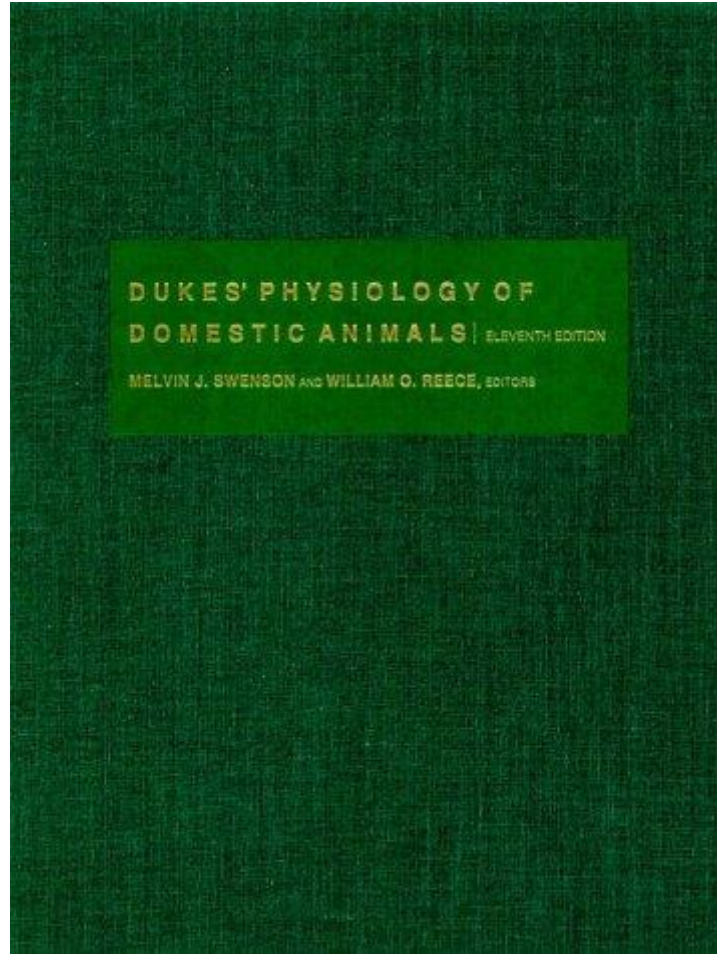


فیزیولوژی

دو کس



فصل اول

ویژگیهای فیزیولوژیک محلول ها

- اصطلاحات.

- انتشار.

- پدیده اسمز.

- فشار اسمزی.

- فشار کششی (تن) محلول ها .

- اهمیت فیزیولوژیک.

- شکنندگی اسمزی گویچه های سرخ.

- تبدیل واحد های اندازه گیری.

- مسائل.

60 تا 70 درصد از محتویات بدن يك دام را آب - آن هم بصورت محلولهاي آبي- تشکیل میدهد. آب اساس اغلب پديده هاي فيزيولوژيك بوده بطوري كه محلول هاي آبي فوق در فعاليت هاي ذيل سهيم هستند:

- 1- پالایش گلوامرولي در کلیه.
 - 2- تولید محلول هاي تلغیظ شده در بخش مغزي(مدولا) کلیه .
 - 3- حفظ حجم یاخته اي.
 - 4- تحريك پذيري غشاء هاي یاخته اي و خصوصا" تولید امواج (تكانه) عصبي.
- در تجربیات بالینی درمانی و عملی دامپزشکی داشتن آگاهی از ویژگیهای محلول ها به منظور تدوین رژیم های درمانی مناسب برای جاي گزینی مایعات و الکترولیتهای از دست رفته سودمند و مفید است.
- بنابر این در آموزشهای فیزیولوژیک توجه به ویژگی های فیزیکی و شیمیایی محلول ها از اهمیت به سزایی برخوردار است. زمانی که ویژگیها بر این موضوع را پیشنهاد نمود به نظر می آید که وي بر اهمیت اساسی این موضوع باور داشته و آن هنگام این نقل قول انجیل را بیان می دارد " عقل و دانش مهمترین چیز است، بنابر این آن را بدست آور و با همه آنچه که بدست آورده اي شناخت را کسب کن " . در این بخش ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی محلول ها بیان شده و سرآغاز آن نیز با تعاریف اصطلاحات رایج در این مبحث شروع می شود.

اصطلاحات:

محلول(solution):

به هر نوع مخلوط همگنی گفته می شود. غالب محلول هائی که با آنها مواجه هستیم در حالت مایع می باشند.

حلال(solvent):

ماده ای که حالت فیزیکی آن به هنگام تشکیل محلول ثابت می ماند.

ماده حل شونده(solute):

ماده ای که به هنگام تشکیل محلول حالت فیزیکی آن تغییر می کند. به عنوان مثال : 1) محلول آب و نمک که آب حلال و نمک حل شونده است. یا 2) محلول الکل در آب که آب(موادی که به میزان زیادی وجود داشته باشد به عنوان حلال در نظر گرفته می شود.

درصدمحلول:

غلظت ماده حل شده بر حسب گرم در يك لیتر از محلول مایع را گویند. به عنوان مثال يك محلول مایع 5% از دکستروز عبارت است از 5 گرم از دکستروز خالص و مقدار کافی از آب تا حجم 100 میلی لیتر.

وزن مخصوص محلول:

عبارت است از تعدا دفعات سنگینی يك ماده با حجم مشخص نسبت به آب هم حجم آن در يك دمای برابر . وزن مخصوص يك عدد ساده بوده و هیچگونه بعد و اندازه اي (دیمانسون) ندارد. به عنوان مثال وقتی درمورد خون و ادرار بکار می رود مراد نسبت وزن حجمی معینی از خون یا ادرار در مقایسه با وزن همان حجم از آب می باشد.

مول(مولکول گرم):

به وزن 6×10^{23} مولکول(عدد آوگادرو) از هر ماده ای بر حسب گرم ، مولکول گرم می گویند. معادل همان وزن مو لکولی ماده است اما بصورت گرم بیان می شود). بطور مشابه وزن اتمی عبارت است از وزن 6×10^{23} اتم از هر عنصر بر حسب گرم(که معادل همان وزن اتمی از عنصر که بصورت گرم بیان می شود).

مولار و مولال:

معیار های اندازه گیری غلظت ماده حل شونده در يك محلول می باشند. يك محلول مولار بیانگر تعداد مولهای موجود در يك لیتر از محلول بوده در حالی که يك محلول مولال نشانگر تعدا مول های موجود در يك کیلوگرم از ماده حلال (يك لیتر آب) است. به عنوان مثال در هر مول از نمک طعام (NaCl) 58/5 گرم از این ماده وجود دارد.

1) يك محلول آبی مولار از این ماده حاوی 58/5 گرم (NaCl) بعلاوه مقدار کافی از آب است تا حجم محلول به يك لیتر برسد.

2) يك محلول مولال از این ماده حاوی 85/5 گرم از (NaCl) بعلاوه يك کیلوگرم از آب (يك لیتر) می باشد.

غشاء نیمه تراوا¹:

به غشائی گفته می شود که ماده حلال از آن عبور کرده ولی ماده حل شونده عبور نکند.

غشاء تراو ای انتخابی²:

به غشائی گفته می شود که نه تنها اجازه عبور به ماده حلال می دهد بلکه برخی از مواد حل شونده خاص نیز از آن عبور می کنند(غالب غشاء های یاخته ای در بدن از این نوع می باشند).

اسمز:

دارای تعاریف متعددی می باشد که به شرح ذیل ذکر می شوند.

¹ Semipermeable membrane

² Selectively permeable membrane

- 1) روند انتشار ماده حلال از طریق يك غشاء نیمه تراوا واقع در میان دو محلول يکي با غلظت بالائي از ماده حلال و ديگري با غلظت کم بطوري که انتشار از غلظت بالا به پائين مي باشد.
- 2) حرکت خالص آب ناشي اختلاف غلظت آب در دو سوي غشاء نیمه تراوا مي باشد.
- 3) حرکت مولکولهاي حلال از يك غشاء به سمت بخشي که داراي غلظت بالائي از ماده حل شونده غير قابل عبور از غشاء است.

ویژگیهای همبسته³:

عبارت است از ویژگیهای يك محلول که بواسطه تعداد ذرات سازنده آن (یونها و مولکولها) معین می گردد تا نوع ذرات (اندازه و بار الکتریکی). این ویژگیها شامل 1) کاهش فشار تبخیر 2) تقلیل نقطه انجماد 3) افزایش نقطه جوش و 4) فشار اسمزی می باشند.

تعیین و اندازه گیری هر کدام از این ویژگی ها در هر محلولي امکان محاسبه و تعیین دیگر ویژگی های ذکر شده را فراهم می آورد. از این رو تعیین فشار اسمزی يك محلول را می توان با اندازه گیری کاهش نقطه انجماد یا تقلیل فشار تبخیر آن محلول معین ساخت (روش هائی که متداول هستند).

فشار اسمزی:

عبارت است از میزان تمایل آب در جهت ایجاد روند اسمز. برای دو محلول آبی که توسط يك غشاء نیمه تراوا تفکیک شده اند، فشار اسمزی به فشاري گفته می شود که جهت ممانعت از انتشار آب به سمت محلول داراي بالاترین غلظت از ماده حل شونده (بیشترین تعداد ذره) لازم می باشد. آب همواره به سمت بخشي که داراي بیشترین فشار اسمزی باشد انتشار می یابد. فشار اسمزی را بر حسب میلی متر جیوه بیان می کنند.

فشار اسمزی موثر:

این معیار به منظور بیان تمایل آب در جهت روند اسمز از طریق يك غشاء تراوای انتخابی بکار می رود. فقط آن دسته از ذراتی که قادر نیستند از غشاء فوق عبور کنند در ایجاد فشار اسمزی موثر هستند. آب همواره به سمتی که داراي بیشترین فشار اسمزی موثر باشد انتشار می یابد.

اسمول:

معیار برای غلظت يك ماده حل شونده می باشد که در اصطلاح تعداد ذرات حل شده - جدای از جرم آنها - را مشخص می نماید (برخلاف مول). يك اسمول عبارت است از تعداد ذرات موجود در يك مول از ماده حل شونده تفکیک نشده (غير یونیزه). وقتی که ماده ای به دو ذره یونیزه می گردد $\frac{1}{2}$ مول آن ماده معادل 1 اسمول بوده و يك مول معادل دو اسمول می باشد. وقتی که ماده ای به سه ذره یونیزه می گردد $\frac{1}{3}$ مول معادل يك

اسمول و يك مول معادل سه اسمول خواهد بود. Osm مخفف اسمول و mosm مخفف میلی

اسمول $(\frac{1}{1000})$ می باشد.

اسمولاریتی و اسمولالیتی:

معیار هائی برای بیان کل غلظت ماده حل شونده بر مبنای تعداد ذرات موجود در يك محلول می باشند. يك محلول اسمولار حاوي يك اسمول از ماده حل شونده در يك لیتر از محلول می باشد. يك محلول اسمولال حاوي يك اسمول از ماده حل شونده در يك کیلوگرم از حلال می باشد. برای محلول های رقیق شده (چنانچه در بدن وجود دارند) تفاوتی کمی میان اسمولاریتی و اسمولالیتی کمتر از 1% می باشد. این معیار ها متناسب با فشار اسمزی ماده حل شونده در محلول می باشند، چرا که اساس این معیار ها را تعداد ذرات آنها تعیین می نماید. يك محلول اسمولال داراي فشار اسمزی معادل $22/4$ اتمسفر در دمای صفر درجه سانتی گراد یا $17/024$ میل متر جیوه می باشد (يك اتمسفر فشار معادل 760 میلی متر جیوه است).

بنا بر این هر میلی اسمول در يك کیلوگرم آب داراي فشار اسمزی معادل $17/024$ میلی متر جیوه است. هر میلی اسمول در يك کیلوگرم سرم داراي فشار اسمزی در حدود $19/5$ میلی متر جیوه می باشد.

کشش⁴ (کشمندي⁵) محلول:

عبارت است از فشار اسمزی موثر مربوط به يك غشاء تراوای انتخابی (توان آب گیری). فشار کششی محلول يك ویژگی همیسته نمی باشد چرا که بواسطه تعداد کل ذرات يك محلول معین نمی شود. فقط آن دسته از ذراتی که قادرند از غشاء عبور کنند در ایجاد فشار کششی محلول دخیل هستند. محلول ها را بسته به غشاء حائل میان آنها و طبیعت محلولی که آنها را مورد مقایسه با آن

⁴ Tone
⁵ Tonicity

³ Colligative properities

قرار می دهند می توان به سه شکل کم کشش (هیپوتونیک)، هم کشش (ایزوتونیک) و پر کشش (هیپرتونیک) تقسیم و مورد ارزیابی قرار داد. کم کشش، هم کشش و پر کشش آنهایی را در نظر می گیرند که به ترتیب فشار اسمزی کمتر مساوی یا بیشتر از محلول مورد مقایسه داشته باشند.

اکی والان وزنی:

مواد متناسب با وزن اکی والانی خود با یکدیگر واکنش نشان می دهند تا بر اساس وزنشان یک اکی والان وزنی عبارت است از وزنی از یک ماده که با 1/008 گرم از هیدروژن (وزن اتمی هیدروژن = 1/008) 35/5 گرم کلر (وزن اتمی

کلر = 35/5) یا 8 گرم از اکسیژن (وزن $\frac{1}{2}$ اتم گرم اکسیژن = 8) جایگزین شده و یا عبارتی دیگر واکنش نشان دهد. بعنوان مثال:

1) در یک مولکول گرم از NaCl یک اتم گرم وزنی سدیم و یک اتم گرم وزنی کلر وجود دارد بنابر این یک اکی والان سدیم و یک اکی والان کلر وجود دارد.

2) در یک مولکول گرم از $MgCl_2$ یک اتم گرم وزنی منیزیم و دو اتم گرم وزنی کلر وجود دارد بنا بر این دو اکی والان منیزیم و دو اکی والان کلر وجود دارد.

الکترولیتها:

به موادی گفته می شود که حل شده و تولید محلول های هادی یا رسانا را می کنند. در محلولی از یک الکترولیت ذرات باردار تحت عنوان یونها حضور دارند، یونهای مثبت را کاتیون و یونهای منفی را آنیون می نامند. بطوری که این یونها مستقیماً از ماده حل شونده نشأت گرفته یا در نتیجه واکنش آن با حلال حاصل می شوند. یونهای تشکیل شده را با معیار اکی والان اندازه گیری می نمایند و از آن جهت که غلظت الکترولیتها در مایعات بیولوژیک اندک می باشد ساده تر آن است که بصورت میلی اکی والان بیان گردد. یک میلی اکی والان معادل

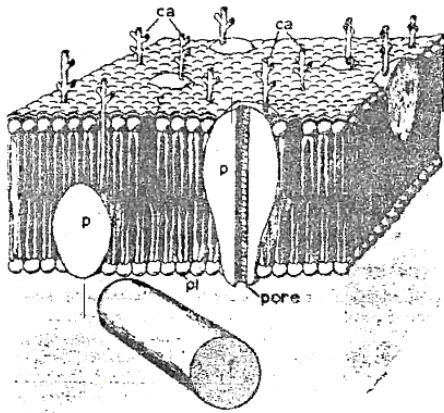
$\frac{1}{1000}$ اکی والان است. چون واکنش مواد با یکدیگر بر مبنای اکی والان می باشد تا بر مبنای وزن. یک میلی اکی والان از Na^+ (23 میلی گرم) با یک میلی اکی والان Cl^+ (35/5 میلی گرم) واکنش نشان می دهد.

انتشار:

آب موجود در خون در حال گردش از سراسر بدن می باشد چرا که فشار هیدرو استاتیکی ایجاد شده توسط قلب عامل این حرکت است. توزیع این

آب از خون به مایع بینابینی⁶ و درون یاخته ای⁷ وابسته به انتشار آن در پاسخ به شیب غلظتی است. انتشار ساده یک حرکت تصادفی از مولکولها، یونها و ذرات کولوئیدی معلق است که تحت تاثیر حرکت براونی (حرارتی) می باشد. هر جا که شیب غلظتی موجود باشد حرکت مولکولها، یونها و ذرات کولوئید از محل پر غلظت به ناحیه کم غلظت خواهد بود. این نوع حرکت برای هر ماده ای بطور اختصاصی صورت می پذیرد (بعنوان مثال مولکولهای سدیم یا آب - صرفه نظر از حضور یا غلظت ماده ای دیگر - از یک ناحیه پر غلظت به یک ناحیه کم غلظت حرکت می نمایند). زمانی که یونها و مولکولها دارای پراکنش یکسانی باشند حرکت تصادفی همچنان ادامه خواهد داشت، اما سبب ایجاد یک حرکت نهایی و کلی نشده و یک وضعیت تعادلی بوجود خواهد آمد.

غشاء های یاخته ای می توانند بعنوان سدهائی در برابر انتشار مطرح باشند. این غشاء ها حاوی یک لایه دو سویه لیپیدی بوده که در واقع یک لایه فیلم نازک از چربی می باشد و تنها از ضخامت برابر دو مولکول بر خوردار است از طریق این لایه فقط مواد محلول در چربی (مثل دی اکسید کربن و اکسیژن) به سادگی عبور می کنند (تصویر 1-1).



تصویر 1-1: ساختمان غشاء پلاسمانی محاط بر یاخته. غشاء پلاسمانی حاوی فسفو لیپید (PL) کلسترول (C) و پروتئین (P) می باشد. اجزاء کربوهیدراتی (Ca) از سطح خارجی یاخته بیرون زده است بطوری که برخی به پروتئین ها و برخی به لیپیدها متصل هستند. بسیاری از پروتئین ها از بخش خارجی غشاء تا قسمت داخلی آن کشیده شده اند بطوری که آنها همانند معبر (دالانهای آبی) بوده و سایرین در انتقال تسهیل شده دخالت دارند. فیلمانها یا تارچک های سیتو پلاسمی (F) موجبات تبادل و واکنش بین غشائی را فراهم می آورند. بعلت طبیعت آبگونه غشاء پلاسمانی پروتئین های موجود در غشاء به سمت بالا حرکت کرده سبب تغییر محل نقاط فعال سطحی می شوند.

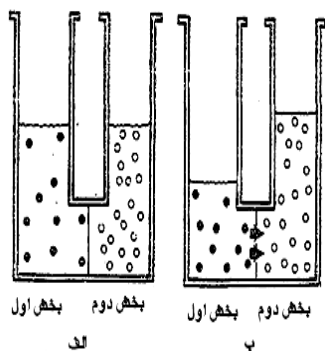
⁶ Interstitial
⁷ Intracellular

منفي مجاري پروتئيني به انتشار Na^+ كمك مي نمايد).

تعداد دالانهاي پروتئيني جهت تبادل آب ميان سطوح داخلي و خارجي ياخته ها به لحاظ حجمي و سرعت عمل كافي به نظر نمي آيد. از اين رو چنين تصور مي شود كه حركت تصادفي ملكولهاي آب قبل از آنكه شاخص آب گريزي لايه ليپيدي بتواند از انتشار آن مانعت بعمل آورد، سبب بمباران و نفوذ در لايه ليپيدي مي شود.

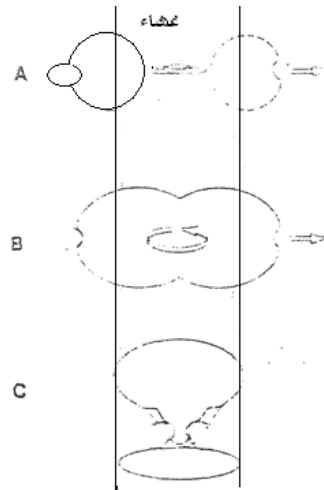
اسمز:

بيشترين ماده اي كه در بدن انتشار مي يابد آب مي باشد و اين انتشار در بدن نسبتاً ساده و آسان رخ مي دهد. ميزان آبي كه در ياخته ها نفوذ مي نمايد معمولاً متعادل با ميزان آبي است كه از آن به خارج تراوش مي نمايد. زماني كه محلول هاي آبي به لحاظ غلظت آبي آنها متفاوت باشند و توسط يك غشائي كه نسبت به آب نفوذ پذير بوده اما از نفوذ مواد حل شده در آن ممانعت بعمل آورد (غشاء نيمه تراوا) جدا شوند، انتشار برآيندي يا خالصي از آب وجود خواهد داشت كه در آن همواره آب از قسمت پر غلظت (از نظر آب) به بخش كم غلظت انتشار مي يابد. به اين پديده اصطلاحاً "اسمز" مي گويند. زماني كه غلظت هاي آبي دو محلول مورد مقايسه قرار مي گيرد اين موضوع قابل استنتاج است كه محلول پر غلظت از نظر آب، داراي كمترين غلظت از ماده حل شونده مي باشد. حالاتي كه در آن پديده اسمز رخ مي دهد (در تصوير 1-3 نشان داده شده).



تصوير 1-3: اسمز (الف) قبل از اسمز (ب) در طي اسمز حجم مساوي از محلولهاي آبي (مواد حل شونده توسط دواير توپر سياه رنگ و خالي سفيد نشان داده شده اند) در هر دو بخش قرار گرفته اند كه توسط يك غشاء تراوا در برابر آب ولي غير تراوا نسبت به مواد حل شونده از يكديگر جدا گرديده. محلول آبي موجود در بخش اول داراي بالاترين غلظت آب بوده (كمترين غلظت از نظر ماده حل شونده). پديده اسمز (انتشار آب) از بخش اول به بخش دوم صورت مي گيرد (از بالاترين غلظت آب به كمترين غلظت آب) و سطح آب در بخش دوم بالا مي رود.

مولكولهاي بسيار كوچك مي توانند از طريق سوراخهاي فرضي (كانالهاي پروتئيني) نفوذ نمايند در حالي كه مولكولهاي درشت بواسطه انتشار تسهيل شده از طريق غشاء منتقل مي گردند بطوري كه براي هر كدام يك حامل (پروتئين ناقل) مورد نياز مي باشد (تصوير 2-1).



تصوير 1-2 انتقال غشائي توسط پروتئين:
A: چرخش پروتئين در حالي كه از ميان لايه ليپيدي عبور مي نمايد و محل پيوند را در سمت مقابل ظاهر مي سازد.
B: چرخش ساده پروتئين بطوري كه در سرتاسر عرض غشاء كشيده شده و محل پيوند را از يك سمت به سمت ديگر جابجا مي نمايد.
C: تغيرات ساختاري در پروتئين كه موجب ظاهر شدن محل پيوني در سمت مخالف غشاء مي شود.

بدليل اينكه غشاء هاي ياخته اي عمدتاً از ليپيد تشكيل شده اند نسبتاً آبگريز بوده و انتشار آب از طريق اين پروتئين ها به كندي صورت مي گيرد. به هر حال كانالهاي پروتئيني وجود دارند كه آب از طريق آنها انتشار مي يابد. كانالهاي پروتئيني مولكولهاي پروتئيني هستند كه بطور عرضي از يك سمت لايه ليپيدي به سمت ديگر كشيده شده اند و در هر دو قسمت تظاهر مي نمايد. اعتقاد بر اين است كه برخي از اين مولكولها تشكيل دالانهاي آبي (مجاري) را داده و برخي در انتقال تسهيل شده دخالت دارند. كانالهاي آبي نه تنها به انتشار آب اجازه مي دهند بلكه همچنين عبور مواد محلول در آب را نيز مجاز مي سازند. برخي از مواد ممكن است بدليل بزرگي و درستي ابعاد مولكولي جهت انتشار از مجاري فوق مثنئي باشند و برخي نيز بدليل كوچكي نسبي ابعاد مولكولي يا بدليل ديگر مشخصات مجاري ياد شده همچون بار الكتريكي ممكن است داراي انتشار تسهيل شده باشند (بار

پدیده انتشار برآیندی و خالص از بخشی که دارای بالاترین غلظت آب بوده به قسمتی که دارای کمترین میزان آب هست صورت می گیرد.

فشار اسمزی:

فشار اسمزی عبارت است از میزان فشاری که که بایستی در بخش کم غلظت از نظر آب بکار رود تا مانع انتشار تورینه ای (صافی گذر) آب از بخش پر غلظت آبی گردد (تصویر 3-1). این پدیده یک ویژگی همبسته بوده که در آن تعداد کلی ذرات موجود در محلول (یونها و مولکول ها) تعیین کننده فشار اسمتیک آن هستند. هر چه تعداد ذرات بیشتر، فشار اسمزی نیز بیشتر. در این خصوص یک لیتر از محلول آبی حاوی یک گرم از پروتئین با جرم مولکولی 50000 دالتون (وزن ملکولی 50000) دارای مولکول های بیشتری نسبت به محلولی که حاوی یک گرم از پروتئینی با جرم مولکولی 400000 دالتون (وزن ملکولی 400000) است می باشد. بطور مشابه فشار اسمزی محلول اولی بیشتر از محلول دومی خواهد بود. برای دو محلول نمکی که توسط یک غشاء تراوا نسبت به آب و غیر تراوا نسبت به نمک، جدا شده اند بیشترین فشار اسمزی اندازه گیری شده در محلولی خواهد بود که بیشترین غلظت نمک (کمترین غلظت آب) را دارد. آب به سمتی که بیشترین فشار اسمزی را دارد انتشار خواهد یافت. در واقع این نوع فشار یک فشار بالقوه ای است که در آن فشاری هست که بایستی بکار رود تا مانع از روند اسمز گردد (در بدن یک موجود زنده پدیده اسمز هنگامی که عدم تعادل آبی وجود دارد مانعیتی ایجاد نمی کند).

غلظت های اسمولار یا اسمولال به منظور تهیه محلول های کاربرد دارند که فشار اسمزی خاصی را ایجاد می نماید. یا برای بیان قدرت اسمزی محلول هائی چون ادرار، پلاسما و نمک

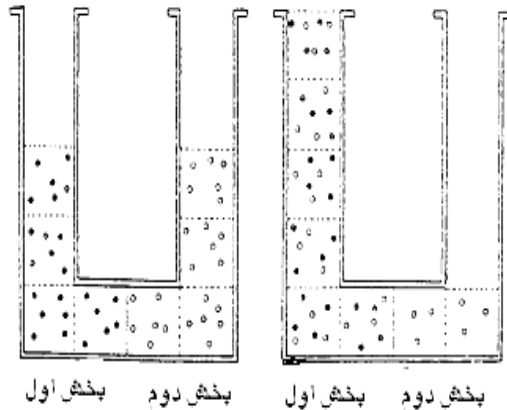
طعام بکار می روند. یک محلول گلوکوز با اسمولاریتی 300 میلی اسمول همان میزان فشار اسمزی را که محلول نمک طعام با اسمولاریتی 300 میلی اسمول بوجود می آورد ایجاد می نماید. بخاطر این که ادرار یک محلول مرکب از مواد حل شونده در یک محیط آبی است تفکیک واقعی اجزاء آن عملی نمی باشد، اسمولاریتی یک معیار مناسب جهت مقایسه محلولها می باشد. بنابراین یک نمونه ادرار با اسمولاریتی 300 میلی اسمول همان فشار اسمزی را که محلولهای یاد شده بالائی (گلوکوز و نمک طعام با همان اسمولاریتی) ایجاد می کنند، بوجود می آورد.

کشش (کشمندی) محلول ها:

یک غشاء نیمه تراوا قادر است انتشار برخی از مواد حل شونده در محلول را محدود ساخته و اجازه انتشار به دیگر مواد حل شونده بدهد، غالب غشاء های موجود در بدن دارای یک چنین ویژگی و طبیعتی هستند. اگر غشاء حائل میان دو محلول اجازه انتشار به تمامی مواد حل شونده در هر دو محلول بدهد این مواد در هر دو سمت دارای غلظت های متعادل خواهند بود. غلظت آب در هر دو سوی غشاء یا تمایل متعاقب آب نسبت به اسمز تغییر نخواهد کرد. بنابراین این اندازه گیری فشار اسمزی در محلولی که مواد حل شونده در آن قادر به انتشار از غشاء های حائل باشند، بعنوان یک شاخص و نشانگر در تعیین تمایل جهت اسمز خواهد بود. بجای بیان کشمندی یک محلول تعریف دیگری ارائه می شود که فشار اسمزی موثر⁸ نامیده می شود. تنها آن ذراتی (مولکولها و یونها) که غشاء حائل از انتشار آنان جلوگیری بعمل می آورد در ویژگی کشمندی محلول ایفای نقش کرده و دخیل هستند. بخش عمده روند های اسمزی تا مرحله غلبه کامل ادامه می یابند مگر اینکه حالتی بوجود آید که در آن آب به سمت بالاترین فشار اسمزی موثر انتشار یابد. تصویر 4-1 نشانگر کشمندی محلولها می باشد. در این تصویر دو محلول با حجم مساوی توسط غشائی که اجازه عبور به آب و ماده حل شده در قسمت دوم را می دهد نشان داده شده. قبل از روند اسمز هر کدام از محلولها فشار اسمزی یکسانی را دارند (غلظت هر دو از نظر تعداد ذرات مساوی است). بدلیل اینکه قسمت اول

⁸ Effective osmotic pressure

داراي ذراتي مي باشد که قادر به عبور از غشاء حائل نيست اين ذرات همان هائي هستند که در ايجاد فشار اسمزي موثر ايفاي نقش مي نمايند. به جهت اينکه محلول موجود در بخش دوم فشار اسمزي موثري ايجاد نمي کند آب به سمت بيشتريين فشار اسمزي موثر انتشار مي يابد يعني از بخش 2 به 1 .



الف ب

تصوير 1-4: مثال فرضي از تن (کشمندي) محلول.

(الف) قبل از روند اسمز (ب) پس از اسمز.

دو محلول آبي (مواد حل شونده با دواير سياه توپرو خالي) با فشار اسمزي برابر توسط غشائي که نسبت به آب و يکي از مواد حل شده (دایره هاي توخالي) تراوا مي باشد جدا شده اند. فشار اسمزي موثر تنها بواسطه ماده حل شده با نشانه دواير توپر اعمال مي گردد و آب به بخش 1 انتشار حاصل مي کند. در حالت تعادل ماده حل شونده با نشانه دایره هاي توخالي داراي يك غلظت جديد و تقليل يافته اي مي باشد بطوري که در هر دو قسمت 2 و 1 اين غلظت يکي مي شود.

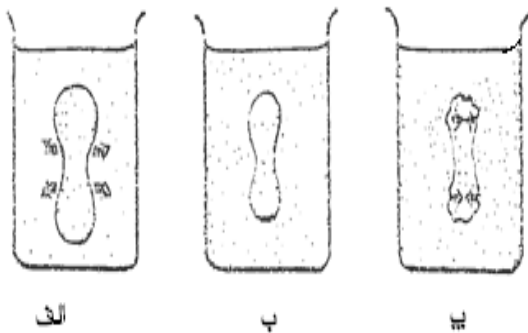
اهميت فيزيولوژيک:

از نقطه نظر عملي و کاربردي کشمندي محلولي که قابل تزريق به خون حيوانات باشد معمولاً با پلاسمای مقایسه می شود چرا که پلاسمای خون در تعادلی اسمزی با گویچه های سرخ یا همان یاخته های سرخ خونی معلق در آن است .

محلولي که داراي فشار اسمزي موثري همانند پلاسمای باشد هم کشش (ایزوتونیک) نامیده می شود. وقتی گویچه های سرخ خونی در چنین محلولي قرار می گیرند دچار افزایش یا کاهش حجمي نمی شوند. يك محلول کم کشش (هیپوتونیک) عبارت از محلولي می باشد که در مقایسه با پلاسمای خون داراي فشار اسمزي موثر کمتری است و گویچه های سرخ خونی در این محلول دچار ازدیاد حجم خواهند شد. اگر این محلول به اندازه کافي کم کشش باشد گویچه های سرخ خونی تا مرحله نهائی ترکیدن دچار ازدیاد حجم خواهند شد (تجزیه و تلاشی خون) و

محتویات خود را در محلول آزاد خواهند کرد. پلاسمای دامی که دچار همولیز گردیده بدرجائی رنگ قرمز از خود نشان خواهد داد و این میزان سرخی بستگی به درجه تجزیه خونی دارد. حالتی را که در نتیجه این روند بوجود می آید اصطلاحاً "خون همگلوبینی شده" (همگلوبینی) می گویند چرا که سرخی پلاسمای ناشی از رهائش همگلوبین در پلاسمای می باشد. ممکن است لیز خونی به حدی زیاد باشد که همگلوبین وارد لوله های کلیوی شده و در ادرار ظاهر گردد. به حالتی که در آن ادرار سرخ رنگ شده اصطلاحاً "ادرار همگلوبینی" (همگلوبین اوری) گویند.

محلولي که پركشش (هپير تونيك) باشد در مقایسه با پلاسمای خون داراي فشار اسمزي موثر بیشتری است و زمانی که گویچه های سرخ در آن قرار گیرند دچار کاهش حجم خواهند شد. از دست دادن مقادیر متنابهی از آب سبب می شود تا گویچه های سرخ ظاهري چروکیده پیداکنند و اصطلاحاً "کفته" می شود که گویچه ها دنداندار و مضرس شده اند. اثرات محلول هائی که داراي فشار های کششی مختلفی هستند بر روی گویچه های سرخ در تصویر 1-5 نشان داده شده.



الف

ب

پ

تصوير 1-5 :

اثر تن محلول بر روی گویچه های سرخ.

(الف) محلول کم کشش بوده و گویچه های سرخ متورم هستند. (ب) محلول هم کشش بوده و هیچگونه تغییری در حجم یاخته های خونی بروز نکرده. (پ) محلول پر کشش بوده و گویچه های سرخ دچار کاهش حجم شده اند.

به جهت اینکه نقطه انجماد و اسمولالیتی توسط تعداد ذرات موجود در محلول تعیین می شوند اسمولالیتی پلاسمای را می توان بواسطه اندازه گیری نقطه انجماد تخمین زد. (افت نقطه انجماد که يك ویژگی مرتبط کمی) (همبسته) است، وابسته به تعداد ذرات می باشد. يك محلول اسمولال داراي نقطه انجمادي است که در حدود 1/858 درجه سانتی گراد کمتر از آب خالص می باشد. پلاسمای هم کشش داراي افت نقطه انجمادي در

حدود 0/56 درجه سانتی گراد است. مطابق با این مقادیر پلاسمای هم کشش بایستی اسمولالیتی در حدود 0/3 اسمول یا 300 میلی اسمول داشته باشد که بطور عمومی چنین نوشته می شود.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{سانتی گراد } 1.858 \\ 1 \text{ Osm} \\ X \\ X = .56/1.858 \\ X = 0.3 = 300 \text{ mosm} \end{array} \right.$$

محلول های نمکی هم کشش مطابق با رابطه نقطه انجماد تهیه می شوند. بدلیل اینکه نمک طعام (NaCl) در محلولهای آبکی به شکل Na^+ و Cl^- یونیزه می گردد، کمیت اسمولار آن را با بکار گیری نصف میزان مولار آن می توان بدست آورد. به این ترتیب یک محلول 0/15 مولار از نمک هم ارز با 0/3 اسمولار محلول نمک می باشد. تفکیک ناکامل و واکنش بینابینی یونی سبب می گردد تا از 0/15 مول محلول نمک 0/93 آن بطور اسموزی فعال باشد. از این جهت بایستی به منظور تهیه یک محلول هم کشش نمک محلولی با غلظت 0/161 مول تهیه کرد.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{(ظریب تفکیکی) } .193 \\ .115 \text{ مول} \\ X \\ X = \frac{.115}{.193} = .161 \end{array} \right.$$

از این رابطه یک غلظت سهل الحصول دیگری نیز با توجه به مقدار 0/161 مول (0/167 مولار) می توان بدست آورد به این ترتیب که یک محلول 0/167 مولار نمک معادل محلول 0/977 درصد از نمک می باشد.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{گرم نمک } 58/5 \\ 1 \text{ (محلول مولار)} \\ X \\ X = 58/5 \times .167 \\ \text{گرم در لیتر } .977 = \text{گرم در لیتر } 9/77 \end{array} \right.$$

در

حالی که 0/15 مولار محلول نمک معادل یک محلول 0/875 در صددی از نمک است بر این اساس یک محلول 0/15 مولار نمک بعنوان محلول تا حدی کم کشش مورد توجه قرار می گیرد. تفاوت فیزیولوژیک میان یک محلول 0/15 مولار و 0/167 مولار نمک چندان معنی دار نبوده ولی غالباً برای تهیه یک محلول فیزیولوژیک از نمک (محلول نمکی) محلول 0/9 درصدی از نمک تهیه می گردد.

شکندگی اسمزی گویچه های سرخ.

گویچه های سرخ اغلب حیوانات اهلی بطور معمول دارای ظاهری مقعر و صفحه ای مدور هستند. در آن دسته که گویچه ها نزدیک به شکل کروی یا گرد می باشند ظرفیت انبساطی محدود بوده و در تماس با مقادیر اندکی آب می ترکند. شکندگی اسمزی این دسته از گویچه های سرخ افزایش یافته و مقاومت اسمزی آنها کم است. گویچه های پهن یا نازک را می توان پیش از رسیدن به نقطه ترکیدگی ناشی از انبساط در مقادیر متناهی از آب قرار داد. میزان شکندگی اسموتیکی آنها کاهش یافته و مقاومت اسموتیکی زیاد شده است. برای بیان مثالی از شکندگی اسمزی می توان به حالت کمبود آهن و کم خونی ناشی از آن اشاره نمود. در کمبود آهن سنتز هموگلوبین بسیار کمتر از تولید گویچه های سرخ است. از این رو تعداد گویچه های سرخ بطور بارز همچنان که هموگلوبین کاهش می یابد کم نمی شود. این وضعیت بدین جهت رخ می دهد که بلوغ گویچه های سرخ در مرحله نهایی روبریسیت متوقف گردیده و یاخته های فوق در انتظار سنتز هموگلوبین هستند در حالی که تقسیمات یاخته ای بیشتری ممکن است صورت گرفته و با تولید یاخته های کوچکتر از حد معمول و ناقص از نظر هموگلوبین همراه است (آمی میکروسیتیک، هیپوکرومیک) زمانی که چنین یاخته هائی رنگ آمیزی و بطور ریز بینی بررسی گردند دارای حاشیه هموگلوبینی پر رنگ با یک بخش مرکزی کم رنگ تر از سایر نقاط هستند (یاخته ها مقعر تر بوده و دارای قابلیت بیشتری جهت ازدیاد حجم هستند). نتایج آزمون شکندگی اسموزی که خون گوساله های عادی و مبتلا به کم خونی ناشی از کمبود آهن را مقایسه می نماید در جدول 1-1 آمده است.

شماره لوله	درصد نمک	لیزخون درگوساله معمولی	لیزخون درگوساله کم خون
1	0/95	0/10	0
2	0/85	0/10	0
3	0/75	3/4	0
4	0/65	51/2	0
5	0/60	80/3	27/8
6	0/55	100	40/9
7	0/50	100	62/9
8	0/45	100	73/4
9	0/40	100	81/9
10	0/35	100	96/6
11	0/30	100	100

جدول 1-1:

مقایسه شکندگی اسمزی بین گویچه های سرخ یک گوساله سالم و یک گوساله کم خون ناشی از کمبود آهن. حجم فشرده یاخته ای در (P.C.V) در گوساله های سالم و کم خون به ترتیب عبارتند از 34 و

- 6 گرم (6000 میلی گرم) نمک (NaCl) {وزن مولکولی = 58/5}

- 210 میلی گرم کلرور منیزیم (MgCl₂) {وزن مولکولی = 59/24MW} .

قدم اول: (مقدار میلی مولار).

$$\text{NaCl} = 6000 / 58,5 = 102/56 \text{ mM}$$

$$\text{MgCl}_2 = 210 / 95,24 = 2/2 \text{ mM}$$

قدم دوم: (مقدار اسمولار)

$$205,12 \text{ میلی اسمول} = (\text{یک ملول} / \text{n یون}) \times 2 \text{ mM}$$

$$\text{NaCl} = 102/56$$

$$6/6 \text{ میلی اسمول} = (\text{یک ملول} / \text{n یون}) \times 3 \text{ mM}$$

قدم سوم : (مقدار میلی اکی والان

$$102/56 \text{ mEq} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{NaCl } 102/56 \text{ mM} \\ \text{Na}^+ \end{array}$$

$$102/56 \text{ mEq} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \text{Cl}^-$$

$$4/4 \text{ mEq} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Mg}^{2+} \\ \text{MgCl}_2 \text{ } 2/2 \text{ mM} \\ \text{Cl}^- \end{array}$$

برای این محلول داریم:

$$\text{NaCl} = 102/56 \times 2 = 205/12 \text{ mOsm}$$

$$\text{MgCl}_2 = 2/2 \times 3 = 6/6 \text{ mOsm}$$

$$205/12 + 6/6 = 211/72 \text{ mOsm}$$

برای این محلول (در فرم میلی اکی والان) داریم:

$$\text{Na}^+ = 102/56 \text{ mEq/L}$$

$$\text{Mg}^{2+} = 4/4 \text{ mEq/L}$$

$$\text{Cl}^- = 102/56 + 4/45 = 106/96 \text{ mEq/L}$$

وقتی که غلظت اجزاء یونی یک محلول بصورت اکی والان در لیتر موجود باشد و بخواهیم مقادیر گرمی هر کدام از الکترولیتها را جهت تهیه آن محلول بدست آوریم بایستی مراحل زیر را طی نمایم.

(1) باید مشخص کرد که کدام جزء مولکولی بکار رفته.

(2) غلظت میلی اکی والان را به غلظت میلی مولار تبدیل نمود.

(3) غلظت میلی مولار (مولار) را در وزن مولکولی ضرب کرده تا وزن بر حسب میلی گرم (گرم) الکترولیتها بکار رفته بدست آید.

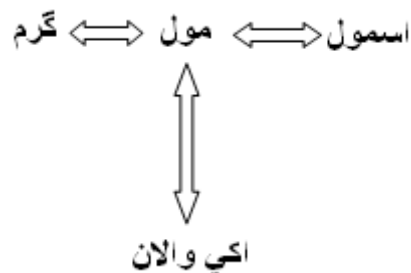
مثال: یک لیتر از محلولی دارای اجزاء زیر می باشد.

غلظت (mEq/L)	اجزاء محلول
121	Na ⁺
5	K ⁺

16 درصد. دقیقاً 0/05 میلی لیتر از خون هر گوساله به 11 لوله حاوی 5 میلی لیتر محلول نمک افزوده می شود، این لوله ها دارای رفتهای متوالی بوده به این ترتیب که لوله آغازین دارای غلظت 0/95 درصد است. برای تعیین میزان لیزخونی از یک دستگاه طیف سنج نوری استفاده می شود. قابل توجه است که لیزخونی برای خون گوساله سالم در غلظت 0/5 درصد نمک کامل است. خون گوساله کم خون بطور کامل لیز نمی شود تا اینکه غلظت نمک به 0/3 درصد برسد. همچنین این نکته قابل توجه است تا اینکه غلظت نمک به 0/65 درصد و 0/6 در صد کاهش نیابد هیچگونه لیز خونی به ترتیب در گوساله سالم و گوساله کم خون رخ نمی دهد پس روشن می شود که یک درجه نسبی در خصوص تحمل لیز خونی به هنگام تزریق محلول های کم کشش وجود دارد.

تبدیل واحد های اندازه گیری.

همواره در وضعیت های متفاوت نیاز به تهیه محلول هایی با محتوای دقیق و درست وجود دارد و همچنین این نیاز به منظور تبدیل غلظت های مواد حل شونده معین در یک واحد اندازه گیری (مثلاً اکی والان) به واحد دیگری (مانند اسمول) کما بیش وجود دارد. تبادل میان این واحد های اندازه گیری بایستی مطابق خط و مشی ارائه شده در تصویر 1-6 باشد.



تصویر 1-6: خط و مشی تبدیل واحدهای گرم ، مول ، اسمول و اکی والان به یکدیگر.

وقتی محلول ها دارای مقادیری از اجزای مختلف باشند که بصورت گرم تعیین شده باشد و بخواهیم که مقادیر این اجزای را بصورت میلی اسمول و میلی اکی والان بیان کنیم این ضرورت مطرح می شود که :

(1) مولاریته محلول محاسبه گردد.

(2) بایستی با تعاریف اسمول و اکی والان بیان گردیده و به میلی اسمولار و میلی اکی والان تبدیل شود.

مثال: یک لیتر از محلولی دارای اجزای زیر می باشد.

32	Ca ²⁺
132	Cl ⁻
26	استات

قدم اول: الكترو لیتهای بكار رفته عبارتند از كلورر سدیم، استات، كلرید كلسیم و كلرید پتاسیم.
قدم دوم (غلظت میلی مولار):

(معادل همان غلظت اكي والان) KCl = 5 mM
(نصف غلظت اكي والان) CaCl₂ = 16 mM
(معادل همان غلظت اكي والان) Na acetate = 26 mM
NaCl = 95 mM

میزان Na⁺ و Cl⁻ باقی مانده پس از كسر مقادیر مصرف شده جهت كلرید پتاسیم و كلورر سدیم و استات سدیم برابر است با:

$$Na^+ = 121 - 26 = 95 \text{ mEq}$$

$$Cl^- = 132 - 32 - 5 = 95 \text{ mEq}$$

قدم سوم: میزان الكترولیت لازم برای تولید يك لیتر از محلول فوق.

جهت محاسبات

mGr	Gr	M×Gr/M	Gr
373	0/373	0/500×58/5	KCl
1776	1/776	0/016 × 111	CaCl ₂
2132	2/132	0/026 × 82	Naacetat
5558	5/558	0/095 × 58/5	NaCl

محاسبه اسمولاریته برای محلول فوق بدین قرار می باشد.

$$NaCl = 95 \text{ mM} \times 2 = 195 \text{ mOsm}$$

$$Naacetat = 26 \text{ mM} \times 2 = 52 \text{ mOsm}$$

$$CaCl_2 = 16 \text{ mM} \times 3 = 48 \text{ mOsm}$$

$$KCl = 5 \text{ mM} \times 2 = 10 \text{ mOsm}$$

$$= 300 \text{ mOsm/L} \text{ اسمولاریته کل}$$

$$= \text{اسمولاریته حقیقی}$$

$$300 \times 0/93 = 279 \text{ mOsm/L}$$

مسائل:

تمرینات ذیل نشانگر يك سری حالات فرضی هستند و فرصتی بیشتری را جهت تفهیم ویژگی های فیزیولوژیکی محلول ها را مهیا می سازند.

1- غلظت پلاسمائی اوره در گاو مبتلاء به نفریت (افزایش از 180 میلی گرم در دسی لیتر) از 40 میلی گرم در دسی لیتر به 220 میلی گرم در دسی لیتر افزایش یافته است. اوره به سهولت از میان غشاء های یاخته ای یاخته های بدن عبور می نماید. اوره دارای وزن مولکولی 60 بوده و در محلول های آبی تفکیک یونی نمی شود. در این گاو:

الف) میزان افزایش اسمولاریتی پلاسما چقدر می باشد.

ب) آیا پلاسما برای گویچه های سرخ هم کشش است یا پر کشش؟

پ) آیا فشار اسموتیک پلاسما بالا یا پائین یا همان میزان فشار اسمزی مایع داخل یاخته ای گویچه های سرخ است؟

2- يك محلول اسمولال از MgCl₂ دارای کاهش نقطه انجماد °C 1/858 است. حال اسمولاریتی محلول NaCl که کاهش نقطه انجماد آن هم °C 1/858 است بیابید؟

3- يك محلول حاوی 60 mEq یون كلسیم و 60 میلی اکی والان از یون كلر در هر لیتر محلول می باشد. چه مقدار از CaCl₂ جهت تهیه يك لیتر از این محلول مورد نیاز می باشد (وزن مولکولی CaCl₂ برابر 111 است)؟

4- حجم های مساوی از دو محلول آبی B و A در دو قسمت از يك غشاء قرار گرفته اند. محلول A حاوی ذرات X و Y می باشد. محلول B حاوی ذرات Y و Z می باشد (غشاء نسبت به آب و ذرات Y و Z تراوا می باشد). در وضعیت تعادل کدام سمت از غشاء دارای بیشترین حجم خواهد بود؟

الف) بخشی که در ابتدا حاوی محلول A باشد.
ب) بخشی که در ابتدا حاوی محلول B باشد.
پ) هر دو قسمت دارای حجم مساوی خواهند بود.

5- کدام يك از جملات زیر در باره CaCl₂ صحیح می باشد (وقتی که CaCl₂ در آب قرار گیرد به يك یون كلسیم و دو یون كلر یونیزه می شود)؟

الف) $\frac{1}{2}$ مولکول گرم از CaCl₂ حل شده در يك لیتر محلول معادل با يك اسمول است.

ب) $\frac{1}{2}$ مولکول گرم از CaCl₂ معادل با 2 اکی والان وزنی از كلسیم و 2 اکی والان وزنی از كلر است.

6) کدام يك از محلول های ذیل کمترین نقطه انجماد را دارا می باشد؟

الف) يك پوند گلوکوز (با وزن مولکولی 180) حل شده در 4 لیتر آب.

ب) يك پوند اوره (با وزن مولکولی 60) حل شده در 4 لیتر آب.

7) دو محلول توسط غشایی که نسبت به ذرات X و Y تراوا می باشد جدا شده اند هر دو محلول دارای ذرات X و Y و Z هستند. غلظت Z در محلول A بیشتر از محلول B است. کدام يك از جملات ذیل در باره کشش محلول (تن) صحیح است؟

الف) محلول ها نسبت به همدیگر هم کشتش هستند.

ب) محلول A نسبت به B پر کشتش است .
پ) محلول A نسبت به محلول B کم کشتش است .
8) محلول های آبی از کلرید آمونیم- نمک و استات با مولاریته 167/0. و اوره با مولاریته 334/0 به نظر می رسد که فشار اسمزی تقریباً معادلی نسبت به پلاسما دارند. غشاء گویچه های سرخ نسبت به اوره یون کلر یون استات و یون آمونیم تراوا بوده ولی نسبت به یون سدیم غیر تراوا می باشد. در مقایسه با پلاسما کشتش هر کدام از محلول های ذیل را از نظر هم کشتش- کم کشتش و پر کشتش بودن بیان نمایند؟

الف) 334/0. مول اوره + 167/0. مول کلرور آمونیم.

ب) 334/0 مول اوره + 167/0 مول کلرور سدیم.

پ) 167/0. مول کلرور سدیم + 167/0 مول استات سدیم.

ت) 0835/0 مول کلرور سدیم + 0835/0 مول استات سدیم.

9) برای تهیه یک لیتر محلول 300 میلی اسمول از استات سدیم چند گرم از این ماده برای یک لیتر محلول لازم است؟ (وزن مولکولی استات سدیم 112)

10) یک لیتر از محلولی آبی حاوی اجزاء زیر می باشد:

155 mEq	Na ⁺
5 mEq	K ⁺
10 mEq	Ca ⁺
145 mEq	Cl ⁻
25 mEq	Lactate ⁻

چند میلی مول از کلرور سدیم کلرور پتاسیم کلرید کلسیم و لاکتا سدیم در آن وجود دارد؟

11) اگر بخواهیم با استفاده از CaCl₂ اسمولاریته محلولی را 60 بار بیشتر کنیم چه مقدار بر حسب گرم از CaCl₂ مورد نیاز است؟ (وزن مولکولی CaCl₂ 111)

12) در یک درمانگاه دامپزشکی محلولی با حجم مصرف بالا تحت عنوان ECF (مایع خارج سلولی) تهیه شده است. بدین نحو که ابتدا مخلوطی با مشخصات ذیل تهیه می گردد.

(MW= 58/5) NaCl = 116 g

(MW=82) Na-acetate= 44 g

(MW= 74/5) KCl = 7 g

این مخلوط در یک لیتر آب حل می شود. آنگاه پیش از استفاده این یک لیتر را به 17 لیتر آب استریل اضافه می کنند بطوری که محلول نهایی

نسبت به پلاسما تقریباً هم کشتش است. در این

18 لیتر محلول نهایی که بکار می رود :

الف) چند میلی اکی والان در لیتر یونهای Na⁺ ، K⁺ ، Cl⁻ و استات وجود دارد؟

ب) اسمولاریته محلول چقدر است؟

13) شخصی می خواهد یک لیتر محلول هم کشتشی از کلرور سدیم و گلوکوز تهیه نماید بطوری که هر کدام از اجزاء سازنده آن بطور مساوی (نصف) در ایجاد فشار کشتشی محلول نقش داشته باشند. وزن مولکولی کلرور سدیم 58/5 و گلوکز 180 می باشد. چند گرم از هر کدام بایستی در یک لیتر از محلول وجود داشته باشد؟ (با توجه به اینکه غشاء گویچه های سرخ نسبت به گلوکز و یون سدیم غیر تراوا می باشد.)

14) محلولی حاوی 0/075 مول NaCl و 0/05 مول CaCl₂ است. غلظت یونهای Na⁺ ، Ca²⁺ و Cl⁻ در یک لیتر محلول برحسب میلی اکی والان در لیتر چه می باشد؟

15) کدام یک از جملات ذیل به بهترین وجه تعداد آب میان بخش داخل یاخته ای و بینابینی را در بدن بیان می نماید؟

الف) غلظت مولار مساوی.

ب) غلظت اسمولار مساوی.

پ) غلظت اکی والان مساوی .