Devoir n°1 de Sciences Physiques

Exercice 1 : **Le relais 4x100 m**

On supposera les mouvements rectilignes.
Un athlète A arrive à vitesse constante de 7 m/s ; il passe le relais à son coéquipier B. Le démarrage de B s'effectue avec une accélération constante de 2 m/s^2 lorsque B se trouve 10 m devant A.

1) Etablir les équations horaires des deux athlètes.
2) Quel temps s'écoule entre le démarrage de B et le passage du témoin ?
3) Quelle distance est parcourue par B durant ce temps ? Quelle est sa vitesse à cette date ?

Exercice 2 :

Le plan est rapporté à un repère orthonormé xOy d'origine O et de base$(\vec{\imath},\vec{\jmath})$. Les coordonnées x et y d'un point M mobile dans le plan $(O,\vec{\imath},\vec{\jmath})$ varient avec le temps suivant :
x = 2cos (0,5t) et y = 2sin (0,5t) avec x et y en mètres et t en secondes.

1) Déterminer la nature de la trajectoire.
2) Déterminer les composantes du vecteur vitesse $\vec{v}$.
3) Déterminer l'expression de la vitesse $\frac{ds}{dt}$ ainsi que de l'abscisse curviligne s du point M à l'instant t, en prenant comme condition initiale s = 0 quand t = 0.
4) Déterminer les composantes normale et tangentielle de l'accélération dans un repère de Frenet.
5) En déduire le rayon de courbure de la trajectoire.
6) La trajectoire reste la même, mais maintenant le point M subit une accélération angulaire $\frac{d^2\theta}{dt^2} = \ddot{\theta} = 0{,}2$ t. A quelle date le point M atteint-il une vitesse de 10 m/s, sachant qu'il est parti du repos. Quelle distance a-t-il alors parcouru ?

Exercice 3 :

Un point M est animé d'un mouvement rectiligne sinusoïdal d'amplitude 3 cm; à t = 0, il passe au point d'abscisse x = + 1,5 cm et se dirige alors dans le sens des élongations négatives.
La fréquence du mouvement est de 10 Hz.

1) Etablir les expressions de l'élongation x, de la vitesse v et de l'accélération a en fonction du temps.
2) A quelles dates, le mobile passe-t-il au point d'abscisse x = - 2 cm ?

Exercice 4 :

Réaction entre l'acide éthanoïque (acide acétique) et un alcool le 2-méthylbutan-1-ol noté B.

1) Ecrire l'équation bilan et donner les caractéristiques de cette réaction.
2) On mélange 16 g d'acide acétique, 8 g d'alcool B et 0,5 mL d'acide sulfurique. On chauffe à reflux pendant 1 heure. A quoi sert l'acide sulfurique ? Pourquoi chauffe-t-on ?
3) Les conditions sont-elles stœchiométriques ? si non à quoi sert le réactif en excès ?
4) On obtient 7 g d'ester. Quel est le rendement ?

Exercice 5 :

L'acétone CH_3-CO-CH_3 est un solvant très utilisé dans l'industrie et au laboratoire. C'est également un composé à la base de fabrication de plastiques, de médicaments, et d'autres produits chimiques.

1) Quel est le nom de l'acétone dans la nomenclature officielle ?
   Donner la formule semi-développée et le nom d'un isomère de l'acétone possédant le même groupe fonctionnel.
2) On obtient un mélange de deux alcools, le propan-1-ol et le propan-2-ol.

a) Ecrire l'équation d'hydratation du propène donnant le propan-2-ol en utilisant les formules semi-développées.
b) Quelle règle permet de dire que le propan-2-ol est obtenu majoritairement ?
c) Ecrire les demi-équations électroniques puis l'équation de la réaction d'oxydoréduction correspondant à l'oxydation du propan-2-ol. Les couples oxydant / réducteur mis en jeu sont : $Cr_2O_7^{2-}$ /Cr^{3+} ; C_3H_6O / C_3H_8O
d) Quel volume d'une solution de dichromate de potassium acidifié de concentration $1{,}00.10^{-1}$ mol/L doit-on utiliser pour oxyder complètement 1,00 g de propan-2-ol ?

Masses molaires en $g.mol^{-1}$: C = 12; H = 1 ; O = 16.

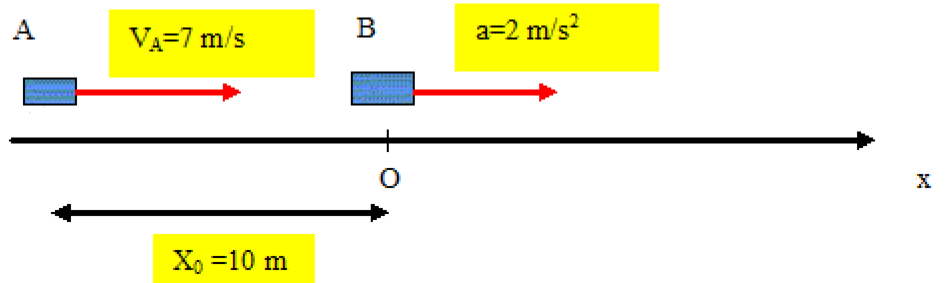
CORRECTION

Exercice 1 :

1) Equations horaires :

Origine des distances : position initiale de B ; origine des dates : le démarrage de B.

Les conditions initiales sont les suivantes :



A : le mouvement est rectiligne uniforme ; la distance parcourue est : $\mathbf{x_A=7\ t-10}$.

B : mouvement rectiligne uniformément accéléré : v = at + v_0 avec une vitesse initiale v_0 nulle :

v = at = 2t ; v = 2 t. La position est une primitive de la vitesse $x_M = \frac{1}{2}at^2 + x_0$ avec x_0, position initiale, choisie comme origine de l'axe : $\mathbf{x_B = t^2}$.

2) Temps qui s'écoule entre le démarrage et le passage du témoin :

A l'instant de la rencontre : $x_A = x_B$; $7t - 10 = t^2$; $t^2 - 7t + 10 = 0$; résolution : **t = 2 s**.

3) Distance parcourue par B en 2 s : **d = 4 m**. Vitesse de B à t = 2 s : $\mathbf{v_B = 4\ m.s^{-1}}$.

Exercice 2 :

1) Nature de la trajectoire

La trajectoire s'obtient en éliminant le temps entre les deux équations paramétriques :

$x^2+y^2 = 4\cos^2(5t) + 4\sin^2(0,5\ t) = 4$, **cercle de centre O et de rayon R=2m**.

2) Composantes du vecteur vitesse :

Les composantes du vecteur vitesse s'obtiennent en dérivant x et y par rapport au temps :

$\mathbf{v_x = -\sin(0,5t)\ ;\ v_y = \cos(0,5t)}$

3) Valeur de la vitesse :

$v^2 = v_x^2+v_y^2 = \sin^2(0,5t) + \cos^2(0,5t)$; **v = 1 m/s**.

Abscisse curviligne s : intégrer v : s = t + cte, or à t = 0, s = 0 d'où **s = t**.

4) Les composantes du vecteur accélération

Les composantes du vecteur accélération s'obtiennent en dérivant v_x et v_y par rapport au temps :

$a_x = -0,5\cos(0,5t)$; $a_y = -0,5\sin(0,5t) \Longrightarrow a^2 = a_x^2+a_y^2 = 0,25\ m/s^2$.

Dans la base de Frenet : accélération tangentielle $\boldsymbol{a_t} = \frac{\boldsymbol{dv}}{\boldsymbol{dt}}$=0 (car v=1 = constante);

accélération normale : $a^2 = a_n^2+a_t^2$ d'où a = a_n car a_t = 0 ; $\mathbf{a_n = 0,25\ m/s^2}$.

5) Le rayon de courbure

Le rayon de courbure (rayon du cercle dans un mouvement circulaire) : $a_n = \frac{v^2}{R}$ soit **R = 2 m.**

6) Durée : $\ddot{\theta} = 0,2\ t \Longrightarrow \dot{\theta} = 0,1\ t^2 +$ cte , le mobile étant parti du repos la constante d'intégration est nulle et : $\dot{\theta} = 0,1\ t^2$. La vitesse linéaire est v= $R\dot{\theta} = 0,1R\ t^2 = 0,2\ t^2$. La valeur 10 m/s est atteinte à la date t telle que :$10 = 0,2\ t^2$ soit **t = 7,1 s.**

Distance parcourue à cette date : par intégration de la vitesse angulaire on détermine l'angle θ dont M à tourner $\theta = \frac{0,1}{3}t^3$ puis s = $R\theta = \frac{0,2}{3}t^3$ = **23,86 m.**

Exercice 3 :

1) Equations horaires

x = Xm cos($\boldsymbol{\omega}$ t+φ) avec Xm = 3 cm et ω = 2πN = 20π rad. $s^{-1} \Longrightarrow$ x = 3 cos (20π t+ φ).

Déterminons φ

A t = 0, x=1,5 cm $\Longrightarrow$ 1,5 =3 cos(20π t+ φ) d'où cos φ =0,5

A t = 0 le mobile passe au point d'abscisse x = + 1,5 cm et se dirige alors dans le sens des élongations négatives. A t = 0, la vitesse est donc négative. A la date t la vitesse est v = - 60πsin(20π t + φ)

La vitesse à la date t = 0 est $-60\pi\sin\varphi$; or cette vitesse est négative donc $\sin\varphi > 0 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{3}$

$\Rightarrow$ **x = 3 cos** $\mathbf{(20\pi\, t+\frac{\pi}{3})}$ avec x en cm, **v = - $\mathbf{60\pi\sin(20\pi\, t+\frac{\pi}{3})}$** avec v en cm .s^{-1},

a = - $\mathbf{1200\pi^2\cos(20\pi\, t+\frac{\pi}{3})}$.

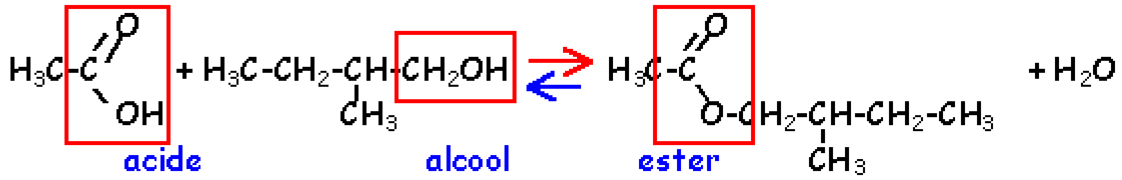
2) Dates de passage au point d'abscisse

-2 = 3 cos $(20\pi\, t+\frac{\pi}{3}) \Rightarrow$ 3 cos $(20\pi\, t+\frac{\pi}{3}) = -\frac{2}{3} = \cos(2{,}3rad) \Rightarrow \boldsymbol{t} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{20\pi}}\left(\pm\mathbf{2{,}3} + \mathbf{2k\pi} - \frac{\pi}{3}\right)$

Toutes les valeurs de t vérifiant cette relation sont les dates de passage du mobile au point considéré.

Exercice 4 :

1) Equation bilan et caractéristiques :



Réaction : lente, limitée, athermique

2) L'acide sulfurique est un **catalyseur**

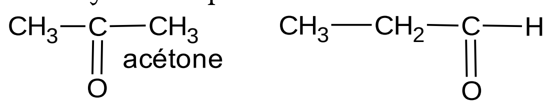
La vitesse de la réaction est d'autant plus grande que la température est plus élevée.

3) Quantité de matière d'alcool : **0,09 mol** ; Quantité de matière d'acide éthanoïque : **0,26 mol** ; un réactif, **l'acide éthanoïque est en excès. L'équilibre est déplacé dans le sens de la formation de l'ester.**

4) Masse théorique d'ester = nM (mol), autant de mol d'ester que de mol d'alcool soit 0,09 mol ; donc la masse théorique d'ester = 130 X 0,09 = **11,7 g.**
Rendement = masse expérimentale / masse théorique = 7/11,7 = **0,6 ou 60%**

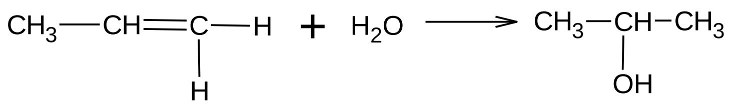
Exercice 5 :

1) Nom systématique de l'acétone et formule développée de son isomère



2)

a) Equation d'hydratation :



b) Règle :

La règle de **Markovnikov** permet de prévoir sur quel atome de carbone se fixe l'hydrogène de l'hydracide (ou de H_2O) : l'atome d'hydrogène se fixe sur l'atome de carbone le moins substitué.

CH_3-CH(OH)-CH_3 propan-2-ol

3 { $C_3H_8O \rightarrow C_3H_6O + 2e^- + 2H^+$}.

$Cr_2O_7^{2-} + 6e^- + 14\,H^+ \rightarrow 2\,Cr^{3+} + 7\,H_2O$

$3\,C_3H_8O + Cr_2O_7^{2-} + 8\,H^+ \rightarrow 3\,C_3H_6O + 2\,Cr^{3+} + 7\,H_2O$

Masse molaire de l'alcool C_3H_8O : M = 60 g/mol

Quantité de matière d'alcool : n_A =m/M = 1,00 / 60 = 1,67.10^{-2} mol

Or d'après les nombres stœchiométriques de l'équation ci-dessus :

1 mole d'ion dichromate réagit avec 3 moles d'alcool

1,67 10^{-2} /3 = 5,56 10^{-3}mol d'ion dichromate réagit avec 1,67 10^{-2} mol d'alcool.

n ($Cr_2O_7^{2-}$) =[$Cr_2O_7^{2-}$]V (L)

V (L) = n ($Cr_2O_7^{2-}$) /[$Cr_2O_7^{2-}$]

V (L) =5,56.10^{-3} / 1,00.10^{-1} = 5,56 10^{-2} L = **55,6 mL.**