

Физика
Электричество

פיזיקה
חשמל

Указания экзаменуемым

הוראות לנבחן

a. Продолжительность экзамена: два часа.

א. משך הבחינה: שתיים.

b. Строение вопросника и ключ к оценке:

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:

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

בשאלון זה שש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.

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

לכל שאלה – $33\frac{1}{3}$ נקודות; $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$ נקודות

ג. חומר עזר מותר בשימוש:

v. Разрешенный вспомогательный материал:

1. מחשבון לא גרפי. אין להשתמש באפשרויות התכנות במחשבון שיש בו אפשרות תכנות.

1. Калькулятор без графического дисплея. Нельзя пользоваться возможностями программирования, если они есть в калькуляторе.

2. דפי נוסחאות ונתונים (מצורפים).

2. Формулы и данные (прилагаются).

3. מילון עברי-לועזי/לועזי-עברי.

3. Двухязычный словарь.

ד. הוראות מיוחדות:

g. Особые указания:

(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.

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) בשאלות שבפתרון שלהן נדרש חישוב, הצג את השלבים האלה:

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.

ישום 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. На вопросы, на которые требуется ответить словесно, отвечайте кратко и только по теме.

(3) בשאלות שהתשובה עליהן מילולית, עליך לענות בקצרה אך ורק בנוגע למה שנסאלת.

4. Прямые линии на графиках следует чертить только с помощью линейки.

(4) בגרפים, יש לסרטט קווים ישרים באמצעות סרגל.

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 .

(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. В своих вычислениях используйте значение 10 m/s^2 как ускорение свободного падения (вблизи Земли).

(6) בחישוביך השתמש בערך 10 m/s^2 לגודל תאוצת הנפילה החופשית (בסמוך לפני כדור הארץ).

7. Пользуйтесь ручкой. Запись ответов карандашом или использование типекса не позволят подать апелляцию.

(7) כתוב את תשובותיך בעט. אם תכתוב בעיפרון או תמחק בטיפקס לא תוכל לערער. מותר להשתמש בעיפרון לסרטטים וגרפים בלבד.

Карандаш можно использовать только для чертежей.

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

כתיבת 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!

Вопросы

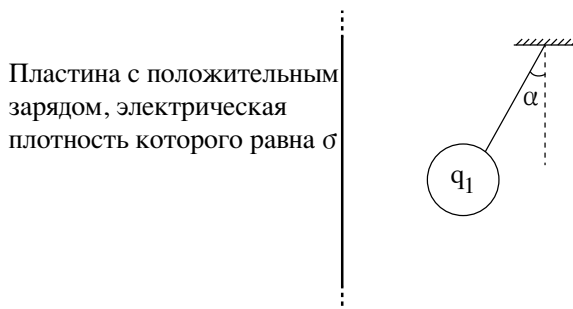
Ответьте на три из вопросов 1–6.

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

1. Ученик провел два опыта. Установка для первого опыта состояла из небольшого проводящего шара с зарядом q_1 и большой проводящей пластины с положительным зарядом, поверхностная плотность которого, σ , однородна.

Ученик подвесил этот заряженный шар напротив этой пластины на легкой изолирующей нити. Шар отклонился в сторону пластины. Когда он достиг состояния покоя, возник угол α между нитью и вертикальным направлением, как показано на чертеже 1.

Следует рассматривать висящий шар как точечное тело. Воздействие заряженного шара на плотность электрического заряда пластины пренебрежимо мало. Дано, что масса шара $m_1 = 1$ грамм.



Чертеж 1

- (**а**) Начертите силы, действующие на подвешенный шар. Рядом с каждой силой укажите ее название. (4 балла)

На протяжении опыта ученик несколько раз изменял плотность электрического заряда, σ . Каждый раз он измерял значение угла α и вычислял значение $\tan(\alpha)$.

В приведенной ниже таблице указаны значения плотности электрического заряда, σ , значения угла α и значения $\tan(\alpha)$.

$\sigma \left[\frac{C}{m^2} 10^{-7} \right]$	1.50	2.25	3.25	4.00	5.00
$\alpha [^\circ]$	4	6	8	10	12
$\tan(\alpha)$	0.07	0.11	0.14	0.18	0.21

- (**б**) Начертите в своей тетради график (диаграмму распределения) $\tan(\alpha)$ как функции плотности электрического заряда, σ , и дополните его линией регрессии (тренда) [המגמה]. (7 баллов)
- (**в**) Вычислите угловой коэффициент начерченной вами линии регрессии. (5 баллов)

Обратите внимание: продолжение вопроса на следующей странице.

/продолжение на странице 3/

(7) Выведите выражение для $\tan(\alpha)$ как функции σ . Используйте следующие константы: g , ϵ_0 , m_1 и q_1 . (6 баллов)

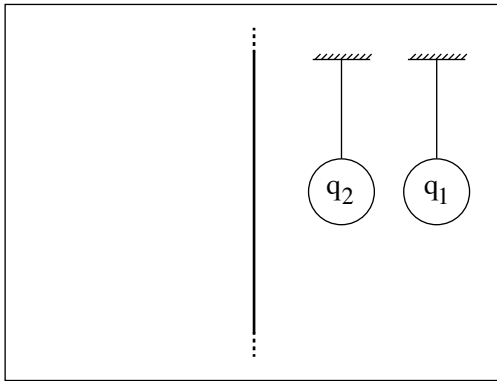
(7) (1) Определите знак заряда q_1 . Обоснуйте свой ответ.

(2) На основании начерченного вами графика вычислите величину заряда q_1 . (6 баллов)

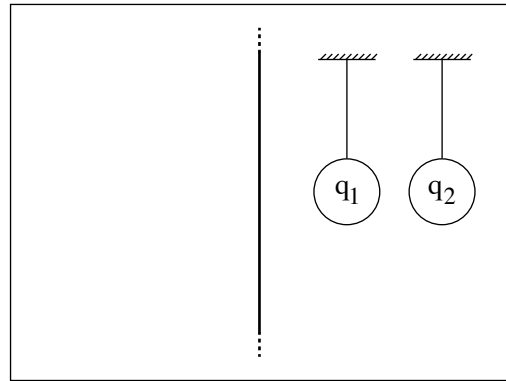
В ходе второго опыта ученик добавил к системе для проведения опыта небольшой проводящий шар с зарядом q_2 и также подвесил его на легкой изолирующей нити. Дано, что величины зарядов обоих шаров равны, однако знаки этих зарядов противоположны. Не изменяя значений плотности электрического заряда пластины, σ , ученик расположил и второй шар напротив пластины. Когда оба шара достигли состояния покоя, нити располагались параллельно пластине (в обоих нитях $\alpha = 0$).

(8) Ниже приведены четыре чертежа 1-4, изображающие местоположение шаров и пластины.

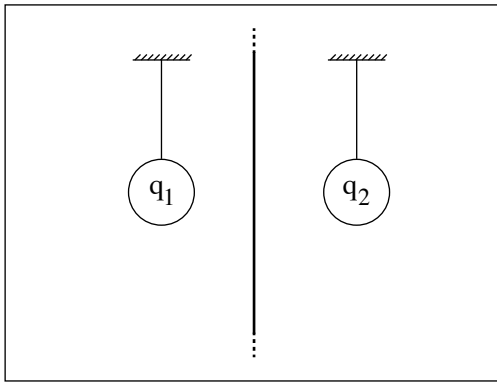
Определите, какой из чертежей изображает возможное положение. Обоснуйте свой ответ. (5 $\frac{1}{3}$ балла)



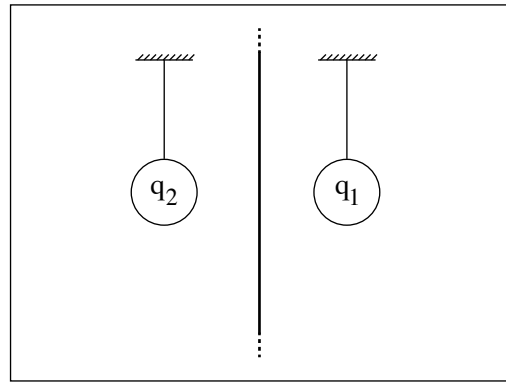
2



1

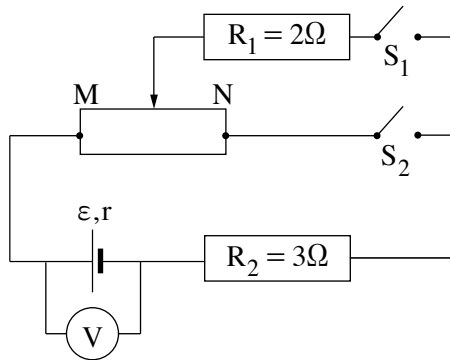


4



3

2. На чертеже 1 изображена электрическая цепь, состоящая из источника напряжения, ЭДС [מ"כ] которого $\varepsilon = 6V$, а внутреннее сопротивление $r = 1\Omega$, переменного резистора MN, максимальное сопротивление которого равно 12Ω , постоянных резисторов $R_1 = 2\Omega$ и $R_2 = 3\Omega$, двух выключателей S_1 и S_2 , идеального вольтметра и идеальных проводников.



Чертеж 1

Замыкают выключатель S_1 (выключатель S_2 остается разомкнутым), а ползунок переменного резистора устанавливают на конце N.

(а) Вычислите напряжение между концами выключателя S_2 . (7 баллов)

Ползунок резистора переместили из конца N в конец M.

(б) При передвижении ползунка показания вольтметра увеличились, уменьшились или не изменились? Обоснуйте свой ответ. (6 баллов)

Размыкают выключатель S_1 , замыкают выключатель S_2 и возвращают ползунок в точку N.

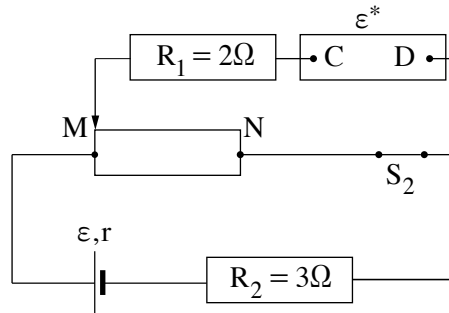
(в) Каково напряжение между концами выключателя S_1 ? Обоснуйте свой ответ. (5 баллов)

Передвигают ползунок из конца N в конец M.

(г) При передвижении ползунка показания вольтметра увеличились, уменьшились или не изменились? Обоснуйте свой ответ. (5 баллов)

Обратите внимание: продолжение вопроса на следующей странице.

Наконец, заменяют выключатель S_1 **идеальным источником напряжения**, ЭДС которого равна ε^* , и оставляют выключатель S_2 замкнутым, а ползунок находится в точке M (смотрите чертеж 2).



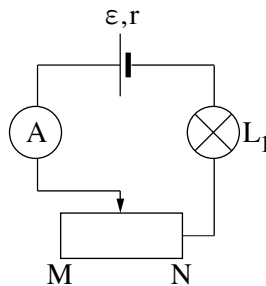
Чертеж 2

Дано, что по переменному резистору не течет ток ($V_{MN} = 0$).

- (7) Положительная клемма источника напряжения, ЭДС которого равна ε^* , присоединена к точке C или к точке D ? Обоснуйте свой ответ. ($4\frac{1}{3}$ балла)
- (8) Вычислите ε^* . (6 баллов)

3. Группе учеников дали несколько электрических компонентов: лампочку L_1 , на которой указано: $18V$ и $27W$, идеальный амперметр A , переменный резистор MN , источник напряжения 'א, ЭДС [מ"אז] которого $\varepsilon_1 = 30V$, а внутреннее сопротивление $r_1 = 2\Omega$, источник напряжения 'ב, ЭДС которого равна $\varepsilon_2 = 32V$, а внутреннее сопротивление $r_2 = 10\Omega$, и идеальные проводники.

Ученикам дали задание собрать электрическую цепь, изображенную на чертеже 1, и передвинуть ползунок переменного резистора в точку, в которой лампочка будет светиться с максимальной мощностью, указанной на ней. Ученикам не сказали, какой из двух источников напряжения они должны взять – выбор источника был частью их задания.



Чертеж 1

- (א) Вычислите показания амперметра в положении, когда лампочка светится с максимальной мощностью. (4 балла)

Ученики собрали цепь с источником напряжения 'א (ε_1, r_1).

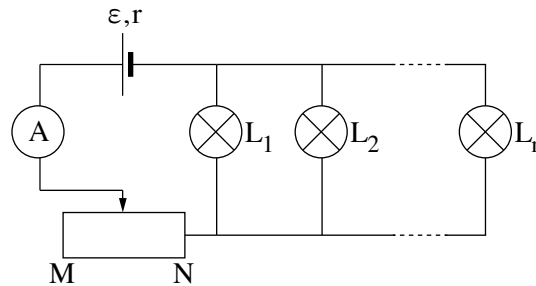
- (ב) Докажите, что невозможно построить цепь с источником напряжения 'ב (ε_2, r_2). (6 баллов)

- (ג) Вычислите сопротивление переменного резистора в момент, когда лампочка светится с максимальной мощностью. (6 баллов)

Обратите внимание: продолжение вопроса на следующей странице.

Не изменяя положения ползунка переменного резистора, ученики присоединили параллельно к лампочке L_1 еще несколько лампочек (смотрите чертеж 2).

Дано, что все лампочки идентичны лампочке L_1 .



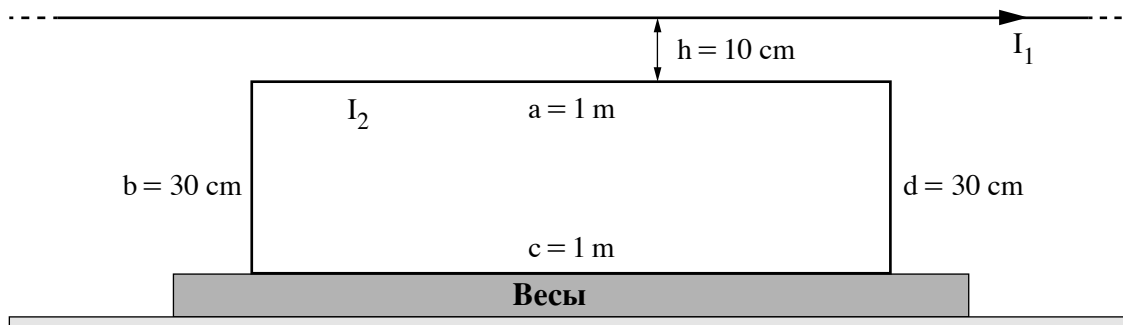
Чертеж 2

- (т) Определите, в каком направлении (в направлении N или в направлении M) следует передвинуть ползунок, чтобы все лампочки светились с максимальной мощностью. Обоснуйте ваше утверждение словесно. (6 баллов)
- (н) Вычислите максимальное количество, n , лампочек, которые можно присоединить параллельно так, чтобы они светились с максимальной мощностью. (6 баллов)

В пункте (и) использованная мощность определена как общая мощность, которую потребляют все лампочки.

- (и) В положении, в котором все лампочки светятся с максимальной мощностью, определите, КПД [נעילות] цепи, изображенной на чертеже 2, будет выше КПД цепи, в которой есть только одна лампочка, ниже его или равен ему. Обоснуйте свой ответ. ($5\frac{1}{3}$ балла)

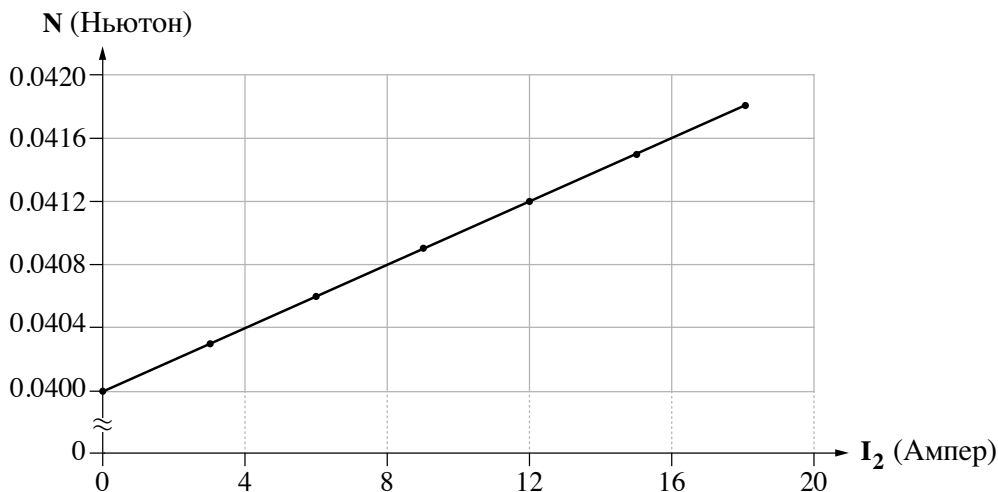
4. Ученица провела опыт с помощью установки, изображенной на приведенном ниже чертеже. Система состоит из прямоугольной проводящей рамки, которая покоится на весах. Плоскость рамки перпендикулярна весам. Длины сторон рамки $a = c = 1 \text{ m}$ и $b = d = 30 \text{ cm}$. Масса рамки, m , неизвестна. На высоте $h = 10 \text{ cm}$ над стороной a рамки натянут проводник – прямой и очень длинный относительно длины сторон рамки. Проводник параллелен сторонам a и c рамки. По проводнику течет ток силой I_1 в направлении вправо (смотрите чертеж).



Ход опыта: ученица пропустила через рамку ток несколько раз, один за другим. Каждый раз сила тока была другой, но направление тока было одинаковым (направление неизвестно). При каждом измерении ученица считывала силу тока в рамке, I_2 , и показания весов, N . На протяжении всего опыта заданные расстояния и сила тока в проводнике, I_1 , не изменялись.

Представление результатов измерений: согласно результатам измерений, ученица начертила график, изображающий показания весов, N , как функцию силы тока в рамке, I_2 .

Показания весов, N , как функция силы тока в рамке, I_2



Обратите внимание: продолжение вопроса на следующей странице.

/продолжение на странице 9/

В этом вопросе следует пренебречь действием магнитного поля Земли.

(⌘) (1) Каково направление **равнодействующей** магнитных сил, действующих на рамку?

Обоснуйте свой ответ.

(2) Определите, будет ли величина магнитной силы, действующей на сторону a , меньше величины магнитной силы, действующей на сторону c , больше ее или равна ей. Обоснуйте свое утверждение.

(8 баллов)

(⌘) (1) Каково направление силы тока I_2 в стороне a – вправо или влево? Обоснуйте свой ответ.

(2) Начертите в своей тетради прямоугольную рамку. На каждой из сторон рамки обозначьте направление магнитной силы, с которой на нее действует магнитное поле, создаваемое током I_1 .

(7 баллов)

(⌘) Выразите показания весов, N , как функцию силы тока в рамке, I_2 .

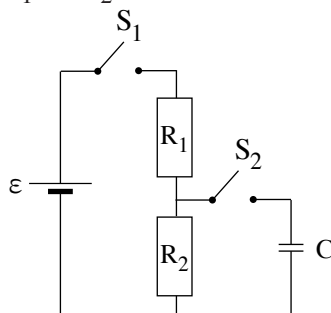
Воспользуйтесь следующими константами: a , b , h , m , g , I_1 , μ_0 . (7 баллов)

(⌘) Вычислите m , массу рамки. (5 баллов)

(⌘) Вычислите силу тока в проводнике, I_1 . ($6\frac{1}{3}$ балла)

Электроемкость

5. Дана электрическая цепь, состоящая из источника напряжения, ЭДС [м"кз] которого $\varepsilon = 24V$, а внутреннее сопротивление пренебрежимо мало, двух резисторов, сопротивления которых $R_1 = 100\Omega$ и $R_2 = 140\Omega$, конденсатора, емкость которого равна $C = 0.1\mu F$, двух выключателей S_1 и S_2 и идеальных проводников (смотрите чертеж).



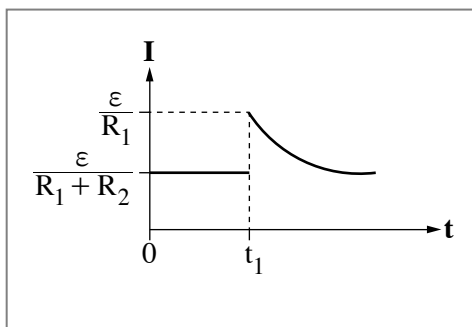
Оба выключателя разомкнуты, а конденсатор не заряжен. В момент времени $t = 0$ замыкают выключатель S_1 .

- (а) Вычислите напряжение между концами резистора R_2 . (7 баллов)

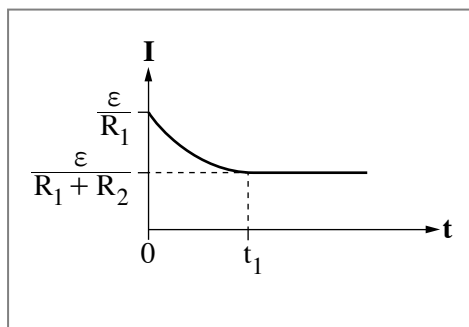
В момент времени $t = t_1$ ($t_1 > 0$) замыкают также выключатель S_2 и ждут в течение длительного времени.

- (б) Вычислите Q , заряд конденсатора. (6 баллов)

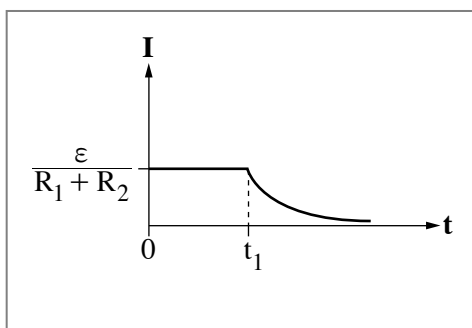
- (в) Определите, какой из приведенных ниже чертежей 1-4 верно описывает силу тока, текущего через резистор R_1 , как функцию времени. Обоснуйте свой ответ. (8 $\frac{1}{3}$ балла)



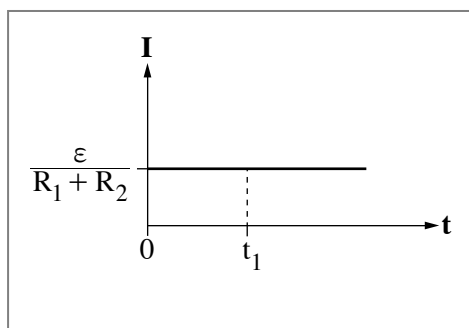
2



1



4



3

Обратите внимание: продолжение вопроса на следующей странице.

Размыкают выключатель S_1 .

(7) Определите для каждой из приведенных ниже величин (1)-(3): увеличилась, уменьшилась или не изменилась эта величина с момента размыкания выключателя S_1 и в течение длительного времени. Обоснуйте свое утверждение.

(1) Q , заряд конденсатора.

(2) Сила тока, текущего через резистор R_2 .

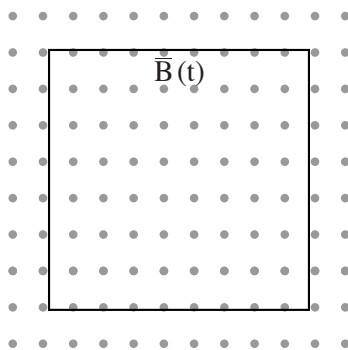
(3) Константа времени, τ .

(12 баллов)

Индукция

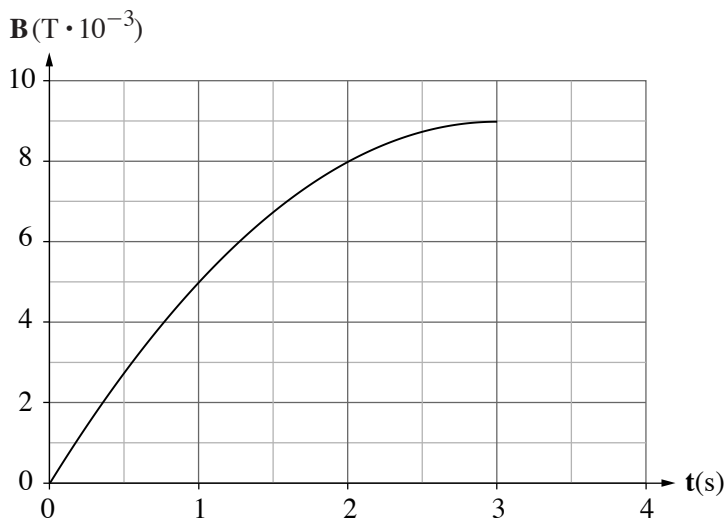
6. На приведенном ниже чертеже 1 изображена квадратная рамка, длина стороны которой равна 9 м . Рамка сделана из проволоки, удельное сопротивление которой $\rho = 1.5 \cdot 10^{-6} \Omega \text{m}$, а площадь поперечного сечения 5 mm^2 . Эту рамку устанавливают на участке, на котором действует однородное магнитное поле.

За период времени $3 \text{ s} \geq t > 0$ индукция магнитного поля изменяется как функция времени, а его направление – "наружу из листа", перпендикулярно плоскости рамки.



Чертеж 1

На чертеже 2 изображен график, описывающий индукцию магнитного поля, B , как функцию времени, t , начиная с момента времени $t = 0$ и до момента времени $t = 3.0 \text{ s}$. Алгебраическим выражением этой кривой является $B = (6t - t^2) \cdot 10^{-3}$.



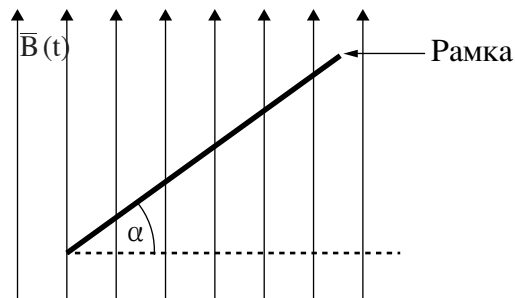
Чертеж 2

- (*) Вычислите сопротивление проволоки. (6 баллов)
- (а) (1) Объясните, почему по рамке тек ток с момента $t = 0$ до момента $t = 3.0 \text{ s}$.
 (2) Ученик измерил силу тока в рамке в момент $t = 0.5 \text{ s}$ и в момент $t = 2.5 \text{ s}$. При каком из двух этих измерений сила тока была больше? Обоснуйте свой ответ.
 (10 баллов)

Обратите внимание: продолжение вопроса на следующей странице.

- (ג) Определите направление тока в рамке (по часовой стрелке или против часовой стрелки) в течение первых трех секунд. Обоснуйте свой ответ. (6 баллов)
- (ד) Вычислите силу тока в рамке в момент времени $t = 2.0\text{s}$. (7 баллов)

Рамку наклонили под углом α к магнитному полю (смотрите вид со стороны на чертеже 3). Магнитное поле снова привели в действие с момента времени $t = 0$, согласно изображенному на графике, который приведен на чертеже 2, и повторили измерения.



Чертеж 3

- (ה) Определите: в момент времени $t = 2.0\text{s}$ (когда рамка наклонена), сила тока будет больше, чем сила тока, которую вы вычислили в пункте (ד), меньше ее или равна ей. ($4\frac{1}{3}$ балла)

Желаем успеха!

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

בהצלחה!

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