

Le principe d'inertie et la chute libre

Le modèle du point matériel, l'énoncé du principe, l'immobilité et le mouvement rectiligne uniforme, la contraposée, et la chute libre à une dimension : **toutes les capacités exigibles de la rubrique du programme.**



1 Quatre parties, une vraie progression

Le cours essentiel, des méthodes pas à pas, un QCM de tête, des exercices corrigés. On démarre par le modèle du point matériel, on termine sur deux sujets complets qui traversent tout le chapitre.

2 La contraposée a sa partie à elle

Le principe se lit dans les deux sens, et le programme nomme explicitement le second : partir du mouvement observé pour conclure sur les forces. **Une partie entière, un schéma de décision et quatre exercices y sont consacrés.**

3 Rien que le programme officiel

Les deux capacités exigibles de la rubrique, et pas une de plus. Tout reste **qualitatif** : on décrit comment le vecteur vitesse varie, sans calculer de durée de chute.

4 L'essentiel pour réviser

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

4

parties
progressives

14

exercices corrigés
pas à pas

16

cartes
repères

8

méthodes
pas à pas

Conforme au programme de **physique-chimie de seconde générale et technologique** - annexe de l'arrêté du 17 janvier 2019, B.O. spécial n° 1 du 22 janvier 2019. Thème « Mouvement et interactions », partie « **3. Principe d'inertie** », dans son intégralité. Un test de positionnement en page 3 t'indique par où commencer.

« Une force ne sert pas à
avancer : elle sert à changer. »

Génies des Sciences

Méthodes & entraînement · Lycée

www.geniesdessciences.com

3 Par quelle partie commencer ?

CORRIGÉ FERMÉ

Seize questions qui balaient les quatre parties de ce pack. Réponds **sur une feuille**, sans regarder les réponses. **Si un mot t'est inconnu, laisse la ligne vide** plutôt que de répondre au hasard : c'est normal d'en laisser beaucoup vides la première fois, puisque ces mots sont justement ceux du chapitre. Ce test ne te note pas : il te dit seulement **par où commencer si tu ne peux pas tout reprendre**.

01 Modéliser un système par un point matériel, c'est :

- a le remplacer par un point où l'on place sa masse
- b le rendre plus petit
- c négliger son poids

02 Le principe d'inertie s'applique à un système dont les forces :

- a s'additionnent
- b se compensent, ou qui n'en subit aucune
- c sont toutes nulles

03 Si les forces se compensent, le système est immobile ou :

- a en mouvement circulaire
- b en mouvement rectiligne uniforme
- c en train de ralentir

04 Un système immobile a un vecteur vitesse :

- a nul
- b constant et non nul
- c qui varie

05 Deux forces se compensent quand elles ont même direction, même valeur et :

- a le même sens
- b des sens opposés
- c le même point d'application

06 Un palet glisse sur un coussin d'air, sans frottement. Pour qu'il continue, il faut :

- a une force vers l'avant
- b aucune force supplémentaire
- c un moteur

07 Un système dont les forces se compensent et qui avance à $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$:

- a va ralentir
- b garde cette vitesse
- c va s'arrêter net

08 Négliger les frottements, c'est :

- a dire qu'ils n'existent pas
- b les écarter du bilan, en le disant
- c les calculer

09 La contraposée du principe d'inertie part :

- a des forces
- b du mouvement
- c de la masse

10 Si le vecteur vitesse d'un système varie, alors les forces :

- a se compensent
- b ne se compensent pas
- c sont nulles

11 Une chronophotographie dont les écarts se resserrent indique :

- a des forces qui se compensent
- b des forces qui ne se compensent pas
- c un mouvement uniforme

12 Un coureur aborde un virage à vitesse de valeur constante. Les forces :

- a se compensent
- b ne se compensent pas
- c on ne peut rien dire

13 Un système est en chute libre quand il n'est soumis qu'à :

- a son poids
- b son poids et l'air
- c aucune force

14 Dans une chute libre, le vecteur vitesse varie :

- a vers le haut
- b vers le bas
- c dans le sens du mouvement

15 Une balle lancée vers le haut, au point le plus haut de sa trajectoire :

- a n'est soumise à aucune force
- b a un vecteur vitesse nul
- c les deux

16 Une chute libre à une dimension se fait sur :

- a une seule droite
- b une courbe
- c un cercle

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

1 à 4	1	le modèle du point matériel et l'énoncé du principe d'inertie
5 à 8	2	le sens direct : des forces qui se compensent vers la nature du mouvement
9 à 12	3	la contraposée : du mouvement observé vers les forces
13 à 16	4	la chute libre à une dimension, avec ou sans vitesse initiale

★ Comment lire ton résultat

Les réponses sont en tête des corrigés, page 35 : ne les consulte qu'une fois tes seize réponses écrites.

14 à 16 : va directement aux exercices 6, 10 et 14 et aux deux sujets. **9 à 13** : commence par les parties où tu as raté une question. **8 ou moins** : fais les quatre parties dans l'ordre.



LE CAS

LE VECTEUR VITESSE DU POINT MATÉRIEL

immobilité

il est **nul**, et il le reste : on le représente par un point, pas par une flèche

mouvement rectiligne uniforme

il garde la même **direction**, le même **sens** et la même **valeur** : les flèches d'une chronophotographie sont identiques

Ces deux lignes disent la même chose : **le vecteur vitesse ne varie pas**. L'immobilité est le cas particulier où ce vecteur constant vaut zéro, et c'est pour cela que le programme range les deux cas ensemble. **Rectiligne** porte sur la trajectoire, **uniforme** sur la valeur de la vitesse : il faut les deux. Sur une **chronophotographie**, c'est-à-dire une suite de positions relevées à intervalles de durée égale, le test est immédiat : des positions **alignées** et **également espacées**. Le point se dessine **à la place de la flèche**, donc sur la position elle-même : un point seul vaut un vecteur nul, et un point accompagné d'une valeur signale une flèche trop courte pour être tracée.

5 Les méthodes, pas à pas

MÉTHODE

1 Ouvrir une question de principe d'inertie

1 J'écris le système, et je le modélise par un point matériel.

Je nomme l'objet étudié en toutes lettres, puis j'ajoute la phrase qui dit que je le remplace par un point portant toute sa masse.

2 J'écris le référentiel.

C'est le référentiel terrestre, sauf si l'énoncé en impose un autre. Sans cette ligne, la phrase sur le mouvement n'a pas de sens.

3 Je regarde ce que l'énoncé me donne.

S'il décrit des forces, je vais conclure sur le mouvement : c'est le sens direct, celui de la partie 2. S'il décrit un mouvement, je vais conclure sur les forces : c'est le second sens de lecture, celui de la partie 3.

4 Je fais le bilan, ou je caractérise le mouvement.

Une force par ligne, avec ses deux corps ; ou les deux mots attendus, rectiligne et uniforme, avec ce qui les justifie.

5 J'écris la phrase du principe, puis la conclusion.

La phrase du principe d'abord, la conclusion ensuite : c'est l'ordre que les corrigés de ce pack suivent.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Un livre de masse $m = 0,900 \text{ kg}$ est posé, immobile, sur une table horizontale. On néglige l'action de l'air. Intensité de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$. Que peut-on dire des forces qui s'exercent sur lui ?

Système et modèle : le système est le livre, modélisé par un point matériel qui porte sa masse de $0,900 \text{ kg}$.

Référentiel : le référentiel terrestre, lié à la salle.

L'énoncé décrit le mouvement, pas les forces : je vais donc conclure sur les forces. **Le mouvement : le livre est immobile, son vecteur vitesse est nul.**

La phrase du principe : dans le référentiel terrestre, un système modélisé par un point matériel est immobile ou en mouvement rectiligne uniforme si, et seulement si, les forces extérieures qui s'exercent sur lui se compensent.

Le poids : $P = m \times g = 0,900 \text{ kg} \times 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1} = 8,83 \text{ N}$.

La conclusion : les forces qui s'exercent sur le livre se compensent. Ici elles sont deux, le poids et la force de la table : elles ont donc la même direction, des sens opposés et la même valeur, $8,83 \text{ N}$ chacune.

6 Les erreurs qui coûtent des points

LES PIÈGES DU CHAPITRE

1 Confondre « les forces se compensent » et « il n'y a pas de force »

✗ « le palet glisse tout seul, donc aucune force ne s'exerce sur lui » · ✓ deux forces s'exercent bien sur le palet : son poids, $1,96 \text{ N}$ vers le bas, et la force du coussin d'air, $1,96 \text{ N}$ vers le haut. Elles **existent**, et elles se compensent. Le principe prévoit les deux situations, mais elles ne se décrivent pas de la même façon sur une copie.

Le réflexe : fais le bilan avant de conclure, et dessine les flèches ; « aucune force » se réserve à un système loin de tout.



2 Oublier le référentiel, et répondre à côté

X « le sac est immobile » · ✓ immobile **dans quel référentiel** ? Dans celui du train, le sac posé au sol ne bouge pas ; dans le référentiel terrestre, il avance avec le train. La phrase complète est : « dans le référentiel terrestre, le sac est en mouvement rectiligne uniforme ».

Le réflexe : écris le référentiel sur la deuxième ligne de ta copie, avant même le bilan des forces.

7 Le QCM express

DE TÊTE, SANS CALCULATRICE

1. Qu'est-ce qu'un point matériel ?
2. Que laisse de côté ce modèle ?
3. Quel référentiel emploie-t-on en seconde ?
4. À quelle condition sur les forces le principe s'applique-t-il ?
5. Quelles sont les deux conclusions possibles ?
6. Que vaut le vecteur vitesse d'un système immobile ?
7. Que signifie le mot uniforme ?
8. Quand deux forces se compensent-elles ?

Cache cette ligne pendant que tu réponds. **Réponses** : 1. un point qui porte toute la masse du système et auquel on applique toutes les forces - 2. la taille, la rotation sur soi-même et l'orientation - 3. le référentiel terrestre - 4. les forces se compensent, ou il n'y en a aucune - 5. immobile, ou en mouvement rectiligne uniforme - 6. il est nul - 7. la valeur de la vitesse ne change pas - 8. même direction, sens opposés, même valeur

8 Exercices

DU PLUS SIMPLE AU PLUS COSTAUD

Exercice 1 Cinq systèmes, cinq points matériels ?

★★★ ☐

Pour chacune des cinq situations, on indique le système étudié et la question à laquelle on cherche à répondre.

	LE SYSTÈME	LA QUESTION POSÉE
A	une voiture de longueur 4,2 m	combien de temps met-elle pour parcourir les 320 km d'autoroute qui la séparent de son arrivée ?
B	une porte de largeur 0,80 m	à quelle distance de la charnière faut-il pousser pour qu'elle s'ouvre le plus facilement ?
C	la Terre, de rayon $6,37 \times 10^3$ km	quelle est la forme de sa trajectoire autour du Soleil, situé à $1,50 \times 10^8$ km ?
D	une bille d'acier de diamètre 1,0 cm	comment son vecteur vitesse varie-t-il pendant une chute de 1,2 m ?
E	un ballon de rugby de longueur 0,28 m	pourquoi tourne-t-il sur lui-même quand le joueur le frappe sur le côté ?

1. Rappeler ce que signifie modéliser un système par un point matériel, et dire où l'on place ce point.
2. Indiquer, pour chacune des cinq situations, si le modèle du point matériel convient, et justifier en une phrase.
3. Pour la situation C, expliquer pourquoi le rayon de la Terre peut être laissé de côté, en comparant les deux longueurs données.
4. Citer les trois caractéristiques du système que le modèle du point matériel laisse de côté.

Exercice 2 Quatre copies, un seul énoncé juste

★★★ ☐

Quatre élèves écrivent le principe d'inertie de mémoire. Une seule des quatre phrases est correcte ; les trois autres contiennent chacune au moins une erreur précise.



✓ Les corrigés détaillés

La rédaction modèle est à gauche, les remarques du professeur à droite. Compare **ta rédaction**, pas seulement tes résultats : un raisonnement qu'on peut suivre vaut plus qu'une conclusion posée seule.

✓ Les réponses du test de positionnement (page 3)

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

Comment lire un corrigé

Chaque réponse suit le même ordre : le système et le référentiel, puis ce que l'énoncé donne, puis la phrase du principe ou de sa contraposée, puis la conclusion. **Ce n'est pas du remplissage** : c'est la phrase du principe qui justifie la conclusion, et sans elle le raisonnement n'est pas démontré.

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 53.



Chaque calcul est posé avec ses unités, au numérateur comme au dénominateur. Les relevés sont donnés au millimètre le plus proche et les valeurs de la vitesse arrondies au centième le plus proche : refaire chaque calcul avec les seuls nombres imprimés redonne le même résultat.

Exercice 1 Cinq systèmes, cinq points matériels ?

1. **Modéliser un système par un point matériel, c'est le remplacer par un point unique qui porte toute sa masse et sur lequel s'appliquent toutes les forces extérieures.**

Ce point est le **centre de gravité** du système (F1).

2. **A : oui**, la question porte sur une durée de trajet et la longueur de la voiture n'y intervient pas. **B : non**, la question porte sur l'endroit où l'on pousse, donc sur la taille de la porte et sur sa rotation. **C : oui**, la question porte sur la forme d'une trajectoire. **D : oui**, la question porte sur le vecteur vitesse du système entier. **E : non**, la question porte justement sur la rotation du ballon sur lui-même (F1).

3. On compare les deux longueurs données : $\frac{1,50 \times 10^8 \text{ km}}{6,37 \times 10^3 \text{ km}} = 2,35 \times 10^4$, sans unité.

La distance Terre-Soleil est environ $2,35 \times 10^4$ fois plus grande que le rayon de la Terre :

à cette échelle, la Terre occupe une place négligeable sur sa trajectoire, et le modèle convient.

4. **La taille du système, sa rotation sur lui-même et son orientation** (F1).

Le critère, c'est la question

Deux élèves peuvent répondre différemment pour le même objet sans que l'un ait tort : tout dépend de ce qu'on cherche. Écris donc toujours ta justification en reprenant la question posée, et non la taille de l'objet.

Un rapport n'a pas d'unité

En divisant des kilomètres par des kilomètres, les unités se simplifient : le résultat est un nombre sans unité, et la copie le précise.

Exercice 2 Quatre copies, un seul énoncé juste

1. **La phrase B est correcte** (F3).
2. Il manque **le second cas, le mouvement rectiligne uniforme**, et **le référentiel**. Contre-exemple : le palet lancé sur une table à coussin d'air n'est pas immobile, et pourtant les forces qui s'exercent sur lui se compensent. La phrase A conduirait à dire qu'il devrait s'arrêter.
3. Il manque **le cas de l'immobilité**, et **le référentiel**. Le cas oublié est celui d'un système arrêté au départ : les forces se compensent, et il reste immobile. La phrase C obligerait à le faire démarrer.

Trois morceaux, trois points

Un correcteur qui note cette phrase cherche trois choses : le référentiel, la condition sur les forces, la conclusion sur le mouvement. Une phrase à laquelle il manque l'un des trois est incomplète, même si le reste est juste.

