Sciences Physiques

PCSI$_2$

Année 2020 – 2021

— ***Mercredi 2 Septembre*** **2 h** —

Prise de contact : présentation du cours de physique, de l'organisation générale, des attentes. Premiers conseils pour bien débuter l'année.

Partie

Signaux Physiques

S_{00} Exprimer un résultat en physique

I Homogénéité d'un résultat

1. Dimensions fondamentales
2. Dimension et unité
3. Vérifier l'homogénéité d'un résultat

II Cohérence d'un résultat

— ***Jeudi 3 Septembre*** **3 h** —

III Écriture correcte

1. Chiffres significatifs (C.S.)
2. Incertitude

S_{01} Oscillateur harmonique

I Exemple connu d'oscillateur harmonique

1. Dispositif et observations qualitatives
2. Paramétrage et observations quantitatives
3. Mise en équation
   a. Modélisation
   b. Equation différentielle du mouvement
4. Solution de l'équation différentielle

II Equation différentielle d'un oscillateur harmonique

1. Généralisation

— ***Lundi 7 Septembre*** **4 h** —

TP Force de rappel élastique 2 h

TP Oscillateur harmonique 2 h

— ***Mardi 8 Septembre*** **2 h** —

2. Résolution de l'équation différentielle
3. Mise en application
4. Autres exemples

III Aspect énergétique

1. Energie du dispositif
2. Conservation dans le cas de l'oscillateur harmonique

— ***Mercredi 9 Septembre*** **2 h** —

S_{02} Propagation d'un signal

I Propagation d'un signal

1. Notion de signal
2. Nature du signal, spectre
   a. Signal acoustique
   b. Signal électrique
   c. Signal électromagnétique
3. Propagation de signaux : ondes progressives
   a. Illustration
   b. Onde transversale / longitudinale
   c. Célérité c
   d. Forme mathématique d'une onde progressive

— ***Jeudi 10 Septembre*** **1 h** —

e. Cas sinusoïdal

— ***Jeudi 10 Septembre*** **1 h** —

TRAVAUX DIRIGÉS S_{00}

— ***Lundi 14 Septembre*** **4 h** —

TP FORCE DE RAPPEL ÉLASTIQUE 2 h

TP OSCILLATEUR HARMONIQUE 2 h

— ***Mardi 15 Septembre*** **2 h** —

QCM S_{01} 10 min

II Superposition d'ondes

1. Interférences de deux ondes synchrones
   a. Approche expérimentale, étude qualitative
   b. Etude quantitative, cas particuliers
   c. Sommation de signaux synchrones, cas général

— ***Mercredi 16 Septembre*** **2 h** —

2. Ondes de pulsations voisines, battements
   a. Mise en évidence expérimentale
   b. Somme de deux signaux de pulsations voisines
   c. Estimation à l'oreille
3. Ondes stationnaires
   a. Réflexion d'une onde progressive, onde incidente et onde réfléchie

---

— ***Jeudi 17 Septembre*** **1 h** —

   b. Superposition, onde stationnaire
   c. Corde vibrante, modes propres

— ***Jeudi 17 Septembre*** **1 h** —

TRAVAUX DIRIGÉS S_{01}

— ***Lundi 21 Septembre*** **4 h** —

TP COURS	ONDES ULTRASONORES	4 h

— ***Mardi 22 Septembre*** **2 h** —

d. Dispositif expérimental, la corde de Melde

4. Lien avec le vocabulaire de la musique
   a. Son pur : diapason
   b. Instruments à corde
   c. Instruments à vent

S_{03} OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

I Lumière !

1. Sources

— ***Mercredi 23 Septembre*** **2 h** —

2. Modèle de l'onde progressive
   a. Modèle corpusculaire antique
   b. Optique ondulatoire, modèle vibratoire
   c. Retour au modèle corpusculaire
   d. Conclusion, notion de rayon lumineux
   e. Limites de ce modèle
3. Propagation dans un milieu homogène transparent et isotrope
   a. Principe de propagation rectiligne de la lumière
   b. Indice optique d'un milieu

— ***Jeudi 24 Septembre*** **1 h** —

4. Changement de milieu, lois de Snell-Descartes
   a. Dioptre
   b. Première approche, ondulatoire
   c. Retour à l'optique géométrique

— ***Jeudi 24 Septembre*** **1 h** —

TRAVAUX DIRIGÉS	S_{02} FICHE A

— ***Samedi 26 Septembre*** **3 h** —

Devoir Surveillé n°1 3 h

— ***Lundi 28 Septembre*** **4 h** —

TP COURS	ONDES ULTRASONORES	4 h

— ***Mardi 29 Octobre*** **2 h** —

QCM S_{02} 10 min

d. Lois de Snell Descartes
e. Cas limites

II Miroir plan et lentilles minces

1. Miroir plan
   a. Définition
   b. Image d'un objet ponctuel
   c. Relation de conjugaison, stigmatisme rigoureux

— ***Mercredi 30 Septembre*** **2 h** —

   d. Cas des objets étendus
2. Lentilles minces
   a. Généralités
   b. Représentations symboliques
   c. Stigmatisme et aplanétisme
   d. Cas d'un objet à l'infini, foyer principal image, plan focal image
   e. Cas d'une image à l'infini, foyer principal objet, plan focal objet

---

— ***Jeudi 1er Octobre*** **1 h** —

f. Tracé d'un rayon quelconque
g. Construction de l'image d'un objet étendu

— ***Jeudi 1er Octobre*** **1 h** —

Travaux Dirigés	S_{02} – Fiche B

— *Lundi 5 Octobre* 4 h —

TP tournants :

TP Analyse de la lumière	2 h
TP Corde de Melde	2 h
TP Mesure directe du son	2 h
TP Ondes sonores dans un tube	2 h
TP Spectre d'une onde sonore	2 h

— *Mardi 6 Octobre* 2 h —

h. Formules du grandissement et relations de conjugaison
i. Quelles relations utiliser et comment ?

— *Mercredi 7 Octobre* 2 h —

j. Former une image réelle d'un objet réel

3. Étude succincte de l'œil
   a. Description et modélisation
   b. Accommodation
   c. Résolution angulaire, loupe

— *Jeudi 8 Octobre* 1 h —

4. Association de lentilles
   a. Lunette astronomique, lunette de Galilée

— *Jeudi 8 Octobre* 1 h —

Travaux Dirigés	S_{03} – Fiche A

— *Lundi 12 Octobre* 4 h —

TP tournants :

TP Analyse de la lumière	2 h
TP Corde de Melde	2 h
TP Mesure directe du son	2 h
TP Ondes sonores dans un tube	2 h
TP Spectre d'une onde sonore	2 h

— *Mardi 13 Octobre* 2 h —

QCM S_{03} 10 min

b. Microscope

S_{04} Introduction à la mécanique quantique

I Confrontation entre la mécanique classique et l'expérience

1. Mécanique classique
2. Effet photo-électrique, nécessité de la notion de photon
   a. Dispositif expérimental
   b. Observations
   c. Interprétation
   d. Relations de Planck-Einstein

— *Mercredi 14 Octobre* 2 h —

3. Onde de matière : interférence d'onde de matière
   a. Dispositif expérimental
   b. Observations
   c. Interprétation
   d. Relation de De Broglie.
   e. Traitement quantique ou classique ?
   f. Diffraction d'un faisceau d'électrons par un cristal

II Fonction d'onde et inégalité de Heisenberg

1. Notion de fonction d'onde
   a. Nécessité
   b. Densité de probabilité
   c. Interprétation de l'expérience d'interférence d'atomes froids
2. Inégalité de Heisenberg spatiale
   a. Idée
   b. Illustration expérimentale
   c. Résultat issu de la mécanique quantique

— *Jeudi 15 Octobre* 1 h —

Travaux Dirigés S_{03} – Fiche B

III Particules confinées

1. Cas général
2. Exemple de l'oscillateur harmonique
   a. Description classique, rappels
   b. Description quantique

Approche documentaire – Appareil photo numérique pour Mercredi 4 Novembre

---

— *Jeudi 15 Octobre* 1 h —

Travaux Dirigés	S_{03} – Fiche B

— *Samedi 18 Octobre* 3 h —

Devoir Surveillé n°3 3 h

Vacances de Toussaint

— *Lundi 2 Novembre* 4 h —

TP tournants :

TP Analyse de la lumière	2 h
TP Corde de Melde	2 h
TP Mesure directe du son	2 h
TP Ondes sonores dans un tube	2 h
TP Spectre d'une onde sonore	2 h

— *Mardi 3 Novembre* 2 h —

3. Particule libre confinée 1D, puits rectangulaire infini
4. Conclusion

S_{05} Circuits électriques dans l'ARQS

I Grandeurs électriques

1. Description d'un circuit électrique, un peu de vocabulaire
2. Charge électrique q
3. Courant électrique
   a. Déplacement des porteurs de charge
   b. Intensité du courant i

— *Mercredi 4 Novembre* 2 h —

   c. Loi des nœuds
   d. Approximation des régimes quasi-stationnaires
4. Tension électrique u, loi des mailles
   a. Notion de potentiel électrique v, tension électrique :
   b. Loi des mailles

II Dipôles électriques

1. Définition

— *Jeudi 5 Novembre* 1 h —

2. Convention d'orientation
3. Puissance électrique p
4. Caractéristique courant – tension d'un dipôle
5. Exemple du résistor ou conducteur ohmique ou "résistance"
   a. Caractéristique, loi d'Ohm

Approche documentaire – Effet Photoélectrique pour Mercredi 18 Novembre

---

— *Jeudi 5 Novembre* 1 h —

Travaux Dirigés	S_{04}

— *Lundi 9 Novembre* 4 h —

TP tournants :

TP Analyse de la lumière	2 h
TP Corde de Melde	2 h
TP Mesure directe du son	2 h
TP Ondes sonores dans un tube	2 h
TP Spectre d'une onde sonore	2 h

— *Mardi 10 Novembre* 2 h —

b. Association série de deux résistors, résistor équivalent
c. Association parallèle de deux résistors, résistor équivalent
d. Simplification d'une association de résistors

6. Générateurs
a. Générateur idéal
b. Générateurs réels

— *Mercredi 11 Novembre* 2 h —

Férié

— *Jeudi 12 Novembre* 1 h —

En distanciel

c. Modélisation Thévenin

7. Point de fonctionnement d'un circuit

III Étude de circuits linéaires en régime continu

1. Circuit à une maille
a. Loi des mailles en terme de courant

— *Jeudi 12 Novembre* 1 h —

En distanciel

Travaux Dirigés	S_{05} – Fiche A

— *Lundi 16 Novembre* 4 h —

TP tournants :

TP Analyse de la lumière	2 h
TP Corde de Melde	2 h
TP Mesure directe du son	2 h
TP Ondes sonores dans un tube	2 h
TP Spectre d'une onde sonore	2 h

TP cours	Formation des images	4 h

— *Mardi 17 Novembre* 2 h —

b. Loi de Pouillet
c. Pont diviseur de tension

2. Circuits à deux mailles
   a. Simplification du circuit
   b. Pont diviseur de courant

— *Mercredi 18 Novembre* 2 h —

   c. Utilisation des lois de Kirchhoff
   d. Loi des nœuds en terme de potentiels

3. Circuits plus complexes
   a. Exemple d'utilisation des méthodes précédentes
   b. Exemple de résolution par application des lois de Kirchhoff

---

— *Jeudi 19 Novembre* 1 h —

S_{06} Circuits linéaires du premier ordre

I Deux nouveaux dipoles

1. Condensateur
   a. Constitution
   b. Relation constitutive
   c. Continuité de la tension $u_C(t)$

— *Jeudi 19 Novembre* 1 h —

Travaux Dirigés — S_{05} – Fiche B

— *Samedi 20 Novembre* 3 h —

Devoir Surveillé n°3 — 3 h

— *Lundi 23 Novembre* 4 h —

TP tournants :

TP Analyse de la lumière	2 h
TP Corde de Melde	2 h
TP Mesure directe du son	2 h
TP Ondes sonores dans un tube	2 h
TP Spectre d'une onde sonore	2 h

TP COURS	FORMATION DES IMAGES	4 h

— *Mardi 24 Novembre* 2 h —

QCM S_{05} 10 min

d. Comportement en régime continu
e. Aspect énergétique, puissance
f. Condensateur réel

2. Bobine (inductance, self-inductance ou encore solénoïde.)
   a. Constitution
   b. Relation constitutive
   c. Continuité de l'intensité du courant $i_L(t)$
   d. Comportement en régime continu
   e. Aspect énergétique, puissance
   f. Bobine réelle

II Réponse d'un circuit RC à un échelon de tension

1. Circuit, conditions initiales et étude qualitative
2. Équation différentielle en $u_C(t)$

— *Mercredi 25 Novembre* 2 h —

3. Résolution de l'équation différentielle : charge du condensateur
4. Tracé
5. Intensité du courant dans le circuit
   a. Expression
   b. Tracé
6. Portraits de phase
7. Aspect énergétique
   a. Énergie emmagasinée dans le condensateur
   b. Énergie dissipée dans la résistance
   c. Énergie fournie par le générateur
   d. Répartition de l'énergie
   e. Évolution des énergies au cours du temps

— *Jeudi 26 Novembre* 1 h —

8. Réponse libre d'un circuit RC
   a. Circuit et conditions "initiales"
   b. Equation différentielle en $u_C(t)$
   c. Portrait de phase
   d. Résolution de l'équation différentielle : décharge du condensateur
   e. Tracé
   f. Intensité du courant dans le circuit

— *Jeudi 26 Novembre* 1 h —

Travaux Dirigés	S_{06}, début.

— *Lundi 30 Novembre* 4 h —

TP cours	Spectroscope a Réseau	2 h
TP Mesure de résistances		2 h
TP Microscope et viseur		2 h
TP Lunettes		2 h
TP Structures spatiales périodiques et stockage de l'info.		2 h
TP Goniomètre à réseau		2 h

— *Mardi 1er Décembre* 2 h —

III Réponse d'un circuit RL à un échelon de tension

1. Circuit
2. Équation différentielle en $i(t)$
3. Résolution de l'équation différentielle : établissement du courant
4. Tracé
5. Tension aux bornes de la bobine

I Oscillateurs amortis en régime transitoire

1. Oscillateur mécanique amorti par frottements fluides
   a. Dispositif et conditions initiales
   b. Comportement du système
   c. Approche énergétique
   d. Mise en équation
2. Comparaison avec un circuit RLC série en régime libre
   a. Circuit et conditions initiales
   b. Réponse du circuit
   c. Approche énergétique
   d. Mise en équation

— *Mercredi 2 Décembre* 2 h —

3. Equation canonique, analogie
   a. Similitudes
   b. Equation canonique
   c. Identification pour chaque système
   d. Analogie électro-mécanique
4. Résolution de l'équation différentielle en régime libre, sol_H
   a. Régime apériodique

— *Jeudi 3 Décembre* 1 h —

En distanciel

b. Régime critique
c. Régime pseudo-périodique

— *Jeudi 3 Décembre* 1 h —

Travaux Dirigés	S_{06}, suite et fin.

— *Lundi 7 Décembre* 4 h —

TP cours	Spectroscope à Réseau	2 h

TP Mesure de résistances	2 h
TP Microscope et viseur	2 h
TP Lunettes	2 h
TP Structures spatiales périodiques et stockage de l'info.	2 h
TP Goniomètre à réseau	2 h

— *Mardi 8 Décembre* 2 h —

En distanciel

d. Cas idéal du régime harmonique
e. Comparaison des différents régimes

5. Réponse à un échelon
   a. Circuit et conditions initiales
   b. Equation différentielle en $u_C(t)$, forme canonique.
   c. Résolution de l'équation différentielle : charge du condensateur
   d. Equivalent mécanique
6. Cas d'un circuit RLC parallèle
   a. Circuit et conditions initiales
   b. Équation différentielle en $u_C(t)$
   c. Comparaison avec le RLC série

II Dipôles linéaires en régime sinusoïdal forcé

1. Régime sinusoïdal forcé
2. Représentation d'un signal sinusoïdal

— *Mercredi 9 Décembre* 2 h —

a. Utilisation des complexes
b. Variante : diagramme de Fresnel

3. Dipôles linéaires en RSF
   a. Loi d'Ohm généralisée
   b. Impédance complexe de dipôles passifs

— *Jeudi 10 Décembre* 1 h —

c. Dipôles actifs
d. Association de dipôles linéaires

III Circuits linéaires en RSF, *RLC* série

1. Lois et Théorèmes de l'électrocinétique en RSF
   a. Lois de Kirchhoff
   b. Théorèmes de l'électrocinétique

— *Jeudi 10 Décembre* 1 h —

Travaux Dirigés	S_{07} – Fiche A

— *Lundi 14 Décembre* 4 h —

TP – tournants

TP Mesure de résistances	2 h
TP Microscope et viseur	2 h
TP Lunettes	2 h
TP Structures spatiales périodiques et stockage de l'info.	2 h
TP Goniomètre à réseau	2 h

— *Mardi 15 Décembre* 2 h —

2. Circuit RLC en régime sinusoïdal forcé, résonances.
   a. Caractéristiques du circuit
   b. Résonance en intensité

— *Mercredi 16 Décembre* 1 h —

c. Résonance en tension aux bornes du condensateur ?
d. Equivalent mécanique

— *Jeudi 17 Décembre* 1 h —

S_{08} Filtrage Linéaire

I Signaux périodiques

1. Caractéristiques
   a. Définition et premier exemple
   b. Autres exemples
   c. Valeur moyenne
   d. Valeur efficace
2. Décomposition d'un signal périodique
   a. Exemples
   b. Généralisation, théorème de Fourier
   c. Valeur efficace
   d. Spectre d'un signal périodique

— *Jeudi 17 Décembre* 1 h —

Travaux Dirigés	S_{07} – Fiche B

Vacances de Noël

— *Lundi 4 Janvier* 4 h —

TP – tournants

TP Mesure de résistances	2 h
TP Microscope et viseur	2 h
TP Lunettes	2 h
TP Structures spatiales périodiques et stockage de l'info.	2 h
TP Goniomètre à réseau	2 h

— *Mardi 5 Janvier* 2 h —

II Filtrage

1. Principe
2. Mise en pratique : quadripôles électrique
3. Fonction de transfert en régime sinusoïdal forcé
4. Caractéristiques de filtres du premier et du second ordre
   a. Bande passante

— *Mercredi 5 Janvier* 2 h —

b. Principaux types de filtres linéaires et exemples d'application
c. Diagrammes de Bode
d. Diagramme asymptotique

5. Effets d'un filtre sur un signal

— *Jeudi 7 Janvier* 2 h —

6. Notion de Gabarit
7. Compléments sur le filtre passe-bas du premier ordre
   a. Caractère pseudo-intégrateur du filtre
   b. Impédance d'entrée et impédance de sortie

— *Jeudi 7 Janvier* 2 h —

Travaux Dirigés	S_{08} – Fiche A

— *Lundi 11 Janvier* 4 h —

TP – tournants

TP Mesure de résistances	2 h
TP Microscope et viseur	2 h
TP Lunettes	2 h
TP Structures spatiales périodiques et stockage de l'info.	2 h
TP Goniomètre à réseau	2 h

— *Mardi 12 Janvier* 2 h —

8. Filtre passe-haut du premier ordre.

III Autres exemples de filtres et associations

1. Nécessité
2. Filtre passe-bas d'ordre deux
   a. Montage
   b. Comportement asymptotique
   c. Fonction de transfert
   d. Diagrammes de Bode
3. Filtre passe-bande d'ordre deux
   a. Montage
   b. Comportement asymptotique
   c. Fonction de transfert

— *Mercredi 13 Janvier* 2 h —

d. Diagrammes de Bode
e. Effets sur un signal

4. Association de filtres en cascade
   a. Intérêt
   b. Montage
   c. Fonction de transfert
   d. Diagrammes de Bode
   e. Exemple

Partie

Mécanique

M_{01} Cinématique

I Description et paramétrage du mouvement d'un point

1. Point matériel
2. Repères, référentiel
   a. Nécessité

— ***Jeudi 14 Janvier*** **1 h** —

En distanciel

   b. Référentiels d'observation
   c. Mouvement et trajectoire

3. Rappels sur les vecteurs
   a. Produit scalaire

— ***Jeudi 14 Janvier*** **1 h** —

En distanciel

Travaux Dirigés — S_{08} Fiche B

— ***Lundi 18 Janvier*** **4 h** —

TP – tournants

TP Mesure de résistances	2 h
TP Microscope et viseur	2 h
TP Lunettes	2 h
TP Structures spatiales périodiques et stockage de l'info.	2 h
TP Goniomètre à réseau	2 h

— *Mardi 19 Janvier* 2 h —

En distanciel

b. Projection d'un vecteur sur un axe
c. Composantes d'un vecteur

4. Systèmes usuels de coordonnées, vecteur position
   a. Coordonnées cartésiennes (x, y, z)
   b. Coordonnées cylindro polaires (ou cylindriques) : (r, θ, z)
   c. Coordonnées polaires : (r, θ)
   d. Coordonnées sphériques : (r, θ, φ)

— *Mercredi 20 Janvier* 2 h —

5. Vecteur vitesse d'un point M
   a. Définition
   b. Détermination graphique de $\vec{v}$
   c. Expression de $\vec{v}$ en coordonnées cartésiennes
   d. Expression de $\vec{v}$ en coordonnées cylindro-polaires
   e. Expression de $\vec{v}$ en coordonnées sphériques
6. Vecteur accélération
   a. Définition
   b. Détermination graphique de $\vec{a}$
   c. Direction de $\vec{a}$
   d. Expression de $\vec{a}$ en coordonnées cartésiennes

— *Jeudi 21 Janvier* 1 h —

e. Expression de $\vec{a}$ en coordonnées cylindropolaires

II Exemples de mouvements

1. Mouvement uniformément accéléré

— *Jeudi 21 Janvier* 1 h —

TRAVAUX DIRIGÉS M_{01} – FICHE A

— *Lundi 25 Janvier* 2 h —

2. Mouvement circulaire

III Mouvement d'un solide

1. Définition
2. Translations
   a. Définition
   b. Différents types de translation
3. Rotation autour d'un axe fixe
   a. Définition
   b. Exemples
   c. Vitesse angulaire du solide
   d. Vitesse d'un point du solide

M_{02} Dynamique newtonienne

I Loi de la quantité de mouvement

1. Quantité de mouvement
   a. Cas d'un point matériel
   b. Cas d'un système matériel $\mathcal{S}$

— Mardi 26 Janvier 2 h —

2. Forces
   a. Principe d'inertie
   b. Exemple de l'interaction gravitationnelle
   c. Principe des actions réciproques
   d. Propriétés
3. Loi de la quantité de mouvement ou seconde loi de Newton
4. Autres forces usuelles / applications
   a. Poids / chute libre sans frottement
   b. Frottements fluides / modèles plus évolués de la chute d'un corps

---

— Mercredi 27 Janvier 2 h —

   c. Frottement solide / glissement sur un plan incliné

— Jeudi 28 Janvier 1 h —

   d. Force de rappel élastique / position d'équilibre et oscillateur amorti.

— Jeudi 28 Janvier 1 h —

Travaux Dirigés — M_{02} – Fiche B

— *Lundi 1er Février* 4 h —

TP Etude d'un filtre ADSL	2 h
TP Mobile dans un champ de pesanteur uniforme	2 h
TP Oscillateur électrique amortis, RLC série	2 h
TP Oscillateur mécanique linéaire amortis en RSF	2 h
TP Système du premier ordre en régime transitoire	2 h

— *Mardi 2 Février* 2 h —

e. Tension d'un fil / pendule simple

II Approche énergétique du mouvement d'un point matériel

1. Travail d'une force dans un référentiel
   a. Travail élémentaire
   b. Travail W de $\vec{F}$
   c. Cas particuliers
   d. Travail de la résultante de forces
2. Puissance d'une force dans un référentiel
3. Théorèmes énergétiques
   a. Intérêt
   b. Théorème de la puissance cinétique
   c. Théorème de l'énergie cinétique

— *Mercredi 3 Février* 2 h —

III Systèmes à un degré de liberté

1. Définition et exemples
2. Utilisation des théorème énergétiques
   a. Théorème de la puissance cinétique
   b. Théorème de l'énergie cinétique
3. Forces conservatives, énergie potentielle
   a. Exemple de la force de rappel, énergie potentielle élastique
   b. Généralisation, forces conservatives
   c. Interprétation physique de l'E_p
   d. Autre force conservative : le poids, énergie potentielle de pesanteur.
   e. Force gravitationnelle et force électrostatique
   f. Forces non conservatives

— *Jeudi 4 Février* 1 h —

4. Énergie mécanique
   a. Définitions et théorèmes
   b. Utilisation des théorèmes de l'énergie mécanique : TEM et TPM
5. Utilisation de méthodes graphiques
   a. Profil énergétique $E_p(x)$

— ***Jeudi 30 Janvier*** **1 h** —

Travaux Dirigés	M_{02} – Fiche A

— ***Lundi 8 Février*** **4 h** —

TP Etude d'un filtre ADSL	2 h
TP Mobile dans un champ de pesanteur uniforme	2 h
TP Oscillateur électrique amortis, RLC série	2 h
TP Oscillateur mécanique linéaire amortis en RSF	2 h
TP Système du premier ordre en régime transitoire	2 h

— ***Mardi 9 Février*** **2 h** —

b. Portrait de phase
c. Exemples
d. Lien entre le profil énergétique et le portrait de phase
e. Petits mouvements autour d'une position d'équilibre stable

---

— ***Mercredi 10 Février*** **2 h** —

6. Cas du pendule simple
   a. Étude énergétique
   b. Portrait de phase et évolution temporelle.

Mouvement de particules chargées dans $\vec{E}$ et $\vec{B}$ constants.

I Position du problème, forces en présence

1. Approche expérimentale, notion de champ
   a. Champ électrique $\vec{E}$

— ***Jeudi 11 Février*** **1 h** —

   b. Champ magnétique $\vec{B}$
2. Force de Lorentz
   a. Produit vectoriel
   b. Définition de la Force de Lorentz

— ***Jeudi 11 Février*** **1 h** —

— *Jeudi 11 Février* 1 h —

Première présentation des TIPE.

— *Samedi 13 Février* 3 h —

Devoir Surveillé n°6 — 3 h

— *Lundi 15 Février* 4 h —

- TP Etude d'un filtre ADSL — 2 h
- TP Mobile dans un champ de pesanteur uniforme — 2 h
- TP Oscillateur électrique amortis, RLC série — 2 h
- TP Oscillateur mécanique linéaire amortis en RSF — 2 h
- TP Système du premier ordre en régime transitoire — 2 h

— *Mardi 16 Février* 2 h —

II Particule chargée dans un champ $\vec{E}$ seul

1. Trajectoire : application du PFD.
2. Application : déviation d'un faisceau de particules.
3. Détermination de v, aspect énergétique
4. Cas des particules de haute énergie

III Particule chargée dans un champ $\vec{B}$ seul

1. Aspect énergétique : conservation de l'énergie cinétique
2. Trajectoire : PFD + méthode classique ou des complexes.
   a. Equations différentielles du mouvement
   b. Méthode classique
   c. Méthode des complexes

— *Mercredi 17 Février* 2 h —

   d. Équations paramétriques et trajectoire
3. Cas particulier de la trajectoire circulaire

M_{04} Loi du moment cinétique

I Moment cinétique

1. Moment cinétique d'un point matériel M par rapport à un point A
2. Moment cinétique de M par rapport à un axe orienté Δ
3. Moment cinétique d'un système par rapport à un axe
   a. Cas d'un système discret de points matériels
   b. Cas d'un solide, moment d'inertie J_Δ

— *Jeudi 18 Février* 2 h —

II Moment d'une force

1. Moment d'une force $\vec{F}$ par rapport à un point A : $\vec{\mathcal{M}}_A(\vec{F})$.
2. Moment d'une force $\vec{F}$ par rapport à un axe orienté Δ : $\mathcal{M}_\Delta(\vec{F})$

Approche documentaire – n°4 pour Mercredi 10 Mars

— *Jeudi 18 Février* 1 h —

Travaux Dirigés	M_{03}

Seconde présentation des TIPE.

Vacances d'hiver

— *Lundi 8 Mars* 4 h —

TP Etude d'un filtre ADSL	2 h
TP Mobile dans un champ de pesanteur uniforme	2 h
TP Oscillateur électrique amortis, RLC série	2 h
TP Oscillateur mécanique linéaire amortis en RSF	2 h
TP Système du premier ordre en régime transitoire	2 h

— *Mardi 9 Mars* 2 h —

3. Moment résultant de forces appliquées en différents points d'un système, notion de couple
   a. Expressions générales
   b. Exemple du poids
   c. Cas particulier d'un couple de forces
   d. Cas des forces intérieures
   e. Liaison pivot

III Loi du moment cinétique

1. Cas d'un point matériel
   a. Démonstration
   b. Enoncé
   c. Application au pendule simple
   d. Version scalaire, théorème scalaire du moment cinétique (TSMC)
   e. Cas particulier des forces centrales, conservation du moment cinétique
2. Cas d'un système
3. Pendule de torsion
   a. Définitions et exemples
   b. Equation différentielle
   c. Analogie avec l'oscillateur harmonique
   d. Portrait de phase, influence des frottements

— *Mercredi 10 Mars* 2 h —

4. Pendule pesant
   a. Définition et exemples
   b. Equation différentielle du mouvement
   c. Analogie avec le pendule simple
   d. Portrait de phase
   e. Effet des frottements

IV Approche énergétique du mouvement du solide en rotation

1. Energie cinétique du solide en rotation
2. Théorèmes énergétiques
   a. Puissance et travail d'une force s'exerçant sur un solide en rotation
   b. Théorème de la puissance cinétique
   c. Théorème de l'énergie cinétique
3. Energies potentielles
   a. Energie potentielle du couple de torsion
   b. Energie potentielle de pesanteur
4. Energie mécanique et intégrales premières du mouvement
   a. Energie mécanique et théorèmes

— *Jeudi 11 Février* 1 h —

   b. Application au pendule de torsion
   c. Application au pendule pesant
5. Cas d'un système déformable, tabouret d'inertie
   a. Bilan énergétique du tabouret d'inertie
   b. Généralisation à tout système déformable
   c. Théorèmes énergétiques pour un système déformable

— *Jeudi 11 Mars* 1 h —

— *Lundi 15 Mars* 4 h —

TP Etude d'un filtre ADSL	2 h
TP Mobile dans un champ de pesanteur uniforme	2 h
TP Oscillateur électrique amortis, RLC série	2 h
TP Oscillateur mécanique linéaire amortis en RSF	2 h
TP Système du premier ordre en régime transitoire	2 h

— *Mardi 16 Mars* 2 h —

M_{05} Mouvements dans un chp de force centrale conservatif

I Forces centrales conservatives, généralités

1. Définition et exemples
   - a. Définitions
   - b. Oscillateur harmonique plan
2. Lois générales de conservation
   - a. Conservation du moment cinétique et conséquences
   - b. Conservation de l'énergie mécanique, énergie potentielle effective

II Cas des champs newtoniens

1. Loi de force
   - a. Définition
   - b. Exemple de l'interaction gravitationnelle : force de gravitation
   - c. Exemple de l'interaction électrostatique : force coulombienne

— *Mercredi 17 Mars* 2 h —

2. Énergie potentielle
3. Énergie potentielle effective, discussion graphique de l'évolution radiale
   - a. Interaction attractive : $k > 0$
   - b. Interaction répulsive : $k < 0$
   - c. Trajectoires possibles : admis
4. Trajectoire circulaire et applications
   - a. Utilisation de la conservation du moment cinétique $\Rightarrow v$ constante.
   - b. Application du principe fondamental de la dynamique $\Rightarrow$ valeur de v et T
   - c. Energie mécanique $\Rightarrow v$ par méthode énergétique.

— *Jeudi 18 Mars* 1 h —

d. Cas particulier d'un satellite géostationnaire
5. Trajectoires elliptiques
   a. Lois de Kepler
   b. Caractéristiques des trajectoires elliptiques
   c. Énergie mécanique
   d. Étude de la vitesse

— *Jeudi 18 Mars* 1 h —

Travaux Dirigés	M_{04} – Fiche B

— *Lundi 22 Mars* 4 h —

TP Adaptation d'impédance, application au lecteur mp3	h2 h
TP Etude d'un haut-parleur électrodynamique	2 h
TP Etude du fluide SF6	2 h
TP Pendule de torsion	2 h
TP Pendule simple	2 h

— *Mardi 23 Mars* 2 h —

   e. Seconde loi de Kepler
   f. Utilisation de la troisième loi de Kepler
6. Trajectoire parabolique, deuxième vitesse cosmique
7. Mouvement hyperbolique
   a. Cas attractif
   b. Cas répulsif, exemple de la diffusion de Rutherford

Partie

Thermodynamique

T_{01} Descriptions d'un système à l'équilibre

I Différentes échelles de description d'un système

1. Système thermodynamique
2. Libre parcours moyen
3. Echelle microscopique

— *Mercredi 24 Mars* 2 h —

4. Echelle macroscopique, grandeurs d'état
5. Equation d'état, exemple du gaz parfait et des phases condensées
6. Echelle mésoscopique, particule de fluide

II Description microscopique de la matière, modèle du GPM

1. Modèle du gaz parfait monoatomique : GPM
2. Pression cinétique du GPM
   a. Interprétation physique de la pression P
   b. Distribution des vitesses
   c. Modèle simplifié avec choc frontal
3. Température absolue T d'un GPM
   a. Interprétation physique de la température
   b. Energie cinétique moyenne $< e_c >$ d'une particule d'un GPM

— *Jeudi 25 Mars* 2 h —

   c. Température T d'un GPM
4. Energie interne d'un gaz parfait monoatomique
5. Extension aux gaz parfaits polyatomiques : GPP

— *Jeudi 25 Mars* 2 h —

Travaux Dirigés	M_{05} – Fiche B

— *Lundi 29 Mars* 4 h —

TP Adaptation d'impédance, application au lecteur mp3	h2 h
TP Etude d'un haut-parleur électrodynamique	2 h
TP Etude du fluide SF6	2 h
TP Pendule de torsion	2 h
TP Pendule simple	2 h

— *Mardi 30 Mars* 2 h —

III Modélisation macroscopique de la matière

1. Généralisation et mesure de P et T
   a. Mesure de P
   b. Mesure de T
   c. Équilibre thermodynamique d'un système
2. Du gaz réel au gaz parfait
   a. Principe de l'étude expérimentale
   b. Réseaux d'isothermes en coordonnées de Clapeyron : $P(v = \frac{V}{m})$ à différentes T
   c. Réseaux d'isothermes dans le diagramme d'Amagat $PV = f(P)$
   d. Conclusion
3. Compressibilité d'un fluide
4. Cas des phases condensées
5. Energie interne
   a. Notion d'énergie totale E et décomposition

b. Gaz parfaits
c. Gaz réels
d. Phases condensées : solides et liquides

— *Mercredi 31 Mars* 2 h —

IV Changement d'état

1. Définitions et propriétés
2. Diagramme d'état d'un corps pur (P, T)
   a. Définition et tracé
   b. Point triple et point critique
   c. Cas particulier de l'eau
3. Étude particulière de l'équilibre liquide - vapeur
   a. Diagramme de Clapeyron $(P, v = \frac{V}{m})$
   b. Point critique C
   c. Titre en vapeur
   d. Problème du stockage des fluides
4. Equilibre liquide-vapeur d'eau en présence d'une atmosphère inerte

---

— *Jeudi 1er Avril* 1 h —

T_{02} Énergie échangée au cours d'une transformation

I Transformations d'un système

1. Généralités
2. Transformation quasi-statique (mécaniquement réversible)
3. Transformation réversible
4. Transformation irréversible

— *Jeudi 1er Avril* 1 h —

Travaux Dirigés M_{05}

— *Mardi 5 Avril* 2 h —

Cours en distanciel

5. Cas particuliers : on fixe un paramètre d'état
   a. Température : transformations isothermes / monothermes
   b. Pression : transformations isobares / monobares
   c. Volume : transformations isochores.
   d. Cas des changements d'état
6. Transformation adiabatique

II Travail des forces de pression

1. Travail élémentaire des forces de pression
2. Travail fini des forces de pression
   a. Cas général
   b. Transformations isochores
   c. Transformations monobares
   d. Transformations quasi-statiques
3. Représentation graphique du travail des forces de pression
4. Travail autre que celui des forces de pression

T_{03} Premier principe. Bilans d'énergie

I Enoncés du premier principe de la thermodynamique

1. De la mécanique à la thermodynamique
   a. Non conservation de l'énergie mécanique
   b. Point de vue de la thermodynamique : conversion d'énergie
2. Enoncé général
3. Enoncé usuel

II Application au calcul des transferts thermiques

1. Cas général
2. Hypothèses sur la transformation
   a. Transformation adiabatique
   b. Transformation cyclique

— *Mercredi 6 Avril* 2 h —

Cours en distanciel

   c. Transformation isochore, C_V
3. Une nouvelle fonction d'état, l'enthalpie H
   a. Définition et utilité
   b. Calcul de Q_P dans le cas le plus courant
   c. Capacité thermique à pression constante C_P
4. Hypothèses sur le type de système étudié
   a. Cas des phases condensées, application à la calorimétrie

---

— *Jeudi 7 Avril* 1 h —

Cours en distanciel

   b. Cas des gaz parfaits

— *Jeudi 7 Avril* 1 h —

Vacances de printemps

— *Lundi 26 Avril* 2 h —

Cours en distanciel

5. Changements d'état (transition de phase)
   a. Nature de la transformation
   b. Enthalpie massique de transition de phase
   c. Utilisation de diagrammes
   d. Application au calcul du transfert thermique
   e. Bilan thermique sur une transformation comportant un changement d'état

— *Mardi 27 Avril* 2 h —

Cours en distanciel

T_{04} Deuxième principe. Bilans d'entropie.

I Nécessité d'un second principe
1. Sens d'évolution des transformations
2. De l'hétérogénéité à l'homogénéité, notion d'entropie

II Second principe de la thermodynamique
1. Énoncé
2. Entropie d'échange
3. Entropie de création
4. Cas des transformations adiabatiques

III Variation d'entropie d'un système
1. Phases condensées : solides et liquides
   a. Entropie des phases condensées
   b. Variation d'entropie d'une phase condensée

— *Mercredi 28 Avril* 2 h —

Cours en distanciel

c. Variation d'entropie d'une phase condensée au contact d'un thermostat
d. Variation d'entropie d'un thermostat

2. Gaz parfaits
   a. Entropie d'un Gaz Parfait
   b. Variation d'entropie
   c. Lois de Laplace
3. Cas des changements d'état
   a. Nature de la transformation
   b. Entropie massique de changement d'état
   c. Lectures graphiques

— *Jeudi 29 Avril* 2 × 1 h —

Cours en distanciel

Travaux Dirigés	T_{02}
Travaux Dirigés	T_{03} – Fiche A

— *Lundi 3 Mai* 2 h —

T_{05} Machines thermiques

I Différents types de machines

1. Définitions
2. Bilans sur un cycle
   a. Bilan énergétique
   b. Bilan entropique
3. Cycle monotherme
4. Cycle ditherme
   a. Représentation
   b. Bilans énergétique et entropique
   c. Diagramme de Raveau.

II Étude de moteurs dithermes

1. Représentation, principe de Carnot
2. Rendement du moteur ditherme
3. Cycle moteur de Carnot
4. Machine thermique réelle : moteur de Beau de Rochas

— *Mardi 4 Mai* 2 h —

III Étude de récepteurs dithermes

1. Exemples
2. Efficacité (cœfficient de performance) d'un récepteur
   a. Réfrigérateur ou climatiseur
   b. Pompe à chaleur
   c. Commentaires

— *Mercredi 5 Mai* 2 h —

3. Etude de l'écoulement stationnaire
   a. Organe d'une machine
   b. Premier principe "industriel"
4. Application au réfrigérateur
   a. Principe
   b. Description
   c. Tracé du cycle dans le digramme des frigoristes $p(h)$
   d. Détermination du coefficient de performance

— *Jeudi 6 Mai* 2×1 h —

Travaux Dirigés	T_{03} – Fiche B
Travaux Dirigés	T_{04}

— *Lundi 10 Mai* 4 h —

TP Adaptation d'impédance, application au lecteur mp3	h2 h
TP Etude d'un haut-parleur électrodynamique	2 h
TP Etude du fluide SF6	2 h
TP Pendule de torsion	2 h
TP Pendule simple	2 h

— *Mardi 11 Mai* 2 h —

T_{06} Statique des fluides

I Relation de la statique des fluides

1. Position du problème, notion de champ
2. Forces extérieures appliquées sur une particule fluide
   a. Forces volumiques
   b. Forces surfaciques
3. Relation de la statique des fluides
4. Application à la statique des fluides incompressibles
   a. Relation de l'hydrostatique

— *Mercredi 12 Mai* 2 h —

   b. Applications
5. Statique des fluides compressibles : cas de l'atmosphère isotherme
   a. Modèle
   b. Variation de P avec l'altitude
   c. Distribution de Boltzmann
6. Equation locale de la statique des fluides
   a. Gradient d'un champ scalaire

— *Jeudi 13 Mai* 2 h —

Férié

— *Lundi 17 Mai* 4 h —

TP Adaptation d'impédance, application au lecteur mp3	h2 h
TP Etude d'un haut-parleur électrodynamique	2 h
TP Etude du fluide SF6	2 h
TP Pendule de torsion	2 h
TP Pendule simple	2 h

— *Mardi 18 Mai* 2 h —

   b. Equivalent volumique des forces de pression
   c. Application à la statique des fluides

II Actions d'un fluide au repos

1. Résultante des forces de pression exercées sur une paroi
   a. Principe
   b. Paroi plane
   c. Paroi sphérique

— *Mercredi 19 Mai* 2 h —

Cours en distanciel

   d. Paroi cylindrique
2. Cas d'un solide immergé : poussée et principe d'Archimède
   a. Définition de la poussée d'Archimède
   b. Démonstration et énoncé du principe d'Archimède
   c. Cas particulier usuel
   d. Restriction

— *Jeudi 20 Mai* 1 h —

Partie

Induction et force de Laplace

I_{01} Champ magnétique

I Sources de champ magnétique

1. Mise en évidence
2. Ordre de grandeur
3. Cartes de champ, étude qualitative

II Etude quantitative de quelques cartes de champ

1. Fil rectiligne
   a. Carte de champ
   b. Observations
   c. Expression de $\vec{B}$
   d. Théorème de superposition

Approche documentaire – Facteur de Boltzmann pour travail en autonomie.

— *Samedi 22 Mai* 3 h —

Devoir Surveillé n°8 2 h

— ***Mardi 25 Mai*** **2 h** —

2. Spire circulaire
   a. Carte de champ
   b. Observations
   c. Expression de $\vec{B}$
   d. Association de deux spires
   e. Association de N spires, solénoïde
3. Vers un champ uniforme
   a. Intérêt et solutions possibles
   b. Le solénoïde long
   c. Modèle du solénoïde infiniment long

III Dipôle magnétique

1. Intérêt de l'étude
2. Moment magnétique
3. Cas des aimants

— ***Mercredi 26 Mai*** **2 h** —

I_{02} Actions d'un champ magnétique

I Force de Laplace

1. Force de Lorentz, force de Laplace élémentaire
2. Résultante des forces élémentaires : force de Laplace
   a. Expression générale et mise en évidence expérimentale
   b. Cas d'un champ magnétique uniforme
3. Expérience des rails de Laplace
4. Puissance des forces de Laplace

II Spire rectangulaire dans un champ magnétique

1. Résultante des efforts

— ***Jeudi 27 Mai*** **1 h** —

2. Puissance du couple
3. Généralisation aux aimants
4. Positions d'équilibre et stabilité

III Champ tournant

1. Principe
2. Production d'un champ tournant
3. Application aux moteurs synchrones

— ***Jeudi 27 Mai*** **1 h** —

Travaux Dirigés	T_{06}

— *Lundi 31 Mai* 4 h —

TP Adaptation d'impédance, application au lecteur mp3	h2 h
TP Etude d'un haut-parleur électrodynamique	2 h
TP Etude du fluide SF6	2 h
TP Pendule de torsion	2 h
TP Pendule simple	2 h

Puis 1 h de préparation et 1 h de présentation des TP.

— *Mardi 1er Juin* 2 h —

I_{03} Lois de l'induction

I Flux du champ magnétique

II Principe de l'induction

1. Approche expérimentale
2. Sens du courant
3. Exemple d'application de la loi de Lenz

III Loi de Faraday

— *Mercredi 2 Juin* 2 h —

I_{04} Circuit fixe dans $\vec{B}(t)$

I Cas d'une unique bobine : auto-induction

1. Flux propre vs flux extérieur
2. Inductance propre
3. Inductance propre d'une bobine de grande longueur
4. Phénomène d'auto-induction
5. Mesure de l'inductance propre

— *Jeudi 3 Juin* 1 h —

6. Étude énergétique

II Cas de deux bobines en interaction : inductance mutuelle

1. Mise en évidence expérimentale
2. Applications

— *Lundi 7 Juin* 4 h —

TP Adaptation d'impédance, application au lecteur mp3	h2 h
TP Etude d'un haut-parleur électrodynamique	2 h
TP Etude du fluide SF6	2 h
TP Pendule de torsion	2 h
TP Pendule simple	2 h

Puis 1 h de préparation et 1 h de présentation des TP.

— *Mardi 8 Juin* 2 h —

3. Inductance mutuelle
4. Équations de couplage
5. Étude en régime sinusoïdal forcé (harmonique)
6. Étude énergétique
7. Application au transformateur

— *Mercredi 9 Juin* 2 h —

Cours annulé : Concours blanc

— *Jeudi 10 Juin* 2 h —

Cours annulé : Concours blanc

— *Lundi 14 Juin* 4 h —

TP cours	Calorimétrie

— *Mardi 15 Juin* 2 h —

I_{05} Circuit mobile dans $\vec{B}$ stationnaire

I Conversion de puissance mécanique en puissance électrique

1. Translation : le retour du rail de Laplace
   a. Système et notations
   b. Étude qualitative
   c. Mise en équation
   d. Bilan énergétique
2. Rotation : la spire contre-attaque
   a. Système et notations
   b. Étude qualitative
   c. Mise en équation
   d. Bilan énergétique
3. Freinage inductif

— *Mercredi 16 Juin* 2 h —

II Conversion de puissance électrique en puissance mécanique

1. Machine à courant continu à entrefer plan
2. Haut-parleur électrodynamique

— *Jeudi 3 Juin* 2 h —

Travaux Dirigés	I_{02}
Travaux Dirigés	I_{03}

— *Lundi 21 Juin* 4 h —

TP cours	Calorimétrie

— *Mardi 22 Juin* 2 h —

Travaux Dirigés	I_{04}
Travaux Dirigés	I_{05}

— *Mercredi 23 Juin* 2 h —

Présentation TIPE

— *Jeudi 24 Juin* 4 h —

Présentation TIPE

— *Lundi 28 Juin* 4 h —

Entretiens individuels

— *Mardi 29 Juin* 2 h —

Conseil de classe

À suivre ...