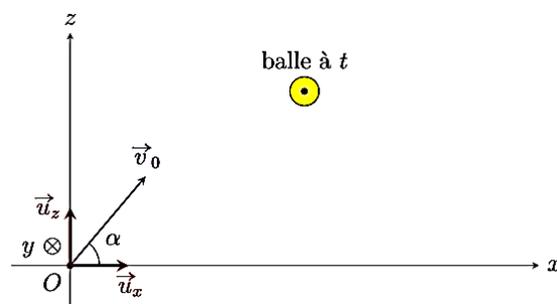


CPGE ATS - Révisions

Démos classiques (cf Programmes de colles)

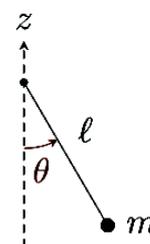
Semaine 0

- 1) Exemple du palet de hockey glissant sans frottement sur la glace, et soumis à une force de poussée constante : faire un schéma, réaliser le BAME, appliquer le PFD, établir l'équation du mouvement.
- 2) Exemple de la chute libre sans frottement d'une balle : établir les équations horaires de l'accélération, de la vitesse et la position.



Semaine 1

- 3) Pendule simple ci-contre : A partir du théorème de l'énergie mécanique, établir l'équation différentielle du mouvement.
- 4) Pendule simple ci-contre : A partir de l'énergie potentielle, déterminer la position d'équilibre stable, la position d'équilibre instable.

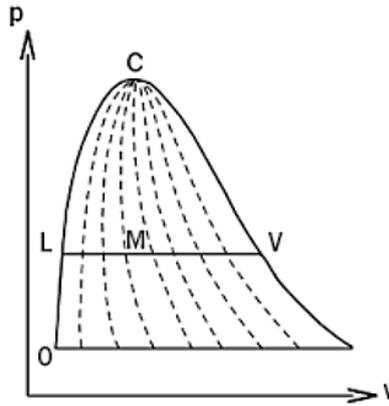


Semaine 2

- 5) L'argon Ar est un gaz monoatomique d'énergie interne : $U(T) = \frac{3}{2} nRT$ et le dioxygène O_2 un gaz diatomique, d'énergie interne : $U(T) = \frac{5}{2} nRT$ (hypothèse gaz parfaits). Pour chaque gaz, donner les expressions de :
 - a) la capacité thermique à volume constant C_v .
 - b) la capacité thermique molaire à volume constant C_{vm} .
 - c) la capacité thermique massique à volume constant c_v .
 - d) La valeur de la variation d'énergie interne pour une augmentation de température de $10^\circ C$ d'un kg de gaz.Application numérique : $M(Ar) = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(O) = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Semaine 3

- 6) Diagramme de phase (P, T) d'une espèce diphasée : **tracer l'allure du diagramme**, placer les phases Solide S , Liquide L , Gazeuse G , le point triple III , le point critique C .
- 7) Diagramme de Clapeyron (P, v) d'une espèce diphasée (**fourni**) : savoir placer les phases Liquide L , Gazeuse G , la zone d'équilibre liquide vapeur LG , savoir tracer une isotherme, identifier la courbe d'ébullition, la courbe de rosée.



- 8) Exprimer le travail des forces de pression, et le **déterminer** (justifier) dans les cas suivants : transformation isochore, transformation isobare mécaniquement réversible, transformation isotherme mécaniquement réversible pour un gaz parfait (GP).
- 9) Echauffement isochore d'un gaz

Considérons un gaz parfait dans une enceinte indéformable diatherme. Ses variables d'état initiales sont T_i, P_i, V_i . On place l'enceinte dans un milieu extérieur la température T_0 .

1. Déterminer l'état final, c'est-à-dire les valeurs T_f, P_f et V_f , en utilisant les conditions d'équilibre.
2. Déduire du premier principe le transfert thermique reçu par le gaz.
3. Analyser son signe.

Semaine 4

- 10) Application : Bilan enthalpique avec changement d'état

Calculer le transfert thermique reçu par un glaçon de masse $m = 5 \text{ g}$ sorti du congélateur (température $T_1 = -18^\circ\text{C}$) jusqu'à sa fonte totale dans l'air (température $T_2 = 20^\circ\text{C}$).

Données : capacités thermiques massiques de la glace $c_{\text{sol}} = 2,1 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ et de l'eau liquide $c_{\text{liq}} = 4,2 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$; enthalpie massique de fusion de l'eau $\Delta h_{\text{fus}} = 3,3 \cdot 10^2 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$

Semaine 5

- 11) Application : Mesure de capacité thermique par calorimétrie

Calculer le transfert thermique reçu par un glaçon de masse $m = 5 \text{ g}$ sorti du congélateur (température $T_1 = -18^\circ\text{C}$) jusqu'à sa fonte totale dans l'air (température $T_2 = 20^\circ\text{C}$).

Données : capacités thermiques massiques de la glace $c_{\text{sol}} = 2,1 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ et de l'eau liquide $c_{\text{liq}} = 4,2 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$; enthalpie massique de fusion de l'eau $\Delta h_{\text{fus}} = 3,3 \cdot 10^2 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$

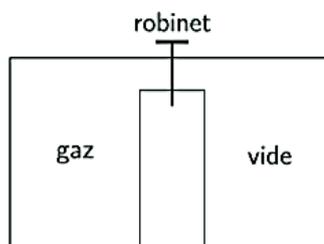
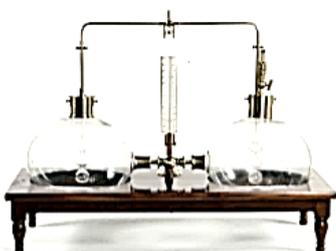
On cherche à mesurer la capacité thermique massique du fer, notée c_{fer} . Dans un calorimètre de valeur en eau $\mu = 30 \text{ g}$, on place une masse d'eau $m_{\text{eau}} = 400 \text{ g}$. Après avoir attendu l'équilibre thermique avec le calorimètre, on mesure sa température $T_{\text{eau}} = 4^\circ\text{C}$, et on y ajoute un bloc de fer de masse $m_{\text{fer}} = 200 \text{ g}$ à $T_{\text{fer}} = 85^\circ\text{C}$. Après avoir laissé l'ensemble évoluer quelques minutes, on obtient un nouvel équilibre thermique à température $T_{\text{eq}} = 7,9^\circ\text{C}$.

En déduire la capacité thermique massique du fer.

- 12) Fonction entropie ; unité. Deuxième principe de la thermodynamique : Bilan d'entropie.
- 13) A partir de la loi de Laplace $PV^\gamma = \text{cte}_1$, **retrouver** (justifier) les lois $TV^{\gamma-1} = \text{cte}_2$ et $T^\gamma P^{1-\gamma} = \text{cte}_3$.

14) Détente de Joule Gay-Lussac

« L'appareil à deux globes » est constitué de deux ballons en verre de quatorze litres environ, reliés entre eux par une tubulure de laiton munie d'un robinet. L'un des ballons peut être relié à une machine pneumatique permettant d'y faire le vide, ou à une réserve de gaz.



Supposons la demi-enceinte de droite initialement vide. Lorsque l'on ouvre le robinet, le gaz se répand très rapidement dans le vide. On raisonne sur le gaz initialement contenu dans la demi-enceinte de gauche.

- 1 - Justifier qu'on peut approximer la transformation du gaz comme étant adiabatique et sans travail échangé.
- 2 - Exprimer le volume et la température finale du gaz V_F et T_F en fonction des valeurs initiales V_I et T_I .
- 3 - Déterminer l'entropie créée au cours de la transformation. Interpréter.

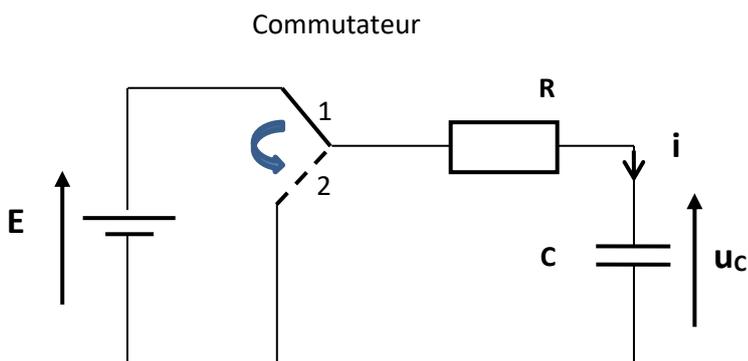
On donne : $\Delta S = \frac{nR}{\gamma-1} \ln\left(\frac{T_f}{T_i}\right) + nR \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$

Semaine 6

- 15) Bille de masse m lâchée dans le champ de pesanteur \vec{g} et subissant une force de frottement fluide $\vec{f} = -h\vec{v}$. A partir du PFD, établir l'équation différentielle de la vitesse de la bille ; la mettre sous forme canonique, identifier la constante de temps τ .
- 16) Bille de masse m lâchée dans le champ de pesanteur \vec{g} et subissant une force de frottement fluide $\vec{f} = -h\vec{v}$. A partir du théorème de la puissance mécanique, établir l'équation différentielle de la vitesse de la bille ; la mettre sous forme canonique, identifier la constante de temps τ .
- 17) Résoudre l'équation différentielle suivante, compte tenu de la condition initiale $v(0) = 0$:

$$\frac{dv}{dt}(t) + \frac{1}{\tau}v(t) = g$$

- 18) Montage :



Commutateur en **position 1** : Etablir l'équation différentielle vérifiée par $u_C(t)$ et la mettre sous forme canonique. Identifier la constante de temps τ caractéristique du régime transitoire. Résoudre cette équation différentielle compte-tenu de la condition initiale $u_C(0) = 0$.

- 19) Une maison subit, pendant une durée dt , des pertes thermiques à travers mur et toit d'expression :

$$\delta Q_{pertes} = K (T(t) - T_0) dt$$

où $T(t)$ est la température intérieure, T_0 la température extérieure et K un facteur constant.

Le chauffage de la maison est coupé à l'instant $t = 0$, on note T_1 la température initiale, on suppose T_0 constante. $T_1 > T_0$.

1. Quelle va être la température finale de la maison ?

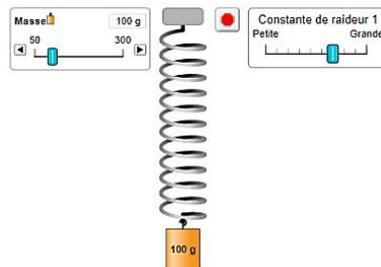
On note C_{maison} la capacité thermique totale de l'habitation.

2. Réaliser un bilan énergétique pour la maison sur une durée infinitésimale dt . En déduire l'équation différentielle liant T et t .

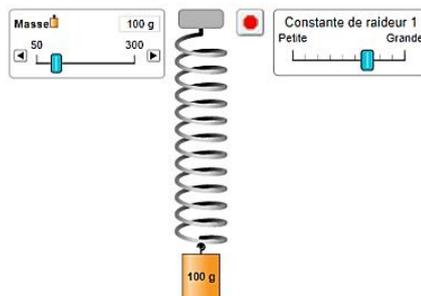
3. Déterminer l'évolution $T(t)$ de la température intérieure au cours du temps.

Semaine 7

- 20) Système masse-ressort vertical : A partir du PFS, établir l'expression de la longueur à l'équilibre.



- 21) Système masse-ressort vertical : A partir du PFD, établir l'expression de l'équation différentielle du mouvement.



- 22) Résoudre l'équation différentielle homogène (SEH) de la fonction $z(t)$ suivante :

$$\frac{d^2 z}{dt^2}(t) + \omega_0^2 z(t) = 0$$

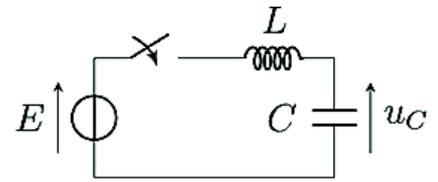
On donne les 2 conditions initiales :

$$z(0) = z(t = 0) = Z_0 \text{ (Elongation initiale non nulle)}$$

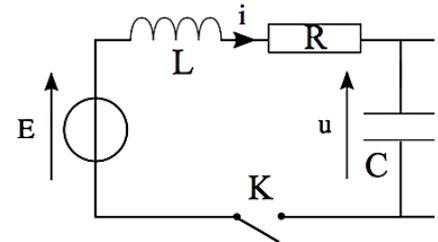
$$\dot{z}(0) = \dot{z}(t = 0) = 0 \text{ (Vitesse initiale nulle)}$$

Semaine 8

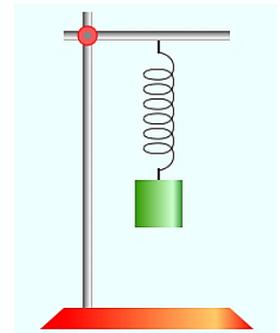
23) Pour le circuit ci-contre (interrupteur fermé à $t = 0$) : Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension u_C aux bornes du condensateur. La mettre sous forme canonique, identifier la constante introduite.



24) Pour le circuit ci-contre (interrupteur fermé à $t = 0$) : Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension u aux bornes du condensateur. La mettre sous forme canonique, identifier les constantes introduites.

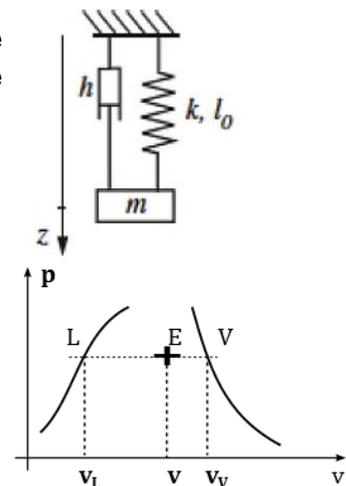


25) Pour le système masse-ressort amorti ci-contre, on écarte la masse de sa position d'équilibre ; déterminer l'équation du mouvement. La mettre sous forme canonique ; identifier les constantes introduites.



Semaine 9

26) Pour le système masse-ressort amorti ci-contre, on écarte la masse de sa position d'équilibre ; déterminer l'équation du mouvement. La mettre sous forme canonique ; identifier les constantes introduites.



27) A partir du diagramme (P, v) fourni ci-contre, déterminer le titre en vapeur (= démontrer le théorème des moments).

Semaine 10

28) Donner la règle des moments permettant de définir le titre en vapeur x à partir du diagramme de Clapeyron ou du diagramme des frigoristes (Réaliser le schéma associé).

29) (Exercice 8 TD T4) Etudions la détente dite de Joule-Kelvin du fluide réfrigérant R112 dans une machine frigorifique : cette détente a lieu dans un système calorifugé (on considèrera donc que le système subit une transformation adiabatique), dans des conditions telles que la détente est isenthalpique.

Nous allons étudier la détente A → B, avec A liquide saturant à $T_A = 303$ K, B mélange diphasique à $T_B = 263$ K, (titre en vapeur x_v).

Déterminer les caractéristiques de l'état final (titre en vapeur x_v).

Cette étude sera faite à l'aide des 3 méthodes ci-dessous.

- 1) Utilisation du diagramme des frigorigères (donné ci-dessous).
- 2) Utilisation des tables thermodynamiques (données ci-dessous).
- 3) Utilisation des données thermodynamiques restreintes :

$$T_A = 303 \text{ K}, \quad P_A = P^*(T_A) = 7,4 \text{ bars}, \quad x_{VA} = 0; \quad T_B = 263 \text{ K}, \quad P_B = P^*(T_B) = 2,2 \text{ bars};$$

$$C_{\text{liq,fréon}} = \text{cte} = 960 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}; \quad \Delta_{\text{vap}}h(T_B) = 158 \text{ kJ.kg}^{-1}$$

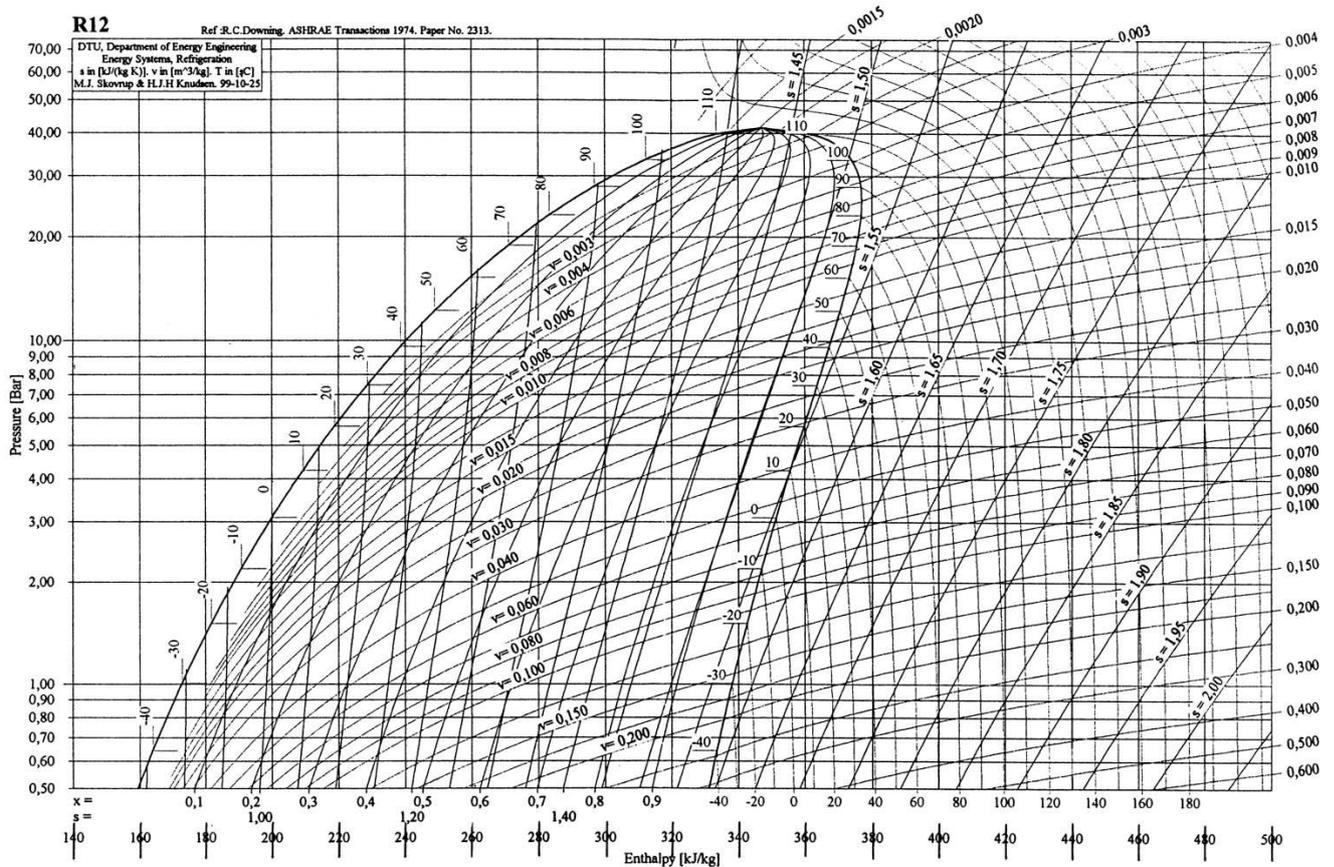


Table 1 (continued)
DuPont™ Freon® 12 Saturation Properties — Temperature Table

Temp °C	Pressure [kPa]	Volume [m ³ /kg]		Density [kg/m ³]		Enthalpy [kJ/kg]			Entropy [kJ/K·kg]		Temp °C
		Liquid v _l	Vapour v _g	Liquid d _l	Vapour d _g	Liquid H _l	Latent H _{lg}	Vapour H _g	Liquid S _l	Vapour S _g	
-40	0,060	0,0007	0,125	1250	0,008	-40,0	158,0	-36,0	0,140	0,450	-40
-30	0,080	0,0007	0,100	1000	0,010	-30,0	158,0	-30,0	0,140	0,450	-30
-20	0,100	0,0007	0,080	800	0,012	-20,0	158,0	-20,0	0,140	0,450	-20
-10	0,120	0,0007	0,060	600	0,015	-10,0	158,0	-10,0	0,140	0,450	-10
0	0,140	0,0007	0,040	400	0,020	0,0	158,0	0,0	0,140	0,450	0
10	0,160	0,0007	0,030	300	0,025	10,0	158,0	10,0	0,140	0,450	10
20	0,180	0,0007	0,020	200	0,030	20,0	158,0	20,0	0,140	0,450	20
30	0,200	0,0007	0,015	150	0,035	30,0	158,0	30,0	0,140	0,450	30
40	0,220	0,0007	0,010	100	0,040	40,0	158,0	40,0	0,140	0,450	40
50	0,240	0,0007	0,008	80	0,045	50,0	158,0	50,0	0,140	0,450	50
60	0,260	0,0007	0,006	60	0,050	60,0	158,0	60,0	0,140	0,450	60
70	0,280	0,0007	0,005	50	0,055	70,0	158,0	70,0	0,140	0,450	70
80	0,300	0,0007	0,004	40	0,060	80,0	158,0	80,0	0,140	0,450	80
90	0,320	0,0007	0,003	30	0,065	90,0	158,0	90,0	0,140	0,450	90
100	0,340	0,0007	0,002	20	0,070	100,0	158,0	100,0	0,140	0,450	100
110	0,360	0,0007	0,001	10	0,075	110,0	158,0	110,0	0,140	0,450	110
120	0,380	0,0007	0,001	10	0,080	120,0	158,0	120,0	0,140	0,450	120
130	0,400	0,0007	0,001	10	0,085	130,0	158,0	130,0	0,140	0,450	130
140	0,420	0,0007	0,001	10	0,090	140,0	158,0	140,0	0,140	0,450	140
150	0,440	0,0007	0,001	10	0,095	150,0	158,0	150,0	0,140	0,450	150
160	0,460	0,0007	0,001	10	0,100	160,0	158,0	160,0	0,140	0,450	160
170	0,480	0,0007	0,001	10	0,105	170,0	158,0	170,0	0,140	0,450	170
180	0,500	0,0007	0,001	10	0,110	180,0	158,0	180,0	0,140	0,450	180

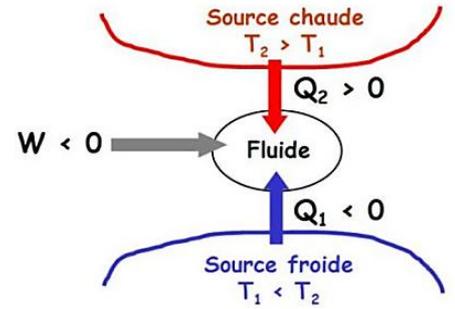
-20	150.7	0.0007	0.1098	1458.0	9.109	181.6	162.1	343.7	0.9305	1.5710	-20
-19	156.7	0.0007	0.1059	1455.0	9.446	182.5	161.6	344.1	0.9341	1.5700	-19
-18	162.8	0.0007	0.1021	1452.0	9.792	183.4	161.2	344.6	0.9376	1.5690	-18
-17	169.1	0.0007	0.0986	1449.0	10.150	184.3	160.8	345.1	0.9412	1.5690	-17
-16	175.6	0.0007	0.0951	1446.0	10.510	185.2	160.3	345.5	0.9447	1.5680	-16
-15	182.3	0.0007	0.0918	1443.0	10.890	186.1	159.9	346.0	0.9482	1.5670	-15
-14	189.2	0.0007	0.0887	1440.0	11.270	187.1	159.3	346.4	0.9517	1.5670	-14
-13	196.3	0.0007	0.0857	1437.0	11.670	188.0	158.9	346.9	0.9552	1.5660	-13
-12	203.6	0.0007	0.0828	1434.0	12.080	188.9	158.5	347.4	0.9587	1.5660	-12
-11	211.1	0.0007	0.0800	1431.0	12.500	189.8	158.0	347.8	0.9622	1.5650	-11
-10	218.8	0.0007	0.0774	1428.0	12.920	190.7	157.6	348.3	0.9656	1.5640	-10
-9	226.7	0.0007	0.0748	1425.0	13.370	191.6	157.1	348.7	0.9691	1.5640	-9
-8	234.8	0.0007	0.0724	1421.0	13.820	192.6	156.6	349.2	0.9726	1.5630	-8
-7	243.2	0.0007	0.0700	1418.0	14.280	193.5	156.2	349.7	0.9760	1.5630	-7
-6	251.8	0.0007	0.0678	1415.0	14.760	194.4	155.7	350.1	0.9795	1.5620	-6
-5	260.6	0.0007	0.0656	1412.0	15.240	195.3	155.3	350.6	0.9829	1.5620	-5
-4	269.6	0.0007	0.0635	1409.0	15.740	196.3	154.7	351.0	0.9863	1.5610	-4
-3	278.9	0.0007	0.0615	1406.0	16.260	197.2	154.3	351.5	0.9898	1.5610	-3
-2	288.4	0.0007	0.0596	1402.0	16.780	198.1	153.8	351.9	0.9932	1.5600	-2
-1	298.1	0.0007	0.0577	1399.0	17.320	199.1	153.3	352.4	0.9966	1.5600	-1
0	308.1	0.0007	0.0560	1396.0	17.870	200.0	152.8	352.8	1.0000	1.5590	0
1	318.4	0.0007	0.0542	1393.0	18.440	200.9	152.4	353.3	1.0030	1.5590	1
2	328.9	0.0007	0.0526	1390.0	19.020	201.9	151.8	353.7	1.0070	1.5590	2
3	339.7	0.0007	0.0510	1386.0	19.610	202.8	151.3	354.1	1.0100	1.5580	3
4	350.7	0.0007	0.0495	1383.0	20.220	203.8	150.8	354.6	1.0140	1.5580	4
5	362.0	0.0007	0.0480	1380.0	20.840	204.7	150.3	355.0	1.0170	1.5570	5
6	373.6	0.0007	0.0466	1377.0	21.480	205.7	149.7	355.4	1.0200	1.5570	6
7	385.4	0.0007	0.0452	1373.0	22.130	206.6	149.3	355.9	1.0240	1.5570	7

Table 1 (continued)
DuPont™ Freon® 12 Saturation Properties — Temperature Table

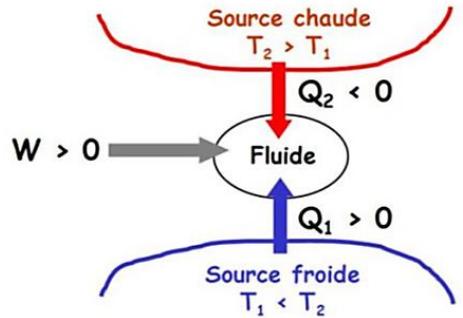
Temp °C	Pressure [kPa]	Volume [m ³ /kg]		Density [kg/m ³]		Enthalpy [kJ/kg]			Entropy [kJ/K-kg]		Temp °C
		Liquid v _l	Vapour v _g	Liquid d _l	Vapour d _g	Liquid H _l	Latent H _{lg}	Vapour H _g	Liquid S _l	Vapour S _g	
8	397.6	0.0007	0.0439	1370.0	22.800	207.6	148.7	356.3	1.0270	1.5560	8
9	410.0	0.0007	0.0426	1367.0	23.480	208.5	148.2	356.7	1.0300	1.5560	9
10	422.7	0.0007	0.0414	1363.0	24.180	209.5	147.7	357.2	1.0340	1.5550	10
11	435.7	0.0007	0.0402	1360.0	24.900	210.4	147.2	357.6	1.0370	1.5550	11
12	448.9	0.0007	0.0390	1356.0	25.630	211.4	146.6	358.0	1.0400	1.5550	12
13	462.5	0.0007	0.0379	1353.0	26.380	212.3	146.2	358.5	1.0440	1.5540	13
14	476.4	0.0007	0.0368	1350.0	27.150	213.3	145.6	358.9	1.0470	1.5540	14
15	490.6	0.0007	0.0358	1346.0	27.930	214.3	145.0	359.3	1.0500	1.5540	15
16	505.1	0.0007	0.0348	1343.0	28.740	215.2	144.5	359.7	1.0540	1.5530	16
17	520.0	0.0008	0.0338	1339.0	29.560	216.2	143.9	360.1	1.0570	1.5530	17
18	535.1	0.0008	0.0329	1336.0	30.400	217.2	143.3	360.5	1.0600	1.5530	18
19	550.6	0.0008	0.0320	1332.0	31.260	218.2	142.8	361.0	1.0640	1.5520	19
20	566.4	0.0008	0.0311	1329.0	32.130	219.1	142.3	361.4	1.0670	1.5520	20
21	582.6	0.0008	0.0303	1325.0	33.030	220.1	141.7	361.8	1.0700	1.5520	21
22	599.0	0.0008	0.0295	1322.0	33.950	221.1	141.1	362.2	1.0740	1.5510	22
23	615.9	0.0008	0.0287	1318.0	34.890	222.1	140.5	362.6	1.0770	1.5510	23
24	633.0	0.0008	0.0279	1315.0	35.850	223.1	139.9	363.0	1.0800	1.5510	24
25	650.6	0.0008	0.0272	1311.0	36.830	224.1	139.3	363.4	1.0830	1.5510	25
26	668.5	0.0008	0.0264	1307.0	37.830	225.1	138.7	363.8	1.0870	1.5500	26
27	686.7	0.0008	0.0257	1304.0	38.850	226.0	138.2	364.2	1.0900	1.5500	27
28	705.3	0.0008	0.0251	1300.0	39.900	227.0	137.5	364.5	1.0930	1.5500	28
29	724.3	0.0008	0.0244	1296.0	40.970	228.0	136.9	364.9	1.0960	1.5490	29
30	743.7	0.0008	0.0238	1293.0	42.070	229.0	136.3	365.3	1.1000	1.5490	30
31	763.4	0.0008	0.0232	1289.0	43.180	230.0	135.7	365.7	1.1030	1.5490	31
32	783.5	0.0008	0.0226	1285.0	44.330	231.1	135.0	366.1	1.1060	1.5490	32
33	804.0	0.0008	0.0220	1281.0	45.490	232.1	134.3	366.4	1.1090	1.5480	33
34	824.9	0.0008	0.0214	1278.0	46.690	233.1	133.7	366.8	1.1130	1.5480	34
35	846.2	0.0008	0.0209	1274.0	47.910	234.1	133.1	367.2	1.1160	1.5480	35

Semaine 11

30) Expression générale du rendement d'un moteur thermique ; Cycle de Carnot : **retrouver** l'expression du rendement en fonction des températures des sources chaude et froide.



31) Expression générale de l'efficacité d'un réfrigérateur ou d'une pompe à chaleur ; Cycle de Carnot : **retrouver** l'expression de l'efficacité en fonction des températures des sources chaude et froide.



Semaine 12

32) Déterminer la Solution Particulière de l'équation différentielle suivante :

$$\ddot{x} + \frac{\omega_0}{Q} \dot{x} + \omega_0^2 x = \omega_0^2 X_0 \cos(\omega t)$$

Déterminer l'expression de l'amplitude réelle X_m de la solution.

33) A partir de l'expression de l'amplitude de l'élongation X_M en fonction de la pulsation réduite u :

$$X_M = \frac{X_0}{\sqrt{(1 - u^2)^2 + \left(\frac{u}{Q}\right)^2}}$$

Déterminer la condition de résonance en élongation.

Tracer l'allure de la courbe X_M en fonction de u .

Semaine 13

34) Ecrire et équilibrer les réactions chimiques suivantes :

a) Les ions Ag^+ réagissent avec le cuivre (Cu) pour donner de l'argent (Ag) et des ions Cu^{2+} .

b) Le butane (C_4H_{10}) brûle dans le dioxygène (O_2) pour donner du dioxyde de carbone (CO_2) et de l'eau (H_2O).

35) Compléter le tableau d'avancement suivant, définir l'avancement de réaction ξ , la notion de proportions stœchiométriques et de réactif limitant.



E.I. (mol)	1	3	0	0	E.I. (mol)	3	3	0	0
E à t (mol)					E à t (mol)				

36) **Résonance en vitesse** : A partir de l'expression de l'amplitude complexe de l'élongation \underline{X}_M en fonction de la pulsation ω :

$$\underline{X}_m \exp(i\varphi) = \underline{X}_M = \frac{\omega_0^2 X_0}{(-\omega^2 + \frac{\omega_0}{Q} i\omega + \omega_0^2)}$$

Déterminer l'expression de l'amplitude complexe de la vitesse \underline{V}_M .

Déterminer la condition de résonance en vitesse.

Tracer l'allure de la courbe V_M en fonction de la pulsation réduite $u = \frac{\omega}{\omega_0}$.

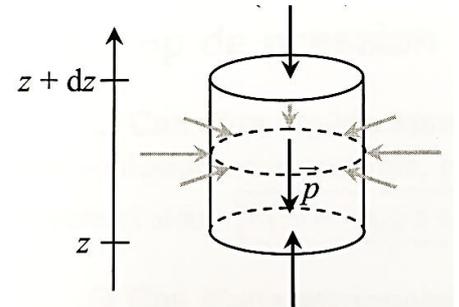
Semaine 14

37) Combustion du propane (ex 10 TD T4)

- 1) Quelle est l'énergie dégagée par la combustion de 10 g de propane (C_3H_8) sachant l'enthalpie de réaction de combustion d'une mole de propane est $\Delta_r H = -2\,244 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$?
- 2) Cette énergie sert à chauffer 3 kg d'eau liquide, dont la température initiale est 15°C . Quelle est sa température finale ?

Données : Masses molaires de H et C : 1 et 12 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$; Capacité thermique massique de l'eau liquide : $c_0 = 4,18 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$.

38) Statique des fluides : A partir d'un Bilan des Actions Mécaniques Extérieures sur un l'élément de fluide ci-contre, établir l'expression de la Relation Fondamentale de la Statique des Fluides.



39) A partir de la Relation Fondamentale de la

Statique des fluides $\frac{dp}{dz} = -\rho \cdot g$, établir l'expression de la pression p en fonction de l'altitude z dans le cas d'un liquide incompressible.

40) A partir de la Relation Fondamentale de la Statique des fluides $\frac{dp}{dz} = -\rho \cdot g$, établir l'expression de la pression p en fonction de l'altitude z dans le cas d'un liquide incompressible.

Semaine 15

41) Soit le champ de vitesse $\vec{V} = \frac{V_0}{L} \cdot (x \cdot \vec{u}_x + y \cdot \vec{u}_y)$

Où V_0 et L sont des constantes. Représenter quelques lignes de courant.

Calculer sa divergence $\text{div}(\vec{V})$ et son rotationnel $\text{rot}(\vec{V})$. Conclure.

42) Soit le champ de vitesse $\vec{V} = \frac{V_0}{L} \cdot (-y \cdot \vec{u}_x + x \cdot \vec{u}_y)$

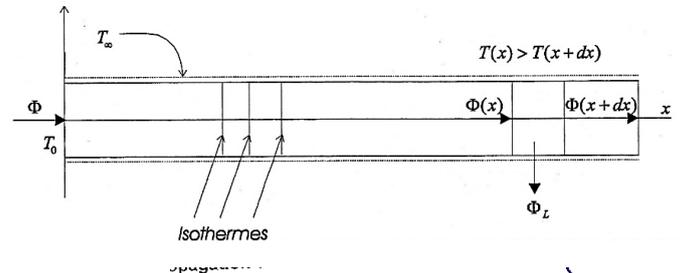
Où V_0 et L sont des constantes. Représenter quelques lignes de courant.

Calculer sa divergence $div(\vec{V})$ et son rotationnel $\overrightarrow{rot}(\vec{V})$. Conclure.

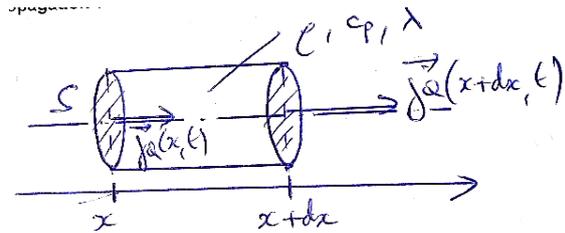
Semaine 16

Semaine 17

43) Propagation de la chaleur dans une barre cylindrique calorifugée : réaliser un bilan de puissances, établir la relation $T(x)$ dans le cas du régime stationnaire.

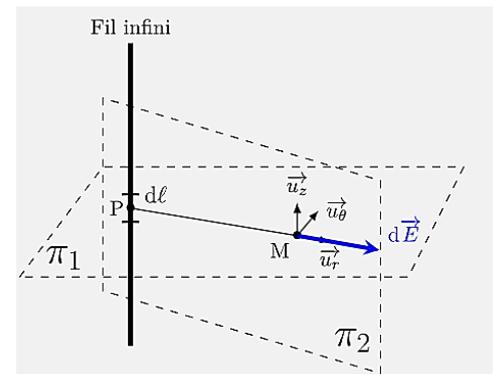


44) Propagation de la chaleur dans une barre cylindrique calorifugée : réaliser un bilan énergétique, établir l'équation de la chaleur, définir le coefficient de diffusion thermique D .

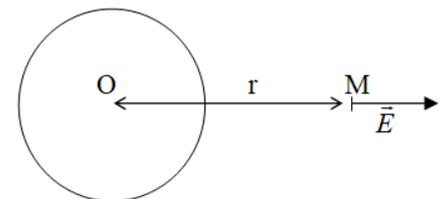


Semaine 18

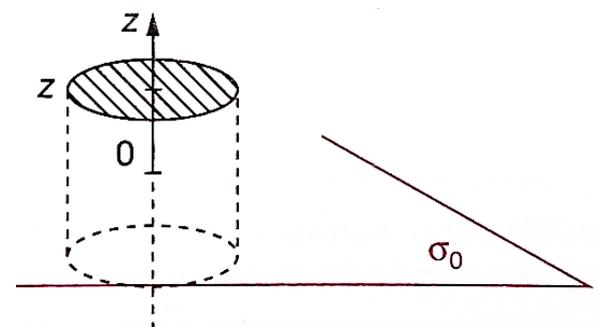
45) Cas du fil infini avec charge linéique λ : Déterminer le champ électrostatique $\vec{E}(M)$ dans tout l'espace par utilisation du théorème de Gauss.



46) Cas d'une sphère chargée (rayon R , densité de charge surfacique σ , charge totale q) : Déterminer le champ électrostatique $\vec{E}(M)$ dans tout l'espace par utilisation du théorème de Gauss.



47) Cas d'un plan infini (densité de charge surfacique σ_0) : Déterminer le champ électrostatique $\vec{E}(M)$ dans tout l'espace par utilisation du théorème de Gauss.



Semaine 19

48) On donne l'expression du champ électrostatique dans tout l'espace pour un plan infini chargé $(0, x, y)$ (résultat question précédente) :

$$\vec{E}(M) = \frac{\sigma_0}{2\epsilon_0} \cdot \vec{u}_z \quad \text{pour } z > 0$$

$$\vec{E}(M) = -\frac{\sigma_0}{2\epsilon_0} \cdot \vec{u}_z \quad \text{pour } z < 0$$

- Pour le condensateur plan ci-contre, déterminer le champ $\vec{E}(M)$ dans tout l'espace, l'évolution de potentiel $V(M)$ entre les deux armatures et déterminer la capacité du condensateur.

Données :

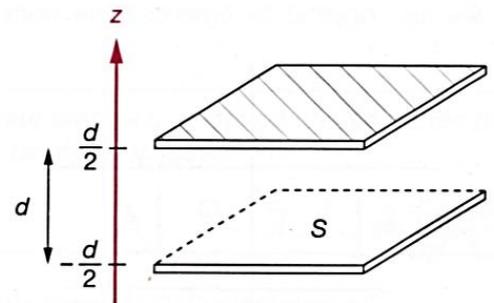
S = surface des armatures

d = distance entre les armatures

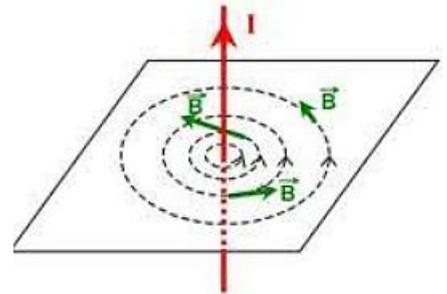
σ : densité surfacique de charges sur l'armature supérieure

$-\sigma$: densité surfacique de charges sur l'armature inférieure

$Q = \sigma \cdot S$: Charge armature supérieure

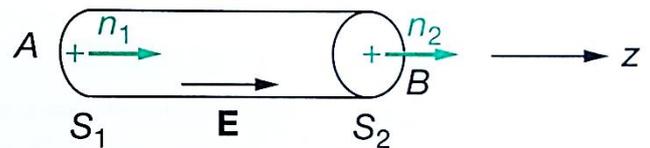


- 49) Cas du fil infini parcouru par un courant d'intensité I : Déterminer le champ magnétostatique $\vec{B}(M)$ dans tout l'espace par utilisation du théorème d'Ampère.



Semaine 20

- 50) Cas du fil solénoïde infini parcouru par un courant d'intensité I : Déterminer le champ magnétostatique $\vec{B}(M)$ dans tout l'espace par utilisation du théorème d'Ampère.



- 51) Passer de la loi d'ohm sous forme locale à la loi d'ohm sous forme intégrale.

Semaine 21

- 52) Une Onde Progressive Harmonique se propage suivant les x croissants. Elle est définie par la fonction :

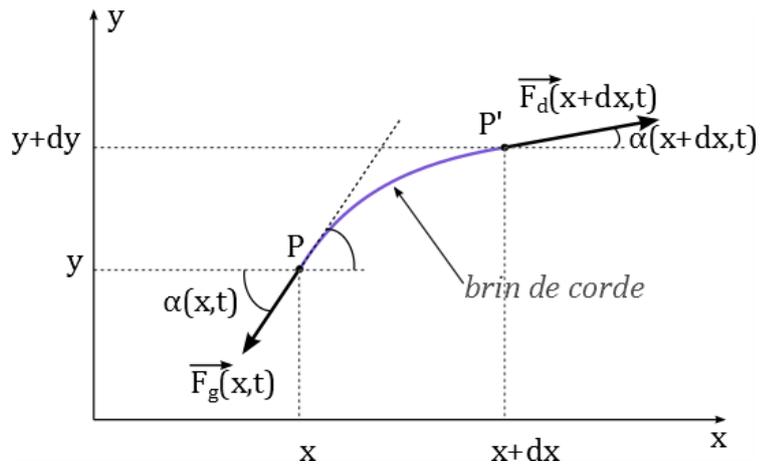
$$y(x, t) = Y_m \cos [\omega t - kx + \varphi]$$

Deux capteurs placés à 2 positions x_1 et $x_2 > x_1$ enregistrent 2 signaux $s_1(t)$ et $s_2(t)$.

- Exprimer les signaux $s_1(t)$ et $s_2(t)$.
- Identifier leur phase à l'origine, en déduire le déphasage $\Delta\varphi_{2/1}$ et l'exprimer en fonction de λ .

- Etablir une condition sur x_1 , x_2 et λ pour que les signaux soient en phase. Même question pour l'opposition de phase.

-
- 53) Etablir l'équation de propagation d'une onde transversale sur une corde inextensible, sans raideur, homogène et tendue horizontalement.



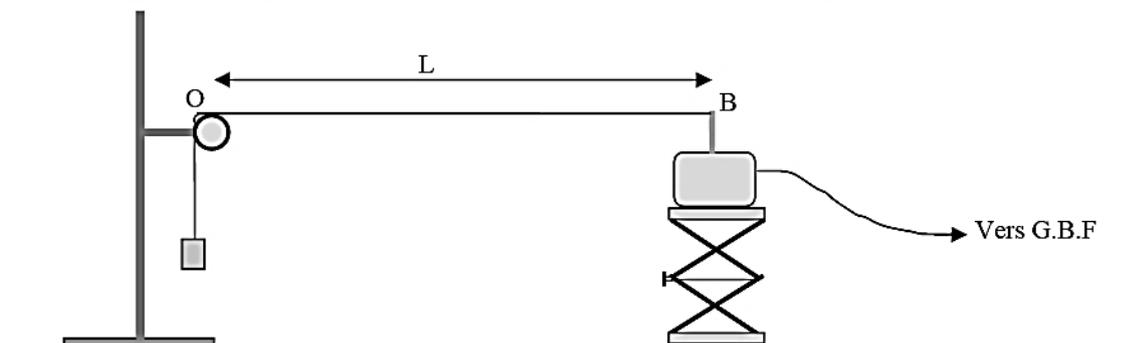
Semaine 22

- 54) Soit une onde stationnaire modélisée par la fonction suivante :

$$y(x, t) = A \cos(\omega t) \cos(kx)$$

- Définir l'amplitude locale de vibration $A(x)$.
- En déduire la position des ventres de vibration en fonction de la longueur d'onde λ et d'un nombre entier n . Quelle distance sépare 2 ventres ?
- Même question pour les nœuds de vibration. Quelle distance sépare 2 nœuds ?
- Quelle distance sépare un ventre et un nœud ?

- 55) Modes propres retrouver les modes propres de la corde de Melde.



Hypothèse : la corde est soumise à une onde stationnaire d'écriture mathématique :

$$y(x, t) = A \cos(\omega t + \varphi) \cos(kx + \psi)$$

- 56) Etablir l'équation de d'Alembert ou de propagation de \vec{E} dans le vide.

$$\overrightarrow{\text{rot}}(\overrightarrow{\text{rot}}\vec{E}) = \overrightarrow{\text{grad}}(\text{div}\vec{E}) - \vec{\Delta}(\vec{E}) \quad (5) \quad (\text{fourni})$$

$\vec{\Delta}(\vec{E}) = \vec{\nabla}^2(\vec{E})$ Laplacien vectoriel de \vec{E} (voir Analyse Vectorielle) :

Laplacien vectoriel $\Delta \vec{A}$	s'applique à un vecteur retourne un vecteur	$\begin{cases} \Delta A_x = \frac{\partial^2 A_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 A_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 A_x}{\partial z^2} \\ \Delta A_y = \frac{\partial^2 A_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 A_y}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 A_y}{\partial z^2} \\ \Delta A_z = \frac{\partial^2 A_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 A_z}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 A_z}{\partial z^2} \end{cases}$	Rq : on trouve parfois la notation $\vec{\Delta} \vec{A}$, qui insiste sur le fait que le laplacien vectoriel retourne un vecteur.
---	--	--	---

57) Etablir l'équation de d'Alembert ou de propagation de \vec{B} dans le vide.

$$\overrightarrow{rot}(\overrightarrow{rot \vec{B}}) = \overrightarrow{grad}(\text{div} \vec{B}) - \vec{\Delta}(\vec{B}) = -\vec{\Delta}(\vec{B}) \quad (\text{fourni})$$

$\vec{\Delta}(\vec{B}) = \vec{\nabla}^2(\vec{B})$ Laplacien vectoriel de \vec{B} (voir Analyse Vectorielle) :

Laplacien vectoriel $\Delta \vec{A}$	s'applique à un vecteur retourne un vecteur	$\begin{cases} \Delta A_x = \frac{\partial^2 A_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 A_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 A_x}{\partial z^2} \\ \Delta A_y = \frac{\partial^2 A_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 A_y}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 A_y}{\partial z^2} \\ \Delta A_z = \frac{\partial^2 A_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 A_z}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 A_z}{\partial z^2} \end{cases}$	Rq : on trouve parfois la notation $\vec{\Delta} \vec{A}$, qui insiste sur le fait que le laplacien vectoriel retourne un vecteur.
---	--	--	---

Semaine 23

58) Montrer que le champ $\vec{B}(M, t) = \vec{B}(x, t) = \vec{B}_0 \cos(\omega t - kx) = B_0 \cos(\omega t - kx) \vec{u}_z$ associé à une OPPM vérifie l'équation de d'Alembert $\frac{\partial^2 B}{\partial x^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 B}{\partial t^2} = 0$ et suppose une relation entre k, ω et c .

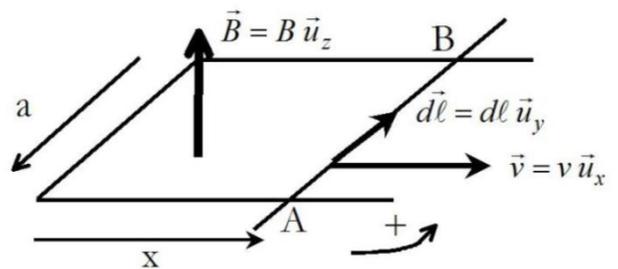
Semaine 24

59) Rails de Laplace :

Les rails sont fixes. Le circuit est fermé.

Champ magnétique uniforme et stationnaire suivant axe z,

Force \vec{F} (exercée par un opérateur) suivant axe x, qui entraîne un déplacement et une vitesse de la tige suivant l'axe x.



➤ Etablir les équations mécanique et électrique.

60) Haut-parleur électrodynamique : Etablir les équations mécanique et électrique.

