

Physique

Mécanique, optique et ondes

pour élèves effectuant 5 unités d'étude

Instructions au candidat

א. Durée de l'examen : deux heures et demie (150 minutes).

ב. Structure du questionnaire et barème de notation :

Ce questionnaire contient deux parties.

Première partie — Mécanique

— 3×25 — 75 points

Deuxième partie — Optique et ondes

— $2 \times 12\frac{1}{2}$ — 25 points

Total — 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 verbalement. 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 constante universelle de gravitation G .

(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 permis d'utiliser un crayon que pour tracer les figures.

Tout ce que vous voulez écrire en tant que brouillon (plans, calculs, etc.), doit être écrit dans votre cahier d'examen uniquement, sur des pages séparées. Indiquez "טייטש" 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 !

Bonne Chance !

פיזיקה

מכניקה, אופטיקה וגלים

לתלמידי 5 יחידות לימוד

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שתיים וחצי (דקות).

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:

בשאלון זה שני פרקים.

פרק ראשון — מכניקה

— 3×25 — 75 נקודות

פרק שני — אופטיקה וגלים

— $2 \times 12\frac{1}{2}$ — 25 נקודות

סה"כ — 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 יחידות עלולים להפחית נקודות מהציון.

(3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או את חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית g או קבוע הכבידה העולמי G .

(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, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב כטייטש (ראשי פרקים, חישובים וכדומה). רשום "טייטש" בראש כל עמוד טייטש. רישום טיטוט כלשהו על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

בהצלחה !

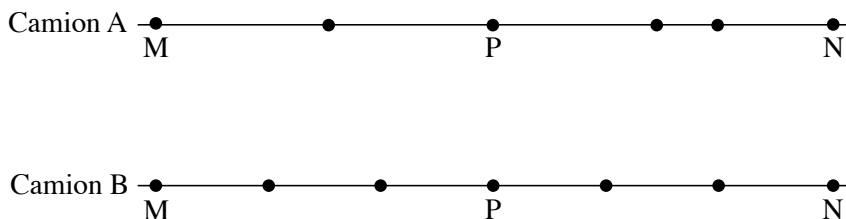
Questions

Première partie — Mécanique (75 points)

Répondez à trois des questions 1-5.

(25 points par question ; le nombre de points attribué à chaque paragraphe est donné en fin d'énoncé).

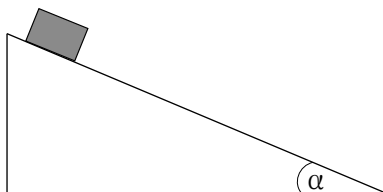
1. Deux camions, A et B, entrent simultanément dans deux voies parallèles d'une section de route droite. Sur chacun des camions est installé un appareil qui calcule sa position à des intervalles de temps réguliers (GPS). Dans la figure ci-dessous, les points représentent les positions des camions A et B le long de la section MN de longueur 180 km. Le point P est le milieu de la section.



Répondez aux paragraphes א-ה ci-dessous en vous aidant de la figure.

- א. On sait que le temps de trajet du camion B du point M au point N était de 3 heures.
Calculez la vitesse moyenne de ce camion sur la section MN.
Exprimez votre réponse en kilomètres / heure et également en mètres / seconde.
(5 points)
- ב. Déterminez si la vitesse moyenne du camion A sur la section MN est supérieure, inférieure ou égale à la vitesse moyenne du camion B sur cette section. Justifiez sans calcul. (5 points)
- ג. Calculez la vitesse moyenne du camion A sur la première moitié de la section (la section MP). (5 points)
- ד. Calculez la vitesse moyenne du camion A sur la deuxième moitié de la section (la section PN). (5 points)
- ה. Déterminez s'il existe un instant auquel les vitesses instantanées des deux camions étaient égales. Justifiez. (5 points)

2. Lors d'une expérience en cours de physique, des élèves ont mesuré l'accélération d'un corps descendant une pente dont α est l'angle d'inclinaison (voir schéma).



Les élèves ont répété la mesure plusieurs fois, en faisant varier à chaque fois le coefficient de frottement entre le corps et la pente.

Supposez que le coefficient de frottement statique est égal au coefficient de frottement cinétique, et que la résistance de l'air est négligeable.

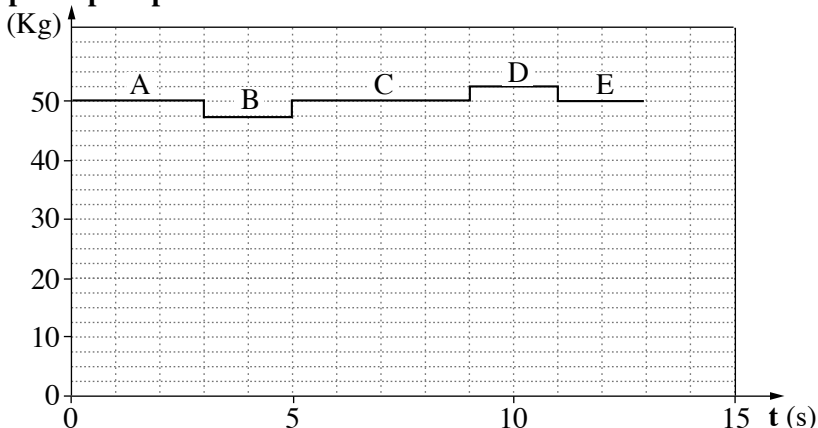
Les résultats des mesures figurent dans le tableau ci-dessous.

μ	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
$a\left(\frac{m}{s^2}\right)$	2,5	2,0	1,6	1,1	0,6

- א. Recopiez le schéma dans votre cahier, puis ajoutez-y le schéma des forces qui s'exercent sur le corps au cours de sa descente de la pente. Notez le nom de chaque force à côté de celle-ci. (3 points)
- ב. Exprimez l'accélération (a) du corps en fonction du coefficient de frottement (μ) en vous servant du schéma des forces que vous avez tracé dans votre réponse en א. Détaillez les étapes qui vous ont mené à trouver cette expression. L'expression finale devra comporter uniquement les paramètres g et α . (6 points)
- ג. D'après les données du tableau, tracez dans votre cahier la courbe représentant l'accélération (a) du corps en fonction du coefficient de frottement (μ). (5 points)
- ד. Expliquez la signification physique des points d'intersection du graphe avec les deux axes. (6 points)
- ה. Calculez l'angle d'inclinaison (α) de la pente. (5 points)

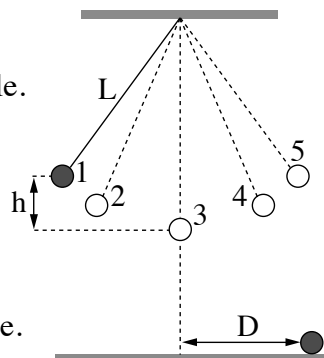
3. Tami, une élève en filière de physique, a entrepris d'étudier les variations qui affectent la vitesse d'un ascenseur au cours de son déplacement. Pour cela, on a placé un pèse-personne domestique dans l'ascenseur. Tami est entrée dans l'ascenseur à un des étages d'un immeuble, est montée sur le pèse-personne, puis a appuyé sur le bouton d'un autre étage. L'ascenseur a commencé son déplacement puis s'est arrêté seulement lorsqu'il a atteint cet autre étage. Le graphe ci-dessous représente les valeurs indiquées par le pèse-personne durant le temps où Tami était dessus.

Valeur indiquée par le pèse-personne



- ⌘. Voici trois forces (1)-(3) s'exerçant sur Tami au cours du déplacement de l'ascenseur. Déterminez laquelle de ces forces est représentée par la valeur indiquée par le pèse-personne.
- (1) La force de pesanteur que la Terre exerce sur Tami
 - (2) La force normale s'exerçant sur Tami par le pèse-personne
 - (3) La résultante des forces s'exerçant sur Tami
- (3 points)
- Ⓐ. Déterminez l'état de l'ascenseur sur chacune des sections A, B, C, D, E du graphe : immobilité, mouvement uniforme ou mouvement à vitesse variable. (5 points)
- Ⓐ. Calculez la grandeur de l'accélération de l'ascenseur sur chacune des sections. (6 points)
- Ⓐ. Déterminez si au cours de ce déplacement, l'ascenseur est monté, est descendu ou s'il n'est pas possible de le déterminer. Expliquez. (5 points)
- Ⓐ. Tracez dans votre cahier un graphe représentant la grandeur de la vitesse de l'ascenseur en fonction du temps, sur l'intervalle de temps $0 \leq t \leq 13s$. Il ne vous est pas demandé d'inscrire les valeurs que prend la vitesse sur l'axe du graphe. (6 points)

4. Un pendule simple est constitué d'une petite boule de masse m suspendue au plafond d'une pièce par un fil de longueur L . La masse du fil est négligeable. Au cours d'une expérience, des élèves ont déplacé la boule du point d'équilibre (le point 3 dans la figure) au point 1 se trouvant à une hauteur h au-dessus du point 3 (voir figure), puis l'ont lâchée. Négligez la résistance de l'air.



5 points (1-5) sont notés sur la trajectoire de la boule.

- א. Déterminez en quel point ou en quels points :
- (1) la grandeur de l'accélération tangentielle de la balle est maximale.
 - (2) la grandeur de la vitesse tangentielle de la balle est maximale.
- (4 points)
- ב. Est-ce-que, lorsque la boule est passée par le point le plus bas de sa trajectoire (le point 3), la tension dans le fil était supérieure, inférieure ou égale à la force de pesanteur s'exerçant sur la boule ? Justifiez.
- (5 points)
- ג. Donnez l'expression de la grandeur de la résultante des forces s'exerçant sur la boule lorsqu'elle passe par le point le plus bas de sa trajectoire. Exprimez votre réponse en fonction des paramètres : h , g , L , m .
- (6 points)

Les élèves ont réalisé deux expériences supplémentaires avec un pendule semblable à celui décrit dans l'énoncé de la question.

Lors de l'expérience 1, ils ont déplacé la boule jusqu'au point 1 (à une hauteur h du point 3), puis l'ont lâchée (même expérience que dans l'énoncé).

Lors de l'expérience 2, ils ont déplacé la boule jusqu'au point 2, se trouvant à une hauteur $\frac{h}{2}$ du point 3, puis l'ont lâchée.

Dans les deux expériences, lorsque la boule est passée par le point 3, elle s'est détachée du fil puis a continué son déplacement jusqu'à ce qu'elle atteigne le sol.

Le temps écoulé entre l'instant où la balle s'est détachée du fil et celui où elle a atteint le sol, sera noté t_1 dans l'expérience 1, et t_2 dans l'expérience 2.

- ד. Le temps t_1 est-il supérieur, inférieur ou égal au temps t_2 ? Justifiez.
- (4 points)

On note D_1 et D_2 , les distances horizontales que la boule a parcouru respectivement aux temps t_1 et t_2 .

- ה. Calculez le rapport entre la distance D_1 et la distance D_2 .
- (6 points)

5. Dans le film "Gravity" (2013), les astronautes tentent d'atteindre la Station spatiale internationale, après avoir réparé un satellite à proximité de celle-ci. Le satellite et la Station spatiale se déplacent autour de l'équateur à une hauteur de 400 kilomètres au-dessus de la surface de la Terre.

Supposez que la trajectoire de la Station est circulaire, et que l'unique force s'exerçant sur la Station est la force d'attraction de la Terre.

א. Calculez l'accélération de la Station lorsque celle-ci est sur la trajectoire décrite dans l'énoncé. (7 points)

ב. Voici quatre affirmations i-iv.

Déterminez quelle est l'affirmation correcte, puis recopiez-la dans votre cahier. (3 points)

- i La Station spatiale se déplace sur sa trajectoire à une vitesse de grandeur constante.
- ii La Station spatiale se déplace sur sa trajectoire à vitesse constante.
- iii La résultante des forces s'exerçant sur la Station spatiale se déplaçant sur sa trajectoire, est nulle.
- iv La Station spatiale se déplace sur sa trajectoire à vitesse et à accélération constante.

ג. On sait que l'accélération de la pesanteur à la hauteur de la trajectoire de la Station et du satellite vaut approximativement 90 % de l'accélération de la pesanteur à la surface de la Terre.

Comment peut-on expliquer le fait que les astronautes qui réparent le satellite semblent être en apesanteur (ils flottent) ? (5 points)

ד. À un instant donné, la Station spatiale est passée au-dessus d'un point quelconque situé sur l'équateur.

Combien de fois supplémentaires la Station spatiale est-elle passée au-dessus de ce point en une journée (24 heures) ? (Vous pouvez négliger la rotation de la Terre sur elle-même). (6 points)

ה. L'énergie mécanique de la Station se conserve-t-elle au cours de son déplacement sur sa trajectoire circulaire autour de la Terre ?

Expliquez votre réponse. (4 points)

Deuxième partie — Optique et ondes (25 points)

Répondez à deux des questions 6-8.

($12\frac{1}{2}$ points par question ; le nombre de points attribué à chaque paragraphe est donné en fin d'énoncé).

6. Une balle de 40 cm de diamètre est attachée par un fin fil à une lampe allumée (une source de lumière ponctuelle) fixée au plafond d'une pièce (voir figure $\aleph$. Attention : la figure n'est pas dessinée à l'échelle précise).

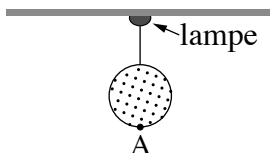


Figure $\aleph$

Le plafond se situe à une hauteur de 280 cm au-dessus du sol.

L'ombre de la balle se forme sur le sol. Cette ombre est en forme de disque de 1 mètre de diamètre.

- $\aleph$. Recopiez la figure $\aleph$ dans votre cahier, puis indiquez-y l'emplacement de la lampe, de la balle et de l'ombre. (3 points)
- $\beth$. Calculez la hauteur du point le plus bas de la balle (le point A sur la figure $\aleph$) par rapport au sol. (5 points)

On a allumé une lampe supplémentaire à droite de la première lampe et juxtaposée à celle-ci (voire figure $\beth$).

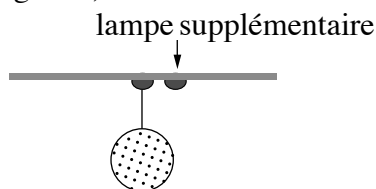


Figure $\beth$

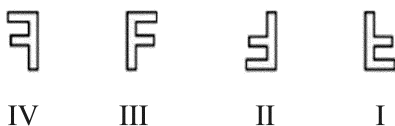
- $\aleph$. Recopiez la figure $\beth$ dans votre cahier. Expliquez la formation de zones d'ombre pleine et partielle au moyen du tracé de la trajectoire des rayons appropriés. Déterminez dans quelle zone (où dans quelles zones) se forme une ombre pleine et dans quelle zone (où dans quelles zones) se forme une ombre partielle. Désignez distinctement ces zones sur la figure de votre cahier. Il n'est pas nécessaire d'utiliser une échelle précise. ($4\frac{1}{2}$ points)

/Suite en page 8/

7. Un enfant portant une chemise sur laquelle est imprimée la lettre F , se tient devant un miroir plan accroché à un mur (voir schéma).



- א. Quel est le phénomène physique provoquant la réflexion de l'enfant uniquement dans le miroir et non dans le mur ? (4 points)
- ב. La distance de l'enfant au miroir était de 1 mètre, puis il a commencé à se rapprocher de celui-ci à une vitesse constante $v = 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.
Calculez en combien de temps la distance entre l'enfant et son image sera de 0,5 mètre. (4 points)
- ג. Voici quatre formes I-IV de la lettre F . Recopiez dans votre cahier le numéro de la forme de l'image de la lettre F , telle que la voit l'enfant qui regarde le miroir. ($4\frac{1}{2}$ points)



8. Les deux figures ci-dessous représentent une onde périodique qui progresse le long d'une corde tendue.

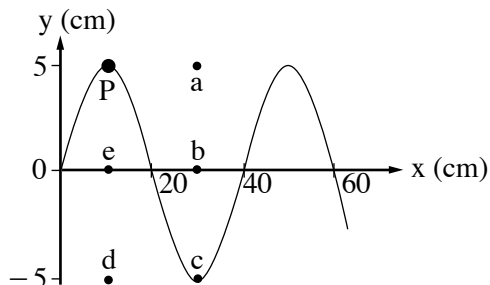


Figure 1

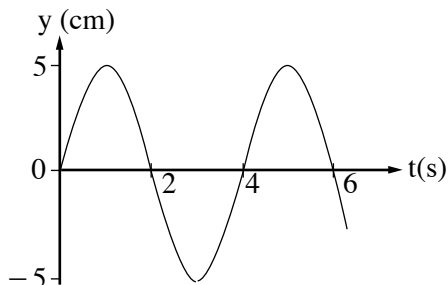


Figure 2

- א. Déterminez les grandeurs suivantes en vous aidant des figures :
- (1) L'amplitude de l'onde
 - (2) La fréquence de l'onde
 - (3) La longueur de l'onde
- (6 points)
- ב. Calculez la vitesse de progression de l'onde le long de la corde tendue.
- (2 points)
- ג. Un point de couleur noire est marqué sur la corde (le point P dans la figure 1).
- Déterminez en quel point (parmi les points a , b , c , d , e marqués dans la figure 1) se situera le point P , 2 secondes après l'instant représenté dans la figure. Justifiez. $(4\frac{1}{2} \text{ points})$

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