

Государство Израиль

Министерство просвещения

Тип экзамена: на аттестат зрелости

Время проведения экзамена: лето 2017 года

Номер вопросника: 036381

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"ז, 2017

מספר השאלון: 036381

נספח: נוסחאות ונתונים בפיזיקה
ברמה של 5 יחידות לימוד

תרגום לרוסית (5)

Физика по программе реформы "значимое обучение" Механика и электричество

פיזיקה על פי תכנית הרפורמה ללמידה משמעותית מכניקה וחשמל

Указания экзаменуемым

а. Продолжительность экзамена: три с половиной часа.

б. Строение вопросника и ключ к оценке:

Первый раздел – механика (2x20) – 40 баллов

Второй раздел – электричество (2x20) – 40 баллов

Третий раздел – дополнительные темы по механике
и электричеству (1x20) – 40 баллов

Всего – 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 m/s^2 как
величину ускорения свободного падения на поверхности
Земли.

5. Пользуйтесь ручкой. Запись ответов карандашом или
использование типекса не позволяют подать апелляцию.
Карандаш можно использовать только для чертёжей.

רשום "טיטות" בראש כל עמוד טיטות.
רשום טיטות 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!

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שלוש שעות וחצי.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:

פרק ראשון – מכניקה (20x2) – 40 נקודות

פרק שני – חשמל (20x2) – 40 נקודות

פרק שלישי – נושאים נוספים במכניקה וחשמל
(20x1) – 20 נקודות

סה"כ – 100 נקודות

ג. חומר עזר מותר בשימוש:

1. מחשבון.

2. נספח נוסחאות ונתונים ו פיזיקה
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 שאותה משתמש בהן. כאשר אתה
משתמש בסיומן שאינו מופיע בדפי הנוסחאות,
כתוב במילים את פירושו הסיומן. לפני שאתה
מחשב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות.
רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות

המתאימות. אי-רשום הנוסחה או אי-ביצוע
ההצבה או אי-רשום היחידות עלולים להפחית
נקודות מהציון.

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 לגודלה של
תאוצת הנפילה החופשית על פני כדור הארץ.

5. כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון
או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור.
מותר להשתמש בעיפרון לסרטטים בלבד.

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

В о п р о с ы

Обратите внимание: вам нужно ответить только на пять вопросов:

Первый раздел – механика

Ответьте на два из вопросов в этом разделе (вопросы 1–3).

(За каждый вопрос – 20 баллов; количество баллов за каждый пункт вопроса указано в его конце).

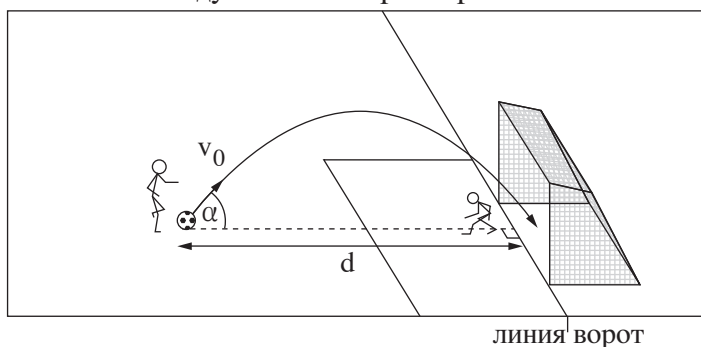
- Во время футбольного матча игрок готовился пробить штрафной удар. Чтобы ввести в заблуждение, он смотрел в один из углов ворот, но ударил по центру. Этот метод удара называется «методом Паненки» (по имени чешского футболиста). При таком ударе мяч движется по параболической траектории в плоскости, перпендикулярной полю, таким образом что проекция траектории мяча на поле перпендикулярна линии ворот (смотрите чертеж 1).

Обозначим: d – расстояние между мячом и линией ворот до удара.

v_0 – величина начальной скорости мяча

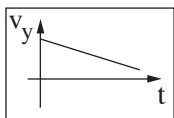
α – угол между направлением начальной скорости и плоскостью поля.

Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

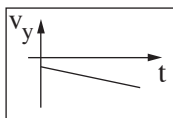


Чертеж 1

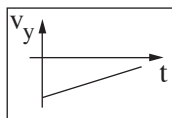
- (*) Определите, какой из четырех приведенных ниже графиков 1-4 верно изображает вертикальную составляющую скорости мяча во время его движения в воздухе как функцию времени. Обоснуйте свой ответ. (4 балла)



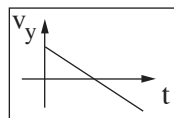
4



3



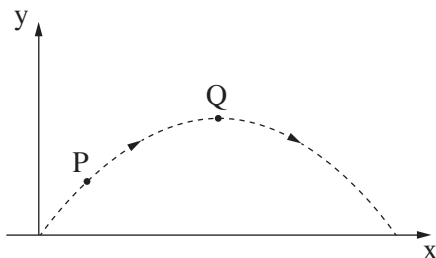
2



1

/продолжение на странице 3/

- (ב) На чертеже 2 изображена траектория движения мяча, который влетает в ворота. На траектории обозначены точки Р, Q .
Дано, что точка Q расположена выше точки Р .



Чертеж 2

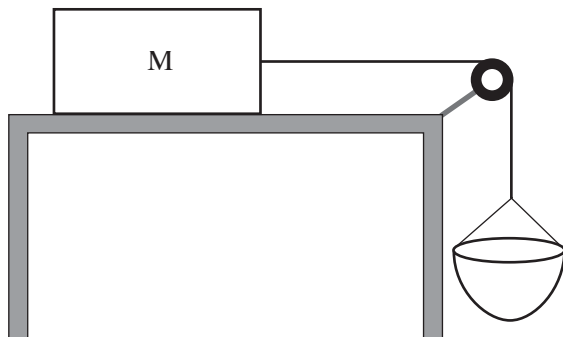
- (1) Значение горизонтальной составляющей скорости мяча в точке Р меньше величины горизонтальной составляющей скорости мяча в точке Q , больше ее или равно ей? Объясните свой ответ.
- (2) Значение ускорения мяча в точке Р меньше значения ускорения мяча в точке Q , больше его или равно ему? Объясните свой ответ.
- (6 баллов)

Футболист ударил по мячу по методу Паненки с расстояния $d = 11\text{m}$ от линии ворот. Он придал мячу скорость, величина которой $v_0 = 11.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ под углом $\alpha = 55^\circ$ над горизонтом.

Дано: высота ворот $h = 2.44\text{ m}$.

- (א) Докажите, что мяч, по которому он ударил, обязательно залетел в ворота. Предположите, что не было каких-либо помех движению мяча (например, со стороны вратаря). Рассматривайте мяч в качестве материальной точки. (6 баллов)
- (7) Другой футболист ударил по мячу с того же расстояния и под тем же углом, однако придал мячу начальную скорость, большую, чем v_0 . При этом ударе попадет ли мяч непременно в ворота? Объясните свой ответ. **Нет необходимости в вычислениях.** (4 балла)

2. Ученики изучали силу трения при помощи системы, состоящей из ящика массой M , который находится на горизонтальной поверхности, блока и корзины, в которую можно положить песок. Ящик привязан к корзине веревкой, которая перекинута через блок (смотрите чертеж 1).

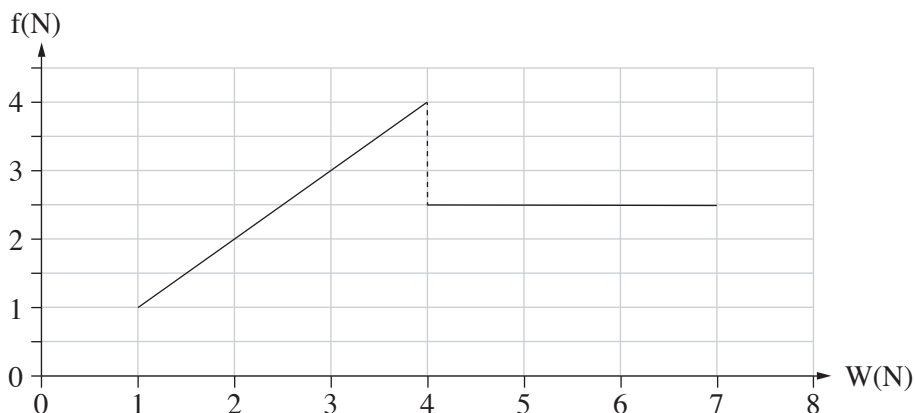


Чертеж 1

Трением воздуха, массой веревки и массой блока можно пренебречь.

В начале опыта система находилась в состоянии покоя. Ученики постепенно и непрерывно добавляли песок в корзину, и в определенный момент времени система начала двигаться.

На чертеже 2 изображен график величины силы трения, f , с которой горизонтальная поверхность действует на ящик M , как функции веса корзины и находящегося в ней песка, W .



Чертеж 2

- (א) Не пользуясь чертежом 2, объясните, почему график должен проходить через начало координат. (2 балла)

Дано: $M = 0.8 \text{ kg}$

- (ב) Вычислите коэффициенты трения (трения покоя [פריקטור] и трения скольжения [פריקטור]) между ящиком M и поверхностью.

(6 баллов)

- (ג) Вычислите величину ускорения системы при $W = 6 \text{ N}$.

(8 баллов)

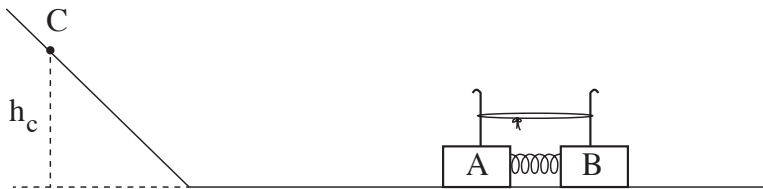
- (ד) Когда система перешла из состояния покоя в состояние движения, натяжение веревки увеличилось, уменьшилось или не изменилось?

Объясните свой ответ, нет необходимости в вычислениях.

(4 балла)

3. Два ящика А и В, массы которых $m_A = 300\text{gr}$ и $m_B = 100\text{gr}$, находятся в состоянии покоя на гладкой горизонтальной поверхности. Между ящиками находится сжатая пружина. К верхним граням обоих ящиков прикреплены стержни, и соединяющая их нить не позволяет ящикам двигаться (смотрите чертеж 1).

Дано: жесткость пружины $k = 480 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, длина пружины, когда она находится в сжатом состоянии между ящиками, равна 10 см. Массой пружины можно пренебречь.



Чертеж 1

В определенный момент времени нить порвалась. Вследствие этого пружина высвободилась и толкнула ящики в противоположных направлениях. После толчка ящики А и В двигались по горизонтальной плоскости с постоянными скоростями, значение которых u_A и u_B , а пружина упала вертикально на землю.

Длина высвободившейся (несжатой) пружины составляет 20 см.

В пунктах (к)-(д) мы рассмотрим систему из двух ящиков и пружины в период времени с момента разрыва нити до того момента, когда ящики утратили контакт с пружиной.

- (к) Определите, сохранился ли в этот период времени импульс системы. Обоснуйте свой ответ. (3 балла)
- (д) Определите, сохранилась ли в этот период времени полная механическая энергия системы. Обоснуйте свой ответ. (3 балла)
- (г) Вычислите значение скоростей u_A и u_B . (6 баллов)

На определенном этапе своего движения ящик А достиг наклонной плоскости. Ящик поднялся по ней вплоть до точки С, высота которой над данной горизонтальной плоскостью составляет $h_c = 0.1\text{m}$, после чего спустился по ней обратно (смотрите чертеж 1).

- (т) Докажите, что данная плоскость не гладкая. (5 баллов)

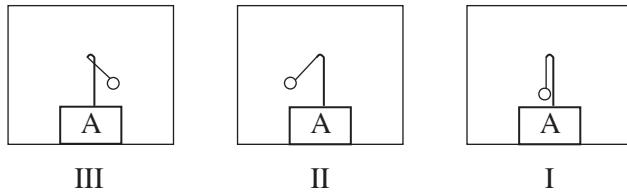
/продолжение на странице 7/

В ходе движения ящика А по горизонтальной плоскости, после падения пружины, на прикрепленный к данному ящику стержень повесили маленький маятник. Маятник был повешен таким образом, что это действие не повлияло на движение ящика.

(ה) На приведенном ниже чертеже 2 представлены рисунки I-III.

Определите, какой из рисунков верно описывает положение маятника во время движения ящика А по горизонтальной плоскости.

Объясните свой ответ. (3 балла)



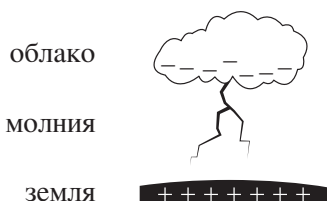
Чертеж 2

Второй раздел – электричество

Ответьте на два из вопросов в этом разделе (вопросы 4–6).

(За каждый вопрос – 20 баллов; количество баллов за каждый пункт вопроса указано в его конце).

4. Молния – это весьма впечатляющее природное явление. Оно представляет собой внезапный электрический разряд, который, во многих случаях, проходит между облаком и поверхностью земли. Иногда при движении облака возникает разделение электрических зарядов вследствие трения между частицами льда. Как правило, положительные ионы скапливаются на верхушке облака, а отрицательные ионы – у его основания, и параллельно с этим происходит разделение зарядов также и на поверхности земли под облаком (смотрите рисунок). Данный вопрос относится к облаку такого типа.



- (а) Объясните, почему земля под облаком приобретает положительный заряд. (3 балла)

Рассмотрим область между поверхностью земли и основанием облака как область, в которой возникает однородное электрическое поле.

- (б) Опишите линии напряженности электростатического поля и изопотенциальные линии в области между облаком и поверхностью земли. В своем ответе схематически начертите эти линии. (4 балла)

Обратите внимание: продолжение вопроса на следующей странице.

В следующей таблице приведены значения электрического потенциала на нескольких высотах (обратите внимание на единицы измерения).

$y = 0$ на поверхности земли.

$y(\text{m})$	0	100	200	300	400	500
$V(\text{kV})$	0	- 20.6	- 39	- 60.8	- 79.4	- 101

(ג) Начертите в своей тетради график электрического потенциала как функцию высоты. (5 баллов)

Связь между напряженностью однородного электрического поля и разностью потенциалов между двумя точками внутри него определяется так: $E = - \frac{\Delta V}{\Delta x}$.

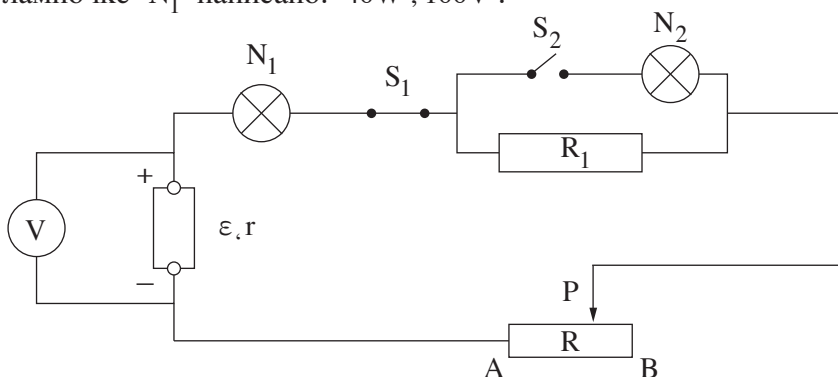
(ד) С помощью графика определите значение напряженности электрического поля. (4 балла)

Дано, что расстояние между основанием описанного облака и поверхностью земли $d = 500\text{m}$.

(ה) Сумеет ли протон, вышедший из основания облака со скоростью $2 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, достичь поверхности земли? Обоснуйте. В своих вычислениях не учитывайте изменения в потенциальной энергии силы тяжести. (4 балла)

5. Ниже приведена схема электрической цепи, состоящей из следующих элементов: источник напряжения, ЭДС которого ε , а внутреннее сопротивление r ; две лампочки, N_1 и N_2 ; два выключателя, S_1 и S_2 ; постоянный резистор $R_1 = 200\Omega$; переменный резистор R ; идеальный вольтметр и идеальные соединительные провода.

На лампочке N_1 написано: $40W, 100V$.



На первом этапе выключатель S_1 замкнут, а выключатель S_2 разомкнут, как показано на чертеже. В данном положении вольтметр показывает $V = 220V$, а лампочка N_1 горит согласно указанным на ней характеристикам.

- (*) Вычислите силу тока, текущего через постоянный резистор R_1 .
(3 балла)
- (2) Каково должно быть сопротивление переменного резистора R , чтобы лампочка N_1 горела согласно указанным на ней характеристикам? (4 балла)
- (3) Дано: КПД данной электрической цепи составляет 88% .
Вычислите ЭДС и внутреннее сопротивление источника напряжения.
(5 баллов)

Обратите внимание: продолжение вопроса на следующей странице.

На втором этапе замкнули выключатель S_2 (теперь оба выключателя замкнуты). Ни одна из лампочек не перегорела.

- (ד) Определите, увеличилась, уменьшилась или не изменилась сила света лампочки N_1 вследствие замыкания выключателя S_2 .

Объясните свой ответ. (5 баллов)

- (ה) Изменились ли показания вольтметра вследствие замыкания выключателя S_2 ?

Если нет, объясните почему.

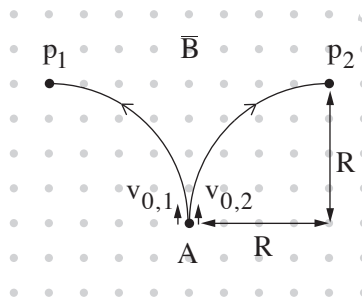
Если да, определите, в каком направлении – в направлении A или в направлении B – следует передвинуть ползунок P переменного резистора R , чтобы вольтметр снова стал показывать $V = 220V$.

Объясните свой ответ. (3 балла)

6. Точка А находится в однородном магнитном поле, индукция которого $B = 6.8 \cdot 10^{-4} \text{ Т}$, а направление указано на чертеже. Из частицы, находящейся в точке А, в момент времени t_0 образуются две частицы, 1 и 2, в ходе процесса, который называется “рождение пары”. (Краткое объяснение этого процесса приведено в конце вопроса, и его понимание не обязательно для ответа на данный вопрос). Сразу после своего образования обе частицы движутся в одном и том же направлении (смотрите $v_{0,1}$ и $v_{0,2}$ на чертеже).

Дано: масса каждой из частиц $m = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$.

Предположите, что данные частицы в этой области движутся в вакууме.



Чертеж 1

С момента времени $t_0 = 0$ до момента времени $t_1 = 1.3 \cdot 10^{-8} \text{ с}$ каждая из двух данных частиц движется по дуге четверти окружности.

В момент времени t_1 частица 1 попала в точку P_1 , а частица 2 – в точку P_2 (смотрите чертеж).

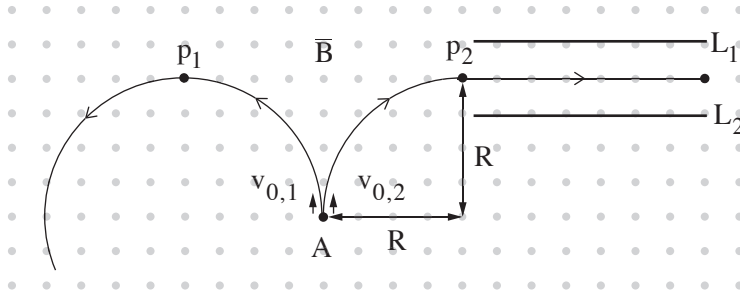
- (ж) Объясните, почему до момента времени t_1 траектории движения частиц были круговыми. (3 балла)

Радиус каждой из двух круговых траекторий $R = 5 \text{ см}$.

- (з) Вычислите величину скорости каждой из частиц. (4 балла)
(и) Вычислите величину электрического заряда каждой из частиц. (4 балла)

Начиная с точки P_2 частица 2 оказывается между пластинами L_1 и L_2 , создающими однородное электрическое поле.

Эти пластины параллельны друг другу и перпендикулярны плоскости листа. Данная частица продолжает двигаться по прямой линии между пластинами (смотрите чертеж 2). Частица 1 продолжала движение по круговой траектории.



Чертеж 2

- (г) (1) Какова напряженность однородного электрического поля между пластинами?
- (2) Каково направление однородного электрического поля между пластинами – от пластины L_1 к пластине L_2 или от пластины L_2 к пластине L_1 ? Обоснуйте свой ответ. (6 баллов)
- (н) Какова будет форма траектории частицы 2, если магнитное поле исчезнет (в то время, как частица все еще находится между пластинами). Объясните свой ответ. (3 балла)

Примечание: “Рождение пары” – это физический процесс, в котором частица исчезает и в тот же самый момент вместо нее образуются две частицы. Например, фотон исчезает, и вместо него возникают частицы электрон и позитрон. Частица позитрон похожа на электрон, однако у нее положительный электрический заряд. Поэтому его также называют “антиэлектрон”.

Третий раздел – дополнительные темы по механике и электричеству

Ответьте на один из вопросов в этом разделе (вопросы 7–9).

(За вопрос – 20 баллов; количество баллов за каждый пункт вопроса указано в его конце).

Гармоническое движение

7. Тележка находится в состоянии покоя в точке O на горизонтальной поверхности. Недеформированная горизонтальная пружина прикреплена одним концом к тележке, а другим концом – к неподвижной точке. Дано: масса тележки равна 1.2 kg , а жесткость пружины равна $30 \frac{\text{N}}{\text{m}}$. Массой пружины можно пренебречь.

Тележку перемещают из точки O в точку A , так что пружина растягивается на 10 cm , и отпускают ее из состояния покоя. Силами трения в системе можно пренебречь.

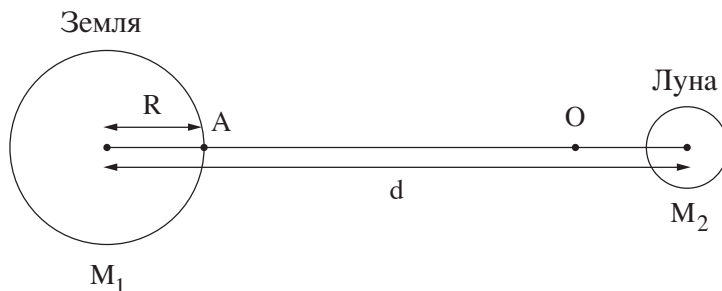
- (к) Определите, каков характер движения тележки при ее движении из A в O : равномерное, равноускоренное или неравноускоренное. Объясните свой ответ. (3 балла)
- (д) Вычислите, сколько времени прошло с начала движения тележки из состояния покоя в точке A до того, как она впервые прошла через точку O . (4 балла)

После того как тележка попала в точку O , она продолжила свое движение вплоть до того, как остановилась в точке B , а затем вновь начала двигаться в направлении O .

- (з) Определите, каково направление скорости тележки, и каково направление ее ускорения (в направлении B или в направлении O) при ее движении из точки B в направлении точки O . Обоснуйте оба своих ответа. (5 баллов)
- (т) Найдите величину скорости тележки и величину ее ускорения в момент времени, в который она проходит через точку O . (5 баллов)
- (н) Возможно ли, что в определенной точке скорость тележки была равна нулю, но ее ускорение отличалось от нуля?
Объясните свой ответ. (3 балла) /продолжение на странице 15/

Тяготение

8. В данном вопросе рассматривается система Земли и Луны, но игнорируется их движение и воздействие других небесных тел на данную систему. На следующем чертеже представлены в разрезе Земля и Луна. Масштаб чертежа не точен.



Обозначим:

M_1 – масса Земли, M_2 – масса Луны, R – радиус Земли,
 d – расстояние между центром Земли и центром Луны
 g – величина ускорения свободного падения на поверхности Земли.

Дано: $M_2 = \frac{M_1}{81}$; $d = 60R$

На прямой, соединяющей центр Земли с центром Луны, располагается точка O (смотрите чертеж).

В этой точке тело, которое находилось в состоянии покоя, останется в состоянии покоя.

- (*) Выразите при помощи R расстояние между точкой O и центром Земли. (6 баллов)

Космический корабль массой m запускают из точки A , расположенной на поверхности Земли, на Луну (смотрите чертеж).

- (*) Выразите при помощи R , m и g минимальную энергию E , которую нужно придать космическому кораблю, чтобы он достиг точки O .

Обратите внимание: вам следует принять во внимание воздействие Земли и Луны на космический корабль. (10 баллов)

Обратите внимание: продолжение вопроса на следующей странице.

/продолжение на странице 16/

21 декабря 1968 года был запущен космический корабль «Аполлон-8».

Его экипаж стал первым экипажем, который двигался по орбите вокруг Луны.

За 103 года до этого писатель Жюль Верн описал в книге «С Земли на Луну» путешествие, аналогичное путешествию «Аполлона-8». На вопрос «Может ли пушечный снаряд достичь Луны?», в книге Жюль Верна дается следующий ответ (в свободном переводе):

«Снаряд может достичь Луны, если придать ему начальную скорость величиной около $v = 11 \frac{\text{km}}{\text{s}}$. Эта скорость достаточна для того, чтобы снаряд достиг точки, в которой силы, с которыми Земля и Луна действуют на снаряд, будут равны по величине. После этой точки Земля более не притягивает снаряд. Его притягивает только Луна, и поэтому если снаряд пройдет эту точку по дороге на Луну, то он сумеет достичь и самой Луны».

(א) Определите, является ли верным все данное описание. Обоснуйте свой ответ. **Нет необходимости производить вычисления.**

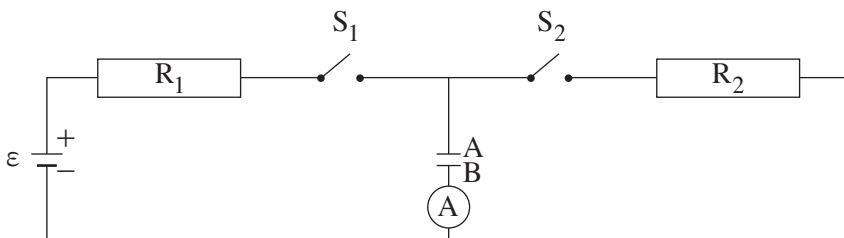
(4 балла)

Электроемкость

9. Ученик собрал электрическую цепь, которая позволяет заряжать и разряжать плоский конденсатор. Элементами цепи являются: идеальный источник напряжения, ЭДС которого $\varepsilon = 8V$, два резистора, R_1 и R_2 ; два выключателя, S_1 и S_2 ; конденсатор, пластины которого обозначены буквами А и В, идеальный амперметр и идеальные соединительные провода.

Схема этой цепи изображена на чертеже 1.

Дано: сопротивление резистора R_1 равно 1000Ω , и оно больше сопротивления резистора R_2 .

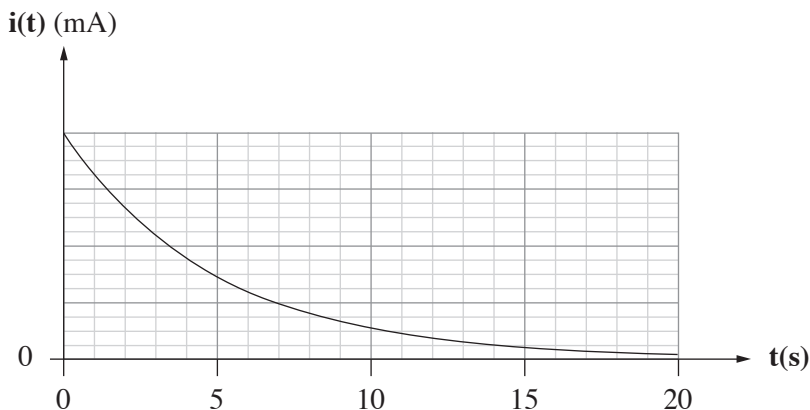


Чертеж 1

В момент времени $t = 0$ ученик замкнул выключатель S_1 (выключатель S_2 остался разомкнутым), и конденсатор начал заряжаться.

- (а) Вычислите силу тока, I_0 , который течет в амперметре в момент замыкания выключателя. (3 балла)

На чертеже 2 ниже изображен график силы тока i как функции времени t [$i(t)$] во время зарядки конденсатора.



Чертеж 2

- (б) С помощью графика найдите константу времени τ_1 данной цепи зарядки (константа времени $\tau = R \cdot C$). (4 балла)

Обратите внимание: продолжение вопроса на следующей странице.

/продолжение на странице 18/

- (ג) Найдите заряд Q (величину и знак) на каждой из пластин конденсатора, А и В , когда он полностью заряжен. (6 баллов)

Через длительное время, после того как конденсатор полностью зарядился, ученик разомкнул выключатель S_1 и замкнул выключатель S_2 .

- (ד) Определите, константа времени при разрядке, τ_2 , больше, чем τ_1 , константа времени при зарядке, меньше ее или равна ей. Объясните свой ответ. (3 балла)

Ученик начертил график, описывающий силу тока i как функцию времени t во время разрядки конденсатора.

- (ה) Определите, площадь фигуры, заключенной между кривой и горизонтальной осью координат на начерченном учеником графике, больше, чем площадь фигуры, заключенной между данной кривой и горизонтальной осью координат на чертеже 2, меньше ее или равна ей. Объясните свой ответ. (4 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.