

Lors de la correction il sera tenu compte de la présentation et de la rédaction de la copie.

Les réponses seront **expliquées** et données sous forme **littérale** puis **numérique** quand les données du texte le permettent.

### I/ Flash photographique (6,5 points)

Dans une documentation technique on a trouvé les informations suivantes.

Un flash électronique d'appareil photo est alimenté par deux piles de 1,5 volts. Un oscillateur basse tension transforme le courant continu en courant alternatif. Un petit transformateur dont le bobinage primaire constitue l'inductance de ce circuit oscillant élève la tension qui est ensuite redressée au moyen d'une diode. Cette tension redressée permet de charger un condensateur de capacité  $C = 150 \mu F \pm 10\%$  sous une tension  $U = 330$  volts.

#### 1) Étude du flash

a) Donner l'expression de l'énergie électrique  $E_e$  stockée dans le condensateur de ce flash lorsqu'il est chargé.

Calculer sa valeur numérique.

/1

b) La décharge rapide dans la lampe à éclats provoque un éclair d'une durée d'environ une milliseconde.

Quelle est la valeur numérique de la puissance électrique  $P_e$  consommée durant cet éclair ?

/0,5

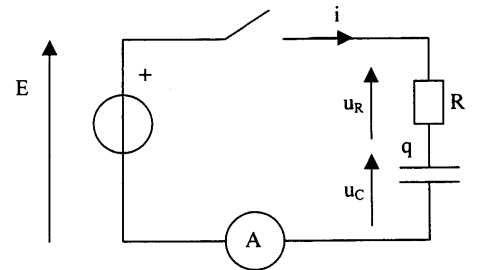
c) Pour quelle raison doit-on élever la tension avant de l'appliquer, une fois redressée, aux bornes du condensateur ? /0,5

#### 2) Étude expérimentale du circuit RC

Pour vérifier la valeur de la capacité  $C$  de ce condensateur, un élève a réalisé le montage ci-contre. La résistance  $R$  a une grande valeur et le générateur de tension continue a pour force électromotrice  $E = 12$  V.

A la date  $t = 0$ , il ferme le circuit et note les intensités dans le circuit toutes les 10 secondes lors de la charge du condensateur.

Il a obtenu les résultats ci-dessous.



t (s)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
i (μA)	54,0	40,6	30,6	23,0	17,4	13,1	9,8	7,3	5,6	4,2

L'intensité du courant électrique durant cette expérience décroît en fonction du temps selon la relation :

$$i(t) = I_0 \cdot \left[ \exp\left(\frac{-t}{\tau}\right) \right]$$

a) Donner les expressions de  $\tau$  et  $I_0$  en fonction des grandeurs intervenant dans le montage ( $E$ ,  $C$  et  $R$ ).

/1

b) Déterminer la valeur de la résistance  $R$  utilisée dans ce montage.

/1

c) En utilisant l'expression de  $i(t)$ , déterminer la valeur numérique de l'intensité lorsque  $t = \tau$ .

/1

d) En utilisant le tableau ci-dessus, évaluer la valeur de  $\tau$  puis en déduire celle de la capacité  $C$  de ce condensateur.

Ce résultat vous semble-t-il conforme aux indications du fabricant ?

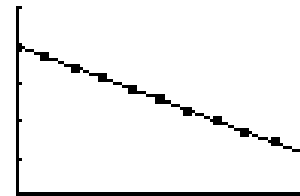
/1,5

### Bonus, si vous avez le temps

#### 3) Une droite ?

En utilisant les résultats du tableau précédent un élève a obtenu sur sa calculatrice la représentation graphique ci-contre sur laquelle le temps est en abscisse.

Une modélisation (régression linéaire) lui a donné une ordonnée à l'origine de 3,99 et un coefficient directeur de  $-0,028$

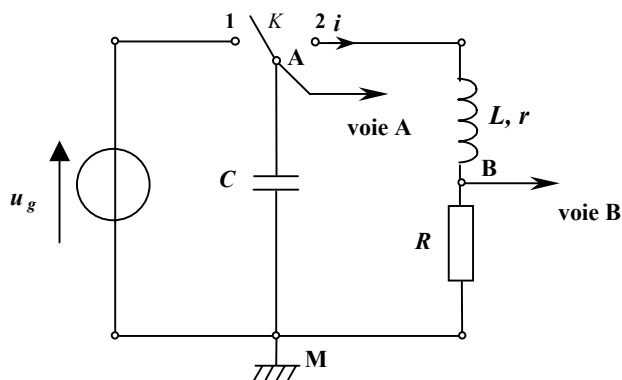


a) Quelle grandeur portée en ordonnée peut conduire à une représentation de ce type ?

Justifier avec l'expression de  $i(t)$  précédente.

b) Les résultats de la modélisation sont-ils en accord avec les valeurs de  $E$ ,  $C$  et  $R$  ?

## II/ Oscillations électriques (5 points)



On réalise le montage ci-contre comportant :

- un générateur de tension de niveau  $E = 9 \text{ V}$  ;
- un condensateur dont la capacité vaut  $1,0 \mu\text{F}$  ;
- une bobine d'inductance  $L = 18 \text{ mH}$  et de résistance  $r = 18 \Omega$  ;
- un conducteur ohmique de résistance  $R = 10 \Omega$  ;
- une centrale d'acquisition.

L'interrupteur  $K$  est placé en position 1 puis basculé en position 2. L'acquisition est alors lancée et l'on obtient, après traitement des données, les documents **courbes 1** et **2** ci-dessous.

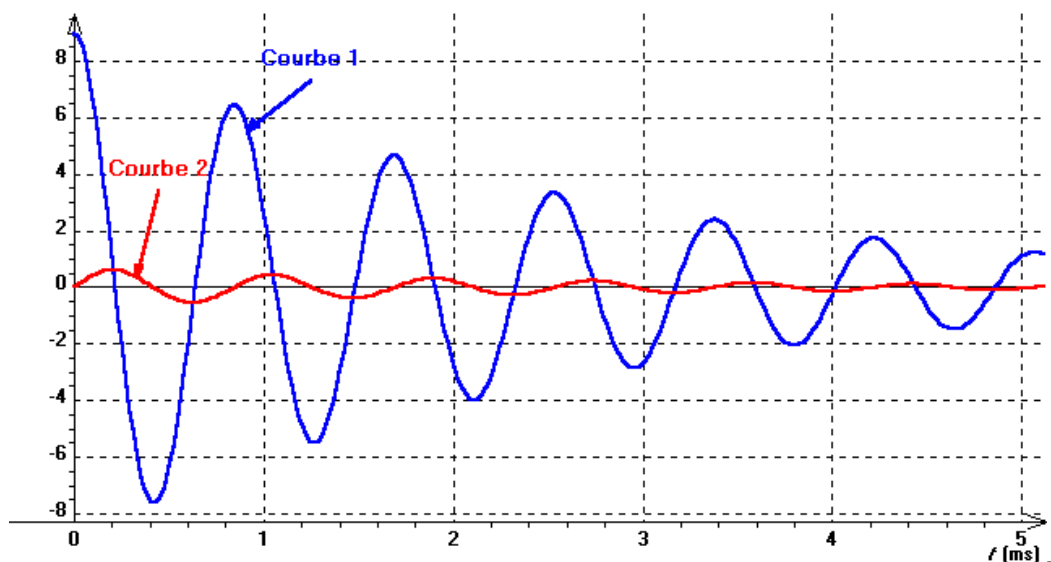
1. a. Laquelle des deux voies, A ou B, permet de déterminer les variations de l'intensité  $i$  du courant ? Justifier la réponse.

/0,5

1.b. Pourquoi ne peut-on pas utiliser un oscilloscope analogique pour cette expérience ?

/0,5

2. Les évolutions temporelles des signaux observés sur les voies A et B ont été représentées ci-dessous.



a) Associer les **courbes 1** et **2** aux voies A et B ; justifier votre choix.

/1

b) Préciser la nature du régime de décharge observé ; justifier.

/1

c) Déterminer la pseudo-période  $T$  des oscillations.

/1

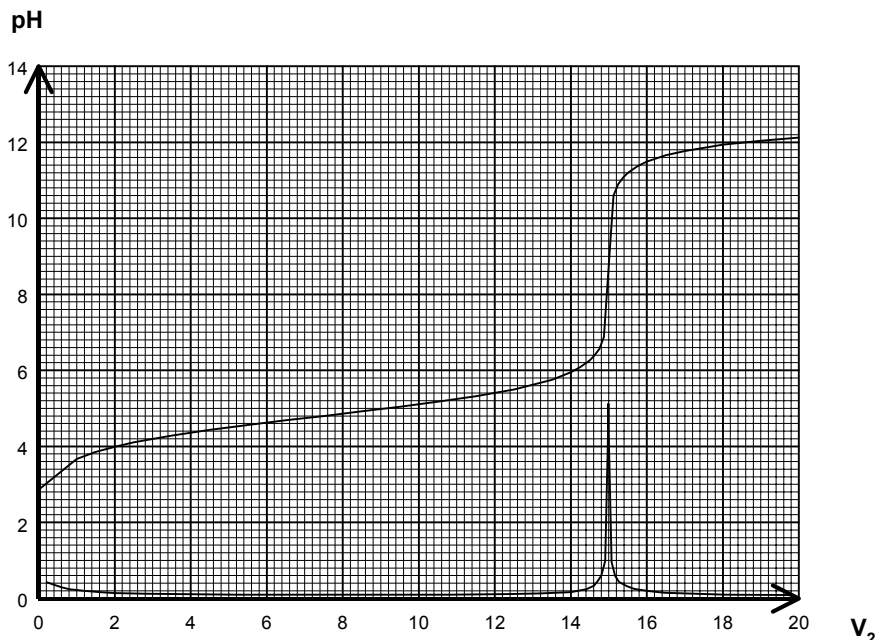
d) Calculer la valeur nominale de la période propre  $T_0$  de l'oscillateur électrique ( $L$ ,  $C$ ) non amorti et la comparer à  $T$ .

/1

### III/ Titrage (5 points)

On a simulé ci-dessous le titrage d'un volume  $V_1 = 20,0$  mL d'une solution contenant de l'acide éthanóique  $\text{CH}_3\text{COOH}$  à la concentration  $C_1$  par une solution de soude (hydroxyde de sodium) de concentration molaire  $C_2 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . Sur le graphe ci-après figurent les valeurs du pH en fonction du volume  $V_2$  de soude ajouté, ainsi que l'allure de la fonction dérivée  $\frac{d\text{pH}}{dV_2}$ .

L'équation de la réaction de la réaction de titrage est :  $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})} = \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$



1. On étudie le mélange obtenu après avoir versé un volume  $V_2 = 8,0$  mL, le pH de la solution est alors égal à 4,9.

1.a. Calculer la concentration  $[\text{H}_3\text{O}^+]_f$  des ions oxonium dans la solution en déduire la concentration des ions hydroxydes  $[\text{HO}^-]_f$  et la quantité de matière  $n(\text{HO}^-)_f$  correspondante. /0,75

1.b. Calculer la quantité de matière  $n_V$  d'ions  $\text{HO}^-$  versés. /0,5

1.c. Conclure /0,5

2. Calculer la constante d'équilibre associée à la réaction de titrage. /0,5

3.a. Définir l'équivalence d'un titrage. /0,5

3.b. Compléter le tableau descriptif de la réaction en utilisant les notations du texte ( $V_1$ ,  $C_1$ ,  $V_2$  ou  $V_{2,\text{équiv}}$  et  $C_2$ ). /0,5

équation de la réaction		$\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$	+	$\text{HO}^-_{(\text{aq})}$	=	$\text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})}$		$\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$
état du système	avancement	$n(\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})})$		$n(\text{HO}^-_{(\text{aq})})$		$n(\text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})})$		$n(\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})})$
initial	0	$C_1 V_1$						
intermédiaire	$x$							
équivalence								

3.c. En déduire la relation entre  $V_1$ ,  $C_1$ ,  $V_{2,\text{équiv}}$  et  $C_2$ . /0,5

3.d. Déterminer  $V_{2,\text{équiv}}$  en précisant la méthode. /0,5

3.e. Déterminer la concentration molaire en acide éthanóique dans la solution. /0,75

Données à 25°C :

Couple  $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} / \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})}$  :  $K_a = 10^{-4,8}$  donc  $\text{p}K_a = 4,8$

Produit ionique de l'eau  $K_e = 10^{-14}$

**IV/ Une pile (3,5 points)**

Lors d'un TP, un élève a réalisé une pile d'étude à partir des deux demi-piles suivantes :

- une plaque d'argent plongeant dans 100mL d'une solution contenant des ions  $Ag^+$  de concentration  $0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .
  - une plaque de plomb plongeant dans 100mL d'une solution contenant des ions  $Pb^{2+}$  de concentration  $0,05 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .
- Les deux plaques contiennent chacune  $0,10 \text{ mol}$  de métal (argent ou plomb).

1. Compléter le schéma de la pile pour quelle débite dans un conducteur ohmique. /0,5

2. On constate que lors du fonctionnement de cette pile, la masse de l'électrode d'argent augmente.

2/a/ Écrire les équations des réactions se produisant aux électrodes et préciser sur quelle électrode les électrons sont libérés. /0,5

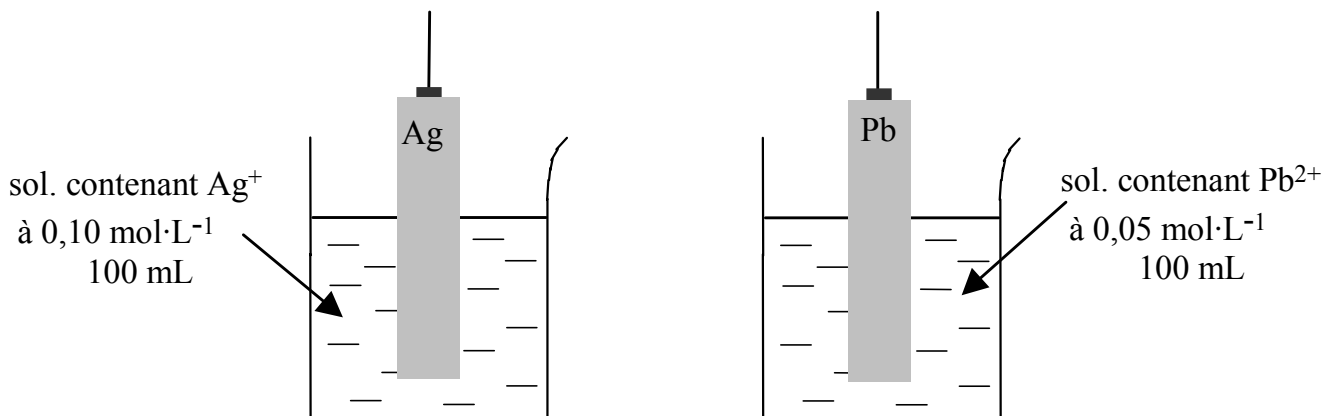
2/b/ En déduire la polarité de chaque électrode. /0,5

2/c/ Préciser quelle est l'anode et quelle est la cathode. /0,5

2/d/ Écrire, dans le sens direct, l'équation correspondant au fonctionnement de cette pile. /0,5

3. La constante d'équilibre  $K$  correspondant à l'équation écrite dans le sens direct, est  $K = 1,8 \cdot 10^{31}$ .

Calculer la valeur initiale du quotient de réaction  $Q_{ri}$  et la comparer avec la constante  $K$ . Cette comparaison est-elle en accord avec l'observation expérimentale de la question 2 ? /1



**Bonus**, si vous avez le temps...

4. Donner la nature et le sens de déplacement des porteurs de charge, tout le long du circuit lorsque la pile fonctionne.

5. Dresser le tableau d'avancement représentant l'évolution du système et indiquant les nombres d'électrons échangés.


6.a. Quelle est la charge électrique débitée lors du fonctionnement et quel est l'avancement correspondant ?

6.b. Quelle est la variation de masse de l'électrode de plomb ?

Données :

Charge d'une mole d'électrons :  $1 \text{ F} = 96500 \text{ C}$

Masses molaires atomiques, en  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  :  $Ag \leftrightarrow 108$      $Pb \leftrightarrow 207$

## I Flash photographique

1) a)  $E_e = \frac{1}{2} C U^2 = \frac{1}{2} \times 150 \times 10^{-6} \times 330^2 = 8,2 \text{ J}$

1) b)  $P_c = \frac{E_e}{\Delta t} = \frac{8,2}{1 \times 10^{-3}} = 8,2 \cdot 10^3 \text{ W}$

1) c) Si on utilise la tension des piles la puissance obtenue sera beaucoup plus petite.

2) a)  $\tau = RC$  et  $I_0 = \frac{E}{R}$

2) b)  $R = \frac{E}{I_0} = \frac{12}{54,0 \cdot 10^{-6}} = 2,2 \times 10^5 \Omega$

2) c)  $i(t) = I_0 e^{-t/\tau} = 54,0 \times 10^{-6} \times e^{-t/\tau} = 19,9 \times 10^{-6} \text{ A} \approx 20 \mu\text{A}$

2) d) Tableau de valeurs  $\Rightarrow \tau \approx 35 \text{ s}$  donc  $C = \frac{\tau}{R} = \frac{35}{22 \cdot 10^5} = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ F} \approx 160 \mu\text{F}$

cette valeur est bien en accord avec l'indication (150  $\pm$  10%)

Bonus 3a) L'élève a tracé  $\ln i(t) = \ln I_0 - \frac{t}{\tau}$

b) droite de coeff. directeur  $-\frac{1}{\tau} \Rightarrow \tau = -\frac{1}{0,028} \approx 36 \text{ s}$  (accord avec 35 s)  
d'ordonnée à l'origine  $\ln I_0 \Rightarrow I_0 = e^{3,99} = 54 \mu\text{A}$  (accord avec 54)

## II Oscillations électriques

1) a) la voie B (tension aux bornes de R) permet de visualiser  $i$  (loi d'ohm  $i = \frac{U}{R}$ )

1) b) On ne peut pas utiliser un oscilloscope analogique car le phénomène n'est pas répétitif

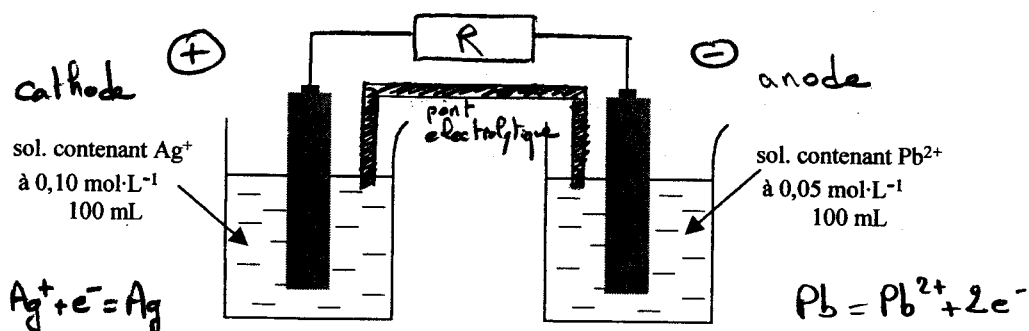
2) a) à  $t=0$  le condensateur est chargé et  $i=0 \Rightarrow$  courbe 1 : voie A, courbe 2 : voie B

2) b) le régime est pseudo-périodique car l'amplitude des oscillations diminue.

2) c) 6T en 12,7 cm et 5ms par 12,5cm  $\Rightarrow T = \frac{5}{12,5} \times \frac{12,7}{6} = 0,85 \text{ ms}$

2) d)  $T_0 = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{18 \cdot 10^{-3} \times 10 \cdot 10^{-6}} = 0,84 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 0,84 \text{ ms} \approx T$

Schema ex. 4



### III Titrage

1) a)  $[H_3O^+]_f = 10^{-pH} = 10^{-4,9} = 1,26 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot L^{-1} \Rightarrow [HO^-]_f = \frac{10^{-14}}{10^{-4,9}} = 10^{-9,1} = 7,9 \cdot 10^{-10} \text{ mol} \cdot L^{-1}$

1) b)  $n(HO^-)_f = [HO^-]_f \times V = 10^{-9,1} \times (20,0 + 8,0) \cdot 10^{-3} = 2,2 \cdot 10^{-11} \text{ mol}$

1) c)  $n_v = C_2 \cdot V_2 = 1,0 \cdot 10^{-2} \times 8,0 \cdot 10^{-3} = 8,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$

1) c)  $n_v \gg n(HO^-)_f$  la transformation est totale

2)  $K = \frac{[CH_3COO^-]_{(aq)}}{[CH_3COOH]_{(aq)}[HO^-]_{(aq)}} = \frac{K_a}{K_e} = \frac{10^{-4,8}}{10^{-14}} = 10^{9,2} = 1,6 \cdot 10^9$

3) a) Equivalence = changement de réactif limitant

3) b)

équation de la réaction		$CH_3COOH_{(aq)}$	$+ HO^-_{(aq)}$	$= CH_3COO^-_{(aq)}$	$H_2O_{(l)}$
état du système	avancement	$n(CH_3COOH_{(aq)})$	$n(HO^-_{(aq)})$	$n(CH_3COO^-_{(aq)})$	$n(H_2O_{(l)})$
initial	0	$C_1 V_1$	$C_2 V_2$	0	*
intermédiaire	x	$C_1 V_1 - x$	$C_2 V_2 - x$	x	*
équivalence	$x_{equiv}$	$C_1 V_1 - x_{equiv} = 0$	$C_2 V_2 - x_{equiv} = 0$	$x_{equiv}$	*

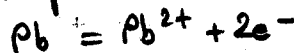
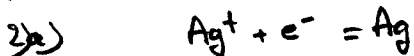
3) c) A l'équiv.  $C_1 V_1 = C_2 V_{equiv}$

3) d)  $V_{2, equiv} = 15,0 \text{ mL}$  (tangente ou dérivée sur le graphique).

3) e)  $C_1 = \frac{C_2 \cdot V_{equiv}}{V_1} = \frac{1,0 \cdot 10^{-2} \cdot 15,0}{20} = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$

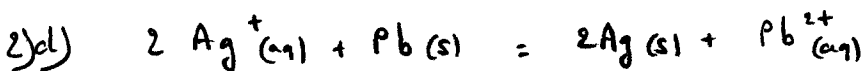
### IV une pile

1) Schéma avec conducteur ohmique et pont.



2) b) lame Ag +  
lame Ag = cathode

lame Pb -  
lame Pb = anode



3)  $Q_{rx} = \frac{[Pb^{2+}_{(aq)}]}{[Ag^+_{(aq)}]^2} = \frac{0,05}{(0,1)^2} = 5 < K$

Il doit y avoir évolution en sens direct, cela est conforme à l'observation.

Bonus 4) porteurs de charges = électrons (conducteurs) ou ions (solutions)

5)

équation		$2 Ag^+_{(aq)}$	$+ Pb_{(s)}$	$= 2 Ag_{(s)}$	$+ Pb^{2+}_{(aq)}$	$e^-$
E I	$x=0$	$2 \cdot 10 \times 0,100 = 0,010$	0,10	0,10	$0,05 \times 0,100 = 0,005$	0
intermédiaire	x	$0,010 - 2x$	$0,10 - x$	$0,10 + 2x$	$0,005 + x$	$2x$
E F	$x_{eq}$	$0,010 - 2x_{eq}$	$0,10 - x_{eq}$	$0,10 + 2x_{eq}$	$0,005 + x_{eq}$	$2x_{eq}$

$x_{max} = \frac{0,010}{2} = 0,0050 \text{ mol}$

6) a)  $Q = 2x_{max} F = 2 \times 0,0050 \times 96500 = 2 \times 0,0050 \times 96500 = 96500 = 96500 \text{ C}$

6) b)  $\Delta m(Pb) = -x_{eq} M(Pb) = -0,0050 \times 207 = -1,0 \text{ g}$  (diminution)