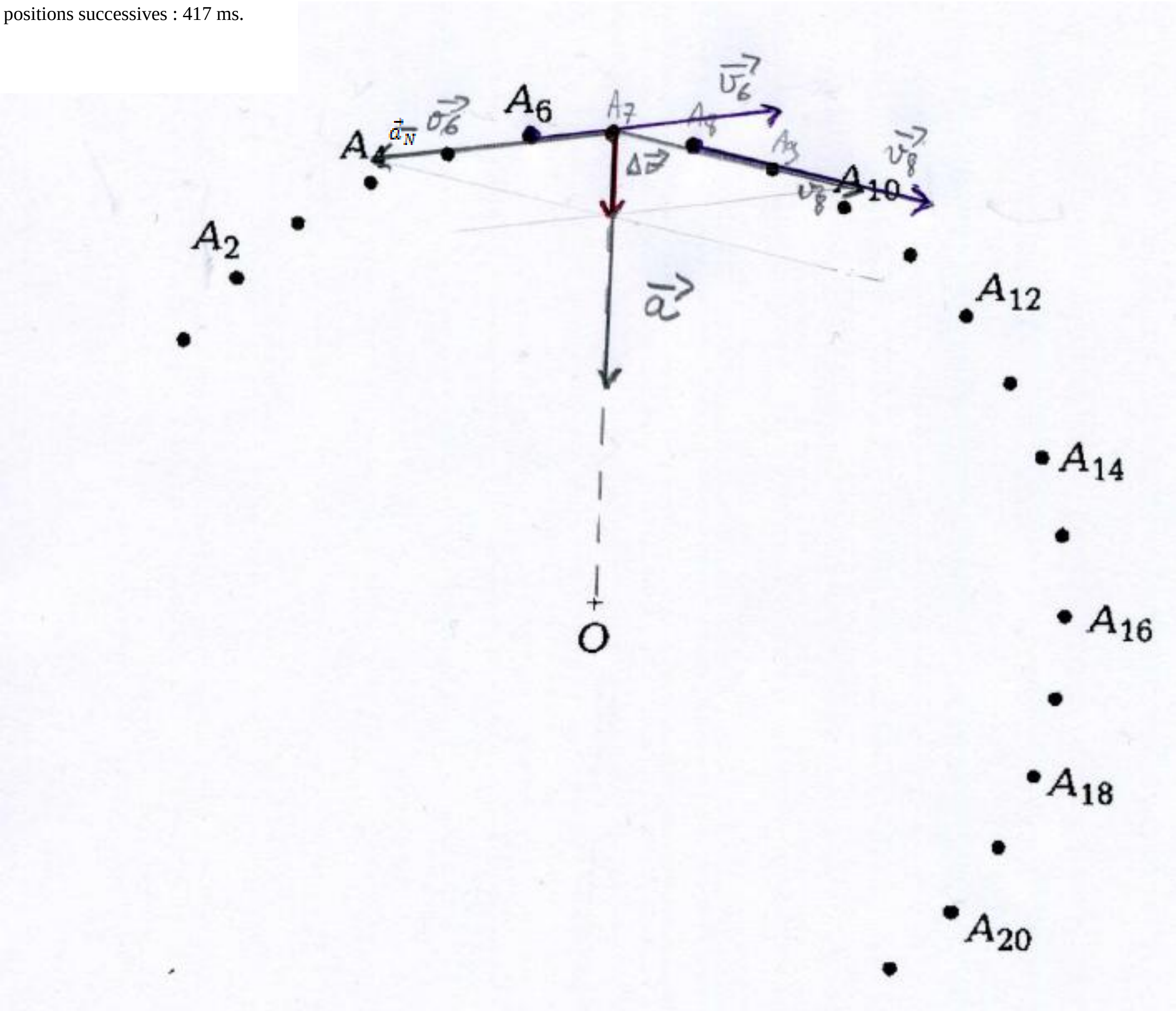
Chapitre 5: cinématique et dynamique newtoniennes
Bac blanc 2013

I) *la ballade en voiture*.

Antoine conduit sa voiture.

L'automobilisteaborde un virage circulaire de rayon R = 25 m à une vitesse constante de valeur v = 36 km.h^{-1}.
La figure qui suit représente 20 positions du centre d'inertie du système {Antoine + voiture} au cours de son mouvement.
1) L'automobiliste est animé d'un mouvement circulaire et uniforme. Trajectoire circulaire et vitesse constante.
2) Valeur de la vitesse de l'automobiliste : v = 36 / 3,6 = **10 m.s^{-1}.**
3) 4) et 5)Voir figure ci-dessous pour les tracés.
Echelle des vitesses : 3 cm pour 10 m.s^{-1}.$\overrightarrow{\Delta v}$ représenté par 1,0 cm soit Δ**v = 3,3(3) m.s^{-1}**
Echelle de l'accélération : 3 cm pour 4,0 m.s^{-2}.**a** = Δv / Δt = 3,3/ (2×0,417) = **4,0 m.s^{-2}** soit un vecteur $\vec{a}$**de 3,0 cm**
6) $\vec{a}_T = \vec{0}$ donc de **valeur nulle**et $\vec{a}_N$est représentée par un vecteur de 3,0 cm de long soit **a_N = 4,0 m.s^{-2}**.
7) **a_N**= v^2/R = 10^2 / 25 = **4,0 m.s^{-2}. Résultat précédent confirmé.**

Intervalle de temps entre deux positions successives : 417 ms.



II)*Première misère : la panne !*

a Le véhicule subit son poids $\vec{P}$, la force exercée par le conducteur $\vec{F}$, la réaction normale du sol $\vec{R}_n$ et la force de frottement $\vec{f}$ **(Fig. 4)**.

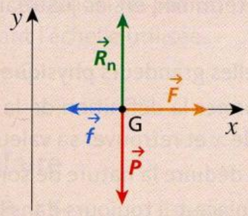


Fig. 4 Forces exercées sur le véhicule.

b Le référentiel terrestre, supposé galiléen, est le référentiel d'étude adapté.

c La deuxième loi de Newton appliquée au système étudié (de masse constante) s'écrit : $\vec{P}+\vec{R}_n+\vec{f}+\vec{F}=m\vec{a}$.

d La projection de la relation vectorielle précédente sur l'axe (Ox) est : $0+0-f+F=ma_x$. Ainsi,

$a_x=\frac{F-f}{m}=\frac{2{,}23.10^2-2{,}20.10^2}{1{,}00.10^3}=\frac{0{,}03.10^2}{1{,}00.10^3}=3.10^{-3}$ m.s^{-2}.

e La primitive de a_x est : $v_x(t)=a_xt+k$ où k est une constante. À $t=0$, $v_x(0)=0$.

Cette vitesse initiale s'écrit aussi : $v_x(0)=a_x\times0+k$.

Il en résulte que $k=0$.

Donc $v_x(t)=a_xt$.

Une deuxième intégration permet d'obtenir l'équation horaire demandée : $x(t)=\frac{1}{2}a_xt^2+k'$ où k' est une constante.

La condition initiale sur la position s'écrit $x(0)=0$ et donne $k'=0$. Donc finalement $x(t)=\frac{1}{2}a_xt^2$.

f Antoine poussant sa voiture arrive au garage, situé à la distance $d=0{,}50$ km, à la date t_1 vérifiant $x(t_1)=d$ ce qui donne : $\frac{1}{2}a_xt_1^2=d$

soit $t_1=\sqrt{\frac{2d}{a_x}}=\sqrt{\frac{2\times0{,}50.10^3}{3.10^{-3}}}=6.10^2$ s, soit près de 10 min.

III)*Il ne manquait plus qu'un carreau !*

1) Le mouvement est étudié dans le référentiel terrestre supposé *galiléen* c'est-à-dire qu'on peut y appliquer les lois de Newton (elles sont valables dans ce référentiel).

2) Le système {voiture A+ voiture B}est considéré comme pseudo isolé :

a) $\Sigma\vec{F}=\frac{d\vec{p}}{dt}=\vec{0}$(les forces se compensent) donc $\vec{p}$ **est un vecteur constant** : la quantité de mouvement se conserve.

b) D'après 2)a) $\vec{p}_A+\vec{p}_B=\vec{p}_C$

3) a) p_A= : $m_A.v_A$ = 1840 × 45/3.6 = **2,3 × 10^4 kg.m.s^{-1}**

p_B= $m_B.v_B$ = 1800 × 50/3.6 = **2,5 × 10^4 kg.m.s^{-1}**

b)

$\vec{p_C}$**(2,5 × 10^4 ; 2,3 × 10^4) coordonnées en kg.m.s^{-1}**

4) a) La valeur du vecteur quantité de mouvement $\vec{p_C}$: $p_C=\sqrt{p_A{}^2+p_B{}^2}$

$=\sqrt{(2{,}3\times10^4)^2+(2{,}5\times10^4)^2}$ = **3,4× 10^4 kg.m.s^{-1}**

Sa direction, représentée par l'angle α, prise par rapport à l'axe vertical (Oy) : tan α = p_B/p_A = 2,5/2,3 d'où**α = 47°**

La direction par rapport à (Oy) du vecteur vitesse $\vec{v_C}$ du système après le choc est la même que $\vec{p_C}$ (vecteurs colinéaires)

b) **L'angle de la direction indiquée** est supérieur **α = 47°**sur le croquis. **L'expert a raison de douter de la valeur de la vitesse v_B déclarée.**