

Votre mission : Passer le mur du son !

Briefing :

➤ Objectif de la mission :

- En groupe de 3 ou 4, vous devez atteindre la vitesse la plus élevée et être les premiers à passer le mur du son.

➤ Comment atteindre votre objectif ?

- Vous devez résoudre des exercices. Chaque bonne réponse apportée à votre équipage 100 points. Vos points sont convertis en vitesse (exemple : 300 points donnent une vitesse de 300 m/s)
Le premier équipage qui passe le mur du son, Mach 1, a un bonus de 100 points.
L'équipage gagnant est celui qui atteint la vitesse la plus élevée.
- Une réponse sera considérée comme bonne si elle est rédigée correctement (raisonnement clairement présenté, vocabulaire précis, calculs bien rédigés et bien menés, résultats justes, unités correctes).
- Pour accomplir votre mission, vous pouvez consulter votre classeur à tout moment.

➤ Organisation et règles de la mission :

- Durée : 50 minutes.
- Constitution des équipages : elle sera tirée au sort à l'aide d'un jeu de cartes.
- « Coup de booste » :

Si vous bloquez sur un exercice, vous avez la possibilité de demander des coups de booste. Vous pouvez demander autant de coup de booste que vous voulez mais à chaque fois vous perdez 10 points.

Il existe 4 sortes de coup de booste. A vous d'identifier vos besoins.

Noms des Coups de booste	Type de besoin :
• Comprendre des documents scientifiques	• Vous avez besoin d'aide pour comprendre l'énoncé.
• Méthode et outils 1	• Vous avez besoin d'aide pour utiliser une relation mathématique faisant intervenir la vitesse du son.
• Méthode et outils 2	• Vous avez besoin d'aide pour rédiger un calcul.
• Méthode et outils 3	• Vous avez besoin d'aide pour choisir les bonnes unités.
• Méthode et outils 4	• Vous avez besoin d'aide pour faire des conversions.

- Remise des réponses :

Une fois que vous avez décidé de donner votre réponse, vous ne pouvez plus revenir en arrière.

Bon vol !!!

Exercice n°1 :



➤ Quelques coups de canon...les premières mesures de la vitesse du son !

L'une des expériences historiques permettant de déterminer la vitesse du son dans l'air a été réalisée par François Arago, Louis Joseph Gay-Lussac et Gaspard de Prony les nuits du 21 et 22 juin 1822. Des coups de canon étaient tirés de 2 villes Villejuif et Monthléry . Ces deux villes étaient distantes de 9549,6 toises (1 toise = 1,949m). De Villejuif on pouvait apercevoir le feu de l'explosion du canon de Monthléry et inversement. La température de l'atmosphère était de 15,9°C. Chacun des observateurs mesurait avec son chronomètre le temps qui s'écoulait entre l'apparition de la lumière de l'explosion et l'arrivée du son. Le temps moyen mesuré était de 54,6 secondes.

- A partir des mesures réalisées, déterminer la vitesse du son dans l'air dans les conditions de cette expérience ?
- Pourquoi est-il nécessaire de préciser la valeur de la température dans cet exercice ?

Réponse :

Exercice 1 :

Coup de Boost : Comprendre des documents scientifiques

Dans cette expérience, les distances entre les deux villes sont faibles, on peut considérer que le moment où l'on voit l'explosion correspond au moment où elle se produit (voir activité sur la vitesse de la lumière). Par conséquent, il faut se demander à quoi correspond le temps qui sépare le moment où l'on voit la lumière de l'explosion et celui où on entend le son de l'explosion.

Exercice 1 :

Coup de Boost : Méthode et outils 1

Pour calculer une vitesse en m/s, on utilise la formule :

$$v = d / t \text{ avec } d, \text{ la distance en mètre et } t, \text{ le temps en seconde.}$$

Exercice 1 :

Coup de Boost : Méthode et outils 2

Rédaction du calcul :

1. On a ... : écrire les données de l'exercice.
2. Je sais que ... : écrire sous forme littérale la formule mathématique utilisée.
3. Donc... : rédiger le calcul.
4. Vérifier l'unité et l'ordre de grandeur du résultat, prendre une valeur approchée si nécessaire.

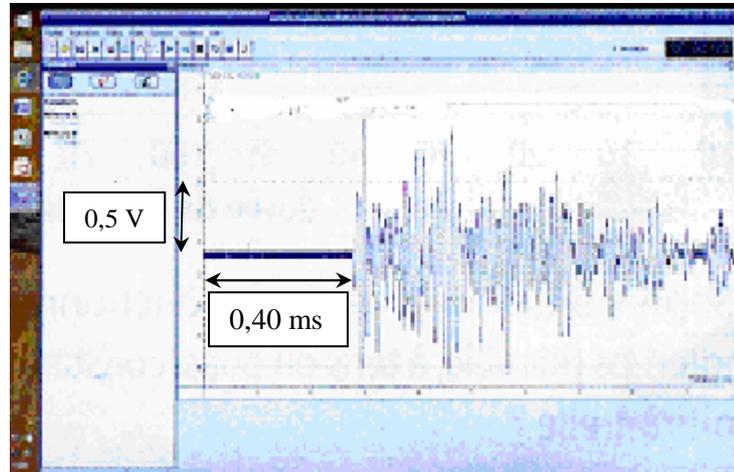
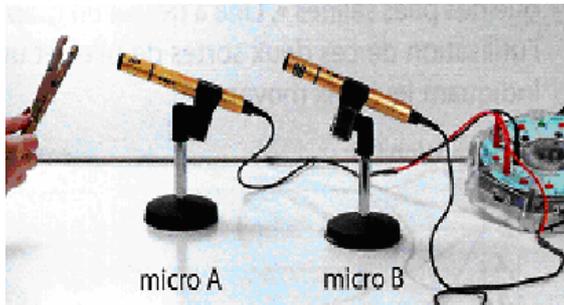
Exercice 1 :

Coup de Boost : Méthode et outils 3

Grandeurs physiques	Unités
Distance d	Le mètre m
Temps t	La seconde s
Vitesse	Le mètre par seconde m/s

Exercice n°2 :

- **Comment mesurer la vitesse du son dans l'air aujourd'hui ?**



Dispositif expérimental

Résultat d'acquisition

Nous souhaitons mesurer la vitesse du son dans l'air. Pour cela nous réalisons l'expérience suivante : Deux micros A et B, éloignés d'une distance de 15 cm, sont reliés aux deux voies d'une interface d'acquisition. Cette interface transforme le signal sonore reçu en signal électrique dont les variations sont observables sur l'écran d'un ordinateur.

On fait claquer une pince à linge devant le microphone A. Dès que le micro A capte le son l'acquisition est lancée.

Sur l'écran de l'ordinateur on observe le signal électrique fourni par le micro B.

- A partir des mesures réalisées, déterminer la vitesse du son dans l'air dans les conditions de cette expérience ?

Réponse :

Exercice 2 :

Coup de Boost : Comprendre des documents scientifiques

Le son est d'abord capté par le micro A puis par le microphone B. Par conséquent, sur l'écran il apparaît un décalage pour l'apparition d'un signal sur le micro B. Il faut se demander à quoi correspond ce décalage.

Exercice 2 :

Coup de Boost : Méthode et outils 1

Pour calculer une vitesse, on utilise la formule : $v = d/t$ avec d, la distance en mètre et t, le temps en seconde.

Exercice 2 :

Coup de Boost : Méthode et outils 2

Rédaction du calcul :

1. On a ... : écrire les données de l'exercice.
2. Je sais que ... : écrire sous forme littérale la formule mathématique utilisée.
3. Donc... : rédiger le calcul.
4. Vérifier l'unité et l'ordre de grandeur du résultat, prendre une valeur approchée si nécessaire.

Exercice 2 :

Coup de Boost : Méthode et outils 3

Grandeurs physiques	Unités
Distance d	Le mètre m
Temps t	La seconde s
Vitesse	Le mètre par seconde m/s

Exercice 2 :

Coup de Boost : Méthode et outils 4

Tableau de conversion :

kilo	hecto	déca	unité	déci	centi	milli
k	h	da	unité	d	c	m
X1000	X100	X10	X1	:10	:100	:1000

Numéro de l'équipe : _____ Heure remise réponse : _____ Coup de pouce utilisé : _____

Exercice n°3 :



➤ Orage, éclair, tonnerre...pas tous en même temps !

Annaé observe les éclairs par sa fenêtre une nuit d'orage. Elle voit l'éclair avant d'entendre le tonnerre. Annaé compte 5 secondes entre l'observation de l'éclair et le moment où elle entend le tonnerre. On considère que la température est proche de 20°C.

- A quelle distance d'Annaé se trouve l'orage ? Donner votre résultat en km.

Réponse :

Exercice 3 :

Coup de Boost : Comprendre des documents scientifiques

Les distances mises en jeu dans cet exercice nous permettent de considérer que la lumière de l'éclair est vue au moment où le coup de tonnerre se produit.

Il faut se demander à quoi correspond le temps qui sépare l'observation de l'éclair et le moment où Annaé entend le tonnerre.

Exercice 3 :

Coup de Boost : Méthode et outils 1

Pour calculer une distance à partir d'une vitesse et d'un temps on peut utiliser la relation :

$d = v \times t$ avec d , la distance en mètre, t le temps en seconde et v la vitesse en mètre/seconde .

Exercice 3 :

Coup de Boost : Méthode et outils 2

Rédaction du calcul :

1. On a ... : écrire les données de l'exercice.
2. Je sais que ... : écrire sous forme littérale la formule mathématique utilisée.
3. Donc... : rédiger le calcul.
4. Vérifier l'unité et l'ordre de grandeur du résultat, prendre une valeur approchée si nécessaire.

Exercice 3 :

Coup de Boost : Méthode et outils 3

Grandeurs physiques	Unités
Distance d	Le mètre m
Temps t	La seconde s
Vitesse	Le mètre par seconde m/s

Exercice 3 :

Coup de Boost : Méthode et outils 4

Tableau de conversion :

kilo	hecto	déca	unité	déci	centi	milli
k	h	da	unité	d	c	m
X1000	X100	X10	X1	:10	:100	:1000

Numéro de l'équipe : _____ Heure remise réponse : _____ Coup de pouce utilisé :

Exercice n°4 :



➤ L'écholocation et les dauphins

Pour localiser les bancs de poisson le dauphin utilise l'écholocation. Pour cela il émet des ultrasons. Ces ultrasons sont renvoyés par le banc de poissons et l'écho parvient jusqu'au dauphin. La vitesse des ultrasons dans l'eau est égale à 1500 m/s.

Le signal envoyé par un dauphin met 400 ms pour revenir.

- A quelle distance se trouve le banc de poisson ?
- Comment le dauphin peut-il savoir si le banc de poissons se rapproche ou s'éloigne de lui ?

Réponse :

Exercice 4 :

Coup de Boost : Comprendre des documents scientifiques

Il faut se demander quel est le trajet parcouru par les ultrasons pendant les 400 ms ? Faites un dessin de la situation pour vous aider à répondre.

Exercice 4 :

Coup de Boost : Méthode et outils 1

Pour calculer une distance à partir d'une vitesse et d'un temps on peut utiliser la relation :

$d = v \times t$ avec d , la distance en mètre, t le temps en seconde et v la vitesse en mètre/seconde .

Exercice 4 :

Coup de Boost : Méthode et outils 2

Rédaction du calcul :

1. On a ... : écrire les données de l'exercice.
2. Je sais que ... : écrire sous forme littérale la formule mathématique utilisée.
3. Donc... : rédiger le calcul.
4. Vérifier l'unité et l'ordre de grandeur du résultat, prendre une valeur approchée si nécessaire.

Exercice 4 :

Coup de Boost : Méthode et outils 3

Grandeurs physiques	Unités
Distance d	Le mètre m
Temps t	La seconde s
Vitesse	Le mètre par seconde m/s

Exercice 4 :

Coup de Boost : Méthode et outils 4

Tableau de conversion :

kilo	hecto	déca	unité	déci	centi	milli
k	h	da	unité	d	c	m
X1000	X100	X10	X1	:10	:100	:1000

Numéro de l'équipe :

Heure remise réponse :

Coup de pouce utilisé :

Exercice n°5 :



➤ **Averell a retenu sa leçon sur le son !**

Un train doit arriver. Pour entendre plus rapidement s'il arrive, Averell colle son oreille contre les rails d'acier. « J'entends un sifflement » dit-il à Lucky Luke, resté assis sur son cheval à côté d'Averell. Le train est à ce moment là à 8,0 km des Dalton et de Lucky Luke.

Quelques secondes plus tard Lucky Luke entend également le sifflement du train.

La vitesse du son dans l'acier est égale à 5000 m / s.

On considère qu'il fait 20°C ce jour-là.

- Combien de temps s'écoule entre le moment où Averell entend le train et le moment où Lucky Luke l'entend à son tour ?

Réponse :

Exercice 5 :

Coup de Boost : Comprendre des documents scientifiques

Le son ne se propage pas à la même vitesse dans le métal et dans l'air. Il faut se demander combien de temps met le son du train pour parvenir jusqu'à Averell dans les rails et combien de temps met le son pour parvenir à Lucky Luke dans l'air.

Exercice 5 :

Coup de Boost : Méthode et outils 1

Pour calculer un temps à partir d'une vitesse, on peut utiliser la relation :

$t = d / v$ avec d , la distance en mètre, t le temps en seconde et v la vitesse en mètre/seconde .

Exercice 5 :

Coup de Boost : Méthode et outils 2

Rédaction du calcul :

1. On a ... : écrire les données de l'exercice.
2. Je sais que ... : écrire sous forme littérale la formule mathématique utilisée.
3. Donc... : rédiger le calcul.
4. Vérifier l'unité et l'ordre de grandeur du résultat, prendre une valeur approchée si nécessaire.

Exercice 5 :

Coup de Boost : Méthode et outils 3

Grandeurs physiques	Unités
Distance d	Le mètre m
Temps t	La seconde s
Vitesse	Le mètre par seconde m/s

Exercice 5 :

Coup de Boost : Méthode et outils 4

Tableau de conversion :

kilo	hecto	déca	unité	déci	centi	milli
k	h	da	unité	d	c	m
X1000	X100	X10	X1	:10	:100	:1000

IV. Correction des exercices :



Exercice n°1 : Les premières mesures de la vitesse du son.

L'une des expériences historiques permettant de déterminer la vitesse du son dans l'air a été réalisée par François Arago, Louis Joseph Gay-Lussac et Gaspard de Prony les nuits du 21 et 22 juin 1822.

Des coups de canon étaient tirés de 2 villes Villejuif et Monthléry .

Ces deux villes étaient distantes de 9549,6 toises (1 toise = 1,949m).

De Villejuif on pouvait apercevoir le feu de l'explosion du canon de Monthléry et inversement.

La température de l'atmosphère était de 15,9°C. Chacun des observateurs mesurait avec son chronomètre le temps qui s'écoulait entre l'apparition de la lumière de l'explosion et l'arrivée du son.

Le temps moyen mesuré était de 54,6 secondes.

- A partir des mesures réalisées, déterminer la vitesse du son dans l'air dans les conditions de cette expérience ?
- Pourquoi est-il nécessaire de préciser la valeur de la température dans cet exercice ?

Réponse :

Le temps qui sépare le moment où l'on voit la lumière de l'explosion et celui où on entend le son de l'explosion correspond au temps qu'a mis le son pour parcourir la distance entre les deux villes.

1. Calcul de la distance entre les deux villes :

$$d = 9549,6 \times 1,949 = 18\,612\text{m.}$$

La distance d en mètre séparant Villejuif et Monthléry est égale à 18610 m.

2. Calcul de la vitesse du son :

On sait que $d = 18612$ m et $t = 54,6$ s

On utilise la formule : $v = d/t$ donc $v = 18612/54.6 = 341$ m/s

La vitesse du son dans l'air à 15,9°C est de 341m/s.

3. Il est nécessaire de préciser la température de l'air car la vitesse du son en dépend.

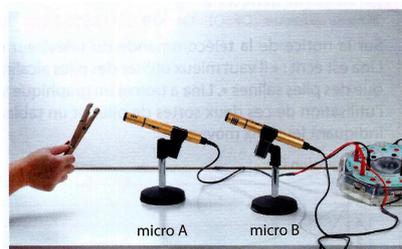


Fig. 1 Dispositif expérimental

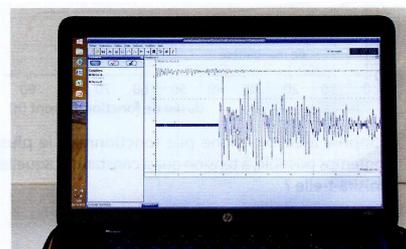


Fig. 2 Signaux captés par les microphones A et B

Exercice n°2 :

Nous souhaitons mesurer la vitesse du son dans l'air. Pour cela nous réalisons l'expérience suivante :

Deux micros A et B, éloignés d'une distance de 15 cm, sont reliés aux deux voies d'une interface d'acquisition. Cette interface transforme le signal sonore reçu en signal électrique dont les variations sont observables sur l'écran d'un ordinateur.

On lance l'acquisition et on fait claqué une pince à linge devant le microphone A.

Sur l'écran de l'ordinateur on observe les deux signaux, celui reçu par le microphone A en haut de l'écran et celui reçu par le microphone B en bas de l'écran. On observe que les deux signaux sont décalés de 0,4ms.

- A partir des mesures réalisées, déterminer la vitesse du son dans l'air dans les conditions de cette expérience ?

Réponse :

Le son est d'abord capté par le micro A puis par le micro B donc sur l'écran il apparaît un décalage entre les deux signaux. Ce décalage correspond au temps que met le son pour parcourir la distance qui sépare les deux microphones.

Pour calculer une vitesse, on utilise la formule : $v = d/t$ avec d , la distance en mètre et t , le temps en seconde.

On sait que $d = 15\text{cm} = 0,15\text{m}$ et $t = 0,40\text{ms} = 0,00040\text{s}$

On utilise la formule : $v = d/t$ donc $v = 0,15/0,00040 = 370$ m/s ($3,7 \cdot 10^2$ m/s)

La vitesse du son dans les conditions de cette expérience est égale à 370m/s.



Exercice n°3 : Nuit d'orage

Annaé observe les éclairs par sa fenêtre une nuit d'orage. Elle voit l'éclair avant d'entendre le tonnerre. Annaé compte 5 secondes entre l'observation de l'éclair et le moment où elle entend le tonnerre.

- A quelle distance d'Annaé se trouve l'orage ? Donner votre résultat en km.

Réponse :

La lumière parcourt 300000km/s donc l'éclair apparaît quasi instantanément à Annaé.

On sait que :

La vitesse v de propagation du son dans l'air est de 340m/s à 20°C.

Le temps t de 5 secondes correspond au temps que met le son du tonnerre pour arriver jusqu'à Annaé.

On utilise la formule : $d = v \times t$ donc $d = 340 \times 5 = 1700 \text{ m} = 1,7 \text{ km}$ (en toute rigueur il ne faudrait qu'un chiffre significatif)

L'orage est situé à environ 1,7 km d'Annaé.



Exercice n°4 : L'écholocation et les dauphins

Pour localiser les bancs de poisson le dauphin utilise l'écholocation. Pour cela il émet des ultrasons. Ces ultrasons sont renvoyés par le banc de poissons et l'écho parvient jusqu'au dauphin.

La vitesse des ultrasons dans l'eau est égale à 1500 m/s.

Le signal envoyé par un dauphin met 400 ms pour revenir.

- A quelle distance se trouve le banc de poisson ?
➤ Comment le dauphin peut-il savoir si le banc de poissons se rapproche ou s'éloigne de lui ?

Réponse :

Pendant les 400 ms, les ultrasons vont du dauphin au banc de poisson et du banc de poisson au dauphin. Ils parcourent donc deux fois la distance d entre le dauphin et les poissons : ils effectuent un aller-retour.

On sait que :

La vitesse v de propagation des ultrasons dans l'eau est égale à 1500 m/s.

Le temps t de 400ms, soit 0,400 s correspond au temps que mettent les ultrasons pour parcourir d (2fois la distance dauphin-banc de poisson)

On utilise la formule : $d = v \times t$ donc $d = 1500 \times 0,400 = 600\text{m}$

Les ultrasons parcourent 600m pour faire un aller-retour donc la distance entre le dauphin et les poissons est égale à 300m

$$600/2 = 300\text{m}$$

Plus le temps que met l'écho à revenir est long plus le banc de poisson est loin et inversement. En estimant les variations de temps que met l'écho à revenir, le dauphin peut savoir si le son s'approche ou s'éloigne de lui.



Exercice n°5 : Averell a retenu sa leçon sur le son !

Un train doit arriver. Pour entendre plus rapidement s'il arrive, Averell colle son oreille contre les rails d'acier. « J'entends un sifflement » dit-il à Lucky Luke, resté assis sur son cheval à côté d'Averell. Le train est à ce moment là à 8 km des Dalton et de Lucky Luke. Quelques secondes plus tard Lucky Luke entend également le sifflement du train.

La vitesse du son dans l'acier est égale à 5km/s.

- Combien de temps s'écoule entre le moment où Averell entend le train et le moment où Lucky Luke l'entend à son tour ?

Réponse :

1. On calcule le temps que met le son pour parvenir à Averell :

On sait que : $v = 5000 \text{ m/s}$ et $d = 8\text{km} = 8000 \text{ m}$

On utilise la formule : $t = d/v$ donc $t = 8000 / 5000 = 1,6\text{s}$

2. 1. On calcule le temps que met le son pour parvenir à Lucky Luke :

On sait que : $v = 340 \text{ m/s}$ et $d = 8\text{km} = 8000 \text{ m}$

On utilise la formule : $t = d/v$ donc $t = 8000 / 340 = 23,5 \text{ s}$

3. Calcule du retard avec lequel Lucky Luke entend le train :

$$23,5 - 1,6 = 21,9\text{s} \text{ soit presque } 22\text{s}$$

Lucky Luke entend le train avec 22s de retard sur Averell. Lucky Luke devra revoir son cours de sciences physiques sur le son s'il veut être plus rapidement informé une prochaine fois.