DANS CE CADRE	Académie :	Session : **2019**
	Concours : **Technicien de recherche et de formation de classe normale – BAP B**	Repère de l'épreuve : **2019-B4X41- Ext—Est**
	Epreuve : Questions, cas pratiques et exercices relevant de l'emploi type	
	NOM : (en majuscule, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)	
	Prénoms :	N° du candidat (le numéro est celui qui figure sur la convocation)
	Né(e) le :	
NE RIEN ÉCRIRE	Note :	

CONCOURS EXTERNE DE TECHNICIEN
de RECHERCHE et de FORMATION
BAP B – Chimie et sciences physiques

Epreuve n°1 : traitement de questions et résolution de cas pratiques et d'exercices relevant de l'emploi type.

Durée : 3h00. Coefficient : 3

Matériel autorisé : calculatrice selon règlementation

Le candidat répondra directement sur le cahier-réponse

Les feuilles de brouillon fournies par l'administration ne doivent pas être insérées dans le cahier-réponse et ne seront pas prises en compte dans la correction.

ATTENTION : Il vous est rappelé que votre identité ne doit figurer que dans la partie supérieure de la bande en-tête de cette page du cahier-réponse mis à votre disposition. **Toute mention d'identité ou tout signe distinctif porté sur toute autre partie du cahier-réponse que vous remettrez en fin d'épreuve mènera à l'annulation de votre épreuve**.

Ce sujet comporte 42 pages, celle-ci incluse.

MERCI DE NE TOURNER LA PAGE
QU'AU SIGNAL DONNÉ PAR L'ADMINISTRATION.

Ne rien inscrire dans cette partie

Le sujet est constitué de 6 exercices.

EXERCICE 1 SUIVI SPECTROPHOTOMETRIQUE D'UNE TRANSFORMATION CHIMIQUE

Première partie. Tracé d'une courbe d'étalonnage

Deuxième partie. Étude spectrophotométrique de la réaction

Troisième partie. Sécurité, stockage, préparation et récupération des solutions

EXERCICE 2 : AUTOUR DU LAIT

Première partie. Acidité du lait

Deuxième partie. Le lait est-il marmiteux ?

EXERCICE 3 : EXPÉRIENCES D'OPTIQUE

Première partie. Expériences avec un laser

Deuxième partie. L'appareil photographique

EXERCICE 4 : PRINCIPE DE L'OSMOSE INVERSE

Première partie. Osmomètre de Dutrochet

Deuxième partie. Principe de l'osmose inverse

EXERCICE 5 : MISE AU POINT D'UNE NOUVELLE MANIPULATION DE PHYSIQUE AU LABORATOIRE

Première partie. Appropriation de la manipulation

Deuxième partie. Étude des résultats concernant le débit

Troisième partie. Étude des résultats concernant les pertes de charge

EXERCICE 6 : ÉLECTRICITÉ.

Ne rien inscrire dans cette partie

EXERCICE 1 SUIVI SPECTROPHOTOMETRIQUE D'UNE TRANSFORMATION CHIMIQUE

Un technicien chimiste veut suivre par spectrophotométrie, la réaction en milieu acide, entre les ions permanganate MnO_4^- (qui donnent à la solution aqueuse une couleur violette) et les molécules incolores d'acide oxalique $H_2C_2O_4$. L'étude se fait en deux étapes.

Première partie. Tracé d'une courbe d'étalonnage

D'une solution aqueuse S de permanganate de potassium de concentration molaire $C_o = 5{,}0 \times 10^{-1}$ mmol/L, le technicien prélève un volume V_0 afin de préparer 5 solutions étalons de volume V = 50,0 mL, de concentration molaire C.

1. Compléter le tableau ci-dessous :

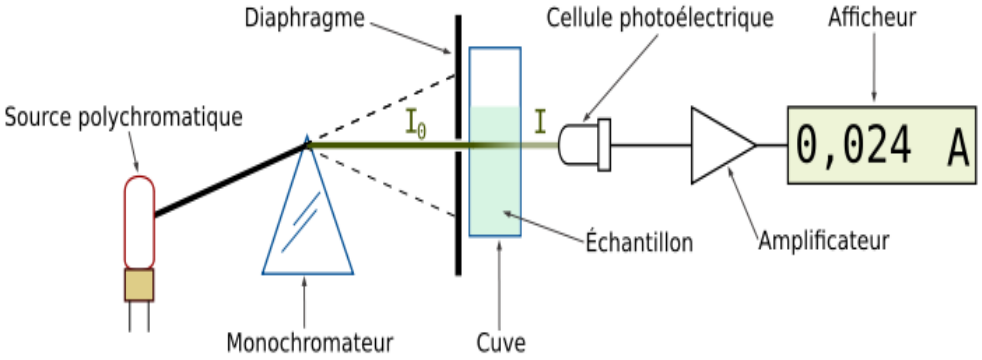
V_0 en mL	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0
C en mol/L					

2. Décrire le matériel à utiliser et le protocole à suivre pour préparer la première de ces cinq solutions.

Le technicien mesure l'absorbance A de chacune de ces cinq solutions à l'aide d'un spectrophotomètre dont le schéma de principe est donné ci-dessous (Source wikipédia).

Ne rien inscrire dans cette partie

La cuve contenant successivement les 5 solutions étalons a une épaisseur L = 1,0 cm.



3. Expliquer succinctement le principe de fonctionnement d'un tel appareil.

Ne rien inscrire dans cette partie

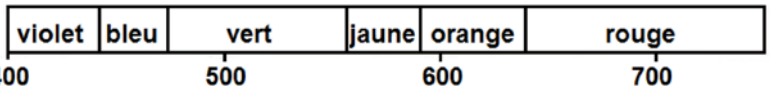
---

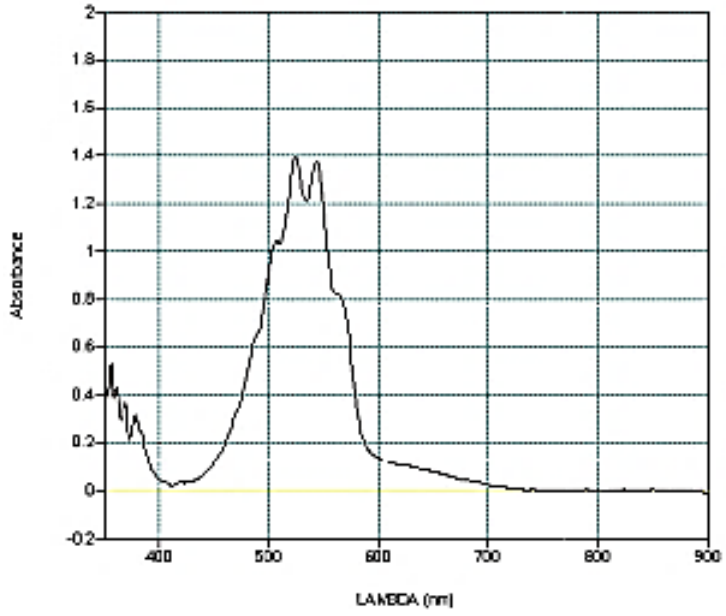
4. Décrire les réglages préalables à réaliser avant d'effectuer cette mesure d'absorbance.

5. A l'aide des documents ci-dessous, choisir en justifiant la longueur d'onde de travail la plus adaptée.

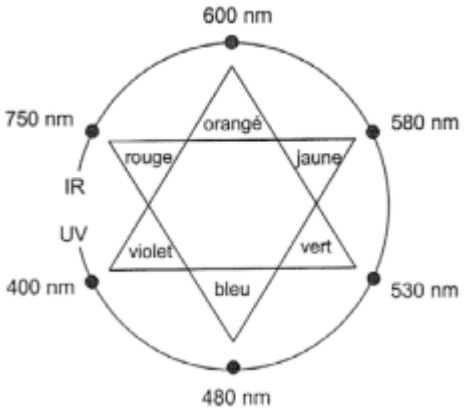
6. Justifier à l'aide des documents fournis ci-après la couleur violette de la solution de permanganate de potassium.

Données : - Spectre continu de la lumière blanche et longueurs d'onde associées -





Spectre d'absorption d'une solution aqueuse de permanganate de potassium



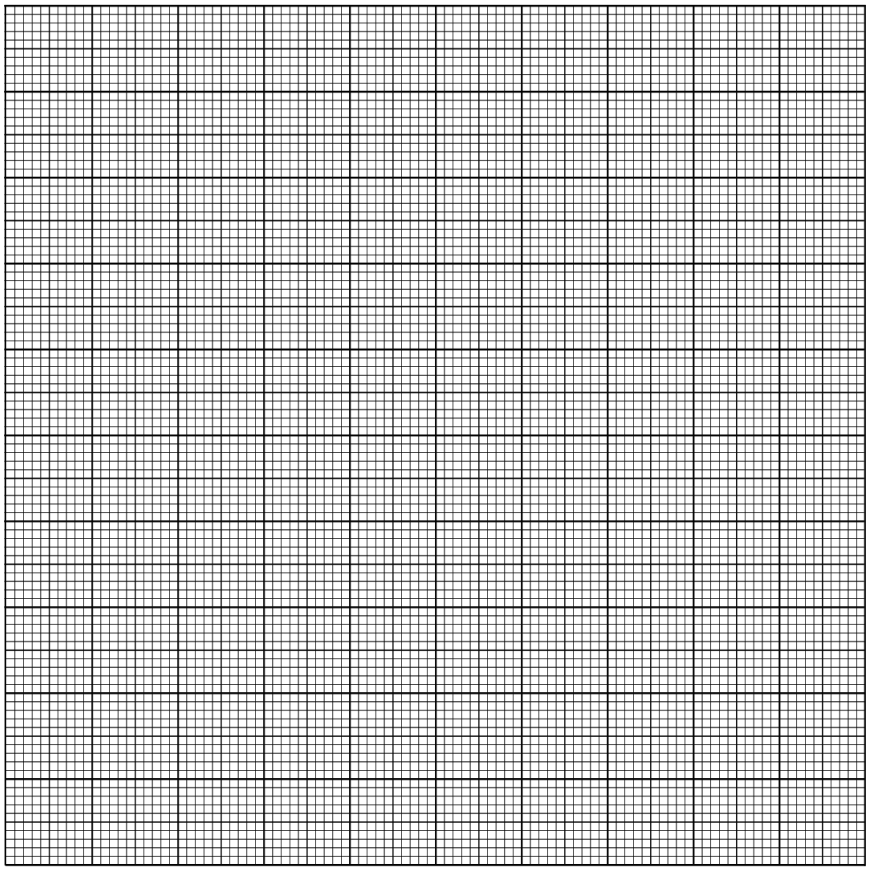
Cercle chromatique simplifié

Ne rien inscrire dans cette partie

Des expériences réalisées, le technicien obtient les résultats suivants :

Vo en mL	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0
C en mol/L					
Absorbance A	0,22	0,44	0,66	0,88	1,1

7. Tracer ci-dessous la courbe d'étalonnage représentant l'absorbance en fonction de la concentration A = f (C).



Ne rien inscrire dans cette partie

---

8. Rappeler la loi de Beer-Lambert en précisant la signification de chaque terme et son unité.

9. Cette loi est-elle vérifiée par le graphe tracé pour les concentrations utilisées ?

10. En utilisant le graphe obtenu, montrer que le coefficient d'absorption molaire de l'ion permanganate MnO_4^- a pour valeur : $\varepsilon = 2{,}2.10^5$ $L.mol^{-1}.m^{-1}$

11. Citer quatre paramètres dont dépend ce coefficient d'absorption molaire.

Les résultats de cette première partie vont permettre d'étudier la cinétique de la réaction, en milieu acide, entre les ions permanganate MnO_4^- et les molécules d'acide oxalique $H_2C_2O_4$.

Ne rien inscrire dans cette partie

<u>Deuxième partie</u>. Étude spectrophotométrique de la réaction

La température de l'expérience, θ = 25 °C, est maintenue constante.

Le technicien place maintenant dans la cuve du spectrophotomètre :

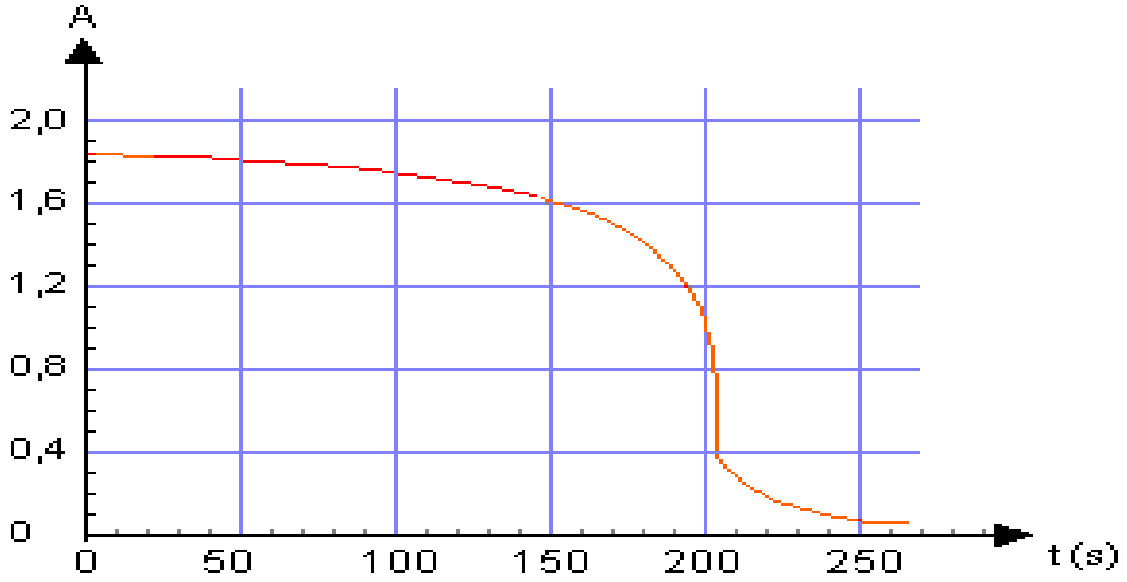
- 1,0 mL de permanganate de potassium à 2,0 x 10^{-3} mol.L^{-1},
- 0,50 mL d'acide sulfurique à 0,50 mol.L^{-1},

A la date t = 0, il ajoute 1,0 mL d'acide oxalique de concentration molaire volumique 5,0 x 10^{-3} mol.L^{-1}.

L'appareil trace alors la courbe A = f (t) représentant la variation de l'absorbance lors de la transformation chimique du système. A cette transformation chimique est associée la réaction d'équation :

$$2\ MnO_4^-{}_{(aq)} + 5\ C_2H_2O_{4(aq)} + 6\ H^+{}_{(aq)} = 2\ Mn^{2+}{}_{(aq)} + 10\ CO_2{}_{(aq)} + 8\ H_2O_{(liq)}$$

On précise que la seule espèce colorée et absorbante pour la longueur d'onde utilisée est l'ion permanganate.



12. Expliquer pourquoi la réaction étudiée est une réaction d'oxydoréduction.

Ne rien inscrire dans cette partie

---

13. Retrouver les deux couples rédox mis en jeu lors de cette réaction et écrire les deux demi-équations correspondantes.

14. Le tableau ci-dessous donne les potentiels standard d'oxydoréduction de quelques couples à 25 °C pour un pH = 0. Compléter celui-ci en plaçant les deux couples rédox de la question précédente.

Couple Oxydant/Réducteur	**E° (V vs ESH)**
K^+/K	- 2,92
Na^+/Na	- 2,71
Al^{3+}/Al	- 1,67
	-0,48
H^+/H_2	0,00
$S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$	0,09
I_2/I^-	0,62
O_2/H_2O_2	0,69
Fe^{3+}/Fe^{2+}	0,77
Ag^+/Ag	0,80
Br_2/Br^-	1,08
	1,51
MnO_4^-/MnO_2	1,70
O_3/O_2	2,07

Ne rien inscrire dans cette partie

---

15. Expliquer comment retrouver l'équation de la réaction à partir de ces deux demi-équations rédox.

16. Quelle information donne le graphique précédent sur l'évolution de la concentration l'espèce absorbante MnO_4^- ?

<u>Troisième partie</u>. Sécurité, stockage, préparation et récupération des solutions

Le permanganate de potassium est conditionné à l'état solide.

Permanganate de potassium

$KMnO_4$, M=158,03 g/mol

DANGER

H272 (S2): Peut aggraver un incendie ; comburant
H302: Nocif en cas d'ingestion
H410: Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme

N° CAS : 7722-64-7 **N° CE : 231-760-3**

Ne rien inscrire dans cette partie

---

17. Quelles précautions d'usage doit-on respecter lors de son utilisation ?

18. Quelles doivent être les conditions de stockage du permanganate de potassium solide ?

19. Pour les besoins du TP, vous devez préparer 100 mL de solution aqueuse de permanganate de potassium à $2{,}0.10^{-3}$ mol.L^{-1}. Sachant que vous disposez d'une balance au centième de gramme, comment procédez-vous pour préparer cette solution de la manière la plus précise possible ?

Ne rien inscrire dans cette partie

L'acide sulfurique est conditionné à l'état liquide

Acide sulfurique (98%)

H_2SO_4, M=98,08 g/mol, d=1,840 à 25°C

DANGER

H314 (1A): Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves

P101: En cas de consultation d'un médecin, garder à disposition le récipient ou l'étiquette
P103: Lire l'étiquette avant utilisation
P280: Porter des gants de protection/des vêtements de protection/un équipement de protection des yeux/du visage
P305+P351+P338: EN CAS DE CONTACT AVEC LES YEUX : rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer
P390: Absorber toute substance répandue pour éviter qu'elle n'attaque les matériaux environnants
P301+P330+P331: EN CAS D'INGESTION : rincer la bouche, NE PAS faire vomir
P302+P352: EN CAS DE CONTACT AVEC LA PEAU : laver abondamment à l'eau et au savon

N° CAS : 7664-93-9 **N° CE : 231-639-5**

20. Préciser les conditions de stockage de cette solution d'acide sulfurique.

21. Déterminer la concentration molaire de la solution commerciale d'acide sulfurique à partir de l'étiquette précédente.

Ne rien inscrire dans cette partie

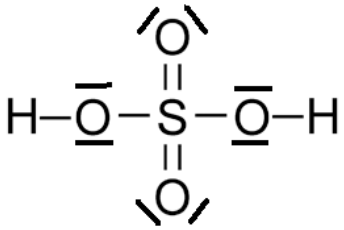
---

22. Pour les besoins du TP, vous devez préparer 50,0 mL de solution aqueuse d'acide sulfurique à $5{,}0.10^{-1}$ mol.L^{-1}. Décrire le protocole à suivre ainsi que les précautions à prendre.

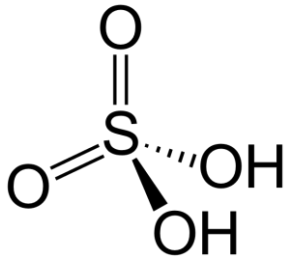
23. Écrire l'équation de la réaction de dissolution de l'acide sulfurique dans l'eau.

24. La représentation de Lewis de la molécule d'acide sulfurique est donnée ci-dessous.

Expliquer à l'échelle microscopique la très bonne solubilité de cet acide dans l'eau.



Géométrie :



colonnes / périodes	1	2	13	14	15	16	17	18
1	H hydrogène 2,2							He hélium
2	Li lithium 0,98	Be béryllium 1,57	B bore 2,04	C carbone 2,55	N azote 3,04	O oxygène 3,44	F fluor 3,98	Ne néon
3	Na sodium 0,93	Mg magnésium 1,31	Al aluminium 1,61	Si silicium 1,9	P phosphore 2,19	S soufre 2,58	Cl chlore 3,16	Ar argon
4	K potassium 0,82	Ca calcium 1,0	Echelle d'électronégativité de Pauling					

Ne rien inscrire dans cette partie

Récupération des produits

25. Expliquer en quelques lignes la manière de traiter le contenu de la cuve spectrophotométrique après manipulation.

Ne rien inscrire dans cette partie

EXERCICE 2 : AUTOUR DU LAIT

Cet exercice comprend deux parties A et B indépendantes l'une de l'autre.

Données.

Masses molaires atomiques :

Atome	H	C	N	O	Na	Cl	Ag
M (g.mol^{-1})	1,0	12,0	14,0	16,0	23,0	35,5	107,9

• Conductivités molaires ioniques à 25 °C

Ion	Ag^+	Cl^-	NO_3^-
$\lambda°$(mS.m^2.mol^{-1})	6,19	7,63	7,14

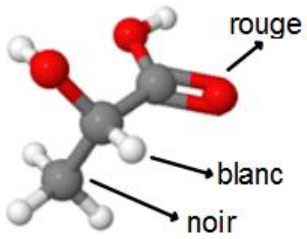
• Couleurs et zone de virage d'indicateurs colorés acido-basiques usuels :

Indicateur coloré	Teinte de la forme acide	Zone de virage	Teinte de la forme basique
Hélianthine	rouge	3,1 < pH < 4,4	jaune
Bleu de bromothymol	jaune	6,0 < pH< 7,6	bleu
Rouge de phénol	Jaune	6,6 < pH < 8,4	rouge
Phénolphtaléine	incolore	8,0 < pH< 10	rosé

Ne rien inscrire dans cette partie

Première partie. Acidité du lait

Le pH du lait dépend de son état de fraîcheur. Il est d'environ 6,7 pour un lait frais puis diminue au cours du temps. L'acidité naturelle du lait est due à la présence de nombreuses espèces comme la caséine et des acides organiques, notamment l'acide lactique.
La concentration d'acide lactique augmente au cours du temps. En effet, les bactéries qui prolifèrent transforment le lactose, un sucre présent dans le lait, en acide lactique (voir modèle moléculaire ci contre) et l'industrie laitière contrôle l'acidité Dornic avant transformation et commercialisation.



26. Ecrire la formule semi-développée de l'acide lactique.

27. En quoi cette molécule est-elle un acide selon Brönsted ?

28. Cette molécule est-elle chirale ? Justifier.

Dans l'industrie laitière, l'acidité d'un lait n'est pas exprimée par son pH mais par son degré Dornic.

Un degré Dornic (°D) correspond à la concentration de 0,1 g.L-1 d'acide lactique .

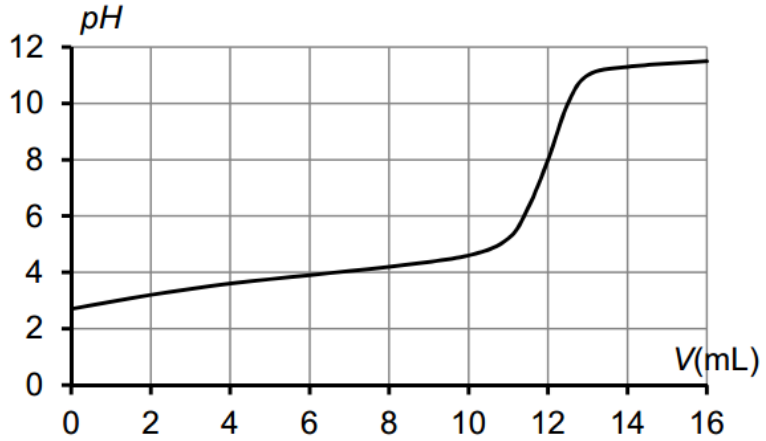
Ne rien inscrire dans cette partie

Le lait est considéré comme frais si son acidité est inférieure à 18°D. Entre 18 et 40°D le lait caille au chauffage et au-delà de 40°D il caille à température ambiante.

On admet pour la suite que l'acidité du lait est due uniquement à l'acide lactique que l'on note AH.

Méthode Dornic de détermination de l'acidité d'un lait : titrage à l'aide d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($Na^+_{(aq)}$ + $HO^-_{(aq)}$) à 0,111 mol.L^{-1}, appelée soude Dornic. Prélever 10,0 mL de lait, y ajouter deux gouttes de phénolphtaléine et verser la soude Dornic goutte à goutte en agitant le mélange, jusqu'à obtenir une couleur rose pâle.

Avant de procéder au titrage de l'acidité Dornic de ce lait, on réalise le suivi pH métrique du titrage de 20,0 mL de solution d'acide lactique de concentration molaire 3,00 x 10^{-2} mol.L^{-1} par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire 5,00 x 10^{-2} mol.L^{-1}.



29. Pour réaliser cette courbe une électrode combinée de pH à remplissage est utilisée. Elle n'a pas servi depuis plus de 6 mois. Quelles opérations faut-il réaliser avec cette électrode avant sa nouvelle utilisation ?

30. Justifier le choix de la phénolphtaléine dans le protocole de titrage par la méthode Dornic. Quel indicateur coloré pourrait-on choisir en remplacement, sachant que la phénolphtaléine est proscrite en milieu scolaire ?

Ne rien inscrire dans cette partie

---

31. Que vaut le pKa du couple acide lactique/ion lactate à 0,1 unité près ? Expliquer succinctement la façon de procéder.

Ne rien inscrire dans cette partie

---

32. Un technicien détermine l'acidité du lait par la méthode Dornic. Le volume de soude versée est de 2,1 ± 0,1 mL.

Faire un schéma légendé du titrage.

33. Il reste de la solution d'hydroxyde de sodium au laboratoire préparée il y a 6 mois; peut-on l'utiliser pour ce titrage ? Justifier.

34. Vous disposez de pastilles de soude pure pour préparer la soude Dornic. Indiquer comment préparer 1 L le plus précisément possible.

Ne rien inscrire dans cette partie

---

35. Le lait titré est-il frais ? Détailler le raisonnement.

36. Quel est l'intérêt de choisir de la soude Dornic pour mesurer l'acidité d'un lait ?

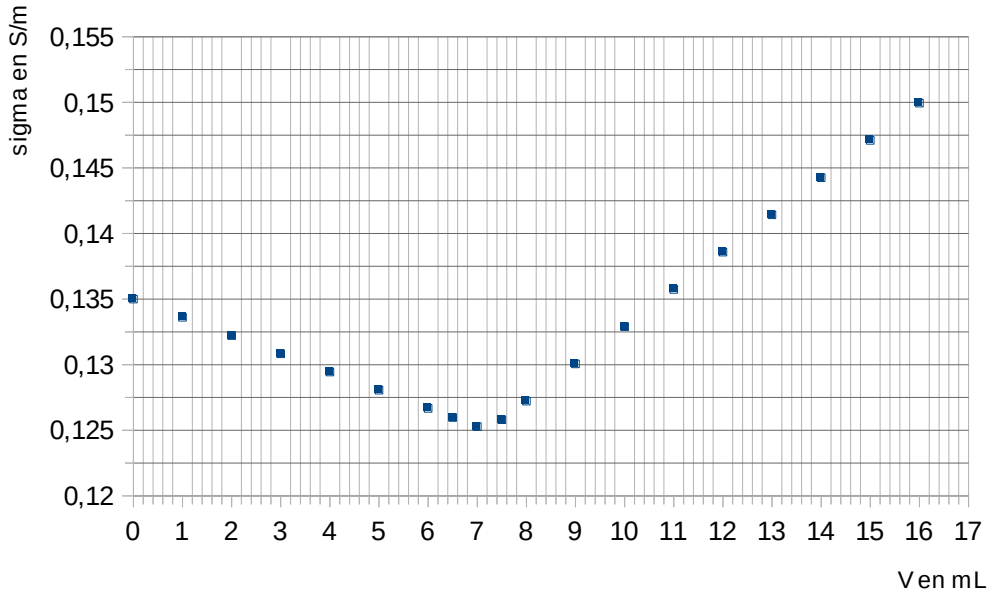
Deuxième partie. Le lait est-il marmiteux ?

La mammite est une maladie fréquente dans les élevages de vaches laitières. Il s'agit d'une inflammation de la mamelle engendrant la présence de cellules inflammatoires et de bactéries dans le lait. La composition chimique et biologique du lait est alors sensiblement modifiée. La concentration de lactose diminue, tandis que la concentration en ions sodium et en ions chlorure augmente. Cette altération du lait le rend impropre à la consommation. Dans le lait frais normal, la concentration massique en ions chlorure est comprise entre 0,8 $g.L^{-1}$ et 1,2 $g.L^{-1}$. Pour un lait « marmiteux », cette concentration est égale ou supérieure à 1,4 $g.L^{-1}$.

On prélève un volume V = 20,0 mL de lait frais que l'on introduit dans un bécher. On y ajoute 250 mL d'eau distillée et quelques gouttes d'acide nitrique concentré. On observe la formation d'un précipité blanc : les protéines du lait, principalement la caséine, précipitent en milieu acide et ainsi, ne peuvent plus réagir avec les ions argent $Ag^{+}_{(aq)}$ et chlorure $Cl^{-}_{(aq)}$. On introduit une sonde conductimétrique dans ce bécher et, tout en agitant la solution, on note sa conductivité lors de l'ajout de la solution titrante de nitrate d'argent $\{Ag^{+}_{(aq)} + NO_{3}^{-}{}_{(aq)}\}$ de concentration molaire c = 8,00 x 10^{-2} $mol.L^{-1}$. On obtient les points expérimentaux reportés sur le graphique suivant. La transformation chimique est modélisée par la réaction entre les ions chlorure et les ions argent en solution aqueuse selon l'équation chimique :

$$Cl^{-}_{(aq)} + Ag^{+}_{(aq)} \neg AgCl_{(s)}$$

Ne rien inscrire dans cette partie



37. Faire une liste du matériel et des produits nécessaires pour réaliser ce titrage.

Ne rien inscrire dans cette partie

---

38. Ce lait est il propre à la consommation ?

Ne rien inscrire dans cette partie

EXERCICE 3. EXPERIENCES D'OPTIQUE

Cet exercice comprend deux parties A et B indépendantes l'une de l'autre.

Données.

Célérité de la lumière dans le vide $c = 3{,}0 \times 10^8$ m.s^{-1}

Indices de réfraction : air : $n_a = 1{,}00$ eau : $n_e = 1{,}33$ fibre optique : gaine $n_g = 1{,}46$ coeur $n_C = 1{,}52$

Première partie. Expériences avec un laser

39. Déterminer l'angle de divergence (en °) du faisceau d'une diode laser qui produit une tache lumineuse circulaire de diamètre 10mm à 5m. On négligera le diamètre du faisceau à la sortie du laser. Justifier la réponse à l'aide d'un schéma et les calculs correspondants.

40. Comment peut-on vérifier que la lumière du laser est polarisée linéairement ? Quelle est la caractéristique d'une lumière polarisée linéairement ?

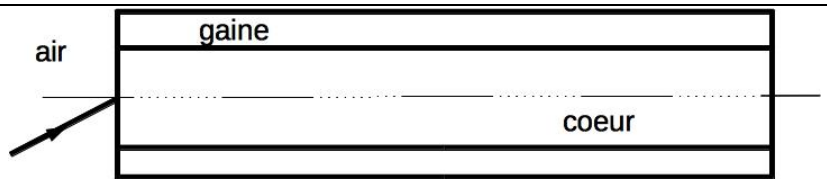
41. Proposer le schéma annoté d'un montage permettant de produire un faisceau quasi cylindrique et d'en faire varier l'intensité lumineuse à partir du laser de la question A.2.

Ne rien inscrire dans cette partie

---

42. Citer les caractéristiques essentielles d'un faisceau laser. Lors d'une expérience de travaux pratiques sur la diffraction, préciser les consignes de sécurité à rappeler lors de l'utilisation de ce laser.

43. Le pinceau lumineux assimilé ici à un rayon lumineux qui arrive sur une tige transparente modélisant une fibre optique à saut d'indice. Compléter la marche du rayon incident qui arrive sur la face d'entrée sous un angle i = 30°. Justifier la réponse par les calculs nécessaires.



Ne rien inscrire dans cette partie

Deuxième partie : Appareil photographique

On modélise l'objectif d'un appareil photographique avec une lentille mince de distance focale f'=120 mm.

44. Déterminer la distance *d'* entre lentille et écran à laquelle il faut placer l'écran pour observer une image A'B' nette de l'objet réel AB de hauteur h =10 mm situé à 20,0 cm du centre optique de la lentille.

45. Définir puis calculer le grandissement. Donner les caractéristiques de l'image formée.

46. Décrire une méthode de mesure de la distance focale d'une lentille mince convergente. Justifier.

Ne rien inscrire dans cette partie

EXERCICE 4 : PRINCIPE DE L'OSMOSE INVERSE

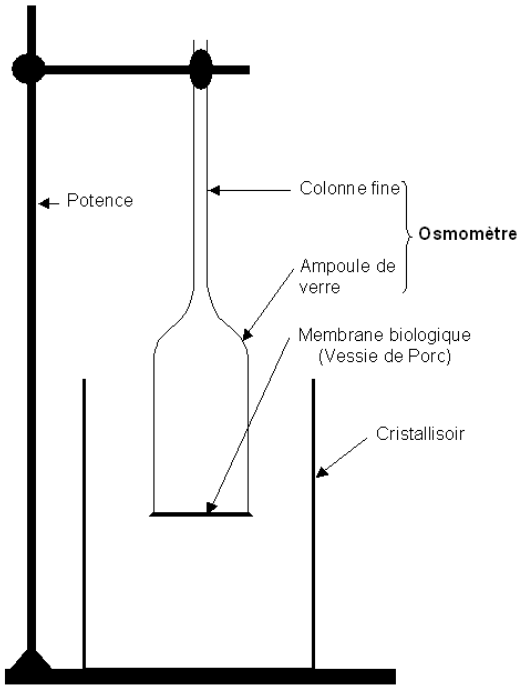
Cet exercice comprend quatre parties A, B, C indépendantes l'une de l'autre

A. Réalisation d'un osmomètre de Dutrochet

Un ***osmomètre*** est un appareil servant à mesurer la concentration osmotique d'une solution. La mesure du niveau atteint par la solution dans la colonne après l'établissement de l'équilibre permet de déterminer la pression osmotique en tant que pression hydrostatique d'une colonne de liquide convenablement élevée.
Le premier osmomètre a été inventé par le physiologiste français Henri Dutrochet en 1828.

L'appareil de Dutrochet est très simple et consiste en un verre rempli de solvant ou d'une solution diluée. Dans un autre récipient en forme d'entonnoir inversé, une membrane semi-perméable est placée dans la bouche plus large, et un long tube capillaire est connecté dans l'autre bouche. La solution concentrée est placée à l'intérieur de ce récipient et introduite dans l'autre récipient afin que la membrane soit en contact avec les deux solutions.

La membrane semi-perméable est constituée de pores de taille inférieure au micromètre. L'accumulation de soluté d'un côté de la membrane peut entraîner un colmatage partiel de ces pores. Le flux de solvant à travers la membrane croît avec la température, notamment à cause de la diminution de la viscosité du solvant.



OSMOMETRE DE DUTROCHET
Matériel

	Avantages	Inconvénient
Esters de cellulose ou hydrates de cellulose (cellophane)	Perméabilité élevée Mise en œuvre assez aisée Faible sensibilité au colmatage	Sensible à la température (<50 °C) Sensible au pH (4 à 6,5) Sensible au chlore
Polyamide	Bonne stabilité chimique, thermique et mécanique.	Grande sensibilité aux oxydants Faible perméabilité Sensible au colmatage

Ne rien inscrire dans cette partie

Données

Masses molaires atomiques

Elément	H	C	N	O
M (g.mol^{-1})	1,0	12,0	14,0	16,0

- Masse volumique de l'eau : $\rho_{eau} = 1{,}00 \times 10^3 kg.m^{-3}$
- Intensité de la pesanteur : $g = 9{,}81\ m.s^{-2}$
- La pression osmotique Π d'une solution est donnée par la relation :

$$\Pi = C_1.R.T + C_2.R.T + \cdots$$

où C_i désigne la concentration molaire de chacune des espèces dissoute (en $mol.m^{-3}$), R la constante des gaz parfaits ($8{,}31\ J.K^{-1}.mol^{-1}$), T la température de la solution (en K). Π s'exprime en pascals.

On souhaite faire réaliser une expérience par un groupe d'élèves illustrant le phénomène d'osmose. On dispose de films cellophane et polyamide.

47. Rédiger un protocole expérimental s'appuyant sur l'expérience historique de Dutrochet, illustrant le phénomène d'osmose.

Ne rien inscrire dans cette partie

---

48. Expliquer le phénomène d'osmose dans cette expérience, en faisant intervenir la notion de diffusion.

On réalise une expérience avec l'osmomètre de Dutrochet dans laquelle on utilise une solution aqueuse de saccharose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) de concentration $c_m = 100\ g/L$ et de l'eau pure. On constate au bout de 2 h une élévation du niveau de l'eau de 4,2 cm dans le récipient contenant la solution de saccharose. La température de la solution est de 20 °C.

49. Déterminer la pression osmotique Π_{exp}, à partir de l'expérience.

50. Calculer la pression osmotique Π attendue. Expliquer l'écart observé.

Cette expérience étant peu spectaculaire pour les élèves, on souhaite modifier les conditions expérimentales pour que l'élévation du niveau du liquide soit plus rapide.

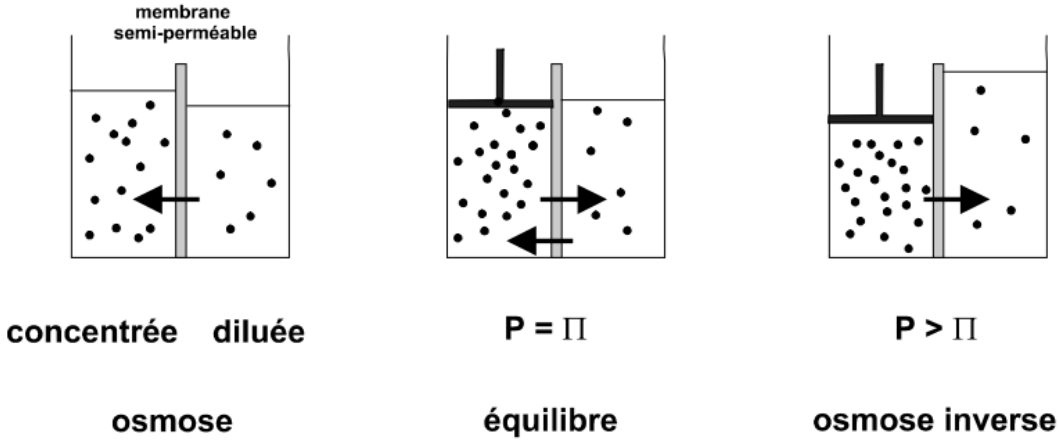
Ne rien inscrire dans cette partie

---

51. Proposer une adaptation du protocole pour que l'élévation soit plus importante sur la même durée.

B. Principe de l'osmose inverse : étude d'une unité de dessalement d'eau de mer

Dans le cas de l'osmose, le flux de solvant est orienté de la solution diluée vers la solution concentrée. Si on applique une pression sur la solution la plus concentrée, le flux diminue jusqu'à s'annuler. Le flux de solvant s'inverse si la pression appliquée est supérieure à la pression osmotique : on parle alors d'osmose inverse.



Une installation de dessalement d'eau de mer par osmose inverse comporte donc une pompe à haute pression qui alimente l'osmoseur contenant les membranes semi-perméables. L'osmoseur délivre alors l'eau traitée et rejette dans l'océan de la saumure.

Ne rien inscrire dans cette partie

Un projet d'unité de dessalement d'eau de mer pour les habitants de l'île de Sein a les caractéristiques suivantes :

Débit d'eau traitée nécessaire aux habitants	$80\ m^3/j$
Pression en sortie de la pompe	50 à 80 bars
Perte de charge entre la pompe et l'osmoseur	2,0 bars
Température de l'eau prélevée	10 à 20 °C
Pression osmotique de l'eau de mer	29 bars
Nombre de membranes	8

Le débit d'eau traitée $Q_{traitée}$ dépend de la pression à l'entrée de l'osmoseur P_{osm}, de la pression osmotique Π et de la température θ selon la relation :

$$Q_{traitée} = k(\theta).(P_{osm} - \Pi)$$

Où $Q_{traitée}$ s'exprime en L/h, $k(\theta)$ est un facteur dépendant de la température, P_{osm} et Π s'expriment en bars.

Température θ (°C)	$k(\theta)$ (en L/h/bar)
10	98
12	103
14	108
16	113
18	118
20	124

52. La pompe haute pression est réglée pour délivrer une pression $P_{pompe} = 60\ bars$. La température de l'eau de mer prélevée est de 20 °C. Calculer le volume d'eau traité par jour par cet osmoseur.

Ne rien inscrire dans cette partie

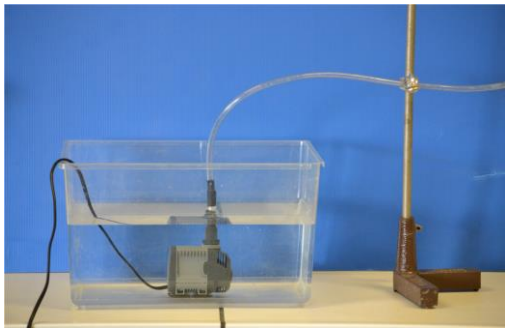
---

53. Comment évolue le volume d'eau traité par l'osmoseur quand la température de l'eau baisse ? Déterminer alors la pression que doit délivrer la pompe pour répondre aux besoins de l'île de Sein, quand la température de l'eau est de 10°C (conditions hivernales). En déduire si l'installation est alors adaptée à une telle température de l'eau.

Ne rien inscrire dans cette partie

EXERCICE 5 : MISE AU POINT D'UNE NOUVELLE MANIPULATION DE PHYSIQUE AU LABORATOIRE

Un enseignant en terminale STL, chargé du cours de systèmes et procédés, se tourne vers vous car il souhaite développer une nouvelle expérience avec ses élèves. Ce TP doit permettre de mettre en pratique son cours sur le thème « déplacer des fluides » (voir sur le doc1 l'extrait du programme).



Il envisage de mettre au point une expérience permettant d'étudier les pertes de charge. La mise au point de ce TP doit également lui permettre d'utiliser cette manipulation avec ses BTS, en allant plus loin dans l'exploitation : étude des types d'écoulement et calcul des pertes de charge notamment. Il vous rappelle, si besoin est, que les pertes de charge sont liées à une dissipation de l'énergie mécanique d'un fluide en mouvement du fait de sa viscosité.
Le professeur s'est renseigné pour l'achat de pompes. Il a choisi et commandé une dizaine de pompes d'aquarium « TUNZE Silence 1073.008 » (voir ci-dessous les caractéristiques de la pompe). Il souhaite pouvoir relier différents tuyaux sur cette pompe.

Caractéristiques de la pompe

Pompe de reprise Silence (1073.008)

Débit: 150 - 800 l/h
Consommation: 3 - 8 W
Hmax: 1,25 m, raccords ½" GAS
Tension: 230V/50Hz (115V/60Hz)
Longueur du câble: 2,2 m
Dimensions sans raccords et ventouses:
87 x 67 x 48 mm

Appropriation de la manipulation

54. Donner trois paramètres responsables des pertes de charge.

Ne rien inscrire dans cette partie

---

55. A quoi correspond l'indication Hmax : 1,25 m sur le document des caractéristiques de la pompe ? Proposer une expérience (avec schéma) permettant de contrôler cette caractéristique.

56. Quelles démarches entreprendriez-vous pour le choix et la commande des tuyaux ?

Ne rien inscrire dans cette partie

---

57. Proposer une solution technique simple et à moindre coût pour pouvoir relier les tuyaux de petits diamètres (2,5 mm sur la photo suivante) à la pompe.

58. La mesure du débit à la sortie du tuyau sera réalisée par empotage. Décrire cette méthode.

Ne rien inscrire dans cette partie

Deuxième partie. Étude des résultats concernant le débit

Pour une puissance de fonctionnement de la pompe constante, le professeur vous a demandé de mesurer le débit en sortie pour 5 tuyaux différents. Il a complété le tableau suivant en calculant la vitesse moyenne du fluide v, le nombre de Reynolds Re, et les pertes de charge ΔP.

Mesure	tuyau	V (mL)	Δt (s)	Q (m3/s)	v (m/s)	Re	ΔP (Pa)
n°1	L = 2,50 m d = 0,004 m	150	14,235	1,0537E-005	0,8389655	3356	9142
n°2	L = 2,50 m d = 0,0025 m	150	44,985	3,3344E-006	0,67963206	2719	4861
n°3	L = 2,50 m d = 0,008 m	150	2,985	5,0251E-005	1,00022405	4001	12436
n°4	L = 5 m d = 0,004 m	150	18,7	8,0213E-006	0,63864573	2555	4432
n°5	L =7,50 m d = 0,004 m	150	34,05	4,4052E-006	0,35073935	1403	1753

- Avec L longueur du tuyau, d diamètre du tuyau, V volume de fluide écoulé en sortie pendant une durée Δt, Q débit volumique, v vitesse moyenne du fluide, Re valeur du nombre de Reynolds, ΔP pertes de charge.
- Les grandeurs Q, v, Re et ΔP ont été calculées à l'aide du tableur à partir des caractéristiques des tuyaux (L,d) et des mesures de V et Δt.

59. Quelle remarque pouvez-vous faire concernant le nombre de chiffres significatifs des grandeurs calculées ?

60. Dans le cas de la mesure n°1, retrouver la valeur de la vitesse moyenne du fluide à l'aide des données du tableau.

Ne rien inscrire dans cette partie

---

61. Comment exploiter les résultats pour étudier l'influence de la longueur du tuyau sur le débit ? Quelle conclusion peut-on tirer de cette étude ici ?

62. Tracer sommairement la courbe qui nous permet d'étudier l'influence du diamètre du tuyau sur le débit. Commenter cette courbe.

Ne rien inscrire dans cette partie

Troisième partie. Étude des résultats concernant les pertes de charge

63. Qu'est-ce qu'indique le nombre de Reynolds ?

64. La loi de Darcy-Weisbach employée pour le calcul des pertes de charge montre que les pertes de charge ΔP augmentent proportionnellement avec la longueur L de la conduite.

Pressure Loss Darcy Weisbach Equation

$$\Delta p = f_D \frac{L}{D} \frac{\rho V^2}{2}$$

$\Delta p - pressure\ loss\ in\ N/m^2$
$f_D - darcy\ friction\ factor$
$L - pipe\ length\ in\ m$
$D - hydraulic\ diameter\ in\ m$
$V - fluid\ flow\ avg\ velocity\ in\ m/s$
$\rho - fluid\ density\ kg/m^3$

65. Les résultats obtenus indiquent que ce n'est pas du tout le cas ici, contrairement aux attentes. Quelle erreur de méthode a-t-on fait dans notre expérience ?

Ne rien inscrire dans cette partie

EXERCICE 6 : ELECTRICITE.

Des élèves branchent une bobine sur un générateur. Ils ajoutent un voltmètre et un ampèremètre pour mesurer la tension entre les bornes de la bobine et l'intensité du courant dans le circuit.

66. Faire un schéma du montage ainsi réalisé.

67. Un élève mesure 12 V et 4,3 A. Calculer la résistance de sa bobine.

68. Un autre élève utilise le même matériel, le montage est correctement réalisé mais leur ampèremètre indique une intensité nulle. L'ampèremètre est réglé sur le calibre 20 mA.
    - Quelle est l'origine du problème ?
    - Que doit-on faire pour le résoudre ?
    - Comment ce problème aurait-il été évité ?

Ne rien inscrire dans cette partie

---

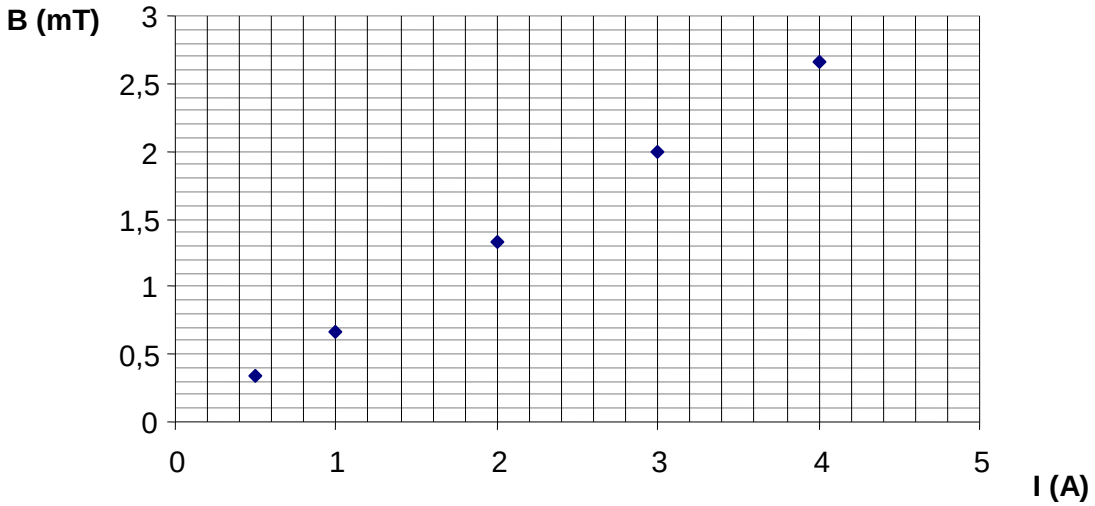
69. Les élèves mesurent ensuite l'intensité du champ magnétique au centre de la bobine.
    - Quelle est l'unité de l'intensité du champ magnétique (nom et symbole) ?
    - Comment s'appelle l'appareil qui permet de la mesurer ?

70. Comment peuvent-ils montrer que la direction du champ magnétique au centre de la bobine est parallèle à l'axe de cette bobine ?

71. On demande aux élèves d'étudier l'influence de l'intensité du courant sur l'intensité du champ magnétique au centre de la bobine. Pour cela ils ajoutent un rhéostat.
    - Le rhéostat se branche-t-il en série ou en dérivation par rapport à la bobine ?
    - Pourquoi l'intensité du courant est-elle modifiée lorsqu'on déplace le curseur du rhéostat ?

Ne rien inscrire dans cette partie

Un groupe d'élèves obtient les résultats suivants.



72. Par quel type de relation les grandeurs B et I sont-elles reliées ? Justifier.

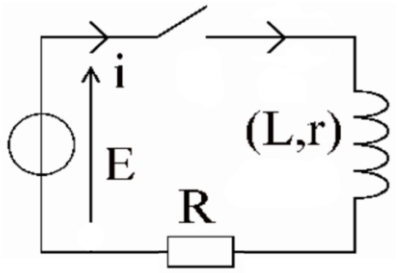
73. Donner à partir du graphique une relation entre B et I.

Ne rien inscrire dans cette partie

Pour retrouver expérimentalement la valeur de l'inductance de la bobine réelle et la comparer à celle donnée par le fabricant ils réalisent le montage dont on donne le schéma ci-dessous

Données E=10 V R= 1,00 kΩ

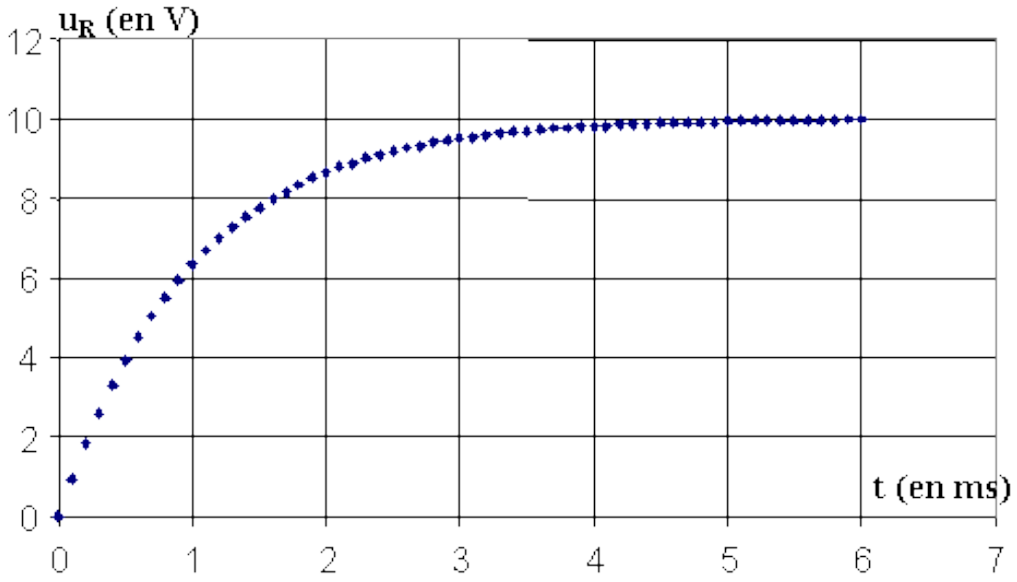
Indications du fabricant L = 1,10 H et r = 10 Ω



Ils ferment l'interrupteur à l'instant de date t_0 = 0 s et enregistrent l'évolution de la tension $u_L(t)$ aux bornes du conducteur ohmique de résistance R en fonction du temps grâce à un système d'acquisition automatique.

74. Préciser sur le schéma ci-dessus les connexions à l'interface d'acquisition de mesure pour obtenir la courbe ci-dessous.

75. Compléter sur la courbe l'allure de la variation de la tension $u_B(t)$ aux bornes de la bobine.



Ne rien inscrire dans cette partie

---

76. Déduire la valeur de l'inductance L et l'écart relatif avec la valeur du fabriquant.