BURHAN

Ondes mécaniques progressives : exercices, entraînement

2ème Année Baccalauréat · Sciences Physiques · Physique-Chimie

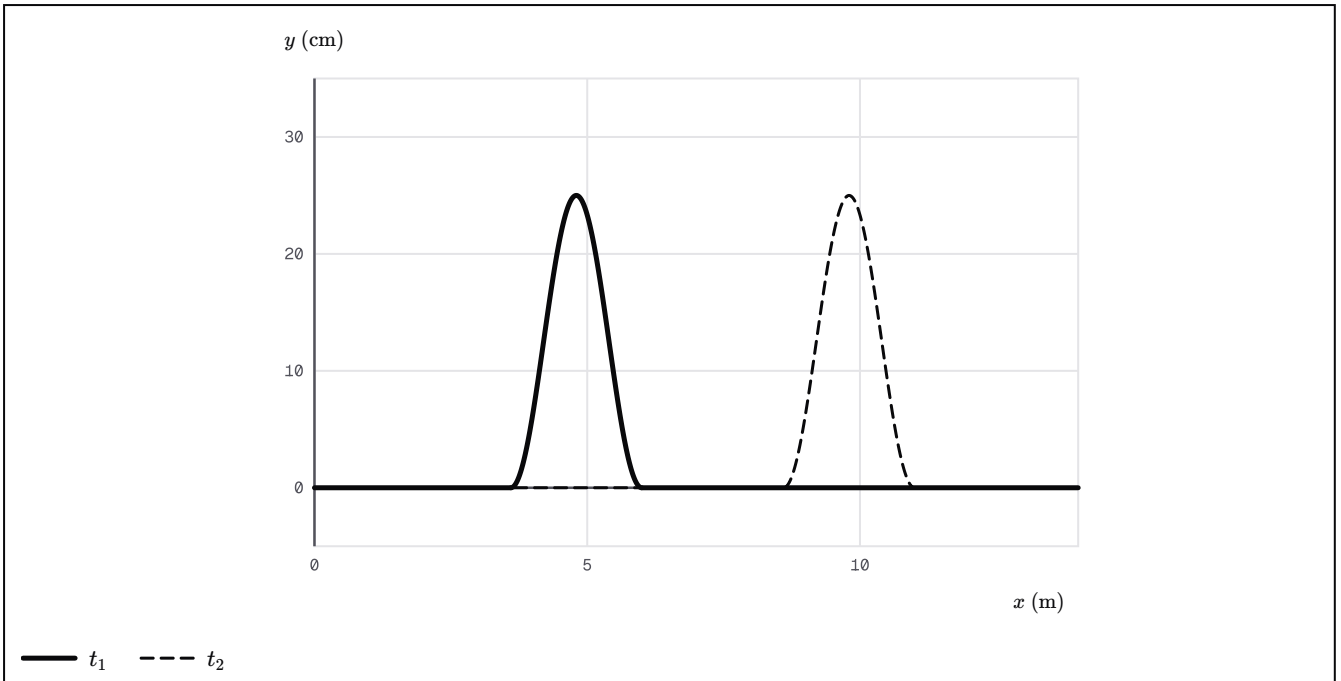
Corrigé détaillé en ligne : burhan.ma/2bac/pc/physique-chimie/ondes-mecaniques-progressives/exercices/entrainement

Chapitre	Palier	Exercices
Ondes mécaniques progressives	Entraînement	7

Exercice 1

Câble de tyrolienne photographié à deux dates

Un moniteur frappe d'un coup sec l'ancrage d'une tyrolienne, en $x = 0$. Une caméra filme le câble ; le chronomètre de la vidéo démarre un peu avant le coup. Le document montre le câble à deux dates, $t_1 = 0{,}40\,\text{s}$ et $t_2 = 0{,}65\,\text{s}$.



Aspect du câble aux dates t1 = 0,40 s et t2 = 0,65 s

1.

Lis sur le document la position du front d'onde aux dates t_1 et t_2.

INDICE

Outil : le front d'onde est le point le plus éloigné de l'ancrage atteint par la secousse.

2.

Calcule la célérité v de la secousse.

INDICE

Outil : le front parcourt $x_2 - x_1$ pendant $t_2 - t_1$.

3.

Lis la longueur ℓ occupée par la secousse sur le câble. Déduis-en la durée Δt_e du mouvement de l'ancrage.

INDICE

Outil : une perturbation de durée Δt_e occupe la longueur $\ell = v\,\Delta t_e$.

4.

À quelle date t_0 le moniteur a-t-il frappé l'ancrage ?

INDICE

Début : à la date t_1, le front est parti de l'ancrage depuis la durée $\dfrac{x_1}{v}$.

5.

Le câble mesure $32\,\mathrm{m}$. À quelle date le front atteint-il l'autre extrémité ?

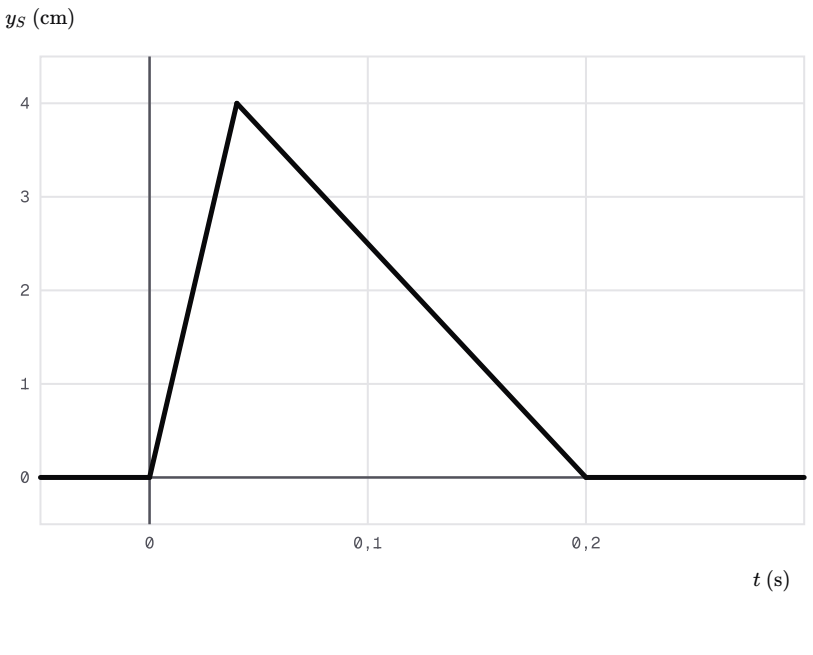
INDICE

Outil : ajoute à t_0 la durée du parcours.

Exercice 2

Sangle tendue : du signal de la source à l'aspect du milieu

Une sangle de $12\,\mathrm{m}$ est tendue entre deux arbres, à hauteur de genou. Un enfant donne un coup de pied vers le haut sur la sangle, en S, à la date $t = 0$. La secousse se propage à $v = 15\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$. Le document donne l'élongation $y_S(t)$ de S.



Élongation de la source S de la sangle en fonction du temps

1.

Lis sur le document la durée Δt_e du mouvement de S, la date de son élongation maximale et la valeur de celle-ci.

INDICE

Outil : repère les dates où la courbe quitte l'axe, atteint son sommet, puis revient à l'axe.

2.

À la date $t = 0{,}50\,\mathrm{s}$, calcule la position x_F du front d'onde, puis la longueur ℓ de sangle occupée par la secousse.

INDICE

Outil : $x_F = v\,t$ et $\ell = v\,\Delta t_e$.

3.

À la même date, où se trouve le point de la sangle dont l'élongation est maximale ?

INDICE

Début : ce point reproduit le sommet émis par S à $0{,}04\,\mathrm{s}$. **Ensuite :** cherche la distance parcourue depuis.

4.

Décris l'aspect de la sangle à la date $t = 0{,}50\,\mathrm{s}$, de la source vers le front.

INDICE

Point délicat : le début du signal émis est au front ; ne recopie pas la courbe $y_S(t)$.

5.

Un point M de la sangle est à $SM = 6{,}0\,\mathrm{m}$. Donne les dates de début et de fin de son mouvement, puis son élongation à $t = 0{,}50\,\mathrm{s}$.

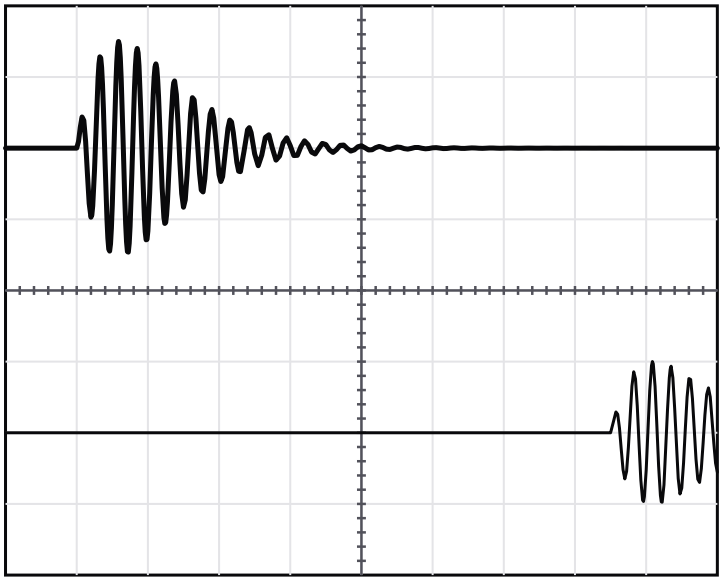
INDICE

Outil : $y_M(t) = y_S(t - \tau)$, avec $\tau = \dfrac{SM}{v}$.

Exercice 3

Ultrasons dans une cuve d'eau : retard, célérité et montage

Dans une cuve remplie d'eau, un émetteur envoie des salves d'ultrasons. Deux récepteurs R_1 et R_2, immergés et alignés avec l'émetteur, sont distants de $d = 22{,}5\,\text{cm}$. Le document est l'oscillogramme obtenu, avec un balayage $b = 20\,\mu\text{s/div}$.



Voie Y_1 : 0,2 V/div, zéro 2 divisions au-dessus du centre

Voie Y_2 : 0,2 V/div, zéro 2 divisions au-dessous du centre Balayage : 20 μs/div

Salves reçues par les deux récepteurs ; balayage de 20 microsecondes par division

1.

Lis l'écart n entre les débuts des deux salves et déduis-en le retard τ de R_2 sur R_1, en secondes.

INDICE

Outil : $\tau = n \times b$, puis $1\,\mu\text{s} = 10^{-6}\,\text{s}$.

2.

Calcule la célérité v des ultrasons dans l'eau.

INDICE

Outil : convertis d en mètres, puis $v = \dfrac{d}{\tau}$.

3.

La lecture de n est sûre à $0{,}2\,\text{div}$ près. Encadre v, puis dis si la valeur de référence $1\,480\,\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ est compatible avec la mesure.

INDICE

Début : encadre d'abord n, puis τ. **Point délicat :** le plus petit retard donne la plus grande célérité.

4.

Décris le montage qui a fourni ce document : éléments, positions, branchements.

INDICE

Outil : quel appareil affiche deux signaux à la fois ? Que faut-il brancher sur chacune de ses voies ?

5.

Propose un protocole qui donne une valeur plus précise de v, à partir de plusieurs mesures.

INDICE

Outil : quelle grandeur fais-tu varier pour obtenir plusieurs retards ?

Exercice 4

Séisme : ondes P et S reçues par une station

Un séisme émet en même temps, depuis son foyer, des ondes P et des ondes S. Une station sismique les enregistre ; les dates sont comptées à partir de $8\,\mathrm{h}\,15\,\mathrm{min}\,00\,\mathrm{s}$.

Document. Données relevées par la station.

Onde	Célérité	Date d'arrivée
P	$v_P = 6{,}0\,\mathrm{km\cdot s^{-1}}$	$t_P = 42\,\mathrm{s}$
S	$v_S = 3{,}5\,\mathrm{km\cdot s^{-1}}$	$t_S = 62\,\mathrm{s}$

1.

Au passage des ondes P, le sol est poussé puis tiré dans l'axe qui le relie au foyer. Au passage des ondes S, il bouge en travers de cet axe. Précise la nature, transversale ou longitudinale, de chaque onde.

INDICE

Outil : compare la direction du mouvement du sol à celle de la propagation, du foyer vers la station.

2.

Explique pourquoi les ondes P arrivent les premières à la station.

INDICE

Outil : les deux ondes parcourent la même distance.

3.

On note $\Delta t = t_S - t_P$. On admet que la distance d entre le foyer et la station vérifie :

$$d = \frac{\Delta t\, v_P\, v_S}{v_P - v_S}$$

Calcule d.

INDICE

Outil : calcule d'abord Δt ; les célérités sont en $\mathrm{km\cdot s^{-1}}$, la distance sort en kilomètres.

4.

À quelle heure le séisme s'est-il produit ?

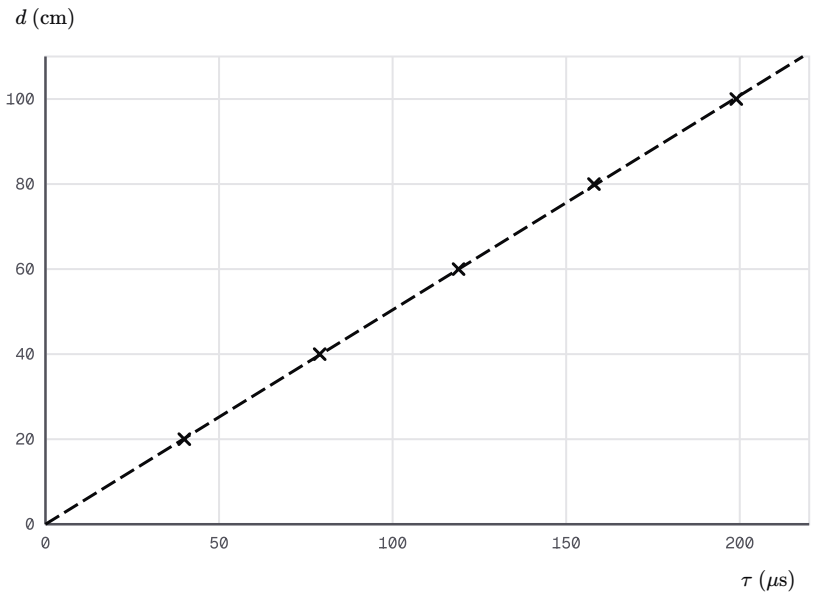
INDICE

Outil : les ondes P ont voyagé pendant $\dfrac{d}{v_P}$ avant d'arriver à t_P. Garde la valeur non arrondie de d.

Exercice 5

Tige d'aluminium : série de mesures et droite de modélisation

On frappe l'extrémité d'une longue tige d'aluminium, dans son axe. Deux capteurs fixés sur la tige enregistrent le passage de la compression ; on mesure le retard τ du second capteur sur le premier pour plusieurs distances d entre eux. Le document présente les mesures et la droite de modélisation.



× Points de mesure — — Droite de modélisation

Distance d entre les capteurs en fonction du retard mesuré

1.

Justifie que, d'après la relation entre d et τ, les points de mesure doivent se placer sur une droite passant par l'origine.

INDICE

Outil : la relation entre retard, distance et célérité, pour une célérité constante.

2.

Détermine la pente a de la droite de modélisation, en $\mathrm{cm} \cdot \mu\mathrm{s}^{-1}$.

INDICE

Outil : lis sur la droite, et non sur un point de mesure, un point éloigné de l'origine.

3.

Déduis-en la célérité v de l'onde dans la tige, en $\mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^{-1}$.

INDICE

Point délicat : $1\,\mathrm{cm} = 10^{-2}\,\mathrm{m}$ et $1\,\mu\mathrm{s} = 10^{-6}\,\mathrm{s}$.

4.

Une table donne $5{,}10 \times 10^{3}\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$ pour cette onde dans l'aluminium. Calcule l'écart relatif entre la mesure et cette valeur.

INDICE

Outil : écart relatif $= \dfrac{|v_{\mathrm{ref}} - v|}{v_{\mathrm{ref}}}$.

5.

Pourquoi a-t-on fait cinq mesures au lieu d'une seule ?

INDICE

Outil : pense aux erreurs de lecture et de positionnement des capteurs.

Exercice 6

Conduite d'eau sondée par écho : position d'un obstacle

Pour sonder une conduite d'eau de longueur $L = 290\,\mathrm{m}$, un technicien envoie un signal sonore bref depuis une extrémité. Il capte au même endroit deux échos : l'un renvoyé par un dépôt qui rétrécit la conduite, l'autre par l'extrémité fermée.

Document. Durées entre l'émission et la réception.

Écho	Durée
renvoyé par le dépôt	$\Delta t_2 = 0{,}160\,\mathrm{s}$
renvoyé par l'extrémité	$\Delta t_1 = 0{,}400\,\mathrm{s}$

1.

Explique pourquoi le technicien reçoit deux échos, et lequel arrive le premier.

INDICE

Outil : le dépôt ne bouche pas toute la conduite.

2.

Montre que la célérité du son dans l'eau de la conduite vérifie $v = \dfrac{2L}{\Delta t_1}$, puis calcule-la.

INDICE

Outil : pendant Δt_1, le signal fait l'aller et le retour sur toute la longueur.

3.

Calcule la distance d entre l'émetteur et le dépôt.

INDICE

Outil : même raisonnement, avec Δt_2.

4.

Retrouve d sans utiliser la valeur de v.

INDICE

Début : écris $2d = v\,\Delta t_2$ et $2L = v\,\Delta t_1$, puis fais le quotient.

Exercice 7

Rail frappé : deux sons et la longueur du rail

Sur une voie ferrée désaffectée, Youssef frappe au marteau, dans l'axe du rail, une extrémité d'un rail rectiligne. À l'autre extrémité, Imane colle l'oreille au rail : elle entend deux sons, l'un transmis par le rail, l'autre par l'air.

Document. Données.

Grandeur	Valeur
célérité du son dans l'air	$v_a = 344\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$
célérité du son dans l'acier du rail	$v_r = 5{,}20\times10^{3}\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$
écart entre les deux sons	$\Delta t = 0{,}420\,\mathrm{s}$

1.

Précise la nature de l'onde qui parcourt le rail et celle du son dans l'air.

INDICE

Outil : le coup est donné dans l'axe du rail.

2.

Quel son Imane entend-elle en premier ? Justifie.

INDICE

Outil : même longueur, célérités différentes.

3.

Montre que la longueur du rail vérifie $L = \dfrac{\Delta t\, v_a\, v_r}{v_r - v_a}$.

INDICE

Début : $\Delta t = \dfrac{L}{v_a} - \dfrac{L}{v_r}$.

4.

Calcule L.

INDICE

Outil : remplace, toutes les grandeurs étant en unités du système international.

5.

L'oreille ne mesure pas une durée. Propose un moyen de mesurer l'écart Δt entre les deux sons.

INDICE

Outil : quel capteur transforme un son en un signal que l'on peut enregistrer ?