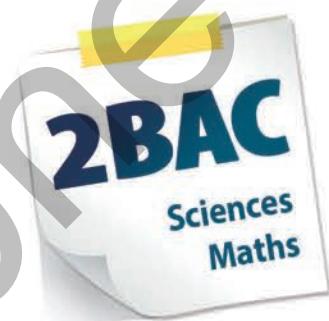


ETINCELLE PHYSIQUE



Auteurs

Driss FAZAZI

Inspecteur principal du second cycle
de physique-chimie

Mohammed EL HEDDARI

Ex-inspecteur principal du second cycle
de physique-chimie

Sommaire...

Physique	
Constantes physiques fondamentales.	05
Alphabet grecque.	06
► Partie 1 : Les ondes	
CHAPITRE 1 : Ondes mécaniques progressives.	07
Activité 1 : Les différents types d'ondes.	08
Activité 2 : Vitesse de propagation d'une onde	10
Activité 3 : Propriétés de propagation des ondes sonores	12
Activité 4 : Superposition de petits signaux	16
L'essentiel du cours.	18
Exercices d'application.	19
CHAPITRE 2 : Ondes mécaniques progressives périodiques.	23
Activité 1 : Propagation des ondes sonores	24
Activité 2 : Principe de fonctionnement d'un sonar	26
Activité 3 : Dispersion des ondes	28
Activité 4 : Diffraction des ondes à la surface de l'eau	32
Activité 5 : Diffraction des ondes ultrasonores	34
L'essentiel du cours.	36
Exercices d'application	37
CHAPITRE 3 : Ondes lumineuses.	43
Activité 1 : Diffraction des ondes lumineuses	44
Activité 2 : Facteurs influençant sur le phénomène de diffraction	48
L'essentiel du cours.	52
Exercices d'application	53
► Partie 2 : Physique nucléaire	
CHAPITRE 1 : Décroissance radioactive.	61
Activité 1 : Découverte de la radioactivité	62
Activité 2 : Diagramme de Segré	66
Activité 3 : Loi de décroissance radioactivité	70
L'essentiel du cours.	72
Exercices d'application	73
CHAPITRE 2 : Noyaux - Masse et énergie	79
Activité 1 : Compacité d'un noyau	80
Activité 2 : Réactions nucléaires provoquées	84
Activité 3 : Réacteur nucléaire	88
L'essentiel du cours.	90
Exercices d'application	91
► Partie 3 : Électricité	
CHAPITRE 1 : Condensateur et Bobine.	95
Activité 1 : Charge d'un condensateur	96
Activité 2 : Capacité d'un condensateur	100
Activité 3 : Tension aux bornes d'une bobine	104
L'essentiel du cours.	108
CHAPITRE 2 : Réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension	109
Activité 1 : Réponse à un échelon de tension ascendant	110
Activité 2 : Réponse à un échelon de tension descendant	112
L'essentiel du cours.	114
Exercices d'application	115
CHAPITRE 3 : Réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension	119
Activité 1 : Réponse à un échelon de tension à scandent	120
L'essentiel du cours.	122
Exercices d'application	123
CHAPITRE 4 : Oscillations Libres dans un circuit RLC série	127
Activité 1 : Décharge d'un condensateurs à travers une bobine	128
L'essentiel du cours.	132
Exercices d'application	133
CHAPITRE 5 : oscillations forcées dans un circuit RLC série	137
Activité 1 : Nature d'un circuit	138
Activité 2 : Loi d'Ohm	140
Activité 3 : Résonance électronique	142
L'essentiel du cours	144
Exercices d'application	145
CHAPITRE 6 : Modulation et Démodulation d'amplitude	149
Activité 1 : Principe de modulation d'une information	150
Activité 2 : Filtres de fréquences	154
Activité 3 : Principe de la démodulation d'une information	156
L'essentiel du cours	160
Exercices d'application	161
► Partie 4 : Mécanique	
CHAPITRE 1 : Lois de Newton.	167
Activité 1 : Deuxième loi de Newton	168
L'essentiel du cours	170
Exercices d'application	171
CHAPITRE 2 : Applications des lois de Newton - Mouvements rectilignes	175
Activité 1 : Chute verticale avec frottements	176
Activité 2 : Chute verticale libre	178
L'essentiel du cours	180
Exercices d'application	181
CHAPITRE 3 : Applications des lois de Newton - Mouvements plans.	185
Activité 1 : Mouvement d'un projectile dans le champ de pesanteur	186
Activité 2 : Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrostatique	190
Activité 3 : Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique	194
Activité 4 : Lois de Kepler	198
L'essentiel du cours	202
Exercices d'application	204
CHAPITRE 4 : Relation quantitative entre la somme des moments et l'accélération angulaire.	215
Activité 1 : Relation fondamentale de la dynamique	216
L'essentiel du cours	220
Exercices d'application	221
CHAPITRE 5 : Systèmes oscillants.	223
Activité 1 : Oscillation libres d'un système (corps+ressort)	224
Activité 2 : Oscillation libres d'un pendule de torsion	226
Activité 3 : Oscillations libres d'un pendule pensant	230
Activité 4 : Oscillations libres d'un pendule simple	234
Activité 5 : Phénomène de résonance mécanique	238
L'essentiel du cours	242
Exercices d'application	243
CHAPITRE 6 : Aspects énergétiques.	247
Activité 1 : Transformations d'énergie	248
L'essentiel du cours	250
Exercices d'application	251
CHAPITRE 7 : Atome et mécanique de Newton.	259
Activité 1 : Limites de la mécanique classique	260
L'essentiel du cours	264
Exercices d'application	265
► Fiche méthode.	
► Complément mathématique.	268
► Équation aux dimension	269
► Calculatrice scientifique	270
► Tableau périodique des éléments chimiques	271

Constantes physiques fondamentales

Qu'est-ce qu'une constante fondamentale ?

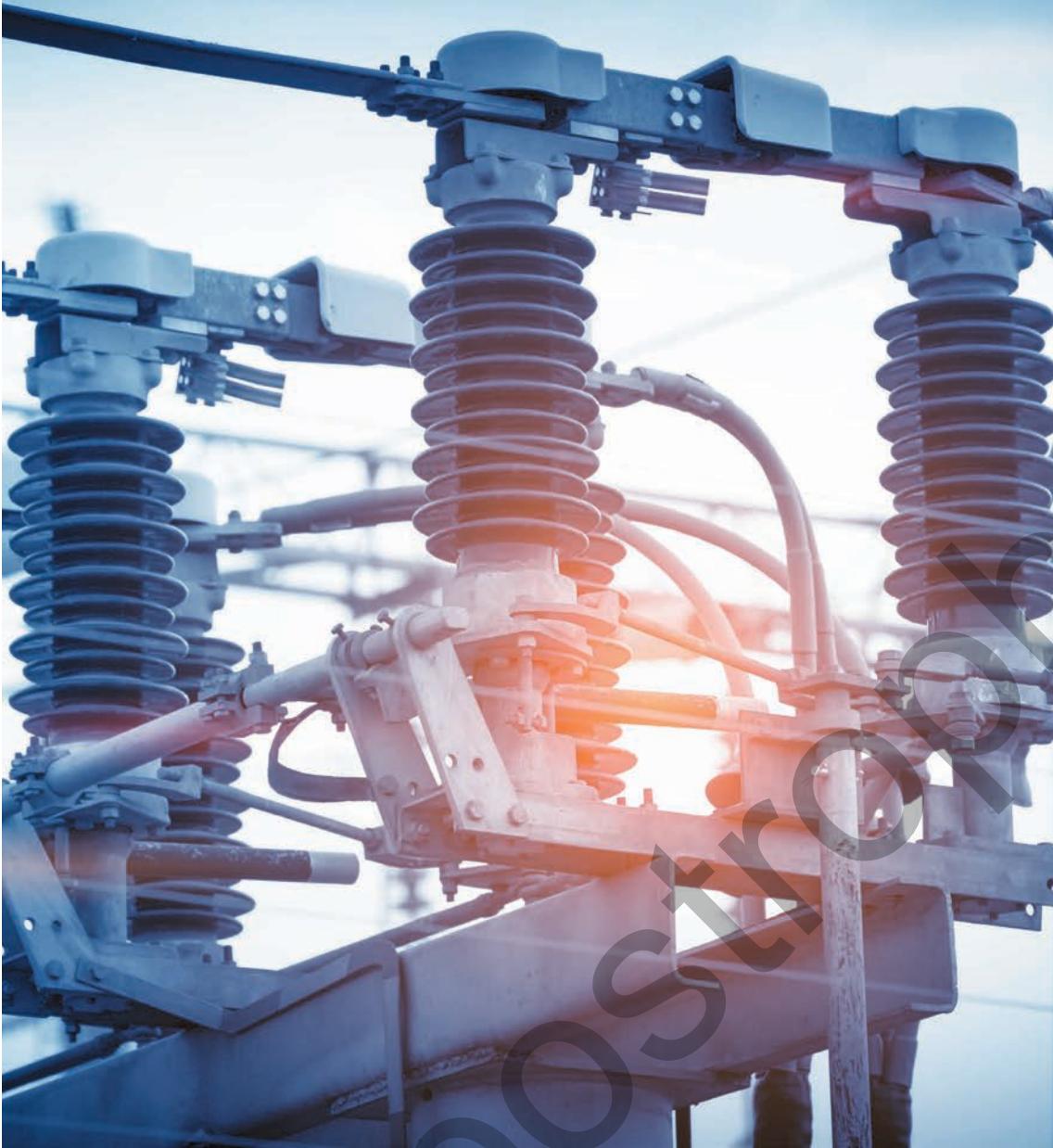
Une constante fondamentale est une grandeur qui intervient dans les théories physiques, et dont la valeur n'est pas prédictive par la théorie.

Les constantes fondamentales ne sont pas censées varier dans le temps ou dans l'espace : quel que soit l'endroit de l'univers où l'on se trouve, et quel que soit le moment d'étude dans l'histoire de l'univers, une constante doit toujours avoir la même valeur.

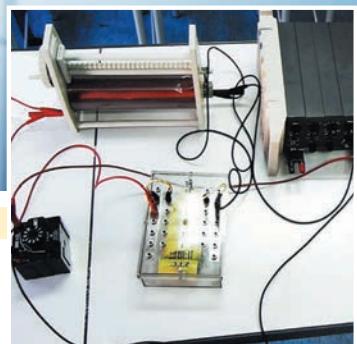
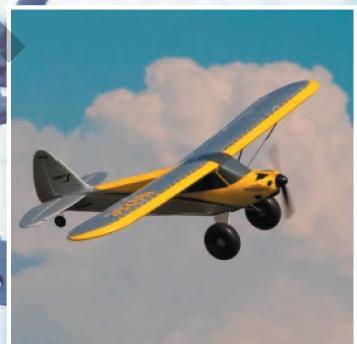
Nom	Valeur	Unité
Électronvolt	1,602 176 487(40).10 ⁻¹⁹	J
Accélération de la pesanteur	9,806 65	m.s ⁻²
Base des logarithmes naturels	2,718 281 828 459...	
Charge élémentaire	1,602 176 487(40).10 ⁻¹⁹	C
Constante d'Avogadro	6,022 141 79(30).10 ²³	mol ⁻¹
Constante de Faraday	96 485,3399(24)	C.mol ⁻¹
Constante de gravitation	6,674 28(67).10 ⁻¹¹	m ³ .kg ⁻¹ .s ⁻²
Constante de Planck	6,626 068 96(33).10 ⁻³⁴	J s
Constante de Rydberg	10 973 731,568 527(73)	m ⁻¹
Constante molaire des gaz	8,314 472(15)	J.mol ⁻¹ .K ⁻¹
Masse du neutron	1,674 927 211(84).10 ⁻²⁷	kg
Masse du proton	1,672 621 637(83).10 ⁻²⁷	kg
Masse de l'électron	9,109 382 15(45).10 ⁻³¹	kg
Permittivité du vide	8,854 187 817...10 ⁻¹²	F.m ⁻¹
Pi	3,141 592 653 589 793 238...	
Pression standard	101 325	Pa
Rayon de Bohr	0,529 177 208 59(36).10 ⁻¹⁰	m
Rayon de l'électron	2,817 940 2894(58).10 ⁻¹⁵	m
Unité de masse atomique	1,660 538 782(83).10 ⁻²⁷	kg
Vitesse de la lumière dans le vide	299 792 458	m.s ⁻¹
Vitesse du son dans l'air	331,5 + 0,6 * T/°C	m.s ⁻¹
Volume molaire (gaz parfait, T = 273,15 K, P = 101,325) kPa	22,413 996(39).10 ⁻³	m ³ .mol ⁻¹
Zéro absolu	-273,15	°C

Alphabet grecque

Nom	Minuscule	Majuscule
Alpha	α	Α
Béta	β	Β
Gamma	γ	Γ
Delta	δ	Δ
Epsilon	ε	Ε
Zéta	ζ	Ζ
Êta	η	Η
Thêta	θ	Θ
Iota	ι	Ι
Kappa	κ	Κ
Lambda	λ	Λ
Mu	μ	Μ
Nu	ν	Ν
Xi	ξ	Ξ
Omicron	ο	Ο
Pi	π	Π
Rhô	ρ	Ρ
Sigma	σ	Σ
Tau	τ	Τ
Upsilon	υ	Υ
Phi	φ	Φ
Khi	χ	Χ
Psi	ψ	Ψ
Oméga	ω	Ω



L'introduction d'un générateur perturbe les oscillations libres.



OSCILLATIONS FORCÉES DANS UN CIRCUIT RLC SÉRIE

Comment réagit le circuit à cette perturbation ?

Objectifs

- Oscillations forcées en régime sinusoïdal dans un circuit RLC série.
- Courant alternatif sinusoïdal - Intensité efficace et tension efficace - Impédance du circuit.
- Résonance d'intensité - bande passante - facteur de qualité.
- Puissance en courant alternatif sinusoïdal - facteur de puissance.

Nature d'un circuit

Activité expérimentale

Objectif

Comparaison de la tension avec le courant.

La réponse d'un circuit R-L-C, dépend de la nature de l'excitation on admet que la loi d'Ohm s'applique en tension alternative sinusoïdale , et s'écrit : $u_R(t) = R.i(t)$.

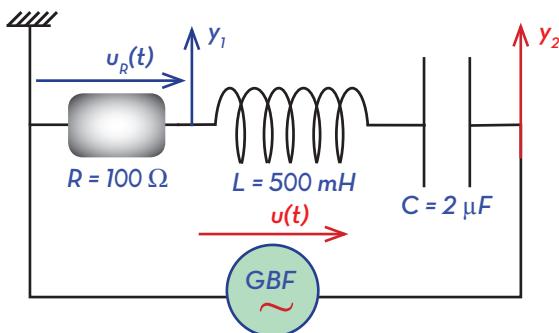
$u_R(t)$ et $i(t)$ sont donc en phase .

Pour comparer $u(t)$ et $i(t)$, on compare $u(t)$ et $u_R(t)$.

La tension qui est en avance est celle qui atteint son extrémum avant l'autre .

► Quelle est l'influence de l'excitation sur la réponse du circuit?

Doc.1 Montage d'étude



Matiériel :

Circuit RLC , générateur de tension alternative sinusoïdale , oscilloscope bicourbe .

Manipulation :

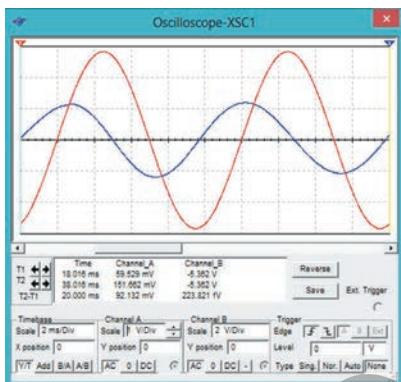
- Réaliser le circuit de Doc. 1 ci-contre :
- Visualiser les tensions $u(t)$ et $u_R(t)$ en choisissant comme fréquences :

$$N_1 = 100 \text{ Hz} ; N_0 = 159,5 \text{ Hz} ; N_2 = 220 \text{ Hz}$$

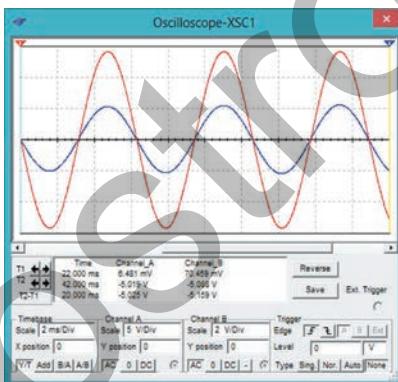
Les courbes obtenues ressemblent à celle représentées sur Doc. 2 ci-dessous :

$u_R(t)$: courbe bleue, $u(t)$: courbe rouge.

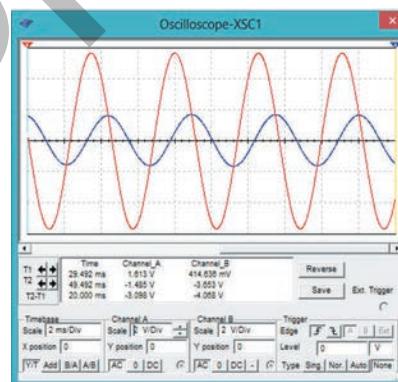
Doc.2 Courbes $u(t)$ et $u_R(t)$



a- $N_1 = 100 \text{ Hz}$



b- $N_0 = 159,5 \text{ Hz}$



c- $N_2 = 200 \text{ Hz}$

Piste de travail :

1- Préciser laquelle des grandeurs $u(t)$ ou $i(t)$ est en avance de phase sur l'autre dans chacun des trois cas ;

2- Déduire la nature du circuit : inductif, capacitif ou résistif.

	Comparaison de $u(t)$ et $i(t)$)	Nature du circuit
$N_1 = 100 \text{ Hz}$
$N_0 = 159,5 \text{ Hz}$
$N_2 = 200 \text{ Hz}$

Ce qu'il faut savoir

- La courbe décalée vers la gauche est celle qui correspond à la grandeur en avance.

Lexique

- **Excitation** : Stimulation.

- **Extrémum** : Maximum ou minimum.

Apostrophe

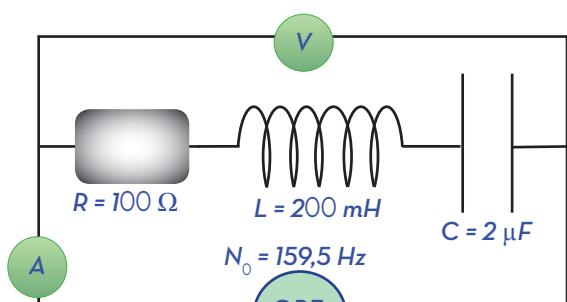
Loi d'Ohm

Activité expérimentale

L'intensité efficace du courant circulant dans un circuit excité dépend de la tension excitatrice.

► Quelle relation relie les valeurs efficaces des courants et tensions?

Doc.1 Montage d'étude



Matiériel :

Condensateur, résistor, bobine, générateur de tension alternative sinusoïdale, ampèremètre , voltmètre, fils de connexion.

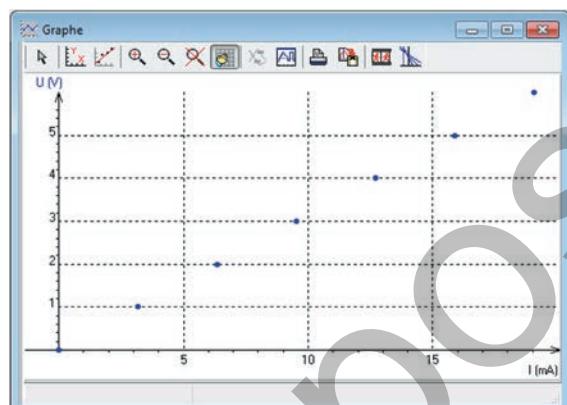
Manipulation :

1. Réaliser le circuit de Doc. 1 ci-contre .
2. Varier la valeur de la tension aux bornes du circuit, et noter les valeurs correspondantes des intensités de courant .

Les résultats sont donnés par le tableau suivant :

U(V)	0	1	2	3	4	5	6
I(mA)	0	3,2	6,3	9,5	12,7	15,9	19

Doc.2 Courbe U = f(I)



Piste de travail :

- 1- Comment varie la valeur efficace U de la tension en fonction de la valeur efficace I du courant en régime alternatif sinusoïdal forcé ?
- 2- Déterminer la valeur de la pente (notée Z) de cette courbe est préciser son unité.

- 3- Écrire la relation entre U et I, et déduire celle entre U_m et I_m .

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Ce qu'il faut savoir

$$-u = \frac{Um}{\sqrt{2}} \text{ et } I = \frac{Im}{\sqrt{2}} ;$$

$$- \Omega = V \cdot A^{-1}.$$

Lexique

- **Pente** : Coefficient directeur;
- **Alternative** : Les valeurs s'alternent entre positives et négatives.

Apostrophe

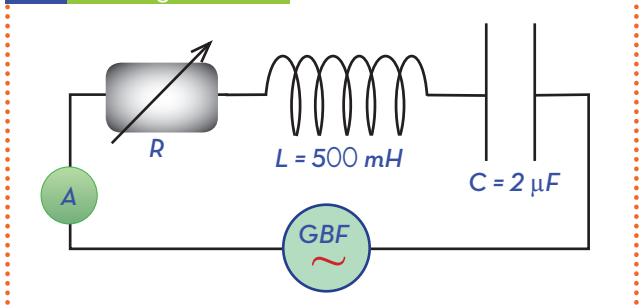
Résonnance électronique

Activité expérimentale

Un circuit excité s'oppose à l'excitation tant que la fréquence excitatrice est différente de sa fréquence propre.

► à quelle fréquence, la réponse du circuit est maximale?

Doc.1 Montage d'étude



Matériel :

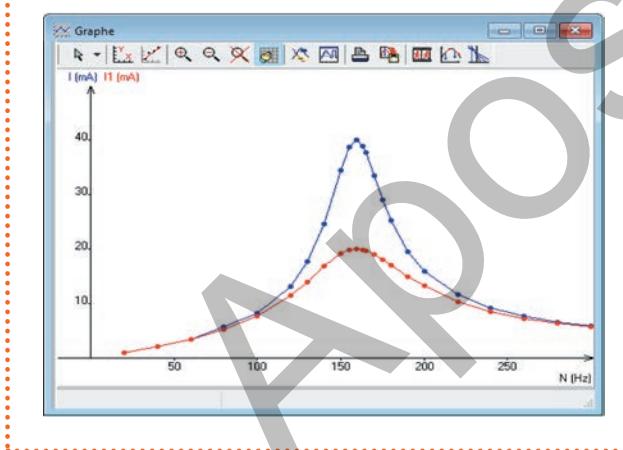
Circuit RLC, GBF, Ampéremètre, Tableur.

Manipulation :

1. Réaliser le circuit de Doc. 1 ci-contre.
2. Varier la valeur de la fréquence du GBF, et noter les valeurs correspondantes de l'intensité de courant. Les résultats sont rassemblés dans le tableau suivant.

N(Hz)	20	40	60	80	100	120	130	140	150
I(mA) $R_1 = 100 \Omega$	1	1	2,1	3,7	5,3	13,2	17,6	24,5	34,4
I(mA) $R_2 = 200 \Omega$	1	2,1	3,5	5,2	7,7	11,5	14	16,8	19,2

Doc.2 Courbe $U = f(I)$



Piste de travail :

1- Faire tracer la courbe $I = f(N)$.

Les courbes obtenues sont représentées sur Doc. 2 ci-contre ($R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 200 \Omega$).

2- Noter la valeur de la fréquence correspondante à la plus grande intensité efficace du courant. la comparer à la valeur de la fréquence propre :

$$N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}.$$

3- Noter I_{01} et I_{02} les valeurs de l'intensité efficace du courant à la résonnance dans chaque cas. Quelle est l'influence de la résistance du circuit sur cette valeur ?

4- Calculer l'impédance du circuit à la résonnance dans chaque cas. Comparer sa valeur avec la valeur de la résistance du circuit.

Ce qu'il faut savoir

- L'unité de l'impédance est Ω .
- La plus grande valeur efficace ne veut pas dire la valeur maximale.

Lexique

- **Résonnance** : Réponse maximale;
- **Noter** : Relever à partir de la courbe.

Apostrophe

L'ESSENTIEL DU COURS

1. Grandeur alternatives sinusoïdales :

Lorsqu'on alimente un circuit par une tension alternative sinusoïdale, il en résulte un courant alternatif sinusoïdal. Le générateur oblige ces deux grandeurs à osciller avec sa période et non leur période propre. On dit que les oscillations sont forcées.

On écrit : $i(t) = I_m \cos(\omega t)$ et $u(t) = U_m \cos(\omega t + \phi)$

Avec :

- $\omega = 2\pi N$ pulsation

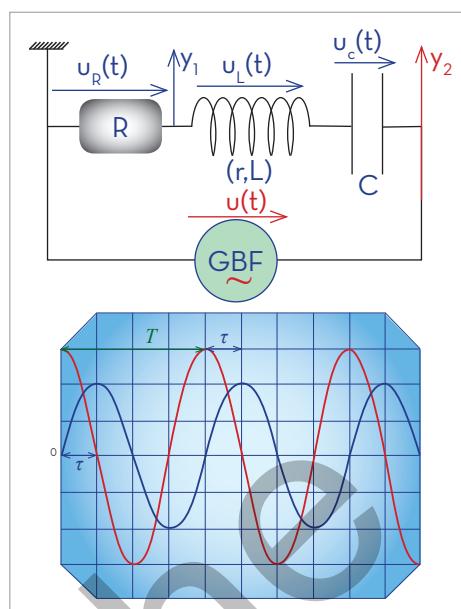
- U_m et I_m : valeurs maximales,

Soient : U et I les valeurs efficaces :

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \quad \text{et} \quad I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

- ϕ : phase de $u(t)$ par rapport à $i(t)$

Les oscilloscopes ci-dessous représentent $u(t)$ et $u_R(t)$



2. Impédance du circuit :

$$U_m = Z I_m \quad \text{et} \quad U = Z I$$

3. Phase de la tension par rapport au courant :

$$|\phi| = 2\pi \frac{\tau}{T}$$

τ : retard temporel

- $\phi > 0$: circuit inductif (tension en avance)
- $\phi < 0$: circuit capacitif (tension en retard)
- $\phi = 0$: circuit résistif (tension et courant en phases)

La grandeur en avance atteint son maximum avant l'autre.

4. Résonance électrique :

- La fréquence :

$$N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

- L'impédance :

$$Z = Z_{\min} = R + r$$

- La phase :

$$\phi = 0$$

5. Bande passante

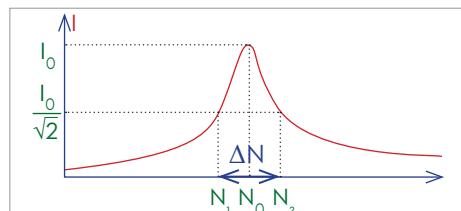
C'est l'ensemble des fréquences pour lesquelles :

$$I \geq \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

Avec :

$$I_0 = \frac{U}{R + r}$$

La largeur de cette bande est : $\Delta N = N_2 - N_1$



6. Coefficient de qualité :

On définit le coefficient de qualité (ou coefficient de surtension) par :

$$Q = \frac{N_0}{\Delta N} \quad (\text{sans unité})$$

7. Puissance en régime alternatif sinusoïdal :

7.1. Puissance instantanée :

$$P(t) = u(t) i(t)$$

7.2. Puissance moyenne (ou puissance active) :

$$P_m = \frac{1}{T} \int_0^T P(t) dt$$

On montre que :

$$P_m = UI \cos \phi = R_e I^2$$

$\cos \phi$: est appelé facteur de puissance.

EXERCICES D'APPLICATION

1 QCM

À chaque question peuvent correspondre aucune, une seule ou plusieurs propositions correctes.

1. La valeur efficace de la tension est mesurée à l'aide d'un :

a. Ampéremètre , **b.** Voltmètre , **c.** Oscilloscope.

2. La valeur maximale de la tension est mesurée à l'aide d'un :

a. Ampéremètre , **b.** Voltmètre , **c.** Oscilloscope.

3. La relation reliant les valeurs efficace et maximale du courant électriques est :

a. $I^2 = I_m^2/2$, **b.** $I = I_m/2$, **c.** $I_m^2 = 2I^2$.

4. La loi d'Ohm en courant alternatif s'écrit :

a. $U = Z/I$, **b.** $U = Z \cdot I$, **c.** $I = U/Z$.

5. L'impédance d'un circuit (R,L,C) :

a. Augmente avec la fréquence excitatrice;

b. Diminue avec la fréquence excitatrice;

c. Varie avec la fréquence excitatrice.

6. À la résonance électrique :

a. Le circuit est inductif;

b. Le circuit est capacitif;

c. Le circuit est résistif.

7. À la résonance électrique :

a. L'impédande du circuit est maximale;

b. L'impédande du circuit est minimale;

c. L'impédande du circuit est nulle.

8. La bande passante est l'ensemble des fréquences correspondantes à :

a. $I > I_0/2$, **b.** $I = I_0/\sqrt{2}$, **c.** $I \geq \frac{I_0}{\sqrt{2}}$.

9. La puissance moyenne développée par un circuit (R,L,C) est :

a. $P = U.I$, **b.** $P = U.I.\cos\phi$, **c.** $P = U.I/\cos\phi$.

10. Lorsqu'un circuit (R,L,C) est en résonance à la fréquence de 500 Hz, le produit L.C vaut presque :

a. 10^{-7} s^2 , **b.** $1,6 \cdot 10^{-8} \text{ s}^2$, **c.** 6333 s^2 .

11. L'impédance d'un circuit (R,L,C) peut-être déduite graphiquement par la relation :

a. $(U_m/U_{Rm}).R$, **b.** $(U_{Rm}/U_m).R$, **c.** $(U_m/R).U_{Rm}$.

12. Le facteur de puissance est :

a. ϕ , **b.** $\cos\phi$, **c.** $P/U.I$.

13. À la résonance électrique d'un circuit (R,L,C) :

a. La valeur efficace de l'intensité du courant devient égale à sa valeur maximale ;

b. La phase de la tension par rapport au courant devient maximale;

c. La tension et le courant deviennent en phase.

2 Vrai ou Faux

Un dipôle (R,L,C) est constitué de :

- Une bobine d'inductance L et de résistance

interne r;

- Un condensateur de capacité C;
- Un conducteur ohmique de résistance r'.

Les trois composants sont branchés en série.

Un générateur basse fréquence impose aux bornes de ce dipôle une tension sinusoïdale de fréquence f.

Répondre par vrai ou faux aux propositions suivantes et corriger les erreurs éventuelles.

1. Le dipôle est en oscillations forcées.

2. À la résonance d'intensité, la période de la tension délivrée par le générateur est égale à la période propre T_0 du circuit (LC) non amorti.

3. Lors de la résonance, l'intensité i est en avance sur la tension u aux bornes du dipôle (R,L,C).

4. À la résonance d'intensité, l'amplitude I_m du courant passe par un minimum égal à : $U_m/(r+r')$

5. L'impédance du circuit est toujours inférieure ou égale à la résistance r' de la bobine.

3 Définir une grandeur

Pour un circuit (R,L,C), donner :

1. L'expression f_0 de la fréquence de la résonance d'intensité du courant;

2. La définition de la largeur de la bande passante à (- 3 dB) ;

3. L'expression du facteur de qualité Q du circuit ;

4. Le rapport de l'amplitude de la tension aux bornes du condensateur à l'amplitude de la tension imposée par le générateur lorsque $f = f_0$.

4 Acuité de la résonance

1. Indiquer le paramètre qui caractérise l'acuité de la résonance.

2. Comment ce paramètre varie-t-il lorsque la résistance du circuit (R,L,C) augmente ?

3. Que vaut la tension aux bornes du condensateur à la résonance dans le cas d'un circuit sélectif ?

4. Qu'appelle-t-on surtension ?

5. Qu'est-ce qu'une : résonance aiguë ?
résonance floue ?

5 Identifier les paramètres d'une tension sinusoïdale

Lors d'une séance de travaux pratiques, on dispose du matériel suivant :

- Un générateur de signaux basse fréquence (G.B.F.) et un oscilloscope bicourbe ;
- Un conducteur ohmique de résistance $R = 220 \Omega$;

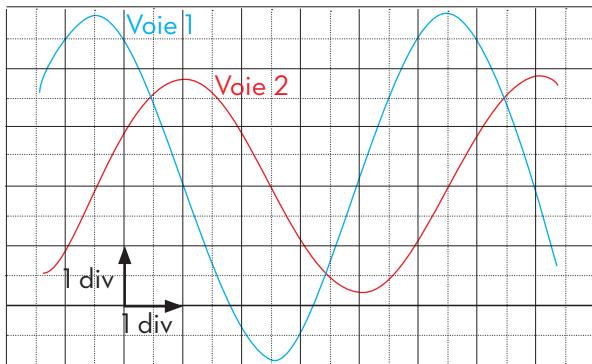
- Un condensateur de capacité $C = 22 \text{ nF}$;
- Une bobine d'inductance L , inconnue et de résistance négligeable devant R .

1. Pour une fréquence déterminée, on a obtenu l'oscillogramme ci-dessous avec les réglages suivants :

- Balayage horizontal : $0,1 \text{ ms.div}^{-1}$;
- Sensibilité verticale : 1 V.div^{-1} pour les deux voies.

Voie 1 : tension u_1 aux bornes du dipôle (R, L, C) ;

Voie 2 : tension u_2 aux bornes du conducteur ohmique de résistance R .



1.1. Déterminer l'amplitude et la valeur efficace de la tension délivrée par le générateur.

1.2. Déterminer l'amplitude et la valeur efficace de l'intensité du courant dans le dipôle (R, L, C).

1.3. Calculer l'impédance du dipôle (R, L, C) pour cette fréquence.

1.4. Le circuit est-il à la résonance ou non ? Justifier.

2. On modifie la fréquence f du générateur tout en maintenant constante l'amplitude de la tension délivrée par le générateur.

Pour une valeur $f_0 = 1520 \text{ Hz}$, les deux tensions u_1 et u_2 sont en phase.

2.1. À quel phénomène correspond cette observation ?

2.2. En déduire la valeur de l'inductance de la bobine.

2.3. Calculer, à cette fréquence, l'impédance du dipôle (R, L, C).

6 Caractériser les oscillations forcées

On réalise le montage ci-dessous.

Sur l'oscilloscope bicourbe, on affiche :

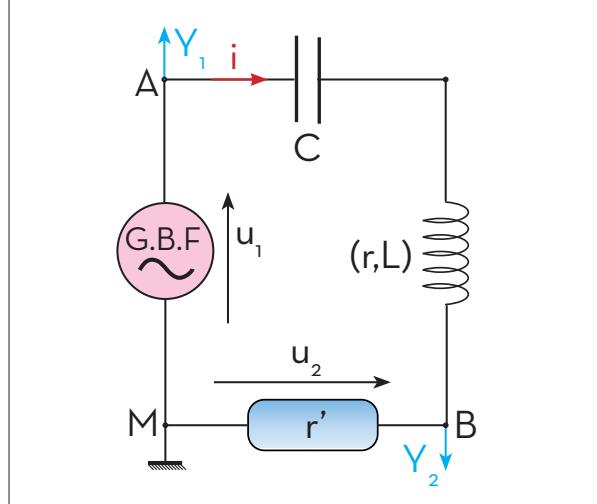
- La tension $u_2 = u_{BM}$ aux bornes de r' ;
- La tension $u_1 = u_{AM}$

pour le réglage suivant :

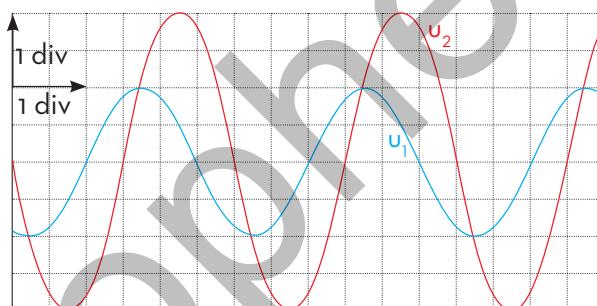
- Base de temps : $50 \mu\text{s.div}^{-1}$;
- Sensibilité verticale :

voie 1 : 2 V.div^{-1} ;

voie 2 : 500 mV.div^{-1} .



On obtient les courbes suivantes :



1. Déterminer les amplitudes des tensions u_1 et u_2 et les valeurs efficaces de ces tensions.

2. La valeur de la résistance r' du conducteur ohmique est 100Ω , celle de la bobine est $r = 8 \Omega$. Calculer l'amplitude et la valeur efficace de l'intensité du courant.

3. Déterminer la période et la fréquence des deux tensions.

4. Pourquoi peut-on dire que le dipôle (R, L, C) est en régime forcé ?

5. La tension u_1 est-elle en avance ou en retard sur la tension u_2 ?

7 Visualiser des oscillations forcées

On désire étudier la résonance d'un dipôle, constitué de :

- Deux conducteurs ohmiques de résistances respectives : $r_0 = 10 \Omega$, et r' ajustable;

- Une bobine (L, r);

- Un condensateur de capacité C .

On dispose d'un G.B.F. et d'un oscilloscope bicourbe dont les masses sont reliées à la terre.

1. Représenter le montage permettant de visualiser la tension aux bornes du dipôle (voie A) et de visualiser l'intensité du courant (voie B).

2. La valeur efficace de la tension sinusoïdale imposée par le générateur est prise égale à 3 V . Quelle sensibilité verticale de la voie A faut-il choisir ?

3. La résistance $R = r + r' + r_0$ du circuit est égale à 132Ω .

3.1. Quelle est l'amplitude maximale de l'intensité du courant qui peut circuler dans ce dipôle (R,L,C) ?

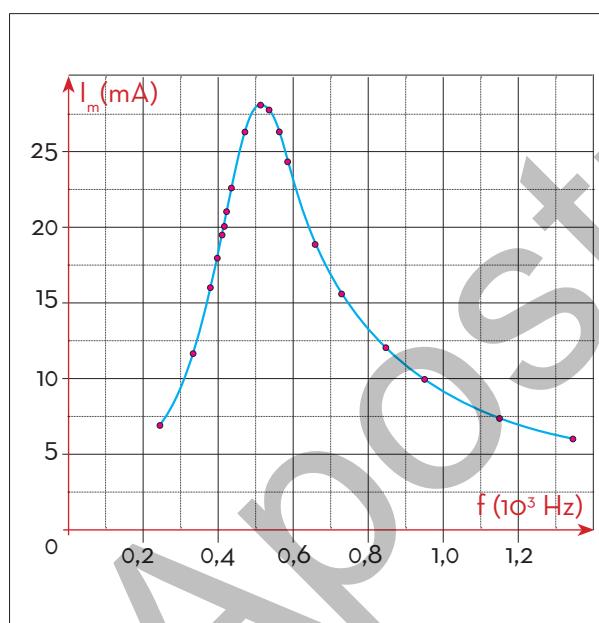
3.2. On détecte l'intensité du courant, en visualisant la tension aux bornes du résistor de résistance r_0 .

Quelle sensibilité verticale faut-il choisir pour la voie B si on ne veut pas modifier les réglages au cours des mesures ?

4. La fréquence de résonance est de 6250 Hz , quelle durée de balayage doit-on choisir si on veut observer, à la résonance, un nombre de périodes compris entre 1 et 2 ?

8 Exploiter une courbe de résonance

L'étude expérimentale des variations de l'amplitude du courant circulant dans un circuit (R,L,C) série en régime forcé, en fonction de la fréquence excitatrice a permis de tracer la courbe suivante.



1. Évaluer graphiquement la fréquence de résonance f_0 et l'amplitude maximale $(I_m)_{\max}$ de l'intensité du courant.

2. L'amplitude de la tension délivrée par le générateur étant de $4,0 \text{ V}$.

Calculer la résistance R totale du circuit.

3. Déterminer les fréquences f_1 et f_2 correspondant à : $\frac{(I_m)_{\max}}{\sqrt{2}}$.

4. Calculer la largeur Δf de la bande passante à (-3 dB), et le facteur de qualité de ce circuit.

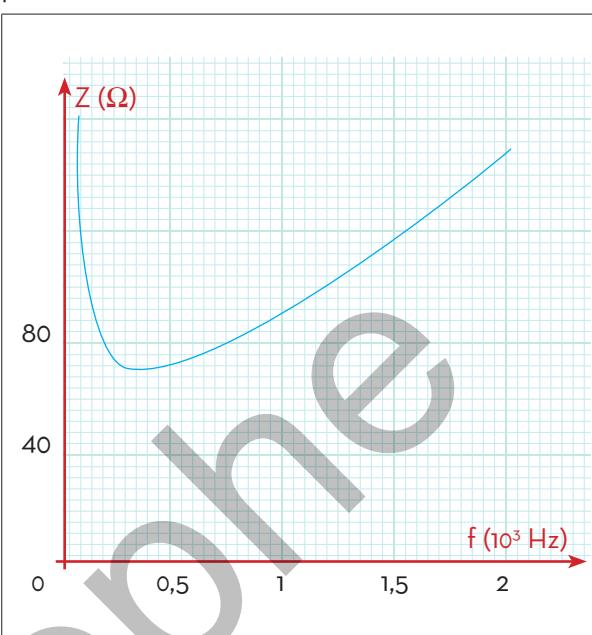
La résonance est-elle aiguë ou floue ?

5. La capacité du condensateur est de $1 \mu\text{F}$.

Calculer la valeur de l'inductance L de la bobine.

9 Exploiter une courbe d'impédance

L'étude expérimentale des variations de l'impédance d'un circuit (R,L,C) série en régime forcé, en fonction de la fréquence excitatrice a permis de tracer la courbe suivante.



1.

1.1. Déterminer la valeur minimale Z_0 de l'impédance et la fréquence f_0 correspondante.

1.2. À quelles grandeurs caractéristiques du circuit (R,L,C) correspondent Z_0 et f_0 ?

2. Déterminer graphiquement la valeur de l'impédance à la fréquence de 1500 Hz .

3. Pour quelles fréquences f_1 et f_2 a-t-on une impédance $Z = Z_0 \cdot \sqrt{2}$?

4. On applique, aux bornes de ce dipôle, une tension sinusoïdale de fréquence 1500 Hz et de valeur efficace $U = 12 \text{ V}$.

4.1. Calculer la valeur efficace I de l'intensité du courant qui circule dans ce dipôle.

4.2. Déduire l'amplitude de l'intensité du courant à cette fréquence.

10 Étudier une résonance

On monte en série entre deux points A et B :

- Un condensateur de capacité $C = 2 \mu\text{F}$;
- Un bobine de coefficient d'inductance L et de résistance interne négligeable;
- Un résistor de résistance R.

On applique, à l'aide d'un GBF de fréquence N ajustable, aux bornes du dipôle AB, une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace constante :

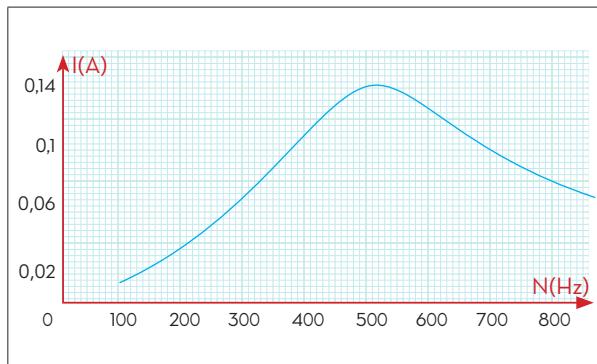
$$u(t) = 14 \sqrt{2} \cdot \cos(2\pi N t + \varphi) \text{ (En V)}$$

Le circuit est alors traversé par un courant alternatif sinusoïdal d'intensité :

$$i(t) = I_0 \sqrt{2} \cos(2\pi N t)$$

On fait varier la fréquence N , et on mesure à chaque fois l'intensité efficace I du courant électrique.

Les résultats ont permis de tracer la courbe $I = f(N)$ suivante.

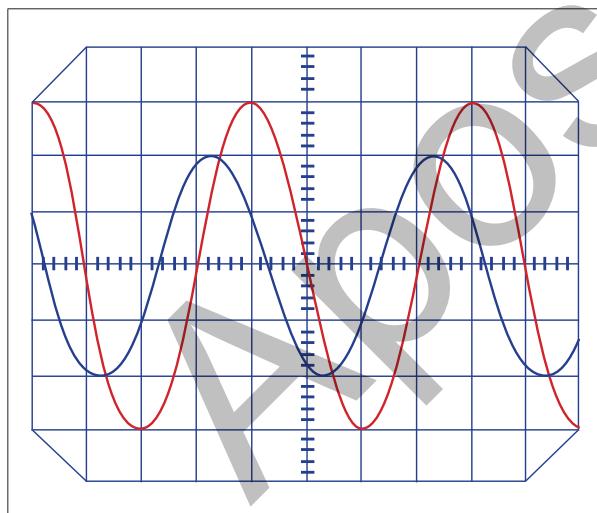


1. Noter la valeur de la fréquence N_0 à la résonance et l'intensité I_0 du courant correspondant. En déduire les valeurs de R et L .

2. Noter la valeur de la largeur $\Delta N = N_2 - N_1$ de la bande passante. En déduire la valeur du coefficient de qualité Q .

3. Lorsque la valeur de la fréquence excitatrice est $N = N_1$, on visualise sur l'écran d'un oscilloscope bi-courbe, les tensions $u(t)$ aux bornes du dipôle AB, et $u_R(t)$ aux bornes du résistor.

On obtient les oscillogrammes de la figure suivante.



La sensibilité verticale est la même pour les deux voies.

3-1- Le circuit est-il inductif ou capacitif ?

3-2- Déterminer la valeur de φ .

3-3- Calculer la valeur de la puissance moyenne.

11 Impédance et pulsation

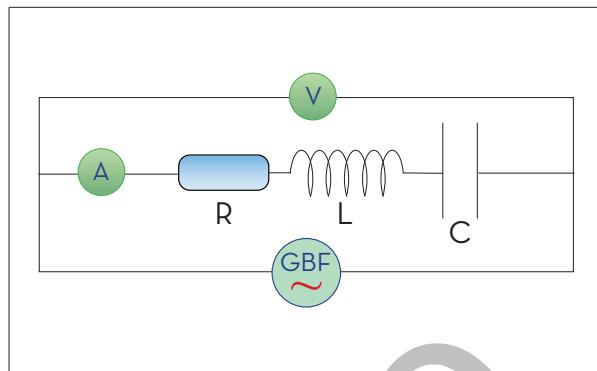
Un dipôle AB est constitué des éléments suivants en série :

- Un résistor de résistance R ;
- Une bobine d'inductance L et de résistance

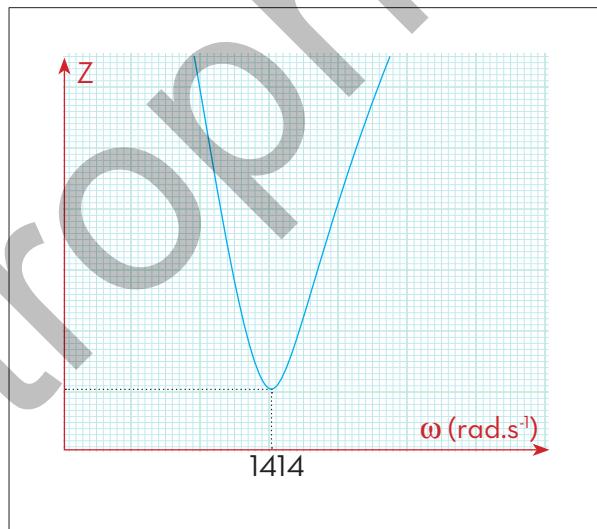
négligeable ;

- Un condensateur de capacité $C = 5 \mu F$;

On applique entre les bornes A et B de ce dipôle une tension sinusoïdale $u(t)$ de valeur efficace constante $U = 15 V$ et de pulsation ω ajustable.



La courbe ci-après représente les variations de l'impédance Z du circuit en fonction de la pulsation ω .



1. Pour la valeur $\omega_0 = 1414 \text{ rad.s}^{-1}$ de la pulsation, l'intensité efficace du courant est $I_0 = 0,75 \text{ A}$.

Déduire la valeur de la résistance R du résistor, et calculer la valeur de l'inductance L de la bobine.

2. Pour la valeur $\omega_1 = 1318 \text{ rad.s}^{-1}$ de la pulsation, le circuit est à l'une des limites de la bande passante et le déphasage entre la tension $u(t)$ et le courant $i(t)$ est $|\varphi| = \pi/4$.

2.1. Le circuit est-il inductif ou capacitif ? déduire la valeur de la phase φ de la tension $u(t)$ par rapport au courant $i(t)$.

2.2. Écrire l'expression de la valeur efficace I_1 du courant en fonction de I_0 .

Calculer sa valeur.

2.3. Calculer la valeur de la puissance moyenne du circuit dans ce cas.

3. Sachant que la valeur du coefficient de qualité est $Q = 7$.

Calculer la valeur ω_2 de la pulsation à l'autre extrémité de la bande passante.

Fiche méthode

J'APPRENDS À FAIRE UN EXERCICE ET À PASSER UN EXAMEN

Une bonne lecture est la clé d'une résolution réussie.

A- PREMIERE LECTURE DE L'ÉNONCE :

- 1- Lire le titre de l'exercice, puis le texte en entier.
- 2- Observer les photographies, les schémas, les dessins, les tableaux.
- 3- Chercher la définition des mots que vous ne connaissez pas ou dont vous n'êtes pas sûr, et chercher à en comprendre le sens dans cet exercice.

B- DEUXIEME LECTURE DE L'ÉNONCE :

- 4- Repérer dans le texte (en soulignant au fluo ou en recopiant sur le brouillon) toutes les informations qui vous sont données (données numériques, phrases ou mots pouvant servir)
- 5- Repérer dans le texte (en soulignant au fluo ou en recopiant sur le brouillon) tout ce qui vous est demandé (but de chaque question), et faire attention au verbe utilisé dans la formulation de la question (écrire, trouver, établir, démontrer, calculer, noter...) pour savoir s'il s'agit d'une restitution ou une analyse qui aboutit à une expression littérale ou à une application numérique.



C- RÉSOLUTION DE L'EXERCICE :

- 6- Faire un schéma, un dessin, si cela peut vous aider à mieux comprendre ce qui vous est donné ou ce qui vous est demandé.

Exemples :

- **En mécanique** : si un mouvement est composé de plusieurs phases, il est préférable de séparer les phases et représenter chacune sur un schéma avec toutes les données utiles.
- **En chimie** : si les données sont enchaînées, représenter chaque étapes annotée avec ses données et repérer surtout les passages où il y'a conservation de la quantité de matière et ceux où il y'a conservation de la concentration.
- **En électricité** : représenter sur le circuit proposé

les courants et les tensions à étudier.

- 7- À partir de ce que vous savez (formules, propriétés, principes...), chercher à faire le lien entre ce que l'on vous donne et ce que l'on vous demande.



D- RÉDACTION DE LA SOLUTION :

- 8- Rédiger l'exercice au propre.
 - Écrire les numéros des questions avec une couleur (vert par exemple) différente de celle utilisée à la rédaction.
 - Tracer les traits à la règle.
 - Écrire lisiblement et proprement sans ratures.
 - Faire des applications littérales avant les applications numériques.
 - Encadrer **le résultat littéral** et souligner **le résultat numérique**.
 - Vérifiez que votre réponse répond bien à la question posée.
 - Dans le cas où l'on vous demande une application numérique, vérifier que votre résultat n'est pas stupide (ordre de grandeur, signe) et que son unité est convenable.



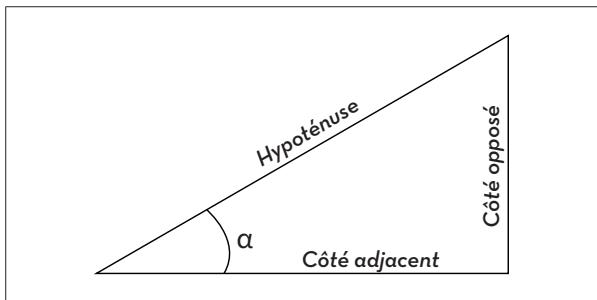
Conseil pour les examens :

Ne jamais se casser la tête au début avec des questions qui paraissent difficiles, pour ne pas perdre les pédales et se désespérer. Bénéficier tout d'abord de tout ce qui est faisable avec le minimum de nerfs, tout en gardant le sang-froid. Revenir sur les questions manquées, vous aurez plus de chance de les résoudre qu'avant.

Complément mathématique

1- Formules trigonométriques :

- $\cos \alpha = \frac{\text{coté adjacent}}{\text{hypoténuse}}$
- $\sin \alpha = \frac{\text{coté opposé}}{\text{hypoténuse}}$
- $\tan \alpha = \frac{\text{coté opposé}}{\text{hypoténuse}} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$



- $\cos^2(\alpha) + \sin^2(\alpha) = 1$
- $2.\cos(\alpha).\sin(\alpha) = \sin(2\alpha)$
- $\cos(a+b) = \cos(a).\cos(b) - \sin(a).\sin(b)$
- $\sin(a+b) = \sin(a).\cos(b) + \sin(b).\cos(a)$

2- Dérivée :

La dérivée $f'(t)$ est notée $\frac{df(t)}{dt}$

(notation différentielle)

- $(af)' = a.f'$
- $(f.g)' = f'.g + g'.f$
- $\left(\frac{f}{g}\right)' = \frac{f'.g - g'.f}{g^2}$
- $(f(g))' = f'(g).g'$
- $(f^n)' = n.f^{n-1}.f'$
- $(\sqrt{f})' = \frac{f'}{2\sqrt{f}}$
- $(\cos(a.t+b))' = -a \sin(a.t+b)$
- $(\sin(a.t+b))' = a \cos(a.t+b)$

3- Logarithmes :

3-1- Logarithme népérien :

a- Quelques formules :

- $\ln(a.b) = \ln(a) + \ln(b)$
- $\ln\left(\frac{a}{b}\right) = \ln(a) - \ln(b)$
- $\ln(a^n) = n \cdot \ln(a)$
- $\ln(1) = 0$
- $\ln(e) = 1$ ($e \approx 2,718\dots$)
- $(\ln f)' = \frac{f'}{f}$

b- Fonction réciproque :

C'est la fonction exponentielle noté (e)

$$\ln(x) = a \Leftrightarrow x = e^a$$

Sa dérivée : $(e^f)' = f' \cdot e^f$,

(Exemple : $(e^{a.t})' = a.e^{a.t}$)

3-2- Logarithme décimal :

a- Définition :

$$\log(x) = \frac{\ln(x)}{\ln(10)}$$

Mêmes formules que Ln, sauf : $\log(10) = 1$

b- Fonction réciproque :

C'est la fonction puissance de base 10

$$\log(x) = a \Leftrightarrow x = 10^a$$

Remarque :

\ln et \log sont des fonctions croissantes.

$$a > b \Leftrightarrow \ln(a) > \ln(b)$$

4- Équation différentielle du premier ordre :

C'est une équation de la forme :

$$\tau \cdot \frac{dy}{dt} + y = a$$

Sa solution s'écrit sous la forme :

$$y(t) = A.e^{-at} + B$$

α et A doivent être non nulles, B le peut selon le cas.

Méthode à suivre pour résoudre cette équation différentielle :

• **Remplacer** l'expression de $y(t)$ dans l'équation différentielle.

$$-\alpha \cdot \tau \cdot A e^{-at} + (A.e^{-at} + B) = a$$

• **Factoriser** sous la forme :

$$A.e^{-at}(-\alpha \cdot \tau + 1) = a - B$$

• **Imposer** la condition pour que cette égalité (entre un membre variable et l'autre constant), se réalise :

$$\begin{cases} -\alpha \cdot \tau + 1 = 0 \\ a - B = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \alpha = \frac{1}{\tau} \\ B = a \end{cases}$$

• **Déterminer** A , en utilisant les conditions initiales :

Exemples :

$$* y(0) = 0 \Rightarrow A + B = 0 \Leftrightarrow A = -B$$

$$* y(0) = E \Rightarrow A + B = E \Leftrightarrow A = E - B$$

Équations aux dimensions

1- Unités internationales et équation aux dimensions :

- Deux grandeurs A et B sont homogènes, s'il existe un nombre α tel que $A = \alpha B$, on dit que A et B ont la même dimension.
- On associe à chaque relation une équation dont les deux membres sont les dimensions des grandeurs utilisées dans la relation.
- Le système international d'unités (SI) se compose de sept unités :

Grandeur	Unité	Symbole de l'unité	Symbole de la dimension
Longueur	mètre	m	L Longueur
Masse	kilogramme	kg	M Masse
Durée	Seconde	s	T Temps
Intensité du courant	Ampère	A	I Intensité
Quantité de matière	Mol	Mol	N Nombre de moles
Température	Kelvin	K	Θ
Intensité lumineuse	Candela	Cd	J

- On utilise souvent les quatre premières unités.
- On désigne la dimension d'une grandeur par son symbole entre crochets sauf les grandeurs du système international.

Exemple :

[F] désigne la dimension de la force

2- Règles d'écriture des équations aux dimensions :

- Une équation aux dimensions s'écrit entre les scalaires associés aux grandeurs de la relation.
- Les deux membres d'une égalité ont la même dimension.
- Les éléments d'une somme ou soustraction ont la même dimension.

$$[A+B] = [A] = [B] \text{ et } [A-B] = [A] = [B]$$

- La dimension d'un produit est égale au produit des dimensions.

$$[A \cdot B] = [A] \cdot [B]$$

- La dimension d'un rapport est égale au rapport des dimensions.

$$\left[\frac{A}{B} \right] = \frac{[A]}{[B]}$$

- Le rapport de deux grandeurs de même dimension est sans dimension.

$$[A] = [B] \Rightarrow \frac{[A]}{[B]} = 1$$

3- Applications :

3-1- Détermination de la dimension d'une grandeur :

Exemple 1 :

Dimension de la force.

Relation	Équation aux dimensions
$W(F) = \vec{F} \cdot \vec{AB}$ $A \Rightarrow B$	$[F] = \frac{[W]}{L}$
$E_c = \frac{1}{2} mv^2$	$[W] = [E] = M(LT^{-1})^2$ $[F] = \frac{ML^2T^{-2}}{L} = MLT^{-2}$

Exemple 2 :

Dimension de l'intensité de pesanteur g .

Relation	Équation aux dimensions
$P = mg$	$[g] = \frac{[P]}{M} = \frac{MLT^{-2}}{M}$ $[g] = LT^{-2}$

3-2- S'assurer de l'homogénéité d'une relation :

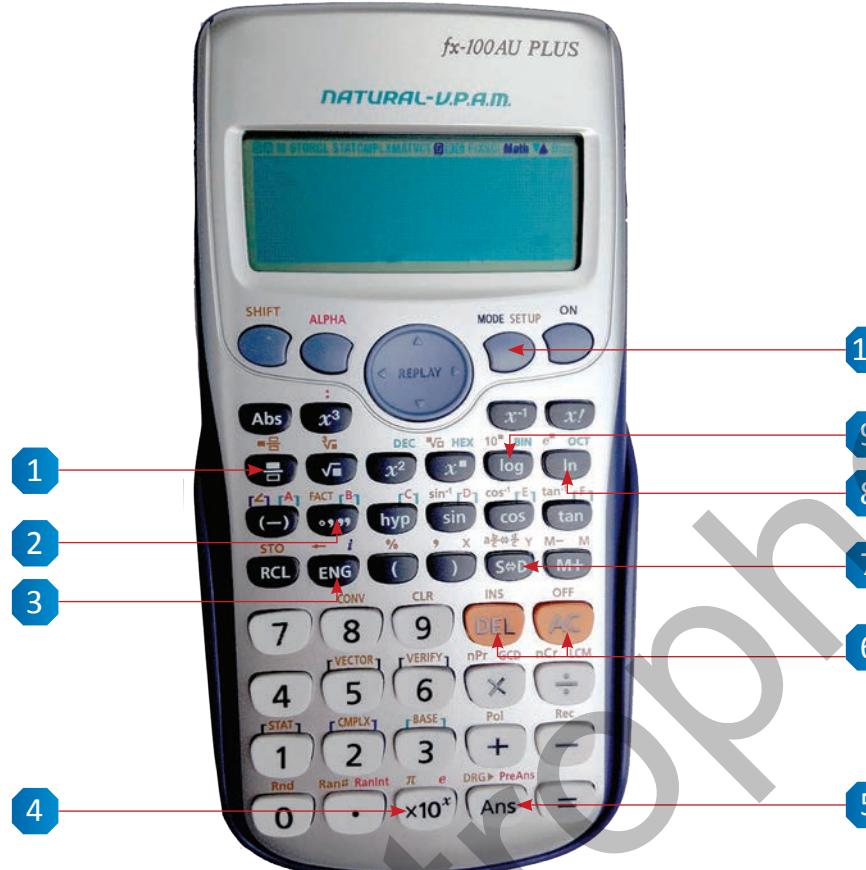
Exemple :

La période des oscillations d'un pendule pesant est donnée par la relation :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J_\Delta}{mgd}}$$

Relation	Équation aux dimensions
$T = 2\pi \sqrt{\frac{J_\Delta}{mgd}}$	$\left[\sqrt{\frac{J_\Delta}{mgd}} \right] = ?$
$J_\Delta = \sum m_i r_i^2$	$[J_\Delta] = M \cdot L^2$ $\left[\sqrt{\frac{J_\Delta}{mgd}} \right] = \sqrt{\frac{ML^2}{M \cdot LT^{-2} \cdot L}} = T$

Calculatrice scientifique



1 : Pour écrire une fraction. Utiliser les touches de direction pour basculer entre numérateur et dénominateur.

2 : Pour manipuler une durée en : heure, minute, seconde.

Exemples :

- 2 h 35 min 25 s : 2 35 25 = .

On obtient la valeur en heures.

- 9225 s : 0 0 9225 = On obtient la valeur en h.min.s.

3 : Pour approcher le résultat de l'écriture scientifique.

4 : Puissance de 10.

Exemple :

Pour écrire $2,5 \cdot 10^{-5}$, on écrit : 2 5 5.

L'intérêt c'est que le nombre et la puissance de 10 sont reliés.

Appuyer : (SHIFT) pour obtenir : π .

5 : Pour afficher le dernier résultat de calcul. Même si on éteint la calculatrice, on peut récupérer le dernier résultat.

6 : Effacer tout,

Effacer le dernier nombre écrit.

7 : Pour convertir une fraction en nombre décimal et inversement.

8 : Logarithme népérien.

9 : Logarithme décimal.

10 : MODE/SETUP.

► Appuyer (SHIFT MODE) pour choisir l'une des applications affichées (Table 1):

1:MthIO	2:LineIO
3:Deg	4:Rad
5:Gra	6:Fix
7:Sci	8:Norm
Table 1	

Exemple :

DEG (3), RAD(4), écriture scientifique (7), Revenir en mode normal (8)

► Appuyer directement

(MODE) pour choisir l'une des applications affichées (Table 2):

1:COMP	2:CMPLX
3:STAT	4:BASE-N
5:EQN	6:MATRIX
7:TABLE	8:VECTOR
Table 2	

Exemple :

Résoudre une équation (5) :

• Équation du 2nd degré (3)

(Table 3) : Entrer par ordre les valeurs de : a, b et c, en appuyant après chaque nombre sur , et pour obtenir les résultats sur puis .

• Un système d'équations à 2 inconnues (1)

(Table 3) : Entrer par ordre a, b et c pour les deux équations, en appuyant après chaque nombre sur , et pour obtenir les résultats sur puis .

1:anX+bnY=cn	
2:anX+bnY+cnZ=dn	
3:ax ² +bx+c=0	
4:ax ² +bx+c+d=0	
Table 3	

Tableau périodique des éléments chimiques

Apostrophe

« Le photocopillage, c'est l'usage abusif et collectif de la photocopie sans autorisation des auteurs et des éditeurs.

Largement répandu dans les établissements scolaires, le photocopillage menace l'avenir du livre, car il met en danger son équilibre économique. Il prive les auteurs d'une équitable rémunération.

En dehors de l'usage privé du copiste, toute reproduction totale ou partielle de cet ouvrage est interdite. »

