COMMENT FAIRE DES RICOCHETS SUR L'EAU ? (National 09/2004)

1. Objectif : record du monde…

1.1. Coordonnées v_x et v_z du vecteur vitesse à l'instant de date t_2 = 0,080 s.

$$Vx(t_2) = \frac{x_3 - x_1}{t_3 - t_1} = \frac{1{,}44 - 0{,}48}{0{,}120 - 0{,}040}$$

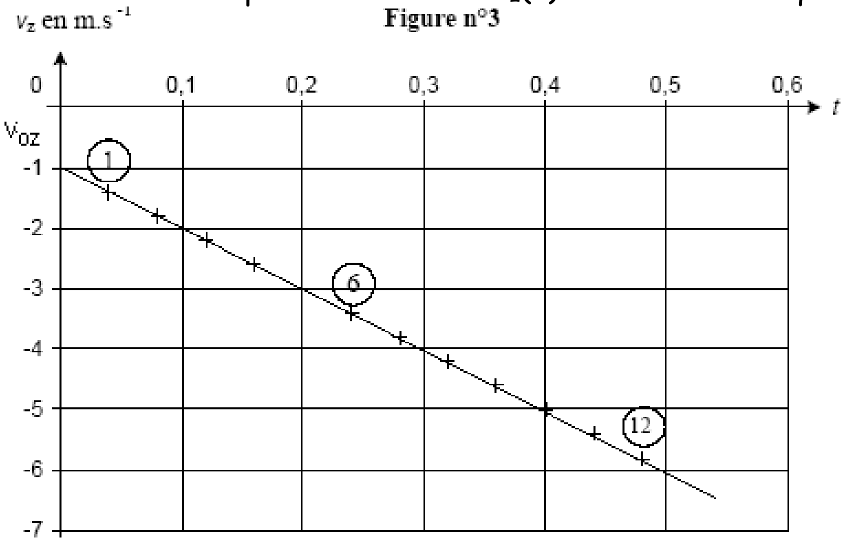
$$Vx(t_2) = 12 \text{ m.s}^{-1}$$

$$Vz(t_2) = \frac{z_3 - z_1}{t_3 - t_1} = \frac{1{,}56 - 1{,}70}{0{,}120 - 0{,}040}$$

$$Vz(t_2) = -1{,}75 \text{ m.s}^{-1}$$

1.2. La courbe représentative de $V_x(t)$ est une droite horizontale, ce qui signifie que la vitesse sur l'axe des x est constante. Elle est égale à Vx = 12 $m.s^{-1}$.
Par conséquent la vitesse sur l'axe des x à l'instant t = O s est :

1.3. La courbe représentative de $V_z(t)$ est une droite qui suffit de prolonger jusqu'à l'axe des ordonnées (Vz). L'ordonnée à l'origine de la droite est égale à la coordonnée de la vitesse à l'instant
t = 0
V_{0z} = – 1 $m.s^{-1}$



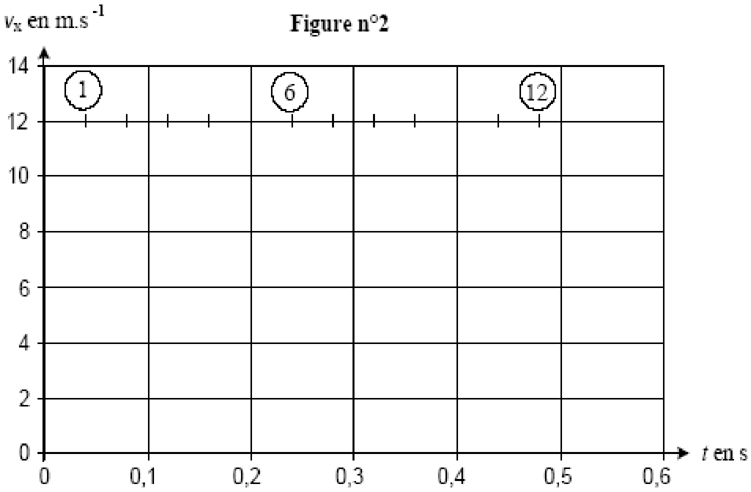
1.4. Expression et valeur de la vitesse à l'instant t = 0 ;

$$Vo = \sqrt{V_{0x}^2 + V_{0z}^2}$$

$$Vo = \sqrt{(12)^2 + (-1)^2}$$

$$Vo \approx 12 \text{ m.s}^{-1}$$

$V_0 = \sqrt{12^2 + (-1)^2}$ = **12 $m.s^{-1}$**



1.5. Étude énergétique

1.5.1. Données : v' = 12 $m.s^{-1}$; v"

= 11 m.s^{-1}
Etat initial :
Epp(1) = m.g.(z_1) = 0 J car z_1 = 0
Ec(1) = ½.m.v^2

Etat final
Epp(2) = m.g.(z_2) = 0 J car z_2 = 0
Ec(2) = ½.m.v'^2

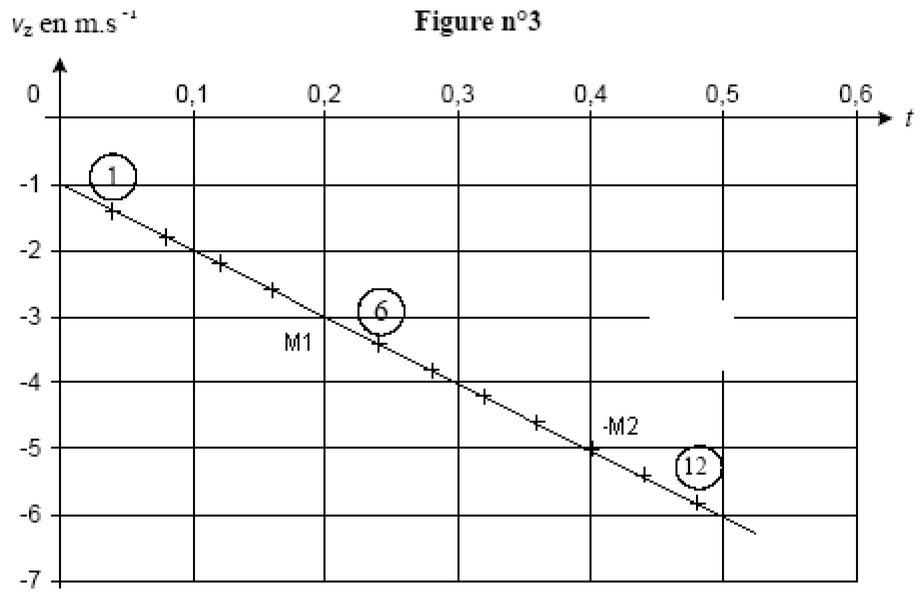
La variation d'énergie mécanique est :

$$\Delta Em = Em(2) - Em(1)$$
$$\Delta Em = [Epp(2) + Ec(2)] - [Epp(1) + Ec(1)]$$
$$\Delta Em = 0{,}5..m.v''^2 - 0{,}5.m.v'^2$$
$$\Delta Em = 0{,}5x0{,}10x11^2 - 0{,}5x10x12^2$$
$$\Delta Em = -2{,}4\ J$$

La variation est négative la pierre à perdu de l'énergie fournit à l'eau est convertit en énergie ondulatoire.

1.5.2. Em(A) = E_C(A) + E_{PP}(A)
Em(A) = 1/2 .m.v_0^2 + m.g.h
Em(A) = 0,5×0,10×12^2 + 0,10 × 10 × 1,75
Em(A) = 9,0 J

1.5.3. Em(A) = 9,0 J et |ΔE| = 2,4 J
après le 1er rebond:
Em(1) = Em(A) – |ΔE| = 9,0 – 2,4 = 6,6 J
après le 2ème rebond:
Em(2) = E(1) – |ΔE| = 6,6 – 2,4 = 4,2 J
après le 3ème rebond:
E(3) = E(2) – |ΔE| = 4,2– 2,4 = 1,8 J E(3) < |ΔE|
La pierre n'a plus assez d'énergie pour rebondir : la pierre effectue donc **3 rebonds**.



2. Du lancer au premier rebond

2.1. La pierre subit: son poids $\vec{P}$, la force de frottement de l'air $\vec{F}$, la poussée d'Archimède $\vec{\Pi}$.

2.2. $a_x = \frac{dV_x}{dt}$
$V_x(t)$ = constante = 12 m.s^{-1}
donc a_x = 0 m.s^{-2}

L'accélération sur l'axe des z est égale au coefficient directeur de la droite qui modélise $v_z(t)$: $a_z = \frac{dV_z}{dt}$

Pour déterminer le coefficient directeur de cette droite, on prend deux points :
M1(t = 0,2 s ; V_z = –3,0 m.s^{-1})
M2(t = 0,40 s ; V_z = –5,0 m.s^{-1})

$$a_z = \frac{(-5{,}0)-(-3{,}0)}{0{,}40-0{,}2}$$

$$a_z = -10\ \text{m.s}^{-2}$$

2.2.2. Comparaison du vecteur accélération et du vecteur champ de pesanteur terrestre :

$\vec{g}$ (g_x = 0 m.s^{-2} ; g_Z = $-g$ = –10 m.s^{-2}) $\vec{a}$ (a_x = 0 m.s^{-2} ; a_z = –10 m.s^{-2})

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

2.2.3. La deuxième loi de Newton appliquée au système pierre dans le référentiel "rive" nous indique que

$$\vec{P} + \vec{F} + \vec{\Pi} = m.\vec{a}$$

or d' après la question précédente $\vec{P} = m.\vec{g} = m.\vec{a}$

Conclusion : la poussée d'Archimède et la force de frottement sont négligeables.

2.3. L'énergie mécanique de la pierre est constante donc Em(A= Em(I)
Etat initiale :
Em(A) = $m.g.h + \frac{1}{2}\, m.v_o^2$
Etat final:
Em(I) = Epp(I) + $\frac{1}{2}.\ m.v'^2$
avec Epp(I) = 0 car la pierre est au niveau du sol.
Em(I) = $\frac{1}{2}.\ m.v'^2$
Em(A) = Em(I)
$m.g.h + \frac{1}{2}\, m.v_o^2 = \frac{1}{2}.\ m.v'^2$
$g.h + \frac{1}{2}\, .v_o^2 = \frac{1}{2}.v'^2$

$$v' = \sqrt{2g.h + v_o^2}$$

$$v' = \sqrt{2x10x1{,}75 + 12^2}$$

$$v' = 13\ \text{m.s}^{-1}$$

3. Les ronds dans l'eau

3.1. Il s'agit d'une onde mécanique **transversale :** le déplacement temporaire de matière au passage de l'onde est perpendiculaire à la direction de propagation de l'onde.

3.2. L'onde parcourt une distance d = 0,24 m pendant une durée de 20. Δt
La célérité de l'onde vaut :

$$v = \frac{d}{20.\Delta t} = \frac{0{,}24}{20 \times 40.10^{-3}}$$

$$v = 0{,}30\ m.s^{-1}$$