

Le vocabulaire à retenir

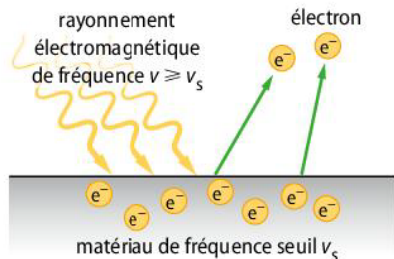
Les relations à connaître

## FICHE MÉMO

PRÉPA  
BAC

## 1 Propriétés de l'effet photoélectrique

## Principe de l'effet photoélectrique



L'effet photoélectrique dépend de la

fréquence seuils  $\nu_s$ .

L'énergie cinétique de l'électron dépend de la fréquence.

Interprétation en 1905 par Einstein qui utilise la notion de photon

Nom : photon

Fonction : particule de lumière

Masse :  $m = 0$  au reposCharge :  $q = 0$  CÉnergie :  $E = h\nu$ Vitesse :  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  dans le vide

## 2 Aspect énergétique

## Travail l'extraction d'un électron

travail d'extraction (J)  $\rightarrow W = h\nu_s$  fréquence (Hz)

constante de Planck  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ (J} \cdot \text{s)}$

## Conservation de l'énergie

énergie du photon (J)  $\rightarrow E_c = E_{\text{photon}} - W = h\nu - h\nu_s = h(\nu - \nu_s)$

travail d'extraction (J)

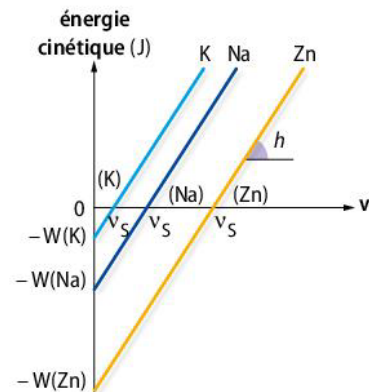
fréquence (Hz)

énergie cinétique de l'électron (J)

constante de Planck  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ (J} \cdot \text{s)}$

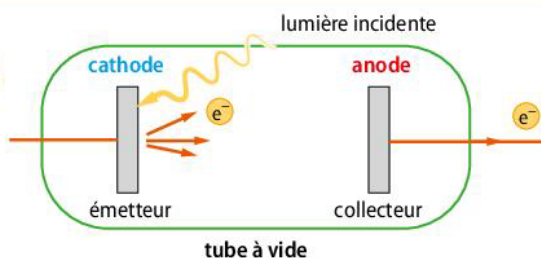
fréquence seuil (Hz)

## Tracé de l'énergie cinétique de l'électron en fonction de la fréquence

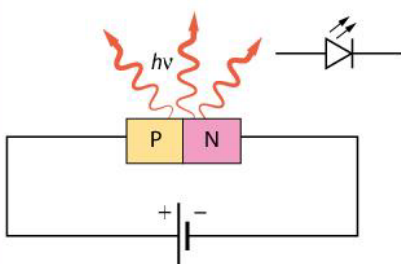


## 3 Applications de l'interaction photon-matière

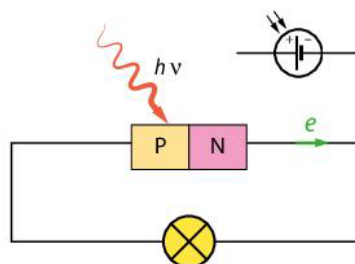
## Cellule photoélectrique



## DEL (diode électroluminescente)



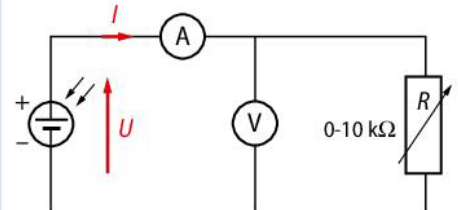
## Cellule photovoltaïque



## Rendement d'une cellule photovoltaïque

$$\eta = \frac{E_{\text{utile}}}{E_{\text{fournie}}} = \frac{E_{\text{électrique}}}{E_{\text{lumineuse}}} \times 100$$

$$\eta = \frac{P_{\text{électrique}}}{P_{\text{lumineuse}}} \times 100$$

Mesure de  $P_{\text{électrique}}$ 

**DONNÉES**

► Célérité de la lumière dans le vide  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$  ;  
constante de Planck  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  ;  $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$

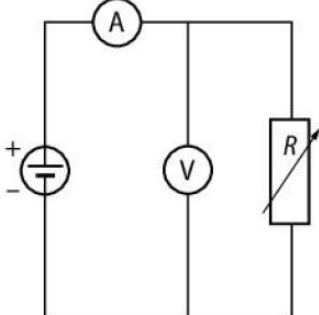
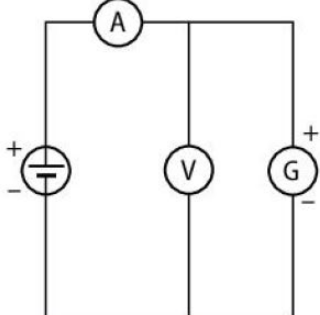
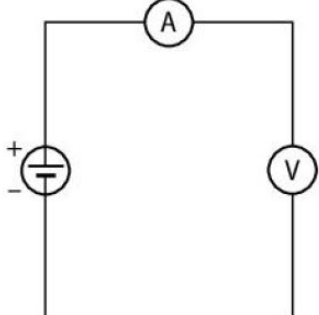
**1 Propriétés de l'effet photoélectrique**

	A	B	C
1 L'effet photoélectrique s'explique avec :	l'aspect particulaire de la lumière.	l'aspect ondulatoire de la lumière.	la dualité onde-particule de la lumière.
2 L'effet photoélectrique se produit :	en dessous d'une fréquence seuil.	au-dessus d'une fréquence seuil.	pour n'importe quelle fréquence.
3 Le cobalt a une fréquence seuil de $1,2 \times 10^{15} \text{ Hz}$ . L'effet photoélectrique se produit :	pour une longueur d'onde dans le vide supérieure à 250 nm.	pour une longueur d'onde dans le vide inférieure à 250 nm.	pour une longueur d'onde dans le vide égale à 250 nm.

**2 Aspect énergétique**

	A	B	C
4 Le travail d'extraction est l'énergie :	à fournir pour extraire un photon.	à fournir pour extraire un électron.	libérée lors de l'extraction d'un électron.
5 Le cobalt a une fréquence seuil de $1,2 \times 10^{15} \text{ Hz}$ . Le travail d'extraction vaut :	$8,0 \times 10^{-19} \text{ J}$ .	$5,5 \times 10^{-49} \text{ J}$ .	$1,7 \times 10^{-40} \text{ J}$ .
6 La conservation de l'énergie dans le cas de l'effet photoélectrique s'écrit :	$h\nu = E_{\text{c électron}} + W$	$h\nu = E_{\text{c électron}} + h\nu_s$	$h\nu = E_{\text{c électron}} - W$

**3 Applications de l'interaction photon-matière**

	A	B	C
7 Le(s) dispositif(s) qui exploite(nt) l'effet photoélectrique est(sont) :	la résistance.	le luxmètre.	le spectrophotomètre.
8 Le rendement d'une cellule photovoltaïque se calcule :	$\eta = \frac{P_{\text{lumineuse}}}{P_{\text{électrique}}} \times 100$	$\eta = \frac{E_{\text{lumineuse}}}{E_{\text{électrique}}} \times 100$	$\eta = \frac{P_{\text{électrique}}}{P_{\text{lumineuse}}} \times 100$
9 Pour mesurer la puissance électrique maximale fournie par une cellule photovoltaïque, on réalise le montage :			

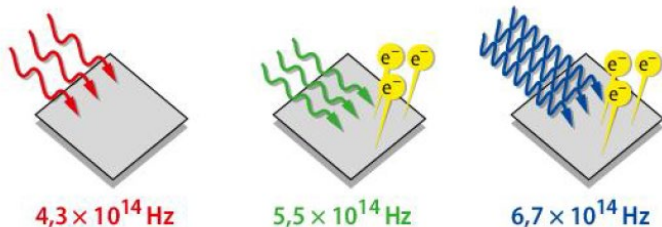


## DONNÉES

- ▶ Célérité de la lumière dans le vide  
 $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$  ; constante de Planck  
 $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
- ▶  $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$  ;  $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ .

## 10 Schéma

On trouve le schéma suivant sur un site internet traitant de l'effet photoélectrique.



- Pourquoi s'agit-il bien d'effet photoélectrique sur ce schéma ?
- a. Définir ce qu'est la fréquence seuil.  
b. Quelle information sur la fréquence seuil du matériau étudié peut-on extraire de ce document ?

## 14 Électron ou non

Le schéma suivant indique les longueurs d'onde seuil de différents matériaux.

UV		650 nm	Cs
UV		540 nm	K
UV		500 nm	Ba
UV		370 nm	Zn

On éclaire ces matériaux avec les rayonnements suivants :

- un rayonnement de longueur d'onde  $\lambda = 500 \text{ nm}$  ;
- un rayonnement de fréquence  $\nu = 7,5 \times 10^{14} \text{ Hz}$  ;
- un rayonnement ultraviolet.

Indiquer pour chaque rayonnement sur quel matériau se produit un effet photoélectrique.

## 16 Travail d'extraction

Soient les matériaux de seuil photoélectrique suivant.

Matériau	Fréquence seuil	Longueur d'onde seuil	Travail d'extraction
a. Argent (Ag)		$0,27 \mu\text{m}$	
b. Platine (Pt)	$4,5 \times 10^{14} \text{ Hz}$		
c. Césium (Cs)		$0,19 \mu\text{m}$	
d. Calcium (Ca)	$6,7 \times 10^{14} \text{ Hz}$		

- a. Rappeler la définition, le symbole et l'unité du travail d'extraction.  
b. Donner la relation entre le travail d'extraction et la fréquence seuil.

- En déduire la relation entre le travail d'extraction et la longueur d'onde seuil.

2. Recopier et compléter le tableau ci-dessus.

3. Recopier et compléter les phrases suivantes.

- Plus la longueur d'onde seuil... et plus le travail d'extraction...
- Plus la fréquence seuil... et plus le travail d'extraction...

## 17 Laser bleu

Un laser bleu de longueur d'onde  $\lambda = 450 \text{ nm}$  extrait un électron d'une électrode en césium de travail d'extraction  $1,95 \text{ eV}$ .

- Calculer l'énergie cinétique de l'électron en J puis en eV.
- Calculer la vitesse d'expulsion de l'électron.



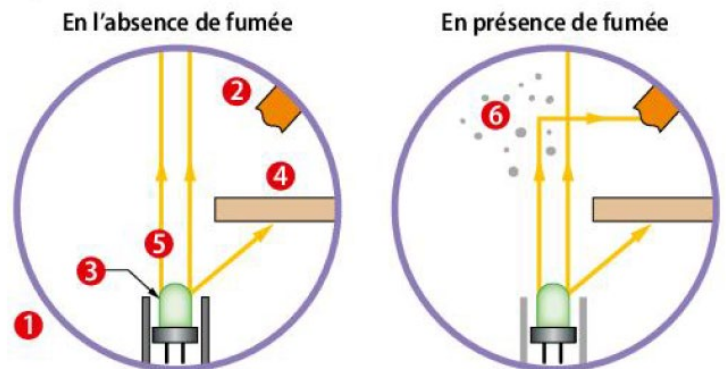
## 18 Potassium

Soit un échantillon de potassium de travail d'extraction  $W = 2,29 \text{ eV}$ . Il est éclairé par un rayonnement de fréquence  $\nu = 6,0 \times 10^{14} \text{ Hz}$ .

- a. Rappeler la relation entre le travail d'extraction, la fréquence, du rayonnement et l'énergie cinétique de l'électron émis.  
b. Quel principe utilise-t-on pour établir cette relation ?
- a. Calculer l'énergie cinétique de l'électron  
b. En déduire la vitesse de l'électron.

## 22 Détecteur de fumée

Le principe d'un détecteur de fumée est schématisé ainsi.



- 1 : chambre optique      3 : DEL      5 : rayon de lumière  
2 : capteur de lumière      4 : cache opaque      6 : particules de fumée

- a. Quel composant utilise l'effet photoélectrique ? Justifier  
b. Quel composant utilise l'effet électroluminescent ?
- a. Dans quel composant a-t-il absorption de photon ?  
b. Dans quel composant y a-t-il émission de photon ?
- Résumer le principe du détecteur de fumée.

## 23 Étude d'une cellule

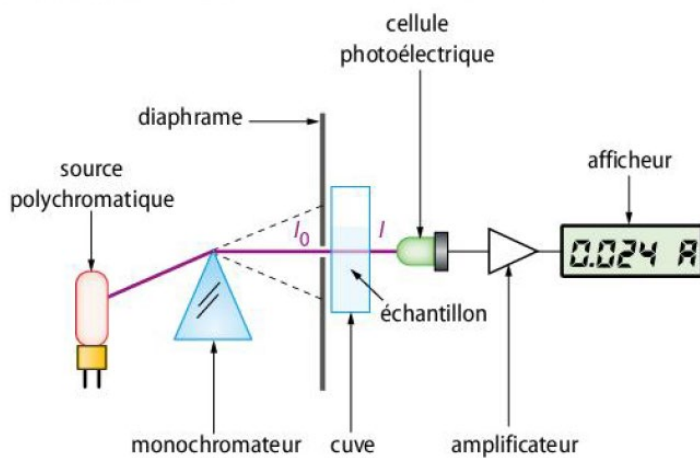
Lors d'une séance de TP, on éclaire une cellule photovoltaïque de longueur 5 cm et de largeur 4 cm avec une lampe de bureau placée à 10 cm de la cellule. La cellule reçoit un éclairement de 7 000 lx. On mesure  $I = 0,18$  A et  $U = 0,10$  V pour la puissance électrique maximale.

**Données :** on admettra que  $100 \text{ lx} = 1 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ ; on a la relation  $P_{\text{lumineuse}} = E \times S$  avec  $E$  l'éclairement en  $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$  et  $S$  la surface de la cellule en  $\text{m}^2$ .

1. Calculer la puissance lumineuse reçue.
2. Calculer la puissance électrique maximale.
3. a. Calculer le rendement de la cellule.  
b. Commenter le résultat obtenu.

## 24 Spectrophotomètre

Un spectrophotomètre est utilisé pour mesurer l'absorbance dans le domaine du visible d'une solution colorée. Son principe simplifié est schématisé ci-dessous.



**Données :** domaine du visible.



1. Quel élément convertit l'intensité lumineuse en électricité ?
2. Quel effet est exploité dans ce dispositif ?
3. Quelle condition doit respecter la longueur d'onde seuil de la cathode de la cellule ? Recopier en justifiant la réponse correcte parmi les réponses proposées ci-dessous :  
a.  $\lambda_S \leq 400 \text{ nm}$     b.  $\lambda_S \leq 800 \text{ nm}$     c.  $\lambda_S \geq 400 \text{ nm}$

## 27 Zinc électrique

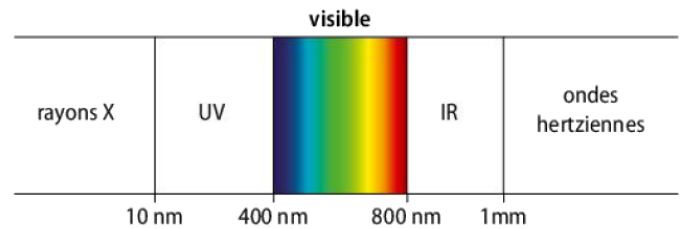
On éclaire une plaque de zinc avec une lampe à vapeur de mercure dont les principales raies d'émission ont les longueurs d'onde suivantes : 302 nm ; 313 nm ; 365 nm ; 405 nm ; 436 nm ; 546 nm ; 578 nm.

**Données :**  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  ;  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  ;  
 $\text{eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$ ,  $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ,  $W(\text{Zn}) = 3,36 \text{ eV}$ .

1. Rappeler la définition de l'effet photoélectrique.
2. Montrer qu'il y a émission d'un électron uniquement pour les longueurs d'onde du domaine des ultraviolets.

3. Calculer l'énergie cinétique de l'électron extrait par un photon de longueur d'onde 302 nm.

**Données :** domaines d'ondes électromagnétiques



## 29 Caractéristiques d'un module



Un fabricant fournit les données suivantes pour un module photovoltaïque en silicium monocristallin de surface  $S = 0,25 \text{ m}^2$  utilisé pour l'habitat :

Pour une irradiance solaire standard de  $1\,000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$  :

Puissance maximale ( $P_m$ ) : 5 W.

On souhaite tracer la courbe  $I = f(U)$  et  $P = g(U)$  pour cette cellule photovoltaïque. On obtient les mesures suivantes pour une lampe d'éclairement  $97 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ .

$U$ (V)	20,8	19,9	18,8	17,5	15,8	13,5	7,5	4,4	0,061
$I$ (mA)	0,0	45,5	84,1	116	150	173	200	210	224

1. Représenter le schéma du montage à réaliser pour obtenir ces mesures.
2. Sur une feuille de papier millimétré ou à l'aide d'un logiciel tableur-grapheur, tracer la caractéristique  $I = f(U)$ .
3. a. Déterminer en expliquant la démarche la puissance électrique maximale  $P_{\text{électrique}}$   
b. Calculer le rendement.  
c. Commenter le résultat obtenu.