/s}{۲} = ۰/۴\ m/s$$

$$E = U + K \Rightarrow \frac{۱}{۲}kA^۲ = U + \frac{۱}{۲}mv^۲ \Rightarrow \frac{۱}{۲}(۸۰۰\ N/m)\times(۰/۰۴\ m)^۲$$

$$= U + \frac{۱}{۲}\times(۲\ kg)\times(۰/۴\ m/s)^۲ \Rightarrow U = ۰/۴۸\ J$$

آزمون شمارهٔ ۹ (نوبت دوم)

۱- الف) برداری که مبدأ محور را به مکان جسم در هر لحظه وصل می‌کند.

ب) متحرک روی خط راست و بدون تغییر جهت حرکت کند.

۲- الف) جابه‌جایی ب) صفر تا t_1

پ) تندشونده ت) t_2

۳- گام ۱: ابتدا جابه‌جایی را در ۴ s اول به دست می‌آوریم:

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t \Rightarrow \Delta x = \frac{1}{2}\times(1/5)\times(4)^2 + 0 = 12\ m$$

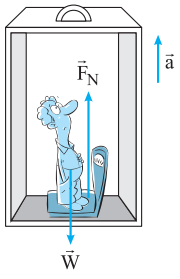
گام ۲: حالا سرعت متوسط را تعیین می‌کنیم:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v_{av} = \frac{12}{4} = 3\ m/s$$

۴- در نمودار مکان ـ زمان، جهت تقعر باید در بازهٔ صفر تا t_1 رو به پایین و در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 رو به بالا باشد؛ بنابراین نمودار (الف) درست است.

۵- واکنش نیروی مقاومت هوا به مولکول‌های هوا واکنش نیروی وزن به مرکز زمین

۶- مقداری که ترازو نشان می‌دهد برابر اندازهٔ نیروی عمودی سطحی است که به دانش‌آموز وارد می‌شود. پس داریم:



$$F_{net} = ma \Rightarrow F_N - W = ma$$
$$\Rightarrow F_N - mg = ma \Rightarrow F_N = mg + ma$$
$$\Rightarrow F_N = m(g+a)$$
$$= (60\ kg)(9/8\ m/s^2 + 1/2\ m/s^2)$$
$$= (60\ kg)(11\ m/s^2) = 660\ N$$

۷- مکعب چوبی را روی میز افقی قرار می‌دهیم و نیروسنج را به مکعب چوبی وصل می‌کنیم و سر دیگر نیروسنج را با دست به طور افقی می‌کشیم. نیروی دست را به آرامی افزایش می‌دهیم تا جایی که مکعب در آستانهٔ لغزیدن قرار گیرد. عددی که در این حالت نیروسنج نشان می‌دهد $f_{s,max}$ است. پس از اندازه‌گیری جرم مکعب و با توجه به ساکن بودن آن داریم:

$$\left.\begin{matrix} F_N = mg \\ f_{s,max} = \mu_s F_N \end{matrix}\right\} \Rightarrow \mu_s = \frac{f_{s,max}}{mg}$$

۸- اگر جهت اولیهٔ حرکت را مثبت بگیریم، سرعت توپ قبل برخورد مثبت و پس از برخورد منفی است:

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$
$$\Rightarrow |\Delta P| = |(0/05\ kg)\times(15\ m/s - (-20\ m/s))|$$
$$= |(0/05\ kg)(35\ m/s)| = 1/75\ \frac{kg.m}{s}$$

۹- $$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2} = (6/6\times10^{-11}\ \frac{Nm^2}{kg^2})\frac{(40\ kg)(120\ kg)}{(4\ m)^2} = 1/98\times10^{-8}\ N$$

۱۰- الف) دامنهٔ حرکت نوسانگر $A = 4\ cm = 0/04\ m$ است:

$$E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}\times(60\ N/m)\times(0/04\ m)^2 = 4/8\times10^{-2}\ J$$

ب) در لحظهٔ t_1 نوسانگر برای اولین بار در $x = 2$ قرار داشته است؛ بنابراین:

$$x = A\cos\frac{2\pi}{T}t \xrightarrow{x=2,\ t=t_1} 2 = 4\cos\frac{2\pi}{0/04}t_1$$
$$\Rightarrow \frac{1}{2} = \cos\frac{2\pi}{0/04}t_1 \Rightarrow \frac{2\pi}{0/04}t_1 = \frac{\pi}{3} \Rightarrow t_1 = \frac{0/04}{6}\ s = \frac{1}{150}\ s$$

۱۱- الف) طولی؛ چون راستای نوسان هر جزء فنر در راستای حرکت موج است.

ب) چون این موج با حرکت از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر، انرژی را منتقل می‌کند.

پ) $$v = \sqrt{\frac{FL}{m}} = \sqrt{\frac{(3\ N)(6\ m)}{(0/5\ kg)}} = \sqrt{36}\ m/s = 6\ m/s$$

۱۲- الف) نادرست؛ اندازهٔ شتاب نوسانگر هماهنگ ساده در نقاط بازگشتی بیشینه است. (در هنگام عبور از وضعیت تعادل شتاب نوسانگر صفر است.)

ب) نادرست؛ بسامد سامانهٔ جرم ـ فنر با یک فنر معین ولی وزنه‌های متفاوت، با جذر جرم وزنه به طور معکوس متناسب است.

پ) درست

ت) درست

ث) نادرست؛ تندی انتشار امواج الکترومغناطیسی در خلأ از رابطهٔ $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}}$ به دست می‌آید.

ج) درست

۱۳- $$\beta_2 - \beta_1 = (10\ dB)\log\frac{I_2}{I_1} \Rightarrow 90\ dB - 80\ dB = (10\ dB)\log\frac{I_2}{I_1}$$
$$\Rightarrow 10\ dB = (10\ dB)\log\frac{I_2}{I_1} \Rightarrow 1 = \log\frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 10^1 = 10 \Rightarrow I_2 = 10I_1$$

۱۴- الف) جبههٔ موج ب) مکان ـ تندی پ) کاهش

۱۵- با توجه به ثابت بودن بسامد نور در هر دو محیط، داریم:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \Rightarrow \frac{3\times10^8}{v_2} = \frac{6300}{4200} \Rightarrow v_2 = 2\times10^8\ m/s$$

۱۶- الف) خودبه‌خود ب) پروتون‌های

پ) کوتاه‌برد ت) فروسرخ

۱۷- الف) سبب افزایش تعداد فوتوالکترون‌ها می‌شود.

ب) ۱ این مدل برای اتم‌هایی با بیش از یک الکترون به کار نمی‌رود.

۲ نمی‌تواند در مورد تفاوت شدت خط‌های طیف گسیلی توضیح دهد.

پ) $$\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100}(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{5^2})$$
$$= \frac{1}{100}(\frac{1}{4} - \frac{1}{25}) = \frac{1}{100}(\frac{25-4}{100}) = \frac{21}{10000} \Rightarrow \lambda \simeq 476/2\ nm$$

۱۸- $$I = \frac{E}{At} = \frac{n\frac{hc}{\lambda}}{At} = \frac{nhc}{At\lambda}$$
$$\Rightarrow 330 = \frac{n(6/6\times10^{-34}\ J.s)\times(3\times10^8\ m/s)}{(1\ m^2)\times(60\ s)\times(570\times10^{-9}\ m)} \Rightarrow n = 5/7\times10^{22}$$

۱۹- d (۱) c (۲) a (۳)

۲۰- $$N = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T_1}}} = \frac{N_0}{2^{\frac{5}{21}}} = \frac{N_0}{2^5} = \frac{N_0}{32} \Rightarrow \frac{N}{N_0} = \frac{1}{32}$$

درس‌نامهٔ توپ برای شب امتحان

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 عبارت‌اند از: مسافت و جابه‌جایی، سرعت و تندیِ 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.

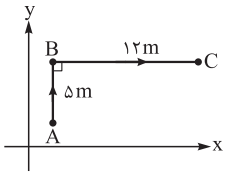
- جابه‌جایی یک **کمیت برداری** است.

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

مثال **متحرکی در صفحهٔ x ـ y از نقطهٔ A به B و سپس از نقطهٔ B به نقطهٔ C می‌رود.**

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

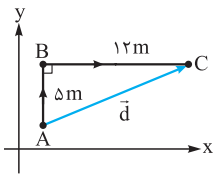
ب) اندازهٔ بردار جابه‌جایی متحرک در مسیر ABC چند متر است؟



پاسخ الف) مسافت طی‌شده از جمع طول مسیرهای AB و BC به دست می‌آید:

$$L = AB + BC = ۵\ m + ۱۲\ m = ۱۷\ m$$

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



برای به دست آوردن اندازهٔ بردار جابه‌جایی از رابطهٔ فیثاغورس استفاده می‌کنیم:

$$d = \sqrt{(AB)^۲ + (BC)^۲}$$

$$\Rightarrow d = \sqrt{(۵\ m)^۲ + (۱۲\ m)^۲} = \sqrt{۱۶۹\ m^۲} = ۱۳\ m$$

تذکر در یک حرکت رفت و برگشت به نقطهٔ اول، جابه‌جایی صفر است، اما مسافت طی‌شده صفر نیست.

تندی متوسط ـ سرعت متوسط

اصطلاح تندی و سرعت را بارها شنیده‌اید و معمولاً این دو مفهوم را یکی در نظر گرفته‌اید؛ مثلاً عددی را که تندی‌سنج 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** طی‌شده به مدت‌زمان 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 مدت‌زمان صرف‌شده برای جابه‌جایی، سرعت متوسط گفته می‌شود:

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

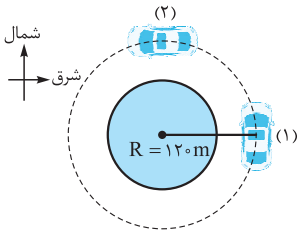
سرعت متوسط کمیتی **برداری** است که یکای اندازه‌گیری آن در SI، m/s است.

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 ۱۲۰ متر باشد و یک دقیقه طول بکشد تا اتومبیل $\frac{۱}{۴}$ محیط میدان را بپیماید:**

الف) تندی متوسط اتومبیل چند متر بر ثانیه است؟ ($\pi = ۳$)

ب) سرعت متوسط اتومبیل را به دست آورید.



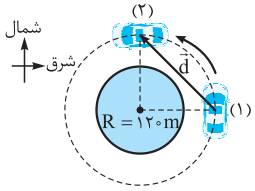
پاسخ الف) در ابتدا مسافت طی‌شده را محاسبه می‌کنیم. مسافتی که اتومبیل از مکان (۱) تا مکان (۲) طی کرده به اندازهٔ $\frac{۱}{۴}$ محیط دایره است:

$$l = \frac{۱}{۴}(۲\pi R) = \frac{۱}{۴}(۲ \times ۳ \times ۱۲۰\ m) = ۱۸۰\ m$$

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

$$S_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{۱۸۰\ m}{۶۰\ s} = ۳\ m/s$$

ب) بردار جابه‌جایی اتومبیل را رسم کرده و اندازهٔ بردار جابه‌جایی را به کمک رابطهٔ فیثاغورس به دست می‌آوریم:



$$d = \sqrt{R^۲ + R^۲} = \sqrt{۲}R \Rightarrow d = ۱۲۰\sqrt{۲}\ m$$

اندازهٔ بردار جابه‌جایی $۱۲۰\sqrt{۲}\ m$ و جهت آن به سمت شمال غربی است.

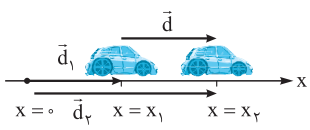
جهت بردار سرعت متوسط همان جهت بردار جابه‌جایی، یعنی شمال غربی است و اندازهٔ آن به کمک رابطهٔ $v_{av} = \frac{d}{\Delta t}$ برابر است با:

$$v_{av} = \frac{d}{\Delta t} = \frac{۱۲۰\sqrt{۲}\ m}{۶۰\ s} = ۲\sqrt{۲}\ m/s$$

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 $(\vec{d}_۲)$ و بردار مکان اولیه $(\vec{d}_۱)$، بردار جابه‌جایی به دست می‌آید $(\vec{d} = \vec{d}_۲ - \vec{d}_۱)$.

مثلاً اگر حرکت بر روی خط راست یا بر روی یک محور انجام شود، بردار جابه‌جایی به صورت زیر به دست می‌آید:



$$\vec{d} = \vec{d}_۲ - \vec{d}_۱ = x_۲\vec{i} - x_۱\vec{i} = \Delta x\vec{i}$$

بر مبنای بردار جابه‌جایی به دست آمدهٔ بالا، بردار سرعت متوسط را برای حرکت روی محور x بازنویسی می‌کنیم:

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

نکته در حرکت بر خط راست می‌توانیم از حالت برداری صرف‌نظر کنیم. در این صورت مثبت‌بودن v_{av} یعنی متحرک در جهت محور x حرکت کرده است و منفی‌بودن 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 لحظهٔ معین است. مثلاً تندی‌سنج اتومبیل، تندی اتومبیلی را در هر لحظه نمایش می‌دهد. تندی لحظه‌ای کمیتی نرده‌ای است.

سرعت لحظه‌ای: اگر علاوه بر تندی لحظه‌ای جهت حرکت جسم را نیز مشخص کنیم، سرعت لحظه‌ای متحرک را مشخص کرده‌ایم، از این رو تندی لحظه‌ای را با v و سرعت لحظه‌ای را با $\vec{v}$ نمایش می‌دهیم.

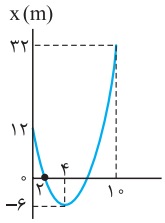
تذکر در متن‌های فیزیکی به سرعت لحظه‌ای به اختصار سرعت و به تندی لحظه‌ای، تندی گفته می‌شود.

نمودار مکان ـ زمان

نمودار مکان ـ زمان، نموداری است که به کمک آن مکان متحرک را می‌توان در هر لحظه مشخص کرد.

تذکر نمودار مکان ـ زمان با مسیر حرکت متفاوت است.

مثال **در شکل مقابل، نمودار مکان ـ زمان متحرکی را مشاهده می‌کنید که بر روی محور x در حرکت است. سرعت متوسط متحرک را در بازهٔ زمانی (۲ s , ۴ s) به دست آورید.**

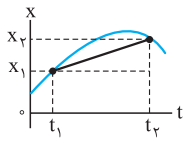


پاسخ در بازهٔ زمانی (۲ s , ۴ s) متحرک از $x_1 = 0$ تا $x_2 = -6\ m$ جابه‌جا شده است:

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

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

نکته شیب خطی که دو نقطه از نمودار مکان ـ زمان را به هم وصل می‌کند، سرعت متوسط را بین آن دو نقطه به ما نشان می‌دهد. 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:



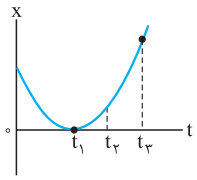
$$\text{شیب خط} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = v_{av}$$

نکته به کمک نمودار مکان ـ زمان می‌توان سرعت لحظه‌ای را به دست آورد.

برای این کار کافی است در لحظهٔ موردنظر مماسی را بر نمودار رسم کنیم.

شیب خط مماس بر نمودار مکان ـ زمان سرعت لحظه‌ای متحرک را نشان می‌دهد. 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.

مثال **نمودار مکان ـ زمان متحرکی که بر خط راست حرکت می‌کند مطابق شکل است:**

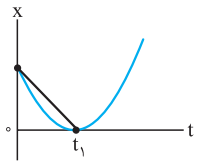


الف) علامت سرعت متوسط متحرک را از لحظهٔ شروع تا لحظهٔ t_1 تعیین کنید.

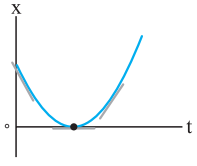
ب) در چه لحظه‌ای متحرک، جهت حرکت خود را عوض کرده است؟

پ) اندازهٔ سرعت متحرک در لحظهٔ t_2 بیشتر است یا در لحظهٔ t_3؟

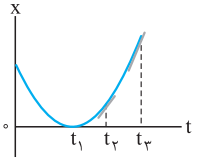
پاسخ الف) بر روی نمودار، لحظهٔ شروع تا لحظهٔ t_1 را به هم وصل می‌کنیم. شیب این خط سرعت متوسط بین این دو لحظه را نشان می‌دهد. چون شیب این خط منفی است؛ پس علامت سرعت متوسط آن نیز منفی است.



ب) متحرک در لحظهٔ 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 لحظه‌های t_2 و t_3 مشاهده می‌کنیم که شیب خط مماس در لحظهٔ t_3 بیشتر از لحظهٔ t_2 است، بنابراین سرعت متحرک در لحظهٔ t_3 بیشتر است.



حرکت شتاب‌دار

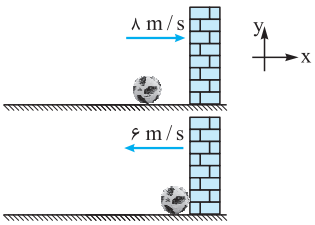
حرکت شتاب‌دار حرکتی است که در آن سرعت متحرک تغییر می‌کند. این تغییر سرعت می‌تواند ناشی از تغییر اندازهٔ سرعت، تغییر جهت بردار سرعت یا هر دو باشد.

شتاب متوسط: به نسبت تغییرات سرعت به زمان صرف‌شده برای این تغییرات، شتاب متوسط گفته می‌شود:

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

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

مثال **مطابق شکل توپی با سرعت ۸ m/s به دیواری برخورد کرده و با سرعت ۶ m/s باز می‌گردد. اگر مدت‌زمان تماس توپ با دیوار ۰/۲ s باشد شتاب متوسط توپ در این برخورد چند متر بر مربع ثانیه است؟**



پاسخ با توجه به این‌که حرکت در راستای محور x است، بردار سرعت‌های اولیه و ثانویهٔ توپ را به صورت مقابل می‌نویسیم: $\vec{v}_1 = (8\ m/s)\vec{i}$ و $\vec{v}_2 = (-6\ m/s)\vec{i}$

حالا می‌توانیم بردار شتاب متوسط را به دست آوریم:

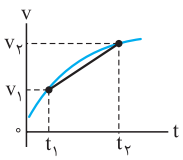
$$\vec{a}_{av} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t} = \frac{(-6\ m/s)\vec{i} - (8\ m/s)\vec{i}}{0/2\ s} = \vec{a}_{av} = (-70\ m/s^2)\vec{i}$$

شتاب لحظه‌ای: به نسبت تغییرات سرعت به یک بازهٔ زمانی بسیار کوتاه (که در فیزیک به آن لحظه گفته می‌شود) شتاب لحظه‌ای می‌گوییم.

نمودار سرعت ـ زمان

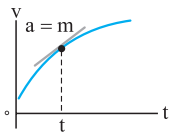
نموداری است که سرعت متحرک را در هر لحظه به ما می‌دهد.

نکته شیب خطی که دو نقطه از نمودار سرعت ـ زمان را به هم وصل کند، شتاب متوسط را در آن بازهٔ زمانی به ما می‌دهد:

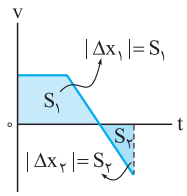


$$\text{شیب} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = a_{av}$$

- شیب خط مماس بر نمودار سرعت ـ زمان، شتاب متحرک را در آن لحظه نشان می‌دهد:



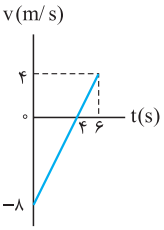
- مساحت محصور بین نمودار سرعت ـ زمان و محور t، جابه‌جایی متحرک را در آن بازهٔ زمانی نشان می‌دهد. اگر نمودار بالای محور t باشد، جابه‌جایی مثبت و اگر زیر محور t باشد، جابه‌جایی منفی است: $\Delta x_1 > 0\ ,\ \Delta x_2 < 0$



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

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

مثال **نمودار سرعت ـ زمان متحرکی مطابق شکل است.**



الف) شتاب متحرک در بازهٔ زمانی (۱ s تا ۳ s) چند متر بر مربع ثانیه است؟

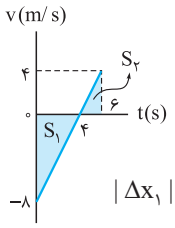
ب) جابه‌جایی متحرک تا لحظهٔ $t = 6\ s$ چند متر است؟

پ) تندی متوسط متحرک در ۶ ثانیهٔ اول حرکت چند متر بر ثانیه است؟

پاسخ الف) در نمودار سرعت ـ زمان، شیب نمودار بین دو نقطه شتاب متوسط متحرک را در آن بازهٔ زمانی نشان می‌دهد. شیب نمودار ثابت است؛ پس شتاب متحرک در ۶ ثانیهٔ اول حرکت ثابت است. با توجه به این موضوع، با محاسبهٔ شیب خط یا شتاب در بازهٔ زمانی (۰ s تا ۶ s) می‌توانیم به شتاب متحرک در بازهٔ زمانی (۱ s تا ۳ s) نیز دست یابیم:

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

ب) مساحت دو ناحیهٔ 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:



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

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

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

پ) برای به دست آوردن تندی متوسط باید در قدم اول مسافت طی‌شده را محاسبه کرد. برای این کار قدرمطلق Δxها را با هم جمع می‌کنیم:

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

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

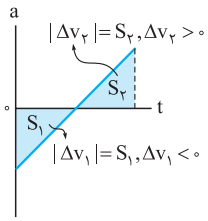
$$S_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{20\ m}{6\ s} = \frac{10}{3}\ m/s \simeq 3/3\ m/s$$

نمودار شتاب ـ 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:

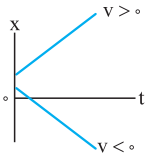


حرکت با سرعت ثابت

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 ـ زمان حرکت با سرعت ثابت

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



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

الف) سرعت و مکان اولیهٔ حرکت را مشخص کنید.

ب) در چه لحظه‌ای متحرک در مکان $x = 9\ m$ است؟

پ) نمودار مکان ـ زمان حرکت را تا لحظهٔ $t = 10\ s$ رسم کنید.

پاسخ الف) با مقایسهٔ معادلهٔ $x = vt + x_0$ و $x = 3t - 12$ می‌فهمیم که $v = 3\ m/s$ و $x_0 = -12\ m$ است.

ب) مکان $x = 9\ m$ را در معادله قرار می‌دهیم:

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

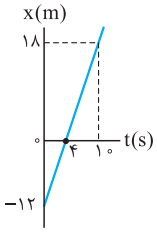
پ) برای رسم نمودار در قدم اول مکان متحرک را در لحظهٔ $t = 10\ s$ به دست می‌آوریم:

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

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:

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

در قدم آخر با توجه به اطلاعات به دست آمده نمودار مکان ـ زمان را رسم می‌کنیم:



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 بازهٔ زمانی دلخواه است.

نکته در حرکت با شتاب ثابت، اگر در یک بازهٔ زمانی سرعت اولیه v_1 و سرعت نهایی v_2 باشد، سرعت متوسط از رابطهٔ مقابل به دست می‌آید:

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

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

معادلهٔ مکان ـ 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 معادلهٔ درجهٔ ۲ است:

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$$

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

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

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

ب) سرعت متوسط متحرک را در بازهٔ زمانی (۰٫۵ s) به دست آورید.

پاسخ الف) با مقایسهٔ معادله‌های $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$ و $x = 2t^2 - 16t + 24$ می‌توان شتاب، سرعت اولیه و نقطهٔ آغاز حرکت را مشخص کرد:

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

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

ب) برای به دست آوردن سرعت متوسط، اول مکان متحرک را در $t = 5\ s$ به دست می‌آوریم:

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

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

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

معادلهٔ سرعت ـ زمان

معادلهٔ سرعت ـ زمان معادله‌ای است که سرعت متحرک را در هر لحظه مشخص می‌کند؛ این معادله در حرکت با شتاب ثابت به صورت یک معادلهٔ درجهٔ یک است:

$$v = at + v_0$$

مثال **معادلهٔ سرعت ـ 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:

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

معادلهٔ مستقل از زمان

معادله‌ای است که نشان می‌دهد متحرک در هر مکانی دارای چه سرعتی است. معادلهٔ مستقل از زمان برای حرکت با شتاب ثابت به صورت مقابل است:

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

مثال **خودرویی با سرعت $30\ m/s$ بر روی مسیر مستقیمی در حرکت است. ناگهان راننده مانع ثابتی را در فاصلهٔ $95\ m$ می‌بیند. بلافاصله با شتاب $-5\ m/s^2$ ترمز می‌کند. آیا خودرو به مانع برخورد می‌کند؟**

پاسخ ابتدا به کمک معادلهٔ مستقل از زمان محاسبه می‌کنیم که خودرو پس از چند متر جابه‌جایی متوقف می‌شود. سپس این مقدار را با فاصلهٔ اولیهٔ خودرو از مانع مقایسه می‌کنیم. اگر این مقدار کم‌تر یا مساوی فاصلهٔ اولیه باشد برخوردی اتفاق نمی‌افتد، در غیر این صورت خودرو به مانع برخورد می‌کند:

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

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

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