

# Cahier de texte

**Semaine du 02/09/2021**

## Chapitre 0 – Analyse dimensionnelle

### I Dimensions et unités

#### I.1 Définitions

#### I.2 Déterminer la dimension d'une grandeur

### II Utiliser l'analyse dimensionnelle

#### II.1 Vérifier une équation

→ Contrôler l'homogénéité d'une expression, notamment par référence à des expressions connues.

#### II.2 Un moyen mnémotechnique

#### II.3 Estimer un résultat

→ Déterminer les exposants d'une expression de type monôme  $E = A^\alpha B^\beta C^\gamma$  par analyse dimensionnelle.

## Semaine du 06/09/2021

### Chapitre 1 – Optique géométrique

#### I Description de la lumière

##### I.1 Différentes sources de lumière

- Caractériser une source lumineuse par son spectre.
- Relier la longueur d'onde dans le vide et la couleur.

##### I.2 Source ponctuelle monochromatique

##### I.3 Milieux optiques

##### I.4 Modèle de l'optique géométrique

- Définir le modèle de l'optique géométrique.
- Indiquer les limites du modèle de l'optique géométrique.

#### II Réflexion, réfraction

##### II.1 Lois de Snell-Descartes

##### II.2 Réflexion totale

- Établir la condition de réflexion totale.

##### II.3 Fibre à saut d'indice

- Établir les expressions du cône d'acceptance et de la dispersion intermodale d'une fibre à saut d'indice.

#### TD1 – Réfractométrie

#### TP0 – Mesures et incertitudes

## Semaine du 13/09/2021

### Chapitre 2 – Formation d'images

#### I Image d'un objet par un miroir plan

##### I.1 Miroir plan

→ Construire l'image d'un objet par un miroir plan.

##### I.2 Vocabulaire

#### II Lentilles minces

##### II.1 Description d'une lentille mince

Simulation Python : de la lentille demi-boule vers la lentille mince

##### II.2 Construction de l'image d'un objet

→ Exploiter les propriétés du centre optique, des foyers principaux et secondaires, de la distance focale, de la vergence.

→ Construire l'image d'un objet situé à distance finie ou infinie à l'aide de rayons lumineux, identifier sa nature réelle ou virtuelle.

##### II.3 Relations de conjugaison

→ Exploiter les formules de conjugaison et de grandissement transversal de Descartes et de Newton.

→ Établir et utiliser la condition de formation de l'image réelle d'un objet réel par une lentille convergente.

#### TD1 – Fibre optique

Animation : trajet des rayons lumineux dans une fibre optique

#### TP1 – Focométrie

→ Former l'image d'un objet dans des situations variées

## Semaine du 20/09/2021

### Chapitre 2 – Formation d'images

#### III Exemple de systèmes optiques

##### III.1 L'œil

- Modéliser l'œil comme l'association d'une lentille de vergence variable et d'un capteur plan fixe.
- Citer les ordres de grandeur de la limite de résolution angulaire et de la plage d'accommodation.

##### III.2 La lunette astronomique

- Représenter le schéma d'une lunette afocale modélisée par deux lentilles minces convergentes ; identifier l'objectif et l'oculaire.
- Représenter le faisceau émergent issu d'un point objet situé « à l'infini » et traversant une lunette afocale.
- Établir l'expression du grossissement d'une lunette afocale.
- Exploiter les données caractéristiques d'une lunette commerciale.

### Chapitre 3 – Circuits électriques

#### I Description d'un circuit électrique

#### II Grandeurs électriques

##### II.1 Charge et courant électrique

- Relier l'intensité d'un courant électrique au débit de charges.
- Utiliser la loi des nœuds.

##### II.2 Potentiel électrique et tension

- Utiliser la loi des mailles.

##### II.3 Puissance et énergie

- Algébriser les grandeurs électriques et utiliser les conventions récepteur et générateur.
- Citer les ordres de grandeur d'intensités, de tensions et de puissances dans différents domaines d'application.

#### TD2 – Lunette de Galilée

#### TP2 – Mesure du grossissement d'une lunette astronomique

- Étudier une maquette de lunette astronomique ou une lunette commerciale pour en déterminer le grossissement

## Semaine du 27/09/2021

### Chapitre 3 – Circuits électriques

#### III Dipôles électriques

##### III.1 Conducteur ohmique : comportement résistif

- Exprimer la puissance dissipée par effet Joule dans une résistance.
- Remplacer une association série ou parallèle de deux résistances par une résistance équivalente.
- Exploiter des ponts diviseurs de tension ou de courant.

##### III.2 Condensateur idéal : comportement capacitif

- Établir l'expression de l'énergie stockée dans un condensateur.
- Exploiter l'expression fournie de la capacité d'un condensateur en fonction de ses caractéristiques.

##### III.3 Bobine idéale : comportement inductif

Expérience : étincelle de rupture dans un circuit inductif

- Établir l'expression de l'énergie stockée dans une bobine.

##### III.4 Générateur

- Modéliser une source en utilisant la représentation de Thévenin.

#### TD3 – Circuits électriques et interrupteurs

#### TP3 – Mesure de l'impédance de sortie d'un GBF

- Évaluer la résistance de sortie d'une source de tension réelle

## Semaine du 04/10/2021

### Chapitre 4 – Circuits du premier ordre

#### I Approche expérimentale

Expérience : régime transitoire du premier ordre

Simulation Python : régime transitoire du premier ordre

#### II Décharge du condensateur

##### II.1 Équation différentielle

→ Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension aux bornes du condensateur.

##### II.2 Évolution de la tension aux bornes du condensateur

→ Déterminer en fonction du temps la tension aux bornes d'un condensateur dans le cas de sa charge et de sa décharge.

##### II.3 Temps caractéristique

→ Déterminer un ordre de grandeur de la durée du régime transitoire.

##### II.4 Bilan énergétique

→ Réaliser un bilan énergétique sur le circuit RC série.

#### TD3 – Charge d'une batterie

#### TP4 – Résistance d'entrée d'un voltmètre

→ Mettre en évidence l'influence de la résistance d'entrée d'un voltmètre ou d'un ampèremètre sur les valeurs mesurées

## Semaine du 11/10/2021

### Chapitre 4 – Circuits du premier ordre

#### III Charge du condensateur

III.1 Évolution de la tension aux bornes du condensateur

III.2 Bilan énergétique

#### IV Cas du circuit RL

- Établir et résoudre l'équation différentielle vérifiée par l'intensité du courant dans un circuit RL.
- Déterminer un ordre de grandeur de la durée du régime transitoire.
- Réaliser un bilan énergétique sur le circuit RL série.

#### TD4 – Clôture électrique, comportement aux limites

Méthode d'Euler explicite

#### TP5 – Régime transitoire du premier ordre

- Réaliser l'acquisition d'un régime transitoire pour un circuit linéaire du premier ordre dans un circuit comportant une ou deux mailles et analyser ses caractéristiques

## Semaine du 18/10/2021

### Chapitre 5 – Circuits du deuxième ordre

#### I Approche numérique

Simulation Python : Régime transitoire du deuxième ordre

#### II Circuit LC : modèle de l'oscillateur harmonique

##### II.1 Équation différentielle

→ Établir l'équation différentielle qui caractérise l'évolution d'une grandeur électrique dans un circuit LC.

##### II.2 Résolution

→ La résoudre compte-tenu des conditions initiales.

##### II.3 Conservation de l'énergie

→ Réaliser un bilan énergétique pour le circuit LC.

#### TD4 – Condensateur alimenté par deux générateurs

#### TP6 – Capteur capacitif

→ Mettre en œuvre un capteur capacitif à l'aide d'un microcontrôleur.



## Semaine du 08/11/2021

### Chapitre 5 – Circuits du deuxième ordre

#### III Circuit RLC, modèle de l'oscillateur amorti

##### II.1 Équation différentielle

- Écrire sous forme canonique l'équation différentielle qui caractérise l'évolution d'une grandeur électrique dans un circuit RLC afin d'identifier la pulsation propre et le facteur de qualité.

##### II.2 Différents régimes de fonctionnement

- Identifier la nature de la réponse libre en fonction de la valeur du facteur de qualité.

##### II.3 Résolution d'une équation différentielle du second ordre

- Déterminer la réponse dans le cas d'un régime libre ou indiciel en recherchant les racines du polynôme caractéristique et en tenant compte des conditions initiales.
- Déterminer un ordre de grandeur de la durée du régime transitoire selon la valeur du facteur de qualité.

##### II.4 Bilan énergétique

- Réaliser un bilan énergétique pour un circuit RLC série.

### Chapitre 6 – Cinématique du point matériel

#### I Description classique du mouvement d'un point matériel

##### I.1 Référentiel

- Citer une situation où la description classique de l'espace ou du temps est prise en défaut.  
Simulation Python : mouvement de la Terre et Venus dans les référentiels géocentrique et héliocentrique

##### I.2 Relativité du mouvement

##### I.3 Position, vitesse et accélération

#### TD5 – Circuit RLC série

Résolution numérique d'équations différentielles avec odeint

#### TP7 – Régime transitoire d'un circuit RLC

- Réaliser l'acquisition d'un régime transitoire du deuxième ordre et analyser ses caractéristiques

## Semaine du 15/11/2021

### Chapitre 6 – Cinématique du point matériel

#### II Systèmes de coordonnées

- Exprimer à partir d'un schéma le déplacement élémentaire dans les différents systèmes de coordonnées, construire le trièdre local associé et en déduire géométriquement les composantes du vecteur vitesse en coordonnées cartésiennes et cylindriques.
- Établir les expressions des composantes des vecteurs position, déplacement élémentaire, vitesse et accélération dans les seuls cas des coordonnées cartésiennes et cylindriques.

##### II.1 Coordonnées cartésiennes

##### II.2 Coordonnées cylindriques

##### II.3 Coordonnées sphériques

#### III Exemples de mouvements

##### III.1 Mouvement rectiligne

- Caractériser le vecteur accélération pour les mouvements suivants : rectiligne, rectiligne uniforme, rectiligne uniformément accéléré.

##### III.2 Mouvement à vecteur d'accélération constant

- Exprimer le vecteur vitesse et le vecteur position en fonction du temps et établir l'expression de la trajectoire en coordonnées cartésiennes dans le cas où le vecteur accélération est constant.

##### III.3 Mouvement circulaire

- Exprimer les composantes du vecteur position, du vecteur vitesse et du vecteur accélération en coordonnées polaires planes dans le cas d'un mouvement circulaire.
- Repère de Frenet : caractériser le vecteur accélération pour les mouvements suivants : circulaire, circulaire uniforme et faire le lien avec les composantes polaires de l'accélération.

#### TD6 – Mouvement à vecteur accélération constant

Simulation Python : lancer de poids

#### TP8 – Analyse vidéo d'un mouvement

- Réaliser et exploiter quantitativement un enregistrement vidéo d'un mouvement : évolution temporelle des vecteurs vitesse et accélération

## Semaine du 22/11/2021

### Chapitre 7 – Dynamique du point matériel

#### I Quantité de mouvement

##### I.1 Masse d'un système

→ Justifier qualitativement la position du centre de masse d'un système, cette position étant donnée.

##### I.2 Quantité de mouvement

→ Utiliser la relation entre la quantité de mouvement d'un système et la vitesse de son centre de masse.

#### II Lois de Newton

##### II.1 Première loi : principe d'inertie

→ Décrire le mouvement relatif de deux référentiels galiléens.

→ Discuter qualitativement du caractère galiléen d'un référentiel donné pour le mouvement étudié.

##### II.2 Troisième loi : principe des actions réciproques

→ Établir un bilan des forces sur un système ou sur plusieurs systèmes en interaction et en rendre compte sur un schéma.

##### II.3 Deuxième loi : principe fondamental de la dynamique

→ Utiliser la deuxième loi de Newton dans des situations variées.

### TD7 – Chute libre 1D, 2D et/ou parabole de sûreté

Chute d'une plume et d'un marteau sur la Lune

### TP9 – Viscosimétrie

→ Mettre en œuvre un protocole expérimental de mesure de frottements fluides

## Semaine du 29/11/2021

### Chapitre 7 – Dynamique du point matériel

#### III Exemples classiques

##### III.1 Chute libre dans le vide

- Mouvement dans un champ de pesanteur uniforme : établir et exploiter les équations horaires du mouvement, établir l'équation de la trajectoire.

##### III.2 Chute libre dans un fluide

- Exploiter une équation différentielle sans la résoudre analytiquement, par exemple : analyse en ordres de grandeur, existence d'une vitesse limite, écriture adimensionnée, utilisation des résultats obtenus par simulation numérique.

##### III.3 Système masse-ressort : l'oscillateur harmonique

- Système masse-ressort sans frottement : déterminer et résoudre l'équation différentielle du mouvement, exploiter les analogies avec un oscillateur harmonique électrique.

Expérience : mesure des oscillations d'un système masse ressort avec Phyphox

##### III.4 Pendule simple

- Établir l'équation du mouvement du pendule simple. Justifier le caractère harmonique des oscillations de faible amplitude.

Expérience : « pesée » de la Terre avec un pendule simple

#### TD7 – Le skieur

#### TP10 – Loi de Hooke

- Mettre en œuvre un protocole expérimental permettant d'étudier une loi de force à l'aide d'un microcontrôleur ou de l'analyse d'un mouvement enregistré

## Semaine du 06/12/2021

### Chapitre 8 – Énergie mécanique

#### I Théorème de l'énergie cinétique

##### I.1 Puissance d'une force

→ Reconnaître le caractère moteur ou résistant d'une force.

##### I.2 Travail d'une force

##### I.3 Théorème de l'énergie cinétique

→ Exploiter le théorème de l'énergie cinétique.

#### II Énergie potentielle, énergie mécanique

##### II.1 Force conservative et énergie potentielle

##### II.2 Exemples de forces conservatives

→ Établir et citer les expressions de l'énergie potentielle de pesanteur (champ uniforme), de l'énergie potentielle gravitationnelle (champ créé par un astre ponctuel), de l'énergie potentielle élastique.

##### II.3 Lien entre une énergie potentielle et une force conservative

→ Dédurre qualitativement du graphe d'une fonction énergie potentielle le sens et l'intensité de la force associée pour une situation à un degré de liberté.

##### II.4 Théorème de l'énergie mécanique

#### TD7 – Oscillation d'un anneau sur un arc de cercle

#### TP11 – Pendule non linéaire

→ Capacité numérique : à l'aide d'un langage de programmation, résoudre numériquement une équation différentielle du deuxième ordre non-linéaire et faire apparaître l'effet des termes non-linéaires

## Semaine du 13/12/2021

### Chapitre 8 – Énergie mécanique

#### III Mouvement conservatif à une dimension

##### III.1 Mouvement conservatif

- Exploiter la conservation de l'énergie mécanique pour analyser un mouvement.

##### III.2 Profil d'énergie potentielle

- Identifier sur un graphe d'énergie potentielle une barrière et un puits de potentiel.
- Déduire d'un graphe d'énergie potentielle le comportement qualitatif : trajectoire bornée ou non, mouvement périodique, positions de vitesse nulle.

Simulation Python : évolution d'une particule dans un potentiel de Lennard-Jones

##### III.3 Approximation harmonique

- Déduire d'un graphe d'énergie potentielle l'existence de positions d'équilibre.
- Analyser qualitativement la nature, stable ou instable, de ces positions.
- Établir l'équation différentielle linéarisée du mouvement au voisinage d'une position d'équilibre.

Illustration Python : développement limité de  $\cos x$  au voisinage de 0

Simulation Python : oscillations de faible amplitude dans un puits de potentiel (Lennard-Jones et oscillateur de Landau)

#### TD8 – Masse doublement retenue

#### TP12 – Goniomètre

- Mesurer une longueur d'onde optique à l'aide d'un goniomètre à réseau

## Semaine du 03/01/2021

### Chapitre 9 – Mouvement d'une particule chargée dans un champ électromagnétique

#### I Force de Lorentz

##### I.1 Champ électromagnétique

##### I.2 Force de Lorentz

→ Évaluer les ordres de grandeur des forces électrique ou magnétique et les comparer à ceux des forces gravitationnelles.

##### I.3 Puissance de la force de Lorentz

→ Justifier qu'un champ électrique peut modifier l'énergie cinétique d'une particule alors qu'un champ magnétique peut courber la trajectoire sans fournir d'énergie à la particule.

#### II Mouvement dans un champ électrique

##### II.1 Potentiel électrostatique

→ Effectuer un bilan énergétique pour déterminer la valeur de la vitesse d'une particule chargée accélérée par une différence de potentiel.

##### II.2 Équation du mouvement

→ Mettre en équation le mouvement et le caractériser comme un mouvement à vecteur accélération constant.

#### III Mouvement dans un champ magnétique

##### III.1 Expérimentations

##### III.2 Rayon de la trajectoire

→ Déterminer le rayon de la trajectoire sans calcul en admettant que celle-ci est circulaire.

#### TD9 – Cyclotron

#### TP13 – Mesure de la vitesse du son

→ Mesurer la vitesse de phase, la longueur d'onde et le déphasage dû à la propagation d'un phénomène ondulatoire

Nous terminerons le semestre avec la propagation des signaux, puis le premier principe de la thermodynamique.