

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités du Professeur	Activités des élèves	Trace écrite
Présentation	Questions /réponses	Rappels/pré requis	Par leurs réponses, les élèves amènent le professeur à donner le titre de la leçon	REACTIONS NUCLEAIRES SPONTANEEES
Développement	Questions –réponses	Administration de la situation d'apprentissage Lisez la situation. Quelles actions les élèves veulent mener ?	Les élèves lisent la situation. Ils veulent : <ul style="list-style-type: none"> - définir l'activité d'un échantillon - connaître la loi de décroissance radioactive - déterminer la constante radioactive, la période, l'activité puis l'âge d'un échantillon radioactif. 	<p>Rappels</p> <p>♦ La matière est faite à partir d'atomes (<i>l'atome est la plus petite particule de la matière</i>) <i>(en effet, la notion d'atome apparait pour la première fois avec Démocrite dans l'antiquité grecque vers 400 ans avant J.C.</i> <i>Démocrite affirmait que la matière était constituée de particules très petites et identiques qu'il était impossible de briser ou de diviser. Il appelait ces particules atome (atomos en grec, qui signifie indivisible). Pour Démocrite, les atomes sont éternels et immuables. Il explique la variété des matières qui nous entoure par l'infinité de formes que peuvent prendre les atomes. L'opposition d'Aristote à cette intuition conduit à</i></p>

<p>Développement (suite)</p>	<p>Brainstorming</p> <p>Rappelez la composition du noyau d'un atome</p>	<p>Les élèves exécutent</p>	<p><i>positives se repoussent) autour duquel gravitent très loin des électrons (très loin à cause de la structure lacunaire)</i></p> <p>♦ La composition du noyau Le noyau d'un atome est constitué de A nucléons dont Z protons (de charge électrique positive $q_p = +e = +1,6 \cdot 10^{-19} C$) et N neutrons (de charge nulle) A = Z + N est le nombre de nucléons ou nombre de masse N est le nombre de neutrons ($N = A - Z$) Z est le nombre de protons (ou nombre de charge) La charge électrique du noyau d'un atome vaut : +Ze</p> <p><i>(pour simplifier les calculs, on suppose que le neutron et le proton ont la même masse : $m_p = m_n = 1,67 \cdot 10^{-27} kg$ (sinon en toute rigueur, $m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27} kg$ et $m_n = 1,6749 \cdot 10^{-27} kg$)</i> <i>La masse totale du noyau d'un atome est : $m_{noyau} = A \times m_p = A \times m_n = m_{atome}$ (car on néglige la masse des électrons qui est de $m_{e^-} = 9,1 \cdot 10^{-31} kg$ et le rapport $\frac{m_p}{m_{e^-}} \approx 1835$ sinon en toute rigueur $m_{atome} = Z(m_p + m_{e^-}) + (A - Z)m_n$)</i> <i>Dimension et forme : le noyau a une forme sphérique de rayon R.</i> <i>Son volume est : $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ et sa masse volumique : $\rho = \frac{m}{V} = \frac{3m}{4\pi R^3}$</i> <i>L'ordre de grandeur du rayon du noyau atomique est de $10^{-15} m = 1 fm$ (le femtomètre)</i></p> <p>1. Définitions 1.1. Élément chimique Un élément chimique est l'ensemble des entités chimiques (atomes ou ions) ayant le même numéro atomique Z. Exemple : Hydrogène ($Z = 1$) ; Carbone ($Z = 6$) ; Oxygène ($Z = 8$) <i>(avant 1994, il existait 109 éléments chimiques (90 éléments naturels et 19 éléments artificiels). De 1994–2003, il y'a eu 7 nouveaux éléments découverts, portant le nombre à 116 éléments chimiques.)</i></p> <p>1.2. Nucléide Un nucléide est un type de noyau caractérisé par des valeurs déterminées du nombre de masse A et du numéro atomique Z. Il est représenté par A_ZX où X est le symbole de l'élément chimique Exemple : ${}^{12}_6C$ (est un nucléide de l'élément carbone) ; 1_1H (est un nucléide de l'élément hydrogène) ; ${}^{16}_8O$ (est un nucléide de l'élément oxygène) ; 2_1H (est un autre nucléide de l'élément hydrogène) <i>(pour un même élément chimique X, il peut exister plusieurs nucléides : voir l'exemple de l'hydrogène)</i></p>
	<p>Travail de groupe</p> <p><u>Activité</u> : Quelques définitions</p>	<p>Le professeur définit un élément chimique</p>	
	<p>Questions-réponses</p>	<p>Le professeur définit un nucléide</p>	

<p>Développement (suite)</p>	<p>Brainstorming</p> <p>Travail de groupe</p> <p>Questions-réponses</p>	<p>Le professeur définit les isotopes d'un élément chimique.</p> <p>Le professeur définit l'unité de masse atomique</p> <p><u>Activité :</u> Émissions radioactives</p> <p>Le professeur définit la radioactivité</p>		<p>1.3. Isotopes Des isotopes sont des nucléides ayant le même numéro atomique mais des nombres de masse différents (A_ZX et ${}^{A'}_ZX$ sont des isotopes de l'élément chimique X) Exemple : ${}^{16}_8\text{O}$ (99,7%) ; ${}^{17}_8\text{O}$ (0,04%) et ${}^{18}_8\text{O}$ (0,03%) sont trois (3) isotopes de l'élément chimique O. ${}^1_1\text{H}$ (99,985%) ; ${}^2_1\text{H}$ (0,014%) et ${}^3_1\text{H}$ (traces) sont trois (3) isotopes de l'élément chimique H. ${}^{12}_6\text{C}$; ${}^{13}_6\text{C}$ et ${}^{14}_6\text{C}$ sont trois (3) isotopes de l'élément chimique C.</p> <p>1.4. Unité de masse atomique En physique nucléaire, les masses s'expriment en unité de masse atomique. L'unité de masse atomique (u ou u.m.a.) est le douzième ($\frac{1}{12}$) de la masse de l'atome de carbone 12 (${}^{12}_6\text{C}$) $1\text{u} = 1,66 \cdot 10^{-27}\text{kg}$ (car un atome de carbone 12 a une masse de $\frac{M_C}{N_A}$ où M_C est la masse molaire et N_A le nombre d'Avogadro. $1\text{u} = \frac{1}{12} \times \frac{M_C}{N_A} = \frac{1}{12} \times \frac{12}{6,02 \cdot 10^{23}} = 1,66 \cdot 10^{-24}\text{g} = 1,66 \cdot 10^{-27}\text{kg}$) (ainsi la masse du proton est $m_p = 1,007276\text{u}$ et celle du neutron $m_n = 1,008665\text{u}$) N.B. : On exprime aussi les masses (en physique nucléaire) en MeV. C⁻² Et $1\text{u} = 931,5\text{MeV} \cdot \text{C}^{-2} = 1,66 \cdot 10^{-27}\text{kg}$</p> <p>2. Émissions radioactives 2.1. Définition de la radioactivité La radioactivité est la transformation (ou désintégration ou décomposition) spontanée ou provoquée d'un noyau instable (noyau qui comporte trop de nucléons et plus particulièrement trop de neutrons ou de protons) en un noyau plus stable en émettant des particules de matière (électrons, neutrons, noyaux d'hélium, ...) et de l'énergie ou un rayonnement énergétique γ (photon ou énergie cinétique) (La radioactivité a été découverte en 1896 par Henri Becquerel dans le cas de l'uranium, et très vite confirmée par Marie Curie pour le radium) N.B. : - Le noyau instable est radioactif. (Un noyau est radioactif s'il est instable). Il est appelé noyau père - Le nouveau noyau est appelé noyau fils - La transformation du noyau instable est une désintégration (ou une décomposition) (càd le noyau père subit une désintégration et donne naissance à un noyau fils)</p>
-------------------------------------	---	---	--	---

<p>Développement (suite)</p>	<p>Brainstorming</p> <p>Travail de groupe</p> <p>Questions-réponses</p>	<p>Le professeur indique les différentes émissions radioactives à partir de leurs propriétés</p> <p>Equilibrez l'équation-bilan de la désintégration α</p>	<p>Les élèves exécutent</p>	<p>N.B. : Le noyau fils est alors déterminé à partir du numéro atomique Z (<i>tiré dans la loi de conservation</i>), dans le tableau de la classification périodique des éléments chimiques (<i>À ces lois, on peut ajouter la conservation de la quantité de mouvement et la conservation de l'énergie totale. Mais on se limitera dans ce chapitre aux deux premières lois</i>)</p> <p>2.5. Les différentes émissions radioactives (<i>En effet, un noyau est radioactif s'il est instable. Spontanément, il se transformera tôt ou tard en un autre noyau, plus stable, et en émettant aussi d'autres particules (un rayonnement α (alpha) ou β (bêta), généralement accompagné d'une émission γ (gamma), une émission de photons)</i>)</p> <p>Suivant la nature du rayonnement émis, on distingue trois (3) types de radioactivité résumé dans le tableau ci-dessous :</p> <table border="1" data-bbox="1205 576 2141 924"> <thead> <tr> <th>Radioactivité</th> <th>Particule émise</th> <th>Nom de la particule</th> <th>Symbole de la particule</th> <th>Charge de la particule</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Radioactivité α</td> <td>Particule α</td> <td>Noyau d'hélium</td> <td>${}^4_2\text{He}$</td> <td>$+2e$</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Radioactivité β</td> <td>Particule β^-</td> <td>Electron</td> <td>${}^0_{-1}e$</td> <td>$-e$</td> </tr> <tr> <td>Particule β^+</td> <td>Positron (<i>ou antiélectron</i>)</td> <td>${}^0_{+1}e$</td> <td>$+e$</td> </tr> <tr> <td>Radioactivité γ</td> <td>Particule γ</td> <td>Photon</td> <td>${}^0_0\gamma$</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <p>2.5.1. Radioactivité α C'est la désintégration d'un noyau X (<i>noyau père</i>) en un noyau Y (<i>noyau fils</i>) avec émission d'une particule α (noyau d'hélium ${}^4_2\text{He}$). L'équation-bilan s'écrit : (<i>en appliquant les lois de conservation</i>)</p> ${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}\text{Y} + {}^4_2\text{He} \quad (\text{ou } {}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}\text{Y} + \alpha)$ <p>Exemple :</p> ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} + {}^4_2\text{He}$ ${}^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^{222}_{86}\text{Rn} + {}^4_2\text{He}$ ${}^{222}_{86}\text{U} \rightarrow {}^{218}_{84}\text{Po} + {}^4_2\text{He}$ <p style="text-align: right;"><i>Avec U : uranium ; Th : Thorium Ra : Radium ; Rn : Radon ; Po : Polonium</i></p>	Radioactivité	Particule émise	Nom de la particule	Symbole de la particule	Charge de la particule	Radioactivité α	Particule α	Noyau d'hélium	${}^4_2\text{He}$	$+2e$	Radioactivité β	Particule β^-	Electron	${}^0_{-1}e$	$-e$	Particule β^+	Positron (<i>ou antiélectron</i>)	${}^0_{+1}e$	$+e$	Radioactivité γ	Particule γ	Photon	${}^0_0\gamma$	0
Radioactivité	Particule émise	Nom de la particule	Symbole de la particule	Charge de la particule																								
Radioactivité α	Particule α	Noyau d'hélium	${}^4_2\text{He}$	$+2e$																								
Radioactivité β	Particule β^-	Electron	${}^0_{-1}e$	$-e$																								
	Particule β^+	Positron (<i>ou antiélectron</i>)	${}^0_{+1}e$	$+e$																								
Radioactivité γ	Particule γ	Photon	${}^0_0\gamma$	0																								

<p>Développement (suite)</p>	<p>Brainstorming</p>	<p>Equilibrez l'équation-bilan de la désintégration β^-.</p>	<p>Les élèves exécutent</p>	<p>N.B. :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La radioactivité α concerne les noyaux lourds ($A > 200$ et $z > 82$) - Les particules α émises sont de faible vitesse. Elles sont très ionisantes et peu pénétrantes (<i>une feuille de carton suffit pour les arrêter</i>) <p>2.5.2. Radioactivité β^-</p> <p>C'est la désintégration d'un noyau X (noyau père) en un noyau Y (noyau fils) avec émission d'une particule β^- (électron (noté) ${}_{-1}^0e$).</p> <p>L'équation-bilan s'écrit : (<i>en appliquant les lois de conservation</i>)</p> ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{z+1}Y + {}_{-1}^0e \quad (\text{ou } {}^A_ZX \rightarrow {}^A_{z+1}Y + \beta^-)$ <p>Exemple :</p> ${}^{32}_{15}P \rightarrow {}^{32}_{16}S + {}_{-1}^0e$ ${}^{14}_6C \rightarrow {}^{14}_7N + {}_{-1}^0e$ ${}^{24}_{11}Na \rightarrow {}^{24}_{12}Mg + {}_{-1}^0e$ ${}^{210}_{83}Bi \rightarrow {}^{210}_{84}Po + {}_{-1}^0e$ <p style="text-align: right;"><i>Avec P : phosphore ; Bi : Bismuth Mg : Magnésium ; Po : Polonium</i></p> <p>N.B. :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La radioactivité β^- concerne les noyaux trop riches en neutrons par rapport à leur isotope stable (<i>c'est-à-dire des nucléides tels que $N > Z$</i>). Elle s'observe généralement avec les nucléides naturels. - Les particules (<i>électrons</i>) émises ont une grande vitesse ($\approx 0,9c$). Elles sont ionisantes et pénétrantes. (<i>pour les arrêter, il faut une feuille d'aluminium de 1 à 2 cm d'épaisseur</i>) - Origine de l'électron émis : l'électron (<i>qui n'existe pas dans le noyau</i>) provient de la désintégration d'un neutron du noyau en un proton restant dans le noyau et un électron émis selon : ${}^1_0n \rightarrow {}^1_1p + {}_{-1}^0e$ <p>2.5.3. Radioactivité β^+</p> <p>C'est la désintégration d'un noyau X (noyau père) en un noyau Y (noyau fils) avec émission d'une particule β^+ (positron (noté) ${}_{+1}^0e$).</p> <p>L'équation-bilan s'écrit : (<i>en appliquant les lois de conservation</i>)</p> ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{z-1}Y + {}_{+1}^0e \quad (\text{ou } {}^A_ZX \rightarrow {}^A_{z-1}Y + \beta^+)$
	<p>Travail de groupe</p>			
	<p>Questions-réponses</p>	<p>Equilibrez l'équation-bilan de la désintégration β^+.</p>	<p>Les élèves exécutent</p>	

<p>Développement (suite)</p>	<p>Brainstorming</p> <p>Travail de groupe</p> <p>Questions-réponses</p>	<p>Le professeur donne l'équation-bilan générale de la radioactivité γ</p>		<p>Exemple :</p> ${}_{7}^{13}\text{N} \rightarrow {}_{6}^{13}\text{C} + {}_{+1}^{0}\text{e}$ ${}_{15}^{30}\text{P} \rightarrow {}_{14}^{30}\text{Si} + {}_{+1}^{0}\text{e}$ ${}_{26}^{53}\text{Fe} \rightarrow {}_{25}^{53}\text{Mn} + {}_{+1}^{0}\text{e}$ ${}_{10}^{19}\text{Ne} \rightarrow {}_{9}^{19}\text{F} + {}_{+1}^{0}\text{e}$ <p>Avec F : fluor ; Bi : Bismuth Mn : Manganèse ; Ne : Néon</p> <p>N.B. :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La radioactivité β^+ concerne les noyaux trop riches en protons par rapport à leur isotope stable (c'est-à-dire des nucléides tels que $Z > N$). Elle s'observe généralement avec les nucléides artificiels. - Les particules (positrons) émises ont une grande vitesse ($\approx 0,9 c$). Elles sont ionisantes et pénétrantes. (pour les arrêter, il faut une feuille d'aluminium de 1 à 2 cm d'épaisseur) - Origine du positron émis : le positron (qui n'existe pas dans le noyau) provient de la désintégration d'un proton du noyau en un neutron restant dans le noyau et un positron émis selon : ${}_{1}^1\text{p} \rightarrow {}_{0}^1\text{n} + {}_{+1}^0\text{e}$ <p>2.5.4. Radioactivité (ou émission du rayonnement) γ</p> <p>C'est le passage d'un noyau de l'état excité à l'état fondamental avec émission d'un photon. (en effet, La plupart des noyaux sont créés dans un état excité Y^*, à partir des radioactivités α, β^+, β^-. Mais cet état instable est de courte durée. La désexcitation s'accompagne de l'émission d'un rayonnement électromagnétique γ) Elle accompagne les radioactivités α, β^- et β^+. (elle résulte de la désexcitation du noyau fils)</p> <p>L'équation-bilan s'écrit :</p> $\underset{\substack{\text{Noyau fils} \\ \text{excité (instable)}}}{\underset{Z}{A}\text{Y}^*} \rightarrow \underset{\substack{\text{Noyau fils} \\ \text{désexcité (stable)}}}{\underset{Z}{A}\text{Y}} + \underset{0}{0}\gamma$ <p>N.B. : Les photons émis sont très énergétiques et très pénétrants. (il faut, pour les arrêter, du plomb de plusieurs cm d'épaisseur)</p> <p>(Aussi :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Donc les équations-bilans complètes sont : <p>Pour l'émission α</p> $\underset{Z}{A}\text{X} \rightarrow \underset{Z-2}{A-4}\text{Y}^* + {}_{2}^4\text{He} \text{ et } \underset{Z-2}{A-4}\text{Y}^* \rightarrow \underset{Z-2}{A-4}\text{Y} + \underset{0}{0}\gamma$ <p>Donc : $\underset{Z}{A}\text{X} \rightarrow \underset{Z-2}{A-4}\text{Y} + {}_{2}^4\text{He} + \underset{0}{0}\gamma$</p> <p>De même pour les émissions β^- et β^+</p>
------------------------------	---	--	--	--

<p>Développement (suite)</p>		<p>Activité d'application Le professeur donne un temps de recherche aux élèves et contrôle leurs productions</p>	<p>Chaque élève cherche les exercices au brouillon.</p>	<p>- Pour les émissions β^- et β^+ ; on peut ajouter respectivement l'antineutrino et le neutrino selon :</p> <p>Emission β^- : ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}e + {}^0_0\bar{\nu}$ ($\bar{\nu}$: est un antineutrino) Emission β^+ : ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z-1}Y + {}^0_{+1}e + {}^0_0\nu$ (ν : est un neutrino) (neutrino : particule élémentaire de masse quasi nulle (sa masse est inférieure à celle de l'électron) qui sont engendrées par des réactions nucléaires. Ils sont omniprésents dans l'univers. Ils sont aussi produits par les étoiles, la terre, les centrales nucléaires et même notre corps à cause de la radioactivité naturelle. Ils n'ont pas de charge électrique)</p> <p>- Etat excité et état stable : un système est dans un niveau excité lorsque son énergie est supérieure à celle de l'état fondamental L'état fondamental est, en physique, une notion polysémique renvoyant généralement à un état de plus basse énergie pour un électron, ou de plus grande neutralité électrique pour un atome.</p>
<p>Evaluation (15 min)</p>	<p>Questions-réponses</p> <p>Démonstration</p> <p>Travail individuel</p> <p>Questions-réponses</p>	<p>Le professeur envoie un élève au tableau pour chaque exercice.</p> <p>Le professeur valide la réponse avant la prise de note par les autres élèves.</p> <p>Activité : Activité d'un échantillon</p>	<p>Chaque élève prend la solution dans son cahier.</p>	<p>ACTIVITE D'APPLICATION</p> <ol style="list-style-type: none"> Le polonium se désintègre spontanément en donnant un nucléide inconnu X et en émettant des particules α. <ol style="list-style-type: none"> Donner la composition du noyau du polonium. (${}^{210}_{84}\text{Po}$) Écrire l'équation de cette désintégration. A l'aide du tableau de classification périodique, donner le nom du nucléide X. La désintégration β^+ d'un nucléide inconnu X donne le néon (${}^{22}_{10}\text{Ne}$) <ol style="list-style-type: none"> Écrire son équation de désintégration Donner le nom du noyau père X Complète les réactions de désintégration suivantes et donne le type de radioactivité <ol style="list-style-type: none"> ${}^{227}_{90}\text{Th} \rightarrow {}^{223}_{88}\text{Ra} + \dots \dots \dots$ ${}^{60}_{27}\text{Co} \rightarrow \dots \dots \dots + {}^0_{-1}e$ ${}^{30}_{15}\text{P} \rightarrow {}^{30}_{14}\text{Si} + \dots \dots \dots$ <p>3. Activité d'un échantillon radioactif (d'une substance radioactive) L'activité d'un échantillon radioactif (ou d'une substance radioactive) est le nombre de désintégration par seconde (ou le nombre de noyaux désintégrés par seconde) Elle est notée A et exprimée en Becquerel (Bq) : 1Bq = 1désintégration/s (Antoine Henri Becquerel (physicien français : 1852 – 1908))</p>

<p>Développement (suite)</p>	<p>Démonstration</p>	<p>Le professeur définit l'activité d'un échantillon radioactif.</p>		<p>L'activité d'un échantillon radioactif à un instant t est donnée par :</p> $\mathbf{A(t) = \lambda N(t) = \lambda N_0 e^{-\lambda t}}$ <p>À t = 0, A₀ = λN₀</p> <p>D'où : $\mathbf{A(t) = A_0 e^{-\lambda t}}$ (→ $\left(\frac{A_0}{A}\right) = \lambda t$)</p> <p>Avec : N(t) : le nombre de noyaux radioactifs existant (restant) dans l'échantillon à l'instant t</p> <p>λ : constante radioactive (de l'échantillon) (en s⁻¹ ; h⁻¹ ; jour⁻¹ ; mois⁻¹ ; année⁻¹ ; ...) λ caractérise le nucléide ou noyau radioactif</p> <p>A₀ : l'activité initiale (à t = 0)</p> <p>A(t) : l'activité à l'instant t</p> <p>(N.B. : l'ancienne unité de l'activité est le Curie (Ci) et 1Ci = 3,7.10¹⁰ désintégration/s 1 Ci correspond à l'activité de 1g de radium (Ra) et 1Bq à l'activité de 1g d'uranium))</p>
<p>Evaluation (15 min)</p>	<p>Travail individuel</p>	<p><u>Activité</u> : Loi de décroissance radioactive</p>		<p>4. Loi de décroissance radioactive</p> <p>4.1. Etablissement de la loi de décroissance radioactive</p> <p>Soit un échantillon contenant un nombre N₀ de noyaux pères (de masse m₀) à l'instant t = 0s.</p> <p>Soit N le nombre de noyaux pères non encore désintégrés (restants) (de masse m) à l'instant t</p> <p>Pour la durée dt (càd entre les instants t et dt), il s'est désintégré dN noyaux pères (càd pour la durée dt, le nombre de noyaux dans l'échantillon diminue de dN)</p> <p>Cette variation dN dépend de l'élément radioactif et de dt (elle est proportionnelle à la durée dt de désintégration et au nombre de noyaux N présents dans l'échantillon à la date t)</p> <p>On a : dN = -λNdt (le signe moins (-) indique qu'il y'a diminution du nombre de noyaux dans l'échantillon)</p> $\rightarrow \frac{dN}{N} = -\lambda dt \rightarrow \int \frac{dN}{N} = \int -\lambda dt$ $\rightarrow \ln N = -\lambda t + cte$ $\text{À } t = 0 \text{ s ; } \ln N_0 = 0 + cte \rightarrow cte = \ln N_0$ $\rightarrow \ln N = -\lambda t + \ln N_0 \rightarrow \ln N - \ln N_0 = -\lambda t \rightarrow \ln \frac{N}{N_0} = -\lambda t$ $\rightarrow \frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t}$ <p>Donc : N(t) = N₀ · e^{-λt} (La loi de décroissance radioactive)</p> <p>Avec λ : constante radioactive de l'échantillon en s⁻¹</p> <p>N(t) : nombre de noyaux pères restant (non encore désintégré) à l'instant t</p>
	<p>Questions-réponses</p>			

<p>Développement (suite)</p>	<p>Démonstration</p> <p>Travail individuel</p> <p>Questions-réponses</p>	<p>Le professeur définit la période ou demi-vie d'une substance radioactive T</p> <p>Le professeur établit la relation $T = \frac{\ln 2}{\lambda}$</p>		<p>(aussi : $m = m_0 \cdot e^{-\lambda t}$ ou bien $\lambda t = \ln \frac{N_0}{N} \rightarrow \lambda = \frac{\Delta \ln \frac{N_0}{N}}{\Delta t}$)</p> <p>4.2. Période ou demi-vie d'une substance radioactive</p> <p>La période (T) d'une substance radioactive est la durée au bout de laquelle la moitié des noyaux initialement présents dans la substance s'est désintégrée (a disparu).</p> <p>On a : $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$ or à la période, $N(T) = \frac{N_0}{2}$</p> <p>$\rightarrow \frac{N_0}{2} = N_0 \cdot e^{-\lambda T} \rightarrow \frac{1}{2} = e^{-\lambda T}$ (or $e^{-x} = \frac{1}{e^x}$)</p> <p>$\rightarrow \frac{1}{2} = \frac{1}{e^{\lambda T}} \rightarrow e^{\lambda T} = 2 \rightarrow \lambda T = \ln 2$</p> <p>Donc : $T = \frac{\ln 2}{\lambda}$ ($T = \frac{0,693}{\lambda}$)</p> <p>$T$ s'exprime en s ; min ; h ; jours ; mois ; année ;</p> <p>Exemple :</p> <p>Polonium 210 : $T = 138$ jours ; Thorium 232 : $T = 1,41 \cdot 10^{10}$ années</p> <p>Bismuth 210 : $T = 5$ jours ; Thorium 224 : $T = 1$ s</p> <p>N.B.:</p> <p>Quel que soit le nucléide considéré, la désintégration d'un échantillon s'accomplit totalement pour une durée t très grande devant T ($t \gg T$).</p> <p>(en effet, la période $T =$ demi-vie. Á T, il reste $\frac{N_0}{2}$ avec N_0 la quantité (le nombre) initial(e). Cela ne veut pas dire qu'après une demi-vie T encore il va rester zéro (0).</p> <p>Non, il va rester plutôt $\frac{\frac{N_0}{2}}{2} = \frac{N_0}{4}$. Et après une demi-vie encore il va rester $\frac{\frac{N_0}{4}}{2} = \frac{N_0}{8}$.</p> <p>On divise la quantité restante par 2 à chaque période (la quantité restante diminue à chaque fois de moitié)</p> <p>4.3. Exploitation de la courbe de décroissance radioactive</p> <p>Selon la relation $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$, le nombre de noyaux radioactifs restant décroît suivant une fonction exponentielle du temps.</p> <p>On a la courbe suivante :</p>
-------------------------------------	--	--	--	---

<p>Développement (suite)</p>	<p>Démonstration</p>	<p>Déterminez graphiquement à partir de résultats expérimentaux:</p> <ul style="list-style-type: none"> - la constante radioactive λ; - la période T ; - l'activité A. 	<p>Les élèves exécutent</p>	<div style="text-align: center;"> <p>The graph shows a grid with a vertical axis labeled 'N' and a horizontal axis labeled 't(s)'. The vertical axis has markings for 0, $\frac{N_0}{4}$, $\frac{N_0}{2}$, and N_0. The horizontal axis has markings for 0, T, and 2T. A green curve starts at $(0, N_0)$ and decays exponentially. Dashed blue lines indicate that at $t = T$, the number of nuclei is $\frac{N_0}{2}$, and at $t = 2T$, the number of nuclei is $\frac{N_0}{4}$.</p> </div> <p style="text-align: center;"><u>COURBE DE DECROISSANCE RADIOACTIVE</u></p> <p>À partir de la courbe, connaissant N_0, on peut déterminer $\frac{N_0}{2}$. On peut donc déterminer graphiquement la période T. (abscisse du point d'intersection de la courbe avec la droite parallèle à l'axe des abscisses et d'ordonnée $\frac{N_0}{2}$.)</p> <p>Avec T, on détermine λ (car $T = \frac{\ln 2}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T}$) puis avec λ, on détermine l'activité $A(t)$ (car $A(t) = A_0 e^{-\lambda t} = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$; il suffit pour cela de connaître l'instant t)</p>
	<p>Travail individuel</p>			
	<p>Questions-réponses</p>			

<p>Développement (suite)</p>		<p>Situation d'évaluation</p> <p>Le professeur donne un temps de recherche aux élèves et contrôle leurs productions</p>	<p>Chaque élève cherche les exercices au brouillon.</p>	<p>SITUATION D'ÉVALUATION</p> <p>1. Le nucléide ${}_{84}^{210}\text{Po}$ est radioactif : c'est un émetteur α . Ecris l'équation de la désintégration d'un noyau de polonium. On donne l'extrait de la classification :</p> <table border="1" data-bbox="1205 284 2139 357"> <tr> <td>82^{Pb}</td> <td>83^{Bi}</td> <td>84^{Po}</td> <td>85^{At}</td> <td>86^{Ru}</td> </tr> </table> <p>2. A une date origine $t=0$, un échantillon de polonium contient N_0 noyaux radioactifs. A une date t, on détermine le nombre N de noyau non désintégrés. On obtient les résultats suivants :</p> <table border="1" data-bbox="1205 560 1839 676"> <tr> <td>t (jours)</td> <td>0</td> <td>40</td> <td>80</td> <td>100</td> <td>120</td> <td>160</td> </tr> <tr> <td>N/N₀</td> <td>1</td> <td>0,82</td> <td>0,67</td> <td>0,61</td> <td>0,55</td> <td>0,47</td> </tr> </table>	82^{Pb}	83^{Bi}	84^{Po}	85^{At}	86^{Ru}	t (jours)	0	40	80	100	120	160	N/N ₀	1	0,82	0,67	0,61	0,55	0,47
82^{Pb}	83^{Bi}	84^{Po}	85^{At}	86^{Ru}																			
t (jours)	0	40	80	100	120	160																	
N/N ₀	1	0,82	0,67	0,61	0,55	0,47																	
<p>Evaluation (30 min)</p>	<p>Questions-réponses</p>	<p>Le professeur envoie un élève au tableau pour chaque exercice.</p> <p>Le professeur valide la réponse avant la prise de note par les autres élèves.</p>	<p>Chaque élève prend la solution dans son cahier</p>	<p>2.1. Définis la période radioactive T d'un radionucléide. 2.2. Etablis son expression en fonction de la constante radioactive λ. 2.3. Représente qualitativement la courbe $N = f(t)$ d'évolution du nombre de noyaux en fonction du temps. 3. Le tableau ci-dessus permet de donner un encadrement de la période T du polonium ; Lequel ? 3.1 Trace la courbe : $-\ln(N/N_0) = f(t)$, avec t en jours. Echelle : 1cm pour 20j et 1cm pour 0,1 unité de $-\ln(N/N_0)$ 3.2 Déduis les valeurs de la période T et de la constante radioactive λ.</p>																			