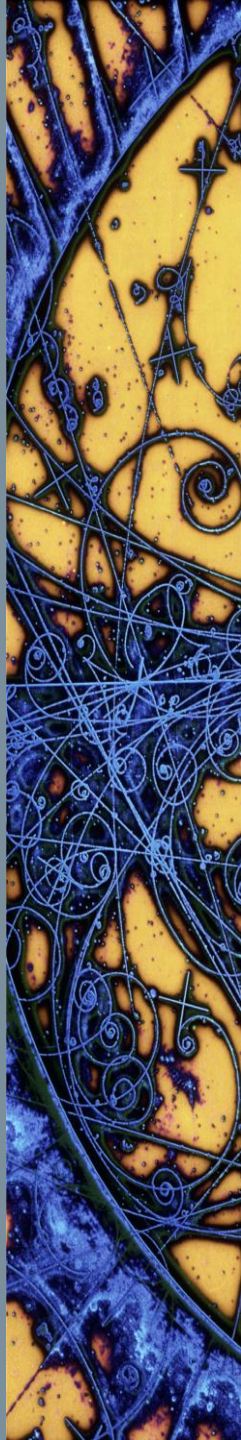


L'enseignement de la physique subatomique

*dans les systèmes scolaires
européens*

 Union des professeurs
de physique et de chimie

Colloque SFP « *L'enseignement de la physique subatomique* »
Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris, 18-19 nov 2010



Italie

Programmes en cours de réécriture

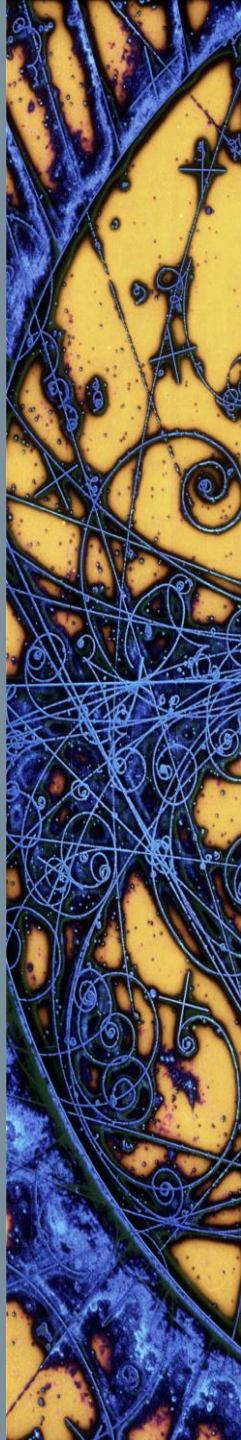
Rayons cathodiques et rayons X.

Les processus radioactifs

Les ondes électromagnétiques, radiotélégraphie, radiotéléphonie

Théorie électromagnétique de la lumière

Constitution de la matière: molécules, atomes, noyaux, électrons



Finlande

Lycée largement « à la carte »

Cours obligatoire et cours optionnels

http://www.oph.fi/download/47678_core_curricula_upper_secondary_education.pdf

Physique : 1 cours obligatoire + 7 cours optionnels

Matière et rayonnement (cours optionnel n 7)

Rayonnement électromagnétique

Rayons X

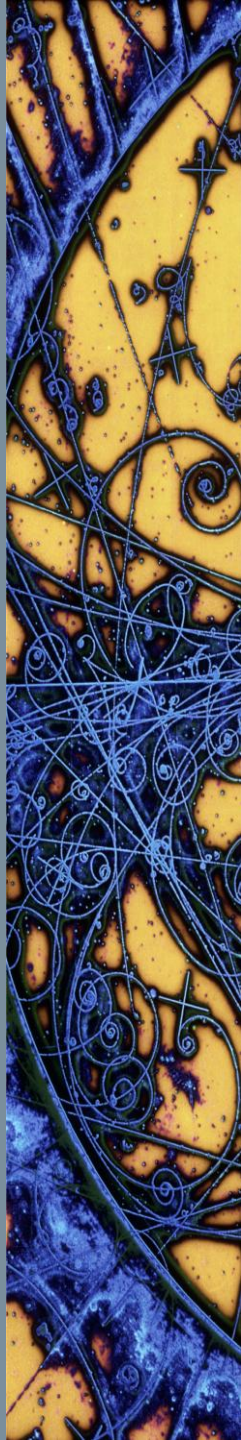
Rayonnement du corps noir

Effet photoélectrique

Dualité onde-corpuscule

Modèles atomiques (dont celui de Bohr)

Quantification, spectres de raies, niveaux d'énergie



Finlande

Matière et rayonnement (*suite*)

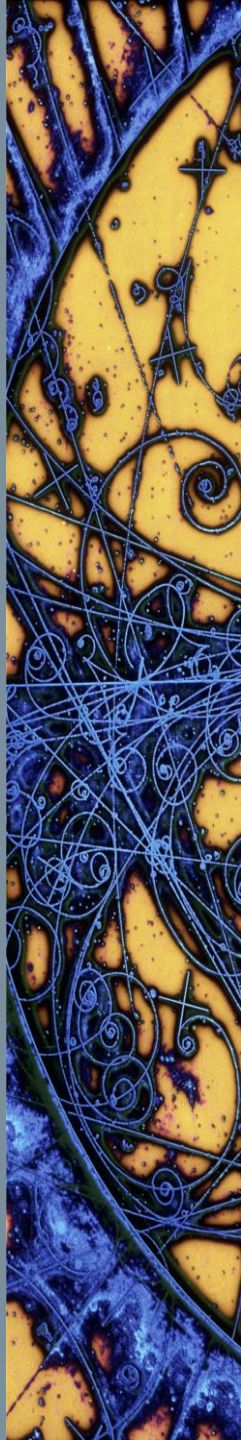
Structure du noyau

Radioactivité et sécurité nucléaire

Equivalence masse-énergie

Réactions nucléaires et énergie nucléaire

Particules élémentaires – classification des particules



Angleterre et Pays de Galles

England, Wales & NI				France		
Key Stage	Year	Age		Classe	Cycle	
KS1	1	5	6	GS matern.	Cycle 1/2	Maternelle
KS1	2	6	7	CP	Cycle 2	Elémentaire
KS2	3	7	8	CE1	Cycle 2	
KS2	4	8	9	CE2	Cycle 3	
KS2	5	9	10	CM1	Cycle 3	
Fin Primaire	KS2	10	11	CM2	Cycle 3	Fin Primaire
	KS3	11	12	6	Adaptation	Collège
	KS3	12	13	5	Central	
	KS3	13	14	4	Central	
	KS4	14	15	3	Orientation	Brevet
GCSE	KS4	15	16	2		Lycée GT
	KS5	16	17	1		
A-Levels	KS5	17	18	Tale		Baccalauréat

6th Form = KS5



Angleterre et Pays de Galles

Complexité du système du fait des Examination Boards

GCSE : 2^e

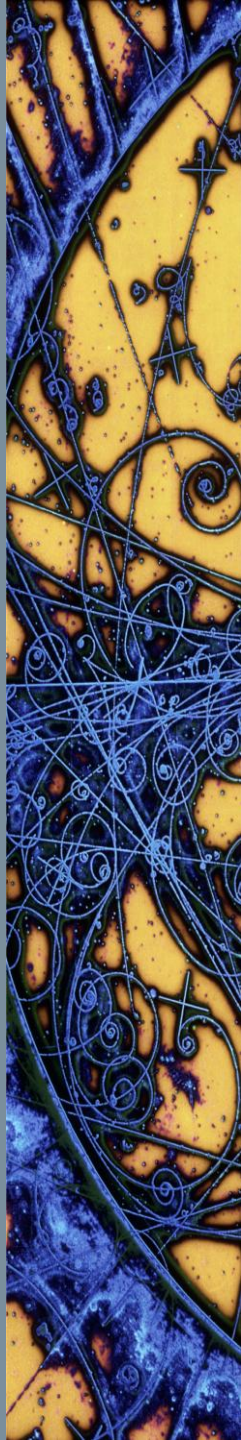
<http://store.aqa.org.uk/qual/pdf/AQA-4451-W-SP-10.PDF>

Structure de l'atome, éléments, isotopes

Désintégrations nucléaires α , β^- , rayonnement γ

Demi-vie d'un nucléide

Fission et fusion nucléaires



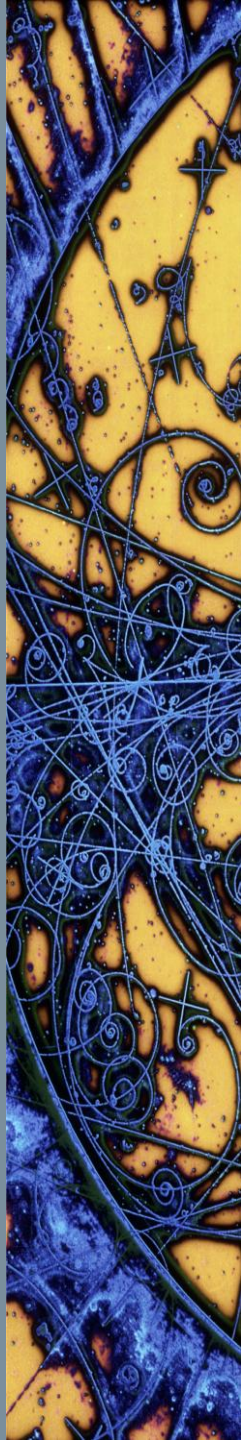
Angleterre et Pays de Galles

AS-Level : 1^e

<http://www.a-levelphysicstutor.com/pdf/SYLLABI/AQA-new-phys.pdf>

Particules, rayonnement et phénomènes quantiques

1. Constituants de l'atome
2. Preuve de l'existence d'un noyau (Rutherford)
3. Particules, antiparticules et photons
 - Electron, positron
 - Proton, antiproton
 - Neutrino, antineutrino
 - Photon : $E = h\nu$
 - Interaction faible : $p \rightarrow n$ et $n \rightarrow p$ uniquement
 - Production de paires ; annihilation



Angleterre et Pays de Galles

AS-Level : 1^e

(suite)

Interaction entre particules élémentaires véhiculée par une particule d'échange

Diagrammes de Feynman simples

4. Classification des particules

Hadrons : baryons et mésons soumis à l'interaction forte

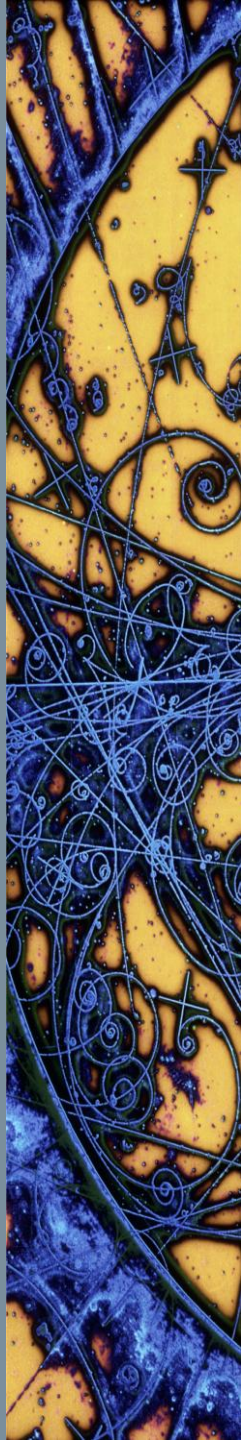
Instabilité du neutron

Leptons : électron, muons, neutrinos

5. Quarks et antiquarks (limité à u,d,s)

Quarks nécessaires pour former un proton, un neutron

Lois de conservation (charge, nombre baryonique, étrangeté)



Angleterre et Pays de Galles

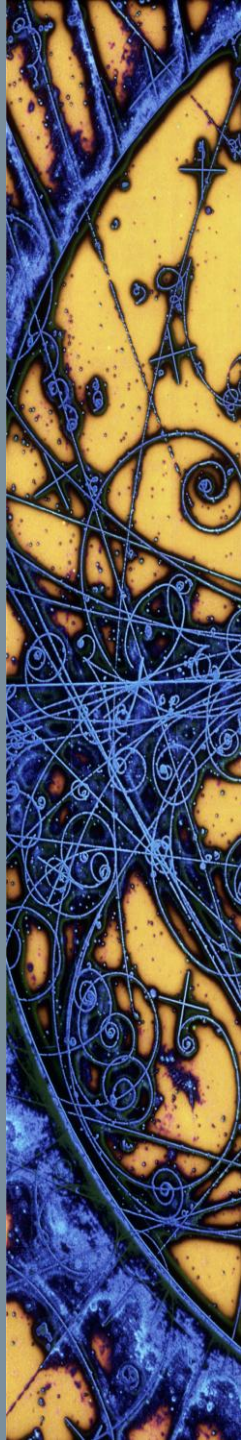
AS-Level : 1^e

Ondes, champs et énergie nucléaire

Energie nucléaire, défaut de masse, fission, fusion, transmutations

Traitement des déchets radioactifs

Fabrication de radio-isotopes pour la médecine



Angleterre et Pays de Galles

A-Level : *T*ale

Instabilité du noyau

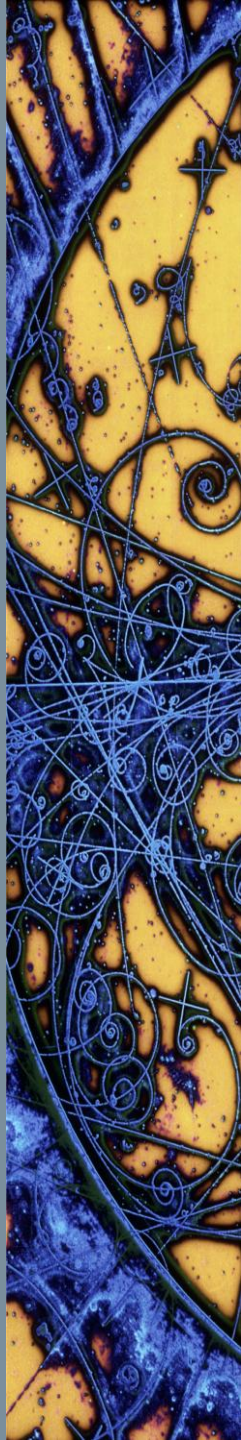
Radioactivité

Décroissance exponentielle

Vallée de stabilité et types de désintégrations possibles suivant la position du nucléide

Etats excités du noyau

Rayon nucléaire



Angleterre et Pays de Galles

A-Level : *T*^{ale}

Moments clefs en physique

1. Découverte de l'électron

Rayons cathodiques, effet thermoélectronique

Détermination de e/m ; expérience de Millikan et sa signification

2. Dualité onde-corpuscule

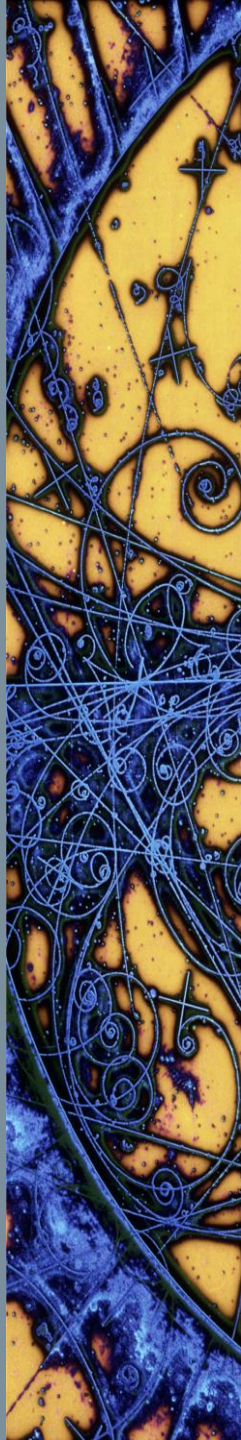
Théorie corpusculaire / théorie ondulatoire

Expérience des fentes de Young

Effet photoélectrique

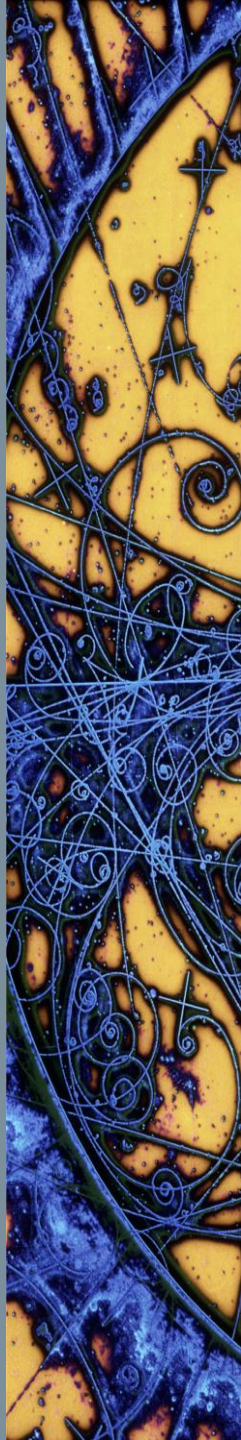
Dualité onde / corpuscule

Microscope électronique



Allemagne

France			Allemagne			
Voie générale et technologique			Gymnasium			
Classe	Cycle	Age	Classe			
GS matern.	Cycle 1/2	5 6			Kindergarten	
CP	Cycle 2	6 7	1. Klasse	Primaire	Grundschule	
CE1	Cycle 2	7 8	2. Klasse			
CE2	Cycle 3	8 9	3. Klasse			
CM1	Cycle 3	9 10	4. Klasse	Fin primaire		
CM2	Cycle 3	10 11	5. Klasse		Sekundarstufe I (Unterstufe)	
6	Adaptation	11 12	6. Klasse			
5	Central	12 13	7. Klasse			
4	Central	13 14	8. Klasse			
3	Orientation	14 15	9. Klasse	Fin Hauptsch.		Hauptschule Abschluss
2		15 16	10. Klasse	Fin Realsch.	Realschule Abschluss	
1		16 17	11. Klasse	Seult lycée	Sekundarstufe II (Oberstufe)	
Tale		17 18	12. Klasse	Seult lycée		Abitur
			13. Klasse	Seult lycée		Abitur



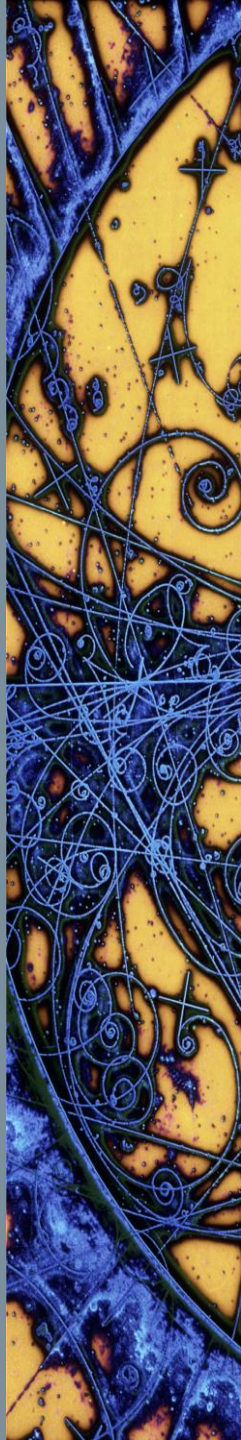
Allemagne

Education de la compétence de chaque Land, les programmes pouvant même dépendre de chaque lycée.

Exemple de la Rhénanie-Palatinat

<http://www.leisen.studienseminar-koblenz.de/uploads2/03%20Fachdidaktik%20Physik/05%20Lehrplan%20Physik%20SII%20Rheinland-Pfalz.pdf>

	Grundfach		Leistungsfach	
	Einführungsph.	Qualifikationsph.	Einführungsph.	Qualifikationsph.
Pflichtbausteine	4	8	7	11
Wahlpflichtbausteine	2	6	2	12
Σ	6	14	9	23



Allemagne *Exemple de la Rhénanie-Palatinat*

3 Themenübersicht

Grundfach	
Pflichtthemen	Wahlpflichtthemen
<p>Einführungsphase</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kinematik • Dynamik • Erhaltungssätze der Mechanik • Kreisbewegung 	<p>Einführungsphase</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reibung • Wurfbewegungen • Gravitation • Physik und Verkehr • Physik und Sport
<p>Qualifikationsphase</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektrizität I • Elektrizität II • Elektrizität und Magnetismus I • Schwingungen • Wellen • Mikroobjekte I • Atomphysik I • Kernphysik I 	<p>Qualifikationsphase</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geschichte der Physik • Entropie • Energiegewinnung • Chaos und Fraktale • Elektronik • Elektrizität und Magnetismus II • Wechselstrom • Elektromagnetische Wellen • Physik und Medizin • Schwingungen und Wellen • Akustik • Wellenoptik • Mikroobjekte II • Atomphysik II • Kernphysik II • Elementarteilchenphysik • Relativität • Astronomie • Astrophysik • Kosmologie und Weltbilder • Wärmekraftmaschinen • Strömungsphysik • Strahlenschutz

Leistungsfach	
Pflichtthemen	Wahlpflichtthemen
<p>Einführungsphase</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kinematik • Dynamik • Erhaltungssätze der Mechanik • Kreisbewegung • Methoden der Mechanik • Elektrische Wechselwirkung I • Elektrische Wechselwirkung II 	<p>Einführungsphase</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relativistische Dynamik • Reibung • Wurfbewegungen • Gravitation • Physik und Verkehr • Physik und Sport
<p>Qualifikationsphase</p> <ul style="list-style-type: none"> • Magnetische Wechselwirkung • Elektromagnet. Wechselwirkung I • Mechanische Schwingungen I • Elektromagnetische Schwingungen • Mechanische Wellen • Wellenoptik I • Mikroobjekte I • Mikroobjekte III • Atomphysik I • Kernphysik I • Energie und Entropie 	<p>Qualifikationsphase</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energiegewinnung • Teilchen in Feldern • Elektromagnet. Wechselwirkung II • Elektromagnet. Wechselwirkung III • Elektromagnet. Wechselwirkung IV • Mechanische Schwingungen II • Nichtlineare dynamische Systeme • Elektromagnetische Wellen • Akustische Wellen • Wellenoptik II • Mikroobjekte II • Atomphysik II • Kernphysik II • Kernphysik III • Elementarteilchenphysik • Elektronik • Festkörperphysik • Relativistische Kinematik I • Relativistische Kinematik II • Relativistische Dynamik • Interpretationen der Quantenphysik • Astronomie • Astrophysik • Kosmologie und Weltbilder • Geschichte der Physik • Strahlenbiophysik • Strömungsphysik • Thermodynamik • Atmosphärenphysik / Geophysik



Allemagne

Leistungskurs : cours de spécialiste

Particules 1

Comportement quantique de l'électron et du photon dans
l'expérience des fentes de Young
Onde de probabilité de présence
Inégalité de Heisenberg

Particules 2

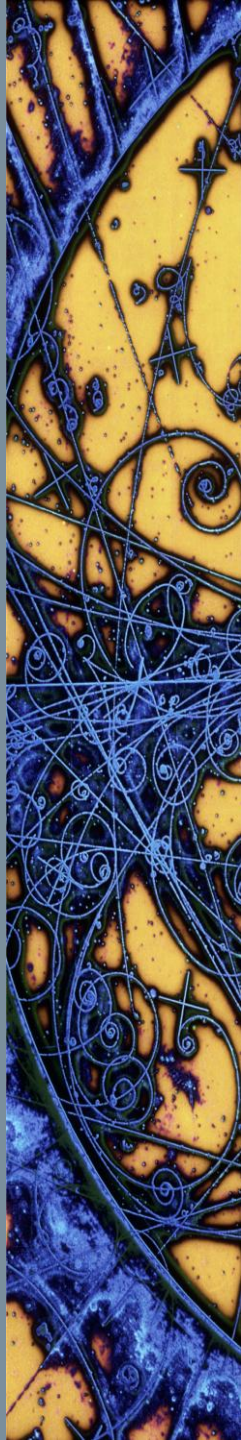
Réflexion de Bragg
Rayons X
Longueur d'onde seuil

Particules 3

Effet photoélectrique
Effet Compton

Colloque SFP « *L'enseignement de la physique subatomique* »
Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris, 18-19 nov 2010

udppc



Allemagne

Leistungskurs : cours de spécialiste

Physique atomique 1

Interaction électron-atome

Expérience de Franck et Hertz ; Spectre de raies

Modèle atomique ; Classification périodique

Physique atomique 2

Modèle atomique quantifié : puits de potentiel 1-D, orbitales
Puissance du modèle atomique : liaison chimique, rayons X caractéristiques, luminescence, laser, ...)

Physique nucléaire 1

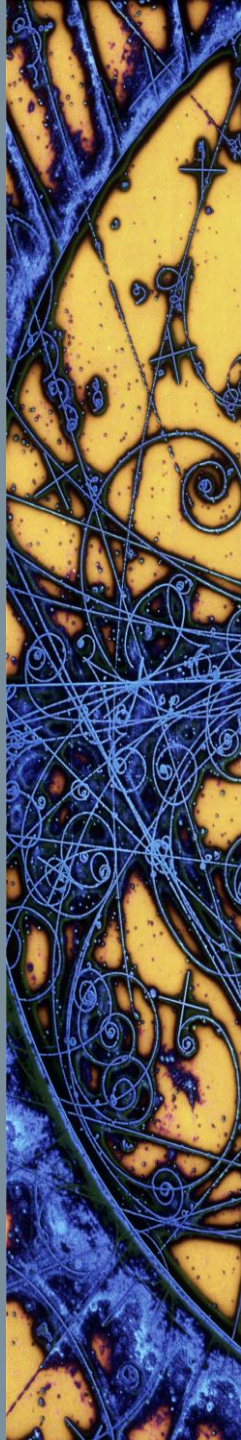
Processus nucléaires : désintégrations, fission, fusion

Energie de liaison

Modèle nucléaire élémentaire

Colloque SFP « *L'enseignement de la physique subatomique* »
Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris, 18-19 nov 2010

udppc



Allemagne

Leistungskurs : cours de spécialiste

Physique nucléaire 2

Méthodes de vérification et de mesures

Expériences d'absorption ; lois de décroissance, statistique de comptage

Effet tunnel, désintégration β

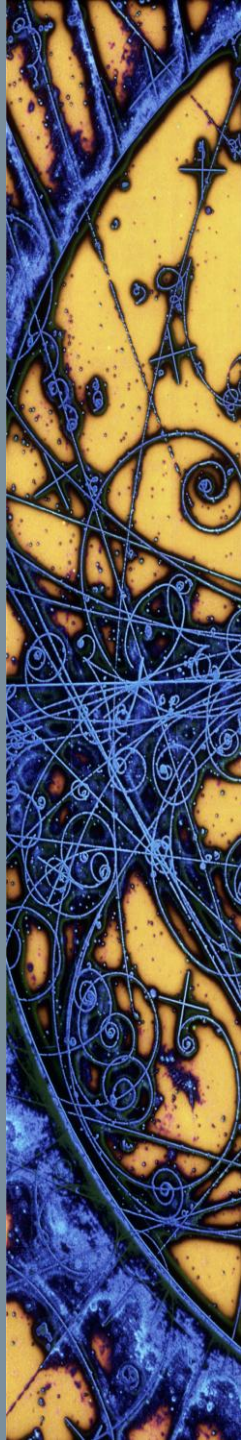
Physique nucléaire 3

Sources de rayonnement ; radionucléides

Dose absorbée ; facteurs de transfert

Effets biologiques du rayonnement

Seuils d'exposition ; protection contre les rayonnements



Allemagne

Leistungskurs : cours de spécialiste

Particules élémentaires

Particules élémentaires

Interactions fond. et particules d'échange

Le modèle standard ; diagrammes de Feynman

Tests expérimentaux ; questions ouvertes

Champs et particules

Détermination de e/m ; Accélérateurs de particules

Spectromètre de masse

Détermination de e : expérience de Millikan

Cinématique relativiste 1 et 2

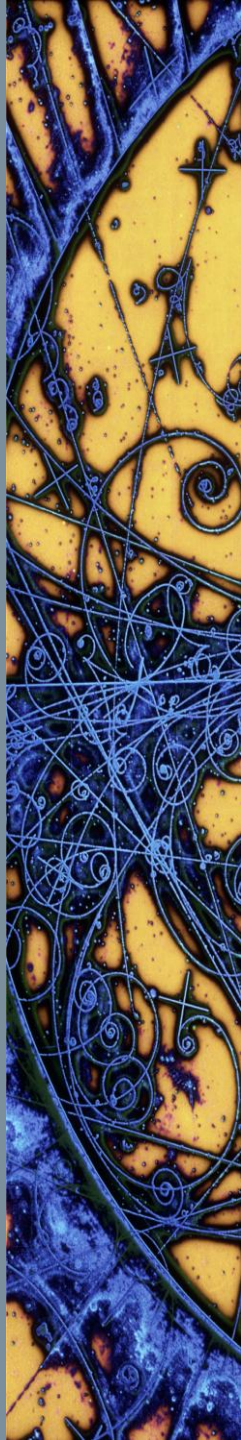
Dynamique relativiste

Equivalence masse-énergie

Rapports entre énergie, p , vitesse ; Cas limites

Colloque SFP « *L'enseignement de la physique subatomique* »
Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris, 18-19 nov 2010

udppc



Allemagne

Leistungskurs : cours de spécialiste

Physique quantique

Problèmes épistémologiques : réalité, indéterminisme, la mesure
Interprétations de la physique quantique et questions sur la théorie
de la connaissance

Colloque SFP « *L'enseignement de la physique subatomique* »
Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris, 18-19 nov 2010

udppc



Conclusion

Deux attitudes possibles :

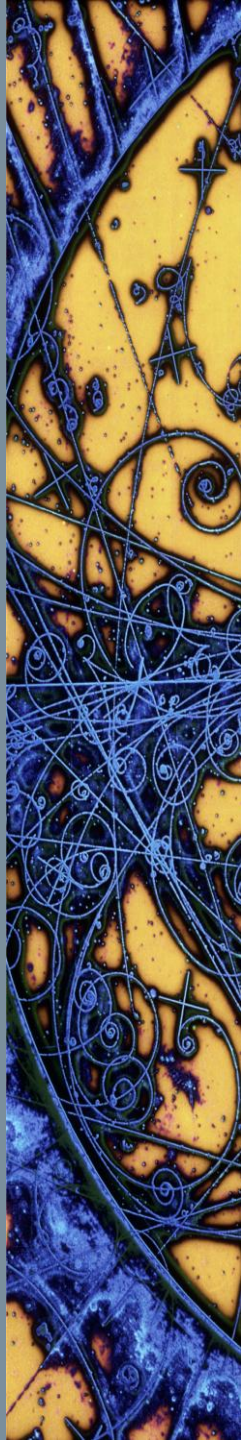
Attendre la fin du lycée



Union des professeurs
de physique et de chimie

Colloque SFP « *L'enseignement de la physique subatomique* »

Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris, 18-19 nov 2010



Conclusion

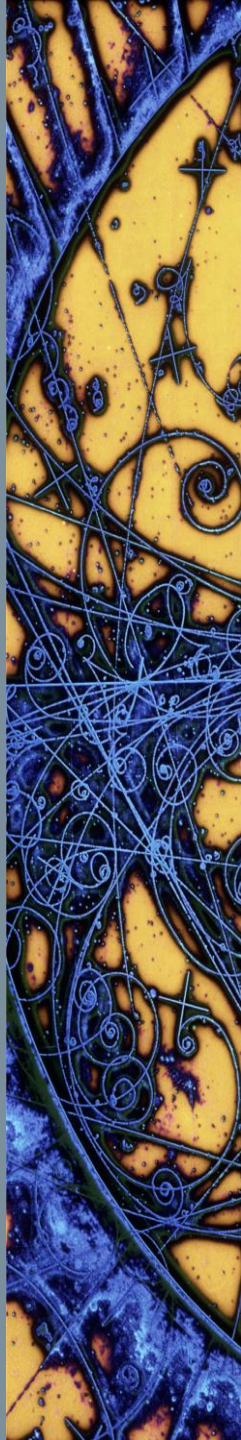
Deux attitudes possibles :

Attendre la fin du lycée

Initiation en fin de collège ou début de lycée

 Union des professeurs
de physique et de chimie

Colloque SFP « *L'enseignement de la physique subatomique* »
Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris, 18-19 nov 2010

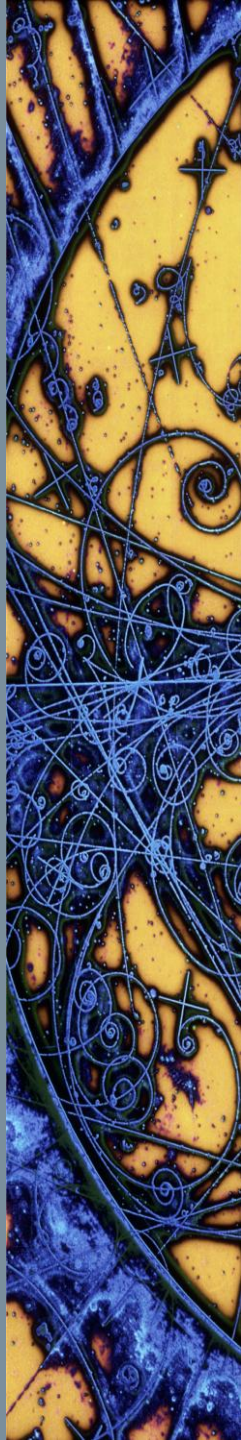


Conclusion

Deux attitudes possibles :

Attendre la fin du lycée par « purisme » ou pour faciliter une évaluation par problèmes numériques. En fait, attendre d'avoir le formalisme mathématique nécessaire à la description complète d'un phénomène : évite le risque de prendre un modèle trop succinct pour la réalité

Initiation en fin de collège ou début de lycée



Conclusion

Deux attitudes possibles :

Attendre la fin du lycée par purisme ou pour faciliter une évaluation par problèmes numériques. En fait, attendre d'avoir le formalisme mathématique nécessaire à la description complète d'un phénomène : évite le risque de prendre un modèle trop succinct pour la réalité.

Initiation en fin de collège ou début de lycée sans le formalisme mathématique complet : accès à un nombre d'élèves plus important ; mise en place de modèles partiels ; garant d'un minimum de culture dans le domaine concerné pour le citoyen, approfondissement possible ensuite pour les spécialistes.



Union des professeurs
de physique et de chimie

Colloque SFP « *L'enseignement de la physique subatomique* »

Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris, 18-19 nov 2010

