

## Semaine 4 : tout le programme

### Problèmes ouverts- Résolution de problèmes

Lundi 17/06/24 et jeudi 20/06/24

#### S4ex1 : Mines-Télécom 2023 – Raphaël Rigault - Télési

On étudie le télési photographié ci-dessous :

On donne :

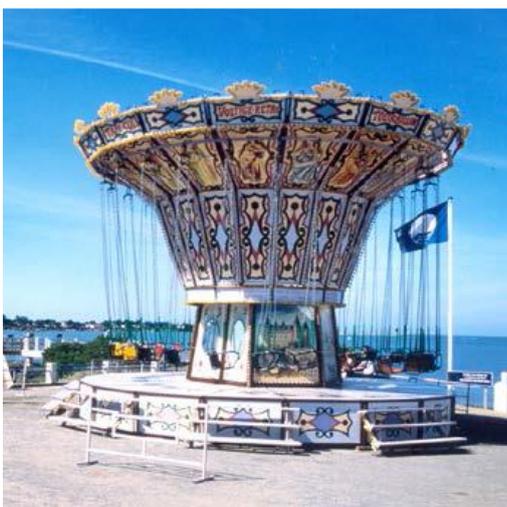
- La vitesse du câble : 5 km/h
- La distance entre deux skieurs : 5m
- Le dénivelé entre deux pylônes : 5m
- La taille du câble : 200 m
- Le coefficient de frottement ski – neige :  $f = 0,2$



Calculer la puissance exercée par le moteur sur le câble du télési.

#### S4ex2 : CCINP 2023 – El Makkaoui - Manège

Les chaises volantes sont une variante de manège de type carrousel dans lesquelles des sièges sont suspendus depuis le haut du manège au bout de chaînes métalliques. Lors de la rotation du manège, les chaises sont inclinées vers l'extérieur. (voir photo de droite).



On trouve sur internet une photo d'un de ces manèges (voir ci-dessus à gauche) avec le descriptif suivant : Manège voltigeur authentique 1930, pièce rare appelé aussi "CRI-CRI" avec musique d'orgue de barbarie. Diamètre 8 mètres à l'arrêt et 16 mètres en action, hauteur 7 m, poids 9 tonnes. 25 places.

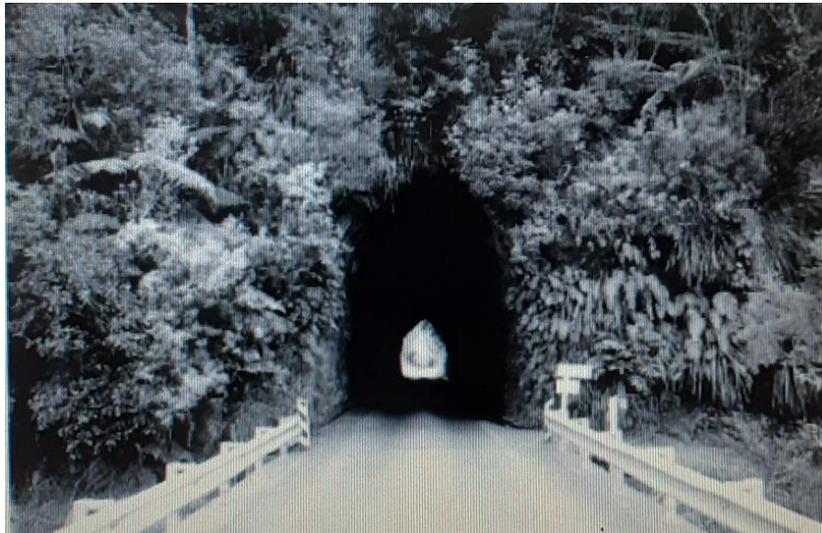
Quelle est la vitesse angulaire de rotation du manège ?

## S4ex3 : Centrale 2 – 2021 - Loïc Davalo

### Hauteur et profondeur d'un tunnel

Cette photographie du tunnel sur la « Okau Road » en Nouvelle Zélande a été prise à l'aide d'un appareil réflexe numérique.

Estimer la hauteur et la profondeur du tunnel sachant que le photographe se tient à une distance de 12 m de l'entrée du tunnel.



Données sur l'appareil photo :

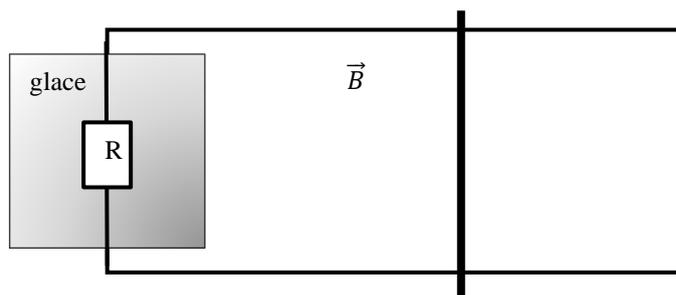
- Distance focale  $f' = 35$  mm
- Temps d'exposition  $t = 30$  secondes à 200 ISO
- Appareil à 12,1 millions de pixels (4256 x 2832 pixels)
- Taille du capteur 23.9 x 36.0 mm

## S4ex4 : Mines-Ponts 2021 – Aubrin Soulié

On considère deux rails horizontaux distants de  $L = 20$  cm, reliés par une tige en translation sinusoïdale à la fréquence  $f$  et d'amplitude  $b = 10$  cm. Cette tige est plongée en permanence dans un champ magnétique  $\vec{B}$  vertical uniforme et constant ( $B = 1$  T).

Le circuit est fermé à l'autre extrémité par un conducteur de résistance  $R = 1 \Omega$ . Cette résistance est entourée d'un bac adiabatique contenant une masse  $m = 1$  kg de glace à la température initiale  $T_i = -10^\circ\text{C}$ .

On donne la capacité thermique massique de la glace  $c = 2 \text{ kJ}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ .



Déterminer la fréquence minimale pour que la glace commence à fondre au bout de 15 minutes.

## S4ex5 : Mines Télécom 2021 Lucas Dubois

### Les hémisphères de Magdebourg

Les **hémisphères de Magdebourg** sont un dispositif expérimental d'Otto Von Guericke, bourgmestre de Magdebourg, ayant servi à démontrer l'existence du vide et la notion de pression de l'air.

On aspire l'air d'une sphère composée de deux hémisphères, puis on fait écarter les deux sphères par des chevaux.

Estimer le nombre de chevaux nécessaires pour écarter les deux hémisphères.

*Données* : Un cheval pèse environ 600 kg et la sphère a un diamètre d'environ 1m.

*Historiquement* :

*Le 8 mai 1654, dans un premier essai devant la Diète et l'empereur Ferdinand III de Habsbourg à Ratisbonne, deux attelages de 15 chevaux n'ont pu séparer les hémisphères tant que le vide a été maintenu.*

*En 1656, l'expérience a été répétée avec 16 chevaux (2 équipes de 8) dans sa ville de Magdebourg. Il a aussi fixé la sphère vide d'air à un support, puis accroché des poids, mais les hémisphères n'ont pas bougé.*

*En 1663 (ou suivant certaines sources en 1661), la démonstration est faite à Berlin avec 24 chevaux devant Frédéric-Guillaume Ier de Brandebourg.*

## S4ex6 : CCINP 2023 – Arthur Bagneaux

### Chute d'une bille de plomb liquide

On lâche une bille de plomb liquide du haut d'une tour. La bille est à sa température de fusion  $T_f = 327^\circ\text{C}$ . La puissance dissipée dans l'air est  $P = k.v^2.(T - T_{\text{air}})$  avec  $v$  la vitesse de la bille et  $k = 7,17.10^{-4}$  uSI. On néglige l'influence sur le temps de chute de la force de frottement de l'air sur la bille.

Quelle est la hauteur maximale de la tour pour que la bille atteigne le sol à la température  $T_f$  ? ( $T_f = 327^\circ\text{C}$ )

Données :

- Masse de la bille  $m = 100$  g
- Rayon de la bille  $a = 1,3$  cm
- Masse molaire du plomb  $M = 207$  g.mol<sup>-1</sup>
- Capacité thermique massique du plomb  $c_v = 129$  J.K<sup>-1</sup>.kg<sup>-1</sup>
- Enthalpie de fusion du plomb  $\Delta_{\text{fus}}H^\circ = 5,1$  kJ.mol<sup>-1</sup>

## S4ex7 : Mines-Télécom

### Exercice 1 : Plaque de chocolat

Une barre de chocolat est placée dans un four à micro-ondes dont on a désactivé la rotation du plateau.

Voici le résultat à la sortie du four :



- 1) Quel est le phénomène observé ?
- 2) Le constructeur donne quelques caractéristiques du four : 230 V, 50 Hz, 3 GHz, 900 W. A quoi correspondent ces données ?
- 3) Retrouver une grandeur de la physique.

### Réponses :

#### S4ex1 : Mines-Télécom 2023 – Raphaël Rigault – Télési

$P_{moteur} = N \cdot v \cdot m \cdot g \cdot (f \cdot \cos(\alpha) + \sin(\alpha)) = 17 \text{ kW}$  avec N le nombre de skieurs, v la vitesse du câble, m la masse d'un skieur,  $\alpha$  l'inclinaison de la piste.

#### S4ex2 : CCINP 2023 – El Makkaoui - Manège

$$\omega = \sqrt{\frac{g \cdot \tan(\alpha)}{HM}} \approx 1,5 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$$

#### S4ex3 : Centrale 2 – 2021 - Loïc Davalo - Hauteur et profondeur d'un tunnel

Hauteur 4,0 m ; profondeur 39,3 m

#### S4ex4 : Mines-Ponts 2021 – Aubrin Soulié – Induction et fonte de glace

$$f = \frac{1}{BLb\pi} \sqrt{\frac{Rmc(T_f - T_i)}{2t_f}} = 53 \text{ Hz}$$

#### S4ex5 : Mines Télécom 2021 Lucas Dubois - Les hémisphères de Magdebourg

Force de pression sur l'hémisphère de droite (à intégrer) :  $F_p = \pi R^2 P_0 = 7,9 \cdot 10^4 \text{ N}$

#### S4ex6 : CCINP 2023 – Arthur Bagneaux - Chute d'une bille de plomb liquide

$$h_{max} = \frac{g}{2} \left[ \frac{3\Delta f_{us} H^3 m}{kMg^2(T_f - T_{air})} \right]^{2/3} = 243 \text{ m pour } T_{air} = 20 \text{ °C}$$

#### S4ex7 : Mines-Télécom - Plaque de chocolat dans un four à micro-ondes

On peut retrouver la vitesse de la lumière à partir de la distance entre deux ventres de vibration.