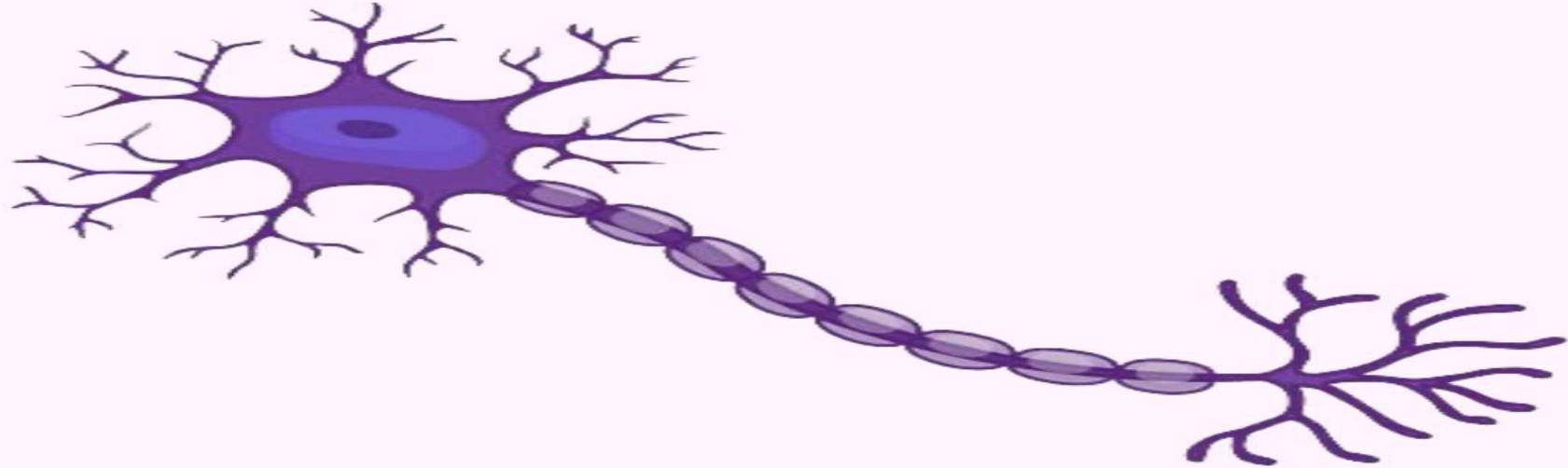




PHYSIOLOGY



LEC NO. : 9

DONE BY : Nour Alamoush

وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا

MEMBRANE POTENTIAL AND SYNAPSES

BY D GEHAN EL WAKEEL

Objectives of the chapter

1-Membrane potential and mechanism of its generation.

2-How the activity of voltage - gated Na^+ and K^+ channels generates an action potential and the roles of those channels in each phase (depolarization, overshoot, repolarization, hyperpolarization) of the action potential.

3-The mechanisms of which an action potential is propagated along unmyelinated and myelinated axons.

4-Types of synapses

Types of cells in the nervous system:

(1) Nerve cells (neurons):

الوحدة البنائية الاساسية

- these are the structural units of the nervous system.

(2) Neuroglial cells = nerve glue:

مثل الصمغ يتكون

Its function

- neuroglial cells support and protect the neurons .

Structure of neurons → Cell body + cell processes

- Neurons vary considerably in size and shape according to **their sites & functions** in general they are formed **of the cell body and cell processes.**

↓
Control all the activities

A) Cell body (soma):

أكبر جزء من النيورون

- The cell body is **the enlarged part of the neuron** which contains the **nucleus**, it **controls the metabolic processes** and provides nutrition for the whole neuron.

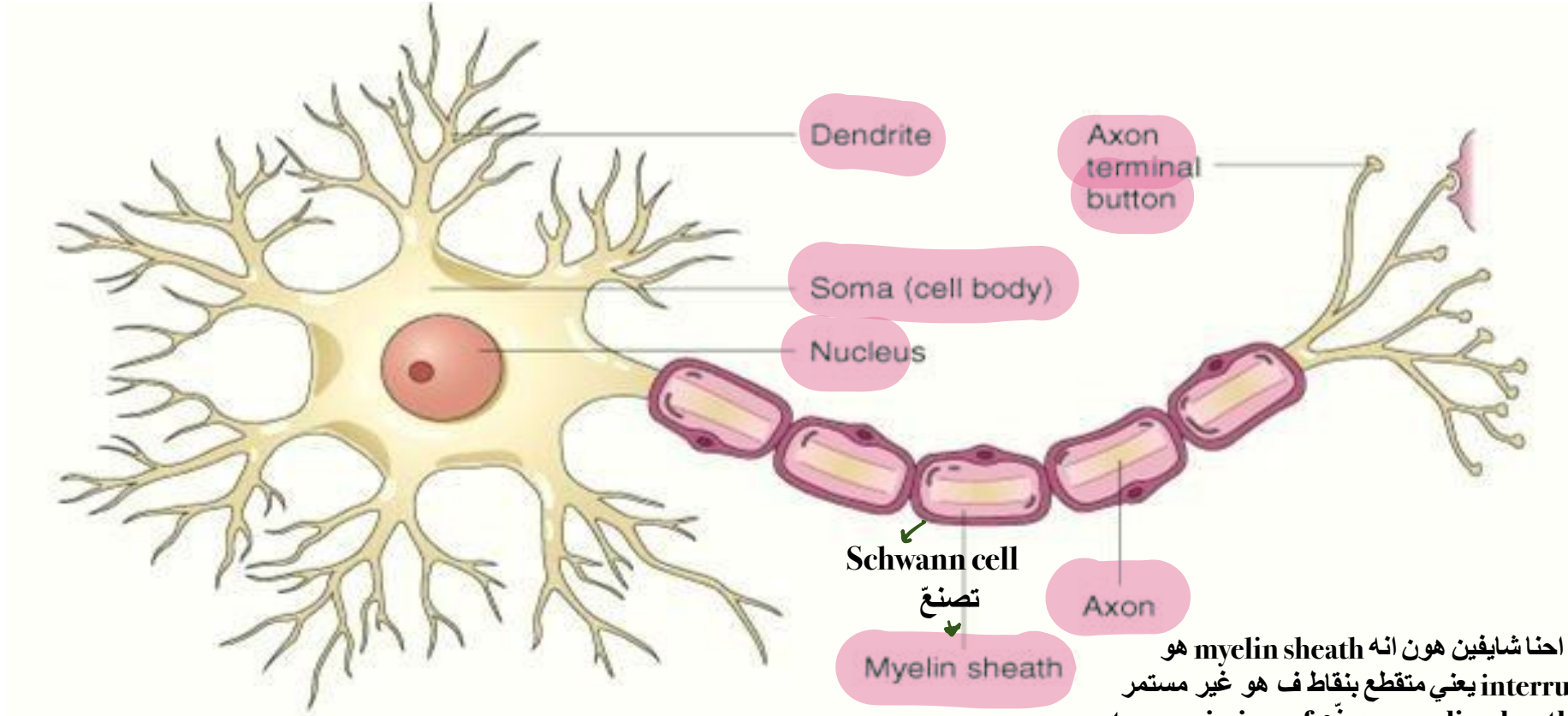
في السيتوبلازم يتاعه بيكون موجود فيه البروتينات و الكربوهيدرات وهو مصنع الطاقة لانه يحتوي على ميتوكوندريا

- The cell body contains: ⁽¹⁾nucleus, ⁽²⁾neurofibrils, ⁽³⁾microtubules, ⁽⁴⁾microfilaments, ⁽⁵⁾endoplasmic reticulum, ⁽⁶⁾Golgi apparatus, ⁽⁷⁾mitochondria and ⁽⁸⁾ribosomes.

b) Cell processes:

مثل الزوائد

- The dendrites and the axon.



زي ما احنا شايفين هون انه myelin sheath هو interrupted يعني متقطع بنقاط ف هو غير مستمر عادةً myelin sheath بيصنع impulses يلي بصير انه الاشارة العصبية رح تنط من نقطة لنقطة و رح يرجع ينشرح لقدام بصورة اوضح

Schwann cell
تصنع
Myelin sheath

عندي الاعصاب انواع في عنا منها A,B,C type و هكذا
الاعصاب تختلف حسب السمك وفي حوالها lipid layer

هو عبارة عن دهون و عادة الدهون لونها ابيض ولما احي اشوف

Brain & spinal cord

رح نلاقي جزء اسمه white matter و جزء اسمه gray matter

White > lipid layer

Gray > no lipid

Axons are covered by 2 sheaths:

1) Myelin (medullary) sheath: There is lipid layer

Def:

-myelin is white lipid rich substance which is responsible for the white color of the white matter of the brain and spinal cord.

Synthesis

مين يلي بيصنعه

i-by Schwann cell in peripheral nervous system (PNS).

It covers myelin sheath

المنشأ
lipid layer ويعمل nerve fibers و يحوطها membrane

يلي هي myelin sheath

ii-by oligodendrocyte (a type of neuroglia) in CNS

because Schwann cells are present only in the PNS.

Function

i- It protects neurons.

لا يمكن يمر من خلاله الكهرباء، الله!

ii- It acts as electric insulator.

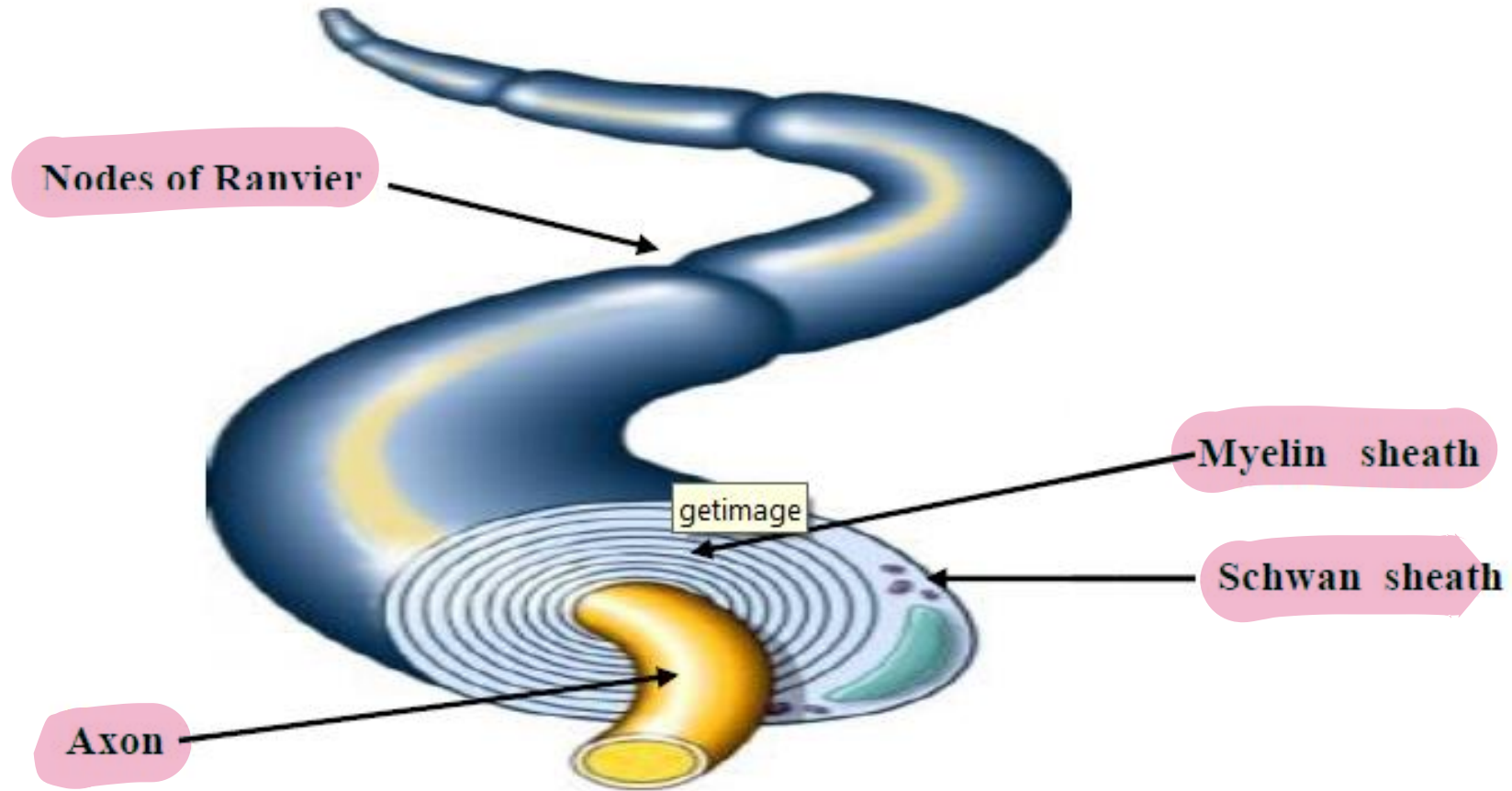
طب ازاى بنقول انه بيحصل نقل للإشارة العصبية يلي تمر من خلال axon؟

رح ينشرح لقدام

iii- It increases the speed of impulse transmission.

ليه دائماً بنحكي انه اي damage يتعرض له خلايا CNS لا يمكن انها ترجع
تتكون تاني؟ نتيجة انه schwann cell يلي بيحصل منها generation of

new nerve cell مش موجودة الا في PNS



(2) Cellular sheath = Schwann sheath or neurilemma:

Def:

a living sheath formed of called Schwann cells that surrounds neurons in the peripheral nervous system (PNS).

Function

i- Schwann cell forms myelin sheath in PNS.

ii- Schwann cell is essential for regeneration of nerves in PNS (no regeneration in CNS, why?).

شو الوظيفة الاساسية للاعصاب؟
تعمل control of all body's activities
ف هو داخل الة اشارات و خارج منه اشارات ف
عشان هيك لازم الاعصاب تتصف بصفتين:

Properties of nerves:

I) **Excitability.** قدرة العصب على الاستجابة لاي مؤثر.

II) **Conductivity.**

I-Excitability (irritability)

الاعصاب بتستجيب للمؤثرات عن طريق انها
تطلع اشارة عصبية و هاي الاشارة رح تمتد
على مدار لحد ما توصل للعضو الهدف و
تديني استجابة

لانه لما تستجيب للمؤثر رح تفتح قنوات للصوديوم عشان يدخل و يخرج البوتاسيوم

⊙ **Excitability** is a **bioelectric phenomenon** in which the nerve fibers

any change in external or internal environment
تغير او مؤثر و هو عبارة عن
لانه لما تستجيب بتعمل اشارة عصبية

respond to stimuli by rapid changes in their resting membrane

potential forming action potentials (impulses) which are

conducted along the nerve fibers to their terminals.

فرق في الفولت ما بين برا وجوا cell membrane

Nerve impulses > CNS

Resting membrane potential (RMP)

Any cell to do its function must response to impulse

Without it, there is no transmission of impulse.

Introduction:

Not only them, all cells

- During rest, the nerve fibers spends energy to maintain it's state of polarization.

Negative

- In this state of polarization the inner surface of the nerve fiber is negatively charged compared with outer surface which is positively charged .

Positive

Definition of RMP:

- RMP is the potential difference between the inside and outside of the nerve fiber in resting condition.

ايه معنى الكلام ده ؟

During rest,

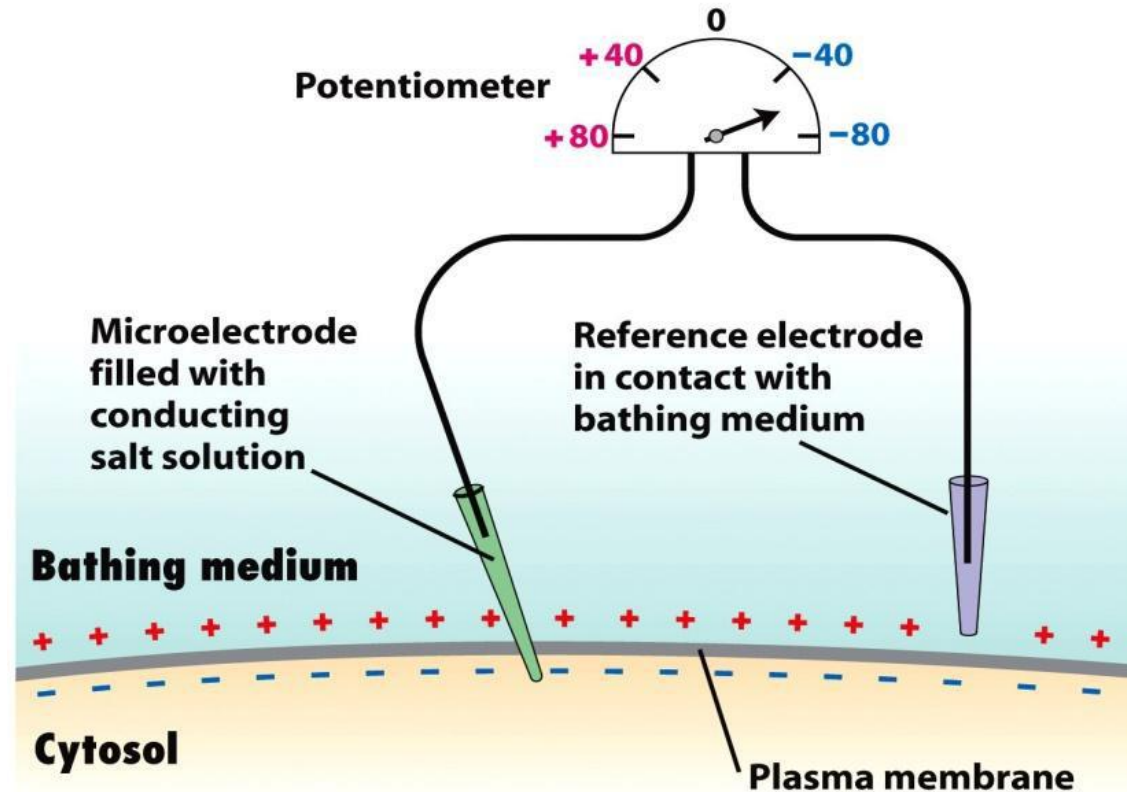
Value of RMP:

لو جبت على الجدار microelectrons و هي اشى ببشبيهه أقطاب البطارية، بحط واحد inside و الثاني outside و بوصلهم ب voltmeter و هولقياس فرق الجهد رح الاقي الفرق كان 70 بحيث جوا negative و برا positive يعني لو برا 100 جوا 30 مثلاً

70 m.v and is expressed -70 m.v because the inner surface of the plasma memb. is negatively charged relative to the interstitial fluid.

Measurement of RMP: كيف بقيس RMP

- by micro voltmeter when one electrode is introduced inside the nerve fibers and the other electrode is placed on the outer surface a potential difference of -70 mV is recorded.



Causes of RMP: RMP = RESTING MEMBRANE POTENTIAL

1-Selective permeability (main cause).

2-Sodium potassium pump.

3-Unequal distribution of ions (minor role):

دور ثانوي

1-Unequal distribution of ions (minor role):

الارقام حفظ مهمة

	Inside nerve fiber	Outside nerve fiber
Cations ايون موجب		
K^+	140m.eq/l.	4 m.eq/l.
Na^+	14m.eq/l.	140m.eq/l
Anions ايون سالب		
Proteins ⁻	16 gm %.	2 gm %.
Cl^-	4m.eq/litre.	100m.eq/l

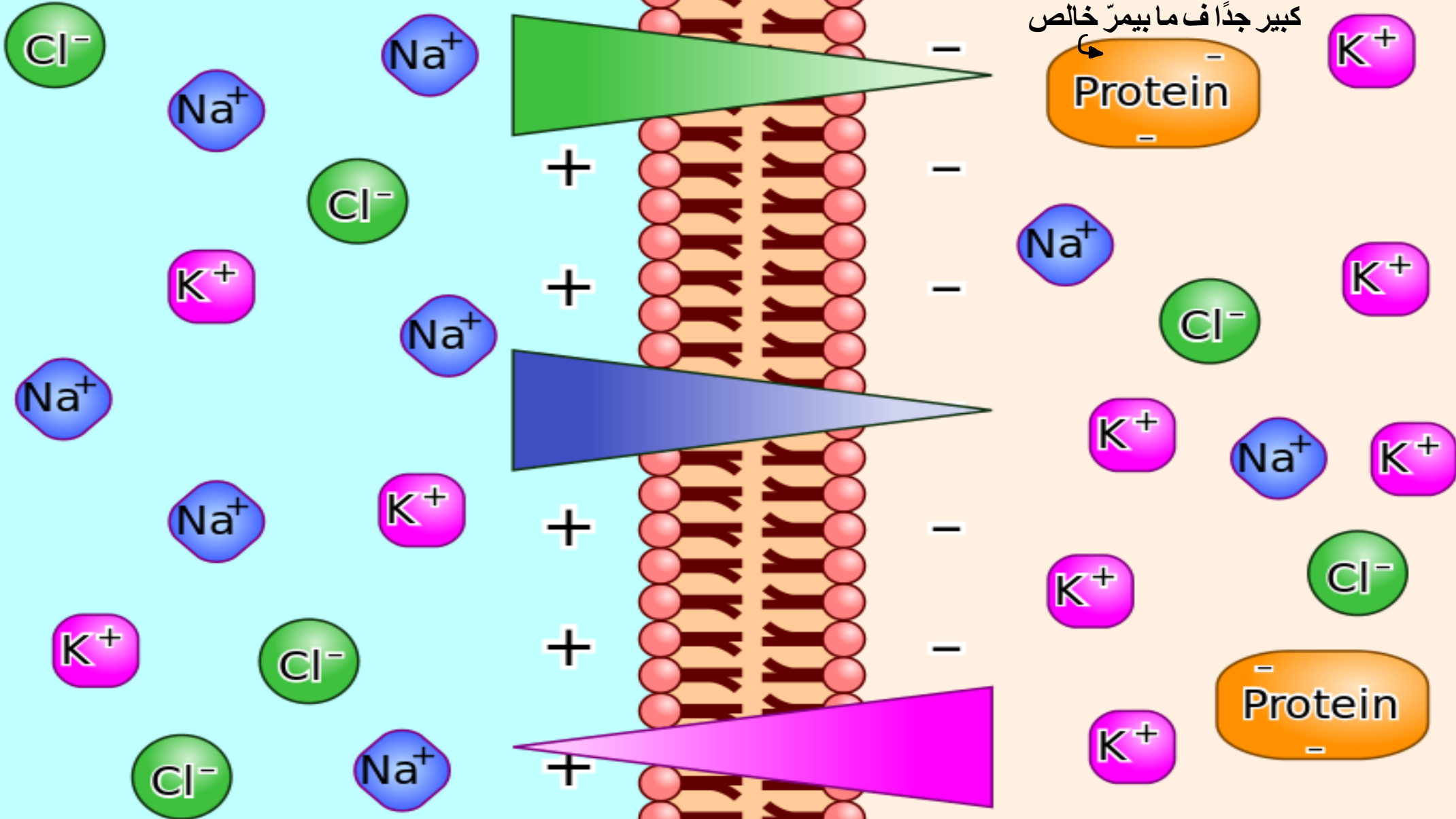
عالي بر ا Na
عالي جوا K

Outside

Cell membrane

Inside

كبير جذا ف ما بيمر خالص



Extracellular

Intracellular

Type

2) Selective permeability of the cell membrane

This membrane is highly permeable to K and less permeable to Na

- The cell memb. is formed of double lipid layer containing

Embedded into the membrane

specialized proteins containing pores called ion channels.

- These ion channels allow only specific ions to pass & prevent

على اي اساس بتسمح بمرور بعض المواد و الباقي لا؟

others because of their: 1) shape 2) charge 3) diameter

- K diffusion through passive channels is the main cause of RMP.

↓
مفتوحة طول الوقت و اسمها leakage channels
ممکن تعدي Na بس النفاذية بتكون جدًا قليلة و ممكن برضو H2O

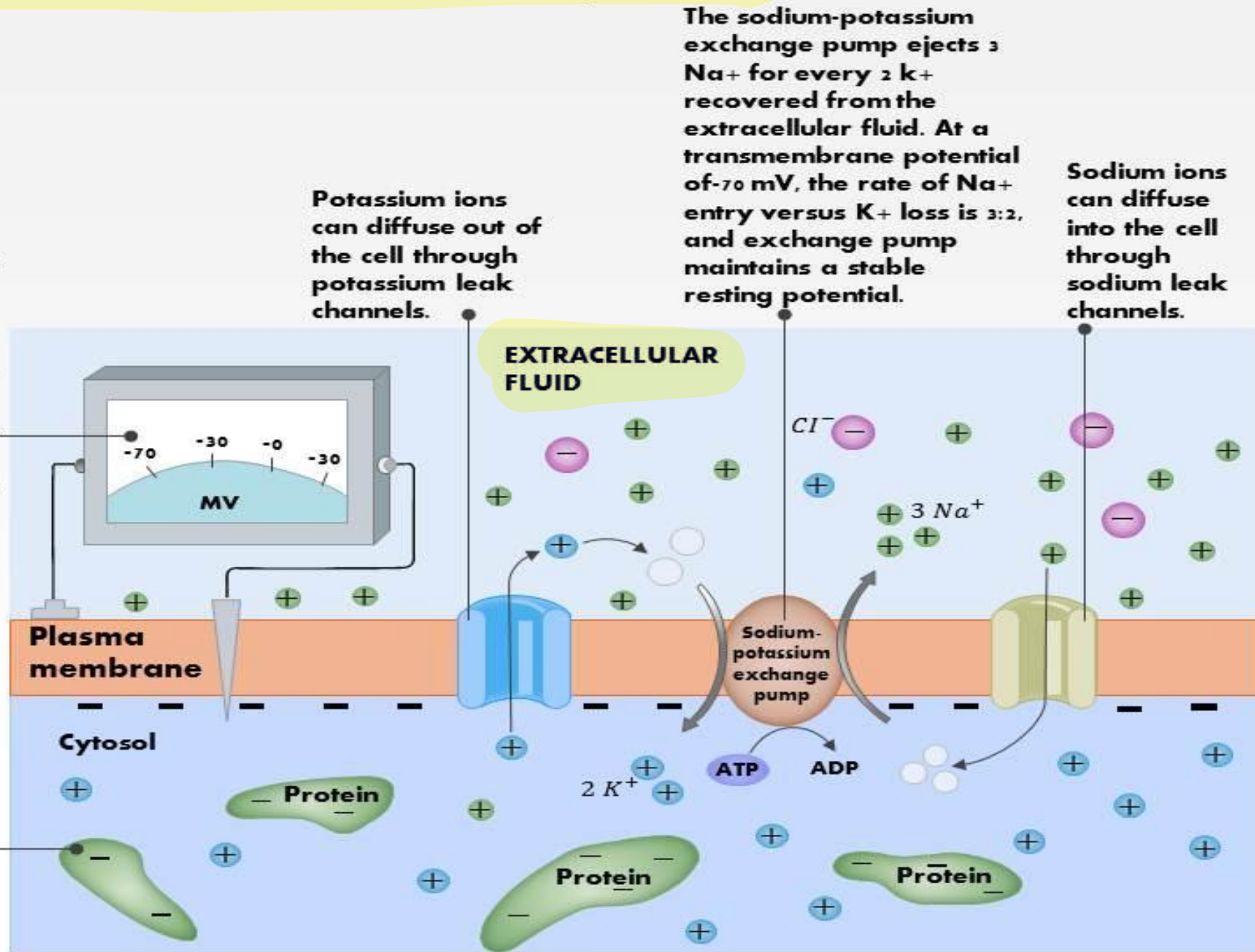
- K carry positive electrical charge to the outside, thus creating electro positivity outside the membrane and electronegativity inside because of negative anions that don't diffuse with potassium. Such as protein, phosphate and sulfate.

رح يضل يطع البوتاسيوم و يدخل الصوديوم لحد ما توصل
equalibrium potential سغنس الشحنات السالبة
تمنعه من المرور للخارج

Passive & active maintain the membrane potential

The unit of measurement of potential difference is the volt (V), and the transmembrane potential of a neuron is usually near 0.07V. Such a value is usually expressed as -70 mV (or 70 millivolts-thousandths of a volt) with the minus sign indicating that the interior is negatively charged.

The cytosol contains an abundance of negatively charged proteins, whereas the extracellular fluid contains relatively few. These proteins cannot cross the plasma membrane.



- **There are three basic types of ion channels:**

1) **Non gated channels = passive or leak ion channels.:** they are the main cause of RMP. تسمح بمرور البوتاسيوم

2) **Gated channels:** بتفتح اما لما تتحد مع chemical factor او لما تتغير الكهربية حوالها

a) **Chemical activated (or gated) channels.**

b) **Voltage activated (or gated) channels.**

○ **gated channels have no role in resting membrane potential but they are responsible for the action potential.**

المفرومة في صورته :-

المهم هون بتحكي عن legand gated و بيرتبط فيها ناقل كيميائي مثل Ach رح تفتح القناة تبعتها و بدأت تدخل Na، في الحالة الطبيعية هي مغلقة لكن لما يرتبط فيها الناقل بيحفزها لتفتح

بعدين بنحكي عن mechanical gated channels، دي لو انا ضغطت على membrane بكون عبارة عن stimulus ليفتح و تدخل المواد

بعدين عنا k channel و هي always open

برضو في voltage gated لما تتغير الكهربية حوالين القناة تسمح بمرور substances

تستهلك من 40-50% من طاقة جسمنا
و هي مهمة اوي اوي لانه هي طول الوقت شغالة تطلع شوية الصوديوم يلي دخلوا و
تدخل شوية البوتاسيوم يلي خرجوا عشان تحافظ على RMP.
لو الصوديوم ضل يتجمع جوا الخلية رح تسحب مي و رح يصير لها swelling و تنفجر و
بعدها تتلف الخلية

II-Sodium and potassium pump (= Na⁺ pump):

- Na⁺ - K⁺ pump helps to maintain a high concentration of Na⁺ ion outside and a high concentration of K⁺ ion inside the nerve cells inspite of the continuous diffusion of these ions across the membrane.

- If Na-K pump is inhibited by any condition (e.g. by cooling) → ↓ the metabolic activity of the cell → ↓ ATP production so that:

لو انا بيدي اثببط عمل Na/k pump
ايه اللي ممكن يخليها مش شغالة؟ اي حاجة ممكن تخلي عملية الايض، يعني عملية الحرق و خروج الطاقة تنتهي
زي مثلاً لما اطع القلب برا مارح يشتغل
و عملية cooling بتعمل depression of metabolism

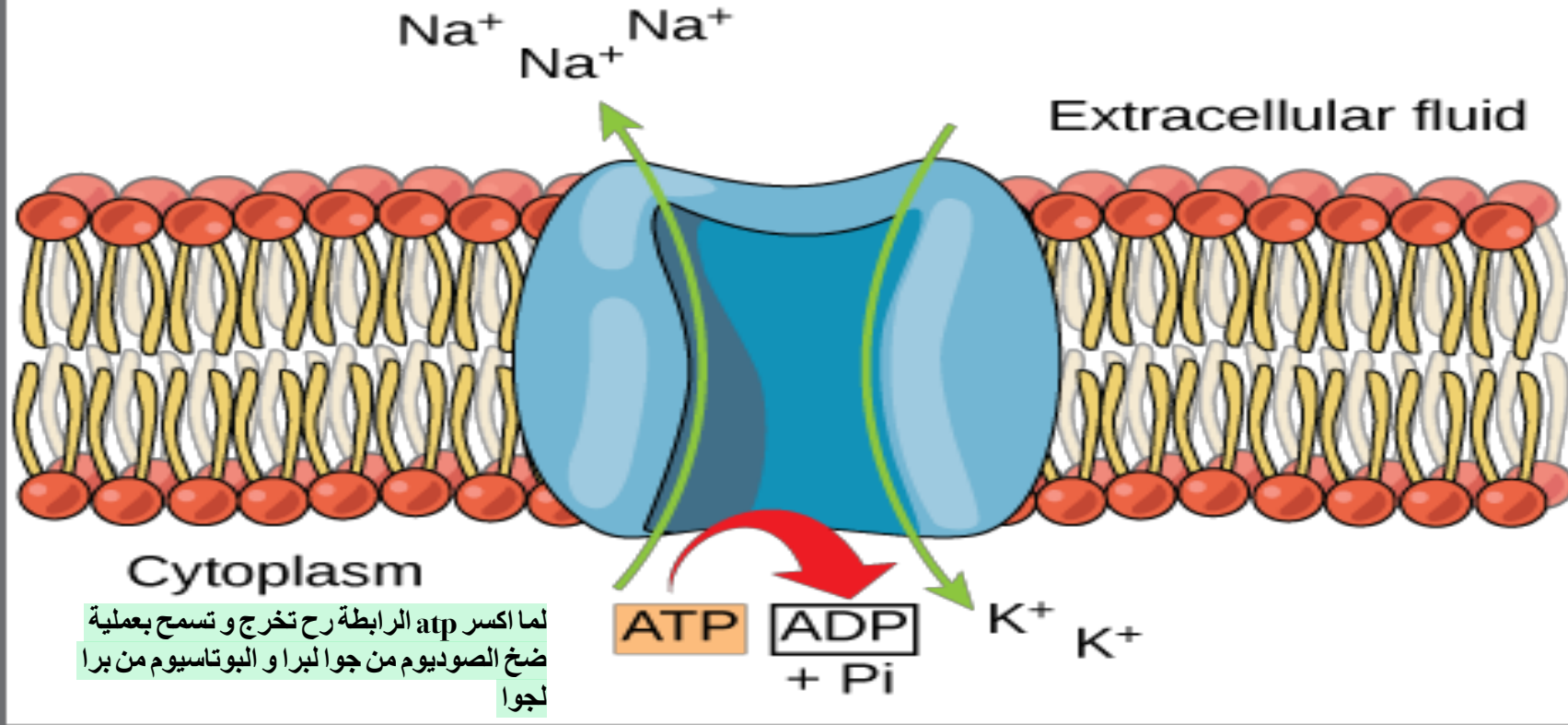
No atp = No Na/k pump

i) Na⁺ ions will accumulate inside the cell and neutralize the negative charges of protein ions leads to loss of negativity inside..
يعمل معادلةة للايونات

البوتاسيوم برا رح يروح لانه ما في
اشي جاذبه

ii) K⁺ ions which were held on the outer surface by the effect of protein will escape away → loss of positivity outside → loss of RMP → loss of excitability.
يعني ما في اي nerve impulses

Sodium-Potassium Pump



اشارة عصبية
لانه في عناء فرق في الجهد
Action potential = nerve impulse

اني اعمل تغير او اي تأثير رح يعمل potential change و لازم هاد
المؤثر يكون قوي

-Def: action potential is the **potential** changes which occur in RMP of the
nerve due to stimulation by **effective stimulus**, these changes **propagate**
(self propagated) along the nerve, then reach the effector organ to
produce action (hence the name action potential).

رح تضلها تنتقل على الاعصاب لحد ما توصل
لغند العضو المستهدف