■ قانون دوم نیوتون

اگر به جسمی نیروی خالصی وارد شود، آن جسم در جهت نیروی خالص شتابی می‌گیرد که این شتاب با نیروی خالص نسبت مستقیم و با جرم جسم نسبت وارون دارد.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_{net}}{m} \Rightarrow \vec{F}_{net} = m\vec{a}$$

نکته ۱: منظور از نیروی خالص وارد بر جسم ($\vec{F}_{net}$)، مجموع نیروهای در جهت حرکت جسم منهای مجموع نیروهای در خلاف جهت حرکت جسم است.

نکته ۲: یک نیوتون برابر با مقدار نیروی خالصی است که به جسمی به جرم یک کیلوگرم، شتابی برابر یک متر بر مربع ثانیه می‌دهد.

$$F = ma \Rightarrow 1N = 1kg \times 1\frac{m}{s^2}$$

■ قانون سوم نیوتون

هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز به جسم اول نیرویی هم‌اندازه و هم‌راستا، اما در خلاف جهت وارد می‌کند.

نکته ۱: این دو نیرو که کُنش و واکنش نامیده می‌شوند، همواره به دو جسم وارد می‌شوند نه بر یک جسم (قابل برایندگیری نیستند) و همچنین هم‌نوع‌اند مثلاً هر دو گرانشی یا الکتریکی یا مغناطیسی‌اند.

نکته ۲: نیروهای کنش و واکنش ممکن است مُنجر به اثرات متفاوتی شوند.

انواع نیروهای وارد بر جسم

۱ وزن (W)

نیروی گرانشی است که از طرف زمین بر جسم وارد می‌شود. این نیرو به طرف مرکز زمین است.

$$\vec{W} = m\vec{g}$$

m: جرم جسم

g: شتاب گرانشی

نکته: واکنش نیروی وزن، نیرویی است که از طرف جسم بر زمین وارد می‌شود.

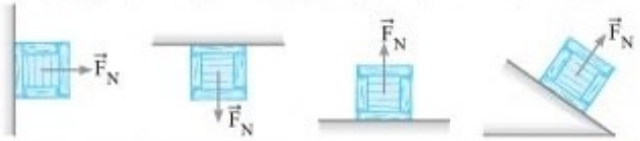
۲ نیروی مقاومت شاره (f_D)

وقتی جسمی درون یک شاره (مایع یا گاز) باشد و نسبت به آن حرکت کند، از طرف شاره نیرویی در خلاف جهت حرکت جسم، به آن وارد می‌شود که به آن مقاومت شاره می‌گویند. نیروی مقاومت شاره، به بزرگی جسم، تندی آن و عوامل دیگری بستگی دارد و هر چه تندی جسم بیشتر باشد، نیروی مقاومت شاره بیشتر است.

نکته: وقتی جسمی از ارتفاع زیاد در هوا سقوط کند (مانند یک قطره باران یا یک چتر باز) پس از مدتی، نیروی مقاومت هوا و وزن هم‌اندازه شده و نیروهای وارد بر جسم متوازن می‌شوند که پس از این، چترباز با تندی ثابتی به نام تندی حدی به طرف پایین حرکت می‌کند.

۳ نیروی عمودی سطح یا تکیه‌گاه (F_N)

نیرویی است که از طرف سطحی که جسم به آن تکیه دارد به طور عمود بر سطح و به طرف خارج سطح بر جسم وارد می‌شود. این نیرو ناشی از تغییر شکل سطح تماس دو جسم است که این تغییر شکل مربوط به نیروهای بین مولکولی است.



نکته ۱: برای به‌دست آوردن $\vec{F}_N$ باید قانون دوم نیوتون را در راستای عمود بر سطح بنویسیم. (اگر جسم در راستای عمود بر سطح حرکت نداشت، شتاب را برابر صفر قرار می‌دهیم.)

نکته ۲: واکنش نیروی عمودی سطح، از طرف جسم بر سطح وارد می‌شود.

۴ نیروی اصطکاک (f)

نیرویی است که از طرف سطح به طور مماس بر سطح، بر جسمی که سعی در به حرکت درآوردنش داریم وارد می‌شود. نیروی اصطکاک بین دو جسم به جنس سطح دو جسم و زبری و نرمی آن‌ها بستگی دارد و به علت ناهمواری‌های محل تماس دو جسم ایجاد می‌شود. این نیرو دو نوع است:

الف) نیروی اصطکاک ایستایی یا در حال سکون (f_s)

اگر به جسمی نیروی محرک $\vec{F}$ وارد شود و جسم ساکن بماند، نیرویی را که در سطح تماس در خلاف جهت $\vec{F}$ مانع از حرکت جسم می‌شود، نیروی اصطکاک ایستایی می‌نامند.

نکته ۱: برای به‌دست آوردن f_s (برای جسم ساکن)، باید قانون دوم نیوتون را در راستای مماس بر سطح نوشته و شتاب را برابر صفر قرار دهیم.

نکته ۲: اندازهٔ نیروی اصطکاک ایستایی ثابت نیست و با زیادشدن نیروی $\vec{F}$، افزایش می‌یابد. بیشینهٔ آن وقتی است که جسم در آستانهٔ حرکت قرار می‌گیرد که آن را نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه می‌نامند و با $f_{s,max}$ نشان داده می‌شود و برابر است با:

$$f_{s,max} = \mu_s F_N$$

μ_s: ضریب اصطکاک ایستایی

ب) نیروی اصطکاک جنبشی یا در حال حرکت (f_k)

وقتی جسمی بر روی سطحی و یا روی جسم دیگری قرار داشته باشد و به آن نیرویی وارد کنیم، نیروی مقاومی موازی سطح تماس به هر دو جسم وارد می‌شود که هنگام حرکت جسم، این نیرو را نیروی اصطکاک جنبشی می‌نامند و برابر است با:

$$f_k = \mu_k F_N$$

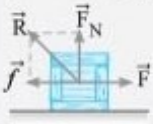
μ_k: ضریب اصطکاک جنبشی

نکته ۱: نیروی اصطکاک هیچ‌گاه از نیروی محرک بیشتر نمی‌شود.

نکته ۲: ضرایب اصطکاک ایستایی و جنبشی اعدادی هستند بدون یکا که به جنس سطح تماس دو جسم، میزان صافی و زبری آن‌ها و ... بستگی دارد و معمولاً $\mu_k < \mu_s$ است.

نکته ۳: واکنش نیروی اصطکاک، از طرف جسم بر سطح وارد می‌شود.

نکته ۴: کل نیرویی که از طرف یک سطح بر جسم وارد می‌شود را نیروی عکس‌العمل سطح ($\vec{R}$) گویند که از جمع برداری دو نیروی اصطکاک و عمودی سطح به‌دست می‌آید.

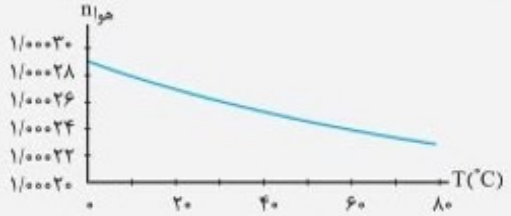


$$R = \sqrt{F_N^2 + f^2}$$

سراب، در روزهای گرم، وقتی به یک نقطهٔ دور نگاه می‌کنیم، بر روی سطح زمین منظره‌ای از آب مشاهده می‌کنیم که علت آن شکست نور است.

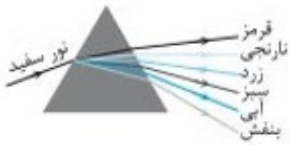
علت ایجاد سراب، چگالی هوا با افزایش دما، کاهش می‌یابد و این باعث کاهش ضریب شکست نیز می‌شود. وقتی پرتوهای نور از لایه‌های بالایی هوا به لایه‌های پایینی آن که گرم‌ترند (چون نزدیک سطح زمین‌اند) می‌تابند، بخش پایینی جبهه‌های موج کمی تندتر از بخش بالایی آن حرکت می‌کنند و بنابراین پرتوها به طرف بالا خم می‌شوند و آن بخش از پرتوهای نور که به چشم ما می‌رسند، امتدادشان در سطح زمین به هم می‌رسند و این حس را ایجاد می‌کنند که در سطح زمین آب جمع شده است.

نکته: نمودار تغییر ضریب شکست لایه‌های هوا با دما به این صورت است:

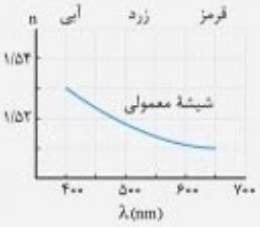


پاشندگی نور، وقتی نور سفید وارد منشور می‌شود به رنگ‌های مختلفی تجزیه شده و نورهای رنگی سازندهٔ نور سفید از هم جدا می‌شوند. به این پخش‌شدگی نور، پاشندگی می‌گوییم.

علت پاشندگی نور، ضریب شکست هر محیط به طول موج نور بستگی دارد و چون نور سفید شامل نورهای رنگی با طول موج‌های متفاوت است، پس ضریب شکست شیشه برای هر رنگ نور متفاوت بوده و هر نور رنگی با زاویهٔ شکست مخصوص به خودش از منشور خارج می‌شود و در نتیجه نورهای رنگی از هم جدا می‌شوند.



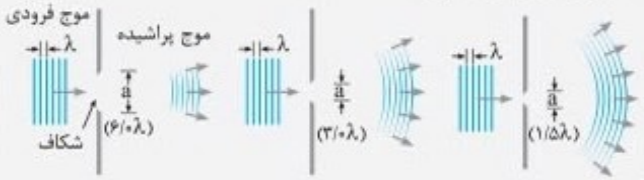
نکته: نمودار تغییرات ضریب شکست در طیف مرئی نور برحسب طول موج برای شیشه به‌صورت روبه‌رو است:



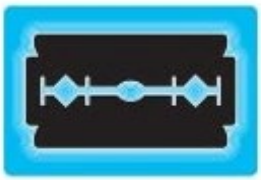
■ پراش موج

وقتی نور از یک شکاف عبور می‌کند، در صورتی که پهنای شکاف از مرتبهٔ طول موج نور باشد، نور به اطراف گسترده می‌شود. به این پدیده، پراش می‌گوییم.

نکته: برای شکاف‌هایی با پهنای بزرگ‌تر از طول موج، پدیدهٔ پراش به طور واضح نخواهد بود.



نقش پراش، به نوارهای تاریک و روشنی که در اثر عبور نور تکفام (تک‌بسامد) از یک شکاف باریک یا لبه‌ای تیز ایجاد می‌شود، نقش پراش می‌گوییم.

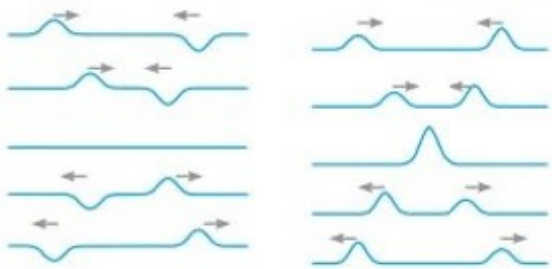


■ تداخل امواج

تداخل امواج از نمونه‌های برهم‌کنش امواج با یکدیگر است.

اصل برهم‌نهی امواج، وقتی چند موج به طور همزمان بر ناحیه‌ای از فضا اثر بگذارند، اثر خالص آن‌ها برابر مجموع اثرهای آن‌ها به تنهایی است. ضمن این‌که هر موج، نقش خودش را بدون مزاحمت برای امواج دیگر خواهد داشت.

تداخل سازنده و تداخل ویرانگر، دو تپ را در نظر بگیرید که در یک طناب ایجاد شده‌اند.



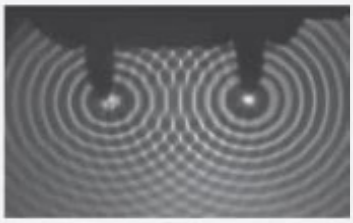
در شکل (الف) دو تپ هنگام همپوشانی، تپ بزرگ‌تری را ایجاد می‌کنند که به آن تداخل سازنده می‌گوییم.

در شکل (ب) دو تپ هنگام همپوشانی، اثر همدیگر را حذف می‌کنند که به آن تداخل ویرانگر می‌گوییم.

نکته: وقتی دو موج در یک نقطه هم‌فاز باشند، تداخل سازنده و وقتی در فاز مخالف (ناهم‌فاز) باشند، تداخل ویرانگر دارند.

تداخل امواج سطحی آب، اگر دو منبع نوسانی روی سطح آب به طور هم‌زمان نوسان کنند، امواج دایره‌ای حاصل از آن‌ها با یکدیگر تداخل می‌کنند. وقتی برآمدگی‌ها یا فرورفتگی‌های دو موج به هم می‌رسند، تداخل سازنده دارند و سطح آب را به شدت بالا یا پایین می‌برند. وقتی برآمدگی حاصل از یک موج با فرورفتگی موجِ دیگر به هم برسند، تداخل ویرانگر دارند که سطح آب در این نقاط عملاً ثابت و ساکن می‌ماند.

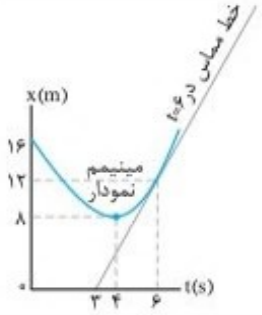
نکته: به نقش متناوب یک در میان از بیشینه‌ها و کمینه‌های حاصل از تداخل دو موج، نقش تداخلی امواج سطحی آب می‌گوییم.



■ تداخل امواج صوتی

اگر دو منبع تولید صوت مانند دو بلندگو، امواج سینوسی هم‌بسامدی را در فضا منتشر کنند، در فواصل مناسبی از بلندگوها، نقاطی هستند که صدای شدید شنیده می‌شود و نقاطی هستند که عملاً صدایی شنیده نمی‌شود. این موضوع به دلیل همان تداخل‌های سازنده و ویرانگر است که در امواج صوتی ایجاد شده است.

امتحان ۲	مهروماه	سؤالات شبیه‌ساز امتحانی نوبت اول		
		درس: فیزیک ۳ (دوازدهم)	رشته: ریاضی‌فیزیک	مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه	تاریخ:

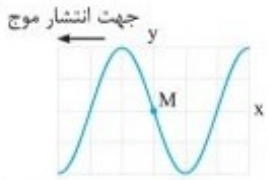
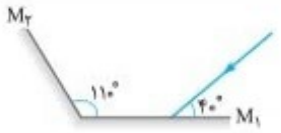
ردیف	سؤالات	نمره
	فصل اول	
۱	جاهای خالی را با مفاهیم فیزیکی مناسب پر کنید: الف) سطح بین نمودار سرعت ـ زمان و محور زمان در هر بازهٔ زمانی برابر ..... در آن بازه است. پرتکرار ب) در صورتی که نمودار سرعت ـ زمان به‌صورت خط راست افقی باشد حرکت با ..... ثابت است. پ) شیب پاره‌خطی که دو نقطه از نمودار مکان ـ زمان را به هم وصل می‌کند برابر ..... متوسط متحرک است. پرتکرار ت) سرعت لحظه‌ای کمیتی ..... است.	۱
۲	درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را با علامت (د) یا (ن) مشخص کنید: الف) در حرکت بر روی خط راست همواره بزرگی سرعت متوسط و تندی متوسط برابرند. پرتکرار ب) در حرکت با تندی ثابت، شتاب الزاماً صفر است. پرتکرار پ) هرگاه نمودار مکان ـ زمان به‌صورت یک تابع خطی باشد، سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی صفر تا t برابر است با میانگین سرعت متحرک در این دو لحظه. ت) سقوط آزاد، نوعی حرکت شتابدار با شتاب ثابت است.	۱
۳	نمودار مکان ـ زمان حرکت متحرکی که بر روی خط راست در حرکت است به‌صورت شکل مقابل است. الف) در کدام بازهٔ زمانی، جسم از مبدأ دور می‌شود؟ ب) حرکت متحرک در کدام بازهٔ زمانی کندشونده است؟ پ) بزرگی سرعت متوسط جسم از صفر تا $t=4s$ بیشتر است یا از صفر تا $t=6s$ و چرا؟ ت) بزرگی سرعت جسم را در لحظهٔ $t=6s$ به‌دست آورید. 	۱/۵
۴	اتومبیلی از حال سکون شروع به حرکت می‌کند و با شتاب ثابت به سرعت خود می‌افزاید، به‌طوری‌که پس از ۱۰ ثانیه تندی خود را به $72\,km/h$ می‌رساند. در این لحظه ترمز کرده و پس از ۴ ثانیه متوقف می‌شود. الف) شتاب حرکت متحرک را در هر مرحله به‌دست آورید. ب) جابه‌جایی کل متحرک را به‌دست آورید. پ) نمودار سرعت ـ زمان و شتاب ـ زمان این متحرک را در کل زمان حرکت آن رسم کنید.	۲/۷۵
۵	گلوله‌ای در شرایط خلأ از بالای ساختمانی رها می‌شود و پس از ۴ ثانیه به زمین برخورد می‌کند. الف) ارتفاع ساختمان چند متر است؟ ($g=10\,m/s^2$) پرتکرار ب) سرعت گلوله در لحظهٔ برخورد به زمین چقدر است؟ پرتکرار پ) سرعت گلوله در نیمهٔ مسیر چقدر است؟	۱/۵
	فصل دوم	
۶	از داخل پرانتز عبارت مناسب را انتخاب و در پاسخ برگ بنویسید. الف) نیروهای کنش و واکنش، یکدیگر را خنثی (می‌کنند ـ نمی‌کنند). پرتکرار ب) یک نیوتون مقدار نیروی خالصی است که به جسمی به جرم یک (کیلوگرم ـ گرم) شتاب یک متر بر مربع ثانیه می‌دهد. پ) معمولاً ضریب اصطکاک جنبشی میان دو سطح (کمتر ـ بیشتر) از ضریب اصطکاک ایستایی میان آن دو سطح است. ت) تکانه کمیتی (نرده‌ای ـ برداری) است.	۱
۷	درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را با (د) یا (ن) مشخص کنید. الف) نیروی اصطکاک همواره یک نیروی اتلافی است. ب) جهت نیروی کشش طناب از جسم به سمت بیرون و در راستای طناب است. پ) نیروی گرانشی بین دو جسم گاهی به‌صورت جاذبه و گاهی به‌صورت دافعه است. ت) در حرکت دایره‌ای یکنواخت، ذره در بازه‌های زمانی برابر، مسافت‌های یکسانی را طی می‌کند.	۱

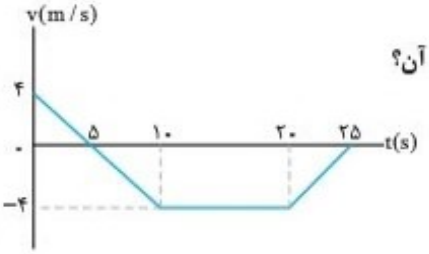
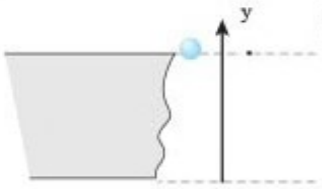
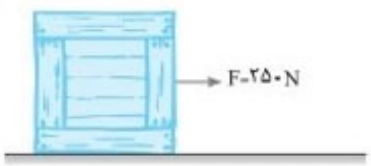
سؤالات امتحانی دانش‌آموزان و داوطلبان آزاد سراسر کشور نوبت دوم

مهروماه

امتحان ۷

درس: فیزیک ۳ (دوازدهم) | رشته: ریاضی‌فیزیک | مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه | تاریخ امتحان: خرداد ۱۳۹۹

ردیف	سؤالات	نمره
۱۰	شکل مقابل، تصویر یک موج عرضی در یک ریسمان کشیده شده را در یک لحظه نشان می‌دهد. نقش موج را در زمان $\frac{T}{4}$ بعد رسم کنید و نشان دهید جزء M در چه جهتی حرکت کرده است؟ 	۰/۷۵
۱۱	با زیاد کردن صدای تلویزیونی، شدت صوتی که به گوش می‌رسد، ۱۰۰ برابر می‌شود. تراز شدت صوت چند دسی‌بل افزایش می‌یابد؟ (از جذب انرژی صوتی توسط محیط صرف‌نظر شود.)	۰/۷۵
۱۲	در شکل مقابل، پرتوهای بازتابیده از آینه‌های تخت M_1 و M_2 را رسم کنید و زاویهٔ بازتاب آینهٔ M_2 را تعیین کنید. 	۱
۱۳	در شکل مقابل، موج فرودی از هوا وارد شیشه می‌شود. بخشی از موج در سطح جدایی دو محیط باز می‌تابد و بخشی دیگر شکست یافته و وارد شیشه می‌شود. مشخصه‌های موج شکست شامل طول موج، بسامد و تندی انتشار را با موج فرودی مقایسه کنید.	۰/۷۵
۱۴	در آزمایش یانگ، پهنای هر نوار روشن یا تاریک چه تغییری می‌کند، اگر: الف) به جای نور تکفام آبی از نور تکفام قرمز استفاده کنیم؟ ب) آزمایش را به جای هوا، در آب انجام دهیم؟	۰/۵
۱۵	در یک تار دو سر بسته، بسامد هماهنگ‌های سوم و چهارم به‌ترتیب ۲۷۰Hz و ۳۶۰Hz است. الف) بسامد اصلی و بسامد تشدیدی پس از ۴۵۰Hz هر کدام چند هرتز هستند؟ ب) اگر تندی انتشار موج عرضی در تار ۱۸۰m/s باشد، طول تار چند متر است؟	۱/۵
۱۶	متحرکی در امتداد محور x با سرعت ثابت در حرکت است. اگر این متحرک در $t_1 = 0s$ در مکان $x_1 = -20m$ و در $t_2 = 16s$ در مکان $x_2 = 60m$ باشد، معادلهٔ مکان ـ زمان متحرک را در SI بنویسید.	۱
۱۷	شخصی یک جعبهٔ ۴۰ کیلوگرمی را بر روی یک سطح افقی به ضریب اصطکاک جنبشی ۰/۲۵ توسط یک طناب افقی می‌کشد. اگر نیروی کشش طناب ۴۰۰N باشد، شتاب حرکت جعبه چقدر است؟ $(g = 10m/s^2)$	۱
۱۸	طول آونگ ساده‌ای ۱۶۰ سانتی‌متر است. تعداد ۵۰ نوسان این آونگ، چند دقیقه طول می‌کشد؟ $(\pi = 3 , g = 10m/s^2)$	۱
۱۹	پاشندگی نور را تعریف کنید و علت آن را توضیح دهید.	۱
۲۰	در پدیدهٔ فوتوالکتریک، تابع کار را تعریف کرده و نمودار بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها برحسب بسامد نور فرودی را رسم کنید.	۱
۲۱	با استفاده از رابطهٔ بور برای انرژی الکترون در اتم هیدروژن، اختلاف انرژی $\Delta E(4 \to 2)$ را محاسبه کنید. $(E_R = 13/6eV)$	۱
۲۲	قسمت‌های اصلی یک راکتور هسته‌ای را نام ببرید. (۴ مورد)	۱
۲۳	نیمه‌عمر یُد برابر ۸ روز است. پس از گذشت ۴۰ روز چه کسری از هسته‌های اولیه در محیط باقی می‌ماند؟	۱
	جمع نمره	۲۰

ردیف	سؤالات	نمره
۱	در جمله‌های زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید. الف) تندی متوسط، یک کمیت (نرده‌ای ـ برداری) و یکای آن متر بر ثانیه است. ب) برداری که مبدأ محور را در هر لحظه به مکان جسم وصل می‌کند، بردار (جابه‌جایی ـ مکان) نام دارد. پ) در حرکت با سرعت ثابت، شیب نمودار مکان ـ زمان متحرک همواره ثابت (است ـ نیست). ت) شتاب متوسط، هم‌جهت با بردار (سرعت ـ تغییر سرعت) است.	۱
۲	نمودار سرعت ـ زمان متحرکی در امتداد محور x مطابق شکل است:  الف) متحرک در بازهٔ زمانی ۱۰s تا ۲۰s در جهت محور x حرکت کرده یا در خلاف آن؟ ب) در چه لحظه‌ای جهت حرکت متحرک تغییر کرده است؟ پ) در کدام بازه‌های زمانی حرکت جسم کندشونده است؟ ت) جابه‌جایی متحرک را در بازهٔ زمانی صفر تا ۱۰ ثانیه پیدا کنید.	۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۵ ۰/۵
۳	گلوله‌ای از یک صخره به ارتفاع ۱۸۰ متر نسبت به زمین، آزادانه سقوط می‌کند. ($g=10\,m/s^2$)  الف) زمان سقوط آزاد گلوله را به دست آورید. ب) سرعت برخورد گلوله به سطح زمین را پیدا کنید.	۰/۵ ۰/۷۵
۴	درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را، با علامت‌های (د) یا (ن) مشخص کنید: الف) نیروی کنش و واکنش همواره به دو جسم وارد می‌شوند. ب) نیروی مقاومت شاره به بزرگی جسم بستگی ندارد. پ) وزن یک جسم، در سطح سیاره‌های مختلف یکسان است. ت) هر چه ثابت فنر کمتر باشد، فنر سخت‌تر است. ث) تکانه یک کمیت برداری است و یکای SI آن، $kg.m/s$ است. ج) دورهٔ تناوب افراد واقع بر یک دیسک گردان در فاصله‌های متفاوت از مرکز دیسک یکسان است.	۱/۵
۵	شخصی به جرم ۵۰kg درون آسانسوری ساکن روی یک ترازوی فنری ایستاده است. وقتی آسانسور شتاب رو به پایین $2\,m/s^2$ دارد، ترازو چه عددی را نشان می‌دهد؟ ($g=10\,m/s^2$) 	۰/۷۵
۶	مطابق شکل جعبهٔ ساکنی به جرم ۱۰۰kg را با نیروی ثابت افقی می‌کشیم. اگر ضریب اصطکاک ایستایی جعبه و سطح ۰/۴ باشد، با محاسبه مشخص کنید جعبه ساکن می‌ماند یا شروع به حرکت می‌کند؟ ($g=10\,m/s^2$) 	۱
۷	خودرویی در یک میدان به شعاع ۱۶۰m با تندی ۷۲km/h در حال دور زدن است. شتاب مرکزگرای خودرو را محاسبه کنید.	۰/۷۵

پاسخنامهٔ تشریحی

امتحان ۱ - نوبت اول

۱ سرعت (فصل ۱ / حرکت با شتاب ثابت) (۰/۲۵)

۲ هم‌جهت (فصل ۱ / حرکت با شتاب ثابت) (۰/۲۵)

۳ درست (فصل ۱ / شناخت حرکت) (۰/۲۵)

۴ الف) t_1 تا t_2 / ب) t_1 تا t_3 / پ) t_2 تا t_3 / ت) t_1 تا t_3 (فصل ۱ / حرکت با شتاب ثابت)
(هر مورد ۰/۲۵)

۵ در نمودار شتاب ـ زمان داده‌شده، متحرک در بازهٔ زمانی صفر تا t_1 با سرعت ثابت، در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 با شتاب منفی و سپس در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3 دوباره با سرعت ثابت حرکت می‌کند.

الف) حرکت در جهت مثبت محور با سرعت ثابت، سپس اندازهٔ سرعتش را کاهش داده و با سرعتی ثابت در همان جهت به حرکتش ادامه می‌دهد. (۰/۵)

ب) حرکت در جهت منفی محور با سرعت ثابت، سپس اندازهٔ سرعتش را افزایش داده و با سرعتی ثابت در همان جهت به حرکتش ادامه می‌دهد. (۰/۵)

پ) حرکت در جهت مثبت محور با سرعت ثابت، سپس سرعتش را کاهش داده و متوقف می‌شود و در خلاف جهت قبلی به حرکت درآمده و پس از مدتی با سرعت ثابت به حرکتش ادامه می‌دهد. (۰/۵)

(فصل ۱ / حرکت با شتاب ثابت)

۶ اگر چراغ راهنمایی، مبدأ مکان باشد، x_0 هر دو متحرک صفر است. در ضمن سرعت اولیهٔ اتومبیل صفر است. دقت کنید که موتورسیکلت نسبت به اتومبیل ۵ ثانیه، کمتر در راه بوده پس زمان حرکت آن $t-5$ است.

الف)

$$x_1 = \frac{1}{2}at_1^2 + v_0t_1 + x_0 = t^2 \quad (0/25)$$

$$v = 72km/h \div 3/6 = 20m/s$$

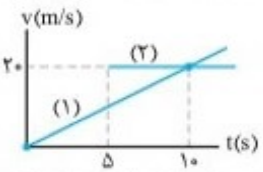
$$x_2 = vt_2 + x_0 = 20(t-5) \quad (0/25)$$

$$x_1 = x_2 \Rightarrow t^2 = 20(t-5) \Rightarrow t = 10s \quad (0/25)$$

$$x_1 = x_2 = 100m \quad (0/25)$$

ب) سرعت موتور ثابت است $(20m/s)$

(هر نمودار (۰/۲۵))



سرعت اتومبیل بعد از ۱۰ ثانیه با موتور برابر می‌شود و طبق محاسبات قسمت (الف) در $t=10s$ نیز به هم رسیده‌اند.

$$v = at + v_0 \Rightarrow v = 2\times10 = 20m/s \quad (0/25)$$

(فصل ۱ / حرکت با شتاب ثابت)

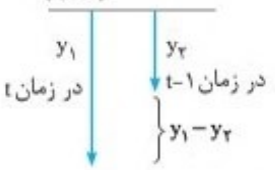
۷ t: کل زمان حرکت

$t-1$: کل زمان سقوط منهای ۱ ثانیهٔ آخر است.

$$\begin{cases} y_1 = -\frac{1}{2}gt^2 = -5t^2 & (0/25) \\ y_2 = -\frac{1}{2}g(t-1)^2 = -5(t-1)^2 & (0/25) \end{cases}$$

$$y_2 - y_1 = 55 \Rightarrow -5(t-1)^2 + 5t^2 = 55 \Rightarrow t = 6s$$

(۰/۲۵) (۰/۲۵)



$$v = -gt = -10\times6 = -60m/s$$

(۰/۲۵) (۰/۲۵)

$$h = |y_1| = |-5(6)^2| = 180m \quad (0/5)$$

(فصل ۱ / سقوط آزاد)

۸ تکانه (۰/۲۵)

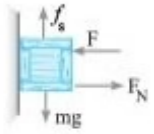
$$F_{net} = ma \Rightarrow F_{net} = m\frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow F_{net} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

(فصل ۲ / تکانه و قانون دوم نیوتون)

۹ ۹۰ درجه (فصل ۲ / حرکت دایره‌ای یکنواخت) (۰/۲۵)

۱۰ درست (فصل ۲ / معرفی برخی از نیروهای خاص) (۰/۲۵)

۱۱ الف) هر نیرو (۰/۲۵)



ب) F_N نیز افزایش می‌یابد، چون $F_N = F$ است. (۰/۲۵)

mg و f_s ثابت می‌مانند، چون $f_s = mg$ است. (۰/۵)

پ)

$$mg - f_{s,max} = 0 \Rightarrow f_{s,max} = mg \ (0/25) \Rightarrow \mu_s F_N = mg \ (0/25)$$

$$\Rightarrow \mu_s F = mg \Rightarrow F = \frac{mg}{\mu_s} \ (0/25)$$

(فصل ۲ / معرفی برخی از نیروهای خاص)

۱۲ الف) مجموعهٔ پارو و قایق، آب را به عقب می‌راند، بنا به قانون سوم نیوتون (۰/۲۵) آب (۰/۲۵) نیز مجموعهٔ پارو و قایق را به جلو می‌راند. (فصل ۲ / قوانین حرکت نیوتون)

ب) شتاب وجود دارد، چون جهت سرعت در حال تغییر (۰/۵) است. این حرکت شتاب متغیر (۰/۲۵) است زیرا جهت آن همواره به سمت مرکز دایره (۰/۲۵) است. (فصل ۲ / حرکت دایره‌ای یکنواخت)

پ) نیروی اصطکاک ایستایی (فصل ۲ / حرکت دایره‌ای یکنواخت) (۰/۲۵)

۱۳ الف)

$$f_{s,max} = \mu_s F_N = \mu_s mg \ (0/25) = 0/4\times10\times10 = 40N \ (0/25)$$

چون $F < f_{s,max}$، پس جسم ساکن (۰/۲۵) می‌ماند و نیروی اصطکاک، f_s است:

$$f_s - F = 0 \Rightarrow f_s = 30N \quad (0/25)$$

ب) چون $F > f_{s,max}$، پس جسم در حرکت (۰/۲۵) است و نیروی اصطکاک، f_k است:

$$f_k = \mu_k F_N = \mu_k mg = 0/2\times10\times10 = 20N \quad (0/25)$$

(فصل ۲ / معرفی برخی از نیروهای خاص)

۱۴ الف)

$$r = 6400 + 2600 = 9000km = 9\times10^6 m \quad (0/25)$$

$$F_G = G\frac{mM_e}{r^2} = \frac{\frac{20}{3}\times10^{-11}\times81\times6\times10^{24}}{(9\times10^6)^2} = 4\times10^3 N \quad (0/25)$$

(۰/۲۵) (۰/۲۵)

امتحان ۹ - دی ماه ۱۳۹۹

۱ الف) تندی متوسط کمیتی نرده‌ای و سرعت متوسط کمیتی برداری است. (۰/۲۵) تندی متوسط یعنی مسافت به زمان و سرعت متوسط یعنی جابه‌جایی به زمان (۰/۲۵)

ب) برابر است با شیب خط مماس بر نمودار سرعت ـ زمان در هر لحظه (۰/۵)

(فصل ۱/ شناخت حرکت)

۲ الف) در t_2 (۰/۲۵) و t_4 (۰/۲۵) / ب) در t_1 (۰/۲۵) و t_3 (۰/۲۵) / پ) دو مورد از: (صفر تا t_1) یا (t_2 تا t_3) یا (t_4 تا t_5)

(فصل ۱/ شتاب ثابت) (هرمورد ۰/۲۵)

۳ الف)

$$a=\frac{v-v_0}{t} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow a=\frac{0-20}{4}=-5m/s^2 \quad (۰/۲۵)$$

ب)

$$\Delta x=(\frac{v+v_0}{2})t \quad (۰/۲۵)$$

$$\Rightarrow \Delta x=(\frac{0+20}{2})\times 4 \Rightarrow \Delta x=40m \quad (۰/۲۵)$$

پ) خیر (۰/۲۵)، زیرا: $40m<45m$ (۰/۲۵) (فصل ۱/ حرکت با شتاب ثابت)

۴ الف) بیشتر

ب) در خلاف یکدیگر

پ) بزرگی جسم

ت) مستقیم (فصل ۲/ معرفی برخی از نیروهای خاص) (هرمورد ۰/۲۵)

۵ الف)

$$f_{s,max}=\mu_s F_N=\mu_s mg \quad (۰/۲۵) \Rightarrow f_{s,max}=0/4\times 1000=400N \quad (۰/۲۵)$$

$$T>f_s \quad (۰/۲۵)$$

ب) $T-\mu_k F_N=ma$ (۰/۵) $\Rightarrow 440-(0/3\times 1000)=100a$ (۰/۲۵)

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

(فصل ۲/ معرفی برخی از نیروهای خاص)

۶ $F_e-mg=ma$ (۰/۲۵) $\Rightarrow kx=m(g+a)$ (۰/۲۵)

$\Rightarrow 20x=36$ (۰/۲۵) $\Rightarrow x=1/8cm$ (۰/۲۵)

(فصل ۲/ معرفی برخی از نیروهای خاص)

۷

$$v=\frac{2\pi r}{T} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow v=\frac{2\times 3\times 2/5}{3\times 10^{-2}}=500m/s \quad (۰/۲۵)$$

(فصل ۲/ حرکت دایره‌ای یکنواخت)

۸ الف) بسامد / ب) صفر / پ) آونگ ساده / ت) واداشته

(فصل ۳/ حرکت هماهنگ ساده) (هرمورد ۰/۲۵)

۹

$$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow T=2\pi\sqrt{\frac{0/8}{80}} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow T=0/6s \quad (۰/۲۵)$$

(فصل ۳/ انرژی در حرکت هماهنگ ساده)

۱۰ الف) $L=\lambda$ و $D=2A$ (۰/۲۵)

ب) عرضی (۰/۲۵)، چون راستای نوسانات ذره‌های محیط عمود بر راستای انتشار موج است. (۰/۵) (فصل ۳/ مشخصه‌های موج)

۱۱ الف) بسامد امواج کاهش (۰/۲۵) و طول موج آن‌ها افزایش می‌یابد. (۰/۲۵)

ب) $I=\frac{P}{A}$ (۰/۲۵) $\Rightarrow I=\frac{4\times 10^{-4}}{8} \Rightarrow I=5\times 10^{-5}W/m^2$ (۰/۲۵)

(فصل ۳/ مشخصه‌های موج)

۱۲ الف) آن بخش از جبههٔ موج که زودتر به ناحیهٔ کم‌عمق می‌رسد، تندی و طول موج‌اش کمتر شده (۰/۵) و از بقیهٔ جبههٔ موج که هنوز وارد این ناحیه نشده، عقب می‌افتد. پس جبهه‌های موج در مرز دو ناحیه تغییر جهت می‌دهند. (۰/۵) (فصل ۴/ شکست موج)

ب) وقتی موج در عبور از یک شکاف با پهنایی از مرتبهٔ طول موج، به اطراف گسترده می‌شود، پراش رخ می‌دهد. (۰/۵) (فصل ۴/ پراش)

۱۳

$$2\Delta x=vt \quad (۰/۲۵) \Rightarrow 2\times 480=v\times 3 \quad (۰/۲۵) \Rightarrow v=320m/s \quad (۰/۲۵)$$

(فصل ۳/ مشخصه‌های موج)

۱۴ الف)

$$f=\frac{nv}{2L} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow f=\frac{3\times 240}{2\times 0/6}=600Hz \quad (۰/۵)$$

ب)

$$L=n\frac{\lambda}{2} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow \lambda=\frac{2\times 60}{3}=40cm \quad (۰/۲۵)$$

(فصل ۴/ تداخل امواج)

۱۵ الف) یعنی برخورد نوری با بسامد مناسب به سطح یک فلز و جدا کردن الکترون‌ها از سطح آن (۰/۵)/ ب) بسامد آستانه (۰/۲۵) و تابع کار (۰/۲۵) (فصل ۵/ اثر فوتوالکتریک و فوتون)

۱۶ الف) کمترین انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از حالت پایه (۰/۵) / ب) گسیل القایی (۰/۲۵) / پ) هم‌بسامد، هم‌جهت و هم‌فاز هستند. (هرمورد ۰/۲۵) (فصل ۵/ لیزر)

۱۷

$$N=\frac{n_0}{2^n}=\frac{N_0}{8}=\frac{N_0}{2^3} \quad (۰/۵) \text{ , } n=\frac{t}{T} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow T=\frac{36}{3}=12h \quad (۰/۲۵)$$

(فصل ۶/ پرتوزایی طبیعی و نیمه‌عمر)

۱۸ الف) نوترون‌ها (۰/۲۵) / ب) کُندساز (۰/۲۵) / پ) یعنی نوترون‌های حاصل از شکافت بتوانند باعث شکافت هستهٔ اورانیم دیگری شوند. (۰/۵)

(فصل ۶/ شکافت هسته‌ای)

امتحان ۱۰ - خرداد ماه ۱۴۰۰

۱ الف) بدون تغییر (فصل ۱/ شناخت حرکت) / ب) شتاب (فصل ۱/ حرکت با شتاب ثابت) / پ) لحظه‌ای (فصل ۱/ حرکت با سرعت ثابت) / ت) سرعت (فصل ۱/ حرکت با شتاب ثابت) (هرمورد ۰/۲۵)

۲ الف) نادرست / ب) درست / پ) درست / ت) نادرست / ث) درست (فصل ۱/ حرکت با شتاب ثابت) (هرمورد ۰/۲۵)

۳ الف)

$$v_0=0 \quad (۰/۲۵) \text{ , } x=\frac{1}{2}at^2+v_0t+x_0 \quad (۰/۲۵)$$

$$\Rightarrow 0=\frac{1}{2}\times 2\times 5^2+x_0 \quad (۰/۲۵) \Rightarrow x_0=-25m \quad (۰/۲۵)$$

$$v=at+v_0 \quad (۰/۲۵) \Rightarrow v=2\times 5=10m/s \quad (۰/۲۵)$$

(فصل ۱/ حرکت با شتاب ثابت)

۴ الف) دو (فصل ۲/ قوانین حرکت نیوتون) / ب) بیشتر (فصل ۲/ معرفی برخی از نیروهای خاص) / پ) ندارد (فصل ۲/ معرفی برخی از نیروهای خاص) / ت) کمتر (فصل ۲/ معرفی برخی از نیروهای خاص) / ث) $\frac{1}{9}$ (فصل ۲/ نیروی گرانشی) (هرمورد ۰/۲۵)

۴ الف) حفظ کنند (فصل ۲/ قوانین حرکت نیوتون) / ب) اســت (فصل ۲/ معرفی برخی از نیروهای خاص) / پ) نیازی نیســت (فصــل ۲/ معرفی برخی از نیروهای خاص) / ت) متفاوتی (فصل ۲/ قوانین حرکت نیوتون) / ث) الکترون به دور هسته (فصل ۲/ حرکت دایره‌ای یکنواخت) (هرمورد ۰/۲۵)

۵ الف) فنر (۱) (۰/۲۵)، چون شیب بیشتری دارد. (۰/۲۵)

ب) دو عامــل از اندازه، شــکل یا جنس فنر (هر عامــل (۰/۲۵)) (فصل ۲/ معرفی برخی از نیروهای خاص)

۶

$$a=\frac{v^2}{r} \text{ (۰/۲۵)} \Rightarrow a=\frac{۴۰۰}{۱۰۰}=۴m/s^2 \text{ (۰/۲۵)}$$

(فصل ۲/ حرکت دایره‌ای یکنواخت)

۷

$$f_k=\mu_k F_N=\mu_k mg \text{ (۰/۵)} \Rightarrow f_k=۰/۴\times ۸۰۰۰=۳۲۰۰N \text{ (۰/۲۵)}$$

$$F-f_k=ma \text{ (۰/۲۵)} \Rightarrow ۵۶۰۰-۳۲۰۰=۸۰۰a \Rightarrow a=۳m/s^2 \text{ (۰/۲۵)}$$

(فصل ۲/ معرفی برخی از نیروهای خاص)

۸ الــف) افزایش (فصل ۳/ حرکت هماهنگ ســاده) / ب) ثابت (پایســته) (فصل ۳/ انرژی در حرکت هماهنگ ساده) / پ) نقاط بازگشتی (فصل ۳/ انرژی در حرکت هماهنگ ساده) (هرمورد ۰/۲۵)

۹

$$T=\frac{۲\pi}{\omega} \text{ (۰/۲۵)} \Rightarrow T=\frac{۲\pi}{۲۵\pi}=۰/۰۸s \text{ (۰/۲۵)}$$

$$t=\frac{T}{۴} \text{ (۰/۲۵)} \Rightarrow t=\frac{۰/۰۸}{۴}=۰/۰۲s \text{ (۰/۲۵)}$$

۱۰ الف) الکترومغناطیسی (۰/۲۵) (فصل ۳/ حرکت هماهنگ ساده)

ب) عرضی (۰/۲۵)، چون راســتای نوسان میدان‌ها، عمود بر راستای انتشار موج است. (۰/۲۵) (فصل ۳/ موج و انواع آن)

۱۱ الف) ۱) تندی صوت در محیط مایع بیشتر از محیط گاز است.

۲) تندی صوت در گاز، با افزایش دما، بیشتر می‌شود (هرمورد ۰/۲۵)

ب)

$$\frac{I_۲}{I_۱}=\left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^2 \text{ (۰/۲۵)} \Rightarrow \frac{I_۲}{۲\times ۱۰^{-۴}}=\left(\frac{۸۰}{۳۲۰}\right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{I_۲}{۲\times ۱۰^{-۴}}=\frac{۱}{۱۶} \text{ (۰/۲۵)} \Rightarrow I_۲=\frac{۱}{۸}\times ۱۰^{-۴}W/m^2 \text{ (۰/۲۵)}$$

(فصل ۳/ مشخصه‌های موج)

۱۲ الف) قانون بازتاب عمومی (فصل ۴/ بازتاب موج) / ب) شکست موج (فصل ۴/ شکســت موج) / پ) کاهش می‌یابد (فصل ۴/ شکســت موج) / ت) ۰/۱ ثانیه (فصل ۴/ بازتاب موج) / ث) از مرتبه طول موج (فصل ۴/ پراش امواج) (هرمورد ۰/۲۵)

۱۳ الف) (۱) در لحظهٔ تداخل

(۲) بعد از تداخل

ب) نوار روشن: تداخل سازنده، نوار تاریک: تداخل ویرانگر (فصل ۴/ تداخل امواج) (هرمورد ۰/۲۵)

۱۴ الف)

$$f=\frac{v}{\lambda} \text{ (۰/۲۵)} \Rightarrow f=\frac{۲۷۰}{۰/۶}=۴۵۰Hz \text{ (۰/۲۵)}$$

ب)

$$L=۳\frac{\lambda}{۲} \text{ (۰/۲۵)} \Rightarrow L=۳\times ۰/۳=۰/۹m \text{ (۰/۲۵)}$$

۱۵ الف) ثابت h (فصل ۴ / تداخل امواج) / ب) بسامد آستانه / پ) افزایش می‌یابد. (فصل ۵/ اثر فوتوالکتریک و فوتون) (هرمورد ۰/۲۵)

۱۶

$$\frac{۱}{\lambda}=R\left(\frac{۱}{n'^2}-\frac{۱}{n^2}\right) \text{ (۰/۲۵)} \Rightarrow \frac{۱}{\lambda}=\frac{۱}{۱۰۰}\times\left(\frac{۱}{۱۶}-\frac{۱}{\infty}\right) \text{ (۰/۲۵)}$$

$$\Rightarrow \lambda=۱۶۰۰nm \text{ (۰/۲۵)}$$

فروسرخ (۰/۲۵) (فصل ۵/ طیف خطی)

۱۷ الف) ناشــی از طول موج‌های جذب‌شده توسط عناصر موجود در جو خورشید یا زمین. (فصل ۵/ طیف خطی) (۰/۵)

ب) اگر الکترون دور هسته بچرخد، طیفی پیوسته گسیل می‌کند و سرانجام روی هسته فرو می‌افتد. (فصل ۵/ مدل اتم رادرفورد ـ بور) (۰/۵)

۱۸ الف) هســته‌هایی کــه دارای تعداد پروتون مســاوی و تعداد نوترون متفاوت هستند. (فصل ۶/ ساختار هسته) (۰/۵)

ب) زیرا اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هســته بسیار بالا است و انرژی لازم برای شــرکت در واکنــش را نمی‌توانند از طریق واکنش‌های شیمیایی کسب کنند. (فصل ۶/ ساختار هسته) (۰/۵)

پ) $^{۲۳۸}_{۹۲}U \rightarrow ^{۲۳۴}_{۹۰}X + ^{۴}_{۲}\alpha$ (فصل ۶/ پرتوزایی طبیعی و نیمه‌عمر) (هرمورد ۰/۲۵)

۱۹

$$n=\frac{t}{T} \text{ (۰/۲۵)} \Rightarrow n=\frac{۱۱۵}{۲۳}=۵ \text{ (۰/۲۵)}$$

$$N=\frac{N_۰}{۲^n} \text{ (۰/۲۵)} \Rightarrow N=\frac{N_۰}{۲^۵}=\frac{N_۰}{۳۲} \text{ (۰/۲۵)}$$

(فصل ۶/ پرتوزایی طبیعی و نیمه‌عمر)

امتحان ۱۲ - دی ماه ۱۴۰۰

۱ الف) تغییر ســرعت / ب) مــکان / پ) هم‌جهت / ت) مماس (فصل ۱/ شناخت حرکت) (هرمورد ۰/۲۵)

۲ الف)

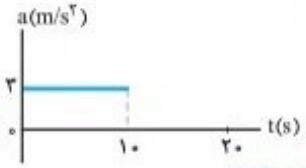
$$\Delta x=\left(\frac{۱۰\times ۳۰}{۲}\right)+(۱۰\times ۳۰)=۴۵۰m$$

(۰/۲۵) (۰/۲۵) (۰/۲۵)

ب)

$$a_۱=\frac{۳۰-۰}{۱۰}=۳m/s^2 \text{ (۰/۲۵)}$$

رسم نمودار (۰/۵)



(فصل ۲/ حرکت با شتاب ثابت)

۳ الف)

$$\frac{۱}{۲}a=-۲ \Rightarrow a=-۴m/s^2 \text{ (۰/۵)}$$

ب)

$$۰=-۲t^2+۵t \text{ (۰/۲۵)} \Rightarrow ۰=t(-۲t+۵) \Rightarrow \begin{cases} t=۰s & \text{(۰/۲۵)} \\ t=۲/۵s & \text{(۰/۲۵)} \end{cases}$$

(فصل ۱/ حرکت با شتاب ثابت)

۴ الف) نادرســت / ب) درست / پ) نادرست / ت) درست / ث) نادرست / ج) درست (فصل ۲/ معرفی برخی از نیروهای خاص) (هرمورد ۰/۲۵)

۵ الف)

$$f_{s,max}=\mu_s F_N=\mu_s mg \text{ (۰/۵)} \Rightarrow ۴۰۰=\mu_s\times ۱۰۰۰$$

$$\Rightarrow \mu_s=۰/۴ \text{ (۰/۲۵)}$$

ب)

$$F-\mu_k F_N=ma \text{ (۰/۵)} \Rightarrow ۴۴۰-(۰/۳\times ۱۰۰۰)=۱۰۰a$$

$$\Rightarrow a=۱/۴m/s^2 \text{ (۰/۲۵)}$$

(فصل ۲/ معرفی برخی از نیروهای خاص)