

3	مدة الإنجاز	الفيزياء والكيمياء	المادة
5	المعامل	شعبة العلوم التجريبية مسلك علوم الحياة والأرض ومسلك العلوم الزراعية وشعبة العلوم والتكنولوجيات بمسلكيها	الشعبة أو المسلك

- ▷ يسمح باستعمال الآلة الحاسبة العلمية غير القابلة للبرمجة
- ▷ تعطى التعبيرات الحرفية قبل إنجاز التطبيقات العددية

يتضمن موضوع الامتحان أربعة تمارين: تمرين في الكيمياء وثلاثة تمارين في الفيزياء

- الكيمياء: استعمالات حمض البنزويك (7 نقط)
- الفيزياء: (13 نقطة)
- التمرin 1: تطبيقات الإشعاع النووي في الطب (2.5 نقط)
- التمرin 2: استجابة ثنائي القطب (5 نقط)
- التمرin 3: حركة جسم صلب خاضع لقوى (ثابتة - متغيرة) (5.5 نقط)

الموضوع	التنقيط
<b>الكيمياء (7 نقاط): استعمالات حمض البنزويك</b>	
<p>يُستعمل حمض البنزويك <math>C_6H_5-COOH</math> في عدة منتجات صيدلانية، كما يستغل كمادة حافظة في بعض المواد الغذائية مثل عصير الفواكه والمشروبات الغازية غير الكحولية، ويعرف بالرمز (E210)، ويوظف كذلك في تصنيع بعض الإسترات المستعملة في العطور.</p> <p>حمض البنزويك الخالص عبارة عن بلورات بيضاء يمكن تحضيره في المختبر وفق بروتوكول تجاري معين.</p> <p>يهم الجزء الأول من هذا التمرين بتحديد النسبة المائوية لحمض البنزويك الخالص الموجود في عينة محضرة من طرف كيميائي في المختبر، أما الجزء الثاني فيهتم بتحضير إستر انطلاقاً من حمض البنزويك.</p>	
<p><u>معطيات:</u></p> $K_A(C_6H_5-COOH \text{ (aq)}/C_6H_5-COO^- \text{ (aq)}) = 6,31 \cdot 10^{-5}$ $M(C_6H_5CO_2H) = 122 \text{ g.mol}^{-1}$	
<p><b>الجزء الأول: تحديد النسبة المائوية لحمض البنزويك الخالص الموجود في عينة من البلورات المحضرة</b></p> <p>قام كيميائي بتحضير كمية من بلورات حمض البنزويك في المختبر كتلتها <math>m_0 = 244 \text{ mg}</math>. بعد إذابتها كلية في الماء المقطر، حصل على محلول مائي (<math>S_0</math>) حجمه <math>V_0 = 100 \text{ mL}</math> وله <math>pH = 2,95</math>.</p> <p>1. أكتب المعادلة الكيميائية المنفذة للتحول الحاصل بين حمض البنزويك (<math>C_6H_5-COOH \text{ (aq)}</math>) والماء.</p> <p>2. أحسب قيمة <math>pK_A</math> للمزدوجة (<math>C_6H_5-COO^- \text{ (aq)}/C_6H_5-COOH \text{ (aq)}</math>) في محلول (<math>S_0</math>).</p> <p>3. حدد، معلوماً جوابك، النوع المهيمن للمزدوجة (<math>C_6H_5-COO^- \text{ (aq)}/C_6H_5-COOH \text{ (aq)}</math>).</p> <p>4. لمعرفة قيمة الكتلة <math>m</math> لحمض البنزويك الخالص الموجود في البلورات المحضرة، قام الكيميائي بمعايرة الحجم المولى <math>V_A = 10,0 \text{ mL}</math> من محلول (<math>S_0</math>) بواسطة محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم (<math>Na^+(aq) + HO^- \text{ (aq)}</math>) تركيزه <math>C_B = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}</math>. الحجم المضاف عند التكافؤ هو <math>V_{B,E} = 18,0 \text{ mL}</math>.</p> <p>1.4. أكتب معادلة التفاعل الحاصل بين حمض البنزويك (<math>C_6H_5-COOH \text{ (aq)}</math>) وأيونات الهيدروكسيد (<math>HO^- \text{ (aq)}</math>) والتي تعتبره كلية.</p> <p>2.4. أحسب قيمة <math>C_A</math> التركيز المولي للمحلول المحضر (<math>S_0</math>).</p> <p>3.4. استنتج قيمة <math>m</math> كتلة حمض البنزويك الخالص الموجود في محلول (<math>S_0</math>) ذي الحجم <math>V_0</math>.</p> <p>4.4. حدد قيمة النسبة المائوية <math>p</math> لحمض البنزويك الخالص الموجود في البلورات المحضرة من طرف الكيميائي.</p> <p><b>الجزء الثاني: تحضير إستر انطلاقاً من حمض البنزويك</b></p> <p>يُستعمل حمض البنزويك في تحضير إسترات لها رائحة عطر مميزة من بينها بنزوات الميثيل <math>C_6H_5-COO-CH_3</math> المُصنع عن طريق تفاعل الأسترة بين حمض البنزويك والميثanol، وبوجود حمض الكبريتيك وفق المعادلة الآتية:</p> $C_6H_5-COOH + CH_3-OH \rightleftharpoons C_6H_5-COO-CH_3 + H_2O$ <p>نجز أسترة خليط متساوي المولات يتكون من <math>n = 0,3 \text{ mol}</math> من حمض البنزويك و <math>n = 0,3 \text{ mol}</math> من الميثanol.</p> <p>ثابتة التوازن <math>K</math> المقرونة بمعادلة تفاعل الأسترة هي <math>K = 4</math>.</p> <p>1. أذكر دور حمض الكبريتيك في هذا التفاعل.</p> <p>2. أنشئ الجدول الوصفي لنقدم تفاعل الأسترة.</p> <p>3. بين أن تعبير <math>x_{eq}</math> تقدم التفاعل عند التوازن يكتب:</p> $x_{eq} = \frac{n \cdot \sqrt{K}}{(1 + \sqrt{K})}$ <p>4. حدد تركيب الخليط عند حالة توازن المجموعة الكيميائية.</p> <p>5. أحسب قيمة <math>n</math> مردود التفاعل.</p>	<p>0,5</p> <p>0,25</p> <p>0,5</p> <p>0,25</p> <p>1</p> <p>0,75</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p>

6. نضيف كمية من حمض البنزويك إلى المجموعة الكيميائية الموجودة في حالة التوازن. أجب ب صحيح أو خطأ عن كل من الاقتراحات أ و ب و ج.

أ	ينتقل توازن المجموعة الكيميائية في المنهي المباشر
ب	يزداد مردود هذا التفاعل
ج	تردد قيمة ثابتة التوازن $K$

## الفيزياء (13 نقطة)

التمرين 1 (2,5 نقط): تطبيقات الإشعاع النووي في الطب

توظف الأنشطة الإشعاعية في مجالات عدّة منها الطب، حيث يمكن تشخيص مرض بطريقة التصوير الطبي باستعمال مواد إشعاعية النشاط مثل الفلورو ذي أوكسي غليكوز (fluorodéoxyglucose) الذي يرمز له للتبيّط بالرمز  $FDG$  والمتضمن لنوء الفلور  $^{18}F$  الإشعاعية النشاط.

بعد إنجاز حقن وريدي لمريض بواسطة  $FDG$  يمكن تتبع الإشعاعات المنبعثة بواسطة كاميرات خاصة.

معطيات:

$^{18}_{10}Ne$	$^{18}_{9}F$	$^{18}_{8}O$	$^{14}_{7}N$	النواة
7,338	6,629	7,765	7,473	$\frac{E_L}{A} (MeV / nucléon)$
$t_{1/2} = 110 \text{ min}$				عمر النصف للفلور $^{18}_{9}F$ :

1. تفت نوء الفلور  $^{18}_{9}F$

الفلور  $^{18}_{9}F$  إشعاعي النشاط  $\beta^+$ .

1.1. أكتب معادلة تفت نوء الفلور  $^{18}_{9}F$  ، محددا النواة المتولدة.

2.1. أُنكل على ورقة تحريرك رقم السؤال وأكتب الحرف الموافق للاقتراح الوحيد الصحيح من بين ما يلي:

أ	ت تكون نوء الفلور $^{18}_{9}F$ من 18 نوترونا و 9 بروتونا
ب	كتلة نوء الفلور $^{18}_{9}F$ أصغر من مجموع كتل نوياتها
ج	يعبر عن طاقة الربط لنوء النواة بالوحدة (MeV / nucléon)
د	يعبر عن ثابتة النشاط الإشعاعي بالعلاقة: $\lambda = t_{1/2} \cdot \ln 2$

3.1. حدد، معللا جوابك، النواة الأكثر استقرارا من بين:  $^{18}_{10}Ne$  ؛  $^{18}_{8}O$  ؛  $^{14}_{7}N$  ؛

2. حقن مريض بواسطة  $FDG$

لإنجاز تصوير طبي بالنسبة لمريض، ينبغي حقنه بحقنة من  $FDG$  نشاطها الإشعاعي  $Bq = 5,0 \cdot 10^8$ .

تم تحضير حقنة من  $FDG$  في جناح الطب النووي من مستشفى على الساعة الخامسة صباحا حيث نشاطها الإشعاعي هو  $a_0$  ، ليتم حقن المريض بها على الساعة العاشرة صباحا من نفس اليوم.

تحقق أن قيمة  $a_0$  هي  $Bq = 3,3 \cdot 10^9$ .

## التمرين 2 (5 نقط): استجابة ثانوي القطب

أراد أستاذ تحديد قيمة  $C$  سعة مكثف تجريبيا من خلال دراسة شحنه باستعمال مولد مؤمّل للتيار، والتحقق من النتيجة من خلال دراسة استجابة ثانوي القطب  $RC$  لرتبة توتر نازلة، قصد استعمال هذا المكثف في الدراسة الطافية لدارة  $RLC$  متواالية.

1. دراسة شحن مكثف باستعمال مولد مؤمّل للتيار

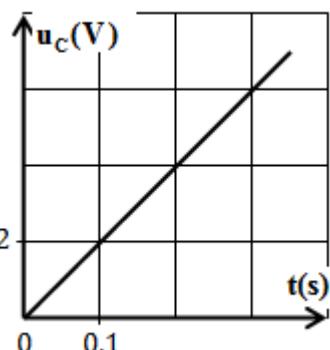
لدراسة شحن مكثف، أنجز الأستاذ التركيب التجريبي الممثل في الشكل (1) (أنظر الصفحة 4/6) والمكون من:

- مولد مؤمّل للتيار يغذي الدارة بتيار كهربائي شدته ثابتة  $A = 2 \cdot 10^{-5} \text{ A}$  ؛

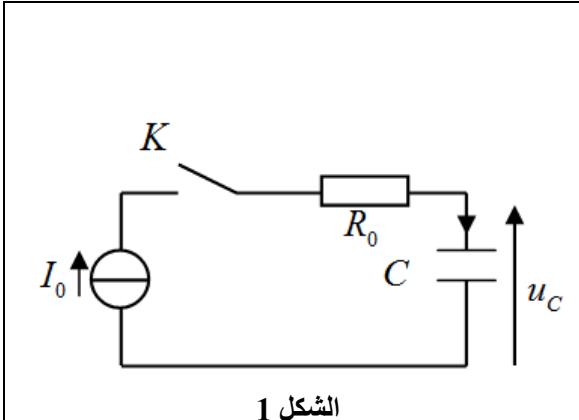
- موصل أومي مقاومته  $R_0$  ؛

- مكثف ذي سعة  $C$ ؛
- قاطع التيار  $K$ .

عند اللحظة  $t_0 = 0$ ، أغلق الأستاذ قاطع التيار  $K$ ، وتتبع بواسطة جهاز مناسب تغيرات التوتر  $u_C(t)$  بين مربطي المكثف. يمثل الشكل (2) المنحنى المحصل.



الشكل 2



الشكل 1

1.1. باستغلال المنحنى أوجد تعبير  $u_C(t)$ .

0,5

2.1. بين أن  $C = 1 \mu F$ .

0,75

2. دراسة استجابة قطب RC لرتبة توتر نازلة للتحقق من قيمة السعة  $C$  السابقة، أجز الأستاذ التركيب الممثل في الشكل (3) والمكون من:

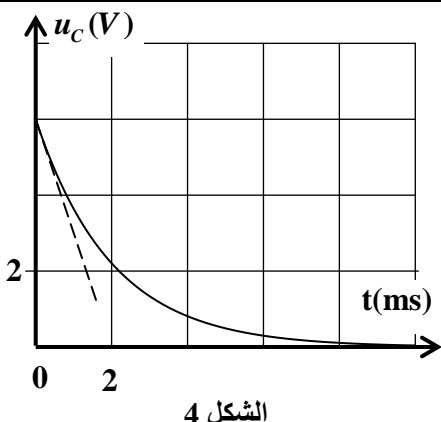
- مولد مؤتمل للتوتر قوته الكهرومagnetique  $E$ ؛

- موصل أومي مقاومته  $2.10^3 \Omega$ ؛

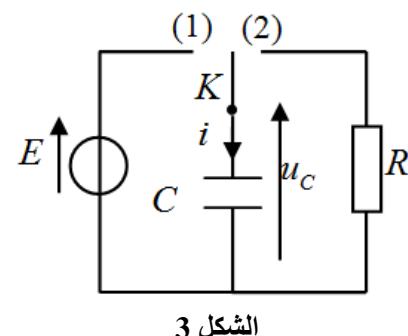
- المكثف السابق ذي السعة  $C$ ؛

- قاطع التيار  $K$  ذي موصعين.

قام الأستاذ بشحن المكثف كلياً بوضع قاطع التيار في الموضع (1)، ثم أرجح قاطع التيار إلى الموضع (2) عند اللحظة  $t_0 = 0$ ، وتتبع بواسطة جهاز مناسب تغيرات التوتر  $u_C(t)$  بين مربطي المكثف. يمثل الشكل (4) المنحنى المحصل.



الشكل 4



الشكل 3

1.2. أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_C(t)$  أثناء تفريغ المكثف.

0,75

2.2. يكتب حل المعادلة التفاضلية على الشكل  $u_C(t) = A e^{-\frac{t}{\tau}}$ . أوجد تعبير كل من  $A$  و  $\tau$  بدلالة باراترات الدارة.

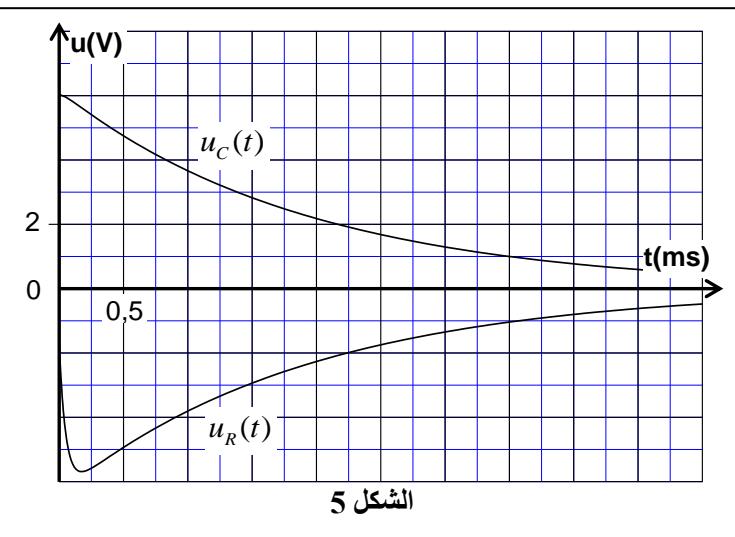
1

3.2. عين مبيانيا قيمة  $\tau$ . تحقق من قيمة  $C$  المتوصّل إليها في السؤال 2.1.

0,5

3. الدراسة الطافية لدارة RLC متوازية  
أضاف الأستاذ إلى التركيب الممثل في الشكل (3) على التوازي مع الموصل الأولي وشيعة معامل تحريرها  $L = 0,1 \text{ H}$  ومقاومتها مهملة. بعد شحن المكثف من جديد كليا، أرجح الأستاذ قاطع التيار إلى الموضع (2) عند اللحظة  $t_0 = 0$ .

يمثل الشكل (5) تغيرات كل من التوتر  $u_C(t)$  بين مربطي المكثف والتوتر  $u_R(t)$  بين مربطي الموصل الأولي.



1.3. بين أن تعبير الطاقة الكلية للدارة عند لحظة  $t$  يكتب كما يلي:  $\mathcal{E} = \frac{1}{2}C.u_C^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{L}{R^2} \cdot u_R^2$

2.3. حدد قيمة  $\mathcal{E} - \mathcal{E}_0 = \Delta \mathcal{E}$  ، تغير الطاقة الكلية للدارة بين اللحظتين  $t_0 = 0$  و  $t_1 = 3,5 \text{ ms}$ . أعط تقسيراً لهذه النتيجة.

### التمرين 3 (5.5 نقط): حركة جسم صلب خاضع لقوى (ثابتة - متغيرة)

ترتبط حركات الأجسام الصلبة بنوعية القوى التي تخضع لها والشروط البدئية، حيث تسمح دراسة هذه الحركات بالتبني الزمني لتطور بعض المقادير الفيزيائية المميزة لها.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة مركز القصور  $G$  لجسم صلب ( $S$ ) في مجال الثقالة المنتظم ودراسة حركة مجموعة متذبذبة { جسم صلب ( $S$ ) - نابض } مع تحديد بعض البارامترات المميزة لكل حركة.

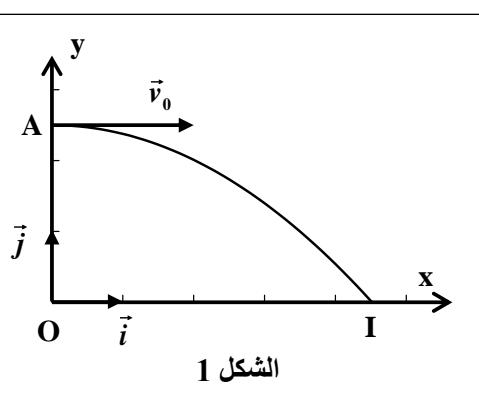
1. دراسة حركة جسم صلب في مجال الثقالة المنتظم

نرسل في اللحظة  $t_0 = 0$ ، بسرعة بدئية  $\vec{v}_0$  أفقية، جسماً صلباً ( $S$ ) ذاتاً  
أبعاد صغيرة وكتلته  $m$  من نقطة  $A$  توجد على ارتفاع  $h$  من سطح الأرض ، فيسقط ( $S$ ) على سطح الأرض في الموضع  $I$  (الشكل 1).  
ندرس حركة  $G$  في المعلم ( $\vec{j}, \vec{i}, \vec{O}, \vec{OA}$ ) المرتبط بالأرض والذي نعتبره غاليليا.

**معطيات:**

- نهمل جميع الاحتكاكات؛

$$h = OA = 1 \text{ m} ; g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$$



1.1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتون، أوجد التعبير الحرفي للمعادلتين الزمنيتين  $(x(t))$  و  $(y(t))$  لحركة  $G$ .

1.2. إستنتج التعبير الحرفي لمعادلة مسار حركة  $G$ .

1.3. أحسب قيمة  $t$  لحظة وصول الجسم الصلب ( $S$ ) إلى سطح الأرض في  $I$ .

4.1. نرسل من جديد، عند اللحظة  $t_0 = 0$ ، الجسم الصلب (S) من النقطة A بسرعة بدينية  $\vec{v}_0 = 3\vec{v}'_0$ .

أنقل على ورقة تحريرك رقم السؤال واتكتب الحرف الموافق للاقتراح الصحيح:

قيمة لحظة وصول الجسم الصلب (S) إلى سطح الأرض هي:

$t' = 0,65 \text{ s}$

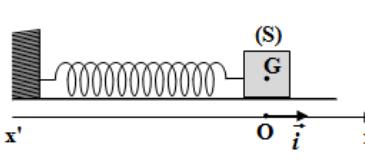
د  $t' = 0,45 \text{ s}$

ج  $t' = 0,35 \text{ s}$

ب  $t' = 0,25 \text{ s}$

أ

0,5



الشكل 2

2. دراسة حركة مجموعة متذبذبة { جسم صلب (S) - نابض }

نثبت الجسم (S) السابق بنابض أفقي لفاته غير متصلة وكتلته مهملة وصلابته K. عند التوازن ينطبق G مركز قصور (S) مع أصل المعلم ( $O, \vec{i}$ ) المرتبط بالأرض والذي نعتبره غاليليا (الشكل 2).

نزيح الجسم (S) عن موضع توازنه ثم نحرره بدون سرعة بدينية عند اللحظة

$t_0 = 0$

معطيات:

- نهمل جميع الاحتكاكات؛

- نختار الحالة التي يكون فيها النابض غير مشوه مرجعاً لطاقة الوضع المرنة  $E_{pe}$ ، والمستوى الأفقي الذي يشمل G، مرجعاً لطاقة الوضع التقالية  $E_{pp}$ .

يمثل منحنى الشكل (3) تغيرات  $E_{pe}$  بدلالة  $x^2$  مربع الأفصول x لمركز القصور G في المعلم ( $O, \vec{i}$ ).

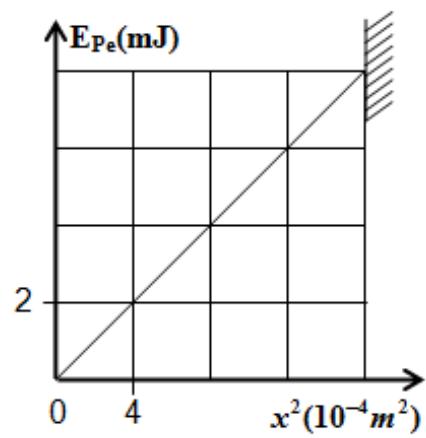
1.2. اعتماداً على منحنى الشكل (3)، أوجد قيمة كل من:

أ. الصلابة K.

ب. طاقة الوضع المرنة القصوى.

ج.  $X_m$  وسع التذبذبات.

1,5



الشكل 3

2.2. استنتج، معللاً جوابك، قيمة  $E_m$  الطاقة الميكانيكية للمجموعة المتذبذبة.

3.2. يمر مركز القصور G من موضع التوازن في المنحنى الموجب بالسرعة  $v = 0,25 \text{ m.s}^{-1}$ .

بين أن تعبير الدور الخاص للتذبذبات يكتب:  $T_0 = 2\pi \cdot \frac{X_m}{v}$ . أحسب قيمة  $T_0$ .

0,5

1