

**SESSION DE 2005**

**CAPLP**

**Concours interne**

**Section : MATHÉMATIQUES-SCIENCES PHYSIQUES**

**Composition de PHYSIQUE-CHIMIE**

Durée : 4 heures

**Calculatrice autorisée (conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999).**

Il est recommandé aux candidats de partager également le temps entre la physique et le chimie.

*La composition comporte deux exercices de chimie et trois exercices de physique que les candidats peuvent résoudre dans l'ordre qui leur convient, tout en respectant la numérotation de l'énoncé.*

*Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale dans sa copie et poursuit sa composition en indiquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre.*

**Les correcteurs tiennent le plus grand compte des qualités de soin et de présentation.**

***Plan du sujet :***

EXERCICE 1 : L'ACIDE LACTIQUE DANS LE LAIT.

EXERCICE 2 : LES ESSENCES.

EXERCICE 3 : OPTIQUE

EXERCICE 4 : TRANSFERTS DE CHALEUR, MACHINES FRIGORIFIQUES

EXERCICE 5 : ÉLECTRICITÉ

**La page 10/10 est une annexe à rendre avec la copie.**

# EXERCICE 1 : L'ACIDE LACTIQUE DANS LE LAIT.

Extrait de sujet de T.P. de Bac Pro (session 2000).

## BACCALAUREAT PROFESSIONNEL EPREUVE DE TRAVAUX PRATIQUES DE SCIENCES PHYSIQUES. DETERMINATION DE L'ACIDITE D'UN LAIT.

### BUT DES MANIPULATIONS.

La teneur en acide lactique d'un lait est un bon critère de fraîcheur. L'objectif est de déterminer la fraîcheur du lait testé en mesurant son degré d'acidité total qui s'exprime en degré DORNIC ( $^{\circ}D$ ).

### TRAVAIL À RÉALISER.

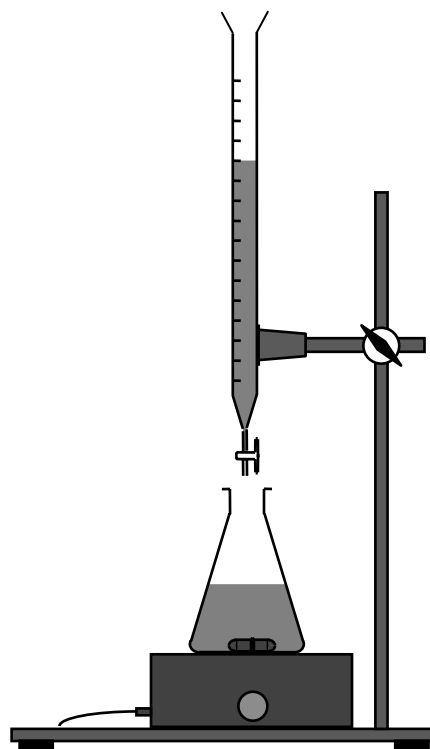
#### 1) Préparation de la prise d'essai :

- remplir à moitié le bécher étiqueté « LAIT » ; dans l'erlenmeyer étiqueté « solution A », verser  $V_0 = 20,0$  mL de lait prélevé dans le bécher étiqueté « LAIT » à l'aide d'une pipette jaugée ;
- à l'aide d'une éprouvette graduée, compléter la solution A avec 100 mL d'eau distillée ;
- ajouter 10 gouttes de phénolphtaléine.

#### 2) Dosage colorimétrique.

##### 2-1) préparation du dosage :

- mettre le barreau de l'agitateur magnétique dans l'erlenmeyer étiqueté « solution A » ;
- remplir la burette graduée de solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire  $C_1=0,05$  mol/L ; ajuster le niveau du liquide au niveau zéro de la burette en faisant écouler l'excédent de solution dans l'erlenmeyer étiqueté « récupération des produits usagés » ;
- placer l'erlenmeyer étiqueté « solution A » et l'agitateur magnétique sous la burette ; régler l'agitateur afin d'homogénéiser mélange lait - eau distillée - phénolphtaléine.



##### 2-2) réalisation du dosage :

- verser à la burette graduée, mL par mL, la solution d'hydroxyde de sodium dans l'erlenmeyer jusqu'au virage au rose persistant ; le changement de couleur détermine le volume  $V_{\text{eq}}$  de soude équivalent.

#### 3) Calcul de l'acidité du lait.

##### 3-1) En déduire le degré d'acidité du lait analysé, exprimé en degré Dornic ( $^{\circ}D$ ).

*1 degré Dornic ( $^{\circ}D$ ) correspond à 0,1 g d'acide lactique par litre de lait, même si l'acide lactique n'est pas le seul acide présent.*

##### 3-2) État de fraîcheur : utiliser l'échelle ci-dessous pour évaluer l'état de fraîcheur du lait étudié.

18 $^{\circ}D$	35 $^{\circ}D$	80 $^{\circ}D$
lait frais	le lait caille en chauffant	le lait caille à température ambiante
		fabrication du yaourt

## Questions destinées aux candidats du concours PLP.

Données utiles pour la résolution de l'exercice :

Formule brute de l'acide lactique :  $C_3H_6O_3$  ;  $pK_a = 3,8$

Produit ionique de l'eau à  $20^\circ C$  :  $K_e = 10^{-14}$

Masses molaires atomiques : C : 12g/mol ; O : 16g/mol ; H : 1g/mol

### 1) Dosage colorimétrique.

1-1) Qu'est-ce qu'un dosage colorimétrique ? Préciser la nature chimique des indicateurs colorés utilisés dans les dosages acido-basiques ainsi que la particularité qui justifie leur utilisation.

1-2) Définir ce que l'on appelle « l'équivalence ».

Quel est l'intérêt d'ajouter 100mL d'eau distillée aux 20,0mL de lait pour obtenir la « solution A » ? Dire sur quel paramètre cela influe et pourquoi cela n'a pas d'incidence sur la détermination du degré Dornic du lait.

1-3) Écrire l'équation bilan de la réaction entre l'acide lactique et la solution d'hydroxyde de sodium. Calculer la constante d'équilibre de cette réaction et commenter la valeur obtenue.

1-4) Lors d'un essai, la teinte rose persistante est obtenue pour un volume de solution d'hydroxyde de sodium versé égal à  $V_{eq} = 8,0mL$ .

Déterminer, en degré Dornic, le degré d'acidité totale du lait et indiquer quel est son état de fraîcheur.

### 2) Dosage par pH-métrie.

Pour contrôler le résultat approximatif obtenu, on réalise le même dosage mais par pH-métrie. La pH-métrie est une technique potentiométrique.

2-1) Qu'est-ce qu'un dosage potentiométrique ?

Faire un schéma légendé du montage pour réaliser ce dosage. Indiquer les types d'électrodes utilisées et les décrire rapidement.

2-2) Les valeurs lues sur l'appareil sont des valeurs de pH.

Pourquoi faut-il au préalable étalonner le pH-mètre ? Décrire l'étalonnage.

2-3) Les valeurs  $V$  des volumes de solution d'hydroxyde de sodium versé et les valeurs correspondantes du pH sont données dans le tableau ci-dessous :

V en mL	0,0	1,0	2,0	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5
pH	6,65	6,80	7,00	7,20	7,40	7,60	7,75	7,95	8,20
V en mL	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
pH	8,40	8,70	8,90	9,10	9,20	9,35	9,45	9,60	9,70

A l'aide des valeurs du tableau, construire, sur papier millimétré, la courbe représentant l'évolution du pH en fonction du volume versé V.

en abscisse, 1cm représentera 1mL ; en ordonnée, 4cm représenteront une unité de pH.

A partir de cette courbe, déterminer le « point d'équivalence » ( $\text{pH}_{\text{eq}}$  et  $V'_{\text{eq}}$ ).

En déduire le degré Dornic du lait et comparer cette valeur à celle trouvée à la question 1-4. Donner une conclusion rapide.

### 3) Choix de l'indicateur coloré utilisé.

On donne ci-dessous les éléments relatifs à quelques indicateurs colorés :

<i>Indicateur</i>	<i>Teinte « acide »</i>	<i>Zone de virage (pH)</i>	<i>Teinte « basique »</i>
Bleu de bromothymol	jaune	6,0 – 7,6	bleu
Rouge de phénol	jaune	6,8 – 8,6	rouge
Hélianthine	rouge	3,1 – 4,4	jaune
Phénolphtaléine	incolore	8,2 – 10,0	rose

3-1) Le choix d'utiliser la phénolphtaléine pour ce dosage est-il judicieux ? Pourquoi ?

3-2) Quel(s) autre(s) indicateur(s) coloré(s) aurait-on pu utiliser ?

3-3) Si on avait utilisé l'hélianthine, comment aurait été la valeur obtenue pour le volume « à l'équivalence » par rapport aux valeurs  $V_{\text{eq}}$  et  $V'_{\text{eq}}$  précédentes ? Justifier la réponse.

### 4) La molécule d'acide lactique.

4-1) Dans la nomenclature de l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée, l'acide lactique est le 2-hydroxypropanoïque.

Donner la formule développée de l'acide lactique et faire une représentation montrant la géométrie spatiale de la molécule.

4-2) Qu'est-ce qu'un acide fort ? Qu'est-ce qu'un acide faible ?

L'acide lactique est-il un acide fort ou un acide faible ?

On considère une solution aqueuse d'acide lactique de concentration  $C = 10^{-2}$  mol/L.

Calculer le pourcentage de molécules d'acide qui sont dissociées dans la solution.

Calculer le pH de cette solution.

## EXERCICE 2 : LES ESSENCES.

Document distribué par un PLP à des élèves de baccalauréat professionnel MEMATPPJ.

### *Les essences des moteurs à explosion.*

Les carburants utilisés pour les moteurs à explosion (essences) sont des mélanges d'hydrocarbures. Les chaînes carbonées des principaux hydrocarbures contiennent de 6 à 8 atomes de carbone.

Le rendement d'un moteur à explosion augmente avec le taux de compression  $\tau$  dans les cylindres.

Le taux de compression ne peut pas être aussi grand qu'on le désire. A partir d'une certaine valeur de ce taux, le mélange (air+carburant) détone tout seul : c'est le phénomène d'auto-inflammation ou auto-allumage.

L'explosion se fait alors à contretemps dans les cylindres, avant que la bougie envoie l'étincelle. Le moteur « cogne ».

Pour éviter ce phénomène, il faut utiliser des essences qui résistent à la compression, donc à l'auto-inflammation.

On donne les principaux hydrocarbures présents dans les essences et leurs températures d'auto-inflammation :

<b>Hydrocarbures</b>	<b>Température d'auto-inflammation (en °C)</b>
2-méthylpentane	306
2,2,4-triméthylpentane (isooctane)	456
hexane	234
2,4-diméthylhexane	387
heptane	221
octane	224

La qualité d'une essence est repérée par un indice : l'indice d'octane, qui est en fait le pourcentage d'isooctane contenu dans cette essence. Celui-ci varie de 90 (essence ordinaire) à 98 (supercarburant).

Par distillation fractionnée du pétrole, on obtient très peu d'essences ou alors de médiocre qualité (indice d'octane de l'ordre de 50), et beaucoup plus de produits lourds à chaîne linéaire.

Il faut donc transformer ces produits lourds par des opérations chimiques pour obtenir des essences de qualité satisfaisante ; c'est le rôle du « craquage catalytique », du « reformage » et de « l'alkylation ».

## **Questions destinées aux candidats du concours PLP.**

### **1) Formules brutes, formules semi-développées, isomères.**

- 1-1) Définir rapidement chacun de ces termes.
- 1-2) Pour chacun des hydrocarbures cités, donner la formule brute et la formule semi-développée. Préciser quels sont les isomères.

### **2) Détermination de la formule d'un hydrocarbure.**

Pour déterminer la formule d'un hydrocarbure, on réalise la combustion de 160,0 grammes de ce produit dans le dioxygène. On obtient 494,0 grammes de dioxyde de carbone et 227,4 grammes d'eau.

- 2-1) Écrire l'équation équilibrée de la réaction de combustion.
- 2-2) Vérifier qu'il s'agit bien d'un hydrocarbure.
- 2-3) Déterminer la formule brute de cet hydrocarbure. Peut-on écrire sa formule développée ? Pourquoi ?

### **3) L'indice d'isooctane.**

- 3-1) Pour éviter le phénomène d'auto-inflammation, est-il préférable d'avoir des hydrocarbures à chaîne linéaire ou à chaîne ramifiée ? Justifier la réponse.
- 3-2) L'indice 100 est affecté à l'isooctane pur (100% d'isooctane). Auquel des hydrocarbures cités affectera-t-on l'indice 0 ? Pourquoi ?
- 3-3) Pour diminuer les « cognements » des moteurs et augmenter l'indice d'isooctane, on ajoute à l'essence un additif antidétonant, le plomb tétraéthyle à raison de 0,4g/L d'essence. Écrire la formule semi-développée du plomb tétraéthyle. Quel est l'inconvénient de l'utilisation de ce produit dans les carburants ? Citer deux moyens maintenant en place pour éviter ces inconvénients.

### **4) Les opérations chimiques de transformation des produits lourds.**

- 4-1) Quel est le but du « craquage catalytique » ? Décrire rapidement le procédé du craquage catalytique en précisant les conditions et la nature des catalyseurs utilisés.
- 4-2) Quel est le but du « reformage » ? Décrire rapidement le procédé du reformage en précisant les conditions et la nature des catalyseurs utilisés.
- 4-3) Par alkylation, l'isooctane est obtenu à partir du 2-méthylpropane dont une partie est transformée en 2-méthylpropène, ces deux corps réagissant entre eux. Écrire les différentes réactions conduisant à l'isooctane à partir du 2-méthylpropane.

## EXERCICE 3 : OPTIQUE

### Extrait de sujet de baccalauréat professionnel Carrosserie Options Construction et Réparation

On constate, lors d'une exposition prolongée à la lumière blanche du soleil, un jaunissement de certaines matières plastiques, dont le PVC.

Un corps éclairé en lumière blanche est jaune car :

- il absorbe toutes les couleurs sauf le jaune ;
- il renvoie toutes les couleurs sauf le bleu ;
- il renvoie le bleu, couleur complémentaire du jaune ;
- il renvoie toutes les couleurs sauf le jaune.

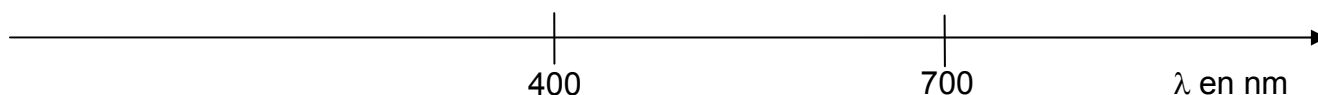
**Distinguer, parmi ces quatre propositions, les vraies des fausses.**

#### Questions destinées aux candidats du concours PLP

1°) Rédiger une solution de l'exercice (le barème n'est pas demandé).

2-1) Proposer une expérience simple permettant de mettre en évidence la composition de la lumière blanche (matériel nécessaire et protocole).

2-2) Placer dans le spectre ci-dessous les différentes couleurs observées, ainsi que les deux domaines limites au domaine du visible.



2-3) Qu'appelle-t-on couleur primaire en synthèse additive ? Compléter la rosace du schéma 1 de l'annexe avec les noms des couleurs primaires et des couleurs obtenues par synthèse additive.

2-4) Qu'appelle-t-on couleur complémentaire ? Donner un exemple.

3°) Compléter le tableau d'observation suivant, en justifiant les réponses :

Couleur de l'objet en lumière blanche	Couleur de l'éclairage	Couleur observée
Objet rouge	jaune	
Objet rouge		noir
Objet blanc		magenta

4°) Pourquoi fait-il plus chaud dans une voiture peinte en noir que dans une voiture peinte en blanc, après des durées d'exposition au soleil identiques ?

5°) Pour expliquer le principe de l'arc en ciel à des élèves, on réalise un schéma comportant les éléments suivants : le soleil ; le rideau de pluie ; l'observateur ; l'arc en ciel.

5-1) Réaliser ce schéma pour préciser les positions relatives de chacun de ces éléments.

5-2) Tracer le trajet suivi par un rayon de lumière blanche arrivant perpendiculairement à la surface sphérique d'une goutte d'eau. Ce rayon subira successivement une réfraction, une réflexion et une réfraction. L'indice de réfraction moyen de l'eau est de 1,33.

Distinguer à la sortie la position de la composante rouge et de la composante bleue. On rappelle que l'indice d'un milieu varie avec la longueur d'onde suivant la loi de Cauchy :

$$N = A + \frac{B}{\lambda^2}$$

## EXERCICE 4 : TRANSFERTS DE CHALEUR, MACHINES FRIGORIFIQUES

### Extrait de sujet de baccalauréat professionnel Bâtiment

Afin de réaliser des travaux d'isolation thermique, on souhaite placer du polystyrène expansé sur la face interne d'un mur.

1°) Dans quel sens se fait le transfert de chaleur ?

2°) Selon quel mode se propage essentiellement la chaleur à travers le mur ?

3°) La résistance thermique mesure l'aptitude du matériau à s'opposer au passage de la chaleur :

$$R = \frac{e}{\lambda.S}$$

R : résistance thermique en  $^{\circ}\text{C}.\text{W}^{-1}$  ;

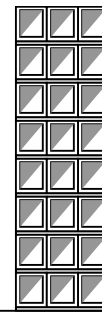
e : épaisseur de la paroi en m ;

S : aire de la surface en  $\text{m}^2$  ;

$\lambda$  : conductivité thermique en  $\text{W}.\text{m}^{-1}.\text{^{\circ}\text{C}}^{-1}$ .

Face  
interne

$t=19^{\circ}\text{C}$



Face  
externe

$t=5^{\circ}\text{C}$

Le polystyrène possède une conductivité thermique de  $0,039 \text{ W}.\text{m}^{-1}.\text{^{\circ}\text{C}}^{-1}$ .  
Calculer la résistance thermique d'une plaque de polystyrène d'épaisseur  $e = 2,0 \text{ cm}$  et d'aire  $S = 10 \text{ m}^2$ .

### Extrait de sujet de baccalauréat professionnel Bio-Industries de transformation

Après pasteurisation, un jus de fruit est refroidi et stocké à basse température. Le refroidissement est assuré par une machine frigorifique à compression, dont le schéma de principe est donné en annexe (schéma 2).

1°) Placer correctement les annotations suivantes sur le schéma 2 :

- condenseur
- compresseur
- détendeur
- évaporateur

2°) On refroidit  $8000 \text{ L}$  de jus de fruit par heure, de  $50^{\circ}\text{C}$  à  $4^{\circ}\text{C}$ . La capacité thermique massique du jus de fruits est  $c = 4,0.10^3 \text{ J}.\text{kg}^{-1}.\text{^{\circ}\text{C}}^{-1}$  et sa masse volumique est de  $1085 \text{ kg}.\text{m}^{-3}$ .

2-1) Déterminer la masse du jus de fruit refroidie en une heure.

2-2) En déduire la quantité de chaleur perdue par cette masse de jus de fruit. On donne  $Q = m.c (t_2 - t_1)$ .

### Questions destinées aux candidats du concours PLP

1-1) Rédiger une solution pour le sujet Bâtiment (le barème n'est pas demandé).

1-2) Évaluer l'économie hebdomadaire réalisée grâce à la plaque de polystyrène, le kilowattheure étant facturé  $0,03 \text{ €}$ .

2-1) Nommer les trois modes de transfert possibles.

2-2) Pour chacun, donner une définition, en précisant s'il y a transfert de matière et nécessité d'un milieu matériel.

2-3) Proposer pour chacun une expérience simple permettant de l'illustrer au mieux à des élèves (matériel, schéma et protocole).

3°) Rédiger une solution pour le sujet Bio-Industries de transformation (le barème n'est pas demandé). Compléter le schéma 2 en annexe.

4-1) Parmi les transformations d'état d'un corps pur, quelles sont celles qui sont endothermiques ? Définir la chaleur latente.

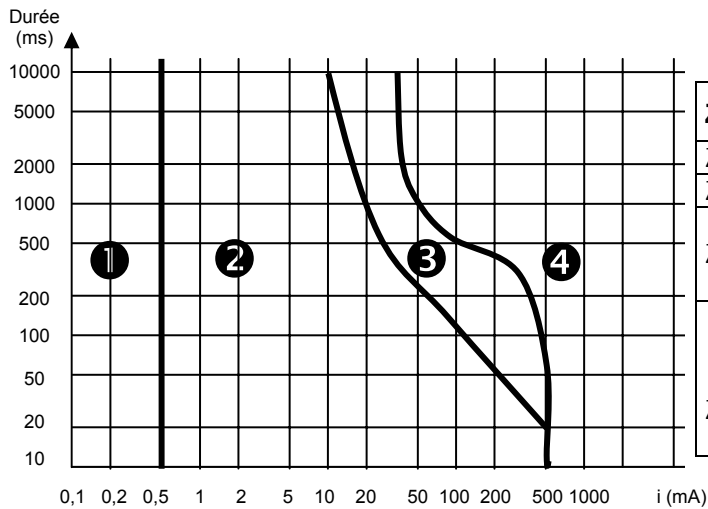
4-2) Énoncer le principe de Carnot et préciser les échanges de chaleur notés  $Q_1$  et  $Q_2$  et de travail  $W$  dans une machine frigorifique entre la machine et les sources de chaleur.



## EXERCICE 5 : ÉLECTRICITÉ

**Extrait de sujet baccalauréat professionnel industries de procédés :**

Le graphique ci-dessous définit les zones temps-intensité selon les effets physiologiques que produit le courant alternatif.

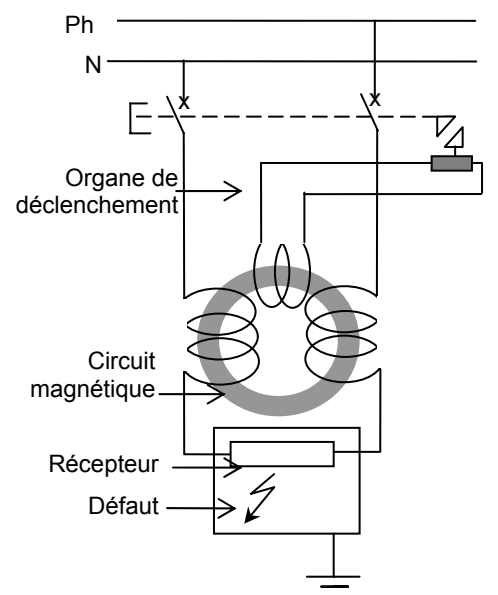


Zones	Effets physiologiques
Zone 1	Aucune réaction
Zone 2	Aucun effet physiologique dangereux.
Zone 3	Aucun dommage organique : probabilité de contractions musculaires et de difficultés de respiration.
Zone 4	En plus des effets de la zone 3, probabilité de fibrillation ventriculaire ; des effets pathophysiologiques tels que brûlures graves, arrêt du cœur, arrêt de la respiration peuvent se produire

Est-il plus dangereux pour le corps humain d'être traversé par un courant alternatif d'intensité 100 mA pendant 50 ms que par un courant alternatif d'intensité 50 mA pendant 2 s ?  
Chercher les points sur le graphique et dire dans quelles zones ils sont placés. Conclure.

### Questions destinées aux candidats du concours PLP

- 1°) Rédiger une correction du sujet de baccalauréat professionnel (le barème n'est pas demandé)
- 2°) Quels sont les effets du courant électrique sur le corps humain ?  
Définir les termes « électrocution » et « électrisation ».
- 3°) Dans le schéma d'une installation donné en annexe (schéma 3), ajouter le trajet du courant de fuite, calculer la différence de potentiel entre la carcasse du récepteur et la masse, et justifier le danger éventuel.
- 4°) On étudie le fonctionnement d'un disjoncteur différentiel DDR, dont le schéma est donné ci-contre.
  - 4-1) En utilisant les lois de l'induction, expliquer pourquoi le déclenchement ne s'opère pas en l'absence de défaut.
  - 4-2) En utilisant les lois de l'induction, expliquer pourquoi le déclenchement a lieu en présence de défaut.
  - 4-3) Ce système assure-t-il une bonne protection si la résistance de la « terre » est trop importante ? Justifier votre réponse.
  - 4-4) On relève sur deux disjoncteurs différentiels différents les indications « 30mA » et « 500mA ». Que signifient ces indications ?
  - 4-5) Quel est celui des deux disjoncteurs le mieux adapté à la protection des personnes ? Justifier votre réponse.



**Disjoncteur différentiel monophasé**

# ANNEXE (à rendre avec la copie)

schéma à compléter n°1 :  
ROSACE

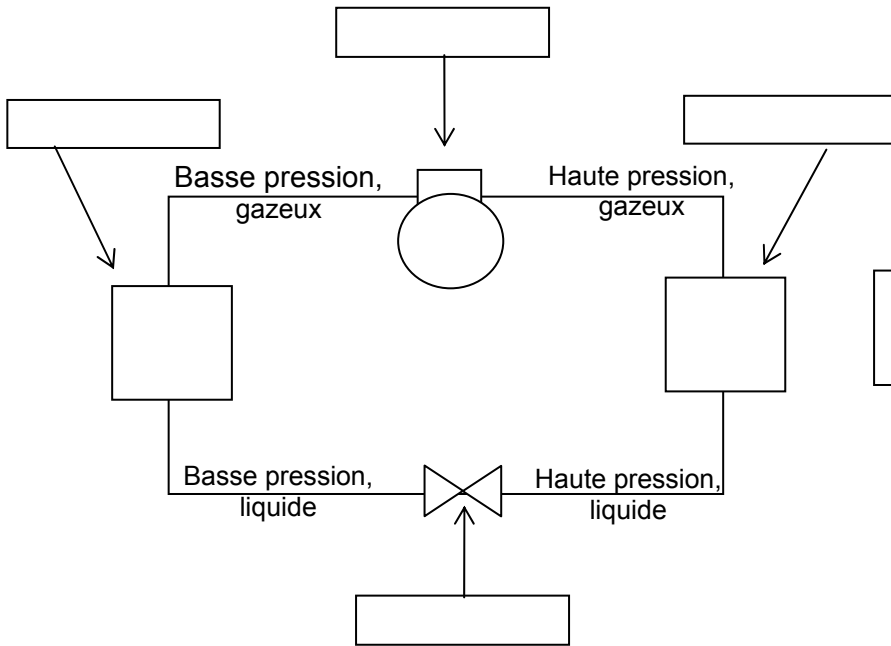
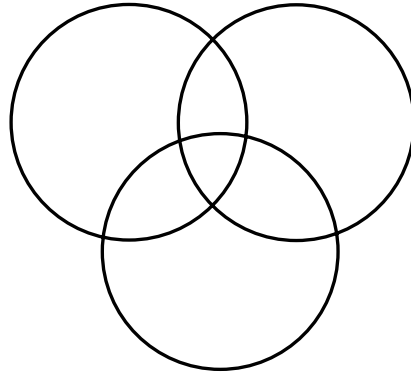


schéma à compléter n°2 :  
MACHINE FRIGORIFIQUE

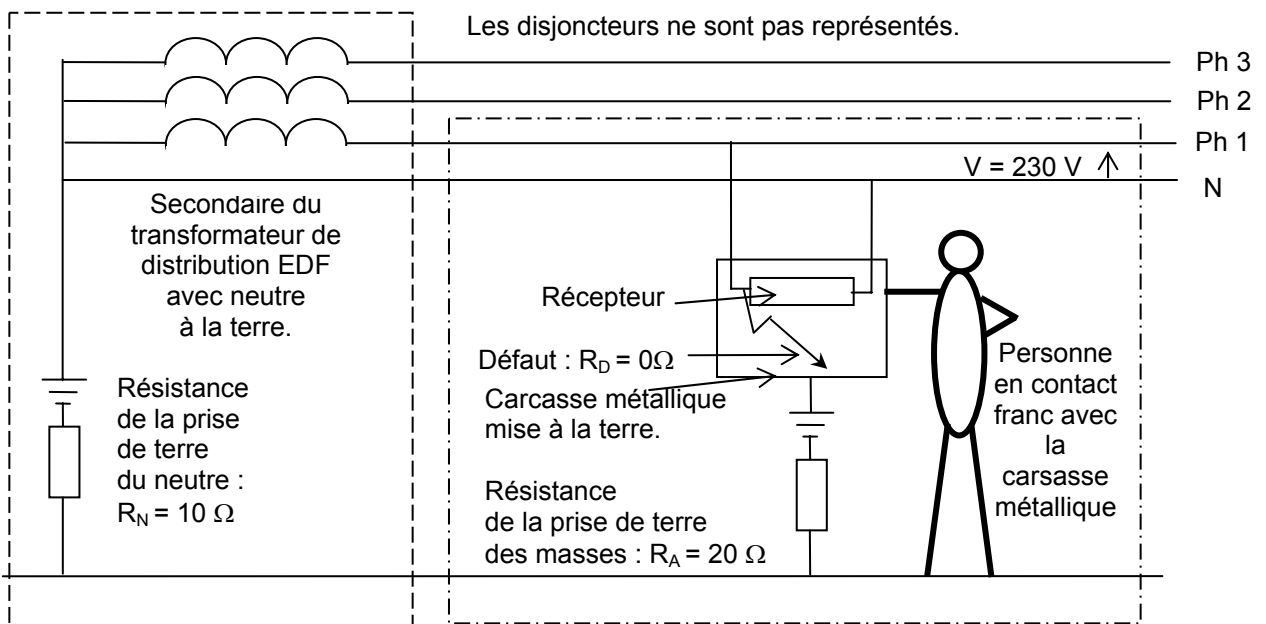


schéma à compléter n°3 : ÉLECTRICITÉ

# EXERCICE 1 : L'ACIDE LACTIQUE DAND LE LAIT.

## 1) Dosage colorimétrique.

1-1) Un dosage colorimétrique est un dosage qui s'effectue en présence d'un indicateur coloré ; le changement de teinte indique « l'équivalence ».

Les indicateurs colorés utilisés en dosages acido-basiques sont des acides faibles ; leur particularité réside dans le fait que l'acide et la base conjuguée ont des couleurs différentes en solution aqueuse.

1-2) L'équivalence est l'instant où on a versé l'hydroxyde en quantité telle qu'elle corresponde aux coefficients stœchiométriques de l'équation de la réaction. Le nombre de mole d'ions  $\text{HO}^-$  est alors égal au nombre d'ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  présent dans la prise d'essai.

L'intérêt des 100 mL d'eau distillée ajoutés est de faciliter l'homogénéisation du mélange par l'agitateur magnétique et de diluer la solution de lait afin de mieux observer le changement de teinte.

Cela change la concentration d'acide dans la solution A, mais pas le nombre total d'ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  présent dans la solution (ce qui nous intéresse).

1-3) Equation de la réaction :  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3 + \text{Na}^+ + \text{HO}^- \rightleftharpoons \text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3^- + \text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O}$

$$\text{Constante d'équilibre : } K = \frac{[\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3^-][\text{H}_2\text{O}][\text{Na}^+]}{[\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3][\text{Na}^+][\text{HO}^-]} \quad \text{et} \quad [\text{H}_2\text{O}] = 1 ; \quad K = \frac{[\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3^-]}{[\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3][\text{HO}^-]}$$

$$\text{On a les équilibres : } \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+ ; \quad K_a = \frac{[\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3]}$$

$$2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HO}^- ; \quad K_e = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{HO}^-] = 10^{-14}$$

$$\text{d'où on tire : } \frac{[\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3^-]}{[\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3]} = \frac{K_a}{[\text{H}_3\text{O}^+]} \quad \text{et} \quad \frac{1}{[\text{HO}^-]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_e}$$

$$\text{et donc : } K = \frac{K_a[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HO}^-]} \quad \text{soit} \quad K = \frac{K_a}{K_e}$$

$$\text{A.N. : } K = \frac{10^{-3,8}}{10^{-14}} = 10^{10,2} = 1,58 \cdot 10^{10}$$

Valeur très grande donc réaction quasi totale, ce qui est intéressant pour un dosage.

1.4.)  $V_{\text{eq}} = 8,0 \text{ mL}$

Nombre de mole d'ions  $\text{HO}^-$  versé :  $n_{\text{HO}^-} = C_1 \times V_{\text{eq}} = 0,05 \times 8 \cdot 10^{-3} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

Le nombre de mole d'ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  présent dans les  $V_0 = 20,0 \text{ mL}$  de lait est donc également  $4 \cdot 10^{-4}$

Dans un litre on a donc 50 fois plus c'est à dire  $4 \cdot 10^{-4} \times 50 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

L'acide lactique étant un monoacide, on a donc  $2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$  d'acide par litre de lait.

Masse molaire moléculaire  $m$  :  $m = (3 \times 12) + (6 \times 1) + (3 \times 16) = 90 \text{ g/mol}$

Dans un litre il y a donc :  $2 \cdot 10^{-2} \times 90 = 1,8 \text{ g}$  ; cela correspond à  $18^\circ\text{D}$  ; lait à la limite frais.

## 2) Dosage par pH-métrie.

- 2-1) Un dosage potentiométrique est un dosage qui se fait par mesure de la différence de potentiel entre deux électrodes plongeant dans la solution.

Schéma légendé du montage.

**Electrodes.**

Electrode de référence : potentiel constant indépendant du pH à température constante.

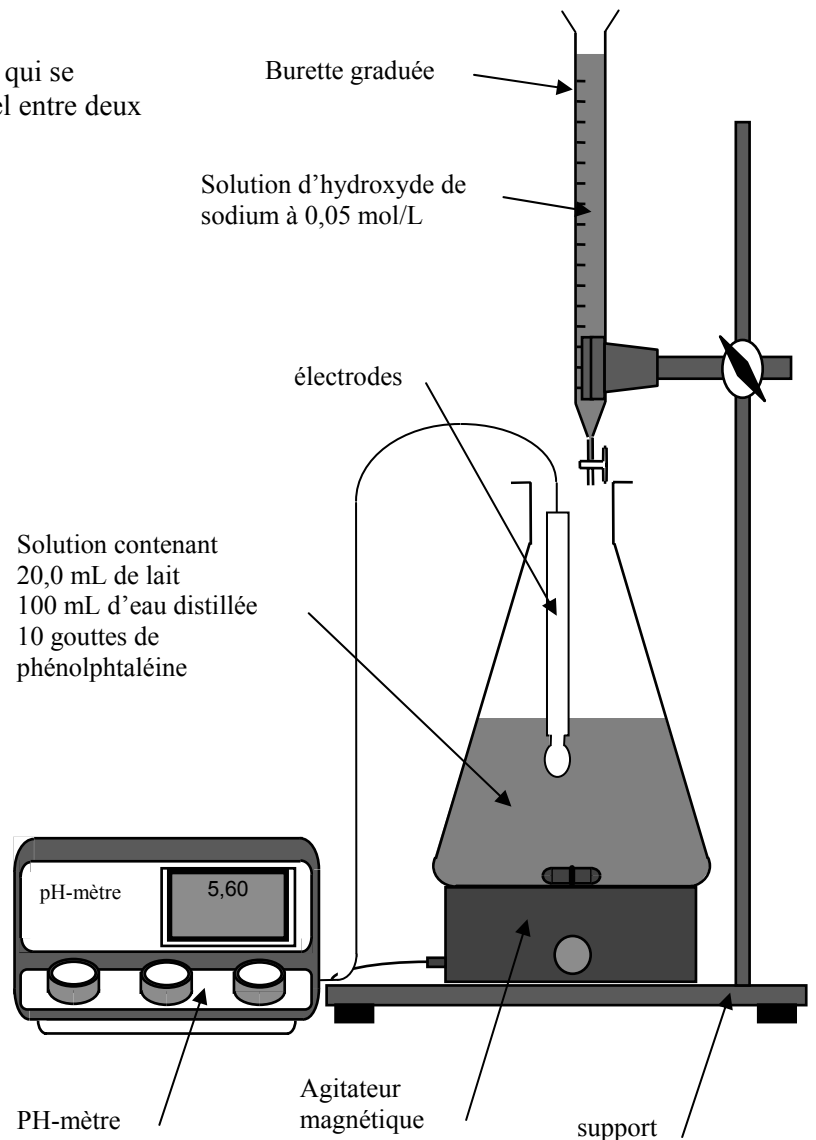
Exemple : électrode au calomel, avec fil de Platine

Electrode de mesure : le potentiel pris par l'électrode est proportionnel au pH de la solution.

Exemple : électrode de verre.

On peut aussi utiliser une électrode combinée

Les deux électrodes entre lesquelles sont mesurées les différence de potentiel sont regroupées dans un même contenant.



- 2-2) Les mesures faites sont en fait des mesures de différence de potentiel  $u$  entre les deux électrodes ; le pH est une fonction affine de  $u$  :  $\text{pH} = a + b.u$   
 Il faut donc ajuster les valeurs affichées en utilisant des solutions de pH connus (solutions tampons).  
 En général, on prend une solution tamponnée à  $\text{pH} = 7,0$ , et une autre, ici par exemple  $\text{pH} = 10$  car l'équivalence se trouve en milieu basique. Il faut également penser à régler la température

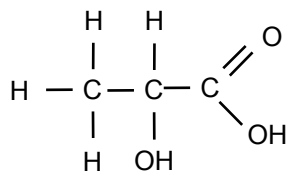
- 2-3) Tracé de la courbe.  
 Par la méthode des tangentes, on lit (approximativement) :  $\text{pH}_{\text{eq}} = 8,3$  et  $V'_{\text{eq}} = 5,7 \text{ mL}$   
 Ce qui conduit à  $n_{\text{HO}^-} = 0,05 \times 5,7 \cdot 10^{-3} = 2,85 \cdot 10^{-4} \text{ mole}$   
 C'est à dire à un nombre de mole de  $1,425 \cdot 10^{-2}$  d'acide par litre de lait, soit une masse de 1,3 g.  
 Le degré d'acidité totale est alors de  $13^\circ\text{D}$ , c'est à dire à un lait frais.  
 Le dosage par pH-métrie est plus précis ; par colorimétrie, il y a une forte imprécision due à la difficulté d'apprécier le teinte rose persistante, surtout en versant l'hydroxyde mL par mL.

## 3) Choix de l'indicateur coloré utilisé.

- 3-1) Le choix de la phénolphthaléine est judicieux car l'équivalence se situant à  $\text{pH} = 8,3$ , cette valeur est dans la zone de virage de l'indicateur.
- 3 – 2) On aurait pu utiliser le « rouge de phénol » dont la zone de virage est 6,8-8,6 contenant le valeur 8,3.
- 3 – 3) Si on utilisait l'hélianthine, la zone de virage se situant en milieu acide (3,1-4,4), le changement de teinte se produirait pour un volume d'hydroxyde versé inférieur à ce qui a été observé ici.

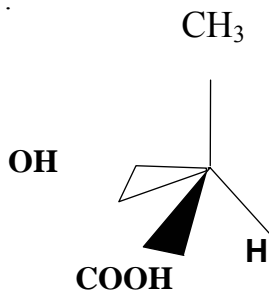
#### 4) La molécule d'acide lactique.

4-1) Formule développée du 2-hydroxypropanoïque :

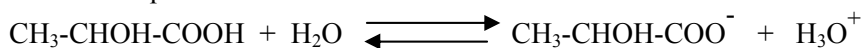


Géométrie spatiale de la molécule :

Présence d'un  
Carbone tétraédrique



4-2) Acide fort : totalement dissocié en solution aqueuse.  
Acide faible : pas totalement dissocié en solution aqueuse  
L'acide lactique est un acide faible.



Pour un litre de solution	Au départ	À l'équilibre
$\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$	$10^{-2}$	$10^{-2} - \alpha$
$\text{CH}_3\text{-CHOH-COO}^-$	0	$\alpha$
$\text{H}_3\text{O}^+$	0	$\alpha$

Constante d'équilibre :

$$K = \frac{[\text{CH}_3\text{CHOHCOO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}]} = \frac{\alpha^2}{10^{-2} - \alpha} = 10^{-3,8}$$

Donc :  $\alpha^2 + 10^{-3,8} \cdot \alpha - 10^{-3,8} = 0$  ;  $\Delta = 6,36 \cdot 10^{-6}$  et  $\sqrt{\Delta} = 2,52 \cdot 10^{-3}$

$$\alpha = \frac{-10^{-3,8} + 2,52 \cdot 10^{-3}}{2} = 1,17 \cdot 10^{-3} ; \text{ il y a donc } 1,17 \cdot 10^{-3} \text{ mole de dissociée pour } 10^{-2} \text{ mole}$$

soit en pourcentage :  $\frac{1,17 \cdot 10^{-3}}{10^{-2}} \times 10^2 = 11,7$  ; 11,7% des molécules sont dissociées

ce qui confirme qu'il s'agit d'un acide faible

dans un litre de solution, on a  $1,17 \cdot 10^{-3}$  mole d'ions  $\text{H}_3\text{O}^+$

d'où  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,17 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$

et donc  $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(1,17 \cdot 10^{-3}) = 2,93$

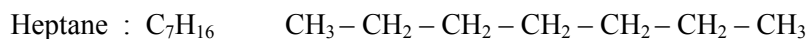
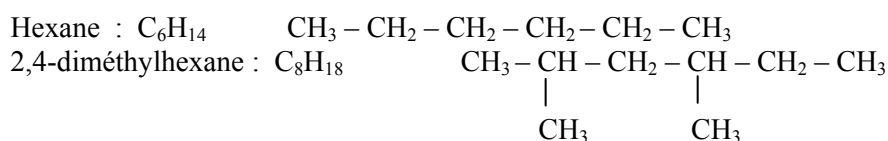
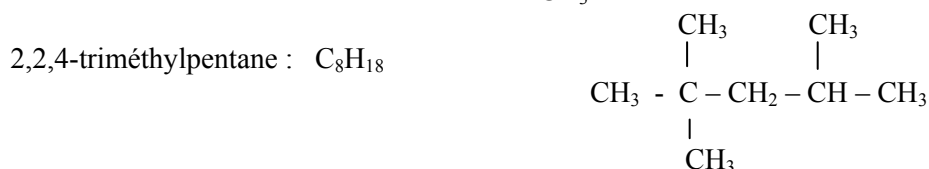
le pH de la solution est de l'ordre de 2,9 ou 3

## EXERCICE 2 : LES ESSENCES.

### 1) Formules brutes, formules semi-développées, isomères.

- 1-1) Formule brute d'un composé organique : formule globale indiquant simplement la nature et le nombre des atomes composant la molécule de ce composé.
- 1-2) Formule semi-développée : formule plus détaillée donnant une idée de la chaîne carbonée et montrant notamment quels sont les groupes fonctionnels présents dans la molécule
- 1-3) Isomères : deux composés sont considérés comme des isomères lorsqu'ils ont une même formule brute mais une formule développée (ou semi-développée) différente.

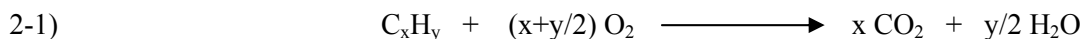
- 1-4) Formules brutes et semi-développées :



Les isomères : le 2-méthylpentane et l'hexane (formules brutes  $C_6H_{14}$ )

le 2,2,4-triméthylpentane, le 2,4-diméthylhexane et l'octane (formules brutes  $C_8H_{18}$ )

### 2) Détermination de la formule d'un hydrocarbure.



donc :  $kx = 494/44$  ,  $kx = 11,227.....$       et  $ky = 227,4/9$  ,  $ky = 25,266.....$

d'où  $\frac{ky}{kx} = \frac{y}{x} = \frac{25,266.....}{11,227.....} = 2,25$       ;       $y = 2,25 x$

d'autre part,  $12kx + ky = 12x11,227.... + 25,266... = 159,99.....$  soit une masse de produit de 160g

Le composé ne peut donc contenir que des atomes de carbone et d'hydrogène, et comme  $y = 2x + 0,25x$ ,  
 Ce composé est même un hydrocarbure saturé.

- 2-3) S'agissant d'un hydrocarbure saturé, sa formule est de la forme  $C_xH_{2x+2}$

Donc  $2x+2 = 2x+0,25x$  soit  $0,25x = 2$  et  $x = 8$

Le composé a donc pour formule brute  $C_8H_{18}$

Vérification :  $M = (8 \times 12) + (18 \times 1) = 114 \text{ g/mol}$  ;  $k = 160/114$  ,  $k = 1,4035$

$m(CO_2 \text{ formé}) = 8 \times 1,4035 \times 44 = 494,032 \text{ g} \approx 494 \text{ g}$

$m(H_2O \text{ formé}) = 9 \times 1,4035 \times 18 = 227,3679 \text{ g} \approx 227,4 \text{ g}$

(pas demandé mais peut faire l'occasion d'un bonus ?)

On ne peut écrire de formule développée dans la mesure où il existe plusieurs isomères correspondant à cette formule brute

### 3) Indice d'isooctane

- 3-1) Il est préférable d'avoir des hydrocarbures à chaîne ramifiée car les températures d'auto-inflammation sont supérieures aux hydrocarbures à chaîne linéaire.
- 3-2) On affecte l'indice 100 à l'isooctane car c'est le composé dont la température d'auto-inflammation est la plus élevée (456°C).  
Pour l'indice 0, on choisira le composé dont la température d'auto-inflammation est la plus basse, c'est à dire l'HEPTANE (221°C) (0,5 point)
- 3-3) Le plomb tétraéthyle :  $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$  (0,5 point)  
L'inconvénient réside dans le rejet de plomb dans l'atmosphère lors de la combustion des essences.  
Pour éviter ces rejets, on utilise des pots catalytiques ou des carburants « sans plomb », avec ajout d'éthanol par exemple.

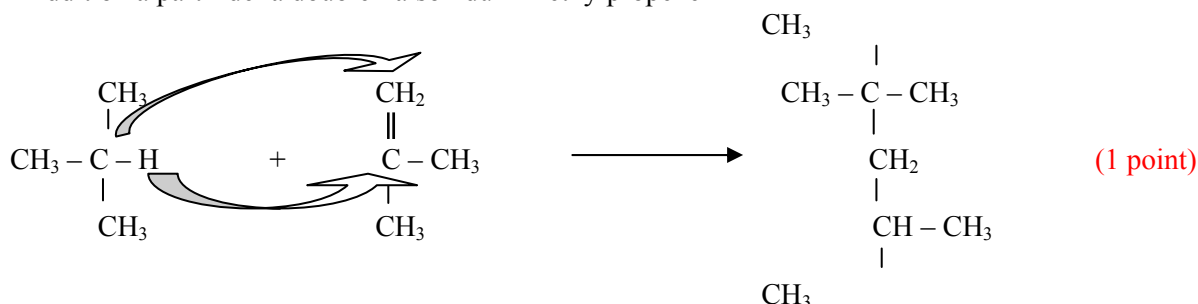
### 4) Les opérations chimiques de transformation des produits lourds.

- 4-1) Le craquage catalytique.  
Le but du craquage catalytique est de couper les chaînes carbonées longues des produits lourds.  
Cela se fait par passage des produits lourds dans un four à une température comprise entre 400°C et 600°C, en absence d'oxygène, et en présence de catalyseurs à base de silice  $\text{SiO}_2$ , l'alumine  $\text{Al}_2\text{O}_3$  et de chrome Cr
- 4-2) Le reformage.  
Il s'agit d'une technique d'isomérisation ; le but est de réorganiser les chaînes carbonées pour obtenir des chaînes ramifiées à partir de chaînes linéaires.  
Cela se fait sous pression de 20 à 50 atmosphères, sous une température de l'ordre de 500°C en présence de catalyseur à base de chlorure d'aluminium  $\text{AlCl}_3$  pendant 10 à 20 secondes.
- 4-3) L'alkylation.  
Se fait en présence d'un acide fort  $\text{H}_2\text{SO}_4$

Passage du 2-méthylpropane au 2-méthylpropène ; il s'agit d'une déshydrogénation :



Addition à partir de la double liaison du 2-méthylpropène



### EXERCICE 3 : OPTIQUE

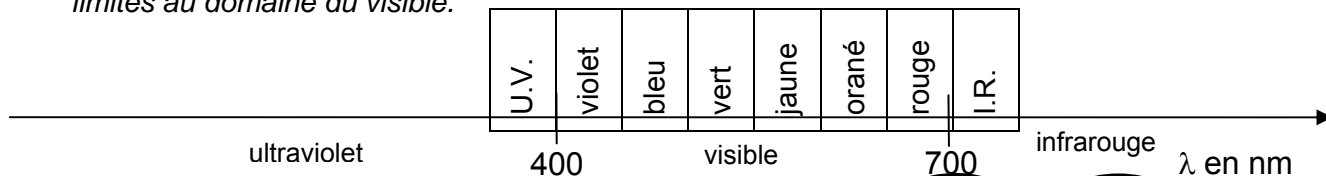
1°) Rédiger une solution de l'exercice (le barème n'est pas demandé).

**Les propositions 1 et 2 sont vraies, les propositions 3 et 4, inverses des 1 et 2, sont fausses.**

2-1) Proposer une expérience simple permettant de mettre en évidence la composition de la lumière blanche. (matériel nécessaire et protocole).

On forme sur un écran, avec une lentille convergente, l'image de la fente de sortie d'une lanterne (avec lampe et condenseur), puis on interpose un prisme, en verre ou en plexiglas, d'arête parallèle à la fente ; on observe sur l'écran des raies de couleurs résultant de la décomposition de la lumière blanche.

2-2) Placer dans le spectre ci-dessous les différentes couleurs observées, ainsi que les deux domaines limites au domaine du visible.

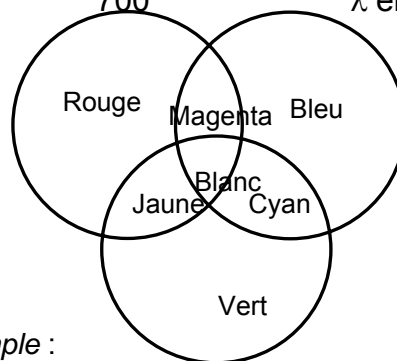


2.3) Qu'appelle-t-on couleur primaire en synthèse additive ?

Ces couleurs pures, dues à des radiations monochromatiques, ne peuvent pas être obtenues par le mélange d'autres couleurs.

Le rouge et le jaune abondent dans la nature, contrairement au bleu, qui est plus rare.

Compléter la rosace du schéma 1 de l'annexe avec les noms des couleurs primaires et des couleurs obtenues par synthèse additive.



2.4) Qu'appelle-t-on couleur complémentaire ? Donner un exemple :

Chaque couleur a sa couleur complémentaire et une seule ; la couleur complémentaire est celle qui n'est pas utilisée dans le mélange des deux primaires ayant permis de l'obtenir. Il y a donc une infinité de couples de couleurs complémentaires. C'est ainsi que, pour les 3 couleurs primaires, le magenta est complémentaire du vert, le jaune est complémentaire du bleu, le cyan est complémentaire du rouge.

3°) Compléter le tableau d'observation suivant, en justifiant les réponses :

Couleur de l'objet en lumière blanche	Couleur de l'éclairage	Couleur observée
Objet rouge	jaune	rouge
Objet rouge	Vert ou bleu	noir
Objet blanc	Magenta	Magenta

4°) Pourquoi fait-il plus chaud dans une voiture peinte en noir que dans une voiture peinte en blanc, après des durées d'exposition au soleil identiques ? Une voiture peinte en noir absorbe toutes les radiations et l'énergie reçue croît, ce qui augmente la température intérieure, alors qu'une voiture peinte en blanc renvoie la plupart des radiations et ne s'échauffe que par convection et conduction.

5°) Pour expliquer le principe de l'arc en ciel à des élèves, on réalise un schéma comportant les éléments suivants : le soleil ; le rideau de pluie ; l'observateur ; l'arc en ciel.

5-1) Réaliser ce schéma pour préciser les positions relatives de chacun de ces éléments.

Il faut avoir le Soleil derrière soi et de la pluie ou de l'eau qui tombe en avant de soi.

Ce sont les gouttes d'eau présentes dans l'air qui causent l'apparition de l'arc-en-ciel.

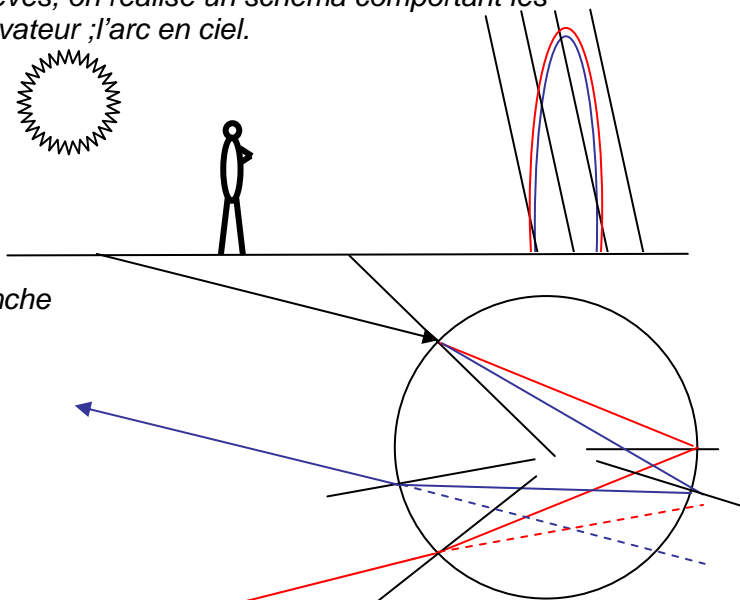
Celui-ci apparaît donc dans la direction opposée au Soleil.

5-2) Tracer le trajet suivi par un rayon de lumière blanche arrivant à la surface sphérique d'une goutte d'eau.

Ce rayon subira successivement une réfraction, une réflexion et une réfraction.

L'indice de réfraction moyen de l'eau est de 1,33.

Distinguer à la sortie la position de la composante rouge et de la composante bleue.





## EXERCICE 4 : transferts de chaleur, machines frigorifiques

### Questions destinées aux candidats du concours PLP

1-1) Rédiger une solution pour le sujet Bâtiment (le barème n'est pas demandé).

Afin de réaliser des travaux d'isolation thermique, on souhaite placer du polystyrène expansé sur la face interne d'un mur.

1°) Dans quel sens se fait le transfert de chaleur ?

de la zone de température la plus élevée vers celle de température la plus basse, donc de l'intérieur vers l'extérieur.

2°) Selon quel mode se propage essentiellement la chaleur à travers le mur ? **conduction**

3°) Le polystyrène possède une conductivité thermique de  $0,039 \text{ W.m}^{-1}.\text{°C}^{-1}$ .

Calculer la résistance thermique d'une plaque de polystyrène d'épaisseur  $e = 2,0 \text{ cm}$  et d'aire  $S = 10 \text{ m}^2$

$$R = \frac{e}{\lambda.S} = 0,051 \text{ °C.W}^{-1}$$

1-2) Donner la signification, sur le plan énergétique, de la valeur de  $R$ , en évaluant, par exemple, la diminution de la quantité d'énergie perdue en une semaine.

La déperdition d'énergie diminue de 280 Wh par heure, soit 47 kWh par semaine, d'où 1,41€ d'économie hebdomadaire.

2-1) Nommer les trois modes de transfert possibles. **Le rayonnement, la conduction et la convection.**

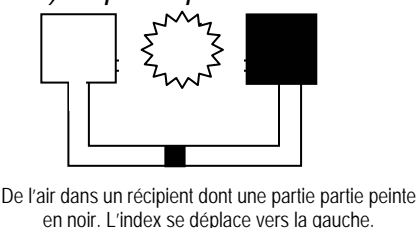
2-2) Pour chacun, donner une définition, en précisant s'il y a transfert de matière et nécessité d'un milieu matériel.

**Le rayonnement** : Mode de propagation de l'énergie sous forme d'ondes ou de particules. Pas besoin de milieu matériel.

**La conduction** : Action de transmettre de proche en proche la chaleur ou l'électricité dans un milieu matériel conducteur.

**La convection** : Mouvement d'un fluide (matériel), avec transport de chaleur, sous l'influence de différences de température.

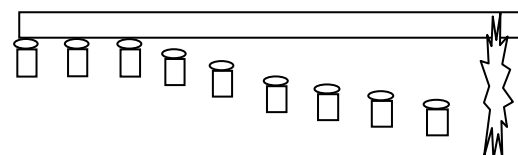
2-3) Proposer pour chacun une expérience simple permettant de l'illustrer au mieux à des élèves.



**Le rayonnement**



**La convection**



**La conduction**

3°) Rédiger une solution pour le sujet Bio-Industries de transformation (le barème n'est pas demandé).

Compléter le schéma 2 en annexe.

Après pasteurisation, un jus de fruit est refroidi et stocké à basse température.

Le refroidissement est assuré par une machine frigorifique à compression, dont le schéma de principe est donné.

1°) Placer correctement les annotations suivantes sur le schéma :

- condenseur
- compresseur
- détendeur
- évaporateur

2°) On refroidit 8000 L de jus de fruit par heure, de  $50 \text{ °C}$  à  $4 \text{ °C}$ . La capacité thermique massique du jus de fruits est  $c = 4,0 \cdot 10^3 \text{ J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$  et sa masse volumique est de  $1085 \text{ kg.m}^{-3}$ .

2-1) Déterminer la masse du jus de fruit refroidie en une heure.

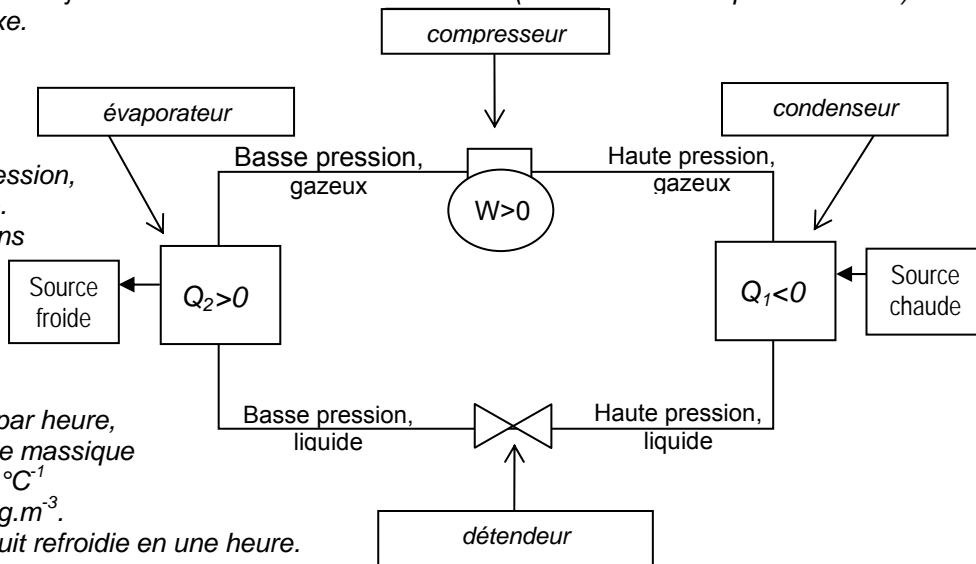
$$M = \rho.V = 8700 \text{ kg}$$

2-2) En déduire la quantité de chaleur perdue par cette masse de jus de fruit.  $Q = 1,6 \cdot 10^9 \text{ J}$

4-1) Parmi les transformations d'état d'un corps pur, quelles sont celles qui sont endothermiques ? Définir la chaleur latente. **Liquéfaction, vaporisation, sublimation. chaleur latente = quantité de chaleur qu'il faut fournir à un kg d'un corps pur pour qu'il change d'état physique à pression constante.**

4-2) Énoncer le principe de Carnot et préciser les échanges de chaleur notés  $Q_1$  et  $Q_2$  et de travail  $W$  dans une machine frigorifique entre la machine et les sources de chaleur.

Pour qu'un système décrivant un cycle fournisse du travail, il doit nécessairement échanger de la chaleur avec au moins deux sources à des températures différentes. Échanges : voir schéma.



## EXERCICE 5 : électricité

1°) Rédiger une correction du sujet de baccalauréat professionnel (le barème n'est pas demandé)  
 être traversé par un courant alternatif d'intensité 100 mA pendant 50 ms : zone 2 ; aucun effet physiologique dangereux  
 être traversé par un courant alternatif d'intensité 50 mA pendant 2 s : zone 4 ; très dangereux !

2°) Quels sont les effets du courant électrique sur le corps humain ?

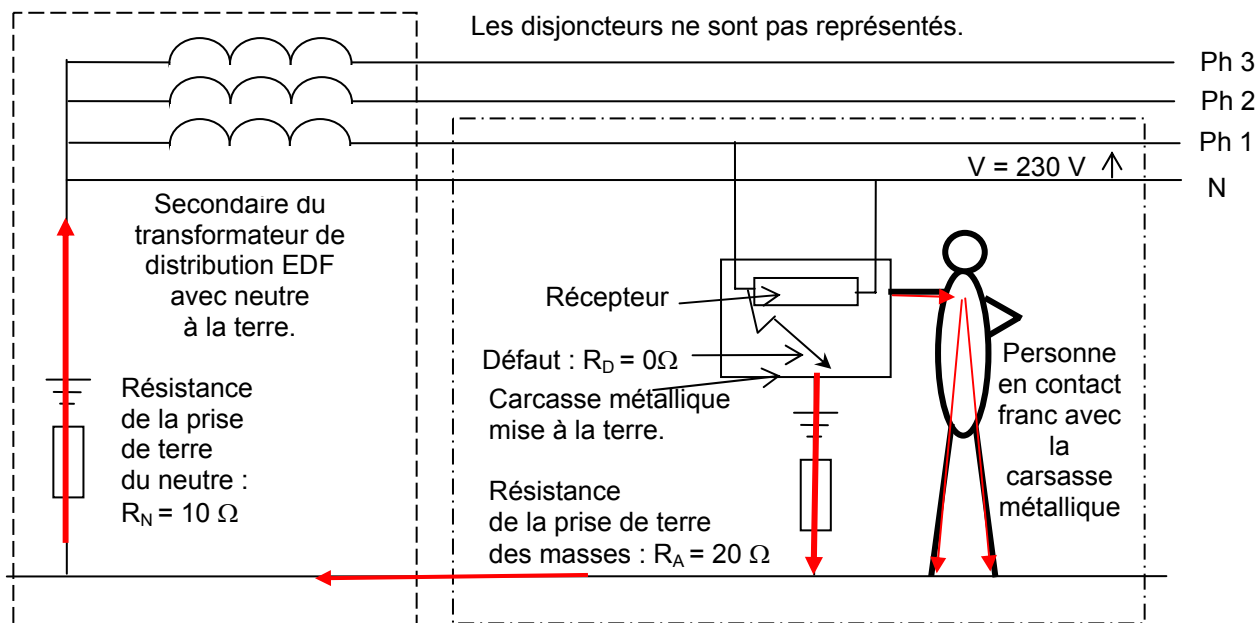
**contractions musculaires et difficultés de respiration, fibrillation ventriculaire ;**

**effets pathophysiologiques tels que brûlures graves, arrêt du cœur, arrêt de la respiration**

**« électrocution » : Fait de causer une secousse, éventuellement mortelle, par le passage dans l'organisme d'un courant électrique;**

**« électrisation ». Fait de développer des charges électriques sur un corps.**

3°) Dans le schéma d'une installation donné en annexe (schéma 3), ajouter le trajet du courant de fuite, calculer la différence de potentiel entre la carcasse du récepteur et la masse, et justifier le danger.



Le courant de fuite passe dans la prise de terre et dans le corps de la personne (dont la résistance est grande devant celle de la prise de terre). Ici,  $V_{\text{carc}} = 230$ .  $R_A / (R_A + R_N) = 153 \text{ V}$ . L'utilisateur est soumis à cette tension, il court un grand danger.

4°) On étudie le fonctionnement d'un disjoncteur différentiel DDR, dont le schéma est donné ci-contre.

4-1) En utilisant les lois de l'induction, expliquer pourquoi le déclenchement ne s'opère pas en l'absence de défaut.

L'intensité est la même dans les deux bobines, la somme des ampère-tours qui créent l'excitation magnétique est nulle : pas de f.e.m. induite dans la bobine du circuit de déclenchement, pas de déclenchement.

4-2) En utilisant les lois de l'induction, expliquer pourquoi le déclenchement a lieu en présence de défaut.

Les intensités dans les deux bobines sont différentes, la somme des ampère-tours qui créent l'excitation magnétique n'est pas nulle : une f.é.m. induite apparaît dans la bobine du circuit de déclenchement et il y a déclenchement si l'intensité dans ce circuit est suffisante.

4-3) Ce système assure-t-il une bonne protection si la résistance de la Terre est trop importante ?

justifier votre réponse. Si la résistance de la Terre est trop importante, le courant de fuite y est trop faible pour que les ampère-tours dus à la différence des courants dans les enroulements créent une excitation magnétique susceptible d'engendrer une f.é.m. induite suffisante pour que le courant qui lui est dû provoque le déclenchement.

4-3-1) On relève sur deux disjoncteurs différentiels différents les indications « 30mA » et « 500mA ». Que signifient ces indications ? Ce sont les valeurs des courants de fuite qui provoquent le déclenchement.

4-3-2) Quel est celui des deux disjoncteurs le mieux adapté à la protection des personnes ? justifier votre réponse.

Le « 30mA » puisque cette intensité de fuite, sans grand danger pour l'homme, suffira à provoquer le déclenchement.