



الدورة العادية 2014

30

4	مدة الإنجاز	الفيزياء والكيمياء	المادة
7	المعامل	شعبة العلوم الرياضية (أ) و(ب)	الشعبة أو المسلك

استعمال الآلة الحاسبة القابلة للبرمجة أو الحاسوب غير مسموح به.

يتكون الموضوع من تمرين في الكيمياء وثلاث تمارين في الفيزياء .

النقطة	الموضوع	الكيمياء (7 نقط)
5	دراسة محلول الأمونياك و الهيدروكسيلامين	الجزء الأول
2	تحضير فلز بواسطة التحليل الكهربائي	الجزء الثاني
		الفيزياء (13 نقطة)
2,25	الفيزياء النووية في المجال الطبي	تمرين 1
5,25	دراسة شحن و تفريغ مكثف	تمرين 2
3	دراسة حركة متزلج	الجزء الأول
2,5	الدراسة الطيفية لنواس وازن	الجزء الثاني

الكيمياء (7 نقط)

الجزء الاول: (5 نقط) : دراسة محلول الأمونياك والهيدروكسيلامين

الأمونياك NH_3 غاز قابل للذوبان في الماء ويعطي محلولاً قاعدياً .
تكون محاليل الأمونياك التجارية مركزة و غالباً ما تستعمل في مواد التنظيف بعد تخفيفها.
يهدف هذا التمرين إلى دراسة بعض خصائص الأمونياك والهيدروكسيلامين NH_2OH المذابين في الماء وتحديد تركيز الأمونياك في منتج تجاري بواسطة محلول حمض الكلوريدريك ذي تركيز معروف.

معطيات :

جميع القياسات تمت عند درجة الحرارة $25^\circ C$ ؛

الكتلة الحجمية للماء: $\rho = 1,0 \text{ g.cm}^{-3}$ ؛

الكتلة المولية لكلورور الهيدروجين : $M(HCl) = 36,5 \text{ g.mol}^{-1}$ ؛ الجداء الأيوني للماء : $K_e = 10^{-14}$

ثابتة الحمضية للمزدوجة NH_4^+ / NH_3 : K_{A1}

ثابتة الحمضية للمزدوجة NH_3OH^+ / NH_2OH : K_{A2}

1- تحضير محلول حمض الكلوريدريك

نحضر محلولاً S_A لحمض الكلوريدريك تركيزه $C_A = 0,015 \text{ mol.L}^{-1}$ وذلك بتخفيف محلول تجاري لهذا الحمض تركيزه C_0 وكثافته بالنسبة للماء هي $d = 1,15$. النسبة الكتلية للحمض في هذا المحلول التجاري هي : $P = 37\%$.

1.1- أوجد تعبير كمية مادة الحمض $n(HCl)$ في حجم V من المحلول التجاري بدلالة P و d و ρ و V و $M(HCl)$ و C_0 . تحقق أن $C_0 \approx 11,6 \text{ mol.L}^{-1}$. 0,75

1.2- احسب حجم المحلول التجاري الذي يجب أخذه لتحضير $1L$ من المحلول S_A . 0,5

2- دراسة بعض خصائص قاعدة مذابة في الماء

2.1 - نعتبر محلولاً مائياً لقاعدة B تركيزه C ؛ نرمز لثابتة الحمضية للمزدوجة BH^+ / B بـ K_A و لنسبة التقدم النهائي 0,75

لتفاعلها مع الماء بـ τ . بين أن $K_A = \frac{Ke}{C} \cdot \frac{(1-\tau)}{\tau^2}$.

2.2- نقيس pH_1 لمحلول S_1 للأمونياك NH_3 و pH_2 لمحلول S_2 لهيدروكسيلامين NH_2OH لهما نفس التركيز 0,5

؛ فنجد $pH_1 = 10,6$ و $pH_2 = 9,0$.

احسب نسبتي التقدم النهائي τ_1 و τ_2 تباعاً لتفاعل NH_3 و NH_2OH مع الماء .

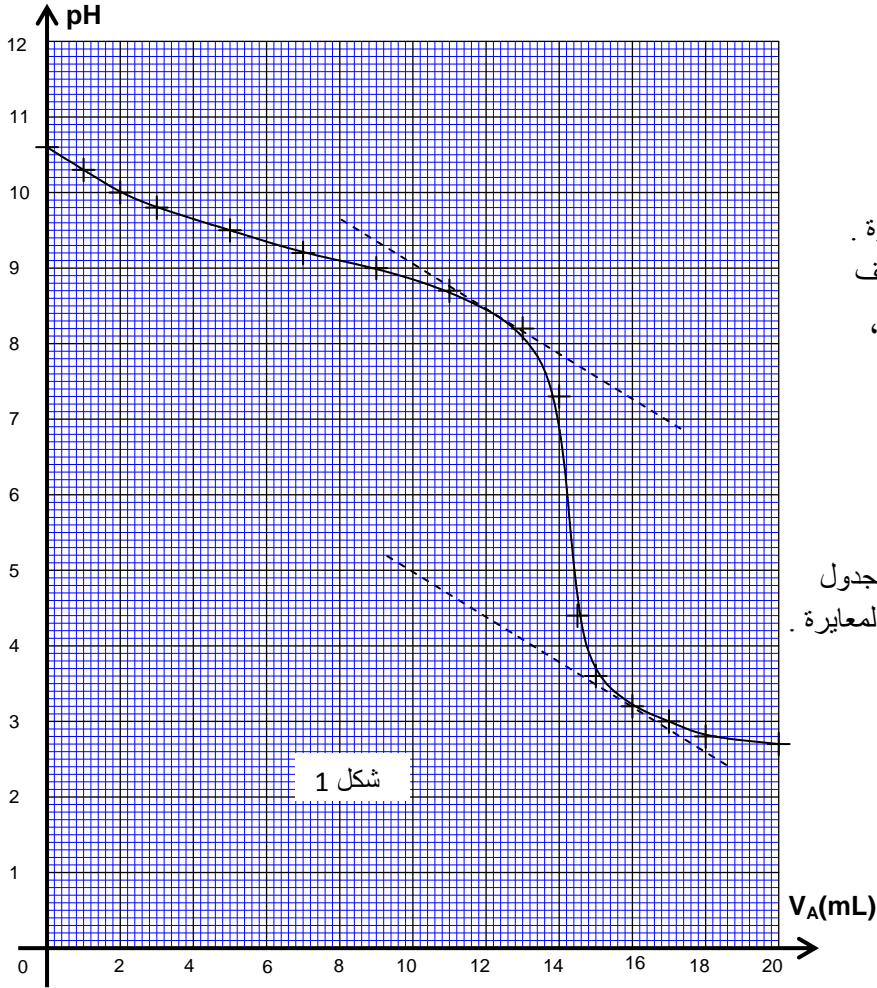
2.3- احسب قيمة كل من الثابتين pK_{A1} و pK_{A2} . 0,5

3- المعايرة حمض-قاعدة لمحلول مخفف للأمونياك

لتحديد التركيز C_B لمحلول تجاري مركز للأمونياك ، نستعمل المعايرة حمض-قاعدة ؛ نحضر عن طريق التخفيف محلولاً S

تركيزه $C' = \frac{C_B}{1000}$. ننجز المعايرة الـ pH متريية لحجم $V = 20 \text{ mL}$ من المحلول S بواسطة محلول S_A لحمض الكلوريدريك

تركيزه $C_A = 0,015 \text{ mol.L}^{-1}$ ($H_3O_{aq}^+ + Cl_{aq}^-$) .



نقيس pH الخليط بعد كل إضافة ؛ يمكن

النتائج المحصلة من خط منحنى المعايرة

$pH = f(V_A)$ (شكل 1). عند إضافة الحجم

من المحلول V_{AE} نحصل على التكافؤ.

3.1- اكتب معادلة التفاعل الحاصل أثناء المعايرة . [0,25]

3.2- باستعمال قيمة pH بالنسبة للحجم المضاف [0,75]

$V_A = 5\text{mL}$ من محلول حمض الكلوريدريك ،

احسب نسبة التقدم النهائي للتفاعل الحاصل أثناء

المعايرة. ماذا تستنتج ؟

3.3- حدد الحجم V_{AE} اللازم للتكافؤ [0,75]

و استنتج C' و C_B .

3.4- من بين الكواشف الملونة المشار إليها في الجدول [0,25]

أسفله، اختر الكاشف الملون الملائم لإنجاز هذه المعايرة .

منطقة الانعطاف	الكاشف الملون
8,2 - 10	فينول افتالين
5,2 - 6,8	أحمر الكلوروفينول
3,1 - 4,4	هيليانتين

الجزء الثاني: (2 نقط) تحضير فلز بالتحليل الكهربائي

يتم تحضير بعض الفلزات بواسطة التحليل الكهربائي لمحاليل مائية تحتوي على كاثيونات هذه الفلزات ؛ فمثلا 50% من الإنتاج العالمي

للزنك يتم الحصول عليه بواسطة التحليل الكهربائي لمحلول كبريتات الزنك المحمض بحمض الكبريتيك . يلاحظ خلال هذا التحليل

الكهربائي توضع فلز على أحد الإلكترودين وانتشار غاز على مستوى الإلكترود الآخر.

معطيات : الحجم المولي للغازات في ظروف التجربة : $V_m = 24\text{L.mol}^{-1}$ ؛

$M(\text{Zn}) = 65,4\text{g.mol}^{-1}$ ؛ $1F = 96500\text{C.mol}^{-1}$

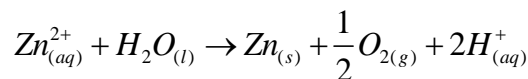
المزدوجات مختزل/مؤكسد : $\text{Zn}_{(aq)}^{2+}/\text{Zn}_{(s)}$ ؛ $\text{H}_{(aq)}^+/\text{H}_{2(g)}$ ؛ $\text{O}_{2(g)}/\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ ؛

لا تساهم أيونات الكبريتات في التفاعلات الكيميائية.

1-دراسة التحول الكيميائي

1.1- اكتب معادلات التفاعلات الممكنة عند الأنود وعند الكاثود . [0,75]

1.2- تكتب المعادلة الحصيلة لتفاعل التحليل الكهربائي الذي يحدث كالآتي : [0,25]



أوجد العلاقة بين كمية الكهرباء Q الممررة في الدارة و التقدم x لتفاعل التحليل الكهربائي .

2. استغلال التحول الكيميائي

يتم إنجاز التحليل الكهربائي لمحلول كبريتات الزنك في خلية تحت التوتر الكهربائي $3,5V$ بتيار كهربائي شدته ثابتة $I = 80kA$ ؛ بعد $48h$ من الاشتغال نحصل في الخلية على توضع للزنك كتلته m .

0,5

2.1 احسب الكتلة m .

2.2 عند الإلكترود الآخر نحصل على حجم V لثنائي الأوكسجين. علما أن مردود التفاعل الذي ينتج ثنائي الأوكسجين هو $r = 80\%$ ؛ احسب الحجم V .

0,5

الفيزياء (13 نقطة)

تمرين 1 (25 , 2 نقطة) : الفيزياء النووية في المجال الطبي

يمكن الحقن الوريدي لمحلول يحتوي على الفوسفور $^{32}_{15}P$ المشع في بعض الحالات من معالجة التكاثر غير الطبيعي للكويرات الحمراء على مستوى خلايا نخاع العظمي.

معطيات: الكتل بالوحدة الذرية u :

$$m(^{32}_{15}P) = 31,9840u$$

$$m(^A_ZY) = 31,9822u$$

$$m(\beta^-) = 5,485 \times 10^{-4}u$$

$$1u = 931,5 \text{Mev} / c^2$$

$$1 \text{Mev} = 1,6 \cdot 10^{-13} J$$

عمر النصف لنوييدة الفوسفور $^{32}_{15}P$: $t_{1/2} = 14,3 \text{ jours}$ ؛ $1 \text{ jour} = 86400s$

1. النشاط الإشعاعي لنوييدة الفوسفور $^{32}_{15}P$

نوييدة الفوسفور $^{32}_{15}P$ إشعاعية النشاط β^- ، يتولد عن تفتتها النوييدة A_ZY .

1.1 اكتب معادلة تفتت نوييدة الفوسفور $^{32}_{15}P$ محددًا Z و A . 0,25

1.2 احسب بالوحدة Mev القيمة المطلقة للطاقة المحررة عند تفتت نوييدة $^{32}_{15}P$. 0,5

2. الحقن الوريدي بالفوسفور $^{32}_{15}P$

يتم تحضير عينة من الفوسفور $^{32}_{15}P$ عند لحظة $t=0s$ نشاطها الإشعاعي a_0 .

2.1 عرف النشاط الإشعاعي $1Bq$. 0,25

2.2 عند لحظة t_1 يحقن مريض بكمية من محلول الفوسفور $^{32}_{15}P$ نشاطه الإشعاعي $a_1 = 2,5 \cdot 10^9 Bq$.

0,25

أ- احسب باليوم المدة الزمنية Δt اللازمة ليصبح النشاط الإشعاعي a_2 للفوسفور $^{32}_{15}P$ هو 20% من a_1 .

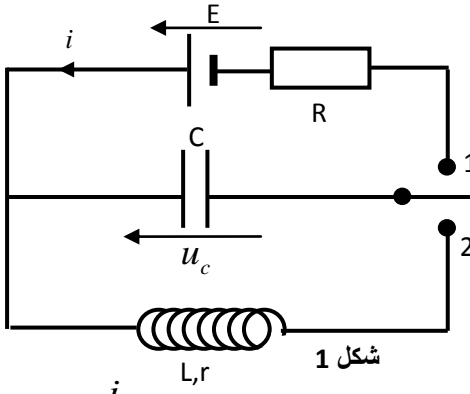
ب- نرمز ب N_1 لعدد نويدات الفوسفور $^{32}_{15}P$ المتبقية عند اللحظة t_1 و ب N_2 لعدد نويدات المتبقية عند اللحظة t_2

0,5

حيث النشاط الإشعاعي للعينة هو a_2 .

أوجد تعبير عدد النويدات المتفتتة خلال المدة Δt بدلالة a_1 و $t_{1/2}$.

ج- استنتج ، بالجول ، القيمة المطلقة للطاقة المحررة خلال المدة Δt . 0,5



شكل 1

تمرين 2 (25, 5 نقطة) : دراسة شحن و تفريغ مكثف

يهدف هذا التمرين إلى تتبع تطور شدة التيار الكهربائي خلال شحن مكثف وخلال تفريغه عبر وشيعة. لدراسة شحن وتفريغ مكثف سعته C ننجز التركيب الممثل في الشكل 1.

1- دراسة شحن المكثف

المكثف غير مشحون بدئياً.

عند لحظة نعتبرها أصلاً للتواريخ $t=0s$ ، نؤرجح قاطع التيار K إلى الموضع 1، فيشحن المكثف عبر موصل أومي مقاومته $R=100\Omega$ بواسطة مولد كهربائي مؤمّن قوته الكهرومحرّكة $E=6V$.

1.1- أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار i في الدارة مع احترام

التوجيه المبين في الشكل 1.

1.2- يكتب حل المعادلة التفاضلية على الشكل التالي: $i = Ae^{-\frac{t}{\tau}}$

أوجد تعبير كل من A و τ بدلالة بارامترات الدارة.

1.3- استنتج التعبير الحرفي للتوتر u_c بدلالة الزمن t .

1.4- يمكن نظام معلوماتي من خط المنحنى الممثل لتغيرات $\frac{i}{I_0}$

بدلالة الزمن t (شكل 2)؛ حيث I_0 شدة التيار عند اللحظة $t=0$.

حدد ثابتة الزمن τ واستنتج قيمة C سعة المكثف.

1.5- لتكن E_e الطاقة الكهربائية المخزونة في المكثف عند نهاية الشحن و $E_e(\tau)$ الطاقة المخزونة في المكثف عند اللحظة $t = \tau$.

بين أن $\frac{E_e(\tau)}{E_e} = \left(\frac{e-1}{e}\right)^2$ ؛ احسب قيمة هذه النسبة؛ (أساس اللوغاريتم النيبيري).

2 : دراسة تفريغ المكثف في وشيعة

عند لحظة نعتبرها أصلاً جديداً للتواريخ، نؤرجح قاطع التيار إلى الموضع 2 من أجل تفريغ المكثف في وشيعة معامل تحريضها $L=0,2H$ ومقاومتها r .

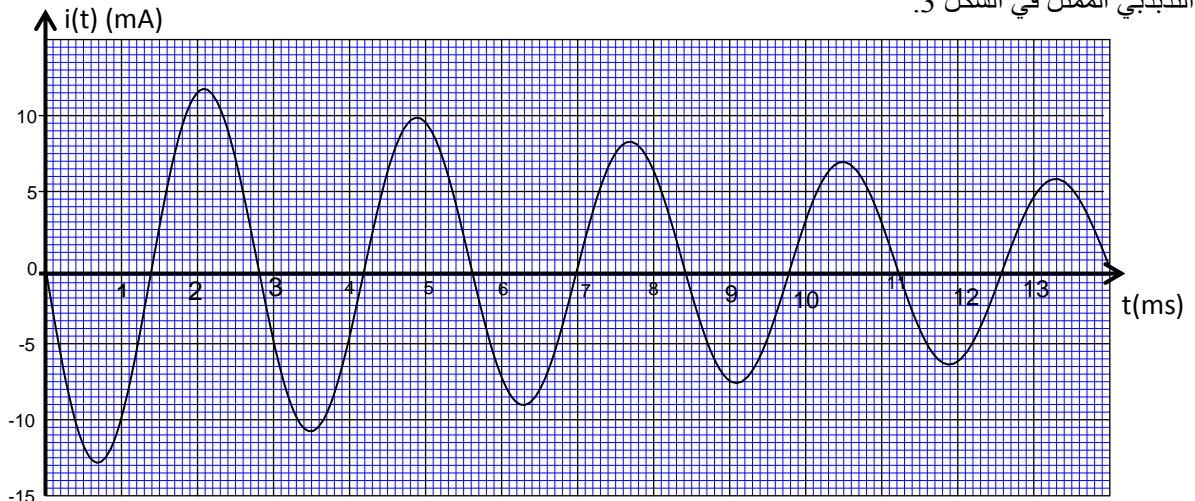
2.1- نعتبر أن مقاومة الوشيعة مهملة ونحتفظ بنفس توجيه الدارة السابق.

أ- أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار $i(t)$.

ب- يكتب حل المعادلة التفاضلية على الشكل التالي: $i(t) = I_m \cos(2\pi N_o t + \varphi)$ ، حدد قيمة كل من I_m و φ .

2.2- باستعمال النظام المعلوماتي السابق، نعاين تطور شدة التيار $i(t)$ في الدارة بدلالة الزمن t ، فنحصل على الرسم

التذبذبي الممثل في الشكل 3.



الشكل 3

نرمز لطاقة المتذبذب عند اللحظة $t=0$ بـ E_0 و لشبه دور التذبذبات بـ T .

احسب الطاقة E' للمتذبذب عند اللحظة $t' = \frac{7}{4}T$ واستنتج التغير $\Delta E = E' - E_0$. أعط تفسيراً لهذا التغير.

2.3- نقبل أن الطاقة الكلية للمتذبذب تتناقص بنسبة $p = 27,5\%$ عند تمام كل شبه دور.

أ- بين أن تعبير الطاقة الكلية للمتذبذب يمكن أن يكتب عند اللحظة $t = nT$ على الشكل $E_n = E_0(1-p)^n$ مع n عدد صحيح. 0,75

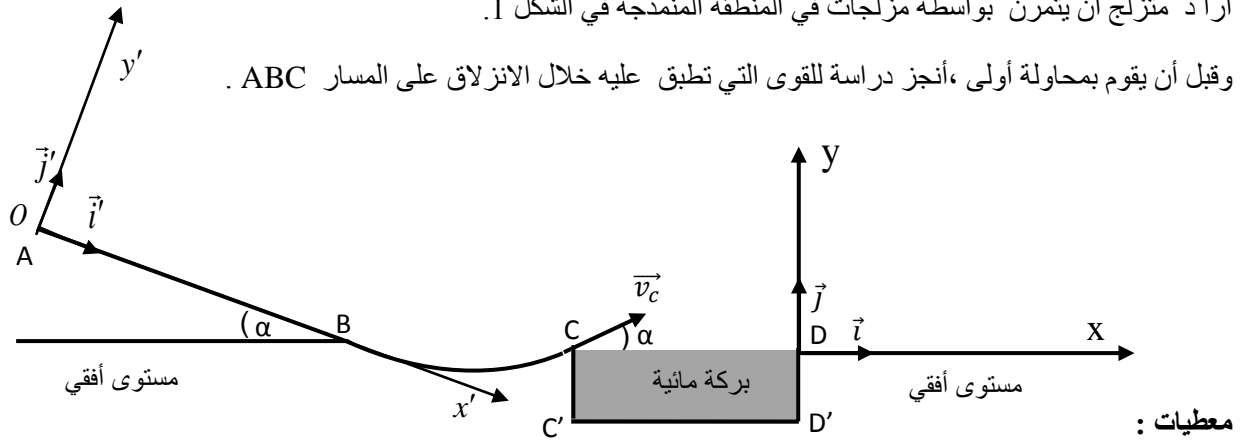
ب- احسب n عندما تتناقص الطاقة الكلية للمتذبذب بـ 96% من قيمتها البدئية E_0 . 0,5

تمرين 3 (5,5 نقطة)؛ الجزءان الأول والثاني مستقلان.

الجزء الأول (3 نقط): دراسة حركة منزلق.

أراد منزلق أن يتمرن بواسطة مزلجات في المنطقة المنمذجة في الشكل 1.

وقبل أن يقوم بمحاولة أولى، أنجز دراسة للقوى التي تطبق عليه خلال الانزلاق على المسار ABC.



معطيات :

شكل 1 - شدة الثقالة $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ ؛

- AB مستوى مائل بزاوية $\alpha = 20^\circ$ بالنسبة للمستوى الأفقي المار من النقطة B؛

- عرض البركة المائية $C'D' = L = 15 \text{ m}$ ؛

- نمائل المنزلق ولوازمه بجسم صلب (S) كتلته $m = 80 \text{ kg}$ ومركز قصوره G.

نعتبر في الجزء AB أن الاحتكاكات غير مهمة وننمذجها بقوة ثابتة.

1- دراسة القوى المطبقة على المنزلق بين A و B.

ينطلق المنزلق من النقطة A ذات الأفصول $x'_A = 0$ في المعلم الممنظم المتعامد (O, \vec{i}, \vec{j}) ، بدون سرعة بدئية عند لحظة نعتبرها

أصلاً للتواريخ $t = 0 \text{ s}$ (الشكل 1). وينزلق وفق المستوى المائل AB حسب الخط الأكبر ميلاً بتسارع ثابت a حيث يمر من النقطة B

بسرعة $v_B = 20,0 \text{ m.s}^{-1}$.

1.1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أوجد، بدلالة α و g و a ، تعبير معامل الاحتكاك $\tan \varphi$ ؛ مع زاوية الاحتكاك، 0,5

المعرفة بالزاوية المحصورة بين المنظمي على المسار واتجاه متجهة القوة المقرونة بتأثير السطح على المنزلق.

1.2- عند اللحظة $t_B = 10 \text{ s}$ يمر المنزلق من النقطة B؛ احسب قيمة التسارع a واستنتج قيمة معامل الاحتكاك $\tan \varphi$. 0,5

1.3- بين أن شدة القوة \vec{R} المطبقة من طرف السطح AB على المنزلق تكتب على الشكل: $R = mg \cdot \cos \alpha \cdot \sqrt{1 + (\tan \varphi)^2}$ ؛ 0,75

احسب قيمة R.

2- مرحلة القفز

عند لحظة $t=0s$ نعتبرها أصلا جديدا للتواريخ ، يغادر المتزلج عند النقطة C الجزء BC بسرعة v_c تكون متجهتها الزاوية $\alpha=20^\circ$ مع المستوى الأفقي .

خلال القفز تكون المعادلتان الزمئيتان لحركة (S) في المعلم (D, \vec{i}, \vec{j}) هما :

$$\begin{cases} x(t) = v_c \cdot \cos \alpha \cdot t - 15 \\ y(t) = -\frac{g}{2} t^2 + v_c \cdot \sin \alpha \cdot t \end{cases}$$

2.1 - حدد في حالة $v_c = 16,27 \text{ m.s}^{-1}$ إحداثيتي قمة مسار (S) . 0,5

2.2 - حدد بدلالة g و α الشرط الذي يجب أن تحققه السرعة v_c لكي لا يسقط المتزلج في البركة المائية واستنتج القيمة الدنيا لهذه السرعة . 0,75

الجزء الثاني (2,5 نقطة) : الدراسة الطقبة لنواس وازن .

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد موضع مركز القصور G وعزم القصور J_Δ لمجموعة متذبذبة ، و ذلك باعتماد دراسة طاقة.

يتكون نواس وازن ، مركز قصوره G، من ساق AB كتلتها $m_1=100g$ ثبت في طرفها B جسم (C) كتلته $m_2=300g$.

النواس الوازن قابل للدوران حول محور ثابت أفقي (Δ) يمر من الطرف A (الشكل 2) .

المسافة الفاصلة بين مركز القصور G ومحور الدوران هي $AG = d$.

نزيع النواس عن موضع توازنه المستقر بزاوية θ_m ، ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ $t=0s$ ، فينجز حركة تذبذبية حول موضع توازنه .

نعتبر جميع الاحتكاكات مهملة ونختار المستوى الأفقي المار من النقطة G_0 موضع G

عند التوازن المستقر مرجعا لطاقة الوضع الثقالية ($E_{pp} = 0$) .

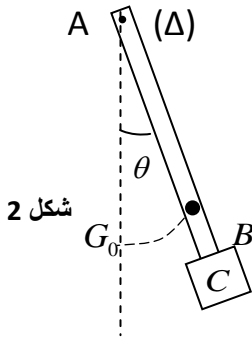
نمعلم في كل لحظة موضع النواس الوازن بأفصوله الزاوي θ الذي تكونه الساق مع

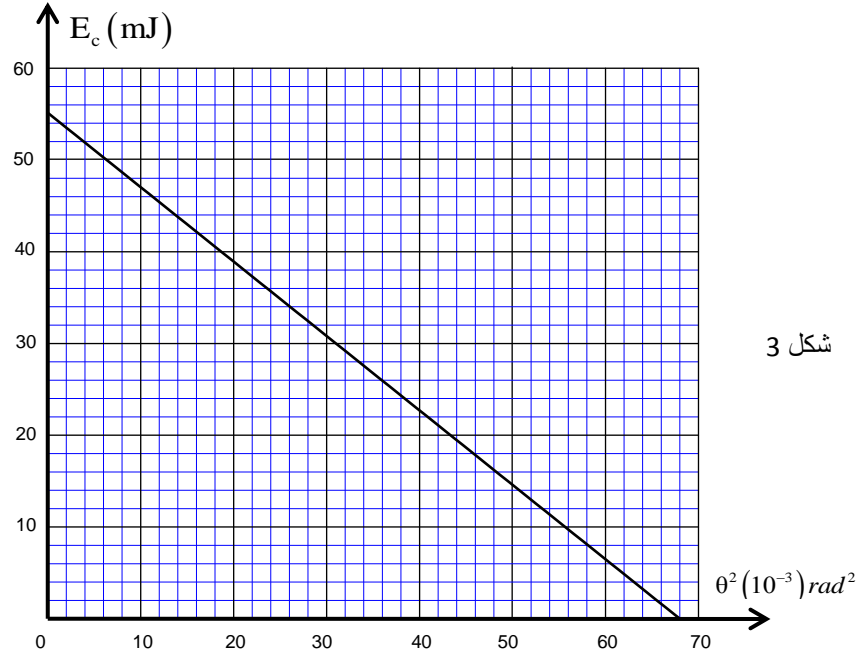
الخط الرأسى المار من النقطة A، ونرمز لسرعته الزاوية بـ $\frac{d\theta}{dt}$ عند لحظة t .

يمثل الشكل 3 منحنى تطور الطاقة الحركية E_c للنواس بدلالة θ^2 مربع الأفصول الزاوي .

نأخذ في حالة التذبذبات الصغيرة $\cos(\theta) \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$ و $\sin(\theta) \approx \theta$ مع θ بالراديان rad .

شدة مجال الثقالة $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.





شكل 3

1. تحديد موضع مركز القصور G للمجموعة

1.1 - لتكن E_m الطاقة الميكانيكية للنواس الوازن في حالة التذبذبات الصغيرة. بين أن $\frac{E_m}{\theta_m^2} = \frac{(m_1 + m_2) \cdot g \cdot d}{2}$ | 0,75

1.2 - اعتمادا على مبيان الشكل 3، استنتج قيمة d . | 0,5

2. تحديد عزم القصور J_A

2.1 - أوجد بتطبيق العلاقة الأساسية للتحريك، المعادلة التفاضلية لحركة النواس. | 0,5

2.2 - أوجد تعبير التردد الخاص N_0 لهذا النواس بدلالة m_1 و m_2 و g و J_A و d ليكون حل المعادلة التفاضلية هو: | 0,5

$$\theta(t) = \theta_m \cos(2\pi N_0 t + \varphi)$$

2.3 - علما أن قيمة التردد الخاص هي $N_0 = 1Hz$ ؛ احسب J_A . | 0,25