الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التربية الوطنية — ثانوية أحمد طاطا – بوروبة – العاصمة

امتحان بكالوريا التعليم الثانوي — دورة: ماي 2021

الشعبة : علوم تجريبية

إختبار تجريبي في مادة: العلوم الفيزيائية — المدة : 3 سا و 30 د

على المترشح أن يختار أحد الموضوعين الآتيين

الموضوع الأوّل

يحتوي الموضوع الأول على 04 صفحات (من الصفحة 1 من 8 إلى الصفحة 4 من 8)

الجزء الأول : (13 نقطة)

التمرين الأول: (06 نقاط)

I/ بالإضافة إلى الحفريات والآثار يتوقع الخبراء أن الجزائر تنام على مخزون هائل من اليورانيوم وخصوصا في الجنوب، كما أن المفاعل النووي السلام الواقع بعين وسارة ولاية الجلفة ينتج استطاعة كهربائية قدرها $P = 15MW$ ناجمة عن التحول النووي التالي:

$$^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{140}_{54}Xe + {}^{94}_{z}Sr + x\ {}^{1}_{0}n$$

1- بتطبيق قوانين الإنحفاظ أوجد كل من z و x .

2- أحسب الطاقة المحررة عن انشطار نواة واحدة من $^{235}_{92}U$.

3- اذا علمت أن المفاعل النووي يستهلك كتلة $m = 10kg$ في السنة ، أحسب قيمة مردوده السنوي.

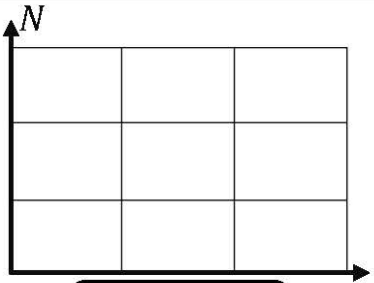
II/ في عام 2018، اكشف فريق من الباحثين الأثريين من الجزائر أدوات وبقايا عظام حيوانات تعود إلى آلاف السنين في الموقع الأثري القريب من منطقة عين بوشريط في ولاية سطيف الواقعة في شمال شرق الجزائر.

من أجل تقدير عمر بقايا خشبية (الزمن الفاصل بين لحظة قطعها ولحظة العثور عليها)، أخذنا منها عينة كتلتها $m = 0{,}3\ \mathrm{g}$ ووجدنا أنها تحتوي على 51% من ^{12}C المستقر، وبواسطة عداد جيجر وجدنا أن نشاط هذه العينة الناتج عن ^{14}C هو 72 تفكك في الساعة . يعطى: زمن نصف العمر لـ ^{14}C : $t_{1/2} = 5730\ ans$

1- ماذا تمثل كل من الأنوية ^{12}C و ^{14}C ، عرفها.

2- الكربون $^{14}_{6}C$ مشع ويتفكك تلقائيا إلى الآزوت $^{14}_{7}N$. أكتب معادلة التحول النووي محددا نمط التفكك.

3- مثل هذا الإشعاع على المخطط (Z, N) (الشكل -1)



الشكل (1)

4- أحسب عدد أنوية ^{12}C في قطعة الخشب مماثلة للتي عُثر عليها ولكن مقطوعة حديثا .

5- استنتج النشاط الإشعاعي A_0 للعينة المقطوعة حديثا الناجم عن ^{14}C .

إذا علمت أن النسبة بين ^{14}C و ^{12}C في الكائن الحي تكون :

$$\frac{N(^{14}C)}{N(^{12}C)} = 1{,}3 \times 10^{-12}$$

6- أثبت أن العمر التقديري لقطعة الخشب يكون على الشكل : $t = \frac{t_{1/2}}{ln2} ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right)$ ، ثم أحسب قيمته .

المعطيات :

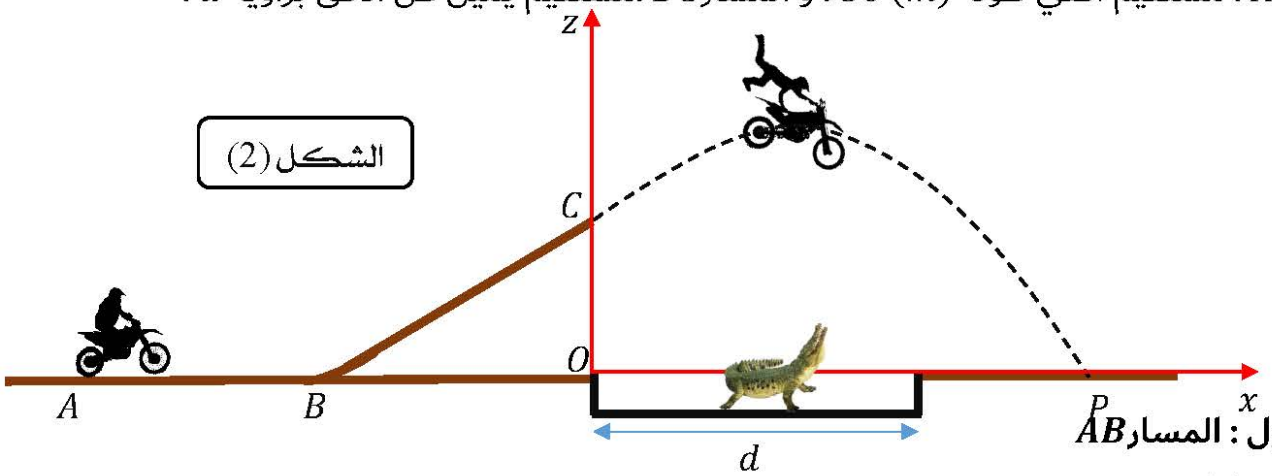
$1\,u = 931{,}5\,MeV/c^2$ $\quad 1\,eV = 1{,}6 \times 10^{-19}\,J$ $\quad N_A = 6{,}022 \times 10^{23} mol^{-1}$ $\quad 1ans = 365{,}25\,jours$

$m(^{235}_{92}U) = 234{,}9865\,u$ $\quad m(^{140}_{54}Xe) = 139{,}8878\,u$ $\quad m(^{94}_{Z}Sr) = 93{,}8918\,u$ $\quad m(^{1}_{0}n) = 1{,}0086\,u$

التمرين الثاني: (07 نقاط)

تعتبر الدراجات النارية من أحد المركبات التي تستهوي المجازفين والمغامرين . في هذا التمرين سندرس حركة الجملة الميكانيكية (S) (دراج + دراجة) والتي نعتبرها جسما صلبا كتلتها $m = 150kg$ ، تسير على المسار الخشن المكون من من جزئين مستقيمين AB و BC بعفل قوة دفع أفقية للمحرك $F = 600(N)$ التي نعتبرها ثابتة. (نعتبر شدة قوة إحتكاك العجلات مع السطح الخشن أيضا ثابتة) (الشكل -2).

المسار AB : مستقيم أفقي طوله $50\ (m)$. و المسار BC :مستقيم يميل عن الأفق بزاوية α .



الشكل (2)

الجزء الأول : المسار AB

تمر الجملة (S) بالموضع A بسرعة قدرها $v_A = 36km/h$ لتصل إلى الموضع B بسرعة $v_B = 72km/h$.

1- ماذا يمكنك القول عن طبيعة الحركة الجملة (S). علل

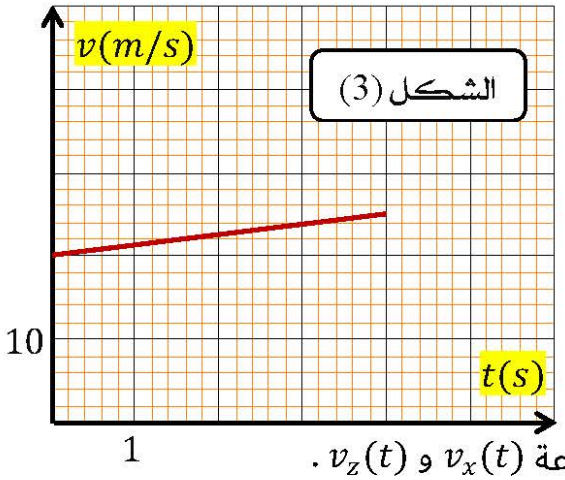
2- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة (S)، أوجد شدة قوة إحتكاك العجلات مع السطح.

3- لو زاد الدراج من قوة دفع المحرك إلى الضعف انطلاقا من الموضع A ، كم ستكون سرعته في B .

الجزء الثاني : المسار BC

عند اللحظة $t = 0$ يصعد الدراج المسار BC ليصل إلى الموضع C بعد مدة قدرها $\Delta t = 4\ (s)$ ، الدراسة التجريبية مكنتنا من رسم منحنى تغيرات سرعة مركز عطالة الجملة (S) بدلالة الزمن (الشكل -3).

1- مثل القوى الخارجية المطبقة على الجملة (S) .



2- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجملة (S) ، أوجد عبارة تسارع مركز عطالتها.

3- اعتمادا على البيان :

أ- أثبت أن زاوية ميل المستوي الأفقي $\alpha = 10°$.

ب- أوجد طول المسار BC وسرعة الجملة عند الموضع C .

تغادر الجملة (S) الموضع C لتسقط في مجال الجاذبية الأرضية (نهمل تأثيرات الهواء) إلى غاية وصولها للموضع P .

4- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن جد المعادلتين الزمنيتين للسرعة $v_x(t)$ و $v_z(t)$.

5- أثبت أن المعادلتين الزمنيتين للموضع في المعلم $(O, \overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{Oz})$ تكتبان من الشكل :

$$x(t) = 24{,}6.t \qquad z(t) = -5.t^2 + 4{,}3.t + 15{,}6$$

6- استنتج معادلة المسار.

7- هل يجتاز الدراج المغامر خندق التمساح أم لا؟ علما أن طول الخندق : $d = 40(m)$

تعطي : تسارع الجاذبية الأرضية $g = 10\ (m/s^2)$

الجزء الثاني : (07 نقطة)

التمرين التجريبي: (07 نقاط)

اللاكتوز هو السكر المميز للحليب ولكن تحت تأثير البكتيريا يتحول اللاكتوز إلى حمض اللاكتيك $C_3H_6O_3$ وبتزايد هذا الأخير تزداد حمضية الحليب ويصبح غير صالح للإستهلاك .

1- اقترح طريقة تجريبية تزيد من مدة صلاحية الحليب مع تقديم تعليل علمي.

يعتبر الحليب صالحا للإستهلاك إذا لم تتجاوز حمضيته $18\ °D$ والتي تعني أن $1L$ من الحليب يحتوي على $1{,}8\ g$ من حمض اللاكتيك.

من أجل التأكد أن حليب Candia صالح للإستهلاك أم لا ، نجري التجربتين التاليتين:

التجربة الأولى:

نحضر محلول مائي S_1 لحمض اللاكتيك $C_3H_6O_3$ تركيزه المولي $C = 0{,}01\ mol/L$ وحجمه V .

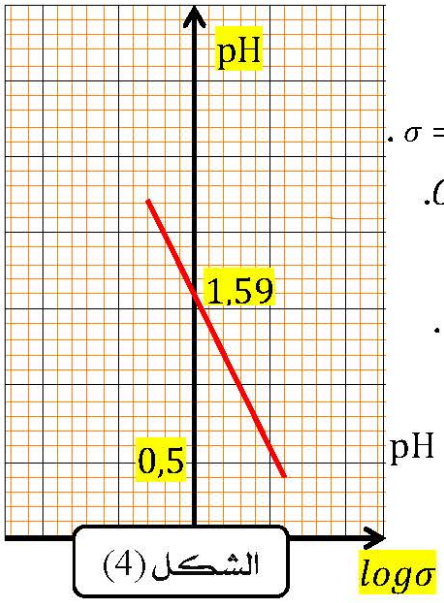
1- أكتب معادلة تفاعل حمض اللاكتيك مع الماء.

2- أنجز جدول تقدم هذا التفاعل.

3- أثبت أن قيمة pH يمكن حسابها بالعلاقة: (يمكن اهمال تركيز شوارد الهيدروكسيد OH^-)

$$\text{pH} = log\left(\frac{\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{C_3H_5O_3^-}}{\sigma}\right)$$

4- قمنا بتحضير محاليل المائي لحمض اللاكتيك من المحلول السابق ، وفي كل مرة كنا نقيس قيمة الناقلية النوعية σ بـ (S/m) وقيمة الـ pH لكل محلول ، الدراسة التجريبية مكنتنا من رسم المنحنى البياني $\mathrm{pH} = f(log\sigma)$ (الشكل- 4)



الشكل (4)

أ- حدد قيمة الناقلية النوعية الشاردية لـ $C_3H_5O_3^-$ ، إذا علمت أن :

$\lambda_{H_3O^+} = 35mS.m^2.mol^{-1}$

ب-عين بيانيا قيمة pH المحلول المائي S_1 إذا علمت أن $\sigma = 43{,}6(mS/m)$.

5- عبر عن نسبة التقدم النهائي τ_f بدلالة كل من الـ pH و تركيز المحلول C.

أحسب قيمته، ماذا تستنتج؟

6- أحسب قيمة كسر التفاعل في حالة توازن الجملة الكيميائية المدروسة .

7- استنتج قيمة pKa الثنائية $(C_3H_6O_3/C_3H_5O_3^-)$.

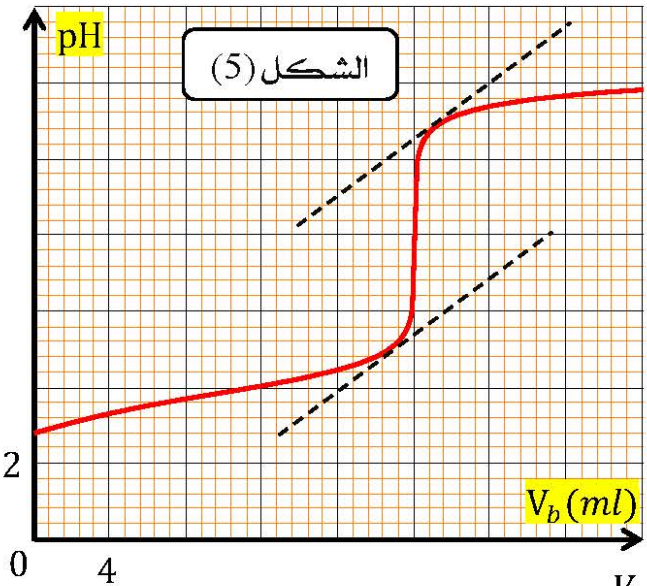
8- أعطى قياس الـ pH لحليب Candia عند درجة $25°C$ القيمة : $\mathrm{pH} = 6{,}7$

حدد الصفة الغالبة للثنائية $(C_3H_6O_3/C_3H_5O_3^-)$ في هذا الحليب.

التجربة الثانية:

من أجل مراقبة الجودة نقوم بمعايرة حمض اللاكتيك الموجود في عينة من Candia حجمها $V_a = 40mL$ بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C_b = 0{,}04\ mol/L$ معايرة pH مترية (الشكل -5).

(باعتبار أن حمض اللاكتيك هو الحمض الوحيد الموجود في الحليب)



الشكل (5)

1- أكتب معادلة تفاعل المعايرة الحادث.

2- حدد إحداثيات نقطة التكافؤ .

3- لو أردنا إجراء المعايرة اللونية لحمض اللاكتيك، ماهو الكاشف الذي ستختاره؟

4- عين قيمة pKa الثنائية $(C_3H_6O_3/C_3H_5O_3^-)$ بيانيا.

5- أحسب قيمة ثابت التوازن لتفاعل المعايرة. ماذا تستنتج؟

6- استنتج قيمة التركيز المولي C_a لحمض اللاكتيك في الحليب.

7- أحسب الكتلة المنحلة من حمض اللاكتيك في الحجم V_a .

8- هل الحليب المدروس Candia صالح للإستهلاك؟

$M_{C_3H_6O_3} = 90\mathrm{g/mol}$

كل المحاليل مأخوذة في 25°C

الجداء الشاردي للماء $K_e = 10^{-14}$

الكاشف الملون	الهيليانتين	BBT	الفينول فتالين
مجال التغير اللوني	3,1 – 4,4	6,0 – 7,6	8,0 – 10

انتهى الموضوع الأول

الحل المفصل للموضوع 01 – بكالوريا تجريبي

الجزء الأول : (13 نقطة)

التمرين الأول : (06 نقاط)

I/

1- إيجاد كل من z و x بتطبيق قوانين الإنحفاظ :

$$^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{140}_{54}Xe + {}^{94}_{z}Sr + x\ {}^{1}_{0}n$$

☒ انحفاظ العدد الكتلي: $1 + 235 = 140 + 94 + x \rightarrow \boxed{x = 2}$

☒ انحفاظ الرقم الذري: $92 = 54 + z \rightarrow \boxed{z = 38}$

2- حسب الطاقة المحررة عن انشطار نواة واحدة من $^{235}_{92}U$:

$$E_{Lib} = \left(m_{\text{متفاعلات}} - m_{\text{نواتج}}\right).C^2$$

$$E_{Lib} = \left(m(^{235}_{92}U) + m(^{1}_{0}n) - m(^{140}_{54}Xe) - m(^{94}_{z}Sr) - 2 \times m(^{1}_{0}n)\right) \times C^2 \text{ سلطان}$$

$$E_{Lib} = (234{,}9865 - 139{,}8878 - 93{,}8918 - 1{,}0086) \times 931{,}5 \text{ سلطان}$$

$$\boxed{E_{Lib} = 184{,}72\ MeV}$$

3- حساب قيمة المردود السنوي للمفاعل النووي:

$$r = \frac{E_e}{\acute{E}_{lib}} \times 100 \text{ سلطان}$$

E_e: الطاقة الكهربائية	$\acute{E}_{lib}$: الطاقة النووية المحررة من المفاعل النووي
$P = \frac{E_e}{\Delta t} \rightarrow E_e = P.\Delta t$ سلطان	$\acute{E}_{lib} = N.E_{lib} = \frac{m}{M}.N_A.E_{lib}$ سلطان

ومنه بالتعويض نجد :

$$r = \frac{M.P.\Delta t}{m.N_A.E_{lib}} \times 100 = \frac{235 \times 15 \times 10^6 \times 1 \times 365{,}25 \times 24 \times 3600}{10 \times 10^3 \times 6{,}022 \times 10^{23} \times 184{,}72 \times 1{,}6 \times 10^{-13}} \times 100$$

$$\boxed{r = 62{,}5\%}$$

II/

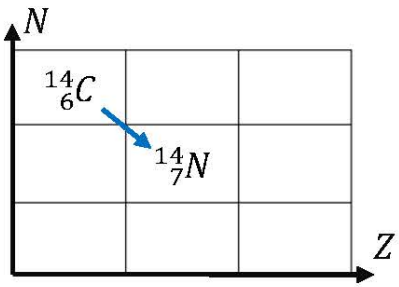
1- تمثل كل من الأنوية ^{12}C و ^{14}C : نظائر عنصر الكربون

تعريف :النظائر عبارة عن أنوية ذرات تنتمي إلى نفس العنصر الكيميائي ، تشترك في الرقم الذري Z وتختلف العدد الكتلي A .

2- كتابة معادلة التحول النووي مع تحديد نمط التفكك:

$$^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{A}_{Z}X$$

بتطبيق قوانين الإنحفاظ (قانونا صودي):



☒ انحفاظ العدد الكتلي: $14 = 14 + A \rightarrow \boxed{A = 0}$

☒ انحفاظ الرقم الذري: $6 = 7 + Z \rightarrow \boxed{Z = -1}$

$$^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e$$

نمط النشاط الإشعاعي: β^- .

3- تمثيل هذا الإشعاع على المخطط (Z, N) :

4- حساب عدد أنوية ^{12}C في قطعة الخشب مماثلة للتي عُثر عليها ولكن مقطوعة حديثا :

عينة الخشب تحتوي على 51% من الكربون ^{12}C المستقر (لا يتفكك)، وعليه:

$$m(^{12}C) = \frac{0{,}3 \times 10^{-6} \times 51}{100} \rightarrow \boxed{m(^{12}C) = 1{,}53 \times 10^{-7}(g)}$$

$$N(^{12}C) = \frac{m(^{12}C)}{M}.N_A = \frac{1{,}53 \times 10^{-7} \times 6{,}022 \times 10^{23}}{12} \rightarrow \boxed{N(^{12}C) = 7{,}68 \times 10^{21}(\text{نواة})}$$

5- استنتاج النشاط الإشعاعي A_0 للعينة المقطوعة حديثا الناجم عن ^{14}C :

$$A_0 = \lambda N_0(^{14}C) = \frac{ln2}{t_{1/2}}.N_0(^{14}C)$$

$$\frac{N_0(^{14}C)}{N(^{12}C)} = 1{,}3 \times 10^{-12} \rightarrow N_0(^{14}C) = N(^{12}C) \times 1{,}3 \times 10^{-12}$$

$$N_0(^{14}C) = 7{,}68 \times 10^{21} \times 1{,}3 \times 10^{-12}$$

$$N_0(^{14}C) = 9{,}98 \times 10^{9}(\text{نواة})$$

$$A_0 = \frac{ln2}{t_{1/2}}.N_0(^{14}C) = \frac{ln2}{5730 \times 365{,}25 \times 24 \times 3600} \times 9{,}98 \times 10^{9}$$

$$\boxed{A_0 = 0{,}038(Bq)}$$

6- اثبات أن العمر التقديري لقطعة الخشب يكون على الشكل : $t = \frac{t_{1/2}}{ln2} ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right)$ ، ثم حساب قيمته :

$$A(t) = A_0.e^{-\lambda t} \rightarrow e^{-\lambda t} = \frac{A(t)}{A_0} \rightarrow -\lambda t = ln\left(\frac{A(t)}{A_0}\right)$$

$$t = \frac{1}{\lambda}.ln\left(\frac{A(t)}{A_0}\right) = \frac{t_{1/2}}{ln2}.ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right)$$

$$\boxed{t = 5305{,}95\ (ans)}$$

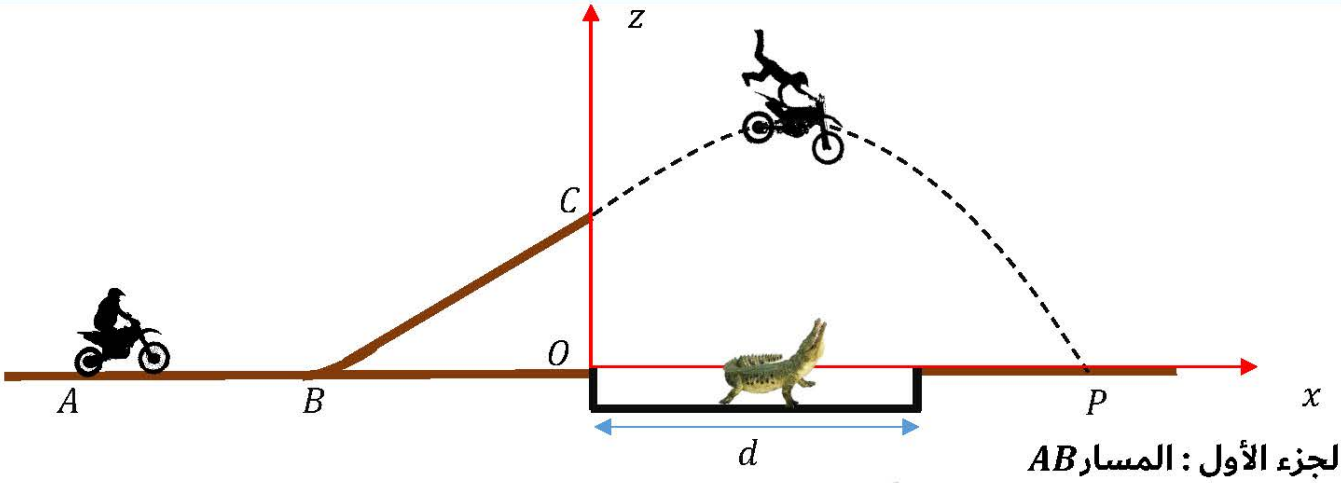
تطبيق عددي :

$A(t) = 72 \frac{\text{تفكك}}{\text{ساعة}}$

$A(t) = \frac{72}{3600}$

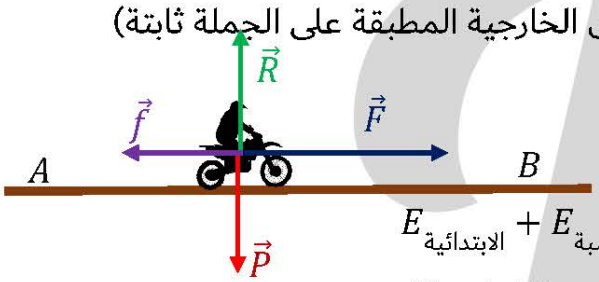
$A(t) = 0{,}02\ Bq$

التمرين الثاني : (07 نقاط)



الجزء الأول : المسار AB

1- طبيعة حركة الجملة (S): الحركة مستقيمة متسارعة بانتظام التعليل: لأن المسار مستقيم والسرعة متزايدة $(v_B > v_A)$ والتسارع ثابت (كل القوى الخارجية المطبقة على الجملة ثابتة)



2- ايجاد شدة قوة إحتكاك العجلات مع السطح:

بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة (S) :

$$E_{\text{الابتدائية}} + E_{\text{المكتسبة}} - \left|E_{\text{المفقودة}}\right| = E_{\text{النهائية}}$$

$$E_{CA} + W_{A\to B}(\vec{F}) - \left|W_{A\to B}(\vec{f})\right| = E_{CB}$$

$$\frac{1}{2}mv_A{}^2 + F.AB - |-f.AB| = \frac{1}{2}mv_B{}^2$$

$$\frac{1}{2}mv_A{}^2 + F.AB - f.AB = \frac{1}{2}mv_B{}^2 \quad \dots (1)$$

$$f = \frac{mv_A{}^2 + 2F.AB - mv_B{}^2}{2AB} = \frac{150\times 10^2 + 2\times 600\times 50 - 150\times 20^2}{2\times 50}$$

$$\boxed{f = 150\ (N)}$$

$\frac{km}{h} \xrightarrow{\div 3.6} \frac{m}{s}$

يجب تحويل السرع إلى (m/s)

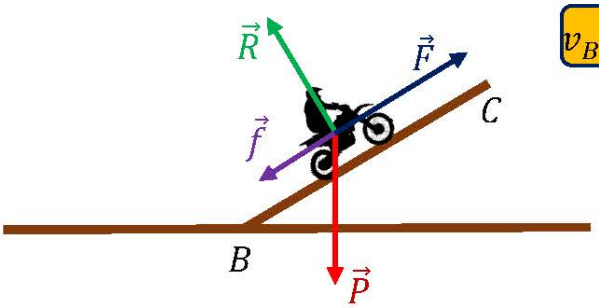
3- لو زاد الدراج من قوة دفع المحرك إلى الضعف انطلاقا من الموضع A ، كم ستكون سرعته في B .

بضرب العلاقة (1) في $\frac{2}{m}$ ومن أجل $\acute{F} = 2F$ نجد :

$$v_B{}^2 = v_A{}^2 + \frac{2AB}{m}\left(\acute{F} - f\right)$$

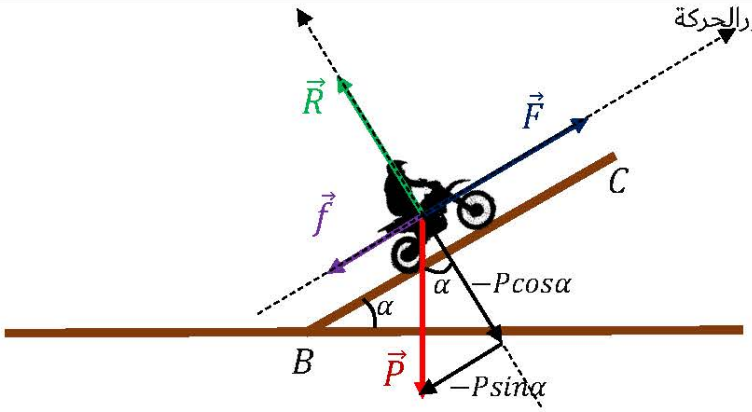
$$v_B = \sqrt{v_A{}^2 + \frac{2AB}{m}\left(\acute{F} - f\right)} \quad \rightarrow \quad v_B = \sqrt{10^2 + \frac{2\times 50}{150}(2\times 600 - 150)}$$

$$\boxed{v_B = 28{,}28\ (m/s)}$$



الجزء الثاني : المسار BC

1- مثل القوى الخارجية المطبقة على الجملة (S) .



2- ايجاد عبارة تسارع مركز عطالة الجملة (S):

الجملة المدروسة : (دراج + دراجة)

مرجع الدراسة : سطحي أرضي (نعتبره عطالي)

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G$$

$$\vec{P} + \vec{F} + \vec{f} + \vec{R} = m\vec{a}_G$$

بالإسقاط على محور الحركة نجد : $-P\sin\alpha + F - f = ma_G$ ومنه :

$$a_G = \frac{F-f}{m} - g.\sin\alpha = \text{ثابت} \quad ...(2)$$

3- اعتمادا على البيان :

أ- اثبات أن زاوية ميل المستوي الأفقي $\alpha = 10°$.

البيان عبارة عن جزء من مستقيم لا يمر من المبدأ معادلته من الشكل : $v = a.t + b$.

حيث : $b = 20$ ، كما أن $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20-25}{0-4}$ ومنه : $a = 1,25$ وهذا يعني:

$$v = 1,25.t + 20$$

ومن العلاقة (2) لدينا: $a_G = \frac{dv}{dt}$ بالتكامل بالنسبة للزمن نجد : $v(t) = a_G.t + v_0$

بمطابقة العلاقة النظرية بالعلاقة البيانية نجد أن : $a_G = 1,25$ ومنه :

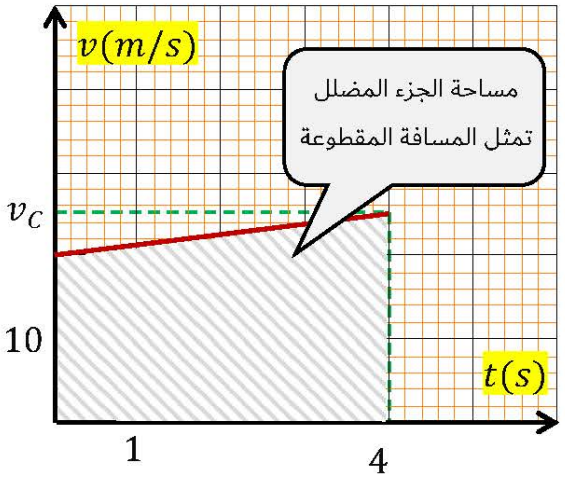
$$\frac{F-f}{m} - g.\sin\alpha = 1,25$$

$$sin\alpha = \frac{F-f}{mg} - \frac{1,25}{g} = \frac{600-150}{150\times 10} - \frac{1,25}{10}$$

$$\sin\alpha = 0,175$$

$$\alpha = \sin^{-1}(0,175) \quad \rightarrow \quad \alpha = 10°$$

ب- أوجد طول المسار BC وسرعة الجملة عند الموضع C :



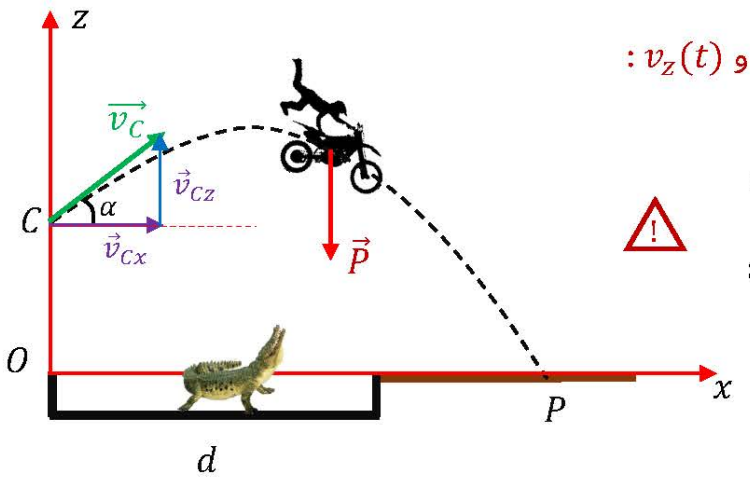
عند $t = 4\ (s)$ تصل الجملة للموضع C ، بالإسقاط نجد:

$$v_C = 25\ (m/s)$$

مساحة الجزء المضلل تمثل المسافة المقطوعة BC :

$$BC = \frac{(20+25)\times 4}{2}$$

$$BC = 90\ (m)$$



4- ايجاد المعادلتين الزمنيتين للسرعة $v_x(t)$ و $v_z(t)$:

الشروط الإبتدائية :

$$\cos\alpha = \frac{v_{cx}}{v_c} \rightarrow \begin{cases} v_{cx} = v_c.\cos\alpha \end{cases}$$

$$\sin\alpha = \frac{v_{cz}}{v_c} \rightarrow \begin{cases} v_{cz} = v_c.\sin\alpha \end{cases}$$

الجملة المدروسة : (دراج + دراجة)

مرجع الدراسة : سطحي أرضي (نعتبره عطالي)

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن : $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G$ ومنه $\vec{P} = m\vec{a}_G$ ، بالإسقاط في معلم الدراسة:

على المحور Ox	على المحور Oz
لدينا : $0 = ma_x$	لدينا : $-\mathrm{p} = ma_z$ أي: $-mg = ma_z$
ومنه : $a_x = 0$	ومنه : $a_z = -g$
كما أن : $a_x = \frac{dv_x}{dt} = 0$	كما أن : $a_z = \frac{dv_z}{dt} = -g$
ومنه بالتكامل نجد:	ومنه بالتكامل نجد: $v_z(t) = -g.t + v_{cz}$
$v_x(t) = v_{cx} = v_c.\cos\alpha = 25 \times \cos 10$	$v_z(t) = -g.t + v_c.\sin\alpha = -10.t + 25.\sin 10$
$v_x(t) = 24{,}6\ (m/s)$	$v_z(t) = -10.t + 4{,}3\ (m/s)$

5- ايجاد المعادلتين الزمنيتين للموضع في المعلم $(O, \overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{Oz})$:

$x(t)$	$z(t)$
مما سبق وجدنا : $v_x(t) = \frac{dx}{dt} = 24{,}6$	مما سبق وجدنا : $v_z = \frac{dz}{dt} = -10.t + 4{,}3$
ومنه بالتكامل نجد:	ومنه بالتكامل نجد:
$x(t) = 24{,}6.t + x_0$	$z(t) - 5.t^2 + 4{,}3.t + z_0$
وبما أن : $x_0 = 0$ إذا :	وبما أن : $z_0 = OC = BC.sin\alpha$ إذا :
$x(t) = 24{,}6.t$ ... (3)	$z(t) - 5.t^2 + 4{,}3.t + 15{,}6$ ... (4)

6- استنتاج معادلة المسار :

من العلاقة (3) نجد : $t = \frac{x}{24{,}6}$ وبالتعويض في (4) نجد :

$$z = -5.\left(\frac{x}{24{,}6}\right)^2 + 4{,}3.\left(\frac{x}{24{,}6}\right) + 15{,}6 \rightarrow z = -8{,}26 \times 10^{-3}.x^2 + 0{,}16.x + 15{,}6$$

7- هل يجتاز الدراج المغامر خندق التمساح أم لا؟ علما أن طول الخندق : $d = 40(m)$

نضع $z = 0$ ونحل معادلة من الدرجة الثانية ذات مجهول واحد

فنجد : $x_1 = 54{,}2\ (m)$ (مقبول) و $x_2 = -34{,}8\ (m)$ (مرفوض)

بما أن $x > d$ فإن الدراج سيجتاز الخندق بسلام .

الجزء الثاني : (07 نقاط)

التمرين التجريبي :

1- طريقة تجريبية تزيد من مدة صلاحية الحليب مع تقديم تعليل علمي:

نقوم بوضع الحليب في مكان بارد . التعليل : عند انخفاض درجة الحرارة تقل الطاقة الحركية للأفراد الكيميائية ومنه يتناقص تواتر التصادمات الفاعلة وهذا ما يجعل التحول الكيميائي يصبح أبطئ.

التجربة الأولى:

1- كتابة معادلة تفاعل حمض اللاكتيك مع الماء.

$$C_3H_6O_{3(aq)} + H_2O_{(l)} = C_3H_5O_{3(aq)}^- + H_3O_{(aq)}^+$$

2- انجاز جدول تقدم هذا التفاعل:

حالة الجملة	تقدم التفاعل $x(mol)$	$C_3H_6O_{3(aq)} + H_2O_{(l)} = C_3H_5O_{3(aq)}^- + H_3O_{(aq)}^+$			
		كميات المادة بالمول (mol)			
ح الإبتدائية	$x = 0$	n_a	بوفرة	0	0
ح الإنتقالية	$x(t)$	$n_a - x$		x	x
ح النهائية	x_f	$n_a - x_f$		x_f	x_f

3- اثبات أن قيمة pH يمكن حسابها بالعلاقة $\text{pH} = log\left(\frac{\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{C_3H_5O_3^-}}{\sigma}\right)$:

$$\sigma = \sum \lambda_i[X_i] = \lambda_{C_3H_5O_3^-}[C_3H_5O_3^-]_f + \lambda_{H_3O^+}[H_3O^+]_f$$

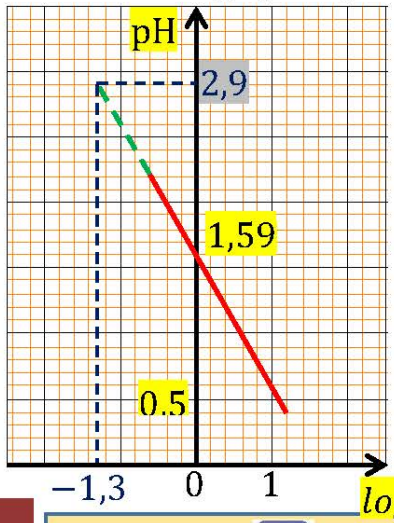
من جدول تقدم التفاعل لدينا : $[H_3O^+]_f = [C_3H_5O_3^-]_f = \frac{x_f}{V}$ وعليه تصبح العلاقة :

$$\sigma = \lambda_{C_3H_5O_3^-}[H_3O^+]_f + \lambda_{H_3O^+}[H_3O^+]_f = \left(\lambda_{C_3H_5O_3^-} + \lambda_{H_3O^+}\right)[H_3O^+]_f$$

$$[H_3O^+]_f = \frac{\sigma}{\left(\lambda_{C_3H_5O_3^-} + \lambda_{H_3O^+}\right)}$$

كما أن : $\text{pH} = -log[H_3O^+]_f$ ومنه : $\text{pH} = -log\left(\frac{\sigma}{\lambda_{C_3H_5O_3^-} + \lambda_{H_3O^+}}\right)$ وعليه :

$$\text{pH} = log\left(\frac{\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{C_3H_5O_3^-}}{\sigma}\right)$$



4- أ- تحديد قيمة الناقلية النوعية الشاردية $\lambda_{C_3H_5O_3^-}$:

من العلاقة السابقة وبتبسيطها نجد :

$$\text{pH} = log\left(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{C_3H_5O_3^-}\right) - log\sigma$$

من أجل : $log\sigma = 0$ بالإسقاط في البيان نجد : $\text{pH} = 1{,}59$

منه : $log(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{C_3H_5O_3^-}) = 1,59$ وعليه : $\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{C_3H_5O_3^-} = 10^{1,59}$

$$\lambda_{C_3H_5O_3^-} = 10^{1,59} - 35$$

$$\lambda_{C_3H_5O_3^-} = 3,9\ mS.m^2.mol^{-1}$$

ب-تعيين بيانيا قيمة pH المحلول المائي S_1 :

عندما يكون : $\sigma = 43,6(mS/m) = 0,0436$ ومنه : $log\sigma = -1,36$ بالإسقاط في البيان نجد :

$$pH = 2,9$$

5- التعبير عن نسبة التقدم النهائي τ_f بدلالة كل من الـ pH و تركيز المحلول C:

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}}$$

من جدول تقدم التفاعل لدينا : $x_f = [H_3O^+]_f.V = 10^{-pH}.V$

وبفرض أن $C_3H_6O_{3(aq)}$ متفاعل محد، يكون : $n_a - x_{max} = 0$ ومنه : $x_{max} = C.V$

$$\tau_f = \frac{10^{-pH}.V}{C.V} \quad \rightarrow \quad \tau_f = \frac{10^{-pH}}{C}$$

تطبيق عديدي: $\tau_f = 0,13 < 1$

ومنه نستنتج أن حمض اللاكتيك $C_3H_6O_{3(aq)}$ هو حمض ضعيف .

6- حساب قيمة كسر التفاعل في حالة توازن الجملة الكيميائية المدروسة :

$$Q_{r,éq} = \frac{[H_3O^+]_f[C_3H_5O_3^-]_f}{[C_3H_6O_3]_f}$$

من جدول تقدم التفاعل : $[H_3O^+]_f = [C_3H_5O_3^-]_f = 10^{-pH}$

كما أن : $[C_3H_6O_3]_f \frac{n_a - x_f}{V}$ ومنه : $[C_3H_6O_3]_f = \frac{n_a}{V} - \frac{x_f}{V}$

وعليه : $[C_3H_6O_3]_f = C - [H_3O^+]_f = C - 10^{-pH}$ بالتعويض نجد:

$$Q_{r,éq} = \frac{10^{-2pH}}{C - 10^{-pH}} = \frac{10^{-2\times 2,9}}{0,01 - 10^{-2,9}} \quad \rightarrow \quad Q_{r,éq} = 1,81 \times 10^{-4}$$

7- استنتج قيمة pKa الثنائية $(C_3H_6O_3/C_3H_5O_3^-)$:

$$K_a = \frac{[H_3O^+]_f[C_3H_5O_3^-]_f}{[C_3H_6O_3]_f} = Q_{r,éq}$$

كما أن : $pKa = -logK_a$ ومنه : $pKa = 3,74$.

8- تحدد الصفة الغالبة للثنائية $(C_3H_6O_3/C_3H_5O_3^-)$ في هذا الحليب: من أجل $pH = 6,7$

بما أن : $pH > pKa$ ومن فإن الأساس $C_3H_5O_3^-$ هو غالب ($[C_3H_5O_3^-]_f > [C_3H_6O_3]_f$)

التجربة الثانية:

1- كتابة معادلة تفاعل المعايرة الحادث:

$$C_3H_6O_{3(aq)} + OH^-{}_{(aq)} = C_3H_5O_3^-{}_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

2- تحديد إحداثيات نقطة التكافؤ :

باستعمال طريقة المماسيين المتوازيين نجد : $E\ (V_{bE} = 20\ mL\ ;\ \mathrm{pH}_E = 8)$

3- الكاشف المناسب في المعايرة اللونية :

الفينول فتالين لأن pH_E ينتمي إلى مجال التغير اللوني.

4- تعيين قيمة pKa الثنائية $(C_3H_6O_3/C_3H_5O_3^-)$ بيانيا :

عند نقطة نصف التكافؤ $V_b = \frac{V_{bE}}{2} = 10\ mL$ يكون : $\mathrm{pH} = \mathrm{pKa}$ ومنه بالإسقاط نجد : $\mathrm{pKa} = 3{,}8$.

5- حساب قيمة ثابت التوازن لتفاعل المعايرة :

$$K = \frac{[C_3H_5O_3^-]_f}{[C_3H_6O_3]_f[OH^-]_f} = \frac{[C_3H_5O_3^-]_f[H_3O^+]_f}{[C_3H_6O_3]_f[OH^-]_f[H_3O^+]_f} = \frac{K_a}{K_e}$$

$$K = \frac{10^{-\mathrm{pka}}}{10^{-14}} = \frac{10^{-3{,}74}}{10^{-14}}$$

$$\boxed{K = 1{,}82 \times 10^{10} > 10^4}$$

ومنه نستنتج أن تفاعل المعايرة تام .

6- استنتاج قيمة التركيز المولي C_a لحمض اللاكتيك في الحليب:

عند التكافؤ يكون المزيج في شروط ستوكيومترية، ومنه:

$$C_aV_a = C_bV_{bE} \quad \rightarrow \quad C_a = \frac{C_bV_{bE}}{V_a}$$

$$C_a = \frac{0{,}04 \times 20}{40}$$

$$\boxed{C_a = 0{,}02\ (mol/L)}$$

7- حساب الكتلة المنحلة من حمض اللاكتيك في الحجم V_a :

$$C_a = \frac{n}{V_a} = \frac{m}{M.V_a} \quad \rightarrow \quad m = C_a.V_a.M = 0{,}02 \times 0{,}04 \times 90$$

$$\boxed{m = 0{,}072\ g}$$

8- هل الحليب المدروس Candia صالح للإستهلاك؟

$$0{,}072\ g \ \rightarrow \ V_a = 40\ \mathrm{mL}$$

$$\acute{m} \ \rightarrow \ 1\ \mathrm{L}$$

$$\acute{m} = \frac{0{,}072}{0{,}04} = 1{,}8\ g$$

بما أن حمضية الحليب في هذه الحالة $18\ °D$ (لأن كتلة حمض اللاكتيك في 1 L هي $1{,}8\ g$) فعليه مزال الحليب صالح للإستهلاك ولكن يجب وضعه في الثلاجة فهو قريب سيفسد.