

Variation de vitesse et deuxième loi de Newton

Construire le vecteur vitesse et le vecteur variation de vitesse à partir d'une chronophotographie, et **relier cette variation à la somme des forces** par la deuxième loi de Newton, dans sa forme approchée.



1 Quatre parties, une vraie progression

Le cours essentiel, des méthodes pas à pas, un QCM de tête et des exercices corrigés. On part d'une chronophotographie, on arrive à la somme des forces qui agit sur le système.

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 d'une question type, décrypté sur un exemple.

3 Rien que le programme officiel

Les capacités exigibles de la rubrique, et pas une de plus. La deuxième loi est donnée dans sa **forme approchée**, celle du programme de première.

4 L'essentiel pour réviser

Le formulaire des cartes sur une page, les plans de réponse de chaque type de question, et un programme Python prêt à relire.

4

parties
progressives

12

exercices corrigés
pas à pas

11

cartes
repères

6

méthodes
pas à pas

Conforme au programme de **physique-chimie de première générale, enseignement de spécialité** - annexe de l'arrêté du 17 janvier 2019, B.O. spécial n° 1 du 22 janvier 2019. Thème « Mouvement et interactions », partie « **3. Mouvement d'un système** ». Un test de positionnement en page 4 t'indique par où commencer.



14 À somme des forces égale, le palet de plus grande masse voit sa vitesse varier :

- a plus vite b moins vite c de la même façon
d je ne sais pas

15 Pour $m = 0,200 \text{ kg}$, $\Delta v = 0,20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ et $\Delta t = 0,100 \text{ s}$, la somme des forces vaut :

- a 0,40 N b 4,0 N c 0,040 N d je ne sais pas

16 La vitesse d'un système s'exprime en :

- a newton (N) b mètre (m) c $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ d je ne sais pas

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

1 à 4	1	le référentiel et la construction du vecteur vitesse
5 à 8	2	la chronophotographie et le vecteur variation de vitesse
9 à 12	3	le principe d'inertie et la deuxième loi de Newton
13 à 16	4	le rôle de la masse, les unités et l'application numérique

★ Comment lire ton résultat

Les réponses sont en tête des corrigés, page 27 : ne les consulte qu'une fois tes seize réponses écrites. Une réponse « je ne sais pas » ou fausse compte pour une question non sue.

14 à 16 bonnes réponses : enchaîne les quatre parties dans l'ordre, en te concentrant sur les exercices ★★★. **9 à 13** : commence par les parties où une question est restée sans bonne réponse, 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.

Le conseil du prof

Ce test n'est pas une note, c'est une boussole. Son seul but est de te dire où passer ton temps en premier : inutile de reprendre une partie que tu maîtrises déjà, mieux vaut la garder pour la fin.

C'est pour cela que l'honnêteté compte plus que le score : une réponse devinée au hasard qui tombe juste t'enverrait sauter une partie que tu ne sais pas vraiment faire. Si tu hésites, coche « je ne sais pas » : **le test travaille pour toi, pas contre toi.**



Note bien tes seize réponses sur une feuille avant d'ouvrir les corrigés : en les comparant d'un coup, tu verras tout de suite les parties à reprendre, au lieu de corriger question par question. Et garde cette feuille : après avoir travaillé le pack, refaire le test est une façon simple de mesurer ce que tu as gagné. Ce test ne demande aucun long calcul : les quelques nombres qu'il contient se retrouvent de tête, et une question qui exige la calculatrice n'y a pas sa place.



Exercice 1 Qui bouge, et par rapport à quoi ?



Situation. Un train roule à vitesse constante sur une voie droite. Un voyageur est assis, sa valise posée sur le porte-bagages au-dessus de lui. Sur le quai, un contrôleur regarde passer le train.

1. Dans le référentiel terrestre (le quai), le voyageur est-il en mouvement ou immobile ?
2. Dans le référentiel du train, le voyageur est-il en mouvement ou immobile ?
3. Dans le référentiel du train, la valise est-elle en mouvement ou immobile ?
4. Un même objet peut-il être à la fois en mouvement et immobile ? Expliquer en une phrase, à l'aide du mot « référentiel ».
5. Pourquoi est-il indispensable de préciser le référentiel avant de parler de la vitesse d'un objet ?

Exercice 2 Trois vitesses sur une chronophotographie



Données. Un palet glisse en ligne droite. La chronophotographie donne ses positions, repérées par leur abscisse sur la trajectoire, avec $\Delta t = 0,100$ s entre deux positions : M_0 à 0 cm, M_1 à 4,0 cm, M_2 à 10,0 cm, M_3 à 18,0 cm, M_4 à 28,0 cm. Les résultats sont attendus avec deux chiffres significatifs, en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

1. Calculer la distance M_0M_2 , puis M_1M_3 , puis M_2M_4 , en mètre.
2. Calculer la valeur du vecteur vitesse en M_1 .
3. Calculer la valeur du vecteur vitesse en M_2 , puis en M_3 .
4. Dans quel sens ces trois vecteurs vitesse sont-ils dirigés ?
5. Peut-on calculer le vecteur vitesse en M_0 ? Justifier.

Exercice 3 Le mouvement est-il uniforme ?



Données. Une bille roule en ligne droite. Ses positions, relevées avec $\Delta t = 0,100$ s, sont régulièrement espacées de 6,0 cm : M_0 à 0 cm, M_1 à 6,0 cm, M_2 à 12,0 cm, M_3 à 18,0 cm, M_4 à 24,0 cm. Les résultats sont attendus avec deux chiffres significatifs.

1. Calculer la valeur du vecteur vitesse en M_1 , puis en M_2 , puis en M_3 .
2. Que remarque-t-on sur ces trois valeurs ?
3. On dit qu'un mouvement est **uniforme** quand la valeur de la vitesse ne change pas. Ce mouvement est-il uniforme ?
4. Les trois vecteurs vitesse ont-ils la même direction et le même sens ? Sont-ils alors égaux ?
5. Sans calcul, comment aurait-on pu prévoir que les valeurs seraient égales, rien qu'en regardant les écarts entre les positions ?

→ Ce que la partie 2 va ajouter

Tu sais maintenant construire le vecteur vitesse en chaque point. La partie 2 compare **deux vecteurs vitesse voisins** pour en tirer le **vecteur variation de vitesse** $\Delta \vec{v}$: c'est lui qui, à la partie 3, sera relié à la somme des forces.



À force égale, la masse la plus grande varie le moins vite

La même somme des forces $\Sigma F = 0,40 \text{ N}$ agit pendant $\Delta t = 0,100 \text{ s}$ sur deux palets.

palet léger : $m = 0,200 \text{ kg}$



$\Delta v = 0,20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

palet lourd : $m = 0,400 \text{ kg}$



$\Delta v = 0,10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

→ somme des forces ΣF → variation Δv

1,0 cm pour $0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (pour Δv)

F9 LA MASSE MESURE L'INERTIE

À RETROUVER

À $\Sigma \vec{F}$ et Δt fixés, plus la masse m est grande, plus $\Delta \vec{v}$ est petit

On le lit sur la carte F7 : $\Delta \vec{v}$ est proportionnel à $1/m$. Doubler la masse, à force et durée égales, divise par deux la variation de vitesse. La masse, en kilogramme, est la même grandeur que celle qui intervient dans le poids : c'est la masse inerte.

5 Les méthodes, pas à pas

MÉTHODE

3 Estimer la somme des forces, la cinématique étant connue

1 Je construis $\Delta \vec{v}$.

Entre deux instants voisins, à partir des vecteurs vitesse (méthode 2).

2 J'écris la relation.

$$\Sigma \vec{F} \approx m \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

3 Je calcule la valeur.

Je remplace m , la valeur de Δv et Δt , avec leurs unités.

4 Je donne direction et sens.

Ceux de $\Delta \vec{v}$, et j'écris le résultat en newton.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Un palet de masse $m = 0,200 \text{ kg}$ va de plus en plus vite en ligne droite ; entre deux instants voisins séparés de $\Delta t = 0,100 \text{ s}$, la variation de vitesse vaut $\Delta v = 0,20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, dans le sens du mouvement. Estimer la somme des forces.

J'écris la relation, puis je remplace : $m \frac{\Delta v}{\Delta t} =$
 $0,200 \text{ kg} \times \frac{0,20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{0,100 \text{ s}} = 0,40 \text{ N}$

La somme des forces vaut environ $0,40 \text{ N}$, dirigée dans le sens du mouvement, comme $\Delta \vec{v}$.



✓ 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 4)

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



Comment lire un corrigé

Chaque réponse est écrite comme sur une copie : la donnée utilisée, la relation littérale, l'application numérique avec les unités, puis la conclusion, avec la direction et le sens pour un vecteur. Quand ta réponse diffère de la mienne, cherche **où** les deux chemins se séparent : c'est ce point précis qu'il faut retravailler. Avant de comparer, relis ta copie avec la liste de vérifications de la page 35.

Les résultats sont arrondis à deux chiffres significatifs. Les vitesses sont en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, les forces en newton (N), et toute réponse portant sur un vecteur donne aussi sa direction et son sens.

Exercice 1 Qui bouge, et par rapport à quoi ?

1. Dans le référentiel terrestre (le quai), le voyageur est **en mouvement** : il se déplace avec le train.
2. Dans le référentiel du train, le voyageur est **immobile** : il ne bouge pas par rapport au wagon.
3. Dans le référentiel du train, la valise est **immobile** : posée sur le porte-bagages, elle ne bouge pas par rapport au wagon.
4. **Oui** : le même objet peut être en mouvement dans un référentiel et immobile dans un autre. Le mouvement est **relatif** au référentiel choisi.
5. Parce que la vitesse d'un objet n'a de sens que par rapport à un référentiel : **sans référentiel, la question « quelle est sa vitesse ? » n'a pas de réponse.**

Le mot qui vaut des points

Commence chaque réponse par « dans le référentiel... ». C'est ce mot qui montre que tu as compris que le mouvement est relatif.

Deux référentiels, deux descriptions

Un même objet, deux référentiels, deux réponses : ce n'est pas une contradiction, c'est tout l'intérêt de la notion de référentiel.

Exercice 2 Trois vitesses sur une chronophotographie

1. $M_0M_2 = 10,0 \text{ cm} = 0,10 \text{ m}$; $M_1M_3 = 14,0 \text{ cm} = 0,14 \text{ m}$; $M_2M_4 = 18,0 \text{ cm} = 0,18 \text{ m}$.
2. $v_1 = \frac{M_0M_2}{2\Delta t} = \frac{0,10 \text{ m}}{2 \times 0,100 \text{ s}} = 0,50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (F2).
3. $v_2 = \frac{0,14 \text{ m}}{2 \times 0,100 \text{ s}} = 0,70 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; et $v_3 = \frac{0,18 \text{ m}}{2 \times 0,100 \text{ s}} = 0,90 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
4. Les trois vecteurs vitesse sont dirigés **dans le sens du mouvement**, de M_0 vers M_4 .
5. **Non** : le vecteur vitesse en M_0 demanderait un point précédent, qui n'existe pas. On ne peut pas le construire.

La durée, c'est $2 \Delta t$

Entre M_0 et M_2 , il s'écoule deux intervalles, soit $0,200 \text{ s}$: le 2 au dénominateur n'est pas une option.

Convertir d'abord

Passes les longueurs en mètre avant de diviser : une vitesse se donne en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, pas en $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$.

