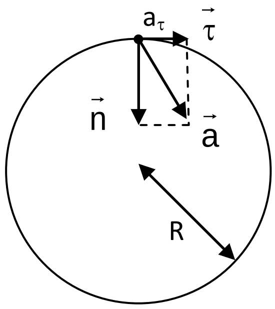
CORRECTION BAC BLANC 2017.

Exercice 1 : D'après Bac S 2015 Polynésie

1. Étude du mouvement du boulet avant le lâcher du marteau par l'athlète

1.1. Par définition $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$, or au cours d'un mouvement circulaire le vecteur vitesse $\vec{v}$ voit sa direction changer continuellement ainsi $\frac{d\vec{v}}{dt} \neq \vec{0}$ et il existe un vecteur accélération.

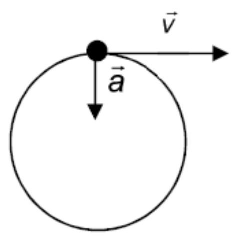
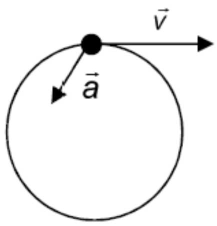
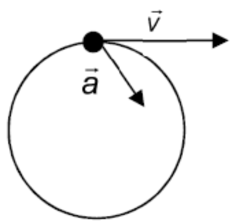
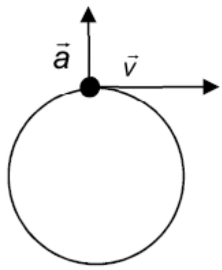
1.2. Dans le cas d'un mouvement circulaire, le vecteur accélération est centripète (qui tend vers le centre), ainsi on élimine le schéma 4.



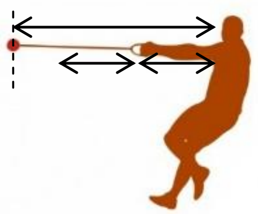
Utilisons la base de Frenet pour définir l'accélération dans le cas d'un mouvement circulaire : $\vec{a} = \frac{dv}{dt}\vec{\tau} + \frac{v^2}{R}\vec{n}$.

Si le mouvement est **accéléré** alors $\frac{dv}{dt}$ > 0, ainsi la coordonnée a_τ du vecteur accélération suivant le vecteur unitaire $\vec{\tau}$ est positive et $\vec{a}$ est orienté dans le sens de rotation : **schéma 3**.

Pour que le mouvement soit **circulaire uniforme**, il faut que le vecteur accélération soit radial (porté par le rayon du cercle car $a_\tau = \frac{dv}{dt}$ 0) et centripète : **schéma 1**.

 schéma 1	 schéma 2	 schéma 3	 schéma 4
Circulaire uniforme	Circulaire décéléré	Circulaire accéléré	impossible

1.3. La vitesses étant de 26 m/s on est dans le cas d'un mouvement circulaire uniforme donc dans la base de Frenet : a = $\frac{v^2}{R}$



En observant le dessin du lanceur de marteau, on constate que le rayon a une longueur supérieure à deux bras, soit entre R = 2 m.

$a = 26^2/2 = 3{,}4.10^2$ m.s^{-2}

1.4. D'après la seconde loi de Newton appliquée au boulet dans le référentiel terrestre supposé galiléen, on a $\Sigma\overrightarrow{F_{ext}} = m.\vec{a}$.

Soit $\vec{P} + \vec{F}$ = m.$\vec{a}$ où $\vec{F}$ est la force exercée par le câble sur le boulet.

Pour que le mouvement soit circuaire uniforme, il faut que le vecteur accélération soit centripète. Pour cela, il faut que P soit négligeable.

Si c'est le cas alors F = m × a.

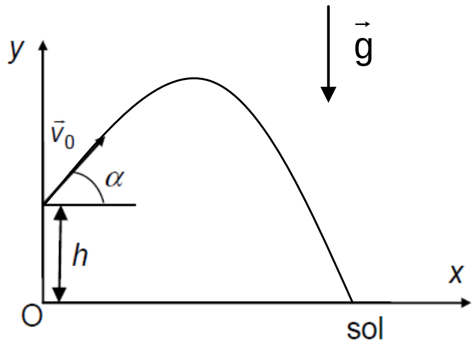
Pour confirmer que le poids est négligeable devant la force exercée par le câble, exprimons le rapport : F/P = a / g = 3,4.102 / 9,8 = 34 .

Le poids est 34 fois plus faible, donc peut-être négligé.

2. Étude du mouvement du boulet après le lâcher du marteau par l'athlète

2.1. On étudie le système {boulet}, de masse m constante, dans le référentiel terrestre supposé galiléen. Les actions dues à l'air étant négligées, le boulet n'est soumis qu'à son poids, $\vec{P} = m.\vec{g}$.

La deuxième loi de Newton appliquée au boulet donne :



$$\sum \vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m.\vec{v})}{dt} = \frac{dm}{dt}.\vec{v} + m.\frac{d\vec{v}}{dt}$$

Or m = cte alors $\frac{dm}{dt} = 0$ donc $\frac{d\vec{p}}{dt} = m.\vec{a}$

Soit $\vec{P} = m.\vec{a}$

$m\vec{g} = m\vec{a}$

d'où : $\vec{a} = \vec{g}$.

En projection dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$, il vient : $\vec{a}\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$

On a : $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ soit $\vec{a}\begin{cases} a_x = \frac{dv_x}{dt} = 0 \\ a_y = \frac{dv_y}{dt} = -g \end{cases}$ donc $\vec{v}\begin{cases} v_x = C_1 \\ v_y = -g \cdot t + C_2 \end{cases}$

où C_1 et C_2 sont des constantes d'intégration qui dépendent des conditions initiales.

Or $\vec{v}(t=0) = \vec{v_0}$ avec $\vec{v_0}\begin{cases} v_{0x} = v_0.\cos\alpha \\ v_{0y} = v_0.\sin\alpha \end{cases}$ donc $\begin{cases} C_1 = v_0.\cos\alpha \\ 0 + C_2 = v_0.\sin\alpha \end{cases}$ $\vec{v}\begin{cases} v_x = v_0.\cos\alpha \\ v_y = -g \cdot t + v_0.\sin\alpha \end{cases}$

Et : $\vec{v} = \frac{d\vec{OM}}{dt}$ soit $\vec{v}\begin{cases} \frac{dx}{dt} = v_0.\cos\alpha \\ \frac{dy}{dt} = -g \cdot t + v_0.\sin\alpha \end{cases}$ donc $\vec{OM}\begin{cases} x(t) = (v_0.\cos\alpha).t + C'_1 \\ y(t) = -\frac{1}{2}g \cdot t^2 + (v_0.\sin\alpha.)t + C'_2 \end{cases}$

où C'_1 et C'_2 sont des constantes d'intégration.

Or $\vec{OM}(t=0)\begin{cases} x = 0 \\ y = h \end{cases}$ donc $\begin{cases} 0 + C'_1 = 0 \\ 0 + 0 + C'_2 = h \end{cases}$

Finalement : $\vec{OM}\begin{cases} x(t) = (v_0.\cos\alpha).t \\ y(t) = -\frac{1}{2}g \cdot t^2 + (v_0.\sin\alpha).t + h \end{cases}$

2.2. Pour obtenir l'équation de la trajectoire, on élimine le temps dans les 2 équations donc :

t = x(t) / (Vo.cos(α)) et $y = \frac{-gx^2}{2v_0^2\cos^2(\alpha)} + \tan(\alpha).x + h = 0$

2.3. Il faut déterminer l'abscisse du boulet lorsqu'il touche le sol, soit résoudre

$y = \frac{-gx^2}{2v_0^2\cos^2(\alpha)} + \tan(\alpha).x + h = 0$ Avec α = 45°, v_0 = 26 m.s^{-1}, h = 3,0 m, g = 9,8 m.s^{-2}

$$\frac{-9,8x^2}{2 \times 26^2 \times \cos^2(45)} + \tan(45).x + 3,0 = 0$$

$-1,449704142 \times 10^{-2}\ x^2 + x + 3,0 = 0$ *(valeur de a stockée en mémoire)*

Polynôme du second degré du type $ax^2 + bx + c = 0$

$\Delta = b^2 - 4.a.c = 1^2 - (4\times(-1{,}449704142\times10^{-2}) \times 3{,}0) = 1{,}17396$

$x_1 = \dfrac{-1+\sqrt{1{,}17}}{2\times(-1{,}4497\times10^{-2})} = -2{,}9$ m et $x_2 = \dfrac{-1-\sqrt{1{,}17}}{2\times(-1{,}4497\times10^{-2})} = 71{,}86$ m

On ne retient que la solution positive, et avec deux chiffres significatifs $x_2 = 72$ m.
À l'aide du tableau, on en déduit que l'athlète serait classée à la 11ème place juste derrière Joanna Fiodorow qui a lancé le marteau à 72,37 m.

2.4. Les trois courbes montrent une différence au niveau de la date de touché du sol.
Déterminons cette date t_F pour laquelle $x(t_F) = x_2$.

$x(t_F) = (v_0 \, . \cos\alpha).t_F$

$t_F = \dfrac{x(t_F)}{v_0.\cos\alpha} = \dfrac{71{,}86}{26\times\cos 45} = 3{,}9$ s. *(valeur non arrondie stockée en mémoire)*

Seule la courbe E_{P2} convient.

2.5. Déterminons les énergies à la date t = 0 s.

$E_P(t=0) = m.g.h = 4{,}0\times9{,}8\times3{,}0 = 117{,}6$ J = $\mathbf{1{,}2\times10^2}$ **J**

$E_C(t=0) = \dfrac{1}{2}.m.v_0^{\,2} = 0{,}5\times4{,}0\times26^2 = 1352$ J = $\mathbf{1{,}4\times10^3}$ **J**

$E_m(t=0) = E_C(t=0) + E_P(t=0) = 117{,}6 + 1352 = 1469{,}6$ = $\mathbf{1{,}5\times10^3}$ **J**

En considérant que le mouvement a lieu sans frottements, alors il y a conservation de l'énergie mécanique.

$\boldsymbol{E_m(t=0) = E_m(t_S) = 1{,}5\times10^3}$ **J**

Pour l'énergie cinétique

$E_C(t=0) = \dfrac{1}{2}.m.v_0^{\,2} = 0{,}5\times4{,}0\times26^2 = 1352$ J = $\mathbf{1{,}4\times10^3}$ **J**

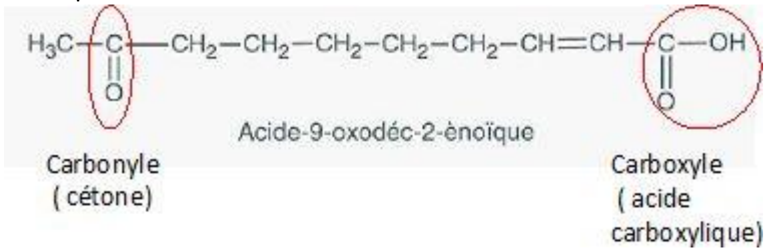
$E_m(t) = E_C(t_S) + E_P(t_S)$ donc $E_C(t_S) = E_m(t=0) - E_P(t_S)$

Au sommet : lit $E_P(t_S) = 800$ J, alors $\boldsymbol{E_C(t_S)} = 1469{,}6 - 800 = 669{,}6$ = $\mathbf{6{,}7\times10^2}$ **J**

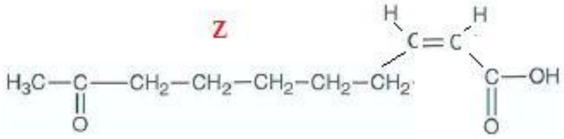
Exercice 2 : Voyage chez les abeilles D'après Bac S 2016 Asie

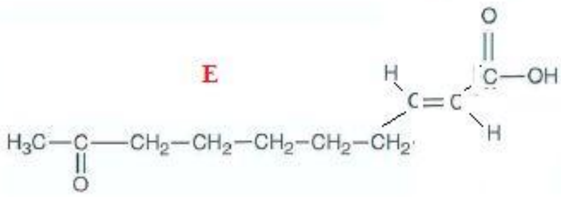
1. La phéromone mandibulaire de la reine

1.1. et **1.2.** Encadrer les groupes caractéristiques présents et nommer les familles des fonctions correspondantes.

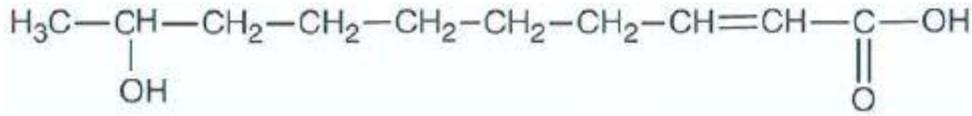


1.3. Représenter les deux stéréoisomères de configuration.

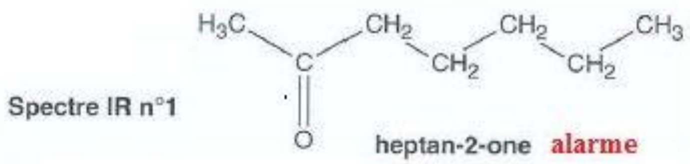


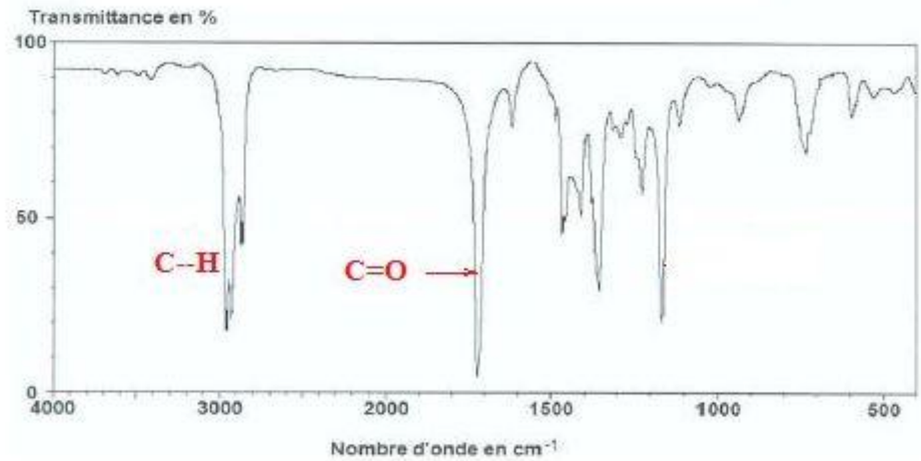


1.3. Représenter cet acide.

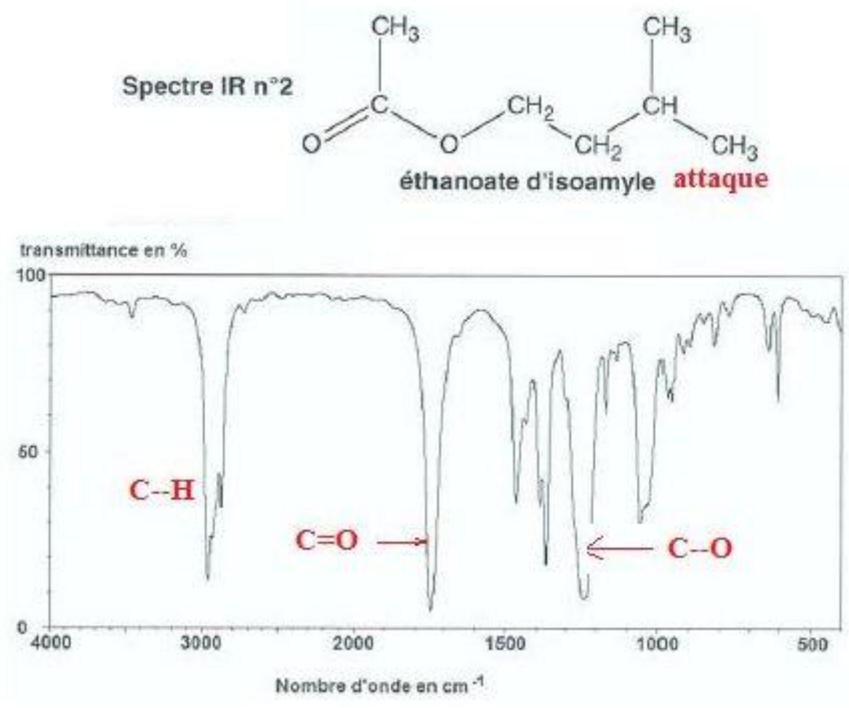


2.1 Attribuer à chaque spectre la phéromone correspondante en justifiant.

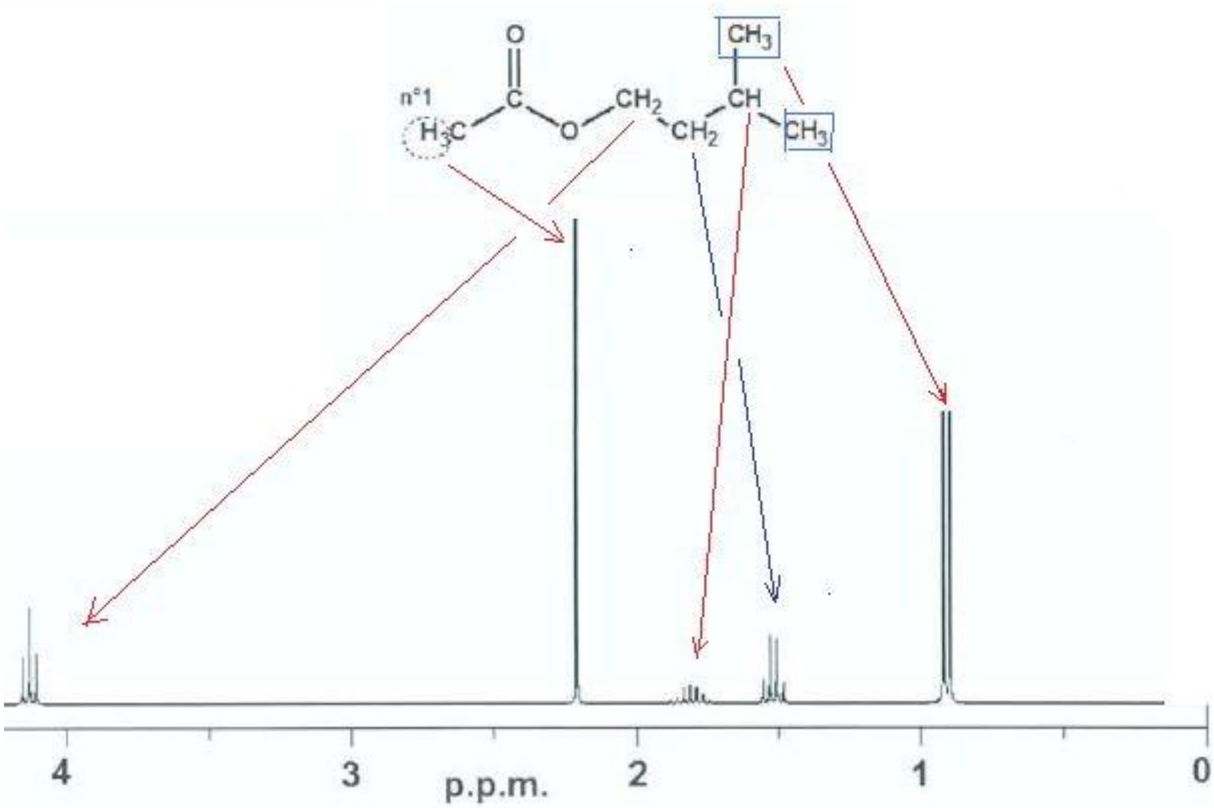




Absence de la bande caractéristique et forte de la liaison C--O vers 1200 cm^{-1}.

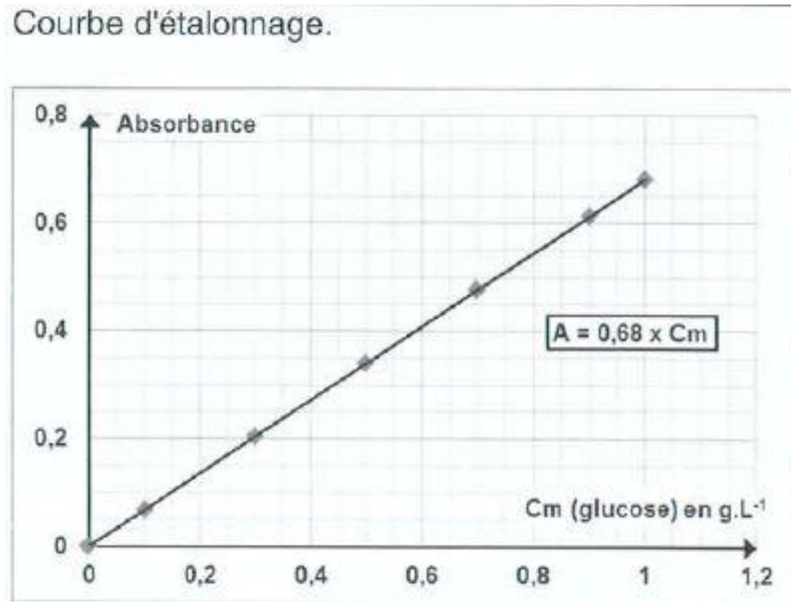


2.2. Repérer les groupes de protons équivalents de cette molécule et justifier qu'il sagit bien de la phéromone d'attaque.



Il comporte :
un doublet à 0,9 ppm ; (le carbone voisin compte un seul proton) ;
un quadruplet à 1,5 ppm ; (les carbones voisins comptent 3 protons) ;
un nonuplet (9 pics) à 1,8 ppm ; (les carbones voisins comptent 8 protons) ;
un singulet à 2,2 ppm ; (le carbone voisin est dépourvu de proton) ;
un triplet à 4,4 ppm (le carbone voisin porte deux protons).

Le miel source de nourriture.



1. Expliquer pourquoi le DNS doit être introduit en excès.

A la longueur d'onde d'étude, c'est la forme réduite du DNS qui présente un maximum d'absorption.

Le glucose et le fructose doivent donc être entièrement oxydés par le DNS, le but étant de déterminer la concentration en sucres réducteurs.

2. Ce miel satisfait-il à la norme ?

Concentration en sucres réducteurs dans la solution S_1 : Cm = A / 0,68 = 0,40 / 0,68 =0,59 g/L

Concentration en sucres réducteurs dans S_0 : Co = 10 × Cm = 10×0,59 = 5,9 g /L.

La masse de sucre est m = Co × Vo = 5,9 × 0,050 = 0,294 g de sucres réducteurs dans 50,0 mL ce qui correspond à 0,60 g de miel de sapin.

Pour 100g de mile de sapin on aura : 0,294 *100 /0,60 = 49 g de sucres, valeur supérieure à la norme. Ce miel respecte la norme concernant les sucres réducteurs.

Exerccie 3 : Bac S 2016 Amérique du nord LES EXOPLANÈTES (5 points)

1. Illustration du principe de détection par vélocimétrie

1.1. La vitesse de déplacement v du système {étoile-planète} par rapport à la Terre est donnée par la relation : $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v}{c}$ soit, avec $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_{mesurée}$, on obtient $v = c \cdot \frac{\lambda - \lambda_{mesurée}}{\lambda}$

Or c et λ = 658,2 nm sont des constantes donc v dépend du décalage spectral $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_{mesurée}$.

Pour tracer le graphe du doc.2, les chercheurs ont suivi la démarche suivante :

- ils ont enregistré le spectre de raies de l'étoile au cours de plusieurs nuits ;
- ils ont mesuré le décalage spectral $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_{mesurée}$ entre la longueur d'onde mesurée $\lambda_{mesurée}$ et la longueur d'onde de référence λ = 658,2 nm ;
- ils en ont déduit la vitesse v du système {étoile-planète}.

1.2. Soit T la période de révolution de l'étoile autour du centre de gravité G du système.

En 2454310 – 2454300 = 10 jours on mesure 4,5.T soit :

4,5T = 10 $\Leftrightarrow$ T = $\frac{10}{4,5}$ = 2,22 jours soit **T** = 2,22×24×3600 s = **$1,9\times10^5$ s**.

L'exoplanète possède la même période de révolution que l'étoile comme l'indique le document 1.

1.3. Le graphe du doc.2 étant **une sinusoïde**, la trajectoire de la planète autour du centre de gravité G est **un cercle**.

1.4. On suppose que le centre de gravité du système est confondu avec le centre de l'étoile. La trajectoire de l'exoplanète est un cercle.

Utilisons la deuxième loi de Kepler : « Le rayon vecteur étoile-exoplanète, orienté de l'étoile vers l'exoplanète, balaye des **surfaces égales** pendant des **intervalles de temps égaux** ».

Ainsi, pendant la même durée Δt, les longueurs L_1 et L_2 parcourues par l'exoplanète sont égales. Par conséquent, les vitesses $v_1 = \frac{L_1}{\Delta t}$ et $v_2 = \frac{L_2}{\Delta t}$ sont égales. Le mouvement de l'exoplanète est donc **uniforme**.

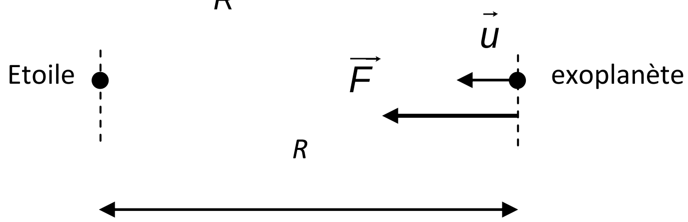
2. Habitabilité de l'exoplanète du système HD 189733

2.1. Troisième loi de Kepler : Le carré de la période de révolution T est proportionnel au cube du demi-grand axe de la trajectoire elliptique, soit : $\frac{T^2}{a^3} = Cte.$

2.2. La 2ème loi de Newton appliquée au système {exoplanète}, dans le référentiel de l'étoile supposé galiléen indique $\Sigma\overrightarrow{F_{Ext.}} = \dfrac{d\vec{p}}{dt}$.

L'exoplanète n'est soumise qu'à la force $\vec{F}$ d'attraction gravitationnelle de l'étoile, on a $\vec{F} = \dfrac{d\vec{p}}{dt}$. La masse m de l'exoplanète étant constante, on a : $\vec{F} = \dfrac{d\left(m.\vec{v}\right)}{dt}$ = $m.\dfrac{d\vec{v}}{dt} = m.\vec{a}$.

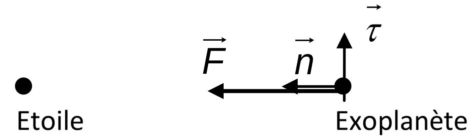
La force gravitationnelle $\vec{F}$ est $\vec{F} = G \cdot \dfrac{m.M}{R^2}.\vec{u}$.



Ainsi : $G.\dfrac{m.M}{R^2}.\vec{u} = m.\vec{a}$

L'accélération de l'étoile est donc : $\boxed{G.\dfrac{M}{R^2}.\vec{u} = \vec{a}}$.

Dans le repère de Frenet $\left(\text{Exoplanète}, \vec{n}, \vec{\tau}\right)$,



le vecteur accélération s'écrit : $\vec{a} = \dfrac{v^2}{R}.\vec{n} + \dfrac{dv}{dt}.\vec{\tau}$ avec $\vec{n} = \vec{u}$

En égalant les deux expressions de l'accélération, il vient : $\dfrac{G.M}{R^2}.\vec{u} = \dfrac{v^2}{R}.\vec{u} + \dfrac{dv}{dt}.\vec{\tau}$

Par identification on obtient : $\begin{cases} sur\ \vec{u} : \dfrac{G \cdot M}{R^2} = \dfrac{v^2}{R} \\ sur\ \vec{\tau} : 0 = \dfrac{dv}{dt} \Rightarrow v = cte \end{cases}$

<u>*Remarque 1*</u> *: La deuxième équation montre que la valeur de la vitesse de l'exoplanète est constante donc le mouvement est uniforme. Cette méthode aurait pu être utilisée à la question* ***1.4.***

On a : $\dfrac{G.M}{R^2} = \dfrac{v^2}{R}$ donc on en déduit que $v = \sqrt{\dfrac{G.M}{R}}$.

Pendant une période T, l'exoplanète parcourt son orbite de longueur $2\pi R$ à la vitesse v autour de l'étoile donc :

$T = \dfrac{2\pi.R}{v}$ ainsi : $T^2 = \dfrac{4\pi^2.R^2}{v^2}$ soit $T^2 = \dfrac{4\pi^2.R^2}{\dfrac{G.M}{R}} = \dfrac{4\pi^2.R^3}{G.M}$

Finalement on obtient : $\boxed{\dfrac{T^2}{R^3} = \dfrac{4\pi^2}{G.M}}$

2.3. On a : $R^3 = \dfrac{G.MT^2}{4\pi^2}$ soit finalement $\boxed{R = \left(\dfrac{G.M.T^2}{4\pi^2}\right)^{1/3}}$

avec $M = 0{,}82 \times M_0$ et $M_0 = 1{,}989 \times 10^{30}$ kg.

$$R = \left(\frac{6{,}67 \times 10^{-11} \times 0{,}82 \times 1{,}989 \times 10^{30} \times (1{,}92 \times 10^5)^2}{4\pi^2}\right)^{1/3}$$ = **$4{,}7 \times 10^9$ m**

2.4. Sachant que 1 U.A = $1{,}50 \times 10^8$ km = $1{,}50 \times 10^{11}$ m, on a :

$$\boldsymbol{R} = \frac{4{,}6659 \times 10^9}{1{,}50 \times 10^{11}} = \mathbf{3{,}11 \times 10^{-2}\ U.A.}$$

L'étoile ayant des caractéristiques similaires à celle du Soleil (doc.2), on peut penser que sa zone d'habitabilité est voisine de celle du Soleil : elle serait donc comprise entre 0,726 U.A. et 1,52 U.A. Comme *R* n'appartient pas à cet intervalle, l'exoplanète n'est pas dans la zone d'habitabilité de l'étoile HD 189733, elle recevrait trop de puissance par mètre carré.

EXERCICE III (spécialité) : PROJET D'AVION AVEC DU PHOTOVOLTAIQUE. (5 points)

Énergie totale nécessaire au fonctionnement du moteur électrique pour le vol d'une durée

Δt= 50 h.

On considère que la durée du décollage est négligeable par rapport à la durée totale du vol, ainsi on utilise la valeur de la puissance en vol de croisière.

Emot= Pmot × Δt = $12 \times 10^3 \times 50 \times 3600$ convertir P en W et Δt en s

Emot= $2{,}16 \times 10^9$ J

Énergie fournie par les cellules photovoltaïques est de 25 % :

Ephotol = Emot × 0,25 = Pmot × Δt × 0,25 = $2{,}16 \times 10^9 \times 0{,}25 = 5{,}4.10^8$ J

Il est indiqué que 30% de l'énergie solaire est renvoyée dans l'espace, ainsi seule 70% de l'énergie est disponible (arrive au sol).

L'énergie apportée par le soleil est :
Esol = Ephoto/0,70 = Pmot × Δt × 0,25 / 0,70 = Pmot × Δt × 0,36 = $7{,}7.10^8$ J

La surface est donnée par S = Psol / (ε× ή)

Calculons Psol :

Psol = Esol / Δt = Pmot × 0,36 = $12 \times 10^3 \times 0,36 = 4,3 .10^3$ W

Donc S = Psol / (ε× ή) = $12 \times 10^3 \times 0,36$ /(342 × 0,24) = 52,2 m²

L'avion possède N cellules de surface égale à S1= 249 cm² = $2,49.10^{-2}$ m²

La surface totale des cellules et donc Stot= N.S1

On obtient alors N = Stot/S1 = 2096 cellules