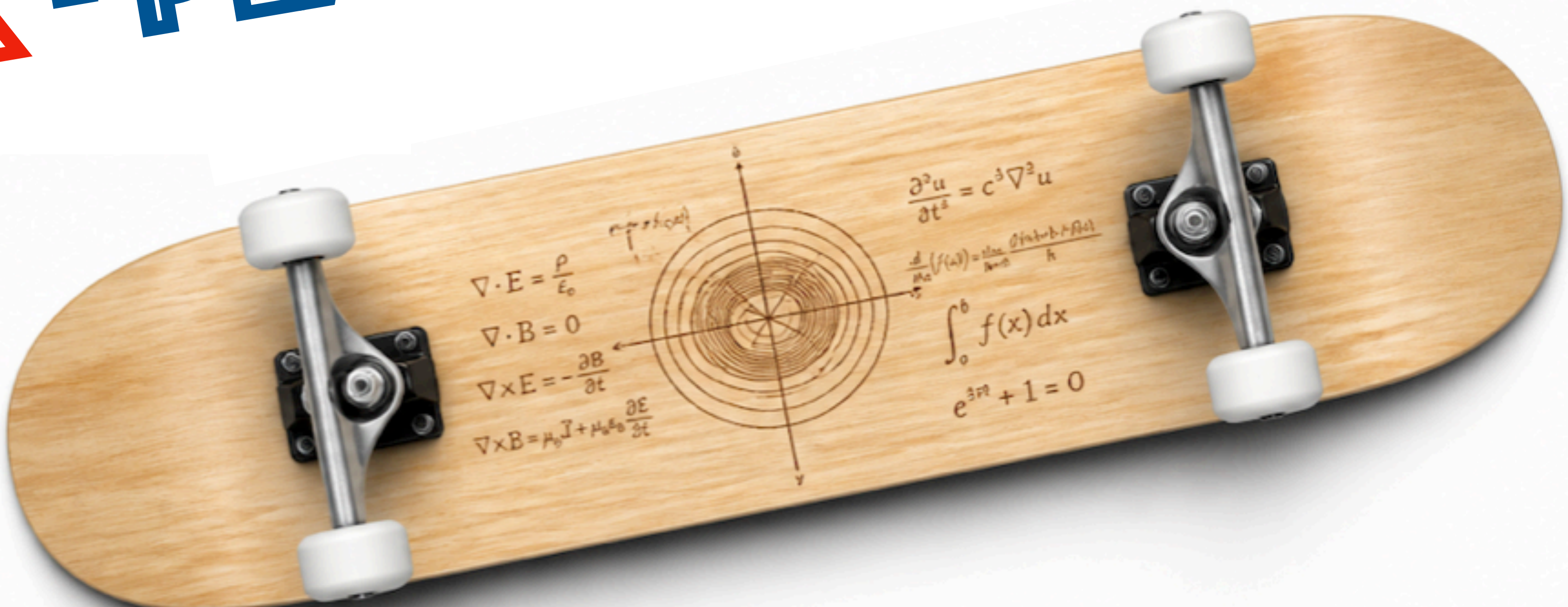
ORAUX - PLANCHES DE KHÔLES

ÉQUILIBRE.
PRÉCISION.
PERSÉVÉRANCE.
TON TERRAIN
TES RÈGLES.



J.Courtin

ÉRABLE PREMIUM
Solide, durable et réactive

CONCAVE PROGRESSIF
Contrôle et stabilité optimaux

GRAPHISME INTÉGRÉ
Designs uniques et inspirants

FAIT POUR DURER
Performance et longévité

CONÇUE POUR TOI
Étudiants. Bâtisseurs. Performeurs.

Planche #7 — Moyen

R2P :

DOWN THE STAIRS

Observer la vidéo en ligne sur la page d'accueil !

Le skieur par horizontalement avec v_0 .
On suppose que l'on néglige les frottements.
On note H le pas de l'hélice et R son rayon.

Trouver la vitesse du skieur $\vec{v}(t)$
en coordonnées cylindriques

<u>Pour aller plus loin :</u> Physique - Info
- Tracer de la trajectoire en python

Spire en rotation dans un champ magnétique 🧲 (source UPS)

Capacités exigibles *:*

✓ *Évaluer le flux d'un champ magnétique uniforme à travers une surface s'appuyant sur un contour fermé orienté plan.*

✓ *Utiliser la loi de Faraday en précisant les conventions d'algébrisation.*

✓ *Exprimer le moment magnétique d'une spire plane.*

✓ *Exprimer le couple résultant des actions mécaniques de Laplace s'exerçant sur une spire en rotation.*

Une spire circulaire de surface S est en rotation, à la vitesse angulaire constante ω, autour d'un de ses diamètres, qui constitue l'axe Δ. Elle est placée dans un champ magnétique uniforme et stationnaire $\overrightarrow{B}$, orthogonal à Δ.
On posera $\theta = \left(\widehat{\overrightarrow{B}, \overrightarrow{S}}\right)$, l'angle allant de $\overrightarrow{B}$ au vecteur surface $\overrightarrow{S}$ de la spire.

1 - Faire un schéma
Établir l'expression de la f.é.m. induite e dans la spire.

2 - On note R la résistance électrique de la spire, établir l'expression de l'intensité du courant induit.
Faire le lien avec la loi de Lenz.

3 - En déduire l'expression du moment magnétique de la spire.

4 - En déduire le couple de Laplace instantané puis moyen qui s'exerce sur la spire.

Planche #8 — Difficile

Question :

Dismutation de l'acide nitreux (d'après CCP)

L'acide nitreux HNO_2 est une espèce instable. Sa transformation conduit à la formation de monoxyde d'azote NO(g) et d'ions nitrate NO_3^- .

1. Écrire la réaction d'oxydoréduction engagée lors de cette réaction (avec un coefficient stœchiométrique relatif à NO_3^- égal à 1).

2. Calculer les potentiels standard $E°$ des deux couples oxydant-réducteur engagés.

3. Calculer l'enthalpie libre standard de réaction $\Delta_r G°$ de la réaction à 298 K.

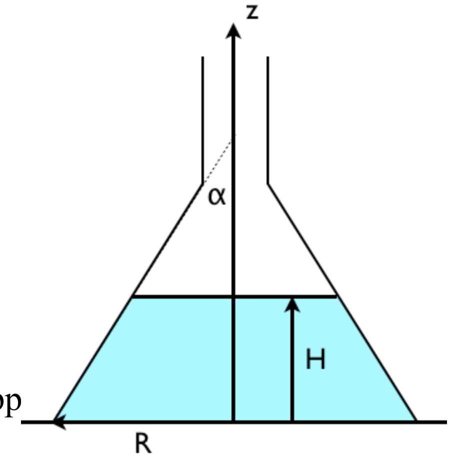
4. Pour quelle valeur de la pression partielle en monoxyde d'azote une solution décimolaire d'acide nitreux serait-elle stable en présence d'acide nitrique ($H_3O^+NO_3^-$) de concentration $c = 1{,}0.10^{-2}$ mol·L^{-1} ?

Données à 298 K. Constante d'acidité : $pK_A(HNO_2/NO_2^-) = 3,35$.

Couple	NO_2^-/NO(g)	NO_3^-/NO_2^-
$E°$ / V	1,18	0,85

Exercice :

Pression sous un entonnoir



On considère un entonnoir (cône d'ouverture 2α et de rayon maximum R) de masse M posé à l'envers et que l'on remplit par son tube. On se place en coordonnées cylindriques :

1 - Calculer P(z).

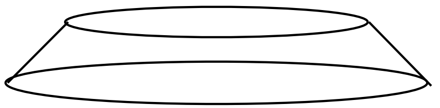
2 - Exprimer r(z) en fonction de R, z et alpha.

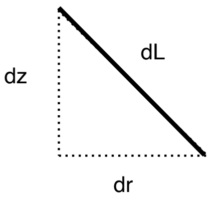
Soit df le vecteur de force surfacique de l'eau sur le cône.

3 - Représenter ces vecteurs en différents points et montrer qu'en deux points diamétralement opposés par rapp à l'axe (Oz), les composantes horizontales se compensent alors que les composantes verticales s'ajoutent.

On étudie la force élémentaire produite sur une bande à la surface du cône

(Largeur dL le long du cône, hauteur verticale dz, largeur horizontale dr :





4 - Montrer que sa surface vaut $dS = 2\pi r dL$ et que $dL = \dfrac{dz}{cos(\alpha)}$

5 - Montrer que la force résultante, de l'eau sur cette bande élémentaire s'écrit donc $d\vec{f} = 2\pi r P(z) tan(\alpha) dz \vec{e}_z$

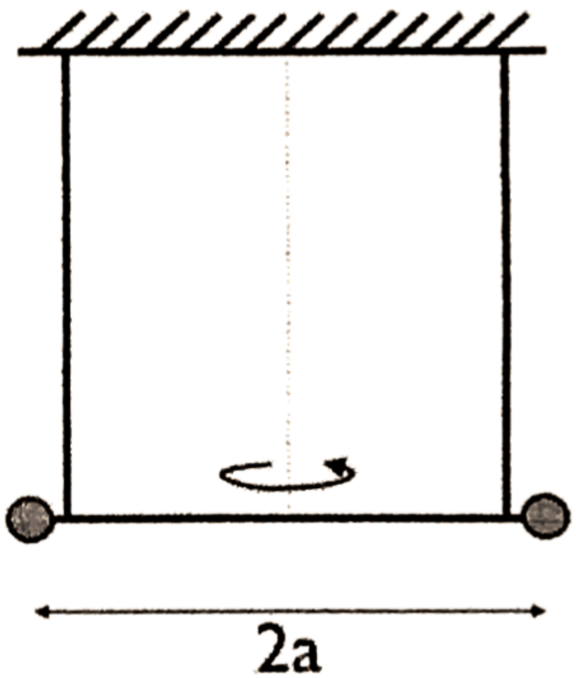
6 - Calculer la force de l'eau sur le cône en fonction de la hauteur d'eau H.

En déduire numériquement quelle hauteur d'eau permet de soulever le cône ?

AN : R = 5cm ; α = 45° ; M = 50g

Haute voltige

On considère un trapèze suspendu par des ficelles de longueurs L et portant deux masses M à ses extrémités distantes de 2a. On fait tourner le trapèze d'un angle θ par rapport à un axe central (en pointillés) sur lequel se déplace le centre de masse selon z(θ).
Déterminer l'équation du mouvement et la période des oscillations pour θ << 1.



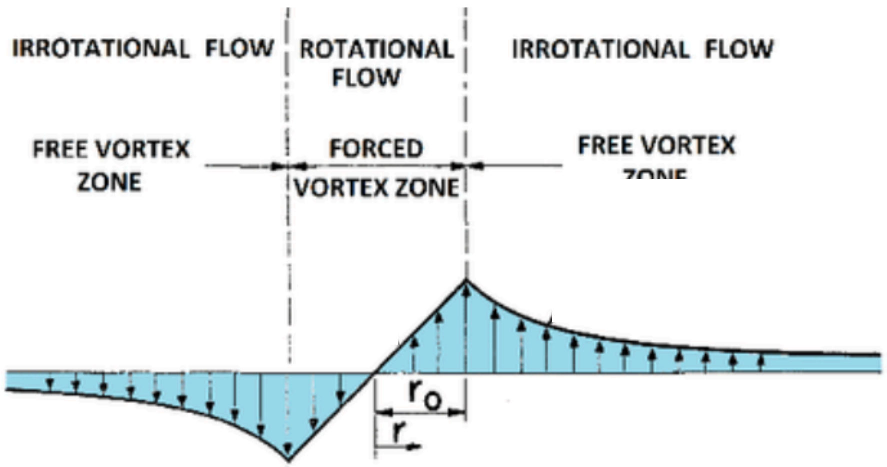
Le vortex de Rankine

$$\vec{\omega} = \overrightarrow{Rot}(\vec{v})$$

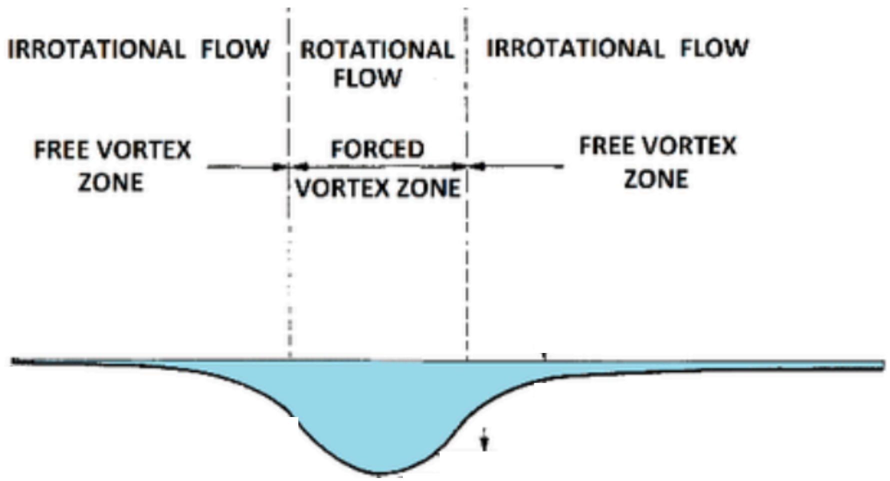
Le tube de vorticité est un cylindre infini, d'axe Oz, de rayon a. En dehors de ce cylindre, la vorticité est nulle. A l'intérieur, elle est uniforme et vaut : $\boldsymbol{\omega} = \omega \mathbf{u}_z$.

1. Déterminer à une constante près, la pression dans le fluide en fonction de la distance r à l'axe en dehors du tube de vorticité ($r > a$).
Lorsqu'on mixe la soupe dans une casserole, les particules de légume vont-elles se coller au bord de la casserole ?

2. Le tourbillon a lieu maintenant dans un liquide surmonté par l'atmosphère à la pression p_0.Déterminer l'équation de la surface libre et donner son allure sur un schéma. Comment peut-on visuellement apprécier la violence d'un tourbillon dans une rivière ?



VELOCITY DISTRIBUTON



PRESSURE DISTRIBUTION

Planche #10 — Très « facile » …. Easy Duty !

R2P :

De combien le niveau de la mer baisserait-il s'il n'y avait plus de navires sur l'eau ?

D'accord, il y a 10 377 navires dans toutes les armées du monde [1], 53 732 navires dans toutes les flottes marchandes du monde [2], environ 4,6 millions de bateaux de pêche dans le monde[3] et environ 30 millions de bateaux de plaisance [4]. C'est donc de l'ordre de 35 millions de navires de toutes classes environ.

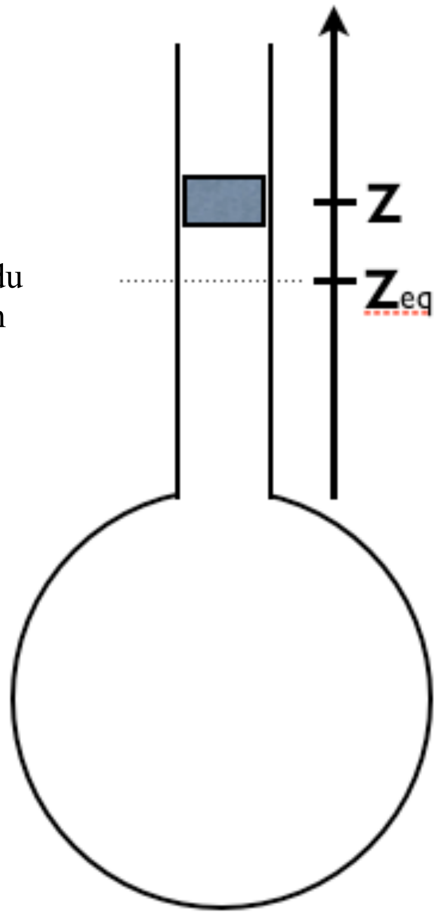
Le plus gros navire jamais construit au monde était le **Seawise Giant**, qui déplace 657 019 tonnes.

Crédit photo Maritime Connector

Exercice :

Méthode de Rückhardt

On considère une bouteille avec un piston de masse m pouvant coulisser dans le goulot de section S.



a - En faisant le bilan des forces écrire la condition d'équilibre du piston dans le goulot.
On notera P0 la pression extérieure et Peq la pression d'équilibre dans la bouteille.

b - On considère désormais que le piston oscille dans le goulot. On supposera pour cela que le mouvement du piston comprime adiabatiquement le gaz enfermé. On pose $P = P_{eq} + \Delta P$ et $V = V_{eq} + \Delta V$. Etablir l'équation différentielle du mouvement et la simplifier grâce à l'équation d'équilibre. Exprimer ΔV en fonction de S et Δz. Relier ΔV et ΔP avec la loi de Laplace. En déduire la fréquence d'oscillation du piston.

c - Comment déduire le gamma du gaz avec cette expérience ?

Question :

Chauffage d'un immeuble par géothermie

L'eau chaude extraite du sol permet de maintenir un thermostat à une température$T_F = 312\ K$. Celui-ci sert de source froide à une pompe à chaleur qui réchauffe le circuit d'eau des radiateurs d'un immeuble à une température de $T_C = 342\ K$.

a - Calculer l'efficacité théorique maximum de la pompe à chaleur.

On estime que la pompe à chaleur fonctionne à 40% de son efficacité maximum. De plus pour maintenir le thermostat à $T_F = 312\ K$, l'eau qui est extraite du sol à une température $T_{geo} = 350\ K$ traverse le thermostat et est renvoyée dans le sol à la température de T_F .

b - Calculer la quantité d'eau à pomper dans le sol par joule de chaleur transférée au circuit d'eau.
On donne la capacité thermique de l'eau c = 4,18kJ/K/kg.

Exercice :

Une ligne haute tension assimilable à un fil droit infini selon (Oz) transporte un courant sinusoïdal i(t) de fréquence f = 50Hz et de valeur efficace I = 1000A. On approche de cette ligne haute tension une bobine plate de N spires carrées de côté a = 30cm à une distance d = 2cm.

Cette bobine d'inductance propre et de résistance négligeables est fermée sur une ampoule qui s'éclaire si la tension efficace E à ses bornes est supérieure à 1,5V.

On utilisera les coordonnées cylindriques : (r,θ,z) d'axe (Oz) et de base : $(\vec{u}_r\,;\,\vec{u}_\theta\,;\,\vec{u}_z)$

On se trouve ici dans l'approximation des régimes quasi stationnaires (ARQS)

1- Donner la définition et la condition de validité de l'ARQS. Justifier ici le choix de l'ARQS. Donner en justifiant l'expression des équations de Maxwell dans l'ARQS.

2- Déterminer en coordonnées cylindriques le champ magnétique $\vec{B}$ créé dans tout l'espace par cette ligne haute tension.

3- Déterminer le flux magnétique total créé par cette ligne haute tension à travers la bobine plate.

4- En déduire le nombre de spires N nécessaires pour que l'ampoule puisse s'éclairer. Faire l'application numérique.

On assimile maintenant pour la question 5, l'ampoule à une résistance : r = 10Ω en série avec une inductance propre : L = 10mH.

5- Calculer alors la valeur efficace I' de l'intensité i' dans la bobine plate lorsque E = 1,5V et le déphasage φ' entre i' et i en régime sinusoïdal forcé. Faire les applications numériques.

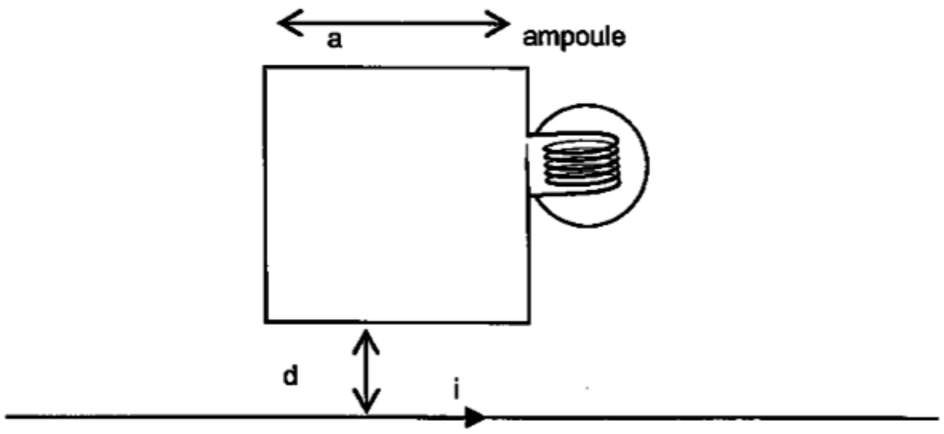


Planche #12 — Moyen

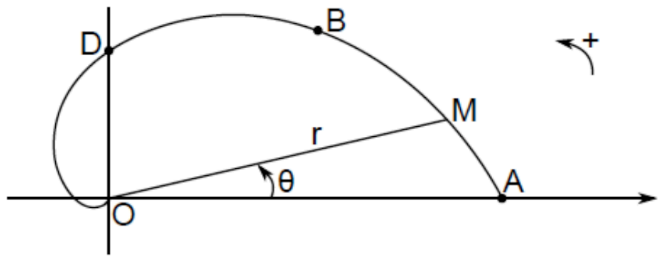
La marche des dinosaures

On pressent que la vitesse de marche V d'un animal dépend de sa masse m, de la longueur de ses jambes L_J, de la longueur d'une enjambée L_E et de la pesanteur g.

1. Par analyse dimensionnelle, étudier comment la vitesse de marche V peut être fonction des paramètres m, L_J, L_E et g.
2. On trouve des traces de pas fossiles d'un dinosaure. Le diamètre du pied est de 0,95 m et l'enjambée L_E de 2,20 m. On sait par ailleurs que pour tous les animaux, la longueur des jambes L_J est environ 4 fois la longueur ou diamètre des pieds.
   - Calculer le rapport des longueurs $\dfrac{L_J}{L_E}$ pour ce dinosaure.
   - Sachant que la longueur de la jambe d'un homme est d'environ $L_J = 85\,\text{cm}$, quelle est la valeur d'une enjambée humaine donnant le même rapport $\dfrac{L_J}{L_E}$ que celui du dinosaure ?
   - Donner une estimation raisonnable de la vitesse à laquelle marcherait un homme avec une telle enjambée.
3. En déduire une valeur approximative de la vitesse de marche du dinosaure.

Trajectoire d'un animal

On repère la position d'un animal (point matériel M de masse m) se déplaçant dans un plan par ses coordonnées polaires r et θ de pôle O. L'allure de la trajectoire pour θ variant de 0 à 2π est la suivante :



Il décrit une spirale logarithmique d'équation $r = ae^{-\theta}$ dans le sens des θ croissants, avec a constante positive.

1. Dans un premier temps la loi horaire est $\theta = \omega t$ où la vitesse angulaire ω est une constante positive.
   - 1.a. Reproduire la figure ci-dessus et dessiner aux points A, B et D les vecteurs de la base locale $(\vec{u_r}, \vec{u_\theta})$.
   - 1.b. Exprimer dans cette base locale les vecteurs vitesse et accélération du point matériel.
   - 1.c. Calculer la norme du vecteur vitesse. Le mouvement est-il uniforme ?
   - 1.d. Donner les composantes du vecteur vitesse aux points $A(\theta = 0)$ et $D(\theta = \frac{\pi}{2})$ en fonction de a et de ω, et celles du vecteur accélération aux mêmes points en fonction de a et ω^2.
   - 1.e. En précisant l'échelle choisie pour $a\omega$ et $a\omega^2$, dessiner les vecteurs vitesses et accélération aux points A et D. Commenter.
2. Dans un deuxième temps le mouvement est uniforme de vitesse v_0. Trouver la loi horaire vérifiée par θ en prenant $\theta = 0$ pour $t = 0$.

Aide	2.a. Exprimer le vecteur vitesse dans la base locale en fonction de a, θ *et* $\dot{\theta}$
	2.b. Exprimer la norme v_0 de la vitesse en fonction de θ *et* $\dot{\theta}$
	2.c. Trouver la loi horaire $\theta(t)$ par la technique de séparation des variables.