

Terminale – spécialité Physique/Chimie

Devoir surveillé n°4 – durée : ≈ 2h

Une réponse non justifiée ne sera pas comptabilisée.

Ne rendre que les pages de figures. C'est-à-dire les 2 dernières pages. Et votre copie bien sûr.

PHYSIQUE 1 : *perfect game* (≈ 6,5 pts)

Dans l'arc du retour à Shiganshina de l'*Attaque des Titans*¹, le Titan Bestial se révèle être un incroyable lanceur de poids puis un remarquable lanceur de baseball².

On étudie le passage dans lequel le Titan lance un énorme rocher pour obturer la porte du district.

Voir figure 1 et figure 2.

Le projectile est donc un rocher.

On suppose qu'il est en chute libre après avoir été lancé. $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

1/ Rappeler la définition d'une chute libre.

2/ Montrer que l'accélération du centre de gravité du rocher s'écrit $\vec{a}_G = \vec{g}$ (équation E).

3/ Projeter cette relation vectorielle sur l'axe (Oy) du repère de la figure 2 et montrer que :

$$y = -\frac{gt^2}{2} + v_0 \sin \alpha \times t + H$$

D'après la figure 1, l'angle α peut être estimé à 45° .

Quant à H, c'est un peu plus que la taille du Titan. On prendra $H = 20 \text{ m}$.

On note t_v le temps de vol du rocher, c'est-à-dire la durée séparant l'instant du lancer de l'impact au sol.

4/ Que vaut y pour $t = t_v$?

5/ En déduire l'expression littérale de v_0 en fonction de t_v .

Dans l'anime (l'adaptation vidéo du manga), on peut mesurer³ la valeur de t_v .

J'obtiens $t_v = 11 \text{ s}$.

6/ Calculer la valeur numérique de v_0 en m/s puis en km/h.

7/ En utilisant l'équation vectorielle (E), établir l'équation donnant x en fonction du temps.

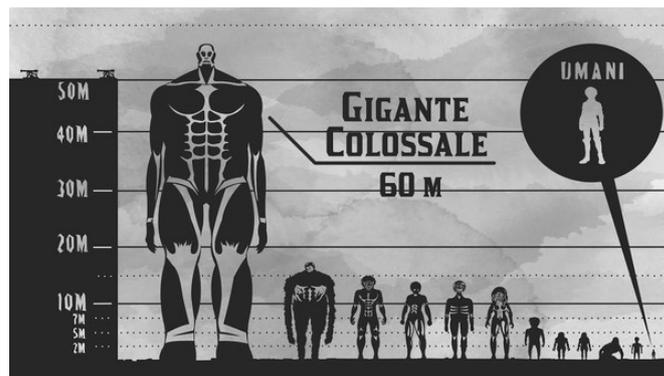
8/ Grâce à cette expression, déterminer la distance d séparant le Titan du mur qui encercle le district de Shiganshina.

9/ Déterminer la date t_s à laquelle le rocher passe par le sommet de sa trajectoire.

10/ Calculer alors la flèche de cette trajectoire.

11/ Déterminer les 2 abscisses pour lesquelles l'altitude du rocher correspond à la taille du Titan Colossal, c'est-à-dire $h = 60 \text{ m}$. Méthode au choix.

Prendre $v_0 = 74 \text{ m/s}$ en cas d'échec aux questions précédentes.



1 Shingeki no Kyojin

2 C'est moche pour le Bataillon d'Exploration et pour le major Erwin

3 <https://youtu.be/INjJZS6K0KI>

PHYSIQUE 2 : comète ($\approx 7,5$ pts)

Données

$$1 \text{ ua} = 150 \times 10^9 \text{ m}$$

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$\text{Masse du Soleil : } M_S = 2,0 \times 10^{30} \text{ kg}$$

$$\text{Masse de la comète : } M_C$$

La figure 3 donne la trajectoire de la comète 67P autour du Soleil.

On appelle r la distance qui sépare le centre du Soleil du centre du noyau de la comète.

- 1/ Sur la figure 3, placer le centre de l'ellipse (O), l'aphélie (A) et le périhélie (P).
- 2/ Déterminer graphiquement la valeur, a , du $\frac{1}{2}$ grand axe de l'ellipse.
- 3/ Montrer que l'excentricité de l'ellipse est $e = 0,64$.
- 4/ Sans souci d'échelle, dessiner sur la figure 3 le vecteur force qui représente la force gravitationnelle exercée sur 67P par le Soleil.
- 5/ Montrer que dans le référentiel héliocentrique le vecteur accélération du centre de gravité de 67P s'écrit $\vec{a} = \frac{GM_S}{r^2} \vec{u}$; \vec{u} est un vecteur unitaire qu'il faudra ajouter sur la figure 3.

Supposons que la comète se déplace dans le sens des aiguilles d'une montre.

- 6/ Dessiner sans souci d'échelle le vecteur vitesse de la comète sur la figure 3.
- 7/ En considérant les vecteurs vitesse et accélération, montrer que le mouvement de la comète n'est pas uniforme.
- 8/ Quelle loi de Kepler permet d'arriver également à ce résultat ?
Expliquer en quelques mots de quelle façon.
- 9/ Rappeler l'expression de la troisième loi de Kepler dans le cas où l'attracteur est le Soleil (de masse M_S) si on exprime T en an et a en ua.
- 10/ En déduire la période de révolution de la comète 67P en années.

La vitesse orbitale de 67P est donnée par $v = \sqrt{GM_S \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)}$, en utilisant les unités du système international.

- 11/ Montrer que quand la planète passe au point P on a $r = a(1 - e)$
- 12/ En déduire la vitesse au périhélie en fonction de G , M_S , a et e .
- 13/ Calculer sa valeur.

On souhaite placer en orbite circulaire un satellite héliosynchrone, c'est-à-dire dont la période de révolution est égale à la période de rotation du Soleil ($T_{\text{rot}} = 26$ jours).

- 14/ Déterminer le rayon r de l'orbite de ce satellite.

PHYSIQUE 3 : tube de Perrin (≈ 6 pts)

Données

masse de l'électron : $m = 9,11 \times 10^{-31}$ kg

charge électrique élémentaire : $e = 1,60 \times 10^{-19}$ C

On considère la figure 4.

C'est une photographie du tube de Perrin : un dispositif permettant de visualiser la trajectoire d'un faisceau d'électrons.

On voit clairement que ce faisceau est dévié quand les électrons qui le constituent pénètrent dans la zone de champ d'un condensateur plan avec une vitesse horizontale de valeur v_0 .

L'écran gradué a pour dimension 90 mm de large et 60 mm de haut.

- 1/ Dessiner (en justifiant soigneusement) le vecteur champ électrique entre les plaques du condensateur.
- 2/ Calculer sa valeur sachant que la tension appliquée entre les plaques vaut $U = 2,4$ kV.
- 3/ Vérifier que le poids de l'électron est négligeable devant la force électrique qu'il subit.

Dans ces conditions, si on ajoute un repère d'espace comme indiqué sur la figure, on montre que :

$$x = v_0 t \quad \text{et} \quad y = \frac{eE}{2m} t^2 ,$$

- 4/ En déduire l'équation de la trajectoire des électrons.
- 5/ Exprimer alors v_0 en fonction de x et de y .
- 6/ Sachant que les coordonnées (réelles) d'un point de la trajectoire sont (6,2 cm ; 1,2 cm), déterminer la valeur de v_0 .

Les calculs de plusieurs élèves à partir des coordonnées d'autres points permettent de dresser le tableau de la figure 5.

7/ En utilisant la figure 5 et le tableau de la figure 6, compléter le tableau de la figure 7.

8/ Écrire finalement la vitesse sous la forme $v_0 = (\dots\dots \pm \dots\dots) \times 10^7$ m/s

**

BONUS : à 5 ans près, en quelle année a-t-on découvert le neutron ? LASER est un acronyme : un mot composé par la première lettre de 5 autres mots. Donner au moins 2 de ces 5 mots. Donner une preuve que la Terre n'est pas plate. Qu'est-ce qu'une « naine blanche » ? Comment s'appelle la pierre qui a permis de déchiffrer les hiéroglyphes ?

FIGURES



Figure 1

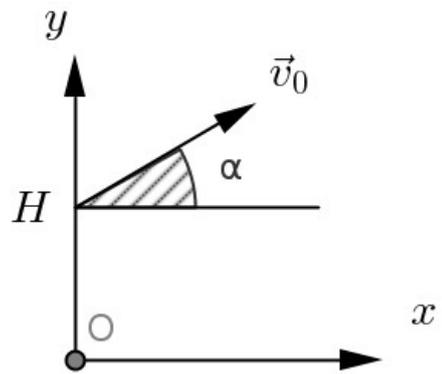


Figure 2

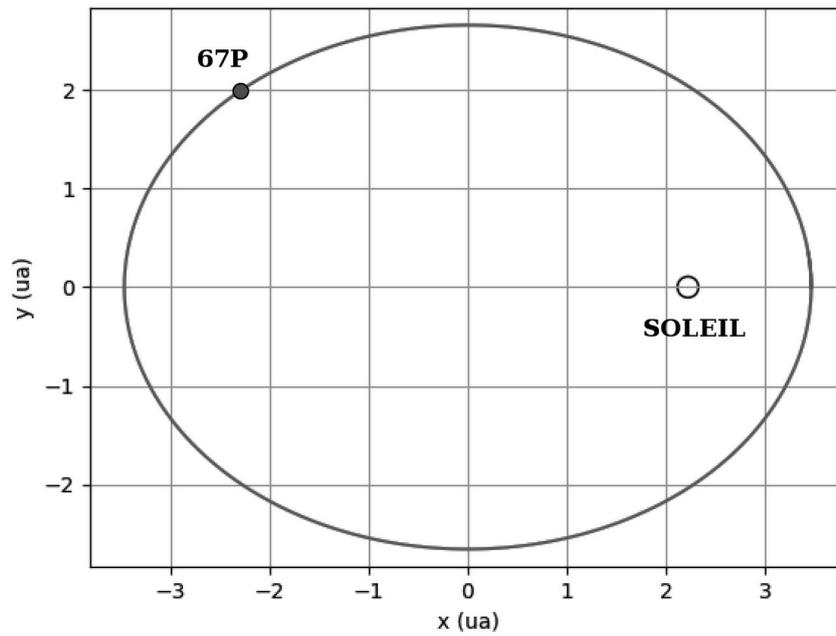


Figure 3

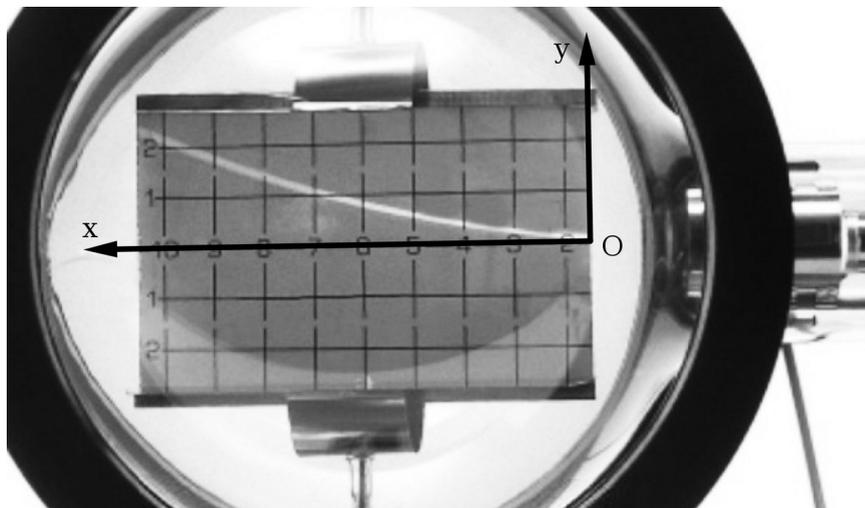


Figure 4

v₀ (en 10⁷ m/s)	3,3	3,5	3,1	3,0	3,4	3,8	3,4
--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Figure 5

Table des coefficients k de Student ; n est le nombre de mesures

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
k₉₅	12.71	4.30	3.18	2.78	2.57	2.45	2.37	2.31	2.26
k₉₉	63.66	9.93	5.84	4.60	4.03	3.71	3.50	3.56	3.25
n	20	30	40	80	120	∞			
k₉₅	2.09	2.05	2.02	1.99	1.98	1.96			
k₉₉	2.86	2.76	2.70	2.64	2.62	2.58			

Figure 6

valeur moyenne de v₀	écart-type σ_{n-1}	incertitude-type $u = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}$	incertitude-type élargie avec un niveau de confiance de 95 % : U = ku k, coefficient de Student
.....

Figure 7