EUROPEAN Physics PreBAC 2022-2023
European School Munich

Europäische Schule München

EXAMEN DU PRÉBACCALAURÉAT

JANVIER 2023

ANNEE SCOLAIRE 2022/2023

MATIERE :	**PHYSIQUE**
NOMBRE DE PERIODES HEBDOMADAIRES :	**4**
PROFESSEUR :	**ARNOLD**

DATE :

Durée de l'examen : 3 heures, soit 180 minutes.

Matériel autorisé : Calculatrice
Recueil de formules

Remarques : Les 4 exercices sont à traiter.

BON TRAVAIL !

Question 1 : Gravitation

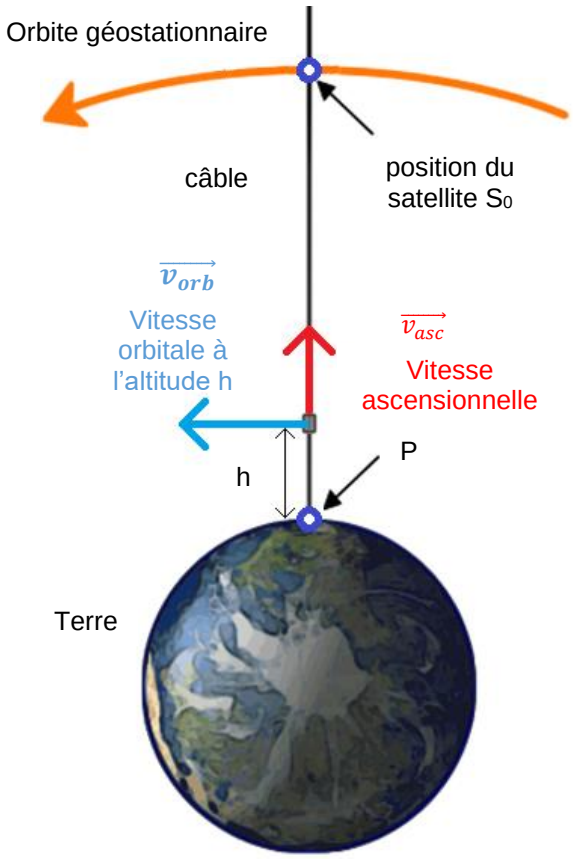
	Page 1/3	Points

Au Japon, des chercheurs travaillent sur le projet d'un « ascenseur spatial », comme alternative aux lanceurs classiques de satellites et de sonde spatiales que sont les fusées et navettes spatiales.

Cet ascenseur spatial sera constitué d'un véhicule électrique qui se déplacera le long d'un câble rectiligne allant de la Terre jusqu'à un satellite S_0 placé en orbite géostationnaire une altitude d'environ 36000 km.

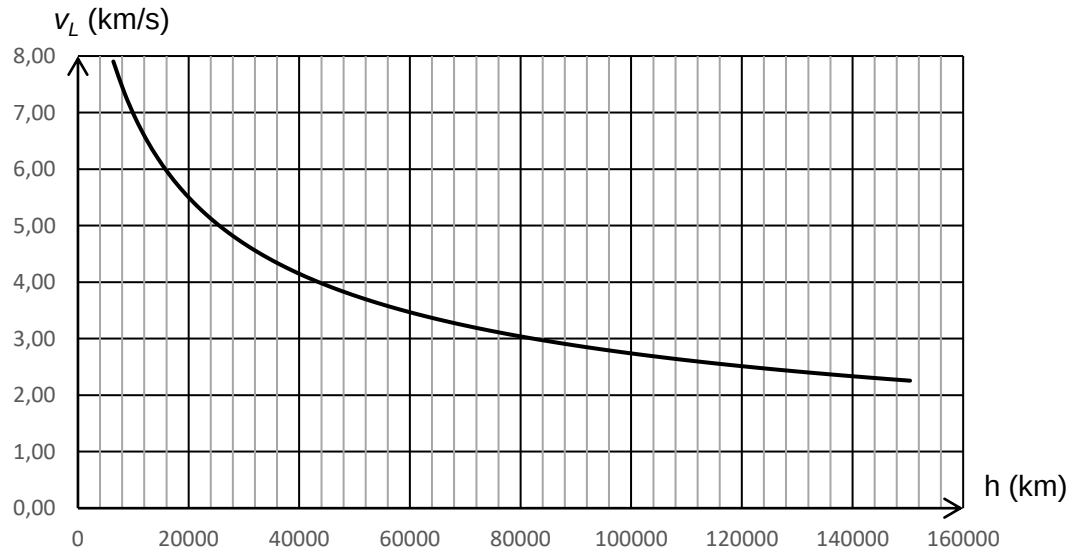
Le câble restera toujours à la verticale du même point P de la surface de la Terre d'où l'on pourra construire une base de départ de cabines qui escaladeront le câble, transportant des satellites directement jusqu'à l'orbite géostationnaire en 8 jours.

(source : www.nationalgeographic.fr)

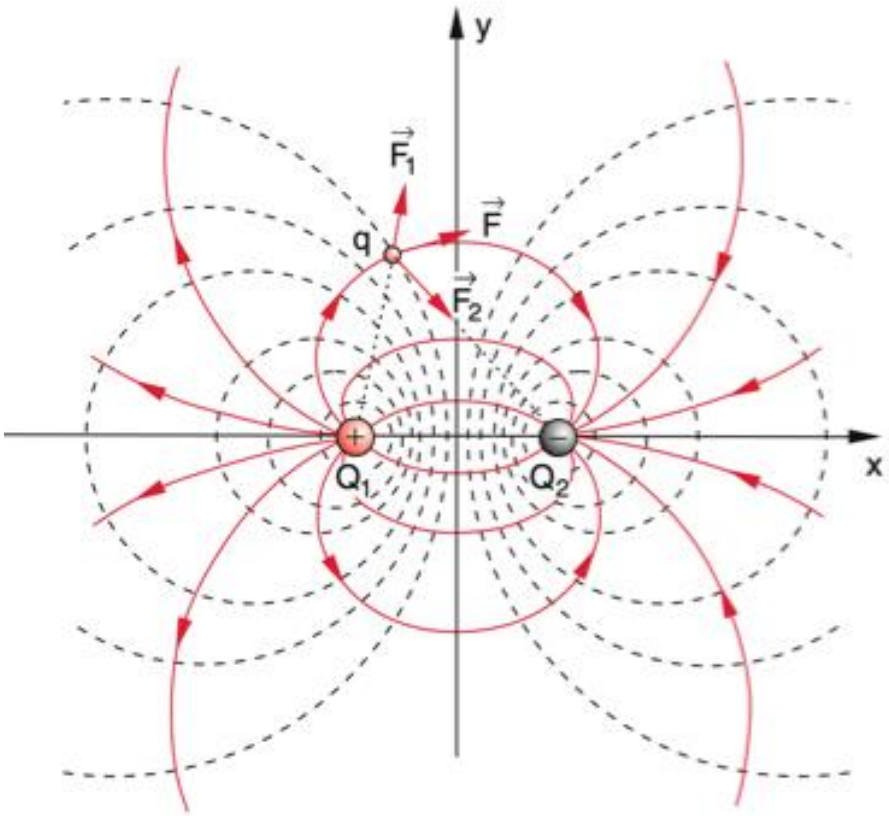


a)	Etude d'un satellite géostationnaire	
i.	Etablir l'expression de la vitesse v du satellite en orbite circulaire de rayon r . Exprimer v en fonction de la constante gravitationnelle G, de la masse de la terre M_T, du rayon de la Terre R_T et de l'altitude h.	**3**
ii.	Retrouver par le calcul la valeur approximative de l'altitude de l'orbite géostationnaire h_{geo}, mentionnée dans l'introduction.	**4**

Question 1 : Gravitation		
	Page 1/2	**Marks**
b)	Bilan énergétique : On fait l'hypothèse que l'ascenseur spatial est constitué d'une cabine contenant un satellite. La masse totale de l'ensemble cabine + satellite est m = 20,0 tonnes. *Dessin d'artiste représentant un ascenseur spatial (source : www.science-et-vie.com)*	
i.	Etablir l'expression de l'intensité du champ gravitationnel à l'altitude h au-dessus de la surface de la Terre.	**2**
ii.	Un élève propose de calculer la variation d'énergie potentielle de la cabine d'ascenseur au cours de son ascension jusqu'à son orbite géostationnaire en utilisant l'expression : $$\Delta Ep = m \times 9{,}8 \times h_{geo}$$ Discuter la validité de cette démarche.	**3**
iii.	Montrer que pour élever verticalement cette cabine au niveau de l'orbite géostationnaire il faut fournir une énergie potentielle gravitationnelle de $1{,}06 \times 10^{12} J$.	**3**

Question 1 : Gravitation			
		Page 1/3	**Points**
c)	Pour maintenir le câble tendu, il faudrait envisager de déployer le câble au-delà de l'orbite géostationnaire à près de 100 000 km de la Terre. L'étude suivante cherche à montrer que l'extension de ce câble permettra également le lancement de sondes spatiales. Les sondes seront libérées du câble au point où elles ont une vitesse égale à la vitesse de libération.		
i.	Définir ce qu'est la vitesse de libération v_L d'un objet.		**2**
ii.	Établir l'expression de cette vitesse de libération pour un objet lancé depuis une altitude h au-dessus de la surface de la Terre. On supposera que la vitesse initiale de l'objet est nulle.		**4**
iii.	Montrer que l'expression de la vitesse orbitale v_{orb} (en $km \cdot s^{-1}$) (voir schéma de l'introduction) de la cabine liée au câble, à l'altitude h est : $v_{orb} = 7{,}27 \times 10^{-5} h + 0{,}464$ où h s'exprime en km		**2**
iv.	Sur le graphique suivant, on a tracé v_L en fonction de h.  Utiliser ce graphique pour montrer que l'extension du câble permettra bien le lancement de sondes spatiales. Expliquer la démarche.		**2**
	Données : Masse de la Terre : $M_T = 5{,}98 \times 10^{24}\ kg$ Rayon de la Terre : $R_T = 6{,}38 \times 10^{3}\ km$ Durée d'un jour : $24{,}0\ h$ 1 tonne = $1{,}00 \times 10^{3}\ kg$		

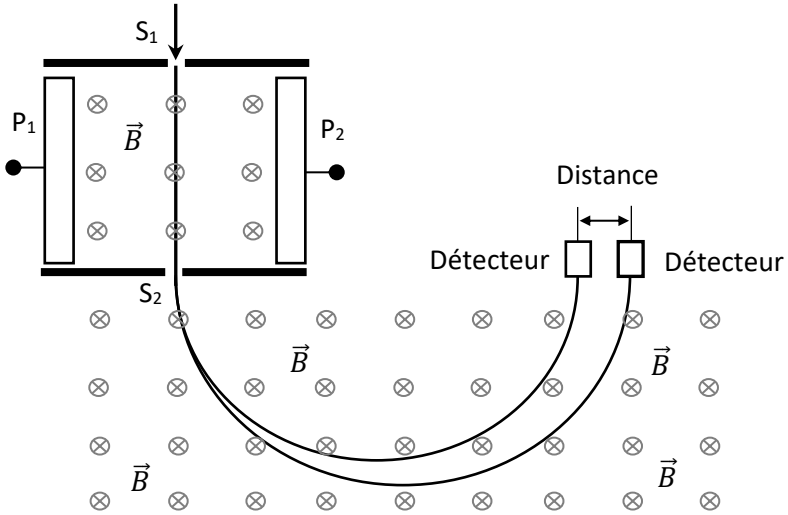
Question 2 : Champs électromagnétiques		
Partie A – Champ et potentiel électriques	**Page 1/1**	**Points**
Le schéma ci-dessous représente un système de coordonnées. Dans ce système sont représentées, en rouge, les lignes de champ autour d'une distribution de charges constituée d'une charge ponctuelle positive Q_1 et d'une charge ponctuelle négative Q_2. Sont également représentées la charge d'essai q et les vecteurs force $\overrightarrow{F_1}$, $\overrightarrow{F_2}$ et $\vec{F}$, également en rouge.		



a)	Déterminer le signe de la charge d'essai q, en justifiant votre réponse.	**2**
b)	Expliquer pourquoi les lignes (ou surfaces) équipotentielles sont toujours perpendiculaires aux lignes de champ.	**2**
c)	Déterminer le travail qui doit être effectué pour déplacer une particule chargée de l'infini le long de l'axe des y jusqu'à l'origine du système de coordonnées. Expliquer votre réponse.	**2**

Question 2 : Champ électromagnétique		
Partie B – Spectromètre de masse	**Page 1/2**	**Points**

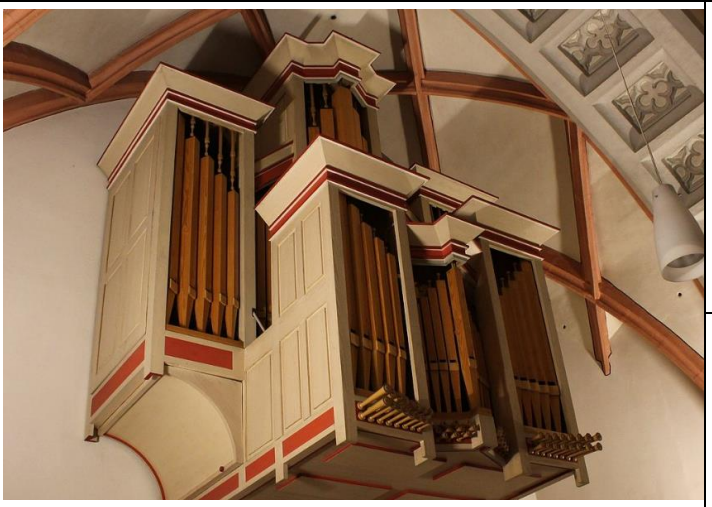
Des ions porteurs d'une seule charge positive (charge = +e) de masse et de vitesse différentes entrent dans un spectromètre de masse par la fente S_1 dans le vide. L'ensemble du dispositif se trouve dans un champ magnétique uniforme d'intensité B = 0,250 T.
Dans la zone située entre les fentes S_1 et S_2, un condensateur plan constitué des plaques P_1 et P_2 génère en plus du champ magnétique, un champ électrique d'intensité E de sorte que seuls les ions ayant une vitesse v_0 passent par l'ouverture de la fente S_2.



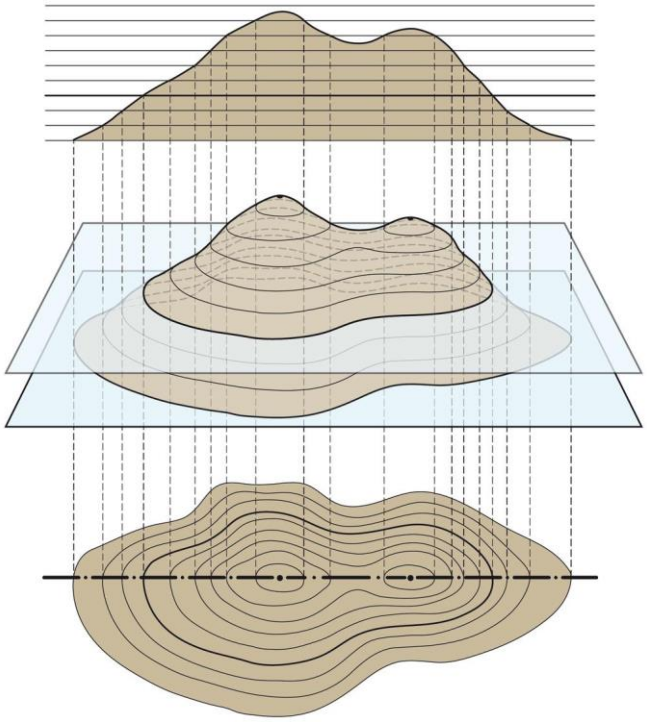
a)	Reproduire sur la copie le schéma de l'espace entre les fentes S_1 et S_2. Ajouter sur ce schéma : - la particule chargée et sa vitesse, - les forces qui agissent sur la particule - la polarité des plaques du condensateur (avec les signes « + » sur une plaque et les signes « - » sur l'autre plaque) - la direction du champ électrique	**5**
b)	Montrer que la vitesse v_0 des ions qui passent par S_2 s'exprime de façon suivante : $v_0 = \frac{E}{B}$	**3**
c)	Calculer la vitesse v_0 lorsqu'une tension de 1,20 kV est appliquée aux bornes des plaques P_1 et P_2 du condensateur et que la distance entre les plaques est de 6,00 cm.	**2**
	Après avoir traversé la fente S_2, les ions se déplacent uniquement dans le champ magnétique uniforme d'intensité B.	
d)	Montrer que le diamètre D de la trajectoire circulaire d'un ion de masse m a pour expression : $$D = \frac{2mv_0}{eB}$$	**4**

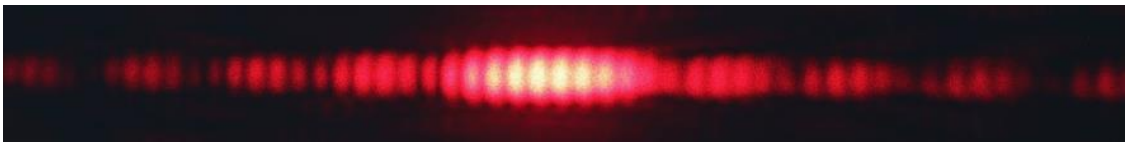
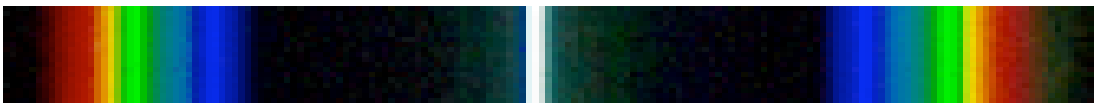
Question 2 : Champ électromagnétique		
Part B – Spectromètre de masse	**Page 2/2**	**Points**
Les méthodes de spectroscopie de masse sont utilisées pour distinguer les stéroïdes synthétiques des stéroïdes naturels dans l'échantillon de dopage d'un athlète. Les isotopes du carbone C13 et C12 sont ici d'une importance décisive. Lors de la préparation de l'échantillon dopé pour l'examen, les isotopes C12 et C13 sont incorporés à un ion de dioxyde de carbone CO_2^+. La masse de ces ions est $m_{12} = 7{,}30\times10^{-26}$ kg pour l'isotope C12 et $m_{13} = 7{,}47\times10^{-26}$ kg pour l'isotope C13.		
e)	Après avoir traversé le spectromètre de masse, ces ions arrivent dans deux détecteurs (voir image de la page précédente). Montrez que la distance Δx entre les ouvertures d'entrée des détecteurs est de 8,50 mm si les ions ont la vitesse $v_0=1{,}00\times10^5$ m/s.	**5**

Question 3 : Ondes			
Part A – Ondes mécaniques		**Page 1/3**	**Points**
	Il y a trois orgues dans la Frauenkirche de Munich. On étudie deux d'entre eux dans les sous-questions a) et b). Les orgues produisent des sons à l'aide de tuyaux qui sont soit fermés à une extrémité, soit ouverts aux deux extrémités. Cela affecte alors le son et la fréquence produits par le tuyau. Dans la sous-question c), on étudiera deux tuyaux d'orgue identiques.		
a)	**L'orgue principal :** Vu de face, seule une fraction des tuyaux installés dans l'orgue est visible. Ces tuyaux en métal sont ouverts aux deux extrémités. Les tuyaux les plus longs ont une longueur de 6,50 m.		
i.	Dessiner trois schémas des trois plus longues ondes stationnaires possibles qui peuvent prendre naissance dans ces tuyaux.		**3**
ii.	Calculer la fréquence de l'harmonique fondamentale générée par un tuyau de longueur 6,50 m.		**2**
iv.	Etablir l'expression de la fréquence du son obtenue à partir d'un tuyau à deux extrémités ouvertes de longueur L.		**2**

Question 3 : Ondes			
Partie A – Ondes mécaniques		**Page 2/3**	**Points**
b)	**L'orgue de la chapelle du Sacrement :** Des tuyaux en bois décorent la façade de ce petit orgue. Ces tuyaux sont fermés en haut et ouverts en bas.		
i.	Donner un avantage à ce que les tuyaux soient fermés d'un côté pour un petit orgue. Expliquer votre réponse.		**2**
ii.	Faire deux schémas qui montrent la fréquence fondamentale et la première harmonique générées dans un tel tuyau.		**2**
iii.	Calculer le rapport entre les longueurs L_1 d'un tuyau ouvert en haut et L_2 d'un tuyau fermé en haut (tous deux ayant l'extrémité inférieure ouverte), lorsque les deux produisent une deuxième harmonique (physique) de même fréquence.		**4**
iv.	Expliquer pourquoi le son d'un tuyau ouvert en haut diffère du son d'un tuyau fermé en haut (tous deux ayant l'extrémité inférieure ouverte), même s'ils ont la même fréquence fondamentale.		**1**

Question 3 : Ondes			
Partie B – Interférences		**Page 3/3**	**Points**
c)	**Deux tuyaux :** Dans cette question, on s'intéresse à un autre phénomène ondulatoire. Deux tuyaux d'orgue identiques sont placés l'un à côté de l'autre à une distance de 5,00 mètres sur une ligne p. Les deux tuyaux produisent un son de fréquence 710 Hz en phase. Loin des tuyaux se trouve une ligne m parallèle à la ligne p. Les lignes m et p sont distantes de 100 m. En marchant le long de la ligne m, le son produit par les tuyaux est perçu tantôt fortement, tantôt faiblement.		
i.	Faire un schéma (sans respecter l'échelle) de cette situation et expliquer, à l'aide de ce schéma, pourquoi en certain point de la ligne m, le son sera perçu plus fortement et plus faiblement en d'autres points.		**3**
Sur le recueil de formule (formulaire donné avec le sujet), la formule suivante est donnée : $\frac{\Delta y}{D} = \frac{\lambda}{d}$			
ii.	Démontrer cette formule et préciser quelles sont les grandeurs (les lettres) intervenant dans la formule. Expliquer toutes les approximations utilisées pour la démonstration.		**6**
	Données : Pour la vitesse du son, on prendra 340 m/s (pour toute la question 3)		

Question 4 : Question mixte			
		Page 1/3	**Points**
a)	**Potentiel :** Les valeurs de potentiels peuvent être représentées en trois dimensions par des montagnes ou des vallées comme le montre l'image ci-dessous : les montagnes s'élèvent au-dessus du plan x,y et les vallées s'enfoncent au-dessous du plan x,y. En géographie, la troisième des trois images ci-dessous serait une carte topographique représentant des lignes de niveau. (source : docplayer.org)		
i.	Donner le nom de l'équivalent physique des lignes de niveau topographiques.		**2**
ii.	Supposons que la troisième image décrive un champ électrique bidimensionnel. Copier cette troisième image sur la copie (une version simplifiée suffira) et ajouter au moins six lignes de champ, réparties uniformément sur le schéma.		**4**
b)	**Énergie mécanique totale sur une orbite circulaire :** Un élève énonce que l'énergie mécanique totale d'un objet en orbite circulaire autour de la Terre est égale à l'énergie cinétique de cet objet.	 *(source: subpng.org)*	
i.	Expliquer dans quelle mesure cette affirmation est correcte et dans quelle mesure elle est fausse.		**2**
ii.	Etablir l'expression de l'énergie mécanique totale d'un objet sur une orbite circulaire et expliquer ensuite, à l'aide de cette expression, si l'affirmation ci-dessus est vraie. Utiliser la formule établie à la question 1ai.		**5**

Question 4 : Question mixte		
	Page 2/3	**Points**
c)	**Double fente :** L'image ci-dessous montre la figure obtenue sur un écran lorsque de la lumière laser rouge traverse une double fente. Le laser est placé directement en face de la double fente. L'écran est placé de l'autre côté de la double fente. 	
i.	L'écran est placé à une distance de 3,00 m de la double fente. Sur l'écran, la distance entre franges brillantes consécutives est de 2,00 mm. La distance qui sépare les deux fentes est de 1,00 mm. A l'aide de ces données, calculer la longueur d'onde de la lumière laser rouge utilisée. (Aucune démonstration n'est attendue)	**3**
	La lumière rouge est remplacée par une lumière blanche cohérente. L'expérience est répétée d'abord avec une double fente, puis avec un réseau : Expérience 1 : double fente Expérience 2 : réseau Les deux images suivantes A et B montrent les figures de diffraction qui apparaissent sur l'écran : **A** **B**  *(source: leifiphysik.de)*	
iv.	Associer les figures A et B aux expériences 1 et 2. Comparer en expliquant : - l'aspect de la frange centrale de chaque figure - le fait que dans la figure B, on peut voir un spectre arc-en-ciel de chaque côté de la frange centrale, ce qui n'est pas le cas dans le modèle A.	**3**

Question 4 : Mixed topics			
		Page 3/3	**Points**
d)	**Transformateur :** Un transformateur se compose de deux bobines enroulées autour d'un noyau de fer. Les fils de couleur dans l'image de droite sont les connecteurs des bobines. L'une des deux bobines est appelée bobine primaire, l'autre est la bobine secondaire. Lorsque le nombre de spires des deux bobines est différent, le transformateur modifie la force électromotrice (ou tension) aux bornes de la bobine secondaire.	 *(source: reichelt.de)*	
i.	Donner le nom du phénomène qui se produit dans le transformateur et expliquer ce qui se passe dans la bobine secondaire lorsque la bobine primaire est connectée à un générateur de courant alternatif (AC).		**3**
ii.	La bobine primaire est maintenant connectée à un générateur de courant continu (DC). La bobine secondaire est connectée à un oscilloscope. Le générateur est mis sous tension. Expliquer à quoi ressemble le signal sur l'écran de l'oscilloscope. Décrire en particulier l'aspect du signal au moment de la mise sous tension de l'alimentation ainsi qu'après un temps plus long.		**3**