

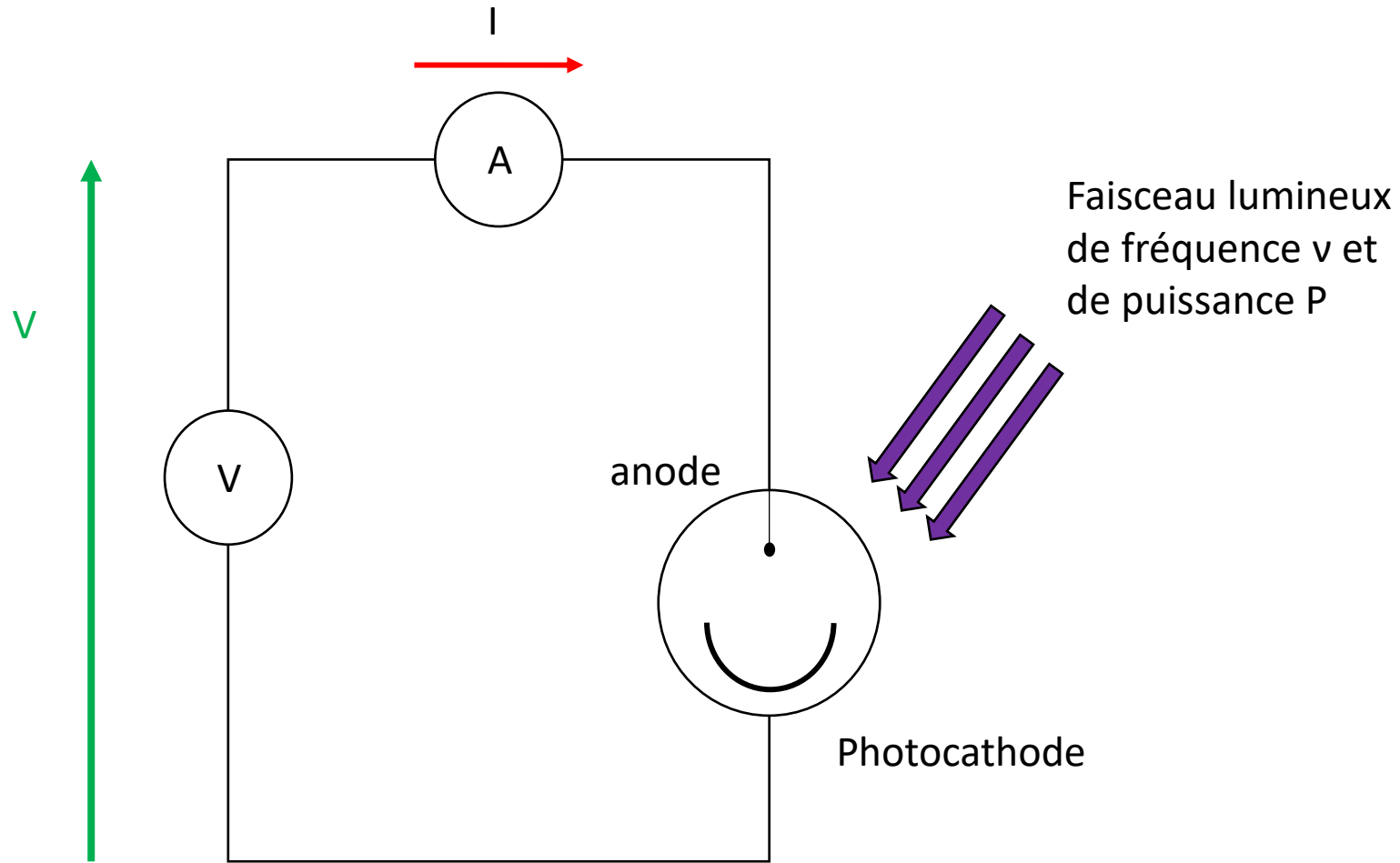
LP 38: Aspects corpusculaires du rayonnement: Notion de photon

Niveau : L3

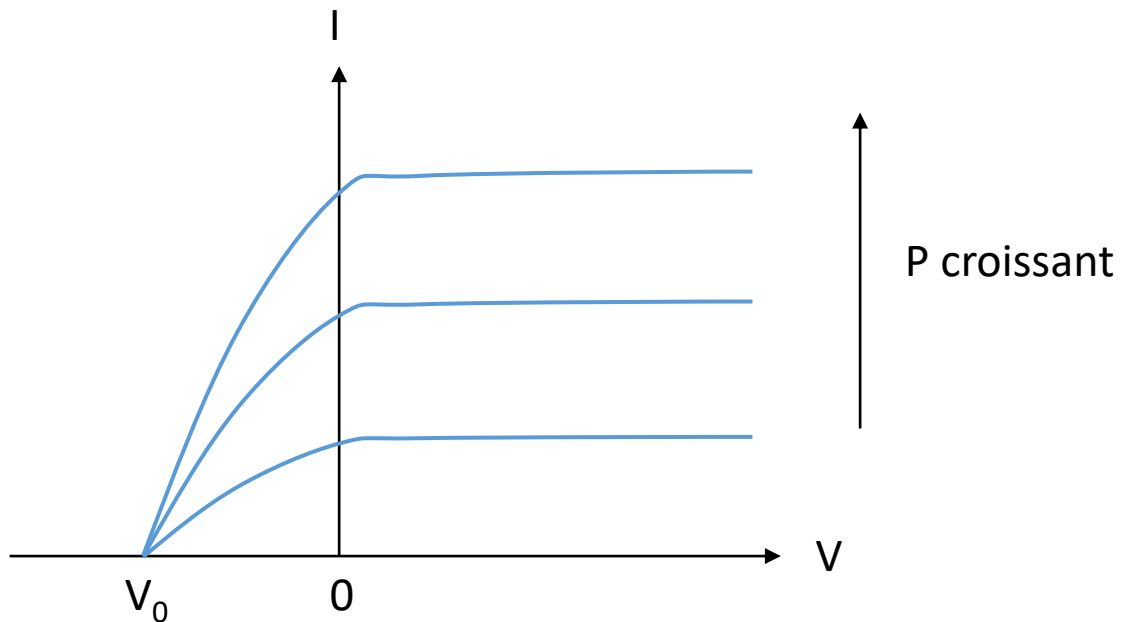
Prérequis :

- Quantification des échanges d'énergie pour le corps noir
- Energie d'une particule relativiste
- Notions de mécanique quantique
- Polarisation d'une onde lumineuse

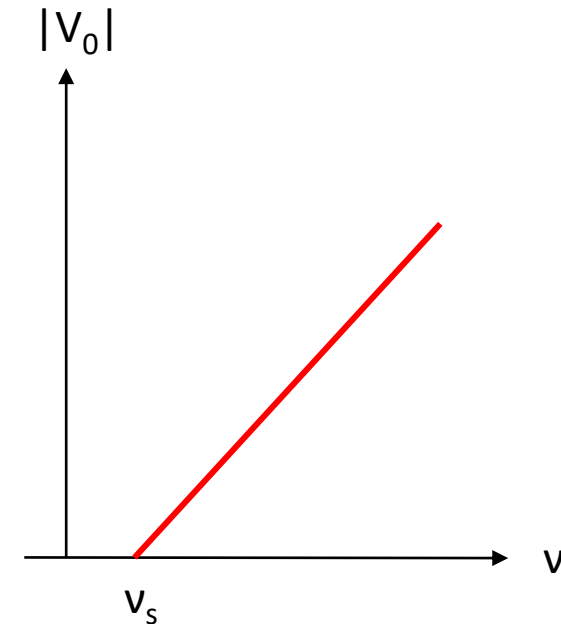
Effet photoélectrique : montage



Effet photoélectrique : résultats



Caractéristique à ν fixé



Contre-tension maximale

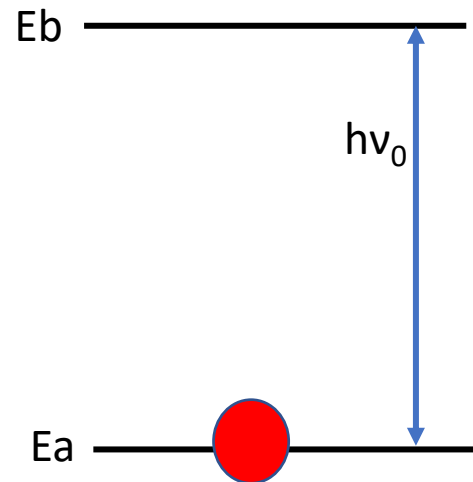
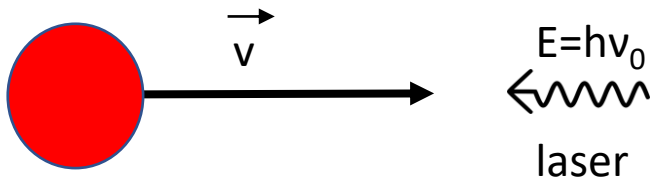
Effet photoélectrique : longueur d'onde seuil

$$\lambda_s = \frac{c}{\nu_s}$$

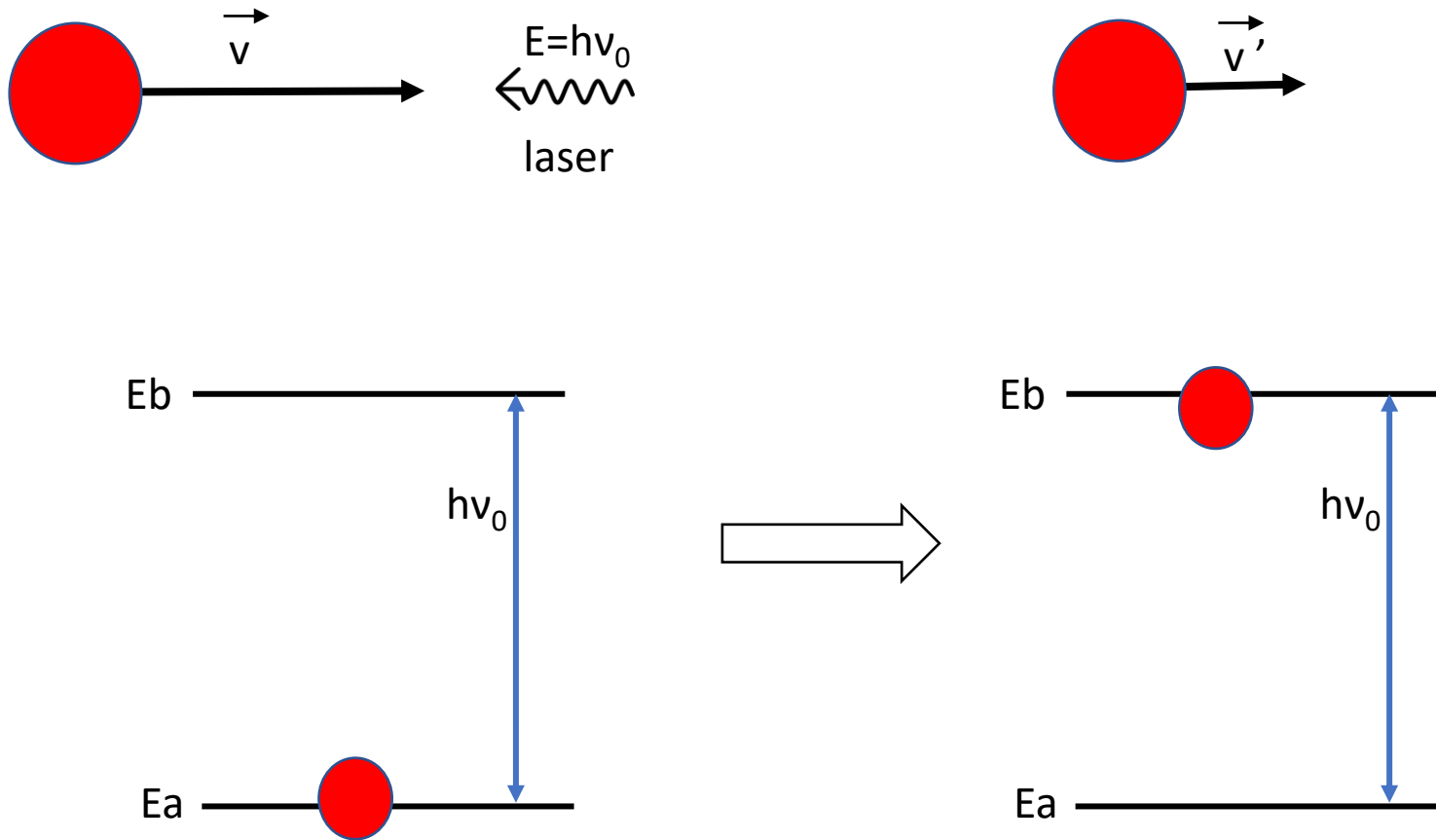
Longueur d'onde seuil au-delà de laquelle il n'y a plus d'effet photoélectrique

Métal	Ni	Fe	Zn	Na	Rb	Cs
λ (nm)	248	258	365	496	564	590

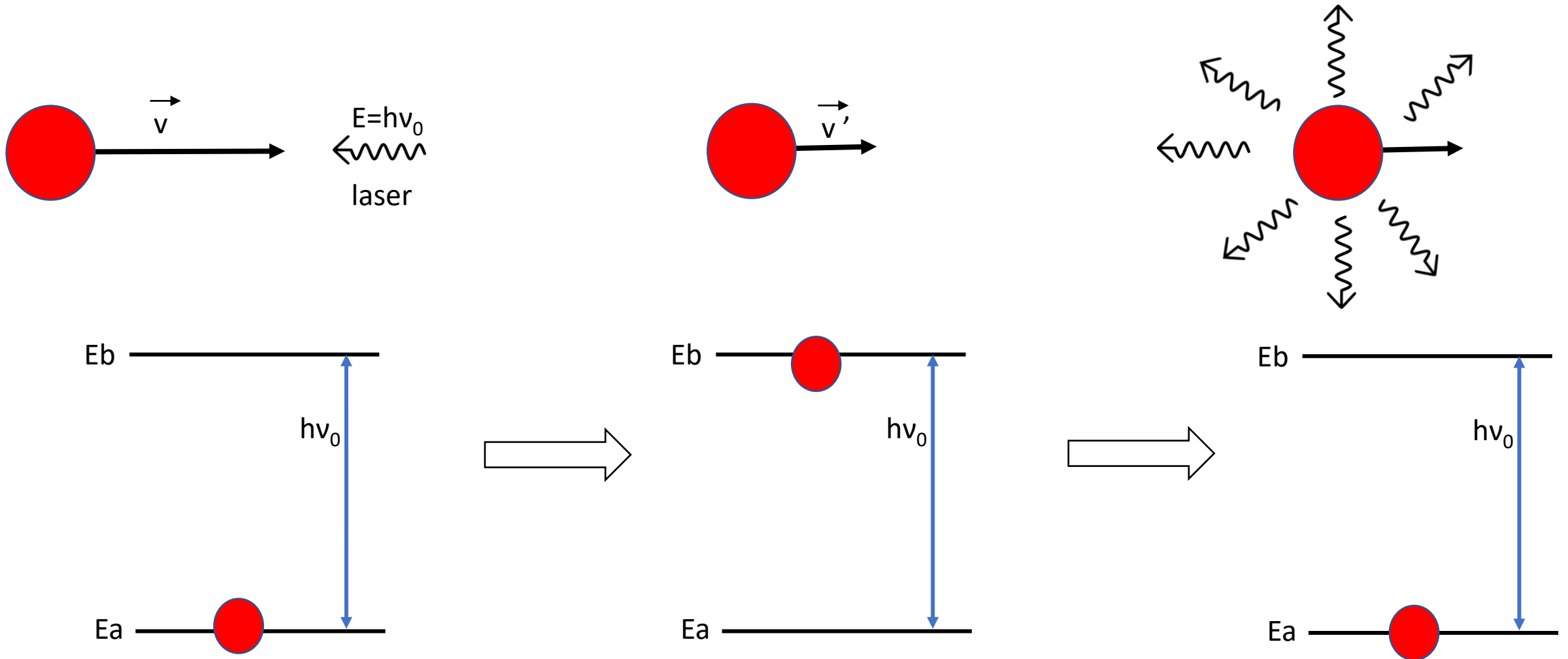
Refroidissement laser



Refroidissement laser



Refroidissement laser



Refroidissement laser

Par conservation de la quantité de mouvement : $p' = p - \frac{h\nu_0}{c}$

$$\Rightarrow \boxed{\Delta v = -\frac{h\nu_0}{mc}}$$

Refroidissement laser

Par conservation de la quantité de mouvement : $p' = p - \frac{h\nu_0}{c}$

$$\Rightarrow \boxed{\Delta\nu = -\frac{h\nu_0}{mc}}$$

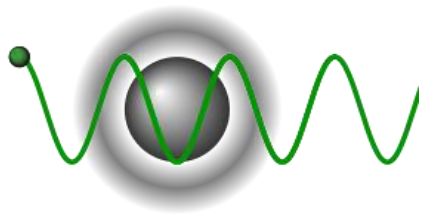
Pour un atome de rubidium :

$$\left\{ \begin{array}{l} m = 1.45 \cdot 10^{-25} \text{ kg} \\ \nu_0 = 3.86 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \end{array} \right.$$

$$\Delta\nu = -6 \text{ mm.s}^{-1}$$

Refroidissement Doppler

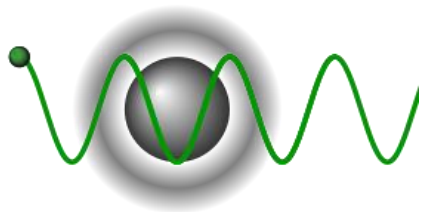
Atome
immobile



$$v = v_L < v_0$$

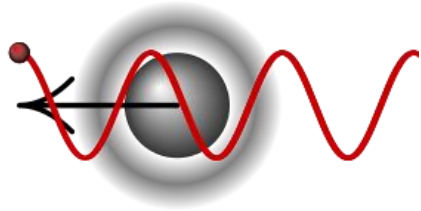
Refroidissement Doppler

Atome
immobile



$$\nu = \nu_L < \nu_0$$

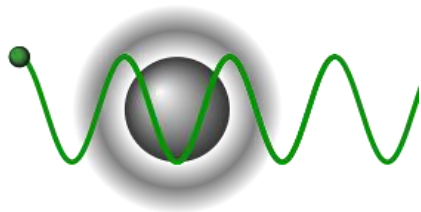
Atome même
sens que laser



$$\nu = \nu_L - \frac{v}{\lambda_L} < \nu_0$$

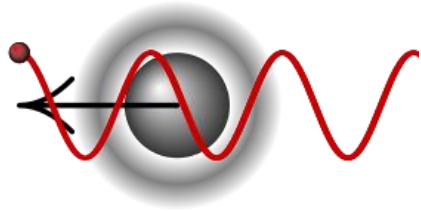
Refroidissement Doppler

Atome
immobile



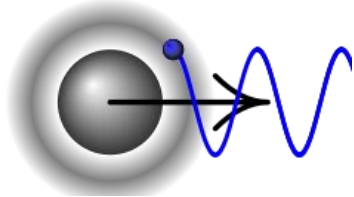
$$\nu = \nu_L < \nu_0$$

Atome même
sens que laser



$$\nu = \nu_L - \frac{v}{\lambda_L} < \nu_0$$

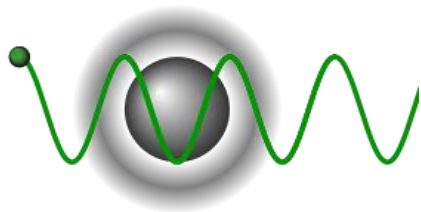
Atome sens
opposé au laser



$$\nu = \nu_L + \frac{v}{\lambda_L} \sim \nu_0$$

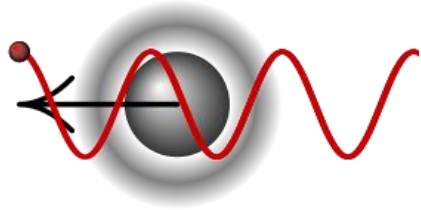
Refroidissement Doppler

Atome
immobile



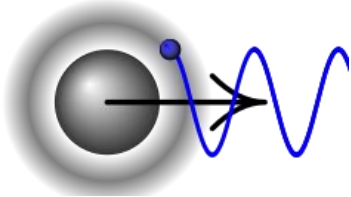
$$\nu = \nu_L < \nu_0$$

Atome même
sens que laser



$$\nu = \nu_L - \frac{v}{\lambda_L} < \nu_0$$

Atome sens
opposé au laser

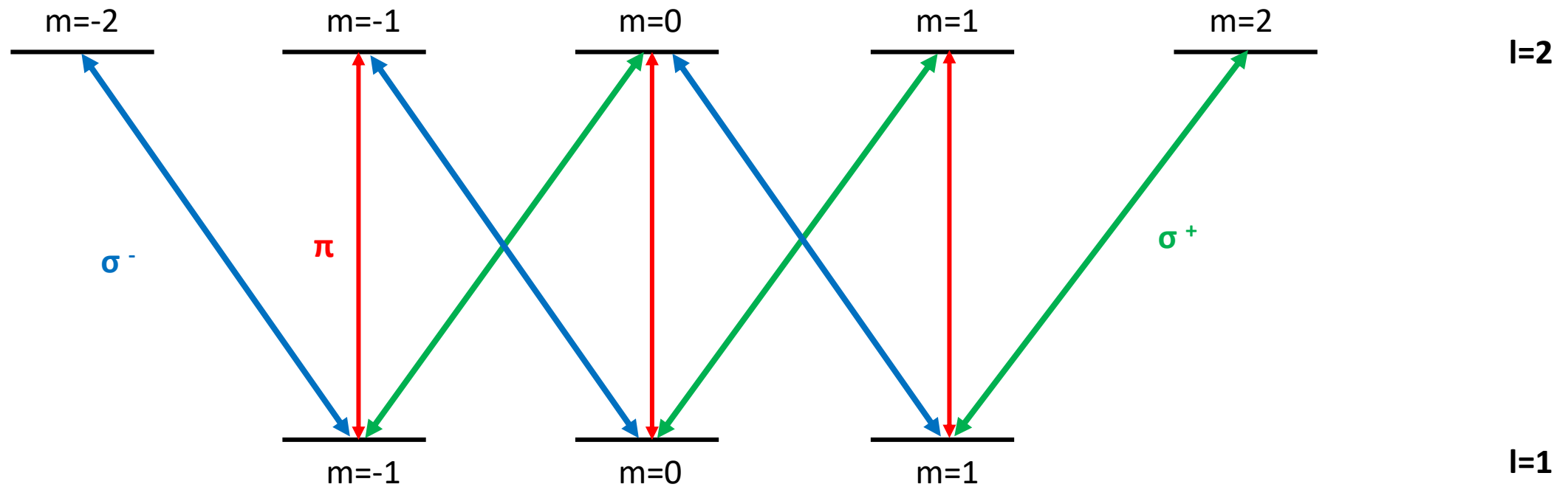


$$\nu = \nu_L + \frac{v}{\lambda_L} \sim \nu_0$$

L'atome absorbe le photon avec une probabilité beaucoup plus grande s'il se dirige en sens opposé à celui-ci, i.e si l'absorption du photon va le ralentir.

En plaçant 3 paires de lasers se propageant dans des sens opposés, on peut refroidir un nuage d'atome jusqu'à des températures de l'ordre du mK !

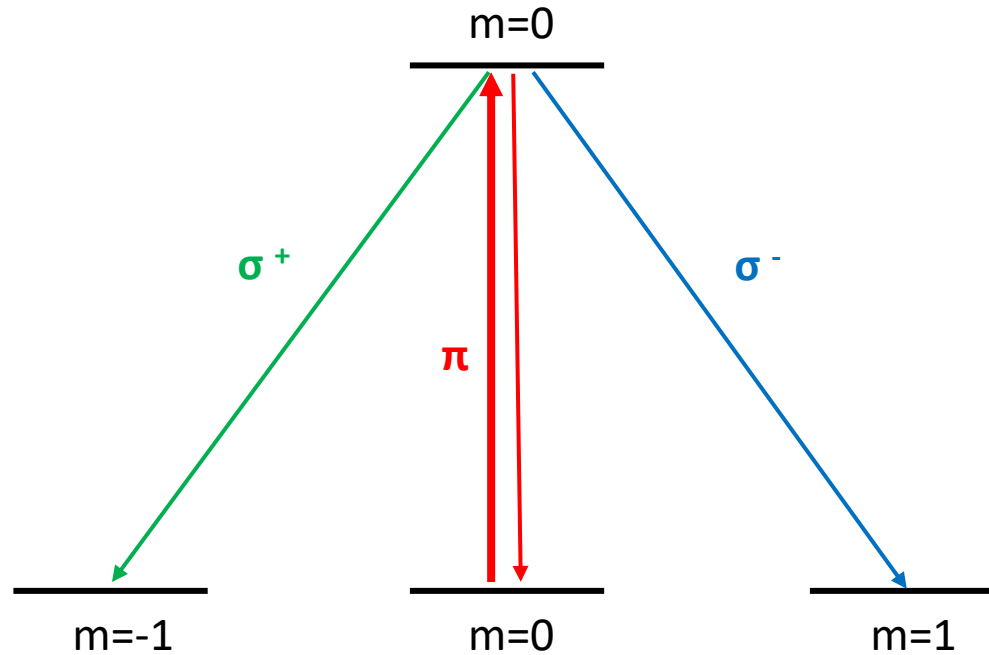
Règles de sélection



Pompage optique

$J_b=0$

$J_a=1$

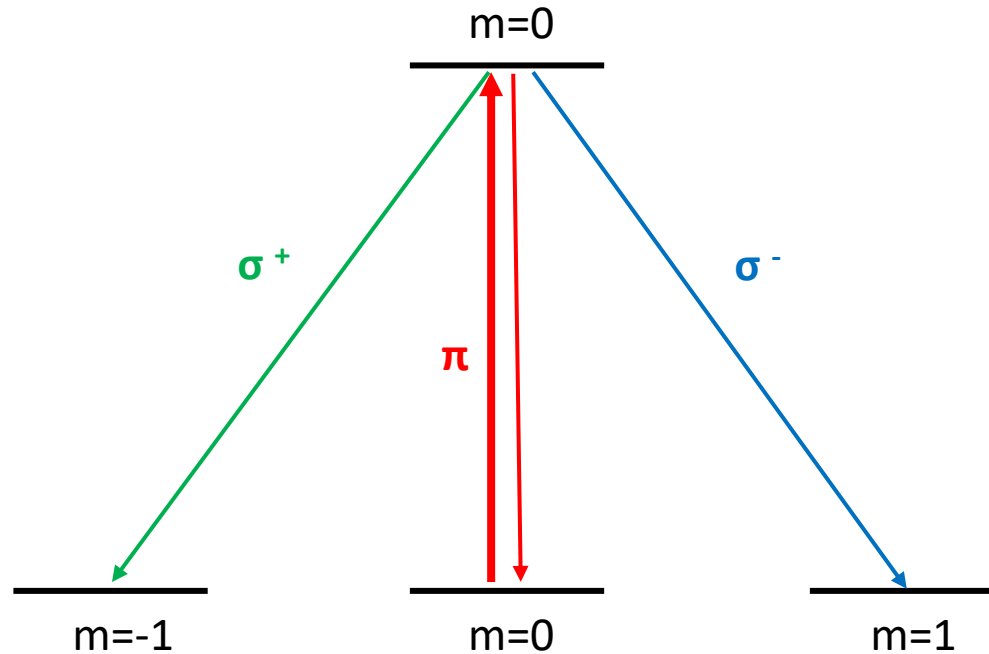


A $t=0$: les trois sous niveaux fondamentaux sont équilibreés

Pompage optique

$J_b=0$

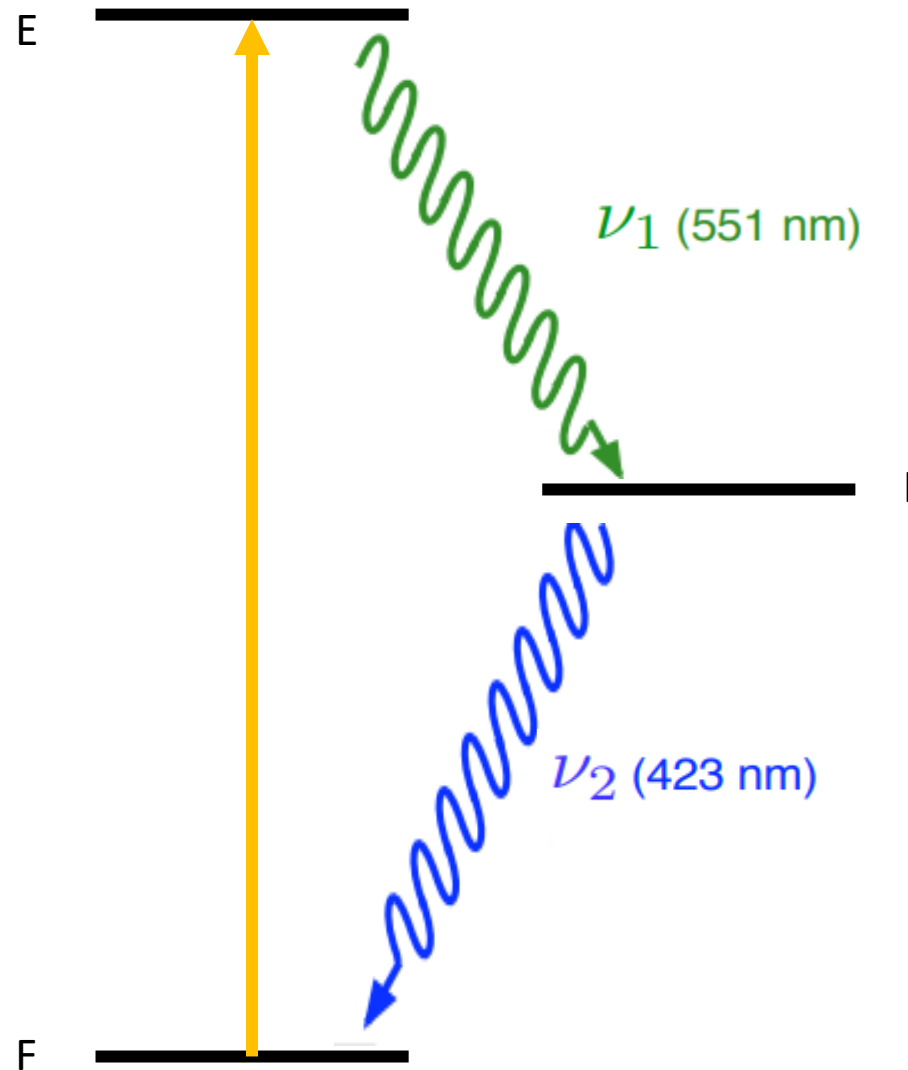
$J_a=1$



A $t=0$: les trois sous niveaux fondamentaux sont équilibreés

A $t \rightarrow \infty$ le sous niveau fondamental $m=0$ est vide et les deux autres sont équilibreés

Source de photon unique



Interféromètre de Hanbury, Brown et Twiss

