

# Interactions et champs

## Exercices de sciences physiques - niveau 1re

*Vingt exercices progressifs sur les interactions et les champs : force gravitationnelle, loi de Coulomb, champ de pesanteur, champ électrostatique, champ magnétique, lecture de graphiques et problèmes de synthèse. Cherche seul(e) avant d'ouvrir le corrigé séparé.*

Cette fiche d'exercices est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

## Les exercices sur les interactions et les champs

Constantes utiles :  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$  ;  $k = 9,0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C}^{-2}$  ;  $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$  ;  $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$  ;  $m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$  ;  $M_T = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$  ;  $R_T = 6,37 \times 10^6 \text{ m}$  ;  $M_L = 7,35 \times 10^{22} \text{ kg}$  ;  $R_L = 1,74 \times 10^6 \text{ m}$  ; distance Terre-Lune  $D = 3,84 \times 10^8 \text{ m}$  ;  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$  ;  $g = 9,81 \text{ N/kg}$ .

### Exercice 1 : Questions de cours

1. Qu'appelle-t-on interaction ? Quelle propriété ont les deux forces d'une interaction entre deux corps ?
2. Énonce la loi de la gravitation et précise les unités.
3. Énonce la loi de Coulomb et précise ce qui détermine son sens.
4. Qu'est-ce qu'un champ uniforme ? Donne un exemple.
5. Dans quelle unité mesure-t-on un champ magnétique ?

### Exercice 2 : Vrai ou faux ?

Dis si chaque affirmation est vraie ou fausse, et justifie.

- a. La force gravitationnelle peut être répulsive.
- b. Si la distance entre deux charges est doublée, la force est divisée par 2.
- c. Le champ de pesanteur terrestre vaut environ 9,81 N/kg à la surface.
- d. Une charge négative subit une force de même sens que le champ électrique.
- e. Les lignes de champ magnétique d'un aimant sortent par son pôle nord, à l'extérieur.
- f. Le champ existe seulement quand un objet est placé au point considéré.

### Exercice 3 : Terre et Lune

1. Calcule la valeur de la force gravitationnelle exercée par la Terre sur la Lune.
2. Quelle est la valeur de la force exercée par la Lune sur la Terre ? Justifie sans calcul.
3. En déduis l'accélération de la Lune sous l'effet de cette seule force, à l'aide de  $a = F \div M_L$ .

#### Exercice 4 : Le champ de pesanteur terrestre

1. Exprime puis calcule  $g$  à la surface de la Terre.
2. Calcule le poids d'une personne de masse 70 kg.
3. Justifie que l'unité N/kg est équivalente à  $m/s^2$ .

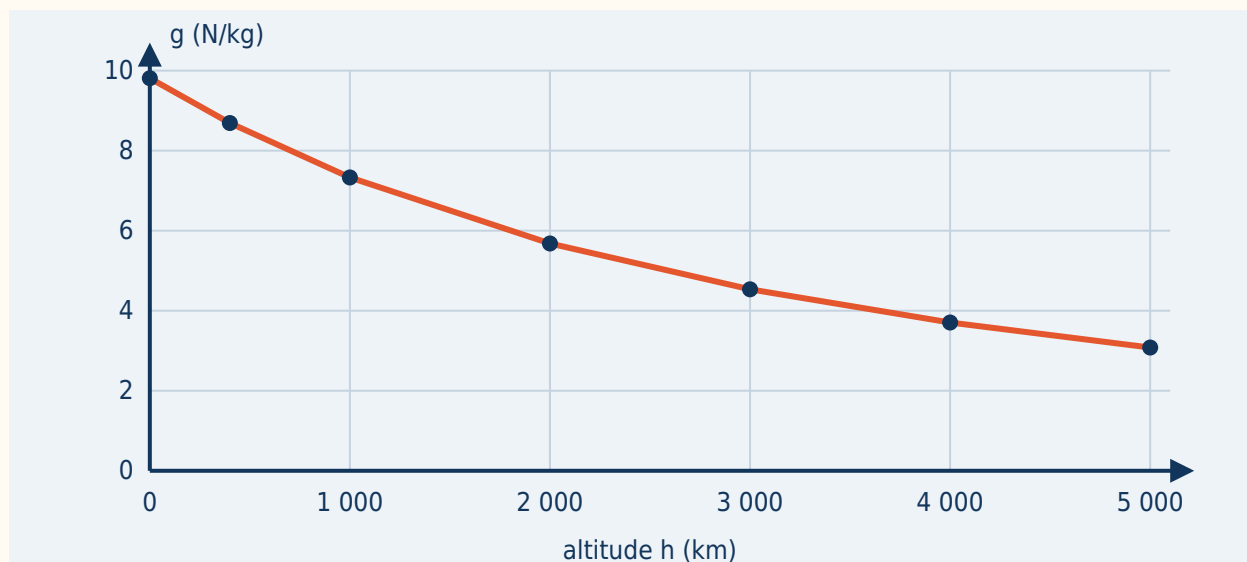
#### Exercice 5 : Peser sur la Lune

Un astronaute de masse 80 kg (équipement compris) marche sur la Lune.

1. Calcule l'intensité du champ de gravitation à la surface de la Lune.
2. Calcule le poids de l'astronaute sur la Lune, puis sur la Terre.
3. Sa masse change-t-elle ? Que vaut le rapport des poids ?

#### Exercice 6 : Le champ de gravitation avec l'altitude

Le graphique donne l'intensité  $g$  du champ de gravitation terrestre en fonction de l'altitude  $h$  au-dessus de la surface.

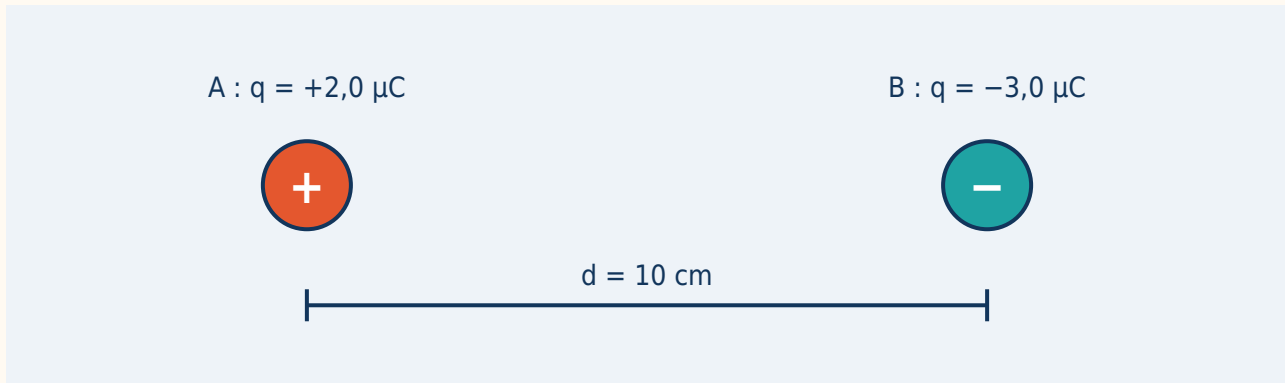


Intensité du champ de gravitation terrestre en fonction de l'altitude.

1. Quelle valeur lit-on pour  $h = 0$  ? À quoi correspond-elle ?
2. Lis  $g$  à l'altitude 1 000 km.
3. Calcule  $g$  à l'altitude de la Station spatiale ( $h = 400$  km) et compare au graphique.
4. À quelle altitude  $g$  vaut-il la moitié de sa valeur au sol ? Donne la lecture graphique puis la valeur calculée.

### Exercice 7 : Attraction entre deux charges

Deux petites sphères A et B portent les charges  $q_A = +2,0 \mu\text{C}$  et  $q_B = -3,0 \mu\text{C}$ . Elles sont séparées de 10 cm.



Deux sphères chargées de signes opposés.

1. Les sphères s'attirent-elles ou se repoussent-elles ?
2. Calcule la valeur de la force exercée par A sur B.
3. Représente les deux forces sur un schéma à l'échelle 1 cm pour 2 N.
4. Que vaut la force de B sur A ? Justifie.

### Exercice 8 : Raisonner par proportionnalité

Deux charges  $q_1$  et  $q_2$  à la distance  $d$  exercent l'une sur l'autre la force  $F$ . Sans calculer les valeurs, donne par quel facteur est multipliée  $F$  dans chaque cas.

- a. La distance est doublée.
- b.  $q_1$  est triplée.
- c. La distance est divisée par 3 et  $q_2$  est doublée.
- d. Les deux charges sont doublées et la distance est doublée.
- e. Même question pour deux masses (gravitation) dont les deux masses sont triplées, la distance restant la même.

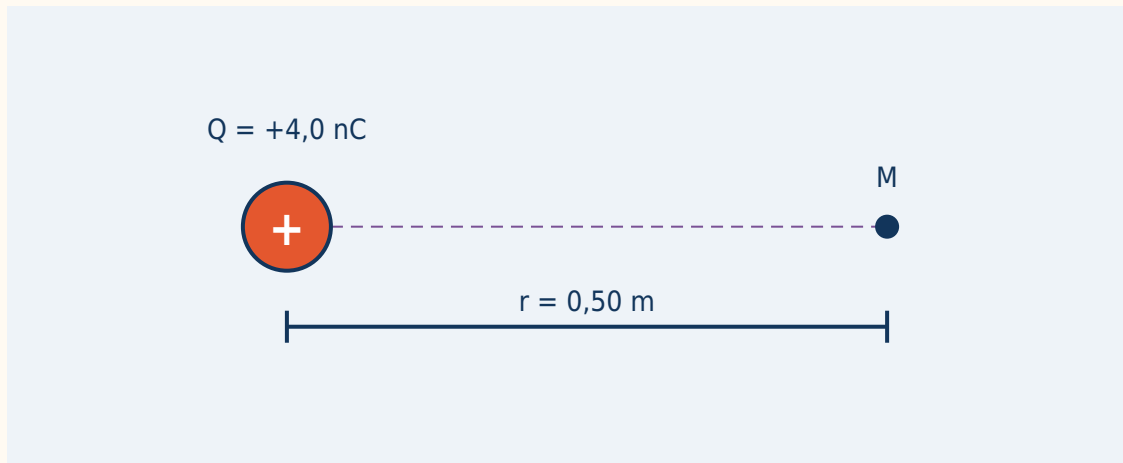
### Exercice 9 : L'atome d'hydrogène

Dans le modèle de l'atome d'hydrogène, un électron est à  $r = 5,3 \times 10^{-11} \text{ m}$  d'un proton.

1. Calcule la force électrostatique entre l'électron et le proton.
2. Calcule la force gravitationnelle entre ces deux particules.
3. Calcule le rapport des deux forces et conclus sur l'interaction qui assure la cohésion de l'atome.

### Exercice 10 : Champ d'une charge ponctuelle

Une petite sphère porte la charge  $Q = +4,0 \text{ nC}$  ( $1 \text{ nC} = 10^{-9} \text{ C}$ ). On étudie le champ au point M situé à  $0,50 \text{ m}$ .

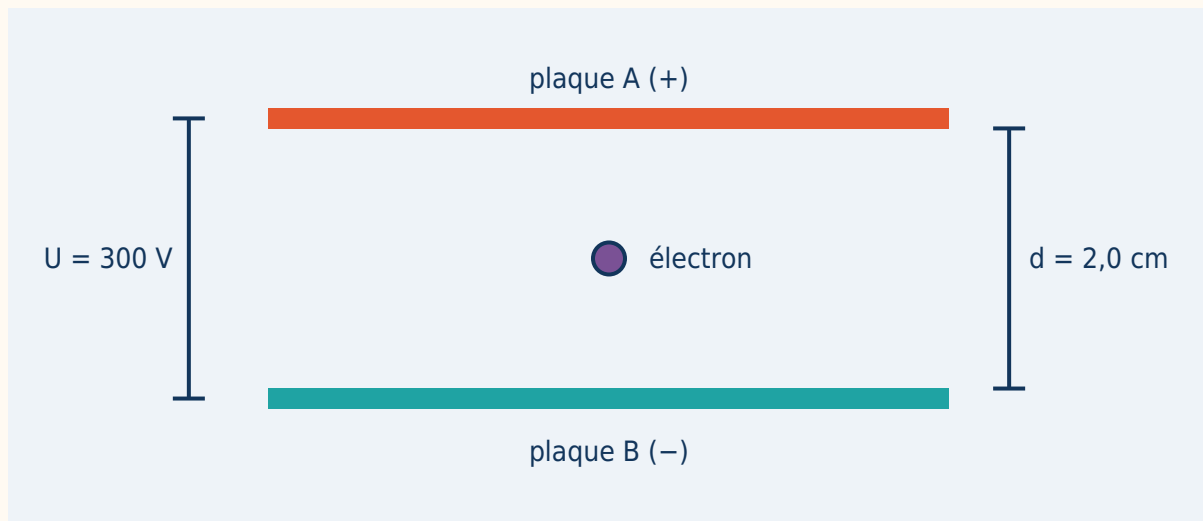


Charge Q et point M où l'on calcule le champ.

1. Calcule la valeur du champ électrostatique en M.
2. Recopie le schéma et représente le vecteur champ en M (donne sa direction et son sens).
3. On place en M une charge  $q = -2,0 \text{ nC}$ . Calcule la valeur de la force subie et donne son sens.

### Exercice 11 : Un électron entre deux plaques

Deux plaques parallèles A et B, distantes de  $d = 2,0 \text{ cm}$ , sont soumises à la tension  $U = 300 \text{ V}$  (A est reliée à la borne positive). Un électron est placé au milieu.

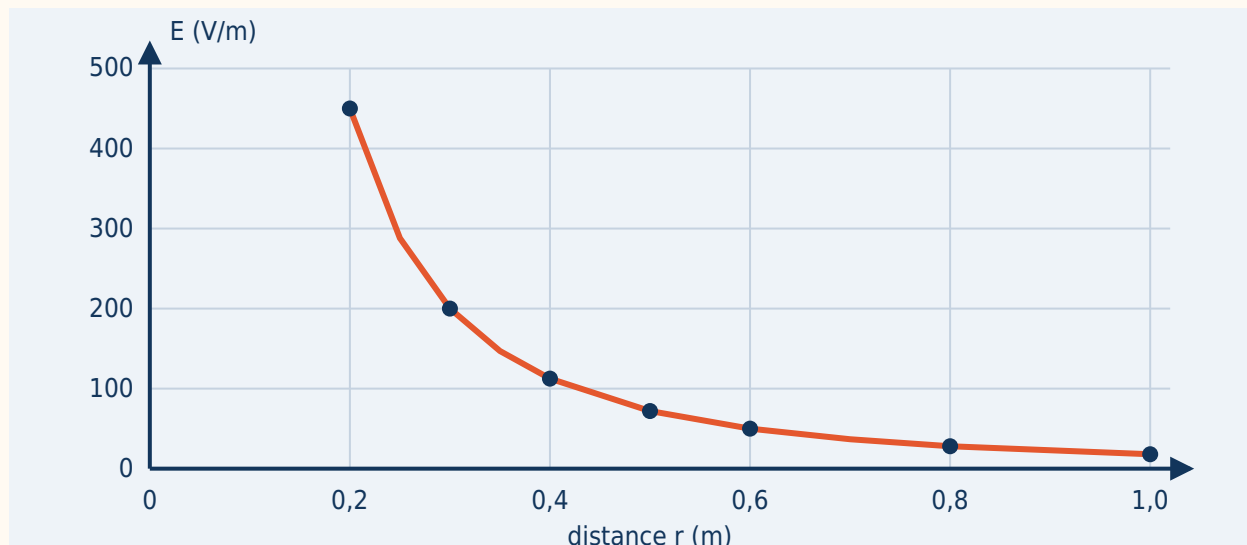


Plaques parallèles et électron placé entre elles.

1. Représente sur un schéma le champ électrique entre les plaques et calcule sa valeur.
2. Calcule la force électrique subie par l'électron et donne son sens.
3. Calcule l'accélération de l'électron sous l'effet de cette seule force.
4. Compare la force électrique au poids de l'électron. Peut-on négliger le poids ?

### Exercice 12 : Lire un graphique de champ

Le graphique donne la valeur du champ électrostatique  $E$  créé par une charge ponctuelle  $Q$  en fonction de la distance  $r$  à cette charge.

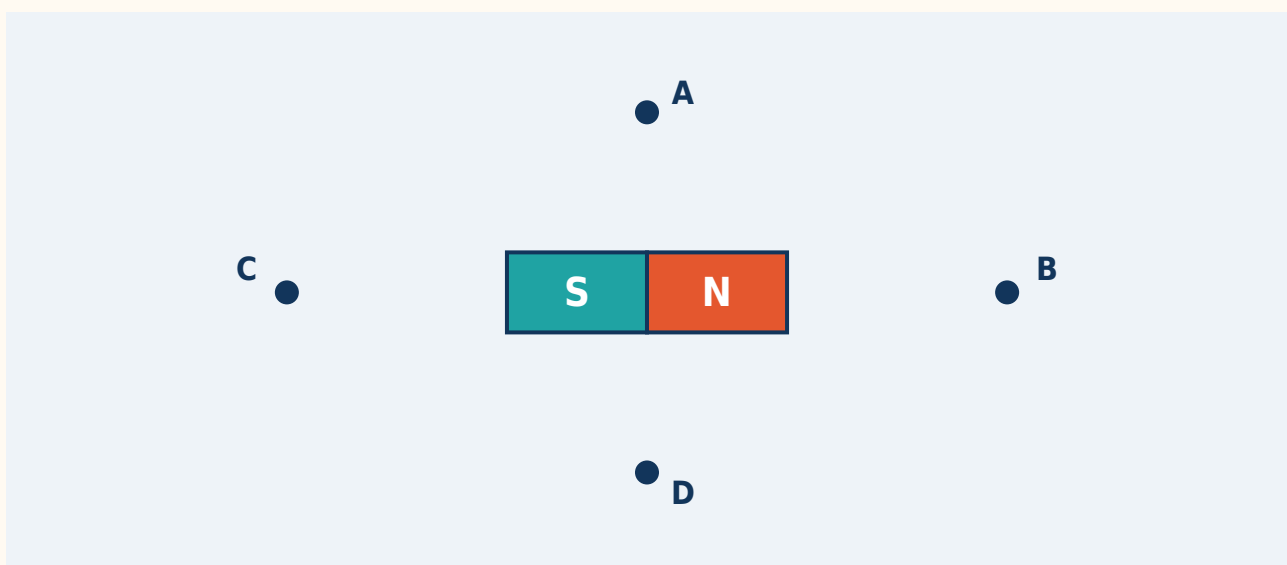


Valeur du champ électrostatique en fonction de la distance à la charge  $Q$ .

1. Quelle est la valeur de  $E$  à  $r = 0,40$  m ?
2. Lis  $E$  à  $r = 0,25$  m (le point est sur la courbe sans être marqué).
3. Calcule  $E \times r^2$  pour trois points. Que remarques-tu ? Retrouve la loi  $E = k Q \div r^2$ .
4. Dédus la valeur de  $Q$ .
5. À quelle distance  $E$  vaut-il 100 V/m ?

### Exercice 13 : Orienter une boussole

Un aimant droit est posé sur une table ; son pôle nord est à droite. On étudie le champ aux points A, B, C et D.



Aimant droit et quatre points d'observation.

1. Recopie le schéma et trace quelques lignes de champ à l'extérieur de l'aimant, avec leur sens.

2. Dessine en chacun des points A, B, C et D le sens du vecteur champ magnétique.
3. Une boussole est placée en B. Dans quelle direction pointe son extrémité nord ?  
Même question en C.
4. Que se passe-t-il si l'on retourne l'aimant ?

#### Exercice 14 : Le champ d'un solénoïde

Un solénoïde comporte  $N = 500$  spires sur une longueur  $L = 0,25$  m. Il est parcouru par un courant d'intensité  $I = 2,0$  A. Le champ à l'intérieur est donné par  $B = \mu_0 N I \div L$ .

1. Calcule la valeur du champ magnétique à l'intérieur du solénoïde.
2. Le champ magnétique terrestre vaut  $48 \mu\text{T}$  environ. Compare les deux champs.
3. Que devient  $B$  si l'on double l'intensité ? si l'on double la longueur  $L$  avec le même nombre de spires ?
4. Comment doit-on faire pour inverser le sens du champ ?

#### Exercice 15 : La boussole près d'un aimant

Une boussole est posée à plat. Sans aimant, son aiguille indique le nord : la composante horizontale du champ terrestre vaut  $B_h = 2,0 \times 10^{-5}$  T. On approche un aimant qui crée en ce point un champ horizontal  $B_a = 3,5 \times 10^{-5}$  T, perpendiculaire à  $B_h$ . L'aiguille s'oriente dans la direction du champ total.

1. Représente les deux champs et leur somme.
2. Calcule la valeur du champ total.
3. De quel angle l'aiguille est-elle déviée par rapport au nord ? On utilisera  $\tan \alpha = B_a \div B_h$ .

#### Exercice 16 : Deux petites billes

Deux billes identiques de masse  $1,0$  g, séparées de  $10$  cm, s'attirent par gravitation.

1. Calcule la force gravitationnelle entre elles.
2. On charge les deux billes de la même charge  $q$ , de même signe. Quelle valeur de  $q$  rend la force électrique égale à la force gravitationnelle ?
3. Combien d'électrons cette charge représente-t-elle ? Que penser de ce nombre ?

#### Exercice 17 : Le point d'équilibre

Un vaisseau se trouve sur la droite Terre-Lune. En un certain point, les champs de gravitation de la Terre et de la Lune ont la même valeur et des sens opposés.

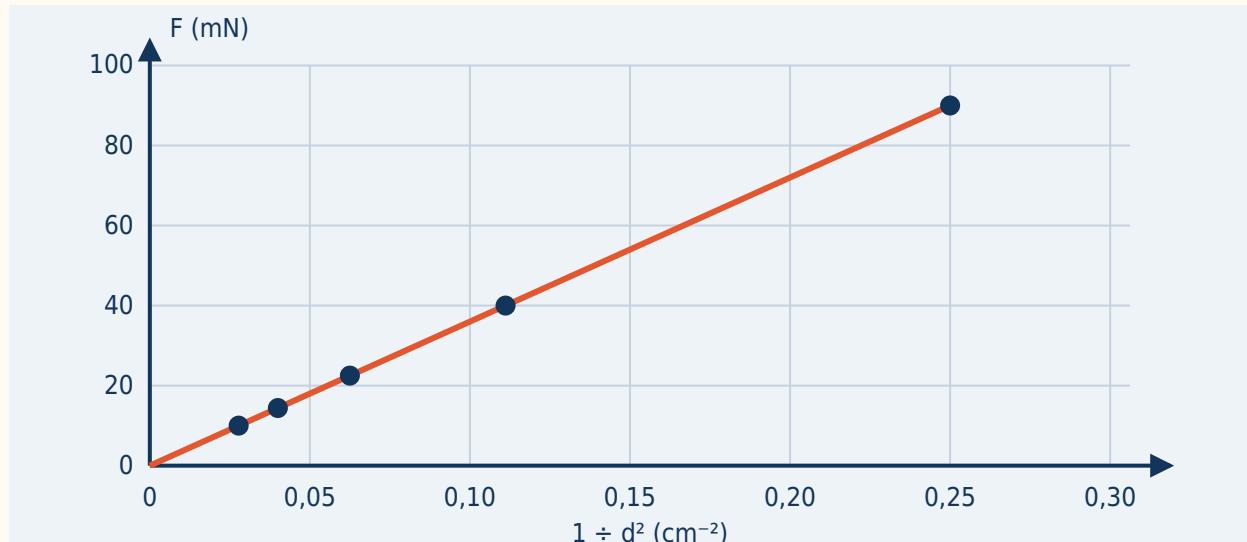
1. Exprime  $g_T$  et  $g_L$  en fonction de la distance du vaisseau à chaque astre.
2. Exprime le rapport  $d_T \div d_L$  en fonction des masses, puis calcule-le.

3. Sachant que  $d_T + d_L = D$ , détermine la distance de ce point à la Lune puis à la Terre.

### Exercice 18 : Mesure d'une force entre deux boules chargées

Deux petites boules identiques portent la même charge  $q$ . On mesure la force  $F$  qui les sépare en fonction de leur distance  $d$ . Le graphique donne  $F$  en fonction de  $1 \div d^2$ , et le tableau les mesures.

| $d$ (cm) | 2,0 | 3,0 | 4,0  | 5,0  | 6,0 |
|----------|-----|-----|------|------|-----|
| $F$ (mN) | 90  | 40  | 22,5 | 14,4 | 10  |



Force entre les deux boules en fonction de  $1 \div d^2$ .

1. Calcule  $F \times d^2$  pour chaque mesure. Que constates-tu ?
2. Que peut-on dire de la courbe  $F = f(1 \div d^2)$  ? En déduis la loi reliant  $F$  et  $d$ .
3. Détermine le coefficient directeur de la droite, avec ses unités.
4. À partir de la loi de Coulomb, calcule la charge  $q$  de chaque boule.

### Exercice 19 : Satellite géostationnaire

Un satellite géostationnaire évolue à l'altitude  $h = 35\,800$  km.

1. Calcule l'intensité du champ de gravitation terrestre à cette altitude.
2. Compare-la à celle de la surface (rapport).
3. Les astronautes de la Station spatiale ( $h = 400$  km) flottent pourtant dans leur cabine. Calcule  $g$  à cette altitude et explique ce paradoxe.

### Exercice 20 : Orage et éclair

Lors d'un orage, la base d'un nuage chargé se trouve à 2,0 km au-dessus du sol. On modélise le champ entre le nuage et le sol par un champ uniforme de valeur  $E = 1,5 \times 10^5$  V/m. Le champ nécessaire pour que l'air devienne conducteur est de l'ordre de  $3 \times 10^6$  V/m.

1. Calcule la tension entre le nuage et le sol dans ce modèle.
2. Quelle tension faudrait-il pour atteindre le champ de claquage sur 2,0 km ?
3. Pourtant des éclairs se produisent. Propose des explications.
4. Explique pourquoi un paratonnerre pointu protège les bâtiments.