

**I- EVALUATION DES RESSOURCES. / 24pts****EXERCICE 1 : Vérification des savoirs 8pts**

- 1- Définir : Analyse dimensionnelle ; champ de gravitation terrestre. 1pt  
2- Enoncer : La loi de gravitation universelle et la loi de Coulomb. 3pts  
3- Citer deux sources d'erreurs aléatoires au cours d'une séance de TP. 0,5pt  
4- Répondre par **vrai** ou **faux** 0,5pt x 2 = 1pt

4.1. Si un objet est attiré par un autre objet en raison de la gravitation, ils vont finir par se rencontrer.

4.2. Si  $1 + \frac{x}{y}$  possible, alors,  $\dim(x) = \dim(y) = 1$ .

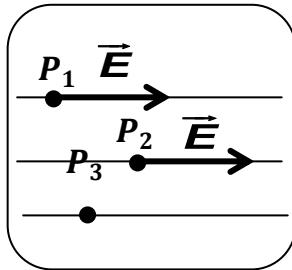
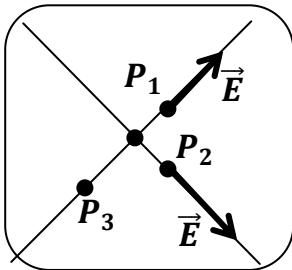
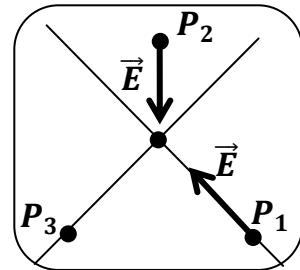
- 5- QCM : choisir la ou les réponse(s) juste(s) parmi les propositions. 0,5pt x 2 = 1pt

5.1- Une grandeur physique est :

a) une unité de mesure ; b) une propriété qui peut être quantifiée ; c) une dimension ; d) une mesure.

5.2- La force électrostatique de Coulomb exercée par la charge  $q_A$  placée en A sur la charge  $q_B$  placée en B est répulsive si : a)  $q_A < q_B$  ; b)  $q_A \cdot q_B < 0$  ; c)  $q_A \cdot q_B > 0$  ; d)  $q_A > q_B$ .

6- On représente dans une région de l'espace les lignes de champ électrique et quelques vecteurs.

**Figure (a)****Figure (b)****Figure (c)**

6.1- Indiquer la figure qui correspond aux champs créés respectivement par une charge ponctuelle positive et par une charge ponctuelle négative. 0,5x2=1pt

6.2- Quelle est la nature du champ correspondant à la figure (a) ? 0,5pt

**EXERCICE 2 : Application des savoirs. 8pts**

1)- Donner les équations aux dimensions ainsi que l'unité usuelle : vitesse linéaire, accélération linéaire  $a$  ( $a = \text{vitesse}/\text{temps}$ ), force  $F = ma$  ( $m$  la masse et  $a$  accélération). 1,5pt

2)- Un vaisseau spatial de masse  $m = 2,0$  tonnes décolle de la Terre pour rejoindre la Lune. On suppose que le vaisseau décrive une trajectoire rectiligne reliant le centre de la Terre au centre de la Lune.

**Données :** Rayon de la Terre :  $R_T = 6378$  km ; masse de la Terre :  $M_T = 5,98 \times 10^{24}$  kg ; Rayon de la Lune :  $R_L = 1740$  km ; masse de la Lune :  $M_L = 7,36 \cdot 10^{22}$  kg ; distance centre de la Terre centre de la Lune  $d_{T-L} = 384400$  km.  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N.m<sup>2</sup>.kg<sup>2</sup>.

2.1- Déterminer la valeur de la force gravitationnelle  $\vec{F}_{T/S}$  exercée par la Terre sur le vaisseau spatial quand il se trouve encore à la surface de la Terre. 0,75pt

2.2- Montrer qu'à cet endroit, la force exercée par la Lune sur le Vaisseau est négligeable. 1,5pt

2.3- Déterminer la valeur de la force gravitationnelle  $\vec{F}_{L/S}$  exercée par la Lune sur le vaisseau spatial quand il se pose à la surface de la Lune. 0,75pt

2.4- Lors de son trajet, le vaisseau spatial est soumis à la somme vectorielle des deux forces gravitationnelles  $\vec{F}_T$  et  $\vec{F}_L$ . Déterminer à quelle distance  $x$  du centre de la Terre la somme vectorielle de ces deux forces est nulle. 1,5pt

3)- Le rayon de la trajectoire de la Terre autour du soleil est  $R = (6,40 \pm 0,05) \times 10^3$  km. Sa période de révolution autour du soleil vaut  $T = (84,60 \pm 0,04) \times 10^3$  s.

3-1 Calculer le rapport  $r = T^2/R^3$  (s<sup>2</sup>.m<sup>-3</sup>). 0,5pt

3-2 En appliquant la propagation des incertitudes, calculer l'incertitude élargie  $\Delta r$  ou  $U(r)$ . 1pt

3-3 Ecrire le résultat du mesurage. 0,5pt

### EXERCICE 3 : Utilisation des savoirs. 8pts

#### 1- Mesures et incertitudes. / 3pts

Au cours d'une séance de TP sur la détermination de la constante de raideur  $k$  d'un ressort, en utilisant un pendule élastique, après traitement des données collectées, un groupe d'élèves a obtenu avec un taux de confiance de 95% les résultats consignés dans le tableau ci-dessous. (m représente la masse accrochée au ressort et  $T_0$  la période propre du pendule).

Mesurande	Valeur moyenne	Incertainude type
Masse m(g)	206,50	0,05
Période propre $T_0$ (s)	1,40	0,01

Déterminer l'incertitude élargie  $\Delta k$  sur la détermination de  $k$ , puis écrire correctement le résultat de la mesure de  $k$ . On rappelle que la période propre  $T_0$  est donnée par  $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$  et on prendra  $\pi = 3,14$ .

#### 2- Exploiter l'analyse dimensionnelle à la validation de l'expression d'une grandeur. / 3pts

Mboum est un élève de terminale D. Son programme de physique étant vaste, il décide alors, pour se souvenir des grandeurs des formules utilisées dans son programme, de ne retenir que les unités de ces grandeurs.

Cependant, dans un exercice, il est demandé de retrouver les grandeurs qui interviennent dans la relation définie telle que :  $1 = \alpha \text{ML}^2\text{T}^{-2}\text{J}^{-1}$  où J est le Joule. Mboum est alors confus et ne sait pas quelle est la grandeur calculée dans cette relation.

2-1 Cette relation est-elle correcte ? Justifier. 1pt

2-2 En utilisant l'analyse dimensionnelle, déterminer les grandeurs intervenant dans cette relation et en déduire la grandeur calculée ainsi que la relation qui la définit. 2pt

#### 3- Force et champ électriques. / 2pts

Deux charges électriques  $q_A = -10$  nC et  $q_B = -20$  nC, sont placées en deux points A et B distants de  $d = 20$  cm.

3-1 Déterminer les caractéristiques du vecteur champ électrique résultant au point M, milieu du segment AB. 1pt

3-2 En quel point du segment [AB], le champ électrique résultant est-il nul ? On donne :  $K = 9 \cdot 10^9$  USI 1pt

## II- EVALUATION DES COMPETENCES. / 16pts

### Situation problème: 16pts

Compétence visée : Valider l'expression d'une grandeur, proposer une hypothèse et analyser des interactions entre objets dues à leur masse en mouvement dans l'environnement.

La planète Saturne de masse  $M_s$  est entourée de nombreux satellites et anneaux. Les anneaux sont formés de divers éléments (cailloux, poussières et blocs de glace) non regroupés entre eux et tournant autour de Saturne. Le tableau ci-dessous donne les caractéristiques orbitales de cinq des satellites de Saturne ainsi que les rayons des orbites de deux anneaux de Saturne.

Satellites de Saturne	Période de révolution	Rayon de l'orbite (en milliers de km)
Janus	17h58min	159
Mimas	22h37min	185,8
Encelade	1jour 8h 53min	238,3
Tethis	1jour 21h 18min	294,9
Dione	2jours 17h 41min	377,9

**Anneau 1** : Rayon de l'orbite : 74 milliers de kilomètres ;

**Anneau 2** : Rayon de l'orbite : 136 milliers de kilomètres.

Il existe une distance  $R_0$  appelée rayon de la sphère de roche qui marque la limite entre une zone où des satellites peuvent se former par assemblage de poussière, de cailloux... qui s'étaient formés en même temps que l'astre et une zone où cet assemblage est rendu impossible par l'astre. Il s'agit de déterminer les raisons de l'existence de cette limite qui explique en partie l'existence des anneaux de Saturne.

**Données** : distance Soleil-Saturne  $D = 1,425 \cdot 10^9$  km ; Rayon de Saturne  $R_s = 60 \cdot 10^3$  km ; constante gravitationnelle universelle  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  SI. Rappel : si  $\epsilon \ll 1$ , on a  $(1 + \epsilon)^n \approx 1 + n\epsilon$

### 1) Détermination de la masse $M_s$ de Saturne.

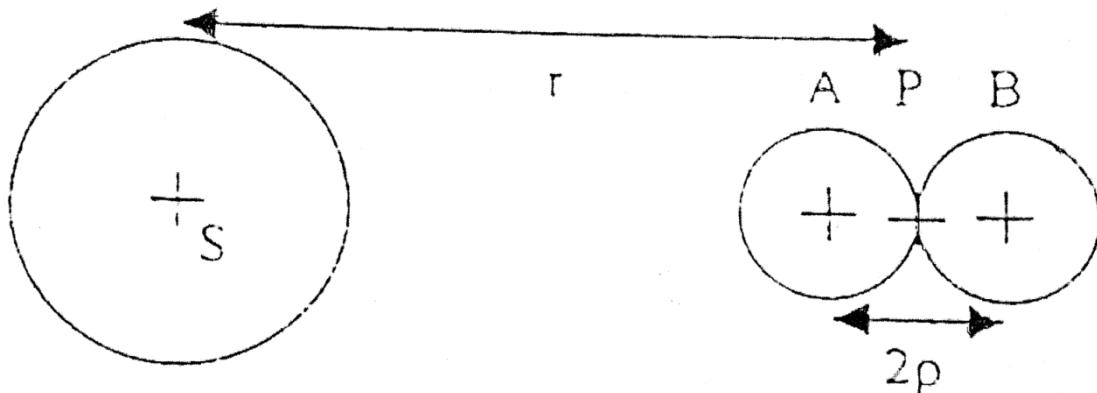
La troisième loi de Kepler montre que dans l'approximation des trajectoires circulaires, la période  $T$  de révolution d'un satellite autour de Saturne est liée au rayon  $r$  de son orbite par :  $T^2 = 4\pi^2 g_{0s}^{-1} \cdot R_s^{-2} \cdot r^\beta$  où  $\beta$  est un nombre entier à déterminer et  $g_{0s}$  l'intensité du champ de gravitation créé par Saturne à sa surface.

**Tâche 1** : Déterminer au moyen d'une exploitation graphique et en explicitant votre démarche la masse  $M_s$  de Saturne. **10pts**

**Echelle** : en abscisse : 1 cm pour  $5 \cdot 10^{24} \text{ m}^3$  ; en ordonnée : 1 cm pour  $5 \cdot 10^9 \text{ s}^2$

### 2) Sphère de roche.

On considère deux sphères homogènes identiques en contact de même masse  $m$  et de même rayon  $\rho$  telles que la distance entre leurs centres A et B est  $AB = 2\rho$ . Le centre de gravité P de l'ensemble des deux sphères tourne autour de Saturne à distance  $r$  du centre S de Saturne. Les points S, A et B sont alignés. Soit  $\vec{F}$  la différence des forces de gravitation exercée par Saturne respectivement sur les sphères A et B ;  $\vec{F}$  est appelée force des marées. Elle a tendance à séparer les deux sphères. Le rayon  $R_0$  de la sphère est tel que pour  $r = R_0$ , la force d'attraction gravitationnelle  $\vec{F}$  que la sphère B exerce sur la sphère A a même intensité que  $\vec{F}$ . on considère que  $r$  est très grand devant  $\rho$ .



**Tâche 2** : Après avoir établi que l'intensité  $\vec{F}$  est  $F = 4 \frac{G \cdot m \cdot \rho \cdot M_s}{r^3}$ , vérifier si les données fournies au début du texte sont en accord avec l'existence de la sphère de roche. **6pts**

**<< Chasser la paresse et la tricherie, le succès et la réussite arriveront. >>**