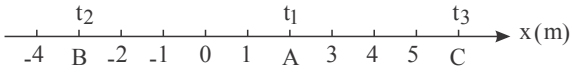
www.konkur.in

رضاپازوکی

تمارین فیزیک کتاب درسی فصل ۱تا۳ تجربی

رضا پازوکی

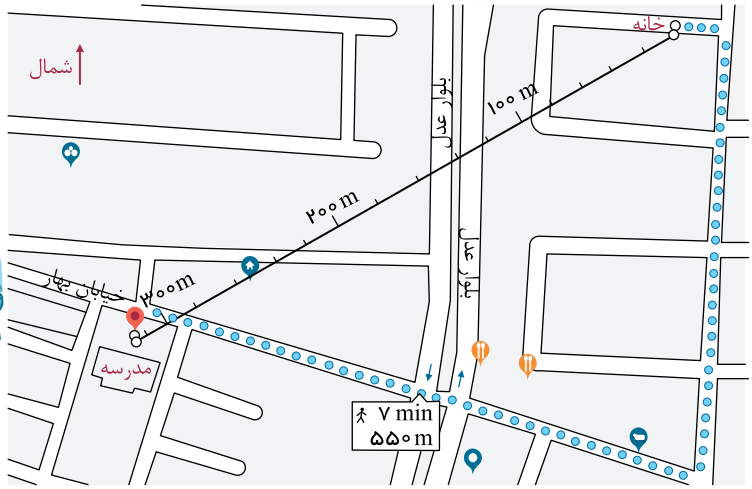
۱ متحرکی مطابق شکل در لحظهٔ t_1 در نقطهٔ A، در لحظهٔ t_2 در نقطهٔ B و در لحظهٔ t_3 در نقطهٔ C قرار دارد.



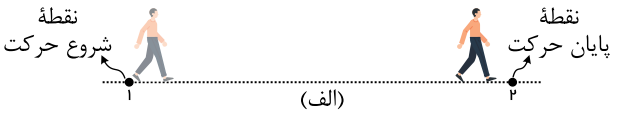
الف) بردارهای مکان متحرک را در هر یک از این لحظه‌ها روی محور x رسم کنید و برحسب بردار یکه بنویسید.

ب) بردار جابه‌جایی متحرک را در هر یک از بازه‌های زمانی t_1 تا t_2، t_2 تا t_3 و t_1 تا t_3 به دست آورید.

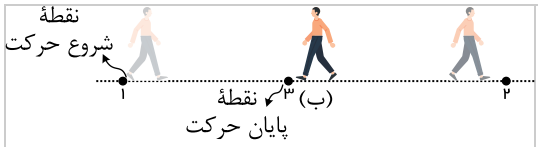
۲ همانند شکل روبه‌رو به کمک یک نرم‌افزار نقشه‌یاب، مکان خانه و مدرسه‌تان را مشخص کنید. سپس مسافت و اندازهٔ بردار جابه‌جایی خانه تا مدرسه را تعیین کنید.



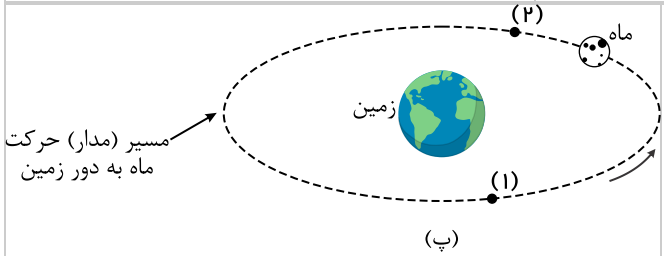
۳ الف) شکل الف شخصی را در حال پیاده‌روی در راستای خط راست و بدون تغییر جهت، از مکان ۱ به مکان ۲ نشان می‌دهد. مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی شخص را روی شکل مشخص و اندازهٔ بردار جابه‌جایی را با مسافت مقایسه کنید.



ب) شخص پس از رسیدن به مکان ۲، برمی‌گردد و روی همان مسیر به مکان ۳ می‌رود (شکل ب)، مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی شخص را روی شکل مشخص و اندازهٔ بردار جابه‌جایی را با مسافت پیموده‌شده، مقایسه کنید.



پ) شکل پ مسیر حرکت ماه به دور زمین را نشان می‌دهد. وقتی ماه در جهت نشان‌داده‌شده، در شکل، از مکان ۱ به مکان ۲ می‌رود مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی آن را روی شکل مشخص و به اندازهٔ بردار جابه‌جایی آن را با مسافت پیموده‌شده، مقایسه کنید.



Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

۴ با توجه به داده‌های نقشهٔ شکل مقابل:

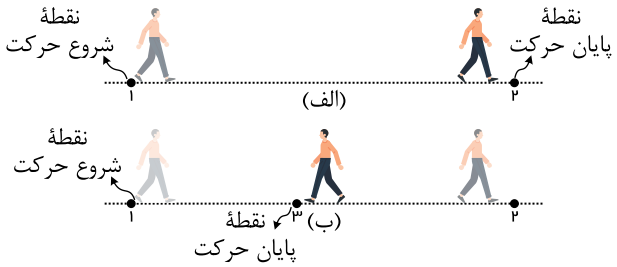
الف) تندی متوسط و اندازهٔ سرعت متوسط خودرو را پیدا کنید.

ب) مفهوم فیزیکی این دو کمیت چه تفاوتی با یکدیگر دارد؟

پ) در چه صورت، تندی متوسط و اندازهٔ سرعت متوسط می‌توانند تقریباً با یکدیگر برابر باشند؟

۵ در چه صورت اندازهٔ سرعت متوسط یک متحرک با تندی متوسط آن برابر است؟

برای پاسخ خود می‌توانید به شکل‌های زیر نیز توجه کنید.



۶ جدول زیر را کامل کنید. فرض کنید هر چهار متحرک در مدت زمان $۴٫۰\ s$ فاصلهٔ بین مکان آغازین و مکان پایانی را طی می‌کنند.

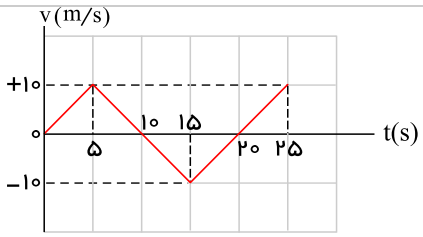
	مکان آغازین	مکان پایانی	بردار جابه‌جایی	سرعت متوسط	جهت حرکت
متحرک A	$(-۲٫۰\ m)\vec{i}$	$(۶٫۴m)\vec{i}$			
متحرک B		$(-۲٫۵m)\vec{i}$	$(-۵٫۶m)\vec{i}$		
متحرک C	$(۲٫۰m)\vec{i}$	$(۸٫۶m)\vec{i}$			
متحرک D	$(-۱٫۴m)\vec{i}$			$(۲٫۴\frac{m}{s})\vec{i}$	

۷ معادلهٔ حرکت جسمی در SI به‌صورت $x = t^۳ - ۳t^۲ + ۴$ است.

الف) مکان متحرک را در $t = ۰\ s$ و $t = ۲\ s$ به دست آورید.

ب) سرعت متوسط جسم را در بازهٔ زمانی صفر تا ۲ ثانیه پیدا کنید.

۸ نمودار سرعت - زمان متحرکی مطابق شکل زیر است:



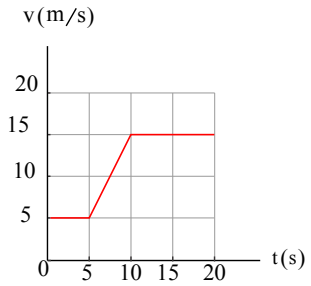
الف) نمودار شتاب - زمان این متحرک را رسم کنید.

ب) اگر $x_۰ = -۱۰\ m$ باشد، نمودار مکان - زمان متحرک را رسم کنید.

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

۹ شکل نشان داده‌شده نمودار سرعت – زمان خودرویی را نشان می‌دهد که روی مسیری مستقیم حرکت می‌کند.



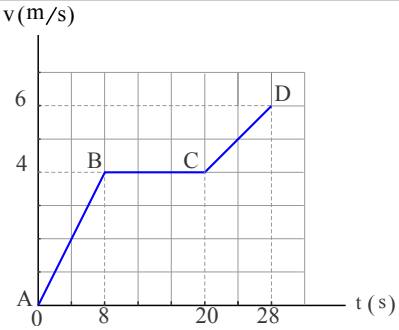
الف) شتاب خودرو را در هریک از لحظه‌های $t = ۳s$، $t = ۸s$، $t = ۱۱s$ و $t = ۱۵s$ به‌دست آورید.

ب) شتاب متوسط در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۰\ s$ تا $t_۲ = ۲۰\ s$ را به دست آورید.

پ) در هریک از بازه‌های زمانی $t_۱ = ۵s$ تا $t_۲ = ۱۱s$ و $t_۲ = ۱۱s$ تا $t_۳ = ۲۰\ s$ خودرو چقدر جابه‌جا شده است؟

ت) سرعت متوسط خودرو در بازه‌های $t_۱ = ۵s$ تا $t_۲ = ۱۱s$ و $t_۳ = ۱۱s$ تا $t_۴ = ۲۰\ s$ را به دست آورید.

۱۰ شکل زیر، نمودار سرعت – زمان متحرکی را که در امتداد محور x حرکت می‌کند در مدت ۲۸ ثانیه نشان می‌دهد.

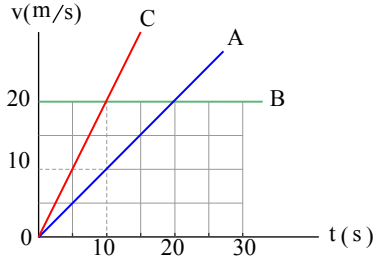


الف) شتاب در هر یک از مرحله‌های AB، BC و CD چقدر است؟

ب) شتاب متوسط در بازهٔ زمانی صفر تا ۲۸ ثانیه چقدر است؟

پ) جابه‌جایی متحرک را در این بازهٔ زمانی پیدا کنید.

۱۱ در شکل روبه‌رو، نمودار سرعت – زمان سه متحرک نشان داده شده است.

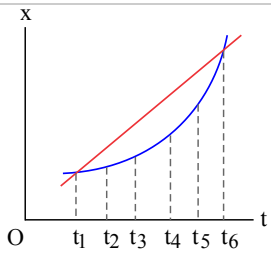


الف) شتاب سه متحرک را به‌طور کیفی با یکدیگر مقایسه کنید.

ب) شتاب هر متحرک را به دست آورید.

پ) در بازهٔ زمانی s ۰ تا s ۱۰ جابه‌جایی این سه متحرک را پیدا کنید.

۱۲ شکل زیر، نمودار مکان – زمان دو خودرو را نشان می‌دهد که در جهت محور x در حرکت‌اند.

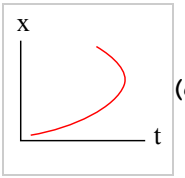


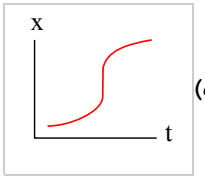
الف) در چه لحظه‌هایی دو خودرو از کنار یکدیگر می‌گذرند؟

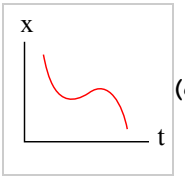
ب) در چه لحظه‌ای تندی دو خودرو تقریباً یکسان است؟

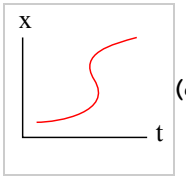
پ) سرعت متوسط دو خودرو را در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۶$ با هم مقایسه کنید.

۱۳ توضیح دهید کدام‌یک از نمودارهای مکان – زمان شکل زیر می‌تواند نشان‌دهندهٔ نمودار $x - t$ یک متحرک باشد.

الف)


ب)


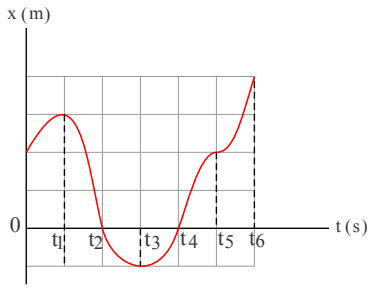
پ)


ت)


Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

۱۴ با توجه به نمودار مکان – زمان شکل روبه‌رو به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:



الف) متحرک چند بار از مبدأ مکان عبور می‌کند؟

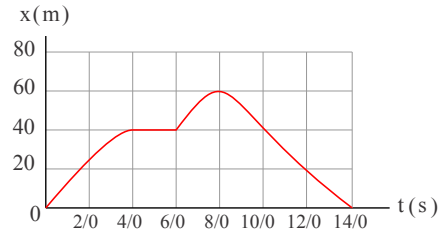
ب) در کدام بازه‌های زمانی متحرک در حال دور شدن از مبدأ است؟

پ) در کدام بازه‌های زمانی متحرک در حال نزدیک شدن به مبدأ است؟

ت) جهت حرکت چند بار تغییر کرده است؟ در چه لحظه‌هایی؟

ث) جابه‌جایی کل در جهت محور x است یا خلاف آن؟

۱۵ شکل روبه‌رو نمودار مکان – زمان دوچرخه‌سواری را نشان می‌دهد که روی مسیری مستقیم در حال حرکت است.



الف) در کدام لحظه، دوچرخه‌سوار بیشترین فاصله از مبدأ را دارد؟

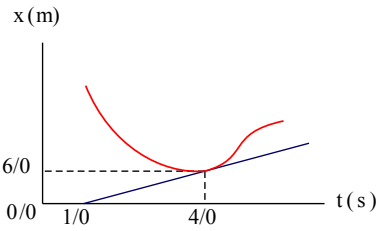
ب) در کدام بازه‌های زمانی، دوچرخه‌سوار در جهت محور x حرکت می‌کند؟

پ) در کدام بازهٔ زمانی، دوچرخه‌سوار در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند؟

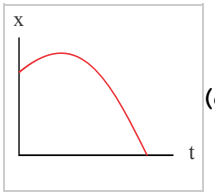
ت) در کدام بازهٔ زمانی، دوچرخه‌سوار ساکن است؟

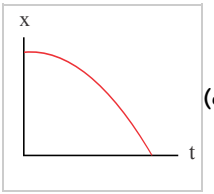
ث) تندی متوسط و سرعت متوسط دوچرخه‌سوار را در هریک از بازه‌های زمانی $0/0\ s$ تا $2/0\ s$، $2/0\ s$ تا $4/0\ s$، $6/0\ s$ تا $8/0\ s$، $8/0\ s$ تا $12/0\ s$، $12/0\ s$ تا $14/0\ s$ حساب کنید.

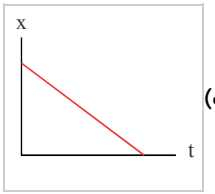
۱۶ شکل روبه‌رو، نمودار مکان – زمان متحرکی را نشان می‌دهد. خط مماس بر منحنی در لحظهٔ $t = 4/0\ s$، رسم شده است. سرعت متحرک را در این لحظه پیدا کنید.

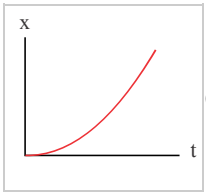


۱۷ توضیح دهید کدام‌یک از نمودارهای مکان – زمان نشان داده‌شده، حرکت متحرکی را توصیف می‌کند که سرعت اولیهٔ آن در جهت محور x و شتاب آن برخلاف جهت محور x است.

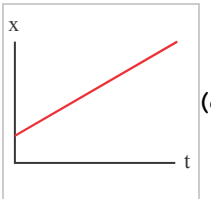
الف) 

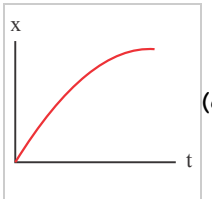
ب) 

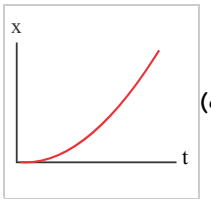
پ) 

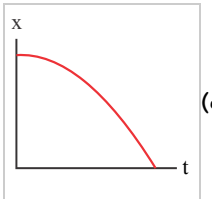
ت) 

۱۸ توضیح دهید از نمودارهای مکان – زمان شکل زیر، کدام موارد حرکت متحرکی را توصیف می‌کند که از حال سکون شروع به حرکت کرده و به‌تدریج بر تندی آن افزوده شده است.

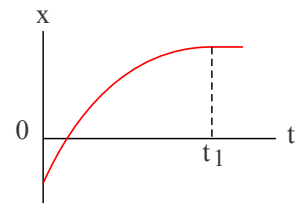
الف) 

ب) 

پ) 

ت) 

۱۹ شکل روبه‌رو، نمودار مکان – زمان متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x در حرکت است.



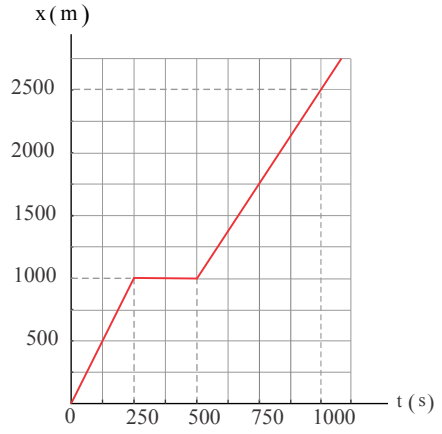
الف) از لحظهٔ صفر تا لحظهٔ t_1 سرعت متحرک رو به افزایش است یا کاهش؟

ب) اگر در لحظهٔ t_1 خط مماس بر منحنی موازی محور زمان باشد، سرعت متحرک در این لحظه چقدر است؟

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

۲۱ شکل زیر، نمودار مکان – زمان حرکت یک دوندهٔ دوی نیمه‌استقامت را در امتداد یک خط راست نشان می‌دهد.



الف) در کدام بازهٔ زمانی دونده سریع‌تر دویده است؟

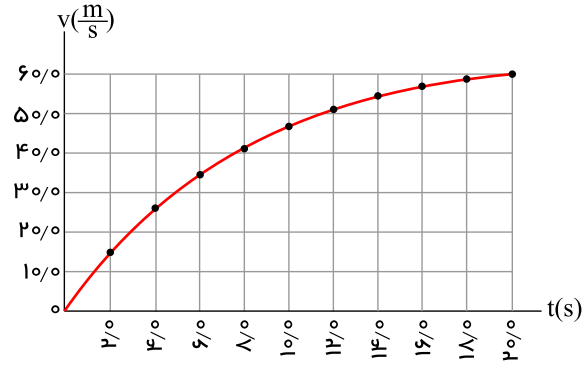
ب) در کدام بازهٔ زمانی، دونده ایستاده است؟

پ) سرعت دونده را در بازهٔ زمانی $0s$ تا $250s$ حساب کنید.

ت) سرعت دونده را در بازهٔ زمانی $500s$ تا $1000s$ حساب کنید.

ث) سرعت متوسط دونده را در بازهٔ زمانی $0s$ تا $1000s$ حساب کنید.

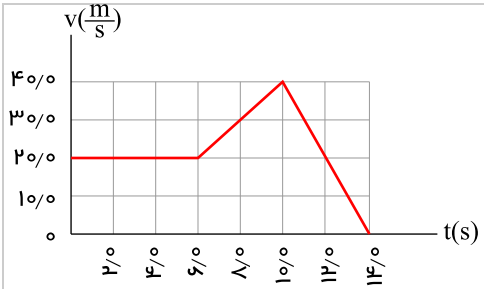
۲۲ نمودار سرعت – زمان خودرویی که در راستای محور x حرکت می‌کند در بازهٔ زمانی $0/0\ s$ تا $20/0\ s$ مطابق شکل روبه‌رو است.



الف) شتاب متوسط خودرو در این بازهٔ زمانی چقدر است؟

ب) شتاب خودرو را در لحظهٔ $t = 8/0\ s$ به‌دست آورید.

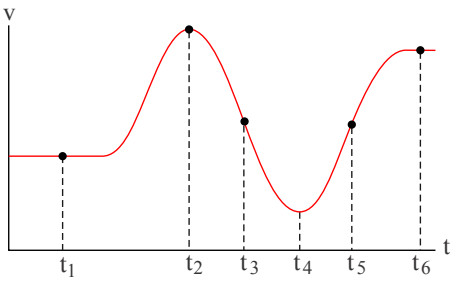
۲۳ نمودار سرعت – زمان خودرویی که در راستای محور x حرکت می‌کند در بازهٔ زمانی صفر تا $14/0\ s$ مطابق شکل روبه‌رو است.



الف) شتاب متوسط خودرو در این بازهٔ زمانی چقدر است؟

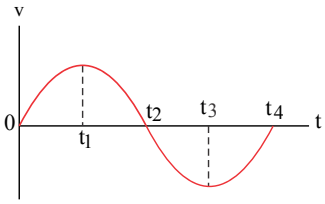
ب) شتاب خودرو را در هریک از لحظه‌های $t = 2/0\ s$، $t = 8/0\ s$ و $t = 11/0\ s$ به‌دست آورید.

۲۴ شکل روبه‌رو نمودار سرعت – زمان دوچرخه‌سواری را نشان می‌دهد که در امتداد محور x در حرکت است. جهت شتاب دوچرخه‌سوار را در هریک از لحظه‌های t_1، t_2، ... و t_6 تعیین کنید.



Telegram: @konkur_in

۲۵ نمودار سرعت – زمان متحرکی در شکل زیر نشان داده شده است. تعیین کنید در کدام بازه‌های زمانی بردار شتاب در جهت محور x و در کدام بازه‌های زمانی در خلاف جهت محور x است.



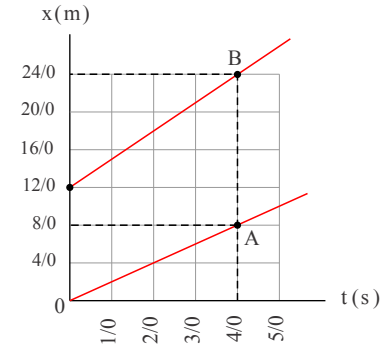
۲۶ دانستن محل قرارگیری یک ماهواره در مأموریت‌های فضایی و اطمینان از اینکه ماهواره در مدار پیش‌بینی‌شده قرار گرفته، یکی از مأموریت‌های کارشناسان فضایی است. بدین منظور، تَپ‌های الکترومغناطیسی را که با سرعت نور در فضا حرکت می‌کنند، به طرف ماهوارهٔ مورد نظر می‌فرستند و بازتاب آن توسط ایستگاه زمینی دریافت می‌شود. اگر زمان رفت و برگشت یک تپ ۰٫۲۴ ثانیه باشد، فاصلهٔ ماهواره از ایستگاه زمینی، تقریباً چقدر است؟

۲۷ جسمی با سرعت ثابت بر مسیری مستقیم در حرکت است. اگر جسم در لحظهٔ $t_1 = ۵٫۰s$ در مکان $x_1 = ۶٫۰m$ و در لحظهٔ $t_2 = ۲۰٫۰s$ در مکان $x_2 = ۳۶٫۰m$ باشد:

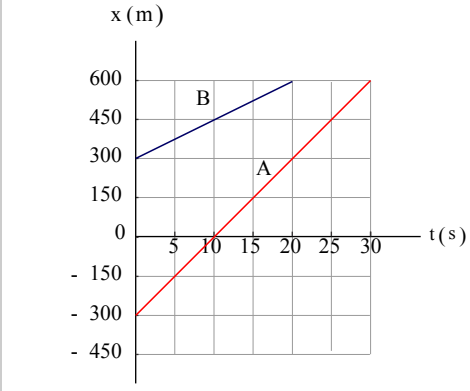
الف) معادلهٔ مکان – زمان جسم را بنویسید.

ب) نمودار مکان – زمان جسم را رسم کنید.

۲۸ شکل مقابل، نمودار مکان – زمان دو متحرک A و B را نشان می‌دهد که در راستای محور x حرکت می‌کنند. سرعت هر متحرک را پیدا کنید و معادلهٔ مکان – زمان آن‌ها را بنویسید.



۲۹ شکل زیر، نمودار مکان – زمان دو خودرو را نشان می‌دهد که روی یک خط راست حرکت می‌کنند.



الف) معادلهٔ حرکت هریک از آنها را بنویسید.

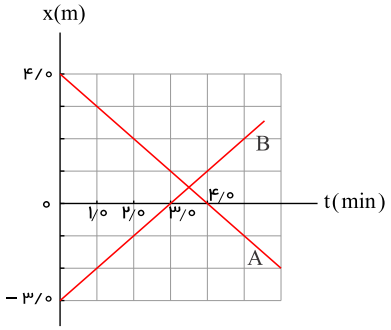
ب) اگر خودروها با همین سرعت حرکت کنند، در چه زمان و مکانی به هم می‌رسند؟

www.konkur.in

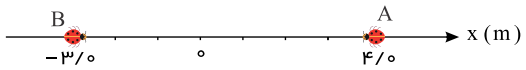
۳۰ شکل (الف)، مکان دو کفش‌دوزک A و B را که در راستای محور x حرکت می‌کنند در لحظهٔ $t = ۰\ s$ نشان می‌دهد. نمودار مکان - زمان این کفش‌دوزک‌ها در شکل (ب) رسم شده است.

الف) از روی نمودار به‌طور تقریبی تعیین کنید کفش‌دوزک‌ها در چه لحظه و در چه مکانی به یکدیگر می‌رسند؟

ب) با استفاده از معادلهٔ مکان - زمان، زمان و مکان هم‌رسی کفش‌دوزک‌ها را پیدا کنید.

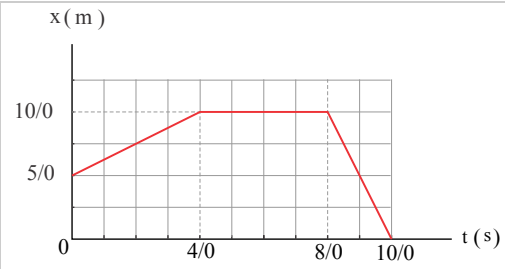


(ب)



(الف)

۳۱ شکل زیر، نمودار مکان - زمان متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x حرکت می‌کند.



الف) جابه‌جایی و مسافت پیموده‌شده توسط متحرک در کل زمان حرکت چقدر است؟

ب) سرعت متوسط متحرک را در هر یک از بازه‌های زمانی $۰/۰\ s$ تا $۴/۰\ s$، $۴/۰\ s$ تا $۸/۰\ s$، $۸/۰\ s$ تا $۱۰/۰\ s$ و همچنین در کل زمان حرکت به دست آورید.

پ) معادلهٔ حرکت متحرک را در هریک از بازه‌های زمانی $۰/۰\ s$ تا $۴/۰\ s$، $۴/۰\ s$ تا $۸/۰\ s$، $۸/۰\ s$ تا $۱۰/۰\ s$ بنویسید.

ت) نمودار سرعت - زمان متحرک را رسم کنید.

۳۲ خودرویی با سرعت $۱۸/۰ \frac{km}{h}$ در امتداد مسیری مستقیم از چهارراهی می‌گذرد و تندی آن با شتاب $۱/۰ \frac{m}{s^۲}$ افزایش می‌یابد. سرعت خودرو پس از $۳۰۰\ m$ جابه‌جایی چقدر است؟

۳۳ معادلهٔ سرعت - زمان متحرکی که در امتداد محور x حرکت می‌کند در SI به‌صورت $v = -۱/۸t + ۲/۲$ است.

الف) سرعت متحرک در لحظهٔ $t = ۴/۰\ s$ چقدر است؟

ب) سرعت متوسط متحرک و جابه‌جایی آن در بازهٔ زمانی صفر تا $t = ۴/۰\ s$ چقدر است؟

پ) نمودار سرعت - زمان این متحرک را رسم کنید.

۳۴ متحرکی در امتداد محور x و با شتاب ثابت در حرکت است. در مکان $x = +۱۰\ m$ سرعت متحرک $+۴ \frac{m}{s}$ و در مکان $x = +۱۹m$ سرعت متحرک $+۱۸ \frac{km}{h}$ است.

الف) شتاب حرکت آن چقدر است؟

ب) پس از چه مدتی سرعت متحرک از $+۴ \frac{m}{s}$ به سرعت $+۱۸ \frac{km}{h}$ می‌رسد؟

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

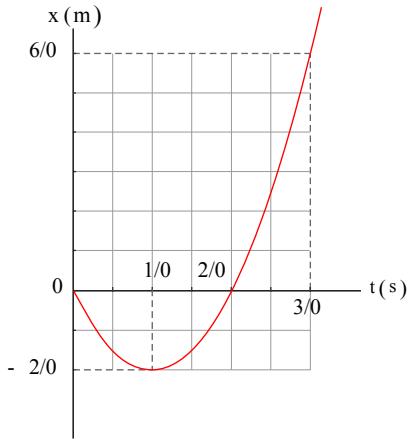
۳۵ شکل زیر، نمودار مکان – زمان متحرکی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x با شتاب ثابت در حرکت است.

الف) سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی صفر تا ۳٫۰ ثانیه، چند متر بر ثانیه است؟

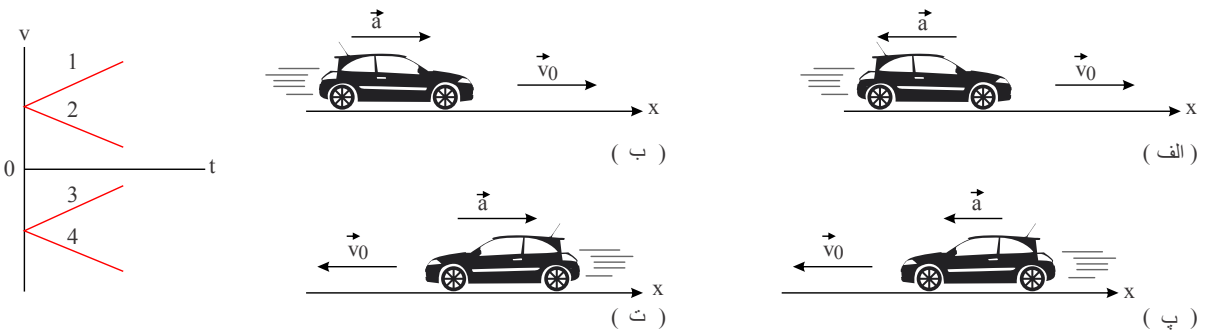
ب) معادلهٔ مکان – زمان متحرک را بنویسید.

پ) سرعت متحرک را در لحظهٔ $t = ۳٫۰\ s$ پیدا کنید.

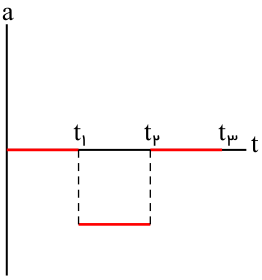
ت) نمودار سرعت – زمان متحرک را رسم کنید.

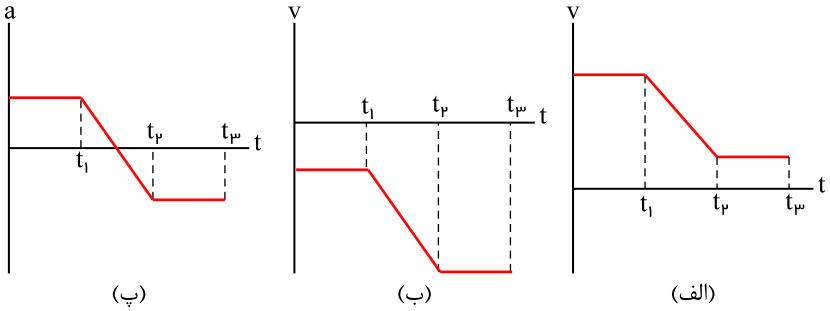


۳۶ در تمامی حالت‌های شکل زیر، خودروها در امتداد محور x و با شتاب ثابت در حرکت‌اند. حرکت هریک از خودروها، توسط کدام‌یک از نمودارهای $v - t$ توصیف می‌شود؟ همچنین توضیح دهید تندی کدام خودرو در حال افزایش (حرکت تندشونده) و تندی کدام خودرو در حال کاهش (حرکت کُندشونده) است.

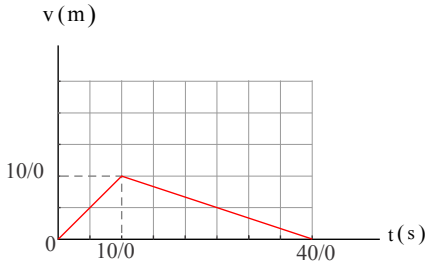


۳۷ نمودار شتاب – زمان متحرکی که در امتداد محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. توضیح دهید چگونه هریک از نمودارهای سرعت – زمان شکل‌های (الف، ب و پ) می‌تواند متناظر با نمودار شتاب – زمان روبه‌رو باشد.





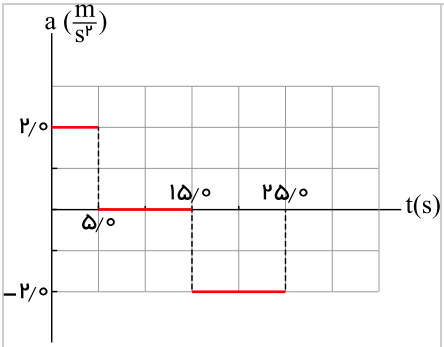
۳۸ نمودار $v - t$ متحرکی که در امتداد محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی $۰٫۰\ s$ تا $۵٫۰\ s$ چند برابر سرعت متوسط آن در بازهٔ زمانی $۲۵٫۰\ s$ تا $۴۰٫۰\ s$ است؟



Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

۳۹ شکل مقابل، نمودار شتاب – زمان یک ماشین اسباب‌بازی را نشان می‌دهد که در امتداد محور x حرکت می‌کند. با فرض $x_{\circ} = \circ$ و $v_{\circ} = \circ$، در بازهٔ زمانی صفر تا $۲۵٫۰\ s$،



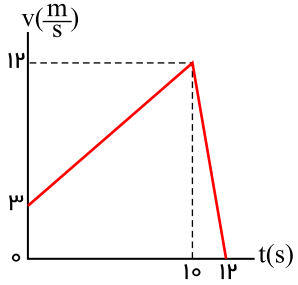
الف) نمودارهای سرعت – زمان و مکان – زمان این ماشین را رسم کنید.

ب) با توجه به نمودار سرعت – زمان، مشخص کنید در کدام‌یک از بازه‌های زمانی، حرکت ماشین تندشونده، کُندشونده یا با سرعت ثابت است.

پ) شتاب متوسط ماشین را پیدا کنید.

ت) جابه‌جایی ماشین را پیدا کنید.

۴۰ آهویی در مسیری مستقیم در امتداد محور x می‌دود. نمودار سرعت – زمان آهو در بازهٔ زمانی صفر تا $۱۲٫۰\ s$ مطابق شکل است. در این بازهٔ زمانی: الف) مسافت کل پیموده‌شده توسط آهو را به دست آورید.



ب) جابه‌جایی آهو را پیدا کنید.

پ) نمودار شتاب – زمان آهو را رسم کنید.

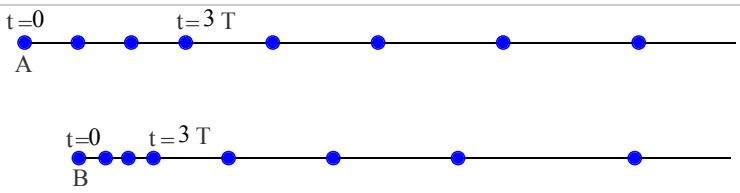
۴۱ خودرویی پشت چراغ قرمز ایستاده است. با سبز شدن چراغ، خودرو با شتاب $۲\frac{m}{s^2}$ شروع به حرکت می‌کند. در همین لحظه، کامیونی با سرعت ثابت $۳۶\frac{km}{h}$ از آن سبقت می‌گیرد.

الف) در چه لحظه و در چه مکانی خودرو به کامیون می‌رسد؟

ب) نمودار مکان – زمان را برای خودرو و کامیون در یک دستگاه مختصات رسم کنید.

پ) نمودار سرعت – زمان را برای خودرو و کامیون در یک دستگاه مختصات رسم کنید.

۴۲ هریک از شکل‌های زیر، مکان یک خودرو را در لحظه‌های $t = \circ$، $t = T$، $t = ۲T$، ... و $t = ۷T$ نشان می‌دهد. هر دو خودرو در لحظهٔ $t = ۳T$ شتاب می‌گیرند. توضیح دهید:

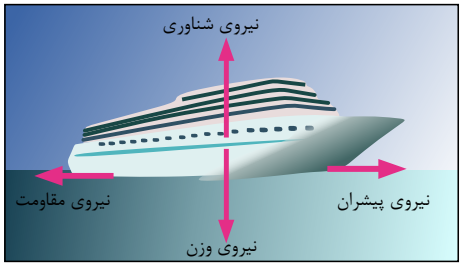


الف) سرعت اولیهٔ کدام خودرو بیشتر است.

ب) سرعت نهایی کدام خودرو بیشتر است.

پ) کدام خودرو شتاب بیشتری دارد.

۴۳ در شکل روبه‌رو یک کشتی در حال حرکت را می‌بینید که نیروهای وارد بر آن متوازن‌اند. کدام نیروها اثر یکدیگر را خنثی کرده‌اند؟



Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

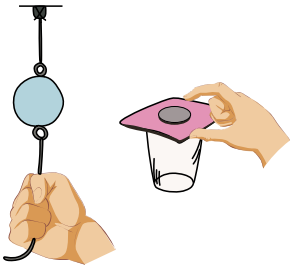
۴۴ وقتی در خودروی ساکنی نشسته‌اید و خودرو ناگهان شروع به حرکت می‌کند، به صندلی فشرده می‌شوید. همچنین اگر در خودروی در حال حرکتی نشسته باشید، در توقف ناگهانی به جلو پرتاب می‌شوید.

الف) علت این پدیده‌ها را توضیح دهید.

ب) نقش کمربند ایمنی و کیسهٔ هوا در کم شدن آسیب‌ها در تصادف‌ها را بیان کنید.

۴۵ الف) در شکل الف مقوا را به سرعت می‌کشیم، برای سکه چه اتفاقی می‌افتد؟

ب) در شکل ب، اگر به آرامی نیروی وارد بر گوی سنگین را زیاد کنیم کدام نخ پاره می‌شود؟ اگر ناگهان نخ را بکشیم، کدام نخ پاره می‌شود؟ علت آن را توضیح دهید.

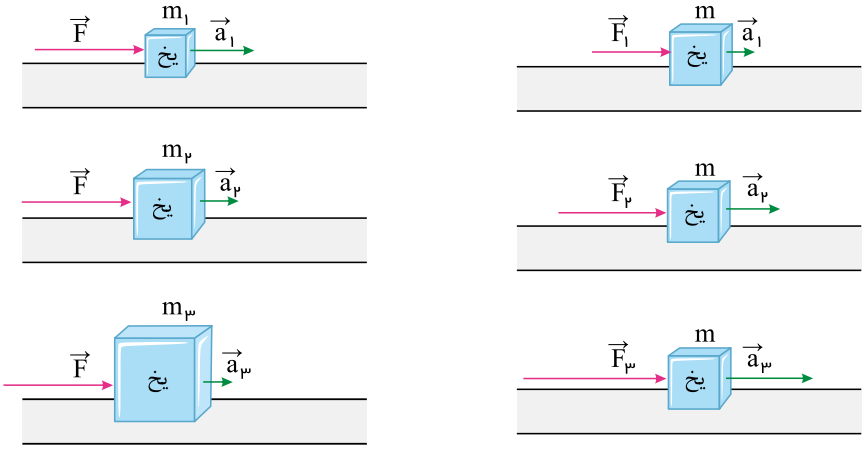


(ب) (الف)

۴۶ در فیلمی علمی – تخیلی، موتور یک کشتی فضایی که در فضای تهی خارج از جو زمین و دور از هر سیاره و خورشید در حرکت است، از کار می‌افتد. در نتیجه حرکت کشتی فضایی کُند می‌شود و می‌ایستد. آیا امکان وقوع چنین رویدادی وجود دارد؟ توضیح دهید.

۴۷ دربارهٔ آزمایش ذهنی گالیله تحقیق کنید.

۴۸ در شکل‌های زیر، قطعه یخ‌ها روی یک سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارند. تفسیر خود را از این شکل‌ها بیان کنید.



۴۹ الف) براساس قانون سوم نیوتون و آنچه از اصطکاک آموختید، توضیح دهید راه رفتن با شروع از حالت سکون چگونه انجام می‌شود؟

ب) چرا راه رفتن روی یک سطح سُر مانند سطح یخ به سختی ممکن است؟

۵۰ شخصی در حال هل دادن جعبه‌ای سنگین روی سطح افقی است و این جعبه در جهت این نیرو حرکت می‌کند. با توجه به آنکه نیرویی که شخص به جعبه وارد می‌کند با نیرویی که جعبه به شخص وارد می‌کند هم‌اندازه است، توضیح دهید چگونه جعبه حرکت می‌کند؟

۵۱ سیبی را در نظر بگیرید که به شاخهٔ درختی آویزان است و سپس از درخت جدا می‌شود.

الف) با رسم شکل نیروهای وارد بر سیب را قبل و بعد از جدا شدن از درخت نشان دهید.

ب) در هر حالت واکنش این نیروها بر چه اجسامی وارد می‌شود؟

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

۵۲ در هریک از موارد زیر، نیروهای وارد بر جسم را مشخص کنید. واکنش هریک از این نیروها به چه جسمی وارد می‌شود؟

الف) خودرویی با سرعت ثابت در یک مسیر مستقیم افقی در حال حرکت است.

ب) کشتی‌ای با سرعت ثابت در حال حرکت است.

پ) قایقرانی در حال پارو زدن است.

ت) چتربازی در هوای آرام و در امتداد قائم در حال سقوط است.

ت) هواپیمایی در یک سطح پروازی افقی با سرعت ثابت در حال حرکت است.

ج) توپی در راستای قائم به زمین برخورد می‌کند و برمی‌گردد.

۵۳ الف) وزن قطعه‌ای طلا به جرم ۱۰۰ گرم را روی سطح زمین به دست آورید.

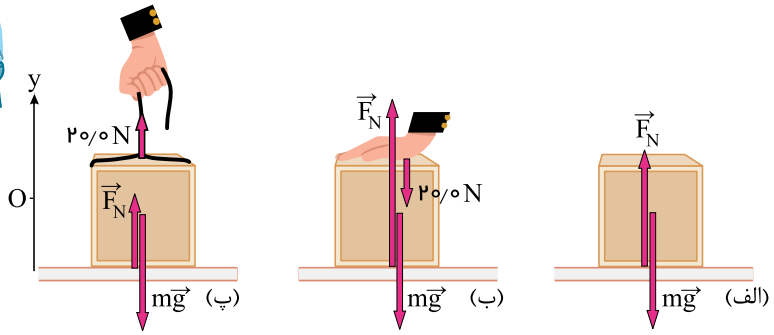
ب) وزن یک جسم در سطح یک سیاره برابر با نیروی گرانشی است که از طرف آن سیاره بر جسم وارد می‌شود. وزن این قطعه طلا را در سطح ماه و مریخ به دست آورید و با هم مقایسه کنید.

$(g_{\text{مریخ}} = ۳٫۷\ \frac{N}{kg}\ ,\ g_{\text{ماه}} = ۱٫۶\ \frac{N}{kg}\ ,\ g_{\text{زمین}} = ۹٫۸\ \frac{N}{kg})$

۵۴ دو گوی هم‌اندازه را که جرم یکی دو برابر دیگری است $(m_۲ = ۲m_۱)$ از بالای برجی به ارتفاع h به‌طور هم‌زمان رها می‌کنیم.
اگر از مقاومت هوا صرف‌نظر کنیم، سرعت برخورد گوی‌ها با زمین را با هم مقایسه کنید.

۵۵ چتربازی از یک وسیلهٔ پرندهٔ تقریباً ساکن که در ارتفاع نسبتاً زیادی قرار دارد، به بیرون می‌پرد و پس از مدتی چتر خود را باز می‌کند و در امتداد قائم سقوط می‌کند. حرکت چترباز را از لحظهٔ پرش تا رسیدن به زمین تحلیل کنید و نموداری تقریبی از تندی آن برحسب زمان رسم کنید.

۵۶ همانند شکل، جعبه‌ای به جرم $۴٫۰\ kg$ روی میزی افقی قرار دارد. نیروی عمودی سطح را در حالت‌های نشان‌داده‌شده به دست آورید.



۵۷ دانش‌آموزی به جرم $۵۰٫۰\ kg$ روی یک ترازوی فنری در آسانسور ایستاده است. در هر یک از حالت‌های زیر این ترازو چند نیوتون را نشان می‌دهد؟ $(g = ۹٫۸۰\ \frac{N}{kg})$

الف) آسانسور ساکن است.

ب) آسانسور با سرعت ثابت حرکت می‌کند.

پ) آسانسور با شتاب $۱٫۲\ \frac{m}{s^۲}$ به طرف بالا شروع به حرکت می‌کند.

ت) آسانسور با شتاب $۱٫۲\ \frac{m}{s^۲}$ به طرف پایین شروع به حرکت می‌کند.

۵۸ وزنه‌ای به جرم $۲٫۰kg$ را به انتهای فنری به طول $۱۲cm$ که ثابت آن $۲۰\ \frac{N}{cm}$ است می‌بندیم و فنر را از سقف یک آسانسور آویزان می‌کنیم. طول فنر را در حالت‌های زیر محاسبه کنید. $(g = ۹٫۸\frac{N}{kg})$ و فرض کنید در هر حالت، جسم متصل به فنر نسبت به آسانسور در حال تعادل باشد.)

الف) آسانسور ساکن است.

ب) آسانسور با سرعت ثابت $۲٫۰\ \frac{m}{s}$ رو به پایین در حرکت است.

پ) آسانسور با شتاب ثابت $۲٫۰\ \frac{m}{s^۲}$ از حال سکون رو به پایین شروع به حرکت کند.

ت) آسانسور با شتاب ثابت $۲٫۰\ \frac{m}{s^۲}$ از حال سکون رو به بالا شروع به حرکت کند.

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

۵۹ در هریک از حالت‌های زیر، عددی را که ترازوی فنری نشان می‌دهد با وزن شخص مقایسه کنید.

الف) آسانسور به طرف بالا شروع به حرکت کند.

ب) آسانسور به طرف پایین شروع به حرکت کند.

پ) آسانسور در حالی‌که به طرف بالا حرکت می‌کند، متوقف شود.

ت) آسانسور در حالی‌که به طرف پایین حرکت می‌کند، متوقف شود.

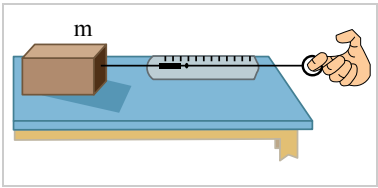
۶۰ آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد ضریب اصطکاک ایستایی جسم به مساحت سطح تماس بستگی ندارد.

وسایل لازم: نیروسنج، قطعهٔ چوبی به شکل مکعب مستطیل با وجوه یکنواخت، ترازو، خط‌کش

شرح آزمایش:

۱) مکعب چوبی را از طرف وجه بزرگ آن ، روی سطح افقی میز قرار می‌دهیم.

۲) نیروسنج را مانند شکل به مکعب چوبی وصل کرده و سر دیگر نیروسنج را با دست گرفته و به‌طور افقی می‌کشیم.



۳) نیروی دست خود را به آرامی افزایش می‌دهیم تا جایی که مکعب چوبی در آستانهٔ لغزیدن قرار گیرد. در این حالت عددی را که نیروسنج نشان می‌دهد، در جدول یادداشت می‌کنیم (برای افزایش دقت در نتیجه‌گیری می‌توان آزمایش را چندین بار تکرار کرد.)

۴) اکنون مکعب چوبی را از طرف وجه کوچک‌تر روی سطح قرار داده و مراحل ۲ و ۳ را تکرار می‌کنیم.

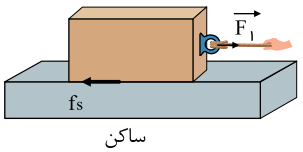
۵) با اندازه‌گیری جرم مکعب چوبی و استفاده از رابطهٔ $f_{s,max} = \mu_s F_N$، ($F_N = mg$, $f_{s,max} = F_{\text{نیروسنج}}$) مقدار μ_s را محاسبه می‌کنیم.

$$(\mu_s = \frac{f_{s,max}}{F_N} = \frac{F_{\text{نیروسنج}}}{mg})$$

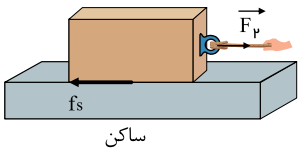
۶۱ اگر در شکل‌های زیر، جرم جسم $۴٫۰kg$ و بزرگی نیروها $F_۱ = ۴٫۰N$، $F_۲ = ۸٫۰N$ و $F_۳ = ۱۶٫۰N$ باشد.

الف) بزرگی نیروهای اصطکاک ایستایی در هر حالت چقدر است؟

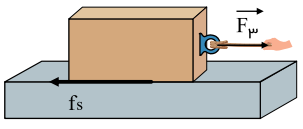
ب) ضریب اصطکاک ایستایی را پیدا کنید.



(الف)
ساکن



(ب)
ساکن



(پ)
در آستانهٔ حرکت

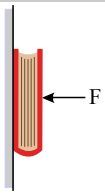
۶۲ جعبه ای به جرم $۷۵kg$ روی سطح افقی قرار دارد اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین جعبه و زمین ۰٫۶۰۰ و جسم در ابتدا ساکن باشد، حداقل نیروی افقی لازم برای به حرکت درآوردن جعبه چقدر است؟ $(g = ۹٫۸\frac{N}{kg})$

۶۳ آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد $f_{s,\max}$ متناسب با F_N است.

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

۶۴ کتابی را مانند شکل با نیروی عمودی F به دیوار قائمی فشرده و ثابت نگه داشته‌ایم.

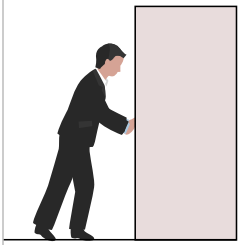


الف) نیروهای وارد بر کتاب را رسم کنید.

ب) اگر جرم کتاب $۲٫۵kg$ باشد، اندازهٔ نیروی اصطکاک را به‌دست آورید.

پ) اگر کتاب را بیشتر به دیوار بفشاریم، آیا نیروی اصطکاک تغییر می‌کند؟ با این کار چه نیروهایی افزایش می‌یابد؟

۶۵ در شکل نشان داده شده، شخص با نیروی $۲۰۰N$ جسم ۹۰٫۰ کیلوگرمی را هُل می‌دهد، اما جسم ساکن می‌ماند. ولی وقتی با نیروی $۳۰۰N$ جسم را هُل می‌دهد، جسم در آستانهٔ حرکت قرار می‌گیرد.



الف) نیروی اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح در هر حالت چقدر است؟

ب) ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح چقدر است؟

پ) اگر پس از حرکت، شخص با نیروی $۲۰۰N$ جسم را هُل دهد و ضریب اصطکاک جنبشی بین سطح و جسم ۰٫۲۰ باشد، شتاب حرکت جسم چقدر خواهد شد؟ $(g = ۹٫۸\frac{m}{s^۲})$

۶۶ قطعه چوبی را با سرعت افقی $۱۰٫۰\frac{m}{s}$ روی سطحی افقی پرتاب می‌کنیم. ضریب اصطکاک جنبشی بین چوب و سطح ۰٫۲۰ است.

الف) چوب پس از پیمودن چه مسافتی می‌ایستد؟

ب) اگر از یک قطعه چوب دیگر استفاده کنیم که جرم آن دو برابر جرم قطعه چوب اول و ضریب اصطکاک جنبشی آن با سطح افقی با اولی یکسان باشد و با همان سرعت پرتاب شود، مسافت پیموده شدهٔ آن چند برابر می‌شود؟

۶۷ آزمایشی طراحی کنید که با آن بتوانید:

الف) نیروی اصطکاک جنبشی وارد بر جسمی مانند یک قطعه چوب در حال لغزش روی سطح را اندازه بگیرید و با استفاده از آن μ_k را به دست آورید.

ب) بستگی یا عدم بستگی نیروی اصطکاک جنبشی به مساحت سطح تماس دو جسم را تحقیق کنید.

۶۸ در شکل روبه‌رو وقتی وزنهٔ $۴٫۰kg$ را به فنر آویزان می‌کنیم، در حالت تعادل طول فنر $۱۴٫۰cm$ می‌شود، وقتی وزنهٔ $۵٫۰kg$ را به فنر آویزان می‌کنیم، در حالت تعادل طول فنر $۱۵٫۰\ cm$ می‌شود.

الف) ثابت فنر چقدر است؟

ب) طول عادی فنر (بدون وزنه) چند سانتی‌متر است؟

۶۹ تعدادی فنر متفاوت تهیه کنید.

الف) سختی آنها را مقایسه کنید.

ب) با طراحی یک آزمایش، ثابت هر فنر را به دست آورید.

۷۰ کارگری یک سطل محتوی مصالح به جرم $۱۶٫۰kg$ را با طناب سبکی به طرف بالا می‌کشد. اگر شتاب رو به بالای سطل $۱٫۲m/s^۲$ باشد، نیروی کشش طناب چقدر است؟ $(g = ۹٫۸۰\frac{m}{s^۲})$

Telegram: @konkur_in

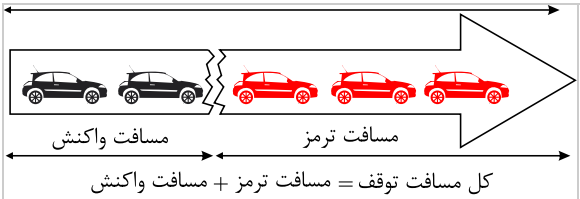
www.konkur.in

۷۱ یک خودروی باری با طناب افقی محکمی، یک خودروی سواری به جرم $1500\ kg$ را می‌کشد. نیروی اصطکاک و مقاومت هوا در مقابل حرکت خودروی سواری $2200\ N$ و $3800\ N$ است.

الف) اگر سرعت خودرو ثابت باشد نیروی کشش طناب چقدر است؟

ب) اگر خودرو با شتاب ثابت $2{,}0\ \frac{m}{s^2}$ به‌طرف راست کشیده شود، نیروی کشش طناب چقدر است؟

۷۲ برای یک راننده دانستن کل مسافت توقف خودرو اهمیت دارد. همان‌طور که شکل نشان می‌دهد کل مسافت توقف، دو قسمت دارد؛ مسافت واکنش (مسافتی که خودرو از لحظهٔ دیدن مانع تا ترمز گرفتن طی می‌کند) و مسافت ترمز (مسافتی که خودرو از لحظهٔ ترمز گرفتن تا توقف کامل طی می‌کند).



الف) دو عامل مؤثر در مسافت واکنش را بنویسید.

ب) زمان واکنش راننده‌ای $0{,}60\ s$ است. در طی این زمان، خودرو مسافت $18m$ را طی می‌کند. با فرض ثابت بودن سرعت در این مدت، اندازهٔ آن را حساب کنید.

پ) اگر در این سرعت راننده ترمز کند و خودرو پس از $5{,}0\ s$ متوقف شود، مسافت ترمز و شتاب خودرو را حساب کنید.

ت) وقتی خودرو ترمز می‌کند، نیروی خالص وارد بر آن چقدر است؟ جرم خودرو را $1500\ kg$ فرض کنید.

۷۳ می‌خواهیم به جسمی که جرم آن $5{,}0\ kg$ است، شتاب $2{,}0\ \frac{m}{s^2}$ بدهیم. نیرویی را که باید به جسم وارد کنیم محاسبه کنید.

الف جسم روی سطح افقی بدون اصطکاک حرکت کند.

ب جسم روی سطح افقی با ضریب اصطکاک $0{,}20$ به طرف راست حرکت کند و شتابش نیز به طرف راست باشد.

۷۴ رانندهٔ خودرویی که با سرعت $72{,}0\ \frac{km}{h}$ در یک مسیر مستقیم در حال حرکت است، با دیدن مانعی اقدام به ترمز می‌کند و خودرو پس از طی مسافت $20{,}0m$ متوقف می‌شود.

الف) شتاب خودرو در مدت ترمز چقدر است؟

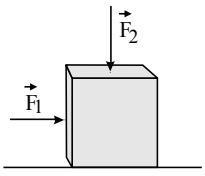
ب) از لحظهٔ ترمز تا توقف کامل خودرو، چقدر طول می‌کشد؟

پ) نیروی اصطکاک بین لاستیک‌ها و سطح چقدر است؟ (جرم خودرو را $1200\ kg$ فرض کنید.)

جسم در راستای قائم با شتاب رو به بالا شروع به حرکت کند.

جسم در راستای قائم با شتاب رو به پایین شروع به حرکت کند.

۷۷ در شکل زیر، نیروی F_1 به بزرگی $20{,}0\ N$ بر جعبه وارد شده است، اما جعبه همچنان ساکن است. اگر در همین حالت بزرگی نیروی قائم $\vec{F}_2$ که جعبه را به زمین می‌فشارد از صفر شروع به افزایش کند، کمیت‌های زیر چگونه تغییر می‌کنند؟



الف) اندازهٔ نیروی عمودی سطح وارد بر جعبه

ب) اندازهٔ نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر جعبه

پ) اندازهٔ بیشینهٔ نیروی اصطکاک ایستایی

ت) نیروی خالص وارد بر جسم

۷۸ توپی به جرم $280\ g$ با تندی $15{,}0\ \frac{m}{s}$ به‌طور افقی به بازیکنی نزدیک می‌شود. بازیکن با مشت به توپ ضربه می‌زند و باعث می‌شود توپ با تندی $22{,}0\ \frac{m}{s}$ در جهت مخالف برگردد.

الف) اندازهٔ تغییر تکانهٔ توپ را محاسبه کنید.

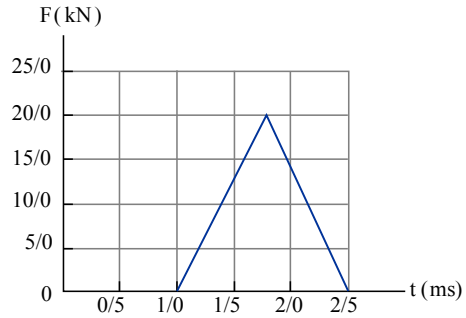
ب) اگر مشت بازیکن $0{,}0600\ s$ با توپ در تماس باشد، اندازهٔ نیروی متوسط وارد بر مشت بازیکن از طرف توپ را به دست آورید.

۷۹ نشان دهید بین اندازهٔ تکانه (p) و انرژی جنبشی (K) جسمی به جرم m رابطهٔ $K = \frac{p^2}{2m}$ برقرار است.

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

۸۰ شکل زیر، منحنی نیروی خالص برحسب زمان را برای توپ بیسبالی که با چوب بیسبال به آن ضربه زده شده است، نشان می‌دهد. تغییر تکانهٔ توپ و نیروی خالص متوسط وارد بر آن را در مدت ضربه زدن به‌دست آورید.



۸۱ ثابت گرانشی G را اولین بار هنری کاوندیش در سال ۱۷۹۸ اندازه‌گیری کرد. در مورد روش اندازه‌گیری G توسط هنری کاوندیش تحقیق کنید و نتیجه را به کلاس گزارش دهید.

۸۲ دو جسم در فاصلهٔ $۲۰٫۰m$ از هم، یکدیگر را با نیروی گرانشی کوچک $۱٫۰۰ \times ۱۰^{-۸} N$، جذب می‌کنند. اگر جرم یکی از اجسام $۵۰٫۰kg$ باشد، جرم جسم دیگر چقدر است؟

۸۳ الف) سفینه‌ای به جرم $۳٫۰۰ \times ۱۰^{۴} kg$ در وسط فاصلهٔ بین زمین و ماه قرار دارد. نیروی گرانشی خالصی را که از طرف زمین و ماه به این سفینه در این مکان وارد می‌شود به‌دست آورید. (از داده‌های مسئله‌های قبل استفاده کنید).

ب) در چه فاصله‌ای از زمین، نیروی گرانشی ماه و زمین بر سفینه، یکدیگر را خنثی می‌کنند؟

$M_{\text{زمین}} = ۵٫۹۸ \times ۱۰^{۲۴} kg \ , \ M_{\text{ماه}} = ۷٫۳۶ \times ۱۰^{۲۲} kg$

فاصلهٔ زمین تا ماه $= ۳٫۸۴ \times ۱۰^{۵} km$

۸۴ نشان دهید شتاب گرانشی روی زمین برابر است با: $g = G\dfrac{M_e}{R_e^{۲}}$

۸۵ الف) در چه ارتفاعی از سطح زمین، وزن یک شخص به نصف مقدار خود در سطح زمین می‌رسد؟

ب) اگر جرم ماهواره‌ای ۲۵۰ kg باشد، وزن آن در ارتفاع ۳۶۰۰۰ کیلومتری از سطح زمین چقدر خواهد شد؟

۸۶ الف) شتاب گرانشی ناشی از خورشید در سطح زمین چقدر است؟

ب) شتاب گرانشی ناشی از ماه در سطح زمین چقدر است؟

$M_{\text{خورشید}} = ۱٫۹۹ \times ۱۰^{۳۰} kg \ , \ M_{\text{ماه}} = ۷٫۳۶ \times ۱۰^{۲۲} kg$

فاصلهٔ زمین تا خورشید $= ۱۴۹٫۶ \times ۱۰^{۶} km$

فاصلهٔ زمین تا ماه $= ۳٫۸۴ \times ۱۰^{۵} km$

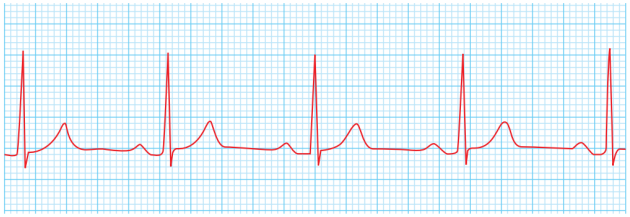
۸۷ تلسکوپ فضایی هابل در ارتفاع تقریبی ۶۰۰ کیلومتری از سطح زمین به دور زمین می‌چرخد.

الف) شتاب گرانشی در این فاصله چقدر است؟

ب) وزن این تلسکوپ در این ارتفاع چند برابر وزن آن روی زمین است؟

۸۸ در حرکت هماهنگ ساده، مکان $x(t)$ باید پس از گذشت یک دورهٔ تناوب برابر مقدار اولیه‌اش شود. یعنی اگر $x(t)$ مکان در زمان دلخواه t باشد، آنگاه نوسانگر باید در زمان $t+T$ دوباره به همان مکان بازگردد و بنابراین $A\cos\omega t = A\cos\omega(t+T)$. بر این اساس نشان دهید $\omega = ۲\dfrac{\pi}{T}$.

۸۹ بسامد ضربان قلب مربوط به نمودار شکل زیر چقدر است؟ (دورهٔ تناوب ضربان قلب این شخص $\dfrac{۱}{۶۵}$ دقیقه یا ۰٫۹۲ ثانیه است.)



۹۰ دامنهٔ نوسان یک حرکت هماهنگ ساده $۳٫۰ \times ۱۰^{-۲} m$ و بسامد آن $۵Hz$ است. معادلهٔ حرکت این نوسانگر را نوشته و نمودار مکان – زمان آن را در یک دوره رسم کنید.

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

۹۱ ذره‌ای در حال نوسان هماهنگ ساده با دورهٔ تناوب T است. با فرض اینکه در $t = ۰s$ ذره در $x = +A$ باشد، تعیین کنید در هر یک از لحظات زیر، آیا ذره در $x = -A$، در، $x = +A$ یا در $x = ۰$ خواهد بود؟ الف) $t = ۲٫۰۰T$ ب) $t = ۳٫۵۰T$ ، پ) $t = ۵٫۲۵T$ (راهنمایی: برای پاسخ به این تمرین، ساده‌تر آن است که چند دوره از یک نمودار کسینوسی را رسم کنید.)

۹۲ معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ یک نوسانگر در SI به‌صورت $x = (۰٫۰۵۰m)\cos ۲۰\pi t$ است.

الف در چه زمانی، پس از لحظهٔ صفر، برای نخستین بار تندی نوسانگر به بیشترین مقدار خود می‌رسد؟

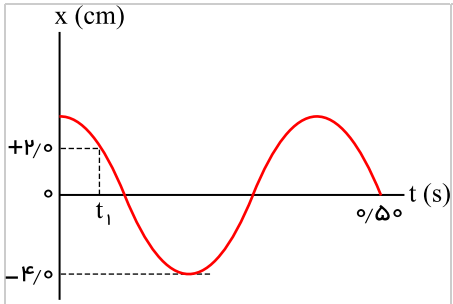
ب در چه زمانی، پس از لحظهٔ صفر، برای نخستین بار تندی نوسانگر به صفر می‌رسد؟

۹۳ جسمی به جرم $۱٫۰kg$ به فنری افقی با ثابت $۶٫۰\frac{N}{cm}$ متصل است. فنر به اندازهٔ $۹٫۰cm$ فشرده و سپس رها می‌شود و جسم روی سطح افقی شروع به نوسان می‌کند. با چشم‌پوشی از اصطکاک:

الف) دامنهٔ نوسان و تندی بیشینهٔ جسم چقدر است؟

ب) وقتی تندی جسم $۱٫۶\frac{m}{s}$ است، انرژی پتانسیل کشسانی آن چقدر است؟

۹۴ نمودار مکان - زمان نوسانگری مطابق شکل زیر است:



الف) معادلهٔ حرکت این نوسانگر را بنویسید.

ب) مقدار $t_۱$ را به دست آورید.

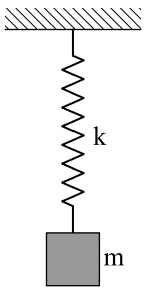
پ) اندازهٔ شتاب نوسانگر را در لحظهٔ $t_۱$ محاسبه کنید.

۹۵ با انتخاب وزنه‌ها و فنرهای مختلف در آرایشی مطابق شکل و با اندازه‌گیری زمان تعداد مشخصی نوسان کامل، و سپس محاسبهٔ دورهٔ تناوب T برای هر سامانهٔ جرم ــ فنر به‌طور تجربی نشان دهید که:

الف) دورهٔ تناوب سامانهٔ جرم ــ فنر با یک فنر معیّن ولی وزنه‌های متفاوت، با جذر جرم وزنه به‌طور مستقیم متناب است. $(T \propto \sqrt{m})$

ب) دورهٔ تناوب سامانهٔ جرم ــ فنر با یک وزنهٔ معین ولی فنرهای متفاوت، با جذر ثابت فنر به‌طور وارون متناسب است. $(T \propto \frac{۱}{\sqrt{k}})$

پ) دورهٔ تناوب سامانهٔ جرم ــ فنر مستقل از دامنه است.



۹۶ جرم خودرویی همراه با سرنشینان آن $۱۶۰۰kg$ است. این خودرو روی چهار فنر با ثابت $۲٫۰۰ \times ۱۰^{۴}\frac{N}{m}$ سوار شده است. دورهٔ تناوب، بسامد و بسامد زاویه‌ای ارتعاش خودرو وقتی از چاله‌ای می‌گذرد چقدر است؟ فرض کنید وزن خودرو به‌طور یکنواخت روی فنرهای چهارچرخ توزیع شده است.

۹۷ هرگاه جسمی به جرم m به فنری متصل شود و به نوسان درآید، با دورهٔ تناوب $۲٫۰s$ نوسان می‌کند. اگر جرم این جسم $۲٫۰kg$ افزایش یابد، دورهٔ تناوب $۳٫۰s$ می‌شود. مقدار m چقدر است؟

۹۸ دامنهٔ نوسان وزنه‌ای که به یک فنر با ثابت فنر $۷۴\frac{N}{m}$ متصل است و در راستای افقی نوسان می‌کند، برابر $۸٫۰cm$ است. اگر انرژی پتانسیل این نوسانگر در نقطه‌ای از مسیر نوسان، $۸٫۰ \times ۱۰^{-۲}J$ باشد، انرژی جنبشی آن در این مکان چقدر است؟ (از نیروهای اتلافی چشم‌پوشی شود.)

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

۱۰۰ الف) ساعتی آونگ‌دار (با آونگ ساده) در تهران تنظیم شده است. اگر این ساعت به منطقه‌ای در استوا برده شود، عقب می‌افتد یا جلو؟ مقدار این عقب یا جلو افتادن در یک شبانه‌روز چقدر است؟

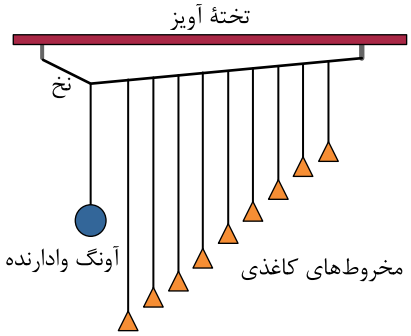
$(g_{\text{استوا}} = ۹٫۷۸ \frac{m}{s^۲}$ و $g_{\text{تهران}} = ۹٫۸۰ \frac{m}{s^۲})$

ب) به‌نظر شما آیا با افزایش دما، یک ساعت آونگ‌دار جلو می‌افتد یا عقب؟

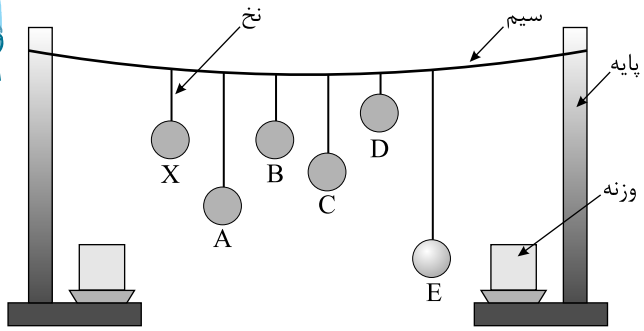
۱۰۱ طول تعدادی آونگ ساده که از میله‌ای افقی آویزان‌اند، عبارت‌اند از $۰٫۴۰m$ ، $۰٫۸۰m$ ، $۱٫۲m$ ، $۲٫۸m$ ، $۳٫۵m$. فرض کنید میله دستخوش نوسان‌هایی افقی با بسامد زاویه‌ای در گستردهٔ $۲٫۰ \frac{rad}{s}$ تا $۴٫۰ \frac{rad}{s}$ بشود. کدام آونگ‌ها با دامنهٔ بزرگ‌تری به نوسان درمی‌آیند؟ (توجه کنید گرچه تشدید در بسامد مشخصی رخ می‌دهد اما دامنهٔ نوسان در نزدیک این بسامد همچنان بزرگ است).

۱۰۲ در پی زمین‌لرزهٔ عظیمی (به بزرگی ۸٫۱ مقیاس ریشتر) که در ساحل غربی مکزیک در سال ۱۹۸۵ اتفاق افتاد ساختمان‌های نیمه‌بلند فرو ریختند، ولی ساختمان‌های کوتاه و بلندتر پابرجا ماندند. علیت این پدیده را توضیح دهید.

۱۰۳ آونگ‌های بارتون: یک آونگ با وزنهٔ سنگین و تعدادی آونگ سبک با طول‌های متفاوت را مطابق شکل سوار کنید. آونگ‌ها روی نخی سوار شده‌اند که هر دو انتهای آن توسط گیره‌هایی به تختهٔ آویز متصل شده است. به آونگ سنگین اصطلاحاً آونگ وادارنده گفته می‌شود، زیرا به نوسان درآوردن این آونگ در صفحهٔ عمود بر صفحهٔ شکل، موجب تاب خوردن نخ آویز و در نتیجه به نوسان واداشتن سایر آونگ‌ها می‌شود. آونگ وادارنده را به نوسان درآورید و آنچه را مشاهده می‌کنید بنویسید.



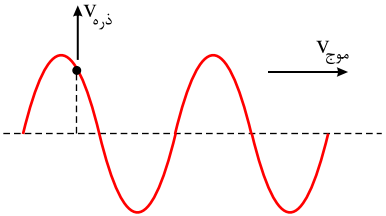
۱۰۴ مطابق شکل چند آونگ را از سیمی آویخته‌ایم. توضیح دهید با به نوسان درآوردن آونگ X، آونگ‌های دیگر چگونه نوسان می‌کنند؟



۱۰۵ هر فرد معمولاً با چرخشِ اندک بدنش به چپ و راست، راه می‌رود و بدین ترتیب نیروهای کوچکی به زمینِ زیر پایش وارد می‌کند. این نیروها بسامدی در حدود $۰٫۵Hz$ دارند. لرزش شدید پل هوایی میلینیوم در آغاز هزارهٔ جدید را به عبور منظم گروهی از افراد از این پل ربط داده‌اند. چگونه ممکن است نوسان‌های بدن این افراد موجب چنین لرزشی شده باشد؟

۱۰۶ یکی از ویژگی‌های موج پیش‌رونده، انتقال انرژی از یک نقطه به نقطهٔ دیگر، در جهت انتشار موج است. با در نظر گرفتن یک تپ طولی در یک فنر بلند کشیده‌شده، این ویژگی را توضیح دهید.

۱۰۷ شکل زیر موجی عرضی در یک ریسمان را نشان می‌دهد که با تندی $v_{\text{موج}}$ به سمت راست حرکت می‌کند، در حالی که تندیِ ذرهٔ نشان داده‌شدهٔ ریسمان $v_{\text{ذره}}$ است. آیا این دو تندی با هم برابرند؟ توضیح دهید.



Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

۱۰۸ در سازهای زهی مانند تار، کمانچه و گیتار با سفت یا شل کردن تار، تندی انتشار موج عرضی در تار تغییر می‌کند. در یک گیتار طول هر تار بین دو انتهای ثابت $۰٫۶۲۸m$ است. برای نواختن بالاترین بسامد، جرم تار $۰٫۲۰۸g$ و برای نواختن پایین‌ترین بسامد، جرم تار $۳٫۳۲g$ است. تارها تحت کششی برابر $۲۲۶N$ قرار دارند. تندی انتشار موج برای ایجاد این دو بسامد چقدر است؟

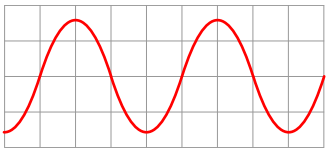
۱۰۹ سیمی با چگالی $۷٫۸۰\frac{g}{cm^۲}$ و سطح مقطع $۰٫۵۰mm^۲$ بین دو نقطه با نیروی $۱۵۶N$ کشیده شده است. تندی انتشار موج عرضی را در این سیم محاسبه کنید.

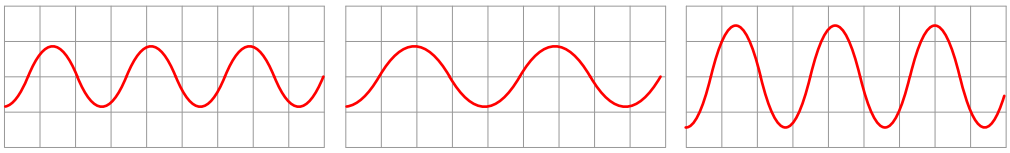
۱۱۰ یک نوسان‌ساز موج‌هایی دوره‌ای در یک ریسمان کشیده ایجاد می‌کند.

الف) با افزایش بسامد نوسان‌ساز کدام‌یک از کمیت‌های زیر تغییر نمی‌کند؟ بسامد موج، تندی موج، طول‌موجِ موج

ب) حال اگر به‌جای افزایش بسامد، کشش ریسمان را افزایش دهیم، هریک از کمیت‌های زیر چه تغییری می‌کند؟ بسامد موج، تندی موج، طول‌موجِ موج.

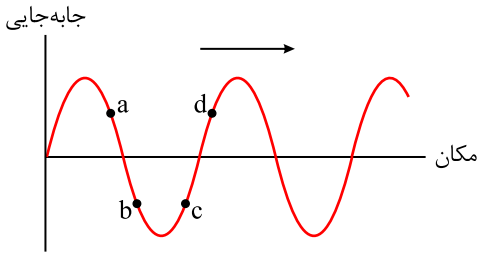
۱۱۱ شکل روبه‌رو موجی عرضی را نشان می‌دهد. دامنه و طول موج هر کدام از شکل موج‌های الف) ، ب) و پ) را با دامنه و طول موج این شکل مقایسه کنید.



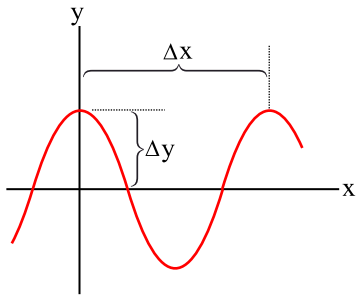


(الف) (ب) (پ)

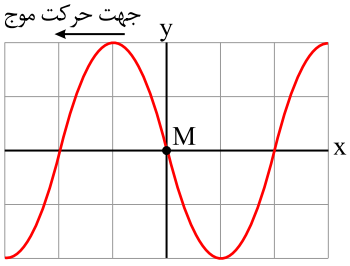
۱۱۲ شکل زیر یک موج سینوسی را در لحظه‌ای از زمان نشان می‌دهد که در جهت محور x در طول ریسمان کشیده‌شده‌ای حرکت می‌کند. چهار جزء از این ریسمان روی شکل نشان داده شده‌اند. در این لحظه هریک از این چهار جزء بالا می‌روند یا پایین؟



۱۱۳ در نمودار جابه‌جایی - مکانِ موج عرضیِ شکل زیر $\Delta x = ۴۰٫۰cm$ و $\Delta y = ۱۵٫۰cm$ است. اگر بسامد نوسان‌های چشمه $۸٫۰۰Hz$ باشد، طول موج، دامنه، تندی و دورهٔ تناوب موج چقدر است؟



۱۱۴ شکل زیر یک تصویر لحظه‌ای از موجی عرضی در یک ریسمان کشیده‌شده را نشان می‌دهد. موج به سمت چپ حرکت می‌کند.



الف با رسم این موج در زمان $\frac{T}{۴}$ بعد، نشان دهید جزء M ریسمان در این مدت در چه جهتی حرکت کرده است. همچنین روی این موج، دامنهٔ موج و طول موج را نشان دهید.

ب اگر طول موج $۵٫۰cm$ و تندی موج $۱۰\frac{cm}{s}$ باشد، بسامد موج را به دست آورید.

پ تعیین کنید موج در مدت $\frac{T}{۴}$ چه مسافتی را پیموده است؟

۱۱۵ شکل زیر طیف موج‌های الکترومغناطیسی را با یک مقیاس تقریبی نشان می‌دهد.

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

پرتوهای X / پرتوهای γ	P	Q	R	S	T

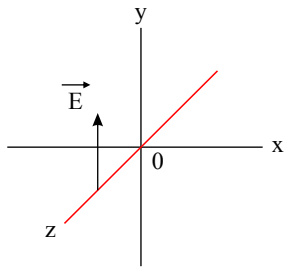
الف نام قسمت‌هایی از طیف را که با حروف علامت‌گذاری شده‌اند، بنویسید.

ب اگر در طول طیف از چپ به راست حرکت کنیم، مقدار کدام مشخصه‌های موج افزایش یا کاهش می‌یابد و کدام ثابت می‌ماند؟

۱۱۶ الف) طول موج نور نارنجی در هوا حدود $۶٫۲۰ \times ۱۰^{-۷} m$ است، بسامد این نور چند هرتز است؟

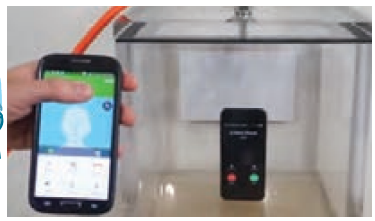
ب) بسامد نور قرمز حدود $۴٫۳۰ \times ۱۰^{۱۴} Hz$ است. طول موج این نور را در هوا و آب حساب کنید. (سرعت نور را در هوا $۳٫۰ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}$ و در آب $۲٫۲۵ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}$ فرض کنید.)

۱۱۷ شکل زیر میدان الکتریکی یک موج الکترومغناطیسی سینوسی را در نقطه‌ای معین و دور از چشمه، در یک لحظه نشان می‌دهد. موج انرژی را در خلاف جهت محور z انتقال می‌دهد. جهت میدان مغناطیسی موج را در این نقطه و این لحظه تعیین کنید.



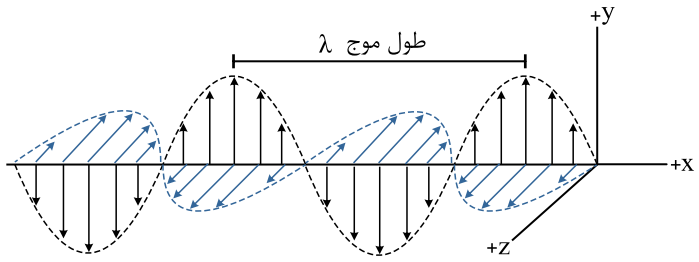
۱۱۸ در مورد نواحی اصلی طیف امواج الکترومغناطیسی، چگونگی تولید و کاربردهای آنها تحقیق کنید.

۱۱۹ مطابق شکل روبه‌رو یک گوشی تلفن همراه را در یک محفظهٔ تخلیهٔ هوای شیشه‌ای آویزان کنید. با برقراری تماس با گوشی، صدای آن را خواهید شنید. ولی با به کار افتادن پمپ تخلیهٔ هوا، صدا به‌تدریج ضعیف و سرانجام خاموش می‌شود، در حالی که امواج الکترمغناطیسی همچنان به گوش می‌رسند. از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟



۱۲۰ طول آنتن یک گوشی تلفن همراه قدیمی معمولاً $\frac{۱}{۴}$ طول موج دریافتی است. اگر طول چنین آنتنی تقریباً برابر $۸٫۵cm$ باشد، بسامدی را که این گوشی با آن کار می‌کند تعیین کنید.

۱۲۱ در یک لحظهٔ خاص، میدان الکتریکی مربوط به یک موج الکترومغناطیسی در نقطه‌ای از فضا در جهت $+z$ و میدان مغناطیسی مربوط به آن در جهت $+y$ است. جهت انتشار در کدام سو است؟ (جهت‌های $+x$، $+y$ و $+z$ را مانند شکل در نظر بگیرید.)

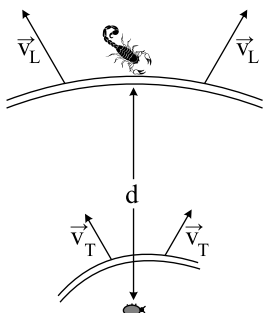


۱۲۲ چشمهٔ موجی با بسامد $۱۰Hz$ در یک محیط که تندی انتشار موج در آن $۱۰۰ \frac{m}{s}$ است، نوسان‌هایی طولی ایجاد می‌کند. اگر دامنهٔ نوسان‌ها $۴٫۰cm$ باشد،

الف) فاصلهٔ بین دو تراکم متوالی این موج چقدر است؟

ب) فاصلهٔ بین یک تراکم و یک انبساط متوالی چقدر است؟

۱۲۳ عقرب‌های ماسه‌ای وجود طعمه را با امواجی که بر اثر حرکت طعمه در ساحل شنی ایجاد می‌شود، احساس می‌کنند. این امواج که در سطح ماسه منتشر می‌شوند، بر دو نوع‌اند: امواج عرضی با تندی $v_T = ۵۰ \frac{m}{s}$ و امواج طولی با تندی $v_L = ۱۵۰ \frac{m}{s}$. عقرب ماسه‌ای می‌تواند با استفاده از اختلاف زمانی بین زمان رسیدن این امواج به نزدیک‌ترین پای خود، فاصلهٔ خود از طعمه را تعیین کند. اگر این اختلاف زمان برابر $\Delta t = ۴٫۰ms$ باشد، طعمه در چه فاصله‌ای از عقرب قرار دارد؟



Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

۱۲۴ توضیح دهید کدام‌یک از عامل‌های زیر بر تندی صوت در هوا مؤثر است.

الف) شکل موج ب) دامنهٔ موج پ) بسامد موج ت) دمای هوا

۱۲۵ تندی صوت در یک فلز خاص، برابر $v_{\text{فلز}}$ است. به یک سر لولهٔ توخالی بلندی از جنس این فلز به طول L ضربهٔ محکمی می‌زنیم. شنونده‌ای که در سر دیگر این لوله قرار دارد دو صدا را می‌شنود. یکی ناشی از موجی است که از دیوارهٔ لوله می‌گذرد و دیگری از موجی است که از طریق هوای داخل لوله عبور می‌کند.

الف) اگر تندی صوت در هوا $v_{\text{هوا}}$ باشد، بازهٔ زمانی Δt بین دریافت این دو صدا در گوش شنونده چقدر خواهد بود؟ $(v_{\text{هوا}} = ۳۴۰\ \frac{m}{s})$

ب) اگر $\Delta t = ۱٫۰۰\ s$ و فلز از جنس فولاد باشد، طول L اولیه چقدر است؟ $(v_{\text{فولاد}} = ۵۹۴۱\ \frac{m}{s})$

۱۲۶ شخصی با چکش، به انتهای میلهٔ باریک بلندی ضربه‌ای می‌زند. تندی صوت در این میله ۱۵ برابر تندی صوت در هوا است. شخص دیگری که گوش خود را نزدیک به انتهای دیگر میله گذاشته است، دو صدا را که یکی از میله می‌آید و دیگری از هوای اطراف میله، با اختلاف زمانی $۰٫۱۲s$ می‌شنود. اگر تندی صوت در هوا $۳۴۰\ \frac{m}{s}$ باشد، طول میله چقدر است؟

۱۲۷ الف) چگونگی ایجاد صوت توسط دیاپازون را توضیح دهید.

ب) به نظر شما چه ساز و کاری موجب صدای وزوزِ حشرات هنگام پرواز می‌شود؟

۱۲۸ در سونوگرافی معمولاً از کاوه‌ای دستی موسوم به تراگذار فراصوتی برای تشخیص پزشکی استفاده می‌شود که دقیقاً روی ناحیهٔ مورد نظر از بدن بیمار گذاشته و حرکت داده می‌شود. این کاوه در بسامد $۶٫۷MHz$ عمل می‌کند.

الف بسامد زاویه‌ای در این کاوهٔ نوسان چقدر است؟

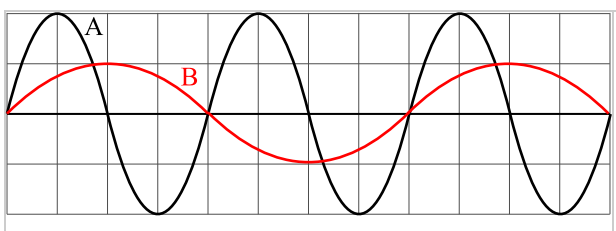
ب اگر تندی موج صوتی در بافتی نرم از بدن $۱۵۰۰\ \frac{m}{s}$ باشد، طول موج این موج در این بافت چقدر است؟

۱۲۹ در یک آتش بازی، موشکی در بالای آسمان منفجر می‌شود. فرض کنید صوت به‌طور یکنواخت در تمام جهت‌ها منتشر شود. از جذب انرژی صوتی در محیط و نیز از بازتابی که ممکن است امواج صوتی از زمین پیدا کند چشم‌پوشی کنید. با فرض اینکه صوت با شدت $I = ۰٫۱\ \frac{W}{m^۲}$ به شنونده‌ای برسد که به فاصلهٔ $r_۱ = ۶۴۰m$ از محل انفجار قرار دارد، این صوت به شنونده‌ای که در فاصلهٔ $r_۲ = ۱۶۰m$ از محل انفجار قرار دارد با چه شدتی می‌رسد؟

۱۳۰ موجی صوتی با توان $۱٫۲ \times ۱۰^{-۴}W$ از دو صفحهٔ فرضی مطابق شکل می‌گذرد. اگر مساحت صفحه‌ها به‌ترتیب $A_۱ = ۴٫۰m^۲$ و $A_۲ = ۱۲m^۲$ باشد، شدت صوت در دو سطح را تعیین کنید و توضیح دهید چرا شنونده در محل صفحهٔ دوم، صدا را آهسته‌تر می‌شنود؟

۱۳۱ با زیاد کردن صدای تلویزیونی، شدت صوتی که به گوش ما می‌رسد ۱۰۰ برابر می‌شود. تراز شدت صوتی که می‌شنویم چند دسی بل افزایش یافته است؟

۱۳۲ نمودار جابه‌جایی ـ مکان دو موج صوتی A و B که در محیط منتشر شده‌اند، به‌صورت زیر است. دامنه، طول موج، بسامد و شدت این دو موج صوتی را با هم مقایسه کنید.



۱۳۳ یک دستگاه صوتی، صدایی با تراز شدت $\beta_۱ = ۹۰٫۰dB$ و دستگاه صوتی دیگر، صدایی با تراز شدت $\beta_۲ = ۹۵٫۰dB$ ایجاد می‌کند. شدت‌های مربوط به این دو تراز (برحسب $\frac{W}{m^۲}$) به‌ترتیب $I_۱$ و $I_۲$ هستند. نسبت $\frac{I_۲}{I_۱}$ را تعیین کنید.

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

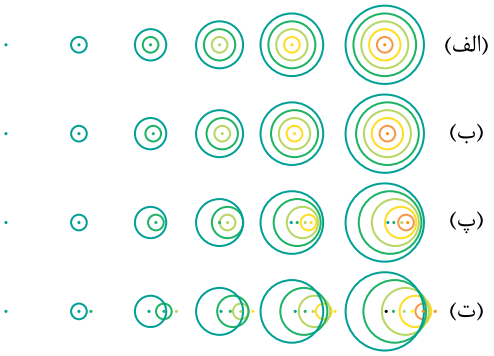
۱۳۴ اگر به مدت ۱۰ دقیقه در معرض صوتی با تراز شدت $۱۰dB$ باشیم، آستانهٔ شنوایی به‌طور موقت از $۰dB$ به $۲۸dB$ افزایش می‌یابد. مطالعات نشان داده است که به‌طور متوسط اگر به مدت ۱۰ سال در معرض صدایی با تراز شدت $۹۲dB$ قرار گیریم، آستانهٔ شنوایی به‌طور دائم به $۲۸dB$ افزایش می‌یابد. شدت‌های صوت مربوط به $۲۸dB$ و $۹۲dB$ چقدر است؟

۱۳۵ شدت صدای حاصل از یک متهٔ سنگ‌شکن در فاصلهٔ $۱۰/۰m$ از آن $۱/۰ \times ۱۰^{-۲} \frac{W}{m^۲}$ است. تراز شدت صوتی آن برحسب dB چقدر می‌شود؟

۱۳۶ در هر ردیف شکل روبه‌رو، جبهه‌های موج متوالی حاصل از یک چشمه را می‌بینید.

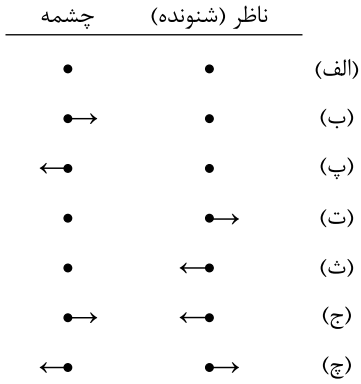
الف) تندی چشمه‌ها را با هم مقایسه کنید.

ب) تندی هر چشمه را با تندی صوت مقایسه کنید.



۱۳۷ شکل مقابل جهت‌های حرکت یک چشمهٔ صوتی و یک ناظر (شنونده) را در وضعیت‌های مختلف نشان می‌دهد.

بسامدی را که ناظر در حالت‌های مختلف می‌شنود با حالت‌های الف مقایسه کنید.



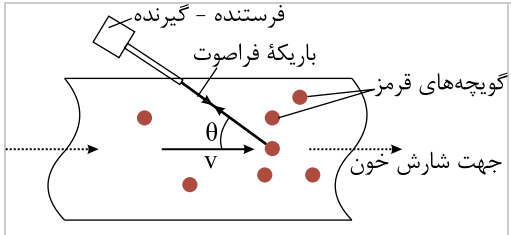
۱۳۸ دانش‌آموزی بین دو صخرهٔ قائم ایستاده و فاصلهٔ او از صخرهٔ نزدیک‌تر $۲۴۰m$ است. دانش‌آموز فریاد می‌زند و اولین پژواک صدای خود را پس از ۱/۵ ثانیه و صدای پژواک دوم را ۱ ثانیه بعد از پژواک اول می‌شنود.

الف) تندی صوت در هوا چقدر است؟

ب) فاصلهٔ بین دو صخره را بیابید.

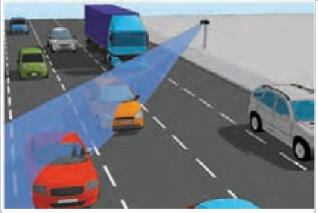
۱۳۹ اندازه‌گیری تندی شارش خون:

از مکان‌یابی پژواکی به همراه اثر دوپلر می‌توان برای تعیین تندی شارش خون (گویچه‌های قرمز) در رگ‌ها استفاده کرد. در مورد چگونگی این فناوری تحقیق کنید.



۱۴۰ رادار دوپلری: از امواج الکترومغناطیسی نیز می‌توان برای مکان‌یابی پژواکی استفاده کرد.

در این مورد و کاربرد آن به‌خصوص در تعیین تندی خودروها تحقیق کنید.



۱۴۱ کمترین فاصلهٔ بین شما و یک دیوار بلند چقدر باشد تا پژواک صدای خود را از صدای اصلی تمیز دهید؟ تندی صوت در هوا را $۳۴۰ \frac{m}{s}$ در نظر

Telegram: @konkur_in

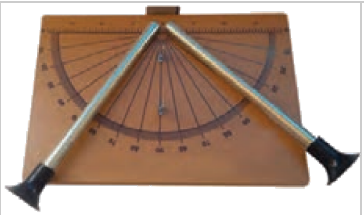
www.konkur.in

۱۴۲ دربارهٔ میکروفون سهموی که از آن برای ثبت صداهای ضعیف و دستگاه لیتوتریپسی که از آن برای شکستن سنگ‌های کلیه، با کمک بازتابنده‌های بیضوی استفاده می‌شود تحقیق کنید.

تصویری از یک میکروفون سهموی

۱۴۳ با اسباب نشان‌داده‌شده در شکل روبه‌رو، می‌توان زاویهٔ تابش و زاویهٔ بازتابش را در امواج صوتی اندازه‌گیری کرد.

با استفاده از این اسباب، قانون بازتاب عمومی را برای امواج صوتی تحقیق کنید.

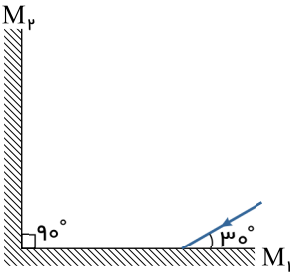


نمایشی از اسباب آزمایش بازتاب صوت

۱۴۴ اگر در فاصلهٔ مناسبی از یک رشته پلکان بلند بایستید و یک بار کف بزنید، پژواکی بیشتر از یک صدای برهم زدن دست می‌شنوید. نمونهٔ جالبی از این پدیده در برابر رشته پله‌های معبد قدیمی کوکولکان در مکزیک رخ می‌دهد. این معبد از ۹۲ پله سنگی تشکیل شده است. در مورد چنین پژواکی توضیح دهید.

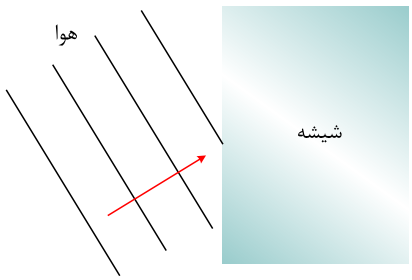
تصویری از معبد کوکولکان

۱۴۵ در شکل‌های زیر پرتوهای بازتابیده از آینه‌های تخت M_1 و M_2 را رسم کنید.



۱۴۶ وقتی یک باریکهٔ لیزر را به دیوار کلاس می‌تابانیم، همهٔ دانش‌آموزان نقطهٔ رنگی ایجادشده روی دیوار را می‌بینند. دلیل آن چیست؟

۱۴۷ در شکل زیر موج نوری فرودی از هوا وارد شیشه می‌شود. بخشی از موج در سطح جدایی دو محیط باز می‌تابد و بخشی دیگر شکست می‌یابد و وارد شیشه می‌شود.



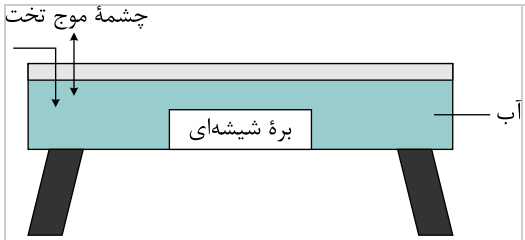
۱) طول موجِ موجِ بازتابیده را با موجِ فرودی مقایسه کنید.

۲) جبهه‌های موج شکست‌یافته را رسم کنید.

Telegram: @konkur_in

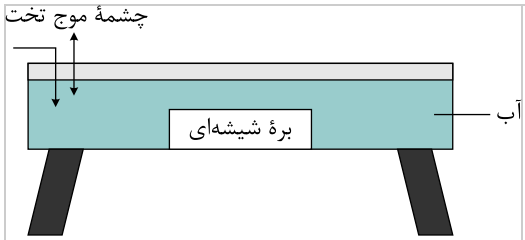
www.konkur.in

۱۴۸ در تشت موج شکل زیر، تندی امواج در ناحیهٔ کم‌عمق ۰٫۴ برابر تندی در ناحیهٔ عمیق است. اگر زاویهٔ تابش امواج در آب 30° باشد، زاویهٔ شکست چقدر می‌شود؟



۱۴۹ در یک تشت موج به کمک یک نوسان‌ساز تیغه‌ای که با بسامد $5/0Hz$ کار می‌کند، امواجی تخت ایجاد می‌کنیم، به‌طوری که فاصلهٔ بین دو برآمدگی متوالی آن برابر با $10cm$ می‌شود.

اگر اکنون بُره‌ای شیشه‌ای را در کف تشت قرار دهیم، امواج در ورود به ناحیهٔ کم‌عمقِ بالای بُره، شکست پیدا می‌کنند. اگر تندی امواج در ناحیهٔ کم‌عمق، ۰٫۴۰ برابر تندی در ناحیهٔ عمیق باشد، طول موج امواج در ناحیهٔ کم‌عمق چقدر می‌شود؟

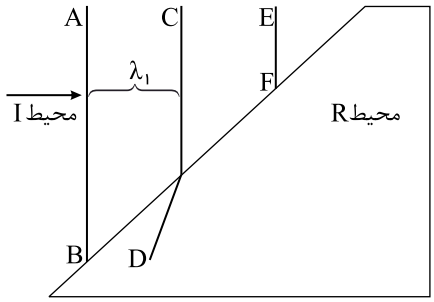


۱۵۰ اگر موج سینوسی از قسمت ضخیم طناب به قسمت نازک آن وارد شود، بسامد، تندی و طول موجِ موجِ عبوری در مقایسه با موج فرودی چه تغییری می‌کند؟

۱۵۱ ضریب شکست آب ۱٫۳ و ضریب شکست شیشه ۱٫۵ است. اگر نوری به‌طور مایل از آب به مرز شیشه با آب بتابد، با رسم نموداری، جبهه‌های موج را در دو محیط نشان دهید.

۱۵۲ با رسم شکلی از جبهه‌های موج توضیح دهید چگونه جهت انتشار جبهه‌های موج با رسیدن به یک ساحل شیب‌دار، تغییر می‌کند.

۱۵۳ شکل زیر جبهه‌های موجی را نشان می‌دهد که بر مرز بین محیط I و محیط R فرود آمده‌اند.



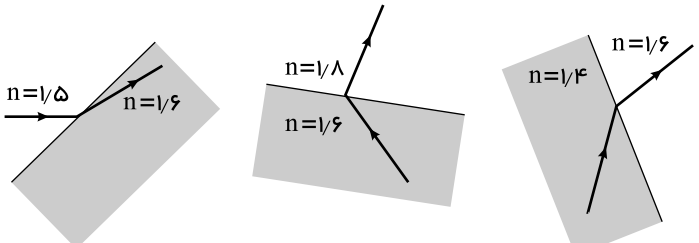
الف ادامهٔ جبههٔ موج EF را در محیط R رسم کنید.

ب توضیح دهید در کدام محیط تندی موج بیشتر است.

پ آیا با استفاده از این نمودار می‌توان نسبت تندی موج عبوری به موج فرودی را محاسبه کرد؟

۱۵۴ با کمک یک تیغهٔ متوازی‌السطوح و یک لیزر تک‌رنگ، آزمایشی را طراحی و اجرا کنید که به کمک آن بتوان ضریب شکست یک تیغهٔ متوازی‌السطوح شفاف را اندازه گرفت.

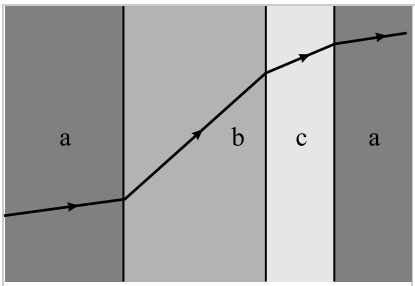
۱۵۵ کدام‌یک از سه شکل زیر یک شکست را نشان می‌دهد که از لحاظ فیزیکی ممکن است؟



Telegram: @konkur_in

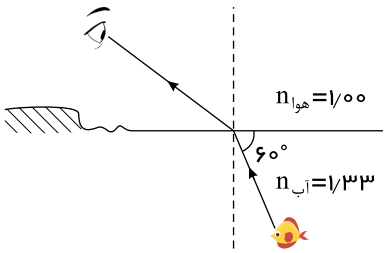
www.konkur.in

۱۵۶ شکل روبه‌رو یک پرتوی موج الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد که با عبور از محیط اولیهٔ a، از طریق محیط‌های b و c به محیط a بازمی‌گردد. این محیط‌ها را برحسب تندی موج در آنها از بیشترین تا کمترین مرتب کنید.



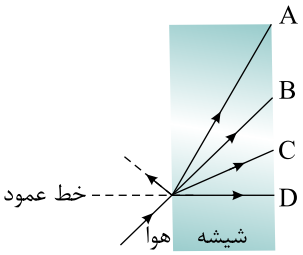
۱۵۷ طول موج نور قرمز لیزر هلیم ـ نئون در هوا حدود $۶۳۳nm$ است، ولی در زجاجیهٔ چشم $۴۷۴nm$ است. الف) بسامد این نور چقدر است؟ ب) ضریب شکست زجاجیه برای این نور چقدر است؟ پ) تندی این نور در زجاجیه را محاسبه کنید.

۱۵۸ مطابق شکل، پرتو نوری که از ماهی به چشمان شخص می‌رسد تحت زاویهٔ ۶۰° به مرز آب – هوا برخورد کرده است. زاویهٔ شکست این پرتو در هوا چقدر است؟



۱۵۹ سکه‌ای را در گوشهٔ فنجانی خالی قرار دهید و طوری مقابل آن قرار گیرید که نتوانید سکه را ببینید. سپس بی‌آنکه سرتان را حرکت دهید به‌آرامی در فنجان آب بریزید، به‌طوری‌که آب ریختن شما موجب جابه‌جایی سکه نشود. با پر شدن فنجان، سکه را خواهید دید. با رسم پرتوها علت دیده شدن را توضیح دهید.

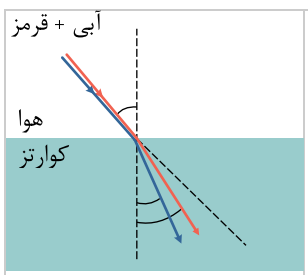
۱۶۰ شکل زیر پرتویی را نشان می‌دهد که از هوا وارد شیشه شده است. کدام گزینه‌های A تا D، می‌تواند پرتوی داخل شیشه را نشان دهد؟



۱۶۱ دو دانش‌آموز به نور زرد نگاه می‌کنند. یکی از آنها نور زرد را ترکیب دو نور قرمز و سبز و دیگری آن را از یک نوع رنگ می‌داند. به نظر شما با چه تجربه‌ای می‌توان از این دو نظر، یکی را انتخاب کرد؟

۱۶۲ شکل روبه‌رو باریکهٔ نوری متشکل از دو پرتوی قرمز و آبی را نشان می‌دهد که از هوا و با زاویهٔ تابش $۴۵٫۰^\circ$ بر سطح تیغهٔ تختی از کوارتز می‌تابد. زاویه‌های شکست برای این دو پرتو را محاسبه کنید.

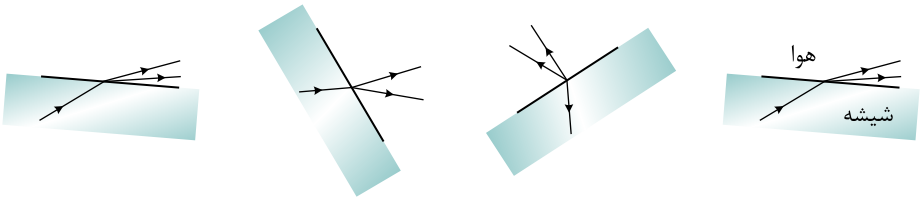
ضریب شکست نورهای قرمز و آبی در کوارتز به‌ترتیب برابرند با $n_{\text{قرمز}} = ۱٫۴۵۹$ و $n_{\text{آبی}} = ۱٫۴۶۷$.



Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

۱۶۳ در شکل‌های زیر، پرتوی فرودی که شامل نورهای قرمز و آبی است از شیشه وارد هوای رقیق شده است. کدام شکل، شکستی را نشان می‌دهد که از لحاظ فیزیکی ممکن است؟



(الف) (ب) (پ) (ت)

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

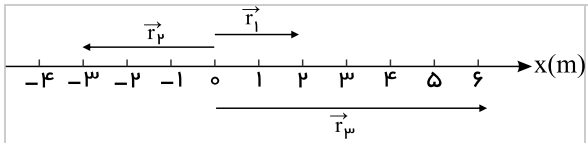
پاسخ‌نامه تشریحی

۲۶

۱

الف) بردار مکان در لحظه‌های t_1، t_2 و t_3 را به‌ترتیب $\vec{r}_1$، $\vec{r}_2$ و $\vec{r}_3$ می‌نامیم.

$$\vec{r}_1 = (+2m)\vec{i} \ , \ \vec{r}_2 = (-3m)\vec{i} \ , \ \vec{r}_3 = (+6m)\vec{i}$$



ب)

$$t_1 < t < t_2 \ \Rightarrow \ \vec{d}_{12} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 = (-3m)\vec{i} - (+2m)\vec{i} = (-5m)\vec{i}$$

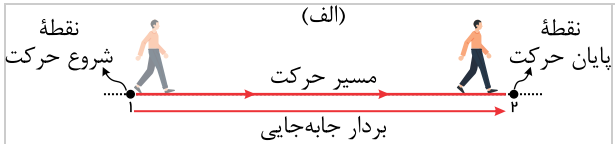
$$t_2 < t < t_3 \ \Rightarrow \ \vec{d}_{23} = \vec{r}_3 - \vec{r}_2 = (+6m)\vec{i} - (-3m)\vec{i} = (+9m)\vec{i}$$

$$t_1 < t < t_3 \ \Rightarrow \ \vec{d}_{13} = \vec{r}_3 - \vec{r}_1 = (+6m)\vec{i} - (+2m)\vec{i} = (+4m)\vec{i}$$

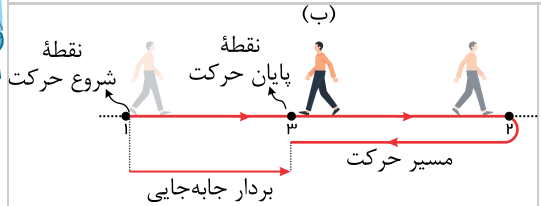
۲ با توجه به شکل و مقیاس نقشه، اندازهٔ بردار جابه‌جایی تقریباً ۳۲۰ متر و مسافت پیموده شده ۵۵۰ متر است.

۳

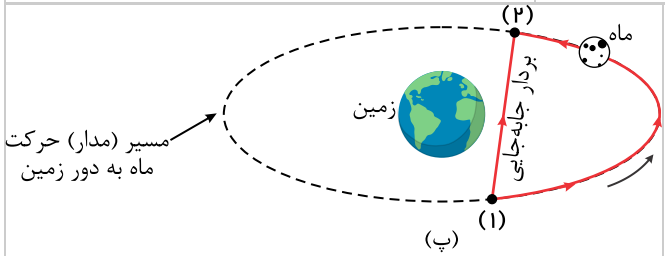
الف) با توجه به شکل، اندازهٔ بردار جابه‌جایی با مسافت پیموده‌شده توسط متحرک برابر است.



ب) با توجه به شکل، مسافت پیموده‌شده توسط متحرک بیشتر از جابه‌جایی شخص یا همان اندازهٔ بردار جابه‌جایی است.



پ) با توجه به شکل، مسافت پیموده توسط ماه، بیشتر از اندازهٔ بردار جابه‌جایی آن است.



۴ الف) مدت زمان حرکت خودرو یک ساعت و بیست دقیقه (۸۰ دقیقه) است.

$$\Delta t = ۸۰ \ \text{min} = \frac{۸۰}{۶۰} h = \frac{۴}{۳} h \qquad s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{۸۸ \, km}{(\frac{۴}{۳} h)} = ۶۶ \frac{km}{h}$$

$$v_{av} = \frac{d}{\Delta t} = \frac{۶۰ \, km}{(\frac{۴}{۳} h)} = ۴۵ \frac{km}{h}$$

ب) تندی متوسط، یک کمیت نرده‌ای (عددی) است و تنها مقدار دارد؛ اما سرعت متوسط، یک کمیت برداری و دارای مقدار و جهت (راستا و سو) است که ما تنها مقدار آن را حساب کرده‌ایم. جهت سرعت متوسط همان جهت جابه‌جایی است که تقریباً به سوی شمال است.

پ) اگر مسیر حرکت خودرو مستقیم باشد و خودرو تغییر جهت ندهد، اندازهٔ جابه‌جایی با مسافت برابر می‌شود؛ در نتیجه، اندازهٔ سرعت متوسط و تندی متوسط برابر می‌شوند.

۵ اگر یک متحرک روی خط راست و در یک جهت حرکت کند (تغییر جهت نداشته باشد)، اندازهٔ جابه‌جایی متحرک با مسافت پیموده‌شده توسط آن برابر است؛ در نتیجه، اندازهٔ سرعت متوسط با تندی متوسط برابر می‌شود.

۶

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

	مکان آغازین	مکان پایانی	بردار جابه‌جایی	سرعت متوسط	جهت حرکت
متحرک A	$(-۲٫۰\ m)\vec{i}$	$(۶٫۴m)\vec{i}$	$(۸٫۴m)\vec{i}$	$(۲٫۱\frac{m}{s})\vec{i}$	مثبت
متحرک B	$(۳٫۱m)\vec{i}$	$(-۲٫۵m)\vec{i}$	$(-۵٫۶m)\vec{i}$	$(-۱٫۴\frac{m}{s})\vec{i}$	منفی
متحرک C	$(۲٫۰m)\vec{i}$	$(۸٫۶m)\vec{i}$	$(۶٫۶m)\vec{i}$	$(۱٫۶۵\frac{m}{s})\vec{i}$	مثبت
متحرک D	$(-۱٫۴m)\vec{i}$	$(۸٫۲m)\vec{i}$	$(۹٫۶m)\vec{i}$	$(۲٫۴\frac{m}{s})\vec{i}$	مثبت

۷ الف)

$$x = t^۳ - ۳t^۲ + ۴$$

$$\begin{cases} t = ۰\ s \Rightarrow x(۰\ s) = ۴\ m \\ t = ۲\ s \Rightarrow x(۲s) = ۲^۳ - ۳ \times ۲^۲ + ۴ = ۰\ m \end{cases}$$

ب)

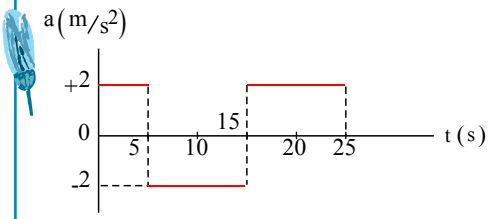
$$v_{av} = \frac{x(۲s) - x(۰\ s)}{۲s - ۰\ s} = \frac{(۰m) - (۴m)}{۲\ s} = -۲\frac{m}{s}$$

۸ الف) ابتدا شتاب متحرک در هر مرحله را به دست می‌آوریم:

$$۰\ s < t < ۵\ s \Rightarrow a = \frac{v(۵\ s) - v(۰\ s)}{۵\ s - ۰\ s} = \frac{۱۰\frac{m}{s} - ۰\frac{m}{s}}{۵\ s} = +۲\frac{m}{s^۲}$$

$$۵s < t < ۱۵\ s \Rightarrow a = \frac{v(۱۵\ s) - v(۵\ s)}{۱۵s - ۵s} = \frac{(-۱۰\frac{m}{s}) - (۱۰\frac{m}{s})}{۱۰\ s} = -۲\frac{m}{s^۲}$$

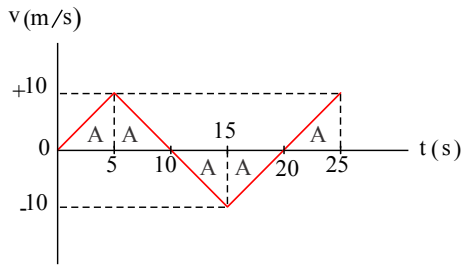
$$۱۵s < t < ۲۵s \Rightarrow a = \frac{v(۲۵s) - v(۱۵s)}{۲۵s - ۱۵s} = \frac{(+۱۰\frac{m}{s}) - (-۱۰\frac{m}{s})}{۱۰\ s} = +۲\frac{m}{s^۲}$$



ب) سطح محصور میان منحنی $v-t$ و محور زمان، برابر جابه‌جایی است.

$$A = \frac{۱}{۲} \times ۱۰\frac{m}{s} \times ۵s = ۲۵m$$

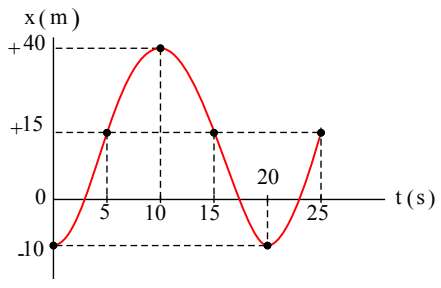
$$\begin{cases} ۰\ s < t < ۵s & \Rightarrow \Delta x_۱ = +A = +۲۵m \\ ۵s < t < ۱۰\ s & \Rightarrow \Delta x_۲ = +A = +۲۵\ m \\ ۱۰\ s < t < ۱۵s & \Rightarrow \Delta x_۳ = -A = -۲۵m \\ ۱۵s < t < ۲۰\ s & \Rightarrow \Delta x_۴ = -A = -۲۵\ m \\ ۲۰\ s < t < ۲۵s & \Rightarrow \Delta x_۵ = +A = +۲۵\ m \end{cases}$$



$$\begin{cases} \Delta x_۱ = x_۵ - x_۰ \Rightarrow x_۵ = x_۰ + \Delta x_۱ = (-۱۰m) + ۲۵m = +۱۵m \\ \Delta x_۲ = x_{۱۰} - x_۵ \Rightarrow x_{۱۰} = x_۵ + \Delta x_۲ = (+۱۵m) + ۲۵m = +۴۰m \\ \Delta x_۳ = x_{۱۵} - x_{۱۰} \Rightarrow x_{۱۵} = x_{۱۰} + \Delta x_۳ = (+۴۰m) - ۲۵m = +۱۵m \\ \Delta x_۴ = x_{۲۰} - x_{۱۵} \Rightarrow x_{۲۰} = x_{۱۵} + \Delta x_۴ = (+۱۵m) - ۲۵m = -۱۰m \\ \Delta x_۵ = x_{۲۵} - x_{۲۰} \Rightarrow x_{۲۵} = x_{۲۰} + \Delta x_۵ = (-۱۰m) + ۲۵m = +۱۵m \end{cases}$$

با توجه به مکان متحرک در لحظه‌های صفر، $۵s$، $۱۰\ s$، $۱۵s$، $۲۰\ s$ و $۲۵s$ و همچنین نمودار سرعت - زمان، نمودار مکان - زمان متحرک به شکل روبه‌رو رسم می‌شود:

(توجه کنید که شیب نمودار مکان - زمان برابر سرعت است و با توجه به تغییرات سرعت، شیب نمودار مکان - زمان تغییر می‌کند.)



۹ الف) در لحظه‌های $۳s$، $۱۱\ s$ و $۱۵s$، نمودار سرعت - زمان خط راست افقی است. لذا این شیء شتاب متحرک در آن لحظه‌ها صفر است.

Telegram: @konkur_in

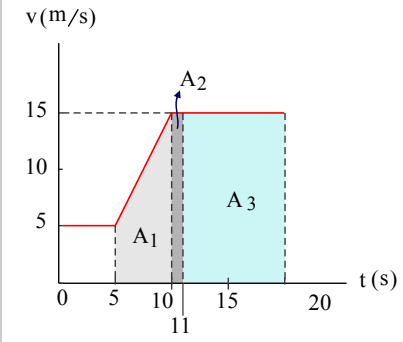
www.konkur.in

$$a(۸s)=\frac{v(۱۰\,s)-v(۵s)}{۱۰\,s-۵s}=\frac{۱۵\frac{m}{s}-۵\frac{m}{s}}{۵s}=۲\frac{m}{s^{۲}}$$

ب)

$$۰\,s<t<۲۰\,s\ \Rightarrow\ a_{av}=\frac{v(۲۰\,s)-v(۰\,s)}{۲۰\,s-۰\,s}=\frac{۱۵\frac{m}{s}-۵\frac{m}{s}}{۲۰\,s}=\frac{۱}{۲}\frac{m}{s^{۲}}$$

پ) برای محاسبهٔ جابه‌جایی در بازه‌های زمانی $t_۱=۵s$ تا $t_۲=۱۱s$ و $t_۲=۱۱s$ تا $t_۳=۲۰\,s$ می‌توانیم از سطح محصور میان منحنی $v-t$ و محور زمان استفاده کنیم.



$$A_۱=\frac{۵+۱۵}{۲}(۱۰-۵)=۵۰\,m$$

$$A_۲=۱۵(۱۱-۱۰)=۱۵m$$

$$A_۳=۱۵(۲۰-۱۱)=۱۳۵\,m$$

$$\Rightarrow\begin{cases}t_۲\text{ تا }t_۱\text{ جابه‌جایی از }\Delta x_{۱۲}=A_۱+A_۲=۶۵m\\ t_۳\text{ تا }t_۲\text{ جابه‌جایی از }\Delta x_{۲۳}=A_۳=۱۳۵m\end{cases}$$

ت)

$$t_۲\text{ تا }t_۱\text{ بازهٔ}\Rightarrow(v_{av})_{۱۲}=\frac{\Delta x_{۱۲}}{t_۲-t_۱}=\frac{۶۵m}{۱۱s-۵s}=\frac{۶۵}{۶}\frac{m}{s}$$

$$t_۳\text{ تا }t_۲\text{ بازهٔ}\Rightarrow(v_{av})_{۲۳}=\frac{\Delta x_{۲۳}}{t_۳-t_۲}=\frac{۱۳۵m}{۲۰\,s-۱۱\,s}=۱۵\frac{m}{s}$$

توجه: در بازهٔ زمانی $t_۲$ تا $t_۳$ سرعت ثابت است.

۱۰ الف)

$$a_{AB}=\frac{v_B-v_A}{t_B-t_A}=\frac{۴\frac{m}{s}-۰\frac{m}{s}}{۸s-۰s}=۰/۵\frac{m}{s^{۲}}$$

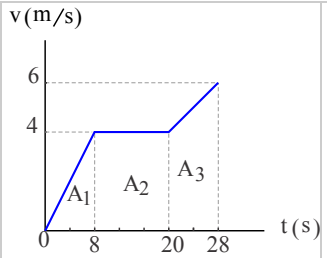
$$a_{BC}=\frac{v_C-v_B}{t_C-t_B}=۰$$

$$a_{CD}=\frac{v_D-v_C}{t_D-t_C}=\frac{۶\frac{m}{s}-۴\frac{m}{s}}{۲۸\,s-۲۰\,s}=۰/۲۵\frac{m}{s^{۲}}$$

ب)

$$۰\,s<t<۲۸\,s\ \Rightarrow\ a_{av}=\frac{v_D-v_A}{t_D-t_A}=\frac{۶\frac{m}{s}-۰\frac{m}{s}}{۲۸\,s-۰\,s}=\frac{۳}{۱۴}\frac{m}{s^{۲}}$$

پ) جابه‌جایی متحرک برابر سطح محصور بین منحنی $v-t$ و محور زمان است.



$$\Delta x=A_۱+A_۲+A_۳$$

$$A_۱=\frac{۱}{۲}\times۴\frac{m}{s}\times(۸\,s-۰\,s)=۱۶m$$

$$A_۲=۴\frac{m}{s}\times(۲۰\,s-۸\,s)=۴۸m$$

$$A_۳=\frac{۴\frac{m}{s}+۶\frac{m}{s}}{۲}\times(۲۸\,s-۲۰\,s)=۴۰m$$

$$\Rightarrow\ \Delta x=۱۶+۴۸+۴۰=۱۰۴\,m$$

۱۱ الف) منحنی نمودار سرعت - زمان متحرک‌ها خط راست است؛ پس شتاب متحرک‌ها ثابت و برابر شیب خط نمودار سرعت - زمان است.

با توجه به نمودار، شتاب متحرک B صفر است (خط B افقی است) و شتاب متحرک‌های A و C مثبت و شتاب متحرک C از شتاب متحرک A بیشتر است.

ب)

$$a_A=A\text{ شیب خط}=\frac{۱۰\frac{m}{s}-۰\frac{m}{s}}{۱۰\,s-۰\,s}=۱\frac{m}{s^{۲}}$$

$$a_B=B\text{ شیب خط}=۰$$

$$a_C=C\text{ شیب خط}=\frac{۲۰\frac{m}{s}-۰\frac{m}{s}}{۱۰\,s-۰\,s}=۲\frac{m}{s^{۲}}$$

پ) سطح محصور میان منحنی سرعت - زمان و محور زمان، برابر جابه‌جایی است.

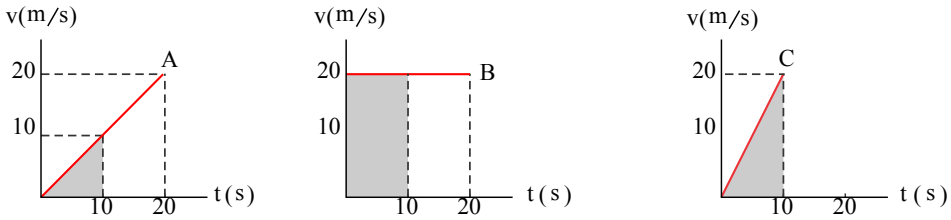
$$\Delta x_A=\frac{۱}{۲}\times۱۰\frac{m}{s}\times۱۰\,s=۵۰\,m$$

$$\Delta x_B=۲۰\frac{m}{s}\times۱۰\,s=۲۰۰\,m$$

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

$$\Delta x_C = \frac{۱}{۲} \times ۲۰\frac{m}{s} \times ۱۰\,s = ۱۰۰\,m$$



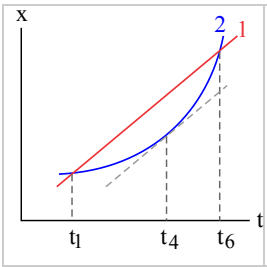
۱۲ الف) در لحظهٔ $t_۱$ و لحظهٔ $t_۶$ خودروها در یک مکان قرار می‌گیرند و از کنار هم می‌گذرند.

ب) منحنی ۱، خط راست است و مربوط به خودرویی است که با تندی ثابت حرکت می‌کند.

منحنی ۲، مربوط به خودرویی است که تندی آن در حال افزایش است.

در لحظهٔ $t_۴$ خط مماس بر منحنی ۲، با خط ۱ موازی می‌شود؛ در نتیجه، تندی خودروی ۲ در لحظهٔ $t_۴$ با تندی خودروی ۱ برابر می‌شود.

پ) در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۶$ جابه‌جایی خودروها برابر است؛ پس سرعت متوسط خودروها نیز در این بازهٔ زمانی برابر است.



۱۳ نمودار مکان - زمان (مکان جسم برحسب زمان) همواره یک تابع است؛ یعنی به‌ازای هر مقدار t، حداکثر یک مقدار برای x می‌تواند وجود داشته باشد و متحرک در یک لحظه نمی‌تواند در چند مکان قرار داشته باشد.

بنابراین، نمودارهای «الف، ب و ت» نمی‌توانند نشان‌دهندهٔ نمودار $x-t$ یک متحرک باشند و تنها نمودار «پ» می‌تواند مکان متحرکی را برحسب زمان نشان دهد. بنابراین، پاسخ گزینهٔ «پ» است.

۱۴ الف) متحرک در لحظه‌های $t_۲$ و $t_۴$ از مبدأ مکان عبور می‌کند. (در این لحظه‌ها، $x = ۰$ می‌شود)

ب) در بازه‌های زمانی ۰ تا $t_۱$، $t_۲$ تا $t_۳$ و $t_۴$ تا $t_۶$ متحرک از مبدأ دور می‌شود.

پ) در بازه‌های زمانی $t_۱$ تا $t_۲$ و $t_۳$ تا $t_۴$ متحرک به مبدأ نزدیک می‌شود.

ت) جهت حرکت دو بار و در لحظه‌های $t_۱$ و $t_۳$ تغییر کرده است.

ث) مکان نهایی متحرک (x در لحظهٔ $t_۶$)، از مکان اولیهٔ آن (x در لحظهٔ صفر) بزرگ‌تر است و در نتیجه جابه‌جایی کل متحرک در سوی مثبت محور x است.

۱۵ الف) در لحظهٔ $t = ۸s$ دوچرخه‌سوار در مکان $x = ۶۰\,m$ و در دورترین فاصله از مبدأ قرار دارد.

ب) در بازهٔ زمانی $۰\,s$ تا $۴s$ و $۶s$ تا $۸s$ دوچرخه‌سوار در جهت مثبت محور x حرکت می‌کند. (در این بازه‌های زمانی x افزایش می‌یابد)

پ) در بازهٔ زمانی $۸s$ تا $۱۴s$ دوچرخه‌سوار در جهت منفی محور x حرکت می‌کند. (در این بازهٔ زمانی x کاهش می‌یابد)

ت) در بازهٔ زمانی $۴s$ تا $۶s$ دوچرخه‌سوار ساکن است (x ثابت است و منحنی یک خط راست موازی محور زمان است).

ث) در لحظهٔ $t = ۲s$، دوچرخه‌سوار تقریباً در مکان $۲۵m$ قرار دارد.

$$۰s < t < ۲s \Rightarrow v_{av} = \frac{۲۵m - ۰\,m}{۲s - ۰\,s} = \frac{۲۵m}{۲s} = ۱۲٫۵\frac{m}{s}$$

$$۴s < t < ۶s \Rightarrow v_{av} = \frac{۴۰m - ۴۰m}{۶s - ۴s} = \frac{۰m}{۲s} = ۰\frac{m}{s}$$

$$۲s < t < ۵s \Rightarrow v_{av} = \frac{۴۰m - ۲۵m}{۵s - ۲s} = \frac{۱۵m}{۳s} = ۵\frac{m}{s}$$

$$۸s < t < ۱۴s \Rightarrow v_{av} = \frac{۰m - ۶۰m}{۱۴s - ۸s} = \frac{-۶۰m}{۶s} = -۱۰\frac{m}{s}$$

$$۰s < t < ۱۴s \Rightarrow v_{av} = \frac{۰m - ۰m}{۱۴s - ۰\,s} = \frac{۰m}{۱۴s} = ۰\frac{m}{s}$$

۱۶ سرعت متحرک در لحظهٔ $t = ۴s$ برابر با شیب خط مماس بر منحنی مکان - زمان در این لحظه است. خط مماس بر منحنی مکان - زمان از نقاط $(۰\,m$ و $۱\,s)$ و $(۶m$ و $۴s)$ عبور می‌کند. بنابراین:

$$\text{سرعت در لحظهٔ } ۴s = \text{شیب خط مماس} = \frac{۶m - ۰\,m}{۴s - ۱\,s} = \frac{۶m}{۳s} = ۲\frac{m}{s}$$

۱۷ در هر گزینه، حرکت مربوط به نمودار $x-t$ را تحلیل می‌کنیم:

الف) شیب مماس بر منحنی در لحظهٔ صفر مثبت است؛ پس سرعت اولیه در جهت مثبت محور x است. از طرفی، در ابتدای حرکت شیب خط مماس در حال کاهش است و سرعت کاهش می‌یابد؛ در نتیجه شتاب حرکت منفی است.

ب) خط مماس بر منحنی در لحظهٔ صفر، افقی است؛ پس متحرک از حالت سکون شروع به حرکت می‌کند. در ادامه، شیب منحنی منفی می‌شود و اندازهٔ آن در حال افزایش است؛ در نتیجه، حرکت در جهت منفی محور x و تندشونده و شتاب حرکت نیز منفی است.

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

پ) نمودار خط راست با شیب منفی است؛ پس متحرک با سرعت ثابت در سوی منفی محور x حرکت می‌کند. و شتاب آن صفر است.

ت) خط مماس بر منحنی در لحظهٔ صفر، افقی است؛ پس متحرک از حالت سکون شروع به حرکت می‌کند. در ادامه، شیب منحنی مثبت می‌شود و اندازهٔ آن در حال افزایش است؛ در نتیجه، حرکت در جهت مثبت محور x و تندشونده و شتاب حرکت نیز مثبت است.

بنابراین، پاسخ گزینهٔ «الف» است.

۱۸ شیب نمودار مکان - زمان برابر سرعت و قدرمطلق آن برابر تندی است. با توجه به این نکته، به بررسی هر نمودار می‌پردازیم:

الف) شیب نمودار مثبت و ثابت است. پس متحرک با تندی ثابت در سوی مثبت محور مکان حرکت می‌کند و شتاب آن صفر است.

ب) شیب نمودار مثبت و در حال کاهش است و به صفر می‌رسد؛ پس متحرک، سرعت اولیه‌ای در جهت مثبت دارد و تندی آن به‌تدریج کاهش می‌یابد تا به صفر برسد و متوقف شود.

پ) شیب نمودار در شروع حرکت صفر است، سپس مثبت می‌شود و افزایش می‌یابد؛ پس متحرک از حال سکون و در جهت مثبت شروع به حرکت می‌کند و تندی آن افزایش می‌یابد.

ت) شیب نمودار در شروع حرکت صفر است و سپس منفی می‌شود و قدرمطلق آن افزایش می‌یابد؛ پس متحرک از حال سکون و در جهت منفی شروع به حرکت می‌کند و تندی آن افزایش می‌یابد.

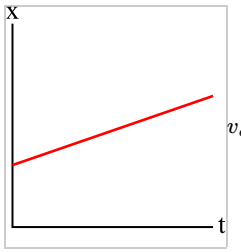
بنابراین موارد «پ» و «ت» پاسخ هستند.

(از نظر کیفی تفاوت موارد «پ» و «ت» در مکان اولیه (نقطهٔ شروع حرکت) و جهت حرکت است.

۱۹ الف) شیب خط مماس بر منحنی از لحظهٔ صفر تا لحظهٔ t_1 در حال کاهش است؛ بنابراین، تندی (یا اندازهٔ سرعت) متحرک در حال کاهش است.

ب) هنگامی‌که خط مماس بر منحنی موازی محور زمان است، شیب آن صفر است؛ بنابراین، در لحظهٔ t_1 سرعت متحرک صفر است.

۲۰ اگر نمودار مکان - زمان متحرک خط راست باشد، سرعت متوسط در هر بازهٔ زمانی دلخواه از این حرکت، برابر شیب آن خط می‌شود و مقدار ثابتی است؛ در نتیجه، سرعت متوسط در هر بازهٔ زمانی دلخواه با سرعت لحظه‌ای متحرک در هر لحظهٔ دلخواه برابر می‌شود.



شیب خط $= v = v_{av}$

۲۱ الف) شیب نمودار $x-t$ برابر سرعت متحرک است. در بازهٔ زمانی $0\ s$ تا $250\ s$، شیب نمودار بیشتر است؛ بنابراین در این بازهٔ زمانی دونده سریع‌تر دویده است.

ب) در بازهٔ زمانی $250\ s$ تا $500\ s$، دونده در یک مکان قرار دارد و ایستاده است.

پ)	$0s < t < 250s \Rightarrow v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(1000m) - (0m)}{(250s) - (0s)} = \frac{1000m}{250s} = 4\frac{m}{s}$
ت)	$500s < t < 10000s \Rightarrow v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(2500m) - (1000m)}{(10000s) - (5000s)} = \frac{1500m}{500s} = 3\frac{m}{s}$
ث)	$0s < t < 10000s \Rightarrow v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(2500m) - (0m)}{(10000s) - (0s)} = \frac{2500m}{10000s} = 2/5\frac{m}{s}$

۲۲ الف)

$$0\ s < t < 20\ s \ \Rightarrow\ a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{60\frac{m}{s} - 0\frac{m}{s}}{20\ s - 0\ s} = 3\frac{m}{s^2}$$

ب) می‌توانیم منحنی سرعت - زمان متحرک در بازهٔ زمانی $6s$ تا $10\ s$ را تقریباً خط راست فرض کنیم و یا فرض کنیم شیب خط مماس بر منحنی در لحظهٔ $8s$ تقریباً برابر شیب خط عبوری از لحظه‌های $6s$ و $10\ s$ است.

در لحظه‌های $6s$ و $10\ s$ سرعت متحرک تقریباً $34\frac{m}{s}$ و $47\frac{m}{s}$ است و داریم:

$$a \simeq \frac{47\frac{m}{s} - 34\frac{m}{s}}{10\ s - 6\ s} = \frac{13\frac{m}{s}}{4s} = 3/25\frac{m}{s^2} \quad \text{در لحظهٔ } 8s$$

۲۳ الف)

$$0s < t < 14s \Rightarrow a_{av} = \frac{0\frac{m}{s} - 20\frac{m}{s}}{14s - 0s} = \frac{-20\frac{m}{s}}{14s} = -\frac{10}{7}\frac{m}{s^2}$$

ب) لحظهٔ $t = 2s$ در بازهٔ زمانی $0s$ تا $6s$ قرار دارد که در آن سرعت ثابت و شتاب صفر است. پس شتاب در لحظهٔ $t = 2s$ صفر است.

لحظهٔ $t = 8s$ در بازهٔ زمانی $6s$ تا $10\ s$ قرار دارد که در آن منحنی خط راست و شتاب ثابت و داریم:

$$a\,(8s) = \frac{v(10\ s) - v(6s)}{10\ s - 6s} = \frac{40\frac{m}{s} - 20\frac{m}{s}}{4s} = +5\frac{m}{s^2}$$

همچنین لحظهٔ $t = 11s$ در بازهٔ زمانی $10\ s$ تا $14s$ قرار دارد که در آن بازه نیز منحنی خط راست است و شتاب ثابت و داریم:

$$a(11s) = \frac{v(14s) - v(10\ s)}{14s - 10\ s} = \frac{0\frac{m}{s} - 40\frac{m}{s}}{4s} = -10\frac{m}{s^2}$$

۲۴ شتاب برابر شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان است.

لحظه‌های t_1 و t_6 در بازه‌هایی قرار دارند که در آن منحنی سرعت - زمان، خط راستی موازی محور زمان است. در این بازه‌های زمانی، سرعت ثابت و در نتیجه، شتاب صفر است.

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

در لحظهٔ $t_۳$، منحنی سرعت زمان نزولی، شیب آن منفی و شتاب در این لحظه منفی است. در لحظهٔ $t_۵$، منحنی سرعت زمان صعودی، شیب آن مثبت و شتاب در این لحظه مثبت است.

۲۵ شیب خط مماس بر نمودار سرعت – زمان برابر شتاب است.

در بازه‌های زمانی ۰ تا $t_۱$ و $t_۳$ تا $t_۴$، شیب منحنی، مثبت و شتاب در جهت محور x است.

در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۳$، شیب منحنی، منفی و شتاب در خلاف جهت محور x است.

توجه: در لحظه‌های $t_۱$ و $t_۳$ که شتاب تغییر علامت می‌دهد، شتاب صفر شده است.

۲۶ تندی نور در خلأ $۳\times ۱۰^{۸}\frac{m}{s}$ است.

$$s=\frac{l}{\Delta t}\Rightarrow ۳\times ۱۰^{۸}\frac{m}{s}=\frac{l}{۰/۲۴s}\Rightarrow l=۷/۲\times ۱۰^{۷}m$$

مسافت پیموده‌شده توسط تپ الکترومغناطیسی، دو برابر فاصلهٔ ماهواره از ایستگاه زمینی است.

$$l=۲d=۷/۲\times ۱۰^{۷}m\Rightarrow d=۳/۶\times ۱۰^{۷}m$$

۲۷ الف) معادلهٔ مکان – زمان را به‌صورت $x=vt+x_۰$ فرض می‌کنیم:

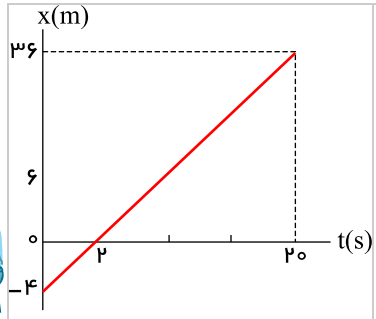
$$\begin{cases} t_۱=۵s\ ,\ x_۱=۶m \ \Rightarrow\ ۶=۵v+x_۰\\ t_۲=۲۰\,s\ ,\ x_۲=۳۶m \ \Rightarrow\ ۳۶=۲۰\,v+x_۰\end{cases}$$

$$\Rightarrow ۳۶-۶=۲۰\,v-۵v\ \Rightarrow\ ۳۰=۱۵v\Rightarrow v=۲\frac{m}{s}$$

$$\Rightarrow ۶=۵\times ۲+x_۰\ \Rightarrow ۶=۱۰+x_۰\ \Rightarrow\ x_۰=-۴m$$

$$x=vt+x_۰\ \Rightarrow\ x=۲t-۴$$

ب)



توجه: محل برخورد منحنی با محور زمان را می‌توانیم با قرار دادن صفر به‌جای x در معادلهٔ مکان – زمان به دست آوریم.

۲۸ متحرک A در لحظه‌های $۰s$ و $۴s$ در مکان‌های $۰m$ و $۸m$ قرار دارد.

$$v_A=\frac{۸m-۰\,m}{۴s-۰s}=۲\frac{m}{s}$$

مکان اولیهٔ متحرک A (مکان در لحظهٔ صفر)، صفر است $(x_{۰A}=۰m)$.

$$x_A=v_At+x_{۰A}\ \Rightarrow\ x_A=۲t+۰\ \Rightarrow\ x_A=۲t$$

همچنین متحرک B در لحظه‌های $۰\ s$ و $۴\ s$ در مکان‌های $۱۲\ m$ و $۲۴m$ قرار دارد.

$$v_B=\frac{۲۴m-۱۲m}{۴s-۰\,s}=\frac{۱۲m}{۴s}=۳\frac{m}{s}$$

مکان اولیهٔ متحرک B (مکان در لحظهٔ صفر)، $۱۲m$ است $(x_{۰B}=۱۲m)$.

$$x_B=v_Bt+x_{۰B}\ \Rightarrow\ x_B=۳t+۱۲$$

۲۹ الف) مکان اولیهٔ خودروهای A و B به‌ترتیب $x_{۰A}=-۳۰۰\ m$ و $x_{۰B}=+۳۰۰\ m$ است و در لحظهٔ $t=۱۰\ s$ به‌ترتیب در مکان‌های $x_{۱A}=۰$ و $x_{۱B}=+۴۵۰\ m$ قرار دارند.

$$\begin{cases} x_A=v_At+x_{۰A}\\ x_B=v_Bt+x_{۰B}\end{cases}\xrightarrow{t=۱۰\,s}\begin{cases} ۰=۱۰\,v_A-۳۰۰\ \Rightarrow\ v_A=۳۰\frac{m}{s}\\ ۴۵۰=۱۰\,v_B+۳۰۰\ \Rightarrow\ v_B=۱۵\frac{m}{s}\end{cases}$$

$$\Rightarrow\ x_A=۳۰\,t-۳۰۰\ ,\ x_B=۱۵t+۳۰۰$$

ب) خودروها در لحظه‌ای به هم می‌رسند که $x_A=x_B$:

$$x_A=x_B\Rightarrow ۳۰t-۳۰۰=۱۵t+۳۰۰\Rightarrow ۱۵t=۶۰۰\Rightarrow t=۴۰s$$

$$\Rightarrow\begin{cases} x_A=۳۰\times ۴۰-۳۰۰\\ x_B=۱۵\times ۴۰+۳۰۰\end{cases}\ \Rightarrow\ x_A=x_B=۹۰۰\,m$$

بنابراین در لحظهٔ $t=۴۰s$ و در مکان $۹۰۰\ m$ به هم می‌رسند.

۳۰ الف) کفش‌دوزک‌ها در لحظه‌ای به هم می‌رسند که در یک مکان قرار می‌گیرند؛ بنابراین، محل تقاطع منحنی مکان – زمان آنها، زمان و مکان به هم رسیدن آنها را نشان می‌دهد.

پس کفش‌دوزک‌ها در لحظهٔ $t=۳/۵\,min$ و در مکان $x=۰/۵m$ به هم می‌رسند.

ب) معادلهٔ مکان – زمان کفش‌دوزک‌ها را به دست می‌آوریم.

A: مکان اولیهٔ آن $۴m$ است و در لحظهٔ $۴min$ به مبدأ مکان می‌رسد.

$$x_A=v_At+x_{۰A}\Rightarrow ۰=v_A\times ۴min+۴m\Rightarrow v_A=-۱\frac{m}{min}$$

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

B: مکان اولیهٔ آن $-۳m$ است و در لحظهٔ $۳min$ به مبدأ مکان می‌رسد.

$$x_B = v_B t + x_{۰B} \Rightarrow ۰ = v_B \times ۳min - ۳m \Rightarrow v_B = +۱\frac{m}{min} \Rightarrow x_B = +t - ۳$$

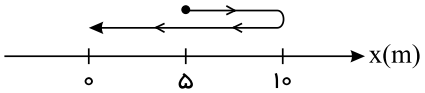
کفش‌دوزک‌ها در لحظه‌ای به هم می‌رسند که $x_A = x_B$.

$$x_A = x_B \Rightarrow -t + ۴ = t - ۳ \Rightarrow ۷ = ۲t \Rightarrow t = \frac{۷}{۲} = ۳/۵min \Rightarrow x_A = x_B = ۰/۵m$$

۳۱ الف)

جابه‌جایی در کل زمان حرکت $\Delta x = x(۱۰\,s) - x(۰\,s) = (۰m) - (۵m) = -۵m$

برای محاسبهٔ مسافت پیموده‌شده، به مسیر حرکت متحرک روی محور x توجه می‌کنیم. متحرک به شکل زیر روی محور x حرکت کرده است.



مسافت در ۴ ثانیهٔ اول حرکت $l_۱ = |x(۴s) - x(۰\,s)| = |(۱۰m) - (۵m)| = ۵m$

مسافت در ۲ ثانیهٔ آخر حرکت $l_۲ = |x(۱۰\,s) - x(۸s)| = |(۰m) - (۱۰m)| = ۱۰\,m$

در بخش میانی حرکت (بازهٔ زمانی $۴s$ تا $۸s$)، متحرک ساکن بوده است.

$\Rightarrow$ مسافت در کل زمان حرکت $l = l_۱ + l_۲ = (۵m) + (۱۰m) = ۱۵m$

ب)

$$۰\,s < t < ۴s \;\Rightarrow\; v_{av} = \frac{(۱۰\,m) - (۵m)}{۴s - ۰\,s} = \frac{۵m}{۴s} = ۱/۲۵\frac{m}{s}$$

$$۴s < t < ۸s \;\Rightarrow\; v_{av} = ۰$$

$$۸s < t < ۱۰\,s \;\Rightarrow\; v_{av} = \frac{(۰\,m) - (۱۰\,m)}{۱۰\,s - ۸s} = \frac{-۱۰\,m}{۲s} = -۵\frac{m}{s}$$

پ) $۰\,s$ تا $۴s$: سرعت متحرک ثابت و برابر $۱/۲۵\frac{m}{s}$ و مکان آن در لحظهٔ صفر $۵m$ است. پس معادلهٔ حرکت آن به‌صورت $x = ۱/۲۵m + ۵$ است.

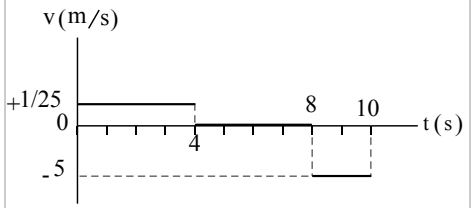
$۴s$ تا $۸s$: در این بازهٔ زمانی، متحرک ساکن است و مکان آن در تمام لحظه‌ها برابر $۱۰m$ است؛ در نتیجه معادلهٔ حرکت آن به‌صورت $x = ۱۰$ است.

$۸s$ تا $۱۰\,s$: سرعت متحرک ثابت و برابر $-۵\frac{m}{s}$ است و متحرک در $t = ۱۰\,s$ در مبدأ مکان $(x = ۰)$ قرار می‌گیرد:

$$x = -۵t + x_{۰} \xrightarrow{t=۱۰\,s\;,\;x=۰} ۰ = -۵ \times ۱۰ + x_{۰} \;\Rightarrow\; x_{۰} = ۵۰\,m$$

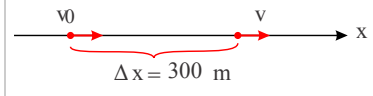
پس معادلهٔ حرکت در این بازهٔ زمانی به‌صورت $x = -۵t + ۵۰$ است.

ت)



۳۲ سرعت اولیهٔ خودرو $v_{۰} = ۱۸\frac{km}{h}$ است.

$$v_{۰} = ۱۸\frac{km}{h} = ۱۸ \times \frac{۱۰۰۰m}{۳۶۰۰s} = ۵\frac{m}{s}$$



$$v^۲ - v_{۰}^۲ = ۲a\Delta x \;\Rightarrow v^۲ - ۵^۲ = ۲ \times ۱ \times ۳۰۰ \Rightarrow v^۲ = ۶۲۵ \;\Rightarrow v = ۲۵\frac{m}{s}$$

۳۳ الف)

$$v = -۱/۸\,t + ۲/۲ \xrightarrow{t=۴s} v = -۱/۸ \times ۴ + ۲/۲ = -۵\frac{m}{s}$$

ب)

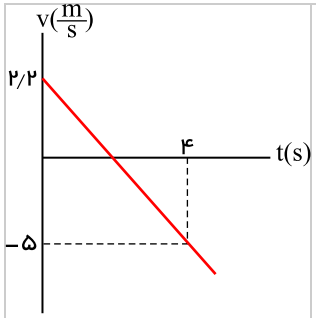
$$۰\,s \le t \le ۴s \;\Rightarrow\; v_{av} = \frac{v(۴s) + v(۰\,s)}{۲} = \frac{-۵ + ۲/۲}{۲} = -۱/۴\frac{m}{s}$$

$$\Delta x = v_{av} \times \Delta t = -۱/۴\frac{m}{s} \times (۴s - ۰\,s) = -۵/۶m$$

Telegram: @konkur_in

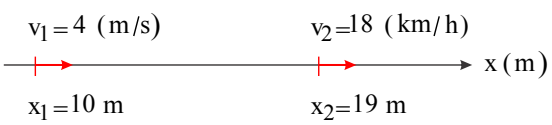
www.konkur.in

پ)



۳۴

$v_۲ = ۱۸\frac{km}{h} = ۱۸ \times \frac{۱۰۰۰m}{۳۶۰۰s} = ۵\frac{m}{s}$



الف)

$v_۲^۲ - v_۱^۲ = ۲a\Delta x \Rightarrow ۵^۲ - ۴^۲ = ۲a(۱۹ - ۱۰) \Rightarrow ۹ = ۲a \times ۹ \Rightarrow a = ۰/۵\frac{m}{s^۲}$

ب)

$\Delta x = \frac{v_۲ + v_۱}{۲}\Delta t \Rightarrow ۱۹ - ۱۰ = \frac{۵ + ۴}{۲}\Delta t \Rightarrow ۹ = \frac{۹}{۲}\Delta t \Rightarrow \Delta t = ۲\,s$

۳۵ الف) متحرک در لحظه‌های $۰\,s$ و $۳\,s$ به‌ترتیب در مکان‌های $۰\,m$ و $۶\,m$ قرار دارد.

$v_{av} = \frac{x_۳ - x_۰}{۳s - ۰\,s} = \frac{۶m - ۰\,m}{۳s} = ۲\frac{m}{s}$

ب) مکان اولیهٔ متحرک صفر است $(x_۰ = ۰)$ و متحرک در لحظه‌های $۱\,s$ و $۲\,s$ به‌ترتیب در مکان‌های $-۲m$ و $۰m$ قرار دارد.

$x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰ \xrightarrow{x_۰=۰} x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t$

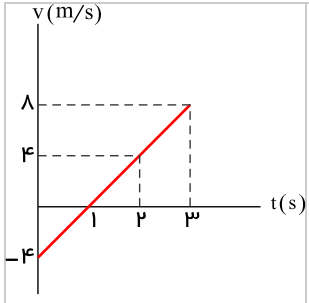
$\begin{cases} t = ۱\,s \Rightarrow -۲ = \frac{a}{۲} + v_۰ \Rightarrow a + ۲v_۰ = -۴ \\ t = ۲s \Rightarrow ۰ = ۲a + ۲v_۰ \Rightarrow a + v_۰ = ۰ \end{cases} \Rightarrow v_۰ = -۴\frac{m}{s}\ ,\ a = +۴\frac{m}{s^۲}$

$x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t \Rightarrow x = ۲t^۲ - ۴t$

پ)

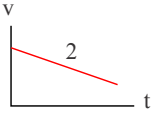
$v = at + v_۰ = ۴t - ۴ \xrightarrow{t=۳s} v(۳s) = ۸\frac{m}{s}$

ت)



۳۶ الف) خودرو در جهت مثبت حرکت می‌کند $(v > ۰)$ و شتاب خودرو در جهت منفی است $(a < ۰)$، پس نمودار $v - t$ آن به شکل زیر می‌تواند باشد:

در این شرایط، شتاب مخالف سرعت است و طبق نمودار، اندازهٔ سرعت کاهش می‌یابد و حرکت کندشونده است.



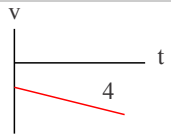
ب) خودرو در جهت مثبت حرکت می‌کند $(v > ۰)$ و شتاب خودرو نیز در جهت مثبت است $(a > ۰)$، پس نمودار $v - t$ آن به شکل زیر می‌تواند باشد:

در این شرایط، شتاب موافق سرعت است و طبق نمودار، اندازهٔ سرعت افزایش می‌یابد و حرکت تندشونده است.

Telegram: @konkur_in

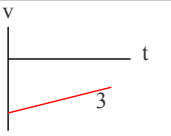
www.konkur.in

در این شرایط، شتاب موافق سرعت و طبق نمودار، اندازهٔ سرعت در حال افزایش و حرکت تندشونده است.



ت) خودرو در جهت منفی حرکت می‌کند $(v < ۰)$ و شتاب خودرو در جهت مثبت است $(a > ۰)$، پس نمودار $v - t$ به شکل زیر می‌تواند باشد:

در این شرایط، شتاب مخالف سرعت و طبق نمودار، اندازهٔ سرعت در حال کاهش و حرکت کندشونده است.

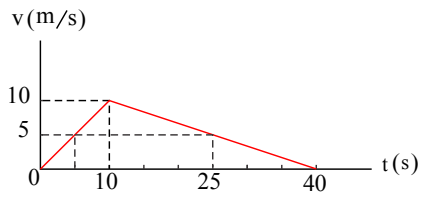


۳۷ از لحظهٔ صفر تا لحظهٔ $t_۱$، شتاب صفر است، بنابراین در این بازهٔ زمانی سرعت ثابت است. سپس از لحظهٔ $t_۱$ تا لحظهٔ $t_۲$، شتاب منفی می‌شود. پس در این بازهٔ زمانی، شیب نمودار سرعت – زمان منفی و نمودار سرعت زمان نزولی می‌شود. در نهایت از لحظهٔ $t_۲$ تا لحظهٔ $t_۳$ دوباره شتاب صفر می‌شود و دوباره سرعت متحرک ثابت است.

نتیجه می‌گیریم هر سه نمودار سرعت زمان الف، ب و پ، می‌توانند متناظر با این نمودار شتاب زمان باشند.

۳۸ حرکت از دو بخش با شتاب ثابت تشکیل شده است. در بخش اول ($۰\ s$ تا $۱۰\ s$) حرکت تندشونده و در بخش دوم ($۱۰\ s$ تا $۴۰\ s$) حرکت کندشونده است.

با توجه به نمودار سرعت – زمان شکل زیر و اینکه لحظهٔ $۵\ s$ وسط بازهٔ زمانی بخش تندشوندهٔ حرکت ($۰\ s$ تا $۱۰\ s$) و لحظهٔ $۲۵\ s$ نیز وسط بازهٔ زمانی بخش کندشوندهٔ حرکت ($۱۰\ s$ تا $۴۰\ s$) است، سرعت در این لحظه‌ها یکسان و برابر $۵\frac{m}{s}$ است.



با توجه به اینکه در حرکت با شتاب ثابت، سرعت متوسط برابر میانگین سرعت‌های ابتدا و انتهای حرکت است، داریم:

$$\begin{cases} \text{سرعت متوسط در بازهٔ } ۰\ s \text{ تا } ۵\ s: v_{av۱} = \dfrac{v_۰ + v_۵}{۲} = \dfrac{۰ + ۵\frac{m}{s}}{۲} = ۲٫۵\dfrac{m}{s} \\ \text{سرعت متوسط در بازهٔ } ۲۵s \text{ تا } ۴۰\ s: v_{av۲} = \dfrac{v_{۲۵} + v_{۴۰}}{۲} = \dfrac{۵\frac{m}{s} + ۰}{۲} = ۲٫۵\dfrac{m}{s} \end{cases}$$

بنابراین سرعت متوسط در بازهٔ زمانی $۰\ s$ تا $۵\ s$ برابر با سرعت متوسط در بازهٔ زمانی $۲۵\ s$ تا $۴۰\ s$ است و نسبت آنها یک می‌شود.

۳۹ الف) ابتدا به مدت ۵ ثانیه (در بازهٔ $۰\ s$ تا $۵\ s$)، شتاب متحرک $۲\frac{m}{s^۲}$ است.

$$\Delta v_۱ = a_۱ \Delta t_۱ = ۲\frac{m}{s^۲} \times (۵s - ۰\ s) = ۱۰\frac{m}{s}$$

پس سرعت متحرک افزایش می‌یابد و از $۰\frac{m}{s}$ به $۱۰\frac{m}{s}$ می‌رسد.

سپس به مدت ۱۰ ثانیه (در بازهٔ $۵\ s$ تا $۱۵\ s$)، شتاب متحرک، صفر و سرعت متحرک، ثابت و برابر $۱۰\frac{m}{s}$ است.

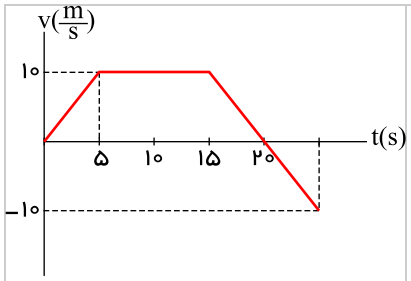
در نهایت به مدت ۱۰ ثانیه (در بازهٔ $۱۵\ s$ تا $۲۵\ s$)، شتاب متحرک $-۲\frac{m}{s^۲}$ است و داریم:

$$\Delta v_۲ = a_۲ \Delta t_۲ = -۲\frac{m}{s^۲} \times (۲۵s - ۱۵s) = -۲۰\frac{m}{s}$$

بنابراین، سرعت متحرک $-۲۰\frac{m}{s}$ کاهش می‌یابد و از $+۱۰\frac{m}{s}$ به $-۱۰\frac{m}{s}$ می‌رسد.

در این بازهٔ زمانی و در لحظه‌ای که سرعت متحرک صفر می‌شود، جهت حرکت تغییر می‌کند. با توجّه به مقدار شتاب $(-۲\frac{m}{s^۲})$ و سرعت اولیه در این بازه $(+۱۰\frac{m}{s})$، سرعت در لحظهٔ $۲۰\ s$ صفر می‌شود.

بنابراین، نمودار سرعت زمان متحرک به شکل زیر می‌شود:



ب)

$۰s < t < ۵s \Rightarrow$ تندشونده

$۵s < t < ۱۵s \Rightarrow$ یکنواخت

$۱۵s < t < ۲۰s \Rightarrow$ کندشونده

$۲۰s < t < ۲۵s \Rightarrow$ تندشونده

Telegram: @konkur_in

$$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{(-۱۰\frac{m}{s})-(۰\frac{m}{s})}{۲۵s-۰\,s}=\frac{-۱۰\frac{m}{s^۲}}{۲۵s}=-۰/۴\frac{m}{s^۲}$$

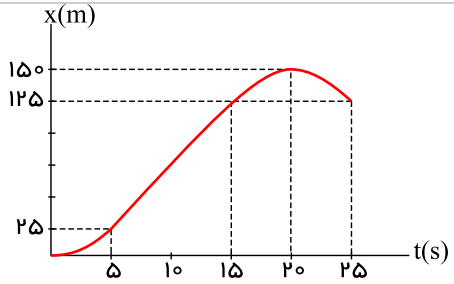
با توجه به نمودار $v-t$ این حرکت و سطح محصور بین منحنی و محور زمان، جابه‌جایی متحرک در بازه‌های زمانی مختلف را به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases}۰\,s<t<۵\,s \;\Rightarrow\; \Delta x_۱=\frac{۱}{۲}\times ۱۰\frac{m}{s}\times ۵\,s=۲۵\,m\\ ۵s<t<۱۵s \;\Rightarrow\; \Delta x_۲=۱۰\frac{m}{s}(۱۵s-۵s)=۱۰۰\,m\\ ۱۵s<t<۲۰\,s \;\Rightarrow\; \Delta x_۳=\frac{۱}{۲}\times ۱۰\frac{m}{s}\times(۲۰\,s-۱۵s)=۲۵m\\ ۲۰\,s<t<۲۵s \;\Rightarrow\; \Delta x_۴=-\frac{۱}{۲}\times ۱۰\frac{m}{s}(۲۵s-۲۰\,s)=-۲۵m\end{cases}$$

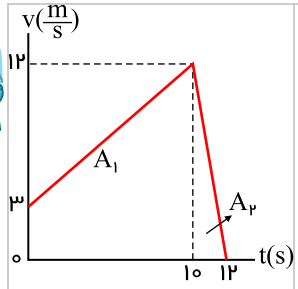
ت)

کل $\Delta x=\Delta x_۱+\Delta x_۲+\Delta x_۳+\Delta x_۴=+۱۲۵m$

با توجه به جابه‌جایی‌های به‌دست‌آمده، داریم:



۴۰ الف و ب) در این حرکت، سرعت همواره مثبت بوده و حرکت تغییر جهت نداشته است؛ بنابراین، مسافت پیموده‌شده برابر اندازهٔ جابه‌جایی است و از طرفی، جابه‌جایی مثبت و برابر سطح محصور میان منحنی و محور زمان است.



$$A_۱=\frac{۳+۱۲}{۲}(۱۰-۰)=۷۵\,m$$

$$A_۲=\frac{۱}{۲}\times ۱۲\times(۱۲-۱۰)=۱۲m$$

$$\Rightarrow \Delta x=A_۱+A_۲=۸۷\,m$$

$$\Rightarrow l=|\Delta x|=۸۷m$$

پ) حرکت از دو بخش با شتاب‌های ثابت تشکیل شده است.

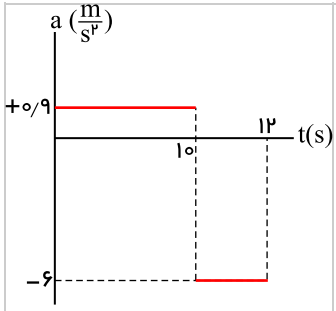
در بازهٔ زمانی $۰\,s$ تا $۱۰\,s$ شتاب ثابت و مثبت است.

$$۰\,s<t<۱۰\,s \;\Rightarrow\; a_۱=\frac{۱۲\frac{m}{s}-۳\frac{m}{s}}{۱۰\,s-۰\,s}=۰/۹\frac{m}{s^۲}$$

در بازهٔ زمانی $۱۰\,s$ تا $۱۲\,s$ شتاب ثابت و منفی است.

$$۱۰s<t<۱۲s \;\Rightarrow\; a_۲=\frac{۰\frac{m}{s}-۱۲\frac{m}{s}}{۱۲s-۱۰\,s}=-۶\frac{m}{s^۲}$$

پس:



۴۱ الف) خودرو را متحرک ۱ و کامیون را متحرک ۲ فرض می‌کنیم. همچنین محل ایستادن خودرو که مکان اولیهٔ خودرو و کامیون است را مبدأ مکان فرض می‌کنیم.

$$\Rightarrow x_{۰۱}=x_{۰۲}=۰$$

متحرک ۱ (خودرو) با شتاب ثابت و از حال سکون $(v_{۰۱}=۰)$ شروع به حرکت می‌کند و حرکت متحرک ۲ (کامیون) یکنواخت است.

$$x_۱=\frac{۱}{۲}a_۱t^۲+v_{۰۱}t+x_{۰۱}=\frac{۱}{۲}\times ۲t^۲+۰+۰\;\Rightarrow\; x_۱=t^۲$$

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

$$v_۲ = ۳۶\frac{km}{h} = ۳۶ \times \frac{۱۰۰۰m}{۳۶۰۰\,s} = ۱۰\frac{m}{s}$$

$$x_۲ = v_۲t + x_{۰۲} = ۱۰t + ۰ \;\Rightarrow x_۲ = ۱۰t$$

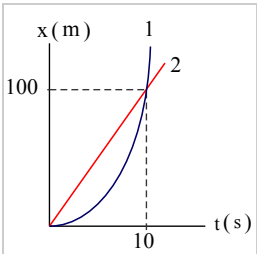
متحرک‌ها وقتی به هم می‌رسند که $x_۱ = x_۲$:

$$x_۱ = x_۲ \;\Rightarrow\; t^۲ = ۱۰t \;\Rightarrow\; t(t-۱۰) = ۰$$

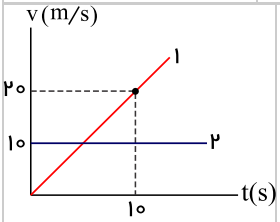
$$\Rightarrow \begin{cases} t = ۰\,s \;\Rightarrow\; x_۱ = x_۲ = ۰ \;\Rightarrow \text{ همان مکان اولیه} \\ t = ۱۰\,s \;\Rightarrow\; x_۱ = x_۲ = ۱۰۰m \end{cases}$$

پس از $۱۰\,s$ و در فاصلهٔ $۱۰۰m$ از مبدأ مکان، خودرو به کامیون می‌رسد.

ب)



پ)



$$\begin{cases} v_۱ = a_۱t + v_{۰۱} \Rightarrow v_۱ = ۲t + ۰ = ۲t \\ v_۲ = ۲۰\frac{m}{s} \end{cases}$$

توجه: در لحظه‌ای که خودرو به کامیون می‌رسد، سرعت آن دو برابر سرعت کامیون است.

۴۲ الف) در لحظات آغازین و در مدت زمان برابر، جابه‌جایی A از جابه‌جایی B بیشتر است؛ پس سرعت اولیهٔ A از سرعت اولیهٔ B بیشتر است.

ب) در لحظات پایانی و در مدت زمان برابر، جابه‌جایی B از جابه‌جایی A بیشتر شده است. پس سرعت نهایی B از سرعت نهایی A بیشتر است.

پ) با توجه به بیشتر بودن سرعت نهایی B از سرعت نهایی A و همچنین کمتر بودن سرعت اولیهٔ B از سرعت اولیهٔ A، در مدت زمان برابر، تغییر سرعت B از تغییر سرعت A بیشتر و در نتیجه، شتاب B از شتاب A بیشتر است.

$$\begin{cases} v_B > v_A \\ v_{۰B} < v_{۰A} \end{cases} \Rightarrow v_B - v_{۰B} > v_A - v_{۰A} \Rightarrow \Delta v_B > \Delta v_A \xrightarrow{\text{یکسان } \Delta t} a_B > a_A$$

۴۳ نیروی شناوری و نیروی وزن اثر یکدیگر را خنثی می‌کنند.

نیروی پیشران و نیروی مقاومت اثر یکدیگر را خنثی می‌کنند.

۴۴ الف) طبق قانون اول نیوتون (لختی)، جسم تمایل دارد حالت سکون یا حرکت یکنواخت خود را بر روی خط راست حفظ کند.

در حالتی که خودرو ناگهان شروع به حرکت می‌کند، خودرو به سمت جلو رفته و اجسام داخل خودرو تمایل دارند حالت سکون خود را حفظ کنند؛ به همین دلیل شخص به صندلی فشرده می‌شود.

در حالتی که خودرو ناگهان توقف می‌کند، اجسام داخل خودرو تمایل دارند حالت حرکت رو به جلوی خود را حفظ کنند؛ در نتیجه اجسام به سمت جلو پرتاب می‌شوند.

ب) در هنگام توقف یا ترمز ناگهانی اتومبیل، سرنشین بنابر خاصیت لختی، به حرکت رو به جلوی خود ادامه می‌دهد و به سمت شیشهٔ جلو پرتاب می‌شود. کمربند ایمنی و یا کیسهٔ هوا، سرنشین را با خودرو یک پارچه می‌کند و اجازهٔ حرکت سرنشین در رخدادهای ناگهانی را نمی‌دهند.

۴۵ الف) بر طبق قانون اول نیوتون، جسم تمایل دارد وضعیت سکون خود را حفظ کند. با حرکت سریع مقوا، سکه سر جای خود ساکن می‌ماند و به همین دلیل داخل لیوان می‌افتد.

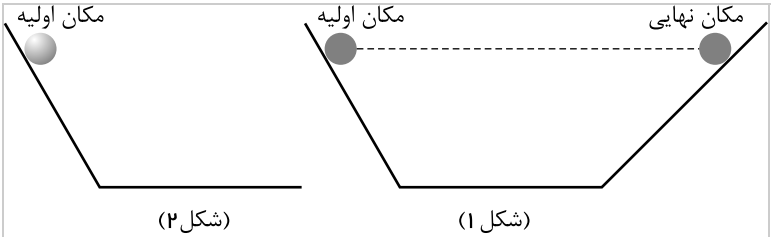
ب) هنگامی‌که نخ را به آرامی بکشیم، نیرو فرصت کافی دارد تا به نخ بالایی انتقال یابد و نخ از قسمت بالای گوی جدا می‌گردد.

در کشش سریع نخ، لختی جرم گلوله سبب می‌شود که در بازهٔ زمانی کوتاه، فرصت انتقال نیرو به نخ بالایی وجود نداشته باشد و در نتیجه نخ پایین پاره می‌شود.

۴۶ خیر طبق قانون اول نیوتون، وقتی برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر باشد، جسم در حال حرکت با سرعت ثابت و بر روی خط راست، حرکت خود را حفظ می‌کند.

۴۷ گالیله طبق شکل‌های زیر، گوی‌ها را از ارتفاع معینی روی سطح شیبدار (شکل ۱) رها کرد تا به پایین بلغزند و از سطح شیبدار روبه‌رویی بالا روند. او تا حد امکان سطوح را صاف و صیقلی کرد و دریافت که گوی تقریباً تا همان ارتفاع روی سطح شیبدار مقابل بالا می‌رود. او استدلال کرد که اگر بتوان از اصطکاک صرف‌نظر کرد، جسم روی سطح شیبدار دوم دقیقاً تا همان ارتفاع اولیه بالا می‌رود. حال اگر شیب سطح شیبدار دوم صفر شود (شکل ۲)، جسم باید برای همیشه روی آن با سرعت ثابت حرکت کند.

گالیله از این آزمایش ذهنی نتیجه گرفت که برای حرکت یکنواخت جسم روی خط راست، نیازی به وارد کردن نیرو به جسم نیست.



۴۸ قبل از هر چیزی می‌توان دریافت که بردار شتاب و بردار نیروی خالص وارد بر جسم همسو هستند.

در سه شکل سمت راست: با ثابت ماندن اندازهٔ جرم جسم و با افزایش نیرو، مقدار شتاب جسم افزایش می‌یابد. یعنی نیرو با شتاب متناسب است.

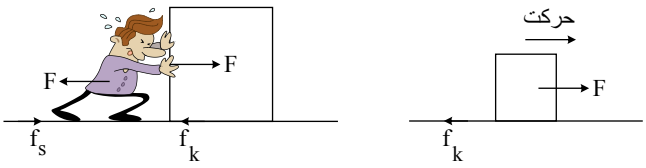
Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

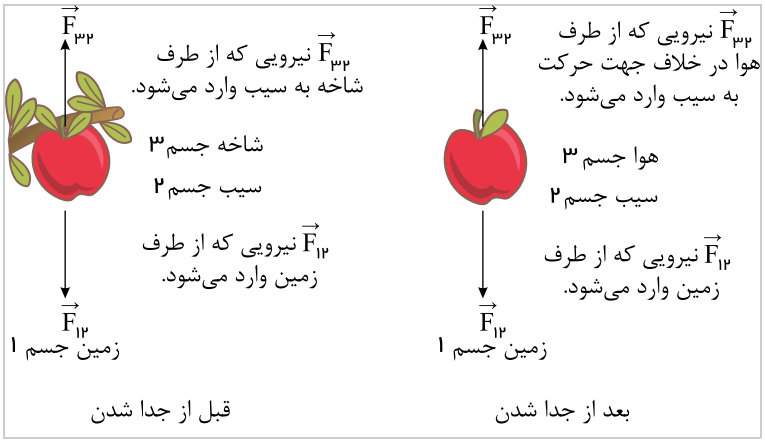
۴۹ الف) وقتی ما شروع به حرکت می‌کنیم، پاهایمان نیرویی به سمت عقب وارد می‌کند. طبق قانون سوم نیوتون، نیرویی هم‌اندازه و در خلاف جهت به پاهای ما وارد می‌شود که اصطکاک نام دارد و سبب می‌شود که به سمت جلو حرکت کنیم.

ب) زیرا ناهمواری‌های سطوح باعث افزایش اصطکاک می‌شوند؛ در نتیجه ضریب اصطکاک سطوح صاف کمتر می‌باشد که در نتیجه اصطکاک بین فرد و زمین کم شده و سبب سُر خوردن می‌شود و راه رفتن دشوار می‌گردد.

۵۰ از طرف شخص به جعبه یک نیروی محرک F وارد می‌شود که چون $F \geq f_k$ است (f_k نیروی اصطکاک جنبشی وارد بر جسم از طرف سطح زمین است) جسم بر روی سطح حرکت می‌کند.



۵۱ الف)



ب)

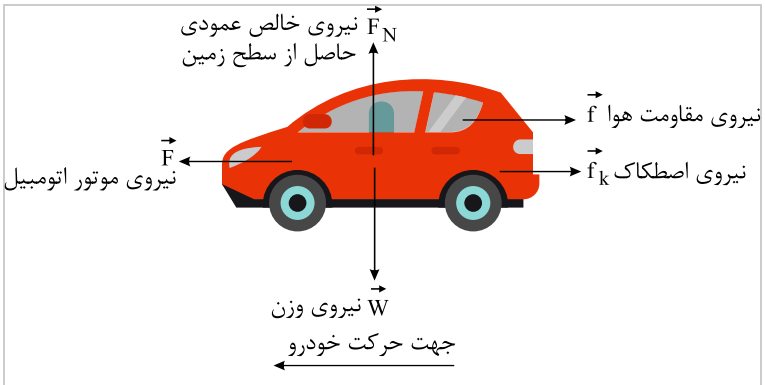
کنش	واکنش
نیرویی که از طرف زمین به سیب وارد می‌شود.	نیرویی که از طرف سیب به زمین وارد می‌شود.
نیرویی که از طرف شاخه به سیب وارد می‌شود.	نیرویی که از طرف سیب به شاخه وارد می‌شود.

قبل از جدا شدن

کنش	واکنش
نیرویی که از طرف زمین به سیب وارد می‌شود.	نیرویی که از طرف سیب به زمین وارد می‌شود.
نیرویی که از طرف هوا به سیب وارد می‌شود.	نیرویی که از طرف سیب به هوا وارد می‌شود.

بعد از جدا شدن

۵۲ الف)

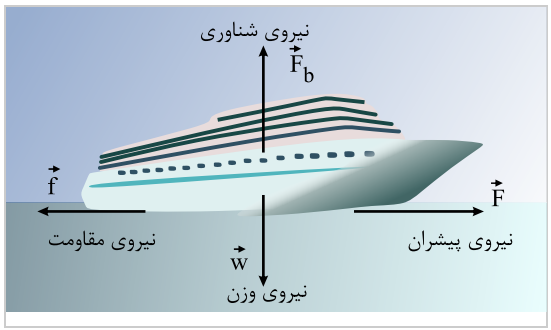


Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

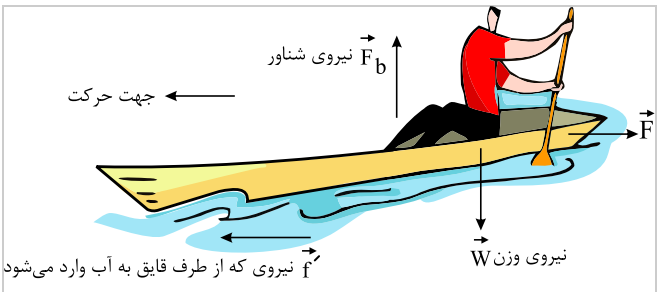
کنش	واکنش
نیرویی که زمین به خودرو وارد می‌کند. $\vec{W}$	نیرویی که خودرو به زمین وارد می‌کند. $\vec{W'}$
نیروی عمودی تکیه‌گاه که سطح جاده به خودرو وارد می‌کند. $\vec{F}_N$	نیروی عمودی که خودرو بر سطح جاده وارد می‌کند. $\vec{F'}_N$
نیروی اصطکاکی که موازی سطح از طرف زمین در خلاف جهت حرکت به خودرو وارد می‌شود. $\vec{f}_k$	در وضعیت لغزش، نیروی موازی سطح از طرف خودرو در جهت حرکت به زمین وارد می‌شود. $\vec{f'}_k$
نیرویی که از مولکول‌های هوا به خودرو در خلاف جهت حرکت وارد می‌شود. $\vec{f}$	نیرویی که از طرف خودرو به مولکول‌های هوا در جهت حرکت وارد می‌شود. $\vec{f'}$
نیروی پیشران خودرو که به محور چرخ‌ها وارد می‌شود $\vec{F}$	واکنش نیروی پیشران به موتور خودرو وارد می‌شود $\vec{F'}$

ب)



کنش	واکنش
نیرویی که زمین به کشتی وارد می‌کند. $\vec{W}$	نیرویی که کشتی به زمین وارد می‌کند. $\vec{W'}$
نیرویی که از طرف آب (نیروی شناوری) رو به بالا به کشتی وارد می‌شود. $\vec{F}_b$	نیرویی که از طرف کشتی به آب رو به پایین وارد می‌شود. $\vec{F'}_b$
نیرویی که در جهت مخالف حرکت از طرف آب و مولکول‌های هوا به سطح کشتی وارد می‌شود. $\vec{f}$	نیرویی که در جهت حرکت کشتی به آب و مولکول‌های هوا وارد می‌شود. $\vec{f'}$
نیروی پیشران کشتی $\vec{F}$	واکنش نیروی پیشران که به موتور کشتی وارد می‌شود. $\vec{F'}$

پ)



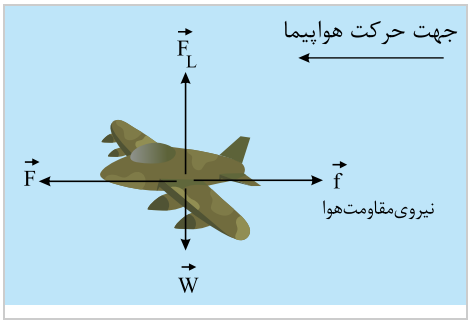
کنش	واکنش
نیرویی که زمین به قایق وارد می‌کند. $\vec{W}$	نیرویی که قایق به زمین وارد می‌کند. $\vec{W'}$
نیرویی که از طرف آب (نیروی شناوری) رو به بالا به قایق وارد می‌شود. $\vec{F}_b$	نیرویی که از طرف قایق رو به پایین به آب وارد می‌شود. $\vec{F'}_b$
نیرویی که به‌طور موازی در جهت مخالف حرکت از طرف آب و مولکول‌های هوا به سطح قایق وارد می‌شود. $\vec{f}$	نیرویی که در جهت حرکت قایق به آب و مولکول‌های هوا وارد می‌شود. $\vec{f'}$
نیرویی که پارو به قایق وارد می‌کند. $\vec{F}$	نیرویی که قایق به پارو وارد می‌کند. $\vec{F'}$

ت)

Telegram: @konkur_in

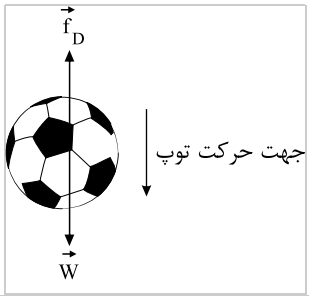
کنش	واکنش
نیرویی که زمین به چترباز وارد می‌کند. $\vec{W}$	نیرویی که چترباز به زمین وارد می‌کند. $\overrightarrow{W'}$
نیرویی که از طرف مولکول‌های هوا به چترباز وارد می‌شود. $\vec{f}_D$	نیرویی که از طرف چترباز به مولکول‌های هوا وارد می‌شود. $\overrightarrow{f'}_D$

ث)



کنش	واکنش
نیرویی که زمین به هواپیما وارد می‌کند. $\vec{W}$	نیرویی که هواپیما به زمین وارد می‌کند. $\overrightarrow{W'}$
نیرویی که از طرف مولکول‌های هوا رو به بالا به هواپیما وارد می‌شود. $\vec{F}_L$	نیرویی که از طرف هواپیما به مولکول‌های هوا وارد می‌شود. $\overrightarrow{F'}_L$
نیرویی که در جهت مخالف حرکت از مولکول‌های هوا به سطح هواپیما وارد می‌شود. $\vec{f}$	نیرویی که در جهت حرکت هواپیما به مولکول‌های هوا وارد می‌شود. $\overrightarrow{f'}$
نیروی پیشران موتور که به هواپیما وارد می‌شود $\vec{F}$	نیرویی که به موتور هواپیما وارد می‌شود $\overrightarrow{F'}$

ج)



قبل از برخورد:	
کنش	وا کنش
نیرویی که زمین به توپ وارد می‌کند. $\vec{W}$	نیرویی که توپ به زمین وارد می‌کند. $\overrightarrow{W'}$
نیرویی که از طرف مولکول‌های هوا رو به بالا به توپ وارد می‌شود. $\vec{f}_D$	نیرویی که از طرف توپ به مولکول‌های هوا وارد می‌شود. $\overrightarrow{f'}_D$

www.konkur.in

بعد از برخورد:	
کنش	واکنش
نیرویی که زمین به توپ وارد می‌کند. $\vec{W}$	نیرویی که توپ به زمین وارد می‌کند. $\vec{W'}$
نیرویی که از طرف مولکول‌های هوا رو به پایین به توپ وارد می‌شود. $\vec{f}_D$	نیرویی که از طرف توپ به مولکول‌های هوا وارد می‌شود. $\vec{f'}_D$

۵۳

الف)

$$W_۱ = mg_{\text{زمین}} \rightarrow W_۱ = (۰/۱kg)(۹/۸\frac{N}{kg}) = ۰/۹۸N$$

ب)

$$W_۲ = mg_{\text{ماه}} \rightarrow W_۲ = (۰/۱\ kg)(۱/۶\ \frac{N}{kg}) = ۰/۱۶\ N$$

$$W_۲ = mg_{\text{مریخ}} \rightarrow W_۳ = (۰/۱\ kg)(۳/۷\ \frac{N}{kg}) = ۰/۳۷N$$

$$W_۱ > W_۳ > W_۲$$

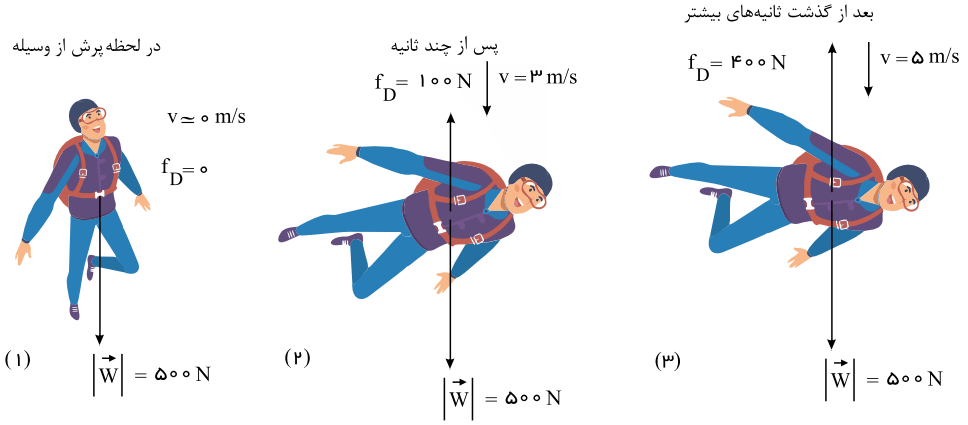
۵۴ چون $f_D = ۰$ است، شتاب سقوط یکسان است. با توجه به پایستگی انرژی مکانیکی داریم:

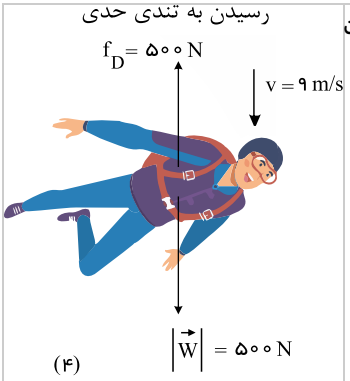
$$a = g - \frac{f_D}{m} \xrightarrow{f_D=۰} a = g$$

$$v^۲ - v_۰^۲ = ۲gh \rightarrow v^۲ - ۰ = ۲gh \rightarrow v = \sqrt{۲gh}$$

سرعت برخورد گلوله‌ها با زمین به جرم گلوله‌ها وابسته نیست، پس: $v_۱ = v_۲$

۵۵ فرض می‌کنیم شخصی به وزن $۵۰۰N$ از وسیله به بیرون می‌پرد. بعد از پریدن چترباز، تندی اولیهٔ آن بسیار ناچیز است و به‌تدریج تندی و مقاومت هوا افزایش می‌یابد. اگر جهت رو به پایین را مثبت فرض کنیم، داریم:





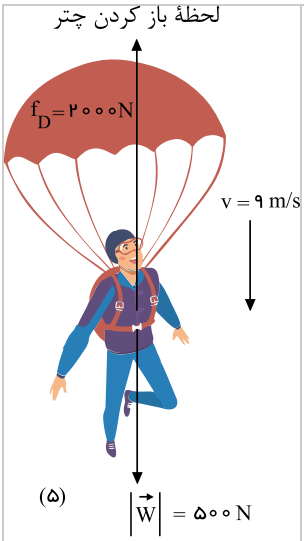
پس از مدتی، مقاومت هوا با وزن چترباز برابر شده و نیروی خالص وارد بر چترباز صفر می‌شود و چترباز با تندی ثابتی (تندی حدی) به طرف زمین حرکت می‌کند.

Telegram: @konkur_in

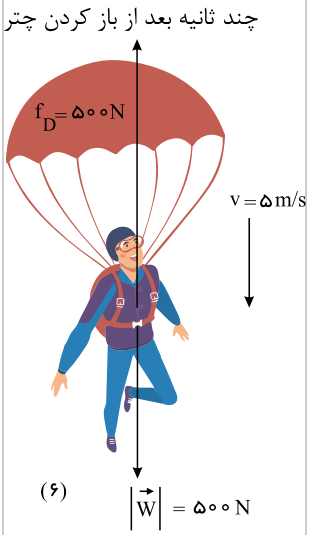
www.konkur.in

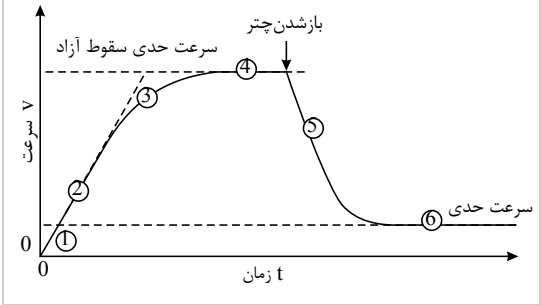
در این حالت، چترباز چتر را باز می‌کند. این‌کار باعث افزایش نیروی مقاومت هوا خواهد شد.

در این حالت، برایند نیروها و در نتیجه شتاب چترباز به سمت بالا خواهد بود؛ بنابراین حرکتش کندشونده می‌شود و تندی چترباز و در نتیجه نیروی مقاومت هوا کاهش می‌یابند.



در نهایت نیروی مقاومت هوا کاهش یافته و برابر نیروی وزن خواهد شد و جسم با تندی حدی کمتر به زمین می‌رسد.





۵۶ الف)

$$F_N = mg = ۴kg \times ۹٫۸\frac{N}{kg} = ۳۹٫۲N$$

ب)

$$F_N = mg + F' = ۴kg \times ۹٫۸\frac{N}{kg} + ۲۰N = ۵۹٫۲N$$

پ)

$$F_N + F' = mg \rightarrow F_N + ۲۰N = ۴kg \times ۹٫۸\frac{N}{kg}$$

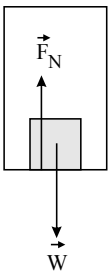
$$F_N = ۳۹٫۲N - ۲۰N = ۱۹٫۲N$$

۵۷

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

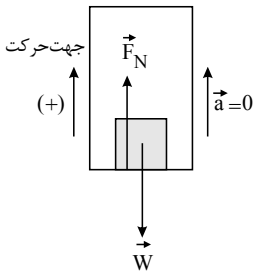
الف)



$F_N - mg = ۰ \rightarrow F_N = mg$

$\rightarrow F_N = ۵۰ \times ۹٫۸ = ۴۹۰N$

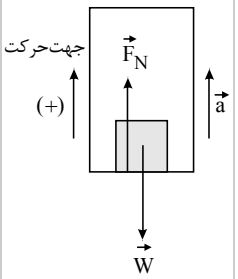
ب) فرض می‌کنیم آسانسور رو به بالا حرکت می‌کند:



$F_N - mg = ma = ۰ \rightarrow F_N = mg$

$\rightarrow F_N = ۵۰ \times ۹٫۸ = ۴۹۰N$

پ)

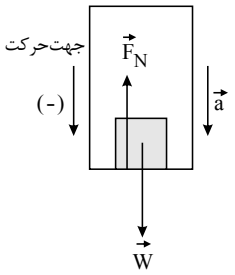


$F_N - mg = ma \rightarrow F_N = m(g + a)$

$F_N = ۵۰(۹٫۸ + ۱٫۲)$

$F_N = ۵۵۰N$

ت)



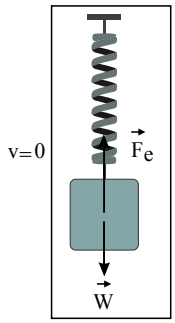
$F_N - mg = -ma \rightarrow F_N = m(g - a)$

$F_N = ۵۰(۹٫۸ - ۱٫۲)$

$F_N = ۴۳۰N$

۵۸

الف)

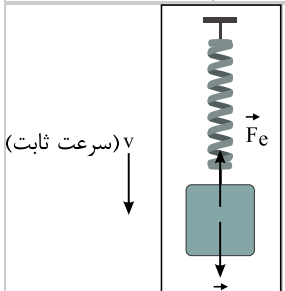


$F_e - mg = ۰ \rightarrow k\Delta L = mg$

$\rightarrow ۲۰(L_۱ - ۱۲) = ۲ \times (۹٫۸)$

$\rightarrow L_۱ = ۱۲٫۹۸cm$

ب)



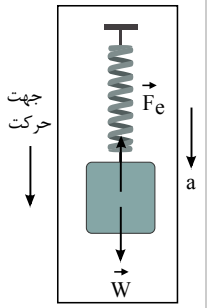
$F_e - mg = ۰ \rightarrow k\Delta L = mg$

$\rightarrow ۲۰(L_۲ - ۱۲) = ۲ \times ۹٫۸$

$\rightarrow L_۲ = ۱۲٫۹۸cm$

Telegram: @konkur_in

پ)

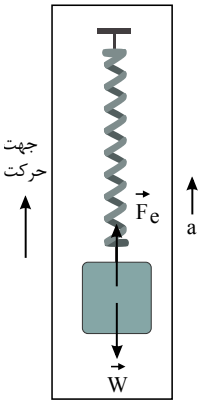


$F_e - mg = -ma \rightarrow k\Delta L = m(g-a)$

$\rightarrow ۲۰(L_۳ - ۱۲) = ۲ \times (۹/۸ - ۲)$

$\rightarrow L_۳ = ۱۲/۷۸cm$

ت)



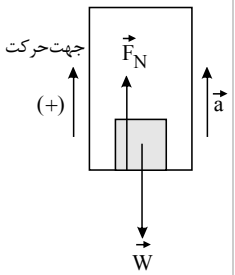
$F_e - mg = ma \rightarrow k\Delta L = m(g+a)$

$\rightarrow ۲۰(L_۴ - ۱۲) = ۲ \times (۹/۸ + ۲)$

$\rightarrow L_۴ = ۱۳/۱۸cm$

۵۹

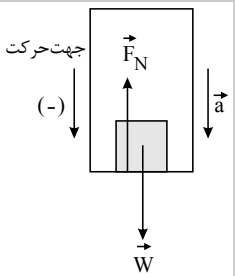
الف) در این حالت، ترازو عددی بیشتر از اندازهٔ وزن را نشان می‌دهد.



$F_N - mg = ma$

$\rightarrow F_N = m(g+a) \rightarrow F_N > mg$

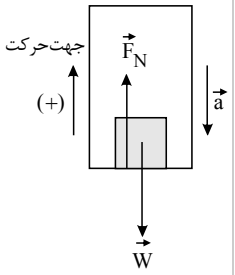
ب) در این حالت، ترازو عددی کوچک‌تر از اندازهٔ وزن را نشان می‌دهد.



$F_N - mg = -ma$

$\rightarrow F_N = m(g-a) \rightarrow F_N < mg$

پ) در این حالت، ترازو عددی کوچک‌تر از اندازهٔ وزن را نشان می‌دهد.

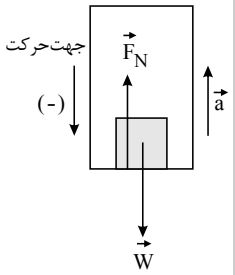


$F_N - mg = -ma$

$\rightarrow F_N = m(g-a) \rightarrow F_N < mg$

www.konkur.in

ت) در این حالت ترازو، عددی بیشتر از اندازهٔ وزن را نشان می‌دهد.



$$F_N - mg = ma$$

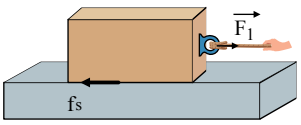
$$\rightarrow \ F_N = m(g+a) \ \rightarrow \ F_N > mg$$

۶۰ اگر مساحت وجه بزرگ مکعب برابر $۴۸cm^۲$ و وجه کوچک آن برابر $۴۰cm^۲$ و همچنین جرم مکعب چوبی برابر $۱kg$ باشد، داریم:

شمارهٔ آزمایش	مساحت سطح تماس قطعه با میز	وزن قطعه:	
		عددی که نیروسنج نشان می‌دهد $(f_{s,max})$	μ_s
۱	$۴۰cm^۲$	۳	۰٫۳
۲	$۴۸cm^۲$	۳	۰٫۳

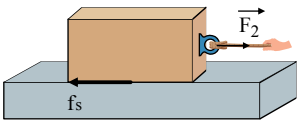
مشاهده خواهد شد که μ_s تقریباً تغییر نمی‌کند و نتیجه می‌گیریم که ضریب اصطکاک به سطح ظاهری تماس بستگی ندارد.

۶۱ الف) در هر حالت که جسم ساکن است، نیروی اصطکاک ایستایی با نیروی F برابر است، یعنی:



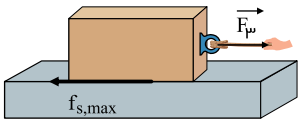
(الف)

$$\rightarrow F_۱ - f_s = ma = ۰ \rightarrow F_۱ = f_s = ۴N$$



(ب)

$$\rightarrow F_۲ - f_s = ma = ۰ \rightarrow F_۲ = f_s = ۸N$$



(پ)

$$\rightarrow F_۳ - f_{s,\max} = ma = ۰ \rightarrow F_۳ = f_{s,\max} = ۱۶N$$

ب) فقط برای حالتی که جسم در آستانهٔ حرکت است، داریم:

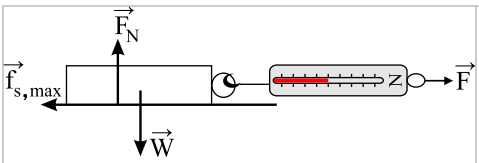
$$f_{s,\max} = \mu_s F_N \rightarrow \mu_s = \frac{f_{s,\max}}{mg} = \frac{۱۶N}{۴kg \times ۹٫۸(\frac{N}{kg})} = ۰٫۴۰$$

۶۲ حداقل نیروی لازم برای حرکت در آوردن این جسم ساکن، معادل نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه است؛ یعنی:

$$F - f_{s,\max} = ma = ۰ \rightarrow F = f_{s,\max} = \mu_s F_N = \mu_s mg$$

$$\rightarrow F = ۰٫۶ \times ۷۵kg \times ۹٫۸ \frac{N}{kg} = ۴۴۱N$$

۶۳ وسایل لازم: نیروسنج – قطعه‌های چوبی مختلف – ترازو



شرح آزمایش:

۱- قطعهٔ چوبی را از یک وجه روی سطح افقی قرار دهید.

۲- نیروسنج را به قطعهٔ چوب وصل کرده و سر دیگر نیروسنج را در دست گرفته و بکشید. وقتی جسم در آستانهٔ لغزیدن قرار می‌گیرد، عددی که نیروسنج نشان می‌دهد برابر نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه $(f_{s,\max})$ است.

۳- جرم قطعه چوب را با ترازو اندازه‌گیری کرده و از رابطهٔ $F_N = mg$، مقدار نیروی عمودی را محاسبه کنید.

۴- این بار آزمایش را با ۲ قطعهٔ چوبی روی هم انجام دهید. در این حالت عددی که نیروسنج نشان می‌دهد بیشتر می‌شود.

Telegram: @konkur_in

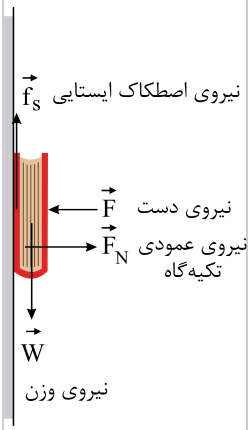
www.konkur.in

۶- اعداد به‌دست آمده از نیروسنج را در هر مرحله بر وزن قطعه‌های چوب تقسیم کنید. نتیجهٔ تقسیم در تمامی مرحله‌ها ثابت خواهد بود.

نتیجه: نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه با مقدار وزن جسم رابطهٔ مستقیم دارد و با تقسیم این نیرو بر وزن عدد ثابتی به‌دست می‌آید که همان ضریب اصطکاک ایستایی است.

۶۴

الف)



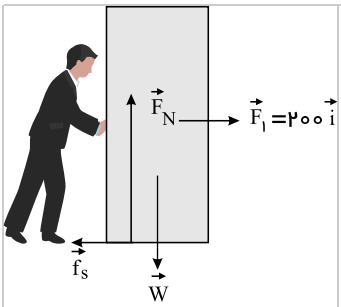
ب)

$$mg - f_s = ma \xrightarrow{a=0} f_s = mg \rightarrow f_s = ۲٫۵kg \times ۹٫۸\frac{N}{kg} = ۲۴٫۵N$$

پ) خیر. با توجه به اینکه نیروی اصطکاک برابر با وزن جسم است، با تغییر نیروی F، نیروی اصطکاک تغییری نمی‌کند، بلکه برای ثابت ماندن کتاب در راستای افقی، نیروی عمودی سطح متناسب با نیرویی که ما وارد می‌کنیم، افزایش می‌یابد.

$$F_N - F = ۰ \rightarrow F = F_N$$

۶۵

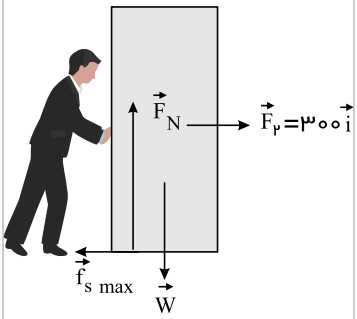


الف) جسم ساکن است.

$$F_۱ - f_s = ۰$$
$$\rightarrow f_s = F_۱ = ۲۰۰N$$

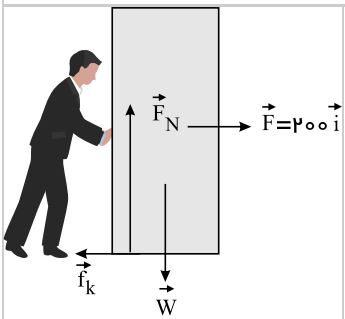
در حالت دوم نیز داریم:

$$F_۲ - f_{s,\max} = ۰ \Rightarrow f_{s,\max} = F_۲ = ۳۰۰N$$



ب) جسم در آستانهٔ حرکت است؛ بنابراین داریم:

$$\mu_s = \frac{f_{s,max}}{mg} = \frac{۳۰۰N}{۹۰\,kg \times ۹٫۸\,\frac{N}{kg}} = ۰٫۳۴$$



پ) جسم با شتاب ثابت در حرکت است.

$$F - f_k = ma$$
$$F - \mu_k mg = ma$$
$$\rightarrow ۲۰۰ - ۰٫۲ \times ۹۰ \times ۹٫۸ = ۹۰a$$
$$\rightarrow\ a \simeq ۰٫۲۶\,\frac{N}{kg}$$

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a} \ \rightarrow \ -f_k = ma \xrightarrow[F_N = W = mg]{f_k = \mu_k F_N}$$

$$-\mu_k mg = ma \ \rightarrow \ a = -\mu_k g$$

$$a = -(۰٫۲)(۹٫۸ \frac{N}{kg}) = -۱٫۹۶ \frac{N}{kg}$$

جسم متوقف شده است؛ بنابراین $v = ۰$ است.

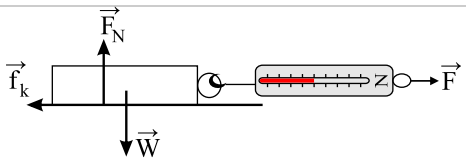
$$v^۲ - v_۰^۲ = ۲a\Delta x$$

$$۰ - (۱۰\frac{m}{s})^۲ = ۲(-۱٫۹۶ \frac{N}{kg})\Delta x \ \rightarrow \ \Delta x = ۲۵٫۵۱m$$

ب) از محاسبات قسمت قبل داریم که $a = -\mu_k g$؛ پس شتاب جسم به جرم آن بستگی ندارد و چون مسافت طی‌شده فقط به شتاب و سرعت اولیه وابسته است، پس با افزایش جرم، تغییری در مسافت طی‌شده ایجاد نمی‌شود.

$$\Delta x_۱ = \Delta x_۲ = ۲۵٫۵۱m$$

۶۷ الف) به کمک یک نیروسنج، قطعه چوب را می‌کشیم تا حرکت کند. در بازهٔ زمانی‌که قطعه چوب با سرعت ثابت در حال حرکت است، اندازهٔ نیرویی که نیروسنج نشان می‌دهد برابر است با نیروی اصطکاک جنبشی، در نتیجه خواهیم داشت:

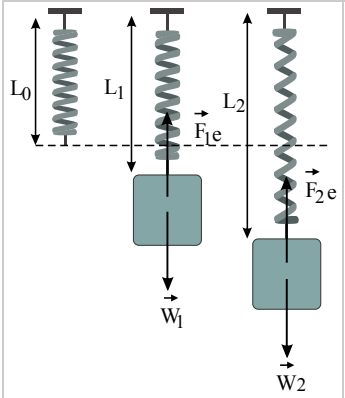


$$F - f_k = ma \rightarrow F - f_k = ۰ \rightarrow F = f_k$$
$$F = f_k = \mu_k mg \rightarrow \mu_k = \frac{F}{mg}$$

نیروی F از روی نیروسنج و m را به کمک ترازو به دست می‌آوریم.

ب) با وجه دیگر قطعه چوب، آزمایش را تکرار می‌کنیم و سعی می‌کنیم توسط نیروسنج، قطعه چوب را با سرعت ثابت بکشیم. عددی که نیروسنج نشان می‌دهد در این شرایط تقریباً برابر حالت قبل می‌باشد. پس نیروی اصطکاک جنبشی به مساحت سطح تماس بستگی ندارد.

۶۸



الف)

$$F_{۱e} = m_۱ g \rightarrow k(L_۱ - L_۰) = m_۱ g \ (۱)$$

$$F_{۲e} = m_۲ g \rightarrow k(L_۲ - L_۰) = m_۲ g \ \ (۲)$$

$$(m_۲ - m_۱)g = k(L_۲ - L_۱)$$

$$\rightarrow k = \frac{(m_۲ - m_۱)g}{(L_۲ - L_۱)}$$

$$\rightarrow k = \frac{(۵kg - ۴kg) \times ۹٫۸ \frac{N}{kg}}{(۱۵cm - ۱۴cm)} = ۹٫۸ \frac{N}{cm}$$

روش دوم:

$$\Delta F_e = k\Delta L \xrightarrow[\Delta F_e = (\Delta m)g]{\Delta L = L_۲ - L_۱} \rightarrow k = \frac{(\Delta m)g}{\Delta L} k = \frac{۱ \times ۹٫۸}{۱} \rightarrow k = ۹٫۸ \frac{N}{cm}$$

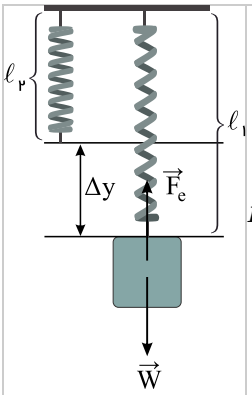
ب)

$$k(L_۱ - L_۰) = m_۱ g \rightarrow ۹٫۸(\frac{N}{cm})(۱۴cm - L_۰) = ۴kg \times ۹٫۸ \frac{N}{kg} \rightarrow L_۰ = ۱۰cm$$

۶۹

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in



الف) تعدادی فنر با ضخامت‌های مختلف تهیه می‌کنیم. هرچه فنر انعطاف‌پذیرتر باشد، ثابت فنر (سختی آن) کوچک‌تر و هرچه انعطاف کمتری داشته باشد، ثابت فنر (سختی آن) بیشتر است.

ب) ابتدا فنر را به‌طور آزادانه و بدون هیچ وزنه‌ای از سقف آویزان می‌کنیم و طول اولیهٔ آن را اندازه می‌گیریم. سپس به انتهای آن، وزنه‌ای با جرم مشخص آویزان می‌کنیم. در حالت تعادل به کمک خط‌کش، طول جدید فنر را اندازه می‌گیریم.

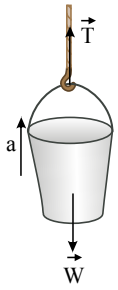
در حالت تعادل، بزرگی نیروی وارد شده از طرف فنر به وزنه، با نیرویی که از طرف زمین به جسم وارد می‌شود، برابر است؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$F_e = W \rightarrow k\Delta y = mg \rightarrow k = \frac{mg}{\Delta y}$$

سپس در چندین نوبت فنرهای مختلف را مطابق شکل آزمایش کرده و هر بار با توجه به رابطهٔ $k = \frac{mg}{\Delta y}$، مقدار k (ثابت فنر) را به دست می‌آوریم.

همچنین می‌توان آزمایش را با جرم‌های مختلف تکرار کرد و به دلیل خطای اندازه‌گیری چند مقدار برای k به دست آورد. در نهایت از اعداد به‌دست‌آمده میانگین گرفته و عدد دقیق‌تری برای k به دست آورد.

۷۰



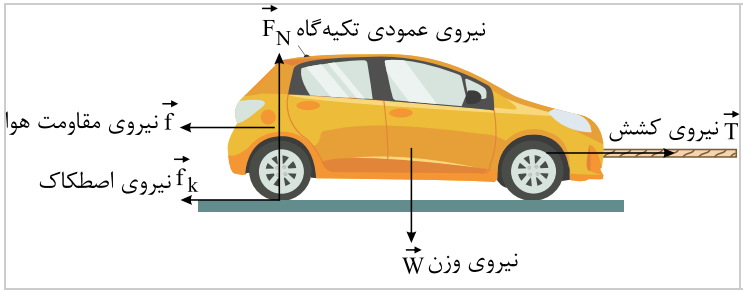
با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:

$$F_{net} = ma \rightarrow T - mg = ma$$

$$T - ۱۶ \times ۹٫۸ = ۱۶ \times ۱٫۲$$

$$T = ۱۵۶٫۸ + ۱۹٫۲ = ۱۷۶N$$

۷۱



با رسم نیروهای وارد بر اتومبیل و به‌کارگیری قانون دوم نیوتون، داریم:

الف) چون خودرو با سرعت ثابت حرکت می‌کند، نیروهای وارد بر آن متوازن هستند؛ بنابراین:

$$T - f_k - f = ma = ۰ \rightarrow T = f_k + f = ۳۸۰ + ۲۲۰ = ۶۰۰N$$

ب)

$$T' - f_k - f = ma \rightarrow T' = ma + f_k + f = ۲ \times ۱۵۰۰ + ۶۰۰ = ۳۶۰۰N$$

۷۲

الف) زمان واکنش و تندی خودرو

ب)

$$\Delta x = vt \rightarrow ۱۸m = v \times ۰٫۶s \rightarrow v = ۳۰\frac{m}{s}$$

پ)

$$\Delta x = (\frac{v + v_۰}{۲})t = (\frac{۰ + ۳۰}{۲}) \times ۵ = ۷۵m$$

$$a = \frac{v - v_۰}{t} = \frac{۰ - ۳۰}{۵} \rightarrow a = -۶\frac{m}{s^۲}$$

ت)

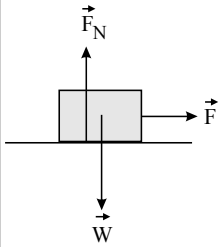
$$F_{net} = ma \rightarrow F_{net} = ۱۵۰۰ \times (-۶) \rightarrow F_{net} = -۹۰۰۰N$$

۷۳

الف

Telegram: @konkur_in

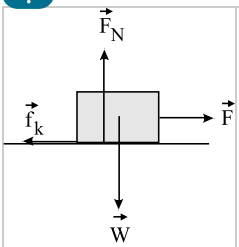
www.konkur.in



$\vec{F}_{net} = m\vec{a} \rightarrow F = ma$

$\rightarrow F = ۵ \times ۲ = ۱۰N$

ب



$\vec{F}_{net} = m\vec{a} \rightarrow F - f_k = ma$

$\xrightarrow[F_N = W]{f_K = \mu_k F_N} F - \mu_k W = ma$

$F - (۰٫۲)(۵)(۹٫۸) = (۵)(۲)$

$\rightarrow F - (۹٫۸) = ۱۰ \rightarrow F = ۱۹٫۸N$

۷۴ الف) چون در این قسمت، حرفی از زمان به میان نیامده، از رابطهٔ سرعت–جابجایی استفاده می‌کنیم

$v_۰ = ۷۲ \frac{km}{h} = ۷۲ \div ۳٫۶ = ۲۰ \frac{m}{s}$

$v^۲ - v_۰^۲ = ۲a\Delta x \rightarrow ۰^۲ - (۲۰ \frac{m}{s})^۲ = ۲a \times ۲۰m$

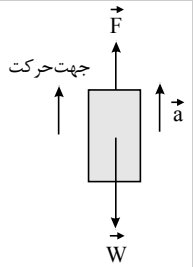
$a = -\frac{۴۰۰}{۴۰} \frac{m}{s^۲} = -۱۰ \frac{m}{s^۲}$

ب)

$v = at + v_۰ \rightarrow ۰ = -۱۰t + ۲۰ \rightarrow t = ۲s$

پ) در حین ترمز، به‌جز نیروی اصطکاک، نیرویی در امتداد سطح به ماشین وارد نمی‌شود.

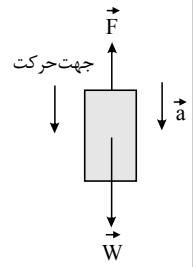
$-f_k = ma \rightarrow -f_k = -۱۰m \rightarrow f_k = ۱۰ \times ۱۲۰۰ = ۱۲۰۰۰N$



$\vec{F}_{net} = m\vec{a} \rightarrow F - W = ma \rightarrow F - mg = ma$

$F - (۵)(۹٫۸) = (۵)(۲)$

$\rightarrow F - (۴۹) = ۱۰ \rightarrow F = ۵۹N$



$W - F = ma \rightarrow mg - F = ma$

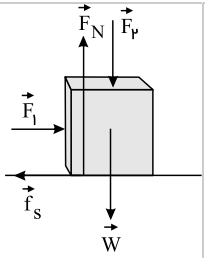
$(۵)(۹٫۸) - F = (۵)(۲)$

$\rightarrow (۴۹) - F = ۱۰ \rightarrow F = ۳۹N$

۷۷

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in



الف) در امتداد قائم، نیروهای وارد بر جسم متوازن هستند، بنابراین:

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

$$F_N - F_۲ - W = ma = ۰ \rightarrow F_N = F_۲ + W$$

با افزایش $F_۲$، نیروی عمودی سطح وارد بر جعبه افزایش می‌یابد.

ب) چون جسم ساکن است، نیروی اصطکاک ایستایی برابر نیروی $F_۱$ است، یعنی:

$$F_۱ - f_s = ma = ۰ \rightarrow F_۱ = f_s$$

پس با افزایش $F_۲$، نیروی اصطکاک تغییر نمی‌کند.

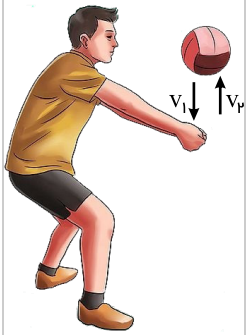
پ)

$$f_{s,\max} = \mu_s F_N \rightarrow f_{s,\max} = \mu_s (F_۲ + W)$$

با افزایش $F_۲$، مقدار $f_{s,\max}$ افزایش می‌یابد.

ت) نیروی خالص وارد بر جسم در راستای x و y صفر است. چون جسم در این دو راستا حرکتی ندارد.

۷۸



الف) اگر جهت $v_۱$ را مثبت در نظر بگیریم، جهت $v_۲$ منفی است؛ بنابراین داریم:

$$\Delta p = m\Delta v = m(v_۲ - v_۱)$$

$$\Delta p = ۰/۲۸ \times (-۲۲ - ۱۵)$$

$$\Delta p = -۱۰/۳۶ \frac{kgm}{s}$$

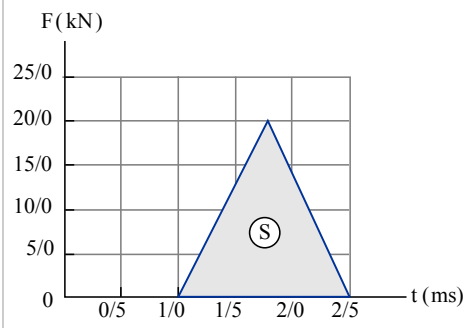
ب) نیروی متوسط موثر وارد برتوپ برابر با آهنگ تغییر تکانه توپ است:

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{-۱۰/۳۶ \frac{kgm}{s}}{۰/۰۶ s} \simeq -۱۷۲/۷ N$$

۷۹

$$\left.\begin{array}{l} K = \frac{۱}{۲} m v^۲ \\ p = mv \rightarrow v = \frac{p}{m} \end{array}\right\} \rightarrow K = \frac{۱}{۲} m \left(\frac{p}{m}\right)^۲ \rightarrow K = \frac{p^۲}{۲m}$$

۸۰



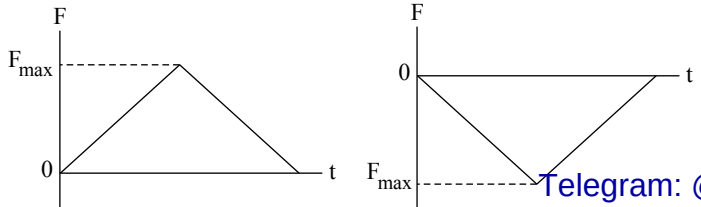
سطح زیر نمودار نیرو ـ زمان، برابر تغییر تکانه است: $S = \Delta p$

$$S = \frac{۱}{۲}\left((۲/۵ - ۱) \times ۱۰^{-۳} s\right) \times \left(۲۰ \times ۱۰^۳ N\right)$$

$$S = \Delta p = ۱۵ N \cdot s$$

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{۱۵ N \cdot s}{۱/۵ \times ۱۰^{-۳} s} = ۱۰۰۰۰ N$$

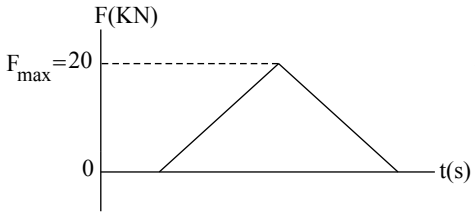
به‌طور کلی اگر نمودار نیرو–زمان به‌صورت یک مثلث در بالا یا پایین محور زمان باشد، آنگاه نیروی خالص متوسط مؤثر وارد بر جسم، نصف ارتفاع مثلث است؛ یعنی داریم:



Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

در اینجا:



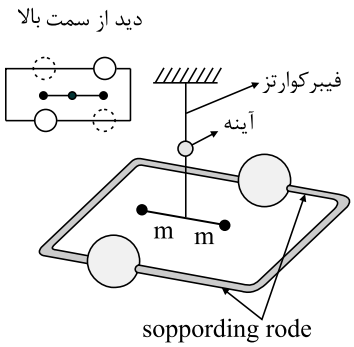
$$F_{av} = \frac{۱}{۲} F_{max} = ۱۰kN = ۱۰۰۰۰N$$

۸۱ ترازوی کاوندیش وسیله‌ای است که برای بررسی تجربی قانون جهانی گرانش نیوتون به کار می‌رود. اما این تناسب را می‌توان با تعریف یک ثابت تناسب به تساوی تبدیل کرد. این ثابت را ثابت جهانی گرانش می‌گویند. برای تعیین مقدار ثابت جهانی گرانش که آن را با G نمایش می‌دهیم، باید نیروی جاذبهٔ میان دو جرم را اندازه‌گیری کنیم.

قسمت‌های مختلف ترازوی کاوندیش:

۱) دو گلوله به جرم m

دو گلولهٔ کوچک هریک به جرم m، به دو انتهای یک میلهٔ سبکی متصل می‌شوند. این میله، دمبل صلبی است که محورش افقی است و توسط یک رشته نازک قائم آویزان شده است.



۲) دو گلولهٔ بزرگ به جرم M

دو گلولهٔ بزرگ هر کدام به جرم M، که در نزدیک دو سر دمبل و در دو طرف مخالف قرار داده شده‌اند. این دو گلوله نیز بر روی یک میلهٔ افقی قرار گرفته‌اند و نقطهٔ وسط این میله بر روی تکیه‌گاهی قرار گرفته است، به گونه‌ای که می‌تواند آزادانه بچرخد. نقطهٔ وسط این میله درست در راستای مرکز دمبل و در زیر آن قرار دارد.

۳) آینهٔ کوچک

این آینهٔ کوچک بر روی رشتهٔ نازک و کمی بالاتر از دمبل قرار دارد. از طریق یک چشمهٔ نور، بر این آینه نور تابیده می‌شود، نور منعکس‌شده از آینه بر روی یک مقیاس شیشه‌ای می‌افتد و به این وسیله، میزان انحراف آینه (یا زاویهٔ چرخش) آن قابل اندازه‌گیری است.

شرح کار ترازوی کاوندیش:

هرگاه جرم‌های بزرگ M در نزدیکی میله‌ای که جرم‌های کوچک m روی آن هستند، قرار گیرند، در این صورت براساس قانون جهانی گرانش نیوتون، بر گلوله‌های کوچک نیرو جاذبه‌ای وارد می‌شود، این امر باعث چرخیدن دمبل و در نتیجه تاب خوردن رشتهٔ نازک و چرخش آینه می‌شود. با استفاده از شیشهٔ مدرج می‌توان میزان انحراف آینه (زاویهٔ α) را هنگام چرخش گلوله‌های کوچک اندازه‌گیری نمود.

اندازه‌گیری G:

ثابت G به کمک روش انحراف بیشینه تعیین می‌شود، همان‌طور که در طرز کار ترازو گفته شد، میله بر اثر گرانش گلوله‌های بزرگ حول نقطهٔ آویز می‌چرخد و در حین چرخش با گشتاور نیروها مخالفت می‌کند. α (زاویهٔ پیچش رشته هنگام حرکت گلوله‌ها از موضعی به موضع دیگر) با مشاهدهٔ انحراف باریکهٔ بازتابیده از آینهٔ کوچک متصل به رشته اندازه‌گیری می‌شود (تصویر رشته لامپ توسط آینهٔ متصل به $m_۱$ و $m_۲$ روی خط‌کش مدرج می‌افتد و در نتیجه هرگونه دوران $m_۱$ و $m_۲$ قابل اندازه‌گیری است).

اگر جرم‌ها و فاصلهٔ میان آنها و نیز ثابت پیچش رشته معلوم باشد، می‌توانیم G را از روی زاویهٔ پیچش اندازه‌گیری‌شده محاسبه کنیم. چون نیروی جاذبه کم است، اگر بخواهیم پیچش قابل مشاهده‌ای داشته باشیم باید ثابت پیچش رشته فوق‌العاده کوچک باشد. در این ترازو جرم‌ها مسلماً ذره نیستند، بلکه اجسامی بزرگ هستند؛ اما چون این جرم‌ها کره‌های یکنواختی هستند از لحاظ گرانشی طوری عمل می‌کنند که گویی تمام جرم آنها در مرکزشان متمرکز شده است. چون G بسیار کوچک است نیروهای گرانشی میان اجسام بر روی سطح زمین فوق‌العاده کوچک‌اند و می‌توان از آنها صرف‌نظر کرد.

۸۲

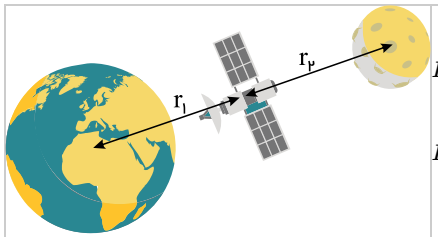
$$F = G\frac{M_e m}{r^۲} \rightarrow ۱۰^{-۸}N = \frac{۶/۶۷ \times ۱۰^{-۱۱} N \cdot \frac{m^۲}{kg^۲} \times ۵۰kg \times m}{(۲m)^۲} \rightarrow m = ۱۱/۹۹kg$$

۸۳

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

الف)



$$F_{em} = G\frac{M_e m}{r_۱^۲} \quad , \quad F_{mm} = G\frac{M_m m}{r_۲^۲}$$

$$F_{net} = G\frac{M_e m}{r_۱^۲} - G\frac{M_m m}{r_۲^۲} = \frac{Gm}{r^۲}(M_e - M_m)$$

$$r_۱ = r_۲ = r = \frac{۱}{۲}d = \frac{۱}{۲} \times ۳{,}۸۴ \times ۱۰^۵ km = ۱{,}۹۲ \times ۱۰^۸ m$$

$$F_{net} = \frac{۶{,}۶۷ \times ۱۰^{-۱۱} N \cdot \frac{m^۲}{kg^۲} \times ۳ \times ۱۰^۴ kg}{(۱{,}۹۲ \times ۱۰^۸ m)^۲}(۵{,}۹۸ \times ۱۰^{۲۴} kg - ۷{,}۳۶ \times ۱۰^{۲۲} kg)$$

$$F_{net} = ۳۲۰{,}۵۹ N$$

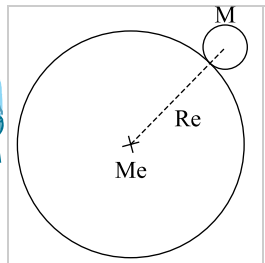
ب)

$$F_{net} = ۰ \Rightarrow G\frac{M_e m}{r_۱^۲} = G\frac{M_m m}{r_۲^۲} \rightarrow \frac{M_e}{r_۱^۲} = \frac{M_m}{r_۲^۲} \xrightarrow{r_۱ + r_۲ = d}$$

$$\frac{M_e}{M_m} = \frac{r_۱^۲}{(d - r_۱)^۲} \rightarrow \frac{r_۱}{(d - r_۱)} = \sqrt{\frac{۵{,}۹۸ \times ۱۰^{۲۴} kg}{۷{,}۳۶ \times ۱۰^{۲۲} kg}} \simeq ۹$$

$$\rightarrow \frac{r_۱}{d - r_۱} = ۹ \rightarrow r_۱ = ۹d - ۹r_۱ \rightarrow r_۱ = ۰{,}۹d = ۳{,}۴۵۶ \times ۱۰^۸ m$$

۸۴



$$\left.\begin{array}{l} F = G\dfrac{M_e m}{R^۲} \\ F = mg \end{array}\right\} \rightarrow G\frac{M_e m}{R^۲} = mg \rightarrow g = G\frac{M_e}{R_e^۲}$$

۸۵ **الف)**

$$\frac{W_h}{W_{Re}} = \left(\frac{R_e}{R_e + h}\right)^۲ \rightarrow \frac{۱}{۲} = \left(\frac{R_e}{R_e + h}\right)^۲$$

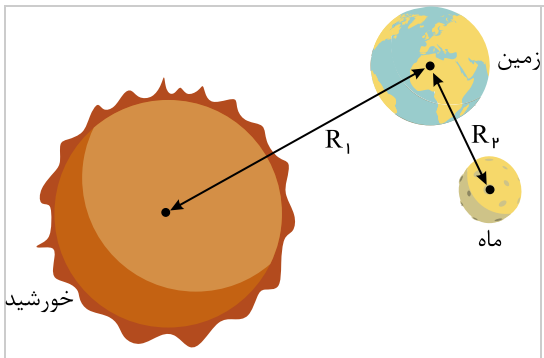
$$\rightarrow \sqrt{۲}R_e = R_e + h \rightarrow h = (\sqrt{۲} - ۱)R_e \simeq ۰{,}۴R_e$$

ب)

$$F = \frac{۶{,}۶۷ \times ۱۰^{-۱۱} \times ۲۵۰ \times ۵{,}۹۸ \times ۱۰^{۲۴}}{(۳۶۰۰۰ \times ۱۰^۳ + ۶۴۰۰ \times ۱۰^۳)^۲}$$

$$F = ۵۵{,}۴۶۷ N$$

۸۶



الف)

$$g_{R_{e۱}} = \frac{GM_s}{R_۱^۲} = \frac{۶{,}۶۷ \times ۱۰^{-۱۱} N \cdot \frac{m^۲}{kg^۲} \times ۱{,}۹۹ \times ۱۰^{۳۰} kg}{(۱۴۹{,}۶ \times ۱۰^۶ \times ۱۰^۳ m)^۲}$$

$$g_{R_{e۱}} = ۵{,}۹۳ \times ۱۰^{-۳} \frac{N}{kg}$$

ب)

$$g_{R_{e۲}} = \frac{GM_m}{} = \frac{۶{,}۶۷ \times ۱۰^{-۱۱} N \cdot \frac{m^۲}{kg^۲} \times ۷{,}۳۶ \times ۱۰^{۲۲} kg}{} = ۱{,}۳۱ \times ۱۰^{-۳} \frac{N}{kg}$$

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

۸۷ الف)

$$g = G\frac{M_e}{r^2} \xrightarrow{r=R_e+h} g = \frac{۶٫۶۷ \times ۱۰^{-۱۱}\frac{N\cdot m^2}{kg^2} \times ۵٫۹۸ \times ۱۰^{۲۴} kg}{(۶۴۰۰ \times ۱۰^3 + ۶۰۰ \times ۱۰^3 m)^2} \rightarrow g = ۸٫۱۴$$

ب)

$$\frac{W_h}{W_{Re}} = \frac{G\frac{M_e}{r^2}}{G\frac{M_e}{R_e^2}} = (\frac{R_e}{R_e+h})^2 \rightarrow \frac{W_h}{W_{Re}} = (\frac{۶۴۰۰}{۶۴۰۰+۶۰۰})^2 \simeq ۰٫۸۴$$

۸۸ وقتی شناسهٔ تابع کسینوس به اندازهٔ ۲π رادیان افزایش یابد، این تابع خودش را تکرار می‌کند. بنابراین:

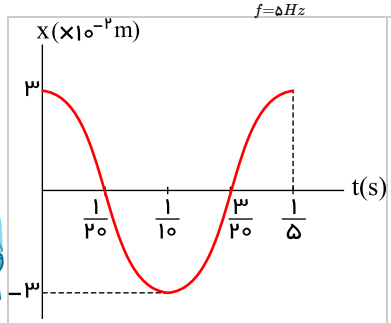
$$\omega(t+T) = \omega t + ۲\pi \Rightarrow \omega T = ۲\pi \Rightarrow \omega = \frac{۲\pi}{T}$$

۸۹ با توجه به رابطهٔ $f = \frac{۱}{T}$ داریم:

$$f = \frac{۱}{T} = \frac{۱}{۰٫۹۲} = ۱٫۰۸۷Hz$$

۹۰

معادلهٔ حرکت: $x = A\cos\omega t \xrightarrow[f=۵Hz]{\omega=۲\pi f} x = ۳ \times ۱۰^{-۲}\cos ۱۰\pi t$



نمودار مکان – زمان:

$$t = ۰ \rightarrow x = ۳ \times ۱۰^{-۲} m$$

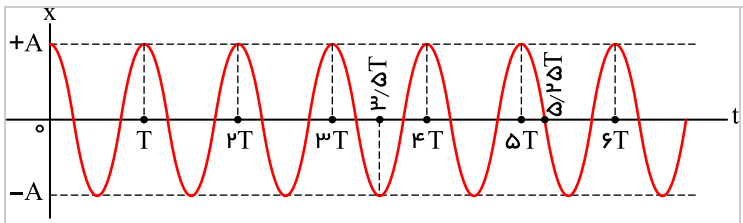
$$t = \frac{T}{۴} = \frac{۱}{۲۰} s \rightarrow x = ۳ \times ۱۰^{-۲}\cos\frac{۱۰\pi}{۲۰} = ۰$$

$$t = \frac{T}{۲} = \frac{۱}{۱۰} s \rightarrow x = ۳ \times ۱۰^{-۲}\cos\pi = -۳ \times ۱۰^{-۲} m$$

$$t = \frac{۳T}{۴} = \frac{۳}{۲۰} s \rightarrow x = ۳ \times ۱۰^{-۲}\cos\frac{۳\pi}{۲} = ۰$$

$$t = T = \frac{۱}{۵} s \rightarrow x = ۳ \times ۱۰^{-۲}\cos ۲\pi = ۳ \times ۱۰^{-۲} m$$

۹۱



نمودار مکان ــ زمان نوسانگر را در چند دوره رسم می‌کنیم.

الف) طبق شکل در $t = ۲T$ ذره در $x = +A$ است.

ب) در $t = ۳٫۵T$ ذره در $x = -A$ است.

پ) در $t = ۵٫۲۵T$ ذره در $x = ۰$ است.

۹۲

الف

در مرکز نوسان، تندی نوسانگر بیشینه است که این اتفاق اولین بار در $t_۱ = \frac{T}{۴}$ رخ می‌دهد. داریم:

$$\left.\begin{matrix} x = ۰٫۰۵\cos ۲۰\pi t \\ x = A\cos\omega t \end{matrix}\right\} \omega = ۲۰\pi \rightarrow \frac{۲\pi}{T} = ۲۰\pi \rightarrow T = \frac{۱}{۱۰} s \rightarrow t_۱ = \frac{T}{۴} = \frac{۱}{۴۰} s$$

ب

در دو انتهای مسیر، تندی نوسانگر برابر صفر است. پس از لحظهٔ صفر، نوسانگر اولین بار در $t_۲ = \frac{T}{۲}$ به انتهای مسیر $(x = -A)$ می‌رسد:

$$t_۲ = \frac{T}{۲} = \frac{۱}{۲۰} s$$

۹۳ الف)

$$A = ۹cm = ۹ \times ۱۰^{-۲} m$$

$$w = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{۶ \times ۱۰^۲ \frac{N}{m}}{۱kg}} = ۱۰\sqrt{۶}\frac{rad}{s}$$

$$v_{max} = A\omega \rightarrow v_{max} = ۹ \times ۱۰^{-۲} \times ۱۰\sqrt{۶} = ۰٫۹\sqrt{۶}\frac{m}{s}$$

Telegram: @konkur_in

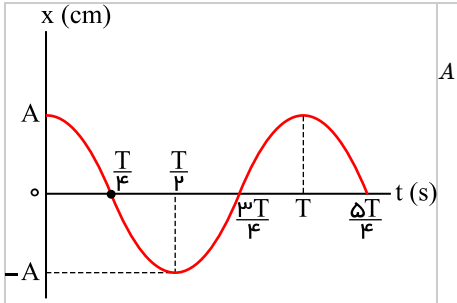
$$E = K_{max} = \frac{۱}{۲}mv_{max}^{۲} \rightarrow E = \frac{۱}{۲} \times ۱ \times (۰/۹\sqrt{۶})^{۲} = ۲/۴۳J$$

۵۳

$$K = \frac{۱}{۲}mv^{۲} = \frac{۱}{۲} \times ۱ \times (۱/۶)^{۲} = ۱/۲۸J$$

$$E = U + K \rightarrow U + ۲/۴۳ - ۱/۲۸ = ۱/۱۵J$$

۹۴



الف) ابتدا با توجه به نمودار، دامنه و دورهٔ تناوب حرکت را به دست می‌آوریم:

$$A = ۴cm = ۴ \times ۱۰^{-۲}m \text{ و } \frac{۵T}{۴} = ۰/۵s \rightarrow T = ۰/۴s$$

معادلهٔ حرکت: $x = A\cos\omega t \xrightarrow[T=۰/۴s]{\omega=\frac{۲\pi}{T}} x = ۴ \times ۱۰^{-۲}\cos ۵\pi t$

ب)

$$۲ \times ۱۰^{-۲} = ۴ \times ۱۰^{-۲}\cos ۵\pi t_۱ \rightarrow \cos ۵\pi t_۱ = \frac{۱}{۲}$$

$$\xrightarrow{\text{ربع اول}} ۵\pi t_۱ = \frac{\pi}{۳} \rightarrow t_۱ = \frac{۱}{۱۵}s$$

پ)

$$\left.\begin{array}{l}\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow k = m\omega^{۲} \\ F = -kx\end{array}\right\} F = -m\omega^{۲}x \xrightarrow{F=ma} a = -\omega^{۲}x$$

$$\rightarrow |a| = (۵\pi)^{۲} \times ۲ \times ۱۰^{-۲} = ۰/۵\pi^{۲}\frac{m}{s^{۲}}$$

۹۵ الف) دورهٔ تناوب سامانهٔ جرم ــ فنر با یک فنر معین ولی وزنه‌های متفاوت، با جذر جرم وزنه به‌طور مستقیم متناسب است ($T \propto \sqrt{m}$). جرم‌های مختلفی به فنری با ثابت معین $k = ۱۰۰\frac{N}{m}$ متصل می‌کنیم. پس از رسیدن جسم به تعادل، آن را کمی به پایین می‌کشیم و رها می‌کنیم؛ سپس تعداد نوسان‌های N را در مدت t ثانیه ثبت می‌کنیم و از رابطهٔ $T = \frac{t}{N}$ دورهٔ تناوب جسم را به دست می‌آوریم. این کار را برای تمام وزنه‌ها انجام می‌دهیم و اعداد به‌دست‌آمده را در جدول زیر ثبت می‌کنیم.

جرم (kg)	ثابت فنر $(\frac{N}{m})$	دوره $T(s)$
$۱kg$	$۱۰۰\frac{N}{m}$	$۰/۶۲۸s$
$۴kg$	$۱۰۰\frac{N}{m}$	$۱/۲۵۶s$
$۹kg$	$۱۰۰\frac{N}{m}$	$۱/۸۸۴s$

نتایج آزمایش مشخص می‌کند که دورهٔ تناوب با جذر جرم وزنه به‌طور مستقیم متناسب است؛ یعنی وقتی جرم ۴ برابر می‌شود دورهٔ تناوب ۲ برابر می‌شود.

ب) دورهٔ تناوب سامانهٔ جرم ــ فنر با یک وزنهٔ معین ولی فنرهای متفاوت، با جذر ثابت فنر به‌طور وارون متناسب است. ($T \propto \frac{۱}{\sqrt{k}}$). یک وزنه با جرم $۱kg$ را به فنرهایی با ثابت‌های متفاوت متصل می‌کنیم و آزمایش را به همان شکل که در بالا توضیح دادیم، انجام می‌دهیم و نتایج آزمایش را در جدول زیر ثبت می‌کنیم.

جرم (kg)	ثابت فنر $(\frac{N}{m})$	دوره $T(s)$
$۱kg$	$۶۴\frac{N}{m}$	$۷/۸۵s$
$۱kg$	$۸۱\frac{N}{m}$	$۰/۶۹۸s$
$۱kg$	$۱۰۰\frac{N}{m}$	$۰/۶۲۸s$

نتایج آزمایش نشان می‌دهد که دورهٔ تناوب سامانهٔ جرم ــ فنر با جذر ثابت فنر نسبت وارون دارد.

پ) دورهٔ تناوب سامانهٔ جرم ــ فنر مستقل از دامنه است. سامانهٔ جرم ــ فنر را با دامنه‌های مختلف به نوسان درمی‌آوریم. برای هر دامنهٔ معین دورهٔ تناوب را اندازه‌گیری می‌کنیم. مشخص می‌شود که دورهٔ تناوب سامانهٔ جرم ــ فنر مستقل از دامنه است.

www.konkur.in

۹۶

از آنجایی که وزن خودرو به‌طور یکنواخت روی فنرها توزیع شده، هر فنر $\frac{۱}{۴}$ جرم خودرو را تحمل می‌کند.

$$m' = \frac{m}{۴} = \frac{۱۶۰۰}{۴} = ۴۰۰kg$$

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{m'}{k}}$$

$$\rightarrow T = ۲ \times ۳/۱۴ \times \sqrt{\frac{۴۰۰}{۲ \times ۱۰^{۴}}} \simeq ۰/۸۹s$$

$$f = \frac{۱}{T} = \frac{۱}{۰/۸۹s} = ۱/۱۲Hz$$

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} \rightarrow$$

$$\omega = \frac{۲ \times ۳/۱۴}{۰/۸۹} = ۷/۰۶\frac{rad}{s}$$

۹۷

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow \frac{T_۲}{T_۱} = \sqrt{\frac{m^۲}{m^۱}}$$

$$\xrightarrow[m_۱=m]{m_۲=m+۲} \frac{۳}{۲} = \sqrt{\frac{m+۲}{m}}$$

$$\rightarrow \frac{۹}{۴} = \frac{m+۲}{m} \rightarrow ۹m = ۴m + ۸$$

$$\Rightarrow m = \frac{۸}{۵} = ۱/۶kg$$

۹۸

$$E = U_{max} = \frac{۱}{۲}kA^۲ \rightarrow E = \frac{۱}{۲} \times ۷۴ \times (۸ \times ۱۰^{-۲})^۲ = ۲۳/۶۸ \times ۱۰^{-۲}J$$

$$E = K + U \rightarrow K = E - U$$

$$\rightarrow K = ۲۳/۶۸ \times ۱۰^{-۲} - ۸ \times ۱۰^{-۲} = ۱۵/۶۸ \times ۱۰^{-۲}J$$

$$\left.\begin{matrix} E = K + U \\ K = U \end{matrix}\right\} E = K + K \xrightarrow{E=K_{\max}} K_{\max} = ۲k$$

$$\frac{۱}{۲}\cancel{m}v_{\max}^۲ = ۲ \times \frac{۱}{۲}\cancel{m}v^۲$$

$$\xrightarrow{v_{\max}=A\omega} (۰/۰۵ \times ۲۰\pi)^۲ = ۲v^۲ \rightarrow v = \pi\frac{\sqrt{۲}}{۲}\frac{m}{s}$$

۱۰۰ الف) می‌دانیم که دورهٔ تناوب آونگ از رابطهٔ $T = ۲\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ به‌دست می‌آید، پس در استوا: ($g_{\text{استوا}} < g_{\text{تهران}} \Rightarrow T_{\text{تهران}} < T_{\text{استوا}}$) ساعت عقب می‌افتد. برای محاسبهٔ مقدار عقب افتادن در شبانه‌روز از روش زیر استفاده می‌کنیم:

$$\frac{\Delta T}{T_{\text{تهران}}} = \frac{T_{\text{استوا}} - T_{\text{تهران}}}{T_{\text{تهران}}} = \frac{۲\pi\sqrt{\frac{l}{g_{\text{استوا}}}} - ۲\pi\sqrt{\frac{l}{g_{\text{تهران}}}}}{۲\pi\sqrt{\frac{l}{g_{\text{تهران}}}}} = \sqrt{\frac{g_{\text{تهران}}}{g_{\text{استوا}}}} - ۱$$

$$\frac{\Delta T}{T_{\text{تهران}}} = \sqrt{\frac{۹/۸}{۹/۷۸}} - ۱ \cong ۰/۰۰۱ \xrightarrow{T_{\text{تهران}}=۱s} \Delta T \cong ۰/۰۰۱s$$

یعنی در هر ثانیه که آونگ در تهران نوسان می‌کند، آونگ در استوانه $۰/۰۰۱s$ عقب می‌افتد.

از طرفی تعداد ثانیه‌های شبانه‌روز برابر است با:

$$n = ۲۴ \times ۶۰ \times ۳۶۰۰$$

که اگر در ΔT بالا ضرب شود حاصل می‌شود:

$$\Delta t = n\Delta T \cong ۵۱۸۴(s) = ۸۶/۴ \text{ (دقیقه)}$$

یعنی در هر ۲۴ساعت، ساعت در استوا به اندازهٔ ۸۶/۴ دقیقه عقب می‌افتد.

ب) با افزایش دما، طبق رابطهٔ $L_۲ = L_۱(۱ + \alpha\Delta\theta)$، طول فنر افزایش می‌یابد؛ با افزایش طول فنر، طبق رابطهٔ $T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$، دورهٔ تناوب نیز افزایش می‌یابد؛ یعنی ساعت عقب می‌افتد.

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

* به‌عنوان یک نکته توجه داشته باشید که با افزایش دورهٔ تناوب، ساعت عقب می‌افتد و با کاهش دورهٔ تناوب، ساعت جلو می‌افتد.

۱۰۱

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \xrightarrow{\omega=\frac{۲\pi}{T}} \omega=\sqrt{\frac{g}{L}} \Rightarrow \begin{cases} \omega_۱=۲\frac{rad}{s} \Rightarrow L_۱=\frac{۹/۸}{۴}=۲/۴۵m \\ \omega_۲=۴\frac{rad}{s} \Rightarrow L_۲=\frac{۹/۸}{۱۶}=۰/۶۱۲۵m \end{cases}$$

۱۰۲ هر ساختهٔ دست بشر یا هر جسم دلخواه اگر وادار به نوسان شود با یک یا چند بسامد، نوسان می‌کند که به آنها بسامد طبیعی جسم می‌گوییم. ساختمان‌ها مانند میله‌هایی هستند که در زمین فرو رفته‌اند. حال اگر این میله را به یک سمت بکشیم و رها کنیم شروع به نوسان می‌کند و اگر تشدید رخ دهد، امکان دارد فرو بریزد. این کار توسط زلزله می‌تواند رخ دهد. هر زلزله از تعداد زیادی نوسان‌های پشت سر هم یا بسامدهای متفاوت تشکیل شده است. در این زمین لرزه، بسامد زلزله با بسامد ساختمان‌های نیمه‌بلند یکسان بوده و به همین دلیل پدیدهٔ تشدید در ساختمان‌های نیمه‌بلند اتفاق افتاد. اگرچه در ساختمان‌های کوتاه‌تر و بلندتر هم نوسان و لرزش وجود داشت ولی تشدید اتفاق نیفتاده و تخریبی در آنها صورت نگرفته است.

۱۰۳ انرژی آونگ وادارنده توسط نخ به آونگ‌های دیگر منتقل می‌شود و طول هر کدام از آونگ‌ها که با طول آونگ وادارنده برابر باشد به علت برابری $f_۰$ و f_d $(f_۰=f_d)$ در آن آونگ تشدید رخ داده و با دامنهٔ بزرگی به نوسان درمی‌آید. که این پدیده در آونگ شمارهٔ (۶) اتفاق می‌افتد. در حالی که به آونگ‌های دیگر انرژی کمتری منتقل شده و با دامنه‌های بسیار کوچکی به نوسان درمی‌آیند.

۱۰۴ نوسان‌های آونگ X از طریق سیم به آونگ‌های دیگر منتقل می‌شود و همهٔ آنها به نوسان در می‌آیند. چون آونگ B با آونگ X هم‌طول است، بسامد طبیعی آنها با هم یکسان است؛ در نتیجه در آونگ B تشدید رخ می‌دهد و با بیشترین دامنه و به مدت طولانی به نوسان درمی‌آید. در سایر آونگ‌ها چون طول متفاوتی دارند، تشدید رخ نمی‌دهد و پس از چند نوسان می‌ایستند.

۱۰۵ حرکت منظم گروهی از افراد، یک نیروی خارجی به این پل وارد کرده است؛ به‌طوری که بسامد نیروی خارجی با بسامد طبیعی پل برابر شده و پدیدهٔ تشدید رخ داده است. در پدیدهٔ تشدید، دامنهٔ نوسان بیشینه می‌شود که این موضوع باعث ویرانی و فرو ریختن پل شده است.

۱۰۶ در موج طولی ایجادشده در فنر، ابتدا چشمهٔ موج شروع به نوسان می‌کند و حلقهٔ متصل به آن نیز شروع به نوسان می‌کند و در نتیجه انرژی به‌طور مستقیم در چشمهٔ موج به حلقه منتقل می‌شود. این انرژی از یک حلقه به حلقهٔ بعد که در جهت انتشار است منتقل می‌شود و در نتیجهٔ این موج پیش‌رونده، انرژی را از یک نقطه به نقطهٔ دیگر منتقل می‌کند. این انتقال انرژی بدون انتقال جرم صورت می‌گیرد. هر حلقه حول نقطهٔ تعادل خود با همان بسامد چشمه نوسان می‌کند و انتقال انرژی توسط حلقه از یک نقطه به نقطهٔ دیگر در جهت انتشار موج است.

۱۰۷ خیر؛ $v_{\text{موج}}$ تندی انتشار موج در راستای محور افقی است که مقدار آن ثابت است و به محیط انتشار بستگی دارد. اما $v_{\text{ذره}}$ تندی حرکت نوسانی ذرات موج است که در مرکز نوسان بیشینه و در دامنه‌ها صفر است. $v_{\text{ذره}}$ به چشمهٔ نوسان وابسته است.

۱۰۸

$$v=\sqrt{\frac{FL}{m}} \begin{cases} \text{بالاترین بسامد} \quad v=\sqrt{\frac{۲۲۶\times ۰/۶۲۸}{۰/۲۰۸\times ۱۰^{-۳}}}=۸۲۶/۰۴\frac{m}{s} \\ \text{پایین‌ترین بسامد} \quad v=\sqrt{\frac{۲۲۶\times ۰/۶۲۸}{۳/۳۲\times ۱۰^{-۳}}}=۲۰۶/۷۶\frac{m}{s} \end{cases}$$

۱۰۹

$$v=\sqrt{\frac{FL}{m}} \xrightarrow[V=AL]{m=\rho V} v=\sqrt{\frac{F\not{L}}{\rho A\not{L}}}=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

$$\rightarrow v=\sqrt{\frac{۱۵۶N}{(۷/۸\times ۱۰^{۳}\frac{kg}{m^{۳}})\times(۰/۵\times ۱۰^{-۶}m^{۲})}}=۲۰۰\frac{m}{s}$$

۱۱۰ الف) تندی موج (زیرا تندی موج فقط به محیط انتشار بستگی دارد و با تغییر منبع، تغییر نمی‌کند.)

ب) طبق رابطهٔ $v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}$، با افزایش کشش ریسمان، تندی موج افزایش می‌یابد و چون بسامد تغییری نکرده است، طبق رابطهٔ $v=f\lambda$، با افزایش تندی، طول‌موج نیز افزایش می‌یابد.

۱۱۱ الف) دامنه برابر ولی طول موج کوچک‌تر است.

ب) دامنه کوچک‌تر ولی طول موج برابر است.

پ) دامنه کوچک‌تر و طول موج کوچک‌تر است.

۱۱۲ ذرات a و b بالا و ذرات c و d پایین می‌روند.

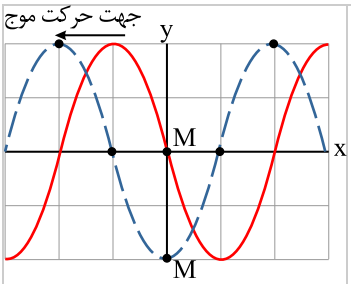
۱۱۳ با توجه به شکل:

$$\Delta x=\lambda=۴۰cm$$
$$\Delta y=A=۱۵cm$$
$$v=f\lambda \rightarrow v=۸\times ۴۰\times ۱۰^{-۲}=۳/۲\frac{m}{s}$$
$$T=\frac{۱}{f}=\frac{۱}{۸}s$$

۱۱۴

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in



ذرهٔ M در خلاف جهت محور y، به اندازهٔ دامنه حرکت کرده است.

ب

$$v = f\lambda \rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{۱۰\frac{cm}{s}}{۵cm} = ۲Hz$$

پ

در مدت $\frac{T}{۴}$، موج به اندازهٔ $\frac{\lambda}{۴}$ پیشروی می‌کند؛ بنابراین داریم:

$$\Delta x = \frac{\lambda}{۴} = \frac{۵}{۴} = ۱/۲۵cm$$

۱۱۵

الف

پرتوهای X / پرتوهای γ	P	Q	R	S	T
	فرابنفش	نور مرئی	فروسرخ	میکروموج	رادیویی

ب از چپ به راست یعنی از سمت پرتوهای گاما به سمت امواج رادیویی:

۱) طول موج افزایش یابد.

۲) بسامد موج کاهش می‌یابد.

۳) سرعت انتشار آنها در خلأ تغییر نمی‌کند.

۱۱۶ الف) طول موج از طریق رابطهٔ $\lambda = \frac{v}{f}$ با بسامد رابطه دارد که در آن $v_{هوا} = c$ سرعت نور در هواست که برابر $۳ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}$ است؛ پس داریم:

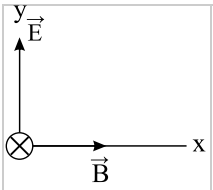
$$۶/۲ \times ۱۰^{-۷} = \frac{۳ \times ۱۰^۸}{f} \rightarrow f = \frac{۳ \times ۱۰^۸}{۶/۲ \times ۱۰^{-۷}} = \frac{۱۵}{۳۱} \times ۱۰^{۱۵}Hz$$

ب) طبق همان رابطه داریم:

$$\text{هوا}: \lambda_{هوا} = \frac{v_{هوا}}{f} \rightarrow \lambda_{هوا} = \frac{۳ \times ۱۰^۸}{۴/۳ \times ۱۰^{۱۴}} = \frac{۳۰}{۴۳} \times ۱۰^{-۶}m$$

$$\lambda_{آب} = \frac{v_{آب}}{f} \rightarrow \lambda_{آب} = \frac{۲/۲۵ \times ۱۰^۸}{۴/۳ \times ۱۰^{۱۴}} = \frac{۲۲/۵}{۴۳} \times ۱۰^{-۶}m$$

۱۱۷



با توجه به قاعدهٔ دست راست، اگر چهار انگشت در جهت میدان الکتریکی و انگشت شست در جهت انتشار موج (خلاف جهت z یا همان درونسو) باشد، کف دست راست، جهت میدان مغناطیسی را نشان خواهد داد.

پس میدان $\vec{B}$ در جهت x است.

۱۱۸ جدول زیر نحوهٔ تولید، آشکارسازی و کاربرد طیف موج‌های الکترومغناطیسی را بیان می‌کند.

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

نام و حدود طول موج	چشمه	وسایل آشکارسازی	بعضی از ویژگی‌های خاص و کاربرد
پرتو گاما (γ) $1pm = 10^{-12}m$	هستهٔ مواد رادیواکتیو و پرتوهای کیهانی	شمارشگر گایگر ــ مولر و فیلم عکاسی	ویژگی‌ها: فوتون‌های با انرژی بسیار بالا و با قدرت نفوذ بسیار زیاد، خیلی خطرناک کاربرد: بافت‌های سرطانی را از بین می‌برد. برای پیدا کردن ترک در فلزات، برای ضد عفونی کردن تجهیزات و وسایل
پرتو ایکس (X) $100pm = 10^{-10}m$	لامپ پرتو X	فیلم عکاسی و صفحهٔ فلوئورسان	ویژگی‌ها: فوتون‌های بسیار پرانرژی و با قدرت نفوذ زیاد، خیلی خطرناک کاربرد: استفاده در پرتونگاری، استفاده در مطالعهٔ ساختار بلورها، معالجهٔ بیماری‌های پوستی، استفاده در پرتودرمانی
فرابنفش (UV) $10nm = 10^{-8}m$	خورشید، جسم‌های خیلی داغ، جرقهٔ الکتریکی، لامپ بخار جیوه	فیلم عکاسی، فوتوسل	ویژگی: توسط شیشه جذب می‌شود، سبب بسیاری از واکنش‌های شیمیایی می‌شود، یاخته‌های زنده را از بین می‌برد، کاربرد: لامپ‌های UV در پزشکی
نورمرئی $0/6\mu m = 6 \times 10^{-7}m$ (سبز)	خورشید، جسم‌های داغ، لیزرها	چشم، فیلم عکاسی، فوتوسل	ویژگی: در دیدن اجسام نقش اساسی دارد. برای رشد گیاهان و عمل فتوسنتز نقش حیاتی دارد. کاربرد: در سیستم‌های مخابراتی (لیزر و تارهای نوری) مورد استفاده قرار می‌گیرد.
فروسرخ (IR) $100\mu m = 10^{-4}m$	خورشید، جسم‌های گرم و داغ	فیلم‌های مخصوص عکاسی	ویژگی: هنگامی که جذب می شود پوست را گرم می‌کند. کاربرد: برای گرم کردن برای فیلم‌برداری و عکاسی در مه و تاریکی، عکاسی IR توسط ماهواره‌ها
رادیویی $3m(VHF)$	اجاق‌های مایکروویو، آنتن‌های رادیویی و تلویزیونی	رادیو و تلویزیون	کاربرد: در آشپزی، رادیو، تلویزیون، مخابرات ماهواره‌ای و در رادارها برای آشکارسازی هواپیما، موشک و کشتی

۱۱۹ صوت جزء امواج مکانیکی بوده و برای انتشار نیاز به محیط مادی دارد و با تخلیهٔ هوا صدای آن را نمی‌شنویم؛ ولی امواج الکترومغناطیسی برای انتشار نیاز به محیط مادی ندارند و در خلأ نیز منتشر می‌شوند.

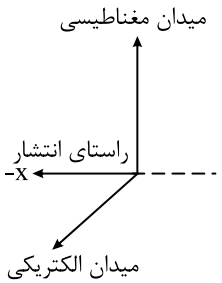
۱۲۰ طول موج را محاسبه می‌کنیم:

$$L = \frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = 4 \times 8/5 = 34cm = 0/34m$$

حالا بسامدی را که موبایل دریافت می‌کند طبق رابطهٔ زیر به دست می‌آوریم:

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^{8}}{34 \times 10^{-2}} = 8/82 \times 10^{8}Hz$$

۱۲۱ با در نظر گرفتن جهت‌های $+x$، $+y$ و $+z$ مطابق شکل داده‌شده، طبق قاعدهٔ دست راست، جهت انتشار موج در جهت $-x$ است.



۱۲۲ الف) فاصلهٔ بین دو تراکم متوالی همان طول موجِ موج است.

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{100\frac{m}{s}}{10Hz} = 10m$$

ب) فاصلهٔ بین تراکم و یک انبساط متوالی برابر نصف طول موج است.

$$\frac{\lambda}{2} = 5m$$

۱۲۳

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

$$v=\frac{\Delta x}{\Delta t}\rightarrow \Delta t=\frac{\Delta x}{v}\rightarrow \begin{cases}\Delta t_L=\frac{\Delta x}{v_L}\\ \Delta t_T=\frac{\Delta x}{v_T}\end{cases}$$

$$\Delta t_T-\Delta t_L=۴\times ۱۰^{-۳}s\rightarrow \frac{\Delta x}{۵۰}-\frac{\Delta x}{۱۵۰}=۴\times ۱۰^{-۳}$$

۵۸

$$\rightarrow \frac{۳\Delta x-\Delta x}{۱۵۰}=۴\times ۱۰^{-۳}\rightarrow \Delta x=\frac{۴\times ۱۰^{-۳}\times ۱۵۰}{۲}=۰/۳m$$

۱۲۴ تندی انتشار یک موج (در اینجا صوت) فقط به جنس و شرایط فیزیکی محیط بستگی دارد؛ بنابراین تندی صوت فقط به مورد (ت) یعنی دمای هوا، بستگی دارد.

۱۲۵ الف)

$$\text{زمان رسیدن صوت از فلز}: t_{\text{فلز}}=\frac{L}{v_{\text{فلز}}}\quad \text{زمان رسیدن صوت از هوا}: t_{\text{هوا}}=\frac{L}{v_{\text{هوا}}}$$

$$\xrightarrow{\Delta t=t_{\text{هوا}}-t_{\text{فلز}}}\Delta t=L(\frac{۱}{v_{\text{هوا}}}-\frac{۱}{v_{\text{فلز}}})$$

ب)

$$v_{\text{هوا}}=۳۴۰\ \frac{m}{s}\ ,\ v_{\text{فولاد}}=۵۹۴۱\ \frac{m}{s}$$

$$\Delta t=۱\ s\ \rightarrow\ ۱=L(\frac{۱}{۳۴۰}-\frac{۱}{۵۹۴۱})$$

$$L=\frac{۵۹۴۱\times ۳۴۰}{۵۹۴۱-۳۴۰}=۳۶۰/۶۳m$$

۱۲۶ صوت در داخل میله و در هوا یک مسافت را طی می‌کند تا صدا از محل ضربه به گوش شنونده برسد، بنابراین:

$$x_۱=x_۲\Rightarrow v_۱t_۱=v_۲t_۲\xrightarrow{v_۲=۱۵v_۱}t_۱=۱۵t_۲$$

$$t_۱-t_۲=۰/۱۲s\Rightarrow ۱۴t_۲=۰/۱۲\Rightarrow t_۲=\frac{۰/۱۲}{۱۴}=۰/۸۵\times ۱۰^{-۲}s\Rightarrow t_۱=۱۵t_۲=۱۵\times ۰/۸۵\times ۱۰^{-۲}=۱۲/۸۵\times ۱۰^{-۲}s$$

$$x_۱=v_۱t_۱=۳۴۰\times ۱۲/۸۵\times ۱۰^{-۲}=۴۳/۷۱m$$

۱۲۷ الف) دیاپازون از یک فلز دوشاخه‌ای درست شده است که انتهای آنها به هم بسته شده است. اگر ضربه‌ای به یکی از شاخه‌ها بزنیم، لایهٔ هوای مجاور آن متراکم می‌شود. این لایهٔ متراکم به سمت جلو حرکت کرده و لایهٔ مجاورش را متراکم می‌کند و هنگامی که شاخهٔ دیاپازون برمی‌گردد، لایهٔ هوای مجاور آن منبسط می‌شود. این لایهٔ انبساط‌یافته به‌صورت یک تپ انبساطی (کم‌فشار) در هوا منتشر می‌شود. پس هنگامی که دیاپازون مرتعش می‌شود، تپ‌های متوالی تراکمی و انبساطی در هوا منتشر می‌کند که تولید صدا می‌کنند.

ب) وزوزی که هنگام پرواز حشرات به گوش می‌رسد، نتیجهٔ آن است که حشرات هنگام پرواز بال‌هایشان را در هر ثانیه صدها بار تکان می‌دهند. بال حشرات صفحه‌ای مرتعش است که ارتعاش آنها باعث ارتعاش و لرزیدن هوا هم می‌شود، در نتیجه صدایی ایجاد می‌شود که ما آن را به‌صورت وزوز می‌شنویم.

۱۲۸

الف

$$\omega=۲\pi f=۲\times ۳/۱۴\times ۶/۷\times ۱۰^{۶}=۴۲/۰۷۶\times ۱۰^{۶}\frac{rad}{s}$$

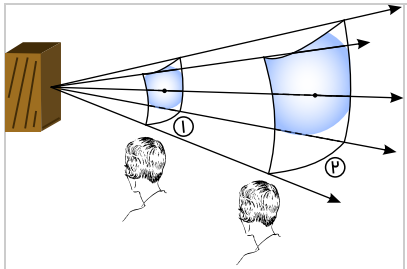
ب

$$\lambda=\frac{v}{f}=\frac{۱۵۰۰\frac{m}{s}}{۶/۷\times ۱۰^{۶}Hz}=۲/۲۴\times ۱۰^{-۴}m$$

۱۲۹

$$\frac{I_۲}{I_۱}=(\frac{r_۱}{r_۲})^۲\rightarrow \frac{I_۲}{۰/۱\frac{W}{m^۲}}=(\frac{۶۴۰m}{۱۶۰m})^۲=۱۶\Rightarrow I_۲=۱/۶\frac{W}{m^۲}$$

۱۳۰



$$P_۱=P_۲=۱/۲\times ۱۰^{-۴}W\ ,\ A_۱=۴m^۲\ ,\ A_۲=۱۲m^۲$$

$$I_۱=\frac{P_۱}{A_۱}=\frac{۱/۲\times ۱۰^{-۴}}{۴}=۳\times ۱۰^{-۵}\frac{W}{m^۲}\ ,\ I_۲=\frac{P_۲}{A_۲}=\frac{۱/۲\times ۱۰^{-۴}}{۱۲}=۱۰^{-۵}\frac{W}{m^۲}$$

از آنجا که بلندی صدا در گوش انسان به شدت صوت مربوط است و $I_۱>I_۲$، بدیهی است که شنونده در محل صفحهٔ دوم صدا را آهسته‌تر می‌شنود.

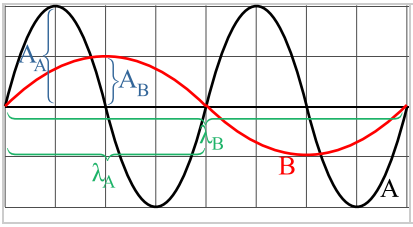
۱۳۱

$$\beta_۲-\beta_۱=۱۰\log(\frac{I_۲}{I_۰})=۱۰\log(\frac{I_۱}{I_۰})=۱۰\log(\frac{I_۲}{I_۱})=۱۰\log ۱۰=۱۰dB$$

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

۱۳۲



با توجه به شکل:

$$\lambda_B = ۲\lambda_A$$
$$A_A = ۲A_B$$

برای محاسبهٔ بسامد، از رابطهٔ $v = f\lambda$ استفاده می‌کنیم. (چون هر دو موج در یک محیط منتشر می‌شوند، تندی آنها یکسان است.):

$$v_A = v_B \rightarrow f_A\lambda_A = f_B\lambda_B \xrightarrow{\lambda_B = ۲\lambda_A} f_A \cancel{\lambda_A} = f_B \times ۲ \cancel{\lambda_A}$$
$$\rightarrow f_A = ۲f_B$$

برای محاسبهٔ شدت صوت، داریم:

$$\frac{I_B}{I_A} = (\frac{f_B}{f_A})^۲(\frac{A_B}{A_A})^۲$$
$$\rightarrow \frac{I_B}{I_A} = (\frac{f_B}{۲f_B})^۲(\frac{A_B}{۲A_B})^۲ = \frac{۱}{۱۶} \rightarrow I_A = ۱۶I_B$$

۱۳۳

$$\beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱}$$
$$۹۵ - ۹۰ = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} \rightarrow ۵ = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱}$$
$$\rightarrow ۰/۵ = \log\frac{I_۲}{I_۱} \xrightarrow{۰/۵ = \log ۳} \log ۳ = \log\frac{I_۲}{I_۱} \rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} = ۳$$

۱۳۴

$$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰}$$
$$۲۸ = ۱۰\log\frac{I_۱}{۱۰^{-۱۲}} \rightarrow ۲/۸ = \log\frac{I_۱}{۱۰^{-۱۲}} \rightarrow ۴ \times ۰/۷ = \log\frac{I_۱}{۱۰^{-۱۲}}$$
$$\xrightarrow{۰/۷ = \log ۵} ۴ \times \log ۵ = \log\frac{I_۱}{۱۰^{-۱۲}} \rightarrow \frac{I_۱}{۱۰^{-۱۲}} = ۵^۴ \rightarrow I_۱ = ۶۲۵ \times ۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^۲}$$
$$۹۲ = ۱۰\log\frac{I_۲}{۱۰^{-۱۲}} \rightarrow ۹/۲ = \log\frac{I_۲}{۱۰^{-۱۲}} \rightarrow ۸ + ۴ \times ۰/۳ = \log\frac{I_۲}{۱۰^{-۱۲}}$$
$$\xrightarrow[۰/۳ = \log ۲]{۸ = \log ۱۰^۸} \log ۱۰^۸ + ۴ \times \log ۲ = \log\frac{I_۲}{۱۰^{-۱۲}} \rightarrow \frac{I_۲}{۱۰^{-۱۲}} = ۲^۴ \times ۱۰^۸$$
$$\rightarrow I_۲ = ۱۶ \times ۱۰^{-۴}\frac{W}{m^۲}$$

۱۳۵

$$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \rightarrow \beta = ۱۰\log\frac{۱۰^{-۲}\frac{W}{m^۲}}{۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^۲}} = ۱۰\log ۱۰^{۱۰}$$
$$\rightarrow \beta = ۱۰ \times ۱۰ = ۱۰۰dB$$

۱۳۶ الف) در شکل (الف) تندی چشمه صفر است (کمترین مقدار) و در شکل (ت) تندی چشمه بیشترین مقدار است یعنی:

$$v_{\text{شکل (ت)}} > v_{\text{شکل (پ)}} > v_{\text{شکل (ب)}} > v_{\text{شکل (الف)}}$$

ب) در شکل (الف) و (ب) تندی چشمه از تندی صوت کمتر است و در شکل (پ) تندی صوت و چشمه برابرند و در شکل (ت) تندی چشمه از تندی صوت بیشتر است.

۱۳۷

الف) ناظر و چشمه هر دو ساکن هستند. $\Leftarrow f_۰$(بسامدی که ناظر می‌شنود.) $= f_s$ (بسامد چشمه)

ب) چشمه به ناظر نزدیک می‌شود $\Leftarrow f_s < f_o$

پ) چشمه از ناظر دور می‌شود $\Leftarrow f_o < f_s$

ت) ناظر از چشمه دور می‌شود $\Leftarrow f_o < f_s$

ث) ناظر به چشمه نزدیک می‌شود $\Leftarrow f_s < f_o$

ج) ناظر و چشمه به هم نزدیک می‌شوند $\Leftarrow f_s < f_o$

چ) ناظر و چشمه از هم دور می‌شوند $\Leftarrow f_o < f_s$

Telegram: @konkur_in

۱۳۸ الف) دانش‌آموز اولین پژواک صدای خود را پس از ۱/۵s می‌شنود. پس از رابطهٔ سرعت، فاصله او زمان داریم:

www.konkur.in

$$t_1 = \frac{2d_1}{v}$$

که d_1 فاصلهٔ صخره نزدیک، v سرعت صوت و t_1 زمان رفت و برگشت صوت از آن صخره است. با قرار دادن $d_1 = 240m$ و $t_1 = 1/5s$ در رابطهٔ فوق، سرعت صوت در هوا به دست می‌آید:

$$1/5 = \frac{2 \times 240}{v} \rightarrow v = \frac{480}{1/5} = 320\frac{m}{s}$$

ب) برای محاسبهٔ فاصلهٔ بین دو صخره، ابتدا فاصلهٔ صخرهٔ دورتر را به‌صورت زیر محاسبه می‌کنیم:

$$t_2 = \frac{2d_2}{v} \xrightarrow[v=320\frac{m}{s}]{t_2=1+1/5} 2/5 = \frac{2d_2}{320} \rightarrow d_2 = \frac{32 \times 25}{2} = 400m$$

حاصل‌جمع d_1 و d_2 برابر فاصلهٔ دو صخره است؛ بنابراین داریم:

$$d = d_1 + d_2 = 240 + 400 = 640m$$

۱۳۹ تعیین تندی خون در بافت‌های مختلف بدن نشانگر صحت یا عدم صحت کارکرد اندام‌های مختلف است. یکی از روش‌های اندازه‌گیری تندی شارش خون به کمک مکان‌یابی پژواکی به همراه اثر دوپلر است. در این روش قسمتی از یک موج فراصوتی روی بافت تابانده می‌شود و به‌وسیلهٔ گویچه‌های خون بازتابیده می‌شود و فرکانس موج پژواکی تغییر می‌کند و پس از دریافت و پردازش سیگنال، تندی خون را به دست می‌آورند.

۱۴۰ رادار دوپلری وسیله‌ای است که براساس پدیدهٔ دوپلر کار می‌کند و برای اندازه‌گیری تندی و جهت حرکت شیء، تشخیص بارندگی و پیش‌بینی آب‌وهوای منطقه به کمک امواج الکترومغناطیسی به کار می‌رود. برای تعیین تندی خودرو، این وسیله یک موج الکترومغناطیسی به سمت هدف ارسال می‌کند و سپس انعکاس آن را دریافت می‌کند، با تغییر فرکانس موج ارسالی و موج دریافتی و به کمک رابطهٔ دوپلر می‌توان تندی خودرو را تعیین کرد.

۱۴۱ اگر تأخیر زمانی بین دو صوت اولیه و پژواک کمتر از $0/1s$ باشد، گوش انسان نمی‌تواند پژواک را از صوت اولیه تمیز دهد، یعنی زمان لازم برای رفت و برگشت صدا، حداقل باید ۰/۱ ثانیه باشد.

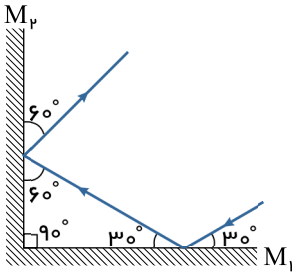
$$\Delta x = v\Delta t \Rightarrow 2L = 340 \times 0/1 \Rightarrow L = 17m$$

۱۴۲ میکروفون سهموی، دارای یک منعکس‌کننده با سطح کاو است، که برای تجمع و متمرکز کردن امواج صوتی بر روی گیرنده که در کانون سطح کاو قرار دارد استفاده می‌شود. این میکروفون که می‌تواند صدا را از چند متر دورتر دریافت کند، برای کارهایی از جمله ضبط صدای طبیعت، یا صداهای ضعیف ، استراق سمع و حتی جاسوسی کاربرد دارد. دستگاه لیتوتریپسی سنگ‌شکنی به کمک امواج است که نیازی به جراحی ندارد. در این روش امواج پرقدرت از بدن عبور داده می‌شود تا سنگ‌ها را خُرد کرده تا به قطعات کوچکی به اندازهٔ دانه‌های شن شکسته شوند. این امواج با انرژی بالا به‌وسیلهٔ بازتابنده‌های بیضوی در کانون متمرکز می‌شوند و باعث خُرد شدن سنگ‌ها می‌شوند.

۱۴۳ این دستگاه شامل دو لولهٔ متصل به دو دهانه است که یکی نقش دهانهٔ ورودی صدا (چشمهٔ صوت) و دیگری نقش گوشی (شنونده) را بازی می‌کند. با ایجاد صدا در دهانهٔ ورودی صوت پس از عبور از لولهٔ اول و بازتاب از یک دیوارهٔ سخت با عبور از لولهٔ دوم وارد دهانهٔ گوشی می‌شود و ما آن را می‌شنویم. شنونده با حرکت لولهٔ دوم در زاویه‌های متفاوت درمی‌یابد که در چه زمانی و در چه زاویه‌ای صدا با بیشترین بلندی به گوش او می‌رسد. به کمک این وسیله درمی‌یابیم که بیشترین بلندی دریافتی به‌ازای برابر بودن زاویهٔ تابش و زاویهٔ بازتابش حاصل می‌شود.

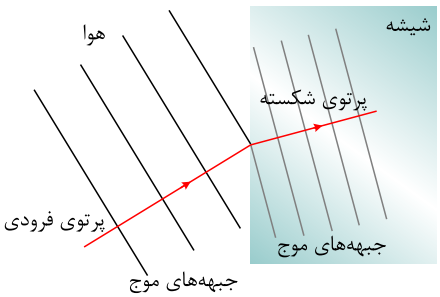
۱۴۴ اگر در مقابل یک مانع به فاصلهٔ d قرار بگیریم و یک بار کف بزنیم، صدای تولیدشده پس از طی مسافت $l = 2d$ برمی‌گردد و پژواک آن به گوش ما می‌رسد.
حال اگر مانع به‌صورت یک پلکان منظم باشد، صدای تولیدشده از هر پله یک بار برمی‌گردد و زنجیره‌ای از پژواک‌های متوالی به گوش ما می‌رسد که مانند یک نت نواخته‌شده به گوش می‌رسد.

۱۴۵



۱۴۶ زیرا سطح دیوار برای لیزر سطح ناهمواری محسوب می‌شود؛ بنابراین بازتاب لیزر از دیوار، بازتاب پخشنده است و پرتوهای بازتاب به‌طور کاتوره‌ای در تمام جهت‌ها پراکنده می‌شوند و به چشم همهٔ دانش‌آموزان می‌رسند.

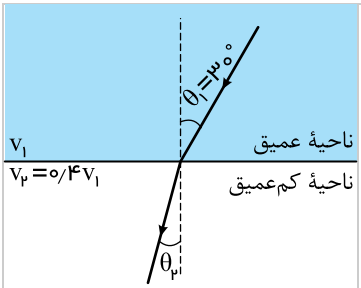
۱۴۷
۱) برابر هستند.
۲)



Telegram: @konkur_in

۱۴۸

www.konkur.in



نمودار پرتویی را رسم می‌کنیم، به کمک قانون شکست عمومی داریم:

$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}=\frac{v_2}{v_1}\xrightarrow[v_2=۰/۴v_1]{\sin\theta_1=\sin۳۰^\circ=\frac{۱}{۲}}\frac{\sin\theta_2}{\frac{۱}{۲}}=\frac{۰/۴v_1}{v_1}\Rightarrow\sin\theta_2=۰/۲\Rightarrow\theta_2=۱۱/۵۴^\circ$$

۱۴۹ بسامد موج ثابت می‌ماند، از طرفی فاصلهٔ دو برآمدگی متوالی همان طول موج است. پس داریم:

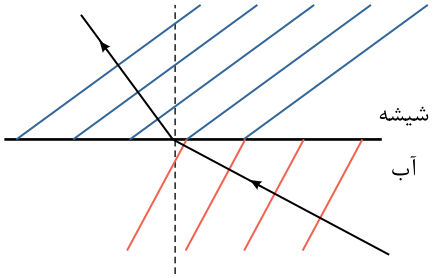
$$f=\frac{v}{\lambda}\Rightarrow\frac{v_{\text{عمیق}}}{\lambda_{\text{عمیق}}}=\frac{v_{\text{کم‌عمق}}}{\lambda_{\text{کم‌عمق}}}\xrightarrow[\lambda_{\text{عمیق}}=۱۰cm]{v_{\text{کم‌عمق}}=۰/۴v_{\text{عمیق}}}\frac{v_{\text{عمیق}}}{۱۰}=\frac{۰/۴v_{\text{عمیق}}}{\lambda_{\text{کم‌عمق}}}\Rightarrow\lambda_{\text{کم‌عمق}}=۴cm$$

۱۵۰ جرم واحد طول (μ) طناب نازک، کوچک‌تر از طناب ضخیم است پس طبق رابطهٔ $v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}$ تندی موج عبوری از قسمت نازک بیشتر از تندی موج ورودی از قسمت ضخیم است.

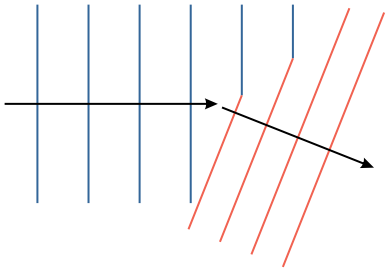
بسامد موج عبوری و ورودی برابرند. $(f_{\text{ضخیم}}=f_{\text{نازک}})$

طبق رابطهٔ $\lambda=\frac{v}{f}$، چون $v_{\text{ضخیم}}>v_{\text{نازک}}$ است، طول موج در طناب نازک بزرگ‌تر از طول موج در طناب ضخیم است، یعنی: $\lambda_{\text{ضخیم}}>\lambda_{\text{نازک}}$

۱۵۱

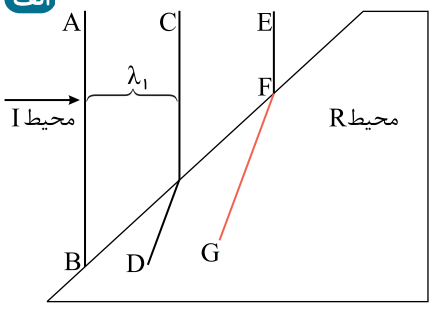


۱۵۲ با رسیدن موج به ساحل شیب‌دار، عمق آب و در نتیجه تندی موج در سطح آب کاهش می‌یابد. در نتیجه آن بخش از موج که زودتر به ناحیهٔ کم‌عمق ساحل می‌رسد، با تندی کمتری حرکت می‌کند و از بقیهٔ موج که هنوز به ساحل نرسیده‌اند، عقب می‌افتد. برای همین، فاصلهٔ بین جبهه‌های موج و طول موج کاهش می‌یابد. این موضوع در نهایت باعث تغییر جهت جبهه‌های موج در مرز دو محیط می‌شود.



۱۵۳

الف



ب چون بسامد موج در عبور از محیط‌ها تغییر نمی‌کند، تندی موج با طول موج آن رابطهٔ مستقیم دارد. از طرفی می‌دانیم که فاصلهٔ دو جبههٔ موج متوالی برابر طول موج است؛ بنابراین در محیط I که فاصلهٔ جبهه‌های موج بیشتر است، تندی موج نیز بیشتر است.

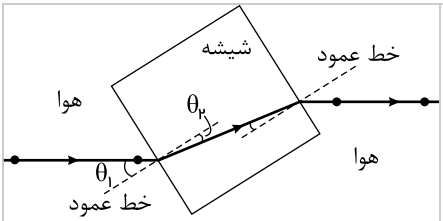
پ بله. با توجه به رابطهٔ $\lambda=\frac{v}{f}$ و ثابت بودن f، داریم:

$$\frac{\lambda_I}{\lambda_R}=\frac{v_I}{v_R}$$

با توجه به اینکه طول موج در هر محیط برابر با فاصلهٔ دو جبههٔ موج متوالی است، با اندازه‌گیری فاصلهٔ جبهه‌های موج در هر دو محیط، می‌توان نسبت تندی دو محیط را به دست آورد.

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in



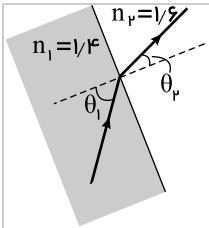
برای حالت‌های مختلف، θ_1 و θ_2 را اندازه‌گیری می‌کنیم و طبق رابطهٔ $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$ که در آن $n_1 = 1$ است، می‌توانیم n_2 را به دست بیاوریم و آنها را در یک جدول بنویسیم:

شمارهٔ آزمایش	θ_1	θ_2	$n_2 = \frac{n_1 \sin\theta_1}{\sin\theta_2}$
آزمایش ۱	30°	19°	$n_2 = \frac{\sin 30^\circ}{\sin 19^\circ} = 1/54$
آزمایش ۲	36°	23°	$n_2 = \frac{\sin 36^\circ}{\sin 23^\circ} = 1/5$
آزمایش ۳	42°	26°	$n_2 = \frac{\sin 42^\circ}{\sin 26^\circ} = 1/52$
آزمایش ۴	45°	28°	$n_2 = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 28^\circ} = 1/51$

با میانگین‌گیری از عددهای اندازه‌گیری‌شده داریم:

$$n_2 = \frac{1/54 + 1/50 + 1/52 + 1/51}{4} = \frac{6/07}{4} = 1/52$$

۱۵۵ در هر شکل خط عمود بر سطوح جداکننده را رسم می‌کنیم و زاویهٔ تابش و شکست را مقایسه می‌کنیم. طبق قانون شکست اسنل $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$، می‌توان نتیجه گرفت که اگر ضریب شکست در هر محیطی بزرگ‌تر باشد، آنگاه زاویهٔ پرتو با خط عمود باید کوچک‌تر باشد، بنابراین:

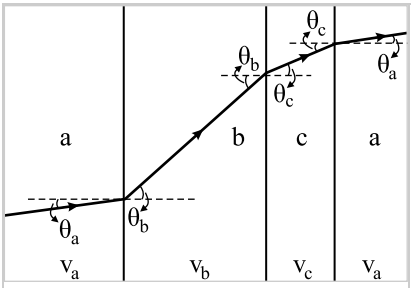


$n_2 > n_1 \Rightarrow \theta_2 < \theta_1$. شکل (الف) از نظر فیزیکی ممکن است، زیرا ضریب شکست محیط دوم بزرگ‌تر است و زاویهٔ شکست کوچک‌تر است.

شکل (ب) از نظر فیزیکی ممکن نیست، زیرا پرتو نور در سمت درستی شکسته نشده است و امکان شکسته شدن پرتو در آن ناحیه وجود ندارد.

شکل (پ) از نظر فیزیکی ممکن نیست، زیرا باید پرتو شکست به خط عمود نزدیک شود.

۱۵۶ شکل را مجدداً رسم کرده و زاویه‌های تابش و شکست را نام‌گذاری می‌کنیم.



طبق قانون شکست عمومی ($\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{v_2}{v_1}$)، زاویه در هر محیطی که بزرگ‌تر باشد، تندی موج در آن محیط بیشتر است، یعنی:

$$\theta_b > \theta c > \theta_a \Rightarrow v_b > v_c > v_a$$

۱۵۷ الف) تندی نور در هوا برابر $c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$ است. داریم:

$$\lambda_{\text{هوا}} = \frac{c}{f} \rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8 \frac{m}{s}}{633 \times 10^{-9} m} = 4/7 \times 10^{14} Hz$$

ب)

$$n = \frac{c}{v_{\text{چشم}}} \xrightarrow[v_{\text{چشم}} = f\lambda_{\text{چشم}}]{c = f\lambda_{\text{هوا}}} n = \frac{\lambda_{\text{هوا}}}{\lambda_{\text{چشم}}}$$

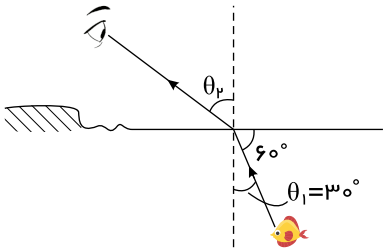
$$\rightarrow n = \frac{633}{474} = 1/34$$

Telegram: @konkur_in

www.konkur.in

$$v_{\text{چشم}} = f\lambda_{\text{چشم}} \rightarrow v_{\text{چشم}} = ۴٫۷ \times ۱۰^{۱۴} \times ۴۷۴ \times ۱۰^{-۹} = ۲٫۲ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}$$

۱۵۸ با توجه به قانون شکست اسنل داریم:

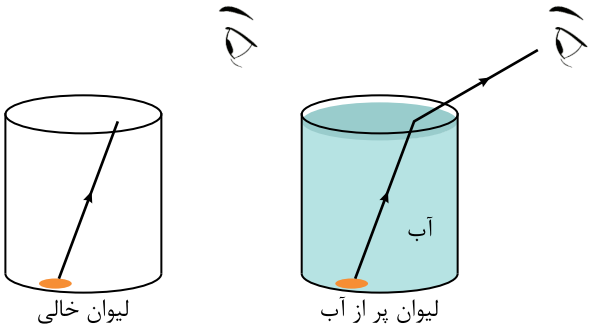


$$\underbrace{n_۱ \sin\theta_۱}_{\text{آب}} = \underbrace{n_۲ \sin\theta_۲}_{\text{هوا}}$$

$$۱٫۳۳ \times \sin ۳۰^\circ = ۱ \times \sin\theta_۲$$

$$\rightarrow \sin\theta_۲ = ۰٫۶۶۵ \rightarrow \theta_۲ \simeq ۴۱٫۷^\circ$$

۱۵۹ هنگامی که در لیوان آب می‌ریزیم، پرتویی که از سکه می‌تابد، هنگام ورود از آب به هوا می‌شکند و این تغییر مسیر پرتو، باعث می‌شود که به چشم ما برسد و ما سکه را ببینیم.



۱۶۰ هنگامی که نور از هوا وارد شیشه می‌شود؛ با محیط غلیظ‌تری روبه‌رو می‌شود؛ در نتیجه تندی آن کاهش یافته و به خط عمود نزدیک‌تر می‌شود. بنابراین پرتوی C می‌تواند ادامهٔ مسیر این پرتو در شیشه را به‌درستی نشان دهد.

۱۶۱ کافی است این دو نفر، نور زرد را از یک منشور با سطح مقطع مثلثی‌شکل عبور دهند (بهتر است پرتوی فرودی به سطح اولین وجه این منشور عمود نباشد). اگر پرتوی فرودی پس از عبور از منشور به طیف‌های مختلف سبز و قرمز تجزیه شد، این نور زرد از ترکیب دو نور قرمز و سبز بوده و اگر تجزیه نشد، این نور زرد فقط یک نوع رنگ (تک‌رنگ) می‌باشد.

۱۶۲ طبق قانون شکست اسنل داریم:

$$n_۱ \sin\theta_۱ = n_۲ \sin\theta_۲ \xrightarrow{n_۱=۱} \sin\theta_۲ = \frac{\sin\theta_۱}{n_۲}$$

$$\text{برای نور قرمز} : \sin\theta_۲ = \frac{\sin ۴۵^\circ}{۱٫۴۵۹} = ۰٫۴۸۴ \Rightarrow \theta_۲ = ۲۹^\circ$$

$$\text{برای نور آبی} : \sin\theta_۲ = \frac{\sin ۴۵^\circ}{۱٫۴۶۷} = ۰٫۴۸۲ \Rightarrow \theta_۲ = ۲۸٫۸۲^\circ$$

۱۶۳ طبق قانون اسنل، هنگامی که نور از محیط غلیظ‌تر به محیط رقیق‌تر وارد می‌شود، از خط عمود دور می‌شود. همچنین نور آبی بیشتر از نور قرمز می‌شکند؛ بنابراین شکل (ت) صحیح است.

Telegram: @konkur_in