13PYSCOPO1

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

Session 2013

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

Enseignement Obligatoire

Durée de l'épreuve : 3 heures 30 – Coefficient : 6

L'usage des calculatrices est autorisé.

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.

Ce sujet comporte 11 pages numérotées de 1/11 à 11/11

LA feuille d'annexe (page 11/11)
EST À RENDRE AGRAFÉE À LA COPIE

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 1 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE I : COMPOSITION D'UN VIN (9 points)

La teneur maximale en dioxyde de soufre d'un vin est imposée par une réglementation européenne. Celle-ci précise également la notion d'acidité totale en lien avec la présence d'acide tartrique dans le vin.
Dans cet exercice, on s'intéresse à la détermination de ces deux grandeurs.

Les parties 1 et 2 sont indépendantes.

Les documents utiles à la résolution sont rassemblés en fin d'exercice.

Données :

- Masses molaires atomiques :

Élément	H	C	O	N	S
M (g/mol)	1,00	12,0	16,0	14,0	32,1

- Masse molaire de l'acide tartrique, noté H_2A : $M(H_2A) = 150\ g.mol^{-1}$

- Couples acide/base, valeurs de pKa :
  Couples du dioxyde de soufre :
  pKa (SO_2, H_2O / HSO_3^-) = 1,9 ; pKa (HSO_3^- /SO_3^{2-}) = 7,2
  Couples du dioxyde de carbone :
  pKa (CO_2, H_2O / HCO_3^-) = 6,4 ; pKa (HCO_3^- / CO_3^{2-}) = 10,3
  Couples de l'acide tartrique noté H_2A :
  pKa (H_2A/HA^-) = 3,0 ; pKa (HA^-/A^{2-}) = 4,4

- En présence d'empois d'amidon, le diiode donne à une solution aqueuse une teinte violet foncé.
  Les ions iodure I^-, les ions sulfate SO_4^{2-} et le dioxyde de soufre en solution sont incolores.

1. Dosage du dioxyde de soufre dans un vin.

Un laboratoire départemental d'analyse doit déterminer la concentration de dioxyde de soufre $SO_{2(aq)}$ dans un vin blanc. Un technicien dose ce dernier à l'aide d'une solution de diiode aqueux $I_{2(aq)}$.
Pour cela, il introduit dans un erlenmeyer, un volume $V_1 = (20,00 \pm 0,05)$ mL de vin blanc limpide très peu coloré en vert pâle, 4 mL d'acide sulfurique incolore et 1 mL d'empois d'amidon également incolore.
La solution titrante, de concentration en diiode $C_2 = (1,00 \pm 0,01) \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}$ est ensuite ajoutée jusqu'à l'équivalence repérée par le changement de couleur du milieu réactionnel.

L'équivalence est obtenue après avoir versé un volume $V_E = (6,28 \pm 0,05)$ mL de solution de diiode.

L'équation support du dosage est :

$$I_{2(aq)} + SO_{2(aq)} + 2\ H_2O_{(l)} \rightarrow 2\ I^-_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} + 4\ H^+_{(aq)}$$

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

1.1. Préciser, en justifiant, le changement de couleur qui permet de repérer l'équivalence.

1.2. Déterminer la concentration molaire C_1 en dioxyde de soufre de ce vin et en déduire que sa concentration massique C_{mexp} en dioxyde de soufre est égale à 0,201 $g.L^{-1}$.

1.3. Déterminer l'incertitude relative $\frac{\Delta C_{m\,exp}}{C_{m\,exp}}$ dont on admet que, dans les conditions de l'expérience, elle satisfait à : $\left(\frac{\Delta C_{m\,exp}}{C_{m\,exp}}\right)^2 = \left(\frac{\Delta V_E}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C_2}{C_2}\right)^2$.

En déduire un encadrement de la concentration massique C_{mexp} obtenue par le technicien.

1.4. Cette concentration est-elle conforme à la réglementation européenne ? Justifier.

2. Acidité « totale » d'un vin et acide tartrique.

2.1. Molécule d'acide tartrique.

2.1.1. Écrire la formule semi-développée de la molécule d'acide tartrique, puis identifier dans cette formule les groupes fonctionnels présents.

2.1.2. Recopier la représentation de Cram de l'acide tartrique naturel puis, en justifiant, repérer le(s) carbone(s) asymétrique(s) présents s'ils existent.

2.2. Propriétés acido-basiques de l'acide tartrique.

On ajoute à une solution d'acide tartrique une solution d'hydroxyde de sodium $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ jusqu'à ce que le pH du mélange soit égal à 7.

2.2.1. Justifier, qu'à pH = 7, l'espèce chimique prédominante dans le mélange est la forme A^{2-}.

2.2.2. Choisir alors parmi les deux propositions suivantes l'équation de la réaction qui se produit dans ces conditions entre l'acide tartrique et les ions HO^-. Justifier.

$$H_2A + HO^- \rightarrow HA^- + H_2O \quad (1)$$
$$H_2A + 2\,HO^- \rightarrow A^{2-} + 2\,H_2O \quad (2)$$

2.3. Acidité totale d'un vin blanc.

Pour déterminer l'acidité totale d'un vin blanc d'appellation protégée, on introduit 20,0 mL de ce vin dans une fiole à vide et on procède au dégazage du vin. On doit alors ajouter un volume V = 15,5 mL d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire C = 0,100 $mol.L^{-1}$ à cet échantillon pour obtenir un mélange de pH = 7.

2.3.1. Quel est l'intérêt du dégazage du vin ?

2.3.2. Calculer la quantité de matière n_{HO^-} d'ions HO^- correspondante puis la masse d'acide tartrique pouvant réagir avec cette quantité d'ions HO^-. En déduire «l'acidité totale » du vin étudié.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

13PYSCOPO1

DOCUMENTS POUR L'EXERCICE I

Document 1 : Extrait de la réglementation sur le vin.

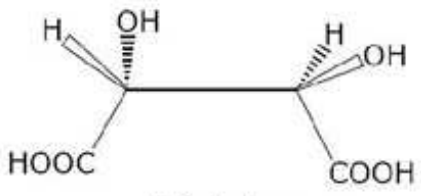
Réglementation européenne :
… « La concentration massique en dioxyde de soufre ne doit pas dépasser 210 $mg.L^{-1}$ dans un vin blanc »…

Document 2 : L'acide tartrique.

L'acide tartrique est l'acide majoritaire dans le vin. Parmi les acides faibles que peut contenir le vin, on trouve également deux gaz dissous dans l'eau dont la présence contribue à apporter de l'acidité au vin : le dioxyde de soufre et le dioxyde de carbone.

L'acide tartrique a joué un rôle important dans la découverte de la chiralité chimique. Louis Pasteur a poursuivi cette recherche en 1847 en étudiant la morphologie des cristaux de tartrate double de sodium et d'ammonium.
L'acide tartrique naturel est chiral, ce qui signifie qu'il est constitué de molécules dont l'image dans un miroir ne lui est pas superposable.

Représentation de Cram de la molécule d'acide tartrique naturel :



D'après le site www.societechimiquedefrance.fr

Document 3 : Acidité totale d'un vin.

L'acidité totale du vin se mesure en g/L équivalent d'acide tartrique. Sa détermination se fait en amenant le pH du vin à 7,0 par addition d'une solution d'hydroxyde de sodium $Na^+_{(aq)}$ + $HO^-_{(aq)}$ sur un échantillon de vin dont on a extrait le gaz carbonique. Le volume de solution d'hydroxyde de sodium ajouté permettrait de faire réagir une masse d'acide tartrique qui correspond à l'acidité totale du vin.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE II : EFFET DOPPLER ET ASTROPHYSIQUE (6 points)

L'effet Doppler constitue un moyen d'investigation utilisé en astrophysique. Il permet de déterminer la vitesse des astres à partir de l'analyse spectrale de la lumière que ceux-ci émettent.
Cet exercice s'intéresse à deux applications distinctes, à savoir le modèle d'Univers en expansion et la détection d'une étoile double « spectroscopique ».

Les parties 1 et 2 sont indépendantes.

Les documents utiles à la résolution sont rassemblés en fin d'exercice.

Donnée : 1 Å = 0,1 nm

1. Preuve de l'expansion de l'Univers

1.1. En utilisant le document 3, déterminer la longueur d'onde médiane du doublet de Ca^+ dans le spectre de la galaxie nommée : NGC 691.
Sachant que la longueur d'onde médiane λ_0 de ce doublet mesurée sur Terre pour une source au repos est de 5268 Å, calculer le « redshift » z caractérisant le décalage vers le rouge de cette galaxie, défini dans le document 1.

1.2. Calculer la vitesse d'éloignement de la galaxie NGC 691 par rapport à la Terre.

1.3. À l'aide des documents 1 et 2, établir dans le cas non relativiste, la relation entre la vitesse d'éloignement V de la galaxie et sa distance d à la Terre, montrant que V est proportionnelle à d.

1.4. À partir des valeurs du nombre z données dans le document 2, montrer que l'expression utilisée pour calculer la vitesse d'éloignement des galaxies donnée dans le document 1 n'est pas applicable dans tous les cas.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

2. Détection d'une étoile double « spectroscopique ».

On appelle « étoile double » un système stellaire composé de deux étoiles proches en orbite autour du même point (ce point étant le centre d'inertie G du système). Une étoile double « spectroscopique » est constituée de deux astres trop proches pour être séparés par un télescope optique et ne peut être détectée que par l'étude de son spectre à haute résolution. Le mouvement des deux étoiles provoque en effet un léger déplacement des raies d'absorption du spectre par effet Doppler.

Dans les questions suivantes, on suppose que les deux étoiles A et B décrivent des orbites circulaires de même rayon R, avec la même valeur de vitesse $V = V_A = V_B$.
La période de rotation commune aux deux étoiles A et B est notée T : c'est la période de l'étoile double.

2.1. Expliquer pourquoi, dans la situation décrite sur le document 4, on a $\lambda_A > \lambda_B$.

2.2. Sachant que l'effet Doppler ne se manifeste pas lorsque le vecteur vitesse de la source est perpendiculaire à la direction de visée, compléter en justifiant le tableau de l'**ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**. Schématiser sans souci d'échelle le spectre correspondant à chaque configuration et montrer que l'évolution temporelle de ces spectres est périodique, de période T/2.

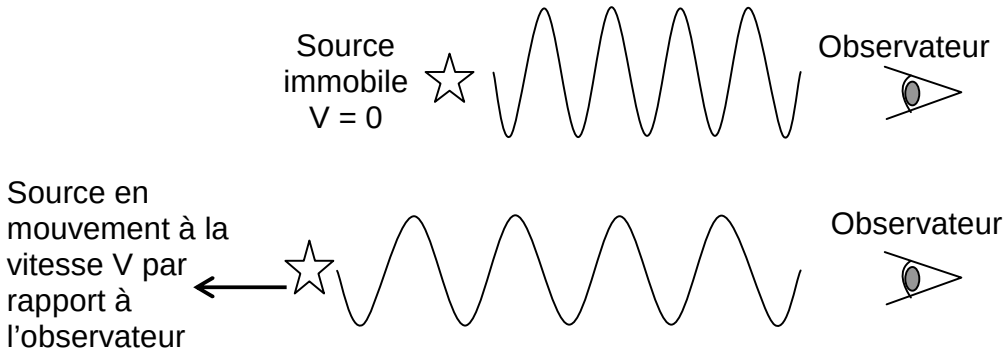
2.3. En utilisant les spectres du document 5 qui montrent l'évolution temporelle de la position de la raie Hα dans le spectre de l'étoile double HD 80715, vérifier que la période T de celle-ci est voisine de 3,8 jours.

13PYSCOPO1

DOCUMENTS DE L'EXERCICE II

Document 1 : Principe de l'effet Doppler.

On note λ_0 la longueur d'onde de référence de la raie étudiée dans le spectre (source immobile par rapport à l'observateur) et λ la longueur d'onde de la radiation émise par la source en mouvement.
Lorsqu'une étoile s'éloigne de la Terre, on observe un décalage vers les grandes longueurs d'onde appelé « redschift » et caractérisé par le nombre $z = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0}$.



La formule de Doppler donne la vitesse d'éloignement V de la source lumineuse par rapport à l'observateur terrestre dans le cas non relativiste :

$$V = c\frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0}$$

c est la célérité de la lumière dans le vide ($c = 2{,}99792 \times 10^8$ m.s^{-1}).

Document 2 : Décalage vers le rouge.

En 1930, Edwin HUBBLE avait constaté expérimentalement que plus les galaxies étaient lointaines, plus leur spectre présentait un décalage vers le rouge important.
Le « décalage vers le rouge », qui sera appelé « redshift » apparaît, quand il est petit, comme proportionnel à la distance : $z = \frac{H_0 d}{c}$ où H_0 est une constante appelée constante de Hubble.
Ce décalage est traditionnellement interprété comme dû à la vitesse d'éloignement des galaxies. Cette interprétation, si elle est vraie pour les « redshifts » petits est en fait fondamentalement erronée dans une perspective de relativité générale. Les « redshifts » observés vont d'une fraction de l'unité pour la plupart des galaxies, à 4 ou 5 pour les objets les plus lointains, quasars, ou certaines autres galaxies.

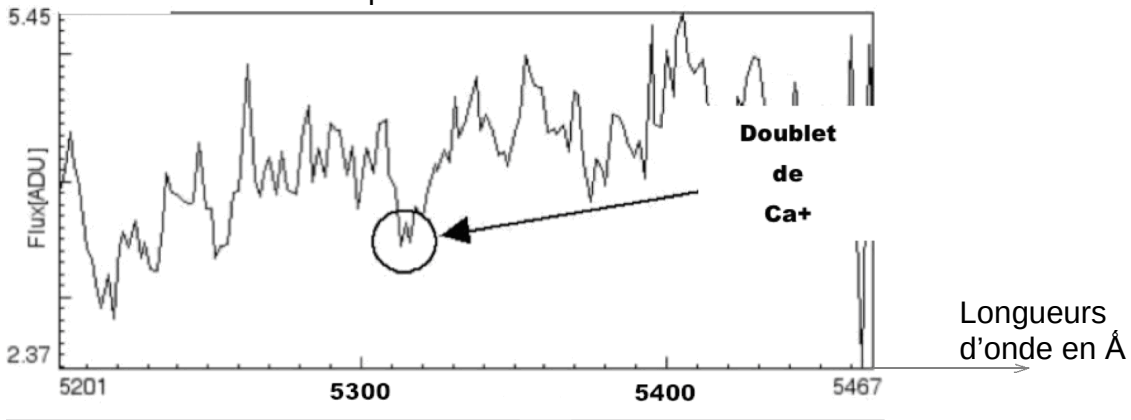
D'après « Cosmologie : Des fondements théoriques aux observations »
Francis Bernardeau (CNRS Editions – EDP sciences)

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

13PYSCOPO1

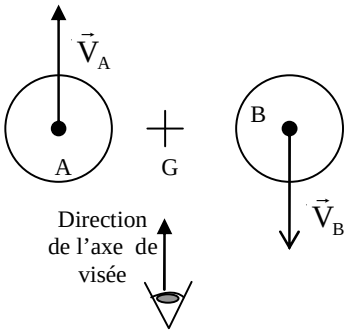
Document 3 : Extrait du spectre de NGC 691.



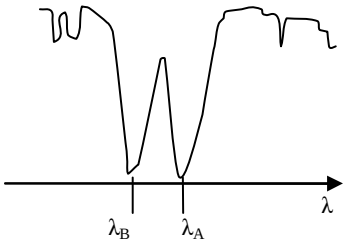
Source : observatoire de Haute Provence, logiciel libre SalsaJ.

Document 4 : Effet du mouvement des deux composantes d'une étoile double sur une raie d'absorption si l'axe reliant les deux étoiles est perpendiculaire à l'axe de visée.

a) Configuration :



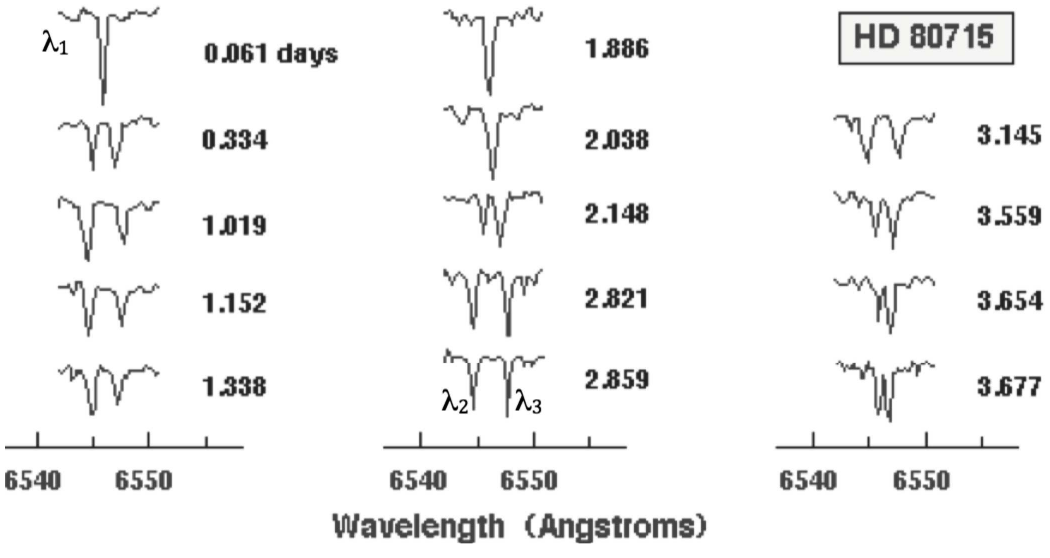
b) Spectre observé (extrait) :



On note : λ_A la longueur d'onde de la raie provenant du spectre de l'étoile A et λ_B la longueur d'onde de la raie provenant du spectre de l'étoile B.

Document 5 : Évolution temporelle de la position de la raie Hα dans le spectre de l'étoile HD 80715.

.



Crédit : "Observatoire de Paris / U.F.E."

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE III : TRANSMISSION D'INFORMATION PAR FIBRE OPTIQUE (5 points)

Les fibres optiques constituent un élément essentiel de la révolution des télécommunications : c'est par ce moyen que circule plus de 80 % des informations du trafic mondial longue distance.

Les documents nécessaires à la résolution sont regroupés en fin d'exercice.

1. Rappeler une propriété d'un faisceau laser en montrant que celle-ci justifie l'usage de ce type de rayonnement électromagnétique pour la transmission d'information par fibre optique.

2. En utilisant le document 3, choisir une valeur de longueur d'onde à privilégier pour une bonne transmission du signal.

3. Le débit disponible pour ce dispositif de transmission a une valeur moyenne de 100 Mbit.s^{-1}.
   3.1. Evaluer le temps de transfert d'un fichier de 50 Mo.
   3.2. On souhaite pouvoir recevoir un film vidéo noir et blanc de 25 images par seconde. Ces images sont constituées de 600 × 450 pixels, le codage de l'image est de 24 bits par pixel. La transmission peut-elle être assurée dans de bonnes conditions ?

4. Un prestataire de service installe un réseau dans une petite ville. Il utilise de la fibre optique en silice. La longueur maximale de fibre qu'il doit utiliser pour desservir tous ses clients a pour valeur L = 10,0 km.
   La longueur d'onde du rayonnement émis par le laser utilisé est égale à 850 nm.
   On admet que le signal de sortie est exploitable tant que sa puissance P_{sortie} est supérieure à 1% de la puissance $P_{entrée}$ du signal entrant.

   À l'aide des documents fournis, dire en justifiant si tous les clients bénéficient de signaux satisfaisants sans amplification optique intermédiaire.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

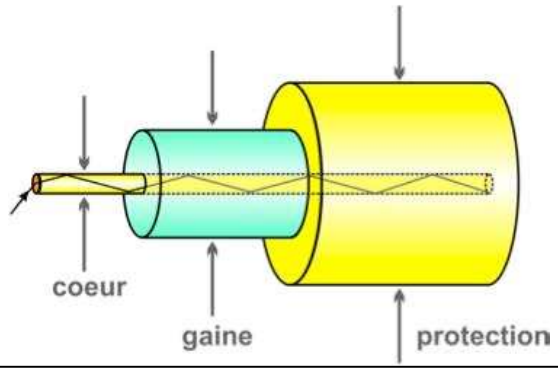
13PYSCOPO1

DOCUMENTS POUR L'EXERCICE III

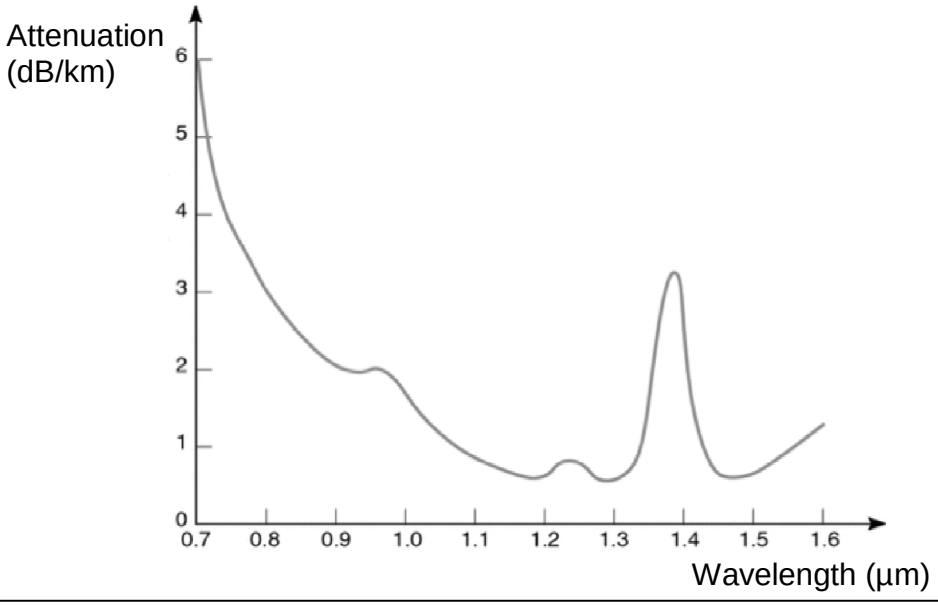
Document 1 : Quelques données :

- L'atténuation en décibel d'un signal de puissance P à travers une chaîne de transmission est : $A_{dB} = 10\log\left(\frac{P_{entrée}}{P_{sortie}}\right)$.
- Pour une fibre optique de longueur L, on définit le coefficient d'atténuation en dB/km par : $\alpha = \frac{A_{dB}}{L}$.
- 1 Tbit (térabit) = 10^{12} bits.
- 1 octet = 8 bits ; 1 Mo (mégaoctet) = 2^{20} octets.

Document 2 : Transmission de la lumière dans une fibre à saut d'indice.



Document 3 : Coefficient d'atténuation α (dB/km) des fibres en matériau silice.



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

13PYSCOPO1

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

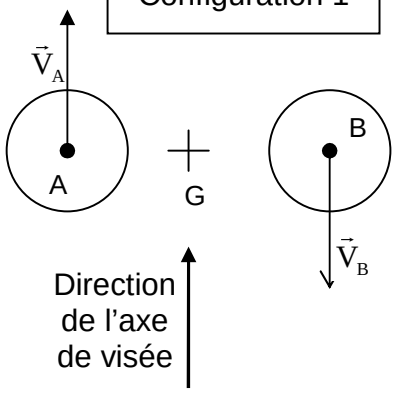
EXERCICE 2 : EFFET DOPPLER ET ASTROPHYSIQUE

Question 2.2.

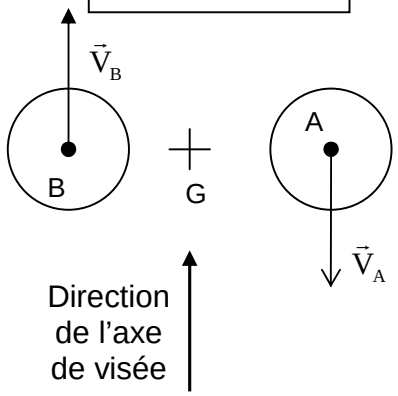
Pour chaque proposition, indiquer la (les) configurations correcte(s).

Relation entre λ_A et λ_B	$\lambda_A = \lambda_B$	$\lambda_A > \lambda_B$	$\lambda_A < \lambda_B$
Configuration(s)			

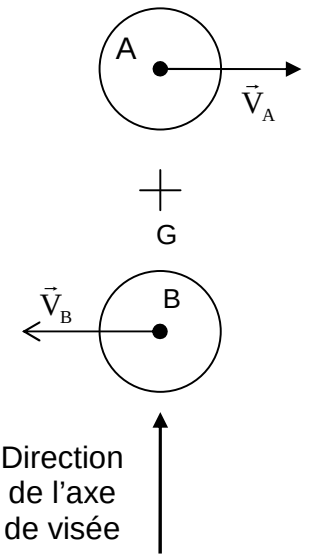
Configuration 1



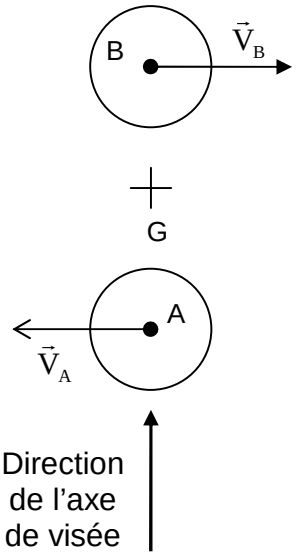
Configuration 3



Configuration 2



Configuration 4



Sur ces schémas, l'observateur n'est pas représenté car il est à une très grande distance.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer