Corrigé Physique 5
Noyaux, masse et énergie

5.1 N°21 p. 115 : Les isotopes du sodium

Corrigé Physique 5
Noyaux, masse et énergie

5.1 N°21 p. 115 : Les isotopes du sodium

1°) $^{23}_{11}\text{Na}$ $\begin{cases} 11 \text{ protons} \\ 12 \text{ neutrons} \end{cases}$ $m = 22,9837 \text{ u}$

Corrigé Physique 5
Noyaux, masse et énergie

5.1 N°21 p. 115 : Les isotopes du sodium

1°) $^{23}_{11}\mathrm{Na}$ $\begin{cases} 11 \text{ protons} \\ 12 \text{ neutrons} \end{cases}$ $m = 22,9837 \text{ u}$

$^{22}_{11}\mathrm{Na}$ $\begin{cases} 11 \text{ protons} \\ 11 \text{ neutrons} \end{cases}$ $m = 21,9884 \text{ u}$

Corrigé Physique 5
Noyaux, masse et énergie

5.1 N°21 p. 115 : Les isotopes du sodium

1°) $^{23}_{11}\text{Na}$ $\begin{cases} 11 \text{ protons} \\ 12 \text{ neutrons} \end{cases}$ $m = 22,9837 \text{ u}$

$^{22}_{11}\text{Na}$ $\begin{cases} 11 \text{ protons} \\ 11 \text{ neutrons} \end{cases}$ $m = 21,9884 \text{ u}$

$^{24}_{11}\text{Na}$ $\begin{cases} 11 \text{ protons} \\ 13 \text{ neutrons} \end{cases}$ $m = 23,9849 \text{ u}$

Corrigé Physique 5
Noyaux, masse et énergie

5.1 N°21 p. 115 : Les isotopes du sodium

1°) $^{23}_{11}\mathrm{Na}$ $\begin{cases} 11 \text{ protons} \\ 12 \text{ neutrons} \end{cases}$ $m = 22,9837 \text{ u}$

$^{22}_{11}\mathrm{Na}$ $\begin{cases} 11 \text{ protons} \\ 11 \text{ neutrons} \end{cases}$ $m = 21,9884 \text{ u}$

$^{24}_{11}\mathrm{Na}$ $\begin{cases} 11 \text{ protons} \\ 13 \text{ neutrons} \end{cases}$ $m = 23,9849 \text{ u}$

2°) Pour chacun des isotopes, il faut calculer :

Corrigé Physique 5
Noyaux, masse et énergie

5.1 N°21 p. 115 : Les isotopes du sodium

1°) $^{23}_{11}\mathrm{Na}$ $\begin{cases} 11 \text{ protons} \\ 12 \text{ neutrons} \end{cases}$ $m = 22,9837 \text{ u}$

$^{22}_{11}\mathrm{Na}$ $\begin{cases} 11 \text{ protons} \\ 11 \text{ neutrons} \end{cases}$ $m = 21,9884 \text{ u}$

$^{24}_{11}\mathrm{Na}$ $\begin{cases} 11 \text{ protons} \\ 13 \text{ neutrons} \end{cases}$ $m = 23,9849 \text{ u}$

2°) Pour chacun des isotopes, il faut calculer :

- le défaut de masse Δm

Corrigé Physique 5
Noyaux, masse et énergie

5.1 N°21 p. 115 : Les isotopes du sodium

1°) $^{23}_{11}\mathrm{Na}$ $\begin{cases} 11 \text{ protons} \\ 12 \text{ neutrons} \end{cases}$ $m = 22,9837 \text{ u}$

$^{22}_{11}\mathrm{Na}$ $\begin{cases} 11 \text{ protons} \\ 11 \text{ neutrons} \end{cases}$ $m = 21,9884 \text{ u}$

$^{24}_{11}\mathrm{Na}$ $\begin{cases} 11 \text{ protons} \\ 13 \text{ neutrons} \end{cases}$ $m = 23,9849 \text{ u}$

2°) Pour chacun des isotopes, il faut calculer :

- le défaut de masse Δm

- l'énergie de liaison $E_\ell = \Delta m\, c^2$

Corrigé Physique 5
Noyaux, masse et énergie

5.1 N°21 p. 115 : Les isotopes du sodium

1°) $^{23}_{11}\text{Na}$ $\begin{cases} 11 \text{ protons} \\ 12 \text{ neutrons} \end{cases}$ $m = 22,9837 \text{ u}$

$^{22}_{11}\text{Na}$ $\begin{cases} 11 \text{ protons} \\ 11 \text{ neutrons} \end{cases}$ $m = 21,9884 \text{ u}$

$^{24}_{11}\text{Na}$ $\begin{cases} 11 \text{ protons} \\ 13 \text{ neutrons} \end{cases}$ $m = 23,9849 \text{ u}$

2°) Pour chacun des isotopes, il faut calculer :

- le défaut de masse Δm
- l'énergie de liaison $E_\ell = \Delta m\, c^2$
- l'énergie de liaison par nucléons $\dfrac{E_\ell}{A}$

$\boxed{{}^{23}_{11}\mathrm{Na}}$

$$\Delta m_{23} = 11 \times 1,00728 + 12 \times 1,00866 - 22,9837$$
$$\Delta m_{23} = 0,2003 \text{ u}$$
$$\Delta m_{23} = 0,2003 \times 1,66 \times 10^{-27} = 3,33 \times 10^{-28} \text{ kg}$$

$$\boxed{{}^{23}_{11}\mathrm{Na}} \quad \begin{aligned} \Delta m_{23} &= 11 \times 1,00728 + 12 \times 1,00866 - 22,9837 \\ \Delta m_{23} &= 0,2003 \text{ u} \\ \Delta m_{23} &= 0,2003 \times 1,66 \times 10^{-27} = 3,33 \times 10^{-28} \text{ kg} \end{aligned}$$

$$E_{\ell_{23}} = \Delta m_{23}\, c^2 = 3,33 \times 10^{-28} \times \left(3,00 \times 10^8\right)^2$$
$$E_{\ell_{23}} = 2,99 \cdot 10^{-11} \text{ J} = 187 \text{ MeV}$$

$$\boxed{{}^{23}_{11}\mathrm{Na}} \quad \begin{aligned} \Delta m_{23} &= 11 \times 1,00728 + 12 \times 1,00866 - 22,9837 \\ \Delta m_{23} &= 0,2003 \text{ u} \\ \Delta m_{23} &= 0,2003 \times 1,66 \times 10^{-27} = 3,33 \times 10^{-28} \text{ kg} \end{aligned}$$

$$E_{\ell_{23}} = \Delta m_{23}\, c^2 = 3,33 \times 10^{-28} \times \left(3,00 \times 10^8\right)^2$$
$$E_{\ell_{23}} = 2,99 \cdot 10^{-11} \text{ J} = 187 \text{ MeV}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{E_{\ell_{23}}}{A} = \frac{187}{23} = \boxed{8,12 \text{ MeV/nucléon}}$$

$\boxed{{}^{23}_{11}\mathrm{Na}}$ $$\Delta m_{23} = 11 \times 1,00728 + 12 \times 1,00866 - 22,9837$$
$$\Delta m_{23} = 0,2003 \text{ u}$$
$$\Delta m_{23} = 0,2003 \times 1,66 \times 10^{-27} = 3,33 \times 10^{-28} \text{ kg}$$

$$E_{\ell_{23}} = \Delta m_{23}\, c^2 = 3,33 \times 10^{-28} \times \left(3,00 \times 10^8\right)^2$$
$$E_{\ell_{23}} = 2,99 \cdot 10^{-11} \text{ J} = 187 \text{ MeV}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{E_{\ell_{23}}}{A} = \frac{187}{23} = \boxed{8,12 \text{ MeV/nucléon}}$$

$\boxed{{}^{22}_{11}\mathrm{Na}}$ $$\Delta m_{22} = 11 \times 1,00728 + 11 \times 1,00866 - 21,9884$$
$$\Delta m_{22} = 0,1869 \text{ u}$$
$$\Delta m_{22} = 0,1869 \times 1,66 \times 10^{-27} = 3,10 \times 10^{-28} \text{ kg}$$

$$\boxed{{}^{23}_{11}\mathrm{Na}} \quad \begin{aligned} \Delta m_{23} &= 11 \times 1,00728 + 12 \times 1,00866 - 22,9837 \\ \Delta m_{23} &= 0,2003 \text{ u} \\ \Delta m_{23} &= 0,2003 \times 1,66 \times 10^{-27} = 3,33 \times 10^{-28} \text{ kg} \end{aligned}$$

$$E_{\ell_{23}} = \Delta m_{23}\, c^2 = 3,33 \times 10^{-28} \times \left(3,00 \times 10^8\right)^2$$
$$E_{\ell_{23}} = 2,99 \cdot 10^{-11} \text{ J} = 187 \text{ MeV}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{E_{\ell_{23}}}{A} = \frac{187}{23} = \boxed{8,12 \text{ MeV/nucléon}}$$

$$\boxed{{}^{22}_{11}\mathrm{Na}} \quad \begin{aligned} \Delta m_{22} &= 11 \times 1,00728 + 11 \times 1,00866 - 21,9884 \\ \Delta m_{22} &= 0,1869 \text{ u} \\ \Delta m_{22} &= 0,1869 \times 1,66 \times 10^{-27} = 3,10 \times 10^{-28} \text{ kg} \end{aligned}$$

$$E_{\ell_{22}} = \Delta m_{22}\, c^2 = 3,10 \times 10^{-28} \times \left(3,00 \times 10^8\right)^2$$
$$E_{\ell_{22}} = 2,79 \cdot 10^{-11} \text{ J} = 174 \text{ MeV}$$

$\boxed{{}^{23}_{11}\mathrm{Na}}$
$$\Delta m_{23} = 11 \times 1,00728 + 12 \times 1,00866 - 22,9837$$
$$\Delta m_{23} = 0,2003 \text{ u}$$
$$\Delta m_{23} = 0,2003 \times 1,66 \times 10^{-27} = 3,33 \times 10^{-28} \text{ kg}$$

$$E_{\ell_{23}} = \Delta m_{23}\, c^2 = 3,33 \times 10^{-28} \times \left(3,00 \times 10^8\right)^2$$
$$E_{\ell_{23}} = 2,99 \cdot 10^{-11} \text{ J} = 187 \text{ MeV}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{E_{\ell_{23}}}{A} = \frac{187}{23} = \boxed{8,12 \text{ MeV/nucléon}}$$

$\boxed{{}^{22}_{11}\mathrm{Na}}$
$$\Delta m_{22} = 11 \times 1,00728 + 11 \times 1,00866 - 21,9884$$
$$\Delta m_{22} = 0,1869 \text{ u}$$
$$\Delta m_{22} = 0,1869 \times 1,66 \times 10^{-27} = 3,10 \times 10^{-28} \text{ kg}$$

$$E_{\ell_{22}} = \Delta m_{22}\, c^2 = 3,10 \times 10^{-28} \times \left(3,00 \times 10^8\right)^2$$
$$E_{\ell_{22}} = 2,79 \cdot 10^{-11} \text{ J} = 174 \text{ MeV}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{E_{\ell_{22}}}{A} = \frac{174}{22} = \boxed{7,92 \text{ MeV/nucléon}}$$

$$\boxed{{}^{24}_{11}\mathrm{Na}}\quad \Delta m_{24} = 11 \times 1,00728 + 13 \times 1,00866 - 23,9849$$

$$\Delta m_{24} = 0,2078 \ \mathrm{u}$$

$$\Delta m_{24} = 0,2078 \times 1,66 \times 10^{-27} = 3,45 \times 10^{-28} \ \mathrm{kg}$$

$$\boxed{{}^{24}_{11}\mathrm{Na}} \quad \begin{aligned} \Delta m_{24} &= 11 \times 1,00728 + 13 \times 1,00866 - 23,9849 \\ \Delta m_{24} &= 0,2078\ \mathrm{u} \\ \Delta m_{24} &= 0,2078 \times 1,66 \times 10^{-27} = 3,45 \times 10^{-28}\ \mathrm{kg} \end{aligned}$$

$$E_{\ell_{24}} = \Delta m_{24}\, c^2 = 3,45 \times 10^{-28} \times \left(3,00 \times 10^8\right)^2$$
$$E_{\ell_{24}} = 3,10 \cdot 10^{-11}\ \mathrm{J} = 194\ \mathrm{MeV}$$

$$\boxed{{}^{24}_{11}\mathrm{Na}} \quad \begin{aligned} \Delta m_{24} &= 11 \times 1,00728 + 13 \times 1,00866 - 23,9849 \\ \Delta m_{24} &= 0,2078 \text{ u} \\ \Delta m_{24} &= 0,2078 \times 1,66 \times 10^{-27} = 3,45 \times 10^{-28} \text{ kg} \end{aligned}$$

$$E_{\ell_{24}} = \Delta m_{24}\, c^2 = 3,45 \times 10^{-28} \times \left(3,00 \times 10^8\right)^2$$
$$E_{\ell_{24}} = 3,10 \cdot 10^{-11} \text{ J} = 194 \text{ MeV}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{E_{\ell_{24}}}{A} = \frac{194}{24} = \boxed{8,07 \text{ MeV/nucléon}}$$

$\boxed{{}^{24}_{11}\mathrm{Na}}$ $\Delta m_{24} = 11 \times 1,00728 + 13 \times 1,00866 - 23,9849$

$$\Delta m_{24} = 0,2078 \text{ u}$$

$$\Delta m_{24} = 0,2078 \times 1,66 \times 10^{-27} = 3,45 \times 10^{-28} \text{ kg}$$

$$E_{\ell_{24}} = \Delta m_{24}\, c^2 = 3,45 \times 10^{-28} \times \left(3,00 \times 10^8\right)^2$$

$$E_{\ell_{24}} = 3,10 \cdot 10^{-11} \text{ J} = 194 \text{ MeV}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{E_{\ell_{24}}}{A} = \frac{194}{24} = \boxed{8,07 \text{ MeV/nucléon}}$$

L'isotope le plus stable est celui dont l'énergie de liaison par nucléon est la plus grande ; c'est donc ici :

$$\boxed{{}^{23}_{11}\mathrm{Na}}$$

$\boxed{{}^{24}_{11}\mathrm{Na}}$ $\Delta m_{24} = 11 \times 1,00728 + 13 \times 1,00866 - 23,9849$

$$\Delta m_{24} = 0,2078 \text{ u}$$

$$\Delta m_{24} = 0,2078 \times 1,66 \times 10^{-27} = 3,45 \times 10^{-28} \text{ kg}$$

$$E_{\ell_{24}} = \Delta m_{24}\, c^2 = 3,45 \times 10^{-28} \times \left(3,00 \times 10^8\right)^2$$

$$E_{\ell_{24}} = 3,10 \cdot 10^{-11} \text{ J} = 194 \text{ MeV}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{E_{\ell_{24}}}{A} = \frac{194}{24} = \boxed{8,07 \text{ MeV/nucléon}}$$

L’isotope le plus stable est celui dont l’énergie de liaison par nucléon est la plus grande ; c’est donc ici :

$$\boxed{{}^{23}_{11}\mathrm{Na}}$$

3°) Les deux autres isotopes sont instables parce qu’ils sont trop loin de la vallée de stabilité :

- Isotope 22 ⇨ défaut de neutron

- Isotope 22 ⇨ défaut de neutron
- Isotope 24 ⇨ excès de neutron

- Isotope 22 ⇨ défaut de neutron
- Isotope 24 ⇨ excès de neutron

4°) L'isotope 24, en excès de neutron, donne lieu à une radioactivité β^- : ceci peut être modélisé par la transformation d'un neutron en proton, avec émission d'un électron :

- Isotope 22 ⇨ défaut de neutron
- Isotope 24 ⇨ excès de neutron

4°) L'isotope 24, en excès de neutron, donne lieu à une radioactivité β^- : ceci peut être modélisé par la transformation d'un neutron en proton, avec émission d'un électron :

$${}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow {}^{1}_{1}\mathrm{p} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e}$$

- Isotope 22 ⇨ défaut de neutron
- Isotope 24 ⇨ excès de neutron

4°) L'isotope 24, en excès de neutron, donne lieu à une radioactivité β^- : ceci peut être modélisé par la transformation d'un neutron en proton, avec émission d'un électron :

$$ {}_{0}^{1}\mathrm{n} \rightarrow {}_{1}^{1}\mathrm{p} + {}_{-1}^{0}\mathrm{e} $$

$$ \boxed{ {}_{11}^{24}\mathrm{Na} \longrightarrow {}_{12}^{24}\mathrm{Mg}^{*} + {}_{-1}^{0}\mathrm{e} } $$

- Isotope 22 ⇨ défaut de neutron
- Isotope 24 ⇨ excès de neutron

4°) L'isotope 24, en excès de neutron, donne lieu à une radioactivité β^- : ceci peut être modélisé par la transformation d'un neutron en proton, avec émission d'un électron :

$$ {}^1_0\mathrm{n} \rightarrow {}^1_1\mathrm{p} + {}^{\ 0}_{-1}\mathrm{e} $$

$$ \boxed{{}^{24}_{11}\mathrm{Na} \longrightarrow {}^{24}_{12}\mathrm{Mg}^* + {}^{\ 0}_{-1}\,\mathrm{e}} $$

5°) L'isotope 22 a un excès de proton, il donne lieu à une radioactivité β^+, modélisé par la désintégration dans le noyau d'un proton en neutron, avec émission d'un positron :

- Isotope 22 ⇨ défaut de neutron
- Isotope 24 ⇨ excès de neutron

4°) L'isotope 24, en excès de neutron, donne lieu à une radioactivité β^- : ceci peut être modélisé par la transformation d'un neutron en proton, avec émission d'un électron :

$${}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow {}^{1}_{1}\mathrm{p} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e}$$

$$\boxed{{}^{24}_{11}\mathrm{Na} \longrightarrow {}^{24}_{12}\mathrm{Mg}^* + {}^{0}_{-1}\mathrm{e}}$$

5°) L'isotope 22 a un excès de proton, il donne lieu à une radioactivité β^+, modélisé par la désintégration dans le noyau d'un proton en neutron, avec émission d'un positron :

$${}^{1}_{1}\mathrm{p} \rightarrow {}^{1}_{0}\mathrm{n} + {}^{0}_{1}\mathrm{e}$$

- Isotope 22 ⇨ défaut de neutron
- Isotope 24 ⇨ excès de neutron

4°) L'isotope 24, en excès de neutron, donne lieu à une radioactivité β^- : ceci peut être modélisé par la transformation d'un neutron en proton, avec émission d'un électron :

$${}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow {}^{1}_{1}\mathrm{p} + {}^{\;\,0}_{-1}\mathrm{e}$$

$$\boxed{{}^{24}_{11}\mathrm{Na} \longrightarrow {}^{24}_{12}\mathrm{Mg}^* + {}^{\;\,0}_{-1}\,\mathrm{e}}$$

5°) L'isotope 22 a un excès de proton, il donne lieu à une radioactivité β^+, modélisé par la désintégration dans le noyau d'un proton en neutron, avec émission d'un positron :

$${}^{1}_{1}\mathrm{p} \rightarrow {}^{1}_{0}\mathrm{n} + {}^{0}_{1}\mathrm{e}$$

$$\boxed{{}^{22}_{11}\mathrm{Na} \longrightarrow {}^{22}_{10}\mathrm{Ne}^* + {}^{0}_{1}\,\mathrm{e}}$$

5.3 N°27 p. 116 : Fission de l'uranium

5.3 N°27 p. 116 : Fission de l'uranium

1°)

5.3 N°27 p. 116 : Fission de l'uranium

1°) $${}^{235}_{92}\mathrm{U} + {}^{1}_{0}\,\mathrm{n} \;\longrightarrow\; {}^{139}_{54}\mathrm{Xe} + {}^{94}_{38}\,\mathrm{Sr} + 3\,{}^{1}_{0}\mathrm{n}$$

5.3 N°27 p. 116 : Fission de l'uranium

1°) $^{235}_{92}\mathrm{U} + ^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow ^{139}_{54}\mathrm{Xe} + ^{94}_{38}\mathrm{Sr} + 3\,^{1}_{0}\mathrm{n}$

2°)

5.3 N°27 p. 116 : Fission de l'uranium

1°) $${}^{235}_{92}\mathrm{U} + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \longrightarrow {}^{139}_{54}\mathrm{Xe} + {}^{94}_{38}\mathrm{Sr} + 3\,{}^{1}_{0}\mathrm{n}$$

2°) $$Q = (m_{\text{final}} - m_{\text{initial}})\,c^2$$

5.3 N°27 p. 116 : Fission de l'uranium

1°) $${}^{235}_{92}\mathrm{U} + {}^{1}_{0}\,\mathrm{n} \longrightarrow {}^{139}_{54}\mathrm{Xe} + {}^{94}_{38}\,\mathrm{Sr} + 3\,{}^{1}_{0}\mathrm{n}$$

2°) $$Q = \left(m_{\text{final}} - m_{\text{initial}}\right) c^2$$

$$\begin{aligned} Q =& (138,8882 + 93,8946 + 3 \times 1,0087 \\ &-235,0134 - 1,0087) \\ &\times 1,66 \cdot 10^{-27} \times \left(3,00 \cdot 10^{8}\right)^2 \end{aligned}$$

5.3 N°27 p. 116 : Fission de l'uranium

1°) $${}^{235}_{92}\mathrm{U} + {}^{1}_{0}\,\mathrm{n} \;\longrightarrow\; {}^{139}_{54}\mathrm{Xe} + {}^{94}_{38}\,\mathrm{Sr} + 3\,{}^{1}_{0}\mathrm{n}$$

2°) $$Q = \left(m_{\text{final}} - m_{\text{initial}}\right)c^2$$

$$Q = (138,8882 + 93,8946 + 3 \times 1,0087$$
$$-235,0134 - 1,0087)$$
$$\times 1,66\cdot 10^{-27} \times \left(3,00\cdot 10^{8}\right)^2$$
$$Q = -3,19 \cdot 10^{-11}\ \mathrm{J}$$

5.3 N°27 p. 116 : Fission de l'uranium

1°) $${}^{235}_{92}\mathrm{U} + {}^{1}_{0}\,\mathrm{n} \;\longrightarrow\; {}^{139}_{54}\mathrm{Xe} + {}^{94}_{38}\,\mathrm{Sr} + 3\,{}^{1}_{0}\mathrm{n}$$

2°) $$Q = \left(m_{\text{final}} - m_{\text{initial}}\right) c^2$$

$$Q = (138,8882 + 93,8946 + 3 \times 1,0087$$
$$-235,0134 - 1,0087)$$
$$\times 1,66 \cdot 10^{-27} \times \left(3,00 \cdot 10^{8}\right)^{2}$$

$$Q = -3,19 \cdot 10^{-11}\ \mathrm{J}$$

$Q < 0$ car perte pour le système

(convention thermodynamique)

5.3 N°27 p. 116 : Fission de l'uranium

1°) $^{235}_{92}\mathrm{U} + ^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow ^{139}_{54}\mathrm{Xe} + ^{94}_{38}\mathrm{Sr} + 3\,^{1}_{0}\mathrm{n}$

2°) $Q = (m_{\text{final}} - m_{\text{initial}})\, c^2$

$$Q = (138,8882 + 93,8946 + 3 \times 1,0087 - 235,0134 - 1,0087) \times 1,66 \cdot 10^{-27} \times \left(3,00 \cdot 10^8\right)^2$$

$$Q = -3,19 \cdot 10^{-11}\ \mathrm{J}$$

$Q < 0$ car perte pour le système (convention thermodynamique)

$$Q = \frac{-3,19 \cdot 10^{-11}}{1,60 \cdot 10^{-19}} = -1,99 \cdot 10^{8}\ \mathrm{eV} = \boxed{-199\ \mathrm{MeV}}$$

5.3 N°27 p. 116 : Fission de l'uranium

1°) $${}^{235}_{92}\mathrm{U} + {}^{1}_{0}\,\mathrm{n} \;\rightarrow\; {}^{139}_{54}\mathrm{Xe} + {}^{94}_{38}\,\mathrm{Sr} + 3\,{}^{1}_{0}\mathrm{n}$$

2°) $$Q = \left(m_{\text{final}} - m_{\text{initial}}\right) c^2$$

$$Q = (138,8882 + 93,8946 + 3 \times 1,0087 - 235,0134 - 1,0087) \times 1,66\cdot 10^{-27} \times \left(3,00\cdot 10^{8}\right)^2$$

$$Q = -3,19 \cdot 10^{-11}\ \mathrm{J}$$

$Q < 0$ car perte pour le système (convention thermodynamique)

$$Q = \frac{-3,19\cdot 10^{-11}}{1,60\cdot 10^{-19}} = -1,99\cdot 10^{8}\ \mathrm{eV} = \boxed{-199\ \mathrm{MeV}}$$

3°)

5.3 N°27 p. 116 : Fission de l'uranium

1°) $${}^{235}_{92}\mathrm{U} + {}^{1}_{0}\,\mathrm{n} \;\rightarrow\; {}^{139}_{54}\mathrm{Xe} + {}^{94}_{38}\,\mathrm{Sr} + 3\,{}^{1}_{0}\mathrm{n}$$

2°) $$Q = (m_{\text{final}} - m_{\text{initial}})\,c^2$$

$$Q = (138,8882 + 93,8946 + 3 \times 1,0087 - 235,0134 - 1,0087) \times 1,66 \cdot 10^{-27} \times \left(3,00 \cdot 10^{8}\right)^2$$

$$Q = -3,19 \cdot 10^{-11}\ \mathrm{J}$$

$Q < 0$ car perte pour le système (convention thermodynamique)

$$Q = \frac{-3,19 \cdot 10^{-11}}{1,60 \cdot 10^{-19}} = -1,99 \cdot 10^{8}\ \mathrm{eV} = \boxed{-199\ \mathrm{MeV}}$$

3°) $\boxed{\text{Non}}$

> Différentes possibilités de fissions

> Différentes possibilités de fissions

> Noyaux fils qui peuvent être instables

> Différentes possibilités de fissions

> Noyaux fils qui peuvent être instables

4°)

> Différentes possibilités de fissions

> Noyaux fils qui peuvent être instables

4°) $m = 1 \text{ mg} = 10^{-3} \text{ g}$

> Différentes possibilités de fissions

> Noyaux fils qui peuvent être instables

4°) $m = 1 \text{ mg} = 10^{-3} \text{ g}$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{10^{-3}}{235,235} = 4,2511 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

> Différentes possibilités de fissions

> Noyaux fils qui peuvent être instables

4°) $m = 1 \text{ mg} = 10^{-3} \text{ g}$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{10^{-3}}{235,235} = 4,2511 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

$$N = n\mathcal{N}_{\mathrm{A}} = 2,56 \cdot 10^{18} \text{ atomes d'Uranium 235}$$

> Différentes possibilités de fissions

> Noyaux fils qui peuvent être instables

4°) $m = 1\ \mathrm{mg} = 10^{-3}\ \mathrm{g}$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{10^{-3}}{235,235} = 4,2511 \cdot 10^{-6}\ \mathrm{mol}$$

$$N = n\mathcal{N}_\mathrm{A} = 2,56 \cdot 10^{18}\ \mathrm{atomes\ d'Uranium\ 235}$$

$$\Rightarrow \quad E_{\text{libérée}} = NQ$$

> Différentes possibilités de fissions

> Noyaux fils qui peuvent être instables

4°) $m = 1 \text{ mg} = 10^{-3} \text{ g}$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{10^{-3}}{235,235} = 4,2511 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

$$N = n\mathcal{N}_{\text{A}} = 2,56 \cdot 10^{18} \text{ atomes d'Uranium } 235$$

$$\Rightarrow \quad E_{\text{libérée}} = NQ$$

$$\Rightarrow \quad E_{\text{libérée}} = 2,56 \times 10^{18} \times (-3,19 \times 10^{-11})$$

> Différentes possibilités de fissions

> Noyaux fils qui peuvent être instables

4°) $m = 1 \text{ mg} = 10^{-3} \text{ g}$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{10^{-3}}{235,235} = 4,2511 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

$$N = n\mathcal{N}_\text{A} = 2,56 \cdot 10^{18} \text{ atomes d'Uranium 235}$$

$$\Rightarrow \quad E_\text{libérée} = NQ$$

$$\Rightarrow \quad E_\text{libérée} = 2,56 \times 10^{18} \times (-3,19 \times 10^{-11})$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{E_\text{libérée} = 82 \text{ MJ}}$$

> Différentes possibilités de fissions

> Noyaux fils qui peuvent être instables

4°) $m = 1 \text{ mg} = 10^{-3} \text{ g}$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{10^{-3}}{235,235} = 4,2511 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

$$N = n\mathcal{N}_{\text{A}} = 2,56 \cdot 10^{18} \text{ atomes d'Uranium 235}$$

$$\Rightarrow \quad E_{\text{libérée}} = NQ$$

$$\Rightarrow \quad E_{\text{libérée}} = 2,56 \times 10^{18} \times (-3,19 \times 10^{-11})$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{E_{\text{libérée}} = 82 \text{ MJ}}$$

5.5 <u>N°24 p. 115</u> : Énergie libérée et énergie de liaison

> Différentes possibilités de fissions

> Noyaux fils qui peuvent être instables

4°) $m = 1 \text{ mg} = 10^{-3} \text{ g}$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{10^{-3}}{235,235} = 4,2511 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

$$N = n\mathcal{N}_{\text{A}} = 2,56 \cdot 10^{18} \text{ atomes d'Uranium 235}$$

$$\Rightarrow \quad E_{\text{libérée}} = NQ$$

$$\Rightarrow \quad E_{\text{libérée}} = 2,56 \times 10^{18} \times (-3,19 \times 10^{-11})$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{E_{\text{libérée}} = 82 \text{ MJ}}$$

5.5 <u>N°24 p. 115</u> : Énergie libérée et énergie de liaison

1/

> Différentes possibilités de fissions

> Noyaux fils qui peuvent être instables

4°) $m = 1 \text{ mg} = 10^{-3} \text{ g}$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{10^{-3}}{235,235} = 4,2511 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

$$N = n\mathcal{N}_{\text{A}} = 2,56 \cdot 10^{18} \text{ atomes d'Uranium 235}$$

$$\Rightarrow \quad E_{\text{libérée}} = NQ$$

$$\Rightarrow \quad E_{\text{libérée}} = 2,56 \times 10^{18} \times (-3,19 \times 10^{-11})$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{E_{\text{libérée}} = 82 \text{ MJ}}$$

5.5 N°24 p. 115 : Énergie libérée et énergie de liaison

1/ Rappel : formule donnant le défaut de masse, dû aux liaisons entre nucléons dans un noyau :

$$\Delta m = Z m_{\mathrm{p}} + (A - Z) m_{\mathrm{n}} - m\left({}^{A}_{Z}\mathrm{X}\right)$$

$$\underbrace{\Delta m}_{\text{Défaut de masse}} = Z m_{\mathrm{p}} + (A - Z) m_{\mathrm{n}} - m\left({}^{A}_{Z}\mathrm{X}\right)$$

$$\underbrace{\Delta m}_{\text{Défaut de masse}} = \underbrace{Z m_{\mathrm{p}} + (A - Z) m_{\mathrm{n}}}_{\text{Masse des nucléons libres}} - m\left({}^{A}_{Z}\mathrm{X}\right)$$

$$\underbrace{\Delta m}_{\text{Défaut de masse}} = \underbrace{Z m_{\mathrm{p}} + (A - Z) m_{\mathrm{n}}}_{\text{Masse des nucléons libres}} - \underbrace{m\left({}^{A}_{Z}\mathrm{X}\right)}_{\text{Masse du noyau}}$$

$$\underbrace{\Delta m}_{\text{Défaut de masse}} = \underbrace{Z m_{\mathrm{p}} + (A - Z) m_{\mathrm{n}}}_{\text{Masse des nucléons libres}} - \underbrace{m\left({}^{A}_{Z}\mathrm{X}\right)}_{\text{Masse du noyau}}$$

On passe aux énergies de masse en multipliant par c^2 :

$$\underbrace{\Delta m}_{\text{Défaut de masse}} = \underbrace{Z m_{\mathrm{p}} + (A - Z) m_{\mathrm{n}}}_{\text{Masse des nucléons libres}} - \underbrace{m\left({}^{A}_{Z}\mathrm{X}\right)}_{\text{Masse du noyau}}$$

On passe aux énergies de masse en multipliant par c^2 :

$$\Delta m \cdot c^2 = [Z m_{\mathrm{p}} + (A - Z) m_{\mathrm{n}}] \cdot c^2 - m\left({}^{A}_{Z}\mathrm{X}\right) \cdot c^2$$

$$\underbrace{\Delta m}_{\text{Défaut de masse}} = \underbrace{Z m_{\mathrm{p}} + (A - Z) m_{\mathrm{n}}}_{\text{Masse des nucléons libres}} - \underbrace{m\left({}^{A}_{Z}\mathrm{X}\right)}_{\text{Masse du noyau}}$$

On passe aux énergies de masse en multipliant par c^2 :

$$\underbrace{\Delta m \cdot c^2}_{\text{Énergie de liaison}} = \left[Z m_{\mathrm{p}} + (A - Z) m_{\mathrm{n}}\right] \cdot c^2 - m\left({}^{A}_{Z}\mathrm{X}\right) \cdot c^2$$

$$\underbrace{\Delta m}_{\text{Défaut de masse}} = \underbrace{Z m_\mathrm{p} + (A-Z) m_\mathrm{n}}_{\text{Masse des nucléons libres}} - \underbrace{m\left({}^A_Z\mathrm{X}\right)}_{\text{Masse du noyau}}$$

On passe aux énergies de masse en multipliant par c^2 :

$$\underbrace{\Delta m \cdot c^2}_{\text{Énergie de liaison}} = \underbrace{\left[Z m_\mathrm{p} + (A-Z) m_\mathrm{n}\right] \cdot c^2}_{\text{Énergie de masse des nucléons}} - m\left({}^A_Z\mathrm{X}\right) \cdot c^2$$

$$\underbrace{\Delta m}_{\text{Défaut de masse}} = \underbrace{Z m_{\mathrm{p}} + (A - Z) m_{\mathrm{n}}}_{\text{Masse des nucléons libres}} - \underbrace{m\left({}^{A}_{Z}\mathrm{X}\right)}_{\text{Masse du noyau}}$$

On passe aux énergies de masse en multipliant par c^2 :

$$\underbrace{\Delta m \cdot c^2}_{\text{Énergie de liaison}} = \underbrace{\left[Z m_{\mathrm{p}} + (A - Z) m_{\mathrm{n}}\right] \cdot c^2}_{\text{Énergie de masse des nucléons}} - \underbrace{m\left({}^{A}_{Z}\mathrm{X}\right) \cdot c^2}_{\text{Énergie de masse du noyau}}$$

$$\underbrace{\Delta m}_{\text{Défaut de masse}} = \underbrace{Z m_{\mathrm{p}} + (A - Z) m_{\mathrm{n}}}_{\text{Masse des nucléons libres}} - \underbrace{m\left({}_{Z}^{A}\mathrm{X}\right)}_{\text{Masse du noyau}}$$

On passe aux énergies de masse en multipliant par c^2 :

$$\underbrace{\Delta m \cdot c^2}_{\text{Énergie de liaison}} = \underbrace{[Z m_{\mathrm{p}} + (A - Z) m_{\mathrm{n}}] \cdot c^2}_{\text{Énergie de masse des nucléons}} - \underbrace{m\left({}_{Z}^{A}\mathrm{X}\right) \cdot c^2}_{\text{Énergie de masse du noyau}}$$

2/

$$\underbrace{\Delta m}_{\text{Défaut de masse}} = \underbrace{Z m_{\mathrm{p}} + (A-Z) m_{\mathrm{n}}}_{\text{Masse des nucléons libres}} - \underbrace{m\left({}^{A}_{Z}\mathrm{X}\right)}_{\text{Masse du noyau}}$$

On passe aux énergies de masse en multipliant par c^2 :

$$\underbrace{\Delta m \cdot c^2}_{\text{Énergie de liaison}} = \underbrace{\left[Z m_{\mathrm{p}} + (A-Z) m_{\mathrm{n}}\right] \cdot c^2}_{\text{Énergie de masse des nucléons}} - \underbrace{m\left({}^{A}_{Z}\mathrm{X}\right) \cdot c^2}_{\text{Énergie de masse du noyau}}$$

2/ $E_{\ell}\left({}^{2}_{1}\mathrm{H}\right) = \left[m_{\mathrm{p}} + m_{\mathrm{n}}\right] \cdot c^2 - m\left({}^{2}_{1}\mathrm{H}\right) \cdot c^2$

$$\underbrace{\Delta m}_{\text{Défaut de masse}} = \underbrace{Z m_{\mathrm{p}} + (A - Z) m_{\mathrm{n}}}_{\text{Masse des nucléons libres}} - \underbrace{m\left({}^{A}_{Z}\mathrm{X}\right)}_{\text{Masse du noyau}}$$

On passe aux énergies de masse en multipliant par c^2 :

$$\underbrace{\Delta m \cdot c^2}_{\text{Énergie de liaison}} = \underbrace{\left[Z m_{\mathrm{p}} + (A - Z) m_{\mathrm{n}}\right] \cdot c^2}_{\text{Énergie de masse des nucléons}} - \underbrace{m\left({}^{A}_{Z}\mathrm{X}\right) \cdot c^2}_{\text{Énergie de masse du noyau}}$$

2/ $E_\ell\left({}^{2}_{1}\mathrm{H}\right) = \left[m_{\mathrm{p}} + m_{\mathrm{n}}\right] \cdot c^2 - m\left({}^{2}_{1}\mathrm{H}\right) \cdot c^2$

$E_\ell\left({}^{3}_{1}\mathrm{H}\right) = \left[m_{\mathrm{p}} + 2m_{\mathrm{n}}\right] \cdot c^2 - m\left({}^{3}_{1}\mathrm{H}\right) \cdot c^2$

$$\underbrace{\Delta m}_{\text{Défaut de masse}} = \underbrace{Z m_{\mathrm{p}} + (A - Z) m_{\mathrm{n}}}_{\text{Masse des nucléons libres}} - \underbrace{m\left({}^{A}_{Z}\mathrm{X}\right)}_{\text{Masse du noyau}}$$

On passe aux énergies de masse en multipliant par c^2 :

$$\underbrace{\Delta m \cdot c^2}_{\text{Énergie de liaison}} = \underbrace{\left[Z m_{\mathrm{p}} + (A - Z) m_{\mathrm{n}}\right] \cdot c^2}_{\text{Énergie de masse des nucléons}} - \underbrace{m\left({}^{A}_{Z}\mathrm{X}\right) \cdot c^2}_{\text{Énergie de masse du noyau}}$$

2/ $E_\ell\left({}^{2}_{1}\mathrm{H}\right) = \left[m_{\mathrm{p}} + m_{\mathrm{n}}\right] \cdot c^2 - m\left({}^{2}_{1}\mathrm{H}\right) \cdot c^2$

$$E_\ell\left({}^{3}_{1}\mathrm{H}\right) = \left[m_{\mathrm{p}} + 2m_{\mathrm{n}}\right] \cdot c^2 - m\left({}^{3}_{1}\mathrm{H}\right) \cdot c^2$$

$$E_\ell\left({}^{4}_{2}\mathrm{He}\right) = \left[2m_{\mathrm{p}} + 2m_{\mathrm{n}}\right] \cdot c^2 - m\left({}^{4}_{2}\mathrm{He}\right) \cdot c^2$$

3/

3/ Conservation de l’énergie :

3/ Conservation de l’énergie : $E_{\text{produits}} - E_{\text{réactifs}} = 0$

3/ <u>Conservation</u> de l'énergie : $E_{\text{produits}} - E_{\text{réactifs}} = 0$

Énergie <u>libérée</u> : tout ce qui ne « reste » pas en énergie de masse dans le système ! (exemple *idem* cours !)

3/ <u>Conservation</u> de l'énergie : $E_{\text{produits}} - E_{\text{réactifs}} = 0$

Énergie <u>libérée</u> : tout ce qui ne « reste » pas en énergie de masse dans le système ! (exemple *idem* cours !)

$$E = (m_{\text{produits}} - m_{\text{réactifs}}) \cdot c^2$$

3/ <u>Conservation</u> de l'énergie : $E_{\text{produits}} - E_{\text{réactifs}} = 0$

Énergie <u>libérée</u> : tout ce qui ne « reste » pas en énergie de masse dans le système ! (exemple *idem* cours !)

$E = (m_{\text{produits}} - m_{\text{réactifs}}) \cdot c^2$ avec $E < 0$

3/ Conservation de l'énergie : $E_{\text{produits}} - E_{\text{réactifs}} = 0$

Énergie libérée : tout ce qui ne « reste » pas en énergie de masse dans le système ! (exemple *idem* cours !)

$E = (m_{\text{produits}} - m_{\text{réactifs}}) \cdot c^2$ avec $E < 0$

$$\Rightarrow \quad \boxed{E = \left[m\left({}_{2}^{4}\mathrm{He}\right) + m\left({}_{0}^{1}\mathrm{n}\right) - m\left({}_{1}^{2}\mathrm{H}\right) - m\left({}_{1}^{3}\mathrm{H}\right)\right] \cdot c^2}$$

3/ <u>Conservation</u> de l'énergie : $E_{\text{produits}} - E_{\text{réactifs}} = 0$

Énergie <u>libérée</u> : tout ce qui ne « reste » pas en énergie de masse dans le système ! (exemple *idem* cours !)

$E = (m_{\text{produits}} - m_{\text{réactifs}}) \cdot c^2$ avec $E < 0$

$$\Rightarrow \quad \boxed{E = \left[m\left({}^4_2\mathrm{He}\right) + m\left({}^1_0\mathrm{n}\right) - m\left({}^2_1\mathrm{H}\right) - m\left({}^3_1\mathrm{H}\right)\right] \cdot c^2}$$

4/

3/ <u>Conservation</u> de l'énergie : $E_{\text{produits}} - E_{\text{réactifs}} = 0$

Énergie <u>libérée</u> : tout ce qui ne « reste » pas en énergie de masse dans le système ! (exemple *idem* cours !)

$E = \left(m_{\text{produits}} - m_{\text{réactifs}}\right) \cdot c^2$ avec $E < 0$

$$\Rightarrow \quad \boxed{E = \left[m\left({}^4_2\text{He}\right) + m\left({}^1_0\text{n}\right) - m\left({}^2_1\text{H}\right) - m\left({}^3_1\text{H}\right)\right] \cdot c^2}$$

4/ On reprend les formules du 2/ :

3/ Conservation de l'énergie : $E_{\text{produits}} - E_{\text{réactifs}} = 0$

Énergie libérée : tout ce qui ne « reste » pas en énergie de masse dans le système ! (exemple *idem* cours !)

$E = (m_{\text{produits}} - m_{\text{réactifs}}) \cdot c^2$ avec $E < 0$

$$\Rightarrow \quad \boxed{E = \left[m\left({}^4_2\text{He}\right) + m\left({}^1_0\text{n}\right) - m\left({}^2_1\text{H}\right) - m\left({}^3_1\text{H}\right)\right] \cdot c^2}$$

4/ On reprend les formules du 2/ :

$$m\left({}^4_2\text{He}\right) \cdot c^2 = \left[2m_{\text{p}} + 2m_{\text{n}}\right] \cdot c^2 - E_\ell\left({}^4_2\text{He}\right)$$

3/ Conservation de l'énergie : $E_{\text{produits}} - E_{\text{réactifs}} = 0$

Énergie libérée : tout ce qui ne « reste » pas en énergie de masse dans le système ! (exemple *idem* cours !)

$E = (m_{\text{produits}} - m_{\text{réactifs}}) \cdot c^2$ avec $E < 0$

$$\Rightarrow \quad \boxed{E = \left[m\left({}^4_2\text{He}\right) + m\left({}^1_0\text{n}\right) - m\left({}^2_1\text{H}\right) - m\left({}^3_1\text{H}\right)\right] \cdot c^2}$$

4/ On reprend les formules du 2/ :

$$m\left({}^4_2\text{He}\right) \cdot c^2 = [2m_{\text{p}} + 2m_{\text{n}}] \cdot c^2 - E_\ell\left({}^4_2\text{He}\right)$$

$$m\left({}^1_0\text{n}\right) \cdot c^2 \triangleq m_{\text{n}} \cdot c^2$$

3/ <u>Conservation</u> de l'énergie : $E_{\text{produits}} - E_{\text{réactifs}} = 0$

Énergie <u>libérée</u> : tout ce qui ne « reste » pas en énergie de masse dans le système ! (exemple *idem* cours !)

$E = (m_{\text{produits}} - m_{\text{réactifs}}) \cdot c^2$ avec $E < 0$

$$\Rightarrow \quad \boxed{E = \left[m\left({}^4_2\text{He}\right) + m\left({}^1_0\text{n}\right) - m\left({}^2_1\text{H}\right) - m\left({}^3_1\text{H}\right)\right] \cdot c^2}$$

4/ On reprend les formules du 2/ :

$$m\left({}^4_2\text{He}\right) \cdot c^2 = [2m_{\text{p}} + 2m_{\text{n}}] \cdot c^2 - E_\ell\left({}^4_2\text{He}\right)$$

$$m\left({}^1_0\text{n}\right) \cdot c^2 \triangleq m_{\text{n}} \cdot c^2$$

$$m\left({}^2_1\text{H}\right) \cdot c^2 = [m_{\text{p}} + m_{\text{n}}] \cdot c^2 - E_\ell\left({}^2_1\text{H}\right)$$

3/ <u>Conservation</u> de l'énergie : $E_{\text{produits}} - E_{\text{réactifs}} = 0$

Énergie <u>libérée</u> : tout ce qui ne « reste » pas en énergie de masse dans le système ! (exemple *idem* cours !)

$E = (m_{\text{produits}} - m_{\text{réactifs}}) \cdot c^2$ avec $E < 0$

$$\Rightarrow \quad \boxed{E = \left[m\left({}^4_2\text{He}\right) + m\left({}^1_0\text{n}\right) - m\left({}^2_1\text{H}\right) - m\left({}^3_1\text{H}\right)\right] \cdot c^2}$$

4/ On reprend les formules du 2/ :

$$m\left({}^4_2\text{He}\right) \cdot c^2 = [2m_{\text{p}} + 2m_{\text{n}}] \cdot c^2 - E_\ell\left({}^4_2\text{He}\right)$$

$$m\left({}^1_0\text{n}\right) \cdot c^2 \stackrel{\Delta}{=} m_{\text{n}} \cdot c^2$$

$$m\left({}^2_1\text{H}\right) \cdot c^2 = [m_{\text{p}} + m_{\text{n}}] \cdot c^2 - E_\ell\left({}^2_1\text{H}\right)$$

$$m\left({}^3_1\text{H}\right) \cdot c^2 = [m_{\text{p}} + 2m_{\text{n}}] \cdot c^2 - E_\ell\left({}^3_1\text{H}\right)$$

3/ <u>Conservation</u> de l'énergie : $E_{\text{produits}} - E_{\text{réactifs}} = 0$

Énergie <u>libérée</u> : tout ce qui ne « reste » pas en énergie de masse dans le système ! (exemple *idem* cours !)

$E = (m_{\text{produits}} - m_{\text{réactifs}}) \cdot c^2$ **avec** $E < 0$

$$\Rightarrow \quad \boxed{E = \left[m\left({}^4_2\mathrm{He}\right) + m\left({}^1_0\mathrm{n}\right) - m\left({}^2_1\mathrm{H}\right) - m\left({}^3_1\mathrm{H}\right)\right] \cdot c^2}$$

4/ On reprend les formules du 2/ :

$$m\left({}^4_2\mathrm{He}\right) \cdot c^2 = [2m_{\mathrm{p}} + 2m_{\mathrm{n}}] \cdot c^2 - E_\ell\left({}^4_2\mathrm{He}\right)$$

$$+ \quad m\left({}^1_0\mathrm{n}\right) \cdot c^2 \stackrel{\Delta}{=} m_{\mathrm{n}} \cdot c^2$$

$$- \quad m\left({}^2_1\mathrm{H}\right) \cdot c^2 = [m_{\mathrm{p}} + m_{\mathrm{n}}] \cdot c^2 - E_\ell\left({}^2_1\mathrm{H}\right)$$

$$- \quad m\left({}^3_1\mathrm{H}\right) \cdot c^2 = [m_{\mathrm{p}} + 2m_{\mathrm{n}}] \cdot c^2 - E_\ell\left({}^3_1\mathrm{H}\right)$$

3/ Conservation de l'énergie : $E_{\text{produits}} - E_{\text{réactifs}} = 0$

Énergie libérée : tout ce qui ne « reste » pas en énergie de masse dans le système ! (exemple *idem* cours !)

$$E = (m_{\text{produits}} - m_{\text{réactifs}}) \cdot c^2 \qquad \textbf{avec} \quad E < 0$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{E = \left[m\left({}^4_2\text{He}\right) + m\left({}^1_0\text{n}\right) - m\left({}^2_1\text{H}\right) - m\left({}^3_1\text{H}\right)\right] \cdot c^2}$$

4/ On reprend les formules du 2/ :

$$m\left({}^4_2\text{He}\right) \cdot c^2 = [\cancel{2m_\text{p}} + 2m_\text{n}] \cdot c^2 - E_\ell\left({}^4_2\text{He}\right)$$

$$+ \quad m\left({}^1_0\text{n}\right) \cdot c^2 \stackrel{\Delta}{=} m_\text{n} \cdot c^2$$

$$- \quad m\left({}^2_1\text{H}\right) \cdot c^2 = [\cancel{m_\text{p}} + m_\text{n}] \cdot c^2 - E_\ell\left({}^2_1\text{H}\right)$$

$$- \quad m\left({}^3_1\text{H}\right) \cdot c^2 = [\cancel{m_\text{p}} + 2m_\text{n}] \cdot c^2 - E_\ell\left({}^3_1\text{H}\right)$$

3/ <u>Conservation</u> de l'énergie : $E_{\text{produits}} - E_{\text{réactifs}} = 0$

Énergie <u>libérée</u> : tout ce qui ne « reste » pas en énergie de masse dans le système ! (exemple *idem* cours !)

$E = (m_{\text{produits}} - m_{\text{réactifs}}) \cdot c^2$ **avec** $E < 0$

$$\Rightarrow \quad \boxed{E = \left[m\left({}^4_2\text{He}\right) + m\left({}^1_0\text{n}\right) - m\left({}^2_1\text{H}\right) - m\left({}^3_1\text{H}\right)\right] \cdot c^2}$$

4/ On reprend les formules du 2/ :

$$m\left({}^4_2\text{He}\right) \cdot c^2 = [\cancel{2m_\text{p}} + \cancel{2m_\text{n}}] \cdot c^2 - E_\ell\left({}^4_2\text{He}\right)$$

$$+ \quad m\left({}^1_0\text{n}\right) \cdot c^2 \stackrel{\Delta}{=} \cancel{m_\text{n}} \cdot c^2$$

$$- \quad m\left({}^2_1\text{H}\right) \cdot c^2 = [\cancel{m_\text{p}} + \cancel{m_\text{n}}] \cdot c^2 - E_\ell\left({}^2_1\text{H}\right)$$

$$- \quad m\left({}^3_1\text{H}\right) \cdot c^2 = [\cancel{m_\text{p}} + \cancel{2m_\text{n}}] \cdot c^2 - E_\ell\left({}^3_1\text{H}\right)$$

3/ Conservation de l'énergie : $E_{\text{produits}} - E_{\text{réactifs}} = 0$

Énergie libérée : tout ce qui ne « reste » pas en énergie de masse dans le système ! (exemple *idem* cours !)

$E = (m_{\text{produits}} - m_{\text{réactifs}}) \cdot c^2$ **avec** $E < 0$

$$\Rightarrow \quad \boxed{E = \left[m\left({}^4_2\mathrm{He}\right) + m\left({}^1_0\mathrm{n}\right) - m\left({}^2_1\mathrm{H}\right) - m\left({}^3_1\mathrm{H}\right)\right] \cdot c^2}$$

4/ On reprend les formules du 2/ :

$$m\left({}^4_2\mathrm{He}\right) \cdot c^2 = [\cancel{2m_{\mathrm{p}}} + \cancel{2m_{\mathrm{n}}}] \cdot c^2 - E_\ell\left({}^4_2\mathrm{He}\right)$$

$$+ \quad m\left({}^1_0\mathrm{n}\right) \cdot c^2 \stackrel{\Delta}{=} \cancel{m_{\mathrm{n}}} \cdot c^2$$

$$- \quad m\left({}^2_1\mathrm{H}\right) \cdot c^2 = [\cancel{m_{\mathrm{p}}} + \cancel{m_{\mathrm{n}}}] \cdot c^2 \ominus E_\ell\left({}^2_1\mathrm{H}\right)$$

$$- \quad m\left({}^3_1\mathrm{H}\right) \cdot c^2 = [\cancel{m_{\mathrm{p}}} + \cancel{2m_{\mathrm{n}}}] \cdot c^2 \ominus E_\ell\left({}^3_1\mathrm{H}\right)$$

3/ Conservation de l'énergie : $E_{\text{produits}} - E_{\text{réactifs}} = 0$

Énergie libérée : tout ce qui ne « reste » pas en énergie de masse dans le système ! (exemple *idem* cours !)

$E = (m_{\text{produits}} - m_{\text{réactifs}}) \cdot c^2$ **avec** $E < 0$

$$\Rightarrow \quad \boxed{E = \left[m\left({}^4_2\mathrm{He}\right) + m\left({}^1_0\mathrm{n}\right) - m\left({}^2_1\mathrm{H}\right) - m\left({}^3_1\mathrm{H}\right)\right] \cdot c^2}$$

4/ On reprend les formules du 2/ :

$$m\left({}^4_2\mathrm{He}\right) \cdot c^2 = [\cancel{2m_{\mathrm{p}}} + \cancel{2m_{\mathrm{n}}}] \cdot c^2 - E_\ell\left({}^4_2\mathrm{He}\right)$$

$$+ \quad m\left({}^1_0\mathrm{n}\right) \cdot c^2 \triangleq \cancel{m_{\mathrm{n}}} \cdot c^2$$

$$- \quad m\left({}^2_1\mathrm{H}\right) \cdot c^2 = [\cancel{m_{\mathrm{p}}} + \cancel{m_{\mathrm{n}}}] \cdot c^2 - E_\ell\left({}^2_1\mathrm{H}\right)$$

$$- \quad m\left({}^3_1\mathrm{H}\right) \cdot c^2 = [\cancel{m_{\mathrm{p}}} + \cancel{2m_{\mathrm{n}}}] \cdot c^2 - E_\ell\left({}^3_1\mathrm{H}\right)$$

$$E = -E_\ell\left({}^4_2\mathrm{He}\right) + E_\ell\left({}^2_1\mathrm{H}\right) + E_\ell\left({}^3_1\mathrm{H}\right)$$

3/ <u>Conservation</u> de l'énergie : $E_{\text{produits}} - E_{\text{réactifs}} = 0$

Énergie <u>libérée</u> : tout ce qui ne « reste » pas en énergie de masse dans le système ! (exemple *idem* cours !)

$$E = (m_{\text{produits}} - m_{\text{réactifs}}) \cdot c^2 \qquad \textbf{avec} \quad E < 0$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{E = \left[m\left({}^4_2\mathrm{He}\right) + m\left({}^1_0\mathrm{n}\right) - m\left({}^2_1\mathrm{H}\right) - m\left({}^3_1\mathrm{H}\right)\right] \cdot c^2}$$

4/ On reprend les formules du 2/ :

$$m\left({}^4_2\mathrm{He}\right) \cdot c^2 = [\cancel{2m_{\mathrm{p}}} + \cancel{2m_{\mathrm{n}}}] \cdot c^2 - E_\ell\left({}^4_2\mathrm{He}\right)$$

$$+ \quad m\left({}^1_0\mathrm{n}\right) \cdot c^2 \triangleq \cancel{m_{\mathrm{n}}} \cdot c^2$$

$$- \quad m\left({}^2_1\mathrm{H}\right) \cdot c^2 = [\cancel{m_{\mathrm{p}}} + \cancel{m_{\mathrm{n}}}] \cdot c^2 - E_\ell\left({}^2_1\mathrm{H}\right)$$

$$- \quad m\left({}^3_1\mathrm{H}\right) \cdot c^2 = [\cancel{m_{\mathrm{p}}} + \cancel{2m_{\mathrm{n}}}] \cdot c^2 - E_\ell\left({}^3_1\mathrm{H}\right)$$

$$E = -E_\ell\left({}^4_2\mathrm{He}\right) + E_\ell\left({}^2_1\mathrm{H}\right) + E_\ell\left({}^3_1\mathrm{H}\right)$$

$$\Leftrightarrow \quad \boxed{E = E_\ell\left({}^2_1\mathrm{H}\right) + E_\ell\left({}^3_1\mathrm{H}\right) - E_\ell\left({}^4_2\mathrm{He}\right)}$$

5/

5/ Application numérique :

5/ Application numérique :

$$E = 2,23 + 8,48 - 28,30 = \boxed{-17,59 \text{ MeV}}$$

5/ Application numérique :

$$E = 2,23 + 8,48 - 28,30 = \boxed{-17,59\ \mathrm{MeV}}$$

Énergie récupérée par nucléons mis en jeu :

5/ Application numérique :

$$E = 2,23 + 8,48 - 28,30 = \boxed{-17,59 \text{ MeV}}$$

Énergie récupérée par nucléons mis en jeu :

$2 + 3 = 4 + 1 = 5$ nucléons,

5/ Application numérique :

$$E = 2,23 + 8,48 - 28,30 = \boxed{-17,59 \text{ MeV}}$$

Énergie récupérée par nucléons mis en jeu :

$2 + 3 = 4 + 1 = 5$ nucléons,

$$\frac{-17,59}{5} = 3,52 \text{ MeV/nucléons}$$

5/ Application numérique :

$$E = 2,23 + 8,48 - 28,30 = \boxed{-17,59 \text{ MeV}}$$

Énergie récupérée par nucléons mis en jeu :

$2 + 3 = 4 + 1 = 5$ nucléons,

$$\frac{-17,59}{5} = 3,52 \text{ MeV/nucléons}$$

⋆
⋆ ⋆