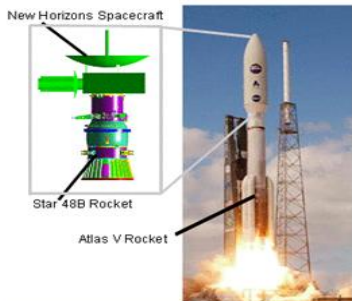


EXERCICE I : NEW HORIZONS (11 pts)

Document 1 : mission vers PLUTON

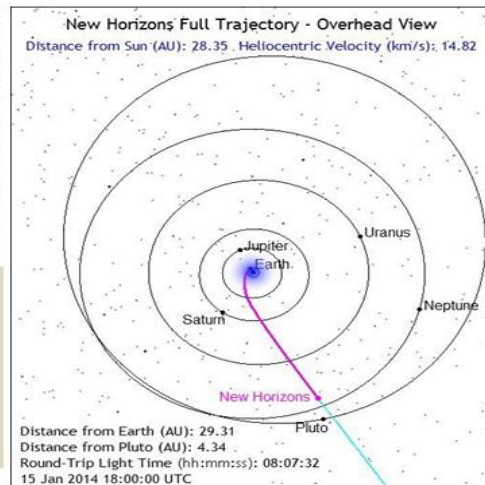


Lancement : 19/01/2006
FUSEE:
•1^{er} étage : ATLAS V 551
•2^e étage : Centaure
•3^e étage : star 48 B

New Horizons est une sonde spatiale de la NASA chargée d'étudier la planète naine Pluton et son satellite Charon qu'elle doit survoler en 2015 pour poursuivre ensuite vers la ceinture de KUIPER. New Horizons est la première mission spatiale qui explore cette région du Système solaire et l'engin le plus rapide jamais lancé.

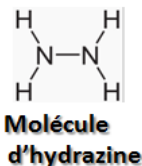


Depart : 19 janvier 2006
Mars : 7 avril 2006
Jupiter : 28 février 2007
Saturne : 8 juin 2008
Uranus : 18 mars 2011
Neptune : 24 août 2014
Pluton : 14 juillet 2015



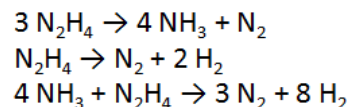
Document 2 : propulseurs à l'hydrazine

Les propulseurs dont dispose la sonde effectuent uniquement les corrections de trajectoire de temps en temps et modifient l'orientation de la sonde. Elle dispose à cet effet de 16 petits moteurs-fusées « brûlant » de l'**hydrazine**.

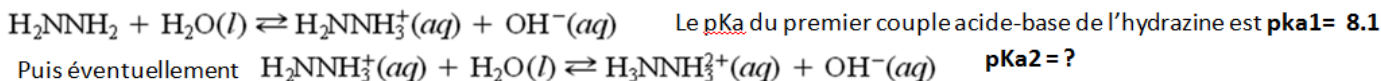


la poussée est assurée par **décomposition catalytique** de l'hydrazine liquide sous pression N_2H_4 et non par combustion. Cette décomposition est en effet une réaction très **exothermique** (800°C). Elle est obtenue en faisant passer l'hydrazine sur un catalyseur dont le composant actif est l'iridium métallique déposé sur une grande surface d'alumine (oxyde d'aluminium), ou de nanofibres de carbone. Sa décomposition en ammoniac, diazote et dihydrogène résulte des réactions suivantes :

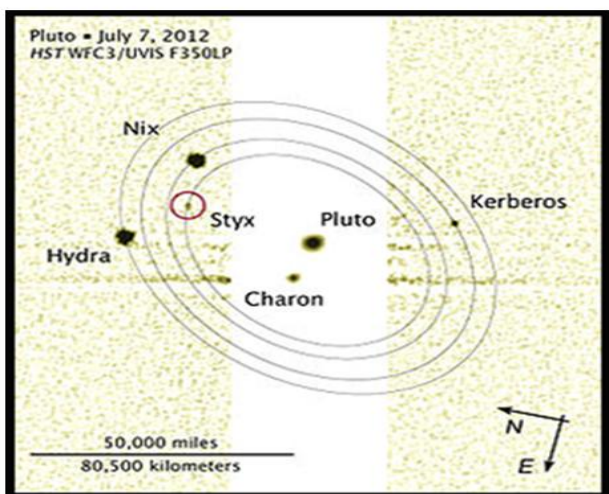
Sa décomposition en ammoniac, diazote et dihydrogène résulte des réactions suivantes :



Autre propriétés de l'hydrazine : elle peut se dissocier dans l'eau de la façon suivante :

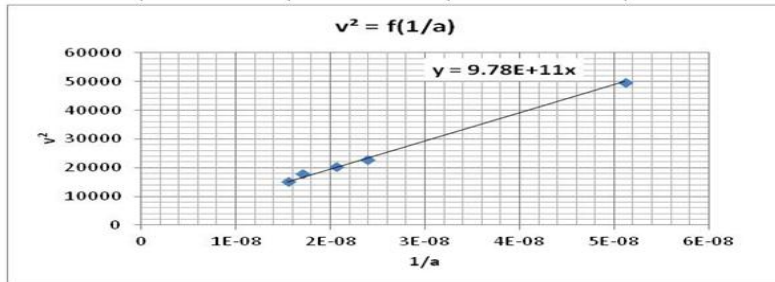


Document 3 : le système de PLUTON



T(j) : période de révolution Date : date de découverte
a(km) : demi-grand-axe de l'orbite ≈ rayon R de l'orbite

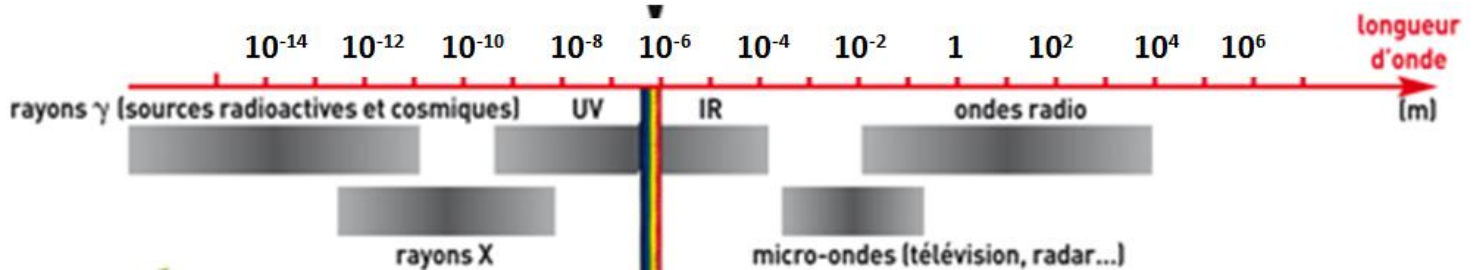
satellite	T(j)	a(km)	diamètre (km)	date
Charon	6.387	19571	1 205	13 avril 1978
Styx	20.2	10 - 25	10 - 25	11 juillet 2012
Nix	24.85	48675	44 - 130	15 mai 2005
Cerbère	32.1	59000	14 - 40	20 juillet 2011
Hydra	38.2	64700	44 - 130	15 mai 2005



données **Masse de Pluton** : $M_p = 1.31 \times 10^{22} \text{ kg}$ - **constante de gravitation** universelle : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$
expression de la valeur de la **force d'interaction gravitationnelle** F entre deux corps A et B de masses respectives m_A et m_B , distants de R :

$$F = G \times \frac{m_A \times m_B}{R^2}$$

Document 4 : les ondes électromagnétiques



Questions

1- Décollage le 19 janvier 2006

La masse totale des trois étages de la fusée haute de 59.7 m est de **575000 kg**. Le champ de pesanteur est supposé uniforme : son intensité est $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$. On choisit un axe Oz vertical dirigé vers le haut. On étudie le mouvement de la fusée dans le référentiel terrestre qu'on suppose galiléen. La force développée par les 5 boosters du lanceur Atlas 551 est de **10 906 194 N** au moment du décollage.

1.1- En considérant la masse de la fusée à peu près constante pendant les premières secondes du décollage, Montrer que l'action des boosters est suffisante pour faire décoller la fusée et trouver la valeur de l'accélération communiquée à la fusée.

1.2- Au bout de 1 min 48 s, les 5 boosters ont consommés chacun leur 47 tonnes de combustibles. Trouver la valeur de la vitesse d'expulsion des gaz v_E sachant que la force de poussée s'exprime de la façon suivante :

$$F = q \times v_E \text{ avec } q = \text{débit des gaz en kg/s.}$$

2- Le voyage de la sonde New Horizons

En janvier 2014, la sonde est en hibernation depuis Jupiter qu'elle a croisé en 2007 (voir document 1) Sa vitesse est constante depuis cette date et vaut 14.82 km/s.

2.1- Dans quel référentiel cette vitesse est-elle mesurée ?

2.2- Montrer que cette sonde parcourt plus d'un million de km par jour.

3- correction de trajectoire

Le 30 janvier 2006 une correction de vitesse a été effectuée pour obtenir une augmentation de vitesse Δv_1 de **12.5 m/s** à l'aide des propulseurs consommant une masse $\Delta m = 2.8 \text{ kg}$ d'hydrazine. Avant cette opération la masse de la sonde et de son carburant était $m = 478 \text{ kg}$.

3.1- La sonde étant au moment de la correction en mouvement rectiligne uniforme, montrer, à l'aide de la deuxième loi de Newton que la quantité de mouvement du système {sonde + carburant} se conserve.

3.2- En considérant la sonde comme immobile au moment de cette correction de vitesse, faire un schéma de la situation permettant ensuite de trouver la vitesse d'expulsion v_2 des gaz de propulsion.

4- L'Hydrazine

4.1- La réaction de décomposition de l'hydrazine (voir document 2) est-elle le résultat d'une catalyse hétérogène ou d'une catalyse homogène ? Qu'entend-t-on par réaction exothermique.

4.2- Faire le bilan global des 3 réactions qui se produisent simultanément et identifier les gaz chauds expulsés.

4.3- L'hydrazine possède également des propriétés acide base (voir les réactions document 2)

4.3.1- Rappeler la définition d'un acide et d'une base selon Bronsted.

4.3.2- L'hydrazine est-elle une base ou un acide, justifier. Calculer le K_{a1} de ce couple.

4.3.3- Représenter sur un axe de pH les zones de prédominance des 2 éléments de ce couple acide-base

4.3.4- le pK_{a2} du deuxième couple présenté sera-t-il plus grand ou plus petit. Placer ce pK_{a2} relativement au pK_{a1} sur un nouveau schéma et compléter les zones de prédominance.

5- Communication avec la Terre

La sonde utilise les fréquences suivantes :

- Liaison montante (Terre vers sonde) : 7 182,043 000 MHz
- Liaison descendante (sonde vers Terre) : 8 437,894 737 MHz ; 8 438,181 818 MHz et 8 438,243 000 MHz

Ces fréquences ne tiennent pas compte de l'effet Doppler.

5.1- Ces ondes font-elle partie du domaine des micro-ondes (vitesse de la lumière dans le vide $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

5.2- Pourquoi précise-t-on que les valeurs de ces fréquences ne tiennent pas compte de l'effet Doppler.

6- Instruments embarqués

Parmi les nombreux instruments embarqués, il y a un spectrographe ALICE pour étudier l'atmosphère de Pluton et de Charon fonctionnant entre 52nm et 187 nm.

6.1- Ce spectrographe travaille-t-il dans le domaine des ultraviolets proches ou des ultraviolets lointains?

6.2- Le rayonnement capté par le spectrographe passe par un réseau de diffraction. Celui-ci sert : à concentrer la lumière ? à disperser les longueurs d'ondes ? ou à tenir compte de l'effet Doppler ?

7- Le système de Pluton

La sonde New Horizons passera près de Pluton le 14 juillet 2015 pour collecter un grand nombre d'informations et d'images de Pluton et de ses 5 satellites connus. Pour la suite, on considère que les orbites des satellites autour de Pluton sont circulaires de rayon R.

7.1- Représenter sur un schéma : Pluton et le satellite Charon – un vecteur unitaire \vec{u} orienté du centre de Pluton vers Charon – La force d'interaction gravitationnelle exercée par Pluton sur Charon. Peut-on déduire de ce schéma que le mouvement de Charon est circulaire uniforme ? Donner ensuite l'expression vectorielle de la force \vec{F} en fonction du choix du vecteur unitaire \vec{u} . Dans quel référentiel étudie-t-on le mouvement des satellites de Pluton ?

7.2- Montrer que la vitesse d'un satellite de Pluton peut s'exprimer sous la forme $v = \sqrt{\frac{G \times M_P}{R}}$

7.3- Montrer que le graphe $v^2 = f(1/R)$ est obligatoirement une droite comme on peut le voir sur le document 3. Retrouver ensuite à l'aide de ce graphe la masse de Pluton.

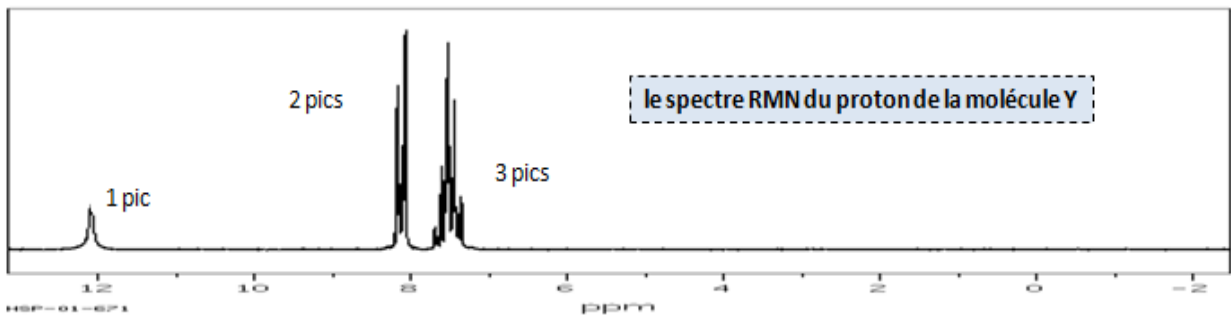
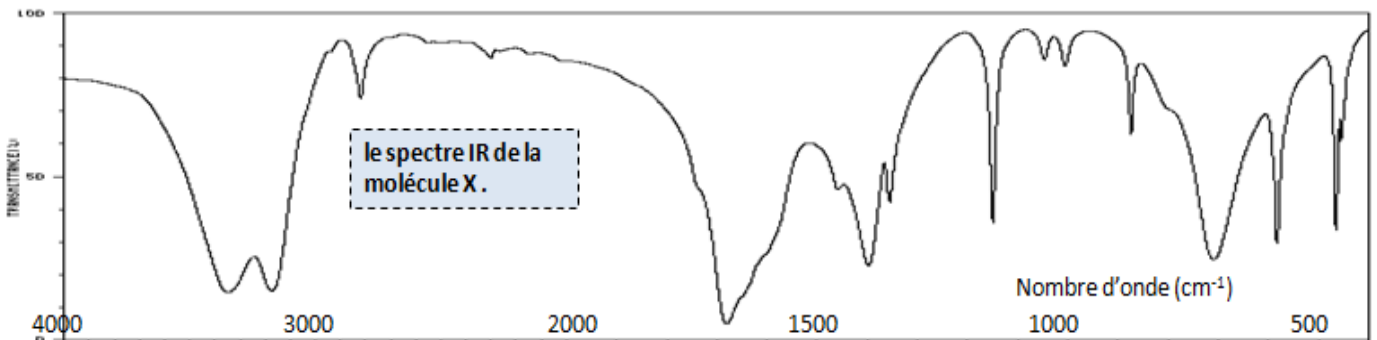
7.4- Montrer que $\frac{T^2}{R^3} = \frac{4\pi^2}{G \times M_P}$. Puis trouver le rayon R de l'orbite du satellite Styx manquant dans le tableau du document 3.

EXERCICE II : ONDES (4 pts)

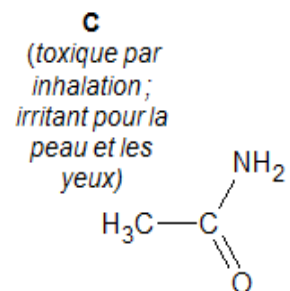
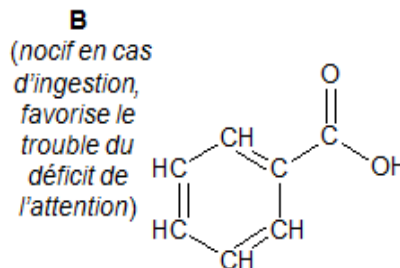
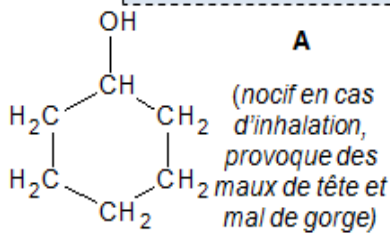
Partie 1 Spectres (document 1 et 2)

1. Sur le document 1, entourer les groupes caractéristiques présents dans les trois molécules et donner leurs noms.
2. A quelle molécule A, B, C correspond le spectre IR du document 1 ?
3. A quelle molécule A, B, C correspond le spectre RMN proton du document 1 ?

Document 1 : spectres et molécules



les trois molécules proposées



Document 2 : tables

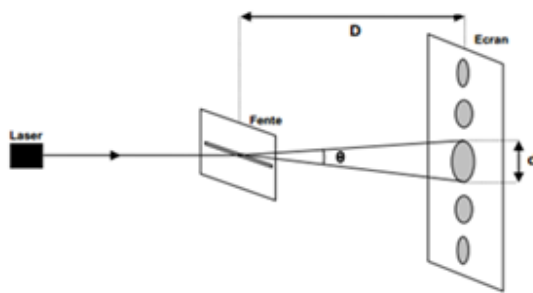
: Table des nombre d'ondes en spectroscopie IR

Liaison	Nombre d'ondes (cm ⁻¹)	Intensité et commentaire
Liaison OH liée (liaison hydrogène)	Entre 3100 et 3500 cm ⁻¹	Bande forte et large.
Liaison N-H	Entre 3050 et 3500 cm ⁻¹	Bande forte.
Liaison C=O	Entre 1625 et 1820 cm ⁻¹	Bande forte et de largeur moyenne.
Liaison C=O des esters	Entre 1700 et 1750 cm ⁻¹	Bande forte.
Liaison C=O des acides carboxyliques	Entre 1660 et 1740 cm ⁻¹	Bande forte.
Liaison C=O des amides	Entre 1630 et 1710 cm ⁻¹	Bande forte.
Liaison C-H de CHO	Entre 2650 et 2800 cm ⁻¹	Bande moyenne.
Liaison OH des acides carboxyliques	Entre 2500 et 3300 cm ⁻¹	Bande forte et large.
Liaison C-O des acides carboxyliques	Entre 1200 et 1320 cm ⁻¹	Bande forte.
Liaison CO des esters	Entre 1210 et 1260 cm ⁻¹	Bande forte.
Liaison NH des amides primaires	Entre 3050 et 3500 cm ⁻¹	Deux bandes moyennes larges.
Liaison NH des amides substituées	Entre 3050 et 3400 cm ⁻¹	Bande moyenne large.

Domaines de déplacements chimiques de divers protons

type de proton	δ en ppm	type de proton	δ en ppm
>C(cycle)=CH ₂	4,6	-CO-OH	8,5-13
>C=CH ₂	5,3	>C=C-OH	11-17
-C=CH-	5,1	PhH	7,2
-C=CH- (cyclique)	5,3	R-OH	0,5-5,5
R-C≡C-H	3,1	Ar-OH	4,0-7,5
Ar-H	7,0-9,0	Ar-OH (avec liaison H intramoléculaire)	5,5-12,5
>C=CH-CO-	5,9	R-NH-	0,5-3,0
-CH=C-CO-	6,8	Ar-NH	3,0-5,0
R-CHO	9,9	R-CO-NH-	5,0-8,5
Ar-CHO	9,9	CHCl ₃	7,2
H-CO-O-	8,0	H ₂ O	=5,0
H-CO-N<	8,0		

Partie 2 : ondes



1- Un faisceau laser, émettant une radiation monochromatique de longueur d'onde λ est placé devant une fente horizontale de largeur a.

On observe sur l'écran un phénomène :

- D'interférence De Diffraction

2- Deux figures A et B sont obtenues successivement avec deux lasers différents.

Figure A :



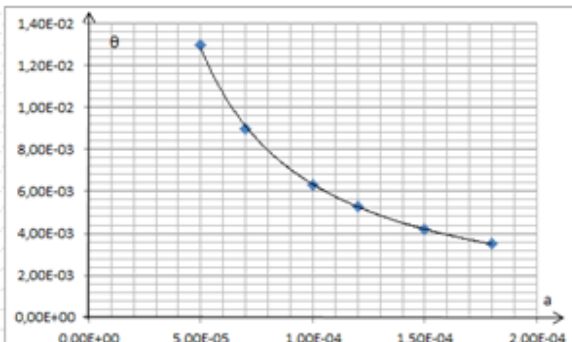
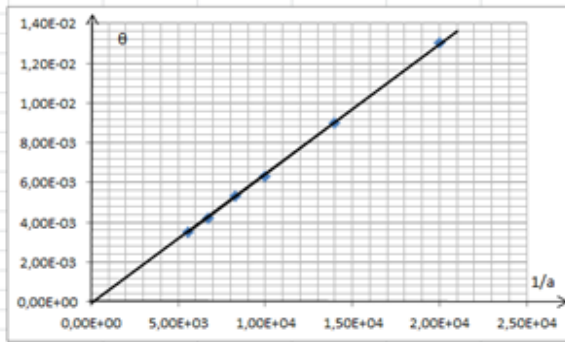
Figure B :



La figure A est-elle obtenue avec :

- Un laser rouge (λ=700 nm ; D= 1,50 m ; a=40μm)
 Un laser bleu (λ=455 nm ; D= 1,50 m ; a=40μm)

3 Parmi les 2 expressions pour l'écartement angulaire θ, laquelle est la bonne ?



- $\theta = \frac{\lambda}{a}$
 $\theta = a * \lambda$

4- Une bille est lâchée délicatement à la surface d'une bassine remplie d'eau. Lorsque la bille touche la surface de l'eau elle crée une onde circulaire qui se propage.



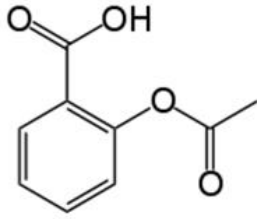
Figure 1 : f = 7,07 Hz

La célérité de l'onde se propageant à la surface de l'eau est :

- $c = 2,8 * 10^{-1} \text{ m.s}^{-1}$
 $c = 2,8 * 10^{-2} \text{ m.s}^{-1}$
 $c = 2,8 * 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$

EXERCICE III : mal de tête (5 pts)

Document 1 : aspirine



acide acétylsalicylique = aspirine

Solubilité à 25°C : $s = 3.2 \text{ g/L}$
Masse molaire : 180 g/mol

C'est un acide faible, dont la base conjuguée est l'ion acétylsalicylate.



Équation-bilan d'un dosage d'une solution d'aspirine par une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ + \text{OH}^-$) : $\text{AH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{A}^- + \text{H}_2\text{O}$

Partie 1 : molécule d'aspirine

- 1- Recopier la formule topologique de l'aspirine. Entourer et nommer les fonctions chimiques présentes sur cette molécule. Donner la formule brute de l'aspirine.
- 2- L'aspirine fait partie d'un couple acide-base que l'on peut noter (AH/A^-). Donner le nom, la formule topologique et brute de A^- .

Partie 2 : Préparation d'un dosage de l'aspirine

- 1- On désire faire un dosage de l'aspirine pour vérifier qu'un comprimé d'aspirine 500 contient bien 500 mg d'aspirine. Pour cela on broie soigneusement un comprimé dans un mortier puis on introduit la poudre obtenue dans une fiole jaugée puis on rajoute de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. A l'aide d'un agitateur magnétique on agite une dizaine de minutes pour être sûr que tout soit dissout.
 - 1.1- Pourquoi doit-on faire cette dissolution dans une fiole de 500 mL et pas dans une fiole de 100 mL ?
 - 1.2- Montrer que la concentration molaire de la solution obtenue est théoriquement de $\text{ca} = 5.56 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$.
- 2- On se propose d'effectuer un dosage colorimétrique d'un échantillon $V_a = 10 \text{ mL}$ de la solution précédente. Pour cela on dispose du matériel suivant : une burette graduée de 25 mL montée sur son support, d'un agitateur magnétique, de bechers de 50 mL, d'une pipette jaugée de 10 mL. On dispose aussi de solutions d'hydroxyde de sodium. Faire un schéma annoté du montage à réaliser. Que manque-t-il dans la liste ci-dessus pour faire ce dosage ?
- 3- On dispose de 3 solutions d'hydroxyde de sodium de concentrations c_b :
 $1,0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$, $5,0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ et $1,0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$.
Quelle solution d'hydroxyde de sodium va-t-il falloir choisir pour faire ce dosage sachant que pour que ce dosage soit suffisamment précis il faut que la chute de burette (volume versé) prévue soit comprise entre 10 mL et 20 mL.