زیستاز

دفترچه شماره ۲ | ۱۶ آبان ماه ۱۴۰۳

دفترچه پاسخ آزمون الکترونیکی زیستاز

ماراتون شمارهٔ ۹

ویژه دانش آموزان پایه دوازدهم

نام درس	فیزیک	شیمی
گزینشگر	مجید ساکی	پویا الفتی
ناظر علمی	مجید ساکی	شهرام شاه‌پرویزی - مرتضی شامی - امیرعلی برخورداریون
مسئول آزمون	مجید ساکی	پویا الفتی
پاسخنامه‌نویس	محسن انصاری	سروش عبادی
طراحان	علی رضا ایدلخانی - احمد رضوانی - احمد مصلایی - بهمن قمری - پوریا دیارکجوری - جمال خم خاجی - زهره اقا محمدی - مجید ساکی - عطا الله شاد آبادی - علیرضا سلیمانی	پویا الفتی - محمد رضا طاهری نژاد - سید علی میروکیلی- زهرا نادی- سروش عبادی - آرمین لنگری - مریم قنبری
ویراستاران	محمد شیروانی دوست - عطا الله شاد آبادی - احسان محمدی	مجید غنچه - نیما محمدذاد- سجاد ططری فر

تولید فنی و گرافیک توسط نشر ویانو

چاپ، تکثیر، انتشار و یا استفاده از محتوای آزمون به هر نحوی و بدون اجازه «گروه آموزشی زیستاز» غیرقانونی، غیراخلاقی و خلاف شرع بوده و با متخلفان برابر مقررات رفتار خواهد شد.

پاسخنامه فیزیک آزمون مرحله ۹ پایه دوازدهم ۱۶ آبان ماه ۱۴۰۳

۳۶. یک تپ الکترومغناطیسی از سطح زمین به سمت ماهواره‌ای در دقیقاً بالای نقطهٔ ارسال تپ فرستاده می‌شود. اگر مدت زمان رفت و برگشت تپ برابر ۰/۲۶s باشد، فاصلهٔ ماهواره از سطح زمین چند کیلومتر است؟ (تندی موج الکترومغناطیسی در خلا برابر $۳\times۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}$ است.)

۱) $۳/۹\times۱۰^{۴}$ ۲) $۳/۹\times۱۰^{۳}$ ۳) $۷/۸\times۱۰^{۴}$ ۴) $۷/۸\times۱۰^{۳}$

پاسخ: گزینه ۱ (ساده - محاسباتی)

زمان رفت موج نصف زمان رفت و برگشت است. پس فاصلهٔ ماهواره تا سطح زمین برابر است با:

$$h = v.\Delta t = ۳\times۱۰^{۸}\times(\frac{۰/۲۶}{۲}) = ۳/۹\times۱۰^{۷}\,m = ۳/۹\times۱۰^{۴}\,km$$

درسنامه

شناخت حرکت:

مبدأ مکان: به نقطه $x = ۰$ گفته می‌شود.

بردار مکان: برداری که مبدأمکان را به مکان متحرک وصل می‌کند.

مسافت (ℓ): طول مسیری که متحرک طی می‌کند.

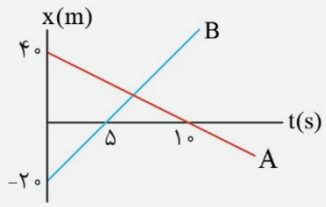
جابه‌جایی $(\overrightarrow{\Delta x}$ یا $\vec{d})$: برداری که مکان آغازین متحرک را به مکان پایانی آن وصل می‌کند.

نکته اندازهٔ جابه‌جایی همیشه کمتر یا مساوی مسافت است. تنها در حالتی که جسم بر خط راست حرکت کند و تغییر جهت ندهد، اندازهٔ جابه‌جایی با مسافت برابر می‌شود.

پارامترهای حرکت:

تندی متوسط:	$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t}$
سرعت متوسط:	$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$
شتاب متوسط:	$a_{av} = \frac{\Delta V}{\Delta t}$

۳۷. نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B که روی محور x حرکت می‌کنند به صورت شکل زیر است. در چه مکانی برحسب متر دو متحرک به هم می‌رسند؟



۱) ۷/۵
۲) ۱۰
۳) ۱۲/۵
۴) ۱۵

پاسخ: گزینه ۲ (ساده - محاسباتی)

@MrKonkori

معادلهٔ مکان – زمان دو متحرک را می‌نویسیم:

$$v_A = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-۴۰}{۱۰} = -۴\frac{m}{s} \Rightarrow x_A = v_A t + x_{۰A} \Rightarrow x_A = -۴t + ۴۰$$

$$v_B = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۲۰}{۵} = +۴\frac{m}{s} \Rightarrow x_B = v_B t + x_{۰B} \Rightarrow x_B = ۴t - ۲۰$$

حالا معادلهٔ دو متحرک را با هم برابر قرار می‌دهیم تا زمان رسیدن دو متحرک به دست بیاید:

$$x_A = x_B \Rightarrow -۴t + ۴۰ = ۴t - ۲۰ \Rightarrow ۶۰ = ۸t \Rightarrow t = \frac{۱۵}{۲}s$$

با جایگذاری t به دست آمده در یکی از معادله‌های مکان – زمان، مکان به هم رسیدن دو متحرک را به دست می‌آوریم:

$$x_A = x_B = -۴t + ۴۰ = -۴(\frac{۱۵}{۲}) + ۴۰ = ۱۰m$$

درسنامه

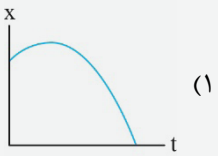
حرکت با سرعت ثابت: در این نوع حرکت اندازه و جهت سرعت همواره ثابت است. بنابراین این حرکت تنها روی خط راست امکان‌پذیر است.

معادله مکان – زمان:	$x = vt + x_۰$
جابه‌جایی در حرکت با سرعت ثابت:	$\Delta x = v\Delta t$

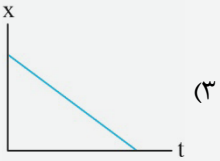
نکته ۱ نمودار مکان - زمان حرکت با سرعت ثابت، خطی است به شیب v و عرض از مبدأ آن مکان اولیه جسم $(x_۰)$ می‌باشد.

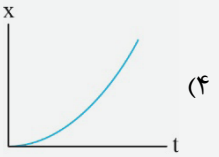
۲ زمانی که دو متحرک به هم می‌رسند، مکانشان با هم برابر می‌شود.

۳۸. کدام نمودار مربوط به متحرکی است که سرعت اولیه آن در جهت محور x و شتاب آن در خلاف جهت محور x است؟

۱) 

۲)

۳) 

۴) 

پاسخ: گزینه ۱ (ساده – مفهومی)

شـــیب مماس بر نمودار در $t = ۰$ که همان ســـرعت اولیه می‌باشد، باید مثبت باشد (گزینه‌های ۲ و ۳ حذف). تقعر نمودار که نشان‌دهنده علامت شتاب است، باید منفی باشد تا شتاب منفی (در خلاف جهت محور) باشد. بنابراین گزینهٔ ۱ درست است.

درسنامه

نمودار مکان - زمان: به کمک نمودار مکان - زمان می‌توان به اطلاعات زیر پی برد:

۱) جابه‌جایی جسم و مسافت طی شده

۲) سرعت متوسط = شیب خطی که دو لحظه را روی نمودار به هم وصل می‌کند.

۳) سرعت لحظه‌ای = شیب خط مماس بر نمودار در هر لحظه

۴) لحظهٔ تغییر جهت = قله یا دره از نمودار

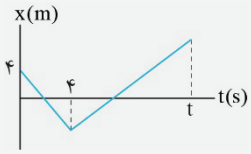
۵) علامت شتاب حرکت = جهت تقعر نمودار رو به بالا $a > ۰$، جهت تقعر نمودار رو به پایین $a < ۰$

۶) تغییر جهت بردار مکان = لحظه عبور از مبدأ = قطع محور t

نکته در لحظه‌ای که متحرک تغییر جهت می‌دهد، سرعت آن صفر می‌شود.

@MrKonkori

۳۹. نمودار مکان - زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند به صورت شکل زیر است. اگر تندی متوسط، سرعت متوسط و شتاب متوسط در بازهٔ زمانی $t_1 = ۰$ تا t به ترتیب در SI برابر $\frac{۱۰}{۳}\frac{m}{s}$ و $۲\frac{m}{s}$ و $۰/۵\frac{m}{s^۲}$ باشد، مکان متحرک در $t' = ۱۰s$ برحسب متر کدام است؟



۱) ۱۶

۲) ۲۰

۳) ۲۴

۴) ۲۸

پاسخ: گزینه ۲ (دشوار - محاسباتی)

تندی متحرک در ۴ ثانیه نخست را $v_۱$ و تندی آن پس از لحظهٔ $t = ۴s$ را $v_۲$ در نظر می‌گیریم. روابط تندی متوسط، سرعت متوسط و شتاب متوسط را در بازهٔ $(۰, t)$ می‌نویسیم:

$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} \Rightarrow \frac{۱۰}{۳} = \frac{۴v_۱ + (t-۴)v_۲}{t} \Rightarrow ۴v_۱ + (t-۴)v_۲ = \frac{۱۰t}{۳}$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow ۲ = \frac{-۴v_۱ + (t-۴)v_۲}{t} \Rightarrow -۴v_۱ + (t-۴)v_۲ = ۲t$$

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow \frac{۱}{۲} = \frac{v_۲ - v_۱}{t} \Rightarrow v_۱ + v_۲ = \frac{t}{۲}$$

با حل سه معادله و سه مجهول بالا، $v_۱$، $v_۲$ و t را به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} ۴v_۱ + (t-۴)v_۲ = \frac{۱۰t}{۳} \\ -۴v_۱ + (t-۴)v_۲ = ۲t \\ v_۱ + v_۲ = \frac{t}{۲} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_۱ = ۲\frac{m}{s} \\ v_۲ = ۴\frac{m}{s} \\ t = ۱۲s \end{cases}$$

حالا مکان متحرک در $t = ۴s$ و سپس مکان در $t = ۱۰s$ را به دست می‌آوریم:

$$x_{۴s} = -v_۱(۴) + x_۰ = -۲(۴) + ۴ = -۴m \qquad x_{۱۰s} = v_۲(۱۰-۴) + x_{۴s} = ۴(۶) - ۴ = ۲۰m$$

۴۰. متحرکی در امتداد محور x و با شتاب ثابت در حرکت است. در مکان $x = +۱۰m$ سرعت متحرک $+۴m/s$ و در مکان $x = +۱۹m$ سرعت متحرک $+۱۸km/h$ است. زمان این جابه‌جایی چند ثانیه است؟

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۳ (ساده - محاسباتی)

کافی است از رابطهٔ مستقل از شتاب استفاده شود.

$$v = ۱۸km/h \div ۳/۶ = ۵m/s$$

$$\Delta x = \frac{v + v_۰}{۲}\Delta t \Rightarrow ۱۹ - ۱۰ = \frac{۵ + ۴}{۲} \times \Delta t \Rightarrow \Delta t = ۲s$$

درسنامه

حرکت با شتاب ثابت: در این نوع حرکت در بازه‌های زمانی متوالی و مساوی به اندازه یکسانی سرعت اضافه (تندشونده) و یا از آن کم (کندشونده) می‌شود.

@MrKonkori

معادلات حرکت:	$x=\frac{1}{2}at^2+v_0t+x_0\ ,\ v=at+v_0$
فرمول مستقل از شتاب:	$\Delta x=\frac{v_1+v_2}{2}\Delta t$
فرمول مستقل از زمان:	$v_2^2-v_1^2=2a\Delta x$
سرعت متوسط:	$v_{av}=\frac{v_1+v_2}{2}=v_{\text{لحظهٔ وسط}}$
فرمول مستقل از سرعت ثانویه:	$\Delta x=\frac{1}{2}at^2+v_1t$
جابه‌جایی در ثانیه n اُم:	$\Delta x_n=(n-0/5)a+v_0$
جابه‌جایی در T ثانیه n اُم:	$\Delta x_{Tn}=(n-0/5)aT^2+v_0T$

نکته اگر متحرک از حال سکون شروع به حرکت کند، جابه‌جایی متحرک در T ثانیه‌های متوالی از شروع حرکت به صورت ... و $\ell,3\ell,5\ell$ خواهد بود.

نکته در حرکت با شتاب ثابت نمودار مکان-زمان به شکل یک سهمی و نمودار سرعت-زمان به صورت یک خط راست با شیب ثابت است.

نکته در حرکت با شتاب ثابت، تمام ویژگی‌های حرکت نسبت به لحظه سکون متحرک (نقطه رأس سهمی) متقارن است.

۴۱. اتومبیلی با شتاب ثابت روی محور x ها حرکت می‌کند. در لحظهٔ $t_1=2s$ تندی اتومبیل $8\frac{m}{s}$ و در لحظه $t_2=6s$ تندی اتومبیل برابر $4\frac{m}{s}$ و حرکت آن تندشونده است. بزرگی شتاب اتومبیل چند متر بر مربع ثانیه است؟

۱) ۳ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۱ (ساده - مفهومی)

چون در t_2 حرکت تندشونده است و تندی کمتر از t_1 است، پس حرکت اتومبیل ابتدا کندشونده سپس تندشونده بوده است. بنابراین علامت سرعت در t_1 و t_2 مخالف هم است. پس:

$$|a|=\frac{|v_2-v_1|}{t_2-t_1}=\frac{|4-(-8)|}{6-2}=3\frac{m}{s^2}$$

درسنامه

نوع حرکت:

۱) کندشونده: حرکت یک متحرک هنگامی کندشونده است، که اندازه سرعت در حال کاهش باشد یا شتاب و سرعت در خلاف جهت یکدیگر باشند: $av<0\ ,\ |v|:\downarrow$

۲) تندشونده: حرکت یک متحرک هنگامی تندشونده است، که اندازه سرعت در حال افزایش باشد یا شتاب و سرعت هم‌علامت و هم‌جهت باشند. $av>0\ ,\ |v|:\uparrow$

@MrKonkori

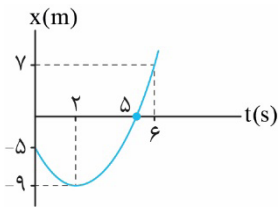
۴۲. معادلهٔ حرکت متحرکی در SI به صورت $x = t^2 - 4t - 5$ است. مسافت طی شده در ۶ ثانیهٔ نخست حرکت چند متر بیشتر از اندازهٔ جابه‌جایی در همین بازه زمانی است؟

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۱۲ ۴) ۱۶

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط - محاسباتی)

نمودار مکان - زمان متحرک را رسم می‌کنیم.

باتوجه به نمودار، اختلاف مسافت و بزرگی جابه‌جایی را حساب می‌کنیم:



$$\ell - |\Delta x| = (۴ + ۱۶) - |۷ - (-۵)| = ۲۰ - ۱۲ = ۸\,m$$

درسنامه

نکته در معادله $x = At^2 + Bt + c$ اگر A, B هم‌علامت باشند، متحرک بدون تغییر جهت حرکت می‌کند و حرکت آن همواره تندشونده است اما اگر A, B مختلف‌العلامه باشند، متحرک در حرکت خود تغییر جهت داده است و حرکت آن ابتدا کندشونده است و سپس تندشونده می‌باشد.

نکته برای محاسبه مسافت طی شده و جابه‌جایی متحرک به کمک معادله حرکت آن بهتر است ابتدا نمودار مکان - زمان آن یا نمودار سرعت - زمان را رسم کنیم.

نکته در صورتی که معادله حرکت متحرک به صورت $x = At^2 + Bt + c$ باشد لحظه‌ای تغییر جهت متحرک را به کمک اکسترمم معادله $(\frac{-B}{2A})$ به دست می‌آوریم.

۴۳. هریک از شکل‌های زیر مکان یک خودروی را در لحظه‌های $t = 0$، $t = T$، $t = 2T$، ... و $t = 7T$ نشان می‌دهد. هر دو خودرو در لحظهٔ $t = 3T$ شتاب می‌گیرند. به ترتیب از راست به چپ، شتاب و سرعت نهایی کدام خودرو بیشتر است؟

۱) A - A
۲) B - A
۳) A - B
۴) B - B

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط - مفهومی)

با توجه به جابه‌جایی در $3T$ ثانیهٔ نخست، سرعت متحرک A در این بازه که همان سرعت اولیه قسمت حرکت شتابدار آن نیز است، بیشتر از B است.

$$\Delta x_{A(0,3T)} > \Delta x_{B(0,3T)} \Rightarrow v_{0A} > v_{0B}$$

باتوجه به نمودار در قسمت شتابدار، جابه‌جایی متحرک A در مدت $7T - 3T = 4T$ کمتر از جابه‌جایی متحرک B در این بازه است. پس:

$$\Delta x_A < \Delta x_B \Rightarrow \frac{v_{0A} + v_A}{2}\cancel{\Delta t} < \frac{v_{0B} + v_B}{2}\cancel{\Delta t} \xrightarrow{v_{0A} > v_{0B}} v_A < v_B$$

بنابراین سرعت نهایی B بیشتر از A است.

@MrKonkori

حالا رابطهٔ شتاب را می‌نویسیم و شتاب دو متحرک را با هم مقایسه می‌کنیم:

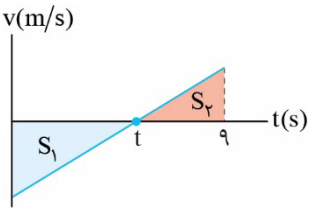
$$\Delta v = v - v_0 \xrightarrow[v_A < v_B]{v_{0A} > v_{0B}} \Delta v_B > \Delta v_A \qquad a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \xrightarrow{\Delta t_A = \Delta t_B} a_B > a_A$$

۴۴. متحرکی با شتاب ثابت $۲\frac{m}{s^۲}$ روی محور x ها حرکت می‌کند. اگر اندازهٔ سرعت متوسط متحرک در ۹ ثانیه نخست، ۰/۶ برابر تندی متوسط در همین بازه باشد، بیشترین فاصلهٔ ممکن متحرک از مکان اولیه (x_0) در همین بازه چند متر است؟

۱) ۹ ۲) ۱۲ ۳) ۲۷ ۴) ۳۶

پاسخ: گزینه ۴ (دشوار - مفهومی و محاسباتی)

چون اندازهٔ سرعت متوسط با تندی متوسط برابر نیست، نتیجه می‌گیریم متحرک در ۹ ثانیهٔ نخست حرکتش، تغییر جهت داده است. اگر لحظهٔ تغییر جهت را t در نظر بگیریم، نمودار سرعت زمان متحرک به صورت شکل زیر خواهد بود:



باتوجه به مساحت‌های رنگی، تندی متوسط و اندازهٔ سرعت متوسط را به دست می‌آوریم و نسبت آن‌ها را برابر ۰/۶ قرار می‌دهیم تا نسبت S_1 به S_2 به دست بیاید:

$$\begin{cases} v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-S_1 + S_2}{\Delta t} \\ s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{S_1 + S_2}{\Delta t} \end{cases} \Rightarrow \frac{|v_{av}|}{s_{av}} = \frac{|-S_1 + S_2|}{S_1 + S_2} = ۰/۶ \Rightarrow S_1 = ۴S_2$$

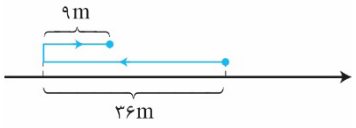
باتوجه به تشابه مثلث‌ها، لحظهٔ تغییر جهت را به دست می‌آوریم:

$$\frac{S_1}{S_2} = (\frac{t}{۹-t})^۲ \Rightarrow ۴ = (\frac{t}{۹-t})^۲ \Rightarrow ۲ = \frac{t}{۹-t} \Rightarrow t = ۶s$$

حالا مساحت‌های S_1 و S_2 را تعیین می‌کنیم:

$$\begin{cases} S_1 = \frac{|v_0| \times t}{۲} \xrightarrow{|v_0| = |a|t} S_1 = \frac{(۲ \times ۶) \times ۶}{۲} = ۳۶ \\ S_2 = \frac{۱}{۴} S_1 = ۹ \end{cases}$$

بنابراین مسیر حرکت متحرک به صورت شکل زیر است:



با توجه به مسیر بیشترین فاصلهٔ متحرک از نقطهٔ شروع برابر ۳۶m است.

توجه کنید: اگر S_1 را کوچکتر از S_2 در نظر می‌گرفتیم، بیشترین فاصله از نقطهٔ شروع برابر ۲۷m می‌شد که از ۳۶m کمتر است.

۴۵. متحرکی با شتاب ثابت روی محور x ها حرکت می‌کند. مکان متحرک در لحظه‌های $t_1 = ۱s$، $t_2 = ۵s$ و $t_3 = ۷s$ به ترتیب $x_1 = ۲m$، $x_2 = ۶m$، $x_3 = ۲۰m$ است. سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی ۱۰ ثانیه نخست حرکت چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۷

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - محاسباتی)

ابتدا سرعت متوسط در دو بازه که با سرعت لحظهٔ وسط هر کدام از بازه‌ها برابر است را به دست می‌آوریم:

@MrKonkori

$$v_{av(1s,5s)}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{6-2}{5-1}=1\frac{m}{s}\Rightarrow v_{3s}=1\frac{m}{s}\qquad v_{av(5s,7s)}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{20-6}{7-5}=7\frac{m}{s}\Rightarrow v_{6s}=7\frac{m}{s}$$

شتاب متحرک را به دست می‌آوریم:

$$a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{7-1}{6-3}=2\frac{m}{s^2}$$

سرعت متوسط در ۱۰ ثانیهٔ نخست حرکت برابر سرعت وسط بازه یعنی $t=5s$ است، پس:

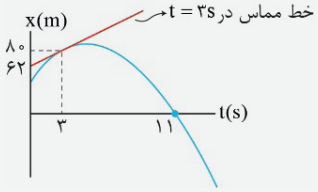
$$a=\frac{\Delta v}{\Delta t}\Rightarrow 2=\frac{v_{5s}-v_{3s}}{5-3}\Rightarrow 2=\frac{v_{5s}-1}{5-3}\Rightarrow v_{5s}=5\frac{m}{s}\Rightarrow v_{av(0,10s)}=v_{5s}=5\frac{m}{s}$$

درسنامه

نکته در صورتی که متحرک بر روی خط راست و بدون تغییر جهت حرکت کند، $|v_{av}|=v_{av}$ است.

نکته در حرکت با شتاب ثابت سرعت متوسط در بازه زمانی مشخص برابر با سرعت در لحظه وسط بازه می‌باشد.

۴۶. نمودار مکان – زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق سهمی زیر است. مکان اولیه متحرک در SI کدام است؟



۱) ۳۶
۲) ۴۴
۳) ۵۴
۴) ۶۶

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط – محاسباتی)

ابتدا سرعت در $t=3s$ را با استفاده از شیب خط مماس تعیین می‌کنیم:

$$v_{3s}=\frac{80-62}{3}=6\frac{m}{s}$$

با استفاده از معادلهٔ مستقل از شتاب در بازهٔ $(3s,11s)$، سرعت متحرک در $t=11s$ را تعیین می‌کنیم:

$$\Delta x=\frac{v_{3s}+v_{11s}}{2}\Delta t\Rightarrow 0-80=\frac{6+v_{11s}}{2}\times 8\Rightarrow v_{11s}=-26\frac{m}{s}$$

شتاب را تعیین می‌کنیم:

$$a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{v_{11s}-v_{3s}}{11-3}=\frac{-26-6}{8}=\frac{-32}{8}=-4\frac{m}{s^2}$$

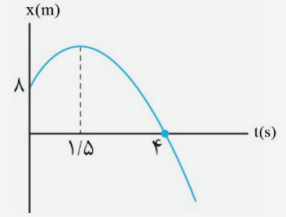
سرعت اولیه را به دست می‌آوریم:

$$a=\frac{\Delta v}{\Delta t}\Rightarrow -4=\frac{v_{3s}-v_0}{3-0}\Rightarrow -12=6-v_0\Rightarrow v_0=18\frac{m}{s}$$

حالا با استفاده از معادلهٔ مکان – زمان، مکان اولیه را حساب می‌کنیم:

$$x=\frac{1}{2}at^2+v_0t+x_0\xrightarrow{t=3s}80=\frac{1}{2}(-4)(3)^2+18(3)+x_0\Rightarrow x_0=44m$$

۴۷. نمودار مکان – زمان متحرکی که با شتاب ثابت روی محور x حرکت می‌کند، به صورت زیر است. تندی متوسط متحرک در ۵ ثانیه نخست چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۴
۲) ۴/۵
۳) ۸/۵
۴) ۶

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط – محاسباتی)

@MrKonkori

روش اول: معادلهٔ سهمی را می‌نویسیم. باتوجه به تقارن نمودار نسبت به رأس، ریشه دیگر سهمی را به دست می‌آوریم.

$$t_{\text{راس}} = \frac{t_1 + t_2}{2} \Rightarrow 1/5 = \frac{t_1 + 4}{2} \Rightarrow t_1 = -1$$

$$x = k(t+1)(t-4) \xrightarrow{t=0,\ x=8\,m} 8 = k(1)(-4) \Rightarrow k = -2 \Rightarrow x = -2(t+1)(t-4)$$

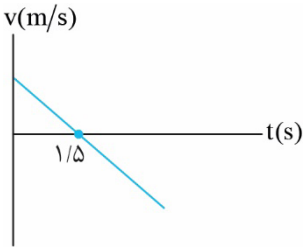
حالا مکان تغییر جهت و مکان $t = 5s$ را به دست می‌آوریم:

$$x_{1/5s} = -2(2/5)(-2/5) = -2(-6/25) = 12/5\,m \qquad x_{5s} = -2(6)(1) = -12\,m$$

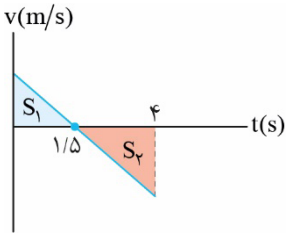
در نهایت مسافت طی شده و تندی متوسط در ۵ ثانیه نخست را به دست می‌آوریم:

$$\ell = \left|\Delta x_{(0,1/5s)}\right| + \left|\Delta x_{(1/5s,5s)}\right| = \left|12/5 - 8\right| + \left|-12 - 12/5\right| = 4/5 + 24/5 = 29\,m \qquad s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{29}{5} = 5/8\,\frac{m}{s}$$

روش دوم: نمودار سرعت – زمان متحرک را رسم می‌کنیم. باتوجه به تقعر نمودار که به سمت پایین است، شیب نمودار (a) منفی است و سرعت اولیه (شیب مماس در $t = 0$ بر نمودار مکان - زمان مثبت است. پس نمودار به صورت شکل زیر است:

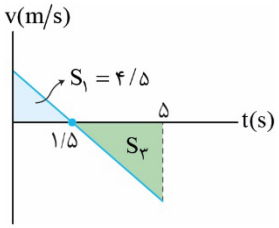


باتوجه به نمودار مکان – زمان، مسافت طی شده در بازهٔ $(1/5s, 4s)$ به اندازهٔ $8\,m$ بیشتر از مسافت بازهٔ $(0, 1/5s)$ است. بنابراین:



$$\begin{cases} S_2 = S_1 + 8 \\ \dfrac{S_2}{S_1} = \left(\dfrac{4 - 1/5}{1/5}\right)^2 = \dfrac{25}{9} \end{cases} \Rightarrow S_1 = 4/5$$

حالا باتوجه به تشابه مثلث‌ها، مسافت بازهٔ $(1/5s, 5s)$ و مسافت کل را حساب می‌کنیم:



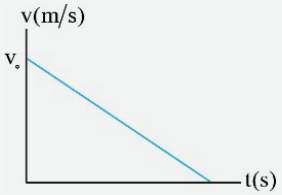
$$\frac{S_3}{S_1} = \left(\frac{5 - 1/5}{1/5}\right)^2 \Rightarrow \frac{S_3}{4/5} = \left(\frac{7}{3}\right)^2 \Rightarrow S_3 = 24/5\,m$$

$$\ell_{(0,5s)} = S_1 + S_3 = 4/5 + 24/5 = 29\,m$$

در نهایت تندی متوسط را حساب می‌کنیم:

$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{29}{5} = 5/8\,\frac{m}{s}$$

۴۸. نمودار سرعت – زمان متحرکی که روی خط راست با شتاب ثابت به بزرگی $4\,\frac{m}{s^2}$ حرکت می‌کند، مطابق شکل است. اگر مسافت طی شده در ۲ ثانیهٔ اول، ۱۸ برابر مسافت طی شده در ثانیهٔ آخر باشد، سرعت اولیه متحرک چند متر بر ثانیه است؟

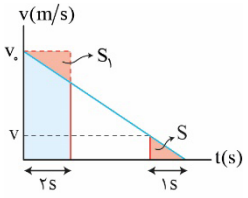


۱) ۱۲
۲) ۱۸
۳) ۲۲
۴) ۲۸

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط – محاسباتی)

@MrKonkori

مسافت طی شده در ۲ ثانیهٔ نخست و مسافت طی شده در ثانیهٔ آخر برابر مساحت سطح زیر نمودار در این بازه‌ها است. باتوجه به تشابه دو مثلث هاشور خورده، داریم:



$$\frac{S_1}{S}=(\frac{2}{1})^2 \Rightarrow S_1=4S$$

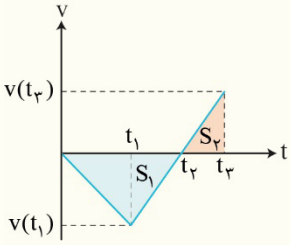
چون در هر ثانیه $4\frac{m}{s}$ از سرعت کم می‌شود، پس $V=4\frac{m}{s}$ است. حالا S را حساب می‌کنیم:

$$S=\frac{V\times 1}{2}=2$$

باتوجه به مستطیل ایجاد شده در ۲ ثانیهٔ نخست و مساحت آن داریم:

$$18S+S_1=18S+4S=22s=v_0\times 2 \Rightarrow 22\times 2=v_0\times 2 \Rightarrow v_0=22\frac{m}{s}$$

درسنامه



نمودار سرعت - زمان: به کمک نمودار سرعت - زمان می‌توان به اطلاعات زیر پی برد:

۱) جهت حرکت جسم: نمودار بالای محور: حرکت جسم در جهت محور؛ حرکت نمودار پایین محور t، جسم در خلاف جهت محور

۲) جابه‌جایی و مسافت طی شده: مساحت محصور به نمودار و محور t

تذکر پس از محاسبه اندازه مساحت زیر نمودار و محور t، مساحت بالای محور t را مثبت و مساحت زیر محور t را منفی در نظر می‌گیریم، با جمع مساحت‌ها با در نظرگرفتن علامت‌ها جابه‌جایی متحرک به دست می‌آید و اگر صرفاً اندازه مساحت‌ها را جمع کنیم مسافت طی شده بدست می‌آید. $\Delta x=-s_1+s_2 \quad , \ell=s_1+s_2$

۳) شتاب متوسط: شیب خطی که دو لحظه را روی نمودار به هم وصل می‌کند.

۴) شتاب لحظه‌ای: شیب خط مماس بر نمودار در هر لحظه

۵) لحظهٔ تغییر جهت: لحظهٔ قطع محور t

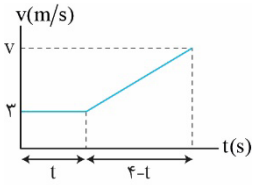
نکته در صورتی که در مسئله‌ای محاسبه مسافت یا جابه‌جایی متحرک مطرح شود، می‌توانیم به کمک رسم نمودار سرعت - زمان و محاسبه مساحت‌های زیر نمودار به مسئله پاسخ دهیم.

۴۹. متحرکی در مدت ۴s یک مسیر مستقیم را بدون تغییر جهت طی می‌کند. $\frac{1}{7}$ ابتدای مسیر را با سرعت ثابت $3\frac{m}{s}$ و باقی مسیر را با شتاب $2\frac{m}{s^2}$ به صورت تندشونده طی می‌کند. مسافت طی شده در کل مسیر چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۷ ۲) ۱۴ ۳) ۲۱ ۴) ۲۸

پاسخ: گزینه ۳ (دشوار - محاسباتی)

نمودار سرعت – زمان حرکت متحرک به صورت شکل زیر است. باتوجه به شتاب در مرحلهٔ دوم حرکت v را به دست می‌آوریم:



$$a=\frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow 2=\frac{v-3}{4-t} \Rightarrow v=11-2t$$

@MrKonkori

حالا مساحت زیر نمودار در t ثانیه ابتدایی را برابر $\frac{۱}{۷}$ کل مساحت زیر نمودار قرار می‌دهیم تا t به دست بیاید:

$$۳t=\frac{۱}{۷}(۳t+(\frac{۱۴-۲t}{۲})\times(۴-t))\Rightarrow ۲۱t=۳t+t^۲-۱۱t+۲۸\Rightarrow t^۲-۲۹t+۲۸=۰\Rightarrow t=۱s$$

در نهایت مسافت طی شده را حساب می‌کنیم:

$$\ell=۳t+(t^۲-۱۱t+۲۸)=t^۲-۸t+۲۸=۱-۸+۲۸=۱-۸+۲۸=۲۱m$$

۵۰. اتومبیلی با سرعت $۷۲\frac{km}{h}$ در حال حرکت روی خط راست است. ناگهان راننده مانعی را در فاصلهٔ ۲۸ متری می‌بیند. اگر راننده با شتابی به بزرگی $|a|$ ترمز بگیرد و زمان واکنش او ۰/۲ ثانیه باشد با تندی $۴\frac{m}{s}$ به مانع برخورد می‌کند. اگر راننده با زمان واکنش ۰/۴ ثانیه و شتاب $(|a|+۱/۱)\frac{m}{s^۲}$ ترمز بگیرد، کدام اتفاق رخ می‌دهد؟

۱) اتومبیل در ۶ متری مانع متوقف می‌شود.

۲) اتومبیل با تندی $۶\frac{m}{s}$ به مانع برخورد می‌کند.

۳) اتومبیل در فاصلهٔ ۴ متر مانع متوقف می‌شود.

۴) اتومبیل با تندی $۴\frac{m}{s}$ به مانع برخورد می‌کند.

پاسخ: گزینه ۲ (دشوار - محاسباتی)

ابتدا در حالت اول، شتاب a را تعیین می‌کنیم. مسافت واکنش را حساب می‌کنیم.

$$\Delta x_۱=v\Delta t=(۷۲\div ۳/۶)\times ۰/۲=۲۰\times ۰/۲=۴m$$

بنابراین اتومبیل مسافت $\Delta x_۲=۲۸-\Delta x_۱=۲۴m$ را ترمز گرفته تا به مانع برخورد کند. با استفاده از رابطهٔ مستقل از زمان، شتاب ترمز (a) را حساب می‌کنیم:

$$v^۲-v_۰^۲=۲a\Delta x\Rightarrow ۴^۲-۲۰^۲=۲a\times ۲۴\Rightarrow a=-۸\frac{m}{s^۲}$$

بنابراین شتاب در حالت دوم $|a|+۱/۱=۹/۱\frac{m}{s^۲}$ است. در این حالت مسافت واکنش را ابتدا تعیین می‌کنیم:

$$\Delta x_۱'=v.\Delta t=۲۰\times ۰/۴=۸m$$

پس مسافت باقی مانده تا مانع پس از طی مسافت واکنش برابر $\Delta x_۲'=۲۸-۸=۲۰m$ است. رابطهٔ مستقل از زمان را می‌نویسیم:

$$v^۲-v_۰^۲=۲a\Delta x_۲\Rightarrow v^۲-۲۰^۲=۲(-۹/۱)(۲۰)\Rightarrow v^۲=۳۶\Rightarrow v=۶\frac{m}{s}$$

(توجه کنید اگر در رابطهٔ بالا $v^۲$ منفی به دست می‌آمد، اتومبیل به مانع برخورد نمی‌کرد.)

۵۱. متحرکی از حال سکون با شتاب ثابت $۸\frac{m}{s^۲}$ شروع به حرکت روی محور x می‌کند. پس از مدتی حرکتش را با شتاب ثابت $۲\frac{m}{s^۲}$ کند می‌کند تا متوقف شود. اگر کل مسافت طی شده توسط متحرک ۷۲۰m باشد، مسافت طی شده در ۸ ثانیهٔ دوم حرکت چند متر است؟

۱) ۱۴۴ ۲) ۲۸۸ ۳) ۴۳۲ ۴) ۵۷۶

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط - محاسباتی)

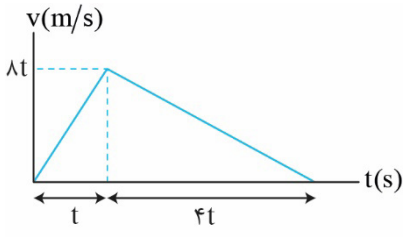
زمان حرکت با شتاب $۸\frac{m}{s^۲}$ را t در نظر می‌گیریم. بنابراین بیشترین سرعت متحرک در طی مسیر و زمان حرکت کندشونده برابر است با:

$$v_t=a_۱t+v_۰=۸t$$

$$a_۲=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{۰-۷v_t}{t_۲}\Rightarrow -۲=\frac{-v_t}{t}=\frac{-۸t}{t_۲}\Rightarrow t_۲=۴t$$

@MrKonkori

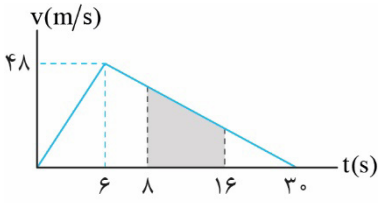
نمودار سرعت – زمان متحرک به صورت زیر می‌شود:



طبق گفتهٔ طراح، مسافت طی شده که برابر با مساحت سطح زیر نمودار $(v-t)$ است برابر $720\,m$ است. پس:

$$S=\frac{8t\times 5t}{2}=720\Rightarrow t^2=36\Rightarrow t=6s$$

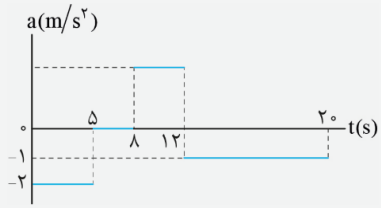
بنابراین نمودار سرعت – زمان به صورت شکل زیر می‌شود. حالا مساحت زیر نمودار در ۸ ثانیهٔ دوم حرکت یعنی بازهٔ $(8s,16s)$ را به دست می‌آوریم:



$$\Delta x_{(8s,16s)}=S=v_{av}\times\Delta t\Rightarrow\Delta x_{(8s,16s)}=v_{12s}\times(16-8)$$

$$\xrightarrow{v_{12s}=a_2t+v_{6s}=-2(12-6)+48=36}\Delta x_{(8s,16s)}=36\times 8=288\,m$$

۵۲. نمودار شتاب – زمان متحرکی که روی محور x ها حرکت می‌کند، مطابق شکل است. اگر جهت حرکت متحرک در لحظه‌های $t_1=2s$ و $t_2=10s$ تغییر کند، کدام گزینه دربارهٔ حرکت متحرک در بازهٔ زمانی $t=0$ تا $t=20$ درست است؟



۱) دو بار جهت حرکت عوض شده است.

۲) به مدت $8s$ در جهت محور حرکت کرده است.

۳) به مدت $7s$ به صورت تندشونده حرکت کرده است.

۴) جابه‌جایی در کل مدت در جهت محور x ها است.

پاسخ: گزینه ۳ (دشوار – محاسباتی)

در لحظه‌های $t_1=2s$ و $t_2=10s$ که متحرک تغییر جهت داده است، سرعت برابر صفر است. سرعت اولیه متحرک و شتاب در بازهٔ $(8s,12s)$ را به دست می‌آوریم:

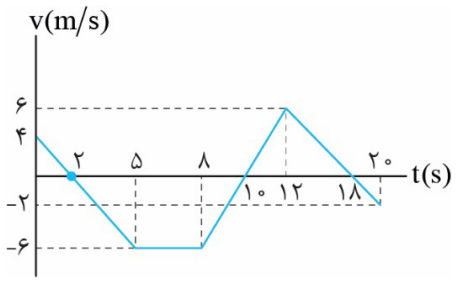
$$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}\Rightarrow\begin{cases}a_{(0,2s)}=\dfrac{v_{2s}-v_0}{2-0}\Rightarrow -2=\dfrac{0-v_0}{2}\Rightarrow v_0=4\dfrac{m}{s}\\ a_{(0.5s)}=\dfrac{v_{5s}-v_0}{5-0}\Rightarrow -2=\dfrac{v_{5s}-4}{5}\Rightarrow v_{5s}=-6\dfrac{m}{s}\end{cases}$$

چون در بازهٔ $(5s,8s)$ شتاب برابر صفر است، پس سرعت در $t=8s$ با سرعت $t=5s$ برابر است:

$$v_{8s}=v_{5s}=-6\frac{m}{s}$$

$$a_{(8s,10s)}=\frac{v_{10s}-v_{8s}}{10-8}=\frac{0-(-6)}{2}=3\frac{m}{s^2}$$

حالا نمودار سرعت – زمان متحرک را رسم می‌کنیم:



@MrKonkori

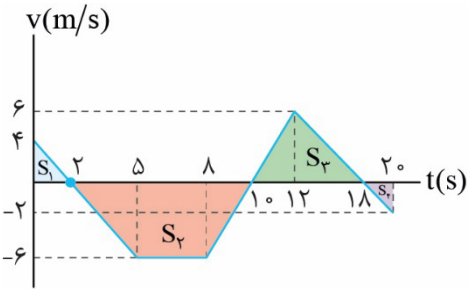
حالا به بررسی گزینه‌ها می‌پردازیم:

۱ نادرست؛ جهت حرکت متحرک در لحظه‌های ۲s، ۱۰s و ۱۸s تغییر کرده است.

۲ نادرســت؛ در بازه‌های (۰,۲s) و (۱۰s,۱۸s) متحرک در جهت محور حرکت کرده است. پس در مجموع ۱۰s متحرک در جهت محور حرکت کرده است.

۳ درست؛ در بازه‌های (۲s,۵s) و (۱۰s,۱۲s) و (۱۸s,۲۰s) که مجموعاً ۷ ثانیه می‌شود، متحرک به صورت تندشونده حرکت کرده است.

۴ نادرســت؛ مســاحت سطح زیر نمودار را حساب می‌کنیم تا جابه‌جایی به دست بیاید. البته به صورت ذهنی می‌توان گفت مساحت پایین محور بزرگ‌تر از مساحت بالای محور است و جابه‌جایی در کل خلاف جهت محور است و نیازی به محاسبه نیست. اما اگر حساب کنیم، داریم:



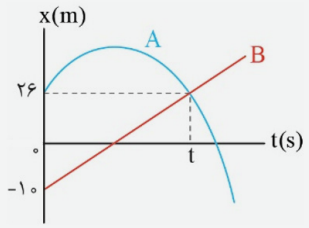
$$\Delta x = S_1 - S_2 + S_3 - S_4$$
$$\Delta x = 4 - 33 + 24 - 2 = -7\,m$$

درسنامه

نمودار شتاب - زمان، مساحت زیر نمودار شتاب - زمان برابر تغییرات سرعت است، اگر نمودار بالای محور t باشد، $\Delta v > 0$ و اگر نمودار پایین محور t باشد، $\Delta v < 0$ است.

نکته برای به دست آوردن جابه‌جایی یا مسافت از روی نمودار شتاب - زمان، نمودار سرعت - زمان را رسم کرده و از آن استفاده می‌کنیم.

۵۳. نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B مطابق شکل است. متحرک A با شتاب ثابت به بزرگی $۲\frac{m}{s^2}$ حرکت می‌کند و تندی دو متحرک در لحظه‌ای که از یک مکان عبور می‌کنند برابر است. مجموع مسافت‌هایی که دو متحرک از لحظهٔ $t = 0$ تا لحظه‌ای که دو متحرک به هم می‌سند، چند متر است؟



۱) ۴۵
۲) ۴۸
۳) ۵۱
۴) ۵۴

پاسخ: گزینهٔ ۴ (دشوار / مفهومی و محاسباتی)

سرعت متوسط A در لحظهٔ t را به دست می‌آوریم. چون دهانهٔ سهمی رو به پایین است. شتاب متحرک A منفی است، پس:

$$v_A = a_A t + v_0 \Rightarrow v_{t(A)} = -2t + v_0$$

باتوجه به تقارن نمودار، سرعت اولیه متحرک A هم اندازه با سرعت متحرک A در لحظهٔ t و قرینهٔ آن است، پس تندی متحرک A در لحظهٔ t برابر است با:

$$v_{t(A)} = -2t - v_{t(A)} \Rightarrow v_{t(A)} = -t \Rightarrow |v_A| = t$$

تندی متحرک B را نیز به دست می‌آوریم:

$$v_B = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{36}{t} \Rightarrow |v_B| = \frac{36}{t}$$

طبق گفتهٔ طراح، دو تندی را با هم برابر قرار می‌دهیم تا لحظهٔ t به دست بیاید:

$$|v_A| = |v_B| \Rightarrow t = \frac{36}{t} \Rightarrow t = 6\,s$$

@MrKonkori

طبق تقارن، مکان تغییر جهت متحرک A در $t = ۳s$ است. پس مسافت طی شده توسط متحرک A در ۶ ثانیهٔ نخست دو برابر مسافت در بازهٔ $(۳s,۶s)$ است.

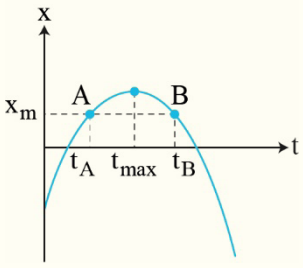
$$v_{۶s}^۲ - v_{۳s}^۲ = ۲a\Delta x_{(۳s,۶s)} \Rightarrow (-۶)^۲ - ۰ = ۲(-۲)\Delta x \Rightarrow |\Delta x_{(۳s,۶)}| = ۹m \Rightarrow \ell_{(۰,۶s)} = ۲|\Delta x_{(۳s,۶s)}| = ۱۸m$$

مجموع مسافت طی شده توسط متحرک‌ها را به دست می‌آوریم:

$$\ell_A + \ell_B = ۱۸ + ۳۶ = ۵۴m$$

درسنامه

تقارن سهمی در نمودار مکان - زمان:



۱) جابه‌جایی متحرک در بازه زمانی t_A تا t_B برابر صفر است.

۲) اندازه سرعت متحرک در نقاط A و B با هم برابر است. $(|V_A| = |V_B|)$

۳) باتوجه به تقارن سهمی، نقطه ماکسیمم نمودار در لحظه $\frac{t_A + t_B}{۲}$ قرار دارد.

۵۴. متحرک A در لحظهٔ $t = ۰$ با شتاب ثابت $+۴\frac{m}{s^۲}$ از حال سکون از مکان $x = ۰$ روی محور x به راه می‌افتد. پس از مدتی متحرک B با شتاب ثابت $+۵\frac{m}{s^۲}$ از حال سکون از مکان $x = ۵۸m$ به راه می‌افتد. اگر متحرک A با سرعت $۲۸\frac{m}{s}$ از متحرک B سبقت بگیرد، در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه، سرعت دو متحرک با هم برابر می‌شود؟

۱) ۱۲ ۲) ۱۵ ۳) ۱۸ ۴) ۲۱

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط / محاسباتی)

ابتدا لحظهٔ سبقت گرفتن متحرک A از B را به دست می‌آوریم:

$$v = at + v_۰ \Rightarrow v_A = ۴t + ۰ \xrightarrow{v=۲۸\frac{m}{s}} ۲۸ = ۴t \Rightarrow t = ۷s$$

مکان سبقت گرفتن A از B را به دست می‌آوریم:

$$x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰ \Rightarrow x = ۲t^۲ \xrightarrow{t=۷s} x_{۷s} = ۲(۷)^۲ = ۹۸m$$

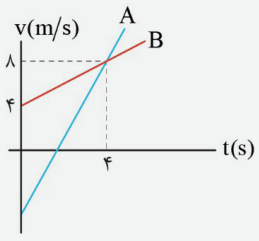
حالا مدت حرکت متحرک B تا رسیدن به $x = ۹۸m$ را به دست می‌آوریم:

$$\Delta x_B = \frac{۱}{۲}at_B^۲ \Rightarrow ۹۸ - ۵۸ = \frac{۱}{۲} \times ۵ \times t_B^۲ \Rightarrow t_B = ۴s$$

بنابراین متحرک B به اندازهٔ $t - t_B = ۷ - ۴ = ۳s$ دیرتر حرکت کرده است. حالا معادلهٔ سرعت دو متحرک را می‌نویسیم و آن‌ها را با هم برابر قرار می‌دهیم تا لحظهٔ برابری سرعت‌ها به دست بیاید:

$$\begin{cases} v_A = at_A + v_{۰A} = ۴t \\ v_B = a(t-۳)t + v_{۰B} = ۵(t-۳) \end{cases} \Rightarrow v_A = v_B \Rightarrow ۴t = ۵t - ۱۵ \Rightarrow t = ۱۵s$$

۵۵. نمودار سرعت - زمان دو متحرک A و B که روی محور x حرکت می‌کنند به شکل زیر است. اگر دو متحرک در لحظهٔ $t = ۰s$ در یک نقطه قرار داشته باشند و حداکثر فاصلهٔ آنها در ۵ ثانیهٔ نخست حرکت ۲۴m باشد، متحرک A چه مسافتی را در خلاف جهت محور پیموده است؟



۱) ۸

۲) ۱۰

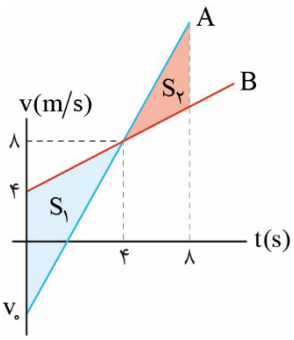
۳) ۱۲

۴) ۱۶

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط / مفهومی و محاسباتی)

@MrKonkori

باتوجه به نمودار تا لحظهٔ $t = ۴s$ سرعت متحرک B بیشتر از A است. بنابراین در این بازه فاصلهٔ بین دو متحرک افزایش می‌یابد. پس از $t = ۴s$، سرعت A بیشتر از B می‌شود و A شروع به جبران فاصلهٔ عقب افتاده‌اش می‌کند. طبق تشابه بین دو مثلث مشخص شده در شکل زیر دو متحرک در $t = ۸s$ مجدداً به هم می‌رسند، پس بیشترین فاصلهٔ بین دو متحرک در ۵ ثانیه نخست در $t = ۴s$ رخ می‌دهد و برابر با مساحت مثلث $S_۱$ است.



$$S_۱ = ۲۴ \Rightarrow \frac{(۴ - V_۰) \times ۴}{۲} = ۲۴$$

$$\Rightarrow V_۰ = -۸ \frac{m}{s}$$

شتاب متحرک A را به دست می‌آوریم:

$$a_A = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{v_{۴s} - v_۰}{۴ - ۰} = \frac{۸ - (-۸)}{۴} = ۴ \frac{m}{s^۲}$$

از لحظهٔ $t = ۰$ تا لحظهٔ تغییر جهت متحرک A، این متحرک خلاف جهت محور حرکت کرده است. با استفاده از رابطهٔ مستقل از زمان جابه‌جایی در این بازه را حساب می‌کنیم:

$$V^۲ - V_۰^۲ = ۲a\Delta x \Rightarrow ۰ - ۸^۲ = ۲(۴)\Delta x \Rightarrow \Delta x_A = -۸m \Rightarrow \ell_A = |\Delta x_A| = ۸m$$

نکته اگر دو متحرک از یک مکان در $t = ۰$ عبور کنند (هر دو شتاب ثابت یا یکی شتاب ثابت و دیگری سرعت ثابت حرکت کنند) و در لحظهٔ t سرعتشان با هم برابر باشد، در لحظهٔ $۲t$ به هم می‌رسند و بیشترین فاصلهٔ بین آن‌ها تا قبل از رسیدن به هم در لحظهٔ t رخ می‌دهد.

۵۶. با افزایش تندی یک جسم به جرم ۲۰۰g از v به $v + ۲ \frac{m}{s}$، انرژی جنبشی آن ۲J افزایش می‌یابد. انرژی جنبشی اولیه جسم چند ژول است؟

۱) ۰/۸ ۲) ۱/۶ ۳) ۳/۲ ۴) ۳/۶

پاسخ: گزینه ۲ (ساده - محاسباتی)

ابتدا تغییر انرژی جنبشی را می‌نویسیم تا v به دست بیاید:

$$\Delta k = \frac{۱}{۲} m(v_۲^۲ - v_۱^۲) \Rightarrow ۲ = \frac{۱}{۲} \times \frac{۲}{۱۰} \times ((v+۲)^۲ - v^۲) \Rightarrow ۲۰ = ۴v + ۴ \Rightarrow v = ۴ \frac{m}{s}$$

حالا انرژی جنبشی اولیه جسم را به دست می‌آوریم:

$$k_۱ = \frac{۱}{۲} m v_۱^۲ = \frac{۱}{۲} \times \frac{۲}{۱۰} \times (۴)^۲ = ۱/۶J$$

درسنامه

انرژی: توانایی انجام کار است و یکای آن ژول (J) می‌باشد.

انرژی جنبشی (k): انرژی که جسم به علت داشتن تندی است.

$$K = \frac{۱}{۲} m v^۲$$

نکته انرژی جنبشی کمیتی نرده‌ای و فرعی است.

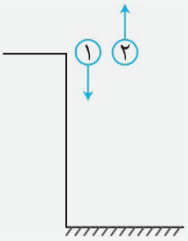
نکته مقایسه انرژی جنبشی دو جسم با جرم‌ها و تندی‌های متفاوت:

$$\frac{K_۲}{K_۱} = \frac{m_۲}{m_۱} \times \left(\frac{v_۲}{v_۱}\right)^۲$$

@MrKonkori

نکته تغییرات انرژی جنبشی برای جسمی با جرم ثابت: $\Delta K = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$

۵۷. دو گلوله با جرم‌های m_1 و $m_2 < m_1$ را مطابق شکل به ترتیب به صورت قائم به سمت پایین و قائم به سمت بالا پرتاب شده‌اند. اگر انرژی جنبشی آن‌ها هنگام پرتاب یکسان باشد، به ترتیب از راست به چپ تندی برخورد با زمین و انرژی جنبشی لحظهٔ برخورد به زمین کدام گلوله بیشتر است؟



۱) ۱ – ۱

۲) ۲ – ۱

۳) ۱ – ۲

۴) ۲ – ۲

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط – مفهومی)

تنها نیروی وزن روی گلوله‌ها کار را انجام می‌دهد. بنابراین انرژی جنبشی گلوله هنگام برخورد به زمین برابر است با:

$$W_{وزن} = k_2 - k_1 \Rightarrow mgh = k_2 - k_1 \Rightarrow k_2 = mgh + k_1$$

چون انرژی جنبشی اولیه تمام گلوله‌ها با هم برابر است، پس کار نیروی وزن روی هر گلوله بیشتر باشد، انرژی جنبشی برخورد آن با زمین بیشتر است. چون تغیر ارتفاع یکسان است کار وزن روی گلولهٔ (۱) که جرم بیشتری دارد، بیشتر از گلولهٔ دیگر است. پس انرژی جنبشی گلولهٔ (۱) هنگام برخورد به زمین بیشتر از گلولهٔ دیگر است. (گزینه‌های ۱ و ۲ نادرست‌اند.)

به سراغ تندی گلوله هنگام برخورد به زمین می‌رویم. طبق پایستگی انرژی مکانیکی داریم:

$$E_2 = E_1 \Rightarrow U_2 + k_2 = U_1 + k_1 = \frac{1}{2}mv^2 = mgh + \frac{1}{2}mv_0^2 \Rightarrow \frac{1}{2}v^2 = gh + \frac{1}{2}v_0^2$$

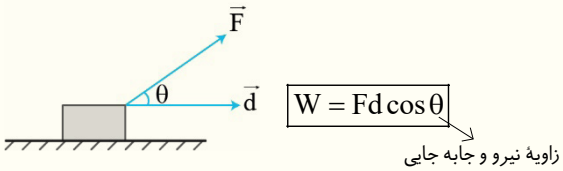
$$\Rightarrow v^2 = 2gh + v_0^2 \Rightarrow v = \sqrt{2gh + v_0^2}$$

باتوجه به رابطهٔ بالا تندی برخورد به زمین به جرم بستگی ندارد. هرکدام از گلوله‌ها که تندی اولیه بیشتری داشته باشد با تندی بیشتری به زمین برخورد می‌کند.

چون انرژی جنبشی اولیه هردو گلوله با هم برابر است، گلولهٔ (۲) که جرم کمتری دارد، تندی اولیه بیشتر دارد و با تندی بیشتری به زمین برخورد می‌کند.

درسنامه

کار: کار نیروی ثابت $\vec{F}$ در جابه‌جایی $\vec{d}$ از رابطه زیر محاسبه می‌شود:



نکته کار کمیتی نرده‌ای و فرعی می‌باشد. یکای کار ژول (J) است.

نکته علامت کار باتوجه به زاویه بین نیرو و جابه‌جایی مطابق جدول زیر می‌باشد:

$0^\circ < \theta < 90^\circ$	$\theta = 90^\circ$	$90^\circ < \theta \leq 180^\circ$
$W > 0$	$W = 0$	$W < 0$

@MrKonkori

کار نیروی وزن (W_{mg}):

$$W_{mg} = \begin{matrix}\uparrow \\ \pm \\ \downarrow\end{matrix} mgh|\Delta h|$$

جسم پایین برود

جسم بالا برود

نکته کار نیروی وزن به مسیر حرکت جسم بستگی ندارد.

نکته کار نیروی وزن در جابه‌جایی افقی صفر است. ($\cos ۹۰ = ۰$)

قضیه کار و انرژی جنبشی: کار نیروی خالص یا کار کل برابر با تغییرات انرژی جنبشی جسم است.

$$W_T = W_۱ + W_۲ + ... = F_T d = K_۲ - K_۱ = \frac{۱}{۲}m(v_۲^۲ - v_۱^۲)$$

نکته مسیر حرکت مهم نیست و تنها تندی اولیه و ثانویه مهم است.

انرژی پتانسیل گرانشی: انرژی جسم به دلیل داشتن ارتفاع از سطح زمین: $U = mgh$

نکته انرژی پتانسیل کمیتی نسبی و مقایسه‌ای است و برای آن باید یک مبدأ اختیار کرد.

نکته انرژی پتانسیل به مکان اجسام یک سامانه نسبت به یکدیگر بستگی دارد.

انرژی مکانیکی: مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل جسم: $E = K + U$

پایستگی انرژی مکانیکی: در صورتی که نیروی اتلافی نباشد، انرژی مکانیکی ثابت می‌ماند: $E_۱ = E_۲ \Rightarrow \Delta K = -\Delta U$

۵۸. گلوله‌ای به جرم ۵۰۰g از سطح زمین با سرعت $۲۰\frac{m}{s}$ در راستای قائم به سمت بالا پرتاب می‌شود. در چه ارتفاعی از سطح زمین برحسب متر، انرژی جنبشی گلوله، ۲۰ ژول بیشتر از انرژی پتانسیل گرانشی آن است؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$، مبدأ پتانسیل گرانشی را سطح زمین در نظر بگیرید و از مقاومت هوا صرف‌نظر کنید.)

۱) ۶ ۲) ۸ ۳) ۱۲ ۴) ۱۴

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط - محاسباتی)

انرژی مکانیکی گلوله در لحظه پرتاب از سطح زمین را حساب می‌کنیم.

$$E_۱ = U_۱ + K_۱ = ۰ + \frac{۱}{۲}mV_۱^۲ = \frac{۱}{۲} \times \frac{۱}{۲} \times ۲۰^۲ = ۱۰۰J$$

چون اتلاف انرژی نداریم، در نقطه‌ای از مسیر که $k = U + ۲۰J$ است، مجموع انرژی‌های جنبشی و پتانسیل برابر $۱۰۰J$ است پس:

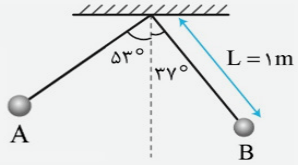
$$E_۲ = U_۲ + K_۲ = E_۱ \Rightarrow U_۲ + (U_۲ + ۲۰) = ۱۰۰ \Rightarrow U_۲ = ۴۰J$$

حالا ارتفاع گلوله را با استفاده از رابطهٔ $U = mgh$ به دست می‌آوریم:

$$U = mgh \Rightarrow ۴۰ = \frac{۱}{۲} \times ۱۰ \times h \Rightarrow h = ۸m$$

@MrKonkori

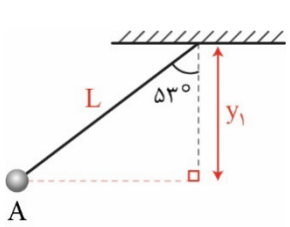
۵۹. مطابق شکل گلولهٔ آونگی به جرم ۱۰۰g از نقطهٔ A از حال سکون رها می‌شود و تا نقطهٔ B در طرف مقابل بالا می‌رود. کار نیروی وزن روی گلوله در مسیر رسیدن از A به B چند ژول است؟ $(\text{Sin}37^\circ=0/6, \text{Cos}37^\circ=0/8, g=10\frac{m}{s^2})$

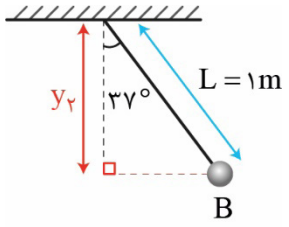


۱) ۰/۱
۲) ۰/۲
۳) ۰/۶
۴) ۰/۸

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط - محاسباتی)

کار نیروی وزن از رابطهٔ $W_{mg}=-\Delta U=-mg\Delta h$ به دست می‌آید. بنابراین تغییر ارتفاع گلوله از A تا B را باید به دست بیاوریم:





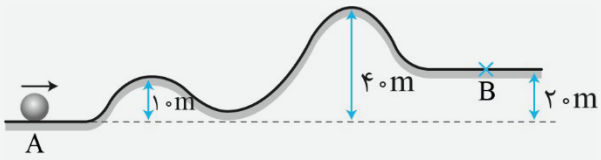
$y_2=L\text{Cos}37=0/8L$ $\quad$ $y_1=L\text{Cos}53=0/6L$

$\Delta h=-(0/8L-0/6L)=-0/2L=-0/2m$

حالا کار نیروی وزن را حساب می‌کنیم:

$W_{mg}=-mg\Delta h=-0/1\times10\times(-0/2)=0/2J$

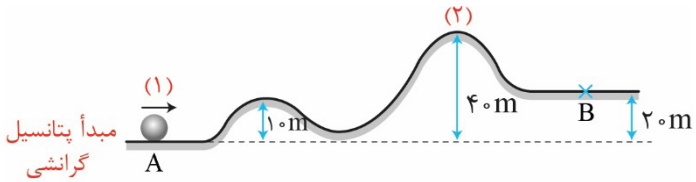
۶۰. مطابق شکل گلوله‌ای از نقطهٔ A با تندی v مماس بر سطح پرتاب می‌شود. کمترین مقدار v چند متر بر ثانیه باشد تا گلوله به نقطهٔ B از مسیر برسد؟ $(g=10\frac{m}{s^2}$ و اصطکاک ناچیز است.)



۱) ۲۰
۲) ۱۰
۳) $20\sqrt{2}$
۴) $10\sqrt{2}$

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - محاسباتی و مفهومی)

برای اینکه گلوله به نقطهٔ B برسد باید از قلهٔ بزرگتر عبور کند. حداقل تندی پرتاب گلوله از A هنگامی است که گلوله به قلهٔ دوم برسد و تندی آن در این نقطه برابر صفر باشد. (البته باید یک مقدار کم بیشتر از صفر باشد اما چون این مقدار کم قابل حساب کردن نیست همان تندی صفر را به عنوان رد شدن از قله در نظر می‌گیریم.)



پس:

$E_1=E_2\Rightarrow K_1+U_1=K_2+U_2$

$\frac{1}{2}mv_1^2=mgh_2\Rightarrow\frac{1}{2}v_1^2=10\times40\Rightarrow v_1=20\sqrt{2}\frac{m}{s}$

۶۱. از یک بالن که با تندی $10\frac{m}{s}$ در حال بالا رفتن است، از ارتفاع ۱۰۰ متری سطح زمین یک بسته به جرم ۲kg رها می‌شود. این بسته با تندی $20\frac{m}{s}$ به زمین می‌رسد. کار نیروی مقاومت هوا روی بسته از لحظهٔ رها شدن تا رسیدن وزنه به سطح زمین چند ژول است؟ $(g=10\frac{N}{kg})$

۱) −۸۰۰ $\quad$ ۲) −۹۵۰ $\quad$ ۳) −۱۶۰۰ $\quad$ ۴) −۱۷۰۰

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط - محاسباتی)

@MrKonkori

ابتدا به نکتهٔ زیر توجه کنید:

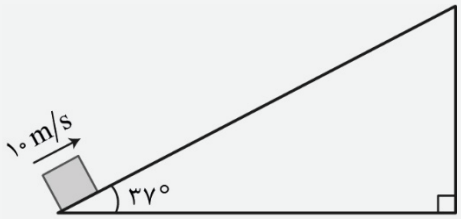
نکته اگر جسمی از یک وسیلهٔ در حال حرکت رها شود، تندی اولیه آن برابر با تندی آن وسیله هنگام رها شدن است.

باتوجه به نکتهٔ بالا، تندی بسته برابر $۱۰\frac{m}{s}$ است. قضیهٔ کار و انرژی و جنبشی را برای بسته می‌نویسیم.

$$W_{وزن} + W_{مقاومت\,هوا} = k_۲ - k_۱ \Rightarrow ۲۰\times ۱۰۰ + W_{مقاومت\,هوا} = \frac{۱}{۲}\times ۲(۲۰^۲ - ۱۰^۲)$$

$$\Rightarrow ۲۰۰۰ + W_{مقاومت\,هوا} = ۳۰۰ \Rightarrow W_{مقاومت\,هوا} = -۱۷۰۰J$$

۶۲. مطابق شکل جسمی به جرم ۵۰۰g از پایین سطح شیبدار با تندی $۱۰\frac{m}{s}$ مماس بر سطح به سمت بالا پرتاب می‌شود. اگر کار نیروی اصطکاک به ازای پیمودن هریک متر روی سطح برابر ۲J− باشد، تندی جسم هنگام برگشت به پایین سطح شیبدار چند متر بر ثانیه است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲}, \sin ۵۳^\circ = ۰/۸, \sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$



۱) $\sqrt{۵}$

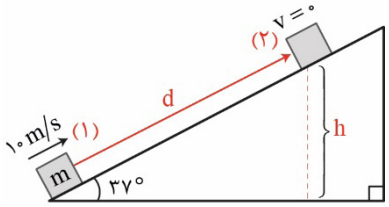
۲) $\sqrt{۱۰}$

۳) $۲\sqrt{۵}$

۴) $۲\sqrt{۱۰}$

پاسخ: گزینه ۳ (دشوار - محاسباتی)

جسم تا ارتفاع h بالا می‌رود و سپس برمی‌گردد. بیشترین ارتفاعی که جسم بالا می‌رود (h) را به دست می‌آوریم:



$$h = d\sin ۳۷^\circ \Rightarrow d = \frac{h}{\sin ۳۷} = \frac{۵}{۳}h$$

$$E_۲ - E_۱ = W_f \Rightarrow mgh - \frac{۱}{۲}mV_۱^۲ = -۲d$$

$$۰/۵\times ۱۰\times h - \frac{۱}{۲}(۰/۵)\times ۱۰^۲ = -۲(\frac{۵}{۳}h) \Rightarrow \frac{۲۵}{۳}h = ۲۵ \Rightarrow h = ۳m$$

بنابراین هنگام بالا رفتن کار نیروهای مقاوم برابر $W_f = -۲d = -\frac{۱۰}{۳}h = -۱۰J$ است. در هنگام پایین آمدن نیز همین مقدار انرژی تلف می‌شود. بنابراین تندی هنگام برگشت به پایین سطح شیبدار برابر است با:

$$E_{برگشت} - E_۲ = W_f \rightarrow \frac{۱}{۲}mv^۲_{برگشت} - mgh = W_f \Rightarrow \frac{۱}{۲}\times ۰/۵\times v^۲ - ۰/۵\times ۱۰\times ۳ = -۱۰$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۴}v^۲ = ۵ \Rightarrow v^۲ = ۲۰ \Rightarrow v = ۲\sqrt{۵}\frac{m}{s}$$

درسنامه

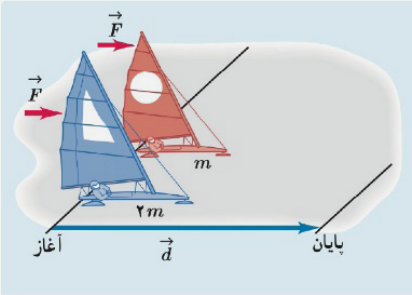
عدم پایستگی انرژی مکانیکی: در صورتی که نیروی اتلافی وجود داشته دیگر انرژی مکانیکی ثابت نمی‌ماند. کار نیروی اتلافی را از رابطه زیر به دست می‌آوریم:

$$\boxed{W_f = \Delta E = E_۲ - E_۱ = \Delta U + \Delta K}$$

تذکر W_f کار نیروی تلف کننده انرژی است که همواره علامت آن منفی است.

@MrKonkori

۶۳. دو قایق به جرم‌های m_1 و $m_2 = 2m_1$ روی سطح یخزده یک دریاچه با اصطکاک ناچیز تحت تأثیر نیروی ثابت $\vec{F}$ توسط باد از حال سکون شروع به حرکت می‌کنند. اگر تندی قایق‌ها در لحظهٔ عبور از خط پایان به ترتیب v_1 و v_2 باشد، نسبت $\frac{v_2}{v_1}$ کدام است؟



۱) $\sqrt{2}$

۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}$

۳) $\frac{1}{2}$

۴) ۲

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط - محاسباتی)

تنها نیرویی که روی قایق‌ها، کار انجام می‌دهد، نیروی $\vec{F}$ است. طبق قضیه کار و انرژی جنبشی، انرژی جنبشی قایق‌ها هنگام رد شدن از خط پایان را حساب می‌کنیم.

$$W_F = k - k_0 \Rightarrow (F\cos 0)d = k \Rightarrow Fd = k$$

چون جابه‌جایی و اندازهٔ نیروی وارد بر هر دو قایق یکسان است، پس انرژی جنبشی هر دو هنگام عبور از خط پایان یکسان است. حالا نسبت تندی دو قایق را حساب می‌کنیم:

$$k_1 = k_2 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}m_2v_2^2 \xrightarrow{m_2=2m_1} v_1^2 = 2v_2^2 \Rightarrow v_1 = \sqrt{2}v_2 \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

۶۴. شخصی به جرم ۶۰kg در مدت ۲ دقیقه از تعداد ۵۰ پله بالا می‌رود. توان متوسط مفید شخص چند وات است؟ ($g = 10\frac{m}{s^2}$ و ارتفاع هر پله را ۲۵cm در نظر بگیرید.)

۱) ۷۲/۵ ۲) ۱۴۵ ۳) ۶۲/۵ ۴) ۱۲۵

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - محاسباتی)

کار شخص هم اندازه با کار نیروی وزن است. پس:

$$W_{\text{شخص}} = |W_{\text{وزن}}| \Rightarrow W_{\text{شخص}} = mgh = 60\times 10\times (50\times \frac{1}{4}) = 7500\,J$$

حالا توان متوسط شخص را حساب می‌کنیم:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{7500}{2\times 60} = 62/5\,W$$

درسنامه

توان: نسبت کار انجام شده به مدت زمان کار انجام کار است.

نکته توان از روابط $P = \frac{Fd}{t}$ و $P = F.V$ نیز بدست می‌آید.

نکته توان بیانگر سرعت انجام کار یا سرعت مصرف انرژی است.

نکته از دیگر یکاهای رایج توان اسب بخار (hp) می‌باشد.

@MrKonkori

۶۵. توان یک پمپ آب ۲ کیلووات است و اتلاف انرژی در این پمپ ۱۰ درصد می‌باشد. این پمپ در چه مدت زمانی برحسب ثانیه می‌تواند ۲ متر مکعب آب را که ته یک چاه به عمق ۳۰ متر ساکن است تا ارتفاع ۱۰ متر بالاتر از سطح زمین ببرد و با تندی $10\frac{m}{s}$ بیرون بریزد؟ $(\rho_{آب}=1\frac{g}{cm^3}, g=10\frac{N}{kg})$

۱) ۵۰۰ ۲) ۴۵۰ ۳) $\frac{500}{3}$ ۴) ۱۵۰۰

پاسخ: گزینه ۱ (دشوار - محاسباتی)

برای محاسبهٔ کار مفید پمپ از قضیهٔ کار و انرژی جنبشی استفاده می‌کنیم.

$$W_{پمپ}+W_{mg}=\Delta k \rightarrow W_{پمپ}-mgh=\frac{1}{2}m(V^2-V_0^2)$$

ابتدا جرم ۲ مترمکعب آب را محاسبه می‌کنیم:

$$m=\rho V=10^3\frac{kg}{m^3}\times 2m^3=2\times10^3 kg$$

$$W_{پمپ}=\frac{1}{2}\times2\times10^3(10^2-0)+2\times10^3\times10\times(30+10)=10^5+8\times10^5=9\times10^5 j \rightarrow P_{مفید}=\frac{W_{پمپ}}{t}=\frac{9\times10^5}{t}$$

باتوجه به اینکه اتلاف انرژی دو پمپ ۱۰ درصد است پس بازده آن ۹۰ درصد می‌باشد.

$$بازده=\frac{P_{مفید}}{P_{کل}}\times100 \rightarrow 90=\frac{P_{مفید}}{2kw}\times100 \rightarrow P_{مفید}=\frac{90\times2}{100}kw$$

بنابراین:

$$\frac{9\times10^5}{t}=\frac{90\times2}{100}\times10^3 \rightarrow t=500s$$

درسنامه

بازده (Ra): نسبت توان مفید به توان کل (ورودی یا مصرفی) را بازده می‌نامیم.

$$Ra=\frac{W}{E_{ورودی}}=\frac{P_{مفید}}{P_{ورودی}}$$

نکته بازده کل سیستم‌های چند جزئی از ضرب بازده هریک از اجزای سیستم در هم به دست می‌آید.

یادآوری: چگالی: نسب جرم به حجم یک جسم را چگالی آن جسم می‌نامیم.

$$\rho=\frac{m}{V}$$

@MrKonkori

پاسخنامه شیمی آزمون مرحله ۹ پایه دوازدهم ۱۶ آبان ماه ۱۴۰۳

۶۶. حجم یک میلی‌لیتر محلول سود سوزآور را با افزودن آب، به ۵۰ میلی‌لیتر می‌رسانیم. ۴ میلی‌لیتر محلول ۰/۰۲۵ مولار استیک اسید می‌تواند با ۱۰ میلی‌لیتر از محلول حاصل واکنش کامل دهد. pH محلول اولیه کدام است؟

$CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$

۱) ۱۳/۷ ۲) ۱۳/۲ ۳) ۱۲/۳ ۴) ۱۲/۷

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط / محاسباتی)

گام اول: ابتدا براساس واکنش انجام شده، غلظت مولی محلول سود را به دست می‌آوریم.

$CH_3COOH \sim NaOH$

$$M_a \times n_a \times V_a = M_b \times n_b \times V_b \rightarrow \overbrace{0/025 \times 1 \times 4}^{CH_3COOH} = \overbrace{M \times 1 \times 10}^{NaOH} \rightarrow M_{NaOH} = 0/01$$

غلظت ۰/۰۱ مولار هم مربوط به ۱۰ میلی‌لیتر $NaOH$ استفاده شده و هم مربوط به ۵۰ میلی‌لیتر محلول تولید شده است. زیرا با برداشتن حجمی از محلول، شمار ذره‌ها در واحد حجم تغییر نمی‌کند و غلظت ثابت می‌ماند.

گام دوم: برای بدست آوردن غلظت اولیه محلول سود از فرمول رقیق‌سازی استفاده می‌کنیم.

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \rightarrow 50 \times 0/01 = x \times 1 \rightarrow x = 0/5 mol.L^{-1}$$

گام سوم: غلظت محلول اولیه، ۰/۵ مولار بوده و pH این محلول به صورت زیر به دست می‌آید.

$$[NaOH] = [OH^-] = 0/5 \rightarrow pOH = -\log 0/5 = 1 - \log 5 = 0/3 \rightarrow pH = 14 - \underbrace{pOH}_{0/3} = 13/7$$

۶۷. یک لیتر از محلول حاصل از کدام‌یک از موارد زیر در دما و غلظت یکسان، رسانایی الکتریکی بیشتری دارد؟

۱) کربن دی اکسید ۲) منیزیم کلرید ۳) لیتیم اکسید ۴) آمونیاک

پاسخ: گزینه ۳ (آسان / مفهومی)

به منظور مقایسه رسانایی محلول‌ها، ابتدا معادله انحلال هرکدام از آن‌ها در آب را می‌نویسیم.

$$CO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2CO_3(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + HCO_3^-(aq)$$

$$MgCl_2(s) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq)$$

$$Li_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow 2LiOH \rightarrow 2Li^+(aq) + 2OH^-(aq)$$

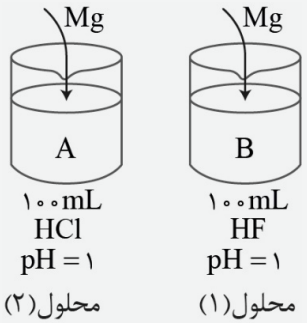
$$NH_3(g) + H_2O(l) \rightleftarrows NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

مطابق واکنش‌های فوق، بیشترین رسانایی الکتریکی مربوط به انحلال Li_2O است زیرا در صورتی که غلظت‌های اولیه یکسان باشد، شمار ذرات حاصل از آن (ضرایب فراورده‌ها) بیشتر خواهد بود. همچنین واکنش مربوط به Li_2O تعادلی نیست و به صورت یک طرفه انجام می‌شود.

مشاوره در سؤالات مربوط به بحث رسانایی مراقب نوع انحلال‌پذیری، نوع الکترولیت و غلظت مواد باشید. به خاطر داشته باشید که رسانایی به این ۳ عامل بستگی دارد.

@MrKonkori

۶۸. باتوجه به شکل‌های مقابل که نشان دهنده محلول‌های هیدروکلریک اسید و هیدروفلوئوریک اسید در دمای $25^{\circ}C$ است، چند مورد از مطالب زیر درست است؟



- **سرعت واکنش قطعه‌ای از فلز منیزیم با محلول (۲) بیشتر از سرعت واکنش همان قطعه منیزیم با محلول (۱) است.**
- **خاصیت اسیدی در محلول (۱) بسیار کم‌تر از محلول (۲) است.**
- **در واکنش کامل دو محلول با فلز منیزیم، مقدار مصرفی فلز در دو آزمایش با هم برابر است.**
- **قدرت اسیدی برخلاف شمار مولکول‌های یونیده نشده، در محلول (۲) به مراتب بیشتر از محلول (۱) است.**

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط / مفهومی)

تنها عبارت چهارم درست است.

بررسی همه موارد:

مورد اول: از آنجا که pH و در نتیجه غلظت یون هیدرونیوم در دو محلول با هم برابر است، سرعت واکنش قطعه‌ای از فلز منیزیم با دو محلول نیز برابر است.

مورد دوم: کلمه «خاصیت اسیدی» تعبیری از غلظت H^+ و pH است از آنجایی که pH دو محلول برابر است خاصیت اسیدی آن‌ها نیز برابر است.

مورد سوم: از آنجایی که pH اسید قوی و ضعیف برابر است، غلظت اولیه اسید ضعیف بیشتر بوده، یعنی مولاریته HF بیشتر از HCl است و مقدار فلز منیزیم مصرفی در محلول HF بیشتر خواهد بود.

مورد چهارم: در محلول (HCl) مقدار K_a بسیار بزرگ است اما HF اسید ضعیف است. در نتیجه ثابت یونش HCl به مراتب بزرگ‌تر است. از طرفی HCl به طور کامل یونیده شده و در محلول آن، مولکول‌های HCl یافت نمی‌شود اما HF اسید ضعیف است و بخش عمده‌ای از مولکول‌های HF یونیده نمی‌شوند.

۶۹. چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

- **اگر غلظت اسید A بیشتر از اسید B باشد به یقین می‌توان گفت رسانایی الکتریکی محلول A بیشتر از رسانایی الکتریکی محلول B است.**
- **هرچه غلظت یکی از یون‌های هیدرونیوم و یا هیدروکسید در محلولی بیشتر شود به همان اندازه از غلظت یون دیگر کاسته می‌شود.**
- **در یک واکنش برگشت‌پذیر که واکنش‌های رفت و برگشت به طور پیوسته و هم‌زمان انجام می‌شوند، درنهایت مقدار واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها با هم برابر خواهد شد.**
- **در یک واکنش گازی برگشت‌پذیر با گذشت زمان و پس از برقراری تعادل، چگالی گازهای موجود در ظرف واکنش کاهش می‌یابد.**

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط / مفهومی)

همه موارد نادرست است.

مورد اول: یکی از عوامل تأثیرگذار روی رسانایی الکتریکی محلول‌ها، غلظت یون‌ها است. برای مقایسه غلظت یون‌ها در محلول‌های اسیدی مختلف، نمی‌توان فقط به غلظت اولیه اسیدها توجه کرد، بلکه باید با در اختیار داشتن K_a یا α بتوان غلظت یون‌ها را مقایسه کرد. برای مثال ممکن است غلظت محلولی از HF از HCl بیشتر باشد، اما به علت کوچک‌تر بودن K_a آن، رسانایی الکتریکی محلول HCl بیشتر باشد.

مورد دوم: رابطه میان یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید به صورت خطی نبوده و حاصل‌ضرب آن‌ها مقدار ثابتی است.

@MrKonkori

$([H^+]\times[OH^-]=K_w)$. برای مثال اگر غلظت یون هیدرونیوم ۳ برابر شود، غلظت هیدروکسید، $\frac{1}{3}$ برابر می‌شود. در چنین حالتی روند تغییرات غلظت این دو یون عکس یکدیگر است اما مقدار این تغییرات برابر نیست.

مورد سوم: واکنش‌های تعادلی، واکنش‌های برگشت‌پذیری هستند که واکنش‌های رفت و برگشت در آن‌ها به طور پیوسته انجام می‌شود و پس از رسیدن به تعادل، سرعت انجام این واکنش‌ها با یکدیگر برابر می‌شود. پس از برابر شدن سرعت واکنش رفت و برگشت، مقدار مواد شرکت کننده در تعادل ثابت می‌ماند. اما نمی‌توان در ارتباط با برابر بودن مقدار آن‌ها اظهار نظر درستی کرد.

مورد چهارم: واکنش‌های تعادلی در سامانه‌های بسته انجام می‌شوند. در چنین حالتی به علت پایستگی جرم و ثابت بودن حجم سامانه، در صورتی که تمام مواد واکنش گازی باشند، چگالی مخلوط گازها ثابت خواهد ماند.

۷۰. نسبت غلظت یون هیدرونیوم به غلظت یون هیدروکسید در دو محلول هیدروکلریک اسید در دمای اتاق به ترتیب برابر با 4×10^{4} و ۲۵ است. به محلول اسیدی‌تر، ۰/۸۴ میلی‌گرم پتاس و به محلول دیگر m میلی گرم نیتریک اسید اضافه می‌کنیم که در نتیجه pH دو محلول با هم برابر می‌شود. اگر حجم هرکدام از دو محلول اولیه یک لیتر باشد، m کدام است؟

$(H=1,N=14,O=16,K=39:g.mol^{-1})$

۱) ۰/۲۳۸۵ ۲) ۰/۲۸۳۵ ۳) ۰/۲۵۳۸ ۴) ۰/۲۳۵۸

پاسخ: گزینهٔ ۲ (دشوار / محاسباتی)

گام اول: ابتدا pH هریک از محلول‌های اولیه هیدروکلریک اسید را محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+]\times[OH^-]=10^{-14}\rightarrow 4\times10^{+4}\times[OH^-]^2=10^{-14}\rightarrow[OH^-]^2=\frac{10^{-18}}{4}$$

$$\text{I})\ \frac{[H^+]}{[OH^-]}=4\times10^{+4}\rightarrow[H^+]=4\times10^{+4}[OH^-]$$

$$[OH^-]=\frac{10^{-9}}{2}=5\times10^{-10}\rightarrow[H^+]=2\times10^{-5}\rightarrow pH=4/7\quad\text{(اسیدی‌تر)}$$

$$\text{II})\ \frac{[H^+]}{[OH^-]}=25\rightarrow[H^+]=25[OH^-]\rightarrow25[OH^-]^2=10^{-14}\rightarrow[OH^-]=\frac{10^{-7}}{5}=2\times10^{-8}\rightarrow[H^+]=5\times10^{-7}$$

$$\rightarrow pH=6/3$$

گام دوم: pH نهایی محلول اسیدی‌تر را پس از افزودن مقدار KOH محاسبه می‌کنیم.

$$[HCl]_I=2\times10^{-5}\xrightarrow{V=1L}molH^+=2\times10^{-5}$$

$$0/84\,mg\,KOH\times\frac{1\,mol}{56\,g}=0/015\times10^{-3}=1/5\times10^{-5}\,mol\,KOH$$

با افزودن KOH، واکنش خنثی شدن انجام می‌شود و هر مول OH^- با یک مول H^+ خنثی می‌شود.

$$molH^+\text{ نهایی}=2\times10^{-5}-1/5\times10^{-5}=0/5\times10^{-5}=5\times10^{-6}\xrightarrow{V=1L}[H^+]=5\times10^{-6}\rightarrow pH=6-0/7=5/3$$

گام سوم: باتوجه به محاسبه گام دوم باید با افزودن m گرم نیتریک اسید pH محلول دوم از ۶/۳ به ۵/۳ برسد.

$$\left.\begin{matrix}pH=6/3\rightarrow[H^+]=10^{-6/3}=5\times10^{-7}\\ pH\text{نهایی}=5/3\rightarrow[H^+]=10^{-5/3}=5\times10^{-6}\end{matrix}\right\}5\times10^{-6}-5\times10^{-7}=45\times10^{-7}\,mol\,HNO_3\text{ اضافه شده}$$

$$45\times10^{-7}\,mol\,HNO_3\times\frac{63\,g}{1\,mol\,HNO_3}=2835\times10^{-7}\,g\equiv0/2835\,mg$$

@MrKonkori

۷۱. کدام‌یک از مطالب زیر در ارتباط با ۱۰mL محلول هیدروکلریک اسید با pH = ۱/۷ نادرست است؟

۱) اگر ۱۹۰mL آب خالص به این محلول اضافه کنیم، pH آن به ۳ می‌رسد.

۲) از این محلول می‌توان برای باز کردن راه لوله‌های مسدود شده توسط مواد و آلاینده‌های بازی استفاده کرد.

۳) این حجم از این محلول اسیدی با ۲mL سود سوزآور با pH = ۱۳ به طور کامل واکنش می‌دهد.

۴) غلظت یون هیدرونیوم موجود در این محلول، ۴×۱۰^{-۸} برابر غلظت یون هیدروکسید موجود در آن است.

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط / محاسباتی)

باتوجه به pH این محلول می‌توانیم غلظت یون‌های هیدورنیوم و هیدروکسید را بدست آوریم.

$$pH = ۱/۷ \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۱/۷} = ۱۰^{-۲} \times ۱۰^{۰/۳} = ۲\times۱۰^{-۲} \quad [H^+]\times[OH^-] = ۱۰^{-۱۴}$$

$$۲\times۱۰^{-۲} \times [OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \rightarrow [OH^-] = \frac{۱}{۲}\times۱۰^{-۱۲} = ۵\times۱۰^{-۱۳}$$

$$\frac{[H^+]}{[OH^-]} = \frac{۲\times۱۰^{-۲}}{۵\times۱۰^{-۱۳}} = ۰/۴\times۱۰^{۱۱} \rightarrow ۴\times۱۰^{۱۰}$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ برای رقیق‌سازی اسیدها و بازهای قوی از فرمول زیر استفاده می‌کنیم:

$$\Delta pH = \log\frac{V_۲}{V_۱} \rightarrow \text{رقیق‌سازی محلول اسیدی} \rightarrow \text{افزایش pH} \rightarrow \Delta pH = \log(\frac{۱۹۰+۱۰}{۱۰}) = \log ۲۰ = ۱ + \log ۲ = ۱/۳$$

$$\text{pH نهایی} = ۱/۷ + ۱/۳ = ۳$$

۲ هیدروکلریک اسید (جوهر نمک)، نوعی اسید قوی بوده و یک پاک کننده خورنده است. این پاک کننده برای باز کردن لوله‌های مسدود شده توسط آلاینده‌های بازی استفاده می‌شود زیرا با آن‌ها واکنش می‌دهد.

۳ ابتدا غلظت محلول سود سوزآور را به دست می‌آوریم و سپس از رابطه خنثی‌سازی استفاده می‌کنیم.

$$pH = ۱۳ \rightarrow pOH = ۱۴ - ۱۳ = ۱ \rightarrow [OH]^- = ۱۰^{-۱} = ۰/۱$$

$$\underbrace{M_a \times n_a \times V_a}_{HCl} = \underbrace{M_b \times n_b \times V_b}_{NaOH} \rightarrow ۲\times۱۰^{-۲} \times ۱\times۱۰ = ۰/۱\times۱\times۲ \rightarrow$$ تساوی برقرار است و خنثی شدن به طور کامل انجام می‌شود.

۷۲. اگر غلظت یون هیدرونیوم در هرکدام از محلول‌های HA و HB یکسان و برابر با ۱×۱۰^{-۴} مولار باشد، نسبت درجه یونش HB به HA کدام است؟ $(K_a(HA) = ۴\times۱۰^{-۵}, K_a(HB) = ۴\times۱۰^{-۴})$

۱) ۱۰ ۲) ۲/۸ ۳) ۳/۶ ۴) ۶/۴

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط / محاسباتی)

ابتدا به کادر زیر توجه کنید:

نکته فرمول‌های مربوط به K_a که با آن در فصل اسید و باز سر و کار داریم به صورت زیر است:

اسید بسیار ضعیف		حالت عادی
$K_a = \frac{[H^+]^۲}{M}$	$\rightarrow$	$K_a = \frac{[H^+]^۲}{M - [H^+]}$
$K_a = M\alpha^۲$	$\rightarrow$	$K_a = \frac{M\alpha^۲}{۱-\alpha}$
$K_a = [H^+]\alpha$	$\rightarrow$	$K_a = \frac{[H^+]\alpha}{(۱-\alpha)}$

@MrKonkori

به منظور محاسبه درجه یونش این اسیدها خواهیم داشت:

$$K_{a(HA)}=\frac{[H^+]\times\alpha_{HA}}{1-\alpha_{HA}}\rightarrow 4\times10^{-5}=\frac{10^{-4}\alpha}{1-\alpha}\rightarrow 4-4\alpha=10\alpha\rightarrow\alpha_{HA}=\frac{4}{14}$$

$$\Rightarrow K_{a(HB)}=\frac{[H^+]\times\alpha_{HB}}{1-\alpha_{HB}}\rightarrow 4\times10^{-4}=\frac{10^{-4}\alpha}{1-\alpha}\rightarrow 4-4\alpha=\alpha\rightarrow\alpha_{HB}=\frac{4}{5}$$

$$\frac{\alpha_{HB}}{\alpha_{HA}}=\frac{\frac{4}{5}}{\frac{4}{14}}=\frac{14}{5}=2/8$$

۷۳. کدام عبارت‌های زیر در ارتباط با محلولی که به عنوان شیشه پاک‌کن از آن استفاده می‌شود، نادرست است؟

آ) همانند سود سوزآور و پتاس سوزآور، یک باز بسیار قوی بوده و جزو پاک‌کننده‌های خورنده به شمار می‌آید.

ب) همانند سایر بازها در تمامی دماها رابطه $[H^+]>10^{-7}M>[OH^-]$ برای آن برقرار است.

پ) با تشکیل پیوند هیدروژنی به خوبی در آب حل شده و محلول آن یک الکترولیت قوی به شمار می‌آید.

ت) در محلول آبی آن، شمار مولکول‌های یونیده نشده به مراتب بیشتر از شمار مولکول‌های یونیده شده است.

۱) آ، ب، ت ۲) ب، پ ۳) آ، ب، پ ۴) آ، پ

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - مفهومی)

بررسی همه موارد:

الف محلول شیشه پاک کن محلول آمونیاک در آب است، آمونیاک نوعی باز ضعیف است. در حالی که سود سوزآور (NaOH) و پتاس سوزآور (KOH) باز قوی هستند و خاصیت خورندگی دارند.

ب می‌دانیم در هر دمایی رابطه زیر برقرار است. $[H^+]\times[OH^-]=Kw$

در دمای اتاق زمانی که $K_w=10^{-14}$ باشد در محلول خنثی $[OH^-]=[H^+]=10^{-7}$ خواهد بود. از آنجایی که K_w با افزایش یا کاهش دما تغییر می‌کند، مقدار عددی 10^{-7} نیز تغییر می‌کند. در چنین حالتی نمی‌توان در هر دمایی از 10^{-7} استفاده کرد.

آفرود در هر دمایی در محلول‌های آبی خنثی غلظت هر کدام از یون‌های H^+ و OH^- برابر با $\sqrt{K_{w\,\text{همان دما}}}$ است.

پ آمونیاک به علت اتصال اتم‌های هیدروژن به اتم نیتروژن توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی را دارد. انحلال آمونیاک در آب بیشتر به صورت مولکولی است و آمونیاک به عنوان باز ضعیف نوعی الکترولیت ضعیف محسوب می‌شود.

ت در محلول‌های اسیدها و بازهای ضعیف به علت یونش اندک، شمار مولکول‌های یونیده نشده ماده مورد نظر بیشتر از شمار مولکول‌های یونیده شده است.

۷۴. کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) گل ادریسی در خاکی که غلظت یون هیدروکسید در آن $2\times10^{-5}M$ است، به رنگ آبی شکوفا می‌شود.

۲) در زمان استراحت معده، غلظت یون هیدرونیوم موجود در معده بیشتر از $5\times10^{-4}M$ است.

۳) برای افزایش قدرت پاک کردن چربی‌ها، به شوینده‌ها سدیم کربنات اضافه می‌کنند.

۴) در بدن انسان بالغ، روزانه دست کم دو لیتر شیره معده تولید می‌شود که pH تقریبی آن ۱/۵ است.

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط / حفظی)

مطابق با متن کتاب درسی، در بدن انسان بالغ، روزانه بین دو تا سه لیتر (دست‌کم دو لیتر) شیره معده تولید می‌شود که غلظت یون هیدرونیوم آن در حدود ۰/۰۳ مولار است.

@MrKonkori

$$pH = -\log[H^+] = -\log ۰/۰۳ = ۲ - \log ۳ = ۱/۵$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ اگر غلظت یون هیدروکسید در یک خاک ۲×۱۰^{-۵} مولار باشد به این معنی است که غلظت آن از $۱۰^{-۷}$ مولار بیشتر بوده و این خاک خصلت بازی دارد. گل ادریسی در خاک بازی به رنگ قرمز و در خاک اسیدی به رنگ آبی شکوفا می‌شود.

۲ مطابق با کتاب درسی در زمان استراحت معده pH آن برابر با ۳/۷ است.

$$pH = ۳/۷ \rightarrow ۱۰^{-pH} = [H^+] \rightarrow ۱۰^{-۳/۷} = ۱۰^{-۴} \times ۱۰^{-۳} = ۲\times۱۰^{-۴} < ۵\times۱۰^{-۴}$$

۳ ماده‌ای که برای افزایش قدرت پاک کنندگی صابون به علت خاصیت بازی آن استفاده می‌شود، سدیم هیدروژن بی‌کربنات (سدیم بی‌کربنات) با فرمول $NaHCO_۳$ است، در حالی که فرمول سدیم کربنات $Na_۲CO_۳$ می‌باشد.

۷۵. کم‌ترین مقدار باریم هیدروکسید برحسب میلی‌گرم که باید به ۴ لیتر محلول اسید فرضی HA اضافه کرد تا pH آن از ۴/۱ به ۵ افزایش یابد کدام است؟ $(Ba = ۱۳۷, O = ۱۶, H = ۱ : g.mol^{-۱})$ (از تغییر حجم محلول صرف نظر شود.)

۱) ۲۷/۳۶ ۲) ۵۴/۷۲ ۳) ۲۳/۹۴ ۴) ۴۷/۸۸

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط / محاسباتی)

گام اول: ابتدا تغییرات مول H^+ را از روی pH داده شده بدست می‌آوریم:

$$pH = ۵ \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۵} \rightarrow mol\,H^+ = [H^+]\times V = ۴\times۱۰^{-۵}\,mol\,H^+$$

$$pH = ۴/۱ \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۵}\times۱۰^{۰/۹} = ۱۰^{-۵}\times(۱۰^{۰/۳})^۳ = ۸\times۱۰^{-۵} \rightarrow mol\,H^+ = [H^+]\times V = ۴\times۸\times۱۰^{-۵} = ۳۲\times۱۰^{-۵}\,mol\,H^+$$

گام دوم: از آنجایی که هر مول H^+ با یک مول OH^- خنثی می‌شود. میزان تغییرات مول هیدرونیوم با مول هیدروکسید اضافه شده برابر است.

$$\Delta mol\,H^+ = mol\,OH^- = ۳۲\times۱۰^{-۵} - ۴\times۱۰^{-۵} = ۲۸\times۱۰^{-۵}\,mol\;OH^-$$

اکنون با در اختیار داشتن مول هیدروکسید، جرم باریم هیدروکسید را بدست می‌آوریم:

$$۲۸\times۱۰^{-۵}\,molOH^- \times \frac{۱\,mol\,Ba(OH)_۲}{۲\,mol\,OH^-} \times \frac{۱۷۱\,g}{۱\,mol\,Ba(OH)_۲} \times \frac{۱۰^۳\,mg}{۱\,g} = ۲۳/۹۴\,mg$$

ترفند: محاسبات نهایی برای جرم باریم هیدروکسید نیاز نبوده زیرا با توجه به اعداد یکان عدد موردنظر که برابر ۴ باشد تنها گزینه ۳ می‌تواند پاسخ باشد.

۷۶. چه تعداد از عبارت‌های زیر در ارتباط با عنصر هلیم درست است؟

- **به عنوان محیط بی‌اثر در جوشکاری، برش فلزات و ساخت لامپ‌های رشته‌ای به کار می‌رود.**
- **گازی بی‌رنگ، بی‌بو و غیرسمی است که فراوان‌ترین عنصر تک اتمی هواکره نیز به شمار می‌رود.**
- **واکنش‌پذیری بسیار ناچیزی داشته و می‌توان آن را با درصد خلوص بالا از تقطیر جزء به جزء هوای مایع تهیه کرد.**
- **در لایه ظرفیت اتم آن دو الکترون تک وجود دارد و منابع زمینی آن از هواکره فراوان‌تر هستند.**

۱) ۳ ۲) ۲ ۳) ۱ ۴) صفر

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط / حفظی)

همه موارد نادرست‌اند.

بررسی همه موارد:

مورد اول: از کاربردهای هلیم می‌توان به جوشکاری، خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه‌های تصویربرداری مانند MRI (مهم‌ترین کاربرد) و پر کردن بالن‌های هواشناسی و کپسول‌های غواصی اشاره کرد.

@MrKonkori

استفاده در لامپ‌های رشته‌ای از کاربردهای گاز آرگون است.

مورد دوم: آرگون گازی بی‌رنگ، بی‌بو و غیرسمی است که فراوان‌ترین عنصر تک اتمی در هواکره نیز به شمار می‌آید.

نکته **نکات مربوط به فراوانی اجزای سازنده هوای پاک و خشک در لایه تروپوسفر به صورت زیر است:**

۱ ترتیب فراوانی گازها: $Kr < He < Ne < CO_2 < Ar < O_2 < N_2$ (کریپتون)

۲ ترتیب فراوانی گازهای نجیب: $_{54}Xe < _{36}Kr < _{2}He < _{10}Ne < _{18}Ar$

۳ فروان‌ترین عنصر: N_2

۴ فراوان‌ترین عنصر تک اتمی: Ar

۵ فراوان‌ترین ترکیب: CO_2

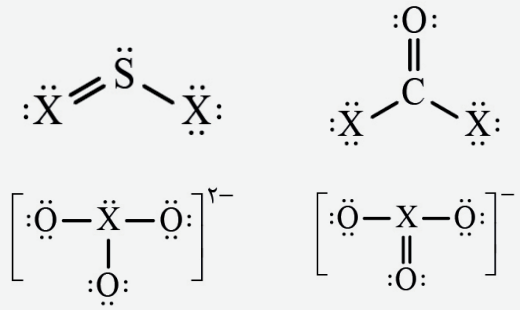
مورد سوم: در فرایند تقطیر هوای مایع، دما تا حدود $-200^\circ C$ کاهش می‌یابد. این در حالی است که نقطه جوش هلیم $-269^\circ C$ می‌باشد. هلیم در دمای $-200^\circ C$ همچنان گاز است و نمی‌توان آن را به صورت مایع درآورد.

مورد چهارم: هلیم برخلاف سایر گازهای نجیب دارای لایه ظرفیت ۲ الکترونی با آرایش الکترون نقطه‌ای : He است.

به طور کلی هلیم در کره زمین کم است و مقدار آن در لایه‌های زیرین پوسته زمین بیشتر از هواکره است.

هلیم در ژرفای زمین از واکنش‌های هسته‌ای تولید می‌شود. هلیم وارد میدان‌های گازی می‌شود و حدود ۷ درصد از حجم گاز طبیعی را تشکیل می‌دهد. این گاز همواره با سایر فراورده‌های سوختن، بدون شرکت در واکنش سوختن، وارد هواکره می‌شود.

۷۷. در چند مورد از گونه‌های زیر، شماره گروه عنصر X در جدول دوره‌ای، دو برابر شماره گروه فراوان‌ترین عنصر سازنده سیاره زمین است؟



۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط / مفهومی)

فراوان‌ترین عنصر سازنده سیاره زمین $_{26}Fe$ است آرایش الکترونی اتم $_{26}Fe$ به صورت زیر است:

$_{26}Fe : [_{18}Ar]3d^6 4s^2 \rightarrow$ لایه ظرفیت $3d^6 4s^2 \rightarrow$ گروه ۸ $\rightarrow$ شماره گروه x باید ۱۶ باشد

تنها در ۲ ساختار این حالت یافت می‌شود.

نکته به منظور تعیین شماره گروه عنصرها در ساختار مجهول، از فرمول زیر استفاده می‌کنیم:

بار = یکان شماره گروه عناصر - مجموع الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی

ساختار اول) COX_2

$\rightarrow 24 - (4 + 6 + 2x) = 0 \rightarrow x = 7 \rightarrow$ گروه ۱۷

ساختار دوم) SX_2

$\rightarrow 18 - (6 + 2x) = 0 \rightarrow x = 6 \rightarrow$ گروه ۱۶

ساختار سوم) XO_3^-

$\rightarrow 24 - (3(6) + x) = -1 \rightarrow x = 7 \rightarrow$ گروه ۱۷

@MrKonkori

ساختار چهارم) XO_3^{2-}

$$۲۶-(۳(۶)+x)=-۲\rightarrow x=۶\rightarrow ۱۶$$

۷۸. کدام موارد پیشنهاد شده برای کامل کردن عبارت زیر مناسب هستند؟ (فرض کنید در سوختن ناقص، گاز کربن دی اکسید تولید نمی‌شود.)

«در معادله موازنه شده واکنش سوختن .....»

آ) کامل متان، مجموع ضرایب استوکیومتری اجزای واکنش در دو سوی معادله، متفاوت است.

ب) ناقص پروپان، نسبت بزرگ‌ترین ضریب استوکیومتری به کوچک‌ترین ضریب استوکیومتری برابر ۴ است.

پ) کامل اتانول ($C_۲H_۵OH$)، مجموع شمار جفت الکترون پیوندی در مولکول اتانول، برابر با مجموع شمار جفت الکترون پیوندی در مولکول سایر اجزای واکنش است.

ت) گاز هیدروژن، از $_{۷۸}Pt$ به عنوان کاتالیزگر استفاده می‌شود و این فلز با نخستین عنصر ساخت بشر هم‌گروه است.

۱) آ، پ ۲) آ، ت ۳) ب، ت ۴) ب، پ

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط / مفهومی)

بررسی همه موارد:

مورد آ: معادله موازنه شده واکنش موازنه شده سوختن کامل متان به صورت زیر است: $CH_۴+۲O_۲\rightarrow CO_۲+۲H_۲O$

مجموع ضرایب واکنش دهنده‌ها همانند مجموع ضرایب فرآورده‌ها برابر با ۳ است.

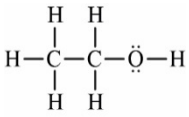
مورد ب: واکنش سوختن ناقص پروپان ($C_۳H_۸$) به صورت زیر است:

$$۲C_۳H_۸+۷O_۲\rightarrow ۶CO+۸H_۲O\rightarrow \frac{\text{بزرگ‌ترین ضریب}}{\text{ضریب}}=\frac{۸}{۲}=۴$$

مورد پ: معادله موازنه شده واکنش سوختن کامل اتانول به صورت زیر است:

$$C_۲H_۵OH+۳O_۲\rightarrow ۲CO_۲+۳H_۲O$$

(۸ جفت پیوندی، ۲ جفت پیوندی، ۴ جفت پیوندی، ۲ جفت پیوندی)



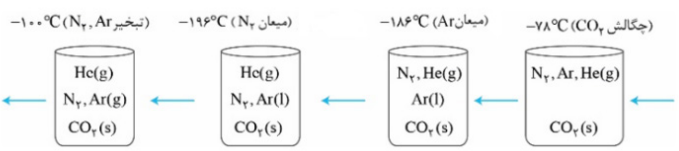
مورد ت: نخستین عنصر ساخت بشر $_{۴۳}Tc$ است. دو عنصر $_{۴۳}Tc$ و $_{۷۸}Pt$ که اعداد اتمی یکی فرد و دیگری زوج است نمی‌توانند هم‌گروه باشند.

۷۹. مخلوطی شامل ۰/۸ مول گاز که در آن از هریک از گازهای نیتروژن، کربن دی اکسید، آرگون و هلیم به مقدار مولی برابر وجود دارد را تا دمای $-۲۰۰^{\circ}C$ سرد می‌کنیم. در ادامه دمای مخلوط را به دمای $-۱۰۰^{\circ}C$ افزایش دهیم، جرم مخلوط گازی موجود در پایان فرایند، چند گرم است؟ $(He=۴, O=۱۶, N=۱۴, O=۱۶, Ar=۴۰ g.mol^{-۱})$

۱) ۱۸/۸ ۲) ۱۶/۸ ۳) ۱۴/۴ ۴) ۱۳/۶

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - محاسباتی)

مطابق با فرض سؤال مخلوط اولیه شامل ۰/۲ مول از هرکدام از گازهای $N_۲$، $CO_۲$، Ar و He بوده است. با کاهش دما در هرکدام از دماهای مورد نظر حالت زیر وجود دارد.



@MrKonkori

راه ساده‌تر: در دمای $-78^{\circ}C$، گاز کربن دی اکسید به یخ خشک یا همان CO_2 تبدیل شده و از مخلوط جدا شود، ولی در دمای $-100^{\circ}C$، سه ماده دیگر هم‌چنان گازی‌شکل هستند.

مجموع ۱۴/۴g مخلوط گازی نهایی

$$0/2\,mol\,N_2 \rightarrow 0/2\,mol \times \frac{28g}{1\,mol\,N_2} = 5/6g$$

$$0/2\,mol\,Ar \rightarrow 0/2\,mol \times \frac{40g}{1\,mol\,Ar} = 8g$$

$$0/2\,mol\,He \rightarrow 0/2\,mol \times \frac{4g}{1\,mol\,He} = 0/8g$$

۸۰. در واکنش‌های زیر پس از موازنه با کوچک‌ترین ضرایب صحیح، تفاوت مجموع ضرایب واکنش دهنده‌های (I) با مجموع ضرایب فراورده‌های (II) کدام است؟

I) $HCN + HNO_3 \rightarrow CO_2 + NO + H_2O$

II) $KClO_3 + HNO_3 + KCl \rightarrow KNO_3 + Cl_2 + H_2O$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط - محاسباتی)

برای موازنه واکنش اول ابتدا برای عنصری که در هر سمت معادله تنها در یک ماده ظاهر شده است، عدد دلخواه مانند ۱ یا ۲ قرار می‌دهیم که در این واکنش، کربن دارای این ویژگی است. سپس سایر عنصرها را با ضرایب مجهول موازنه کرده و با آن‌ها معادله تشکیل می‌دهیم.

$$HCN + aHNO_3 \rightarrow 1CO_2 + bNO + cH_2O$$

$$H: 1 + a = 2c \rightarrow c = \frac{a}{2} + \frac{1}{2} \qquad N: 1 + a = b$$

$$O: 3a = 2 + b + c \rightarrow 3a = 2 + a + 1 + \frac{a}{2} + \frac{1}{2} \rightarrow \frac{3}{2}a = \frac{7}{2} \rightarrow a = \frac{7}{3},\ b = \frac{10}{3},\ c = \frac{5}{3}$$

$$1HCN + \frac{7}{3}HNO_3 \rightarrow 1CO_2 + \frac{10}{3}NO + \frac{5}{3}H_2O$$

$$\underbrace{3HCN + 7HNO_3}_{\text{ضرایب ۱۰}} \rightarrow 3CO + 10NO + 5H_2O$$

واکنش دوم به روش وارسی موازنه می‌شود. فرم موازنه شده آن به صورت زیر است:

$$1KClO_3 + 6HNO_3 + 5KCl \rightarrow \underbrace{6KNO_3 + 3Cl_2 + 3H_2O}_{\text{مجموع ضرایب=۱۲}}$$

اختلاف دو عدد ۱۰ و ۱۲ برابر با ۲ می‌باشد.

۸۱. کدام‌یک از مطالب زیر در ارتباط با گونه‌های موجود در جدول نادرست است؟

SOF_2	NO_2^-	O_3	SO_3
a	b	c	d

۱) در ساختار سه گونه، شمار جفت الکترون‌های پیوندی برابر با ۳ است.

۲) نسبت شمار الکترون‌های پیوندی به شمار الکترون‌های ناپیوندی در b برابر با همین نسبت در کربونیل سولفید (SCO) است.

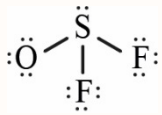
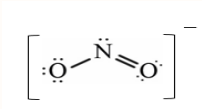
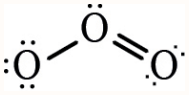
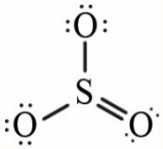
۳) در ساختار سه گونه، یک پیوند دوگانه وجود دارد.

۴) شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی در a برابر با مجموع شمار جفت الکترون‌های پیوندی در سه گونه دیگر است.

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط - مفهومی)

@MrKonkori

ساختار لوویس هرکدام از موارد a تا d به صورت زیر است:

(a)	(b)	(c)	(d)
SOF_2	NO_2^-	O_3	SO_3
			

در NO_2^- نسبت شمار الکترون‌های پیوندی به شمار الکترون‌های ناپیوندی برابر با $\frac{12}{6}$ یا ۰/۵ است.

اما این نسبت در کربونیل سولفید $\ddot{O}=C=\ddot{S}$ برابر با $\frac{8}{8}$ یا ۱ می‌باشد.

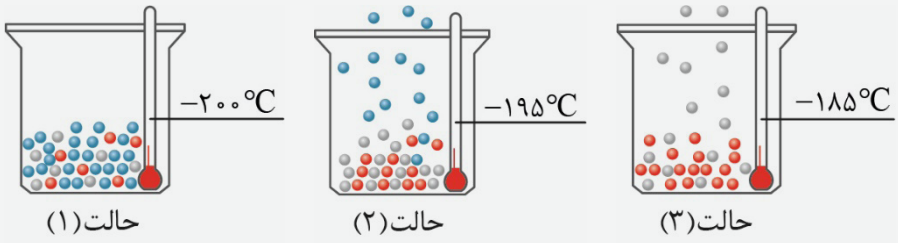
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در گونه‌های a,b و c سه جفت الکترون پیوندی یافت می‌شود.

۳ در گونه‌های c,b و d یک پیوند دوگانه یافت می‌شود.

۴ گونه (a) دارای ۱۰ جفت الکترون ناپیوندی است. مجموع شمار جفت الکترون‌های پیوندی در گونه‌های d,c,b نیز برابر با $۳+۳+۴=۱۰$ است.

۸۲. باتوجه به شکل‌های زیر که جدا شدن برخی گازها را از هوای مایع نشان می‌دهد، چه تعداد از عبارت‌های پیشنهاد شده درست است؟



- **اتم‌های سازنده گاز باقیمانده در حالت (۳) را می‌توان در ساختار همه مولکول‌های زیستی یافت.**
- **گاز خارج شده در حالت (۲) فراوان‌ترین جزء هواکره است که در زندگی روزانه نقش حیاتی دارد.**
- **گازی که در حالت (۳) از ظرف خارج می‌شود، تک اتمی بوده و معنای نام آن، تنبل است.**
- **گازی که برای خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه‌های تصویربرداری مانند MRI استفاده می‌شود، در مخلوط مربوط به حالت (۱) وجود ندارد.**

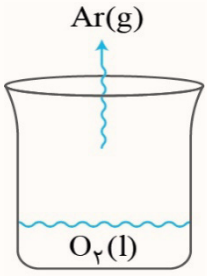
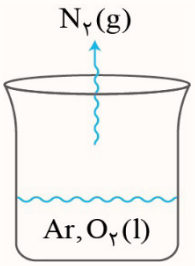
۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط - حفظی)

به منظور بررسی جدا شدن گازها در فرایندهای مربوط به هوای مایع لازم است تا نقطه جوش اجزای هوای مایع را بدانیم. در صورتی که دما بالاتر از نقطه جوش هریک از این اجزا باشد، جزء مورد نظر گازی‌شکل است و در صورتی که دما پایین‌تر از نقطه جوش آن باشد به حالت مایع خواهد بود.

گاز	نقطه جوش
O_2	$-۱۸۳^\circ C$
Ar	$-۱۸۶^\circ C$
N_2	$-۱۹۶^\circ C$
He	$-۲۶۹^\circ C$

@MrKonkori

		
$-185^\circ C$:بالاتر از نقطه جوش N_2 و Ar و کمتر از نقطه جوش O_2	$-195^\circ C$:بالاتر از نقطه جوش N_2 و کمتر از نقطه جوش Ar و O_2	$-200^\circ C$:کمتر از نقطه جوش O_2, N_2 و Ar

همه موارد درست است.

بررسی همه موارد:

مورد اول: گونهٔ باقی‌مانده در حالت (۳) گاز اکسیژن است. در ساختار تمام مولکول‌های زیستی اکسیژن یافت می‌شود.

مورد دوم: گاز خارج شده در حالت (۲) گاز نیتروژن است. گاز نیتروژن فراوان عنصر هواکره است و نقش حیاتی در زندگی روزانه ما دارد.

مورد سوم: گازی که در حالت (۳) از ظرف خارج می‌شود. گاز نجیب آرگون است. گازهای نجیب در طبیعت به صورت تک اتمی یافت می‌شوند. همچنین معنی واژه "آرگون"، تنبل است.

مورد چهارم: مهم‌ترین کاربرد گاز هلیم خنک کردن قطعات دستگاه‌های تصویربرداری مانند دستگاه MRI است. دمای $-200^\circ C$ بالاتر از نقطه جوش گاز هلیم است. در نتیجه در مخلوط حالت (۱) گاز هلیم یافت نمی‌شود.

۸۳. کدام مطالب زیر درست است؟

آ) جاذبه زمین سبب می‌شود مولکول‌های گازی موجود در هواکره، پیوسته در جنبش باشند.

ب) جرم هواکره در لایه تروپوسفر، به تقریب سه برابر جرم هواکره در مجموع لایه‌های دیگر هواکره است.

پ) روند تغییر فشار در لایه‌های مختلف هواکره را می‌توان دلیلی بر لایه‌ای بودن آن دانست.

ت) اگر میانگین دما در سطح زمین در حدود ۲۸۷K باشد، دما در ارتفاع ۶ کیلومتری از سطح زمین در حدود $-22^\circ C$ است.

۱) آ، ب ۲) پ، ت ۳) ب، ت ۴) آ، پ

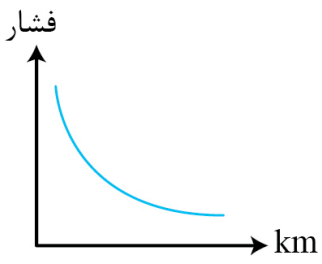
پاسخ: گزینه ۳ (آسان - حفظی)

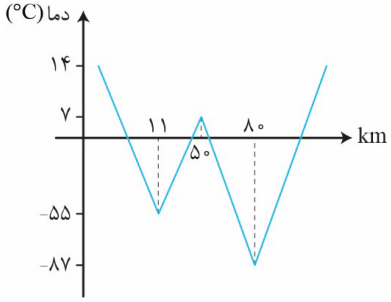
بررسی همه عبارت‌ها:

الف جاذبهٔ زمین، گازهای موجود در هواکره را در پیرامون نگه می‌دارد و مانع از خروج آن‌ها از اتمسفر می‌شود. از سوی دیگر، انرژی گرمایی مولکول‌ها سبب می‌شود تا پیوسته آن‌ها در حال جنبش باشند و سرتاسر هواکره توزیع شوند.

ب مطابق با متن کتاب درسی، حدود ۷۵ درصد از جرم گازهای هواکره در لایهٔ اول هواکره (تروپوسفر) است و سه لایهٔ دیگر در مجموع ۲۵ درصد از جرم هواکره را تشکیل می‌دهند.

پ از انجایی که روند تغییر فشار در لایه‌های گوناگون هواکره یکسان است و در هر لایه نزولی است نمی‌توان با استفاده از آن لایه‌ای بودن هواکره را توجیه کرد. بدین منظور از روند تغییر دما استفاده می‌کنیم زیرا روند تغییر دما در لایه‌های متوالی، برعکس یکدیگر است.





@MrKonkori

ت در لایه تروپوسفر (از سطح زمین تا ارتفاع ۱۱-۱۲ کیلومتری) به ازای هر یک کیلومتر افزایش ارتفاع، دما ۶ درجه سانتی‌گراد کاهش می‌یابد. از آنجایی که ارزش دمایی درجه سانتی‌گراد و کلوین برابر است. خواهیم داشت:

$$\text{سطح زمین} = ۲۸۷\,K \rightarrow \text{ارتفاع} = ۶\,km \rightarrow ۶\times(-۶) = -۳۶^\circ C \downarrow \rightarrow ۲۸۷ - ۳۶ = ۲۵۱\,K$$

$$T(K) = \theta(^\circ C) + ۲۷۳ \rightarrow ۲۵۱ = \theta(^\circ C) + ۲۷۳ \rightarrow \theta(^\circ C) = -۲۲^\circ C$$

۸۴. کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) اگر کروم در ترکیبی از آن به صورت کاتیون $Cr^{۲+}$ نباشد، به یقین به شکل یون کروم (III) است.

۲) شمار یون‌ها در یک مول از اکسیدی از آهن نمی‌تواند کم‌تر از شمار یون‌ها در یک مول از اکسیدی از مس باشد.

۳) برای نام‌گذاری ترکیب دوتایی نیتروژن با هرکدام از عنصرهای فلوئور، اکسیژن و کلر می‌توان از پیشوند «تری» استفاده کرد.

۴) هر مول از بوکسیت شامل ۵ مول یون است.

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - مفهومی)

در ترکیب‌هایی مانند $NF_۳$، $NCl_۳$ و $N_۲O_۳$ از پیشوند «تری» استفاده می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ اتم‌های کروم در آنیون‌های چندتایی مانند $CrO_۴^{۲-}$ یا $Cr_۲O_۷^{۲-}$ با پیوند کوالانسی به اتم‌های اکسیژن متصل است.

۲ آهن کاتیون‌های تک‌اتمی $Fe^{۲+}$ و $Fe^{۳+}$ و مس نیز کاتیون‌های تک‌اتمی Cu^{+} و $Cu^{۲+}$ را تشکیل می‌دهد. شمار یون‌ها در $Cu_۲O$ از شمار یون‌ها در FeO بیشتر است.

۴ اشتباه این گزینه از واژه «بوکسیت» است. اگر به جای بوکسیت از آلومینیم اکسید یا $Al_۲O_۳$ استفاده می‌شد، این گزینه درست بود ولی از آنجایی که بوکسیت دارای ناخالصی است نمی‌توان درباره شمار یون‌های آن اظهار نظر کرد.

۸۵. کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) در گازهای خروجی از اگزوز خودروها، فقط یک اکسید با فرمول XO وجود دارد.

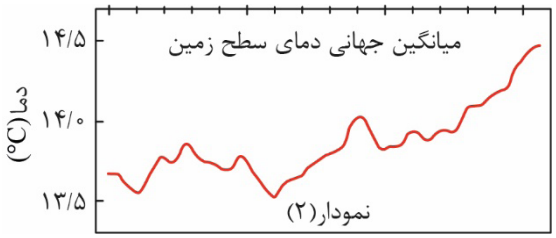
۲) به جز کربن‌دی‌اکسید و بخار آب، سایر اجزای موجود در هواکره، اثر گلخانه‌ای ندارند.

۳) ردپای کربن‌دی‌اکسید در تولید برق با استفاده از انرژی باد، صفر است.

۴) روند افزایشی میانگین جهانی سطح آب‌های آزاد در ۱۰۰ سال گذشته در مقایسه با میانگین جهانی دمای سطح زمین، منظم‌تر بوده است.

پاسخ: گزینه ۴ (آسان - حفظی)

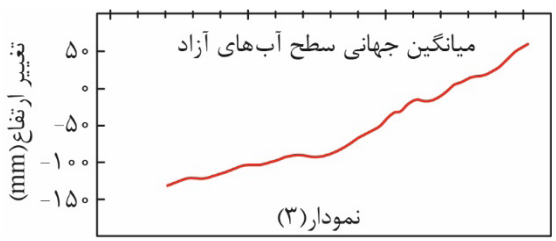
باتوجه به نمودارهای زیر، میانگین جهانی سطح آب‌های آزاد برخلاف میانگین جهانی دمای سطح زمین در بیشتر سال‌ها صعودی بوده و روند افزایشی منظم‌تری داشته است.



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ مطابق با شکل کتاب درسی گازهای $CO_۲$، CO، $NO_۲$، NO، $SO_۲$ و C_xH_y از اگزوز خودروها خارج می‌شود. در این میان، دو گاز با فرمول XO وجود دارند.

۲ مطابق با متن کتاب درسی، برخی گازهای موجود در هواکره مانند $CO_۲$، $H_۲O$ و ... اثر گلخانه‌ای دارند. این عبارت نشان می‌دهد که گازهای گلخانه‌ای محدود به این دو گاز نیستند. (برای مثال گاز متان ($CH_۴$) اثر گلخانه‌ای دارد.)



۳ به طور کلی ردپای مصرفی انرژی، زیست محیطی و ... (هر ردپایی) می‌تواند به کمترین مقدار برسد اما نمی‌تواند صفر باشد و بازدهی هیچ دستگاهی ۱۰۰ درصد نخواهد بود.

@MrKonkori