

Violent orage devant le lycée Lumière

Les élèves du lycée ont répondu présents

Réponse de Kévin Héran (PS1)

Violent orage devant le lycée Lumière

Données : $\Delta t = 0,85$ s.

Vendredi 9 septembre 2014, entre 11 h et 11 h 30.

Question : A quelle distance d du lycée est donc tombée la foudre ?

Réponse

On sait que $v = d / \Delta t$ soit $d = v * \Delta t$
 \swarrow \searrow \swarrow
 m/s m s

On sait aussi que la vitesse du son dépend de la température : plus la température est élevée, plus le son se propage rapidement.

Dans l'air, à 15°C, la vitesse du son est environ égale à 340 m/s.

Le vendredi 9 septembre 2014, entre 11 h et 11 h 30, la température était d'environ 25°C donc la vitesse du son est plus élevée, elle est d'environ 346 m/s.

$$v = d / \Delta t \quad \text{soit } d = v * \Delta t$$

$$\text{A.N : } d = 346 * 0,85$$

$$d \approx 294 \text{ m} = 29.10^1 \text{ m (avec le bon nombre de chiffres significatifs !)}$$

La foudre est tombée à 294 m du Lycée Lumière.

Réponse d'Andréa Labbat (PS1)

VIOLENT ORAGE DEVANT LE LYCEE LUMIERE

(Vendredi 19 septembre 2014, entre 11 h et 11 h 30)

A quelle distance d du lycée est donc tombée la foudre ?

$$\Delta t = 0,85 \text{ s}$$

$$V_{\text{du son}} = d / \Delta t$$

$$\Leftrightarrow d = V_{\text{du son}} \cdot \Delta t$$

La vitesse du son dépend de la température.

La température, le 19/09 :

température minimale $t^{\circ}_{\text{Min}} = 16,2^{\circ}\text{C}$;

température maximale $t^{\circ}_{\text{Max}} = 25,9^{\circ}\text{C}$.

A 15°C ($\approx 16,2^{\circ}\text{C}$), la vitesse du son est $340,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

A 25°C ($\approx 25,9^{\circ}\text{C}$), la vitesse du son est $346,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

D'où, les applications numériques suivantes

$$d_1 = V_{\text{du son 1}} \cdot \Delta t$$

$$d_1 = 340,5 \cdot 0,85 = 290 \text{ m}$$

$$d_2 = V_{\text{du son 2}} \cdot \Delta t$$

$$d_2 = 346,3 \cdot 0,85 = 294 \text{ m}$$

La foudre est donc tombée à une distance d'environ 300 m du lycée !!!

Réponse de Valentin Gallian (PS1)

Un terrible orage

A quelle distance du lycée la foudre est-elle tombée ?

Notons Δt la durée entre la perception d'un éclair et le tonnerre.

$$\Delta t = 0,85\text{s}$$

La vitesse du son dans l'air dépend de la température de l'air.

Le vendredi 19 septembre 2014 à 11 heures, la température de l'air extérieur était de $25,0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

La vitesse du son en fonction de la température est définie par la formule :

$$v = (331 + 0,610 t^{\circ}) \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \text{ où } t^{\circ} \text{ désigne la température en } ^{\circ}\text{C}.$$

Remplaçons t° par $25,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ dans l'égalité ci-dessus :

$$v = (331 + 0,610 \cdot 25,0)$$

$$v = 346 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

A cette heure de la journée, la vitesse du son était de $346 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

La vitesse de la lumière dans l'air est environ un million de fois supérieure à celle du son donc la durée mise par la lumière de l'éclair pour arriver aux yeux de l'observateur est négligeable et on peut donc considérer que la durée mesurée par l'observateur avec le chronomètre de son téléphone portable correspond à la durée mise par le bruit du tonnerre pour parvenir aux oreilles de l'observateur.

Pour trouver la distance d , utilisons la formule $v = d / \Delta t$

$$v = d / \Delta t$$

$$\text{d'où } d = v \cdot \Delta t$$

$$d = 346 \cdot 0,85$$

$$d = 2,9 \cdot 10^2 \text{ m (2 chiffres significatifs)}$$

Ce jour là, la foudre est donc tombée à $2,9 \cdot 10^2 \text{ m}$ du lycée.

Réponse de David Vanel (TS1)

Nous savons grâce au chronomètre du portable de Mme D'ANNA que la durée Δt entre la perception d'un éclair et celle du tonnerre qui a suivi est de : 0,85 s.

On négligera le « temps » de réaction de Mme D'ANNA (merci !) qui utilisait le chronomètre et la durée mise par la lumière de l'éclair pour parvenir jusqu'à l'oeil de Mme D'ANNA, ce qui est tout à fait légitime car la célérité c de la lumière dans l'air est 10^6 fois supérieure à la célérité v du son dans l'air ($c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$, ordre de grandeur = 10^8 et $v = \text{environ } 340 \text{ m.s}^{-1}$, ordre de grandeur = 10^2).

1) Calcul de la célérité v du son dans l'air dans les conditions atmosphériques du vendredi 19 septembre

Nous allons utiliser la relation donnant la valeur théorique de la célérité v du son dans un gaz parfait :

$$v = \text{racine de } (\gamma R T / M)$$

où γ est un coefficient sans unité qui dépend du gaz, R la constante des gaz parfaits, T la température du gaz (en kelvin), et M la masse molaire du gaz (en kg.mol^{-1}).

Pour l'air ambiant autour du lycée (milieu de propagation du son de l'orage), qui peut être assimilé à un gaz parfait : $\gamma = 1,40$ et $M = 0,0290 \text{ kg.mol}^{-1}$.

D'après le site www.francetvinfo.fr, la température ambiante le vendredi 19 septembre au moment de l'orage était de 26°C soit 299K ($26+273$).

Application numérique :

$$v = \text{racine de } (1,40 \times 8,314 \times 299 / 0,0290) = 346 \text{ m.s}^{-1}.$$

2) Calcul de la distance d

$$v = d / \Delta t \text{ donc } d = v \times \Delta t$$

Application numérique : $d = 346 \times 0,85 = 294 \text{ m} = 29.10^1 \text{ m}$ (avec le bon nombre de chiffres significatifs !)

Le vendredi 29 septembre entre 11h et 11h30, l'éclair, sur lequel Mme D'ANNA a fait sa mesure, est donc tombé à 294 mètres du lycée (de Mme D'ANNA précisément).

Réponse d'Anthony Pinna et d'Hugo Roche (TS1)

Le tonnerre est une onde sonore progressive

dont on peut calculer la célérité dans l'air (considéré comme un gaz parfait) grâce à la formule :

$$v_{\text{théorique}} = \sqrt{\gamma * R * T / M}$$

avec $\gamma = 1.40$, $M = 29.0 \text{ g.mol}^{-1}$ et $R = 8.314 \text{ S.I}$

En supposant que la température le jour de l'orage était de 20°C soit de 293 K ($= T$),

$$v_{\text{théorique}} = \sqrt{1,40 * 8,314 * 293 / 29,0 \cdot 10^{-3}} = 3,42 \cdot 10^2 \text{ m.s}^{-1}$$

On peut maintenant calculer la distance d cherchée en utilisant la formule de définition de la célérité :

$$v_{\text{théorique}} = d / \Delta t$$

$$\text{soit } d = v_{\text{théorique}} * \Delta t$$

$$\text{A.N : } d = 3,42 \cdot 10^2 * 0,85 = 2,9 \cdot 10^2 \text{ m}$$

La foudre est tombée à environ 290 m.

Cependant il y a une grandeur que l'on a négligée, c'est la durée $\Delta t'$ qu'a mise la lumière à parcourir cette même distance d ainsi que le « temps » de réaction de la professeur (**merci !**). On va justifier que c'était légitime.

On sait que la célérité de la lumière est $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

$$c = d / \Delta t'$$

$$\text{donc } \Delta t' = d / c$$

$$\text{A.N : } \Delta t' = 2,9 \cdot 10^2 / 3,00 \cdot 10^8 = 9,7 \cdot 10^{-7} \text{ s !}$$

Cette valeur est extrêmement petite.

Essayons d'ajouter cette valeur à celle de la durée Δt chronométrée par la professeur.

$$0,85 + 9,7 \cdot 10^{-7} = 0,85 \text{ s}$$

Il était donc tout à fait légitime de négliger $\Delta t'$ devant Δt !

Réponse de Tangui Campo (TS1)

Un terrible orage

Vendredi 19 septembre 2014, entre 11 h et 11 h 30, a éclaté un violent orage accompagné de spectaculaires éclairs déchirant le ciel et de terribles éclairs faisant gronder le ciel.

La fonction chronomètre du téléphone portable de Mme D'Anna lui a permis de mesurer la durée entre la perception d'un des éclairs et celle du tonnerre qui a suivi : $\Delta t = 0,85 \text{ s}$.

On en vient donc à se poser la question « à quelle distance d du lycée est donc tombée la foudre ? »

Un site de météorologie annonce que ce jour-là, à 11h00, la température extérieure de l'air était de 20°C.

La célérité du son dans l'air est donnée par la formule : $V_{\text{théorique}} = \sqrt{\gamma RT/M}$

où $\gamma = 1,40$

R est la constante des gaz parfaits ($R = 8,314 \text{ S.I.}$)

T est la température en kelvin $T = (\varnothing + 273)$ (avec \varnothing la température en degré Celsius)

et M la masse d'une mole d'air ($M = 29,0 \cdot 10^{-3} \text{ kg.mol}^{-1}$)

$$\text{A.N : } V_{\text{théorique}} = \sqrt{1,40 \times 8,314 \times (20+273) / 29,0 \cdot 10^{-3}} = 343 \text{ m.s}^{-1}$$

Donc, la célérité du son dans l'air ce jour là est de 343 m.s^{-1}

La durée entre la la perception d'un des éclairs et celle du tonnerre qui a suivi est $\Delta t = 0.85 \text{ s}$.

Cette mesure, comme toutes les mesures, est entachée d'une incertitude.

On a négligé la durée mise par la lumière de l'éclair pour atteindre l'oeil ce qui est légitime tant cette durée est petite face à la durée mise par le bruit du tonnerre pour atteindre l'oreille.

Elle ne tient pas compte également du temps de réaction de Mme d'Anna que l'on peut estimer à 0,2 s ce qui est légitime le retard au démarrage du chrono étant compensé par le retard à l'arrêt du chrono.

Le calcul de la distance d cherchée

$$V_{\text{théorique}} = d / \Delta t \quad \text{donc} \quad d = v \times \Delta t$$

$$\text{A.N : } d = 343 \times 0.85 = 2,9 \cdot 10^2 \text{ m}$$

Donc la foudre est tombée à une distance d du lycée de 290 m environ !!!

Je n'ai pris aucune photographie ce jour-là car prendre une photographie de la foudre est très compliqué son apparition étant brève. Et, même si la simple utilisation de photographie argentique ou numérique, webcam ou caméscope suffit, il est conseillé de plutôt utiliser un appareil photographique perfectionné ayant une prise d'image rapide et à grande qualité photographique. Il faut aussi s'armer de patience et scruter les cumulonimbus présents dans le ciel lors des orages aussi longtemps que nécessaire et avec une grande attention.