

CONCOURS COMMUN 1999

DES ÉCOLES DES MINES D'ALBI, ALÈS, DOUAI, NANTES

Épreuve de Physique et Chimie **(toutes filières)**

Mercredi 26 Mai 1999 de 08h00 à 12h00

Instructions générales :

Les candidats doivent vérifier que le sujet comprend 16 pages numérotées 1/16, 2/16, ... 16/16.

Les candidats sont invités à porter une attention particulière à la rédaction : les copies illisibles ou mal présentées seront pénalisées.

Les candidats colleront sur leur première feuille de composition l'étiquette à code à barres correspondante.

Instructions particulières à l'épreuve de Physique et Chimie :

Toute application numérique ne comportant pas d'unité ne donnera pas lieu à attribution de points.

SUJET DE CHIMIE**PROBLÈME A : À PROPOS DU VIN**

Ce problème comporte trois parties indépendantes :

- La partie I porte sur l'acidité totale d'un vin.
- La partie II porte sur la détermination de l'alcoolémie dans le sang.
- La partie III porte sur la cinétique d'élimination de l'alcool dans l'organisme.

Données à 298K :

Constantes d'acidité :

Couple	$\text{H}_2\text{T}/\text{HT}^-$	$\text{HT}^-/\text{T}^{2-}$	$\text{H}_2\text{M}/\text{HM}^-$	$\text{H}_3\text{C}_i/\text{H}_2\text{C}_i^-$	$\text{H}_2\text{C}_i^-/\text{HC}_i^{2-}$	$\text{HC}_i^{2-}/\text{C}_i^{3-}$	HSu/Su^-
pK_A	3,0	4,3	3,5	5,1	3,1	4,8	6,4

Couple	HA/A^-	$(\text{CO}_2,\text{H}_2\text{O})/\text{HCO}_3^-$	$\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$	$(\text{SO}_2,\text{H}_2\text{O})/\text{HSO}_3^-$	$\text{HSO}_3^-/\text{SO}_3^{2-}$
pK_A	4,8	6,4	10,3	1,8	6,9

Couple	$\text{H}_3\text{PO}_4/\text{H}_2\text{PO}_4^-$	$\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$	$\text{HPO}_4^{2-}/\text{PO}_4^{3-}$
pK_A	2,2	7,2	12,3

Produit de solubilité :



Potentiels standard à pH = 0 :



$$\frac{RT}{F} \ln(10) = 0,06 \text{ V}$$

Données à 20°C : masse volumique de l'éthanol $\rho = 0,79 \text{ kg.L}^{-1}$

Masses molaires (g.mol^{-1}) : éthanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) : 46

hydrogène (H) : 1

carbone (C) : 12

Numéro atomique : Cr = 24

Définitions :

A : alcoolémie dans le sang = quantité d'éthanol exprimée en g par litre de sang.

d° : degré alcoolique d'un vin = nombre de millilitres d'éthanol contenus dans 100 millilitres de vin à 20°C.

pH

V (cm³)

Figure 1

I - DÉTERMINATION DE L'ACIDITÉ TOTALE D'UN VIN

Un vin contient naturellement de nombreux acides faibles ; les acides tartrique (H_2T), malique (H_2M), citrique (H_3C_i), lactique (HL), succinique (HSu) et acétique (HA) sont par ordre décroissant les plus abondants. A ces acides viennent se rajouter le dioxyde de carbone, formé par la fermentation anaérobie de sucres, et le dioxyde de soufre introduit pour améliorer la conservation du vin.

*Après avoir éliminé le dioxyde de carbone dissout dans un vin, on prélève 10 cm³ de ce vin, auxquels on ajoute un volume V d'une solution titrée de soude à 0,1 mol.L⁻¹. L'évolution du pH en fonction du volume V de soude versée est précisée par le graphe de la **figure 1**.*

I-1- L'acidité totale d'un vin décarbonaté est donnée par le nombre de millimoles d'ions OH⁻ nécessaires pour amener le pH d'un litre de vin à la valeur 7. La calculer.

I-2- Après avoir rappelé les domaines de prédominance pour un couple acido-basique, préciser quelles acidités ont été neutralisées par la soude lorsque le pH de la solution est égal à 7. L'acidité mesurée ne prend-elle en compte que l'acidité naturelle du vin ?

I-3- Une oxydation par aération des ions Fe²⁺ solubles dans le vin entraîne la formation d'ions Fe³⁺. L'ajout de phosphate d'ammonium (NH₄)₃PO₄, pour favoriser le développement des levures, apporte des ions PO₄³⁻. Une concentration trop élevée en ions Fe³⁺ et PO₄³⁻ peut entraîner la précipitation de FePO₄, altérant la limpidité du vin. Il s'agit de la casse phosphato-ferrique. On procède à une addition de 13,4.10⁻⁴ mol.L⁻¹ de phosphate d'ammonium au vin précédemment étudié. Cela modifie peu le pH qui reste égal à 3,4.

I-3-1- Sous quelle forme prédominante trouve-t-on les phosphates dans le vin ?

I-3-2- Déterminer à partir de quelle concentration en ions Fe^{3+} , on observe la précipitation du phosphate de fer III.

II - DÉTERMINATION DE L'ALCOOLÉMIE DANS LE SANG

La méthode chimique officielle de Cordebard nécessite une étape de séparation de l'alcool par distillation avec une solution saturée d'acide picrique, suivie d'un dosage par oxydation nitrochromique.

Dans le ballon d'un appareil de distillation, on introduit 60 cm^3 de solution aqueuse saturée d'acide picrique, puis, lentement, 5 cm^3 de sang. On recueille ainsi environ 35 cm^3 de distillat qu'on complète à 40 cm^3 au moyen d'eau distillée.

On prélève 5 cm^3 du distillat ainsi obtenu qu'on mélange dans un erlenmeyer à 10 cm^3 d'une solution nitrique de dichromate de potassium à $\frac{1}{120} \text{ mol.L}^{-1}$.

Au bout de 10 minutes, on dilue au moyen de 100 cm^3 d'eau distillée et on ajoute en mélangeant 10 cm^3 de solution d'iodure de potassium à 5%.

On titre l'iode libéré à l'aide d'une solution de thiosulfate de sodium à $\frac{1}{20} \text{ mol.L}^{-1}$ jusqu'à disparition de la coloration jaune et apparition d'une coloration vert. On note V_0 le volume de thiosulfate de sodium utilisé, exprimé en cm^3 .

II-1-

II-1-1- Donner la configuration électronique du chrome. Combien d'électrons de valence le chrome possède-t-il ?

II-1-2- Dans la structure de Lewis de l'ion dichromate, on note la présence d'un atome d'oxygène central relié à chacun des atomes de chrome, de même nombre d'oxydation. Etablir la structure et préciser la répartition spatiale des nuages électroniques de chaque chrome dans le modèle VSEPR.

II-2-

II-2-1- Ecrire l'équation bilan de la réaction d'oxydation de l'éthanol par le dichromate de potassium.

II-2-2- Déterminer la constante d'équilibre de la réaction d'oxydation de trois moles d'éthanol.

II-2-3- Exprimer le nombre de moles de dichromate réagissant avec l'éthanol prélevé, en fonction de A, l'alcoolémie du sang.

II-3-

II-3-1- Ecrire les deux autres réactions intervenant dans le dosage de l'excès de dichromate de potassium.

II-3-2- Exprimer l'excès, en nombre de moles, de dichromate, en fonction de V_0 .

II-3-3- En déduire que $A = k (10 - V_0)$ où A est exprimé en g.L^{-1} et V_0 en cm^3 . Déterminer k .

III - ABSORPTION ET ÉLIMINATION DE L'ALCOOL DANS L'ORGANISME

Un homme de 90 kg boit un verre de volume $V = 120 \text{ mL}$ d'alcool d'un degré alcoolique d° égal à 12° . On note M la masse molaire de l'éthanol.

III-1- L'absorption de l'éthanol à travers la muqueuse digestive se fait par diffusion passive. On considère que le nombre de moles absorbées par unité de temps est proportionnel à chaque instant au nombre de moles non encore absorbées. Soit k_1 la constante de proportionnalité.

Le tableau ci-dessous représente l'évolution au cours du temps t , exprimé en minutes, du nombre de moles x d'éthanol absorbé.

x (millimoles)	71	122	202	228	235
t (min)	2	4	10	15	18

III-1-1- Calculer le nombre de moles, a , d'éthanol ingéré, en fonction de d° , ρ , V , M .

III-1-2- Etablir la loi $x(t)$, d'après le modèle proposé.

III-1-3- Calculer k_1 par une méthode graphique ou une méthode numérique. Pour cette dernière, on précisera le coefficient de corrélation.

III-2- On considère que la répartition de l'alcool dans l'ensemble des compartiments hydriques et de l'appareil circulatoire d'un volume V_1 égal à 55 litres est assez rapidement homogène. Intervient alors l'élimination de l'alcool par oxydation dans les hépatocytes. La cinétique de l'élimination est en principe d'ordre zéro, de constante de vitesse $k_2 = 4 \text{ mmol.L}^{-1}.\text{h}^{-1}$.

III-2-1- Exprimer, en fonction de M et de k_2 , la variation par unité de temps de l'alcoolémie dans le sang, due à l'élimination par oxydation.

III-2-2- On suppose que l'élimination ne modifie pas la loi d'absorption. Exprimer la variation par unité de temps de l'alcoolémie dans le sang par absorption en fonction de M , V_1 et $\frac{dx}{dt}$. En déduire l'expression de $\frac{dA}{dt}$ en fonction de a , k_1 , k_2 , M , V_1 , t .

III-2-3- Au bout de combien de temps l'alcoolémie est-elle maximale ? Combien vaut-elle ?

III-3- La formule de Widmark permet de remonter théoriquement de l'alcoolémie maximale à la masse d'alcool ingéré :

$m_0 = A_{\max} \times r \times m$	avec	m_0 :	masse d'alcool ingéré (exprimé en g)
		$A_{\max}$:	alcoolémie maximale (exprimée en g.L^{-1})
		m :	masse de la personne
		r :	coefficient de répartition ($r = 0,7 \text{ L.kg}^{-1}$ pour un homme, représente le volume massique hydrique).

Que pensez-vous du modèle cinétique exploité ?

PROBLÈME B : DÉTERMINATION DU POUVOIR CALORIFIQUE D'UN MÉLANGE COMBUSTIBLE

Cette partie de Thermochimie vient en préambule de l'étude thermodynamique du moteur à deux temps d'un scooter traitée plus loin dans le sujet de Physique, et ce de manière indépendante. On considère que le carburant utilisé est assimilable à de l'octane, alcane de formule brute C_8H_{18} de masse volumique égale à 720 kg.m^{-3} .

I-1- Ecrire la réaction de combustion complète de l'octane.

I-2- Déterminer l'enthalpie standard de formation de l'octane à 298 K. On rappelle qu'un alcane n'est constitué que de liaisons simples carbone – carbone et carbone – hydrogène.

Données : *enthalpie moyenne de liaison (kJ.mol^{-1})*
 C - H : 415
 C - C : 345
 enthalpie standard de formation (kJ.mol^{-1})
 carbone C(g) : + 716,7
 hydrogène H(g) : + 218,0

I-3- En déduire l'enthalpie standard de la réaction de combustion de l'octane.

Données : *enthalpie standard de formation (kJ.mol^{-1})*
 eau $H_2O(g)$: -241,8
 dioxyde de carbone $CO_2(g)$: -393,5

I-4- Le pouvoir calorifique q de l'octane est la chaleur libérée par la combustion d'une unité de volume d'octane. Donner sa valeur en kJ.cm^{-3} .

SUJET DE PHYSIQUE

Le sujet de Physique comporte trois parties indépendantes :

- *La partie thermodynamique porte sur l'étude du moteur deux temps d'un scooter.*
- *La partie mécanique analyse l'expérience de Marin Mersenne.*
- *La partie électricité propose l'étude d'un éthylomètre.*

I - THERMODYNAMIQUE

Les scooters de cylindrée inférieure à 50 cm^3 sont équipés d'un moteur à explosion à deux temps. Celui-ci existe sous plusieurs formes. Le type le plus répandu (surtout dans le domaine des petites puissances) est celui qui comporte trois lumières ; celles-ci sont destinées à assurer l'aspiration, l'échappement et la communication entre le carter et le cylindre. Le mélange carburé (air - essence - huile) provenant du carburateur pénètre dans le carter pendant le mouvement du piston du P.M.B (point mort bas) au P.M.H (point mort haut). Au cours de la descente, cet air est comprimé et dirigé vers le cylindre par le canal de transfert. La légère compression du mélange carburé permet l'évacuation du gaz de combustion. Le graissage des parties mobiles, assuré par de l'huile que l'on mélange à l'essence, permet de réduire les frottements.

Figure 1

PRINCIPE GÉNÉRAL : Il est rappelé que les quatre phases (admission, compression, combustion et détente), qui sont réparties sur deux tours du vilebrequin dans un quatre temps (deux allers et deux retours du piston) se succèdent dans un deux temps sur un seul tour du vilebrequin (un aller et un retour du piston). Cela est possible parce que les phases échappement et admission ont lieu très rapidement et sensiblement au moment où le piston se trouve au point mort bas (P.M.B). Pratiquement le diagramme de Watt (pression en ordonnées, volume en abscisses) a l'allure représentée sur la **figure 2**. On y distingue les deux temps :

- 1er temps : compression du mélange carburé (FB), combustion (BC).
- 2ème temps : détente (CD), échappement des gaz de combustion et admission d'une nouvelle charge de mélange carburé (DHF).

Figure 2
DIAGRAMME PRATIQUE DU
MOTEUR À DEUX TEMPS

Le diagramme théorique (B' C' D' F') s'identifie au cycle de Beau de Rochas. Il est établi avec les hypothèses suivantes :

- la combustion (B'C') est instantanée et se produit lorsque le volume du cylindre vaut V_C (piston au point mort haut).
- la détente (C'D') et la compression (F'B') du mélange sont adiabatiques réversibles.
- lors de l'échappement et de l'admission (D'F') quasi instantanées, le volume du cylindre est considéré constant égal à V_D .

La cylindrée du moteur est $V_D - V_C$.

Le taux de compression est égal au rapport volumétrique $a = \frac{V_D}{V_C}$.

Dans la notice technique d'un scooter (Spacer 50 Kymco), on lit les indications suivantes :

vitesse maximale : $45 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$

régime de puissance maximale : $7000 \text{ tours} \cdot \text{min}^{-1}$ (vitesse angulaire de vilebrequin)

puissance maximale : $4,40 \text{ kW}$

cylindrée : $49,5 \text{ cm}^3$

course du piston : $39,2 \text{ mm}$.

On donne :

* la constante des gaz parfaits : $R = 8,31 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

* la température et la pression du point F' : $T_F = 300\text{K}$ $P_F = 10^5\text{Pa}$

On fera d'autre part l'approximation suivante : l'air étant en grand excès par rapport au mélange (huile + carburant), on assimilera le mélange carburé à un gaz parfait unique, de coefficient

$g = 1,4$ ($g = \frac{C_P}{C_V}$ rapport de capacités thermiques molaires à pression constante et à volume constant), de masse molaire 29 g.mol^{-1} .

On rappelle que le pouvoir calorifique, noté q , supposé indépendant de la température, est la chaleur libérée par la combustion d'une unité de volume d'essence.

On prendra $q = 30 \text{ kJ} \cdot \text{cm}^{-3}$.

DÉTERMINATION DE LA CONSOMMATION D'ESSENCE DU SCOOTER

I-1- Tracer l'allure du cycle (F'B'C'D'F') dans un diagramme de Watt (P, V).

I-2- Lorsque le scooter roule à 45 km.h^{-1} à son régime maximal de $7000 \text{ trs} \cdot \text{min}^{-1}$, quelle est la durée d'un cycle ?

En déduire la vitesse moyenne du piston sur un cycle.

Comparer cette vitesse à un ordre de grandeur de la vitesse quadratique moyenne des molécules en F'.

Peut-on en déduire une caractéristique des transformations (C' D') et (F' B') ?

I-3- Rappeler pour quel type de système et pour quel type de transformation, la loi de Laplace $PV^\gamma = \text{cte}$ est applicable.

Pourquoi dit-on qu'une transformation adiabatique réversible est isentropique ?

Est-ce que cela dépend de la nature du système ?

I-4- La pression en fin de compression est de $6 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. En déduire le taux de compression $a = \frac{V_D}{V_C}$.

I-5- Exprimer le travail fourni par le moteur au cours d'un cycle en fonction de R , γ , P_F , V_D et des températures T_F , T_B , T_C , T_D des points F', B', C', D'.

On rappelle que pour un gaz parfait la capacité thermique molaire à volume constant est :

$$C_V = \frac{R}{g-1}$$

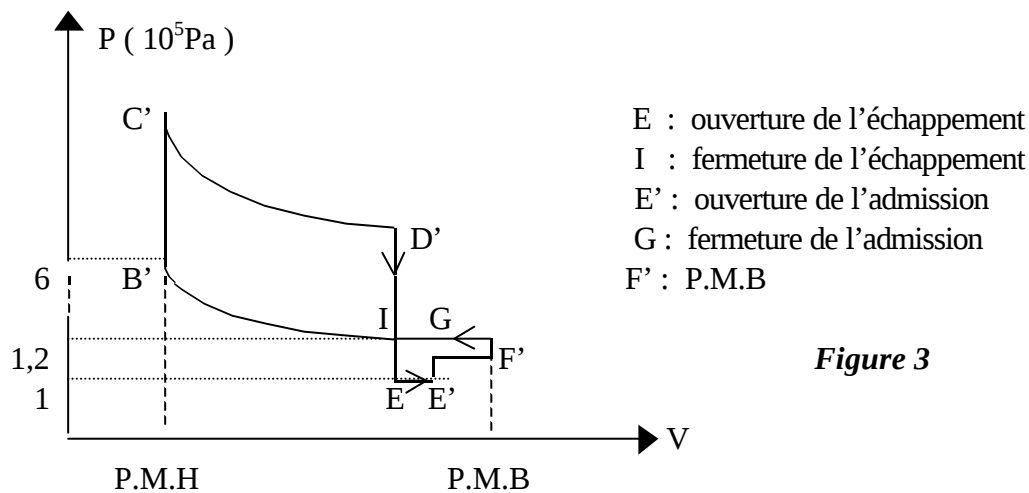
I-6- Exprimer la chaleur libérée par la combustion en fonction de R , γ , P_F , V_D , T_C , T_B , T_F .

I-7- Définir le rendement thermodynamique η du cycle et l'exprimer en fonction de a et γ .

I-8- En prenant $\eta = 0,4$, calculer la chaleur libérée par la combustion à chaque cycle lorsque le scooter roule à 45 km.h^{-1} à son régime de puissance maximale $P = 4,4 \text{ kW}$.

I-9- Quelle est la consommation d'essence pour parcourir 100 km ? Que pensez-vous de la valeur trouvée ?

I-10- Un modèle un peu plus précis détaille la phase d'admission et d'échappement, comme cela est représenté sur le diagramme **figure 3**.



Quelle est la conséquence pour le travail effectivement fourni par le moteur sur un cycle et pour la consommation ?

I-11- Pourquoi peut-on dire qu'a priori un moteur deux temps, de même cylindrée et de même régime est deux fois plus puissant qu'un moteur à quatre temps ? En réalité, la puissance n'est que 1,5 fois plus grande. Pourquoi ?

II - MÉCANIQUE**TIR D'UN OBUS VERS LE ZÉNITH**

Au 17^{ème} siècle, le Père Mersenne, ami et correspondant de Descartes, se livra à un tir d'obus, le canon étant pointé vers le zénith. Le résultat ne fut pas du tout celui escompté.

On se propose d'étudier l'influence de différents facteurs physiques sur la trajectoire de l'obus.

En un lieu A de latitude $I = 48^\circ\text{N}$, un canon tire un obus à la vitesse $v_0 = 100 \text{ m.s}^{-1}$ suivant la verticale ascendante Az. On désigne par Axyz un repère orthonormé lié à la Terre, Ax étant dirigé vers le Sud.

On assimile la Terre à une sphère homogène, tournant autour de l'axe des pôles à la vitesse angulaire $\omega_0 = 7,3 \cdot 10^{-5} \text{ rad.s}^{-1}$.

On note $\vec{g}_0$ le champ de pesanteur terrestre, de module g_0 supposé constant égal à 10 m.s^{-2} .

II-1- On considère le référentiel lié à la Terre galiléen

II-1-1- On néglige la résistance de l'air.

a) Donner l'expression de la vitesse $\vec{v}$ de l'obus à un instant quelconque.

b) Exprimer l'énergie mécanique de l'obus. Varie-t-elle au cours du temps ? Calculer l'altitude maximale atteinte par l'obus.

c) En quel point et au bout de combien de temps l'obus retombe-t-il ?

II-1-2- La résistance de l'air sur l'obus, de forme sphérique de rayon $r_0 = 5 \text{ cm}$ et animé d'une vitesse v , se traduit par une force de module $k\pi r_0^2 v^2$. Au voisinage des conditions normales, $k = 0,25 \text{ S.I.}$ L'obus est en plomb de masse volumique $\rho = 11,3 \text{ g.cm}^{-3}$.

a) Préciser l'unité de k .

b) Comparer la force de frottement au poids. Que penser ?

c) On prend en compte cette force de frottement fluide.

On pose $u = v^2$. Montrer que, dans la phase ascendante, u vérifie l'équation :

$$\frac{du}{dz} = -2g_0 - 2 \frac{k\rho}{m} r_0^2 u$$

Expliciter la fonction $z(u)$. En déduire l'altitude maximale atteinte par l'obus.

On posera $d = \frac{m}{2k\rho r_0^2}$.

Dans la suite du problème, on ne prend pas en compte les frottements de l'air sur l'obus.

II-2- On considère que le référentiel lié à la Terre (A , x , y , z) est non galiléen

II.2-1- Ecrire l'équation du mouvement de l'obus. Pourquoi la force d'inertie d'entraînement n'intervient pas explicitement dans l'équation du mouvement ?

II-2-2- On évalue la force d'inertie de Coriolis en utilisant la loi de vitesse obtenue au II-1-1 a) . Justifier cette méthode de calcul.

Soit $(\vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ la base orthonormée associée au repère (Axyz). M repérant la position de l'obus, on pose $\vec{AM} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$. Montrer que :

$$\ddot{y} \approx -2\omega_0 (v_0 - g_0 t) \cos \lambda.$$

En déduire une expression approchée de l'ordonnée y de l'obus. Évaluer y au moment où l'obus tombe sur le sol. La déviation se fait-elle vers l'Ouest ou vers l'Est ?

Le résultat dépend-il de l'hémisphère dans lequel on effectue le tir ?

II-2-3- L'expression de la force de Coriolis utilisée ne permet pas de mettre en évidence une déviation dans l'axe Nord-Sud. Or cette déviation existe. Expliquer cette apparente contradiction. Que penser de cette déviation comparée à celle calculée à la question précédente ?

II-3- Analyse du mouvement de l'obus dans le référentiel géocentrique

II-3-1

a) Rappeler la définition du référentiel géocentrique. Pourquoi peut-il être supposé galiléen pour ce type d'expérience ?

b) Déterminer la vitesse initiale de l'obus dans ce référentiel.

II-3-2- Si on considère le champ de gravitation uniforme sur la trajectoire de l'obus, montrer alors que celui-ci retombe en A.

Comment l'observateur géocentrique peut-il justifier la déviation évaluée au **II-2-2-** ?

III - ÉLECTRICITÉ

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN ÉTHYLOMÈTRE

L'éthylomètre est un appareil électronique de mesure qui établit avec précision le taux de concentration d'éthanol dans l'air expiré.

Son principe réside dans la comparaison (à une longueur d'onde donnée) des flux lumineux, traversant une ampoule témoin contenant une solution de dichromate de potassium et une ampoule d'essai contenant la même solution mais dans laquelle a barboté une quantité précise d'air alvéolaire. Chaque ampoule reçoit le même flux lumineux $F_0(I)$. Deux photopiles identiques, placées chacune derrière une ampoule, décèlent les flux lumineux, $F_{Po}(I)$ transmis par l'ampoule témoin,

$F_p(l)$ transmis par l'ampoule d'essai.

Les lois régissant l'absorption de la lumière par une substance colorée en solution, formulées par Beer, établissent une proportionnalité entre l'absorbance ou densité optique $A(I)$ et la concentration de l'espèce colorée, l'absorbance étant définie par le logarithme du rapport du flux lumineux incident sur le flux lumineux transmis par la substance :

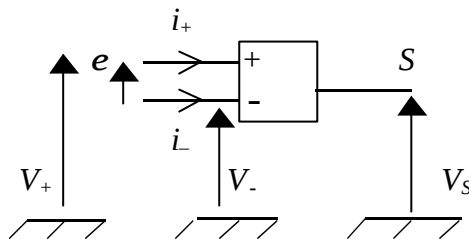
On note : $A_{p0}(I) = \lg \frac{\Phi_0(I)}{\Phi_{p0}(I)}$ pour l'ampoule témoin

$$A_P(I) = \lg \frac{\Phi_0(I)}{\Phi_P(I)} \text{ pour l'ampoule d'essai}$$

On notera $\lg$ le logarithme décimal.

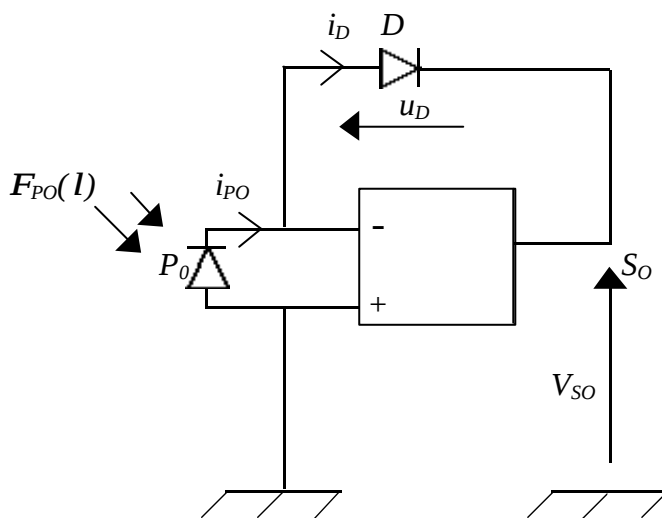
L'utilisation d'une photopile et d'amplificateurs opérationnels ne nécessite aucune connaissance particulière si ce ne sont celles précisées dans l'énoncé.

Les amplificateurs opérationnels considérés idéaux fonctionnent en mode linéaire.



on prendra
 $e = V_+ - V_- = 0$
 $i_+ = 0$
 $i_- = 0$

On étudie le circuit suivant (**figure 1**) :



P_0 est la photopile placée derrière l'ampoule témoin
 D est une diode à jonction
 i_{P0} est le courant délivré par la photopile

Figure 1

III-1- Soit i_{cc} le courant de court-circuit délivré par la photopile. Comparer i_{P0} et i_{cc} .

III-2- La diode à jonction est caractérisée par la relation :

$$i_D = i_{sat} [\exp(\beta u_D) - 1]$$

avec $\beta = 39(SI)$ et $i_{sat} = 7,5 \cdot 10^{-14} A$

III-2-1- Quelle est l'unité de β ?

III-2-2- Montrer que D est parcourue par le courant de court-circuit de la photopile.

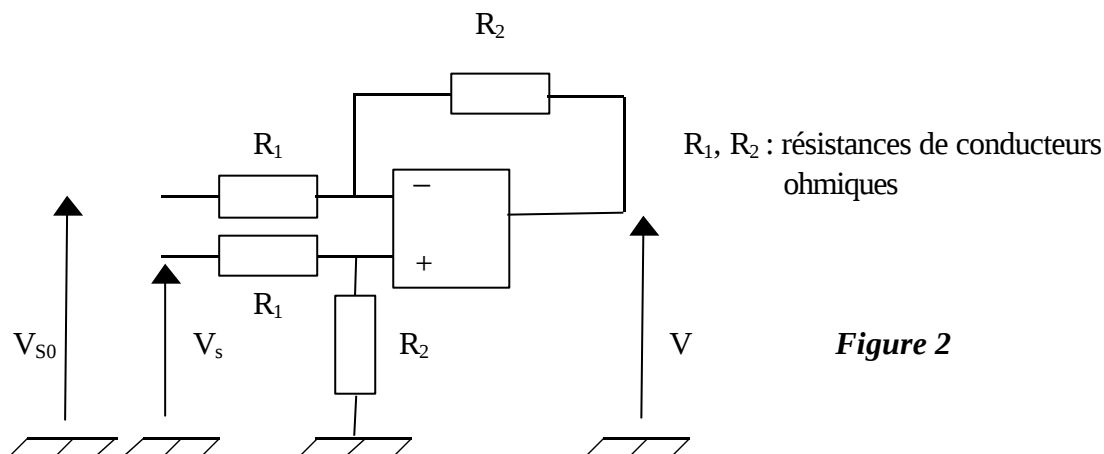
III-2-3- Sachant que u_D est de l'ordre de quelques centaines de millivolts, donner une expression simplifiée de u_D en fonction de i_{PO} , i_{sat} et β .

III-3

III-3-1- Montrer que $V_{s0} = \frac{1}{b} \ln \frac{i_{sat}}{i_{PO}}$.

III-3-2- Soit P la photopile placée derrière l'ampoule d'essai. On réalise avec P le même circuit qu'avec P_0 . Soit V_s la tension de sortie de l'amplificateur opérationnel, la diode utilisée étant la même qu'au **III-2**, exprimer V_s en fonction de β , i_{sat} , i_P où i_P est le courant délivré par la photopile P.

III-4- On réalise le circuit suivant (**figure 2**) :



Exprimer V , la tension de sortie de l'amplificateur opérationnel, en fonction de V_s , V_{s0} , R_1 et R_2 .

III-5- i_{cc} étant proportionnel au flux lumineux reçu par la photopile, en déduire que V est proportionnelle à $A_P(\lambda) - A_{P0}(\lambda)$.

Pourquoi est-il possible, à l'aide d'un bon étalonnage, de lire, directement sur l'appareil, la quantité d'alcool insufflé ?

III-6- On remplace chaque conducteur ohmique de résistance R_2 par un condensateur de capacité C . Etablir alors la relation entre $\frac{dV}{dt}$ et $(V_s - V_{s0})$.

Quelle opération réalise-t-on ?

Le circuit, tel qu'il a été modifié, peut-il fonctionner ?

