CORRECTION MÉTROPOLE 2024 SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LABORATOIRE
Physique-Chimie et Mathématiques

Exercice 1 : Le parkour

1. Le poids est **vertical**, vers le **bas**, de norme **P = mg**.

2. Bilan des forces : la traceuse n'est soumise qu'à son poids.
La seconde loi de Newton s'exprime ainsi : $\boldsymbol{\Sigma\vec{F} = m\vec{a}}$
On a donc $\vec{P} = m\vec{a}$ soit $m\vec{g} = m\vec{a}$, soit $\boldsymbol{\vec{a} = \vec{g}}$.
En projetant sur l'axe Ox, on trouve $a_x = 0$.
En projetant sur l'axo Oy, on trouve $a_y = -g$, car g est dans le sens opposé à Oy.

3. L'accélération étant la dérivée de la vitesse, on faire des primitives.
$a_x=0$ donne par primitive $v_x(t)$ = cste. Or $v_x(0) = v_0$ = cste. Finalement, $\boldsymbol{v_x(t) = v_0}$.
$a_y=-g$ donne par primitive $v_y(t) = -gt$ + cste. Or $v_y(0) = 0$ = cste. Finalement, $\boldsymbol{v_y(t) = -gt}$.

4. La vitesse étant la dérivée de la position, on va faire des primitives.
$v_x=v_0$ donne par primitive $x(t) = v_0t$ + cste. Or $x(0)=0$=cste. Finalement, $\boldsymbol{x(t) = v_0t}$.
$v_y=-gt$ donne par primitive $y(t) = -gt^2/2$ + cste. Or $y(0)=0$=cste. Finalement, $\boldsymbol{y(t) = -gt^2/2}$.

5. On pose $y(t_c) = -2$. Cela correspond à $-gt_C^2/2 = -2$, soit $gt_c^2 = 4$.

On résout : $t_c=\sqrt{\left(\frac{4}{g}\right)}=\sqrt{\left(\frac{4}{9,8}\right)}=\mathbf{0,639}\text{ s}$

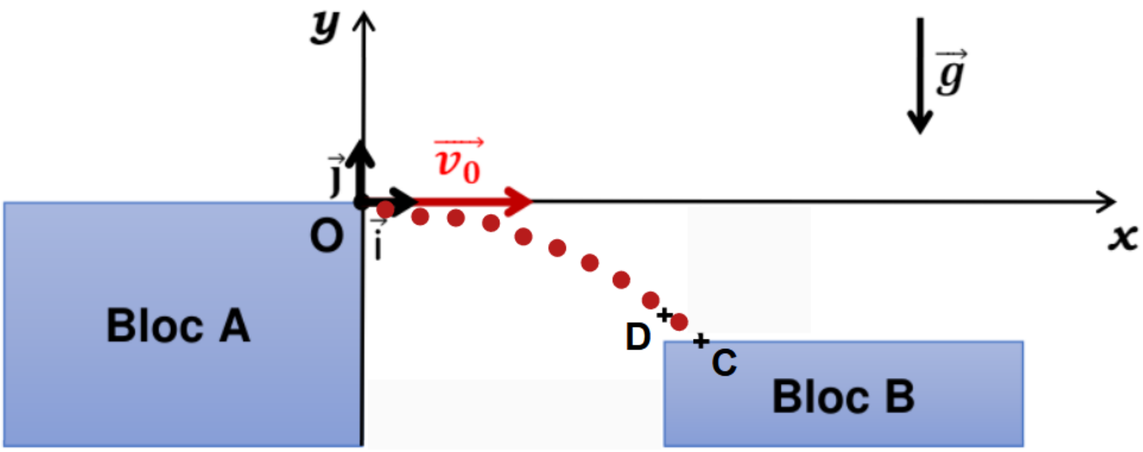
6. $x(t_c) = v_0t_C = 7,0 \times 0,64 = \mathbf{4,5\ m}$

7. On pose $c(t_d) = 4$. Cela correspond à $v_0t_d = 4$.

On résout : $t_d=\frac{4}{v_0}=\frac{4}{7,0}=\mathbf{0,57}\text{ s}$

8. $y(t_d)=\frac{-g\,t_d^2}{2}=\frac{-9,8\times 0,57^2}{2}=\mathbf{-1,6\,m}$

9. Cela signifie qu'à $t=t_C$, la traceuse est au **point C de coordonnées (4,5 ; -2)** et qu'à $t=t_d$, la traceuse est au **point D de coordonnées (4 ; -1,6)**.
Si on place les points C et D sur un schéma ainsi que la trajectoire parabolique passant par ces points, on obtient ceci :



On en déduit que **le bloc B est atteint par la traceuse**.

Exercice 2 : Étude d'un indicateur coloré

1. Par lecture graphique, on trouve **environ** les valeurs suivantes :
λ_{1max} = **440** nm et λ_{2max} = **620** nm.

2. Par lecture de la figure 2, un maximum d'absorption à 440 nm correspond à une solution jaune, 620 nm à une solution bleue.

3. La **courbe 1** correspond à la solution jaune de **$BBTH^+$** et la **courbe 2** à la solution bleue de **BBT**.

4. $BBTH^+_{(aq)} + H_2O_{(l)} \leftrightarrows BBT_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$

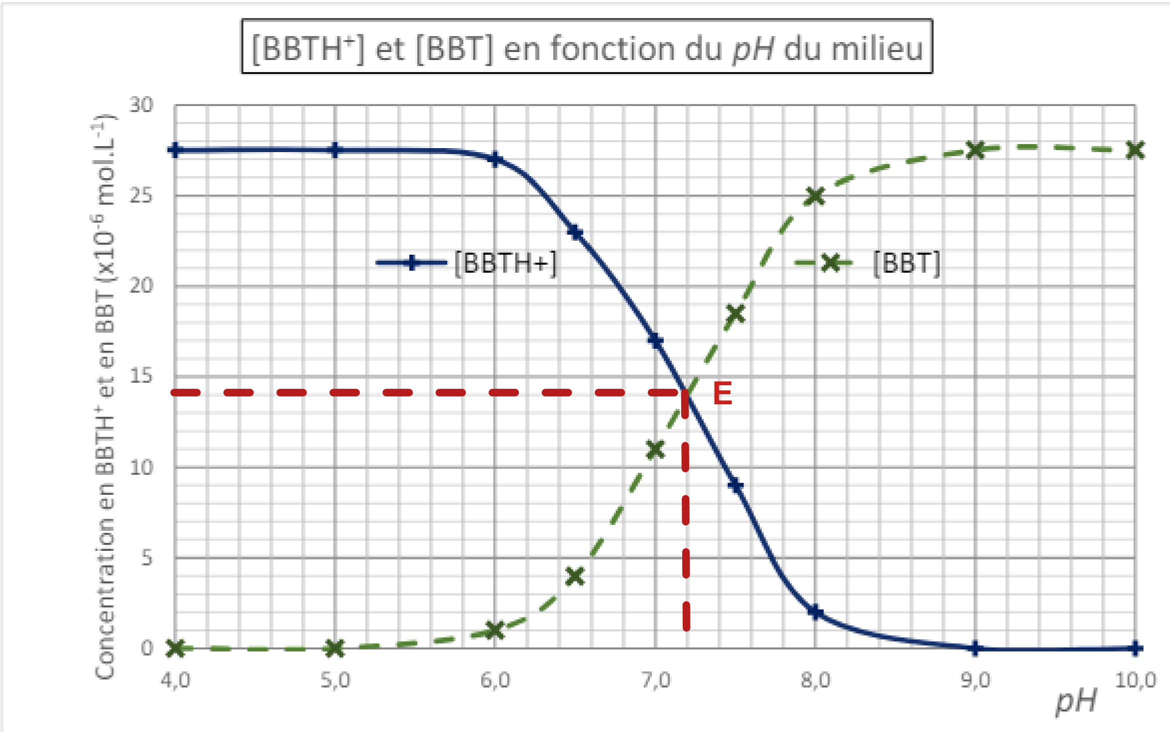
5. Par définition : $Ka = \dfrac{[H_3O^+][BBT]}{[BBTH^+]}$

6. Par définition : pKa = - log(Ka)

7. Un mélange équimolaire signifie qu'on a : **$[BBT] = [BBTH^+]$** donc $\dfrac{[BBT]}{[BBTH^+]} = 1$

La relation donnée devient pKa = pH – log(1). Or **log(1) = 0**. On a pKa = pH, CQFD.

8. Au point E, on lit $[BBT] = [BBTH^+] = 14 \times 10^{-6}$ mol.L^{-1}
On a au point E un mélange **équimolaire**, donc pKa = pH = **7,2**.



9. $BBTH^+$ prédomine | BBT prédomine —> pH

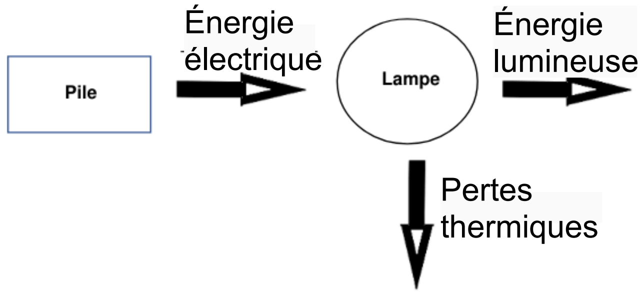
7,2

10. Par définition, une solution tampon est une solution dont **le pH varie peu** lors d'un ajout modéré d'acide, de base ou de solvant.

11. A pH = pKa, le mélange est équimolaire, il y a la même concentration de l'espèce bleue et de l'espèce jaune : la solution est **verte** (voir figure 3).

Exercice 4 :

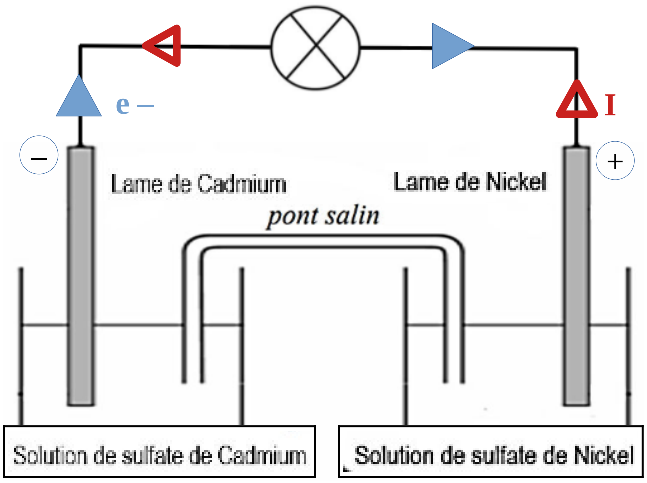
1.



2. Le nombre d'oxydation (n.o.) d'un édifice **monoatomique** est égal à sa **charge**.
n.o.(Cd) = 0, n.o.(Ni^{2+}) = +II, n.o.(Cd^{2+}) = +II, n.o.(Ni) = 0
Le nombre d'oxydation du Cadmium augmente, c'est lui qui subit l'oxydation.

3. Les demi-équations sont $Cd_{(s)} \rightarrow Cd^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ et $Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Ni_{(s)}$

4. On sait que le cadmium, lors de l'oxydation, libère des électrons. Ils sortent de l'électrode de Cd, c'est la borne – de la pile. De même, l'ion nickel, réduit, consomme des électrons. Ils entrent dans l'électrode de Ni, c'est la borne + de la pile. L'intensité est dans le sens opposé à la circulation des électrons.



5. On n'oublie pas de convertir Q des Ampères heures en Coulombs.

Q = n(e) x F donc $n(e)=\frac{Q}{F}=\frac{0{,}700\times3600}{9{,}65\times10^{-4}}=2{,}61\times10^{-2}\,mol$

6. D'après la **stœchiométrie** de la demi équation du cadmium :

$\frac{n(e)}{2}=\frac{n(Cd)}{1}$ et donc $n(Cd)=\frac{2{,}61\times10^{-2}}{2}=1{,}31\times10^{-2}\,mol$

Par suite, **m(Cd) = n(Cd) x M(Cd)** = $1{,}31.10^{-2}$ x 112,4 = 1,47 g

7. On sait que E = P x Δt donc $\Delta t=\frac{E}{P}=\frac{12\times10^{3}}{1{,}0}=\mathbf{12\times10^{3}\,s=200\,min}$

8. Le constructeur annonce une durée d'autonomie de 200 minutes, ce qui est cohérent avec notre résultat. Comme c'est l'autonomie en mode **continu**, on peut allonger cette durée **minimale** en utilisant un mode où l'allumage est alternatif.

9. T = 400 ms. Or la durée d'un flash est de 60 ms. Or **60 / 400 = 0,15** = 15 % CQFD

10. On calcule 0,15 x 1300 = 195 min. 1300 minutes de mode flash correspondent à 195 minutes d'éclairage, ce qui est **inférieur à l'autonomie minimale**. On peut effectivement utiliser le mode flash pendant 1300 min.