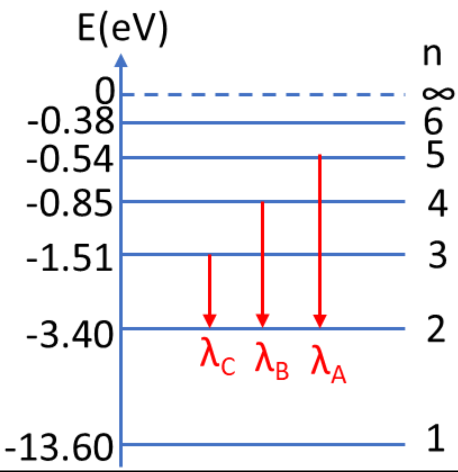
	<u>Exercice 1. Hydrogène et hydrogénoïde</u>	**14 points**
1. 0.5	Longueurs d'onde dans le domaine du visible car entre ~400nm et ~800nm	0.25 0.25
2. 1	On utilise la relation $E(eV) = \frac{hc}{e\lambda}$ $\lambda_A \rightarrow E_A = 2{,}86\ eV$ $\quad\lambda_B \rightarrow E_B = 2{,}55\ eV$ $\quad\lambda_C \rightarrow E_C = 1.89\ eV$ *-0,25 par erreur ou non-respect des cs demandés*	0.25 3 x0.25
3. 2	Démonstration de l'expression de E_n en fonction de n $\Delta E_{\infty\rightarrow n} = E_n - E_\infty < 0\ car\ émission$ (ou démo possible en absorption $\Delta E_{n\rightarrow\infty} > 0$) $E_n = E_\infty + \Delta E_{\infty\rightarrow n} = \Delta E_{\infty\rightarrow n} < 0\ car\ E_\infty = 0$ $E_n = \Delta E_{\infty\rightarrow n} = -h\times c\times R_H\left(\frac{1}{n^2}-\frac{1}{\infty}\right) = -\frac{h\times c\times R_H}{n^2}[\text{en J}] = -\frac{h\times c\times R_H}{e\times n^2}[\text{en eV}]$ $E_1 = -13.60\ eV, E_2 = -3{,}40\ eV, E_3 = -1.51\ eV, E_4 = -0.85\ eV,$ $E_5 = -0.54\ eV, E_6 = -0.38\ eV$ *-0,25 par erreur ou non-respect des cs demandés*	Démo 1 sinon 0 Calculs 1
4. 3	 Diagramme détaillé comme ci-contre : (Écarts entre les niveaux, valeurs, axes etc…) Identification des 3 raies : - Soit en identifiant entre quels niveaux d'énergie calculés précédemment on trouve les λ - Soit en utilisant R.B. en calculant pour chaque λ la valeur n de départ avec arrivée n=2 (série balmer visible). Il n'est plus demandé aux étudiants de connaître ce point, donc méthode possible mais non préconisée. Indication précise sur le diagramme des 3 flèches représentant les transition λ_A, λ_B et λ_C	0.75 3 x 0.5 0.75
5 1	- Hydrogénoïde : système qui ne possède qu'un seul électron - L'énergie d'ionisation pour un hydrogénoïde correspond à l'énergie nécessaire pour arracher l'électron de l'hydrogénoïde pris dans son état fondamental,	0.5 0.5
6 3	Soit calcul simple direct de l'énergie du niveau E_1 avec R.B. considérant la transition de 1 vers ∞, puis montrer que l'énergie des électrons incidents > $-E_1$, d'où ionisation. Soit reprise démo question 3 $\Delta E_{\infty\rightarrow n} = E_n - E_\infty < 0\ car\ émission$ $E_n = E_\infty + \Delta E_{\infty\rightarrow n} = \Delta E_{\infty\rightarrow n} < 0\ car\ E_\infty = 0$ $E_n = \Delta E_{\infty\rightarrow n} = -h\times c\times Z^2\times R_H\left(\frac{1}{n^2}-\frac{1}{\infty}\right) = -\frac{h\times c\times Z^2\times R_H}{n^2}[\text{en J}]$ $= -\frac{h\times c\times Z^2\times R_H}{e\times n^2}[\text{en eV}]$ Calcul de $E_1 = -489.60\ eV$. D'où énergie d'ionisation $E_{ionisation} = 489.60\ eV$ $E_{Bombardement} > E_{ionisation}$ Suite au bombardement on observe l'hydrogénoïde ionisé car l'électron éjecté. Bilan de conservation de l'énergie $E_{e-incident} = -E_1 + E_{cin}$ D'où $Ec = 500{,}97 - 489{,}60 = 11.37\ eV = 1.821\times 10^{-18} J$. Comme $E_C = \frac{1}{2}mv^2$ alors $v = \sqrt{2\ E_C/m_e}$ = 2,000 × 10^6 m/s	Méthode 1 0.5 0.5 Vitesse 1pt
7 3.5	<u>Methode-1.</u> Calcul de l'énergie associée à la longueur d'onde de 3,00nm soit 413 eV Calcul des niveaux d'énergie de n=1 à n supérieur. (Si E_n en fonction de Z et n² établi avant) $E_1 = -489.60\ eV, E_2 = -122.40\ eV, E_3 = -54.40\ eV.$ Valeur d'énergie atteinte théoriquement en absorption : $E_n = E_1 + E_{Excit} = -76.6$ eV on se situe entre les niveaux 2 et 3. Donc pas d'absorption et donc pas d'émission.	0.5 1.5 0.5 1

	Méthode-2. Utilisation de la formule de RB (entre le niveau 1 et un niveau n) pour calculer la valeur n du niveau qui serait atteint pour l'excitation. On trouve n=2.53 pour l'excitation de 3nm. La longueur d'onde 3 nm ne permet pas d'atteindre un niveau quantifié. Comme il ne peut y avoir d'absorption, aucune émission ne sera observée	
	Exercice 2. Atomistique	**6 points**
1. 0.75	3 règles ou principes expliquant l'arrangement énergétique des électrons dans un atome : Pauli : 2électrons ne peuvent avoir les 4 mêmes nombres quantiques Klechkowski : remplissage par ordre d'énergie croissante (accepter le schéma) ou (n+l) croissant puis remise dans l'ordre n croissant puis l croissant Hund : sous couche occupé par des e célibataire puis association par spin opposé.	3 x 0.25
2. 0.75	- Germanium => n=4 et groupe 14 => 2 electrons en 4S, 10 electrons en 3D et 2 electrons en 4P Soit $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}4s^2\ \ 4p^2$ (respecter cet ordre sinon -0.25) - Numéro atomique = nombre electrons (pour un atome) Z= 32	0.5 0.25
3. 0.5	- couche de valence $4s^2\ \ 4p^2 =>$ 4 electrons - 2 electrons célibataires (en 4p) en justifiant par la représentation des 3 cases quantiques de l'orbitale 4p (sinon 0)	0.25 0.25
4. 1.5	Pour un électron situé en $4p^2$. Il est écranté par un 1e de la 4p1, 2e de la 4s, puis les électrons des autres sous niveaux $\sigma_{4p2} = 1 \times 4P + 2 \times 4S + 10 \times 3D + 8 \times (3S + 3P) + 8 \times (2S + 2P) + 2 \times 1S$ $\sigma_{4p2} = 1 \times 0{,}35 + 2 \times 0{,}35 + 10 \times 0.85 + 8 \times (0{,}85) + 8 \times (1) + 2 \times 1$ =26.35 Soit $Z^* = 32 - 26.35 = 5.65$	1 0.5
5. 1	Comme il est sur la couche 4 et sur une orbitale p : n=4 l=1 m_l peut être au choix -1, 0, +1 ms au choix -1/2 ou +1/2 La réponse doit donc être <u>un jeu de 4 nombres quantiques</u> parmi ceux possibles	TOR 1
6. 1.5	On veut comparer : Ge^+ (Z=32 et 31e), Gallium (Z=31 et 31e). Méthode 1. Utilisation de $r \propto \frac{n^2}{Z-\sigma}$ σ sera identique pour les 2 élements (même nombre électrons dans l'écrantage), n sera identique (n=4), seul Z change. Soit Z*(Ge+) > Z*(Ga) donc r (Ge+)<r(Ga) Méthode 2. Sur une même période le rayon atomique diminue lorsque Z augmente car la charge nucléaire effective Z* augmente quand Z augmente (car Z augmente plus rapidement que σ), donc r (Ge)<r(Ga). Si on enlève un électron au germanium alors le rayon de Ge^+ diminuera et il restera donc forcément plus petit que celui du gallium.	0.5 1