

LYCEE SECONDAIRE SIJOUMI	BAC BLANC 2010		Date : 17 / 05 / 2010
SECTIONS :	MATHEMATIQUES + SCIENCES EXPERIMENTALES		COEF. : 4
	SCIENCES TECHNIQUES		COEF. : 3
ÉPREUVE :	SCIENCES PHYSIQUES		DURÉE : 3 heures
Proposé par :	Mme Mermech Mrs Mejri , Missaoui & Benaich		

L'épreuve comporte **deux exercices** de chimie et **trois exercices** de physique répartis sur **quatre pages** numérotées de 1/4 à 4/4 .

CHIMIE (7 points)

Exercice 1 (3 points)

On considère les deux piles suivantes :

Pile	Symbole	f.é.m. (V)
P ₁	Pt H ₂ (g) (p _{H₂} = 1 atm) H ₃ O ⁺ (1 mol.L ⁻¹) Fe ²⁺ (1 mol.L ⁻¹) Fe	-0,44
P ₂	Fe Fe ²⁺ (1 mol.L ⁻¹) Cu ²⁺ (1 mol.L ⁻¹) Cu	0,78

1°) a) Faire le schéma annoté de la pile P₁ .

b) Préciser la polarité de chaque électrode et le sens des électrons dans le circuit extérieur lorsque la pile débite du courant .

c) Ecrire les équations modélisant les transformations qui ont lieu au niveau de chaque électrode ainsi que l'équation de la réaction possible spontanément .

2°) a) Définir le potentiel standard d'électrode d'un couple Ox | Réd .

b) Dédire le potentiel standard d'électrode E°(Fe²⁺/Fe) .

3°) a) Montrer que le potentiel standard d'électrode E°(Cu²⁺/Cu) = 0,34 V .

b) Classer , en le justifiant , par ordre de pouvoir oxydant décroissant les couples rédox figurant dans les deux piles .

Exercice 2 (4 points)

On réalise la pile schématisée ci-contre .

1°) a) Donner le symbole de cette pile .

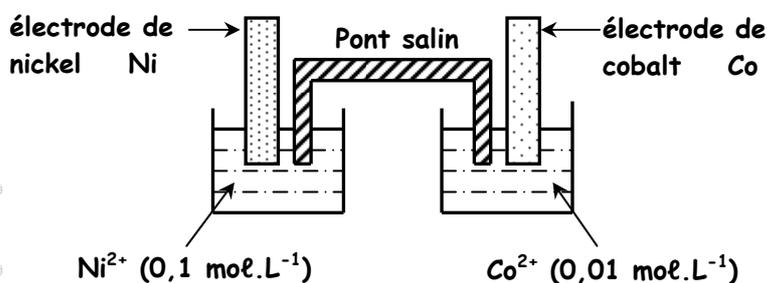
b) Ecrire l'équation de la réaction chimique associée .

c) Préciser le rôle du pont salin .

2°) a) Donner l'expression de la f.é.m. E de la pile . La calculer .

On donne : E°(Ni²⁺/Ni) = - 0,25 V et E°(Co²⁺/Co) = - 0,28 V .

b) Ecrire l'équation de la réaction qui se produit spontanément lorsque la pile débite .



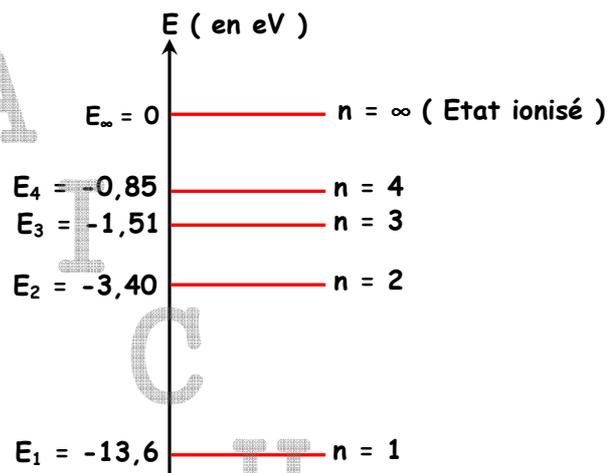
- c) Après une durée de fonctionnement, on observe un dépôt métallique sur l'une des deux électrodes. Préciser, lequel en le justifiant.
- 3°) a) Montrer que la constante d'équilibre relative à l'équation associée à la pile est $K = 0,1$.
 b) Déterminer les concentrations de Ni^{2+} et Co^{2+} lorsque la pile cesse de débiter du courant. Les volumes des solutions dans les deux compartiments de la pile sont égaux.
- 4°) La pile étant usée. On dispose de deux solutions concentrées en Ni^{2+} et en Co^{2+} . Dire, en le justifiant, laquelle des deux solutions et dans quel compartiment, on doit ajouter quelques gouttes afin d'inverser la polarité de cette pile.

PHYSIQUE (13 points)

Exercice 1 (4 points)

Le diagramme de la figure ci-contre est un diagramme simplifié des niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène.

- 1°) Préciser dans quel état particulier se trouve l'atome d'hydrogène pour :
- a) Pour $n = 1$.
- b) Pour $n > 1$.



Quelques niveaux d'énergie de l'hydrogène

- 2°) L'atome d'hydrogène est pris dans l'état $n = 2$. Il est exposé à une lumière dichromatique de longueurs d'onde respectives $\lambda_{\text{Rouge}} = 657 \text{ nm}$ et $\lambda_{\text{Vert}} = 520 \text{ nm}$. L'une seulement des deux radiations est absorbée.
- a) Préciser laquelle en justifiant votre réponse.
- b) Dire ce que l'on peut déduire quant au caractère de l'énergie de l'atome d'hydrogène.
- c) Quel aspect de la lumière est mis en évidence par cette expérience ?
- 3°) L'atome d'hydrogène passe du niveau d'énergie $n = 4$ au niveau d'énergie $n = 3$.
- a) Préciser si au cours de cette transition, l'atome d'hydrogène absorbe ou émet un photon.
- b) Calculer la valeur de la longueur d'onde $\lambda_{4,3}$ du photon en question.
- c) Sachant que toute radiation visible a une longueur d'onde λ telle que $\lambda_{\text{vi}} \leq \lambda \leq \lambda_{\text{R}}$ où :

$\lambda_{\text{vi}} = 400 \text{ nm}$ pour la radiation violette,

$\lambda_{\text{R}} = 750 \text{ nm}$ pour la radiation rouge,

A quel domaine appartient la radiation de longueur d'onde $\lambda_{4,3}$?

On donne : constante de Planck $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$;

célérité de la lumière dans le vide $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Exercice 2 (6 points)

Partie A

On considère la réaction nucléaire suivante :



- 1°) Donner le type de cette réaction et citer son nom en justifiant votre réponse .
- 2°) Déterminer en précisant les lois utilisées , les valeurs de **A** et de **Z** .
- 3°) a) Exprimer puis calculer la variation de masse Δm qui accompagne cette réaction .
b) Préciser , en le justifiant , si cette réaction libère ou consomme de l'énergie .
c) Calculer sa valeur en **MeV** .
- 4°) a) Définir l'énergie de liaison d'un noyau ${}^A_Z\text{X}$.
b) Exprimer puis calculer la valeur de l'énergie de liaison $E_l({}^{235}_{92}\text{U})$ du noyau ${}^{235}_{92}\text{U}$.
c) Comparer la stabilité des noyaux ${}^{235}_{92}\text{U}$ et ${}^{94}_{38}\text{Sr}$ sachant que l'énergie de liaison du noyau ${}^{94}_{38}\text{Sr}$ est $E_l({}^{94}_{38}\text{Sr}) = 887,35 \text{ MeV}$.

On donne :

Célérité de la lumière : $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$;

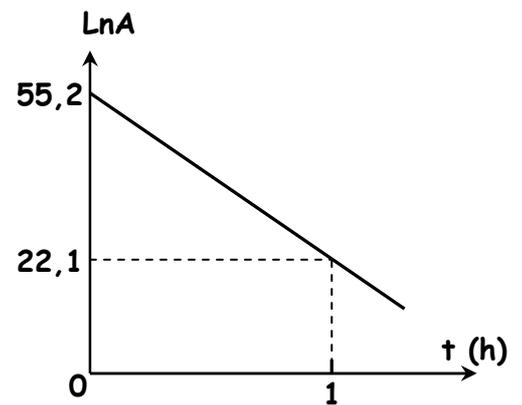
unité de masse atomique : $1u = 931,5 \text{ MeV.C}^{-2}$;

Symbole	${}^{235}_{92}\text{U}$	${}^A_Z\text{Xe}$	${}^{94}_{38}\text{Sr}$	neutron	proton
Masse [en unité de masse atomique (u)]	234,9934	139,8888	93,8064	1,0086	1,0073

Partie B

- 1°) Le strontium ${}^{94}_{38}\text{Sr}$ se désintègre spontanément en un noyau d'yttrium ${}^{94}_{39}\text{Y}$. La transformation nucléaire s'accompagne de l'émission d'une particule **X** .
a) Ecrire l'équation de la réaction nucléaire et préciser la nature de la particule **X** .
b) Expliquer l'origine de la particule **X** .
- 2°) On rappelle que la loi de décroissance radioactive relative au nombre de noyaux présents à une date **t** d'un radioélément est donnée par la relation : $N(t) = N_0.e^{-\lambda t}$ et que l'activité d'une source radioactive est : $A(t) = \left| \frac{dN}{dt} \right|$.
a) Définir l'activité d'une source radioactive .
b) Etablir son expression en fonction du temps . Préciser son unité dans le système international .

3°) Dans le but de déterminer la période radioactive T du strontium 94 , on étudie expérimentalement l'évolution de l'activité A d'un échantillon de strontium 94 au cours du temps. Les résultats obtenus ont permis de tracer le graphe $\text{Ln}A = f(t)$ de la figure ci-contre.



- Justifier théoriquement l'allure de la courbe.
- Déterminer graphiquement la valeur de la constante radioactive λ .
- Définir la période radioactive T (demi-vie) d'un radioélément. Etablir son expression en fonction de λ et calculer sa valeur.

4°) Déterminer le nombre N_0 de noyaux de strontium 94 initialement présents dans l'échantillon.

Exercice 3 (3 points)

Etude d'un document scientifique

La diffraction de l'onde sonore se produit dès que l'onde atteint le bord d'un obstacle ou passe par une ouverture dans l'obstacle. Le phénomène devient appréciable si la longueur d'onde du son, est de même ordre de grandeur que les dimensions des objets qui nous entourent. Il masque alors le phénomène de réflexion.

Dans une pièce vide, les ondes sonores ne rencontrent pas d'obstacle et se réfléchissent sur les murs : on dit que la pièce résonne.

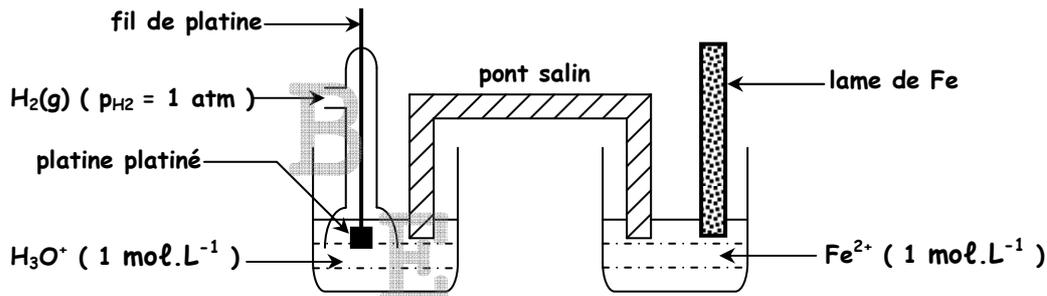
On meuble la pièce. Les meubles ont des dimensions de l'ordre du mètre et sont séparés par des distances de l'ordre du mètre également. La pièce est toujours sonore, mais nous constatons qu'elle résonne moins : La diffraction commence à masquer la réflexion.

Mettons du tissu sur les murs, des tapis au sol et des rideaux aux fenêtres. Le son ne subit plus de réflexion : Le phénomène de diffraction l'emporte sur celui de la réflexion et la sensation sonore devient plus agréable.

- 1°) Dans quel cas, le phénomène de diffraction des ondes sonores serait-il appréciable dans une pièce meublée ?
- 2°) Comment peut-on diminuer la « résonance » d'une pièce ?
- 3°) Préciser le rôle du tissu qui couvre les murs d'une pièce.
- 4°) Dans une salle de cinéma, comment peut-on éviter le phénomène de réflexion des ondes sonores ?

Exercice 1 (3 points)

1°) a)



b) $E_1 < 0 \Rightarrow V_{BFe} - V_{BPt} < 0 \Rightarrow Fe$ borne (-) et Pt borne (+) $\Rightarrow e^- : Fe \rightarrow Pt$

c) Electrode de platine : $2H_3O^+ + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2H_2O$

Electrode de fer : $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$

Donc ,l'éq. de la réaction possible spont. s'écrit : $2H_3O^+ + Fe \rightarrow H_2(g) + Fe^{2+} + 2H_2O$

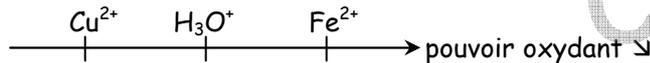
2°) a) Le potentiel standard d'électrode d'un couple Ox | Réd est la f.é.m. de la pile formé par l'électrode normale à hydrogène placée à gauche et le couple en question à droite avec $[Ox] = 1 \text{ mol.L}^{-1}$.

b) D'après la pile 1 $\Rightarrow E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = -0,44 \text{ V}$

3°) a) D'après la pile 2 , $E_2 = E^\circ = 0,78 \text{ V}$ (car $[Fe^{2+}] = [Cu^{2+}]$)

D'autre part , $E^\circ = E^\circ(Cu^{2+}/Cu) - E^\circ(Fe^{2+}/Fe) \Rightarrow E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = E^\circ + E^\circ(Fe^{2+}/Fe)$ soit $E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = 0,34 \text{ V}$

b) $E^\circ(Cu^{2+}/Cu) < E^\circ(H_3O^+/H_2(g)) < E^\circ(Fe^{2+}/Fe)$, d'où la classification suivante :



Exercice 2 (4 points)

1°) a) Le symbole de cette pile est : $Ni | Ni^{2+} (0,1 \text{ mol.L}^{-1}) || Co^{2+} (0,01 \text{ mol.L}^{-1}) | Co$

b) L'éq. de la réaction associée s'écrit : $Ni + Co^{2+} \rightleftharpoons Ni^{2+} + Co$

c) Le rôle du pont salin est :

- fermer le circuit .
- assurer la neutralité électrique dans les deux compartiments .

2°) a) $E = E^\circ - \frac{0,06}{2} \log \frac{[Ni^{2+}]}{[Co^{2+}]}$ avec $E^\circ = E^\circ(Co^{2+}/Co) - E^\circ(Ni^{2+}/Ni) = -0,03 \text{ V}$

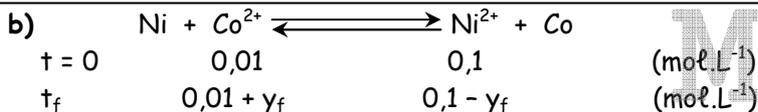
Soit $E = -0,06 \text{ V}$

b) $E < 0 \Rightarrow$ sens inverse possible spont. : $Co + Ni^{2+} \rightarrow Co^{2+} + Ni$

c) D'après le sens possible spont. Le dépôt est de nickel sur l'électrode de nickel .

3°) a) $E = E^\circ - 0,03 \log \pi$

Lorsque la pile est usée , on a $E = 0$ et $\pi = K \Rightarrow 0 = E^\circ - 0,03 \log K \Rightarrow K = 10^{\frac{E^\circ}{0,03}}$ soit $K = 10^{-1}$



Lorsque la pile cesse de débiter du courant (éq. dyn.) , on a $\frac{0,1 - y_f}{0,01 + y_f} = 0,1 \Rightarrow y_f = 0,095 \text{ mol.L}^{-1}$

Donc , $[Co^{2+}]_{\text{éq.}} = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ et $[Ni^{2+}]_{\text{éq.}} = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$

4°) Si on ajoute quelques gouttes de la solution de Co^{2+} dans le compartiment de gauche , $[Co^{2+}] \nearrow$. D'après la loi de modération , l'éq. est déplacé dans le sens qui fait diminuer $[Co^{2+}] \Rightarrow$ sens direct $\Rightarrow E' > 0$.

PHYSIQUE

Exercice 1 (4 points)

1°) a) $n = 1$: état fondamental

b) $n > 1$: états excités

$$2°) a) W_{\text{Rouge}} = \frac{h \cdot c}{\lambda_{\text{Rouge}}} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{657 \cdot 10^{-9} \times 1,6 \cdot 10^{-19}} = 1,89 \text{ eV}$$

$$\text{et } E_2 + W_{\text{Rouge}} = -1,51 \text{ eV} = E_3 \Rightarrow \text{la radiation rouge est absorbée}$$

$$W_{\text{Vert}} = \frac{h \cdot c}{\lambda_{\text{Vert}}} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{520 \cdot 10^{-9} \times 1,6 \cdot 10^{-19}} = 2,39 \text{ eV}$$

$$\text{et } E_2 + W_{\text{Vert}} = -1,01 \text{ eV} : \text{ne correspond à aucune transition} \Rightarrow \text{la radiation verte n'est pas absorbée}$$

b) L'atome d'hydrogène absorbe des radiations bien déterminées \Rightarrow son énergie est quantifiée .

c) L'aspect mis en évidence par cette expérience est l'aspect corpusculaire .

3°) a) Au cours de cette transition , l'énergie $E \searrow$, donc il s'agit d'une émission .

$$b) \frac{h \cdot c}{\lambda_{4,3}} = E_4 - E_3 \Rightarrow \lambda_{4,3} = \frac{h \cdot c}{E_4 - E_3} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{(-0,85 + 1,51) \times 1,6 \cdot 10^{-19}} \text{ soit } \lambda_{4,3} = 1882 \text{ nm}$$

$$c) \lambda_{4,3} > \lambda_R \Rightarrow \text{radiation infrarouge}$$

Exercice 2 (6 points)

Partie A

1°) Il s'agit d'une réaction nucléaire provoquée : c'est une fission .

Justification : bombardé par un neutron , un noyau lourd donne deux noyaux mi-lourds avec émission de k neutrons .

2°) • Conservation du nombre de masses : $1 + 235 = A + 94 + 2 \Rightarrow A = 140$

• Conservation du nombre de charges : $0 + 92 = Z + 38 + 0 \Rightarrow Z = 54$



3°) a) $\Delta m = (m_{\text{Xe}} + m_{\text{Sr}} + 2m_n) - (m_n + m_U) \Rightarrow \Delta m = m_{\text{Xe}} + m_{\text{Sr}} + m_n - m_U$

$$\text{Soit } \Delta m = -0,2896 \text{ u}$$

b) $\Delta m < 0 \Rightarrow m_f - m_i < 0 \Rightarrow m_f < m_i \Rightarrow m \searrow \Rightarrow$ masse \rightarrow énergie libérée

$$c) W = \Delta m \cdot c^2 \text{ A.N. : } W = -0,2896 \times 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2} \cdot c^2 \text{ soit } W = -269,7624 \text{ MeV}$$

4°) a) L'énergie de liaison d'un noyau ${}_Z^A\text{X}$ est l'énergie qu'il faut fournir à ce noyau au repos pour séparer ses différents nucléons . Son expression est donnée par : $E_l({}_Z^A\text{X}) = [Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - m({}_Z^A\text{X})] \cdot c^2$

$$b) E_l({}_{92}^{235}\text{U}) = [92 \cdot m_p + 143 \cdot m_n - m({}_{92}^{235}\text{U})] \cdot c^2 \text{ soit } E_l({}_{92}^{235}\text{U}) = 1777,302 \text{ MeV}$$

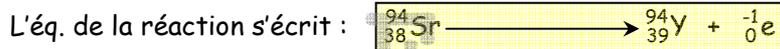
$$c) E({}_{92}^{235}\text{U}) = \frac{E_l({}_{92}^{235}\text{U})}{235} = 7,56 \text{ MeV/nucléon} < E({}_{38}^{94}\text{Sr}) = \frac{E_l({}_{38}^{94}\text{Sr})}{94} = 9,43 \text{ MeV/nucléon}$$

$$\Rightarrow {}_{38}^{94}\text{Sr} \text{ est plus stable que } {}_{92}^{235}\text{U}$$

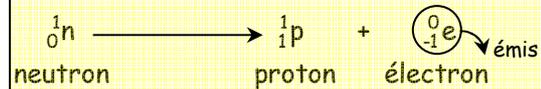
Partie E



- ♦ Conservation du nombre de masses : $94 = 94 + A \Rightarrow A = 0$
 - ♦ Conservation du nombre de charges : $38 = 39 + Z \Rightarrow Z = -1$
- $$\Rightarrow \boxed{{}^A_Z\text{X} = {}^0_{-1}\text{e} : \text{électron}}$$



b) Le noyau ne contient pas d'électron. Un neutron du noyau se transforme en un proton qui y reste et un électron qui sera alors émis selon l'équation bilan :



2°) a) L'activité d'une source radioactive notée A , est le nombre de noyau désintégrés par seconde.

b) $A(t) = \left| \frac{dN}{dt} \right| = | -\lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda t} | = \lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow \boxed{A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda t}}$ avec $A_0 = \lambda \cdot N_0$

Dans le S.I., l'activité est exprimée en becquerel de symbole Bq.

3°) a) $A = A_0 \cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow \boxed{\text{Ln}A = -\lambda t + \text{Ln}A_0} \Rightarrow \text{Ln}A = f(t)$ est une droite décroissante de pente $-\lambda$ et ne passant par l'origine.

b) $\text{Ln}A = a \cdot t + b$ avec a : pente de la droite et b : ordonnée à l'origine

Par identification, $-\lambda = a$ et $a = \frac{22,1 - 55,2}{1 - 0} = -33,1 \text{ h}^{-1}$ soit $\boxed{\lambda = 33,1 \text{ h}^{-1}}$

c) La période radioactive, notée T , est la durée nécessaire pour que le nombre de noyaux initialement présents, diminue de moitié.

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}. \text{ D'autre part, pour } t = T, N = \frac{N_0}{2} \Rightarrow \frac{N_0}{2} = N_0 \cdot e^{-\lambda T} \Rightarrow \frac{1}{2} = e^{-\lambda T} \Rightarrow \lambda \cdot T = \text{Ln}2 \Rightarrow \boxed{T = \frac{\text{Ln}2}{\lambda}}$$

Donc, $T = \frac{\text{Ln}2}{33,1 \text{ h}^{-1}}$ soit $\boxed{T = 0,021 \text{ h}}$

4°) L'ordonnée à l'origine $b = \text{Ln}A_0 \Rightarrow A_0 = e^b = e^{55,2}$

D'autre part, $A_0 = \lambda \cdot N_0 \Rightarrow N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{e^{55,2} \times 3600}{33,1}$ soit $\boxed{N_0 = 1,02 \cdot 10^{26} \text{ noyaux}}$

Exercice 3 (3 points)

1°) Le phénomène de diffraction des ondes sonores serait appréciable dans une pièce meublée si la longueur d'onde du son, est de même ordre de grandeur que les dimensions des objets qui nous entourent.

2°) Pour diminuer la « résonance » d'une pièce, il suffit de la meubler.

3°) Le rôle du tissu qui couvre les murs d'une pièce est d'empêcher la réflexion du son.

4°) Dans une salle de cinéma, pour éviter le phénomène de réflexion des ondes sonores, on peut mettre du tissu sur les murs et des tapis au sol.