

FICHE DE LEÇON

Classe(s): Terminale D

THEME: RÉACTIONS NUCLÉAIRES

TITRE DE LEÇON : RÉACTIONS NUCLÉAIRES SPONTANÉES

Durée : (6 h)

HABILETÉS	CONTENUS
Définir	les termes suivants : - élément chimique ; - nucléide ; - isotopes ; - unité de masse atomique.
Définir	la radioactivité.
Connaître	- la nature des particules α, β et du rayonnement γ. - les lois de conservation des nombres de masse et de charge.
Écrire	les équations bilans des désintégrations α et β .
Définir	l'activité d'un échantillon $A = A_0 e^{-\lambda t}$.
Connaître	l'unité légale de l'activité.
Établir	la loi de décroissance radioactive $N = N_0 e^{-\lambda t}$.
Utiliser	la loi de décroissance radioactive.
Définir	la période ou demi-vie d'une substance radioactive.
Déterminer	- la constante radioactive. - la période. - l'activité. - l'âge d'un échantillon radioactif.

SITUATION D'APPRENTISSAGE

À un cours de SVT, les élèves de la Tle D du Collège IGES de Yopougon ont appris que les archéologues peuvent déterminer l'âge des vestiges qu'ils récupèrent en utilisant des connaissances en radioactivité. Pour en savoir davantage, ces élèves entreprennent des recherches en vue de définir l'activité d'un échantillon, de connaître la loi de décroissance radioactive, de déterminer la constante radioactive, la période, l'activité puis l'âge d'un échantillon radioactif.

<u>Matériel par poste de travail</u> Documents sur radioactivité - Internet	<u>Supports didactiques</u> ▪ ▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D.. Planche de schéma
	<u>Bibliographie</u> ▪ Livre de Physique AREX Terminale C et D. ▪ Guide et programmes Terminale C et D.

Plan de la leçon

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités du professeur	Activités des élèves	Trace Ecrite
Présentation	Questions/ réponses	Rappels/pré requis	Les élèves répondent aux questions	RÉACTIONS NUCLÉAIRES SPONTANÉES
Développement	Expérimentation Travail de groupe Travail individuel	Faire lire la situation par un élève. -Que veulent faire les élèves?	Les élèves lisent la situation	I. <u>RAPPELS</u> 1° <u>Structure de l'atome</u> A la suite des constats de ses expériences en 1909, Ernest RUTHERFORD tire les conclusions suivantes : - La charge positive (+) d'un atome est concentrée dans son noyau de dimension infiniment petite. - * La matière est constituée d'atomes caractérisés par le couple (Z,A). * L'atome est noté: $\begin{matrix} A \\ Z \end{matrix} X$ avec $\begin{cases} X \text{ symbole} \\ Z \text{ N° atomique} \end{cases}$ * L'atome est constitué de Z électrons qui gravitent autour du noyau contenant A nucléons dont Z protons et (A - Z) neutrons. * Entre les électrons et le noyau, il existe du vide : On dit que la matière a une structure lacunaire.

Développement (suite)	Expérimentation Travail de groupe Travail individuel			2 – Définitions : <u>ELEMENT CHIMIQUE</u> : Ensemble des atomes ayant le même N° atomique Z. <u>UN NUCLEIDE</u>: Ensemble des atomes dont les noyaux ont les mêmes A et Z. <u>ISOTOPES</u>: Ce sont des nucléides ayant le même Z mais des valeurs de A différentes. isotopes de H : 1_1H 2_1H 3_1H deutérium tritium isotopes de O : ${}^{16}_8O$ ${}^{17}_8O$ ${}^{18}_8O$ <u>UNITE DE MASSE ATOMIQUE : u</u> * C'est la 12^{ème} partie de la masse d'un atome de carbone 12 (${}^{12}_6C$). * Un atome de Carbone a pour masse $m_C = \frac{M_C}{N}$ donc $1.u = \frac{m_C}{12} = 1,66.10^{-27} Kg$ * <u>remarque</u>: $m_{\text{atome}} = Z(m_{\text{proton}} + m_{\text{électron}}) + (A - Z)m_{\text{neutron}}$ 2 – Les différentes radioactivités : a) <u>Expérience et observations</u> :
---	---	--	--	---

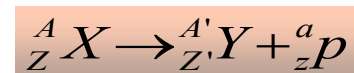
Développement (suite)	Expérimentation Travail de groupe Travail individuel			On détecte 4 tâches sur l'écran. Elles correspondent à des particules b) <u>Conclusion</u> : Il existe 3 types de rayonnements : + le rayonnement β^+ : constitué de positrons ${}^0_{+1}e$. + le rayonnement α : constitué de noyaux d'Hélium. ${}^4_2He^{2+}$ ou 4_2He + le rayonnement β^- : constitué d'électrons ${}^0_{-1}e$. <u>Remarque</u> : * A ces trois radioactivités naturelles, s'ajoute une 4^{ème} : Le rayonnement γ constitué de photons de très grande énergie. * Le photon est une particule sans masse et sans charge électrique qui se propage à la vitesse de la lumière $C \approx 3.10^{+8} \text{ m.s}^{-1}$. 3 – <u>Lois de conservation</u> : (4 lois)
----------------------------------	---	--	--	---

**Développement
(suite)**

- * Il y a Conservation : + du nombre de nucléons,
+ de la charge électrique,
+ de la quantité de mouvement,
+ de l'énergie.

* Lorsqu'un noyau père A_ZX se désintègre pour donner un noyau fils ${}^{A'}_{Z'}Y$ et une particule ${}_z^ap$;

On a pour équation bilan:



avec $A = A' + a$ et $Z = Z' + z$

III – LA RADIOACTIVITE α :

* Equation bilan : ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2\alpha$

* Exemple : ${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^4_2He$

* Les particules α émises sont de faible vitesse. Elles sont très ionisantes et peu pénétrantes.

Une feuille de carton suffit pour les arrêter.

IV – LA RADIOACTIVITE β^- :

* Equation bilan: ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}e$

* Exemple: ${}^{14}_6C \rightarrow {}^{14}_7N + {}^0_{-1}e$

* Les particules (électrons) émises ont une grande vitesse ($\approx 0,9c$). Elles sont ionisantes et pénétrantes.

Il faut pour les arrêter une feuille d'aluminium de 1 à 2 cm d'épaisseur.

V – LA RADIOACTIVITE β^+ :

Développement (suite)				* Equation bilan : ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-1}^AY + {}_{+1}^0e$ * Exemple : ${}_{7}^{13}N \rightarrow {}_{6}^{13}C + {}_{+1}^0e$ * Les particules (positrons) émises ont une grande vitesse ($\approx 0,9c$). Elles sont ionisantes et pénétrantes. Il faut pour les arrêter une feuille d'aluminium de 1 à 2 cm d'épaisseur. VI – LA RADIOACTIVITE γ : * C'est une radioactivité qui accompagne les radioactivités α, β^- et β^+. Elle résulte de la désexcitation du noyau fils. * Equation bilan : ${}_Z^{A'}Y^*$ noyau fils excité $\rightarrow$ ${}_Z^{A'}Y + \gamma$ noyau fils désexcité * Les photons émis sont très énergétiques et très pénétrants. Pour les arrêter, il faut du plomb de plusieurs cm d'épaisseur. <u>Exercices</u> : n° 12/** et 13** page 48** du Livre de Physique AREX Terminale C et D. VII – LOIS DE DECROISSANCE : 1 – Loi de décroissance : At=0s : soit N_0 le nombre de noyaux père de masse m_0. At=t+dt : soit N le nombre de noyaux père de masse m. Pour la durée dt, il s'est désintégré dN noyaux. (dN dépend de l'élément radioactif et de dt)
--------------------------	--	--	--	---

**Développement
(suite)**

On a : $dN = -\lambda \cdot N \cdot dt \Rightarrow dB/N = -\lambda \cdot dt$

Par intégration on a :

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow m = m_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

λ : constante radioactive de la substance (en s^{-1})

Remarque;

ENONCE :

Le nombre de noyau désintégrés radioactifs d'un échantillon diminue exponentiellement en fonction du temps.

Notons N_0 le nombre de noyaux à $t = 0$ et N le nombre de noyaux à l'instant t

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \quad \text{avec } \lambda : \text{constante radioactive de la substance (en } s^{-1} \text{)}$$

2 – Période radioactive :

* La période radioactive (T) est le temps nécessaire pour que la moitié des noyaux se désintègre.

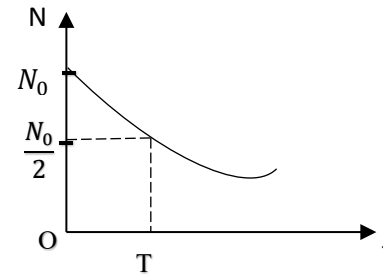
* On sait que $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$ et Pour $t = T$ on a $N = N_0 / 2 \Rightarrow N_0 / 2 = N_0 \cdot e^{-\lambda T}$

$$\Rightarrow \dots \Rightarrow T = \frac{\ln(2)}{\lambda}$$

1° Détermination graphique

A partir de $N = f(t)$

Développement
(suite)



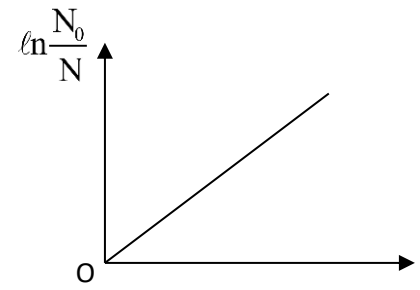
A partir de $\ln \frac{N}{N_0} = f(t)$

Les noyaux radioactifs se désintègrent selon l'équation différentielle suivante :

$$\frac{dN}{N} + \lambda N = 0$$

La solution de cette équation est : $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$. C'est la loi de désintégration ou de décroissance radioactive.

La courbe $\ln \frac{N_0}{N} = \lambda t$ est une droite passant par l'origine des axes.



λ est la pente de cette droite. On a :

$$\lambda = \frac{\Delta \ln \frac{N_0}{N}}{\Delta t}$$

Avec : λ : constante radioactive (s^{-1} , h^{-1} , $jour^{-1}$, $mois^{-1}$, etc....).

	Travail individuel			3 – <u>Activité d'une substance radioactive</u> : * L'Activité notée (A) est le nombre de désintégration pendant une seconde. L'unité est le Becquerel (Bq). * Soit A_0 l'activité à $t = 0s$. Soit A l'activité à $t \neq 0s$. On a : $A = A_0 \cdot e^{-\lambda t}$ Remarque : $A = \lambda \cdot N$; $A_0 = \lambda \cdot N_0$ En traversant la matière, les « rayonnements » radioactifs provoquent des ionisations et des excitations d'atomes. Ce qui entraîne des réactions chimiques anormales. En fonction de la quantité de rayonnements absorbée on peut observer les manifestations suivantes : nausées, vomissements, diarrhées, trouble sanguin, cancers et la mort. -
--	-----------------------	--	--	---

--	--	--	--	--

EVALUATION				
------------	--	--	--	--

--	--	--	--	--