

تمرين 1: دراسة المعايرة الملوانية باستعمال الفينولفثالين (7 نقاط)

ننجز هذه التجارب عند درجة الحرارة 25°C ، حيث: $K_e = 10^{-14}$
يستعمل في هذه التجارب الكاشف اللوني الفينولفثالين (Phénolphthaléine)، وهو زوج حمضي-قاعدي HIn/In^- :

- الشكل الحمضي HIn عديم اللون
- الشكل القاعدي In^- وردي
- قيمة ثابتة الحموضة $pK_a(\text{HIn}/\text{In}^-) = 9.3$:

I. دراسة سلوك الكاشف اللوني

يمثل الكاشف اللوني التوازن الكيميائي التالي في المحلول المائي $\text{HIn} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{In}^- + \text{H}_3\text{O}^+$:

- اكتب تعبير ثابتة الحموضة K_a بدلالة التراكيز المولية للأنواع الكيميائية الموجودة في المحلول. (0,5 نقطة)
- استنتج العلاقة $pH = pK_a + \log\left(\frac{[\text{In}^-]}{[\text{HIn}]}\right)$ (0,75 نقطة)
- بالاعتماد على هذه العلاقة، حدّد مجال تغيّر لون الفينولفثالين. (0,5 نقطة)

II. دراسة محلول الكاشف الملواني

نذيب الفينولفثالين في الماء فنحصل على محلول S_0 تركيزه $C_0 = 2.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$:

- نقيس pH للمحلول فنجد $pH = 8.8$:
- احسب النسبة $\frac{[\text{In}^-]}{[\text{HIn}]}$: (0,5 نقطة)
- استنتج النوع الكيميائي المهيمن في المحلول S_0 . (0,25 نقطة)
- ما لون المحلول؟ علّل. (0,5 نقطة)

III. المعايرة الملوانية لحمض الإيثانويك

نعاير محلولاً مائياً لحمض الإيثانويك CH_3COOH بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH .
المعطيات:

- تركيز حمض الإيثانويك $C_A = 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$:
- حجم الحمض المأخوذ $V_A = 20.0 \text{ mL}$:
- تركيز محلول NaOH $C_B = 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$:
- الكاشف اللوني المستعمل: الفينولفثالين
- اكتب معادلة تفاعل المعايرة. (0,5 نقطة)
- أنشئ جدول التقدّم للتفاعل. (0,75 نقطة)
- احسب حجم القاعدة عند التكافؤ V_E . (0,75 نقطة)
- حدّد pH المحلول عند نقطة التكافؤ (تقريباً)، ثم بيّن لماذا يعتبر الفينولفثالين مناسباً لهذه المعايرة. (0,75 نقطة)

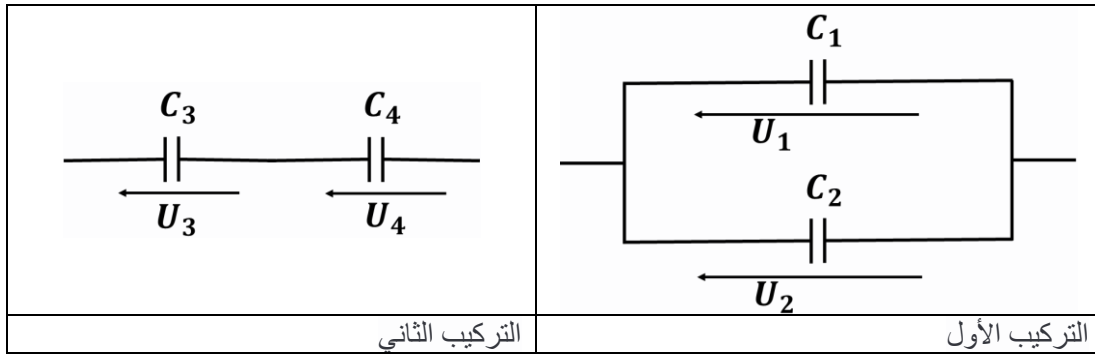
IV. عند نقطة النهاية الملوانية

عند نهاية المعايرة، لوحظ تغيّر لون المحلول إلى الوردي الفاتح.

- حدّد العلاقة التقريبية بين $[\text{In}^-]$ و $[\text{HIn}]$ عند هذه اللحظة. (0,5 نقطة)
- هل تتطابق نقطة النهاية الملوانية مع نقطة التكافؤ؟ علّل. (0,75 نقطة)

تمرين 2: أنواع تراكيب المكثفات وتأثيرها (3,5 نقاط)

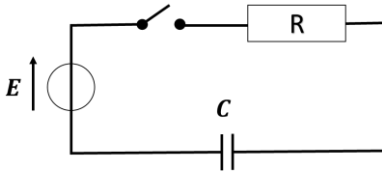
في هذا التمرين نريد إبراز أهمية أنواع التراكيب وأهميتها، ومن أجل ذلك نقوم بإنجاز التركيبين التاليين :



نعطي :

| | | | | |
|--------------------|-------------|--------------|------------------|------------------|
| $U_3 + U_4 = 100V$ | $U_1 = 40V$ | $C_4 = 10mF$ | $C_2 = 220\mu F$ | $C_1 = 100\mu F$ |
|--------------------|-------------|--------------|------------------|------------------|

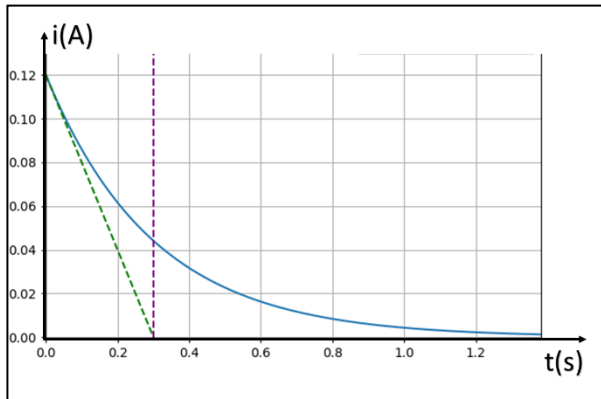
- (1) حدد U_2 قيمة التوتر بين مربطي المكثف C_2 في التركيب الأول. (0,25 نقطة)
 - (2) أوجد قيمة C_{eq1} سعة المكثف المكافئ للمكثفين في التركيب الأول، ثم استنتج شحنته. (0,75 نقطة)
 - (3) إذا علمت أن قيمة المكثف المكافئ للمكثفين في التركيب الثاني هي $C_{eq2} = 1000\mu F$ ، استنتج قيمة المكثف C_3 . (0,75 نقطة)
 - (4) أحسب Q شحنة المكثف المكافئ للتركيب الثاني، ثم استنتج شحنتي المكثفين C_3 و C_4 . (0,75 نقطة)
 - (5) من بين التركيبين السابقين حدد الذي يستخدم لتخفيض السعة دون تخفيض قيمة التوتر والذي يستخدم لرفعها دون رفع التوتر. (1 نقطة)
- تمرين 3 : استعمال المكثف في الكاميرا (9 نقاط)**
- للتقاط صورة واضحة في مكان مظلم، يستخدم المصور ضوء الومض (الفاش)، يعتمد هذا النظام على تخزين الطاقة الكهربائية في مكثف ثم تفريغها فجأة داخل مصباح الفلاش.



الجزء الأول : شحن المكثف

ننمذج دائرة الشحن في الكاميرا بالتركيب الكهربائي جانبه، والذي يحتوي على مولد مؤتمل للتوتر قوته الكهرومحرركة هي $E = 300V$ مركب على التوالي مع موصل أومي مقاومته R ومكثف سعته $C = 120\mu F$ وقاطع تيار، عند اللحظة $t = 0s$ التي نعتبرها أصلا للتواريخ حيث يكون المكثف غير مشحون $U_C(0) = 0$ ، نقوم بغلق قاطع التيار.

- (1) أرسم الدارة وبيّن عليها المنحى الاصطلاحي للتيار أثناء الشحن. (0,5 نقطة)
- (2) أكتب العلاقة التي تربط شدة التيار $i(t)$ بشحنة المكثف $q(t)$ ، ثم استنتج علاقتها بتوتر المكثف $U_C(t)$. (0,5 نقطة)
- (3) بتطبيق قانون إضافية التوترات استنتج المعادلة التفاضلية التي يحققها $U_C(t)$ التوتر بين مربطي المكثف. (1 نقطة)
- (4) حل المعادلة التفاضلية التي يحققها $U_C(t)$ التوتر بين مربطي المكثف، يكتب على الشكل $U_C(t) = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ ، بتعويض هذا الحل في المعادلة التفاضلية السابقة حدد الثابتان A و τ ، واستنتج الصيغة النهائية لحل المعادلة. (1 نقطة)
- (5) بالاعتماد على حل المعادلة التفاضلية السابقة استنتج $i(t)$ تعبير شدة التيار المار في الدارة أثناء الشحن. (1 نقطة)
- (6) يمثل الشكل جانبه، تغيرات $i(t)$ شدة التيار بدلالة الزمن t خلال عملية الشحن، من خلال الشروط البدئية والشكل أسفله حدد قيمة R مقاومة الموصل الأومي.



- (7) اعتمادا على معادلة الأبعاد بيّن أن للثابتة τ بعد زمنيا. (1 نقطة)
- (8) من الشكل جانبه استخرج مبيانيا قيمة ثابتة الزمن τ . (0,5 نقطة)

الجزء الثاني : تفريغ المكثف

عند التقاط الصورة، يُفصل المولد وتُفرغ طاقة المكثف داخل مصباح الفلاش. حيث نفترض أن مصباح الومض يمثل بمقاومة مكافئة R_f أثناء التفريغ.

(9) بتطبيق قانون إضافية التوترات بين أن تعبير المعادلة التفاضلية التي تحققها $q(t)$ شحنة المكثف، تكتب على الشكل التالي $q + R_f C \frac{dq}{dt} = 0$.

(1 نقطة)

- (10) عند اللحظة $t = 0s$ يكون التوتر بين مربطي المكثف هو $E = 300V$ ، أحسب في هذه الحالة شحنة المكثف قبل تفريغه. (0,5 نقطة)
- (11) يعبر عن الطاقة المخزونة في المكثف بالعلاقة $\xi_m = \frac{1}{2} C \times U_C^2$ ، بين أنه يمكن التعبير عنها أيضا بالعلاقة $\xi_m = \frac{q^2}{2C}$. (1 نقطة)
- (12) أحسب ξ_m قيمة الطاقة المخزونة في المكثف قبل تفريغه. (0,5 نقطة)
- (13) علّل لماذا يُستعمل مكثف في نظام الفلاش بدل تشغيل المصباح مباشرة من البطارية. (0,5 نقطة)

ملاحظة : تنظيم الإجابات ونظافة الورقة تنقط على 0,5 نقطة.

كل مقدار له وحدة يجب أن تعطى قيمته العددية مرفقة بوحدته.