

PROF OMAR BANANI

**PRÉPARATION
EXAMENS MÉDICAUX**



2026

PRÉPARATION AUX EXAMENS MÉDICAUX

PHYSIQUE ET CHIMIE

2^{ÈME} ANNÉE BAC

- Révision complète du programme marocain : Ondes - Nucléaire - Électricité - Mécanique - Chimie - Thermochimie
- Toutes les astuces et conseils en physique-chimie
- Toutes les formules clés
- Les erreurs fatales à éviter
- Stratégies d'examen
- Des centaines de QCM corrigés



Année 2025-2026



**PHYSIQUE
CHIMIE POUR
TOUS**

Table des matières

1 Ondes mécaniques progressives	2
2 Ondes mécaniques progressives périodiques	5
3 Propagation d'une onde lumineuse	9
4 Décroissance radioactive	13
5 Noyaux – Masse et énergie	17
6 Dipôle RC	21
7 Dipôle RL	25
8 Circuit RLC série	29
9 Lois de Newton	33
10 Applications des lois de Newton	37
11 Systèmes oscillants	40
12 Aspects énergétiques	44
13 Transformations rapides et transformations lentes d'un système chimique	48
14 Évolution spontanée d'un système chimique	52
15 État d'équilibre d'un système chimique	56
16 Transformations acido-basiques en solution aqueuse	60
17 Sens d'évolution d'un système chimique	64
18 Réactions d'estérification et d'hydrolyse	68
19 Contrôle par changement de réactif ou catalyse	71
20 Thermochimie	74
21 Réponses des QCM	77

Ondes mécaniques progressives

Rappels

Une **onde mécanique** est la propagation d'une perturbation dans un milieu matériel sans transport de matière. La **célérité** v dépend des propriétés du milieu. Une onde est **transversale** si la déformation est perpendiculaire à la direction de propagation (ex. corde), **longitudinale** si parallèle (ex. son dans l'air). Pour une onde **progressive**, l'élongation en un point M reproduit celle de la source S avec un **retard** $\tau = SM/v$: $y_M(t) = y_S(t - \tau)$. La connaissance de v et de la distance permet de mesurer τ ou inversement.

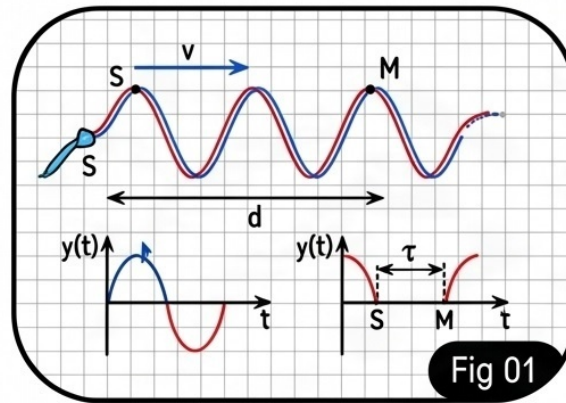


Fig 01

Formules clés

- ⚙ **Célérité** : $v = \frac{d}{\tau}$
 Condition : Propagation rectiligne, milieu homogène.
 Unites : m s^{-1}
- ⚙ **Retard** : $\tau = \frac{d}{v}$
 Condition : Valable entre source et point M.
 Unites : s
- ⚙ **Élongation retardée** : $y_M(t) = y_S(t - \tau)$
 Condition : Onde progressive sans atténuation.
 Unites : Même unité que y
- ⚙ **Vitesse instantanée** : $v_M = \frac{dy_M}{dt}$
 Condition : Point matériel en vibration.
 Unites : m s^{-1}
- ⚙ **Amplitude** : $A = |y|_{\max}$
 Condition : Oscillation sinusoïdale.
- Unites : m
- ⚙ **Période** : $T = \frac{1}{f}$
 Condition : Onde périodique.
 Unites : s
- ⚙ **Longueur d'onde** : $\lambda = vT$
 Condition : Onde progressive périodique.
 Unites : m
- ⚙ **Phase** : $\varphi = \omega t - kx$
 Condition : Onde sinusoïdale.
 Unites : rad
- ⚙ **Nombre d'onde** : $k = \frac{2\pi}{\lambda}$
 Condition : Ondes sinusoïdales.
 Unites : rad m^{-1}
- ⚙ **Pulsation** : $\omega = 2\pi f$
 Condition : Oscillation harmonique.
 Unites : rad s^{-1}

💡 Astuces pratiques

💡 **Astuce Retard graphique :**

Lire distance entre deux pics puis diviser par v pour τ .

Exemple : Deux maxima séparés de 0.6 m avec $v = 2 \text{ m s}^{-1}$ donnent $\tau = 0.3 \text{ s}$. Erreur classique : Confondre retard et période.

💡 **Astuce Onde transversale :**

Déplacement perpendiculaire à la propagation.

Exemple : Corde vibrante selon y , propagation selon x . Erreur classique : Ne pas préciser la direction.

💡 **Astuce Ondes longitudinales :**

Déplacement parallèle à la propagation.

Exemple : Son : compressions successives. Erreur classique : Dessiner des crêtes au lieu de compressions.

💡 **Astuce Relation source-point :**

$y_M(t) = y_S(t - \tau)$ avant substitution.

Exemple : Si $y_S = 2 \cos(4t)$, alors $y_M = 2 \cos(4(t - 0.2))$. Erreur classique : Oublier le signe moins dans $t - \tau$.

💡 **Astuce Vitesse constante :**

Retard proportionnel à la distance.

Exemple : Si d double, τ double. Erreur classique :

Utiliser des vitesses différentes sans justification.

💡 **Astuce Montage expérimental :**

Deux capteurs + oscilloscope pour lire le décalage.

Exemple : Décalage de 5 ms pour 1 m donne $v = 200 \text{ m s}^{-1}$. Erreur classique : Mesurer à des positions non alignées.

💡 **Astuce Analyse dimensionnelle :**

$v = d/\tau$ donne bien m s^{-1} .

Exemple : $\text{m/s} = \text{m s}^{-1}$. Erreur classique : Confondre m s et m s^{-1} .

💡 **Astuce Lecture de documents :**

Identifier l'axe du temps sur les oscillogrammes.

Exemple : 4 ms entre pics = période. Erreur classique : Lire l'axe horizontal comme la distance.

💡 **Astuce Atténuation :**

Amplitude décroissante \rightarrow onde amortie.

Exemple : Amplitude passe de 2 à 1 cm. Erreur classique : Dire que la célérité change.

💡 **Astuce Source ponctuelle :**

Amplitude décroît avec la distance en 3D.

Exemple : Amplitude divisée par 2 quand distance double. Erreur classique : Croire que l'amplitude reste constante.

⚠ Erreurs fatales

⚠ **Mauvais retard :** Pourquoi ? Oublier la distance entre points.

Comment l'éviter : Toujours relever d avant de calculer τ .

⚠ **Confusion période/retard :** Pourquoi ? Période \neq retard.

Comment l'éviter : Distinguer temps local et global

⚠ **Unités incohérentes :** Pourquoi ? Utiliser 0.2 ms avec 0.5 m sans conversion.

Comment l'éviter : Convertir tout en s et m.

🏆 Strategie Concours

— Identifier la source et la direction de propagation.

— Écrire $y_M(t) = y_S(t - \tau)$.

— Mots-clés : retard, célérité, oscillogramme.

— Réponse flash : $v = d/\tau$.

Application Pratique — QCM

Question 1: Une onde sinusoïdale est décrite par $y(x, t) = A \sin(2\pi f t - kx)$. Si on double la fréquence f , comment évolue la célérité v ?

- A) Elle double B) Elle est divisée par 2 C) Elle reste constante D) Elle devient nulle E) Elle dépend de l'amplitude

Question 2: Deux ondes de fréquences $f_1 = 200 \text{ Hz}$ et $f_2 = 204 \text{ Hz}$ interfèrent. Quelle est la fréquence des battements ?

- A) 202 Hz B) 4 Hz C) 404 Hz D) 8 Hz E) 2 Hz

Question 3: Un vibreur génère une onde de fréquence f . La célérité dépend de la tension de la corde. Si on quadruple la tension, la nouvelle célérité v' est :

- A) $v' = 2v$ B) $v' = 4v$ C) $v' = v/2$ D) $v' = v$ E) $v' = \sqrt{2}v$

Question 4: L'équation d'une onde est $y(x, t) = 0.05 \cos(10t - 2x)$. Quelle est la phase entre deux points distants de

$\Delta x = \pi/2$ mètres ?

- A) $\pi/2$ rad B) π rad C) 2π rad D) 0 rad E) $\pi/4$ rad

Question 5: Lors de la réflexion d'une onde sur une extrémité fixe :

- A) Il y a changement de phase de π B) L'amplitude double C) L'onde traverse la paroi D) La célérité s'inverse E) Aucun changement de phase

Question 6: Une source sonore se rapproche d'un observateur fixe à la vitesse v_s . La fréquence perçue f' est :

- A) $f' = f_0 \frac{v}{v-v_s}$ B) $f' = f_0 \frac{v}{v+v_s}$ C) $f' = f_0 \frac{v-v_s}{v}$ D) $f' = f_0$ E) $f' = f_0 \frac{v+v_s}{v}$

Question 7: Pour une onde longitudinale, les zones de compression correspondent à :

- A) Un maximum d'élongation B) Une variation de densité maximale C) Un minimum d'élongation D) Une phase de π E) Un nœud de vibration

Question 8: La puissance transportée par une onde est proportionnelle à :

- A) La fréquence au carré B) L'amplitude C) L'amplitude au carré D) La longueur d'onde E) L'inverse de la période

Question 9: Si le milieu de propagation devient plus rigide, la célérité de l'onde mécanique :

- A) Diminue B) Augmente C) Reste identique D) Devient nulle E) Devient imaginaire

Question 10: Deux points vibrent en opposition de phase. Leur déphasage est de :

- A) π rad B) 2π rad C) $\pi/2$ rad D) 0 rad E) 3π rad

Question 11: Un signal a un niveau d'intensité sonore $L = 60$ dB. Si on double l'intensité sonore, le nouveau niveau est :

- A) 63 dB B) 70 dB C) 120 dB D) 80 dB E) 66 dB

Question 12: Sur un enregistrement, deux pics successifs sont séparés par 2 carreaux horizontaux (base de temps 5 ms/carreau). La période T vaut :

- A) 2.5 ms B) 5 ms C) 10 ms D) 20 ms E) 0.4 ms

Question 13: La dimension de la constante de raideur k d'une corde est :

- A) kg s^{-2} B) kg C) N D) J E) kg m s^{-1}

Question 14: Une onde se propage selon les x croissants. Si on remplace t par $t + \tau$, l'onde se déplace :

- A) En avant de $v\tau$ B) En arrière de $v\tau$ C) Ne bouge pas D) A une vitesse double E) S'arrête

Question 15: L'effet Doppler est observé :

- A) Seulement pour le son B) Pour toutes les ondes mécaniques C) Seulement pour la lumière D) Pour les ondes électromagnétiques uniquement E) Uniquement dans le vide

Question 16: L'amplitude d'une onde sphérique décroît en fonction de la distance r comme :

- A) $1/r$ B) $1/r^2$ C) \sqrt{r} D) r E) Constante

Question 17: La célérité du son dans l'air à 20°C est d'environ :

- A) 150 m/s B) 340 m/s C) 500 m/s D) 3000 m/s E) 3×10^8 m/s

Question 18: Deux ondes de même amplitude A interfèrent constructivement. L'amplitude résultante est :

- A) A B) $2A$ C) 0 D) $A\sqrt{2}$ E) $A/2$

Question 19: Le retard τ entre deux points séparés par $\lambda/4$ est égal à :

- A) $T/4$ B) $T/2$ C) $3T/4$ D) T E) $\lambda/4c$

Question 20: Une onde est amortie si son énergie :

- A) Augmente B) Reste constante C) Diminue au cours du temps D) Oscille E) Devient infinie

Ondes mécaniques progressives périodiques

Rappels

Une onde progressive périodique possède une double périodicité : temporelle (période T) et spatiale (longueur d'onde λ). La relation $\lambda = vT$ relie ces deux périodicités via la célérité v . Si le milieu n'est pas dispersif, v est constante quelle que soit la fréquence. Le phénomène de **diffraction** se produit lorsque l'onde rencontre un obstacle ou une ouverture de dimension $a \leq \lambda$. L'onde diffractée a alors la même fréquence et la même célérité que l'onde incidente, mais son front d'onde est déformé. On peut mettre en évidence la diffraction pour des ondes sonores avec un haut-parleur et un microphone derrière une fente.

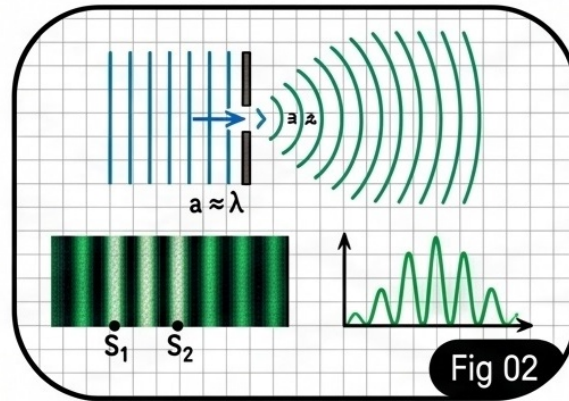


Fig 02

Formules clés

- ⚙ **Relation fondamentale** : $\lambda = vT$
 Condition : Onde périodique progressive.
 Unites : m
- ⚙ **Fréquence** : $f = \frac{1}{T}$
 Condition : Périodicité temporelle.
 Unites : Hz
- ⚙ **Pulsation** : $\omega = 2\pi f$
 Condition : Onde sinusoïdale.
 Unites : rad s^{-1}
- ⚙ **Nombre d'onde** : $k = \frac{2\pi}{\lambda}$
 Condition : Propagation sinusoïdale.
 Unites : rad m^{-1}
- ⚙ **Équation d'onde** : $y(x, t) = A \cos(\omega t - kx)$
 Condition : Propagation sans atténuation.
 Unites : m
- ⚙ **Diffraction** : $\theta \approx \frac{\lambda}{a}$
 Condition : Ouverture petite devant λ .
 Unites : rad
- ⚙ **Célérité** : $v = \lambda f$
 Condition : Milieu donné.
 Unites : m s^{-1}
- ⚙ **Phase** : $\Delta\varphi = k\Delta x$
 Condition : Comparaison de deux points.
 Unites : rad
- ⚙ **Période spatiale** : λ
 Condition : Distance entre deux points en phase.
 Unites : m
- ⚙ **Condition de diffraction** : $a \leq \lambda$
 Condition : Bord d'ouverture.
 Unites : sans unité

💡 Astuces pratiques

- 💡 **Astuce Période vs longueur d'onde :**
 T est temporelle, λ spatiale. Les relier par v .
 Exemple : Pour $f = 50 \text{ Hz}$ et $v = 340 \text{ ms}^{-1}$,
 $\lambda = 6.8 \text{ m}$. Erreur classique : Confondre T et λ .
- 💡 **Astuce Lecture de l'oscilloscope :**
 Une période correspond à la distance entre deux maxima successifs.
 Exemple : Base de temps 2 ms/div et 4 divisions donnent $T = 8 \text{ ms}$. Erreur classique : Mesurer la largeur d'une impulsion.
- 💡 **Astuce Vitesse constante :**
 $v = \lambda f$ dans un milieu non dispersif.
 Exemple : $\lambda = 0.5 \text{ m}$, $f = 680 \text{ Hz} \rightarrow v = 340 \text{ ms}^{-1}$.
 Erreur classique : Utiliser $v = \lambda/f$.
- 💡 **Astuce Diffraction observable :**
 Ouverture a de l'ordre de λ ou plus petite.
 Exemple : Haut-parleur de 10 cm et son à 3400 Hz ($\lambda = 0.1 \text{ m}$). Erreur classique : Croire que toute ouverture diffracte quelle que soit sa taille.
- 💡 **Astuce Ondes stationnaires :**
 Deux ondes progressives de sens opposés créent nœuds et ventres.
 Exemple : Corde fixée aux deux extrémités : longueur $L = n\lambda/2$. Erreur classique : Oublier le

mode fondamental.

- 💡 **Astuce Harmoniques d'une corde :**
 $f_n = n f_1$ avec $f_1 = v/(2L)$.
 Exemple : Pour $L = 1 \text{ m}$, $v = 200 \text{ m/s}$, $f_1 = 100 \text{ Hz}$,
 $f_2 = 200 \text{ Hz}$. Erreur classique : Prendre $f_n = f_1/n$.
- 💡 **Astuce Battements :**
 Fréquence de battement $f_{bat} = |f_1 - f_2|$.
 Exemple : Deux diapasons 440 Hz et $442 \text{ Hz} \rightarrow$ battements à 2 Hz . Erreur classique : Additionner les fréquences.
- 💡 **Astuce Milieu dispersif :**
 Vitesse de phase dépend de f .
 Exemple : Dans l'eau, les ondes longues (houle) vont plus vite que les courtes. Erreur classique : Utiliser $v = \lambda f$ sans vérifier la dispersion.
- 💡 **Astuce Déphasage entre deux points :**
 $\Delta\varphi = 2\pi\Delta x/\lambda$.
 Exemple : Pour $\Delta x = \lambda/2$, déphasage de π (opposition de phase). Erreur classique : Exprimer $\Delta\varphi$ en degrés sans conversion.
- 💡 **Astuce Relation $\lambda = vT$:**
 Toujours vérifier les unités.
 Exemple : v en ms^{-1} , T en $\text{s} \rightarrow \lambda$ en m . Erreur classique : Utiliser v en km h^{-1} sans convertir.

⚠ Erreurs fatales

- ⚠ **Confondre période spatiale et temporelle :**
 Pourquoi ? La période T est un temps, la longueur d'onde λ une distance.
 Comment l'éviter : Toujours identifier ce qui est mesuré sur les axes.
- ⚠ **Oublier la dépendance du milieu :** Pourquoi ? La célérité dépend des propriétés du milieu, pas de la fréquence (sauf milieu dispersif).
 Comment l'éviter : Préciser si le milieu est dispersif ou non.
- ⚠ **Diffraction mal interprétée :** Pourquoi ? Si $a \gg \lambda$, l'onde passe sans être diffractée de manière visible.
 Comment l'éviter : Vérifier la condition $a \approx \lambda$ ou $a < \lambda$.
- ⚠ **Nœuds et ventres mal placés :** Pourquoi ? Distance entre deux nœuds consécutifs = $\lambda/2$, entre un nœud et un ventre = $\lambda/4$.
 Comment l'éviter : Faire un schéma rapide.
- ⚠ **Mode fondamental erroné :** Pourquoi ? Pour une corde fixée aux deux bouts, le fondamental a $\lambda = 2L$, pas L .
 Comment l'éviter : Appliquer la condition $L = n\lambda/2$ pour $n = 1$.

🏆 Strategie Concours

- Déterminer si le milieu est dispersif (relation $\omega(k)$).
- Pour les ondes stationnaires, écrire les conditions aux limites.
- Contrôler les unités : f en Hz , λ en m , v en m/s .
- Dessiner l'allure de l'onde stationnaire pour placer nœuds et ventres.
- Utiliser systématiquement $\lambda = vT$.

Application Pratique — QCM

Question 1: Un milieu est dispersif si :

- A) La célérité dépend de la fréquence B) La célérité dépend de l'amplitude C) La célérité est constante D) La longueur d'onde change E) L'onde s'atténue

Question 2: Dans un milieu dispersif, l'onde de modulation (enveloppe) se propage à la vitesse :

- A) De phase B) De groupe C) De la lumière D) Nulle E) Infinie

Question 3: La diffraction d'une onde par une ouverture de largeur a est observable si :

- A) $a \approx \lambda$ B) $a \gg \lambda$ C) $a \ll \lambda$ D) $a = 2\lambda$ E) a quelconque

Question 4: Sur une corde vibrante de longueur L fixée aux deux extrémités, le mode fondamental a une longueur d'onde :

- A) L B) $2L$ C) $L/2$ D) $4L$ E) λ

Question 5: Les harmoniques d'une corde ont des fréquences :

- A) Quelconques B) Multiples entiers de la fondamentale C) Sous-multiples D) Égales E) Non liées

Question 6: Dans un tuyau sonore ouvert aux deux extrémités, les ventres de vibration se trouvent :

- A) Aux extrémités B) Au milieu C) Nulle part D) Tous les 10 cm E) À une seule extrémité

Question 7: Si on double la fréquence d'une onde dans un milieu non dispersif, la longueur d'onde :

- A) Double B) Est divisée par 2 C) Quadruple D) Est divisée par 4 E) Ne change pas

Question 8: Deux ondes de fréquences f et $3f$ se superposent. La forme de l'onde résultante est :

- A) Sinusoïdale pure B) Périodique mais non sinusoïdale C) Apériodique D) Nulle E) Complexe aléatoire

Question 9: La différence de marche δ entre deux ondes est $\lambda/2$. L'interférence est :

- A) Constructive B) Destructive C) Partiellement constructive D) Nulle E) Totale

Question 10: Pour une onde stationnaire, les points immobiles sont appelés :

- A) Ventre B) Nœud C) Amplitude D) Phase E) Célérité

Question 11: Un instrument à vent produit une note plus aiguë si :

- A) On raccourcit le tuyau B) On élargit le tuyau C) On refroidit l'air D) On augmente la pression E) On bouche une extrémité

Question 12: L'analyse de Fourier d'un signal carré montre qu'il est composé :

- A) D'une seule fréquence B) D'une fondamentale et d'harmoniques impaires C) D'harmoniques paires uniquement D) D'un bruit blanc E) D'une fréquence variable

Question 13: La fréquence du 3ème harmonique d'une corde (fondamental 100 Hz) est :

- A) 100 Hz B) 200 Hz C) 300 Hz D) 400 Hz E) 150 Hz

Question 14: La condition de résonance d'une onde stationnaire est :

- A) $L = n\lambda/2$ B) $L = n\lambda$ C) $L = (2n + 1)\lambda/4$ D) $L = \lambda$ E) $L = 2n\lambda$

Question 15: Dans l'expérience de la corde de Melde, si la fréquence du vibreur est multipliée par 2, le nombre de fuseaux :

- A) Est divisé par 2 B) Double C) Triple D) Ne change pas E) Devient nul

Question 16: La vitesse de phase v_ϕ est définie par :

- A) ω/k B) k/ω C) ω^2/k D) $d\omega/dk$ E) c

Question 17: La vitesse de groupe v_g correspond à la vitesse de :

- A) Propagation de l'énergie B) Propagation de la phase C) Des électrons D) Du son E) De la lumière

Question 18: Un milieu non dispersif a une relation de dispersion :

- A) Linéaire $\omega = vk$ B) Quadratique $\omega = k^2$ C) Complexe D) Sinusoïdale E) Hyperbolique

Question 19: L'angle de diffraction θ diminue si :

- A) a augmente B) λ augmente C) L'intensité augmente D) La fréquence diminue E) Le milieu change

Question 20: Le phénomène des battements est utilisé pour :

- A) Accorder des instruments B) Mesurer la célérité C) Créer des harmoniques D) Étudier la diffraction E) Mesurer l'amplitude

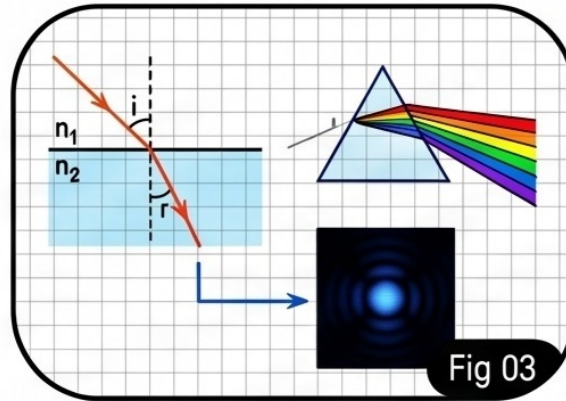
Question 21: Deux ondes cohérentes ont :

- A) La même fréquence et un déphasage constant B) La même amplitude C) La même célérité D) Des fréquences différentes E) Un déphasage aléatoire

Propagation d'une onde lumineuse

Rappels

La lumière présente un caractère ondulatoire mis en évidence par la diffraction. Une **lumière monochromatique** possède une fréquence (et donc une longueur d'onde dans le vide λ_0) unique ; une lumière polychromatique est une superposition de radiations. La célérité de la lumière dans le vide est $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$; dans un milieu transparent d'indice n , $v = c/n$. La fréquence ν d'une radiation ne change pas lorsqu'elle passe d'un milieu à un autre, contrairement à la longueur d'onde $\lambda = \lambda_0/n$. La relation de diffraction pour une fente de largeur a donne l'écart angulaire $\theta \approx \lambda/a$. Un prisme disperse la lumière car son indice dépend de la longueur d'onde.



Formules clés

⚙️ **Célérité dans le vide** : $c = \lambda_0 \nu$

Condition : Toute radiation.

Unités : m s^{-1}

⚙️ **Indice de réfraction** : $n = \frac{c}{v}$

Condition : Milieu transparent.

Unités : sans unité

⚙️ **Longueur d'onde dans un milieu** : $\lambda = \frac{\lambda_0}{n}$

Condition : Milieu homogène.

Unités : m

⚙️ **Fréquence invariante** : $\nu = \text{constante}$

Condition : Changement de milieu.

Unités : Hz

⚙️ **Diffraction par une fente** : $\theta \approx \frac{\lambda}{a}$

Condition : Ouverture a , petit angle.

Unités : rad

⚙️ **Relation au prisme** : $D = i + i' - A$

Condition : Prisme, lois de Snell-Descartes.

Unités : rad ou °

⚙️ **Déviation minimale** : $n = \frac{\sin \frac{A+D_m}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$

Condition : Au minimum de déviation.

Unités : sans unité

⚙️ **Couleurs visibles** : $400 \text{ nm} \leq \lambda_0 \leq 800 \text{ nm}$

Condition : Spectre visible.

Unités : nm

⚙️ **Dispersion** : $n(\lambda)$

Condition : Milieu dispersif.

Unités : —

⚙️ **Angle critique** : $i_c = \arcsin(1/n)$

Condition : Réflexion totale.

Unités : rad

💡 Astuces pratiques

💡 **Astuce Diffraction lumineuse :**

Fente fine éclairée par un laser \rightarrow tache centrale large et taches secondaires.

Exemple : Laser $\lambda = 650 \text{ nm}$, fente $a = 0.1 \text{ mm} \rightarrow \theta \approx 6.5 \times 10^{-3} \text{ rad}$. Erreur classique : Confondre tache centrale avec l'image géométrique.

💡 **Astuce Influence de a :**

Plus l'ouverture est petite, plus la figure de diffraction s'élargit.

Exemple : $a = 10\lambda \rightarrow$ tache fine ; $a = \lambda \rightarrow$ large. Erreur classique : Oublier que θ est inversement proportionnel à a .

💡 **Astuce Indice et longueur d'onde :**

λ diminue dans un milieu plus réfringent.

Exemple : $\lambda_0 = 600 \text{ nm}$, $n = 1.5 \rightarrow \lambda = 400 \text{ nm}$. Erreur classique : Utiliser $\lambda = n\lambda_0$.

💡 **Astuce Prisme : déviation :**

Le rouge est moins dévié que le violet (dispersion normale).

Exemple : Spectre continu : rouge en haut, violet en bas. Erreur classique : Inverser les couleurs.

💡 **Astuce Loi de Cauchy :**

$n(\lambda) = A + B/\lambda^2$ approxime la dispersion.

Exemple : Verre crown : n décroît avec λ . Erreur

classique : Utiliser une relation linéaire.

💡 **Astuce Fréquence constante :**

La couleur perçue est liée à la fréquence, pas à λ dans le milieu.

Exemple : Un objet rouge reste rouge sous l'eau. Erreur classique : Dire que la couleur change.

💡 **Astuce Détermination de n :**

Mesurer D_m avec un goniomètre.

Exemple : $A = 60^\circ$, $D_m = 40^\circ \rightarrow n \approx 1.53$. Erreur classique : Oublier de convertir en degrés.

💡 **Astuce Réflexion totale :**

Si $i > i_c$, toute la lumière est réfléchi (fibre optique).

Exemple : Verre $n = 1.5$, $i_c \approx 42^\circ$. Erreur classique : Penser qu'il y a toujours un rayon réfracté.

💡 **Astuce Diffraction et ouverture circulaire :**

Tache d'Airy : $\theta = 1.22\lambda/D$.

Exemple : Objectif de télescope. Erreur classique : Appliquer $\theta = \lambda/a$.

💡 **Astuce Unités de λ :**

Souvent en nm pour le visible ; convertir en m pour les calculs.

Exemple : $500 \text{ nm} = 5 \times 10^{-7} \text{ m}$. Erreur classique : Mélanger nm et m sans conversion.

⚠ Erreurs fatales

⚠ **Confondre λ et λ_0 :** Pourquoi ? λ dans le milieu = λ_0/n , pas l'inverse.

Comment l'éviter : Toujours vérifier le milieu.

⚠ **Utiliser c au lieu de v :** Pourquoi ? Dans un milieu, la vitesse est $v = c/n$; la relation $\lambda = v/\nu$ s'applique.

Comment l'éviter : Si on parle de diffraction dans l'eau, utiliser λ dans l'eau.

⚠ **Oublier l'invariance de ν :** Pourquoi ? La fréquence ne change pas lors du passage d'un milieu à un autre.

Comment l'éviter : Distinguer ν et λ .

⚠ **Angle de diffraction en degrés sans conversion :** Pourquoi ? La formule $\theta \approx \lambda/a$ donne un angle en radians.

Comment l'éviter : Convertir en degrés si nécessaire ($\times 180/\pi$).

⚠ **Confondre indice et masse volumique :** Pourquoi ? n dépend de la polarisabilité, pas directement de la densité.

Comment l'éviter : Ne pas dire « plus lourd donc indice plus grand » sans précision.

🏆 Stratégie Concours

— Repérer si la question porte sur le vide ou un milieu matériel.

— Toujours écrire $\nu = c/\lambda_0 = v/\lambda$.

— Pour la diffraction, vérifier $a \sim \lambda$.

— Pour le prisme, appliquer les lois de Descartes aux deux faces.

— Mots-clés : monochromatique, indice, spectre, déviation.

Application Pratique — QCM

Question 1: La lumière est diffractée par une fente de largeur a . L'écart angulaire θ est :

A) proportionnel à λ B) proportionnel à $1/\lambda$ C) indépendant de λ D) proportionnel à a E) nul

Question 2: Dans un milieu d'indice n , la longueur d'onde λ est :

- A) $\lambda_0 n$ B) λ_0/n C) λ_0 D) c/n E) c

Question 3: Une radiation monochromatique change de milieu ; sa fréquence :

- A) reste constante B) varie comme $1/n$ C) varie comme n D) devient nulle E) double

Question 4: L'indice de l'eau est 1,33. La vitesse de la lumière dans l'eau est environ :

- A) $3,0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ B) $2,0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ C) $2,25 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ D) $4,0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ E) $1,0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

Question 5: Lorsqu'un faisceau de lumière blanche traverse un prisme, le rouge est :

- A) plus dévié que le violet B) moins dévié que le violet C) dévié de la même façon D) totalement réfléchi E) absorbé

Question 6: La relation de diffraction $\theta = \lambda/a$ est valable pour :

- A) une fente fine B) un trou circulaire uniquement C) un réseau D) un prisme E) une lentille

Question 7: Le phénomène de réflexion totale se produit quand :

- A) l'angle d'incidence est supérieur à l'angle critique B) la lumière passe d'un milieu moins réfringent à un plus réfringent C) l'angle d'incidence est nul D) le milieu est absorbant E) la lumière est polarisée

Question 8: Un laser émet une lumière de longueur d'onde dans le vide $\lambda_0 = 632,8 \text{ nm}$. Dans un verre d'indice $n = 1,5$, la longueur d'onde devient :

- A) $632,8 \text{ nm}$ B) $421,9 \text{ nm}$ C) $949,2 \text{ nm}$ D) $316,4 \text{ nm}$ E) reste inchangée

Question 9: La fréquence d'une radiation lumineuse est de $5,00 \times 10^{14} \text{ Hz}$. Dans le vide, sa longueur d'onde est :

- A) 600 nm B) 500 nm C) 400 nm D) 700 nm E) 300 nm

Question 10: Un prisme d'angle au sommet $A = 60^\circ$ a un indice $n = 1,60$. La déviation minimale D_m est voisine de :

- A) 46° B) 30° C) 60° D) 80° E) 15°

Question 11: Pour une onde lumineuse, l'indice d'un milieu :

- A) est toujours supérieur à 1 B) peut être inférieur à 1 C) est égal à 1 D) est indépendant de la fréquence E) est nul

Question 12: La dispersion de la lumière par un prisme est due :

- A) à la variation de l'indice avec la longueur d'onde B) à la variation de la vitesse avec l'angle C) à la diffraction D) à la réflexion E) à l'absorption

Question 13: La couleur d'une radiation est déterminée par :

- A) sa longueur d'onde dans le vide B) sa longueur d'onde dans le milieu C) sa fréquence D) son amplitude E) sa vitesse

Question 14: Un milieu est dit dispersif si :

- A) son indice dépend de la fréquence B) sa masse volumique varie C) il est coloré D) il est opaque E) il est conducteur

Question 15: La tache centrale de diffraction par une fente a une largeur angulaire :

- A) $2\lambda/a$ B) λ/a C) $\lambda/(2a)$ D) a/λ E) λ^2/a

Question 16: La relation $\lambda = c/\nu$ relie :

- A) la longueur d'onde dans le vide, la célérité et la fréquence B) la longueur d'onde dans un milieu, la célérité et la période C) l'indice, la célérité et la fréquence D) l'angle de diffraction, la longueur d'onde et l'ouverture E) rien de tout cela

Question 17: Dans l'expérience des fentes d'Young, l'interfrange est proportionnel à :

- A) $\lambda D/d$ B) $d/\lambda D$ C) $\lambda d/D$ D) $D/\lambda d$ E) $1/\lambda$

Question 18: L'indice de l'air est pris égal à :

- A) 1,0 B) 1,33 C) 1,5 D) 0,5 E) 2,0

Question 19: L'angle de diffraction θ est :

A) l'angle entre le centre de la tache centrale et la première extinction B) l'angle de réfraction C) l'angle d'incidence D) l'angle du prisme E) l'angle de Brewster

Question 20: La longueur d'onde d'une radiation dans un milieu d'indice n est :

A) $\lambda = \lambda_0/n$ B) $\lambda = n\lambda_0$ C) $\lambda = \lambda_0$ D) $\lambda = c/n$ E) $\lambda = v/n$

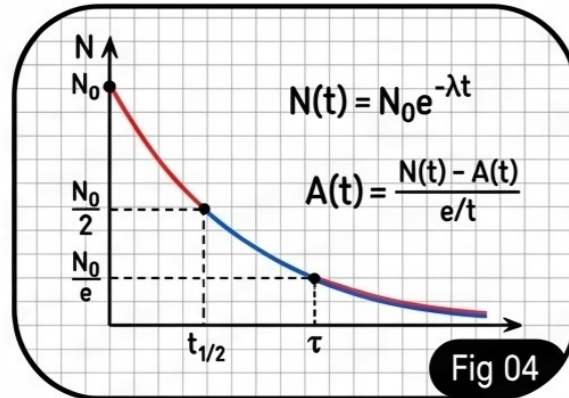
Question 21: Un rayon lumineux passe de l'air ($n = 1$) à l'eau ($n = 1,33$). L'angle de réfraction :

A) est plus petit que l'angle d'incidence B) est plus grand C) est égal D) dépend de la fréquence E) n'existe pas

Décroissance radioactive

Rappels

Un noyau est symbolisé par A_ZX avec Z protons, $N = A - Z$ neutrons. Les isotopes ont même Z mais A différent. La stabilité nucléaire est représentée sur le diagramme (N, Z) . Un noyau instable se désintègre spontanément : radioactivité α (émission d'un noyau d'hélium ${}^4_2\text{He}$), β^- (émission d'un électron et d'un antineutrino), β^+ (émission d'un positon) ou émission γ (désexcitation). La loi de décroissance radioactive est $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$; la constante radioactive λ est liée à la demi-vie $t_{1/2} = \ln 2 / \lambda$ et à la constante de temps $\tau = 1 / \lambda$. L'activité $A(t) = \lambda N(t)$ se mesure en becquerels (1 Bq = 1 désintégration/s).



Formules clés

⚙ **Loi de décroissance** : $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$

Condition : Échantillon radioactif.

Unités : sans unité

⚙ **Activité** : $A(t) = \lambda N(t)$

Condition : Lien avec le nombre de noyaux.

Unités : Bq

⚙ **Demi-vie** : $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$

Condition : Caractéristique du radionucléide.

Unités : s

⚙ **Constante de temps** : $\tau = \frac{1}{\lambda}$

Condition : Tangente à l'origine.

Unités : s

⚙ **Conservation** : $Z = \text{cste}$, $A = \text{cste}$

Condition : Réactions nucléaires.

Unités : —

⚙ **Radioactivité α** : ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2\text{He}$

Condition : Émission α .

Unités : —

⚙ **Radioactivité β^-** : ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + e^- + \bar{\nu}_e$

Condition : Émission β^- .

Unités : —

⚙ **Radioactivité β^+** : ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z-1}Y + e^+ + \nu_e$

Condition : Émission β^+ .

Unités : —

⚙ **Relation $\tau, \lambda, t_{1/2}$** : $t_{1/2} = \tau \ln 2$

Condition : Lien entre les grandeurs.

Unités : s

⚙ **Unité de λ** : $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$

Condition : Analyse dimensionnelle.

Unités : s^{-1}

💡 Astuces pratiques

- 💡 **Astuce Lecture graphique de $t_{1/2}$:**
Repérer le temps pour lequel $N = N_0/2$.
Exemple : Courbe de décroissance exponentielle : à $t_{1/2}$, ordonnée moitié. Erreur classique : Confondre $t_{1/2}$ avec τ .
- 💡 **Astuce Détermination de λ :**
Tracer $\ln(N/N_0) = -\lambda t$; pente $-\lambda$.
Exemple : Points expérimentaux alignés. Erreur classique : Oublier le signe moins.
- 💡 **Astuce Équation de désintégration :**
Utiliser les lois de conservation A et Z pour équilibrer.
Exemple : ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + e^- + \bar{\nu}_e$. Erreur classique : Oublier le neutrino.
- 💡 **Astuce Activité massique :**
 $A_m = \lambda N_A/M$ (Bq/g).
Exemple : Pour le ${}^{226}\text{Ra}$, $A_m \approx 3.7 \times 10^{10}$ Bq/g.
Erreur classique : Confondre activité et masse.
- 💡 **Astuce Datation au ${}^{14}\text{C}$:**
Mesurer le rapport ${}^{14}\text{C}/{}^{12}\text{C}$ et comparer à l'échantillon vivant.
Exemple : Temps écoulé $t = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{A_0}{A}$. Erreur classique : Oublier le renouvellement du carbone après

- la mort.
- 💡 **Astuce Constante de temps τ :**
Au bout de τ , 63% des noyaux se sont désintégrés.
Exemple : $N(\tau) = N_0/e$. Erreur classique : Penser que $N(\tau) = N_0/2$.
 - 💡 **Astuce Diagramme (N, Z) :**
Zone de stabilité : vallée de stabilité.
Exemple : Pour $A < 40$, $N \approx Z$; pour $A > 40$, $N > Z$. Erreur classique : Placer tous les noyaux sur $N = Z$.
 - 💡 **Astuce Radioactivité γ :**
Désexcitation sans changement de A ou Z .
Exemple : Émission de photon. Erreur classique : Modifier Z ou A dans l'équation.
 - 💡 **Astuce Comparaison de demi-vies :**
Plus $t_{1/2}$ est grand, plus le noyau est stable.
Exemple : ${}^{238}\text{U}$: 4.5×10^9 ans ; ${}^{14}\text{C}$: 5730 ans. Erreur classique : Dire qu'un grand $t_{1/2}$ signifie forte activité.
 - 💡 **Astuce Unité de λ :**
 $[\lambda] = \text{s}^{-1}$ (ou min^{-1} , an^{-1}).
Exemple : $t_{1/2}$ en années $\rightarrow \lambda = \ln 2/t_{1/2}$ en an^{-1} .
Erreur classique : Écrire λ sans unité.

⚠ Erreurs fatales

- ⚠ **Confondre $t_{1/2}$ et τ :** Pourquoi ? $\tau = t_{1/2}/\ln 2$, soit environ $1.44 t_{1/2}$.
Comment l'éviter : Retenir $\tau > t_{1/2}$.
- ⚠ **Mélanger les unités de temps :** Pourquoi ? Utiliser des secondes pour $t_{1/2}$ et des années pour λ .
Comment l'éviter : Toujours exprimer λ et t dans la même unité.
- ⚠ **Oublier le neutrino/antineutrino :** Pourquoi ? Dans les équations β , la particule neutrino emporte une partie de l'énergie.
Comment l'éviter : Équilibrer le bilan avec $\bar{\nu}_e$ ou ν_e .
- ⚠ **Calculer λ avec $t_{1/2}$ en heures sans conversion :** Pourquoi ? $\lambda = \ln 2/(t_{1/2}$ en s).
Comment l'éviter : Convertir en secondes pour obtenir λ en s^{-1} .
- ⚠ **Appliquer la loi de décroissance à un mélange :** Pourquoi ? La loi exponentielle ne vaut que pour un radionucléide pur.
Comment l'éviter : Si plusieurs radioéléments, sommer les contributions.

🏆 Strategie Concours

- Écrire et équilibrer les équations nucléaires avec A et Z .
- Relier λ , $t_{1/2}$ et τ .
- Utiliser l'analyse dimensionnelle pour vérifier λ en s^{-1} .
- Pour la datation, comparer l'activité actuelle à l'activité de référence.
- Mots-clés : demi-vie, constante radioactive, conservation.

Application Pratique — QCM

Question 1: Le noyau ${}^{12}_6\text{C}$ contient :

- A) 6 protons et 6 neutrons B) 6 protons et 12 neutrons C) 12 protons et 6 neutrons D) 6 protons et 0 neutron E) 12 nucléons dont 6 protons

Question 2: Deux isotopes ont :

- A) le même Z , des A différents B) le même A , des Z différents C) le même nombre de neutrons D) des propriétés chimiques différentes E) des masses identiques

Question 3: La radioactivité β^- correspond à :

- A) l'émission d'un électron B) l'émission d'un positon C) l'émission d'un noyau d'hélium D) l'émission d'un neutron E) une désexcitation

Question 4: L'équation ${}^A_Z X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2} Y + {}^4_2 \text{He}$ représente une radioactivité :

- A) α B) β^- C) β^+ D) γ E) fission

Question 5: La demi-vie d'un radionucléide est :

- A) le temps au bout duquel la moitié des noyaux se sont désintégrés B) le temps pour une désintégration C) la constante de temps D) la durée de vie moyenne E) la période de l'onde

Question 6: La loi de décroissance radioactive est :

- A) $N = N_0 e^{-\lambda t}$ B) $N = N_0(1 - e^{-\lambda t})$ C) $N = N_0 e^{\lambda t}$ D) $N = N_0 \lambda t$ E) $N = N_0/t$

Question 7: L'activité A d'une source est :

- A) le nombre de désintégrations par seconde B) la masse de l'échantillon C) la durée de vie D) l'énergie libérée E) la charge électrique

Question 8: La constante de temps τ est :

- A) l'inverse de λ B) égale à $t_{1/2}$ C) égale à $t_{1/2}/2$ D) sans rapport avec λ E) égale à $2t_{1/2}$

Question 9: Si $t_{1/2} = 10$ jours, λ vaut environ :

- A) 0.069 jour^{-1} B) 0.693 jour^{-1} C) 6.93 jour^{-1} D) $0.00693 \text{ jour}^{-1}$ E) 1 jour^{-1}

Question 10: Le becquerel (Bq) correspond à :

- A) 1 désintégration par seconde B) 1 désintégration par minute C) 1 joule D) 1 gray E) 1 sievert

Question 11: Sur le diagramme (N, Z) , la stabilité se situe autour :

- A) de la première bissectrice pour les noyaux légers B) de $N = 2Z$ C) de $Z = 2N$ D) de $N = Z$ pour tous les noyaux E) d'une ligne verticale

Question 12: Pour dater un échantillon de bois ancien, on utilise le :

- A) carbone 14 B) potassium 40 C) uranium 238 D) plomb 206 E) radium 226

Question 13: La relation entre $t_{1/2}$, τ et λ est :

- A) $t_{1/2} = \tau \ln 2$ B) $t_{1/2} = \tau / \ln 2$ C) $t_{1/2} = \lambda \ln 2$ D) $t_{1/2} = 1/(\lambda \ln 2)$ E) $t_{1/2} = \tau^2$

Question 14: Si N est le nombre de noyaux, l'activité A est :

- A) $A = \lambda N$ B) $A = \lambda/N$ C) $A = N/\lambda$ D) $A = \lambda N_0$ E) $A = \lambda t$

Question 15: La radioactivité γ :

- A) ne modifie ni A ni Z B) modifie A C) modifie Z D) est une particule chargée E) est un noyau d'hélium

Question 16: La période radioactive du radium 226 est de 1600 ans. Sa constante radioactive en an^{-1} est voisine de :

- A) 4.33×10^{-4} B) 6.93×10^{-4} C) 1.0×10^{-3} D) 1.6×10^{-3} E) 2.5×10^{-4}

Question 17: Un échantillon radioactif a une activité qui diminue de moitié en 3 heures. Sa constante de temps τ est :

- A) 4.33 h B) 3 h C) 2.08 h D) 6 h E) 1.5 h

Question 18: L'équation de désintégration du ${}^6_0\text{Co}$ ($Z=27$) en ${}^6_0\text{Ni}$ ($Z=28$) est une :

- A) β^- B) α C) β^+ D) γ E) fission

Question 19: La constante de temps τ correspond à :

A) t tel que $N = N_0/e$ B) $t_{1/2}$ C) $2t_{1/2}$ D) $t_{1/2}/\ln 2$ E) le temps de désintégration complète

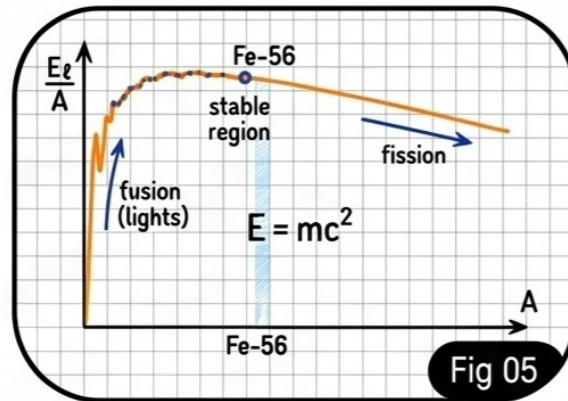
Question 20: Pour un noyau instable, la probabilité de désintégration par unité de temps est :

A) λ B) $t_{1/2}$ C) τ D) $1/\tau$ E) N

Noyaux – Masse et énergie

Rappels

Le défaut de masse $\Delta m = \sum m_{\text{nucléons}} - m_{\text{noyau}}$ correspond à l'énergie de liaison $E_\ell = \Delta m c^2$ qui assure la cohésion du noyau. L'énergie de liaison par nucléon E_ℓ/A reflète la stabilité : maximum autour de $A = 56$ (fer). L'équivalence masse-énergie $E = mc^2$ permet d'exprimer les masses en unité d'énergie (MeV/c^2) ou d'utiliser l'unité de masse atomique $1 \text{ u} = 931.494 \text{ MeV}/c^2$. La courbe d'Aston (énergie de liaison par nucléon en fonction de A) permet de prédire les réactions libérant de l'énergie : fusion pour les noyaux légers, fission pour les lourds. Le bilan énergétique d'une réaction nucléaire $\Delta E = \sum E_{\text{finale}} - \sum E_{\text{initiale}}$ est positif si la réaction est exoénergétique.



Formules clés

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <p>⚙ Défaut de masse : $\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - m_{\text{noyau}}$
Condition : Noyau lié.
Unites : kg ou u</p> <p>⚙ Énergie de liaison : $E_\ell = \Delta m c^2$
Condition : Conversion masse-énergie.
Unites : J ou MeV</p> <p>⚙ Énergie de liaison par nucléon : $\varepsilon = \frac{E_\ell}{A}$
Condition : Comparaison de stabilité.
Unites : MeV/nuclon</p> <p>⚙ Équivalence masse-énergie : $E = mc^2$
Condition : Toute masse au repos.
Unites : J</p> <p>⚙ Unité de masse atomique : $1 \text{ u} = 1.66054 \times 10^{-27} \text{ kg} = 931.494 \text{ MeV}/c^2$
Condition : Conversion.
Unites : —</p> | <ul style="list-style-type: none"> <p>⚙ Bilan énergétique : $\Delta E = \sum m_{\text{réactifs}}c^2 - \sum m_{\text{produits}}c^2$
Condition : Conservation de l'énergie.
Unites : J ou MeV</p> <p>⚙ Énergie libérée : $E_{\text{libérée}} = \Delta E$
Condition : Réaction exoénergétique.
Unites : J</p> <p>⚙ Loi de conservation : $E_{\text{totale}} = \text{constante}$
Condition : Réactions nucléaires.
Unites : —</p> <p>⚙ Fusion : ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + n$
Condition : Exemple.
Unites : —</p> <p>⚙ Fission : ${}^{235}_{92}\text{U} + n \rightarrow {}^{92}_{36}\text{Kr} + {}^{141}_{56}\text{Ba} + 3n$
Condition : Exemple.
Unites : —</p> |
|---|---|

💡 Astuces pratiques

💡 **Astuce Calcul de Δm :**

Convertir toutes les masses en u puis en MeV/c².
Exemple : $m_p = 1.00728$ u, $m_n = 1.00866$ u. Erreur classique : Oublier les électrons dans la masse atomique.

💡 **Astuce Énergie de liaison par nucléon :**

Plus ε est élevée, plus le noyau est stable.
Exemple : Le fer 56 a $\varepsilon \approx 8.8$ MeV/nuclon. Erreur classique : Dire que les noyaux légers sont tous très stables.

💡 **Astuce Courbe d'Aston :**

Le maximum vers $A = 60$ correspond à la stabilité maximale.
Exemple : Fusion pour $A < 60$ libère de l'énergie. Erreur classique : Croire que tous les noyaux lourds fissionnent spontanément.

💡 **Astuce Bilan de réaction :**

Utiliser les énergies de masse : $\Delta E = [m_{\text{réactifs}} - m_{\text{produits}}]c^2$.
Exemple : Réaction de fusion D-T : $\Delta E \approx 17.6$ MeV. Erreur classique : Inverser l'ordre.

💡 **Astuce Conversion u \rightarrow MeV :**

Multiplier la masse en u par 931.5 pour avoir l'énergie en MeV.
Exemple : $\Delta m = 0.1$ u $\rightarrow E \approx 93.15$ MeV. Erreur classique : Utiliser 931.5 J.

💡 **Astuce Dangers de la radioactivité :**

Rayonnements ionisants : α (très ionisant mais peu pénétrant), β , γ (très pénétrant).
Exemple : Porter un écran de plomb contre γ . Erreur classique : Penser que α traverse la peau.

💡 **Astuce Applications :**

Imagerie médicale (scintigraphie), radiothérapie, datation, production d'énergie.
Exemple : Iode 131 pour la thyroïde. Erreur classique : Mélanger les applications.

💡 **Astuce Énergie de liaison totale :**

E_ℓ augmente avec A mais ε varie.
Exemple : Pour ^{238}U , $E_\ell \approx 1800$ MeV mais $\varepsilon \approx 7.6$ MeV/nuclon. Erreur classique : Confondre E_ℓ et ε .

💡 **Astuce Unités d'énergie :**

$1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$; $\text{MeV} = 10^6 \text{ eV}$.
Exemple : Convertir systématiquement. Erreur classique : Utiliser des eV sans conversion en joules dans les calculs de vitesse.

💡 **Astuce Stabilité et courbe d'Aston :**

Les noyaux au-dessus de la courbe sont moins stables.
Exemple : Le pic du fer explique l'abondance du fer dans l'univers. Erreur classique : Penser que tous les noyaux ont la même énergie de liaison.

⚠ Erreurs fatales

⚠ **Confondre défaut de masse et masse atomique :** Pourquoi ? Le défaut de masse concerne les nucléons, pas les atomes.

Comment l'éviter : Utiliser les masses nucléaires ou corriger avec les électrons.

⚠ **Utiliser $E = mc^2$ sans convertir en unités cohérentes :** Pourquoi ? Si m en u, convertir en kg avant $E = mc^2$ en joules, ou utiliser directement 931.5 MeV/u.

Comment l'éviter : Faire un tableau de conversion.

⚠ **Signe du bilan énergétique :** Pourquoi ? $\Delta E > 0$ signifie que la réaction libère de l'énergie (exo-énergétique).

Comment l'éviter : $\Delta E = \sum m_{\text{réactifs}}c^2 - \sum m_{\text{produits}}c^2$.

⚠ **Négliger l'énergie de liaison dans le bilan :** Pourquoi ? Le bilan peut aussi se faire avec les énergies de liaison : $\Delta E = \sum E_{\ell, \text{produits}} - \sum E_{\ell, \text{réactifs}}$.

Comment l'éviter : Vérifier la cohérence avec le défaut de masse.

⚠ **Confondre unité de masse atomique et masse d'un nucléon :** Pourquoi ? 1 u n'est pas exactement la masse d'un proton (1.00728 u).
Comment l'éviter : Utiliser les valeurs précises fournies.

🏆 Stratégie Concours

— Calculer le défaut de masse pour obtenir E_ℓ .
— Placer les noyaux sur la courbe d'Aston pour prédire fusion/fission.
— Effectuer le bilan masse-énergie avant/après la ré-

action.
— Mots-clés : défaut de masse, énergie de liaison, MeV, u.

Application Pratique — QCM

Question 1: Le défaut de masse d'un noyau est :

- A) la différence entre la masse des nucléons séparés et celle du noyau
 B) la masse des électrons
 C) la somme des masses des nucléons
 D) la masse du noyau divisée par A
 E) la masse du proton

Question 2: L'énergie de liaison d'un noyau est :

- A) l'énergie qu'il faut fournir pour le dissocier en nucléons séparés
 B) l'énergie cinétique des nucléons
 C) l'énergie de répulsion électrique
 D) la chaleur dégagée par la radioactivité
 E) l'énergie de masse

Question 3: L'énergie de liaison par nucléon est maximale pour :

- A) le fer 56
 B) l'hydrogène
 C) l'uranium 238
 D) l'hélium 4
 E) le lithium

Question 4: 1 u correspond à environ :

- A) 931.5 MeV/c²
 B) 1 MeV/c²
 C) 0.511 MeV/c²
 D) 1000 MeV/c²
 E) 1 GeV/c²

Question 5: Une réaction nucléaire libère de l'énergie si :

- A) la somme des masses des produits est inférieure à celle des réactifs
 B) la somme des masses des produits est supérieure
 C) il y a conservation de la masse
 D) le défaut de masse est négatif
 E) l'énergie de liaison diminue

Question 6: La relation d'Einstein $E = mc^2$ exprime :

- A) l'équivalence masse-énergie
 B) la conservation de la quantité de mouvement
 C) la relation de Planck
 D) la loi de Coulomb
 E) la diffusion de la lumière

Question 7: La courbe d'Aston représente :

- A) l'énergie de liaison par nucléon en fonction de A
 B) la masse en fonction de Z
 C) l'activité en fonction du temps
 D) le défaut de masse en fonction de Z
 E) l'énergie de liaison totale

Question 8: La fusion nucléaire libère de l'énergie pour les noyaux :

- A) légers
 B) lourds
 C) de masse intermédiaire
 D) tous
 E) aucun

Question 9: La fission nucléaire libère de l'énergie pour les noyaux :

- A) lourds
 B) légers
 C) de masse intermédiaire
 D) tous
 E) aucun

Question 10: L'énergie libérée par la fission d'un noyau d'uranium 235 est de l'ordre de :

- A) 200 MeV
 B) 2 MeV
 C) 200 eV
 D) 2 GeV
 E) 20 J

Question 11: Pour calculer l'énergie de liaison à partir du défaut de masse, on multiplie par :

- A) c^2
 B) c
 C) h
 D) k_B
 E) G

Question 12: Le défaut de masse du noyau d'hélium 4 est d'environ 0.0304 u. Son énergie de liaison est :

- A) 28.3 MeV
 B) 0.0304 MeV
 C) 931.5 MeV
 D) 2.2 MeV
 E) 1.1 MeV

Question 13: Une réaction est dite exoénergétique si :

- A) $\Delta E > 0$
 B) $\Delta E < 0$
 C) $\Delta E = 0$
 D) la température augmente
 E) la masse augmente

Question 14: Dans une centrale nucléaire, la réaction utilisée est :

- A) la fission
 B) la fusion
 C) la combustion
 D) l'oxydoréduction
 E) la cristallisation

Question 15: Le rayonnement α est :

- A) un noyau d'hélium
 B) un électron
 C) un photon
 D) un neutron
 E) un proton

Question 16: La masse du neutron est :

- A) 1.00866 u
 B) 1.00728 u
 C) 1.00000 u
 D) 0.00055 u
 E) 2.01410 u

Question 17: Le bilan énergétique d'une réaction peut aussi s'écrire :

- A) $\Delta E = \sum E_{\ell, \text{produits}} - \sum E_{\ell, \text{réactifs}}$ B) $\Delta E = \sum E_{\ell, \text{réactifs}} - \sum E_{\ell, \text{produits}}$ C) $\Delta E = \sum m_{\text{produits}} c^2 - \sum m_{\text{réactifs}} c^2$ D) $\Delta E = \Delta mc$ E) aucune

Question 18: La masse d'un atome est légèrement inférieure à la somme des masses de ses constituants à cause :

- A) de l'énergie de liaison B) de la répulsion électrique C) de la force gravitationnelle D) de l'énergie cinétique E) de la charge

Question 19: Un noyau stable a une énergie de liaison par nucléon :

- A) relativement élevée (autour de 8 MeV) B) nulle C) négative D) très faible (<1 MeV) E) supérieure à 100 MeV

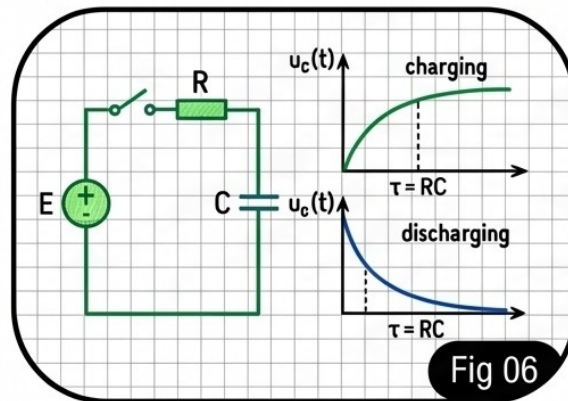
Question 20: L'unité de masse atomique est définie comme :

- A) 1/12 de la masse d'un atome de carbone 12 B) la masse d'un proton C) la masse d'un neutron D) 1 g E) 1 kg

Dipôle RC

Rappels

Un condensateur de capacité C accumule une charge $q = Cu$ aux bornes de ses armatures. En convention récepteur, l'intensité est $i = dq/dt$. Lorsqu'on soumet un dipôle RC à un échelon de tension, la tension aux bornes du condensateur évolue selon $u_C(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$ lors de la charge, et $u_C(t) = Ee^{-t/\tau}$ lors de la décharge, avec la constante de temps $\tau = RC$. La tension u_C est continue à l'instant de commutation, tandis que l'intensité i peut être discontinue. L'énergie stockée est $\mathcal{E} = \frac{1}{2}Cu_C^2$.



Formules clés

⚙️ Relation charge-tension : $q = Cu$

Condition : Condensateur linéaire.

Unites : C : F, q : C, u : V

⚙️ Intensité : $i = \frac{dq}{dt} = C \frac{du}{dt}$

Condition : Convention récepteur.

Unites : A

⚙️ Constante de temps : $\tau = RC$

Condition : Dipôle RC série.

Unites : s

⚙️ Charge du condensateur : $u_C(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$

Condition : Échelon de tension de 0 à E .

Unites : V

⚙️ Décharge : $u_C(t) = Ee^{-t/\tau}$

Condition : Condensateur initialement chargé.

Unites : V

⚙️ Intensité de charge : $i(t) = \frac{E}{R}e^{-t/\tau}$

Condition : Dérivée de la dérivée.

Unites : A

⚙️ Énergie stockée : $\mathcal{E} = \frac{1}{2}Cu_C^2$

Condition : Condensateur chargé.

Unites : J

⚙️ Capacité équivalente série : $\frac{1}{C_{eq}} = \sum \frac{1}{C_i}$

Condition : Association série.

Unites : F

⚙️ Capacité équivalente parallèle : $C_{eq} = \sum C_i$

Condition : Association parallèle.

Unites : F

⚙️ Analyse dimensionnelle : $[RC] = s$

Condition : Vérification.

Unites : s

💡 Astuces pratiques

- 💡 **Astuce Détermination de τ graphiquement :**
Tangente à l'origine : intersection avec l'asymptote horizontale.
Exemple : Pour la charge, l'intersection de la tangente en $t = 0$ avec E donne τ . Erreur classique : Confondre τ avec le temps de montée à 90%.
- 💡 **Astuce Charge à 63% :**
À $t = \tau$, $u_C = 0.63E$ (charge).
Exemple : Si $E = 10\text{ V}$, $\tau = 2\text{ ms}$ → à $t = 2\text{ ms}$, $u_C = 6.3\text{ V}$. Erreur classique : Dire que 63% est pour la décharge.
- 💡 **Astuce Décharge à 37% :**
À $t = \tau$, $u_C = 0.37E$ (décharge).
Exemple : Même principe. Erreur classique : Inverser charge et décharge.
- 💡 **Astuce Énergie et tension :**
Doublé la tension quadruple l'énergie stockée.
Exemple : u double → $\mathcal{E} \times 4$. Erreur classique : Oublier le carré.
- 💡 **Astuce Continuité de u_C :**
À $t = 0$, le condensateur s'oppose aux variations brusques de tension.
Exemple : Si on applique un échelon, $u_C(0^+) = u_C(0^-)$. Erreur classique : Penser que u_C peut sauter.

- 💡 **Astuce Discontinuité de i :**
À $t = 0$, l'intensité peut passer de 0 à E/R .
Exemple : Lors de la charge, $i(0^+) = E/R$. Erreur classique : Dire que i est continue.
- 💡 **Astuce Montage expérimental :**
Générateur + résistance + condensateur en série ; oscilloscope sur u_C .
Exemple : Observer la charge/décharge avec un GBF délivrant un signal carré. Erreur classique : Brancher l'oscilloscope en parallèle du générateur.
- 💡 **Astuce Influence de R et C :**
Augmenter R ou C augmente τ (charge plus lente).
Exemple : $R = 1\text{ k}\Omega$, $C = 1\text{ }\mu\text{F}$ → $\tau = 1\text{ ms}$. Erreur classique : Dire que τ diminue.
- 💡 **Astuce Équation différentielle :**
$$\frac{du_C}{dt} + \frac{u_C}{\tau} = \frac{E}{\tau}$$

Exemple : Solution somme de solution particulière et homogène. Erreur classique : Oublier le second membre.
- 💡 **Astuce Association de condensateurs :**
En parallèle, les capacités s'ajoutent (augmente la charge totale).
Exemple : Deux condensateurs de $10\text{ }\mu\text{F}$ en parallèle donnent $20\text{ }\mu\text{F}$. Erreur classique : Appliquer la règle des résistances.

⚠ Erreurs fatales

- ⚠ **Confondre charge et décharge :** Pourquoi ? Les expressions de $u_C(t)$ diffèrent.
Comment l'éviter : Identifier la condition initiale : $u_C(0) = 0$ pour charge, $u_C(0) = E$ pour décharge.
- ⚠ **Prendre $\tau = 1/RC$:** Pourquoi ? La constante de temps est bien RC , pas $1/RC$.
Comment l'éviter : Vérifier l'homogénéité : $R \times C$ donne des secondes.
- ⚠ **Oublier la continuité de u_C :** Pourquoi ? Dans un circuit avec interrupteur, u_C ne peut pas changer instantanément.
Comment l'éviter : Toujours écrire $u_C(0^+) = u_C(0^-)$.
- ⚠ **Utiliser $i = Cdu/dt$ sans le signe correct :** Pourquoi ? En convention récepteur, si la flèche de i entre par l'armature positive, alors $i = Cdu/dt$.
Comment l'éviter : Faire un schéma clair avec les signes.
- ⚠ **Calcul d'énergie avec C en μF sans convertir :** Pourquoi ? Si $C = 10\text{ }\mu\text{F}$ et $u = 10\text{ V}$, $\mathcal{E} = 0.5 \times 10 \times 10^{-6} \times 100 = 5 \times 10^{-4}\text{ J}$.
Comment l'éviter : Écrire $\mathcal{E} = 500\text{ J}$ par erreur de puissance de 10.

🏆 Stratégie Concours

- Dessiner le circuit et repérer la convention récepteur.
- Écrire l'équation différentielle en appliquant la loi des mailles.
- Identifier le type de réponse : charge ou décharge.
- Utiliser $\tau = RC$ pour prévoir l'échelle de temps.
- Mots-clés : échelon de tension, constante de temps, continuité.

Application Pratique — QCM

Question 1: La constante de temps d'un dipôle RC est :

- A) RC B) R/C C) C/R D) $1/(RC)$ E) \sqrt{RC}

Question 2: Lors de la charge d'un condensateur, à $t = \tau$, u_C vaut environ :

- A) $0.63 E$ B) $0.37 E$ C) $0.5 E$ D) E E) 0

Question 3: Pour un condensateur de capacité $C = 2.2 \mu\text{F}$ et une résistance $R = 10 \text{ k}\Omega$, τ vaut :

- A) 22 ms B) 2.2 ms C) 0.22 s D) $4.5 \mu\text{s}$ E) 0.022 s

Question 4: L'énergie stockée dans un condensateur de capacité C sous tension U est :

- A) $\frac{1}{2}CU^2$ B) CU^2 C) $\frac{1}{2}CU$ D) CU E) $\frac{1}{2}C^2U$

Question 5: À la fermeture d'un interrupteur dans un circuit RC série (condensateur déchargé), l'intensité initiale est :

- A) E/R B) 0 C) E/C D) $E\tau$ E) infinie

Question 6: La tension aux bornes d'un condensateur :

- A) est toujours continue B) peut être discontinue C) est nulle à l'infini D) est constante E) est proportionnelle à R

Question 7: Deux condensateurs de capacités C_1 et C_2 en parallèle ont une capacité équivalente :

- A) $C_1 + C_2$ B) $\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$ C) $\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ D) $C_1 C_2$ E) $\sqrt{C_1 C_2}$

Question 8: Si on double la résistance R dans un circuit RC, la constante de temps :

- A) double B) est divisée par deux C) reste inchangée D) est multipliée par 4 E) devient nulle

Question 9: L'équation différentielle de la charge d'un condensateur est :

- A) $\frac{du_C}{dt} + \frac{u_C}{RC} = \frac{E}{RC}$ B) $\frac{du_C}{dt} = \frac{E}{RC}$ C) $RC \frac{du_C}{dt} + u_C = 0$ D) $\frac{d^2 u_C}{dt^2} + \frac{u_C}{RC} = 0$ E) $u_C = Ee^{-t/RC}$

Question 10: La tension u_C lors de la décharge d'un condensateur suit :

- A) $u_C = Ee^{-t/\tau}$ B) $u_C = E(1 - e^{-t/\tau})$ C) $u_C = E \sin(t/\tau)$ D) $u_C = E \cos(t/\tau)$ E) $u_C = Et/\tau$

Question 11: La représentation graphique de $i(t)$ lors de la charge montre :

- A) une décroissance exponentielle depuis E/R jusqu'à 0 B) une croissance exponentielle C) une sinusoïde D) une constante E) une droite

Question 12: La relation $i = C \frac{du}{dt}$ découle de :

- A) $q = Cu$ et $i = dq/dt$ B) la loi des nœuds C) la loi des mailles D) la loi de Coulomb E) la loi de Faraday

Question 13: Deux condensateurs en série ont une capacité équivalente :

- A) inférieure à la plus petite des capacités B) supérieure à la plus grande C) égale à la somme D) égale au produit E) nulle

Question 14: Pour déterminer τ expérimentalement, on peut mesurer le temps nécessaire pour que u_C atteigne :

- A) 63% de sa valeur finale B) 50% C) 90% D) 100% E) 37%

Question 15: Un échelon de tension correspond à :

- A) une tension passant brusquement de 0 à une valeur constante B) une tension sinusoïdale C) une rampe D) une impulsion brève E) un bruit

Question 16: L'intensité i dans un circuit RC série en charge est maximale :

- A) à l'instant initial B) en régime permanent C) à $t = \tau$ D) lorsque le condensateur est chargé E) jamais

Question 17: La dimension de $R \times C$ est :

- A) un temps B) une fréquence C) une longueur D) une masse E) une charge

Question 18: Si on branche un oscilloscope pour visualiser u_C , on place la masse :

A) à la borne du condensateur reliée à la masse du circuit B) n'importe où C) sur la résistance D) sur le générateur E) sur l'interrupteur

Question 19: Le régime transitoire d'un dipôle RC dure environ :

A) 5τ B) τ C) 0.5τ D) 10τ E) indéfiniment

Question 20: L'énergie emmagasinée dans un condensateur peut être restituée :

A) lors de la décharge B) lors de la charge C) jamais D) uniquement sous forme de chaleur E) uniquement sous forme lumineuse

Question 21: La capacité d'un condensateur plan dépend :

A) de la surface des armatures et de l'épaisseur du diélectrique B) uniquement de la tension C) de la résistance D) de la fréquence E) de l'intensité

Dipôle RL

Rappels

Une bobine réelle possède une résistance interne r et une inductance L ; la tension à ses bornes en convention récepteur est $u = ri + L \frac{di}{dt}$. Lorsqu'on soumet un dipôle RL à un échelon de tension, l'intensité évolue progressivement : $i(t) = \frac{E}{R_{\text{tot}}}(1 - e^{-t/\tau})$ avec $\tau = L/R_{\text{tot}}$ où R_{tot} inclut la résistance interne. La bobine s'oppose aux variations brusques de courant : i est continue à l'instant de commutation, tandis que u_L peut présenter une discontinuité. L'énergie magnétique stockée est $\mathcal{E}_m = \frac{1}{2}Li^2$.

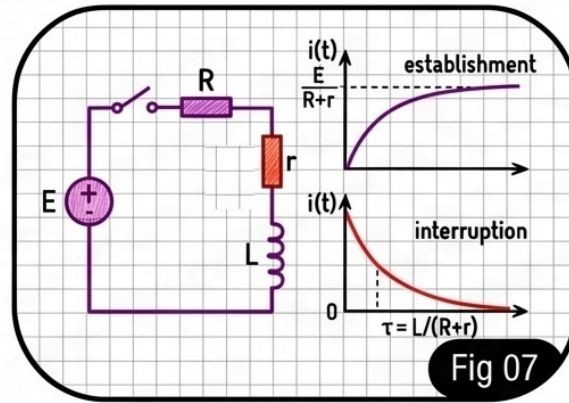


Fig 07

Formules clés

⚙️ **Tension bobine** : $u_L = ri + L \frac{di}{dt}$
 Condition : Convention récepteur.
 Unites : V

⚙️ **Constante de temps** : $\tau = \frac{L}{R_{\text{tot}}}$
 Condition : Circuit RL série.
 Unites : s

⚙️ **Établissement du courant** : $i(t) = I_0(1 - e^{-t/\tau})$
 Condition : Échelon de tension, $I_0 = E/R_{\text{tot}}$.
 Unites : A

⚙️ **Rupture du courant** : $i(t) = I_0 e^{-t/\tau}$
 Condition : Ouverture du circuit avec diode de roue libre.
 Unites : A

⚙️ **Tension aux bornes de la bobine** : $u_L(t) = L \frac{di}{dt} + ri$

Condition : Valable à chaque instant.
 Unites : V

⚙️ **Énergie magnétique** : $\mathcal{E}_m = \frac{1}{2}Li^2$
 Condition : Bobine idéale ou réelle.
 Unites : J

⚙️ **Continuité du courant** : $i(0^+) = i(0^-)$
 Condition : Dans une bobine, l'intensité ne subit pas de discontinuité.
 Unites : A

⚙️ **Discontinuité de u_L** : $u_L(0^+) \neq u_L(0^-)$
 Condition : Commutation.
 Unites : V

⚙️ **Équation différentielle** : $\frac{di}{dt} + \frac{R_{\text{tot}}}{L}i = \frac{E}{L}$
 Condition : Circuit RL en régime forcé.
 Unites : As^{-1}

⚙️ **Analyse dimensionnelle** : $[L/R] = \text{s}$
 Condition : Vérification.
 Unites : s

💡 Astuces pratiques

💡 **Astuce Détermination de τ :**

À partir de la courbe $i(t)$, tangente à l'origine.

Exemple : Pour l'établissement, intersection avec I_0 donne τ . Erreur classique : Prendre le temps à 50% de I_0 .

💡 **Astuce Rôle de la bobine :**

Elle retarde l'établissement et la rupture du courant.

Exemple : Plus L est grand, plus τ est long. Erreur classique : Croire qu'elle accélère.

💡 **Astuce Continuité de i :**

À l'ouverture, le courant ne peut pas s'annuler instantanément \rightarrow surtension.

Exemple : Nécessité d'une diode de roue libre pour protéger. Erreur classique : Penser que i peut sauter.

💡 **Astuce Calcul de τ avec résistance interne :**

$\tau = L/(R+r)$ si la résistance externe R et la bobine sont en série.

Exemple : $R = 100\ \Omega$, $r = 10\ \Omega$, $L = 0.5\ \text{H} \rightarrow \tau = 0.5/110 \approx 4.5\ \text{ms}$. Erreur classique : Oublier r .

💡 **Astuce Énergie magnétique :**

Proportionnelle à i^2 ; lors de la rupture, l'énergie peut provoquer un arc.

Exemple : Bobine d'allumage automobile. Erreur classique : Confondre avec l'énergie électrostatique.

💡 **Astuce Montage expérimental :**

GBF signal carré + résistance + bobine ; oscilloscope sur u_R (image de i).

Exemple : Visualiser l'évolution exponentielle. Erreur classique : Mettre l'oscilloscope directement aux bornes de la bobine sans précaution.

💡 **Astuce Tension aux bornes de la bobine à l'établissement :**

$u_L(0^+) = E$ (si r négligeable), puis décroît.

Exemple : Si $r = 0$, $u_L(0^+) = E$, puis tend vers 0. Erreur classique : Croire que u_L est continue.

💡 **Astuce Effet de L :**

Grande inductance \rightarrow forte opposition aux variations.

Exemple : Bobine de lissage dans les alimentations. Erreur classique : Négliger l'effet selfique.

💡 **Astuce Équation différentielle :**

Bien identifier la maille : $E = Ri + Ldi/dt + ri$.

Exemple : Regrouper les résistances. Erreur classique : Oublier la tension aux bornes de la bobine.

💡 **Astuce Utilisation de la diode :**

Diode de roue libre en parallèle inverse pour éviter la surtension à l'ouverture.

Exemple : Elle conduit lors de la décroissance du courant. Erreur classique : Inverser le sens de la diode.

⚠ Erreurs fatales

⚠ **Oublier la résistance interne de la bobine :**

Pourquoi ? Cela change τ et la valeur finale de i . Comment l'éviter : Toujours prendre la résistance totale du circuit.

⚠ **Écrire $u_L = Ldi/dt$ sans le terme ri :**

Pourquoi ? Une bobine réelle a une résistance ; si elle n'est pas négligeable, la formule complète s'impose.

Comment l'éviter : Identifier r à partir de la pente en régime permanent.

⚠ **Confondre continuité de i et de u_L :**

Pourquoi ? L'intensité est continue, la tension aux bornes de la bobine peut présenter un saut.

Comment l'éviter : Analyser le circuit à $t = 0^+$ et

$t = 0^-$.

⚠ **Calcul de τ avec R seule :**

Pourquoi ? La constante de temps fait intervenir la résistance totale de la maille.

Comment l'éviter : Identifier toutes les résistances traversées par le courant.

⚠ **Appliquer la formule $i(t) = I_0(1 - e^{-t/\tau})$ lors de la rupture :**

Pourquoi ? Cette formule est valable pour l'établissement ; pour la rupture, $i(t) = I_0 e^{-t/\tau}$.

Comment l'éviter : Bien lire l'énoncé : fermeture ou ouverture.

🏆 Strategie Concours

— Représenter la bobine avec sa résistance r .

— Appliquer la loi des mailles pour obtenir l'équation différentielle.

— Résoudre en tenant compte de la condition initiale

$i(0)$.

— Vérifier la continuité de l'intensité.

— Mots-clés : inductance, constante de temps, établissement, rupture.

Application Pratique — QCM

Question 1: La constante de temps d'un dipôle RL série est :

- A) L/R B) R/L C) RL D) $1/(RL)$ E) $\sqrt{L/R}$

Question 2: Lors de l'établissement du courant dans un circuit RL, à $t = \tau$, i atteint :

- A) 63% de sa valeur finale B) 37% C) 50% D) 100% E) 0

Question 3: Une bobine d'inductance $L = 0.2\text{H}$ et de résistance négligeable est en série avec $R = 40\Omega$. τ vaut :

- A) 5 ms B) 0.2 s C) 8 s D) 0.005 s E) 2 ms

Question 4: L'énergie magnétique stockée dans une bobine parcourue par un courant I est :

- A) $\frac{1}{2}LI^2$ B) LI^2 C) $\frac{1}{2}CU^2$ D) LI E) $\frac{1}{2}L^2I$

Question 5: À la fermeture d'un circuit RL (courant initial nul), l'intensité :

- A) reste nulle à $t = 0^+$ B) est maximale C) est infinie D) est égale à E/R E) vaut 1 A

Question 6: L'intensité dans une bobine :

- A) est toujours continue B) peut subir un saut C) est nulle à l'infini D) est sinusoïdale E) est constante

Question 7: Pour visualiser l'évolution de l'intensité dans un circuit RL, on peut mesurer :

- A) la tension aux bornes de la résistance u_R B) la tension aux bornes de la bobine C) la tension du générateur D) la charge E) l'énergie

Question 8: Si on augmente l'inductance L , la constante de temps :

- A) augmente B) diminue C) reste la même D) devient nulle E) est divisée par 2

Question 9: Lors de la rupture du courant dans un circuit RL, l'intensité :

- A) décroît exponentiellement B) s'annule instantanément C) reste constante D) augmente E) oscille

Question 10: La tension aux bornes d'une bobine idéale ($r = 0$) à l'instant de la fermeture d'un échelon de tension E est :

- A) E B) 0 C) $E/2$ D) $-E$ E) infinie

Question 11: La diode de roue libre placée en parallèle d'une bobine sert à :

- A) protéger le circuit contre les surtensions à l'ouverture B) augmenter le courant C) diminuer l'inductance D) convertir l'énergie en lumière E) redresser le courant

Question 12: La relation $u_L = Ldi/dt$ est valable pour :

- A) une bobine idéale B) une bobine réelle C) un condensateur D) une résistance E) un générateur

Question 13: Une bobine de résistance r en série avec R et un générateur E . En régime permanent, le courant vaut :

- A) $E/(R+r)$ B) E/R C) E/r D) 0 E) $E\tau$

Question 14: La constante de temps τ d'un circuit RL peut être déterminée graphiquement par :

- A) l'abscisse de l'intersection de la tangente à l'origine avec l'asymptote B) le temps à mi-hauteur C) le temps de montée à 90% D) la période E) le déphasage

Question 15: L'équation différentielle de l'établissement du courant est :

- A) $\frac{di}{dt} + \frac{R}{L}i = \frac{E}{L}$ B) $\frac{di}{dt} = \frac{E}{L}$ C) $L\frac{di}{dt} = E$ D) $Ri = E$ E) $i = E/L$

Question 16: À l'ouverture d'un circuit inductif, la tension aux bornes de l'interrupteur peut :

- A) devenir très élevée B) rester nulle C) être égale à E D) être négative E) être sinusoïdale

Question 17: Une bobine de $L = 1\text{H}$ et $r = 10\Omega$ est alimentée sous 12 V. L'intensité en régime permanent est :

- A) 1.2 A B) 12 A C) 0.12 A D) 0 A E) 10 A

Question 18: L'inductance L a pour dimension :

A) $\text{kg m}^2 \text{s}^{-2} \text{A}^{-2}$ B) $\text{kg m}^2 \text{s}^{-1} \text{A}^{-1}$ C) $\text{kg m s}^{-2} \text{A}^{-1}$ D) $\text{kg m}^2 \text{s}^{-2} \text{A}^{-1}$ E) $\text{kg m}^2 \text{A}^{-1}$

Question 19: En triplant la résistance totale d'un circuit RL, la constante de temps :

A) est divisée par 3 B) est multipliée par 3 C) reste inchangée D) est divisée par 9 E) devient nulle

Question 20: Le phénomène de surtension à l'ouverture d'un circuit inductif est dû :

A) à la variation brutale du flux magnétique B) à la charge du condensateur C) à l'effet Joule D) à l'effet Hall E) à l'électrolyse

Circuit RLC série

Rappels

Un circuit RLC série libre (sans générateur) présente trois régimes d'oscillations selon la valeur de la résistance R : périodique (sans amortissement, purement théorique), pseudo-périodique (oscillations amorties) et apériodique (pas d'oscillations, retour à l'équilibre sans dépassement). La période propre du circuit non amorti est $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$. En régime pseudo-périodique, la pseudo-période T est voisine de T_0 . L'énergie totale du circuit initialement stockée dans le condensateur décroît par effet Joule dans la résistance. On peut entretenir les oscillations avec un dispositif qui compense les pertes.

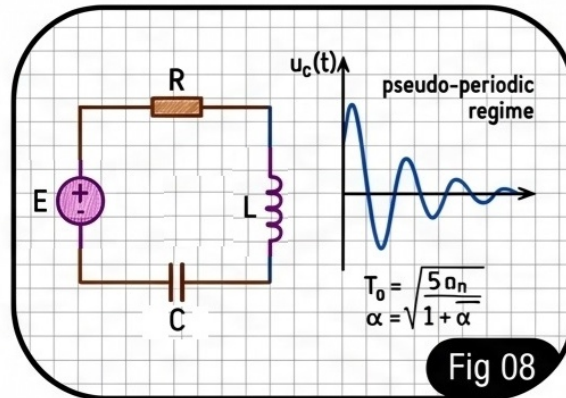


Fig 08

Formules clés

⚙ **Période propre** : $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$

Condition : Circuit LC idéal.

Unites : s

⚙ **Pulsation propre** : $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

Condition : Oscillations non amorties.

Unites : rad s^{-1}

⚙ **Équation différentielle (libre amorti)** : $\frac{d^2 u_C}{dt^2} +$

$$\frac{R}{L} \frac{du_C}{dt} + \frac{u_C}{LC} = 0$$

Condition : RLC série.

Unites : V s^{-2}

⚙ **Coefficient d'amortissement** : $\alpha = \frac{R}{2L}$

Condition : Caractérise l'amortissement.

Unites : s^{-1}

⚙ **Pseudo-période** : $T = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega_0^2 - \alpha^2}}$

Condition : Si $\alpha < \omega_0$.

Unites : s

⚙ **Régime apériodique** : $R \geq R_c = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$

Condition : R critique.

Unites : Ω

⚙ **Énergie totale** : $\mathcal{E} = \frac{1}{2}Cu_C^2 + \frac{1}{2}Li^2$

Condition : Conservée si $R = 0$.

Unites : J

⚙ **Équation avec entretien** : $\frac{d^2 u_C}{dt^2} +$

$$\left(\frac{R}{L} - \frac{k}{L}\right) \frac{du_C}{dt} + \frac{u_C}{LC} = 0$$

Condition : Si $k = R$, oscillations entretenues.

Unites : V s^{-2}

⚙ **Facteur de qualité** : $Q = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$

Condition : Amortissement faible.

Unites : sans unité

⚙ **Décroissement logarithmique** : $\delta = \ln \frac{u_n}{u_{n+1}} = \alpha T$

Condition : Pseudo-périodique.

Unites : sans unité

💡 Astuces pratiques

💡 **Astuce Reconnaître le régime :**

Observer $u_C(t)$: oscillations amorties \rightarrow pseudo-périodique ; décroissance monotone \rightarrow apériodique.
Exemple : Si la courbe traverse plusieurs fois l'axe, c'est pseudo-périodique. Erreur classique :

Confondre apériodique et critique.

💡 **Astuce Détermination de T_0 :**

Mesurer la pseudo-période T pour un faible amortissement, alors $T \approx T_0$.

Exemple : Avec $L = 10 \text{ mH}$, $C = 1 \mu\text{F} \rightarrow T_0 = 2\pi\sqrt{10^{-2} \times 10^{-6}} \approx 6.28 \text{ ms}$. Erreur classique :

Utiliser R pour calculer T_0 .

💡 **Astuce Résistance critique :**

Si $R = 2\sqrt{L/C}$, le régime est critique (retour le plus rapide à l'équilibre sans oscillation).

Exemple : Pour $L = 0.1 \text{ H}$, $C = 10 \mu\text{F} \rightarrow R_c \approx 200 \Omega$. Erreur classique : Prendre $R_c = \sqrt{L/C}$.

💡 **Astuce Énergie et amortissement :**

En pseudo-périodique, l'énergie totale décroît de façon exponentielle.

Exemple : À chaque pseudo-période, l'amplitude des oscillations décroît. Erreur classique : Dire que l'énergie reste constante.

💡 **Astuce Entretenir les oscillations :**

Utiliser un montage à résistance négative ou un générateur commandé $u_G = ki$.

Exemple : Compenser exactement R par k . Erreur

classique : Croire qu'il suffit d'augmenter E .

💡 **Astuce Visualisation :**

Oscilloscope sur u_C avec un GBF qui charge le condensateur puis bascule en circuit libre.

Exemple : Observer la décroissance exponentielle de l'amplitude. Erreur classique : Laisser le GBF en permanence.

💡 **Astuce Influence de R :**

Plus R augmente, plus l'amortissement est fort \rightarrow passage du pseudo-périodique à l'apériodique.

Exemple : Si R est très faible, les oscillations sont presque sinusoïdales. Erreur classique : Penser que R n'a pas d'effet sur l'amortissement.

💡 **Astuce Équation différentielle normalisée :**

$$\ddot{u}_C + 2\alpha\dot{u}_C + \omega_0^2 u_C = 0.$$

Exemple : Identifier $\alpha = R/(2L)$. Erreur classique : Confondre α avec ω_0 .

💡 **Astuce Détermination expérimentale de L :**

À partir de T_0 et C connue, $L = T_0^2/(4\pi^2 C)$.

Exemple : $T_0 = 2 \text{ ms}$, $C = 10 \text{ nF} \rightarrow L \approx 10.1 \text{ mH}$. Erreur classique : Utiliser $L = T_0/(2\pi\sqrt{C})$.

💡 **Astuce Diagramme d'énergie :**

Tracer E_C , E_p et E_m en fonction du temps ; E_m décroît si $R \neq 0$.

Exemple : L'énergie passe alternativement du condensateur à la bobine. Erreur classique :

Oublier l'énergie magnétique.

⚠ Erreurs fatales

⚠ **Confondre période propre et pseudo-période :** Pourquoi ? T_0 est la période des oscillations non amorties ; T est celle des oscillations amorties, légèrement différente.

Comment l'éviter : Toujours vérifier si l'amortissement est négligeable.

⚠ **Écrire $T_0 = 2\pi/LC$:** Pourquoi ? La période propre est $2\pi\sqrt{LC}$, pas l'inverse.

Comment l'éviter : Vérifier la dimension.

⚠ **Oublier la résistance dans l'équation différentielle :** Pourquoi ? Même faible, elle cause l'amortissement.

Comment l'éviter : Inclure R dans le bilan de tension.

⚠ **Croire que l'énergie totale est constante en présence de R :** Pourquoi ? L'effet Joule dissipe de l'énergie.

Comment l'éviter : Écrire $\frac{d\mathcal{E}}{dt} = -Ri^2$.

⚠ **Utiliser la formule du régime critique avec un condensateur chargé :** Pourquoi ? Le régime critique dépend de R , L , C et des conditions initiales.

Comment l'éviter : $R_c = 2\sqrt{L/C}$ est la condition d'amortissement critique.

🏆 Strategie Concours

— Établir l'équation différentielle à partir de la loi des mailles.

— Identifier le type de régime via le discriminant.

— Pour le régime pseudo-périodique, utiliser la forme

exponentielle décroissante.

— Exploiter la conservation de l'énergie quand $R = 0$.

— Mots-clés : oscillations libres, amortissement, période propre.

Application Pratique — QCM

Question 1: La période propre d'un circuit LC est :

- A) $2\pi\sqrt{LC}$ B) $1/(2\pi\sqrt{LC})$ C) $\sqrt{LC}/(2\pi)$ D) $2\pi LC$ E) $2\pi/\sqrt{LC}$

Question 2: Dans un circuit RLC série, le régime pseudo-périodique correspond à :

- A) des oscillations amorties B) des oscillations non amorties C) une décroissance monotone D) une croissance exponentielle E) aucune oscillation

Question 3: La résistance critique R_c est donnée par :

- A) $2\sqrt{L/C}$ B) $\sqrt{L/C}$ C) $\frac{1}{2}\sqrt{L/C}$ D) $2\pi\sqrt{LC}$ E) $L/(RC)$

Question 4: L'énergie totale d'un circuit LC idéal est :

- A) constante B) décroissante C) croissante D) nulle E) proportionnelle à R

Question 5: La pseudo-période T d'un circuit RLC faiblement amorti est :

- A) voisine de T_0 B) très supérieure à T_0 C) très inférieure à T_0 D) indépendante de L E) nulle

Question 6: Le décrément logarithmique caractérise :

- A) la décroissance de l'amplitude des oscillations B) la fréquence C) la période D) l'énergie initiale E) la résistance

Question 7: Pour entretenir les oscillations d'un circuit RLC, on peut utiliser :

- A) un générateur à résistance négative B) une résistance supplémentaire C) un condensateur plus gros D) une bobine sans noyau E) une diode

Question 8: L'équation différentielle du circuit RLC série amorti est :

- A) $\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{du_C}{dt} + \frac{u_C}{LC} = 0$ B) $\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{u_C}{LC} = 0$ C) $RC \frac{du_C}{dt} + u_C = 0$ D) $\frac{di}{dt} + \frac{R}{L}i = 0$ E) $L \frac{d^2q}{dt^2} = 0$

Question 9: Si R augmente dans un circuit RLC, le régime :

- A) devient plus amorti, puis apériodique B) devient moins amorti C) reste identique D) oscille plus vite E) devient périodique

Question 10: La puissance dissipée par effet Joule dans la résistance est :

- A) Ri^2 B) Ru^2 C) R^2i D) i^2/R E) Ri

Question 11: Dans un circuit RLC série, la tension u_C et le courant i :

- A) sont déphasés B) sont en phase C) ont la même fréquence D) sont nuls E) sont continus

Question 12: La période propre T_0 dépend de :

- A) L et C B) R et L C) R et C D) R uniquement E) l'amplitude initiale

Question 13: Le facteur de qualité Q d'un circuit RLC est élevé si :

- A) R est faible B) R est grande C) L est faible D) C est grande E) la fréquence est basse

Question 14: Lorsqu'on double la capacité C dans un circuit LC, la période propre :

- A) est multipliée par $\sqrt{2}$ B) double C) est divisée par 2 D) reste inchangée E) est divisée par $\sqrt{2}$

Question 15: Le régime apériodique se produit quand :

- A) $R \geq 2\sqrt{L/C}$ B) $R < 2\sqrt{L/C}$ C) $R = 0$ D) $L = 0$ E) $C = 0$

Question 16: Dans le diagramme d'énergie d'un circuit RLC, l'énergie mécanique (totale) :

- A) décroît par paliers si amortissement B) reste constante C) augmente D) oscille sinusoidalement E) est toujours nulle

Question 17: La solution de l'équation différentielle en régime pseudo-périodique fait apparaître :

- A) un produit d'exponentielle décroissante et de fonction sinusoïdale
B) une simple exponentielle
C) une sinusoïde pure
D) une droite
E) un cosinus hyperbolique

Question 18: Le montage permettant d'étudier les oscillations libres d'un circuit RLC série utilise :

- A) un GBF, une résistance, une bobine, un condensateur et un oscilloscope
B) uniquement un générateur continu
C) un ampèremètre
D) un voltmètre
E) un fréquencemètre

Question 19: L'énergie initialement stockée dans le condensateur est :

- A) $\frac{1}{2}CU_0^2$
B) $\frac{1}{2}LI_0^2$
C) CU_0
D) $U_0^2/(2R)$
E) LI_0

Question 20: Pour un circuit RLC avec $L = 40 \text{ mH}$ et $C = 2.5 \mu\text{F}$, la période propre est environ :

- A) 6.28 ms
B) 3.14 ms
C) 1.0 ms
D) 12.56 ms
E) 0.628 ms

Lois de Newton

Rappels

Dans un référentiel galiléen, le vecteur vitesse instantanée et le vecteur accélération d'un point mobile sont définis en coordonnées cartésiennes par $\vec{v} = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} + \frac{dz}{dt}\vec{k}$ et $\vec{a} = \frac{d^2x}{dt^2}\vec{i} + \frac{d^2y}{dt^2}\vec{j} + \frac{d^2z}{dt^2}\vec{k}$. La deuxième loi de Newton $\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m\vec{a}_G$ relie la résultante des forces à l'accélération du centre d'inertie. La masse est la mesure de l'inertie. La troisième loi, ou principe des actions réciproques, stipule que si un corps A exerce une force sur B, alors B exerce une force opposée sur A.

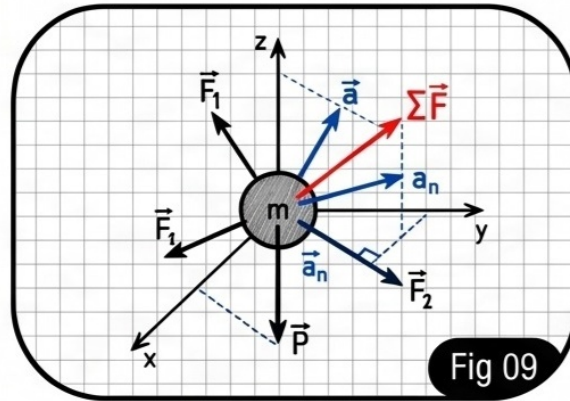


Fig 09

Formules clés

- ⚙ **Vecteur vitesse** : $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$
 Condition : Dérivée du vecteur position.
 Unites : m s^{-1}
- ⚙ **Vecteur accélération** : $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$
 Condition : Coordonnées cartésiennes.
 Unites : m s^{-2}
- ⚙ **Deuxième loi de Newton** : $\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m\vec{a}_G$
 Condition : Référentiel galiléen, masse constante.
 Unites : N
- ⚙ **Produit scalaire** $\vec{a} \cdot \vec{v}$: $\vec{a} \cdot \vec{v} = a_x v_x + a_y v_y + a_z v_z$
 Condition : Nature du mouvement (accéléré si >0).
 Unites : $\text{m}^2 \text{s}^{-3}$
- ⚙ **Base de Frenet** : $\vec{a} = \frac{dv}{dt}\vec{u}_t + \frac{v^2}{\rho}\vec{u}_n$
 Condition : Trajectoire plane.
- Unites : m s^{-2}
- ⚙ **Troisième loi** : $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$
 Condition : Actions réciproques.
 Unites : N
- ⚙ **Quantité de mouvement** : $\vec{p} = m\vec{v}$
 Condition : Conservation si isolé.
 Unites : kg m s^{-1}
- ⚙ **Principe d'inertie** : Si $\sum \vec{F} = \vec{0}$ alors \vec{v} constant
 Condition : Référentiel galiléen. Unites : —
- ⚙ **Unité de l'accélération** : $1 \text{ m s}^{-2} = 1 \text{ N kg}^{-1}$
 Condition : Analyse dimensionnelle.
 Unites : m s^{-2}
- ⚙ **Changement de référentiel** : *Lois de Newton valables*
 Condition : Identifier l'absence de forces d'inertie.
 Unites : —

💡 Astuces pratiques

💡 **Astuce Nature du mouvement :**

$\vec{a} \cdot \vec{v} > 0 \rightarrow$ mouvement accéléré ; $< 0 \rightarrow$ retardé.
Exemple : $a = 2 \text{ m s}^{-2}$, $v = 3 \text{ m s}^{-1}$ même sens \rightarrow accéléré. Erreur classique : Confondre le signe de a seul.

💡 **Astuce Coordonnées cartésiennes :**

Dériver les équations horaires pour obtenir vitesse et accélération.
Exemple : $x(t) = 3t^2 \rightarrow v_x = 6t$, $a_x = 6$. Erreur classique : Oublier les constantes d'intégration.

💡 **Astuce Base de Frenet :**

Utile pour les mouvements circulaires : $\rho = R$ rayon.
Exemple : Satellite : $\vec{a} = \frac{v^2}{R} \vec{u}_n$. Erreur classique : Appliquer une accélération tangentielle nulle sans vérifier.

💡 **Astuce Application de la 2e loi :**

Faire l'inventaire des forces, projeter sur des axes adaptés.
Exemple : Plan incliné : poids, réaction normale, frottements éventuels. Erreur classique : Oublier une force (tension, réaction).

💡 **Astuce Référentiel galiléen :**

Le référentiel terrestre est considéré galiléen pour les expériences courantes.
Exemple : Un train accéléré n'est pas galiléen. Erreur classique : Appliquer la 2e loi sans vérifier.

💡 **Astuce Masse et inertie :**

Plus la masse est grande, plus l'accélération est faible pour une même force.
Exemple : Pousser une voiture vs un vélo. Erreur classique : Confondre masse et poids.

💡 **Astuce Troisième loi :**

Toujours écrire $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$.
Exemple : Le livre pose sur la table : la table réagit avec une force opposée. Erreur classique : Penser qu'une des forces est plus grande.

💡 **Astuce Analyse dimensionnelle :**

$[m][a] = \text{kg m s}^{-2} = \text{N}$.
Exemple : Une force de 10 N sur 2 kg donne $a = 5 \text{ m s}^{-2}$. Erreur classique : Utiliser des unités non cohérentes.

💡 **Astuce Projection des forces :**

Choisir un repère avec un axe parallèle au mouvement pour simplifier.
Exemple : Axe x le long du plan incliné. Erreur classique : Projeter sans décomposer correctement.

💡 **Astuce Équilibre :**

Si $\sum \vec{F} = \vec{0}$, alors $\vec{a} = \vec{0} \rightarrow$ mouvement rectiligne uniforme ou repos.
Exemple : Un objet suspendu à un ressort à l'équilibre. Erreur classique : Dire qu'il n'y a pas de forces.

⚠ Erreurs fatales

⚠ **Oublier la troisième loi :** Pourquoi ? Ne pas écrire la réaction d'un support ou la tension d'un fil.

Comment l'éviter : Faire un schéma avec toutes les forces.

⚠ **Appliquer la 2e loi dans un référentiel non galiléen sans forces d'inertie :** Pourquoi ? Ajouter les pseudo-forces d'inertie si nécessaire.

Comment l'éviter : Toujours préciser le référentiel.

⚠ **Confondre vecteur et scalaire :** Pourquoi ? Écrire $F = ma$ sans direction.

Comment l'éviter : Utiliser la notation vectorielle et projeter.

⚠ **Mal projeter le poids sur un plan incliné :** Pourquoi ? La composante selon le plan est $mg \sin \theta$, normale $mg \cos \theta$.

Comment l'éviter : Vérifier les angles.

⚠ **Utiliser $a = dv/dt$ sans dériver correctement :** Pourquoi ? Si v n'est pas donnée analytiquement, utiliser les données graphiques.

Comment l'éviter : Ne pas confondre vitesse moyenne et instantanée.

🏆 Stratégie Concours

- Choisir le référentiel (galiléen) et le repère.
- Faire le bilan des forces extérieures (poids, réactions, tensions...).
- Appliquer $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ en projection.

- Déterminer la nature du mouvement via $\vec{a} \cdot \vec{v}$.
- Mots-clés : inertie, galiléen, accélération, projection.

Application Pratique — QCM

Question 1: Dans un référentiel galiléen, si la résultante des forces est nulle, alors :

- A) le mouvement est rectiligne uniforme B) l'objet est immobile C) l'objet accélère D) l'objet tourne E) l'objet a une vitesse nulle

Question 2: La deuxième loi de Newton s'écrit :

- A) $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ B) $\sum \vec{F} = m\vec{v}$ C) $\sum \vec{F} = \vec{a}/m$ D) $\sum \vec{F} = m/\vec{a}$ E) $\sum \vec{F} = 0$

Question 3: L'unité de l'accélération est :

- A) m s^{-2} B) m s^{-1} C) N D) kg m s^{-1} E) J

Question 4: En coordonnées cartésiennes, l'accélération est :

- A) la dérivée seconde du vecteur position B) la dérivée première du vecteur position C) l'intégrale de la vitesse D) la somme des forces E) le produit de la masse par la vitesse

Question 5: La troisième loi de Newton concerne :

- A) l'égalité des actions réciproques B) l'inertie C) la proportionnalité force-accélération D) la conservation de l'énergie E) la gravitation

Question 6: Si $\vec{a} \cdot \vec{v} < 0$, le mouvement est :

- A) retardé B) accéléré C) uniforme D) circulaire E) rectiligne

Question 7: Un corps de masse 2 kg subit une force de 10 N. Son accélération a pour valeur :

- A) 5 m.s^{-2} B) 20 m.s^{-2} C) 0.2 m.s^{-2} D) 10 m.s^{-2} E) 2 m.s^{-2}

Question 8: Dans la base de Frenet, l'accélération normale est :

- A) v^2/R B) dv/dt C) ma D) $R\omega$ E) vR

Question 9: Un système est isolé si :

- A) la somme des forces extérieures est nulle B) il est dans l'espace C) il est au repos D) sa masse est constante E) aucune force ne s'exerce sur lui

Question 10: La quantité de mouvement se conserve si :

- A) le système est isolé B) la masse varie C) le référentiel n'est pas galiléen D) les forces sont conservatives E) la vitesse est nulle

Question 11: L'inertie d'un corps est caractérisée par :

- A) sa masse B) sa vitesse C) son accélération D) sa quantité de mouvement E) son énergie

Question 12: Sur un plan incliné sans frottement, l'accélération d'un solide est :

- A) $g \sin \theta$ B) $g \cos \theta$ C) $g \tan \theta$ D) g E) 0

Question 13: La relation $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$ s'applique :

- A) même si les corps sont en mouvement B) seulement à l'équilibre C) uniquement au contact D) dans les fluides E) pour les forces électriques uniquement

Question 14: Un mobile se déplace selon $x(t) = 4t^3 + 2t$. L'accélération à $t = 1 \text{ s}$ est :

- A) 24 m.s^{-2} B) 12 m.s^{-2} C) 6 m.s^{-2} D) 8 m.s^{-2} E) 10 m.s^{-2}

Question 15: Le principe d'inertie est vérifié dans :

- A) tout référentiel galiléen B) tout référentiel C) les référentiels accélérés D) les référentiels tournants E) uniquement le référentiel terrestre

Question 16: Une voiture freine : la force de frottement de la route sur les pneus est :

- A) opposée au déplacement B) dans le sens du déplacement C) verticale D) nulle E) égale au poids

Question 17: La projection du poids sur un axe faisant un angle θ avec l'horizontale est :

- A) $mg \sin \theta$ B) $mg \cos \theta$ C) mg D) 0 E) $mg \tan \theta$

Question 18: L'accélération d'un corps en chute libre verticale est :

- A) g B) 0 C) $g/2$ D) $2g$ E) dépend de la masse

Question 19: Si la masse d'un corps double, pour la même force, l'accélération :

- A) est divisée par 2 B) double C) reste la même D) quadruple E) devient nulle

Question 20: Le vecteur accélération en un point d'une trajectoire circulaire uniforme est :

- A) centripète B) tangentiel C) nul D) radial vers l'extérieur E) parallèle à la vitesse

Applications des lois de Newton

Rappels

La deuxième loi de Newton s'applique à de nombreuses situations : chute libre verticale, mouvement sur plan incliné, mouvement d'un projectile dans le champ de pesanteur uniforme. En chute libre sans vitesse initiale, l'accélération est constante $a_y = -g$ et les équations horaires sont $y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + y_0$ et $v_y = -gt$. Pour un projectile lancé avec une vitesse initiale \vec{v}_0 dans un champ \vec{g} uniforme, les équations paramétriques de la trajectoire sont $x(t) = v_0 \cos \alpha t$ et $y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin \alpha t + y_0$, conduisant à l'équation de la trajectoire parabolique $y = -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 + \tan \alpha x + y_0$. La portée et la flèche se calculent à partir des conditions aux limites.

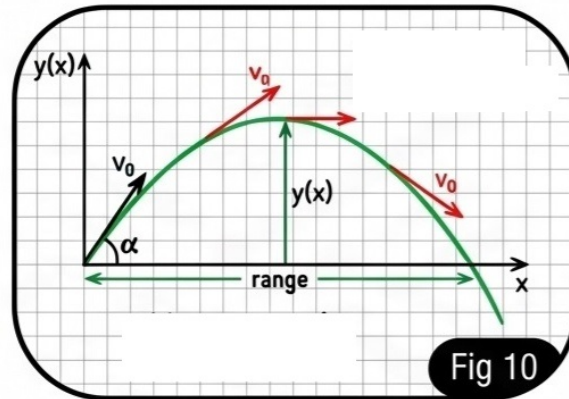


Fig 10

Formules clés

⚙️ **Chute libre verticale** : $y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 t + y_0$
Condition : Axe vertical vers le haut.

Unites : m

⚙️ **Projectile : équations horaires** : $x(t) = v_0 \cos \alpha t$, $y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin \alpha t$
Condition : Champ de pesanteur uniforme.

Unites : m

⚙️ **Équation de la trajectoire** : $y = -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 + \tan \alpha x$
Condition : Parabole.

Unites : m

⚙️ **Portée** : $x_{\max} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$

Condition : Sol horizontal $y = 0$.

Unites : m

⚙️ **Flèche** : $y_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$

Condition : Sommet de la parabole.

Unites : m

⚙️ **Plan incliné** : $a = g(\sin \theta - \mu_k \cos \theta)$
Condition : Avec frottement cinétique.

Unites : ms^{-2}

⚙️ **Accélération sur plan horizontal** : $a = \frac{F}{m}$
Condition : Force horizontale constante.

Unites : ms^{-2}

⚙️ **Vitesse dans un mouvement rectiligne uniformément varié** : $v = at + v_0$
Condition : Accélération constante.

Unites : ms^{-1}

⚙️ **Position** : $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$
Condition : MRUV.

Unites : m

⚙️ **Condition initiale** : v_{0x}, v_{0y}, x_0, y_0
Condition : Déterminent les constantes d'intégration.

Unites : —

💡 Astuces pratiques

💡 **Astuce Choisir le référentiel :**

Terrestre galiléen, repère Oxy avec Oy vertical vers le haut.

Exemple : Projeter $\vec{g} = (0, -g)$. Erreur classique : Prendre g positif vers le bas.

💡 **Astuce Trajectoire parabolique :**

Éliminer le temps entre $x(t)$ et $y(t)$.

Exemple : $t = x/(v_0 \cos \alpha) \rightarrow$ substituer dans y .
Erreur classique : Oublier de simplifier.

💡 **Astuce Portée maximale :**

Pour une vitesse donnée, la portée est maximale pour $\alpha = 45^\circ$.

Exemple : $x_{\max} = v_0^2/g$. Erreur classique : Utiliser $\alpha = 90^\circ$.

💡 **Astuce Flèche :**

Correspond à $v_y = 0$.

Exemple : Résoudre $v_y(t) = -gt + v_0 \sin \alpha = 0 \rightarrow t = v_0 \sin \alpha/g$. Erreur classique : Confondre avec la portée.

💡 **Astuce Mouvement sur plan incliné :**

Identifier la composante du poids $mg \sin \theta$ et la réaction normale.

Exemple : Sans frottement, $a = g \sin \theta$. Erreur classique : Ajouter un frottement inexistant.

💡 **Astuce Diagramme $v(t)$:**

Pente donne a , aire sous la courbe donne la distance.

Exemple : Vérifier la cohérence des unités. Erreur classique : Confondre aire avec pente.

💡 **Astuce Conditions initiales :**

Lire dans l'énoncé la position et la vitesse à $t = 0$.
Exemple : Si l'objet est lancé du sol, $y_0 = 0$. Erreur classique : Oublier de prendre en compte y_0 .

💡 **Astuce Chute libre avec vitesse initiale verticale :**

Si lancé vers le haut, $v_y(t) = v_0 - gt$.

Exemple : Temps de montée = v_0/g . Erreur classique : Oublier le signe.

💡 **Astuce Accélération constante :**

Formules du MRUV $v = at + v_0$, $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$.

Exemple : Appliquer à chaque axe. Erreur classique : Utiliser pour un mouvement non uniforme.

💡 **Astuce Projection dans le cas d'un projectile :**

Souvent $v_{0x} = v_0 \cos \alpha$, $v_{0y} = v_0 \sin \alpha$.

Exemple : Si $\alpha = 30^\circ$, $v_{0x} = v_0\sqrt{3}/2$. Erreur classique : Intervertir cos et sin.

⚠ Erreurs fatales

⚠ **Signe de g :** Pourquoi ? Dans un repère Oy vers le haut, g est négatif dans les équations.

Comment l'éviter : Toujours définir le repère.

⚠ **Oublier les conditions initiales :** Pourquoi ? Elles déterminent les constantes dans les équations horaires.

Comment l'éviter : Les écrire explicitement.

⚠ **Confondre portée et distance parcourue :** Pourquoi ? La portée est la distance horizontale au retour au sol, pas la longueur de la trajectoire.

Comment l'éviter : Vérifier la définition.

⚠ **Appliquer les formules du projectile à un mouvement avec frottements :** Pourquoi ? Les équations paraboliques supposent l'absence de frottements fluides.

Comment l'éviter : Bien lire l'énoncé.

⚠ **Utiliser $a = F/m$ sans décomposer les forces :** Pourquoi ? Projeter d'abord la résultante sur les axes.

Comment l'éviter : Faire un bilan complet.

🏆 Strategie Concours

- Définir le repère et y projeter les forces.
- Écrire les équations différentielles du mouvement selon chaque axe.
- Intégrer en tenant compte des conditions initiales.

- Exploiter l'équation de la trajectoire pour trouver portée, flèche, etc.
- Mots-clés : projectile, chute libre, plan incliné, MRUV.

Application Pratique — QCM

Question 1 : En chute libre verticale sans vitesse initiale, la distance parcourue après t secondes est :

- A) $\frac{1}{2}gt^2$ B) gt^2 C) gt D) $\frac{1}{2}gt$ E) g^2t

Question 2 : Un projectile est lancé avec une vitesse v_0 sous un angle α . La portée maximale est obtenue pour :

- A) $\alpha = 45^\circ$ B) $\alpha = 30^\circ$ C) $\alpha = 60^\circ$ D) $\alpha = 90^\circ$ E) $\alpha = 0^\circ$

Question 3: L'équation de la trajectoire d'un projectile dans le vide est :

- A) une parabole B) une droite C) un cercle D) une hyperbole E) une sinusoïde

Question 4: Sur un plan incliné de pente θ sans frottement, l'accélération d'un solide est :

- A) $g \sin \theta$ B) $g \cos \theta$ C) g D) $g \tan \theta$ E) 0

Question 5: La portée d'un projectile sur sol horizontal est donnée par :

- A) $x = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$ B) $x = \frac{v_0^2 \sin \alpha}{g}$ C) $x = \frac{2v_0^2}{g}$ D) $x = v_0 t$ E) $x = \frac{1}{2}gt^2$

Question 6: La flèche (hauteur maximale) d'un projectile est :

- A) $y_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$ B) $y_{\max} = \frac{v_0^2}{2g}$ C) $y_{\max} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$ D) $y_{\max} = \frac{v_0^2}{g}$ E) $y_{\max} = v_0 \sin \alpha$

Question 7: Pour un mouvement rectiligne uniformément varié (accélération constante a), la vitesse est :

- A) $v = at + v_0$ B) $v = at^2 + v_0$ C) $v = \frac{1}{2}at^2$ D) $v = a/t$ E) $v = v_0/t$

Question 8: Dans un mouvement de projectile, la composante horizontale de la vitesse :

- A) reste constante (si pas de frottement) B) augmente linéairement C) diminue linéairement D) s'annule au sommet E) est nulle

Question 9: Si on double la vitesse initiale d'un projectile, la portée :

- A) quadruple B) double C) reste la même D) est divisée par 2 E) est multipliée par 8

Question 10: Un objet glisse sans frottement sur un plan incliné de hauteur h . Sa vitesse en bas est :

- A) $\sqrt{2gh}$ B) gh C) $2gh$ D) \sqrt{gh} E) g/h

Question 11: L'accélération d'un corps sur un plan horizontal sous l'action d'une force horizontale F (sans frottement) est :

- A) $a = F/m$ B) $a = Fm$ C) $a = m/F$ D) $a = g$ E) $a = 0$

Question 12: La loi de la dynamique sur un plan incliné avec frottement cinétique μ_k donne :

- A) $a = g(\sin \theta - \mu_k \cos \theta)$ B) $a = g(\sin \theta + \mu_k \cos \theta)$ C) $a = g \cos \theta$ D) $a = g\mu_k$ E) $a = g \sin \theta \cos \theta$

Question 13: Un projectile est lancé depuis le sol avec $v_0 = 20 \text{ m s}^{-1}$ et $\alpha = 30^\circ$. Sa portée est environ :

- A) 35.3 m B) 40 m C) 20 m D) 17.6 m E) 10 m

Question 14: La vitesse au sommet de la trajectoire d'un projectile est :

- A) égale à la composante horizontale initiale B) nulle C) égale à v_0 D) égale à $v_0 \sin \alpha$ E) maximale

Question 15: Le temps de vol d'un projectile symétrique (niveau du sol) est :

- A) $t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$ B) $t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$ C) $t = \frac{v_0}{g}$ D) $t = \frac{v_0^2}{g}$ E) $t = \frac{2v_0}{g}$

Question 16: Si l'angle de tir est de 90° , la portée est :

- A) nulle B) maximale C) égale à la flèche D) infinie E) égale à v_0^2/g

Question 17: Sur un plan incliné, la réaction normale a pour intensité :

- A) $mg \cos \theta$ B) $mg \sin \theta$ C) mg D) $mg \tan \theta$ E) 0

Question 18: La vitesse d'un corps en chute libre après 3 s (lancé sans vitesse initiale) est :

- A) 29.4 m/s B) 9.8 m/s C) 19.6 m/s D) 39.2 m/s E) 3 m/s

Question 19: La trajectoire d'un projectile dans le vide est symétrique par rapport :

- A) au sommet B) au point de lancement C) au point de chute D) à la verticale E) à l'horizontale

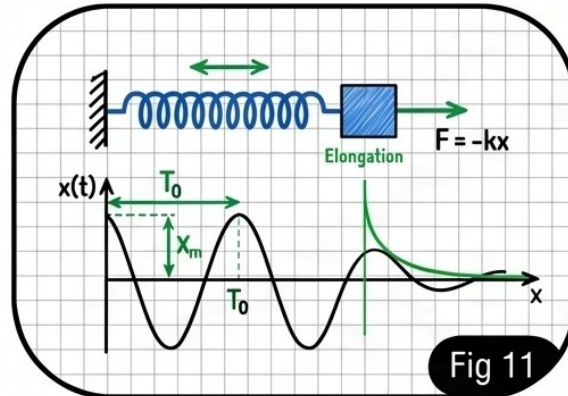
Question 20: Un plan incliné fait un angle de 10° ; $\sin 10^\circ \approx 0.174$. L'accélération sans frottement est environ :

- A) 1.71 m/s² B) 9.8 m/s² C) 0.17 m/s² D) 17.4 m/s² E) 0.98 m/s²

Systèmes oscillants

Rappels

Un oscillateur mécanique libre est un système qui évolue périodiquement autour d'une position d'équilibre. L'exemple fondamental est le système masse-ressort horizontal : la force de rappel $\vec{F} = -kx\vec{i}$ obéit à la loi de Hooke. En l'absence de frottements, le mouvement est harmonique avec une période propre $T_0 = 2\pi\sqrt{m/k}$. Les oscillations peuvent être amorties par des frottements solides (force constante) ou fluides (force proportionnelle à la vitesse), conduisant à un régime pseudo-périodique (amortissement faible), critique ou apériodique. Lorsqu'un oscillateur est soumis à une excitation périodique, on observe le phénomène de résonance si la fréquence d'excitation est proche de la fréquence propre ; l'amortissement détermine la largeur et l'amplitude maximale de la résonance.



Formules clés

⚙ **Force de rappel** : $\vec{F} = -kx\vec{i}$

Condition : Ressort linéaire.

Unites : N

⚙ **Équation différentielle** : $\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$

Condition : Sans amortissement.

Unites : ms^{-2}

⚙ **Solution harmonique** : $x(t) = X_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$

Condition : Conditions initiales.

Unites : m

⚙ **Période propre** : $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

Condition : Oscillateur harmonique.

Unites : s

⚙ **Fréquence propre** : $f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$

Condition : Oscillateur libre.

Unites : Hz

⚙ **Vitesse** : $v(t) = -X_m\omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi)$

Condition : Dérivée.

Unites : ms^{-1}

⚙ **Accélération** : $a(t) = -X_m\omega_0^2 \cos(\omega_0 t + \varphi)$

Condition : Harmonique.

Unites : ms^{-2}

⚙ **Amortissement fluide** : $m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = 0$

Condition : Force $-c\vec{v}$.

Unites : N

⚙ **Résonance mécanique** : $\omega \approx \omega_0$

Condition : Excitateur.

Unites : —

⚙ **Facteur de qualité** : $Q = \frac{\omega_0 m}{c}$

Condition : Amortissement fluide.

Unites : sans unité

💡 Astuces pratiques

💡 **Astuce Détermination de T_0** :

Mesurer une dizaine d'oscillations pour réduire l'incertitude.

Exemple : Pour $m = 0.2 \text{ kg}$, $k = 50 \text{ N/m} \rightarrow T_0 \approx 0.40 \text{ s}$. Erreur classique : Oublier la masse du ressort si non négligeable.

💡 **Astuce Amplitude et conditions initiales** :

Si on lâche sans vitesse initiale, $X_m = |x_0|$, $\varphi = 0$ ou π .

Exemple : Étirement initial de 5 cm $\rightarrow X_m = 5 \text{ cm}$. Erreur classique : Oublier la phase.

💡 **Astuce Courbes $x(t)$, $v(t)$, $a(t)$** :

En quadrature : v est en retard de $\pi/2$ sur x , a en opposition de phase avec x .

Exemple : Tracés sinusoïdaux décalés. Erreur classique : Dessiner en phase.

💡 **Astuce Amortissement fluide** :

Si faible, pseudo-période $T \approx T_0$.

Exemple : La décroissance exponentielle de l'amplitude. Erreur classique : Croire que la pseudo-période est très différente.

💡 **Astuce Amortissement solide** :

L'amplitude décroît linéairement avec le temps.

Exemple : Bandes décroissantes. Erreur classique : Appliquer un amortissement fluide.

💡 **Astuce Résonance** :

L'amplitude du résonateur est maximale quand la

fréquence de l'excitateur est proche de f_0 .

Exemple : Pont de Tacoma. Erreur classique : Dire que la résonance se produit à toute fréquence.

💡 **Astuce Influence de l'amortissement sur la résonance** :

Plus l'amortissement est fort, plus le pic de résonance est large et moins aigu.

Exemple : Système très amorti \rightarrow pas de pic marqué. Erreur classique : Confondre avec la fréquence propre.

💡 **Astuce Étude énergétique** :

En absence de frottement, l'énergie mécanique se conserve.

Exemple : Transformation périodique $E_c \leftrightarrow E_{pe}$. Erreur classique : Oublier l'énergie potentielle.

💡 **Astuce Détermination de k** :

Méthode statique : mesurer l'allongement pour différentes masses ; $k = mg/\Delta l$.

Exemple : $m = 0.1 \text{ kg}$, $\Delta l = 0.02 \text{ m} \rightarrow k = 49 \text{ N/m}$. Erreur classique : Confondre avec la méthode dynamique.

💡 **Astuce Montage expérimental** :

Capteur de force ou de position relié à un ordinateur.

Exemple : Déclencher l'acquisition lors des oscillations. Erreur classique : Négliger les frottements de la table à coussin d'air.

⚠ Erreurs fatales

⚠ **Confondre période propre et pseudo-période** : Pourquoi ? T_0 est pour un oscillateur non amorti ; en présence d'amortissement, $T \neq T_0$. Comment l'éviter : Vérifier si l'amortissement est faible.

⚠ **Utiliser $T_0 = 2\pi\sqrt{k/m}$** : Pourquoi ? La formule correcte est $T_0 = 2\pi\sqrt{m/k}$. Comment l'éviter : Contrôler avec l'analyse dimensionnelle.

⚠ **Oublier le signe dans la force de rappel** : Pourquoi ? $\vec{F} = -kx\vec{i}$; le signe moins indique le

rappel vers l'équilibre.

Comment l'éviter : Toujours écrire la loi de Hooke correctement.

⚠ **Considérer que l'énergie mécanique se conserve avec frottements** : Pourquoi ? Les forces de frottement dissipent de l'énergie. Comment l'éviter : Écrire le bilan énergétique.

⚠ **Penser que la résonance est toujours bénéfique** : Pourquoi ? Une résonance non maîtrisée peut entraîner la rupture (pont, verre). Comment l'éviter : Étudier l'amortissement.

🏆 Strategie Concours

— Appliquer la seconde loi de Newton au système masse-ressort.
— Identifier le type d'amortissement à partir des courbes.
— Calculer T_0 et comparer à la pseudo-période.

— Pour la résonance, tracer la courbe d'amplitude en fonction de la fréquence.
— Mots-clés : oscillateur harmonique, amortissement, résonance.

Application Pratique — QCM

Question 1: La période propre d'un système masse-ressort est :

- A) $T_0 = 2\pi\sqrt{m/k}$ B) $T_0 = 2\pi\sqrt{k/m}$ C) $T_0 = \sqrt{m/k}/(2\pi)$ D) $T_0 = 1/(2\pi\sqrt{mk})$ E) $T_0 = 2\pi m/k$

Question 2: L'équation différentielle du mouvement d'un oscillateur harmonique non amorti est :

- A) $\ddot{x} + (k/m)x = 0$ B) $\ddot{x} - (k/m)x = 0$ C) $\dot{x} + kx = 0$ D) $m\ddot{x} = kx$ E) $\ddot{x} = 0$

Question 3: Lorsqu'un oscillateur est lâché sans vitesse initiale d'une position x_0 , l'amplitude est :

- A) $|x_0|$ B) 0 C) $2x_0$ D) $x_0/2$ E) indéterminée

Question 4: Dans un mouvement harmonique, l'accélération et l'élongation sont :

- A) en opposition de phase B) en phase C) en quadrature D) indépendantes E) égales

Question 5: Un amortissement de type fluide se traduit par une force :

- A) $-\alpha v$ B) $-\alpha v^2$ C) $-kx$ D) constante E) $-mg$

Question 6: La pseudo-période d'un oscillateur amorti est :

- A) légèrement supérieure à T_0 B) exactement égale à T_0 C) inférieure à T_0 D) nulle E) indépendante de l'amortissement

Question 7: Le phénomène de résonance mécanique se produit quand :

- A) la fréquence de l'excitateur est voisine de la fréquence propre B) l'amplitude est minimale C) l'amortissement est maximal D) le système est au repos E) la force excitatrice est constante

Question 8: Un oscillateur très amorti présente :

- A) un régime aperiodique sans oscillations B) un régime pseudo-periodique C) des oscillations entretenues D) une amplitude constante E) une résonance aiguë

Question 9: L'énergie mécanique totale d'un oscillateur harmonique non amorti est :

- A) constante B) proportionnelle au temps C) décroissante D) nulle E) exponentielle

Question 10: La force de rappel d'un ressort est :

- A) proportionnelle à l'allongement B) indépendante de l'allongement C) proportionnelle au carré de l'allongement D) constante E) nulle à l'équilibre

Question 11: Dans une courbe d'oscillations amorties, le décrement des amplitudes successives :

- A) peut être linéaire pour un frottement solide B) est toujours exponentiel C) est nul D) augmente avec le temps E) est aléatoire

Question 12: La fréquence propre d'un oscillateur de masse $m = 0.5$ kg et raideur $k = 200$ N/m est :

- A) $f_0 \approx 3.18$ Hz B) $f_0 \approx 0.32$ Hz C) $f_0 \approx 10$ Hz D) $f_0 \approx 1.0$ Hz E) $f_0 \approx 6.37$ Hz

Question 13: L'effet de l'amortissement sur la résonance est :

- A) d'élargir le pic et diminuer l'amplitude maximale B) de décaler la fréquence de résonance vers les hautes fréquences C) d'augmenter l'amplitude D) de supprimer la résonance E) aucun effet

Question 14: Pour un oscillateur masse-ressort horizontal, la masse effective :

- A) est la masse du solide plus une fraction de celle du ressort si non négligeable B) est uniquement la masse du solide C) est la masse du ressort D) est nulle E) est infinie

Question 15: Le type d'amortissement (solide ou fluide) se reconnaît sur la courbe $x(t)$ par :

A) la décroissance linéaire ou exponentielle des maxima B) la fréquence C) l'amplitude initiale D) la phase E) la couleur

Question 16: Un système oscillant excité à sa fréquence propre peut entrer en résonance et :

A) son amplitude peut devenir très grande B) son amplitude devient nulle C) il s'arrête D) il change de fréquence propre E) il devient apériodique

Question 17: La solution générale de l'équation $\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$ est :

A) $x = A \cos(\omega_0 t) + B \sin(\omega_0 t)$ B) $x = Ae^{-\omega_0 t}$ C) $x = At$ D) $x = A\omega_0$ E) $x = A \cosh(\omega_0 t)$

Question 18: Un oscillateur masse-ressort vertical a une période propre :

A) identique à celle de l'horizontal B) doublée C) annulée D) dépendante de g E) nulle

Question 19: La vitesse maximale d'un oscillateur harmonique d'amplitude X_m est :

A) $X_m \omega_0$ B) $X_m \omega_0^2$ C) X_m / ω_0 D) X_m E) X_m^2

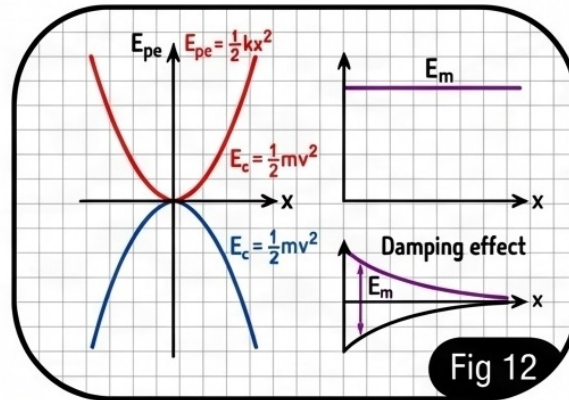
Question 20: Lorsque l'amortissement est tel que le système retourne à l'équilibre sans dépassement, le régime est :

A) critique B) pseudo-périodique C) apériodique léger D) harmonique E) entretenu

Aspects énergétiques

Rappels

Le travail d'une force extérieure exercée par un ressort de raideur k entre deux positions x_1 et x_2 est $W_{\text{ressort}} = \frac{1}{2}k(x_1^2 - x_2^2)$. L'énergie potentielle élastique associée est $E_{pe} = \frac{1}{2}kx^2$ (en prenant la position d'équilibre comme référence). L'énergie mécanique totale d'un système solide-ressort horizontal est $E_m = E_c + E_{pe} = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$. En l'absence de forces dissipatives, E_m se conserve ; sinon elle diminue. Les diagrammes d'énergie représentent les échanges entre les formes cinétique et potentielle.



Formules clés

⚙ **Travail du ressort** : $W = \frac{1}{2}k(x_1^2 - x_2^2)$

Condition : Force conservative.

Unites : J

⚙ **Énergie potentielle élastique** : $E_{pe} = \frac{1}{2}kx^2$

Condition : Référence au repos.

Unites : J

⚙ **Relation travail-énergie potentielle** : $W = -\Delta E_{pe}$

Condition : Force conservative.

Unites : J

⚙ **Énergie cinétique** : $E_c = \frac{1}{2}mv^2$

Condition : Translation.

Unites : J

⚙ **Énergie mécanique** : $E_m = E_c + E_{pe}$

Condition : Système solide-ressort.

Unites : J

⚙ **Conservation de l'énergie** : $E_m = \text{constante}$

Condition : Absence de frottements.

Unites : J

⚙ **Amplitude maximale** : $X_{\max} = \sqrt{\frac{2E_m}{k}}$

Condition : Quand $E_c = 0$.

Unites : m

⚙ **Vitesse maximale** : $v_{\max} = \sqrt{\frac{2E_m}{m}}$

Condition : Quand $E_{pe} = 0$.

Unites : ms^{-1}

⚙ **Puissance** : $P = \vec{F} \cdot \vec{v}$

Condition : Travail par unité de temps.

Unites : W

⚙ **Diagrammes d'énergie** : $E_c(t), E_{pe}(t), E_m(t)$

Condition : En fonction du temps ou de la position.

Unites : —

💡 Astuces pratiques

💡 **Astuce Calcul du travail :**

Identifier les positions initiale et finale de l'élongation.

Exemple : Ressort comprimé de 5 cm puis détendu à 2 cm : $W = \frac{1}{2}k(0.05^2 - 0.02^2)$. Erreur classique : Oublier le carré.

💡 **Astuce Énergie potentielle nulle à l'équilibre :**

$x = 0$ correspond au ressort ni étiré ni comprimé.

Exemple : Si on comprime, x est négatif, E_{pe} positive. Erreur classique : Prendre un autre point de référence sans ajuster les formules.

💡 **Astuce Conservation de l'énergie :**

Écrire $\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}kx_1^2 = \frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2}kx_2^2$.

Exemple : Déterminer une vitesse à partir d'une position connue. Erreur classique : Ajouter des forces non conservatives sans perte.

💡 **Astuce Diagrammes d'énergie :**

En fonction de x , E_{pe} est une parabole, E_c varie en sens inverse.

Exemple : L'intersection avec E_m donne les positions extrêmes. Erreur classique : Confondre E_c et E_{pe} .

💡 **Astuce Amortissement et énergie :**

En présence de frottements, E_m diminue.

Exemple : Tracer $E_m(t)$ décroissante. Erreur

classique : Dire qu'elle reste constante.

💡 **Astuce Vitesse maximale :**

À l'équilibre, toute l'énergie est cinétique.

Exemple : $v_{\max} = \sqrt{k/m} X_{\max}$. Erreur classique : Utiliser $v_{\max} = \sqrt{2gh}$ inapproprié.

💡 **Astuce Travail d'une force constante :**

$W = Fd \cos \theta$; le travail du poids sur un plan incliné est $mgd \sin \theta$.

Exemple : Attention au signe : travail moteur ou résistant. Erreur classique : Oublier le cosinus.

💡 **Astuce Travail et variation d'énergie potentielle :**

$W_{\text{ressort}} = -\Delta E_{pe}$.

Exemple : Si le ressort fournit du travail, E_{pe} diminue. Erreur classique : Inverser le signe.

💡 **Astuce Exploiter la conservation :**

Pour un système isolé, E_m se conserve.

Exemple : Calculer une raideur à partir des vitesses. Erreur classique : Utiliser la conservation en présence de frottements.

💡 **Astuce Vérification expérimentale :**

Mesurer v pour différentes positions et vérifier E_m constante.

Exemple : Table à coussin d'air. Erreur classique : Négliger les frottements de l'air.

⚠ Erreurs fatales

⚠ **Oublier la référence de l'énergie potentielle :** Pourquoi ? E_{pe} est définie à une constante additive près ; on choisit $E_{pe} = 0$ en $x = 0$.

Comment l'éviter : Toujours préciser le point de référence.

⚠ **Confondre travail et énergie :** Pourquoi ? Le travail est un transfert d'énergie ; la variation d'énergie potentielle est l'opposée du travail de la force conservative.

Comment l'éviter : Écrire $W = \Delta E_{pe}$ au lieu de $-\Delta E_{pe}$.

⚠ **Appliquer la conservation de l'énergie méca-**

nique en présence de frottements : Pourquoi ? Il faut inclure le travail des forces non conservatives.

Comment l'éviter : Écrire $\Delta E_m = W_{nc}$.

⚠ **Utiliser $E_{pe} = \frac{1}{2}kx$ au lieu de x^2 :** Pourquoi ? L'énergie potentielle élastique dépend du carré de l'élongation.

Comment l'éviter : Vérifier la dimension.

⚠ **Mélanger les unités (cm, m) :** Pourquoi ? Toujours convertir les longueurs en mètres pour l'énergie en joules.

Comment l'éviter : 1 cm = 0.01 m.

🏆 Strategie Concours

— Dresser l'inventaire des forces et distinguer conservatives et non conservatives.

— Écrire l'expression de l'énergie mécanique totale.

— Appliquer la conservation ou le théorème de l'éner-

gie cinétique.

— Tracer les diagrammes pour interpréter l'évolution.

— Mots-clés : énergie potentielle, énergie mécanique, conservation.

Application Pratique — QCM

Question 1: L'énergie potentielle élastique d'un ressort de raideur k allongé de x est :

- A) $\frac{1}{2}kx^2$ B) kx^2 C) $\frac{1}{2}kx$ D) kx E) $\frac{1}{2}k^2x$

Question 2: Le travail d'un ressort entre x_1 et x_2 est :

- A) $\frac{1}{2}k(x_1^2 - x_2^2)$ B) $k(x_1 - x_2)$ C) $k(x_2 - x_1)$ D) $\frac{1}{2}k(x_2 - x_1)^2$ E) 0

Question 3: L'énergie mécanique d'un système solide-ressort horizontal est :

- A) $E_c + E_{pe}$ B) $E_c - E_{pe}$ C) E_{pe} seule D) E_c seule E) mgh

Question 4: En l'absence de frottements, l'énergie mécanique d'un oscillateur harmonique :

- A) se conserve B) diminue C) augmente D) s'annule E) est égale à l'énergie potentielle

Question 5: Pour un oscillateur masse-ressort, la vitesse est maximale lorsque :

- A) le ressort est à sa longueur à vide B) l'élongation est maximale C) la masse s'arrête D) l'énergie potentielle est maximale E) l'accélération est maximale

Question 6: La relation entre le travail du ressort et la variation d'énergie potentielle est :

- A) $W = -\Delta E_{pe}$ B) $W = \Delta E_{pe}$ C) $W = \Delta E_c$ D) $W = E_{pe}$ E) $W = -E_{pe}$

Question 7: Si l'on double l'amplitude des oscillations, l'énergie mécanique totale :

- A) quadruple B) double C) reste la même D) est divisée par 2 E) est multipliée par 8

Question 8: Dans le diagramme d'énergie $E = f(x)$ d'un oscillateur harmonique, l'énergie potentielle est représentée par :

- A) une parabole B) une droite C) une sinusoïde D) une constante E) une hyperbole

Question 9: Le travail du poids d'un corps de masse m qui descend d'une hauteur h est :

- A) mgh B) $-mgh$ C) 0 D) mg E) gh

Question 10: L'énergie cinétique d'un solide de masse m et de vitesse v est :

- A) $\frac{1}{2}mv^2$ B) mv C) $\frac{1}{2}m^2v$ D) mv^2 E) $\frac{1}{2}mv$

Question 11: Un ressort comprimé libère de l'énergie en reprenant sa longueur initiale. Ce travail est :

- A) moteur B) résistant C) nul D) négatif E) indéfini

Question 12: Lorsqu'un oscillateur est amorti, l'énergie mécanique :

- A) diminue au cours du temps B) augmente C) reste constante D) oscille E) est toujours nulle

Question 13: La vitesse maximale d'un oscillateur masse-ressort d'amplitude X est :

- A) $\sqrt{k/m}X$ B) X C) kX/m D) $X\sqrt{m/k}$ E) kX

Question 14: L'énergie potentielle élastique est nulle lorsque :

- A) le ressort est à sa longueur à vide B) le ressort est comprimé au maximum C) la vitesse est nulle D) l'énergie cinétique est nulle E) la masse est à l'équilibre instable

Question 15: Le travail d'une force constante parallèle au déplacement d est :

- A) $W = Fd$ B) $W = F/d$ C) $W = Fd^2$ D) $W = 0$ E) $W = F^2d$

Question 16: Dans un oscillateur amorti, la perte d'énergie mécanique correspond :

- A) au travail des forces de frottement B) à une augmentation d'énergie cinétique C) à une transformation en énergie potentielle D) à un gain d'énergie E) à rien

Question 17: L'énergie mécanique initiale d'un système masse-ressort écarté de x_0 sans vitesse est :

- A) $\frac{1}{2}kx_0^2$ B) kx_0 C) $\frac{1}{2}mv_0^2$ D) mgx_0 E) 0

Question 18: Le travail d'une force perpendiculaire au déplacement est :

- A) nul B) maximal C) négatif D) proportionnel au déplacement E) égal à Fd

Question 19: Pour un oscillateur, le diagramme d'énergie en fonction du temps montre :

- A) des oscillations périodiques de E_c et E_{pe} en opposition de phase
B) une énergie constante pour chaque terme
C) une décroissance linéaire
D) une croissance exponentielle
E) rien

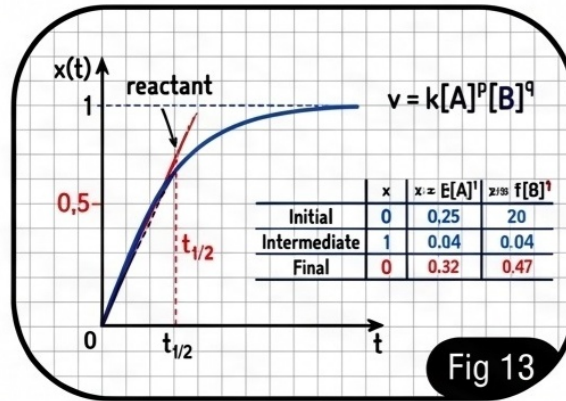
Question 20: Lorsqu'un ressort est étiré puis lâché, son énergie potentielle initiale :

- A) se transforme progressivement en énergie cinétique
B) reste constante
C) s'annule immédiatement
D) devient négative
E) se dissipe instantanément

Transformations rapides et transformations lentes d'un système chimique

Rappels

Une réaction d'oxydoréduction met en jeu un transfert d'électrons entre un oxydant (capte des électrons) et un réducteur (cède des électrons). La cinétique chimique étudie la vitesse des réactions ; les facteurs influençant la vitesse sont la concentration des réactifs et la température. Une transformation peut être suivie par titrage, mesure de pression, de volume gazeux, de conductimétrie, etc. Le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ est le temps au bout duquel la moitié du réactif limitant a été consommée. La vitesse volumique de réaction $v = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt}$ se détermine graphiquement à partir de la courbe d'avancement $x = f(t)$.



Formules clés

⚙ **Vitesse volumique** : $v = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt}$

Condition : Milieu homogène.

Unites : $\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$

⚙ **Temps de demi-réaction** : $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$

Condition : Réaction totale.

Unites : s

⚙ **Avancement** : $x = \frac{n_{\text{réactif}} - n_0}{\nu}$

Condition : Tableau d'avancement.

Unites : mol

⚙ **Relation de concentration** : $[X] = \frac{n_X}{V}$

Condition : Solution.

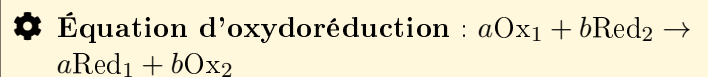
Unites : mol L^{-1}

⚙ **Loi de vitesse** : $v = k[A]^p[B]^q$

Condition : Ordres partiels.

Unites : selon les ordres

⚙ **Influence de la température** : *Loi d'Arrhenius* : $k = A e^{-E_a/(RT)}$ Condition : Facteur cinétique. Unites : —



Condition : Équilibrée avec les électrons.

Unites : —

⚙ **Détermination de v** : *Pente de la tangente à la courbe x(t)*.

Condition : Graphique.

Unites : $\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$

⚙ **Équivalence de titrage** : $n_{\text{titré}} = \nu \cdot n_{\text{titrant}}$

Condition : Point équivalent.

Unites : mol

⚙ **Suivi temporel** : *Mesure régulière d'une grandeur physique*

Condition : Conductimétrie, spectrophotométrie.

Unites : —

💡 Astuces pratiques

💡 **Astuce Tracé de $x(t)$:**

Compléter le tableau d'avancement à chaque instant.

Exemple : Déduire x de la concentration mesurée.
Erreur classique : Confondre x et n .

💡 **Astuce Détermination de $t_{1/2}$:**

Lire le temps pour lequel $x = x_f/2$.

Exemple : Si la réaction est totale, $x_f = x_{\max}$.
Erreur classique : Prendre la moitié du temps final.

💡 **Astuce Influence de la concentration :**

Plus la concentration initiale est élevée, plus la vitesse initiale est grande.

Exemple : Comparer deux courbes $x(t)$.
Erreur classique : Dire que la concentration n'a pas d'effet.

💡 **Astuce Influence de la température :**

Une élévation de température accélère la réaction (loi d'Arrhenius).

Exemple : Cuisson des aliments plus rapide à feu vif.
Erreur classique : Dire que la température ralentit.

💡 **Astuce Suivi par titrage :**

Prélever des échantillons et bloquer la réaction (trempe).

Exemple : Titrer le réactif restant.
Erreur classique : Oublier la dilution due au prélèvement.

💡 **Astuce Équation d'oxydoréduction :**

Équilibrer en milieu acide avec des H^+ et H_2O .

Exemple : $MnO_4^- + 5 Fe^{2+} + 8 H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 5 Fe^{3+} + 4 H_2O$.
Erreur classique : Oublier les ions H^+ .

💡 **Astuce Vitesse volumique graphique :**

Tracer la tangente à la courbe $x(t)$ et calculer sa pente divisée par V .

Exemple : Pente en mol/s, diviser par V en L pour $mol.L^{-1}.s^{-1}$.
Erreur classique : Confondre avec la pente de $[X](t)$.

💡 **Astuce Réaction rapide vs lente :**

Une réaction rapide est terminée avant qu'on puisse suivre son évolution par des méthodes classiques.

Exemple : Explosion, précipitation instantanée.
Erreur classique : Croire que toute réaction est lente.

💡 **Astuce Facteurs cinétiques :**

Catalyseur (non traité ici) ; concentration et température sont les principaux.

Exemple : Ajouter un sel peut augmenter la force ionique, mais pas toujours.
Erreur classique : Invoquer un catalyseur sans le définir.

💡 **Astuce Exploitation du tableau d'avancement :**

Identifier le réactif limitant à $t = 0$ pour déterminer x_{\max} .

Exemple : Si les proportions sont stœchiométriques, les réactifs s'épuisent ensemble.
Erreur classique : Prendre un réactif en excès comme limitant.

⚠ Erreurs fatales

⚠ **Confondre vitesse moyenne et instantanée :**

Pourquoi ? La vitesse volumique instantanée est la pente de la tangente, pas le rapport $\Delta x/\Delta t$.

Comment l'éviter : Tracer la tangente.

⚠ **Mélanger les unités de V :**

Pourquoi ? Si V est en mL, convertir en L pour la vitesse en $mol.L^{-1}.s^{-1}$.

Comment l'éviter : $1 mL = 0.001 L$.

⚠ **Oublier le coefficient stœchiométrique dans le calcul de la vitesse :**

Pourquoi ? Pour une réaction $aA + bB \rightarrow$, la vitesse est $-\frac{1}{a} \frac{d[A]}{dt}$.

Comment l'éviter : Vérifier la définition.

⚠ **Croire que $t_{1/2}$ est indépendant de la concentration initiale :**

Pourquoi ? Pour une réaction d'ordre 1, $t_{1/2}$ est constant ; pour d'autres ordres, il dépend de la concentration.

Comment l'éviter : Ne pas généraliser sans connaître l'ordre.

⚠ **Équilibrer une réaction d'oxydoréduction sans tenir compte du milieu :**

Pourquoi ? Les atomes d'oxygène et d'hydrogène doivent être équilibrés avec H_2O et H^+ (ou HO^- en milieu basique).

Comment l'éviter : Méthode systématique.

🏆 Strategie Concours

- Écrire et équilibrer l'équation de la réaction.
- Dresser le tableau d'avancement.
- Exploiter les courbes pour extraire x , v , $t_{1/2}$.
- Analyser l'influence des paramètres concentration

et température.

- Mots-clés : avancement, vitesse volumique, temps de demi-réaction.

Application Pratique — QCM

Question 1: La vitesse volumique d'une réaction est définie comme :

- A) $v = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt}$ B) $v = \frac{dx}{dt}$ C) $v = V \frac{dx}{dt}$ D) $v = \frac{1}{x} \frac{dV}{dt}$ E) $v = \frac{dV}{dt}$

Question 2: Le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ correspond :

- A) au temps pour que l'avancement atteigne la moitié de sa valeur finale B) au temps pour que la moitié du produit soit formée C) à la moitié de la durée totale de la réaction D) au temps où la vitesse est divisée par 2 E) à la durée de la réaction complète

Question 3: Parmi les facteurs cinétiques, on trouve :

- A) la concentration des réactifs et la température B) la couleur de la solution C) la pression atmosphérique uniquement D) la masse du récipient E) la forme du becher

Question 4: Pour une réaction totale, le réactif limitant est :

- A) celui qui disparaît entièrement B) celui qui est en excès C) le produit D) le catalyseur E) le solvant

Question 5: Une élévation de température :

- A) augmente la vitesse de réaction B) diminue la vitesse C) ne change rien D) arrête la réaction E) fait précipiter les produits

Question 6: L'équivalence d'un titrage est atteinte quand :

- A) les réactifs sont dans les proportions stœchiométriques B) la solution change de couleur C) la température s'élève D) le pH vaut 7 E) le volume de titrant versé est maximal

Question 7: Le suivi temporel d'une réaction peut se faire par :

- A) mesure de la conductance B) mesure du volume C) pesée D) chromatographie E) toutes ces méthodes

Question 8: Sur la courbe $x = f(t)$, la vitesse volumique à l'instant t s'obtient par :

- A) la pente de la tangente divisée par V B) la valeur de x C) l'aire sous la courbe D) la dérivée seconde E) la différence $\Delta x / \Delta t$

Question 9: Si on augmente la concentration initiale d'un réactif, la vitesse initiale :

- A) augmente généralement B) diminue C) reste constante D) devient nulle E) est multipliée par 0

Question 10: Le tableau d'avancement permet de :

- A) relier les quantités de matière des espèces à l'avancement B) calculer le pH C) déterminer la couleur D) mesurer la température E) identifier le catalyseur

Question 11: Dans une réaction d'oxydoréduction, l'oxydant :

- A) capte des électrons B) cède des électrons C) reste inchangé D) est toujours un métal E) est toujours coloré

Question 12: Une réaction de titrage doit être :

- A) rapide et totale B) lente et limitée C) instantanée mais réversible D) explosive E) endothermique

Question 13: La constante de vitesse k dépend :

- A) de la température B) de la concentration C) du volume D) de la pression seule E) du temps

Question 14: Pour déterminer $t_{1/2}$ graphiquement, on repère :

- A) le temps quand $x = x_f/2$ B) le temps final divisé par 2 C) l'intersection des tangentes D) le maximum de la courbe E) le point d'inflexion

Question 15: Une réaction est dite lente si :

A) elle dure plusieurs minutes ou plus B) elle est explosive C) elle est instantanée D) elle ne se produit pas E) elle est catalysée

Question 16: Dans la méthode de suivi par titrage, on bloque la réaction par :

A) trempe (refroidissement brutal) ou dilution B) chauffage C) ajout de catalyseur D) agitation E) filtration

Question 17: L'équation d'une oxydoréduction doit être équilibrée en :

A) atomes et charges B) masse uniquement C) volume D) couleur E) température

Question 18: La vitesse volumique s'exprime en :

A) $\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$ B) mol.s^{-1} C) $\text{L.mol}^{-1}.\text{s}^{-1}$ D) s^{-1} E) mol

Question 19: Si le volume réactionnel est divisé par 2, la vitesse volumique (toutes choses égales par ailleurs) :

A) peut être modifiée B) reste identique C) double toujours D) est divisée par 2 E) devient nulle selon l'ordre

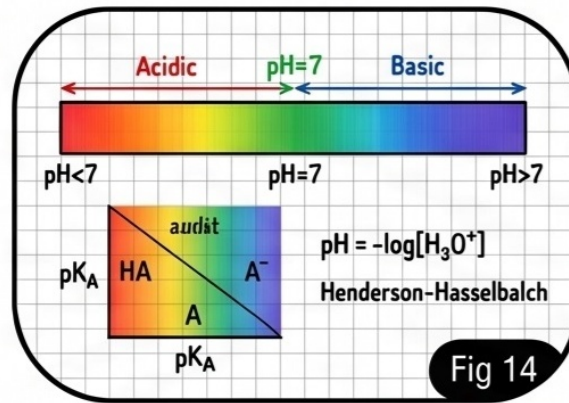
Question 20: Un catalyseur :

A) augmente la vitesse sans être consommé B) est consommé C) modifie l'équilibre D) est toujours un métal E) diminue la vitesse

Évolution spontanée d'un système chimique

Rappels

Selon Brønsted, un acide est une espèce susceptible de céder un proton H^+ , une base est une espèce susceptible de capter un proton. La réaction d'un acide avec l'eau est limitée ; son avancement final x_f est inférieur à l'avancement maximal x_{max} . Le taux d'avancement final $\tau = x_f/x_{max}$ caractérise l'efficacité de la réaction. La dilution d'une solution d'acide faible augmente le taux d'avancement (loi d'Ostwald). Le pH d'une solution aqueuse est défini par $pH = -\log[H_3O^+]$.



Formules clés

- pH** : $pH = -\log[H_3O^+]$
 Condition : Solution aqueuse diluée.
 Unites : sans unité
- Produit ionique de l'eau** : $K_e = [H_3O^+][HO^-] = 10^{-14}$ à $25^\circ C$
 Condition : Autoprotolyse.
 Unites : —
- Avancement final** : x_f
 Condition : Quantité de H_3O^+ formé à l'équilibre.
 Unites : mol
- Taux d'avancement** : $\tau = \frac{x_f}{x_{max}}$
 Condition : Comparaison avec la réaction totale.
 Unites : % ou sans unité
- Concentration en H_3O^+** : $[H_3O^+] = 10^{-pH}$
 Condition : À $25^\circ C$.
- Unites : $mol L^{-1}$
- Dilution** : $C' = C/f$
 Condition : Facteur de dilution.
 Unites : $mol L^{-1}$
- Relation acide-base** : $K_A = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]}$
 Condition : Couple HA/A^- .
 Unites : —
- Autoprotolyse de l'eau** : $2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HO^-$
 Condition : Équilibre. Unites : —
- Équation de réaction acide-base** : $HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$
 Condition : Acide faible. Unites : —
- Influence de la dilution** : τ augmente quand C diminue.
 Condition : Loi d'Ostwald.
 Unites : —

💡 Astuces pratiques

💡 **Astuce Calcul du pH :**

$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$; vérifier la cohérence.

Exemple : Si $\text{pH}=3$, $[\text{H}_3\text{O}^+]=0.001$ mol/L. Erreur classique : Confondre pH et pOH.

💡 **Astuce Détermination du taux d'avancement :**

Comparer la concentration en H_3O^+ mesurée à la concentration apportée C .

Exemple : Pour un acide fort, $\tau = 1$; pour un acide faible, $\tau < 1$. Erreur classique : Dire qu'un acide faible se dissocie totalement.

💡 **Astuce Effet de la dilution :**

Plus on dilue un acide faible, plus il se dissocie, mais le pH augmente moins que pour un acide fort.

Exemple : Loi d'Ostwald : $\tau \propto 1/\sqrt{C}$ pour un monoacide faible. Erreur classique : Croire que la dilution ne change pas τ .

💡 **Astuce Reconnaître un acide fort/faible :**

Un acide fort est totalement dissocié ; sa base conjuguée est très faible.

Exemple : $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ (fort). Erreur classique : Considérer tous les acides comme forts.

💡 **Astuce Équation de réaction avec l'eau :**

Toujours écrire l'eau comme réactif ou produit.

Exemple : $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$. Erreur classique : Oublier H_2O .

💡 **Astuce Tableau d'avancement :**

Compléter avec les concentrations.

Exemple : État initial : C d'acide, 0 d'ions. Erreur classique : Mettre des quantités en grammes.

💡 **Astuce pH d'une solution neutre :**

À 25°C , $\text{pH} = 7$ car $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7}$ mol/L.

Exemple : Si température différente, le pH de neutralité change. Erreur classique : Dire que $\text{pH}=7$ est toujours neutre.

💡 **Astuce Comparaison acide fort/faible :**

À concentration égale, le pH d'un acide faible est plus élevé que celui d'un acide fort.

Exemple : HCl 0.01 M \rightarrow $\text{pH}=2$; CH_3COOH 0.01 M \rightarrow $\text{pH} \approx 3.4$. Erreur classique : Inverser.

💡 **Astuce Produit ionique de l'eau :**

$K_e = 10^{-14}$ à 25°C , augmente avec la température.

Exemple : À 60°C , $K_e > 10^{-14}$, le pH de neutralité < 7 . Erreur classique : Utiliser 10^{-14} quelle que soit la température.

💡 **Astuce Détermination de x_f :**

$x_f = [\text{H}_3\text{O}^+] \times V$ pour la réaction d'un acide avec l'eau.

Exemple : Si $\text{pH}=2.5$, $[\text{H}_3\text{O}^+]=3.16 \times 10^{-3}$ mol/L. Erreur classique : Oublier de multiplier par le volume.

⚠ Erreurs fatales

⚠ **Confondre x_f et x_{max} :** Pourquoi ? Pour un acide faible, $x_f < x_{\text{max}}$ car la réaction est limitée.

Comment l'éviter : Toujours calculer les deux et comparer.

⚠ **Écrire $\text{pH} = -\log C$ pour un acide faible :**

Pourquoi ? Cette relation n'est valable que pour un acide fort (dissociation totale).

Comment l'éviter : Utiliser la constante d'acidité pour un acide faible.

⚠ **Croire que le taux d'avancement ne dépend pas de la concentration :** Pourquoi ? La dilution

favorise la dissociation pour un acide faible.

Comment l'éviter : Vérifier avec la loi d'Ostwald.

⚠ **Mélanger les couples acide-base :** Pourquoi ?

Un acide réagit avec une base ; identifier les couples mis en jeu.

Comment l'éviter : Écrire les demi-équations.

⚠ **Oublier l'autoprotolyse de l'eau :** Pourquoi ?

Dans les solutions très diluées, l'autoprotolyse apporte des ions H_3O^+ et HO^- .

Comment l'éviter : En tenir compte pour les calculs de pH.

🏆 Stratégie Concours

— Identifier les couples acide-base et écrire l'équation de réaction.

— Calculer x_{max} à partir des quantités initiales.

— Déterminer x_f à partir du pH ou de la conductance.

— Calculer τ et analyser l'effet de la dilution.

— Mots-clés : acide, base, pH, taux d'avancement.

Application Pratique — QCM

Question 1: Un acide selon Brønsted est une espèce capable de :

- A) céder un proton H^+ B) capter un proton H^+ C) céder un électron D) capter un électron E) former un précipité

Question 2: Le pH d'une solution aqueuse est défini par :

- A) $pH = -\log[H_3O^+]$ B) $pH = \log[H_3O^+]$ C) $pH = -\log[HO^-]$ D) $pH = 14 - \log[H_3O^+]$ E) $pH = -\ln[H_3O^+]$

Question 3: Une solution d'acide chlorhydrique 0.01 mol/L a un pH de :

- A) 2 B) 1 C) 3 D) 0.01 E) 12

Question 4: Pour un acide faible, le taux d'avancement final est :

- A) inférieur à 1 B) égal à 1 C) supérieur à 1 D) nul E) impossible à déterminer

Question 5: Lorsqu'on dilue une solution d'acide faible, le taux d'avancement :

- A) augmente B) diminue C) reste constant D) devient nul E) devient supérieur à 1

Question 6: L'autoprotolyse de l'eau correspond à l'équilibre :

- A) $2 H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HO^-$ B) $H_2O \rightleftharpoons H_2 + O_2$ C) $H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_2 + H_2O_2$ D) $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$ E) $H_3O^+ + HO^- \rightleftharpoons 2 H_2O$

Question 7: À 25°C, le produit ionique de l'eau K_e vaut :

- A) 1.0×10^{-14} B) 1.0×10^{-7} C) 7.0 D) 14.0 E) 1.0×10^{-1}

Question 8: Le taux d'avancement final d'une réaction totale est :

- A) 1 B) 0 C) 0.5 D) dépend de la concentration E) -1

Question 9: La réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau s'écrit :

- A) $CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$ B) $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$ C) $CH_3COOH + HO^- \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_2O$ D) $CH_3COO^- + H_3O^+ \rightleftharpoons CH_3COOH + H_2O$ E) $CH_3COOH + H_3O^+ \rightleftharpoons CH_3COOH_2^+$

Question 10: Une solution de pH=3 contient une concentration en ions H_3O^+ de :

- A) 10^{-3} mol/L B) 3 mol/L C) 0.001 mol/mL D) 10^{-11} mol/L E) 10^3 mol/L

Question 11: Un acide fort est caractérisé par :

- A) une dissociation totale dans l'eau B) une dissociation partielle C) un pH basique D) une odeur piquante E) une masse molaire élevée

Question 12: Si le pH d'une solution est 4.7, la concentration en HO^- à 25°C est environ :

- A) 5.0×10^{-10} mol/L B) 2.0×10^{-5} mol/L C) 5.0×10^{-5} mol/L D) 1.0×10^{-7} mol/L E) 4.7 mol/L

Question 13: Le taux d'avancement τ se calcule par :

- A) $\tau = x_f/x_{max}$ B) $\tau = x_{max}/x_f$ C) $\tau = x_f \times x_{max}$ D) $\tau = x_f$ E) $\tau = (x_f - x_{max})/x_{max}$

Question 14: La dilution d'un acide fort :

- A) augmente le pH B) diminue le pH C) ne modifie pas le pH D) rend la solution basique E) diminue le volume

Question 15: Pour une solution neutre à 25°C, le pH vaut :

- A) 7 B) 0 C) 14 D) 1 E) 10

Question 16: Une base selon Brønsted :

- A) capte un proton B) cède un proton C) capte un électron D) est toujours HO^- E) ne réagit pas avec les acides

Question 17: L'avancement maximal x_{max} d'une réaction est déterminé par :

- A) le réactif limitant B) la température C) le pH D) le volume E) la couleur

Question 18: Si on connaît le pH, on déduit x_f pour un acide par :

- A) $x_f = [H_3O^+]V$ B) $x_f = [HO^-]V$ C) $x_f = CV$ D) $x_f = 10^{pH}V$ E) $x_f = pH \times V$

Question 19: La constante d'acidité K_A d'un couple HA/A^- est définie par :

A) $K_A = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]}$ B) $K_A = \frac{[HA]}{[A^-][H_3O^+]}$ C) $K_A = [H_3O^+][HO^-]$ D) $K_A = [HA][H_2O]$ E) $K_A = \frac{[HA]}{[A^-]}$

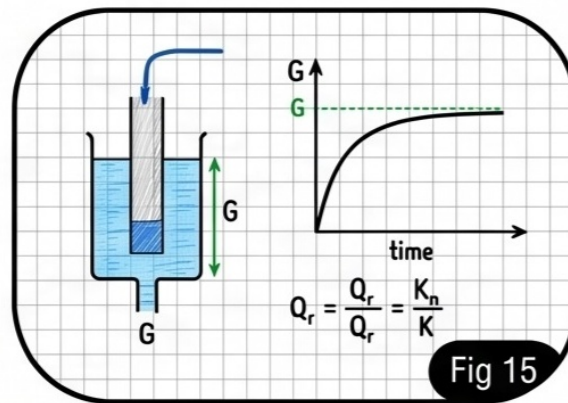
Question 20: L'effet de la dilution sur un acide faible est décrit par :

- A) la loi d'Ostwald B) la loi de Beer-Lambert C) la loi de Hess D) la loi de Le Chatelier E) la loi de Faraday

État d'équilibre d'un système chimique

Rappels

L'équilibre chimique est un état dynamique où les vitesses des réactions directe et inverse sont égales. Le quotient de réaction Q_r exprime le produit des concentrations des produits sur celui des réactifs, chacune élevée à la puissance de son coefficient stœchiométrique. À l'équilibre, $Q_{r,eq} = K$, la constante d'équilibre, qui ne dépend que de la température. La conductance G d'une solution est liée aux concentrations des ions par $G = \frac{1}{R} = \frac{S}{L} \sum \lambda_i [X_i]$, où λ_i est la conductivité ionique molaire.



Formules clés

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <p>⚙ Quotient de réaction : $Q_r = \frac{\prod [\text{produits}]^\nu}{\prod [\text{réactifs}]^\nu}$ Unites : S
Condition : État quelconque.
Unites : —</p> <p>⚙ Constante d'équilibre : $K = Q_{r,eq}$
Condition : Équilibre atteint.
Unites : —</p> <p>⚙ Conductance : $G = \frac{1}{R} = \frac{S}{L} \sum \lambda_i [X_i]$
Condition : Solution ionique.
Unites : S</p> <p>⚙ Conductivité : $\sigma = \sum \lambda_i [X_i]$
Condition : Conductivité molaire.
Unites : $S \cdot m^{-1}$</p> <p>⚙ Relation G et concentrations : $G = k \sum \lambda_i [X_i]$
Condition : Cellule de constante $k = S/L$.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <p>⚙ Taux d'avancement final : $\tau = x_f / x_{max}$
Condition : Dépend de K et de l'état initial.
Unites : %</p> <p>⚙ Équilibre dynamique : $v_{directe} = v_{inverse}$
Condition : Constante macroscopique.
Unites : —</p> <p>⚙ Loi de dilution d'Ostwald : $K = \frac{\tau^2 C_0}{1 - \tau}$
Condition : Monoacide faible.
Unites : —</p> <p>⚙ Influence de la température : $K(T)$ varie
Condition : Loi de Van't Hoff.
Unites : —</p> <p>⚙ Constante d'acidité : K_A
Condition : Couple acide/base.
Unites : —</p> |
|--|---|

💡 Astuces pratiques

💡 **Astuce Calcul de Q_r :**

Écrire les concentrations à un instant donné, sans oublier les solvants (activité=1).

Exemple : Pour la réaction $A + B \rightleftharpoons C$: $Q_r = [C]/([A][B])$. Erreur classique : Inclure l'eau dans l'expression.

💡 **Astuce Comparaison Q_r et K :**

Si $Q_r < K$, évolution dans le sens direct.

Exemple : Si $Q_r > K$, sens inverse. Erreur classique : Inverser.

💡 **Astuce Utilisation de la conductance :**

Étalonner la cellule avec une solution de concentration connue pour déterminer k .

Exemple : Mesurer G , en déduire les concentrations. Erreur classique : Oublier la constante de cellule.

💡 **Astuce Équilibre dynamique :**

Même si les concentrations n'évoluent plus, les réactions se poursuivent à l'échelle microscopique.

Exemple : Analogie du vase qui se vide et se remplit. Erreur classique : Dire que les réactions s'arrêtent.

💡 **Astuce Influence de l'état initial :**

Pour une même valeur de K , le taux d'avancement dépend des proportions initiales.

Exemple : Si on met un excès d'un réactif, τ peut augmenter. Erreur classique : Penser que τ ne dépend que de K .

💡 **Astuce Détermination de K :**

À partir des concentrations à l'équilibre (mesurées par pH, conductance, etc.).

Exemple : Titrage, spectrophotométrie. Erreur classique : Utiliser les concentrations initiales.

💡 **Astuce Conductivité et concentration :**

La conductivité est proportionnelle à la concentration des ions si la dilution est grande.

Exemple : Pour un électrolyte fort, $\sigma = \Lambda C$. Erreur classique : Appliquer à des solutions concentrées sans correction.

💡 **Astuce Loi de Kohlrausch :**

$\Lambda = \Lambda_0 - K\sqrt{C}$ pour les électrolytes forts.

Exemple : Utile pour déterminer Λ_0 par extrapolation. Erreur classique : Ignorer la variation.

💡 **Astuce Équilibre homogène vs hétérogène :**

Dans Q_r , on n'inclut pas les solides et liquides purs. Exemple : $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$: $K = P_{\text{CO}_2}$. Erreur classique : Mettre la concentration du solide.

💡 **Astuce Vérification de l'équilibre :**

Mesurer une grandeur physique au cours du temps ; l'équilibre est atteint quand elle se stabilise.

Exemple : pH, conductance, absorbance. Erreur classique : Confondre avec la fin de la réaction.

⚠ Erreurs fatales

⚠ **Écrire Q_r avec les quantités de matière au lieu des concentrations :** Pourquoi ? Q_r utilise les concentrations (ou pressions partielles).
Comment l'éviter : Diviser par le volume total.

⚠ **Oublier que K dépend de la température :** Pourquoi ? Une modification de température change K , pas une modification de concentration.
Comment l'éviter : Ne pas confondre avec un déplacement d'équilibre.

⚠ **Confondre Q_r et K :** Pourquoi ? Q_r est une valeur instantanée ; K est la valeur à l'équilibre.
Comment l'éviter : Toujours calculer Q_r et com-

parer à K .

⚠ **Utiliser la conductivité sans tenir compte de la dilution :** Pourquoi ? La conductivité molaire varie avec la concentration.

Comment l'éviter : Pour des mesures précises, utiliser la loi de Kohlrausch.

⚠ **Considérer que l'équilibre est statique :** Pourquoi ? L'équilibre chimique est dynamique ; les réactions continuent mais s'équilibrent.

Comment l'éviter : Ne pas dire « la réaction s'arrête ».

🏆 Stratégie Concours

— Écrire l'expression du quotient de réaction avec les concentrations.

— Mesurer ou calculer les concentrations à l'équilibre pour déterminer K .

— Comparer Q_r et K pour prédire le sens d'évolution.

— Utiliser la conductance pour suivre l'évolution des concentrations ioniques.

— Mots-clés : quotient de réaction, constante d'équilibre, conductance.

Application Pratique — QCM

Question 1: Le quotient de réaction Q_r s'exprime en fonction :

- A) des concentrations des espèces dissoutes B) des quantités de matière C) des masses D) des volumes E) des pressions uniquement

Question 2: À l'équilibre chimique, on a :

- A) $Q_r = K$ B) $Q_r < K$ C) $Q_r > K$ D) $Q_r = 0$ E) $Q_r = 1$

Question 3: La constante d'équilibre K dépend :

- A) de la température B) de la concentration initiale C) du volume D) de la pression E) du catalyseur

Question 4: La conductance G d'une solution est proportionnelle :

- A) à la somme des conductivités molaires des ions multipliées par leurs concentrations B) à la température C) à la pression D) au volume E) à la masse

Question 5: Si $Q_r > K$, le système évolue :

- A) dans le sens inverse (vers les réactifs) B) dans le sens direct C) vers une augmentation de Q_r D) il n'évolue pas E) de manière aléatoire

Question 6: L'eau est omise dans l'expression de Q_r car :

- A) son activité est considérée comme constante B) elle ne participe pas à la réaction C) elle est neutre D) elle est pure E) elle n'a pas d'ions

Question 7: La constante d'équilibre d'une réaction acido-basique peut être calculée à partir :

- A) des K_A des couples mis en jeu B) du pH C) de la conductance D) de la couleur E) de la masse volumique

Question 8: Une cellule de conductimétrie est caractérisée par sa constante de cellule $k = S/L$. Si $S = 1 \text{ cm}^2$ et $L = 0.5 \text{ cm}$, k vaut :

- A) 2 cm B) 0.5 cm C) 1 cm^{-1} D) 0.5 cm^{-1} E) 1.5 cm

Question 9: La conductivité molaire ionique λ_i dépend :

- A) de la température et de la concentration B) de la couleur de l'ion C) de la masse de l'ion D) du volume de la solution E) de la pression

Question 10: Pour une réaction donnée, si on augmente la concentration d'un réactif, Q_r :

- A) diminue B) augmente C) reste inchangé D) devient nul E) égale K

Question 11: Le taux d'avancement final d'une réaction non totale dépend :

- A) de la constante K et des conditions initiales B) uniquement de K C) uniquement de la température D) de la pression E) du catalyseur

Question 12: Un équilibre est dynamique car :

- A) les réactions directe et inverse se poursuivent à la même vitesse B) la réaction s'arrête C) les concentrations sont nulles D) le système est au repos E) la température est constante

Question 13: La loi de Kohlrausch s'applique aux :

- A) électrolytes forts B) électrolytes faibles C) gaz D) solides E) catalyseurs

Question 14: La constante d'équilibre d'une réaction de précipitation est appelée :

- A) produit de solubilité K_s B) constante d'acidité C) produit ionique D) constante de formation E) coefficient de partage

Question 15: Si on dilue une solution à l'équilibre, le quotient Q_r initialement :

A) dépend de l'expression de Q_r ; généralement il change, ce qui peut provoquer une évolution

B) reste constant

C) devient nul

D) devient infini

E) égale K

Question 16: La conductance se mesure en :

A) siemens (S) B) ohm (Ω) C) volt (V) D) ampère (A) E) watt (W)

Question 17: L'expression de Q_r pour la réaction $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ est :

A) $Q_r = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$ B) $Q_r = \frac{[A]^a[B]^b}{[C]^c[D]^d}$ C) $Q_r = \frac{[A][B]}{[C][D]}$ D) $Q_r = \frac{[A][B]}{[C][D]}$ E) $Q_r = [C][D] - [A][B]$

Question 18: Pour un équilibre hétérogène, les solides :

A) n'apparaissent pas dans Q_r

B) apparaissent avec leur concentration molaire

C) apparaissent avec leur masse

D) apparaissent avec leur volume

E) sont ignorés totalement

Question 19: La constante d'équilibre K est sans unité si :

A) la somme des coefficients stoechiométriques des produits est égale à celle des réactifs

B) la réaction est totale

C) elle est grande

D) elle est petite

E) il n'y a pas d'ions

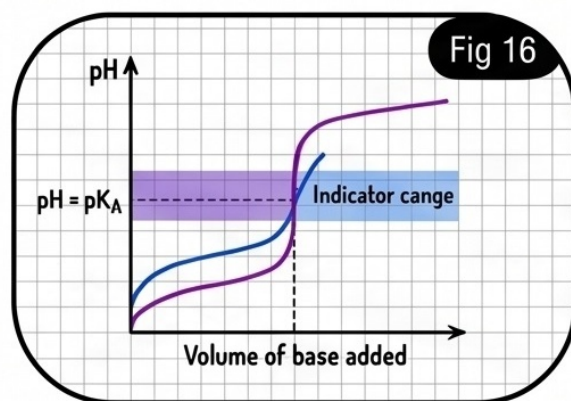
Question 20: La relation entre conductance et concentration des ions est :

A) $G = k \sum \lambda_i [X_i]$ B) $G = \sum [X_i]$ C) $G = \sum \lambda_i$ D) $G = \lambda_i / [X_i]$ E) $G = R/T$

Transformations acido-basiques en solution aqueuse

Rappels

Le produit ionique de l'eau est $K_e = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{HO}^-] = 10^{-14}$ à 25°C , avec $pK_e = 14$. Une solution est acide si $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{HO}^-]$ ($\text{pH} < 7$), basique si $[\text{HO}^-] > [\text{H}_3\text{O}^+]$ ($\text{pH} > 7$). La constante d'acidité $K_A = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]}$ et $pK_A = -\log K_A$. La comparaison du pH et du pK_A d'un couple permet de déterminer l'espèce prédominante : si $\text{pH} < pK_A$, la forme acide prédomine ; si $\text{pH} > pK_A$, la forme basique prédomine. Les courbes de dosage acido-basique (pH -métrique) présentent un saut de pH à l'équivalence, repéré avec un indicateur coloré approprié.



Formules clés

- Produit ionique** : $K_e = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{HO}^-] = 10^{-14}$ à 25°C
 Condition : Autoprotolyse.
 Unites : —
- pK_e** : $pK_e = -\log K_e = 14$ à 25°C
 Condition : Relation.
 Unites : —
- Constante d'acidité** : $K_A = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]}$
 Condition : Couple HA/A⁻.
 Unites : —
- pK_A** : $pK_A = -\log K_A$
 Condition : Force de l'acide.
 Unites : —
- Relation pH et pK_A** : $\text{pH} = pK_A + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$
 Condition : Équation d'Henderson-Hasselbalch.
 Unites : —
- Prédominance** : $[\text{HA}] > [\text{A}^-] \iff \text{pH} < pK_A$
 Condition : Diagramme de prédominance.
 Unites : —
- À l'équivalence** : $n_{\text{acide}} = n_{\text{base}}$
 Condition : Dosage.
 Unites : —
- Indicateur coloré** : $pK_{\text{Ind}} \approx \text{pH}_{\text{équivalence}}$
 Condition : Virage.
 Unites : —
- pH d'une solution tampon** : $\text{pH} = pK_A + \log \frac{C_{\text{base}}}{C_{\text{acide}}}$
 Condition : Mélange équimolaire.
 Unites : —
- Autoprotolyse** : $2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HO}^-$
 Condition : Équilibre.
 Unites : —

💡 Astuces pratiques

💡 Astuce pH à partir de $[H_3O^+]$:

$$[H_3O^+] = 10^{-pH}$$

Exemple : Si $[H_3O^+] = 3.2 \times 10^{-4} \rightarrow pH \approx$

3.5. Erreur classique : Utiliser la formule sans calculatrice.

💡 Astuce Déterminer la nature acide/basique :

Comparer $[H_3O^+]$ et $[HO^-]$ via K_e .

Exemple : À $pH=5$, $[HO^-] = 10^{-9}$ mol/L \rightarrow acide.

Erreur classique : Oublier que la neutralité dépend de la température.

💡 Astuce Constante d'équilibre d'une réaction acido-basique :

$K = \frac{K_{A1}}{K_{A2}}$ si on mélange deux couples.

Exemple : Réaction entre HA_1 et A_2^- : $K = K_{A1}/K_{A2}$. Erreur classique : Inverser.

💡 Astuce Diagramme de prédominance :

Tracer un axe de pH et placer pK_A .

Exemple : Pour l'acide éthanóique $pK_A = 4.8$: $pH < 4.8 \rightarrow CH_3COOH$ prédomine. Erreur

classique : Inverser les domaines.

💡 Astuce Choix de l'indicateur coloré :

Sa zone de virage doit encadrer le pH à l'équivalence.

Exemple : Dosage acide fort-base forte : $pH_E=7 \rightarrow$ BBT (virage 6-7.5). Erreur classique

: Utiliser la phénolphtaléine pour un dosage acide fort-base forte.

💡 Astuce Calcul du pH à l'équivalence :

Pour un dosage acide fort-base forte, $pH=7$; pour acide faible-base forte, $pH > 7$.

Exemple : Acide éthanóique dosé par NaOH : $pH_E \approx 8.7$. Erreur classique : Dire toujours $pH=7$.

💡 Astuce Relation d'Henderson-Hasselbalch :

Valable pour un mélange tampon ou à la demi-équivalence.

Exemple : À la demi-équivalence, $pH = pK_A$. Erreur classique : Utiliser en dehors du domaine de validité.

💡 Astuce Dosage pH-métrique :

Repérer le point d'équivalence par la méthode des tangentes parallèles.

Exemple : Dérivée maximale. Erreur classique : Confondre avec le point de demi-équivalence.

💡 Astuce Effet de la dilution sur le pH :

Pour un acide fort, le pH augmente de 1 par dilution d'un facteur 10.

Exemple : Pour un acide faible, l'augmentation est moindre. Erreur classique : Appliquer la même règle.

💡 Astuce Solution tampon :

Mélange d'acide faible et de sa base conjuguée en proportions voisines.

Exemple : pH varie peu par ajout modéré d'acide ou de base. Erreur classique : Confondre avec une solution neutre.

⚠ Erreurs fatales

⚠ Confondre pH et pK_A :

⚠ Oublier l'autoprotolyse de l'eau dans les solutions très diluées :

Pourquoi ? Pour un acide très dilué ($C < 10^{-6}$ mol/L), le pH tend vers 7.

Comment l'éviter : Prendre en compte les ions de l'eau.

⚠ Écrire la constante d'équilibre d'une réaction acido-basique avec des double flèches et une seule flèche :

Pourquoi ? Si $K \gg 1$, on peut utiliser une simple flèche.

Comment l'éviter : Adapter la notation.

⚠ Utiliser un indicateur dont la zone de virage ne contient pas le pH à l'équivalence :

Pourquoi ? Le virage ne sera pas net.

Comment l'éviter : Choisir un indicateur approprié.

⚠ Croire que le pH d'un acide faible ne dépend que de sa concentration :

Pourquoi ? Il dépend aussi de son pK_A .

Comment l'éviter : Utiliser la formule adaptée.

🏆 Strategie Concours

— Identifier les couples mis en jeu et écrire les demi-équations.

— Calculer la constante de la réaction à partir des K_A .

— Déterminer les espèces prédominantes via le dia-

gramme de prédominance.

— Exploiter la courbe de dosage : volume équivalent, pH à la demi-équivalence.

— Mots-clés : pH, pK_A , *quivalence*, *indicateur coloré*.

Application Pratique — QCM

Question 1: À 25°C, le produit ionique de l'eau est :

- A) $K_e = 10^{-14}$ B) $K_e = 10^{-7}$ C) $K_e = 14$ D) $K_e = 7$ E) $K_e = 1$

Question 2: Une solution de pH=3 à 25°C est :

- A) acide B) basique C) neutre D) impossible E) amphotère

Question 3: La constante d'acidité K_A d'un couple HA/A⁻ est :

- A) $K_A = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]}$ B) $K_A = \frac{[HA]}{[A^-][H_3O^+]}$ C) $K_A = [HA][H_3O^+]$ D) $K_A = [A^-][H_3O^-]$ E) $K_A = [HA]/[A^-]$

Question 4: Si pH < pK_A, l'espèce dominante est :

- A) la forme acide HA B) la forme basique A⁻ C) les deux en quantités égales D) l'eau E) l'ion HO⁻

Question 5: Un indicateur coloré convient pour un dosage si :

- A) sa zone de virage encadre le pH à l'équivalence B) il est rouge C) il est bon marché D) il est incolore E) il est universel

Question 6: À la demi-équivalence d'un dosage acide faible-base forte, le pH est égal :

- A) au pK_A de l'acide B) à 7 C) à 14 D) à 0 E) au pK_e

Question 7: La relation d'Henderson-Hasselbalch est :

- A) pH = pK_A + log([A⁻]/[HA]) B) pH = pK_A - log([A⁻]/[HA]) C) pH = pK_A D) pH = 14 - pK_A E) pH = log([HA]/[A⁻])

Question 8: Le pH d'une solution tampon :

- A) varie peu lors de l'ajout modéré d'acide ou de base B) varie fortement C) est toujours égal à 7 D) est toujours basique E) est toujours acide

Question 9: Pour un dosage acide fort-base forte, le pH à l'équivalence est :

- A) 7 B) >7 C) <7 D) 0 E) 14

Question 10: L'équation du dosage d'un acide HA par la soude s'écrit :

- A) HA + HO⁻ → A⁻ + H₂O B) HA + HO⁻ → A⁻ + H₃O⁺ C) HA + H₂O → A⁻ + H₃O⁺ D) HA + Na⁺ → NaA + H⁺ E) HA + NaOH → H₂O + NaA

Question 11: Le pK_A de l'acide éthanoïque est 4.8. pH = 5.8, l'espèce dominante est :

- A) CH₃COO⁻ B) CH₃COOH C) H₃O⁺ D) HO⁻ E) Na⁺

Question 12: La constante d'équilibre de la réaction entre un acide HA₁ et une base A₂⁻ est :

- A) $K = K_{A1}/K_{A2}$ B) $K = K_{A2}/K_{A1}$ C) $K = K_{A1} \times K_{A2}$ D) $K = 1$ E) $K = K_e$

Question 13: Un acide fort dans l'eau se caractérise par :

- A) un pK_A négatif ou très faible B) un pK_A élevé C) une dissociation partielle D) une couleur vive E) une odeur forte

Question 14: Le pH d'une solution d'acide fort de concentration C est :

- A) pH = -log C B) pH = $\frac{1}{2}(pK_A - \log C)$ C) pH = 7 D) pH = 14 + log C E) pH = -log(2C)

Question 15: Dans un dosage acide-base, l'équivalence correspond à :

- A) l'égalité des quantités d'acide et de base B) le pH=7 C) le virage de l'indicateur D) la température maximale E) la conductivité nulle

Question 16: La zone de virage de la phénolphthaléine est environ :

- A) 8.2 - 10.0 B) 4.4 - 6.2 C) 6.0 - 7.6 D) 1.2 - 2.8 E) 12 - 14

Question 17: Une solution de pH=9 a une concentration en HO⁻ de :

- A) 10⁻⁵ mol/L B) 10⁻⁹ mol/L C) 10⁵ mol/L D) 9 mol/L E) 5 mol/L

Question 18: Le diagramme de prédominance d'un couple HA/A⁻ place :

A) HA à gauche ($\text{pH} < \text{pK}_A$), A^- à droite ($\text{pH} > \text{pK}_A$) B) A^- à gauche, HA à droite C) les deux partout D) uniquement HA E) uniquement A^-

Question 19: Lors du dosage d'un acide faible par une base forte, le pH initial est :

A) supérieur à celui d'un acide fort de même concentration B) inférieur à celui d'un acide fort C) égal à 7 D) égal à pK_A E) indéterminé

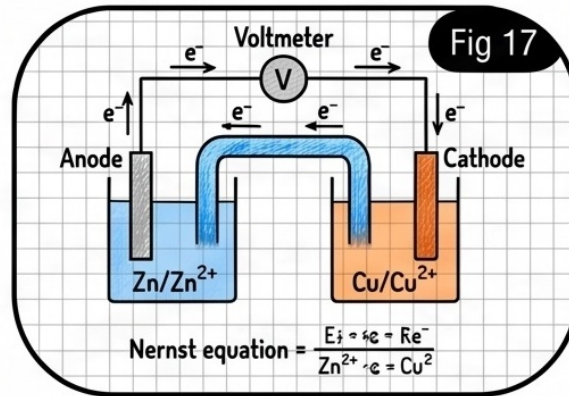
Question 20: Le point d'équivalence sur une courbe de dosage pH-métrique est repéré par :

A) le maximum de la dérivée $\text{d pH}/\text{d V}$ B) le point où $\text{pH}=7$ C) le minimum de pH D) la première dérivée nulle E) le point d'inflexion de la conductance

Sens d'évolution d'un système chimique

Rappels

Le critère d'évolution spontanée d'un système chimique est basé sur la comparaison du quotient de réaction Q_r avec la constante d'équilibre K . Si $Q_r < K$, le système évolue dans le sens direct ; si $Q_r > K$, dans le sens inverse ; si $Q_r = K$, l'équilibre est atteint. Cette règle s'applique également aux piles électrochimiques. Le schéma conventionnel d'une pile est : (—) anode | électrolyte 1 || électrolyte 2 | cathode (+). Le sens du courant électrique est de la cathode vers l'anode dans le circuit extérieur ; à l'intérieur, les porteurs de charge (anions et cations) assurent la conduction ionique. La quantité d'électricité débitée est $Q = n_e F = I \Delta t$, où $F = 96\,485 \text{ C mol}^{-1}$ est la constante de Faraday.



Formules clés

⚙️ **Critère d'évolution** : $Q_r < K \Rightarrow$ sens direct
Condition : Réaction chimique.

Unités : —

⚙️ **Quotient de réaction pile** : $Q_r = \prod [\text{ions}]^\nu$
Condition : Pile en fonctionnement.

Unités : —

⚙️ **Force électromotrice (f.é.m.)** : $E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln Q_r$

Condition : Équation de Nernst.

Unités : V

⚙️ **Relation charge-quantité** : $Q = n_e F$

Condition : Électrolyse.

Unités : C

⚙️ **Constante de Faraday** : $F = 96\,485 \text{ C mol}^{-1}$

Condition : Charge d'une mole d'électrons.

Unités : C mol^{-1}

⚙️ **Lien intensité-durée** : $Q = I \Delta t$

Condition : Courant constant.

Unités : C

⚙️ **Avancement et électricité** : $x = \frac{I \Delta t}{nF}$

Condition : Réaction électrochimique.

Unités : mol

⚙️ **Schéma conventionnel** : — anode | électrolyte || électrolyte

Condition : Pile.

Unités : —

⚙️ **Polarité d'une pile** : Anode : oxydation(ple — —); Cathode : rduction(ple+)

Condition : Fonctionnement.

Unités : —

⚙️ **Sens du courant** : Cathode \rightarrow anode (circuit extérieur)

Condition : Convention générateur.

Unités : —

💡 Astuces pratiques

💡 **Astuce Calcul de Q_r pour une pile :**

Utiliser les concentrations des espèces ioniques, en excluant les solides.

Exemple : Pile Daniell : $\text{Zn(s)} \mid \text{Zn}^{2+} \parallel \text{Cu}^{2+} \mid \text{Cu(s)}$
 $\rightarrow Q_r = [\text{Zn}^{2+}]/[\text{Cu}^{2+}]$. Erreur classique : Inclure les solides.

💡 **Astuce Sens d'évolution :**

Si la f.é.m. E est positive, la réaction spontanée est celle de la pile.

Exemple : Si $E > 0$, le sens spontané correspond à la réaction directe. Erreur classique : Inverser si $E < 0$.

💡 **Astuce Détermination du sens du courant :**

Les électrons vont de l'anode (—) à la cathode (+) dans le circuit extérieur.

Exemple : Le courant conventionnel va dans le sens opposé. Erreur classique : Confondre les deux.

💡 **Astuce Calcul de la quantité de matière transformée :**

Utiliser la relation $x = \frac{I\Delta t}{nF}$.

Exemple : Si $I = 0.1 \text{ A}$, $\Delta t = 3600 \text{ s}$, $n = 2 \rightarrow x = 0.1 \times 3600 / (2 \times 96485) \approx 1.9 \times 10^{-3} \text{ mol}$. Erreur classique : Oublier n .

💡 **Astuce Schéma de la pile :**

Toujours écrire les phases : solide | solution || solution | solide.

Exemple : $\text{Zn} \mid \text{Zn}^{2+} (1 \text{ M}) \parallel \text{Cu}^{2+} (1 \text{ M}) \mid \text{Cu}$.
 Erreur classique : Mettre les électrodes à droite ou

à gauche sans respecter l'ordre.

💡 **Astuce Critère d'évolution spontanée :**

Si on mélange des réactifs, calculer Q_r initial et comparer à K .

Exemple : $K = 10^4$, $Q_r = 10^2 \rightarrow$ évolution sens direct. Erreur classique : Comparer les concentrations sans utiliser Q_r .

💡 **Astuce Pile et générateur :**

La pile convertit l'énergie chimique en énergie électrique.

Exemple : Les réactions aux électrodes sont spontanées. Erreur classique : Dire que la pile a besoin d'un générateur extérieur.

💡 **Astuce Constante de Faraday :**

$F = N_A e$; un électron porte $1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$.

Exemple : 1 mole d'électrons = 96485 C. Erreur classique : Utiliser 96500 C/mol en approximation.

💡 **Astuce Équation de Nernst :**

Pour une demi-équation : $E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[\text{Ox}]}{[\text{Red}]}$.

Exemple : À 25°C , $\frac{RT}{F} \ln 10 \approx 0.059 \text{ V}$. Erreur classique : Oublier le signe.

💡 **Astuce Sens de déplacement des ions dans le pont salin :**

Les cations migrent vers la cathode, les anions vers l'anode pour maintenir l'électronéutralité.

Exemple : K^+ vers cathode, Cl^- vers anode. Erreur classique : Inverser.

⚠ Erreurs fatales

⚠ **Confondre anode et cathode :** Pourquoi ? Dans une pile, l'anode est le siège de l'oxydation (pôle —); la cathode, de la réduction (pôle +).

Comment l'éviter : Mnémo : « Anode Oxydation » (voyelles a-o-o).

⚠ **Oublier le pont salin dans le schéma :** Pourquoi ? Il assure la conduction ionique et la fermeture du circuit.

Comment l'éviter : Toujours représenter deux béchers reliés par un pont salin.

⚠ **Utiliser $Q = It$ sans convertir les unités :** Pourquoi ? I en ampères, t en secondes.

Comment l'éviter : Si t est en heures, convertir en

secondes.

⚠ **Calculer la f.é.m. avec Q_r mal exprimé :** Pourquoi ? Vérifier les coefficients stœchiométriques et l'absence des solides.

Comment l'éviter : Écrire correctement l'expression.

⚠ **Croire que le sens du courant dans la pile est le même que celui des électrons :** Pourquoi ? Les électrons circulent de l'anode vers la cathode dans le circuit extérieur; le courant conventionnel est opposé.

Comment l'éviter : Bien distinguer les deux.

🏆 Stratégie Concours

— Écrire les demi-équations et l'équation bilan de la pile.

— Calculer Q_r initial pour déterminer le sens d'évolution spontanée.

— Relier la quantité d'électricité à l'avancement.

— Utiliser l'équation de Nernst pour calculer la f.é.m.

— Mots-clés : pile, anode, cathode, quotient de réaction, Faraday.

Application Pratique — QCM

Question 1: Dans une pile électrochimique, l'anode est :

- A) le siège de l'oxydation B) le siège de la réduction C) toujours en cuivre D) le pôle positif E) l'électrode de référence

Question 2: Le courant conventionnel sort de la pile par :

- A) la cathode (+) B) l'anode (—) C) le pont salin D) l'électrolyte E) le voltmètre

Question 3: La constante de Faraday F représente :

- A) la charge d'une mole d'électrons B) la charge d'un électron C) la résistance interne de la pile D) la tension à vide E) la capacité

Question 4: La relation entre la quantité d'électricité Q et l'intensité I est :

- A) $Q = It$ B) $Q = I/t$ C) $Q = I^2t$ D) $Q = t/I$ E) $Q = I + t$

Question 5: Si $Q_r < K$, le système évolue :

- A) dans le sens direct B) dans le sens inverse C) il n'évolue pas D) vers une diminution de Q_r E) de façon aléatoire

Question 6: Dans une pile, le pont salin sert à :

- A) fermer le circuit et assurer la conduction ionique B) mesurer la tension C) accélérer la réaction D) protéger contre les surtensions E) refroidir

Question 7: L'équation de Nernst pour un couple Ox/Red s'écrit :

- A) $E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[\text{Ox}]}{[\text{Red}]}$ B) $E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln \frac{[\text{Ox}]}{[\text{Red}]}$ C) $E = E^0 + \frac{nF}{RT} \ln \frac{[\text{Red}]}{[\text{Ox}]}$ D) $E = E^0 + RT \ln Q_r$ E) $E = E^0 - RT \ln Q_r$

Question 8: Si la f.é.m. d'une pile est positive, la réaction de la pile est :

- A) spontanée dans le sens considéré B) non spontanée C) impossible D) inverse E) électrolytique

Question 9: Pour la pile Daniell ($\text{Zn}/\text{Zn}^{2+} // \text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$), l'électrode de zinc est :

- A) l'anode B) la cathode C) le pôle + D) inerte E) le pont salin

Question 10: La quantité d'électricité ayant traversé un circuit pendant 1 heure sous 0.5 A est :

- A) 1800 C B) 0.5 C C) 3600 C D) 7200 C E) 96500 C

Question 11: Dans le schéma conventionnel d'une pile, la double barre || représente :

- A) le pont salin B) l'électrode de verre C) la membrane D) le voltmètre E) la résistance

Question 12: Si on augmente la concentration des ions de l'anode dans une pile, la f.é.m. :

- A) diminue B) augmente C) reste constante D) s'annule E) change de signe

Question 13: Les électrons dans une pile circulent :

- A) de l'anode vers la cathode à l'extérieur B) de la cathode vers l'anode à l'extérieur C) dans l'électrolyte D) dans le pont salin E) ils ne circulent pas

Question 14: L'équation bilan d'une pile est la somme :

- A) des deux demi-équations équilibrées avec les électrons éliminés B) des concentrations C) des potentiels D) des résistances E) des masses

Question 15: La charge d'une mole d'électrons est :

- A) 96485 C B) 1 C C) 1.6×10^{-19} C D) 6.02×10^{23} C E) 96500 J

Question 16: Une pile en fonctionnement voit ses concentrations évoluer :

- A) les réactifs diminuent B) les produits diminuent C) rien ne change D) la température augmente E) le volume diminue

Question 17: Le signe du pôle d'une électrode dans une pile est déterminé par :

- A) le sens de la réaction spontanée B) la masse de l'électrode C) la couleur de la solution D) la température E) le volume de l'électrolyte

Question 18: La f.é.m. standard d'une pile est :

- A) $E^0 = E_{\text{cathode}}^0 - E_{\text{anode}}^0$ B) $E^0 = E_{\text{anode}}^0 - E_{\text{cathode}}^0$ C) $E^0 = E_{\text{cathode}}^0 + E_{\text{anode}}^0$ D) $E^0 = 0$ E) $E^0 = 1 \text{ V}$

Question 19: L'avancement x d'une réaction électrochimique est relié à I et t par :

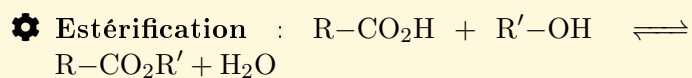
- A) $x = \frac{It}{nF}$ B) $x = nFit$ C) $x = \frac{nF}{It}$ D) $x = \frac{I}{nFt}$ E) $x = ItF$

Question 20: Une pile s'arrête de fonctionner lorsque :

- A) les concentrations des espèces actives deviennent telles que $Q_r = K$ B) le pont salin est vide C) la température baisse D) on ajoute un catalyseur E) la solution se colore

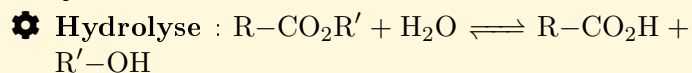
Réactions d'estérification et d'hydrolyse

📖 Formules clés



Condition : Lente et limitée.

Unites : —



Condition : Inverse.

Unites : —

⚙️ **Constante** : $K = \frac{[\text{ester}][H_2O]}{[\text{acide}][\text{alcool}]}$

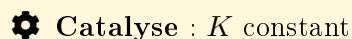
Condition : Équilibre.

Unites : —

⚙️ **Rendement** : $\eta = \frac{n_{\text{exp}}}{n_{\text{th}}}$

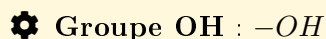
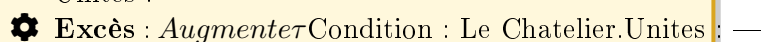
Condition : Synthèse.

Unites : %



Condition : Catalyseur.

Unites : —



Condition : Alcool.

Unites : —



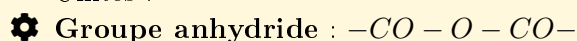
Condition : Acide.

Unites : —



Condition : Ester.

Unites : —



Condition : Anhydride.

Unites : —

💡 Astuces pratiques

💡 **Astuce Nommer ester** :

Nom alcool + acide.

Exemple : Ethanoate d'éthyle. Erreur classique :

Inverser.

💡 **Astuce Catalyse** :

Augmente la vitesse sans changer K .

Exemple : H_2SO_4 . Erreur classique : Dire K

augmente.

💡 **Astuce Hydrolyse** :

Réaction inverse en milieu acide.

Exemple : H_2O excès. Erreur classique : Dire

totale.

💡 **Astuce Rendement** :

Toujours en %.

Exemple : $n_{\text{exp}}/n_{\text{th}}$. Erreur classique : Oublier %.

💡 **Astuce Excès** :

Excès d'un réactif déplace l'équilibre.

Exemple : Alcool en excès. Erreur classique : Dire aucun effet.

💡 **Astuce Montage** :

Chauffage à reflux pour éviter pertes.

Exemple : Condenser. Erreur classique : Chauffer à sec.

💡 **Astuce Identifier** :

Repérer $-CO_2R$.

Exemple : Fonction ester. Erreur classique :

Confondre avec éther.

💡 **Astuce Constante** :

K dépend de T .

Exemple : Préciser température. Erreur classique :

Dire indépendante de T .

💡 **Astuce Nommer** :

Max 5 carbones.

Exemple : Propanoate de méthyle. Erreur

classique : Nom incorrect.

💡 **Astuce Mélange** :

Utiliser tableau d'avancement.

Exemple : ξ . Erreur classique : Oublier.

⚠️ Erreurs fatales

⚠️ **Rendement** >100% : Pourquoi ? Mauvais calcul.

Comment l'éviter : Toujours comparer à n_{th} .

⚠️ **Équilibre** : Pourquoi ? Dire réaction totale.

Comment l'éviter : Estérification limitée.

⚠️ **Catalyse** : Pourquoi ? Dire catalyseur consommé.

Comment l'éviter : Catalyseur régénéré.

 Strategie Concours

- Écrire l'équation d'estérification.
- Utiliser K et tableau d'avancement.

- Mots-clés : catalyse, rendement.
- Réponse flash : $\eta = n_{\text{exp}}/n_{\text{th}}$.

Application Pratique — QCM

Question 1: L'estérification est une réaction :

- A) totale B) limitée C) très rapide D) exothermique E) Aucune

Question 2: Le rendement d'une synthèse est $\eta = \frac{n_{\text{exp}}}{n_{\text{th}}}$. Si on a obtenu 0.12 mol d'ester à partir de 0.2 mol d'acide (en supposant un rendement théorique de 0.2 mol), le rendement est :

- A) 60 % B) 80 % C) 100 % D) 40 % E) Aucune

Question 3: Un catalyseur :

- A) augmente K B) diminue K C) ne modifie pas K D) détruit le produit E) Aucune

Question 4: L'hydrolyse basique d'un ester est :

- A) totale B) limitée C) lente D) irréversible E) Aucune

Question 5: Pour augmenter le rendement de l'estérification, on peut :

- A) ajouter de l'eau B) éliminer l'eau C) ajouter un catalyseur D) diminuer la température E) Aucune

Question 6: La constante d'équilibre K de l'estérification à 25°C est voisine de :

- A) 4 B) 0.25 C) 1 D) 100 E) Aucune

Question 7: Le mécanisme de l'estérification en milieu acide implique :

- A) La formation d'un intermédiaire tétraédrique B) Une rupture homolytique C) Un carbocation stable D) Une réaction radicalaire E) Aucune

Question 8: L'ester éthanoate d'éthyle a pour formule brute :

- A) $C_4H_8O_2$ B) $C_3H_6O_2$ C) $C_4H_{10}O$ D) $C_2H_4O_2$ E) Aucune

Question 9: La saponification est une hydrolyse :

- A) Basique totale B) Acide limitée C) Neutre D) En milieu oxydant E) Aucune

Question 10: Le déplacement de l'équilibre d'estérification par excès d'alcool s'explique par :

- A) La loi de Le Chatelier B) La loi d'Arrhenius C) La loi de Hess D) La loi de Faraday E) Aucune

Question 11: Un ester insoluble dans l'eau peut être séparé par :

- A) Décantation B) Distillation C) Filtration D) Évaporation E) Aucune

Question 12: Le groupe caractéristique d'un ester est :

- A) $-CO_2R$ B) $-OH$ C) $-CO_2H$ D) $-CHO$ E) Aucune

Question 13: La réaction d'un anhydride d'acide avec un alcool donne :

- A) Un ester et un acide carboxylique B) Un ester et de l'eau C) Un acide et un aldéhyde D) Un éther E) Aucune

Question 14: Le rendement théorique maximal d'une estérification équimolaire est limité par :

- A) La constante d'équilibre K B) La température uniquement C) Le catalyseur D) La pression E) Aucune

Question 15: L'hydrolyse d'un ester en milieu acide est :

- A) La réaction inverse de l'estérification B) Une réaction différente C) Une oxydoréduction D) Une substitution nucléophile aromatique E) Aucune

Question 16: Le catalyseur H_2SO_4 dans l'estérification sert à :

- A) Protomer le carbonyle et faciliter l'attaque nucléophile B) Oxyder l'alcool C) Réduire l'acide D) Neutraliser le milieu E) Aucune

Question 17: Un ester de masse molaire $M = 88 \text{ g mol}^{-1}$ obtenu à 0.1 mol a une masse de :

- A) 8.8 g B) 88 g C) 0.88 g D) 880 g E) Aucune

Question 18: La formule du propanoate de méthyle est :

- A) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CO}_2\text{CH}_3$ B) $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ C) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CO}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ D) $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{CH}_3$ E) Aucune

Question 19: La constante d'équilibre de l'estérification est indépendante :

- A) De la présence du catalyseur B) De la température C) Des concentrations initiales D) Du volume E) Aucune

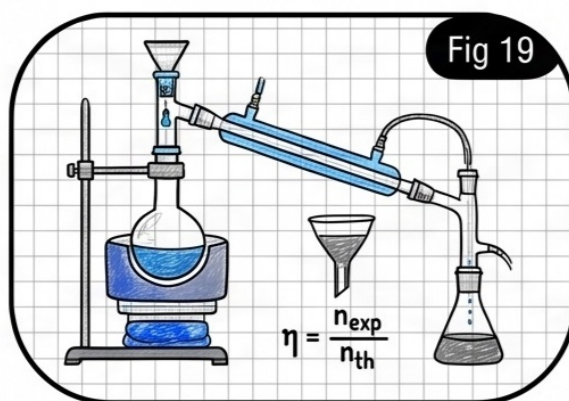
Question 20: Le chauffage à reflux dans la synthèse d'un ester permet d' :

- A) Accélérer la réaction sans perdre de réactifs B) Faire bouillir l'eau formée C) Évaporer l'ester D) Oxyder l'alcool E) Aucune

Contrôle par changement de réactif ou catalyse

Rappels

Pour améliorer le rendement d'une synthèse, on peut modifier les réactifs (utiliser un anhydride d'acide au lieu d'un acide carboxylique pour une estérification rapide et totale) ou employer un catalyseur. La purification du produit fait appel à des techniques comme le chauffage à reflux, la distillation fractionnée, la cristallisation, la filtration sous vide. Le rendement se calcule par $\eta = \frac{m_{\text{exp}}}{m_{\text{th}}}$ ou en quantité de matière.



Formules clés

⚙️ **Rendement** : $\eta = \frac{m_{\text{exp}}}{m_{\text{th}}}$

Condition : Synthèse.

Unites : %

⚙️ **Chauffage à reflux** : $T = \text{constante}$

Condition : Montage.

Unites : —

⚙️ **Distillation** : T_b

Condition : Séparation.

Unites : °C

⚙️ **Filtration** : ΔP

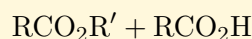
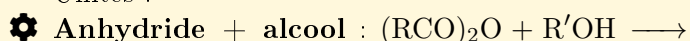
Condition : Sous vide.

Unites : Pa

⚙️ **Cristallisation** : $S \downarrow$ quand $T \downarrow$

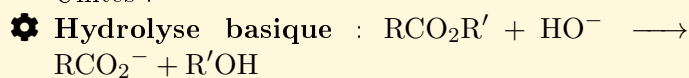
Condition : Solubilité.

Unites : —



Condition : Rapide totale.

Unites : —



Condition : Totale.

Unites : —

⚙️ **Sécurité** : *EPI*

Condition : Gants + lunettes.

Unites : —

⚙️ **Bilan** : $n = \frac{m}{M}$

Condition : Quantité.

Unites : mol

⚙️ **Excès** : ξ_{max}

Condition : Réactif limitant.

Unites : —

💡 Astuces pratiques

💡 **Astuce Choix matériel :**

Reflux pour accélérer sans pertes.
Exemple : Condenseur. Erreur classique : Chauffer sans reflux.

💡 **Astuce Sécurité :**

Toujours lunettes + gants.
Exemple : Règle labo. Erreur classique : Négliger sécurité.

💡 **Astuce Rendement :**

Identifier réactif limitant.
Exemple : Calculer ξ_{\max} . Erreur classique : Utiliser réactif en excès.

💡 **Astuce Distillation :**

Séparer sur température d'ébullition.
Exemple : Deux liquides. Erreur classique : Confondre avec décantation.

💡 **Astuce Cristallisation :**

Refroidir lentement.
Exemple : Cristaux propres. Erreur classique : Refroidir trop vite.

💡 **Astuce Hydrolyse basique :**

Réaction totale.
Exemple : Pas d'équilibre. Erreur classique : Dire limitée.

💡 **Astuce Anhydride :**

Très réactif, rapide.
Exemple : Utiliser sous hotte. Erreur classique : Dire lente.

💡 **Astuce Filtration :**

Sous vide pour accélérer.
Exemple : Büchner. Erreur classique : Utiliser filtre ordinaire.

💡 **Astuce Calcul :**

Utiliser $m = Mn$.
Exemple : $M = 60, n = 0.2 \rightarrow m = 12 g$. Erreur classique : Diviser.

💡 **Astuce Rendement :**

Rendement $< 100\%$.
Exemple : Toujours. Erreur classique : Dire rendement = 100% .

⚠ Erreurs fatales

⚠ **Réactif limitant** : Pourquoi ? Confondre limitant et excès.

Comment l'éviter : Comparer n/ν .

⚠ **Matériel** : Pourquoi ? Utiliser distillation pour

solides.

Comment l'éviter : Choisir filtration/cristallisation.

⚠ **Sécurité** : Pourquoi ? Oublier hotte.

Comment l'éviter : Respecter protocole.

🏆 Strategie Concours

— Identifier objectif (séparer, accélérer).

— Choisir le montage approprié.

— Mots-clés : reflux, rendement.

— Réponse flash : calculer η après ξ_{\max} .

Application Pratique — QCM

Question 1: Le chauffage à reflux est utilisé pour :

- A) augmenter la pression B) éviter la perte de vapeurs C) refroidir le milieu D) distiller E) Aucune

Question 2: La distillation permet de séparer :

- A) deux solides B) deux liquides miscibles C) un liquide et un solide D) des gaz E) Aucune

Question 3: Le rendement d'une synthèse est toujours :

- A) supérieur à 100 % B) inférieur à 100 % C) égal à 100 % D) nul E) Aucune

Question 4: Le réactif limitant est celui qui :

- A) est en excès B) est entièrement consommé C) est le plus abondant D) est le moins cher E) Aucune

Question 5: L'hydrolyse basique d'un ester est :

- A) limitée B) totale C) nécessite un catalyseur D) lente E) Aucune

Question 6: Un anhydride d'acide réagit avec un alcool :

- A) Rapidement et de manière totale B) Lentement et de manière limitée C) Pas du tout D) Uniquement en présence de catalyseur E) Aucune

Question 7: La cristallisation permet d'obtenir un produit :

- A) Pur B) En mélange C) Liquide D) Gazeux E) Aucune

Question 8: La filtration sous vide utilise un entonnoir :

- A) Büchner B) Décantation C) Erlenmeyer D) Burette E) Aucune

Question 9: Le choix d'un réactif en excès vise à :

- A) Déplacer l'équilibre vers les produits B) Diminuer la vitesse C) Économiser de l'argent D) Réduire la température E) Aucune

Question 10: La température d'ébullition d'un composé pur :

- A) Est constante à pression donnée B) Varie avec le volume C) Varie avec la quantité D) Dépend du catalyseur E) Aucune

Question 11: La décantation sépare :

- A) Deux liquides non miscibles B) Deux solides C) Deux gaz D) Un liquide et un solide E) Aucune

Question 12: La chromatographie sur couche mince (CCM) sert à :

- A) Vérifier la pureté d'un produit B) Mesurer la masse C) Mesurer le pH D) Séparer des gaz E) Aucune

Question 13: Un montage de distillation fractionnée est nécessaire si :

- A) Les températures d'ébullition sont proches B) Les liquides sont très volatils C) Les liquides sont colorés D) Les liquides sont acides E) Aucune

Question 14: La sécurité en laboratoire impose de :

- A) Porter des lunettes et un blouse B) Manger dans le labo C) Travailler sans hotte D) Jeter les produits dans l'évier E) Aucune

Question 15: Le rendement d'une synthèse dépend de :

- A) La pureté des réactifs et les conditions opératoires B) La couleur du produit C) La masse du catalyseur D) Le volume du labo E) Aucune

Question 16: La saponification est réalisée en milieu :

- A) Basique B) Acide C) Neutre D) Oxydant E) Aucune

Question 17: Le contrôle d'une réaction par changement de réactif signifie :

- A) Utiliser un réactif différent pour une voie plus efficace B) Changer la température C) Changer le solvant D) Ajouter un inhibiteur E) Aucune

Question 18: La purification par recristallisation repose sur :

- A) La variation de solubilité avec la température B) La distillation C) La filtration D) La décantation E) Aucune

Question 19: Le chlorure d'acyle réagit avec un alcool pour donner :

- A) Un ester et HCl B) Un ester et H₂O C) Un anhydride D) Un acide E) Aucune

Question 20: La chromatographie en phase gazeuse (CPG) permet de séparer :

- A) Des composés volatils B) Des sels ioniques C) Des polymères D) Des métaux E) Aucune

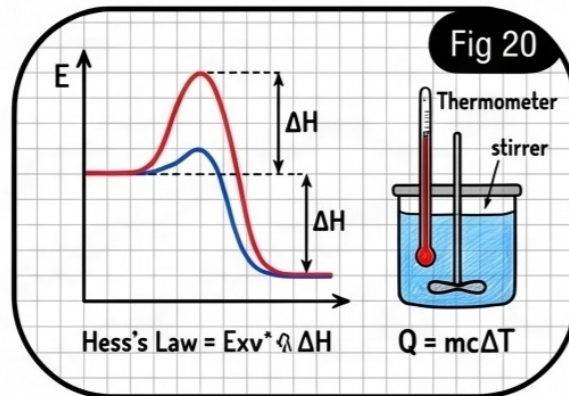
Question 21: Le réactif limitant d'une synthèse d'ester avec 0.2 mol d'acide et 0.5 mol d'alcool est :

- A) L'acide B) L'alcool C) Les deux D) Aucun E) Aucune

Thermochimie

Rappels

La thermochimie étudie les échanges thermiques associés aux transformations physiques et chimiques. La quantité de chaleur échangée à pression constante est égale à la variation d'enthalpie ΔH . Une réaction est exothermique si $\Delta H < 0$ (chaleur dégagée), endothermique si $\Delta H > 0$. La loi de Hess permet de calculer ΔH d'une réaction comme la somme des ΔH de réactions intermédiaires. Les enthalpies standard de formation permettent de déterminer l'enthalpie standard de réaction.



Formules clés

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ⚙ Chaleur : $Q = mc\Delta T$
Condition : Calorimétrie.
Unites : J ⚙ Enthalpie : $\Delta H = Q_p$
Condition : Pression constante.
Unites : J ⚙ Exothermique : $\Delta H < 0$
Condition : Libère énergie.
Unites : — ⚙ Endothermique : $\Delta H > 0$
Condition : Absorbe énergie.
Unites : — ⚙ Loi de Hess : $\Delta H_{\text{tot}} = \sum \Delta H_i$
Condition : Chemin indépendant.
Unites : J | <ul style="list-style-type: none"> ⚙ Enthalpie standard : $\Delta H^\circ = \sum \nu \Delta H_f^\circ$
Condition : Réaction.
Unites : J ⚙ Système : $S + M$
Condition : Système + milieu.
Unites : — ⚙ Capacité : $C = mc$
Condition : Capacité thermique.
Unites : JK^{-1} ⚙ Sens échange : $Si\Delta T > 0, Q$
reçuCondition : Signe. Unites : — ⚙ Énergie : $1\text{cal} = 4.18\text{J}$
Condition : Conversion.
Unites : J |
|--|--|

💡 Astuces pratiques

💡 **Astuce Calorimétrie :**

Toujours convertir en kelvin si besoin.

Exemple : ΔT identique. Erreur classique :

Confondre °C et K.

💡 **Astuce Signe :**

Exothermique : chaleur vers milieu.

Exemple : $\Delta H \ll 0$. Erreur classique : Inverser signe.

💡 **Astuce Hess :**

Additionner les réactions.

Exemple : Inverser si besoin. Erreur classique :

Oublier coefficients.

💡 **Astuce Enthalpie standard :**

Utiliser ΔH_f° tabulées.

Exemple : Somme produits - réactifs. Erreur

classique : Inverser.

💡 **Astuce Calorimètre :**

Système isolé.

Exemple : $Q_{\text{perdu}} = Q_{\text{gagné}}$. Erreur classique :

Oublier pertes.

💡 **Astuce Capacité :**

$C = mc$.

Exemple : $m = 200 \text{ g}$, $c = 4.18$. Erreur classique :

Utiliser m/c .

💡 **Astuce Echanges :**

$Q = mc\Delta T$.

Exemple : Calcul direct. Erreur classique : Oublier ΔT .

💡 **Astuce Applications :**

Industrie, énergie.

Exemple : Combustion. Erreur classique : Ignorer.

💡 **Astuce Système :**

Définir frontière.

Exemple : Système = réaction. Erreur classique :

Inclure tout.

💡 **Astuce Unités :**

J ou kJ.

Exemple : Convertir. Erreur classique : Mélanger.

⚠ Erreurs fatales

⚠ **Signe ΔH :** Pourquoi ? Dire exothermique pour $\Delta H > 0$.

Comment l'éviter : Toujours vérifier signe.

⚠ **Hess :** Pourquoi ? Oublier inversion.

Comment l'éviter : Changer signe si réaction in-

versée.

⚠ **Calorimètre :** Pourquoi ? Négliger capacité calorimètre.

Comment l'éviter : Inclure C_{cal} .

🏆 Strategie Concours

— Identifier système et milieu.

— Utiliser $Q = mc\Delta T$ puis ΔH .

— Mots-clés : exothermique, Hess.

— Réponse flash : $\Delta H = \sum \nu \Delta H_f^\circ$.

Application Pratique — QCM

Question 1: La chaleur échangée à pression constante est égale à :

A) ΔU B) ΔH C) ΔS D) ΔG E) Aucune

Question 2: Une réaction est exothermique si :

A) $\Delta H > 0$ B) $\Delta H < 0$ C) $\Delta H = 0$ D) ΔH n'est pas défini E) Aucune

Question 3: La loi de Hess énonce que :

A) ΔH dépend du chemin B) ΔH est indépendant du chemin C) ΔH est nul D) ΔH est toujours positif E) Aucune

Question 4: La capacité thermique C d'un corps de masse m et de chaleur massique c est :

A) $C = mc$ B) $C = m/c$ C) $C = c/m$ D) $C = m + c$ E) Aucune

Question 5: 1 calorie vaut environ :

A) 4.18 J B) 0.24 J C) 1 J D) 1000 J E) Aucune

Question 6: La combustion du méthane est exothermique. Son enthalpie de réaction est :

A) Négative B) Positive C) Nulle D) Indéfinie E) Aucune

Question 7: La variation d'enthalpie standard de formation d'un corps pur simple dans son état de référence est :

- A) Nulle B) Positive C) Négative D) Infinie E) Aucune

Question 8: Un calorimètre parfaitement isolé vérifie :

- A) $Q_{\text{perdu par le système}} = Q_{\text{gagné par le milieu}}$ B) $Q_{\text{total}} = 0$ C) $\Delta T = 0$ D) $m = 0$ E) Aucune

Question 9: La réaction de dissolution de NaOH dans l'eau est :

- A) Exothermique B) Endothermique C) Athermique D) Instantanée E) Aucune

Question 10: La capacité thermique du calorimètre doit être :

- A) Prise en compte B) Négligée C) Doublée D) Annulée E) Aucune
- dans le bilan
énergétique

Question 11: L'enthalpie de réaction ΔH° se calcule par :

- A) $\sum \nu \Delta H_f^\circ(\text{produits}) - \sum \nu \Delta H_f^\circ(\text{réactifs})$ B) $\sum \nu \Delta H_f^\circ(\text{réactifs}) - \sum \nu \Delta H_f^\circ(\text{produits})$ C) $\sum \nu \Delta H_f^\circ(\text{produits})$ D) $\sum \nu \Delta H_f^\circ(\text{réactifs})$ E) Aucune

Question 12: Si une réaction est endothermique, une augmentation de température :

- A) Favorise le sens direct B) Favorise le sens inverse C) N'a pas d'effet D) Diminue K E) Aucune

Question 13: La chaleur massique de l'eau liquide est environ :

- A) $4.18 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}$ B) $1 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}$ C) $0.24 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}$ D) $18 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}$ E) Aucune

Question 14: La variation d'enthalpie d'une réaction inversée est :

- A) L'opposée de la variation directe B) Identique à la variation directe C) Double D) Nulle E) Aucune

Question 15: Un système qui cède de la chaleur au milieu extérieur a :

- A) $Q < 0$ B) $Q > 0$ C) $Q = 0$ D) $\Delta H > 0$ E) Aucune

Question 16: La réaction $\text{C} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2$ a une enthalpie de réaction :

- A) Négative (combustion) B) Positive C) Nulle D) Infinie E) Aucune

Question 17: La température finale d'un mélange eau-eau (masses égales, $T_1 = 20^\circ\text{C}$, $T_2 = 60^\circ\text{C}$) est :

- A) 40°C B) 30°C C) 50°C D) 80°C E) Aucune

Question 18: La relation $Q = C\Delta T$ s'applique à :

- A) Un calorimètre B) Un gaz parfait uniquement C) Un liquide uniquement D) Un solide uniquement E) Aucune

Question 19: Le pouvoir calorifique d'un combustible est défini comme :

- A) L'énergie libérée par unité de masse B) La température de combustion C) La masse brûlée D) Le volume de CO_2 produit E) Aucune

Question 20: La variation d'enthalpie à volume constant est liée à :

- A) ΔU B) Q_p C) ΔS D) ΔG E) Aucune

Réponses des QCM

Reponses des QCM

Chapitre 1 : Ondes mécaniques progressives

1 : C	2 : B	3 : A	4 : B	5 : A
6 : A	7 : B	8 : C	9 : B	10 : A
11 : A	12 : C	13 : A	14 : A	15 : B
16 : A	17 : B	18 : B	19 : A	20 : C

Chapitre 2 : Ondes mécaniques progressives périodiques

1 : A	2 : B	3 : A	4 : B	5 : B
6 : A	7 : B	8 : B	9 : B	10 : B
11 : A	12 : B	13 : C	14 : A	15 : B
16 : A	17 : A	18 : A	19 : A	20 : A
21 : A				

Chapitre 3 : Propagation d'une onde lumineuse

1 : A	2 : B	3 : A	4 : E	5 : A
6 : A	7 : A	8 : A	9 : A	10 : A
11 : C	12 : A	13 : A	14 : A	15 : C
16 : A	17 : B	18 : A	19 : B	20 : A
21 : B				

Chapitre 4 : Décroissance radioactive

1 : A	2 : A	3 : B	4 : A	5 : A
6 : A	7 : A	8 : A	9 : A	10 : A
11 : B	12 : A	13 : A	14 : A	15 : A
16 : A	17 : A	18 : A	19 : A	20 : A

Chapitre 5 : Noyaux – Masse et énergie

1 : A	2 : A	3 : A	4 : A	5 : A
6 : A	7 : A	8 : A	9 : A	10 : A
11 : A	12 : A	13 : A	14 : A	15 : A
16 : A	17 : A	18 : A	19 : A	20 : A

Chapitre 6 : Dipôle RC

1 : A	2 : A	3 : A	4 : A	5 : A
6 : A	7 : A	8 : A	9 : A	10 : A
11 : A	12 : B	13 : A	14 : A	15 : A
16 : A	17 : A	18 : A	19 : A	20 : A
21 : E				

Chapitre 7 : Dipôle RL

1 : A	2 : A	3 : A	4 : A	5 : A
6 : A	7 : A	8 : A	9 : A	10 : A
11 : A	12 : A	13 : A	14 : A	15 : A
16 : A	17 : A	18 : A	19 : A	20 : A

Chapitre 8 : Circuit RLC série

1 : A	2 : A	3 : A	4 : A	5 : A
6 : A	7 : A	8 : A	9 : A	10 : A
11 : A	12 : A	13 : A	14 : A	15 : A
16 : A	17 : A	18 : A	19 : A	20 : A

Chapitre 9 : Lois de Newton

1 : A	2 : A	3 : A	4 : A	5 : A
6 : A	7 : A	8 : A	9 : A	10 : A
11 : A	12 : A	13 : A	14 : A	15 : A
16 : A	17 : A	18 : A	19 : A	20 : A

Chapitre 10 : Applications des lois de Newton

1 : A	2 : A	3 : A	4 : A	5 : A
6 : A	7 : A	8 : A	9 : A	10 : A
11 : A	12 : A	13 : A	14 : A	15 : A
16 : A	17 : A	18 : A	19 : A	20 : A

Chapitre 11 : Systèmes oscillants

1 : C	2 : A	3 : B	4 : A	5 : B
6 : A	7 : D	8 : B	9 : B	10 : A
11 : A	12 : B	13 : B	14 : A	15 : C
16 : A	17 : E	18 : A	19 : A	20 : A

Chapitre 12 : Aspects énergétiques

1 : A	2 : B	3 : B	4 : C	5 : A
6 : A	7 : A	8 : B	9 : A	10 : A
11 : A	12 : A	13 : A	14 : A	15 : A
16 : A	17 : A	18 : A	19 : A	20 : A

Chapitre 13 : Transformations rapides et lentes

1 : A	2 : B	3 : B	4 : B	5 : B
6 : A	7 : A	8 : A	9 : A	10 : A
11 : A	12 : A	13 : A	14 : A	15 : A
16 : A	17 : A	18 : A	19 : A	20 : A

Chapitre 14 : Évolution spontanée

1 : A	2 : B	3 : A	4 : B	5 : A
6 : A	7 : A	8 : A	9 : A	10 : A
11 : A	12 : A	13 : A	14 : A	15 : A
16 : A	17 : A	18 : A	19 : A	20 : A

Chapitre 15 : État d'équilibre

1 : D	2 : A	3 : A	4 : A	5 : B
6 : A	7 : A	8 : A	9 : A	10 : A
11 : A	12 : A	13 : A	14 : A	15 : A
16 : A	17 : A	18 : A	19 : A	20 : A

Chapitre 16 : Transformations acido-basiques

1 : A	2 : A	3 : A	4 : B	5 : B
6 : A	7 : A	8 : A	9 : A	10 : A
11 : A	12 : A	13 : A	14 : A	15 : A
16 : A	17 : A	18 : A	19 : A	20 : A

Chapitre 17 : Sens d'évolution

1 : B	2 : A	3 : A	4 : A	5 : B
6 : A	7 : A	8 : A	9 : A	10 : A
11 : A	12 : A	13 : A	14 : A	15 : A
16 : A	17 : A	18 : A	19 : A	20 : A

Chapitre 18 : Réactions d'estérification et d'hydrolyse

1 : B	2 : A	3 : C	4 : A	5 : B
6 : A	7 : A	8 : A	9 : A	10 : A
11 : A	12 : A	13 : A	14 : A	15 : A
16 : A	17 : A	18 : A	19 : A	20 : A

Chapitre 19 : Contrôle par changement de réactif ou catalyse

1 : B	2 : B	3 : B	4 : B	5 : B
6 : A	7 : A	8 : A	9 : A	10 : A
11 : A	12 : A	13 : A	14 : A	15 : A
16 : A	17 : A	18 : A	19 : A	20 : A
21 : A				

Chapitre 20 : Thermochimie

1 : B	2 : B	3 : B	4 : A	5 : A
6 : A	7 : A	8 : A	9 : A	10 : A
11 : A	12 : A	13 : A	14 : A	15 : A
16 : A	17 : A	18 : A	19 : A	20 : A

Tu es capable de réussir !

- ★ Chaque exercice résolu est une victoire.
- ★ La régularité transforme les ambitions en résultats.
- ★ Prends 30 minutes par jour : l'effet cumulé est puissant.
- ★ Les concours récompensent la méthode, pas la précipitation.
- ★ Tu progresses plus vite quand tu expliques à un camarade.
- ★ Respire, organise-toi, tu es prêt(e).

Rejoins la communauté **PHYSIQUE CHIMIE POUR TOUS**

<https://www.facebook.com/groups/350470715443046>

Prof OMAR BANANI

اللهم اغفر له ولوالديه، وارحمهم
رحمةً واسعة، وعافهم واعف عنهم،
واجزم خير الجزاء، واجعل هذا العمل
صدقةً جاريةً لهم في حياتهم وبعد
مماتهم، ونور قبورهم، وارفع درجاتهم
في الفردوس الأعلى، واجمعهم بمن
يحبون في جنات النعيم.

فدعوة صادقة من قلب مخلص قد تكون
سبباً للخير في الدنيا، ونوراً لصاحبها
بعد الموت.

قال رسول الله ﷺ:
«إذا مات ابن آدم انقطع عمله إلا من ثلاث:
صدقة جارية، أو علم ينتفع به،
أو ولد صالح يدعو له».

أخي الكريم / أختي الكريمة،

إن وجدت هذا الكتاب نافعا،
فلا تنس صاحبه
من صالح دعائك.

أسألك أن تدعولي ولوالدي
بظهر الغيب:



هذا الكتيب

مجاني

تم جمعه من طرف

الأستاذ:

عمار بناني