<u>Exercice sur le chapitre des instruments à corde</u>

Ne traiter qu'une fois le chapitre entièrement appris et terminé.

I Texte à compléter

Le long d'une corde, une onde peut se mettre en place. Si elle est sinusoïdale, en notant $\lambda_{\text{onde corde}}$ sa longueur d'onde, T sa période et $c_{\text{onde corde}}$ la célérité des ondes le long de la corde, on a la relation ………………………….

Une corde, suivant la façon dont elle est mise en vibration, présente un profil dépendant du temps dont la forme est différente. Cette « forme » est une somme des ……….. ……………… de la corde dont chacun présente un nombre de fuseaux spécifique, une longueur d'onde spécifique et une fréquence spécifique et dont chacun peut être observé en utilisant l'expérience de « la corde de …… » : chaque ………. …………… est en effet obtenu lorsque la corde entre ………………………………. avec l'apparition de ………………………….. A chaque fois, la longueur d'un fuseau l_{fuseau} vaut ……………….. de la longueur d'onde $\lambda_{\text{onde corde}}$ correspondante.

Le premier mode propre possède …. fuseau et la longueur d'onde correspondante vaut, en fonction de la longueur L de la corde et sachant qu'un fuseau a toujours une longueur égale à ………….. …………….., ….*L. La fréquence f_1 de ce premier mode propre vaut donc, en fonction de L et de la célérité $c_{\text{onde corde}}$ le long de la corde : f_1 =………………………..

Ce premier mode propre engendrera le fondamental du son émis qui a donc pour fréquence f_1 =…………………..

Le deuxième mode propre possède …. fuseaux et la longueur d'onde correspondante vaut, en fonction de la longueur L de la corde et sachant qu'un fuseau a toujours une longueur égale à …………..…………….., ….*L. La fréquence f_2 de ce …………. mode propre vaut donc, en fonction de L et de la célérité $c_{\text{onde corede}}$ le long de la corde : f_2 =………………………..

Ce deuxième mode propre engendrera un des harmoniques du son émis qui a donc pour fréquence f_2 =…………………..
Mais en remarquant que f_2 = ……. f_1, f_1 étant la fréquence du fondamental, cet harmonique correspond au ….$^{\text{ème}}$ harmonique.

Le ……….. mode propre possède 3 fuseaux et la longueur d'onde correspondante vaut, en fonction de la longueur L de la corde et sachant qu'un fuseau a toujours une longueur égale à …………..…………….., ….*L. La fréquence f_3 de ce ………………… ……………………… vaut donc, en fonction de L et de la célérité $c_{\text{onde corde}}$ le long de la corde : f_3 =………………………..

Ce ……………….. mode propre engendrera un des …………….. du …………………… qui a donc pour fréquence f_3 =………..
Mais en remarquant que …….= ……….., ……. étant la fréquence du ……………., cet harmonique correspond au ….$^{\text{ème}}$ harmonique.

Etc.

Conclusion : une corde possède des modes propres qui permettent d'obtenir …..………….. harmoniques pour le son émis. Les amplitudes de ces harmoniques dépendent du profil de la corde lorsqu'elle est excité. Le son perçu est donc différent car alors, en utilisant la même corde, son ………….. est différent.

II Equation fondamentale des instruments à corde.

1) On considère une corde de masse linéique μ, tendu avec une tension T, de longueur vibrante L. Exprimer (avec une démonstration utilisant les relations du I) la fréquence f du son émis (on rappelle que la fréquence d'un son est celle de son fondamental) en fonction des trois grandeurs précédentes. Rappeler les unités si on choisit de travailler avec les unités du SI.

2) Quelles sont alors les trois possibilités « techniques » pour obtenir un son plus aigu en utilisant des cordes ?
Quelle(s) est(sont) celle(s) utilisée(s) pour (observer les photographies qui suivent)

- jouer de la guitare ou du violon ? Expliquer.
- accorder une guitare dont une corde jouerait trop bas ? Expliquer.
- fabriquer une harpe ?
- fabriquer un piano ?

3) Deux petits problèmes

a) La partie de corde vibrante d'un violoncelle mesure 94 cm et cette corde est tendue avec une tension de 460 N. Elle joue alors un do2.

i) Où doit appuyer l'instrumentiste pour jouer un mi2 avec cette corde ?

ii) Comment modifier la tension de cette corde pour jouer un mi2 sans appuyer dessus ?

Donnée : la note mi2 forme avec la note do2 une tierce majeure c'est-à-dire que la fréquence du mi2 est 5/4 (cinq quarts) fois plus élevée que celle du do2.

Coup de pouce méthode à retenir (pour chacune des 2 questions) : quand on a deux expériences similaires mais avec deux grandeurs seulement qui diffèrent entre les deux expériences, écrire l'équation (ici celle des cordes vibrantes) reliant tous les paramètres avec des indices différents pour chaque situation à envisager et faire des rapports de ces équations afin de simplifier ce qu'il faut à chaque fois et trouver l'inconnue.

Attention ! Il ne suffit pas de trouver le résultat mathématique : il faut faire attention à la rédaction succincte mais complète, faire le calcul numérique qu'à la fin après avoir manipulé des expressions littérales, faire attention aux unités et commenter son résultat avec un œil critique.

Dans le même ordre d'idée

b) La fréquence du son émis par une corde vibrante vaut : $f = \frac{1}{2L} \times \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ avec F tension de la corde, μ masse linéique de la corde et L longueur vibrante de la corde. Une corde émet un son de fréquence f_1 égale à 468 Hz. On triple sa tension et on double sa longueur vibrante. Déterminer la fréquence f_2 du nouveau son émis.