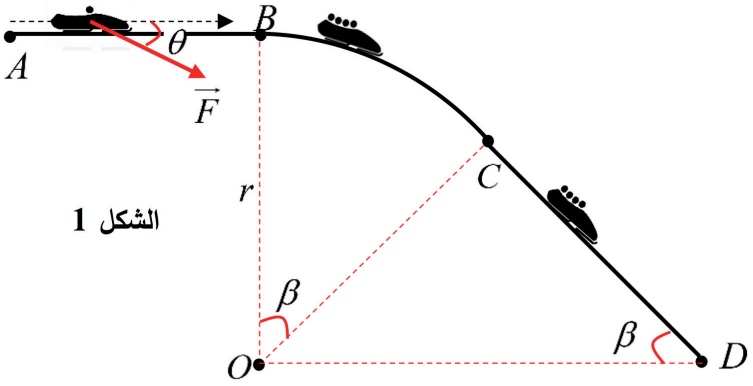
تمرين 01

تستقطب رياضة المزلاجة الرباعية على الجليد $(Bobslight)$ اهتماما جماهيريا متزايدا باعتبارها رياضة شتوية تتميز بالإثارة والتشويق.

يهدف التمرين إلى محاكاة حركة الفريق الكندي الفائز بجائزة العالم التي أقيمت سنة 2021 بألمانيا خلال جزء من مضمار السباق.

يتألف مضمار السباق (الشكل.5) المدروس من ثلاث أجزاء:



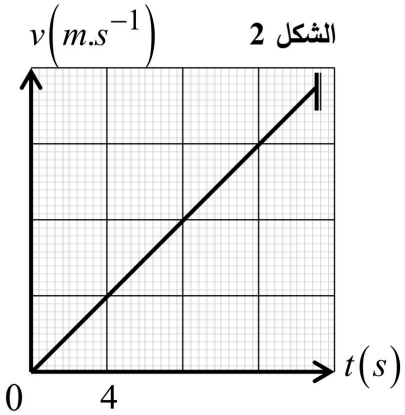
الشكل 1

- الجزء الأول AB أفقي ومستقيم طوله L_1.
- الجزء الثاني BC دائري نصف قطره r ويحصر زاوية β.
- الجزء الثالث CD مستوي مائل عن الأفق بزاوية β وطوله L_2.
- **المعطيات:** الأرضية: $g=9,8m.s^{-2}$

I. دراسة حركة الجملة خلال المسار AB:

انطلاقا من السكون، يقوم ثلاثة رياضيين بدفع الجملة (مزلاجة + القائد) مطبقين عليها قوة $\vec{F}$ شدتها ثابتة وحاملها يصنع زاوية θ مع الأفق. الجملة تلاقي قوة احتكاك $\vec{f}$ شدتها ثابتة ومعاكسة للحركة.

التصوير المتعاقب لحركة الجملة سمح لنا بالحصول على بيان تغيرات السرعة v بدلالة الزمن t. (الشكل.2)



الشكل 2

1. اعتمادا على بيان الشكل.2:
   1.1. حدد طبيعة الحركة، معللا جوابك.
   2.1. إذا علمت أن طول المسار هو $L_1=56,25m$، استنتج سرعة مركز عطالة الجملة عند الموضع B ، ثم ضع سلم مناسب لبيان الشكل.2.
   3.1. استنتج تسارع مركز عطالة الجملة.
2. ندرس حركة الجملة في مرجع سطحي أرضي نعتبره عطالي.
   1.2. عرف المرجع العطالي.
   2.2. حدد الشرط اللازم تحققه ليصبح المرجع عطاليا.

3.2. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة الجملة في المرجع العطالي المناسب، جدّ عبارة تسارع مركز عطالة الجملة a بدلالة: f ، F ، θ و m كتلة الجملة (الزلاجة + القائد).

4.2. استنتج شدة قوة الاحتكاك f ، علما أن $\theta = 20°$ ، $F = 200\,N$ و $m = 100\,kg$.

II. <u>دراسة حركة الجملة خلال المسار</u> BC : (خلال هذا الجزء من المسار تهمل قوى الاحتكاك)

عندما تصل الجملة إلى الموضع B يقوم الرياضيين الثلاث بركوب العربة لتصبح الجملة مؤلفة من (مزلاجة + القائد + الرياضيين الثلاث) وكتلتها $M = 340\,kg$.

1. مثل مختلف القوى المؤثرة على الجملة في موضع كيفي من المسار.
2. انجز الحصيلة الطاقوية للجملة السابقة بين الموضعين B و C.
3. بتطبيق مبدا انحفاظ الطاقة، أثبت أن سرعة الجسم عند الموضع C يعطى بالعلاقة:

$$v_C = \sqrt{{v_B}^2 + 2.g.r.(1-\cos\beta)}$$

أحسب قيمتها من أجل $\beta = 15°$ و $r = 117{,}5\,m$.

4. هل تتغير السرعة v_C في حالة عدم ركوب الرياضيين الثلاث بالزلاجة؟ علل.
5. استنتج قيمة فعل المستوى R على الجملة في الموضع C.

III. <u>دراسة حركة الجملة خلال المسار</u> CD :

خلال هذه المرحلة تلاقي الجملة قوة احتكاك معيقة للحركة نفسها المحسوبة في الجزء AB ، ويقوم القائد بفرملة الزلاجة مطبقا قوة معيقة إضافية $\vec{f_1}$ حتى تحافظ الجملة على سرعة ثابتة قيمتها $v = 11{,}6\,m.s^{-1}$.

1. أحسب شدة قوة الفرملة f_1 مبينا القوانين المستعملة.

استنتج قيمة المسافة CD علما أن الجملة استغرقت $\Delta t = 11{,}5\,s$ لقطع هذا المسار.

تمرين 02

يستعمل ماء جافيل كمطهر، وهو سائل يتم الحصول عليه بواسطة تفاعل تام بين غاز ثنائي الكلور $Cl_2(g)$ ومحلول هيدروكسيد الصوديوم $\left(Na^+(aq) + OH^-(aq)\right)$ الموجود بوفرة وفق المعادلة التالية:

$$Cl_2(g) + OH^-(aq) = ClO^-(aq) + Cl^-(aq) + H_2O(l)$$

1. تعرف الدرجة الكلورمترية $Chl°$ لماء جافيل هي حجم غاز الكلور اللازم لتحضير واحد لتر من ماء جافيل في الشرطين النظاميين.

- بين أن عبارة الدرجة الكلورمترية تكتب بلعلاقة $Chl° = C_0.V_M$ حيث $V_M = 22{,}4\,L.mol^{-1}$ و C_0 التركيز المولي لماء جافيل.

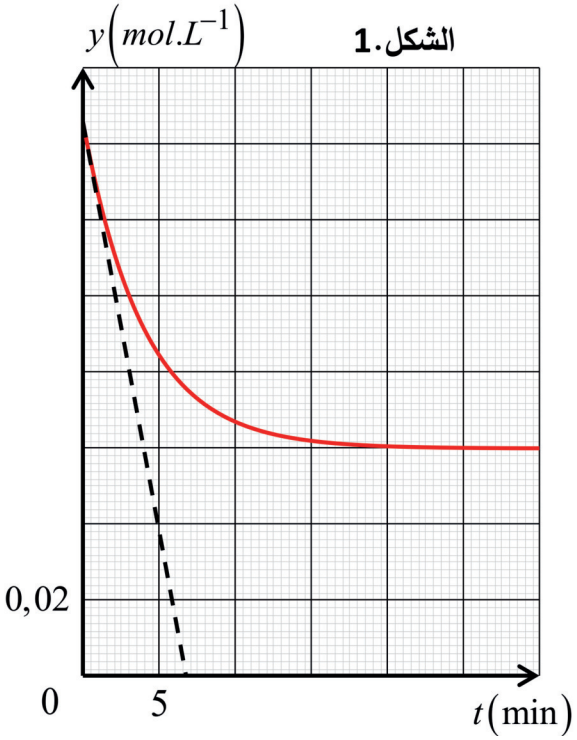
2. يتفكك ماء جافيل ببطء حسب تفاعل تام ولتسريعه نضيف كمية من شوارد كوبالت Co^{2+}. لمتابعة تطور هذا التفاعل نمدد 10 مرات المحلول التجاري (S_0) تركيزه المولي C_0، من أجل الحصول على حجم $V_1 = 50mL$ من محلول (S_1) لماء جافيل ممدد تركيزه المولي C_1 بشوارد الهيبوكلوريت ClO^-.

1.2. أذكر البرتوكول التجريبي لتحضير المحلول (S_1).

2.2. أكتب معادلة التفكك علما أن الثنائيتان التي تتدخل في هذا التفاعل هي (O_2 / H_2O) و $\left(ClO^- / Cl^-\right)$.

3. نضيف في بيشر حجم V_1 من محلول (S_1) لماء جافيل ونضيف له نفس الحجم V_1 من محلول يود البوتاسيوم $\left(K^+(aq) + I^-(aq)\right)$ تركيزه المولي $C_2 = 0,2mol.L^{-1}$ مع قطرات من حمض الخل النقي. مكنتنا عملية معايرة لشوارد اليود وبرمجية مناسبة لجهاز $ExAO$ من معرفة أن هذا التفاعل تام وكذلك من رسم البيان $y = f(t)$ الممثل في الشكل.1 حيث $y = \left[ClO^-\right]_t + \left[I^-\right]_t$.

الشكل.1



1.3. اكتب معادلة التفاعل بين شوارد اليود وشوارد الهيبوكلوريت. يعطى $\left(I_2 / I^-\right)$ و $\left(ClO^- / Cl^-\right)$

2.3. أنشئ جدولا لتقدم هذا التفاعل، وجد عبارة $y(t)$ بدلالة التقدم x.

3.3. بالاستعانة بالبيان وجدول تقدم التفاعل، جد قيمة التركيز المولي C_1 بشوارد الهيبوكلوريت.

4.3. بين أن سرعة التفاعل تعطى بالعبارة: $v = -\frac{V_T}{3} \cdot \frac{dy}{dt}$ ، ثم قيمتها في اللحظة $t = 0\min$.

5.3. عرف زمن نصف التفاعل، ثم بين أنه عند $t = t_{1/2}$ يكون: $y(t_{1/2}) = \frac{y_0 + y_f}{2}$ حدد قيمته من البيان.

6.3. استنتج قيمة كل من C_0 التركيز المولي والدرجة الكلورمترية $Chl°$ للمحلول التجاري (S_0) لماء جافيل.