

Semaine 4 du 15 au 19 juin : tout le programme

Problèmes ouverts- Résolution de problèmes

Lundi 15/06/26 et jeudi 18/06/26

S4ex1 – Mines-Télécom - Yann Chimba 2025 et Eléonore Grandjean 2024 -

Tache d'huile

Une goutte d'huile déposée sur une flaque d'eau s'étale en surface et forme une mince couche d'épaisseur e supposée uniforme. Un observateur regarde un reflet du soleil en incidence normale sur la flaque, et en se plaçant à la quasi-verticale de la flaque, il observe une teinte magenta. On rappelle que le magenta est la couleur complémentaire du vert.

Estimer l'épaisseur minimale de la tache d'huile donnant cette teinte.

Données :

Indices optiques : $n_{\text{eau}} = 1,33$ et $n_{\text{huile}} = 1,48$;

La réflexion d'une onde sur un milieu plus réfringent (indice plus élevé que le milieu dans lequel l'onde se propage) induit un déphasage de π .

S4ex2 : CCINP – El Makkaoui 2023 -

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 : Mines-Télécom – Raphaël Rigault 2023–**Télési**

On étudie le télési photographié ci-dessous :

On donne :

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

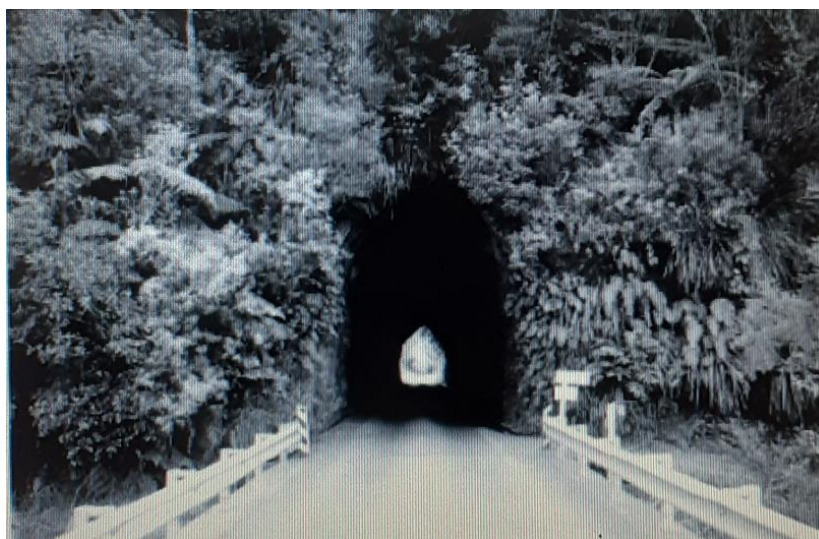


Calculer la puissance exercée par le moteur sur le câble du télési.

S4ex4 : Centrale 2 - Loïc Davalo 2021–**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 :

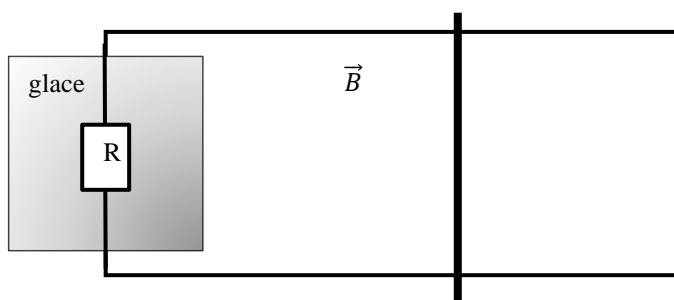
- Distance focale $f' = 35$ mm
- Temps d'exposition $t = 30$ secondes à 200 ISO
- Appareil à 12,1 millions de pixels (4256 x 2832 pixels)
- Taille du capteur 23.9 x 36.0 mm

S4ex5 : Mines-Ponts – Aubrin Soulié 2021

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.

S4ex6 : CCINP – Arthur Bagneaux 2023

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 $P = k \cdot v^2 \cdot (T - T_{\text{air}})$ avec v la vitesse de la bille et $k = 7,17 \cdot 10^{-4}$ 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 $M = 207 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Capacité thermique massique du plomb $c_v = 129 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$
- Enthalpie de fusion du plomb $\Delta_{\text{fus}}H^\circ = 5,1 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

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 2024 : Tache d'huile.

Il faut écrire la condition d'interférences destructives entre le rayon réfléchi sur l'huile et le rayon réfléchi entre l'huile et l'eau.

L'épaisseur minimale de l'huile est $e_{\min} = \frac{\lambda_{\text{vert}}}{2n_{\text{huile}}} = 1,9 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ avec $\lambda_{\text{vert}} = 550 \text{ nm}$

S4ex2 : CCINP 2023 – El Makkaoui - Manège

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

S4ex3 : Mines-Télécom 2023 – Raphaël Rigault – Téléski

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

S4ex4 : Centrale 2 – 2021 - Loïc Davalo - Hauteur et profondeur d'un tunnel

Hauteur 4,0 m ; profondeur 39,3 m

S4ex5 : Mines-Ponts 2021 – Aubrin Soulié – Induction et fonte de glace

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

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

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

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.