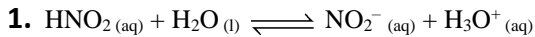


A. pH d'un mélange (/14)



$$2. K_{A1} = \frac{[\text{NO}_2^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HNO}_2]}$$

3. Diagramme de prédominance du couple $\text{HNO}_2/\text{NO}_2^-$:

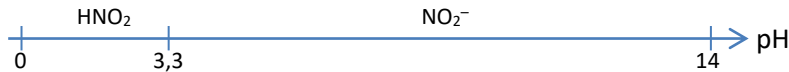
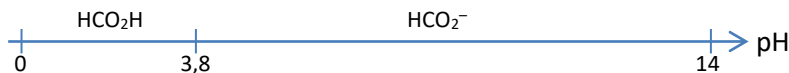
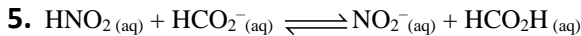


Diagramme de prédominance du couple $\text{HCO}_2\text{H}/\text{HCO}_2^-$:



4. Pour la solution d'acide nitreux : $\text{pH}_1 < \text{p}K_{A1} \Rightarrow$ l'acide nitreux HNO_2 prédomine.

Pour la solution de méthanoate de sodium : $\text{pH}_2 > \text{p}K_{A2} \Rightarrow$ l'ion méthanoate HCO_2^- prédomine.



$$6. n_1 = C_1 \cdot V = 0,20 \times 0,200 = 4,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_2 = C_2 \cdot V = 0,40 \times 0,200 = 8,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

7. Tableau d'avancement de la réaction :

	$\text{HNO}_2(\text{aq})$	+	$\text{HCO}_2^-(\text{aq})$	\rightleftharpoons	$\text{NO}_2^-(\text{aq})$	+	$\text{HCO}_2\text{H}(\text{aq})$
État initial ($x=0$)	n_1		n_2		0		0
État intermédiaire (x)	$n_1 - x$		$n_2 - x$		x		x
État final (x_f)	$n_1 - x_f$		$n_2 - x_f$		x_f		x_f

$$8. [\text{NO}_2^-]_f = [\text{HCO}_2\text{H}]_f = \frac{x_f}{V_{\text{total}}} = \frac{3,3 \cdot 10^{-2}}{0,400} = 8,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \quad [\text{HNO}_2]_f = \frac{n_1 - x_f}{V_{\text{total}}} = \frac{4,0 \cdot 10^{-2} - 3,3 \cdot 10^{-2}}{0,400} = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$9. [\text{H}_3\text{O}^+]_f = \frac{10^{-\text{p}K_{A1}} \cdot [\text{HNO}_2]_f}{[\text{NO}_2^-]_f} = \frac{10^{-3,3} \times 1,8 \cdot 10^{-2}}{8,3 \cdot 10^{-2}} = 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow \text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(1,1 \cdot 10^{-4}) = 4,0$$

Ou bien utiliser la relation de Henderson : $\text{pH} = \text{p}K_{A1} + \log\left(\frac{[\text{NO}_2^-]}{[\text{HNO}_2]}\right) = 3,3 + \log\left(\frac{8,3 \cdot 10^{-2}}{1,8 \cdot 10^{-2}}\right) = 4,0$

B. Ariane V (/14)

Décollage d'Ariane V

1. Système : fusée

Référentiel : terrestre

Bilan des forces :

- poids P

- force de poussée F

La fusée décolle si $\vec{P} + \vec{F}$ est orienté vers le haut et donc $F > P$ en norme.

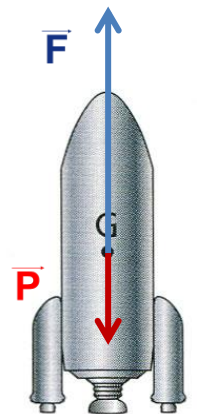
2. 2^{ème} loi de Newton appliquée à la fusée : $\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = m \vec{a}$

Soit : $\vec{P} + \vec{F} = m \vec{a}$ et en projection sur Oy : $P_y + F_y = m \cdot a_y$

$$\text{donc : } -P + F = m \cdot a_y \quad \text{et : } a_y = a_0 = \frac{F}{m} - \frac{mg}{m} = \frac{F}{m} - g = \frac{1,16 \cdot 10^7}{7,30 \cdot 10^5} - 9,81 = 6,08 \text{ m.s}^{-2}$$

$$3. \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \text{ d'où par intégration : } v = a \cdot t + C_1 \quad \text{or } v(0) = C_1 = 0 \quad \text{d'où : } |v| = a \cdot t$$

$$4. \vec{v} = \frac{d\vec{OG}}{dt} \text{ d'où par intégration : } y = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + C_2 \quad \text{or : } y(0) = C_2 = 0 \quad \text{d'où : } |y| = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$



Orbite basse d'un satellite

$$5. \vec{F}_{T/S} = G \frac{mM_T}{(R_T + h)^2} \vec{n}$$

6. Système : satellite Référentiel : géocentrique considéré galiléen Bilan des forces : $\vec{F}_{T/S}$

2^{ème} loi de Newton appliquée au satellite : $G \frac{m.M_T}{(R_T + h)^2} \vec{n} = m \vec{a}$

d'où : $\vec{a} = G \frac{M_T}{(R_T + h)^2} \vec{n}$ ①



7. Cf. schéma \Rightarrow

8. L'accélération d'un satellite ayant un mouvement circulaire de rayon $r = R_T + h$

a pour expression : $\vec{a} = \frac{dv}{dt} \vec{t} + \frac{v^2}{R_T + h} \vec{n}$ ②

En identifiant ① et ② :

selon \vec{t} : $dv/dt = 0$ donc : $v = \text{constante} \Rightarrow$ le mouvement du satellite est uniforme

selon \vec{n} : $\frac{v^2}{R_T + h} = \frac{GM_T}{(R_T + h)^2}$ donc : $v = \sqrt{\frac{GM_T}{R_T + h}}$

$R_T + h = 6400\text{km} + 600\text{km} = 7000\text{km} = 7,0 \cdot 10^6\text{m}$ $v_s = \sqrt{\frac{GM_T}{R_T + h}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \times 6,0 \cdot 10^{24}}{7,0 \cdot 10^6}} = 7,6 \cdot 10^{-1} \cdot 10^4 = 7,6 \cdot 10^3 \text{ms}^{-1}$

C. Volley-ball (/12)

1. Système : ballon Référentiel : terrestre supposé galiléen Bilan des forces extérieures : poids \vec{P}

2^{ème} loi de Newton : $\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = m \vec{a} \Leftrightarrow m \vec{g} = m \vec{a} \Leftrightarrow \vec{a} = \vec{g} \Leftrightarrow \begin{cases} a_x = 0 = dv_x/dt \\ a_y = -g = dv_y/dt \end{cases}$

2. $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ donc par intégration : $\vec{v} \begin{cases} v_x = C_1 \\ v_y = -gt + C_2 \end{cases}$ or : $\vec{v}(0) = \vec{v}_0 \begin{cases} v_{0x} = v_0 = C_1 \\ v_{0y} = 0 = C_2 \end{cases}$ donc : $\vec{v} \begin{cases} v_x = v_0 = dx/dt \\ v_y = -gt = dy/dt \end{cases}$

$\vec{v} = \frac{d\vec{OM}}{dt}$ donc par intégration : $\vec{OM} \begin{cases} x = v_0 \cdot t + C_3 \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + C_4 \end{cases}$ or : $\vec{OM}(0) = \begin{cases} x_0 = 0 = C_3 \\ y_0 = h = C_4 \end{cases}$ donc : $\vec{OM} \begin{cases} x = v_0 \cdot t \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + h \end{cases}$

3. On en déduit : $t = x/v_0$ d'où en remplaçant dans $y(t)$: $y = -\frac{g}{2v_0^2}x^2 + h$

4. La balle touche le sol avant la ligne de fond si : $y(L) < 0$

$y(18,0) = -\frac{9,81}{2 \times 21,0^2} \times 18,0^2 + 3,50 = -0,104\text{m} = -10,4\text{cm} < 0$

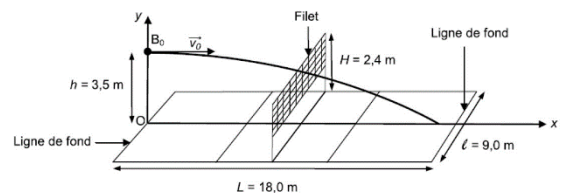
donc le service est réussi.

Remarque : en prenant en compte le rayon du ballon dans la résolution, la condition deviendrait $\Rightarrow y(L) < r$

Ou bien trouver les coordonnées du point S où la balle touche le sol : $y_s = 0$

il faut donc résoudre : $0 = -\frac{g}{2v_0^2}x^2 + h \Leftrightarrow \frac{g}{2v_0^2}x^2 = h$

$g \cdot x^2 = 2 \cdot v_0^2 \cdot h$ donc comme $x > 0$: $x = \sqrt{\frac{2 \cdot v_0^2 \cdot h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 21,0^2 \times 3,50}{9,81}} = 17,7\text{m} < L = 18,0\text{m} \Rightarrow$ le service est réussi.



5. Courbe ① : $E_{pp} = m \cdot g \cdot y$ car cette énergie varie comme y .
 E_{pp} diminue jusqu'à s'annuler lorsque la balle touche le sol.

Courbe ② : $E_c = \frac{1}{2} m v^2$ E_c augmente car au cours de la chute du ballon, la vitesse du ballon augmente.

Courbe ③ : E_m car somme des deux autres ($E_m = E_c + E_{pp}$) et de plus $E_m = \text{cste}$; en effet les frottements sont négligeables : le ballon n'est soumis qu'à son poids qui est une force conservative.

