

Физика Электричество

פיזיקה חשמל

Указания

- א. Продолжительность экзамена: два часа.
- ב. 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. Графики должны быть размером не менее, чем в полстраницы. Прямые линии на графиках чертите с помощью линейки.
4. Когда 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. В своих вычислениях используйте значение 10 m/s^2 как g – ускорение свободного падения (вблизи Земли).
6. Пишите свои ответы ручкой. Карандаш можно использовать только для чертежей и графиков.
7. Если вы допустили ошибку, достаточно зачеркнуть двумя линиями неправильные слова или предложения.

יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום "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.

Желаем успеха!

בהצלחה!

הוראות

- א. משך הבחינה: שתיים.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:
בשאלון זה שש שאלות,
ומהן יש לענות על שלוש 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) יש לענות על שלוש שאלות בלבד. אם תענו על יותר משלוש שאלות, ייבדקו רק שלוש התשובות הראשונות שבמחברת. יש לציין באופן ברור את מספר השאלה והסעיף שבחרתם.
- (2) בשאלות שבפתרון שלהן נדרש חישוב, יש להציג 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 מתאים של ספרות משמעותיות וכן יחידות המדידה.
- (3) את הגרפים יש לסרטט בגודל של חצי עמוד לפחות. יש להשתמש בסרגל לסרטוט קווים ישרים.
- (4) כאשר נדרשים להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, יש לרשום 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 .
- (5) בחישובים יש להשתמש בערך 10 m/s^2 לגודל של g – תאוצת הנפילה החופשית (בסמוך לפני כדור הארץ).
- (6) יש לכתוב את התשובות בעט. מותר להשתמש בעיפרון לסרטטים וגרפים בלבד.
- (7) במקרה של טעות, אפשר להסתפק בהעברת קו חוצה כפול על המילים או המשפטים השגויים.

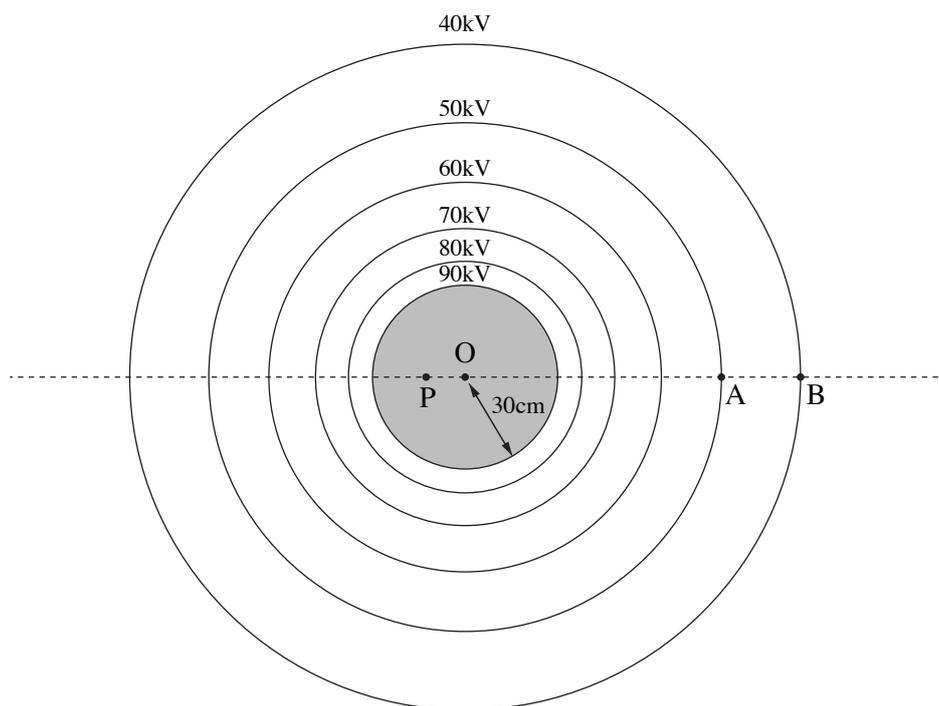
Вопросы

Ответьте на три из вопросов 1–6.

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

1. На чертеже изображен проводящий шар, заряженный положительным зарядом Q , и несколько эквипотенциальных линий, на каждой из которых указано соответствующее значение потенциала. Дано: радиус шара $R = 30\text{cm}$, а потенциал на его поверхности равен 90000V . Потенциал на бесконечности выбран как равный нулю.

На всем протяжении вопроса предполагайте, что действие силы тяжести пренебрежимо мало и что распределение заряда на поверхности шара является однородным.



Точка O – центр шара, точка P расположена на расстоянии 12cm слева от центра шара, точка A расположена на линии, значение потенциала которой равно 50000V , точка B расположена на линии, значение потенциала которой равно 40000V (смотрите чертеж).

- (а) Вычислите расстояние AO . (9 баллов)
- (б) Вычислите электрическое поле в точке A (величину и направление). (7 баллов)
- (в) (1) Какова величина электрического поля в точке P ?
(2) Каков потенциал в точке P ?
(5 баллов)

Обратите внимание: продолжение вопроса на следующей странице.

Небольшое тело 1 массой m_1 и зарядом q_1 удерживают в состоянии покоя в точке А . Этому телу придают скорость величиной $v = 1.5 \frac{m}{s}$, направленную вправо. В ходе движения тела 1 вправо оно проходит через точку В .

Дано: $m_1 = 4 \cdot 10^{-4} \text{kg}$, $q_1 = -1.2 \cdot 10^{-8} \text{C}$.

(7) Вычислите величину скорости тела 1 в точке В . (8 баллов)

Небольшое тело 2 массой m_2 и зарядом q_2 удерживают в состоянии покоя в точке А .

Телу 2 также придают скорость величиной $v = 1.5 \frac{m}{s}$, но на этот раз она направлена влево.

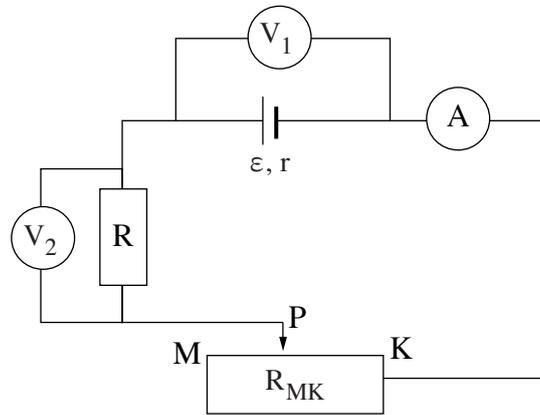
В ходе движения тела 2 влево оно проходит через точку С , которая не обозначена на чертеже, со скоростью, величина которой равна величине скорости, вычисленной вами при ответе на вопрос пункта (7).

Дано: $m_2 = m_1$, $q_2 = -q_1$

(7) Определите: расстояние АС равно расстоянию АВ , меньше него или больше него.

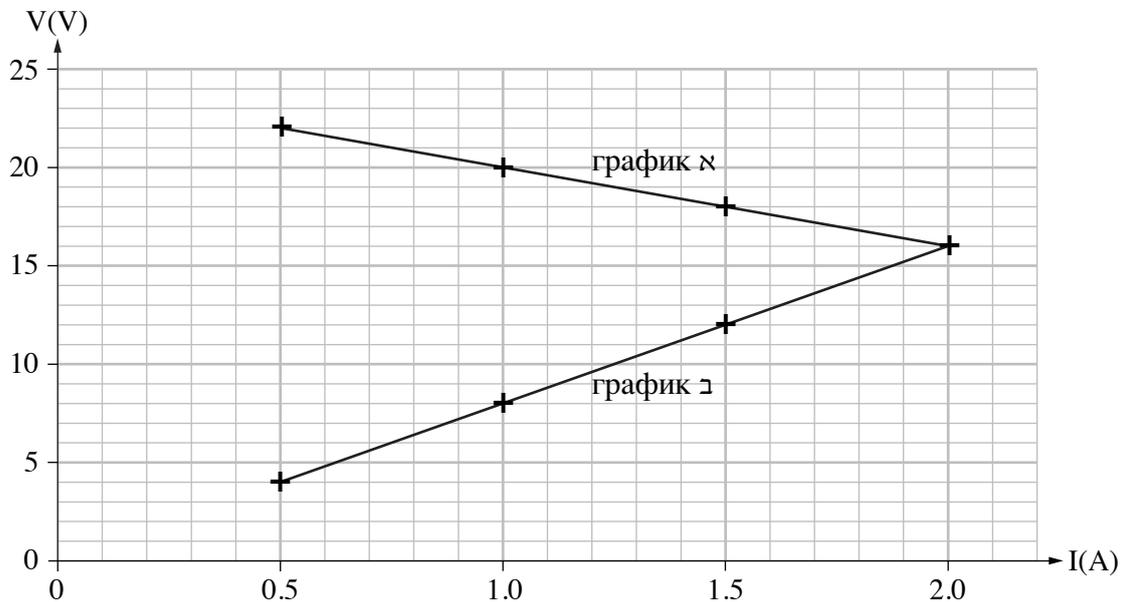
Обоснуйте свой ответ. (4 $\frac{1}{3}$ балла)

2. Ученики собрали электрическую цепь из следующих компонентов: неидеальный источник напряжения, ЭДС которого ε , а внутреннее сопротивление которого r , резистора R , сопротивление которого является постоянным, резистора R_{MK} , сопротивление которого является переменным, а его точка подвижного контакта P , идеальных измерительных приборов – вольтметра V_1 , вольтметра V_2 и амперметра A – и идеальных проводников (смотрите чертеж 1).



Чертеж 1

Во время опыта ученики изменяли местоположение подвижного контакта P и каждый раз записывали показания силы тока на амперметре и показания напряжения на каждом из вольтметров. На основании результатов они начертили график κ и график τ в одной системе координат, как показано на чертеже 2.



Чертеж 2

- (κ) Определите, какой из графиков (κ)–(τ) был получен на основании результатов, измеренных вольтметром V_1 , а какой – вольтметром V_2 . Обоснуйте свой ответ. (6 баллов)
- (τ) Определите или вычислите ЭДС ε и внутреннее сопротивление r источника напряжения. (7 баллов)
- (κ) Вычислите сопротивление резистора R . (5 баллов)

Обратите внимание: продолжение вопроса на следующей странице.

/продолжение на странице 5/

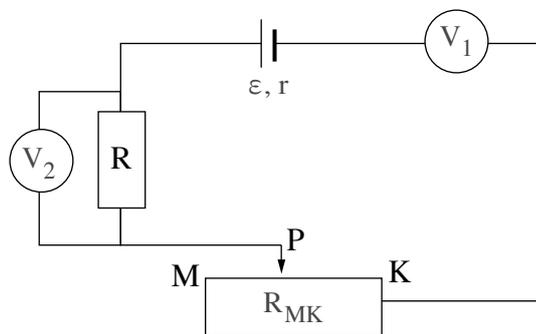
Одно из значений силы тока, при котором были измерены значения напряжения, представленные на чертеже 2, было измерено в положении максимального сопротивления переменного резистора.

(7) Вычислите сопротивление переменного резистора в этом положении. (6 баллов)

Ученик переместил подвижный контакт переменного резистора в направлении точки М.

(8) Определите: увеличивается, уменьшается или остается без изменения напряжение на переменном резисторе в процессе перемещения подвижного контакта в направлении точки М. Обоснуйте свой ответ. (5 баллов)

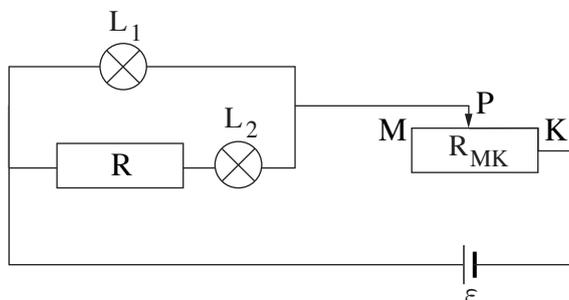
Ученица присоединила вольтметр V_1 вместо амперметра А, как показано на чертеже 3.



Чертеж 3

(9) В данном случае, что покажет вольтметр V_1 и что покажет вольтметр V_2 ? Обоснуйте свой ответ. ($4\frac{1}{3}$ балла)

3. На чертеже изображена электрическая цепь. Компоненты этой цепи: идеальный источник напряжения, ЭДС которого $\varepsilon = 24V$, резистор R с постоянным сопротивлением, резистор R_{MK} с переменным сопротивлением, лампочка L_1 , на которой указано $24V$ и $20W$, лампочка L_2 , на которой указано $12V$, а значение мощности на ней стерто, и идеальные проводники.



Дано, что для всех пунктов вопроса через две данные лампочки течет ток одинаковой по величине силы.

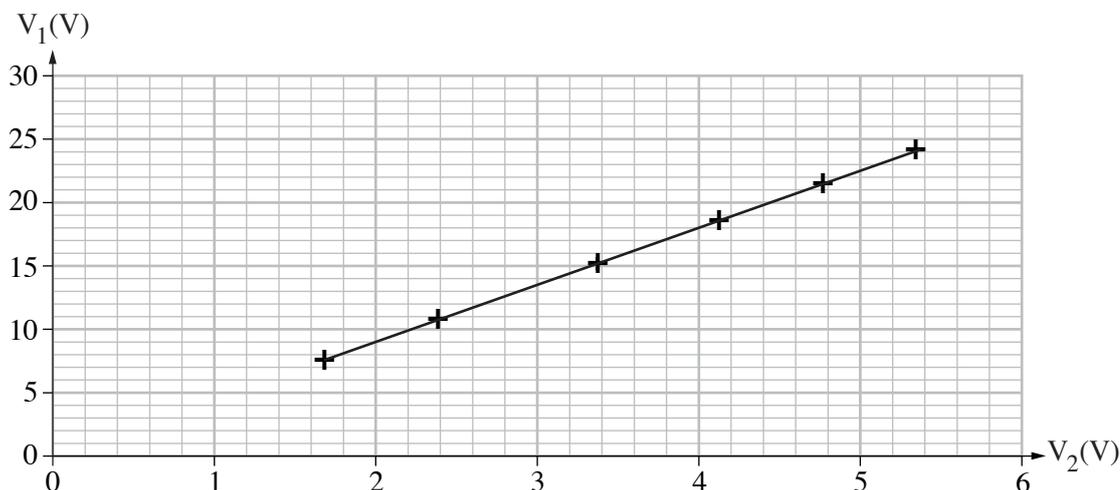
Сопротивление лампочек L_1 и L_2 равно R_{L1} и R_{L2} , соответственно.

- (а) Вычислите R_{L1} . (5 баллов)
- (б) Вычислите силу тока, который течет через постоянный резистор R , когда лампочка L_1 светит в полную силу. (6 баллов)
- (в) Когда лампочка L_1 светит в полную силу, определите, в какой точке расположен подвижный контакт переменного резистора: в точке M , в точке K или в какой-либо точке между ними. Обоснуйте свой ответ. (4 балла)
- (г) Выразите V_1 (напряжение на лампочке L_1) как функцию V_2 (напряжение на лампочке L_2) и параметров R_{L1} , R_{L2} . (7 баллов)

Обратите внимание: продолжение вопроса на следующей странице.

Ученики физического класса средней школы собрали описанную выше электрическую цепь. Они несколько раз изменяли местоположение подвижного контакта переменного резистора и каждый раз измеряли значение напряжения на каждой из лампочек посредством вольтметра. По результатам этих измерений они начертили следующий ниже график.

Напряжение на лампочке L_1 как функция напряжения на лампочке L_2



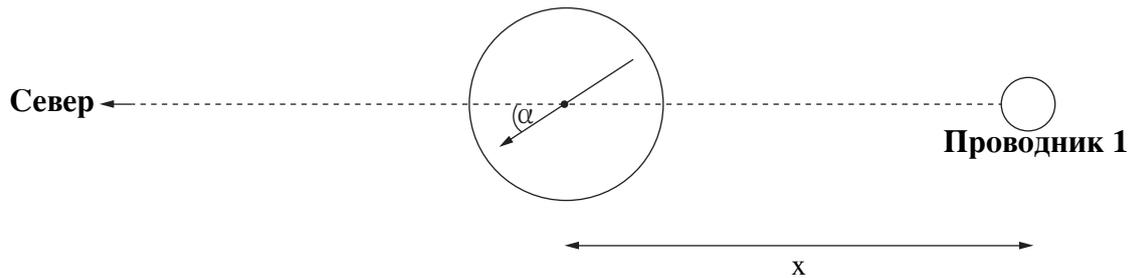
(п) Воспользуйтесь угловым коэффициентом данного графика и вычислите, каково значение мощности лампочки L_2 , которое было стерто. (7 баллов)

Ученики установили подвижный контакт переменного резистора в точке К и заменили источник напряжения на неидеальный источник напряжения, ЭДС которого ε_1 , а внутреннее сопротивление которого r . В этом случае лампочка L_1 светит в полную силу, а КПД цепи равен 80%.

В данной цепи КПД цепи определен следующим образом: соотношение между мощностью, использованной компонентами цепи (лампочки и резистор R), и мощностью, отдаваемой источником напряжения.

(и) Вычислите ЭДС источника напряжения, ε_1 . (4 $\frac{1}{3}$ балла)

4. Группа учеников провела измерения для определения горизонтальной составляющей $B_{E\parallel}$ индукции магнитного поля Земли в районе их проживания. Они положили маленький компас на стол и протянули прямой и длинный проводочный проводник, проводник 1, перпендикулярно поверхности стола. Расстояние между компасом и проводником было обозначено как x . Ученики перемещали компас вдоль линии, направленной на север от местоположения проводника. На чертеже 1 изображен взгляд сверху на проводник, расположенный перпендикулярно поверхности стола, и отклонение стрелки компаса, когда через проводник течет ток I_1 .



Чертеж 1

В ходе опыта стрелка компаса отклонилась под углом α против направления часовой стрелки, как показано на чертеже 1.

- (а) Определите направление тока, I_1 , текущего через проводник 1: «внутри листа» или «наружу из листа». Обоснуйте свой ответ. (4 балла)
- (б) Выведите выражение для $\tan \alpha$ как функции расстояния x и параметров $B_{E\parallel}$, I_1 , μ_0 . (6 баллов)

Ученики подавали через проводник ток, сила которого $I_1 = 8\text{ A}$, и несколько раз изменяли расстояние x между компасом и проводником. Каждый раз они измеряли угол отклонения α и вычисляли $\tan \alpha$.

Результаты измерений и вычислений приведены в таблице.

$x(\text{m})$	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30
α°	29	20	16	13	9
$\tan \alpha$	0.55	0.36	0.29	0.23	0.16

Для вычисления $B_{E\parallel}$ ученики начертили график $\tan \alpha$ как функции новой переменной, так что получился линейный график.

- (а) Определите, что представляет собой новая переменная, и каковы единицы ее измерения. Перенесите из таблицы в свою тетрадь строку $\tan \alpha$, добавьте строку под ней и напишите в ней значения и единицы измерения новой переменной. (4 балла)
- (б) (1) Начертите в своей тетради диаграмму распределения (точки в системе координат) $\tan \alpha$ как функции новой переменной.
 (2) Дополните диаграмму распределения наиболее подходящей прямой (линия направления). (8 баллов)
- (в) Вычислите $B_{E\parallel}$. (7 баллов)

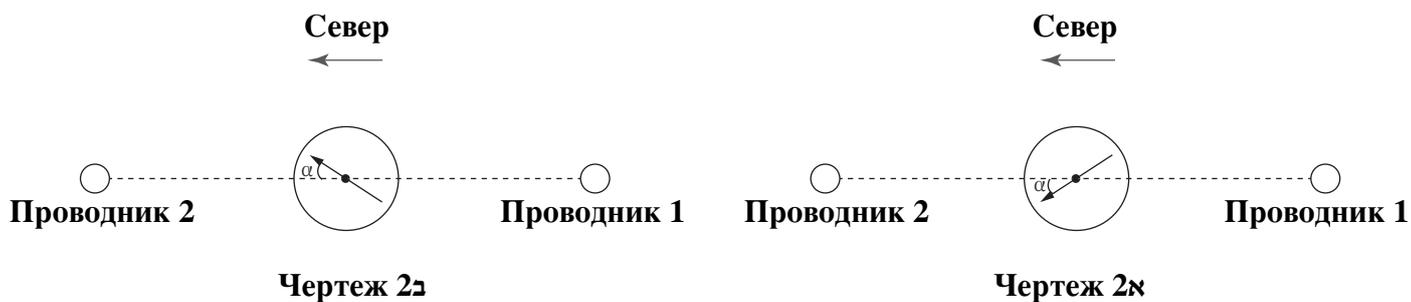
Обратите внимание: продолжение вопроса на следующей странице.

Ученики протянули еще один прямой и длинный проводник перпендикулярно поверхности стола, проводник 2. Они установили компас на прямой линии, соединяющей оба проводника, на равном расстоянии от двух проводников.

Ученики пропустили через проводник 1 ток силой $I_1 = 5\text{ А}$.

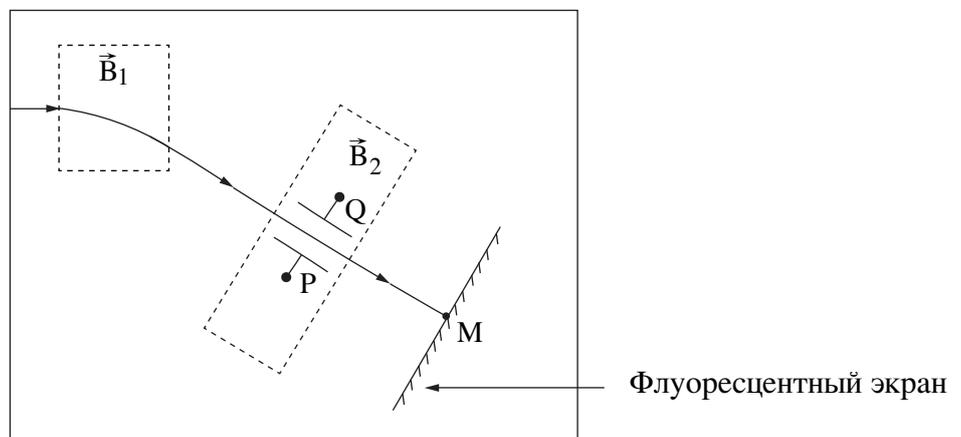
Когда по проводнику 2 не тек ток, стрелка компаса отклонилась от линии юг–север под углом α против направления часовой стрелки (смотрите чертеж 2а, вид сверху).

Когда по проводнику 2 тек ток силой I_2 , стрелка компаса отклонилась под тем же углом α в направлении по часовой стрелке (смотрите чертеж 2б, вид сверху).



- б) Определите, каково направление тока в проводнике 2 и какова его сила, I_2 . Обоснуйте свои ответы. $(4\frac{1}{3}$ балла)

5. На приведенном ниже чертеже изображена траектория движения пучка протонов вплоть до его попадания на флуоресцентный экран, на котором возникает световая точка. На пути к экрану пучок проходит через две зоны, в которых действуют различные поля. В начале своего движения пучок входит со скоростью величиной $v = 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ в зону, в которой действует однородное магнитное поле \vec{B}_1 , магнитная индукция которого составляет 0.12Т, а направление «перпендикулярно плоскости листа». Направление скорости перпендикулярно направлению магнитного поля. Пучок протонов выходит из зоны, в которой присутствует магнитное поле, под некоторым углом относительно направления его входа в зону (см. чертеж). На пути к экрану пучок проходит между двумя параллельными металлическими пластинами, Р и Q, подключенными к источнику напряжения. Между двумя этими пластинами присутствуют однородное электрическое поле \vec{E} и однородное магнитное поле \vec{B}_2 . Пучок проходит между двумя пластинами, не изменяя своего направления, и продолжает движение по прямой линии вплоть до попадания на экран в точке М. Экран установлен перпендикулярно направлению движения пучка протонов в момент его выхода из магнитного поля \vec{B}_1 . Вся система находится внутри камеры, из которой был выкачан воздух. На протяжении всего вопроса следует пренебречь силой тяжести.



- (*) (1) Определите, каково направление магнитного поля \vec{B}_1 – «внутри листа» или «наружу из листа».
- (2) Вычислите радиус траектории движения протонов в зоне, в которой действует поле \vec{B}_1 . (8 баллов)

Дано: разность потенциалов между параллельными пластинами Р и Q $\Delta V = 800V$, расстояние между пластинами $\Delta x = 5\text{cm}$. Направление магнитного поля \vec{B}_2 и направление магнитного поля \vec{B}_1 одинаковы.

- (*) Вычислите значение напряженности электрического поля \vec{E} между двумя данными пластинами и укажите его направление: от пластины Р к пластине Q или наоборот. (8 баллов)
- (*) Вычислите величину индукции магнитного поля \vec{B}_2 . (8 баллов)

Прекращают действие магнитного поля \vec{B}_2 , и вследствие этого пучок протонов изменяет направление своей траектории. Он выходит из зоны между пластинами, не попадая на них, и попадает на экран в другой точке, а не в точке М.

- (*) Определите, какова теперь величина скорости протонов в момент их попадания на экран: меньше, чем величина скорости попадания протонов на экран в точке М, больше нее или равна ей. Обоснуйте свой ответ. (5 баллов)
- (*) Определите, будет ли время движения протонов после прекращения действия магнитного поля \vec{B}_2 меньше, чем время движения протонов, когда поле действовало, больше него или равно ему. Обоснуйте свой ответ. ($4\frac{1}{3}$ балла)

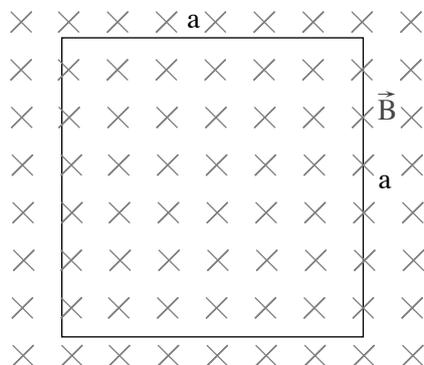
/продолжение на странице 11/

Индукция

6. На квадратную проволочную рамку воздействует однородное магнитное поле \vec{B} , направление которого «внутри листа» и перпендикулярно плоскости рамки (смотрите чертеж 1).

Дано: длина стороны рамки $a = 50\text{cm}$.

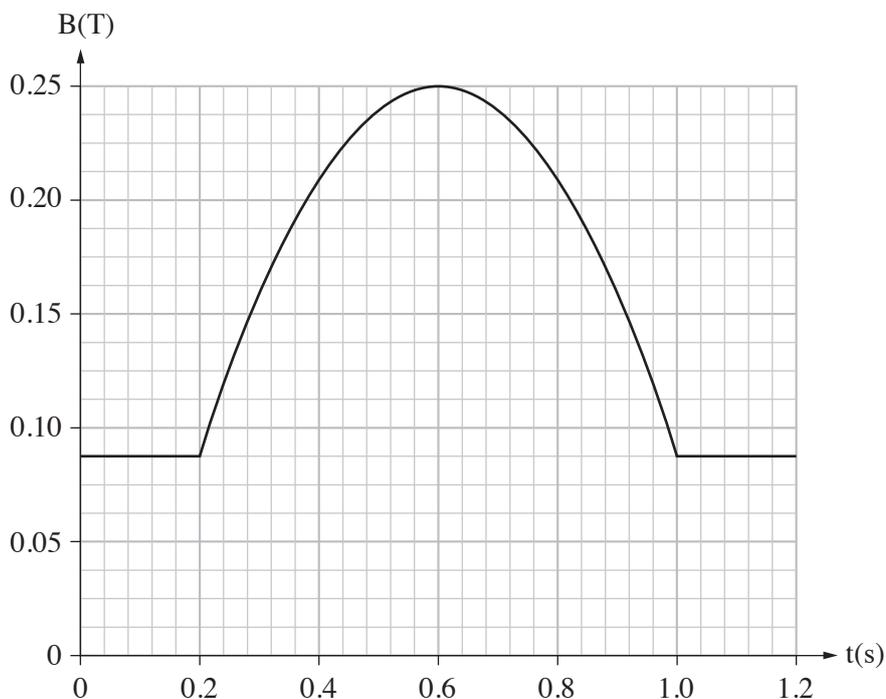
Сопrotивление этой квадратной проволочной рамки $R = 2\Omega$.



Чертеж 1

Индукция магнитного поля \vec{B} в трех промежутках времени I–III приведена в таблице и изображена на чертеже 2.

	Промежуток времени	$B(T)$
I	$0 \leq t < 0.2\text{s}$	0.09
II	$0.2\text{s} \leq t < 1.0\text{s}$	$-t^2 + 1.2t - 0.11$
III	$1.0\text{s} \leq t < 1.2\text{s}$	0.09



Чертеж 2

Обратите внимание: продолжение вопроса на следующей странице.

- (א) Для каждого из трех промежутков времени, I–III, выразите как функцию t или вычислите следующие величины:
- (1) Магнитный поток Φ_B через рамку.
 - (2) ЭДС ε в рамке.
 - (3) Силу тока I , текущего через рамку.
- (12 баллов)
- (ב) Определите направление тока, текущего через рамку в момент времени $t = 0.3s$:
по часовой стрелке или против часовой стрелки. (4 балла)
- (ג) Начертите график силы тока I как функции времени с момента $t = 0$ до момента $t = 1.2s$.
Определите на графике положительное значение силы тока, когда ток в рамке течет в направлении часовой стрелки. (7 баллов)
- (ד) (1) Вычислите количество электрического заряда, который течет через рамку в период времени с момента $t = 0$ до момента $t = 0.6s$.
- (2) Определите, количество электрического заряда, который течет через рамку в период времени с момента $t = 0.6s$ до момента $t = 1.2s$, будет больше количества заряда, вычисленного вами в пункте (ד)(1), меньше него или равно ему. Обоснуйте свой ответ.
(6 баллов)

Проволочная рамка может незначительно сократиться или расшириться из-за магнитных сил, которыми воздействует поле \vec{B} на ток индукции.

- (ה) Определите, в какой из приведенных ниже промежутков времени 1–4 действие сил приводило к расширению рамки. Обоснуйте свой ответ. (4 $\frac{1}{3}$ балла)
1. $0 < t < 0.2s$.
 2. $0.2s < t < 0.4s$
 3. $0.8s < t < 1.0s$
 4. $1.0s < t < 1.2s$

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.