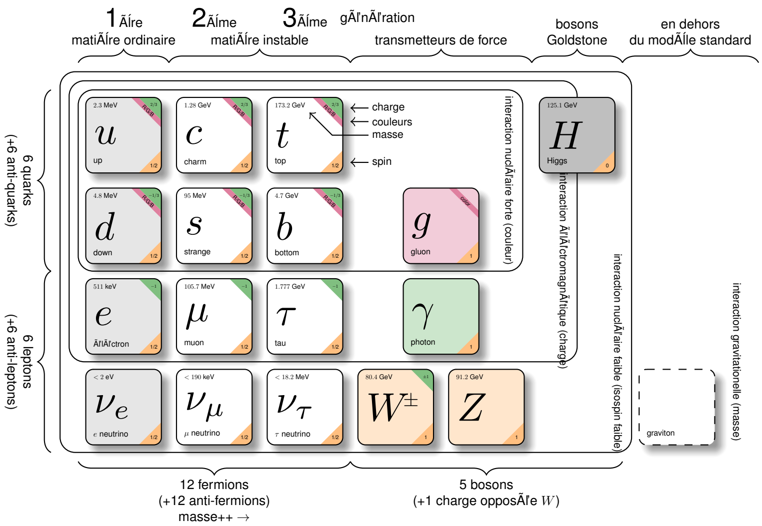
Kapitel 1

ANHANG: PHYSIK

by BRUNO

1.1 La physique des particules

Le modÃĺle standard de la physique dans sa beautÃľ incontestÃľe.



1.2 Interaction gravitationelle

Definition

L'interaction gravitationnelle est une force toujours attractive qui agit sur tout ce qui possï£¡de une masse, mais avec une intensitÃľ extrï£¡mement faible (c'est l'interaction la plus faible). Son domaine d'action est l'infini.

Un corps est considÃľrÃľ ponctuel si sa taille $\leq \dfrac{\text{distance d'observation}}{100}$

$$\overrightarrow{F_g} = -\frac{G \cdot m_a \cdot m_b}{r^2} \cdot \overrightarrow{u_{AB}}$$

Si: $r =$AB $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$(S.I) $\overrightarrow{u_{AB}} \rightarrow$ vecteur normÃľ

1.2.1 Le champ de gravitation

Definition

Tout objet de Masse M et d'origine spaciale O crÃľe autour de lui un champ gravitationnel.
En un point quelconque P, ce champ s'Ãľcrit $\vec{\mathcal{G}}_{(P)}$.
Un deuxiï£¡me objet de masse m placÃľ en ce point P est soumis a la force de gravitation:

$$\vec{F}_{O/P} = m \cdot \vec{\mathcal{G}}_{(P)}$$

D'ou on peut tirer la formule pour le champ de gravitation d'un objet considÃľrÃľ ponctuel de masse M a une distance d:

$$\mathcal{G}_o = \frac{G \cdot M}{d^2}$$

1.3 Interaction ÃľlectromagnÃľtique

Definition

L'interaction ÃľlÃľctromagnï£¡tique est une force attractive ou rÃľpulsive qui agit sur tout ce qui possï£¡de une charge ÃľlÃľctrique. Son domaine d'action est Ãľgalement l'infini.

1.3.1 Le champ Ãľlectrique

Definition

La loi de Coulomb
Dans le vide, 2 corps ponctuels A et B de charges q_a et q_b exercent l'un sur l'autre des forces :

$$\vec{F}_{A/B} = K \cdot \frac{q_a \cdot q_b}{r^2} \cdot \vec{U}_{A/B}$$

avec

$$K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9,0 \cdot 10^9 (S.I.)$$

ε_0: permittivitÃľ du vide (rÃľponse d'un milieu donnÃľ a un champ Ãľlectrique appliquÃľ) $(8,85 \cdot 10^9)$
⚠[5ex] $\vec{F}$ et $\vec{E}$ n'ont pas forcÃľment le meme sens, cela dÃľpend de la charge q

La relation entre force Ãľlectrique et champ Ãľlectrique s'exprime avec q (Coulombs), charge de source:

$$\vec{F_e} = q \cdot \vec{E}$$

$$\Rightarrow F_e = |q| \cdot E$$

Le champ Ãľlectrique s'exprime donc de cette maniere:

C

J $$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2} \cdot \vec{U}_{A/B}$$

m^2

$\vec{E}$ va dans le sens des potentiels dÃľcroissants
Les lignes de champ sont tangentes aux vecteurs champ Ãľlectrique tandis que les Ãľquipotentielles relient les points ou le champ Ãľlectrique possede la meme valeur(intensitÃľ)

Dans un condensateur plan, le champ Ãľlectrique est uniforme (lignes de champ paralleles) et la valeur du champ Ãľlectrique est

$$E = \frac{|U_{ab}|}{d}$$

J V m

et, avec Q (charge totale) et S (surface des armatures)

$$E = \frac{Q}{\varepsilon_0 \cdot S}$$

J C m^2 $S.I.$

1.3.2 Le champ magnÃľtique

Definition

Dans une bobine: Soit B_i l’intensitÃľ du champ magnÃľtique, I l’intensitÃľ du courant, N le nombre de spires (jointives) et l la longueur de la bobine,

$$B_i = \mu_0 \cdot \frac{N \cdot I}{l}$$

T $S.I.$ m

avec μ_0 la permÃľabilitÃľ du vide

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$$

On obtient deux bobines de Helmholz quand $d = R$; Le champ est donc uniforme

1.4 Mouvement, vitesse et accÃľlÃľration d’un systÃĺme physique

Definition

Dans la base de Frenet: avec a_τ l’accÃľlÃľration tangentielle et a_η l’accÃľlÃľration normale et ρ le rayon de courbure,

$$a_\tau = \frac{dV}{dt} \qquad \text{et} \qquad a_\eta = \frac{v^2}{\rho}$$

m

$$a = \sqrt{{a_\tau}^2 + {a_\eta}^2}$$

Voici les trois formules magiques pour un mouvement rectiligne uniformÃľment variÃľ:

$$a_x = cste$$

$$v_x = a_x \cdot t + v_{x0}$$

$$x = \frac{1}{2} a_x \cdot t^2 + v_{x0} \cdot t + x_0$$

Dans un mouvement circulaire de rayon R, avec $\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$ Ãľtant la vitesse angulaire,

$$V = \omega \cdot R$$

rad/s

La frÃľquence f est dÃľfinie

$$f(\text{Hz}) = \frac{1}{T(\text{s})} = \frac{\omega\,(\text{rad/s})}{2\pi(\text{rad})}$$

1.5 Les 3 lois de Newton

1.5.1 1^{ere} loi

Definition

Dans un rÃľfÃľrentiel galilÃľen, le centre d'inertie d'un solide isolÃľ ou pseudo-isolÃľ est animÃľ d'un mouvement **rectiligne uniforme** (et rÃľciproquement) :

$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0} \qquad \Leftrightarrow \qquad \text{Mvt rect. uniforme}$$

1.5.2 2^{eme} loi

Definition

Dans un rÃľfÃľrentiel galilÃľen, le PFD prÃľdit que

$$\sum \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a}$$

1.5.3 3^{eme} loi

Definition

C'est le principe de l'action et de la rÃľaction. Soient A et B deux centres d'inertie de deux objets dans un rÃľfÃľrentiel galilÃľen :

$$\vec{F}_{A\to B} = -\vec{F}_{B\to A}$$

1.6 ÃĽnergies et TEC

Definition

L'Ãľnergie fait bouger des choses... Il existe plusieures formes d'Ãľnergie :

- E_c L'Ãľnergie cinÃľtique, Vitesse v : $E_c = 1/2 \cdot m \cdot v^2$
- E_{pp} L'Ãľnergie potentielle de pesanteur, Altitude z : $E_{pp} = m \cdot g \cdot z$
- E_{pe} L'Ãľnergie potentielle Ãľlastique, Longueur dÃľformÃľe x : $E_{pe} = 1/2 \cdot k \cdot x^2$
- E_{th} L'Ãľnergie thermique, TempÃľrature T
- E_c L'Ãľnergie potentielle Ãľlectrique : $E_c = 1/2 \cdot C \cdot U_c^2$
- E_m L'Ãľnergie potentielle magnÃľtique : $E_m = 1/2 \cdot L \cdot i^2$
- Les Ãľnergies physique, chimique et nuclÃľaire, Masse des corps m

L'Ãľnergie peut cependant changer de forme par un travail, transfert d'Ãľnergie :

- travail mÃľcanique W_m (force) : $W_{A\to B}(\vec{F}) = W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \overrightarrow{AB} = F \cdot AB \cdot \cos\alpha$

- travail Ãľlectrique W_e (courant Ãľlectrique) : $W_{A\to B}(\vec{F}_e) = q \cdot (V_A - V_B)$
- travail rayonnant W_r (rayonnement)
- chaleur Q (chaleur)

On retient aussi :

$$W_{AB}(\vec{P}) = m \cdot g \cdot (z_A - z_B)$$
$$W_{AB}(\vec{f}) = -f \cdot \widetilde{AB}$$
$$W_{AB}(\vec{R}_n) = 0$$
$$W_{AB}(\vec{F}_R) = 1/2 \cdot k \cdot ({x_B}^2 - {x_A}^2)$$

La **puissance moyenne** mesure la quantitÃľ d’Ãľnergie transfÃľrÃľe par seconde :

$$P_m(\vec{F}) = \frac{\overbrace{W_{AB}(\vec{F})}^{J}}{\underbrace{\Delta t}_{s}}$$

La **puissance instantanÃľe**:

$$P(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{v} = F \cdot v \cdot \cos\alpha$$

Le **TEC** :

$$\Delta E_{cA\to B} = \sum W_{AB}(\vec{F}_{ext})$$

1.7 L’analyse dimensionnelle

Definition

Les diffÃľrentes dimensions sont :

- Longueur L
- Masse M
- DurÃľe T
- TempÃľrature θ
- IntensitÃľ Ãľlectrique I
- IntensitÃľ lumineuse J
- QuantitÃľ de matiÃĺre N

Il ne faut pas oublier les grandeurs sans dimensions, comme les angles ou les facteurs...

1.8 Mouvements dans le champ de pesanteur uniforme

Definition

La force de frottement du fluide sur le corps peut Ãłtre donnÃľe par l’expression:

$$f = k \cdot v^n$$

oÃź k contient le coefficient de pÃľnÃľtration du corps et la nature du fluide et n est rÃľel. Ce sont des coefficients seulement dÃľterminables par des expÃľriences.

Pour des petites vitesses (quelques cm/s), $n = 1$, la force de frottement est donc proportionnelle Ãă la vitesse du corps. Dans le cas d'une sphÃĺre de rayon R et η la viscositÃľ,

$$f = (6\pi \cdot \mathbb{R} \cdot \eta) \cdot v$$

Pour des vitesses plus grandes (quelques m/s), $n = 2$ convient mieux. Si S est la section, C_x le coefficient de trainÃľe, ρ_{fluide} la masse volumique,

$$f = \frac{1}{2} C_x \cdot \rho_{fluide} \cdot S \cdot v^2$$

Dans une chute non libre, le rÃľgime **permanent** est atteint quand $\vec{P} = -\vec{f}$, donc quand $a = \frac{dv}{dt} = 0$.

1.9 Mouvements de satellites et des planÃĺtes

Definition

L'accÃľlÃľration d'un satellite terrestre est Ãľgal au champ de gravitation:

$$\vec{a} = \vec{\mathcal{G}}$$

Des formules souvent retrouvÃľes sont :

$$g_0 \approx \mathcal{G}_0 = \frac{G \cdot M_T}{{R_T}^2} \Leftrightarrow G \cdot M_T = g_0 \cdot {R_T}^2$$

$$a = a_n = \frac{G \cdot M_T}{r^2} = \frac{v^2}{r} \Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{r}} = \sqrt{\frac{g_0 \cdot {R_T}^2}{(R_T + h)}}$$

$$V = \frac{d}{t} = \frac{2\pi r}{T} \Leftrightarrow T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi r}{\sqrt{\frac{G \cdot M_T}{r}}} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{r^3}{G \cdot M_T}} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{(R_T + h)^3}{g_0 \cdot {R_T}^2}}$$

1.9.1 Les 3 lois de Kepler

Definition

1**Ãĺre loi :**
La trajectoire d'un astre (solaire) est une Ãľllipse dont le soleil est un des foyers

2**Ãĺme lo :**
Si la planÃĺte met la mÃĺme durÃľe pour aller de $A \to B$ que de $C \to D$, alors $\mathcal{A}_{AMB} = \mathcal{A}_{CMD}$

3**Ãĺme loi :**

$$\frac{T^2}{a^3} = cste$$

1.10 SystÃĺmes oscillants

Definition

A COMPLETER APRES AVOIT FAIT LES OSCILLATEURS ÃĽLECTRIQUES
La pÃľriode propre d'un pendule simple, non amorti est :

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

Bien que T_0 est aussi proportionnel Ãă l'amplitude θ, ce facteur peut Ãłtre nÃľgligÃľ dans nos calculs

La pÃľriode propre d'un pendule Ãľlastique horizontal non amorti est :

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

On remarque que la **pulsation propre** ω_0 d'un pendule Ãľlastique horizontal non amorti est un peu comme la vitesse angulaire pour un oscillateur :

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Dans le cas d'un systÃĺme oscillant amorti, on distingue entre un rÃľgime **pseudo-pÃľriodique** et un rÃľgime **apÃľriodique** (aucune oscillation)

1.11 Oscillateurs mÃľcaniques en rÃľgime forcÃľ

Definition

La bande passante est l'intervalle des frÃľquences pour lesquelles le rÃľsonnateur donne une rÃľponse importante en amplitude. Elle est dÃľterminable sur le graphique de l'amplitude en fonction de la frÃľquence. On fait $\frac{X_{mres}}{\sqrt{2}}$ et on retrouve la largeur de la bande passante $\Delta f = f_2 - f_1$. Il en rÃľsulte le facteur de qualitÃľ Q :

$$Q = \frac{f_{res}}{\Delta f} \approx \frac{f_0}{f_2 - f_1}$$

1.12 ÃĽmission, propagation et rÃľception des ondes

Definition

La cÃľlÃľritÃľ (vitesse de propagation) de l'onde est constante dans un milieu non dispersif.

$$v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f$$

Une onde est pÃľriodique dans l'espace et dans le temps. Dans un moment donnÃľ, les points P_1 et P_2 du milieu (en gros, deux courbes d'onde) sont en phase si

$$d(P_1; P_2) = k \cdot \lambda \quad ; k \in \mathbb{Z}$$

et ils sont en opposition de phase si

$$d(P_1; P_2) = (2k+1) \cdot \frac{\lambda}{2}; \in \mathbb{Z}$$

L’indice de rÃľfraction n et la cÃľlÃľritÃľ v_Φ des ondes Ãľlectromagn Ãľtiques sont proportionnels:

$$v_\Phi = \frac{c}{n}$$

1.13 Diffraction des ondes

Definition

Il y a seulement diffraction si l’obstacle de l’onde a une dimension du mÃłme ordre de grandeur que celle-ci.
L’Ãľcart angulaire pour la diffraction par une fente est, avec a largeur de la fente, θ, mesurÃľ entre le milieu de la tache centrale et la premiÃĺre extinction :

$$\theta = \frac{\lambda}{a}$$

1.14 Particules chargÃľes dans un champ Ãľlectrique ou magnÃľtique

Definition

La force magnÃľtique s’exerÃğant sur une particule de charge q est

$$\vec{F}_m = q \cdot (\vec{v} \times \vec{B})$$

, d’aprÃĺs la loi de Lorentz. On utilise la rÃĺgle de la main droite pour le produit vectoriel.
Et dans la plupart des cas, α vaut 90

$$\Rightarrow F_m = |q| \cdot v \cdot B \cdot \sin(\alpha)$$

La trajectoire d’une particule chargÃľe dans un champ magnÃľtique est circulaire, lorsqu’on reste dans un plan. La trajectoire dans un champ Ãľlectrique est une parabole. La trajectoire rectiligne suivant l’accÃľlÃľration dans E passe par le milieu d’une des faces du condensateur.

1.15 Action d’un champ magnÃľtique sur un circuit parcouru par un courant

Definition

L’intensitÃľ instantanÃľe dans un circuit Ãľlectrique est dÃľfinie par :

$$i = \frac{\mathrm{d}Q}{\mathrm{d}t}$$

Un conducteur rectiligne de longueur l, parcouru par un courant continu d’intensitÃľ I et placÃľ dans un champ magnÃľtique uniforme $\vec{B}$ ($\vec{l}$: pouce, $\vec{B}$: index, $\vec{F_l}$: majeur) :

$$\vec{F_l} = I \cdot (\vec{l} \times \vec{B})$$

Le flux magnÃľtique dans une bobine a l’unitÃľ Weber (Wb) :

$$\Phi = N \cdot \vec{B} \cdot \vec{S} = N \cdot B \cdot S \cdot \cos\alpha$$

La fem d’induction suite a une variation du flux :

$$e = -\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t}$$

$$\Rightarrow i = \frac{e}{R} = -\frac{1}{R} \cdot \frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t}$$

1.16 DipÃťles dans un circuit

1.16.1 Lois gÃľnÃľrales de dipÃťles

Definition

La loi d'Ohm gÃľnÃľralisÃľe, avec e, force Ãľlectromotrice Ãľventuelle

$$U_{AB} = R_{AB} \cdot I_{AB} - e_{AB}$$

La puissance Ãľlectrique instantanÃľe aux bornes d'un dipÃťle AB est exprimÃľe en Watt (W) :

$$\mathcal{P} = U_{AB} \cdot i_{AB}$$

La puissance Ãľlectrique instantanÃľe (la bobine reÃğoit un travail Ãľlectrique W) :

$$P = \frac{\mathrm{d}W}{\mathrm{d}t}$$

1.16.2 Le dipÃťle (R,L)

Definition

La Loi de Faraday-Lenz, avec L, inductance de la Bobine (Henri H)

$$e = -L \cdot \frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$$

Le flux propre appelÃľ flux d'autoinduction de la bobine (WB)

$$\Phi = L \cdot i$$

La constante de temps τ :

$$\tau = \frac{L}{R}$$

La tension aux bornes d'une Bobine avec une rÃľsistance propre r si $i_{A\to B}$

$$u_{AB} = r \cdot i + L \cdot \frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$$

L'Ãľquation diffÃľrentielle Ãă Ãľtablir aura toujours des $+$

$$U_G = R_T \cdot i + L \cdot \frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$$

L'Ãľnergie (potentielle) magnÃľtique emmagasinÃľe par une bobine est :

$$E_m = \frac{1}{2} \cdot L \cdot i^2$$

1.16.3 Le dipÃťle (R,C)

Definition

La capacitÃľ du condensateur C (Farad F) est sa capacitÃľ Ãą acquÃľrir une certaine charge :

$$q = C \cdot U_c$$

La capacitÃľ C en fonction de l'aire de la surface des armatures A, de la distance entre les armatures d et la permittivitÃľ absolue de l'isolant ε. ε_0 est la permittivitÃľ du vide et ε_r la permittivitÃľ relative ou constante diÃľlÃľctrique du matÃľriau utilisÃľ :

$$C = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot A}{d}$$

Lors de l'association en sÃľrie, l'inverse des capacitÃľs est additionnÃľ :

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + ... + \frac{1}{C_n}$$

BranchÃľs en parallÃĺle, les capacitÃľs des condensateurs sont additionnÃľes.

La constante de temps τ : $\tau = R \cdot C$

L'intensitÃľ aux bornes du condensateur lors de la charge et de la dÃľcharge :

$$i = C \cdot \frac{\mathrm{d}U_C}{\mathrm{d}t} = C \cdot \frac{\mathrm{d}U_{AB}}{\mathrm{d}t}$$

L'Ãľquation diffÃľrentielle Ãă Ãľtablir aura toujours des $+$

$$U_G = \frac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t} + \frac{q}{RC}$$

L'Ãľnergie (potentielle) Ãľlectrique emmagasinÃľe par le condensateur initialement dÃľchargÃľ est :

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U_c^2$$

1.16.4 Le dipÃťle (R,L,C) et les oscillations Ãľlectriques

Definition

On rappelle la pulsation propre $\omega_0 = \dfrac{2\pi}{T_0}$

La pÃľriode propre T_0 des oscillations Ãľlectriques est :

$$T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$$

$$\Rightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$