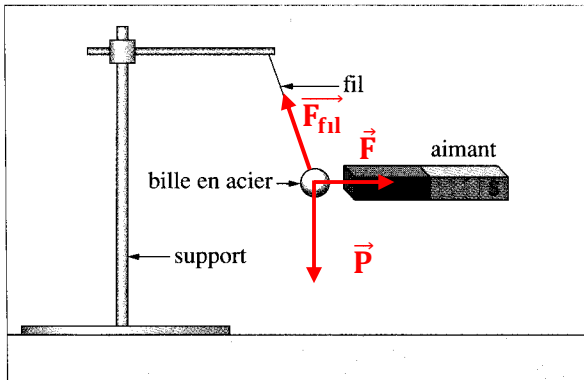


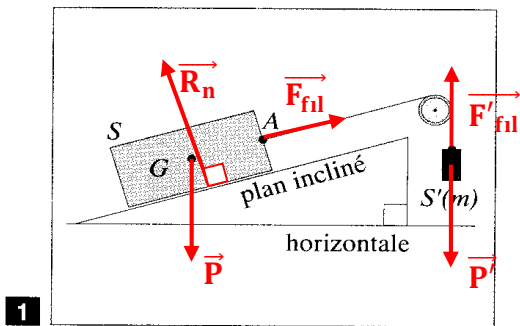
POLY + Livre page 203 à 207 N° : 17-18-19-27-28

1 Dans l'expérience schématisée ci-dessous, quelles sont les forces exercées sur la bille en acier ? Préciser pour chaque force quel corps l'exerce, ainsi que sa direction et son sens.



Référentiel : Terrestre
Système : Bille en acier
Forces : Poids (\vec{P})
Tension du fil (\vec{F}_{fil})
Force de l'aimant (\vec{F})

2 Un solide S , de poids P , est maintenu en équilibre sur un plan incliné (fig. 1) grâce à un fil qui passe dans la gorge d'une poulie et qui supporte un solide S' de masse m .



A : Sur S
Référentiel : Terrestre
Système : Solide S
Forces : Poids (\vec{P})
Tension du fil (\vec{F}_{fil})
Réaction du support (\vec{R}_n)

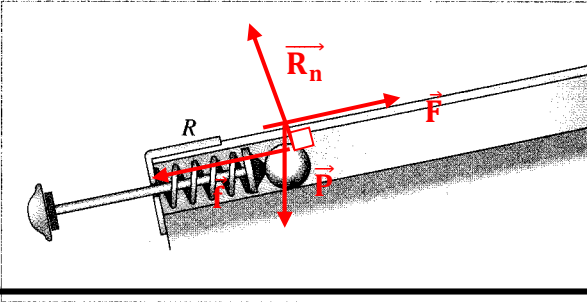
A : Sur S'
Référentiel : Terrestre
Système : Solide S'
Forces : Poids (\vec{P}')
Tension du fil (\vec{F}'_{fil})

A Déterminer les forces appliquées au solide S en supposant que le contact avec le plan incliné est sans frottement.

B Déterminer les forces s'exerçant sur le solide S' .

3

Pour propulser la bille d'un flipper, le ressort R est comprimé par le joueur qui, en relâchant la tirette, laisse ensuite le ressort se détendre. Durant la phase de propulsion, quelles sont les forces qui s'exercent sur la bille ?



Référentiel : Terrestre

Système : bille

Forces : Poids (\vec{P})

force du ressort (\vec{F})

Réaction du support (\vec{R}_n)

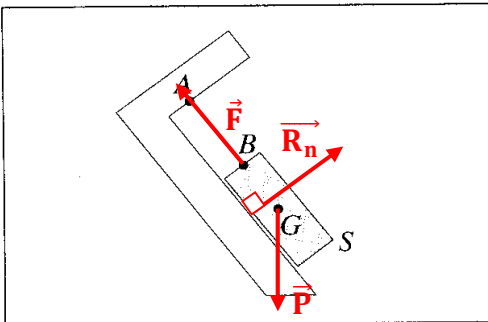
Forces de frottement (\vec{f})

4

1. Un solide S , de centre d'inertie G et de masse $m = 1,2 \text{ kg}$ est posé sur un plan incliné parfaitement lisse comme le montre la figure.

Déterminer les forces qui s'appliquent sur le solide S .

RÉPONSE PARTIELLE : Il y a trois forces à déterminer ; dire que le plan est lisse signifie que le contact est sans frottement.



Référentiel : Terrestre

Système : Solide S

Forces : Poids (\vec{P})

Tension du fil (\vec{F})

Réaction du support (\vec{R}_n)

5

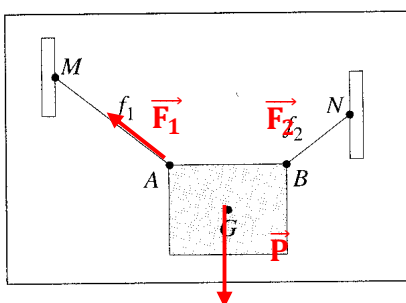
Une plaque métallique plane et homogène de poids P est maintenue en position verticale grâce à deux câbles f_1 et f_2 , comme le montre la figure.

— a) A1. À Paris, où l'intensité de la pesanteur vaut $9,80 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$, le poids de la plaque est $P = 400 \text{ N}$.

Quelle est sa masse ?

— b) A1. Quelles sont les forces s'appliquant sur la plaque ? On précisera les caractéristiques de ces forces qu'il est possible de déterminer.

— c) A1. Quelles sont les forces s'exerçant sur les points d'attache M et N des fils aux supports ?



A :

Calcul de la masse de la plaque :

$$P = m \cdot g$$

$$400 = m \cdot 9,80$$

$$m = \frac{400}{9,8} = 40,82 \text{ kg}$$

B :

Référentiel : Terrestre

Système : plaque

Forces : Poids (\vec{P})

Tension du fil de gauche (\vec{F}_1)

Tension du fil de droite (\vec{F}_2)

17 Maxime fait du trampoline dans son jardin.

Données

- Rayon de la Terre : $R_T = 6,37 \times 10^3$ km.
- Masse de la Terre : $M_T = 5,97 \times 10^{24}$ kg.
- Masse de Maxime : $m_M = 65$ kg.

1. Donner l'expression de la norme de la force d'attraction exercée par la Terre sur Maxime puis la calculer.
2. Quelle est la norme de la force exercée par Maxime sur la Terre ?

1. Force d'attraction de la Terre sur Max

$$F_{T/M} = G \cdot \frac{M_T \cdot m_M}{R_T^2}$$

exercée par la
Terre sur Max

A.N.

$$F_{T/M} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{5,97 \cdot 10^{24} \cdot 65}{(6,37 \cdot 10^3 \cdot 10^3)^2} = 640 \text{ N}$$

en mètres

2. Force d'attraction de Max sur la Terre

$$F_{M/T} = G \cdot \frac{m_M \cdot M_T}{R_T^2} = 640 \text{ N}$$

exercée par Max
sur la Terre

18 Lila fait du trampoline dans son jardin sur la planète Alpha.

Données

- Rayon de la planète Alpha : $R_A = 2,37 \times 10^3$ km.
- Masse de la planète Alpha : $M_A = 2,01 \times 10^{32}$ kg.
- Masse de Lila : $m_L = 65$ kg.

1. Donner l'expression de la norme de la force d'attraction exercée par la planète Alpha sur Lila puis la calculer.
2. Quelle est la norme de la force exercée par Lila sur la planète Alpha?

1. Force d'attraction de Alpha sur Lila

$$F_{A/L} = G \cdot \frac{M_A \cdot m_L}{R_A^2}$$

exercée par
Alpha sur Lila

A.N.

$$F_{A/L} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{2,01 \cdot 10^{32} \cdot 65}{(2,37 \cdot 10^3 \cdot 10^3)^2} = 1,6 \cdot 10^{11} \text{ N}$$

2. Force d'attraction de Lila sur Alpha

$$F_{L/A} = F_{A/L} = 1,6 \cdot 10^{11} \text{ N}$$

exercée par Lila
sur Alpha

19 Titan, Rhéa et Japet sont les trois plus grands satellites de Saturne.

Satellite	Rayon de l'orbite (km)	Masse (kg)	Norme de la force exercée par Saturne (N)
Titan	$1,22 \times 10^6$	$1,35 \times 10^{23}$	
Rhéa	$5,27 \times 10^5$		$3,15 \times 10^{20}$
Japet		$1,81 \times 10^{21}$	$5,60 \times 10^{18}$

Donnée. Masse de Saturne : $M_S = 5,68 \times 10^{26}$ kg.

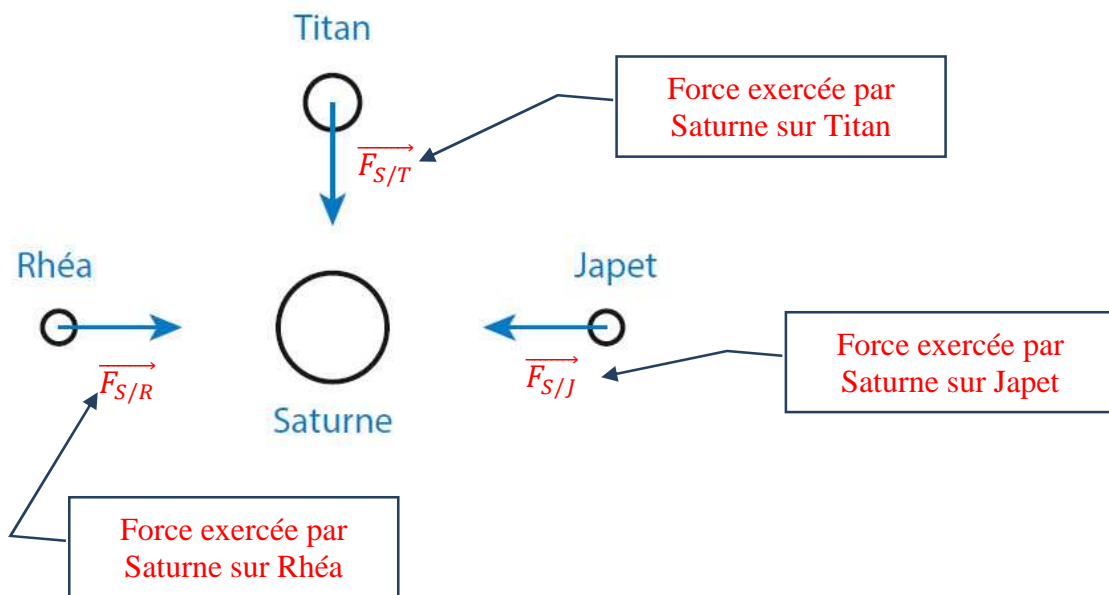
1. Sans souci d'échelle, faire un schéma faisant apparaître Saturne et ses trois satellites et représenter les forces exercées par Saturne sur chacun des astres.

2. Calculer la norme de la force d'attraction gravitationnelle exercée par Saturne sur Titan.

3 Déterminer la masse de Rhéa.

4. Déterminer le rayon de l'orbite effectuée par Japet autour de Saturne.

1. Schéma :



2. Calcul de Force d'attraction de Saturne sur Titan

$$F_{S/T} = G \cdot \frac{M_S \cdot m_T}{R_{\text{orbite}}^2}$$

A.N.

$$F_{S/T} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{5,68 \cdot 10^{26} \cdot 1,35 \cdot 10^{23}}{(1,22 \cdot 10^6 \cdot 10^3)^2} = 3,44 \cdot 10^{21} \text{ N}$$

3. Calcul de la masse de Rhéa

Force d'attraction de Saturne sur Rhéa

$$F_{S/R} = G \cdot \frac{M_S \cdot m_R}{R_{\text{orbite}}^2}$$

On extrait m_R

$$R_{\text{orbite}}^2 \cdot F_{S/R} = G \cdot \frac{M_S \cdot m_R}{R_{\text{orbite}}^2} \cdot R_{\text{orbite}}^2$$

$$R_{\text{orbite}}^2 \cdot F_{S/R} = G \cdot M_S \cdot m_R$$

$$\frac{R_{\text{orbite}}^2}{G \cdot M_S} \cdot F_{S/R} = G \cdot \frac{M_S \cdot m_R}{G \cdot M_S}$$

$$\frac{R_{\text{orbite}}^2}{G \cdot M_S} \cdot F_{S/R} = m_R$$

A. N.

$$m_R = \frac{R_{\text{orbite}}^2}{G \cdot M_S} \cdot F_{S/R} = \frac{(5,27 \cdot 10^5)^2}{6,67 \cdot 10^{11} \cdot 5,68 \cdot 10^{26}} \cdot 3,15 \cdot 10^{20} = 2,31 \cdot 10^{21} \text{ kg}$$

4. Calcul du rayon de l'orbite de Japet

Force d'attraction de Saturne sur Japet

$$F_{S/J} = G \cdot \frac{M_S \cdot m_J}{R_{\text{orbite}}^2}$$

On extrait R_{orbite}

$$R_{\text{orbite}}^2 \cdot F_{S/R} = G \cdot \frac{M_S \cdot m_J}{R_{\text{orbite}}^2} \cdot R_{\text{orbite}}^2$$

$$R_{\text{orbite}}^2 \frac{F_{S/R}}{F_{S/R}} = G \frac{M_S \cdot m_J}{F_{S/R}}$$

$$R_{\text{orbite}}^2 = G \frac{M_S \cdot m_J}{F_{S/R}}$$

$$R_{\text{orbite}} = \sqrt{G \cdot \frac{M_S \cdot m_J}{F_{S/R}}}$$

A. N.

$$R_{\text{orbite}} = \sqrt{6,67 \cdot 10^{11} \cdot \frac{5,68 \cdot 10^{26} \cdot 1,81 \cdot 10^{21}}{5,6 \cdot 10^{18}}} = 3,5 \cdot 10^9 \text{ m} = 3,5 \cdot 10^6 \text{ km}$$

27 Rosetta

→ Analyser, valider



En 2004, la sonde européenne Rosetta a quitté la Terre pour un voyage long de 10 ans. En novembre 2014, la sonde a largué Philae, un atterrisseur qui est venu se poser à la surface d'une comète. La mission de Philae consistait à analyser la comète sous tous ses aspects.

Données

- La comète est assimilée à une sphère de rayon 2,5 km.
 - Intensité de la pesanteur sur Terre : $g_T = 10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.
 - Masse de la comète : $M_c = 10$ milliards de tonnes.
1. Donner l'expression de la force gravitationnelle exercée par la comète sur Philae, quand l'atterrisseur est lâché à 20 km du centre de la comète.

2. Donner l'expression de la force gravitationnelle exercée par la comète sur Philae, quand l'atterrisseur est à la surface de la comète.
3. En supposant que cette force est égale au poids de Philae sur la comète, déterminer la valeur de l'intensité de pesanteur g_c sur la comète.
4. Expliquer et apporter une correction scientifique à la phrase: «Philae pèse 100kg sur Terre et 1g sur la comète».

1. Expression de la force gravitationnelle de la comète sur Philae : $F_{C/P}$

$$F_{C/P} = G \cdot \frac{M_c \cdot m_p}{(R)^2}$$

Avec R : Distance centre de la comète à centre de la sonde

2. Expression de la force gravitationnelle de la comète sur Philae quand elle est au niveau du sol : $F_{C/P}$

$$F_{C/P} = G \cdot \frac{M_c \cdot m_p}{(r)^2}$$

Avec r : rayon de la comète

3. Calcul de g_c

On a $P = m_p \cdot g_c$
(cf cours)

Si on a $P = F_{C/P}$

Alors

$$m_p \cdot g_c = G \cdot \frac{M_c \cdot m_p}{(r)^2}$$

$$g_c = G \cdot \frac{M_c}{(r)^2}$$

A.N.

$M_c = 10$ milliard de tonnes = $10 \cdot 10^9$ tonnes = $10 \cdot 10^9 \cdot 10^3 = 10 \cdot 10^{12}$ kg

$$g_c = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{10 \cdot 10^{12}}{(2,5 \cdot 10^3)^2} = 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ N.kg}^{-1}$$

4. Explication

Sur Terre avec la constante de pesanteur de $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$: avec la sonde qui a $m = 100$ kg

Sur la Comète avec la constante de pesanteur de $g_c = 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ N.kg}^{-1}$:

Donc

pour $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$ on a $m = 100$ kg

pour $g_c = 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ N.kg}^{-1}$ on a $m' =$

$$m' \cdot 10 = 100 \cdot 1,1 \cdot 10^{-4}$$

$$m' = \frac{100 \cdot 1,1 \cdot 10^{-4}}{10} = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ kg} = 1,1 \text{ g}$$

MAIS C'EST FAUX :

Il ne faut pas confondre la masse mesurée en kilogramme (kg) qui est une propriété intrinsèque du système et le poids qui est une force et se mesure en Newtons (N).

28 Aide p. 207 **Apollo 11**

→ S'appropriier, analyser

Apollo 11 est une mission du programme spatial américain Apollo au cours de laquelle, pour la première fois, des hommes se sont posés sur la Lune, le 20 juillet 1969.



Données

- Masse de la Lune : $7,36 \times 10^{22}$ kg.
- Masse de la Terre : $5,972 \times 10^{24}$ kg.
- Distance Terre-Lune : 384 400 km.

On notera :

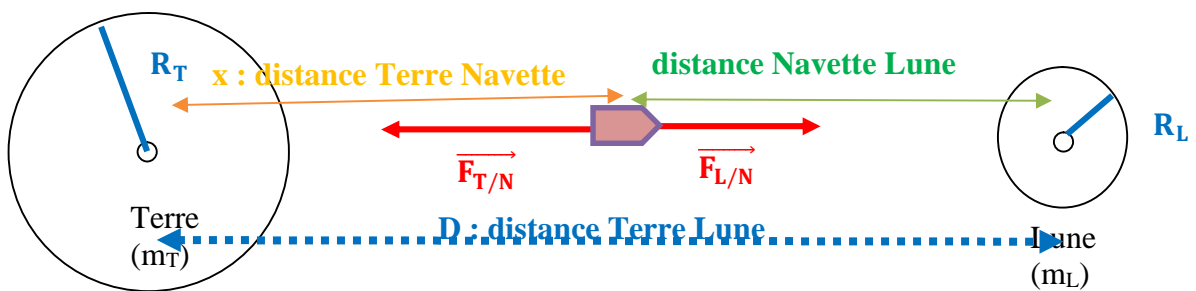
$F_{T/N}$: la force de la Terre sur la navette.

$F_{L/N}$: la force de la Lune sur la navette.

D : la distance Terre - Lune.

x : la distance Terre - Navette.

1. Donner l'expression de la norme des forces de gravitation $F_{T/N}$ et $F_{L/N}$ exercées par la Terre et la Lune sur la navette.
2. Indiquer comment évolue la force de gravitation $F_{T/N}$ exercée par la Terre sur la navette au cours du voyage.
3. Même question pour la force de gravitation $F_{L/N}$ exercée par la Lune sur la navette.
4. Justifier qu'il existe une position de la fusée pour laquelle $F_{T/N} = F_{L/N}$.
5. Schématiser, sans souci d'échelle, les forces qui s'exercent sur la navette et son équipage lorsque $F_{T/N} = F_{L/N}$.
6. Vérifier que $F_{T/N} = F_{L/N}$ se produit à une distance de la Terre de 346 000 km.
7. Les réacteurs de la navette sont-ils nécessaires sur l'ensemble du trajet?



1. Expression de la force gravitationnelle de la Terre sur la navette : $F_{T/N}$

On note :

M_T : masse de la Terre

m_N : masse de la navette

$$F_{T/N} = G \cdot \frac{M_T \cdot m_N}{(x)^2}$$

. Expression de la force gravitationnelle de la Lune sur la navette : $F_{L/N}$

On note :

M_L : masse de la Lune

m_N : masse de la navette

$$F_{L/N} = G \cdot \frac{M_L \cdot m_N}{(\text{distance entre le centre de la Lune et le centre de la navette})^2}$$

$$F_{L/N} = G \cdot \frac{M_L \cdot m_N}{(D-x)^2}$$

2. On a $F_{T/N} = G \cdot \frac{M_T \cdot m_N}{(x)^2}$

Comme x augmente donc $1/x^2$

diminue

donc au cours du voyage $F_{T/N}$ diminue.

3. On a : $F_{L/N} = G \cdot \frac{M_L \cdot m_N}{(D-x)^2}$

Comme x augmente on a $(D-x)^2$ qui diminue donc $\frac{1}{(D-x)^2}$ augmente

donc au cours du voyage $F_{L/N}$ augmente .

4.5 et 6. Position d'équilibre.

cf aussi ci-dessus le dessin

$$F_{L/N} = F_{T/N}$$

$$G \cdot \frac{M_L \cdot m_N}{(D-x)^2} = G \cdot \frac{M_T \cdot m_N}{(x)^2}$$

$$\frac{M_L}{(D-x)^2} = \frac{M_T}{(x)^2}$$

Donc

$$(x)^2 \cdot M_L = (D-x)^2 \cdot M_T$$

$$\sqrt{(x)^2} \cdot \sqrt{M_L} = \sqrt{(D-x)^2} \cdot \sqrt{M_T}$$

$$x \cdot \sqrt{M_L} = (D-x) \cdot \sqrt{M_T}$$

$$x \cdot \sqrt{M_L} = D \cdot \sqrt{M_T} - x \cdot \sqrt{M_T}$$

$$x \cdot \sqrt{M_L} + x \cdot \sqrt{M_T} = D \cdot \sqrt{M_T}$$

$$x \cdot (\sqrt{M_L} + \sqrt{M_T}) = D \cdot \sqrt{M_T}$$

$$x = \frac{D \cdot \sqrt{M_T}}{(\sqrt{M_L} + \sqrt{M_T})}$$

A.N.

$$x = \frac{384400 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{5,972 \cdot 10^{24}}}{(\sqrt{7,36 \cdot 10^{22}} + \sqrt{5,972 \cdot 10^{24}})} = 3,46 \cdot 10^8 \text{ m} = 346\,000 \text{ km}$$

CQFD

7. Les réacteurs de la navette ne sont utiles que sur la première partie du trajet (pour échapper à l'attraction de la Terre).

Une fois passé le point où on atteint l'état d'impesanteur, la navette est plus fortement attirée par la Lune et elle chute donc dans sa direction sans besoin des réacteurs.