

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

سال تحصیلی ۱۴۰۴-۰۵



مرحله دهم

پایه دوازدهم

نام درس	مباحث	مؤلف	ویراستار	از صفحه	تا صفحه
زیست‌شناسی	زیست‌شناسی دوازدهم: فصل ۱ تا ۴ صفحه ۱ تا ۶۲	روزا امیری راضیه نصرالله‌زاده	رزا امیری احسان بدری	۲	۷
فیزیک	فیزیک دوازدهم: فصل ۱ و ۲ صفحه ۱ تا ۵۲	نوید شاهی	ماهان فنی‌فر سینا دشتی‌زاده	۷	۸
شیمی	شیمی دوازدهم: فصل ۱ و ۲ صفحه ۱ تا ۶۶	سروش عبادی	مهدی سلطانی معصومه سعیدی	۹	۱۶
ریاضی	ریاضی دوازدهم: فصل ۱ تا ۳ صفحه ۱ تا ۶۴	علی شهبازی علیرضا نصراللهی	امیررضا رحیمی مهدی خوشنویس	۱۶	۲۰

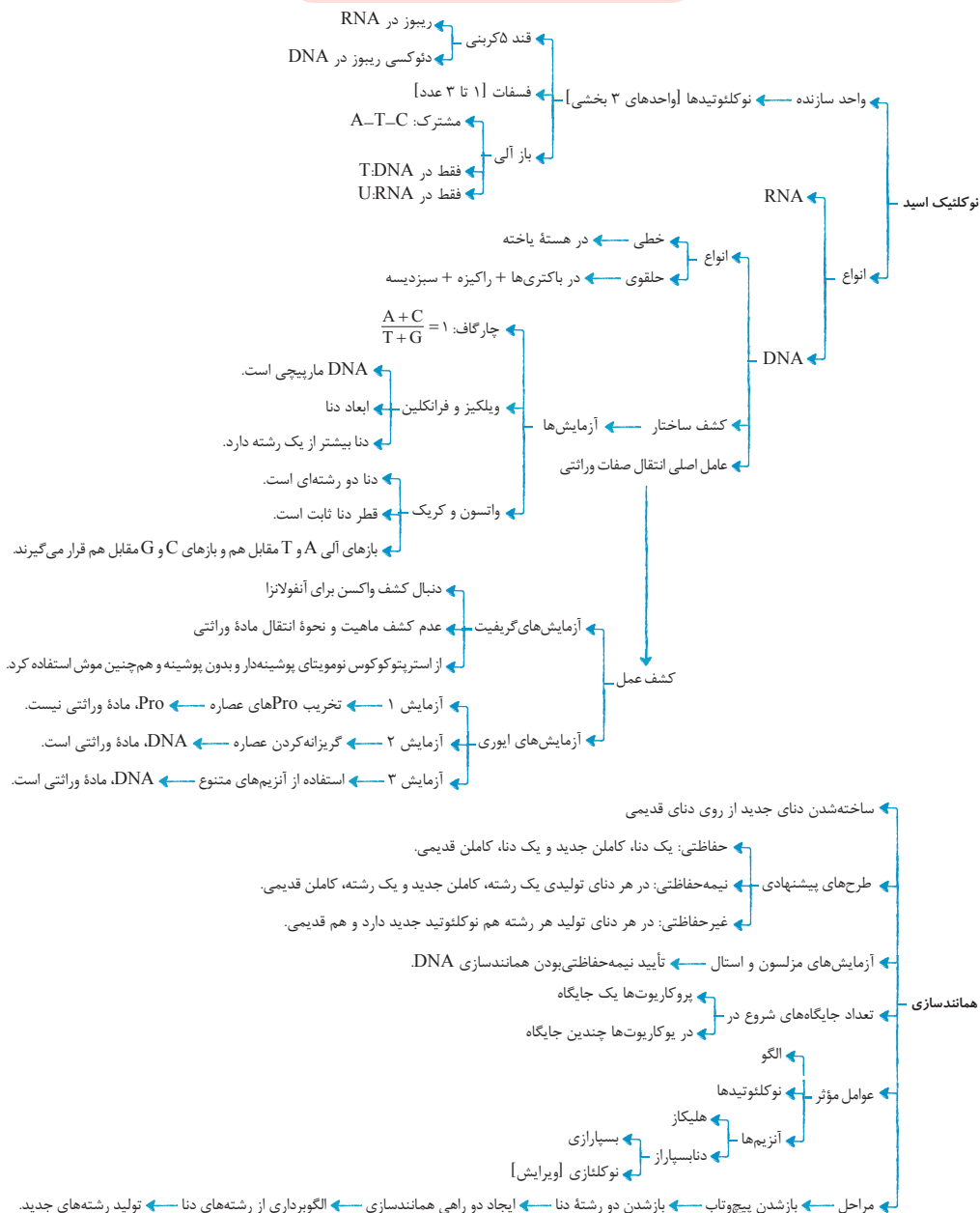
ویژه کنکوری‌های ۱۴۰۵

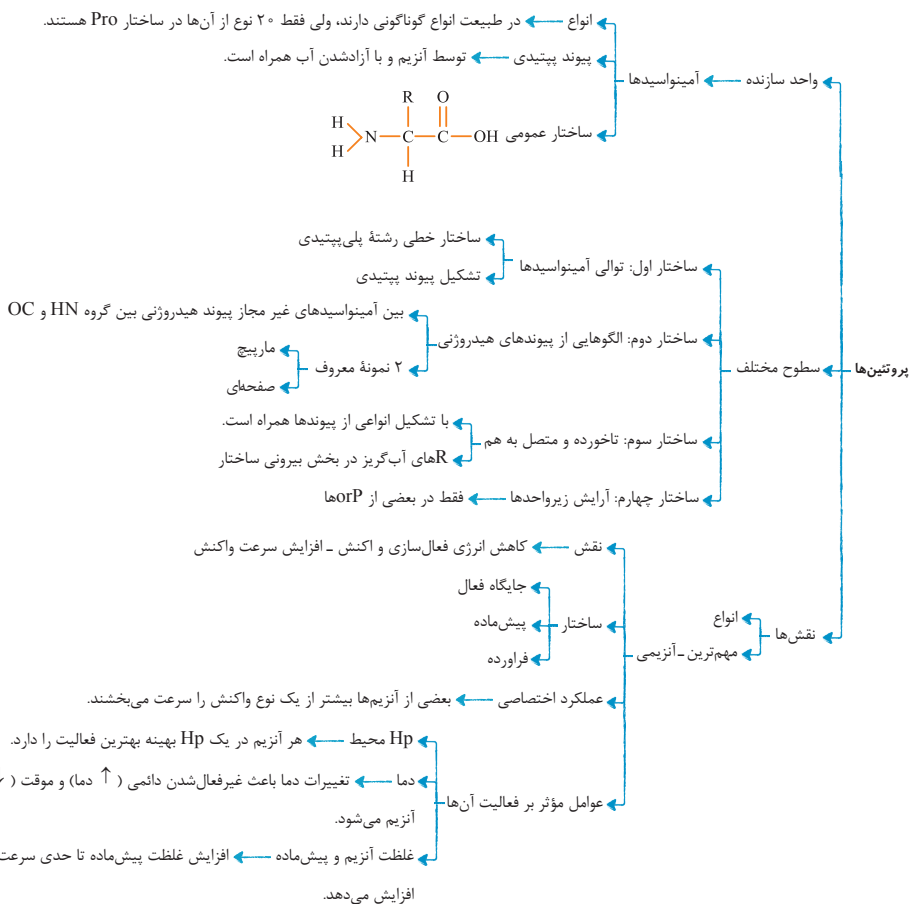




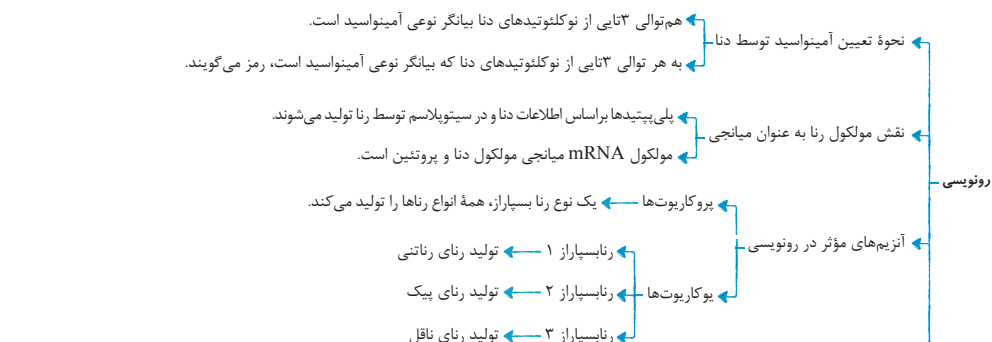
پایه دوازدهم

فصل اول: مولکول های اطلاعاتی





فصل دوم: جریان اطلاعات در بافت



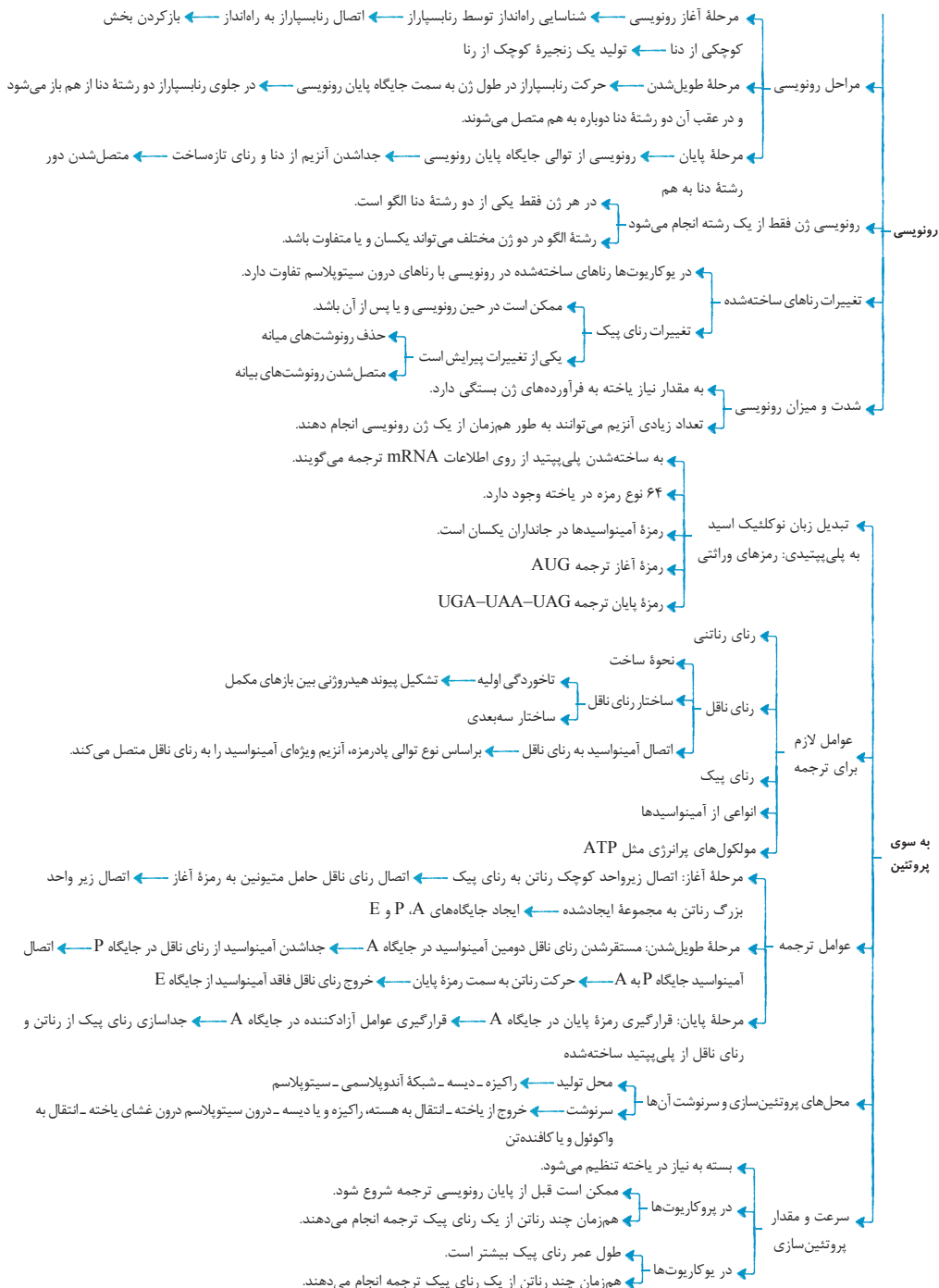


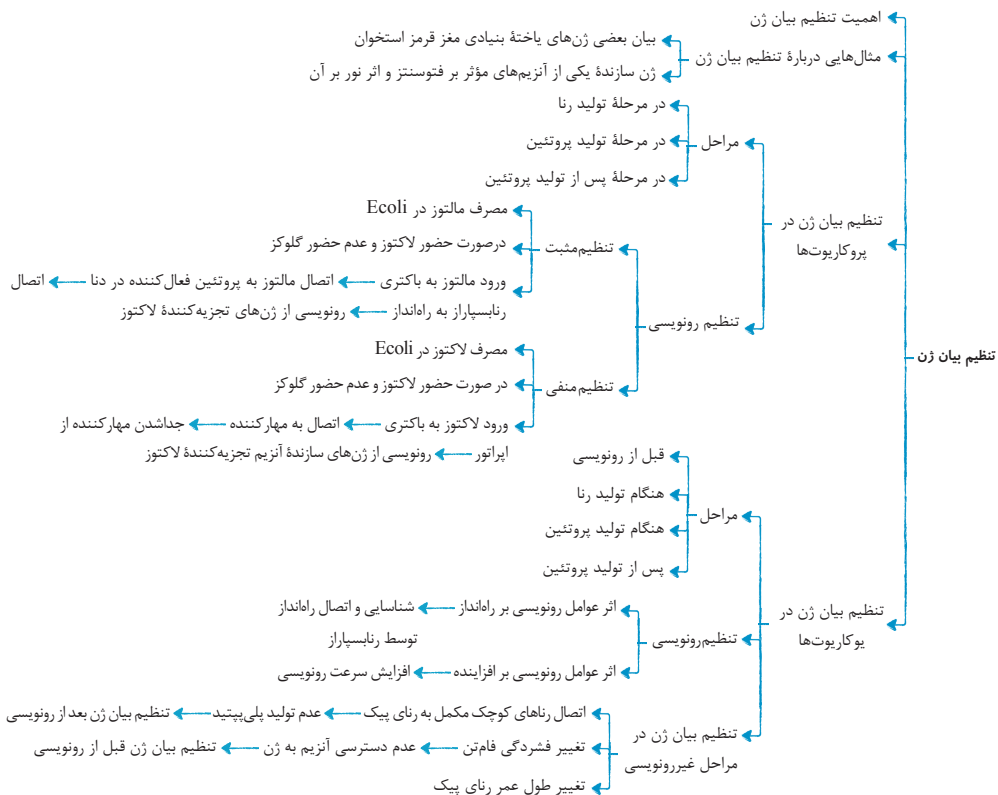
مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

زیست شناسی

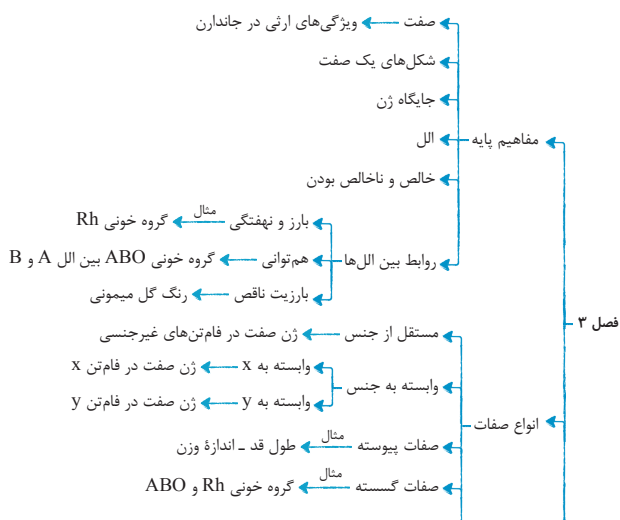
دوازدهم تخریص مرحله دهم

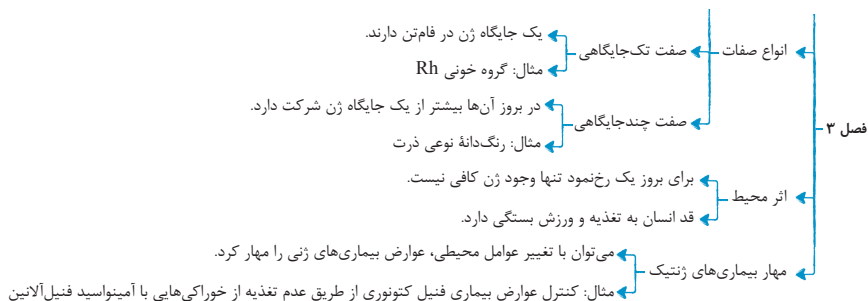
به سوی پروتئین



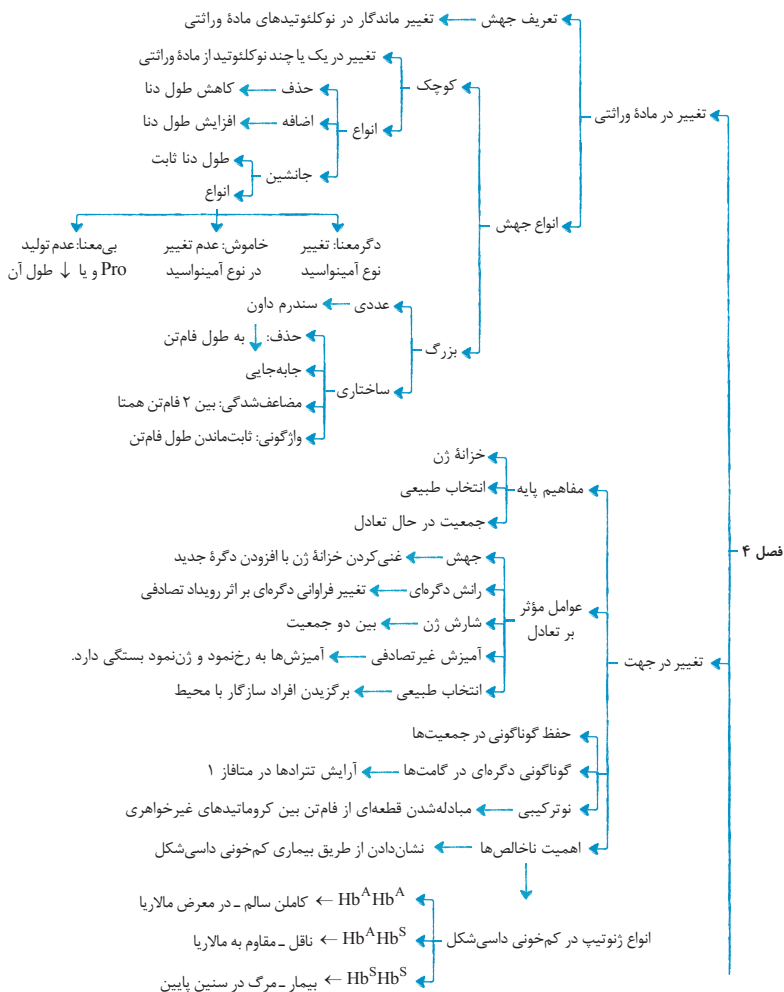


فصل سوم: انتقال اطلاعات در سلل‌ها





فصل چهارم: تغییر در اطلاعات وراثتی





فصل ۴

- تغییر در گونه‌ها
 - شواهد
 - سنگواره‌ها ← بقایای یک جاندار یا آثاری از آن
 - اندام‌های همتا ← ساختار یکسان
 - تشریح مقایسه‌ای ← اندام‌های آنالوگ ← کار یکسان ولی ساختار متفاوت
 - وستیجیال ← ساختارهای کوچک، ساده و یا ضعیف شده
 - مطالعات مولکولی ← توالی‌هایی از دنا که بین گونه‌های مختلف دیده می‌شود.
 - مکانیسم گونه‌زایی
 - دگرمیخی ← به دلیل مانع جغرافیایی و قطع شارش
 - هم‌میخی ← به دلیل خطای میوزی

فیزیک

فصل اول: حرکت پر خط راست

- مسافت (l): طول مسیر طی شده، جابه‌جایی ($\vec{d}$ یا $\vec{\Delta x}$): برداری که نقطهٔ اولیه را به نهایی وصل می‌کند.
 - شرط برابری مسافت و اندازهٔ جابه‌جایی: حرکت روی خط راست و بدون تغییر جهت باشد. $l \geq |\Delta x|$
 - سرعت متوسط و تندی متوسط: $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ $s_{av} = \frac{l}{\Delta t}$
 - اصطلاحات زمانی: ثانیهٔ n: $n-1$ تا n ثانیهٔ m: $m-1$ تا m ثانیهٔ mn: از $m-1$ تا mn
 - شناخت حرکت
 - بردار مکان: برداری که مبدأ را به مکان وصل می‌کند، معادلهٔ مکان - زمان: $x = f(t)$ ، عبور از مبدأ: x صفر شده و تغییر علامت دهد. فاصله از مبدأ: $|x|$
 - سرعت در حرکت روی محور x : $v > 0$: حرکت به سمت راست، $v < 0$: حرکت به سمت چپ
 - شرط تغییر جهت: v صفر شده و تغییر علامت دهد.
 - شتاب: آهنگ تغییر سرعت: $a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ ، سرعت متغیر $\rightarrow a \neq 0$ ، سرعت ثابت $\rightarrow a = 0$
 - نوع حرکت
 - تندشونده $\leftarrow |v| : \uparrow$ ، $av > 0$
 - کندشونده $\leftarrow |v| : \downarrow$ ، $av < 0$
 - حرکت روی خط راست
 - شیب مماس بر $x-t$ ← سرعت لحظه‌ای، شیب واصل دو نقطه در $x-t$ ← سرعت متوسط
 - شیب مماس بر $v-t$ ← شتاب لحظه‌ای، شیب واصل دو نقطه در $v-t$ ← شتاب متوسط
 - نمودارها
 - مساحت زیر نمودار $v-t$ در یک بازه: Δx ، مساحت زیر نمودار $a-t$ در یک بازه: Δv
 - در نمودار $x-t$: قله و دره یعنی تغییر جهت، قطع محور t یعنی عبور از مبدأ
 - در نمودار $v-t$: قطع محور t یعنی تغییر جهت، نزدیک شدن به محور: کندشونده، دور شدن از محور t : تندشونده
 - حرکت با سرعت ثابت
 - معادلهٔ مکان - زمان: $x = vt + x_0$ ، جابه‌جایی با سرعت ثابت: $\Delta x = v\Delta t$
 - نمودار $x-t$: خطی به شیب v (سرعت) و عرض از مبدأ x_0 (مکان اولیه)
 - معادلهٔ $v-t$: $v = at + v_0$ ، معادلهٔ $x-t$: $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$
 - فرمول‌ها: مستقل از شتاب: $\Delta x = \frac{v_1 + v_2}{2} \Delta t$ ، مستقل از زمان: $v_2^2 - v_1^2 = 2a\Delta x$
 - مستقل از سرعت ثانویه: $\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t$ ، سرعت متوسط: $v_{av} = \frac{v_1 + v_2}{2}$ ، سرعت متوسط = سرعت در لحظهٔ وسط، جابه‌جایی در ثانیهٔ n: $\Delta x_n = (n - \frac{1}{2})a + v_0$
 - حرکت با شتاب ثابت
 - در معادلهٔ $x = At^2 + Bt + C$
 - A هم علامت B ← تغییر جهت نداریم، همواره تندشونده
 - A مخالف علامت B ← تغییر جهت داریم، ابتدا کندشونده، سپس تندشونده
 - سرعت - زمان: خطی به شیب a و عرض از مبدأ v_0
 - نمودارها
 - مکان - زمان: یک سهمی ← $a > 0$ سهمی رو به بالا، $a < 0$ سهمی رو به پایین.



فصل دوم: دینامیک

قانون اول، (اندازه و جهت سرعت ثابت می ماند)، $F_{net} = 0 \Rightarrow v = \text{ثابت}$ ، یعنی: تمایل به حفظ حالت قبلی

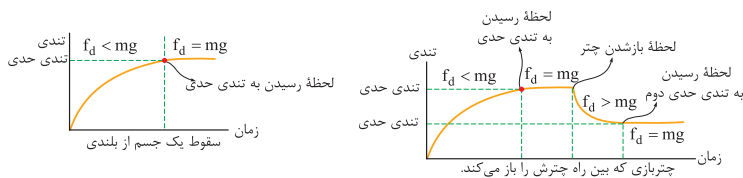
قانون دوم، $F_{net} = ma$ ، نیروی خالص در جهت شتاب جسم هم جهت و متناسب هستند.

قانون سوم، نیروهای کنش و واکنش هم اندازه اند و در خلاف جهت هم

وزن (W)، $W = mg$ ، جرم: ثابت، وزن: متغیر، جرم: نرده ای، وزن: برداری

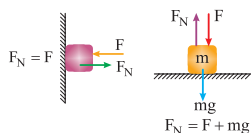
نیروی مقاومت هوا (f_d) وابسته به تندی و اندازه جسم، همیشه در خلاف جهت حرکت جسم

تندی حدی: پس از رها شدن جسم از یک ارتفاع بلند، با افزایش تندی، f_d هم افزایش می یابد تا در جایی با mg برابر شود و تندی ثابت بماند.



فرمول ندارد و به کمک قوانین نیوتون محاسبه می شود. مثلاً

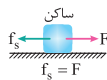
عددی که ترازو نشان می دهد: F_N



آسانسور: $F_N = m(g \pm |a|)$

کندشونده رو به پایین / تندشونده رو به بالا

تندشونده رو به پایین / کندشونده رو به بالا



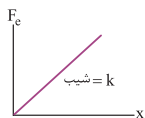
نیروی اصطکاک ایستایی (f_s) هم اندازه با نیروی محرک / وقتی جسم شروع به حرکت نمی کند.

نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه ($f_{s,max}$) $f_{s,max} = F_N \mu_s$ (وقتی جسم در آستانه حرکت است).

نیروی اصطکاک (f) جسم شروع به حرکت نمی کند: $F_{محرک} \leq f_{s,max}$

جسم شروع به حرکت می کند: $F_{محرک} > f_{s,max}$

نیروی اصطکاک جنبشی (f_k) $f_k = F_N \mu_k$ (وقتی جسم در حال حرکت است).



نیروی سطح، نیروی تکیه گاه (R)، $R = \sqrt{F_N^2 + f^2}$

اندازه: $F_c = kx$ (X: تغییر طول فنر نسبت به حالت عادی)

جهت: در جهتی که جسم و فنر به حالت تعادل پایدار برگردند.

نیروی کششی طناب (T) فرمول ندارد و به کمک قوانین نیوتون محاسبه می شود. طناب همیشه جسم را می کشد. (نمی تواند جسم را هل بدهد).

تکانه $p = mv$ ، $\vec{p} = m\vec{v}$ تغییرات: $\Delta p = m\Delta v$ ، هر بلایی سر سرعت بیاید سر تکانه هم میاد.

رابطه با انرژی جنبشی: $K = \frac{p^2}{2m}$

رابطه با نیروی خالص $F_{net} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ شیب نمودار تکانه - زمان

مساحت زیر نمودار نیروی خالص - زمان در یک بازه تغییرات تکانه

$F_{net} \Delta t = m\Delta v$

هر دو جسم نیروی جاذبه گرانشی به هم وارد می کنند. $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$

نیروی گرانش - شتاب گرانشی سطح سیاره: $g = \frac{GM}{R^2}$

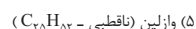
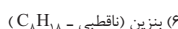
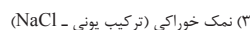
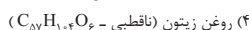
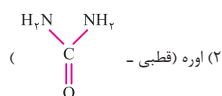
شتاب گرانشی در ارتفاع h از سطح زمین: $g' = \frac{GM}{(R+h)^2}$

$g' = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 g$

فصل اول: مولکول در خدمت تندرستی

امید به زندگی شاخصی است که نشان می‌دهد با توجه به خطراتی که انسان‌ها در طول زندگی با آن مواجه هستند، به طور میانگین چند سال عمر می‌کنند. مقایسه امید به زندگی در نواحی مختلف: نواحی برخوردار < میانگین جهانی < نواحی کم‌برخوردار اما میزان رشد امید به زندگی در نواحی کم‌توسعه یافته، بیشتر است.

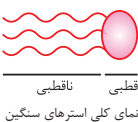
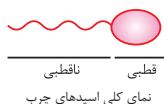
حفظیات: آلاینده‌ها موادی هستند که بیش از مقدار طبیعی در یک محیط، نمونه ماده یا یک جسم وجود دارد.



چربی‌ها:

مخلوطی از اسیدهای چرب و استرهای بلندزنجیر هستند.

چربی‌ها ناقطبی هستند و نیروهای بین مولکول غالب در آن‌ها، وان‌دروالسی است.



انواع مخلوط‌ها: (۱) محلول: همگن - پایدار - عدم پخش نور - تشکیل شده از یون‌ها و مولکول‌ها (۲) کلوئید: ناهمگن - پایدار - پخش نور - تشکیل شده از مولکول‌های بزرگ یا توده‌های مولکولی (۳) سوسپانسیون: ناهمگن - ناپایدار - پخش نور - تشکیل شده از ذرات ریز ماده

صابون‌ها: (۱) صابون‌ماده‌ای است که می‌تواند هم در آب و هم در چربی حل شود. (۲) جامد: نمک سدیم اسید چرب (RCOONa) (۳) مایع: نمک پتاسیم / آمونیوم اسید چرب (RCOONH_4 یا RCOOK)

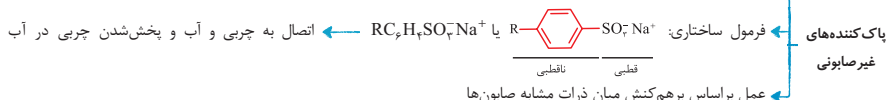
فرمول عمومی با گروه R خطی و سبزشده: $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COO}^-\text{Na}^+$ یا $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{O}_2^-\text{Na}^+$

صابون‌ها دو بخش قطبی و دو بخش آب‌دوستی دارند.

عوامل مؤثر بر قدرت پاک‌کنندگی: (۱) دما (۲) نوع پارچه (نخی یا پلی‌استری) (۳) نوع آب (۴) وجود یا عدم وجود آنزیم (۵) نوع و مقدار صابون مصرفی

افزودنی‌ها به صابون: (۱) گوگرد: از بین‌برنده قارچ‌های پوستی و جوش‌های صورت (۲) مواد شیمیایی کلردار: ↑ قدرت ضدعفونی‌کنندگی و میکروب‌کشی (۳) نمک‌های فسفات: واکنش با یون‌های Ca^{2+} و Mg^{2+} و ↑ قدرت پاک‌کنندگی صابون

تولیدشده از بنزن و مواد اولیه دیگر در صنایع پتروشیمیایی با قدرت پاک‌کنندگی بیشتر نسبت به صابون‌ها



مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



پاک‌کننده‌های خورنده ← عمل براساس واکنش میان ذرات و برهم‌کنش میان آن‌ها؛ مانند NaOH (لوله‌بازکن)، HCl (جوهرنمک) و سفیدکننده‌ها و مخلوط سدیم هیدروکسید (سود سوزآور) و پودر آلومینیم

واکنش این پاک‌کننده‌ها در لوله‌ها و مجاری مسدودشده:

فراورده‌های دیگر + گاز هیدروژن → آب + مخلوط سدیم هیدروکسید و آلومینیم

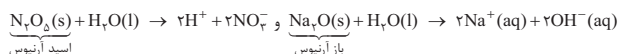
واکنش گرماده ← افزایش دما

ذوب‌شدن چربی‌ها ↑ قدرت پاک‌کنندگی

مخلوط دارای خاصیت بازی و ایجاد صابون ← انحلال در آب و افزایش قدرت پاک‌کنندگی

تولید گاز ← ایجاد فشار و ضربه مکانیکی

آرنیوس با کار بر روی رسانای الکتریکی محلول‌های آبی، نخستین کسی بود که اسیدها و بازها را بر یک مبنای علمی توصیف کرد.
اسید و باز آرنیوس ← ماده‌ای که هنگام انحلال در آب، غلظت یون‌های H^+ و OH^- را افزایش دهند، به ترتیب اسید و باز آرنیوس می‌شود:



یونش کامل در آب، الکترولیت‌های قوی و به طور کلی فاقد مولکول‌های یونیده‌نشده

اسیدهای قوی ← مقایسه غلظت یون‌ها و اسید اولیه: $M(HX) = [H^+] = [X^-]$

مثال، HCl، HBr، HI، HNO_3 ، H_2SO_4 و ...

یونش جزئی در آب، الکترولیت ضعیف، شمار یون‌ها اندک و حاوی شمار زیاد مولکول‌های اسید

اسیدهای ضعیف ← مقایسه غلظت یون‌ها و اسید اولیه: $M(HX) > [H^+] = [X^-]$

مثال، HF، HCN، کربوکسیلیک اسیدها، HNO_3 و ...

یونش کامل در آب، الکترولیت‌های قوی و فاقد مولکول‌های یونیده‌نشده

بازهای قوی ← معادله یونش بازهای قوی: $B(OH)_n(aq) \xrightarrow{H_2O(l)} B^{n+}(aq) + nOH^-(aq)$

مثال، هیدروکسیدهای فلزات گروه اول و دوم جدول دوره‌ای (به جز $Be(OH)_2$ و $Mg(OH)_2$)

یونش جزئی در آب، الکترولیت‌های ضعیف، شامل یون‌های اندک و حاوی شمار زیاد مولکول‌های باز

بازهای ضعیف ← مثال، آمونیاک (محلول شیشه‌پاک‌کن)

مقایسه غلظت گونه‌ها در محلول آمونیاک: $M(NH_3) > [NH_4^+] = [OH^-]$

ثابت یونش یک اسید، نسبت حاصل ضرب غلظت تعادلی یون‌های موجود در محلول را به غلظت تعادلی آن اسید نشان می‌دهد و با K_a نشان داده می‌شود.
 $HA \rightleftharpoons A^- + H^+; K_a = \frac{[A^-][H^+]}{[HA]}$

ثابت تعادل برای بازها، به ثابت یونش باز معروف است و با K_b نشان داده می‌شود.

ثابت یونش اسیدها و بازها ← هرچه K_b / K_a ↑ میزان یونش اسید / باز ↑ $[H^+]$ / $[OH^-]$ ↑ اسید / باز قوی‌تر و رسانایی الکتریکی محلول آن ↑

مقایسه قدرت اسیدی اسیدهای ضعیف: $HCN < H_2CO_3 < CH_3COOH < HCOOH < HNO_3$

مقدار عددی ثابت یونش اسیدها و بازها تنها به دما وابسته است.

ارتباط میان $[H^+]$ و $[OH^-]$ با pH
هرچه خاصیت اسیدی یک محلول ↑ $[H^+] \uparrow$ / $[OH^-] \downarrow$ / pH ↓
هرچه خاصیت بازی یک محلول ↑ $[OH^-] \uparrow$ / $[H^+] \downarrow$ / pH ↑

در دمای اتاق رابطه $[H^+][OH^-] = 10^{-14}$ برقرار است؛ پس: البته خاصیت اسیدی ↑ $[H^+] \uparrow$ / pH ↓ $[OH^-] \downarrow$ ← خاصیت بازی ↓



مرورنامه آزمون آزمایشی خیل سبز

شیمی

- آب و همه محلول‌های آبی، حاوی یون‌های OH^- و H^+ هستند؛ این یون‌ها در اثر خود یونش آب نیز به دست می‌آیند.
- آب خالص در هر دمایی خنثی است؛ زیرا در هر دمایی رابطه $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$ برقرار است و در دمای 25°C غلظت یون‌ها یکسان و برابر 10^{-7} مولار است.
- یونش آب
- $$\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$$
- در محلول‌های آبی در دمای 25°C ، هرگاه غلظت یکی از یون‌های OH^- یا H^+ افزایش یابد، غلظت یون دیگر کاهش می‌یابد.
- در محلول‌های اسیدی و بازی هر دو یون H^+ و OH^- وجود دارند؛ اما در محلول‌های اسیدی $[\text{H}^+]$ و در محلول‌های بازی $[\text{OH}^-]$ بیشتر از دیگری است.
- در واکنش خنثی‌شدن اسیدها و بازها، یون‌های H^+ در واکنش با یون‌های OH^- ، به مولکول‌های آب تبدیل می‌شوند؛ در حالی که سایر یون‌ها دست‌نخورده باقی می‌مانند.
- شونده‌های خورنده
- برای بازکردن لوله‌های مسدودشده با اسیدهای چرب، می‌توان از محلول غلیظ سدیم هیدروکسید استفاده کرد. فرآورده این واکنش محلول در آب و پاک‌کننده است و چربی‌های اضافی را می‌زداید.
- اگر موادی که سبب گرفتگی لوله‌ها و مجاری می‌شوند، خاصیت بازی داشته باشند، برای زدودن آن‌ها از محلول غلیظ HCl استفاده می‌شود.
- غلظت یون H^+ در شیره معده، حدود 10^{-3} مولار است.
- ↑ مقدار اسید معده
- ↑ شمار یون‌های جذب‌شده توسط دیواره معده
- نابودی سلول‌های دیواره معده
- درد، التهاب و خونریزی
- ضد اسیدها
- ضد اسیدها داروهایی هستند که با خنثی کردن مقداری از اسید معده سبب کاهش میزان اسید معده می‌شوند.
- مواد موجود در سه نمونه از ضد اسیدها: NaHCO_3 (۱)، $\text{Al}(\text{OH})_3$ (۲)، $\text{Mg}(\text{OH})_2$ (۳)
- شیر منیزی، یکی از رایج‌ترین ضد اسیدهاست که شامل $\text{Mg}(\text{OH})_2$ است و به شکل سوسپانسیون مصرف می‌شود.

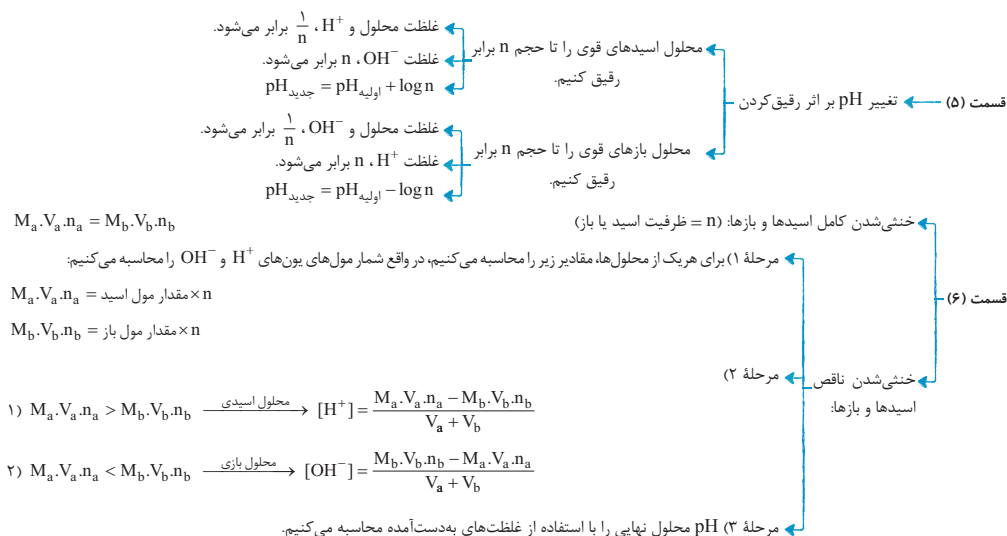
(۱) مسائل

- واکنش تولید صابون
- واکنش NaOH با اسید چرب: $\text{RCOOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{RCOO}^-\text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O}$
- واکنش NaOH با استر بلندزنجیر:
- $$\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{RCOO} + \text{NaOH} \rightarrow \text{RCOONa} + \text{C}_n\text{H}_{2n}\text{OH}$$
- الکل
- قسمت (۱)
- واکنش صابون با آب سخت:
- $$2\text{RCOONa}(\text{aq}) + \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow (\text{RCOO})_2\text{Ca}(\text{s}) + 2\text{Na}(\text{aq})$$
- $$2\text{RCOONa}(\text{aq}) + \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow (\text{RCOO})_2\text{Mg}(\text{s}) + 2\text{Na}(\text{aq})$$

- محاسبه درجه یونش اسیدها (α): $\text{HA}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{A}^-(\text{aq})$
- قسمت (۲)
- محاسبه ثابت تعادل برای واکنش $\text{aA} + \text{bB} \rightarrow \text{cC} + \text{dD}$:
- $$K = \frac{[\text{C}]^c [\text{D}]^d}{[\text{A}]^a [\text{B}]^b} \rightarrow \text{یکتا: } \left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right)^{(c+d)-(a+b)}$$

- محاسبه ثابت یونش اسیدی:
- مقادیر K_a برای اسیدها
- اسیدهای قوی $\alpha = 1$ ← K_a بزرگ
- اسیدهای ضعیف $\alpha < 1$
- قسمت (۳)
- محاسبه pH
- اسیدها:
- محاسبه pH بازها:
- اسیدهای خیلی ضعیف ($K_a < 10^{-7}$ یا $\alpha < 0.05$)
- $$K_a = \frac{[\text{H}^+]}{M - [\text{H}^+]}$$
- $$K_a = \frac{M\alpha}{1 - \alpha}$$
- $$K_a = \frac{[\text{H}^+]}{M}, K_a = M\alpha \Rightarrow [\text{H}^+] = \sqrt{K_a \cdot M}$$
- $$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = M \cdot \alpha \Rightarrow \text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$
- طرزیت اسید
- $$[\text{OH}^-] = M \cdot \alpha \Rightarrow \text{در دمای اتاق: } [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \Rightarrow \text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$
- طرزیت باز

- قسمت (۴)
- محاسبه pH محلول حاصل از اختلاط اسیدهای قوی: (M: غلظت مولی محلول‌ها و V: حجم محلول‌ها)
- $$[\text{H}^+] = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$



فصل دوم: آکسایش و رافاه در ساینه شیمی



سلول الکترولیتی	سلول گالوانی	
انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل می‌شود.	انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.	تفاوت‌ها
با اعمال یک ولتاژ بیرونی یک واکنش «اکسایش - کاهش» دلخواه انجام می‌شود.	یک واکنش شیمیایی در جهت طبیعی پیش می‌رود.	
دو الکترود درون یک الکترولیت قرار گرفته‌اند (الکترولیت یک محلول یونی یا یک ترکیب یونی مذاب است).	دارای دو الکترولیت است که توسط دیواره‌ای متخلخل از هم جدا شده‌اند (الکترولیت‌ها حاوی کاتیون‌هایی از جنس الکترودها هستند).	
آند قطب مثبت و کاتد، قطب منفی است.	آند، قطب منفی و کاتد، قطب مثبت است.	
معمولاً الکترودهای آند و کاتد بی‌اثرند و در واکنش شرکت نمی‌کنند.	معمولاً الکترودهای آند و کاتد در واکنش شرکت می‌کنند.	
اکسایش در آند و کاهش در کاتد انجام می‌شود.		شباهت‌ها
جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی از آند به کاتد است.		
کاتیون‌ها به سمت کاتد و آنیون‌ها به سمت آند مهاجرت می‌کنند.		

شیمی‌دان‌ها، SHE را به عنوان مبنا انتخاب کردند و پتانسیل آن را برابر صفر در نظر گرفتند.

نیم‌سلول استاندارد هیدروژن (SHE) شامل یک الکترود پلاتینی (Pt) است.

دارای محلول یک مولار از یون‌های H^+ در دمای $25^\circ C$ است که گاز هیدروژن با فشار 1 atm درون این نیم‌سلول‌ها وجود دارد.

در فناوری‌های جدید ساخت باتری، فلز Li دارای نقش مهمی است؛ زیرا لیتیم کم‌ترین جگالی و E° را در میان فلزها دارد.

باتری‌های لیتیمی می‌توانند قابل شارژ و با غیر قابل شارژ باشند، اما همه باتری‌ها، از لیتیم ساخته نمی‌شوند؛ مثل باتری‌های دگمه‌ای روی - نقره (Zn - Ag).

سلول سوختی، نوعی سلول گالوانی است که افزون بر کارایی بیشتر، ردپای CO_2 را کاهش می‌دهد.

سوزاندن هیدروژن در موتور درون‌سوز، بازدهی نزدیک به 20% دارد در حالی که اکسایش آن در سلول سوختی، بازدهی را تا ۳ برابر افزایش می‌دهد.

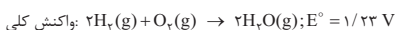
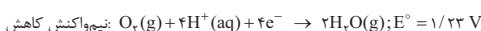
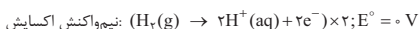
سلول سوختی «هیدروژن - اکسیژن»

گاز H_2 به صورت غیرمستقیم و کنترل‌شده با O_2 واکنش داده و بخش قابل توجهی از انرژی شیمیایی این واکنش به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

اجزا: الکترود آند، الکترود کاتد

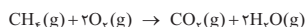
سلول سوختی: غشای مبادله‌کننده یون H^+

جهت حرکت e^- ها از آند به کاتد و از طریق مدار بیرونی (رسانای الکترونی) و جهت حرکت H^+ ها در غشای مبادله‌کننده (رسانای یونی) به سمت کاتد است.



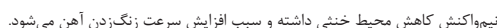
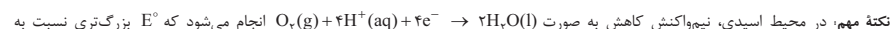
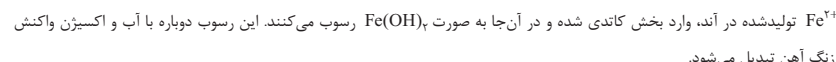
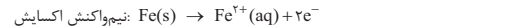
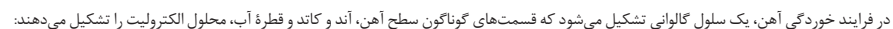
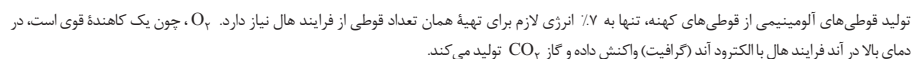
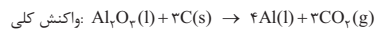
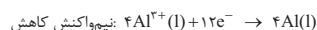
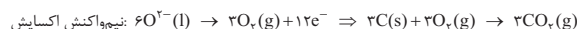
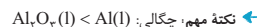
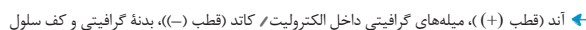
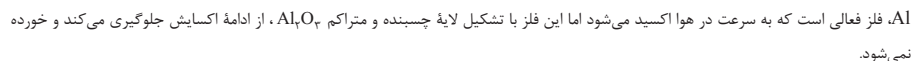
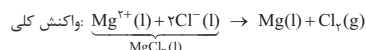
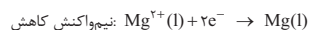
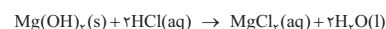
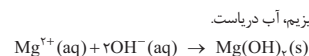
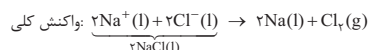
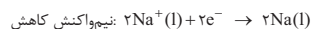
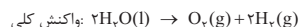
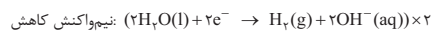
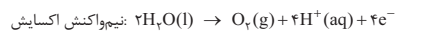
حالت گازی

سلول سوختی برخلاف باتری‌ها، انرژی شیمیایی را ذخیره نمی‌کند.



سلول سوختی «متان - اکسیژن» معادله کلی واکنش انجام‌شده:

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



انجام در سلول های الکترولیتی و با عبور جریان الکتریکی و

تبدیل مولکول های آب، به عناصر سازنده

برقکافت آب حجم گاز H_2 تولید شده در اطراف کاتد، ۲ برابر

حجم گاز O_2 تولید شده در اطراف آند است.

در محلول پیرامون آند، pH ↓ و در محلول

پیرامون کاتد، pH ↑ می یابد.

فلز سدیم را می توان از برقکافت سدیم کلرید مذاب (نه محلول!) در یک سلول

الکترولیتی تهیه کرد.

فلز سدیم در سمت کاتدی (قطب -) و گاز زرد رنگ Cl_2 در سمت آندی (قطب

+) تولید می شود.

در صنعت، فلز Mg را از برقکافت منیزیم کلرید مذاب (نه محلول!) تهیه می کنند که یکی از منابع فلز منیزیم، آب دریاست.

مرحله ۱)

مرحله ۲) عبور از صافی و واکنش با یک اسید قوی (HCl)

مرحله ۳) ابتدا خشک کردن $MgCl_2$ و سپس ورود مذاب آن به سلول الکترولیتی:

تهیه فلز منیزیم

نکته مهم، چگالی: $Mg(l) < MgCl_2(l)$

نمی شود.

رایج ترین روش تولید Al که در سلول الکترولیتی با آند و کاتد از جنس گرافیت انجام می شود.

فرایند هال -

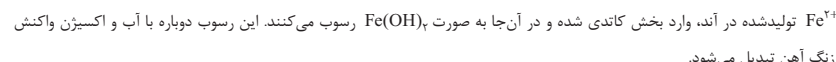
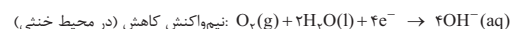
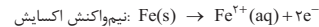
آند (قطب +)، میله های گرافیتی داخل الکترولیت / کاتد (قطب -)، بدنه گرافیتی و کف سلول

فرایند هال

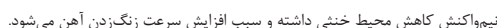
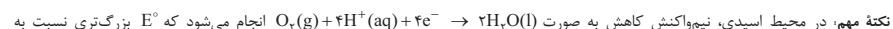
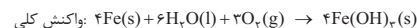
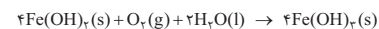
نکته مهم، چگالی: $Al_2O_3(l) < Al(l)$

تولید قوطی های آلومینیومی از قوطی های کهنه، تنها به ۷٪ انرژی لازم برای تهیه همان تعداد قوطی از فرایند هال نیاز دارد. O_2 ، چون یک کاهنده قوی است، در دمای بالا در آند فرایند هال با الکترون آند (گرافیت) واکنش داده و گاز CO_2 تولید می کند.

در فرایند خوردگی آهن، یک سلول گالوانی تشکیل می شود که قسمت های گوناگون سطح آهن، آند و کاتد و قطره آب، محلول الکترولیت را تشکیل می دهند:



داده و به زنگ آهن تبدیل می شود.

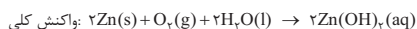
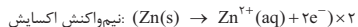




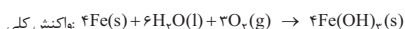
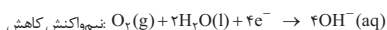
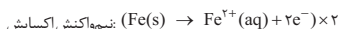
مرورنامه آزمون آزمایشی خیل سبز

شیمی

- در روش حفاظت کاتدی، فلز با E° کوچکتر (منفی تر) آند بوده و دچار خوردگی می شود اما فلز با E° بزرگتر (مثبت تر) کاتد بوده و در سطح آن واکنش کاهش اکسیژن صورت می گیرد اما خود فلز خورده نمی شود.
- نیم واکنش کاهش در حفاظت کاتدی مشابه نیم واکنش کاهش در خوردگی آهن است که در هر دو حالت، اکسیژن کاهش می یابد.
- ورقه آهنی با پوششی از فلز روی - کاربرد در ساخت تانکر آب و کانال کولر
- قبل از ایجاد خراش فلز روی به عنوان پوشش، مانع از ورود رطوبت و اکسیژن به سطح آهن می شود
- آهن گالوانیزه (سفید) خورده نمی شود.
- با ایجاد خراش فلز روی خورده می شود تا از خورده شدن فلز آهن جلوگیری کند (حفاظت کاتدی).

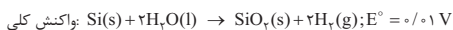
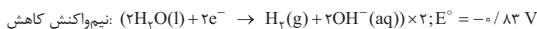


- ورقه آهنی پوشیده شده با لایه نازک قلع - کاربرد در ساخت قوطی کنسرو روغن نباتی
- قبل از ایجاد خراش حفاظت فلز قلع از آهن به عنوان پوشش
- بعد از ایجاد خراش آهن به دلیل E° کوچکتر (منفی تر) از قلع، به عنوان آند اکسایش یافته و خورده می شود.
- قوطی های حلبی در اثر خراش زودتر دچار خوردگی می شوند.
- برای ساخت ظروف بسته بندی مواد غذایی از حلبی استفاده می شود و از آهن سفید نباید استفاده کرد.



- پوشاندن سطح یک فلز با لایه نازکی از فلزهای ارزشمند و مقاوم در برابر خوردگی، آبکاری نام دارد که در سلول های الکترولیتی انجام می شوند.
- فلز پوشاننده (نقره) در آند خورده شده و به صورت یون (Ag^{+}) وارد محلول الکترولیت می شود.
- کاتیون های فلز پوشاننده (Ag^{+}) در کاتد کاهش یافته و روی جسم مورد نظر (جسم فولادی) می نشینند.
- الکترولیت باید حاوی کاتیون های فلز آند (Ag^{+}) باشد.
- جسمی که به عنوان کاتد (فولاد) قرار است توسط فلز نقره پوشیده شود، باید رسانای جریان برق باشد.

برای انجام فرایندهای اکسایش و کاهش از نور استفاده می کنند. نمونه ای از آن ها برای تهیه گاز H_2 به کار می رود:



- سلول های نور الکتروشیمیایی
- مزایا:
- (۱) استفاده از نور خورشید، ارزان است.
- (۲) آلایندگی کمتری تولید می شود.

- عدد اکسایش عنصرها در حالت آزاد برابر صفر و در حالت یون تک اتمی برابر بار آن هاست.
- عدد اکسایش فلزها در ترکیبها: فلزهای گروه (۱) برابر (+۱)، فلزهای گروه (۲) برابر (+۲) و Al برابر (+۳)
- عدد اکسایش فلزبور در ترکیب های مختلف آن، برابر (-۱) است.
- عدد اکسایش هیدروژن معمولاً برابر (+۱) است. به جز در ترکیب نافلزها که برابر (-۱) است.
- عدد اکسایش اکسیژن، معمولاً برابر (-۲) است؛ به جز در ترکیب های: H_2O_2 ، HOF ، OF_2 و O_3
- مجموع عدد اکسایش اتمها در یک مولکول، برابر صفر و در یک یون چند اتمی برابر با یون بار است.



مسائل (۲)

- در واکنش‌های «اکسایش - کاهش»، برای تعیین شمار الکترون‌های مبادله‌شده می‌توان از روابط زیر استفاده کرد:
- یا ضریب گونه کاهنده $\times$ زیروند گونه کاهنده $\times$ میزان تغییر عدد اکسایش گونه کاهنده
- یا ضریب گونه اکسنده $\times$ زیروند گونه اکسنده $\times$ میزان تغییر عدد اکسایش گونه اکسنده
- محاسبه نیروی الکتروموتوری (emf) یک سلول گالوانی: (آند) $- E^\circ$ (کاتد) $= E^\circ$ (سلول) $= emf$
- برای محاسبه تغییر جرم آند و کاتد در سلول‌های گالوانی، ابتدا واکنش انجام‌شده را نوشته و سپس با استفاده از روش کسرهای تناسب یا کسرهای تبدیل، مسئله را حل می‌کنیم:
- شمار e^- مبادله‌شده = $\frac{\text{مول } e^- \text{ مبادله‌شده}}{\text{ضریب } e^- \text{ در واکنش}}$
- وقتی تیغه‌ای را وارد محلول یونی با خاصیت اکسندگی بیشتر می‌کنیم، تغییر جرم تیغه برابر است با:
- | جرم فلز کاتدی کاهش‌یافته - جرم فلز آندی اکسایش‌یافته | = تغییر جرم تیغه
- اگر همه رسوب تشکیل‌شده روی تیغه قرار گیرد، می‌توانیم از کسر تناسب زیر استفاده می‌کنیم:
- $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{تغییر جرم تیغه}}{(\text{جرم مولی یون اکسنده} \times \text{ضریب}) - (\text{جرم مولی یون اکسنده} \times \text{ضریب})}$

ریاضی

فصل اول: تابع

- انتقال: $f(x) \pm b$ (چپ بالا، راست پایین) یا $f(x) \pm a$ (چپ بالا، راست پایین)
- قرینه‌یابی: $f(-x)$ (نسبت به محور y) یا $-f(x)$ (نسبت به محور x)
- تبدیل نمودارها: انقباض و انقباض: $f(kx)$ (انقباض $k > 1$) یا $f(\frac{x}{k})$ (انبساط $0 < k < 1$)
- ترتیب: $af(bx+c)+d$ (چهارم اول، دوم سوم)
- قدرمطلق: $|f(x)|$ (قسمت‌های زیر محور x ها، نسبت به محور x ها قرینه می‌شود)
- $f(|x|)$ (سمت چپ محور y ها پاک می‌شود و قرینه سمت راست به سمت چپ محور y ها می‌آید)
- نمودار توابع درجه ۳ به فرم $y = a(x-\alpha)^3 + \beta$ (برای $a > 0$ و $a < 0$)
- محاسبه $(f \circ g)(a)$: دو مرحله دارد: اول $g(a)$ ، بعد $f(g(a))$
- ترکیب توابع: دامنه: $D_{f \circ g} = \{x \in D_g \mid (g(x) \in D_f)\}$
- (برد: ۱) برد تابع g (داخلی) را حساب می‌کنیم (می‌شود بازه I) (برد تابع f با دامنه I را حساب می‌کنیم)



مرورنامه آزمون آزمایشی خیل سبز

ریاضی

$$\begin{aligned} D_{f \circ f^{-1}} &= D_{f^{-1}} = R_f \text{ و } (f \circ f^{-1})(x) = x \\ D_{f^{-1} \circ f} &= D_f \text{ و } (f^{-1} \circ f)(x) = x \\ f \circ f^{-1} &= f^{-1} \circ f \text{ اگر } f \text{ و } f^{-1} \text{ آن گاه } D_f = R_f \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{صعودی } (a > 1) \quad \text{صعودی اکید } (ab > 0) \quad \text{صعودی اکید } (a > 0) \quad \text{صعودی اکید } (m > 0) \\ & \log_a x \quad a^x \quad a \sqrt{bx+c+d} \quad a(x-\alpha)^r + \beta \quad mx+h \\ & \text{نزولی } (0 < a < 1) \quad \text{نزولی اکید } (ab < 0) \quad \text{نزولی اکید } (a < 0) \quad \text{نزولی اکید } (m < 0) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \frac{ax+b}{cx+d} \quad |x-a| + |x-b| \quad |ax+b| \quad \text{سه می} \quad \text{رأس} \\ & x = -\frac{d}{c} \quad x=a, x=b \quad -\frac{b}{a} \end{aligned}$$

$$f(a) = b \Leftrightarrow f^{-1}(b) = a \text{ یا } (b, a) \in f^{-1} \text{ آن گاه } (a, b) \in f$$

$$D_f = R_{f^{-1}} \text{ و } D_{f^{-1}} = R_f$$

نکات تابع وارون و نمودار f^{-1} و f نسبت به خط $y=x$ قرینه‌اند.

شرط وارون پذیری، یک به یک بودن است.

برای محاسبه $f^{-1}(k)$ می‌توانیم معادله $f(x) = k$ را حل می‌کنیم.

محاسبه ضابطه: (۱) x را تنها می‌کنیم. (۲) جای x و y را عوض می‌کنیم.

$$\begin{aligned} & \frac{ax+b}{cx+d} \quad ax+b \quad \frac{1}{a}x - \frac{b}{a} \\ & \frac{-dx+b}{cx-a} \quad \text{اتحادهای } (x \pm 1)^r \text{ را بلد باشید.} \quad \text{اول باید مربع کامل کنیم.} \end{aligned}$$

روش ضابطه‌ای: ضابطه f^{-1} را به دست می‌آوریم و بعدش معادله $f(x) = f^{-1}(x)$ را حل می‌کنیم.

نقطه (یا نقاط) برخورد f و f^{-1} روش نموداری: نمودار f را نسبت به $y=x$ قرینه می‌کنیم تا نمودار f^{-1} به دست آید. تعداد نقاط برخوردشان معلوم می‌شود.

برخورد $y=x$: اگر f صعودی اکید باشد، جواب‌های معادله $f(x) = x$ ، طول نقاط برخورد f و f^{-1} است.

رسم نمودار

$$\begin{aligned} & \text{ساختن } y \text{ به کمک نامساوی‌ها: } (ax+b)^r \geq 0, |ax+b| \geq 0, \sqrt{ax+b} \geq 0, -1 \leq \frac{\sin u}{\cos u} \leq 1, 0 \leq u - [u] < 1 \end{aligned}$$

روش‌های محاسبه برد استفاده از یکنوایی: اگر f صعودی اکید و پیوسته با دامنه $[a, b]$ باشد، آن گاه: $R_f = [f(a), f(b)]$

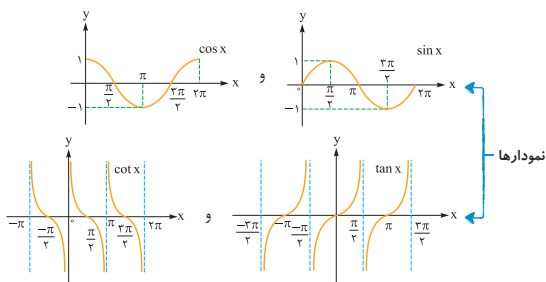
$$\begin{aligned} & \sqrt{R^2 - x^2} \quad |x-a| + |x-b| \quad |x-a| - |x-b| \quad \text{سه می} \\ & [0, R] \quad [-|a-b|, |a-b|] \quad [|a-b|, +\infty) \quad a > -\frac{\Delta}{\tau_a}, +\infty) \quad a < -\frac{\Delta}{\tau_a}, -\infty) \end{aligned}$$

فصل دوم: مثلثات

(۱) اگر کمان از 2π بیشتر بود، مجاز هستیم مضارب 2π را از آن کم کنیم تا به زاویه‌ای در محدوده صفر تا 2π برسیم.

(۲) اگر π یا 2π داشتیم، نسبت مثلثاتی عوض نمی‌شود، ولی اگر $\frac{\pi}{2}$ یا $\frac{3\pi}{2}$ داشتیم، $\sin$ به $\cos$ (و بالعکس) و $\tan$ به $\cot$ (و بالعکس) تبدیل می‌شود.

(۳) α را زاویه‌ای در ربع اول (مثلاً 0°) در نظر می‌گیریم و با توجه به آن، محدوده زاویه $\frac{k\pi}{\tau} \pm \alpha$ را مشخص و علامت نسبت را تعیین می‌کنیم.



نمودارها

$$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cos \beta \pm \sin \beta \cos \alpha$$

$$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta$$

$$\tan(\alpha \pm \beta) = \frac{\tan \alpha \pm \tan \beta}{1 \mp \tan \alpha \tan \beta}$$

$$\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha \text{ و } \sin 3\alpha = 3 \sin \alpha - 4 \sin^3 \alpha$$

$$\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha \text{ و } \cos 3\alpha = 4 \cos^3 \alpha - 3 \cos \alpha$$

$$\tan 2\alpha = \frac{2 \tan \alpha}{1 - \tan^2 \alpha}$$

$$1 - \cos \frac{\alpha}{2} = 2 \sin^2 \frac{\alpha}{4} \text{ و } 1 + \cos \frac{\alpha}{2} = 2 \cos^2 \frac{\alpha}{4}$$

$$\sin \alpha \pm \cos \alpha = \sqrt{2} \sin\left(\alpha \pm \frac{\pi}{4}\right)$$

$$\tan \alpha + \tan \beta = \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\cos \alpha \cos \beta} \text{ و } \cot \alpha - \tan \alpha = 2 \cot 2\alpha \text{ و } \tan \alpha + \cot \alpha = \frac{2}{\sin 2\alpha}$$

$$\frac{1 + \cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha} = \cot \frac{\alpha}{2} \text{ و } \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{\sin \alpha}{1 + \cos \alpha} = \tan \frac{\alpha}{2}$$

$$\frac{1 + \tan \alpha}{1 - \tan \alpha} = \tan\left(\frac{\pi}{4} + \alpha\right) \text{ و } \frac{1 - \tan \alpha}{1 + \tan \alpha} = \tan\left(\frac{\pi}{4} - \alpha\right)$$

$$\cos \alpha = \frac{1 - \tan^2 \frac{\alpha}{2}}{1 + \tan^2 \frac{\alpha}{2}} \text{ و } \sin \alpha = \frac{2 \tan \frac{\alpha}{2}}{1 + \tan^2 \frac{\alpha}{2}} \text{ بر حسب تانژانت نصف کمان}$$

دوره تناوب: $\sin$ و $\cos$ توان زوج $\sin$ و $\cos$ ، قدرمطلق $\sin$ و $\cos$ ، توان فرد و زوج و قدرمطلق $\tan$ و $\cot$

ضرب $\frac{\pi}{2}$ در x

ضرب $\frac{\pi}{2}$ در x

ضرب $\frac{1}{|a|}$ در x

ضرب $\frac{1}{|a|}$ در x

ضرب $\frac{1}{|a|}$ در x

ضرب $\frac{1}{|a|}$ در x

ضرب $\frac{1}{|a|}$ در x

ضرب $\frac{1}{|a|}$ در x

ضرب $\frac{1}{|a|}$ در x

ضرب $\frac{1}{|a|}$ در x

ضرب $\frac{1}{|a|}$ در x

ضرب $\frac{1}{|a|}$ در x

ضرب $\frac{1}{|a|}$ در x

ضرب $\frac{1}{|a|}$ در x

ضرب $\frac{1}{|a|}$ در x

ضرب $\frac{1}{|a|}$ در x

ضرب $\frac{1}{|a|}$ در x

ضرب $\frac{1}{|a|}$ در x

ضرب $\frac{1}{|a|}$ در x

خاص $\sin$

$$\begin{cases} \sin u = 0 \Rightarrow u = k\pi \\ \sin u = 1 \Rightarrow u = 2k\pi + \frac{\pi}{2} \\ \sin u = -1 \Rightarrow u = 2k\pi - \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

خاص $\cos$

$$\begin{cases} \cos u = 0 \Rightarrow u = k\pi + \frac{\pi}{2} \\ \cos u = 1 \Rightarrow u = 2k\pi \\ \cos u = -1 \Rightarrow u = 2k\pi + \pi \end{cases}$$

$$\sin u = \sin A \Rightarrow \begin{cases} u = 2k\pi + A \\ u = 2k\pi + \pi - A \end{cases}$$

$$\cos u = \cos A \Rightarrow u = 2k\pi \pm A$$

$$\tan u = \tan A \Rightarrow u = k\pi + A$$

معادله مثلثاتی



فصل سوم: حد بی‌نهایت و حد در بی‌نهایت

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{۱) } f(x) = A(x).Q(x) + R(x) \\ \text{۲) } \text{درجه } R < \text{درجه } Q \end{array} \right. \xrightarrow{\text{روابط}} \frac{f(x)}{Q(x)} = \frac{A(x)}{1} + \frac{R(x)}{Q(x)}$$

$$f\left(\frac{-b}{a}\right) \leftarrow \text{باقی‌مانده } f(x) \text{ بر } ax + b$$

$$f(1) \leftarrow \text{مجموع ضرایب } f(x)$$

$$\text{حل معادله درجه ۳ به فرم } f(x) = 0 \leftarrow \text{یک مقدار } x = a \text{ پیدا کنید که } f(a) = 0 \text{ را بر } x - a \text{ تقسیم می‌کنیم.}$$

$$f(a) = f(b) = 0 \leftarrow f(x) \text{ بر } (x-a)(x-b) \text{ بخش‌پذیر باشد.}$$

$$f(x) = f'(a) = 0 \leftarrow f(x) \text{ بر } (x-a)^2 \text{ بخش‌پذیر باشد.}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} x^n - a^n = (x-a)(x^{n-1} + ax^{n-2} + a^2x^{n-3} + \dots + a^{n-2}x + a^{n-1}) \\ x^n - a^n = (x+a)(x^{n-1} - ax^{n-2} + a^2x^{n-3} - \dots + a^{n-2}x - a^{n-1}) \end{array} \right. \leftarrow \begin{array}{l} \text{زوج } n \\ \text{تحداد} \end{array}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} x^n - a^n = (x-a)(x^{n-1} + ax^{n-2} + a^2x^{n-3} + \dots + a^{n-2}x + a^{n-1}) \\ x^n + a^n = (x+a)(x^{n-1} - ax^{n-2} + a^2x^{n-3} - \dots - a^{n-2}x + a^{n-1}) \end{array} \right. \leftarrow \begin{array}{l} \text{فرد } n \\ \text{تحداد} \end{array}$$

$$\frac{\text{عدد منتهی}}{0} = +\infty, \frac{\text{عدد مثبت}}{0} = +\infty, \frac{\text{عدد منفی}}{0} = -\infty, \frac{\text{عدد مثبت}}{0} = +\infty, \frac{\text{عدد منفی}}{0} = -\infty$$

$$\frac{\infty}{\infty}, \frac{0}{0}, \frac{\infty}{0}, \frac{0}{\infty} \leftarrow \text{مهم}$$

$$\lim_{x \rightarrow k} \frac{ax^2 + bx + c}{ax^2 + bx + c} = \infty \text{ اگر } \lim_{x \rightarrow k} \frac{ax^2 + bx + c}{ax^2 + bx + c} = \infty \text{ باشد، باید مخرج به شکل } a(x-k)^2 \text{ باشد.}$$

$$\lim_{x \rightarrow k} \frac{f(x)}{ax^2 + bx + c} = \infty \text{ اگر شکل تابع } f(x) = \frac{ax^2 + bx + c}{ax^2 + bx + c} \text{ در اطراف } x = k \text{ به صورت } \frac{0}{0} \text{ یا } \frac{\infty}{\infty} \text{ باشد، آن‌گاه مخرج } a(x-k)^2 \text{ بوده است.}$$

$$\lim_{x \rightarrow \pm\infty} (ax^n + bx^{n-1} + cx^{n-2} + \dots) = \lim_{x \rightarrow \pm\infty} ax^n \text{ فقط جمله پرتوان:}$$

$$\sqrt[n]{ax^n + bx^{n-1} + \dots} = \begin{cases} \sqrt[n]{a(x + \frac{b}{na})} & \text{فرد } n \\ \sqrt[n]{a|x + \frac{b}{na}|} & \text{زوج } n \end{cases} \leftarrow \begin{array}{l} \text{هم‌ارزی رادیکالی در } \pm\infty \\ \text{نمایی} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{درجه صورت } < \text{درجه مخرج} \leftarrow -\infty \text{ یا } +\infty \\ \text{درجه صورت } = \text{درجه مخرج} \leftarrow \text{عدد غیر صفر} \\ \text{درجه صورت } > \text{درجه مخرج} \leftarrow \text{صفر} \end{array} \leftarrow \begin{array}{l} \text{چندجمله‌ای} \\ \text{چندجمله‌ای} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{در } +\infty, \text{ هم‌ارز بزرگ‌ترین پایه} \\ \text{در } -\infty, \text{ هم‌ارز کوچک‌ترین پایه} \end{array} \leftarrow \text{نمایی}$$

$$\log_a a^+ = +\infty \text{ و } \log_a a^- = -\infty \leftarrow \text{لگاریتم}$$



حتماً اول ضابطه را ساده کنید.

در توابع کسری، ریشهٔ مخرج بجانب قائم است. (بعد از ساده کردن)

در توابع به فرم $\log \frac{A}{B}$ ، جواب‌های $A = 0$ و $B = 0$ ، بجانب قائم‌اند.

در $u = k\pi + \frac{\pi}{4}$ ، $\tan u$ ، بجانب قائم را می‌دهد.

همان حد تابع در بی‌نهایت است.

مجاانب افقی تابع $y = \frac{ax^n + bx^{n-1} + \dots}{a'x^n + b'x^{n-1} + \dots}$ ، خط $y = \frac{a}{a'}$ است.

اگر لازم شد از هم‌ارزی رادیکالی در $\pm \infty$ استفاده کنید.

مجاانب افقی تابع $y = a^{bx+c} + d$ ، خط $y = d$ است.