

Физика
Электричество

פיזיקה
חשמל

Указания экзаменуемым

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שתיים.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:
בשאלון זה שש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.
לכל שאלה – $33\frac{1}{3}$ 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) 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:
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 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.
- א. Продолжительность экзамена: два часа.
- ב. Строение вопросника и ключ к оценке:
В этом вопроснике шесть вопросов, вы должны ответить только на три вопроса 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. На вопросы, на которые требуется ответить словесно, отвечайте кратко и только по теме.
4. Прямые линии на графиках следует чертить 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. Пишите свои ответы ручкой. Запись ответов карандашом или использование типекса не позволят подать апелляцию. Карандаш можно использовать только для чертежей.

כתוב במחברת הבחינה בלבד. רשום "טיוטה" בראש כל עמוד המשמש טיוטה.
כתוב טיוטה בדפים שאינם במחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה.

Пишите только в экзаменационной тетради. Напишите слово «Тיוטה» 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!

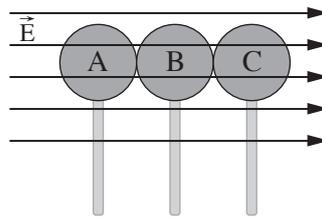
בהצלחה!

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. Ученики зарядили шары электрическим зарядом в ходе процесса, описанного ниже. Они поместили три идентичных незаряженных металлических шара А, В и С в пространство, в котором присутствует однородное электрическое поле \vec{E} . Шары удерживались посредством изолирующих шестов на прямой линии, таким образом что они касались друг друга, как показано на чертеже 1. Спустя некоторое время они одновременно отвели все три шара друг от друга посредством шестов, а затем извлекли их из пространства электрического поля.

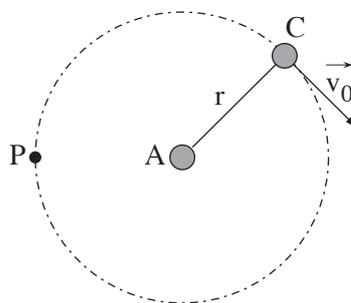


Чертеж 1

- (а) Для каждого из шаров определите, был ли он заряжен положительным зарядом, отрицательным зарядом или был нейтральным после того как его извлекли из электрического поля. Обоснуйте свой ответ. (6 баллов)

Ученики отделили шары от шестов (не изменяя заряда) и закрепили шар А в центре гладкой изолированной горизонтальной плоскости. Они положили шар С на плоскость на расстоянии r от шара А и придали ему начальную скорость \vec{v}_0 .

Вследствие этого шар С двигался равномерно по круговой траектории, в центре которой находился шар А (смотрите чертеж 2).



Чертеж 2

- (б) Начертите все силы, действующие на шар С в момент его прохождения через точку Р, и напишите рядом с каждой силой ее название (или обозначающие ее буквы). (5 баллов)

Обратите внимание: продолжение вопроса на следующей странице.

/продолжение на странице 3/

Дано: расстояние между шарами $r = 0.9\text{m}$, масса каждого шара $m = 0.01\text{kg}$. Величина начальной скорости, которую придали шару С, $v_0 = 2\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

- (א) Вычислите заряд шара С. (6 баллов)
- (א) Вычислите изменение, которое произошло в количестве электронов шара С вследствие процесса зарядки, описанного во вступлении к вопросу. (6 баллов)

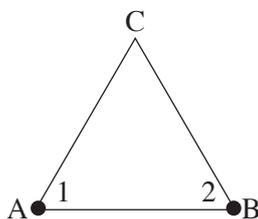
Ученики поменяли местами шары А и С: они закрепили шар С в центре плоскости и придали шару А начальную скорость, равную (по величине и направлению) начальной скорости \vec{v}_0 , которую придали шару С до этого.

- (א) Определите, было ли движение шара А идентичным движению шара С до этого. Если да, то обоснуйте свой ответ. Если нет, то в чем заключается различие между движениями двух шаров? (6 баллов)

Ученики разрядили шары и повторили процесс зарядки, описанный во вступлении к вопросу, но на этот раз они заменили средний металлический шар В шаром D, сделанным из изолирующего материала.

- (א) Для каждого из шаров А, С и D, определите, будет ли он заряжен положительным электрическим зарядом, отрицательным электрическим зарядом или будет нейтральным после его извлечения из электрического поля. Обоснуйте свои ответы. ($4\frac{1}{3}$ балла)

2. Дана система, в которой две частицы, 1 и 2, удерживаются соответственно на вершинах А и В равностороннего треугольника ABC (смотрите чертеж 1). Длина каждой стороны треугольника равна 0.6 м. Эти частицы заряжены одинаковыми зарядами, значение которых равно $q_1 = q_2 = + 40 \cdot 10^{-9} \text{C}$.

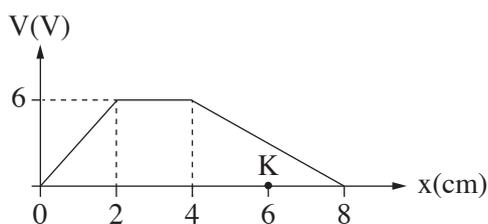


Чертеж 1

В этом вопросе нулевой уровень электрического потенциала задан в бесконечности, и следует пренебречь силой тяготения.

- (а) Вычислите напряженность суммарного электрического поля \vec{E} (величину и направление), которое создают на вершине С два данных заряда. (7 баллов)
- (б) Вычислите полный электрический потенциал, V , который создают на вершине С два данных заряда. (6 баллов)
- (в) В системе зарядов, представленной на чертеже 1, существует ли точка, в которой электрической потенциал отличается от нуля, а напряженность электрического поля равна нулю? Если нет, то обоснуйте свой ответ. Если да, то укажите местоположение данной точки. (4 балла)

В другой системе измерили электрический потенциал, V , вдоль оси x . На чертеже 2 представлен график V как функции x .



Чертеж 2

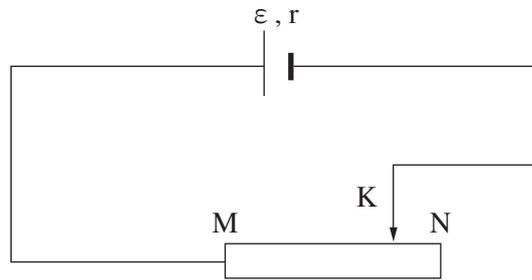
- (г) Начертите в свой тетради график, описывающий напряженность электрического поля как функцию x , для области между $x = 0$ и $x = 8 \text{cm}$. (7 баллов)

Из состояния покоя выводят частицу, заряд которой $q_3 = - 40 \mu\text{C}$, из точки К на оси x , координата которой $x_K = 6 \text{cm}$ (смотрите чертеж 2). Частица начинает двигаться вдоль оси x с ускорением величиной $2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

- (д) Определите, частица q_3 движется в положительном направлении оси x или в отрицательном направлении оси x . Обоснуйте свой ответ. (5 баллов)
- (е) Вычислите массу частицы q_3 . (4 $\frac{1}{3}$ балла)

/продолжение на странице 5/

3. Ученица физического класса собрала электрическую цепь, изображенную ниже на чертеже. Компоненты цепи: источник напряжения, ЭДС которого равна ε , а внутреннее сопротивление r , идеальные проводники и переменный резистор с клеммами М и N и подвижным контактом К.



Ученица устанавливала подвижной контакт К в различных точках на поверхности переменного резистора и каждый раз измеряла силу тока в цепи, I , и напряжение V между точкой М и точкой К.

Результаты измерений приведены в таблице.

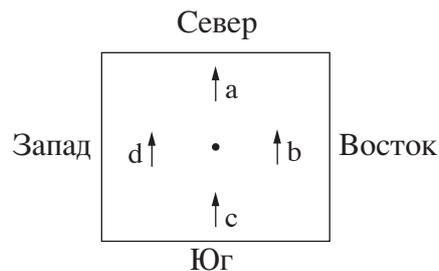
| | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| I (A) | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 |
| V (V) | 4.9 | 3.9 | 3.2 | 2.0 | 0.8 |

Одна из пар измерений в данной таблице соответствует положению, в котором подвижной контакт К находился на клемме N переменного резистора.

- (ж) Какова сила тока в этом положении? Обоснуйте свой ответ. (6 баллов)
- (з) (1) Начертите диаграмму распределения (точки в системе координат) напряжения, V , как функцию силы тока, I .
- (2) Дополните диаграмму распределения наиболее соответствующей ей прямой (линией регрессии (тренда) [המגמה]).
- (8 баллов)
- (д) Воспользуйтесь начерченным вами графиком и укажите значение ЭДС ε источника напряжения. На начерченном вами графике заметным образом обозначьте точку, которую вы использовали для нахождения ответа. (6 баллов)
- (т) Воспользуйтесь графиком и вычислите внутреннее сопротивление r источника напряжения. (5 баллов)
- (н) Определите, какая сила тока соответствует положению, в котором подвижной контакт находится в точке М. (4 балла)
- (с) Согласно формуле закона Ома, при росте напряжения растет также сила тока. Однако в измерениях, которые провела ученица, при росте напряжения сила тока уменьшалась. Противоречат ли результаты измерений закону Ома? Обоснуйте свой ответ. (4 $\frac{1}{3}$ балла)

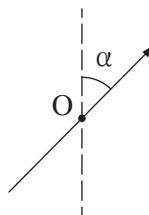
4. Ученик физического класса хотел измерить горизонтальную составляющую индукции магнитного поля Земли, $B_{E\parallel}$, в районе его проживания. Для этого он собрал установку для опыта: протянул длинный прямой проволочный проводник через отверстие в центре стола и натянул его так, чтобы проводник был перпендикулярен плоскости стола. На столе он поместил четыре компаса a , b , c и d (каждый из них на расстоянии r от проводника, согласно направлениям на чертеже 1).

Чертеж 1 представляет собой взгляд сверху на систему. На нем видно сечение проводника и направления стрелок компасов в то время, когда по проводнику не течет ток.



Чертеж 1

Когда ученик пропустил через проводник ток, направление которого не задано, а сила $I = 8.5\text{A}$, стрелка компаса a повернулась в направлении часовой стрелки и остановилась под углом α (смотрите чертеж 2).



Чертеж 2

- (а) Перенесите чертеж 2 в свою тетрадь и обозначьте в точке O направления магнитных полей, действующих на стрелку компаса a : направление горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли, $B_{E\parallel}$, и направление индукции магнитного поля, B_I , создающего ток. (6 баллов)
- (б) Определите: направление тока в проводнике было направлением вверх ("от листа") или направлением вниз ("внутрь листа"). Обоснуйте свой ответ. (6 баллов)
- (в) Выразите $\tan(\alpha)$ как функцию I посредством r , $B_{E\parallel}$ и μ_0 . (6 баллов)

Дано: $r = 10\text{ cm}$, $\alpha = 37^\circ$.

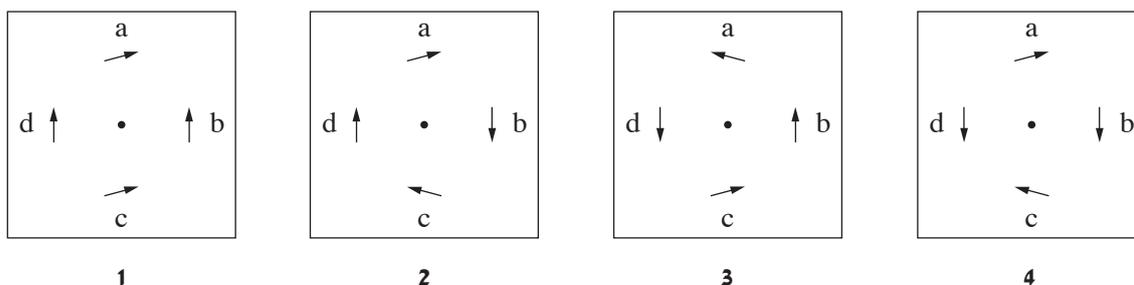
- (г) С помощью выражения, которое вы вывели в пункте (в), вычислите величину горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли, $B_{E\parallel}$, в районе проживания ученика. (5 баллов)

Обратите внимание: продолжение вопроса на следующей странице.

Ученик хотел проверить направления, на которые указывали стрелки компасов вследствие прохождения тока по проводнику. Для этого он постепенно увеличивал силу тока I вплоть до определенной величины и слегка тряс стол, на котором находились компасы.

Дано, что в компасе a стрелка установилась под углом α , и этот угол теперь равен 55° .

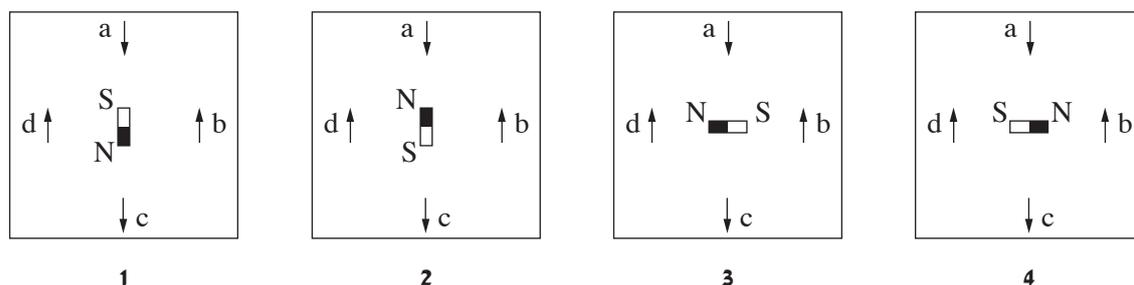
(7) Ниже приведены четыре чертежа 1-4, только один из которых верно описывает направления стрелок всех компасов.



Какой из чертежей верный? Обоснуйте свой ответ. (6 баллов)

В другом случае ученик извлек проводник и поместил в центре стола стержневой магнит.

(8) Ниже приведены четыре чертежа 1-4, лишь один из которых верно описывает направления стрелок всех компасов и стержневого магнита.

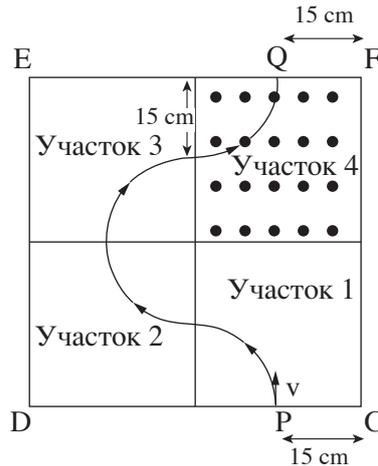


Определите, какой из чертежей верен. (4 $\frac{1}{3}$ балла)

5. Квадрат CDEF разделен на четыре участка 1-4 (смотрите чертеж).

Каждый из четырех участков – это квадрат, размеры которого $30\text{ cm} \times 30\text{ cm}$. В каждом участке присутствует однородное магнитное поле, индукция которого $B = 1\text{ T}$, а его направление перпендикулярно квадрату CDEF. На участке 4 поле "выходит из плоскости листа".

Заряженная частица κ проникает в область квадрата CDEF в точке P (смотрите чертеж), которая находится на расстоянии 15 cm от точки C, со скоростью, направленной перпендикулярно линии CD и направлению магнитного поля, и величиной $v = 3.6 \cdot 10^6\text{ m/s}$. Масса частицы $6.67 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$.



- (а) Положительным или отрицательным является электрический заряд частицы κ ? Обоснуйте свой ответ. (5 баллов)
- (б) Каковы направления магнитных полей в областях 1, 2, 3? (Укажите \times , если направление поля "внутри листа", и укажите \bullet , если направление поля "наружу из листа"). Обоснуйте свой ответ. (6 баллов)
- (в) Вычислите заряд частицы κ . (5 баллов)
- (г) На траектории движения частицы κ из точки P в точку Q изменяется ли вектор скорости частицы:
- (1) по направлению? Обоснуйте свой ответ.
 - (2) по величине? Обоснуйте свой ответ.
- (8 баллов)
- (д) Вычислите период времени, в течение которого частица κ движется из точки P в точку Q. (5 баллов)
- (е) В точке Q направляют на участок 4 одну за другой две частицы, λ и μ , с одним и тем же значением скорости ($v = 3.6 \cdot 10^6\text{ m/s}$) перпендикулярно к EF и к магнитному полю на участке 4. Массы обеих частиц λ и μ идентичны массе частицы κ . Заряд частицы λ идентичен заряду частицы κ , а заряд частицы μ противоположен заряду частицы κ . Какая из двух этих частиц – λ или μ – будет двигаться по траектории движения частицы κ ? Обоснуйте свой ответ. (Предположите, что отсутствует взаимодействие между частицами в ходе их движения в магнитных полях). (4 $\frac{1}{3}$ балла)

Индукция

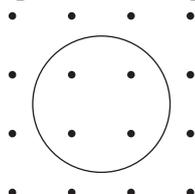
6. Дано магнитное поле \vec{B} , направление которого соответствует направлению оси x , а индукция которого изменяется как функция x по формуле: $B_x(x) = B_{0,x} - K \cdot x$.

Составляющими магнитного поля в других направлениях можно пренебречь.

Кольцо, сделанное из проводящего материала, помещают в точке $x = 0$. В момент времени $t_0 = 0$ его приводят в движение в положительном направлении оси x с постоянным ускорением a . На всем протяжении движения плоскость кольца перпендикулярна оси x .

На приведенном ниже чертеже изображено кольцо и составляющая магнитного поля B_x для определенной точки на оси x ($x > 0$).

Положительное направление оси x – направление "наружу из листа".



(8) Дано, что значение константы K равно 0.02 , согласно системе единиц SI (международная система единиц). Напишите, каковы единицы измерения данной константы K . (5 баллов)

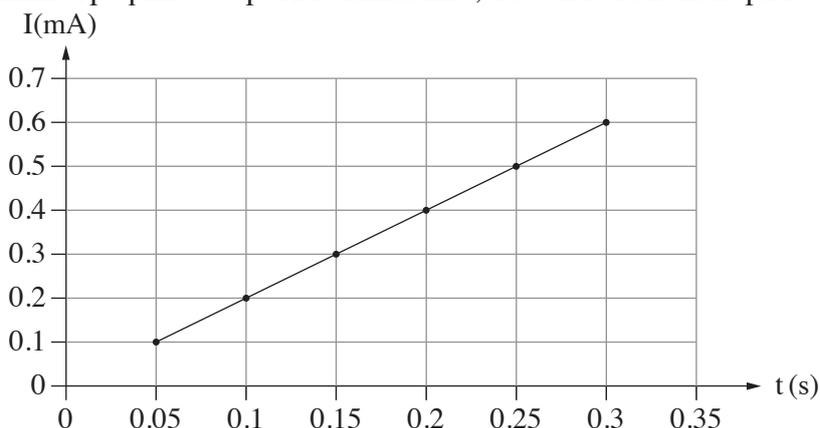
(9) Объясните, почему во время движения кольца по нему течет электрический ток. (6 баллов)

Площадь области внутри кольца равна A , а сопротивление кольца равно R .

(10) Выведите выражение для величины магнитного потока как функции времени t и параметров $B_{0,x}$, a , K и A . (7 баллов)

(11) Выведите выражение для силы тока в кольце как функции времени t и параметров R , a , K и A . (6 баллов)

Силу тока в кольце измеряли в различные моменты времени. Результаты измерений представлены на приведенном ниже графике. Обратите внимание, что сила тока измерялась в миллиамперах.



Дано: $a = 2 \frac{m}{s^2}$, $R = 0.04 \Omega$.

(12) Согласно угловому коэффициенту графика, вычислите площадь области A , заключенной внутри кольца. (5 баллов)

(13) Определите, в момент времени $t = 0.2s$ направление тока в кольце было в направлении часовой стрелки или против направления часовой стрелки. Обоснуйте свой ответ.

(4 $\frac{1}{3}$ балла)

Желаем успеха!