

Государство Израиль

Министерство просвещения

Тип экзамена: на аттестат зрелости

Время проведения экзамена: лето 2018 года

Номер вопросника: 036361

Приложение: физические формулы и данные  
для уровня 5 единиц обучения

Перевод на русский язык (5)

מדינת ישראל

משרד החינוך

סוג הבחינה: בגרות

מועד הבחינה: קיץ תשע"ח, 2018

מספר השאלון: 036361

נספח: נוסחאות ונתונים בפיזיקה

ברמה של 5 יח"ל

תרגום לרוסית (5)

## Физика

### Механика

## פיזיקה

### מכניקה

#### Указания экзаменующимся

- а. Продолжительность экзамена: 1 час 45 минут
- б. Строение вопросника и ключ к оценке:  
В этом вопроснике шесть вопросов, вы должны ответить только на три вопроса из них.  
За каждый вопрос –  $33\frac{1}{3}$  балла;  $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$  баллов
- в. Разрешенный вспомогательный материал:
  1. Калькулятор.
  2. Физические формулы и данные, прилагающиеся к вопроснику.
  3. Двухязычный словарь по выбору ученика.
- 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, которых нет на листах с формулами, определите их смысл словесно). Подставьте соответствующие значения в формулы до того, как вы производите вычисления. Запишите полученные результаты в соответствующих единицах. Отсутствие записи формул или отсутствие подстановки в них значений или отсутствие единиц 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 используйте значение  $10 \text{ m/s}^2$  как ускорение свободного падения.
  5. Пользуйтесь ручкой. Запись ответов карандашом или использование типекса не позволяют подать апелляцию.  
Карандаш можно использовать только для чертежей.

#### הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעה וארבעים וחמש דקות
- 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. בתרון 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. אירישום 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  $10 \text{ m/s}^2$  לתאוצת הנפילה החופשית.
  5. כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור.  
מותר להשתמש בעיפרון לסרטטים בלבד.

תתב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב כטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה). רשום "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. רישום טיוטות 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!

Желаем успеха!

בהצלחה!

## Вопросы

Ответьте на три из вопросов 1–6.

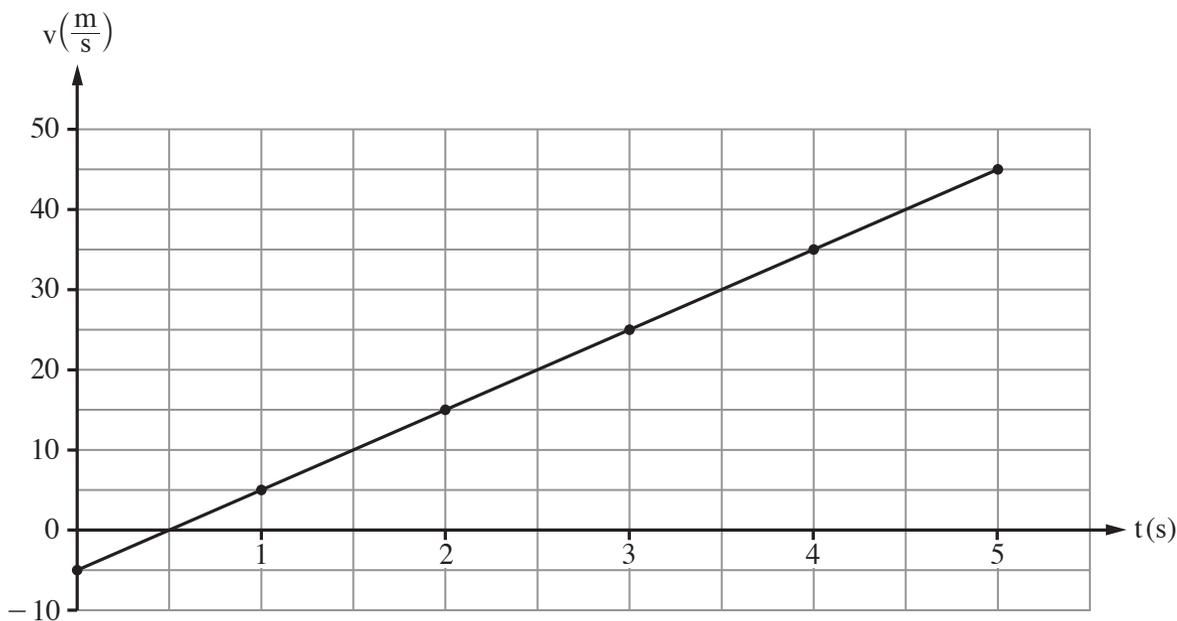
(За каждый вопрос –  $33\frac{1}{3}$  балла; количество баллов за каждый пункт вопроса указано в его конце).

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 (а)-(г) предположите, что силой трения между мячами и воздухом можно пренебречь.

- (а) Определите, скорость какого мяча описывает данный график: мяча  $A$ , мяча  $B$  или мяча  $C$ . Обоснуйте свое утверждение. (6 баллов)
- (б) Вычислите высоту башни,  $H$ . (6 баллов)

- (ג) Вычислите расстояние по вертикали между мячом А и мячом В в момент времени  $t = 2s$ . (8 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

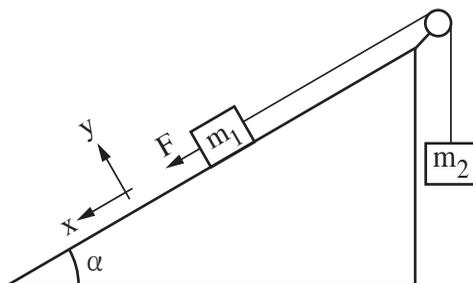
(9 баллов)

- (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. (4  $\frac{1}{3}$  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  $\alpha$ .

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. (5 баллов)

(б) Выведите линейное выражение (в форме  $y = Ax + B$ ) для величины ускорения  $a$  как функции величины силы  $F$ . Выразите свой ответ при помощи  $g$ ,  $\alpha$ ,  $m_1$ ,  $m_2$  и  $F$ . (8 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  $F$ . (8 баллов)

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

(г) На основании построенного вами графика вычислите массу  $m$ . (7 баллов)

(д) С помощью графика определите, какова величина силы  $F$ , для которой движение системы является равномерным (величина скорости постоянна). Объясните ваше утверждение. ( $5\frac{1}{3}$  балла)

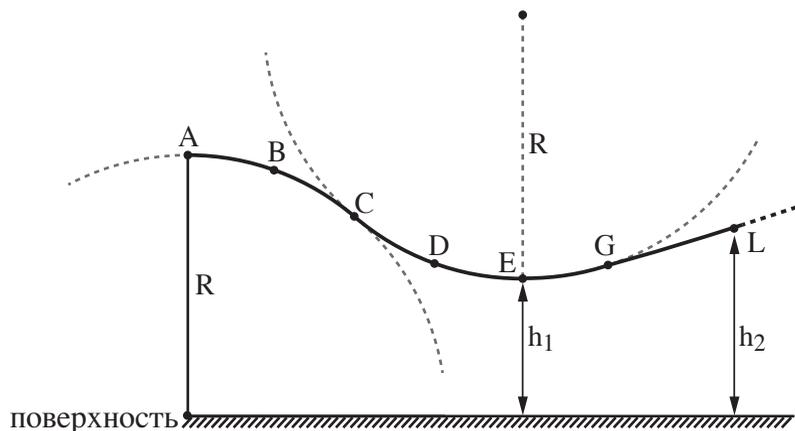
/продолжение на странице 5/

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.

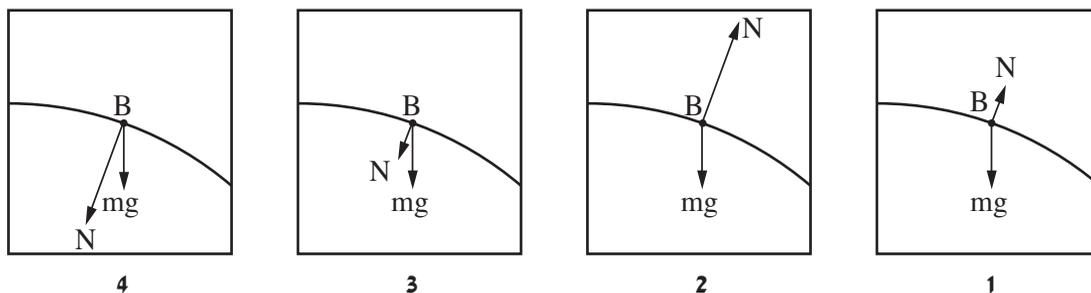
На участках AC и CG трением между лыжником и дорожкой можно пренебречь, однако начиная с точки G существует трение, которым нельзя пренебречь.

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.



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



- (\*) (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 чертёж стрелкой, указывающей общее ускорение лыжника в точке D (нет необходимости в вычислениях).

(7 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).

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

(5 баллов)

(б) Вычислите силу (величину и направление), с которой лыжник воздействует на дорожку в точке E . (8 баллов)

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

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

(в) Определите, достиг ли лыжник точки L . Объясните свой ответ при помощи вычислений. (5 $\frac{1}{3}$  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.

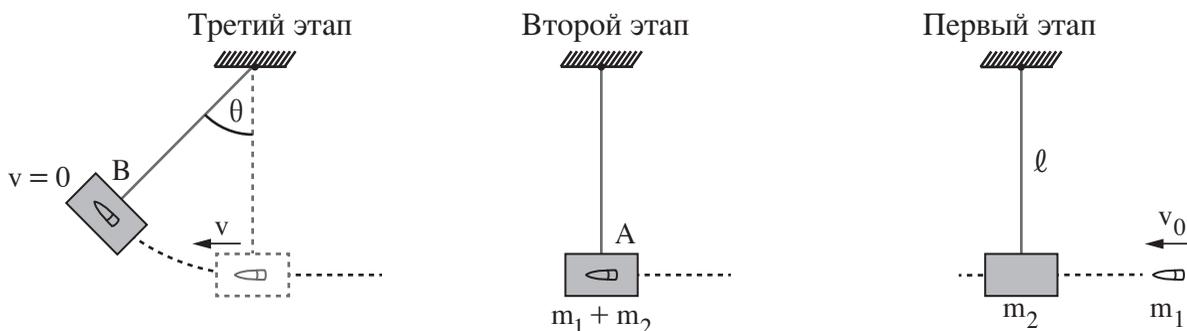
Приведенный чертеж описывает данный метод в три этапа.

На первом этапе пулю массой  $m_1$  выстреливают в направлении тела массой  $m_2$ , которое подвешено на нити длиной  $\ell$ .

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  $\theta$ . 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. (6 баллов)

(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. (6 баллов)

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  $\theta = 12^\circ$ .

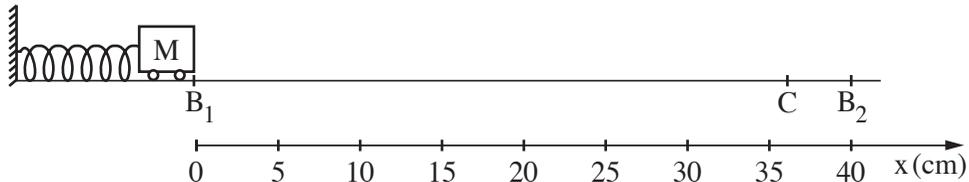
(в) Вычислите кинетическую энергию системы сразу после того, как тело (с пулей внутри него) начало движение в точке А. (9 баллов)

(г) Вычислите  $v_0$ , скорость пули в момент ее попадания в тело. (7 баллов)

(д) Вычислите механическую энергию, которая «была потеряна» вследствие трения. ( $5\frac{1}{3}$  баллов)

**Гармоническое движение**

5. Тележка массой  $M$  покоится на гладкой горизонтальной поверхности. Пружина, сжатая на 20 см относительно своего нерастянутого состояния, присоединена одним своим концом к тележке, а другим концом – к стене (смотрите чертеж).



Тележку вывели из состояния покоя и фотографировали с момента, когда она начала двигаться в точке  $B_1$ , до ее моментальной остановки в точке  $B_2$ . Затем тележка продолжила простое гармоническое движение между точками  $B_1$  и  $B_2$ .

На основании серии фотографий, сделанных с промежутком времени  $0.1s$ , измерили местоположение тележки с помощью линейки, лежавшей на поверхности (смотрите чертеж). Результаты измерений приведены в таблице.

Точка	$B_1$								$C$		$B_2$
$t(s)$	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$x(cm)$	0	1.0	3.9	8.3	13.8	20.0	26.2	31.7	36.1	39.0	40.0

- (а) Определите период обращения  $T$  и амплитуду  $A$  простого гармонического движения тележки. (3 балла)

- (б) Согласно данным таблицы вычислите максимальную скорость тележки. (7 баллов)

Дано: масса тележки  $M = 3kg$ .

- (в) Вычислите коэффициент упругости пружины  $k$ . (7 баллов)

Тележка прошла точку  $C$  в первый раз в момент времени  $t_1 = 0.8s$  с момента начала движения в точке  $B_1$  (смотрите таблицу).

- (г) (1) Начертите в своей тетради силы, действующие на тележку в точке  $C$ .

- (2) Вычислите результирующую силу [הכוח השקול] (величину и направление), действующую на тележку.

- (3) В момент времени  $t_2$  ( $0.8s < t_2$ ) на тележку действует сила, идентичная по величине и направлению силе, которую вы вычислили при ответе на вопрос подпункта (2).

Определите, каково наименьшее значение  $t_2$ . Объясните свое утверждение.

(10 баллов)

**Обратите внимание: пункт (г) вопроса на следующей странице.**

/продолжение на странице 9/

(ה) В каждом из следующих подпунктов (1)-(3) описано изменение, которое осуществляют в системе, представленной в начале вопроса.

После каждого изменения возвращают систему в ее начальное состояние.

В каждом из подпунктов (1)-(3) определите, период обращения  $T$  **увеличился**, **уменьшился** или **не изменился**. Обоснуйте каждое свое утверждение.

(1) Заменяют тележку другой тележкой,  $M_1$ , масса которой в два раза больше,  $M_1 = 2M$ .

(2) В начале движения пружина сжимается на 10 см относительно нерастянутого состояния (вместо 20 см).

(3) Заменяют данную пружину на другую пружину,  $k_1$ , коэффициент упругости которой в 2 раза больше,  $k_1 = 2k$ .

( $6\frac{1}{3}$  балла)

## Гравитация

6. В августе 2017 года Израильское космическое агентство в сотрудничестве с Французским космическим агентством запустили на орбиту миниатюрный спутник под названием VEN $\mu$ S (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.

Спутник оснащен двумя новейшими реактивными двигателями, разработанными в Израиле, которые впервые проверят в космосе.

Предполагается, что спутник пробудет в космосе около трех с половиной лет.

На первом этапе спутник будет двигаться на высоте 720 km над поверхностью Земли.

На втором этапе спутник будет двигаться на высоте 410 km над поверхностью Земли.

Обратите внимание: – Предположите, что спутник будет двигаться по круговой орбите.

– Примите во внимание только воздействие Земли на спутник.

Воздействием на спутник других небесных тел можно пренебречь.

(**а**) Вычислите ускорение свободного падения спутника на первом этапе его движения (величину и направление). (7 баллов)

(**б**) Вычислите период обращения спутника и его касательную составляющую скорости [מהירות משקיית] на его орбите на втором этапе. (10 баллов)

(**ג**) Ниже приведены три высказывания. Относительно каждого из них определите, является оно **верным**, **ошибочным** или **невозможно определить** это.

(1) Потенциальная энергия силы тяжести спутника на первом этапе больше потенциальной энергии его силы тяжести на втором этапе.

(2) Кинетическая энергия спутника на втором этапе больше его кинетической энергии на первом этапе.

(3) Полная энергия спутника на первом этапе равна его полной энергии на втором этапе.

Обоснуйте каждое из своих утверждений.

(10 баллов)

Пункт (г) касается воображаемого спутника.

Дан спутник, который движется вокруг Земли по круговой орбите радиусом 6900 km.

Масса спутника составляет 300 kg.

(**ד**) Вычислите минимальную добавочную энергию, которая требуется для того, чтобы заставить спутник преодолеть влияние силы притяжения Земли. (6  $\frac{1}{3}$  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.