

ОБСУЖДЕНО и
ПРИНЯТО к утверждению
М. А. Цветкова
Председатель МС
Протокол №1
от 31.08 2023 года

УТВЕРЖДЕНО
Приказом директора № 370 от
« 31 » 08. 2023 года
Директор школы
В. В. Кокоткина

Дополнительная общеразвивающая программа
естественно-научной направленности
«За страницами учебника физики»

11а класс

срок реализации программы: 1 год

программу разработала: **Афонина М. Н.,**
учитель физики

г. Светогорск
2023 г.

Нормативно-правовая база конструирования программы

- Федеральным законом Российской Федерации от 29.12.2012 №273-ФЗ (ред. 21.07.2014 года) «Об образовании в Российской Федерации»;
- Концепцией развития дополнительного образования детей (утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 04 сентября 2014 года №1726-р);
- Санитарно-эпидемиологическими правилами (СанПиН 2.4.2.2821-10) «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях», утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 29.12.2010 №189 (в ред. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ №28 от 28.09.2020);
- Приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 09.11.2018 №196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».

Цели курса:

1. углубление, систематизация и расширение знаний по физике;
2. развитие интеллектуальных способностей учащихся;
3. создание условий для самореализации учащихся в процессе учебной деятельности.

Задачи курса:

1. научить применять знания по физике для объяснения явлений природы, свойств вещества, решения физических задач, самостоятельного приобретения и оценки новой информации физического содержания.
2. развить физическую интуицию, выработать определенную технику, чтобы быстро улавливать физическое содержание задачи;
3. обучить учащихся обобщенным методам решения вычислительных, графических, качественных и экспериментальных задач как действенному средству формирования физических знаний и учебных умений;
4. способствовать развитию мышления учащихся, их познавательной активности и самостоятельности, формированию современного понимания науки;

Актуальность и практическая значимость программы определена тем, что она является важнейшей подготовкой к ЕГЭ.

Программа поможет сформировать у обучающихся целостное мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и общественной практики; развить умение соотносить свои действия с планируемыми результатами, умение определять понятия, устанавливать аналогии, классифицировать, устанавливать причинно-следственные связи, строить логическое рассуждение, умозаключение и делать

выводы; сформировать понимание возрастающей роли естественных наук и научных исследований в современном мире, постоянного процесса эволюции научного знания.

Программа построена таким образом, что возможны различные формы занятий: консультация учителя, выступление учеников, подробное объяснение примеров решения задач, коллективная постановка экспериментальных задач, индивидуальная и коллективная работа по составлению задач, конкурс на составление лучшей задачи, знакомство с различными источниками информации и т. д.

Программа адресована учащимся 11-х классов.

Срок реализации программы – 1 год.

Учебно-тематическое планирование

«Методы решения физических задач»

11 класс – 36 часов

№	Содержание занятий	Кол-во час		
1. Электродинамика (15 часов)				
1.1	Особенности решения задач по электростатике. Задачи на применение принципа суперпозиции полей	2		
1.2	Задачи на применение законов постоянного тока. Расчет электрических цепей	2		
1.3	Применение закона Ома для полной цепи.	2		
1.4	Решение задач на расчет характеристик магнитного поля.	1		
1.5	Задачи на расчет сил Ампера и Лоренца.	1		
1.6	Применение правил правой и левой руки.	1		
1.7	Задачи на определение ЭДС индукции и на применение правила Ленца...	2		
1.8	Задачи по теме «Электромагнитные колебания». Расчет цепей переменного тока.	1		
1.9	Применение правил дифференцирования при решении задач по теме «Электромагнитные колебания и волны».	1		
1.10	Задачи на применение законов оптики.	2		
2. Квантовая физика (6 часов)				
2.1	Решение задач на законы фотоэффекта.	2		
2.2	Задачи на расчет энергии связи, дефекта масс.	1		
2.3	Расчет энергетического выхода ядерных реакций.	1		
2.4	Задачи на закон радиоактивного распада.	2		
3. Раздел «Исследовательские задачи» (6 часов)				
3.1	Определение отношения к структуре и процессу решения исследовательских задач.	1		

3.2	Решение исследовательских задач	5		
4. Раздел «Готовимся к ЕГЭ» (7 часов)				
4.1	Решение задач повышенной сложности.	5		
5. Раздел. Итоговое занятие (2 часа)				
5.1	Итоговое тестирование	2		

Содержание программы

№	Наименование раздела, темы	Содержание курса внеурочной деятельности	Характеристика основных видов деятельности	Формы организации внеурочной деятельности
11 класс				
1	1. Раздел. «Электродинамика»	Особенности решения задач по электростатике. Задачи на применение принципа суперпозиции полей. Задачи на применение законов постоянного тока. Расчет электрических цепей. Применение закона Ома для полной цепи. Решение задач на расчет характеристик магнитного поля. Задачи на расчет сил Ампера и Лоренца. Применение правил правой и левой руки. Задачи на определение ЭДС индукции и применение правила Ленца. Электромагнитные колебания. Расчет цепей переменного тока. Применение правил дифференцирования при решении задач по теме «Электромагнитные колебания и волны». Задачи на применение законов оптики.	Анализ задач из раздела электродинамика, актуализация теоретических знаний, выдвижение гипотез, аргументация, обоснование решения, поиск новых вариантов решения задач Решение тестовых задач	Аукцион идей, беседа, работа в группах, индивидуальная работа, практическая работа.
2	2. Раздел «Квантовая физика»	Решение задач на законы фотоэффекта. Задачи на расчет энергии связи, дефекта масс. Расчет энергетического выхода ядерных реакций. Задачи на закон радиоактивного распада.	Анализ задач из раздела «Квантовые явления», актуализация теоретических знаний, выдвижение гипотез, аргументация, обоснование решения, поиск новых вариантов решения задач Решение тестовых задач	Аукцион идей, беседа, работа в группах, индивидуальная работа, деловая игра,
3	3. Раздел «Исследовательские задачи»	Определение отношения к структуре и процессу решения исследовательских задач. Решение исследовательских задач.	Анализ задач, целеполагание, планирование и прогнозирование, осуществление деятельности по	Мозговой штурм, организация рабочих групп, самостоятельная работа

			решению исследовательских задач, определение возможных форм презентации, составление логико-смысловых моделей, выдвижение гипотез. Поиск различных вариантов решения одной задачи. Конструирование задач. Презентация продукта.	учащихся, групповой обмен впечатлениями
4	4. Раздел «Готовимся к ЕГЭ»	Решение задач повышенной сложности.	Анализ задач, аргументация, обоснование решения, поиск различных вариантов решения задач.	Мозговой штурм, индивидуальная работа
5	5. Раздел. Итоговое занятие	Итоговое тестирование	Решение тестовых задач	зачет

Методическое обеспечение программы

Оборудование и приборы

1. Шкала электромагнитных волн.
2. Таблица единиц СИ.
3. Оборудование по физике, допущенное Министерством Образования РФ.
4. Компьютер.
5. Экран.
6. Проектор.
7. Документ-камера.

Планируемые результаты освоения программы

Личностные:

- развить индивидуальные, творческие способности учащихся, коммуникативные навыки;
- сформировать мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки;
- сформировать способность к образованию, самообразованию, сознательное отношение к непрерывному образованию;
- сформировать навыки сотрудничества со сверстниками, готовность к самостоятельной, творческой и ответственной деятельности.

Метапредметные:

- сформировать умение самостоятельно определять цели и составлять планы деятельности; самостоятельно осуществлять, контролировать и корректировать деятельность;

использовать все возможные ресурсы для достижения поставленных целей и реализации планов деятельности;

- развить умение продуктивно общаться и взаимодействовать в процессе совместной деятельности, учитывать позиции других участников деятельности.
- развить способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения задач различного типа, умение ориентироваться в различных источниках информации, умение использовать ИКТ для решения стоящих задач;
- сформировать умение самостоятельно оценивать и принимать решения;
- развить умение познавательной рефлексии как осознания совершаемых действий и мыслительных процессов, их результатов и оснований, границ своего знания и незнания, новых познавательных задач и средств их достижения.

Предметные:

- сформировать мыслительные операции, необходимые при решении задач: целесообразность (осознание результата), конструктивность (описание физических объектов), последовательность (удержание в сознании общего плана решения), завершенность (получение реальных ответов)
- развить умение решать физические задачи, уверенно пользоваться физической теорией при решении задач различного типа, объяснять полученные результаты.
- сформировать навыки решения типовых задач с подтекстом, решения задач повышенной сложности, решения одной задачи несколькими способами.

Литература для учителя:

1. В.А. Орлов, Ю.А. Сауров. Методы решения физических задач, М. Дрофа. 2005.
2. Л.А. Кирик, Л.Э. Генденштейн, Задачи по физике для средней школы, М. Илекса, 2009.
3. Н. К. Ханнанов. Готовимся к итоговой аттестации. М., Интеллект-Центр, 2019.
4. ЕГЭ. Физика. Банк заданий. 1000 задач. М.: Издательство «Экзамен», 2019.
5. М. Ю. Демидова, В. А. Грибов, А. И. Гигало, ЕГЭ - 2020. Физика. М., Национальное образование, 2022.
6. Е. В. Лукашева, Н. И. Чистякова. ЕГЭ-2020. Физика. М.: Издательство «Экзамен», 2022.

Литература для учащихся:

1. В.А Касьянов, Физика 11, М. Дрофа. 2016.
2. Л.А. Кирик, Л.Э. Генденштейн. Задачи по физике для средней школы, М. Илекса, 2009.
3. ЕГЭ. Физика. Банк заданий. 1000 задач. М.: Издательство «Экзамен», 2019.
4. М. Ю. Демидова, В. А. Грибов, А. И. Гигало, ЕГЭ - 2020. Физика. М., Национальное образование, 2022.
5. Е. В. Лукашева, Н. И. Чистякова. ЕГЭ-2020. Физика. М.: Издательство «Экзамен», 2022.

Требования к выполнению лабораторных работ или опыта – исследования

- Аккуратность оформления (описание) работы
- Наличие рисунка (схемы) установки с обозначением измеряемых величин
- Наличие правильных измерений (оформление измерений в таблице, в виде графика)
- Наличие правильных вычислений или анализ наблюдения
- Наличие развернутого вывода, отражающего сущность изучаемого явления с указанием конкретных результатов

Требования к защите проекта

- Материал доступен и научен, идеи раскрыты. Качественное изложение содержания: четкая, грамотная речь, пересказ текста (допускается зачитывание цитат); наиболее важные понятия, законы и формулы диктуются для записи.
- Наглядное представление материала (с использованием схем, чертежей, рисунков, использование презентации)
- Использование практических мини-исследований (показ опыта)
- Качественные ответы на вопросы слушателей по теме
- Четко сформулированы выводы

Требования к работе за круглым столом, участию в конференции

- Представление сообщения в доступной краткой форме. Качественное изложение содержания: четкая, грамотная речь, пересказ текста (допускается зачитывание цитат).
- Наличие дополнений по прослушиваемой теме
- Наличие вопросов докладчикам с целью уточнения непонятных моментов
- Качественные ответы на вопросы других обучающихся

Фрагмент выполнения экспериментального задания по теме «Моделирование силовых линий магнитного поля»

А) Магнитная стрелка и постоянный магнит



Б) Магнитное поле постоянного прямого магнита



В) Магнитное поле постоянного дугообразного магнита



Г) Магнитное поле прямого тока



Д) Магнитное поле витка с током

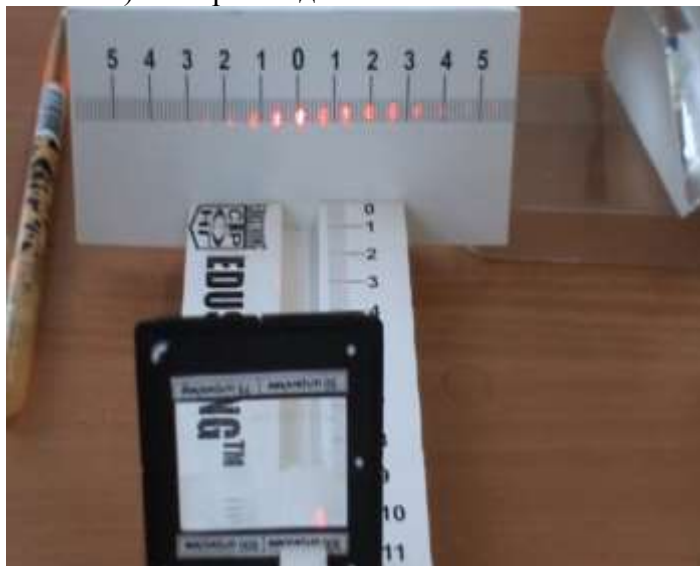


Вывод

Силовые линии магнитного поля замкнуты, поэтому поле называют вихревым. Форма силовых линий зависит от формы магнита: силовые линии направлены от одного (северного) полюса к другому - противоположному (южному). По густоте силовых линий можно судить о величине магнитной индукции: чем больше густота линий, тем больше магнитная индукция в данной точке. Вектор магнитной индукции направлен по касательной к силовой линии, также как магнитная стрелка компаса.

**Фрагмент выполнения экспериментального моделирования по теме
«Вычисление длины световой волны»**

А) Измерение длины световой волны



Защита проекта

В работе для определения длины световой волны используется дифракционная решетка с периодом

$d = 0,01\text{мм}$ (период указан на решетке).

Если смотреть сквозь решетку и прорезь на источник света, то на черном фоне экрана можно наблюдать по обе стороны от щели дифракционные спектры 1-го, 2-го и т. д. порядков.

Длина волны λ определяется по формуле

$$\lambda = \frac{d \cdot \sin \varphi}{k}$$

где d - период решетки,

k - порядок спектра,

φ - угол, под которым наблюдается максимум света соответствующего цвета.

Поскольку углы, под которыми наблюдаются максимумы 1-го и 2-го порядков, не превышают 5° , можно вместо синусов углов использовать их тангенсы. Из рисунка 8 видно, что

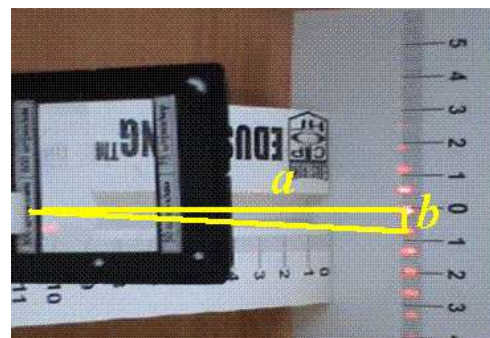
$$\text{tg } \varphi = \frac{b}{a}$$

Расстояние a отсчитывают по линейке от решетки до экрана, расстояние b - по шкале экрана от щели до выбранной линии спектра.

Тогда формула для определения длины волны имеет вид:

$$\lambda = \frac{d \cdot b}{k \cdot a}$$

В нашем случае, мы получили длину волны: $\lambda \approx 8 \cdot 10^{-7} \text{ м}$.



Фрагмент экспериментального моделирования качественной задачи по теме «Поток вектора магнитной индукции. Явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции»

(Открытый банк заданий ЕГЭ по физике) Намагниченный стальной стержень начинает свободное падение с нулевой начальной скоростью из положения, изображённого на рис. 1. Пролетая сквозь закреплённое проволочное кольцо, стержень создаёт в нём электрический ток, сила которого изменяется со временем так, как показано на рис. 2.

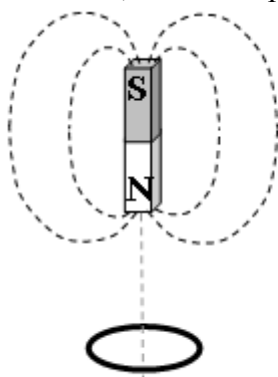


Рис. 1

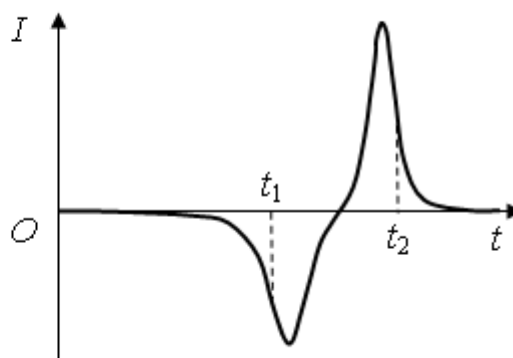


Рис. 2

Почему в моменты времени t_1 и t_2 ток в кольце имеет различные направления? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Влиянием тока в кольце на движение магнита пренебречь.

Проведем экспериментальное моделирование задачи, внимательно наблюдая за скоростью падения магнита в кольце:

В начальный момент магнит находится далеко от кольца, поэтому линии поля B практически не пересекают проводник. По мере приближения к кольцу поле растёт, и его линии начинают пересекать проводник, вызывая ЭДС индукции. Скорость магнита также растёт с течением времени, поэтому ЭДС быстро возрастает по мере приближения северного полюса магнита к плоскости кольца, поскольку густота линий увеличивается, т.е. растёт магнитный поток Φ , что приводит к росту модуля ЭДС и модуля силы тока. Когда полюс магнита, пройдя через плоскость кольца, начинает удаляться от проводника, то количество пересекаемых линий уменьшается. Поэтому, несмотря на возрастание скорости, модуль ЭДС падает. В тот момент, когда через плоскость кольца проходит середина магнита, линии поля перпендикулярны плоскости. Проводник в этот момент «скользит» по линиям поля, не пересекая их. Поток вектора магнитной индукции в этот момент достигает максимального значения. При этом сила тока обращается в нуль.

При дальнейшем движении магнита поток начинает уменьшаться, а линии оказываются вновь направлены под углом к плоскости кольца и пересекаются им при движении. Это приводит к возникновению ЭДС, направление которой изменяется на противоположное, поскольку количество линий, оказавшихся внутри контура, уменьшается, а значит, поток поля теперь не увеличивается, а уменьшается. Соответственно, возникает индукционный ток, направленный в противоположную сторону, увеличивающийся по мере приближения южного полюса к плоскости кольца. Поскольку скорость магнита теперь гораздо больше, чем при прохождении северного полюса, ЭДС значительно больше, а значит, и модуль силы тока оказывается больше, чем в начале движения. Пройдя максимум, поле магнита начинает уменьшаться по мере удаления южного полюса от плоскости кольца, что приводит к уменьшению силы тока до нуля тогда, когда магнит оказывается на большом расстоянии от кольца.

Запись решения задачи

1. Индукционный ток в кольце вызван ЭДС индукции, возникающей при пересечении проводником линий магнитного поля. По закону индукции Фарадея

$$\varepsilon = \frac{-\Delta\Phi}{\Delta t}$$

ЭДС пропорциональна скорости изменения магнитного потока Φ , т.е. количеству линий, пересекаемых кольцом в секунду. Она тем выше, чем больше скорость движения магнита. Сила тока I , в соответствии с законом Ома для замкнутой цепи, пропорциональна ЭДС индукции ε :

$$I = \frac{\varepsilon}{R}$$

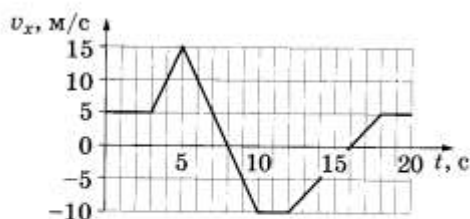
2. В момент времени t_1 к кольцу приближается магнит, и магнитный поток увеличивается. В момент t_2 магнит удаляется, и магнитный поток уменьшается. Следовательно, ток имеет различные направления.

ВАРИАНТ 25

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

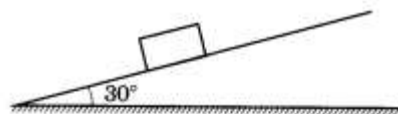
- 1** На рисунке приведён график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t .



Определите проекцию a_x ускорения этого тела в интервале времени от 5 до 10 с.

Ответ: _____ м/с².

- 2** Брусok покоится на наклонной плоскости, образующей угол 30° с горизонтом. Сила трения покоя равна 0,5 Н. Определите силу тяжести, действующую на брусok.



Ответ: _____ Н.

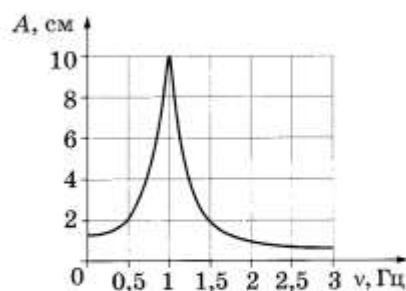
- 3** Отношение импульса автокрана к импульсу легкового автомобиля $\frac{p_1}{p_2} = 1,8$. Каково отношение их масс $\frac{m_1}{m_2}$, если отношение скорости автокрана к скорости легкового автомобиля $\frac{v_1}{v_2} = 0,3$?

Ответ: _____.

- 4 На рисунке изображена зависимость амплитуды установившихся колебаний маятника от частоты вынуждающей силы (резонансная кривая). Частота вынуждающей силы вначале была равна 0,5 Гц, а затем стала равна 1,0 Гц.

Во сколько раз изменилась при этом амплитуда установившихся вынужденных колебаний маятника?

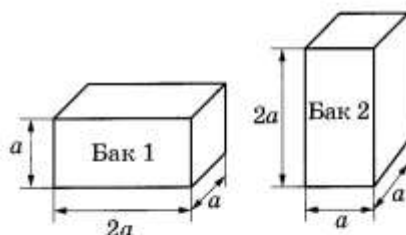
Ответ: в _____ раз(-а).



- 5 На полу лифта расположены два одинаковых металлических бака, в которые доверху налито подсолнечное масло (см. рисунок).

Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения и укажите их номера.

- 1) Давление масла на дно первого бака в 2 раза меньше, чем у второго.
- 2) Оба бака давят на пол лифта с одинаковой силой.
- 3) Сила давления масла на дно первого бака в 2 раза больше, чем у второго.
- 4) Оба бака оказывают на пол лифта одинаковое давление.
- 5) Если лифт начнёт движение вверх с ускорением 4 м/с^2 , давление масла на дно баков уменьшится на 40 %.



Ответ:

- 6 Мальчик бросил стальной шарик вверх под углом к горизонту. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите, как меняются по мере приближения к земле полная механическая энергия шарика и модуль вертикальной составляющей его скорости.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Полная механическая энергия шарика	Модуль вертикальной составляющей скорости шарика

- 7 Один конец лёгкой пружины жёсткостью k прикреплен к бруску, а другой закреплён неподвижно. Брусок скользит по горизонтальной направляющей так, что его координата изменяется со временем по закону $x(t) = A \sin \omega t$.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимость от времени.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) кинетическая энергия бруска $E_k(t)$

Б) проекция $a_x(t)$ ускорения бруска ось x

ФОРМУЛЫ

1) $-kA \sin \omega t$

2) $\frac{kA^2}{2} \cos^2 \omega t$

3) $-A\omega^2 \sin \omega t$

4) $\frac{kA^2}{2} \sin^2 \omega t$

Ответ:

А	Б

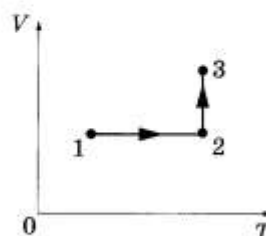
- 8 В сосуде содержится гелий под давлением 150 кПа. Концентрацию гелия увеличили в 2 раза, а среднюю кинетическую энергию теплового движения его молекул уменьшили в 3 раза. Определите установившееся давление газа.

Ответ: _____ кПа.

- 9 Кусок металла удельной теплоёмкостью 500 Дж/(кг · К) нагрели от 20 °С до 100 °С, затратив количество теплоты, равное 160 кДж. Чему равна масса этого куска металла?

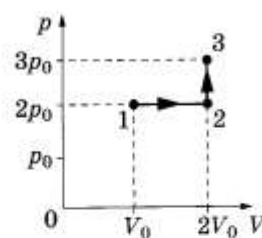
Ответ: _____ кг.

- 10 Идеальный одноатомный газ участвует в процессе 1–2–3, график которого приведён на рисунке (V — объём газа, T — абсолютная температура газа). Масса газа в ходе процесса не меняется. В процессе 1–2 газу сообщают количество теплоты, равное 15 кДж. Определите изменение внутренней энергии в процессе 1–2.



Ответ: _____ кДж.

- 11** Идеальный газ перевели из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на графике зависимости давления p газа от объёма V . Количество вещества газа при этом не менялось.



Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения, характеризующих процессы на графике.

- 1) Абсолютная температура газа максимальна в состоянии 3.
- 2) В процессе 1–2 абсолютная температура газа увеличилась в 2 раза.
- 3) В процессе 2–3 абсолютная температура газа уменьшилась в 1,5 раза.
- 4) Плотность газа минимальна в состоянии 1.
- 5) В ходе процесса 1–2–3 среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа увеличилась в 3 раза.

Ответ:

- 12** Температуру нагревателя тепловой машины Карно уменьшили, оставив температуру холодильника прежней. Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и количество теплоты, полученное газом за цикл от нагревателя?

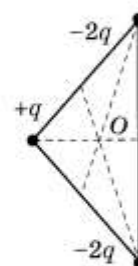
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

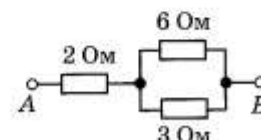
КПД тепловой машины	Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл работы

- 13** В вершинах равнобедренного треугольника расположены точечные заряды $-2q$, $+q > 0$ и $-2q$ (см. рисунок). Куда направлен относительно рисунка (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор напряжённости результирующего электростатического поля в точке O — точке пересечения медиан треугольника? Ответ запишите словом (словами).



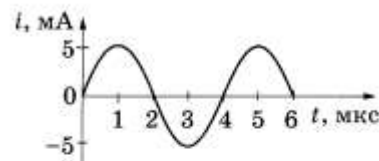
Ответ: _____.

- 14** Определите сопротивление участка цепи, изображённого на схеме, между точками A и B .



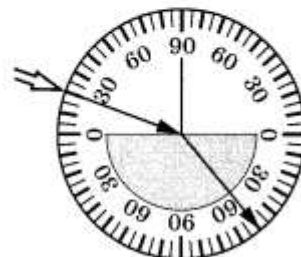
Ответ: _____ Ом.

- 15 На рисунке приведён график зависимости силы тока i от времени t при свободных гармонических колебаниях в колебательном контуре. Каким станет период свободных колебаний в контуре, если конденсатор в этом контуре заменить на другой конденсатор, ёмкость которого в 4 раза меньше?



Ответ: _____ мкс.

- 16 Школьник, изучая законы геометрической оптики, провёл опыт по преломлению света (см. рисунок). Для этого он направил узкий пучок света на стеклянную пластину.



Пользуясь таблицей, выберите из приведённого ниже списка **два** правильных утверждения, описывающих наблюдаемое явление.

угол α	20°	40°	50°	70°
$\sin \alpha$	0,34	0,64	0,78	0,94

- 1) Угол падения равен 70° .
- 2) Показатель преломления стекла равен примерно 1,47.
- 3) Угол преломления равен 50° .
- 4) В стекле скорость света больше, чем в воздухе.
- 5) Угол отражения равен 20° .

Ответ: ☐ ☐

- 17 Неразветвлённая электрическая цепь постоянного тока состоит из источника тока и подключённого к его выводам внешнего резистора. Как изменятся при уменьшении сопротивления резистора сила тока в цепи и ЭДС источника?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока в цепи	ЭДС источника

- 18 Протон массой m и зарядом q движется перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля $\vec{B}$ по окружности со скоростью v . Действием силы тяжести пренебречь.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) период обращения протона по окружности

Б) модуль ускорения протона

ФОРМУЛЫ

1) $\frac{2\pi m}{qB}$

2) qvB

3) $\frac{mv}{qB}$

4) $\frac{qvB}{m}$

Ответ:

А	Б

- 19** Радиоактивный изотоп висмута $^{212}_{83}\text{Bi}$ претерпевает α -распад. Укажите число протонов и число нейтронов в образовавшемся ядре.

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

- 20** Зелёный свет ($\lambda = 550$ нм) переходит из воздуха в стекло с показателем преломления 1,5. Определите отношение энергии фотона в воздухе к его энергии в стекле.

Ответ: _____.

- 21** При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент освещался через различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только зелёный свет, а во второй — только фиолетовый. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение.

Как изменяются длина световой волны и модуль запирающего напряжения при переходе от первой серии опытов ко второй?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина световой волны, падающей на фотоэлемент	Модуль запирающего напряжения

22

Ученик измерял температуру воздуха в классе. Показания термометра приведены на фотографии. Погрешность измерения температуры равна цене деления термометра. Чему равна температура воздуха в классе по результатам этих измерений?

Запишите в ответ показания термометра с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ $\pm$ _____) °C.



В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23

Ученик изучает силу Архимеда, действующую на тела, полностью погружённые в жидкость. В его распоряжении имеются пять установок, состоящие из ёмкостей с различными жидкостями и сплошных шариков разного объёма, сделанных из разных материалов (см. таблицу). Какие две установки необходимо использовать ученику для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость силы Архимеда от объёма тела?

№ установки	Жидкость, налитая в ёмкость	Объём шарика, см ³	Материал, из которого сделан шарик
1	керосин	30	сталь
2	вода	20	алюминий
3	керосин	20	алюминий
4	подсолнечное масло	30	сталь
5	вода	30	алюминий

В ответ запишите номера выбранных установок.

Ответ:

24

Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых спутников планет Солнечной системы.

Название спутника	Радиус спутника, км	Радиус орбиты, тыс. км	Вторая космическая скорость, м/с	Планета
Луна	1737	384,4	2400	Земля
Фобос	-12	9,38	11	Марс
Ио	1821	421,6	2560	Юпитер
Европа	1561	670,9	2025	Юпитер
Каллисто	2410	1883	2445	Юпитер
Титан	2575	1221,8	2640	Сатурн
Оберон	761	583,5	725	Уран
Тритон	1354	354,8	1438	Нептун

Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют характеристикам спутников планет.

- 1) Первая космическая скорость для Оберона составляет примерно 11 км/с.
- 2) Ускорение свободного падения на Луне примерно $1,6 \text{ м/с}^2$.
- 3) Объём Титана почти в 2 раза больше объёма Тритона.
- 4) Орбита Каллисто располагается дальше от поверхности Юпитера, чем орбита Ио.
- 5) Чем дальше от Солнца располагается спутник планеты, тем меньше его размеры.

Ответ: _____.



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

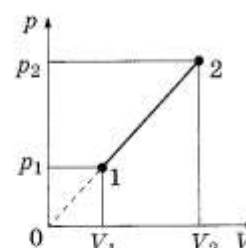
Часть 2

Ответом к заданиям 25 и 26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в **БЛАНК ОТВЕТОВ № 1** справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25

На рисунке изображён процесс, происходящий с 1 моль гелия. Минимальное давление газа $p_1 = 100 \text{ кПа}$, минимальный объём $V_1 = 10 \text{ л}$, а максимальный $V_2 = 30 \text{ л}$. Какую работу совершает гелий при переходе из состояния 1 в состояние 2?

Ответ: _____ кДж.



26

Максимальная кинетическая энергия электронов, вылетающих из металла под действием света, равна 1,2 эВ. Если уменьшить длину волны падающего света в 2 раза, то максимальная кинетическая энергия электронов, вылетающих из этого же металла, станет равной 3,95 эВ. Определите энергию падающих фотонов в первом случае.

Ответ: _____ эВ.

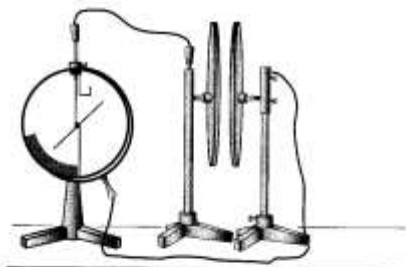


Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

27

Две плоские металлические пластины конденсатора, закреплённые на изолирующих штативах, расположили на небольшом расстоянии друг от друга и соединили одну пластину с заземлённым корпусом, а другую со стержнем электрометра (см. рисунок). Затем пластину, соединённую со стержнем электрометра, зарядили. Объясните, опираясь на известные Вам законы, как изменяются показания электрометра при внесении между пластинами диэлектрической пластины. Отклонение стрелки электрометра пропорционально разности потенциалов между пластинами.



Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28

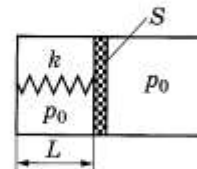
Груз подвешен на пружине жёсткостью 100 Н/м к потолку лифта. Лифт из состояния покоя равноускоренно опускается вниз на расстояние 5 м в течение 2 с . Какова масса груза, если удлинение пружины при неподвижном относительно лифта грузе равно $1,5 \text{ см}$?

29

Пластилинный шарик в момент $t = 0$ бросают с горизонтальной поверхности земли с начальной скоростью $\vec{v}_0$ под углом α к горизонту. Одновременно с некоторой высоты над поверхностью земли начинает падать из состояния покоя другой такой же шарик. Шарик абсолютно неупруго сталкиваются в воздухе. Сразу после столкновения скорость шариков направлена горизонтально. В какой момент времени t шарик упадет на землю? Сопротивлением воздуха пренебречь.

30

В горизонтальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем с площадью S находится одноатомный идеальный газ. Поршень соединён с основанием цилиндра пружиной с жёсткостью k . В начальном состоянии расстояние между поршнем и основанием цилиндра равно L , а давление газа в цилиндре равно внешнему атмосферному давлению p_0 (см. рисунок). Какое количество теплоты Q передано затем газу, если в результате поршень медленно переместился вправо на расстояние b ?



Окончание таблицы

№ вар. № зад.	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	-3	1,875	-1,5	0,75	-5	2,5	-10	6	7,5	2
2	16,2	25	1,52	1,4	1	5	2	5	0,32	0,12
3	1500	15	11	3,6	6	0,16	9	15	4000	3
4	9	12	1,8	0,6	5	10	4	2	8	8
5	25 или 52	34 или 43	45 или 54	14 или 41	12 или 21	34 или 43	12 или 21	45 или 54	23 или 32	45 или 54
6	32	31	12	12	31	33	21	22	12	11
7	21	43	14	12	23	41	23	24	42	24
8	16	81	2	0,5	100	500	2	1,6	800	800
9	80	40	500	450	4	360	60	65	2,5	10
10	62,5	25	60	15	15	20	100	12	2	0,5
11	12 или 21	35 или 53	23 или 32	45 или 54	12 или 21	45 или 54	34 или 43	45 или 54	35 или 53	14 или 41
12	11	21	43	31	22	11	23	33	31	14
13	влево	вправо	от на- блюда- теля	к на- блюда- телю	вправо	вверх	вниз	вверх	к на- блюда- телю	к на- блюда- телю
14	180	720	30	6	4	15	3	2,5	150	200
15	70	140	0,25	10	2	12	60	70	3	2
16	12 или 21	35 или 53	14 или 41	35 или 53	12 или 21	34 или 43	23 или 32	45 или 54	34 или 43	13 или 31
17	21	13	11	23	13	31	22	33	13	23
18	12	43	43	12	14	23	13	24	21	32
19	91234	84218	96151	93144	81127	84128	1516	1416	3652	4052
20	1,5	1,3	1,25	1,3	1	1	750	50	660	22
21	23	14	21	23	21	12	32	21	22	13
22	1,80,1	1,800,05	4,60,2	5,20,4	231	242	101,90,1	7641	1,60,1	4,30,1
23	13 или 31	24 или 42	14 или 41	13 или 31	25 или 52	14 или 41	12 или 21	23 или 32	34 или 43	14 или 41
24	23	35	23	15	24	13	12	34	24	13
25	4	3	10	0,75	4	6	1	0,1	800	800
26	12	5	0,15	1	2,75	1,55	3	4	20	27

Вариант 25

27 Возможное решение

1. Заряд Q , сообщённый пластине, соединённой со стержнем электрометра, распределяется так, что их потенциалы оказываются одинаковыми. При этом практически весь заряд Q оказывается на пластине.
2. На заземлённом корпусе электрометра и второй пластине возникают индуцированные заряды противоположного знака, при этом заряд пластины равен Q по модулю.
3. Разность потенциалов между пластинами $U = \frac{Q}{C}$.
4. Внесение пластины из диэлектрика увеличивает ёмкость конденсатора, так как $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$.
5. Суммарный заряд стержня электрометра и соединённой с ним пластины не изменяется, так как эта система тел электроизолирована. При этом заряд пластины остаётся практически равным Q . Поэтому разность потенциалов между пластинами после внесения диэлектрика уменьшается: $U = \frac{Q}{C'}$, что приведёт к уменьшению угла отклонения стрелки.

Ответ: угол отклонения стрелки уменьшится.

28 Возможное решение

Ускорение груза равно ускорению лифта, так как груз неподвижен относительно кабины лифта. Запишем второй закон Ньютона для груза в проекциях на вертикальную ось, направленную по направлению движения лифта: $ma = mg - k\Delta x$.

Ускорение можно найти из уравнения кинематики для движения лифта:

$$S = \frac{at^2}{2}, a = \frac{2S}{t^2} = \frac{2 \cdot 5}{4} = 2,5 \text{ м/с}^2.$$

Следовательно, для массы груза получим:

$$m = \frac{k\Delta x}{g - a} = \frac{100 \cdot 0,015}{10 - 2,5} = 0,2 \text{ кг}.$$

Ответ: $m = 0,2$ кг.

29 Возможное решение

1. Первый шарик начинает движение из начала координат, а второй из точки A. До и после столкновения (в точке B) шарики свободно падают. Поэтому до столкновения для первого шарика

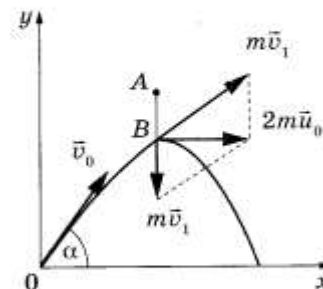
$$y_1(t) = v_{0y}t - \frac{gt^2}{2} = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2},$$

$$v_{1y}(t) = v_0 \sin \alpha - gt,$$

а для второго шарика $v_{2y}(t) = -gt$.

2. Шарики сталкиваются в момент t_1 , при этом импульс системы двух шариков сохраняется: $m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = 2m\vec{u}_0$, а скорость $\vec{u}_0$ шариков после удара, согласно условию, горизонтальна. Поэтому $v_{1y}(t_1) + v_{2y}(t_1) = 0$, или $(v_0 \sin \alpha - gt_1) + (-gt_1) = 0$, откуда

$$t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha}{2g}.$$



3. Столкновение шариков происходит на высоте

$$h = y_1(t_1) = v_0 \sin \alpha \cdot t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} - \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{8g} = \frac{3}{8} \cdot \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g}.$$

4. Поскольку скорость $\vec{u}_0$ шариков после удара горизонтальна, интервал времени t_2 от столкновения шариков до их падения на землю находится из условия $h = \frac{gt_2^2}{2}$, откуда $t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{3} \cdot \frac{v_0 \sin \alpha}{2g}$.

5. Шарики упадут на землю в момент $\tau = t_1 + t_2 = \frac{v_0 \sin \alpha}{2g} \cdot (1 + \sqrt{3})$.

Ответ: $\tau = \frac{v_0 \sin \alpha}{2g} (1 + \sqrt{3})$.

30

Возможное решение

1. Систему отсчёта, связанную с Землёй, будем считать инерциальной. В процессе медленного движения поршня его ускорение считаем ничтожно малым. Поэтому сумма приложенных к поршню сил при его движении равна нулю.

В проекциях на горизонтальную ось x получаем:

$$F_1 - F_0 - F_{\text{упр}} = 0,$$

где $\vec{F}_0$ – сила давления атмосферы на поршень, $\vec{F}_1$ – сила давления газа в цилиндре на поршень, $\vec{F}_{\text{упр}}$ – упругая сила, действующая на поршень со стороны пружины (рис. а).

2. Из равенства давлений слева и справа от поршня в начальном состоянии и гладкости стенок следует, что в начальном состоянии пружина не деформирована. Поэтому при смещении поршня вправо от начального положения на величину x модуль упругой силы $F_{\text{упр}} = kx$. Тогда

$$F_1 = p(x)S = F_0 + F_{\text{упр}} = p_0 S + kx$$

и давление в цилиндре при смещении поршня вправо

от начального положения на величину x равно $p(x) = p_0 + \frac{kx}{S}$ (см. рис. б).

3. Из модели одноатомного идеального газа $\begin{cases} pV = \nu RT, \\ U = \frac{3}{2} \nu RT \end{cases}$ следует: $U = \frac{3}{2} pV$.

Внутренняя энергия газа в исходном состоянии равна $U_1 = \frac{3}{2} p_0 SL$, а в конечном состоянии $U_2 = \frac{3}{2} p(b) \cdot S(L+b) = \frac{3}{2} \left(p_0 + \frac{kb}{S} \right) S(L+b)$.

4. Из первого начала термодинамики получаем: $Q = U_2 - U_1 + A_{12}$.

Работа газа A_{12} при сдвиге поршня из начального в конечное состояние равна произведению величины S и площади трапеции под графиком $p(x)$ на рис. б:

$A_{12} = \frac{1}{2} [p(0) + p(b)] Sb = \left(p_0 S + \frac{kb}{2} \right) b$. Подставляя в выражение для Q значения U_1 , U_2 и A_{12} , получим:

$$Q = \frac{3}{2} (p_0 S + kb)(L+b) - \frac{3}{2} p_0 SL + \left(p_0 S + \frac{kb}{2} \right) b = \frac{3}{2} kbL + \frac{5}{2} p_0 Sb + 2kb^2.$$

Ответ: $Q = \frac{3}{2} kbL + \frac{5}{2} p_0 Sb + 2kb^2$.

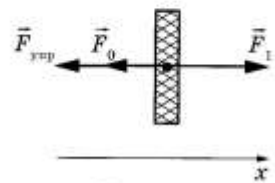


Рис. а

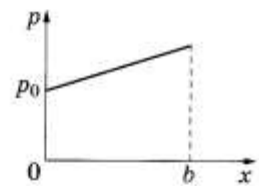


Рис. б

31 Возможное решение

1. Если при подключении батареи потенциал точки A оказывается выше, чем потенциал точки B , $\varphi_A > \varphi_B$, то ток через диод не течёт, и эквивалентная схема цепи имеет вид, изображённый на рис. *а*. Потребляемая мощность $P_1 = \frac{\mathcal{E}^2}{R_2}$.

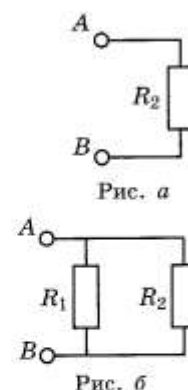
2. При изменении полярности подключения батареи $\varphi_A < \varphi_B$, диод открывается и подключает резистор R_1 параллельно резистору R_2 . Эквивалентная схема цепи в этом случае изображена на рис. *б*. При этом потребляемая мощность увеличивается:

$$P_2 = \frac{\mathcal{E}^2}{R_1} + \frac{\mathcal{E}^2}{R_2} > P_1.$$

3. Из этих уравнений: $R_2 = \frac{\mathcal{E}^2}{P_1}$, $R_1 = \frac{\mathcal{E}^2}{P_2 - P_1}$.

4. Подставляя значения физических величин, указанные в условии, получаем: $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 10$ Ом.

Ответ: $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 10$ Ом.



32 Возможное решение

Согласно закону сохранения энергии

$$\frac{CU_{\max}^2}{2} = \frac{LI_{\max}^2}{2} \quad (1)$$

(C – ёмкость конденсатора, $U_{\max}$ – максимальное напряжение на конденсаторе).
Формула Томсона для периода электромагнитных колебаний в контуре:

$$T = 2\pi\sqrt{LC}. \quad (2)$$

Формула, связывающая длину волны с периодом колебаний:

$$\lambda = cT \quad (3)$$

(c – скорость света).

Решив систему уравнений (1)–(3), находим величину $U_{\max}$, откуда получаем для искомой напряжённости поля конденсатора:

$$E_{\max} = \frac{U_{\max}}{d} = \frac{2\pi cL}{\lambda d} I_{\max} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 6 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-3}} 1,6 \cdot 10^{-3} \approx 4,5 \text{ В/м}.$$

Ответ: $E_{\max} \approx 4,5$ В/м.

Вариант 26

27 Возможное решение

1. Стрелка и стержень электрометра, соединённые с нижней пластиной, но изолированные от корпуса, заряжаются положительно, и стрелка отклоняется на некоторый угол.