

TP de physique n°2	Propagation et réflexion d'une onde transversale le long d'une corde	Terminale
--------------------	---	-----------

Objectifs :

- Calculer un retard, une célérité
- Voir l'influence de la tension et de la masse linéique de la corde sur la valeur de la célérité
- Etudier le phénomène de réflexion

I. Prise en main du logiciel1) Lancer le logiciel : HATIER T^{ère} S

2) choisir :

- physique
- Simulateurs
- Propagation et réflexion d'une onde transversale le long d'une corde

3) Dans la fenêtre « Exercices » (onglet Jaune), lire les indications du logiciel.

Ne pas choisir un exercice, ne pas choisir l'activité « prise en main »Le simulateur permet d'observer la propagation d'un signal transversal le long d'une corde de longueur **7 m**.Avec le pointeur de la souris, placer sur la corde les points M_1 et M_2 respectivement bleu et rouge et d'abscisses : $x_1 = 1$ m et $x_2 = 6$ m.

<ul style="list-style-type: none"> • Dans l'onglet « Corde », choisir • extrémité liée à un amortisseur ; • masse linéique $\mu = 100 \text{ g} \cdot \text{m}^{-1}$; • tension $T = 0,1 \text{ N}$. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dans l'onglet « Onde », choisir : • onde solitaire ; • amplitude $A = 35 \text{ cm}$; • durée $\Delta t = 1\,000 \text{ ms}$. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dans l'onglet « Outils » choisir : • « Démarrer simultanément l'onde, le chronomètre et le graphe » ; • durée d'enregistrement : 10 s ;
---	---	---

- Lancer l'animation en cliquant sur « Démarrer » et observer.

4) En utilisant le graphe $u = f(t)$ répondre aux questions suivantes :

- a) Quelle est la durée de propagation ?
- b) Quelle est la durée de propagation de la source jusqu'au point M_2 ?
- c) Même question pour le point M_1 .
- d) À quelle date t_1 , l'élongation du point M_1 est-elle maximale ?
- e) À quelle date t_2 , l'élongation du point M_2 est-elle maximale ?
- f) À quelle date t_2 le point M_2 se retrouve-t-il au repos ?

5) Choisir, dans l'onglet « Onde », $\Delta t = 200 \text{ ms}$ et une onde périodique symétrique de fréquence $f = 1 \text{ Hz}$.

On ne modifiera aucun des autres paramètres. Lancer l'animation.

On utilisera le bouton « pause » pour effectuer les lectures et répondre aux questions suivantes.

- a) Quelle est la valeur, mesurée sur la corde, de la période spatiale de l'onde ? Justifier votre démarche.
- b) Quelle est la valeur, mesurée sur le graphe, de la période temporelle de l'onde ?
- c) Quel est le retard de M_2 sur M_1 (en secondes) ?
- d) Quel est le nombre maximal de signaux entiers pouvant être observés simultanément sur la corde ?

II. CéléritéUne onde solitaire se propage sur la corde de masse linéique $\mu = 200 \text{ g} \cdot \text{m}^{-1}$ et de tension $T = 4 \text{ N}$. L'amplitude du signal, de durée $\Delta t = 0,5 \text{ s}$ est $A = 35 \text{ cm}$. L'extrémité de la corde est liée à un amortisseur.On choisit deux points M_1 et M_2 du milieu de propagation tels que la distance qui les sépare soit égale à 5 m.

On enregistre la propagation pendant 5 s.

1) Régler à l'aide des onglets « Corde », « Onde » et « Outils » les différents paramètres

2) Lancer l'animation correspondante après avoir coché : Démarrer simultanément l'onde, le chronomètre et le graphe

- a) Quel est la durée mise par l'onde pour atteindre l'extrémité de la corde ? (Utiliser le bouton « pause » au moment où l'onde parvient en ce point.)
- b) Mesurer le retard de M_2 sur M_1 (en secondes).

3) En déduire par le calcul, la valeur v de la célérité de l'onde.

III. Propagation d'une onde solitaire sur une corde

La célérité d'une onde solitaire se propageant sur une corde dépend de sa tension T et de sa masse linéique μ .

On propose de déterminer l'influence de ces deux paramètres sur la célérité de l'onde.

L'extrémité de la corde est liée à un amortisseur d'amplitude de l'onde $A = 35$ cm et la durée du signal

$\Delta t = 1\ 000$ ms.

Avec le pointeur de la souris, repérer sur la corde le point M_1 en bleu et d'abscisse $x_1 = 0,5$ m puis le point M_2 en rouge et d'abscisse $x_2 = 6,5$ m.

Régler à l'aide des onglets « Corde », « Onde » et « Outils » les différents paramètres

1) Influence de la tension

a). On fixe $\mu = 100$ g.m⁻¹ et on lance l'animation pendant 10 s pour différentes valeurs de la tension T après avoir coché « Démarrer simultanément l'onde, le chronomètre et le graphe ».

Compléter le tableau suivant où τ est le retard de M_2 sur M_1 et v la célérité.

On rappelle que $v = \frac{x_2 - x_1}{\tau}$

tension	$T = 0,1$ N	$T = 0,4$ N	$T = 0,9$ N	$T = 1,6$ N
τ (s)				
v (m.s ⁻¹)				
$\frac{v}{\sqrt{T}}$				

b) Pourquoi faut-il choisir une durée d'animation de 5 s pour les deux dernières mesures ?

c) Quelle conclusion peut-on tirer de cette étude ?

2) Influence de la masse linéique

a) On fixe $T = 0,5$ N et on lance l'animation pendant 5 s pour différentes valeur de μ .

Compléter le tableau suivant.

	$\mu = 0,050$ kg.m ⁻¹	$\mu = 0,10$ kg.m ⁻¹	$\mu = 0,15$ kg.m ⁻¹	$\mu = 0,20$ kg.m ⁻¹
τ (s)				
v (m.s ⁻¹)				
$v^2 \cdot \mu$				

b) Quelle conclusion peut-on tirer de cette étude ?

3) Trouver la relation entre v , la tension T et μ ?

IV. Onde sinusoïdale

Une onde périodique sinusoïdale, de fréquence $f = 1$ Hz, se propage sur la corde de masse linéique

$\mu = 200$ g.m⁻¹ et de tension $T = 0,2$ N. L'amplitude du signal est $A = 35$ cm. L'extrémité de la corde est liée à un

amortisseur. On admettra que la célérité v de l'onde vérifie : $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$. La valeur de la durée d'enregistrement est de 10 s.

Régler à l'aide des onglets « Corde », « Onde » et « Outils » les différents paramètres

1) Lancer l'animation. Combien de périodes spatiales de l'onde observe-t-on sur la corde ?

2) Quelle est la valeur λ de la longueur d'onde ?

3) Quelle est la distance minimale d de deux points M_1 et M_2 du milieu de propagation ayant des mouvements synchrones (en phases) ?

4) Marquer le point M_1 avec l'abscisse $x_1 = 1$ m. Quelle est alors l'abscisse x_2 de M_2 pour que les points vibrent en phase ?

Lancer l'animation et vérifier le synchronisme des mouvements sur le graphe.

5) La distance minimale de deux points M_1 et M_2 du milieu de propagation ayant des mouvements opposés est donnée

par : $d = \frac{\lambda}{2}$. Marquer le point M_1 avec l'abscisse $x_1 = 1$ m. Quelle est alors l'abscisse x_2 de M_2 ?

Lancer l'animation et vérifier sur le graphe.

V. Réflexion d'une onde sinusoïdale sur l'extrémité fixe de la corde

Une onde sinusoïdale, de fréquence $f = 1$ Hz, se propage sur la corde de masse linéique $\mu = 500 \text{ g.m}^{-1}$ et de tension $T = 0,5$ N. L'amplitude du signal est $A = 20$ cm. L'extrémité de la corde est fixe. Choisir un temps d'enregistrement de 10 s. Choisir deux points M_1 et M_2 du milieu de propagation d'abscisses respectifs $x_1 = 1$ m et $x_2 = 4,5$ m. On admet que la

célérité v de l'onde vérifie l'équation : $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$.

Régler à l'aide des onglets « Corde », « Onde » et « Outils » les différents paramètres

- 1) Calculer la valeur v de la célérité ?
- 2) Quelle est la valeur λ de la longueur d'onde ?
- 3) Après avoir coché : « Démarrer simultanément l'onde, le chronomètre et le graphe » ainsi que « enregistrement en continu ». Lancer l'animation pendant 10 s puis appuyer sur pause
 - a) Comparer les mouvements des points M_1 et M_2 soumis uniquement à l'onde incidente.
 - b) Enlever « pause » et comparer les mouvements des points M_1 et M_2 quand ils sont soumis à l'onde incidente et à l'onde réfléchie.

VI. Réflexion d'une onde sinusoïdale sur l'extrémité libre de la corde

Une onde sinusoïdale, de fréquence $f = 5$ Hz, se propage sur la corde de masse linéique $\mu = 100 \text{ g.m}^{-1}$ et de tension $T = 10$ N. L'amplitude du signal est $A = 20$ cm. L'extrémité de la corde est libre.

On choisit deux points M_1 et M_2 du milieu de propagation d'abscisses respectivement $x_1 = 2$ m et $x_2 = 7$ m.

On admet que la célérité v de l'onde vérifie l'équation : $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$. Choisir un temps d'enregistrement de 5s

Lancer l'animation après avoir coché : « démarrer simultanément l'onde, le chronomètre et le graphe » et « Enregistrement en continu ».

- 1) Calculer la valeur v de la célérité ?
- 2) Quelle est la valeur λ de la longueur d'onde ?
- 3) Comparer les mouvements des points M_1 et M_2 quand ils sont soumis à l'onde incidente et à l'onde réfléchie.