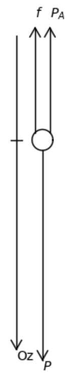
- EXERCICE 1 (4 points) : Le viscosimètre à chute de bille
  - poids : $\mathbf{P = m\ g}$ orienté vers le sol.
    poussée d'Archimède : $\mathbf{P_A = -m_{fluide}\ g}$ orientée vers le haut *(d'où le signe moins)*
    remarque : à l'équilibre, un volume de fluide reçoit une poussée opposée à son poids
    afin qu'il reste en équilibre : $P_A = m_{fluide}\ g$ = $\boldsymbol{\rho_{fluide}\ V\ g}$
    force de viscosité : frottement qui s'oppose au déplacement : $\mathbf{f = -\ k\ v}$
    (à basse vitesse)
    remarque : cette force est due à la difficulté qu'on les molécules du fluide à contourner l'objet qui se déplace
    elle dépend de la nature du fluide, de la forme de l'objet, et de sa vitesse si elle devient trop grande.
  - Q1 : **schéma :** ↓ pour le poids, ↑ pour la poussée d'Archimède, ↑ pour la force de viscosité.

    au départ (t=0), la vitesse est nulle donc la force de viscosité = 0
    comme le poids de la bille > poids du même volume d'huile : elle tombe
    masse de la bille = 20,1 g
    masse du même volume d'huile : $m_{huile} = \rho_{huile}\ V_{bille}$
    $m_{huile} = 8{,}40\times10^2\ kg.m^{-3} \times 5{,}6\times10-6\ m^3 = 0{,}004704\ kg = 4{,}7\ g$
  - Q2 : PFD : $\mathbf{\sum f = m\ a}$
    $f + P + P_A = m\ a$
  - Q3 : $-6\pi\eta Rv + mg - \rho_{huile}Vg = m\ a = m\ dv/dt$
    $\mathbf{dv/dt = -6\pi\eta Rv/m + g - \rho_{huile}Vg/m}$
  - Q4 : $v(t) = -75/68\ e^{-6,8t} + 75/68$
    membre de gauche : $dv/dt = -6{,}8 \times -75/68\ e^{-6,8t} = 7{,}5\ e^{-6,8t}$
    membre de droite : $-6{,}8\ v + 7{,}5 = -6{,}8\ (-75/68\ e^{-6,8t} + 75/68) + 7{,}5$
    $-6{,}8\ v + 7{,}5 = 7{,}5\ e^{-6,8t} - 7{,}5 + 7{,}5 = 7{,}5\ e^{-6,8t}$
    les membres de gauche et de droite sont égaux : **l'équation différentielle est vérifiée.**
  - Q5 : quand $t \to\infty$: $e^{-6,8t} \to 0$
    alors $\mathbf{v_{lim}} = 75/68 \approx \mathbf{1{,}103\ m.s^{-1}}$
  - Q6 : $\eta = (m - \rho_{huile}V)\ g\ /\ (6\pi R\ v_{lim})$
    *calcul : (20.1e-3 - 8.40e2 * 5.6e-6) * 9.8 / (6*PI*1.1e-2*1.1) = 0.66152*
    $\eta = 0{,}662\ kg.m^{-1}.s^{-1}$
    $\eta_{mesurée}$ est compatible avec la valeur fournie par le fabricant.

- EXERCICE 2 (6 points) Aide au stationnement
  - Q1 : B) les ondes ultrasonores sont des **ondes mécaniques**.

(sons trop aigüs pour être audibles se propageant par déformation(compression) de matière)
D) les ondes ultrasonores nécessitent la présence d'un **milieu matériel** pour se propager.
(propagation de proche en proche : une molécule pousse sa voisine . . .)
Document 1 : Tension(t)
remarque : Onde $a(t,x) = a_0 \sin(2\pi (t/T - x/\lambda)) = a_0 \sin((2\pi/T) (t - x/c))$
où c est la célérité (=vitesse) de l'onde

- Q2 : Période temporelle : une oscillation débute à 6,5 µs et se termine à 31,5 µs
  (Tension=0 et dTension/dt ↗)
  période **T = 25 µs**
  fréquence : nombre d'oscillations en 1s : f = 1s / T = 1 / 25e−6 = 4 / 1e−4 = 4e4 = 40 000 Hz = **40 kHz**
  La fréquence n'est pas audible car elle est > 20 kHz qui est la limite supérieure du spectre auditif humain.
  Document 2 : schéma des ondes émises et reçues Tension(t)
  Document 3 : mesure réelle des ondes émises et reçues Tension(t)
- Q3 : **le signal réfléchi est le 2** : c'est le signal reçu car il est postérieur au signal émis (le 1)
- Q4 : Dans le document 3, les 2 signaux se chevauchent sur une division (200 µs)
  la mesure d'une distance de 10 cm n'est pas possible.
  remarque : 10 cm ↔ 600 µs alors distance mesurable ↔ 800 µs
  *règle de trois : 600*4/3 = 800 donc distance mesurable = 10 cm * 4/3 = 13.33 cm*
  Document 4 : longueur = 5,1 m ; largeur = 2,2 m
  Document 5 : schéma intervalle de staionnement BC
  Document 6 : Durée signal émis→reçu(d)
- Q5 : la longueur de la phase 2 et de 5,6 m
  sa **durée** est donnée par d = vt soit t = d/v = 5,6/1,3 = **4,3 s**
  la **longueur libre 5,6 m** > 5,1 m permet le stationnement
- Q6 : la durée de l'aller-retour de l'onde sonore est de 4,5 à 5 ms
  la distance parcourue par l'onde est 2 d = v t
  soit **d** = $340 \times 4{,}5 \times 10^{-3}/2$ = **0,76 m** légèrement en dehors de l'intervalle [0,6 ; 0,7]m
  distance de la place disponible = $340 \times 19 \times 10^{-3}/2$ = 3,23 m
  profondeur **h** = 3,23 m − 0,76 m = **2,47 m** > 2,2 m de la voiture
  la profondeur permet le stationnement de la voiture.

- EXERCICE 3 (4 points) (mathématiques)
  - Q1 : $(e^{-3x})^2 \times (e^{2x})^{-3} / (e^{5x} \times e^{6x}) = ?$
    propriétés de e^x :
    $\boldsymbol{e^x \times e^y = e^{x+y}}$
    $\boldsymbol{(e^x)^n = e^{n\,x}}$ *(n peut être aussi un nombre réel)*
    $1 / e^x = e^{-x}$
    $(e^{-3x})^2 = e^{-6x}$
    $(e^{2x})^{-3} = e^{-6x}$
    $e^{-6x} \times e^{-6x} / e^{11x} = e^{-6x - 6x - 11x} \boldsymbol{= e^{-23x}}$
  - Q2 : $f(x) = e^{2x}(-3x+1)$
    f = u v avec $u(x) = e^{2x}$ et $v(x) = (-3x+1)$

f ' = u'v+uv'
$u'(x) = 2e^{2x}$ et $v'(x) = -3$
$f'(x) = 2e^{2x}(-3x+1) + e^{2x}(-3)$
f '(x) = $(-6x + 2 - 3)\, e^{2x}$ = $\mathbf{(-6x - 1)\, e^{2x}}$

- Q3 : $\sqrt{3} + i = r\, e^{i\,\alpha} = r\,(\cos(\alpha) + i\sin(\alpha))$
  module : $r^2 = (\sqrt{3})^2 + 1^2 = 3+1 = 4$
  r = 2
  argument : $\sqrt{3} + i = 2\,(\sqrt{3}/2 + (1/2)i)$
  $\cos(\alpha) = \sqrt{3}/2$ soit $\alpha = \pi/6$ ou $-\pi/6$
  $\sin(\alpha) = 1/2$ alors $\alpha = \pi/6$
  $\mathbf{\sqrt{3} + i = 2\, e^{i\,\pi/6}}$
- Q4 : résoudre : $2/(3\ln(10))\ln(x) - 2{,}88 = 4$
  $2/(3\ln(10))\ln(x) = 4 + 2{,}88 = 6{,}88$
  $\ln(x) = 6{,}88 \times 3\ln(10) / 2$
  ln(x) ≈ 23.762678159698556 : pour les calculs intermédiaires, on garde toutes les décimales
  afin de ne pas cumuler les erreurs d'arrondi, surout avec une exponentielle.
  x = exp(6,88 × 3 ln(10) / 2) ≈ 20 892 961 308 ≈ $\mathbf{2{,}09\times10^{10}}$
  autre méthode : $\ln(x)/\ln(10) = \log_{10}(x) = 6{,}88*3/2 = 10.32$
  $x = 10^{10.32} = 20892961308.54041 \approx 2{,}09\times10^{10}$

- EXERCICE 4 (6 points) Les boissons en randonnée
  - Q1 : $\Delta U = m_{eau}\, c_{eau}\, \Delta\theta$
    $m_{eau} = \rho_{eau}\, V_{eau} = 1\ kg.L^{-1} \times 1{,}0\ L = 1\ kg$
    $\Delta\theta = \theta_f - \theta_i = 82° - 95° = -13°$
    ΔU = $1 \times 4{,}18\times10^3 \times (-13)$ = **−54.3 kJ**
  - Q2 : **flux thermique** = ΔU / Δt = 54000 / (6×3600) = 2,5 J/s = **2,5 W**
  - Q3 : $\Phi = \Delta\theta / R_{th}$
    Δθ ↘ au cours du temps
    entre 0 et 6h, $\Delta\theta < \Delta\theta_i$
    donc $\Phi_i > 2{,}5$ W
    la réponse est donc $\mathbf{\Phi_i = 3{,}6\ W}$
    $\mathbf{R_{th}} = \Delta\theta_i / \Phi_i = (95-25)/3.6 = \mathbf{19{,}4\ °C.W^{-1}}$
  - Q4 : $R_{th} = e / (\lambda\times S)$
    $\lambda = e / (R_{th}\times S) = 1\times10^{-2}/(19{,}4\times0{,}098) = 0{,}0052598$
    $\mathbf{\lambda = 5{,}3\times10^{-3}\ W.m^{-1}.K^{-1}}$
  - Q5 : le vide est un excellent isolant
    la chaleur ne peut le traverser que par radiation (ici infra-rouge)
    pas de convection ou de diffusion possible dans le vide, sans matière.
  - Q6 : 1 comprimé : 3,5 mg de NaDCC
    nombre de moles : $n = m / M = 3.5\times10^{-3}g / 219{,}95\ g\cdot mol^{-1}$ = 0,0000159 mol = $\mathbf{16\times10^{-6} mol}$
  - Q7 : $n_{Cl} = 2 \times 16\times10^{-6}mol = 32\times10^{-6}mol$
    $m_{Cl} = n_{Cl}\, M_{Cl} = 32\times10^{-6} \times 35{,}5 = 0{,}0011356\ g$
    $\mathbf{m_{Cl} = 1{,}14\ mg}$
  - Q8 : la quantité de chlore est suffisante pour éviter la prolifération microbiologique

et est inférieure à la valeur maximale recommandée par l'OMS.