



COURS PRIAMS

☀ TSE/TSExp/STI 2022-2023 ☀



QUESTIONS DE COURS PHYSIQUE 2022 à 2006

BAC TSE 2022

- 1) L'effet photoélectrique
 - 1-1) Définition.
 - 1-2) Énonce les lois de l'effet photoélectrique.
- 2) Mouvement des satellites
 - 1-1) Établis la relation donnant la vitesse linéaire d'un satellite en orbite circulaire en fonction de K (la constante de gravitation), M (la masse de la terre), R (le rayon de la terre), et h (l'altitude du satellite par rapport à la surface de la terre) puis en fonction de R , h et g_0 (accélération de la pesanteur).
 - 1-2) Définis un satellite géostationnaire.

BAC TSExp 2022

- 1) Définis : la déflexion électrique, un spectrographe de masse, un transformateur, un oscillateur mécanique.
 - 2) Définis l'effet photoélectrique et cite deux de ses applications.
 - 3) Définis l'auto induction L d'un solénoïde de longueur ℓ et établis sa formule en fonction de ℓ et du rayon r du solénoïde.
- ### BAC TSE 2022
- 1) Mouvement des satellites
 - 1-1) Établis la relation donnant la vitesse linéaire d'un satellite en orbite circulaire en fonction de K (la constante de gravitation), M (la masse de la terre), R (le rayon de la terre), et h (l'altitude du satellite par rapport à la surface de la terre) puis en fonction de R , h et g_0 (accélération de la pesanteur).
 - 1-2) Définis un satellite géostationnaire.
 - 2) Réponds par vrai ou faux en justifiant ta réponse aux allégations suivantes :
 - 2-1) La radioactivité α correspond à l'émission d'un noyau d'hélium par un noyau radioactif.
 - 2-2) La radioactivité β^- correspond à l'émission d'un proton par un noyau radioactif.

BAC TSE 2021

- 1) a) Énonce le principe des échanges de chaleur.
b) Réponds par vrai ou faux en justifiant ta réponse aux allégations suivantes :
 - L'amplitude des oscillations amorties est constante.
 - La superposition des ondes d'amplitudes opposées conduit à une interférence destructive.
- c) Définis les termes ou expressions suivants : ondes progressives, milieu de propagation, diffraction, oscillations forcées.
- 2) Établis :
 - a) Établis l'équation différentielle du mouvement d'un pendule de torsion et en déduis l'équation horaire.
 - b) Trouve les expressions de la pulsation et de la période propres.

BAC TSExp 2021-A

- 1) Établis l'équation différentielle d'un pendule de torsion, donne l'expression de sa période propre.
- 2) Définis : L'auto-induction, le flux magnétique.
- 3) Réponds par vraie (V) ou fausse (F) aux affirmations suivantes et corrige celles qui sont fausses :
 - a) La vitesse d'un satellite est inversement proportionnelle à la racine carrée de g_0 .
 - b) La période d'un circuit oscillant (L, C) est $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$.

BAC TSExp 2021-B

- 1) En utilisant la méthode énergétique, établis l'équation différentielle d'un circuit oscillant (L, C) en fonction de la charge $q(t)$.
Donne l'expression de sa période propre et celle de sa fréquence propre.
- 2) Cite trois (3) applications du rayonnement laser.
- 3) Répondre par vraie ou fausse et corrige les affirmations fausses :
 - a) La vitesse d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme est indépendante de la tension accélératrice.
 - b) La déflexion électrique entre deux plaques parallèles de potentiels différents est proportionnelle à la tension accélératrice entre les plaques.
 - c) Dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$, la trajectoire d'une particule chargée est circulaire si $\vec{V}_0$ et $\vec{B}$ sont parallèles.

BAC STI 2021

- 1) Établis l'équation différentielle du mouvement d'un pendule de torsion sans frottements et en déduis l'équation horaire.
- 2) En déduis si cet oscillateur est libre ou harmonique.
- 3) Trouve les expressions de la pulsation et de la période propres.

BAC TSE 2020

- 1) a) Explique le principe de fonctionnement d'un transformateur.
b) Définis les termes ou expressions suivants : la chaleur massique, l'alternateur, le son, la longueur d'onde.

- 2) Etablis :
- L'équation cartésienne de la trajectoire du mouvement d'un projectile lancé avec une vitesse $\vec{v}_0$ faisant un angle α avec l'horizontale dans un champ de pesanteur uniforme. Donne la nature de la trajectoire.
 - Les expressions de la flèche et de la portée.

BAC TSExp 2020

- On accroche à un ressort R de raideur K, un solide de masse m. L'ensemble pouvant glisser sur une table à coussin d'air empêchant les frottements.
 - Etablis l'équation différentielle régissant le mouvement.
 - Etablis l'expression de sa période, puis de sa fréquence.
- Cite les propriétés des ondes électromagnétiques.
- Définit : le laser, un satellite géostationnaire.
 - Donne l'énoncé de la loi de Lenz.

BAC STI 2020

- Enonce le théorème de l'énergie cinétique pour un solide en translation et donne l'expression de sa variation.
- Etablis avec schéma à l'appui l'équation différentielle et l'expression de la période propre des oscillations d'un pendule pesant.

BAC TSE 2019

- Enonce le théorème de l'énergie cinétique.
 - Donne son expression pour un solide en translation.
 - Enonce la loi de Lenz.
 - Définit les termes ou expressions suivants : le laser, le mouvement vibratoire, une onde électromagnétique et donne deux ses propriétés.
- Etablis :
 - L'expression de la vitesse linéaire en fonction du rayon R de la Terre de l'altitude h d'un satellite qui évolue autour de la Terre.
 - En déduis l'expression de la période.

BAC TSExp 2019

- Explique le phénomène de l'induction magnétique à partir d'une expérience.
- Définit les termes ou expression suivants : oscillateur mécanique, pendule élastique, onde électromagnétique, facteur de puissance.
- Etablis l'expression de la déviation d'un faisceau d'électrons par un champ électrique uniforme perpendiculaire à la vitesse initiale des électrons.

BAC STI 2019

- Enonce le premier principe de la thermodynamique, donne l'expression de la variation d'énergie interne.
- Etablis l'équation cartésienne de la trajectoire du mouvement d'un projectile lancé avec une vitesse $\vec{v}_0$ faisant un angle α avec l'horizontale dans un champ de pesanteur uniforme.
En déduis l'expression de la flèche.

BAC TSE 2018

- Définit un pendule simple.
 - Etablis l'équation différentielle du mouvement d'un pendule simple en utilisant la loi de conservation de l'énergie mécanique du système.
 - Trouve les expressions de la pulsation et de la période propres des oscillations.
- Définit les termes ou expressions suivants : les interférences mécaniques, la longueur d'onde, le son, l'équivalent en eau d'un calorimètre.
- Définit les rayons X et en cite deux applications.

BAC TSExp 2018

- Décris avec schéma à l'appui une expérience de mise en évidence du phénomène d'interférences lumineuses.
 - Définit l'interfrange et établis son expression.
- Donne l'expression de la puissance moyenne en courant alternatif et précise l'importance du facteur de puissance.
 - Quel préjudice un client peut-il faire subir à la société Energie du Mali (E. D. M. S.A) en modifiant ce facteur ?
- Un satellite de masse (m) évolue sur une orbite circulaire à une altitude (h) de la terre de rayon (R).
 - Définit un satellite géostationnaire.
 - Quel est l'utilité d'un tel satellite ?

BAC STI 2018

- Définit les termes ou expressions suivants : un photon, un pendule élastique, l'effet thermoélectronique, un satellite artificiel.
- Etablis l'expression de la puissance moyenne en régime sinusoïdal forcé dans un circuit RLC série.
 - Qu'appelle-t-on facteur de puissance et quelle importance lui accorde-t-on dans le transport de l'énergie ?

BAC TSE 2017

- 1) a) Définis la radioactivité, la période radioactive, l'activité radioactive.
b) Etablis la loi de décroissance radioactive d'un nucléide, les expressions de la période et de l'activité radioactive.
- 2) Définis l'effet thermoélectrique et en cite deux applications.
- 3) Enonce le premier principe de la thermodynamique et donne l'expression de l'énergie interne en fonction de la quantité de chaleur et du travail.

BAC TSExp 2017-A

- 1) a) Décris une expérience mettant en évidence le phénomène d'auto-induction.
b) Enonce la loi de Lenz.
- 2) a) Définis une onde électromagnétique.
b) Donne ses propriétés.
- 3) Etablis l'équation différentielle puis l'équation horaire du pendule élastique horizontal. Donne l'expression de sa période

BAC TSExp 2017-B

Un satellite de masse m évolue sur une orbite circulaire à une altitude h de la terre de rayon R .

- 1) a) Exprime dans le référentiel géocentrique, la vitesse linéaire et angulaire ω en fonction de R , h et g_0 .
b) En déduis la relation entre la période T et la distance $R + h$.
- 2) Définis les termes suivants : l'effet photoélectrique, une onde électromagnétique, une énergie de liaison.

BAC STI 2017

- 1) Définis les termes ou expression suivants : un transformateur, un dipôle et cite un exemple de dipôle.
- 2) On considère le schéma de la figure-1 représentant le mouvement d'un électron de masse m , de charge e et animé d'une vitesse $\vec{v}_0$, entre les plaques d'un condensateur plan.
a) Etablis les expressions des équations paramétriques $x(t)$, $y(t)$ et $z(t)$.
b) En déduis l'équation cartésienne et la nature de la trajectoire.

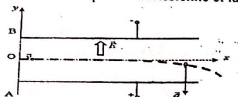


Figure-1 : Mouvement d'un électron soumis à un champ électrique

BAC TSE 2016

- 1) a) Définis les termes ou expressions suivants : oscillateur libre, oscillateur forcé et cite un exemple dans chaque cas.
b) Cite quelques applications du laser.
- 2) On produit des franges d'interférences au moyen du dispositif des fentes de Young, les deux fentes sources F_1 et F_2 sont distantes de a . On observe les franges d'interférences sur un écran parallèle au plan contenant les sources et situé à une distance D avec une lumière monochromatique de longueur d'onde λ .
a) Fais un schéma du dispositif expérimental des fentes de Young et indique le champ d'interférences.
b) Décris et interprète le phénomène d'interférences.
c) Etablis la relation qui donne la différence de marche δ des vibrations lumineuses issues de deux fentes F_1 et F_2 et arrivant à un point M de l'écran.
d) Définis l'interfrange et établis son expression.
- 3) Enonce les lois de l'effet photoélectrique.

BAC TSExp 2016

- 1) Un faisceau d'électron pénètre dans un champ électrostatique uniforme avec une vitesse $\vec{V}_0$ perpendiculaire au vecteur champ $\vec{E}$. Etablis :
 - L'équation de sa trajectoire et indique sa nature.
 - L'expression de la déflexion.
 - L'expression de la déviation.
- 2) Complète les équations des réactions nucléaires suivantes en indiquant pour chacune d'elles s'il s'agit d'une transmutation, d'une réaction de fusion, ou de fission, et en précisant les valeurs des nombres de charge et de masse.
 - a) ${}^{239}_{92}\text{Np} \rightarrow \text{Pu} + {}^0_{-1}e + \nu$
 - b) ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0n \rightarrow {}^{90}_{38}\text{Sr} + {}^{136}_{54}\text{Xe} + 2{}^1_0n$
 - c) ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow \text{He} + {}^0_{-1}n$
 - d) ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow \text{O} + {}^1_1\text{H}$

BAC STI 2016

- 1) Définis les termes ou expressions suivants : un pendule pesant, un projectile, les rayons X.
- 2) a) Etablis l'expression de la puissance dissipée (perdue) notée P_{perdue} dans les fils électriques lors du transport de l'électricité

- en fonction de la puissance moyenne P , de la résistance R des fils, de la tension efficace U et du facteur de puissance $\cos\phi$.
- b) En déduis l'importance de $\cos\phi$ dans le transport de l'énergie électrique et donne un ordre de grandeur de $\cos\phi$ au Mali fixé par EDM SA.

BAC TSE 2015

- 1) a) Etablis l'équation différentielle du mouvement d'un pendule de torsion et déduis l'équation horaire du mouvement.
b) Donne les expressions de la pulsation et de la période propres.
- 2) Dis avec justification si les affirmations suivantes sont vraies ou fausses :
 - Un mouvement vibratoire libre est apériodique.
 - Un mouvement vibratoire amorti est périodique.
 - La longueur d'onde est la distance parcourue par l'onde pendant une période.
 - Les sons audibles par l'être humain ont une fréquence comprise entre 20Hz et 20000Hz.
- 3) Définis les termes ou expressions suivants : la valeur en eau d'un calorimètre, les interférences mécaniques, les rayons X, le photon.

BAC TSExp 2015

- 1) Un lanceur de poids, lance à partir d'un point $O(0; 0)$ du repère $(O; \vec{i}; \vec{j})$ dans le champ de pesanteur, son poids avec une vitesse $\vec{V}_0$ faisant un angle α avec l'horizontal.
 - a) Etablis les équations paramétrique horaires $x(t)$ et $y(t)$ du mouvement du poids.
 - b) Donne l'équation littérale de la trajectoire du poids.
 - c) Définis la portée, la flèche et établis leurs expressions.
- 2) Une particule pénètre dans une région avec une vitesse initiale $\vec{V}_0$ où règne simultanément un champ électrique $\vec{E}$ et un champ magnétique $\vec{B}$. Les deux champs sont uniformes et perpendiculaires à $\vec{V}_0$.
Détermine la relation qui lie V_0 , B et E pour que la particule ne subisse pas de déviation.
Donne l'état de la déviation pour une vitesse $V > V_0$ et pour $V < V_0$.
- 3) Définis la radioactivité α , la radioactivité β^- , la période ou demi-vie radioactive.

BAC STI 2015

- 1) Définis les termes ou expressions suivants : un oscillateur libre, l'effet thermoélectronique, une énergie de liaison.
- 2) Confirme ou infirme les affirmations suivantes en justifiant ta réponse :
 - a) Un courant alternatif est un courant qui change de sens une fois par période.
 - b) Dans une désintégration β^- le nombre de charge de l'atome fils augmente d'une unité.
 - c) Dans une désintégration β^+ le nombre de masse de l'atome fils augmente d'une unité.

BAC TSE 2014-A

- 1) a) Etablis la loi de décroissance radioactive d'un nucléide.
b) Définis la période radioactive, l'activité radioactive et établis leurs expressions.
c) Lors des catastrophes nucléaires de Tchernobyl et de Fukushima, des éléments radioactifs se sont répandus dans la nature.
Cite trois conséquences négatives pour l'humanité liées à ces catastrophes.
- 2) Définis les termes ou expressions suivants : un pendule de torsion, l'effet thermoélectronique, l'effet photoélectrique.

BAC TSE 2014-B

- 1) Etablis l'équation cartésienne du mouvement d'un projectile lancé avec une vitesse faisant un angle α avec l'horizontale dans un champ de pesanteur uniforme. En déduis l'expression de la portée horizontale.
- 2) Etablis l'équation différentielle du mouvement d'un pendule pesant et en déduis l'expression de la période propre des oscillations de faible amplitude.

BAC TSExp 2014-A

- 1) Un solide (S) de masse m peut glisser le long d'un plan horizontal sans frottement. Il est fixé à l'une des extrémités d'un ressort à spires non jointives dont l'autre extrémité est maintenue immobile.
 - Fais un schéma du système.
 - Etablis l'équation différentielle du mouvement et en déduis sa période.
- 2) Définis : l'effet photoélectrique, la fusion nucléaire, la fission nucléaire.
- 3) Les rayons X : nature et applications.
 - 1) Cite trois (3) facteurs et énonce la loi de déplacement de l'équilibre relative à chacun de ces facteurs.
 - 2) Définis les stéréo-isomères de conformation et les stéréo-isomères de configuration.
Dégage la différence qui existe entre eux à partir d'exemples.

BAC TSExp 2014-B

- 1) Une bille de masse m est lancée d'un point O situé au sol, avec une vitesse $\vec{V}_0$ faisant un angle α avec l'horizontal.
 - Fais un schéma clair du système et établis l'équation de la trajectoire de la bille.
 - Donne les expressions de la portée et de la flèche.
- 2) On injecte dans un champ magnétique d'induction $\vec{B}$ perpendiculairement aux lignes de champ avec une vitesse $\vec{V}_0$, un faisceau de particules de masse m et de charge q ($q > 0$).

Montre que le mouvement est circulaire uniforme.

Exprime le rayon de la trajectoire en fonction de q, m, V_0 et B .

BAC STI 2014

- 1) Énonce le premier principe de la thermodynamique, donne sa formule en précisant les unités des différentes grandeurs dans le système international.
- 2) Fais une description du transformateur schéma à l'appui et dis pourquoi dit-on que le transformateur modifie la tension et l'intensité du courant sans changer la puissance apportée.

BAC SE/MTI 2013

- 1) Définis un oscillateur amorti, un oscillateur sélectif.
- 2) Classe les objets suivants en oscillateurs amortis, sélectifs : le tympan de l'oreille, un récepteur radio, le Stade du 26 Mars, le microphone.
- 3) Établis avec schéma à l'appui l'équation différentielle d'un pendule pesant.

BAC SBT 2013

- 1) Définis les termes ou expressions suivants : un satellite géostationnaire, le coefficient d'auto induction, un oscillateur harmonique, la période propre d'un oscillateur, un pendule élastique, un pendule de torsion.
- 2) Projectile lancé dans le champ de pesanteur : établis l'équation de la trajectoire, la portée de tir et la flèche.

BAC SE/MTI 2012

- 1) Indique avec justification à l'appui si les affirmations suivantes sont vraies ou fausses :
 - a) L'accélération du mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ est $a = \frac{dv}{dt}$
 - b) C'est le tir à $\alpha = \frac{\pi}{4}$ d'un projectile qui permet d'atteindre le point le plus éloigné.
 - c) La vitesse d'une particule chargée entre les plaques d'un condensateur diminue quand la tension augmente.
- 2) a) Décris une expérience de mise en évidence du phénomène d'auto induction.
b) Énonce la loi de Lenz.

BAC SBT 2012

- 1) a) Établis l'équation différentielle du mouvement oscillatoire de translation d'un solide de masse m suspendu à un ressort de raideur k et placé dans un champ de pesanteur $\vec{g}$.
b) Donne l'expression de la période propre des oscillations et l'équation horaire du mouvement.
- 2) Définis les termes ou expressions suivants : le flux magnétique, l'effet photoélectrique, la portée d'un projectile.

BAC SE/MTI 2011

- Un satellite de masse m évolue sur une orbite circulaire à une altitude h de la Terre de rayon R .
- 1) Dans le référentiel géocentrique, établis les expressions des vitesses linéaire et angulaire en fonction de R, h , et g_0 .
 - 2) En déduire la relation entre la période T et la distance $(R + h)$.
 - 3) Établis la troisième loi de Kepler.

BAC SBT 2011

- 1) Définis les expressions suivantes : la cinétique chimique, un équilibre chimique, un mécanisme réactionnel, une réaction en chaîne.
- 2) a) Définis une réaction d'ordre 1.
b) Établis sa loi de transformation.
c) Définis son temps de demi-réaction et établis son expression.

BAC SE/MTI 2010

On construit divers pendules simples en accrochant des petites billes de masse m à des fils de longueur l (de masse négligeable). On mesure la période des oscillations de chaque pendule ainsi réalisé. Les résultats sont regroupés dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 1 :

Amplitude (rd)	$\frac{\pi}{8}$	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{3}$
Période (s)	1,02	1,01	1,02	1,02

Tableau 2 :

Longueur (m)	0,1	0,3	0,5	1,0
Période (s)	0,625	1,1	1,42	2

Tableau 3 : pour une longueur $l = 17\text{cm}$

Masse (kg)	0,1	0,2	0,3	0,4
Période (s)	0,83	0,83	0,82	0,83

L'accélération de la pesanteur est $g = 9,8\text{m/s}^2$.

- 1) Détermine les facteurs qui influent sur la période des oscillations.
- 2) Préciser pour chacun d'entre eux comment ils modifient cette période.
- 3) La période propre des oscillations T est de la forme $T = \alpha \sqrt{\frac{l}{g}}$.

Montre par analyse dimensionnelle que le facteur α n'a pas d'unité.

BAC SBT 2010

- 1) Définis les termes suivants: un pendule de torsion, une oscillation mécanique, un oscillateur libre, un pendule élastique.
- 2) Etablis l'expression de la tension instantanée aux bornes d'un circuit RLC, donne l'expression de l'impédance et de la phase de ce circuit.

BAC SE/MTI 2009

- 1) Définis les termes suivants: oscillations libres, oscillations forcées, ondes électromagnétiques, effet thermoélectronique, radioactivité, période radioactive.
- 2) Un solide de masse M est susceptible de tourner autour d'un axe horizontal (Δ) passant par un point O situé à la distance a de son centre d'inertie. On écarte le solide de sa position d'équilibre puis on l'abandonne sans vitesse initiale.
 - a) Etablis l'équation différentielle des oscillations de faible amplitude du solide.
 - b) Donne les expressions de sa pulsation et de sa période propres.

BAC SBT 2009

- 1) a) Définis une onde électromagnétique.
 - b) Classe les ondes électromagnétiques suivant leurs longueurs d'onde croissantes.
 - c) Donne leurs propriétés.
- 2) Action d'un champ magnétique sur un électron.
 - a) Détermine la nature du mouvement.
 - b) Etablis les expressions du rayon de la trajectoire et de la déflexion magnétique.

BAC SE/MTI 2008

- 1) Décrit une cellule photoélectrique.
- 2) Enonce les lois de l'effet photoélectrique.
- 3) Le polonium $^{210}_{84}\text{Po}$ noyau instable subit une désintégration α en donnant un noyau de plomb dans son état fondamental. Ecris l'équation bilan de la désintégration en précisant le nombre de masse et de charge.

BAC SBT 2008

En justifiant la réponse, confirmer ou infirmer les affirmations suivantes :

- 1) Dans une désintégration β^- , le nombre de charges de l'atome fils augmente d'une unité.
- 2) Dans une désintégration β^+ , le nombre de masse de l'atome fils augmente d'une unité.
- 3) La radioactivité α consiste en une émission d'un atome d'hélium.
- 4) Au bout d'une demi-période, la moitié des atomes radioactifs d'un échantillon s'est désintégrée.
- 5) Les rayons X sont des ondes électromagnétiques de très courtes longueurs d'onde.
- 6) Les rayons X ne présentent aucun intérêt pour l'homme.

BAC SE/MTI 2007

- 1) Un électron de vitesse, petite par rapport à celle de la lumière, pénètre dans un champ magnétique uniforme perpendiculairement au vecteur induction ; décris le phénomène observé et détermine les caractéristiques du mouvement en fonction de la masse m , de la vitesse (module), de la charge e de l'électron et du module du vecteur induction. Comment varie la trajectoire quand l'induction croît, reste fixe et inversement ? Que devient le mouvement si le vecteur vitesse et l'induction sont colinéaires ?
- 2) a) Définis la radioactivité.
 - b) Donne les définitions et écris les équations de la fission, et de la fusion nucléaires.

BAC SBT 2007

Un satellite de masse m évolue sur une orbite circulaire à une altitude h de la terre de rayon R .

- 1) a) Exprime dans le référentiel géocentrique, la vitesse linéaire et angulaire ω en fonction de R , h et de g_0 .
 - b) En déduis la relation entre la période T et la distance $R + h$.
- 2) Définis les termes suivants: l'effet photoélectrique, une onde électromagnétique, une énergie de liaison.

BAC SE/MTI 2006

- 1) a) Définis les termes suivants: chaleur massique, capacité calorifique, chaleur latente de fusion.
 - b) Enonce le principe de conservation de l'énergie mécanique. À l'aide d'un exemple approprié (corps lancé dans le champ de pesanteur terrestre) établis ce principe. (on supposera que la résistance de l'air est négligeable).
- 2) Définis l'effet thermoélectronique et cite quelques applications pratiques de la diode et de la triode.

BAC SBT 2006

- 1) Etablis l'équation du mouvement de la trajectoire d'un projectile lancé d'un point O du repère $(O; \vec{i}; \vec{j})$ dans le champ de Pesanteur avec une vitesse $\vec{v}_0$ faisant un angle α avec l'horizontal.
- 2) complète et donne le type des réactions nucléaire de désintégration nucléaire suivantes :
 - a) $^{14}_6\text{Pd} \rightarrow \dots + {}^0_{-1}\text{e} + {}^{47}_{29}\text{Ag}$
 - b) $^{23}_{13}\text{Al} \rightarrow {}^4_2\text{He} + \dots$
 - c) $^{216}_{84}\text{Po} \rightarrow \dots + {}^{212}_{82}\text{Pb}$
 - d) ${}^{49}_{21}\text{In} \rightarrow \dots + {}^{124}_{48}\text{Cd}$