

Физика

Механика

פיזיקה

מכניקה

Указания экзаменующимся

a. Продолжительность экзамена: два часа.

b. Строение вопросника и ключ к оценке:

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

За каждый вопрос - 33 1/3 балла; 3 x 33 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 только 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. Пользуйтесь 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 טייטה. תיבת טייטה 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!

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 1/3 נקודות; 3 x 33 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:
רשום 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.

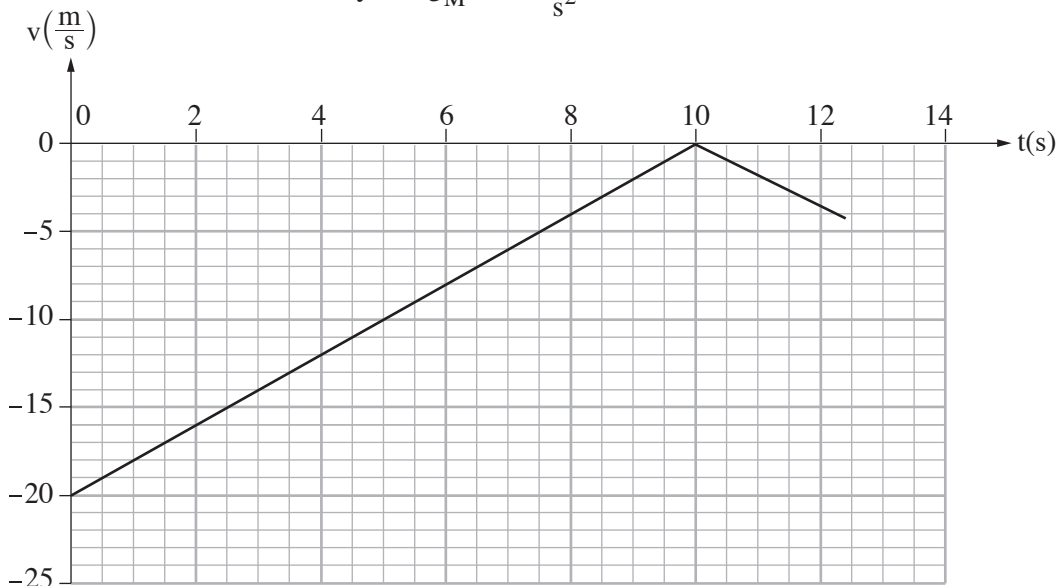
(За каждый вопрос – $33\frac{1}{3}$ балла; количество баллов за каждый пункт вопроса указано в его конце).

1. Этот вопрос не касается силы тяготения.

«Берешит» – первый космический аппарат израильского производства, который должен был совершить мягкую посадку на Луне. Мягкая посадка – это посадка на поверхность планеты со скоростью, достаточно низкой для того, чтобы не причинить аппарату вред. Для этого двигатели аппарата должны замедлить его скорость таким образом, чтобы на высоте нескольких метров над поверхностью Луны его скорость была равна нулю. С этого момента, космический аппарат должен падать на поверхность Луны в ходе свободного падения.

В основе этого вопроса лежат данные моделирования движения воображаемого космического аппарата, который совершил мягкую вертикальную посадку на поверхности Луны. На аппарате был установлен датчик скорости. На приведенном ниже графике скорость аппарата представлена как функция времени. В момент времени $t = 0$ аппарат находился на высоте H над поверхностью Луны, а в момент времени $t = 12.45\text{s}$ он сел на поверхность Луны. На последнем этапе своего движения аппарат находился в состоянии свободного падения.

Предположите, что масса аппарата постоянна, $m = 164\text{kg}$, и что значение ускорения свободного падения вблизи Луны $g_M = 1.67\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.



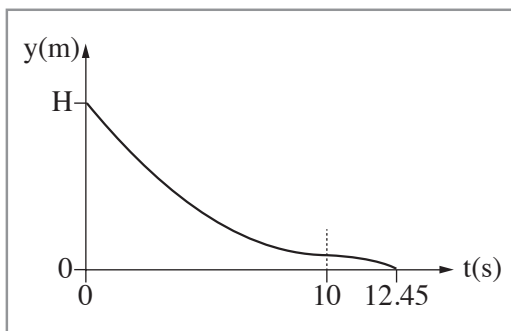
В этом вопросе следует учитывать только силы, с которыми действует Луна, а не другие небесные тела.

(*) Дайте определение понятию «свободное падение». (4 балла)

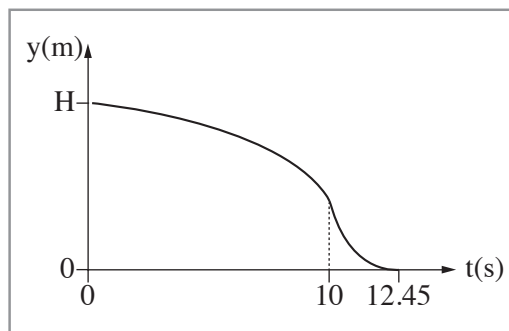
Обратите внимание: продолжение вопроса на следующей странице.

/продолжение на странице 3/

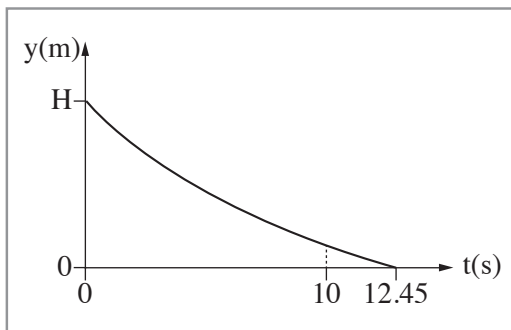
- (א) Начертите силы, действующие на воображаемый космический аппарат с момента времени $t = 0$ и до момента времени $t = 10\text{s}$. Рядом с каждой силой напишите ее название. (5 баллов)
- (ב) Вычислите величину силы, с которой действуют двигатели аппарата. (7 баллов)
- (ג) Вычислите высоту над поверхностью Луны, на которой скорость аппарата стала равной нулю. (6 баллов)
- (ד) Вычислите H , высоту над поверхностью Луны, в момент времени $t = 0$. (6 баллов)
- (ה) Определите, какой из чертежей 1-4, приведенных ниже, верно описывает высоту космического аппарата над поверхностью Луны как функцию времени. Обоснуйте свое утверждение. ($5\frac{1}{3}$ балла)



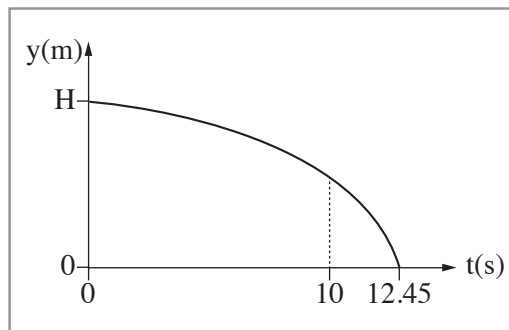
2



1



4



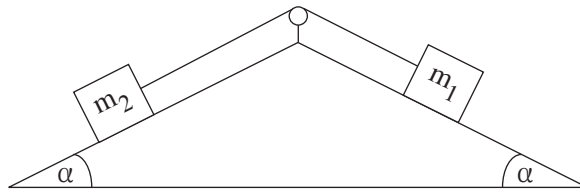
3

2. На приведенном ниже чертеже изображена система, состоящая из двух тел массой m_1 и m_2 , соединенных друг с другом нитью, которая проходит через блок. Эти два тела расположены на двух негладких наклонных поверхностях. Углы наклона α обеих плоскостей равны друг другу.

Коэффициенты трения между наклонными плоскостями и двумя телами равны.

Массой нити можно пренебречь, а блок является идеальным.

Дано: $\alpha = 36.9^\circ$, $m_2 = 4\text{kg}$, $m_1 = 1\text{kg}$



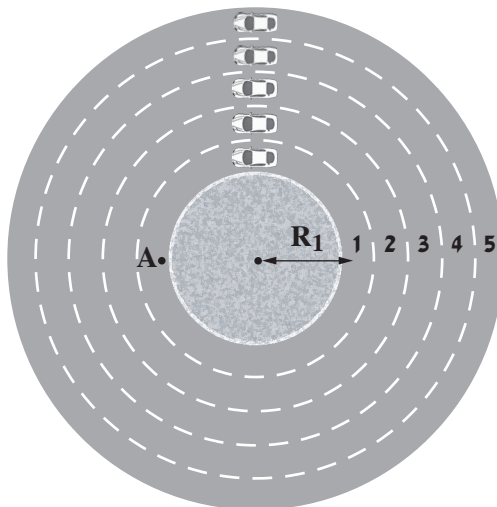
Систему двух этих тел выводят из состояния покоя, и она начинает двигаться с постоянным ускорением, равным $2\frac{m}{s^2}$.

- (а) Начертите силы, действующие на тело m_1 , и силы, действующие на тело m_2 . Рядом с каждой силой укажите ее название. (7 баллов)
- (б) Напишите уравнение сил, действующих на каждое из тел m_1 и m_2 . (8 баллов)
- (в) Вычислите коэффициент кинетического трения. (9 баллов)

В другом случае системе придают начальную скорость, величина которой равна $2.6\frac{m}{s}$, и в этот момент тело m_1 движется вниз по наклонной плоскости. На протяжении всего своего движения оба эти тела не достигают конца наклонной плоскости и блока.

- (г) Вычислите ускорение (величину и направление) тела m_1 во время его движения вниз по наклонной плоскости. ($9\frac{1}{3}$ балла)

3. В крупном городе разработали проект горизонтального кругового перекрестка с пятью круговыми полосами (смотрите чертеж). Радиус R каждой полосы – это расстояние между центром кругового перекрестка и серединой полосы. Значения радиусов приведены в таблице в продолжении вопроса.



Автомашина совершает круговое движение по полосе 1.

- (а) Начертите схему сил, действующих на автомашину в тот момент, когда она проезжает точку A . Рядом с каждой силой напишите ее название. (5 баллов)
 (б) Напишите уравнения сил, действующих на эту автомашину. (6 баллов)

На этапе проектирования кругового перекрестка проверили v_{\max} , максимальную скорость, с которой можно ехать по каждой полосе, не выходя за рамки траектории кругового движения. Максимальные значения скорости, которые были получены, приведены в таблице.

	Полоса 1	Полоса 2	Полоса 3	Полоса 4	Полоса 5
R [m]	16	20	24	28	32
v_{\max} $\left[\frac{m}{s}\right]$	11.31	12.65	13.86	14.97	16
v_{\max}^2 $\left[\frac{m^2}{s^2}\right]$	128	160	192	224	256

- (а) Выразите квадрат максимальной скорости, v_{\max}^2 , как функцию радиуса полос, R . (5 баллов)

Обратите внимание: продолжение вопроса на следующей странице.

/продолжение на странице 6/

- (7) Начертите в своей тетради график (диаграмму распределения) квадрата максимальной скорости, v_{\max}^2 , как функции радиуса полос, R , и дополните его линией регрессии (тренда) [המגמה]. (7 баллов)
- (ה) (1) Вычислите угловой коэффициент линии регрессии согласно двум точкам:
 $R = 36m$, $R = 18m$.
- (2) Вычислите коэффициент статического трения автомашины на шоссе при помощи вычисленного вами углового коэффициента. (6 баллов)

Пять автомашин ехали по пяти полосам. Каждая из них ехала с максимальной скоростью, соответствующей траектории ее движения, как показано в таблице. Каждая автомашина совершила полный круг.

- (ו) Определите, какое из высказываний 1-4 верно, и обоснуйте свое утверждение. ($4\frac{1}{3}$ балла)
1. Все пять автомашин совершили полный круг за одно и то же время.
 2. Автомашина, которая ехала по полосе 1 (самая внутренняя полоса), совершила полный круг за самое короткое время.
 3. Автомашина, которая ехала по полосе 5 (самая внешняя полоса), совершила полный круг за самое короткое время.
 4. Согласно данным вопроса невозможно установить, какая автомашина совершила полный круг за самое короткое время.

4. Ящик массой $m = 2\text{kg}$ движется вправо по лишенной трения поверхности со скоростью, величина которой $v = 0.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Ящик столкнулся со стеной, на которой установлен датчик силы, подключенный к компьютеру (смотрите чертёж 1). Дано, что после столкновения ящик двигался влево и что в качестве положительного направления оси было задано направление вправо.

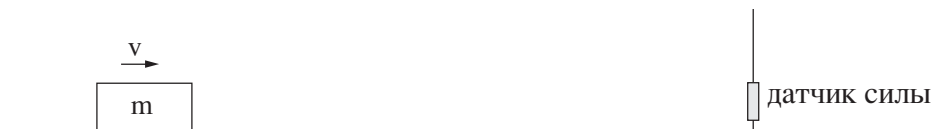


Чертёж 1

Ниже приведен приблизительный график силы, измеренной датчиком во время столкновения, как функции времени. Обратите внимание: единицы времени заданы в миллисекундах.

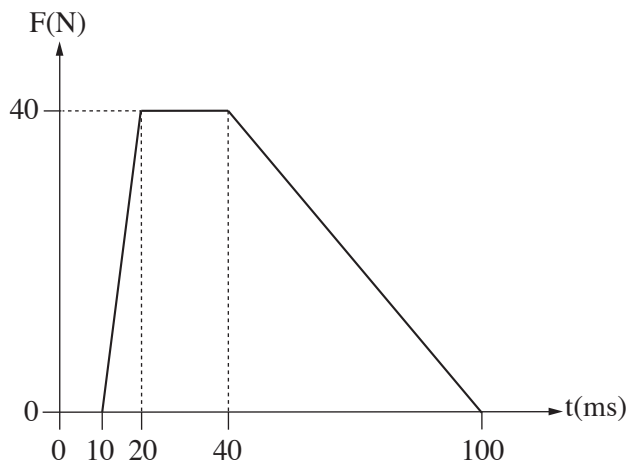


Чертёж 2

- (א) Определите, какую физическую величину выражает площадь фигуры, заключенной между данным графиком и осью времени, вычислите ее значение и укажите ее направление (вправо или влево). (6 баллов)
- (ב) Начертите ящик в своей тетради и обозначьте вектор импульса [וקטור התנועה] (количества движения) ящика до столкновения и вектор импульса силы [וקטור המתקן], который действовал на него во время всего периода столкновения. Как можно точнее покажите соотношение длин начерченных вами векторов. (6 баллов)
- (ג) Вычислите величину скорости ящика после столкновения. (8 баллов)
- (ד) Начертите график ускорения ящика как функции времени в период времени между $t = 0$ и $t = 100\text{ms}$. (8 баллов)
- (ה) Вычислите величину постоянной силы, которая вызовет такое же изменение скорости ящика, если она будет действовать во время данного столкновения. ($5\frac{1}{3}$ балла)

/продолжение на странице 8/

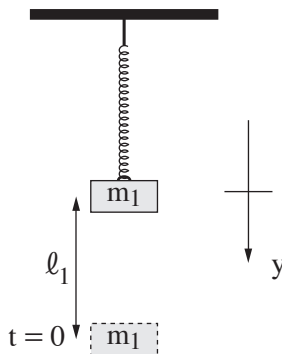
Гармоническое движение

5. На идеальную пружину, подвешенную к потолку лаборатории, повесили груз массой $m_1 = 60\text{g}$ и провели два опыта.

В первом опыте груз вывели из состояния равновесия, оттянув его на расстояние $\ell_1 = 20\text{cm}$ (смотрите чертеж).

В момент времени $t = 0$ груз освободили и он начал колебаться, совершая простое гармоническое движение с периодами обращения $T_1 = 0.5\text{s}$.

Точку начала координат задали в точке равновесия пружины, а положительное направление вертикальной оси, y , вниз.



Следует пренебречь сопротивлением воздуха, массой пружины и трением между частями системы.

(а) Выразите координату y груза как функцию времени, t , согласно данным вопроса. (6 баллов)

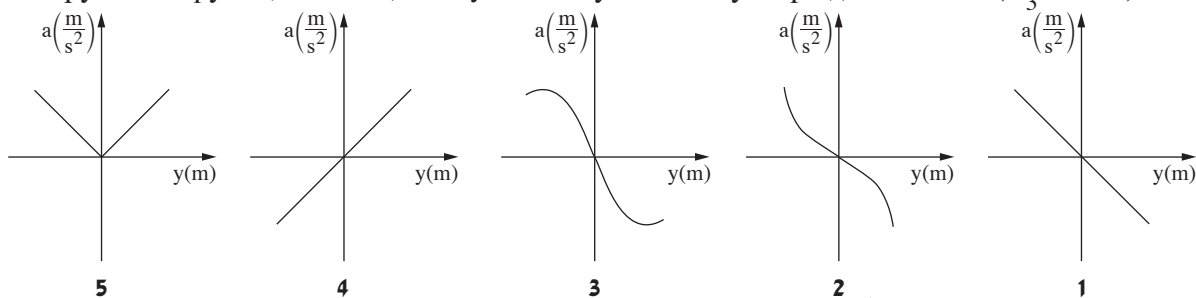
(б) Вычислите скорость груза (величину и направление) в тот момент времени, когда он впервые проходит через точку $y = \frac{\ell_1}{2}$. (6 баллов)

Во втором опыте к подвешенному грузу прикрепили дополнительный груз, масса которого равна m_2 . В системе снова вызвали простые гармонические колебания, но на этот раз период обращения увеличился на 20%.

(в) Вычислите m_2 , массу груза, которая добавилась во втором опыте. (8 баллов)

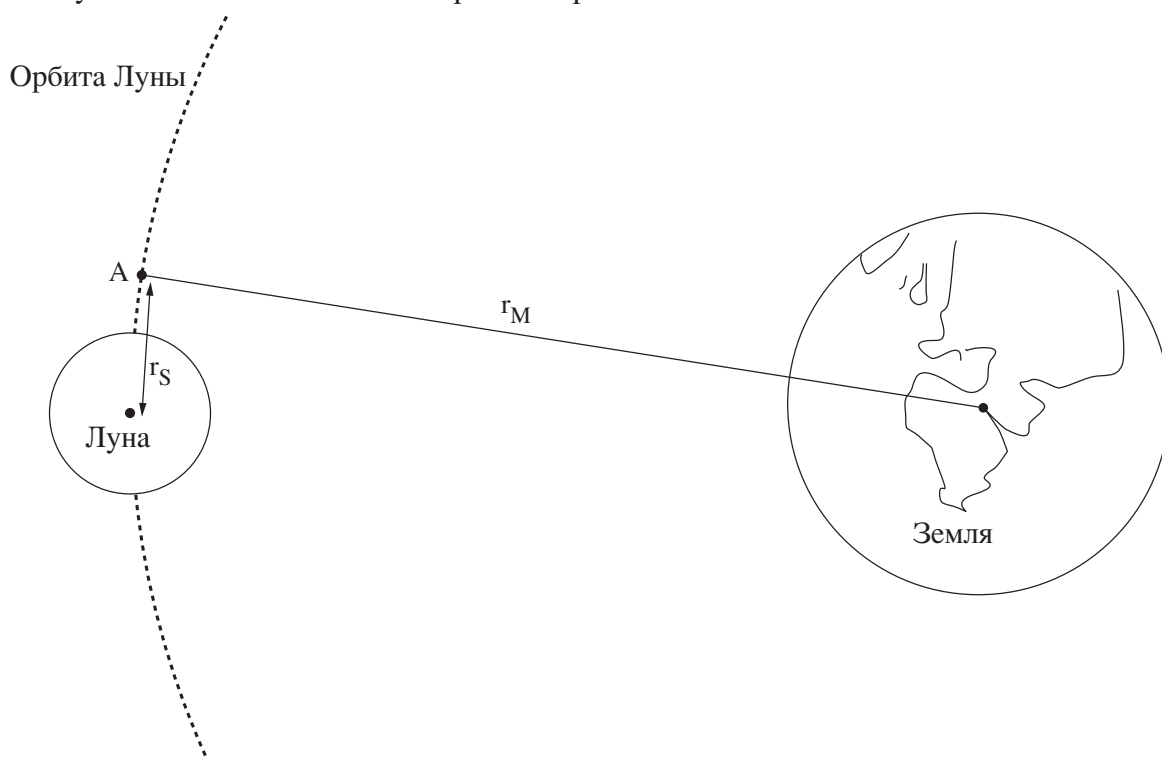
(г) Вычислите расстояние между точкой равновесия во втором опыте и точкой равновесия в первом опыте. (8 баллов)

(д) Определите, какой из приведенных ниже графиков 1-5 верно описывает ускорение a груза как функцию смещения y . Обоснуйте свое утверждение. ($5\frac{1}{3}$ балла)



Гравитация

6. В феврале 2019 года израильский космический аппарат «Берешит» был запущен на Луну. Во время своего движения от Земли к Луне «Берешит» достиг точки A . Начиная с этой точки, «Берешит» двигался вокруг Луны (смотрите чертеж – масштаб чертежа не точен). Затем были приведены в действие двигатели «Берешит», чтобы аппарат замедлил свое движение и смог совершить мягкую посадку на поверхность Луны (с нулевой скоростью вблизи поверхности Луны). В действительности, вследствие технической неполадки, скорость «Берешит» вблизи поверхности Луны оказалась выше запланированной, и космический аппарат разбился о поверхность Луны. Этот вопрос касается воображаемого космического аппарата, который летел согласно плану полета космического аппарата «Берешит».



r_M – радиус орбиты вращения Луны вокруг Земли.

r_S – расстояние между точкой A и центром Луны.

Дано: высота точки A над поверхностью Луны $h = 200\text{km}$.

- (\aleph) Вычислите соотношение между величиной силы притяжения F_E , с которой Земля действует на космический аппарат, и величиной силы притяжения F_M , с которой Луна действует на космический аппарат, в тот момент, когда он проходит точку A .
(8 баллов)
- (\beth) Вычислите величину скорости космического аппарата v_A , на круговой орбите r_S , вокруг Луны. (6 баллов)

Обратите внимание: продолжение вопроса на следующей странице.

Продолжение на странице 10!

Ученик физического класса Омер утверждает, что r_M и T_M (период обращения Луны вокруг Земли) известны, и поэтому можно вычислить период обращения аппарата, T_S , на круговой орбите r_S при помощи третьего закона Кеплера.

Дана, которая учится в том же классе, что и Омер, не согласна с этим утверждением.

(ג) Определите, кто прав – Омер или Дана. Обоснуйте свой ответ. (6 баллов)

Предположите, что масса космического аппарата постоянна, $m = 164\text{kg}$, и что космический аппарат совершил посадку на поверхность Луны с нулевой скоростью.

(ד) Вычислите работу W , которая была произведена на космический аппарат с момента перехода с орбиты r_S и до мягкой посадки на поверхность Луны. В своих вычислениях пренебрегите воздействием Земли на космический аппарат. (8 баллов)

Дано, что на этапе мягкой посадки двигатели космического аппарата выбрасывают газы в направлении движения аппарата.

(ה) Воспользуйтесь физическими соображениями и объясните, почему двигатели выбрасывают газы в этом направлении. ($5\frac{1}{3}$ 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.