

التمرين الأول: (5,5 ن)

دراسة حركة مركز العطالة لمجموعة ميكانيكية:

يعتبر القفز الطولي بواسطة الدراجة النارية مسابقة رياضية، حيث يشكل التحدي الحقيقي فيها إنجاز قفزة لأبعد مسافة ممكنة انطلاقاً من مكان معين.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة مركز العطالة G لمجموعة (S) مكونة من دراجة نارية وسائقها على حلبة السباق. تتكون حلبة السباق من:

- جزء مستقيم A'B' مائل بزاوية β بالنسبة للمستوى الأفقي .

- منصة B'C' للقفز، دائرية الشكل.

- منطقة (π) للسقوط، مستوية وأفقية (الشكل - 1)

نهمل جميع الاحتكاكات وندرس حركة مركز العطالة

G للمجموعة (S) في مرجع أرضي نعتبره غاليليا.

معطيات:

• شدة الثقالة: $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

• الزاوية β : $\beta = 10^\circ$.

• كتلة المجموعة (S): $m = 190 \text{ Kg}$.

I - دراسة الحركة على الجزء A'B'

عند لحظة نعتبرها مبدأ الأزمنة ($t = 0$) ، تنطلق المجموعة (S) ، بدون سرعة ابتدائية ، من موضع يكون فيه مركز العطالة G منطبقاً مع النقطة A.

تخضع المجموعة أثناء حركتها على الجزء A'B' ، بالإضافة إلى ثقلها وتأثير المستوى المائل ، لقوة محركية $\vec{F}$ ثابتة ، حاملها مواز لمسار مركز العطالة G .

لدراسة حركة G في هذه المرحلة ، نختار معلماً ($A, \vec{t}$) موازياً للجزء المستقيم A'B' ، وموضع مركز العطالة G محدد بالفاصلة x (الشكل 1).

1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، بين أن عبارة التسارع a_G لحركة G يكتب كما يلي: $a_G = \frac{F}{m} + g \sin \beta$

2. يمثل منحنى (الشكل - 2) تغيرات السرعة اللحظية v_G لمركز العطالة G بدلالة الزمن .

$v_G(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$

باستغلال هذا المنحنى ، أوجد قيمة التسارع a_G .

3. استنتج الشدة F للقوة المحركة.

4. اكتب المعادلة الزمنية $x = f(t)$ لحركة G.

5. علماً ان $AB = 36 \text{ m}$ ، حدد t_B لحظة مرور G من النقطة B .

6. احسب السرعة v_B لمركز العطالة G في النقطة B.

II - دراسة حركة G خلال مرحلة القفز.

في لحظة نعتبرها مبدأ للأزمنة من جديد ($t = 0$) ، تغادر المجموعة

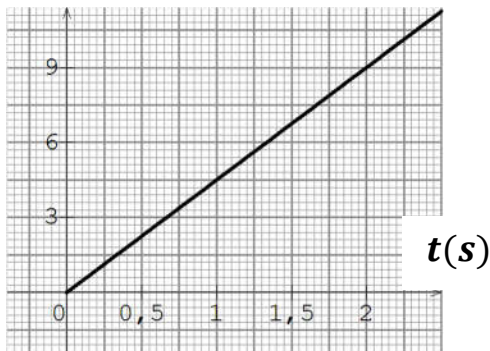
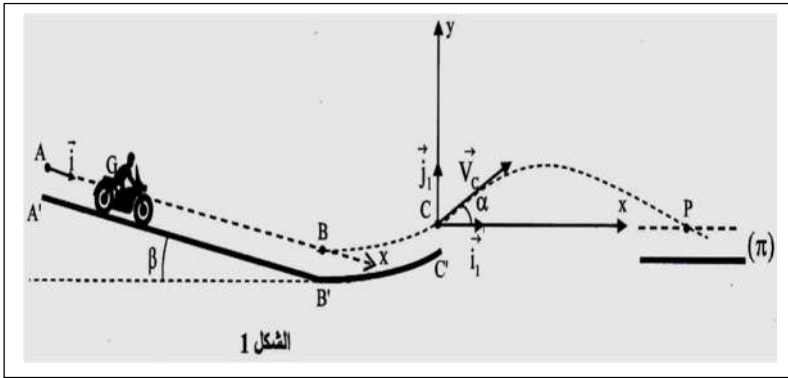
(S) منصة القفز ، عند مرور G من النقطة C ، بسرعة v_C يصنع

حامل شعاعها زاوية $\alpha = 18^\circ$ مع الخط الأفقي. تسقط المجموعة (S) في

موضع حيث ينطبق G مع النقطة p (الشكل - 1) .

نعتبر أن المجموعة (S) تخضع لثقلها فقط خلال مرحلة القفز.

ندرس حركة G في معلم ($C, \vec{t}_1, \vec{j}_1$) المبين في (الشكل - 1).



الشكل - 2

1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بين أن المعادلتين التفاضليتين اللتين تحققهما الاحداثيتان $x_G(t)$ و $y_G(t)$ لمركز العطالة G في المعلم السابق هما : $\frac{dx_G}{dt} = v_C \cdot \cos \alpha$ و $\frac{dy_G}{dt} = -g \cdot t + v_C \cdot \sin \alpha$.
2. نكتب العبارة العددية لكل من المعادلتين الزمنيتين $x_G(t)$ و $y_G(t)$ لحركة G كما يلي :
 $x_G(t) = 19,02 \cdot t$ و $y_G(t) = -5 \cdot t^2 + 6,18 \cdot t$ و x_G و y_G بالمتر m و t بالثانية s
- تحقق ان سرعة G في النقطة C هي: $v_C = 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
3. تعتبر القفزة ناجحة إذا تحقق الشرط $CP \geq 30m$.
- 3.1. بين ان القفزة المنجزة في هذه الحالة غير ناجحة.
- 3.2. حدد السرعة الدنيا v_{min} التي يجب ان يمر بها G من النقطة C لكي تكون القفزة ناجحة.

التمرين الثاني: (09 ن)

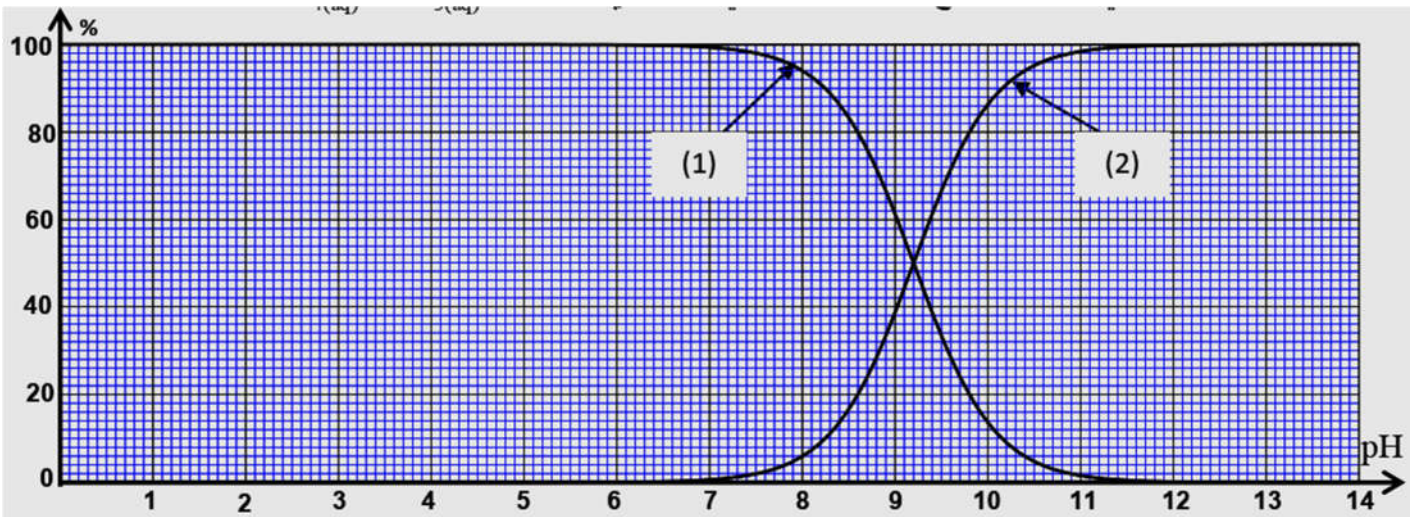
الجزء الأول:

- I - نتوفر على محلول مائي (S_A) لحمض الميثانويك $HCOOH(aq)$ حجمه $V = 1L$ وتركيزه المولي $C_A = 0,10 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ وله $pH = 2,4$.
- 1 - عرف الحمض حسب برونشتد.
- 2 - اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحويل الكيميائي بين حمض الميثانويك والماء.
- 3 - انجز جدولاً لتقدم التفاعل.
- 4 - احسب نسبة التقدم النهائي τ_f . استنتج.
- 5 - بين أن كسر التفاعل عند حالة التوازن يكتب بالعلاقة: $Q_{r,f} = \frac{10^{-2} pH}{C_A - 10^{-pH}}$. احسب قيمته.
- II - للتحقق من قيمة التركيز المولي C_A للمحلول (S_A)، ننجز المعايرة حمض - أساس.
- نضع في كأس بيشر الحجم $V_A = 20,0 \text{ mL}$ من هذا المحلول، ونضيف اليه تدريجياً محلولاً مائياً (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم ($Na(aq) + HO^-(aq)$) تركيزه المولي $C_B = 0,25 \text{ mol} \cdot L^{-1}$.
- احداثيتي نقطة التكافؤ هما: ($V_{B,E} = 8,0 \text{ mL}$; $pH_E = 8,2$).
- 1 - ارسم التركيب التجريبي لعملية المعايرة مع تسمية عناصر التركيب.
- 2 - اكتب معادلة تفاعل المعايرة.
- 3 - تحقق من قيمة C_A .
- 4 - اذكر الكاشف المناسب لهذه المعايرة مع التعليل.

الكاشف الملون	لون الحمض	منطقة الانعطاف	لون القاعدة
أحمر الكريزول	أصفر	7,2 - 8,8	أحمر
الأليزرين	أحمر	11,0 - 12,4	بنفسجي

- 5 - بالنسبة لحجم مضاف $V_B = \frac{V_{B,E}}{2}$ من المحلول (S_B)، تكون قيمة pH المزيج في البيشر هي $pH = 3,8$ و $[HCOOH(aq)] = [HCOO^-(aq)]$ احسب ثابت الحموضة Ka للثنائية ($HCOOH(aq)/HCOO^-(aq)$)
- الجزء الثاني:

- I - نحضر محلولاً مائياً S_1 لغاز النشادر NH_3 تركيزه المولي $C_1 = 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$. أعطى قياس pH هذا المحلول القيمة $pH_1 = 10,6$.
 - 1 - اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحويل الكيميائي بين النشادر والماء.
 - 2 - أوجد عبارة نسبة التقدم النهائي τ_1 لهذا التفاعل بدلالة C_1 و pH_1 و K_e . وتحقق أن قيمته $\tau_1 = 0,04$.
 - 3 - أوجد عبارة ثابت التوازن K لهذا التفاعل بدلالة C_1 و τ_1 . احسب قيمته.
 - 4 - نخفف المحلول S_1 فنحصل على محلول S_2 . نقيس pH المحلول S_2 فنجد $pH_2 = 10,4$.
- نمثل مخطط توزيع الصفة الغالبة للثنائية ($NH_4^+(aq)/NH_3(aq)$) كما في الشكل:



4 - 1 - أرفق كل بيان بالصفة الغالبة الموافقة مع التعليل.

4 - 2 - اعتمادا على البيانيين حدد كل من :

أ - pK_{a1} للثنائية $(NH_4^+(aq)/NH_3(aq))$

ب - نسبة التقدم النهائي τ_2 للتفاعل في المحلول S_2 .

4 - 3 - قارن بين نسبتي التقدم النهائي τ_1 و τ_2 ، ماذا تستنتج ؟

II - نمزج في كأس حجما V_1 من المحلول S_1 لغاز النشادر ذي التركيز C_1 مع حجم $V = V_1$ لمحلول مائي S

لكلور المثيل أمونيوم $(CH_3NH_3^+(aq) + Cl^-(aq))$ تركيزه المولي $C = C_1$.

1 - اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحويل الكيميائي بين $CH_3NH_3^+$ و NH_3 .

2 - أوجد قيمة ثابت التوازن K' المميز لهذا التفاعل.

3 - بين أن عبارة تركيز كل من CH_3NH_2 و NH_4^+ في المزيج عند التوازن، تكتب بالعلاقة:

$$[CH_3NH_2(aq)]_f = [NH_4^+(aq)]_f = \frac{C}{2} \frac{\sqrt{K'}}{(1+\sqrt{K'})}$$

4 - حدد pH المزيج عند التوازن.

المعطيات:

تمت القياسات عند درجة الحرارة $25^\circ C$.

الجداء الشاردي للماء : $K_e = 10^{-14}$ و $pK_{a2} (CH_3NH_3^+(aq)/CH_3NH_2(aq)) = 10,7$

التمرين الثالث: (5,5 ن)

للتحقق من بعض النتائج المتوصل اليها في حركة السقوط الشاقولي للأجسام، ندرس السقوط في الهواء لكرتين لهما نفس نصف القطر R وكتلتان حجميتان مختلفتان.

ندرس حركة كل كرة في معلم $(O, \vec{k})$ مرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا. نحدد موضع مركز عطالة كل كرة في كل لحظة بالفاصلة z على المحور الشاقولي $(O, \vec{k})$ الموجه نحو الأعلى ومبدأه منطبق مع سطح الأرض (الشكل-1).

تخضع كل كرة أثناء سقوطها في الهواء إلى ثقلها $\vec{P}$ وإلى قوة الاحتكاك المائع $\vec{f}$ (نهمل دافعة أرخميدس أمام هاتين القوتين). نقبل أن شدة $\vec{f}$ تكتب: $f = 0,22 \cdot \rho_{air} \cdot \pi \cdot R^2 \cdot v_z^2$ ، حيث ρ_{air} (الكتلة الحجمية للهواء) و R (نصف قطر الكرة) و v_z (القيمة الجبرية لسرعة مركز عطالة الكرة في اللحظة t).

لدراسة هاتين الحركتين تم استعمال كرتين متجانستين (a) و (b) لهما نفس نصف القطر $R = 6 \text{ cm}$ وكتلتان

حجميتان على التوالي $\rho_1 = 1,14 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ و $\rho_2 = 94 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

تم تحرير الكرتين (a) و (b) عند نفس اللحظة $t = 0$ بدون سرعة ابتدائية، من نفس المستوى الأفقي الذي تنتمي إليه النقطة H . يوجد هذا المستوى على ارتفاع $h = 69 \text{ cm}$ من سطح الأرض (الشكل - 1).

1 - بَيِّن أن المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة v_z لمركزة عطالة كرة تكتب بالعلاقة:

$$\frac{dv_z}{dt} = -g + 0,165 \cdot \frac{\rho_{air}}{R \cdot \rho_i} \cdot v_z^2$$

حيث ρ_i الكتلة الحجمية للكرة (a) أو (b).

2 - استنتج عبارة السرعة الحدية لحركة كرة.

3 - تمثل منحنيات الشكلين 2 و 3 تطورات الفاصلة $z(t)$ والسرعة $v_z(t)$ خلال الزمن لمركز العطالة G لكل كرة أثناء السقوط.

3 - 1 - اعتمادا على عبارة السرعة الحدية، بَيِّن أن المنحنى (C1) يوافق تغيرات سرعة الكرة (b).

3 - 2 - فسر لماذا يوافق المنحنى (C'2) تغيرات فاصلة الكرة (a).

4 - اعتمادا على المنحنى (C2)، حدد طبيعة حركة الكرة (a) واكتب معادلتها الزمنية $z(t)$.

5 - حدد فرق الارتفاع d بين مركزي عطالة الكرتين لحظة وصول الكرة الأولى سطح الأرض (نهمل أبعاد الكرتين).

6 - علما أن القيمة الجبرية لسرعة الكرة (b) عند اللحظة t_n هي $v_{zn} = -11,47 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ، أوجد قيمة التسارع

a_{zn} للحركة عند اللحظة t_n والسرعة $v_{z(n+1)}$ عند اللحظة t_{n+1} (نأخذ $\Delta t = 125 \text{ ms}$).

(تذكر أن : $a_z = \frac{\Delta v_z}{\Delta t}$)

المعطيات:

حجم كرة نصف قطرها R هو : $V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3$

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

الكتلة الحجمية للهواء : $\rho_{air} = 1,3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

