Corrigé bac 2017 - Série C

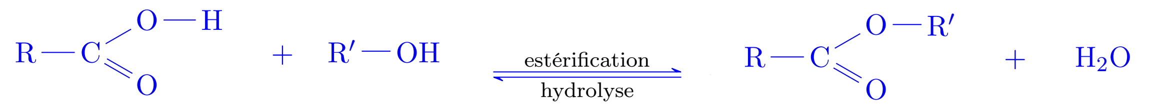
CHIMIE 8 points

Partie A : vérification des connaissances

Questions à réponse courte

Caractéristique d'une réaction d'estérification : une réaction d'estérification est lente, limitée, athermique et réversible .

L'estérification est la réaction d'un acide carboxylique R−COOH avec un alcool R′−OH. Elle conduit à la formation d'ester et d'eau.
La réaction en sens inverse est appelée hydrolyse de l'ester.



acide carboxylique alcool ester eau

Texte à trous

Lorsque l'électron de l'atome d'hydrogène passe d'un niveau d'énergie inférieure à un niveau d'énergie supérieure, il y a absorption de photons.

Appariement

$A_1 = B_4$
$A_2 = B_3$
$A_3 = B_1$
$A_4 = B_2$

Valérien Eberlin
Professeur de mathématiques
France

- La formule générale des acides carboxyliques est RCOOH. On en déduit que l'acide carboxylique est l'acide benzoïque C_6H_5COOH avec R=C_6H_5.
- La formule générales des esters est : RCOOR'. On en déduit que l'ester est l'éthanoate de méthyle CH_3COOCH_3 avec R=R'=CH_3.
- NH_3 est une base gazeuse, soluble dans l'eau. Son acide conjugué est l'ion ammonium $NH_4{}^+$. La dissociation de l'ammoniac dans l'eau est une réaction équilibrée. L'eau cède un proton qui est capté par l'ammoniac :

$$\begin{array}{lcl}
\text{Couple } H_2O/HO^- & : & H_2O \rightleftharpoons HO^- + H^+ \\
\text{Couple } NH_4{}^+/NH_3 & : & NH_3 + H^+ \rightleftharpoons NH_4{}^+ \\
\hline
 & & NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4{}^+ + HO^-
\end{array}$$

- L'hydroxyde de sodium NaOH, solide ionique soluble dans l'eau, est une base forte. La dissociation de l'hydroxyde de sodium dans l'eau est une réaction totale.

$$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$$

À savoir

Tous les hydroxydes alcalins, c'est à dire composés d'un cation de métal alcalin (voir 1ère colonne du tableau périodique) et d'un anion hydroxyde HO^-, sont des bases fortes.

Partie B : Application des connaissances

1 Le nombre de moles présent dans $m_0 = 10^{-6}$ g de l'isotope $^{131}_{53}\text{I}$ est : $n = \dfrac{m_0}{M_\text{I}}$.

Or $n = \dfrac{N_0}{\aleph_A}$ où $\aleph_A$ est le nombre d'Avogadro.

D'où $N_0 = \dfrac{m_0 \times \aleph_A}{M_\text{I}}$.

A.N.

$$N_0 = \frac{10^{-6} \times 6,02.10^{23}}{131} \approx 4,6.10^{15} \text{ noyaux.}$$

2 Équation de la désintégration

L'isotope $^{131}_{53}\text{I}$ étant radioactif β^-, l'équation de la désintégration se caractérise par l'émission d'un électron $^{0}_{-1}e$:

$$^{131}_{53}\text{I} \longrightarrow {}^{A'}_{Z'}\text{Y} + {}^{0}_{-1}e$$

De la loi de conservation de nombre de masse, on en déduit que 131 = A' + 0. D'où A' = 131.
De la loi de conservation du nombre de charges, on en déduit que 53 = Z' −1. D'où Z' = 54.
Donc $^{A'}_{Z'}\text{Y} = {}^{131}_{54}\text{Y}$.
En utilisant le tableau périodique (voir page annexe), on identifie l'élément Xénon : $^{131}_{54}\text{Xe}$.
D'où l'équation de la désintégration :

VALÉRIEN EBERLIN PROFESSEUR DE MATHÉMATIQUES FRANCE

$$^{131}_{53}\mathrm{I} \longrightarrow {}^{131}_{54}\mathrm{Xe} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e}$$

3 **a.** Pour N_0 le nombre initial de noyaux radioactifs, le nombre $N(t)$ de noyaux radioactifs restant est donnée par la relation $N(t) = N_0\,\mathrm{e}^{-\lambda t}$

L'activité A d'un échantillon radioactif est le nombre moyen de désintégrations s'y produisant par seconde c'est à dire : $A(t) = -\dfrac{d\,N(t)}{dt}$.

D'où $A(t) = -\dfrac{d\,N(t)}{dt} = -\dfrac{d\,N_0\,\mathrm{e}^{-\lambda t}}{dt} = \lambda N_0\,\mathrm{e}^{-\lambda t}$.

Donc $A(t) = \lambda N(t)$.

Comme $N(t) = N_0\,\mathrm{e}^{-\lambda t}$, alors $A(t) = \lambda N_0\,\mathrm{e}^{-\lambda t}$.

En posant $A_0 = \lambda N_0$, on obtient :

$$A(t) = A_0\,\mathrm{e}^{-\lambda t} \text{ où } \lambda \text{ est lié à la demi-vie } T \text{ par la relation } \lambda = \frac{\ln 2}{T}$$

D'où : $\boxed{A(t) = A_0\,\mathrm{e}^{-\frac{\ln 2}{T}t}}$

> Remarque
>
> À la demi-vie T, le nombre de noyaux radioactifs restant est égal $\dfrac{N_0}{2}$.
>
> On a alors : $\dfrac{N_0}{2} = N_0\,\mathrm{e}^{-\lambda T}$. D'où $T = \dfrac{\ln 2}{\lambda}$ ou encore $\lambda = \dfrac{\ln 2}{T}$.

b. $A_0 = \lambda N_0 = \dfrac{\ln 2}{T} N_0$.

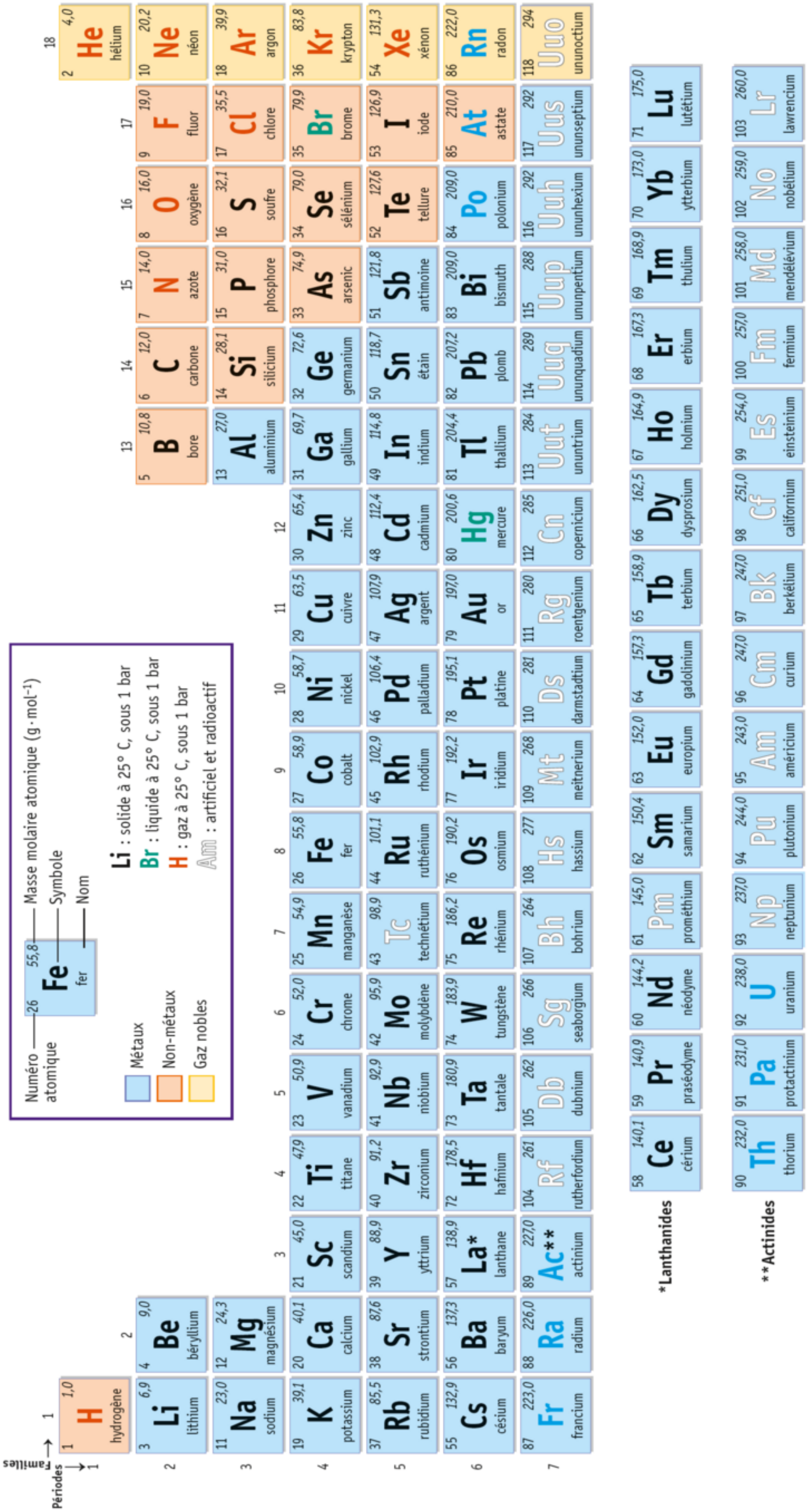
A.N.

$T = 8 \times 24 \times 3600 = 691200$ s.

$A_0 = \dfrac{\ln 2}{691200} \times 4,6.10^{15} \approx 4,6.10^{9}$ Bq.

c. À $t = 5 \times 3600 = 18000$ s,

$A = A_0\,\mathrm{e}^{-\frac{\ln 2}{T}t} = 4,6.10^{9}\,\mathrm{e}^{-\frac{\ln 2}{691200}\times 18000} = 4,5.10^{9}$ Bq.


Périodes
Familles
Numéro atomique
Masse molaire atomique (g·mol⁻¹)
Symbole
Nom
26 Fe 55,8 fer
Métaux
Non-métaux
Gaz nobles
Li : solide à 25° C, sous 1 bar
Br : liquide à 25° C, sous 1 bar
H : gaz à 25° C, sous 1 bar
Am : artificiel et radioactif
1 H 1,0 hydrogène
2 He 4,0 hélium
3 Li 6,9 lithium
4 Be 9,0 béryllium
5 B 10,8 bore
6 C 12,0 carbone
7 N 14,0 azote
8 O 16,0 oxygène
9 F 19,0 fluor
10 Ne 20,2 néon
11 Na 23,0 sodium
12 Mg 24,3 magnésium
13 Al 27,0 aluminium
14 Si 28,1 silicium
15 P 31,0 phosphore
16 S 32,1 soufre
17 Cl 35,5 chlore
18 Ar 39,9 argon
19 K 39,1 potassium
20 Ca 40,1 calcium
21 Sc 45,0 scandium
22 Ti 47,9 titane
23 V 50,9 vanadium
24 Cr 52,0 chrome
25 Mn 54,9 manganèse
26 Fe 55,8 fer
27 Co 58,9 cobalt
28 Ni 58,7 nickel
29 Cu 63,5 cuivre
30 Zn 65,4 zinc
31 Ga 69,7 gallium
32 Ge 72,6 germanium
33 As 74,9 arsenic
34 Se 79,0 sélénium
35 Br 79,9 brome
36 Kr 83,8 krypton
37 Rb 85,5 rubidium
38 Sr 87,6 strontium
39 Y 88,9 yttrium
40 Zr 91,2 zirconium
41 Nb 92,9 niobium
42 Mo 95,9 molybdène
43 Tc 98,9 technétium
44 Ru 101,1 ruthénium
45 Rh 102,9 rhodium
46 Pd 106,4 palladium
47 Ag 107,9 argent
48 Cd 112,4 cadmium
49 In 114,8 indium
50 Sn 118,7 étain
51 Sb 121,8 antimoine
52 Te 127,6 tellure
53 I 126,9 iode
54 Xe 131,3 xénon
55 Cs 132,9 césium
56 Ba 137,3 baryum
57 La* 138,9 lanthane
72 Hf 178,5 hafnium
73 Ta 180,9 tantale
74 W 183,9 tungstène
75 Re 186,2 rhénium
76 Os 190,2 osmium
77 Ir 192,2 iridium
78 Pt 195,1 platine
79 Au 197,0 or
80 Hg 200,6 mercure
81 Tl 204,4 thallium
82 Pb 207,2 plomb
83 Bi 209,0 bismuth
84 Po 209,0 polonium
85 At 210,0 astate
86 Rn 222,0 radon
87 Fr 223,0 francium
88 Ra 226,0 radium
89 Ac** 227,0 actinium
104 Rf 261 rutherfordium
105 Db 262 dubnium
106 Sg 266 seaborgium
107 Bh 264 bohrium
108 Hs 277 hassium
109 Mt 268 meitnerium
110 Ds 281 darmstadtium
111 Rg 280 roentgenium
112 Cn 285 copernicium
113 Uut 284 ununtrium
114 Uuq 289 ununquadium
115 Uup 288 ununpentium
116 Uuh 292 ununhexium
117 Uus 292 ununseptium
118 Uuo 294 ununoctium
*Lanthanides
58 Ce 140,1 cérium
59 Pr 140,9 praséodyme
60 Nd 144,2 néodyme
61 Pm 145,0 prométhium
62 Sm 150,4 samarium
63 Eu 152,0 europium
64 Gd 157,3 gadolinium
65 Tb 158,9 terbium
66 Dy 162,5 dysprosium
67 Ho 164,9 holmium
68 Er 167,3 erbium
69 Tm 168,9 thulium
70 Yb 173,0 ytterbium
71 Lu 175,0 lutétium
**Actinides
90 Th 232,0 thorium
91 Pa 231,0 protactinium
92 U 238,0 uranium
93 Np 237,0 neptunium
94 Pu 244,0 plutonium
95 Am 243,0 américium
96 Cm 247,0 curium
97 Bk 247,0 berkélium
98 Cf 251,0 californium
99 Es 254,0 einsteinium
100 Fm 257,0 fermium
101 Md 258,0 mendélévium
102 No 259,0 nobélium
103 Lr 260,0 lawrencium

PHYSIQUE 12 points

Partie A : vérification des connaissances

1 Questions à choix multiples

a. a_2

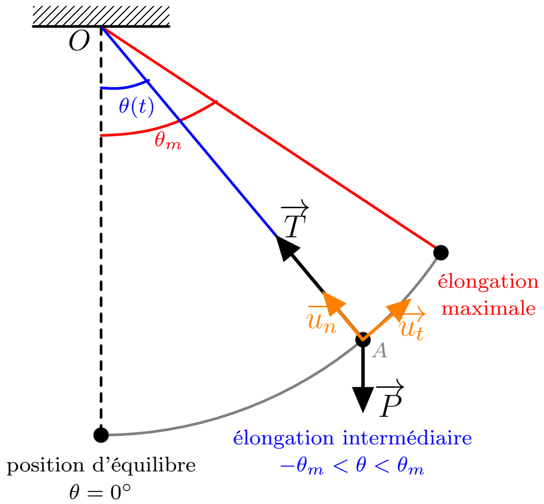
Un pendule simple est constitué par fil inextensible de longueur l et de masse négligeable au bout duquel est accroché un objet de masse m et de petites dimensions (objet ponctuel).

La période d'oscillation d'un pendule simple est donnée par la formule suivante :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

où l est la longueur du fil et g l'intensité de pesanteur.

La période T ne dépend donc pas de la masse m accrochée mais uniquement de la longueur l du fil.



Système : point de masse m.
Référentiel : c'est le référentiel du sol supposé galiléen.
Bilan des forces : $\overrightarrow{T}$, $\overrightarrow{P}$.

D'après le théorème du centre d'inertie TCI : $\overrightarrow{P} + \overrightarrow{T} = m\overrightarrow{a}$.
En projetant sur l'axe $(A, \overrightarrow{u_t})$ du repère de Frenet $(A, \overrightarrow{u_t}, \overrightarrow{u_n})$, on a : $-mg\sin\theta + 0 = ma$.
Or $a = l\ddot{\theta}$. D'où : $-mg\sin\theta = ml\ddot{\theta}$ ou encore $\ddot{\theta} + \frac{g}{l}\sin\theta = 0$.
Le système étant étudié pour des oscillations de faibles amplitudes, on a $\sin\theta \approx \theta$.
On obtient l'équation du mouvement d'un oscillateur harmonique : $\ddot{\theta} + \frac{g}{l}\theta = 0$ (**),

La solution de cette équation différentielle est de la forme : $\theta(t) = \theta_m \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right)$ où θ_m est l'amplitude des oscillations (rad) ; φ est la phase à l'origine des dates (rad) et T la période propre du pendule simple.

$$\dot{\theta}(t) = -\frac{2\pi}{T}\theta_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right)$$

$$\ddot{\theta}(t) = -\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \underbrace{\theta_m \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right)}_{\theta(t)} = -\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \theta(t)$$

$$\ddot{\theta}(t) + \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \theta(t) = 0.$$

En identifiant l'équation précédente avec l'équation différentielle $\ddot{\theta} + \frac{g}{l}\theta = 0$ (**),

on en déduit que : $\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = \frac{g}{l}$. D'où $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.

b. b$_3$

Pour un circuit en série RLC, alimenté par un générateur de tension alternative sinusoïdale $u(t)$, de valeur efficace constante U, de pulsation ω variable, l'intensité efficace du courant traversant ce circuit est :

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}}$$

À la résonance, les effets des réactances s'annulent : $L\omega = \frac{1}{C\omega} \iff \omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.
L'impédance du circuit est alors à son minimum et est simplement égale à la résistance du circuit : $Z = R$.
La valeur efficace du courant est donc maximale et vaut $I = I_0 = \frac{U}{R}$.

2. a)

Faux.

La cinématique a pour objet l'étude des mouvements des corps en fonction du temps, sans se préoccuper de leurs causes (forces).

2. b)

Faux.

Un ébranlement est dit transversal si sa direction est perpendiculaire à la direction de propagation.

2. c)

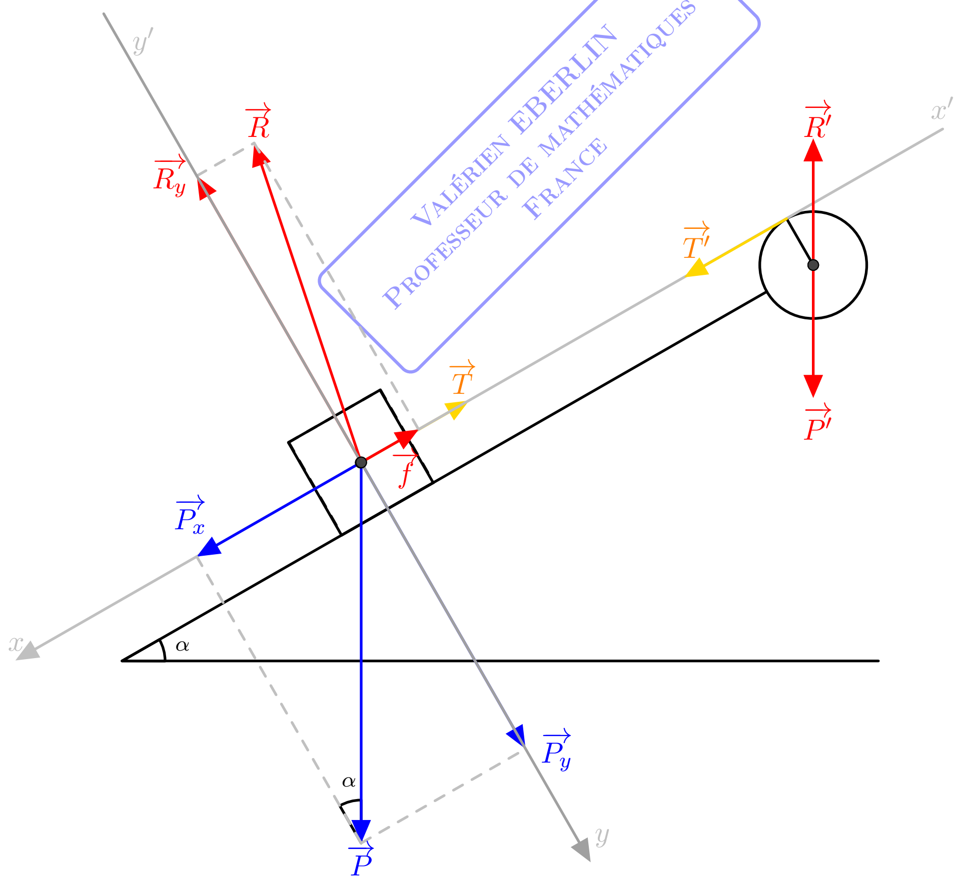
Vrai.

Un système est dit en chute libre si la seule force qui s'exerce sur lui est son poids.
Cela signifie qu'en l'absence de frottements avec l'air, si l'on lâche un objet lourd et un objet léger en même temps, ils arriveront au même moment au sol.

2. d)

Vrai

Partie B : application des connaissances



1 **a.** Nous allons proposer deux méthodes permettant de déterminer l'accélération du centre de gravité de A.

Le système est constitué du solide A de masse M et du cylindre de moment d'inertie J.

$1^{\text{ère}}$ méthode : méthode dynamique

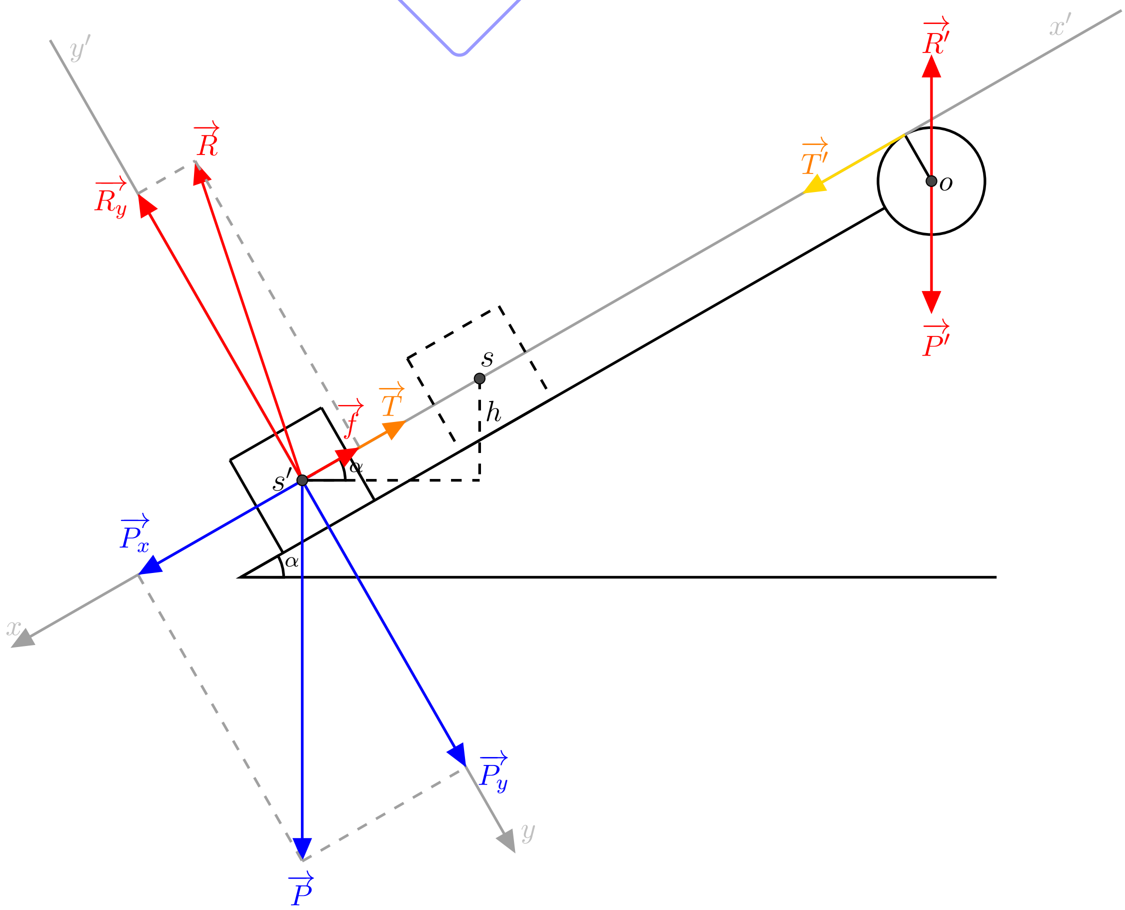
- Système étudié : solide de masse M.
  TCI : $\overrightarrow{P} + \overrightarrow{R} + \overrightarrow{T} = M\overrightarrow{a}$.
  En projetant suivant l'axe (xx'), on a : $P_x - f - T = Ma$.
  Ou encore $Mg\sin\alpha - f - T = Ma$.
  D'où $T = Mg\sin\alpha - Ma - f \quad (*)$.
- Système étudié : cylindre
  RFD (rotation) : $\mathscr{M}_\Delta(\overrightarrow{P'}) + \mathscr{M}_\Delta(\overrightarrow{R'}) + \mathscr{M}_\Delta(\overrightarrow{T'}) = J\ddot{\theta}$
  Or $\mathscr{M}_\Delta(\overrightarrow{P'}) = \mathscr{M}_\Delta(\overrightarrow{R'}) = 0$ car les deux forces $\overrightarrow{P'}$ et $\overrightarrow{R'}$ passent par l'axe de rotation du cylindre.
  Donc $\mathscr{M}_\Delta(\overrightarrow{T'}) = J\ddot{\theta}$ avec $\ddot{\theta} = \dfrac{a}{r}$.
  Ce qui donne : $T' \times r = J\dfrac{a}{r}$.
  D'où $T' = J\dfrac{a}{r^2} \quad (**)$.
  Le fil étant inextensible et de masse négligeable, on en déduit que $T = T'$.

Il en résulte des égalités (*) et (**) que : $J\dfrac{a}{r^2} = Mg\sin\alpha - Ma - f$

Ou encore : $a\left(M + \dfrac{J}{r^2}\right) = Mg\sin\alpha - f$. Or $f = \dfrac{1}{10}P = \dfrac{1}{10}Mg$

D'où $\boxed{a = \dfrac{Mg\left(\sin\alpha - \dfrac{1}{10}\right)}{M + \dfrac{J}{r^2}}}$

Méthode énergétique



$\Delta E_C = \sum W_{Fext} + \underbrace{\sum W_{int}}_{=0}$

$\Delta E_C = W_{\vec{P}} + W_{\vec{R}} + \underbrace{W_{\vec{P'}}}_{=0} + \underbrace{W_{\vec{R'}}}_{=0}$

$\dfrac{1}{2}Mv^2 + \dfrac{1}{2}J.\dot{\theta}^2 = Mgh - f.l$ où l'on a posé $ss' = l$. Or $h = l\sin\alpha$ et $\dot{\theta} = \dfrac{v}{r}$

On obtient : $\dfrac{1}{2}Mv^2 + \dfrac{1}{2}J\dfrac{v^2}{r^2} = Mgl\sin\alpha - f.l$

Ou en encore $\dfrac{1}{2}v^2\left(M + \dfrac{J}{r^2}\right) = l(Mg\sin\alpha - f)$

En dérivant membre à membre la dernière équation ci-dessus, on a :

$\dfrac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\left[\dfrac{1}{2}v^2\left(M + \dfrac{J}{r^2}\right)\right] = \dfrac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\left[l(Mg\sin\alpha - f)\right]$

Les grandeurs M, J, g, α, r et f étant constantes, on obtient :

$\frac{1}{2}\left(M+\frac{J}{r^2}\right)\frac{\mathrm{d}v^2}{\mathrm{d}t} = (Mg\sin\alpha - f)\frac{\mathrm{d}l}{\mathrm{d}t}$

$\frac{1}{2}\left(M+\frac{J}{r^2}\right)2v.\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} = (Mg\sin\alpha - f)\frac{\mathrm{d}l}{\mathrm{d}t}$. Or $\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} = a$, $\frac{\mathrm{d}l}{\mathrm{d}t} = v$ et $f = \frac{1}{10}Mg$

D'où $\frac{1}{2}\left(M+\frac{J}{r^2}\right)2v.a = \left(Mg\sin\alpha - \frac{1}{10}Mg\right)v$.

Ou encore $\left(M+\frac{J}{r^2}\right).a = Mg\left(\sin\alpha - \frac{1}{10}\right)$.

On en déduit que : $\boxed{a = \dfrac{Mg\left(\sin\alpha - \frac{1}{10}\right)}{M+\frac{J}{r^2}}}$.

b. Comme $a = \dfrac{Mg\left(\sin\alpha - \frac{1}{10}\right)}{M+\frac{J}{r^2}} = \dfrac{1\times 9,8\times 0,4}{1+\frac{9.10^{-4}}{(6.10^{-2})^2}} = 3,136\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$ est constante et strictement positive, on en déduit que le mouvement de A est rectiligne uniformément accéléré (MRUA).

2 $T = J\frac{a}{r^2} = 9.10^{-4}\times\frac{3,136}{(6.10^{-2})^2} = 7,84.\,10^{-1}\mathrm{N}$

3
- Système : corps de masse A
- Référentiel : Terrestre Supposé Galiléen (TSG)
- Bilan des forces : $\vec{P}$, $\vec{R}$

D'après le Théorème du Centre d'Inertie (TCI) : $\vec{P}+\vec{R} = M\vec{a}$

En projetant suivant l'axe (xx'), on a : $Mg\sin\alpha - f = Ma'$.

Ou encore $Mg\sin\alpha - \frac{1}{10}Mg = Ma'$

D'où $\boxed{a' = g\left(\sin\alpha - \frac{1}{10}\right)}$

A.N : $a' = 9,80\times\left(\sin(30°) - \frac{1}{10}\right) = 3,92\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$

Partie C : Résolution d'un problème

1 $W_0 = \frac{hc}{\lambda_0}$.

A.N.

$W_0 = \frac{6,62.10^{-34}\times 3.10^8}{0,66.10^{-6}} = 3,0.10^{-19}$ J.

2 $W = \dfrac{hc}{\lambda}$.

A.N. : $W = \dfrac{6,62.10^{-34} \times 3.10^{8}}{0,4.10^{-6}} = 4,965.10^{-19}$ J.

3 Comme $W > W_0$, l'énergie du photon incident permet d'extraire un électron et le surplus énergétique est transmis à l'électron sous forme d'énergie cinétique.

- $W = W_0 + E_{cmax}$. D'où $E_{cmax} = W - W_0$.

  A.N. : $E_{cmax} = 4,965.10^{-19} - 3,0.10^{-19} = 1,965.10^{-19}$ J.

- Or $E_{cmax} = \dfrac{1}{2} m_e v_{max}^2$. D'où $v_{max} = \sqrt{\dfrac{2E_{cmax}}{m_e}}$.

  A.N. : $v_{max} = \sqrt{\dfrac{2 \times 1,965.10^{-19}}{9.10^{-31}}} = 6,608.10^{5}\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$.

4

4. 1. La puissance $\mathscr{P}$ du rayonnement est l'énergie qu'il transfère en 1 seconde. Si N est le nombre de photons transportés par un seconde par le rayonnement monochromatique alors $\mathscr{P}$ et N sont liés par la relation :

$\mathscr{P} = NW$ D'où $N = \dfrac{\mathscr{P}}{W}$.

A.N. : $N = \dfrac{7,4.10^{-7}}{4,965.10^{-19}} = 1,490.10^{12}$ photons/seconde.

4. 2. L'intensité de saturation du courant photoélectrique est liée au nombre n d'électrons émis par seconde, par la cellule photoélectrique, par la relation : $I_S = n\mathrm{e}$ où e est la charge électrique de l'électron.

Or le nombre de photons émis par seconde qui provoquent l'émission d'électrons est égal au nombre d'électrons émis par seconde par la cellule photoélectrique.

D'où $r = \dfrac{n}{N} = \dfrac{I_S}{\mathrm{e} \times N}$.

A.N. : $r = \dfrac{2,4.10^{-9}}{1,6.10^{-19} \times 1,490.10^{12}} = 1,007.10^{-2} = \dfrac{1,007}{100} = 1,007\,\%$