nom :

TS 6	CONTRÔLE DE SCIENCES PHYSIQUES *durée conseillée 1h20*	21/05/12

Lors de la correction il sera tenu compte de la présentation et de la rédaction de la copie.
Les réponses seront **justifiées** et données sous forme **littérale** puis **numérique** quand les données du texte le permettent.

I- Pourquoi Pluton n'est plus une planète ? (7 points)

Découverte d'Éris

La planète Pluton, découverte par l'américain Clyde TOMBAUGH en 1930 était considérée comme la neuvième planète de notre système solaire.
Le 5 janvier 2005, une équipe d'astronomes a découvert sur des photographies prises en 2003 un nouveau corps gravitant autour du Soleil sur une orbite elliptique. Provisoirement nommé 2003 UB313, cet astre porte maintenant le nom d'Éris, du nom de la déesse grecque de la discorde.
La découverte d'Éris et d'autres astres similaires (2003 EL61, 2005 FY9, etc.) a été le début de nombreuses discussions et controverses acharnées entre scientifiques sur la définition même du mot « planète ».
Au cours d'une assemblée générale, le 24 août 2006 à Prague, 2 500 astronomes de l'Union astronomique internationale (UAI) ont décidé de déclasser Pluton pour lui donner le rang de « planète naine » en compagnie de Cérès (gros astéroïde situé entre Mars et Jupiter) et d'Éris.

Découverte de Dysnomia

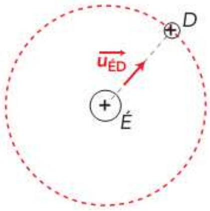
Les astronomes ont découvert ensuite qu'Éris possède un satellite naturel qui a été baptisé Dysnomia (fille d'Éris et déesse de l'anarchie).

Données :

- *Période de révolution terrestre : T_T = 1,00 an.*
- *Période de révolution de Pluton : T_P = 248 ans.*
- *Période de révolution d'Éris : $T_É$ = 557 ans.*
- *$M_É$ et M_D sont les masses respectives d'Éris et de Dysnomia.*
- *Masse de Pluton : $M_P = 1,31 \times 10^{22}$ kg.*
- *Rayon de l'orbite circulaire de Dysnomia : $R_D = 3,60 \times 10^7$ m.*
- *Période de révolution de Dysnomia : T_D = 15,0 jours $\approx 1,30 \times 10^6$ s.*
- *Constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \times 10^{-11}$ $m^3 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2}$.*
- *Le mouvement de Dysnomia autour d'Éris est supposé circulaire uniforme.*

1.a. Énoncer précisément la troisième loi de Kepler, relative à la période de révolution *T* d'une planète autour du Soleil, dans le cas d'une orbite elliptique de demi grand axe *a*. /0,5
b. L'orbite d'Éris se situe-t-elle au-delà ou en-deçà de celle de Pluton ? Justifier par un calcul littéral. /1,5

2. *Pour étudier le mouvement de Dysnomia autour d'Éris on se place dans un référentiel lié au centre d'Éris et dont les axes sont dirigés vers des étoiles fixes. Par la suite, ce référentiel sera considéré comme galiléen.*
a. Établir l'expression du vecteur accélération du centre de gravité de Dysnomia, $\overrightarrow{a_D}$, en fonction des paramètres de l'énoncé et d'un vecteur unitaire représenté sur le schéma ci-dessous (*D* représente Dysnomia et *É* représente Éris). /1



b. Préciser la direction et le sens de ce vecteur accélération. /0,5

3. a. Montrer que la période de révolution T_D de Dysnomia a pour expression :

$$T_D = 2\pi \sqrt{\frac{R_D^3}{G \cdot M_É}}$$

Retrouve-t-on la troisième loi de Kepler ? Justifier. /1
b. Déduire de l'expression de T_D celle de la masse $M_É$ d'Éris. Calculer sa valeur. /1

4. Calculer le rapport des masses d'Éris et de Pluton. Expliquer alors pourquoi la découverte d'Éris a remis en cause le statut de planète pour Pluton. /1,5

II- Les dominos (6,5 points)

On souhaite préparer le départ d'une bille pour un « dominos-cascade ». La bille lancée doit aller percuter le premier domino pour déclencher des chutes en cascade. L'installation des dominos étant compliquée, on ne peut pas faire d'essais : les conditions de lancer et la trajectoire doivent donc être calculées. Le schéma de la figure 1 décrit la situation.
Sur les schémas de cet exercice les échelles ne sont pas respectées.

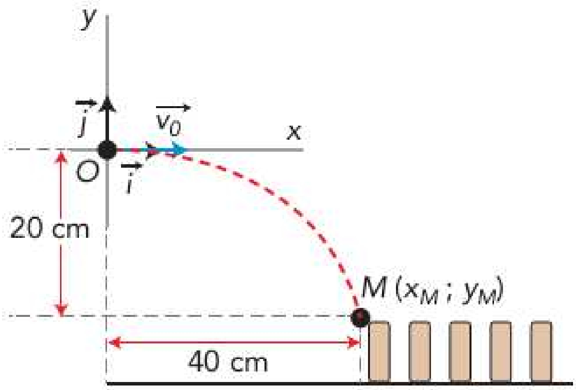


Figure 1

On supposera dans l'ensemble de l'exercice que :
- *le référentiel terrestre est galiléen le temps de l'expérience ;*
- *la bille est assimilée à un point matériel ;*
- *les frottements sont négligeables ;*
- *la bille arrive en O de coordonnées (0;0) avec une vitesse $\vec{v}_0 = v_0 \cdot \vec{\imath}$ de direction horizontale.*

On prendra g = 10 m·s^{-2}.
La masse de la bille est m = 60 g.
Le passage de la bille par le point O sera pris comme origine des temps (t = 0).

1. Équation de la trajectoire de la bille entre O et M

a. À quelle(s) force(s) extérieure(s) est soumise la bille entre les points O et M ? /0,5
b. Lorsque la bille est entre O et M, établir la relation entre l'accélération de la bille $\vec{a}$ et le champ de pesanteur $\vec{g}$. /1
c. Déterminer les coordonnées du vecteur vitesse de la bille. /1
d. Montrer alors que l'équation de la trajectoire du centre de la bille entre O et M est : *y(x)* = $-\frac{g \cdot x^2}{2\, v_0^2}$. /1
e. Calculer v_0 pour que la bille arrive en M dont les coordonnées dans $(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$ sont x_M = 0,40 m et y_M = – 0,20 m. /1

2. Vitesse en M

On se place dans la situation où $\vec{v}_0 = 2{,}0 \cdot \vec{\imath}$.
La vitesse en M est inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontale (figure 2).

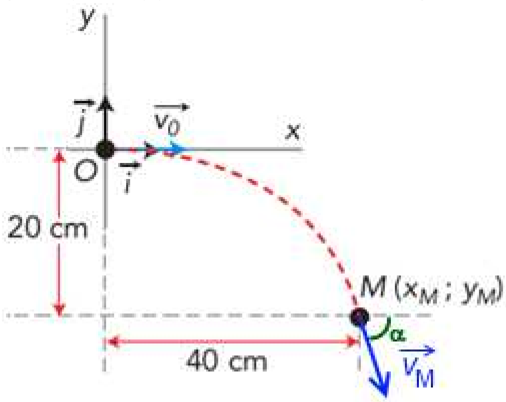


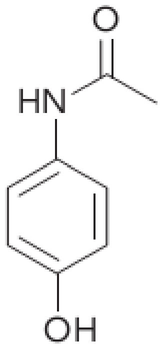
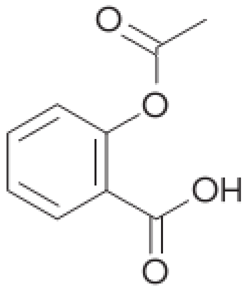
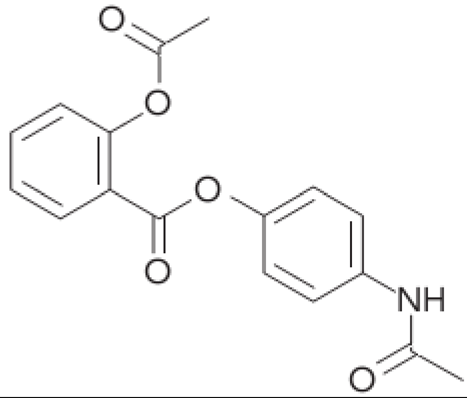
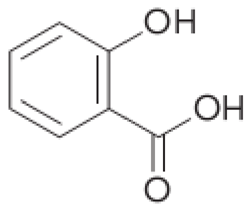
Figure 2

Déterminer la valeur de la vitesse en M et l'inclinaison α du vecteur vitesse $\vec{v}_M$. 2

III- Synthése d'un di-antalgique (6,5 points)

Le Salipran® est un médicament di-antalgique utilisé notamment contre la douleur. Le principe actif en est le bénorilate. C'est le seul produit organique obtenu lors de la réaction entre l'aspirine et le paracétamol.

Données :

Nom	Paracétamol	Aspirine	Bénorilate	Acide salicylique
Formule topologique				
M ($g \cdot mol^{-1}$)	151	180	313	138
Propriétés	Antalgique	Antalgique	Di-antalgique	Antalgique

1. Entourer et nommer les fonctions chimiques présentes dans les deux réactifs utilisés pour synthétiser le bénorilate. /1

2. Mode opératoire de la synthèse du bénorilate

Dans un ballon contenant 100 mL d'une solution hydro-alcoolique (mélange à 50 % en volume d'eau et d'éthanol), on introduit m_1 = 18,0 g d'aspirine, m_2 = 15,1 g de paracétamol et on y ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique concentré.

Après réaction, extraction, purification et séchage, on obtient une masse m = 18,8 g de bénorilate solide.

a. Pourquoi faut-il chauffer ? Pourquoi à reflux ? /1

b. Calculer le rendement de la synthèse. /2

3. L'aspirine

Depuis 1897 l'aspirine peut être obtenue à partir d'acide salicylique et d'un composé X lors d'une réaction dont le rendement est très proche de 1.

a. Écrire l'équation de la réaction et nommer le réactif X. /1,5

b. L'aspirine a été synthétisé dès 1853 à partir d'acide salicylique et d'un composé Y. Quel est ce réactif Y ? /1

TS 6 spé	CONTRÔLE DE SCIENCES PHYSIQUES *durée conseillée 0h40*	21/05/12

On veut transmettre un signal sonore sinusoïdal par modulation d'amplitude.

Pour cela, ce signal est utilisé pour produire une tension électrique sinusoïdale, de même fréquence, qui sert à moduler en amplitude une tension également sinusoïdale, dite porteuse. Cette tension modulée génère une onde électromagnétique. L'émission (comme la réception) du signal modulé se fait avec une antenne métallique.

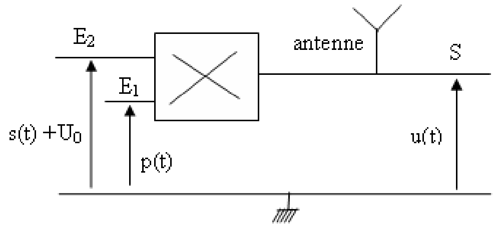
A- Modulation et émission

La modulation d'amplitude est réalisée à l'aide d'un multiplieur.

On applique entre la masse et chacune des deux entrées E_1 et E_2 du multiplieur une tension électrique :

- sur E_1 une tension sinusoïdale p(t) qui correspond à la porteuse.

- sur E_2 la tension sinusoïdale s(t) qui correspond au signal à transmettre à laquelle on a ajouté une tension continue U_0.



Les tensions sinusoïdales p(t) et s(t) ont pour expression : $p(t) = P_m \cdot cos(2\pi f_p \cdot t)$ *et* $s(t) = S_m \cdot cos(2\pi f_s \cdot t)$.

À la sortie du multiplieur la tension u(t) a pour expression : $u(t) = k \cdot p(t) \cdot (s(t) + U_0)$ *où k est une constante caractéristique du multiplieur.*

1. *Le taux de modulation* m *se calcule par la relation* $m = \frac{S_m}{U_0}$.

a. *On visualise la tension entre l'entrée* E_2 *et la masse du multiplieur. On obtient l'oscillogramme de la figue 1.*

Déterminer l'amplitude de la tension modulante S_m et la tension de décalage U_0. /2

b. En déduire la valeur de m. /1

c. Expliquer pourquoi on doit éviter une surmodulation. /1.5

d. Quelle condition *m* doit-il satisfaire pour éviter une surmodulation ? /1.5

2. *L'oscillogramme de la tension u(t) est représenté sur la figure 2.*

• *La tension u(t) modulée en amplitude peut se mettre sous la forme :* $u(t) = U_m(t) \cdot cos(2\pi f_p \cdot t)$ *ou* $U_m(t)$ *est l'amplitude de la tension modulée, cette amplitude a pour expression* $U_m(t) = A(1 + m \cdot cos(2\pi f_s \cdot t))$, *elle varie entre deux valeurs extrêmes,* $U_{min} = A\,(1 - m)$ *et* $U_{max} = A\,(1 - m)$.

• *À partir de ces expressions on peut montrer que taux de modulation est :* $m = \frac{U_{max} - U_{min}}{U_{max} + U_{min}}$.

• *La tension modulée peut aussi se mettre sous la forme :*

$$u(t) = A\,cos(2\pi f_p \cdot t) + A\frac{m}{2}cos(2\pi(f_p + f_s) \cdot t) + A\frac{m}{2}cos(2\pi(f_p - f_s) \cdot t)$$

a. Sur l'oscillogramme de la figure 2, déterminer les fréquences f_p de la porteuse et f_S du signal à transmettre. /2

b. Sur l'oscillogramme de la figure 2, déterminer les valeurs de U_{max} et U_{min} puis calculer la valeur de m. /3

c. *On peut retrouver certaines des grandeurs précédentes en effectuant une analyse de Fourier du signal modulé* $u(t)$. *Le spectre est donné sur la figure 3.*

Déterminer, en détaillant clairement la démarche, les valeurs de f_p de f_S et de m. /3

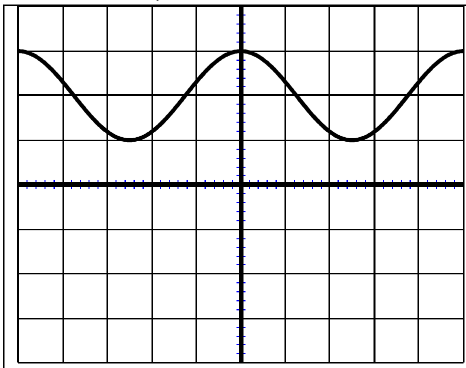


Figure 1

0,2 ms / div 1 V / div

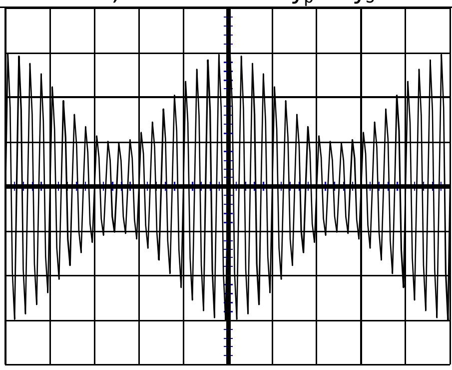


Figure 2

0,2 ms / div 0,2 V / div

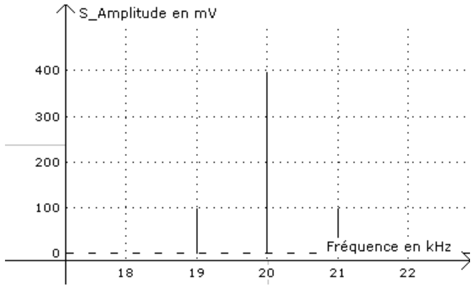
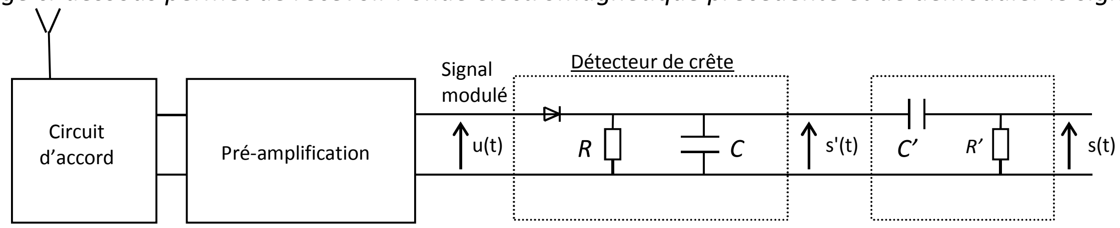


Figure 3

Sur les figures 1 et 2, en l'absence de tension, le spot occupe la ligne médiane de l'écran.

B- Réception et démodulation

Le montage ci-dessous permet de recevoir l'onde électromagnétique précédente et de démoduler le signal modulé.



1. *Considérons le cas où la période* T_s *du signal sonore à transporter est égale à 1,0 ms et la période* T_p *de la porteuse est égale à 50 µs. Le conducteur ohmique du détecteur de crête a une résistance* $R = 33\ k\Omega$.

Pour une bonne démodulation, la constante de temps du détecteur de crêtes doit vérifier la condition suivante :

$$T_p << \tau < T_s$$

Déterminer dans la liste suivante, la valeur de la capacité *C* permettant d'obtenir la meilleure démodulation possible.

22 pF – 220 pF – 2,2 nF – 22 nF – 220 nF – 2,2 µF – 22 µF – 220 µF – 2,2 mF. /4

2. *La partie du montage située après le détecteur de crête comprend un condensateur de capacité C' et un conducteur ohmique de résistance R'.*

Quel est le rôle de cette partie ? /2

TS 6	réponses CONTRÔLE DE SCIENCES PHYSIQUES	26/03/12

I- Pourquoi Pluton n'est plus une planete ?

1.a. Le carré de la période de révolution T d'une planète autour du Soleil est proportionnel au cube du demi-grand axe a de l'orbite elliptique : $T^2 = Cste \times a^3$ ce qui s'écrit aussi : $\frac{T^2}{a^3} = Cste$.

b. Appliquons la troisième loi de Kepler à Pluton et Éris évoluant autour du Soleil **:**

$\frac{T_É^2}{a_É^3} = \frac{T_P^2}{a_P^3}$ soit $\frac{T_É^2}{T_P^2} = \frac{a_É^3}{a_P^3}$ or $T_É$ *(= 557 ans)* > T_P*(= 248 ans)* donc $\frac{T_É^2}{T_P^2} > 1$

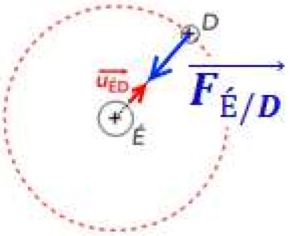
alors $\frac{a_É^3}{a_P^3} > 1$ ou $\mathbf{a}_É^3 > \mathbf{a}_P^3$

finalement $\mathbf{a_É > a_P}$, l'orbite d'Éris se situe au-delà de celle de Pluton.

2.a Considérons le mouvement circulaire uniforme de Dysnomia dans le référentiel « ériscentrique » considéré galiléen.
Le satellite Dysnomia est soumis uniquement à la force d'attraction gravitationnelle exercée par Éris, $\overrightarrow{F_{É/D}}$.
Appliquons la deuxième loi de Newton à Dysnomia, M_D étant constante : $\overrightarrow{F_{É/D}} = M_D \cdot \vec{a}$
La force exercée par Éris sur Dysnomia est dans le sens opposé au vecteur unitaire représenté sur le schéma.

$$M_D \cdot \vec{a} = - G \cdot \frac{M_É \cdot M_D}{R_D^2} \cdot \overrightarrow{u_{ÉD}}$$

$$\text{d'où } \vec{a} = - G \cdot \frac{M_É}{R_D^2} \cdot \overrightarrow{u_{ÉD}}$$



b. Le vecteur accélération est porté par le rayon de la trajectoire (il est **radial**) et est orienté vers le centre de la trajectoire (il est **centripète**).

3.a La période de révolution T_D de Dysnomia est la durée pendant laquelle Dysnomia effectue un tour (distance parcourue = $2\pi \cdot R_D$). Sa vitesse est $v = \frac{2\pi \cdot R_D}{T_D}$

Soit $T_D = \frac{2\pi \cdot R_D}{v}$ (1)

Le mouvement de Dysnomia est circulaire et uniforme, l'accélération est centripète, de valeur : a = $\frac{v^2}{R_D}$

En comparant avec l'expression de la question 2.a : $\frac{v^2}{R_D} = G \cdot \frac{M_E}{R_D^2}$

Soit $v = \sqrt{\frac{G \cdot M_E}{R_D}}$ et en reportant dans l'expression (1)

on obtient $T_D = 2\pi \sqrt{\frac{{R_D}^3}{G \cdot M_E}}$

En élevant cette relation au carré, on retrouve la troisième loi de Kepler pour un mouvement circulaire :
$\frac{{T_D}^2}{{R_D}^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_E} = cte$ car G et M_E sont constantes.

b. D'après la troisième loi de Kepler on a : $G \cdot M_E = \frac{4\pi^2 \cdot {R_D}^3}{{T_D}^2}$

soit $M_E = \frac{4\pi^2 \cdot {R_D}^3}{G \cdot {T_D}^2}$

$M_E = \frac{4\pi^2 \times (3{,}60 \times 10^7)^3}{6{,}67 \times 10^{-11} \times (1{,}30 \times 10^6)^2} = 1{,}63 \times 10^{22}$ kg

4. $\frac{M_E}{M_P} = \frac{1{,}63 \times 10^{22}}{1{,}3 \times 10^{22}} = 1{,}24$

La masse d'Éris est un peu plus grande que celle de Pluton.
Si Eris n'est pas considérée comme une planète, alors Pluton qui a une masse moins importante que celle d'Eris ne l'est pas non plus. Eris et Pluton sont des représentants des « planètes naines ».

II- Les dominos

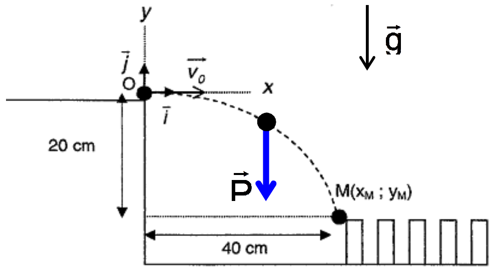


Figure 1

1.a. La bille est soumise uniquement à son poids, $\vec{P}$ entre les points O et M exclus.

b. Le système {bille} est étudié dans le référentiel terrestre supposé galiléen. La deuxième loi de Newton s'écrit :

$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$

D'où $\vec{P} = m \cdot \vec{a} \;\Leftrightarrow\; m \cdot \vec{g} = m \cdot \vec{a}$

finalement : $\vec{a} = \vec{g}$.

c. Dans le repère indiqué on a : $\vec{a}\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$.

Une recherche de primitive conduit à **:** $\vec{v}\begin{cases} \boldsymbol{v_x = C_1} \\ \boldsymbol{v_y = -g \cdot t + C_2} \end{cases}$ puisque à t = 0 $\overrightarrow{v_0}\begin{cases} v_{0x} = v_0 \\ v_{0y} = 0 \end{cases}$ il vient $\begin{cases} C_1 = v_0 \\ C_2 = 0 \end{cases}$

et finalement $\vec{v}\begin{cases} \boldsymbol{v_x = v_0} \\ \boldsymbol{v_y = -g \cdot t} \end{cases}$

d . On a $\begin{cases} v_x = v_0 = \frac{\mathrm{dx}}{\mathrm{dt}} \\ v_y = -g \cdot t = \frac{\mathrm{dy}}{\mathrm{dt}} \end{cases}$ une recherche de primitive conduit à $\begin{cases} \boldsymbol{x(t) = v_0 \cdot \mathrm{t} + C_3} \\ \boldsymbol{y(t) = -\frac{1}{2} g \cdot \mathrm{t}^2 + C_4} \end{cases}$ et puisque à t = 0 $\begin{cases} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \end{cases}$

il vient finalement : $\begin{cases} x(t) = v_0 \cdot \mathrm{t} \\ y(t) = -\frac{1}{2} g \cdot \mathrm{t}^2 \end{cases}$.

Pour obtenir l'équation de la trajectoire, on isole le temps « t » de la première équation que l'on reporte dans la seconde :

t =$\frac{x}{v_0}$ $\Rightarrow$ $y(x) = -\frac{1}{2} g \cdot (\frac{x}{v_0})^2$

e. Au point M : $y_M = -\frac{g \cdot x_M^2}{2 \cdot v_0^2}$

soit, $v_0^2 = -\frac{g \cdot x_M^2}{2 \cdot y_M}$

En remarquant que $y_M < 0$ et en ne conservant que la valeur positive de v_O , il vient : $v_O = \sqrt{-\frac{g \cdot x_M^2}{2 \cdot y_M}}$

$v_O = \sqrt{-\frac{10 \times 0{,}40^2}{2 \times (-0{,}20)}} = \sqrt{\frac{10 \times 0{,}40^2}{0{,}40}} = \sqrt{4{,}0}$ =2,0 m.s^{-1}.

2. $\overrightarrow{v_M}\begin{cases} v_{Mx} = v_0 \\ v_{My} = -g \cdot t_M \end{cases}$ et $t_M = \frac{x_M}{v_0}$ donc $\overrightarrow{v_M}\begin{cases} v_{Mx} = v_0 \\ v_{My} = -g \cdot \frac{x_M}{v_0} \end{cases}$

Il vient alors $v_M = \sqrt{{v_{Mx}}^2 + {v_{My}}^2} = \sqrt{{v_0}^2 + \left(-g \cdot \frac{x_M}{v_0}\right)^2} = \sqrt{2{,}0^2 + \left(-10 \cdot \frac{0{,}40}{2{,}0}\right)^2}$ = 2,8 m·s^{-1}.

Et $\tan\alpha = \frac{v_{My}}{v_{Mx}} = \frac{-10 \cdot \frac{0{,}40}{2{,}0}}{2{,}0}$ = - 1,0 donc α = - 45 °.

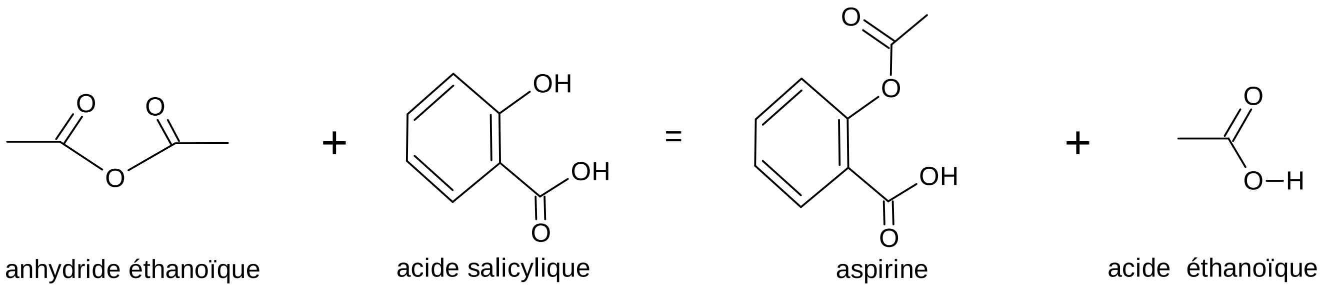
III- Synthése d'un di-antalgique

1. Les fonctions chimiques sont :
- pour le paracétamol : amide et alcool ;
- pour l'aspirine : ester et acide carboxylique.

2.a. On chauffe pour dissoudre les solides et augmenter la vitesse de la réaction.
On chauffe à reflux pour éviter la perte de réactifs et produits par évaporation.

b. $n_1 = n_2 =$ 0,100 mol.
La réaction, comme toute réaction d'estérification, est une réaction qui se fait mole à mole de réactifs. Le mélange réactionnel de départ est donc stœchiométrique.
On obtient : $n_{\text{bénorilate}} = 6{,}01 \times 10^{-2}$ mol.
Le rendement de la synthèse vaut donc ρ= 0,601, soit 60 %.

3. a.
- L'acide salicylique possède une fonction acide carboxylique et une fonction alcool.
- Lors de la synthèse de l'aspirine, la fonction alcool de l'acide salicylique réagit avec un acide carboxylique ou avec un anhydride d'acide.
- La synthèse d'un ester est totale pour la réaction entre un alcool et un anhydride d'acide. Ici on a donc un anhydride qui réagit avec l'acide salicylique.



Le réactif X utilisé est l'anhydride éthanoïque.

b. Le réactif utilisé est l'acide éthanoïque. Avec l'acide éthanoïque le rendement est moins bon qu'avec l'anhydride éthanoïque.

TS 6 spé	CONTRÔLE DE SCIENCES PHYSIQUES *durée conseillée 0h40*	21/05/12

A- Modulation et émission

1.a. S_m représente la moitié de l'écart entre le maximum et le minimum de la tension *s(t)* : S_m = **1,0 V**

U_0 représente la tension entre le niveau zéro et la valeur moyenne de la tension *s(t)* : U_0 = **2,0 V**

b. $m = \frac{S_m}{U_0} = \frac{1,0}{2,0}$ m = **0,50**

c. Le récepteur détecte l'enveloppe supérieure du signal modulé. Lors d'une surmodulation, cette **enveloppe ne correspond plus au signal à transmettre**.

d. Pour éviter une surmodulation, on doit avoir **m < 1**.

2.a. Signal à transmettre : T_S = 0,2×5,0 = 1,0 ms donc $f_S = \frac{1}{T_S} = \frac{1}{1,0\times10^{-3}}$ = 1,0×10^3 Hz

Porteuse : 20 T_p = 1,0 ms donc T_p = 50×10^{-6} s ; $f_p = \frac{1}{T_p} = \frac{1}{50\times10^{-6}}$ = 20×10^3 Hz

2.b. $U_{\min}$ = 0,20 V et $U_{\max}$ = 0,60 V $\Rightarrow$ m = $\frac{0,60-0,20}{0,60+0,20}$ = **0,50**

2.c. • Le signal modulé en amplitude correspond à une somme de signaux sinusoïdaux de fréquences $f_p - f_s$, f_p et $f_p + f_s$. Le spectre du signal modulé permet alors de déduire que f_p = **20 kHz** et f_p = **1,0 kHz.**

• L'amplitude du signal de fréquence f_p est A, celles de chacune des deux autres signaux est $A\frac{m}{2}$. Le rapport des amplitudes est donc égal à $\frac{2}{m}$. Sur le spectre on constate que ce rapport est égal à 4. On peut donc en déduire que $\frac{2}{m} = 4$ ce qui conduit à m = **0,50.**

B- Réception et démodulation

1. Pour une bonne démodulation la constante de temps τ = RC du détecteur de crête doit être telle que

$$T_p \ll \tau < T_s.$$

On doit donc avoir :

$T_p \ll RC$ ce qui conduit à $C \gg \frac{T_p}{R} = \frac{50\times10^{-6}}{33\times10^3}$ = 1,5×10^{-9} F soit $C \gg$ 1,5 nF

$T_s > RC$ ce qui conduit à $C < \frac{T_s}{R} = \frac{1,0\times10^{-3}}{33\times10^3}$ = 3,0×10^{-8} F soit $C <$ 30 nF

Dans la liste on prendra C = 22 nF.

2. La partie du montage qui suit le détecteur de crête est un **filtre passe-haut qui élimine la composante continue** de la tension qui lui est appliquée.