

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دعای پیش از مطالعه

اَللّٰهُمَّ اَخْرِجْنِيْ مِنْ ظُلُمَاتِ الْوَهْمِ وَاكْرِمْنِيْ بِنُورِ الْفَهْمِ
اَللّٰهُمَّ افْتَحْ عَلَيْنَا اَبْوَابَ رَحْمَتِكَ وَاَنْشُرْ عَلَيْنَا خَزَائِنَ عُلُوْمِكَ
بِرَحْمَتِكَ يَا اَرْحَمَ الرَّاحِمِيْنَ

پروردگارا، خارج کن مرا از تاریکی های فکر و گرامی بدار به نور فهم
پروردگارا، بگشای بر ما در های رحمت را و بگستران کنج های دانشت را به امید رحمت
تو ای مهربان ترین مهربانان

بیایید به حقوق دیگران احترام بگذاریم

دوست عزیز، این کتاب حاصل دسترنج چندین ساله ی مؤلف، مترجم و ناشر آن است. تکثیر و فروش آن به هر شکلی بدون اجازه از پدیدآورنده کاری غیراخلاقی، غیرقانونی، غیرشرعی و کسب درآمد از دسترنج دیگران است، نتیجه ی این عمل نادرست، موجب رواج بی اعتمادی در جامعه و بروز پی آمدهای ناگوار در زندگی و محیط ناسالم برای خود و فرزندانمان می گردد.



درسنامه بیوفیزیک

**ویژه کارشناسی ارشد و دکتری رشته‌ی نانو تکنولوژی
و کلیه‌ی گرایش‌های وزارت بهداشت، وزارت علوم و دانشگاه آزاد**

تألیف و گردآوری:

دکتر مریم آذریان

«مدرس دانشگاه و دکتری تخصصی (Ph.D) نانو تکنولوژی پزشکی»

سرشناسه

عنوان و نام پدیدآور

مشخصات نشر

مشخصات ظاهری

شابک

وضعیت فهرست‌نویسی

موضوع

شناسه افزوده

شناسه افزوده

شناسه افزوده

رده‌بندی کنگره

رده‌بندی دیویی

شماره کتابشناسی ملی

: آذریان، مریم، ۱۳۶۲ -

: AGK درسنامه بیوفیزیک ویژه کارشناسی ارشد و دکتری رشته‌ی نانو تکنولوژی و کلیه‌ی گرایش‌های وزارت

بهداشت، وزارت علوم و دانشگاه آزاد/ تألیف و گردآوری: مریم آذریان.

: تهران: آناهید گستر خلیلی، ۱۴۰۳.

: ۲۳۶ص: مصور، جدول، نمودار؛ ۲۹×۲۲ س.م.

: 978-622-4907-48-6

: فیپا

: فیزیک زیستی -- راهنمای آموزشی (عالی)

Biophysics -- Study and teaching (Higher)

: ایران. وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی / Iran. Ministry of Health and Medical Education

: ایران. وزارت علوم، تحقیقات و فناوری / Iran Ministry of Science, Research and Technology

: دانشگاه آزاد اسلامی

: QH۵۰۵

: ۵۷۴/۱۹۱۰۷

: ۹۸۶۰۵۶۸



انتشارات آناهید گستر خلیلی

نام: AGK درسنامه بیوفیزیک

(ویژه کارشناسی ارشد و دکتری رشته‌ی نانو تکنولوژی)

و کلیه‌ی گرایش‌های وزارت بهداشت، وزارت علوم و دانشگاه آزاد)

تألیف و گردآوری: دکتر مریم آذریان

ناشر: آناهید گستر خلیلی

نوبت و سال چاپ: اول. ۱۴۰۳

شمارگان: ۱۰۰۰

چاپ و صحافی: گیلان

مدیر تولید: امیرحسین خلیلی

مدیر فنی و هنری: مریم آرده

تایپ و صفحه‌آرایی: آرزو راضی

بهاء: ۲۸۰۰۰۰ تومان

آموزشگاه/ فروشگاه: ۰۲۱۶۶۵۶۸۶۲۱

مرکز پخش: ضلع جنوب غربی میدان انقلاب . جنب بانک پارسیان . مجتمع تجاری پارس . طبقه اول

مدیر فروش: ۰۹۱۹۱۶۸۵۹۷۰ (ارتباط از طریق پیامک)

 agkpublisher@gmail.com



www.agkins.com

طلیحه سخن مدیر تولید:

سپردن کار به اهلش نشانه‌ی خردمندی است.

برای تولید بسته‌های آموزشی تمام تلاش خود را به کار گرفته‌ایم تا محصولی شایسته را تقدیم شما عزیزان نماییم.

مجموعه‌ای که پیش روی شماست براساس معتبرترین و به‌روزترین منابع کنکور و به قلم مجرب‌ترین اساتید تألیف شده است و مطالعه آن موجب صرفه‌جویی در زمان و هزینه شما خواهد شد. ارائه بالاترین آمار قبولی در کنکور کارشناسی ارشد و دکتری در دهه اخیر بیان‌گر توانایی این مجموعه در راستای اهداف آموزشی خود می‌باشد. اینک با اتکا به تجربه‌ای ۱۷ ساله می‌توانیم ادعا کنیم که مجموعه حاضر، بی‌شک از جمله کامل‌ترین و به‌روزترین بسته‌های آموزشی موجود در عرصه کنکور می‌باشد.

❧ برخی از ویژگی‌های بسته‌های آموزشی:

- منطبق با معتبرترین و به‌روزترین منابع کنکور
- گردآوری و تألیف توسط مجرب‌ترین اساتید کنکور
- تدریس مطالب از سطح پایه تا پیشرفته به بیان ساده و روان
- انتقال بهتر مفاهیم با استفاده از شکل، جدول و نمودار
- تألیف مبتنی بر نحوه‌ی طراحی سوالات کنکور
- مطالعه یک منبع منسجم به جای مطالعه چندین منبع مختلف
- منبعی خودآموز و بدون نیاز به مدرس

اینک علاوه بر مطالعه بسته‌های آموزشی استفاده از خدمات و محصولات زیر را به عنوان ضمانتی برای قبولی به شما داوطلبان عزیز توصیه می‌کنم؛

❧ آزمون‌های آزمایشی: خوش بود گر محک تجربه آید به میان

داوطلب شجاع کیست؟ داوطلبی است که خود را مورد سنجش (خود را با خود) و ارزیابی (خود را با دیگران) قرار دهد تا پیش از کنکور به نقاط ضعف خود پی ببرد و آن‌ها را تقویت نماید. آزمون‌های آزمایشی دارای یک برنامه‌ریزی منسجم است و به شما اولتیماتوم می‌دهد. یعنی شما باید در یک زمان معین مطالب معینی را مطالعه نمایید.

آزمون‌های آزمایشی مجموعه دارای سوالات استاندارد، پاسخنامه تشریحی و کارنامه تحلیلی می‌باشد. صادقانه شرکت در آزمون‌های آزمایشی را به شما عزیزان توصیه می‌کنم.

❧ مشاوره تخصصی و برنامه‌ریزی: زیر نظر حرفه‌ای‌ها درس بخوانید ...

در صورتی که نمی‌توانید با توجه به زمان آزادتان برنامه‌ی مطالعاتی استاندارد را برای خود تدوین کنید حتماً از افراد متخصص کمک بخواهید. افرادی که تجربیات خود را صادقانه در اختیار شما قرار می‌دهند و برنامه‌ریزی مناسب با شرایط شما را انجام می‌دهند.

📖 کتاب تست:

کوچک‌ترین واحد یادگیری در کنکور، تست است.

شما می‌توانید برای این‌که سطح یادگیری خود را پس از مطالعه بسنجید از کتاب‌های تست مجموعه (تست کنکور) و ماطراحان (تست‌های تألیفی) استفاده کنید. این کتاب‌ها به‌صورت موضوعی طبقه‌بندی شده‌اند و می‌توانند نحوه‌ی طرح سوالات کنکور و سطح آن‌ها را به‌صورت واضح به شما نشان دهند.

📖 درسنامه‌های نکات داغ و کتاب‌های الگوریتم مناسب‌ترین منابع برای دوران مرور و جمع‌بندی:

بیش‌تر داوطلبان حین مطالعه نگران خلاصه‌نویسی و مرور آموخته‌های خود هستند و برای خلاصه‌نویسی زمان زیادی را صرف می‌کنند. اینک به شما مژده می‌دهیم که این‌بار زمان به نفع شما در حال گذر است و دیگر با استفاده از درسنامه‌های نکات داغ و کتاب‌های الگوریتم نیاز به خلاصه‌نویسی ندارید.

شما می‌توانید نظرات، انتقادات و پیشنهادهای سازنده خود را در مورد بسته‌های آموزشی به شماره‌تلفن همراه ۰۹۱۹۱۶۸۵۹۷۰ فقط و فقط پیامک نمایید.

مشاور و مدیر تولید

امیرحسین خلیلی

طلیحه سخن مؤلف:

سپاس بی‌کران خدایی را سزاست که در لحظه لحظه‌های زندگی کوتاه و پرفراز و نشیبمان ما را یاری نمود. این درسنامه، سپاسگزاری کوچکی است، از سوی مؤلف این اثر که با احترام تقدیم می‌شود به یگانه مهربان هستی ...

درسنامه حاضر در برگرفته‌ی ۸ فصل، «آب، اسید و باز»، «ماکرومولکول‌های حیاتی»، «غشاهای زیستی»، «زیست‌شناسی پرتوی»، «بیوترمودینامیک»، «روش‌ها و ابزارهای بیوفیزیکی»، «طیف‌سنجی» و در نهایت «بیومکانیک» است که برای داوطلبان کنکور تهیه و تألیف شده است.

شایسته است از تلاش‌های انتشارات آناهیدگستر خلیلی که در پیگیری چاپ این درسنامه من را یاری دادند، صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم.

همچنین بر خود لازم می‌دانم از خانواده‌ی عزیزم که محیط مساعدی را برای تحقیق و پژوهش اینجانب فراهم نموده‌اند نهایت تشکر و قدردانی را داشته باشم.

با احترام
دکتر مریم آذریان

فصل اول: آب، اسید و باز.....	۹
فصل دوم: ماکرومولکول‌های زیستی.....	۲۳
فصل سوم: غشاءهای بیولوژیک و صناعی.....	۸۰
فصل چهارم: بیوترمودینامیک و کالریمتری.....	۱۰۶
فصل پنجم: زیست‌شناسی پرتوی و دزیمتری.....	۱۲۵
فصل ششم: ابزارها و روش‌های فیزیکوشیمیایی.....	۱۵۳
فصل هفتم: اسپکتروسکوپی پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک.....	۱۹۰
فصل هشتم: بیومکانیک (بینایی و شنوایی).....	۲۲۴

آب، اسید و باز

آب (H₂O)

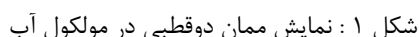
آب با نام IUPAC، Oxidane مهمترین ترکیب حیاتی در بدن محسوب می‌شود که در زنان حدود ۵۰٪ و در مردان حدود ۶۰٪ از وزن بدن را تشکیل می‌دهد. این نسبت در سلول‌های بدن پراکنشی بین ۸۰-۲۰٪ را از خود نشان می‌دهد، به نحوی که ۲۰٪ از محتوای بافت چربی و ۸۵٪ از بافت عصبی را آب تشکیل می‌دهد، از طرف دیگر میزان آب بدن با افزایش سن کاهش یافته و افزایش چربی موجب کاهش محتوای آب بدنی می‌شود.

قطبیت مولکول آب

بعد از تشکیل پیوند کوالانسی بین اتم‌های هیدروژن و اکسیژن الکترونگاتیو، ابر الکترونی به صورت نامتقارن اطراف اتم‌ها را احاطه کرده و تشکیل مولکول دوقطبی (دی پل) آب را می‌دهند. در مولکول دوقطبی آب، اتم‌های هیدروژن دارای جزئی بارهای مثبت (δ^+) در حدود $+0.33 \times 10^{-19}$ esu و اتم اکسیژن دارای جزئی بار منفی (δ^-) در حدود -0.66×10^{-19} esu خواهد بود. اهمیت دوقطبی بودن مولکول‌های آب از آن جهت است که در کنار توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی قادر است تمام ویژگی‌های منحصر به فرد آب را که وابسته به یونیزاسیون (تفکیک پذیری) است، را توجیه نماید. با توجه به نتایج حاصل از روش‌های طیف‌سنجی NMR و پراش اشعه X مشخص شده است که زاویه حاصل (H $\hat{O}$ H) در مولکول آب دقیقاً برابر 104.45° است. زیرا هیبریداسیون اتم اکسیژن در مولکول آب از نوع SP³ بوده که به دلیل دافعه الکترون‌های غیرپیوندی (دو جفت الکترون غیرپیوندی) هیبریداسیون کامل نشده و فرم زاویه پیوندی کمتر از 109° می‌باشد.

برآیند دوقطبی (بزرگی قطبیت ماکرومولکول) را با گشتاور یا ممان دو قطبی بیان می‌کنند، به نحوی که ممان دو قطبی (μ) برابر است با حاصل ضرب فاصله‌ی بین بارها با علامت متضاد [x = بر حسب سانتی‌متر] در بزرگی بار الکتریکی [q = بر حسب esu (واحد بار الکتروستاتیک)] که در این حالت واحد ممان دو قطبی، دبی (Debye) نامیده می‌شود (شکل ۱).
جدول ۱، ممان دوقطبی هیدریدهای دوره‌ی اول جدول تناوبی را بررسی می‌کند.

$$\mu = q \cdot x$$



جدول ۱: ممان دوقطبی هیدریدهای دوره ی اول جدول تناوبی

بیوند هیدروژنی

10

*** These elements have not yet been named

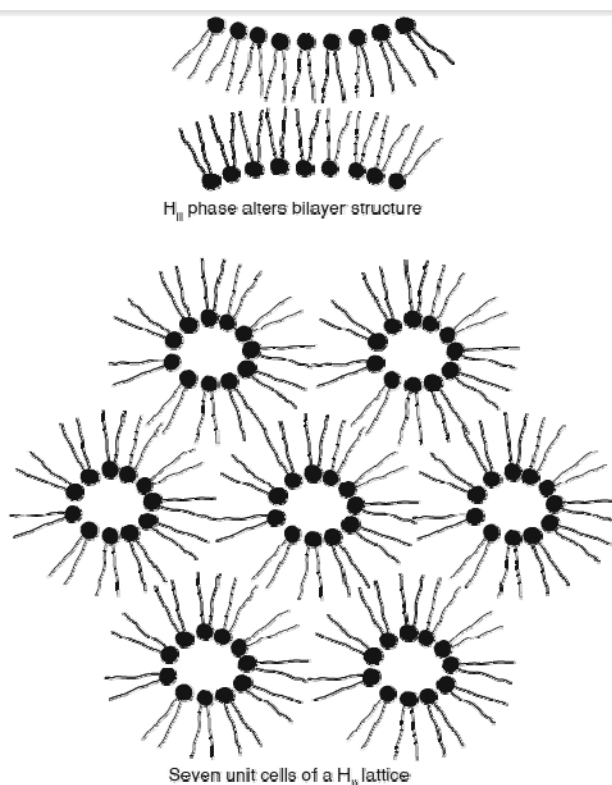
شکل ۲: عناصر یر کاربرد در بیولوژی

پیوند هیدروژنی به دو صورت درون و بین مولکولی مشاهده می‌شود. این دو نوع پیوند از نظر سطح انرژی (انرژی پیوندی) بسیار به هم نزدیک‌اند لازم به ذکر است که پیوند هیدروژنی مختص مولکول‌های آب نمی‌باشد، به نحوی که مهمترین عامل در ایجاد پایداری ساختمان دوم پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک محسوب می‌شود. پیوند هیدروژنی در ساختمان α -helix، از نوع درون مولکولی و در ساختمان β -sheets از نوع بین مولکولی است.

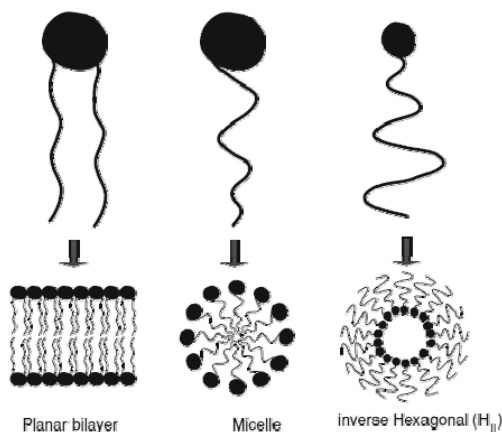
هم راستا (هم جهت بودن) پیوند هیدروژنی بین اتم دهنده هیدروژن (اتم الکترونگاتیو متصل به هیدروژن) و گیرنده هیدروژن (اتم الکترونگاتیو دارای جفت الکترون ناپیوندی) سبب می‌شود که طول پیوند هیدروژنی به کوتاهترین حد ممکن خود برسد و از آنجایی که طول پیوند با انرژی پیوند رابطه معکوس دارد می‌توان نتیجه گرفت که اگر اتم‌های دهنده و گیرنده هیدروژن هم راستا باشند، پیوند هیدروژنی حاصل پایدارتر و پر انرژی‌تر خواهد بود، از این جهت پیوند هیدروژنی را پیوندی جهت دار می‌نامند.

یکی از مهمترین ویژگی‌های برهمکنش‌های فیزیکی مانند: پیوندهای هیدروژنی، برهمکنش‌های هیدروفوب (آبگریز) و ... در ساختمان‌های بیولوژیک خاصیت تعاونی یا کوپراتیو بودن آن‌ها است. برای مثال تشکیل پیوند هیدروژنی سبب تسهیل در شکل‌گیری ساختمان ماکرومولکول‌ها (ساختمان دوم پروتئین‌ها و فرم دو رشته‌ای DNA) و افزایش پایداری ترمودینامیکی (برهمکنش بین آنتی‌ژن - آنتی‌بادی، آنزیم - سوبسترا، اتصال CO_2 ، O_2 به هموگلوبین) آن‌ها می‌شود.

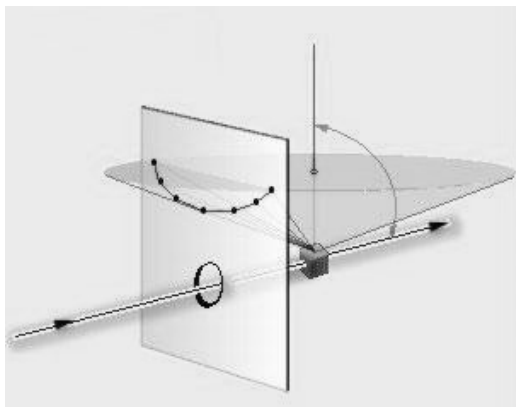
غیرلاملار را نشان می‌دهد. هر دو ساختار غیرلاملار کوپیک معکوس و هگزاگونال در غشاءها تحت موقعیت‌های مناسب فیزیولوژی مشاهده می‌شوند. تشکیل ساختار غیرلاملار در ابتدا به هندسه‌ی مولکولی لیپیدها ارتباط داده شده بود. فسفولیپیدهای طبیعی مثل فسفاتیدیل اتانول آمین، فسفاتیدیل اتیل آمین، فسفاتیدیل سرین، فسفاتیدیل گلیسرول، فسفاتیدیک اسید، کاردیولیپین و... اغلب مسئول تشکیل فازهای غیرلاملار القاء شده هستند. به نظر می‌آید فازهای هگزاگونال و کوپیک معکوس فازهای غیرلاملار مستقل هستند که با افزایش دمای شبکه‌ی لیپیدی به فازهای لاملار ترجیح داده می‌شوند، همچنین مشاهده می‌شود که حضور فازهای کوپیک ممکن است ویژگی عمومی لیپیدهای تشکیل‌دهنده H_{II} باشد که توسط نظریه‌ی شعاع انحنا خودبخودی مونولایه‌های لیپیدی حمایت می‌شود که تئوری انحنا ذاتی موقعیت لیپیدی غشاء زیستی نامیده می‌شود. گرانبه‌ترین تصویر را برای فازهای لیپیدی غیرلاملار نشان داد که در شکل ۵ آمده است. در تئوری انحنا ذاتی گفته می‌شود که رفتار فاز لیپیدی نتیجه‌ی رقابت بین گرایش مونولایه‌های لیپیدی معین برای تشکیل حلقه و ایجاد خوشه‌های فشرده‌ی هیدروکربنی است. در مولکول‌های لیپیدی، نسبت هندسه‌ی گروه سر در مقابل دم در حقیقت مسئول جهت‌گیری متفاوت قابل‌توجه لیپیدی است که استرس انحنا را تعیین می‌کند و تشکیل دولایه، ساختار میسلی یا ساختار هگزاگونال معکوس و... پدیدار می‌شوند. که در شکل ۶ نشان داده شده است.



شکل ۵: شکل بالا فاز غیرلاملار و شکل پایین هفت واحد سلولی را که شبکه‌ی هگزاگونال را تشکیل می‌دهند نشان می‌دهد.



شکل ۶: مدل شماتیک برای ویژگی‌های فیزیکی متغیر دولایه‌های لیپیدی توسط مولکول‌های آمفی‌فیل کوچک

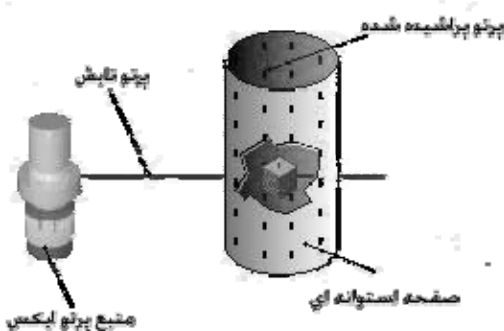


شکل ۳۷: روش لایه در حالت انعکاسی. صفحه‌ی بین منبع اشعه ایکس و نمونه، اشعه‌های انعکاسی را ثبت می‌کند.

در این شکل که مربوط به شبکه وارون کریستال می‌باشد دو بردار موج هم جهت مشخص شده است که معرف طول موج‌های $\lambda_{\min}$, $\lambda_{\max}$ در اشعه سفید می‌باشند. دایره‌های مربوط به هر طول موج رسم شده است. هر نقطه درون ناحیه تیره توسط دایره‌ای با طول موج بین $\lambda_{\min}$, $\lambda_{\max}$ در شرایط براگ قرار می‌گیرد. در عمل، اشعه‌های پراشیده شده معمولاً بر روی یک مخروط قرار می‌گیرند (شکل ۳۷) و از صفحه‌ای تخت عمود بر اشعه تابش جهت ثبت اشعه‌های پراشیده شده استفاده می‌شود. هر اشعه بر روی صفحه نقطه‌ای را مشخص می‌کند. از بررسی این نقاط می‌توان به جهت‌گیری کریستال و تقارن شبکه پی‌برد.

روش کریستال چرخان (Rotating Crystal)

در روش کریستال چرخان، کریستال برخلاف روش لایه، تحت تابش اشعه تکفام قرار می‌گیرد. کریستال حول محوری عمود بر اشعه می‌چرخد و در حین چرخش صفحات متفاوتی در شرایط براگ قرار می‌گیرند. این اشعه‌ها بر روی صفحات مخروطی قرار می‌گیرند. کریستال درون استوانه قرار دارد و استوانه اشعه‌های پراشیده شده را ثبت می‌کند. هنگامی که این صفحه استوانه‌ای باز می‌شود، نقاط مربوط به اشعه‌های هر مخروط روی یک خط قرار می‌گیرند. عمده کاربرد این روش تعیین ساختارهای کریستالی نامشخص می‌باشد. در شکل ۳۸ نمایی از روش کریستال چرخان نشان داده شده است.



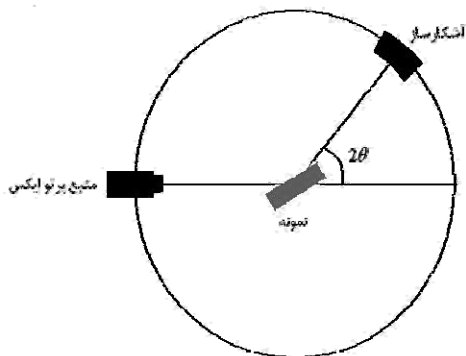
شکل ۳۸: روش کریستال چرخان

روش پودری

همانطور که در دو روش پیش مشاهده شد شرایط براگ به سختی برای یک اشعه تکفام برقرار می‌شود. در روشی پودری با استفاده از نمونه پودری این امکان بوجود می‌آید که اشعه با صفحات متفاوتی که به صورت تصادفی در نمونه قرار دارند برخورد کند. بدین ترتیب صفحات زیادی به راحتی امکان قرار گرفتن در شرایط براگ را پیدا می‌کنند. این روش امکان بررسی دقیق نمونه و تعیین بردارهای پایه شبکه و کمیت‌های مرتبط را می‌دهد. روش پودری پرکاربردترین روش XRD می‌باشد.

هندسه و نحوه کارکرد روش پودری

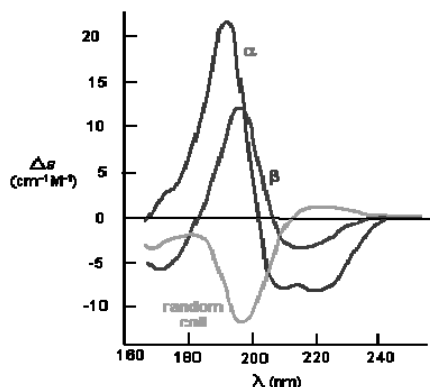
در متداول‌ترین حالت پودری، منبع و آشکارساز بر روی محیط دایره‌ای با شعاع ثابت و نمونه در مرکز دایره قرار می‌گیرد. نمونه و منبع ثابت بوده و آشکارساز بوسیله بازوی مکانیکی حرکت می‌کند (شکل ۳۹).



شکل ۳۹: پیکربندی XRD در حالت پودری

امتداد منبع - نمونه و امتداد نمونه - آشکارساز با هم زاویه 2θ می‌سازند که θ زاویه بین اشعه تابش و صفحه‌ی نمونه می‌باشد. از این رو این پیکربندی معروف به 2θ - θ می‌باشد. بازوی مکانیکی جهت پویش (Scan) نمونه از زاویه‌ای 0° - 170° درجه متغییر است. انتخاب بازوی پویش با توجه به خصوصیات نمونه، توسط کاربر تعیین می‌شود.

اسپکتروسکوپی پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک



طیف‌سنجی (اسپکتروسکوپی) (Spectroscopy)

طیف‌سنجی، یکی از روش‌های متداول برای بررسی و مطالعه ساختمان ماکرومولکول‌ها و شناسایی مواد شیمیایی است به نحوی که از روش‌هایی مانند طیف‌سنجی IR, ORD, CD برای تعیین ساختمان دوم پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک استفاده می‌شود (شکل ۱).

شکل ۱: بررسی ساختمان دوم پروتئین‌ها به روش طیف‌سنجی CD

اساس این روش‌ها برهمکنش بین امواج الکترومغناطیس و ماده (هسته‌ها، یون‌ها، الکترون‌ها و...) است به این معنا که یک دسته پرتو نورانی تک فام به نمونه تابیده شده و سپس مقدار جذب نور، توسط محلول اندازه‌گیری می‌شود. برهمکنش بین امواج الکترومغناطیس و حالت‌های انرژی در ماده شامل سه پدیده جذب، نشر و پخش (تغییر قطبش) بوده که وابسته به طول موج پرتو الکترومغناطیس است. امواج الکترومغناطیس شامل دو میدان الکتریکی و مغناطیسی عمود بر هم‌اند که با سرعت نور در خلاء حرکت می‌کند.

امواج الکترومغناطیس رفتار دوگانه‌ی موجی (پراش، شکست نور و تداخل) و ذره‌ای (اثر فوتوالکتریک) دارند. برهمکنش امواج الکترومغناطیس با ماده توسط خصلت ذره‌ای (کوانتایی) قابل توجیه است.

انرژی پرتوی الکترومغناطیس (E)، مقدار انرژی انتقال یافته به ازاء هر فوتون است که از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$E = h\gamma = h \frac{C}{\lambda} = hC\bar{\gamma}$$

در رابطه فوق؛ E : انرژی فوتون (برحسب J)، h : ثابت پلانک ($6.626 \times 10^{-34} J \cdot s$)، γ : فرکانس موج نورانی (s^{-1})، λ : طول موج (برحسب متر یا سانتی‌متر) و $\bar{\gamma}$: عدد موج (برحسب cm^{-1}) است.

انرژی هر فوتون به دو فاکتور وابسته است؛ γ (فرکانس) و λ (طول موج) در نتیجه دو موج الکترومغناطیس دارای فرکانس و طول موج مشابه، انرژی ثابت و برابر خواهند داشت.

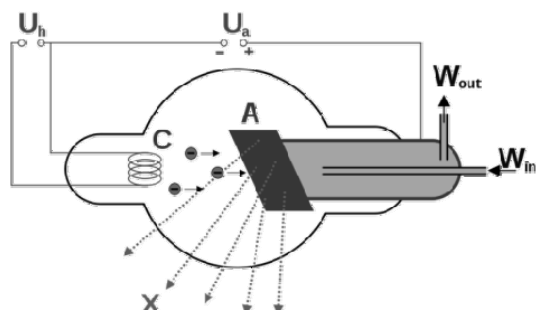
حالت‌های اکسیدی عناصر قابل تشخیص است. بنابراین، با استفاده از XPS می‌توان اطلاعاتی در مورد نوع اتم‌ها، میزان آن‌ها و این که اتم‌ها در چه حالت شیمیایی قرار دارند؛ به دست آورد. اگرچه این تکنیک برای تعیین ترکیبات شیمیایی و حالت پیوندی لایه‌های نزدیک سطح نمونه نیز مناسب است اما از آن جایی که پرتو ایکس منطقه وسیعی را می‌پوشاند قدرت تفکیک جانبی مناسبی ندارد.

اجزای تشکیل دهنده دستگاه طیف سنجی فوتوالکترونی اشعه ایکس

در این بخش، قسمت‌های مختلف دستگاه طیف سنجی فوتوالکترونی اشعه ایکس توضیح داده می‌شود که شامل منبع تولید اشعه ایکس، تحلیلگر انرژی و آشکارساز است.

۱. منابع تولید اشعه ایکس

اشعه ایکس با بمباران حرارتی سطح فلزی به وسیله الکترون‌هایی با انرژی ۴-۵ کیلوالکترون ولت تولید می‌شود (تولید اشعه ایکس، براساس مکانیزم تابش ترمزی است که خود باعث تابش طیف پیوسته‌ای از فوتون‌های اشعه ایکس می‌شود). اشعه ایکس مشخصه نیز در اثر جدا شدن یک الکترون از لایه‌های داخلی اتم و پر شدن آن به وسیله الکترون‌های لایه‌های بالاتر تولید می‌شود. اشعه ایکس مشخصه نسبت به طیف پیوسته معمولاً شدت بیشتری دارد و تقریباً تکفام است. به طور کلی اشعه ایکس پس از خروج از لوله پدید آورنده و پراش از یک



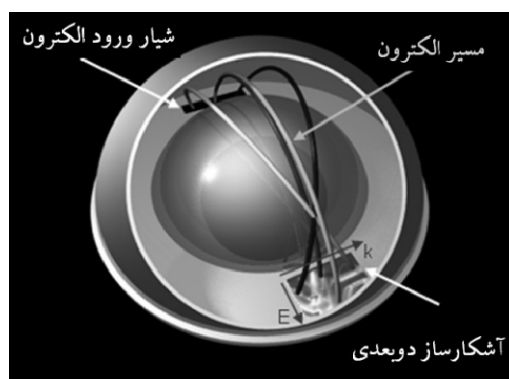
شکل ۹: لامپ اشعه کاتدی

بلور، به صورت تک طول موج به سطح نمونه می‌تابد و الکترون مدار داخلی اتم‌های نمونه را جدا می‌کند و به داخل طیف سنجی الکترونی هدایت می‌کند. شکل ۹ طرحی از چگونگی تولید اشعه ایکس که الکترون‌ها از منبع تولید الکترون (کاتد) که با حرف C نشان داده شده است؛ گسیل می‌شوند و به آند (A) که معمولاً آلومینیوم و منیزیم است و گاهی از سدیم و سیلیکون نیز استفاده می‌شود برخورد می‌کنند.

محفظه پیرامون این مجموعه نیز معمولاً از جنس آلومینیوم است تا مانع از خروج الکترون‌ها شود در حالی که این محفظه اشعه ایکس را به خوبی از خود عبور می‌دهد.

۲. تحلیلگر انرژی

یک تحلیلگر انرژی، الکترون‌ها را براساس انرژی آن‌ها با قدرت تفکیک مناسب جدا می‌کند یعنی یک تحلیلگر انرژی، مانند فیلتری عمل می‌کند که فقط الکترون‌ها با انرژی خاص را از خود عبور می‌دهد. با افزایش تعداد الکترون‌های تحلیل شده، میزان حساسیت نیز افزایش می‌یابد. از آن جایی که تفکیک انرژی‌ها در میدان الکتریکی انجام می‌شود؛ یک تحلیلگر خوب تحلیلگری است که کم‌ترین حساسیت را به میدان‌های خارجی مانند میدان مغناطیسی زمین و یا سایر میدان‌های مغناطیسی موجود در آزمایشگاه داشته باشد. معمولاً از تحلیلگرهای انرژی مانند، CMA (Cylindrical Mirror Analyzer) و CHA (Concentric Hemispherical Analyzer) استفاده می‌شود.



شکل ۱۰: تحلیلگر نیمکره‌ای هم مرکز (CHA) الکترون‌هایی که مسیر قرمز و سبز را می‌پیمایند تکانه یکسان و انرژی‌های متفاوتی دارند. محور K نماد تکانه و محور E، نماد انرژی است.

در XPS استفاده می‌شود. شکل ۱۰ تحلیلگر CHA را نشان می‌دهد که متشکل از دو نیم کره هم مرکز است که با استفاده از لنزهای الکتروستاتیکی باریکه الکترونی به داخل آن هدایت می‌شود. با اعمال پتانسیل مثبت و منفی به ترتیب به سطح پایینی و بالایی نیم کره‌ها و تولید میدان الکتریکی، الکترون‌ها با انرژی‌های جنبشی متفاوت، مسیرهای حرکت مختلفی خواهند داشت که الکترون‌ها با انرژی کم‌تر مسیر کوتاه‌تر و الکترون‌ها با انرژی بیش‌تر مسیر بلندتری را طی می‌کنند به گونه‌ای که با دیواره نیم کره‌ها برخورد نداشته باشند که به این ترتیب قبل از رسیدن به آشکارساز، مقدار انرژی هر فوتوالکترون براساس شدت میدان الکتروستاتیکی اعمالی برای گذر از مسیر نیم کره محاسبه می‌شود و فوتوالکترون‌ها از نظر انرژی تفکیک می‌شوند.

سطوح شکست نور در چشم

پرتوهای نورانی پس از عبور از دیپوترهای مختلف چشم به شبکه رسیده و تصویر اجسام را روی آن تشکیل می‌دهند، قدرت انکساری چشم انسان ۶۰ دیوپتر است. در راه رسیدن نور به شبکه سطوح شکست مختلفی وجود دارند که عبارتند از: بخش جلویی قرنیه، ماده قرنیه، بخش پشتی قرنیه، مایع زلالیه، قسمت جلویی عدسی، ماده عدسی، بخش پشتی عدسی و مایع زجاجیه. در این میان بخش جلویی قرنیه و بخش جلویی عدسی عمده‌ترین نقش را در شکست نور دارند ولی دیگر سطوح ذکر شده به دلیل داشتن ضرایب شکست پایین نسبت به محیط‌های مجاور خود نقش بسیار کمی در شکست نور دارند، بنابراین در ادامه به بررسی این دو سطح پرداخته می‌شوند:

۱- **سطح جلویی قرنیه:** قرنیه کانونی کردن را از راه شکست پرتوهای نور انجام می‌دهد. نور در این سطح به دو علت شکست زیادی دارد، یکی شعاع انحنای (خمش) کم‌تر از ۸ میلی متر قرنیه در این سطح و دیگری تفاوت زیاد میان ضرایب شکست هوا و قرنیه (ضریب شکست هوا $n=1$ و ضریب شکست قرنیه $n=1/37$). به دلیل آنکه ضرایب شکست زلالیه و سطح پشتی قرنیه که در ارتباط با هم هستند، نزدیک است بنابراین سطح جلویی قرنیه که در مجاور هوا است، نقش اصلی را در کانونی کردن را برعهده دارد. قرنیه در داخل آب بیش‌تر توانایی کانونی کردن خود را از دست می‌دهد، به دلیل آنکه ضریب شکست آب $1/33$ بوده که نزدیک به ضریب شکست قرنیه می‌باشد، بنابراین غواصان با استفاده از ماسک هوا را در مجاور قرنیه نگه می‌دارند. ضریب شکست نور در قرنیه افراد مختلف تقریباً ثابت است ($1/37$) در صورتیکه میزان خمش یا انحنای آن در افراد مختلف تا حدی تفاوت داشته که این امر منجر به ناهنجاریهای دید مانند دوربینی، نزدیک بینی و آستیگماتیسم می‌شود.

۲- **سطح جلویی عدسی:** با اینکه ضریب شکست ماده عدسی بیش‌تر از ضرایب شکست زلالیه و زجاجیه است، اما این اختلاف به اندازه تفاوت در ضرایب شکست هوا و قرنیه نیست. بنابراین شکست عمده نور در سطح هوا و قرنیه صورت گرفته و قسمت اعظمی از عمل کانونی کردن نور (حدود $2/3$) بر عهده آن است و عدسی نسبت به قرنیه نقش کم‌تری در کانونی کردن نور دارد ولی تمرکز دقیق نور برعهده‌ی عدسی است. همچنین همانطور که اشاره شد، قرنیه بخش کانونی کننده‌ی ثابت است در صورتیکه عدسی دارای شکل متغیری بوده و در کانونی کردن اجسام در فاصله‌های مختلف نقش دارد. در جدول (۱) ضریب شکست اجزاء تشکیل دهنده چشم مشاهده می‌شود:

اجزای چشم	ضریب شکست
قرنیه	۱/۳۷
مایع زلالیه	۱/۳۳
پوشش عدسی	۱/۴۸
مرکز عدسی	۱/۴۱
مایع زجاجیه	۱/۴۴

جدول ۱: ضریب شکست اجزاء چشم (ضریب شکست هوا $n=1$ است).

تطابق

چشم سالم هم می‌تواند تصاویر اجسامی که در بی نهایت قرار دارند به خوبی ببیند و هم تصاویر اجسامی که در نزدیک آن قرار دارد، به توانایی چشم برای ایجاد تصاویر اجسام که در فاصله‌های گوناگون هستند، بر روی شبکه تطابق گویند. در واقع تطابق توان چشم به منظور پایدار نگه داشتن مکان کانون است. تطابق به وسیله تغییر شعاع خمش عدسی چشم ایجاد می‌شود، یعنی هر چه جسم به چشم نزدیک‌تر شود خمش بیش‌تر شده و توان آن افزایش می‌یابد. در واقع هنگام دیدن اشیاء نزدیک عدسی توسط ماهیچه‌های مژکی که به آن متصل است، کروی‌تر و قطورتر می‌شود و در هنگام دیدن اشیاء دورتر قطر عدسی کم‌تر می‌شود.

تطابق چشم با تاریکی و روشنایی

در صورتیکه چشم برای مدت زمان طولانی در نور قرار بگیرد، مواد حساس به نور در شبکه از قبیل رودوپسین‌ها در سلول‌های استوانه‌ای (و مواد دیگر در سلول‌های مخروطی) تجزیه شده و بنابراین حساسیت چشم به نور کاهش می‌یابد، این حالت را تطابق چشم با نور گویند. در حالت عکس، اگر چشم برای مدت طولانی در تاریکی قرار گیرد، مواد حساس به نور دوباره ساخته می‌شوند و حساسیت چشم به نور افزایش یافته در نتیجه چشم حتی در نور کم نیز می‌تواند ببیند، این حالت را تطابق چشم با تاریکی گویند.

اعصاب بینایی و کورتکس بینایی در مغز

پالس‌های الکتریکی از شبکه توسط اعصاب بینایی به سمت قشر (کورتکس) بینایی می‌روند، این پالس‌ها پس از عبور از کیاسمای بینایی، مسیر بینایی و جسم زانویی به قشر بینایی خواهند رفت. در واقع تصویری که در شبکه تشکیل می‌شود، وارونه و خام است، درک واقعی بینایی توسط پردازش جریان‌های الکتریکی منتقل شده توسط اعصاب بینایی در قشر بینایی در مغز صورت می‌گیرد.

عوامل موثر در تیزبینی

۱. محل تشکیل تصویر در سطح شبکه: هر چه تصویر به مرکز شبکه نزدیکتر باشد، قدرت گیرندگی آن بهتر و وضوح تصویر نیز افزایش می‌یابد.
۲. شدت نور: هرچه شدت نور ورودی به چشم بیشتر باشد، به مراتب تیزبینی چشم بیشتر خواهد شد.
۳. رنگ نور: تیزبینی چشم در رنگ‌های زرد و سبز و در طول موج‌های ۵۰۰-۵۵۰ نانومتر به حداکثر خود خواهد رسید.
۴. ابعاد مردمک چشم: قطر مردمک چشم با تیزبینی رابطه عکس دارد یعنی با هرچه قطر چشم بیشتر تیزبینی کاهش و هر چه قطر چشم کمتر باشد تیزبینی نیز افزایش می‌یابد.
۵. سن شخص: تیزبینی با افزایش سن کاهش می‌یابد.

معایب یا ناهنجاری‌های چشم

به طور کلی معایب چشم را به دو نوع تقسیم می‌کنند:

۱. عیوب پاتولوژیکی: تغییر در ضرایب شکست مایعات چشم
 ۲. عیوب فیزیکی: بهم خوردن سیستم نوری چشم در صورتی که نتواند تصویر واضحی را بر روی شبکه بیندازد.
- نوع دوم عیوب چشم خود به سه دسته نقص در کرویت چشم (نزدیک بینی، دوربینی) و نقص آستیگماتیسم و نقص پیر چشمی تقسیم بندی می‌شوند.

بیماری‌های چشم

آب سیاه: همانطور که اشاره شد، فشار درونی چشم در حدود ۲۰ میلی متر جیوه است و به وسیله مجاری به نام مجرای شلم که در گوشه درونی چشم قرار دارد، تنظیم می‌شود. گرفتگی در این کانال باعث افزایش فشار چشم و بیماری آب سیاه می‌شود. در این بیماری میدان دید کوچک شده و اگر درمان نشود منجر به کوری می‌شود.

کاتاراکت (آب مروارید): در این بیماری عدسی مات شده و شفافیت خود را از دست می‌دهد که ممکن است مادرزادی یا اکتسابی باشد. گاهی اوقات عدسی کدر شده را با عمل جراحی خارج می‌کنند و یک عدسی مصنوعی جایگزین آن می‌کنند، گاهی نیز به کمک عینک مناسب، بیمار تا حدود زیادی بینایی خود را به دست می‌آورد.

پیرچشمی: با بالا رفتن سن ممکن است عدسی چشم به علت دناتوراسیون پروتئین‌ها حالت انعطاف پذیری خود را از دست داده (سخت شود) و قدرت تطابق آن کاهش یابد. در نتیجه دیدن اجسام نزدیک سخت‌تر می‌شود، این بیماری پیرچشمی نام دارد و با عینک‌های دارای عدسی دوکانونی درمان می‌شود.

نزدیک بینی، دوربینی، آستیگماتیسم: این ناهنجاری‌ها به علت شکست نامناسب نور در سطوح چشم ایجاد می‌شوند که از آن جمله می‌توان به نزدیک بینی، دوربینی و آستیگماتیسم اشاره کرد، خمیدگی بیش از حد قرنیه سبب نزدیک بینی، خمیدگی کمتر از حد طبیعی آن موجب دوربینی و خمیدگی نامنظم آن سبب آستیگماتیسم می‌شود. در نزدیک بینی پرتوهای موازی نور در نقطه کانونی در جلو شبکه چشم ایجاد می‌شوند. نزدیک بینی می‌تواند به علت بزرگی بیش از اندازه کره چشم یا کره چشم دراز، افزایش خمش قرنیه یا رویه‌های عدسی چشم ایجاد می‌شود، در این حالت تصویر اشیاء دور در جلو شبکه ایجاد شده و پرتوها واگرا شده در نتیجه فرد نمی‌تواند اشیاء دور را واضح ببیند. اصلاح نزدیک بینی با عینک‌های دارای عدسی منفی است. در دوربینی تصویر اجسام در پشت شبکه ایجاد می‌شود، دوربینی فراوان‌ترین ناهنجاری شکست چشم است. کوچکی بیش از حد کره چشم یا کره‌ی چشم کوتاه، وجود تومورها یا ورمهای چشمی از علل ایجاد دوربینی است. اصلاح دوربینی با عینک‌های دارای عدسی مثبت می‌باشد. در صورتیکه قرنیه خمش نامساوی داشته باشد، پرتوهای نور به طور نامنظم به یکدیگر می‌رسند و در نتیجه نمی‌توانند روی یک نقطه کانونی در شبکه متمرکز شوند در این حالت تصویر ناواضحی به وجود آمده که به این حالت آستیگماتیسم گویند. علت آستیگماتیسم در بیش‌تر موارد نادرستی خمش مادرزادی قرنیه است، تغییر شکل قرنیه که در اثر عواملی نظیر سوختگی، زخم و ضرب زدگی ایجاد می‌شوند نیز می‌تواند موجب

آستیگماتیسم شود. با استفاده از عینک‌هایی که دارای عدسی استوانه‌ای هستند می‌توان این عیب را برطرف کرد، در اینصورت شکست پرتوهای نور طوری صورت می‌گیرد که تنها یک نقطه کانونی روی شبکه ایجاد شده و در نتیجه تصویر واضحی ایجاد شود.

مسیرهای عصبی

آکسون‌های سلول‌های عقده‌ای در عصب بینایی و راه بینایی به طرف عقب سیر کرده و در جسم زانویی خارجی یعنی بخشی از تالاموس ختم می‌شوند. فیبرهای مربوط به هر نیمه طرف بینی شبکه در کیاسمای اپتیک تقاطع می‌کنند. در جسم زانویی فیبرهای مربوط به نیمه طرف بینی شبکه و نیمه گیجگاهی شبکه مقابل روی سلول‌هایی سیناپس می‌دهند که آکسونهای آن‌ها راه زانویی - کالکارینی را تشکیل می‌دهند. این راه به سوی لوب پس سری قشر مغز سیر می‌کند. ناحیه پذیرای اولیه بینایی در اطراف شیار کالکارین واقع شده است. شاخه‌هایی از آکسونهای سلول‌های عقده‌ای از راه عصب بینایی به ناحیه پیش بامی (Pretectal) مغز میانی می‌روند و در آنجا ارتباطاتی برقرار می‌کنند که منجر به بروز رفلکسهای بینایی و حرکات چشم می‌شوند. آکسونهای سلول‌های عقده‌ای دیگر مستقیماً از کیاسمای اپتیک به هسته‌های فوق کیاسمایی در غده هیپوتالاموس می‌روند و در آنجا منجر به ایجاد نوعی از ریتم‌های آندوکرینی و سایر ریتم‌های شبانه روزی وابسته به نور می‌شوند.

مکانیزم تشکیل تصویر

چشمها انرژی طیف مرئی نور را به پتانسیل‌های عمل در عصب بینایی تبدیل می‌کنند. طول موج نور مرئی بین ۴۰۰-۷۰۰ نانومتر قرار دارد. تصاویر اشیاء موجود در محیط بر روی قرنیه متمرکز می‌شوند. پرتوهای نوری که به شبکه برخورد می‌کنند، پتانسیل‌هایی در سلول‌های استوانه‌ای و مخروطی تولید می‌کنند. از یک نظر پروراندن اطلاعات بینایی در شبکه، تشکیل سه تصویر را شامل می‌شود، تصویر نخست که بوسیله عمل نور روی گیرنده‌های نوری تشکیل می‌شود، در سلول‌های دوقطبی به تصویر دوم تبدیل می‌شود و تصویر دوم به نوبه خود به تصویر سوم در سلول‌های عقده‌ای تبدیل می‌گردد. در هنگام تشکیل تصویر دوم، سیگنال حاصل بوسیله سلول‌های افقی دچار تغییراتی می‌شود و در هنگام تشکیل تصویر سوم، این سیگنال بوسیله سلول‌های آماکرین دستخوش تغییر می‌گردد. تغییرات اندکی در طرح ایمپالس در اجسام زانویی خارجی بوجود می‌آید و لذا تصویر سوم به قشر پس سری می‌رسد و ایمپالس‌های فرستاده شده در آنجا احساس بینایی را بوجود می‌آورند. آکسون سلول‌های عقده‌ای یک نمودار فضایی شبکه را روی جسم زانویی خارجی تصویر می‌کنند. هر جسم زانویی خارجی محتوی لایه است. در هر طرف، لایه‌های ۱، ۴ و ۶ مسیرهای ورودی از چشم طرف مقابل را دریافت می‌کنند، در حالیکه لایه‌های ۲، ۳ و ۵ مسیرهای ورودی را از چشم همان طرف دریافت می‌کنند. در هر لایه یک تصویر نقطه به نقطه دقیق از شبکه وجود دارد و هر ۶ لایه با یکدیگر مطابقت دارند. فقط ۱۰-۲۰ درصد از ورودی‌های هسته زانویی خارجی از شبکه وارد می‌شوند، سایر ورودیهای عمده از قشر بینایی و سایر نواحی مغز می‌آیند که به نظر می‌رسد در تنظیم فیزیکی ورودی بینایی به قشر مغز شرکت داشته باشند.

همانطور که آکسون سلول‌های عقده‌ای یک نمودار فضایی دقیق از شبکه را روی جسم زانویی خارجی تصویر می‌کنند، جسم زانویی خارجی نیز نمودار مشابه نقطه به نقطه‌ای را روی قشر اولیه بینایی می‌اندازد. در قشر بینایی، سلولهای عصبی متعددی با هر فیبر ارتباط دارند. قشر بینایی نیز دارای ۶ لایه است که آکسون نورونهای هسته‌های زانویی خارجی در لایه ۴ ختم می‌شوند. قشر بینایی اولیه اطلاعات در مورد رنگ را از اطلاعاتی که در مورد شکل و حرکت هستند از یکدیگر جدا کرده و ورودیهای را که از هر چشم می‌آیند و دنیای بینایی را به قطعات خطوط کوتاه با جهت‌های مختلف تبدیل می‌کند.

سایر نواحی قشری

از قشر بینایی اولیه، جنبه‌های مختلف اطلاعات بینایی در مسیرهای موازی به بسیاری از قسمتهای قشری می‌رسند. به عنوان مثال در انسان اطلاعات مربوط به حرکت در قشر آهیانه پردازش می‌شود و اطلاعات مربوط به رنگ در شکنج‌های دوکی شکل و زبانه‌ای لوب پس سری پردازش می‌گردد. قسمت قدامی قشر گیجگاهی تحتانی، بخشی از مغز است که برای تشخیص بینایی اجسام لازم است و این ناحیه در ارتباط با حافظه می‌باشد.

جامع

حاوی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع

بانک سوالات

جمع آوری سوالات کنکور کاردانی به کارشناسی
کارشناسی ارشد و دکتری به صورت فصل بندی شده

الگوریتم

چکیده‌ی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع

سوالات تألیفی

تألیف سوالات مشابه کنکور



دریافت نمونه‌ی کتاب به صورت رایگان



www.agkins.com

جامع

حاوی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع

بانک سوالات

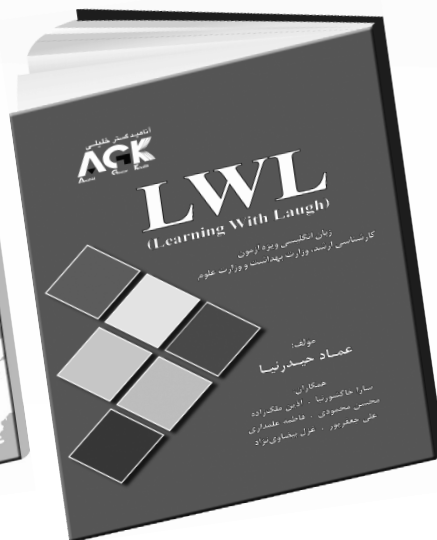
جمع آوری سوالات کنکور کاردانی به کارشناسی
کارشناسی ارشد و دکتری به صورت فصل بندی شده

الگوریتم

چکیده‌ی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع

سوالات تألیفی

تألیف سوالات مشابه کنکور



دریافت نمونه‌ی کتاب به صورت رایگان



www.agkins.com

بانک سوالات

جمع آوری سوالات کنکور کاردانی به کارشناسی
کارشناسی ارشد و دکتری به صورت فصل بندی شده

سوالات تألیفی

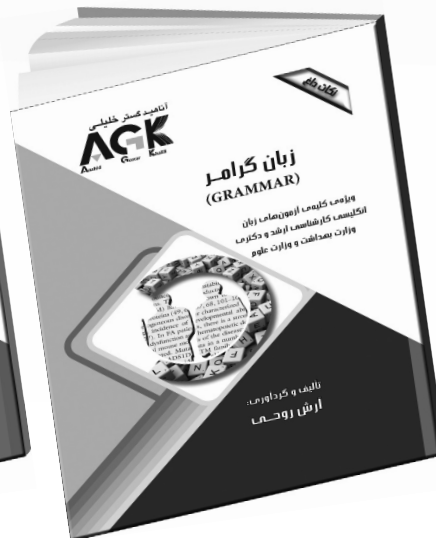
تألیف سوالات مشابه کنکور

جامع

حاوی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع

الگوریتم

چکیده‌ی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع



دریافت نمونه‌ی کتاب به صورت رایگان



www.agkins.com

بانک سوالات

جمع آوری سوالات کنکور کاردانی به کارشناسی
کارشناسی ارشد و دکتری به صورت فصل بندی شده

سوالات تألیفی

تألیف سوالات مشابه کنکور

جامع

حاوی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع

الگوریتم

چکیده‌ی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع



دریافت نمونه‌ی کتاب به صورت رایگان



www.agkins.com

شماره تماس با نمایندگی‌های فعال و رسمی آناهید گستر خلیلی

شماره تماس	نمایندگی	شماره تماس	نمایندگی
۰۹۱۰۱۷۱۱۸۷۲	سبزوار (آقای شریفان)	۰۹۹۱۳۷۱۳۷۵۰	اراک (آقای حسینی)
۰۹۹۱۳۷۱۳۷۴۱	شاهرود (آقای سلمانی)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۸	اردبیل (خانم عاصمی‌زاده)
۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۹	شهرکرد (خانم تقی‌پور)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۱	ارومیه (آقای آرمیون)
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۲	شیراز (آقای فروردین / خانم هوشمندی)	۰۹۱۹۶۳۲۱۸۵۲	اسفراین (خانم اسماعیل‌زاده)
۰۹۱۹۳۷۱۳۷۴۲	فسا (خانم شعبانی)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۰	اصفهان (آقای کیانی)
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۴۹	قزوین (خانم چگینی)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۴	اهواز (آقای دکتر رضازاده)
۰۹۱۹۷۷۸۱۹۴۷۱	کرج (آقای دکتر علیرضاپور)	۰۹۱۹۰۹۸۰۳۱۸	ایلام (آقای دکتر بوچانی)
۰۹۱۳۱۹۸۱۲۷۰	کرمان (خانم ضمانتی‌یار)	۰۹۱۹۶۸۵۳۱۱۶	بروجرد (آقای احمدی‌صدر)
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۴۸	کرمانشاه (آقای ابراهیمی)	۰۹۹۱۳۷۱۳۷۴۹	بم (خانم سرحدی‌نژاد)
۰۹۱۹۵۳۷۱۸۹۰	کوهدشت (خانم یاریان)	۰۹۱۹۵۹۰۷۲۰۳	بیرجند (آقای دکتر بهروان)
۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۷	گرگان (آقای شاه‌علی)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۴۷	تبریز (خانم عاصمی‌زاده)
۰۹۱۹۵۷۳۳۱۷۹	مراغه (آقای صمدی)	۰۹۰۱۳۷۳۷۸۹۶	جهرم (آقای یاعلی جهرمی)
۰۹۹۱۳۷۱۳۷۴۴	مشهد (خانم دکتر شجاعی)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۰	جیرفت (خانم دکتر محمدی)
۰۹۱۹۵۷۳۳۱۷۹	میاندوآب (آقای صمدی)	۰۹۱۹۲۷۰۵۸۷۸	خرم‌آباد (خانم میر)
۰۹۱۹۶۳۵۰۷۶۸	نیشابور (آقای موسوی)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۳	رشت (خانم تنها)
۰۹۱۹۵۷۳۳۲۸۴	هرمزگان (آقای زارعی)	۰۹۱۹۶۸۲۹۲۸۰	رفسنجان (آقای یوسفی)
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۵	همدان (آقای سوری)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۵	زاهدان (آقای مهمان‌دوست)
۰۹۱۹۵۹۰۷۲۰۴	یاسوج (آقای مرتضوی)	۰۹۱۹۲۷۰۵۸۷۱	زنجان (خانم دکتر هوشیار)
۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۳	یزد (خانم آزاد)	۰۹۱۹۷۷۸۱۹۴۴	ساری (آقای دکتر اکبری)

بانک کتاب ناهید



«هر کتابی، از هر انتشاراتی را از ما بخواهید»

✓ جامع‌ترین بانک کتاب

✓ تحویل روزانه

✓ ارسال به تمامی نقاط کشور

✓ سفارش کتاب به صورت تلفنی و آنلاین

www.NIBS.ir



کتاب دانشگاهی، فنی و مهندسی، علوم پزشکی، علوم انسانی، عمومی،
ادبی، مذهبی، کمک آموزشی، کودک و نوجوان و کتاب نفیس

فروشگاه: تهران - خیابان انقلاب - روبه روی درب اصلی دانشگاه تهران

پاساژ فروزنده - طبقه همکف - پلاک ۳۳۱

تلفن: ۶۶۴۸۹۳۷۵ - ۰۲۱ - ۶۶۴۸۹۳۴۹ - ۰۲۱