

Interactions fondamentales et notion de champ

Les quatre interactions de la nature, les lois de gravitation et de Coulomb en vecteurs, et **la notion de champ** : **champ de gravitation, de pesanteur et électrostatique.**



1 Quatre parties, une vraie progression

On part des quatre interactions fondamentales, on écrit les deux lois de force à distance, on passe de la force au champ, et on finit par lire une carte de champ.

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. **Tu sais pourquoi tu travailles chaque exercice.**

4 L'essentiel pour réviser

Le formulaire des cartes sur une page, la table des constantes du chapitre, et les plans de réponse de chaque type de question.

4

parties
progressives

16

exercices corrigés
pas à pas

16

cartes
repères

8

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 « **1. Interactions fondamentales et introduction à la notion de champ** ». Un test de positionnement en page 3 t'indique par où commencer.

« Une force se dessine avec une flèche,
un champ remplit tout l'espace. »

Génies des Sciences
Méthodes & entraînement · Lycée
www.geniesdessciences.com



QUESTIONS	PARTIE	SI TU RATES L'UNE D'ELLES...
1 à 4	1	les quatre interactions, la charge et l'interaction électrostatique
5 à 8	2	la loi de gravitation, la loi de Coulomb, la force comme vecteur
9 à 12	3	le champ de gravitation, de pesanteur et électrostatique
13 à 16	4	les lignes de champ et la lecture d'une carte de champ

★ Comment lire ton résultat

Les réponses sont en tête des corrigés, page 26 : 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 relations qu'il contient se retrouvent de tête, et une question qui exige la calculatrice n'y a pas sa place. Si une question te prend plus qu'un instant de réflexion, c'est déjà le signe que la partie correspondante mérite d'être retravaillée.



Exercice 1 Quatre situations, quatre interactions



1. Citer les quatre interactions fondamentales.
2. Pour chacune, indiquer si sa portée est infinie ou très courte.
3. Associer chaque situation à l'interaction qui la gouverne : (a) une pomme qui tombe de l'arbre ; (b) deux protons d'un même noyau qui restent liés ; (c) deux ballons frottés qui se repoussent ; (d) une transformation radioactive d'un noyau.
4. Parmi ces quatre situations, laquelle met en jeu une interaction entre des **charges** ?

Exercice 2 Deux bâtons frottés



Situation. On frotte deux bâtons de verre identiques avec un même tissu. Approchés l'un de l'autre, ils se repoussent. On approche ensuite l'un des bâtons d'un bâton de plastique frotté, lui aussi : cette fois, il y a attraction.

1. Les deux bâtons de verre frottés portent-ils des charges de même signe ou de signes contraires ? Justifier.
2. Le bâton de verre et le bâton de plastique portent-ils des charges de même signe ou de signes contraires ? Justifier.
3. Représenter, par deux flèches, les forces qui s'exercent sur les deux bâtons de verre lorsqu'ils se repoussent. Que peut-on dire de leurs valeurs et de leurs sens ?
4. Un élève écrit : « le verre attire le plastique, donc le verre n'est pas chargé ». Repérer l'erreur et corriger la phrase.

Exercice 3 Le papier attiré par la règle



Situation. On frotte une règle en plastique sur un pull, puis on l'approche de petits morceaux de papier neutres, posés sur la table. Les morceaux de papier sautent vers la règle.

1. La règle est-elle chargée après avoir été frottée ? Et les morceaux de papier, avant l'approche ?
2. Nommer le phénomène qui explique l'attraction du papier neutre par la règle chargée.
3. Décrire ce qui se passe, au niveau des charges, dans un morceau de papier à l'approche de la règle.
4. Que se passe-t-il si on éloigne la règle ? Expliquer.

Exercice 4 La plus faible, et pourtant la maîtresse des astres



Données. Entre deux particules, l'ordre des intensités est, de la plus forte à la plus faible : interaction forte, électromagnétique, faible, puis gravitationnelle. Les interactions forte et faible ont une portée de l'ordre de la taille d'un noyau ; la gravitation et l'électromagnétisme ont une portée infinie.

1. Classer les quatre interactions de la plus intense à la plus faible, entre deux particules.
2. Pourquoi les interactions forte et faible ne jouent-elles aucun rôle entre la Terre et la Lune ?
3. La matière des astres est globalement neutre. Expliquer pourquoi cela réduit fortement l'effet de l'interaction électrostatique à l'échelle du système solaire.
4. En déduire pourquoi c'est la gravitation, pourtant la plus faible des quatre, qui gouverne le mouvement des planètes.

→ Ce que la partie 2 va ajouter

Tu sais maintenant quelles interactions existent et comment deux charges s'attirent ou se repoussent. Mais une règle de signes ne donne pas la **valeur** de la force. La partie 2 ajoute les deux lois qui chiffrent ces forces à distance : la **loi d'interaction gravitationnelle** et la **loi de Coulomb**, qui ont exactement la même forme.





Le conseil du prof

Les deux lois se lisent pareil : **produit du haut, carré de la distance en bas**. Si tu doutes d'une formule, retrouve-la depuis l'autre. Et pense au **carré** de d : diviser par d au lieu de d^2 change le résultat d'un facteur d .

5 Les méthodes, pas à pas

MÉTHODE

2 Calculer la valeur de la force de gravitation

1 Je relève les deux masses et la distance.

Toutes en unités du système international : kilogramme et mètre.

2 J'écris la formule littérale.

$$F = \frac{G \times m_1 \times m_2}{d^2}, \text{ avec } G \text{ fournie.}$$

3 Je remplace par les valeurs, avec leurs unités,

sans oublier d'élever d au carré.

4 J'écris le résultat en newton,

à trois chiffres significatifs.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Deux masses de 1,0 kg sont séparées de 1,0 m. Calculer la valeur de la force gravitationnelle qui les attire, avec $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$.

J'écris la formule, puis je remplace :

$$F = \frac{G \times m_1 \times m_2}{d^2} = \frac{6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2} \times 1,0 \text{ kg} \times 1,0 \text{ kg}}{(1,0 \text{ m})^2} =$$

$6,67 \times 10^{-11} \text{ N}$. Une force minuscule : la gravitation est très faible entre objets ordinaires.

3 Appliquer la loi de Coulomb : valeur et sens

1 Je relève les deux charges et la distance.

Les charges en coulomb, la distance en mètre.

2 Je calcule la valeur

avec $F = \frac{k \times |q_1 \times q_2|}{d^2}$, en prenant le produit des charges sans son signe.

3 Je décide du sens

à part : même signe, répulsion ; signes contraires, attraction.

4 Je conclus

par la valeur en newton et une phrase sur le sens.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Deux charges $q_1 = 1,0 \times 10^{-6} \text{ C}$ et $q_2 = 1,0 \times 10^{-6} \text{ C}$ sont distantes de 0,10 m. Donner la valeur et le sens de la force, avec $k = 9,00 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$.

$$F = \frac{k \times |q_1 \times q_2|}{d^2} = \frac{9,00 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2} \times 1,0 \times 10^{-6} \text{ C} \times 1,0 \times 10^{-6} \text{ C}}{(0,10 \text{ m})^2} =$$

$0,900 \text{ N}$.

Les deux charges sont positives, donc de même signe : la force est **répulsive**.

4 Représenter une force, et additionner deux forces de même direction

1 Je choisis une échelle,

par exemple 1 cm pour une valeur donnée de force.

2 Je trace la flèche.

Origine sur le corps, direction la droite qui joint les deux corps, sens selon attraction ou répulsion, longueur d'après l'échelle.

3 Pour deux forces de même direction,

j'ajoute les valeurs si les sens sont identiques, je les retranche si les sens sont opposés.

4 Je donne la valeur totale,

avec son unité et son sens.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Sur une charge s'exercent deux forces de même direction : l'une de 0,30 N vers la droite, l'autre de 0,20 N vers la droite aussi. Donner la force totale.

Les deux forces ont le même sens, donc les valeurs s'ajoutent

(F7) : $F = 0,30 \text{ N} + 0,20 \text{ N} = 0,50 \text{ N}$, vers la droite.

Si la seconde force était dirigée vers la gauche, on retrancherait : $0,30 \text{ N} - 0,20 \text{ N} = 0,10 \text{ N}$, vers la droite (le sens de la plus grande).



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



Comment lire un corrigé

Chaque réponse est écrite comme sur une copie : la donnée utilisée, la formule littérale, l'application numérique avec les unités, puis la conclusion. Quand ta réponse diffère de la mienne, cherche **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 liste de vérifications de la page 33.

Les résultats sont arrondis à trois chiffres significatifs (deux pour l'exercice 8). Les constantes G et k sont toujours fournies, et la distance est toujours élevée au carré.

Exercice 1 Quatre situations, quatre interactions

★

1. **La gravitationnelle, l'électromagnétique, la forte et la faible** (F1).
2. Portée infinie : **la gravitationnelle et l'électromagnétique** ; portée très courte : **la forte et la faible**.
3. (a) la pomme qui tombe : **la gravitation** ; (b) les protons liés dans le noyau : **l'interaction forte** ; (c) les ballons qui se repoussent : **l'interaction électrostatique (électromagnétique)** ; (d) la transformation radioactive : **l'interaction faible**.
4. La situation (c) : **deux ballons chargés** se repoussent, c'est une interaction entre charges.

Deux critères pour trier

La portée (infinie ou très courte) sépare les interactions à distance des interactions nucléaires ; la nature des objets (masses ou charges) sépare la gravitation de l'électrostatique.

Exercice 2 Deux bâtons frottés

★★

1. **De même signe** : ils se repoussent, et deux charges de même signe se repoussent (F2).
2. **De signes contraires** : le verre et le plastique s'attirent, et deux charges de signes contraires s'attirent.
3. Les deux flèches sont portées par la droite qui joint les bâtons, dirigées en sens opposés (répulsion) : **même valeur, sens opposés**.
4. L'erreur : « le verre n'est pas chargé » est faux. Le verre et le plastique s'attirent parce qu'ils portent des **charges de signes contraires** : les deux sont chargés.

Répulsion = preuve de charge

L'attraction peut venir de l'influence (un corps neutre attiré). Mais la **répulsion**, elle, n'arrive qu'entre deux corps **chargés de même signe** : c'est le test le plus sûr.

Deux forces, pas une

Quand deux bâtons se repoussent, chacun pousse l'autre : deux forces, même valeur, sens opposés.

Exercice 3 Le papier attiré par la règle

★★

1. La règle frottée est **chargée** ; les morceaux de papier, avant l'approche, sont **neutres**.
2. C'est **l'influence électrostatique** (F3).
3. À l'approche, les charges du papier se déplacent : **les charges de signe opposé à la règle se rapprochent d'elle, celles de même signe s'éloignent**. Le papier, globalement neutre, est alors attiré.
4. Si on éloigne la règle, **l'effet disparaît** : les charges du papier reprennent leur place, il n'est plus attiré.

Neutre, mais pas vide de charges

Un corps neutre contient autant de charges positives que négatives. L'influence les déplace sans en créer : la charge totale reste nulle, mais une attraction apparaît.

