



Radiotherapy

فیزیک پزشکی

Review & Question Bank

مجموعه نکات مهم و پرتکرار + بانک سوالات آزمون ارشد

سوالات ۱۰ سال آزمون ارشد رشته فیزیک پزشکی با پاسخ تشریحی
نکات سطر به سطر بر اساس جدیدترین ویرایش رفرنس ها
بهترین منبع جهت مرور و جمع بندی در کمترین زمان

توجه:

این فایل فقط یک پیش نمایش و خلاصه کوتاه از درسنامه اصلی می باشد.

جهت خرید و دریافت فایل کامل این درسنامه به وب سایت زیر مراجعه کنید و یا با ما تماس بگیرید.

www.imie.ir

گروه آموزش رادیولوژی و تصویربرداری پزشکی ایران نوین




MRI & CT Scan << تصویربرداری پزشکی
فیزیک پزشکی، رادیوبیولوژی
آناتومی

 [Telegram.me/Medimaging](https://t.me/Medimaging)

 [Instagram.com/Medimaging](https://www.instagram.com/Medimaging)

 www.imie.ir

 09218413012
09384204270

راه های تماس با ما:

مقدمه

سلام
خوش آمدید

مجموعه ای که پیش روی شماست مجموعه ای کامل از نکات سطر به سطر رفرنس ها برای جمع بندی دروس آزمون رشته تصویربرداری پزشکی می باشد که در کنار این نکات، مجموعه سوالات آزمون های سال های اخیر با پاسخ تشریحی نیز تهیه و تدوین شده است.

بدیهی است با کاهش حجم مطالب، نکات انتخابی، مهمترین و محتمل ترین برای طرح در آزمون هستند.

تیم ایجاد شده جهت نوشتن این مجموعه، با دقت و ظرافت تمام تغییرات ایجاد شده در رفرنس های جدید به همراه نکات سطر به سطر را بصورت طبقه بندی شده تالیف کردند در نتیجه این درسنامه منبعی کامل جهت مرور نکات به همراه تست های کنکور سال گذشته و نکات برتر برای دانشجویان و داوطلبان آزمون ارشد رشته های فیزیک پزشکی، تصویربرداری پزشکی و داوطلبان آزمون دکتر تخصصی رشته فیزیک پزشکی می باشد.

امید است با مطالعه دقیق نکات انتخاب شده، موفق به پاسخگویی به حداکثر سوالات گردید.

با آرزوی موفقیت برای همه عزیزان



Iran Novin Medical Imaging Education Group

گروه آموزش رادیولوژی و تصویربرداری پزشکی
ایران نوین

توجه: در نوشتن، ویرایش و آماده سازی این درسنامه ها زمان و هزینه زیادی صرف شده است، لطفا از کپی برداری یا انتشار غیرقانونی درسنامه ها خودداری فرمائید.

بخش اول: نکات جمع بندی و مرور سریع

بخش دوم: آنالیز سوالات

بخش سوم: بانک سوالات 10 سال آزمون ارشد رشته فیزیک پزشکی

بخش چهارم: پاسخ تشریحی سوالات کنکور

توجه: هرگونه کپی برداری و تکثیر بدون اجازه مولفین

ممنوع و بدون رضایت شرعی می باشد.

گروه آموزش رادیولوژی و تصویربرداری پزشکی ایران نوین

www.imie.ir

www.NovinRadiology.ir

RQB

Review & Question Bank

فیزیک اتمی هسته ای

فیزیک اتمی

- پدیده ها و قوانین فیزیک نوین (جدید) با قوانین فیزیک کلاسیک قابل توجیه نیستند.
- نظریه نسبیت و نظریه کوانتوم دو نظریه مهم در فیزیک جدید هستند.
- در فیزیک کمیت های گسسته را «کوانتومی» می نامند. کمترین مقدار یک کمیت کوانتومی را مقدار پایه یا «کوانتوم» آن کمیت می خوانند.

$$hc = 1240 \text{ eV.nm}$$

انرژی جنبشی الکترون اتم هیدروژن در مدل اتمی بور برابر است با:

$$f = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \quad k = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}$$

یکی از نارسایی های جدی مدل بور این است که اصل عدم قطعیت را کاملاً نقض میکند.

رابطه عدم قطعیت در جهت شعاعی $\Delta r \Delta p \geq \hbar$ است، برای الکترونی که در یک مدار دایره ای حرکت میکند مقدار r را دقیقاً میدانیم و بنابراین $\Delta r = 0$ است. اگر الکترون در یک دایره حرکت کند، مقدار Pr نیز دقیقاً معلوم است (در واقع این کمیت دقیقاً صفر است) و از اینرو؛ $\Delta Pr = 0$ است. که این معلوم بودن دقیق همزمان r و Pr نقض اصل عدم قطعیت به شمار می آید. روابط عدم قطعیت زیر در فیزیک کوانتم برقرار است:

$$\begin{aligned} \Delta x \Delta \lambda &\geq \lambda^2 \\ \Delta v \Delta t &\geq \lambda \\ \Delta E \Delta t &\geq h \\ \Delta x \Delta p &\geq \hbar \end{aligned}$$

یادآوری:

$$\left. \begin{aligned} \Delta x &= \text{عدم قطعیت مکان} \\ \Delta p &= \text{عدم قطعیت تکانه (سرعت)} \end{aligned} \right\}$$

$$(\text{ثابت پلانک}) h = 6.62 \times 10^{-34} \text{ Js} = 4.13 \times 10^{-15} \text{ eVs}$$

نکته تستی: طراح سوال می تواند از هر کدام از روابط سوال طرح کند بهمین علت نکات زیر را در نظر بگیرید:

اول از رابطه $\Delta x \Delta p \geq \hbar$ استفاده کنید.

اگر جواب بدست آمده در در گزینه ها موجود نبود، عدد بدست آمده را بر 2π تقسیم کنید یعنی: $\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{2\pi}$

در مرحله آخر اگر باز هم جواب بدست آمده در گزینه ها موجود نبود، عدد بدست آمده از رابطه بالا را بر 2 تقسیم کنید یعنی: $\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$

نکته: در برخی از رشته‌های فیزیک بیشتر به جای h از \hbar (که با نام ثابت کاهیده پلانک یا ثابت دیراک شناخته و "اچ بار" خوانده می‌شود) استفاده می‌شود:

$$\hbar = \frac{h}{2\pi} = 1.05 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$\Delta x \Delta p \geq \frac{\hbar}{2} = \frac{h}{4\pi}$$

$$\Delta x \Delta p \geq \frac{\hbar}{2\pi}$$

فرمول محاسبه انرژی حالت پایه یک ذره مانند الکترون در یک ناحیه یک بعدی:

$$E_n = \frac{\hbar^2 \pi^2 n^2}{2mL^2}$$

انرژی آستانه برای وقوع تولید زوج برابر با $2mc^2$ یعنی 1.022 MeV است. در صورتی که تولید یک زوج در کنار یک الکترون روی دهد انرژی آستانه برابر با $4mc^2$ یعنی 2.044 MeV است.

به ازای هر n ، عدد کوانتومی مغناطیسی n^2 مقدار می‌تواند اختیار کند که با در نظر گرفتن اسپین تعداد حالت‌های ممکن، برابر با $2n^2$ است.

بر همکنش اسپین-مدار که ناشی از ممان اسپینی الکترون با میدان مغناطیسی ناشی از حرکت نسبی پروتون هست، تراز مربوطه را به $2L + 1$ تراز تبدیل میکند که L بیشترین مقدار ممکن است.

$$\frac{n(n-1)}{2} \leftarrow \text{تعداد فوتونهای مجاز از یک حالت برانگیخته به حالت زمینه}$$

بزرگی اندازه حرکت زاویه ای اسپین کل از رابطه ی زیر به دست می‌آید:

$$|S| = \sqrt{S(S+1)} \hbar \quad \leftarrow S = \text{عدد کوانتومی اسپین ذره ای}$$

در بحث چگالی‌های احتمال شعاعی، هرچه مقدار L کوچکتر باشد، احتمال یافتن الکترون هم نزدیک به هسته و هم دورتر از آن بیشتر میشود. مثال: الکترون $L=0$ نسبت به الکترون $L=1$ ، مدت بیشتری را در نزدیکی هسته و همچنین زمان بیشتری را در فاصله‌های بیشتر سپری میکند.

نکته مهم در رابطه با بدست آوردن طول موج دوبروی:

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mV} \quad \leftarrow \text{اگر جرم و سرعت ذره داده شده باشد}$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2mk}} \quad \text{یا} \quad \lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\frac{1}{c}\sqrt{2mc^2k}} = \frac{hc}{\sqrt{2mc^2k}}$$

(2) اگر انرژی ذره داده شده باشد:

در موارد نسبیتی

$$\lambda = \frac{h \times c}{p \times c} = \frac{hc}{pc} = \frac{hc}{m_0 c^2 + k}$$

در موارد نسبیتی

$K =$ انرژی جنبشی ذره و $mc^2 =$ انرژی سکون ذره

نکته: در مواردی که انرژی جنبشی (K) خیلی بزرگتر از انرژی سکون می باشد، از عبارت m_0c^2 در مقایسه با k صرفنظر میکنیم یعنی:

$$\lambda = \frac{hc}{k}$$

این مورد عمدتاً برای الکترون اتفاق می افتد چون انرژی سکون کمی دارد «---» $E = m_0c^2 = 0.511 \text{ meV}$

برای مقایسه برد 2 ذره متفاوت با سرعت اولیه یکسان در یک محیط از رابطه زیر استفاده کنید:

$$\frac{R_1}{R_0} = \frac{M_1}{M_0} \times \left(\frac{Z_0}{Z_1}\right)^2$$

اگر سرعت فاز برای تمام بسامدها یکسان و $\frac{dv_{ph}}{dk} = 0$ باشد، سرعت های فاز و گروه یکسان خواهند بود؛ ولی برای یک محیط پاشنده که در آن سرعت فاز تابع بسامد است، وقتی $\frac{dv_{ph}}{dk} > 0$ باشد، سرعت گروه از سرعت فاز بیشتر است و وقتی $\frac{dv_{ph}}{dk} < 0$ باشد، سرعت گروه از سرعت فاز کمتر است.

مقادیر ثابت پلانک (h):

بر حسب J.s «---» $h = 6.62 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

بر حسب eV.s «---» $h = 4.15 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$

روابط فیزیک کوانتوم در پدیده فوتوالکتریک:

تابع کار (w_0): حداقل انرژی لازم برای جداکردن الکترون از سطح فلز

$hf =$ انرژی هر فوتون

$$K_{max} = hf - w_0 = \frac{hc}{\lambda} - w_0$$

بسامد قطع (f_0): حداقل فرکانسی که فوتون باید داشته باشد تا بتواند الکترون را از سطح فلز جدا کند.

طول موج قطع (λ_0): حداکثر طول موجی که فوتون باید داشته باشد تا بتواند الکترون را از سطح فلز جدا کند.

بسامد قطع: $f_0 = \frac{w_0}{h}$ طول موج قطع: $\lambda_0 = \frac{c}{f_0} = \frac{hc}{w_0}$

رابطه ریذبرگ بالمر:

اگر در اتم هیدروژن، الکترونی از تراز n به تراز پایینتر n' برود (و یا با جذب انرژی از تراز پایین n' به تراز بالای n برود؛ آنگاه طول موج گسیل شده یا جذب شده از رابطه زیر بدست می آید:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

شماره لایه پایینی $n > n'$ شماره لایه بالایی

R_H یک ثابت فیزیکی برای اتم هیدروژن است که برای تمام سری‌های طیف اتم هیدروژن یکسان برابر $R_H = 0.0109 \text{ nm}^{-1}$ است.

ثابت ریذبرگ: $R_H = 0.0109 \text{ nm}^{-1}$

طول موج گسیل شده یا جذب شده $\lambda \text{ (nm)}$

نکات:

- ❖ اگر n' ثابت باشد، بزرگترین طول موج به ازای n های کمتر تشکیل می شود.
- ❖ اگر n ثابت باشد، بزرگترین طول موج به ازای n' های بیشتر تشکیل می شود.

رابطه بین انرژی جنبشی ذره بارداری با برد ذره:

برد یک ذره باردار متناسب با T^2 است. مثلاً با 2 برابر شدن انرژی جنبشی ذره، برد ذره 4 برابر شود.

رابطه محاسبه میزان پراکندگی کامپتون:

$$\lambda' = \lambda + \frac{h}{m_e c} (1 - \cos \theta)$$

برای اینکه بیشینه تداخل در پراکندگی رخ دهد باید زاویه پراکندگی 90 درجه باشد، بنابراین با استفاده از رابطه براگ داریم:

$$2d \sin \theta = n\lambda$$

فیزیک هسته‌ای

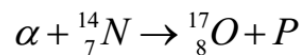
ویژگی‌های نیروی هسته‌ای:

1. بسیار قوی تر از این نیروهای گرانشی و کولنی است؛ چون اجزای هسته را به رغم نیروی رانشی بین پروتون‌های آن به صورت بسیار فشرده در کنار هم نگه می‌دارد.
2. برخلاف نیروهای کولنی و گرانشی، کوتاه برد است؛ زیرا در ابعاد اتمی دیگر اثری از آن مشاهده نمی‌شود.

پایداری هسته‌ها

با افزایش پروتون، نیروی رانشی بین کولنی بیشتر شده و باعث ناپایداری هسته می‌گردد و افزایش نوترون باعث افزایش پایداری هسته می‌شود. عدد اتمی عنصرهای طبیعی موجود در طبیعت $1 \leq Z \leq 92$ است. عناصر با $Z > 92$ را به طور مصنوعی در آزمایشگاه تولید می‌کنند و به آنها «عناصر فرا اورانیومی» گویند. همین طور عدد نوترونی عنصرهای موجود در طبیعت، $0 \leq N \leq 146$ است. ایزوتوپ‌های پایدار سنگین تر، دارای تعداد نوترون بیش از پروتون اند. زیرا نوترون به هسته ربایش هسته‌ای اضافه می‌کند بدون اینکه رانش کولنی داشته باشد.

اولین واکنش هسته‌ای توسط رادرفورد انجام شد که به صورت زیر است:



در فیزیک هسته‌ای با طول‌هایی از مرتبه 10^{-15} متر سروکار داریم (فمتومتر یا فرمی) انرژی‌های هسته‌ای بر حسب J $1\text{eV} = 1.602 \times 10^{-19}$ می‌باشد که برابر است با؛ انرژی کسب شده توسط یک الکترون هنگامیکه در اختلاف پتانسیل یک ولتی شتاب می‌گیرد.

در مسائل هسته‌ای معمولاً جرم هسته، جرم پروتون، نوترون و جرم اتم بر حسب U را بیان می‌کنند که U همان یکای یکای جرم اتمی است.

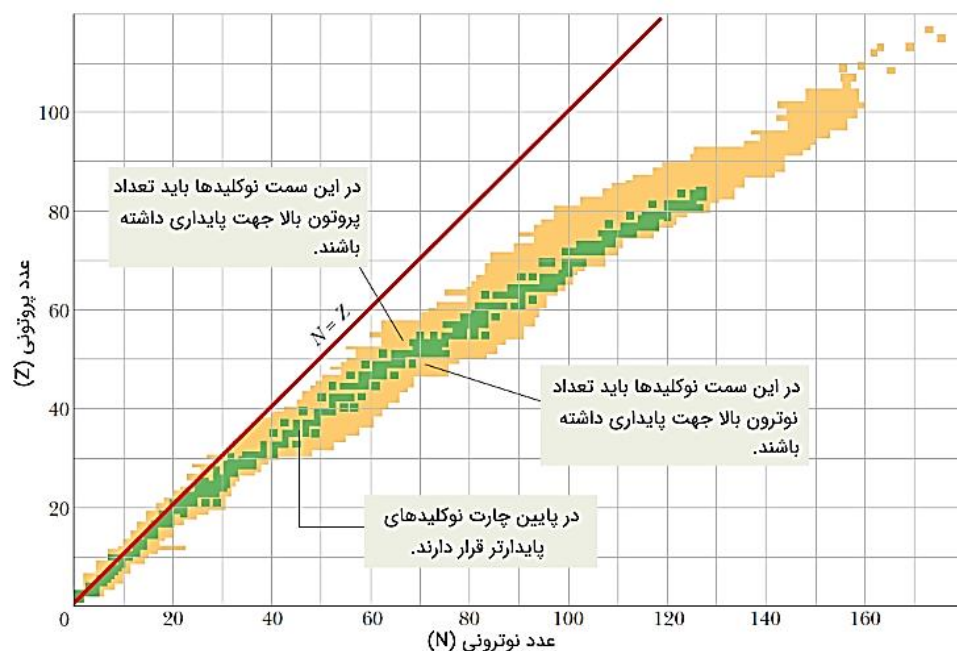
یکای جرم اتمی: $\frac{1}{12}$ جرم اتم کربن 12 (C 12) برابر با 12×10^6 u می‌باشد، که بعنوان یکای جرم اتمی استفاده می‌شود.

ترازهای انرژی هسته‌ای: اختلاف ترازهای الکترون در اتم، حدود چند eV (الکترون ولت) است در حالی که اختلاف انرژی ترازهای نوکلئون‌های هسته‌های سبک در حدود MeV و در هسته‌های سنگین در حدود KeV می‌باشد.

پایداری هسته:

پایداری هسته بعلت نیروهای جاذبه هسته ای می باشد که نوکلئون ها به یکدیگر وارد میکنند.

نکته: هر چقدر تعداد نوکلئون های یک هسته ($n+p$)، بیشتر باشد هسته بزرگ تر می شود و فاصله بین نوکلئون ها زیادتر می شود. در نتیجه تعادل بین نیروها از بین می رود و هسته ناپایدارتر می شود و عناصری که در آنها $Z > 83$ است ناپایدار می باشند.



نمودار تعداد نوترون برحسب پروتون در ایزوتوپ های پایدار عناصر مختلف

در این شکل مشاهده می شود که هسته های پایدار، یک خط بنام خط پایداری عناصر تشکیل می دهند که در عناصر سنگین از خط $N=Z$ در جهت افزایش تعداد نوترون ها فاصله دارد.

خواص هسته ها

دو پارامتر مورد مطالعه در شعاع هسته:

← **شعاع میانگین (R):** نشانگر فاصله ای از مرکز هسته است که چگالی نوکلئونی در آن به نصف مقدار مرکزی آن کاهش می یابد.

← **ضخامت پوسته (t):** کی در طی آن چگالی نوکلئونی از مقدار نزدیک به حداکثر به مقدار نزدیک به حداقل کاهش می یابد.

تعداد نوکلئونهای موجود در هسته:

$$\frac{A}{\left(\frac{4}{3}\right)\pi R^3} = \text{ثابت}$$

اختلاف انرژی دو هسته آینه ای تقریباً برابر با اختلاف انرژی کولونی آنهاست.

$$\Delta E_c = \frac{3}{5} \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} A^{\frac{2}{3}} = 0.86 A^{\frac{2}{3}} \text{ (MeV)}$$

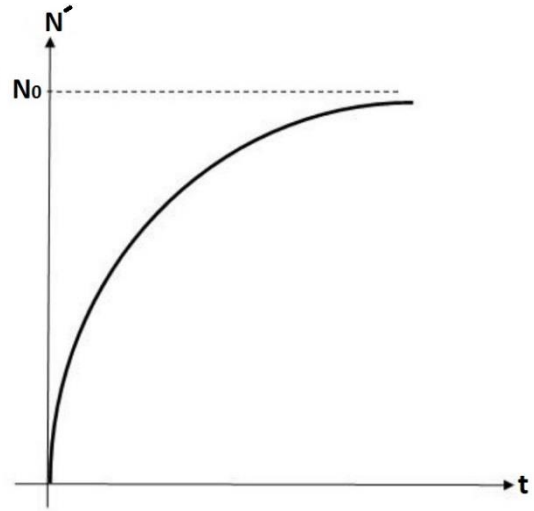
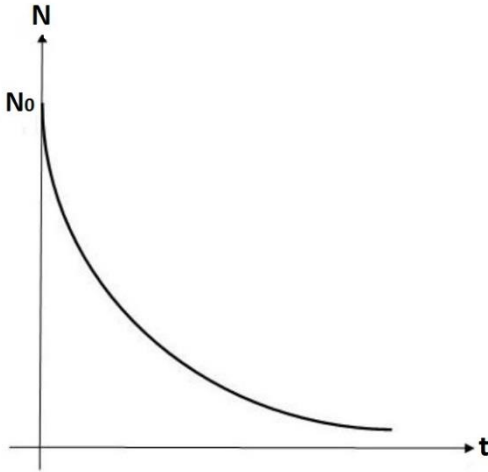
$$\Delta E_c = 0.86 (17)^{\frac{2}{3}} = 5.57 \text{ MeV}$$

انرژی بستگی هسته برابر با انرژی لازم برای تفکیک هسته به Z پروتون و N نوترون است.

نسبت دانسیته هسته ای به دانسیته اتمی برابر است با:

$$\left. \begin{aligned} P_{nucl} &= \frac{m_{nucl}}{V_{nucl}} = \frac{m_{nucl}}{\frac{4}{3}\pi r_0^3} \\ P_{atm} &= \frac{m_{atm}}{V_{atm}} = \frac{m_{atm}}{\frac{4}{3}\pi a_0^3} \end{aligned} \right\} \longrightarrow m_{nucl} \cong m_{atm} \longrightarrow \frac{\rho_{nucl}}{\rho_{atm}} \cong \left(\frac{a_0}{r_0}\right)^3$$

مقدار ماده واپاشی شده (N')، در حال افزایش است پس نمودار آن نسبت به زمان دارای شیب صعودی می باشد.



آهنگ تولید هسته رادیواکتیو (R):

$$R = N_0 \sigma I t$$

t = مدت زمان تابش

σ = سطح مقطع واکنش

I = شار ذرات فرودی

N = تعداد هسته های هدف

انواع تعادل:

در تعادل دیرپا نیمه عمر هسته مادر حداقل 10 برابر نیمه عمر هسته دختر است ($\lambda_B \gg \lambda_A$) و در زمان های به اندازه کافی طولانی، اکتیویته هسته مادر و هسته دختر برابر می شود.

زمانی که اکتیویته هسته دختر ماکزیمم میشود:

$$L_{max} = \frac{\ln\left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)}{\lambda_2 - \lambda_1}$$

$$m(A,Z) > m(A,Z+1)$$

شرط انجام واپاشی بتازای مثبت:

$$m(A,Z) > m(A,Z-1) + 2m_e c^2 \quad \text{یا} \quad \Delta(A,Z) > \Delta(A,Z-1) + 2m_e c^2$$

طیف الکترونها گسیل شده در واپاشی بتازا پیوسته است زیرا انرژی واپاشی بین هسته های دختر و الکترون و نوترینو تقسیم میشود. قانون بقای پارینه در واپاشی بتازا نقض میشود. واپاشی بتا توسط نیروی هسته ای ضعیف به وجود می آید. فرضیه نوترینو بر اساس پیوستگی طیف انرژی ذره حاصل در واپاشی بتازای منفی پیشنهاد شد.

بیاد داشته باشید:

← در واپاشی β^- ، واپاشی β^+ و در تولید پرتو X ، هسته اتم بطور مستقیم با الکترون های مداری واکنش نمیدهد و تنها در تبدیل داخلی است که هسته اتم بطور مستقیم با الکترون های مداری واکنش میدهد.

← ذرات آلفا، اشعه گاما و ذرات بتا از هسته اتم ساطع میشود ولی اشعه ایکس از جابجایی الکترون در مدارهای اتمی به وجود می آید و از هسته اتم ساطع نمیشود.

← زمانی که اکتیویته هسته دختر ماکزیمم میشود:

$$L_{max} = \frac{\ln\left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)}{\lambda_2 - \lambda_1}$$

در پدیده تسخیر الکترونی (Electron Capture)، هسته اتم در محتملترین حالت الکترون را از نزدیکترین مدار اتمی هسته یعنی لایه k میگیرد.

انرژی آستانه برای تولید زوج 1.022 Mev است.

نیروی بین نوکلئونها

- بعضی از خواص نیروی نوکلئون - نوکلئون عبارتند از:
- این نیرو در فواصل کوتاه، قویتر از نیروی کولنی است.
- این نیرو در فواصل بلند خیلی ضعیف می شود، به طوری که می توان از آن صرفنظر کرد.
- بعضی از ذرات مانند الکترونها تحت تاثیر نیروی هسته ای قرار نمی گیرند.
- نیروی نوکلئون-نوکلئون تقریباً مستقل از نوع نوکلئونهاست. این خاصیت را استقلال از بار می گویند.
- نیروی نوکلئون-نوکلئون به جهت اسپین نوکلئونها بستگی دارد.
- نیروی نوکلئون-نوکلئون شامل یک جمله دافعه است که نوکلئونها را در فاصله متوسط معینی از یکدیگر نگه می دارد.
- نیروی نوکلئون-نوکلئون دارای مولفه تانسوری یا غیر مرکزی است که باعث ناپایداری تکانه زاویه ای مداری می شود.

باتوجه به اینکه میان $p-p$ یک نیروی دافعه کولنی هم وجود دارد بنابراین پیوند بین نیروهای هسته ای ضعیفتر از سایر پیوندها است. نیروی هسته ای مستقل از بار الکتریکی، کوتاه برد و وابسته به اسپین است.

محدوده انرژی نوترون:

- محدوده انرژی نوترون حرارتی «---» در حدود 0.025 eV الکترون ولت
- محدوده انرژی نوترون فوق حرارتی «---» در حدود 1 الکترون ولت
- محدوده انرژی نوترون کند «---» در حد 1 کیلو الکترون ولت
- محدوده انرژی نوترون های سریع «---» در حدود 100 کیلو الکترون ولت تا 10 مگا الکترون ولت

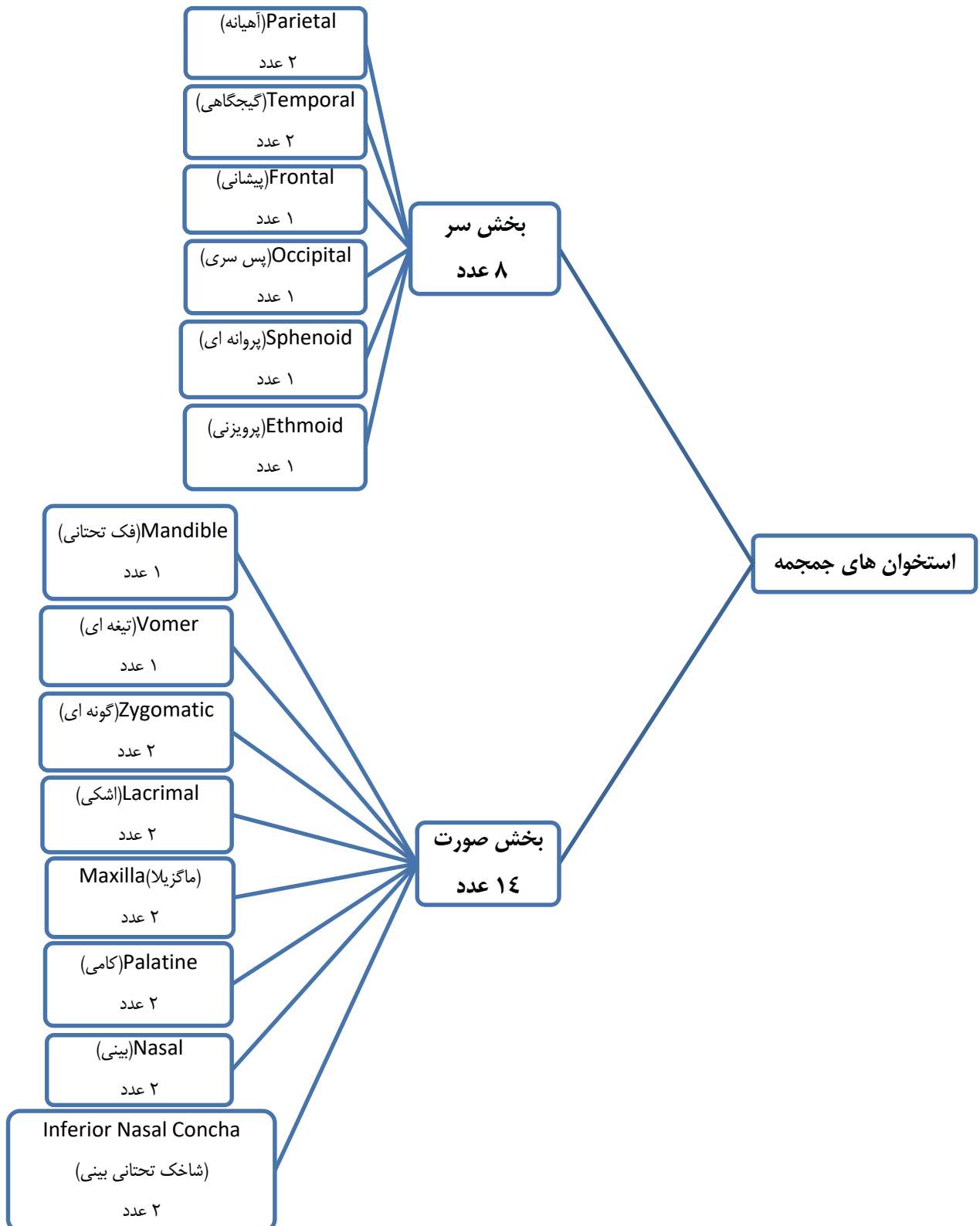
تعداد یونیزاسیون برابر است با انرژی جذب شده در آشکار ساز تقسیم بر انرژی یونیزاسیون ویژه گاز. «---» $N = \frac{E}{W}$

$$\text{بازده آشکار ساز} = \frac{\text{تعداد شمارش در ثانیه}}{\text{اکتیویته بر حسب بکرل}} \times 100$$

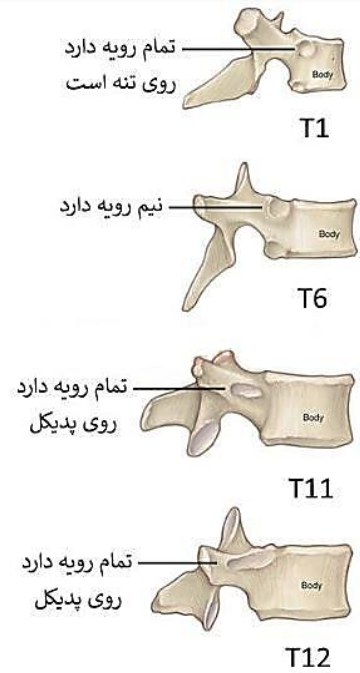
نسبت انرژی جنبشی پاره های شکافت برابر عکس نسبت جرم آن دو است:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{m_1}{m_2}$$

آفات و می



مقایسه مهره های توراسیک



نکته:

- ✓ کانال یا سوراخ مهره‌ای (Vertebral Foramen) به طور پیوسته از بالا به پایین کوچکتر میشود در نتیجه بزرگترین سوراخ مهره ای مربوط به مهره - های گردن میباشد.
- ✓ فوقانی ترین قسمت از Body مهره S₁ را دماغه (Promontory) می نامند.

استخوان فرونتال، تمپورال، پرییتال و بال بزرگ استخوان اسفنوئید در کف حفره تمپورال به هم میرسند که به این ناحیه، **پتریون** نام دارد. حفره پتریگوبالاتین محتوی: عصب و عروق ماگزیلاری، گانگلیون تریگوبالاتین و چربی میباشد.

کمر بند شانه ای شامل: کتف و ترقوه میباشد.

نکات:

زائده Coracoid به Supra-Scapular notch نزدیکتر می باشد. چون زائده کورا کوئید در بالای حفره گلوئید به طرف بالا و جلو بیرون میزند و محلی برای اتصالات عضلات و لیگمانت میباشد. در سمت داخل قاعده زائده کورا کوئید، بریدگی سوپرا اسکاپولار قرار دارد.

زاویه استرنال، اتصال بین مانوبریوم و تنه استرنوم است در محاذات دیسک بین T4 و T5 قرار دارد.

ناودان اینترتوبرکولار در بین توبرکل بزرگ و کوچک استخوان بازو قرار دارد. به لبه داخلی ناودان، تاندون ترس ماژور و لبه خارجی آن، تاندون پکتورالیس ماژور و به کف آن، تاندون لاتیسیموس دورسی متصل میشود.

سوال: حفره گلنوئید جزء کدام یک از استخوان های زیر است؟

پاسخ: استخوان اسکاپولا

سوال: در بررسی انتهای تحتانی، هومروس از طرف جلو دو حفره دارد حفره سطح قدامی قسمت مدیال چه نام دارد؟

پاسخ: حفره کورونوئید

نکته: مفاصل میدکارپال، مفاصل ایجاد شده بین استخوان های کارپال هستند که همگی از نوع مسطح یا Plane می باشند.

سوال: سر اولنا در کدام طرف رادیوس قرار دارد؟

پاسخ: در سمت مدیال

استخوان ناویکولار در طرف داخل پا و در جلوی سر تالوس و سه استخوان کونئیفورم قرار گرفته است. بنابراین در عقب با سر استخوان تالوس مفصل میشود. تکمه اداکتور در بالای اپیکندیل داخلی فیبولا قرار دارد.

مفاصل	انواع	محل
سین آرتروز	سین استوز	سوچور جمجمه
	سین دسموز	رباط بین استخوانی (تیبیوفیولار)
	سمفیز	پوبیس (مفاصل فیروز خط وسط بدن)
دی آرتروز	مفصل حرکتی	مفصل زانو، آرنج و ...

تاندون آشیل، قویترین و ضخیم ترین تاندون بدن می باشد که توسط تاندون عضلات سولئوس (Soleus) و گاستروکنمیوس (Gastrocnemius) تشکیل میشود.

دهانه فوقانی معده را کاردیا (cardia) مینامند. دهانه فوقانی معده در معادات مهره T11 و انتهای داخلی هفتمین غضروف دنده ای چپ قرار دارد و فاقد اسفنکتر آناتومیک است.

مری از حد تحتانی غضروف کریکوئید در حنجره (در مقابل C6) آغاز شده و در حد مهره T11 به معده میرسد.

مری را به سه بخش تقسیم میکنند:

فوقانی: این قسمت از پشت نای عبور میکند. خونرسانی: شریان و ورید تیروئیدی_تحتانی

میانی: با وسطه سینوس_مایل پریکاردی از خلف دهلیز چپ عبور میکند. خونرسانی: شریان ازوفاژیاال ائورت و ورید آزیگوس

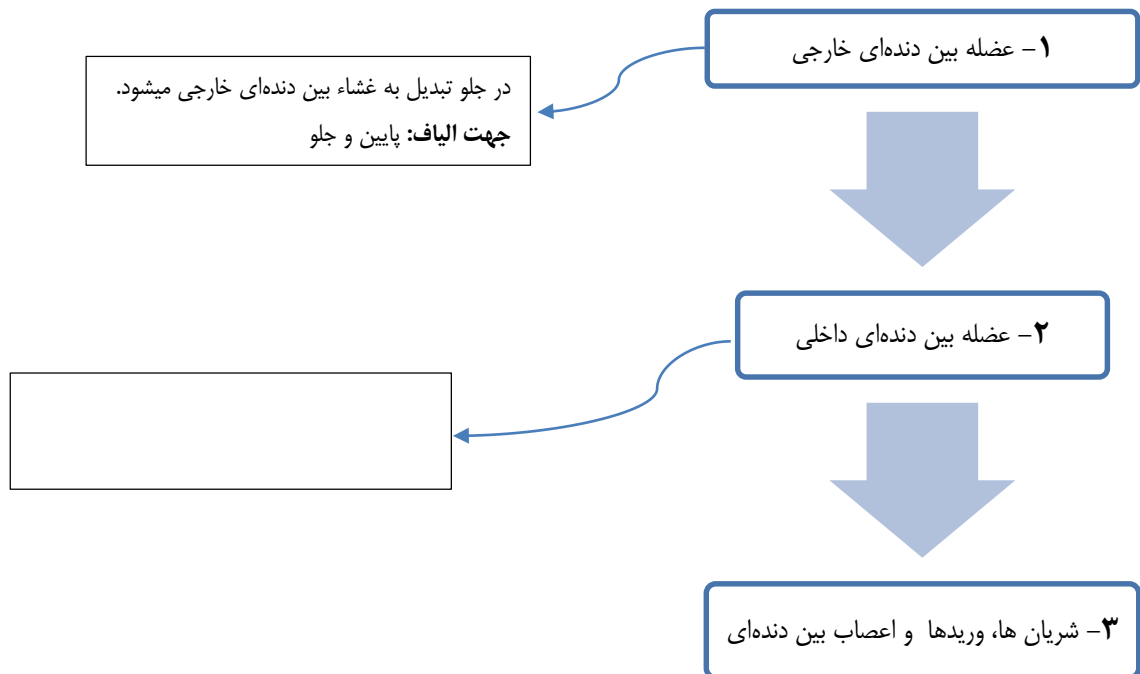
تحتانی: از قدام ائورت عبور میکند. خونرسانی: از شریان گاستریک_چپ و ورید پورت

مری در 4 بخش تنگ میشود:

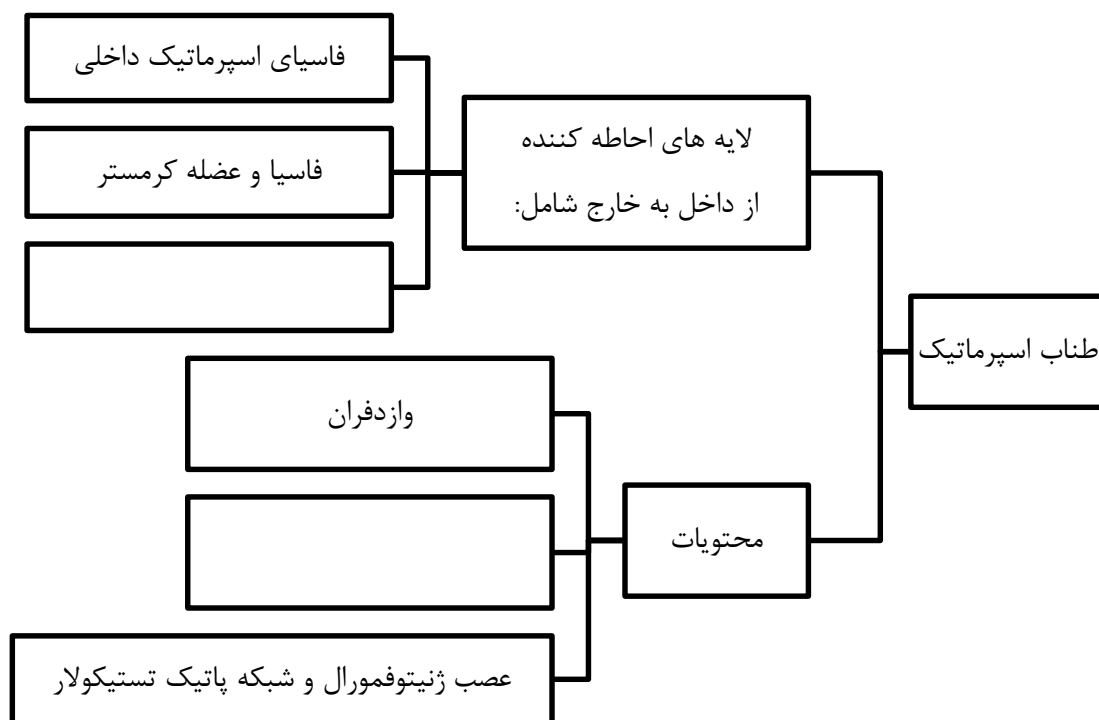
(1) بخش آغازین در محل اتصال با حلق

(2) در مجاورت با قوس ائورت

(3) در مجاورت با برونش چپ

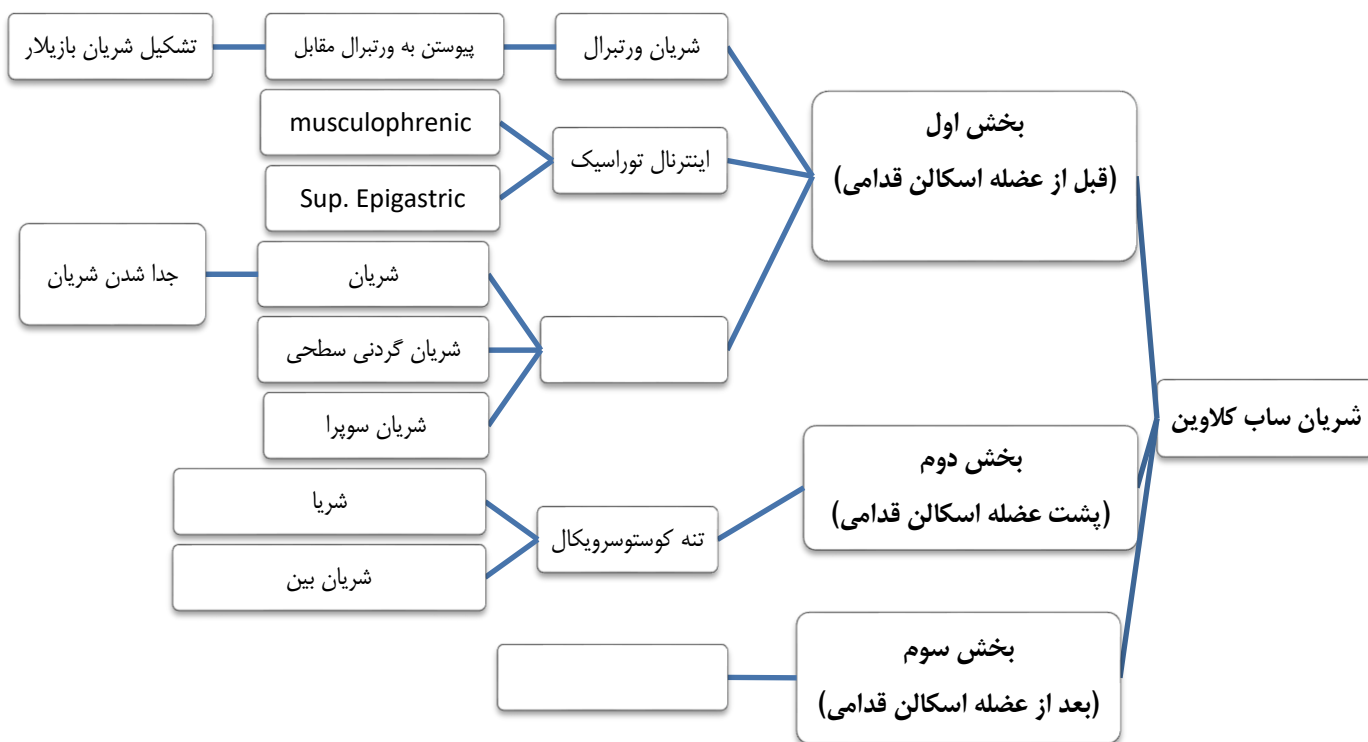


مجرای ترشعی پانکراس و کلدوک به قسمت داخلی-خارجی بخش نزولی دئودنوم باز میشوند. مجرای کلدوک به برجستگی دئودنومی بزرگ باز میشود.

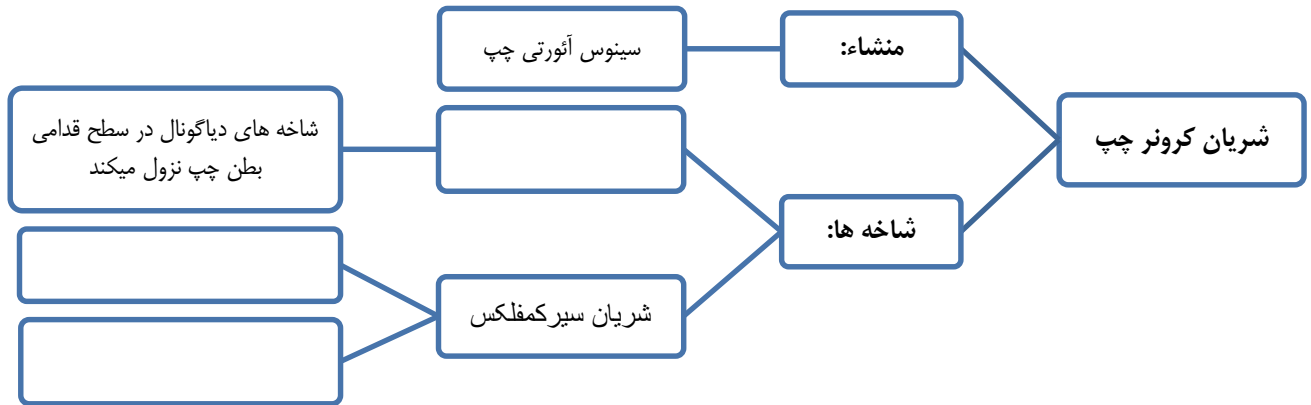


لوله رحمی از 4 بخش: شیپور، آمپول، تنگه و داخل جداری تشکیل شده است. آمپول طولیترین قسمت لوله رحمی است که لقاح در آن صورت میگیرد.

شاخه های آئورت:



شریان های تغذیه کننده قلب:



اعصاب:

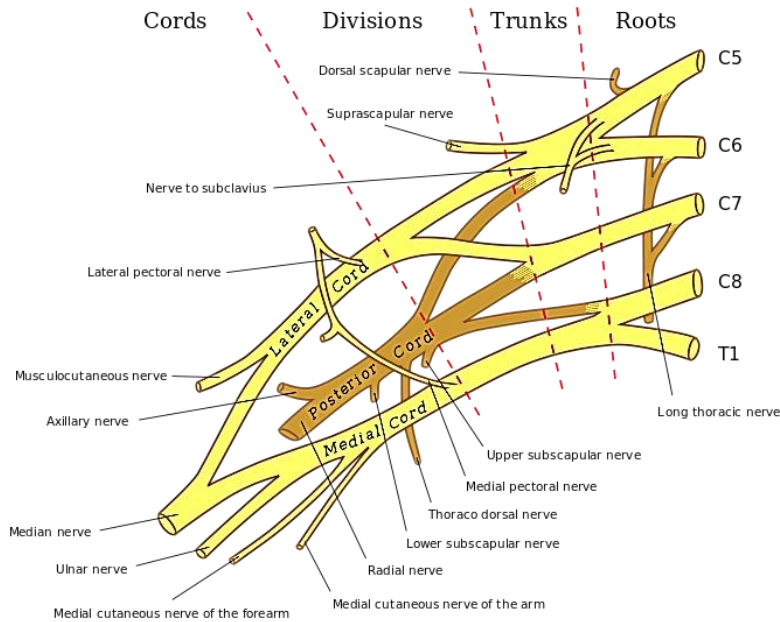
- اعصاب نخاعی --- 31 جفت:
- 8 جفت گردنی یا سرویکال (C₁ تا C₈)
 - 12 جفت سینه‌ای یا توراسیک (T₁ تا T₁₂)
 - 5 جفت کمری یا لومبار (L₁ تا L₅)
 - 5 جفت خاجی یا ساکرال (S₁ تا S₅)
 - 1 جفت دنبالچه‌ای یا کوکسیژنال (Co)

هر سگمان نخاعی، دقیق در مقابل مهره هم شماره خودش قرار نمیگیرد در نتیجه:

- ← اعصاب گردنی از C₁ تا C₇ از بالای مهره های همنام، کانال مهره ای را ترک می کند چون 8 عصب در برابر 7 مهره وجود دارد.
- ← اعصاب پشتی و کمری از پائین مهره های همنام کانال نخاعی را ترک میکنند.
- ← اعصاب خاجی نیز از پائین مهره های همنام عبور میکند. آخرین عصب خاجی S₅ به همراه تنها عصب دنبالچه ای از شکاف پشت استخوان های خاجی و دنبالچه خارج میشود.

شماره سگمان نخاعی	مهره
شماره مهره + 1	مهره های گردنی
شماره مهره + 2	مهره های سینه‌ای فوقانی (T ₁ -T ₆)
شماره مهره + 3	مهره های سینه‌ای تحتانی (T ₇ -T ₉)
سگمان نخاعی L ₁ و L ₂	مهره T ₁₀
سگمان نخاعی L ₃ و L ₄	مهره T ₁₁
	مهره T ₁₂
سگمان نخاعی ساکرال و کوکسیژنال	اولین مهره کمری

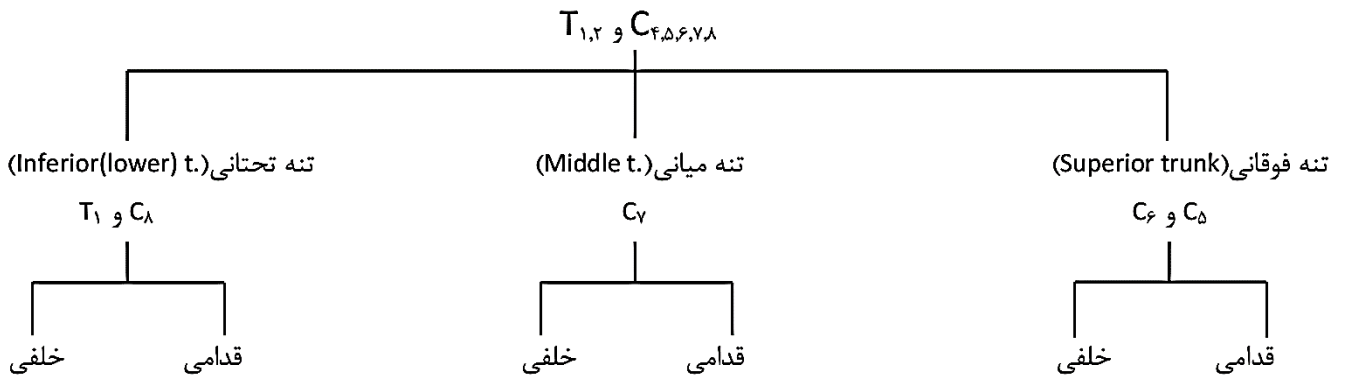
- اتصال عصب‌های C₅ و C₆ ----- «تشکیل تنه فوقانی (Superior trunk یا Upper trunk)»
- عصب C₇ ----- «تشکیل تنه میانی (Middle trunk)»
- اتصال عصب‌های T₁ و C₈ ----- «تشکیل تنه تحتانی (Inferior trunk یا Lower trunk)»



در ادامه هر 3 تنه به دو شاخه تقسیم می شوند:

1. شاخه قدامی } اتصال شاخه قدامی تنه فوقانی و تنه میانی به یکدیگر «----» تشکیل طناب خارجی (Lateral Cord)
- } شاخه قدامی تنه تحتانی به تنهایی به سمت خارج حرکت می کند «----» تشکیل طناب داخلی (Medial Cord)
2. شاخه خلفی «----» اتصال هر 3 شاخه خلفی تنه فوقانی، میانی و تحتانی به یکدیگر «----» تشکیل طناب خلفی (Posterior Cord)

نحوه تشکیل شبکه :



نکته: نام گذاری تنه ها بر حسب موقعیت آناتومیک می باشد.

- ← علت نامگذاری طناب خلفی (Posterior cord) ، حضور آن در پشت شریان Axillary است.
- ← علت نامگذاری طناب خارجی (Lateral cord) ، حضور آن در سمت خارج شریان Axillary است.
- ← علت نامگذاری طناب داخلی (Medial cord) ، حضور آن در سمت داخل شریان Axillary است.

نکات اعصاب:

سه عصب در 3 ناحیه با استخوان بازو مجاورت نزدیک دارند و احتمال شکستگی های استخوان بازو در این نواحی ممکن است منجر به آسیب عصب گردد:

1. شکستگی گردن جراحی «----» آسیب به عصب آگزیلاری
2. شکستگی در ناودان رادیال «----» آسیب به عصب رادیال
3. شکستگی اپی کوندیل داخلی «----» آسیب به عصب اولنار

فیزیولوژی

غلظت کلسیم درون و بیرون سلول در محدوده بسیار باریک و توسط عوامل گسترده تنظیم میشود. پمپ کلسیم ATP از با مصرف انرژی کلسیم را از سلول خارج میکند.

نوسان غلظت کلسیم درون سلول حامل پیام های خاص و متفاوتی درون سلول می باشد. تقریباً 22 درصد یون های کلسیم پلازما در گلوبول ها فیلتره می شود.

کاهش کلسیم خارج سلولی احتمال باز شدن کانال های ولتاژی سدیمی را افزایش و فعال شدن وابسته به ولتاژ کانال های سدیمی را به ولتاژهای منفی تری جابجا میکند (کاهش ولتاژ آستانه).

کاهش کلسیم خارج سلولی سبب افزایش تحریک پذیری و گاهی ایجاد انقباضات خود به خودی عضلانی می شود؛ عبارت دیگر کاهش کلسیم خارج سلولی مقدار دیپلاریزاسیون لازم برای آغاز تغییرات در سدیم و پتاسیم را کاهش می دهد.

نفوذپذیری غشاء به یون ها:



پتانسیل تعادلی نرنست:

غلظت K^+ در داخل سلول بسیار بیشتر از غلظت آن در خارج سلول است، پس اگر غشا تنها به K^+ نفوذپذیر بود، K^+ طبق گرادیان غلظتی به ECF نشت می کرد.

با خروج هر K^+ ، یک بار مثبت به خارج سلول اضافه می شود که با فرض عدم عبور آنیون ها از غشا، یک بار منفی داخل سلول باقی می ماند. این جریان ادامه پیدا می کند تا اینکه بارمنفی داخل سلول مانع از خروج K^+ با بار مثبت می گردد، یعنی گرادیان غلظتی با گرادیان الکتریکی برابر می شود و جریان خالص K^+ صفر می شود «—» در این لحظه تعادل اگر اختلاف پتانسیل K^+ را بخواهیم برابر است با:

$$E_K = -61 \text{ Log} \frac{[K]_i}{[K]_o} = -94 \text{ mv}$$

این پتانسیل برای سدیم (به تنهایی) برابر است با:

$$E_{Na} = -61 \text{ Log} \frac{[Na]_i}{[Na]_o} = +61 \text{ mv}$$

نکته: در شرایط فیزیولوژیک پتانسیل غشا (-90) با پتانسیل پتاسیم (-94) فاصله دارد. پس پتانسیل استراحت تعادلی نیست.

با افزودن مایع هیپرتونیک، اسمولاریته خارج سلولی بیشتر شده و مایع از سلول به مایع خارج سلولی وارد میشود بنابراین اسمولاریته داخل سلولی افزایش مییابد و حجم آن کاهش مییابد.

کالمادولین برای انقباض عضله صاف ضروری است. کلسیم با اتصال به تروپونین شکل فضایی تروپونین- تروپومیوزین را تغییر داده و اکتین و میوزین روی هم می لغزند.

برای انقباض عضله اسکلتی، تروپونین، تروپومیوزین و کلسیم ضروری است.

گلوکاگون گلوکوکورتیزول، لیپولیز، کتوزنز و گلیکوژنولیز را افزایش میدهد اما گلیکوژنولیز را در عضله افزایش نمی دهد چون گیرنده ای روی سلول های عضلانی ندارد ولی در کبد کار اصلی گلوکاگون، گلیکوژنولیز است.

علت ایجاد کفه (Plateau) و طولانی شدن انقباض در عضله قلب:

در عضله قلب دیپولاریزاسیون سریع به علت باز شدن کانال های سدیمی خیلی سریع رخ میدهد و سپس به علت کانال های کلسیمی-سدیمی یک کفه در پتانسیل عمل ایجاد میشود و بعد، رپولاریزاسیون سریع رخ میدهد.

صدای اول قلبی حین انقباض بطن ها و بسته شدن دریچه های دهلیزی - بطنی (دو لتی - سه لتی) ایجاد میشوند. صدای دوم قلبی حین انقباض قلب و بسته شدن دریچه های هلالی (آئورت و ریوی) ایجاد میشوند.

دامنه نوسان فشارهای سیستول و دیاستول از بیشتر به کمتر به ترتیب زیر است:

بطن چپ < شریان های بزرگ < آئورت < آرتریول

صدای سوم قلب در یک سوم میانی دیاستول شنیده میشود و علت ایجاد آن سرازیر شدن خون از دهلیز به بطن که موجب ارتعاش دیواره بطن ها می شود.

یون ها و سایر عوامل شیمیایی نیز می توانند جریان خون موضعی را دگرگون سازند. بسیاری از یون ها و عوامل شیمیایی مختلف می توانند عروق خون

موضعی را متسع یا منقبض کنند. اثرات خاص آنها به قرار زیر است:

← افزایش غلظت یون کلسیم باعث انقباض عروق می شود.

← افزایش غلظت یون پتاسیم موجب اتساع عروق می گردد.

← افزایش غلظت یون منیزیم عروق را متسع می کند.

← افزایش غلظت یون سدیم عروق را متسع می سازد.

←

نکته: در بین اجزای غیرالکترولیتی پلاسم، در حالت طبیعی، فسفولیپیدها بیشترین غلظت را دارند.

موج a: حاصل از انقباض دهلیزی است.

موج C: در طول انقباض ایزو ولومیک بطنی و در اثر برجسته شدن دریچه A-V به درون دهلیز پدیدار میشود.

موج V: در طی شل شدن ایزو ولومیک و کاهش فشار دهلیز پدید می آید.

صدای دوم قلب در اثر بسته شدن دریچه های هلالی در انتهای انقباض بطن ها به وجود می آید که از لحاظ زمانی تقریباً همزمان با انتهای موج T است

(انقباض بطنی از QRS شروع و تا پایان موج T ادامه می یابد.)

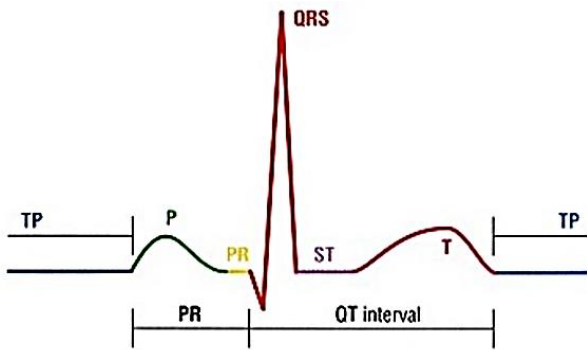
در بلوک دهلیزی بطنی درجه اول همه ایمپالس های دهلیزی به بطن ها میرسند ولی فاصله P-R به طور غیرعادی زیاد است.

با افزایش پس بار، بطن هیپرتروفیه میشود و بنابراین تولید الکتریسیته در اطراف قلب زیاد شده و QRS با ولتاژ بالا ثبت میشود.

مبحث الکتروکاردیوگرام

الکتروکاردیوگرام طبیعی 3 موج دارد:

موج P: دپلاریزاسیون دهلیزی **موج QRS:** دپلاریزاسیون بطنی **موج T:** رپلاریزاسیون بطنی و ختم آن پایان انقباض بطنی را نشان می دهد.



فاصله P-Q: فاصله بین انقباض بطن با دهلیزها است «---» مدت زمان: حدود 16 صدم ثانیه

فاصله Q-T: مدت زمان انقباض بطنها است «---» مدت زمان: حدود 35 صدم ثانیه.

اشتقاق های الکتروکاردیوگرافی:

3 نوع مختلف از سیستم های اشتقاقی وجود دارد:

نوع اول: اشتقاق 2 قطبی اندام ها

در این نوع اشتقاق 2 الکتروود مثبت و منفی وجود دارد که دارای 3 وضعیت می باشند:

اشتقاق 1: } قطب مثبت «---» دست چپ
} قطب منفی «---» دست راست

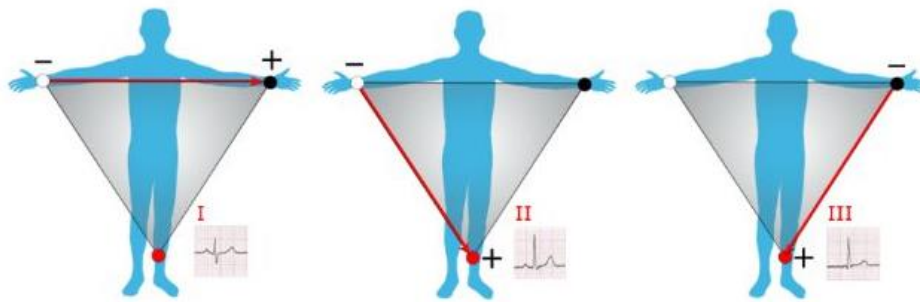
نکته: این اشتقاق زاویه 60 درجه دارد که تقریباً منطبق بر محور الکتریکی قلب می باشد.

اشتقاق 3: } قطب مثبت «---» پای چپ
} قطب منفی «---» دست چپ

نکته: براساس قانون آینتهوون (Einthoven law)، اگر از انتهای بردار اشتقاق 1، بردار اشتقاق 3 رسم شود و اگر از انتهای بردار اشتقاق 1، بردار اشتقاق 2

رسم شود یک مثلث ایجاد می شود که بنام آینتهوون:

$$\text{پتانسیل لید I} + \text{پتانسیل لید III} = \text{پتانسیل لید II}$$



نوع دوم: اشتقاق‌های سینه‌ای

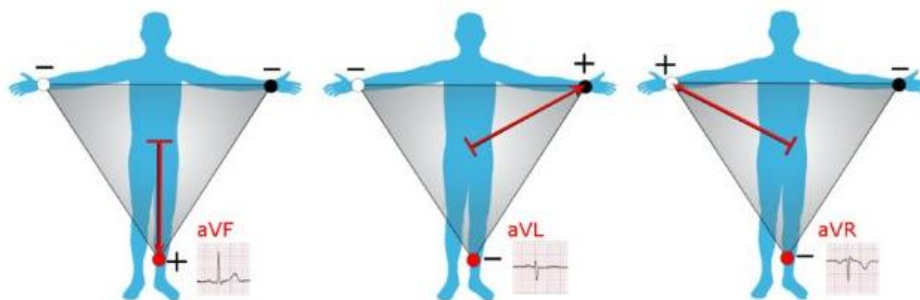
در این نوع اشتقاق، الکتروود منفی بی تفاوت است و از طریق مقاومت‌های الکتریکی به هر 2 دست و پای چپ متصل می‌شود، الکتروود مثبت هم در 6 وضعیت از راست به چپ روی قفسه سینه قرار می‌گیرد:

اشتقاق V1, V2 «---» نزدیک قاعده قلب، دارای موج QRS منفی

اشتقاق V4, V5, V6 «---» نزدیک راس قلب، دارای موج QRS مثبت

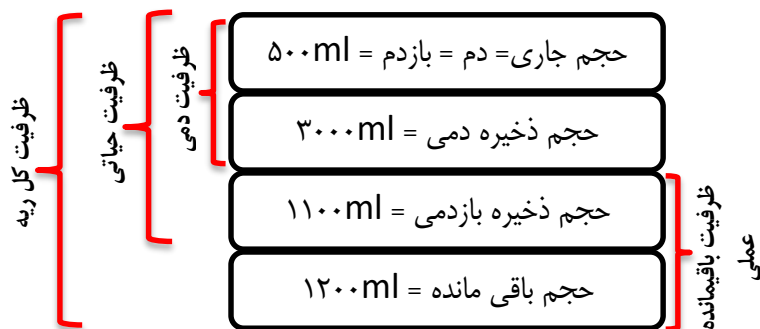
اشتقاق aVL: } قطب مثبت «---» دست چپ
 } قطب منفی «---» دست راست و پای چپ

اشتقاق aVF: } قطب مثبت «---» پای چپ
 } قطب منفی «---» دست راست و دست چپ



تنفس:

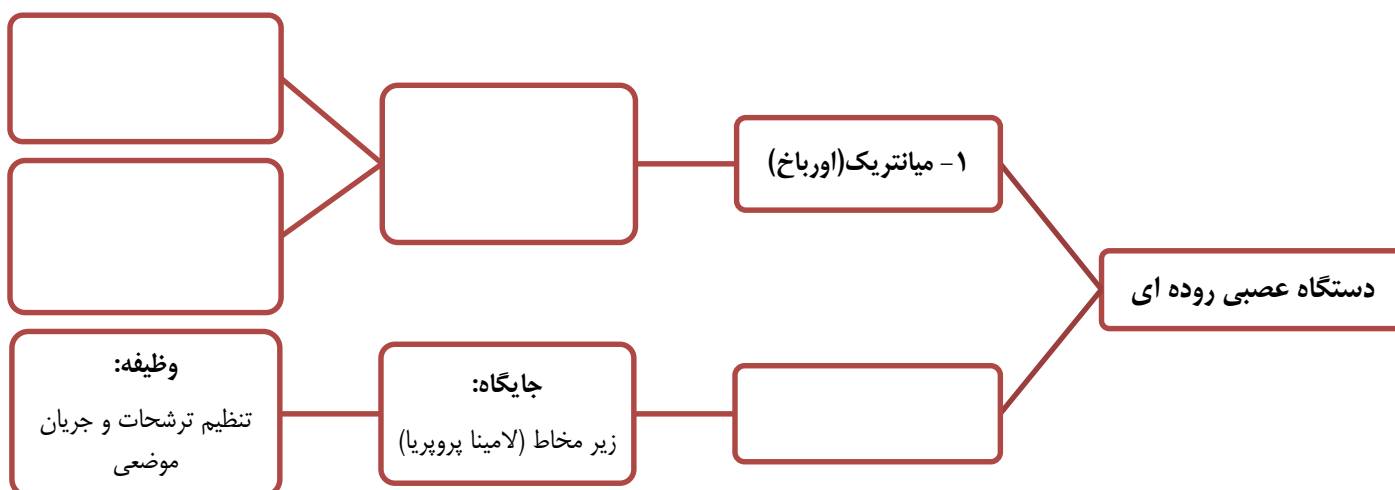
حجم و ظرفیت های ریوی			
مقدار	تعریف	نوع	شاخص
		حجم جاری (Tidal Volume)	حجم ریوی (Volume)
		حجم ذخیره دمی (Inspiratory Reserve Volume)	
		حجم ذخیره بازدمی (Expiratory Reserve Volume)	
		حجم باقی مانده (Residual Volume)	
		ظرفیت دمی (Inspiratory Capacity)	ظرفیت ریوی (Capacity)
		ظرفیت حیاتی (Vital Capacity)	
		ظرفیت باقی مانده عملی (Functional Residual Capacity)	
		ظرفیت کل ریه (Total Lung Capacity)	
		فضای مرده آناتومیک	فضای مرده
		فضای مرده فیزیولوژیک	



گوارش:

مراحل بلع			
		مرکز تنظیم	عمل
		ساقه مغز	جویدن
		CNS	ارادی
		ساقه مغز	حلقی
		ساقه مغز	مروی
		سیستم میانتریک	نسلی پذیرنده

لوله گوارش دارای یک دستگاه عصبی مختص به خود بنام دستگاه عصبی-روده ای است:



تأثیرات ناشی از شبکه میانتریک عبارتند از :

- a. افزایش انقباض تونیک یا تونوس جدار روده
- b. افزایش شدت انقباض ریتمیک
- c. افزایش مختصر سرعت ریتم انقباض
- d. افزایش سرعت هدایت امواج تحریکی در طول جدار روده که منجر به حرکت سریعتر امواج پریستالتیک می شود.

شبکه زیر مخاطی مسئول کنترل ترشحات و انقباض بعضی عضلات مثل عضله زیر مخاطی میباشد. شبکه میانتریک با نورون های مهارى خود که VIP یا پلی پتید دیگری ترشح میکنند، موجب مهار انقباض مثلاً در اسفنگترها میشود.

فعالیت های حرکتی معده

انواع انقباضات	عامل ایجاد کننده	ویژگی	نقش
امواج دودی ضعیف			مخلوط کردن محتویات
امواج دودی قوی			تخلیه کیموس
شلی پذیرنده	•		حجم پذیری معده
انقباضات گرسنگی			ایجاد درد گرسنگی

عوامل موثر بر سرعت تخلیه معده

سرعت تخلیه معده	محرک اولیه	محرک ثانویه	نوع اثر
افزایش سرعت تخلیه			تحریک کلی دستگاه گوارش
			تقویت پمپ پیلوریک، مهار انقباض پیلور
			ترشح اسید، تقویت پمپ پیلوریک
کاهش سرعت تخلیه			افزایش تونس پیلور
			مهار پمپ پیلوریک در رقابت با گاسترین
			افزایش بیکربنات پانکراسی
			مهار کلی تخلیه

تاثیر هورمون ها در حرکات گوارشی:

کوله سیستوکینین (CCK) ---» در حد متوسط انقباضات معده را مهار میکند.

GIP ---» اثر خفیفی در مهار انقباض معده هنگام حضور اسید پرچرب و اسیدآمینو در دوازده دارد.

موتیلین ---» حرکات گوارشی را بین وعده های غذایی افزایش میدهد.

گرلین ---» از هورمون گوارشی است که در افزایش اشتها نقش دارد و کمترین تأثیر را در حرکات گوارشی دارد.

رفلکس مثانه ای - روده ای، حرکات روده را مهار میکند. ---» **نکته مهم:** همیشه اندامی که در آخر میآید از رفلکس اثر میپذیرد مثلاً رفلکس صفاقی - روده ای

و کلیوی - روده ای نیز موجب مهار روده میشوند.

سکرتین بیشترین اثر را در ترشح بیکربنات توسط لوزالمعده دارد.

کوله سیستوکینین (CCK) بیشترین نقش را در ترشحات آنزیمی لوزالمعده دارد.

نکته: هورمون سکرتین و CCK در همه قسمت های روده ساخته میشوند.

هورمون گاسترین در آنتروم معده و به میزان کمتر در دوازدهه و ژژنوم ساخته میشود.

هورمون های دارای ساختار گلیکوپروتئین: LH، FSH، TSH و HCG (گنادوتروپین جفتی)

نوروفیزیولوژی

مقایسه سیناپس الکتریکی و شیمیایی:

انواع سیناپس	محل ها	نحوه ی انتقال پیام
شیمیایی	اکثراً از این نوع می باشند.	با ناقل عصبی از انتهای نورون پیش سیناپسی
الکتریکی	در تارهای عضلات صاف احشایی و عضله ی قلبی	انتقال الکتریسیته از یک سلول به سلول دیگر با Gap junction

نکات:

- ← انتقال در سیناپس الکتریکی 2 طرفه و در سیناپس شیمیایی یکطرفه است.
- ← سرعت انتقال در سیناپس الکتریکی به علت مقاومت پایین و اتصالات شکافدار، بیشتر است
- ← CNS، هم دارای سیناپس های الکتریکی و هم شیمیایی میباشد و دارای تعامل با همدیگرند.

بررسی چند قانون مهم در فیزیولوژی

قانون فیک **Fick's Law**: برای بیان عوامل موثر بر میزان انتشار خالص مواد

$$\text{میزان انتشار} = DA \frac{\Delta C}{T}$$

$$D \propto \frac{\text{دما} \times \text{خلالیت}}{\sqrt{\text{ملکولی وزن}}}$$

$$D = \text{ضریب انتشار} \quad A = \text{سطح انتشار} \quad \Delta C = \text{اختلاف غلظت ماده در 2 طرف غشاء} \quad T = \text{ضخامت غشاء}$$

بر اساس این قانون میزان انتشار یک ماده با ضریب انتشار، سطح انتشار و اختلاف غلظت ماده در 2 طرف غشاء نسبت مستقیم و با ضخامت غشاء نسبت عکس دارد.

ریاضی عمومی

حد و پیوستگی

تعاریف حد (Definitions of Limit)

<p>حد چپ (Left Hand Limit): $\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = L$ به معنی نزدیک شدن به a از سمت مقادیر کوچکتر از a است.</p>	<p>تعریف دقیق (Precise Definition): $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = L$ به این معنی است که به ازای هر $\epsilon > 0$ مقداری از $\delta > 0$ وجود دارد که اگر x به اندازه δ به a نزدیک شود ($x - a < \delta$)، آنگاه مقدار $f(x)$ نیز می‌تواند در فاصله ϵ از L قرار بگیرد ($f(x) - L < \epsilon$).</p>
<p>حد در بی‌نهایت یا ∞ (Limit at Infinity): $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = L$ حدی است که در آن با انتخاب مقادیر بی‌نهایت بزرگ x، مقادیر $f(x)$ به عدد L نزدیک می‌شوند.</p>	<p>تعریف عملیاتی (Working Definition): $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = L$ به این معنی است که با نزدیک شدن x به a، می‌توان به هر اندازه دلخواه به L نزدیک شد.</p>
<p>حد بی‌نهایت (Infinite Limit): $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = \infty$ به حدی گفته می‌شود که با نزدیک شدن x به مقدار a، مقادیر $f(x)$، به اعدادی بی‌نهایت بزرگ نزدیک می‌شوند.</p>	<p>حد راست (Right Hand Limit): $\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = L$ به معنی نزدیک شدن به a از سمت مقادیر بزرگتر از a است.</p>

رابطه میان حد و حدود یک طرفه

(Relationship between the limit and one sided limits)

$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = L \Rightarrow \lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = \lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = L$	$\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = \lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = L \Rightarrow \lim_{x \rightarrow a} f(x) = L$
<p>موجود نیست $\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) \neq \lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = L \Rightarrow \lim_{x \rightarrow a} f(x) = L$</p>	

توابع پیوسته (Continuous Functions)

توابع چند جمله‌ای به ازای تمام مقادیر x پیوسته‌اند.	e^x به ازای تمام مقادیر x پیوسته است.
توابع کسری به ازای تمام مقادیر x به جز x هایی که مخرج کسر را صفر می‌کنند، پیوسته هستند.	$\ln x$ به ازای $x > 0$ پیوسته محسوب می‌شود.
$\sqrt[n]{x}$ (n های فرد) به ازای تمام مقادیر x پیوسته است.	$\sin x$ و $\cos x$ به ازای تمام مقادیر x پیوسته هستند.
$\sqrt[n]{x}$ (n های زوج) به ازای مقادیر $x \geq 0$ پیوسته است.	$\tan x$ و $\sec x$ $x \neq \dots, -\frac{3\pi}{2}, -\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}, \dots$
	$\cot x$ و $\csc x$ $x \neq \dots, -2\pi, -\pi, 0, \pi, 2\pi \dots$

تبدیل لاپلاس

فرمول	توضیحات
$F(s) = \mathcal{L}\{f(t)\} = \int_0^{\infty} e^{-st} f(t) dt$ $f(t) = \mathcal{L}^{-1}\{F(s)\}$	تبدیل لاپلاس تبدیل معکوس لاپلاس
$\mathcal{L}\{af(t) + bg(t)\} = a\mathcal{L}\{f(t)\} + b\mathcal{L}\{g(t)\}$	خطی بودن
$\mathcal{L}\{e^{at} f(t)\} = F(s - a)$ $\mathcal{L}^{-1}\{F(s - a)\} = e^{at} f(t)$	جاب‌جایی فرکانس
$\mathcal{L}\{f'\} = s\mathcal{L}\{f\} - f(0)$ $\mathcal{L}\{f''\} = s^2\mathcal{L}\{f\} - sf(0) - f'(0)$ $\mathcal{L}\{f^{(n)}\} = s^n\mathcal{L}\{f\} - s^{(n-1)}f(0) - \dots - f^{(n-1)}(0)$ $\mathcal{L}\left\{\int_0^t f(\tau) d\tau\right\} = \frac{1}{s}\mathcal{L}\{f\}$	مشتق تابع انتگرال تابع
$(f * g)(t) = \int_0^t f(\tau)g(t - \tau) d\tau = \int_0^t f(t - \tau)g(\tau) d\tau$ $\mathcal{L}\{f * g\} = \mathcal{L}\{f\}\mathcal{L}\{g\}$	کانولوشن
$\mathcal{L}\{f(t - a)u(t - a)\} = e^{-as}F(s)$ $\mathcal{L}^{-1}\{e^{-as}F(s)\} = f(t - a)u(t - a)$	جاب‌جایی زمان
$\mathcal{L}\{tf(t)\} = -F'(s)$ $\mathcal{L}\left\{\frac{f(t)}{t}\right\} = \int_s^{\infty} F(\tilde{s}) d\tilde{s}$	مشتق تبدیل انتگرال تبدیل
$\mathcal{L}\{f\} = \frac{1}{1 - e^{-ps}} \int_0^p e^{-st} f(t) dt$	تابع متناوب f با دوره تناوب p

فیزیک عمومی

دوقطبی‌ها

دوقطبی مغناطیسی:	دوقطبی الکتریکی:
$\vec{m} = \frac{1}{2} I \int_p \vec{r} \times d\vec{l} = \frac{1}{2} \int d^3x \vec{r} \times \vec{j} = I \vec{a}$	$\vec{p} = \int \rho(\vec{r}) \vec{r} d^3x = q \vec{d}$
$\vec{J}_{dipole} = -\vec{m} \times \vec{\nabla}_{\vec{r}} \delta^3(\vec{r} - \vec{r}_d)$	$\rho_{dipole}(\vec{r}) = -\vec{p} \cdot \vec{\nabla}_{\vec{r}} \delta^3(\vec{r} - \vec{r}_d)$
نیروی وارد بر دوقطبی مغناطیسی:	نیروی وارد بر دوقطبی:
$\vec{F} = \vec{\nabla}(\vec{m} \cdot \vec{B})$	$\vec{F} = (\vec{p} \cdot \vec{\nabla}) \vec{E} = \vec{\nabla}(\vec{p} \cdot \vec{E})$
گشتاور دوقطبی مغناطیسی:	گشتاور وارد بر دوقطبی:
$\vec{\tau} = \vec{m} \times \vec{B}$	$\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$
انرژی ذخیره شده در دوقطبی:	انرژی ذخیره شده در دوقطبی:
$U = -\vec{m} \cdot \vec{B}$	$U = -\vec{p} \cdot \vec{E}$

میدان الکتریکی و مغناطیسی در ماده

مواد قطبی شده به صورت مغناطیسی:	مواد قطبی شده به صورت الکتریکی:
$\vec{M}(\vec{r}) = \text{مغناطش} =$	$\vec{P}(\vec{r}) = \text{قطبیت}$
ممان دوقطبی مغناطیسی بر حسب واحد حجم =	ممان دوقطبی الکتریکی بر حسب واحد حجم =
$\vec{J}_{bound} = \vec{\nabla} \times \vec{M}$	$\rho_{bound} = -\nabla \cdot \vec{P}$
$\vec{K}_{bound} = \vec{M} \times \hat{n}$	$\sigma_{bound} = \vec{P} \cdot \hat{n}$
$\vec{H} = \frac{1}{\mu_0} \vec{B} - \vec{M}$	$\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E} + \vec{P}$
$\vec{\nabla} \times \vec{H} = \vec{J}_{free}$	$\vec{\nabla} \cdot \vec{D} = \rho_{free}$
$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$	$\vec{\nabla} \times \vec{E} = 0$
شرایط مرزی:	شرایط مرزی:
$B_{above}^\perp - B_{below}^\perp = B^+ \cdot n - B^- \cdot n = 0$	$E_{above}^\perp - E_{below}^\perp = E^+ \cdot n - E^- \cdot n = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$
$\vec{B}_{above}^\parallel - \vec{B}_{below}^\parallel = B^+ \cdot t - B^- \cdot t = 0 = \mu_0 (\vec{K} \times \hat{n})$	$E_{above}^\parallel - E_{below}^\parallel = E^+ \cdot t - E^- \cdot t = 0$
$H_{above}^\perp - H_{below}^\perp = -(M_{above}^\perp - M_{below}^\perp)$	$D_{above}^\perp - D_{below}^\perp = \sigma_{free}$
$\vec{H}_{above}^\parallel - \vec{H}_{below}^\parallel = \vec{K}_{free} \times \hat{n}$	$D_{above}^\parallel - D_{below}^\parallel = \vec{P}_{above}^\parallel - \vec{P}_{below}^\parallel$
مواد مغناطیسی خطی:	دی‌الکتریک خطی:
$\vec{M} = \chi_m \vec{H}$	$\vec{P} = \epsilon_0 \chi_e \vec{E}$
χ_m پذیرندگی مغناطیسی =	χ_e پذیرندگی الکتریکی =
نفوذپذیری مغناطیسی = $\mu = \mu_0 (1 + \chi_m)$	گذردهی الکتریکی = $\epsilon = \epsilon_0 (1 + \chi_e)$
$\vec{B} = \mu \vec{H}$	

<p>معادله پواسون:</p> $\nabla^2 V = -\frac{\rho}{\epsilon_0}$ <p>معادله لاپلاس:</p> $\rho = 0 \rightarrow \nabla^2 V = 0$	<p>اختلاف پتانسیل:</p> $V(\vec{r}) = V(\vec{r}_0) - \int_{\vec{r}_0}^{\vec{r}} \vec{E}(\vec{r}') \cdot d\vec{l}'$ $= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{\rho(\vec{r}')}{ \vec{r} - \vec{r}' } d^3x'$ <p>روابط میدان:</p> $\vec{E} = -\vec{\nabla}V = -\frac{\partial V}{\partial x}\hat{i} - \frac{\partial V}{\partial y}\hat{j} - \frac{\partial V}{\partial z}\hat{k}$ $\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}, \quad \vec{\nabla} \times \vec{E} = 0$
---	--

منابع میدان الکتریکی و مغناطیسی

<p>میدان مغناطیسی:</p> $\vec{B} = \frac{\mu_0 q \vec{v} \times \hat{r}}{4\pi r^2}$ <p>حالت انتگرالی میدان مغناطیسی:</p> $\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{Id\vec{l} \times \hat{r}}{r^2}$ <p>قضیه بیوستگی:</p> $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot J = 0$	<p>میدان الکتریکی (بار نقطه‌ای):</p> $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \hat{r}$ <p>چگالی بار و قانون گاوس:</p> $Q = \int_R \rho dV$ $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{dq}{r^2} \hat{r}$ $\vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_{r' \in R} \frac{\rho(\vec{r}')}{ \vec{r} - \vec{r}' ^3} (\hat{r} - \hat{r}') dV'$
---	---

انرژی

<p>بردار پوینتینگ:</p> $\vec{S} = \frac{1}{\mu_0} (\vec{E} \times \vec{B})$ <p>قضیه پوینتینگ:</p> $\frac{\partial U}{\partial t} + \nabla \cdot P = -E \cdot J$ <p>حرکت در میدان مغناطیسی:</p> $R = \frac{mv}{ q B}$	<p>انرژی ذخیره شده در دو یا چند بار الکتریکی:</p> $W = \frac{1}{2} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i \neq j} \frac{q_i q_j}{r_{ij}}$ $= \frac{1}{2} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int d^3x d^3x' \frac{\rho(\vec{r})\rho(\vec{r}')}{ \vec{r} - \vec{r}' }$ $W = \frac{1}{2} \int d^3x \rho(\vec{r}) V(\vec{r}) = \frac{1}{2} \epsilon_0 \int \vec{E} ^2 d^3x$ <p>انرژی در میدان الکتریکی و مغناطیسی:</p> $U = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 + \frac{1}{2\mu_0} B^2$
--	--

کرل (تابع برداری، پاسخ برداری):

$$(\text{curl} A)_x = \lim_{\Delta S \rightarrow 0} \frac{\oint_C A \cdot d\vec{l}}{\Delta S}$$

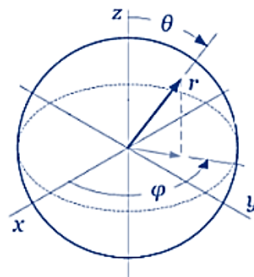
$$\nabla \times A = \left(\frac{\partial A_z}{\partial y} - \frac{\partial A_y}{\partial z} \right) \hat{x} + \left(\frac{\partial A_x}{\partial z} - \frac{\partial A_z}{\partial x} \right) \hat{y} + \left(\frac{\partial A_y}{\partial x} - \frac{\partial A_x}{\partial y} \right) \hat{z}$$

قضیه استوکس:

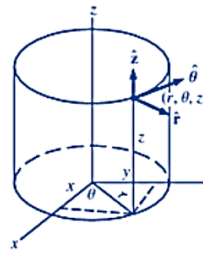
$$\oint_C \vec{A} \cdot d\vec{l} = \int_S (\nabla \times \vec{A}) \cdot d\vec{S}$$

C منحنی در بر دارنده سطح S است.

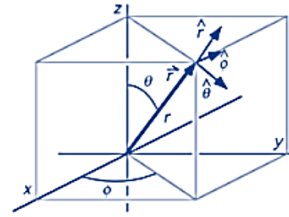
گرادیان، دیورژانس و کرل در مختصات کارتزین، استوانه‌ای و کروی



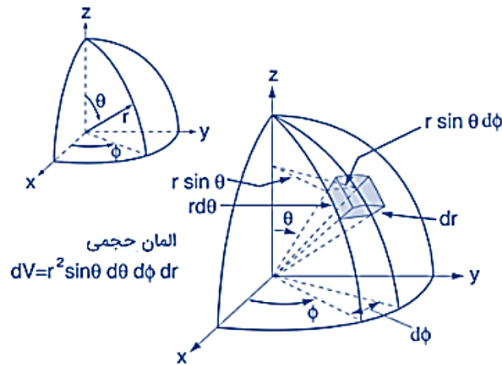
مختصات کروی



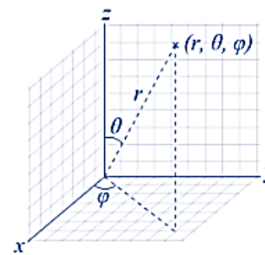
مختصات استوانه‌ای



مختصات کارتزین



المان حجمی
 $dV = r^2 \sin \theta \, d\theta \, d\phi \, dr$



مختصات کارتزین (x, y, z) :

$$\nabla \Phi = \frac{\partial \Phi}{\partial x} \hat{x} + \frac{\partial \Phi}{\partial y} \hat{y} + \frac{\partial \Phi}{\partial z} \hat{z}$$

$$\nabla \cdot D = \frac{\partial D_x}{\partial x} + \frac{\partial D_y}{\partial y} + \frac{\partial D_z}{\partial z}$$

$$\nabla \times H = \left(\frac{\partial H_z}{\partial y} - \frac{\partial H_y}{\partial z} \right) \hat{x} + \left(\frac{\partial H_x}{\partial z} - \frac{\partial H_z}{\partial x} \right) \hat{y} + \left(\frac{\partial H_y}{\partial x} - \frac{\partial H_x}{\partial y} \right) \hat{z}$$

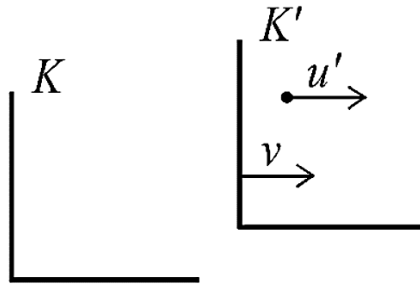
$$\nabla^2 \Phi = \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2}$$

$$\nabla^2 A = \nabla^2 A_x \hat{x} + \nabla^2 A_y \hat{y} + \nabla^2 A_z \hat{z}$$

نسبیت

سرعت نسبی (Relativistic Velocity Addition)

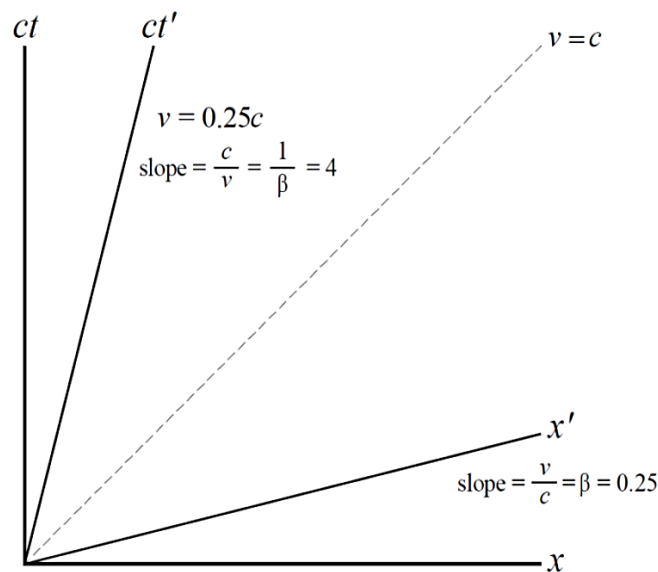
اگر دستگاه مختصات K' نسبت به دستگاه مختصات K با سرعت v در حال حرکت باشد، ناظری که در دستگاه K ایستاده باشد، سرعت حرکت جسمی که در راستای x و در دستگاه K' حرکت می‌کند را به صورت زیر می‌بیند.



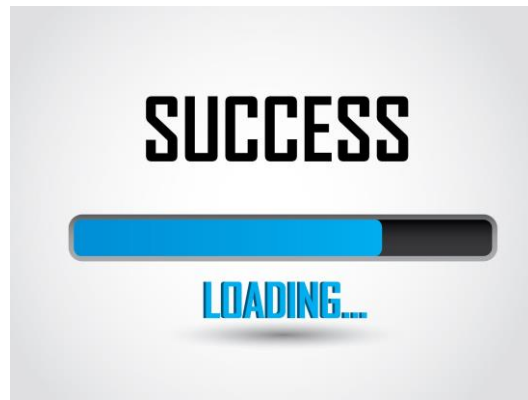
$u_x = \frac{u'_x + v}{1 + \left(\frac{v}{c^2}\right)u'_x}$	$u_y = \frac{u'_y}{\gamma \left[1 - \left(\frac{v}{c^2}\right)u'_x\right]}$
$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	$u_z = \frac{u'_z}{\gamma \left[1 - \left(\frac{v}{c^2}\right)u'_x\right]}$

نمودار فضا - زمان

از نمودار فضا زمان برای نمایش همزمانی یک رویداد در دو دستگاه مختصات مجزا استفاده می‌شود. به طور مثال دستگاه مختصات K نسبت به دستگاه مختصات K' با یک چهارم سرعت نور حرکت می‌کند.



نمودار فوق بیان می‌کند که تعیین همزمانی و هم مکانی یک رویداد، بسته به دیدگاه ناظر دارد. به طور مثال دو رویداد ممکن است که از نقطه نظر اول همزمان باشند، ولی از نظر یک ناظر دیگر نه همزمان باشند و نه هم مکان.



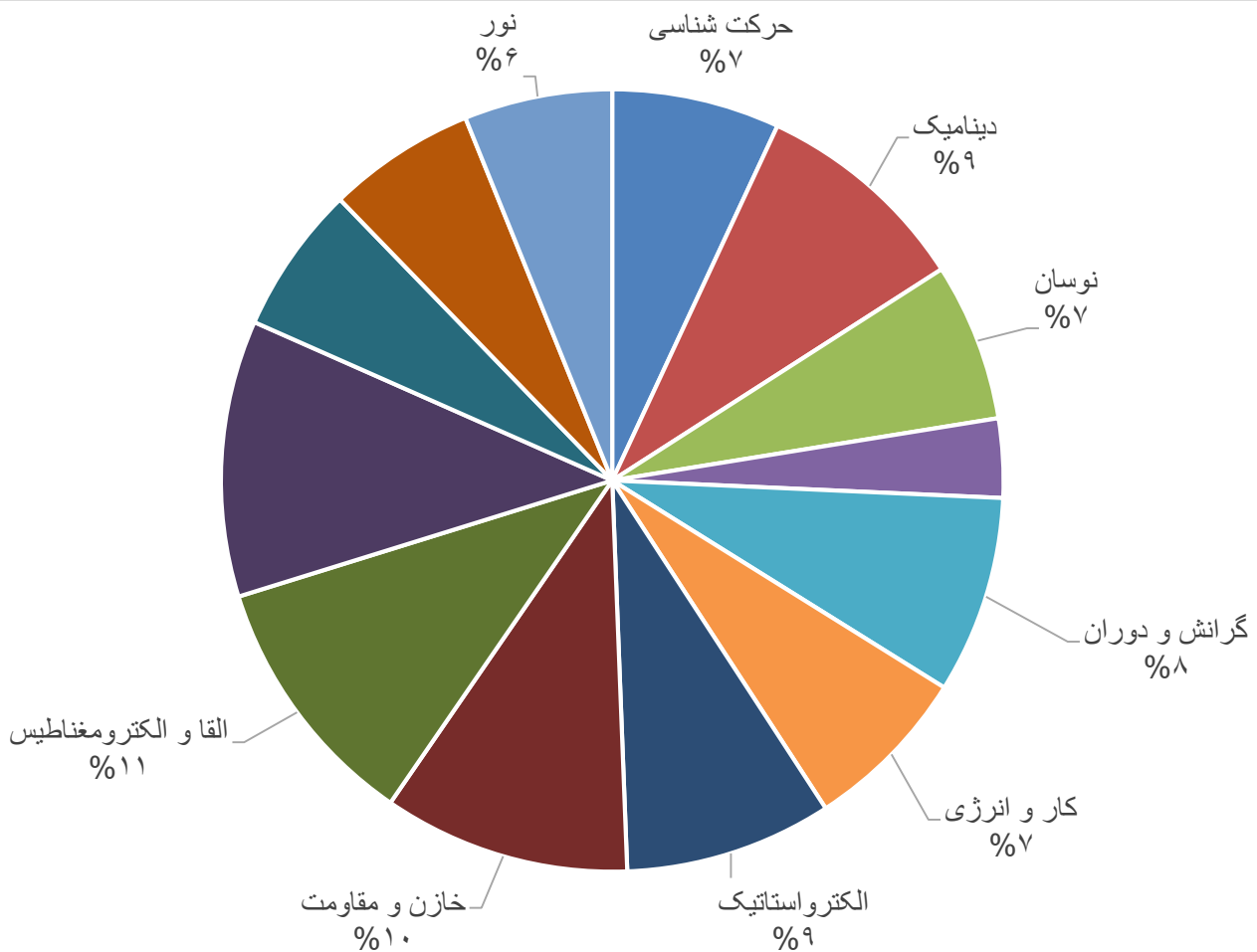
در آزمایش هایم به این نکته ایمان پیدا کردم که تنها یک موجود است که توانایی انجام هر کار غیر
ممکنی را دارد.

آن موجود همانند دیگر مخلوقات، دارای 2 پا، 2 چشم و سایر خصوصیات فیزیکی می باشد؛ اما قدرت
تفکر و اختیار به او قدرتی نامحدود برای انجام رویاهای غیرممکن داده است.
دعا میکنم این مخلوق از این قدرت نامحدود خدادادی در جهت درست و صحیح استفاده کند.

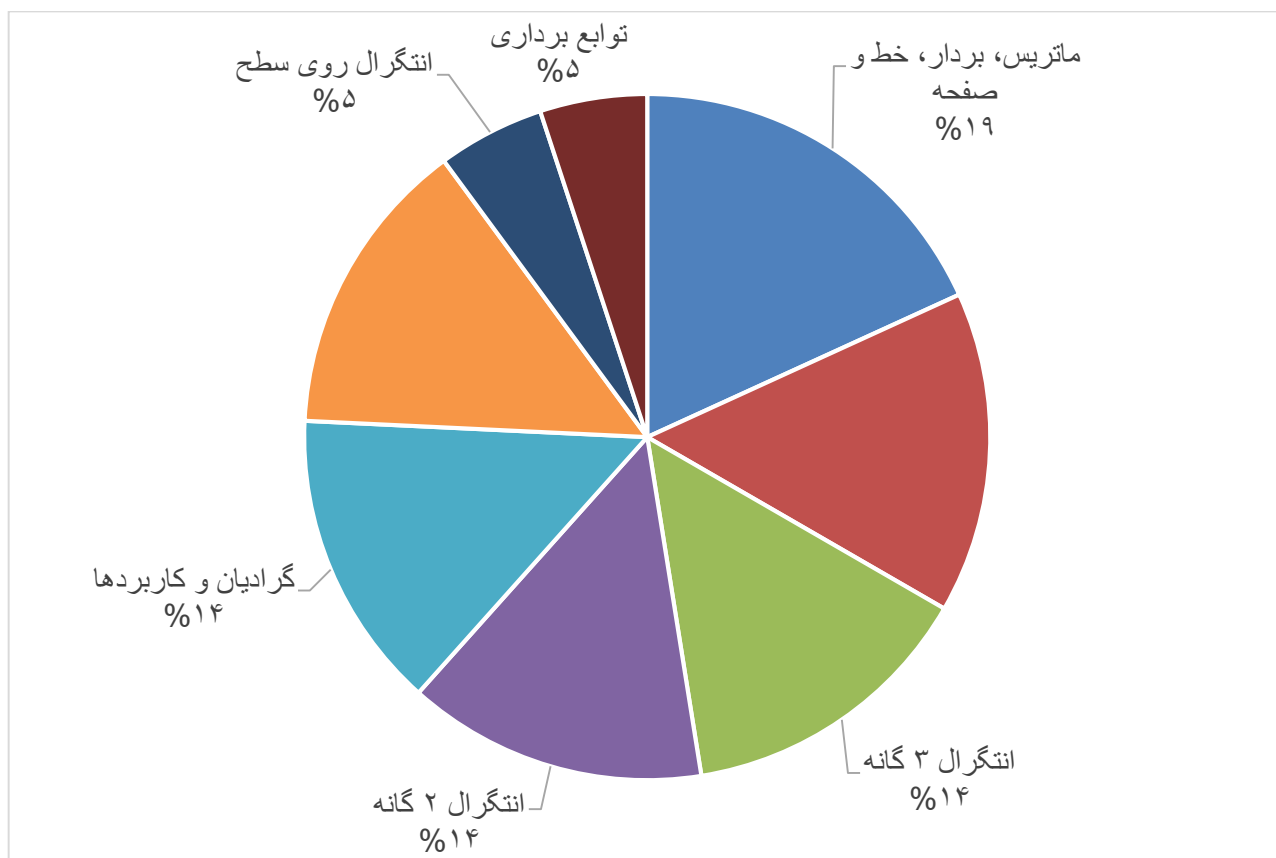
چارلز داروین (نابغه فراموش نشدنی علم زیست شناسی)

آنالیز سوالات 10 سال آزمون ارشد رشته فیزیک پزشکی

فیزیک عمومی



ریاضی 2



آناتومی عمومی

فیزیولوژی پزشکی

سوالات 10 سال کنکور ارشد فیزیک پزشکی با پاسخ نامه تشریحی

آزمون کارشناسی ارشد رشته فیزیک پزشکی سال 1390-1389

فیزیک عمومی

1- از تفنگی به جرم 5kg گلوله ای 10 گرمی با تندی 428 m/s شلیک می شود. نسبت مسافتی که تفنگ به سوی عقب حرکت می کند در حالی که گلوله در تفنگ است به مسافتی که گلوله به سوی جلو حرکت می کند چه قدر است؟

(1) $\frac{2}{1000}$ (2) $\frac{1}{428}$ (3) $\frac{10}{428}$ (4) $\frac{5}{428}$

2- حلقه نازکی به جرم 140gr و شعاع 20cm از یک لبه تیز آویزان است به طوری که حلقه می تواند در صفحه خود تحت اثر نیروی وزن خود نوسان کند. دوره تناوب نوسانات کم دامنه آن را بیابید؟

(1) $\frac{\pi}{2}$ (2) $\frac{2\pi}{100}$ (3) $\frac{4\pi}{10}$ (4) $\frac{4\pi}{100}$

3- جسمی به جرم 500gr را به انتهای فنری با ثابت نیروی $K=4.7\text{ N/cm}$ متصل کرده ایم اگر جابجایی اولیه $A_0=6\text{cm}$ ، نیرو میراساز $F=-bv$ و دامنه حرکت طی $t=4\text{s}$ به $\frac{1}{e}$ مقدار اولیه برست، ثابت b چند کیلوگرم بر ثانیه می شود؟

(1) $\frac{1}{2}$ (2) 2 (3) 4 (4) $\frac{1}{4}$

4- برف در راستای قائم و با سرعت ثابت 8 متر بر ثانیه می بارد. به نظر راننده ای که در جاده مستقیمی با سرعت 50 کیلومتر بر ساعت حرکت می کند ذرات برف تحت چه زاویه ای نسبت به امتداد قائم (بر حسب درجه) و با چه سرعتی (بر حسب متر بر ثانیه) سقوط می کنند؟

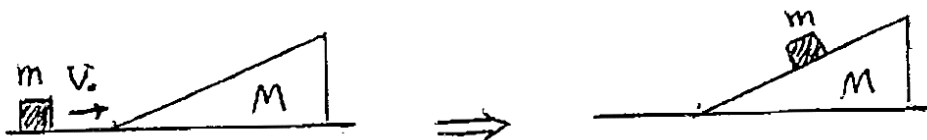
(1) 30، 21/89 (2) 60، 21/89

(3) 60، 16/03 (4) 30، 16/03

5- معادله مکان - زمان متحرکی در سیستم SI بصورت $r(t) = \beta t i + 2t^2 j$ است کار انجام شده توسط این متحرک در بازه زمانی $t_1=0$ تا $t_2=1\text{s}$ کدام است؟

(1) $8\beta m$ (2) $4\beta m$ (3) $4m$ (4) $8m$

6- مطابق شکل زیر جسمی به جرم m و به سرعت V_0 به گلوله ساکنی به جرم M برخورد کرده واز سطح شیبدار بالا می رود. حداکثر ارتفاعی که جسم در آن متوقف می شود کدام گزینه زیر است؟



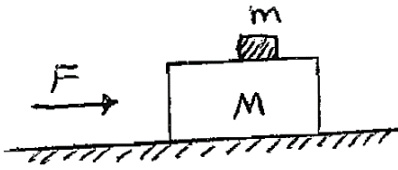
(4) $\frac{V_0^2}{g} \left(\frac{M}{m+M} \right)$

(3) $\frac{V_0^2}{g} \left(\frac{m}{M+m} \right)$

(2) $\frac{V_0^2}{2g} \left(\frac{M}{m+M} \right)$

(1) $\frac{V_0^2}{2g} \left(\frac{m}{M+m} \right)$

7- با توجه به شکل مقابل، ضریب اصطکاک ایستایی بین m و M معادل $0/6$ است. ($\mu_s = 0.6$) حداکثر شتاب حاصل از نیروی F چه قدر باشد تا مجموعه m و M با هم حرکت کنند؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)



- (1) 6 m/s^2 (2) $\frac{g}{2}$ (3) 3 m/s^2 (4) به جرم m بستگی دارد.

8- یک بالون تحقیقاتی با جرم کل M در راستای قائم با شتاب a فرود می آید؟ چه قدر از وزنه های تعادل (m) باید از بالون بیرون ریخته شود تا بالون شتابی برابر a به طرف بالا پیدا کند؟ (شتاب جاذبه زمین را g فرض کنید)

- (1) $2M \cdot a/g$ (2) $M \cdot a/(a+g)$ (3) $M \cdot a/2(a+g)$ (4) $2M \cdot a/(a+g)$

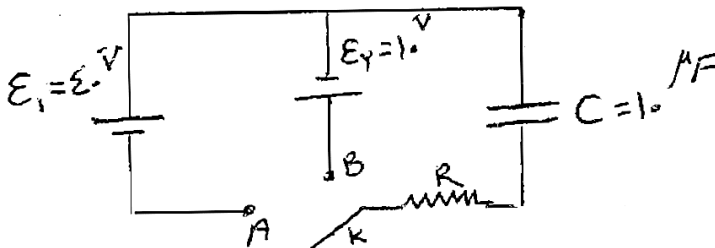
9- سرعت دو جسم چند متر بر ثانیه باشد که اگر با سرعت یکنواخت به سمت یکدیگر حرکت کنند در هر ثانیه 4 متر به یکدیگر نزدیک شوند و اگر با همان سرعت یکنواخت در یک جهت حرکت کنند در هر 10 ثانیه 4 متر به یکدیگر نزدیک شوند.

- (1) $V_1 = 2.2, V_2 = 1.8$ (2) $V_1 = 3, V_2 = 1$
(3) $V_1 = 0.4, V_2 = 4$ (4) $V_1 = 1.4, V_2 = 1$

10- دو ذره در امتداد پاره خطی به طول A حرکت هماهنگ ساده انجام می دهند. دوره تناوب هر ذره 1.5 ثانیه و اختلاف فاز آنها 30 درجه است. 0.5 ثانیه پس از آنکه ذره عقبی یک انتهای مسیر را طی می کند فاصله دو ذره (بر حسب A) چقدر است؟

- (1) $0/1830 A$ (2) $0/2500 A$ (3) $0/6830 A$ (4) $0/4330 A$

11- با توجه به شکل زیر، اگر کلید ابتدا به نقطه A و سپس به نقطه B وصل می شود، انرژی گرمایی تولید شده در مقاومت R چند ژول است؟



- (1) $7/5$ (2) $0/75$ (3) $0/075$ (4) $0/0075$

12- یک خط انتقال جریان AC انرژی را با آهنگ $P_{av} = 10 \text{ MW}$ از نیروگاه برق به یک کارخانه منتقل می کند اگر $V_{rms} = 100 \text{ v}$ باشد I_{rms} چند آمپر است؟

- (1) 10^2 (2) 10^4 (3) 10^5 (4) 10^7

13- نسبت عمیق نفوذ پوستی مس در فرکانس 10^{KHZ} به مقدار آن در فرکانس 100^{MHZ} کدام است؟

- (1) 10^{-4} (2) 10^{-2} (3) 10^2 (4) 10^4

14- تعداد 9 سیم مسی هر یک به طول L و قطر d بطور موازی به هم بسته شده اند و یک رسانای واحد به مقاومت R تشکیل می دهند قطر D یک سیم مسی به طول L چقدر (بر حسب d) باشد تا همین مقاومت را داشته باشد؟

- (1) $3d$ (2) $6d$ (3) $9d$ (4) $12d$

15- یک مدار RC با بستن کلید در لحظه $t=0$ تخلیه می شود. اختلاف پتانسیل اولیه دو سر خازن 100 ولت است اگر اختلاف پتانسیل پس از 10 ثانیه به 1 ولت کاهش یابد. در فاصله 20 ثانیه پس از لحظه $t=0$ اختلاف پتانسیل چند ولت خواهد بود؟

- (1) $0/01$ (2) $0/1$ (3) $0/2$ (4) $0/5$

16- یک محیط همگن و ایزوتروپ رسانندگی الکتریکی را σ و ضریب دی الکتریک ϵ مفروض است. زمان واهلش این محیط برابر است با:

- (1) $\frac{\sigma}{\epsilon}$ (2) $\frac{\epsilon}{\sigma}$ (3) $\sigma \epsilon$ (4) $\frac{1}{\epsilon \sigma}$

پاسخنامه آزمون کارشناسی ارشد رشته فیزیک پزشکی سال 1395-1396

فیزیک عمومی

1) گزینه (3)

$$\omega = 3/14 \text{ rad/s}; \quad t = 20s$$

$$\begin{cases} x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0 & \text{حرکت خطی} \\ L = \frac{1}{2}\alpha t^2 + \omega_0 t + L_0 & \text{حرکت زاویه ای} \end{cases}$$



نکته: به واحدهای زیر توجه کنید:

X: بر حسب متر a: شتاب خطی v: سرعت خطی
L: بر حسب رادیان alpha: شتاب زاویه ای omega: سرعت زاویه ای

$$\text{همچنین} \begin{cases} V = at + v_0 \\ \omega = \alpha t + \omega_0 \Rightarrow \alpha = \frac{\omega - \omega_0}{t} = \frac{0 - 3/14}{20} = 1/75 \text{ rad/s}^2 \end{cases}$$

$$L = \frac{1}{2}(-1/57)(20)^2 + 31/4(20) = -314 + 628 = 314 \text{ rad}$$

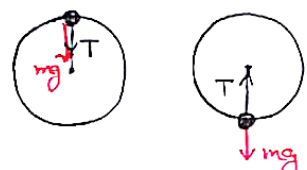
$$L: 2\pi(\text{rad}) = 1 \text{ (دور)} \Rightarrow \text{تعداد دور } N = \frac{314}{2\pi} = 50 \text{ دور}$$

2 - گزینه (4)

$$\begin{cases} T \cos(60) = mg \\ T \sin(60) = \frac{mv^2}{r} \end{cases} \quad \sin(60) = \frac{r}{L} \Rightarrow r = L \sin(60) = \frac{\sqrt{3}}{2} L$$

$$\Rightarrow \tan(60) = \frac{v^2}{gr} \Rightarrow v = \sqrt{gr \tan(60)} = \sqrt{gL \frac{\sin^2(60)}{\cos(60)}} = \sqrt{\frac{3gL}{2}}$$

3 - گزینه (2)



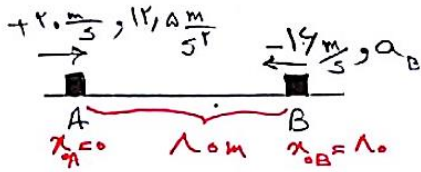
$$\begin{cases} T - mg = \frac{mV^2}{R} \\ T' + mg = \frac{mV'^2}{R} \end{cases}$$

از طرفی می توان از قانون پایستگی انرژی استفاده کرد فرض می کنیم در پایین ترین نقطه مسیر انرژی پتانسیل گرانشی صفر باشد، در نتیجه:

$$\Rightarrow 0 = \frac{1}{2}mV^2 = mg(2R) + \frac{1}{2}mV'^2 \Rightarrow (V^2 - V'^2) = 4gR$$

$$\Rightarrow T - T' = \frac{mV^2}{R} - \frac{mV'^2}{R} + 2mg = \frac{m}{R}(V^2 - V'^2) + 2mg = 6mg$$

4 - گزینه (1)



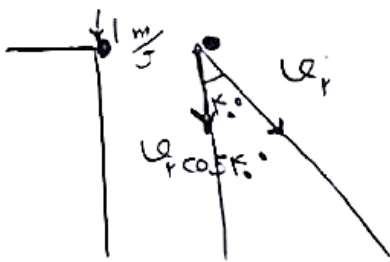
$$\begin{cases} x_1 = \frac{1}{2}a_1t^2 + v_{01}t & ; & v_1 = a_1t + v_{01} \Rightarrow -\frac{v_{01}}{a_1} = \frac{20}{12/5} = 1/6s \\ x_2 = \frac{1}{2}a_2t^2 + v_{02}t \end{cases}$$

$$x_1 = \frac{1}{2}(-12/5)(1/6)^2 + (20)(1/6) = -16 + 32 = 16m$$

از طرفی: $x_1 + x_2 = 80 - 80 = 72m \Rightarrow x_2 = 72 - 16 = 56m$

از طرفی: $V_2^2 - V_{02}^2 = 2a_2\Delta x_2 \Rightarrow a_2 = \frac{0 - (16)^2}{2(56)} = -2/29 m/s^2$

5 - گزینه (1)



سنگ اول: $y_1 = \frac{1}{2}gt^2 + V_{01y}t$; چون: $\vec{V}_{01} = V_{01y}\hat{j}$

سنگ دوم: $y_2 = \frac{1}{2}g(t - 0.5)^2 + V_{02y}t = \frac{1}{2}g(t - 0.5)^2 + V_{02}(\cos\theta\hat{j})$

چون: $\vec{V}_{02} = V_{02x}\hat{i} + V_{02y}\hat{j} = V_{02}\sin\theta\hat{i} + V_{02}\cos\theta\hat{j}$

$$\Rightarrow \begin{cases} 50 = \frac{1}{2}gt^2 + t = \frac{-1 \pm \sqrt{1 + 4(9/8/2)}(50)}{9/8} = 3/09 \end{cases}$$

$$50 = \frac{1}{2}(9/8)(3/09 - 0/5)^2 + V_{02}(\cos 40)(3/06) \Rightarrow V_{02} = 8/6 m/s$$