

Приёмы улучшения метапредметных умений на уроках физики

доцент, к.ф.-м-н., доцент кафедры Интеллектуальных
информационных радиофизических систем ЯргУ им. П.Г. Демидова

Артёмова Татьяна Константиновна

Доцент, к.пс.н., Волкова Марина Геннадьевна

Нормативная документация

1) **Федеральный государственный образовательный стандарт
основного общего образования**, утверждённый приказом Министерства просвещения
Российской Федерации от 31 мая 2021 г. № 287

Раздел IV. Требования к результатам освоения программы основного общего образования

41. ФГОС устанавливает требования к результатам освоения обучающимися программ основного общего образования, в том числе адаптированных:

1) личностным...

2) **метапредметным**, включающим:

- освоение обучающимися межпредметных понятий (используются в нескольких предметных областях и позволяют связывать знания из различных учебных предметов, учебных курсов (в том числе внеурочной деятельности), учебных модулей в целостную научную картину мира) и универсальные учебные действия (познавательные, коммуникативные, регулятивные);
- способность их использовать в учебной, познавательной и социальной практике;
- готовность к самостоятельному планированию и осуществлению учебной деятельности и организации учебного сотрудничества с педагогическими работниками и сверстниками, к участию в построении индивидуальной образовательной траектории;
- овладение навыками работы с информацией: восприятие и создание информационных текстов в различных форматах, в том числе цифровых, с учетом назначения информации и ее целевой аудитории;

3) предметным....

Нормативная документация

2) Спецификация контрольных измерительных материалов для проведения в 2024 году единого государственного экзамена по физике

Включённые в КИМ ЕГЭ задания выявляют достижение метапредметных и предметных результатов освоения основной образовательной программы среднего общего образования. При выполнении заданий, помимо предметных знаний, умений, навыков и способов познавательной деятельности, востребованы также **универсальные учебные познавательные, коммуникативные и регулятивные** (самоорганизация и самоконтроль) действия.

Умение работать с информацией физического содержания проверяется опосредованно – через использование в текстах заданий различных способов представления информации: текста, графиков, схем, рисунков.

Нормативная документация

3) Кодификатор проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания для проведения единого государственного экзамена по физике

Код проверяемого требования	Проверяемые требования к метапредметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования
1 Познавательные УУД – 1.1. Базовые логические действия	
1.1.3	Самостоятельно формулировать и актуализировать проблему, рассматривать её всесторонне; определять цели деятельности, задавать параметры и критерии их достижения
1.1.4	Вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям, оценивать риски последствий деятельности
1 Познавательные УУД – 1.2 Базовые исследовательские действия	
1.2.5	Анализировать полученные в ходе решения задачи результаты, критически оценивать их достоверность, прогнозировать изменение в новых условиях
1.2.7	Способность и готовность ... разрабатывать план решения проблемы с учётом анализа имеющихся материальных и нематериальных ресурсов
1 Познавательные УУД – 1.3 Работа с информацией	
1.3.1	... осуществлять поиск, анализ, систематизацию и интерпретацию информации различных видов и форм представления

Нормативная документация

Код проверяемого требования	Проверяемые требования к метапредметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования
2 Коммуникативные – 2.1 Общение	
2.1.2	Развёрнуто и логично излагать свою точку зрения с использованием языковых средств
3 Регулятивные УУД – 3.1 Самоорганизация	
3.1.1	Самостоятельно ... выявлять проблемы, <u>ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности</u> и жизненных ситуациях...
3 Регулятивные УУД – 3.2 Самоконтроль	
3.2.1	Давать оценку новым ситуациям, вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям
3.2.2	Владеть навыками познавательной рефлексии как осознания совершаемых действий и мыслительных процессов, их результатов и оснований; использовать приёмы рефлексии для оценки ситуации, выбора верного решения...
3.3 Эмоциональный интеллект	
	саморегулирования, включающего самоконтроль, умение принимать ответственность за своё поведение, способность адаптироваться к эмоциональным изменениям и проявлять гибкость, быть открытым новому; внутренней мотивации, включающей стремление к достижению цели и успеху, оптимизм, инициативность, умение действовать, исходя из своих возможностей

Проблемы, порождённые слабостью навыков смыслового чтения (анализа информации) и критического осмысления действий

- ❖ – **невнимание к конкретным условиям задачи** и попытка использовать исходные формулы без учёта этих условий

наличие или отсутствие каких-то компонент энергии в механике, отсутствие работы газа, отсутствие теплообмена, анализ задачи без пренебрежения некоторыми силами, величина которых пренебрежимо мала в условиях задачи, а имеющихся числовых данных недостаточно, чтобы решить задачу с учётом этих сил, и т.п., построение уменьшенных изображений предметов вместо увеличенных по условию, неразличение отсоединённых и неотсоединённых от источника конденсаторов

- ❖ **попытка принять условия знакомых задач за допустимые в решаемой задаче**, что не позволяет получить решение или ведёт к неверному решению

«Невнимательность»

Н.А. Шихова

МАТЕМАТИКА

Как стать внимательнее и избежать ошибок

В СЛЕДУЮЩИЙ РАЗ
Я БУДУ
ВНИМАТЕЛЬНЕЕ...
БУДУ...



✓ПРОВЕРЮ КОРНИ
✓СДЕЛАЮ БОЛЬШОЙ
ЧЕРТЕЖ
✓СДЕЛАЮ ПРИКИДКУ



Шихова Н.А. Математика. Как стать внимательнее и избежать ошибок. М.: ИЛЕКСА, 2020. - 136 с.

Причины невнимательности по Шиховой Н.А.:

- 1) физиология (недосып, усталость, волнение),
- 2) мало пишешь и много держишь в уме,
- 3) буквальное следование алгоритмам (не помогает решать сколько-то сложные задачи),
- 4) карго-культ (поиск аналогичных задач и списывание их решений вместо анализа и самостоятельного решения задачи). Есть школьники, которые не отличают настоящие знания от поддельных («самолётов из палок»).

Н.А. Шихова

МАТЕМАТИКА

Как стать внимательнее и избежать ошибок

В СЛЕДУЮЩИЙ РАЗ
Я БУДУ
ВНИМАТЕЛЬНЕЕ...
БУДУ...



✓ПРОВЕРЮ КОРНИ
✓СДЕЛАЮ БОЛЬШОЙ
ЧЕРТЕЖ
✓СДЕЛАЮ ПРИКИДКУ



1. **Подход, основанный на знаниях:** решить сначала для диагностики 3-4 пробных варианта экзамена, проанализировать результаты и занести их в таблицу. На основании её составить: план подготовки, чек-лист с критически важными советами. Чек-лист держат перед собой при подготовке до тех пор, пока следование советам не будет отработано до автоматизма.

2. Указывать на существование ошибки, но **не указывать, где она.**

3. **Решающий не должен обманывать себя:** если в каждой N-ой задаче он делает ошибки, несмотря на то, что знает, как их решать, то это ошибки не случайные, а слабость метапредметных навыков.

Перечень конкретных советов см. в книге. 9

Анализ трудностей 2024 в журнале «Педагогические измерения» №4, 2024 г.

Груз, подвешенный на лёгкой пружине жёсткостью 50 Н/м , совершает свободные вертикальные гармонические колебания. Пружину какой жёсткости надо взять вместо этой пружины, чтобы период свободных вертикальных колебаний этого груза стал в 2 раза меньше?

Ответ: 200 Н/м .

средний процент выполнения — 58

- 21% участников указали ответ 100 (забыли про квадратный корень)
- 17% участников указали 25 и 12,5 (путают местами числитель и знаменатель).

Медный кубик, подвешенный на нити, полностью погружён в воду и не касается дна сосуда. Ребро кубика равно 3 см. Определите силу Архимеда, действующую на кубик.
Ответ: 0,27 Н.

средний процент выполнения — 52

Здесь анализ веера ответов говорит о проблемах с математикой, а не с формулой для выталкивающей силы.

- 13 % участников указали всевозможные неверные ответы с цифрами 2 и 7, то есть они верно записали формулу, но не справились с вычислением степеней.
- Почти 16 % не смогли определить объём кубика.

В сосуде содержится разреженный аргон, абсолютная температура которого равна 150 К. Концентрацию аргона уменьшили в 2 раза, при этом его давление увеличилось в 3 раза. Определите абсолютную температуру газа в конечном равновесном состоянии.

Ответ: 900 К.

средний процент выполнения — 64

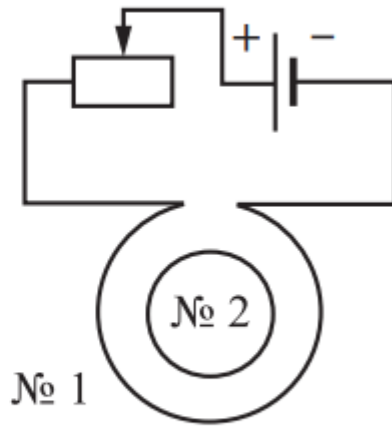
участники слабой группы выполнили его в шесть раз хуже, чем высокобалльники.

Наиболее популярный неверный ответ — 225 К (18 %) — показывает, что основная проблема здесь:

- неверные вычисления или
- недостаточно внимательное чтение условия об изменении величин.

Пример 10

Катушка № 1 включена в электрическую цепь, состоящую из источника постоянного напряжения и реостата. Катушка № 2 помещена внутрь катушки № 1 и замкнута (см. рисунок).



Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие процессы в цепи и катушках при перемещении ползунка реостата вправо. ЭДС самоиндукции в катушке пренебречь.

- 1) Вектор индукции магнитного поля, созданного катушкой № 2, в центре этой катушки направлен от наблюдателя.
- 2) Модуль магнитного потока, пронизывающего катушку № 2, уменьшается.
- 3) Сила тока в катушке № 1 уменьшается.
- 4) Модуль вектора индукции магнитного поля, созданного катушкой № 1, уменьшается.
- 5) В катушке № 2 индукционный ток направлен по часовой стрелке.

Ответ: 234.

В этом задании половина выпускников верно определила изменение силы тока в катушке № 1.

- При этом лишь 31 % смогли связать уменьшение тока с уменьшением модуля вектора магнитной индукции, созданного катушкой № 1, и
- лишь 20 % смогли связать это и с уменьшением модуля магнитного потока, пронизывающего катушку № 2.

Следовательно, полностью верный ответ смогли записать лишь 20 % участников.

Оставлять следы для проверки Проверять решения

Проверить себя невозможно по целому ряду позиций:

Типичный черновик

1. -5

2. $0,2$

3. в 2 раза

- Те ли исходные данные подставлены
- Ту ли формулу использовали?
- Нет ли ошибки в математических преобразованиях (проблемная работа с дробями и степенями)?
- В том ли формате ответ? (верно ли проделан перевод единиц измерения)
- Ту ли величину считали из справочника? (на каждом шагу не ту – не ту молярную массу, не ту плотность, не ту физическую константу)

Внимания в первую очередь требуют простые задачи, т.к. в них нужен точный ответ.

Черновик и проверка

1. $t \in [8, 10]c$

a_x ? со знаком и
(прямизна)

$[cm/c^2]$

$$a_x = \frac{v_{xk} - v_{xH}}{\Delta t} =$$

$$= \frac{-10 - 0}{10 - 8} =$$

$$= -\frac{10}{2} = -5 \frac{m}{c^2}$$

$$= -500 \frac{cm}{c^2}$$

2. $m = 1kz$

всгда

V - ?

$[m^3]$

справ: $\rho = 1000 \frac{kg}{m^3}$

$$\rho = m/V$$

$$V = \frac{m}{\rho} =$$

$$= \frac{1}{1000} m^3 =$$

$$= 10^{-3} m^3 = 1л$$

В условии:

- числа,
- что требуется в ответе,
- формат ответа (единицы измерения, знак),
- справочные данные из справочника.

Решение:

- формула,
- преобразованный результат,
- подстановка чисел,
- числовой ответ,
- ответ с переведёнными единицами.

Проверка:

- Ту ли формулу использовали?
- Верны ли преобразования?
- Те ли исходные данные подставлены (в т.ч. справочные)?
- Верны ли вычисления?
- В том ли формате ответ? (верно ли проделан перевод единиц измерения)

Трудности: надо относительно быстро писать ручкой или хотя бы не бояться делать записи

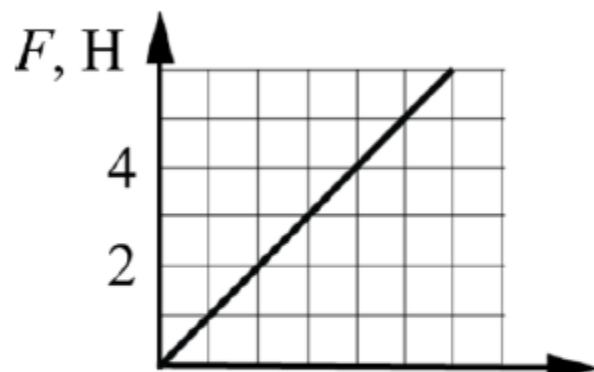
Важно: оформление и аккуратность не важны, это просто следы думанья, по которым можно себя проверить, не более

Вопрос 1

В инерциальной системе отсчёта сила, равная по модулю 16 Н, сообщает телу массой m ускорение, равное по модулю a . Чему равен модуль силы, которая сообщает телу массой $2m$ ускорение, равное по модулю $a/2$?

Вопрос 2

В лаборатории проводили опыты по определению коэффициента трения бруска о поверхность. Для этого к бруску лежащему на горизонтальной поверхности, прикладывали постоянную силу F , под действием которой брусок двигался равномерно прямолинейно. На графике представлена зависимость модуля этой силы от массы бруска. Чему равен коэффициент трения бруска о поверхность?



Вопрос 3

1

$$F_1 = 16 \text{ Н}$$

$$m_1 = m$$

$$a_1 = a$$

$$-F = ma$$

$$F_2 = ?$$

$$m_2 = 2m$$

$$a_2 = a$$

$$F = ma$$

$$F_2 = m_2 a_2$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{m_2 a_2}{m_1 a_1}$$

$$= 2 \cdot \frac{1}{2} = 1, F_2 = F_1 = 16 \text{ Н}$$

16
Н

2

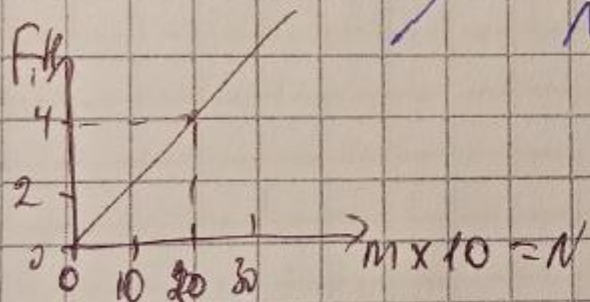
$$\mu = ?$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

$$N = mg$$

$$\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{N} = \frac{4}{2 \cdot 10} = 0,2$$

0,2



$$\frac{4}{20} = 0,2$$

3

$$k = 80 \text{ Н/м}$$

$$m = 200 \text{ г}$$

$$mg = k \Delta x$$

$$\Delta x = \frac{mg}{k} = \frac{0,2 \cdot 10}{80} = 0,025 \text{ м}$$

2,5
см

Пример следов ре

- Номер задания
- Данные условия, чтобы проверить, то ли подставляли
- Данные из справочника пометкой «спр.»
- Формулы
- Анализ формул
- Ответы в отдельной колонке напротив номера
- Свободное место под альтернативные рассуждения
- Следы перепроверки (кружок – знак

Научить школьников проверять свои решения

- **Создать потребность** в самоконтроле. Ученики должны чаще встречаться с реальными условиями, которые ставят их перед необходимостью самостоятельно контролировать правильность ответа.
- **Познакомить** школьников со способами проверки. Важно научить включать этот этап работы как обязательный в алгоритм решения задач. Можно использовать специальные приёмы проверки результатов при изучении различных тем.
- Использовать печатные **листы с решениями**. В них могут быть задачи по пройденным темам. Задача ученика — понять, есть ли ошибка в решении, и если есть, то указать, где именно. Важно, чтобы раздаточный материал был распечаткой решений, написанных от руки.
- Воспитывать в учениках **роль Проверяющего**. Можно использовать взаимное оценивание в парах, чтобы снять страх перед найденной ошибкой.
- **Поощрять дополнения** к ответам товарищей, рецензирование, взаимоконтроль. Важно, чтобы критическая деятельность школьников получала оценку.
- Не торопиться с выставлением оценки, если ученик дал неверный ответ. Нужно **дать ученику возможность найти свою ошибку**.
- Также можно использовать такие способы проверки, как составление и решение обратной задачи, решение задачи другим способом, соотнесение полученного результата и условия задачи и другие.

Самостоятельно решать задачи

Физическая задача

анализ
условия

Ситуация

Вопрос/задание

условие задачи

Модели тел,
процессов/
явлений
(явные,
прописанные, или
подразумеваемые
(использованием
таких формул))

Их
математическое
описание в виде
законов, формул,
в т.ч. для частных
случаев,
соответствующих
условию

Математические
преобразования

Подстановка:

- исходных данных,
- справочных данных

вычисления

решение задачи

ед
и
р
в

Как научить решать задачи самостоятельно?

(Стив Май, https://dzen.ru/a/XvHEy_wjOHSvush5)

1) Подготовить особые задачи

Требования к задаче такие.

- ✓ Задача должна иметь числовое решение (желательно, целочисленное).
- ✓ В задаче не должно быть сложных для восприятия ситуаций.
- ✓ Количество ситуаций в задаче тоже должно быть минимальным.
- ✓ Искомая величина *не должна* находиться применением *одного* единственного фундаментального закона (формулы), как минимум - двух.
- ✓ Перед применением формул не должно требоваться выполнить дополнительные манипуляции типа поиска проекций, анализа схем и прочего мусора, имеющего больше отношения к математике, чем к физике.
- ✓ Нежелательно появление системы даже линейных уравнений в решении учебной задачи. Не должно быть переводов величин в другие единицы.

2) Научить разбираться с условием (выяснить, какая ситуация описана в задаче, что происходит)

Как научить решать задачи самостоятельно?

3) Научить выделять величины, участвующие в описании ситуации (из «дано», искомые, скрытые)

4) научить выбирать законы из списка фундаментальных формул

Выбор формулы выглядит примерно так: ученик сидит со списком в руках, и называет формулу. Учитель может формулу отвергнуть **только** если она неприменима в данной модели

Что может сделать учитель:

- воззвать к здравому смыслу и попросить пересмотреть необходимость использования формулы импульса фотона в задаче на термодинамику.
- предложить ориентироваться на величины - следить, чтобы в формулы входила хотя бы одна величина из названных выше.

В итоге у ученика должен сформироваться *достаточный* для решения список формул. Наверняка список будет избыточным, как и список величин.

5) Во все формулы, в которые может ученик, надо **записать числа**. И если есть возможность, то вычислять/подбирать значения неизвестных величин в формулах. Результаты вычислений сразу записывать в списке величин.

6) **Вычисление** искомой величины.

Если ученик нашёл нужную в задаче величину и не заметил этого (а при правильном поведении учителя более 60% именно такие будут), то можно позволить ему найти ещё одну-две и спросить: "ты уже много чего узнал, а что надо было узнать-то?" И можно предложить искомую величину впредь везде (и в списке, и в формулах) выделять кружочком, там, или маркером)

7) (Шаг не для базового уровня физики) показать, как теперь это всё **оформлять**. "Оформление решения задачи начинается с дано" - и так далее.

Требования ГИА к оформлению

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны <u>положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формула ЭДС индукции в движущемся в магнитном поле проводнике, формула энергии конденсатора</i>);</p> <p>II) <u>описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов)</u>;</p> <p>III) <u>представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями)</u>;</p>	2

См
де
ци
вар
КИ

Это
обязате
эlemen
оформл
решени

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков.

Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.

И (ИЛИ)

В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.

И (ИЛИ)

В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.

И (ИЛИ)

Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла

1

За их отсутствие снижаются баллы за задание

огрехи оформления причина потери одного первичного балла (примерно 3 итоговых)

0

Максимальный балл

2

Зачем нужен стиль оформления, даже если собираешься сдавать ЕГЭ/ОГЭ? (варианты)

Это супер-навык, сверхспособность, которая

- Даёт возможность проверить себя.
- Даёт возможность эргономично проверить чужое решение.
- Приучает к научной логике изложения – от гипотез о том, что происходит в ситуации условия до чисел, характеризующих ситуацию: верное решение даёт реалистичное описание, неверное порождает фантазмы (отрицательная масса и т.п.).
- Хорошее подспорье для запоминания формул, выработки навыка «ситуация – формулы»: чем чаще пишешь формулу, тем надёжнее её запоминаешь, т.е. дело в числе повторений. Не пишешь – лишаешь себя простого способа облегчить дальнейшее хранение в памяти.
- Если легче прорешать заново, чем проверить готовое – себе заранее

Чтение условия задачи

1) Просим пересказать задачу своими словами. Не разрешаем указывать числовые значения величин. Устно и письменно.

Как помочь: следует задавать смысловые вопросы. Два важнейших смысловых вопроса "кто?" и "что делает?". В каждой задаче описана ситуация, в которой есть "действующее лицо" (машина) и его "действия" (едет, явление движения). Если ученик не может ответить или отвечает неправильно на эти два вопроса, можно позволить ему поискать ответ в тексте.

Ожидаемый результат: осмысленный текст, описывающий ситуацию в задаче без вопроса и задания, не включающий в себя числа, но, возможно, имеющий отношения порядка ($>$, $<$, $=$).

2) Просим выписать все величины, описывающие ситуацию, и их значения, если заданы, значения скрытых величин («из состояния покоя» = «начальная скорость = 0»).

Ожидаемый результат: достаточный список величин, которые могут участвовать в задаче.

Пример: Для сюжетов задач на динамику задача ученика по тексту записать список сил, которые участвуют в задаче.

Метод исследования ситуаций в учебниках Л. Э. Генденштейна

Брусок массой $m = 200$ г равномерно перемещают по столу, прикладывая силу \vec{T} , направленную вверх под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту (рис. 9.9). Коэффициент трения между бруском и столом $\mu = 0,4$.

- Введите оси координат, как показано на рисунке 9.10. Перенесите рисунок в тетрадь и изобразите на нём все силы, действующие на брусок.
- Запишите выражения для проекций всех приложенных к бруску сил.
- Чему равна равнодействующая приложенных к бруску сил?
- Запишите второй закон Ньютона для бруска в проекциях на оси x , y .
- Какое соотношение справедливо для данной ситуации, кроме второго закона Ньютона?
- Используя полученную систему трёх уравнений, выразите T , N , $F_{\text{тр}}$ через m , α , μ , g .
- Чему равны T , N , $F_{\text{тр}}$?

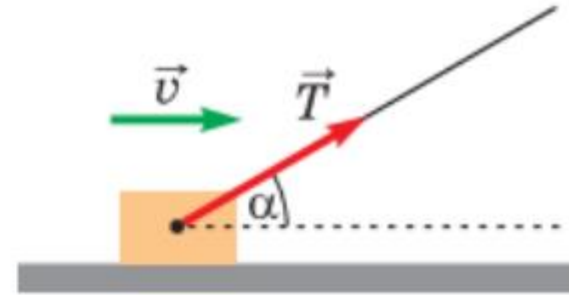


Рис. 9.9

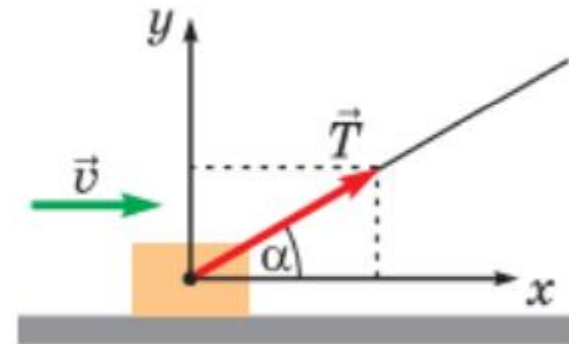
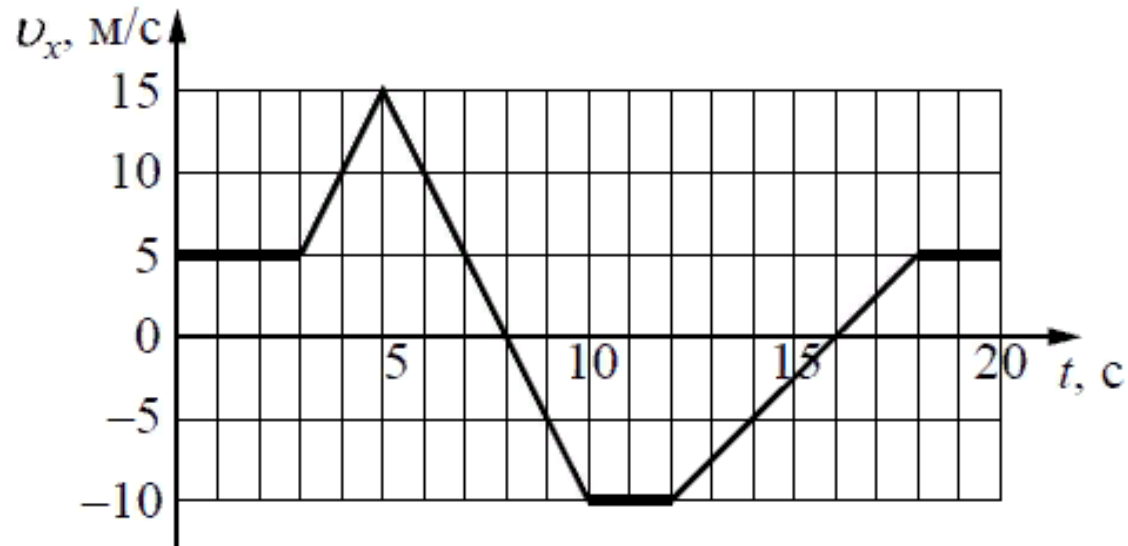


Рис. 9.10

Вычитывать из условия, что конкретно требуется (смысловое чтение)

Вычитывать, в каком формате требуется, и представлять в нём

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



**Более сложная
формулировка**

задания: Определите проекцию a_x ускорения этого тела в интервале времени от 8 до 10 с.

Вариант формата с переводом единиц

Ответ: _____ см/с².

Определите проекцию a_x ускорения этого тела в интервале времени от 8 до 10 с. Ответ запишите с учётом знака проекции.

Ответ: _____ м/с².

Проверка решений на уроках

- **На этапе совместного решения** всем классом помогут обращения к разным ученикам проверить написанное решение по компонентам (один – исходную формулу, можно с объяснением, почему её можно было использовать в условиях задачи, другой – проверяет преобразования, третий – подстановку, четвёртый – расчёты, пятый – преобразование единиц измерения,..., в т.ч. рисунок). На задачу – «дежурная пятёрка», на следующую задачу – следующая пятёрка. Пока ребята не привыкли (да и потом время от времени), хорошо, чтобы каждый проговорил свою проверку, на что он обращает внимание, что сопоставляет, каков итог, что исправить, если что-то не так.
- **На этапе групповой или парной отработки** базовых заданий удобно (и весело) проверять соседа (меняться записями, обсуждать, что так, что не так, как сделать лучше и вносить исправления).
- **На этапе самостоятельной работы** над базовыми заданиями в классе давать время на проверку решений (1-2 минуты), проговаривая это вслух.

Традиционное оформление решений задач по физике – более жёсткое, чем требования ЕГЭ по физике.

Время на проверку – от секунд (на простые задания в одно-два действия) до 3 минут (на задания с развёрнутым многоходовым решением).

1.2.5 Анализировать полученные в ходе решения задачи результаты, критически оценивать их достоверность

Проблемы, связанные с несформированностью

- **расчёт несуществующих величин** (например, массы фотона, встречалось в 2022 г.);
- **получение неадекватных числовых значений или единиц в ответе**, что могло бы указать на арифметическую или физическую ошибку (в том числе неадекватно большая по сравнению с измеряемой величиной погрешность в задании 23 КИМ 2023, отрицательные ответы для очевидно положительных величин);
- **недопонимание сути неточного измерения**, в том числе **запись результата не с тем числом значащих цифр** в 22;
- **выбор не того деления**, цена которого определяет погрешность, при записи погрешности (не мельчайшего, а крупного);
- **неумение проводить измерение величины, если видимый отрезок шкалы не содержит нуля**;
- **недопонимание того, что при исследовании зависимости от одной величины другие влияющие должны оставаться неизменными**, что обуславливает неверный выбор оборудования в 23;
- **запись погрешности, во много раз превышающей само измерение** (неумение разрешать проблемы и отсутствие критического осмысления результата).

Задание – Анализ утверждений

$t, 10^{-6} \text{ с}$	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
$q, 10^{-9} \text{ Кл}$	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

- 1) Период колебаний равен $16 \cdot 10^{-6} \text{ с}$. Тут: 1)+
- 2) В момент $t = 16 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ энергия катушки максимальна. 2) -
- 3) В момент $t = 8 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ энергия конденсатора максимальна. 3)+
- 4) В момент $t = 12 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ сила тока в контуре равна 0. 4) -
- 5) Частота колебаний равна 25 кГц. 5) -

Ошибки:

- спутали амплитуду колебаний заряда и диапазон изменения величины заряда,
- искали период как удвоенное время между максимумами одного знака, т.е. сочли верным для периода удвоенное значение, а часть, наоборот, разделили нужное значение пополам,
- сочли верным утверждение о том, что в некоторый момент времени (в который по таблице заряд конденсатора ноль), энергия конденсатора максимальна, т.е. даже не увидели противоречия в своём выборе. Возможно, они не знают, какими величинами определяется энергия конденсатора.

Требовалось проанализировать 5 утверждений относительно свободных электромагнитных колебаний, происходящих в идеальном колебательном контуре из конденсатора и катушки, основываясь на данных таблицы изменения заряда одной из обкладок конденсатора с течением времени.

Метапредметные результаты в качественном задании

43.1. ФГОС Овладение универсальными учебными познавательными действиями:

1) базовые логические действия:

- выявлять и характеризовать существенные признаки объектов (явлений);
- устанавливать существенный признак классификации, основания для обобщения и сравнения, критерии проводимого анализа;

Что сравнивать? Длину волны, частоту, энергию, число фотонов, характерные точки графика

- выявлять причинно-следственные связи при изучении явлений и процессов;
- делать выводы с использованием дедуктивных и индуктивных умозаключений, умозаключений по аналогии, формулировать гипотезы о взаимосвязях; **делать логические шаги в рассуждениях**

2) базовые исследовательские действия:

- использовать вопросы как исследовательский инструмент познания; **(способ решения, рекомендуемый Демидовой М.Ю.)**

43.2. Овладение универсальными учебными коммуникативными действиями:

- в ходе диалога и (или) дискуссии задавать вопросы по существу обсуждаемой темы и высказывать идеи, нацеленные на решение задачи и поддержание благожелательности общения;
- выполнять свою часть работы, достигать качественного результата по своему направлению и координировать свои действия с другими членами команды;

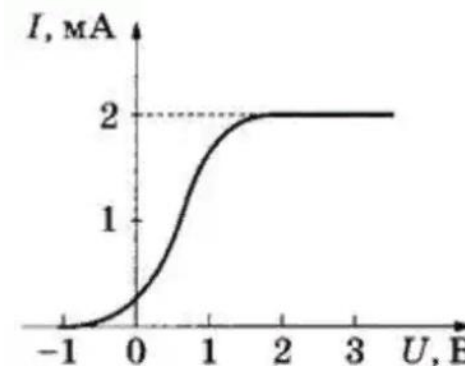
43.3. Овладение универсальными учебными регулятивными действиями:

- **учитывать контекст** и предвидеть трудности, которые могут возникнуть при решении учебной задачи... (в данном случае учитывать, что поглощаемая мощность не изменяется);

Метапредметный результат 2.1.2 «Развёрнуто и логично излагать свою точку зрения с использованием языковых средств»

Проверяется на ЕГЭ в ходе выполнения качественных заданий, в которых требуется ответить на вопрос задания и дать развёрнутое объяснение ответа с указанием на физические явления или законы.

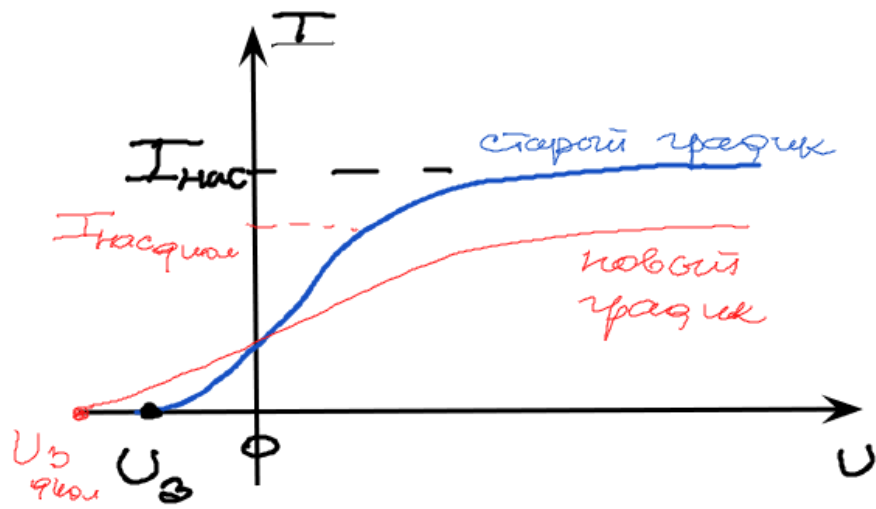
Как изменится зависимость силы фототока от напряжения между анодом и катодом (график), если в опыте по изучению фотоэффекта сменить цвет освещающего катод света с зелёного на фиолетовый, оставив поглощаемую катодом мощность света неизменной. Был дан график при исходном цвете света.



Аргументы:

- соответствие цвета света частоте (или длине волны),
- формула для энергии фотона,
- уравнение Эйнштейна для фотоэффекта,
- формула связи запирающего напряжения и максимальной кинетической энергии ф/электронов,
- связь тока насыщения с числом фотоэлектронов,
- формула для мощности света.

Ответ: точка U_z сдвинется влево, точка $I_{нас}$ сдвинется вниз



1) зелёнкой \rightarrow фотокатод вылет

$$\lambda_3 > \lambda_\phi$$

2) $\lambda = \frac{c}{\nu}$ $\lambda \downarrow \Rightarrow \nu \uparrow$

3) по условию $P_{\text{нов}} = \text{const}$

$$P_{\text{нов}} = \frac{E_{\text{нов}}}{\Delta t} = \frac{N_\phi \cdot E_{1\phi}}{\Delta t} \Rightarrow$$

$$N_\phi \cdot E_{1\phi} = \text{const}$$

4) $E_{1\phi} = h\nu$ $\nu \uparrow \Rightarrow E_{1\phi} \uparrow \Rightarrow N_\phi \downarrow$

5) ток создается выбитыми электронами,

$$I_{\text{нас}} \sim N_e, \text{ а } N_e \sim N_\phi \text{ (т.к.}$$

каждой фотон несет порцию энергии,

а чтобы оторвать 1 электрон, требуется

конкретное количество энергии) $\Rightarrow I_{\text{нас}} \sim N_\phi$

и т.к. $N_\phi \downarrow$, то $I_{\text{нас}} \downarrow$

и точка сдвигается влево

6) в соответствии с ур. Эйнштейна для фотоэффекта

$$E_{1\phi} = A_{\text{вых}} + E_{k\text{max}}$$

зависит от
величины, не зависит от света

$$E_{1\phi} \uparrow \Rightarrow E_{k\text{max}} \uparrow$$

7) тогда ток прекратится,

$$\text{т.к. } E_{k\text{max}} = eU_3 \text{ (по модулю)}$$

$\Rightarrow U_3 \uparrow$ по модулю.

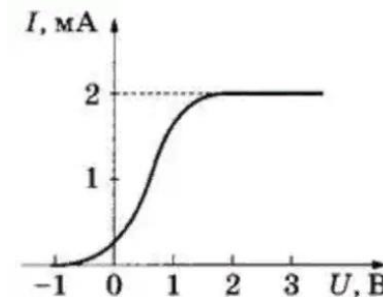
т.к. $U_3 < 0$, то точка сдвигается влево

Основные ошибки:

- ответ сформулирован в терминах силы тока насыщения и запирающего напряжения, но не соответствующих меток на осях, т.е. не про график;
- неверное направление изменений при верных исходных посылках;
- неаккуратное обращение с числом фотонов и электронов: свет с энергией из одного фотона, ток насыщения из одного электрона в секунду;
- путали мощность света (отношение энергии поглощённого света к интервалу времени) и мощность тока, причём величину последнего определяли как произведение тока насыщения на запирающее напряжение (т.е. брали такую пару ток-напряжение, которая не соответствует ни одной точке графика зависимости, т.е. невозможна);
- некоторые полагали, что в соответствии с первым законом фотоэффекта ток насыщения является неизменным, и не учитывали, что в условии требовалось сохранение мощности, т.е. с изменением энергии фотонов в экспериментах изменялось и их число в единицу времени.

Отработка метапредметных результатов на качественных заданиях

Как изменится зависимость силы фототока от напряжения между анодом и катодом (график), если в опыте по изучению фотоэффекта сменить цвет освещающего катод света с зелёного на фиолетовый, оставив поглощаемую катодом мощность света неизменной. Был дан график при исходном цвете света.



Перед решением

- На какой вопрос требуется ответить? *(Как изменится зависимость, а т.к. она определяется характерными точками графика, то речь о том, куда сдвинутся, если сдвинутся, метки $U_{зап}$ и $I_{нас}$)*
- Сколько компонент должно быть в ответе? *(две - $U_{зап}$ и $I_{нас}$)*
- О каком физическом явлении (какой ситуации) идёт речь? *(фотоэффект)*
- Какими законами оно описывается в основном? *(уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, законы фотоэффекта)*
- От чего зависят характерные точки графика $U_{зап}$ и $I_{нас}$? *($U_{зап}$ – от энергии фотоэлектронов, $I_{нас}$ – от числа фотоэлектронов).*

..... *(далее рассуждения по сюжету, метод вопросов см. рекомендации для учителей по итогам ЕГЭ на fipi.ru)*

После решения

- ✓ На все ли компоненты вопроса я дал ответ?
- ✓ То ли вообще я ответил, что спрашивали?
- ✓ Нет ли пропусков в моих рассуждениях, не упустил ли я какого-то элемента объяснения?
- ✓ Все ли высказанные суждения подкреплены ссылкой на закон или явление?

3.1.1 Самостоятельно ... ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях...

Помимо продемонстрированных результатов (у части участников существенно ниже их знания физики в силу слабости метапредметных навыков) освоения образовательной программы экзамен демонстрирует и **результаты выбранной участником стратегии самоподготовки в течение некоторого времени перед экзаменом (1-2 года или меньше)**. Участники, **выбирающие не сдавать ЕГЭ по физике**, не отдают себе отчёта в том, что, готовясь к ЕГЭ, они могли бы обобщить свои знания по физике, привести их в систему, создав фундамент для безбарьерного продолжения обучения в вузе, или не способны организовать свою вовлечённость в процесс подготовки (включая самоподготовку). Базовый курс физики является одним из основных, т.е. обязательных курсов на множестве направлений подготовки, в том числе на математических факультетах вузов. Материал в нём объёмный, используется продвинутый математический аппарат. Выравнивающие курсы, дотягивающие подготовку абитуриентов до приемлемого для обучения в вузе уровня, есть не везде (в популярных вузах это редкость). У тех, кто **упускает такую возможность вовремя относительно легко повысить свой уровень**, могут быть слабо сформированными ряд метапредметных навыков, в том числе **самоорганизация и самоконтроль**.

Исследование как метод формирования метапредметных навыков

Виртуальные лабораторные работы по физике|Физика
(на странице есть ссылки на телеграм и сайт Е.Девяткина)
<https://vk.com/efizika?from=groups>

Сайт и работы наиболее полно соответствуют схеме:
Наблюдение – гипотеза – эксперимент – анализ и обобщение результатов

Использовать:

1) В начале изучения физических процессов или явлений.

Изучение многих явлений процессов начать с демонстрации (физика – наука опытная).

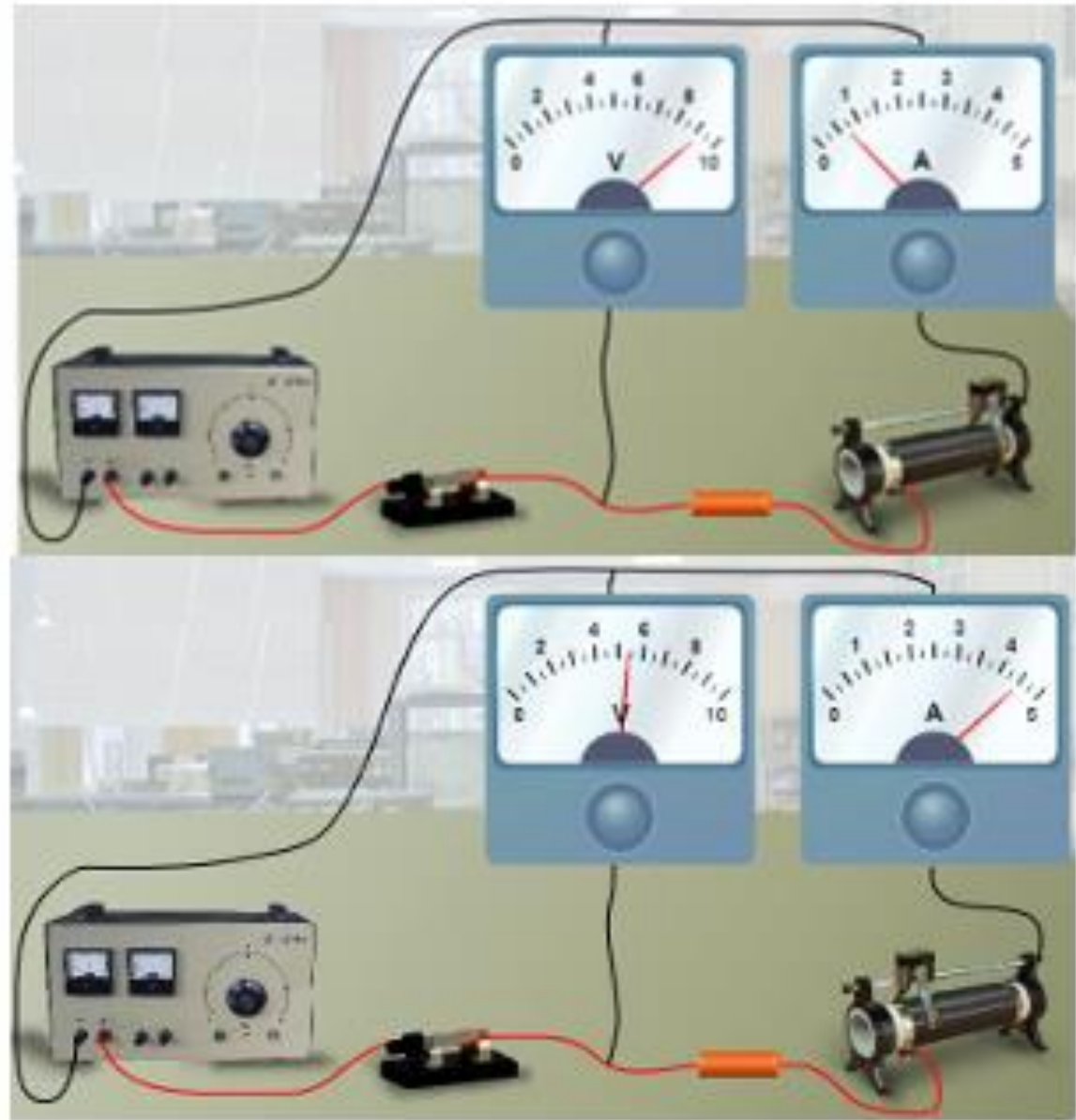
Сначала увидеть, осмыслить, предположить, почему и как, на основе собственного опыта, поменять исходные условия, проанализировать результаты, попробовать сделать выводы.

2) При решении задач

Задачи можно моделировать
сиюминутно, по вариантам,
проверять гипотезы и т.п.

Дана установка и указана
искомая величина.

План работы с установкой и
метод определения ищут
ученики сами.



*Рисунок 1 - Электрическая схема
с разным положением ползунка реостата*

3) Лабораторные работы

В данном случае важно, чтобы в самой лабораторной работе напрямую не звучало в целях, что будет исследоваться некое явление или зависимость. Либо не оговаривается, какая именно зависимость исследуется.

Для такой ситуации потребуются больше, чем просто следование инструкции. Потребуется анализ проблемной ситуации, поиск возможных решений, конструирование ситуации, построение гипотезы и её проверка в эксперименте, умение школьника рассуждать и видеть причинно-следственные связи.

4) Самостоятельная работа в качестве закрепления или «перевернутый класс»

Электронный комплекс может использоваться как при самостоятельном дистанционном изучении дисциплины, так и на занятии под руководством преподавателя при изучении материала.

Достоинства виртуальных ВЛУ:

- ✓ Использование в дистанционных учебных курсах,
- ✓ Экономия финансовых ресурсов, не требовательного к производительности ЭВМ, не подвержены материальному износу.
- ✓ Возможность моделирования таких физических процессов, которые в условиях реальной лаборатории были просто неосуществимы,
- ✓ Безопасность при выполнении виртуальных работ,
- ✓ Автоматизации физического эксперимента при вводе, выводе и интерпретации полученных результатов, что исключает количество ошибочных данных,
- ✓ ВЛУ имеют более богатый набор изменяемых параметров и более широкого диапазон условий эксперимента.

Спасибо за внимание!