

ГОТОВИМСЯ К ЕГЭ

Вычисляем без проблем
на ЕГЭ по физике и химии
с калькулятором



С.В.
Дано:
 $\lambda_{кр} = 5,2 \cdot 10^{-7} \mu$
 $D = 7 \cdot 10^{14} \Gamma_{\lambda}$
 $c = 3 \cdot 10^8 \mu/c$
 $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
 $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
 $\nu = ?$

fx-82ES PLUS

fx-85ES PLUS

fx-350ES PLUS

Решение.

$$h \cdot \nu = A_{\text{вх}} + \frac{m \nu^2}{2} = h \frac{c}{\lambda_{кр}} + \frac{m \nu^2}{2}$$

$$\frac{m \nu^2}{2} = h \cdot \nu - h \frac{c}{\lambda_{кр}} ; \nu^2 = \frac{2(h \cdot \nu - h \frac{c}{\lambda_{кр}})}{m}$$

$$\nu = \frac{\sqrt{2(h \cdot \nu - h \frac{c}{\lambda_{кр}})}}{m}$$

$$\nu = \frac{\sqrt{2(6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 7 \cdot 10^{14} - \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{5,2 \cdot 10^{-7}})}}{9,1 \cdot 10^{-31}} =$$

$$\frac{6,63 \times 10^{-34} \cdot 7}{5,2 \times 10^{-7}} = 9,1 \times 10^{-7}$$

$$\frac{6,63 \times 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{5,2 \times 10^{-7}} = 3,825 \times 10^{-19}$$

$$\sqrt{\frac{2(7 \times 10^{14} - 3,825 \times 10^{-19})}{9,1 \times 10^{-31}}} = 4,2 \times 10^5$$

Ответ: $4,2 \cdot 10^5 \mu/c$.

И. Е. Вострокнутов, Г. Г. Никифоров, Н. С. Никитина,
М. С. Помелова, Д. А. Ивашкина, А. Ю. Хмельницкая, Е. Д. Федосова,
Т. Н. Мартынова, Л. П. Мошейко, О. Д. Решетникова, Т. В. Рыбакова,
Э. Ч. Цой, Т. Э. Волобуева, А. В. Немытькова, Е. В. Мирошниченко,
Г. М. Ремизов, М. Л. Волохова

ГОТОВИМСЯ К ЕГЭ

**Вычисляем без проблем
на ЕГЭ по физике и химии
с калькулятором**
fx-82ES PLUS
fx-85ES PLUS
fx-350ES PLUS

Под ред. И. Е. Вострокнутова, Г. Г. Никифорова

Москва
2012

УДК 373:14я72

ББК 373:167.1:512+32.81

Вострокнутов И. Е., Никифоров Г. Г., Никитина Н. С., Помелова М. С., Ивашкина Д. А., Хмельницкая А. Ю., Федосова Е. Д., Мартынова Т. Н., Мошейко Л. П., Решетникова О. Д., Рыбакова Т. В., Цой Э. Ч., Волобуева Т. Э., Немытькова А. В., Мирошниченко Е. В., Ремизов Г. М., Волохова М. Л.

Г74 Готовимся к ЕГЭ. Вычисляем без проблем на ЕГЭ по физике и химии с калькулятором *fx-82ES PLUS*, *fx-85ES PLUS*, *fx-350ES PLUS* / И. Е. Вострокнутов, Г. Г. Никифоров, Н. С. Никитина, М. С. Помелова, Д. А. Ивашкина, А. Ю. Хмельницкая, Е. Д. Федосова, Т. Н. Мартынова, Л. П. Мошейко, О. Д. Решетникова, Т. В. Рыбакова, Э. Ч. Цой, Т. Э. Волобуева, А. В. Немытькова, Е. В. Мирошниченко, Г. М. Ремизов, М. Л. Волохова. Под ред. И. Е. Вострокнутова, Г. Г. Никифорова. – Троицк: Тровант, 2012. – 144 с.

ISBN 978-5-89513-283-8

Условные обозначения:



обратите особое внимание

Учебное пособие предназначено для школьников, решивших сдавать Единый государственный экзамен по физике и химии. С его помощью ученики 10 и 11 классов научатся применять современные научные калькуляторы серий *fx-ES* и *fx-ES PLUS* при решении задач в процессе подготовки к ЕГЭ и на самом экзамене. Эти калькуляторы выбраны авторами пособия потому, что они наиболее приспособлены для проведения расчетов с естественнонаучными данными любой сложности и признаны пригодными для использования на ЕГЭ по физике и химии органом сертификации учебного оборудования «Учсерт» Российской академии образования.

На большом количестве примеров из открытых сегментов контрольных измерительных материалов подробно рассмотрены приемы работы с калькуляторами. Включена подборка задач для работы на уроке под руководством учителя и самостоятельной работы дома. В шестом параграфе приведены документы, помогающие решить организационные вопросы, которые часто возникают в пунктах приема экзаменов в отношении использования калькуляторов. Во втором издании проанализирована демоверсия ЕГЭ по физике 2012, рассмотрено применение научных калькуляторов для построения графиков по результатам измерений. Впервые приведены задания по фотографиям, при выполнении которых необходимо проводить измерения.

Среди авторов пособия – учителя физики и химии, участвующие в научно-методическом проекте «Школьный калькулятор».

УДК 373:14я72

ББК 373:167.1:512+32.81

ISBN 978-5-89513-283-8

© CASIO, 2012

Введение

Вычислительные умения значительно влияют на успешность выполнения заданий ЕГЭ по физике и химии. Согласно спецификациям контрольных измерительных материалов по этим предметам каждый ученик должен быть обеспечен непрограммируемым калькулятором. Поэтому актуальным является пособие по методике использования калькуляторов и в процессе обучения физике и химии, и на экзамене.

Эта книга представляет собой учебное пособие для школьников, которые собираются сдавать Единый государственный экзамен по физике и химии. Она предназначена для обучения вычислениям с современными научными калькуляторами серий *fx-ES* и *fx-ES PLUS*, рекомендованными Российской академией образования для проведения Единого государственного экзамена по физике и химии.

Количество ошибок, связанных с вычислительными трудностями, которые испытывают учащиеся при выполнении заданий ЕГЭ, к сожалению, не уменьшается за последние годы. При этом объем вычислений, приходящийся в среднем на один вариант, остается практически неизменным в течение последних лет.

Для конкретизации проблем вычислений на ЕГЭ по физике и химии во втором издании проанализированы задания демоверсии 2012 года, связанные с расчетами, рассмотрено применение научных калькуляторов для построения графиков по результатам измерений. Впервые приведены задания по фотографиям, при выполнении которых необходимо проводить измерения. Полученные выводы будут актуальны при сдаче ЕГЭ в ближайшие годы, так как одна из важнейших целей физического образования – вычислительная культура – сохраняется при переходе к Стандартам второго поколения. На примерах из открытых сегментов контрольных измерительных материалов подробно рассмотрены приемы работы с калькуляторами. Включены задачи для решения на уроке под руководством учителя и самостоятельной работы дома. В шестом параграфе приведены документы, помогающие решить организационные вопросы, которые часто возникают в пунктах приема экзаменов в отношении использования калькуляторов.

Среди авторов пособия – учителя физики и химии, участвующие в научно-методическом проекте «Школьный калькулятор».

Пособие предназначено для учащихся и учителей общеобразовательных учреждений.

*И. Е. Вострокнутов, д.п.н., профессор,
научный руководитель образовательных программ CASIO
в РФ и странах СНГ*

Часть 1. Калькулятор в руках ученика

§ 1. Зачем необходим калькулятор на ЕГЭ по физике?

1.1. Фрагменты демоверсии ЕГЭ по физике 2012 г.

Пояснения к демонстрационному варианту контрольных измерительных материалов 2012 года по физике.

При ознакомлении с демонстрационным вариантом контрольных измерительных материалов 2012 г. следует иметь в виду, что задания, включенные в демонстрационный вариант, не отражают всех вопросов содержания, которые будут проверяться с помощью вариантов КИМ в 2012 г. Полный перечень вопросов, которые могут контролироваться на Едином государственном экзамене 2012 г., приведен в Кодификаторе элементов содержания по физике для составления контрольных измерительных материалов (КИМ) Единого государственного экзамена 2012 г.

Назначение демонстрационного варианта заключается в том, чтобы дать возможность любому участнику ЕГЭ и широкой общественности составить представление о структуре будущих КИМ, количестве заданий, их форме, уровне сложности. Приведенные критерии оценки выполнения заданий с развернутым ответом, включенные в этот вариант, дают представление о требованиях к полноте и правильности записи развернутого ответа.

Эти сведения позволят выпускникам выработать стратегию подготовки и сдачи ЕГЭ.

Демонстрационный вариант 2012

Инструкция по выполнению работы.

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 4 часа (240 минут). Работа состоит из 3-х частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 содержит 10 задач: A22–A25 с выбором одного верного ответа и C1–C6, для которых требуется дать развернутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими черными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание, что записи в черновике не будут учитываться при оценке работы.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удается выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям.

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

<i>Десятичные приставки</i>					
Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

<i>Константы</i>	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$

Константы	
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = - 273 °С
атомная единица массы	1 а.е.м. = $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = $1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж

Масса частиц	
электрона	$9,1 \cdot 10^{-31}$ кг $\approx 5,5 \cdot 10^{-4}$ а.е.м.
протона	$1,673 \cdot 10^{-27}$ кг $\approx 1,007$ а.е.м.
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27}$ кг $\approx 1,008$ а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость		свинца	130 Дж/(кг·К)
воды	$4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)

Нормальные условия: давление 10^5 Па, температура 0 °С

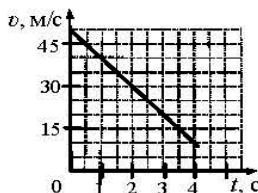
Молярная масса			
азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	молибдена	$96 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

Удельная теплота	
парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг

Часть 1

A1. На графике приведена зависимость скорости прямолинейно движущегося тела от времени. Определите модуль ускорения тела.

- 1) 5 м/с^2 2) 10 м/с^2
 3) 15 м/с^2 4) $12,5 \text{ м/с}^2$



A2. Подъемный кран поднимает груз с постоянным ускорением. На груз со стороны троса действует сила, равная $8 \cdot 10^3 \text{ Н}$. Сила, действующая на трос со стороны груза,

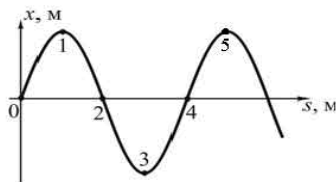
- 1) равна $8 \cdot 10^3 \text{ Н}$ и направлена вниз
 2) меньше $8 \cdot 10^3 \text{ Н}$ и направлена вниз
 3) больше $8 \cdot 10^3 \text{ Н}$ и направлена вверх
 4) равна $8 \cdot 10^3 \text{ Н}$ и направлена вверх

A3. Камень массой 200 г брошен под углом 45° к горизонту с начальной скоростью $v = 15 \text{ м/с}$. Модуль силы тяжести, действующей на камень в момент броска, равен

- 1) 0 2) $1,33 \text{ Н}$ 3) $3,0 \text{ Н}$ 4) $2,0 \text{ Н}$

A6. На рисунке показан профиль бегущей волны в некоторый момент времени. Разность фаз колебаний точек 1 и 3 равна

- 1) 2π 2) π
 3) $\frac{\pi}{4}$ 4) $\frac{\pi}{2}$

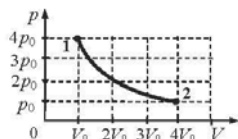


A9. В сосуде с подвижным поршнем находится вода и ее насыщенный пар. Объем пара изотермически уменьшили в 2 раза. Концентрация молекул пара при этом

- 1) не изменилась 2) увеличилась в 2 раза
 3) уменьшилась в 2 раза 4) увеличилась в 4 раза

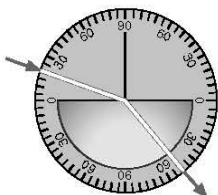
A10. На графике показана зависимость давления одноатомного идеального газа от его объема. При переходе из состояния 1 в состояние 2 газ совершил работу, равную 5 кДж . Количество теплоты, полученное газом при этом переходе, равно

- 1) 1 кДж 2) 4 кДж 3) 5 кДж 4) 7 кДж



A12. По проводнику с сопротивлением R течет ток I . Как изменится количество теплоты, выделяющееся в проводнике в единицу времени, если его сопротивление увеличить в 2 раза, а силу тока уменьшить в 2 раза?

- 1) увеличится в 2 раза 2) уменьшится в 2 раза
 3) не изменится 4) уменьшится в 8 раз



A15. На рис. представлен опыт по преломлению света. Пользуясь приведенной таблицей, определите показатель преломления вещества.

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

- 1) 1,22 2) 1,47 3) 1,88 4) 2,29

A17. Длина волны красного света почти в 2 раза больше длины волны фиолетового света. Энергия фотона красного света по отношению к энергии фотона фиолетового света

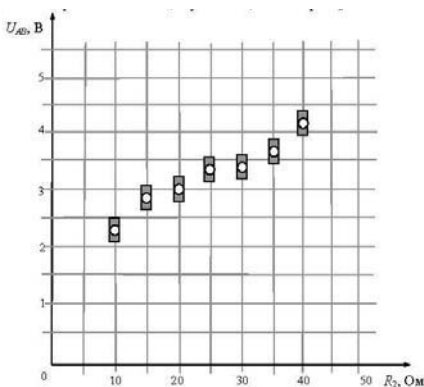
- 1) больше в 4 раза 2) больше в 2 раза
 3) меньше в 4 раза 4) меньше в 2 раза

A18. Ядро мышьяка ${}_{33}^{67}\text{As}$ состоит из

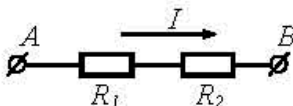
- 1) 33 нейтронов и 34 протонов 2) 33 протонов и 34 нейтронов
 3) 33 протонов и 67 нейтронов 4) 67 протонов и 34 электронов

A19. В образце имеется $2 \cdot 10^{10}$ ядер радиоактивного изотопа цезия ${}_{55}^{137}\text{Cs}$, имеющего период полураспада 26 лет. Через сколько лет останутся нераспавшимися $0,25 \cdot 10^{10}$ ядер данного изотопа?

- 1) 26 лет 2) 52 года 3) 78 лет 4) 104 года



A21. На графике представлены результаты измерения напряжения на концах участка AB цепи постоянного тока, состоящей из двух последовательно соединенных резисторов, при различных значениях сопротивления резистора R_2 и неизменной



силе тока I (см. рис.). С учетом погрешностей измерений ($\Delta R = \pm 1$ Ом, $\Delta U = \pm 0,2$ В) найдите ожидаемое напряжение на концах участка цепи AB при $R_2 = 50$ Ом.

- 1) 3,5 В 2) 4 В 3) 4,5 В 4) 5,5 В

Часть 3

A22. Небольшой камень бросили с ровной горизонтальной поверхности земли под углом к горизонту. На какую максимальную высоту поднялся камень, если ровно через 1 с после броска его скорость была направлена горизонтально?

- 1) 10 м 2) 5 м 3) $5\sqrt{3}$ м 4) $10\sqrt{2}$ м

A23. Подвешенный на нити грузик совершает гармонические колебания. В таблице представлены координаты грузика через одинаковые промежутки времени. Какова примерно максимальная скорость грузика?

t (с)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
x (см)	4	2	0	2	4	2	0	2

- 1) 1,24 м/с 2) 0,31 м/с 3) 0,62 м/с 4) 0,4 м/с

A24. У теплового двигателя, работающего по циклу Карно, температура нагревателя – 500 К, а температура холодильника – 300 К. Рабочее тело за один цикл получает от нагревателя 40 кДж теплоты. Какую работу совершает при этом рабочее тело двигателя?

- 1) 1,6 кДж 2) 35,2 кДж 3) 3,5 кДж 4) 16 кДж

A25. Две частицы, имеющие отношение масс $m_2/m_1 = 8$, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Найдите отношение зарядов частиц q_2/q_1 , если их скорости одинаковы, а отношение радиусов траекторий: $R_2/R_1 = 2$

- 1) 16 2) 2 3) 8 4) 4

C1. Намагниченный стальной стержень начинает свободное падение с нулевой начальной скоростью из положения, изображенного на рис. 1. Пролетая сквозь закрепленное проволочное кольцо, стержень создает в нем электрический ток, сила которого изменяется со временем так, как показано на рис. 2.

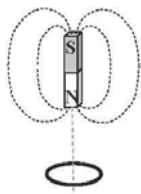


Рис. 1

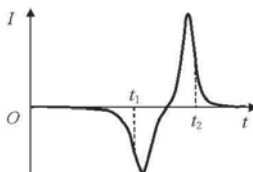


Рис. 2

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.

Возможное решение.

1. Индукционный ток в кольце вызван ЭДС индукции, возникающей при пересечении проводником линий магнитного поля. По закону индукции Фарадея $\mathcal{E} = -\Delta\Phi/\Delta t$ 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 $I = \mathcal{E}/R$.

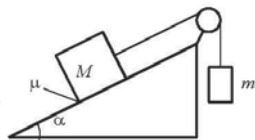
2. В момент времени t_1 к кольцу приближается магнит, и магнитный поток увеличивается. В момент t_2 магнит удаляется, и магнитный поток уменьшается. Следовательно, ток имеет различные направления.

Примечание для экспертов.

В начальный момент магнит находится далеко от кольца, поэтому линии поля \vec{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.

С2. Грузы массами $M = 1$ кг и m связаны легкой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок, по которому нить может скользить без трения (см. рис.). Груз массой M находится на шероховатой наклонной плоскости (угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 30^\circ$, коэффициент трения $\mu = 0,3$). Чему равно максимальное значение массы m , при котором система грузов еще не выходит из первоначального состояния покоя? Решение поясните схематичным рисунком с указанием используемых сил.



Возможное решение.

1. Если масса m достаточно велика, но грузы еще покоятся, то сила трения покоя, действующая на груз массой M , направлена вниз вдоль наклонной плоскости (см. рис.).

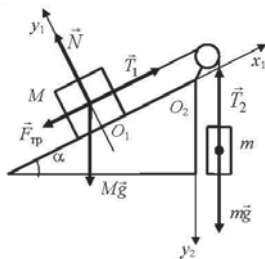
2. Будем считать систему отсчета, связанную с наклонной плоскостью, инерциальной. Запишем второй закон Ньютона для каждого из покоящихся тел в проекциях на оси введенной системы координат:

$$O_1 x_1: T_1 - Mg \cdot \sin \alpha - F = 0$$

$$O_1 y_1: N - Mg \cdot \cos \alpha = 0$$

$$O_2 y_2: mg - T_2 = 0$$

Учтем, что: $T_1 = T_2 = T$ (нить легкая, между блоком и нитью трения нет), $F_{\text{тр}} \leq \mu N$ (сила трения покоя).



Тогда $T = mg$, $F_{\text{тр}} = mg - Mg \cdot \sin \alpha$, $N = Mg \cdot \cos \alpha$, и мы приходим к неравенству $mg - Mg \cdot \sin \alpha \leq \mu Mg \cdot \cos \alpha$ с решением $m \leq M(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$.

Таким образом, $m_{\text{max}} = M(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \approx 0,76$ кг.

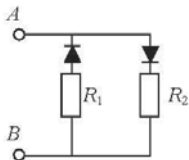
Ответ: $m_{\text{max}} \approx 0,76$ кг.

С3. Необходимо расплавить лед массой 0,2 кг, имеющий температуру 0 °С. Выполнима ли эта задача, если потребляемая мощность нагревательного элемента – 400 Вт, тепловые потери составляют 30 %, а время работы нагревателя не должно превышать 5 минут?

Возможное решение.

Согласно первому началу термодинамики количество теплоты, необходимое для плавления льда, $\Delta Q_1 = \lambda m$, где λ – удельная теплота плавления льда. ΔQ_2 – подведенное джоулево тепло: $\Delta Q_2 = \eta Pt$. В соответствии с заданными условиями $\Delta Q_1 = 66$ кДж и $\Delta Q_2 = 84$ кДж, а значит, $\Delta Q_1 < \Delta Q_2$, и поставленная задача выполнима.

С4. В цепи, изображенной на рис., сопротивление диодов в прямом направлении пренебрежимо мало, а в обратном многократно превышает сопротивление резисторов. При подключении к точке *A* положительного полюса, а к точке *B* отрицательного полюса батареи с ЭДС 12 В и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением, потребляемая мощность равна 7,2 Вт. При изменении полярности подключения батареи потребляемая мощность оказалась равной 14,4 Вт. Укажите условия протекания тока через диоды и резисторы в обоих случаях и определите сопротивление резисторов в этой цепи.



Возможное решение.

1. При подключении положительного полюса батареи к точке *A* потенциал точки *A* выше потенциала точки *B* ($\varphi_A > \varphi_B$), поэтому ток через резистор R_1 не течет, а течет через резистор R_2 . Эквивалентная схема цепи имеет вид, изображенный на рис. 1.

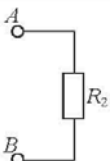


Рис. 1

Потребляемая мощность $P_1 = \frac{\mathcal{E}^2}{R_2}$.

2. При изменении полярности подключения батареи $\varphi_A < \varphi_B$, ток через резистор R_2 не течет, но течет через резистор R_1 . Эквивалентная схема цепи в этом случае изображена на рис. 2. Потребляемая мощность $P_2 = \frac{\mathcal{E}^2}{R_1}$.

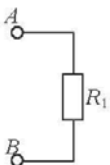


Рис. 2

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

4. Подставляя значения физических величин, указанные в условии, получаем: $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 200$ Ом.

Ответ: $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 200$ Ом.

С6. Свободный пион (π^0 -мезон) с энергией покоя 135 МэВ движется со скоростью V , которая значительно меньше скорости света. В результате его распада образовались два γ -кванта, причем один из них распространяется в направлении движения пиона, а другой – в противоположном направлении. Энергия одного кванта на 10 % больше, чем другого. Чему равна скорость пиона до распада?

Возможное решение.

1. Максимальная скорость v фотоэлектронов, выбитых из пластины, может быть определена из уравнения Эйнштейна для фотоэффекта: $h\nu = A_{\text{вых}} + mv^2/2$, где ν – частота падающих фотонов, $A_{\text{вых}}$ – работа выхода электронов.

Отсюда же нетрудно определить "красную границу" фотоэффекта, то есть минимальную частоту фотонов ν_{min} , при которой возможно выбивание фотоэлектронов, то есть кинетическая энергия вылетевших электронов равна нулю: $h\nu_{\text{min}} = A_{\text{вых}}$.

2. Частота фотонов связана с длиной волны падающего света соотношением: $\lambda = c/\nu$.

3. Отсюда максимальная скорость фотоэлектронов

$$v = \sqrt{\frac{2hc \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_{\text{кр.}}} \right)}{m}}, \text{ где } \lambda_{\text{кр.}} = \frac{c}{\nu_{\text{min}}} - \text{длина волны красной границы}$$

света.

Ответ: $v = 800$ км/с.

1.2. Анализ демоверсии

Анализ демоверсии определяет необходимый уровень вычислительной культуры, умение работать с графиками, ориентирует на ответственное отношение к фронтальным работам и практикumu.

В демоверсии (стр. 4) вам дается совет выработать систему подготовки к ЕГЭ: сведения, приведенные в демоверсии, **«позволят выпускникам выработать стратегию подготовки и сдачи ЕГЭ»**.

Освоение приемов работы с калькулятором – необходимый элемент такой стратегии.

В инструкции по выполнению работы написано (стр. 5): **«При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор»**.

Именно к таким калькуляторам относятся калькуляторы CASIO серий $fx-ES$ и $fx-ES PLUS$, например $fx-82ES PLUS$, $fx-85ES PLUS$ и др.

Конечно, надо взять с собой тот калькулятор, которым вы пользовались на уроках физики. Вероятнее всего, это калькулятор $fx-82ES PLUS$, так как он входит в оборудование физического кабинета.

Чтобы понять, какими умениями работы с калькулятором целесообразно овладеть, проанализируем демоверсию.

Справочные данные демоверсии (стр. 5–6) представлены в стандартном виде, поэтому для работы с ними вам необходимо уметь **работать со степенями** – без этих умений вам не обойтись.

Также справочные данные являются приближенными (среди них можно обнаружить только два точных числа: коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$ и скорость света $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$), поэтому вы должны уметь правильно **округлять результаты вычислений, выполненных на калькуляторе**.

1.2.1. Анализ части 1.

Задания части 1 (стр. 7–9), в тексте которых встречаются числа, можно разделить на *четыре группы* (см. табл.).

Таблица

Задания части 1, содержащие числовые данные в тексте и ответах

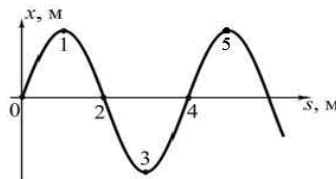
Практико-ориентированные умения	№№ заданий
1) Действия с числовыми данными	
1а) Задания с числами, не требующие вычислений	A2, A6, A9
1б) Устные вычисления	A3, A12, A17, A18
1в) Числа заданы в стандартной форме	A19
1г) Работа с приближенными числами	A15
2) Работа с графиками	
2а) Вычисления	A1, A10
2б) Построение графика по результатам измерений	A21

1) Действия с числовыми данными.

1а) Задания с числами, не требующие вычислений.

A2. Ошибочное рассуждение может опираться на то, что груз поднимается вверх с ускорением: все знают, что это – условие перегрузки. Поэтому многие выбирают ответ 3. Но этот выбор неверен, так как независимо от характера движения силы взаимодействия подчиняются третьему закону Ньютона: сила, действующая на трос со стороны груза, равна по модулю $8 \cdot 10^3 \text{ Н}$ и направлена вниз. **Верный ответ – первый.**

А6. Необходимо вспомнить определение длины волны: это расстояние между точками в волне, которые колеблются в одинаковой фазе. Такими парами точек являются 0 и 4, 1 и 5. Эти последние точки и натолкнут вас на правильный ответ: расстояние между точками 1 и 3 равно половине длины волны, следовательно, эти точки колеблются в противофазе, т.е. сдвиг фаз этих колебаний равен π . **Верный ответ – второй.**



А9. Давление насыщенного пара при постоянной температуре не зависит от объема. В соотношении $P = nkT$ величины P , k и T постоянные, следовательно, концентрация пара не меняется. **Верный ответ – первый.** Почему же концентрация пара не меняется при уменьшении объема? Так как $n = N/V$, то при уменьшении объема в два раза общее число молекул пара в сосуде N также уменьшится в два раза, то есть часть пара конденсируется.

16) Задания, для решения которых нужны навыки устного счета.

А3. Задача выявляет понимание физического смысла силы тяжести: эта сила действует вне зависимости от характера движения, вычисления связаны лишь с нахождением силы тяжести при известной массе. При этом следует помнить, что в справочных данных указано $g = 10 \text{ м/с}^2$. **Верный ответ – третий.**

А12. Для ответа на вопрос надо вспомнить закон Джоуля – Ленца: $Q = I^2 R t$. Из него следует, что количество теплоты изменится в $\frac{2}{2^2} = \frac{1}{2}$ раза (из-за увеличения сопротивления количество теплоты увеличивается в два раза, а из-за уменьшения силы тока в 2 раза – уменьшается в четыре раза). Таким образом, количество теплоты уменьшится в два раза. **Верный ответ – второй.**

А17. Энергия фотона прямо пропорциональна частоте ($E = h\nu$). Но частота равна $\lambda = c/\nu$. Следовательно, при увеличении длины волны энергия уменьшается. **Верный ответ – четвертый.**

А18. Для определения состава ядра следует помнить, что в соответствии с протонно-нейтронной моделью ядра и общепринятой системой обозначений в записи ${}_{33}^{67}\text{As}$ число 33 – это число протонов в ядре, а 67 – это суммарное число протонов и нейтронов. Следовательно, число нейтронов равно 34. **Верный ответ – первый.**

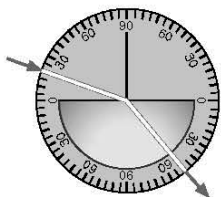
1в) Стандартная форма числа: калькулятор необходим.

A19. Основной закон радиоактивного распада: $N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}$. Здесь T – период полураспада, N_0 – начальное количество радиоактивных ядер в момент времени, с которого начинается наблюдение, N – число ядер, не распавшихся до некоторого произвольного момента времени t .

У этой задачи есть простое решение, основанное на понимании смысла периода полураспада. Найдем отношение N/N_0 . Оно равно $1/8$. Следовательно, $t/T = 3$. **Верный ответ – третий.**

1г) Работа с приближенными числами: без калькулятора не обойтись.

A15. Из рисунка видно, что угол падения равен 70° , угол преломления равен 40° . Не путайте – углы падения и преломления отсчитываются от перпендикуляра к преломляющей поверхности. С углом падения проблем не будет, будьте внимательны при определении угла преломления. Вторая проблема – необычный масштаб транспортира.

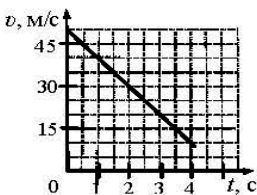


Вычислим калькулятором $0,94/0,64 = 1,46875$. Округлить необходимо до двух десятичных знаков: при округлении сохраняется столько знаков, сколько

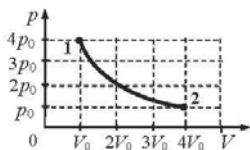
их в приведенных данных. Обратим внимание: если подойти к результату как просто математическому, то надо округлять с избытком – $1,47$. Если же считать приведенные данные как результат измерений, то цифра 8 в числе $1,46875$ – неверная, и ее учет при округлении не имеет смысла. При любом способе округления **верный ответ – второй.**

2) Работа с графиками.

2а) Вычисления по графикам.



A1. Для расчета ускорения найдем на графике «удобные» точки, например A (45 м/с; 0,5 с) и B (10 м/с; 4,0 с). Теперь легко определить модуль ускорения $(10 - 45)/(4,0 - 0,5) = -10$ (м/с²). В задании требуется найти модуль ускорения. **Верный ответ – второй.**



A10. Численная информация, приведенная на графике, позволяет утверждать, что анализируемый процесс – изотермический, так как параметры газа подчиняются закону Бойля-Мариотта: $4P_0 \cdot V_0 = 2P_0 \cdot 2V_0 = P_0 \cdot 4V_0$.

Опираясь на первый закон термодинамики, определим, что, количество теплоты равно сумме работы, совершенной газом и изменения его внутренней энергии. Но при изотермическом процессе внутренняя энергия не меняется. Следовательно, количество теплоты равно работе.
Верный ответ – третий.

2б) Построение графика по результатам измерений.

A21. Понятно, что без построения графика по результатам измерений нельзя ответить на вопрос о напряжении при сопротивлении $R_2 = (50 \pm 1)$ Ом, так как искомая точка находится за пределами измерений.

В данном случае мы можем определить, что искомая функция – линейная. Действительно, при последовательном соединении $U_{AB} = IR_1 + IR_2$. По условию сила тока и сопротивление R_1 неизменны, следовательно, $U_{AB} = U_0 + IR_2$, т.е. зависимость U_{AB} от R_2 линейная.

Другими словами, нам надо через экспериментальные прямоугольники, воспользовавшись прозрачной линейкой, провести прямую так, чтобы все точки располагались около нее наилучшим образом (рис. 1).

Какой прием может быть очень полезен? Проведем вертикальную прямую через точку 50 Ом и отложим на ней все предлагаемые ответы (рис. 2). Теперь с помощью прозрачной линейки попытаемся провести искомые прямые. Мы сразу отбросим крайние ответы (рис. 2).

Из рис. 3 видно, что правильным является ответ 4,5 В.

Решение задачи методом наименьших квадратов рассмотрено в п. 2.3.5.

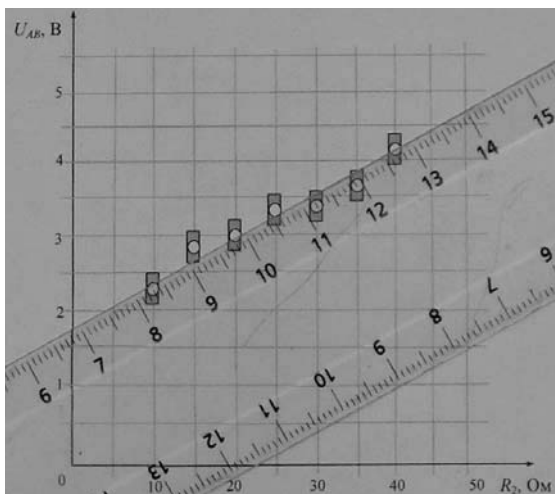


Рис. 1

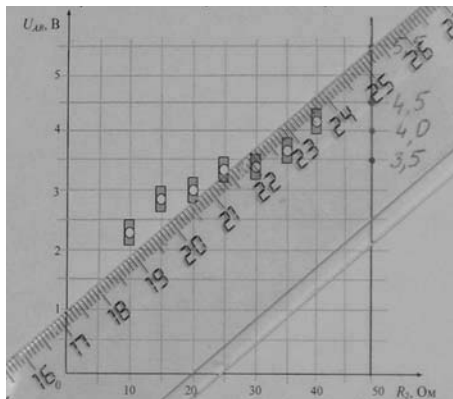
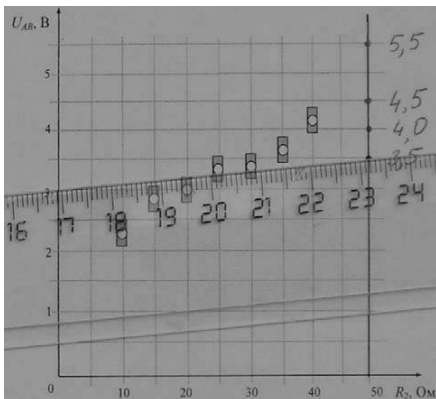


Рис. 2

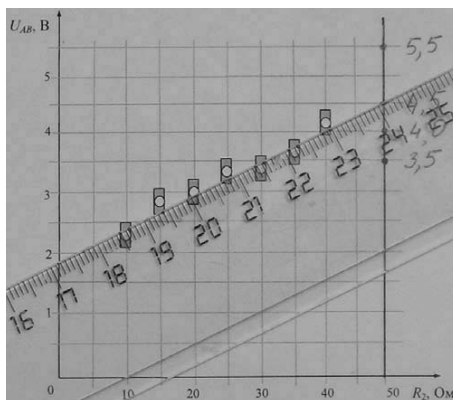
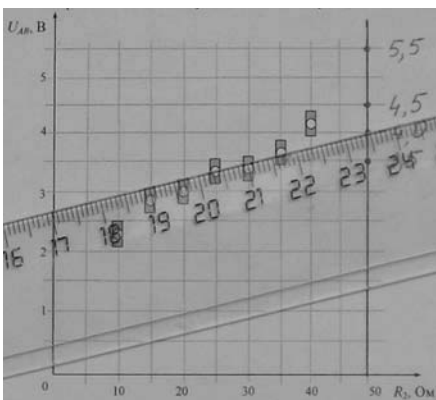


Рис. 3

1.2.2. Анализ части 3.

Эта часть состоит из двух фрагментов. Первый из них – расчетные задачи с выбором ответа. Второй фрагмент – сложные задачи С.

ФРАГМЕНТ 1

A22. Получить правильный ответ в этой задаче значительно проще, чем объяснить, почему именно так надо производить расчет. Максимальная высота $H = gt^2/2 = 10 \cdot 1^2/2 = 5$. **Правильный ответ – второй.**

Объясним, почему так просто.

Пусть тело брошено под углом к горизонту. Какая связь между направлением его скорости и высотой подъема?

Если тело брошено под углом к горизонту, то у его начальной скорости две составляющие – вертикальная v_y и горизонтальная v_x . По мере полета тела по параболе горизонтальная составляющая остается

неизменной, а вертикальная сначала убывает до нуля, а потом возрастает. Максимальная высота поднятия тела H – это как раз такая высота, на которой его скорость горизонтальна, т.е. равна v_x , ведь v_y равна нулю. Тело поднимается вверх столько времени t , пока его вертикальная составляющая v_1 не обратится в ноль. Следовательно, $v_y = gt$.

С другой стороны, $H = gt \cdot t - gt^2/2 = gt^2/2$. Вот почему мы так просто определили ответ. Запомните полученный результат – он вам может помочь при решении задач по кинематике.

A23. Странно в этой задаче на первый взгляд то, что в таблице «ровные» числа, а в ответах – приближенные. Так и хочется выбрать ответ № 4. Но лучше этого не делать, а подумать и вспомнить формулу для максимальной скорости колеблющегося тела: $V = \omega A$, где $\omega = 2\pi/T$ – циклическая частота, A – амплитуда. Число π – причина отказа от выбора в качестве ответа числа 0,4. Главная задача – найти в таблице амплитуду и частоту. Ясно, что амплитуда равна 4 см. Период найти сложнее, т.к. в таблице чуть-чуть не хватает времени до полного периода. Легко найти четверть или три четверти периода. Период равен 0,8 с. Итак, скорость $V = \omega A = 2\pi/T = 0,31$ (м/с). **Правильный ответ – второй.**

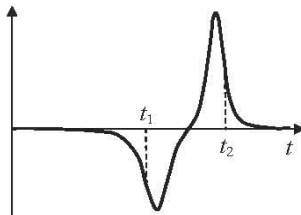
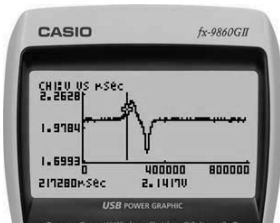
A24. Две формулы для КПД теплового двигателя позволяют легко решить задачу. Одна формула справедлива для любых двигателей: $\text{КПД} = A/W$ (1), где A – полезная работа, W – затраченная энергия; для теплового двигателя $W = Q = 40$ кДж. Вторая формула – великая – во всей мировой физической литературе называется формулой Карно: $\text{КПД} = (T_H - T_X)/T_H$ (2). По второй формуле $\text{КПД} = 0,4$. Теперь по первой найдем $A = 0,4 \cdot 40$ кДж = 16 кДж. **Правильный ответ – четвертый.**

A25. Импульс и кинетическую энергию частиц находят по радиусу трека в магнитном поле $p = qBR$ или $mv = qBR$. Отсюда для двух частиц можно написать $m_2v = q_2BR_2$ и $m_1v = q_1BR_1$. Поделим эти выражения почленно и получим $m_2/m_1 = q_2R_2/q_1R_1$. Отсюда $q_2/q_1 = (m_2/m_1)/(R_2/R_1) = 8/2 = 4$. **Правильный ответ – четвертый.**

ФРАГМЕНТ 2

С1. Качественные задачи – наиболее трудны для выпускников, хотя не сопровождаются вычислениями. Вы значительно повысите свою успешность в решении таких задач, если будете ответственно относиться к выполнению фронтальных работ и практикума.

Практикум с измерительным комплексом *fx-9860GII – EA-200* содержит работу по исследованию кривой, которую нужно проанализировать при выполнении данного задания (см. рис.).



C2. Расчетная формула имеет вид: $m_{\max} = M(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$.
Здесь $M = 1$ кг $\alpha = 30^\circ$, $\mu = 0,3$.

$$\sin(30) + .3\cos(30)$$

$$0.7598076211$$

C3. $\Delta Q_1 = \lambda m$. Здесь $m = 0,2$ кг, $\lambda = 3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг.
 $\Delta Q_2 = \eta Pt$. Здесь $P = 400$ Вт, $t = 300$ с, $\eta = 0,7$.

$$0.2 \times 3.3 \times 10^5$$

$$66000$$

и

$$0.7 \times 400 \times 300$$

$$84000$$

C4. $R_1 = \frac{\mathcal{E}^2}{P_2}$, $R_2 = \frac{\mathcal{E}^2}{P_1}$. $\mathcal{E} = 12$ В, $P_1 = 7,2$ Вт, $P_2 = 14,4$ Вт.

$$\frac{12^2}{14.4}$$

$$10$$

$$\frac{12^2}{7.2}$$

$$20$$

C6. $V = c/21 = 3 \cdot 10^8 / 21 = 1,4 \cdot 10^7$ м/с.

$$\frac{3 \times 10^8}{21}$$

$$14285714.29$$

или

$$\frac{3 \times 10^8}{21}$$

$$1.4 \times 10^7$$

1.3. Работа над ошибками. Выводы

Работа над собственными ошибками – один из полезных приемов, помогающих готовиться к ЕГЭ.

Рассмотрим два варианта решения экзаменационной задачи (см. «Материалы для самостоятельной работы экспертов по оцениванию отдельных заданий с развернутым ответом. Физика», Демидова М. Ю., Нурминский А. И. – М.: ФИПИ, 2008):

Фотокатод облучают светом с длиной волны $\lambda = 300$ нм. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 450$ нм. Какое напряжение U нужно создать между катодом и анодом, чтобы фототок прекратился?

Работа 1.

С5

<p>Дано:</p> <p>$\lambda = 300$ нм</p> <p>$\lambda_0 = 450$ нм</p> <p>$h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с</p> <p>$c = 3 \cdot 10^8$ м/с</p> <p>$e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл</p> <p>$U_z = ?$</p>	<p>Решение:</p> <p>связь частоты и длины волны: $\nu = \frac{c}{\lambda}$</p> <p>красная граница фотоэффекта:</p> <p>$h\nu_0 = A_{\text{вых}} \quad A_{\text{вых}} = \frac{hc}{\lambda_0}$</p> <p>Затр. напряжение: $eU_z = \frac{h\nu - h\nu_0}{2}$</p> <p>ур-ние Эйнштейна для фотоэффекта:</p> <p>$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv^2_{\text{max}}}{2}$</p> <p>$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + eU_z \quad U_z = \frac{\frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0}}{e} = \frac{hc(\lambda_0 - \lambda)}{e\lambda\lambda_0}$</p> <p>$U_z = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 (4,5 \cdot 10^{-7} - 3 \cdot 10^{-7})}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 3 \cdot 10^{-7} \cdot 4,5 \cdot 10^{-7}} = 1,375$ [В]</p> <p>Ответ: $U_z = 1,375$ В.</p>
---	--

Работа 2.

<p>С5 Дано</p> <p>$\lambda = 300$ нм</p> <p>$\lambda_{\text{кпр}} = 450$ нм</p> <p>$U_z = ?$</p>	<p>СЧ</p> <p>$300 \cdot 10^{-9}$ м</p> <p>$450 \cdot 10^{-9}$ м</p>	<p>Решение</p> <p>1) $h \frac{c}{\lambda} = h \frac{c}{\lambda_{\text{кпр}}} + U_z e$</p> <p>2) $U_z \cdot e = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_{\text{кпр}}}$</p> <p>3) $U_z e = hc \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_{\text{кпр}}} \right)$</p> <p>4) $U_z = \frac{hc}{e} \left(\frac{\lambda_{\text{кпр}} - \lambda}{\lambda_{\text{кпр}} \cdot \lambda} \right)$</p> <p>5) $U_z = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} \cdot \left(\frac{450 \cdot 10^{-9} \text{ м} - 300 \cdot 10^{-9} \text{ м}}{450 \cdot 10^{-9} \text{ м} \cdot 300 \cdot 10^{-9} \text{ м}} \right)$</p> <p>6) $U_z = 738$ В</p> <p>Ответ: 738 В</p>
---	---	--

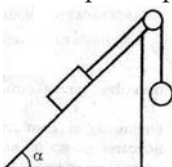
Ученик, выполнивший работу 1, допустил недочеты при записи исходных данных в стандартной форме, в частности в числах 300 и 450 нм последний ноль значащий, следовательно, надо записать $3,00 \cdot 10^{-7}$ и $4,50 \cdot 10^{-7}$ м. Ответ следует округлить до десятых, так как в исходных данных минимальное число знаков – десятые в численных значениях заряда электрона и постоянной Планка (c – число точное).

Ученик, выполнивший работу 2, ошибся при работе со степенями. Скорее всего, он не в полной мере умеет оценивать реальность энергий фотоэлектронов, характерных для фотоэффекта. Иначе он обратил бы внимание на слишком большое значение напряжения и, вернувшись к расчетам, исправил бы свою вычислительную ошибку.

Эксперты за каждую работу части 3 выставляют от 0 до 3 баллов. Критерии, которыми они руководствуются, доступны для ознакомления в ежегодной демонстрационной версии в Интернете и показывают, что экзаменационные работы оцениваются комплексно.

Проанализируем с этой точки зрения расчетные задачи части 3 работы Димы К., которую он выполнил на пробном экзамене 2010 года.

С2. Брусок массой $M = 600$ г и шар массой m связаны между собой невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через блок, как показано на рис. Брусок находится на плоскости, составляющей угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонталью. Коэффициент трения между поверхностью и бруском равен $\mu = 0,1$. Чему равно минимальное значение массы шара, при которой брусок с нулевой начальной скоростью начнет движение вверх?



Решение Димы:

С2. Дано:

- $M = 0,6 \text{ кг}$
- $\alpha = 45^\circ$
- $\mu = 0,1$
- $a = 0$
- $m = ?$

$F_{сж} = M g \sin \alpha$ - сжимающая сила.
 $F_{тр} = \mu M g \cos \alpha$ - сила трения
 $F_g = m g$ - сила тяжести шарика

$$F_{сж} = F_{тр} + F_g$$

$$M g \sin \alpha = \mu M g \cos \alpha + m g$$

$$M \sin \alpha = \mu M \cos \alpha + m$$

$$m = M \sin \alpha - \mu M \cos \alpha$$

$$m = 0,6 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - 0,1 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0,6 \approx 0,382 \text{ кг}$$

Ответ: $m = 382 \text{ г}$

Дима хорошо усвоил основную идею механики: ускорение определяется только силами и не зависит от направления движения (направления скорости).

Скорее всего, поэтому он не обратил внимания на указание в тексте: «брусок начинает движение *вверх*». Дело в том, что направление силы трения скольжения противоположно направлению скорости. Всегда помните об этом. Поэтому уравнение в решении Димы

$$Mg \cdot \sin \alpha = \mu Mg \cdot \cos \alpha + mg \quad (1)$$

неверно, и ответ (0,382 кг) неправильный.

Эксперт учел, что ученик знает: а) второй закон Ньютона; б) основную идею механики; в) формулы для расчета всех сил, действующих на тело, – поэтому (при неверном ответе) за решение поставил 1 балл.

Дима мог обнаружить свою ошибку, если бы проанализировал численный ответ: сравнил бы найденную им силу тяжести шара (3,8 Н) со скатывающей силой (4,2 Н). Он бы сразу понял, что шар такой массы никак не может тянуть брусок вверх по наклонной плоскости. Это могло заставить Диму прочитать текст еще раз. *Вероятность обнаружения ошибки при повторном чтении возрастает!*

Представим, что Дима обнаружил ошибку. Он исправил бы чертеж (рис. 1) и переписал уравнение (1):

$$mg = Mg \cdot \sin \alpha + \mu Mg \cdot \cos \alpha. \quad (2)$$

Теперь ответ будет верным: $m = 0,46$ кг. За исправленное решение, вероятнее всего, Дима получил бы 2 балла.

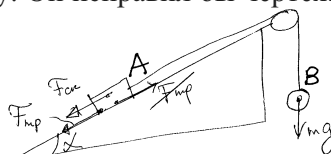


Рис. 1

Почему исправленное решение с правильным ответом нельзя оценить в 3 балла?

а) Вместо силы тяжести и силы реакции, действующих на брусок, указана некоторая скатывающая сила. Что это за сила – объяснения нет. Если не указана сила тяжести, то неясно, как возникла сила трения. (Вполне возможно, что Дима готовился по учебникам 20-летней давности. Именно в них фигурирует «скатывающая сила».)

б) Из чего следует, что сила упругости нити T , действующая на брусок, равна mg ?

Сила упругости равна силе тяжести только при равномерном движении системы и невесомой нити. Если движение ускоренное и нить невесомая, то

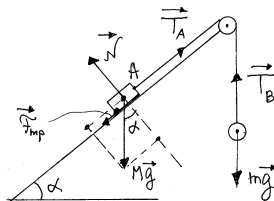


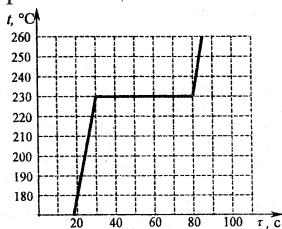
Рис. 2

$$|T - mg| = ma. \quad (3)$$

Если массой нити нельзя пренебречь, то, во-первых, ускорение нельзя найти, пользуясь уравнением (3). Во-вторых, сила натяжения

нити T_A в точке A отличается от силы натяжения нити T_B в точке B (см. рис. 1): $|T_A - T_B| = m_{\text{нити}} \cdot a$. Приведем верный рисунок (рис. 2).

С3. На рис. представлен график зависимости температуры некоторого вещества массой 100 г от времени при постоянной мощности теплоподвода к нему. Известно, что в начальный момент наблюдения вещество находилось в твердом состоянии и что удельная теплоемкость вещества в твердом состоянии равна 230 Дж/(кг·°C). Рассчитайте удельную теплоту плавления вещества и мощность теплоподвода.



Решение Димы:

С3.

Дано:

$m = 0,1 \text{ кг}$
 $c = 230 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{C}}$
 $\lambda = ?$ $P = ?$

$Q = cm\Delta t$
 $Q = IUt = P\tau$ - закон Джоуля-Ленца
 $cm\Delta t = P\tau$ $P = \frac{cm(t_2 - t_1)}{\tau}$
 $P = \frac{230 \cdot 0,1(230 - 170)}{10} = 138 \text{ Вт}$

$Q_1 = \lambda m$ $Q_2 = P\tau_2$
 $\lambda m = P\tau_2$ $\lambda = \frac{P\tau_2}{m}$ $\lambda = \frac{138 \cdot 50}{0,1} = 69000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

Ответ: $P = 138 \text{ Вт}$ $\lambda = 6,9 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

Эксперт оценил решение задания С3 в 1 балл.

Соотношения $cm\Delta t = P\tau_1$ и $P = cm(t_2 - t_1)/\tau_1$ записаны Димой верно. Однако ответ, $P = 138$ Вт, неверен. Следовательно, неверно найдена и удельная теплота плавления $\lambda = 69000$ Дж/кг.

В чем тут дело? Где Дима совершил ошибку?

Эту ошибку можно обнаружить, если проанализировать его работу с графиком. Именно по графику были найдены две взаимосвязанные величины в формуле для расчета мощности P : разность температур $(t_2 - t_1)$ и время ее изменения τ_1 .

Дима записал: $(t_2 - t_1) = 230 \text{ °C} - 170 \text{ °C} = 60 \text{ °C}$. Здесь было проявлено определенное умение работать с «хитрым» графиком.

«Посмотрим» в начало координат. Скорее всего, вы с таким «началом» не встречались: в «начале» нет нуля. Почему? Ноль – это 0 °C , но по вертикальной оси начало соответствует 170 °C . Температуру 170 °C Дима определил верно.

Но в этом графике есть еще «хитрость». Именно с ней Дима не справился: на 60 °C температура изменилась не за 10 с, а за $(10 + \Delta)$ с.

Δ можно найти из подобия треугольников:
 $\frac{\Delta \text{ с}}{10^\circ \text{ C}} = \frac{10 \text{ с}}{50^\circ \text{ C}}$. Отсюда $\Delta = \frac{10 \text{ с} \cdot 10^\circ \text{ C}}{50^\circ \text{ C}} = 2 \text{ (с)}$.

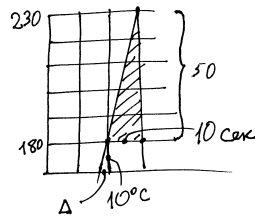


Рис. 3

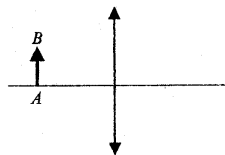
Лучше воспользоваться более коротким путем. Будь Дима более внимательным, он выбрал бы заштрихованный треугольник (рис. 3). Из него следует, что для нагревания на 50° C понадобилось 10 с. Следовательно, $P = \frac{230 \cdot 0,1 \cdot 50}{10} = 115 \text{ (Вт)}$. Поэтому $\lambda = \frac{115 \cdot 50}{0,1} = 57500 \text{ (Дж/кг)}$.

Дима еще совершил ошибку. На отметку она не повлияла, однако непонимание закона Джоуля – Ленца могло бы подвести при выполнении задания на этот закон.

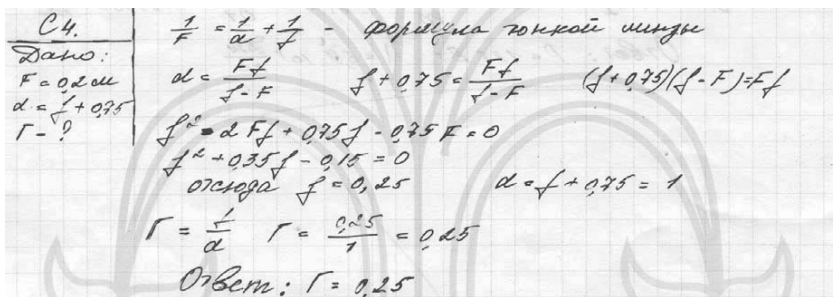
Во-первых, соотношение $Q = IUt = Pt$ Дима назвал законом Джоуля – Ленца, хотя ни о каком «электричестве» речь в задании не идет. А во-вторых, не забывайте, что законом Джоуля – Ленца называется соотношение $Q = I^2Rt$. Произведение IUt совпадает с I^2Rt только при условии, что речь идет о неподвижных проводниках.

Пусть по проводнику сопротивлением R , к которому приложено напряжение U , идет ток силой I , и проводник движется (например в магнитном поле). Тогда IU – полная мощность тока, а I^2R – количество теплоты, выделяемое в проводнике в секунду. Полная мощность больше тепловой. Разность между ними равна механической работе.

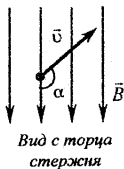
С4. Фокусное расстояние тонкой линзы равно $F = 20 \text{ см}$. Экран, на котором получено изображение предмета AB (см. рис.), расположен на главной оптической оси линзы перпендикулярно ей. При этом предмет AB находится на 75 см дальше от линзы, чем экран. Определите увеличение линзы.



За решение задания С4 Дима получил 3 балла:



C5. Горизонтально расположенный металлический стержень длиной 100 см из состояния покоя начал двигаться равноускоренно в однородном магнитном поле, вектор индукции которого направлен вертикально вниз ($B = 0,4$ Тл). Угол между вектором скорости проводника и вектором магнитной индукции постоянно сохраняется равным $\alpha = 150^\circ$ (см. рис.). Когда стержень переместился на 3,2 м, ЭДС индукции на концах проводника стала равна 0,8 В. Определите ускорение проводника.



Задачу C5 Дима решил тоже верно, но, к сожалению, только в черновике (ему не хватило времени на переписывание задачи в чистовик):

МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ
МИНИСТЕРСТВО
ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МУНИЦИПАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ОУ «СОШ № 15» г. МОСКВА
141800 Московская область,
Серебряный Пруд,
ул. Вокзальная, д. 1

Дано: $l = 1 \text{ м}$
 $B = 0,4 \text{ Тл}$
 $\alpha = 150^\circ$
 $S = 3,2 \text{ м}$
 $\mathcal{E} = 0,8 \text{ В}$
 $a = ?$

$$\mathcal{E} = Blv \sin \alpha$$

$$v = \frac{\mathcal{E}}{B \sin \alpha}$$

$$v = \sqrt{2as}$$

$$\mathcal{E} = Bl \sqrt{2as} \sin \alpha$$

$$\sqrt{2as} = \frac{\mathcal{E}}{Bl \sin \alpha}$$

$$a = \frac{\mathcal{E}^2}{B^2 l^2 \sin^2 \alpha \cdot 2s}$$

$$a = \frac{0,8 \cdot 0,8}{0,4 \cdot 0,4 \cdot 2 \cdot 3,2}$$

Проблема нехватки времени сейчас неактуальна. С 2011 года экзамен длится 4 часа. Правильно распределяйте время. По существующим правилам черновики сдаются, но не проверяются. Поэтому, если решение вам ясно, но не хватает времени, сразу пишите в чистовике. Судя по черновику Димы, у него не было проблем с решением задачи. Поэтому надо было сразу записывать решение в чистовике.

C6. Предельная длина волны электромагнитного излучения, при которой наблюдается фотоэффект для лития, соответствует $5,2 \cdot 10^{-7}$ м. Какова максимальная скорость фотоэлектронов, покидающих литиевый катод, если частота падающего излучения равна $7,0 \cdot 10^{14}$ Гц?

За решение задания C6 Дима получил 3 балла:

C6.

Дано: $\lambda_{\text{пр}} = 5,2 \cdot 10^{-7} \text{ м}$
 $\nu = 7 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$
 $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
 $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$
 $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
 $v = ?$

$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv^2}{2}$ - уравнение Эйнштейна.
 $h\nu = h \frac{c}{\lambda_{\text{пр}}} + \frac{mv^2}{2}$
 $\frac{mv^2}{2} = h\nu - h \frac{c}{\lambda_{\text{пр}}}$
 $v = \sqrt{\frac{2(h\nu - h \frac{c}{\lambda_{\text{пр}}})}{m}}$
 $v = \sqrt{\frac{2(6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 7 \cdot 10^{14} - \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{5,2 \cdot 10^{-7}})}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 0,422 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Ответ: $v = 422 \text{ км/с}$

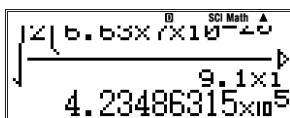
Задача С6 является трудной из-за того, что в ней вы обычно делаете ошибки в расчетах. Дима с вычислениями справился прекрасно.

Действительно, как Дима вычислил скорость? Здесь надо уметь «работать» с порядками (степень десяти) и пользоваться калькулятором.

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot \left(6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 7 \cdot 10^{14} - \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{5,2 \cdot 10^{-7}} \right)}{9,1 \cdot 10^{-31}}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2 \cdot \left(6,63 \cdot 7 \cdot 10^{-20} - \frac{6,63 \cdot 3 \cdot 10^{-19}}{5,2} \right)}{9,1 \cdot 10^{-31}}}$$

Воспользуемся калькулятором *fx-82ES PLUS* (он рекомендован для ЕГЭ, имеется в кабинетах физики).



$$v = 4,2 \cdot 10^5 \text{ м/с.}$$

Судя по всему, Дима очень хорошо владеет калькулятором, который позволяет набирать подкоренное выражение целиком.

Подведем итоги.

За часть 3 Дима получил 9 баллов:

Задание	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Баллы	1	1	1	3	0	3
Итого:	9 баллов					

Выполненное сразу в чистовике задание C5 добавило бы Диме еще 3 балла. При внимательном чтении задания C2 добавился бы 1 балл, а задания C3 – 2 балла. Вероятная оценка Димы представлена таблицей:

Задание	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Баллы	1	2	3	3	3	3
Итого:	15 баллов					

Таким образом, калькулятор – это необходимое, но вовсе не достаточное условие успешной сдачи ЕГЭ.

Для эффективного использования калькулятора на ЕГЭ необходимо:

1) Быстро принимать решение о том, нужен калькулятор или нет при выполнении данного задания.

2) Выполнять на калькуляторе:

- элементарные вычисления;
- расчет выражений, содержащих степени и корни;
- расчет выражений, содержащих логарифмы;
- расчет выражений, содержащих тригонометрические функции.

3) Уметь:

- редактировать выражения;
- округлять численные значения;
- использовать память калькулятора;
- проводить исследование функций;
- строить графики.

§ 2. Репетитор: калькулятор на ЕГЭ по физике – это просто!

Подготовка калькулятора к работе, назначение основных клавиш.

Перед началом работы с калькулятора необходимо снять защитную крышку. Для этого нужно взять калькулятор пальцами левой руки за верхнюю боковую грань корпуса, пальцами правой руки – за нижнюю боковую грань и потянуть их в разные стороны. Затем следует перевернуть крышку и вставить в пазы. Она будет служить хорошей подставкой калькулятору.

 Снимать и вставлять крышку следует без усилия, иначе можно ее повредить.

Калькулятор включается нажатием клавиши **ON** в верхнем правом углу клавиатуры. Для выключения – нужно нажать клавишу **SHIFT** в верхнем левом углу клавиатуры, затем – оранжевую клавишу **AC**. Выключать калькулятор необязательно. Если не проводить никаких вычислений, то примерно через десять минут он сам выключится.

Калькулятор, с которым вам предстоит работать, имеет двухстрочный дисплей. В верхней строке отображается введенное выражение, в нижней – результат вычисления. Выражения можно редактировать, используя клавишу управления курсором **REPLAY**.

Черными и оранжевыми клавишами осуществляются следующие действия:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 –

ввод чисел;

+ - × ÷ – указание арифметических операций;

= – вывод на дисплей результатов вычислений;

AC – очистка строки ввода и сброс результатов вычислений;

DEL – удаление и вставка символов при редактировании выражений.



Над ними расположены клавиши ввода математических функций. Функции, обозначенные белым цветом, вводятся нажатием соответствующей клавиши. Для ввода функций, обозначенных желтым цветом, нужно предварительно нажать клавишу **SHIFT**. Для ввода символов, обозначенных красным цветом, необходимо нажать клавишу **ALPHA**.

Между клавишами **ON** и **REPLAY** расположена клавиша **MODE**. Она служит для вызова меню выбора режима вычислений. В калькуляторах *fx-82ES PLUS*, *fx-85ES PLUS* и *fx-350ES PLUS* имеется три режима, которые выбираются нажатием соответствующей цифровой клавиши:

1:COMP	2:STAT
3:TABLE	

- 1** (COMP) – основные вычисления;
- 2** (STAT) – статистические и регрессионные вычисления;
- 3** (TABLE) – составление таблиц значений функций.

При последовательном нажатии клавиш **SHIFT** и **MODE** (SET UP) на дисплее появится меню настройки калькулятора. Меню настройки имеет две страницы, переключение между которыми осуществляется с помощью стрелок **▲** и **▼** клавиши **REPLAY**.


1:MthIO	2:LineIO	▼
3:Deg	4:Rad	
5:Gra	6:Fix	
7:Sci	8:Norm	

1:ab/c	2:d/c	▲
3:STAT	4:Disp	
5:◀CONT▶		

Выбор настройки осуществляется нажатием соответствующей цифровой клавиши:

- 1** MthIO – математический формат ввода/вывода;
- 2** LineIO – линейный формат ввода/вывода;
- 3** Deg – градусная мера угла;
- 4** Rad – радианная мера угла;
- 5** Gra – мера угла в градусах;
- 6** Fix – количество значащих цифр после запятой в приближенных вычислениях;
- 7** Sci – количество значащих цифр в стандартном виде числа;
- 8** Norm – автоматическое (оптимальное) представление числа;
- 1** ab/c – представление ответа в виде смешанной дроби;
- 2** d/c – представление ответа в виде неправильной дроби;
- 3** STAT – вид отображения данных в статистических вычислениях;
- 4** Disp – вид десятичного разделителя в ответе;
- 5** CONT – контрастность дисплея.

Большинство режимов и настроек калькулятора, которые необходимы для вычислений в курсе физики, подробно рассмотрены. Режимы, которые выходят за рамки школьного курса, опущены.

 Обратим внимание: установка режима вычисления и настроек калькулятора будет распространяться на все последующие расчеты. Самый простой способ вернуть исходный режим вычисления и представления чисел – это сбросить настройки в исходное состояние последовательным нажатием клавиш **SHIFT** **9** (CLR) **3** **=** **AC**.

В исходном состоянии основные настройки калькулятора таковы: режим основных вычислений COMP, математический формат ввода/вывода MthIO, режим автоматического представления числа Norm1, неправильная дробь d/c, градусная мера угла Deg.

2.1. Элементарные вычисления

2.1.1. Вычисление простейших арифметических выражений.

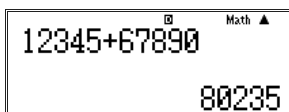
Числовое выражение необходимо ввести в калькулятор в том виде, в каком оно записывается в учебнике, и нажать клавишу **=**. Если при вводе допущена ошибка, то можно нажать клавишу **AC** и ввести выражение сначала.

1. Вычислите $12345 + 67890$.

Нажмите клавиши в следующем порядке:

1 **2** **3** **4** **5** **+** **6** **7** **8** **9** **0** **=**

На дисплее вы увидите следующий результат:



Аналогично выполняются и другие арифметические операции.

2. Вычислите $6587 - 2564$.

6 **5** **8** **7** **-** **2** **5** **6** **4** **=**

Ответ: 4023.

3. Вычислите $25 \cdot 372$.

2 **5** **X** **3** **7** **2** **=**

Ответ: 9300.

4. Вычислите $105485:365$.

1 **0** **5** **4** **8** **5** **÷** **3** **6** **5** **=**

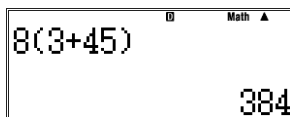
Ответ: 289.

При выполнении более сложных расчетов, например, вычислении арифметического выражения со скобками, возведении в степень, порядок выполнения действий будет такой же, какой принят в математике.

Для большей наглядности далее везде цифровые клавиши в выражениях будем обозначать без рамок.

5. Вычислите $8 \cdot (3 + 45)$.

8 \square 3 \oplus 45 \square \equiv



Перед открывающей скобкой знак умножения можно не ставить.

6. Вычислите $(15 + 21) : 6 + 3 \cdot 7 \cdot 2 - 246 : 6$.

\square 15 \oplus 21 \square \div 6 \oplus 3 \otimes 7 \otimes 2 \ominus 246 \div 6 \equiv

Ответ: 7.

7. (А4, 2006). Тело движется по прямой. Под действием постоянной силы величиной 4 Н за 2 с импульс тела увеличился и стал равен 20 кг·м/с. Первоначальный импульс тела равен

- 1) 4 кг·м/с 2) 8 кг·м/с 3) 12 кг·м/с 4) 28 кг·м/с

Решение.

$P_2 - P_1 = Ft$, следовательно, $P_1 = P_2 - Ft = 20 - 4 \cdot 2 = 12$ (кг·м/с).

Ответ: $P_1 = 12$ кг·м/с.

8. (А30, 2006). Красная граница фотоэффекта исследуемого металла соответствует длине волны $\lambda_{\text{кр.}} = 600$ нм. Какова длина волны света, выбивающего из него фотоэлектроны, максимальная кинетическая энергия которых в 2 раза меньше работы выхода?

- 1) 300 нм 2) 400 нм 3) 900 нм 4) 1200 нм

Решение.

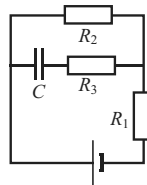
Согласно уравнению Эйнштейна $E_{\text{к.}} = h\nu - A_{\text{вых.}}$. По условию задачи $E_{\text{к.}} = \frac{A_{\text{вых.}}}{2}$. Следовательно, $\frac{A_{\text{вых.}}}{2} = h\nu - A_{\text{вых.}}$ или $h\nu = \frac{3}{2} A_{\text{вых.}}$. Тогда

$$h \frac{c}{\lambda} = \frac{3}{2} h \frac{c}{\lambda_{\text{кр.}}} \quad \text{или} \quad \frac{1}{\lambda} = \frac{3}{2\lambda_{\text{кр.}}} \quad \lambda = \frac{2\lambda_{\text{кр.}}}{3} = 2 \cdot 600 / 3 = 400 \text{ (нм)}.$$

Ответ: $\lambda = 400$ нм.

Вывод: здесь вам понадобится умение быстро оценивать ситуацию.

9. (С4, 2009). Конденсатор емкостью 2 мкФ присоединен к источнику постоянного тока с ЭДС 3,6 В и внутренним сопротивлением 1 Ом. Сопротивления резисторов $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 7$ Ом, $R_3 = 3$ Ом. Каков заряд на левой обкладке конденсатора?

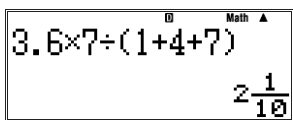


Решение.

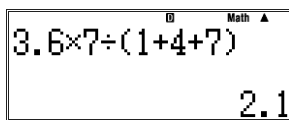
После зарядки конденсатора через резистор R_3 проходит ток силой $I_3 = 0$. Тогда $U_3 = 0$, следовательно, $U_{R_3C} = U_3 + U_C = U_C$.

При параллельном соединении $U_2 = U_{R_3C} = U_C$ и $I = \frac{\varepsilon}{r + R_1 + R_2}$.

$$U_C = IR_2 = \frac{\varepsilon R_2}{r + R_1 + R_2}; U_C = 3,6 \cdot 7 \div (1 + 4 + 7) = 2,1 \text{ (В)}.$$



или



$$q = C \cdot U_C; q = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 2,1 = 4,2 \cdot 10^{-6} \text{ (Кл)}.$$

Ответ: $q = 4,2$ мкКл.

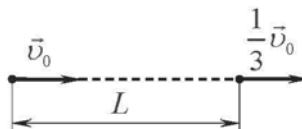
Отметим, что калькуляторы серии *fx-ES PLUS* в режиме MathIO выдают ответ в виде обыкновенной дроби, если число символов в полученной дроби не превышает десяти. Чтобы перевести ответ в вид десятичной дроби, нужно нажать клавишу $\boxed{S \rightarrow D}$. При повторном нажатии клавиши $\boxed{S \rightarrow D}$ ответ будет преобразован в вид обыкновенной дроби.

Обратим внимание на то, что ответ в виде обыкновенной дроби – это максимально точный ответ. Самое интересное в устройстве калькулятора заключается в том, что в вычислениях он преобразовывает каждое введенное число в вид обыкновенной дроби и проводит все вычисления с обыкновенными дробями. Этим обеспечивается высокая точность вычислений.

10. (B3, 2009). За 2 с прямолинейного движения с постоянным ускорением тело прошло 20 м, не меняя направления движения и уменьшив свою скорость в 3 раза. Чему равна начальная скорость тела на этом интервале?

Решение.

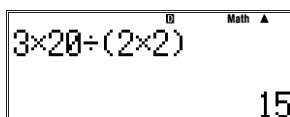
$$v_0^2 - \left(\frac{1}{3}v_0\right)^2 = 2aL \quad (1).$$



$$a = \frac{v_0 - \frac{1}{3}v_0}{t} = \frac{\frac{2}{3}v_0}{t} = \frac{2v_0}{3t} \quad (2).$$

Из (1) и (2) получим: $\frac{8}{9}v_0^2 = 2 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{v_0}{t} \cdot L$ или $v_0 = \frac{3}{2} \cdot \frac{L}{t}$.

$$v_0 = \frac{3}{2} \cdot \frac{20}{2} = 3 \cdot 20 / (2 \cdot 2) = 15 \text{ (м/с)}.$$



A digital calculator display showing the expression $3 \times 20 \div (2 \times 2)$ and the result 15 . The display includes a small 'Math' icon and a right-pointing triangle.

Ответ: $q = 15$ м/с.


Решите самостоятельно.

(В3, 2009). Небольшой камень, брошенный с ровной горизонтальной поверхности земли под углом к горизонту, упал обратно на землю в 20 м от места броска. Сколько времени прошло от броска до того момента, когда его скорость была направлена горизонтально и равна 10 м/с? (Ответ: 1 с.)


Вычислите с калькулятором.

1. а) $572 + 354$; б) $953 - 751$;
в) $1239 + 25$; г) $9452 + 2482$.
2. а) $123 \cdot 321$; б) $624 \cdot 275$;
в) $455445 : 45$; г) $170980 : 415$.
3. а) $318 + 785 - 103$; б) $2736 : 38 + 43 \cdot 5 - 1690 : 26$;
в) $528 - 172 + 44$; г) $172 \cdot 25 : 43 + 624 : 16 - 70 \cdot 6 : 15$.
4. а) $54 \cdot (252 + 78) + 25 \cdot (147 + 789)$;
б) $(942 + 56) : 499 - 782 : (320 + 71)$;
в) $(1266 - 954) : 78 - 1582 : (2563 - 1772)$;
г) $(1350 + 2580 - 3680) : 125 + (582 - 451 + 43) : 58$.

2.1.2. Вычисление выражений, содержащих обыкновенные и десятичные дроби.

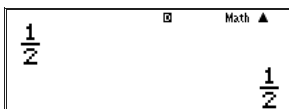
Для ввода обыкновенной дроби используется клавиша . При нажатии на нее на экран выводится шаблон дроби без целой части.


При последовательном нажатии **SHIFT** **□** на экран выводится шаблон смешанной дроби **□**, поэтому далее везде будем писать **SHIFT** **□**.

 Клавиша **SHIFT** расширяет возможности использования клавиатуры (переключает в режим желтых обозначений клавиш и наоборот).

11. Введите число $\frac{1}{2}$.

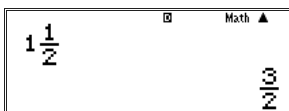
□ 1 **▶** 2 **□**



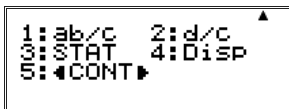
 Перемещение курсора по выражению осуществляется с помощью клавиши управления курсором **REPLAY**. В данном примере для перемещения курсора из числителя в знаменатель можно использовать стрелку **▶** или **▼** клавиши **REPLAY**. В дальнейшем для большей наглядности будем использовать только стрелки: **▼** **▲** **◀** **▶**.

12. Введите число $1\frac{1}{2}$.

SHIFT **□** 1 **▶** 1 **▼** 2 **□**



Исходные настройки калькулятора таковы, что первоначально ответ выдается в виде неправильной дроби. Можно ввести настройки отображения результата вычислений в виде смешанной дроби. Для этого нужно последовательно нажать клавиши **SHIFT** **SETUP** для входа в меню настройки и перейти на его вторую страницу, нажав **▼**:



Нажатием клавиши **1** выбирается режим отображения результата вычислений в виде смешанной дроби. Напомним, что изменение настроек носит переключательный характер, то есть новые настройки будут использованы во всех последующих вычислениях.

Последовательным нажатием клавиш **SHIFT** **S/D** переключается вид ответа: смешанная или неправильная дробь.

13. Вычислите $1\frac{3}{4} + \frac{2}{6}$.

SHIFT **SETUP** \blacktriangledown 1

SHIFT $\frac{\square}{\square}$ 1 \blacktriangleright 3 \blacktriangledown 4 \blacktriangleright **+** $\frac{\square}{\square}$ 2 \blacktriangledown 6 **=**

Ответ: $2\frac{1}{12}$.

В данном примере и ниже вводить настройки отображения результата вычисления в виде смешанной дроби необязательно, поскольку это уже было сделано в предыдущем примере.

14. Вычислите $2 \cdot 1\frac{5}{6}$.

2 **×** **SHIFT** $\frac{\square}{\square}$ 1 \blacktriangleright 5 \blacktriangledown 6 **=**

Ответ: $3\frac{2}{3}$.

15. Вычислите $\left(3\frac{2}{5} - 1\frac{1}{2}\right) : \frac{1}{3}$. Преобразуйте полученное значение

в неправильную дробь, затем в смешанную дробь.

(**SHIFT** $\frac{\square}{\square}$ 3 \blacktriangleright 2 \blacktriangledown 5 \blacktriangleright **-** **SHIFT** $\frac{\square}{\square}$ 1 \blacktriangleright 1 \blacktriangledown 2 \blacktriangleright **)** **÷**

$\frac{\square}{\square}$ 1 \blacktriangledown 3 **=** **SHIFT** **S/D**

или

Калькулятор позволяет вычислять и более сложные выражения с дробными числами.

16. Вычислите $\frac{\left(\frac{9}{10} + 3\frac{1}{5} \cdot \frac{2}{3}\right) : \frac{1}{2}}{\frac{5}{6}}$.

($\frac{\square}{\square}$ 9 \blacktriangledown 10 \blacktriangleright **SHIFT** $\frac{\square}{\square}$ 3 \blacktriangleright 1 \blacktriangledown 5 \blacktriangleright **×** $\frac{\square}{\square}$ 2 \blacktriangledown 3 \blacktriangleright **)**

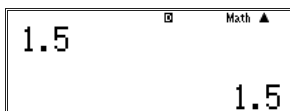
÷ $\frac{\square}{\square}$ 1 \blacktriangledown 2 \blacktriangleright $\frac{\square}{\square}$ 5 \blacktriangledown 6 **=**

Ответ: $7\frac{7}{25}$.

Для представления числа в виде десятичной дроби предназначена клавиша $\square \cdot$. Она вводит разделитель между целой и дробной частью. В математике традиционно разделителем является «,», а в калькуляторах и компьютерах это «.». Например число 1,5 в калькуляторе записывается как 1.5.

17. Введите число 1,5.

1 $\square \cdot$ 5 $\square =$ $\square \text{S}\cdot\text{D}$

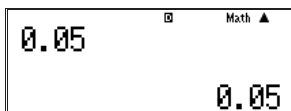


 При вводе числа, обозначающего долю единицы, знак 0 целой части можно не вводить.

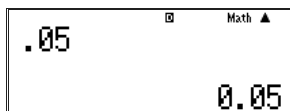
18. Введите число 0,05.


0 $\square \cdot$ 05 $\square =$ $\square \text{S}\cdot\text{D}$

$\square \cdot$ 05 $\square =$ $\square \text{S}\cdot\text{D}$




или



 Будьте внимательны при вводе числового выражения. Вставка лишних разделителей приведет к появлению сообщения об ошибке ввода «Syntax ERROR». В этом случае можно нажать клавишу $\square \text{AC}$ и повторить ввод, либо подкорректировать введенное выражение в режиме редактирования (см. п. 2.3.1).

В калькуляторах серии *fx-ES PLUS* можно менять внешний вид разделителя десятичной дроби результата вычислений. Для этого нужно войти в меню настройки калькулятора, нажав $\square \text{SHIFT}$ $\square \text{SETUP}$. Затем следует перейти на его вторую страницу нажатием клавиши $\square \blacktriangledown$ и выбрать пункт «Disp», нажав $\square 4$. На дисплее появится меню изменения внешнего вида разделителя «Decimal Point?». Нажатием клавиши $\square 1$ выбирается режим «Dot» (точка), $\square 2$ – режим «Comma» (запятая).

 Обратим внимание на то, что настройка внешнего вида разделителя десятичной дроби касается только результата вычислений, отображаемого в строке ответа. Не следует вводить разделитель десятичной дроби нажатием $\square \text{SHIFT}$ $\square \cdot$. В этом случае калькулятор зафиксирует синтаксическую ошибку «Syntax ERROR». В дальнейшем во избежание путаницы везде разделитель будем обозначать в виде точки.

Рассмотрим примеры вычисления простейших арифметических выражений с десятичными дробями.

19. Вычислите $54,56:12,4$. Ответ преобразуйте в вид десятичной дроби, затем в вид обыкновенной дроби.

SHIFT **SETUP** \blacktriangledown 1

54 \square 56 \div 12 \square 4 \square **S \div**

54.56 \div 12.4
4 $\frac{2}{5}$

или

54.56 \div 12.4
4.4

Чтобы сразу получить ответ в виде десятичной дроби, после ввода выражения нужно нажать **SHIFT** **=**.

Калькуляторы позволяют проводить вычисления одновременно с десятичными и обыкновенными дробями.

20. Вычислите $1,71 + 1\frac{1}{4} - 2,3$.

1 \square 71 $+$ **SHIFT** $\frac{\square}{\square}$ 1 \blacktriangleright 1 \blacktriangledown 4 \blacktriangleright $-$ 2 \square 3 \square **S \div**

1.71+1 $\frac{1}{4}$ -2.3
 $\frac{33}{50}$

или

1.71+1 $\frac{1}{4}$ -2.3
0.66

21. Вычислите $\frac{\left(6\frac{3}{8} + 3\right) \cdot 0,032 \cdot \frac{1}{5}}{9,45 - 6\frac{9}{20}} \cdot 2053$.

SHIFT **(** **SHIFT** $\frac{\square}{\square}$ 6 \blacktriangleright 3 \blacktriangledown 8 \blacktriangleright $+$ 3 **)** **X** \square 032 **X** **SHIFT** $\frac{\square}{\square}$ 1 \blacktriangledown 5 \blacktriangleright \blacktriangledown 9 \square 45 $-$ **SHIFT** $\frac{\square}{\square}$ 6 \blacktriangleright 9 \blacktriangledown 20 \blacktriangleright **X** 2053 \square **S \div**

Ответ: $41\frac{3}{50}$ или 41,06.

Обратим внимание: число в строке ответа отображается только в виде десятичной дроби, если общее число знаков в обыкновенной дроби – число знаков в числителе, знаменателе и знак дроби – в сумме превышает десять:

0.00000005
 $\frac{1}{20000000}$

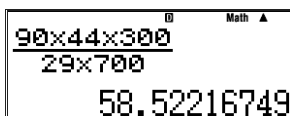
$\frac{1}{200000000}$
0.000000005

22. (B2, 2008). Атмосфера Венеры состоит в основном из двуокиси углерода с молярной массой $M_B = 44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, имеет температуру (у поверхности) около 700 К и давление 90 земных атмосфер. Для атмосферы Земли температура у поверхности близка к 300 К. Каково отношение плотностей атмосфер у поверхностей Венеры и Земли? Ответ округлите до целых.

Решение.

$$\frac{pV}{T} = \frac{m}{M}R \text{ или } \frac{p}{T} = \frac{\rho}{M}R, \text{ следовательно, } \rho = \frac{pM}{RT}.$$

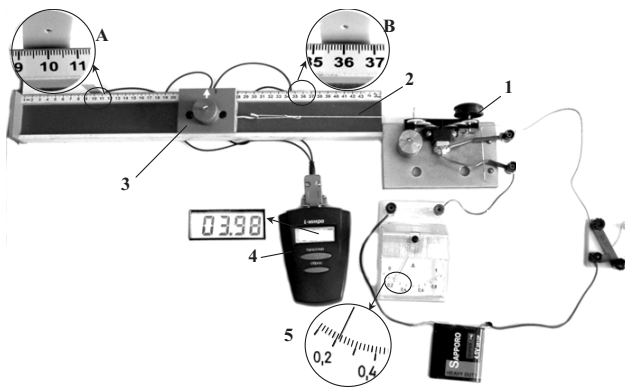
$$\frac{\rho_B}{\rho_3} = \frac{p_B M_B T_3}{p_3 M_3 T_B} = \frac{90 \cdot 44 \cdot 10^{-3} \cdot 300}{1 \cdot 29 \cdot 10^{-3} \cdot 700} = 59.$$



90x44x300
29x700
58.52216749

Ответ: 59.

23. (C4, 2009). На фотографии представлена установка, в которой электродвигатель (1) с помощью нити (2) равномерно перемещает каретку (3) вдоль направляющей горизонтальной линейки. При прохождении каретки мимо датчика А секундомер (4) включается, а после прохождения каретки мимо датчика В – выключается. Показания секундомера после прохождения датчика В показаны на дисплее рядом с секундомером. Сила трения скольжения каретки по направляющей была измерена с помощью динамометра. Она оказалась равной 0,4 Н. Чему равно напряжение на двигателе, если при силе тока, зафиксированной амперметром (5), работа силы упругости нити составляет 5 % от работы источника тока во внешней цепи?



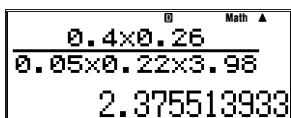
Решение.

При перемещении каретки совершается работа $A = F_{\text{упр.}} \cdot S$. При этом двигатель потребляет энергию $W = IUt$. Дано соотношение:

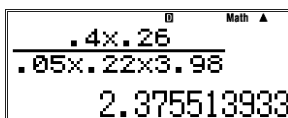
$$\eta = \frac{A}{W} = \frac{F_{\text{упр.}} \cdot S}{IUt}$$

Так как каретка движется равномерно, то сила упругости нити равна силе трения $F_{\text{упр.}} = F_{\text{тр.}}$. Отсюда $U = \frac{F_{\text{тр.}} \cdot S}{\eta It}$, где $F_{\text{тр.}} = 0,4$ Н; $t = 3,98$ с; $S = 26$ см = 0,26 м; $I = 0,22$ А.

$$\text{Следовательно, } U = \frac{0,4 \cdot 0,26}{0,05 \cdot 0,22 \cdot 3,98} \approx 2,4 \text{ (В)}.$$



или



Ответ: $U = 2,4$ В.

24. (C2, 2006). Аккумулятор при токе $I_1 = 5$ А отдает во внешнюю цепь мощность $P_1 = 9,5$ Вт, а при токе $I_2 = 7$ А – мощность $P_2 = 12,6$ Вт. Найти ЭДС \mathcal{E} и внутренне сопротивление r аккумулятора.

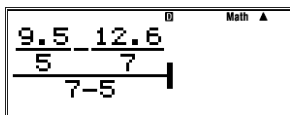
Решение.

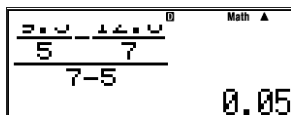
Напряжение U на зажимах аккумулятора: $U = \mathcal{E} - Ir = P/I$.

Для двух случаев подключения составим систему:

$$\begin{cases} \mathcal{E} - I_1 r = \frac{P_1}{I_1}; \\ \mathcal{E} - I_2 r = \frac{P_2}{I_2}. \end{cases}$$

$$\text{Отсюда } r = \frac{\frac{P_1}{I_1} - \frac{P_2}{I_2}}{I_2 - I_1} = \frac{9,5}{5} - \frac{12,6}{7} = 0,05 \text{ (Ом)}.$$





$$\text{Рассчитаем ЭДС } \mathcal{E}: \mathcal{E} = I_1 r + \frac{P_1}{I_1} = 5 \cdot 0,05 + \frac{9,5}{5} = 2,15 \text{ (В)}.$$

$$5 \times 0.05 + \frac{9.5}{5} = 2.15$$

Ответ: $\mathcal{E} = 2,15 \text{ В}$, $r = 0,05 \text{ Ом}$.

Решите самостоятельно.

(В1, 2006). Электродвигатель постоянного поля наматывает трос на барабан лебедки радиусом 8 см. Каково максимальное значение массы поднимаемого груза, если длина участка обмотки, расположенного перпендикулярно вектору магнитной индукции, равна 15 см, радиус ротора 10 см, индукция магнитного поля 1,6 Тл, в обмотке 50 витков, максимальное значение силы тока в обмотке 8 А? Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Ответ: 24 кг.)

Вычислите с калькулятором.

5. а) $13 \frac{2}{5} + 16 \frac{4}{10}$; б) $8 \frac{5}{6} \cdot 3 \frac{1}{4}$;

в) $2 \frac{3}{4} + 5 \frac{2}{3} - 6 \frac{1}{4}$; г) $\left(6 \frac{1}{7} + 5 \frac{3}{4}\right) : \frac{11}{14} + \left(2 \frac{2}{3} - \frac{5}{6}\right) : \frac{1}{6}$.

6. а) $29,5 - 10,5 - 3,273 + 2,372 + 4$;

б) $16 - \left(0,481 + \frac{7}{25}\right) + \left(5,6 - \frac{3}{5}\right) + \left(3,361 - \frac{4}{5}\right)$;

в) $\frac{(5,408 - 0,108) \cdot 102}{53 \frac{1}{5} + 1,8 - 5,902 - 39,098}$;

г) $26 \frac{3}{4} + 0,042 \cdot 2195 - \frac{296 \frac{1}{5} + 39,8}{10 \frac{1}{4} + 39 \frac{4}{5}}$.

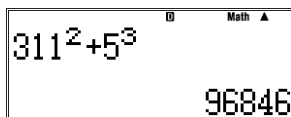
2.2. Вычисление сложных выражений

2.2.1. Вычисление выражений, содержащих степени и корни.

Для возведения числа в квадрат используется клавиша $\boxed{x^2}$, в куб – $\boxed{x^3}$, в произвольную степень – $\boxed{x^n}$.

25. Вычислите $311^2 + 5^3$.

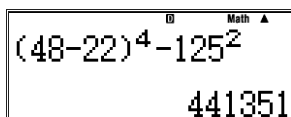
311 x^2 + 5 x^3 =





311²+5³
96846

26. Вычислите $(48 - 22)^4 - 125^2$.

(48 - 22) x^4 - 125 x^2 =

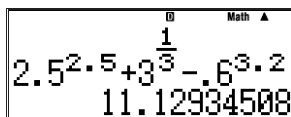


(48-22)⁴-125²
441351

 Для возврата из шаблона показателя степени в строку выражения нужно нажать .

27. Вычислите $2,5^{2,5} + 3^{\frac{1}{3}} - 0,6^{3,2}$.

2 \cdot 5 $x^{2,5}$ + 3 $x^{\frac{1}{3}}$ - 0,6 $x^{3,2}$ =



2.5^{2.5}+3 ^{$\frac{1}{3}$} -0.6^{3.2}
11.12934508

Частными случаями являются степени с основаниями e и 10. Для их ввода предусмотрены специальные клавиши: 10^x – для ввода основания степени 10, e^x – основания степени e .

28. Вычислите e^{10} .

SHIFT e^x 10 =



Ответ: 22026,46579.

29. Вычислите $10^{3,5}$.

SHIFT 10^x 3 \cdot 5 =

Ответ: 3162,27766.

Для извлечения корней используются следующие клавиши: $\sqrt{\square}$ – квадратный корень, $\sqrt[3]{\square}$ – корень третьей степени, $\sqrt[\square]{\square}$ – корень произвольной степени.

 Напоминаем: клавиша SHIFT переключает клавиатуру в режим желтых обозначений. Для выхода из шаблона дроби, степени или корня нужно нажать .

30. Вычислите $\left(\frac{1}{3}\right)^{\frac{3}{4}} + \left(\frac{1}{2}\right)^{-\sqrt{2}}$.

1 \downarrow 3 \rightarrow x^y 3 \downarrow 4 \rightarrow \rightarrow + 1 \downarrow 2 \rightarrow x^y - $\sqrt{\square}$

2 \equiv

31. Вычислите $3\sqrt{24} + 2\sqrt{2} \cdot 3\sqrt{12}$.

3 $\sqrt{\square}$ 24 \rightarrow + 2 $\sqrt{\square}$ 2 \rightarrow \times 3 $\sqrt{\square}$ 12 \equiv $S\rightarrow D$

или

Перед знаком корня знак умножения можно не вводить.

Обратим внимание: подобно вычислениям с обыкновенными дробями, калькулятор оперирует с иррациональными выражениями, содержащими квадратные корни, так, как принято в математике, и выдает максимально точный ответ – ответ в виде иррационального выражения. Для перевода ответа в вид десятичной дроби нужно нажать клавишу $S\rightarrow D$.

Однако если ответ выходит за пределы допустимого интервала значений, то отображается только в виде десятичной дроби.

32. Вычислите $\frac{5\sqrt{2} + 2\sqrt{3}}{5\sqrt{3} - 2\sqrt{2}}$.

5 $\sqrt{\square}$ 2 \rightarrow + 2 $\sqrt{\square}$ 3 \rightarrow \downarrow 5 $\sqrt{\square}$ 3 \rightarrow - 2 $\sqrt{\square}$ 2 \equiv $S\rightarrow D$

или

Для иррациональных выражений, содержащих корни с показателем степени выше 2, ответ выдается только в виде десятичной дроби.

33. Вычислите $5\sqrt[3]{6\sqrt{32}} - 3\sqrt[7]{9\sqrt[5]{16}}$.

5 SHIFT $\sqrt[3]{\square}$ 6 $\sqrt{\square}$ 32 \rightarrow \rightarrow - 3 SHIFT $\sqrt[7]{\square}$ 9 SHIFT $\sqrt[5]{\square}$ 16 \equiv

34. (С3, 2006). К однородному медному цилиндрическому проводнику длиной 40 м приложили разность потенциалов 10 В. Каким будет изменение температуры проводника ΔT через 15 с? Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.)

Решение.

Согласно закону Джоуля – Ленца количество выделенного при протекании тока по проводнику тепла: $Q_1 = \frac{U^2}{R}t$, где $R = \frac{\rho_{эл}l}{S}$ – сопротивление проводника.

Количество тепла, полученное проводником при нагреве: $Q_2 = cm\Delta T$, где $m = \rho lS$ – масса проводника.

По условию $Q_1 = Q_2$, значит

$$\Delta T = \frac{U^2 t}{c \rho l^2 \rho_{эл.}} = \frac{10^2 \cdot 15}{380 \cdot 8900 \cdot 40^2 \cdot 1,7 \cdot 10^{-8}} \approx 16 \text{ (К)}.$$

Ответ: $\Delta T = 16 \text{ К}$.

35. (B2, 2006). В калориметр с водой бросают кусочки тающего льда. В некоторый момент кусочки льда перестают таять. Первоначальная масса воды в сосуде 330 г, а в конце процесса таяния масса воды увеличилась на 84 г. Какой была начальная температура воды в калориметре? Ответ выразите в градусах Цельсия ($^{\circ}\text{C}$).

Решение.

Температура воды была такой, что при ее охлаждении до нуля выделяется количество теплоты, достаточное для расплавления 84 г льда. Следовательно, уравнение теплового баланса имеет вид:

$$cm_B \Delta t_B = \lambda m_L, \text{ откуда } \Delta t_B = \frac{\lambda m_L}{cm_B} = \frac{3,3 \cdot 10^5 \cdot 84 \cdot 10^{-3}}{4,2 \cdot 10^3 \cdot 330 \cdot 10^{-3}} = 20 \text{ (К)}, \text{ то есть}$$

$$t_B = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Ответ: $t_B = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

36. (C2, 2008). В калориметре находился лед при температуре $t_1 = -5$ °С. Какой была масса m_1 льда, если после добавления в калориметр $m_2 = 4$ кг воды, имеющей температуру $t_2 = 20$ °С, и установления теплового равновесия температура содержимого калориметра оказалась равной $t = 0$ °С, причем в калориметре была только вода?

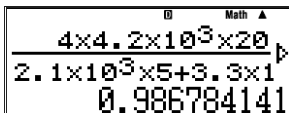
Решение.

Количество теплоты, полученное при нагревании льда, находящегося в калориметре, до температуры 0 °С: $Q_1 = c_1 m_1 (0 - t_1)$.

Количество теплоты, полученное льдом при его таянии при 0 °С: $Q_2 = \lambda m_1$. Количество теплоты, отданное водой при охлаждении ее до 0 °С: $Q = c_2 m_2 (t_2 - 0)$. Уравнение теплового баланса: $Q = Q_1 + Q_2$.

Из уравнения теплового баланса получим

$$m_1 = \frac{m_2 c_2 (t_2 - 0)}{c_1 (0 - t_1) + \lambda} = \frac{4 \cdot 4,2 \cdot 10^3 \cdot 20}{2,1 \cdot 10^3 \cdot 5 + 3,3 \cdot 10^5} \approx 1 \text{ (кг)}.$$



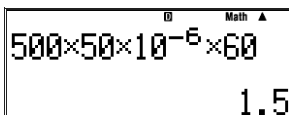
Ответ: $m_1 = 1$ кг.

37. (A19, 2009). Емкость конденсатора в цепи переменного тока равна 50 мкФ. Уравнение изменения напряжения на конденсаторе имеет вид: $U = 60 \sin(500t)$, где все величины выражены в СИ. Найдите амплитуду колебаний силы тока.

- 1) $6,0 \cdot 10^{-6}$ А 2) $4,2 \cdot 10^{-4}$ А 3) $1,5$ А 4) $6,0 \cdot 10^8$ А

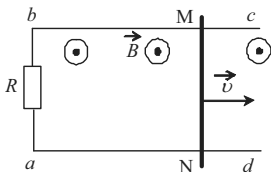
Решение.

$$I_0 = \frac{U_0}{1/\omega C} = \omega C U_0 = 500 \cdot 50 \cdot 10^{-6} \cdot 60 = 1,5 \text{ (А)}.$$



Ответ: $I_0 = 1,5$ А.

38. (B4, 2008). По параллельным проводникам bc и ad , находящимся в магнитном поле с индукцией B , со скоростью $v = 1$ м/с скользит проводящий стержень MN , который находится в контакте с проводниками (см. рис.). Расстояние между проводниками $l = 20$ см. Между проводниками подключен резистор сопротивлением $R = 2$ Ом. Сопротивление



стержня и проводников пренебрежимо мало. При движении стержня по резистору R течет ток $I = 40$ мА. Какова индукция магнитного поля?

Решение.

$$I = \frac{Bvl}{R}, \text{ откуда } B = \frac{IR}{vl} = \frac{40 \cdot 10^{-3} \cdot 2}{1 \cdot 20 \cdot 10^{-2}} = 0,4 \text{ (Тл).}$$

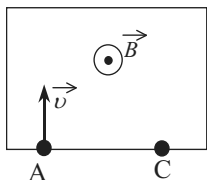
Ответ: $B = 0,4$ Тл.

39. (B4, 2008). Пучок ионов попадает в камеру масс-спектрометра через отверстие в точке А со скоростью $v = 3 \cdot 10^4$ м/с, направленной перпендикулярно стенке АС. В камере создается однородное магнитное поле, линии вектора индукции которого перпендикулярны вектору скорости ионов. Двигаясь в этом поле, ионы попадают на мишень, расположенную в точке С на расстоянии 18 см от точки А (см. рис.). Чему равна индукция магнитного поля B , если отношение массы иона к его заряду $m/q = 6 \cdot 10^{-7}$ кг/Кл?

Решение.

Импульс ионов в пучке: $mv = qBR$.

$$\text{Отсюда } B = \frac{mv}{qR} = \frac{3 \cdot 10^4 \cdot 6 \cdot 10^{-7}}{9 \cdot 10^{-2}} = 0,2 \text{ (Тл).}$$



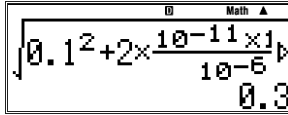
Ответ: $B = 0,2$ Тл.

40. (B3, 2006). Пылинка, имеющая положительный заряд 10^{-11} Кл и массу 10^{-6} кг, влетела в однородное электрическое поле вдоль его силовых линий с начальной скоростью 0,1 м/с и переместилась на расстояние 4 см. Какой стала скорость пылинки, если напряженность поля 10^5 В/м?

Решение.

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2al} = \sqrt{v_0^2 + 2 \frac{qE}{m} l} = \sqrt{0,1^2 + 2 \cdot \frac{10^{-11} \cdot 10^5}{10^{-6}} \cdot 4 \cdot 10^{-2}} =$$

$$= 0,3 \text{ (м/с).}$$



Ответ: $v = 0,3$ м/с.

Решите самостоятельно.

(С2, 2006). Стальная деталь из состояния покоя соскальзывает на горизонтально расположенную ленту транспортера по наклонной плоскости длиной 1 м с высоты 0,8 м. Какое расстояние проходит эта деталь относительно ленты транспортера до остановки, если коэффициент трения на наклонной плоскости и на ленте равен 0,58, а скорость ленты транспортера $\vec{v}_1 = 1,7$ м/с и параллельна скорости \vec{v} движения детали? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². (Ответ: 15 см.)

Вычислите с калькулятором.

7. а) $(18 + 12^2)^2 - 29^3$; б) $25^2 - (4^3)^{-0,8} - 22^{-2}$;
 в) $1,5^5 \cdot e^{10} \cdot 10^{-5}$ г) $\frac{10^9 \cdot 0,4^3}{(10^3)^2 \cdot e^{-\frac{3}{5}}}$.
8. а) $\frac{2}{3}\sqrt{27} + \frac{3}{5}\sqrt{75} - \sqrt{12}$; б) $\frac{2\sqrt{18} + \sqrt{5}}{2\sqrt{8} - 2\sqrt{2}} - \frac{3\sqrt{2} - \sqrt{5}}{3\sqrt{8}}$;
 в) $2\sqrt{40\sqrt{12}} + 2^4\sqrt{75} - 4\sqrt{15\sqrt{27}}$; г) $5\sqrt[3]{6\sqrt{32}} - 11\sqrt[3]{18} + 2\sqrt[3]{7\sqrt{50}}$.
9. а) $\sqrt[4]{32\sqrt[3]{4}} + \sqrt[4]{64\sqrt[3]{\frac{1}{2}}} - 3\sqrt[3]{2\sqrt[4]{2}}$; б) $\frac{\sqrt[4]{7\sqrt[3]{54}} + 15\sqrt[3]{128}}{\sqrt[3]{4\sqrt[4]{32}} + \sqrt[3]{9\sqrt[4]{162}}}$;
 в) $\left(\frac{\sqrt[4]{8} + 2}{\sqrt[4]{2} + \sqrt[3]{2}} - \sqrt[3]{4}\right)^2 : (3\sqrt[3]{172})^{\frac{1}{2}}$; г) $e^{2\sqrt{48} + \sqrt{27} + \sqrt{12}}$.

2.2.2. Вычисление логарифмов.

Рассматриваемые модели калькуляторов позволяют вычислять логарифмы по любому основанию. Для этого предназначены клавиши: **log** – для ввода десятичного логарифма, **ln** – натурального логарифма, **log_□** – логарифма по произвольному основанию.

41. Вычислите $\ln 10$.

ln 10 **=**

Ответ: 2,302585093.

42. Вычислите $\lg 1000$.

$\boxed{\log} 1000 \boxed{=}$

Ответ: 3.

43. Вычислите $\ln e$.

$\boxed{\ln} \boxed{\text{ALPHA}} \boxed{e} \boxed{=}$

Ответ: 1.

44. Вычислите $10 \cdot \lg 25 - 36 \cdot e^5$.

10 $\boxed{\log} 25 \boxed{)} \boxed{-} 36 \boxed{\text{SHIFT}} \boxed{e^x} 5 \boxed{=}$

Ответ: $-5328,894328$.

45. Вычислите $\log_3\left(\frac{5}{7}\right) + \log_{\frac{1}{3}}\left(\frac{9}{8}\right)$.

$\boxed{\log_{\square}} 3 \boxed{\triangleright} \boxed{\square} 5 \boxed{\triangleright} 7 \boxed{\triangleright} \boxed{+} \boxed{\log_{\square}} \boxed{\square} 1 \boxed{\triangleright} 3 \boxed{\triangleright} \boxed{\square} 9 \boxed{\triangleright} 8 \boxed{=}$

Ответ: $-0,4134809677$.

46. Активность радиоактивного препарата уменьшилась в четыре раза за $t = 8$ дней. Найти период полураспада T этого препарата.

Решение.

Обозначим: a_0 – активность препарата в начальный момент времени, a – активность препарата через t дней.

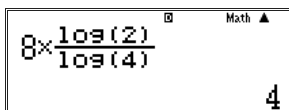
Активностью a радиоактивного препарата называется величина, равная числу распадающихся ядер в единицу времени. В отличие от периода полураспада, который для данного препарата является постоянной величиной, активность с течением времени убывает.

Пусть вначале за единицу времени распалось a_0 ядер препарата, а через время t стало распадаться в единицу времени a ядер. Тогда,

согласно закону убывания активности, $a = a_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$ или $\frac{a_0}{a} = 2^{\frac{t}{T}}$.

Прологарифмируем обе части уравнения: $\lg \frac{a_0}{a} = \frac{t}{T} \lg 2$ и опреде-

лим период полураспада T : $T = t \frac{\lg 2}{\lg \frac{a_0}{a}} = 8 \frac{\lg 2}{\lg 4} = 4$ (дня).



8 * $\frac{\log(2)}{\log(4)}$ Maxh ▲
4

Ответ: $T = 4$ дня.

47. Через какое время доля распавшихся ядер радиоактивного элемента составит 0,71 от их первоначального количества?

Решение.

$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$, откуда $\frac{N}{N_0} = 2^{-\frac{t}{T}}$. По условию задачи время t надо

найти из уравнения: $0,71 = 2^{-\frac{t}{T}}$. После логарифмирования получим $\lg 0,71 = -\frac{t}{T} \cdot \lg 2$, следовательно $\frac{t}{T} = -\frac{\lg 0,71}{\lg 2} = 0,5$.

The image shows a calculator screen with the following display:

$$\frac{\lg(.71)}{\lg(2)}$$
 Below the fraction, the result is shown as 0.4941090703.

Ответ: $t = 0,5T$.

Ответ получился положительным, так как $\lg 0,71$ – это отрицательное число.

Решите самостоятельно.

Какая часть атомов радиоактивного кобальта ${}_{27}^{58}\text{Co}$ распадается за 20 суток, если период полураспада равен 72 суткам? Сколько времени понадобится, чтобы распалась такая же часть ядер изотопа ${}_{27}^{60}\text{Co}$, период полураспада которого составляет 5,3 года? (Ответ: $N/N_0 = 12,5\%$, $t = 1,4$ года.)

Вычислите с калькулятором.


10. а) $\lg(\lg 20) + \lg(\log_5 18 + 2)$; б) $\sqrt{\lg 10 - 0,9} + \sqrt{5^3}$;
 в) $\lg 12 \cdot \ln 18 \cdot \log_{\frac{1}{3}} 72 \cdot \log_5 36$; г) $\lg^3 \sqrt{5^8 - 3^9} + \ln^3 \sqrt{25}$.
11. а) $36^{\lg 5} + 10^{1-\lg 2} - e^{3,6}$; б) $\lg e^{22,5} + \log_3 e^{2,5}$;
 в) $e^{\frac{1}{\lg 3}} + 2^{\lg 36} + 3,5$; г) $-\ln \lg^4 \sqrt{e^{25}}$.


2.2.3. Вычисление тригонометрических выражений.

Исходной настройке калькулятора соответствует градусная мера представления углов. Для изменения меры представления углов нужно войти в меню настроек SETUP, нажав **SHIFT** **SETUP**.

1:MthIO	2:LineIO
3:Deg	4:Rad
5:Gra	6:Fix
7:Sci	8:Norm

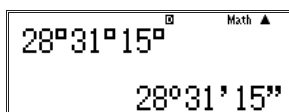
При нажатии на клавишу **3** будет установлена градусная мера представления углов, **4** – радианная мера, **5** – мера углов в градусах ($100 \text{ град} = 90^\circ = \pi/2$).

 Если вы сомневаетесь в правильности выбранного режима, то можете провести сброс настроек калькулятора в исходное состояние: **SHIFT CLR 3 = AC**. В этом случае для вычисления тригонометрических выражений будет использоваться градусная мера углов.

 Разделители градусов, минут и секунд вводятся одной клавишей и на дисплее отображаются одним символом. Для ввода разделителя между градусами, минутами и секундами при записи чисел в градусной мере предназначена клавиша **°'"**. Величину угла в строке ответа калькулятор выдает в традиционном виде.

48. Введите число $28^\circ 31' 15''$.

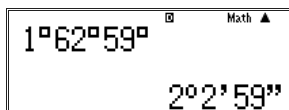
28 **°'"** 31 **°'"** 15 **°'"** **=**




Заметим, что число в градусной мере калькулятор воспринимает как число, представленное в шестидесятеричной системе исчисления. Если введенное число выходит за пределы градусной меры, калькулятор осуществляет приведение числа к ней.

49. Приведите число $1^\circ 62' 59''$ к градусной мере.

1 **°'"** 62 **°'"** 59 **°'"** **=**



 При отсутствии минут и секунд во вводимом в градусной мере числе разделитель ставить необязательно.

50. Вычислите $\sin 30^\circ$.

sin 30 **=**

Ответ: $\frac{1}{2}$.

🔔 При выводе на экран тригонометрических функций открывающая скобка ставится автоматически. Закрывающую скобку или закрывающие скобки в конце выражения ставить необязательно.

51. Вычислите $\sin(15^\circ) \cdot \operatorname{tg}(30^\circ)$.

$\boxed{\sin}$ 15 $\boxed{)}$ $\boxed{\tan}$ 30 $\boxed{=}$ $\boxed{S\rightarrow D}$

Calculator display showing the fraction result: $\sin(15)\tan(30) = \frac{-\sqrt{6}+3\sqrt{2}}{12}$

или

Calculator display showing the decimal result: $\sin(15)\tan(30) = 0.1494292454$

Ответ: $\frac{-\sqrt{6}+3\sqrt{2}}{12}$ или 0,15.

В данном примере устанавливать градусную меру необязательно, поскольку градусная мера установлена в предыдущем примере, а настройки носят переключательный характер.

52. Вычислите $\sin 30^\circ 30'$.

$\boxed{\sin}$ 30 $\boxed{''''}$ 30 $\boxed{''''}$ $\boxed{=}$ или

$\boxed{\sin}$ 30 $\boxed{\circ}$ 5 $\boxed{=}$

Ответ: 0,507538363.

Заметим, что число π содержится в памяти калькулятора в качестве встроенной константы и вызывается нажатием клавиш $\boxed{\text{SHIFT}} \boxed{\times 10^\circ} (\pi)$. Далее будем обозначать просто $\boxed{\text{SHIFT}} \boxed{\pi}$. При умножении на π знак умножения можно не вводить.

53. Вычислите $\cos\left(\frac{\pi}{3}\right)$.

Установим режим радианной меры:

$\boxed{\text{SHIFT}} \boxed{\text{SETUP}} \boxed{4}$

$\boxed{\cos}$ $\boxed{\frac{\pi}{3}}$ $\boxed{=}$

Calculator display showing the result: $\cos\left(\frac{\pi}{3}\right) = \frac{1}{2}$

Ответ: $\frac{1}{2}$.

🔔 Калькулятор выдает результат вычисления с максимальной точностью – в виде дроби, либо в виде иррационального выражения, в

том числе и дробного. Однако вывод ответа в таком виде ограничен пределами допустимого интервала. При выходе за него ответ выдается только в виде десятичной дроби.

54. Вычислите $\sin\left(\frac{10\pi}{6}\right) + \cos\left(\frac{2\pi}{3}\right) + \sin\left(\frac{5\pi}{6}\right)$.

SHIFT **SETUP** **4**

sin 10 **SHIFT** **π** **▼** 6 **▶** **)** **+** **cos** 2 **SHIFT** **π** **▼** 3 **▶** **)** **+** **sin** 5

SHIFT **π** **▼** 6 **▶** **)** **=**

или

Ответ: $-\frac{\sqrt{3}}{2}$ или $-0,87$.

В рассматриваемых калькуляторах обозначение тригонометрических функций нанесено на соответствующие клавиши белым цветом. Над этими клавишами желтым цветом обозначены их обратные функции. Чтобы задать обратную функцию, нужно нажать клавишу **SHIFT** (она обеспечивает вызов функций, обозначенных желтым цветом), затем – соответствующую клавишу.

55. Вычислите $\operatorname{arctg}\frac{\sqrt{2}}{2}$.

SHIFT **SETUP** **3**

SHIFT **tan⁻¹** **√** 2 **▶** **▼** 2 **▶** **)** **=** **◻◻◻**

или

Ответ: $35^\circ 15' 51,8''$.

По умолчанию калькулятор выдает значение обратных тригонометрических функций в виде десятичной дроби. Для его перевода в градусную меру нужно нажать клавишу **◻◻◻**.

56. Вычислите $\arcsin\left(\frac{\sqrt{6}-\sqrt{2}}{4}\right) - 3\operatorname{arctg}\left(\frac{\sqrt{3}}{3}\right)$.

SHIFT SETUP 4
 SHIFT sin⁻¹ $\frac{\sqrt{6}-\sqrt{2}}{4}$ 6 \rightarrow $\frac{5}{12}$ 2 \rightarrow \downarrow 4 \rightarrow $\frac{5}{12}\pi$ 3 SHIFT tan⁻¹
 $\sqrt{\square}$ 3 \rightarrow \downarrow 3 \equiv

$$\sin^{-1}\left(\frac{\sqrt{6}-\sqrt{2}}{4}\right) - 3t \rightarrow -\frac{5}{12}\pi$$

Перейдем от радианной меры угла к градусной (фактически осуществляется пересчет выражения уже в градусной мере угла).

SHIFT SETUP 3 \equiv 0.999

$$\sin^{-1}\left(\frac{\sqrt{6}-\sqrt{2}}{4}\right) - 3t \rightarrow -75^{\circ}0'0''$$

Ответ: $-\frac{5}{12}\pi$ или -75° .

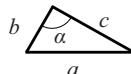
57. В треугольнике со сторонами 20, 30 и 40 см определите величину угла, расположенного напротив самой длинной стороны.

Решение.

Теорема косинусов: $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cdot \cos \alpha$.

$$\text{Отсюда } \cos \alpha = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}.$$

$$\alpha = \arccos\left(\frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}\right) = \arccos\left(\frac{20^2 + 30^2 - 40^2}{2 \cdot 20 \cdot 30}\right) \approx 104^{\circ}.$$



$$\cos^{-1}\left(\frac{20^2+30^2-40^2}{2 \times 20 \times 30}\right) \rightarrow 104.4775122$$

или

$$\cos^{-1}\left(\frac{20^2+30^2-40^2}{2 \times 20 \times 30}\right) \rightarrow 104^{\circ}28'39.04''$$

Ответ: $\alpha = 104^{\circ}$.

58. (A25, 2006). Тело массой 1 кг движется по горизонтальной плоскости. На тело действует сила $F = 10$ Н под углом $\alpha = 35^{\circ}$ к горизонту. Коэффициент трения между телом и плоскостью равен 0,4. Каков модуль силы трения, действующей на тело?

- 1) 0,7 Н 2) 1,7 Н 3) 4,0 Н 4) 8,2 Н

Решение.

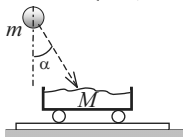
$$F_{\text{тр.}} = \mu F_{\text{давл.}} = \mu(mg - F \sin \alpha) = 0,4 \cdot (1 \cdot 10 - 10 \cdot \sin 35^{\circ}) = 1,7 \text{ (Н)}.$$

$$.4(10-10\sin(35))$$

$$1.705694255$$

Ответ: $F_{\text{тр.}} = 1,7 \text{ Н.}$

59. (A9, 2008). Камень массой $m = 4 \text{ кг}$ падает под углом $\alpha = 40^\circ$ к вертикали со скоростью 10 м/с в тележку с песком общей массой $M = 16 \text{ кг}$, покоящуюся на горизонтальных рельсах. Скорость тележки с камнем после падения в нее камня равна



- 1) $1,0 \text{ м/с}$ 2) $1,3 \text{ м/с}$ 3) $1,5 \text{ м/с}$ 4) $2,0 \text{ м/с}$

Решение.

Закон сохранения импульса в проекции на горизонтальную ось:

$$mv \cdot \sin \alpha = (M + m)u. \text{ Отсюда } u = \frac{mv \cdot \sin \alpha}{M + m} = \frac{4 \cdot 10 \cdot \sin 40}{20} = 1,3 \text{ (м/с).}$$

$$\frac{4 \times 10 \times \sin(40)}{20}$$

$$1.285575219$$

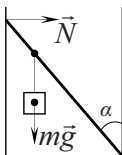
Ответ: $u = 1,3 \text{ м/с.}$

60. (B3, 2009). Невесомый стержень длиной 1 м , находящийся в ящике с гладкими дном и стенками, составляет угол $\alpha = 40^\circ$ с вертикалью (см. рисунок). К стержню на расстоянии 25 см от его левого конца подвешен на нити шар массой 2 кг (см. рисунок). Каков модуль силы N , действующей на стержень со стороны левой стенки ящика? Ответ округлите до десятых.

Решение.

$$\text{Условие равновесия: } NL \cdot \cos \alpha = mg \cdot \frac{3}{4} \cdot L \cdot \sin \alpha.$$

$$\text{Тогда } N = mg \cdot \frac{3}{4} \cdot \text{tg} \alpha = 2 \cdot 10 \cdot \frac{3}{4} \cdot \text{tg}(40^\circ) = 12,6 \text{ (Н).}$$



$$2 \times 10 \times \frac{3}{4} \times \tan(40)$$

$$12.58649447$$

Ответ: $N = 12,6 \text{ Н.}$

61. (B3, 2006). В электрическом поле, вектор напряженности которого направлен горизонтально, нить с подвешенным на ней маленьким

заряженным шариком отклонилась на некоторый угол от вертикали. Заряд шарика -2 мкКл, его масса $86,6$ мг, напряженность поля 200 В/м. Чему равен угол отклонения шарика? Ответ округлите до целых.

Решение.

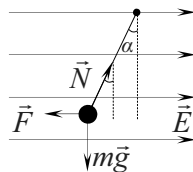
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F}{mg} = \frac{qE}{mg} = \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 200}{86,6 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3} \cdot 10}.$$

Вычислим на калькуляторе сразу угол α :

$\tan^{-1}\left(\frac{2 \times 10^{-6}}{86.6 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \cdot 10}\right)$
24.79192071

или

$\tan^{-1}\left(\frac{2 \times 10^{-6}}{86.6 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \cdot 10}\right)$
24°47'30.91"



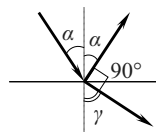
Ответ: $\alpha = 25^\circ$.

62. (B4, 2006). Свет падает из воздуха на поверхность воды (показатель преломления $n = 4/3$) так, что отраженный и преломленный лучи образуют прямой угол. Чему равен угол падения света? Ответ выразите с точностью до градуса.

Решение.

$\alpha + \gamma + 90^\circ = 180^\circ$, следовательно, $\alpha + \gamma = 90^\circ$.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{\sin \alpha}{\sin(90 - \alpha)} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha = \frac{4}{3}.$$



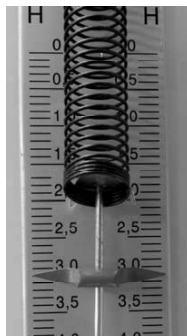
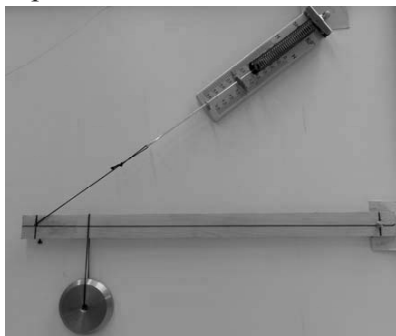
$\tan^{-1}\left(\frac{4}{3}\right)$
53.13010235

или

$\tan^{-1}\left(\frac{4}{3}\right)$
53°7'48.37"

Ответ: $\alpha = 53^\circ$.

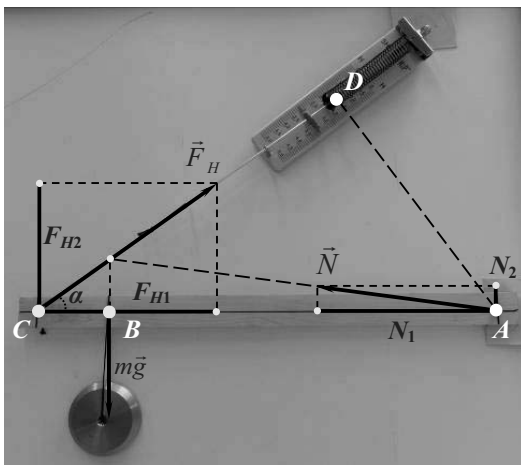
63. На рис. показана модель кронштейна. Определите силу тяжести стального диска и модуль силы реакции в оси кронштейна, измерив необходимые величины линейкой и транспортиром. Массой линейки можно пренебречь.



Решение.

1) Рассматривая условие равновесия линейки относительно точки A (см. рис.), можно записать, что $F_H \cdot AD = mg \cdot AB$. Отсюда $mg = \frac{AD}{AB}$.

Сила натяжения $F_H = (3,0 \pm 0,1)$ Н. Отношение $\frac{AD}{AB}$ найдено на основе измерения линейкой соответствующих отрезков.



$$\frac{AD}{AB} = 0,68. \text{ Соответственно, } mg = 2,0 \text{ Н.}$$

2) Модуль $N = \sqrt{N_1^2 + N_2^2}$.

$$N_1 = F_{H1} = F_H \cdot \cos \alpha = 3,0 \cdot \cos 36^\circ = 2,4 \text{ Н.}$$

$$N_2 + F_{H2} = mg; N_2 = mg - F_{H2}; F_{H2} = F_H \cdot \sin \alpha = 3,0 \cdot \sin 36^\circ = 1,8 \text{ Н.}$$

$$N_2 = mg - 1,8 = 2,0 - 1,8 = 0,2 \text{ Н.}$$

$$3 \times \cos(36) \div A$$

$$2.427050983$$

$$2 - 3 \sin(36) \div B$$

$$0.2366442431$$

Таким образом, сила реакции $N = \sqrt{(2,4)^2 + (0,2)^2} \approx 2,4$ Н.

$$\sqrt{2.4^2 + 0.2^2}$$

$$2.408318916$$

или

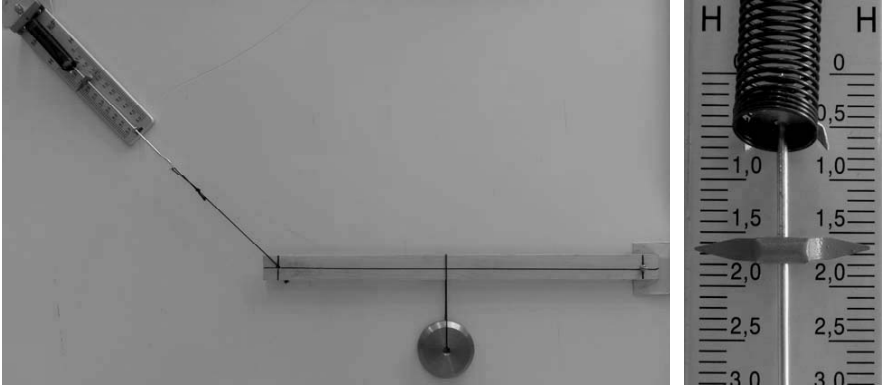
$$\sqrt{A^2 + B^2}$$

$$2.43856043$$

Ответ: $mg = 2,0$ Н, $N = 2,4$ Н.

Решите самостоятельно.

На рис. показана модель кронштейна. Определите силу тяжести стального диска и модуль силы реакции в оси кронштейна и ее направление, измерив необходимые величины линейкой и транспортиром. Массой линейки можно пренебречь.



(Ответ: $mg = 2,2 \text{ Н}$, $N = 3,5 \text{ Н}$. $\alpha = 108^\circ$.)

Тело массой $m = 1 \text{ кг}$, подвешенное на нити длиной $l = 1 \text{ м}$, движется в горизонтальной плоскости по окружности с постоянной угловой скоростью, совершая 1 оборот в секунду. Определите модуль силы упругости нити F и угол α , который образует нить с вертикалью. (Ответ: $F = 40 \text{ Н}$, $\alpha = 75^\circ$.)

Вычислите с калькулятором.

12. а) $\sin 5^\circ 62' 59'' + \cos 14^\circ 34'$; б) $\arccos(\sin 75^\circ) + \operatorname{arctg}(1,5)$;

в) $2\operatorname{arctg}(\sin 15^\circ - \cos 65^\circ)^3$; г) $\frac{1}{\operatorname{tg}(\operatorname{arctg} 2 + \operatorname{arctg} 0,4 - \operatorname{arctg} 8)}$.





13. а) $\frac{1}{2\sin 10^\circ} - 2\sin 72^\circ$; б) $\cos \frac{\pi}{5} \sin \frac{2\pi}{3} - \sin \frac{2\pi}{5}$;

в) $\frac{2\sin \frac{\pi}{8} \cos \frac{3\pi}{4} + 1,278\sin \frac{7\pi}{6} \cos \frac{4\pi}{7} - 3,92\operatorname{tg} \frac{3\pi}{4}}{\sin \frac{2\pi}{3}}$;




г) $\frac{\sin \frac{3\pi}{4} \cos \frac{5\pi}{6} + 3,22\sin \frac{2\pi}{3} \cos \frac{4\pi}{7} - 1,22\operatorname{tg} \frac{3\pi}{8}}{\sin \frac{2\pi}{3} + \cos \frac{3\pi}{4}}$.

2.3. Дополнительные возможности калькулятора, полезные на ЕГЭ

2.3.1. Редактирование выражений.

В верхней строке дисплея – строке ввода – отображается расчетное выражение. Это позволяет контролировать правильность ввода как в процессе набора формулы, так и после проведения расчета. Если в выражении обнаружена ошибка, ее можно легко исправить. Для этого необходимо с помощью клавиши  или  переместить курсор в нужную позицию и ввести правильные символы. При входе в режим редактирования первое нажатие клавиши  установит курсор в начало выражения, первое нажатие  – в конец выражения. В математическом формате представления выражений работает только режим вставки символов. Каждый вновь введенный символ встанет в ту позицию, в которой стоит курсор, как бы раздвигая числовое выражение.



64. Вычислите $523 - 451 + 23$, затем замените число 23 на 323 и получите новый ответ.

523  451  23 

Ответ: 95.

   3 

Ответ: 395.

Для удаления символов используется клавиша . При нажатии на нее будет удален символ, расположенный слева от курсора. Если курсор стоит в самом начале выражения, то при нажатии на клавишу  будет удален первый символ.

65. Вычислите $524 - 178 + 1623$, затем замените число 1623 на 23 и получите новый ответ.

524  178  1623 

Ответ: 1969.

Ответ: 369.

66. Вычислите $156 + 2486 + 148$, затем замените число 2486 на 2366 и получите новый ответ.

156  2486  148 

Ответ: 2790.

        36 

или

          36 

Ответ: 2670.

67. (С1, 2008). Из пружинного пистолета выстрелили вертикально вниз в мишень, находящуюся на расстоянии 2 м от него. Совершив работу 0,12 Дж, пуля застряла в мишени. Какова масса пули, если пружина была сжата перед выстрелом на 2 см, а ее жесткость 100 Н/м?

Решение.

Согласно закону сохранения механической энергии имеем два равенства: $\frac{kx^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2}$ и $\frac{mv_0^2}{2} + mgh = \frac{mv_1^2}{2}$, где v_0 и v_1 – скорости пули, соответственно, на высоте h и непосредственно перед мишенью.

Вся энергия подлетевшей к мишени пули потрачена на механическую работу, так что $mv_1^2/2 = A$.

Решив полученную систему уравнений, найдем массу пули:

$$m = \frac{2A - kx^2}{2gh} = \frac{2 \cdot 0,12 - 100 \cdot (2 \cdot 10^{-2})^2}{2 \cdot 10 \cdot 2} = 0,005 \text{ (кг)}.$$

A calculator display showing the calculation: $\frac{2 \times 0.12 - 100 \times (2 \times 10^{-2})^2}{2 \times 10 \times 2} = 0.005$. The result 0.005 is displayed at the bottom.

Для перевода полученной величины в граммы в режиме редактирования добавим умножение на 1000, получим 5 г.

Two calculator displays. The left one shows $\frac{(2 \times 10^{-2})^2}{2} \times 1000$. The right one shows $\frac{2 \times 0.12 - 100 \times (2 \times 10^{-2})^2}{2 \times 10 \times 2} = 5$.

Ответ: $m = 5$ г.

68. (В3, 2008). В баллоне объемом 1,66 м³ находится 2 кг газа при давлении 10⁵ Па и температуре 47 °С. Какова молярная масса газа? Ответ выразите в г/моль.

Решение.

Уравнение состояния идеального газа: $\frac{pV}{T} = \frac{m}{M} R$.

$$M = \frac{mRT}{pV} = \frac{2 \cdot 8,31 \cdot 47}{10^5 \cdot 1,66} = 4,7 \cdot 10^{-3} \text{ (кг/моль)}.$$

A calculator display showing the calculation: $\frac{2 \times 8.31 \times 47}{10^5 \times 1.66} = 4.705662651 \times 10^{-3}$.

Этот ответ должен насторожить, так как газа с такой молярной массой не существует. У гелия молярная масса $4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. Формула записана верно, поэтому поищем ошибку в вычислениях. Обнаружим, что вместо абсолютной температуры в расчетном выражении стоит температура в градусах Цельсия. В режиме редактирования внесем правку и получим новый ответ: $M = \frac{2 \cdot 8,31 \cdot (273 + 47)}{10^5 \cdot 1,66} = 0,032$ (кг/моль).

$$\frac{2 \times 8,31 (273 + 47)}{10^5 \times 1,66} = 0,03203855422$$

Судя по полученной молярной массе, вероятнее всего, в баллоне находится кислород.

Для перевода в г/моль полученный ответ надо умножить на 1000.

$$\frac{(273 + 47) \times 1000}{1,66}$$

$$\frac{2 \times 8,31 (273 + 47)}{10^5 \times 1,66} = 32,03855422$$

Если Вы забудете перевести ответ в г/моль, то, к сожалению, правильное решение будет засчитано как неверное.

Ответ: $M = 32$ г/моль.

69. (С6, 2009). Препарат активностью $1,7 \cdot 10^{11}$ частиц в секунду помещен в медный контейнер массой 0,5 кг. На сколько повысилась температура контейнера за 1 ч, если известно, что данное радиоактивное вещество испускает α -частицы энергией 5,3 МэВ? Считать, что энергия всех α -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию контейнера. Теплоемкостью препарата и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Решение.

За время Δt в препарате выделяется количество теплоты $Q_1 = A\varepsilon\Delta t$, где A – активность препарата, ε – энергия α -частицы, Δt – время.

Изменение температуры контейнера определяется равенством $Q_2 = cm\Delta T$, где c – удельная теплоемкость меди, m – масса контейнера, ΔT – изменение температуры контейнера.

Выделившееся количество теплоты идет на нагревание контейнера: $Q_1 = Q_2$ или $A\varepsilon\Delta t = cm\Delta T$.

$$\Delta T = \frac{A\varepsilon\Delta t}{cm} = \frac{1,7 \cdot 10^{11} \cdot 5,3 \cdot 10^6 \cdot 60^2}{380 \cdot 0,5} = 1,7 \cdot 10^{19} \text{ (К)}.$$

При расчете на калькуляторе получили очень большую величину:

$$\frac{1.7 \times 10^{11} \times 5.3 \times 10^6}{380 \times 0.5} = 1.707157895 \times 10^{19}$$

Проверив расчетное выражение, замети ошибку: не осуществлен перевод эВ в Дж. Правильное выражение имеет вид:

$$\Delta T = \frac{1,7 \cdot 10^{11} \cdot 5,3 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 60^2}{380 \cdot 0,5} \approx 2,7 \text{ (К)}.$$

В режиме редактирования «допишем» числитель и, повторно нажав равно, получим верный ответ:

$$\frac{1.7 \times 10^{11} \times 5.3 \times 10^6 \cdot 1.6 \times 10^{-19} \cdot 60^2}{380 \cdot 0.5} = 2.731452632$$

Ответ: $\Delta T = 2,7 \text{ К}$.

70. (С5, 2008). При облучении металлической пластинки быстрыми α -частицами небольшая часть этих частиц в результате упругого взаимодействия с ядрами атомов меняет направление скорости на противоположное (аналог опыта Резерфорда). Найдите заряд ядра, если минимальное расстояние, на которое сближались ядро и частица, составило $5 \cdot 10^{-13}$ см. Масса и скорость α -частиц составляют соответственно $7 \cdot 10^{-27}$ кг и $26 \cdot 10^3$ км/с. (Частицу считать точечной, а ядро – точечным и неподвижным. Релятивистским эффектом пренебречь.

Потенциальная энергия ядра и α -частицы $E_{\text{пот.}} = k \frac{q_{\text{ядра}} q_{\alpha}}{r}$, где r – расстояние между ядром и α -частицей.)

Решение.

Формула для расчета кинетической энергии α -частицы: $E_{\text{к.}} = \frac{m_{\alpha} v_{\alpha}^2}{2}$.

Равенство кинетической энергии α -частицы и энергии взаимодействия зарядов на минимальном расстоянии между α -частицей и ядром:

$$E_{\text{пот.}} = E_{\text{к.}} \text{ или } k \frac{q_{\text{ядра}} q_{\alpha}}{r} = \frac{m_{\alpha} v_{\alpha}^2}{2}.$$

$$q_{\text{ядра}} = \frac{m_{\alpha} v_{\alpha}^2 r}{2kq_{\alpha}} = \frac{7 \cdot 10^{-27} \cdot (26 \cdot 10^3 \cdot 10^3)^2 \cdot 5 \cdot 10^{-13}}{2 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 4,1 \cdot 10^{-16} \text{ (Кл)}.$$

$$\frac{7 \times 10^{-27} (26 \times 10^3)^2}{2 \times 9 \times 10^9 \times 2 \times 1.6 \times 10^{-19}} = 4.107638889 \times 10^{-18}$$

Помним, что к ответам всегда надо относиться внимательно. Чтобы понять, реально ли полученное число, оценим число протонов в ядре: $\frac{4,1 \cdot 10^{-16}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 2,6 \cdot 10^3$. Оказалось, что в ядре содержится более двух тысяч

протонов, а таких ядер в природе не существует. Известно, что при числе протонов более ста все ядра уже радиоактивны и быстро распадаются. Значит, нужно искать ошибку в расчетах. Действительно, расстояние в выражении указано в сантиметрах. В режиме редактирования допишем выражение и получим правильный числовой ответ:

$$q_{\text{ядра}} = \frac{7 \cdot 10^{-27} \cdot (26 \cdot 10^3 \cdot 10^3)^2 \cdot 5 \cdot 10^{-13} \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 4,1 \cdot 10^{-18} \text{ (Кл)}$$

$$\frac{7 \times 10^{-27} (26 \times 10^3)^2}{2 \times 9 \times 10^9 \times 2 \times 1.6 \times 10^{-19}} = 4.107638889 \times 10^{-18}$$

Проведем повторную оценку:

$$\frac{4.1 \times 10^{-18}}{1.6 \times 10^{-19}} = 25.625$$

Если заглянуть в таблицу Менделеева, то можно предположить, что пластина изготовлена из железа (стали).

Ответ: $q_{\text{ядра}} = 4,1 \cdot 10^{-18}$ (Кл).

71. (A9, 2008). После удара клюшкой шайба стала скользить вверх по ледяной горке и у ее вершины имела скорость 5 м/с. Высота горки 10 м. Если трение шайбы о лед пренебрежимо мало, то после удара скорость шайбы равнялась

- 1) 7,5 м/с 2) 15 м/с 3) 12,5 м/с 4) 10 м/с

Решение.

$$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + mgh, \text{ откуда } v_1 = \sqrt{v_2^2 + 2gh}.$$

Если вы вместо g подставите 9,8, то получите ответ, которого нет среди предложенных:

$$\sqrt{5^2 + 2 \times 9.8 \times 10}$$

$$14.86606875$$

Тогда Вы либо округлите число до пятнадцати и выберете ответ 2, либо еще раз заглянете в таблицу с константами и увидите, что g следует принять равным 10. Отредактировав предыдущее выражение, получите верный ответ:

$$\sqrt{5^2 + 2 \times 10 \times 10}$$

$$15$$

Ответ: $v = 15$ м/с.

Решите самостоятельно.

В однородном магнитном поле индуктора вращается якорь генератора постоянного тока. Виток обмотки якоря представляет собой прямоугольную рамку. Длина стороны рамки, перпендикулярной вектору индукции \vec{B} магнитного поля, $l = 40$ см, радиус якоря $R_{\text{я}} = 15$ см. Какая сила действует со стороны магнитного поля индукцией $B = 2$ Тл на одну сторону обмотки из $n = 20$ витков провода, если якорь вращается с частотой $\nu = 50$ с⁻¹, электрическое сопротивление обмотки $r = 0,5$ Ом, электрическое сопротивление внешней нагрузки $R = 19,5$ Ом?

Решение.

В ходе решения получим формулу для нахождения силы Ампера:

$$F_A = \frac{n^2 B^2 l^2 2\pi R_{\text{я}} \nu}{r + R} = \frac{20^2 \cdot 4 \cdot 0,4^2 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 19,5 \cdot 50}{0,5 + 15 \cdot 10^{-2}} = 2411520 \text{ (Н)} \approx 2,4 \text{ МН.}$$

$$\frac{20^2 \times 4 \times 0.4^2 \times 2 \times 3.14 \cdot 19.5 \cdot 50}{0.5 + 15 \times 10^{-2}}$$

$$2411520$$

Такая величина должна вас обеспокоить. Она превосходит вес генератора Саяно-Шушенской ГЭС почти в два раза. Оказывается, в расчетном выражении перепутаны две величины, обозначенные буквой R :

$$\frac{2 \times 3.14 \times 19.5 \times 50}{5 + 15 \times 10^{-2}}$$

Найдите ошибку, отредактируйте выражение и получите верный ответ. (Ответ: 603 Н.)

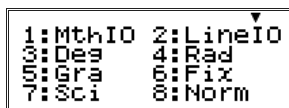
Вычислите с калькулятором.

Подберите пропущенные цифры так, чтобы выполнилось равенство.

14. а) $135 + 2_6 = 411$; б) $1_5 + 235 = 360$;
 в) $139 + 6_4 = 793$; г) $12_6 - 568 = 688$.
15. а) $134 + 5_7 \cdot 25 = 13809$; б) $12_8 - 36 \cdot 15 = 718$;
 в) $9999 : __ - 270 = 33$; г) $1824 : __ - 190 : 5 = 0$.
16. а) $(1285 + ___) : 25 = 64$;
 б) $(365 \cdot 187 - ___ \cdot 55) : 550 = 83$;
 в) $575 = 25(354 \cdot __ - 119 \cdot 95)$;
 г) $(76__ - 3104) : 174 - (394 + 542) : 36 = 0$.

2.3.2. Приближенные вычисления.

В калькуляторах для внутренних вычислений используется 15 цифр числа, но только 10 из них отображается в строке ответа. Здесь предусмотрена возможность изменения представления числа. Для этого нужно войти в меню настроек калькулятора, нажав **SHIFT** **SETUP**.



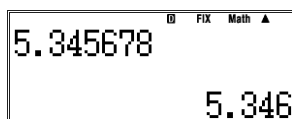
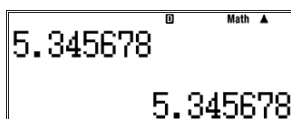
Для изменения представления числа используются режимы Fix, Sci, Norm. Для выбора режима Fix необходимо нажать клавишу **6**, режима Sci – **7**, Norm – **8**.


Режимом Fix задается количество значащих цифр после запятой. Можно установить формат округления от 0 до 9 знаков после запятой нажатием соответствующей цифровой клавиши. Если введенное число или число, полученное в результате вычисления, превышает установленный формат представления, то калькулятор округлит его.

72. Введите 5,345678, округлите до третьего знака после запятой.

5 **□** 345678 **□**

SHIFT **SETUP** **6** **3**



 Установка формата представления числа имеет переключательный характер, то есть все последующие результаты вычислений отобразятся в установленном формате. Если вы не знаете, как вернуть исходный режим представления чисел, то самый простой способ – это осуществить сброс настроек в исходное состояние последовательным нажатием клавиш **SHIFT** **CLR** **3** **=** **AC**.

73. Представьте $\frac{13}{8}$ в виде десятичной дроби с точностью до 0,01.

SHIFT **SETUP** **6** **2**

13 **▼** **8** **=** **S↔D**

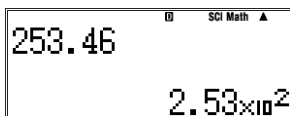
Ответ: 1,63.

Режимом Sci задается стандартный вид числа в строке ответа с нужным количеством значащих цифр. Можно установить от 0 до 9 значащих цифр.

74. Представьте 253,46 в стандартном виде с точностью до трех значащих цифр.

SHIFT **SETUP** **7** **3**

253 **◦** 46 **=** **S↔D**



The calculator display shows the number 253.46 on the top line and its scientific notation representation 2.53 x 10² on the bottom line. The mode indicator 'Sci Math' is visible in the top right corner.

75. Представьте $12\frac{3}{14}$ в стандартном виде с точностью до трех значащих цифр.

SHIFT **SETUP** **7** **3**

SHIFT **12** **▶** **3** **▼** **14** **=** **S↔D**

Ответ: $1,22 \cdot 10^1$.

Режим Norm служит для установки автоматического представления чисел. В меню имеется два типа режима Norm. В режиме Norm1 числа меньше 10^{-2} и больше 10^{10} отображаются на дисплее в стандартном виде ($1 \leq n < 10$ умноженное на 10 в соответствующей степени). В режиме Norm2 в стандартном виде отображаются числа, которые меньше 10^{-9} и больше 10^{10} . Исходным режимом настройки калькулятора является Norm1, и при последовательном нажатии **SHIFT** **CLR** **3** **=** **AC** будет установлен именно этот режим представления числа.

Обратим внимание: все рассмотренные настройки изменяют только вида числа в строке ответа. В памяти калькулятора и введенное число, и результат вычисления сохраняются целиком. Этим обеспечивается высокая точность вычислений.

76. (B4, 2009). В калориметр с водой бросают кусочки тающего льда. В некоторый момент кусочки льда перестают таять. Первоначальная температура воды 20 °С. Насколько увеличилась масса воды? Ответ выразите в процентах от первоначальной массы воды и округлите до целых.

Решение.

$$Q_1 = mc\Delta t \text{ и } Q_2 = \lambda\Delta m; Q_1 = Q_2 \text{ или } mc\Delta t = \lambda\Delta m.$$

$$\frac{\Delta m}{m} = \frac{c\Delta t}{\lambda} \cdot 100\% = \frac{4,2 \cdot 10^3 \cdot 20}{3,3 \cdot 10^5} \cdot 100 = 25 (\%).$$

Без округления:

С округлением:

Ответ: $\Delta m/m = 25 \%$.

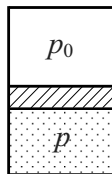
77. (B4, 2009). Идеальный одноатом. газ в количестве $\nu = 0,09$ моль находится в равновесии в вертикальном цилиндре под поршнем массой $m = 5$ кг и площадью $S = 25$ см². Трение между поршнем и стенками цилиндра отсутствует. Внешнее атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па. В результате нагревания газа поршень поднялся на высоту $\Delta h = 4$ см. На сколько увеличилась температура газа? Ответ в кельвинах округлите до целых.

Решение.

$$p = p_0 + mg/S; A = pS\Delta h = p_0S\Delta h + mg\Delta h \text{ и } A = \nu R\Delta T.$$

$$p_0S\Delta h + mg\Delta h = \nu R\Delta T.$$

$$\Delta T = \Delta h \cdot \frac{p_0S + mg}{\nu R} = 4 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{10^5 \cdot 25 \cdot (10^{-2})^2 + 5 \cdot 10}{0,09 \cdot 8,31} \approx 16 \text{ (К)}.$$



Без округления:

С округлением:

Ответ: $\Delta T = 16$ К.

Решите самостоятельно.

(С1, 2006). При наблюдении с космического корабля диаметр спутника Юпитера Ио на расстоянии $L = 2 \cdot 10^7$ м был виден под углом $\alpha = 10,4^\circ$. При выполнении экспериментов у поверхности Ио было обнаружено, что при свободном падении из состояния покоя камень проходит за 3 с расстояние 8,1 м. По этим данным определите массу Ио. Примите значение гравитационной постоянной равным $6,67 \cdot 10^{-11}$ Н·м²·кг⁻¹. (Ответ: $8,9 \cdot 10^{22}$ кг.)

Вычислите с калькулятором.

17. Округлите число 12,3456789 с точностью до:

а) 0,000001; б) 0,00001; в) 0,0001; г) 0,001.

18. Представьте в виде десятичной дроби с точностью до 0,1 число:

а) $\frac{15}{8}$; б) $\frac{19}{34}$; в) $\frac{12}{54}$; г) $\frac{32}{23}$.

19. Округлите число 27,19248 до значащих цифр:

а) 6; б) 5; в) 3; г) 2.

20. Вычислите с точностью до 0,01:

а) $0,5 + \frac{1}{4} - 0,16666 + 1,125$; б) $0,62 + \frac{7}{40} + 0,426$;

в) $\frac{1,2 \left(13,75 + 9 \frac{1}{6} \right) + 5 \frac{5}{6} \left(6,8 - 3 \frac{3}{5} \right)}{\frac{5}{9} \left(10,3 - 8 \frac{1}{2} \right) + 56 \left(3 \frac{2}{3} - 3 \frac{1}{6} \right)}$; г) $2 \frac{1}{2} \left(0,6 : 3 \frac{3}{4} \right) + 3,75 : 1 \frac{1}{3}$.

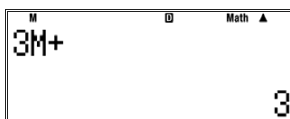
2.3.3. Вычисления с использованием памяти.

В режиме COMP рассчитанные выражения сохраняются в памяти архива вычислений. На наличие данных в этой памяти указывают стрелки вверх/вниз в правом верхнем углу экрана калькулятора. Для просмотра сохраненных выражений используются клавиши \blacktriangle и \blacktriangledown . Память архива вычислений очищается при выключении калькулятора или нажатии на клавишу **ON**, а также при переключении формата ввода/вывода, выходе из режима COMP и выполнении любой из операций сброса. При переполнении памяти архива вычислений ранее сохраненные выражения «затираются» новыми.

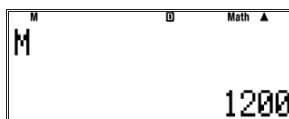
Результат последнего расчета сохраняется в памяти запоминания ответа Ans. Для вставки этого числа в новое выражение используется

0 **SHIFT** **STO** **M**

3 **M+** 7 **Ans** **M+** **=** **=** **RCL** **M**



Calculator display showing $3M+$ and the number 3 .



Calculator display showing M and the number 1200 .

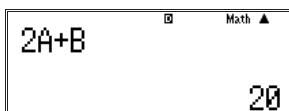
Ответ: 1200.

80. Вычислите значение выражения $2a + b$ для $a = 5$, $b = 10$.

Введем в переменную А число 5: 5 **SHIFT** **STO** **A**

Введем в переменную В число 10: 10 **SHIFT** **STO** **B**

Вычислим выражение: 2 **ALPHA** **A** **+** **ALPHA** **B** **=**

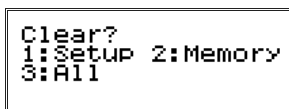


Calculator display showing $2A+B$ and the number 20 .

Ответ: 20.

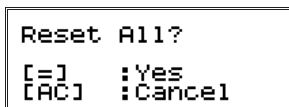
 Знак умножения перед переменной ставить необязательно.

В рассматриваемых калькуляторах предусмотрены быстрый сброс настроек в исходное состояние, очистка памяти, а также сброс настроек и очистка памяти одновременно. Для этого необходимо сначала последовательно нажать клавиши **SHIFT** **CLR**. Появится меню «Clear?».



Calculator display showing the menu:
Clear?
1: Setup 2: Memory
3: All

Нажатием клавиши **1** (Setup) выбирается сброс настроек в исходное состояние без очистки памяти, **2** (Memory) – очистка памяти без изменения настроек, **3** (All) – очистка памяти и сброс настроек в исходное состояние одновременно.



Calculator display showing the menu:
Reset All?
[=] : Yes
[AC] : Cancel

Затем нужно подтвердить правильность выбора, нажав **=**, или отказаться от него, нажав **AC**. После нажатия **=** нужно нажать **AC**.

Обратим внимание на то, что при записи нового числа в переменную ранее сохраненное автоматически удаляется, поэтому нет необходимости каждый раз при работе с переменными очищать память.

81. Вычислите значение выражения $b - 2a$ для $a = 1\frac{1}{2}$, $b = 3,6$.

SHIFT CLR 2 = AC
 SHIFT = 1 ▶ 1 ▼ 2 SHIFT STO A
 3 ◦ 6 SHIFT STO B
 ALPHA B = 2 ALPHA A = S+D

Ответ: 0,6.

Вычисления с использованием памяти могут быть использованы в задачах на упрощение выражений. Проверка производится для одного или нескольких значений переменных до упрощения выражения и для этих же значений после упрощения. Если ответы совпадают, то все действия были проведены правильно.

82. Упростите $(4a + b)^2 - (4a - b)^2$ и проведите проверку упрощенного выражения для $a = 2,5$ и $b = 1,3$.

После упрощения получим $16ab$.

Сохраним переменные $a = 2,5$ и $b = 1,3$.

2 ◦ 5 SHIFT STO A

1 ◦ 3 SHIFT STO B

Введем исходное выражение и вычислим его значение для этих переменных.

(4 ALPHA A + ALPHA B) x² = (4 ALPHA A - ALPHA B) x² =

Вычислим значение полученного после упрощения выражения для тех же переменных.

16 ALPHA A ALPHA B =

$(4A+B)^2 - (4A-B)^2$ <p style="text-align: right;">52</p>	$16AB$ <p style="text-align: right;">52</p>
--	---

Ответы совпадают, следовательно, упрощение верно.

Ответ: $(4a + b)^2 - (4a - b)^2 = 16ab$.

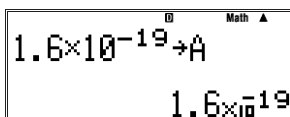
83. (C1, 2006). Электрон влетает из космического пространства в магнитное поле Земли с индукцией $9,1 \cdot 10^{-8}$ Тл со скоростью $1,5 \cdot 10^6$ м/с перпендикулярно вектору \vec{B} индукции. Определите радиус окружности траектории движения электрона в магнитном поле и период T его обращения по окружности. Масса электрона $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, заряд электрона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Решение.

Определим радиус окружности при движении электрона в однородном магнитном поле перпендикулярно вектору индукции:

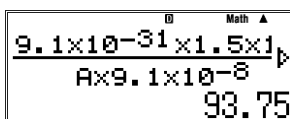
$$R = \frac{mv}{eB} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 1,5 \cdot 10^6}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 9,1 \cdot 10^{-8}} = 93,8 \text{ (м)}.$$

Сохраним значение заряда электрона в ячейке памяти A:



1.6×10⁻¹⁹ → A
1.6×10⁻¹⁹

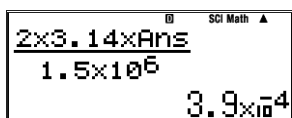
Вычислим радиус:



$\frac{9.1 \times 10^{-31} \times 1.5 \times 10^6}{A \times 9.1 \times 10^{-8}}$
93.75

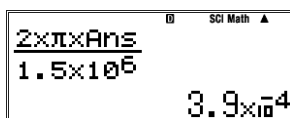
Период обращения электрона рассчитаем с использованием памяти запоминания ответа Ans: $T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot \text{Ans}}{1,5 \cdot 10^6} \approx 3,9 \cdot 10^{-4} \text{ (с}^{-1}\text{)}.$

Включим в калькуляторе режим представления числа в стандартном виде с двумя значащими цифрами:



$\frac{2 \times 3.14 \times \text{Ans}}{1.5 \times 10^6}$
3.9×10⁻⁴

или



$\frac{2 \times \pi \times \text{Ans}}{1.5 \times 10^6}$
3.9×10⁻⁴

Ответ: $R = 93,8 \text{ м}, T = 3,9 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}.$

84. (С5, 2006). Фотокатод облучают светом с длиной волны $\lambda = 300 \text{ нм}$. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 450 \text{ нм}$. Какое напряжение U нужно создать между анодом и катодом, чтобы фототок прекратился?

Решение.

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2} \quad (1).$

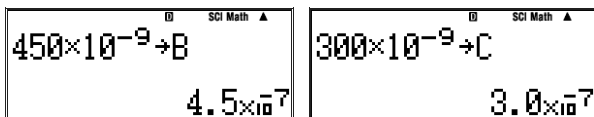
Условие связи красной границы фотоэффекта и работы выхода: $hc/\lambda_0 = A \quad (2).$ Выражение для запирающего напряжения – условие равенства максимальной кинетической энергии электрона и изменения его потенциальной энергии при перемещении в электростатическом поле: $mv^2/2 = eU \quad (3).$

Решив систему уравнений (1), (2) и (3), получим: $U = \frac{hc(\lambda_0 - \lambda)}{\lambda\lambda_0 e}$.

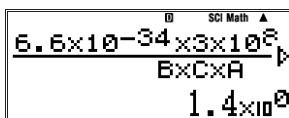
$$U = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 (450 - 300) \cdot 10^{-9}}{450 \cdot 300 \cdot (10^{-9})^2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} \approx 1,4 \text{ (В)}.$$

Помним, что при решении предыдущей задачи мы сохранили значение заряда электрона в ячейке памяти А.

Сохраним значение λ_0 в ячейке памяти В, а λ – в ячейке памяти С:



Введем расчетное выражение с переменными в калькулятор:



Ответ получили в стандартном виде, который был установлен в калькуляторе при решении предыдущей задачи.

Ответ: $U = 1,4 \text{ В}$.

85. (С6, 2009). В сосуде находится разреженный атомарный водород. Атом водорода в основном состоянии ($E_1 = -13,6 \text{ эВ}$) поглощает фотон и ионизируется. Электрон, вылетевший из атома в результате ионизации, движется вдаль от ядра со скоростью $v = 1000 \text{ км/с}$. Какова частота поглощенного фотона? Энергией теплового движения атомов водорода пренебречь.

Решение.

При поглощении фотона атом приобретает импульс. Судя по условию задачи, этим импульсом можно пренебречь. Не учитывается и тепловое движение атомов. Следовательно, после ионизации атом тоже можно считать неподвижным.

Энергия поглощенного фотона, согласно закону сохранения энергии, $E_{\text{ф.}} = E_{\text{к.}} - E_1$, где $E_{\text{к.}} = mv^2/2$ – кинетическая энергия электрона, вылетевшего из атома.

Так как $E_{\text{ф.}} = h\nu$, соответственно, $h\nu = mv^2/2 - E_1$, следовательно,

$$\nu = \frac{mv^2}{2h} - \frac{E_1}{h}; \nu = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} (10^6)^2}{2 \cdot 6,6 \cdot 10^{-34}} - \frac{(-13,6) \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{6,6 \cdot 10^{-34}} \approx 4 \cdot 10^{15} \text{ (Гц)}.$$

Помним, что значение заряда электрона сохранено в ячейке памяти А.

Сохраним значение постоянной Планка в ячейке В (при сохранении нового числа предыдущее автоматически удаляется из памяти).

Решим задачу по частям.

Рассчитаем первое слагаемое и сохраним его в памяти М:

$\frac{9.1 \times 10^{-31} (10^6)^2}{2 \times 6}$	Ansm+ 6.9×10^{14}
---	-----------------------------------

Рассчитаем второе слагаемое и вычтем его из памяти М:

$\frac{(-13.6) \times 9}{6}$	Ansm- -3.3×10^{15}
------------------------------	------------------------------------

Выведем на экран содержимое памяти М:

M 4.0×10^{15}

Ответ: $v \approx 4 \cdot 10^{15}$ Гц.

Решите самостоятельно.

Наибольшая длина волны света, при которой еще может наблюдаться фотоэффект на калии, равна 450 нм. Найдите скорость электронов, выбитых из калия светом с длиной волны 300 нм. (Ответ: $7 \cdot 10^5$ м/с.)

Вычислите с калькулятором.

Вычислите значение выражения для указанных параметров с точностью до 0,01 (21).

21. а) $\sqrt{y+2} - \sqrt{y-6} - 2$ при $y = 10$;

б) $\sqrt{x+3} + \sqrt{3x-2}$ при $x = \frac{\sqrt{3}}{2}$;

в) $\sqrt{3x-2} - 2\sqrt{x+2}$ при $x = 1\frac{1}{2}$;

г) $x^2 + \frac{\sqrt{5}}{\sqrt{2+x}} - \frac{3}{2}$ при $x = 0,5$.

Упростите выражение и вычислите его значение для указанных параметров (22).

22. а) $(a+1)(a-1)(a^2+1)$ при $a = 3,8$;

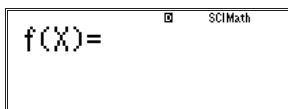
б) $\left(2 - \frac{a}{b}\right)^2 - \frac{a^2}{b^2}$ при $a = 5$ и $b = 8$;

в) $\frac{3y}{4x^2 - 9y^2} + \frac{2x}{9y^2 - 4x^2}$ при $x = 7$ и $y = 9$;

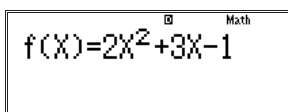
г) $\frac{a^2 + 2ab + b^2}{a^2 + ab + b^2} \cdot \frac{a^3 - b^3}{7a + 7b}$ при $a = 4,3$ и $b = 2,5$.

2.3.4. Исследование функций заданного вида.

Калькуляторы могут значительно облегчить исследование функций и построение их графиков. Рассчитав таблицу значений функции, можно легко нарисовать на бумаге ее график по точкам. Для этого используется режим TABLE. При входе в него (**MODE** **3**) на дисплее появится запрос на ввод функции:



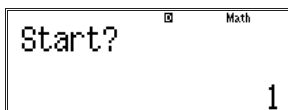
Нужно ввести функцию, например



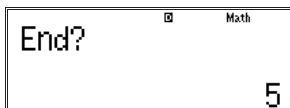
и нажать клавишу **≡**.

Обратим внимание на то, что в качестве аргумента в этом режиме используется только переменная X. При вводе остальных переменных в расчетах будут использоваться сохраненные в соответствующих ячейках памяти числа.

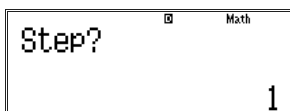
На экране появится запрос на ввод начального значения аргумента:



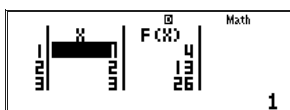
Начальное значение по умолчанию устанавливается равным 1, но его можно изменить, введя нужное число. После нажатия **≡** на экране появится запрос на ввод конечного значения аргумента:



Конечное значение по умолчанию равно 5, но можно ввести другое число. После нажатия $\boxed{\text{=}}$ на экране появится запрос на ввод шага, с которым при вычислениях будет изменяться значение аргумента на интервале от начального до конечного значений:



По умолчанию шаг устанавливается равным 1, но можно ввести другое число. После установки шага следует нажать $\boxed{\text{=}}$. На экране появится таблица значений заданной функции.

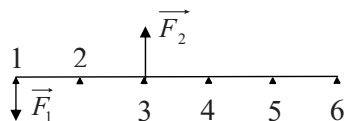


Просмотр таблицы осуществляется клавишей $\boxed{\text{REPLAY}}$.

При нажатии $\boxed{\text{AC}}$ произойдет переход к окну ввода функции.

86. (A4, 2005). На рис. изображен тонкий невесомый стержень, к которому в точках 1 и 3 приложены силы $F_1 = 100$ Н и $F_2 = 300$ Н. В какой точке надо расположить ось вращения, чтобы стержень находился в равновесии?

- 1) в точке 2 2) в точке 6
- 3) в точке 4 4) в точке 5
- 5) в точке 3

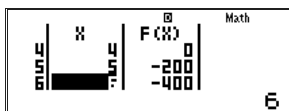
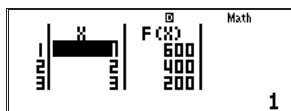


Решение.

X – координата точки, относительно которой считаем момент силы $M(X)$.

$$M(X) = f(X) = 100(X - 1) - 300(X - 3).$$

Начальное значение – 1, конечное значение – 6, шаг – 1.



Ответ: 3) в точке 4.

87. Активность радиоактивного препарата уменьшилась в четыре раза за $t = 8$ дней. Найти период полураспада T этого препарата.

Решение.

$a = a_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$. В п. 2.2.2 (задача 52) мы решили задачу логарифмированием. Теперь найдем ответ в режиме построения таблиц значений функции. Смоделируем эту ситуацию следующим образом: у нас имеется большой набор радиоактивных препаратов с разными значениями периода полураспада T . Мы хотим из этого набора найти препарат с таким значением T , для которого за 8 дней активность уменьшилась бы в 4 раза. Для решения такой задачи построим таблицу значений функции $f(x) = 2^{-\frac{8}{x}}$.

Calculator screen showing the function $f(X) = 2^{-\frac{8}{X}}$.

Calculator screen showing "Start?" with the cursor at 0.

Calculator screen showing "End?" with the cursor at 8.

Calculator screen showing "Step?" with the cursor at 0.5.

Calculator screen showing the start of a table with an error message: "ERROR".

Calculator screen showing the middle of a table with values 3.5, 4, 4.5 and function values 0.205, 0.174, 0.2916.

Calculator screen showing the end of a table with values 7.5, 8 and function values 0.4774, 0.5.

В полученной таблице необходимо отыскать такое значение аргумента $X = T$, при котором функция $a/a_0 = 0,25$. Видим, что девятая строка таблицы содержит искомую величину.

Ответ: $T = 4$ дня.

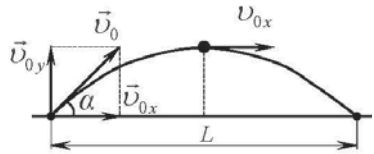
Решите самостоятельно.

(B12, МА-ДЕМО 2012). Камень брошен вертикально вверх. Пока камень не упал, высота, на которой он находится, описывается формулой $h(t) = -5t^2 + 18t$, где h – высота в метрах, t – время в секундах, прошедшее с момента броска. Сколько секунд камень находился на высоте не менее 9 метров.

(B1, 2006). Небольшой камень, брошенный с ровной горизонтальной поверхности земли под углом к горизонту, упал обратно на землю в 20 м от места броска. Через сколько времени камень окажется на высоте 15 м? Минимальная скорость камня равна 5 м/с.

Решение.

Получим уравнение зависимости высоты камня от времени. Из рис. видно, что минимальная скорость камня – это проекция начальной скорости на ось x , значит, время полета $t_{\text{полета}} = L/v_{0x} =$



$= 20/5 = 4$ (с). Тогда время подъема до вершины параболы $t_{\text{подъема}} = 2$ с. Следовательно, проекция начальной скорости на ось y : $v_{0y} = t_{\text{подъема}} \cdot g = 20$ (м/с). Вид искомого уравнения: $H = v_{0y} \cdot t - gt^2/2$ или $H = 20t - 5t^2$.

Постройте таблицу значений этой функции и определите по ней искомую величину. (Ответ: 1 и 3 с.)

Вычислите с калькулятором.

Составьте таблицу значений функции, исследуйте ее для указанных параметров (23).

23. а) $y = 2x^2 + 3x$ на интервале $x = [-2; 1]$;
 б) $y = 3x^3 - 2x - 1$ на интервале $x = [-1; 1]$;
 в) $y = x^3 - 2x^{2,5} + 2$ на интервале $x = [0; 4]$;
 г) $y = -3x^3 + 2x^{4,5}$ на интервале $x = [0; 2]$.

Решите графически уравнения для указанных параметров (24).

24. а) $y = x^2 + 2x - 1$ на интервале $x = [-4; 1]$
 с точностью до 0,2;
 б) $y = -x^2 + 3x + 2$ на интервале $x = [-2; 4]$
 с точностью до 0,25;
 в) $y = x^3 + x^2 + 3x - 1$ на интервале $x = [-1; 1]$
 с точностью до 0,1;
 г) $y = x^3 - 5x^2 + 3x + 1$ на интервале $x = [-1; 5]$
 с точностью до 0,25.

2.3.5. Исследование функций, заданных в виде таблицы экспериментальных результатов.

Калькуляторы позволяют решить задачу, обратную описанной в п. 2.3.4.: по заданной таблице значений определить вид аппроксимирующей функции. Для этого используется режим STAT. При входе в него (**MODE** **2**) на дисплее появится запрос на выбор вида функции:

```

1: 1-VAR  2: A+BX
3: _+CX^2 4: ln X
5: C^X    6: A·B^X
7: A·X^B  8: 1/X
    
```

В этом списке:

1: 1-VAR – одномерные расчеты.

Остальные пункты соответствуют двумерным расчетам:

2: A+BX – линейная зависимость вида $Y = A + BX$;

3: $_CX^2$ – квадратичная зависимость вида $Y = A + BX + CX^2$;

4: $\ln X$ – логарифмическая зависимость вида $Y = A + B \ln X$;

5: e^X – экспоненциальная зависимость вида $Y = A \cdot e^{BX}$;

6: $A \cdot B^X$ – показательная зависимость вида $Y = A \cdot B^X$;

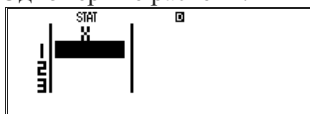
7: $A \cdot X^B$ – степенная зависимость вида $Y = A \cdot X^B$;

8: $1/X$ – обратная зависимость вида $Y = A + B/X$.

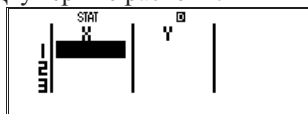
Нужная функция выбирается нажатием цифровой клавиши, указанной слева от двоеточия.

После выбора функции откроется табличный редактор данных:

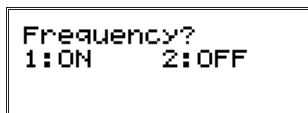
Одномерные расчеты:



Двумерные расчеты:

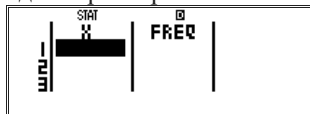


Возможно включение в таблицу столбца частот. Для этого нужно перейти в меню настроек, SETUP, нажав **[SHIFT][SETUP]**; клавишей **[V]** открыть вторую страницу; клавишей **[3]** выбрать пункт STAT. Откроется окно отображения столбца частот Frequency?.

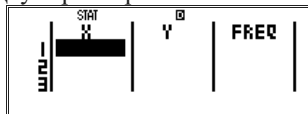


Нажатие клавиши **[1]** (ON) вызовет отображение в таблице данных столбца частот, **[2]** (OFF) – его удаление.

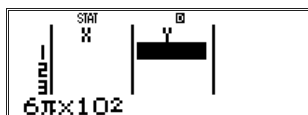
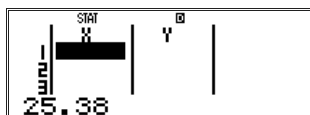
Одномерные расчеты:



Двумерные расчеты:



Вводимые в таблицу данные отображаются в строке ввода внизу экрана. Возможен ввод как чисел, так и выражений. Последние сохраняются в таблице в виде числового ответа.



Набранное в строке ввода число сохраняется в выделенной черным прямоугольником ячейке после нажатия на клавишу **□**.



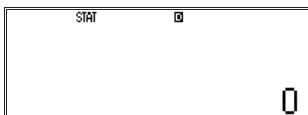
Крайний левый ряд таблицы содержит порядковые номера строк.

Выделение перемещается по таблице стрелками **▼** **▲** **◀** **▶**. Обратите внимание, что на дисплей одновременно выводятся только три строки таблицы. Для просмотра остальных данных нужно сдвигать выделение к нужной ячейке. Максимальное количество строк в таблице составляет: при одномерных расчетах – 80 или 40 (со столбцом частот), при двумерных расчетах – 40 или 26 (со столбцом частот).

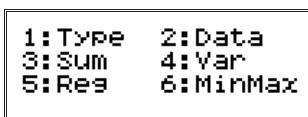
При необходимости замены сохраненного числа нужно выделить требуемую ячейку и ввести в нее новые данные, как описано выше.

Для удаления числа из таблицы нужно выделить ячейку с удаляемым числом и нажать **DEL**. При удалении чисел из двумерной таблицы необходимо внимательно удалять пару чисел.

Обработка табличных данных выполняется в окне расчетов, для перехода к которому нужно нажать **AC**. В нем в верхней строке дисплея отображается индикатор STAT, который указывает, что калькулятор работает в статистическом режиме.

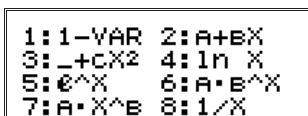


Для вызова функций нужно открыть меню режима STAT, нажав **SHIFT** **1**.



В нем нажатием цифровых клавиш, расположенных слева от двоеточий, открываются следующие подменю:

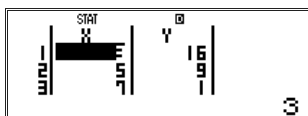
1 (Type)– выбор типа регрессионной функции



При работе с двумерной таблицей можно сменить тип регрессии и рассчитать коэффициенты разных аппроксимирующих функций.

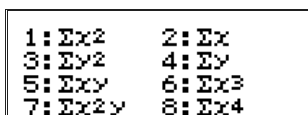
При этом следует быть внимательным, так как при смене одномерной таблицы на двухмерную и обратно данные стираются, также данные удаляются при смене режима работы калькулятора;

2 (Data) – возврат к таблице данных

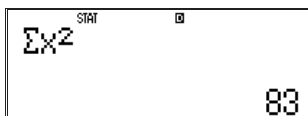


Для примера ниже следующие расчеты выполним для трех пар данных, указанных в этой таблице при выборе линейной регрессии на входе в режим статистики.

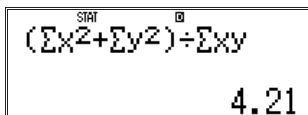
3 (Sum) – расчет сумм данных



Нужная функция выбирается нажатием цифровой клавиши, указанной слева от двоеточия. В окне расчетов в строке ввода появляется пиктограмма выбранной функции. Для выполнения расчета нужно нажать \equiv .

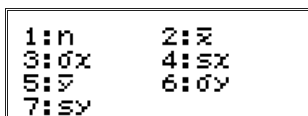


Можно ввести выражение с использованием функций. Для этого после вызова функции вводится арифметический знак и аналогично вызывается следующая функция, например



Отметим, что характеристики из других подменю рассчитываются аналогично.

4 (Var) – расчет статистических характеристик



Здесь:

n – количество строк в таблице,

\bar{x} , \bar{y} – среднее арифметическое соответствующей величины,

σ_x , σ_y – среднеквадратичное отклонение генеральной совокупности,

s_x , s_y – среднеквадратичное отклонение выборки.

5 (Reg) – расчет параметров аппроксимирующей функции

Квадратичная регрессия:

1:A	2:B
3:C	4:R1
5:R2	6:R

Другие типы регрессий:

1:A	2:B
3:r	4:R
5:R	

Здесь:

A, B, C – соответствующий коэффициент в формуле регрессии,

r – коэффициент корреляции,

\hat{x}_1 , \hat{x}_2 , \hat{x} , \hat{y} – расчетное значение, соответственно, x при заданном

y и y при заданном x .

6 (Reg) – расчет минимальных и максимальных значений

1:minX	2:maxX
3:minY	4:maxY

Расчет параметров функций, описывающих экспериментальные данные, проводится на основе метода наименьших квадратов, суть которого состоит в следующем: если нам известен характер искомой функции, то по результатам измерений можно выбрать такую конкретную функцию данного типа, которая наилучшим образом отражается полученными экспериментальными данными.

 При работе с калькуляторами серии fx-ES следует учитывать различия клавишных операций.

88. Проиллюстрируем суть метода наименьших квадратов на задаче 21 демоверсии 2012. Этот метод позволяет наиболее точно рассчитать коэффициенты A и B прямой $Y = A + BX$. В данном случае $A = U_0$, $B = I$. В режиме STAT калькулятора определим эти коэффициенты.

MODE **2** **2**

1:1-VAR	2:A+BX
3:--+CX ²	4:ln X
5:e^X	6:A·B^X
7:A·X^B	8:1/X

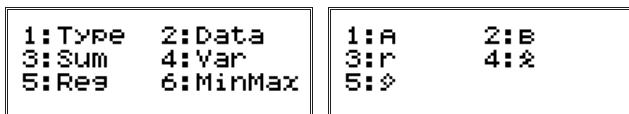
STAT	Y ⁰
X	Y
1	
2	
3	

Составим таблицу экспериментальных результатов, приведенных в задании и введем числа в калькулятор:

$U = Y$	2,25	2,8	3,0	3,3	3,4	3,6	4,2
$R = X$	10	15	20	25	30	35	40

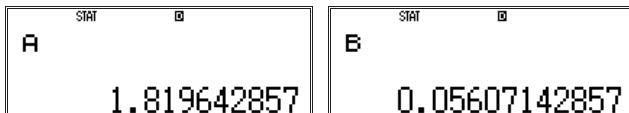


Перейдем в окно расчетов, нажав **AC**. В меню режима STAT (**SHIFT** **1**) выберем подменю Reg (**5**).



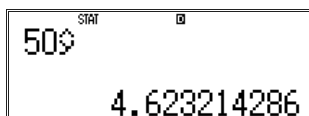
Рассчитаем коэффициент A: **1** **=**

Рассчитаем коэффициент B: **AC** **SHIFT** **1** **5** **2** **=**



Определим напряжение при $R = 50 \text{ Ом}$:

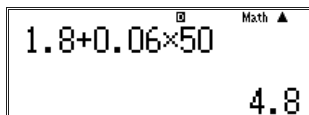
AC **5** **0** **SHIFT** **1** **5** **5** **=**



Округлив, получим $U_0 = 1,8 \text{ В}$ и $I = 0,06$, то есть $U = 1,8 + 0,06R$.

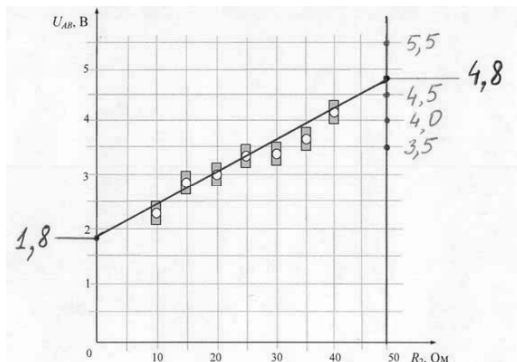
Определим напряжение при $R = 50 \text{ Ом}$:

AC **1** **.** **8** **+** **0** **.** **0** **6** **x** **5** **0** **=**



Расчеты напряжения, выполненные калькулятором без округления и с округленными величинами различаются: соответственно, 4,6 и 4,8 В. Это связано со снижением точности при округлении. Однако так как экспериментальные данные заданы с точностью до одного знака после запятой, использовать рассчитанные величины в дальнейших вычислениях целесообразно с округлением до точности исходных данных.

Соответственно, более верной будем считать величину $U = 4,8$ В. Проведем эту наиболее надежную прямую, соответствующую экспериментальным данным.



89. Ученик исследовал зависимость температуры t от времени τ и получил следующие результаты. $t_{\text{среды}} = 25$ °С.

τ , мин	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
t , °С	87	83	79,5	76	73	70,5	68	66	64	62	60	58,5

τ , мин	12	13	14	15	16	17	18,5	20,5	23	26	30,5
t , °С	57	56	54	53	52	51	49	47	45	43	40

Исаак Ньютон доказал, что вода остывает по экспоненциальному закону $t = Ae^{-B\tau}$. Выясним физический смысл коэффициентов A и B . $A = t_0$. Действительно, при $\tau = 0$ $t = Ae^0 = A = t_0$, или $t = t_0e^{-B\tau}$.

Чтобы выяснить физический смысл B предположим, что прошел промежуток времени $\tau_0 = 1/B$, и найдем температуру в этот момент времени $t = t_0e^{-B\tau_0} = t_0e^{-B \cdot \frac{1}{B}} = t_0e^{-1} = \frac{t_0}{e}$. Значит, величина $\tau_0 = 1/B$ – это время убывания температуры в $e = 2,7$ раз. Она называется временем релаксации.

Выясним, насколько результаты, полученные учеником, соответствуют закону Ньютона.

При входе в режим STAT выберем экспоненциальную зависимость: **MODE** **2** **5**. Введем данные в таблицу калькулятора.

```

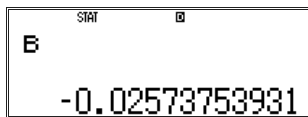
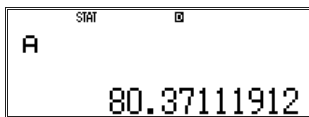
1:1-VAR  2:A+BX
3:--+CX^2 4:ln X
5:e^X    6:A·B^X
7:A·X^B 8:1/X
    
```

```

STAT  X  Y
22  26  43
23  30.5  40
24
    
```

Рассчитаем коэффициент А: **AC** **SHIFT** **1** **5** **1** **=**

Рассчитаем коэффициент В: **AC** **SHIFT** **1** **5** **2** **=**



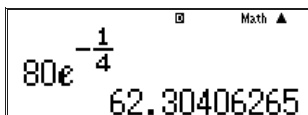
Итак, вода остывает в соответствии с уравнением $t = 80e^{-0,025\tau}$.

Время релаксации $\tau_0 = 1/0,025 = 40$ мин. Это значит, что через 40 мин после начала остывания температура воды станет равна

$t_{40} = \frac{t_0}{2,7} = \frac{80}{2,7} = 30$ °С. Поскольку ученик не довел свои наблюдения

до 40 мин, нам интересно взять более короткий, чем τ_0 , интервал. Например, $\tau = \tau_0/4 = 10$ мин. Какова должна быть температура, если остывание проходит в точности по экспоненте?

$$t = t_0 e^{-\frac{\tau_0}{4\tau_0}} = t_0 e^{-\frac{1}{4}} = 80e^{-\frac{1}{4}} = 62$$
 °С.



Результат прямого измерения (60 °С) отличается на $\frac{2}{60} \cdot 100 = 3\%$.

Определим время, за которое вода остынет до комнатной температуры:

AC **=** **ln** 25 **÷** 80 **)** **÷** 0 **·** **0** **2** **5** **=**

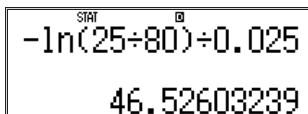
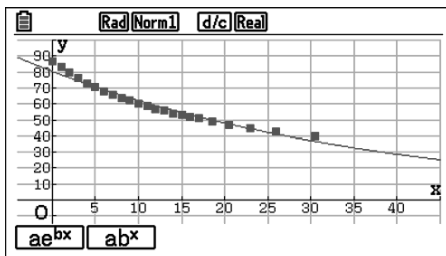
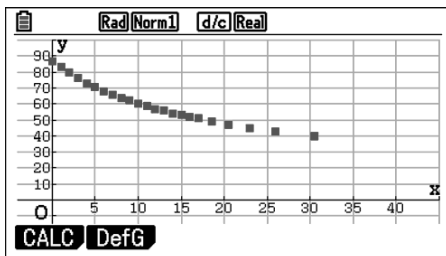


График функции, описывающей экспериментальные данные, рассчитанной калькулятором, будет иметь вид:



§ 3. Калькулятор на ЕГЭ по химии

В вариантах ЕГЭ по химии расчетных задач меньше, чем в вариантах ЕГЭ по физике (12 %). Их всего пять из сорока трех: А28, В9, В10, С4 и С5. Однако они составляют 20 % от заданий части 2 и 40 % от заданий части 3. Поэтому вычислительные умения учащихся оказывают существенное влияние на результаты сдачи ЕГЭ.

Как правило, расчетные формулы в этих заданиях простые. Но вычисления вручную затруднительны, так как все числа, включая справочные данные, являются приближенными, и получение «круглых» ответов исключено. Поэтому в инструкции по выполнению работы указано, что при выполнении работы можно пользоваться непрограммируемым калькулятором.

За последние несколько лет структура заданий не изменилась, уменьшилось только количество заданий части 1. Рассмотрим расчетные задачи из демоверсии ЕГЭ 2010.

Задание А30 (соответствует заданию А28 ЕГЭ 2012) проверяет знание следующих элементов содержания курса химии: расчеты объемных отношений газов при химических реакциях; тепловой эффект химической реакции; термохимические уравнения; расчеты теплового эффекта реакции.

А30. Какой объем (н.у.) водорода теоретически необходим для синтеза 100 л (н.у.) аммиака?

- 1) 150 л 2) 100 л 3) 50 л 4) 75 л

Решение.

Уравнение реакции: $3\text{H}_2 + \text{N}_2 = 2\text{NH}_3$.

При решении задачи по частям с округлением промежуточных результатов возможно расхождение с правильным ответом.

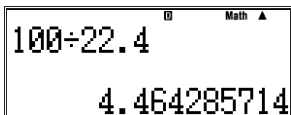
$$n(\text{NH}_3) = \frac{V(\text{NH}_3)}{V_m} = \frac{100}{22,4} = 4,5 \text{ (моль)}.$$

$$n(\text{H}_2) = \frac{3}{2} \cdot n(\text{NH}_3) = \frac{3}{2} \cdot 4,5 = 6,8 \text{ (моль)}.$$

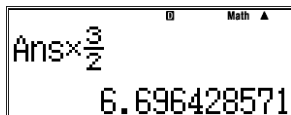
$$V(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot V_m = 6,8 \cdot 22,4 \approx 152 \text{ (л)}.$$

Но даже в этом случае верный ответ, 150 л, очевиден.

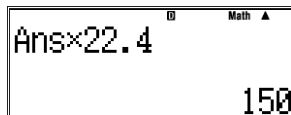
Использование калькулятора при решении по частям помогает избежать неточностей, вызванных округлением. А возможность проведения цепочечных вычислений упрощает набор расчетных выражений:



$$100 \div 22.4 = 4.464285714$$



$$\text{Ans} \times \frac{3}{2} = 6.696428571$$



$$\text{Ans} \times 22.4 = 150$$

Если же задачу сначала решить в общем виде (или сразу вспомнить следствие из закона Авогадро: объемы газов относятся как их коэффициенты в уравнении реакции), то становится видно, что она устная.

$$V(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot V_m = \frac{3}{2} \cdot n(\text{NH}_3) \cdot V_m = \frac{3}{2} \cdot \frac{V(\text{NH}_3)}{V_m} \cdot V_m = \frac{3}{2} \cdot V(\text{NH}_3).$$

$$V(\text{H}_2) = \frac{3}{2} \cdot 100 = 150 \text{ (л)}.$$

Ответ: 1) 150 л.

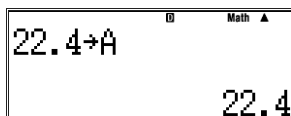
Материал заданий В9 и В10 изучается и отрабатывается в 8 классе, и возврата к нему в дальнейшем практически не происходит. Поэтому при подготовке к ЕГЭ нужно повторить соответствующие темы из курса восьмого класса.

В задании В9 требуется вычислить массу растворенного вещества, содержащегося в определенной массе раствора с известной массовой долей.

В9. Массовая доля соляной кислоты в растворе, полученном при растворении 11,2 л (н.у.) хлороводорода в 1 л воды, равна ____ %. (Запишите число с точностью до десятых.)

Решение.

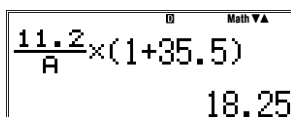
Предварительно сохраним в памяти переменных молярный объем – справочную величину, которая нам потребуется неоднократно:



$$22.4 \rightarrow A$$

$$m(\text{HCl}) = n(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl}) = \frac{V(\text{HCl})}{V_m} \cdot M(\text{HCl}).$$

$$m(\text{HCl}) = \frac{11,2}{22,4} \cdot (1 + 35,5) = 18,25 \text{ (г)}.$$

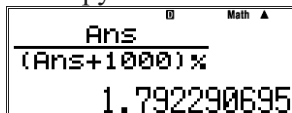


$$\frac{11.2}{A} \times (1 + 35.5) = 18.25$$

$$\omega(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{m(\text{HCl}) + m(\text{H}_2\text{O})} \cdot 100\% = 1,8\%$$

Для проведения цепочечных вычислений удобно использовать возможность сохранения результатов вычислений в устройстве запоминания ответа Ans:

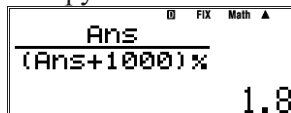
Без округления:



Calculator display showing the result of the calculation without rounding: 1.792290695

или

С округлением:



Calculator display showing the result of the calculation with rounding: 1.8

Ответ: $\omega(\text{HCl}) = 1,8\%$.

В задании В10 нужно рассчитать массу вещества или объем газов по известному количеству вещества, массе или объему одного из участвующих в реакции веществ.

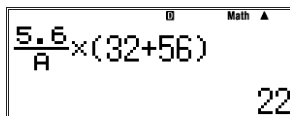
В10. При растворении сульфида железа (II) в избытке соляной кислоты выделилось 5,6 л (н.у.) газа. Масса сульфида железа (II) равна ___ г. (Запишите число с точностью до целых.)

Решение.

Уравнение реакции: $\text{FeS} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S}\uparrow$.

По условию задачи $n(\text{FeS}) = n(\text{H}_2\text{S}) = \frac{V(\text{H}_2\text{S})}{V_m} = \frac{5,6}{22,4}$ (моль).

$$m(\text{FeS}) = n(\text{FeS}) \cdot M(\text{FeS}) = \frac{5,6}{22,4} \cdot (32 + 56) = 22 \text{ (г)}.$$



Calculator display showing the calculation: $\frac{5.6}{22.4} \times (32 + 56) = 22$

Ответ: $m(\text{FeS}) = 22 \text{ г}$.

Для решения заданий части 3 могут потребоваться знания тонкостей проявления окислительно-восстановительных свойств веществ, а также условий образования соединений. Практика показывает, что из двух расчетных задач наиболее сложной является С4, в которой проводится много вычислений и преобразований. Это самое объемное задание, к тому же расположенное в конце теста, поэтому для решения часто просто не хватает времени. Если в 2009 году с заданием С5, например, в Москве справились 70 % учеников, то с заданием С4 – только 17 %.

Задание С5 проверяет умение находить молекулярную формулу вещества. Большинство учеников легко справляются с ним.

С5. Установите молекулярную формулу третичного амина, если известно, что при его сгорании выделилось 0,896 л (н.у.) углекислого газа, 0,99 г воды и 0,112 л (н.у.) азота.

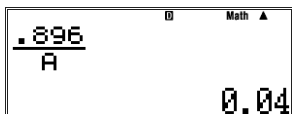
Решение.

Количества веществ углекислого газа, азота и воды:

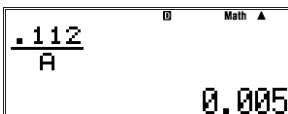
$$n(\text{CO}_2) = 0,896/22,4 = 0,04 \text{ моль.}$$

$$n(\text{N}_2) = 0,112/22,4 = 0,005 \text{ моль.}$$

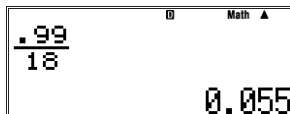
$$n(\text{H}_2\text{O}) = 0,99/18 = 0,055 \text{ моль.}$$



Calculator display: $\frac{.896}{22.4} = 0.04$



Calculator display: $\frac{.112}{22.4} = 0.005$



Calculator display: $\frac{.99}{18} = 0.055$

Соотношение атомов в молекуле амина

$$\text{C:H:N} = 0,04:0,11:0,01 = 4:11:1.$$

Ответ: $(\text{CH}_3)_2(\text{C}_2\text{H}_5)\text{N}$.

В задаче С4 необходимо определить массу, или объем, или количество вещества продуктов реакции. Для усложнения одно из веществ дается в избытке, или с примесями, или в виде раствора с определенной массовой долей растворенного вещества.

С4. Смешали 100 мл 30 %-ного раствора хлорной кислоты ($\rho = 1,11$ г/мл) и 300 мл 20 %-ного раствора гидроксида натрия ($\rho = 1,10$ г/мл). Сколько миллилитров воды следует добавить к полученной смеси, чтобы массовая доля перхлората натрия в ней составила бы 8 %?

Решение.

Уравнение реакции: $\text{HClO}_4 + \text{NaOH} = \text{NaClO}_4 + \text{H}_2\text{O}$.

Количества веществ реагентов и вывод об избытке:

$$\begin{aligned} n(\text{NaOH}) &= \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) \cdot \omega(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \\ &= \frac{\rho_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) \cdot V_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) \cdot \omega(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})}. \end{aligned}$$

$$n(\text{NaOH}) = \frac{1,1 \cdot 300 \cdot (20 \div 100)}{23 + 16 + 1} = 1,65 \text{ (моль) — в избытке.}$$

$$\frac{1.1 \times 300 \times 20\%}{23 + 16 + 1} = 1.65$$

$$n(\text{HClO}_4) = \frac{m(\text{HClO}_4)}{M(\text{HClO}_4)} = \frac{m_{\text{р-ра}}(\text{HClO}_4) \cdot \omega(\text{HClO}_4)}{M(\text{HClO}_4)} =$$

$$= \frac{\rho_{\text{р-ра}}(\text{HClO}_4) \cdot V_{\text{р-ра}}(\text{HClO}_4) \cdot \omega(\text{HClO}_4)}{M(\text{HClO}_4)}$$

$$n(\text{HClO}_4) = \frac{1,11 \cdot 100 \cdot (30 \div 100)}{35,5 + 16 \cdot 4 + 1} = 0,3313432836 \text{ (моль)} \approx 0,33 \text{ моль.}$$

Без округления:

$$\frac{1.11 \times 100 \times 30\%}{35.5 + 16 \times 4 + 1} = 0.3313432836$$

С округлением:

$$\frac{1.11 \times 100 \times 30\%}{35.5 + 16 \times 4 + 1} = 0.33$$

или

Отметим, что, решая задачи, получаем приближенные числа, и ответ зависит от того, как мы округлим промежуточные результаты.

Проведем дальнейший расчет с округлением промежуточных результатов, предложенным в демоверсии, и без округления.

Расчет массы продукта реакции:

$$n(\text{NaClO}_4) = n(\text{HClO}_4) = 0,33 \text{ моль.}$$

$$m(\text{NaClO}_4) = n(\text{HClO}_4) \cdot M(\text{HClO}_4).$$

С округлением:

$$m(\text{NaClO}_4) = 0,33 \cdot (23 + 35,5 + 16 \cdot 4) = 40,4 \text{ (г).}$$

Без округления:

$$m(\text{NaClO}_4) = 0,3313432836 \cdot (23 + 35,5 + 16 \cdot 4) = 40,58955224 \text{ (г).}$$

С округлением:

$$.33 \times (23 + 35.5 + 16 \times 4) = 40.425$$

Без округления:

$$\text{Ans}(23 + 35.5 + 16 \times 4) = 40.58955224$$

или

Расчет массы добавленной воды:

$$\omega(\text{NaClO}_4) = \frac{m(\text{NaClO}_4)}{m_{\text{р-ра}}(\text{HCl}_4) + m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) + m(\text{H}_2\text{O})} \cdot 100\%.$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{NaClO}_4)}{\omega(\text{NaClO}_4)} - m_{\text{р-ра}}(\text{HClO}_4) - m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) =$$

$$= \frac{m(\text{NaClO}_4)}{\omega(\text{NaClO}_4)} - \rho_{\text{р-ра}}(\text{HClO}_4) \cdot V_{\text{р-ра}}(\text{HClO}_4) - \rho_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) \cdot V_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}).$$

С округлением:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{40,4}{8 \div 100} - 100 \cdot 1,11 - 300 \cdot 1,1 = 64 \text{ (г)}.$$

Без округления:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{40,58955224}{8 \div 100} - 100 \cdot 1,11 - 300 \cdot 1,1 = 66,36940299 \text{ (г)}.$$

С округлением:

40.4
8%
-100×1.11-300×1.1
64

или

Без округления:

Ans
8%
-100×1.11-300×1.1
66.36940299

Так как $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/мл}$, то:

с округлением $V(\text{H}_2\text{O}) = 64 \text{ мл}$;

без округления $V(\text{H}_2\text{O}) = 66 \text{ мл}$.

Мы получили ответы, различающиеся на 2 мл. Может ли один из них оказаться ошибочным и привести к потере балла? Отметим, что проверка навыков округления на ЕГЭ по химии не проводится. Эксперты проверяют, верно ли записаны уравнения реакций и правильные ли формулы используются в расчетах. Поэтому если с точки зрения химии задача решена безупречно, а ответ не совпадает с рекомендованным (как в данном случае) только из-за округления промежуточных результатов, то задача будет оценена высшим баллом.

Таким образом, можно сказать, что при полном решении задачи и 64, и 66 мл будет верным ответом.

Рассмотренное решение усложняется необходимостью преобразовать итоговую расчетную формулу, что может привести в условиях экзамена даже сильных в математике учеников к появлению ошибки на итоговом шаге решения и, как следствие, к потере балла. Использование калькулятора поможет исключить преобразование расчетного выражения. Для этого представим формулу в виде функции:

$$\omega(\text{NaClO}_4) = f(x) = \frac{40,4}{100 \cdot 1,11 + 300 \cdot 1,1 + x} \cdot 100 \cdot$$

В режиме построения таблиц значений функций TABLE введем данную функцию и по построенной таблице определим, при каком значении x значение $f(x)$ станет равным 8.

$$f(x) = \frac{40.4x}{100x + 1.11 + 3}$$

Зададим изменение x от 0 до 100 мл с шагом 10 мл:

Start? 0

End? 100

Step? 10

Просматривая полученную таблицу, видим, что искомая величина находится в пределах 60–70 мл:

	x	F(x)
6	50	8.2281
7	60	8.0638
8	70	7.9006

Сузим интервал расчета значений функции, задав изменение x от 60 до 70 с шагом 1. Видим, что концентрация раствора станет 8 % при добавлении 64 мл воды:

	x	F(x)
4	63	8.0158
5	64	8.0000
6	65	7.9841

Часть 2. Из опыта учителей

§ 4. Подготовка к ЕГЭ по физике

Использование малых средств информатизации и единый государственный экзамен по физике.

А. Ю. Хмельницкая,
методист МОУ ДПО «Информационно-образовательный Центр».

Е. Д. Федосова,
учитель физики МОУ СОШ № 26.
г. Рыбинск

Современная школа должна соответствовать запросам образования третьего тысячелетия. В настоящее время разрабатывается концепция цифровой школы – «от человека – к техносфере», что неизбежно должно привести к новой реальности проникновения высоких цифровых технологий во все стороны жизни. Помимо универсальной компьютерной техники и коммуникаций, в образовательную практику школы внедряются малые средства информатизации (МСИ), к которым относятся инженерные и графические калькуляторы (с различными дополнительными устройствами).

На уроках физики калькулятор становится активным помощником в формировании знаний и умений обучающихся, обеспечивая большую наглядность излагаемого материала. Использование калькуляторов повышает интерес учащихся, побуждает их к проявлению творческой и исследовательской инициативы.

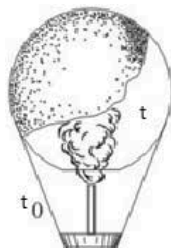
В соответствии с приказом Рособрнадзора от 20.02.2006 № 387 и в целях:

- 1) обеспечения экзаменуемых равными условиями сдачи ЕГЭ;
- 2) облегчения выполнения ими механических расчетов, не являющихся предметом контроля знаний по данному предмету;
- 3) повышения объективности оценки их знаний за счет снижения риска допущения экзаменуемым случайных ошибок – на ЕГЭ по физике разрешается пользоваться непрограммируемыми калькуляторами. При этом указанные калькуляторы должны обеспечивать арифметические вычисления и вычисление тригонометрических функций. Данным требованиям удовлетворяют инженерные калькуляторы CASIO, которые кроме арифметических (сложение, вычитание, умножение, деление, извлечение корня) действий позволяют

вычислять и значения различных функций – тригонометрических (\sin , \cos , tg , ctg , arcsin , arccos , arctg), степенных, показательных, логарифмических и прочих.

Приведем примеры из демонстрационной версии ЕГЭ 2009 года.

С3. Воздушный шар, оболочка которого имеет массу $M = 145$ кг и объем $V = 230 \text{ м}^3$, наполняется горячим воздухом при нормальном атмосферном давлении и температуре окружающего воздуха $t_0 = 0$ °С. Какую минимальную температуру t должен иметь воздух внутри оболочки, чтобы шар начал подниматься? Оболочка шара нерастяжима и имеет в нижней части небольшое отверстие.



Решение.

Условие подъема шара: $F_{\text{Арх.}} \geq Mg + mg$, где M – масса оболочки, m – масса воздуха внутри оболочки.

Отсюда

$$\rho_0 g V \geq Mg + \rho g V \rightarrow \rho_0 V \geq M + \rho V,$$

где ρ_0 – плотность окружающего воздуха, ρ – плотность воздуха внутри оболочки, V – объем шара.

Для воздуха внутри шара:

$$\frac{pV}{T} = \frac{m}{M} \cdot R \text{ или } \frac{m}{V} = \frac{p\mu}{RT} = \rho,$$

где p – атмосферное давление, T – температура воздуха внутри шара.

Соответственно, плотность воздуха снаружи: $\rho_0 = \frac{p\mu}{RT_0}$, где T_0 – температура окружающего воздуха.

$$\frac{p\mu V}{RT_0} \geq M + \frac{p\mu V}{RT} \rightarrow \frac{p\mu V}{RT_{\min}} = \frac{p\mu V}{RT_0} - M \rightarrow \frac{1}{T_{\min}} = \frac{1}{T_0} - \frac{MR}{p\mu V_0}$$

$$T_{\min} = \frac{T_0 p \mu V}{p \mu V - M R T_0}.$$

Использование инженерного калькулятора CASIO удобно тем, что с его помощью можно набирать численные значения именно в том порядке, в каком они записаны в расчетной формуле:

$$T_{\min} = \frac{273 \cdot 10^5 \cdot 29 \cdot 10^{-3} \cdot 230}{10^5 \cdot 29 \cdot 10^{-3} \cdot 230 - 145 \cdot 8,31 \cdot 273} \approx 539 \text{ (K)} = 266 \text{ }^\circ\text{C}.$$

$\boxed{273} \times \boxed{10} \boxed{x^5} \boxed{5} \rightarrow \boxed{29} \times \boxed{10} \boxed{x^3} \boxed{=} \boxed{3} \rightarrow \boxed{230} \downarrow \boxed{10} \boxed{x^5} \boxed{5}$
 $\rightarrow \boxed{29} \times \boxed{10} \boxed{x^3} \boxed{=} \boxed{3} \rightarrow \boxed{230} \boxed{-} \boxed{145} \times \boxed{8} \boxed{\cdot} \boxed{31} \times \boxed{273} \boxed{=}$

Calculator display showing the calculation of the minimum temperature T_{\min} . The input is $273 \times 10^5 \times 29$ divided by $10^5 \times 29 \times 10^{-3} \times 230 - 145 \times 8,31 \times 273$, resulting in 538.6532382 .

Можно провести вычисления по частям, чтобы уменьшить вероятность появления ошибки при вводе данных в калькулятор.

Рассчитаем сначала $p \cdot \mu \cdot V$ и занесем результат ячейку памяти A:

Calculator display showing the calculation of $10^5 \times 29 \times 10^{-3} \times 230$, resulting in 667000 .

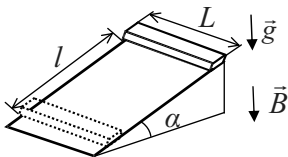
Проведем итоговый расчет:

Calculator display showing the final calculation $273 \times A$ divided by $A - 145 \times 8,31 \times 273$, resulting in 538.6532382 .

Мы получили две простые расчетные формулы, в которых после анализа достоверности ответа, если потребуется, проще найти вычислительную ошибку.

Ответ: $T_{\min} = 539 \text{ K} = 266 \text{ }^\circ\text{C}$.

С4. Тонкий алюминиевый брусок прямоугольного сечения, имеющий длину $L = 0,5 \text{ м}$, соскальзывает из состояния покоя по гладкой наклонной плоскости из диэлектрика в вертикальном магнитном поле индукцией $B = 0,1 \text{ Тл}$ (см. рис.). Плоскость наклонена к горизонту под углом $\alpha = 30^\circ$. Продольная ось бруска при движении сохраняет горизонтальное направление. Найдите величину ЭДС индукции на концах бруска в момент, когда брусок пройдет по наклонной плоскости расстояние $l = 1,6 \text{ м}$.



Решение.

Общая формула для ЭДС индукции в движущемся проводнике:

$$\mathcal{E} = vBL \cdot \sin(90^\circ - \alpha) = vBL \cdot \cos \alpha, \quad (1)$$

где α – угол между направлением вектора индукции и нормалью к поверхности наклонной плоскости.

Скорость проводника в конечном положении находится из закона сохранения энергии: $\frac{mv^2}{2} = mgh = mgl \cdot \sin \alpha$, откуда

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2gl \cdot \sin \alpha} . \quad (2)$$

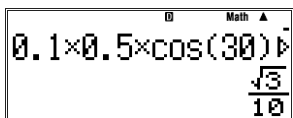
Из (1) и (2) находим:

$$\mathcal{E} = BL \cdot \cos \alpha \cdot \sqrt{2gl \cdot \sin \alpha} .$$

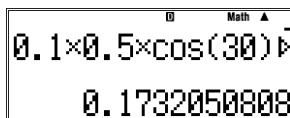
$$\mathcal{E} = 0,1 \cdot 0,5 \cdot \cos 30^\circ \cdot \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1,6 \cdot \sin 30^\circ} .$$

При расчете ЭДС индукции воспользуемся инженерным калькулятором CASIO:

0 \odot 1 \otimes 0 \odot 5 \otimes \cos 30 \rceil $\sqrt{\square}$ 2 \otimes 10 \otimes 1 \odot 6 \otimes \sin 30
 \rceil \equiv $\text{S}\rightarrow$



или

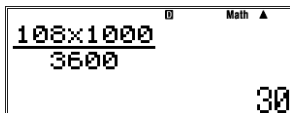


Ответ: $\mathcal{E} = 0,2$ В.

Данный калькулятор можно применять и для несложных математических вычислений, например таких, как перевод единиц измерения скорости из км/ч в м/с: $v = 108 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 108 \times \frac{1000\text{м}}{3600\text{с}} = 30$ м/с.

Вводим данные в следующем порядке:

$\text{M}\rightarrow$ 108 \otimes 1000 \blacktriangledown 3600 \equiv



Использование калькулятора в учебной практике показывает, что знакомство обучающихся с калькулятором методически целесообразно организовывать постепенно, по мере необходимости включения его в учебный процесс, то есть при непосредственном использовании его на уроке.

<p align="center">Факты и проблемы внедрения малых средств информатизации в образо- вательную практику</p>	<p align="center">Принципы (идеи) решения научно-методической проблемы</p>
<p>1. Репродуктивная работа в урочной деятельности не дает нужного эффекта и должна быть дополнена творческими, инновационными приемами.</p> <p>2. Процесс поиска новых подходов к использованию малых средств информатизации достаточно длительный.</p> <p>3. Внедрение калькуляторов CASIO в образовательную практику учителя физики должно быть компенсировано разработкой соответствующих методик.</p> <p>4. Изучение физики в школе предусматривает развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей учащихся; овладение умениями проводить наблюдения, планировать и выполнять эксперименты, обрабатывать результаты измерений, выдвигать гипотезы и строить модели, устанавливать границы их применимости.</p>	<p>1. Для школьника и учителя усиливается методологическая функция применения малых средств информатизации (калькуляторов CASIO), что в тенденции приводит к изменению методов и приемов проведения урока.</p> <p>2. Информационные технологии в обучении представляют мощное средство повышения производительности труда.</p> <p>3. Внедрение калькуляторов CASIO в образовательную практику инициирует: совершенствование методологии и стратегии отбора содержания, методов и организационных форм обучения, воспитания, соответствующих задачам развития личности обучаемого в современных условиях информатизации общества.</p> <p>Создание методических систем обучения с использованием калькуляторов CASIO должно быть ориентировано на развитие интеллектуального потенциала обучаемого, на формирование умений самостоятельно приобретать знания, осуществлять информационно-учебную, экспериментально-исследовательскую, творческую деятельность, разнообразные виды самостоятельной деятельности по обработке информации.</p>

Применение научных калькуляторов на уроках физики при подготовке к ЕГЭ.

Т. Н. Мартынова,
учитель физики МОУ СОШ № 89.
г. Ярославль

В настоящее время возникла необходимость специальной подготовки к ЕГЭ. Часто учителя, репетиторы, родители, помогающие детям, пытаются решить как можно больше вариантов заданий предыдущих лет. Опыт показывает, что такой путь бесперспективен. На наш взгляд центральным моментом технологии подготовки школьников к ЕГЭ является обучение приемам поиска способа решения. Разумнее выстраивать такую подготовку, при которой соблюдается принцип развития «по спирали» – от простых типовых заданий до заданий части С. На этапе подготовки тематические подборки задач должны быть выстроены в виде логически взаимосвязанной системы, где из одного вытекает другое: правильное решение одного задания готовит к решению следующего.

Для этого, на наш взгляд, нужно использовать комплекс задач. В методической литературе прошлых лет такие комплексы задач называли «урок решения одной задачи», методика решения задач повышенной сложности и т. п. При таком подходе использование научного калькулятора оказывается просто необходимым, так как его применение позволяет решить намного больше задач, повысить интерес учащихся, сэкономить время, избежать арифметических ошибок. Далее представлена соответствующая подборка задач.

Суперпозиция электрических полей: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3$.

В результате решения получают достаточно сложные математические выражения. Применяя научный калькулятор с двустрочным дисплеем, мы можем получить значительный выигрыш во времени, так как научный калькулятор CASIO позволяет набирать числовые значения именно в таком порядке, в каком они записаны в расчетной формуле, избегая лишних ошибок.

1. Между двумя точечными зарядами $4 \cdot 10^{-9}$ Кл и $5 \cdot 10^{-9}$ Кл расстояние равно 0,6 м. Найти напряженность в средней точке между зарядами.

Решение.

$$E = k \frac{4}{r^2} (q_1 - q_2).$$

Ответ: $E = 100$ Н/Кл.

2. В двух вершинах А и С квадрата со стороной 3 м расположены разноименные заряды q_1 и q_2 , модули которых одинаковы и равны $2 \cdot 10^{-6}$ Кл. Найти напряженность поля в двух других вершинах квадрата.

Решение.

$$E_B = E_A \cdot \sqrt{2} = k \frac{|q|}{a^2} \sqrt{2}. \quad |E_B| = |E_D|.$$

Ответ: $E_B = E_D = 3 \cdot 10^3$ Н/Кл.

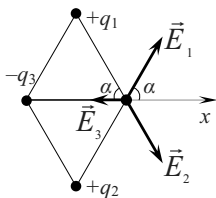
3. В трех вершинах квадрата со стороной 0,4 м находятся одинаковые положительные заряды по $5 \cdot 10^{-9}$ Кл каждый. Найти напряженность поля в четвертой вершине.

Решение.

$$E_4 = E_{13} + E_2 = k \frac{q}{a^2} \sqrt{2} + k \frac{q}{2a^2}.$$

Ответ: $E_4 = 534$ Н/Кл.

4. В вершинах при острых углах ромба, составленного из двух равносторонних треугольников со стороной 0,25 м, помещены заряды по 5 нКл. В вершине при одном из тупых углов ромба помещен заряд – 2,5 нКл. Определить напряженность электрического поля в четвертой вершине ромба.

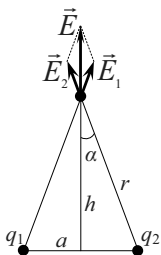


Решение.

$$E = k \frac{2|q_1| \cos \alpha - |q_3|}{l^2}.$$

Ответ: $E = 360$ В/м.

5. Два одноименных заряда величиной по 10^{-7} Кл расположены на расстоянии 12 см друг от друга. Какова напряженность поля в точке, расположенной на перпендикуляре, восстановленном из середины прямой, соединяющей заряды, и удаленной от этой прямой на 16 см?



Решение.

$$E = 2k \frac{q}{r^2} \cdot \frac{h}{r} = 2k \frac{q \cdot h}{r^3} = 2k \frac{q \cdot h}{\left(\sqrt{h^2 + \frac{a^2}{4}} \right)^3}.$$

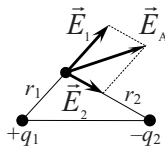
Ответ: $E = 6 \cdot 10^4$ Н/Кл.

6. Два точечных заряда в $5 \cdot 10^{-9}$ Кл и $-2,7 \cdot 10^{-9}$ Кл расположены на расстоянии 40 см друг от друга. Найти напряженность в точке А, находящейся на расстоянии 20 см от первого заряда и 30 см от второго заряда.

Решение.

$$E_A = k \sqrt{\frac{q_1^2}{r_1^4} + \frac{q_2^2}{r_2^4} + \frac{1}{2} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r_1^2 \cdot r_2^2}}.$$

Ответ: $E_A = 1220$ Н/Кл.



Законы сохранения импульса и энергии.

В этой теме также выдержана предложенная выше структура – от простого к сложному, и, получаемое в решении выражение, намного удобнее и быстрее вычислять с применением научного калькулятора, вводя выражение в том порядке, в котором оно записано в формуле.

1. Человек массой 60 кг бежит со скоростью 7,2 км/ч, догоняет тележку массой 80 кг, движущуюся со скоростью 1,8 км/ч, и вскакивает на нее. Найти: 1) с какой скоростью будет двигаться тележка; 2) с какой скоростью будет двигаться тележка, если человек бежит ей навстречу.

Решение.

$$v = \frac{m_2 \cdot v_2 \pm m_1 \cdot v_1}{m_1 + m_2}.$$

Ответ: 1) $v = 4,1$ м/с, 2) $v = -2,1$ м/с.

2. Два тела массой по 0,4 кг, двигаясь со скоростью 4 м/с и 3 м/с перпендикулярно друг другу, сталкиваются. С какой скоростью они будут двигаться после абсолютно неупругого соударения? Какова кинетическая энергия тела после столкновения?

Решение.

$$v = \frac{\sqrt{(m_1 \cdot v_1)^2 + (m_2 \cdot v_2)^2}}{m_1 + m_2}.$$

$$E_K = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2} = \frac{(m_1 \cdot v_1)^2 + (m_2 \cdot v_2)^2}{2 \cdot (m_1 + m_2)}.$$

Ответ: $v = 2,5$ м/с, $E_K = 2,5$ Дж.

3. Два тела по $\frac{1}{18}$ кг движутся навстречу друг другу со скоростями 4 м/с и 8 м/с соответственно. Какое количество теплоты выделится в результате абсолютно неупругого удара тел?

Решение.

$$Q = E_{\text{нач.}} - E_{\text{кон.}}$$

$$E_{\text{нач.}} = \frac{m_1 \cdot v_1^2}{2} + \frac{m_2 \cdot v_2^2}{2}, \quad E_{\text{кон.}} = \frac{m_1 \cdot v^2}{2} + \frac{m_2 \cdot v^2}{2}.$$

$$v = \frac{m_1 \cdot v_1 - m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2}. \text{ Так как } m_1 = m_2 = m, \text{ то } v = \frac{v_1 - v_2}{2}.$$

Ответ: $Q = 2$ Дж.

4. Пуля пробивает ящик, стоящий на гладкой горизонтальной плоскости. Масса пули – m , ящика – M . Пуля подлетает со скоростью v , а вылетает со скоростью $\frac{v}{2}$. Сколько тепла выделилось при движении пули в ящике? Скорость пули до и после удара горизонтальна. Масса пули $m = 10$ г, скорость пули $v = 500$ м/с, масса ящика $M = 1$ кг.

Решение.

$$Q = \frac{m \cdot v^2}{2} - \left(\frac{m \cdot v^2}{4} + \frac{M \cdot \left(\frac{m \cdot v}{M \cdot 2} \right)^2}{2} \right) = \frac{m \cdot v^2}{8} \left(2 - \frac{m}{M} \right).$$

Ответ: $Q = 625$ Дж.

5. (С1, 2006). Брусок массой $m_1 = 500$ г соскальзывает по наклонной поверхности с высоты $h = 0,8$ м и, двигаясь по горизонтальной поверхности, сталкивается с неподвижным бруском массой $m_2 = 300$ г. Считая столкновение абсолютно неупругим, определите изменение кинетической энергии первого бруска в результате столкновения. Трением при движении пренебречь. Считать, что наклонная плоскость плавно переходит в горизонтальную.

Решение

$$\Delta E_1 = - \frac{m_1 \cdot m_2}{(m_1 + m_2)^2} \cdot (2m_1 + m_2) \cdot g \cdot h.$$

Ответ: $\Delta E = -2,44$ Дж.

6. (С1, 2005). Тележка массой $0,8$ кг движется по горизонтальной поверхности со скоростью $2,5$ м/с. На тележку с высоты 50 см вертикально падает кусок пластилина массой $0,2$ кг и прилипает к ней. Рассчитайте энергию, которая перешла во внутреннюю энергию при этом ударе.

Решение.

$$Q = \frac{m_1 \cdot v_0^2}{2} + m_2 \cdot g \cdot h - \frac{m_1^2 \cdot v_0^2}{2 \cdot (m_1 + m_2)}.$$

Ответ: $Q = 1,5$ Дж.

7. (С5, 2007). При бомбардировке гелия α -частицами с кинетической энергией 0,8 МэВ найдено, что налетающая частица отклонилась на угол $\gamma = 60^\circ$ по отношению к первоначальному направлению полета. Считая удар упругим, определить энергию ядра гелия и α -частицы после взаимодействия.

Решение.

Закон сохранения импульса:

$$\vec{p} = \vec{p}_\alpha + \vec{p}_{\text{He}} \quad \text{или} \quad p_{\text{He}}^2 = p_\alpha^2 + p^2 - 2 \cdot p_\alpha \cdot p \cdot \cos \gamma.$$

Закон сохранения энергии:

$$W = W_\alpha + W_{\text{He}}. \quad (1)$$

$p^2 = 2 \cdot m \cdot W$, следовательно

$$W_{\text{He}} = W_\alpha + W - 2 \cdot \sqrt{W_\alpha \cdot W} \cdot \cos \gamma, \quad (2)$$

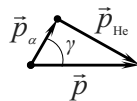
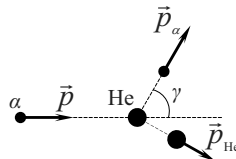
где W_{He} – энергия ядра гелия после взаимодействия,

W_α – энергия α -частицы после взаимодействия,

W_α – энергия α -частицы до взаимодействия.

Решив систему уравнений (1), (2), получим ответ.

Ответ: $W_\alpha = 0,2$ МэВ, $W_{\text{He}} = 0,6$ МэВ.



Уравнение Эйнштейна.

Большинство вариантов части С ЕГЭ содержат задачи на уравнение Эйнштейна. Конечные выражения в таких задачах громоздкие, и эффект от использования научного калькулятора здесь очевиден.

1. Вычислить энергию фотона, если в среде с показателем преломления 1,4 его длина волны 589 нм.

Решение.

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda \cdot n}.$$

Ответ: $E = 2,4 \cdot 10^{-19}$ Дж.

2. Работа выхода электронов из кадмия равна 4,08 эВ. Определить длину света, падающего на кадмий, если максимальная скорость равна $7,2 \cdot 10^5$ м/с.

Решение.

$$\lambda = \frac{2 \cdot h \cdot c}{2 \cdot A_{\text{вых.}} + m \cdot v_{\text{max}}^2}.$$

Ответ: $\lambda = 3,5 \cdot 10^{-7}$ м.

3. Максимальная длина волны света, при которой наблюдается фотоэффект на калии, равна 450 нм. Какой будет максимальная скорость фотоэлектронов, выбиваемых из калия светом с длиной волны, равной 300 нм?

Решение.

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{2h \cdot c \cdot (\lambda_{\text{кр.}} - \lambda)}{m \cdot \lambda_{\text{кр.}} \cdot \lambda}}.$$

Ответ: $v_{\max} = 7 \cdot 10^5$ м/с.

4. Определить импульс фотонов, вырывающих с поверхности металла электроны, которые полностью задерживаются разностью потенциалов 3 В, если красная граница фотоэффекта равна $6 \cdot 10^{14}$ Гц.

Решение.

$$p = \frac{1}{c} \cdot (h \cdot \nu_{\text{кр.}} + e \cdot U_{\text{зад.}}).$$

Ответ: $p = 29,2 \cdot 10^{-28}$ кг·м/с.

5. (С5, 2006). В вакууме находятся две покрытые кальцием пластины, к которым подключен конденсатор емкостью $C = 8000$ пФ. При длительном освещении одной из пластинок светом фототок, возникающий вначале, прекращается, а на конденсаторе появляется заряд $q = 11 \cdot 10^{-9}$ Кл. Работа выхода электронов из кальция $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определите длину волны света, освещающего пластину.

Решение.

Заряд конденсатора увеличивается до тех пор, пока напряжение на нем станет равным задерживающему напряжению.

$$\lambda = \frac{h \cdot c \cdot C}{A_{\text{вых.}} \cdot C + |e| \cdot q}.$$

Ответ: $\lambda = 3 \cdot 10^{-7}$ м.

6. Металлический шар из цинка радиусом 10 см облучают ультрафиолетовым светом с длиной волны $3 \cdot 10^{-7}$ м. Установить заряд шара, если работа выхода электронов с поверхности цинка равна $5,38 \cdot 10^{-9}$ Дж.

Решение.

Заряд шара увеличивается до тех пор, пока потенциал шара $\varphi = kq/R$ станет равным задерживающему напряжению.

$$q = \frac{R}{k \cdot |e|} \cdot \left(\frac{h \cdot c}{\lambda} - A_{\text{вых.}} \right).$$

Ответ: $q = 8,68 \cdot 10^{-12}$ Кл.

7. (С5, 2002). Фотокатод, покрытый кальцием ($A = 4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж – работа выхода), освещается светом с длиной волны 300 нм. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $B = 8,3 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля. Чему равен максимальный радиус окружности R , по которой движутся электроны?

Решение.

$$R = \frac{\sqrt{2 \cdot m \cdot \left(\frac{h \cdot c}{\lambda} - A_{\text{вых.}} \right)}}{B \cdot |e|}.$$

Ответ: $R = 5 \cdot 10^{-3}$ м.

Эффективность использования научного калькулятора CASIO при подготовке учащихся к ЕГЭ.

Л. П. Мошейко,
методист по физике ХК ИРО.
г. Хабаровск

Анализ результатов ЕГЭ по физике, проводящийся в Хабаровском крае с 2003 года ежегодно, позволяет выявлять проблемные для участников экзамена задания. Среди них не последнее место занимают такие, в которых необходимо получить численный ответ, проанализировать результаты опытов или осмысленно прочесть таблицы и графики. Предположение о том, что из вероятных причин затруднений у большинства участников можно исключить незнание формулы, подтверждает следующий пример. Несмотря на то, что в 2009 году впервые в ЕГЭ по физике участвовали выпускники учреждений НПО и СПО, средний по краю процент выполнения задания, в котором необходимо было непосредственно применить формулу Томсона, составил 61 %. Однако задание, в котором требовалось из таблицы выявить информацию, необходимую для расчета периода электромагнитных колебаний и далее рассчитать емкость, было выполнено всего лишь на 23 %.

Сравнение итогов ЕГЭ 2009 года среди общеобразовательных учреждений Хабаровского края показало, что выпускники тех из них, где в течение последних трех лет на уроках физики использовался научный калькулятор CASIO, показывали на экзамене значительно лучшие результаты. Так, одними из участников апробации методик использования научного калькулятора в процессе физического образования в

рамках научно-методического проекта «Школьный калькулятор» являются все школы Вяземского района (одного из девятнадцати муниципальных образований Хабаровского края). Система повышения квалификации учителей физики на краевых учебных семинарах и заседаниях районного методического объединения способствовала росту их мастерства, осмыслению спектра возможностей применения калькуляторов учащимися, в том числе на ЕГЭ. В результате за последние три года в Вяземском районе наблюдается рост среднего тестового балла (таблица 1).

Таблица 1

Динамика роста среднего тестового балла
по Вяземскому району Хабаровского края

Год	2007	2008	2009
Средний тестовый балл	44	51	53

Детальный анализ результатов ЕГЭ в районе показывает, что из года в год повышается процент выполнения именно расчетных заданий. Более того, эти результаты в районе выше, чем в среднем по краю. Примером являются итоги выполнения заданий части 1 и 2 (ЕГЭ 2009 года), в которых требовался расчет той или иной физической величины с применением функциональных кнопок «дробь», «квадратный корень», «степень» (таблица 2).

Таблица 2

Средний процент выполнения расчетных заданий

Номер задания	Количество учеников, решивших задание, %	
	Вяземский район	Хабаровский край
A1	76	60
A2	62	52
A3	79	76
A5	88	72
A8	79	54
A14	68	57
A23	62	56
B1	47	36
B2	56	49
B3	35	23

Важно не только научить учащихся вычислять на калькуляторе дробь, корень, степень, тригонометрические функции, угол по тригонометрической функции, исправлять ошибочно набранные числа, но и анализировать полученный результат. Нередки случаи, когда вследствие дефицита времени на уроке решение задачи рассматривается только в общем виде, а расчет учащиеся делают дома, в то время как наиболее продуктивным является расчет задачи именно на уроке с целью выявления физического смысла полученного результата.

Пример. Автомобиль движется в северном направлении со скоростью 90 км/ч и тормозит перед светофором, уменьшая скорость за каждую секунду на 6,25 м/с. Составьте таблицу значений зависимости координаты точки от времени. Определите по таблице и по построенному вами графику движения автомобиля длину его тормозного пути. Сравните полученные значения.

Действия учащегося заключаются в составлении уравнения движения $y = 25x - 3,125x^2$, вызове меню (клавиша **MODE** калькулятора), выборе табличного режима работы (TABLE). После ввода составленного уравнения на дисплее появляется запрос о начальном, конечном значении аргумента и масштабе. В данном случае рекомендуется поставить Start – 0, End – 5, Step – 1. После нажатия на кнопку **▢** на дисплее высвечивается таблица значений аргумента (1-й столбец) и заданной функции (2-й столбец). Большая разница со временем ее составления вручную говорит в пользу калькулятора CASIO. Далее учащийся в ходе анализа таблицы находит экстремальную точку параболы – это и есть длина тормозного пути. По точкам, обозначенным в таблице, можно построить график зависимости координаты точки от времени и по нему тоже определить тормозной путь.

Практика показывает, что учащиеся не только быстро решают такие задачи, но и учатся анализировать составленную таблицу с точки зрения физики, строить график по точкам, указанным на дисплее калькулятора, определять физический смысл искомых величин.

Используя условие данной задачи, можно дополнительно составить уравнение скорости $y = 25 - 6,25x$ и аналогично получить таблицу значений скорости в определенные моменты времени; при анализе таблицы прийти к выводу о времени остановки автомобиля – 4 секунды, а по построенному графику зависимости скорости от времени определить тормозной путь.

Эффективность применения научных калькуляторов CASIO на уроках физики обусловлена, с одной стороны, возможностью учителя

организовать процесс получения учащимися метапредметных и предметных результатов образования, а с другой – желанием учащихся научиться этому. Результаты наблюдений, проводимых в образовательных учреждениях, в которых калькуляторы используются системно, показали возрастание активности, в том числе и ранее слабо успевающих по предмету учащихся. Вследствие появившейся возможности самому держать в руках калькулятор, самому «нажимать на кнопки», самостоятельно получать правильный ответ, а не списывать его с доски, развивается и интерес к процессу учения. Учащийся на таких уроках учится анализировать и обрабатывать информацию, выявленную им в условии задачи или в таблице, понимать физический смысл одних величин и использовать его при расчете других, контролировать правильность своих расчетов, что, несомненно, способствует его успешности при выполнении заданий на ЕГЭ.

§ 5. Решение задач по химии

Решение задач по химии с калькулятором.

О. Д. Решетникова, Т. В. Рыбакова, Т. Э. Волобуева, Г. М. Ремизов,
А. В. Немытькова, Е. В. Мирошниченко, Э. Ч. Цой.
г. Комсомольск–на–Амуре

Задача современного учителя состоит в поиске средств, которые помогут повысить качество и эффективность обучения. Как это сделать в условиях сокращения в учебном плане часов на предметы естественно-географического цикла с одной стороны и в рамках подготовки детей к сдаче ЕГЭ с другой стороны?

Преподавание многих школьных предметов, особенно физики и химии, включает математические вычисления, порой нужно построить график, заполнить таблицу. Иначе говоря, для успешного освоения химии необходима хорошая математическая подготовка. Однако дети со средней и слабой подготовкой теряют желание изучать наш предмет, сталкиваясь со сложными расчетами. В связи с этим необходимо максимально использовать средства, которые помогут свести к минимуму вычислительные трудности, сформировать интерес к предмету и улучшить результаты обучения.

Одним из таких средств является научный калькулятор. Использование калькулятора на уроках химии не только снимает технические трудности, не относящиеся к предмету изучения, но и является элементом подготовки к итоговому экзамену, так как непрограммируемый калькулятор является обязательным дополнительным оборудованием на ЕГЭ по химии.

Применение калькулятора на уроке может быть самым разнообразным: при объяснении нового материала, при закреплении изученного, на практической и контрольной работе. Наша творческая группа по применению компьютерных технологий в преподавании химии в 8–11 классах в рамках научно-методического проекта «Школьный калькулятор» проводит апробацию научных и графических калькуляторов CASIO. Приведем примерный перечень тем уроков, на которых можно использовать калькуляторы (таблица 3).

Решение задач занимает в химическом образовании важное место, так как это один из приемов обучения, посредством которого обеспечивается более глубокое и полное усвоение учебного материала. *«Умение решать задачи – есть искусство, приобретающееся практикой» (Д. Пойа)*. При решении задач уточняются и закрепляются

Возможности использования калькулятора при изучении химии

Класс	Тема урока	Этапы урока	Вид деятельности учащихся
I	2 Введение. Химия – наука о веществах, их свойствах и превращениях.	3 Объяснение нового материала.	4 Первоначальное знакомство с кабинетом и его материально-технической базой.
8	Относительная атомная и молекулярная масса.	Закрепление нового материала.	Расчет относительных молекулярных масс веществ по химическим формулам.
	Контрольная работа № 1 «Атомы химических элементов».	Решение расчетных задач.	Проверка знаний по изученной теме.
	Постоянная Авогадро. Количество вещества. Моль. Молярная масса и молярный объем.	Закрепление материала.	Расчет количества, массы и объема веществ.
	Расчеты с использованием понятий: постоянная Авогадро, количество вещества, моль, молярная масса, молярный объем.	Закрепление нового материала.	Расчет количества вещества, массы и объема веществ. Расчет объемных отношений газов.
Чистые вещества и смеси. Массовая доля элемента в веществе. Массовая и объемная доля компонента в смеси.	Закрепление нового материала.	Расчет массовой и объемной доли веществ в смеси и массовой доли элемента в веществе.	
Контрольная работа № 2 «Соединения химических элементов».	Решение расчетных задач.	Проверка знаний по изученной теме.	

1	2	3	4
8	<p>Химические уравнения. Расчеты по химическому уравнению.</p> <p>Решение задач на нахождение количества, массы, объема продукта реакции по количеству, массе, объему исходного вещества.</p> <p>Контрольная работа № 3 «Химические реакции».</p> <p>Решение задач на массовую долю вещества в растворе и растворимость.</p> <p>Практическая работа № 1 «Определение выхода продукта реакции».</p>	<p>Объяснение нового материала и его обработка в ходе закрепления.</p> <p>Все этапы урока.</p> <p>Решение расчетных задач.</p> <p>Решение расчетных задач.</p> <p>Проведение расчетов.</p> <p>Решение расчетных задач.</p>	<p>Расчет массы, количества, объема вещества по пропорции, составленной с помощью уравнения химической реакции.</p> <p>Расчет массы, количества, объема вещества по пропорции, составленной с помощью уравнения химической реакции.</p> <p>Проверка знаний по изученной теме.</p> <p>Расчет массовой доли растворенного вещества в растворе, массы растворителя и массы раствора.</p> <p>Расчет массовой или объемной доли выхода продукта реакции по сравнению с теоретически возможным.</p> <p>Проверка знаний по изученной теме.</p>
9	<p>Контрольная работа № 1 «Повторение основных вопросов курса химии 8 класса».</p> <p>Способы выражения концентрации растворов. Массовая доля растворенного вещества, молярная концентрация.</p>	<p>Решение расчетных задач.</p> <p>Все этапы урока.</p>	<p>Расчет массовой доли растворенного вещества в растворе, молярной концентрации.</p>

1	2	3	4
9	<p>Тепловой эффект химической реакции. Расчеты по термохимическому уравнению.</p> <p>Решение задач на вычисление относительной плотности газов.</p> <p>Решение задач на вывод формулы вещества по данным качественного и количественного анализа.</p> <p>Решение задач на вывод формулы вещества по данным о продуктах реакции горения.</p>	<p>Закрепление нового материала.</p> <p>Все этапы урока.</p> <p>Все этапы урока.</p> <p>Все этапы урока.</p>	<p>Расчет по нахождению теплового эффекта химической реакции.</p> <p>Решение задач с применением формулы относительной плотности газов.</p> <p>Расчет по нахождению количества, массы вещества для вывода его формулы.</p> <p>Нахождение простейшей и истинной формулы вещества. Нахождение молекулярной формулы газообразного вещества.</p>
10	<p>Вероятность протекания химических реакций. Внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, тепловой эффект химической реакции.</p>	<p>Закрепление нового материала.</p>	<p>Расчет энтальпии, энтропии на основе закона Гесса.</p>
11	<p>Скорость химической реакции. Расчеты на основе закона Вант-Гоффа.</p> <p>Способы выражения концентрации раствора. Решение расчетных задач.</p> <p>Общие принципы химического производства. Решение расчетных задач.</p>	<p>Закрепление нового материала.</p> <p>Изучение нового материала.</p> <p>Закрепление нового материала.</p>	<p>Расчет температурного коэффициента, скорости химической реакции.</p> <p>Вычисление молярной концентрации и сравнение ее с процентной.</p> <p>Решение комбинированных задач, связанных с производством серной кислоты.</p>

химические понятия о веществах и процессах, вырабатывается смекалка в использовании имеющихся знаний. Химические задачи, побуждая учащихся повторять пройденное и углублять его, способствуют формированию конкретных представлений, что необходимо для осмысленного восприятия последующего материала. Решение задач воспитывает трудолюбие, целеустремленность, развивает чувство ответственности, упорство и настойчивость в достижении поставленной цели.

Калькуляторы CASIO удобны при решении любых задач: от самых простых до многоступенчатых с многочисленными расчетами. Они позволяют производить сложные расчеты, переводить числовые значения величин при переходе к новым единицам измерений: л – мл, кг – г; работать со степенями; осуществлять цепочечные вычисления. Это необходимо, например, при изучении законов Авогадро, Гей-Люссака и Бойля – Мариотта, раздела «Химическая кинетика». Калькулятор обеспечивает психологический комфорт ученику (помогает преодолеть страх перед решением задачи, вселяет уверенность в собственных силах).

На ЕГЭ по химии расчетные задачи составляют 11 % от числа всех заданий. Но именно они и отпугивают чаще всего большинство выпускников, так как являются достаточно сложными не только с химической, но и с математической стороны.

Приведем примеры задач.

Вычисление относительной молекулярной массы вещества.

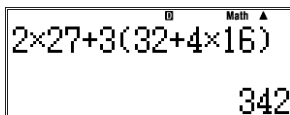
1. Найдите относительную молекулярную массу сульфата алюминия.

Решение.

Относительную молекулярную массу найдем по выражению:

$$Mr(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 2 \cdot Ar(\text{Al}) + 3 \cdot (Ar(\text{S}) + 4 \cdot Ar(\text{O})).$$

$$Mr(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 2 \cdot 27 + 3 \cdot (32 + 4 \cdot 16) = 342.$$



The image shows a calculator screen with the expression $2 \times 27 + 3(32 + 4 \times 16)$ entered and the result 342 displayed.

Ответ: $Mr(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 342$.

Вычисление массовой доли химического элемента или вещества в соединении.

2. Вычислите массовую долю азота в нитрате меди (II).

Решение.

Массовую долю азота в нитрате меди найдем по формуле:

$$\omega(\text{N}) = \frac{2 \cdot Ar(\text{N})}{Mr(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2)} \cdot 100\% = \frac{2 \cdot 14}{64 + 2 \cdot 14 + 6 \cdot 16} \cdot 100 = 15 (\%).$$

$\frac{2 \times 14}{64 + 2 \times 14 + 6 \times 16} \times 100$ 14.89361702

Ответ: $\omega(\text{N}) = 15 \%$.

3. Определите массовую долю воды в медном купоросе $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Решение.

Относительная молекулярная масса воды – $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18$, кристаллогидрата $M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250$. Для вычисления массовой доли воды в кристаллогидрате составим пропорцию:

$$\left\{ \begin{array}{l} 250 - 100 \%, \\ 5 \cdot 18 - X \%. \end{array} \right.$$

$$X = \frac{5 \cdot 18 \cdot 100}{250} = 36 (\%).$$

Ответ: $\omega(\text{H}_2\text{O}) = 36 \%$.

Расчеты с использованием массовой доли вещества в растворе.

4. В 250 г воды растворили 20 г хлорида калия. Вычислите массовую долю хлорида калия в полученном растворе.

Решение.

$$\omega(\text{KCl}) = \frac{m(\text{KCl})}{m(\text{KCl}) + m(\text{H}_2\text{O})} \cdot 100\% = \frac{20}{250 + 20} \cdot 100 = 7 (\%).$$

Ответ: $\omega(\text{KCl}) = 7 \%$.

5. Определите массовую долю сульфата меди (II) в растворе, полученном при смешивании 130 г 20 % раствора и 270 г 10 % раствора сульфата меди (II).

Решение.

Обозначим $\omega_1(\text{CuSO}_4) = 0,2$, $m_1(\text{p-ра}) = 130$ г, $\omega_2(\text{CuSO}_4) = 0,1$, $m_2(\text{p-ра}) = 270$ г, и проведем расчет массовой доли сульфата меди при смешивании растворов различных концентраций по формуле:

$$\omega(\text{CuSO}_4) = \frac{m_1(\text{p-ра}) \cdot \omega_1(\text{CuSO}_4) + m_2(\text{p-ра}) \cdot \omega_2(\text{CuSO}_4)}{m_1(\text{p-ра}) + m_2(\text{p-ра})} \cdot 100\%.$$

$$\omega(\text{CuSO}_4) = \frac{130 \cdot 0,2 + 270 \cdot 0,1}{130 + 270} \cdot 100 = 13 (\%).$$

Ответ: $\omega(\text{CuSO}_4) = 13 \%$.

6. Вычислите массу воды, которую необходимо добавить к 500 г 30 % раствора фосфорной кислоты, чтобы получить 10 % раствор кислоты.

Решение.

Обозначим: масса исходного раствора – $m_1(p-p) = 500$ г, доля кислоты в исходном растворе – $\omega_1(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,3$, доля кислоты в конечном растворе – $\omega_2(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,1$, масса добавляемой воды – $m_1(\text{H}_2\text{O})$. Запишем формулу вычисления массовой доли кислоты после разбавления:

$$\omega_2(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{m_1(p-p) \cdot \omega_1(\text{H}_3\text{PO}_4)}{m_1(p-p) + m(\text{H}_2\text{O})}$$

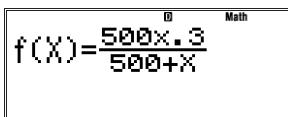
$$0,1 = \frac{500 \cdot 0,3}{500 + m(\text{H}_2\text{O})}$$

Выразим массу воды:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m_1(p-p) \cdot \omega_1(\text{H}_3\text{PO}_4)}{\omega_2(\text{H}_3\text{PO}_4)} - m_1(p-p) = \frac{500 \cdot 0,3}{0,1} - 500 = 1000 \text{ (г)}$$

С калькулятором CASIO можно решить задачу, избежав преобразования исходной громоздкой формулы. Для этого перейдем в режим построения таблиц значений функций TABLE.

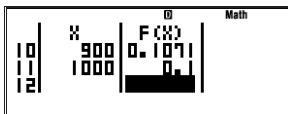
В качестве функции введем правую часть исходного расчетного выражения, обозначив массу воды как X:



$$f(X) = \frac{500 \cdot 0,3}{500 + X}$$

Зададим изменение X от 0 до 1000 с шагом 100.

По полученной таблице значений функции определим, при каком значении X значение Y будет равно 0,1. Видим, что X = 1000:



X	F(X)
0	0.1071
100	
1000	0.1

Ответ: $m(\text{H}_2\text{O}) = 1000$ г.

7. В 100 г воды растворили 15 г железного купороса $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Вычислите массовую долю сульфата железа (II) в полученном растворе.

Решение.

Массовую долю сульфата железа (II) вычислим по формуле:

$$\omega(\text{FeSO}_4) = \frac{m(\text{FeSO}_4)}{m(p-pa)}$$

Масса раствора равна сумме массы кристаллогидрата $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ и массы воды:

$$m(\text{р-ра}) = m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) + m(\text{H}_2\text{O}).$$

Масса безводного FeSO_4 равна произведению массы кристаллогидрата и массовой доли FeSO_4 в кристаллогидрате:

$$m(\text{FeSO}_4) = m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) \cdot \omega(\text{FeSO}_4).$$

Массовая доля сульфата железа (II) в кристаллогидрате равна отношению молярной массы FeSO_4 к молярной массе кристаллогидрата:

$$\omega(\text{FeSO}_4) = \frac{M(\text{FeSO}_4)}{M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})}.$$

Получим окончательную формулу для вычисления массовой доли сульфата железа (II) в полученном растворе

$$\omega(\text{FeSO}_4) = \frac{m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) \cdot \frac{M(\text{FeSO}_4)}{M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})}}{m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) + m(\text{H}_2\text{O})}.$$

Подставим данные из условия задачи и молярную массу в формулу

$$\omega(\text{FeSO}_4) = \frac{15 \cdot \frac{56 + 32 + 16 \cdot 4}{56 + 32 + 16 \cdot 4 + 7 \cdot 18}}{15 + 100} = 0,071 = 7 \%.$$

```
Math
15 x (56 + 32 + 16 x 4) / (56 + 32 + 16 x 4 + 7 x 18) = 0.07131685956
```

Ответ: $\omega(\text{FeSO}_4) = 7 \%$.

Расчеты с использованием молярной концентрации раствора.

8. 500 мл раствора серной кислоты содержит 196 г серной кислоты. Вычислите молярную концентрацию серной кислоты в растворе.

Решение.

По определению молярная концентрация вещества в растворе равна отношению количества вещества к объему раствора:

$$C_M = \frac{\nu}{V}.$$

Количество вещества равно отношению массы вещества к молярной массе вещества:

$$v = \frac{m}{M}.$$

Окончательная формула для вычисления молярной концентрации вещества в растворе:

$$C_M = \frac{m}{M \cdot V}.$$

$$C_M(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V(p - p_a)} = \frac{196}{(2 + 32 + 16 \cdot 4) \cdot 0,5} = 4 \text{ (моль/л)}.$$

Ответ: $C_M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 4$ моль/л.

9. Вычислите, какой объем 96 % раствора серной кислоты ($\rho = 1,84$ г/мл) потребуется для приготовления 2 л 0,5М раствора серной кислоты.

Решение.

Массовая доля серной кислоты:

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m(p - p_a \text{ H}_2\text{SO}_4)}.$$

Масса 96 % раствора H_2SO_4 , которую необходимо добавить:

$$m(p - p_a \text{ H}_2\text{SO}_4) = \rho \cdot V_1,$$

где V_1 – объем изначальный 96 % кислоты.

Подставим вторую формулу в первую и выразим объем:

$$V_1 = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \rho}.$$

Массу серной кислоты выразим через молярную концентрацию полученного раствора:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = C_M \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V_2,$$

где $M(\text{H}_2\text{SO}_4)$ – молярная масса серной кислоты, V_2 – объем конечного раствора серной кислоты. Тогда

$$V_1 = \frac{C_M \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V_2}{\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \rho} = \frac{0,5 \cdot (2 + 32 + 16 \cdot 4) \cdot 2}{0,96 \cdot 1,84} = 55,5 \text{ (мл)}.$$

Ответ: $V = 55,5$ мл.

Вычисления с использованием понятий «количество вещества», «молярный объем газов», «постоянная Авогадро».

10. Дан оксид азота (II) массой 6 г. Вычислите: а) объем, занимаемый оксидом азота (II) указанной массы при н.у.; б) количество вещества, соответствующее указанной массе оксида азота (II); в) число молекул, содержащееся в оксиде азота (II) указанной массы при н.у.

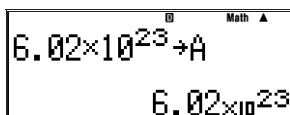
Решение.

$$\text{а) } V = \frac{m}{M} \cdot V_m = \frac{6}{30} \cdot 22,4 = 4,48 \text{ (л)}.$$

$$\text{б) } \nu = \frac{m}{M} = \frac{6}{30} = 0,2 \text{ (моль)}.$$

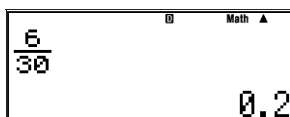
$$\text{в) } N = \frac{m}{M} \cdot N_A = \frac{6}{30} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,20 \cdot 10^{23} \text{ (молекул)}.$$

При решении этой задачи проводится несколько однотипных вычислений. Воспользуемся возможностью просмотра и редактирования выражений, чтобы сократить время расчета. Также для упрощения расчета задач по одной теме желательно сохранить в памяти переменных часто используемые константы. В данном случае сохраним в ячейке А постоянную Авогадро:



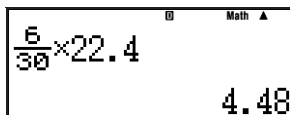
6.02x10²³ → A
6.02x10²³

Вычислим количество вещества:



6 / 30
0.2

В режиме редактирования допишем формулу и рассчитаем объем:



6 / 30 × 22.4
4.48

Еще раз «исправим» формулу для расчета числа молекул:



6 / 30 × A
1.204x10²³

Ответ: а) $V = 4,48$ л, б) $\nu = 0,2$ моль, в) $N = 1,20 \cdot 10^{23}$ молекул.

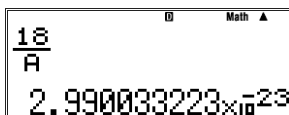
11. Определите массу одной молекулы воды.

Решение.

Формула для расчета массы одной молекулы воды:

$$m = \frac{N}{N_A} \cdot M = \frac{1}{6,02 \cdot 10^{23}} \cdot 18 = 3 \cdot 10^{-23} \text{ (г)}.$$

При расчете на калькуляторе воспользуемся тем, что постоянная Авогадро уже сохранена в переменной А:



The image shows a calculator screen with the number 18 on the top line and the letter A on the bottom line of the first row. Below that, the result 2.990033223e-23 is displayed. The screen also shows 'Math' and a triangle icon in the top right corner.

Ответ: $m = 3 \cdot 10^{-23}$ г.

12. Вычислите среднюю молярную массу смеси, состоящей из кислорода объемом 3 л и водорода объемом 2 л.

Решение.

Среднюю молярную массу смеси вычисляют по формуле:

$$M(\text{смеси}) = \frac{V(\text{H}_2)}{V(\text{смеси})} \cdot M(\text{H}_2) + \frac{V(\text{O}_2)}{V(\text{смеси})} \cdot M(\text{O}_2).$$

$$M(\text{смеси}) = \frac{2}{5} \cdot 2 + \frac{3}{5} \cdot 32 = 20 \text{ (г/моль)}.$$

Ответ: $M = 20$ г/моль.

Расчеты с использованием уравнения Клапейрона – Менделеева, правила Вант-Гоффа.

13. Определите, какой объем займет при температуре 200 °С и давлении 250 кПа аммиак массой 51 г.

Решение.

Из уравнения Клапейрона – Менделеева ($p \cdot V = n \cdot R \cdot T$) выразим объем и количество вещества через массу:

$$V = \frac{m \cdot R \cdot T}{M \cdot p} = \frac{51 \cdot 8,31 \cdot (20 + 273)}{17 \cdot 250 \cdot 10^3} = 29,22 \cdot 10^{-3} \text{ (м}^3\text{)} = 29,22 \text{ л}.$$

Ответ: $V = 29,22$ л.

14. Газ массой 1,56 г заполнил сосуд объемом 0,624 л. При температуре 17 °С. Давление газа внутри сосуда составляет 104 кПа. Вычислите молярную массу газа.

Решение.

Из уравнения Клапейрона – Менделеева выразим молярную массу:

$$M = \frac{m \cdot R \cdot T}{V \cdot p} = \frac{1,56 \cdot 8,31 \cdot (17 + 273)}{104 \cdot 0,624} = 58 \text{ (г/моль)}.$$

Ответ: $M = 58$ г/моль.

15. Вычислите, во сколько раз увеличится скорость реакции при повышении температуры от 30 до 65 °С, если температурный коэффициент скорости реакции равен 2.

Решение.

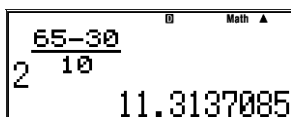
Правило Вант-Гоффа описывается уравнением:

$$v_2 = v_1 \cdot \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}},$$

где v_2 — скорость реакции при температуре T_2 , v_1 — скорость реакции при температуре T_1 , γ — температурный коэффициент реакции.

По условию задачи необходимо найти отношение скоростей реакции при разных температурах:

$$\frac{v_2}{v_1} = \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}} = 2^{\frac{65 - 30}{10}} = 11.$$



65-30
2 10
11.3137085

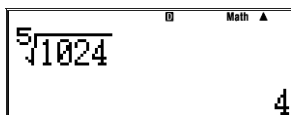
Ответ: $\frac{v_2}{v_1} = 11.$

16. При увеличении температуры на 50 °С скорость реакции возросла в 1024 раза. Вычислите температурный коэффициент.

Решение.

Выразим температурный коэффициент из уравнения, описывающего правило Вант-Гоффа:

$$\gamma = \frac{\sqrt[10]{T_2 - T_1} v_2}{v_1} = \sqrt[10]{1024} = 4.$$



5
√1024
4

Ответ: $\gamma = 4.$

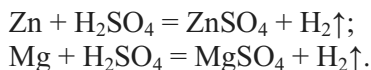
Отметим, что использование при расчетах калькулятора помогает отойти от «круглых» чисел и внести разнообразие в формулировки задач, что особенно наглядно проявляется в данной теме.

Определение состава смеси.

17. При растворении 10 г сплава цинка и магния в разбавленной серной кислоте выделилось 5,75 л водорода. Вычислите состав смеси.

Решение.

Уравнения химических реакций цинка и магния с серной кислотой:



Пусть X моль – количество цинка, Y моль – количество магния.

По условию задачи масса смеси $m(\text{Zn}) + m(\text{Mg}) = 10$ г.

Выразим массы магния и цинка через количество вещества:

$$\begin{aligned}m(\text{Zn}) &= \nu(\text{Zn}) \cdot M(\text{Zn}) = 65 \cdot X; \\ m(\text{Mg}) &= \nu(\text{Mg}) \cdot M(\text{Mg}) = 24 \cdot Y.\end{aligned}$$

Тогда $m(\text{Zn}) + m(\text{Mg}) = 65 \cdot X + 24 \cdot Y = 10$.

Пусть V_1 – объем водорода, выделившегося при реакции цинка с серной кислотой, V_2 – объем водорода, выделившегося при реакции магния с серной кислотой.

По условию задачи $V_1 + V_2 = V_{m1} \cdot \nu_1(\text{H}_2) + V_{m2} \cdot \nu_2(\text{H}_2) = 5,75$ л.

Согласно уравнениям реакций $\nu_1(\text{H}_2) = \nu(\text{Zn})$ и $\nu_2(\text{H}_2) = \nu(\text{Mg})$.

Тогда $22,4 \cdot X + 22,4 \cdot Y = 5,75$ или $X + Y = \frac{5,75}{22,4}$.

Таким образом, получим систему уравнений:

$$\begin{cases} 65 \cdot X + 24 \cdot Y = 10; \\ X + Y = \frac{5,75}{22,4}. \end{cases}$$

Выразим Y через X во втором уравнении и заменим Y на X в первом уравнении системы.

$$\begin{cases} 65 \cdot X + 24 \cdot \left(\frac{5,75}{22,4} - X \right) = 10; \\ Y = \frac{5,75}{22,4} - X. \end{cases}$$

С калькулятором мы можем решить систему уравнений двумя способами.

В первом случае в режиме COMP найдем X из первого уравнения и, подставив его во второе уравнение, вычислим Y.

Предварительно сохраним частное $\frac{5,75}{22,4}$ в ячейке памяти A.

$$\frac{5.75}{22.4} \rightarrow A$$

$$0.2566964286$$

Вычислим X и Y:

$$\frac{10-24A}{(65-24)}$$

$$0.09364111498$$

и

$$A - Ans$$

$$0.1630553136$$

Получили X = 0,094 моль, Y = 0,163 моль.

Воспользовавшись возможностями возврата к предыдущим выражениям и сохранения последнего ответа в устройстве запоминания ответа Ans, найдем массы металлов в сплаве:

$$Ans \times 24$$

$$3.913327526$$

и

$$Ans \times 65$$

$$6.086672474$$

$m(\text{Zn}) = 0,094 \cdot 65 = 6$ (г), $m(\text{Mg}) = 0,163 \cdot 24 = 4$ (г).

Второй способ рассмотрим при решении следующей задачи.

Ответ: $m(\text{Zn}) = 6$ г, $m(\text{Mg}) = 4$ г.

18. При разложении смеси бертолетовой соли и перманганата калия массой 273,4 г образовался кислород объемом 49,28 л (н.у.). Вычислите состав смеси.

Решение.

Уравнения разложения бертолетовой соли и перманганата калия:



Пусть X моль – количество KClO_3 , а Y моль – количество KMnO_4 .

По условию $m(\text{KClO}_3) + m(\text{KMnO}_4) = 273,4$ г.

Выразим массы реагентов через количество вещества:

$$m(\text{KClO}_3) = \nu(\text{KClO}_3) \cdot M(\text{KClO}_3) = 122,5 \cdot X;$$

$$m(\text{KMnO}_4) = \nu(\text{KMnO}_4) \cdot M(\text{KMnO}_4) = 158 \cdot Y.$$

$$\text{Тогда } m(\text{KClO}_3) + m(\text{KMnO}_4) = 122,5 \cdot X + 158 \cdot Y = 273,4.$$

Пусть V_1 – объем кислорода, выделившегося при разложении KClO_3 , V_2 – объем кислорода, выделившегося при разложении KMnO_4 .

По условию задачи:

$$V_1 + V_2 = V_{m1} \cdot v_1(\text{O}_2) + V_{m2} \cdot v_2(\text{O}_2) = 49,28 \text{ л.}$$

Согласно уравнениям реакций:

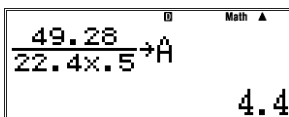
$$v_1(\text{O}_2) = \frac{3}{2} \cdot v(\text{KClO}_3) \text{ и } v_2(\text{O}_2) = \frac{1}{2} \cdot v(\text{KMnO}_4).$$

$$\text{Тогда } 22,4 \cdot 1,5 \cdot X + 22,4 \cdot 0,5 \cdot Y = 49,28 \text{ или } 3 \cdot X + Y = \frac{49,28}{22,4 \cdot 0,5}.$$

Получим систему уравнений:

$$\begin{cases} 122,5 \cdot X + 158 \cdot Y = 273,4; \\ 3 \cdot X + Y = \frac{49,28}{22,4 \cdot 0,5}. \end{cases}$$

Предварительно сохраним частное $\frac{49,28}{22,4 \cdot 0,5}$ в ячейке памяти А:

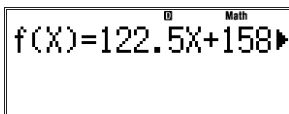


Calculator display showing the calculation of $\frac{49,28}{22,4 \cdot 0,5}$ and the result 4.4 stored in memory A.

Представим систему уравнений в виде:

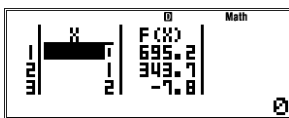
$$\begin{cases} 122,5 \cdot X + 158 \cdot (A - 3 \cdot X) = 273,4; \\ Y = A - 3 \cdot X. \end{cases}$$

В режиме построения таблиц значений функций TABLE введем в качестве функции выражение $122,5 \cdot X + 158 \cdot (A - 3 \cdot X)$:



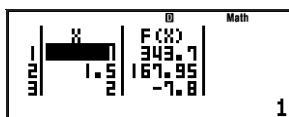
Calculator display showing the function definition $f(X) = 122,5X + 158$.

Зададим изменение X, например, от 0 до 10 с шагом 1. Получим таблицу значений, по которой определим, при каком значении X значение Y будет равно 273,4. Видим, что искомое значение X находится в интервале от 1 до 2 моль:

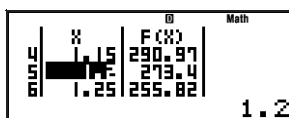


X	f(X)
1	273.5
2	396.0

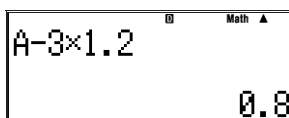
Вернемся к окну с функцией и зададим новое изменение X: от 1 до 2 с шагом 0,5:



Сузим интервал X от 1 до 1,5, задав для изменения X шаг 0,05. Уже на этом этапе приближения получим ответ:



Вычислим Y в режиме COMP:



Определим массу бертолетовой соли и перманганата калия:

$$m(\text{KClO}_3) = 1,2 \cdot 122,5 = 147 \text{ (г)}$$

$$m(\text{KMnO}_4) = 0,8 \cdot 158 = 126,4 \text{ (г)}$$

Ответ: $m(\text{KClO}_3) = 147 \text{ г}$, $m(\text{KMnO}_4) = 126,4 \text{ г}$.

Неограниченно можно использовать калькуляторы и за рамками урока: при проведении факультативных и элективных занятий, при подготовке детей к олимпиадам, при организации проектной и исследовательской деятельности. Калькуляторы помогут при организации экспериментального моделирования химических явлений, происходящих, например, при растворении веществ. Можно составить таблицу с разными значениями масс растворенного вещества и растворителя и сделать соответствующие выводы. Можно представить, как в зависимости от концентрации реагирующих веществ изменяется скорость химической реакции или как меняется скорость в зависимости от температуры, давления.

Ответ на вопрос, нужен калькулятор на уроках химии или не нужен, очевиден. Да, безусловно, нужен.

Что дает использование калькуляторов:

- время, затраченное на ознакомление с техническими возможностями калькулятора, с лихвой окупается за счет быстроты математических расчетов, ускорения темпа урока на 10–15 %, отсюда, растет результативность урока;

– легкость, простота в освоении, дети осваивают калькулятор быстрее учителя;

– растет мотивация в обучении, уходит неуверенность и страх перед сложными вычислениями, больше изучается химического материала; ровно столько, сколько мы экономим на математике, столько мы выигрываем на химии, а значит, растет качество и эффективность обучения;

– наблюдается индивидуализация обучения за счет возможностей самостоятельной работы учащихся с индивидуальной скоростью, осуществляется самопроверка и взаимопроверка;

– возможность использования научного калькулятора на ЕГЭ;

– развивается информационная культура учащихся, овладение ими навыками построения и исследования на примерах задач разных типов и уровней сложности;

– укрепляются межпредметные связи школьных дисциплин естественнонаучного цикла;

– растет педагогическое мастерство и профессиональная квалификация учителей.

Диагностика, проведенная среди учащихся, подтвердила целесообразность использования малых вычислительных средств: они современные, привлекательны для детей, доступны, легки и просты в освоении, снимают стресс и экономят учебное время.

Вот мнение детей о калькуляторе: «С CASIO все уроки проходят на ура! С его помощью можно многое успеть на уроке, с ним учиться интереснее и увлекательнее, он как хороший друг поможет тебе» (ученик 9 класса П. Салтовский). «Я бы очень хотела, чтобы в будущем CASIO ввели во всех школах, и он бы стал привычным атрибутом на всех уроках. CASIO – наш спасательный круг» (ученица 11 класса К. Иванова).

Использование калькуляторов CASIO на уроках химии.

М. Л. Волохова,
учитель химии ГОУ СОШ № 12.
г. Москва

Почему я использую калькулятор CASIO на уроках химии? Использование калькулятора CASIO:

– повышает эффективность урока за счет числа решаемых задач. К сожалению, в последние годы количество часов по химии в школьной программе уменьшилось, поэтому на решение химических задач отводится очень мало уроков. В таких условиях особенно важно повысить результативность каждого урока за счет увеличения количества решенных на нем задач;

– дает возможность решать задачи повышенной сложности и задачи, требующие сложных вычислений, например, на правило Вант-Гоффа или вычисление рН растворов;

– позволяет проводить на уроках химии статистические расчеты по определению процентного содержания углеводов в месторождениях природного газа и нефти, а также железа в различных месторождениях руд черных металлов;

– оптимизирует подготовку к ЕГЭ и ГИА, значительно облегчая выполнение расчетной части задач, позволяя сосредоточиться на логике их решения. Например, задачи С4 в ЕГЭ требуют проведения большого объема расчетов, при которых используются несокращающиеся числа, что повышает вероятность ошибок в расчетах. Использование калькуляторов CASIO при решении такого типа задач позволяет не только избежать вычислительных ошибок, но и сократить время, затраченное на вычисления, так как за одну операцию можно найти значение выражения с несколькими математическими действиями;

– увеличивает объективность результатов решения задач, так как ответ не зависит от ошибок в арифметических вычислениях. В заданиях ЕГЭ А30, В9 и В10 учащиеся должны лишь указать номер правильного ответа или написать числовой ответ, и если логика решения задачи верна, а ошибка допущена лишь на этапе арифметического вычисления, вся задача будет не засчитана.

Для анализа результативности использования калькуляторов CASIO при решении задач по химии я решила проследить динамику числа задач, решенных за один урок в 8 классе по теме «Вычисления по химическим уравнениям». Эти данные сравнивались в течение трех лет: в 2008 году, когда ученики 8 класса решали расчетные задачи без использования данного калькулятора, и в 2009 и 2010 годах, когда все ученики уже приобрели и освоили калькуляторы CASIO (рис. 1). В результате выяснилось: число решенных задач существенно возросло, что говорит о повышении результативности уроков. Кроме того, проанализировав средний по классу балл за решение задач по данной теме, я обнаружила, что произошло увеличение этого показателя (рис. 2). Дети не только быстрее стали производить расчеты, но и стали допускать меньше ошибок в вычислениях.

По итогам рубежного тестирования МЦКО в 9 классе, проходившего в январе 2010 года, умение решать задачи на вычисление массы вещества по массе одного из реагирующих веществ или продуктов реакции показали 55 % моих учащихся, в то время, как средний показатель по городу составляет 47 %.



Рис. 1

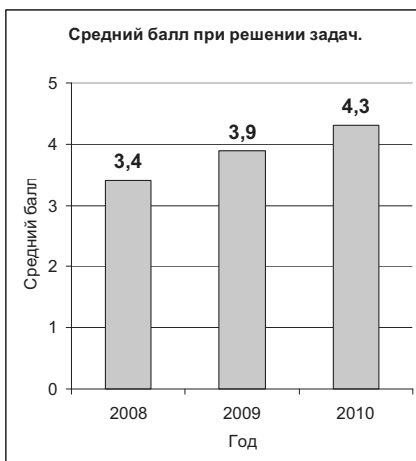


Рис. 2

8 КЛАСС

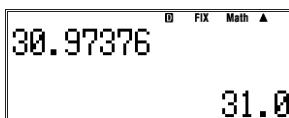
Мои ученики используют калькулятор CASIO практически с первых уроков химии для нахождения относительных молекулярных масс веществ. Также с калькулятором в теме «растворы» решаем задачи на нахождение массовой доли растворенного вещества в растворе, задачи на вычисление массовой доли элементов в веществе.

Формулы в этих задачах простые, но сложности при вычислениях возникают из-за необходимости проводить округление, находить произведение многозначных чисел и частное чисел, не делящихся нацело. Ускоряет процесс расчетов возможность редактировать выражения в калькуляторе. Встроенный в калькулятор режим округления ответов помогает напомнить ученикам принципы округления чисел.

Округление чисел.

Для округления используем режим Fix, в котором можно настроить точность округления десятичных дробей от 0 до 9 знаков после запятой. Надпись FIX в верхней части экрана показывает, что режим округления включен.

1. Округлите относительную массу фосфора с точностью до десятых.
Решение.



Проценты.

Специальная клавиша для процентных расчетов $\boxed{\%}$ помогает сократить время непосредственных вычислений. Используя режим округления, можно получать ответы с заданной точностью.

2. При выпаривании 30 г раствора получили 8 г соли. Рассчитайте массовую долю растворенного вещества в растворе.

Решение.

$8 \div 30\%$ 26.66666667	или	$8 \div 30\%$ 27.
------------------------------	-----	----------------------

3. Вычислите массу воды, в которой надо растворить 23 г соли, чтобы получить раствор с массовой долей соли 11 %.

Решение.

$23 \div 11\% - 23$ 186.0909091	или	$23 \div 11\% - 23$ 186.
------------------------------------	-----	-----------------------------

4. В 125 г раствора с массовой долей сахара 13 % прилили 30 г воды. Вычислите массовую долю сахара в получившемся растворе.

Решение.

$\frac{125 \times 13\%}{(125 + 30)\%}$ 10.48387097	или	$\frac{125 \times 13\%}{(125 + 30)\%}$ 10.
---	-----	---

5. В 147 г раствора с массовой долей соли 21 % добавили 15 г соли. Вычислите массовую долю соли в получившемся растворе.

Решение.

$\frac{147 \times 21\% + 15}{(147 + 15)\%}$ 28.31481481	или	$\frac{147 \times 21\% + 15}{(147 + 15)\%}$ 28.
--	-----	--

Нахождение массовых долей элементов в веществе.

В сложных веществах содержится обычно 2–3 элемента, и после вычисления массовой доли первого элемента можно в режиме редактирования заменить цифры в числителе дроби на относительную атомную массу и индекс другого элемента и повторить расчет без набора всей формулы заново. Очень удобно при решении однотипных задач

использовать возможности сохранения данных в устройстве запоминания ответов Ans (в нем каждый раз сохраняется последний полученный на калькуляторе ответ) и в независимой памяти М (эта память позволяет прибавлять к ней и вычитать из нее результаты вычислений).

6. Вычислите массовые доли (%) элементов в оксиде углерода (IV).
Решение.

Вычислив массовую долю углерода по формуле, рассчитаем массовую долю кислорода, используя сохраненный в Ans ответ:

$\frac{12}{(12+2 \times 16)} \%$ 27.	100-Ans 73.
--------------------------------------	--------------------

7. Вычислите массовые доли элементов в оксиде алюминия.
Решение.

Формулы для расчета используются те же, что и в предыдущей задаче, поэтому вернемся к формуле вычисления массовой доли углерода и отредактируем ее для расчета алюминия. Затем вернемся к выражению для расчета доли кислорода и, нажав $\boxed{\text{Ans}}$, получим новый ответ:

$\frac{2 \times 27}{(2 \times 27 + 3 \times 16)} \%$ 53.	100-Ans 47.
--	--------------------

8. Вычислите массовые доли элементов в серной кислоте H_2SO_4 .
Решение.

Вычислим массовую долю водорода и сохраним ответ в памяти М, нажав $\boxed{\text{M+}}$:

$\frac{2}{(2+32+4 \times 16)} \%$ 2.	M AnsM+ 2.
--------------------------------------	----------------------

Исправим расчетное выражение, вычислим массовую долю серы и прибавим ответ к памяти М:

$\frac{32}{(2+32+4 \times 16)} \%$ 33.	M AnsM+ 33.
--	-----------------------

Вычислим массовую долю кислорода:

M 100-M 65.	или	M $\frac{4 \times 16}{(2+32+4 \times 16)} \%$ 65.
-----------------------	-----	--

Вывод формулы вещества по массовым долям элементов в веществе.

Эти задачи используются в 10 классе для вывода формул углеводов и их производных, а также в курсе химии 11 класса для вывода формул неорганических веществ. Для решения данного типа задач целесообразно использовать калькуляторы CASIO, так как они значительно облегчают вычисления и позволяют получить индексы в определяемых формулах веществ не методом подбора целых чисел, что бывает затруднительно, а сразу в процессе вычисления на калькуляторе.

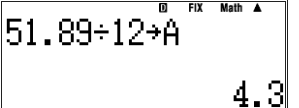
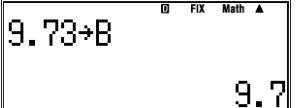
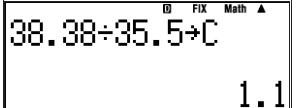
Вывод формул веществ на основе закона постоянства состава вещества.

9. Найдите молекулярную формулу органического вещества, если известно, что массовая доля углерода в нем составляет 51,89 %, водорода – 9,73 % и хлора – 38,38 %.


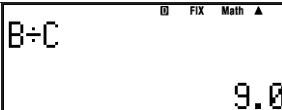
Решение.

Перед решением задачи установим округление до 0,1.

Число атомов углерода в одном моле вещества зададим переменной А, число атомов водорода – В, число атомов хлора – С:

		
--	---	--

Наименьшее число в переменных примем за единицу. Тогда:

	
---	---

Получили соотношение элементов 4:9:1, формула вещества: C_4H_9Cl .

10. В состав химического соединения входят: натрий (34,6 %), фосфор (23,3 %) и кислород (42,1 %). Выведите простейшую формулу вещества.

Решение.

При решении предыдущей задачи включено округление до десятых.

Число атомов натрия в моле зададим переменной А, число атомов фосфора – В, число атомов кислорода – С:

$$36.4 \div 23 \rightarrow A$$

$$1.6$$

$$23.3 \div 31 \rightarrow B$$

$$0.8$$

$$42.1 \div 16 \rightarrow C$$

$$2.6$$

Наименьшее число примем за 1. Тогда:

$$A \div B$$

$$2.1$$

$$C \div B$$

$$3.5$$

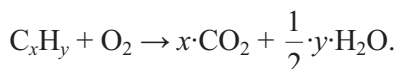
Следовательно, отношение элементов 2:1:3,5 или 4:2:7.

Формула соединения: $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$.

Установление формулы органического вещества по массе (объему) продуктов его сгорания.

11. При сжигании углеводорода массой 3,2 г образовалось 9,9 г оксида углерода (IV) и 4,5 г воды. Относительная плотность паров этого вещества по водороду равна 64. Найдите его молекулярную формулу.

Решение.



Рассчитаем количество вещества углекислого газа, воды и углеводорода и введем их в память в виде переменных А, В и С.

$$n(\text{CO}_2)$$

$$9.9 \div 44 \rightarrow A$$

$$0.225$$

$$n(\text{H}_2\text{O})$$

$$4.5 \div 18 \rightarrow B$$

$$0.25$$

$$n(\text{C}_x\text{H}_y)$$

$$3.2 \div (64 \times 2) \rightarrow C$$

$$0.025$$

Определим число атомов углерода и водорода в молекуле углеводорода и установим его формулу.

Число атомов углерода:

$$A \div C$$

$$9$$

Число атомов водорода:

$$2B \div C$$

$$20$$

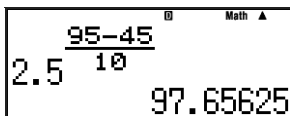
Формула углеводорода: C_9H_{20} .

Правило Вант-Гоффа.

12. Во сколько раз возрастет скорость химической реакции при повышении температуры реакционной смеси от 45 до 95 °С, если известно, что при повышении температуры на каждые 10 градусов скорость реакции возрастает в 2,5 раза?

Решение.

$$v_2 = v_1 \cdot \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}}, \text{ следовательно, } \frac{v_2}{v_1} = \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}} = 2,5^{\frac{95 - 45}{10}} = 11.$$



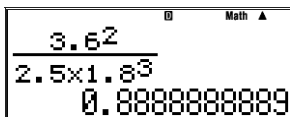
Calculator display: $2.5^{5} = 97.65625$

Вычисление константы равновесия химической реакции.

13. При синтезе аммиака равновесие устанавливается при следующих концентрациях (моль/л): $[N_2] = 2,5$; $[H_2] = 1,8$; $[NH_3] = 3,6$. Рассчитайте константу равновесия этой реакции. Уравнение обратимой реакции: $N_2 + 3 \cdot H_2 \leftrightarrow 2 \cdot NH_3$.

Решение.

$$k_{\text{равн.}} = \frac{[NH_3]^2}{[N_2] \cdot [H_2]^3} = \frac{3,6^2}{2,5 \cdot 1,8^3} = 0,9.$$



Calculator display: $\frac{3.6^2}{2.5 \times 1.8^3} = 0.8888888889$

Вычисление водородного показателя.

Водородным показателем (pH) называется отрицательный десятичный логарифм концентрации ионов водорода.

$$pH = -\lg[H^+].$$

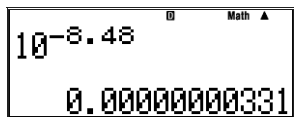
Например, если $[H^+] = 10^{-4}$ моль/л, то $pH = 4$ (среда кислотная); если $[H^+] = 10^{-10}$ моль/л, то $pH = 10$ (среда щелочная).

14. Имеется раствор с $pH = 8,48$. Найдите концентрацию ионов водорода $[H^+]$ (в г/л) в этом растворе.

Решение.

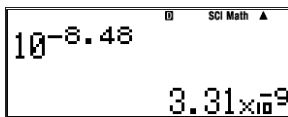
$$pH = 8,48, \text{ то есть } \lg[H^+] = -8,48 \text{ или } [H^+] = 10^{-8,48} = 3,31 \cdot 10^{-9}.$$

Так как полученное число очень маленькое, воспользуемся функцией представления чисел в стандартном виде Sci, задав три значащие цифры:



Calculator display: $10^{-8.48} = 0.00000000331$

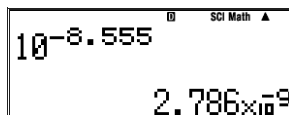
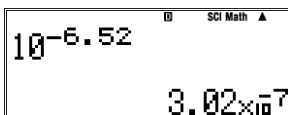
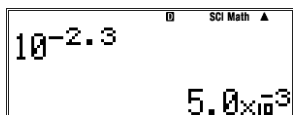
или



Calculator display: $10^{-8.48} = 3.31 \times 10^{-9}$

Заполните таблицу:

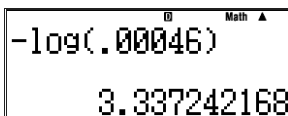
pH	2,3	6,52	8,555
[H ⁺]	$5 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-7}$	$2,8 \cdot 10^{-9}$



15. Концентрация ионов водорода в растворе равна 0,00046 моль/л. Вычислите pH раствора.

Решение.

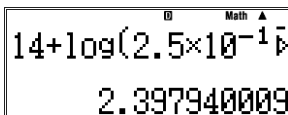
$$\text{pH} = -\lg 0,00046 = 3,34.$$



16. Концентрация гидроксид-ионов [OH⁻] равна $2,5 \cdot 10^{-12}$ моль/л. Вычислите pH раствора.

Решение.

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - (-\lg[\text{OH}^-]) = 14 + \lg(2,5 \cdot 10^{-12}) = 2,4.$$

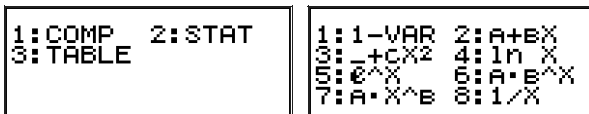


Статистические расчеты.

В тему «Природные источники углеводородов» можно ввести задачи на нахождение среднего содержания азота, углекислого газа и различных углеводородов в месторождениях природного газа и нефти. Например, учащиеся знакомятся с таблицей, в которой указано процентное содержание веществ в различных месторождениях природного газа, а затем самостоятельно вычисляют их среднее содержание.

Месторождение	Состав газа, % масс.						
	CO ₂	N ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	nC ₄ H ₁₀	nC ₅ H ₁₂
Самотлорское	0,59	1,48	60,64	4,13	13,05	8,6	2,65
Варьеганское	0,69	1,51	59,33	8,31	13,51	6,65	1,8
Аганское	0,5	1,53	46,94	6,89	17,37	10,84	3,88
Советское	1,02	1,53	51,89	5,29	15,57	10,33	3,26
Среднее содержание	0,7	1,51					

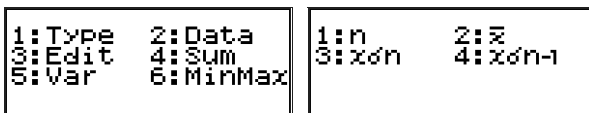
Вычислим среднее по данным месторождениям содержание углекислого газа. Для этого воспользуемся режимом статистической обработки данных STAT.



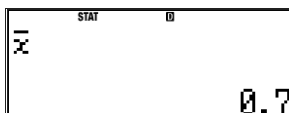
Введем данные в таблицу однопараметрических данных 1-VAR:



В меню статистических расчетов STAT выберем расчет среднего арифметического:



В окне расчетов получим искомую величину:



§ 6. Научные калькуляторы на ЕГЭ: проблема и решения

*Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации
№ 01-94/08-01 от 20.02.2006.*



МИНИСТЕРСТВО
ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральная служба по надзору
в сфере образования и науки
(Рособрнадзор)

Чистопрудный бульвар, 6/19,
Москва, 101990

Телефон: (095) 924-79-24

факс: (095) 923-47-67

ИНН 7701537808

20.02.2006 № 01-94/08-01

Органы управления образованием субъектов Российской Федерации, советы ректоров высших учебных заведений, советы директоров средних специальных учебных заведений
(по списку)

В связи с поступающими запросами об использовании на едином государственном экзамене (далее – ЕГЭ) по физике и химии непрограммируемых калькуляторов Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки сообщает следующее.

В соответствии с приказом Рособрнадзора от 20.02.2006 № 387 и в целях:

обеспечения экзаменующихся равными условиями сдачи ЕГЭ;

облегчения выполнения ими механических расчетов, не являющихся предметом контроля знаний по данному предмету;

повышения объективности оценки их знаний за счет снижения риска допущения экзаменующимися случайных ошибок

на ЕГЭ по физике и химии разрешается пользоваться непрограммируемыми калькуляторами.

При этом указанные калькуляторы **должны обеспечивать** арифметические вычисления (сложение, вычитание, умножение, деление, извлечение корня) и вычисление тригонометрических функций (sin, cos, tg, ctg, arcsin, arcos, arctg).

Конструктивные особенности калькуляторов должны исключать возможность получения экзаменуемым дополнительной информации, непредусмотренной условиями проведения экзамена:

калькуляторы **не должны** предоставлять возможность сохранения в своей памяти **баз данных экзаменационных заданий и их решений, а также любой другой информации, знание которой прямо или косвенно проверяется на экзамене.** Отсутствие у калькулятора полноценной буквенной клавиатуры и возможностей программирования является косвенным подтверждением отсутствия у него значительной памяти для хранения данных;

калькуляторы **не должны предоставлять экзаменуемому возможности получения извне какой бы то ни было информации во время сдачи экзамена.** Их коммуникационные возможности не должны допускать беспроводного обмена информацией с любыми внешними источниками.

Предварительно необходимо довести до сведения участников ЕГЭ, что все приносимое оборудование передается организатору в аудитории для просмотра. В случае несоответствия принесенного экзаменуемым оборудования вышеуказанным требованиям организатор имеет право не выдавать это оборудование, а вернуть его только после завершения экзамена.

В случае проведения на конкурсной основе закупок калькуляторов для оснащения ими пунктов проведения экзаменов рекомендуем обратить внимание на следующее:

свойства калькуляторов конкретной модели должны быть подтверждены документально соответствующим сертификатом и разрешением (рекомендацией) к использованию в сфере образования, выданном уполномоченной в этом организацией;

калькуляторы должны иметь гарантии завода изготовителя и систему технической поддержки.

Руководитель
В. А. Болотов

Письмо Министерства образования Хабаровского края № 11-5-1100 от 15.03.2007 "Об использовании калькуляторов на ЕГЭ по физике и химии".

**Министерство образования Хабаровского края
Письмо от 15 марта 2007 г. № 11-5-1100**

Об использовании калькуляторов на ЕГЭ по физике и химии.
Руководителям муниципальных органов управления образованием.

Министерство образования Хабаровского края напоминает, что в соответствии с Приказом Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки от 20.02.2006 № 387 и Письмом от 20.02.2006 № 01-94/08-01 на едином государственном экзамене (ЕГЭ) по физике и химии разрешается пользоваться непрограммируемыми калькуляторами.

Решение об использовании на ЕГЭ по физике и химии непрограммируемых калькуляторов принято в целях обеспечения экзаменуемых равными условиями сдачи ЕГЭ, облегчения выполнения ими механических расчетов, не являющихся предметом контроля знаний по соответствующему предмету, повышения объективности оценки их знаний за счет снижения риска допущения экзаменуемыми случайных ошибок.

Как показывает пилотный опыт Ярославской области, применение непрограммируемых микрокалькуляторов на ЕГЭ по физике и химии в 2006 году способствовало улучшению областных показателей в части роста среднетестового балла.

Непрограммируемые калькуляторы должны обеспечивать арифметические вычисления (сложение, вычитание, умножение, деление, извлечение корня) и вычисление тригонометрических функций (\sin , \cos , tg , ctg , arcsin , arccos , arctg). Конструктивные особенности калькуляторов должны исключать возможность получения экзаменуемыми дополнительной, непредусмотренной условиями проведения экзамена информации, в частности, калькуляторы не должны предоставлять возможность сохранения в своей памяти баз данных экзаменационных заданий и их решений, а также любой другой информации, знание которой прямо или косвенно проверяется на экзамене.

Отсутствие у калькулятора полноценной буквенной клавиатуры и возможностей программирования является косвенным подтверждением отсутствия у него значительной памяти для хранения данных.

Калькуляторы не должны предоставлять экзаменуемому возможности получения извне какой бы то ни было информации во время сдачи экзамена.

Их коммуникационные возможности не должны допускать беспроводного обмена информацией с любыми внешними источниками.

В соответствии с рекомендациями Рособрнадзора необходимо предварительно довести до сведения участников ЕГЭ, что все приносимое оборудование передается организатору в аудитории для просмотра. В случае несоответствия принесенного экзаменуемым оборудования вышеуказанным требованиям организатор имеет право не выдавать это оборудование, а вернуть его только после завершения экзамена.

Свойства калькуляторов конкретной модели должны быть подтверждены документально соответствующим сертификатом и разрешением (рекомендацией) к использованию в сфере образования, выданном уполномоченной в этом организацией.

Министерство образования Хабаровского края доводит до сведения, что в марте 2007 г. в сеть магазинов ООО "Евросеть Хабаровск" г.г. Хабаровска и Комсомольска-на-Амуре поступят непрограммируемые калькуляторы серии Casio *fx-ES* (ориентировочная стоимость в Хабаровском крае – *fx-82ES* – 550 руб., *fx-991ES* – 950 руб.), полностью соответствующие требованиям Рособрнадзора.

В соответствии с решением коллегии министерства образования Хабаровского края от 25.12.2006 № 6/1 для общеобразовательных учреждений Бикинского и Вяземского муниципальных районов в порядке эксперимента весной 2007 г. будут поставлены калькулятор модели Casio *fx-82ES* с документацией на русском языке.

Рекомендуем провести разъяснительную работу с руководителями общеобразовательных учреждений и выпускниками 11-х (12-х) классов, выбравших прохождение итоговой аттестации по физике и химии в форме и по материалам ЕГЭ, о преимуществах использования калькуляторов на экзамене, а также довести до сведения учителей-предметников (физики и химии) и учащихся старших классов информацию о возможности приобретения в розничной продаже в магазинах ООО "Евросеть Хабаровск" г.г. Хабаровска и Комсомольска-на-Амуре калькуляторы серии Casio *fx-ES*.

Телефон для справок при мелкооптовой и индивидуальной закупке учащихся – (4212) 41-00-77 (Единая справочная "Евросеть Хабаровск").

Министр
Л. Ф. Обухова

Об использовании калькулятора на ЕГЭ.

Д. А. Ивашкина,
учитель физики МОУ «Лицей».
г. Троицк МО

Журнал «Физика в школе», № 7, 2009, Изд. «Школа-Пресс»

В приказе Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки (Рособрнадзора) № 74 от 19.01.2009 «Об утверждении сроков и единого расписания проведения единого государственного экзамена, его продолжительности по каждому общеобразовательному предмету и перечня дополнительных устройств и материалов, пользование которыми разрешено на едином государственном экзамене по отдельным общеобразовательным предметам в 2009 году (с учетом изменений, определенных Приказом Рособрнадзора № 365 от от 20 февраля 2009 г.)» сказано следующее:

«На ЕГЭ разрешается пользоваться следующими дополнительными устройствами и материалами: физика – линейка и непрограммируемый калькулятор, обеспечивающий выполнение всех арифметических действий, вычисление квадратного корня и тригонометрических функций (\sin , \cos , tg), химия – непрограммируемый калькулятор, география – линейка и транспортир».

Я посоветовала ученикам приобрести инженерные калькуляторы, поскольку их можно использовать и на лабораторной работе, и при дальнейшем обучении в институте. Однако на ЕГЭ по химии у нескольких учеников их отобрали, опираясь на тот же официальный документ: раз в приказе сказано о пяти действиях (арифметические плюс квадратный корень), значит, других быть не должно. Звонок организаторов в Министерство подтвердил их правоту, и детям были розданы обычные бухгалтерские калькуляторы. К счастью, на экзамене по химии нет задач на нахождение дробных степеней и логарифмов, и учащиеся не пострадали.

Через четыре дня предстоял ЕГЭ по физике, поэтому я решила найти в Интернете официальные разъяснения по поводу инженерных или научных калькуляторов. Оказалось, что организаторы понимают слова «программируемый калькулятор» точно в соответствии с аналогичным приказом Рособрнадзора № 537 от 17 марта 2005 года. Там сказано: «Непрограммируемый калькулятор содержит только функции сложения, вычитания, умножения, деления, вычисления процента и извлечения квадратного корня».

Видимо, вопросов после такого разъяснения было очень много, поэтому в 2006 году выходит специальное письмо руководителя Рособнадзора В. А. Болотова (Письмо № 01-94/08-01 от 20.02.2006 «Об использовании калькуляторов на ЕГЭ»). В нем четко прописано, какие действия **не должен** выполнять калькулятор. Он не должен обеспечивать связи учащегося с внешним миром и не должен давать возможность найти вспомогательную информацию (содержать шпаргалок).

К сожалению, это последнее официальное освещение проблемы использования калькулятора на ЕГЭ. Многие министерства субъектов Федерации выпустили свои рекомендации на основе вышеупомянутого письма, но в них также не говорится, каким **должен быть** калькулятор.

Физику и математику понятно, что инженерные (научные) калькуляторы не являются программируемыми и, следовательно, могут быть использованы на экзамене. Однако на ЕГЭ по физике не допускаются ни физики, ни математики, а учителя гуманитарных предметов слишком далеки от проблемы калькуляторов. Видимо, исходя именно из этой ситуации и учитывая письмо В. А. Болотова 2006 г., Министерство образования Хабаровского края опубликовало письмо от 15.03.2007 № 11-5-1100 «Об использовании калькуляторов на ЕГЭ по физике и химии» (http://khabarovsk.news-city.info/docs/sistema/dok_ieyxwz.htm), в котором указывалась конкретная марка калькулятора, которым можно пользоваться на ЕГЭ:

«Министерство образования Хабаровского края доводит до сведения, что в марте 2007 г. в сеть магазинов ООО "Евросеть Хабаровск" г. Хабаровска и г. Комсомольска-на-Амуре поступят непрограммируемые калькуляторы серии Casio *fx-ES* ..., полностью соответствующие требованиям Рособнадзора».

Серия, упомянутая в данном письме, имеет сертификат РАО (№ RU.ИОСО.П00450 от 17.06.2009) и входит в Перечень оборудования кабинета физики вместе с методическим пособием по использованию калькулятора в учебном процессе по физике.

В документах Министерства Московской области разъяснений, подобных письму Министерства Хабаровского края, нет. А что делать с инженерными калькуляторами китайского производства, которые более доступны, но не имеют соответствующих сертификатов?

К счастью, у нас в городе все разрешилось достаточно быстро, и на ЕГЭ по физике проблем уже не было. Но так бывает не всегда. Интернет-форумы просто завалены сообщениями о проблеме использования калькуляторов на ЕГЭ (<http://www1.ege.edu.ru>). Что же делать нам, учителям, чтобы помочь нашим ученикам? Думаю, возможности только две.

1. Ждать, что Министерство образования и науки РФ или Рособрнадзор поймут, что проблема есть, и предпримут шаги к ее решению: либо сами определяют тип калькулятора, который можно использовать на ЕГЭ, либо передадут решение вопроса о калькуляторе муниципальным или региональным органам образования.

2. Если решение официальными органами не будет принято, то учителям придется, собрав все документы, самим обратиться в местное управление образования, чтобы заранее, до экзамена, решить вопрос.

Содержание

Введение	3
Часть 1. Калькулятор в руках ученика	4
§ 1. Зачем необходим калькулятор на ЕГЭ по физике?	4
1.1. Фрагменты демоверсии ЕГЭ по физике 2012 г.	4
1.2. Анализ демоверсии	13
1.2.1. Анализ части 1	14
1.2.2. Анализ части 3	18
1.3. Работа над ошибками. Выводы	20
§ 2. Репетитор: калькулятор на ЕГЭ по физике – это просто! .	29
Подготовка калькулятора к работе, назначение основных клавиш	29
2.1. Элементарные вычисления	31
2.1.1. Вычисление простейших арифметических выражений ...	31
2.1.2. Вычисление выражений, содержащих обыкновенные и десятичные дроби	34
2.2. Вычисление сложных выражений	41
2.2.1. Вычисление выражений, содержащих степени и корни ..	41
2.2.2. Вычисление логарифмов	47
2.2.3. Вычисление тригонометрических выражений	49
2.3. Дополнительные возможности калькулятора, полезные на ЕГЭ	58
2.3.1. Редактирование выражений	58
2.3.2. Приближенные вычисления	64
2.3.3. Вычисления с использованием памяти	67
2.3.4. Исследование функций заданного вида	74
2.3.5. Исследование функций, заданных в виде таблицы экспериментальных результатов	77
§ 3. Калькулятор на ЕГЭ по химии	85
Часть 2. Из опыта учителей	92
§ 4. Подготовка к ЕГЭ по физике	92
§ 5. Решение задач по химии	107
§ 6. Научные калькуляторы на ЕГЭ: проблема и решения ...	133

Готовимся к ЕГЭ
Вычисляем без проблем
на ЕГЭ по физике и химии
с калькулятором
fx-82ES PLUS
fx-85ES PLUS
fx-350ES PLUS

Верстка и редактирование —
Никитина Н.С.

Подписано в печать 10.07.2012 г.
Формат 60x84/16. Печ. л. 8.75
Тираж 300 экз. Заказ 7007.

Издательство «Тривант»
ЛР 071961 от 01.09.1999 г.

Отпечатано с готового оригинал-макета
в типографии издательства «Тривант».
142191, г. Троицк Московской обл., м-н «В», д. 52.
Тел. (495) 775-43-35, (4967) 50-21-81
E-mail: trovant@trtk.ru, <http://www.trovant.ru/>