

Physique

Mécanique

Instructions au candidat

א. Durée de l'examen : deux heures.

ב. Structure du questionnaire et barème de notation :

Ce questionnaire comporte six questions, répondez à trois questions uniquement.

$33\frac{1}{3}$ points par question ; $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$ points.

ג. Matériel auxiliaire autorisé :

- (1) Calculatrice.
- (2) Formules et données de physique jointes en annexe au questionnaire.
- (3) Dictionnaire hébreu-langue étrangère / langue étrangère-hébreu.

ד. Instructions supplémentaires :

- (1) Répondez au nombre de questions demandé. Les réponses à des questions supplémentaires ne seront pas corrigées. (les réponses seront corrigées selon leur ordre d'apparition dans le cahier d'examen).
- (2) En résolvant des questions nécessitant un calcul, donnez les formules que vous utilisez.
Lorsque vous utilisez un symbole qui ne figure pas dans le formulaire, donnez sa signification.
Avant d'effectuer des opérations de calcul, substituez les valeurs correspondantes dans les formules.
Écrivez le résultat obtenu dans les unités appropriées.
Le fait de ne pas donner la formule, de ne pas substituer les valeurs ou de ne pas donner les unités est susceptible de vous faire perdre des points.
- (3) Lorsque vous devez exprimer une grandeur à l'aide des données de la question, donnez une expression mathématique incluant les données de la question, ou une partie d'entre elles ; si cela est nécessaire, il est possible d'utiliser également des constantes fondamentales, telles que l'accélération de la pesanteur g ou la charge fondamentale e .
- (4) Dans vos calculs, utilisez la valeur de 10 m/s^2 pour l'accélération de la pesanteur.
- (5) Écrivez vos réponses au stylo. Il ne sera pas possible de faire appel pour des réponses écrites au crayon ou effacées au Tipp-ex.
Il n'est autorisé d'utiliser un crayon que pour tracer des figures.

Écrivez dans le cahier d'examen uniquement. Inscrivez "טייטה" en haut de chaque page de brouillon.

Écrire des notes de brouillon sur d'autres feuilles que celles du cahier d'examen, risque d'entraîner votre disqualification.

פיזיקה

מכניקה

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שעותיים.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:

בשאלון זה שש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.
לכל שאלה — $33\frac{1}{3}$ נקודות; $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$ נקודות

ג. חומר עזר מותר בשימוש:

- (1) מחשבון.
- (2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.
- (3) מילון עברי-לועזי / לועזי-עברי.

ד. הוראות מיוחדות:

- (1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו.
(התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה).
- (2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן.
כאשר אתה משתמש בסימן שאינו בדפי הנוסחאות, כתוב במילים את פירושו הסימן.
לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות.
רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות המתאימות.
אי-רישום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה או אי-רישום היחידות עלולים להפחית נקודות מן הציון.
- (3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית g או המטען היסודי e .
- (4) בחישוביך השתמש בערך 10 m/s^2 לתאוצת הנפילה החופשית.
- (5) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור.
מותר להשתמש בעיפרון לסרטטים בלבד.

כתוב במחברת הבחינה בלבד. רשום "טייטה" בראש כל עמוד המשמש טייטה.

כתיבת טייטה בדפים שאינם במחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה.

Bonne chance!

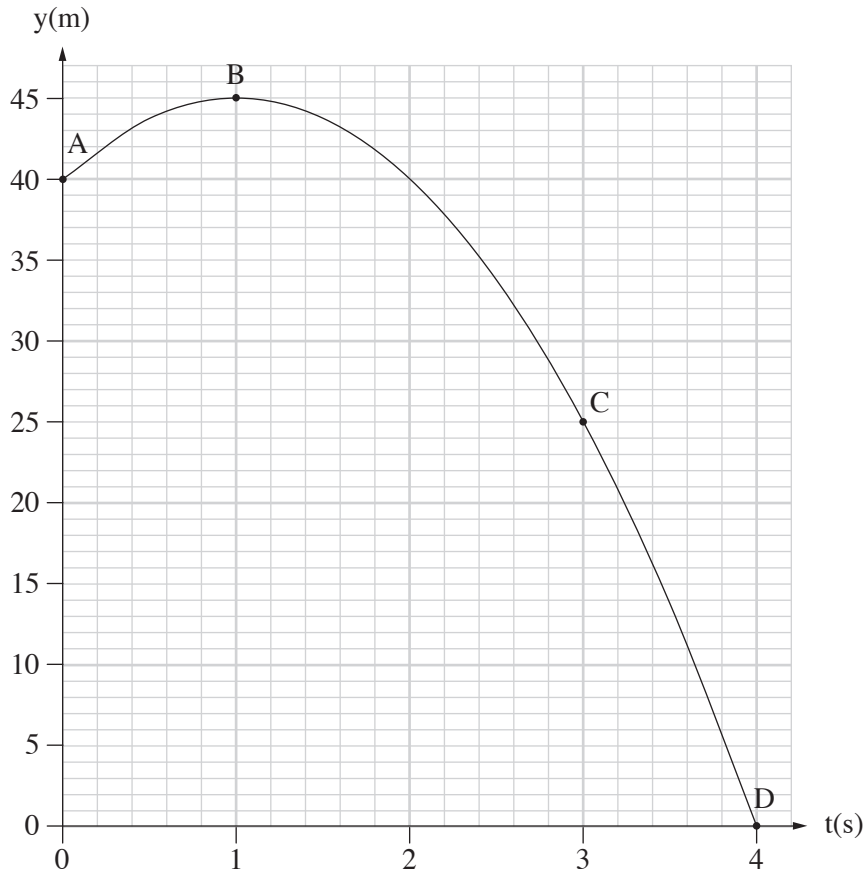
בהצלחה!

Questions

Répondez à trois des questions 1-6.

($33\frac{1}{3}$ points par question ; le nombre de points attribués à chaque article est donné en fin d'énoncé)

1. Un individu se trouvant sur le toit d'un immeuble a lancé verticalement une balle vers le haut. La courbe ci-dessous décrit la position verticale de cette balle en fonction du temps, de l'instant du lancement jusqu'à l'instant précédant son impact avec le sol.
Les points A , B , C et D sont désignés sur la courbe.



La résistance de l'air est négligeable.

- a. Calculez la grandeur de la vitesse initiale à laquelle la balle a été lancée. (6 points)
- a. (1) Déterminez si **la grandeur de la vitesse instantanée** de la balle au point C est inférieure, supérieure ou égale à la grandeur de la vitesse instantanée au point A .
Justifiez votre réponse.
- (2) Déterminez si **l'accélération** de la balle au point B est identique à son accélération au point A . Justifiez votre réponse. Répondez en tenant compte de la grandeur et de la direction de l'accélération.

(8 points)

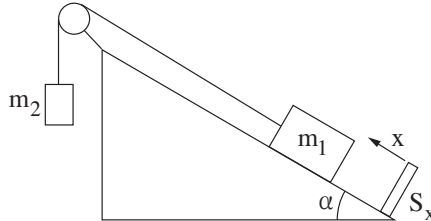
/suite page 3/

- ג. Calculez la vitesse moyenne (grandeur et direction) de la balle au cours de son déplacement, de l'instant du lancement jusqu'à l'instant précédant son impact avec le sol. (6 points)
- ד. Tracez dans votre cahier la courbe représentant la vitesse de la balle en fonction du temps au cours de son déplacement, de l'instant du lancement jusqu'à l'instant précédant son impact avec le sol. Sur la courbe que vous avez tracée, désignez par les lettres a , b , c et d les points représentant respectivement les vitesses de la balle aux points A , B , C et D . (8 points)

L'individu a lancé la balle une nouvelle fois du même endroit et avec la même vitesse initiale (grandeur et direction). À l'instant où la balle est passée par le point C , on a exercé sur elle une force instantanée horizontale .

- ה. Déterminez si le graphe $y(t)$ donné dans l'énoncé sera modifié à cause de cette force. Justifiez votre réponse. ($5\frac{1}{3}$ points)

2. Des élèves ont effectué une expérience d'étude de mouvement au moyen d'un système composé de deux corps : un corps de masse $m_1 = 0,5 \text{ kg}$ et un corps de masse m_2 . Le corps m_1 est maintenu au repos sur un plan incliné lisse, et est relié au corps m_2 au moyen d'un fil traversant une poulie dépourvue de frottement (voir figure). Le plan est incliné selon un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport à l'horizontal. Au pied de ce plan se trouve un capteur de mouvement S_x , perpendiculaire au plan incliné et connecté à un ordinateur. La sens positif du mouvement du corps m_2 est défini vers le bas et le sens positif du mouvement du corps m_1 est défini dans le sens de la montée du plan. Supposez que le frottement de l'air, la masse de la poulie et la masse du fil sont négligeables.



À l'instant $t = 0$, on a activé le capteur, on a libéré le corps m_1 , qui a commencé à remonter le plan. Sur l'écran de l'ordinateur, on a obtenu le tableau de valeurs ci-dessous, représentant les vitesses du corps m_1 en fonction du temps.

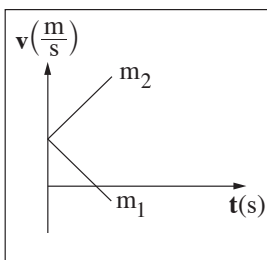
$t(s)$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
$v(\frac{m}{s})$	0,45	0,70	1,15	1,50	1,95	2,25

Supposez que le corps m_1 n'atteint pas la poulie et que le corps m_2 n'atteint pas le sol.

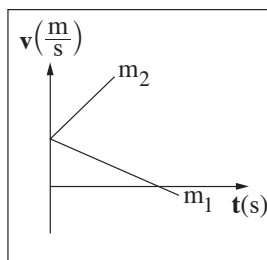
- א. En vous appuyant sur le tableau donné, tracez la courbe représentant la vitesse du corps m_1 en fonction du temps. (8 points)
- ב. Calculez le coefficient directeur de cette courbe, puis indiquez sa signification physique. (5 points)
- ג. Donnez l'équation des forces de chacun des deux corps. (6 points)
- ד. Calculez la tension du fil au cours du mouvement. (5 points)

Une seconde après le début de la mesure, le fil s'est rompu.

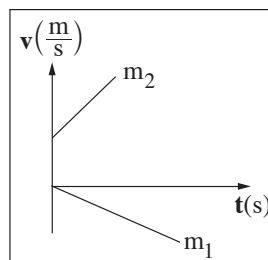
- ה. Calculez $\frac{a_1}{a_2}$, le rapport entre les accélérations des corps m_1 et m_2 , après la rupture du fil. (5 points)
- ו. Déterminez lequel des graphiques 1-4 ci-dessous représente correctement la vitesse des corps en fonction du temps depuis l'instant de la rupture du fil. Justifiez votre choix. ($4\frac{1}{3}$ points)



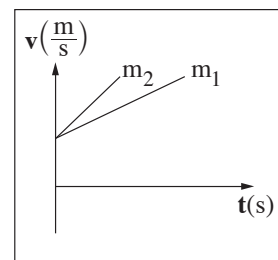
4



3



2



1

/suite page 5/

3. La figure 1 représente un manège dans un parc d'attractions. La forme de ce manège est un cylindre de rayon $r = 3 \text{ m}$, qui peut tourner autour d'un axe vertical OP . Un individu de masse $m = 70 \text{ kg}$ est debout sur le plancher à l'intérieur du cylindre, son dos étant accolé à la paroi interne du cylindre. Le coefficient de frottement statique entre cet individu et la paroi est $\mu_s = 0,6$.

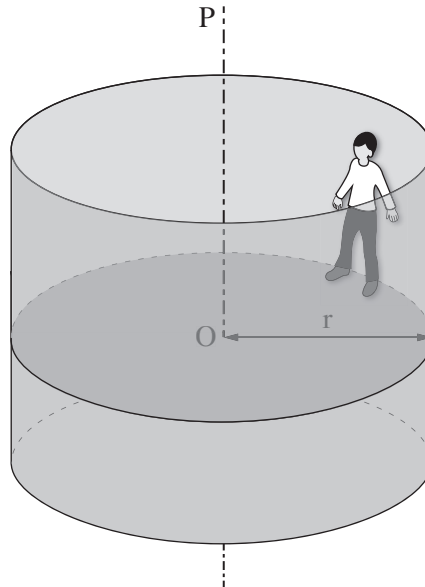


Figure 1

On commence à faire tourner le cylindre autour de l'axe OP , la vitesse allant en augmentant. Lorsque la vitesse de rotation du cylindre atteint une certaine valeur, on abaisse le plancher du cylindre, mais la position de l'individu relativement à la paroi ne varie pas (voir figure 2).

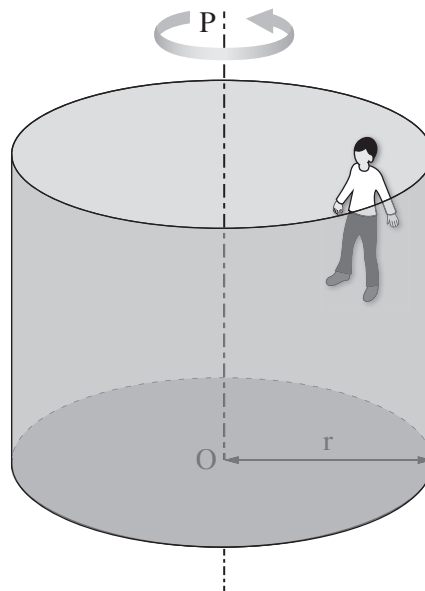


Figure 2

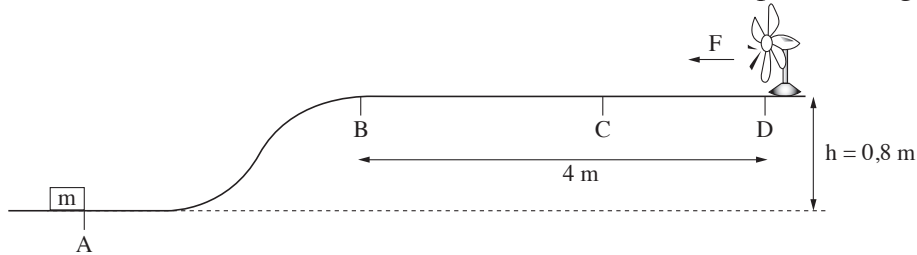
Les articles suivants se réfèrent à la situation décrite par la figure 2, dans laquelle les pieds de l'individu ne sont pas en contact avec le plancher du cylindre.

- א. Tracez dans votre cahier le schéma des forces agissant sur l'individu. À côté de chaque force, notez son nom. (6 points)
- ב. Donnez l'équation des forces s'exerçant sur l'individu sur chacun des deux axes : l'axe vertical et l'axe horizontal (radial). (7 points)
- ג. Calculez la grandeur de la vitesse angulaire minimale nécessaire afin que l'individu reste accolé à la paroi du cylindre, sans que sa position verticale ne varie. (8 points)
- ד. Déterminez si votre réponse à l'article ג changera si la masse de l'individu est de 90 kg . Supposez que le coefficient de frottement ne varie pas. Justifiez votre réponse. (6 points)

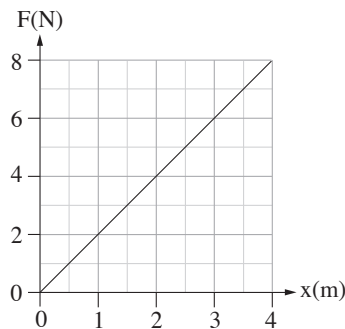
On fait tourner le cylindre à une vitesse angulaire $\omega = 2,6 \frac{1}{s}$, à laquelle la position de l'individu ne varie pas, relativement à la paroi du cylindre.

- ה. Calculez la grandeur de la force de frottement statique agissant sur un individu de masse $m = 90 \text{ kg}$ à cette vitesse. ($6\frac{1}{3}$ points)

4. Afin d'étudier le sujet de l'énergie mécanique, un élève a construit un système comportant un pavé de masse $m = 2 \text{ kg}$, une surface AD et un ventilateur (voir figure). Le segment BD de la surface est un plan horizontal de longueur 4 m , et sa hauteur au sol est $h = 0,8 \text{ m}$. Le frottement entre la surface et le pavé est négligeable.



L'élève a placé le pavé au point A et le ventilateur au point D. Le ventilateur a déplacé l'air créant ainsi un vent horizontal. Supposez que la grandeur de la force F que le vent exerce sur le pavé est proportionnelle à la distance x du pavé au point B, tel que cela est décrit par la courbe ci-dessous. La grandeur de la force est maximale au point D et s'annule au point B. À la gauche du point B, le vent n'a pas d'influence.



Dans cette question, il faut tenir compte de l'influence de l'air issu du ventilateur uniquement, et négliger toute autre influence de l'air.

- ⌘. Calculez la grandeur de la vitesse minimale qu'il faut procurer au pavé se trouvant au point A afin qu'il se déplace en remontant la surface et qu'il atteigne le point B. (6 points)

Au point A, l'élève a procuré au pavé une vitesse initiale $v_0 = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ dirigée vers la droite. Lorsque le pavé a atteint le point B, la force $F(x)$ a commencé à agir sur lui.

Le pavé s'est arrêté au point C durant un instant.

- Ⓐ. Calculez le travail de la force $F(x)$ du point B au point C. (7 points)
 Ⓐ. Calculez la distance du point C au point B. (8 points)

Après son arrêt instantané au point C, le pavé se déplace en revenant en direction du point B.

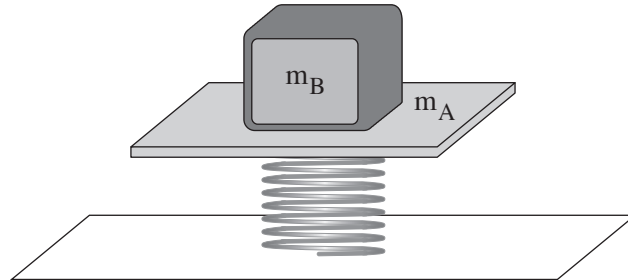
- Ⓙ. Décrivez avec des mots le mouvement du pavé du point C au point B. Répondez en tenant compte des caractéristiques suivantes : mouvement uniforme ou accéléré, accélération uniforme ou variable, **grandeur** de la vitesse décroissante ou croissante. (6 points)

- Ⓝ. Déterminez la grandeur de la vitesse du pavé lorsqu'il est revenu au point A. Justifiez votre réponse. Répondez en tenant également compte des forces non conservatives présentes dans ce système. ($6\frac{1}{3}$ points)

Mouvement harmonique

5. La figure ci-dessous représente un système permettant de mesurer la masse des corps (sans utiliser de balance à ressort). Ce système est composé d'un ressort de raideur k , sur lequel est posée une plaque A de masse m_A . La masse du ressort est négligeable.

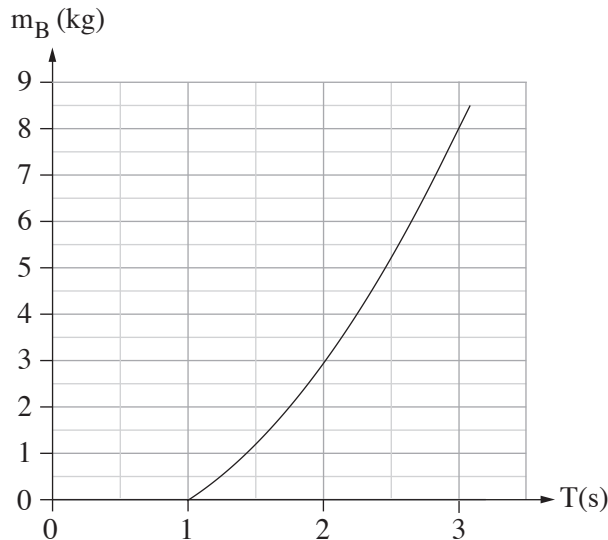
On pose un corps B , dont on veut mesurer la masse m_B , sur la plaque A , puis on les lie l'un à l'autre afin que la plaque A et le corps B restent joints tout au long de l'expérience.



On sort le système de l'état d'équilibre afin de créer un mouvement harmonique simple (MHS). On mesure la durée de 10 périodes d'oscillation puis on calcule la période moyenne T .

- א. Expliquez l'avantage que procure la mesure de 10 périodes par rapport à la mesure d'une seule période. (5 $\frac{1}{3}$ points)
- ב. Exprimer la masse du corps m_B en fonction de la période moyenne T . (6 points)

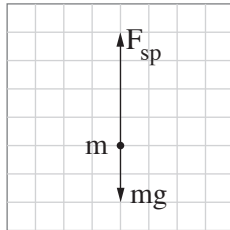
À l'aide de la courbe ci-dessous, il est possible de déterminer la masse du corps m_B d'après la période moyenne T .



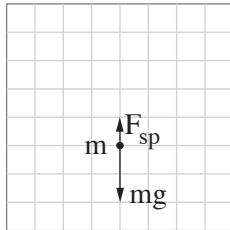
- ג. La courbe ci-dessus ne représente pas les périodes inférieures à 1,0 s. Expliquez pourquoi ce système ne permet pas de mesurer des périodes inférieures à 1,0 s. (7 points)
- ד. Il est donné que la masse de la plaque est $m_A = 1$ kg. Calculez la raideur k du ressort. (7 points)

On note : $m = m_A + m_B$. F_{sp} — la force que le ressort exerce sur la masse m .

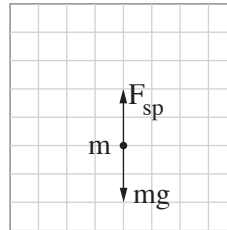
Voici quatre schémas des forces agissant sur la masse m en différents points au cours de son mouvement.



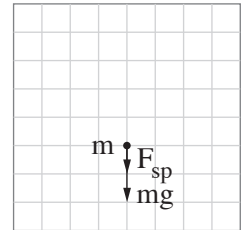
(4)



(3)



(2)



(1)

- ה. Considérez chacun des schémas (1)-(4), puis déterminez si la masse m se trouve au point d'équilibre, au-dessus ou au-dessous.

Recopiez le tableau dans **votre cahier**, puis notez-y vos conclusions. (8 points)

Schéma	(1)	(2)	(3)	(4)
Position de la masse				
Au-dessus du point d'équilibre				
Au point d'équilibre				
Au-dessous du point d'équilibre				

Gravité

6. En juillet 1969 lors de la mission Apollo 11, un vaisseau spatial a été lancé vers la Lune. En chemin, le vaisseau est entré en "orbite de transit" circulaire autour de la Terre, dans laquelle il s'est déplacé à la manière d'un satellite (voir figure 1). De cette orbite de transit, le vaisseau a continué vers la Lune. C'est au cours de cette mission que des hommes se sont posés pour la première fois à la surface de la Lune.
- Supposez que la masse du vaisseau est m et que l'altitude de l'orbite de transit au dessus de la surface de la Terre est $h = 190 \text{ km}$.

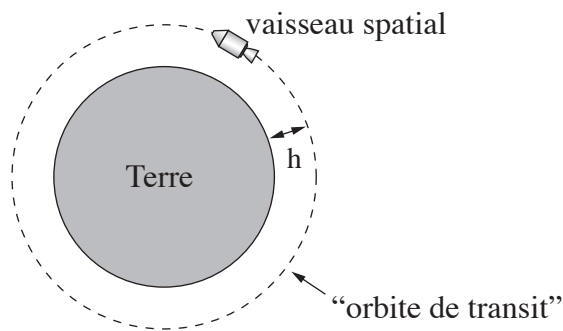


Figure 1

Pour les articles α - λ , supposez que seule la Terre influe sur le vaisseau.

- α . En vous servant des constantes données dans le formulaire, calculez la grandeur de la vitesse du vaisseau dans l'orbite de transit. (7 points)
- β . Une élève affirme que, d'après la première loi de Newton, le vaisseau est en état d'inertie dans l'orbite de transit car il se déplace à une vitesse de grandeur constante. Déterminez si cette élève a raison puis justifiez votre réponse. (7 points)
- γ . Si le vaisseau se déplaçant dans l'orbite de transit donnée avait une masse plus grande :
 - (1) Déterminez si la grandeur de la vitesse du vaisseau augmenterait, diminuerait ou ne varierait pas. Justifiez votre réponse.
 - (2) Déterminez si l'énergie mécanique totale du vaisseau augmenterait, diminuerait ou ne varierait pas. Justifiez votre réponse (tenez compte du signe de l'énergie).
 (8 points)

Supposez que le vaisseau ait poursuivi son trajet de l'orbite de transit vers une orbite autour de la Lune le long d'une ligne droite reliant le centre de la Terre au centre de la Lune.

Le point D se trouve sur cette droite (voir figure 2).

Donnée : M_E — masse de la Terre, M_M — masse de la Lune.

r_E — distance du centre de la Terre au point D .

r_M — distance du centre de la Lune au point D .

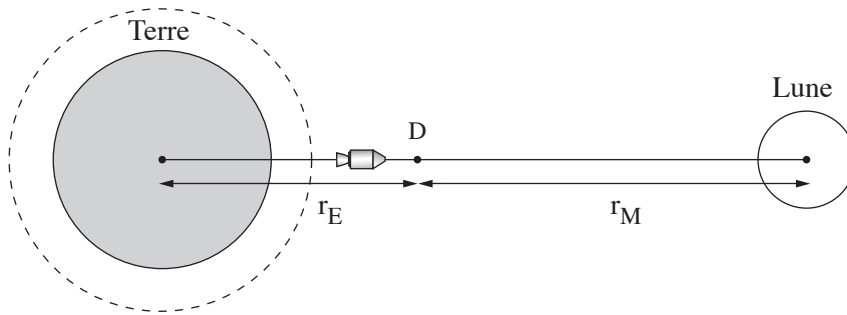
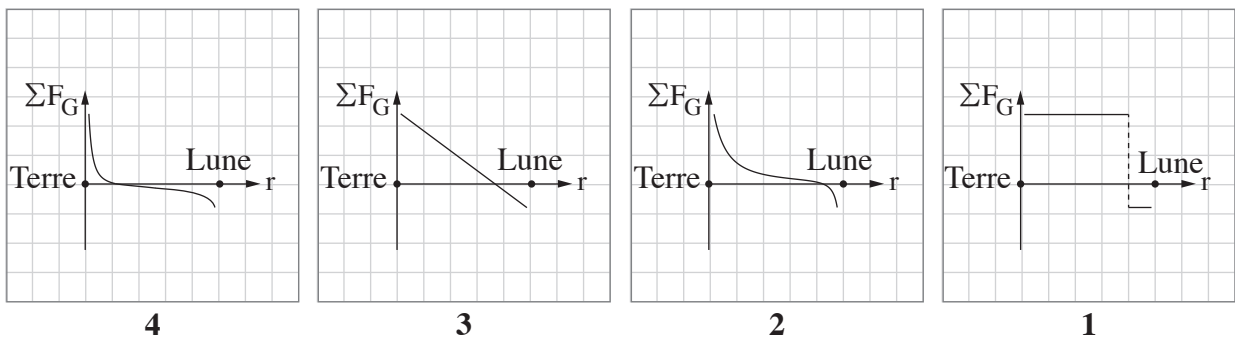


Figure 2

Pour les articles 7-8, supposez que seules la Terre et la Lune influent sur le vaisseau.

7. Exprimez la résultante des forces de gravité agissant sur le vaisseau, ΣF_G , au point D en fonction de r_M , r_E , M_M , M_E , m , G . (7 points)

Voici quatre courbes représentant approximativement la résultante des forces de gravité, ΣF_G , en fonction de la distance du vaisseau au centre de la Terre, r .



8. Déterminez laquelle des courbes 1-4 décrit correctement la résultante des forces de gravité, ΣF_G , agissant sur le vaisseau au cours de son trajet de l'orbite de transit vers la Lune. ($4\frac{1}{3}$ points)

Bonne chance!

Tous droits réservés à l'État d'Israël.
Toute copie ou publication est interdite sans l'autorisation du
Ministère de l'Éducation.

בהצלחה!

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך