TTayloR

INTERACTION DES RI AVEC LA MATIERE



TUTORAT NICOIS
Faculté De Médecine

BY VALENβ+

Taylor's Version





BIOPHYKWAK

TUTORAT NICOIS
Faculté De Médecine

BY VALENβ+

Taylor's Version

Taylor's Version

SOMMAIRE

I- INTRODUCTION AUX RI

II- MECANISMES GÉNÉRAUX DES INTERACTIONS DES RI AVEC LA MATIERE

III- INTÉRACTIONS ÉLÉMENTAIRES

IV- RAYONNEMENT IONISANT ?

V- CONSÉQUENCES DE CES INTÉRACTIONS

VI) INTERACTIONS DES PHOTONS AVEC LA MATIÈRE

VII) INTERACTIONS DES PARTICULES AVEC LA MATIÈRE

Taylor's Version

I-INTRODUCTION AUX RI :

I-INTRODUCTION AUX RI :

RI = Rayonnement Ionisant
REM = Rayonnement EléctroMagnétique

QU'EST CE QU'UN RI ??

REM
ou
Rayonnement Particulaire

Modifie la matière qu'il traverse



DIRECTEMENT ou
INDIRECTEMENT

Effets chimiques (Ions)
ou
Effets biologiques (ADN)

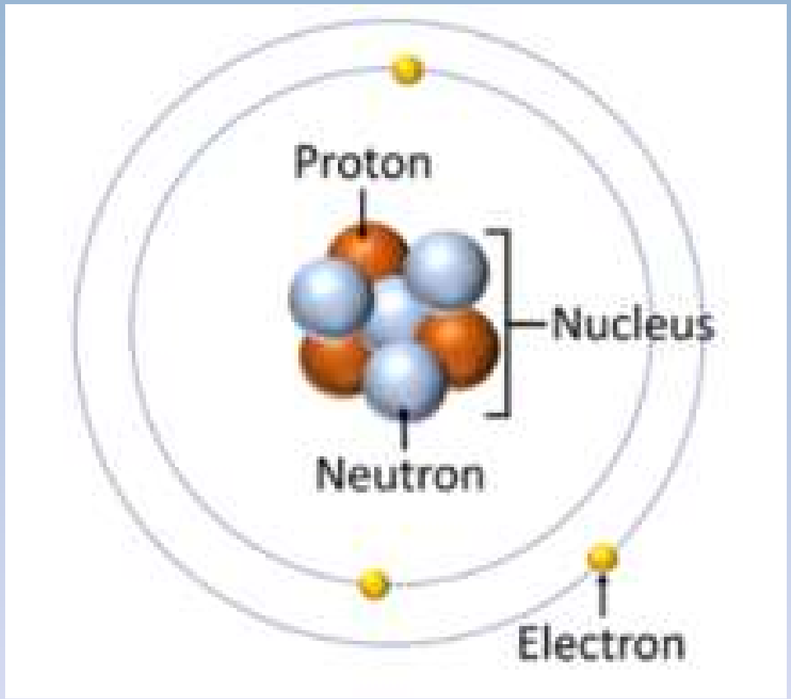
Taylor's Version

I-INTRODUCTION AUX RI :

Taylor's Version

RAPPEL

ATOME = **Proton** + **Neutron** + Electrons



I-INTRODUCTION AUX RI :

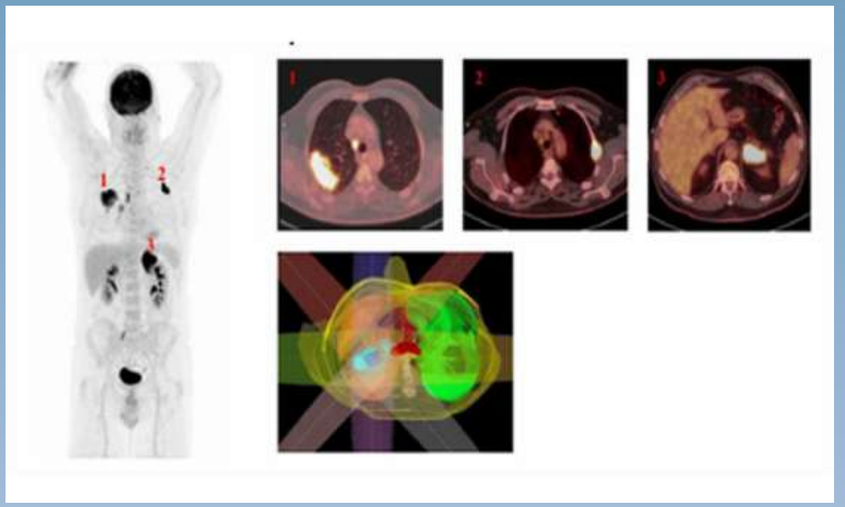
Taylor's Version

Un RI est donc un rayonnement capable de créer des ions, c'est-à-dire de modifier des atomes. +++



I-INTRODUCTION AUX RI :

LES INTERETS DE CES RI



- **<u>Les explorations diagnostiques</u>**
  - **Scanner**
  - **TEP** (**T**omographie par **E**missions de **P**ositons (**béta +**))

→ Détections de rayonnement → création d'une image → détecter pathologie (tumeur, métastases)

- **<u>La santé</u>**
  - **Radiothérapie** (destructions des cellules cancéreuses avec les phénomènes physiques de base des RI)
  - **Radioprotection** (se protéger des effets biologiques des RI)

Taylor's Version

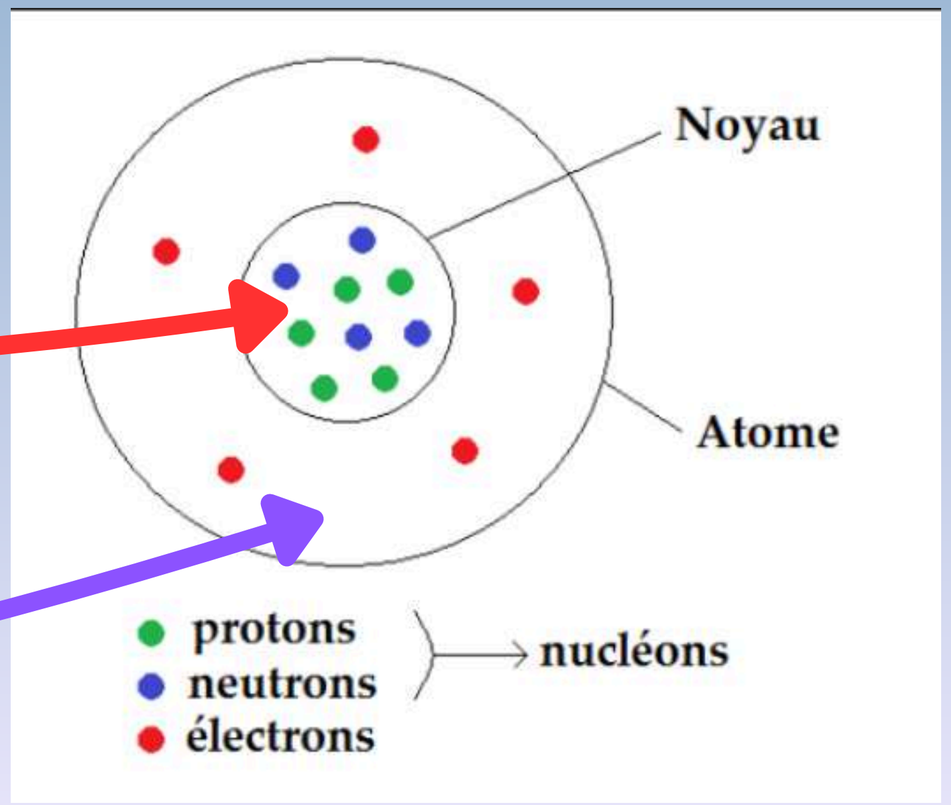
Taylor's Version

PHENOMENES PHYSIQUE DE BASE DES RI

ORIGINE

- Soit du **noyau** (**d'origine nucléaire**)
  → **RADIOACTIVITE**

- Soit de **l'extérieur du noyau**
  → **Rayon X**



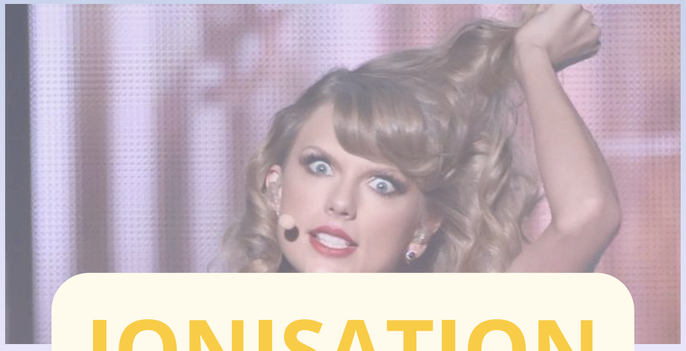
Taylor's Version

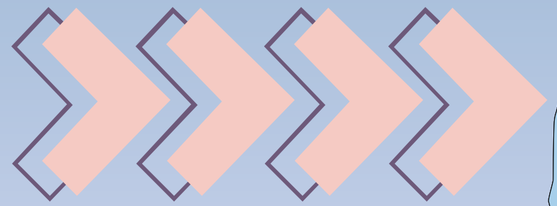
II- MECANISMES GÉNÉRAUX DES INTERACTIONS DES RI AVEC LA MATIERE

II- MECANISMES GÉNÉRAUX DES INTERACTIONS DES RI AVEC LA MATIERE

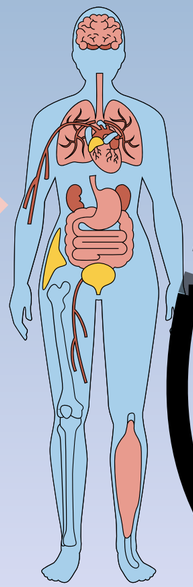








RI



Taylor's Version

Taylor's Version



Le symbole

LE PHOTON

= Un exemple de REM

Energie = hν

h = constante de Planck

ν = fréquence de vibration de ce REM

<u>ATTENTION</u>:

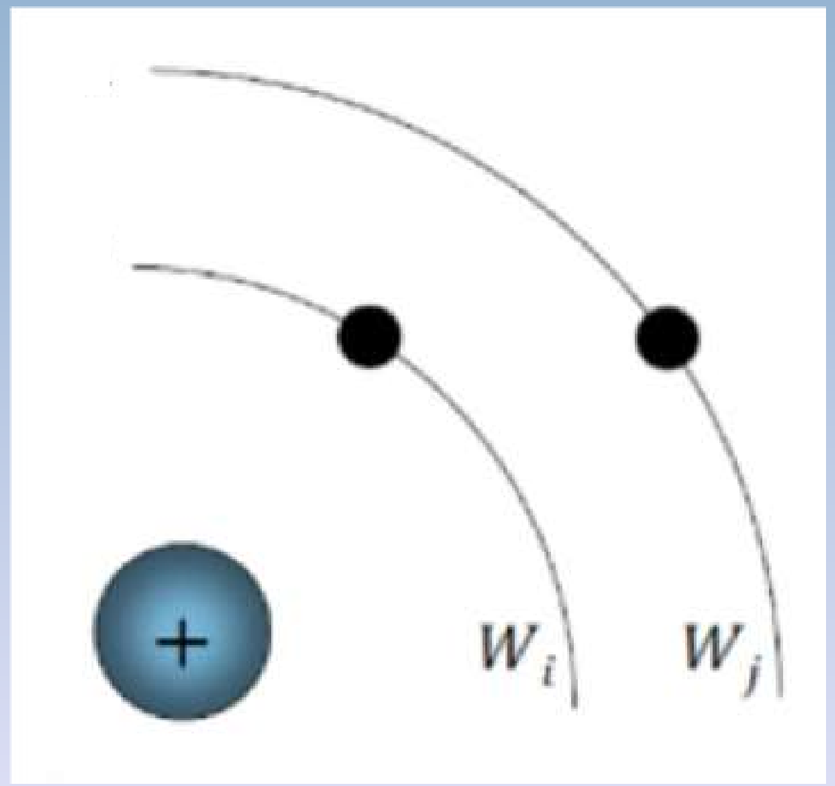
ν = nu (la lettre grec) ce n'est pas v de la vitesse

$\nu \neq v$

II- MECANISMES GÉNÉRAUX DES INTERACTIONS DES RI AVEC LA MATIERE

|valeur absolue|
=
pas de signe

Modèle de BOHR



*ATTENTION c'est **NÉGATIF***

- **Énergie de l'électron** = **Wi**

- **Énergie de liaison de l'électron** = **|Wi|**

(*Énergie qu'il faut pour arracher l'électron (par exemple par un REM))*

→ Plus elle est proche du noyau plus la valeur absolue est **élevée**

Valeur absolue

Taylor's Version

Taylor's Version

DISCLAIMERRR

III- INTÉRACTIONS ÉLÉMENTAIRES

A) ÉXCITATION

B) IONISATION

IV- RAYONNEMENTS IONISANT ?

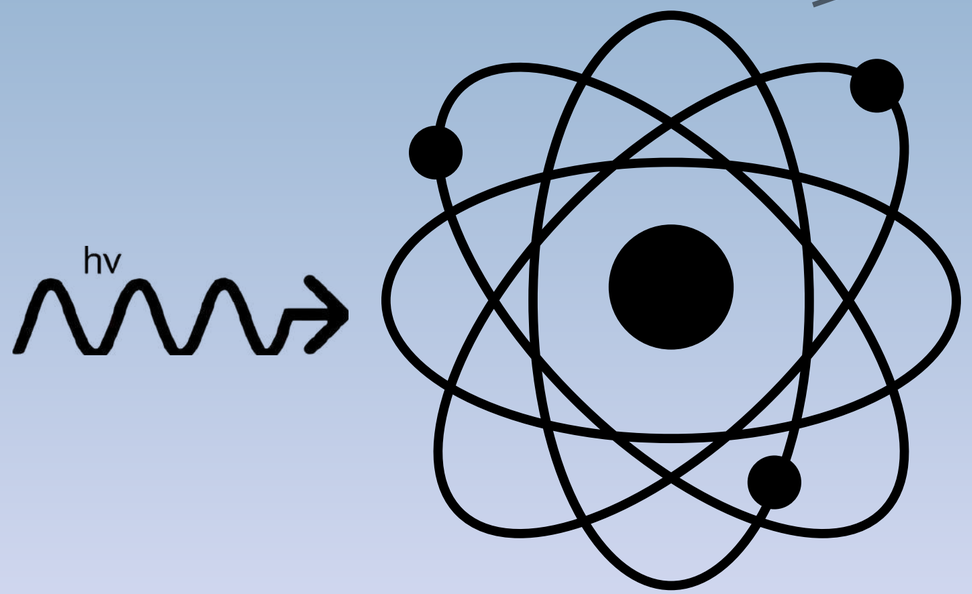
V- CONSÉQUENCES DE CES INTÉRACTIONS

Taylor's Version

III- INTÉRACTIONS ÉLÉMENTAIRES

III- INTÉRACTIONS ÉLÉMENTAIRES

Taylor's Version



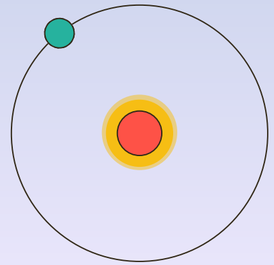
$E = h\nu$

$E < |Wi| - |Wj|$ **ECHAUFFEMENT**

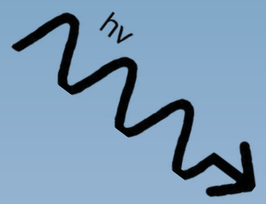
→ L'électron n'est pas arraché

$E = |Wi| - |Wj|$ **EXCITATION**

$E \geqslant |Wi|$ **IONISATION**



III- INTÉRACTIONS ÉLÉMENTAIRES

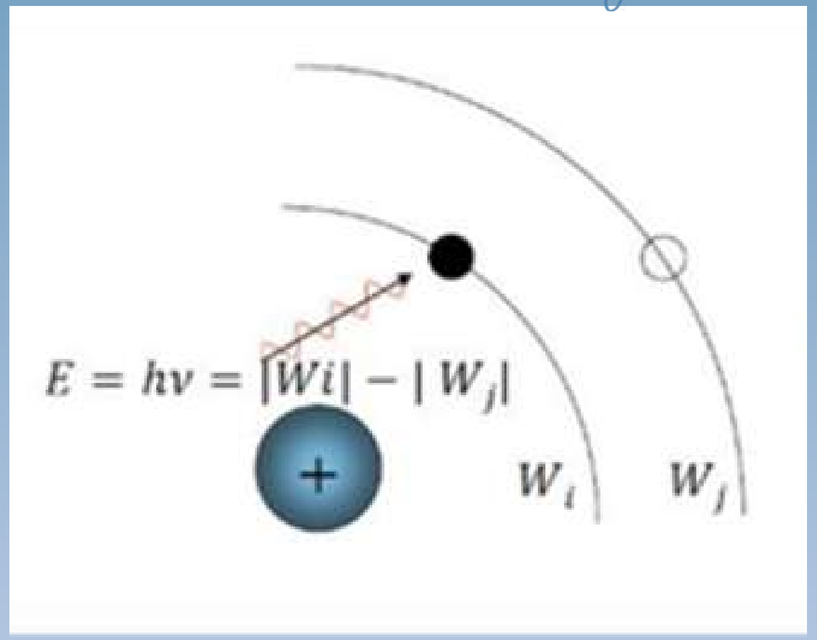


ÉXCITATION

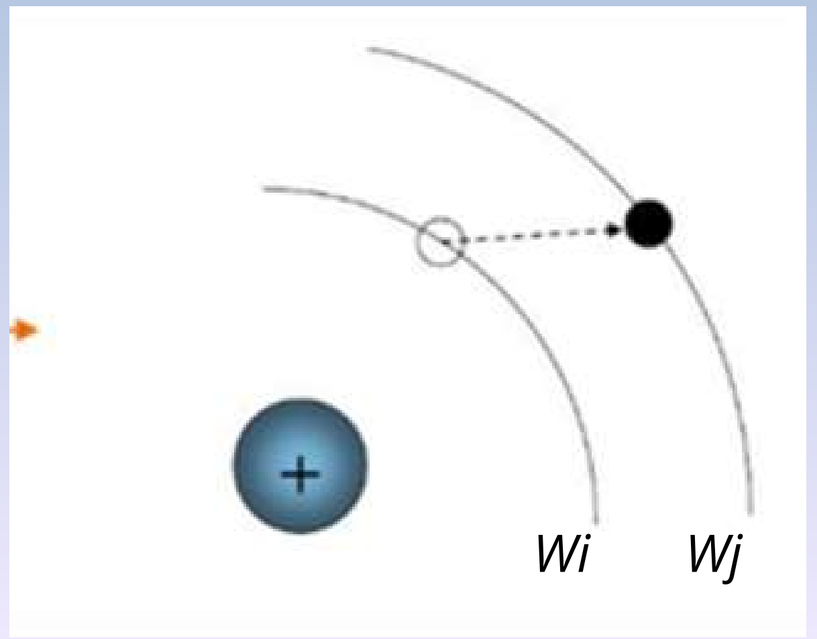
ATOME STABLE

↓

ATOME ÉXCITÉ



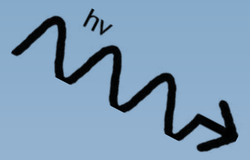
- Éxcès d'énergie
  - = E = hν = |Wi| - |Wj|
    =différence d'énergie entre les deux couches i et j
- Énergie **QUANTIFIÉE** (elle ne peut prendre que certaines valeurs)



III- INTÉRACTIONS ÉLÉMENTAIRES

Taylor's Version

IONISATION



ATOME STABLE

ATOME IONISÉ

Électron **éxpulsé**

↓

Formation d'un **ION**

(Na+, Ca2+ ...)

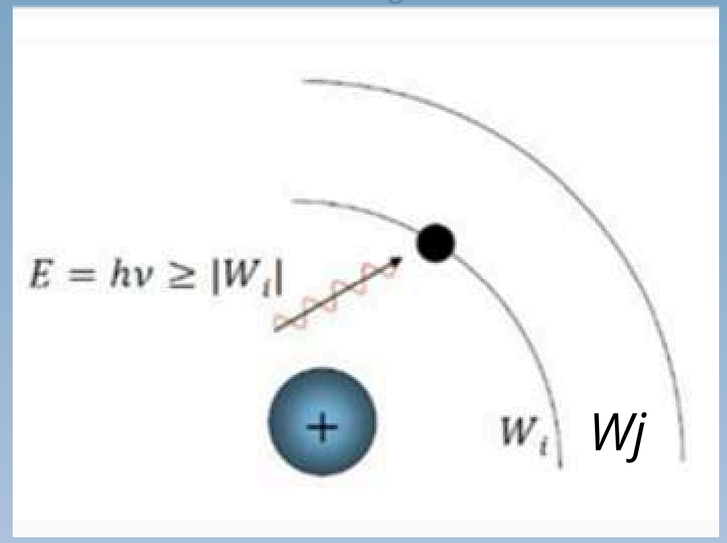
PHOTON

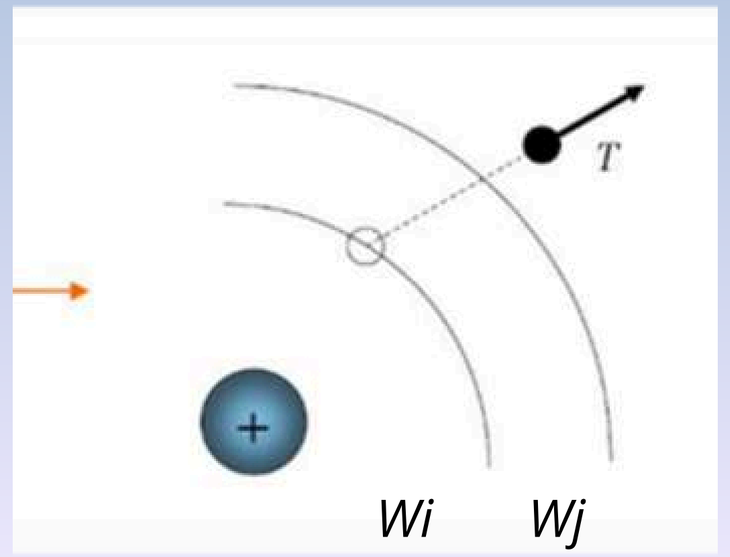
Reste énergie

=

T (Énergie cinétique)

==> **PAS QUANTIFIÉE**





Taylor's Version

ATTENTION CES ÉTATS NE SONT PAS STABLES

==> IL VA Y AVOIR DES RÉARRANGEMENTS POUR REVENIR À UN ÉTAT STABLE (SANS EXCÈS D'ÉNERGIE) !!!

Taylor's Version

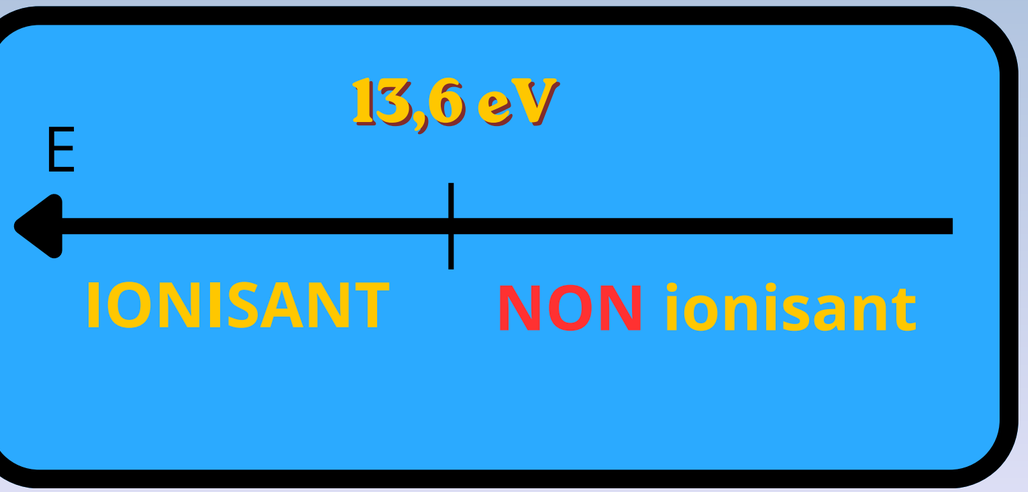
IV - RAYONNEMENT IONISANT ?

IV - RAYONNEMENT IONISANT ?

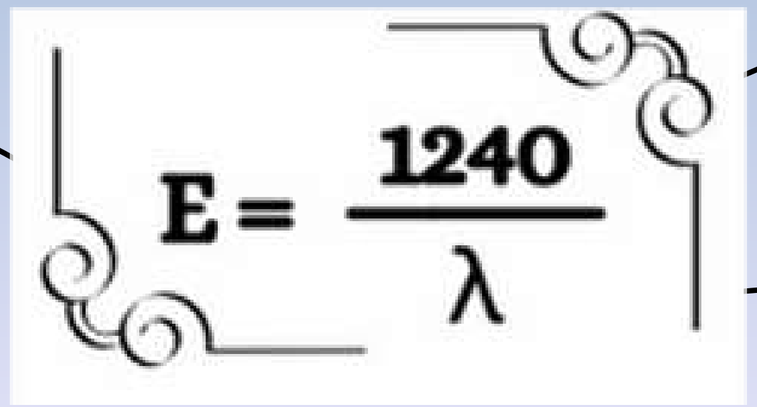
Taylor's Version

Rayonnement **NON** Ionisant ⟶ PAS d'effets Biologique

Rayonnement Ionisant ⟶ **EFFETS BIOLOGIQUES**



Relation Duane Hunt



constante

énergie (eV)

longeur d'onde (nm)

L'ÉNERGIE EST L'INVERSE DE LA LONGEUR D'ONDE

IV - RAYONNEMENT IONISANT ?

Taylor's Version

13,6 eV

E

λ

Rayon Gamma

Rayon X

UV
(ultraviolet)

VISIBLE

INFRA - ROUGE

RADIO



IONISANT



NON ionisant

IV - RAYONNEMENT IONISANT ?

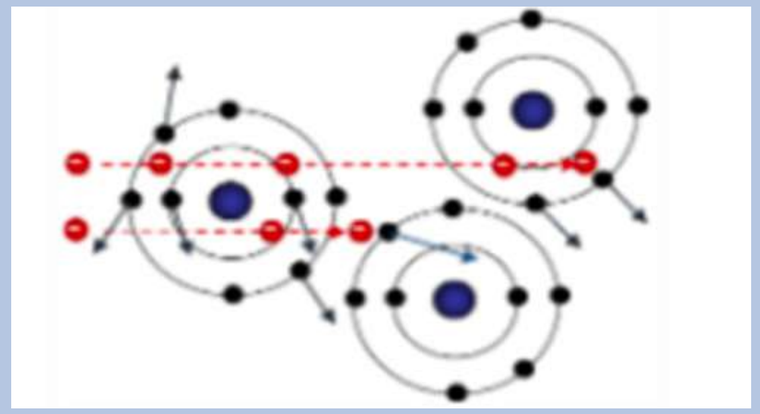
Taylor's Version

DIRECTEMENT IONISANT

Particules chargées

alpha ; **β−** ; **β+** ; **électron** ; **proton**

- **Intéractions obligatoire** avec la matière
- **Intéractions Coulombiennes** (éléctrostatiques)
  - à distance
  - avec les **charges (+ et -) (++) (--)**



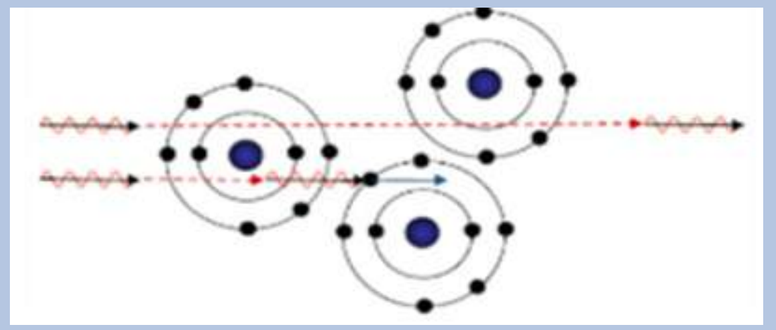
INDIRECTEMENT IONISANT

REM et Particules neutres

Rayon gamma (γ) ; **Rayon X** ; **Neutrons**

- **Intéractions NON obligatoire** avec la matière
- **Intéractions Balistiques** (Statistiques)
  - Si rencontre
  - **INDIRECTEMENT IONISANT**

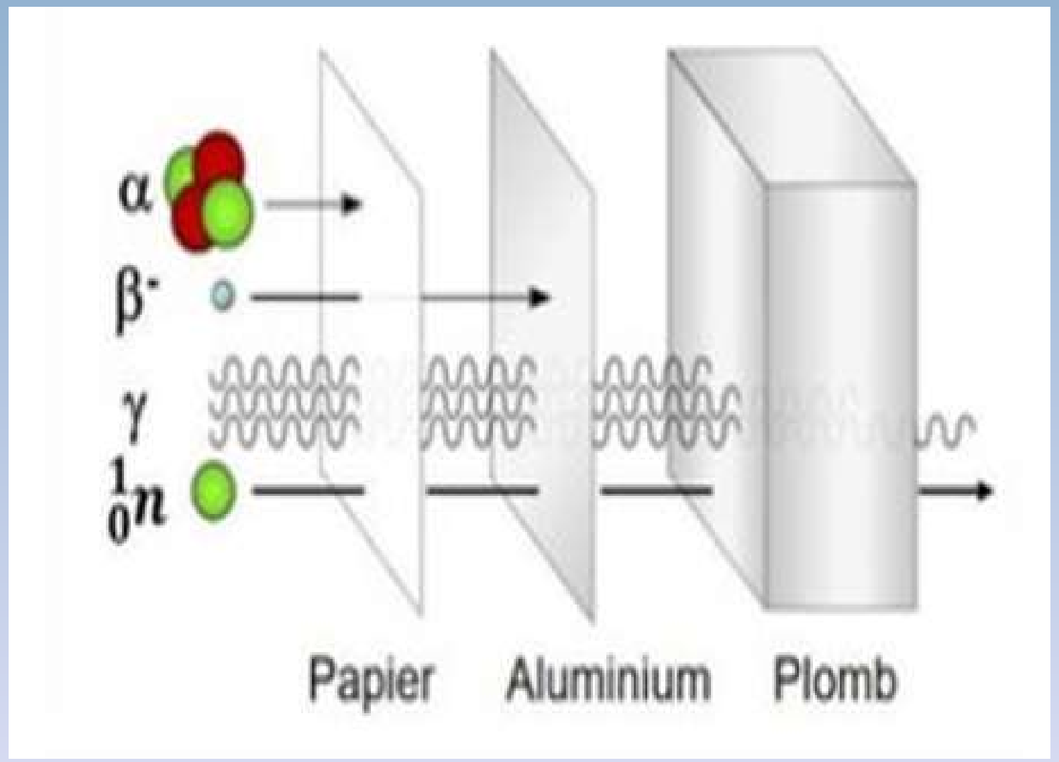
Créer des ionisations par des intermédiaires (électrons, protons secondaires ...)



IV - RAYONNEMENT IONISANT ?

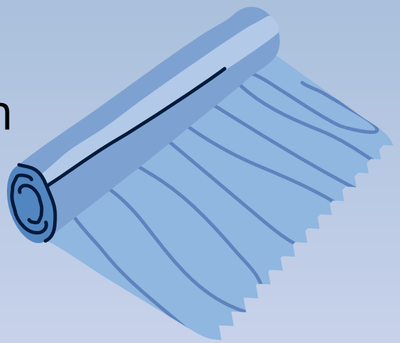
Taylor's Version

Les particules sont vites arrêtées par ...
(car elles intéragissent)





- **Particule alpha** → Feuille de papier



- <u>Particule Béta</u> → Feuille d'aluminium
- **REM** → Plomb



PLUS UNE PARTICULE EST CHARGÉE PLUS ELLE EST FACILEMENT ARRETÉE

IV - RAYONNEMENT IONISANT ?

Taylor's Version

IMPORTANT

Rayonnement particulaire

Directement IONISANT

EFFETS BIOLOGIQUES IMPORTANTS

THÉRAPIE

REM

INdirectement IONISANT

PEU d'effets biologiques

DIAGNOSTIC

Taylor's Version

QCM :

<u>QCM 1</u> : A propos du cours sur l'intéraction des RI avec la matière, indiquez la ou les proposition(s) exacte(s) :

A) L'Energie (λ) est l'inverse de la longueur d'onde (E)
B) Les rayons Infra rouge sont Ionisants
C) Les rayons Gamma sont Ionisants
D) Les particules alpha ont des effets biologiques sur le corps humain
E) Les propositions A,B,C,D sone fausses

Taylor's Version

CD

QCM :

<u>QCM 1</u> : A propos du cours sur l'intéraction des RI avec la matière, indiquez la ou les proposition(s) exacte(s) :

A) L'Energie (λ) est l'inverse de la longueur d'onde (E)

→ **Attention aux symboles Energie (E) et longueur d'onde (λ)**

B) Les rayons Infra rouge sont Ionisants

→ **Ils sont NON IONISANT**

C) Les rayons Gamma sont Ionisants

D) Les particules alpha ont des effets biologiques sur le corps humain

E) Les propositions A,B,C,D sone fausses

Taylor's Version

ATTENTION CES ÉTATS NE SONT PAS STABLES

==> IL VA Y AVOIR DES RÉARRANGEMENTS POUR REVENIR À UN ÉTAT STABLE (SANS EXCÈS D'ÉNERGIE) !!!

Taylor's Version

V- CONSÉQUENCES DE CES INTÉRACTIONS

Taylor's Version

V - CONSÉQUENCES DE CES INTÉRACTIONS

A) PHOTON DE FLUORESCENCE

1. LA MANIÈRE DIRECTE
   - A. EXCITATION
   - B. IONISATION
2. LA MANIÈRE INDIRECTE
   - A. EXCITATION
   - B. IONISATION

B) ÉLECTRON D'AUGER

V- CONSÉQUENCES DE CES INTÉRACTIONS

Taylor's Version

ÉLECTRON D'AUGER

ÉXCES D'ÉNERGIE → ÉMISSION → PHOTON DE FLUORESCENCE

↓

RETOUR ETAT FONDAMENTAL

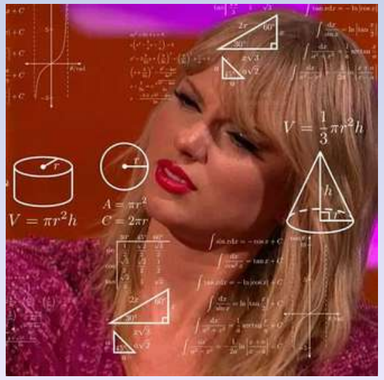
V- CONSÉQUENCES DE CES INTÉRACTIONS

Taylor's Version

PHOTON DE FLUORESCENCE

Un électron va venir combler la case quantique vide créée

- soit par **ionisation**
- soit par **excitation**



#chimie

PHOTON DE FLUORESCENCE

Avec E = excès d'energie atome

Taylor's Version

PHOTON DE FLUORESCENCE

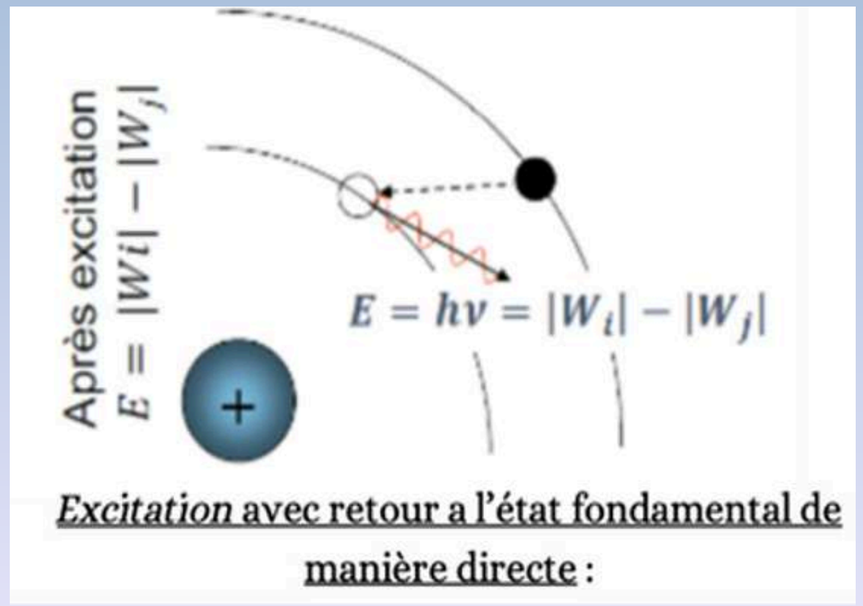
LA MANIÈRE DIRECTE

V- CONSÉQUENCES DE CES INTÉRACTIONS

Taylor's Version

ÉXCITATION

PHOTON DE FLUORESCENCE



Excitation avec retour a l'état fondamental de manière directe :

Un électron d'une couche périphérique va venir combler la case quantique vide

→ Juste un réarrangement

PHOTON DE FLUORESCENCE

$E = h\nu = |Wi| - |Wj|$

TECHHHNIQUESS

Taylor's Version

Lorsque un éléctron va d'une couche à une autre (pas quand il vient de l 'extérieur de l'atome)

E (du photon fluorescence) = **W(arrivée)** - **W(départ)**

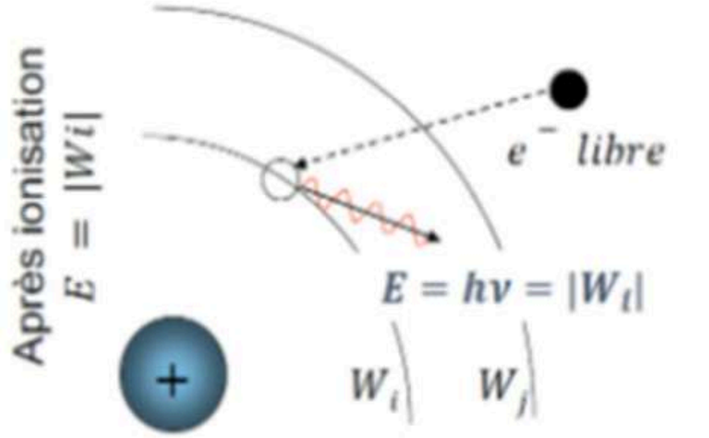
(le plus grand moins le plus petit)

V- CONSÉQUENCES DE CES INTÉRACTIONS

Taylor's Version

IONISATION

PHOTON DE FLUORESCENCE



Ionisation avec retour a l'état fondamental de manière directe :

Un électron (libre),du milieu extérieur va venir combler la case quantique vide

PHOTON DE FLUORESCENCE

E = hν = |Wi|

Taylor's Version

PHOTON DE FLUORESCENCE

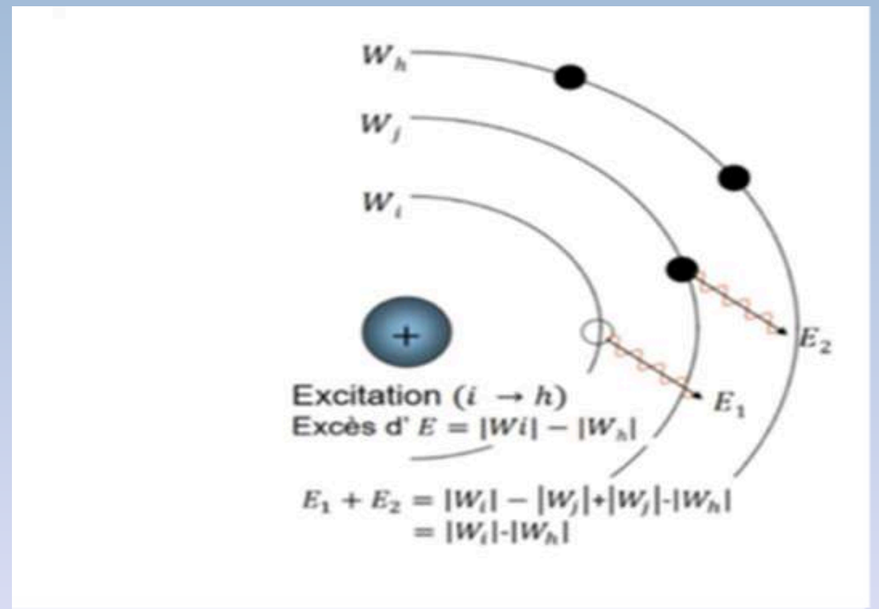
LA MANIÈRE INDIRECTE

V- CONSÉQUENCES DE CES INTÉRACTIONS

Taylor's Version

ÉXCITATION

PHOTON DE FLUORESCENCE



Excitation d'un électron de la couche i à la couche h avec retour à l'état fondamental de manière indirecte :

- **électron** de couche **j** comble case vacante couche **i**
  → Photon de fluorescence avec énergie **E1**

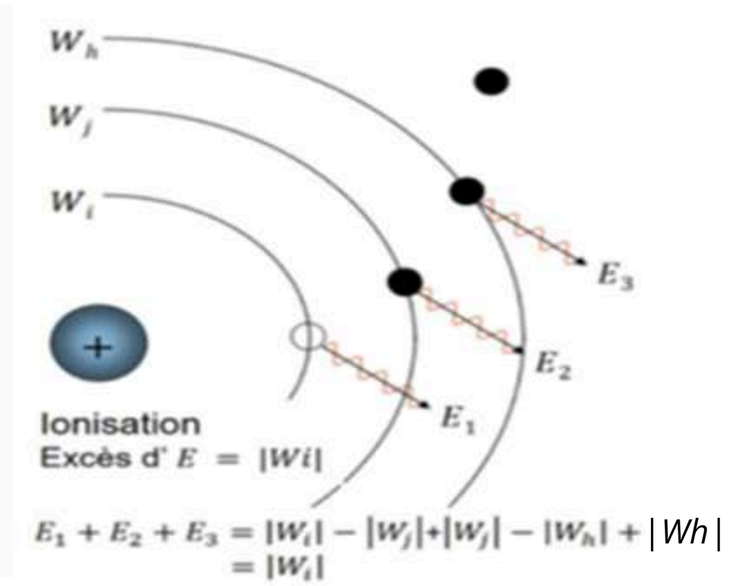
- **électron** de couche **h** comble case vacante couche **j**
  → Photon de fluorescence avec énergie **E2**

Excès d'énergie = E1 + E2

V- CONSÉQUENCES DE CES INTÉRACTIONS

Taylor's Version

IONISATION



Ionisation avec retour à l'état fondamental de manière indirecte :

PHOTON DE FLUORESCENCE

- **électron** de la couche **j** comble la case vacante de couche **i**
  → photon de fluorescence avec Energie = **E1**
- **électron** de la couche **h** comble case vacante de couche **j**
  → photon de fluorescence avec Energie = **E2**
- **électron** libre comble case vacante de couche **h**
  → photon de fluorescence avec Energie = **E3**

Excès d'énergie = E1 + E2 + E3

Taylor's Version

ÉLECTRON D'AUGER

Un photon de fluorescence peut venir expulser un électron

ÉLECTRON D'AUGER

Avec T = énergie cinétique

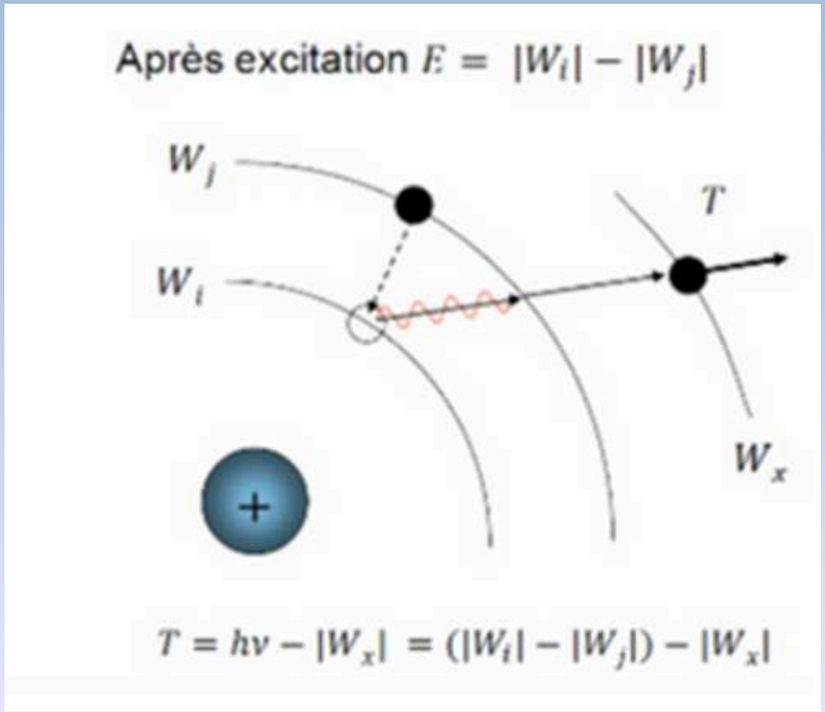
T = **excès d'énergie atome - Wx**

V- CONSÉQUENCES DE CES INTÉRACTIONS

Taylor's Version

ÉXCITATION

ÉLECTRON D'AUGER



- Electron couche j comble case vacante de couche i
- Excès d'énergie = |Wi| - |Wj|

PHOTON DE FLUORESCENCE

Expulse un électron sur **couche x**

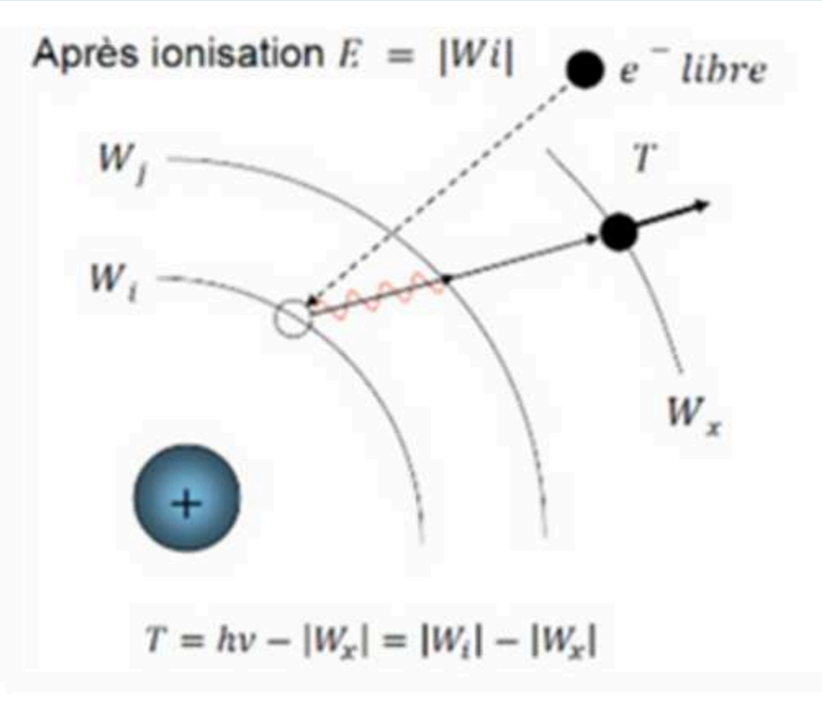
ÉLECTRON D'AUGER

T = hν - |Wx| = (|Wi| - |Wj|) - |Wx|

V- CONSÉQUENCES DE CES INTÉRACTIONS

Taylor's Version

IONISATION



ÉLECTRON D'AUGER

- Ionisation de couche i
- Electron libre comble case vacante de couche i

PHOTON DE FLUORESCENCE

Expulse un électron sur couche x

ÉLECTRON D'AUGER

T = hν - |Wx| = |Wi| - |Wx|

V- CONSÉQUENCES DE CES INTÉRACTIONS

Taylor's Version

RECAPPPPPP

Atome stable

ÉXCITATION

IONISATION

Atome instable
Ionisé ou excité

PHOTON DE FLUORESCENCE

E=hv

ÉLECTRON D'AUGER

T=énergie cinétique

Atome stable

V- CONSÉQUENCES DE CES INTÉRACTIONS

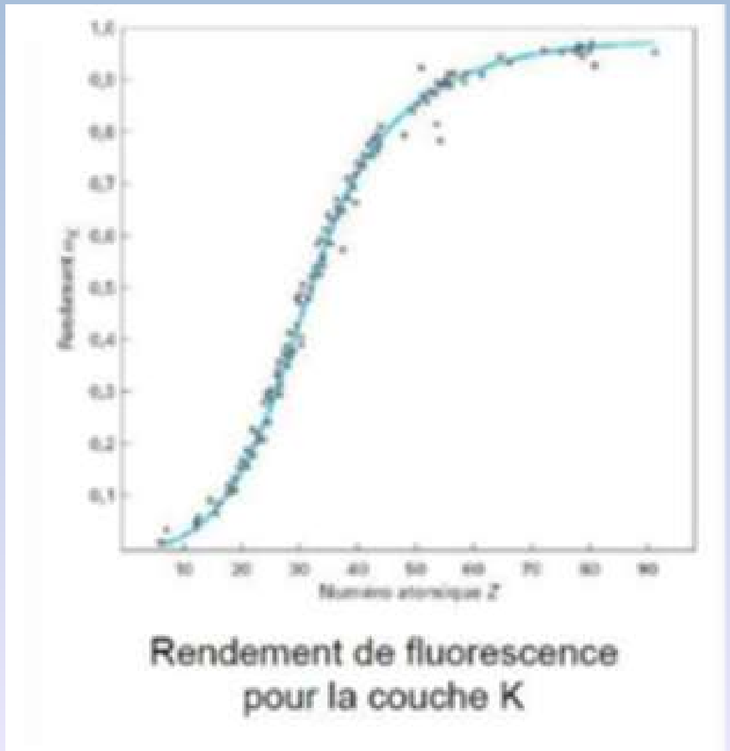
Taylor's Version

Le rendement de fluorescence = compétition entre emission

- PHOTON DE FLUORESCENCE
- ÉLECTRON D'AUGER

oméga minuscule

$$\omega_i = \frac{Proba\ Fluorescence}{Proba\ Auger}$$



Rendement de fluorescence pour la couche K

Z élevé / atome lourds → PHOTON DE FLUORESCENCE

Z faible / atomes légers → ÉLECTRON D'AUGER

Taylor's Version

ÉXCITATION

QCM :

QCM 2 : On considère l'atome de Chlore (Z=17) dont les énergies des électrons selon le modèle de Bohr sont (en eV) : WK = -140 ; WL = -40 et WM = -15. Un atome de Chlore subit une excitation de la couche K vers la couche M. Parmi les phénomènes que l'on pourra observer, indiquez la (les) proposition(s) exacte(s) :

A) Un photon de fluorescence de 15 eV
B) Un photon de fluorescence de 25 eV
C) Un électron d'Auger avec une énergie cinétique de 110 eV
D) Un électron d'Auger avec une énergie cinétique de 125 eV
E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

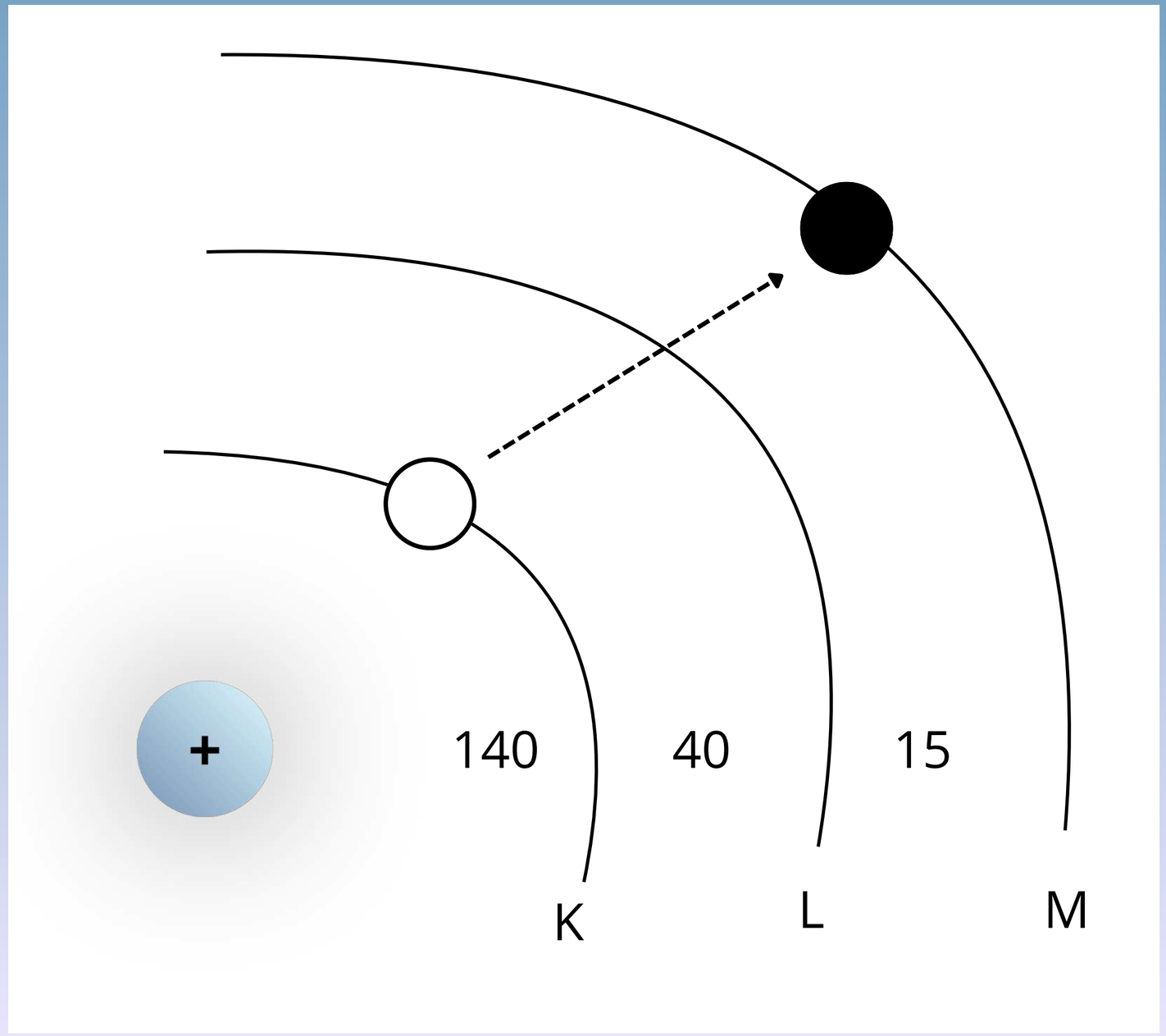
Taylor's Version

ÉXCITATION

QCM :

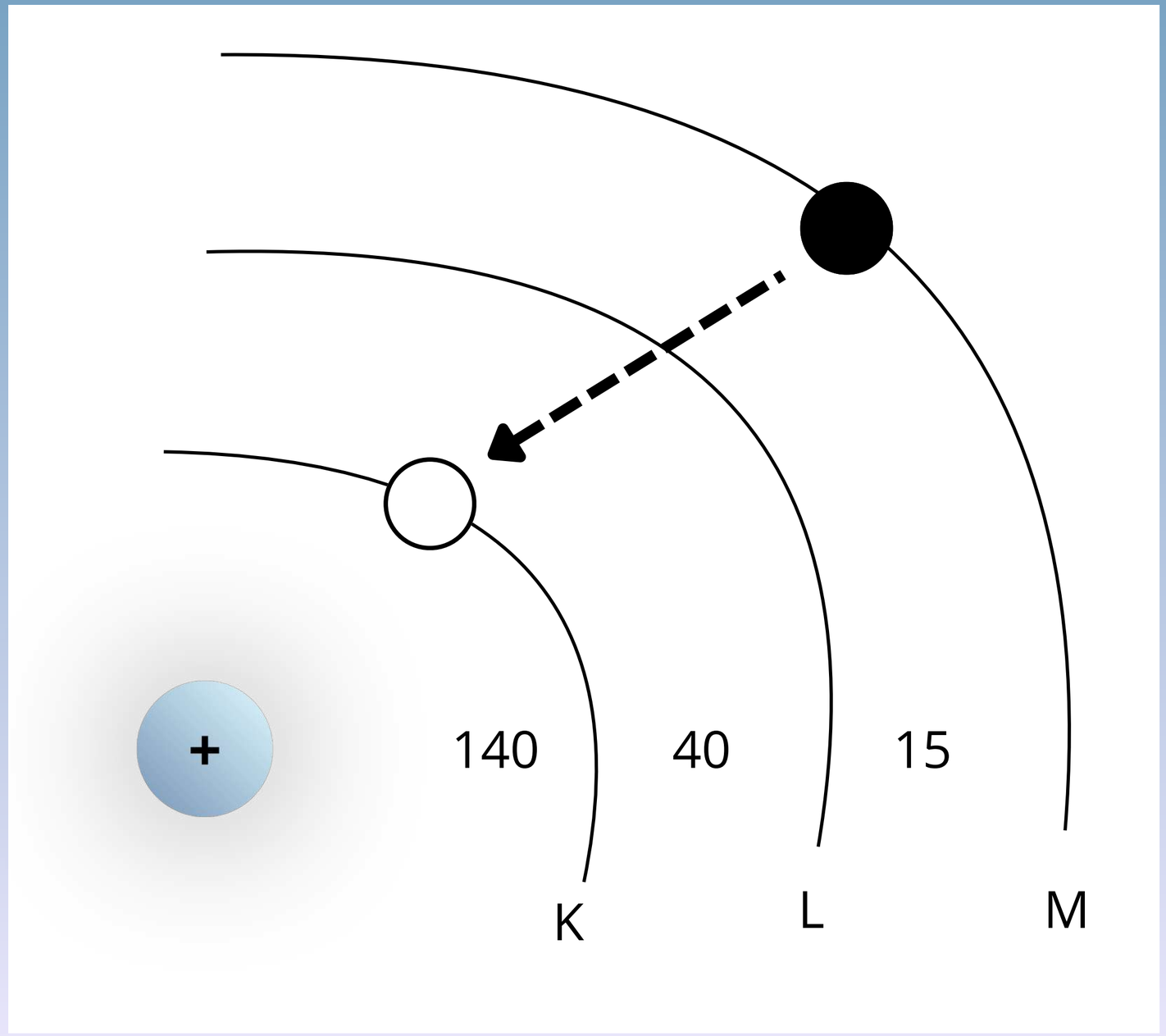
QCM 2 : On considère l'atome de Chlore (Z=17) dont les énergies des électrons selon le modèle de Bohr sont (en eV) : **WK = -140 ; WL = -40 et WM = -15**. Un atome de Chlore subit **une excitation de la couche K vers la couche M**. Parmi les phénomènes que l'on pourra observer, indiquez la (les) proposition(s) exacte(s) :

A) Un photon de fluorescence de 15 eV
B) Un photon de fluorescence de 25 eV
C) Un électron d'Auger avec une énergie cinétique de 110 eV
D) Un électron d'Auger avec une énergie cinétique de 125 eV
E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

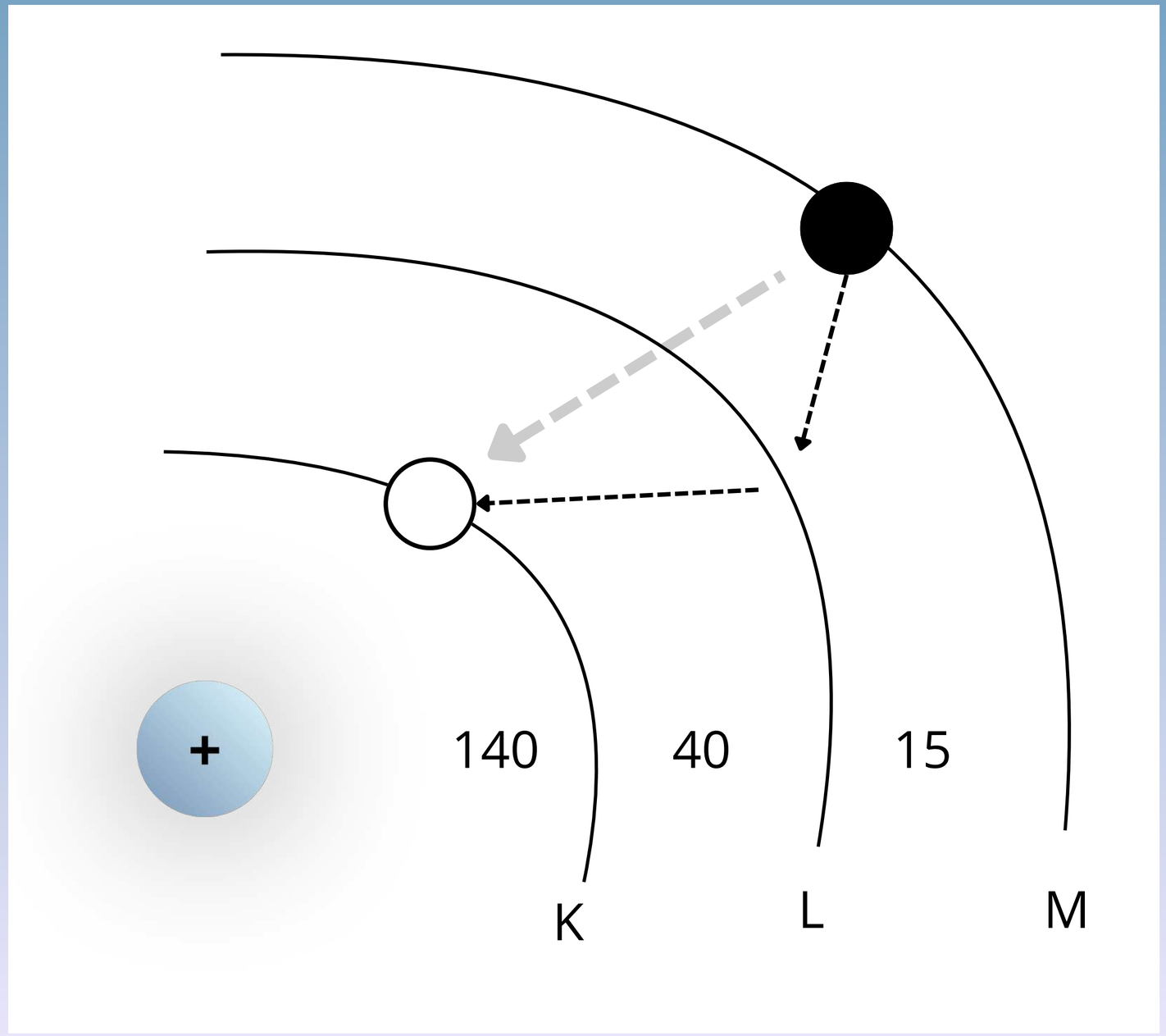


<u>Excitation atome :</u>

Passage de l’électron de K → M

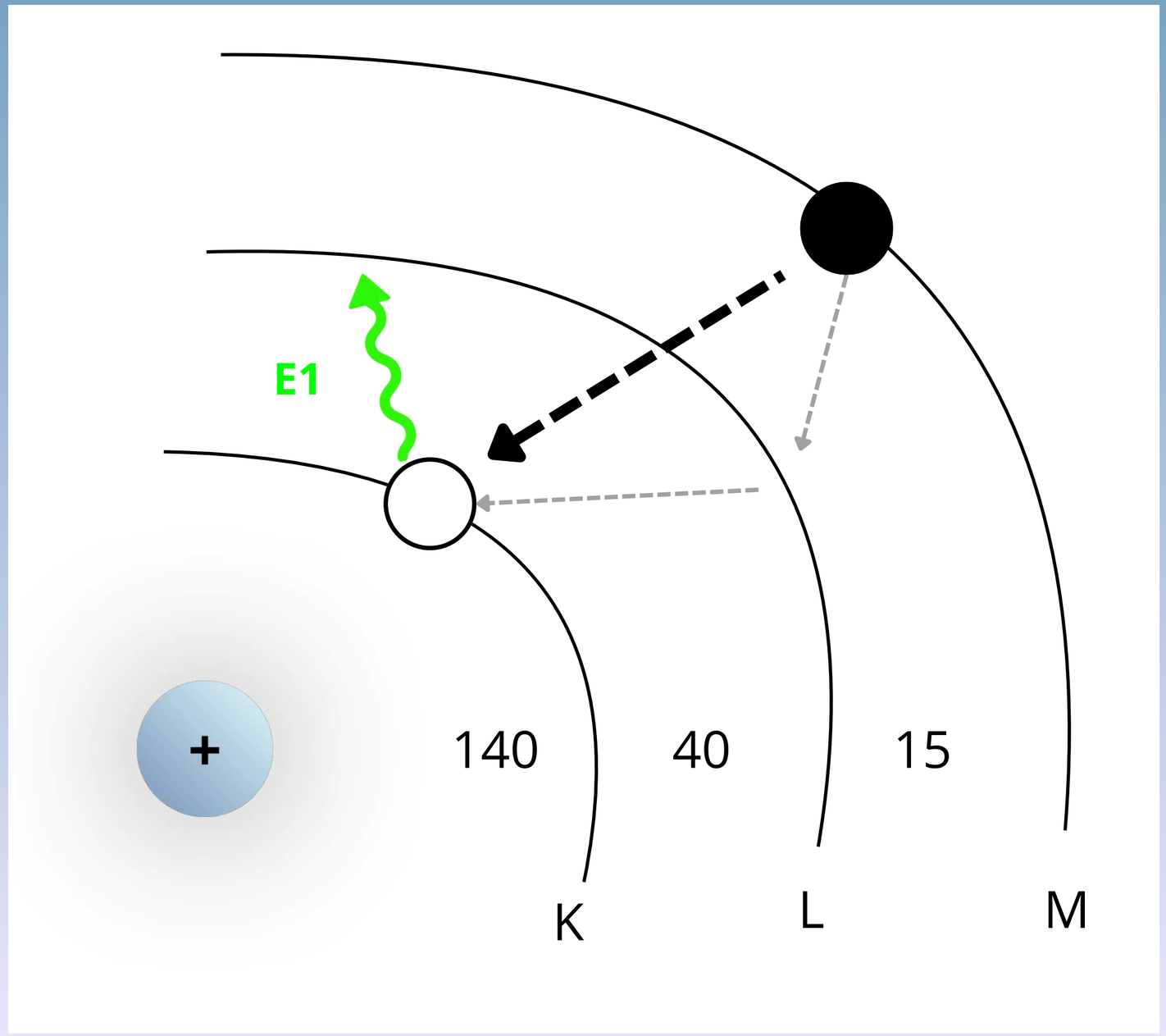


Désexcitation DIRECTE



Désexcitation INDIRECTE

PHOTON DE FLUORESCENCE E1



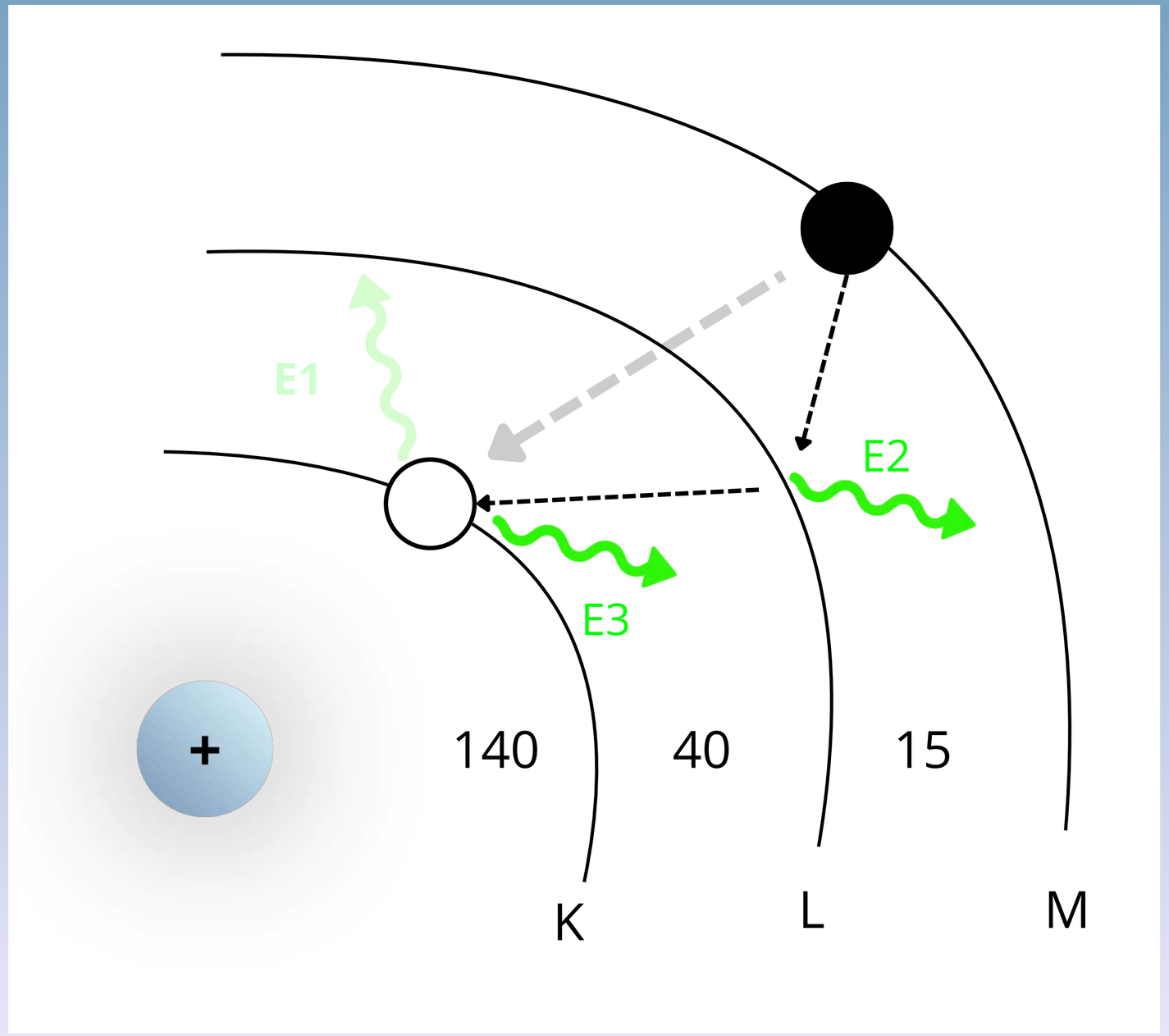
Photon de fluorescence désexcitation <u>DIRECTE :</u>

E1 = WK - WM

= 140 - 15

E1 = **125 eV**

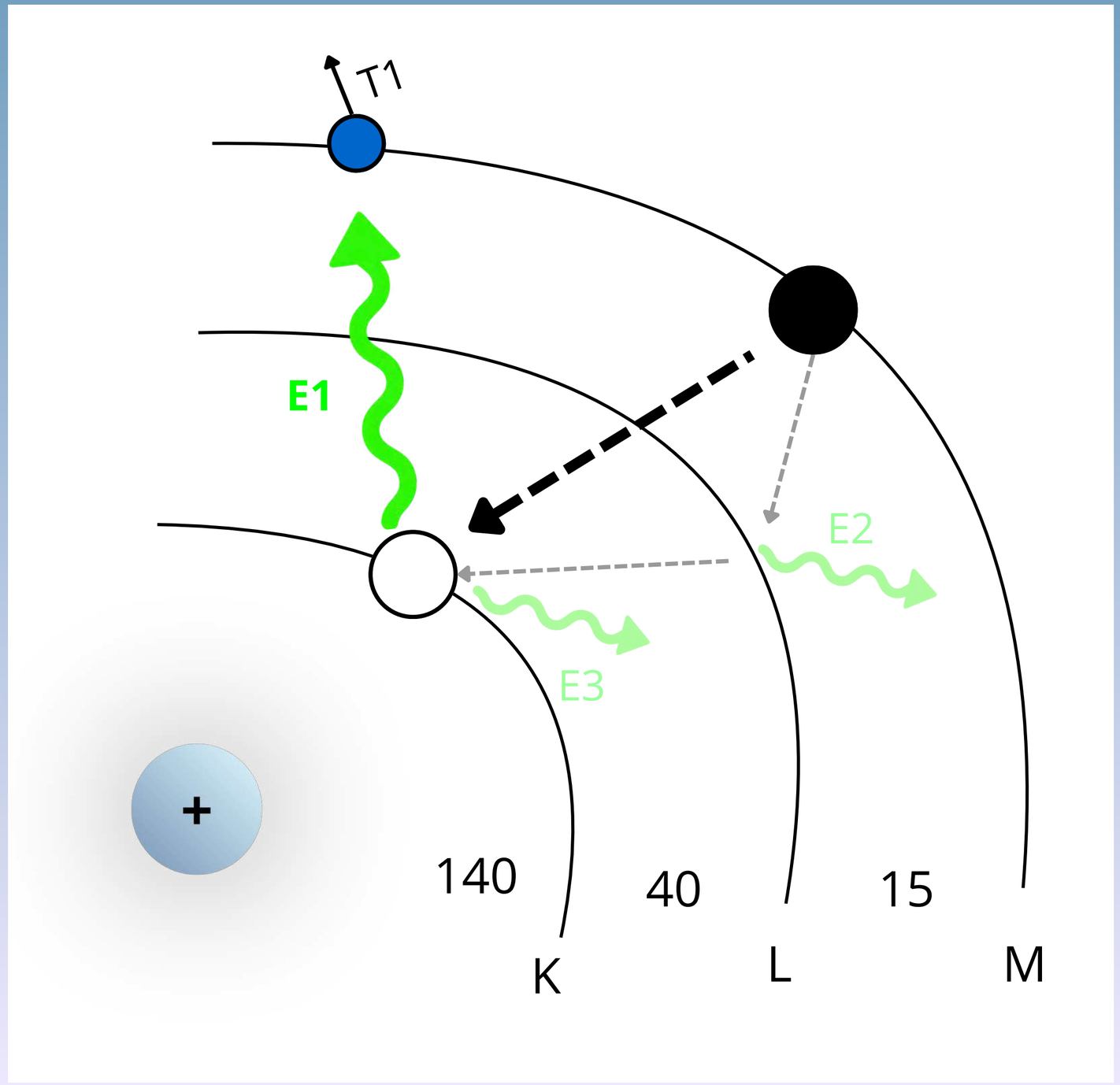
PHOTONS DE FLUORESCENCES E2 ET E3



Photon de fluorescence désexcitation <u>INDIRECTE</u> :

E2 = WL - WM
= 40 - 15
= **25 eV**

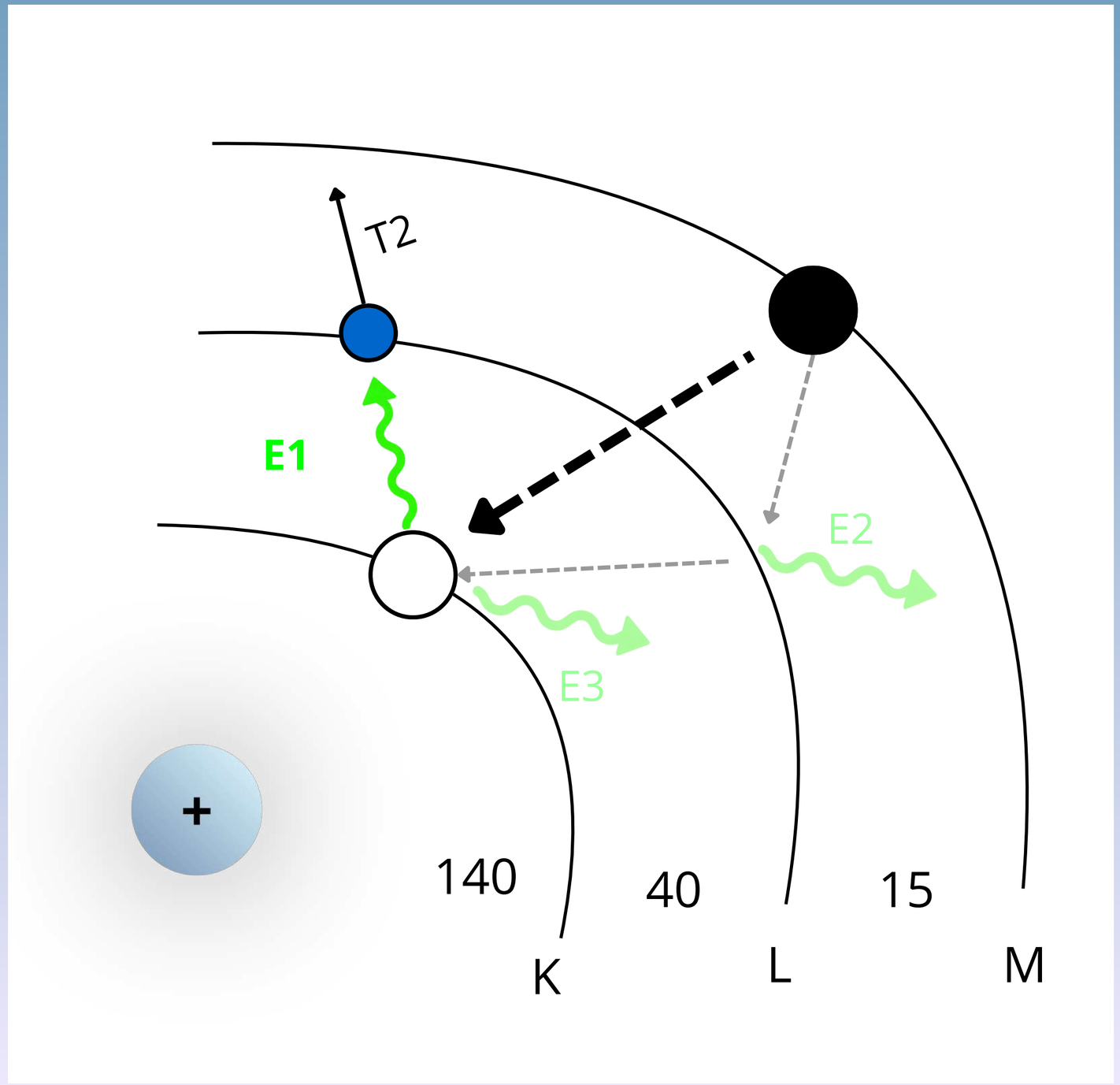
E3 = WK - WL
= 140 - 40
= **100 eV**



E1 → ÉLECTRON D'AUGER T1

Eléctron d'Auger de la couche M par E1

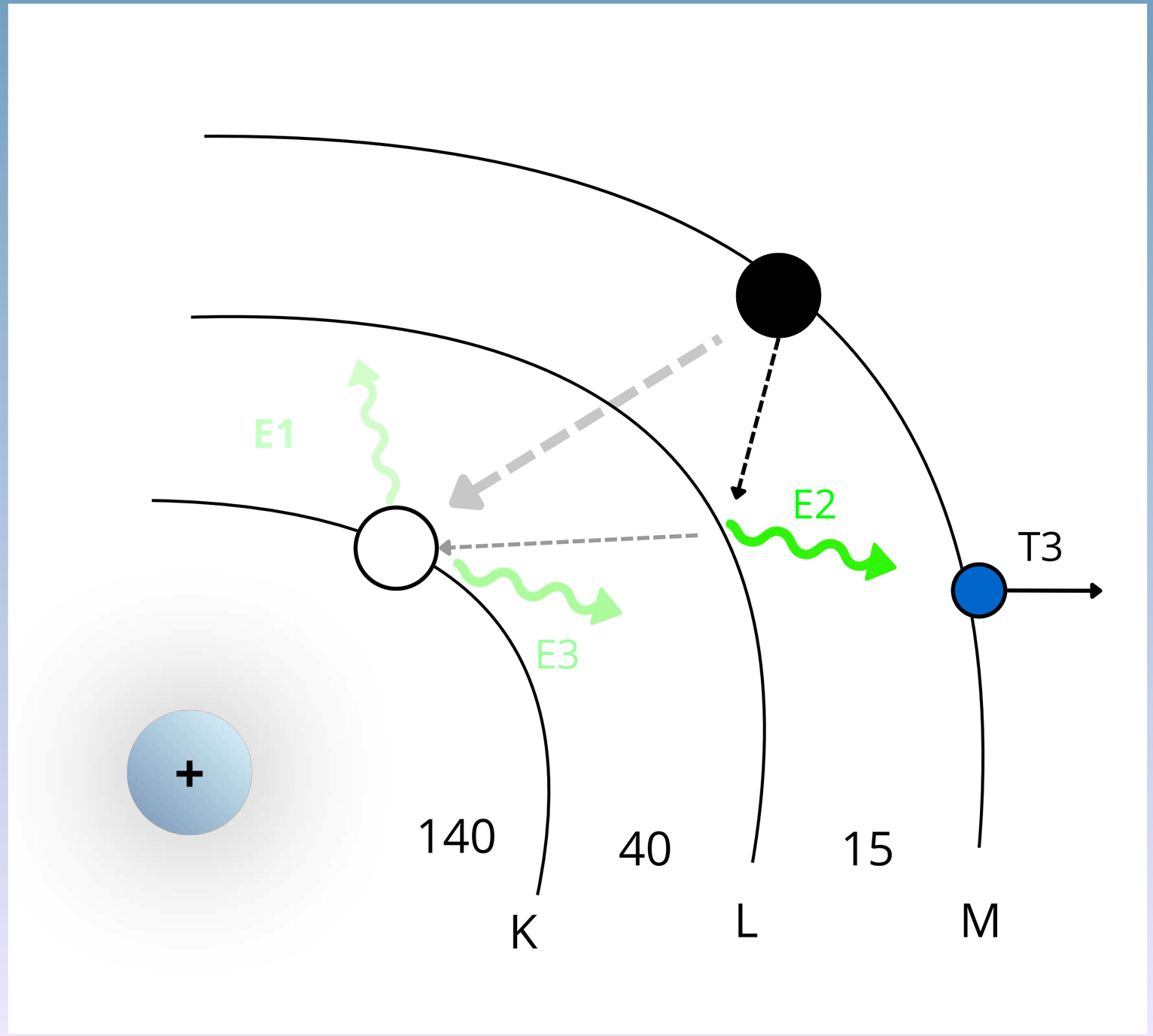
T1 = E1 - WM
= 125 - 15
= **110 eV**



E1 → ÉLECTRON D'AUGER T2

Eléctron d'Auger de la couche L par E1

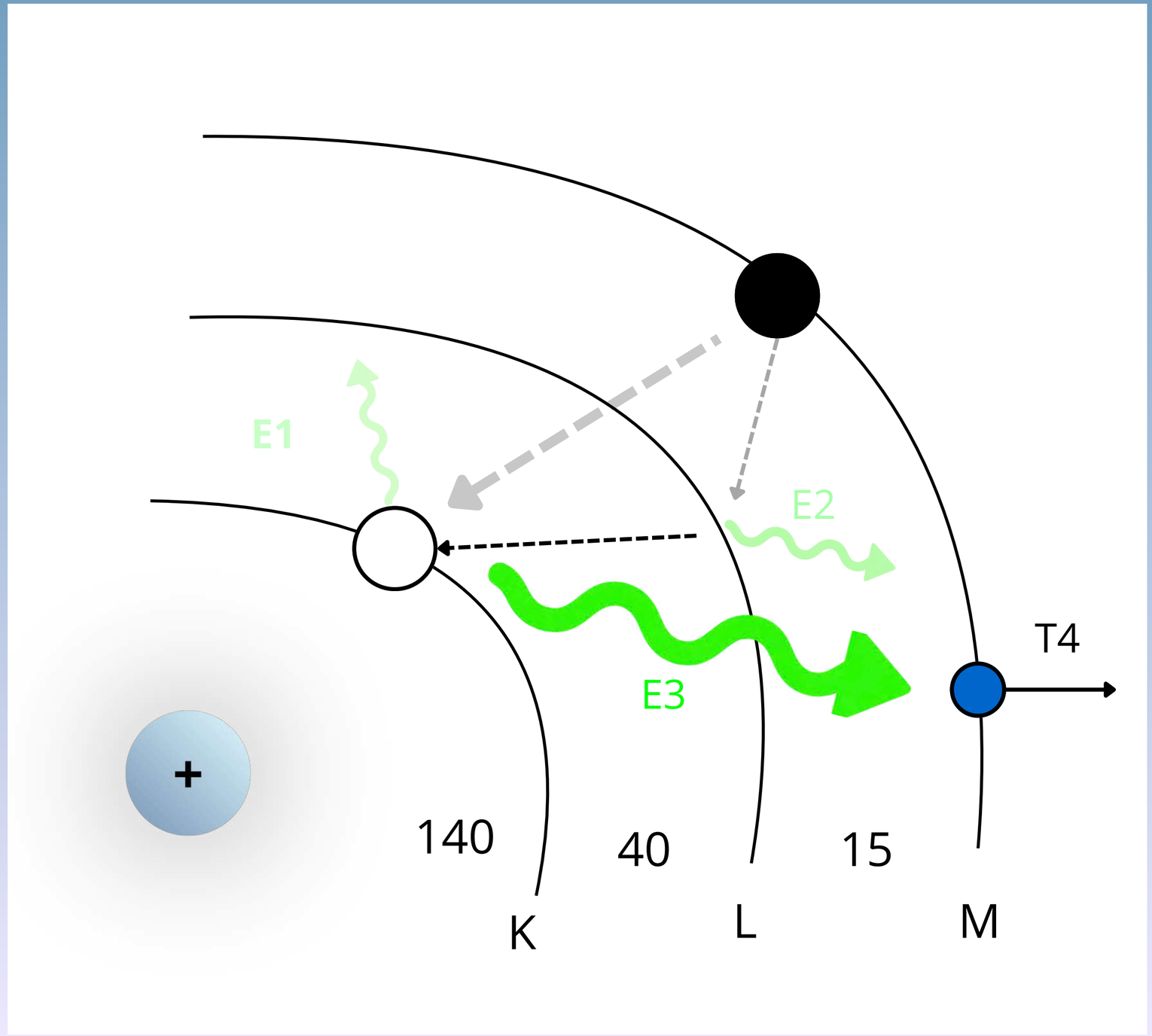
T2 = E1 - WL
= 125 - 40
= **85 eV**



E2 → ÉLECTRON D'AUGER T3

Electron d'Auger de la couche M par E2

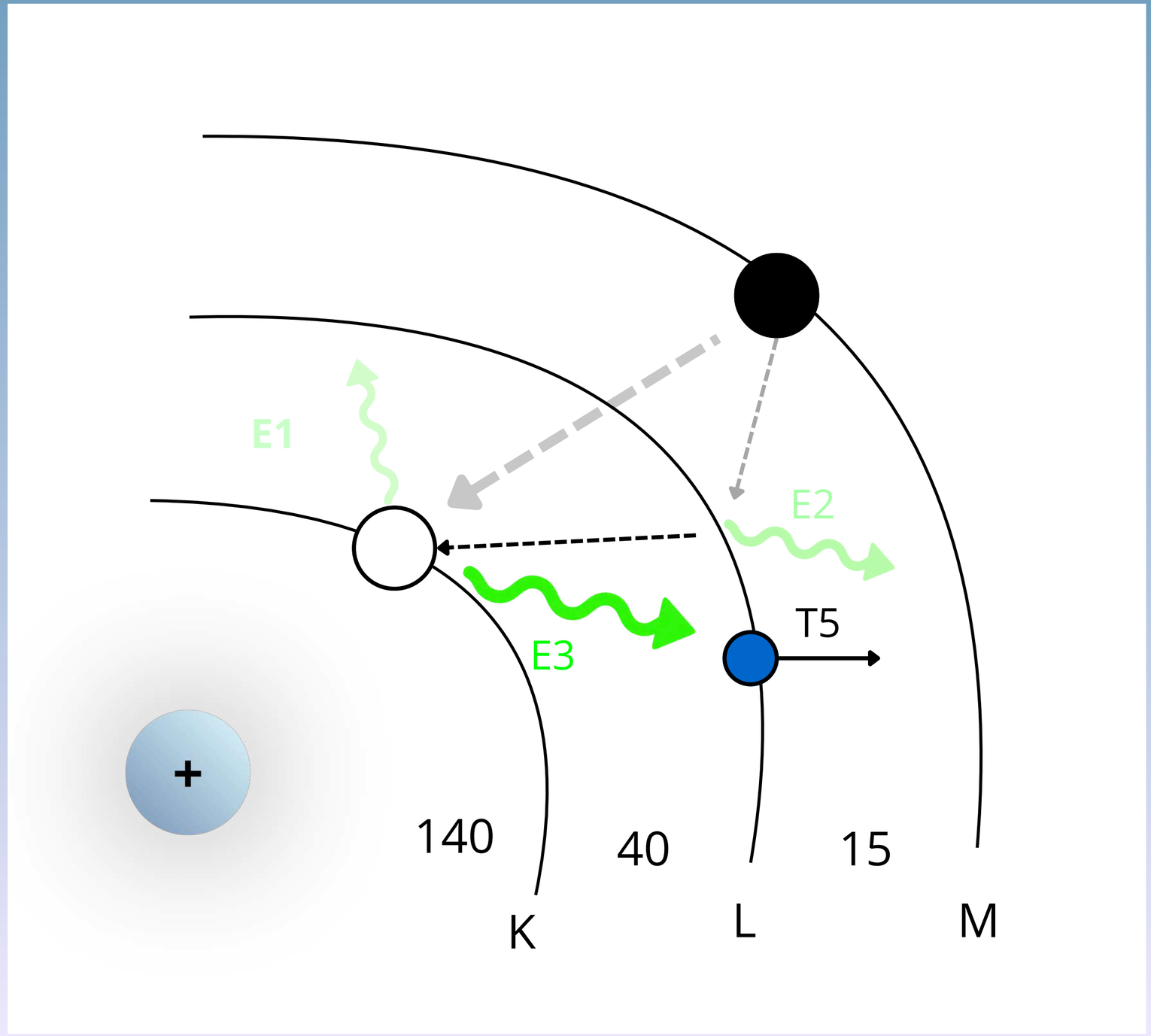
T3 = E2 - WM
= 25 - 15
= **10 eV**



E3 → ÉLECTRON D'AUGER T4

Electron d'Auger de la couche M par E3

T4 = E3 - WM
= 100 - 15
= **85 eV**



E3 → ÉLECTRON D'AUGER T5

Electron d'Auger de la couche L par E3

T5 = E3 - WL
= 100 - 40
= **60 eV**

BC

QCM :

ÉXCITATION

QCM 2 : On considère l'atome de Chlore (Z=17) dont les énergies des électrons selon le modèle de Bohr sont (en eV) : WK = -140 ; WL = -40 et WM = -15. Un atome de Chlore subit une excitation de la couche K vers la couche M. Parmi les phénomènes que l'on pourra observer, indiquez la (les) proposition(s) exacte(s) :

A) Un photon de fluorescence de 15 eV
B) Un photon de fluorescence de 25 eV
C) Un électron d'Auger avec une énergie cinétique de 110 eV
D) Un électron d'Auger avec une énergie cinétique de 125 eV
E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

PHOTON DE FLUORESCENCE

E1 = **125 eV**
E2 = **25 eV**
E3 = **100 eV**

ÉLECTRON D'AUGER

T1 = **110 eV**
T2 = T4 = **85 eV**
T3 = **10 eV**
T5 = **60 eV**

IONISATION

QCM :

<u>QCM 3</u> : Soit un atome de bore (Z=5). Les énergies de ses électrons sont sur la couche K : WK = -188 eV et sur la couche L : WL = - 7,3 eV. Il subit une ionisation de la couche K, on peut observer :

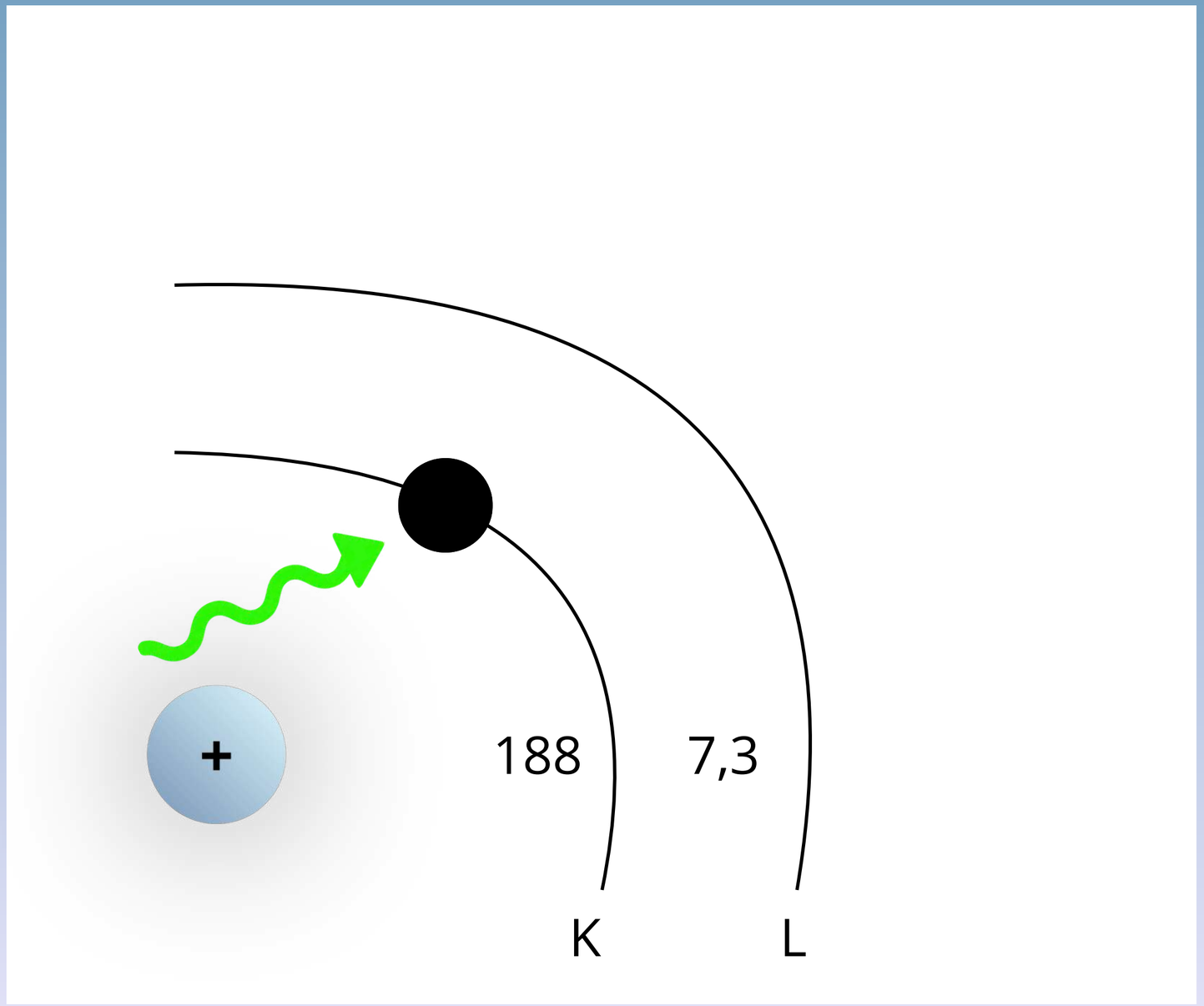
A) Un photon de fluorescence de 188 eV
B) Un photon de fluorescence de 180,7 eV
C) Un électron Auger de 7,3 eV
D) Un électron Auger de 173,4 eV
E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

IONISATION

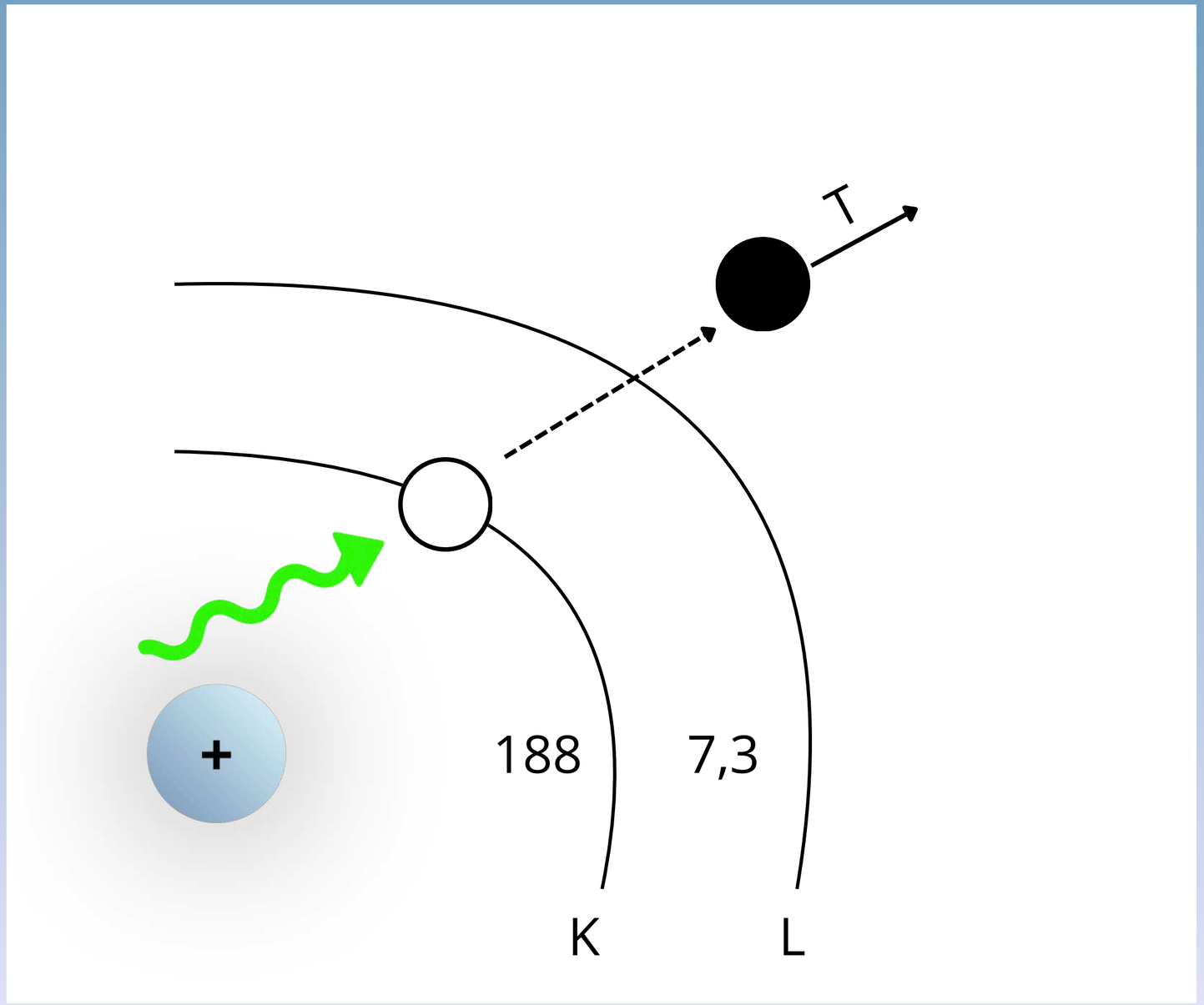
QCM :

<u>QCM 3</u> : Soit un atome de bore (Z=5). Les énergies de ses électrons sont sur la couche **K : WK = -188 eV et sur la couche L : WL = - 7,3 eV**. Il subit **une ionisation de la couche K**, on peut observer :

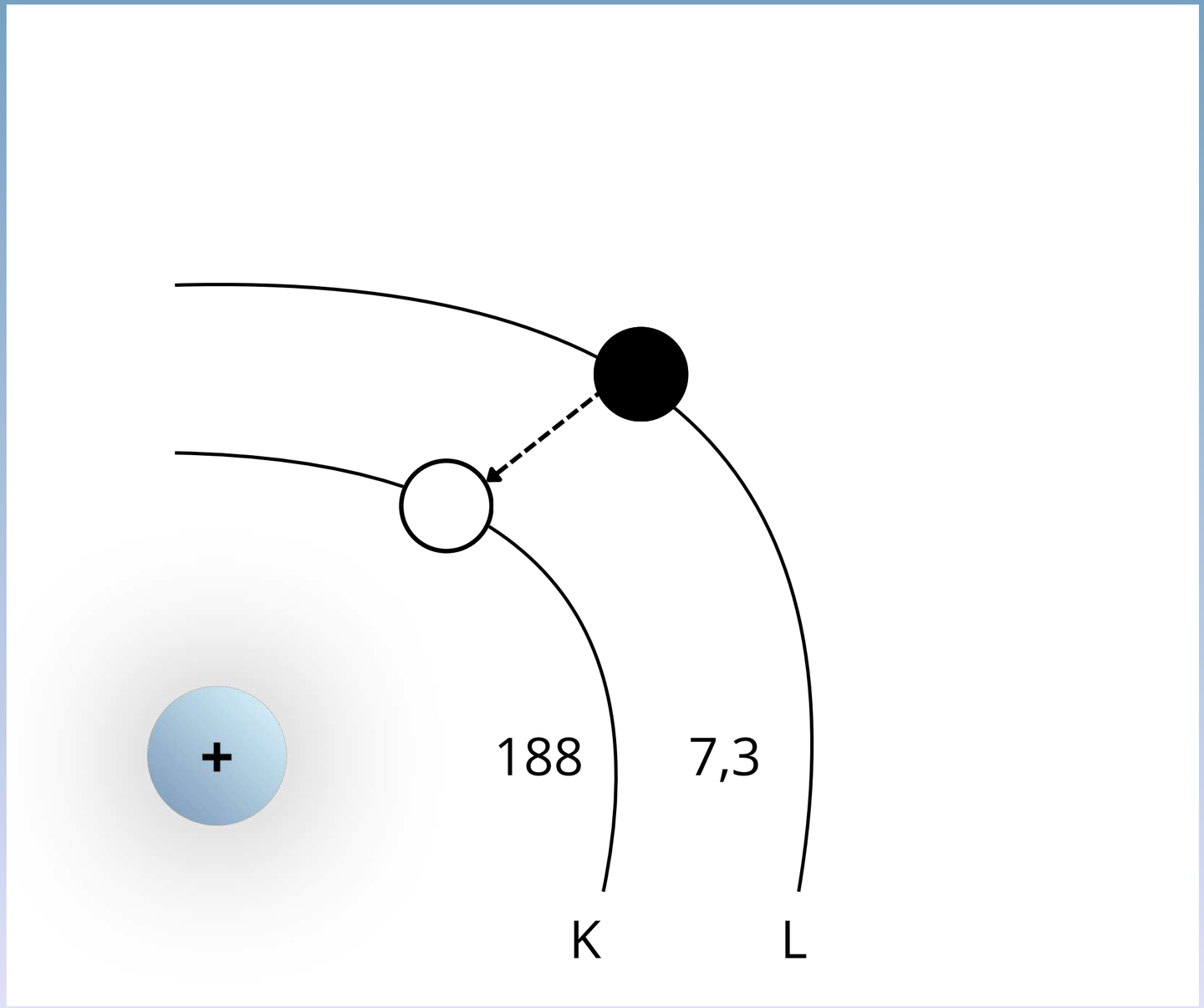
A) Un photon de fluorescence de 188 eV
B) Un photon de fluorescence de 180,7 eV
C) Un électron Auger de 7,3 eV
D) Un électron Auger de 173,4 eV
E) Les propositions A, B, C et D sont fausses



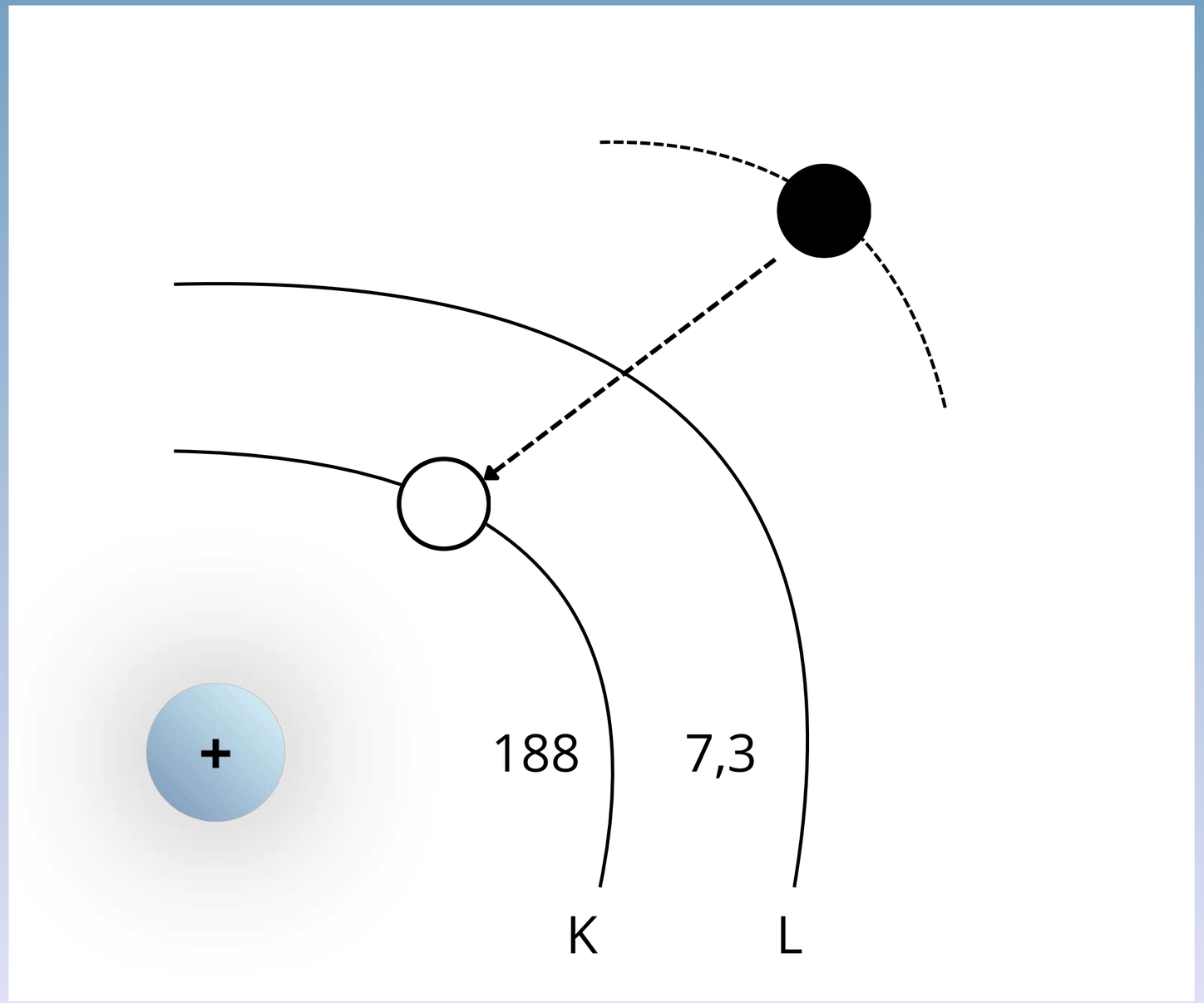
L’atome subit une ionisation de la couche K



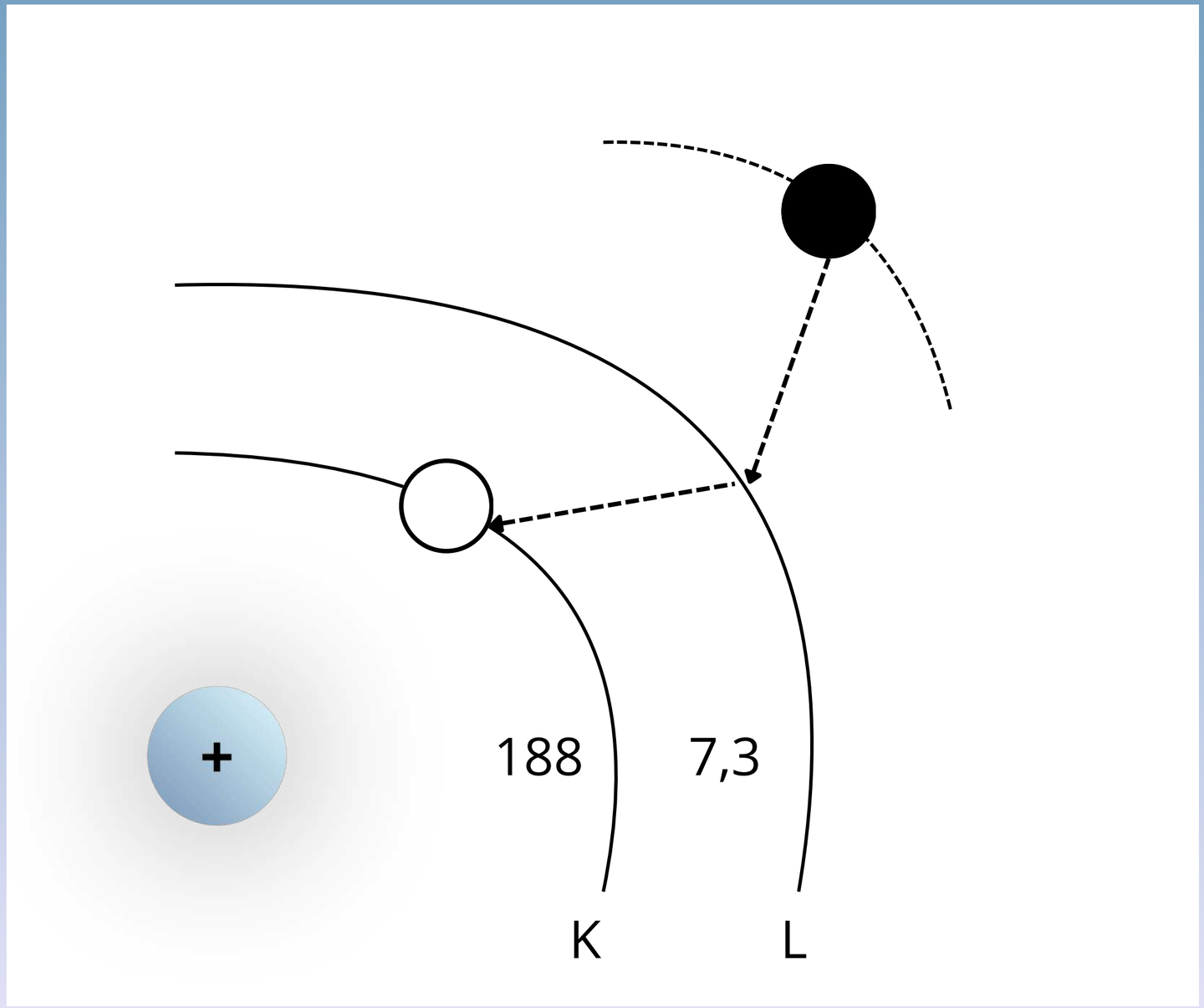
L’atome subit une ionisation de la couche K



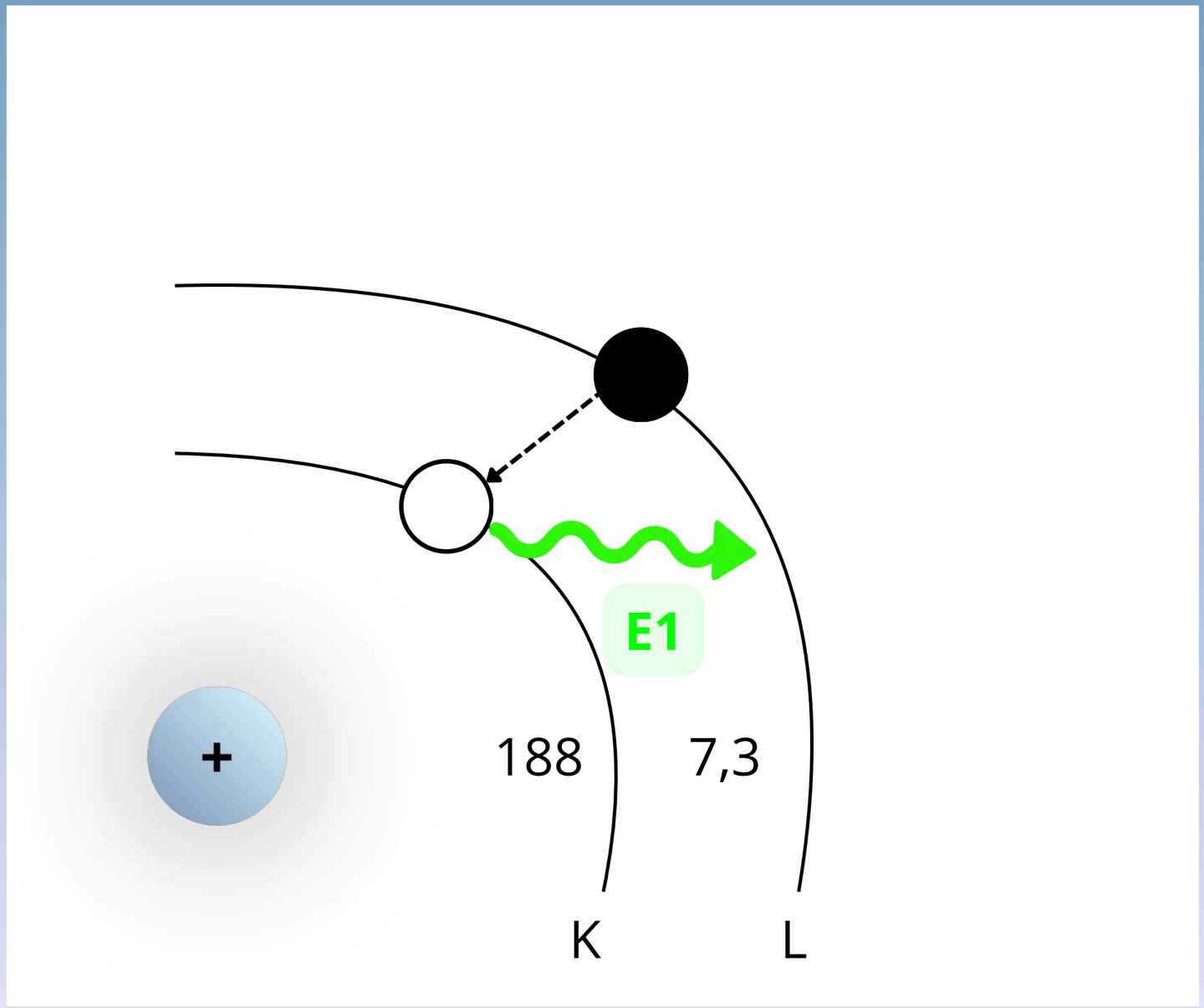
Comblement <u>DIRECT</u> de la case vacante par un électron de la couche L



Comblement <u>DIRECT</u> de la case vacante par un électron libre



Comblement <u>INDIRECT</u> de la case vacante par un électron libre

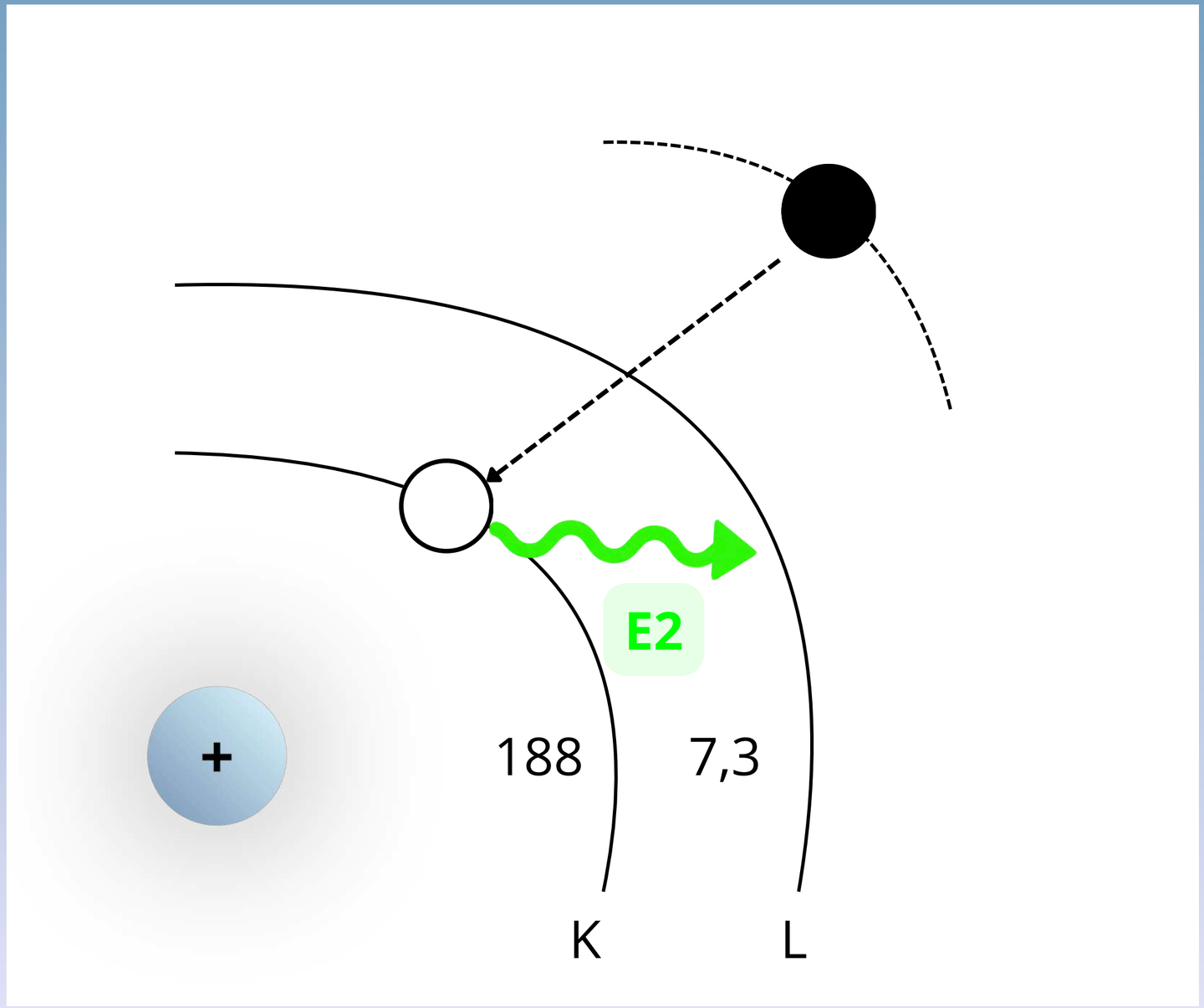


Comblement <u>DIRECT</u> de la case vacante par un électron de la couche L

E1 = WK - WL

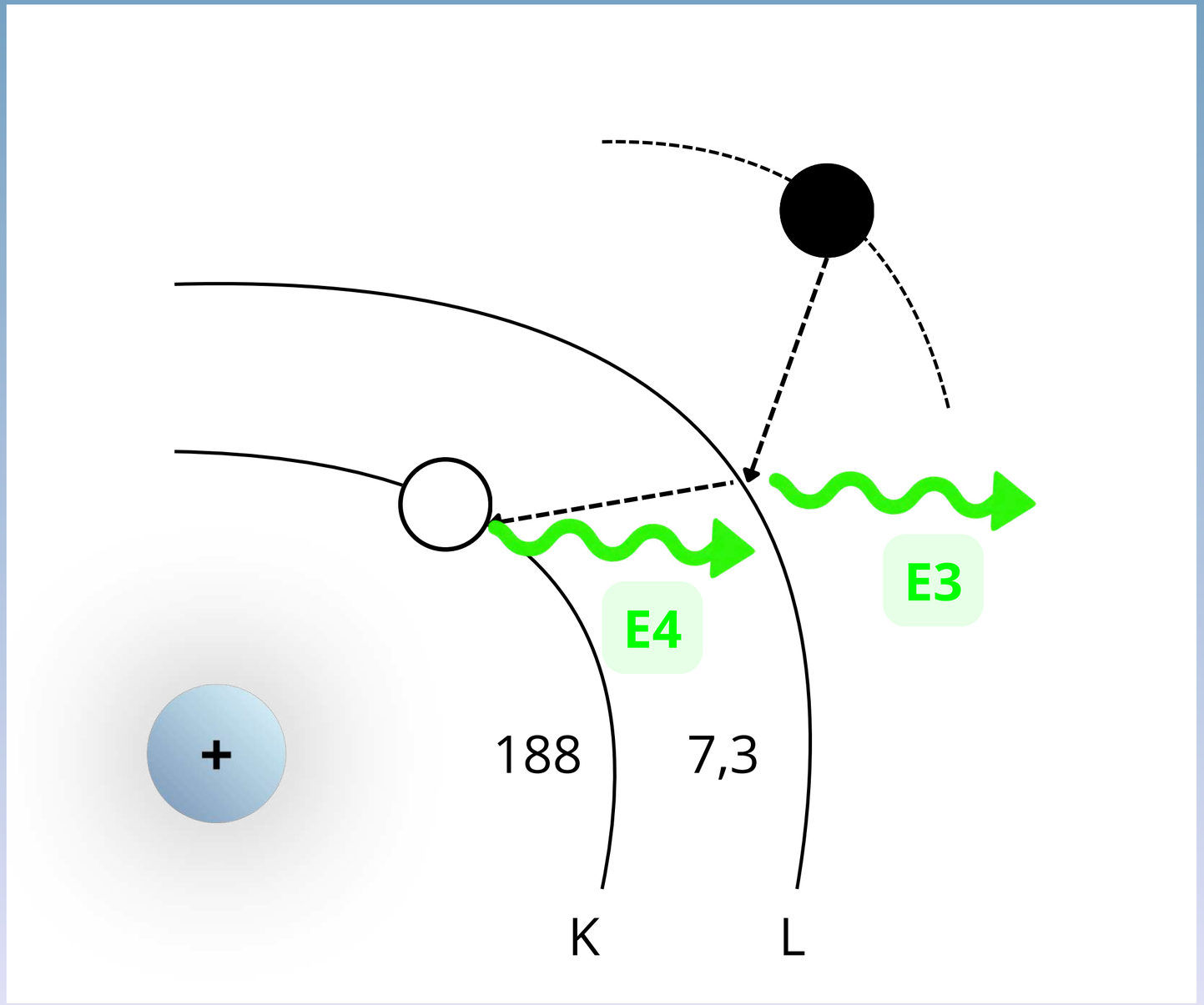
= 188 - 7,3

E1 = 180,7 eV



Comblement <u>DIRECT</u> de la case vacante par un électron libre

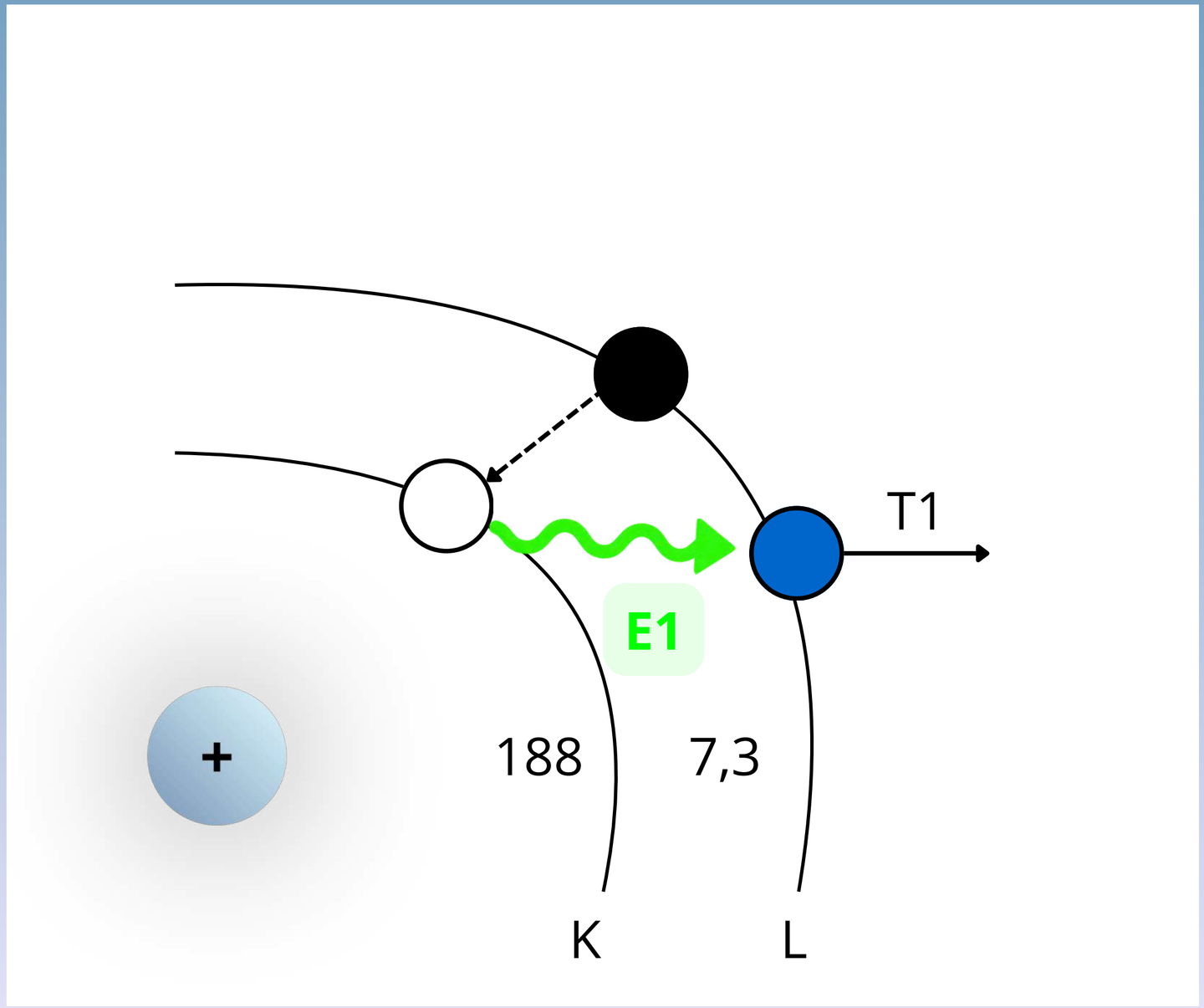
E2 = 188 eV



Comblement <u>INDIRECT</u> de la case vacante par un électron libre

E3 = WL = **7,3 eV**

E4 = WK - WL = **180,7 eV**



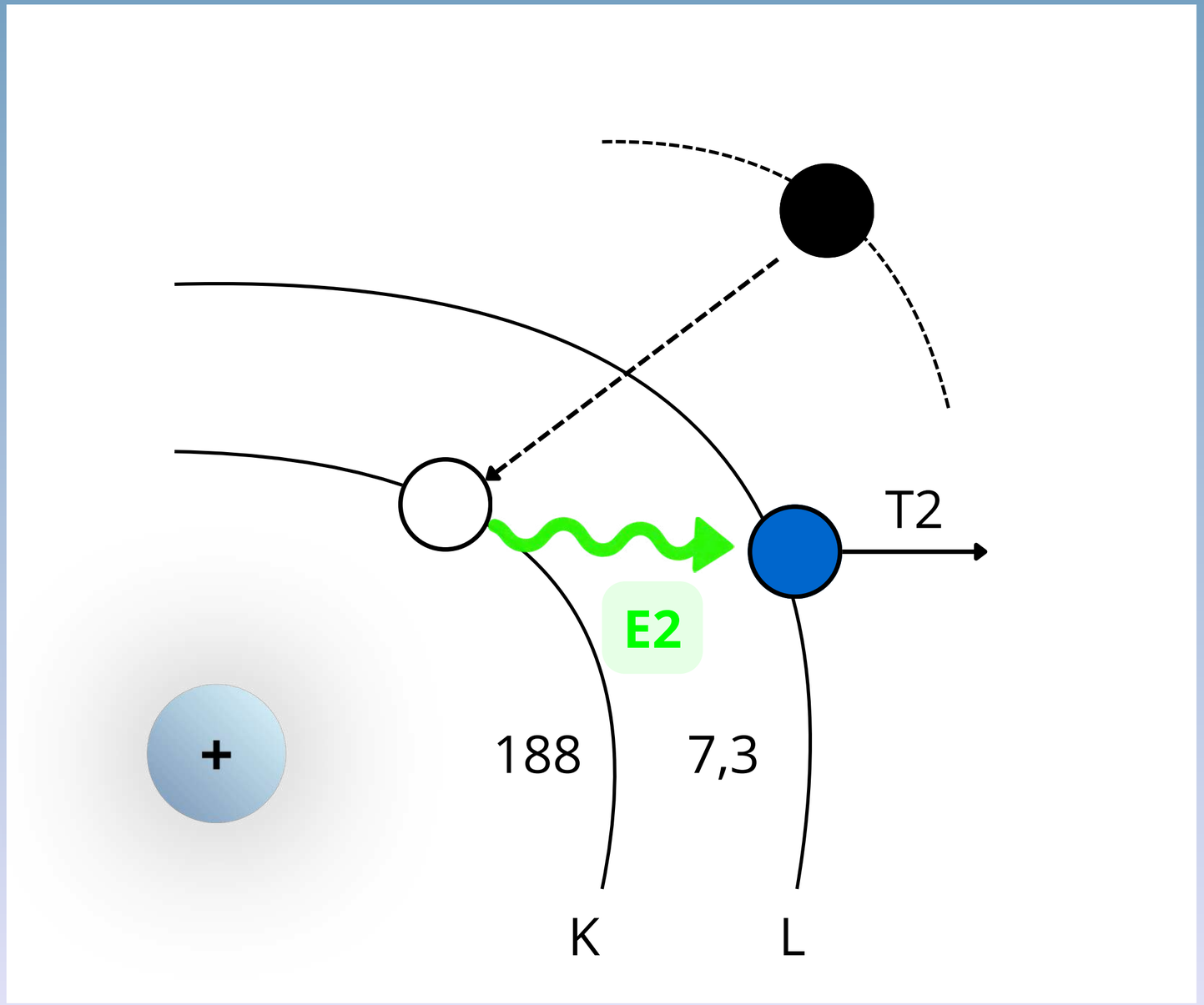
Comblement <u>DIRECT</u> de la case vacante par un électron de la couche L

<u>Expulsion électron de couche L par E1</u>

T = E1 - WL

= 180,7 - 7,3

T1 = 173,4 eV



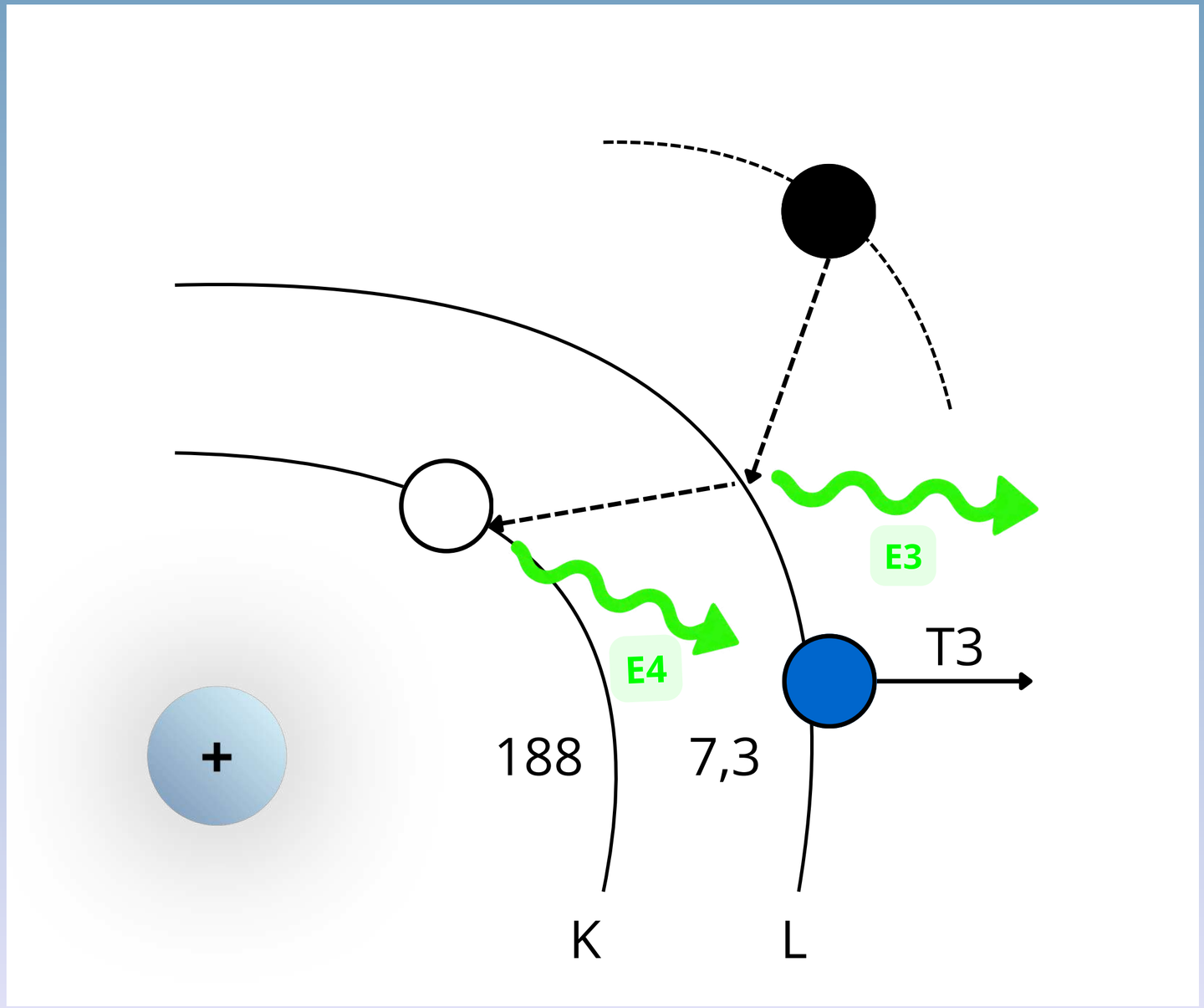
Comblement <u>DIRECT</u> de la case vacante par un électron libre

<u>Expulsion électron de couche L par E2</u>

T2 = E2 - WL

= 188 - 7,3

T2 = 180,7 ev



<u>Comblement INDIRECT de la case vacante par un électron libre</u>

<u>Expulsion électron de couche L par E4</u>

T3 = E4 - WL

= 180,7 - 7,3

T3 = 173,4 ev

ABD

QCM :

IONISATION

<u>QCM 3</u> : Soit un atome de bore (Z=5). Les énergies de ses électrons sont sur la couche K : WK = -188 eV et sur la couche L : WL = - 7,3 eV. Il subit une ionisation de la couche K, on peut observer :

A) Un photon de fluorescence de 188 eV
B) Un photon de fluorescence de 180,7 eV
C) Un électron Auger de 7,3 eV
D) Un électron Auger de 173,4 eV
E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

PHOTON DE FLUORESCENCE

E1 = E4 = **180,7**
E2 = **188**
E3 = **7,3**

ÉLECTRON D'AUGER

T1 = T3 = **173,4**
T2 = **180,7**

V- CONSÉQUENCES DE CES INTÉRACTIONS

ASTUCEEE

Le nom des couches il faut prendre celles de l'énoncé
i,j,k,h ou K,M,L
→ aucune importance

- SE FAIRE UN SCHÉMA SE REPRÉSENTANT L'ATOME AVEC CES DIFFÉRENTES COUCHES

- ON VA FAIRE ICI LA VERSION COMPLÈTE (TOUTES LES POSSIBILITÉS) MAIS EN QCM QUAND VOUS AUREZ L HABITUDE VOUS IREZ PLUS VITE 🙂

- PARTIR DES ITEMS ET CHERCHER SI ILS SONT JUSTES

SHAKE IT OFF (1)

<u>QCM 4</u> : Soit l'atome de Chlore (Z=17). Il subit une excitation par passage de la couche K à la couche M. Les énergies de ses électrons sont (en eV) : WK = - 200 ; WL = - 50 ; WM = - 20. Quels phénomènes pourra-t on observer lors de son retour à l'état fondamental ?

A) Un photon de fluorescence de 180 eV
B) Un photon de fluorescence de 30 eV
C) Un électron Auger de 130 eV
D) Un électron Auger de 150 eV
E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

ABC

SHAKE IT OFF (1)

<u>QCM 4</u> : Soit l'atome de Chlore (Z=17). Il subit une excitation par passage de la couche K à la couche M. Les énergies de ses électrons sont (en eV) : WK = - 200 ; WL = - 50 ; WM = - 20. Quels phénomènes pourra-t on observer lors de son retour à l'état fondamental ?

A) Un photon de fluorescence de 180 eV
B) Un photon de fluorescence de 30 eV
C) Un électron Auger de 130 eV
D) Un électron Auger de 150 eV → Vrai pour un photon de fluorescence
E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

SHAKE IT OFF (2)

<u>QCM 5</u> : Les énergies des électrons de l'atome de carbone (Z = 6) sont égales, dans le modèle de Bohr, à -284 eV pour la couche K et -18 eV pour la couche L. Quelle(s) est (sont) l'(les) émission(s) que l'on peut observer après une ionisation par expulsion d'un électron de la couche K de cet atome ?

A) Un photon de fluorescence de 18 eV
B) Un photon de fluorescence de 266 eV
C) Un photon de fluorescence de 284 eV
D) Un électron Auger d'énergie cinétique égale à 248 eV
E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

ABCD SHAKE IT OFF (2)

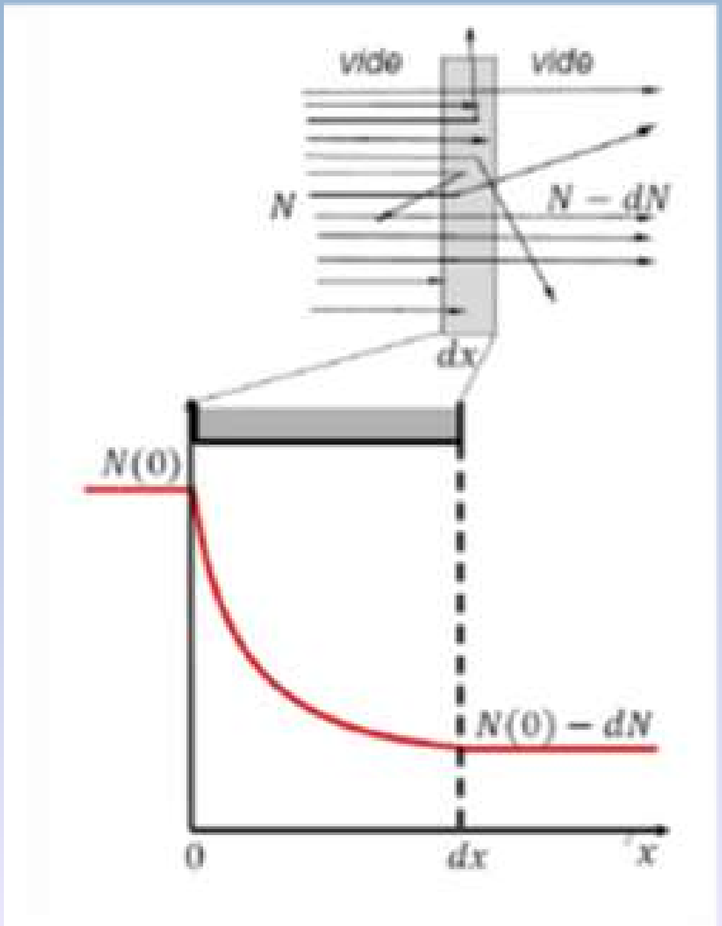
<u>QCM 5</u> : Les énergies des électrons de l'atome de carbone (Z = 6) sont égales, dans le modèle de Bohr, à -284 eV pour la couche K et -18 eV pour la couche L. Quelle(s) est (sont) l'(les) émission(s) que l'on peut observer après une ionisation par expulsion d'un électron de la couche K de cet atome ?

A) Un photon de fluorescence de 18 eV
B) Un photon de fluorescence de 266 eV
C) Un photon de fluorescence de 284 eV
D) Un électron Auger d'énergie cinétique égale à 248 eV
E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

VI) INTERACTIONS DES PHOTONS AVEC LA MATIÈRE :

VI) INTERACTIONS DES PHOTONS AVEC LA MATIÈRE :

ATTÉNUATION DES PHOTONS À TRAVERS LA MATIÈRE



Flux de photon à travers un échantillon

- **Absorbé** *(mur)*
- **Diffusé** (dévié) *(eau)*
- **Transmis** (traverse sans interactions) *(vitre)*

LOI D'ATTENUATION

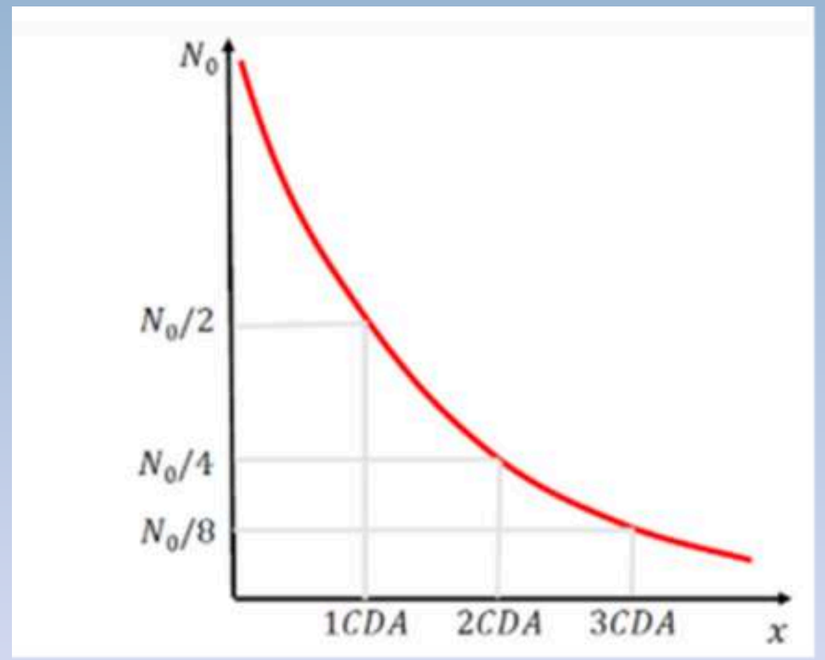
→ nombre photons traversant un échantillon

→ atténuation **EXPONENTIELLE**

VI) INTERACTIONS DES PHOTONS AVEC LA MATIÈRE :

COUCHE DE DEMI-ATTÉNUATION :

= epaisseur **x** qui diminue le flux de photon **d'un facteur 2**



x	$N(x)/N(0)$	%
$1 \times CDA$	$1/2$	50
$2 \times CDA$	$(1/2)^2$	25
$3 \times CDA$	$(1/2)^3$	12,5
$n \times CDA$	$(1/2)^n$	
$10 \times CDA$	$1/1024$	0,1

coéfficient linéique d'atténuation

0,693

CDA = ln(2) / μ

cm (longueur)

Le nombre de photons transmis après **10 CDA** → **NEGLIGEABLE**

QCMMMM

<u>QCM 6</u> : Après avoir traversé 12 cm de papier on récupère 6,25% du flux initial de photon. Quelle est la couche de demi atténuation (CDA) du papier ?

A) 10 cm
B) 6 cm
C) 4 cm
D) 3 cm
E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

D

QCMMMMM

QCM 6 : Après avoir traversé 12 cm de papier on récupère 6,25% du flux initial de photon. Quelle est la couche de demi atténuation (CDA) du papier ?

A) 10 cm
B) 6 cm
C) 4 cm
D) 3 cm
E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

100%
÷2 | 1 CDA
↓
50%
÷2 | 2 CDA
↓
25%
÷2 | 3 CDA
↓
12,5%
÷2 | 4 CDA
↓
6,25%

12 cm ÷ 4CDA = 3 cm

VI) INTERACTIONS DES PHOTONS AVEC LA MATIÈRE :

LES MÉCANISMES D'INTERACTIONS DES PHOTONS :

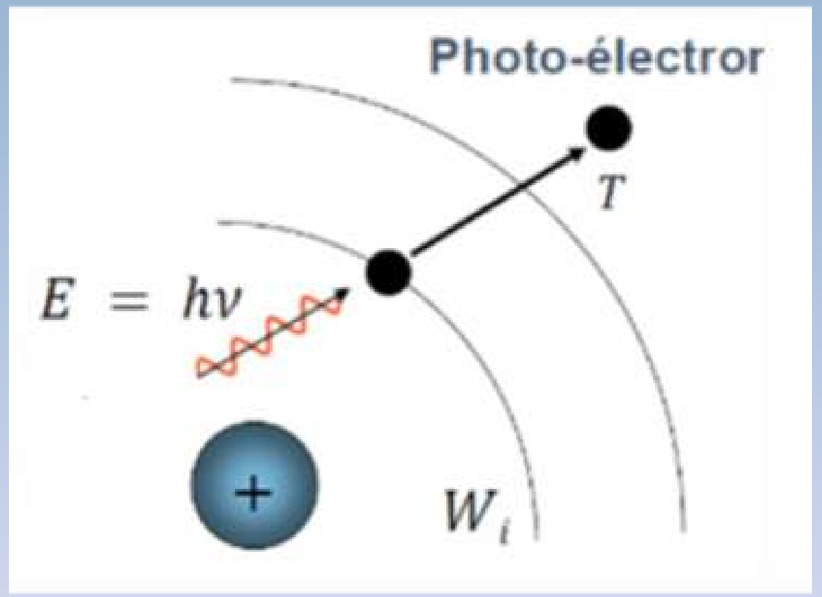
EFFET PHOTOÉLECTRIQUE

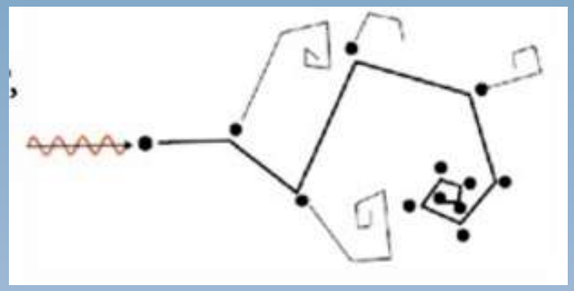
CRÉATION DE PAIRE

EFFET COMPTON

VI) INTERACTIONS DES PHOTONS AVEC LA MATIÈRE :

EFFET PHOTOÉLECTRIQUE





Trajet photo-électron dans la matière (intéractions coulombiennes)

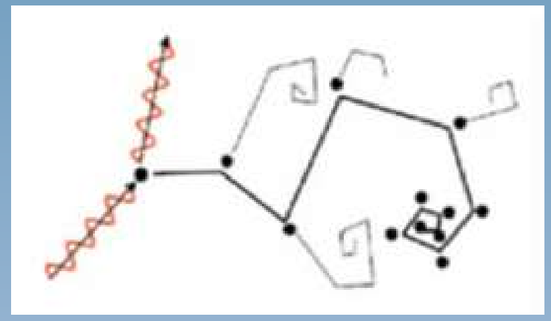
Transfert **<u>TOTALITE</u>** de énergie du photon à atome

→ expulsion d'un électron (Ionisation) : **PHOTO - ELECTRON**

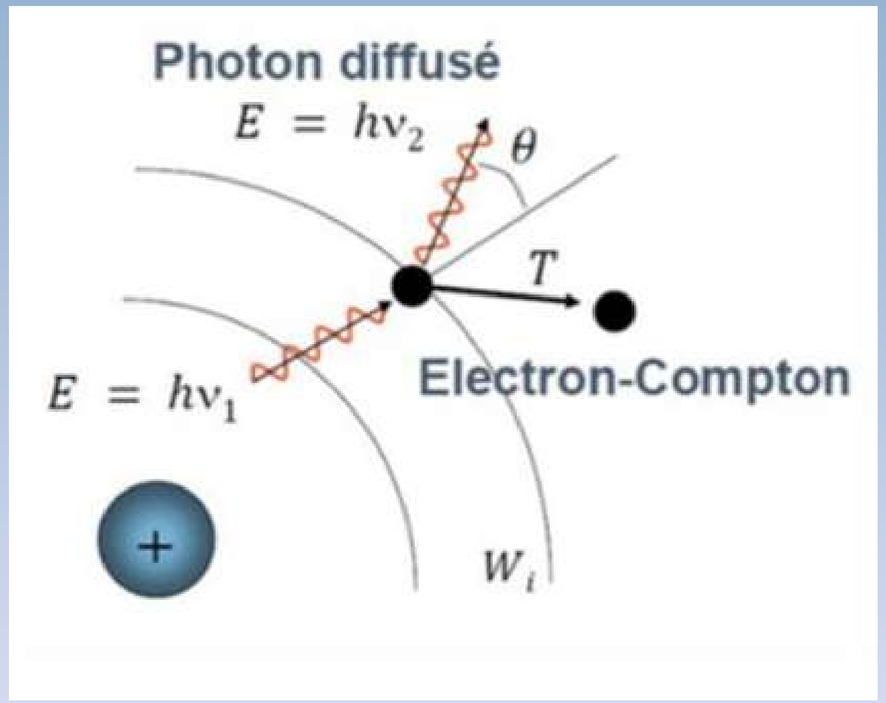
→ Excès énergie → retour état stable (**photon Fluo** et **Auger**)

VI) INTERACTIONS DES PHOTONS AVEC LA MATIÈRE :

EFFET COMPTON



Trajet électron-compton dans la matière (intéractions coulombiennes)



Transfert **PARTIEL** de énergie du photon à atome

→ expulsion d'un électron (Ionisation) : **ELECTRON COMPTON**

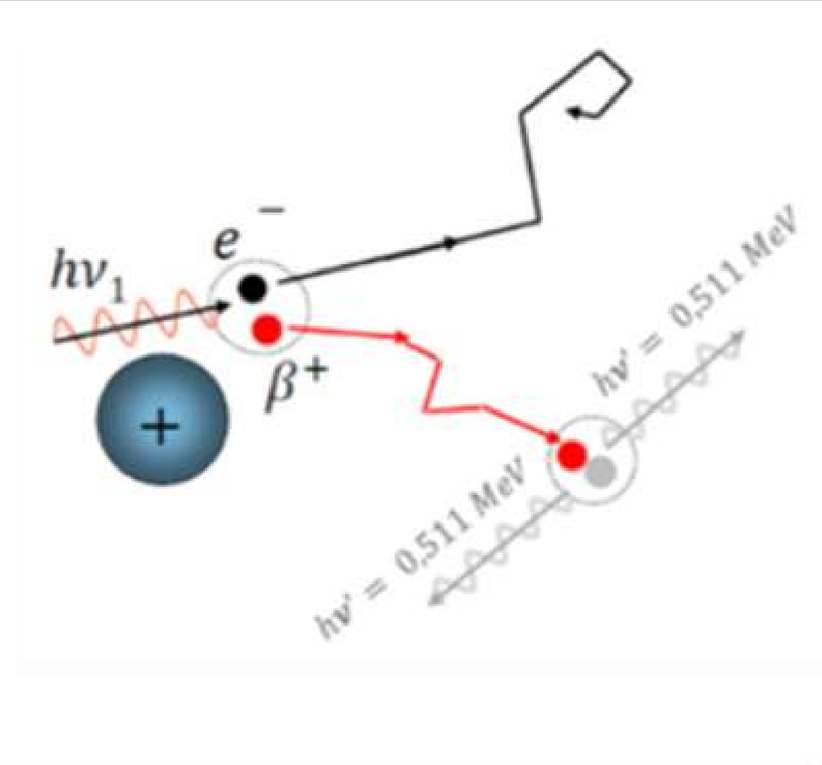
→ Deuxième photon diffusé

T→ Excès énergie → retour état stable (**photon Fluo** et **Auger**)

$$h\nu_1 = T + h\nu_2 + |W_i|$$

VI) INTERACTIONS DES PHOTONS AVEC LA MATIÈRE :

CRÉATION DE PAIRE



Un photon **TRES ENERGETIQUE**

→ Energie transformée en:

- **e-** (électron)
- particule **β^+**

SEUIL ENERGIE DU PHOTON

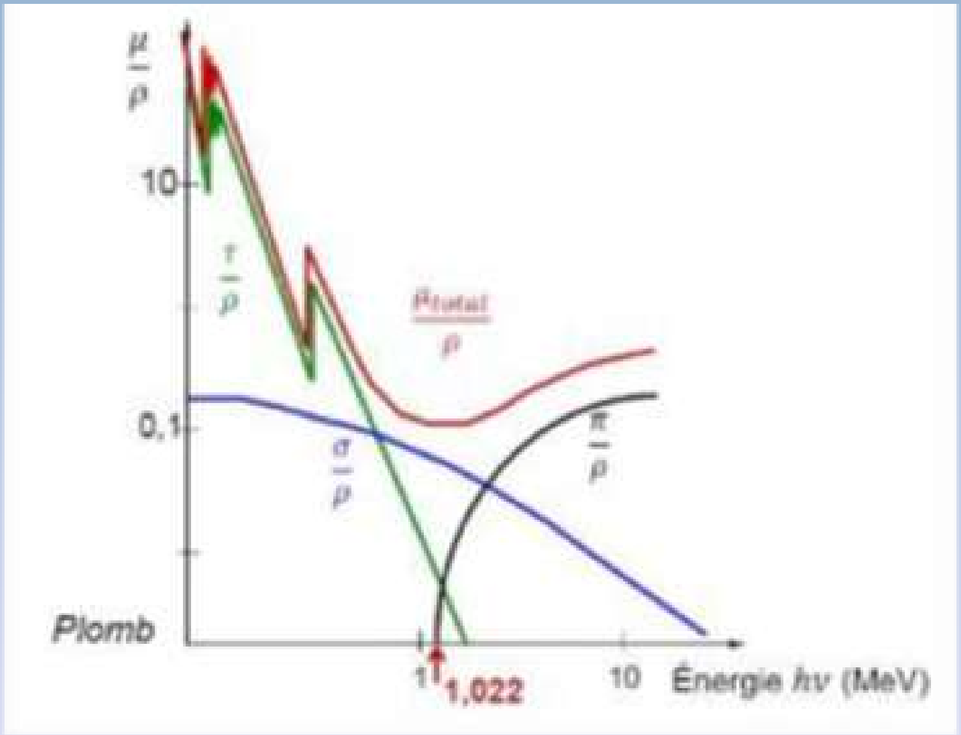
= Energie équivalente à masse de deux électrons

1022 keV = 1,022 MeV

0,511 x 2

VI) INTERACTIONS DES PHOTONS AVEC LA MATIÈRE :

PROBABILITÉS DE CES INTÉRACTIONS



- **Eléments lourds (grand Z)**
- **Photon faible Energie**

EFFET PHOTOÉLECTRIQUE

- **INDEPENDANT du Z et de la matière**
- **Photon de faible Energie**

EFFET COMPTON

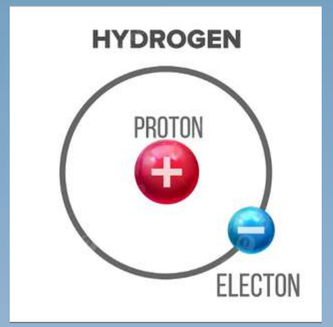
- **INDEPENDANT du Z et de la matière**
- **SEUIL (1,O22 MeV)**

CRÉATION DE PAIRE

VII) INTERACTIONS DES PARTICULES AVEC LA MATIÈRE :

DERNIÈRE PARTIE !

VII) INTERACTIONS DES PARTICULES AVEC LA MATIÈRE



LES INTERACTIONS DES NEUTRONS :

- **NON Chargés**
- **INDIRECTEMENT IONISANT**
- **Très PENETRANT**
- **INTERACTIONS BALISTIQUES** par **choc direct**

NEUTRONS RAPIDES

MILIEU

RICHE HYDROGENE

Percute l'atome (**proton**) et transfert son énergie au **proton**
→ Proton secondaire (lui est ionisant)

NOYAUX LOURDS

Rebondis sans perdre beaucoup d'énergie (Diffusion)

NEUTRONS LENTS

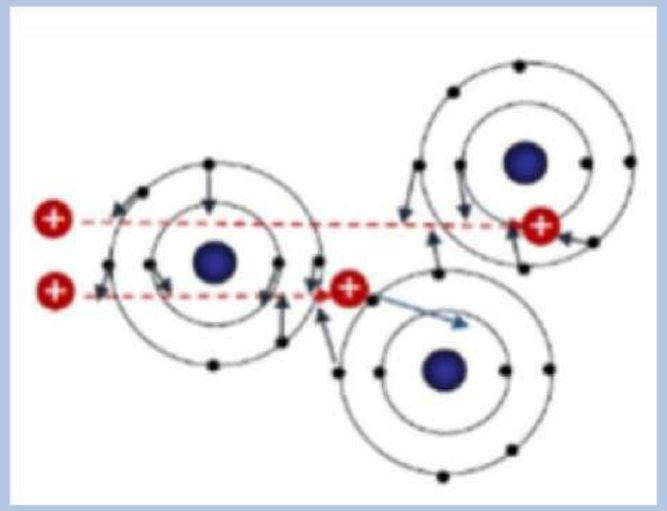
Absorbé par les noyaux
→ **Capture nucléaire**

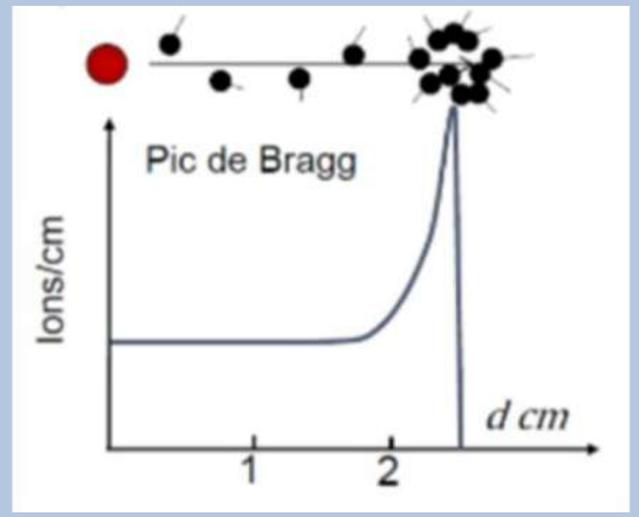
P+

α

LES INTERACTIONS DES PARTICULES CHARGÉES :

- **DIRECTEMENT IONISANTES**
- Peu Pénétrantes / Trajet **RECTILIGNE**
- **INTERACTIONS COULOMBIENNES** (charges)
- **BEAUCOUP Ionisations** et **Ionisations 2ndaire**





Distribution Ionisation

PIC DE BRAGG

P+

α

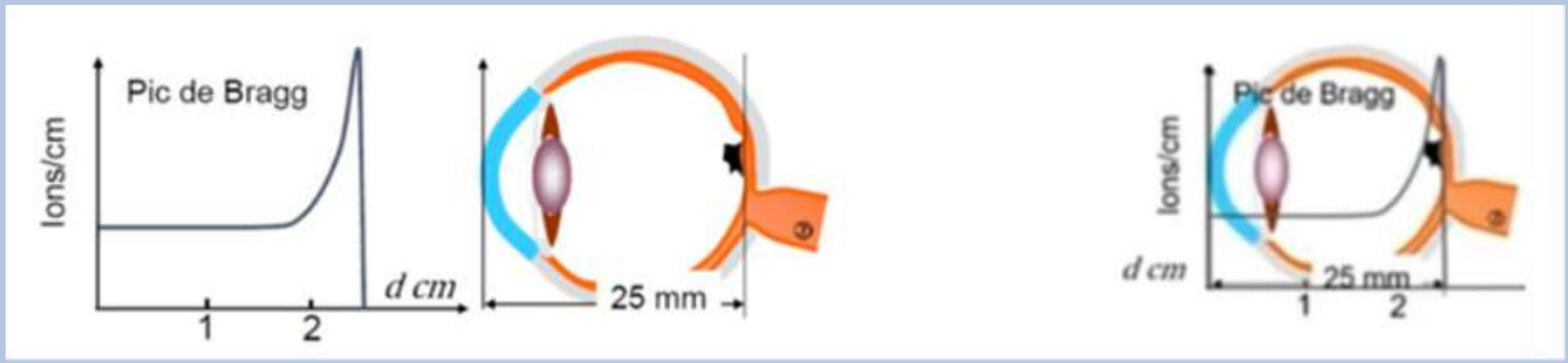
LES INTERACTIONS DES PARTICULES CHARGÉES :

APPLICATION

PROTON THERAPIE

- Trajet rectiligne
- Pic de Bragg

TUMEURS SUPERFICIELLES



P+

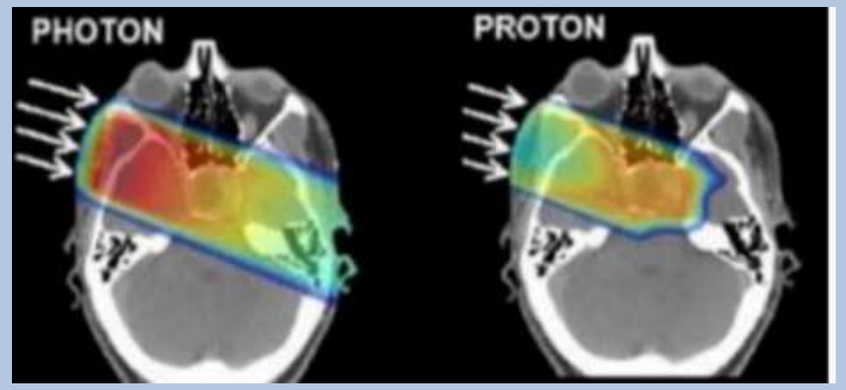
α

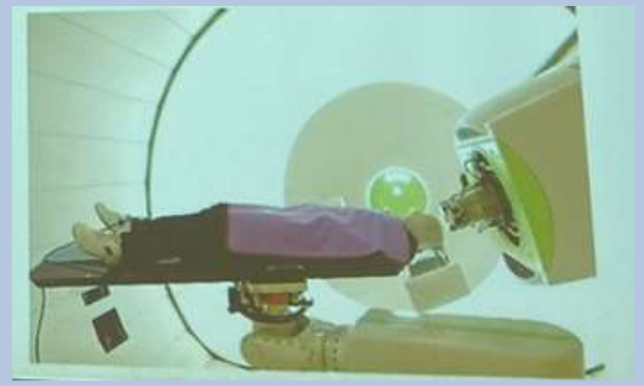
LES INTERACTIONS DES PARTICULES CHARGÉES :

APPLICATION

PROTON THERAPIE A HAUTE ENERGIE

TUMEURS PROFONDES

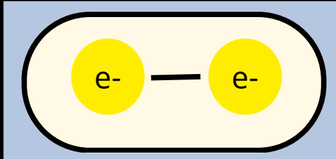




VII) INTERACTIONS DES PARTICULES AVEC LA MATIÈRE

LES INTÉRACTIONS DES ÉLECTRONS

DIRECTEMENT IONISANT

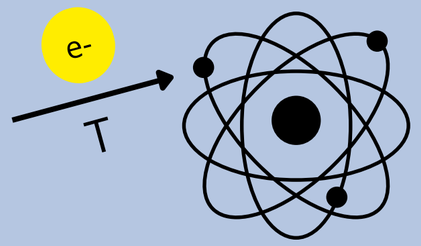


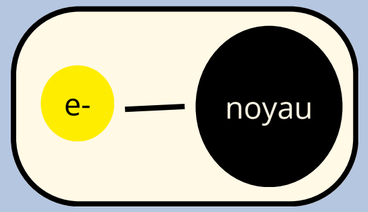
COLLISION

Intéraction coulombiennes (PAS contact car - et -) :

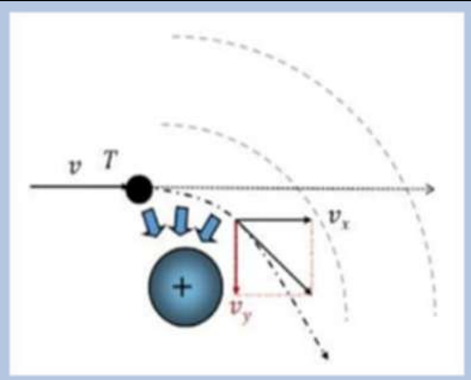
- Si T < |Wi | → <u>Chaleur et vibration</u>
- Si T = | Wi | → **Excitation**
- Si T ≥ | Wi | → **Ionisation**

Etat instable
→ Photon fluo = Rayon X

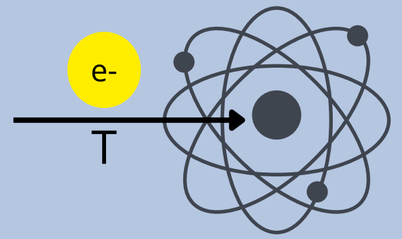




FREINAGE



Différence de masse **CONSIDERABLE**
<u>Attraction coulombienne du noyau</u>
Electron dévié par accélération centripète
→ Création photon X
Perte d'énergie pour l'électron ("freinage")



SHAKE IT OFF (3)

<u>QCM 7</u> : A propose des interactions des particules avec la matière, indiquez la ou les proposition(s) exacte(s) :

A) Les neutrons sont peu pénétrants
B) On retrouve le pic de bragg avec les neutrons
C) Les interactions des électrons peuvent se faire soit par collision soit par freinage
D) La particule alpha et les protons sont directement ionisants et sont très pénétrants
E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

C

SHAKE IT OFF (3)

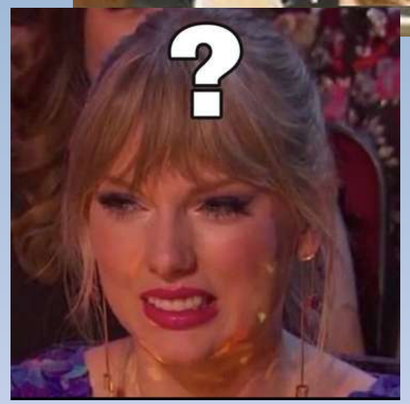
<u>QCM 7</u> : A propose des interactions des particules avec la matière, indiquez la ou les proposition(s) exacte(s) :

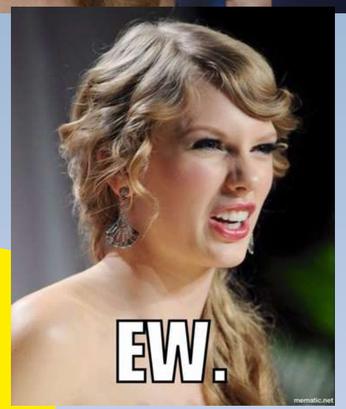
A) Les neutrons sont peu pénétrants → Ils sont très pénétrants
B) On retrouve le pic de Bragg avec les neutrons → Non c'est avec les protons et particule alpha
C) Les interactions des électrons peuvent se faire soit par collision soit par freinage
D) La particule alpha et les protons sont directement ionisants et sont très pénétrants → ATTENTION ils sont PEU pénétrants
E) Les propositions A, B, C et D sont fausses





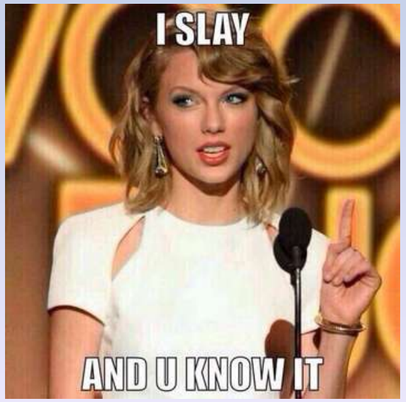




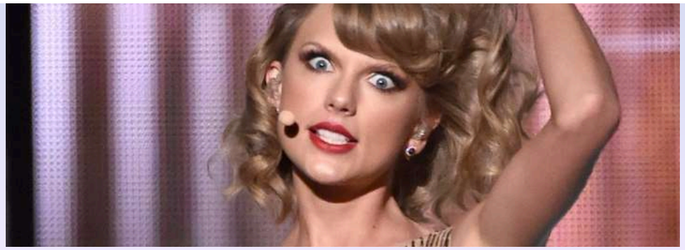


VEN EP'S !!!





TTayloR

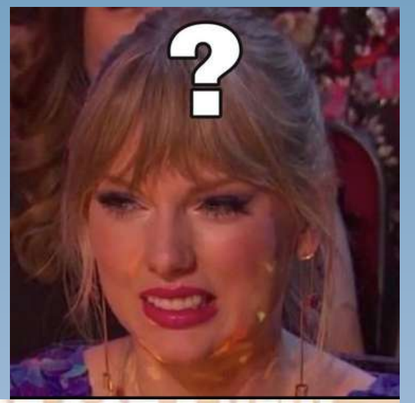


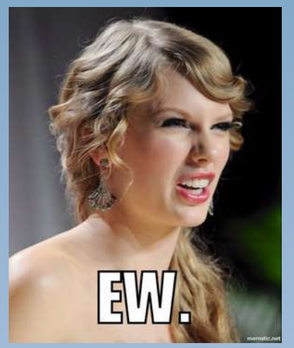
VALENβ+




[screaming]




?


EW.

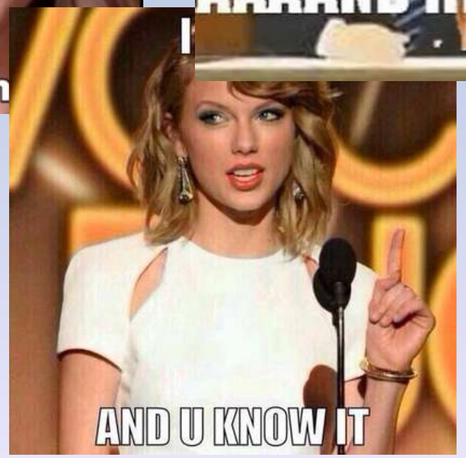



hehehehehh


JUST GOT A NEW BOYFRIEND
AAAAND HE'S GONE


I saw that




AND U KNOW IT

TTayloR