

## Física Mecánica, Óptica y Ondas

Para alumnos de 5 unidades de estudio

## פיזיקה מכניקה, אופטיקה וגלים

לתלמידי 5 יחידות לימוד

### Instrucciones para el examen

- א. Duración del examen: dos horas y media (150 minutos).
- ב. Estructura del cuestionario y clave de la evaluación:  
Este cuestionario consta de dos partes:  
Primera parte — Mecánica —  $3 \times 25$  — 75 puntos  
Segunda parte — Óptica y ondas —  $2 \times 12 \frac{1}{2}$  — 25 puntos  
Total — 100 puntos
- ג. Material auxiliar permitido:  
(1) Calculadora.  
(2) El anexo con datos y fórmulas de física adjunto al cuestionario.  
(3) Diccionario hebreo-lengua extranjera / lengua extranjera-hebreo.
- ד. Instrucciones especiales:  
(1) Responde al número de preguntas que se te solicite.  
Respuestas a preguntas adicionales no serán corregidas (las respuestas serán corregidas según su orden de aparición en el cuadernillo de examen).  
(2) Cuando resuelvas preguntas que requieren cálculo, señala las fórmulas que utilizas.  
Si usas un signo que no aparece en la página de fórmulas escribe en palabras su significado.  
Antes de realizar un cálculo, dispón los valores correspondientes en las fórmulas.  
Escribe con las unidades adecuadas los resultados que hayas obtenido.  
No escribir la fórmula o no realizar las sustituciones o la falta de unidades, podría reducir tu nota.  
(3) Cuando se te solicite expresar una magnitud por medio de los datos de una pregunta, escribe una expresión matemática que incluya los datos de la pregunta o una parte de ellos; en la medida en que sea necesario se puede también utilizar las constantes elementales, como la aceleración en caída libre  $g$ , o la constante de gravitación universal  $G$ .  
(4) En tus cálculos utiliza el valor  $10\text{m/s}^2$  para la aceleración en caída libre.  
(5) Escribe tus respuestas con tinta. Ante la escritura con lápiz o las borraduras con "Tipp-Ex" no se hará lugar a reclamos. El uso del lápiz sólo se admite en el caso de trazado de gráficos o figuras.

### הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעהיים וחצי (150 דקות).
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:  
פרק ראשון — מכניקה —  $25 \times 3$  — 75 נקודות  
פרק שני — אופטיקה וגלים —  $12 \frac{1}{2} \times 2$  — 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 פירוש 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 קבוע הכבידה העולמי  $G$ .  
(4) בחישוביך השתמש בערך  $10\text{m/s}^2$  לתאוצת הנפילה החופשית.  
(5) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור.  
מותר להשתמש בעיפרון לסרטטים בלבד.

Escribe solamente en el cuadernillo de examen y utiliza como páginas de borrador para anotaciones varias (cálculos, títulos, etc.), otras páginas del cuadernillo. Indica con la palabra "טייטה" cada una de las hojas que utilices como borrador. Toda anotación realizada en hojas que no pertenezcan al cuadernillo de examen puede causar la anulación del mismo.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב כטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).  
רשום "טייטה" בראש כל עמוד טייטה. רישום טייטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

¡Buena Suerte!

בהצלחה!

## Preguntas

### Primera parte – Mecánica (75 puntos)

Responde a tres de las preguntas 1-5.

(Cada pregunta vale 25 puntos; el puntaje de cada apartado aparece al final de su enunciado.)

1. Durante un trabajo de investigación de los alumnos de física de una escuela secundaria, los alumnos decidieron estudiar las características del movimiento de los cuerpos lanzados verticalmente. A tal efecto subieron a una torre cuya altura era  $H$  y después lanzaron simultáneamente tres bolas idénticas: A, B y C.

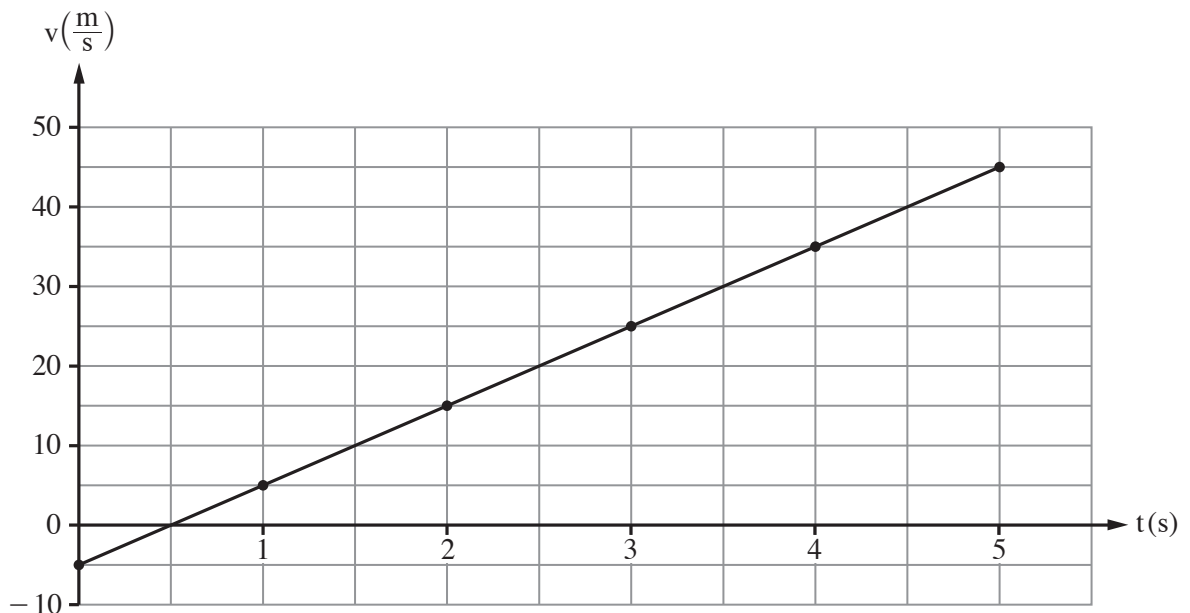
La bola A fue lanzada hacia abajo a una velocidad inicial de magnitud  $v_0$ , la bola B fue lanzada hacia arriba a una velocidad inicial de magnitud idéntica a la magnitud de la velocidad inicial de la bola A, y la bola C fue soltada a partir del reposo.

Las tres bolas no se entrechocaron durante el movimiento.

Los alumnos determinaron que la dirección positiva del eje vertical fuera hacia abajo.

Los alumnos trazaron el gráfico de velocidad-tiempo de una de las bolas, comenzando del momento del lanzamiento hasta el final del impacto en el suelo, como se describe en el diagrama que sigue.

**Velocidad de la bola en función del tiempo**



En los apartados a-d, debes suponer que la fuerza de rozamiento entre la bolas y el aire es despreciable.

- a. Determina si el gráfico describe la velocidad de la bola A, de la bola B o de la bola C .  
Justifica tu respuesta. (5 puntos)
- b. Determina la altura  $H$  de la torre. (5 puntos)

- ג. Calcula la distancia vertical entre la posición de la bola A y la posición de la bola B, en el instante  $t = 2 \text{ s}$ . (6 puntos)

Los alumnos agregaron al mismo sistema de ejes, los gráficos correspondientes a las otras dos bolas.

- ד. Explica el significado físico de cada uno de los valores (1)-(3) que se hallan a continuación y determina cuáles de dichos valores poseen magnitudes numéricas idénticas para los tres gráficos.

(1) la pendiente del gráfico

(2) el punto de intersección del gráfico con el eje de la velocidad

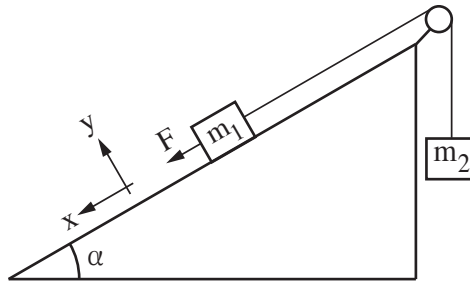
(3) el área delimitada por el gráfico y el eje del tiempo

(6 puntos)

- ה. En este apartado debes suponer que entre cada bola y el aire se ejerce un rozamiento de magnitud constante e inferior al peso de la bola. Recuerda que todas las bolas son idénticas.

Determina si la magnitud de la velocidad de la bola A en el instante de impactar en el suelo es **inferior**, **superior** o **igual** a la magnitud de la velocidad de la bola B en el instante de impactar en el suelo. Justifica tu respuesta por medio de consideraciones energéticas y cinemáticas. (3 puntos)

2. En el laboratorio de física, una alumna construyó el sistema descrito en el diagrama.



El sistema está compuesto por dos cuerpos de masas  $m_1$  y  $m_2$ . El cuerpo de  $m_1$  está apoyado sobre una pendiente lisa inclinada en un ángulo  $\alpha$ .

El cuerpo  $m_2$  está colgado y atado al cuerpo  $m_1$  mediante un hilo que pasa por una polea exenta de rozamiento (ver figura).

La longitud del hilo es constante, y los cuerpos no alcanzan la polea en ningún momento.

La resistencia del aire, la masa de la polea y la masa del hilo son despreciables.

La alumna mantuvo el sistema en reposo. En cierto momento, liberó al sistema del reposo, y en ese instante comenzó a actuar sobre el cuerpo  $m_1$  una fuerza  $F$  de magnitud constante en el sentido descendiente de la pendiente y paralela a ésta, tal como se describe en la figura (este sentido se define como positivo).

El cuerpo  $m_1$  se desplazó por la pendiente, y la alumna midió la aceleración del sistema.

א. Traza en tu cuadernillo un diagrama de las fuerzas actuantes sobre cada uno de los dos cuerpos en el curso del desplazamiento. Escribe junto a cada fuerza su nombre .  
(4 puntos)

ב. Desarrolla una expresión lineal (de la forma  $y = Ax + B$ ) para la magnitud de la aceleración  $a$  en función de la magnitud de la fuerza  $F$ . Expresa tu respuesta por medio de  $g$ ,  $\alpha$ ,  $m_1$ ,  $m_2$  y  $F$ . (6 puntos)

La alumna repitió el experimento varias veces. Cada vez, modificó la magnitud de la fuerza  $F$  y midió la magnitud de la aceleración  $a$ .

Los resultados obtenidos figuran en la tabla siguiente.

| $F(N)$                        | 20  | 30  | 40  | 50  | 60   |
|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|
| $a\left(\frac{m}{s^2}\right)$ | 3,0 | 5,0 | 7,4 | 9,1 | 12,5 |

ג. Traza en tu cuadernillo el gráfico de  $a$  (la aceleración del sistema) en función de la fuerza  $F$ . (7 puntos)

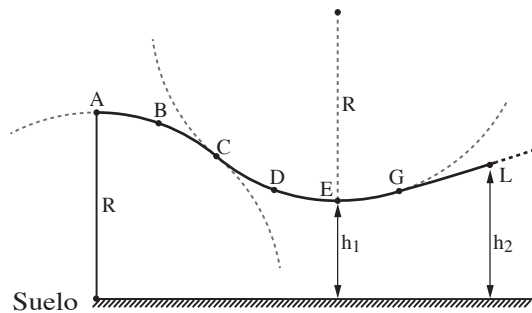
Dato: la masa de los dos cuerpos es igual,  $m_1 = m_2 = m$ .

ד. Calcula la masa  $m$  basándote en el gráfico que trazaste. (5 puntos)

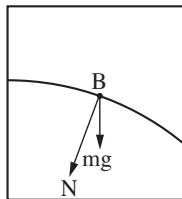
ה. Válete del gráfico y determina la magnitud de la fuerza  $F$ , por la cual el sistema se desplazará según un movimiento uniforme (la magnitud de la velocidad constante).

Explica tu respuesta. (3 puntos)

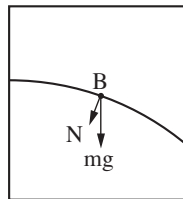
3. El diagrama que se halla a continuación representa una pista de patinaje sobre hielo, compuesta de tres segmentos: AC, CG y GL. Los dos primeros segmentos AC y CG, son arcos circulares de radio  $R$ . El tercer segmento, GL, es una pista no-circular. Sobre los segmentos AC y CG, el rozamiento entre el patinador y la pista es despreciable, mientras que a partir del punto G existe un rozamiento que no se puede despreciar. Un patinador comienza a desplazarse a partir del reposo en el punto A. Se desplaza únicamente por deslizamiento y sin ayuda de bastones de esquiar. Durante todo su desplazamiento el patinador no se despega de la pista. La resistencia del aire es despreciable.



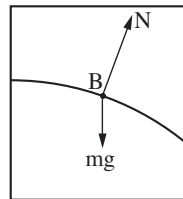
8. Determina cuál de los dibujos 1-4 que se hallan a continuación representa correctamente el diagrama de fuerzas que se ejercen sobre el patinador en el punto B. Justifica tu respuesta. (6 puntos)



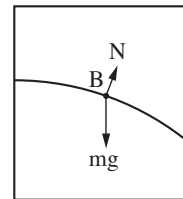
4



3



2



1

9. (1) Determina si la aceleración del patinador en el punto D posee un componente tangencial. Justifica tu respuesta.  
(2) Copia en tu cuadernillo (de modo aproximado) el segmento circular CG, y agrega al diagrama una flecha que describa la aceleración total del patinador en el punto D (no es necesario realizar el cálculo).  
(5 puntos)

Dato:  $R = 60\text{m}$ , la masa del patinador con su equipo de patinaje es  $m = 80\text{kg}$ .

La altura del punto E por sobre el suelo es  $h_1 = 32\text{m}$  (el punto E es el punto más bajo de la pista)

9. Calcula la magnitud de la velocidad del patinador cuando pasa por el punto E.  
(4 puntos)  
7. Calcula la fuerza (magnitud y dirección) que el patinador ejerce sobre la pista en el punto E.  
(6 puntos)

Dato: El trabajo total de la fuerza de rozamiento desde el punto G hasta el punto en que el patinador se detiene es de  $20\text{kJ}$ .

La altura del punto L por sobre el suelo es  $h_2 = 36\text{m}$ .

7. Determina si el patinador ha alcanzado el punto L. Explica tu respuesta por medio de un cálculo. (4 puntos)

4. Hasta el siglo XVIII no era posible medir la velocidad de los cuerpos rápidos como una bala de fusil. En 1742, el científico inglés Benjamin Robins inventó un método para medir la velocidad de los proyectiles por medio de un péndulo balístico.

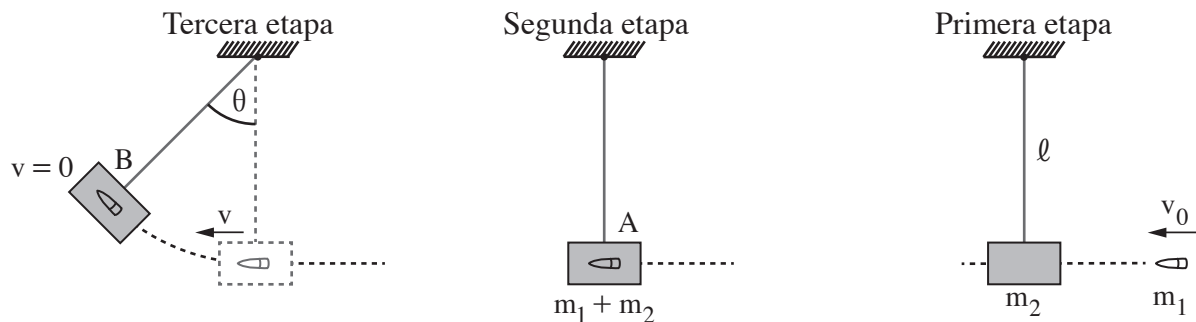
El diagrama que se halla a continuación describe el método en tres etapas.

En la primera etapa se disparó una bala de masa  $m_1$  en dirección a un cuerpo cuya masa es  $m_2$  y que se halla suspendido de un hilo de longitud  $\ell$ .

En la segunda etapa la bala impacta en el cuerpo en el punto A a una velocidad horizontal de magnitud  $v_0$ , penetra en el cuerpo y se detiene en su interior. El tiempo de la penetración de la bala en el cuerpo es muy breve de modo que el desplazamiento del cuerpo durante ese tiempo es despreciable.

En la tercera etapa, el cuerpo (con la bala en su interior) se eleva hasta el punto B y se detiene allí por un instante. En ese punto, el ángulo de desviación del hilo en relación con la vertical es  $\theta$ .

Se debe despreciar la resistencia del aire y la masa del hilo.



Los apartados siguientes se refieren al sistema cuerpo + bala.

- a. Determina si la cantidad de movimiento y la energía mecánica se conservan en el intervalo de tiempo que transcurre desde el impacto de la bala en el cuerpo hasta su detención en el interior del cuerpo. Explica tus respuestas. (4 puntos)
- b. Determina si la cantidad de movimiento y la energía mecánica se conservan en el intervalo de tiempo que transcurre entre desde el comienzo del desplazamiento del cuerpo hasta su detención en el punto B. Explica tus respuestas. (4 puntos)

Datos del sistema: masa de la bala  $m_1 = 0.015\text{kg}$ , masa del cuerpo  $m_2 = 4.985\text{kg}$ , longitud del hilo  $\ell = 0.6\text{m}$ , ángulo máximo de desviación del hilo  $\theta = 12^\circ$ .

- c. Calcula la energía cinética del sistema, inmediatamente después de que el cuerpo (con la bala en el interior) haya iniciado su desplazamiento desde el punto A. (7 puntos)
- d. Calcula  $v_0$ , la velocidad de la bala en el instante de su impacto con el cuerpo. (6 puntos)
- e. Calcula la energía mecánica "perdida" a causa del rozamiento. (4 puntos)

5. La Agencia Espacial Israelí, conjuntamente con la Agencia Espacial Francesa, lanzaron en agosto de 2017 un pequeño satélite llamado VENμS (Vegetation & Environment on a New Micro Satellite) con fines de observación e investigación científica especial. El satélite está equipado con sofisticados medios tecnológicos, parte de los cuales fueron desarrollados y fabricados en Israel. El satélite tomará fotografías desde el espacio, entre otras cosas, campos y terrenos con fines de investigación de monitoreo del suelo, la vegetación y la calidad del agua.

Debes suponer que el satélite se desplazará en un trayecto circular cuyo radio es  $r = 7100\text{km}$ .

- א. Calcula la aceleración en caída libre del satélite durante su movimiento (magnitud y dirección). (6 puntos)
- ב. Calcula el período orbital [זמן המחזור] y la velocidad tangencial del satélite. (8 puntos)

Es posible que en el futuro se coloque un satélite idéntico en órbita circular alrededor del planeta Marte.

Dato:  $M_E$  y  $R_E$  son la masa y el radio de la Tierra.

$M_M$  y  $R_M$  son la masa y el radio del planeta Marte.

$$M_E = 9.3M_M, R_E = 1.88R_M.$$

En los apartados ג-ה, debes suponer que el radio de la órbita del satélite que gira en torno a Marte será igual que el radio de la órbita de VENμS, que gira alrededor de la Tierra ( $r = 7100\text{km}$ ).

- ג. Determina si la aceleración en caída libre del satélite que gira en torno a Marte será **menor, mayor o igual** que la aceleración que calculaste en el apartado א. Justifica tu respuesta. (5 puntos)

Un alumno sostiene que el período orbital de los dos satélites son iguales. Se basa para ello en la tercera ley de Kepler, y en el hecho de que los radios de ambas órbitas son iguales.

- ה. Explica por qué la afirmación del alumno es incorrecta. (3 puntos)

$T_1$  es el período orbital de un satélite que se desplaza en una órbita de radio  $r_1$  alrededor de Marte, y  $T_2$  es el período orbital de un satélite idéntico que se desplaza en una órbita de radio  $r_2$  alrededor de la Tierra ( $r_1 \neq r_2$ ).

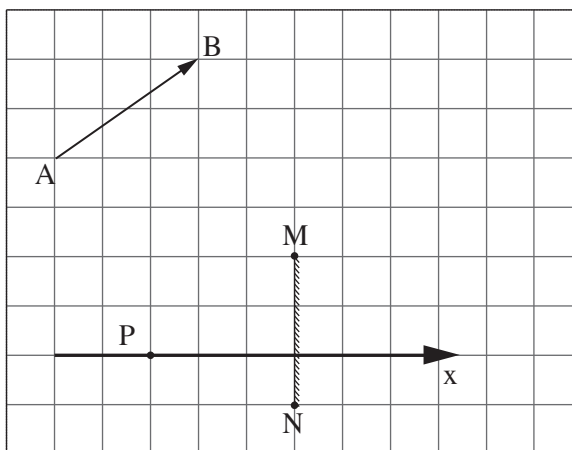
- ו. Expresa la relación  $\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2$  por medio de  $r_1$  y  $r_2$ . (3 puntos)

## Segunda parte — Óptica y Ondas (25 puntos)

Responde a dos de las preguntas 6-8.

(Cada pregunta vale  $12\frac{1}{2}$  puntos; el puntaje de cada apartado aparece al final de su enunciado.)

6. En el diagrama que te presentamos a continuación se describe el corte de un espejo plano MN, un cuerpo AB con forma de flecha y un punto P en el que se encuentra el ojo del espectador. La longitud del lado de cada casilla en el diagrama representa una longitud de 20 centímetros en la realidad.



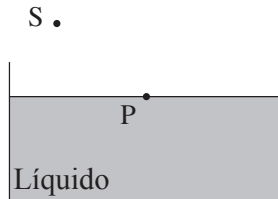
- א. Copia el diagrama en tu cuadernillo. Cada casilla en el diagrama será representada por una casilla en tu cuadernillo. (1 punto)
- ב. Agrega al diagrama de tu cuadernillo:
- (1) La imagen  $A_1B_1$  del cuerpo AB generada por el espejo.
  - (2) La trayectoria del rayo que parte del extremo A del cuerpo, incide en el espejo y es reflejada desde allí al punto P (el ojo). Detalla tus razonamientos.
- (5 puntos)

El espectador (el ojo) puede desplazarse a lo largo del eje x marcado en el diagrama.

- ג. Determina si debe alejarse o acercarse al espejo para ver en él una parte mayor de la imagen  $A_1B_1$ . (3 puntos)
- ד. Valiéndote del diagrama, determina cuál es la distancia mínima (en centímetros) desde el punto P que el ojo debe recorrer a lo largo del eje x para ver la figura  $A_1B_1$  en su totalidad (presta atención a la escala). ( $3\frac{1}{2}$  puntos)



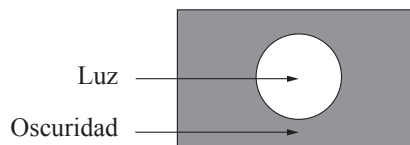
7. Una fuente de luz puntual S se encuentra en el aire ( $n = 1$ ). Un rayo de luz emitido desde la fuente avanza en el aire, e incide sobre el punto P que se halla en la superficie de un líquido que se halla en un recipiente (ver diagrama 1). Parte de la luz es reflejada y parte es refractada. La fuente de luz S es la única que hay en el entorno.



**Diagrama 1**

- א. Copia el diagrama a tu cuaderno y agrega en él:
- (1) El rayo emitido desde la fuente S que incide en el líquido en el punto P.
  - (2) La trayectoria del rayo de luz reflejado en la superficie del líquido en el punto P.
  - (3) La trayectoria del rayo de luz que se refracta dentro del líquido.
- (1 punto)
- ב. Marca en tu esbozo el ángulo de incidencia del rayo con la letra  $\alpha$ , el ángulo de reflexión con la letra  $\beta$ , y el ángulo de refracción con la letra  $\gamma$ . (1 punto)
- ג. Determina si en este caso, el ángulo de reflexión  $\beta$  es **mayor, menor o igual** al ángulo de refracción  $\gamma$ . Justifica tu respuesta. (3 puntos)
- Dato:  $\alpha = 51^\circ$ , el ángulo entre el rayo refractado y el rayo reflejado es de  $90^\circ$ .
- ד. Calcula el coeficiente de refracción del líquido. (4 puntos)

Se coloca la fuente de luz puntual en el centro del fondo del recipiente en el que se halla el líquido. La luz sale del líquido al aire solo a través de una parte de la superficie del líquido (ver diagrama 2).



**Diagrama 2**

- ה. Valiéndote de las leyes de refracción, explica este fenómeno. ( $3\frac{1}{2}$  puntos)

8. En el diagrama 1 que te presentamos a continuación se describe un segmento de cuerda en el cual se produce una onda transversal que se mueve hacia la derecha. En el diagrama 2 se presenta el mismo segmento de cuerda, 0.3 segundos después del momento descrito en el diagrama 1. El período de la onda es mayor que 0.3 segundos.

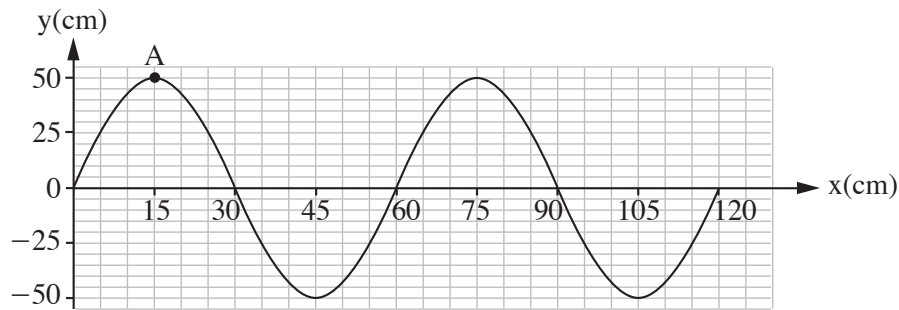


Diagrama 1

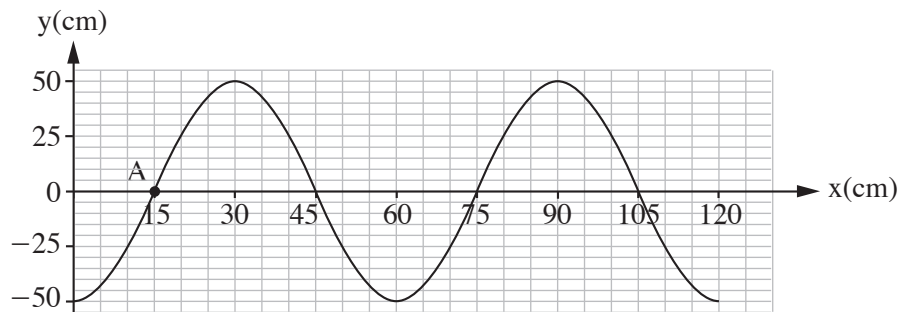


Diagrama 2

- א. Explica cuál es la diferencia entre la onda longitudinal [גל אורך] y la onda transversal [גל רוחב]. (2 puntos)
- ב. Determina o calcula:
- (1) La amplitud de la onda.
  - (2) El período de la onda.
  - (3) Frecuencia de la onda.
- (4 puntos)
- ג. Calcula la velocidad de avance de la onda (3 puntos)
- ה. Esboza en tu cuadernillo un gráfico aproximado que describa la altura del punto A en función del tiempo, en el lapso entre las dos situaciones descritas en el diagrama 1 y el diagrama 2. ( $3\frac{1}{2}$  puntos)

**¡Buena Suerte!**

Los derechos de autor están reservados al Estado de Israel.  
Está prohibida su copia o difusión salvo autorización expresa  
del Ministerio de Educación.

**בהצלחה!**

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