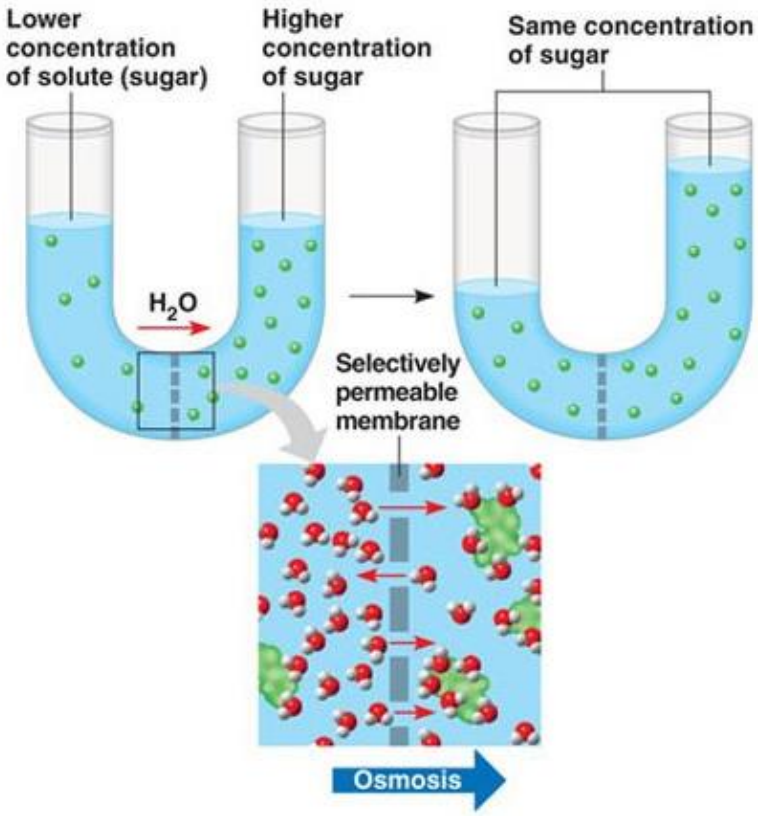
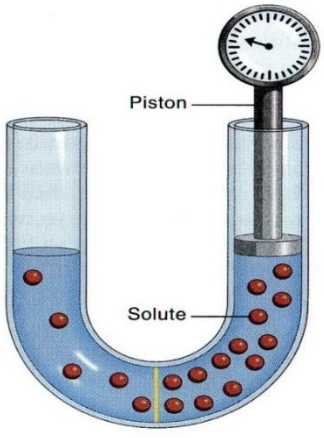
الازموزية Osmosis:

هو نوع خاص من الانتشار تشمل حركة الماء (المذيب) عبر غشاء نصف ناضح (Semi-Permeable membrane) من منطقة ذات جهد مائي (Water Potential) عالي الى المنطقة الاقل.





الظروف المثالية للازموزية:

- وجود غشاء نصف ناضح نفاذ للمذيب دون المذاب.
- الغشاء مغمور في المذيب.
- وجود جهاز لقياس الضغط.
- ضبط درجة الحرارة.

الجهد الازموزي (Ψ_s) Osmotic Potential

الضغط الازموزي (Osmotic Pressure) هو الضغط اللازم تسليطه على محلول ما لايقاف انتشار الماء النقي (المذيب) عبر غشاء نصف ناضح. (يتناسب مع تركيز المحلول).

محلول (مول واحد) لمادة غير متحللة (سكر) = 22.4 ضغط جو (atm)

= 22.7 بار (bar)

= 2.27 ميكا باسكال (mpa)

الجهد الازموزي (Ψ_s) لنفس المحلول = - 22.4 ضغط جو (atm)

= - 22.7 بار (bar)

= - 2.27 ميكا باسكال (mpa)

ما كان يعرف بالضغط الازموزي هو في الحقيقة جهد وليس ضغط.
المحلول لا يسلط ضغط لكن له طاقة اقل من الماء النقي، وهذه تعتمد على مقدار المذاب في محلول معين.

الطاقة المفقودة اثناء عملية ذوبان المذاب في المذيب يمكن اعادتها بتسليط ضغط خارجي بواسطة المكبس في الازموميتر او دخول الماء في نظام مغلق مثل الخلية النباتية.

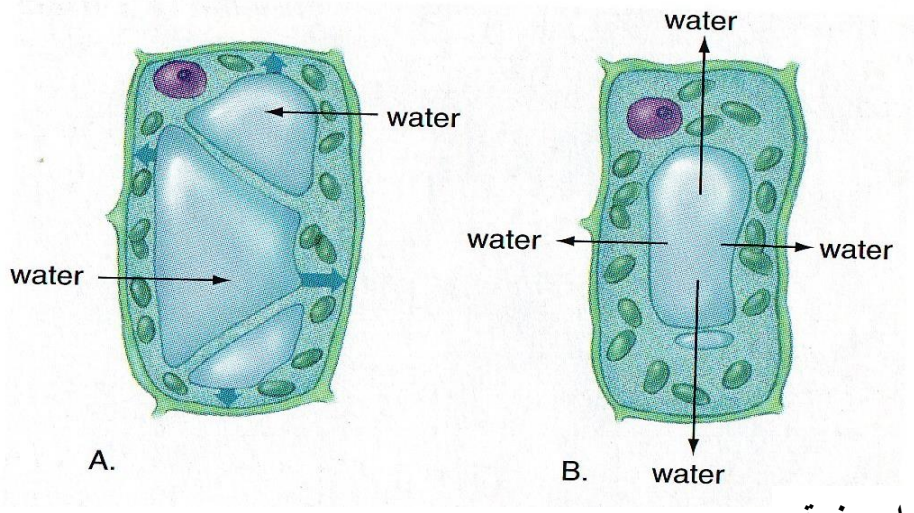
اذاً الجهد الازموزي هو تعبير عن الطاقة الحرة الغائبة (المقيدة) في المحلول نتيجة تداخل المذاب والمذيب مقارنة بالماء النقي تحت الظروف الازموزية المثالية.

جهد الضغط (Ψ_p) Pressure Potential

تتميز الخلية النباتية بوجود جدار الخلية (Cell Wall) فعند دخول الماء الى الخلية يتولد ضغط الغشاء البلازمي على جدار الخلية يسمى ضغط الانتفاخ او الامتلاء Turgor pressure (TP) او جهد الضغط (قيمته عادة موجبة)، علماً ان الجدار يوّلد ضغط معاكس يسمى (ضغط الجدار) (WP) وهو مساوٍ لجهد الضغط في القيمة ومعاكس في الاشارة.

جهد الضغط يكون ذات قيمة سالبة في حالة الشد (Tension) كما يحدث في الاوعية الخشبية للنباتات المعمرة في ظروف النتح العالي اثناء النهار.

وينعدم تأثير الجهد الضغطي في حالة البلزمة او حدوث تأثير على تركيب الغشاء الخلوي او موت الخلية او تكسر الغشاء عند الانجماد والجفاف.



خلية ممتلئة او منتفخة

خلية مترهلة او رخوة

الجهد المائي Water Potential (Ψ_w)

هو الفرق بين الجهد الكيميائي للماء في اي نظام (μ_w) والجهد الكيميائي للماء النقي (μ_w°).

$$\Psi_w = \mu_w - \mu_w^\circ$$

اي ان الطاقة الكيميائية الكامنة للماء يشار اليها بمصطلح الجهد المائي.

الطاقة الحرة للمول الواحد لاي مادة في النظام الكيميائي يسمى بالطاقة الكيميائية الكامنة او الجهد الكيميائي Chemical potential.

Ψ_w للماء النقي = صفر

في الانظمة البيولوجية، الجهد المائي Ψ_w = مقدار سالب

اذابة بعض المواد (كالسكر) في الماء النقي يؤدي الى Ψ_w اقل من الماء النقي (قيمة سالبة) بسبب وجود المذاب لانه يقلل من الطاقة الحرة للماء.

العلاقة بين الجهد المائي والجهد الازموزي وجهد الضغط:

$$\Psi_w = \Psi_s (\Psi_\pi) + \Psi_p + \Psi_m$$

حيث إن:

ψ_s = الجهد الازموزي (Osmotic Potential) يتأثر بوجود الذائبات في المحلول لذلك يسمى أيضاً (Solute Potential) ويعبر عنه بالضغط الازموزي (Osmotic Pressure) لكنه متعاكس الإشارة.

ψ_p = الجهد الضغطي (Pressure Potential) ويعبر عنه بالضغط الانتفاخي أو الضغط ألجداري (Turgor or Wall Pressure).

ψ_m = جهد المادة أو جهد الحشوة أو الجهد المتري (Matrix Potential) ويمثل ادمصاص الماء في حبيبات التربة أو في الجدار الخلوي (القوة المتشربة التي تلتصق بالماء). جهد القوة المتشربة تأثيره قليل لذلك يهمل. [وهو مهم في حسابات الجهد المائي في الترب].

وعند حذف جهد المادة (ψ_m) لتأثيره القليل فتكون المعادلة كما يلي: $\psi_w = \psi_s + \psi_p$

عند وضع خلية نباتية في ماء مقطر يستمر دخول الماء الى ان تصل للحد الاعلى للامتلاء (للانتفاخ) عندئذٍ:

$$-\Psi_s = \Psi_p$$

$$\Psi_w = 0$$

الوحدات المستعملة:

وحدة الضغط القياسية هي (الباسكال) Pascal (Pa)

ولكونها صغيرة جدا، يستعمل (ميكا باسكال) Mpa= 10^6 باسكال.

وتستعمل ايضاً وحدات البار (bar)

والضغط جو atmosphere (atm)

1 bar = 10^5 pa or 0.1 Mpa

1 bar = 0.987 atm.

اهمية الازموزية للنبات:

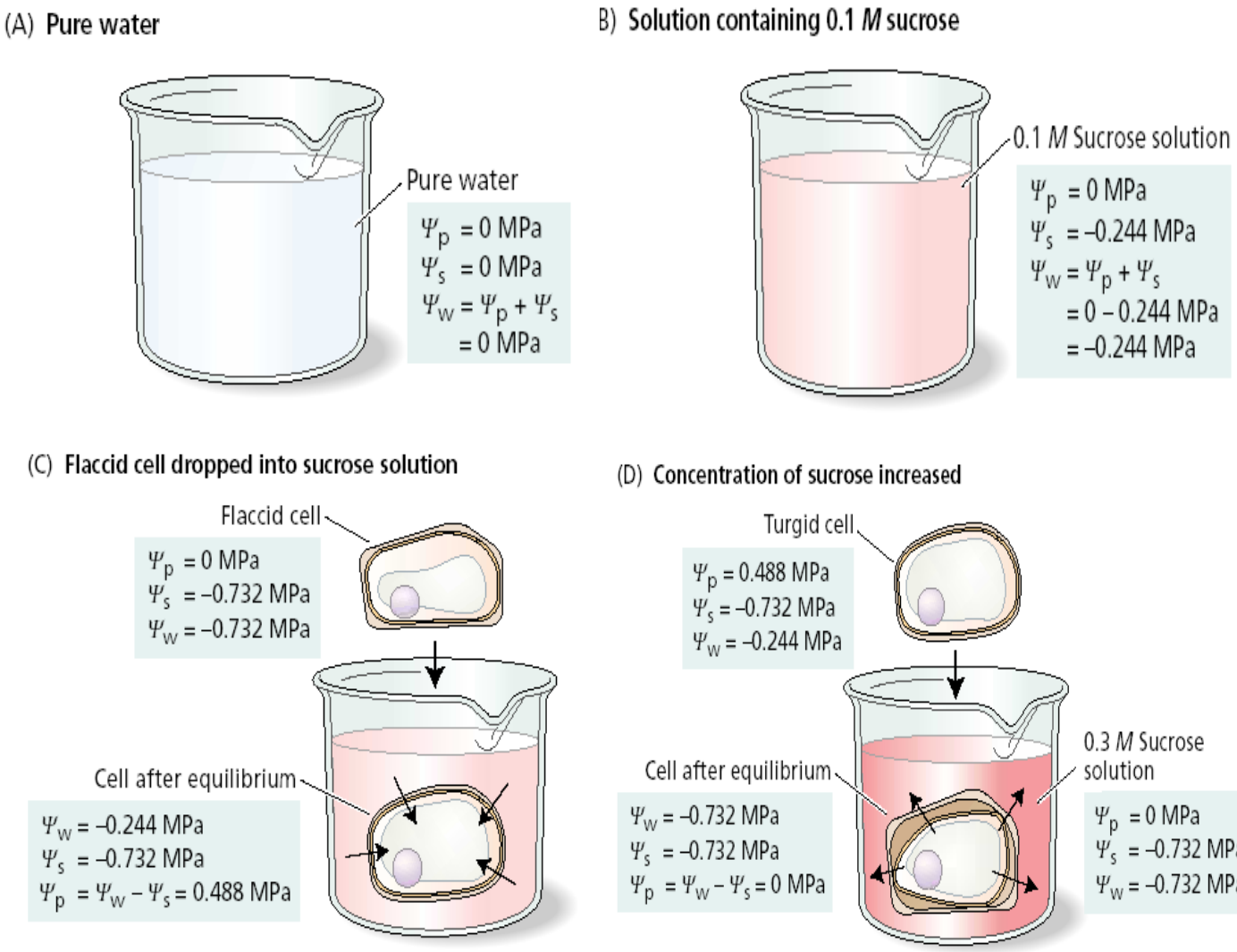
1- حفظ الانسجة النباتية بحالة ممتلئة او منتفخة، وهي الحالة التي تكون نشطة ايضياً.

2- تسبب دخول الماء الى النبات وكذلك نقل وتوزيع الماء داخل النبات.

3- اكساب الخلايا النباتية الغضة (كالقمم النامية) قوة وصلابة.

4- تسهيل اختراق انسجة الجذر للتربة.

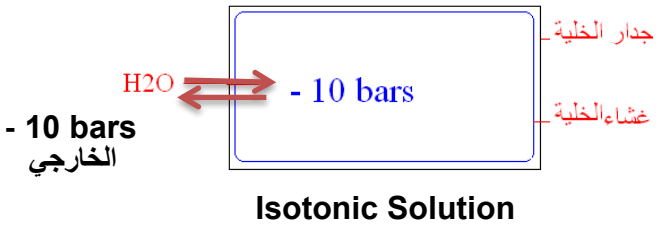
5- تسهل بزوغ البادرات من التربة.



البلزمة (الانكماش البروتوبلازمي) Plasmolysis:

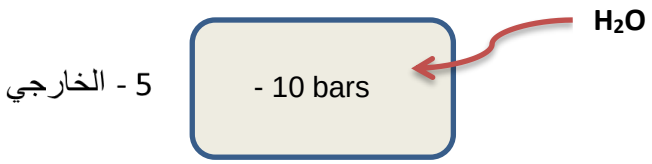
اذا كان العصير الخلوي في حالة توازن ازموزي مع المحلول الخارجي (اي $\Delta\Psi_s$ = صفر)، وفي حالة عدم وجود اي ضغط او توتر ضمن الانسجة، عندئذ: Ψ_s للمحلول = Ψ_s للخلية

اي ان شكل الخلية طبيعي.



Isotonic Solution

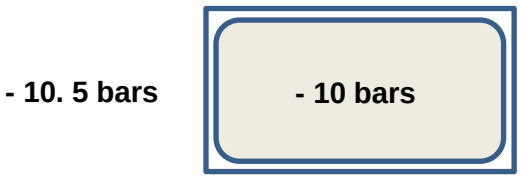
- اذا وضعت الخلية في محلول اقل سالبية hypotonic اي جهد ازموزي اعلى من الخلية سيدخل الماء وتنتفخ



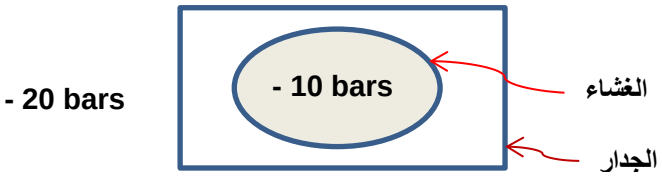
Turgid cell

يمكن للخلية ان تعود لشكلها الطبيعي اذا وضعت في ماء نقي (في الحالتين التاليتين).

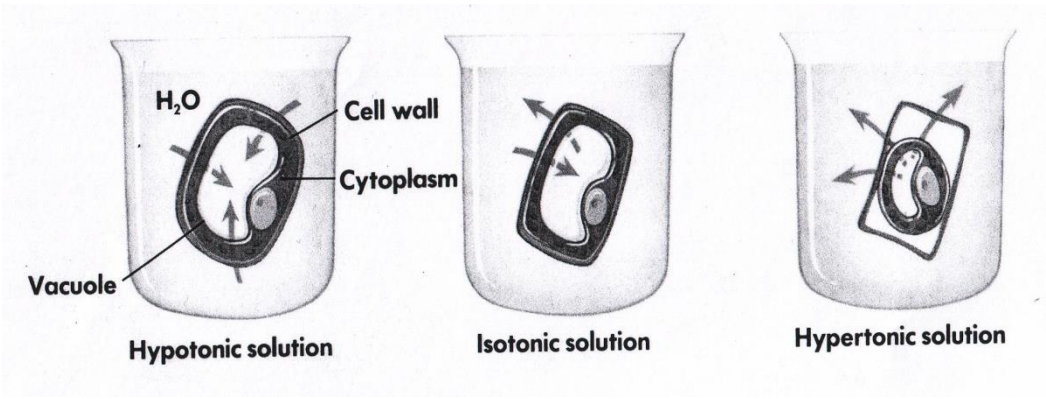
- اذا وضعت الخلية في محلول خارجي bars (10.5 -) اي جهده الازموزي اقل بقليل من العصير الخلوي سيبدأ انفصال الغشاء الخلوي عن الجدار (نشوء البلزمة).



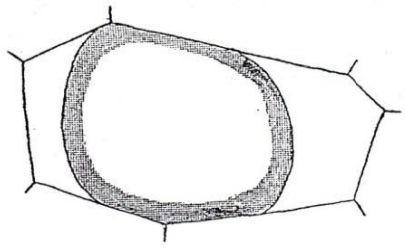
- اذا وضعت الخلية في محلول خارجي bars (20 -) اي hypertonic تحدث البلزمة سيبدأ انفصال البروتوبلازم عن الجدار.



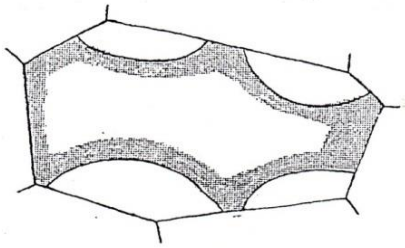
شكل يوضح حالات الخلايا عند وضعها في محاليل مختلفة التراكيز



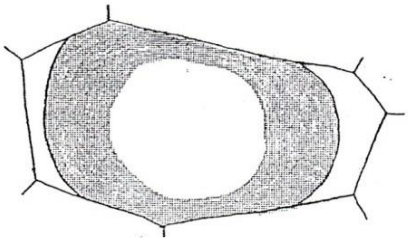
مناطق انفصال (او التصاق) الغشاء البلازمي بجدار الخلية تختلف باختلاف الخلايا، والشكل المرفق يوضح بعض اشكال البلزمة التي قد تشاهدونها.



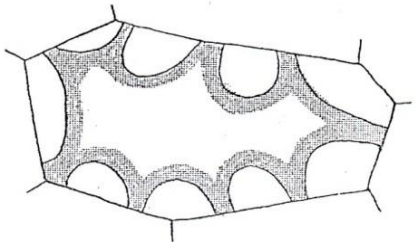
Convex Plasmolysis



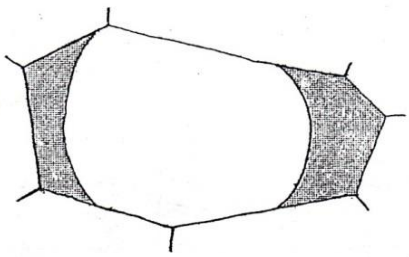
Concave Plasmolysis



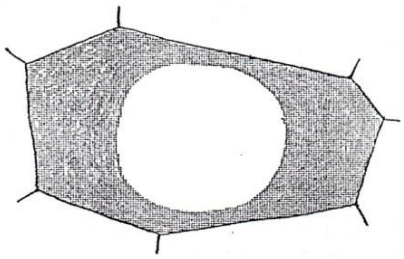
Cap Plasmolysis



Cramp Plasmolysis



Tonoplast Plasmolysis



Vacuole Contraction

طرق قياس الجهد الازموزي:

1- طريقة البلزمة Plasmolytic method

تستخدم لتقدير Ψ_s لعصير الخلية،

عند وضع انسجة نباتية في محاليل سكروز او مانيتول

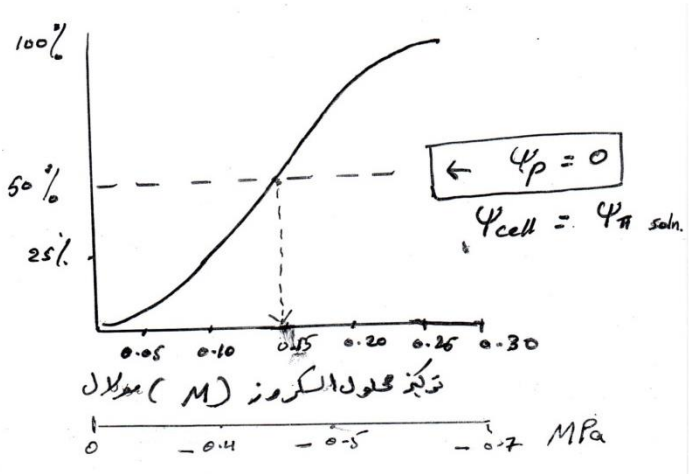
لمدة ½ الى 1 ساعة ثم تفحص تحت المجهر،

عندما تبدا البلزمة في حوالي 50 % من الخلايا

(عند التوازن)، يعتبر Ψ_p للانسجة = 0،

اي ان Ψ_s للمحلول = Ψ_s للخلية

نسبة البلزمة



2- طريقة الانجماد (Cryoscopic or Freezing point method)

درجة الانجماد هي خاصية من خواص المحاليل،

Ψ_s لمحلول مولال واحد لمادة غير متآينة = - 2.27 Mpa

درجة انجماد مولال واحد لمادة غير متآينة = 1.86 ℃ - (ΔF)

$$\frac{\Psi_s}{-2.27} = \frac{\Delta F}{-1.86}$$

$$\Psi_s = 1.22\ \Delta F \quad Mpa$$

$$\text{or} \quad \Psi_s = 12.2\ \Delta F \quad bars$$

3- طريقة جارداكوف Chardakov's methods:

طريقة بسيطة وكفوءة في تحديد المحلول الذي لا يحدث تغير في تركيزه، يمكن استعمالها في الحقل، وتتلخص كالاتي:

- انابيب اختبار تحتوي محاليل متدرجة بالتراكيز وملونة قليلا (بصبغة المثيلين الازرق).
- وضع الانسجة النباتية في انابيب اخرى تحتوي نفس التراكيز الملونة، لكنها غير ملونة.
- يترك وقت مناسب لتبادل كميات من الماء (10-15) دقيقة، ثم اخراج الانسجة، وتوضع قطرة صغيرة من المحلول الملون الى نظيره غير الملون:

➢ اذا ارتفعت القطرة يعني ان المحلول اصبح اكثر كثافة (الانسجة امتصت ماء من المحلول).
➢ اذا غطست القطرة يعني ان المحلول اصبح اقل كثافة (المحلول امتص ماء من الانسجة).
➢ اذا انتشرت القطرة بالتساوي في المحلول (لا تغطس ولا ترتفع) اي لا تغيير في التركيز وهذا يعني .

ويمكن حساب Ψ_s لهذا المحلول (المساوي للخلية) كالاتي:

$$\Psi_s = - miRT$$

m = مولالية المحلول (مول/ لتر ماء)

i = ثابت الآيون (= 1 للجزيء اللا آيوني)

R = ثابت الغاز (= 0.00831 L. Mpa. / mol. K.).

T = درجة الحرارة المطلقة (K˚)

لـ 1 مولال من السكر في 30 مْ

$\Psi_s = - (1 \text{ mol/L}) (1) (0.00831 \text{ L. Mpa./mol. K}) (303 \text{ K˚})$

$\Psi_s = - (2.518 \text{ Mpa. at } 30 \text{ C ˚}) (= 303 \text{ K˚})$