UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE
Faculté des sciences
Département de physique

Plan de cours
Automne 2023

RELATIVITÉ GÉNÉRALE

www.usherbrooke.ca/moodle2-cours/my

Cours

Titre : Relativité générale
Sigle : PHQ615
Crédits : 3
Travail personnel : 5 heures/sem.

Professeur

Nom : David Sénéchal
bureau : D2-1068
tél. : 821-8000 poste 62053
courriel : david.senechal@usherbrooke.ca

Place du cours dans le programme

Type de cours : optionnel
Cours préalables : PHQ134
Cours concomittants : aucun

1 Objectifs et sommaire

Objectif Général
Connaître l'espace-temps physique courbé et la théorie de la gravitation d'Einstein ; apprendre le langage mathématique nécessaire à la description adéquate de l'espace-temps et à la compréhension des phénomènes gravitationnels.

Liste des thèmes (voir le calendrier en page 3 pour un déroulement approximatif)

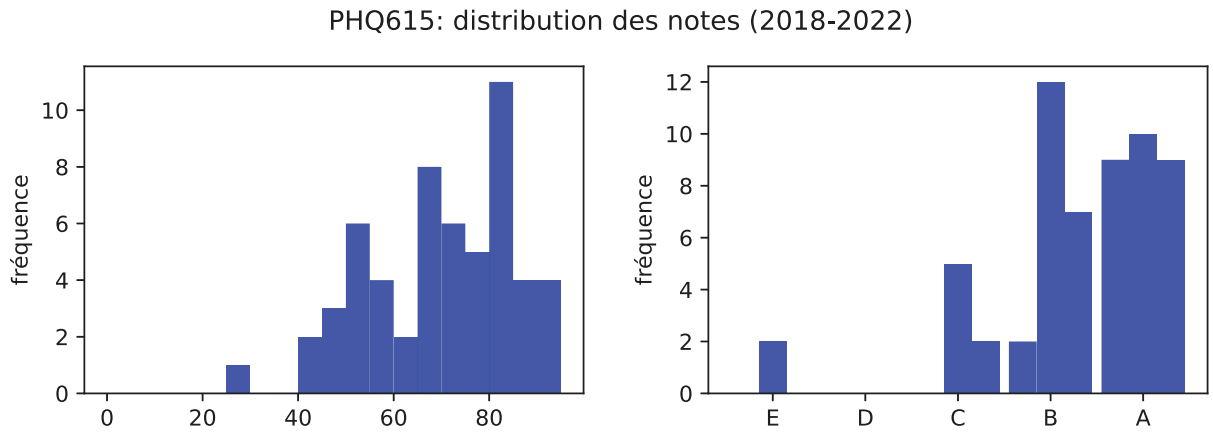
1. Rappels de relativité restreinte
2. Géométrie riemannienne
3. Principes de la relativié générale ; équations d'Einstein
4. Solution de Schwarzchild et trous noirs
5. Métrique de Kerr
6. Ondes gravitationnelles
7. Cosmologie

2 Méthode pédagogique

1. Exposés magistraux et questions par les étudiants.
2. Exercices à la maison (5 devoirs prévus). Les devoirs doivent être réalisés en équipes de deux ou individuellement, au choix des étudiants. La collaboration, incluant avec d'autres équipes, doit être intelligente et non aveugle. Une présentation et un français de qualité sont requis.
3. Travaux dirigés. Le chargé d'exercices solutionnera des problèmes, dont ceux tirés des exercices qui sembleront avoir présenté des difficultés particulières. Les étudiants doivent être prêts à participer en classe à la solution des problèmes.

3 Évaluation

1. Un examen partiel de 110 minutes, comptant pour 35% de la note finale.
2. Un examen final de trois heures, comptant pour 50% de la note finale.
3. Les devoirs compteront pour 15% de la note finale. Ils doivent être remis en équipe de deux ou individuellement, au choix. Il est possible qu'une partie seulement des exercices, non divulguée à l'avance, soit corrigée.



4 Matériel didactique

Des notes de cours sont disponibles sur le site internet du cours (Moodle). Aucun autre manuel n'est obligatoire.

Les vidéos produites en 2020 pour l'enseignement à distance sont toujours disponibles comme matériel complémentaire sur microsoft stream et youtube.

Un serveur Jupyter est mis à la disposition des étudiants afin de leur permettre d'effectuer certains calculs à l'aide de Python en général et de SymPy en particulier :

`https://phy-jpthub-2020.vhost31.genap.ca/`

Le pseudo de chaque étudiant est son CIP et le mot-de-passe initial est obtenu d'un algorithme qui sera révélé en classe.

Références complémentaires

1. MP Hobson, GP Efstathiou & AN Lasenby, *Relativité générale*, de Boeck (2010).
   biblio UdeS : `QC 173.6 H6314`
2. A. Zee, *Einstein Gravity in a Nutshell*, Princeton University Press (2013).
   biblio UdeS : `QC 173.6 Z44`
3. L. Landau & E. Lifchitz, *Théorie du champ*, Éditions MIR (1966).
   biblio UdeS : `QC 670 L3614`
4. S. Weinberg, *Gravitation and cosmology : principles and applications of the general theory of relativity*, Wiley (1972).
   biblio UdeS : `QC 6 W47 1972`
5. E. Poisson & C.M. Will, *Gravity : Newtonian, Post-Newtonian, Relativistic*, Cambridge (2014).
   biblio UdeS : `QC 173.59 M3P65 2014`
6. C.W. Misner, K.S. Thorne & J.A. Wheeler, *Gravitation*, W.H. Freeman (1973)
   biblio UdeS : `QC 178 M57 1973`

Relativité Générale (PHQ 615) – Calendrier, automne 2023 **version 2023-08-14**		
Semaine	**Matière et travaux**	**horaire**
28 août	Rappels de relativité restreinte; algèbre des tenseurs.	lundi 10h30 [2h] vendredi 10h30 [2h]
4 sept.	Géométrie riemannienne	*lundi : pas de cours* vendredi 10h30 [2h]
11 sept.	Géométrie riemannienne	lundi 10h30 [2h] vendredi 10h30 [1h+TD]
18 sept.	Principes de la relativité générale	lundi 10h30 [2h] vendredi 10h30 [1h+TD]
25 sept.	Principes de la relativité générale **Remise du devoir no 1** (lundi)	lundi 10h30 [2h] *vendredi : pas de cours*
2 oct.	Géométrie de Schwarzschild.	lundi 10h30 [2h] vendredi 10h30 [1h+TD]
9 oct.	Géométrie de Schwarzschild **Remise du devoir no 2** (lundi)	*lundi : pas de cours* vendredi 10h30 [2h]
16 oct.	**INTRA** (levée de cours)	
23 oct.	**RELÂCHE**	
30 oct.	Géométrie de Schwarzschild: trous noirs	lundi 10h30 [2h] vendredi 10h30 [1h+TD]
6 nov.	Trous noirs; Géométrie de Kerr.	lundi 10h30 [2h] vendredi 10h30 [1h+TD]
13 nov.	Géométrie de Kerr. **Remise du devoir no 3** (lundi)	lundi 10h30 [2h] vendredi 10h30 [1h+TD]
20 nov.	Ondes gravitationnelles.	lundi 10h30 [2h] vendredi 10h30 [1h+TD]
27 nov.	Ondes gravitationnelles. Cosmologie **Remise du devoir no 4** (lundi)	lundi 10h30 [2h] vendredi 10h30 [1h+TD]
4 déc.	Cosmologie.	lundi 10h30 [2h] vendredi 10h30 [1h+TD]
11 déc.	Cosmologie. **Remise du devoir no 5** (lundi)	lundi 10h30 [2h]

Note: les dates indiquées sur ce calendrier sont sujettes à changement. Toute modification sera annoncée en classe et via le forum Moodle du cours. La matière annoncée est ordonnée correctement mais les temps alloués pourraient varier quelque peu. La répartition selon les semaines est donc approximative.