

Физика
по программе реформы
"значимое обучение"
Механика и электричество

פיזיקה
על פי תכנית הרפורמה
ללמידה משמעותית
מכניקה וחשמל

Указания экзаменующимся

а. Продолжительность экзамена: 3 часа.

б. Строение вопросника и ключ к оценке:

Первый раздел – механика

Второй раздел – электричество

В каждом разделе четыре вопроса, всего – восемь вопросов.

Вам нужно ответить только на пять вопросов:

не более чем на три вопроса из каждого раздела.

За каждый вопрос – 20 баллов; $5 \times 20 = 100$ баллов.

в. Разрешенный вспомогательный материал:

1. Калькулятор.

2. Физические данные и формулы,
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, не указанными на листах с формулами, определите их смысл словесно). Подставьте соответствующие значения в формулы до того, как станете производить вычисления. Производите вычисления только после подстановки. Несоблюдение требования записи формул и подстановки в них значений может привести к снижению вашей оценки за экзамен. Напишите полученный результат в соответствующих единицах.
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. Пользуйтесь ручкой. Запись ответов карандашом или использование тикпекса не позволяют подать апелляцию. Карандаш можно использовать для чертежей. Ресурс "Тетрадь" (тесты, 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!

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שלוש שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:

פרק ראשון – מכניקה

פרק שני – חשמל

בכל פרק יש ארבע שאלות; סה"כ – שמונה שאלות.

עליך לענות על חמש שאלות בלבד:

לא יותר משלוש שאלות בכל פרק.

לכל שאלה – 20 נקודות; $20 \times 5 = 100$ נקודות.

ג. חומר עזר מותר בשימוש:

1. מחשבון.

2. נספח הנתונים ונוסחאות 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. בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאותה משתמש בהן. כאשר אתה משתמש בסימן שאינו מופיע בדי הנוסחאות, רשום את פירוש הסימן במילים. לפני שתבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. רק לאחר ההצבה בצע את פעולות החישוב. אי-רישום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה עלולים להפחית נקודות מהציון. רשום את התוצאה המתקבלת ביחידות המתאימות. 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 .
3. בחישובי השתמש בערך 10 m/s^2 לתאוצת הנפילה החופשית.
4. 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 בסיוע (ראשי פרקים, חישובים וכדומה). רשום "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. רשום טיוטות לשהן על דפים מחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

בהצלחה!

В о п р о с ы

Обратите внимание: вам нужно ответить только на пять вопросов:
не более чем на три вопроса из каждого раздела

Первый раздел – механика

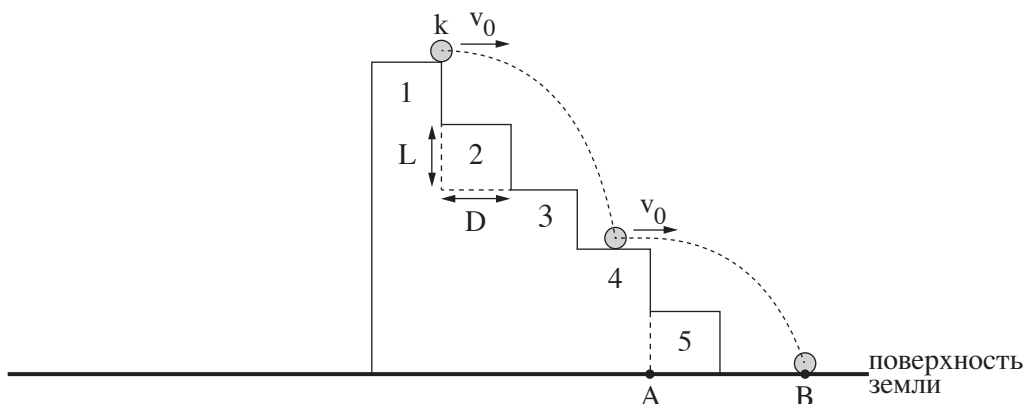
Ответьте на два или три вопроса в этом разделе: вопросы 1–4
(за каждый вопрос – 20 баллов; количество баллов за каждый пункт вопроса
указано в его конце).

1. В лаборатории по изучению материалов исследовали новое вещество.

Для этого проверили движение маленького мяча k , сделанного из
данного вещества, по лестничному пролету, состоящему из пяти
одинаковых ступеней (смотрите чертеж).

Дано: размеры каждой из пяти одинаковых ступеней: $L = 18 \text{ cm}$, $D = 20 \text{ cm}$.

Трение с воздухом и ступенями пренебрежимо мало.



Чертеж 1

Мяч k положили на правый край ступени 1 и придали ему
горизонтальную скорость v_0 , направленную вправо.

Мяч упал в центре ступеньки 4.

(*) Вычислите скорость v_0 , которую придали этому мячу.

(5 баллов)

В процессе удара мяча о ступеньку 4 вертикальная составляющая
скорости стала равной нулю, и мяч продолжил движение с
горизонтальной скоростью величиной v_0 .

(*) Определите, было ли у мяча ускорение в процессе удара о ступеньку 4.

Обоснуйте свое утверждение. (3 балла)

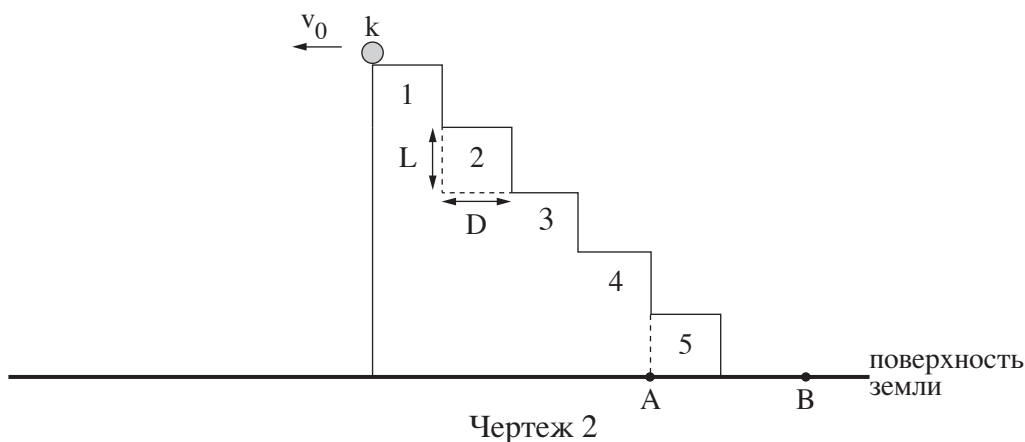
/продолжение на странице 3/

Мяч продолжил свое движение и ударился о поверхность земли в точке В .

(ג) Вычислите длину отрезка АВ . (4 балла)

(ד) Начертите график, который описывает вертикальную составляющую скорости мяча как функцию времени, с момента начала его движения на краю ступеньки 1 и до его удара о поверхность земли в точке В . Продолжительность столкновения со ступенькой 4 пренебрежимо мало. (5 баллов)

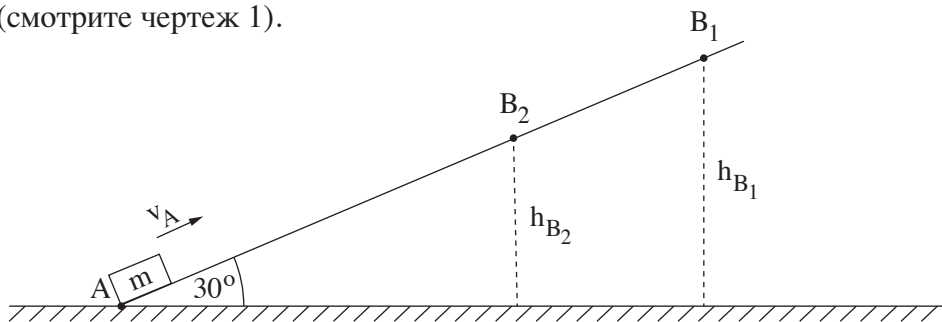
Мяч k передвинули к левому краю ступеньки 1. Мячу придали горизонтальную скорость, величина которой также составляет v_0 , но ее направление – влево (смотрите чертеж 2). Мяч упал на землю слева от ступенек.



(ה) Определите без вычислений, будет ли промежуток времени вплоть до удара мяча о поверхность земли одинаковым в обоих случаях. Обоснуйте свое утверждение. (3 балла)

2. Ученик провел два опыта один за другим. В каждом из опытов небольшое тело массой m лежало в точке A у основания наклонной плоскости, угол которой с горизонтом составлял 30° .

В первом опыте ученик придал этому телу начальную скорость v_A в направлении вверх по наклонной плоскости параллельно ей (смотрите чертеж 1).



Чертеж 1

Тело поднялось до точки B_1 , остановилось на мгновение и опустилось обратно в точку A . Тело попало в точку A со скоростью, величина которой составляла v_{A1} .

Дано: $|v_A| = |v_{A1}|$, высота точки B_1 над уровнем земли $h_{B1} = 0.45\text{m}$.

- (κ) Исходя из соображений работы и энергии вычислите скорость v_{A1} .
(3 балла)

Во втором опыте ученик заменил данную наклонную плоскость другой наклонной плоскостью с тем же углом наклона, но сделанной из другого материала, и повторил опыт. Ученик придал тому же телу скорость v_{A1} , которую вы вычислили при ответе на вопрос пункта (κ).

На этот раз тело поднялось до точки B_2 , остановилось на мгновение и опустилось до точки A . Тело пришло в точку A со скоростью, величина которой была v_{A2} .

Дано: масса тела $m = 0.1\text{kg}$, $|v_A| \neq |v_{A2}|$, высота точки B_2 над поверхностью земли $h_{B2} = 0.3\text{m}$.

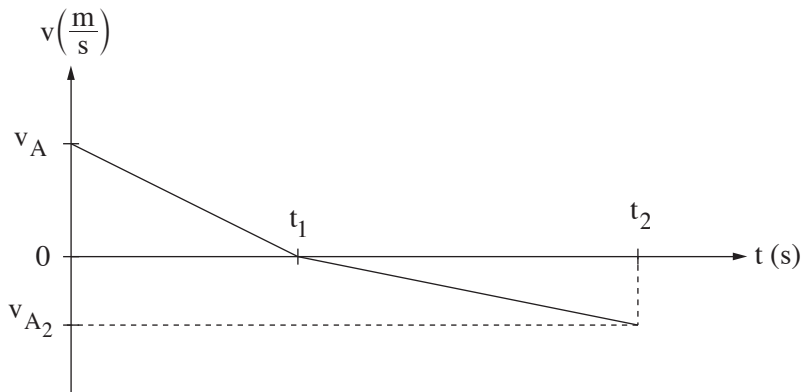
Ответьте на вопросы пунктов (б)-(г) для второго опыта.

- (б) (1) Определите или вычислите кинетическую энергию и потенциальную энергию в точках A и B_2 при подъеме тела.
(2) Вычислите работу, которую выполняет сила трения при подъеме тела из точки A в точку B_2 .
(3) Вычислите силу трения f , которая действовала на тело во время его подъема.

(9 баллов)

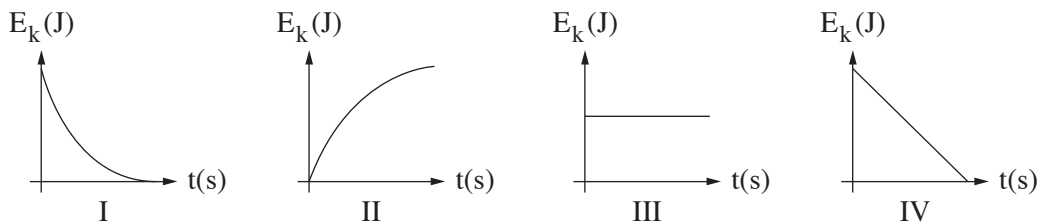
/продолжение на странице 5/

- (ג) На чертеже 2 изображен график, описывающий величину скорости тела как функцию времени на всем протяжении его движения.



Чертеж 2

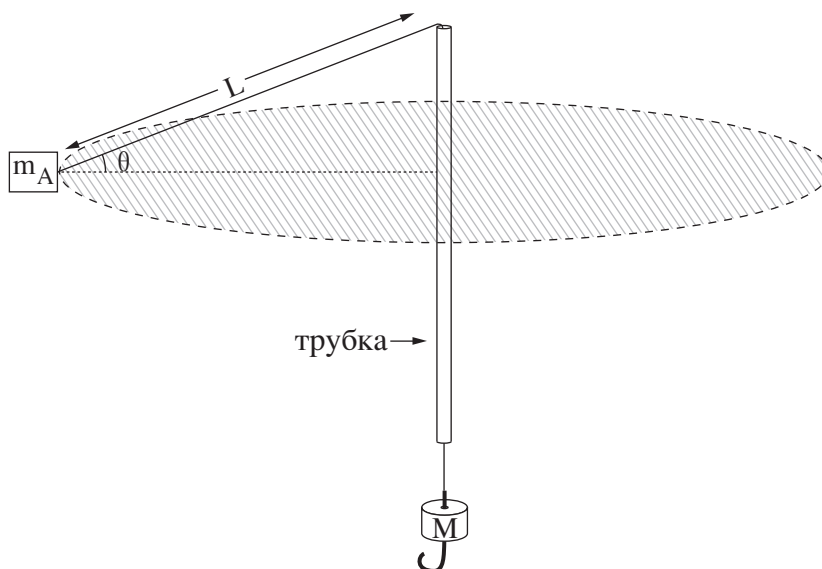
- (1) Определите, какую физическую величину представляет площадь фигуры, заключенной между данным графиком и горизонтальной осью (ось времени).
- (2) При помощи своего ответа на вопрос подпункта (1) вычислите время t_1 на графике.
- (5 баллов)
- (г) Определите, какой из приведенных ниже графиков I-IV верно описывает зависимость кинетической энергии тела от времени при подъеме тела из точки A в точку B₂ во втором опыте. Обоснуйте свое утверждение. (3 балла)



Чертеж 3

3. Ученицы провели опыт, в ходе которого они изучали различные аспекты кругового движения.

Система для проведения опыта состояла из нити, продетой через трубку. На одном конце нити был подвешен груз массой M , а на другом конце нити было привязано маленькое тело A массой m_A (смотрите чертеж). У учениц было n одинаковых грузов, масса каждого из которых M . В ходе опыта тело A совершает круговое движение в горизонтальной плоскости. Груз M остается в состоянии покоя. Угол между нитью и горизонтальной плоскостью составлял θ . Длина отрезка нити между концом трубки и телом A равна L .



- (а) Начерите в своей тетради силы, которые действовали на тело A и на грузы. Рядом с каждой из сил укажите ее название. (3 балла)

Ученицы измеряли время, которое требуется телу A , для того чтобы совершить 10 полных оборотов, и вычислили период его обращения. Они повторили опыт несколько раз. Каждый раз ученицы добавляли к грузу M дополнительный груз, при этом сохраняя L постоянным. Масса нити и все силы трения пренебрежимо малы.

- (б) Выразите радиус вращения R при помощи параметров из числа параметров, изображенных на чертеже. (2 балла)

/продолжение на странице 7/

Даны параметры θ , n (общее количество грузов), M , m_A , T (период обращения), L . Ответьте на вопрос пункта (ג) при помощи этих параметров (всех или части из них).

- (ג) (1) Выведите выражение для силы, вызывающей вращение тела (центростремительной силы).
 (2) Выведите выражение, связывающее квадрат угловой скорости тела и количество грузов.
 (5 баллов)

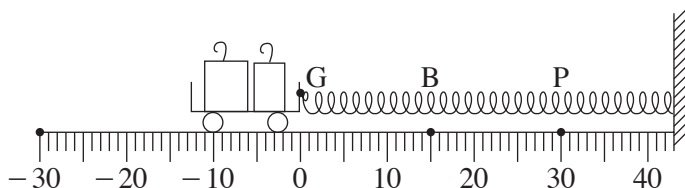
Результаты данного опыта представлены в таблице.

Дано: $M = 0.1\text{kg}$, $m_A = 0.02\text{kg}$.

Период обращения $T(\text{s})$	Общее количество грузов n	Угловая скорость $\omega(\frac{1}{\text{s}})$	Квадрат угловой скорости $\omega^2(\frac{1}{\text{s}^2})$
0.40	1		
0.28	2		
0.23	3		
0.20	4		
0.18	5		

- (ז) (1) Перенесите таблицу в свою тетрадь и дополните ее недостающими значениями.
 (2) Начертите в своей тетради график квадрата угловой скорости тела как функции количества грузов.
 (6 баллов)
 (ח) С помощью углового коэффициент графика вычислите длину отрезка нити L . (4 балла)

4. Тележка с грузами стоит на гладкой поверхности. Нерастянутая горизонтальная пружина прикреплена одним своим концом к тележке в точке G, а другим концом – к стене (смотрите чертеж).



Дана: масса тележки с грузами $m = 1.2 \text{ kg}$.

пружина идеальна, и всеми силами трения следует пренебречь.

Тележку подвинули до точки P, а затем отпустили ее. В точке P пружина была сжата на 30 см по сравнению с ее нерастянутым состоянием.

С того момента, как тележку отпустили, она совершала периодическое движение с частотой $f = 0.8 \text{ Hz}$.

Тележка совершала простые гармонические колебания.

(а) Напишите выражение, связывающее силу, которая действует на тележку, и смещение тележки из точки равновесия. (2 балла)

(б) Ответьте на вопросы подпунктов (1)-(3).

(1) Вычислите коэффициент упругости данной пружины.

(2) Вычислите величину максимальной скорости v_{max} тележки в ходе ее движения. Определите, каково было смещение тележки из точки равновесия при максимальной скорости.

(3) Вычислите максимальное ускорение a_{max} (величину и направление) тележки в ходе ее движения.

Определите смещение тележки из точки равновесия при максимальном ускорении.

(6 баллов)

(ג) Ответьте на вопросы подпунктов (1)-(2).

В ходе своего движения тележка прошла через точку В, в которой пружина была сжата на 15см по сравнению с ее нерастянутым состоянием.

(1) Определите, в точке В величина скорости была больше $\frac{v_{\max}}{2}$, меньше ее или равна ей. Обоснуйте свой ответ.

(2) t_B – это время, которое потребовалось тележке, чтобы впервые попасть из точки Р в точку В.

T – период обращения тележки.

Определите, t_B меньше $\frac{T}{8}$, равен ему или больше него.

Обоснуйте свой ответ.

(7 баллов)

(ד) В ходе движения, в момент времени, когда **удлинение пружины максимально**, из тележки извлекли один груз (не действуя на тележку с какой-либо силой).

Определите для каждой из следующих величин (1)-(3) увеличилась она, уменьшилась или не изменилась.

Обоснуйте свой ответ только в подпункте (3).

(1) Амплитуда движения.

(2) Полная энергия системы тележка-пружина.

(3) Максимальная скорость тележки.

(5 баллов)

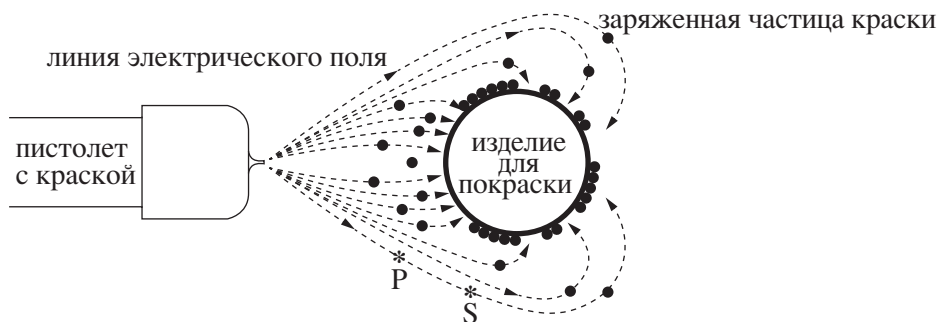
Второй раздел – электричество

Ответьте на два или три вопроса в этом разделе: вопросы 5–8
(за каждый вопрос – 20 баллов; количество баллов за каждый пункт вопроса
указано в его конце).

5. В целях защиты окружающей среды на многих металлургических предприятиях сегодня красят изделия электростатическим методом, а не традиционными методами покраски.

В процессе электростатической покраски пистолет с краской распыляет красящий порошок, состоящий из частиц, которые приобретают электрический заряд в ходе распыления. Частицы краски прилипнут к изделию, которое представляет собой металлическое электрически заряженное тело.

На чертеже изображена установка для покраски, в которой окрашиваемое изделие – это заряженный металлический шар. Стрелки на чертеже указывают направления линий электрического поля в рабочей области. Сила тяжести пренебрежимо мала.



(а) Дайте определение понятию «Линия электрического поля».
(3 балла)

(б) С помощью чертежа определите, положительным или отрицательным является заряд частицы краски. Обоснуйте свой ответ.
(3 балла)

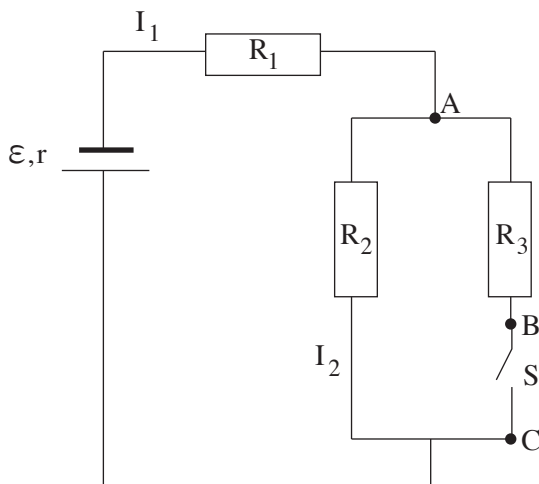
Частица краски, заряд которой $|q| = 5 \cdot 10^{-13} \text{C}$, движется вдоль линии электрического поля из точки Р в точку S (смотрите чертеж).

Дано: Расстояние между Р и S $d = 0.1 \text{m}$.

Разность потенциалов между точками Р и S $|\Delta V| = 50 \text{kV}$.

- (ג) Определите, в какой из двух данных точек, Р или S, более высокий потенциал. Обоснуйте свой ответ. (5 баллов)
- (ד) Предположите, что электрическое поле на участке между двумя точками Р и S однородно. Вычислите электрическую силу, которая действует на заряженную частицу краски, движущуюся из точки Р в точку S.
- Обратите внимание: связь между напряженностью однородного электрического поля и разностью потенциалов между двумя находящимися в нем точками определяется следующим образом:
- $$E = - \frac{\Delta V}{\Delta x} . \quad (5 \text{ баллов})$$
- (ה) Вычислите изменение потенциальной электрической энергии частицы краски при ее перемещении из точки Р в точку S . (4 балла)

6. На чертеже изображена электрическая цепь, содержащая источник напряжения, три резистора (R_1 , R_2 , R_3), выключатель S и соединительный провод, сопротивление которого пренебрежимо мало. ЭДС источника напряжения равна ε , а его внутреннее сопротивление равно r . Сила тока, текущего через резистор R_1 , равна I_1 , а сила тока, текущего через резистор R_2 , равна I_2 .



На первом этапе выключатель S замкнут (позволяет току течь).

- (к) Выразите при помощи параметров I_2 , r , R_1 , R_2 , R_3 следующие величины:

(1) I_1

(2) ε

(6 баллов)

- (г) Дано: $I_2 = 1\text{ A}$, $R_1 = 1.5\Omega$, $R_2 = 4\Omega$, $R_3 = 2\Omega$, $r = 0.5\Omega$.

Вычислите ЭДС источника напряжения и напряжение на клеммах источника. (4 балла)

- (д) Вычислите значения напряжения V_{AB} и V_{BC} . (4 балла)

На втором этапе разомкнули выключатель S .

- (т) Вычислите значения напряжения V_{AB} и V_{BC} в этом случае. (4 балла)

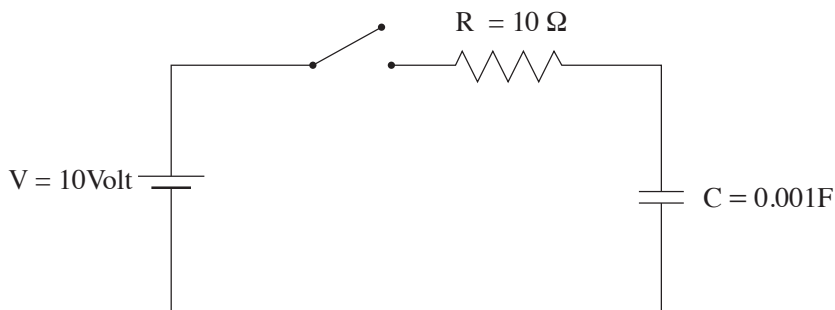
- (н) В каком из двух случаев, при замкнутом выключателе или при разомкнутом выключателе, КПД [גלילול] цепи выше? Обоснуйте свой ответ. Нет необходимости в вычислениях. (2 балла)

/продолжение на странице 13/

7. Конденсатор – это электрический элемент, способный накапливать электрическую энергию.

- (א) Укажите четыре параметра, которые влияют на заряд Q , который накапливается в плоском конденсаторе. (2 балла)
- (ב) Дан заряженный плоский конденсатор, отсоединенный от источника напряжения.
Определите для каждой из четырех следующих величин (1)-(4), увеличилась она, уменьшилась или не изменилась при увеличении расстояния d между пластинами конденсатора. Обоснуйте свой ответ.
(1) Электрический заряд на каждой из пластин
(2) Ёмкость
(3) Напряжение между пластинами конденсатора
(4) Энергия, накопленная в конденсаторе
(6 баллов)

Дана электрическая цепь, состоящая из резистора сопротивлением $R = 10\Omega$, выключателя, идеального источника напряжения $V = 10\text{V}$ и незаряженного плоского конденсатора емкостью $C = 0.001\text{F}$ (смотрите чертеж).



В момент времени $t = 0$ замыкают выключатель, и по цепи начинает течь ток.

- (א) Определите, каково напряжение на конденсаторе и каково напряжение на резисторе сразу после замыкания выключателя. Обоснуйте свой ответ. (3 балла)
- (ב) Вычислите силу тока в цепи сразу после замыкания выключателя. (3 балла)

В определенный момент времени напряжение на конденсаторе достигает 2V .

- (ג) Вычислите энергию, которая накоплена в конденсаторе на данный момент. (3 балла)
- (ד) Определите, равно ли количество энергии, которая добавилась к конденсатору, количеству энергии, затраченному источником напряжения, на данный момент времени. Обоснуйте свой ответ. (3 балла)

8. На чертеже изображена установка для проведения опыта (вид сверху).

Установка состоит из двух гладких рельсов, $S_1 S_2$ и $P_1 P_2$,

лежащих параллельно на горизонтальной поверхности стола на расстоянии ℓ друг от друга (см. чертеж).

На рельсах лежит шест MN , масса которого m . Рельсы и шест – проводники электричества, и их сопротивление пренебрежимо мало. (Сопротивлением воздуха также можно пренебречь).

Резистор R соединяет концы P_1 и S_1 рельсов.

Между рельсами на участке 1 ($0 \leq x \leq 0.4\text{m}$) есть магнитное поле B_1 .

Между рельсами на участке 2 ($0.5\text{m} \leq x \leq 0.9\text{m}$) есть магнитное поле B_2 .

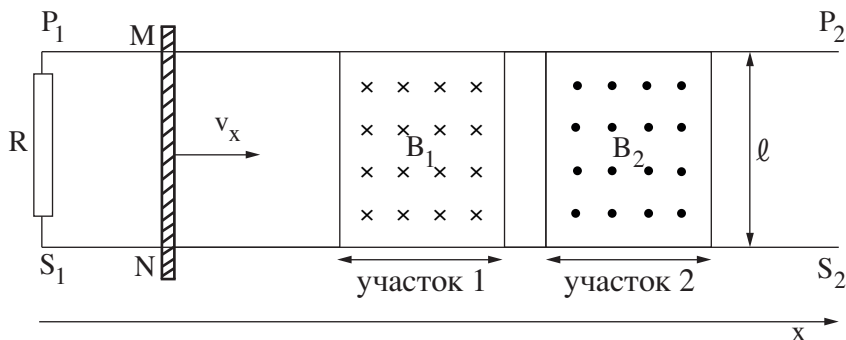
Оба магнитных поля являются постоянными, направленными перпендикулярно к поверхности стола и равными друг другу по индукции:

$$|B_1| = |B_2| = 0.04\text{T}$$

Направления магнитных полей указаны на чертеже.

Дано: $\ell = 50\text{cm}$

$$R = 4\Omega$$



В ходе опыта шест MN попадает на **участок 1** со скоростью $v_x = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

На этом участке на шест действует сила F_1 в направлении оси x , так что его скорость остается постоянной.

(*) Определите, шел ли ток через резистор R во время движения шеста на участке 1.

Если нет, объясните почему.

Если да, найдите силу тока и его направление (от S_1 к P_1 или от P_1 к S_1). (5 баллов)

- (ב) Определите, работа силы F_1 , необходимая для данного равномерного движения на участке 1, больше количества теплоты, которое вырабатывается на резисторе R за то же самое время, меньше его или равна ему. Обоснуйте свой ответ словесно или при помощи вычислений. (4 балла)

На **участке 2** на шест MN действует сила F_2 (вместо силы F_1) в направлении оси x , так что он движется с постоянным ускорением $a = 5 \frac{m}{s^2}$ (обратите внимание, что начальная скорость шеста на этом участке равна $2 \frac{m}{s}$).

- (ג) Определите направление тока в резисторе R в этом случае (от S_1 к P_1 или от P_1 к S_1). (4 балла)
- (ד) Выразите силу тока на резисторе как функцию времени. Момент входа шеста на участок 2 примите за $t = 0$. (4 балла)
- (ה) Определите, работа силы F_2 , необходимая для осуществления движения на участке 2, больше количества теплоты, которое вырабатывается на резисторе R за то же самое время, меньше его или равна ему. Обоснуйте свой ответ без вычислений. (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.