

التمرين الأول: (05 نقاط)

(Uranus) هو الكوكب السابع من المجموعة الشمسية ، تم إكتشافه سنة 1781 من طرف الفلكي William Herechelle ، و تعرّف عليه العالم أكثر سنة 1986 بواسطة (La Sonde Voyager II) . يستغرق (Uranus) 84 ans لكي ينجز دورة واحدة حول الشمس . هذا الكوكب له عدة أقمار ، أهمها مدوّنة في الجدول التالي :

الدور T (jours)	نصف قطر الدوران r ($10^6 m$)	القمر
1,40	129,8	Miranda
2,52	191,2	Ariel
4,14	266,0	Umbriel
8,71	435,8	Titania
13,50	582,6	Oberon

نعتبر أن كتل الكواكب موزعة تناظريا على حجومها ، و ندرس حركة أقمار (Uranus) في معلم مبدؤه منطبق مع مركز (Uranus) و نعتبره غاليليا . نعتبر كذلك مدارات الأقمار دائرية .

1- عرّف المعلم العطالي ، و ما هو شرط أن يكون المعلم السابق عطاليا ؟

2- بيّن أن حركة أحد أقمار (Uranus) منتظمة .

3- أحسب سرعة القمر (Ariel) .

4- مثلنا بيانيا مربع سرعة الأقمار بدلالة مقلوب نصف

قطر الدوران : $v^2 = f(\frac{1}{r})$.

أ/ عبّر عن سرعة أحد الأقمار بدلالة G ، M_U ، r ،

حيث : M_U هي كتلة (Uranus) .

ب/ استنتج باستعمال البيان قيمة الكتلة M_U .

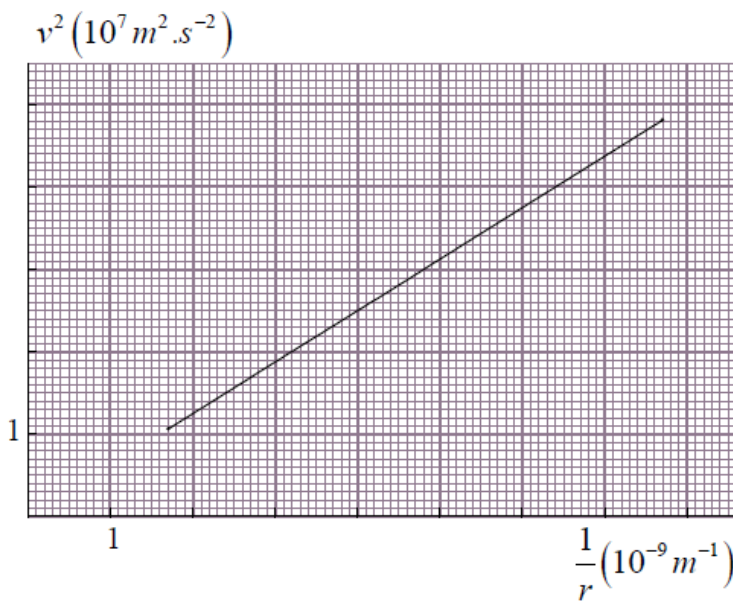
5-أ/ أذكر نص القانون الثالث لكبلر ، ثم باستعمال

الجدول السابق ، بيّن أن هذا القانون محقق .

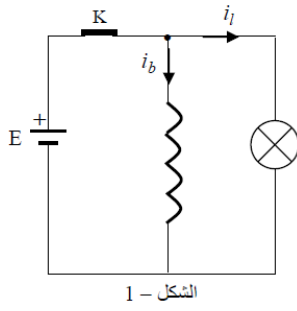
ب/ استنتج كتلة (Uranus) ، و قارنها مع القيمة

المحسوبة سابقا .

يُعطى : ثابت الجذب العام : $G = 6,67 \times 10^{-11} SI$ ، $1J = 86400s$.



التمرين الثاني: (07 نقاط)



I- نُركّب الدارة في الشكل-1 بالعناصر التالية :
- مولد مثالي للتوترات قوته المحركة الكهربائية $E = 12V$.
- وشيعة مقاومتها r و ذاتيتها L مزودة بنواة حديدية قابلة للتحويل داخل الوشيعة ،
(وجود النواة الحديدية داخل الوشيعة يرفع قيمة ذاتيتها) .
- مصباح مقاومته ثابتة $R = 400 \Omega$ ، لا يشتعل إلا تحت توتر أكبر من $220V$. نغلق القاطعة فيمرّ تيار ثابت

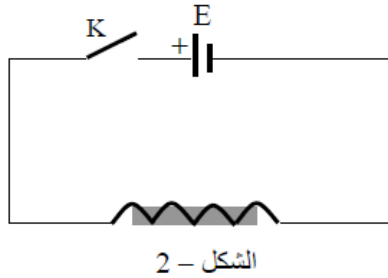
$i_b = 1,2A$ في الوشيعة ، و تيار ثابت i_l في المصباح .

1- هل يشتعل المصباح ؟ علّل حسابيا .

2- أحسب مقاومة الوشيعة .

3- أحسب التوتر بين طرفي المصباح لحظة فتح القاطعة . ما هي الظاهرة التي تحدث عند المصباح ؟

II- نُعيد تركيب الدارة كما في الشكل-2 ، بحيث تكون النواة الحديدية مغمورة كلها داخل الوشيعة . نغلق القاطعة عند اللحظة $t = 0$.



1- أكتب المعادلة التفاضلية التي تعبّر عن شدة التيار في الدارة .

2- بيّن أن العبارة : $i = A e^{-\frac{t}{\alpha}} + B$ هي حل للمعادلة التفاضلية السابقة ،
و ذلك باختيار مناسب للثابتين α و B ، ثم حدّد عبارة الثابت A .

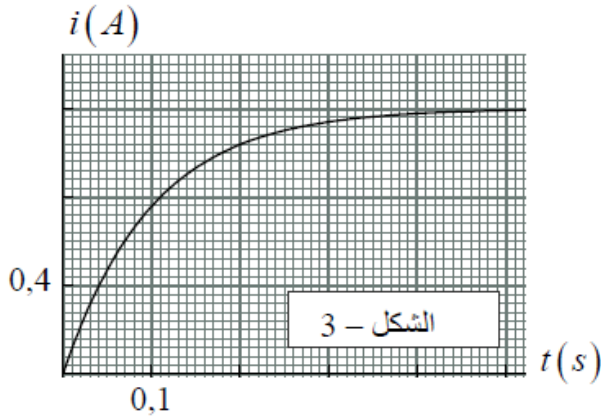
3- مثلنا بيانيا $i = f(t)$. الشكل-3 .

أ/ حدّد قيمة ثابت الزمن للدارة .

ب/ أحسب ذاتية الوشيعة .

ج/ مثل مع البيان $i = f(t)$ البيان $i = g(t)$ بشكل تقريبي

لؤ سحبنا جزءا من النواة الحديدية خارج الوشيعة .



III- نُعيد تركيب الدارة ، مع إضافة ناقلين أو ميين مقاومتها R_1

و R_2 و صمام ثنائي و مقياس فولط و مقياس أمبير . الشكل-4 .

نغلق القاطعة عند اللحظة $t = 0$ ، فتستقرّ إبرة مقياس الأمبير على

القيمة $I = 0,2A$. تابعنا تطوّر التوتر u_{AB} باستعمال تجهيز غير ممثل

في الشكل-4 . و رسمنا البيان $u_{AB} = h(t)$ في الشكل-5 .

1- مثل جهة التيار و التوترات بين طرفي عناصر الدارة الكهربائية .

2- أكتب المعادلة التفاضلية التي حلها $u_{AB} = R_1 I (1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}})$ ،

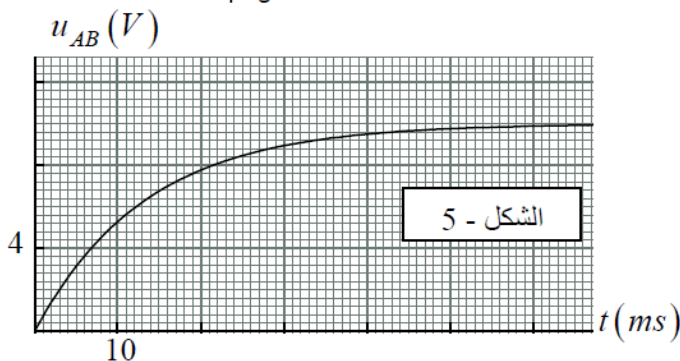
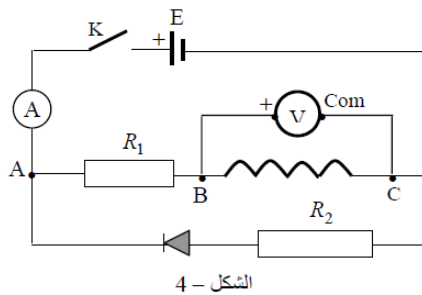
ثم عرّف ثابت الزمن τ_1 ، و عبّر عنه بدلالة مميزات عناصر

الدارة .

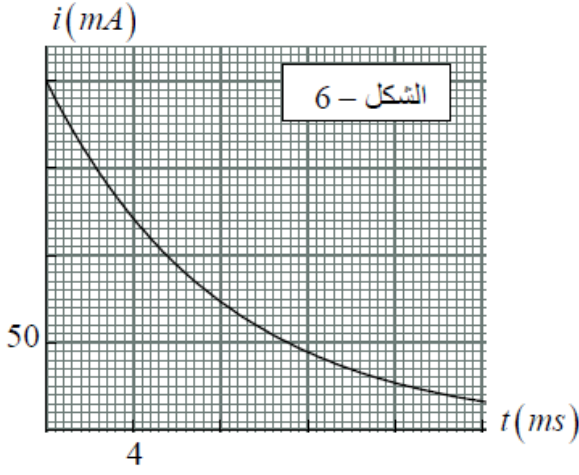
3- ما هي القيمة التي يشير لها مقياس الفولط عندما تستقر

إبرة مقياس الأمبير ؟

4- بيّن أن النواة الحديدية لم تكن مغمورة كلها داخل الوشيعة .



VI- نفتح القاطعة عند اللحظة $t = 0$. مثلنا بيانيا تغيرات شدة التيار بدلالة الزمن في الشكل-6 .



1- أكتب المعادلة التفاضلية بدلالة شدة التيار في الدارة .

2- إستعن بالبيان لحساب قيمة R_2 .

3- ما هي القيمة التي يشير لها مقياس الفولط لحظة فتح القاطعة ؟

4- أحسب الطاقة التي تكون قد تحولت بفعل جول بحلول اللحظة

$t = 8ms$.

التمرين الثالث : (08 نقاط) (تمرين تجريبي)

في حصة الأعمال التطبيقية أراد فوجان من التلاميذ تحديد التركيز الكتلي (C_m) لمحلول حمض الأسكوربيك ($C_6H_8O_6$) بطريقتين مختلفتين . يملك حمض الأسكوربيك خاصية حمضية و خاصية مرجعة .

الثنائيات مر / مؤ : $C_6H_6O_6 / C_6H_8O_6$ ، I_2 / I^- ، $S_4O_6^{2-} / S_2O_3^{2-}$ ،

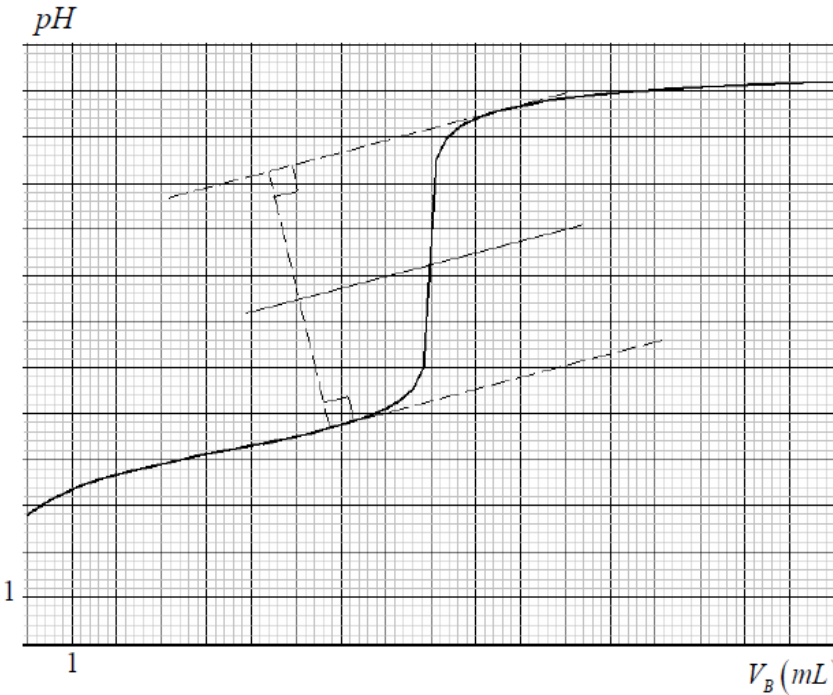
الثنائيات أساس / حمض : $C_6H_8O_6 / C_6H_7O_6^-$ ، H_2O / OH^- .

الفوج الأول : قام بالمعايرة الـ pH مترية لحمض الأسكوربيك ، حيث أخذ التلاميذ في بيشر حجما V_0 من الحمض

و أضافوا له نفس الحجم من الماء المقطر ، ثم أخذوا من المحلول الجديد حجما $V_A = 20mL$ ، و ملؤوا سحاحة مدرجة

بمحلول مائي لهيدروكسيد البوتاسيوم (K^+, OH^-) تركيزه المولي $C_B = 5 \times 10^{-2} mol/L$ ، و بعد الحصول على القياسات

قاموا بتمثيل البيان $pH = f(V_B)$.



1- أكتب معادلة تفاعل المعايرة .

2- عرّف التكافؤ حمض- أساس ، ثم حدّد

إحداثي نقطة التكافؤ حمض- أساس .

3- عيّن pK_a الثنائية $C_6H_8O_6 / C_6H_7O_6^-$.

4- أحسب التركيز الكتلي (C_m) لحمض

الأسكوربيك .

5- بين بطريقتين أن حمض الأسكوربيك ضعيف

في الماء .

6- أحسب التركيز المولي لحمض الأسكوربيك

في البيشر عند التكافؤ ، ثم إستنتج أنه يمكن

إعتبار تفاعل المعايرة تاما .

7- قارن قوة حمض الأسكوربيك مع حمض البروبانويك (C_2H_5COOH) .

8- في حالة استعمال كاشف ملون لتحديد نقطة التكافؤ ، ما هو الكاشف الأنسب من بين الكواشف التالية لهذه المعايرة ؟

الهيلينتين : مجال تغير اللون [3,1 - 4,4] ، الفينول فتالين : مجال تغير اللون [8,2 - 10]

أزرق البروموتيمول : مجال تغير اللون [6 - 7,6] .

الفوج الثاني : قام التلاميذ بأكسدة حمض الأسكوربيك ، و ذلك بإضافة كمية زائدة من محلول ثنائي اليود I_2 إلى بيشر يحتوي حجم $V_1 = 10\text{mL}$ من حمض الأسكوربيك . حجم ثنائي اليود المضاف هو $V_2 = 20\text{mL}$ و تركيزه المولي $C_2 = 3,5 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$.

و في نهاية التفاعل قام التلاميذ بمعايرة ثنائي اليود في البيشر بواسطة محلول مائي لثيوكبريتات الصوديوم $(2\text{Na}^+, \text{S}_2\text{O}_3^{2-})$ تركيزه المولي $C_3 = 2,5 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ ، فاحتاجوا إلى حجم منه $V_E = 20\text{mL}$ لإستهلاك كل ثنائي اليود الموجود في البيشر .

1- أكتب معادلة التفاعل بين حمض الأسكوربيك و ثنائي اليود ، ثم أنشئ جدول التقدم لهذا التفاعل .

2- أذكر الشروط التي تتوفر في محلول ثيوكبريتات الصوديوم لإستعماله في هذه المعايرة .

3- أكتب معادلة تفاعل معايرة ثنائي اليود بثيوكبريتات الصوديوم ، ثم أحسب كمية مادة ثنائي اليود غير المتفاعل مع حمض الأسكوربيك .

4- أحسب التركيز الكتلي (C_m) لحمض الأسكوربيك ، قارن نتيجتي الفوجين .

يُعطى : $pK_a (\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH} / \text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-) = 4,9$ ، $H = 1 \text{ g/mol}$ ، $O = 16 \text{ g/mol}$ ، $C = 12 \text{ g/mol}$.

التمرين الرابع: (تمرين إضافي للمراجعة)

نحل كمية كتلتها $m = 1,44\text{g}$ من حمض كربوكسيلي صيغته من الشكل $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$ ، في الماء و نحصل على محلول حجمه $V = 1\text{L}$ و تركيزه المولي C_a . نأخذ منه حجما $V_a = 20\text{mL}$ ، و نضيف له تدريجيا محلولاً مائياً لهيدروكسيد الصوديوم $(\text{Na}^+, \text{OH}^-)$ تركيزه المولي $C_b = 0,05 \text{ mol/L}$.

ليكن V_{bE} هو حجم المحلول الأساسي اللازم للتكافؤ .

نسجل قيم pH عند كل إضافة ، و نمثل بيانيا

$[H_3O^+] = f\left(\frac{1}{V_b}\right)$. حيث V_b هو حجم المحلول

الأساسي المضاف .

1- أكتب معادلة تشارد الحمض $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$

في الماء مبرزاً الثنائيتين أساس/ حمض .

2- أكتب عبارة ثابت الحموضة الخاصة بالحمض

الكربوكسيلي .

3- أكتب معادلة تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع

شوارد OH^- لهيدروكسيد الصوديوم الذي نعتبره تاماً .

4- عبّر عن ثابت الحموضة K_a للحمض

الكربوكسيلي بدلالة : C_a ، V_a ، C_b ، V_b ، $[H_3O^+]$ ، ثم بيّن أن : $[H_3O^+] = K_a V_{bE} \times \left(\frac{1}{V_b}\right) - K_a$ (1)

5- إستنتج من البيان و العلاقة (1) قيمتي K_a و V_{bE} .

6- أحسب قيمة C_a ، ثم أوجد الصيغة المجملّة للحمض الكربوكسيلي ، و تعرّف على إسمه في القائمة :

يُعطى : $H = 1 \text{ g/mol}$ ،

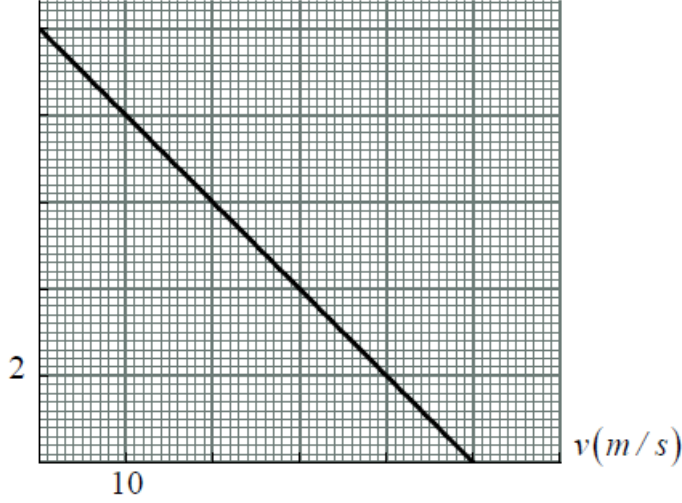
$O = 16 \text{ g/mol}$ ، $C = 12 \text{ g/mol}$

البروبانويك	الإيثانويك	الميثانويك	الحمض
$\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$	CH_3COOH	HCOOH	الصيغة

التمرين الأول: (04 نقاط) تمارين إضافية في السقوط الشاقولي

يسقط مظلي من مروحية ساكنة بدون سرعة ابتدائية في اللحظة $t = 0$. يخضع أثناء سقوطه لقوة إحتكاك $\vec{f} = -k_1 \vec{v}$.
كتلة المظلي مع مظلته $m = 70kg$ ، $g = 10 m/s^2$.

قبل فتح المظلة :



مثلاً تغيرات تسارع المظلي بدلالة سرعته $a = f(v)$.

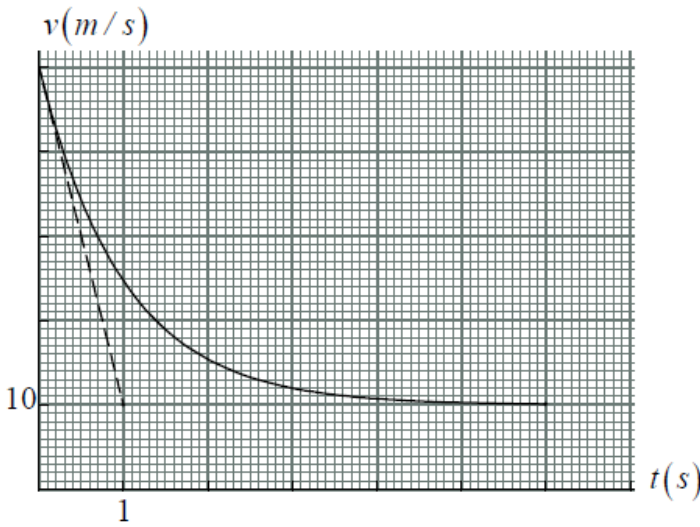
1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، أوجد المعادلة التفاضلية التي تُميز سرعة المظلي .

2- بيّن أن دافعة أرخميدس مهمة أمام القوى الأخرى .

3- اشرح لماذا تُصبح سرعة المظلي ثابتة بعد فترة معينة ، ثم أوجد طويلة هذه السرعة مستعينا بالبيان .

4- أحسب ثابت الإحتكاك k_1 ، و الثابت المميز للحركة .

بعد فتح المظلة :



نهمّل دافعة أرخميدس ، و نعتبر $t = 0$ لحظة فتح المظلة .

مثلاً سرعة المظلي بدلالة الزمن ، و المماس للبيان

عند $t = 0$.

تُعطى قوة الإحتكاك التي تؤثر على المظلي مع مظلته

بالعبارة $\vec{f}' = -k_2 \vec{v}$.

1- مثلّ القوى المؤثرة على المظلي عند اللحظة $t = 0$.

2- أحسب طويلة قوة الإحتكاك عند $t = 0$.

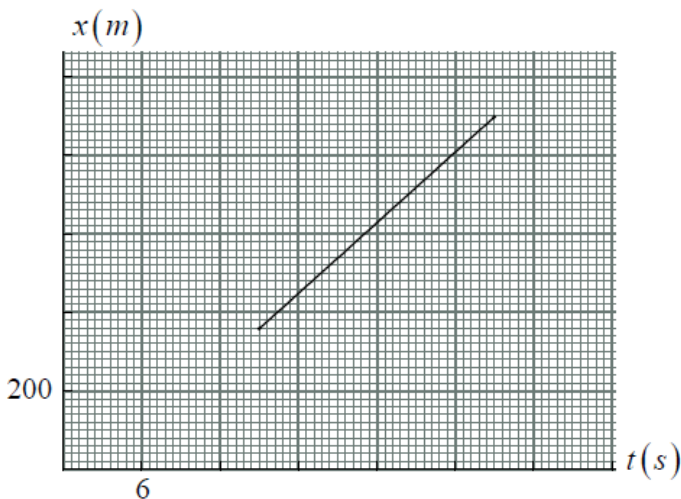
3- أوجد قيمة ثابت الإحتكاك k_2 بطريقتين مختلفتين .

التمرين الثاني: (04 نقاط)

تسقط قطرة ماء ذات شكل كروي شاقولياً بدون سرعة ابتدائية عند اللحظة $t = 0$. و ذلك في جو هادئ (عدم وجود رياح) .

نصف قطر القطرة $r = 0,5mm$ ، الكتلة الحجمية للماء $\rho_e = 1g/mL$ ، الكتلة الحجمية للهواء $\rho_a = 1,2g/L$.

تخضع الكرة أثناء سقوطها لقوة إحتكاك f تتناسب مع سرعة الكرة : $\vec{f} = k \vec{v}$.



1- عبّر عن النسبة بين شدة دافعة أرخميدس و ثقل القطرة

بدلالة ρ_e و ρ_a ، ثم بيّن أنه يمكن إهمال الدافعة أمام الثقل .

2- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، بيّن أن المعادلة التفاضلية

بدلالة السرعة تُكتب بالشكل : $\frac{dv}{dt} + Av = B$ ، و بواسطة

التحليل البعدي حدّد بعدي A و B ، و إستنتج وحدة قياس

ثابت الإحتكاك .

3- مثلاً في الشكل جزءاً من مخطط فاصلة القطرة بدلالة الزمن

$x(t)$.

أ/ أوجد السرعة الحدية للقطرة .

ب/ أحسب قيمة ثابت الإحتكاك .

ج/ مثل بشكل تقريبي مخطط سرعة الكرة $v(t)$.

4- بعد قطع الكرة لمسافة $h = 600m$ تلقت دفعة خاطفة من رياح غير متوقعة أكسبتها سرعة أفقية ثابتة $v_1 = 25m/s$.
نعتبر $t = 0$ هي اللحظة التي تلقت فيها القطرة هذه الدفعة . نهمل تأثير الهواء في هذا الجزء من الدراسة .

أ/ أدرس حركة القطرة في معلم سطحي أرضي نعتبره غاليليا . (نختار محور الفواصل أفقيا و محور الترتيب شاقوليا نحو الأسفل ، و المبدأ نقطة وجود القطرة في اللحظة $t = 0$) .

ب/ استنتج معادلة مسار القطرة .

ج/ على أي إرتفاع عن سطح الأرض تلقت القطرة دفعة الرياح ، علما أنها وصلت لسطح الأرض في اللحظة $t = 7,6s$ ؟
د/ ما هي المسافة بين نقطة سقوطها و الشاقول المار من نقطة تلقيها للدفعة ؟

هـ/ أحسب سرعة القطرة لحظة وصولها للأرض .

يُعطى : نعتبر التسارع الأرضي ثابتا خلال حركة القطرة : $g = 9,8m/s^2$ ، حجم الكرة : $V = \frac{4}{3} \pi r^3$.

التمرين الثالث: (04 نقاط)

كرة مملوءة متجانسة ، نصف قطرها $r = 1cm$ ، و كتلتها الحجمية $\rho_s = 800kg/m^3$.
1- أحسب شدة ثقل الكرة $(\vec{P})$.

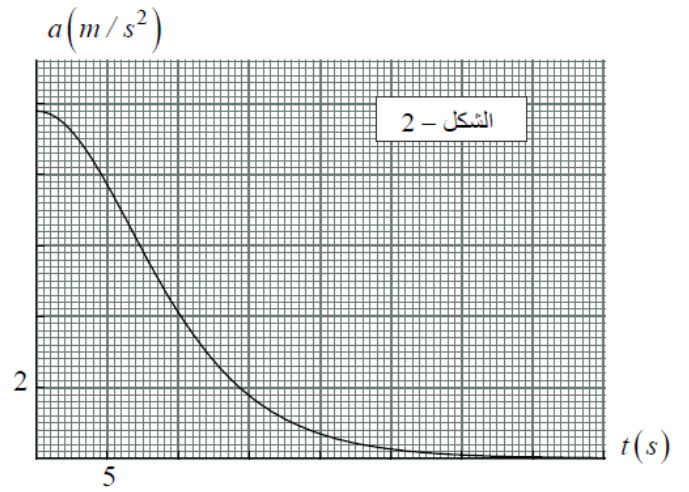
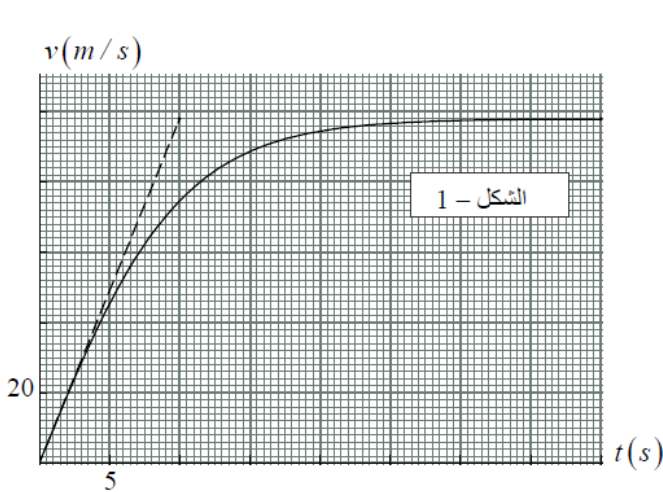
2- أحسب شدة دافعة أرخميدس $(\vec{F}_A)$ في الحالتين التاليتين :

- نغمر الكرة كليًا في الماء - نغمر الكرة كليًا في الهواء . ماذا تلاحظ ؟

3- بُرج خليفة هو أعلى برج في العالم ، إرتفاعه الكلي $828m$ ، يحتوي على 163 طابقا ، تمّ تدشينه في 4 يناير 2010 .
في جوّ هادئ تركنا الكرة السابقة تسقط من نافذة أعلى طابق في البرج . تخضع الكرة أثناء سقوطها زيادة عن قوة ثقلها لقوة

إحتكاك مع الهواء $\vec{f} = -k\vec{v}$. نهمل دافعة أرخميدس، و نعتبر التسارع الأرضي ثابتا طيلة حركة الكرة: $g = 9,8m/s^2$.

مثلنا سرعة و تسارع الكرة خلال نزولها : $v(t)$ و $a(t)$ في الشكلين (1) و (2) .



أ/ أدرس حركة الكرة في معلم سطحي أرضي ، و استنتج المعادلة التفاضلية للسرعة .

ب/ كيف تتأكد اعتمادا على البيانين أن دافعة أرخميدس مهمة ؟

ج/ بواسطة التحليل البعدي ، و باستعمال العلاقة $\vec{f} = -k\vec{v}$ ، بيّن أن وحدة ثابت الإحتكاك هي (kg / m) .

د/ باستخدام المعادلة التفاضلية ، و أحد البيانين ، أوجد قيمة ثابت الإحتكاك .

هـ/ بيّن أن الثابت المميّز للحركة يُكتب على الشكل : $\tau = \sqrt{\frac{m}{k \times g}}$. أحسب قيمته ، و تأكد بيانها من النتيجة .

و/ حدّد المدة الزمنية التي يمكن اعتبار قوة الاحتكاك مهملة فيها أمام ثقل الكرة .

ي/ حدّد قيمة تقريبية للنظام الإنتقالي .

ز/ حدّد بيانها و بطريقتين تسارع الكرة عند اللحظة $t = \tau$.

يُعطى : الكتلة الحجمية : للماء $\rho_{eau} = 1g/cm^3$ ، للهواء في شروط التجربة : $\rho_{air} = 1,2g/L$ ،

حجم الكرة : $V = \frac{4}{3} \pi r^3$.

التمرين الرابع: (04 نقاط)

كرة مملوءة متجانسة (b) كتلتها $m = 3,8g$ ، تسقط بدءا من السكون داخل سائل كتلته الحجمية $\rho_f = 1240kg/m^3$. تخضع الكرة أثناء حركتها إلى دافعة أرخميدس $\vec{F}_A$ و قوة الاحتكاك المائع $\vec{f} = -k\vec{v}$.

1- كيف تفسّر وجود نظامين خلال حركة الكرة ؟

2- أنسب لكل نظام تمثيل القوى المناسب في الشكل المقابل ، مع التعليل .

3- بيّن أن المعادلة التفاضلية التي تميّز سرعة الكرة تُكتب

بالشكل : $\frac{dv}{dt} + A v = B$.

4- ما هو المدلول الفيزيائي لكل من A و B ؟ ما هي وحدة قياس A ؟

5- تُعطى المعادلة التفاضلية للحركة : $\frac{dv}{dt} + 5,52 v = 3,1$ ،

حيث : v بـ (m/s) و t بـ (s) .

أ/ أحسب السرعة الحديّة للكرة .

ب/ أحسب الكتلة الحجمية للكرة .

ج/ أحسب قيمة ثابت الاحتكاك .

د/ أحسب أعظم قيمة لقوة الاحتكاك .

هـ/ أحسب شدة دافعة أرخميدس . يُعطى : $g = 9,8m/s^2$.

