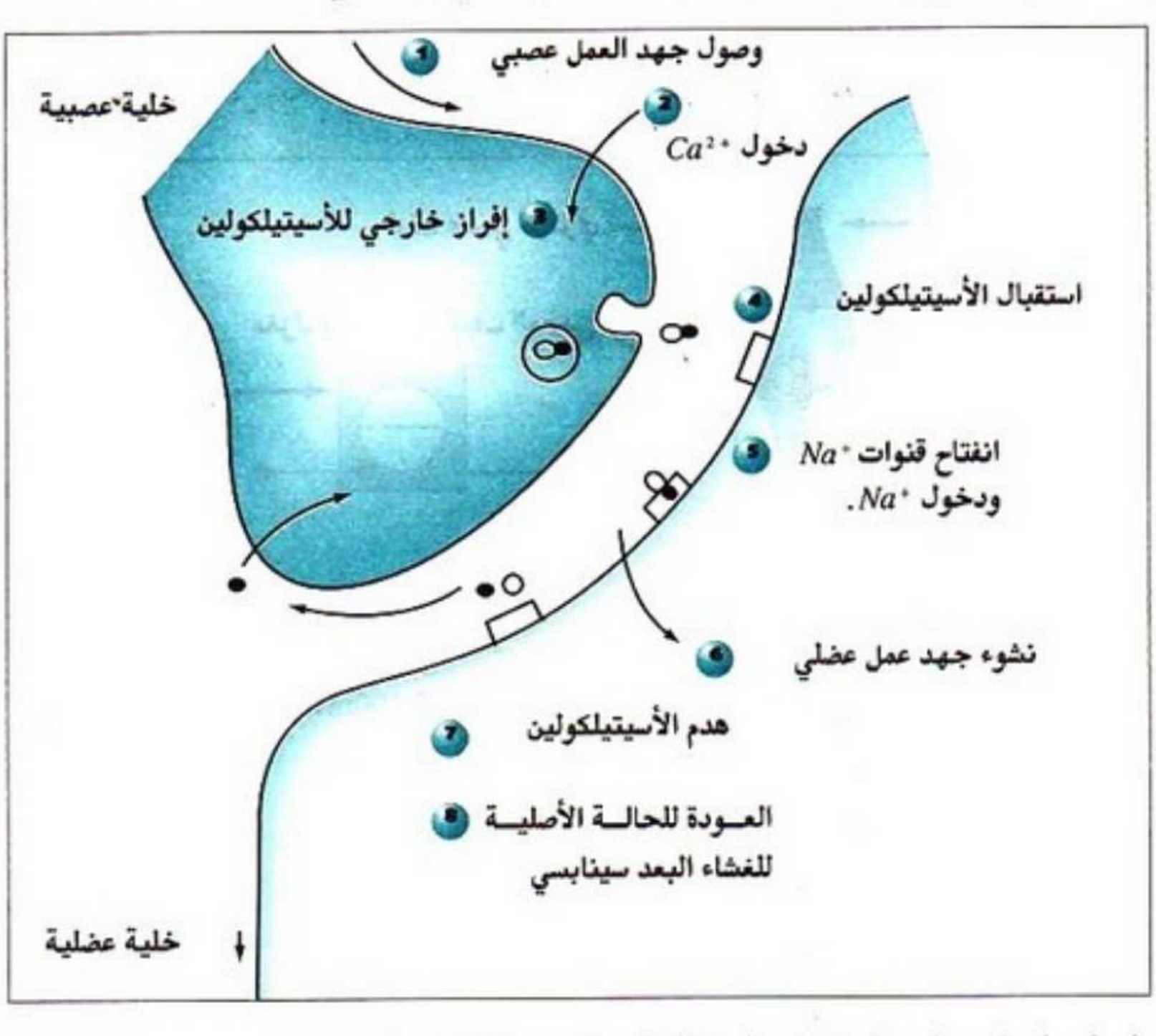
تمارين محلولة: التواصل العصبي

التمرين 1

يمثل الرسم التخطيطي التالي مراحل عمل سينابس ذات تبليغ كيميائي:



– حرر نصا علميا سليما يصف المراحل الممثلة في الرسم التخطيطي.

✓ الحل

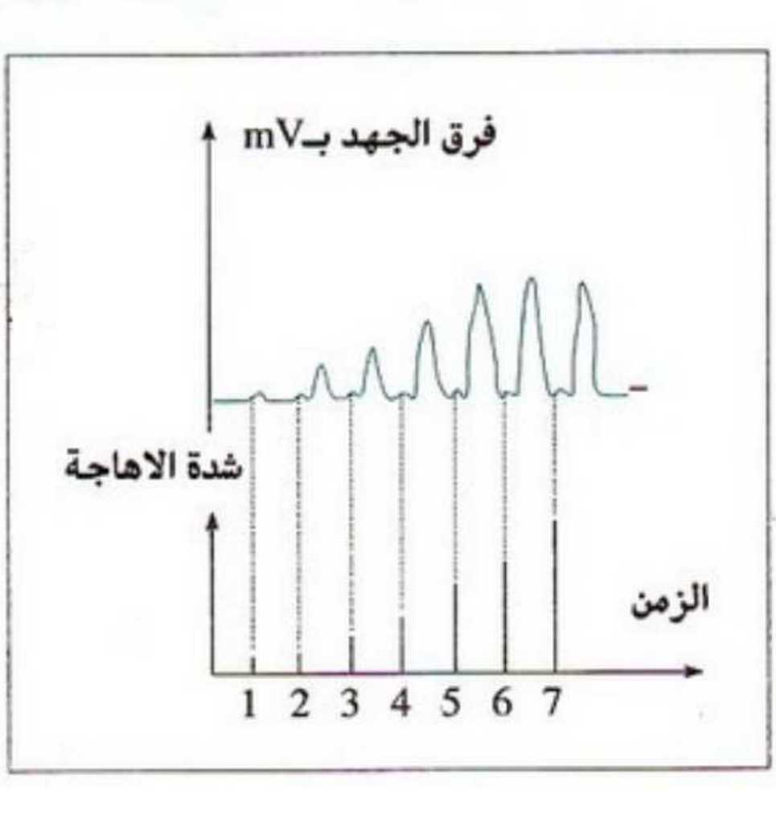
يؤدي وصول جهد العمل إلى الحبة السينابسية إلى انفتاح قنوات Ca^{++} المرتبطة بالفولطية ودخول هذه الأيونات إلى الحبة السينابسية. يترتب عن ذلك الإفراز الخارجي لحويصلات الاستيلكولين في الحيز السينابسي. ترتبط جزيئات هذا المبلغ العصبي بمستقبلاتها النوعية على الغشاء البعد السينابسي مما يؤدي إلى انفتاح قنوات Na^+ ودخول هذه الأيونات إلى الخلية العضلية.

إثر هذا الدخول ينشأ جهد عمل عضلي.

في مستوى الحيز البيسينابسي يتم هدم جزء من الاستيلكولين بعد انفصالها عن المستقبل النوعي وإعادة امتصاص نواتج الهدم. ويعود الغشاء البعد سينابسي إلى حالته الأصلية.

التمرين 2

نضع إلكترودين مرتبطين بكاشف الذبذبات على عصب جلدي لحيوان ثم نطبق إهاجات ذات شدات متصاعدة عى مستوى جلد هذا الحيوان قرب المنطقة المعصبة. تبين الوثيقة التالية النشاط الكهربائي المسجل في مستوى العصب:



1- حلل التسجيل المحصل.

2- حدد الظاهرة التي كشفت عنها التجربة ثم اعط تفسيرا لها.

✓ الحل

السؤال 1: يمكن تقسيم التسجيل المحصل إلى ثلاثة أجزاء.

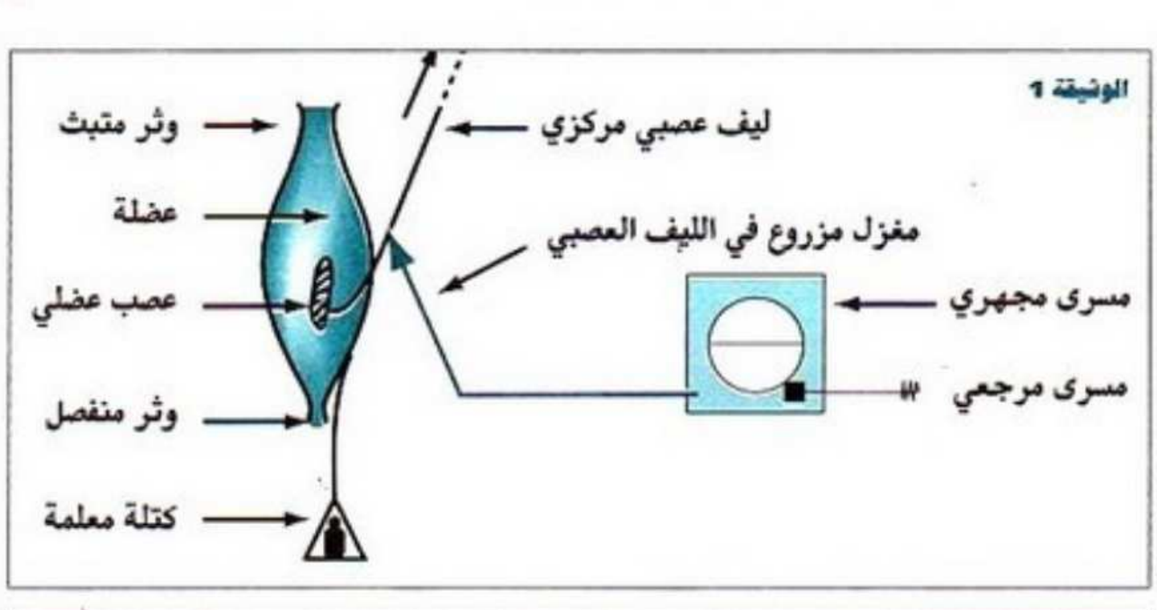
- عدم استجابة الليف للإهاجة I_1 لأنها غير فعالة.
- استجابة الليف ابتداء من الشدة I_2 مع الزيادة في وسع الإستجابة عند تطبيق إهاجات ذات شدات متصاعدة I_3 و I_4 و I_5.
- ابتداء من الإهاجة ذات الشدة I_5 بقي وسع الإستجابة ثابتا رغم تطبيق إهاجات متزايدة الشدة I_6 و I_7.

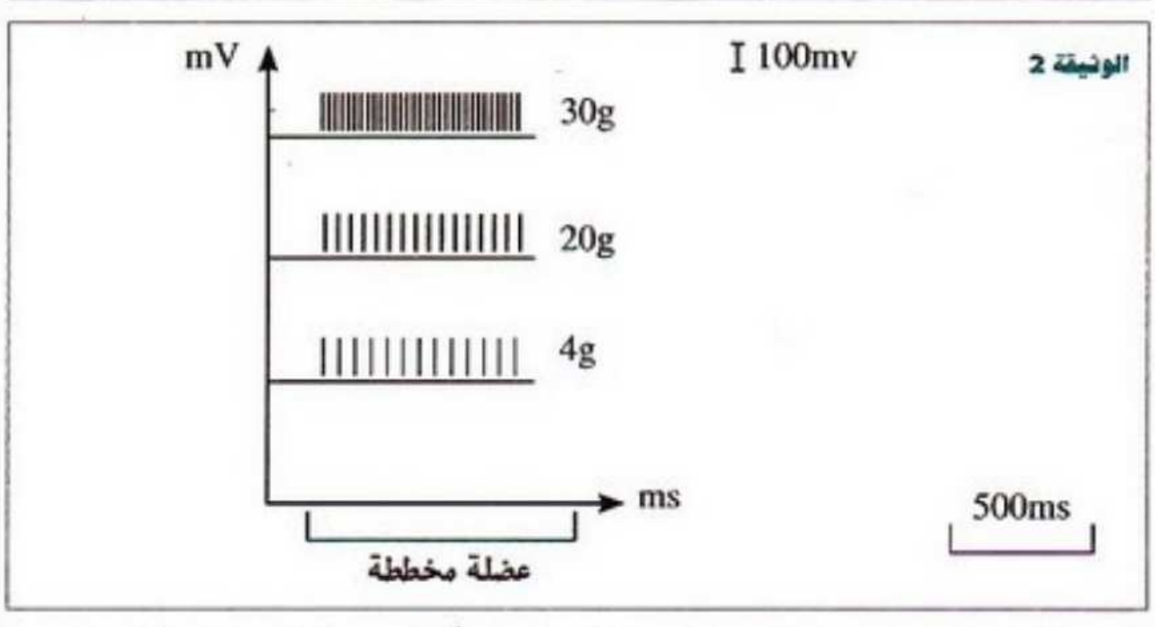
السؤال 2: ظاهرة التجنيد يفسر هذا ببنية العصب إذ أن استجابة العصب هي حصيلة استجابة الألياف المكونة له. كلما ازدادت شدة التهييج كلما ازداد عدد الألياف المهيجة. وعندما تصبح كل الألياف مهيجة يصبح الوسع ثابتا.

التمرين 3

نهيج عضلة حيوان معزولة مرتبطة بالعصب الحسي بكتل متزايدة الشدة (4g و20g و30g) ونسجل الرسالة العصبية القادمة من مستقبل حسي.

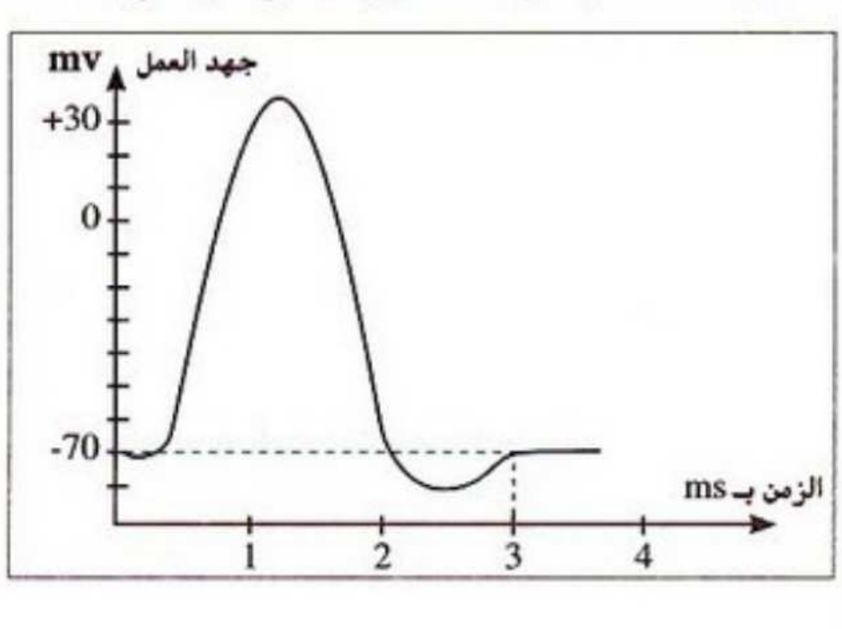
تمثل الوثيقة 1 رسما تخطيطيا للعدة التجريبية وتعطي الوثيقة 2 النتائج المسجلة على شاشة كاشف الذبذبات.





1- اعتمادا على المعلومات التي توفرها هاتان الوثيقتان، أعط خصائص الرسالة العصبية المنتشرة على طول الليف العصبي.

باستعمال نفس العدة التجريبية مع رفع سرعة المسح الأفقي لكاشف الذبذبات، نحصل على التسجيل الدقيق لأحد، الإشارات الكهربائية وتمثل الوثيقة 3 التسجيل المحصل.



2- فسر مختلف مراحل التسجيل دون التطرق للظواهر الأيونية.

✓ الحل

السؤال 1: كلما زادت شدة الإهاجة (كتل متزايدة) كلما ارتفع تردد جهود العمل دون تغير في الوسع.

خاصيات الرسالة العصبية على مستوى الليف العصبي هي:

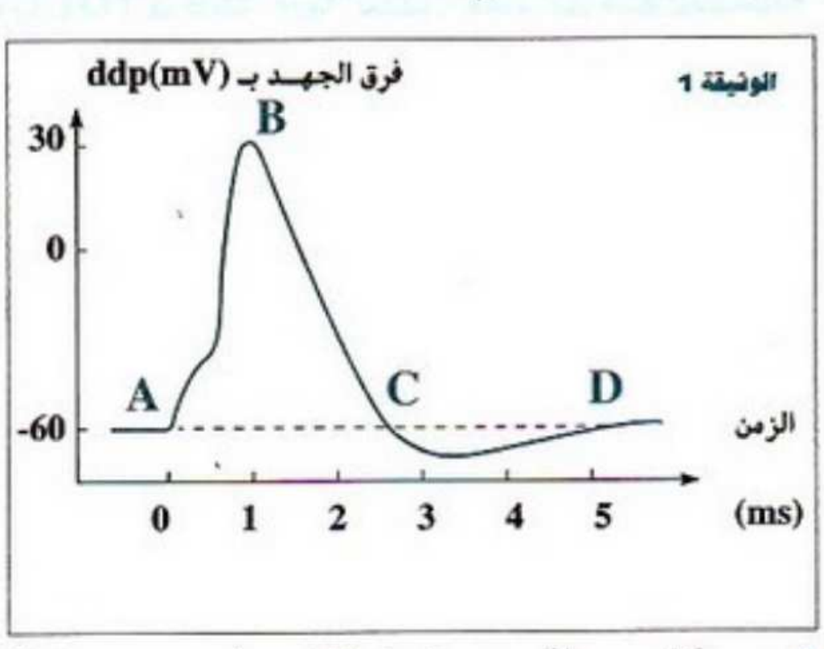
- قانون الكل أو العدم.
- ترميز الرسالة العصبية على شكل جهود العمل يزداد ترددها كلما زادت شدة الإهاجة.

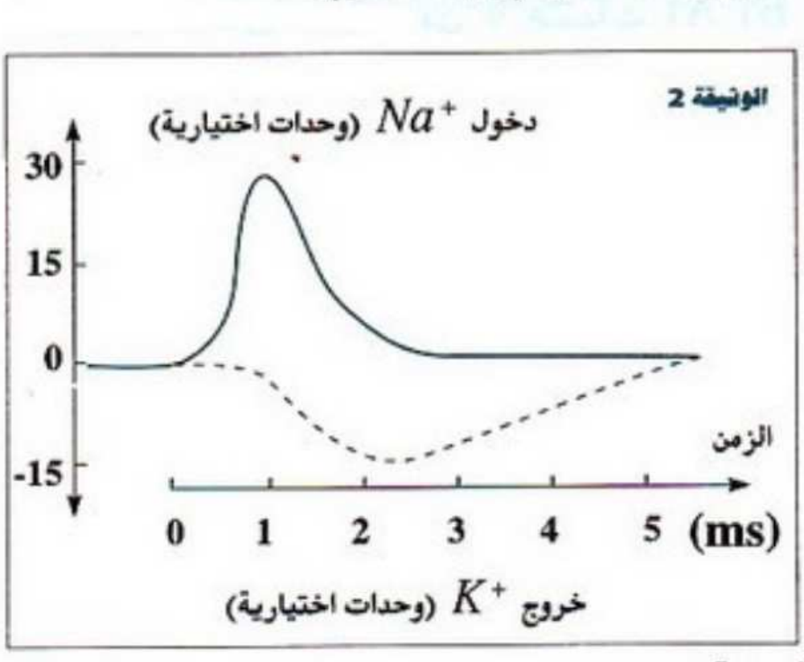
السؤال 2: يمثل هذا التسجيل جهد عمل أحادي الطور.

- في البداية نسجل جهد الكمون ((-70mv) الماصة المجهرية منغرزة في الليف) ثم مرحلة إزالة وقلب الاستقطاب الذي يمر من -70mv إلى 0mv ثم إلى +30mv، تليها مرحلة إعادة الاستقطاب وعودته إلى القيمة الأصلية بعد 3ms ونسجل استقطابا مفرطاً في ms الأخيرة.

التمرين 4

نطبق على ليف عصبي إهاجة فعالة تمثل الوثيقة 1 التسجيل المحصل (جهد العمل).





1- سم كل مرحلة من مراحل التسجيل وحدد مدتها الزمنية.

تمثل الوثيقة 2 نتائج قياس تدفق أيونات Na^+ وK^+ عبر الغشاء السيتوبلازمي لهذا الليف العصبي إثر إهاجة فعالة.

2- أربط العلاقة بين اتغيرات جهد الغشاء الممثلة في الوثيقة 1 والنتائج المحصلة في الوثيقة 2.

✓ الحل

السؤال 1:

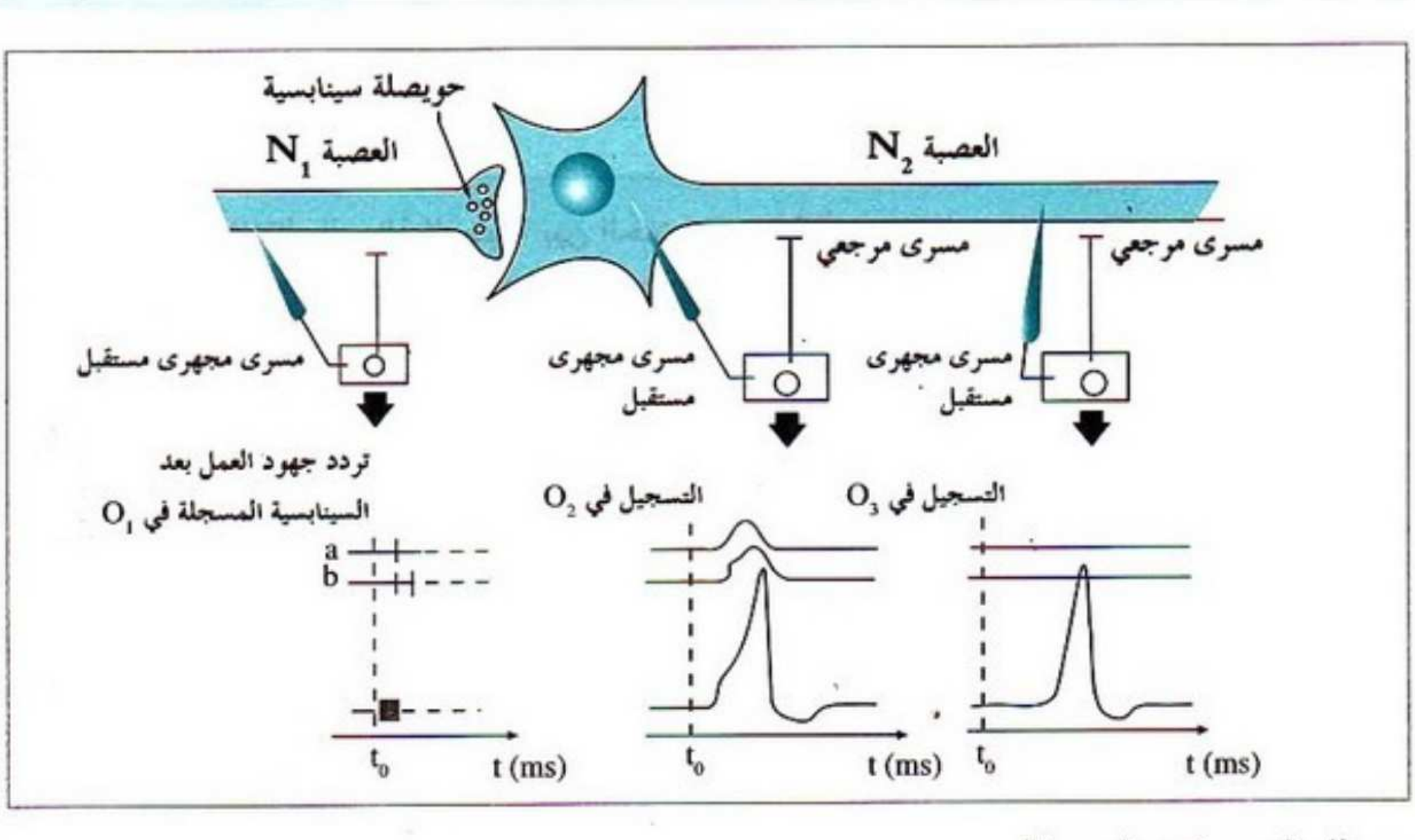
المراحل	أسمائها	مدتها بـ ms
AB	إزالة الاستقطاب	1
BC	إعادة الاستقطاب	1,5
CD	استقطاب مفرط	2,5

السؤال 2:

- يؤدي التدفق المتفجر لأيونات Na^+ إلى جارج الليف، بعد الإهاجة الفعالة، إلى إزالة استقطاب الغشاء السيتوبلازمي (انتقال جهد الغشاء من -60mV إلى +30mV).
- يؤدي التدفق التدريجي لأيونات K^+ إلى خارج الليف، إلى إعادة استقطاب الغشاء السيتوبلازمي (عودة فرق الجهد إلى قيمته الأصلية).
- يؤدي استمرار تدفق أيونات K^+ خارج المحورة إلى ظهور استقطاب مفرط.

التمرين 5

لدينا ثلاثة كواشف الذبذبات O_1 وO_2 وO_3 لتسجيل الظواهر الكهربائية المترتبة عن وصول ثلاثة رسالات عصبية (a وb وc) الناتجة عن ثلاثة تهييجات بشدات متصاعدة مطبقة على N_1.



– حلل التسجيلات المحصلة.

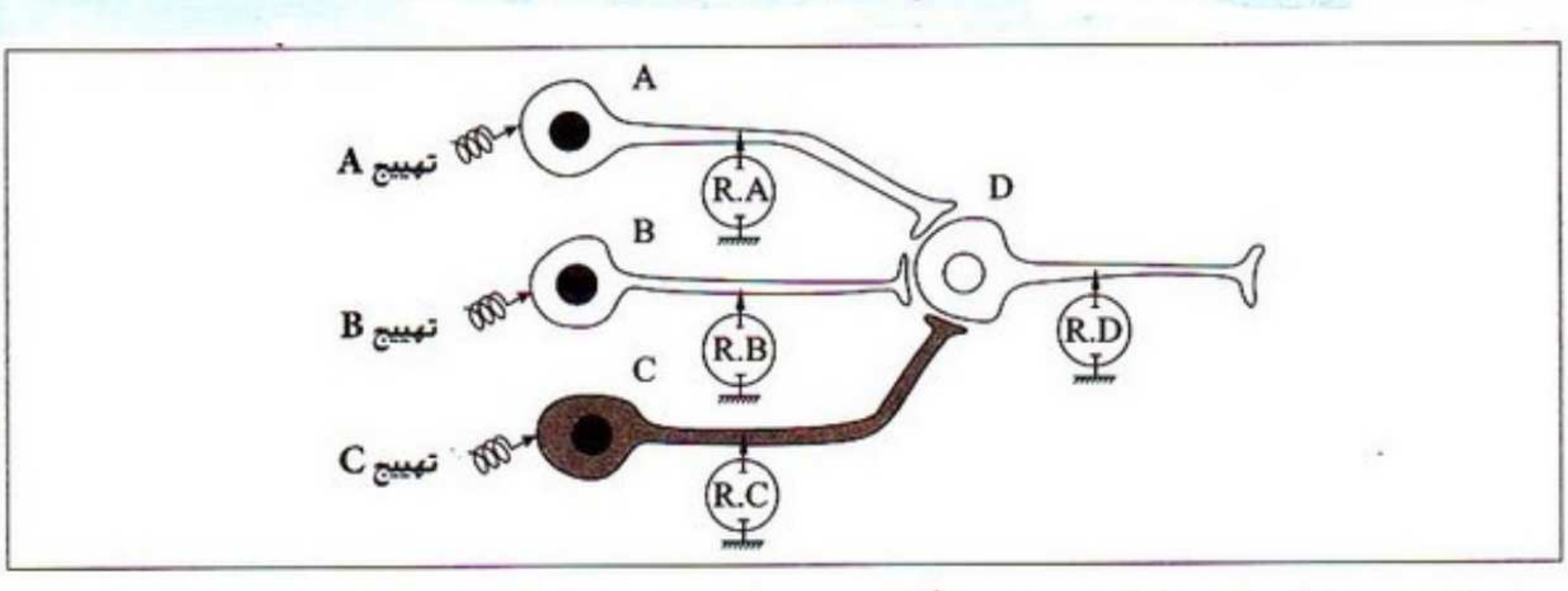
✓ الحل

تبين الوثيقة الظواهر الكهربائية الناتجة عن وصول ثلاث سيالات عصبية إلى الحبة السينابسية للعصبون N_1 والمسجلة على مستوى الجسم الخلوي ومحورة العصبة N_2. تختلف الرسالات العصبية الثلاث بتردد جهود العمل القبل سينابسية. الرسالة a تتضمن جهد عمل واحد والرسالة b تتضمن جهدي عمل والرسالة c تتضمن ستة جهود عمل.

- موجة إزالة الاستقطاب بعد سينابسية الناتجة عن الرسالة a تبقى محلية وتحت بدئية وذات وسع ضعيف في O_2 ولا تنتقل إلى O_3.
- نفس النتيجة نحصل عليها من الرسالة b مع ارتفاع طفيف في وسع موجة إزالة الإستقطاب البعد سينابسية الذي يدل على وجود إجمال للإستجابتين لجهدي عمل الرسالة b.
- نحصل على جهد عمل بعد سينابسي ينتشر على طول العصبة N_2 ويسجل في O_2 و O_3 استجابة للرسالة c. وبالتالي فإن إجمال الإستجابات لجهود العمل المكونة للرسالة c نتج عنه موجة إزالة استقطاب ذات وسع يفوق العتبة التي ينشأ عنها جهد عمل في العصبة البعد سينابسية. وبالتالي فإن ظهور جهد عمل بعد سينابسي يتطلب وصول عدة جهود عمل قبل سينابسية إلى الحبة السينابسية.

التمرين 6

يوجد نوعان من السينابسات: مهيجة وكابحة.
نعتبر بنية عصبية مكونة من 4 عصبات (A وB وC وD) مرتبطة فيما بينها. نقوم بدراسة استجابة العصبية D حسب التهييجات المطبقة على العصبات A وB وC.



يعطي الجدول التالي استجابة العصبات الأربع حسب التهييج.

	استجابة A	استجابة B	استجابة C	استجابة D
تهييج A	+	–	–	+
تهييج B	–	+	–	+
تهييج C	–	–	+	–
تهييج (A+C)	+	–	+	–
تهييج (A+B+C)	+	+	+	+

– فسر النتائج المحصلة في كل تجربة واستنتج خاصيات العصبة D.

+: تواجد -: غياب

✓ الحل

- أدى تهييج العصبة A إلى ظهور الإستجابة على مستوى A و D. وهذا يدل على نشوء سيالة عصبية على مستوى العصبة A وانتقالها نحو العصبة D إذن فالسينابس D-A سينابس مهيجة.

أدى تهييج العصبة B إلى نفس النتيجة في مستوى العصبة D مما يدل على أن السينابس D-B سينابس مهيجة.

- عند تهييج العصبة C ظهرت الإستجابة على مستوى C فقط إذن سينابس D-C سينابس كابحة.
- عند تهييج العصبتين A و C ظهرت الإستجابة على مستوى كل منهما دون ان تنتقل إلى العصبة D. يمكن تفسير ذلك بكون الحصيلة الجبرية لجهدي الكبح والتهييج لم تبلغ عتبة التهييج وبالتالي لم يتولد عنها جهد عمل على مستوى العصبة البعد سينابسية D.
- عند تهييج العصبات A و B و C ظهرت الإستجابة على مستوى كل منهما وعلى مستوى العصبة البعد سينابسية D. يمكن تفسير ذلك بكون الحصيلة الجبرية لجهود العمل قبل سينابسية بلغت عتبة التهييج تولد عنها جهد عمل على مستوى العصبة البعد سينابسية D.

التمرين 7

I- يعبر مبياني الوثيقة 1 على وسع الإستجابات المسجلة نتيجة إهاجات ذات شدات متزايدة:

– في حالة عصب سُجل نشاطه الكهربائي بواسطة مساري مستقبلة وضعت على سطحه.

– في حالة ليف عصبي معزول سُجل نشاطه الكهربائي بواسطة مسرى دقيق أدخل فيه.

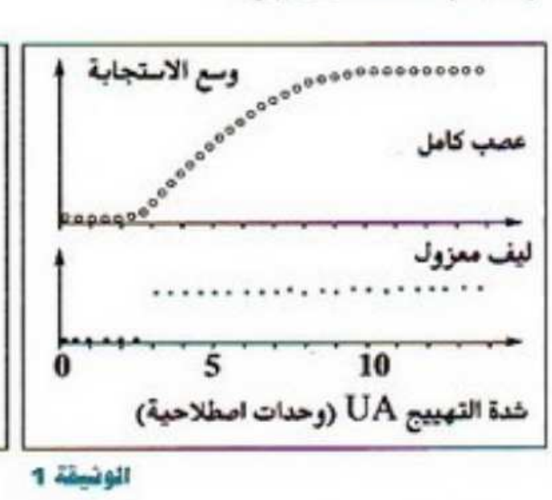
ملحوظة: نلاحظ تغيرا في سلم الوسع لأن ظروف لتسجيل مختلفة.

1- أ– حل المبيانين.

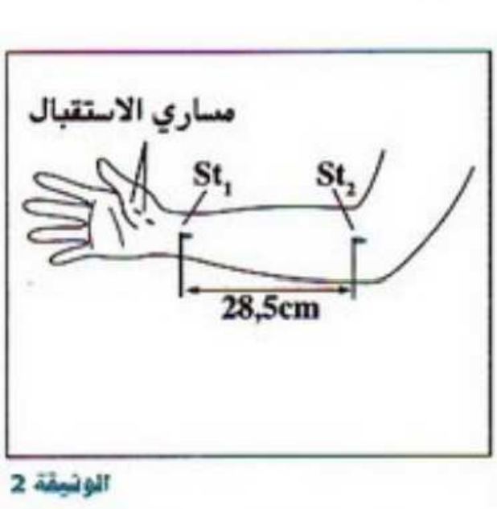
ب– أعط تفسيرا للإختلاف الملاحظ.

II- باستعمال العدة التجريبية المبينة بالوثيقة 2 ننجز التجربة التالية: نقوم بإهاجة عصب يوجد على مستوى الساعد بواسطة مسرى تنبيه موضوع على الجلد مباشرة فوق العصب المتحكم في حركة الإبهام.

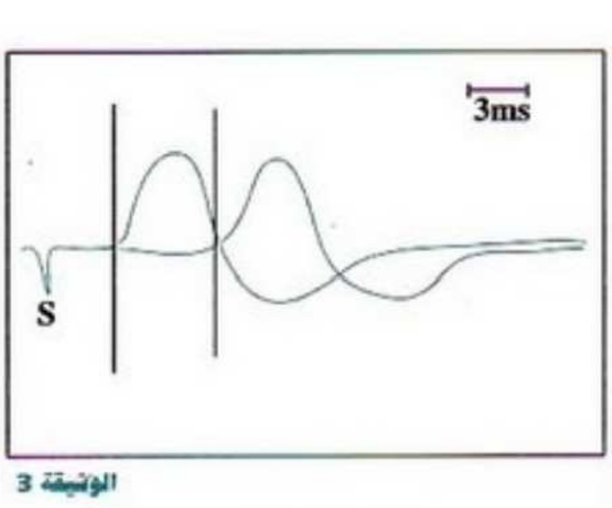
كل إهاجة تحدث ثني الإبهام. وعلى إثر القيام بإهاجتين، الأولى في الموضع st_1 والثانية في الموضع st_2 (انظر الوثيقة 2) تم الحصول على التسجيلين المبينين في الوثيقة 3، وذلك على مستوى عضلة الإبهام.
النتيجة: تبين الوثيقة 3 تطابقا بين التسجيلين المحصل عليهما، ترمز الإشارة S إلى لحظة الإهاجة بالنسبة للتسجيلين.



الوثيقة 1



الوثيقة 2



الوثيقة 3

2- أ– كيف تفسر وجود زمن الكمون بين لحظة الإهاجة وتسجيل إستجابة عضلة الإبهام؟

ب– باستعمالك لنتائج هذه التجربة، أحسب سرعة انتشار السيالة العصبية على العصب المدروس، مبينا الطريقة التي اتبعتها.

✓ الحل

السؤال 1: أ–

- حالة العصب: عندما تكون شدة الإهاجة أقل من 2,5UA لم يسجل أية استجابة. وابتداءاً من 2,5µa (عتبة التهييج) يرتقع وسع الإستجابة كلما ارتفعت شدة الإهاجة إلى حدود 9,5UA حيث ظل وسع الإستجابة ثابتا رغم ارتفاع شدة التهييج.
- حالة الليف العصبي: لم تسجل أية استجابة عند تطبيق إهاجات أقل من 2,5UA. وابتداءاً من هذه القيمة يستجيب الليف العصبي ويظل وسع الإستجابة ثابتا رغم الزيادة في شدة الإهاجة.

ب–

- يخضع العصب لقانون التجنيد، ويمكن تفسير استجابته اعتماداً على بنيته، إذ أن استجابته هي حصيلة استجابة الألياف المكونة له، كلما زادت شدة الإستجابة كلما زاد عدد الألياف المستجيبة.
- يخضع الليف العصبي لقانون الكل أو العدم، إذ أن نشوء جهد العمل يتطلب بلوغ الإهاجة للعتبة أو تجاوزها.

السؤال 2:

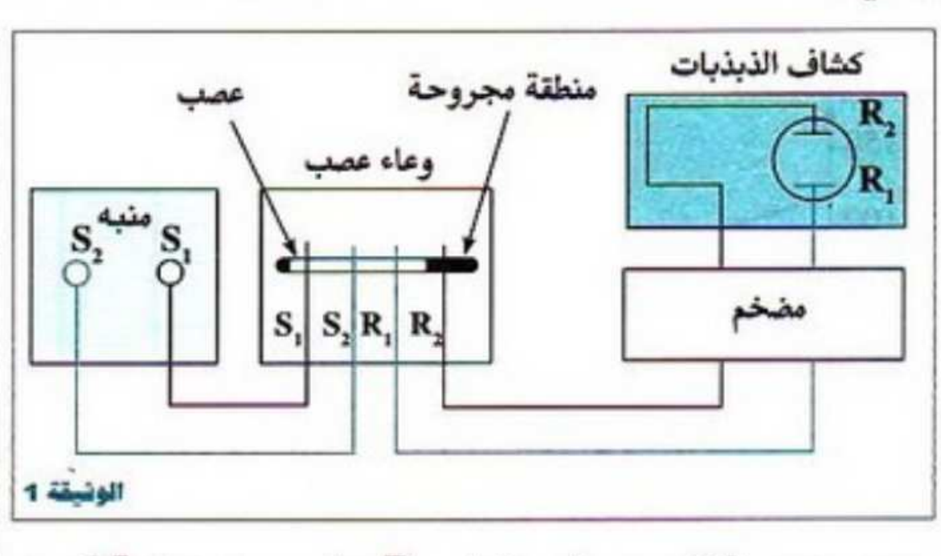
أ– يشير زمن الكمون إلى الوقت اللازم لانتقال الإهاجة من موقع التهييج إلى مساري التسجيل.

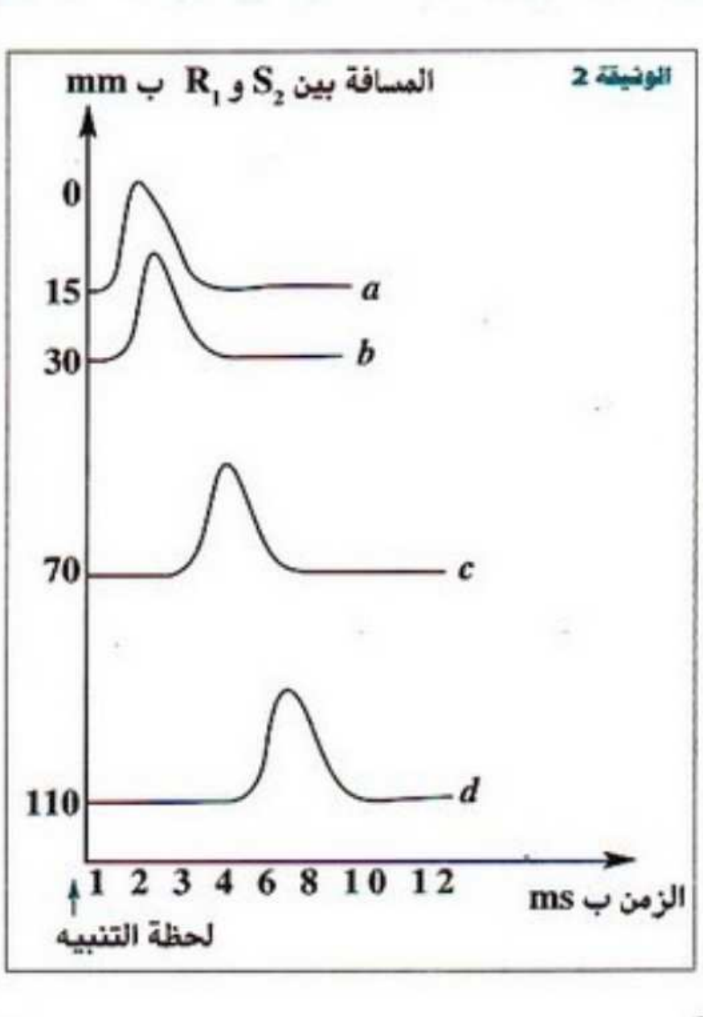
ب– سرعة انتشار السيالة العصبية:

$$V = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{28,5cm}{5ms} = \frac{28,5.10^{-2}m}{5.10^{-3}s}$$
$$V = 57m/s$$

التمرين 8

قصد دراسة بعض مظاهر وظيفة العصب تم اعتماد العدة التجريبية المبينة في الوثيقة 1 في إنجاز التجربة التالية:





بعد وضع الإلكترود المستقبل R_1 على بعد 15mm من الإلكترود المهيج S_2 وإخضاع العصب لتنبيه فعال، حصلنا على المنحنى a من الوثيقة 2.

1- أعط الاسم المناسب للمنحنى a؟

2- حلل هذا المنحنى.

وقد مكن إبعاد R_1 عن S_2 تدريجيا في نفس ظروف الإهاجة السابقة من الحصول على التسجيلات b وc وd من الوثيقة 2.

3- أحسب سرعة انتشار السيالة العصبية في هذا العصب.

✓ الحل

السؤال 1: يسمى التسجيل المحصل الجهد الإجمالي للعصب.

السؤال 2: بعد التنبيه ظل التسجيل ثابتا خلال فترة قصيرة تسمى زمن الكمون، .بعد ذلك تم تسجيل الطور الأول لاستجابة العصب ثم الطور الثاني لاستجابته.

السؤال 3:

$$V = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{(110 - 30)mm}{(5 - 1)ms} = \frac{(80 \times 10^{-3})m}{(4.10^{-3})s}$$
$$V = 20m/s$$

التمرين 9

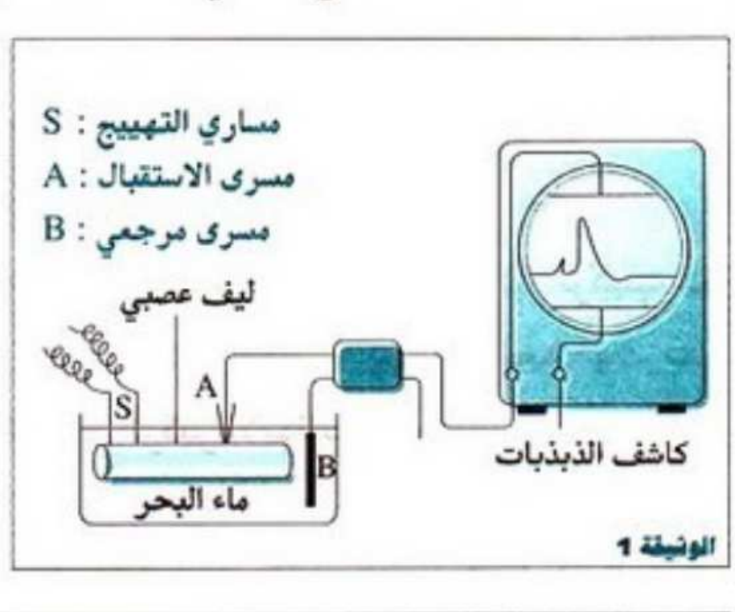
من أجل دراسة انتشار السيالة العصبية في عصب الثدييات أنجزت التجارب التالية:

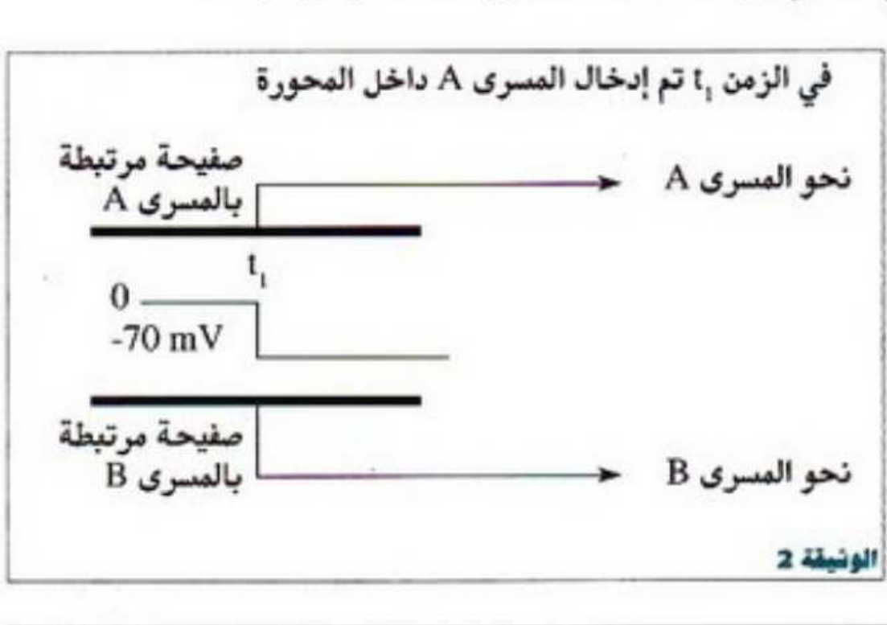
التجربة 1: ننجز التركيب التجريبي المبين في الوثيقة 1. قبل أية إهاجة نحصل على التسجيل المبين في الوثيقة 2.

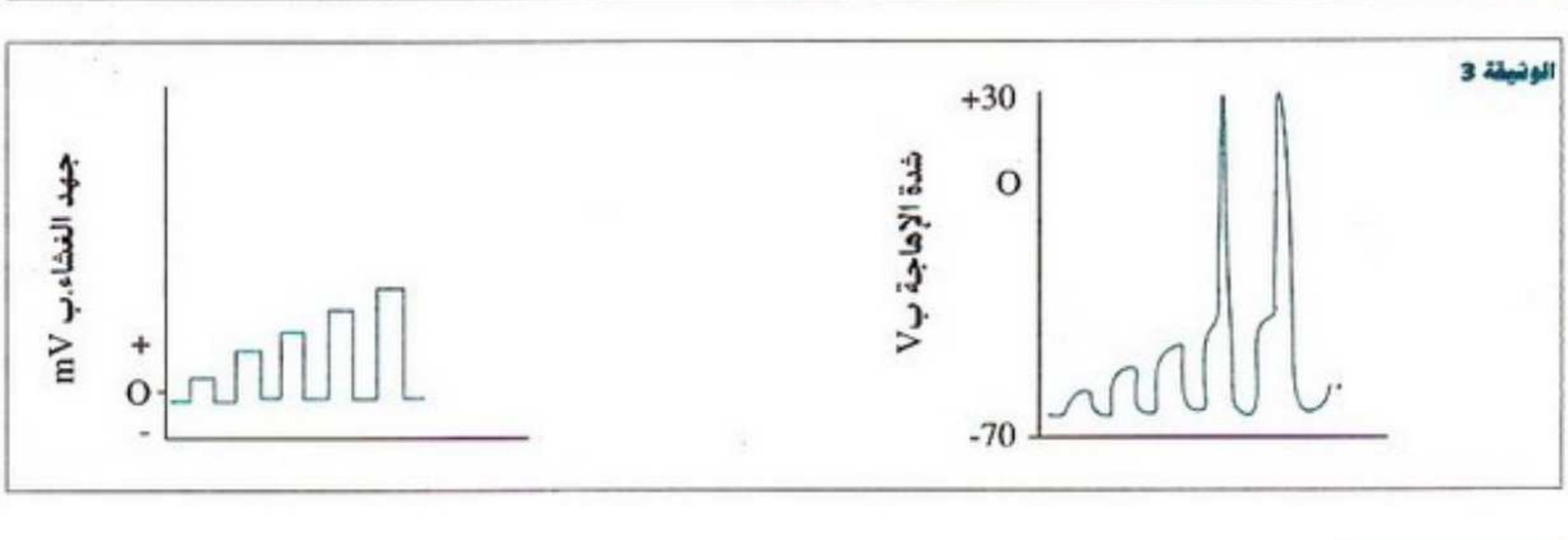
1- حلل هذا التسجيل. ماذا تستنتج؟

تبين الوثيقة 3 النتائج المحصل عليها عند تطبيق إهاجات ذات شدات متزايدة على ليف عصبي:

2- انطلاقا من هذه النتائج ما هي الخاصية التي تتميز بها السيالة العصبية ؟. علل إجابتك.







✓ الحل

السؤال 1: • قبل إدخال المسرى المجهري A داخل المحورة يظهر التسجيل فارق جهد يساوي 0mV، وعند إدخاله تم تسجيل فارق جهد -70mV.

- نستنتج وجود فارق جهد كهربائي بين جهتي غشاء المحورة تبلغ قيمته -70mV

السؤال 2: يخضع ظهور السيالة العصبية على الليف العصبي لقانون الكل أو العدم.

التعليل: عند تطبيق الإهاجات الثلاث الأولى لم نحصل على جهد عمل، وعند بلوغ شدة الإهاجة القيمة الرابعة (عتبة التهييج) تم تسجيل جهد عمل. كما يتبين أن وسع هذا الأخير لم يتغير رغم تطبيق إهاجة خامسة ذات شدة تفوق الإهاجة الرابعة.

Moutamadris.ma