

Государство Израиль

Министерство просвещения

Тип экзамена: на аттестат зрелости

Время проведения экзамена: лето 2018 года

Номер вопросника: 036201, 656

Приложение: физические формулы и данные
для уровня в 5 единиц обучения

Перевод на русский язык (5)

מדינת ישראל

משרד החינוך

סוג הבחינה: בגרות

מועד הבחינה: קיץ תשע"ח, 2018

מספר השאלון: 036201, 656

נספח: נוסחאות ונתונים בפיזיקה

ל-5 יחידות לימוד

תרגום לרוסית (5)

Физика

Механика, оптика и волны

для учащихся на 5 единиц обучения

פיזיקה

מכניקה, אופטיקה וגלים

לתלמידי 5 יחידות לימוד

Указания экзаменуемым

а. Продолжительность экзамена: 2 часа 30 минут.

б. Строение вопросника и ключ к оценке:

в этом вопроснике две части.

Часть первая – механика – $3 \times 25 = 75$ баллов

Часть вторая – оптика и волны – $2 \times 12\frac{1}{2} = 25$ баллов

Всего – 100 баллов

в. Разрешенный вспомогательный материал:

1. Калькулятор.

2. Физические формулы и данные, прилагающиеся к вопроснику.

3. Словарь по выбору экзаменуемого.

г. Особые указания:

1. Ответьте на заданное количество вопросов. Ответы на дополнительные вопросы не будут проверяться. (Ответы будут проверяться в порядке их появления в экзаменационной тетради.)

2. При решении вопросов, требующих вычислений, напишите использованные вами формулы. Если вы пользуетесь символами, не указанными на листах с формулами, запишите их смысл словами. Подставьте соответствующие значения в формулы до того, как станете производить вычисления. Напишите результат в соответствующих единицах. Отсутствие записи формул или подстановки в них значений или отсутствие единиц измерения может привести к снижению вашей оценки за экзамен.

3. Когда от вас требуется представить величину с помощью данных вопроса, запишите математическое выражение, включающее данные вопроса или их часть; при необходимости можно также пользоваться основными константами, например, ускорением свободного падения g или элементарным электрическим зарядом e .

4. В своих вычислениях ускорение свободного падения принимайте равным 10 m/s^2 .

5. Пишите свои ответы ручкой. Запись ответов карандашом или использование тилекса не позволяют подать апелляцию.

Используйте карандаш только для чертежей.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב בטייפ (ראשי פרקים, חישובים וכדומה). רשום "טייטה" בראש כל עמוד טייטה.

רשום טייטות כלשהן על דפים מחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

Все черновые записи (тезисы, вычисления и т.п.) делайте только на отдельных страницах экзаменационной тетради. Напишите слово «черновик» в начале каждой страницы, отведенной вами под черновик. Выполнение любых черновых записей на листах, не относящихся к экзаменационной тетради, может привести к тому, что экзамен будет аннулирован!

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שעהיים וחצי (150 דקות).

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:

בשאלון זה שני פרקים.

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 הנוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.

3. מילון לפי בחירת הנבחן.

ד. הוראות מיוחדות:

1. ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו. (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה.)

2. בתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן. כאשר אתה משתמש בסימן שאינו מופיע בדפי הנוסחאות. כתוב במילים את פירוש הסימן. לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. רשום את התוצאה ביחידות המתאימות. אי־רשום 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. השתמש בעיפרון לסרטוטם בלבד.

Желаем успеха!

בהצלחה!

Вопросы

Часть первая – механика (75 баллов)

Ответьте на три вопроса из вопросов 1-5 (за каждый вопрос – 25 баллов, количество баллов за каждый пункт вопроса указано в его конце).

1. В рамках исследовательской работы в средней школе с физическим уклоном ученики решили проверить характеристики движения предметов, брошенных вертикально. Для этого они поднялись на башню высотой H и бросили в один и тот же момент времени три одинаковых мяча: A , B и C .

Мяч A бросили вниз с начальной скоростью v_0 , мяч B бросили вверх с начальной скоростью, величина которой идентична величине начальной скорости мяча A , а мяч C стал свободно падать. Все три мяча не сталкивались друг с другом во время своего движения.

Ученики решили, что направление вниз вертикальной оси будет положительным. Они начертили график скорости как функции времени для одного из этих мячей с момента его бросания и до завершения его падения на землю, как изображено на приведенном чертеже.

Скорость мяча как функция времени



В пунктах (к)-(т) предположите, что силой трения между мячами и воздухом можно пренебречь.

- (к) Определите, скорость какого мяча описывает данный график: мяча A , мяча B или мяча C . Обоснуйте свое утверждение. (5 баллов)

- (д) Вычислите высоту башни, H . (5 баллов)

/продолжение на странице 3/

- (ג) Вычислите расстояние по вертикали между мячом А и мячом В
в момент времени $t = 2s$. (6 баллов)

Ученики начертили в той же системе координат графики, соответствующие двум
остальным мячам.

- (ד) Объясните физический смысл каждого из значений (1)-(3), приведенных ниже, и
определите, у каких из этих значений есть численная величина, одинаковая для всех
трех графиков.

(1) Угол наклона графика

(2) Точка пересечения графика с осью скорости

(3) Площадь фигуры, заключенной между графиком и осью времени

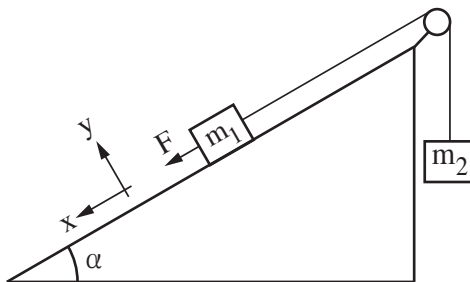
(6 баллов)

- (ה) В данном пункте предположите, что между каждым мячом и воздухом действовала
постоянная по величине сила трения, которая была меньше, чем вес мяча.

Напоминаем вам, что все мячи идентичны.

Определите, величина скорости мяча А в момент его падения на землю **меньше**
величины скорости мяча В в момент его падения на землю, **больше** ее или **равна**
ей. Объясните свой ответ исходя из соображений энергии или из соображений
кинематики. (3 балла)

2. В физической лаборатории ученица собрала систему, изображенную на чертеже.



Система состоит из двух тел, массы которых m_1 и m_2 . Тело m_1 покоится на гладкой наклонной поверхности, угол наклона которой α .

Тело m_2 подвешено и привязано к телу m_1 нитью, которая проходит через лишенный трения блок (смотрите чертеж).

Длина нити постоянна, и тела ни на каком этапе не касаются блока.

Сопротивлением воздуха, массой блока и массой нити можно пренебречь.

Ученица удерживала данную систему в состоянии покоя. В определенный момент времени она вывела систему из состояния покоя, и в тот же момент времени она подействовала на тело m_1 постоянной силой, величина которой F , по направлению вниз вдоль наклонной плоскости и параллельно ей, как показано на чертеже (это направление считается положительным).

Тело m_1 двигалось вниз по наклонной плоскости, и ученица измеряла ускорение системы.

(а) Начертите в своей тетради силы, действующие на каждое из двух данных тел во время движения. Рядом с каждой силой укажите ее название. (4 балла)

(б) Выведите линейное выражение (в форме $y = Ax + B$) для величины ускорения a как функции величины силы F . Выразите свой ответ при помощи g , α , m_1 , m_2 и F . (6 баллов)

Ученица повторила опыт несколько раз. Каждый раз она изменяла величину силы F и измеряла величину ускорения a . Полученные ею результаты приведены в следующей таблице.

$F(N)$	20	30	40	50	60
$a\left(\frac{m}{s^2}\right)$	3.0	5.0	7.4	9.1	12.5

(в) Начертите в своей тетради график a (ускорения системы) как функции силы F . (7 баллов)

Дано: массы обоих тел равны, $m_1 = m_2 = m$.

(г) На основании построенного вами графика вычислите массу m . (5 баллов)

(д) С помощью графика определите, какова величина силы F , для которой движение системы является равномерным (величина скорости постоянна). Объясните ваше утверждение. (3 балла)

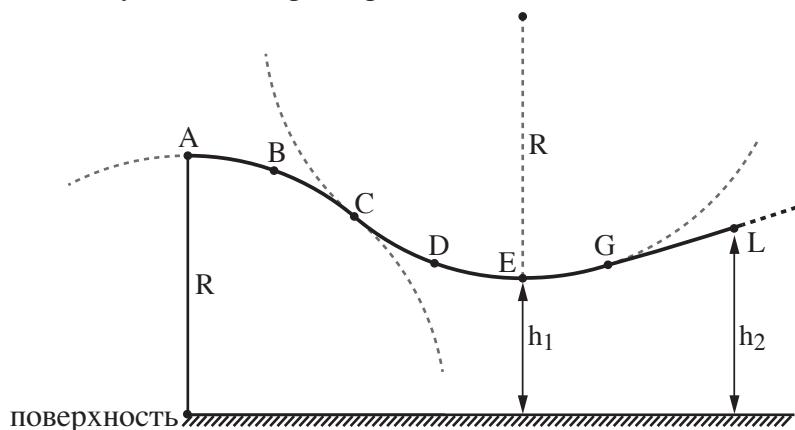
/продолжение на странице 5/

3. Ниже на чертеже изображена снежная дорожка, состоящая из трех участков: AC, CG и GL. Два первых участка AC и CG – это фрагменты окружности с радиусом R . Третий участок, GL, не является фрагментом окружности.

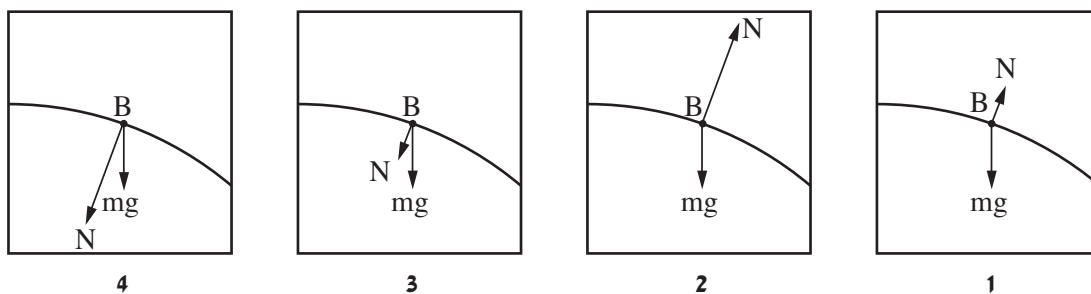
На участках AC и CG трением между лыжником и дорожкой можно пренебречь, однако начиная с точки G существует трение, которым нельзя пренебречь.

Лыжник начинает двигаться из состояния покоя в точке A. Он только скользит по поверхности и не использует лыжные палки. На протяжении всего своего движения он остается на дорожке.

Сопротивлением воздуха можно пренебречь.



- (8) Определите, какой из рисунков 1-4 ниже верно изображает диаграмму сил, действующих на лыжника в точке B. Обоснуйте свое утверждение. (6 баллов)



- (2) (1) Определите, есть ли у ускорения лыжника в точке D касательная составляющая. Обоснуйте свое утверждение.
- (2) Начертите в своей тетради (схематически) фрагмент CG и дополните чертеж стрелкой, указывающей общее ускорение лыжника в точке D (нет необходимости в вычислениях).

(5 баллов)

Обратите внимание: продолжение вопроса на следующей странице.

/продолжение на странице 6/

Дано: $R = 60\text{m}$, масса лыжника с лыжным инвентарем $m = 80\text{kg}$.

Высота точки E над поверхностью земли $h_1 = 32\text{m}$ (точка E – это самая низкая точка на всей дорожке).

(ג) Вычислите значение скорости лыжника в момент его прохождения точки E .

(4 балла)

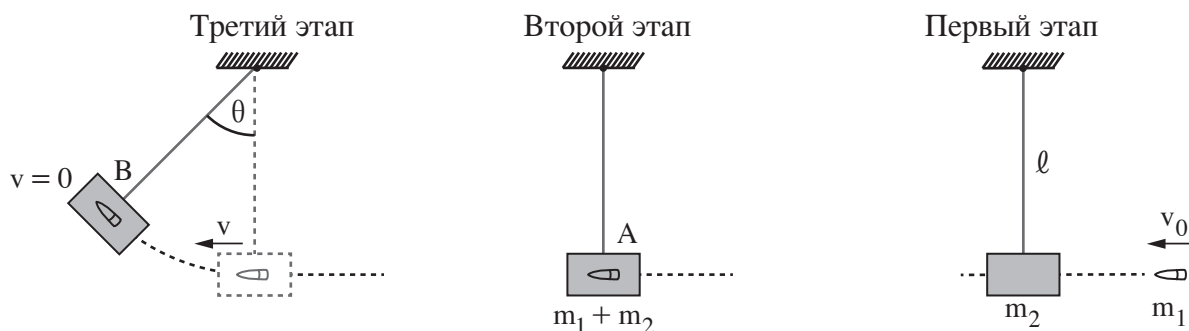
(ד) Вычислите силу (величину и направление), с которой лыжник воздействует на дорожку в точке E . (6 баллов)

Дано: Общая работа, которую выполняет сила трения от точки G и до точки остановки лыжника, составляет 20kJ .

Высота точки L над поверхностью земли $h_2 = 36\text{m}$.

(ה) Определите, достиг ли лыжник точки L . Объясните свой ответ при помощи вычислений. (4 балла)

4. Вплоть до 18-го века не было возможности измерять скорость быстрых объектов, таких как ружейная пуля. В 1742 году английский ученый Бенджамин Роббинс разработал метод измерения скорости пуль с помощью баллистического маятника.
- Приведенный чертеж описывает данный метод в три этапа.
- На первом этапе пулю массой m_1 выстреливают в направлении тела массой m_2 , которое подвешено на нити длиной ℓ .
- На втором этапе пуля попадает в тело в точке А с горизонтальной скоростью, величина которой составляет v_0 , проникает в тело и останавливается в нем.
- Время проникновения пули в тело очень мало, и поэтому движением тела в этот момент времени можно пренебречь.
- На третьем этапе тело (с пулей в нем) поднимается вплоть до точки В и на мгновение останавливается в ней. В этой точке угол отклонения нити от вертикали составляет θ . Сопротивлением воздуха и массой нити следует пренебречь.



Следующие пункты касаются системы тело + пуля.

- (а) Определите, сохраняются ли импульс и механическая энергия в период времени между моментом попадания пули в тело и ее остановкой внутри тела.

Объясните свой ответ. (4 балла)

- (б) Определите, сохраняются ли импульс и механическая энергия в период времени между началом движения тела и его остановкой на мгновение в точке В.

Объясните свой ответ. (4 балла)

Данные системы: масса пули $m_1 = 0.015\text{kg}$, масса тела $m_2 = 4.985\text{kg}$, длина нити $\ell = 0.6\text{m}$, максимальный угол отклонения нити $\theta = 12^\circ$.

- (в) Вычислите кинетическую энергию системы сразу после того, как тело (с пулей внутри него) начало движение в точке А. (7 баллов)
- (г) Вычислите v_0 , скорость пули в момент ее попадания в тело. (6 баллов)
- (д) Вычислите механическую энергию, которая «была потеряна» вследствие трения. (4 балла)

/продолжение на странице 8/

5. В августе 2017 года Израильское космическое агентство в сотрудничестве с Французским космическим агентством запустили на орбиту миниатюрный спутник под названием VENμS (Vegetation & Environment on a New Micro Satellite) для проведения уникальных научных исследований и наблюдений. Спутник оснащен высокотехнологичными средствами, некоторые из которых были разработаны и произведены в Израиле. Спутник будет фотографировать из космоса, в частности, поля и земельные участки для контроля за состоянием почвы, растительности и качества воды.

Предположите, что спутник движется по круговой орбите с радиусом $r = 7100\text{km}$.

- (κ) Вычислите ускорение свободного падения спутника во время его движения (величину и направление). (6 баллов)

- (α) Вычислите период обращения и касательную составляющую скорости спутника. (8 баллов)

Возможно, что в будущем такой же спутник будет направлен на орбиту вокруг планеты Марс.

Дано: M_E и R_E – это масса и радиус Земного шара.

M_M и R_M – это масса и радиус планеты Марс.

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

При ответе на вопросы пунктов (λ)-(τ) предположите, что радиус орбиты вращения спутника вокруг Марса будет равен радиусу орбиты вращения VENμS вокруг Земли ($r = 7100\text{km}$).

- (λ) Определите, ускорение свободного падения спутника, вращающегося вокруг Марса, будет **меньше** ускорения свободного падения, вычисленного вами при ответе на вопрос пункта (κ), **больше** его или **равно** ему. Обоснуйте свое утверждение. (5 баллов)

Ученик утверждает, что периоды обращения обоих спутников равны. Он опирается на третий закон Кеплера и на тот факт, что радиусы обеих орбит равны.

- (τ) Объясните, почему утверждение ученика неверно. (3 балла)

T_1 – это период обращения спутника, который движется по орбите радиусом r_1 вокруг Марса, а T_2 – это период обращения идентичного ему спутника, движущегося по орбите радиусом r_2 вокруг Земли ($r_1 \neq r_2$).

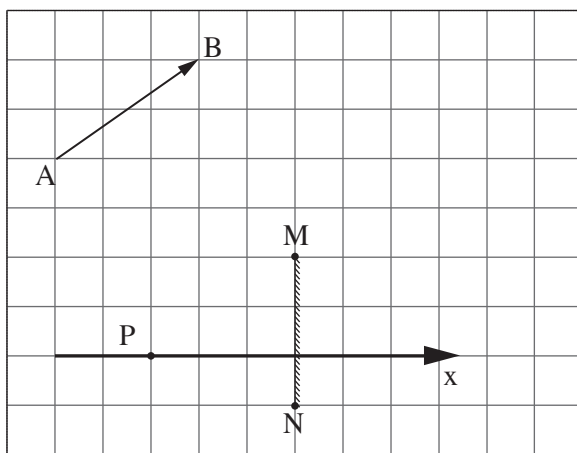
- (η) Выразите связь $\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2$ при помощи r_1 и r_2 . (3 балла)

Часть вторая – оптика и волны (25 баллов)

Ответьте на два вопроса из вопросов 6-8 (за каждый вопрос – $12\frac{1}{2}$ баллов, количество баллов за каждый пункт вопроса указано в его конце).

6. На чертеже ниже изображено сечение плоского зеркала MN, предмет АВ в виде стрелы и точка Р, в которой расположен глаз наблюдателя.

Длина стороны каждой из клеток чертежа соответствует длине в 20 см в реальном мире.



- (8) Перенесите данный чертеж в свою тетрадь. Каждая клетка в вашей тетради будет соответствовать одной клетке чертежа. (1 балл)

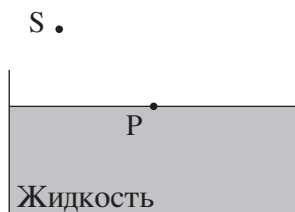
- (2) Дополните чертеж в своей тетради:

- (1) Изображением A_1B_1 предмета АВ, которое возникает в зеркале.
- (2) Ходом луча, который выходит из конца А предмета, попадает в зеркало и отражается от него в точку Р (глаз). Подробно изложите свои соображения. (5 баллов)

Наблюдатель (глаз) может двигаться вдоль оси x , обозначенной на чертеже.

- (2) Определите, следует ему приблизиться к зеркалу или удалиться от него, чтобы увидеть в зеркале большую часть изображения A_1B_1 . (3 балла)
- (7) С помощью чертежа определите, каково минимальное расстояние (в сантиметрах) от точки Р, которое должен пройти глаз вдоль оси x , чтобы увидеть изображение A_1B_1 полностью (обратите внимание на масштаб). ($3\frac{1}{2}$ балла)

7. Точечный источник света S находится в воздухе ($n = 1$). Луч света, испускаемый данным источником, распространяется в воздухе и падает в точку P , расположенную на поверхности жидкости, которая находится в сосуде (смотрите чертеж 1). Часть света отражается, а часть света преломляется. Источник света S является единственным источником света на данном участке.



Чертеж 1

(а) Перенесите этот чертеж в свою тетрадь и дополните его:

- (1) Изображением луча света, который испускает источник света S и который падает на поверхность жидкости в точке P .
 - (2) Ходом луча света, который отражается от поверхности жидкости в точке P .
 - (3) Ходом луча света, который преломляется в жидкости.
- (1 балл)

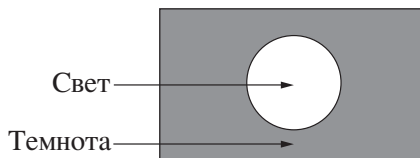
(а) Угол падения луча света обозначьте на чертеже буквой α ,
 угол отражения – буквой β , а угол преломления – буквой γ . (1 балл)

(а) Определите, в данном случае угол отражения β будет **больше** угла преломления γ ,
меньше его или **равен** ему. Обоснуйте свое утверждение. (3 балла)

Дано: $\alpha = 51^\circ$, угол между преломленным лучом и отраженным лучом составляет 90° .

(г) Вычислите коэффициент преломления данной жидкости. (4 балла)

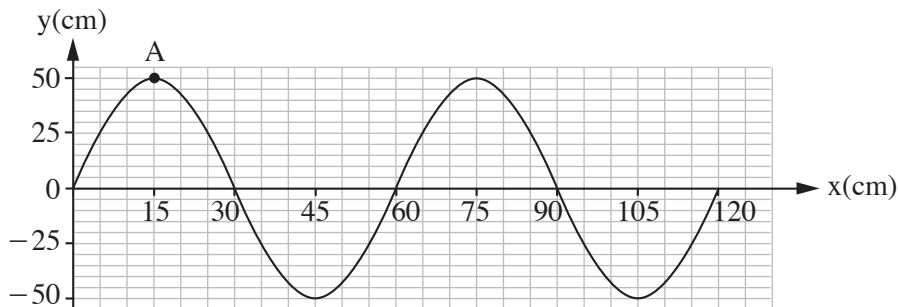
Точечный источник света помещают в центре дна сосуда, в котором находится жидкость. Свет выходит из жидкости в воздух лишь через часть поверхности жидкости (смотрите чертеж 2).



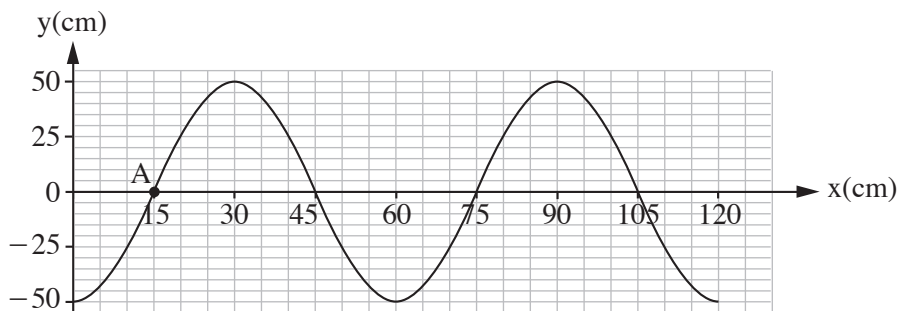
Чертеж 2

(г) С помощью закона преломления света объясните данное явление. (3½ балла)

8. На приведенном чертеже 1 изображен участок веревки и поперечная волна, которая движется вправо. На чертеже 2 изображен тот же самый участок веревки спустя 0.3 секунды после момента, изображенного на чертеже 1. Период данной волны больше, чем 0.3 секунды.



Чертеж 1



Чертеж 2

- (⌘) Объясните, в чем состоит различие между продольной волной и поперечной волной.
 (2 балла)
- (Ⓐ) Определите или вычислите:
- (1) Амплитуду волны.
 - (2) Период волны.
 - (3) Частоту волны.
- (4 балла)
- (Ⓐ) Вычислите скорость распространения данной волны. (3 балла)
- (Ⓣ) Начертите в своей тетради схематический график, описывающий высоту точки A как функцию времени в период времени между двумя положениями, изображенными на чертеже 1 и на чертеже 2. ($3\frac{1}{2}$ балла)

Желаем успеха!

Авторские права принадлежат Государству Израиль.
 Копировать или публиковать можно только с разрешения Министерства просвещения.

בהצלחה!

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