Fomesoutra.com
ça soutra !

Collection MÉTHODE

TCHIEGANG Alain
TCHEBONSOU Méthode
TEKAM Raoul
KAMGAING GUY

679 36 93 52

Tle
Méthode

PHYSIQUE

Terminale C et E

Le cours complet

Tous les exercices du livre

Les anciens sujets

Tous les corrigés

100% du programme

AJT Educational Services

AJT Educational Services

Collection MÉTHODE

TCHIEGANG Alain (PLEG / Master II)
TCHEBONSOU Méthode (PLEG / DEA)
TEKAM Raoul (PLEG)
KAMGAIN GUY (PLEG / IPR)

Tle Méthode Méthode Méthode

PHYSIQUE

Terminale C et E

100% du programme

- Le cours complet
- Tous les exercices du livre
- Les anciens sujets
- Tous les corrigés

AJT Educational Services

679 36 93 52 / 697 46 63 89 / 691 49 02 07

PRÉFACE

Après le bord de physique première CD et TI, nous nous sommes penchés sur celui de Terminale scientifique avec le même objectif : démystifier la physique au secondaire dans le contexte de l'approche par les compétences.

En restant fidèle à notre philosophie, nous mettons à votre disposition (élèves et enseignants) un document ayant la structure suivante :

> une situation de vie par module précédée des compétences terminales,

> des leçons structurées suivant l'APC avec en entrée des objectifs, une situation problème didactique par leçon (nous avons supprimé les prérequis et les activités par séance pour des soucis de volume),

> les énoncés de tous les exercices des ressources et des compétences du livre au programme avec correction des erreurs et des améliorations,

> une panoplie d'exercices pour compenser les manquements du livre au programme,

> des anciens sujets d'examen,

> tous les corrigés détaillés,

Pour concilier le fond et la forme, nous avons pris le soin de faire des dessins et graphes de qualités supérieures et avec une précision chirurgicale.

Nous vous souhaitons bonne dégustation et de nous faire parvenir vos remarques et suggestions.

les auteurs

Table des matières

Module 1

Mesures et incertitudes

Leçon 1 : Rappels sur les mesures et incertitudes 2
Leçon 2 : Dimension d'une grandeur et équations aux dimensions 8

Module 2

Mouvements et interactions : évolutions temporelles des systèmes mécaniques

Leçon 3 : Forces et champ de gravitation 17
Leçon 4 : Forces et champ électriques 22
Leçon 5 : Forces et champ magnétiques 28
Leçon 6 : Les lois de Newton sur le mouvement 34
Leçon 7 : Étude des mouvements dans le champ de pesanteur 42
Leçon 8 : Mouvement dans un champ électrique uniforme ou dans un champ magnétique uniforme 54
Leçon 9 : Les oscillateurs mécaniques 62

Module 3

Électricité : évolutions temporelle des circuits électriques et électroniques

Leçon 10 : Les condensateurs 87
Leçon 11 : Étude des circuits électriques comportant un condensateur 92
Leçon 12 : Étude de quelques dipôles commandés et capteurs ; Les chaînes électroniques 109

Module 4

Ondes : les supports des messages que nous utilisons

Leçon 13 : Généralités sur les systèmes oscillants 121
Leçon 14 : Les ondes mécaniques 130
Leçon 15 : Aspect ondulatoire de la lumière et effet Doppler 144
Leçon 16 : Niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène 154
Leçon 17 : Effet photoélectrique et effet Compton 160
Leçon 18 : Introduction à la physique nucléaire 168

Sujets OBC

Anciens Sujets au baccalauréat C

Sujet 1 : Physique théorique 2021 181
Sujet 2 : Physique théorique 2022 187
Sujet 3 : Physique théorique 2023 193
Sujet 4 : Physique théorique 2024 198

Rappel sur les Mesures et incertitudes

Objectifs Pédagogiques

- *donner les qualités d'un instrument de mesure,*
- *évaluer les incertitudes types et élargies.*

Situation Problème Didactique

Un menuisier basé à Bertoua demande au fondateur du collège Henri Dumont de lui faire parvenir les dimensions d'une porte de son établissement. Le fondateur fait alors appel à un enseignant puis à un groupe d'élèves de première C.

- L'enseignant utilise un mètre ruban (gradué en millimètre) et obtient $H = 204,2\ cm$ et $l = 93,4\ cm$. il précise ensuite que le niveau de confiance approprié est de 95%.
- Les élèves utilisent le même mètre ruban mais effectuent une série de mesures et consignent les résultats dans le tableau suivant :

élèves	1	2	3	4	5
$H(cm)$	203,1	202,8	204,5	204,3	205,1
$\ell(cm)$	93,1	92,5	92,8	94,1	94,3

Face à ces multiples valeurs, le fondateur est confus.

Tâche : *Après avoir identifié le problème qui se pose, aide le fondateur à choisir la valeur à transmettre au menuisier.*

. . . .

1.1 Qualités d'un instrument de mesure

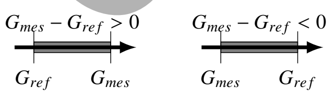
La fidélité, la sensibilité, la justesse.

1.2 Notion d'erreur

On appelle **erreur de mesure** la différence entre le résultat mesuré et une valeur de référence (obtenu à partir d'une méthode ou d'une mesure standard).

Soient G une grandeur physique, G_{ref} une valeur de référence et G_{mes} la valeur mesurée. on a :

- erreur : $G_{mes} - G_{ref}$,
- erreur relative : $\dfrac{G_{mes} - G_{ref}}{G_{ref}}$.



Remarque(s)

- *L'erreur possède un signe qui precise si la mesure sous-estime ou surestime la valeur exacte.*
- *Cette information est perdue si l'erreur est exprimée en valeur absolue (erreur absolue $\Delta G = |G_{mes} - G_{ref}|$) comme c'est le cas le plus souvent.*

Il existe plusieurs familles d'erreur :

- **Les erreurs aléatoires ou accidentelles** : ce sont les erreurs que l'on constate en réalisant un grand nombre de mesures dans les mêmes conditions.
- **Les erreurs systématiques** : elles sont liées à l'appareil de mesurer et peuvent disparaître par réglage.

1.3 Incertitude sur une mesure

Une **incertitude de mesure** est un paramètre qui caractérise la dispersion des valeurs autour d'une valeur "moyenne" (meilleure estimation) d'un mesurande.

Elle traduis l'impossibilité de connaître exactement la valeur du mesurande.

1.3.1 Évaluation de l'incertitude-type A

Pour une série de n mesures, d'une grandeur x, dans les mêmes conditions on a :

Valeur moyenne ou meilleure estimation $\bar{x}$

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i, \tag{1.1}$$

Écart type σ

$$\sigma_{n-1} = \sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2} \tag{1.2}$$

Incertitude-type A

$$u(X) = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \tag{1.3}$$

1.3.2 Évaluation de l'incertitude-type B

L'incertitude de type B dépend de l'instrument utilisé et des informations données par le fabriquant.

Instrument muni de graduations ou analogique

Incertitude de lecture

$$u_{\text{lecture}} = \frac{1 \text{ graduation}}{\sqrt{12}} \tag{1.4}$$

$$u_{\text{double lecture}} = \sqrt{2}u_{\text{lecture}} = \frac{1 \text{ graduation}}{\sqrt{6}} \tag{1.5}$$

Les mesures suivantes en volt sont prises sur la tension de sortie d'un amplificateur à gain élevé qui est perturbé à cause d'une fluctuation du bruit : 1,53 ; 1,57 ; 1,54 ; 1,54 1,50 ; 1,51 ; 1,55 ; 1,54 ; 1,56 ; et 1 ;53.

1. Déterminer la valeur moyenne et l'écart-type.

2. Estimer la précision avec laquelle la valeur moyenne est déterminée à partir de ces 10 mesures.

3. Si 1000 mesures ont été prises, au lieu de 10, mais σ est resté le même, de combien l'exactitude de la valeur moyenne calculée pourrait être améliorée ?

Exercice 6 : `(6 page 18)`

Dans tout l'exercice, on exprimera chaque résultat avec le nombre de chiffres significatifs adéquat. Expliquer votre démarche.

1. Un objet de masse $m = 28,31\,g$ est soumis au champ de pesanteur $g = 9,81\,m/s^2$. Quel est son poids ?

2. Soit un réseau à une seule maille dans lequel un générateur délivre une tension U aux bornes de trois dipôles en série. Les tensions mesurées en convention récepteur aux bornes de chacun de ces dipôles sont : $U_1 = 2,81\,V$; $U_2 = 3,0\,V$ et $U_3 = 0,33\,V$. Le générateur débite un courant d'intensité $I = 680\,mA$.

2.1. Quelle est la tension aux bornes du générateur ?

2.2. Quelle est la puissance fournie par le générateur au circuit ?

Exercice 7 : `(7 page 18)`

On effectue 20 mesures du diamètre d'un cylindre à l'aide d'un pied à coulisse et on obtient $D = (0,018 \pm 0,01)\,mm$.

1. Pour quelle raison a-t-on effectué plus d'une mesure ?

2. L'écriture de D est-elle correcte ? sinon la corriger.

3. En vous aidant de l'écriture de D, déterminer son incertitude relative IR.

4. Évaluer l'incertitude-type sur la moyenne de ces 20 observations.

C. Utilisation Des Ressources

Exercice 8 : `(8 page 18)`

Pour déterminer la dose d'un traitement à appliquer à son patient, un médecin doit déterminer le volume d'une tumeur. Pour cela, il fait passer une IRM à son patient et observe sur l'image une tache de $12\,mm$ de long, $6\,mm$ de large et $3\,mm$ d'épaisseur. Chaque distance est déterminée avec une incertitude de 10%. En estimant que la tumeur occupe 60% du volume du parallélépipède ayant les dimensions indiquées ci-dessus, quel est le volume de la tumeur avec son incertitude ?

Exercice 9 : `(9 page 18)`

Dans le cas des interférences de Young, l'interfrange i s'exprime selon la relation : $i = \dfrac{\lambda D}{a}$, où $\lambda = (532 \pm 1)\ nm$ est la longueur d'onde du laser utilisé, $D = (2,150 \pm 0,005)\ m$ est la distance entre le plan des fentes et l'écran d'observation et $a = (100 \pm 1)\ \mu m$ est la distance entre les deux fentes. Toutes les incertitudes fournies correspondent à un niveau de confiance de 95%. Déterminer la valeur de l'interfrange en l'exprimant selon $i = i_m \pm \Delta i$.

Exercice 10 : `(10 page 19)`

1. La mesure de la hauteur h et du diamètre D d'un cylindre à l'aide d'un pied à coulisse a donné $h = D = (4,000 \pm 0,005)\ cm$. Celle de sa masse a conduit au résultat $m = (392,05 \pm 0,05)\ g$. Calculer le volume du cylindre et sa masse volumique.

2. On mesure la longueur l et la période T d'un pendule. On obtient $l = (1,000 \pm 0,005)\ m$ et $T = (2,00 \pm 0,01)\ s$. Vous calculez l'accélération de la pesanteur donnée par $g = 4\pi^2 \dfrac{l}{T^2}$. Quelle est l'erreur absolue ? et quelle est l'erreur relative ?

Exercice 11 : `11 Page 19 modifié`

1. Deux résistances ont des valeurs $R_1 = (10,7 \pm 0,2)\ \Omega$ $R_2 = (26,5 \pm 0,5)\ \Omega$.

1.1. Quelle est la valeur de la résistance équivalentes quand elles sont connectées en série, en parallèle ?

1.2. Déduire l'erreur sur la résistance équivalente dans chaque cas.

2. Une résistance $R = 5,1\ \Omega$ est traversée pendant $60,0\ s$ par un courant continu d'intensité $2,2\,A$. Quelle est l'énergie thermique dépensée dans cette résistance ? Donner son incertitude absolue (donner le résultat avec deux chiffres significatifs).

Les incertitudes absolues des différents termes sont au plus égales à une unité de l'ordre du dernier chiffre.

Exercice 12 : `(12 page 19)`

On considère la relation qui relie l'angle de perte φ d'un condensateur, la capacité C, la résistance R et la fréquente f suivante : $\tan\varphi = 2\pi RCf$.

1. Calculer l'incertitude absolue commise sur $\tan\varphi$: on donne $R = 4500\,k\Omega$ à 1% près ; $C = 3300\,pF$ à 0,5% près et $f = 1000\,Hz$ à 2% près ;

2. Exprimer correctement le résultat de mesure de $\tan\varphi$.

3. De la permittivité du vide ϵ_0 qui apparaît dans l'expression de la force d'interaction électrique (loi de Coulomb) : $F = \dfrac{|qq'|}{4\pi\epsilon_0 r^2}$.

4. De la perméabilité magnétique du vide μ_0 qui apparaît dans la loi de Laplace qui permet de prévoir la force d'interaction entre deux fils conducteurs parallèles de longueur L, placés dans le vide, séparés par une distance d et parcourus par des courants I et I' : $F = \dfrac{\mu_0 I.I'.L}{4\pi d}$.

Exercice 7 : `(7 page 26)`

La fréquence de vibration d'une goutte d'eau dépend de plusieurs paramètres. On supposera que la tension superficielle est le facteur prédominant dans la cohésion de la goutte. Par conséquent, les facteurs intervenant dans l'expression de la fréquence de vibration f seront :

- R, le rayon de la goutte,
- ρ, la masse volumique de l'eau, pour tenir compte de l'inertie,
- A, la constante intervenant dans l'expression de la force due à la tension superficielle (la dimension de A est celle d'une force par unité de longueur).

La tension superficielle est la force qu'il faut appliquer par unité de longueur le long d'une ligne perpendiculaire à la surface d'un liquide en équilibre pour provoquer l'extension de cette surface. On écrira donc : $f = k_1 R^{\alpha}\rho^{\beta}A^{\gamma}$, où k_1 est une constante sans dimension.

En déduire les valeurs de α, β et γ.

Exercice 8 : `(8 Page 27)`

Donner l'expression de la période T_p d'un pendule formé d'une boule de rayon R et de masse m, sachant qu'elle dépend du coefficient de viscosité de l'air η, du rayon de la boule R et de sa masse volumique ρ. On donne la force de viscosité de Stocks par : $f = -6\pi\eta R v$, où v est la vitesse linéaire de la boule.

Exercice 9 : `(9 Page 27)`

Une grandeur physique G s'écrit sous la forme suivante : $G = \dfrac{t^2 lg}{4\pi} - l^2$, avec t un temps, l une longueur et g l'accélération de la pesanteur.

1. Trouver l'équation aux dimensions de G et en déduire son unité.

2. Δt et Δl représentent, respectivement, les incertitudes absolues sur t et l. Déterminer la relation qui donne l'incertitude absolue ΔG.

Exercice 10 : `(10 Page 27)`

La hauteur H d'un liquide de masse M contenu dans un cylindre de rayon R est donnée par la relation $H = \dfrac{2\sigma\cos\alpha}{\rho g R}$, où α est l'angle de contact liquide-cylindre, ρ représente la masse volumique du liquide et g l'accélération de la pesanteur.

1. Trouver la dimension de la grandeur σ.

2. Trouver l'expression de l'incertitude relative sur σ en fonction de ΔR, Δg, ΔM et $\Delta\alpha$.

Exercice 11 : `(11 Page 27)`

La troisième loi de Kepler relie la période T et le demi-grand axe a de l'orbite d'une planète autour du Soleil : $\dfrac{T^2}{a^3} = \dfrac{4\pi^2}{GM_S}$, avec G la constante de gravitation universelle et M_S la masse du Soleil.

Données : $G = (6,668 \pm 0,005) \times 10^{-11} SI$.

Pour la Terre : $T = (365,2563656 \pm 0,0000001)$ jours ; $a = (1,4960 \pm 0,0003)\ .10^{11} m$.

1. Déterminer la dimension et l'unité de G

2. Déterminer la masse du Soleil et l'incertitude ΔM_S sur cette masse.

Corrigés des Ressources

A. Vérification des Savoirs

Corrigé Exercice 1 : `(1 page 25)`

1. Définitions

Dimension d'une grandeur physique : caractéristique qui renseignent sur la nature physique d'une grandeur.

Équation aux dimensions : équation reliant la dimension d'une grandeur à celle des grandeurs dont elle dépend.

Exposant dimensionnel : nombre entier relatif, puissance de la dimension d'une grandeur de base dans une équation aux dimensions.

Analyse dimensionnelle : outil théorique servant à interpréter les problèmes à partir des grandeurs physiques mises en jeu.

2. Deux utilités de l'analyse dimensionnelle.

— déterminer l'unité SI d'une grandeur dérivée en fonction des unités de bases.

— établir une formule

3. **vrai** ou **faux**.

3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
vrai	faux	faux	vrai	faux

Module 2

MOUVEMENTS ET INTERACTIONS : ÉVOLUTIONS TEMPORELLES DES SYSTÈMES MÉCANIQUES

FAMILLES DE SITUATIONS

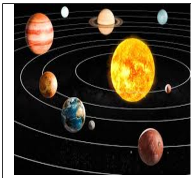
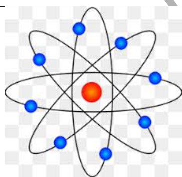
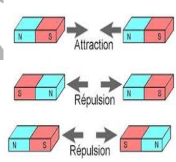
Mouvement des objets de l'environnement

Compétences à faire developper

1. *Analyse des interactions entre objets dues à leur masse,*
2. *Analyse d'interaction entre des objets électriquement chargés,*
3. *Mise en œuvre des principes de conservation et des lois de Newton à l'explication de l'évolution temporelle des systèmes mécaniques.*

SITUATION DE VIE

Les photos ci-dessous illustrent les phénomènes, systèmes, et objets de notre galaxie et environnement.

		
1	2	3
		
4	5	6

1. Commenter brièvement chacune des images en insistant sur les interactions mises en évidence dans chaque cas.
2. Quelles sont les conséquences de ces interactions sur les objets des différentes photos ?
3. Existe-il d'autres interactions non mise en évidence sur ces images ? Si oui lesquelles ?

LISTE DES LEÇONS OU SEQUENCES D'ACTIVITÉ DU MODULE

1. Forces et champ de gravitation,
2. Forces et champ électriques,
3. Forces et champ magnétiques,
4. Les lois de Newton sur le mouvement,
5. Étude des mouvements dans le champ de pesanteur,
6. Mouvement dans un champ électrique uniforme ou dans un champ magnétique uniforme,
7. Les oscillateurs mécaniques.

6.4.2 Deuxième loi de Newton : théorème du centre d'inertie

Énoncé de la RFD de translation

Dans un référentiel Galiléen, la somme des forces extérieures appliquées à un solide est égale à la dérivée par rapport au temps de son vecteur quantité de mouvement.

$$\sum \overrightarrow{F_{ext}} = \frac{d\vec{p}}{dt} \tag{6.18}$$

Théorème du centre d'inertie (TCI)

Dans un référentiel Galiléen, la somme des forces extérieures appliquées à un solide est égale au produit de la masse m du solide par le vecteur accélération de son centre d'inertie G.

$$\sum \overrightarrow{F_{ext}} = m\vec{a}_{\text{G}} \tag{6.19}$$

NB : Cette loi n'est valable que dans les référentiels galiléens et pour les mobiles de vitesse inférieure au dixième de la vitesse de la lumière.

Énoncé de la RFD de rotation

Dans un référentiel galiléen, la somme des moments des forces extérieures agissant sur un solide mobile autour d'un axe (△), est égale au produit du moment d'inertie de se solide par rapport à l'axe (△) et du vecteur accélération angulaire de son centre d'inertie

$$\sum \mathcal{M}(\overrightarrow{F_{ext}}) = J_{\triangle}\ddot{\theta} \tag{6.20}$$

où $\ddot{\theta}$ est l'accélération angulaire d'unité (SI) rad/s, $J_{\triangle}$ le moment d'inertie du solide par rapport à l'axe de rotation △.

Théorème de Huygens

Le moment d'inertie d'un solide de masse m par rapport à un axe (△′) est égale à son moment d'inertie par rapport à axe (△) parallèle à (△) et passant par le centre de gravité augmenté du produit md^2, d étant la distance entre les deux axes.

$$J_{\triangle'} = J_{\triangle} + md^2 \tag{6.21}$$

6.4.3 Consigne pour la résolution d'un problème de dynamique

1. Définir le système à étudier
2. Définir le référentiel d'étude (il doit être galiléen pour que les lois de Newton y soient valable)
3. Associer un repère d'espace et un repère de temps au référentiel s'ils ne sont pas donnés par l'énoncé
4. Faire l'inventaire des forces extérieures appliquées au système
5. Appliquer le TCI ou la RDF au système

6.4.4 Troisième loi de Newton ou principe d'interaction

Lorsqu'un corps A exerce sur un corps B une action mécanique modèle par la force $\vec{F}_{\text{A/B}}$, alors le corps B exerce sur le corps A l'action mécanique modèle par la force $\vec{F}_{\text{B/A}}$. Que les corps A et B soient au repos ou en en mouvement, cette force est telle que $\vec{F}_{\text{A/B}}$ et $\vec{F}_{\text{B/A}}$ ont la même droite d'action et $\vec{F}_{\text{A/B}} = -\vec{F}_{\text{B/A}}$

Evaluation des Ressources

A. Vérification des Savoirs

Exercice 1 :

1. Définir : référentiel, système pseudo-isolé, référentiel galiléen, centre d'inertie, forces extérieures, forces intérieures, mouvement circulaire uniforme.

2. Énoncer : Le principe de l'inertie ; le théorème du centre d'inertie ; le principe des actions réciproques.

3. Écrire la relation traduisant : Le principe de l'inertie ; le théorème du centre d'inertie en précisant les limites de validité de cette expression ; le principe des actions réciproques.

4. Donner :

4.1. La relation fondamentale de la dynamique du solide en translation.

4.2. La relation fondamentale de la dynamique du solide en rotation, en explicitant tous les termes.

4.3. Les grandeurs analogues en les classant deux à deux.

5. Pour un mouvement circulaire uniforme, définir les termes suivants : Période, fréquence.

6. Comment démontrer qu'un mouvement est circulaire uniforme ?

7. Donner dans la base de Frenet les coordonnées de la résultante des forces extérieures appliquées à un mobile décrivant un mouvement circulaire uniforme.

Exercice 2 :

Répondre par vrai ou faux

1. Un livre posé sur une table n'est soumis à aucune force.

2. Le principe des actions réciproques ne s'applique que si les corps sont au repos.

3. Un repère ayant pour origine le centre de la Terre est un repère du référentiel terrestre

4. Le centre d'inertie d'un système pseudo-isolé effectue toujours un mouvement rectiligne uniforme dans un référentiel galiléen.

5. Au cours du mouvement rectiligne uniforme d'un mobile, l'accélération est nulle.

6. L'accélération subie par un corps de masse constante m est proportionnelle à l'intensité de la somme des forces extérieures qui s'y appliquent.

7. La Terre exerce sur un objet une force d'intensité supérieure à celle de la force exercée par l'objet sur la Terre.

8. Un solide est d'autant plus inerte que son moment d'inertie est faible.

B. Application Directe Des Ressources

Exercice 3 :

On lance du bord du toit d'un édifice haut de $45\,m$, une pierre avec une vitesse initiale $\vec{V_0}$, verticale, de valeur $20\,m/s$ dirigée vers le haut. La pierre s'élève puis retombe jusqu'au sol.

Déterminer :

1. Les équations horaires de la vitesse et de la position du centre d'inertie de la pierre.

2. La durée nécessaire pour que la pierre repasse près de son point de lancement, puis la vitesse à cet instant.

3. la vitesse et la position de la pierre 5 secondes après le lancement.

4. La vitesse de la pierre juste avant qu'elle ne touche le sol.

Donnée : $g = 10\,m/s^2$.

Exercice 4 :

Deux solides S_1 et S_2 de masses respectives m_1 et m_2, sont reliés par une tige de masse négligeable. L'ensemble se déplace sur un plan horizontal sans frottement grâce à une force de traction $\vec{F}$, de direction horizontale et d'intensité constante, qui s'exerce sur le solide S_2. Exprimer en fonction de F, m_1, et m_2 :

1. L'accélération a du centre d'inertie du système.

2. Les intensités T_1, et T_2 des tensions exercées par la tige respectivement sur les solides S_1 et S_2. Calculer T_1 et T_2 pour $F = 10\,N$ et $m_1 = m_2$

Exercice 5 : `(24 Page 93)`

On suspend à un dynamomètre à ressort un objet de masse $m = 200\,g$ fixé dans un ascenseur. Quelle est l'indication du dynamomètre lorsque l'ascenseur est :

1. Au repos ?

2. En phase d'ascension avec une accélération de valeur $0,5\,m/s^2$?

3. En mouvement rectiligne uniforme de vitesse $1\,m/s$?

On donne $g = 10\,N/kg$

Exercice 6 :

1. Un mobile parcourt une droite à la vitesse constante de $12\,m/s$. À la date $t = 1\,s$, il se trouve à l'abscisse $x = -5\,m$. Quelle est son abscisse à la date $t = 2\,s$?

2. Déterminer à quel instant et pour quelle élongation le mouvement d'équation $x = -12t^2 + 3t - 5$ change de sens.

3. Un mobile démarre sur une trajectoire rectiligne et atteint au bout de $3\,s$ une vitesse de $10\,m/s$.

3.1. Quelle est la nature de son mouvement ?

3.2. Calculer son accélération sachant qu'elle est constante.

3.3. Quelle est la longueur du trajet parcouru par le mobile pendant ce temps ?

Exercice 7 :

Un mobile ponctuel M se déplace sur un axe $x'Ox$ d'origine O. La loi horaire de son mouvement est
$x = 2.10^{-2}\cos(40\pi t - \frac{\pi}{6})$ (x en m).

1. De quel type de mouvement s'agit-il ?

2. Préciser l'amplitude, la pulsation, la période, la fréquence et la phase initiale du mouvement.

3. Quelle est la longueur du segment décrit par M ?

4. Quelle est la vitesse de M à la date t ? En déduire sa vitesse maximale et sa vitesse à la date $t = 1\,s$.

5. Déterminer la date du premier passage du mobile M à la position $2.10^{-2}\,m$.

6. Déterminer la phase à l'instant $t = 2\,s$ du mouvement de M.

7. Déterminer l'équation différentielle du mouvement de M. En déduire son accélération lorsqu'il passe par le point d'abscisse $10^{-2}\,m$.

Exercice 8 :

On repère à intervalle de temps régulier et égaux, de durée $\theta = 30\,ms$, les positions M_i d'un mobile se déplaçant sur une droite.

M_i	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8
$x_i(cm)$	0	7	13	18	22	25	27	28

1. Calculer les valeurs des vitesses aux points : M_3 ; M_5 ; M_7.

2. Calculer les valeurs des accélérations aux points : M_4 ; M_6

Exercice 9 :

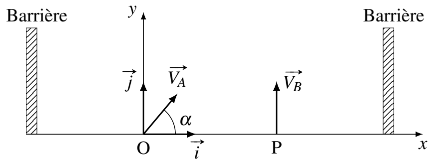
Un mobile est lâché sans vitesse initiale sur une table inclinée d'un angle α sur l'horizontal. Les positions du centre d'inertie du mobile au cours du temps sont relevées dans le tableau suivant :

$t(s)$	0,00	0,06	0,12	0,18	0,24	0,30	0,36	0,42	0,48
$d(cm)$	0,00	0,30	1,10	2,50	4,45	6,95	10,0	13,6	17,5
$t^2(s^2)$									

3. On appelle premier poteau de la cage des buts, pour le gardien, le poteau qui est le plus proche du ballon avant son départ. Le second poteau, est le plus éloigné. Le corner sera dit réussi par le tireur si le ballon tombe entre le premier et le deuxième poteau. Déterminer un encadrement de V_0 pour que le corner soit réussi.

Exercice 14 : `(18 Page 90)`

Pour un feu d'artifice, deux fusées doivent être tirées simultanément à partir de deux points O et P situés au sol et séparés par une distance $d = 45\,m$. Ces fusées vont exploser à la date $t = 5\,s$ après leur lancement, l'une au dessus de l'autre et mélanger ainsi leur couleur. La fusée B est tirée du point P avec une vitesse $\overrightarrow{V_B}$ verticale.



La fusée A est tirée du point O avec une vitesse $\overrightarrow{V_A}$ inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontale. Les deux vecteurs vitesses précédents sont dans le même plan vertical.

L'instant du lancement est choisi comme origine des temps. On négligera les frottements de l'air ainsi que la rotation des fusées sur elles mêmes. On suppose qu'il n'y a pas de vent. On prendra $V_A = V_B = 55\,m/s$.

1. Donner sans calcul, la nature de la trajectoire de chaque fusée

2. Établir dans le repère (Oxy) les équations horaires de chaque fusée après leur lancement.

3. Déterminer l'angle α pour qu'à $t = 5\,s$, l'explosion de la fusée A se produise à la verticale du point P.

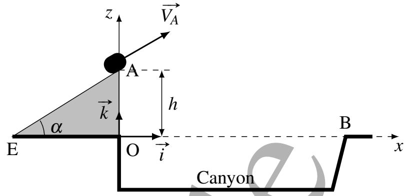
4. Monter sans calcul que la fusée B explose au dessus de la fusée A.

5. Les barrières de sécurité pour les spectateurs sont installées à la distance de $110\,m$ des points de lancement O et P. Les spectateurs sont-ils en sécurité lors de la retombée de chacune des fusées en cas de non explosion en altitude ? On justifiera par des calculs.

Exercice 15 : `(19 Page 91)`

Un cascadeur souhaite franchir en voiture un canyon (OB) large de $140\,m$. Pour ce faire, il utilise un tremplin EAO. On négligera toutes les forces de frottements et on assimilera la voiture à son centre d'inertie.

On note m la masse du système et on donne $h = 3,0\,m$; $g = 10\,N/kg$; $\alpha = 30°$.



1. Appliquer la deuxième loi de Newton, et établir les équations horaires du mouvement de la voiture après qu'elle ait quitté le tremplin au point A.

2. Déterminer l'équation de la trajectoire.

3. On suppose que $V_A = 40\,m/s$. Le cascadeur parviendra-t-il à franchir le canyon ?

4. Quelle vitesse minimale faut-il au cascadeur au point A pour qu'il franchisse le canyon ?

Exercice 16 : `(22 Page 92)`

Un mobile de masse m est lâché sans vitesse initiale sur une table inclinée d'un angle α par rapport au plan horizontal. On suppose que le mobile est soumis au cours du mouvement à une force de frottement constante $\vec{f}$ s'opposant à ce dernier et parallèle à la trajectoire.
Données : $\alpha = 12°$; $m = 0,650\,kg$; $g = 9,80\,N/kg$.

1. Établir l'expression littérale de l'accélération $\overrightarrow{a_1}$ de son centre d'inertie. En déduire la nature de son mouvement.

2. En déduire l'expression littérale de l'accélération $\overrightarrow{a_2}$ si le frottement est négligeable. Calculer sa valeur numérique dans ce cas.

3. On a relevé les distances parcourues par le centre d'inertie du mobile au cours du temps, à partir de l'instant initial $t = 0$.

$t(s)$	0,060	0,120	0,180	0,240	0,300	0,360	0,420	0,480
$d(cm)$	0,30	1,10	2,50	4,45	6,95	10,0	13,6	17,8

3.1. Représenter $d = f(t^2)$. Échelles : $1cm$ pour $1cm$ et pour $1,00.10^{-2}s^2$.

3.2. Calculer la valeur numérique de l'accélération du mouvement

3.3. L'expérience met-elle en évidence l'existence d'une force de frottement ? Si oui, Calculer son intensité f.

Exercice 17 : `(23 Page 93)`

Une catapulte est constituée d'un piston enfilé dans un ressort de compression. L'ensemble peut coulisser à l'intérieur d'un tube cylindrique.

Données : $V = 21,6\,km/h$; $\sin\alpha = 0,08$.

2. La voiture et sa remorque abordent à cette vitesse une voie horizontale. Le chauffeur embraye rapidement pour faire démarrer le moteur. Après une distance d, la vitesse tombe à la valeur V_1, et le moteur se met en marche. Évaluer le travail résistant nécessaire à la mise en marche.

Données : $V_1 = 10,8\,km/h$; $d = 5\,m$; $m_1 = 800\,kg$; $m_2 = 200\,kg$.

3. Le conducteur accélère alors et la vitesse passe de V_1 à V_2 sur une distance D, toujours sur la voie horizontale. Déterminer :

3.1. L'accélération du mouvement, supposée constante.

3.2. La force de traction moyenne du moteur.

3.3. La tension de la barre d'attache de la remorque.

Données : $V_2 = 72\,km/h$; $D = 125\,m$.

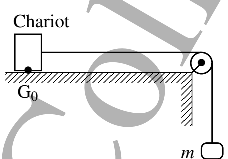
4. Lorsque l'ensemble (voiture-remorque) atteint la vitesse V_2, l'attache de la remorque cède. Quelle distance la remorque pourra-t-elle parcourir à partir de cet instant et au bout de combien de temps s'arrêtera-t-elle ?

5. Au plafond de la remorque est fixé un pendule constitué par une masse supposée ponctuelle suspendue à un fil inextensible et sans masse.

Quel sera l'angle d'inclinaison du fil avec la verticale au cours des phases du mouvement sur voie horizontale envisagées dans les questions 3 et 4 ?

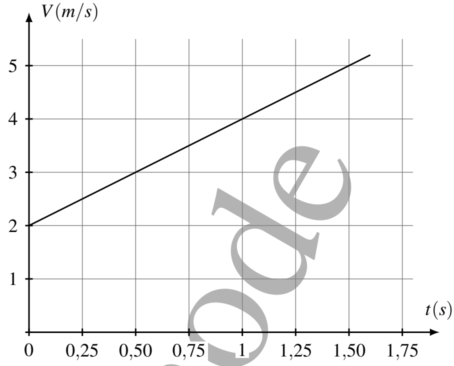
<u>Exercice 21</u> : `(29 Page 96)`

Sur un rail horizontal, on a disposé un chariot de masse $M = 400\,g$ relié par un fil inextensible de masse négligeable passant dans la gorge d'une poulie dont on néglige aussi la masse, à une masse d'entraînement de valeur m. Sous l'action de la masse d'entraînement, le chariot se met en mouvement. À la date $t = 0s$, le chariot passe par le point G_0 avec une vitesse V_0.



Le fil reste tendu tout le long du mouvement. Un dispositif permet de mesurer la vitesse du centre d'inertie du chariot à des dates t. Les mesures effectuées ont permis de tracer le graphe $V = f(t)$ ci-dessous.

1. A partir de ce graphe, déterminer :



1.1. La nature du mouvement du chariot.

1.2. L'accélération du centre d'inertie du chariot.

1.3. L'équation horaire du mouvement.

2. On suppose les frottements négligeables.

2.1. Faites un inventaire des forces appliquées au chariot.

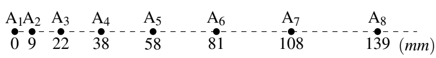
2.2. Déterminer en utilisant le TCI l'expression de l'accélération du mobile en fonction de M, m et g

3. A partir des questions 1.2. et 2.2., déterminer la valeur de la masse d'entraînement m. Prendre $g = 10\,m/s^2$.

<u>Exercice 22</u> : `(30 Page 97)`

Un mobile, de masse $M = 0,60\,kg$ reposant sur une table horizontale, est soumis à une force constante $\vec{F}$ de valeur $F = 0,65\,N$ et de direction parallèle au support. L'ensemble des frottements est assimilable à une force constante $\vec{f}$, parallèle à la trajectoire du mobile.

On se propose de déterminer l'intensité $\vec{f}$ par deux méthodes différentes exposées dans les parties 1 et 2. Ces deux parties peuvent être traitées indépendamment l'une de l'autre. On enregistre les positions successives de la projection A du centre d'inertie G du mobile toutes les $60\,ms$. On a reproduit ci-dessous (l'enregistrement a été réduit mais les distances à prendre en compte sont exactes) une partie de cet enregistrement en indiquant la position des points sur un axe dont l'origine a été choisie arbitrairement en A_1.



1.

1.1. Déterminer la valeur de la vitesse aux points A_2, A_3, A_4, A_5, A_6 et A_7. On présentera les résultats sous forme d'un tableau.

1.2. On choisit comme origine des dates l'instant du passage en A_1. Représenter graphiquement la vitesse en fonction du temps. Échelles : $1cm$ pour $20ms$; $1cm$ pour $0,02m/s$.

Corrigés des Ressources

A. Vérification des Savoirs

Corrigé Exercice 1 : `Répondre par vrai ou faux`

1.Vrai ; 2.Vrai ; 3.Faux ; 4.Vrai ; 5.Faux.

Corrigé Exercice 2 :

1. Nature du mouvement
   a) Mouvement rectiligne uniforme
   b) Mouvement circulaire uniforme
2. L'angle de déviation est petit.
3. Ces grandeurs sont : la charge, la masse, la vitesse, le champ magnétique, la distance entre les plaques, la distance entre le centre des plaques et l'écran.
4. Les applications de la déflexion magnétique :
   - Le spectrographe de masse qui permet la séparation des isotopes ;
   - Les cyclotrons qui sont des accélérateurs des particules à trajectoire circulaire ;
   - Les synchrotrons qui sont des accélérateurs des particules permettant de produire des rayonnements très intenses ;
   - Les déflexions magnétiques observées dans les téléviseurs ;
   - Les déviations des particules de hautes énergies en physique nucléaire.

B. Application Directe Des Ressources

Corrigé Exercice 3 :

1. Montrons que la vitesse reste constante

Dans le référentiel de laboratoire supposé galiléen, la particule dans le champ magnétique est soumise à la force magnétique : $\vec{F_m} = q\vec{V} \wedge \vec{B}$

D'après le TCI, on a : $\vec{F_m} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{q}{m}\vec{V} \wedge \vec{B}$

$\Rightarrow \vec{a} \perp \vec{V}$ et $\vec{a} \perp \vec{B}$

Dans le repère de FRENET $(\vec{t}, \vec{n})$, on a :

$\vec{a} = a_t\vec{t} + a_n\vec{n}$ et $\vec{v} = v\vec{t}$

Ainsi, $\vec{a} \perp \vec{v} \Leftrightarrow a_t = 0$ *ie* $v = cste$

Donc le mouvement est uniforme.

2. Il s'agit du rayon de courbure. On a :

$$a = a_n \Leftrightarrow \boxed{R = \frac{mV}{|q|B}}$$

3. Lorsque la valeur du champ augmente, le Rayon diminue.

Corrigé Exercice 4 :

1. Nature du mouvement de la particule

Dans le référentiel terrestre supposé galiléen, la particule est soumise à la seule action de la force de Lorentz $\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$

D'après le TCI : $\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{q}{m}\vec{v} \wedge \vec{B}$

$\vec{a}.\vec{V} = 0$ car $\vec{a} \perp \vec{v}$ et $\vec{a} \neq \vec{0}$

Donc le mouvement est circulaire uniforme.

2. Rayon de courbure R de sa trajectoire

Dans la base de Frenet, $\vec{a} = \frac{V^2}{R}\vec{n} + a_t\vec{t} = \frac{qVB}{m}\vec{n} \Rightarrow$

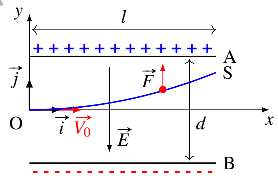
$$\boxed{R = \frac{mV}{|q|B}} \quad \text{A.N : } \underline{R \simeq 1,0.10^{-10}\, m}$$

3. Valeur de l'angle de déviation α

$$\boxed{\alpha = \frac{l}{R}} \quad \text{A.N : } \underline{\alpha = 1,7 \times 10^{8}\, rad}$$

Corrigé Exercice 5 : `(8 page 86)`

1. Schéma de la situation



$V_A - V_B > 0 \Leftrightarrow V_A > V_B$ Donc A est la plaque positive et B la plaque négative.

2. Caractéristiques de $\vec{E}$

- Direction : perpendiculaire aux plaques
- Sens : de la plaque A vers la plaque B

-Module : $\boxed{E = \frac{V_A - V_B}{d}}$ A.N : $\underline{E = 4 \times 10^4\, V/m}$

Composantes de $\vec{E}$ dans le repère $(O; \vec{i}; \vec{j})$

$$\vec{E}\begin{cases} E_x = 0 \\ E_y = -E = -4 \times 10^4\, V/m \end{cases}$$

3.

3.1. Inventaire des forces agissant sur l'électron

- Le poids $\vec{P}$ de l'électron ; - La force électrique $\vec{F}$

3.2. Montrons que le poids de l'électron est négligeable devant la force électrique

On a : $\frac{F}{P} \simeq 7 \times 10^{14} \Leftrightarrow F >> P$

Donc le poids de l'électron est négligeable devant la force électrique.

L'électron dévie vers la plaque A.

3.3. Équations horaires du mouvement de l'électron

Appliquée au système ci-dessus, la RFD de rotation conduit à :

$$\mathcal{M}_\triangle\left(\vec{P}\right) + \mathcal{M}_\triangle\left(\vec{R}\right) = \mathrm{J}_\triangle\ddot{\theta}, \tag{9.14}$$

et par suite, on obtient

$$\ddot{\theta} + \frac{mg\mathrm{CG}}{\mathrm{J}_\triangle}\sin\theta = 0 \tag{9.15}$$

Cette équation différentielle est non linéaire en θ. Dans le cas général, un pendule pesant n'est pas un oscillateur harmonique.

Pour des oscillations de faible amplitude ($\theta_m < 10°$), l'équation (9.15) devient :

$$\ddot{\theta} + \frac{mg\mathrm{CG}}{\mathrm{J}_\triangle}\theta = 0, \tag{9.16}$$

qui est celle d'une oscillateur harmonique de pulsation propre

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{mg\mathrm{CG}}{\mathrm{J}_\triangle}} \tag{9.17}$$

9.3.2 Etude énergétique

Le niveau de référence de l'énergie potentielle est le plan horizontal passant par G dans la position d'équilibre.

Lorsque le pendule est écarté de sa position d'équilibre d'un angle θ_m,

$$\begin{aligned}\mathrm{E_{Mi}} &= \mathrm{E_c} + \mathrm{E_p} = \mathrm{E_p}\\ &= mgh_m = mg\mathrm{CG}(1-\cos\theta_m)\end{aligned} \tag{9.18}$$

Dans une position quelconque, l'énergie mécanique du pendule s'écrit :

$$\begin{aligned}\mathrm{E_M} &= \mathrm{E_c} + \mathrm{E_p}\\ &= \mathrm{E_c}(\theta_m) + mg(h_m - h) + mg\mathrm{CG}(1-\cos\theta)\\ &= mgh_m = \mathrm{E_{Mi}}\end{aligned} \tag{9.19}$$

L'énergie mécanique d'un pendule pesant non amorti reste constante au cours du temps.

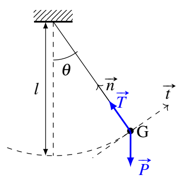
9.4 Pendule en rotation : Pendule simple

Un pendule simple est constitué d'un solide ponctuel de masse m, suspendu à un fil de longueur l pouvant osciller autour d'un axe fixe.

9.4.1 Etude dynamique

Dans un référentiel terrestre supposé galiléen, l'application de TCI au solide (S) conduit à :

$$\vec{T} + \vec{P} = m\vec{a}$$



Dans le repère de Frenet $(\mathrm{G}\,; \vec{n}, \vec{t})$ la relation ci-dessus devient :

$$\vec{n}: \quad T - mg\cos\theta = m\frac{v^2}{l} \tag{9.20}$$

$$\vec{t}: \quad -mg\sin\theta = m\ddot{\theta} \tag{9.21}$$

L'équation (9.20) donne :

$$\ddot{\theta} + \frac{g}{l}\sin\theta = 0$$

qui est une équation non linéaire en θ. Le pendule simple n'est donc pas un oscillateur harmonique. Comme le pendule pesant dont il n'est qu'un cas particulier, le pendule simple est un oscillateur harmonique pour des oscillations de faible amplitude.

9.4.2 Etude énergétique

Prenons comme niveau de référence des énergies potentielle de pesanteur le plan horizontal passant par G lorsque le pendule est en équilibre. On a

$$\begin{aligned}\mathrm{E_M} &= \mathrm{E_c} + \mathrm{E_p}\\ &= \frac{1}{2}ml^2\dot{\theta}^2 + mgl(1-\cos\theta),\end{aligned} \tag{9.22}$$

de sorte que

$$\frac{d\mathrm{E_m}}{dt} = 0$$

Remarque(s)

— *Deux pendules sont synchrones lorsqu'ils ont la même fréquence.*

— *Lorsque la période des oscillations est indépendante de l'amplitude, les oscillations sont dites isochrones.*

9.5 Amortissement et entretien des oscillations

9.5.1 Amortissement

En physique, l'amortissement est la diminution de l'amplitude d'un phénomène oscillatoire.

L'amortissement est provoqué par les frottements (solide-solide, visqueux) en mécanique, par les résistances en électricité ou par absorption.

L'équation différentielle traduisant un mouvement oscillatoire amorti peut se mettre sous la forme

$$\ddot{x}(t) + A\dot{x}(t) + \omega_0^2 x(t) = 0, \tag{9.23}$$

où ω_0 désigne la pulsation propre et A le terme d'amortissement ($\vec{f} = -A\vec{v}$).

Selon le signe du discriminant $A^2 - 4\omega_0^2$ de l'équation caractéristique, on distingue trois régimes :

1. La loi horaire de la vitesse angulaire des oscillations d'un pendule simple est $\dot{\theta}(t) = \dfrac{\pi^2}{18}\cos\left(\pi t + \dfrac{\pi}{2}\right)$ (en rad/s).

1.1. Déterminer l'amplitude de ce pendule ainsi que la longueur du fil.

1.2. Écrire la loi horaire $x(t)$ de la position linéaire du solide de ce pendule simple.

2. Un pendule simple oscille sur un plan incliné faisant un angle α avec l'horizontal. Établir l'expression de la période propre des oscillations de faibles amplitudes en fonction de la longueur l du fil, de l'intensité de la pesanteur et de l'angle α.

3. La loi horaire du mouvement d'un oscillateur mécanique est : $\theta(t) = 0,2\sin\left(2\pi t + \dfrac{\pi}{2}\right)$ (en rad).

3.1. De quel type d'oscillateur mécanique (de rotation ou de translation) s'agit-il ?

3.2. Déterminer les caractéristiques de cet oscillateur (période, amplitude, phase initiale).

3.3. Représenter l'élongation de cet oscillateur harmonique sur deux périodes.

Exercice 16 : (16 page 126)

On prendra $g = 10\,m/s^2$ et on négligera la résistance de l'air.
Une bille ponctuelle (A) de masse m est attachée à l'extrémité d'un fil inextensible de masse négligeable de longueur L et dont l'autre extrémité est fixée en un point O.

On écarte le pendule d'un angle θ_m à partir de sa position d'équilibre stable puis on le lâche sans vitesse initiale.Un mouvement pendulaire prend alors naissance. La position du pendule à un instant t quelconque est donnée par l'angle θ que fait le fil avec la verticale.

1. Soit $\dot{\theta}$ la vitesse angulaire de la bille. Donner à un instant quelconque du mouvement en fonction de θ, θ_m, et $\dot{\theta}$ l'expression de :

a) l'énergie cinétique E_c de la bille,

b) l'énergie potentielle E_p du système pendule-Terre. Le niveau de référence d'énergie potentielle de pesanteur sera pris à l'horizontale passant par la position plus basse de la bille.

c) l'énergie mécanique E_m du système pendule-Terre.

2. En admettant que le système pendule-Terre est conservatif, établir pour des oscillations de faibles amplitudes,l'équation différentielle du mouvement pris par le pendule.

Prendre $1 - cos\theta = \theta^2/2$ (θ en radians).

3. En mesurant la durée de 10 oscillations, on trouve $20s$. Calculer la longueur L du pendule.

Exercice 17 : (17 page 127)

Un pendule simple est constitué d'un fil OA de longueur $l = 1\,m$ portant à son extrémité A une bille de masse $m = 100\,g$. On écarte ce pendule de sa position d'équilibre d'un angle $\alpha_0 = 0,1\,rad$ puis on l'abandonne sans vitesse initiale à la date $t = 0$.

1. Établir l'équation différentielle des oscillations du pendule.

2. Afin de déterminer la valeur g de l'intensité de la pesanteur, on mesure pour différentes longueurs l du fil du pendule, la durée t de 20 oscillations isochrones d'amplitude $0,1\,rad$, Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

$L(m)$	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20
$T(s)$	17,94	25,37	31,06	35,88	40,12	43,95
$T^2(s^2)$						

2.1. Pourquoi mesure-t-on la durée de plusieurs oscillations au lieu d'une seule ?

2.2. Citer les instruments nécessaires à la réalisation de cette expérience.

2.3. Pourquoi dit-on que les oscillations sont isochrones ?

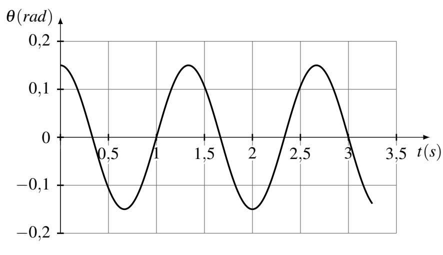
2.4. Compléter le tableau, puis tracer la courbe $T^2 = f(L)$.

Échelle : $1cm$ pour $0,1m$ et $1cm$ pour $0,4s^2$

2.5. En déduire la valeur de g au lieu de l'expérience.

Exercice 18 : (18 page 127)

Le graphe ci-dessous représente les variations de l'angle que fait le fil d'un pendule simple avec la verticale de son point de suspension en fonction du temps.



1. Lire sur le graphe, les valeurs de la période et de l'amplitude des oscillations de ce pendule.

2. Quelle est l'élongation à la date $t = 0$ du pendule ? En déduire une expression de l'elongation du pendule en fonction du temps.

3. Écrire l'expression de la période propre d'un pendule simple en fonction de sa longueur et de l'intensité de la pesanteur du lieu où la mesure est faite.
En déduire la longueur du fil du pendule sachant que l'intensité de la pesanteur en ce lieu est $g = 9,8\,m/s^2$.

5. Pour deux ressorts identiques associes en parallèles on a :
$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{2k}{M}}$$

Corrigé Exercice 3 : `(3 page 122)`

1. Relation entre période et pulsation : $T = \frac{2\pi}{\omega}$

Relation entre pulsation et fréquence : $\omega = 2\pi f$

Unités :

— T : en seconde (s)

— ω : en radian par seconde (rad/s)

— f : en hertz (Hz)

2. L'amortissement est une atténuation des mouvements d'un système par dissipation de l'énergie

La cause est l'existence des frottements

Une solution pour remédier : Il faut entretenir les oscillations. On peut utiliser un électroaimant.

3. Différence entre :

3.1. Un oscillateur libre et un oscillateur entretenu :

Au cours de son évolution, un oscillateur entretenu reçoit de l'énergie au cours de son évolution

3.2. Un oscillateur libre et un oscillateur amorti :

L'amplitude d'un oscillateur libre reste constante au cours de son évolution alors que l'amplitude d'un oscillateur amorti diminue au cours de son évolution.

3.3. Exemple de chacun de ces oscillateurs.

— oscillateur libre : pendule élastique vertical dans le vide

— oscillateur amorti : pendule pesant dans l'air

— oscillateur entretenu : oscillateur « à quartz » dans les horloges et les montres mécaniques.

Corrigé Exercice 4 : `(4 page 122)`

1. Définition d'un pendule simple : voir cours

2. Montrons que la période d'un pendule simple varie avec la température :
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$
La longueur du fil varie en avec la température suivant la loi
$$l = l_0(1 + \lambda\theta)$$
ou l_0 est la longueur du fil a $0C$ et λ le coefficient de dilatation linéaire.

Donc
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l_0(1 + \lambda\theta)}{g}}$$
soit
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l_0}{g}}\sqrt{1 + \lambda\theta}$$

3. Expression de la fréquence propre des oscillations d'un pendule simple.
$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$$

4. Description d'un pendule de torsion : voir cours

5. Définition du pendule pesant : voir cours

B. Application Directe Des Ressources

Corrigé Exercice 5 : `(5 page 122)`

1. Montrons que la période propre des oscillations d'un pendule pesant de forme géométrique précise est indépendante de sa masse.
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{J_\triangle}{M.g.OG}}$$
Pour un pendule pesant de forme géométrique précise, $J_\triangle$ est proportionnel à la masse
$$J_\triangle = kM$$
d'où
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{k.M}{M.g.OG}} = 2\pi\sqrt{\frac{k}{g.OG}}$$
Donc T ne dépend pas de la masse.

2.

2.1. À la position d'équilibre

2.2. À une position d'élongation maximale

3. Montrons que l'énergie mécanique d'un pendule pesant non amorti se conserve au cours des oscillations.

voir cous

4. Calculons la constante de torsion du fil.
$$\boxed{C = \frac{4\pi^2 J_\triangle}{T^2}} \quad \text{A.N : } \underline{C \simeq 0.39\ N.m.rad^{-1}}$$

5. L'approximation faite pour des oscillations de faible amplitude

$\sin\theta \simeq \theta\ (rad)$ et $\cos\theta = 1 - \frac{\theta^2}{2}$

Son intérêt est de rendre l'équation différentielle de second ordre linéaire.

6.

6.1. Pendule pesant réversible

On dit qu'un pendule pesant est réversible lorsqu'il a la même période quand il oscille autour de 2 axes distincts $(\triangle)$ et $(\triangle')$.

6.2. Axes réversibles

C'est le plus simple des condensateurs. Les armatures sont deux surfaces métalliques planes en regard l'une de l'autre et séparées par un diélectrique, l'air en général.

On montre que la capacité d'un condensateur plan est proportionnelle à la surface S commune aux armatures en regard et inversement proportionnelle à la distance d qui les sépare.

$$C = \varepsilon \frac{S}{d}, \tag{10.3}$$

avec S en mètre carré (m^2) ; C en farad (F) ; d en mètre (m) et ε en F/m.

ε est un coefficient de proportionnalité appelé permittivité diélectrique. Sa valeur dépend de la nature de l'isolant. Pour le vide, ε est noté ε_0 : c'est la permittivité du vide.

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi.10^9} \simeq 8,84 \times 10^{-12}\ F/m, \tag{10.4}$$

Pour l'air, ε est très voisin de ε_0.

On pose $\varepsilon = \varepsilon_r.\varepsilon_0$, où ε_r, nombre toujours supérieur à 1, est appelé permittivité relative du milieu par rapport au vide, ou constante diélectrique du milieu.

Pour l'air $\varepsilon_r = 1,0$

10.4 Énergie d'un condensateur

L'énergie W emmagasinée par un condensateur lors de la charge a pour expression :

$$W = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{1}{2}qU = \frac{1}{2}CU^2, \tag{10.5}$$

avec W en joule (J), C en farad et U en volt (V).

Remarque(s)

- *La fuite dans un condensateur. Un condensateur n'est jamais parfait car son diélectrique n'est pas complètement isolant. Il en résulte un passage plus ou moins important des électrons. Un condensateur chargé se décharge lentement. La résistance du diélectrique est appelé résistance de fuite.*
- *La tension de service. C'est la tension pour laquelle le condensateur fonctionne normalement. Elle représente la valeur maximale qu'il serait dangereux de dépasser.*
- *La tension de rupture ou de claquage. On appelle tension de claquage d'un condensateur la plus petite tension faisant jaillir une étincelle entre ses armatures, provoquant la détérioration du diélectrique.*

10.5 Groupement de condensateurs

10.5.1 Groupement en parallèle

La capacité du condensateur équivalent à l'association de n condensateurs en parallèle est égale à la somme des capacités de ces n condensateurs.

$$C = \sum_i^n C_i = C_1 + C_2 + \cdots + C_n \tag{10.6}$$

Si les n condensateurs sont identiques et ont chacun pour capacité C_0, alors $C = nC_0$.

L'association en parallèle permet d'obtenir une capacité plus importante que celle des condensateurs utilisés. Si tous les condensateurs ne sont pas identiques, il faut tenir compte de la plus petite des tensions de service des condensateurs du groupement.

10.5.2 Groupement en série ou en cascade

L'inverse de la capacité du condensateur équivalent à l'association de n condensateurs en série est égal à la somme des inverses des capacités de ces n condensateurs.

$$\frac{1}{C} = \sum_i^n \frac{1}{C_i} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots + \frac{1}{C_n} \tag{10.7}$$

Si les n condensateurs sont identiques et ont chacun pour capacité C_0, alors $C = C_0/n$.

L'association en série est notamment utilisée pour obtenir une batterie de condensateurs chargée sous une grande différence de potentiel, cette dernière se répartissant aux bornes des différents condensateurs (ce qui permet d'éviter un éventuel claquage).

10.6 Utilisation des condensateurs

Un condensateur peut être utilisé comme :

- stockeur d'énergie
- régulateur de tension d'une alimentation stabilisée (condensateur de filtrage).
- liaison entre les étages d'un amplificateur de sorte qu'en courant continu ces deux étages soient isolés et qu'en courant alternatif ils soient en communication.
- correcteur du facteur de puissance permettant par exemple un transport plus économique du courant alternatif.

Evaluation des Ressources

- valeur efficace de la tension aux bornes du résistor : $U_R = 36\,V$;
- valeur efficace de la tension aux bornes du dipole D : $U_D = 48\,V$.

On donne l'indication suivante : le dipole D peut être un résistor, un condensateur, une bobine ou une association en série d'une bobine et d'un condensateur.

1. Montrer que le dipôle D n'est pas un résistor et calculer son impédance.

2. Le circuit consomme une puissance électrique $P = 15\,W$. Montrer que le dipôle D comporte une résistance non nulle; calculer cette résistance R_D puis le facteur de puissance du dipole D.

3. On augmente progressivement la fréquence du courant, on constate que la tension efficace aux bornes du dipôle D diminue. Pour une fréquence pour laquelle la pulsation est $\omega_1 = 1000\,rad/s$, on mesure les tensions aux bornes du dipole D et du résistor, on obtient : $U'_D = 24\,V$ et $U'_R = 36\,V$.

3.1. Montrer, sans calcul, que D est une association en série d'une bobine et d'un condensateur.

3.2. Établir à partir des valeurs des tensions efficaces que la pulsation ω_1 correspond à la fréquence de résonance du circuit. Calculer les valeurs de l'inductance L de la bobine et de la capacité C du condensateur.

Exercice 19 : `(19 page 170)`

1. Un condensateur de capacité C est chargé sous une tension constante U. Calculer sa charge Q ainsi que l'énergie électrique emmagasinée W.

2. Les armatures de ce condensateur chargé sont reliées à une bobine d'inductance L dont on néglige la résistance. À un instant pris comme origine des temps, on ferme l'interrupteur du circuit. On appelle q la charge de l'armature reliée au point A et on precise qu'à l'instant $t = 0$ cette armature est chargée positivement.

2.1. Établir l'équation différentielle de la charge de ce circuit oscillant.

2.2. Établir les expressions des fonctions $q(t)$ et $i(t)$. Dans ces expressions, les valeurs numérique des coefficients seront calculées.

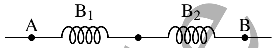
3. Donner les expressions des fonctions $W_c(t)$ et $W_L(t)$ des énergies stockées dans le condensateur et dans la bobine.

4. On introduit en série un résistor de faible résistance R dans le circuit. Donner l'allure de la courbe de variation de la charge du condensateur en fonction du temps. Nommer le régime et justifier cette allure.

On donne : $C = 2{,}5 \cdot 10^{-6}\,F$; $L = 25\,mH$; $U = 20\,V$.

Exercice 20 : `(20 page 171)`

Entre les bornes A et B d'une portion de circuit électrique, on place en série deux bobines (B_1) et (B_2) d'inductances respectives L_1 et L_2 et de résistances r_1 et r_2. La tension sinusoïdale $u(t)$ établie aux bornes de l'ensemble a pour valeur efficace U et pour pulsation ω. Le montage est représenté ci-dessous.



La tension efficace aux bornes de (B_1) est notée U_1, et celle aux bornes de (B_2) est notée U_2.

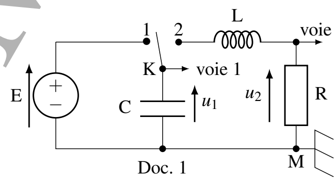
1. Donner les expressions des impédances Z_1, Z_2 et Z respectives de (B_1), de (B_2) et de la portion de circuit AB en fonction des caractéristiques des bobines et de la pulsation ω.

2. À quelle condition peut-on écrire que $Z = Z_1 + Z_2$?

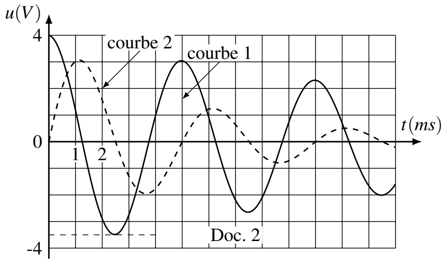
3. Cette condition étant remplie, calculer alors L_1, pour $L = 0{,}12\,H$; $r_1 = 30\,\Omega$ et $r_2 = 60\,\Omega$.

Exercice 21 : `(21 page 171)`

On réalise le montage suivant assisté par ordinateur (doc1). Après avoir chargé le condensateur, on a enregistre les courbes ci-dessous. Le début de l'enregistrement coincide avec la fermeture de l'interrupteur en position 2 (doc2).



Doc. 1



Doc. 2

1. En justifiant la réponse, dire quelle est la Courbe qui Correspond à l'enregistrement de u_1 et celle qui correspond à celui de u_2.

2. Quel est le régime de décharge de ce circuit ?

3. Déterminer graphiquement la valeur de la pseudo période.

4. Donner l'expression de la pseudo période et en déduire la valeur de l'inductance de la bobine.

5. À la date $t = T/2$, déterminer, à partir des valeurs lues sur le graphique :

5.1. L'énergie emmagasinée dans le condensateur.

5.2. L'énergie emmagasinée dans la bobine.

5.3. L'énergie dissipée par effet joule depuis la date $t = 0$.

Leçon 13

GÉNÉRALITÉS SUR LES SYSTÈMES OSCILLANTS

Objectifs Pédagogiques

— *Connaître les notions de base nécessaires à l'étude des systèmes oscillants et les phénomènes vibratoires.*

Situation Problème Didactique

Un technicien voudrai connaître les caractéristiques (tension maximale et fréquence) d'un générateur de tension alternative et les vitesses de rotation d'un ventilateur provenant d'une brocante.

Tâche : *Présenter clairement les méthodes qu'il pourrait utiliser pour déterminer les grandeurs cherchées.*

. . . .

13.1 Phénomènes périodiques et oscillatoires

13.1.1 Définition et exemples

On appelle **phénomène périodique** tout phénomène qui se reproduit identiquement à lui même à des intervalles de temps successifs et égaux.

Un **système oscillant** ou **oscillateur** est un système pouvant évoluer de façon alternative et périodique de part et d'autre de sa position d'équilibre stable.

13.1.2 Caractéristiques d'un système oscillant

Un système oscillant est caractérisé par son **élongation** (angulaire, linéaire), sa **période**, sa **fréquence**, sa **pulsation** et son **amplitude**.

La **période** est le plus petit intervalle de temps au bout duquel un phénomène périodique se reproduit identiquement à lui même.
Elle est notée **T** et s'exprime en seconde (s).

le mouvement d'un système oscillant sur une période est appelé une **oscillation**.

La **fréquence** est le nombre d'oscillations ou de périodes par unité de temps.
Elle est notée f ou N et s'exprime en hertz (Hz).

L' **élongation** est la valeur à un instant donné de la grandeur physique associée à un mouvement oscillatoire.
elle est mesurée à partir de la position d'équilibre et peut être négative ou positive.

L' **amplitude** est l'élongation maximale

Relation entre fréquence, période et pulsation

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \qquad \text{en rad/s} \tag{13.1}$$

13.1.3 Amortissement et entretien des oscillations

On appelle **amortissement** la diminution de l'amplitude des systèmes oscillants réels.

Il est due aux forces de frottement (entre solide et solide, solide et liquide ...) et aux conducteurs ohmiques.

Ainsi, un système oscillant amorti est un système oscillant donc l'amplitude diminue au cours du temps.

Tout procédé qui consiste à maintenir l'amplitude des oscillations est appelé entretien des oscillations.

13.1.4 oscillations libres, oscillations harmoniques

Un oscillateur est dit libre lorsque sa fréquence n'est pas imposée par le milieu extérieur.

Lorsque la fréquence d'un oscillateur est imposée par l'extérieur, on parle d'oscillateur forcé.

Un oscillateur libre est caractérisé par sa **période propre** et sa **fréquence propre** qu'on note le plus souvent T_0, f_0 et ω_0.

Un **oscillateur harmonique** est un oscillateur donc l'équation horaire est une fonction sinusoïdale du temps.

13.1.5 Représentation d'une fonction sinusoïdale

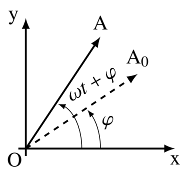
Méthode :

- Déterminer les élongations aux dates $t = 0,\ T/4,\ T/2, 3T/4,\ T$
- Déterminer le nombre de période à représenter : $n = t/T$
- relier les élongations obtenues en tenant compte des variations des fonctions trigonométriques étudiées en mathématiques.

13.2 Représentation de Fresnel

13.2.1 Définition

On appelle vecteur de Fresnel associé à la fonction sinusoïdale $x(t) = a\cos(\omega t + \varphi)$, le vecteur tournant $\overrightarrow{OA}$ de longueur $OA = a$ et vitesse angulaire ω.

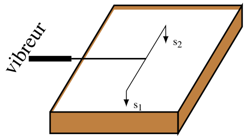


13.2.2 Application : Somme de deux fonctions sinusoïdales de même fréquence

Soient deux fonctions sinusoïdales

$$x_1(t) = a_1\cos(\omega t + \varphi_1) \quad \text{et } x_2(t) = a_2\cos(\omega t + \varphi_2), \tag{13.2}$$

la somme $x(t) = x_1(t) + x_2(t)$ est de la forme $x(t) = a\cos(\omega t + \varphi)$



Lorsque le vibreur est mis en marche, on a :

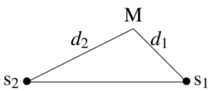
En éclairage normal (figure a), on observe des rides fixes de forme hyperbolique, équidistant les unes des autres sur le segment $[s_1 s_2]$. Ces rides sont appelées franges d'interférences. La rides centrale est rectiligne. La zone où apparaissent les franges est appelé champ d'interférence.

En éclairage stroboscopique (figure b), lorsque la fréquence des éclairs est égale à celle du vibreur, on observe une immobilité apparente des ondes circulaires issues de s_1 et s_2. Dans le champ d'interférence, les points vibrent soit avec une amplitude maximale, intermédiaire ou nulle.

D'après le principe de superposition des petits mouvements, chaque source agit sur un point M de la surface de l'eau comme si elle existait seule.

Ainsi, lorsque deux crêtes ou deux creux se superposent en un point, on parle d'interférence constructive.
Par contre, la superposition d'un creux et d'une crête conduit à une interférence destructive.

Equation d'un point du champ d'interférence



Equation des sources :

$$y_{s1} = y_{s2} = a\cos\omega t \tag{14.8}$$

Equation d'un point M de la surface :

$$\begin{aligned} y_{\mathrm{M}} &= y_{s1}(t - \frac{d_1}{c}) + y_{s2}(t - \frac{d_2}{c}) \\ &= 2a\cos\left(\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}\right)\cos\left(\omega t - \pi\frac{d_2 + d_1}{\lambda}\right) \\ &= \mathcal{A}\cos\left(\omega t - \pi\frac{d_2 + d_1}{\lambda}\right) \end{aligned} \tag{14.9}$$

avec c la célérité des ondes à la surface de l'eau.

Le rapport $\dfrac{d_2 - d_1}{\lambda}$ est appelé ordre d'interférence des ondes au point M.

Points d'amplitude maximale : $\mathcal{A} = \pm 2a$

$$\cos\left(\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}\right) = \pm 1 \Rightarrow d_2 - d_1 = k\lambda \text{ avec } k \in \mathbb{Z} \tag{14.10}$$

Points d'amplitude nulle : $\mathcal{A} = 0$

$$\cos\left(\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}\right) = 0 \Rightarrow d_2 - d_1 = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \text{ avec } k \in \mathbb{Z} \tag{14.11}$$

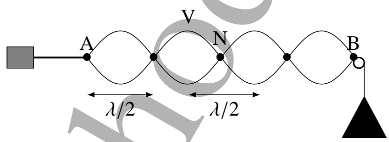
Remarque(s)

— *Les points d'amplitude nulle ne vibrent pas.*

— *Le choix des valeurs de k est limité :* $|d_2 - d_1| \leq \mathrm{S_1S_2}$

14.2.2 Ondes stationnaires

Dispositif expérimental



Le dispositif comprend un vibreur animant l'extrémité A d'une corde souple passant par la gorge d'une poulie et soutenant une masse marquée.

Observations

À l'aide d'un stroboscope, on observe des points qui vibrent avec une amplitude maximales (ventre) et des points qui vibrent avec une amplitude minimale (nœuds).

La corde présente ainsi l'aspect de plusieurs fuseaux stables, immobiles et stationnaire resultant de la superposition de deux ondes :

— l'onde incidente qui se propage de A vers B,

— l'onde réfléchie qui se propage de B vers A.

Un **fuseau** est l'ensemble formé par deux nœuds consécutif et un ventre.

Interprétation

Les fuseaux observés résultent de la superposition de deux ondes de phases opposées se propageant dans les sens opposés.

Considérons un point M de la corde. Son élongation s'écrit :

$$y_{\mathrm{M}} = y_{\mathrm{Mi}} + y_{\mathrm{Mr}} \tag{14.12}$$

Pour un choix convenable de l'origine des dates, on a :

$$\begin{aligned} y_{\mathrm{M}} &= 2a\sin\left(2\pi\frac{x}{\lambda}\right)\cos\left(2\pi\frac{t}{\mathrm{T}} + \frac{\pi}{2}\right) \\ &= \mathcal{A}\cos\left(2\pi\frac{t}{\mathrm{T}} + \frac{\pi}{2}\right) \end{aligned} \tag{14.13}$$

Abscisses des nœuds et des ventres

1. Nœuds : $\mathcal{A} = 0 \Rightarrow x_k = k\lambda/2$ avec $x = \overline{\mathrm{AM}}$ cette relation determine les positions des nœuds. Distance entre deux nœuds : $x_{k+1} - x_k = \lambda/2$
2. Ventres : $\mathcal{A} = \pm 2a \Rightarrow x'_k = (2k'+1)\lambda/4$ avec $x = \overline{\mathrm{AM}}$ cette relation determine les positions des ventres. Distance entre deux ventres consécutifs $x_{k'+1} - x'_k = \lambda/2$

Dans le cas particulier d'une lumière dichromatique de longueur d'onde λ_1 et λ_2, la frange centrale est brillante. De part et d'autre de celle-ci, il y a décalage progressif des franges de deux couleurs jusqu'à la nouvelle frange brillante (première coïncidence) et ainsi de suite.

On a ainsi

$$i_1 = \frac{\lambda_1 D}{a}; \qquad i_2 = \frac{\lambda_2 D}{a}$$

Soient N, et M les nombres respectifs d'interfranges de chaque lumière à la coïncidence. On a

$$Ni_1 = Mi_2$$

Partie B. Effet Doppler

15.2 Définition présentation

On appelle **effet Doppler** la variation de la fréquence (longueur d'onde) d'une onde mécanique ou électromagnétique en fonction de la vitesse relative de la source et du récepteur.

Considérons un phénomène périodique émis par une source et qui, après propagation dans un milieu, est reçu par un récepteur.

- c célérité de l'onde émise par la source dans le milieu considéré,
- V_E vitesse de la source,
- V_R vitesse du récepteur,
- f_E et T_E la fréquence et la période du signal émis par la source,
- f_R et T_R la fréquence et la période du signal reçu par le récepteur

L'expression du décalage Doppler de la fréquence depend de l'état de mouvement de la source et du récepteur.

15.2.1 Source en mouvement rectiligne et récepteur au repos

- la source se rapproche du récepteur

$$f_R = \frac{1}{1 - \frac{V_E}{c}} f_E \qquad (15.10)$$

- La source s'éloigne du récepteur

$$f_R = \frac{1}{1 + \frac{V_E}{c}} f_E \qquad (15.11)$$

15.2.2 Source au repos et recteur en mouvement rectiligne

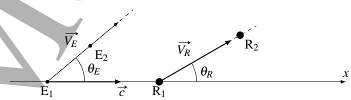
- le récepteur se rapproche de la source

$$f_R = \left(1 + \frac{V_R}{c}\right) f_E \qquad (15.12)$$

- Le récepteur s'éloigne de la source

$$f_R = \left(1 - \frac{V_R}{c}\right) f_E \qquad (15.13)$$

15.2.3 Source et récepteur en mouvement quelconque : cas général



$$f_R = \frac{\left(1 - \frac{V_R \cos\theta_R}{c}\right)}{\left(1 - \frac{V_E \cos\theta_E}{c}\right)} f_E \qquad (15.14)$$

15.3 Applications

- Le décalage Doppler de la fréquence est utilisé dans le domaine médical pour déterminer les vitesses de particules en mouvement (globules, spermatozoïdes,...) inaccessible à la vision directe.
- L'effet Doppler est utilisé comme moyen d'investigation en astrophysique.

Evaluation des Ressources

A. Vérification des Savoirs

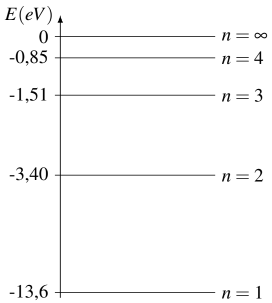
Exercice 1 : `(1 Page 266)`

1. Définir : Diffraction ; interfrange ; frange d'interférence ; effet Doppler.
2. Donner l'expression de l'interfrange. Expliquer les termes de la formule.
3. Donner les conditions de réalisation du phénomène d'interférence lumineuse.
4. Citer un phénomène rencontré dans les ondes mécaniques qui permet de montrer que la lumière est une onde.
5. Citer quatre applications de l'effet Doppler.
6. Pourquoi parle-t-on dans le phénomène d'interférence lumineuse de franges délocalisées ?
7. On éclaire le dispositif de Young avec une radiation monochromatique de longueur d'onde 0,589 μm. Dire si les points correspondants aux différences de marches

Pour $n = \infty$, $E_\infty = 0$. Il n'y a plus d'interaction électron-proton : l'atome est ionisé.

On appelle **énergie d'ionisation** l'énergie minimale qu'il faut fournir à un atome pris dans son état fondamental pour lui arracher son électron.

Pour l'atome d'hydrogène, l'énergie d'ionisation est $E_I = E_\infty - E_1 = 13,6\,eV$.



16.2.2 Absorption

Lorsqu'un photon d'énergie $h\nu$ arrive sur un atome d'hydrogène, deux phénomènes peuvent se produire :

— si $E_I \leq h\nu$, le photon est absorbé par l'atome qui s'ionise.

— si $E_I > h\nu$, le photon n'est absorbé que si $h\nu$ correspond à une transition possible entre deux niveaux d'énergie.

16.2.3 Émission

Pour une transition $p \to n$ (avec $p \geq n$), l'énergie libérée par l'atome d'hydrogène est donnée par la relation :

$$\Delta E = E_p - E_n = E_0\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2}\right) \qquad (16.3)$$

La longueur d'onde λ de la raie émise est définie par la relation :

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{E_0}{hc}\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2}\right) = R_H\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2}\right), \qquad (16.4)$$

avec $R_H = 1,0956 \times 10^7\,m^{-1}$ la constante de Rydberd.

Le spectre de l'atome d'hydrogène comporte des raies correspondant à toutes les transitions possibles.

L'ensemble des transitions correspondant au même niveau d'arrivé n comporte une même série de raies. On a ainsi :

La série de Lyman. L'état final est $n = 1$. Les radiations correspondantes appartiennent au domaine de l'ultraviolet ($p \geq 2$).

La série de Balmer. L'état final est $n = 2$. Les radiations correspondantes appartiennent au domaine du visible ($p = 3; 4; 5; 6$) et de l'ultraviolet ($p \geq 7$).

La série de Paschen. L'état final est $n = 3$. Les radiations correspondantes appartiennent au domaine de l'infrarouge ($p \geq 4$). (

La série de Braket. L'état final est $n = 4$. Les radiations correspondantes appartiennent au domaine de l'infrarouge ($p \geq 5$).

La série de Pfund. L'état final est $n = 5$. Les radiations correspondantes appartiennent au domaine de l'infrarouge ($p \geq 6$).

Evaluation des Ressources

A. Vérification des Savoirs

Exercice 1 : `(1 Page 283)`

1. Choisir la bonne réponse.
L'énergie portée par un photon est donnée par la relation :

a) $E = h \times T$; b) $E = h \times \nu$; c) $E = m \times c^2$; d) $E = h \times c^2/\lambda$

2. Vrai ou Faux.
Dans les propositions de réponses de la question précédente, le symbole :

a) λ représente la longueur d'onde en nm.

b) h est la constante de Planck en $J.s$.

c) c est la célérité de la lumière dans le vide et sa valeur est d'environ $3 \cdot 10^8\,m/s$.

d) E est l'énergie du photon en eV.

Exercice 2 : `(2 Page 283)`

À propos des transitions électroniques :

Parmi les trois affirmations suivantes, laquelle est juste ?

1. L'atome peut changer de niveau d'énergie en libérant un ou plusieurs photons au cours d'une transition.

2. Le niveau $n = 1$ est le niveau fondamental ; il correspond à l'énergie la plus basse.

3. Lorsque l'énergie du niveau est nulle, l'atome est dans son état d'énergie le plus haut ; il est dans son premier état excite.

Exercice 3 : `(3 Page 283)`