



فصل ۱

نمره

۰/۲۵

۰/۲۵

۰/۲۵

۰/۲۵

۱

۲

۱/۷۵

۰/۷۵

۰/۷۵

۰/۲۵

۰/۲۵

۰/۲۵

۰/۲۵

۰/۲۵

۰/۲۵

۰/۲۵

۰/۲۵

تندی لحظه ای کمیته برداری است.

سطح محصور بین نمودار سرعت - زمان و محور زمان در هر بازه زمانی برابر جابه جایی در آن بازه است.

(آزمون هشتگ کشور - شهریور ۹۸ - خرداد ۹۸ تغییر)

پاره خط جهتی داری که مکان آغازین حرکت را به مکان پایانی حرکت وصل می کند.

بردار داری که مبدأ محور را به مکان جسم در هر لحظه وصل می کند.

جسم در آن لحظه نامیده می شود. (آزمون هشتگ کشور - شهریور ۹۸)

نمودار مکان - زمان حرکت متحرکی بر روی خط راست مطابق شکل است.

(آزمون هشتگ کشور - خرداد ۹۷)

الف) در کدام لحظه جسم تغییر جهت می دهد؟

ب) یک لحظه را مشخص کنید که جسم از مبدأ مکان می گذرد.

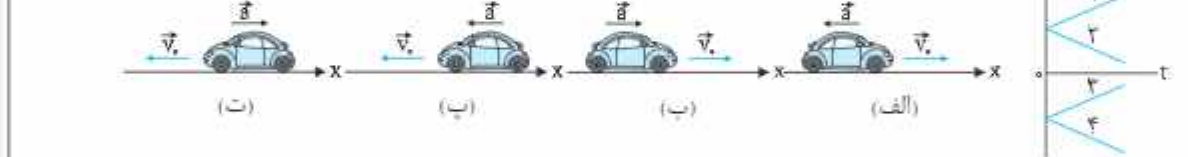
پ) یک بازه زمانی را مشخص کنید که جسم در جهت محور X ها حرکت می کند.

ت) در کدام بازه زمانی شتاب منفی است؟

در تمامی حالت های شکل زیر خودروها در امتداد محور X و با شتاب ثابت در حرکت اند.

الف) حرکت هر یک از خودروها توسط کدام یک از نمودارهای $v - t$ توصیف می شود؟

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



شکل مقابل نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان می دهد که با شتاب ثابت در امتداد محور X حرکت می کند.

الف) شتاب متحرک را پیدا کنید و معادله مکان - زمان آن را بنویسید.

ب) سرعت متوسط متحرک را در دو ثانیه اول حساب کنید.

شیب خط مماس در شروع نمودار همون سرعت اولیه متحرک در حل مسائل نموداری حرکت شتاب

ثابت نامیده می شود. همون روابط حرکت شتاب ثابت را با اطلاعات نمودار مطابقت بدین

خودرویی با تندی 77 km/h در حال حرکت است. راننده خودرو ناگهان با دیدن مانعی در فاصله 100 m متری خود ترمز می گیرد. حداقل شتاب

ترمز خودرو چند متر بر مجذور ثانیه باشد تا به مانع برخورد نکند؟

معمولاً مسائل توقف متحرک و غرض از ترمز با مانع از رابطه سرعت - جابجایی حل می شود.

گلوله ای در شرایط خلأ از ارتفاع 8 m متری زمین رها می شود. این گلوله پس از چند ثانیه به زمین می رسد؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

رها شدن گلوله یعنی سرعت اولیه صفر و قطر لوله - زمان سقوط گزار از تریاک پدیدار ارتفاع سقوط و زمان سقوط رو مشخص می کند.

فصل ۲

سطح زیر نمودار نیرو - زمان برابر (تغییر تکانه - تغییر سرعت) جسم است.

(آزمون هشتگ کشور - شهریور ۹۸)

دوره تناوب در حرکت دایره ای با تندی حرکت ذره روی دایره نسبت (مستقیم - معکوس) دارد.

شتاب یک جسم با جرم آن نسبت دارد.

(آزمون هشتگ کشور - شهریور ۹۸ - تغییر)

نیروی اصطکاک بین دو جسم به و میزان زبری و صافی آنها بستگی دارد.

(آزمون هشتگ کشور - شهریور ۹۸)

(آزمون هشتگ کشور - شهریور ۹۸)

(آزمون هشتگ کشور - شهریور ۹۸)

۱. 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 می شود؟ (آزمون هشتک کشور - خرداد ۹۸)

۱. آزمایشی طراحی کنید که با آن بتوانید ضریب اصطکاک ایستایی (μ_s) بین یک مکعب چوبی با وجوه مشابه و مبرافقی را اندازه بگیرید. (آزمون هشتک کشور - خرداد ۹۸)

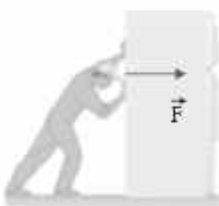


۱۶. مطابق شکل، چرا وقتی آب از فواره خارج می شود، فواره می چرخد؟ پاسخ خود را بر مبنای کدام قانون ذکر کردید؟

۱۷. الف) نیروی مرکزگرا را تعریف کنید.

ب) نیروی مرکزگرا برای الکترونی که به دور هسته می چرخد، الکتریکی است یا گرانشی؟ (آزمون هشتک کشور - تیرماه ۱۴۰۱)

۱. مطابق شکل، شخصی یک یخچال به جرم 100 kg را بر روی سطحی افقی با نیروی $F = 500 \text{ N}$ هل می دهد و یخچال در آستانه حرکت قرار می گیرد. (آزمون هشتک کشور - دی ۱۴۰۱)



الف) ضریب اصطکاک ایستایی بین یخچال و سطح چه قدر است؟

ب) اندازه نیرویی را که سطح زمین به یخچال وارد می کند محاسبه کنید؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

۱۹. خودرویی در یک پیچ افقی با شعاع 50 m می تواند با بیشینه سرعت 20 m/s بر ثانیه بدون لغزش جانبی دور بزند. اگر جرم خودرو یک تن باشد: الف) بزرگی نیروی مرکزگرای وارد بر خودرو چند نیوتون است؟

ب) ضریب اصطکاک ایستایی بین لاستیک و سطح جاده چقدر است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

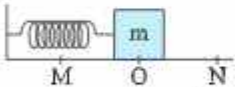
برای اینکه در پیچ افقی، یک خودرو بتواند روی مسیر دایره ای بدون نیاز به نیروی اصطکاک یا نیروی مرکزگرا برآورد باشد، با مسوای گذاشتن این دو نیرو، ضریب اصطکاک ایستایی رو به سرعت یارین.

۲۰. توپی به جرم 5 kg با تندی 10 m/s در راستای افقی به یک دیوار برخورد کرده و با همان تندی در همان راستا برمی گردد. اگر زمان برخورد توپ با دیوار 0.05 s باشد، بزرگی نیروی متوسطی که به توپ وارد می شود، چه قدر است؟

یادماند سرعت کمیتی بردار است پس وقتی توپ با سرعت ۷ به دیوار برخورد و با همان سرعت برآورد تغییر سرعتش نیست ۷۷ اشتباهی: تغییر سرعت رو همگرایی تغییر سرعت رو همگرایی تغییر سرعت رو همگرایی

فصل ۳

۱. مطابق شکل، دستگاه وزنه- فنر روی پاره خط MN حرکت هماهنگ ساده انجام می دهد. جاهای خالی جمله های زیر را با کلمه های (پیشینه، ثابت، صفر) پر کرده و به پاسخ برگ انتقال دهید:



الف) در نقطه M انرژی پتانسیل وزنه است.

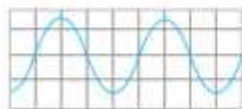
ب) انرژی مکانیکی وزنه از M تا N است.

ت) در نقطه O سرعت وزنه است.

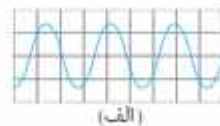
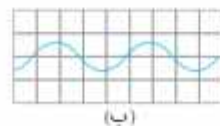
اصطلاحات زیر را تعریف کنید:

الف) موج پیشرونده

ب) طول موج



۲۳. شکل روبه رو موجی عرضی را نشان می دهد، دامنه و طول موج هر کدام از شکل موج های (الف) و (ب) را با دامنه و طول موج این شکل مقایسه کنید.



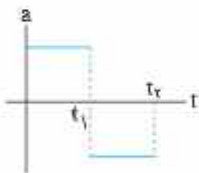
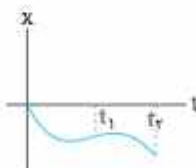
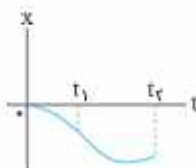
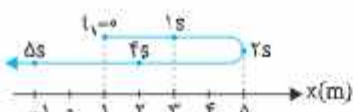
۱. تندی نوسانگر هماهنگ ساده ای که روی پاره خطی به طول 20 cm با دوره 2s نوسان می کند، هنگام عبور از نقطه تعادل چقدر است؟ ($\pi \approx 3$)

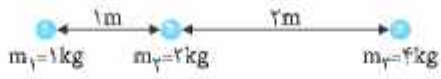
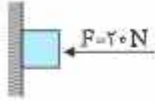
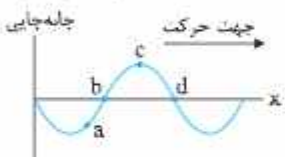
یادماند باشد که طول پاره خط نوسان رو برابر دامنه نوسان

۲۵. موجی با تندی 20 cm/s و طول موج 5 cm در حرکت است، بسامد این موج را به دست آورید.

۷۰. جمع نمره

موفق باشید.

- ۱ در جمله‌های زیر عبارت درست را از داخل پیرانتز انتخاب کرده و در پاسخ برگ بنویسید.
(الف) اگر بزرگی سرعت تغییر نکند، حرکت (بر مسیر منحنی-روی خط راست)، حرکتی شتابدار است.
(ب) در حرکت دایره‌ای یکنواخت، بردار سرعت (عمود بر-موازی با) بردار شتاب است.
(پ) انرژی مکانیکی نوسانگر با (مجدور-مکعب) دامنه نسبت مستقیم دارد.
(ت) در یک (طناب-فنر) کشیده فقط امواج عرضی منتشر می‌شود.
- ۲ هر یک از جمله‌های زیر، کدام مفهوم فیزیکی را توصیف می‌کنند؟
(الف) در این حرکت، سرعت متوسط متحرک در تمام بازه‌های زمانی یکسان است.
(ب) مدت زمانی که طول می‌کشد تا ذره یک دور کامل از مسیر دایره‌ای را طی کند.
(پ) نوسان‌هایی که هر چرخه آن در دوره‌های دیگر دقیقاً تکرار شود.
(ت) تعداد نوسان‌های انجام شده توسط هر ذره محیط در یک ثانیه است.
- ۳ جاهای خالی را با عبارت‌های مناسب پر کنید.
(الف) خاصیت اجسام، که میل دارند وضعیت حرکت خود را هنگامی که نیروی خالص وارد بر آن‌ها صفر است حفظ کنند، می‌گویند.
(ب) واکنش نیروی وزن همواره به وارد می‌شود.
(پ) تکانه یک جسم همواره هم جهت با است.
(ت) نیرویی که شاره در خلاف جهت حرکت جسم بر آن وارد می‌کند نام دارد.
- ۴ معادله مکان-زمان متحرکی در SI به صورت $x = t^2 - 6t$ است. در چه لحظه‌ای این متحرک متوقف می‌شود؟
- ۵ خودرویی با سرعت 2 m/s و شتاب $1/5 \text{ m/s}^2$ که هر دو در جهت محور X هستند، حرکت می‌کند، سرعت متوسط خودرو در 4 s اول حرکت، چند متر بر ثانیه است؟
- ۶ نمودار شتاب-زمان متحرکی که همواره در خلاف جهت محور X حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است. توضیح دهید کدام یک از نمودارهای مکان-زمان‌های (الف) یا (ب) می‌تواند متناظر با این نمودار شتاب باشد؟
- 
- (الف) 
- (ب) 
- ۷ متحرکی در خلاف جهت محور X با شتاب ثابت در حال حرکت است. در مکان $x_1 = +20 \text{ m}$ اندازه سرعت متحرک 10 m/s و در مکان $x_2 = -10 \text{ m}$ اندازه سرعت متحرک 20 m/s است.
(الف) حرکت متحرک تندشونده است یا کندشونده؟ چرا؟
(ب) شتاب حرکت متحرک چقدر است؟
(پ) اندازه سرعت متوسط متحرک در این جابه‌جایی چند متر بر ثانیه است؟
- ۸ مسیر حرکت ذره‌ای که روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل است.
(الف) نمودار مکان-زمان متحرک را به طور تقریبی رسم کنید.
(ب) تندی متوسط ذره از لحظه شروع تا ثانیه چهارم چقدر است؟
- 

۹	آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد نیروی اصطکاک جنبشی به مساحت سطح تماس دو جسم بستگی دارد یا خیر؟	۱
۱۰	نیروی گرانشی خالص وارد بر جرم m_p چند نیوتون است؟ $(G = 6/6 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2 / \text{kg}^2)$	۱
		
۱۱	اگر انرژی جنبشی را با K ، جرم جسم را با m و تکانه آن را با p نمایش دهیم، نشان دهید که تکانه جسم از رابطه $p = \sqrt{2mK}$ به دست می آید.	۱
۱۲	مطابق شکل جسمی به جرم 1 kg را با نیروی افقی $F = 20 \text{ N}$ به دیوار قائم فشرده ایم. (ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و دیوار $\mu_k = 0/2$ است.)	۱/۵
		
۱۳	الف) اگر جسم در آستانه حرکت باشد، ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و دیوار چقدر است؟ $(g = 10 \text{ N/kg})$ ب) نیروی F چند نیوتون باشد تا جسم با سرعت ثابت روی دیوار به سمت پایین بلغزد؟ گلوله ای از ارتفاع h رها می شود و با سرعت 50 m/s به زمین برخورد می کند. این گلوله در دو ثانیه آخر حرکتش چند متر جابه جا می شود؟ $(g = 10 \text{ m/s}^2)$	۱/۵
۱۴	شتاب گرانشی در فاصله R_e از سطح زمین، چند برابر شتاب گرانشی در سطح زمین است؟	۱
۱۵	شکل زیر نقش یک موج سینوسی را نشان می دهد که در جهت محور x حرکت می کند. در لحظه نشان داده شده هر یک از اجزای a ، b ، c و d به سمت بالا می روند یا پایین؟	۱
۱۶		
۱۷	اثر هر یک از پدیده های زیر را بر روی دوره تناوب آونگی که با مفتول فلزی ساخته شده است، بررسی کنید. الف) دور شدن آونگ از سطح زمین ب) گرم شدن آونگ	۱
۱۸	بسامد نور قرمز در حدود $4 \times 10^{14} \text{ Hz}$ است. طول موج این نور در آب چقدر متر است؟ (سرعت نور در آب $2/25 \times 10^8 \text{ m/s}$ است.)	۲/۷۵
۱۹	در انتشار امواج الکترومغناطیسی موارد درست و نادرست را مشخص کنید: الف) تندی انتشار امواج الکترومغناطیسی در خلأ از رابطه $c = \sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$ به دست می آید. (آزمون هکاتک کشور - خرداد ۹۸) ب) میدان های الکتریکی و مغناطیسی $\vec{E}$ و $\vec{B}$ همواره بر جهت حرکت موج عموداند. پ) موج الکترومغناطیسی یک موج طولی است.	۲/۷۵
۲۰	جمع نمره	موفق باشید.

آزمون شماره ۴

فیزیک (۳) دوازدهم - خرداد ماه
رشته ریاضی (طبقه بندی شده)

هشتاد و هشت امتحان

مدت زمان: ۱۲۰ دقیقه
تعداد سؤال: ۲۸

نمره

ردیف

فصل ۱

درست نادرست

۱

۲

۳

پاسخ دهید

۴

۵

۶

۷

۸

چهار مسئله

۹

۱۰

۱۱

۱۲

۱۳

۱۴

پاسخ دهید

۱۵

۱۶

۱۷

۱۸

۱۹

۲۰

۲۱

۲۲

۲۳

۲۴

۲۵

۲۶

۲۷

۲۸

۲۹

۳۰

۳۱

۳۲

۳۳

۳۴

۳۵

۳۶

۳۷

۳۸

۳۹

۴۰

۴۱

۴۲

۴۳

۴۴

۴۵

۴۶

۴۷

۴۸

۴۹

۵۰

۵۱

۵۲

۵۳

۵۴

۵۵

۵۶

۵۷

۵۸

۵۹

۶۰

۶۱

۶۲

۶۳

۶۴

۶۵

۶۶

۶۷

۶۸

۶۹

۷۰

۷۱

۷۲

۷۳

۷۴

۷۵

۷۶

۷۷

۷۸

۷۹

۸۰

۸۱

۸۲

۸۳

۸۴

۸۵

۸۶

۸۷

۸۸

۸۹

۹۰

۹۱

۹۲

۹۳

۹۴

۹۵

۹۶

۹۷

۹۸

۹۹

۱۰۰

۱۰۱

۱۰۲

۱۰۳

۱۰۴

۱۰۵

۱۰۶

۱۰۷</

حل
مسئله
۱۶

چشمه موجی با بسامد 10 Hz در یک محیط که تندی انتشار موج در آن 50 m/s است نوسان های طولی ایجاد می کند، فاصله بین یک تراکم و انبساط متوالی چقدر است؟

فاصله یک تراکم و یک انبساط متوالی در یک موج طولی، نصف طول موج است

۱۷

تراز شدت صوتی برابر با 10 دسی بل است. شدت این صوت را به دست آورید. $(I_0 = 10^{-12}\text{ W/m}^2)$ (آزمون هشتک کشور - شهریور ۹۸ - تغییر)

فصل ۴

پاسخ
دهید

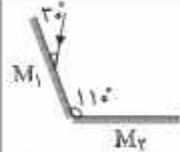
۱۸

مقایسه زیر را تعریف کنید.

الف) پراش: (آزمون هشتک کشور - خرداد ۹۷) ب) تداخل سازنده:
وقتی گالن آبی را خالی می کنیم، با خالی شدن آب صدای گلوپ گلوبی را می شنویم. موقع خالی شدن گالن بسامد این صدا کمتر می شود (صدای بیم تر) یا بیشتر (صدای زیرتر)؟ چرا؟
(پ) ضریب شکست:

حل
مسئله
۲۰

در شکل مقابل پرتوهای بازتابیده از آینه های تخت M_1 و M_2 را رسم کنید و زاویه بازتاب از آینه M_2 را به دست آورید. (آزمون هشتک کشور - خرداد ۹۹ - لکمی نظیر)



وقتی پرتو به آینه برخورد کرد، خط عمود رو بکش و با توجه به پرایر پورن زاویه های تابش و بازتابش مسیر پرتو را رسم کن

۲۱

در طنابی با دو انتهای ثابت، موج ایستاده ای با 5 گره تشکیل شده است. اگر طول موج 20 سانتی متر و سرعت انتشار موج در طناب 300 m/s باشد: (آزمون هشتک کشور - شهریور ۱۴۰۱)

الف) وضعیت نوسانی طناب را رسم کنید؟

ب) طول طناب چند سانتی متر است؟

پ) بسامد اصلی این طناب چند هرتز است؟

فصل ۵

حل
مسئله
۲۲

در اتم هیدروژن، اگر الکترون از تراز $n_U = 3$ به تراز $n_L = 1$ جهش یابد، انرژی فوتون گسیل شده چند الکترون ولت است؟
($R = 1.097 \times 10^7\text{ (nm)}^{-1}$, $hc = 1242\text{ eV.nm}$) (آزمون هشتک کشور - شهریور ۹۸)

به پرسش های زیر پاسخ دهید.

الف) در آزمایش فوتوالکتریک برای یک فلز معین، تغییر هر یک از موارد زیر باعث چه تغییری در نتیجه آزمایش می شود؟
(۱) افزایش بسامد نور فرودی در بسامدهای بزرگ تر از بسامد آستانه.

(۲) افزایش شدت نور فرودی در یک بسامد معین، بزرگ تر از بسامد آستانه (آزمون هشتک کشور - دی ۱۴۰۱)

ب) طول موج آستانه برای اثر فوتوالکتریک در یک فلز معین برابر 248 nm است. تابع کار این فلز بر حسب الکترون ولت چقدر است؟
($hc = 1240\text{ eV.nm}$) (آزمون هشتک کشور - شهریور ۱۴۰۱)

فصل ۶

۲۴

خواص شیمیایی هر اتم را تعداد (پروتون های - نوترون های) هسته تعیین می کنند. (آزمون هشتک کشور - شهریور ۱۴۰۰)

نیروی الکتروستاتیکی بین دو پروتون درون هسته، (بلند برد - کوتاه برد) است. (آزمون هشتک کشور - شهریور ۱۴۰۰)

۲۵

هر یک از گزاره های ستون «A» تنها به یک واپاشی در ستون «B» ارتباط دارد. گزاره مرتبط با هر واپاشی را مشخص کنید (در ستون «B» یک مورد اضافه است). (آزمون هشتک کشور - خرداد ۹۸)

«B»

«A»

- الف) پرتوهای این واپاشی بیشترین نفوذ را در ورقه سرب دارند.
- ب) نوترون درون هسته به الکترون و پروتون تبدیل می شود.
- پ) این نوع واپاشی در هسته های سنگین صورت می گیرد.
- آلفا
- بتای مثبت
- بتای منفی
- گاما

پاسخ
دهید

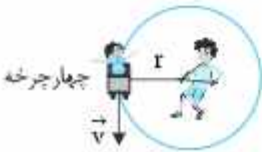
۲۷

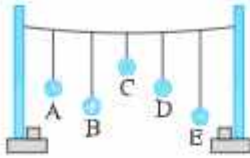
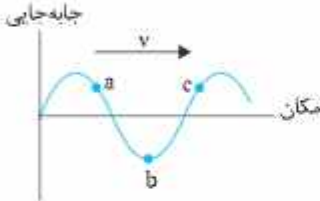
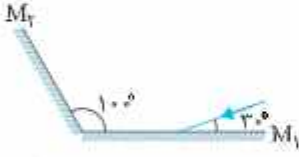
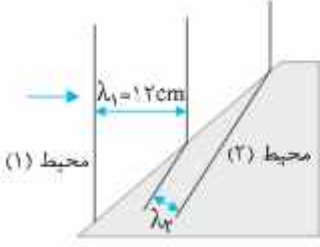
ایزوتوپ را تعریف کنید. (آزمون هشتک کشور - خرداد ۹۷ - لکمی نظیر)

حل
مسئله
۲۸

نیمه عمر بیسموت 212 ، حدود یک ساعت است. پس از گذشت 5 ساعت، در نمونه ای از این بیسموت چه کسری از ماده اولیه باقی می ماند؟
(آزمون هشتک کشور - خرداد ۹۸)

جمع نمره ۷۰ موفق باشید.

۱	توجه: استفاده از ماشین حساب ساده (دارای چهار عمل اصلی، جذر و درصد) بلامانع است. در هر یک از جمله‌های زیر، عبارت مناسب را از داخل پراکنش انتخاب کنید و در پاسخنامه بنویسید. الف) در حرکت بر خط راست (با تغییر - بدون تغییر) جهت، اندازه بردار جابه‌جایی برابر مسافت پیموده شده است. ب) در حرکت با (سرعت - شتاب) ثابت روی خط راست، تغییرات سرعت نسبت به زمان به صورت یک تابع خطی است. پ) سرعت (لحظه‌ای - متوسط) در هر لحظه دلخواه، برابر شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان در آن لحظه است. ت) در حرکت بر خط راست، بردار شتاب متوسط با بردار تغییر (مکان - سرعت) هم جهت است.	۱
۱/۲۵	۲ شکل زیر نمودار سرعت - زمان متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور X حرکت می‌کند. با توجه به آن درستی یا نادرستی هر یک از جمله‌های زیر را با واژه «درست» یا «نادرست» در پاسخنامه مشخص کنید. الف) در بازه زمانی t_1 تا t_2 ، متحرک در جهت محور X حرکت می‌کند. ب) در بازه زمانی t_2 تا t_3 ، متحرک در لحظه t_2 تغییر جهت می‌دهد. پ) سرعت متوسط متحرک، در کل زمان حرکت، صفر است. ت) در بازه زمانی t_2 تا t_3 ، بردار شتاب در خلاف جهت محور X است. ث) در بازه زمانی t_2 تا t_3 ، حرکت متحرک کندشونده است.	۲
۱/۲۵	۳ شکل روبه‌رو، نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان می‌دهد که با شتاب ثابت 2 m/s^2 در امتداد محور X شروع به حرکت می‌کند. الف) مکان متحرک در لحظه $t = 4 \text{ s}$ چند متر است؟ ب) سرعت متحرک در لحظه $t = 4 \text{ s}$ چند متر بر ثانیه است؟	۳
۱/۲۵	۴ جاهای خالی را در جمله‌های زیر با کلمه‌های مناسب پر کنید و در پاسخنامه بنویسید. الف) نیروهای کشش و واکنش هم‌نوع هستند و همواره به _____ جسم وارد می‌شوند. ب) هر چه تندی حرکت یک جسم درون شاره _____ باشد، اندازه نیروی مقاومت شاره بیشتر خواهد شد. پ) نیروی اصطکاک جنبشی به مساحت سطح تماس بین دو جسم، بستگی _____، ت) معمولاً ضریب اصطکاک جنبشی میان دو سطح، از ضریب اصطکاک ایستایی میان آن دو سطح _____ است. ث) با ۳ برابر کردن فاصله میان دو ذره، اندازه نیروی گرانشی بین آنها _____ برابر می‌شود.	۴
۰/۵	۵ الف) خودرویی در یک جاده مستقیم حرکت می‌کند، اگر سرنشینان خودرو کمربند ایمنی را نبسته باشند و راننده ناگهان ترمز کند، چرا سرنشینان خودرو به طرف جلو پرتاب (متمایل) می‌شوند؟ ب) فتری به طول 12 cm را از یک نقطه آویزان می‌کنیم و به سردیگر آن وزنه $3/0$ کیلوگرمی وصل می‌کنیم، پس از رسیدن به تعادل، طول آن به 12 cm می‌رسد، ثابت فنر چند نیوتون بر متر است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)	۵
۰/۷۵	۶ مطابق شکل، شخصی یک چهارچرخه را با طناب $1/8$ متری روی سطح افقی زمین به گونه‌ای می‌کشد که چهارچرخه با تندی 2 m/s روی دایره‌ای حرکت کند. اگر حرکت یکنواخت و نیروی کشش طناب 120 N باشد، با صرف نظر کردن از اصطکاک، الف) دوره چهارچرخه چند ثانیه است؟ ($\pi \approx 3$) ب) جرم چهارچرخه چقدر است؟	۶
۰/۷۵		۰/۷۵

۷	به سؤال های زیر پاسخ کوتاه دهید.	۱/۷۵
	الف) در حرکت هماهنگ ساده سامانه جرم - فنر، کدام انرژی در نقاط بازگشتی به بیشینه مقدار خود می رسد؟ ب) کدام امواج در طیف امواج الکترومغناطیسی، بیشترین طول موج را دارند؟ پ) برای امواج مکانیکی، در یک محیط جامد تندی انتشار امواج عرضی بیشتر است یا تندی انتشار امواج طولی؟	۱
۸	دامنه نوسان یک حرکت هماهنگ ساده 5dm و دوره آن $1/8\text{s}$ است. معادله مکان - زمان این نوسانگر را بنویسید.	۱/۷۵
۹	در شکل مقابل، چند آونگ را از سیمی آویخته ایم. آونگ (A) را به نوسان درمی آوریم. کدام آونگ با دامنه بزرگ تری به نوسان درمی آید؟ توضیح دهید.	۱/۷۵
		
۱۰	تراز شدت صوت یک خیابان بی سروصدا 4dB است. شدت صوت این خیابان، چند وات بر متر مربع است؟ $(I_0 = 10^{-12}\text{W/m}^2)$	۱/۷۵
۱۱	شکل روبه روی یک موج سینوسی را در لحظه ای از زمان نشان می دهد که با تندی v در جهت محور x در طول ریسمان کشیده شده ای حرکت می کند. سه جزء a ، b و c از این ریسمان روی شکل نشان داده شده اند.	۱/۷۵
		۱/۷۵
	الف) در این لحظه، کدام جزء به طرف پایین می رود؟ ب) کاهش نیروی کشش وارد بر این ریسمان، چه اثری بر تندی انتشار موج عرضی دارد؟ در هریک از پرسش های زیر، گزینه درست را انتخاب کنید و در پاسخنامه بنویسید.	۱/۷۵
۱۲	الف) شکل زیر دو آینه تخت M_1 و M_2 را نشان می دهد. پرتویی به آینه M_1 می تابد. زاویه بازتاب از آینه M_2 چقدر است؟	۱/۵
		
	۱) 50° ۲) 30° ۳) 40°	
	ب) آزمایش یانگ با نور تکفام سبز انجام شده است. این آزمایش با کدام نور تکفام به جای نور تکفام سبز انجام شود تا پهنای نوارهای روشن و تاریک روی پرده کاهش یابد؟	
	۱) قرمز ۲) آبی ۳) زرد	
۱۳	مفاهیم فیزیکی زیر را تعریف کنید.	۱
	الف) پیزواک ب) پراش	
۱۴	شکل مقابل جبهه های موجی را نشان می دهد که بر مرز محیط (۱) و (۲) فرود آمده اند. اگر تندی موج عبوری در محیط (۲)، $1/4$ برابر تندی موج فرودی در محیط (۱) باشد،	۱/۷۵
	الف) طول موج λ_2 ، چند سانتی متر است؟ ب) بسامد موج عبوری در مقایسه با بسامد موج فرودی چه تغییری می کند؟	۱/۷۵
		
۱۵	پرتو نوری با زاویه تابش 30° از یک محیط شفاف وارد هوا ($n = 1$) می شود. اگر زاویه شکست 60° باشد، ضریب شکست محیط شفاف چقدر است؟ $(\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}, \sin 30^\circ = \frac{1}{2})$	۱/۷۵
۱۶	الف) طیف تشکیل شده توسط جسم جامد، نظیر رشته داغ یک لامپ چه نام دارد؟ منشأ فیزیکی تشکیل آن چیست؟ ب) چرا مدل اتمی بور برای حالتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می گردد، به کار نمی رود؟ پ) انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون های یک هسته چه نام دارد؟ ت) خواص شیمیایی هر اتم را عدد نوترونی تعیین می کند یا عدد اتمی؟	۱/۵ ۱/۵ ۱/۷۵ ۱/۷۵

۱۷	تابع کار فلزی برابر $4/5 \text{ eV}$ است. طول موج نور تابیده بر سطح فلز چند نانومتر باشد تا بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های گسیل شده $0/5 \text{ eV}$ شود؟ ($hc = 1240 \text{ eV.nm}$)	۱۷۵+
۱۸	طول موج سومین خط طیفی اتم هیدروژن در رشته پاشن ($n' = 3$) را به دست آورید و تعیین کنید این خط در کدام گستره طول موج‌های الکترومغناطیسی واقع است؟ ($R = 0/01 \text{ nm}^{-1}$)	۱
۱۹	جاهای خالی در فرایند واپاشی ستون A، تنها با یکی از واپاشی‌های ستون B مرتبط است. آنها را در پاسخنامه مشخص کنید. (یک مورد اضافه است.)	۱۷۵+
ستون A ستون B الف) ${}_{13}^{27}\text{Al} \rightarrow {}_{13}^{27}\text{Si} + \dots$ ۱) α ب) ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + \dots$ ۲) β^+ ج) ${}_{11}^{24}\text{T}^* \rightarrow {}_{11}^{24}\text{T} + \dots$ ۳) β^- ۴) γ		
۲۰	نیمه عمر یک نمونه پرتوزا، 30 دقیقه است. پس از گذشت چند ساعت، تعداد هسته‌های پرتوزای این نمونه به $\frac{1}{64}$ تعداد هسته‌های پرتوزای اولیه می‌رسد؟	۱۷۵
۲۲	موفق باشید.	جمع نمره ۷۰

۱- [۹۵] نادرست؛ تندی لحظه‌ای کمیته نرده‌ای است.

۲- [۹۱] درست

۳- [۸۶] بردار جابه‌جایی

۴- [۸۲] بردار مکان

۵- [۸۸] و [۹۹] الف) t_2 ب) t_1 پ) (t_2, t_2) ت) $(0, t_1)$

۶- الف) شکل (الف) سرعت اولیه مثبت و شتاب منفی دارد = نمودار ۳

شکل (ب) سرعت اولیه و شتاب مثبت دارد = نمودار ۱

شکل (پ) سرعت اولیه و شتاب منفی دارد = نمودار ۴

شکل (ت) سرعت اولیه منفی و شتاب مثبت دارد = نمودار ۳

ب) تندی خودروهای (ب) و (پ) در حال افزایش و تندی خودروهای (الف) و (ت) در حال کاهش است.

۷- [۹۶] و [۹۷] الف) مکان اولیه متحرک $x_0 = -16m$ است. همچنین حرکت متحرک به گونه‌ای است که سرعت اولیه ندارد (شیب نمودار در شروع حرکت صفر است). $v_0 = 0$ و در لحظه $t = 4s$ از مبدأ $x = 0$ عبور کرده است:

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \rightarrow \frac{x_0 = -16m}{v_0 = 0} \rightarrow x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$$

$$x = \frac{1}{2}at^2 - 16 \xrightarrow{t=4s, x=0} 0 = \frac{1}{2}a \times 16 - 16 \Rightarrow a = 2m/s^2$$

پس معادله مکان-زمان این متحرک به صورت مقابل است:

$$x = t^2 - 16$$

ب) سرعت متوسط از فرمول $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ حساب می‌شود، پس در ابتدا جابه‌جایی آن را پس از ۲s حساب می‌کنیم:

$$x = t^2 - 16 \xrightarrow{t=2s} x = -12m$$

$$\Delta x = x - x_0 = -12 - (-16) = 4m$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{4}{2} = 2m/s$$

سرعت متوسط برابر است با:

۸- [۹۸] تندی اولیه خودرو $v_0 = 72km/h = 20m/s$ است.

حداقل شتاب ترمز زمانی است که خودرو دقیقاً پس از طی مسافت ۱۰۰ متر به تندی صفر ($v = 0$) برسد، پس می‌توانیم معادله سرعت جابه‌جایی را برای این حرکت بنویسیم:

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 0 - 20^2 = 2 \times a \times 100 \Rightarrow a = -2m/s^2$$

علامت منفی به معنای این است که خودرو باید با شتاب $2m/s^2$ ترمز بگیرد تا با مانع برخورد نکند.

۹- [۹۹] برای حل این سؤال مبدأ را روی زمین و جهت مثبت را به سمت بالا انتخاب می‌کنیم. گلوله رها شده یعنی سرعت اولیه ندارد ($v_0 = 0$) وقتی گلوله به زمین می‌رسد در $y = -80m$ قرار دارد:

$$y = -\frac{1}{2}gt^2$$

$$\Rightarrow -80 = -\frac{1}{2} \times 10 \times t^2 \Rightarrow t^2 = 16 \Rightarrow t = 4s$$

اشکال‌های رایج

برای حل مسائل سقوط آزاد همیشه در ابتدا مبدأ و جهت مثبت را انتخاب کنید. و در هنگام استفاده از فرمول، به جهت مثبت و مبدأ حرکت توجه داشته باشید، در غیر این صورت ممکن است علامت زمان یا جابه‌جایی را اشتباه به دست آورید!

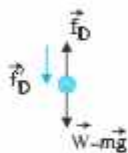
۱۰- [۹۰] تغییر تکانه

۱۱- [۹۱] معکوس

۱۲- [۹۲] معکوس (وارون)

۱۳- [۹۳] جنس سطح تماس دو جسم

۱۴- [۹۴] نیروی وزن به سمت زمین و نیروی مقاومت هوا در خلاف جهت سقوط به چتر باز وارد می‌شود:



عامل نیروی مقاومت هوا، مولکول‌های هوا هستند. پس واکنش نیروی مقاومت هوا (F_D) به مولکول‌های هوا وارد می‌شود.

عامل نیروی وزن جسم نیز زمین است، پس واکنش نیروی وزن (W') به مرکز زمین وارد می‌شود.

۱۵- [۹۵] مکعب چوبی را روی میز افقی قرار می‌دهیم و نیروی کشش را به مکعب چوبی وصل می‌کنیم و سردیگر نیروی کشش را با دست به طور افقی می‌کشیم. نیروی دست را به آرامی افزایش می‌دهیم تا جایی که مکعب در آستانه لغزیدن قرار گیرد عددی که در این حالت نیروی کشش نشان می‌دهد $f_{s,max}$ است. پس از اندازه‌گیری جرم مکعب بنابه قانون دوم نیوتون:

$$f_{s,max} = \mu_s F_N \xrightarrow{F_N = mg} \mu_s = \frac{f_{s,max}}{mg}$$

۱۶- [۹۶] فواره، آب را به هنگام خروج از لوله به جلو می‌راند و آب نیز فواره را به عقب می‌راند و باعث چرخش آن می‌شود. طبق قانون سوم نیوتون ۱۷- [۹۷] الف) نیروی خالص وارد بر جسم که باعث حرکت دایره‌ای آن می‌شود، نیروی مرکزگرا نام دارد.

ب) الکتریکی

۱۸- [۹۸] الف)

$$F = f_{s,max} \Rightarrow \Delta_{00} = \mu_s F_N \xrightarrow{F_N = mg = 1000N}$$

$$\Delta_{00} = \mu_s \times 1000 \Rightarrow \mu_s = 0.5$$

$$R = \sqrt{F_N^2 + f_{s,max}^2} \Rightarrow R = \Delta_{00} \sqrt{2} N$$

$$F = \frac{mv^2}{r}$$

۱۹- [۹۹] الف) نیروی مرکزگرا از رابطه $F = \frac{mv^2}{r}$ حساب می‌شود:

$$F = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow F = \frac{1000 \times (20)^2}{50} \Rightarrow F = 8000N$$

ب) چون نیروی اصطکاک نقش نیروی مرکزگرا را در این حرکت ایفا می‌کند، می‌توان نوشت:

$$F = f_{s,max} = 8000 = \mu_s mg \Rightarrow 8000 = \mu_s \times 10^3 \times 10 \Rightarrow \mu_s = 0.8$$



۲۰- توپ با تندی $v_1 = 10 \text{ m/s}$ به دیوار برخورد کرده و با همان تندی باز می‌گردد، یعنی $v_2 = -10 \text{ m/s}$ است و اندازه تغییر سرعت توپ برابر است با:

$$|\Delta v| = |v_2 - v_1| \Rightarrow |\Delta v| = |-10 - 10| = 20 \text{ m/s}$$

حالا اندازه تغییر تکانه توپ را حساب می‌کنیم:

$$\Delta p = m \Delta v = 1/5 \times 20 = 2 \text{ kg.m/s}$$

بنابراین طبق قانون دوم نیوتون می‌توان نوشت:

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{2}{0.005} = 400 \text{ N}$$

اشکال‌های رایج

وقتی توپ با تندی 10 m/s به دیوار برخورد کرده و با همان تندی بازمی‌گردد، اندازه تغییر سرعت توپ برابر 20 m/s می‌شود! بیشتر دانش‌آموزان این تغییر سرعت را اشتباه به دست می‌آورند!

آزمون

۲

۲۱- الف) بیشینه ب) صفر پ) ثابت ت) بیشینه

۲۲- الف) موج‌هایی که با خود انرژی را منتقل می‌کنند و از نقطه‌ای به نقطه دیگر حرکت می‌کنند، پیش‌رونده نام دارند.

ب) مسافتی که موج در مدت یک دوره تناوب طی می‌کند طول موج نام دارد.

۲۳- الف) شکل ب) طول موج کمتر و دامنه یکسان دارد.

شکل ب) طول موج برابر و دامنه کمتری دارد.

۲۴- الف) تندی نوسانگر هنگام عبور از نقطه تعادل بیشینه است و از رابطه $v_{max} = A\omega$ محاسبه می‌شود، چون نوسان روی پاره خطی به طول 2 cm انجام می‌شود، دامنه آن $A = 1 \text{ cm} = 0.01 \text{ m}$ است. همچنین

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

بنابراین زاویه‌ای برابر است با:

$$v_{max} = A\omega = 0.01 \times \pi \Rightarrow v_{max} = 0.03 \text{ m/s}$$

ب) دامنه نصف پاره خط نوسان است!

۲۵- الف) تندی انتشار موج از رابطه $v = \lambda f$ حساب می‌شود که در آن فرکانس (f) بر حسب هرتز، طول موج (λ) بر حسب متر و تندی (v) بر حسب یکای متر بر ثانیه است:

$$\left. \begin{aligned} \lambda &= 5 \text{ cm} \\ v &= 2 \text{ cm/s} \end{aligned} \right\} \Rightarrow v = \lambda f \Rightarrow 2 = 5f \Rightarrow f = 0.4 \text{ Hz}$$

آزمون شماره ۲ نوبت اول دی ماه

۱- الف) سرعت متوسط ب) مساحت زیر نمودار ج) شتاب متوسط د) نیروی مقاومت شاره

۲- الف) درست ب) نادرست ج) علامت شتاب به تنهایی در تندی و کندشونده بودن حرکت تعیین‌کننده نیست بلکه حاصل av تعیین‌کننده است.

۳- الف) درست ب) نادرست ج) نادرست د) نادرست

۴- الف) درست ب) نادرست ج) علامت شتاب به تنهایی در تندی و کندشونده بودن حرکت تعیین‌کننده نیست بلکه حاصل av تعیین‌کننده است.

۵- الف) درست ب) نادرست ج) علامت شتاب به تنهایی در تندی و کندشونده بودن حرکت تعیین‌کننده نیست بلکه حاصل av تعیین‌کننده است.

۶- الف) درست ب) نادرست ج) علامت شتاب به تنهایی در تندی و کندشونده بودن حرکت تعیین‌کننده نیست بلکه حاصل av تعیین‌کننده است.

۷- الف) درست ب) نادرست ج) علامت شتاب به تنهایی در تندی و کندشونده بودن حرکت تعیین‌کننده نیست بلکه حاصل av تعیین‌کننده است.

۸- الف) درست ب) نادرست ج) علامت شتاب به تنهایی در تندی و کندشونده بودن حرکت تعیین‌کننده نیست بلکه حاصل av تعیین‌کننده است.

۹- الف) درست ب) نادرست ج) علامت شتاب به تنهایی در تندی و کندشونده بودن حرکت تعیین‌کننده نیست بلکه حاصل av تعیین‌کننده است.

ت) درست (۰/۲۵)

ج) درست (۰/۲۵)

اشکال‌های رایج

در قسمت ب دقت کنید بیشتر دانش‌آموزان حرکت تندشونده را فقط به معنای سرعت مثبت یا شتاب مثبت می‌دانند، درحالی‌که حرکت تندشونده به معنای زیاد شدن اندازه سرعت است و ممکن است علامت شتاب سرعت مثبت یا منفی باشد؛ اما حاصل ضرب سرعت و شتاب باید مثبت باشد تا حرکت از نوع تندشونده محسوب شود ($av > 0$).

۳- الف) نمودار (۲) (۰/۲۵) ب) نمودار (۱) (۰/۲۵)

۴- الف) برای محاسبه زمان و مکان رسیدن (برخورد) دو متحرک کافی است معادله مکان هر کدام را نوشته و با هم برابر قرار دهیم. حرکت خودرو، شتاب ثابت و با سرعت اولیه صفر است و فرض می‌کنیم خودرو روی مبدأ مختصات باشد. حرکت کامیون نیز حرکتی با سرعت ثابت است:

$$x_{\text{خودرو}} = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \xrightarrow{x_0=0, v_0=0} \xrightarrow{a=2 \text{ m/s}^2}$$

$$x_{\text{خودرو}} = \frac{1}{2} \times 2 \times t^2 \Rightarrow x_{\text{خودرو}} = t^2 \quad (۰/۲۵)$$

$$x_{\text{کامیون}} = vt + x_0 \xrightarrow{x_0=0, v=10 \text{ m/s}} x_{\text{کامیون}} = 10t \quad (۰/۲۵)$$

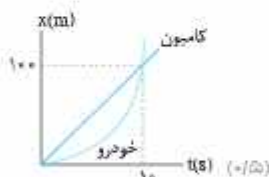
برای محاسبه لحظه رسیدن دو متحرک:

$$x_{\text{کامیون}} = x_{\text{خودرو}} \Rightarrow t^2 = 10t \Rightarrow t = 10 \text{ s} \quad (۰/۲۵)$$

برای محاسبه مکان رسیدن دو متحرک کافی است زمان $t = 10 \text{ s}$ را در یکی از معادلات مکان جایگذاری کنیم:

$$x_{\text{خودرو}} = x_{\text{کامیون}} = t^2 \xrightarrow{t=10 \text{ s}} x_{\text{خودرو}} = x_{\text{کامیون}} = 100 \text{ m} \quad (۰/۲۵)$$

ب)

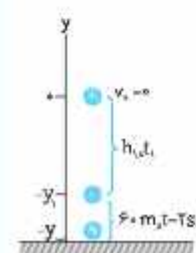


۵- الف) و ب) در تصادف‌های رانندگی چون ماشین به طور ناگهانی با مانع برخورد می‌کند، طبق قانون اول نیوتون سرنشینان خودرو به دلیل لختی تمایل دارند تا وضعیت حرکت خود را حفظ کنند، درحالی‌که خودرو با مانع برخورد کرده است. در نتیجه سرنشینان به جلو پرتاب می‌شوند. (۰/۲۵) وقتی کیسه هوا در خودرو فعال می‌شود، به هنگام برخورد سرنشینان با فرمان و شیشه جلو، زمان برخورد را افزایش می‌دهد. چون کیسه هوا انعطاف‌پذیر است، طبق رابطه

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} \quad (۰/۲۵)$$

کاهش می‌یابد. (۰/۲۵)

۶- الف) درست ب) نادرست ج) علامت شتاب به تنهایی در تندی و کندشونده بودن حرکت تعیین‌کننده نیست بلکه حاصل av تعیین‌کننده است.





۹- الف) بله، زیرا متحرک تغییر جهت نداده است. (۰/۷۵) ب) لحظه t_1 (۰/۷۵)

ب) از لحظه صفر تا لحظه t_1 شتاب متحرک (شیب نمودار سرعت- زمان) مثبت، و از لحظه t_1 تا t_2 شتاب متحرک منفی است. (۰/۵) (۰/۷۵)

۱۰- وقتی جعبه با سرعت اولیه روی سطح افقی برتاب می‌شود، تنها عامل توقف آن نیروی اصطکاک است و در راستای حرکت نیروی دیگری به جعبه وارد نمی‌شود، بنابراین شتاب توقف این حرکت برابر است با:

$$F_{\text{net}} = ma \quad (۰/۷۵) \Rightarrow -f_k = ma \Rightarrow -\mu_k F_N = ma \quad (۰/۷۵)$$

$$\Rightarrow -\mu_k mg = ma \Rightarrow a = -\mu_k g \quad (۰/۷۵) \Rightarrow$$

$$a = -0.4 \times 10 = -4 \text{ m/s}^2 \quad (۰/۷۵)$$

بنابراین مسافتی که جعبه طی می‌کند، متوقف شود، برابر است با:

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \quad (۰/۷۵) \Rightarrow 0 - 2^2 = 2 \times (-4) \times \Delta x$$

$$\Rightarrow \Delta x = 0.5 \text{ m} \quad (۰/۷۵)$$

اشکال حرکت را بنویس

خواستار باشد اگر جسمی روی سطح افقی برتاب شود، فقط نیروی اصطکاک، در خلاف جهت حرکت به آن اثر می‌کند.

۱۱- ابتدا دوره حرکت را به دست می‌آوریم:

$$T = \frac{1 \text{ min}}{15 \text{ دور}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \Rightarrow T = 4 \text{ s} \quad (۰/۷۵)$$

و تندی حرکت سکه برابر است با:

$$T = \frac{2\pi r}{v} \Rightarrow 4 = \frac{2\pi \times 2}{v} \Rightarrow v = \pi \text{ m/s} \quad (۰/۷۵)$$

در این مدل حرکت دایره‌ای، نیروی اصطکاک ایستایی منشأ نیروی مرکزگراست:

$$F_{\text{net}} = f_{s, \text{max}} \quad (۰/۷۵) \Rightarrow m \frac{v^2}{r} = \mu_s mg$$

$$\Rightarrow \frac{\pi^2}{4} = \mu_s \times 10 \Rightarrow \mu_s = 0.08 \quad (۰/۷۵)$$

۱۲- الف) عرضی چون راستای ارتعاش (نوسان) هر جزء از طناب بر راستای انتشار موج عمود است. (۰/۷۵) ب) خیر (۰/۷۵) تندی انتشار موج تابع محیط انتشار موج است، درحالی‌که تندی حرکت ذره به نوسان چشمه وابسته است. تندی انتشار موج از رابطه $v_{\text{موج}} = f\lambda$ حساب می‌شود و ثابت است؛ درحالی‌که v متغیر است. (۰/۵)

۱۳- الف) و ب) طبق معادله سرعت $v = at + v_0$ می‌توانیم شتاب حرکت و سرعت اولیه متحرک را به دست آوریم:

$$v = -2t + 1 \xrightarrow{v=at+v_0} \begin{cases} a = -2 \text{ m/s}^2 \\ v_0 = 1 \text{ m/s} \end{cases} \quad (۰/۷۵)$$

حالا جابه‌جایی را با استفاده از معادله مکان حساب می‌کنیم:

$$\Delta x = \frac{1}{2} at^2 + v_0 t \quad (۰/۷۵) \xrightarrow{a=-2 \text{ m/s}^2, v_0=1 \text{ m/s}, t=2 \text{ s}}$$

$$\Delta x = \frac{1}{2} \times (-2) \times 2^2 + 1 \times 2 \Rightarrow \Delta x = -2 \text{ m} \quad (۰/۷۵)$$

مطابق شکل، معادله مکان - زمان را یک بار برای نقطه شروع تا رسیدن به زمین و بار دیگر برای نقطه شروع تا رسیدن به فاصله ۶۰ متری زمین می‌نویسیم:

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow \begin{cases} -y_1 = -\frac{1}{2}gt_1^2 \\ -(y_1 + 60) = -\frac{1}{2}g(t_1 + 2)^2 \end{cases} \quad (۰/۷۵)$$

$$-(y_1 + 60) = -\frac{1}{2}g(t_1 + 2)^2$$

حالا دو معادله را از هم کم می‌کنیم:

$$-(y_1 + 60) - (-y_1) = -\frac{1}{2}g(t_1 + 2)^2 - (-\frac{1}{2}gt_1^2)$$

$$-y_1 - 60 + y_1 = -\frac{1}{2}g(t_1^2 + 4t_1 + 4) + \frac{1}{2}gt_1^2$$

$$\xrightarrow{g=10 \text{ m/s}^2} -60 = -5t_1^2 - 20t_1 - 20 + 5t_1^2$$

$$\Rightarrow -60 + 20 = -20t_1 \Rightarrow t_1 = 2 \text{ s} \quad (۰/۷۵)$$

پس کل زمان حرکت گلوله برابر $t_1 + 2 = 4 \text{ s}$ است. حالا ارتفاع ساختمان را به دست می‌آوریم:

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow y = -5 \times (4)^2 = -80 \text{ m} \quad (۰/۵)$$

بنابراین ارتفاع ساختمان برابر 80 m است.

تمرین

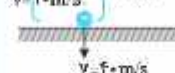
اگر فرض کنیم سنگ با سرعت v به زمین برخورد کند، 2 s قبل از برخورد سرعت آن 20 m/s کمتر است، زیرا با توجه به شتاب گرانش $g = 10 \text{ m/s}^2$ ، سرعت سنگ در هر ثانیه 10 m/s افزایش می‌یابد. حال برای دو ثانیه آخر حرکت می‌توان نوشت:

$$\frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{\Delta y}{\Delta t} \quad (۰/۷۵) \Rightarrow \frac{v + (v + 20)}{2} = \frac{60}{2} \Rightarrow v = 20 \text{ m/s} \quad (۰/۷۵)$$

بنابراین گلوله با سرعت 20 m/s به زمین برخورد کرده است. پس ارتفاع سقوط برابر است با:

$$v^2 - v_0^2 = -2g\Delta y \Rightarrow 400 - 0 = -2 \times 10 \times \Delta y$$

$$\Rightarrow \Delta y = -20 \text{ m} \Rightarrow h = 20 \text{ m} \quad (۰/۵)$$



۷- نیروی خالص (برایند)، حاصل جمع برداری نیروهای وارد بر جسم است:

$$\vec{F}_{\text{net}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = (\vec{F}_1 + \vec{F}_2) + (\vec{F}_1 + \vec{F}_2) \quad (۰/۷۵)$$

$$\vec{F}_{\text{net}} = \epsilon(N)\vec{i} + \lambda(N)\vec{j} \quad (۰/۷۵)$$

طبق قانون دوم نیوتون بردار شتاب جسم برابر است با:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_{\text{net}}}{m} \quad (۰/۷۵) \Rightarrow \vec{a} = \frac{\epsilon\vec{i} + \lambda\vec{j}}{2}$$

$$\Rightarrow \vec{a} = 2(\text{m/s}^2)\vec{i} + 2(\text{m/s}^2)\vec{j} \quad (۰/۷۵)$$

۸- الف) انرژی پتانسیل ب) انرژی مکانیکی ب) انرژی جنبشی

(هر مورد (۰/۷۵))

فصل ۱: حرکت بر خط راست

۸۶ مسافت و جابه‌جایی

در این فصل یکی از انواع حرکت اجسام را، که حرکت بر خط راست است، بدون توجه به عامل به وجود آورنده آن بررسی می‌کنیم و از کمیت‌هایی چون مکان، جابه‌جایی، تندی، شتاب و... برای توصیف آن استفاده می‌کنیم.

۱- مکان: در حرکت روی خط راست، محوری مانند x انتخاب کرده و برای آن مبدأ در نظر می‌گیریم، موقعیت جسم روی این محور، مکان نام دارد.

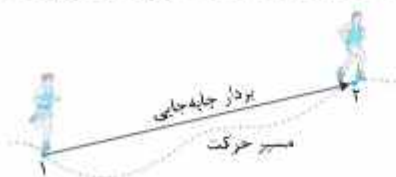
برای مثال جسم (۱) در مکان $x_1 = 3\text{m}$ و جسم (۲) در مکان $x_2 = -2\text{m}$ قرار دارد.

۲- بردار مکان ($\vec{r}$): برداری است که مبدأ را به مکان جسم در هر لحظه وصل می‌کند. بردار مکان به صورت $\vec{r} = x\vec{i}$ نمایش داده می‌شود. برای مثال بردار مکان جسم (۱) به صورت $\vec{r}_1 = 3\vec{i}$ و بردار مکان جسم (۲) به صورت $\vec{r}_2 = -2\vec{i}$ است.

۳- بردار جابه‌جایی ($\vec{d}$): پاره‌خط جهت‌داری که مکان آغازین جسم را به مکان پایانی آن وصل کند، بردار جابه‌جایی نام دارد و به صورت زیر نمایش داده می‌شود:

$$\vec{d} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

۴- مسافت طی‌شده (l): طول مسیری که متحرک طی می‌کند، مسافت نام دارد. مسافت کمیتی نرده‌ای و مثبت و یکای آن در SI، متر است. در شکل زیر تفاوت جابه‌جایی و مسافت طی‌شده را می‌بینید.



همواره رابطه زیر برقرار است: $l \geq d$

۸۷ تندی متوسط و سرعت متوسط

تندی متوسط (s_{av}): نسبت مسافت طی‌شده به زمان طی آن، تندی متوسط متحرک نام دارد:

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

۱۷- الف) قراینفش [۱۴۰]، رادرفورد [۱۴۱] (اتم هسته‌ای) [۱۴۲]،

ج) جذبی [۱۴۳]، و آرونی جمعیت [۱۴۴] (+/۷۵)

$$K_{\max} = \frac{hc}{\lambda} - W_e \quad (+/۷۵) \quad [۱۴۵] - ۱۸$$

$$\Rightarrow K_{\max} = \frac{1240}{250} - 4/5 \quad (+/۷۵)$$

$$K_{\max} = 4/96 - 4/5 = 0/46\text{eV} \quad (+/۷۵)$$

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \quad (+/۷۵) \quad [۱۴۶] - ۱۹$$

$$\Delta E = E_f - E_i = -13/6 \left(\frac{1}{16} - \frac{1}{4} \right) = 2/55\text{eV} \quad (+/۷۵)$$

$$\Delta E = hf \quad (+/۷۵)$$

$$f = \frac{2/55}{4 \times 10^{-15}} = 6/375 \times 10^{14}\text{Hz} \quad (+/۷۵)$$

۲۰- الف) d [۱۴۷] (ایزوتوپ) (+/۷۵)، b [۱۴۸] (واپاشی آلفا) (+/۷۵)

ج) f [۱۴۹] (واپاشی بتای منفی) (+/۷۵)، c [۱۵۰] (کوتاه‌برد) (+/۷۵)

$$n = \frac{t}{T} \quad (+/۷۵) \Rightarrow n = \frac{3}{6} = 5 \quad (+/۷۵) \quad [۱۵۱] - ۲۱$$

$$N = \frac{N_0}{2^n} = \frac{N_0}{2^5} \quad (+/۷۵) \Rightarrow N = \frac{1}{32} N_0 \quad (+/۷۵)$$

ب) یکی از موارد: آب معمولی یا آب سنگین یا گرافیت (+/۷۵)

ج) گداخت یا همجوشی هسته‌ای (+/۷۵)

یادداشت

سرعت متوسط ($\bar{v}_{av}$): نسبت جابه‌جایی متحرک به زمان این جابه‌جایی
سرعت متوسط متحرک نام دارد:

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

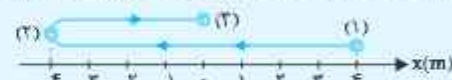
۱- **تندی:** متوسط کمیتی نرده‌ای و همواره مثبت است؛ در حالی که سرعت متوسط کمیتی برداری است، اما یکنای هر دو در SI، برابر m/s است.
۲- برای حرکت بر خط راست، سرعت متوسط به صورت زیر هم نوشته می‌شود:

$$\bar{v}_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (\text{نمایش برداری}) \quad , \quad v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

۳- اگر متحرک در جهت محور x حرکت کند، جابه‌جایی و سرعت متوسط آن مثبت و اگر در خلاف جهت محور x حرکت کند، جابه‌جایی و سرعت متوسط آن منفی خواهد بود.

تمرین ۱: متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند، در لحظه $t_1 = 2s$ در مکان $x_1 = 4m$ و در لحظه $t_2 = 5s$ در مکان $x_2 = -4m$ و در لحظه $t_3 = 7s$ روی مبدأ مختصات است. سرعت متوسط و تندی متوسط این متحرک از t_1 تا t_3 چند متر بر ثانیه است؟

پاسخ: ابتدا حرکت این جسم را روی محور نمایش می‌دهیم.



در این حرکت جابه‌جایی و مسافت طی شده برابرند یا:

$$\Delta x = x_3 - x_1 = 0 - 4 = -4m$$

$$l = 4 + 4 = 8m$$

بنابراین تندی متوسط و سرعت متوسط به صورت زیر به دست می‌آید:

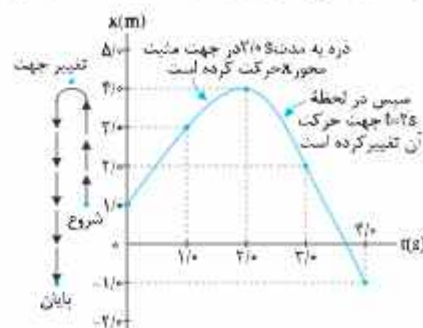
$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-4}{5-2} = -\frac{4}{3} = -1.33 m/s$$

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{8}{5} = 1.6 m/s$$

۴- در صورتی که حرکت روی خط راست بدون تغییر جهت باشد، سرعت متوسط برابر تندی متوسط خواهد بود.
 $s_{av} = v_{av}$

۸۸ نمودار مکان-زمان

برای نمایش مکان جسم در هر لحظه، از نمودار مکان-زمان استفاده می‌کنیم و در هر لحظه مکان متناظر با زمان را روی نموداری که محور قائم آن مکان (x) و محور افقی آن زمان (t) است، نشان می‌دهیم:



از روی این نمودار:

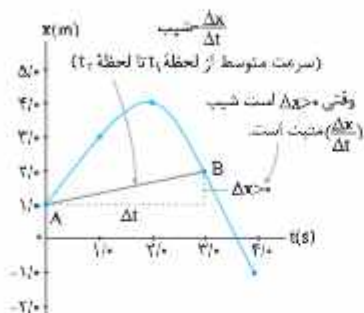
۱- مکان جسم در هر لحظه معلوم است.

۲- جهت و مسیر حرکت جسم معلوم است.

۳- جابه‌جایی و مسافت طی شده در هر بازه زمانی قابل محاسبه است.

۸۹ تعیین سرعت متوسط به کمک نمودار مکان-زمان

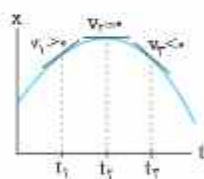
سرعت متوسط متحرک بین دو لحظه از زمان، برابر شیب پاره خطی است که نقاط نظیر آن دو لحظه در نمودار مکان-زمان را به یکدیگر وصل می‌کند.



۹۰ تندی لحظه‌ای و سرعت لحظه‌ای و تعیین آن به کمک نمودار مکان-زمان

سرعت متحرک در لحظه از زمان را سرعت لحظه‌ای می‌نامند. سرعت لحظه‌ای را به اختصار سرعت می‌نامیم و آن را با v نمایش می‌دهیم. هرگاه متحرک در جهت محور x حرکت کند، v مثبت و هرگاه خلاف جهت محور x حرکت کند، v منفی است.

سرعت در هر لحظه دلخواه t ، برابر شیب مماس بر نمودار مکان-زمان در آن لحظه است.



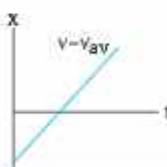
یعنی قدرمطلق شیب نمودار مکان-زمان در هر لحظه است.

۱- **سرعت لحظه‌ای:** کمیتی برداری است

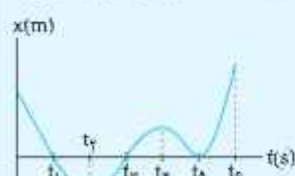
۲- **اگر نمودار مکان-زمان متحرک**

خط راست باشد، سرعت لحظه‌ای با سرعت

متوسط متحرک در هر بازه زمانی برابر است.



۳- **با توجه به نمودار مکان-زمان داده شده به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:**



الف) متحرک چند بار و در چه لحظاتی از مبدأ عبور کرده است؟

ب) در کدام بازه، متحرک در حال نزدیک شدن به مبدأ است؟

پ) در کدام بازه، متحرک خلاف جهت محور حرکت می‌کند؟

ت) در چه لحظاتی متحرک توقف داشته است؟

ث) از لحظه t_1 تا t_2 ، در کدام بازه‌ها اندازه سرعت متحرک در حال کاهش است؟



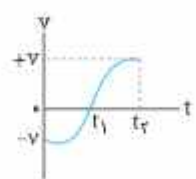
پاسخ:

- الف) ۲ بار در لحظات t_1 و t_2
 ب) ۰ تا t_1 ، t_1 تا t_2 ، t_2 تا t_3
 پ) ۰ تا t_2 و t_2 تا t_3
 ت) t_3 ، t_2 ، t_1
 ث) t_1 تا t_2 ، t_2 تا t_3

۹۱ نمودار سرعت - زمان

نموداری است که در هر لحظه سرعت جسم را نشان می‌دهد. در شکل زیر نمودار سرعت - زمان یک متحرک را نشان داده‌ایم.

از روی این نمودار:



- ۱- جهت حرکت جسم معلوم است. هرگاه سرعت مثبت باشد (نمودار بالای محور افقی باشد)، متحرک در جهت محور X حرکت می‌کند و هرگاه سرعت منفی باشد (نمودار پایین محور افقی باشد)، متحرک خلاف جهت محور X حرکت می‌کند. در شکل بالا، در بازه صفر تا t_1 سرعت منفی و در بازه t_1 تا t_2 سرعت مثبت است.
- ۲- لحظه توقف و تغییر جهت متحرک معلوم است. هرگاه منحنی محور افقی را قطع کند (سرعت تغییر علامت دهد)، در آن لحظه متحرک تغییر جهت داده است. در شکل بالا، در لحظه t_1 سرعت متحرک صفر شده و متحرک تغییر جهت حرکت داده است.

۹۲ شتاب متوسط و شتاب لحظه‌ای و تعیین آن‌ها به کمک نمودار سرعت - زمان

از آنجا که بردار سرعت در هر نقطه بر مسیر حرکت مماس است، پس ممکن است سرعت متحرک به یکی از دلایل زیر تغییر کند:

- ۱- فقط اندازه سرعت (تندی) تغییر کند.
 - ۲- فقط جهت بردار سرعت تغییر کند (تندی ثابت بماند).
 - ۳- هم اندازه سرعت (تندی) و هم جهت بردار سرعت تغییر کند.
- اگر در حرکتی به یکی از دلایل بالا، سرعت حرکت جسم تغییر کند، حرکت شتابدار خواهد بود. شتاب متوسط متحرک در هر بازه زمانی دلخواه به صورت زیر تعریف می‌شود:

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

در حرکت روی خط راست می‌توانیم از نمایش برداری سرعت استفاده نکنیم و تنها علامت جبری سرعت (مثبت و منفی) را لحاظ کنیم:

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

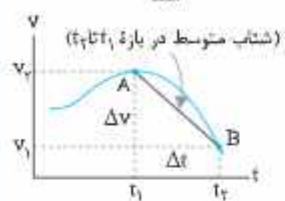
پاسخ:

سرعت متحرکی در مدت ۴ s از $\vec{v}_1 = 16(m/s)\hat{i}$ به صفر می‌رسد. بردار شتاب متوسط این متحرک را به دست آورید.

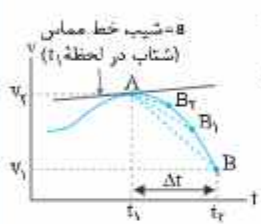
پاسخ: طبق رابطه شتاب متوسط می‌توان نوشت:

$$\bar{a}_{av} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \frac{0 - 16\hat{i}}{4} = -4(m/s^2)\hat{i}$$

شیب خط واصل بین هر دو لحظه در نمودار سرعت-زمان برابر شتاب متوسط بین آن دو لحظه است.



شیب خط مماس بر نمودار سرعت-زمان در هر لحظه دلخواه t برابر شتاب در آن لحظه است.



سیاه‌چاله

همیشه در سؤال به نمودار داده شده دقت کنید. چون روش تعیین شتاب متوسط و شتاب لحظه‌ای در این قسمت خیلی شبیه سرعت لحظه‌ای و سرعت متوسط است که از روی نمودار $x-t$ به دست می‌آید.

۱- شتاب لحظه‌ای را به اختصار شتاب می‌نامیم و آن را با نماد a نشان می‌دهیم.

۲- اگر نمودار سرعت - زمان یک خط راست باشد، شیب خط مماس بر آن در هر بازه زمانی ثابت است؛ یعنی حرکت دارای شتاب ثابت است.

۳- سطح محصور بین نمودار سرعت-زمان با محور زمان در هر بازه زمانی برابر جابه‌جایی در آن بازه است.

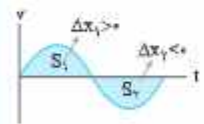
در این صورت با استفاده از نمودار سرعت-زمان، جابه‌جایی و مسافت طی شده در هر بازه دلخواه قابل محاسبه است:

$$\Delta x_{ج} = \Delta x_1 + \Delta x_2 = S_1 + S_2$$

$$L = |\Delta x_1| + |\Delta x_2| = S_1 + S_2$$

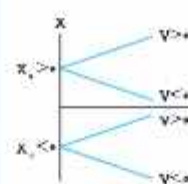
۹۳ و ۹۴ معادله مکان - زمان و نمودار مکان - زمان در حرکت با سرعت ثابت

ساده‌ترین نوع حرکت، حرکت با سرعت ثابت روی خط راست است که اندازه و جهت سرعت متحرک در طول مسیر ثابت است. در این حرکت که به آن حرکت یکنواخت نیز می‌گوییم، سرعت لحظه‌ای و متوسط متحرک در هر بازه زمانی دلخواه برابر است ($v = v_{av}$).



معادله مکان - زمان در حرکت با سرعت ثابت، به صورت زیر است:

$$x = vt + x_0$$



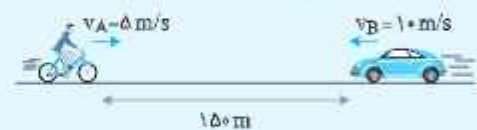
در این رابطه x_0 مکان اولیه و v سرعت متحرک است که هر دو می‌توانند مثبت یا منفی باشند. بنابراین نمودار مکان-زمان در حرکت با سرعت ثابت (یکنواخت) روی خط راست، مشابه شکل‌های مقابل است:

۹۵ بررسی حرکت دو جسمی

در مواردی حرکت دو متحرک را به طور هم‌زمان بررسی و مکان و زمان رسیدن آنها به یکدیگر را محاسبه می‌کنیم. در اینگونه موارد بهتر است مکان اولیه یکی از متحرک‌ها را مبدأ مکان در نظر بگیریم و معادله‌های مکان - زمان دو متحرک را نسبت به آن مبدأ بنویسیم. در نوشتن معادله‌های مکان - زمان به جهت مثبت محور x در تعیین جهت سرعت و مکان اولیه هر دو متحرک توجه می‌کنیم.

وقتی دو متحرک به هم می‌رسند یا از کنار یکدیگر می‌گذرند، مکان آن‌ها در لحظه به هم رسیدن t با یکدیگر برابر است.

در شکل زیر دو متحرک با سرعت‌های ثابت v_A و v_B به سمت یکدیگر در حرکت هستند. این دو متحرک پس از چند ثانیه و در چه مکانی به یکدیگر می‌رسند.



پاسخ: وقتی دو متحرک به یکدیگر می‌رسند، هم‌مکان می‌شوند؛ یعنی $x_A = x_B$ است. مکان اولیه متحرک A را مبدأ مکان در نظر می‌گیریم و معادله مکان - زمان دو متحرک را نسبت به آن می‌نویسیم. حواستان باشد سرعت متحرک A در جهت محور x ولی سرعت متحرک B خلاف جهت محور x است. پس طبق رابطه داریم: $x = vt + x_0$



$$x_A = \Delta t, \quad x_B = -10t + 150$$

$$x_A = x_B \Rightarrow \Delta t = -10t + 150 \Rightarrow 15t = 150 \Rightarrow t = 10s$$

حالا زمان رسیدن دو متحرک به یکدیگر را در یکی از معادله‌های مکان - زمان قرار می‌دهیم و مکان رسیدن آن‌ها به هم را به دست می‌آوریم:

$$x_A = \Delta t \xrightarrow{t=10s} x_A = 5 \times 10 = 50m$$

۹۶ و ۹۷ معادله سرعت - زمان، مکان - زمان و سرعت - جابه‌جایی در حرکت با شتاب ثابت

در حرکتی که سرعت با زمان به صورت خطی تغییر کند و شیب نمودار سرعت-زمان ثابت باشد، در هر بازه شتاب متوسط با شتاب لحظه‌ای برابر است ($a_{av} = a$). چنین حرکتی، حرکت با شتاب ثابت نام دارد.

برای مثال جسمی که روی سرازیری می‌لغزد یا جسمی که بدون وجود مقاومت هوا سقوط می‌کند تقریباً شتاب ثابت دارند. در حرکت با شتاب ثابت از معادلات زیر برای بررسی حرکت استفاده می‌کنیم:

رابطه	نام معادله
$v = at + v_0$	معادله سرعت-زمان (v_0 سرعت اولیه و a شتاب متحرک است.)
$v_{av} = \frac{v_0 + v}{2} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$	معادله سرعت متوسط
$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$	معادله مکان-زمان (x_0 مکان اولیه، v_0 سرعت اولیه و a شتاب متحرک است.)
$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x$	معادله سرعت-جابه‌جایی (مستقل از زمان)

متحرکی با شتاب 4 m/s^2 و سرعت اولیه 5 m/s در خلاف جهت محور x از مبدأ شروع به حرکت می‌کند.

الف) معادله مکان-زمان این متحرک را بنویسید.

ب) معادله سرعت-زمان این متحرک را بنویسید.

پ) متحرک در لحظه $t = 4s$ در چه مکانی قرار دارد؟

ت) سرعت متوسط متحرک در ۴ ثانیه اول حرکتش چند متر بر ثانیه است؟

پاسخ: الف) معادله مکان - زمان متحرک در حرکت شتاب ثابت به صورت زیر است:

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \xrightarrow{x_0=0, v_0=-5 \text{ m/s}, a=4 \text{ m/s}^2}$$

$$x = \frac{1}{2} \times 4 \times t^2 - 5t \Rightarrow x = 2t^2 - 5t$$

ب) معادله سرعت-زمان این متحرک برابر است با:

$$v = at + v_0 \Rightarrow v = 4t - 5$$

پ) برای محاسبه مکان متحرک در لحظه $t = 4s$ از معادله مکان - زمان آن استفاده می‌کنیم:

$$x = 2t^2 - 5t \xrightarrow{t=4s} x = 2 \times 4^2 - 5 \times 4 = 12m$$

ت) سرعت متوسط نسبت جابه‌جایی به زمان است:

$$v_{av} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} = \frac{12 - 0}{4} = 3 \text{ m/s}$$

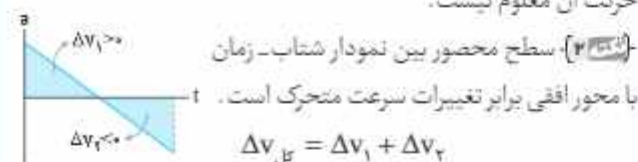
۹۹ نمودارهای حرکت با شتاب ثابت

• نمودار مکان-زمان:

از آنجا که در حرکت با شتاب ثابت، معادله مکان - زمان (معادله حرکت) متحرک تابعی درجه دوم از زمان است ($x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$)، نمودار مکان-زمان آن به صورت سهمی رسم خواهد شد. در این نمودار علامت شتاب (a) جهت تقعر سهمی را تعیین می‌کند. اگر $a > 0$ باشد، تقعر سهمی به سمت بالا ($\cup$) و اگر $a < 0$ باشد، تقعر آن به سمت پایین ($\cap$) است. هم‌چنین شیب خط مماس بر نمودار در لحظه صفر، علامت سرعت اولیه را تعیین می‌کند.



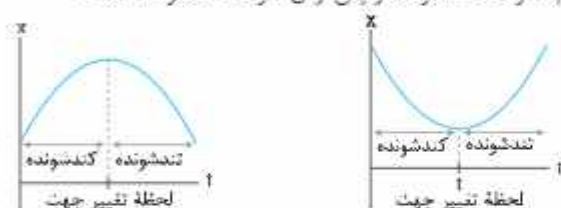
(۱۳۳) از روی این نمودار مکان متحرک، سرعت اولیه آن و جهت حرکت آن معلوم نیست.



● تعیین نوع حرکت (تندشونده و کندشونده)

هرگاه اندازه سرعت متحرک (تندی) افزایش یابد، حرکت تندشونده و هرگاه اندازه سرعت (تندی) کاهش یابد، حرکت کندشونده است. همچنین هرگاه اندازه سرعت ثابت باشد، حرکت یکنواخت است.

(۱۳۵) در نمودار مکان-زمان هرگاه به بیشینه یا کمینه نمودار نزدیک شویم، حرکت کندشونده و پس از آن حرکت تندشونده است.



(۱۳۶) در نمودار سرعت-زمان هرگاه نمودار به محور افقی نزدیک شود حرکت کندشونده و پس از آن تندشونده است.



(۱۳۷) هرگاه سرعت و شتاب متحرک هم علامت باشند ($av > 0$)، حرکت تندشونده است و هرگاه سرعت و شتاب مختلف علامت باشند ($av < 0$)، حرکت کندشونده است.

سیاه چاله

همیشه یادتان باشد در تعیین تندشونده یا کندشونده بودن حرکت نمی توان گفت که لزوماً سرعت یا شتاب باید چه علامتی داشته باشند! فقط باید ببینید که اندازه سرعت چگونه تغییر می کند!

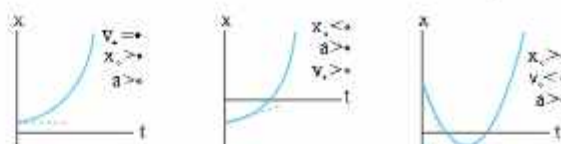
● معادلات حرکت در سقوط آزاد

سقوط آزاد حرکتی است که در آن جسم بدون در نظر گرفتن مقاومت هوا و فقط تحت تأثیر نیروی گرانش در نزدیکی سطح زمین سقوط کند. این حرکت با شتاب ثابت تقریباً $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ انجام می شود. در این حرکت شکل اجسام و وزن آنها تأثیری در زمان سقوط آنها ندارد. در این بخش تنها سقوط آزاد بدون سرعت اولیه بررسی می شود.

برای استفاده از معادلات شتاب ثابت در سقوط آزاد چند قرض مهم داریم:

- جهت مثبت را رویه بالا در نظر می گیریم.
- سرعت اولیه را برابر $v_0 = 0$ فرض می کنیم (جسم رها می شود).
- y را به جای x و -g را به جای a در معادلات جایگزین می کنیم.

در شکل های زیر با توجه به علامت های x_0 ، v_0 ، a ، چند نمودار رسم کرده ایم؛ اگر $a > 0$ باشد.

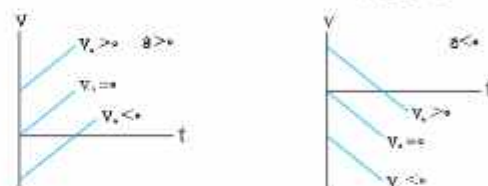


اگر $a < 0$ باشد:



● نمودار سرعت-زمان

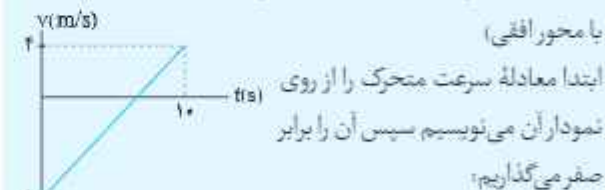
طبق معادله ($v = at + v_0$)، نمودار سرعت-زمان، نموداری خطی با شیب ثابت a و عرض از مبدأ v_0 است؛



(۱۳۸) سطح بین نمودار سرعت-زمان و محور زمان در هر بازه زمانی برابر جابه جایی در آن بازه است.

(۱۳۹) نمودار سرعت-زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می کند مطابق شکل است. متحرک در چه لحظه ای تغییر جهت می دهد؟

پاسخ: لحظه تغییر جهت حرکت همان لحظه ای است که سرعت متحرک صفر می شود و تغییر علامت می دهد. (لحظه برخورد نمودار با محور افقی)



$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{12}{10} = 1.2 \text{ m/s}^2$$

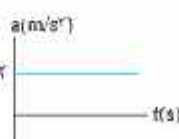
$$v = at + v_0 = 1.2t - 8 \xrightarrow{v=0} 0 = 1.2t - 8$$

$$\Rightarrow t = \frac{8}{1.2} = \frac{20}{3} \text{ s}$$

● نمودار شتاب-زمان

نموداری است که شتاب متحرک را در هر لحظه از زمان نشان می دهد.

اگر شتاب متحرک ثابت باشد، این نمودار خطی افقی خواهد بود، مثلاً برای حرکت با شتاب ثابت $a = 2 \text{ m/s}^2$ نمودار شتاب-زمان به صورت مقابل است:



فصل ۱