

La thermodynamique : gaz parfait et bilans d'énergie

Gaz parfait, premier principe, transferts thermiques, contact avec un thermostat : **les capacités exigibles des deux rubriques du programme**, capacité mathématique comprise.



1 Quatre parties, une vraie progression

Cours essentiel, méthodes pas à pas, QCM de tête, exercices corrigés. On démarre par le modèle du gaz parfait, on termine sur des sujets complets.

2 « Les erreurs qui coûtent des points »

Dans chaque partie, les erreurs classiques du chapitre, en X / ✓, avec le réflexe qui les évite. Et le barème de deux questions types, décrypté ligne par ligne.

3 Rien que le programme officiel

Les capacités exigibles des deux rubriques couvertes, et pas une de plus. **Tu sais pourquoi tu travailles chaque exercice.**

4 L'essentiel pour réviser

Le formulaire des cartes sur une page, et les pages qui donnent le plan de réponse de chaque type de question. À photographier, à relire dans le bus.

4

parties
progressives

19

exercices corrigés
pas à pas

16

cartes
formules

10

méthodes
pas à pas

Conforme au programme de **physique-chimie de terminale, enseignement de spécialité** - annexe de l'arrêté du 19 juillet 2019, B.O. spécial n° 8 du 25 juillet 2019. Thème « L'énergie : conversions et transferts », rubriques « **1. Décrire un système thermodynamique : exemple du modèle du gaz parfait** » et « **2. Effectuer des bilans d'énergie sur un système : le premier principe de la thermodynamique** », capacité mathématique comprise. Un test de positionnement en page 3 t'indique par où commencer.

« *L'énergie d'un système ne varie
que par ce qu'il reçoit et ce qu'il cède.* »

Génies des Sciences

Méthodes & entraînement · Lycée
www.geniesdessciences.com



3 Par quelle partie commencer ?

CORRIGÉ FERMÉ

Seize questions qui balaient les quatre parties. Réponds **sur une feuille**, sans regarder les réponses. Ce test ne te note pas : il te dit seulement **par où commencer si tu ne peux pas tout reprendre**.

01 La pression d'un gaz sur une paroi vient :

- a** des chocs des particules **b** du poids du gaz
c de l'attraction entre les particules

02 Dans $PV = nRT$, la température s'exprime :

- a** en degrés Celsius **b** indifféremment en °C ou en K
c en kelvins

03 Le modèle du gaz parfait est mis en défaut :

- a** à haute pression **b** à basse pression
c à température ambiante

04 L'énergie interne d'un système est :

- a** son énergie cinétique d'ensemble
b la somme de ses énergies microscopiques
c son énergie potentielle de pesanteur

05 Le premier principe s'écrit :

- a** $\Delta U = W + Q$ **b** $\Delta U = W - Q$ **c** $\Delta U = Q$ seulement

06 Un transfert thermique spontané va :

- a** du froid vers le chaud
b du corps le plus lourd vers le plus léger
c du chaud vers le froid

07 Pour un système incompressible, ΔU vaut :

- a** $P \Delta V$ **b** $m c \Delta T$ **c** $m c T$

08 Une capacité thermique C s'exprime en :

- a** $J \cdot K^{-1}$ **b** W **c** $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$

09 À l'équilibre thermique, deux corps en contact ont :

- a** la même énergie interne **b** la même masse
c la même température

10 À travers un mur immobile, le transfert se fait surtout par :

- a** rayonnement **b** conduction **c** convection

11 Le flux thermique se mesure en watts.

VRAI **FAUX**

12 Isoler un mur revient à :

- a** diminuer sa résistance thermique
b ne rien changer à sa résistance thermique
c augmenter sa résistance thermique

13 L'albédo est :

- a** l'infrarouge émis par le sol
b la fraction du rayonnement solaire renvoyée vers l'espace
c la fraction du rayonnement solaire absorbée

14 La loi de Newton relie le flux thermique à :

- a** la température à la puissance quatre
b la seule température du système
c l'écart avec la température extérieure

15 À $t = \tau$, l'écart de température restant vaut environ :

- a** 37 % de l'écart initial **b** 63 % de l'écart initial
c 5 % de l'écart initial

16 Mieux isoler une tasse rend son temps caractéristique :

- a** plus petit **b** inchangé **c** plus grand

QUESTIONS PARTIE SI TU RATES L'UNE D'ELLES...

1 à 3	1	le modèle du gaz parfait et ses limites
4 à 9	2	le premier principe et $\Delta U = m c \Delta T$, le cœur du thème
10 à 13	3	flux, résistance thermique et bilan radiatif de la Terre
14 à 16	4	l'équation différentielle, la capacité mathématique du thème

★ Comment lire ton résultat

Les réponses sont en tête des corrigés, page 30 : ne les consulte qu'une fois tes seize réponses écrites.

14 à 16 : enchaîne les quatre parties dans l'ordre. **9 à 13 :** commence par les parties où tu as raté une question, puis reprends les autres.

8 ou moins : fais les quatre parties dans l'ordre, sans en sauter une seule : le pack est construit pour ce parcours complet.



2 L'équation d'état du gaz parfait

COURS

F2 L'ÉQUATION D'ÉTAT

PAR CŒUR

$$PV = nRT$$

P pression (Pa) · **V** volume (m³) · **n** quantité de matière (mol) · **T** température (K) · $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, la constante des gaz parfaits. Quatre grandeurs d'état : trois connues, la quatrième se déduit. **Valable pour un gaz assez dilué** : pression faible ou modérée, loin de la liquéfaction (voir F3).



Le conseil du prof

Dans $PV = nRT$, la température doit être **en kelvins**. Avec des degrés Celsius, le résultat est faux mais reste plausible : l'erreur ne se voit pas à la relecture. Prends l'habitude d'écrire la conversion $T = \theta + 273$ sur ta copie avant même de poser la relation.

3 Un modèle - donc des limites

COURS

F3 LES LIMITES DU MODÈLE

PAR CŒUR

Le gaz parfait néglige le volume propre des particules et leurs interactions : il décrit mal les gaz très comprimés ou proches de la liquéfaction

À haute pression, les particules se rapprochent : leur volume propre et leurs interactions ne sont plus négligeables. À basse température, le gaz s'approche de la liquéfaction et le modèle décroche aussi. Aux conditions usuelles, l'air se comporte en très bonne approximation comme un gaz parfait.

4 Les méthodes, pas à pas

MÉTHODE

1 Exploiter l'équation d'état

1 Je convertis tout en unités SI.

Pascals, mètres cubes, kelvins - avant tout calcul.

2 J'isole la grandeur cherchée.

$n = PV/(RT)$, $P = nRT/V$... à la demande.

3 Je contrôle l'ordre de grandeur.

Une mole de gaz occupe environ 24 litres à 20 °C sous la pression atmosphérique.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Une bouteille de 5,0 L sous $2,0 \times 10^5 \text{ Pa}$ à 293 K :

$$n = \frac{2,0 \times 10^5 \text{ Pa} \times 5,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 293 \text{ K}} = 0,41 \text{ mol}$$

Contrôle : sous $1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$, les 5,0 L contiendraient environ $5,0 \text{ L} / 24 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \approx 0,21 \text{ mol}$. La pression est deux fois plus grande, d'où environ 0,42 mol : le résultat est cohérent.



Exercice 1 Le gaz vu de l'intérieur

1. Convertir $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ en kelvins.
2. Expliquer, à l'échelle microscopique, ce qui distingue l'air à $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ de l'air à $10\text{ }^{\circ}\text{C}$.
3. On pompe de l'air dans un ballon rigide, à température constante : expliquer, avec les chocs des particules, pourquoi la pression augmente.
4. Justifier qu'aucun système ne peut être refroidi en dessous de 0 K .

Exercice 2 Le pneu qui sort de l'autoroute

Un pneu de volume constant $V = 30\text{ L}$ contient de l'air sous la pression absolue $P_1 = 2,4 \times 10^5\text{ Pa}$, à $\theta_1 = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Après un long trajet, cet air est à $\theta_2 = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Donnée : $R = 8,314\text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

1. Convertir les deux températures en kelvins, et le volume en unité SI.
2. Calculer la quantité de matière d'air enfermée dans le pneu.
3. Calculer la pression P_2 en fin de trajet.
4. Expliquer cette augmentation de pression à l'échelle microscopique, le volume et le nombre de particules n'ayant pas changé.



✓ Les corrigés détaillés

La rédaction modèle est à gauche, les remarques du correcteur à droite. Compare **ta rédaction**, pas seulement tes résultats : le correcteur note le raisonnement qu'il peut suivre, pas seulement la valeur finale.

✓ Les réponses du test de positionnement (page 3)

1. a - 2. c - 3. a - 4. b - 5. a - 6. c - 7. b - 8. a - 9. c - 10. b - 11. Vrai - 12. c - 13. b - 14. c - 15. a - 16. c

Comment lire un corrigé

Chaque réponse est écrite comme sur une copie : la relation ou la définition utilisée, puis l'application numérique avec l'unité après chaque valeur, puis une phrase qui répond à la question posée. **Ce n'est pas du remplissage** : le correcteur note ce qu'il peut suivre, et un résultat posé seul ne se suit pas.

Quand ta réponse diffère de la mienne, cherche d'abord **où** les deux chemins se séparent. C'est ce point précis qu'il faut retravailler, pas l'exercice entier. Avant de comparer, relis ta copie avec la check-list de la page 43.



Les valeurs intermédiaires sont imprimées avec un chiffre significatif de plus que le résultat final : refaire chaque calcul avec les seuls nombres imprimés redonne le même résultat. Seul le résultat final est arrondi.

Exercice 1 Le gaz vu de l'intérieur

1. Les températures sont données à l'unité près : $T = \theta + 273$. $T_1 = (25 + 273) \text{ K} = 298 \text{ K}$ et $T_2 = (-10 + 273) \text{ K} = 263 \text{ K}$.

2. Mêmes molécules, même air :

à 50 °C, les particules ont une vitesse moyenne plus grande - la température mesure leur agitation

(F1).

3. À volume et température inchangés, il y a davantage de particules :

les chocs sur les parois sont plus nombreux, la pression augmente (F1).

4. **Le zéro absolu correspond à l'agitation minimale : aucune agitation ne peut être plus faible, donc aucune température ne peut être plus basse.**

Le vocabulaire micro/macro

« Agitation », « chocs », « particules par unité de volume » : trois mots-clés qui relient chaque grandeur mesurée à son origine microscopique. La figure du cours les rassemble.

273 ou 273,15 ?

°C vers K : on ajoute 273,15, arrondi à 273 quand la température est donnée à l'unité près. Un écart de température, lui, garde la même valeur dans les deux unités - distinction utile dans les parties 2 et 3.

Exercice 2 Le pneu qui sort de l'autoroute

1. $T_1 = (15 + 273) \text{ K} = 288 \text{ K}$, $T_2 = (50 + 273) \text{ K} = 323 \text{ K}$ et $V = 30 \text{ L} = 3,0 \times 10^{-2} \text{ m}^3$: $T_1 = 288 \text{ K}$, $T_2 = 323 \text{ K}$, $V = 3,0 \times 10^{-2} \text{ m}^3$, tout en SI avant de calculer.

2. $n = \frac{P_1 V}{R T_1} = \frac{2,4 \times 10^5 \text{ Pa} \times 3,0 \times 10^{-2} \text{ m}^3}{8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 288 \text{ K}} = 3,0 \text{ mol}$ (F2).

3. À n et V constants, $P/T = nR/V$ est constant : $P_2 = P_1 \frac{T_2}{T_1} = 2,4 \times 10^5 \text{ Pa} \times \frac{323 \text{ K}}{288 \text{ K}} = 2,69 \times 10^5 \text{ Pa}$, soit $P_2 = 2,7 \times 10^5 \text{ Pa}$.

4. Plus chaud, donc plus agité :

les chocs sur la paroi deviennent plus fréquents et plus violents - la pression monte sans qu'aucune particule ne soit ajoutée

(F1).

Le rapport des températures, raccourci légal

À n et V constants, P/T est constant : inutile de recalculer n . Le raccourci n'est valable qu'en kelvins : le rapport $50 \text{ °C} / 15 \text{ °C}$ ferait plus que tripler la pression.

La question 4 se rédige

Le calcul de la question 3 se vérifie à la machine ; l'explication microscopique, elle, se rédige avec les mots de F1.

