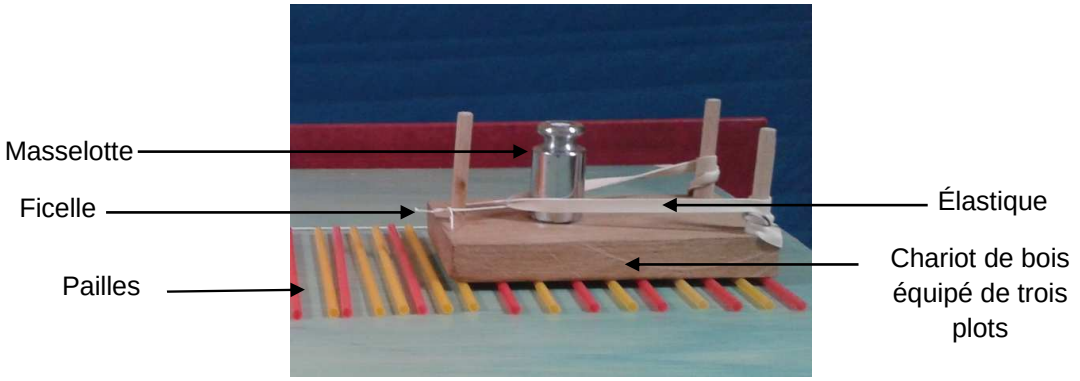
Amérique du nord 2019

EXERCICE 1 : NEWTON CAR (11 points)

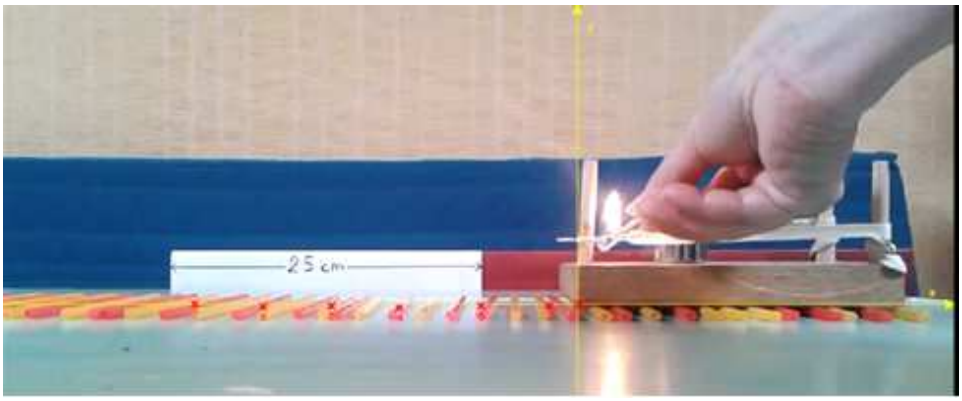
Le « Newton Car » challenge, impulsé par la NASA, est un défi scientifique qui peut être proposé aux élèves de lycée.
Une « Newton Car » est composée d'un chariot de bois équipé de trois plots permettant de maintenir un élastique étiré à l'aide d'une ficelle. Le chariot est positionné sur une série de pailles en plastique.
Une masselotte est placée au niveau de la courbure de l'élastique. L'éjection de la masselotte met en mouvement le chariot.

Photographie de la « Newton Car »



L'objectif étant de parcourir la plus grande distance, c'est-à-dire d'avoir la plus grande vitesse au démarrage, les élèves sont amenés à mesurer cette grandeur par différentes méthodes.

À la date t = 0 s, le système est immobile. On brûle la ficelle comme photographiée ci-dessous :



On observe alors le déplacement du chariot et de la masselotte dans la même direction mais en sens opposé.

Pour étudier le mouvement de la « Newton Car », on considère le système S constitué de l'ensemble {chariot + ficelle + élastique + masselotte}.

On note $\overrightarrow{v_{C0}}$ la vitesse du chariot et $\overrightarrow{v_{m0}}$ la vitesse de la masselotte juste après la rupture de la ficelle.

Les mouvements sont étudiés dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 1 / 5
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Amérique du nord 2019

Données :

- intensité du champ de pesanteur : g = 9,81 m.s^{-2} ;
- masse du chariot M = 200 g ;
- on note m la masse de la masselotte ;
- évaluation d'une incertitude par une approche statistique :

  • valeur moyenne $\overline{X}$ associée à n mesures indépendantes X_i d'une grandeur X :

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n} \; ;$$

  • écart type expérimental noté σ_{n-1} :

$$\sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (X_i - \overline{X})^2}{n-1}} \; ;$$

  • incertitude élargie pour un niveau de confiance de 95 % : $U(X) = 2\frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}$.

1. Principe de propulsion de la « Newton Car »

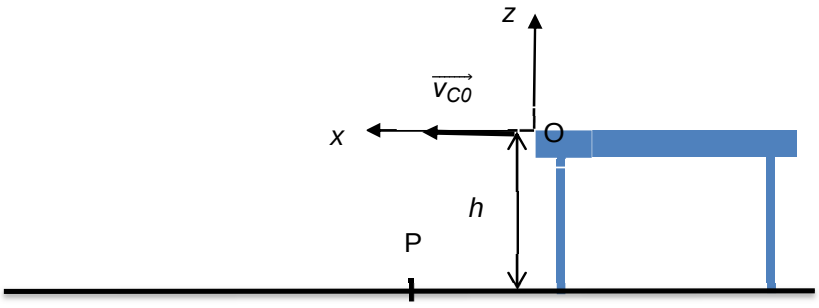
1.1. Après avoir brûlé la ficelle, faire l'inventaire des forces modélisant les actions extérieures qui agissent sur le système S.

1.2. À quelle condition le système S peut-il être considéré comme pseudo-isolé ? Si on suppose le système pseudo-isolé, montrer que la quantité de mouvement du système S est nulle.

1.3. Déterminer la relation donnant la vitesse $\overrightarrow{v_{C0}}$ du chariot en fonction de la vitesse $\overrightarrow{v_{m0}}$ de la masselotte, de la masse M du chariot et de la masse m de la masselotte. Prévoir le sens du mouvement du chariot. On néglige les masses de la ficelle et de l'élastique.

2. Détermination de la vitesse du chariot par l'étude d'un mouvement de chute

On installe la « Newton Car » au bord d'une table de hauteur h = 75,0 cm. Lorsque la ficelle est brûlée, le chariot est propulsé avec une vitesse initiale $\overrightarrow{v_{C0}}$ horizontale.
On étudie le mouvement de la « Newton Car », assimilée à un point matériel, dans le repère (xOz) donné ci-dessous et on note P le point d'impact au sol.



L'expérience est répétée 10 fois afin d'augmenter la qualité de la mesure. On mesure à chaque fois au sol l'abscisse x_P du point de chute du chariot.

Les mesures sont consignées dans le tableau ci-dessous :

x_P (en cm)	65	66	61	62	61	63	59	65	60	63

Amérique du nord 2019

2.1. Faire l'inventaire des forces modélisant les actions qui s'exercent sur le chariot lors de la chute (on néglige l'action de l'air).

2.2. Donner le résultat de la mesure de x_P accompagné d'une évaluation de son incertitude élargie pour un niveau de confiance de 95 %.

2.3. Montrer que les équations horaires du mouvement du chariot s'écrivent :

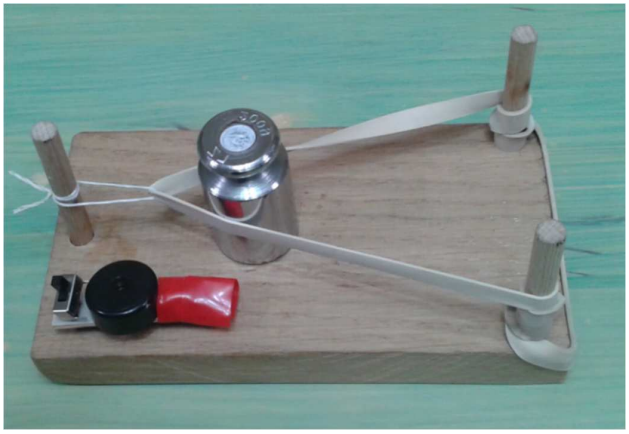
$$x(t) = v_{C0}.t \qquad \text{et} \qquad z(t) = -\frac{1}{2}.g.t^2$$

2.4. En déduire la valeur de la vitesse initiale v_{C0} en explicitant votre démarche.

3. Détermination de la vitesse du chariot en utilisant l'effet Doppler

On fixe un petit buzzer alimenté par une pile à l'avant du chariot après avoir raboté une partie du chariot pour que la masse du système ne change pas.

Document : dispositif avec buzzer



On réalise la même expérience que dans la partie 1.

3.1 Étude du son du buzzer quand la « Newton Car » est immobile.

On enregistre le son émis par le buzzer lorsque le dispositif est immobile. L'enregistrement du signal sonore obtenu est représenté sur la figure 1 et son analyse spectrale sur la figure 2.

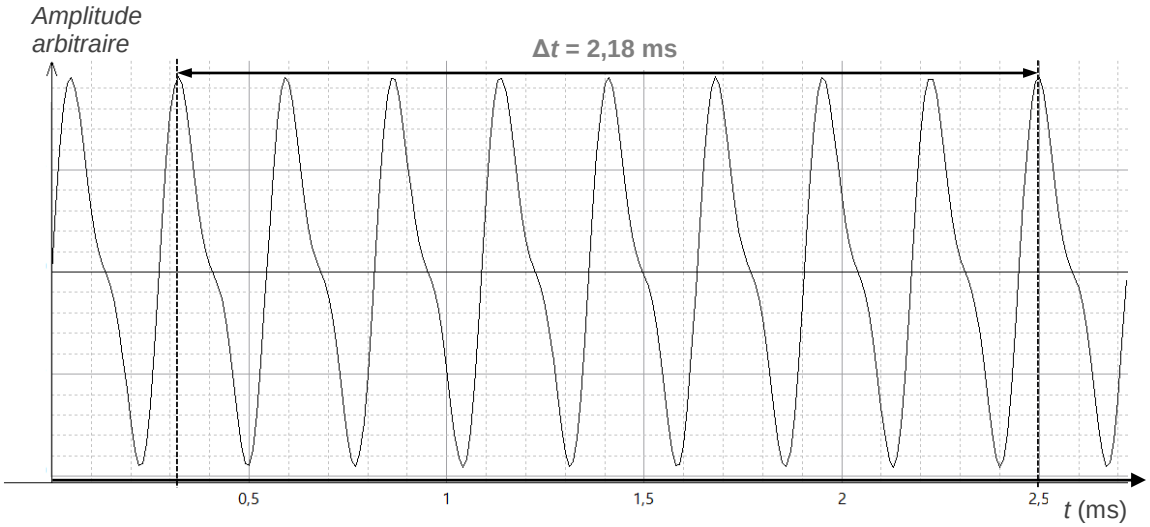


Figure 1 : enregistrement du signal sonore émis par le buzzer.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Amérique du nord 2019

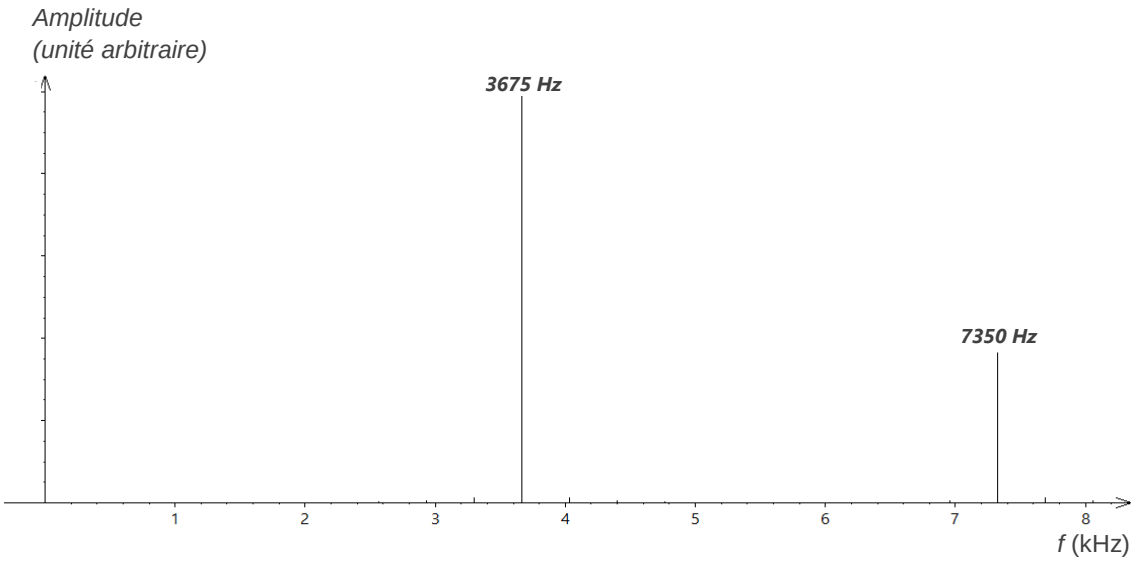


Figure 2 : spectre du signal sonore émis par le buzzer.

3.1.1. Comment appelle-t-on chacun des pics qui apparaît sur le spectre du signal ? Justifier.

3.1.2. Le son du buzzer est-il pur ou complexe ? Justifier.

3.1.3. À partir de l'enregistrement du signal (figure 1), déterminer la fréquence f_E du son émis par le buzzer. Cette fréquence est-elle en accord avec le spectre du signal sonore émis (figure 2) ?

3.2 Étude du son du buzzer quand la « Newton Car » est en mouvement.

On installe sur un support un microphone relié à un ordinateur pour permettre de faire l'acquisition du son du buzzer lorsque le chariot passe devant le microphone.

L'enregistrement est donné sur la figure 3.

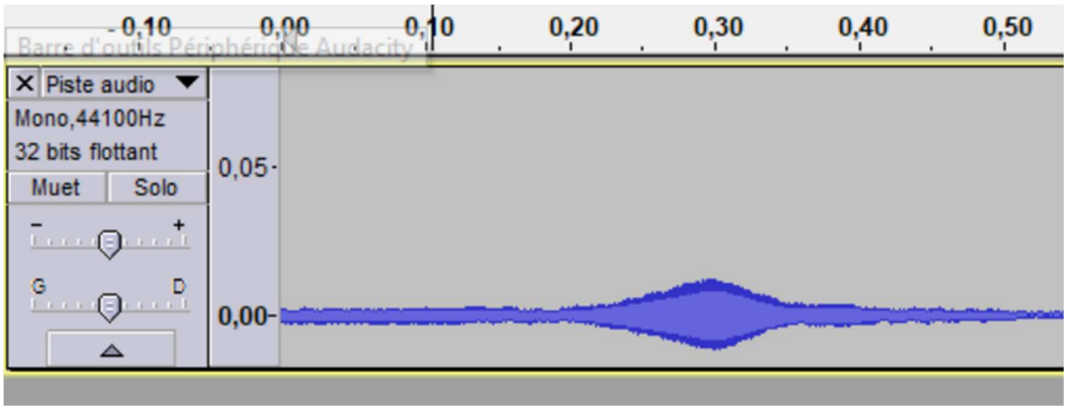


Figure 3

On sélectionne une première portion de signal correspondant à l'approche du chariot. L'analyse spectrale indique une fréquence f'_R = 3690 Hz.

On sélectionne une deuxième portion de signal correspondant à l'éloignement du chariot. L'analyse spectrale indique une fréquence f_R = 3658 Hz.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Amérique du nord 2019

Données :

- Si le récepteur s'approche de l'émetteur, la fréquence perçue est : $f'_R = f_E \cdot \left(\frac{v_{son}}{v_{son} - v_c}\right)$;
- Si le récepteur s'éloigne de l'émetteur, la fréquence perçue est : $f_R = f_E \cdot \left(\frac{v_{son}}{v_{son} + v_c}\right)$;
- f_E est la fréquence de l'onde émise par l'émetteur ;
- v_c est la vitesse du chariot par rapport au récepteur ;
- v_{son} est la vitesse de propagation du son dans l'air. Elle est donnée par la relation : $v_{son}(\theta°C) = v_{son}(0°C) \times \sqrt{1 + \frac{\theta}{273}}$ avec $v_{son}(0°C) = 331$ m.s^{-1} et θ la température en °C.

3.2.1. Expliquer en quelques lignes en quoi consiste l'effet Doppler.

3.2.2. L'expérience se déroule à 25,0 °C. Quelle est alors la valeur de la propagation du son dans l'air ?

3.2.3. Estimer la valeur de la vitesse du chariot en explicitant votre démarche.

4. Optimisation de la « Newton Car »

Lors de l'expérience conduite dans la partie 1, le chariot s'arrête lorsqu'il a parcouru une distance d = 246 cm. On suppose que la vitesse initiale du chariot est égale à 1,6 m.s^{-1}.

Pour simplifier on modélise la situation en introduisant une force de frottement de valeur constante.

4.1 Sachant que la variation de l'énergie mécanique d'un solide est égale au travail des forces non conservatives, déterminer, dans le cadre de ce modèle, la valeur de la force de frottement.

4.2 Au vu de l'ensemble de l'étude réalisée, quels paramètres peut-on modifier pour gagner le « Newton Car » challenge ?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 5 / 5
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer