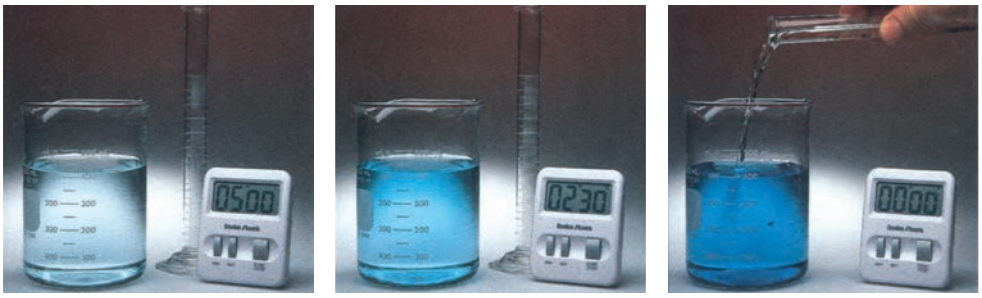
اندازه‌گیری کرد (شکل ۱۴).



(الف) (ب) (پ)

شکل ۱۴ـ واکنش محلول سفیدکننده با ۰/۰۵ مول نوعی رنگ غذا

در این واکنش با گذشت زمان به تدریج از شدّت رنگ محلول کاسته شده تا اینکه در پایان واکنش، محلول تا مرز بی‌رنگ شدن پیش رفته است. این ویژگی بیانگر آن است که مقدار رنگ غذا کاهش می‌یابد و مقدار آن تقریباً به صفر می‌رسد.

خود را بیازمایید

۱ـ بر اساس شکل ۱۴، آهنگ مصرف رنگ غذا را برحسب مول بر دقیقه ($mol\ min^{-1}$) حساب کنید.

$\bar{R}(\text{رنگ غذا}) = \frac{0.04\ mol}{2\ min} = 0.01\ mol \cdot min^{-1}$

۲ـ دانش‌آموزی درون یک محلول محتوی ۰/۰۳ مول مس (II) سولفات، تیغه‌ای از جنس روی قرار داده است. شکل زیر پیشرفت واکنش $Zn(s)$ با $CuSO_4(aq)$ را در این آزمایش نشان می‌دهد، با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.

بی‌رنگ — آبی رنگ

$Zn(s) + CuSO_4(aq) \longrightarrow ZnSO_4(aq) + Cu(s)$

الف) واکنش‌پذیری فلز روی را با مس مقایسه کنید. $Zn > Cu$

ب) با گذشت زمان مقدار $Cu^{2+}(aq)$ و $Cu(s)$ چه تغییری می‌کند؟ چرا؟ Cu^{2+} مصرف می‌شود. Cu تولید می‌شود.

پ) اگر شمار مول‌های مصرف شده از هر واکنش‌دهنده در واحد زمان بیانگر سرعت مصرف آن باشد، سرعت مصرف $Cu^{2+}(aq)$ را برحسب $mol\ min^{-1}$ حساب کنید.

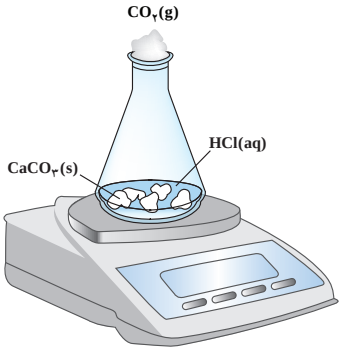
$\bar{R}(Cu^{2+}) = \frac{0.04\ mol}{2\ h \times \frac{60\ min}{1\ h}} = \frac{1}{6000} = 2.67 \times 10^{-4}\ \frac{mol}{min}$

سرعت مصرف با تولید یک مادهٔ شرکت کننده در واکنش در گسترهٔ زمانی قابل اندازه‌گیری را سرعت متوسط آن ماده می‌گویند و آن را با $\bar{R}$ نمایش می‌دهند. از این رو، $\bar{R}(A)$ سرعت متوسط تولید یا مصرف مادهٔ A را نشان می‌دهد.

تجربه نشان می‌دهد که سرعت متوسط مصرف یا تولید مواد شرکت‌کننده را می‌توان با اندازه‌گیری کمیت‌هایی مانند جرم، فشار و... تعیین کرد.

با هم بیندیشیم

۱ـ واکنش کلسیم کربنات را با محلول هیدروکلریک اسید در دما و فشار اتاق مطابق شکل زیر در نظر بگیرید.



$$CaCO_3\,(s) + 2\,HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + CO_2\,(g) + H_2O(l)$$

جدول زیر، جرم مخلوط واکنش را برحسب زمان برای این آزمایش نشان می‌دهد. با توجه به داده‌های جدول، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید:

زمان (ثانیه)	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰
جرم مخلوط واکنش (گرم)	۶۵/۹۸	۶۵/۳۲	۶۴/۸۸	۶۴/۶۶	۶۴/۵۵	۶۴/۵۰	۶۴/۵۰
جرم کربن‌دی‌اکسید (گرم)	۰	۰/۶۶	۱/۱۰	۱/۳۲	۱/۴۳	۱/۴۸	۱/۴۸

طبق قانون پایستگی جرم:
جرم مخلوط واکنش + جرم CO_2 = ۶۵/۹۸ g

الف) چرا با گذشت زمان از جرم مخلوط واکنش کاسته می‌شود؟ CO_2 تولید می‌شود و از مخلوط واکنش خارج می‌شود.

ب) جدول را کامل کنید.

پ) با گذشت زمان جرم گاز آزاد شده چه تغییری می‌کند؟ چرا؟ افزایش می‌یابد - CO_2 فرورده است و تولید می‌شود.

ت) در چه زمانی واکنش به پایان می‌رسد؟ چرا؟ ثانیه ۵۰ - زیرا جرم مخلوط واکنش از ثانیه ۵۰ به بعد ثابت باقی می‌ماند.

۲ـ جدول صفحه بعد را کامل کنید. (۱ mol CO_2 = ۴۴g)

$\bar{R}$ (واکنش‌دهنده) >0 $\quad \Delta n$ (واکنش‌دهنده) <0 $\quad \Delta n$ (فراورده) >0

$\bar{R}$ (فراورده) >0

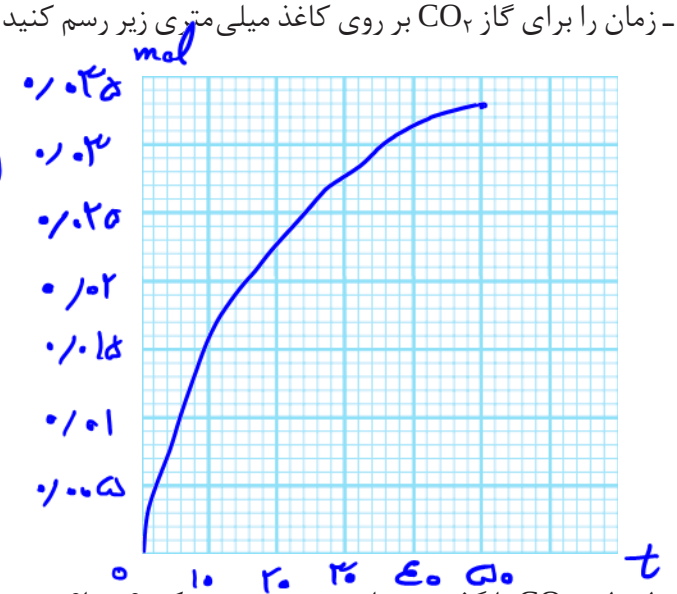
زمان (s)	$n(CO_2)$,(mol)	$\Delta n(CO_2)$,(mol)	$\bar{R}(CO_2)=\frac{\Delta n(CO_2)}{\Delta t}$, $(mol\,s^{-1})$
۰	۰		
۱۰	$۱/۵۰\times۱۰^{-۲}$	$۱/۵۰\times۱۰^{-۲}$	$۱/۵۰\times۱۰^{-۳}$
۲۰	$۲/۵۰\times۱۰^{-۲}$	$۱/۰۰\times۱۰^{-۲}$	$۱/۰۰\times۱۰^{-۳}$
۳۰	$۳/۰۰\times۱۰^{-۲}$	$۰/۵\times۱۰^{-۲}$	$۰/۵\times۱۰^{-۳}$
۴۰	$۳/۲\times۱۰^{-۲}$	$۰/۲\times۱۰^{-۲}$	$۰/۲\times۱۰^{-۳}$
۵۰	$۳/۳\times۱۰^{-۲}$	$۰/۱\times۱۰^{-۲}$	$۰/۱\times۱۰^{-۳}$

اگر شمار مول‌های یک ماده را با n نمایش دهیم، $\Delta n = n_۲ - n_۱$ تغییر تعداد مول‌های آن ماده را نشان می‌دهد. $\Delta n > ۰$، افزایش شمار مول‌های فراورده و $\Delta n < ۰$، کاهش شمار مول‌های واکنش‌دهنده را در واکنش نشان می‌دهد.

آیا می‌دانید

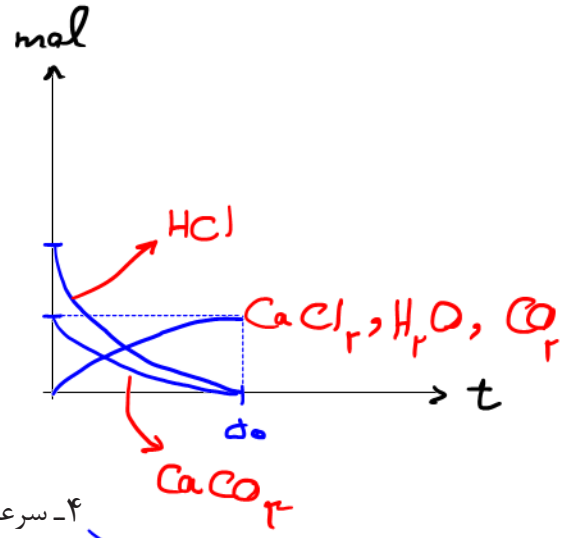
R حرف اوّل واژه Rate به معنای نرخ، آهنگ یا سرعت است.

۳ـ نمودار مول ـ زمان را برای گاز CO_2 بر روی کاغذ میلی‌متری زیر رسم کنید.



(به صورت تقریبی رسم شده است)

نمودار دقیق در صفحه بعد



۴ـ سرعت متوسط تولید CO_2 با گذشت زمان چه تغییری می‌کند؟ چرا؟

۴ـ کاهش می‌یابد ـ زیرا غلظت واکنش‌دهنده‌ها کم می‌شود.

۵ـ آزمایش نشان می‌دهد که نمودار مول ـ زمان برای هر سه فراورده در واکنش کلسیم‌کربنات با محلول هیدروکلریک اسید از هر لحاظ یکسان است. چرا؟

با توجه به اینکه ضرایب استوکیومتری آن‌ها یک است و در زمان یکسان به مقدار برابری تولید می‌شوند.

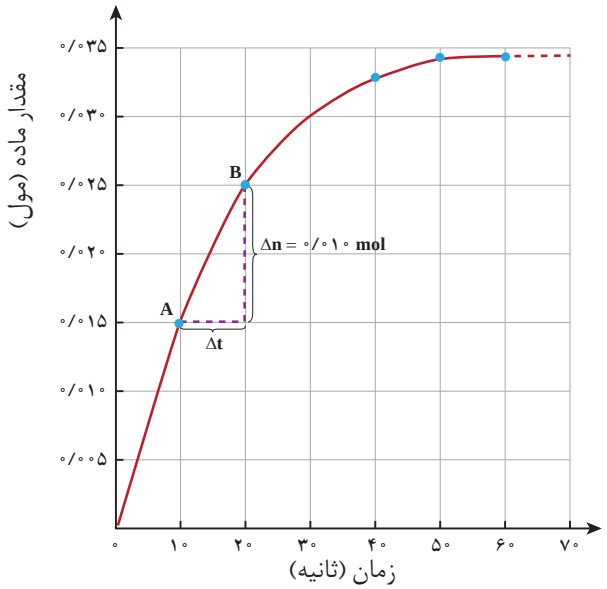
سرعت متوسط و شیب نمودار مول ـ زمان

با چگونگی محاسبهٔ سرعت متوسط تولید فراورده در یک واکنش شیمیایی آشنا شدید. نمودار ۸، نمودار مول ـ زمان را برای کلسیم کلرید تولید شده در واکنش کلسیم کربنات با محلول هیدروکلریک اسید نشان می‌دهد.

دقیقاً مشابه نمودار مول ـ زمان برای CO_2 و H_2O است.

نمودار مول ـ زمان:
واکنش دهنده ⟸ نزولی
فراورده ⟸ صعودی

(هرچه به پایان واکنش نزدیک می‌شویم، قدرمطلق شیب نمودار برای همهٔ مواد موجود در واکنش کاهش می‌یابد.)



نمودار ۸ـ نمودار مول ـ زمان برای فراورده

در نمودار ۸، نقطهٔ A نشان می‌دهد که در زمان $t_۱ = ۱۰\,s$، مول‌های کلسیم کلرید برابر با $n_۱ = ۰/۰۱۵\,mol$ و نقطهٔ B نشان می‌دهد که در زمان $t_۲ = ۲۰\,s$، مول‌های این ماده برابر با $n_۲ = ۰/۰۲۵\,mol$ است. از این‌رو:

$$\Delta n(CaCl_۲) = n_۲ - n_۱ = ۰/۰۲۵\,mol - ۰/۰۱۵\,mol = ۰/۰۱۰\,mol$$

این مقدار، تغییر مول‌های کلسیم‌کلرید را در گسترهٔ زمانی ۱۰ تا ۲۰ ثانیه ($\Delta t = t_۲ - t_۱ = ۲۰\,s - ۱۰\,s = ۱۰\,s$) نشان می‌دهد. نسبت $\frac{\Delta n}{\Delta t}$، شیب خط AB در نمودار مول–زمان است. این نسبت علامت مثبت دارد و سرعت متوسط تولید کلسیم کلرید را در بازهٔ زمانی ۱۰ تا ۲۰ ثانیه مشخص می‌کند.

سرعت تولید یا مصرف مواد با گذشت زمان کاهش می‌یابد.

نمودار ۸ همچنین نشان می‌دهد هر چه واکنش به پایان آن نزدیک‌تر می‌شود، شیب نمودار مول ـ زمان کندتر شده تا اینکه از ثانیهٔ ۵۰ به بعد برابر با صفر می‌شود. از این‌رو، می‌توان نتیجه گرفت این واکنش با گذشت ۵۰ ثانیه به پایان رسیده است و پس از آن دیگر فراورده‌ای تولید نمی‌شود.

خود را بیازمایید

۱ـ در واکنش $CaCO_۳(s)$ با $HCl(aq)$، چه رابطه‌ای بین سرعت متوسط مصرف این دو ماده وجود دارد؟ این رابطه را بنویسید.

$\bar{R}(HCl) = ۲\bar{R}(CaCO_۳)$

واحدهای سرعت متوسط تولید یا مصرف مواد:

جامد یا مایع خالص: $\frac{mol}{s}$ ← واحد زمان می‌تواند s، min، h یا ... باشد.

محلول: $\frac{mol}{L \cdot s}$ یا $\frac{mol}{s}$

گاز: $\frac{L}{s}$ یا $\frac{mol}{L \cdot s}$ یا $\frac{mol}{s}$

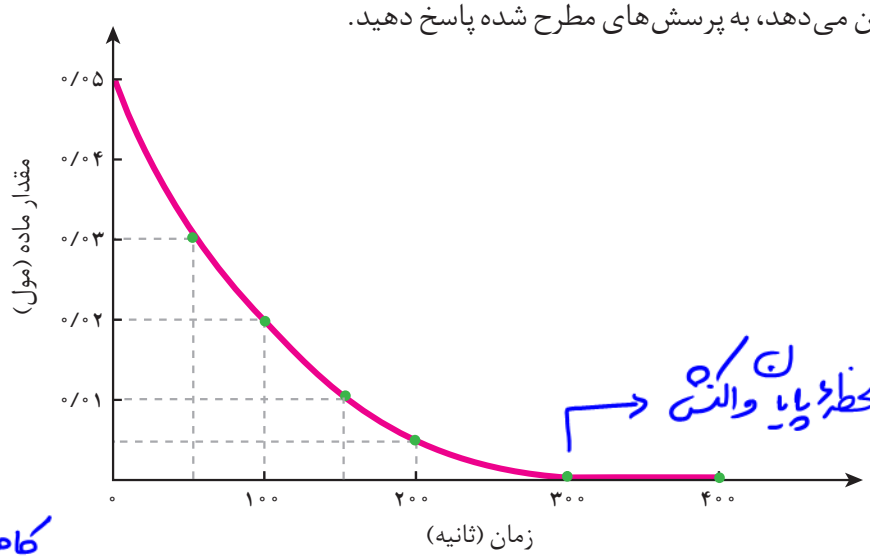
۲ـ یکی از آلاینده‌های هوا که باعث تولید باران اسیدی می‌شود، گاز گوگرد تری‌اکسید است که مطابق واکنش زیر تولید می‌شود:

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$$

اگر در شرایط معین $\bar{R}(O_2) = 0/01\ mol\ s^{-1}$ باشد، $\bar{R}(SO_3)$ و $\bar{R}(SO_2)$ را بر حسب $mol\ min^{-1}$ حساب کنید.

$\bar{R}(SO_2) = \bar{R}(SO_3) = 0/02 \frac{mol}{s} \times \frac{60\ s}{1\ min} = 1/2 \frac{mol}{min}$

۳ـ با توجه به نمودار زیر که تغییر مول‌های نوعی رنگ غذا در واکنش با یک محلول سفیدکننده را نشان می‌دهد، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



لحظه پایان واکنش

$\frac{\Delta n}{\Delta t}$ (واحد: $\frac{mol}{s}$)

$\frac{\Delta [\ ]}{\Delta t}$ (واحد: $\frac{mol}{L \cdot s}$)

$\frac{\Delta V}{\Delta t}$ (واحد: $\frac{L}{s}$)

الف) مول‌های واکنش‌دهنده (رنگ غذا) با گذشت زمان چه تغییری می‌کند؟ چرا؟ کاهش می‌یابد زیرا مصرف می‌شود

ب) شیب نمودار مول ـ زمان چه علامتی دارد؟ چرا؟ منفی ـ زیرا مقدار مول‌های رنگ غذا کاهش می‌یابد.

پ) توضیح دهید چرا علامت منفی در رابطهٔ زیر نوشته می‌شود.

$$\bar{R}(\text{واکنش دهنده}) = -\frac{\Delta n(\text{واکنش دهنده})}{\Delta t}$$

همیشه $\bar{R} > 0$

$\bar{R}(\text{فراورده}) = \frac{\Delta n(\text{فراورده})}{\Delta t}$

ت) سرعت متوسط مصرف رنگ غذا را برحسب مول بر دقیقه حساب کنید.

$\bar{R}(\text{رنگ غذا}) = \frac{0/05\ mol}{300\ s \times \frac{1\ min}{60\ s}} = \frac{0/5\ mol}{5\ min} = 0/1\ mol \cdot min^{-1}$

پیوند با زندگی

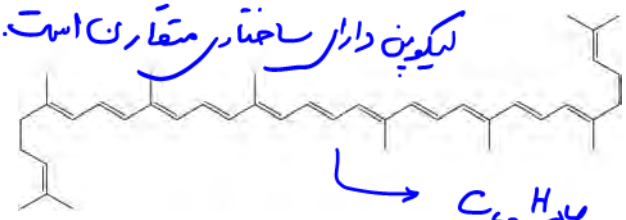
خوراکی‌های طبیعی رنگین، بازدارنده‌هایی مفید و مؤثر

یافته‌ها و شواهد تجربی نشان می‌دهد که برنامهٔ غذایی محتوی سبزیجات و میوه‌های گوناگون، نقش بازدارندگی مؤثری در برابر سرطان‌ها و پیری زودرس دارند. این یافته‌ها

دانشمندان و شیمی‌دان‌ها را بر آن داشت تا بررسی کنند چه موادی در سبزیجات و میوه‌ها این مهم را به عهده دارند. نتیجهٔ پژوهش‌های علمی نشان داد که این خوراکی‌ها محتوی ترکیب‌های آلی سیرنشده‌ای به نام ریز مغذی‌ها هستند، ترکیب‌هایی که در حفظ سلامت بافت‌ها و اندام‌ها دخالت دارند، هر چند نقش کامل این مواد هنوز به‌طور دقیق مشخص نشده‌است اما برخی از آنها به عنوان بازدارنده از انجام واکنش نامطلوب و ناخواسته به‌دلیل حضور رادیکال‌ها جلوگیری می‌کنند.

رادیکال، گونهٔ فعال و ناپایداری است که در ساختار خود، الکترون جفت نشده دارد، در واقع محتوی اتم‌هایی است که از قاعدهٔ هشت‌تایی پیروی نمی‌کنند. بدیهی است که رادیکال‌ها واکنش‌پذیری بالایی دارند.

در بدن ما به‌دلیل انجام واکنش های متنوع و پیچیده، رادیکال‌هایی به‌وجود می‌آیند که اگر به وسیلهٔ باز دارنده‌ها جذب نشوند، می‌توانند با انجام واکنش‌های سریع به بافت‌های بدن آسیب برسانند. با این توصیف مصرف خوراکی‌های محتوی بازدارنده‌ها سبب خواهد شد که رادیکال‌ها به دام بیفتند تا با کاهش مقدار آنها از سرعت واکنش‌های ناخواسته کاسته شود (شکل ۱۵).



شکل ۱۵ـ هندوانه و گوجه‌فرنگی محتوی لیکوپن بوده که فعالیت رادیکال‌ها را کاهش می‌دهد.

در میان تارنما ها

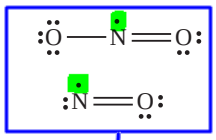
با مراجعه به منابع علمی معتبر دربارهٔ ساختار و نقش بازدارنده‌هایی مانند فلاوونوئید، آنتوسیانین، بتاکاروتن و ... در میوه‌ها و سبزیجات محتوی آنها اطلاعاتی جمع‌آوری و در کلاس ارائه کنید.

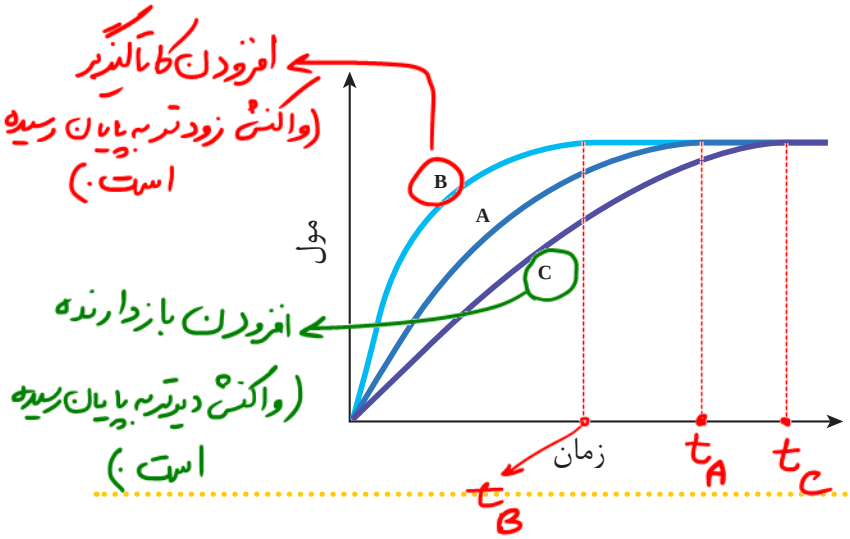
خود را بیازمایید

در نمودار داده شده، منحنی A نشان دهندهٔ تغییر مول‌های یکی از مواد فراورده در واکنش فرضی است. با دلیل مشخص کنید کدام منحنی(ClyB) نشان دهندهٔ افزودن بازدارنده و کدام یک نشان دهندهٔ افزودن کاتالیزگر به سامانهٔ واکنش است؟

آیا می‌دانید

رادیکال‌ها نه تنها در بدن بلکه در محیط زندگی نیز وجود دارند. برای نمونه هوای آلوده دارای رادیکال‌های NO و NO_2 با ساختارهای لوویس زیر است.





افزودن کاتالیزگر (واکنش زودتر به پایان رسیده است.)

افزودن بازدارنده (واکنش دیرتر به پایان رسیده است.)

$t_C > t_A > t_B$

سرعت واکنش

دریافتید که شیب نمودار مول ـ زمان برای هر یک از شرکت‌کننده‌ها در واکنش، متناسب با ضریب استوکیومتری آن است. به طوری که اگر ضریب استوکیومتری شرکت کننده‌ها یکسان نباشد، سرعت متوسط آنها متفاوت خواهد بود. شیمی‌دان‌ها برای درک آسان پیشرفت واکنش در واحد زمان، از یک مفهوم کاربردی به نام سرعت واکنش استفاده می‌کنند.

با هم بیندیشیم

۱ـ سرعت متوسط تولید گاز آمونیاک در شرایط معینی بر اساس معادله واکنش زیر در گسترهٔ زمانی معینی برابر با $۴\times۱۰^{-۲}\ mols^{-۱}$ است.

$$N_۲(g) + ۳H_۲(g) \rightarrow ۲NH_۳(g)$$

الف) سرعت متوسط مصرف $N_۲(g)$ و $H_۲(g)$ را در این گسترهٔ زمانی حساب کنید.

ب) سرعت متوسط تولید یا مصرف هر شرکت‌کننده را به ضریب استوکیومتری آن تقسیم کنید. از حاصل این تقسیم‌ها چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ مقدار برابری حاصل می‌شود.

پ) حاصل تقسیم در قسمت ب، سرعت واکنش نام دارد. برای این واکنش با استفاده از سرعت متوسط تولید یا مصرف مواد شرکت‌کننده، رابطهٔ سرعت واکنش را بنویسید.

ت) ارتباط معادلهٔ شیمیایی موازنه شده واکنش را با رابطهٔ زیر توضیح دهید.

ث) سرعت متوسط کدام ماده با سرعت واکنش برابر است؟ توضیح دهید.

الف)

$\bar{R}(NH_۳) = ۲\bar{R}(N_۲)$

$۴\times۱۰^{-۲}\ \frac{mol}{s} = ۲\bar{R}(N_۲)$

$\bar{R}(N_۲) = ۲\times۱۰^{-۲}\ \frac{mol}{s}$

$\bar{R}(H_۲) = ۳\bar{R}(N_۲)$

$\bar{R}(H_۲) = ۶\times۱۰^{-۲}\ \frac{mol}{s}$

ت) حاصل تقسیم سرعت متوسط تولید یا مصرف هر یک از مواد موجود در واکنش بر ضریب استوکیومتری آن‌ها با یکدیگر برابر است.

$N_۲$ ، زیرا ضریب استوکیومتری آن در معادلهٔ واکنش برابر با یک است.

$$R(\text{واکنش}) = +\frac{\Delta n(NH_۳)}{۲\Delta t} = -\frac{\Delta n(H_۲)}{۳\Delta t} = -\frac{\Delta n(N_۲)}{۱\Delta t}$$

ضرایب استوکیومتری

$$\bar{R}(\text{واکنش}) = \frac{\bar{R}(N_۲)}{۱} = \frac{\bar{R}(H_۲)}{۳} = \frac{\bar{R}(NH_۳)}{۲}$$

$C_6H_{12}O_6$ ⇒ گلوکز

$C_{12}H_{22}O_{11}$ ⇒ مالتوز

۲ـ قند موجود در جوانه گندم (مالتوز) مطابق واکنش زیر به گلوکز تبدیل می‌شود.

$$C_{12}H_{22}O_{11}(aq) + H_2O(l) \rightarrow 2C_6H_{12}O_6(aq)$$

این واکنش در دمای ثابت و شرایط معین بررسی شده و جدول زیر، داده‌های تجربی آن را نشان می‌دهد. با توجه به آن و نمودار داده شده، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

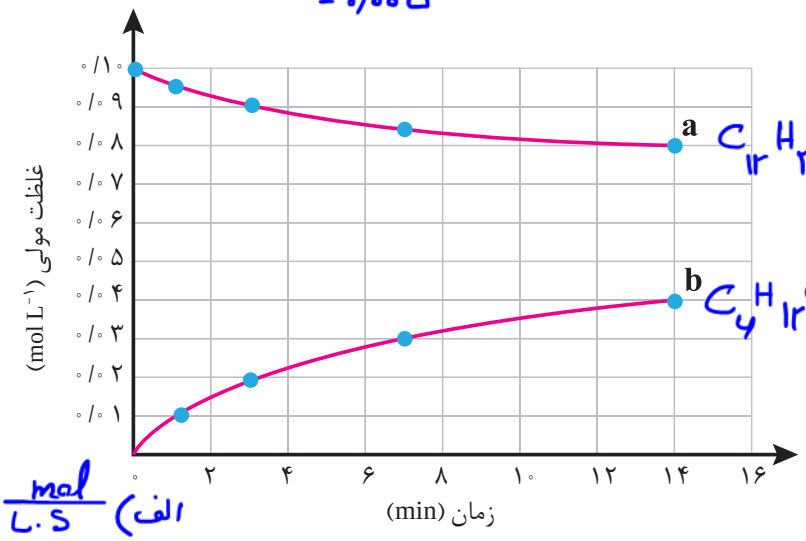
سمنو که از جوانه گندم تهیه می‌شود محتوی مواد غذایی گوناگونی از جمله مالتوز است.

زمان (دقیقه) / غلظت مولی ($mol L^{-1}$)	۰	۱	۳	۷	۱۴
$[C_6H_{12}O_6]$ گلوکز	۰	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۴
$[C_{12}H_{22}O_{11}]$ مالتوز	۰/۱۰	۰/۰۹۵	۰/۰۹	۰/۰۸۵	۰/۰۸

+۰/۰۱

-۰/۰۰۵

برای شرکت کننده‌ها در فاز گاز و محلول، می‌توان سرعت متوسط مصرف یا تولید را افزون بر یکای مول بر زمان بایکای مول بر لیتر بر زمان نیز گزارش کرد.



a $C_{12}H_{22}O_{11}$ (مالتوز)

b $C_6H_{12}O_6$ (گلوکز)

غلظت مولی یک ماده را با نوشتن فرمول شیمیایی آن درون یک کروشه نمایش می‌دهند.

غلظت مولی A = [A]

$\bar{R}$(گلوکز) $= \frac{۰/۰۲}{۳ \times ۶۰} = \frac{۰/۰۲}{۱۸۰}$ $\frac{mol}{L.s}$ (الف

$\bar{R}$(مالتوز) $= \frac{۰/۰۱}{۳ \times ۶۰} = \frac{۰/۰۱}{۱۸۰}$ $mol.L^{-1}s^{-1}$

الف) در سه دقیقهٔ نخست، $\bar{R}$ (گلوکز) و $\bar{R}$ (مالتوز) را برحسب $mol\ L^{-1}\ s^{-1}$ حساب کنید.

ب) سرعت واکنش را در هفت دقیقه نخست و هفت دقیقه دوم حساب کنید. کدام یک بیشتر است؟ چرا؟

(ب

$\bar{R}$(واکنش) $= \bar{R}$(مالتوز)

$\bar{R}$(واکنش) $> \bar{R}$(واکنش)، در ابتدا غلظت مالتوز بیشتر و به تبع آن سرعت نیز بیشتر بوده است.

$0 \rightarrow V$ $\quad V \rightarrow 14$

پ) هر یک از منحنی‌های a و b مربوط به کدام ماده شرکت کننده است؟ توضیح دهید.

$\bar{R}$(واکنش) $= \frac{۰/۰۱۴}{V}$ $\frac{mol}{L.min}$

$0 \rightarrow V\ min$

$\bar{R}$(گلوکز) $= ۲\bar{R}$(مالتوز) ..... a ← مالتوز (مصرف می‌شود)

b ← گلوکز (تولید می‌شود)

$\bar{R}$(واکنش) $= \frac{۰/۰۰۵}{V}$ $\frac{mol}{L.min}$

$V \rightarrow 14\ min$

غذا، پسماند و ردپای آن

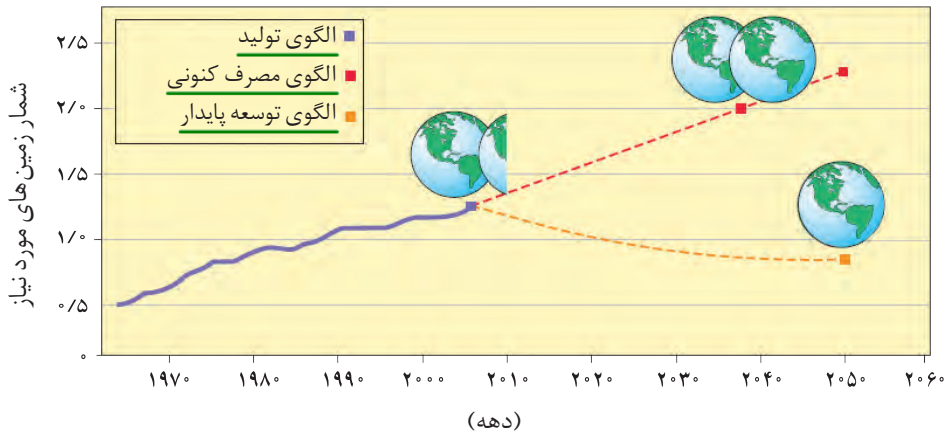
زندگی ما و ادامهٔ آن بر روی زمین به تأمین نیازهای ضروری مانند هوا، آب، غذا و... وابسته است. اما میزان نیاز و بهره‌مندی از این منابع برای همه یکسان نیست. دلیل این تفاوت را باید

در سبک زندگی هر فرد جستجو کرد زیرا هر انسان در طول عمر خود، ردپاهای متفاوتی در محیط‌زیست برجای می‌گذارد.

در شیمی دهم با ردپای کربن‌دی‌اکسید و آب آشنا شدید. ردپاهایی که دو چهرهٔ آشکار و پنهان دارند. پدیدهٔ دو چهرهٔ دیگری از این دست، ردپای غذا است. چهرهٔ آشکار آن نشان می‌دهد که سالانه حدود ۳۰٪ غذایی که در جهان فراهم می‌شود به مصرف نمی‌رسد و به زباله تبدیل می‌شود و یا از بین می‌رود. این درحالی است که آمارها نشان می‌دهد که به‌ازای هر هفت نفر در جهان، یک نفر گرسنه است! خبری که هدررفتن منابع اقتصادی را آشکار می‌سازد. اما چهرهٔ پنهان این ردپا شامل همهٔ منابعی است که در تهیهٔ غذا از آغاز تا سر سفره سهم داشته‌اند. مدیریت منابع، نیروی انسانی برای تولید و تأمین مواد اولیه و انرژی، فراوری، ابزار و دستگاه‌های مورد نیاز، بسته‌بندی، حمل‌ونقل، آب و انرژی مصرفی، زمین‌های بایر و... از جمله این منابع هستند.

چهرهٔ پنهان دیگر این ردپا، تولید گازهای گلخانه‌ای به‌ویژه کربن‌دی‌اکسید است، آن‌چنان که سهم تولید این گاز در ردپای غذا به‌مراتب بیش از سوختن سوخت‌ها در خودروها، کارخانه‌ها و... است.

از آنجا که جمعیت جهان، رشد اقتصادی، سطح رفاه و... رو به افزایش است، تقاضا برای غذا نیز پیوسته افزایش می‌یابد. تقاضایی که برای تأمین آن ،منابع آب، انرژی، مواد اولیه و زمین بیشتری را می‌طلبد. بدیهی است که با این روند ردپای غذا روی محیط‌زیست سنگین‌تر شده و مساحت کل مورد نیاز برای تأمین اقلام ضروری زندگی بیشتر خواهد شد (نمودار ۹).



نمودار ۹- پیش‌بینی مساحت زمین مورد نیاز برای تأمین غذا

با توجه به الگوی تولید و مصرف غذا انتظار می‌رود مدیران جامعه جهانی با طراحی و انتخاب راه‌حل‌های اجرایی مناسب و هماهنگ، بهره‌وری را در مراحل تولید و تأمین غذا

آیا می‌دانید

فائو برآورد می‌کند که ۳۰٪ مواد غذایی تولید شده یعنی حدود ۱/۳ میلیارد تن در سال از بین رفته یا به زباله تبدیل می‌شود.

افزایش دهند تا ردپای آن کاهش یابد. آشکار است که اجرای هریک از این برنامه‌ها در گرو همت و تلاش یکایک ساکنان زمین است.

خود را بیازمایید

ستون سمت راست در جدول زیر چهار الگو برای کاهش ردپای غذا را نشان می‌دهد. در گفت‌وگو با یکدیگر مشخص کنید هر بیانی از اصل شیمی سبز در ستون سمت چپ با کدام الگو همخوانی بیشتری دارد.

الگوی کاهش ردپای غذا	بیانی از اصل شیمی سبز
خرید به اندازهٔ نیاز	کاهش مصرف انرژی
کاهش مصرف گوشت و لبنیات	طراحی مواد و فراورده‌های شیمیایی سالم‌تر
استفاده از غذاهای بومی و فصلی	کاهش تولید زباله و پسماند
کاهش مصرف غذاهای فراوری شده	کاهش ورود مواد شیمیایی ناخواسته به محیط‌زیست

نکته: انحلال $CaCl_2$ در آب (مانند H_2SO_4 یا در آب) گرماده است. (برخلاف اکثر ترکیب‌های یونی که انحلال آن‌ها در آب گرماگیر است)

تمرین‌های دوره‌ای

۱ـ اغلب ورزشکاران برای درمان آسیب‌دیدگی‌های خود از بسته‌هایی استفاده می‌کنندکه به سرعت گرما را انتقال می‌دهند. اساس کار این بسته‌ها، انحلال برخی ترکیب‌های یونی در آب است. با توجه به معادله‌های ترموشیمیایی زیر به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید:

سرمازا $NH_4NO_3(s) + 26\,kJ \xrightarrow{\text{در آب}} NH_4^+(aq) + NO_3^-(aq)$

گرمازا $CaCl_2(s) \xrightarrow{\text{در آب}} Ca^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq) + 83\,kJ$

الف) کدام فرایند انحلال برای سرد کردن محل آسیب‌دیدگی مناسب است؟ چرا؟ انحلال آمونیم نیترات در آب - گرماگیر است

ب) از انحلال کامل ۲/۲۲ g کلسیم کلرید خشک درآب چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟

$2{,}22\,g \times \frac{1\,mol}{111\,g} \times \frac{83\,kJ}{1\,mol} = 1{,}66\,kJ$

۲ـ چربی ذخیره شده در کوهان شتر هنگام اکسایش افزون بر آب مورد نیاز، انرژی لازم برای فعالیت‌های جانور را نیز تأمین می‌کند. واکنش ترموشیمیایی آن به صورت زیر است:

چربی کوهان شتر

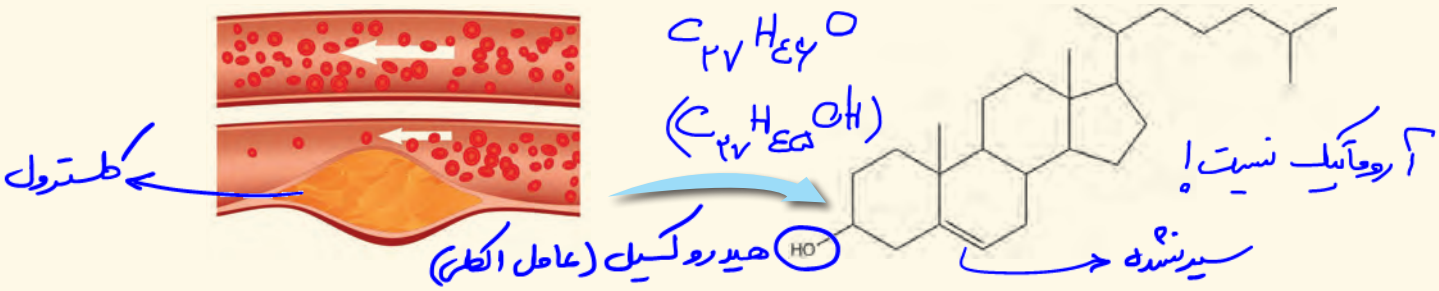
$2C_{57}H_{110}O_6(s) + 163O_2(g) \rightarrow 114CO_2(g) + 110H_2O(l)\ ,\ \Delta H = -75520\,kJ$

حساب کنید از اکسایش هر کیلوگرم چربی، چند کیلوژول انرژی آزاد می‌شود؟

$1000\,g \times \frac{1\,mol}{890\,g} \times \frac{7552\,kJ}{2\,mol} \simeq 4247\,kJ$

۳ـ کلسترول، یکی از مواد آلی موجود در غذاهای جانوری است که مقدار اضافی آن در دیوارهٔ رگ‌ها رسوب می‌کند، فرایندی که منجر به گرفتگی رگ‌ها و سکته می‌شود. با توجه به ساختار آن به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.

نوعی الکل



الف) توضیح دهید چرا شیمی‌دان‌ها آن را یک الکل سیر نشده می‌دانند؟ به دلیل داشتن پیوند C=C

ب)با توجه به جدول شمارهٔ ۳ ، در شرایط یکسان کدام پیوندهای اشتراکی یگانه در ساختار کلسترول آسان‌تر شکسته می‌شود؟ چرا؟

$C-C \rightarrow 348\ kJ.mol^{-1}$

$C-H \rightarrow 415\ kJ.mol^{-1}$

$C-O \rightarrow 380\ kJ.mol^{-1}$

$O-H \rightarrow 463\ kJ.mol^{-1}$

پیوند C-O راحت‌تر شکسته می‌شود چراکه آنتالپی پیوند کوچک‌تری دارد.

الف) $1524\,J = 100 \times 4/2 \times \Delta\theta \Longrightarrow \Delta\theta = 36/28\,^{\circ}C$

۴ـ از مصرف هر گرم آلومینیم در واکنش ترمیت، ۱۵/۲۴ kJ گرما آزاد می‌شود.

$$2Al(s) + Fe_2O_3(s) \rightarrow Al_2O_3(s) + 2Fe(l)$$

الف) این مقدار گرما، دمای صدگرم آب خالص را چند درجهٔ سلسیوس افزایش می‌دهد؟

ب) ΔH واکنش ترمیت را حساب کنید.

$$2\,mol\,Al \times \frac{27\,g\,Al}{1\,mol\,Al} \times \frac{15/24\,kJ}{1\,g\,Al} = 822/96\,kJ \Longrightarrow \Delta H = -822/96\,kJ$$

۵ـ با توجه به واکنش ترموشیمیایی: $H_2(g) + I_2(s) + 53\,kJ \rightarrow 2HI(g)$ ، آنتالپی واکنش $H_2(g) + I_2(g) \rightarrow 2HI(g)$ را حساب کنید (**راهنمایی**: آنتالپی فرازش (تصعید) یُد را $62/5\ kJ\,mol^{-1}$ در نظر بگیرید).

$H_2 + I_2(s) \rightarrow 2HI \quad 53\,kJ$

$(I_2(s) \rightarrow I_2(g) \quad 62/5\,kJ) \times (-1)$

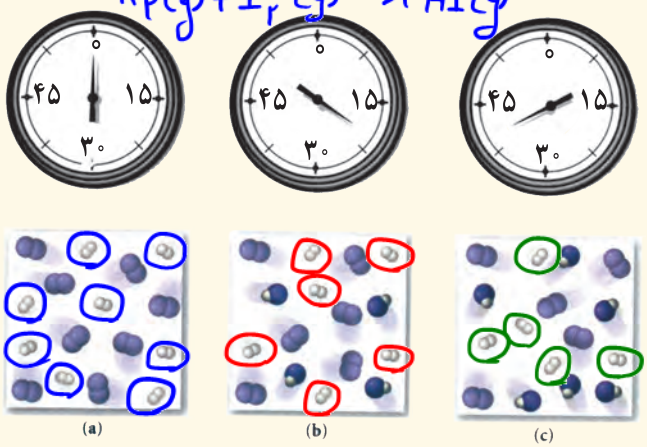
$\Longrightarrow$ $H_2 + I_2(s) \rightarrow 2HI \quad 53\,kJ$

$I_2(g) \rightarrow I_2(s) \quad -62/5\,kJ$

$53 + (-62/5) = -9/5\,kJ$

۶ـ شکل زیر واکنش میان گاز هیدروژن و بخار بنفش رنگ ید را در دمای معینی نشان می‌دهد.

$H_2(g) + I_2(g) \rightarrow 2HI(g)$



پس از ۲۰ دقیقه:

$\bar{R}(\text{واکنش}) = \bar{R}(H_2) = \bar{R}(I_2)$

$\bar{R}(\text{واکنش}) = \frac{0/2\,mol}{2\,L} \Big/ \frac{1}{3}\,h$

$= 0/3\ \frac{mol}{L \cdot h}$

پس از ۴۰ دقیقه:

$\bar{R}(\text{واکنش}) = \frac{0/3\,mol}{2\,L} \Big/ \frac{2}{3}\,h$

$= 0/225\ \frac{mol}{L \cdot h}$

اگر هر ذره هم ارز با ۰/۱ مول از ماده و سامانه دو لیتری باشد، سرعت واکنش را پس از ۲۰ دقیقه (b) و پس از ۴۰ دقیقه (c) برحسب $mol\,L^{-1}h^{-1}$ حساب و با یکدیگر مقایسه کنید.

۷ـ ΔH واکنش $C_2H_4(g) + H_2(g) \xrightarrow{25^{\circ}C} C_2H_6(g)$ را با استفاده از:

الف) جدول ۲ و ۳ حساب کنید.

$\Delta H = [E(C-H) + (C=C) + (H-H)] - [2(C-H) + (C-C)] = -128\,kJ$

ب) آنتالپی سوختن اتن، اتان و هیدروژن که به ترتیب برابر با ۱۴۱۰-، ۱۵۶۰- و ۲۸۶- کیلو ژول بر مول است، حساب کنید. (در قسمت پایین صفحه) (ضمناً می‌توان از فرمول مقابل نیز استفاده کرد: $\Delta H = [\text{آنتالپی سوختن فراورده‌ها}] - [\text{آنتالپی سوختن واکنش‌دهنده‌ها}]$)

پ) ΔH محاسبه شده از کدام قسمت را برای یک گزارش علمی انتخاب می کنید؟ توضیح دهید.

ب) $C_2H_6 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O \quad -1410\,kJ$

$(\times -1)$ $C_2H_4 + \frac{7}{2}O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O \quad -1560\,kJ$

$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O \quad -286\,kJ$

با توجه به اینکه مواد موجود در این واکنش نسبتاً پیچیده هستند و مقادیر آنتالپی پیوند استفاده شده در قسمت الف با مقادیر واقعی کمی اختلاف دارند، بنابراین محاسبات قسمت ب دقیق‌تر هستند (در واکنش‌های پیچیده، قانون هس از آنتالپی پیوند دقیق‌تر است).

$\Delta H = 1560 - 1410 - 286 = -136\,kJ$

۸ـ با توجه به جدول زیر به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.

۱۰۰g خوراکی / ارزش غذایی (kcal) / ماده غذایی	برگه زردآلو	سیب	بادام
	۲۴۱	۵۲	۵۷۹
چربی (گرم)	۰/۵۱	۰/۱۷	۴۹/۹۰
کلسترول (میلی‌گرم)	–	–	–
کربوهیدرات (گرم)	۷۸/۷۰	۲۴/۲۰	۲۵/۹۰
پروتئین (گرم)	۳/۳۹	۰/۲۶	۲۱/۲۰

الف) برگه زردآلو ـ کربوهیدرات بیشتری دارد و سریعاً نیاز به تأمین انرژی را برطرف می‌کند.

الف) اگر بدن فردی نیاز فوری و ضروری به تأمین انرژی داشته باشد، کدام خوراکی را پیشنهاد می‌کنید؟ چرا؟

ب) مصرف کدام خوراکی را برای فعالیت‌های فیزیکی که در مدت طولانی‌تری انجام می‌شوند، مناسب می‌دانید؟ توضیح دهید. بادام ـ چربی بیشتری دارد (چربی در بدن ذخیره می‌شود) و در موقع نیاز انرژی مورد نیاز را تأمین می‌کند.

پ) اگر یک فرد ۷۰ کیلوگرمی، ۲۵ گرم بادام خورده باشد، برای مصرف انرژی حاصل از آن چه مدت باید پیاده‌روی کند؟ آهنگ مصرف انرژی در پیاده‌روی را $۱۹۰ kcal\ h^{-1}$ در نظر بگیرید. (با مصرف ۱۰۰ گرم بادام ۵۷۹ kcal انرژی در بدن آزاد می‌شود.)

$$۲۵g \times \frac{۵۷۹\ kcal}{۱۰۰g} \times \frac{۱h}{۱۹۰\ kcal} \simeq ۰/۷۶h \qquad ۰/۷۶h \times \frac{۶۰\ min}{۱h} = ۴۵/۶\ min$$

نکته:

نیاز فوری و ضروری بدن به انرژی ⟸ کربوهیدرات

نیاز به انرژی برای فعالیت‌های بدن طولانی‌مدت ⟸ چربی