

Государство Израиль  
Министерство просвещения  
Тип экзамена: на аттестат зрелости  
Время проведения экзамена: лето 2019 года  
Номер вопросника: 036371  
Приложение: физические формулы и данные  
для уровня 5 единиц обучения  
Перевод на русский язык (5)

מדינת ישראל  
משרד החינוך  
סוג הבחינה: בגרות  
מועד הבחינה: קיץ תשע"ט, 2019  
מספר השאלון: 036371  
נספח: נוסחאות ונתונים בפיזיקה  
ברמה של 5 יח"ל  
תרגום לרוסית (5)

## Физика

### Электричество

## פיזיקה

### חשמל

#### Указания экзаменующимся

- 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.  
2. Физические формулы и данные, прилагающиеся к вопроснику.  
3. Двухязычный словарь по выбору ученика.
- ג. Особые указания:  
1. Ответьте на заданное количество вопросов. Ответы на дополнительные вопросы проверяться не будут. (Ответы будут проверяться в порядке их появления в экзаменационной тетради).  
2. При решении вопросов, требующих вычислений, запишите формулы, которыми вы пользуетесь. Если вы пользуетесь символом, которого нет на листах с формулами, запишите его определение словами. Подставьте соответствующие значения в формулы до того, как начнете производить вычисления. Запишите результат в соответствующих единицах. Отсутствие записи формул, или подстановки в них значений, или отсутствие единиц измерения 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  $10 \text{ m/s}^2$  как ускорение свободного падения.  
5. Пользуйтесь ручкой. Запись ответов карандашом или использование типекса не позволят подать апелляцию. Карандаш можно использовать только для чертёжей.

#### הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעתים.  
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.  
2. נספח נוסחאות ונתונים 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 שאתה משתמש בהן. כאשר אתה משתמש בסימן שאינו בדפי הנוסחאות, כתוב במילים את פירושו הסימן. לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות המתאימות. אי-רישום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה או אי-רישום היחידות עלולים להפחית נקודות מן הציון.  
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  $10 \text{ m/s}^2$  לתאוצת הנפילה החופשית.  
5. כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור. מותר להשתמש בעיפרון לסרטטים בלבד.

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

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

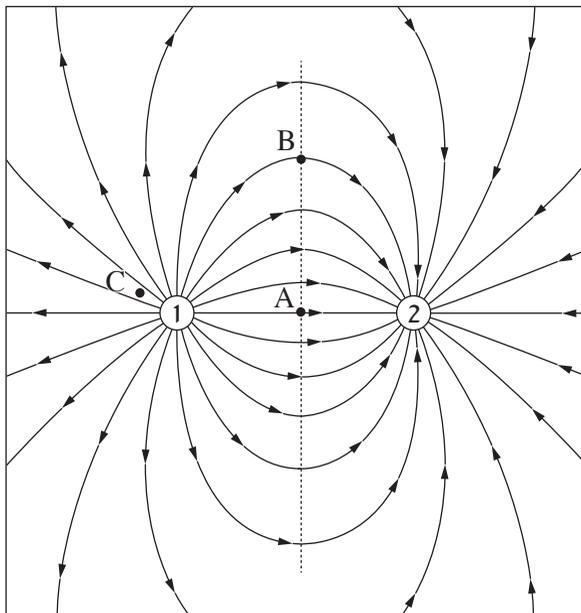
בהצלחה!

## 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. Ниже приведен чертеж системы, в которой есть два электрических заряда, заряд 1 и заряд 2, находящиеся в вакууме, и силовые линии электрического поля системы. В данном вопросе потенциальная электрическая энергия в бесконечности равна нулю.



(а) Дайте определение понятию "силовая линия электрического поля". (5 баллов)

(б) Пользуясь чертежом, объясните, почему величины данных зарядов равны по абсолютному значению. (4 балла)

Точка А является серединой отрезка, соединяющего два данных заряда.

(в) (1) Равна ли нулю напряженность поля двух данных зарядов в точке А ?

Объясните свой ответ.

(2) Равен ли нулю электрический потенциал в точке А ? Объясните свой ответ.

(8 баллов)

Точка В расположена на серединном перпендикуляре к отрезку, соединяющему два данных заряда.

(г) Если бы в точке В поместили точечный отрицательный заряд, то каким было бы направление электрической силы, действующей на заряд в данной точке? Обоснуйте свой ответ. (4  $\frac{1}{3}$  балла)

(д) Где значение напряженности электрического поля выше: в точке А или в точке С ?

Обоснуйте свой ответ. (4 балла)

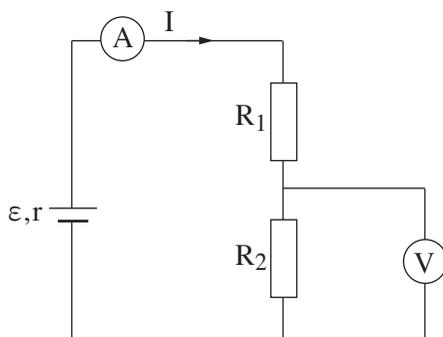
Дано: абсолютное значение величины каждого из двух данных зарядов составляет  $10^{-8}\text{C}$ , а расстояние между ними равно 6 см.

(е) Вычислите потенциальную электрическую энергию данной системы зарядов (относительно бесконечности). (8 баллов)

*/продолжение на странице 3/*

2. На чертеже 1 изображена электрическая цепь, состоящая из источника напряжения, ЭДС которого  $\varepsilon = 90V$ , а внутреннее сопротивление  $r = 50\Omega$ , резистора с сопротивлением  $R_1 = 1000\Omega$ , резистора с сопротивлением  $R_2$  и двух идеальных измерительных приборов – вольтметра и амперметра.

Оба резистора сделаны из одного и того же проводника и отличаются друг от друга только по длине. Длина резистора  $R_2$  составляет 0.75 от длины резистора  $R_1$ .



Чертеж 1

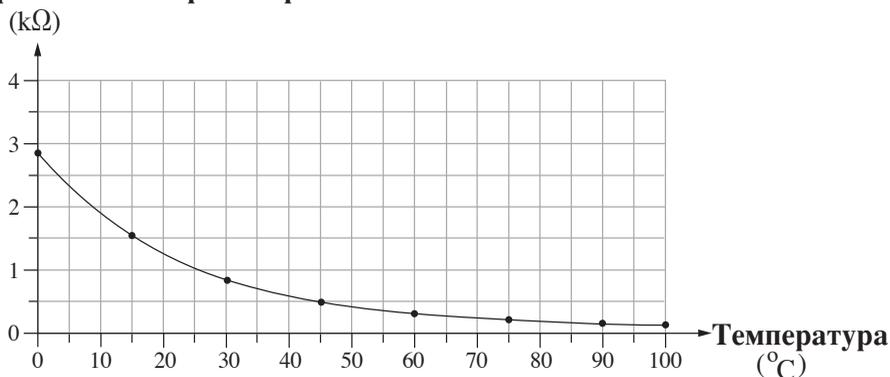
- (а) Вычислите внешнее сопротивление цепи. (5 баллов)
- (б) Вычислите величину, которую показывает амперметр, и величину, которую показывает вольтметр. (9 баллов)
- (в) Вычислите количество заряда, проходящее через амперметр в течение одной минуты. (5 баллов)

В пищевой промышленности требуется измерять температуру пищи. Для этого используют термистор – прибор, электрическое сопротивление которого изменяется как функция температуры.

Устанавливают термистор в электрической цепи, изображенной на чертеже 1, вместо резистора  $R_1$ .

Сопротивление термистора как функция его температуры изображено на чертеже 2.

Сопротивление термистора



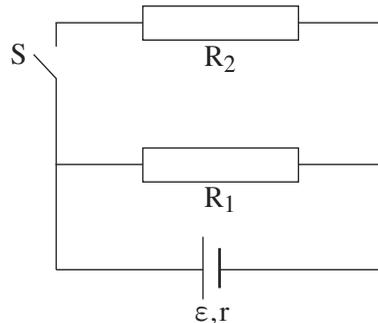
Чертеж 2

Температуру термистора вычисляют по напряжению, которое показывает вольтметр.

- (г) Вычислите температуру термистора, когда вольтметр показывает  $V_{R_2} = 52V$ . ( $7\frac{1}{3}$  балла)
- Теперь возвращают резистор  $R_1$  на место термистора и заменяют идеальный вольтметр **неидеальным** вольтметром.

- (д) Значение, которое показывает амперметр, увеличится, уменьшится или не изменится? Обоснуйте свое утверждение. (7 баллов) /продолжение на странице 4/

3. Ниже приведен чертеж электрической цепи, состоящей из источника напряжения, ЭДС которого  $\varepsilon = 36V$  и внутреннее сопротивление которого  $r = 6\Omega$ , резистора с сопротивлением  $R_1 = 12\Omega$ , резистора с сопротивлением  $R_2$ , выключателя  $S$  и соединительных проводов, сопротивлением которых можно пренебречь.



Выключатель  $S$  разомкнут.

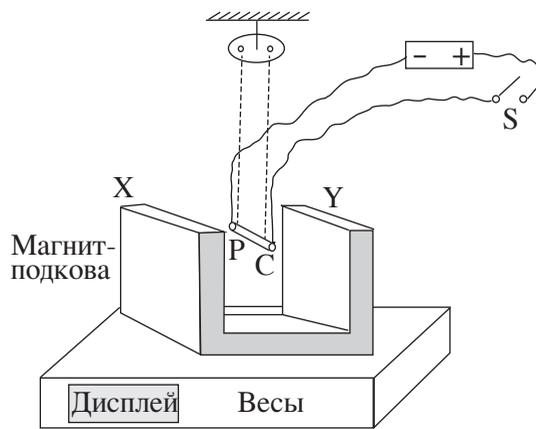
- (а) Вычислите количество энергии, которое выделяется на резисторе  $R_1$  за период времени  $\Delta t = 200s$ . (5 баллов)
- (б) Вычислите КПД данной цепи. (6 баллов)
- (в) Выразите внешнюю мощность данной цепи,  $P$ , посредством  $\varepsilon$ ,  $r$  и  $I$  ( $I$  – сила тока, который течет в источнике напряжения). (5 баллов)

Замыкают выключатель  $S$ . Сила тока, который течет в источнике напряжения, изменяется, но внешняя мощность цепи не изменяется.

- (г) С помощью своего ответа на вопрос пункта (в) вычислите силу тока, который течет в источнике напряжения после замыкания выключателя. (8 баллов)
- (д) Определите, увеличивается, уменьшается или не изменяется КПД цепи после замыкания выключателя. Обоснуйте свое утверждение. (6 баллов)
- (е) Какая из единиц измерения 1-5 является единицей мощности? Обоснуйте свое утверждение. ( $3\frac{1}{3}$  балла)

1.  $\frac{N}{C}$
2.  $\frac{C^2 \cdot \Omega}{s^2}$
3.  $J \cdot s$
4.  $V \cdot C$
5.  $kW \cdot h$

4. На чертеже 1 изображена система для измерения магнитного поля, создаваемого магнитом в форме подковы. В данной системе проводящий стержень РС подвешен между полюсами X и Y подковообразного магнита и параллельно им. Стержень РС является частью электрической цепи, состоящей из источника напряжения, выключателя S и идеальных соединительных проводов. Масса магнита составляет  $m$ , и он установлен на дигитальных весах. Между полюсами данного магнита создается однородное магнитное поле  $B$ .



Чертеж 1

При ответе на данный вопрос следует пренебречь магнитным полем Земли и силами, действующими на проводники.

При замыкании выключателя S через стержень РС течет ток  $I$ , и значение, которое показывают весы, увеличивается.

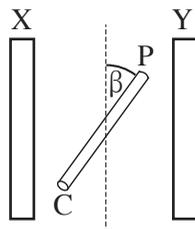
- (а) Определите направление силы, с которой магнитное поле действует на стержень РС : вверх или вниз. Обоснуйте свое утверждение. (5 баллов)
- (б) Определите, каково направление магнитного поля:  $X \rightarrow Y$  или  $Y \rightarrow X$ . Приведите свои соображения. (5 баллов)

**Обратите внимание:** подолжение вопроса на следующей странице.

В ходе опыта стержень PC вращают в горизонтальной плоскости под углом  $\beta$  относительно его начального местоположения (смотрите чертеж 2, вид сверху).

В ходе опыта через стержень течет постоянный ток  $I = 15\text{A}$ . Длина стержня PC  $\ell = 4\text{cm}$ .

Для различных значений угла  $\beta$  получают показания весов F в единицах измерения ньютон (N).



Чертеж 2

Ниже в таблице приведены некоторые из результатов опыта:

$\beta(^{\circ})$	0	36	48	72	90	120
$\cos \beta$	1	0.81	0.67	0.31	0	- 0.5
<b>F(N)</b>	0.88	0.80	0.70	0.56	0.40	0.18

- (א) Начертите в своей тетради график, описывающий показания весов F как функцию  $\cos \beta$ . (8 баллов)
- (ב) Выразите при помощи параметров  $B$ ,  $\ell$ ,  $I$ ,  $m$ ,  $g$  ( $g$  – величина ускорения свободного падения) связь между показанием весов F и  $\cos \beta$ . (6 баллов)
- (ג) Выразите индукцию магнитного поля  $B$ , используя полученный график и выражения, которое вы вывели. (5 баллов)
- (ד) Вычислите массу магнита,  $m$ . ( $4\frac{1}{3}$  балла)

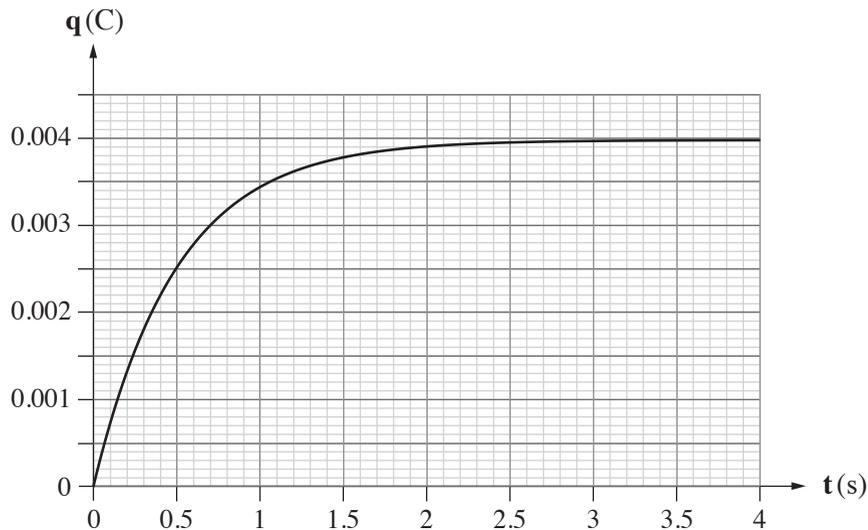
### Электроемкость

5. Ученик провел опыт, в ходе которого заряжался конденсатор в последовательной электрической цепи. Эта цепь состоит из конденсатора емкостью  $C$ , батарейки, ЭДС которой равна  $\varepsilon$ , а ее внутренним сопротивлением можно пренебречь, резистора с сопротивлением  $R = 1000\Omega$ , выключателя и идеальных соединительных проводов.

(\*) Начертите эту электрическую цепь. (3 балла)

Ученик измерял количество заряда в конденсаторе как функцию времени. Результаты измерений представлены на чертеже ниже.

#### Количество заряда в конденсаторе как функция времени



(а) На чертеже можно видеть, что наклон касательных к данной кривой уменьшается как функция времени.

(1) Каков физический смысл наклона касательных к данной кривой?

(2) Какова физическая причина того, что наклон касательных уменьшается?

(9 баллов)

Формула, которая описывает количество заряда,  $q$ , в конденсаторе в ходе его зарядки как функцию времени  $t$ :

$$q(t) = \varepsilon \cdot C \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

Напомним, что  $\tau$  – это константа времени.

(а) Используя данную формулу, докажите, что после того как с момента начала зарядки прошел период времени, равный константе времени  $\tau$ , количество заряда в конденсаторе составило примерно 63% от максимального количества. (5 баллов)

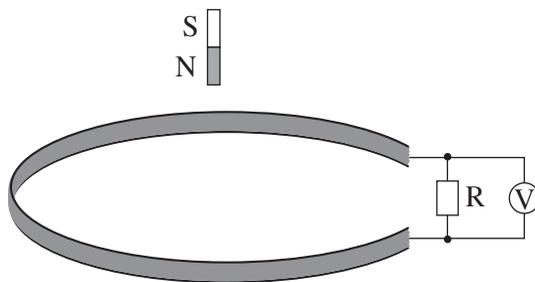
(т) Каково значение константы времени в опыте, который провел ученик? Объясните. (6 баллов)

(п) Вычислите емкость данного конденсатора. (5 баллов)

(и) Вычислите ЭДС батарейки. ( $5\frac{1}{3}$  балла) /продолжение на странице 8/

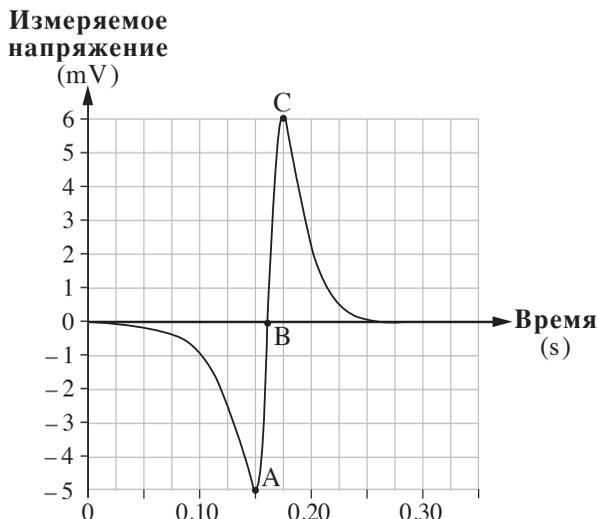
## Индукция

6. Магнит отпускают в точке, находящейся над проводящей кольцевой рамкой (смотрите чертеж 1). Предположим, что во время своего падения магнит не вращается и магнитными силами, действующими на него, можно пренебречь. Таким образом, падение магнита можно приблизительно определить как "свободное падение". Рамка присоединена к электрической цепи, состоящей из резистора  $R$  и датчика напряжения  $V$ , присоединенного к компьютеру. Датчик измеряет напряжение между концами резистора.



Чертеж 1

Во время падения магнита на дисплее компьютера получается график, изображённый на приведенном чертеже 2 .



Чертеж 2

**Обратите внимание: пункты вопроса на следующей странице.**

Воспользуйтесь законом Фарадея, или законом Ленца, или обоими законами, чтобы ответить на вопросы следующих пунктов:

- (א) Объясните, почему на концах резистора возникает напряжение. (5 баллов)
- (ב) Каково направление индуцированного магнитного поля, возникающего внутри рамки в ходе сближения магнита с рамкой? Объясните свой ответ. (6 баллов)
- (ג) Во время движения магнита измеренное напряжение изменяется от отрицательного к положительному. Объясните почему. (5 баллов)
- (ד) Максимальное напряжение, измеренное при выходе магнита из рамки (точка С на графике), больше абсолютного значения напряжения, существовавшего в момент его вхождения в рамку (точка А на графике). Объясните почему. (7 баллов)
- (ה) Вне связи с данными вопроса, покажите, что магнитный поток можно представить в единицах  $V \cdot s$  (вольт, умноженный на секунду). (5 баллов)
- (ו) С помощью графика вычислите приблизительно изменение значения магнитного потока в ходе движения магнита в течение первых 0.15 секунд. ( $5\frac{1}{3}$  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.