CH11 Description d'un mouvement

Vecteur vitesse, accélération : voir CH11 1G

Coordonnées de vecteurs

position d'un objet symbolisé par la lettre M : $\vec{OM} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$

vecteur vitesse $\boxed{\vec{v} = \begin{pmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \end{pmatrix} \quad \vec{v} = \frac{d\vec{OM}}{dt}}$ avec $\begin{cases} v_x = \frac{dx}{dt} \\ v_y = \frac{dy}{dt} \\ v_z = \frac{dz}{dt} \end{cases}$

La vitesse est la dérivée de la position par rapport au temps

math : $(x)' = \frac{dx}{dx} = 1$

physique : $\frac{dx}{dt} \neq 1$ on n'utilise pas x'

vecteur accélération $\boxed{\vec{a} = \begin{pmatrix} a_x \\ a_y \\ a_z \end{pmatrix} \quad \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}}$ avec $\begin{cases} a_x = \frac{dv_x}{dt} \\ a_y = \frac{dv_y}{dt} \\ a_z = \frac{dv_z}{dt} \end{cases}$

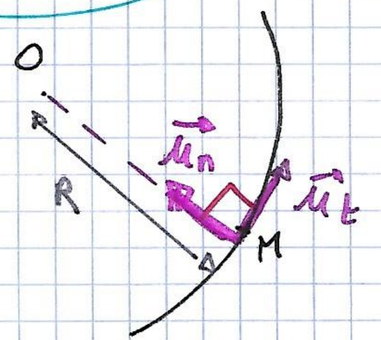
l'accélération est la dérivée de la vitesse par rapport au temps.

Repère de Frenet — mouvement circulaire

il permet d'exprimer l'accélération d'une autre façon

repère mobile $(M ; \vec{u_t} ; \vec{u_n})$

origine — vecteurs unitaires perpendiculaires.



$$\boxed{\vec{a} = \frac{dv}{dt} \cdot \vec{u_t} + \frac{v^2}{R} \vec{u_n}}$$

v : vitesse ($m.s^{-1}$)

R : rayon de courbure (m)

Référentiel : objet par rapport auquel on étudie un mouvement

Référentiel galiléen : référentiel évoluant à vecteur vitesse constant (principe d'inertie)
la Terre est référentiel galiléen le temps d'une chute.

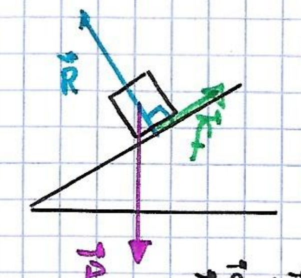
Repère : axes + origine permettant d'obtenir les coordonnées d'un point M

CH12 2ème loi de Newton : relation fondamentale de la dynamique RFD.

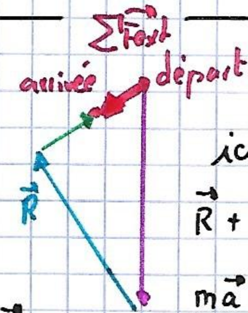
Enoncé de la 2ème loi de Newton

Dans un référentiel Galiléen, la somme vectorielle des forces exercées sur un système mécanique égale $m.\vec{a}$

$$m.\vec{a} = \sum \vec{F_{ext}}$$



connaissant $\vec{R}$, $\vec{P}$ et $\vec{F}$ on trouve $m.\vec{a}$



ici : $\vec{R} + \vec{P} + \vec{F} = m.\vec{a}$

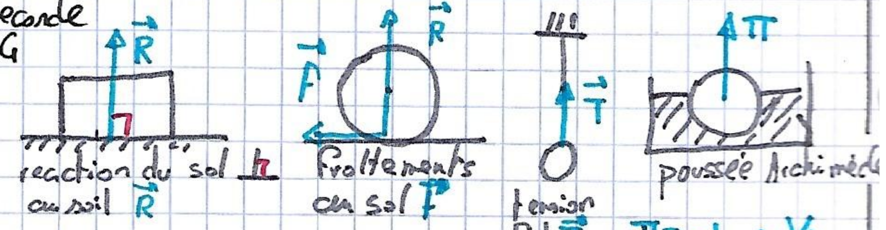
$m\vec{a}$ est donc le vecteur rouge.

Forces à connaître : voir CH09 Seconde 1G

A — $\vec{F_{A/B}}$ — B (CH09 1G)

gravitation $F_{A/B} = G . \frac{m_A . m_B}{AB^2} = m_B . g$ (gravitation, poids)

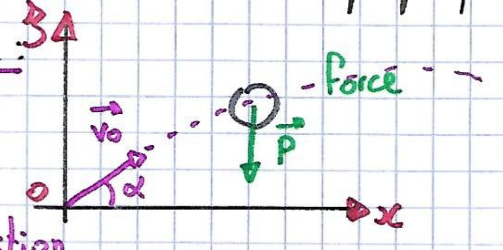
Force électrique $F_{A/B} = k \frac{|q_A . q_B|}{AB^2} = q_B . E$ (champ électrique)



Mouvement dans le champ de pesanteur uniforme

un projectile soumis qu'à son propre poids $\vec{P}$

① schéma :



$\vec{v_0} = \begin{pmatrix} v_{0x} \\ v_{0y} \\ v_{0z} \end{pmatrix}$

position initiale

② RFD : dans le référentiel Terre Galiléen

$\boxed{m.\vec{a} = \vec{P} \quad \text{avec} \begin{cases} \vec{a} = \begin{pmatrix} a_x \\ a_y \\ a_z \end{pmatrix} \\ \vec{P} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -mg \end{pmatrix} \end{cases}}$

③ Equations horaires.

• $m.\vec{a} = \vec{P}$ s'écrit : $m \begin{pmatrix} a_x \\ a_y \\ a_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -mg \end{pmatrix}$

soit $\boxed{\begin{matrix} a_x = 0 \\ a_y = 0 \\ a_z = -g \end{matrix}}$ accélération constante sur z

on dérive / on trouve

• vitesse : $\vec{a}$: dérivée de la vitesse
$\vec{v}$: la primitive de $\vec{a}$

$$\begin{cases} v_x = v_{0x} = v_0 . \cos\alpha \\ v_y = v_{0y} = 0 \\ v_z = -g.t + v_{0z} = -g.t + v_0 \sin\alpha \end{cases}$$

on dérive la position / on trouve v

• position : $\vec{v}$: dérivée de la position
position : la primitive de $\vec{v}$

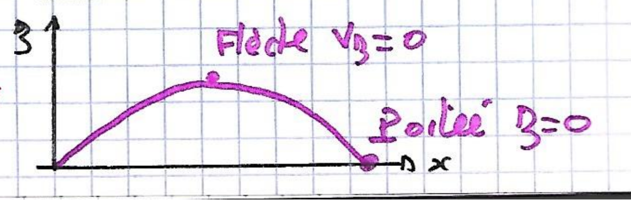
$$\begin{cases} x = v_0 . \cos\alpha . t + x_0 \\ y = y_0 \\ z = -g \frac{t^2}{2} + v_0 \sin\alpha . t + z_0 \end{cases}$$

positions initiales

④ Trajectoire $z = f(x)$

$x = v_0 \cos\alpha . t$ ici $x_0 = y_0 = z_0 = 0$

$t = \frac{x}{v_0 \cos\alpha}$ $\quad z = -\frac{g}{2} \frac{x^2}{(v_0 \cos\alpha)^2} + \tan\alpha \, x$ polynôme 2 degré parabole



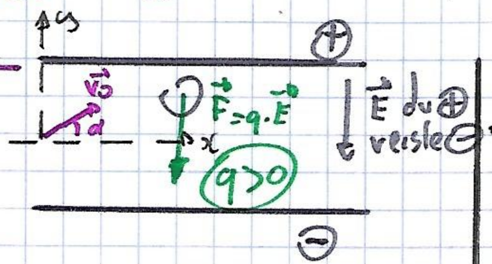
Mouvement dans le champ électrique $\vec E$ uniforme

une particule soumise à $\vec F = q.\vec E$ si $q>0$ $\vec F$ et $\vec E$ même sens
si $q<0$ $\vec F$ et $\vec E$ sens opposés.

1er cas déviation.

① schéma

$\vec{V_0} = \begin{pmatrix} V_{0x} \\ V_{0y} \\ V_{0z} \end{pmatrix}$



② RFD : dans le référentiel Terre Galiléen

$m\vec a = \vec F$ avec $\vec a = \begin{pmatrix} a_x \\ a_y \\ a_z \end{pmatrix}$ $\vec F = \begin{pmatrix} 0 \\ -qE \\ 0 \end{pmatrix}$

$\vec F$ vers le bas
Oy vers le haut

③ Equations horaires.

• $m\vec a = \vec F$ s'écrit $m\begin{pmatrix} a_x \\ a_y \\ a_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ -qE \\ 0 \end{pmatrix}$ avec $E>0$

soit $\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -qE/m \\ a_z = 0 \end{cases}$

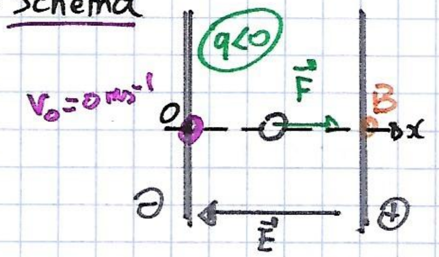
• vitesse $\begin{cases} V_x = V_{0x} = V_0 \cos\alpha \\ V_y = -\frac{qE}{m} t + V_{0y} = -\frac{qE}{m} t + V_0 \sin\alpha \\ V_z = V_{0z} = 0 \end{cases}$

• position: $\begin{cases} x = V_0 \cos\alpha\, t + 0 \\ y = -\frac{qE t^2}{2m} + V_0 \sin\alpha\, t + 0 \\ z = 0 \end{cases}$ position initiale

• trajectoire $y = f(x) = -\frac{qE x^2}{2 m V_0^2 \cos^2\alpha} + \tan\alpha\, x$ parabole

2ème cas accélération

① Schéma



② RFD: référentiel Terre Galiléen $m\vec a = \vec F$ $\vec a = \begin{pmatrix} a_x \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ $\vec F = \begin{pmatrix} qE \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$

③ Equations horaires sur Ox : $m a_x = qE$ $a_x = \frac{qE}{m}$

$V_x = \frac{qE}{m} t + 0$ et $x = \frac{qE}{m} \cdot \frac{t^2}{2} + 0$

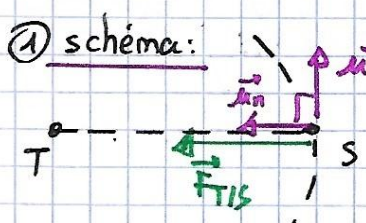
on accélère une particule : on connaît $x; q; E; m$
on trouve sa vitesse en B.

Mouvement dans un champ de gravitation

référentiel: géocentrique galiléen

système : satellites autour de la Terre T

① schéma:



Frenet

$\boxed{\vec F_{T/S} = +G.\frac{M_T.m}{TS^2}.\vec{u_n}}$

② RFD dans le repère de Frenet

$m.\vec a = \vec F_{T/S}$ avec $\vec a = \begin{pmatrix} \frac{dv}{dt} \\ \frac{v^2}{R} \end{pmatrix} \begin{matrix} \vec{u_t} \\ \vec{u_n} \end{matrix}$ $\vec F = \begin{pmatrix} 0 \\ \frac{G M_T m}{TS^2} \end{pmatrix}$

masse satellite

R = TS ici !

③ Equations horaires.

$m\vec a = \vec F_{T/S}$ devient $m\begin{pmatrix} \frac{dv}{dt} \\ \frac{v^2}{TS} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ \frac{G M_T m}{TS^2} \end{pmatrix}$ soit $\begin{cases} m.\frac{dv}{dt} = 0 & \Rightarrow \text{vitesse constante} \\ m\frac{v^2}{TS} = G\frac{M_T m}{TS^2} & \Rightarrow v^2 = \frac{G M_T}{TS} \end{cases}$

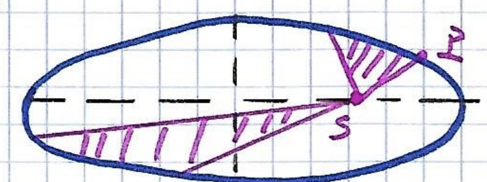
expression de la vitesse $v = \sqrt{\frac{G M_T}{TS}}$

expression de la période de revolution: $\boxed{T = \frac{2\pi TS}{v}} = 2\pi TS\sqrt{\frac{TS}{G M_T}}$

3ème loi de Kepler: $T^2 = \frac{4\pi^2 TS^3}{G M_T}$ $\frac{T^2}{(TS)^3} = \frac{4\pi^2}{G M_T}$ = constante

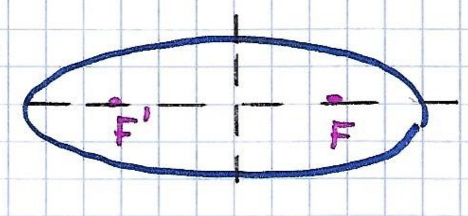
$\boxed{\text{le rapport } \frac{(\text{période})^2}{(\text{rayon})^3} \text{ est constant!}}$

2ème loi de Kepler.



le rayon Planète-Soleil PS parcourt des aires égales en des temps égaux

1ère loi de Kepler.



la planète décrit une trajectoire elliptique dont l'un des foyers est le soleil F = soleil

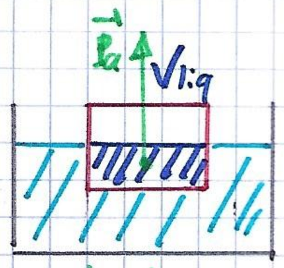
CH13 Ecoulement d'un Fluide

Poussée d'Archimède

Force s'appliquant à tout objet plongé dans un fluide de masse volumique ρ_{liq}

$$\boxed{P_a = \rho_{liq} V_{liq} \cdot g}$$

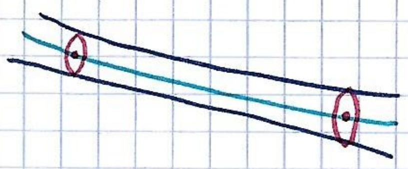
V_{liq} volume de liquide déplacé m^3
ρ_{liq} en $kg \cdot m^{-3}$
$g = 9{,}81 \; m \cdot s^{-2}$



appliquée au centre du volume immergé.

Dynamique des fluides incompressibles.

liquide : dense, incompressible, ρ constante
gaz : peu dense, compressible, ρ variable



ligne de courant : chemin suivi par 1 particule n
surface entourant la particule n : ΔS
tube de courant : lignes de courant s'appuyant sur ΔS

Débit volumique.

(1) $\boxed{q_v = \frac{\Delta V}{\Delta t}}$ en $m^3 \cdot s^{-1}$

ΔV : volume (m^3) mesuré pdt le temps Δt (s)

Ecoulement permanent ou stationnaire

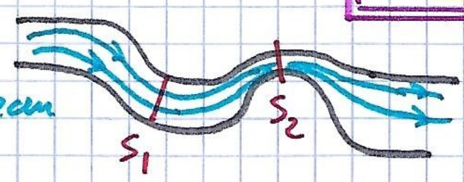
Pression, vitesse, ρ, T constants.
en regime stationnaire q_v = constante

(2) $\boxed{q_v = v \cdot S}$

v : vitesse en $m \cdot s^{-1}$
S : surface traversée en m^2
q_v : débit volumique en $m^3 \cdot s^{-1}$

Equation de continuité ⇒ (3) $\boxed{v_1 \cdot S_1 = v_2 \cdot S_2}$

si $S \searrow$ $v \nearrow$
rivière



$S_2 < S_1$ donc $v_2 = v_1 \cdot \frac{S_1}{S_2} > v_1$

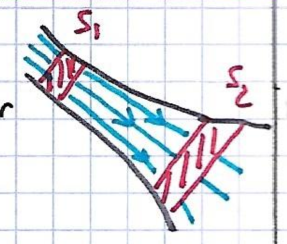
Théorème de Bernoulli

- fluide parfait (sans frottement)
- écoulement stationnaire
- le fluide s'écoule de la section S_1 vers la section S_2

(4) $$\boxed{\rho \frac{v_1^2}{2} + \rho g z_1 + P_1 = \rho \frac{v_2^2}{2} + \rho g z_2 + P_2}$$

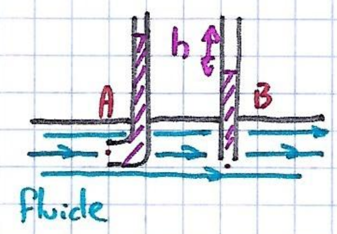
ρ : masse volumique ($kg \cdot m^{-3}$)
v_1 / v_2 : vitesses ($m \cdot s^{-1}$)
z_1, z_2 : altitudes (m)
P_1, P_2 : pressions en Pascal (Pa)
$g = 9{,}81 \; m \cdot s^{-2}$

P : pression statique
$\rho g z$: pression de pesanteur
$\rho \frac{v^2}{2}$: pression cinétique



à l'aide de (3) et (4) on peut étudier le comportement du fluide

Tube de Pitot (avion).



tube coudé A : $v_A = 0 \; m \cdot s^{-1}$ face au courant du fluide
P_A

tube droit B : $v_B = v$ vitesse du fluide
P_B : pression du fluide

dans les tubes : fluides immobiles $\rho g z_A + P_A = \rho g z_B + P_B$.

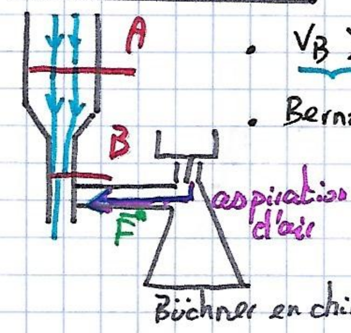
$P_A - P_B = \rho g (z_B - z_A)$
$P_A - P_B = \rho g h$.

dans le fluide :

$\rho \frac{v_B^2}{2} + P_B = P_A$

$\rho \frac{v^2}{2} = P_A - P_B$ $\quad \boxed{v = \sqrt{2gh}}$ connaissant h, on calcule la vitesse du fluide et de l'avion

Phénomène Venturi.

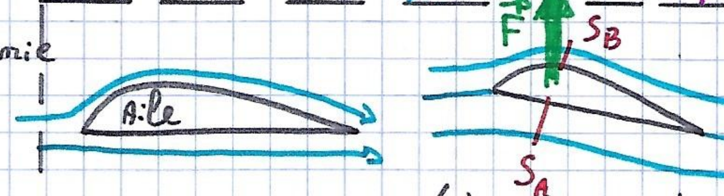


- $V_B > V_A$ car $V_A \cdot S_A = V_B \cdot S_B$ $\quad V_B = V_A \cdot \frac{S_A}{S_B}$ $\quad S_A > S_B$
- Bernoulli : $P_A + \frac{1}{2} \rho v_A^2 = P_B + \frac{1}{2} \rho v_B^2$

$$\boxed{P_A = P_B + \frac{1}{2} \rho \underbrace{(v_B^2 - v_A^2)}_{>0} > P_B}$$

dépression en B. aspiration d'air.

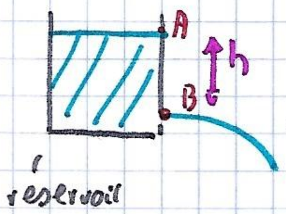
Aile d'avion : la portance



(Aile inclinée à 15°)

- $S_B < S_A$
$v_B > v_A$
donc
$P_B < P_A$
donc $\vec{F}$ Force portance

Torricelli.



$\frac{1}{2} \rho v_A^2 + \rho g z_A + P_A = \frac{1}{2} \rho v_B^2 + \rho g z_B + P_B$

$\begin{cases} P_A = P_B = P_{atmosphère} \\ v_A \approx 0 \end{cases}$ ⇒ $\rho g z_A = \frac{1}{2} \rho v_B^2 + \rho g z_B$ $\quad \boxed{v_B = \sqrt{2gh}}$

CH15 Le premier principe de la thermodynamique

Définitions

Energie interne U : énergie stockée dans le système en dehors de E_c et E_{PP}
contributions microscopiques.
en Joule (J)

Transfert thermique Q : le transfert d'energie va du corps chaud vers le corps froid
exprimée par Q (J).

Flux thermique Φ : vitesse du transfert thermique
exprimée en watt (W)
Δt : temps du transfert

$$\boxed{\Phi = \frac{Q}{\Delta t}}$$
Φ en W ; Q en (J) ; Δt en (s)

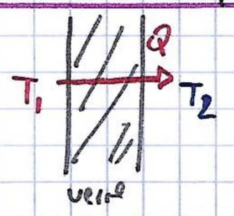
Resistance thermique R_{th} : capacité à s'opposer au transfert
T_1, T_2 : température (K)

$$\boxed{R_{th} = \frac{T_2 - T_1}{\Phi}}$$

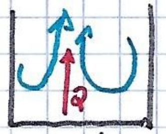
R_{th} en $K.W^{-1}$

Modes de transferts thermiques.

conduction : pas de déplacement de matière

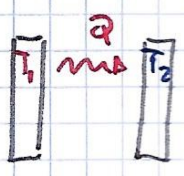


convection : deplacement de matière



eau dans bécher

rayonnement : dans le vide sans déplacement de matière



1er Principe

Un système soumis à des transferts sous forme | thermiques Q
| de travail W

a une variation d'energie $\boxed{\Delta E = Q + W}$

$E = E_c + E_{pp} + U$

E_c : energie cinétique (si le système bouge à une certaine vitesse)
E_{pp} : énergie potentielle pesanteur (si le système change d'altitude)

exemple de l'eau liquide qu'on chauffe

le bécher ne bouge pas : $E_c = E_p = 0$ J
pas de travail mecanique : $W = 0$ J

chauffage Δ $\quad \Delta E = Q + W$ devient $\underline{\Delta U = Q}$

on connaît l'expression associée $\boxed{\Delta U = Q = m . c_{eau} . (T_f - T_i)}$

valable si pas de chgt d'état de l'eau.

m : masse d'eau
c_{eau} : capacité thermique de l'eau
T_i, T_f : Températures initiale finale

Loi de Stéfan-Boltzmann.

permet de connaître la température de la Terre connaissant le rayonnement emis par la Terre

$$\boxed{M = \sigma . T^4}$$

M : puissance émise / unité de surface ($W.m^{-2}$)
T : température en Kelvin (K)
$\sigma = 5,67.10^{-8}$ usi constante de Stéphan

pour la Terre $M = 390\ W.m^{-2}$ on calcule $T = 15°C$

on calcule l'albédo $\dfrac{M'}{M} = \dfrac{\text{Puissance emise vers l'espace}}{\text{Puissance emise par la Terre}} = \dfrac{155}{390} = \boxed{0,4}$ effet de Serre

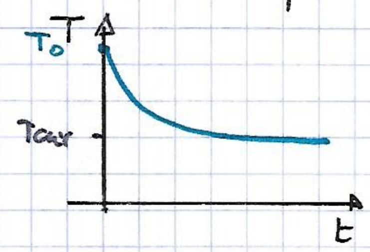
Loi de refroidissement de Newton

la perte de chaleur est proportionnelle à la différence de Température (Air / corps)

$$\boxed{\frac{dT}{dt} = h . (T - T_{air})}$$

EDL1

$\dfrac{dT}{dt}$: dérivée de T par rapport au temps



$\ln(T - T_{air}) = -h \cdot t + \ln(T_0 - T_{air})$

ou $T = (T_0 - T_{air}) e^{-h.t} + T_{air}$

CH14 Le modèle du gaz parfait

Un gaz est dit parfait s'il verifie les lois de

Boyle Mariotte 1662 $P.V = cte$ (T cte)
Charles 1787 $\dfrac{V}{T} = cte$ (P cte)
Gay-Lussac 1802 $\dfrac{P}{T} = cte$ (V cte)
Avogadro Ampère 1811 $V = cte$ (N; P; T cte)

$$\boxed{P.V = n.R.T}$$

P : pression en Pascal (Pa)
V : volume (m^3)
n : qtté de matière (mol)
T : température (K) $\quad$ 1°C = 273 K
$R = 8,314$ usi constante des G.P.

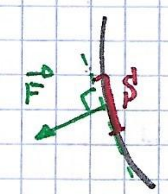
Température : mesure macroscopique d'une agitation microscopique de particules
si T ↗ alors l'agitation ↗

Pression : c'est une Force par une unité de surface

$F = P . S$

F en N (ou $m.s^{-2}$)
S en m^2

$\boxed{P \text{ en } N.m^{-2} \text{ ou } Pa}$

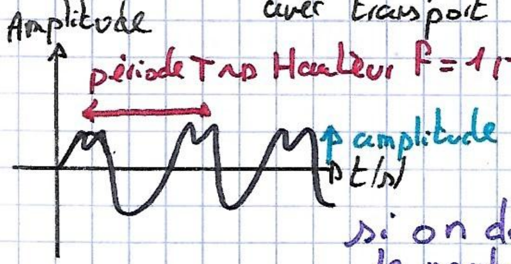


1 Pa = 1 $N.m^{-2}$
1 bar = 10^5 Pa
1 mm d'eau colonne = 9,8 Pa

CH16 Les phénomènes ondulatoires.

Onde sonore (voir CH14 1G)

<u>onde sonore</u> : propagation d'une perturbation dans un milieu matériel
sans transport de matière
avec transport d'énergie



si on double le nombre de haut-parleurs L augmente de 6 dB à chaque fois.

<u>Intensité sonore</u> : liée à l'amplitude

I en watt (W) → $I = \frac{P}{S}$ — P pression Pa, S surface m^2

<u>Niveau sonore</u> : liée à la sensibilité d'oreille

$L = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ $I_0 = 10^{-12}\ W.m^{-2}$

L en décibels dB.

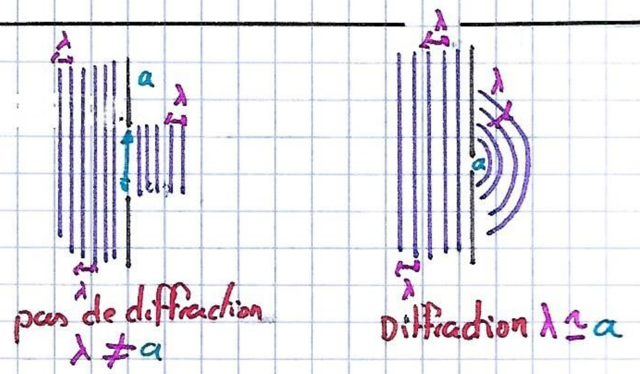
<u>Hauteur</u> : liée à la fréquence, période f (Hz) T (s)

$\boxed{f = 1/T}$

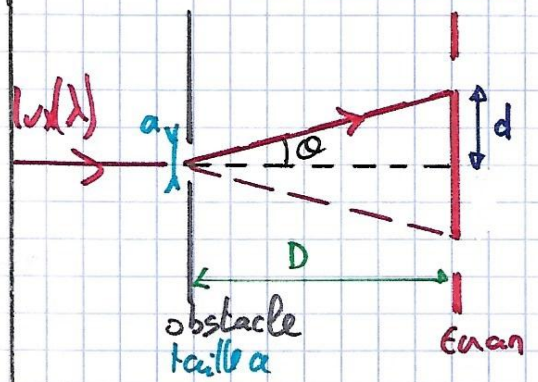
Diffraction

met en évidence le caractère ondulatoire : déviation de la direction de l'onde à l'approche d'un obstacle

<u>condition</u> : longueur d'onde λ même ordre de grandeur que la taille de l'obstacle a



Diffraction de la lumière



<u>sur l'écran</u> : tâches alternativement sombres et claires

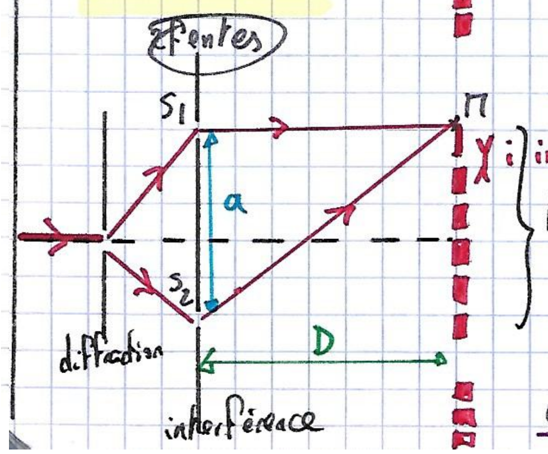
si obstacle = trou ⇒ écran : cercles concentriques
obstacle = fente verticale ⇒ écran = franges horizontales

<u>Calcul</u> : • θ très petit $\boxed{\tan\theta \simeq \theta = \frac{d}{D}}$

• $\boxed{\text{Diffraction : } \theta = \frac{\lambda}{a}}$

connaissant λ, d et D on calcule $a = \frac{\lambda D}{d}$

Interférences



i : interfrange
tâche centrale de diffraction

<u>sur l'écran</u> : dans la tâche centrale de diffraction : franges d'interférence alternativement sombres et claires.

$\boxed{i = \lambda \cdot \frac{D}{a}}$ → tout en mètre (m)

on trouve a (distance interatomique)

<u>Conditions</u> : S_1 et S_2 cohérentes (f et φ constants)

différence de marche

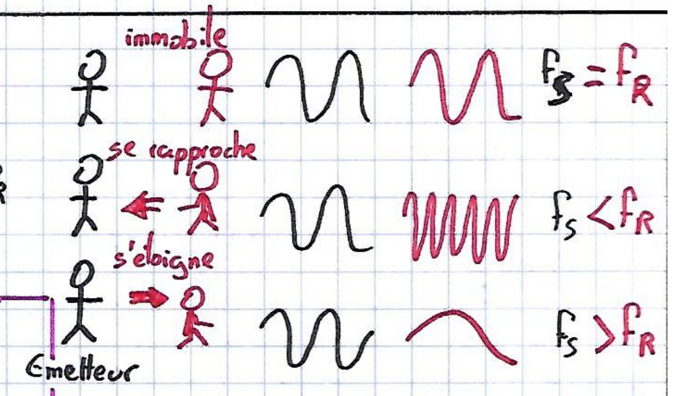
$\delta = S_2M - S_1M$

$\delta = k\lambda$ constructif, brillant, en phase
$\delta = (k + \frac{1}{2})\lambda$ destructif, sombre, opposition

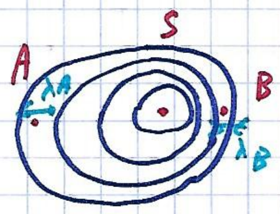
Effet Doppler

• 1 émetteur sonore produit un son de fréquence f_S
1 récepteur mobile reçoit le son à une fréquence f_R différente

si le récepteur s'approche $f_S < f_R$ son ⊕ aigu
si le récepteur s'éloigne $f_S > f_R$ son ⊕ grave



• <u>Fronts d'onde</u> : ligne rejoignant les points de même amplitude



la source se déplace. (CH14 1G : $\lambda = \frac{c}{f}$)

→ ici $\lambda_B < \lambda_A$ la source S s'approche de B

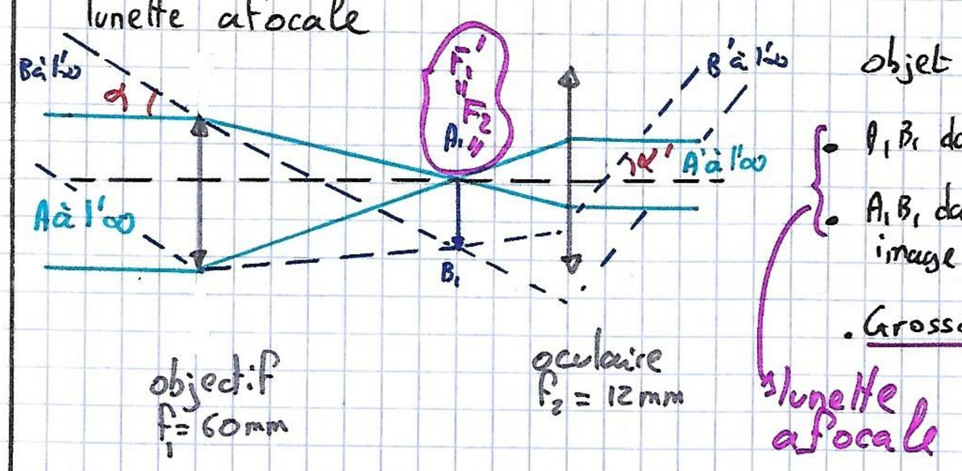
donc $\frac{c}{f_B} < \frac{c}{f_A}$ donc $f_A < f_B$ son ⊕ aigu en B.

<u>Application</u> : mesurer la vitesse d'un objet (étoile, véhicule) avec la formule de Doppler
étude du décalage spectrale et la étude de la fréquence d'une onde sonore

CH17 La lumière : images et photons.

Modèle géométrique de la lunette astronomique (voir CH15 1G)

lunette afocale



objet AB situé à l'infini

- A_1B_1 dans le plan focal de l'objectif
- A_1B_1 dans le plan focal de l'oculaire : image A'B' à l'infini (sans accomodation)

. Grossissement : $\boxed{G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{f_1'}{f_2}}$

Modèle corpusculaire

Un atome peut se desexciter vers un niveau d'énergie inférieur en émettant des photons

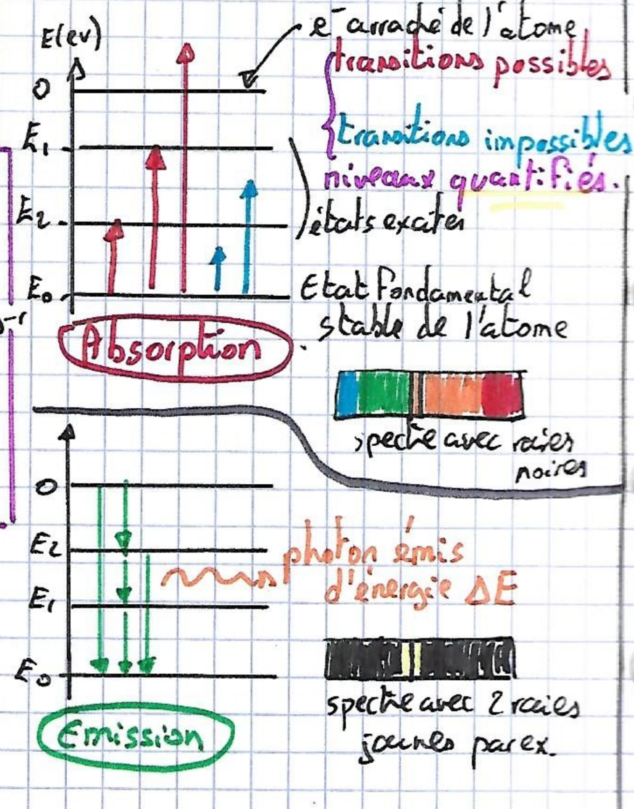
- se propageant à la vitesse de la lumière $c = 3{,}0.10^{8} m.s^{-1}$
- véhiculant une onde d'énergie $\boxed{\Delta E = \frac{h.c}{\lambda}}$
- ces niveaux d'énergies sont quantifiés

λ : longueur d'onde (m)

ΔE : energie en Joule (J)
autre unité à connaître $1eV = 1{,}6.10^{-19} J$

$h = 6{,}63.10^{-34}$ J.s constante de Planck

Permet d'identifier la nature des atomes présents dans un corps

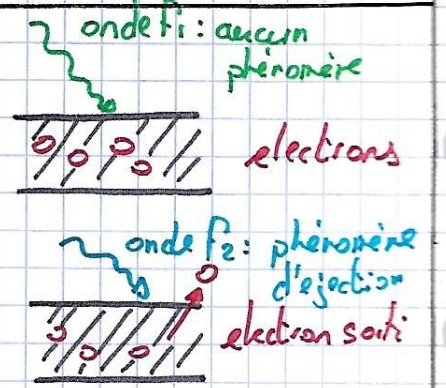


Effet photoélectrique (CH16 1G)

montre que la lumière est corpusculaire

une onde incidente éjecte les électrons d'un matériau.

- ce phénomène ne dépend pas de la quantité d'énergie de l'onde
- ce phénomène dépend uniquement de la fréquence de l'onde



Capteurs de lumière, DEL, photovoltaïques, spectroscopie I.R. UV-visible

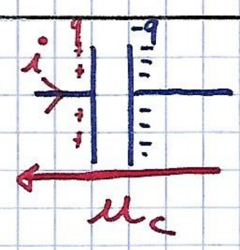
CH18 Les systèmes électriques RC

Etude du condensateur C associé à une résistance R

Le condensateur

= 2 conducteurs métalliques séparés par 1 isolant

des charges électriques (CH09 1G) s'accumulent sur les armatures.



$\boxed{q = C.u}$

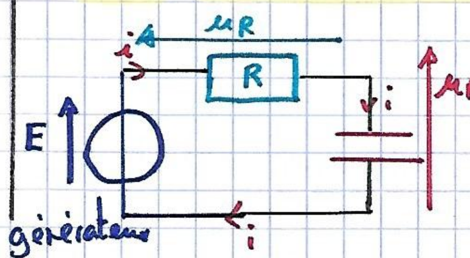
$\boxed{i = \frac{dq}{dt}}$

i : intensité en Ampère (A)

- q : charge en Coulomb (C)
- u : tension en Volt (V)
- C : capacité du condensateur en Farad C

soit $i = C.\frac{du_C}{dt}$

Charge du condensateur



. indiquer : sens de i (même sens que E)
les tensions u_R, u_C (sens opposé à i)

. loi des tensions : $E = u_R + u_C$

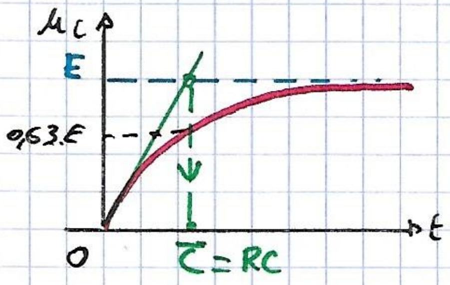
loi d'ohm (CH13 2nde) $i = \frac{dq}{dt} = C.\frac{du_C}{dt}$

$E = R.i + u_C$

$E = RC.\frac{du_C}{dt} + u_C$

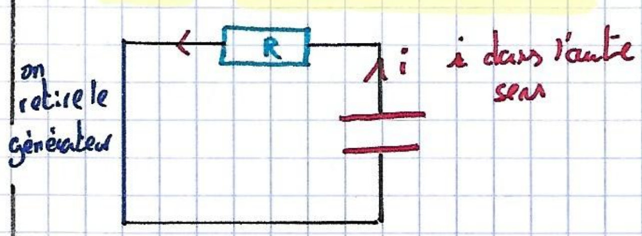
$\boxed{\frac{du_C}{dt} + \frac{u_C}{RC} = \frac{E}{RC}}$ EDL 1

solution : $u_C = E(1 - e^{-t/RC})$



constante de temps (en seconde)

Décharge du condensateur

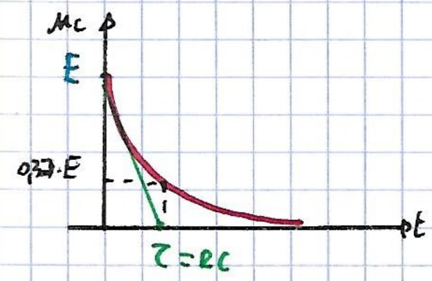


. loi des tensions : $0 = u_R + u_C$

$0 = RC\frac{du_C}{dt} + u_C$

$\boxed{\frac{du_C}{dt} + \frac{u_C}{RC} = 0}$

solution $u_C = E e^{-t/RC}$



Applications : capteur de déplacement : distance entre armatures varie, C varie donc
capteur humidité : C dépend de l'humidité
capteur tension : caractériser bobine, résistance, condensateur