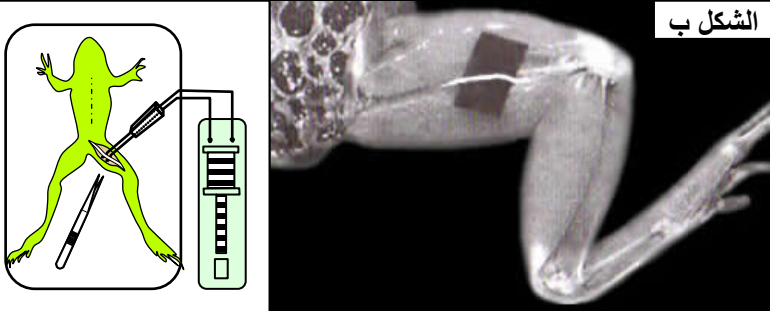


الوثيقة 1: الكشف عن خصائص العصب

★ نقوم بتخريب الدماغ والنخاع الشوكي لضفدعة قصد إبطال الحساسية الشعورية والتحركية الإرادية واللاإرادية. بعد إزالة جلد الطرف الخلفي، نبعد عضلاتي الفخذ عن بعضهما، فنبرز العصب الوركي (الشكل ب).



الشكل ب

عندما نقوم بقرص العصب الوركي بواسطة ملقط أو تهيجه بمهيج كهربائي، نلاحظ ثني الطرف الخلفي الذي يوجد فيه العصب الوركي.

(1) ماذا تستنتج من هذه التجربة؟

★ بعد قطع العصب، نقوم بنفس التجربة السابقة، فلوحظ عدم حدوث أي استجابة.

(2) ما هو استنتاجك؟

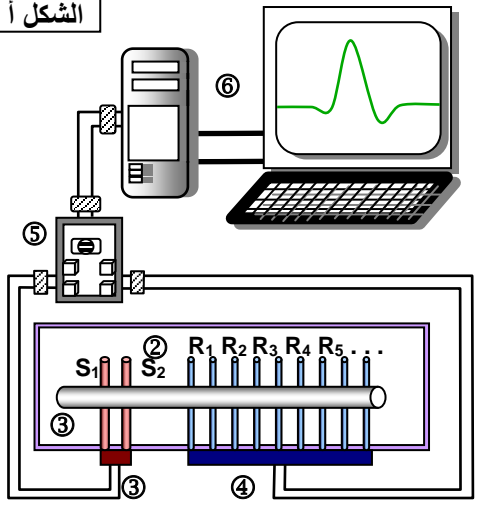
الوثيقة 2: التركيب التجريبي لدراسة خصائص العصب

★ يعطي الشكل أ رسم تخطيطي تفسيري لعدة EXAO التي تمكن من التهيج الكهربائي للعصب، واستقبال تمظهرات الاستجابة لهذا التهيج. ① = العصب، ② = حوض العصب، ③ = الكترودان مهيجان (S)، ④ = الكترودات مستقبلية (R)، ⑤ = مكيف ومرافق بيني، ⑥ = نظام التسجيل (حاسوب)

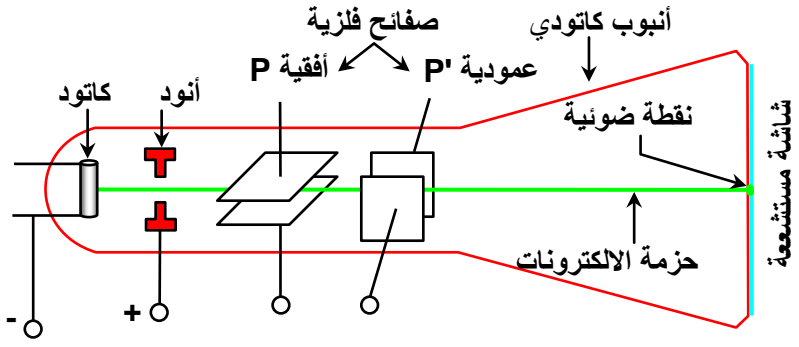
★ يعطي الشكل ب رسم تخطيطي لأهم أجزاء كاشف الذبذبات.

بالاعتماد على معطيات الوثيقة، صف مبدأ عمل عدة EXAO. ومبدأ عمل كاشف الذبذبات L'oscilloscope.

الشكل أ



الشكل ب



الوثيقة 3: الشروط الضرورية لتهيج العصب

تمكن عدة تسجيل اهتياجية العصب من تغيير شدة الاهاجة المعبر عنها بالميليفولت (mv)، وكذا مدة الاهاجة المعبر عنها ب (ms). نقوم بالتجربة على العصب الوركي Nerf sciaticque للضفدعة. يتم تحديد شدة تهيج معينة ثم نعمل على تغيير مدته عدة مرات حتى يتم الحصول على اهاجة فعالة (تعطي إجابة). ثم نحدد مدة معينة ويتم تغيير شدة الاهاجة حتى الحصول على اهاجة فعالة. وفي كل اهاجة فعالة يتم تسجيل شدة ومدة الاهاجة الفعالة. ويبين الجدول التالي النتائج المحصل عليها:

4	3	2.15	1.5	1.05	0.65	0.45	0.2	0.15	0.10	مدة التنبيه t ب (ms)
35	35	37	40	47	55	65.5	94	112	120	شدة التنبيه I ب (mv)

- أنجز منحنى تغيرات شدة التهيج بدلالة مدة التهيج.
- لنعتبر اهاجة ذات الخصائص التالية (40mv, 1.5ms) ما هي العلاقة التي تربط بين القيمتين؟
- انطلاقاً من تحليل المنحنى حدد:
  - ما هي شدة التهيج الدنيا التي تعطي أول استجابة؟ وما هي المدة الزمنية المطابقة لها؟
  - أهم ثوابت تهيج العصب.

#### الوثيقة 4: تمرين

قمنا بدراسة تهييج عصبين وركيين لضفدعة. الأول في درجة حرارة  $10^{\circ}\text{C}$  والتالي في درجة حرارة  $20^{\circ}\text{C}$ . النتائج المحصل عليها مدونة في الجدول التالي:

10	5	3	2	2	شدة التنبه I ب (mv)	T = 20°C
1	1.2	2	5	6	مدة التنبه t ب (ms)	
10	5	3.5	3	3	شدة التنبه I ب (mv)	T = 10°C
2	2.5	4	9	10	مدة التنبه t ب (ms)	

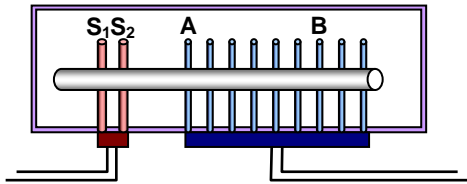
- مثل هذه النتائج في رسم بياني واحد.
- حدد خصائص تهييج هذه الأعصاب.
- حدد العصب الأكثر تهييجا. ماذا يمكنك استنتاجه؟

#### الوثيقة 5: شروط التوصيلية

- لتحديد الشروط الفيزيولوجية المتحكمة في توصيل السيالة العصبية ثم القيام بالتجارب التالية:
- ★ نضع جزء من عصب في درجة حرارة تقل عن  $2^{\circ}\text{C}$ ، وجزء آخر في درجة حرارة تفوق  $50^{\circ}\text{C}$  ثم نحدث اهاجة فعالة.
  - ★ نضع العصب في درجة حرارة عادية ( $25^{\circ}\text{C}$ ) مع إضافة كمية من الاثير أو الكلوروفورم (مخدر)، وبعد فترة زمنية نقوم بإحداث اهاجة فعالة.
  - ★ نقوم بتخريب العصب بواسطة إبرة (أو قطعه)، ثم نقوم بإحداث اهاجة فعالة.
- في جميع الحالات السابقة لا يسمح العصب بتوصيل السيالة العصبية. ماذا تستنتج من خلال هذه التجارب؟ وما هي الشروط اللازمة لتوصيل السيالة العصبية؟

#### الوثيقة 6: سرعة التوصيلية

بعد عزل العصب الوركي لضفدعة ووضع في حوض العصب، نطبق عليه اهجتين متتاليتين بواسطة الالكترودين  $S_1S_2$  ثم نستقبل استجابة العصب بواسطة مساري الاستقبال، موضوعة في مستويين مختلفين A و B حيث أن المسافة بين A و B هي  $d_{AB}=12\text{mm}$ .



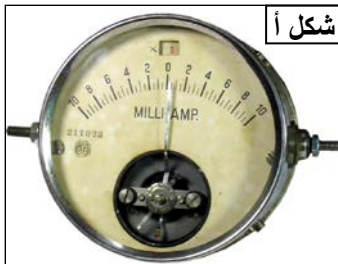
- أحسب سرعة توصيل الرسالة العصبية بين A و B معتمدا على النتائج المسجلة في الجدول التالي:

28°C	18°C	حرارة الوسط
1	2	فارق الزمن (ms) (مرور السيالة من A إلى B)

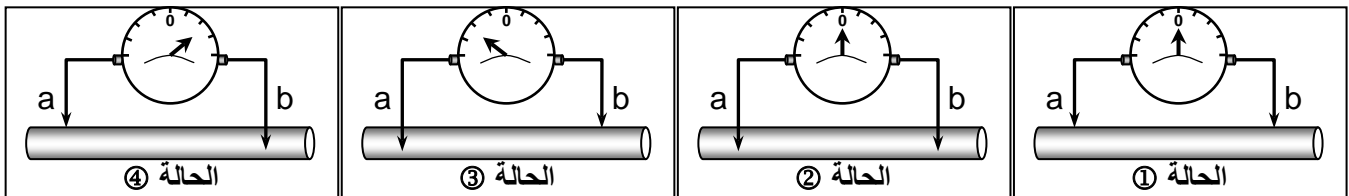
- ماذا يمكنك استنتاجه؟
- هل يمكن أن نقول أن السيالة العصبية هي عبارة عن تيار كهربائي؟ لماذا؟

#### الوثيقة 7: الكشف عن النشاط الكهربائي للعصب.

للكشف عن النشاط الكهربائي للعصب، نستعمل الكالفانومتر Galvanomètre (شكل أ) الذي يمكن من الكشف عن وجود فرق جهد كهربائي (ddp) بين وسطين. في غياب أي تهييج، نقوم بالمناولات الممثلة على الرسوم التخطيطية أسفله. ماذا تستنتج من تحليل هذه المعطيات؟



شكل أ



## الوثيقة 8: الكشف عن جهد الكمون Potentiel de repos

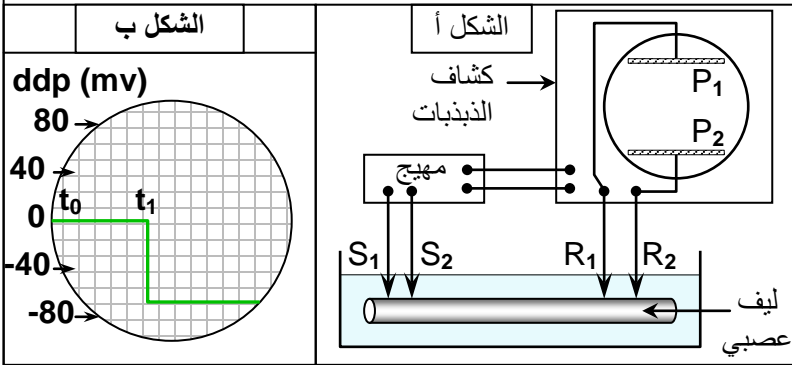
في حالة استعمال كاشف التذبذب يمكن تمثيل التركيب التجريبي المستعمل كما هو ممثل على الشكل أ (S<sub>1</sub>S<sub>2</sub>) مساري التهيج، R<sub>1</sub>R<sub>2</sub> = مساري الاستقبال، P<sub>1</sub>P<sub>2</sub> = صفائح معدنية).

في غياب أي تهيج نقوم بالتجربتين التاليتين:

★ في الزمن t<sub>0</sub> (بداية التجربة) نضع المساري المستقبلية R<sub>1</sub>R<sub>2</sub> على سطح الليف العصبي.

★ في الزمن t<sub>1</sub> نضع المساري R<sub>1</sub> داخل الليف والمساري R<sub>2</sub> على السطح.

نحصل على النتائج الممثلة على الشكل ب.



- (1) حدد قيمة فرق الجهد المسجل قبل الزمن t<sub>1</sub>.
- (2) حدد قيمة فرق الجهد المسجل بعد الزمن t<sub>1</sub>.
- (3) فسر النتائج المحصل عليها.

## الوثيقة 9: الكشف عن جهد العمل Potentiel d'action

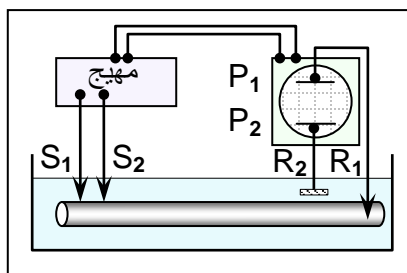
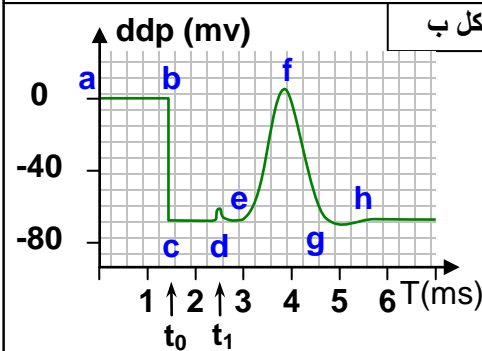
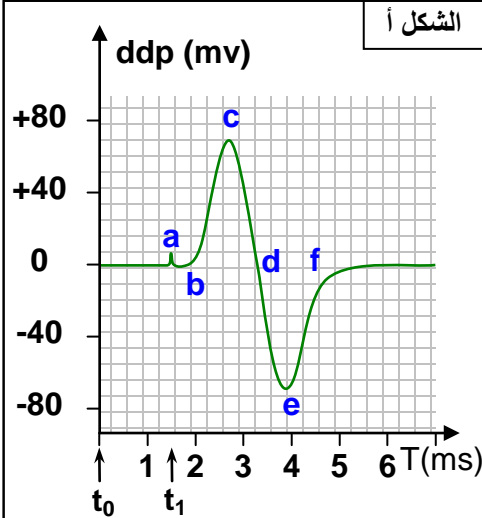
نضع ليفا عصبيا معزولا للخدق Calmar في حوض عصب يحتوي على مساري مهيجة S<sub>1</sub>S<sub>2</sub> ومساري مستقبلية R<sub>1</sub>R<sub>2</sub> مرتبطة بكشاف الذبذبات.

★ التجربة 1: في الزمن t<sub>0</sub> نضع R<sub>1</sub>R<sub>2</sub> على سطح الليف، ثم في الزمن t<sub>1</sub> نهيج هذا الليف تهييجا فعلا فنحصل على التسجيل الممثل في الشكل أ.

(1) ماذا يمثل هذا التسجيل؟

(2) فسر مراحل هذا النشاط الكهربائي مستعينا بالوثيقة 10.

★ التجربة 2: في الزمن t<sub>0</sub> ندخل المساري R<sub>1</sub> في الليف العصبي ونحتفظ ب R<sub>2</sub> في جهد ثابت (مسري مرجعي)، فنحصل على التسجيل الممثل في الشكل ب، بعد تطبيق اهاجة فعالة على الليف في الزمن t<sub>1</sub>.

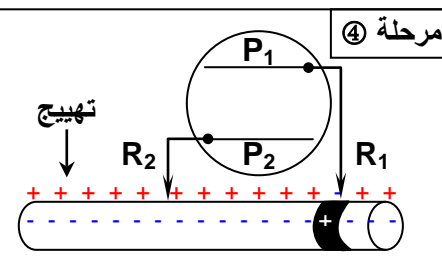
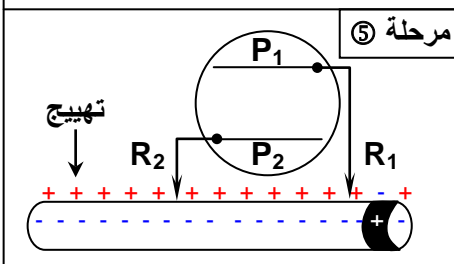
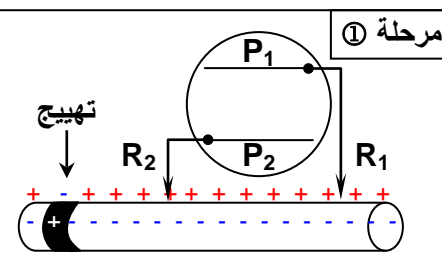
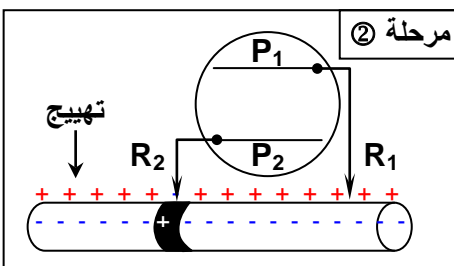


(3) ماذا يمثل التسجيل المحصل عليه بعد التهيج؟

(4) حدد مراحل التسجيل مع تفسير التغيرات المحصل عليها.

## الوثيقة 10: تفسير جهد العمل

تعطي الرسوم التخطيطية لهذه الوثيقة المراحل الأساسية التي تفسر مختلف أطوار جهد العمل. بالاعتماد على معطيات هذه الوثيقة فسر مختلف أطوار جهد العمل.



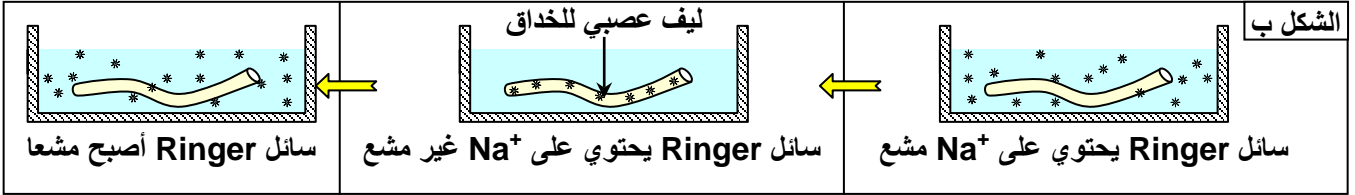
## الوثيقة 11: أصل جهد الكمون

لمعرفة الآليات التي أدت إلى خلق جهد الكمون بين الوسط الداخلي والخارجي للليف العصبي، نقوم بالتجارب التالية:  
 التجربة 1: نقوم بقياس تركيز أيونات  $\text{Na}^+$  و  $\text{K}^+$  في كل من الوسط الداخلي للليف العصبي والوسط الخارجي الذي هو السائل البيفرجي. النتائج المحصل عليها مدونة في جدول الشكل أ.

تركيز الأيونات ب mmol/l		الشكل أ
السائل البيفرجي	داخل الليف	الأيونات
450	50	$\text{Na}^+$
20	400	$\text{K}^+$

(1) قارن تركيز أيونات  $\text{Na}^+$  و  $\text{K}^+$  داخل وخارج الليف العصبي.  
 (2) اقترح فرضية لتفسير الاختلاف الملاحظ في تركيز هذه الأيونات

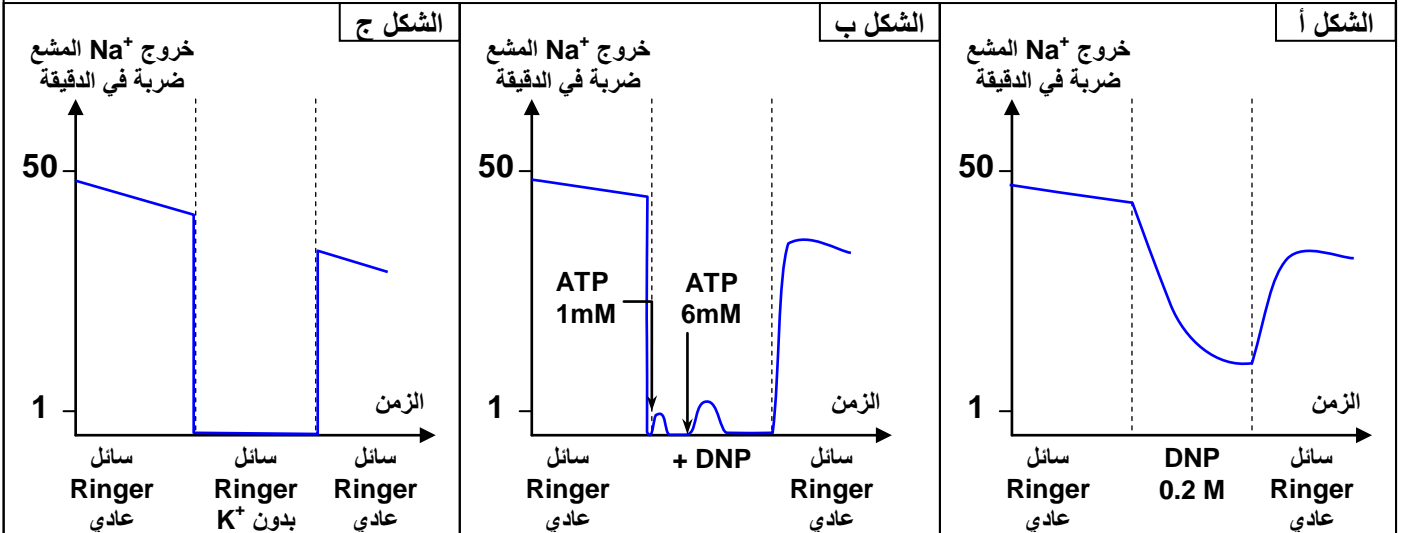
التجربة 2: نضع ليفا عصبيا في محلول Ringer يحتوي على أيونات الصوديوم المشع، وبعد بضع ساعات يصبح داخل الليف العصبي مشعا، وإذا وضعنا هذا الليف المشع في محلول غير مشع، نلاحظ ظهور نشاط إشعاعي في هذا المحلول (الشكل ب). نفس النتائج نحصل عليها إذا استعملنا أيونات البوتاسيوم المشع.



(3) ما هي الاستنتاجات التي يمكن استخلاصها من نتائج هذه التجربة؟

## الوثيقة 12: الحفاظ على جهد الكمون

لتحديد طبيعة آليات الحفاظ على جهد الكمون، نقوم بحقن كمية قليلة من الصوديوم المشع داخل الليف العصبي، ثم نضع هذا الليف في سائل يحتوي على الصوديوم العادي مع تجديد السائل خلال فترات زمنية منتظمة، وقياس كمية الصوديوم المشع الذي يظهر في السائل كل مرة وحصلنا على النتائج الممثلة في الشكل أ والشكل ب والشكل ج. بالاعتماد على هذه المعطيات ومعطيات الشكل د، حدد طبيعة وعمل الآليات المسؤولة عن الحفاظ عن جهد العمل.



الشكل ج وضع الخلايا في سائل Ringer بدون  $\text{K}^+$

الشكل ب إضافة ATP للخلايا المخضعة لفعل DNP

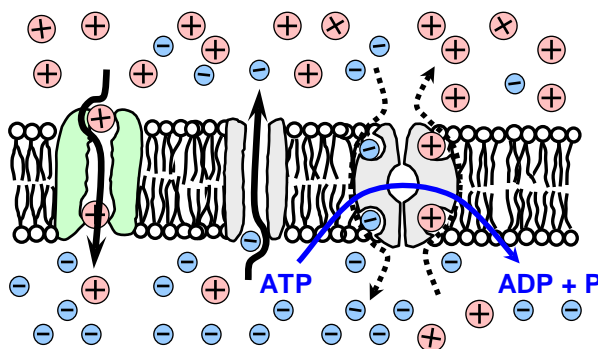
الشكل أ إضافة DNP (يوقف تفسر ADP إلى ATP)

$\oplus$  أيونات  $\text{Na}^+$

$\ominus$  أيونات  $\text{K}^+$

نقل نشيط

نقل سلبي

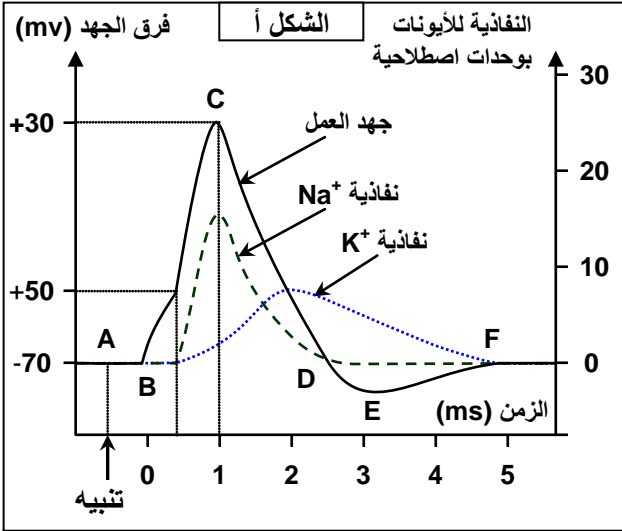


شكل د وسط خارجي

غشاء بلازمي

وسط داخلي

### الوثيقة 13: أصل جهد العمل



★ لفهم الظواهر الأيونية التي تؤدي إلى نشأة جهد العمل، قام كل من Hodgkin و Huxley سنة 1950 من قياس تغيرات نفاذية غشاء الليف العصبي لأيونات  $Na^+$  و  $K^+$  خلال مرور جهد العمل. يجسد الرسم البياني أمامه (الشكل أ) تغيرات الجهد الغشائي بالموازاة مع تغيرات نفاذية الغشاء لأيونات  $Na^+$  و  $K^+$ .

(1) انطلاقاً من تحليل معطيات الشكل أ من الوثيقة أبرز العلاقة المتواجدة بين تدفق الأيونات  $Na^+$  و  $K^+$  عبر الغشاء السيتوبلازمي ومراحل جهد العمل.

★ يوجد على مستوى الغشاء السيتوبلازمي للليف العصبي نوعان من القنوات (قنوات X وقنوات Y) تتدخل في تدفق

أيونات  $Na^+$  و  $K^+$ . بواسطة تقنية ملائمة تم تحديد عدد القنوات المفتوحة في كل  $\mu m^2$  من الغشاء السيتوبلازمي أثناء جهد العمل. يمثل جدول الشكل 2 النتائج المحصل عليها.

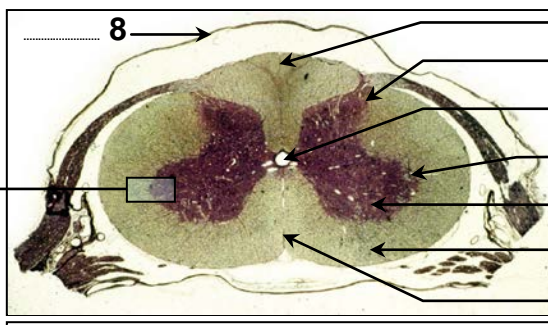
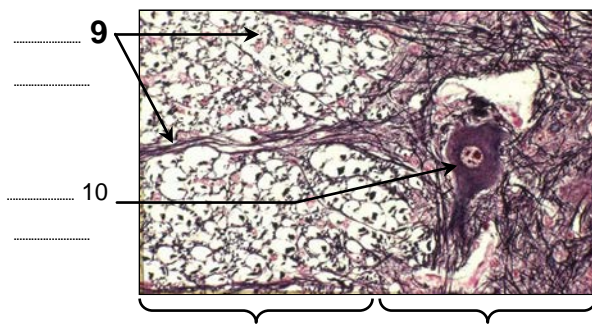
عدد القنوات المفتوحة في كل $\mu m^2$ من الغشاء السيتوبلازمي حسب الزمن											الشكل ب
5	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0	الزمن (ms)
0	0	0	0	0	2	5	25	40	5	0	القنوات X
0	1	2	8	12	18	20	15	5	0	0	القنوات Y

(3) أنجز على نفس المعلم الرسم البياني الذي يمثل تغير عدد القنوات X المفتوحة، والذي يمثل تغير عدد القنوات Y المفتوحة حسب الزمن.

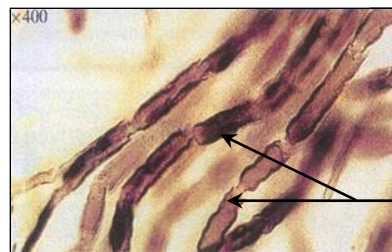
(4) اعتماداً على مقارنة المنحنيين المحصل عليهما مع المعطيات السابقة، استخلص دور كل من القنوات X و Y.

(5) على ضوء كل المعطيات السابقة حدد مختلف الأحداث التي تطرأ على مستوى الليف العصبي بعد اهتزازة فعالة.

### الوثيقة 14: ملاحظات مجهرية للنسيج العصبي



شكل أ: ملاحظة مجهرية لمقطع عرضي للنخاع الشوكي



شكل ج: ملاحظة مجهرية لعصب مؤرب Dilacéré

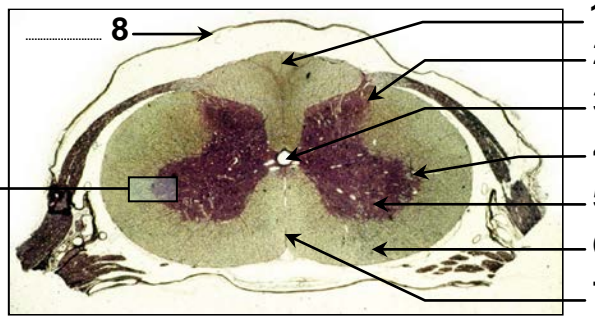
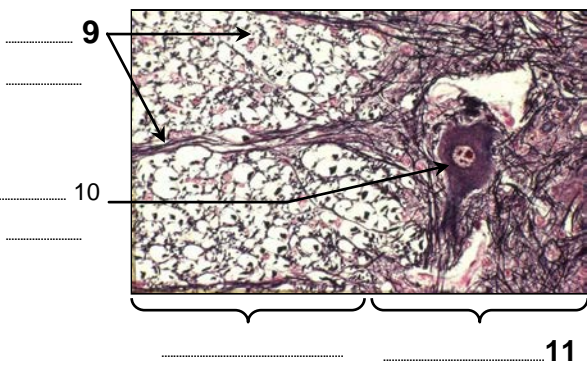


شكل ب: ملاحظة مجهرية لمقطع عرضي للعصب

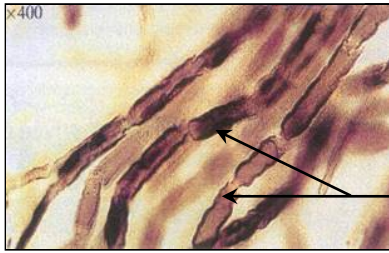
لاحظ بالمجهر الضوئي تحاضير للنخاع الشوكي. مستحضراً مكتسباتك السابقة وبالاعتماد على معطيات هذه الوثيقة:

- تعرف مكونات المركز العصبي للنخاع الشوكي، ثم أنجز رسوماً تخطيطية لملاحظاتك مع وضع تعاليق مناسبة لهذه الرسوم.
- تعرف مكونات العصب، ثم أنجز له رسوماً تخطيطية بتعاليق مناسبة.
- أوجد العلاقة القائمة بين بنية العصب والنخاع الشوكي.

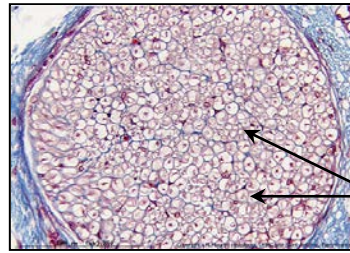
الوثيقة 14: ملاحظات مجهرية للنسيج العصبي



شكل أ: ملاحظة مجهرية لمقطع عرضي للنخاع الشوكي



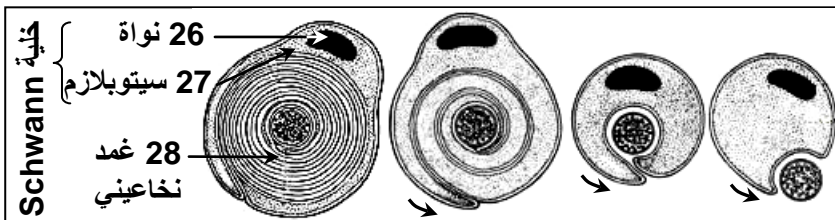
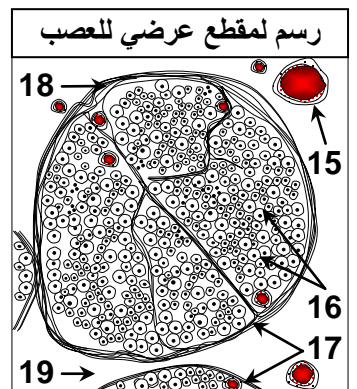
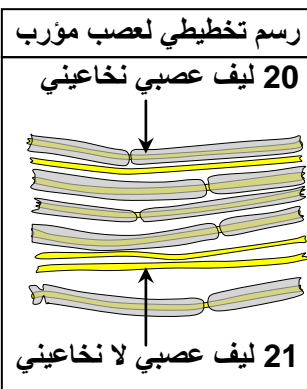
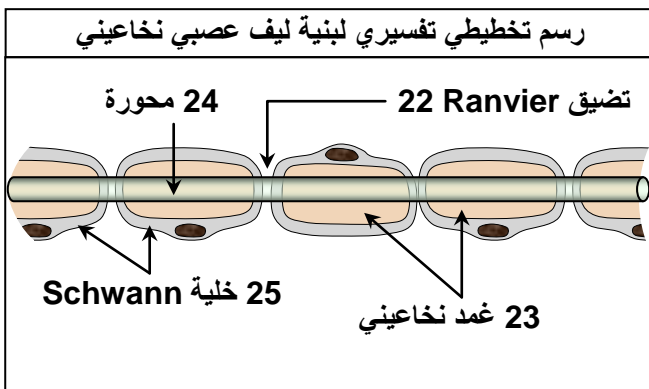
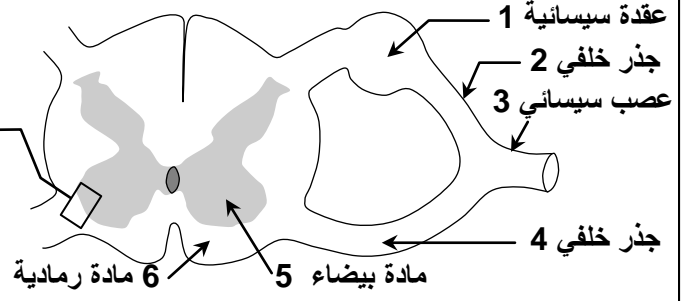
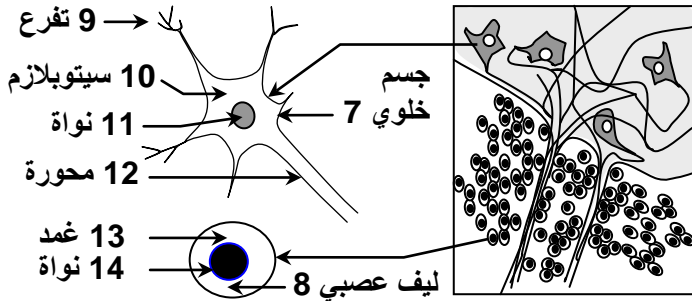
شكل ج: ملاحظة مجهرية لعصب مؤرب Dilacéré



شكل ب: ملاحظة مجهرية لمقطع عرضي للعصب

- لاحظ بالمجهر الضوئي تحاضير للنخاع الشوكي. مستحضرا مكتسباتك السابقة وبالاعتماد على معطيات هذه الوثيقة:
- تعرف مكونات المركز العصبي للنخاع الشوكي، ثم أنجز رسوما تخطيطية لملاحظاتك مع وضع تعاليق مناسبة لهذه الرسوم.
  - تعرف مكونات العصب، ثم أنجز له رسوما تخطيطية بتعاليق مناسبة.
  - أوجد العلاقة القائمة بين بنية العصب والنخاع الشوكي.

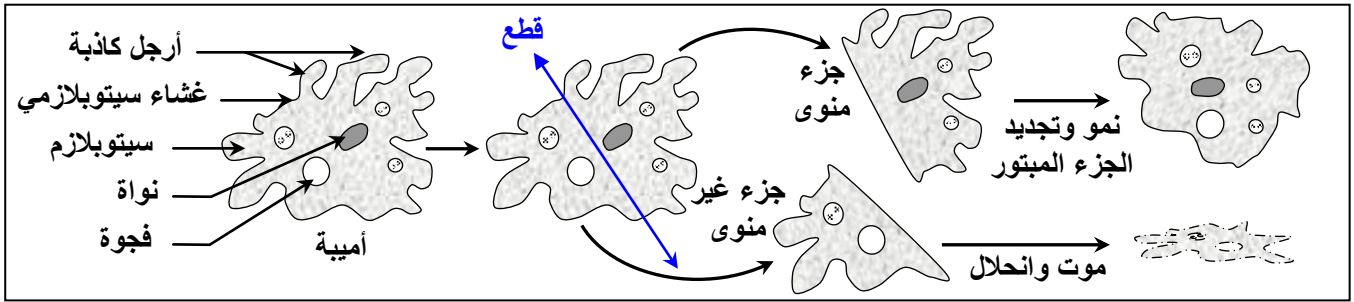
الوثيقة 15: بنية للنسيج العصبي



رسوم تخطيطية لمقاطع عرضية للليف نخاعيني تمثل مراحل تشكل النخاعين: النخاعين مادة عازلة يتم تشكلها انطلاقا من تلولب غشاء خلايا Schwann حول المحورة.

## الوثيقة 16: العلاقة بين بنية العصب وبنية النخاع الشوكي

لتحديد العلاقة المتواجدة بين بنية العصب وبنية النخاع الشوكي نقوم بالتجارب التالية:  
 ★ تجربة التقطيع: نقوم بالتقطيع الدقيق لحيوان وحيد الخلية مثل الأميبية L'amibe كما هو مبين على الرسوم التالية:

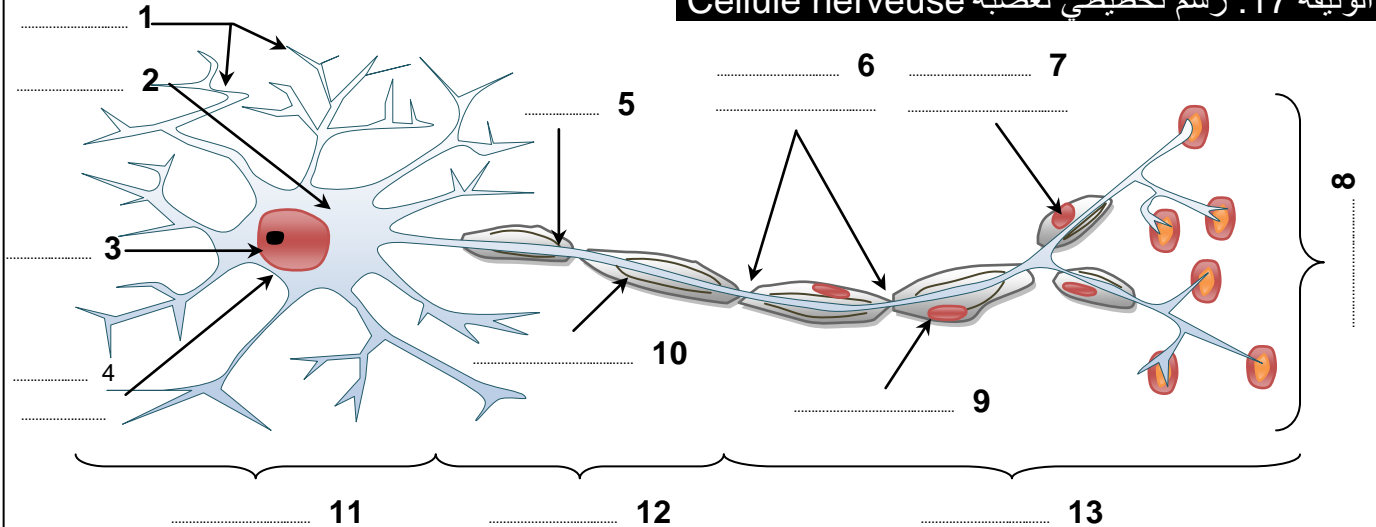


★ تجارب Waller و Magendie: لتحديد العلاقة البنوية بين كل من العصب والنخاع الشوكي قام الباحثين بانجاز التجارب المدونة على الجدول التالي.

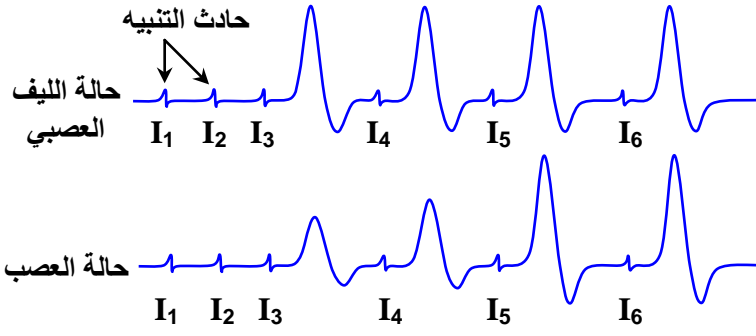
استنتاجات	ملاحظات Waller	تجارب	ملاحظات Magendie	استنتاجات
..... ..... .....	انحلال الجزء المحيطي للعصب انطلاقاً من نقطة القطع		فقدان الحساسية والحركية في جميع المناطق المعصوبة بهذا العصب	..... ..... .....
..... ..... .....	انحلال الألياف العصبية للجذر الأمامي في اتجاه محيطي		شلل العضلات المعصوبة بهذا العصب مع الاحتفاظ بالحساسية	..... ..... .....
..... ..... .....	انحلال الألياف العصبية للجذر الخلفي في اتجاه محيطي		فقدان الحساسية مع الاحتفاظ بالحركية	..... ..... .....
..... ..... .....	انحلال الألياف العصبية للجذر الخلفي في اتجاه مركزي		فقدان الحساسية مع الاحتفاظ بالحركية	..... ..... .....

بعد تحليل نتائج التجارب وإعطاء الاستنتاج الخاص بكل تجربة، أوجد العلاقة القائمة بين بنية العصب وبنية النخاع الشوكي.

## الوثيقة 17: رسم تخطيطي لعصبية Cellule nerveuse



## الوثيقة 18: الخصائص الاهتجاجية لليف العصبي



★ باستعمال عدة تجريبية مناسبة، نطبق على ليف عصبي ثم على عصب تهييجات ذات شدة متصاعدة  $I_1 < I_2 < I_3 \dots < I_6$ . فنحصل على التسجيلات الممثلة أمامه.

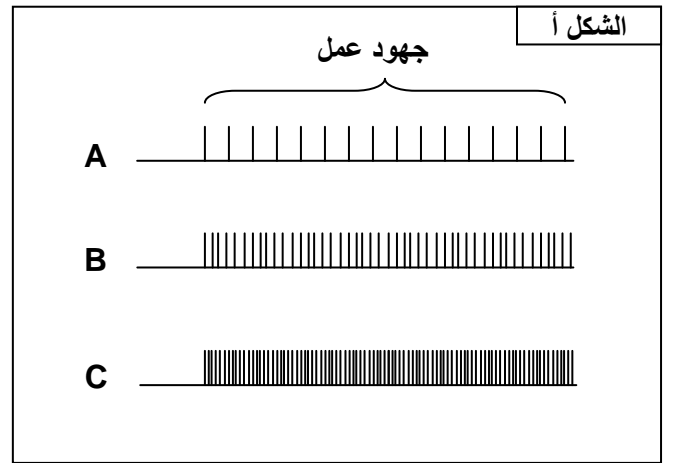
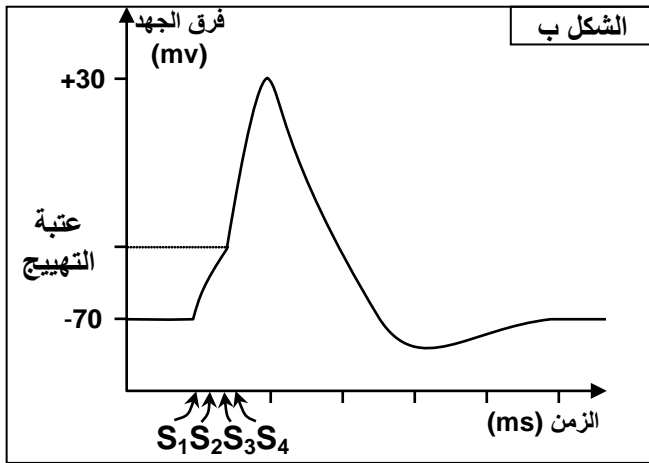
- (1) حلل التسجيلين.
- (2) ما هي الخاصية المميزة لليف العصبي وللعصب

★ عند إحداث تهييجات ذات شدة متصاعدة على ليف عصبي  $A < B < C$  في الحالة الفيزيولوجية العادية نحصل على التسجيلات المبينة على الشكل أ.

(3) فسر كيف يتم ترميز الرسالة العصبية عند الليف العصبي في الحالة الفيزيولوجية العادية.

★ لفهم الظاهرة التي أدت عند العصب إلى ظهور جهود عمل متصاعدة الوسع، نقوم بتطبيق أربع تنبيهات  $S_1, S_2, S_3, S_4$  ذات نفس الشدة وغير فعالة (تحت بدئية). إذا كانت هذه التهييجات متقاربة زمنياً تعطينا التسجيل الممثل على الشكل ب، وإذا كانت متباعدة زمنياً فإنها تبقى غير فعالة.

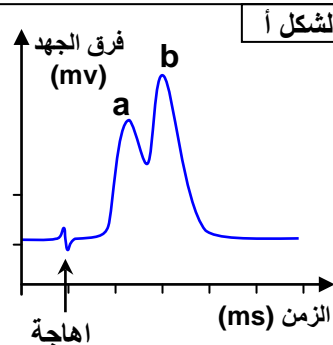
(4) ماذا تستخلص من تحليل هذه المعطيات؟



## الوثيقة 19: علاقة بنية الليف العصبي بتوصيل السيالة العصبية

★ يؤدي تهييج فعال لعصب صافن Saphène عند قنية إلى الحصول على التسجيل الممثل في الشكل أ.

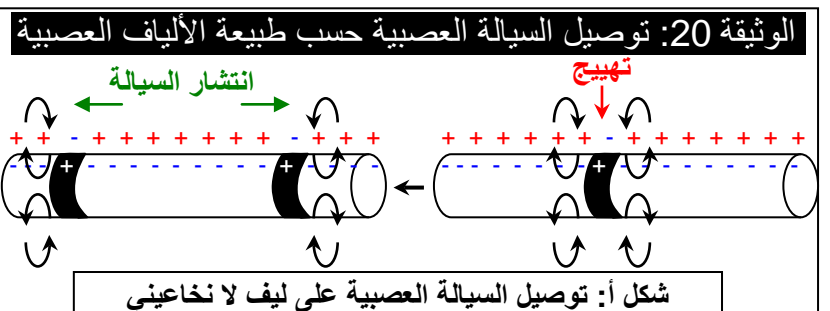
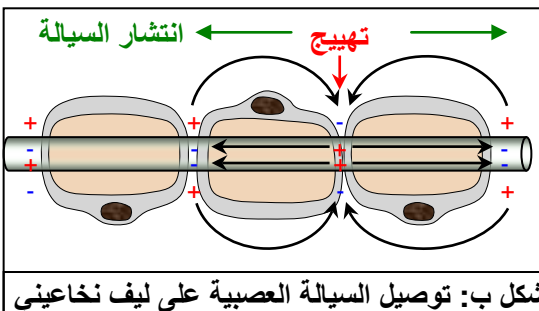
السرعة ب m/s	القطر ب μm	الشكل ب
		أنماط الألياف العصبية
60	10	ألياف نخاعينية لثدييات
120	20	ألياف نخاعينية لعصب وركي عند الضفدعة
33	1	ليف عملاق لا نخاعيني عند الخدق



(1) انطلاقاً من تحليل التسجيل المحصل عليه كيف تفسر وجود الطورين a و b؟

★ يعطي جدول الشكل ب نتائج دراسة بعض العوامل التي تؤثر في انتشار السيالة العصبية.

(2) ماذا تستنتج من تحليل هذه المعطيات؟



## الوثيقة 20: توصيل السيالة العصبية حسب طبيعة الألياف العصبية

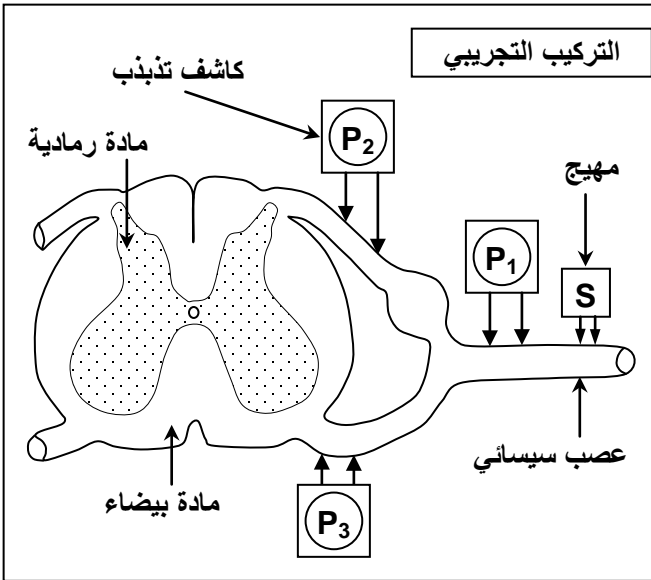


## الوثيقة 21: الكشف التجريبي عن نقط الاشتباك

نبرز بالتشريح عصبا سيسائيا لضفدعة صلبة جذوره، ثم نطبق اهاجة فعالة على العصب السيسائي (النقطة S) مع تسجيل الزمن الذي تستغرقه السيالة العصبية عند انتقالها بين نقط مختلفة (بين النقطتين  $P_1$  و  $P_2$  وبين النقطتين  $P_2$  و  $P_3$ ) وبين الجدول التالي النتائج المحصلة.

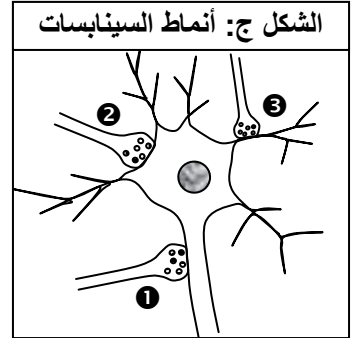
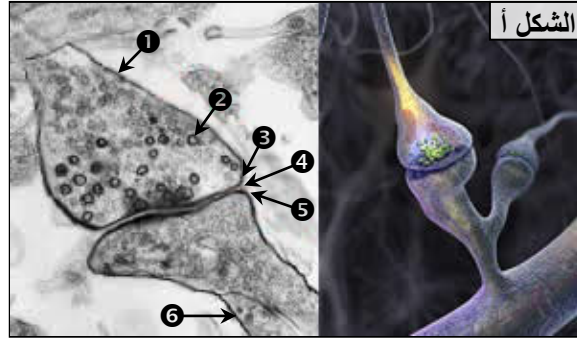
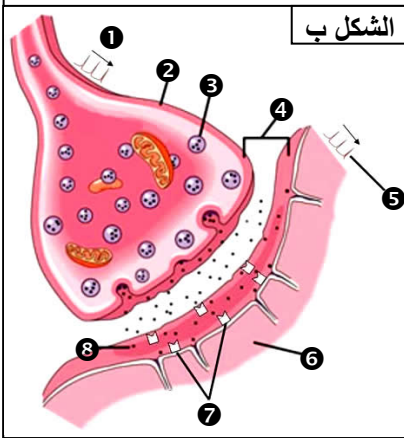
المسافة ب mm	الزمن الذي استغرقته السيالة ب ms	
4	0.2	بين $P_1$ و $P_2$
2	0.25	بين $P_2$ و $P_3$

أحسب سرعة السيالة العصبية بين النقطتين  $P_1$  و  $P_2$  وبين النقطتين  $P_2$  و  $P_3$ ، واقترح تفسيراً للاختلاف الملاحظ.



## الوثيقة 22: بنية وأنماط السينايسات يعطي الشكل أ من الوثيقة صورة الكرونوغرافية لنقطة اشتباك عصبي، وصورة توضيحية لهذه البنية. يعطي الشكل ب رسم تفسيري لبنية السينايسات.

بعد إعطاء الأرقام المناسبة لعناصر الوثيقة، صف بنية السينايسات.



## الوثيقة 23: وظيفتي الكبح والتهيج للسينايسات

يمثل الشكل أ من الوثيقة رسم تخطيطي مبسط لتشابك ثلاثة ألياف عصبية A و b و c مع عصب D عن طريق سينايسات، وكل ليف مرتبط بمنبه معزول.

بواسطة المسرى  $R_1$  الذي أدخل في الجسم الخلوي للعصب D، نقيس جهد الغشاء في الحالات الثلاث التالية:

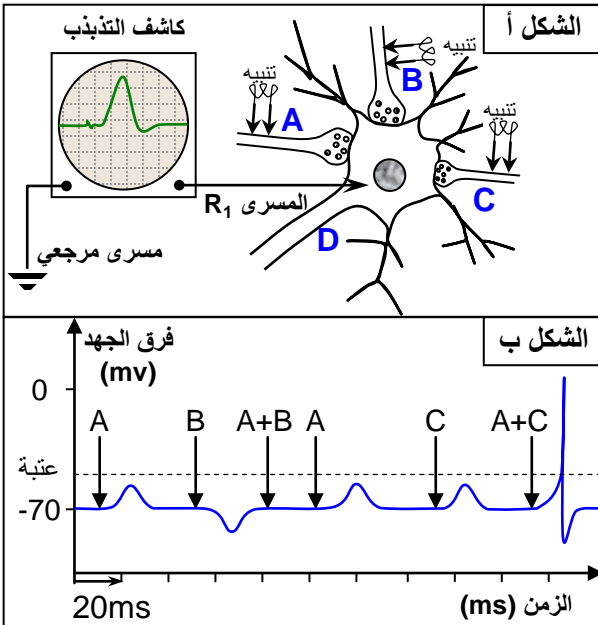
الحالة ①: تهيج النهاية العصبية A، الحالة ②: تهيج النهاية العصبية B، الحالة ③: تهيج النهاية العصبية C،

الحالة ④: تهيج نهايتي A و B، الحالة ⑤: تهيج نهايتي A و C.

نحصل على النتائج المبينة على الشكل ب من الوثيقة.

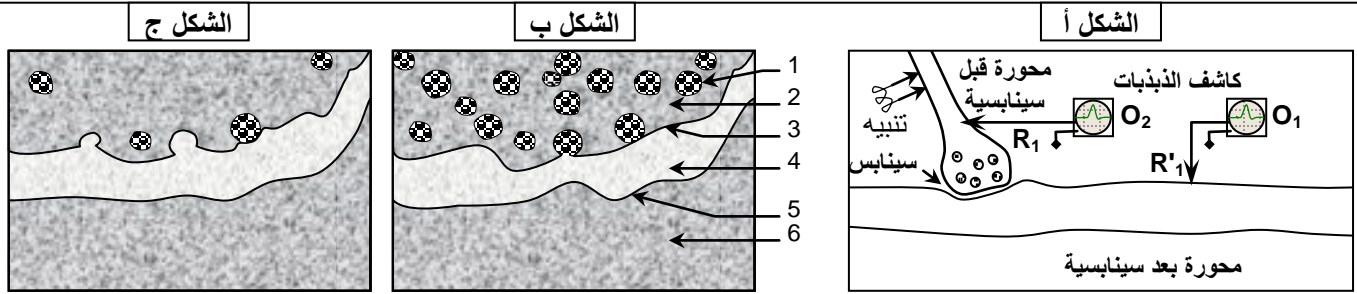
(1) ماذا تستنتج من تحليل هذه النتائج؟

(2) ما هي التسجيلات المتوقعة عند تهيج B و C ثم A و B و C؟



## الوثيقة 24: آلية التبليغ السينايسي

لفهم آلية التبليغ السينايسي أجريت عدة تجارب على سينايس عملاق للخداق. ويمثل الشكل أ من الوثيقة رسماً تخطيطياً للعدة التجريبية المستعملة. والشكل ب رسم تخطيطي لنفس السينايس في غياب التهييج.



- 1) فسر الشكل ب بوضع الأسماء المناسبة لأرقام هذه الوثيقة.
- ★ تجربة 1: نقوم بتهييج العصبة قبل السينايسية العديد من المرات، وبعد الملاحظة المجهرية للسينايس أنجز الرسم الممثل على الشكل ج.
- 2) ماذا تستنتج من ملاحظة الشكل ج مقارنة بالشكل ب؟
- ★ تجربة 2: في غياب أي تهييج نضع قطرة مجهرية من مادة الأستيلكولين Acetylcholine في المكان 4 من الشكل ب، فنلاحظ أن كاشف الذبذبات  $O_1$  وحده هو الذي يسجل جهد عمل.
- 3) ماذا توضح هذه التجربة؟
- ★ تجربة 3: نزيل جميع أيونات الكالسيوم  $Ca^{2+}$  من الوسط الذي غمرنا فيه العصبتين، وعندما نهيج نسجل جهد عمل على مستوى  $O_2$  فقط، كما أن الملاحظة المجهرية للسينايس تبين المظهر الممثل بالشكل ب.
- 4) ماذا تبين هذه التجربة؟
- ★ تجربة 4: في غياب أي تنبيه نحقن بواسطة ماصة مجهرية أيونات  $Ca^{2+}$  في الحبة السينايسية، فنلاحظ تسجيل جهد عمل في مستوى  $O_1$ . كما أن عدد الحويصلات السينايسية يتناقص.
- 5) فسر هذه النتيجة.
- إذا علمت أن تحرير الأستيلكولين بالحيز السينايسي ينتج عنه تغيير نفاذية الغشاء بعد السينايسي تجاه أيونات  $Na^+$  و  $K^+$ ، وأن الأستيلكولين لا تخترق الغشاء بعد السينايسي.
- 6) حدد آلية التبليغ السينايسي.

## الوثيقة 25: أهم المبلغات العصبية

المبلغات العصبية	البشائر الضرورية لتكوينها	تتدخل في:
أستيلكولين Acetylcholine	حمض الأسيتيك + الكولين Acide acétique + choline	حركات بسيطة تبطئ دقات القلب
دوبامين Dopamine نورادرينالين Noradrénaline أدرينالين Adrénaline	الحمض الأميني التيروسين Tyrosine	حركات معقدة تسريع دقات القلب
سيروتونين Sérotonine	الحمض الأميني التربتوفان Tryptophane	النوم
حمض كاما-أمينو-بوتيريك Acide gamma-amino-butirique (G.A.B.A)	الحمض الأميني حمض الكلوتاميك Acide glutamique	الكبح
المادة P (Substance P)	أحماض أمينية مختلفة	الألم
أندورفين (Endorphine) أنكيفالين (Enképhaline)	أحماض أمينية مختلفة	تخفيف الألم