

Физика

Механика

פיזיקה

מכניקה

Указания экзаменующимся

а. Продолжительность экзамена: два часа.

б. Строение вопросника и ключ к оценке:

В этом вопроснике шесть вопросов, вы должны ответить только на три из них.

За каждый вопрос – $33\frac{1}{3}$ балла; $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$ баллов

в. Разрешенный вспомогательный материал:

1. Калькулятор без графического дисплея. Нельзя пользоваться возможностями программирования, если они есть в калькуляторе.
2. Формулы и данные (прилагаются).
3. Двухязычный словарь.

г. Особые указания:

1. Ответьте только на три вопроса. Если вы ответите более чем на три вопроса, будут проверены только первые три ответа в вашей тетради. Четко отметьте номер выбранного вопроса и пункта.
2. При решении вопросов, требующих вычислений, запишите следующие этапы: запись математических выражений в том виде, в котором они представлены в приложенном листе формул и данных, математическое преобразование и изменение искомого формулы в соответствии с задачей, подробная запись данных в полученном выражении, запись результатов вычислений посредством десятичной дроби с необходимым для задачи количеством цифр и в соответствующих единицах измерения.
3. На вопросы, на которые требуется ответить словесно, отвечайте кратко и только по теме.
4. Прямые линии на графиках следует чертить с помощью линейки.
5. 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 из таблицы на листе формул и данных или значением ускорения свободного падения g .
6. В своих вычислениях используйте значение 10 m/s^2 как ускорение свободного падения (вблизи Земли).
7. Пишите свои ответы ручкой. Запись ответов карандашом или использование типекса не позволят подать апелляцию. Карандаш можно использовать только для чертежей.

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

כתיבת טיוטה בדפים שאינם במחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה.

Пишите только в экзаменационной тетради. Напишите слово «טייטה» 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!

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שתיים.

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 לא גרפי. אין להשתמש באפשרויות התכנות במחשבון שיש בו אפשרות תכנות.
- (2) דפי נוסחאות ונתונים (מצורפים).
- (3) מילון עברי-לועזי/לועזי-עברי.

ד. הוראות מיוחדות:

- (1) ענה על שלוש שאלות בלבד. אם תענה על יותר משלוש שאלות, ייבדקו רק שלוש התשובות הראשונות שבמחברתך. ציין באופן ברור את מספר השאלה והסעיף שבחרת.
- (2) בשאלות שבפתרון שלהן נדרש חישוב, הצג את השלבים האלה:
רישום הביטוי המתמטי כפי שהוא כתוב בדפי הנוסחאות והנתונים המצורפים, פיתוח מתמטי ושינוי נושא נוסחה בהתאם לבעיה, הצגה מפורשת של הנתונים בביטוי שהתקבל, הצגת תוצאות החישוב באמצעות שבר עשרוני ובו מספר סביר של ספרות משמעותיות ויחידות המדידה המתאימות.
- (3) בשאלות שהתשובה עליהן מילולית, עליך לענות בקצרה אך ורק בנוגע למה שנשאלת.
- (4) בגרפים, יש לסרטט קווים ישרים באמצעות סרגל.
- (5) 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 מתוך הטבלה שבדפי הנוסחאות והנתונים או בגודל תאוצת הנפילה החופשית g .
- (6) בחישוביך השתמש בערך 10 m/s^2 לגודל תאוצת הנפילה החופשית (בסמוך לפני כדור הארץ).
- (7) כתוב את תשובותיך בעט. אם תכתוב בעיפרון או תמחק בטיפקס לא תוכל לערער. מותר להשתמש בעיפרון לסרטטים וגרפים בלבד.

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. Две машины, κ и λ , находятся на прямом горизонтальном шоссе (смотрите чертеж).

Машина κ двигалась со скоростью, величина которой равна $30\frac{m}{s}$. В момент времени $t = 0$ она проехала точку A и с этого момента начала равномерно уменьшать величину своей скорости вплоть до остановки.

В тот момент времени, когда машина κ проехала точку A , машина λ начала движение из состояния покоя из точки B в направлении машины κ и равномерно увеличивала величину своей скорости. Обе машины двигались навстречу друг другу.



Положительное направление оси x – направление вправо, а начало оси – точка A .

(κ) Ниже приведены четыре высказывания 1-4, только одно из которых верно.

Примите во внимание момент времени, в который машина λ начала движение, и ось x и определите, какое из высказываний верно. Обоснуйте свое утверждение. (6 баллов)

1. Машина κ двигалась с положительным ускорением, а машина λ двигалась с отрицательным ускорением.
2. Машина κ двигалась с отрицательным ускорением, а машина λ двигалась с положительным ускорением.
3. Обе машины двигались с положительным ускорением.
4. Обе машины двигались с отрицательным ускорением.

Машина κ уменьшала величину своей скорости на $2\frac{m}{s}$ каждую секунду.

(α) Вычислите время с момента $t = 0$ и до момента остановки машины κ . (4 балла)

(β) Вычислите расстояние между точкой остановки машины κ и точкой A . (5 баллов)

Машина λ увеличивала величину скорости в течение первых 10 секунд своего движения на $3\frac{m}{s}$ каждую секунду. Затем она равномерно уменьшала величину своей скорости и остановилась в тот же момент времени и в том же месте, что и машина κ .

(γ) Вычислите величину ускорения машины λ в процессе ее торможения. (7 баллов)

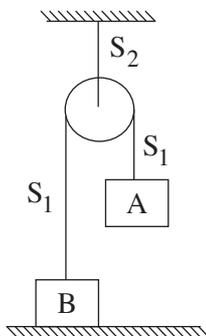
(δ) Вычислите AB , расстояние между двумя машинами в момент времени $t = 0$. (7 баллов)

(ϵ) С учетом направления оси x , заданного в этом вопросе, начертите для каждой из двух машин график, описывающий ее скорость как функцию времени с момента $t = 0$ и до ее остановки. Начертите оба графика в одной системе координат. ($4\frac{1}{3}$ балла)

2. Дана система, состоящая из двух тел, А и В, соединенных друг с другом нитью S_1 , проходящей через блок. Блок подвешен на нити S_2 к потолку комнаты (смотрите чертеж). Тело А удерживается на месте, и система находится в состоянии покоя. В этом положении тело В прилегает к полу, не действуя на него с какой-либо силой.

Дано, что $m_A > m_B$.

Следует пренебречь массой нитей, массой блока, сопротивлением воздуха и силами трения в системе.



- (к) (1) Начертите силы, действующие на тело В. Рядом с каждой силой укажите ее название.
(2) Начертите силы, действующие на блок. Рядом с каждой силой укажите ее название.
(5 баллов)
- (а) При помощи данных вопроса выразите силу натяжения нити S_2 в описанном положении, в котором система находится в состоянии покоя. (5 баллов)

Тело А выводят из состояния покоя, и система начинает движение. По всему ходу движения оба тела не касаются блока.

- (а) С учетом периода времени, прошедшего с момента высвобождения тела А из состояния покоя и до момента, предшествующего его падению на поверхность земли, ответьте на вопросы подпунктов (1)-(3). Обоснуйте свои утверждения. (9 баллов)
- (1) Определите, величина ускорения тела А меньше величины ускорения тела В, больше его или равно ему.
- (2) Определите, величина равнодействующей сил, действующих на тело А, меньше величины равнодействующей сил, действующих на тело В, больше ее или равна ей.
- (3) Определите, величина силы натяжения, действующей на тело А, меньше величины силы натяжения, действующей на тело В, больше ее или равна ей.
- (т) Выразите ускорение системы с момента высвобождения тела А из состояния покоя и до момента, предшествующего его падению на поверхность земли.

В своем ответе воспользуйтесь параметрами m_A , m_B и g . (5 баллов)

Дано: $m_B = 2\text{kg}$, $m_A = 3\text{kg}$

- (н) Вычислите ускорение тела А (величину и направление). (5 баллов)
- (и) Вычислите величину силы натяжения нити S_2 с момента высвобождения тела А из состояния покоя и до момента, предшествующего его падению на поверхность земли.
($4\frac{1}{3}$ балла)

3. В ходе опыта ученик несколько раз бросал маленький мяч в горизонтальном направлении со скоростью v_0 , каждый раз с другой высоты.

Каждый раз ученик измерял высоту h , с которой он бросал мяч, и горизонтальное расстояние d между местом бросания мяча и местом его падения на поверхность земли. Помимо этого, ученик также вычислил квадрат данного горизонтального расстояния, d^2 .

В данном вопросе следует пренебречь сопротивлением воздуха.

Ниже в таблице приведены результаты опыта, проведенного учеником.

| | | | | | |
|--|-------|-------|--------|--------|--------|
| h (m) | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| d (m) | 21.2 | 31.6 | 38.1 | 43.6 | 47.4 |
| d² (m ²) | 449.4 | 998.6 | 1451.6 | 1901.0 | 2246.8 |

(א) Ниже приведены графики v - t .

(1) Определите, какой из графиков описывает величину горизонтальной скорости.

(2) Определите, какой из графиков описывает величину вертикальной скорости.

Обоснуйте свои ответы. (8 баллов)

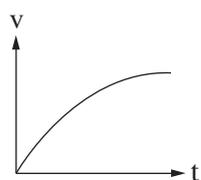


График 7

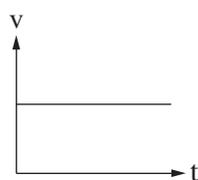


График 8

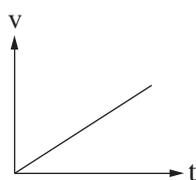


График 9

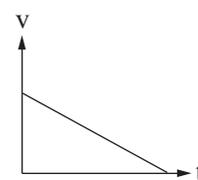


График 10

(א) Выразите квадрат горизонтального расстояния, d^2 , как функцию высоты h и параметров v_0 и g . (7 баллов)

(א) (1) Начертите диаграмму распределения [רזיף] (точки в системе координат) квадрата горизонтального расстояния, d^2 , как функцию высоты h .

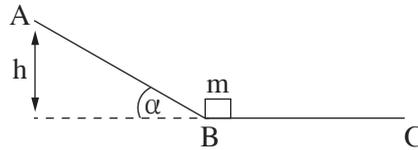
(2) Дополните диаграмму распределения наиболее подходящей для нее прямой (линией регрессии (тренда) [המגמה]).

(8 баллов)

(7) Воспользуйтесь угловым коэффициентом начерченной вами прямой и вычислите скорость v_0 , начальную скорость, с которой бросали мяч. (6 баллов)

(7) Предположите, что мяч бросали с высоты $h = 25\text{m}$. Вычислите скорость (величину и направление) мяча в момент его падения на поверхность земли. ($4\frac{1}{3}$ балла)

4. Дана дорожка ABC. Участок AB дорожки гладкий и имеет наклон под углом α относительно горизонтальной плоскости, а участок BC горизонтальный и не гладкий. Тело массой m находится в состоянии покоя в точке B (смотрите чертеж). Данное тело тянут из точки B в точку A с помощью внешней силы F , направление которой параллельно отрезку AB, а величина которой не является постоянной. Тело поступило в точку A со скоростью, равной нулю. Величина силы F не дана.



Дано: $m = 0.5\text{kg}$, $\alpha = 30^\circ$, высота точки A $h = 2\text{m}$.

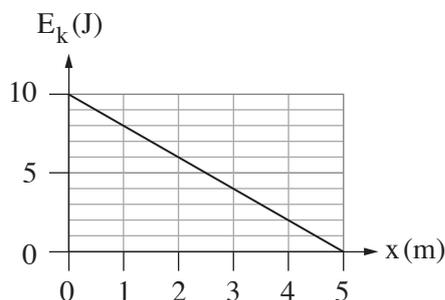
- (а) Определите или вычислите работу нормальной силы и работу силы тяжести, которые действовали на тело на участке AB. Приведите свои соображения. (9 баллов)
- (б) Вычислите полную работу сил, которые действовали на тело, на участке AB. (5 баллов)
- (в) Вычислите работу внешней силы F , которая действовала на тело, на участке AB. (4 балла)

После того как тело достигло точки A, внешняя сила F прекратила действовать, и тело начало двигаться обратно по траектории ABC.

На обратном пути тело прошло точку B и остановилось до того, как оказалось в точке C. Коэффициент кинетического трения между дорожкой и телом на участке BC равен μ_k .

- (г) Вычислите величину скорости тела в момент его прохождения через точку B. (5 баллов)

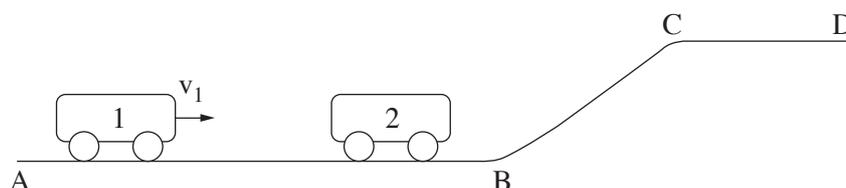
Обозначим через x расстояние между телом и точкой B в ходе его движения на участке BC. Ниже приведен график, описывающий кинетическую энергию тела как функцию x .



- (д) Выразите кинетическую энергию тела во время его движения на участке BC при помощи x , g , h , m и μ_k . (6 баллов)
- (е) Воспользуйтесь выражением, которое вы вывели в пункте (д), и данным графиком и вычислите μ_k . ($4\frac{1}{3}$ балла)

5. На чертеже 1 изображена гладкая дорожка ABCD .

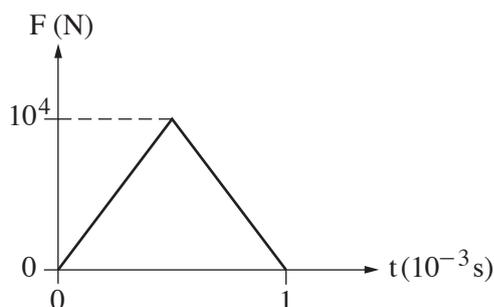
Тележка 1 массой $m_1 = 2\text{kg}$ движется вправо на горизонтальном участке дорожки AB со скоростью, величина которой v_1 .



Чертеж 1

Тележка 1 сталкивается в ходе полностью упругого лобового столкновения с тележкой 2, которая находится в состоянии покоя на участке AB дорожки.

Допустим, что чертеж 2 описывает силу F , с которой тележка 1 воздействовала на тележку 2 во время столкновения, как функцию времени.



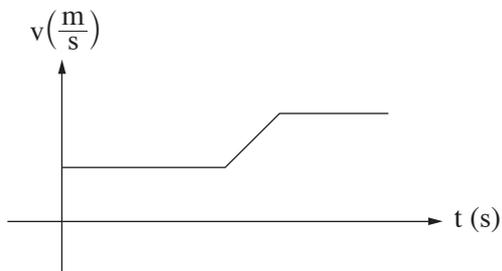
Чертеж 2

- (*) Какой физический смысл площади фигуры, заключённой между кривой на чертеже 2 и осью времени? (6 баллов)
- (*) После столкновения тележка 2 двигалась вправо со скоростью $u_2 = 1.25\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$.
Вычислите массу m_2 тележки 2. (9 баллов)
- (*) Напишите два уравнения для вычисления скорости тележки 1 до столкновения и подставьте в эти уравнения соответствующие величины. Нет необходимости решать уравнения.
(7 баллов)
- (*) Перенесите чертеж 2 в свою тетрадь. Дополните чертеж изображением кривой, описывающей силу, с которой тележка 2 воздействовала на тележку 1 в процессе столкновения. (7 баллов)

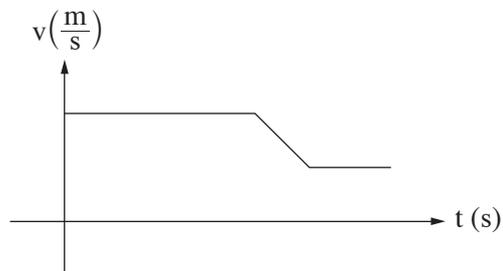
Обратите внимание: продолжение вопроса на следующей странице.

(ה) На определенном этапе своего движения тележка 2 заезжает на участок ВС дорожки, движется по нему и продолжает движение на участке CD дорожки.

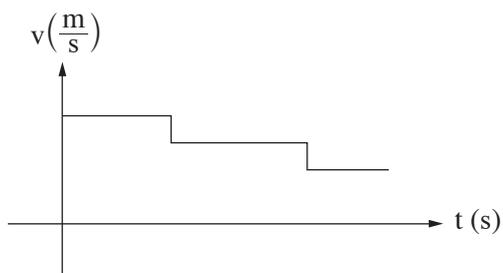
Какой из приведенных ниже графиков (1)-(3) верно описывает величину скорости тележки 2 как функцию времени с момента окончания столкновения и до момента, когда тележка попадает в точку D ? Обоснуйте свой ответ. ($4\frac{1}{3}$ балла)



(2)



(1)

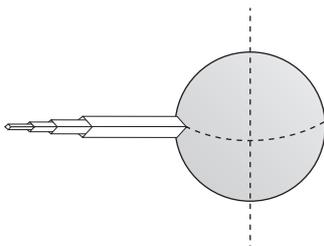


(3)

Гравитация

6. В 1895 году ученый Константин Циолковский предложил построить «космическую башню» – башню высотой десятки тысяч километров. Выяснилось, что эту идею невозможно осуществить, но сегодня есть новые планы по созданию лифта в космос.

Данный вопрос посвящен воображаемой ситуации, в которой Яков поднялся на очень высокую башню, находящуюся на экваторе Земли (смотрите чертеж 1). Сила тяжести, которая действовала на Якова до того, как он начал подъем на башню, равнялась 700 ньютонам.



Чертеж 1

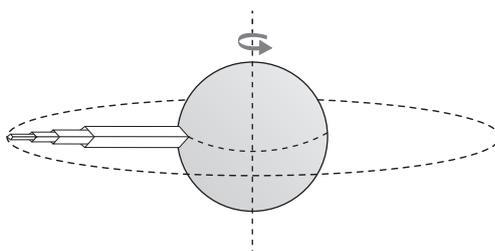
Яков поднялся до точки, высота которой 3200 км над поверхностью Земли.

Отвечая на вопросы пунктов (а)-(б), предположите, что Земля не вращается вокруг своей оси.

- (а) Начертите силы, которые действуют на Якова в этой точке. Рядом с каждой силой укажите название силы и фактор, который действует с этой силой. (6 баллов)

- (б) Вычислите величину силы, с которой пол башни воздействует на Якова в этой точке. (8 баллов)

При ответе на вопросы пунктов (а)-(б) вам следует учитывать вращение Земли вокруг своей оси (смотрите чертеж 2).



Чертеж 2

- (а) Определите, величина силы, с которой пол башни воздействовал на Якова при вращении Земли вокруг своей оси, была меньше величины силы, вычисленной вами при ответе на вопрос пункта (б), равна ей или больше нее. Обоснуйте свой ответ. (7 баллов)

Обратите внимание: продолжение вопроса на следующей странице.

Когда Яаков был на высоте 3200 км, он бросил теннисный мяч в космос. Мяч начал двигаться вокруг Земли как его спутник по круговой орбите, высота которой 3200 км над поверхностью Земли.

(7) Вычислите период вращения теннисного мяча вокруг Земли. (8 баллов)

Яаков продолжил подъем на башню до высоты, на которой сила, с которой пол башни воздействовал на него, стала равной нулю (башня продолжала вращаться вместе с Землей вокруг ее оси).

(8) Вычислите эту высоту (над поверхностью Земли). ($4\frac{1}{3}$ балла)

Желаем успеха!

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

בהצלחה!

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