



Кировское областное государственное автономное образовательное
учреждение дополнительного образования
«ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ОДАРЕННЫХ ШКОЛЬНИКОВ»

ФИЗИКА, 2017

ЗАДАНИЯ, РЕШЕНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по проверке и оценке решений
II (муниципального) этапа
всероссийской олимпиады школьников
по физике

в Кировской области
в 2017/2018 учебном году

**Киров
2017**

Печатается по решению региональной предметно-методической комиссии
всероссийской олимпиады школьников по физике

Задания, решения и методические указания по проверке и оценке решений
II (муниципального) этапа всероссийской олимпиады школьников по физике
в Кировской области в 2017/2018 учебном году. – Киров: Изд-во ЦДООШ,
2017. – 20 с.

Адрес для переписки: center@extedu.kirov.ru

Авторы и источники задач

Василевская Л. И.: 11.2

Кантор П. Я.: 8.2, 11.4

Коханов К. А.: 7.3, 9.1, 10.1, 10.2, 10.3, 10.4, 11.1, 11.3, 11.5, 11.6

Минина О. В.: 9.5

Сорокин А. П.: 7.1, 7.2, 7.4, 7.5, 8.1, 8.3, 8.4, 8.5, 9.2, 9.3, 9.4, 9.6, 10.5, 10.6

Научное редактирование

Кантор П. Я., канд. физ.-мат. наук, доцент,

Перевощиков Д. В.

Подписано в печать 03.10.2017

Формат 60×84¹/₁₆. Бумага типографская. Усл. печ. л. 1,25

Тираж 1204 экз.

ОРГКОМИТЕТУ И ЖЮРИ II ЭТАПА ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

1. Рекомендуемая продолжительность олимпиады для учащихся VII-VIII классов – 3 часа, для учащихся IX–XI классов – 3 часа 30 минут, не считая времени, потраченного на заполнение титульных листов и разъяснение условий задач.

2. Работы муниципального этапа *шифруются*. Поэтому перед началом олимпиады следует предупредить всех участников, что в работе нельзя делать никаких пометок, которые бы указывали на авторство работы. Необходимые персональные сведения участники вносят только на титульный лист, не скрепленный с работой. После сдачи участником работы представитель оргкомитета на каждом листе работы (включая титульный) пишет номер шифра (например, указывающий № класса и № работы (7–01, 7–02,..., 11–01, 11–02,...)). Затем зашифрованные работы (без титульных листов) передаются для проверки в жюри.

Дешифровка работ осуществляется после окончания проверки.

3. Если в работе приведено несколько решений, то жюри оценивает *худшее* из них. Проверяющие также не должны учитывать полученные в черновике результаты.

4. Членам жюри необходимо *выполнить решения экспериментальных задач заранее*. Экспериментальная задача решается каждым участником олимпиады индивидуально. Каждый участник получает оборудование не более, чем на $\frac{1}{5}$ времени, отведенного на выполнение олимпиадной работы (учащиеся VII-VIII классов – на 30 мин, IX-XI классов – на 40 мин.)

5. Сразу после выполнения заданий проводится разбор решений, о чём следует объявить учащимся заранее, перед началом олимпиады.

6. До проверки члены жюри должны решить все задачи, изучить предлагаемые решения и указания по проверке и оценке решений задач своего класса.

7. Предлагается разбалловка решений задач, но она носит *рекомендательный* характер. При выставлении баллов следует учитывать, что максимальная оценка за решение каждой задачи не может превышать 10 баллов. Поэтому максимальное количество баллов в VII-VIII классах равно 50, в IX-XI – 60.

8. В процессе показа работ учащиеся знакомятся со своими результатами, и, в случае несогласия с оценкой жюри, имеют право подать апелляцию, в ходе которой обосновать своё решение. По результатам апелляции *жюри может оценку как изменить, так и оставить без изменения*.

Желаем успеха!

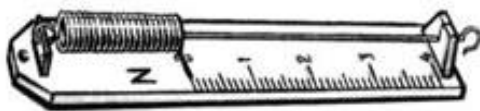
РЕКОМЕНДАЦИИ ОРГКОМИТЕТУ ОЛИМПИАДЫ ПО ПОДГОТОВКЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ

VIII КЛАСС

В качестве груза желательно использовать тело в форме прямоугольного параллелепипеда или прямого цилиндра. Предел измерения динамометра должен быть больше веса груза.

X КЛАСС

В задаче необходимо использовать лабораторный динамометр (см. рис.).



УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ VII КЛАССА

7.1. «Букашки в квадрате». Две букашки одновременно начинают двигаться из точки A по часовой стрелке, но по разным квадратным рамкам (рис. 7.1). Первая букашка бежит по квадрату со стороной $a = 18$ см с постоянной скоростью $v_1 = 2$ см/с, а вторая – по квадрату со стороной $b = 8$ см с постоянной скоростью $v_2 = 1$ см/с. Определите, спустя какое время букашки снова встретятся в точке A . Каждая из букашек движется только по своему квадрату.

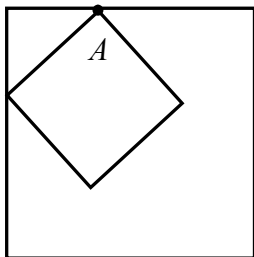


Рис. 7.1

7.2. «Градус Глюка». Учёный Глюк ввёл собственное определение одного градуса температуры ($^{\circ}G$), согласно которому, если на один такой градус возрастает температура полученной им жидкости, её объём увеличивается в 1,002 раза.

Используя данные таблицы, в которой представлена зависимость объёма жидкости от температуры в градусах Цельсия, определите, скольким градусам Цельсия ($^{\circ}C$) соответствует один градус Глюка ($^{\circ}G$).

Температура в градусах Цельсия, $^{\circ}C$	10	15	20	25
Объём, л	1,005	1,009	1,013	1,017

7.3. «Три вещества». В одну из трёх одинаковых стеклянных банок объёмом 1 л налили жидкость, вторую плотно заполнили пластилином, а в третью положили несколько кусков твёрдого вещества. После взвешивания оказалось, что масса содержимого первой банки (жидкости) равна 900 г, а второй и третьей банок – по 1,1 кг. Определите, плотность какого из трёх веществ – жидкости, пластилина или твёрдого вещества – наибольшая.

7.4. «Запечённое яблоко». Часто при запекании яблока в духовке при высокой температуре кожура на нём лопается. Чтобы этого избежать, опытные повара советуют проткнуть яблоко в нескольких местах тонкой палочкой перед тем, как поставить в духовку. Объясните, почему в этом случае кожура на яблоке не лопается.

7.5. Экспериментальная задача «Масса капли».

Оцените массу одной капли, которую можно выдавить из сопла полимерного шприца.

Оборудование: полимерный шприц объёмом 5 мл, пластиковый стаканчик объёмом 0,1 л с водой.

Примечание: плотность воды равна 1000 кг/м^3 .

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ VIII КЛАССА

8.1. «Два автомобиля». В тот момент, когда мимо первого автомобиля проезжал второй с постоянной скоростью 60 км/ч, первый начал движение в том же направлении так, что пройденный им путь менялся со временем согласно графику, изображённому на рис. 8.1. Определите, в какие моменты времени, изображённые на графике, средняя путевая скорость автомобилей становилась одинаковой.

Скорость второго автомобиля всё время оставалась постоянной и равной 60 км/ч.

8.2. «Годовщина». Известно, что Земля слегка сплюснута с полюсов и по форме похожа на эллипсоид; известно также, что объём эллипсоида вычисляется по формуле $V = 4\pi abc/3$, где a , b , c – длины трёх взаимно перпендикулярных отрезков, именуемых полуосями (рис. 8.2), $\pi = 3,14$. Очень точные измерения показали, что расстояние между северным и южным полюсами Земли с течением времени растёт (примерно на 20 мм в год). Объясните, увеличивается или уменьшается диаметр земного экватора с течением времени, если плотность и масса Земли остаются постоянными.

8.3. «Путешествие букашек». Три букашки одинаковой массы $m = 1$ г несут соломинку длиной $l = 10$ см. Расстояния от переднего конца соломинки до каждой из букашек равны $l_1 = 1$ см, $l_2 = 6$ см и $l_3 = 9$ см соответственно (рис. 8.3). По пути букашкам пришлось преодолевать пропасть шириной 3 см. Чтобы пронести над пропастью первую букашку, вторая сместилась к первой. Определите, на сколько сантиметров сместилась вторая букашка. При движении букашки крепко держатся за соломинку. Массой соломинки по сравнению с массой букашек можно пренебречь.

8.4. «Суповой набор». Объясните, почему суп с овощами в термосе остывает быстрее, чем бульон от того же супа при одинаковых начальных температурах и общих массах. Теплоёмкости варёных ингредиентов супа приведены в таблице. Известно, что в обоих случаях термос теряет в единицу времени одинаковое количество теплоты. Масса всех ингредиентов супа и добавленной в него воды одинакова.

Ингредиент	Первый	Второй	Третий	Четвертый	Вода
Теплоёмкость, кДж/(°С)	1,37	0,38	1,13	1,18	8,40

Примечание: теплоёмкостью называют произведение удельной теплоёмкости вещества на его массу.

8.5. Экспериментальная задача «Коэффициент жёсткости».

Определите коэффициент жёсткости пружины динамометра.

Оборудование: динамометр, груз правильной формы известной высоты.

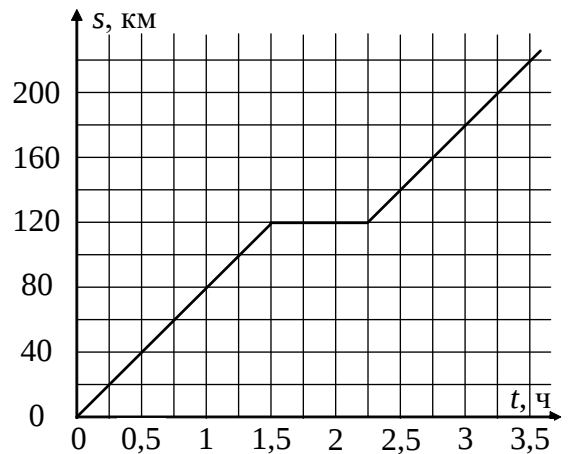


Рис. 8.1

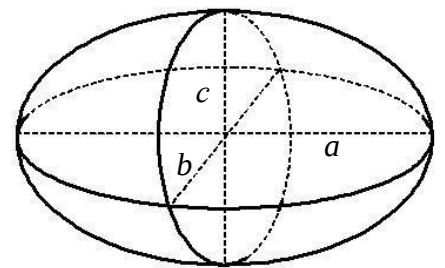


Рис. 8.2

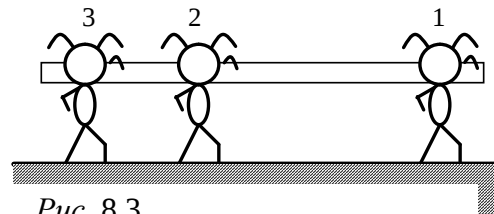


Рис. 8.3

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ IX КЛАССА

9.1. «Необычное торможение». Для изменения направления движения локомотива, движущегося со скоростью $v_0 = 9$ км/ч, машинист включил обратное вращение колёс, так что колёса начали скользить по рельсам. В результате этого локомотив начал двигаться с постоянным ускорением, равным по модулю $a = 0,5$ м/с². Определите, какой путь пройдёт локомотив за $t = 10$ с от момента начала такого вращения колёс.

Считать, что всё указанное время вращение колёс и их скольжение по рельсам не прекращались; при движении локомотива пройденный им путь возрастает независимо от направления движения.

9.2. «Тонущий кубик». Кубик с полостью внутри плавает на поверхности жидкости, погрузившись на $1/3$ своего объёма. После полного заполнения полости жидкостью кубик утонул, при этом уровень жидкости в сосуде не изменился. Определите объём полости и плотность вещества кубика, если плотность жидкости ρ , а объём кубика V_0 .

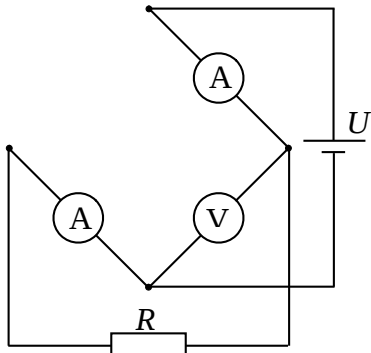


Рис. 9.1

9.3. «Разорванная электрическая цепь...». Определите показания приборов, изображённых на рис. 9.1. Напряжение источника тока постоянно и равно $U = 6$ В, сопротивление резистора $R = 2$ Ом.

Сопротивление амперметра и источника тока равно нулю, сопротивление вольтметра настолько велико, что ток через него практически не идёт.

9.4. «Предел измерения». Чтобы определить температуру воды ($m_g = 0,5$ кг, $c_g = 4200$ Дж/(кг · °C)), превышающую предел измерения термометра, школьник предварительно погрузил в сосуд с этой водой медный кубик ($m_m = 1,5$ кг, $c_m = 400$ Дж/(кг · °C)), а только затем термометр (у которого также есть масса m_t и теплоёмкость c_t , при этом $m_t c_t = 60$ Дж/°C). Определите начальную температуру воды t_0 , если начальные температуры термометра и кубика были равны $t_0 = 20^\circ\text{C}$, а конечная температура в сосуде оказалась равной $t = 46^\circ\text{C}$.

Теплоёмкостью сосуда пренебречь.

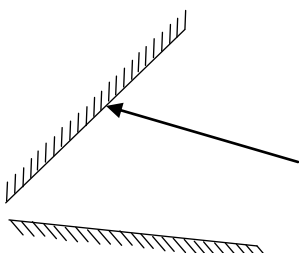


Рис. 9.2

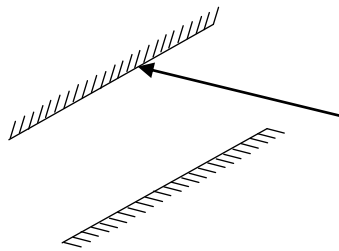


Рис. 9.3

9.5. «Смещение-отклонение». На рис. 9.2 и рис. 9.3 показаны системы зеркал и попавший в каждую из систем световой луч. Построив дальнейший ход луча, определите, в какой из них луч отклонится от первоначального направления распространения, а в какой только сместится, продолжая распространяться параллельно падающему лучу.

9.6. Экспериментальная задача «Отношение радиусов».

Определите, во сколько раз отличаются внутренние радиусы цилиндрических корпусов двух полимерных шприцов.

Оборудование: два полимерных шприца объёмом 5 мл и 20 мл без штоков.

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ X КЛАССА

10.1. «Шишки». Двое школьников в лесу кидают друг другу шишки, запуская их с поверхности земли с одинаковыми скоростями, но каждый под своим углом. Известно, что первый мальчик бросает шишки под углом $\alpha_1 = 30^\circ$, а второй – под углом $\alpha_2 = 60^\circ$; каждую следующую шишку ребята бросают только после того, как предыдущая запущенная ими шишка упала на землю. Определите, во сколько раз за время $\tau = 15$ мин первый мальчик сделает больше бросков шишек, чем второй.

10.2. «Разрыв». Шарик массой $m = 100$ г на невесомой нерастяжимой нити длиной $l = 0,8$ м запустили вниз с начальной скоростью $v_0 = 4$ м/с (рис. 10.1). Определите, на каком расстоянии h от точки подвеса следует закрепить гвоздь, чтобы при прохождении положения равновесия нить оборвалась.

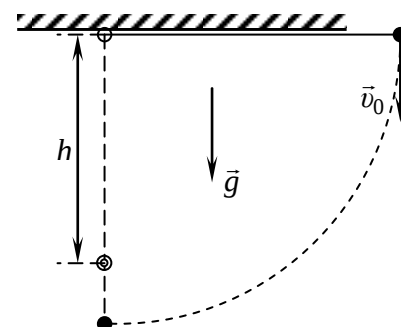


Рис. 10.1

10.3. «Теплоёмкость». В первом опыте в стакане охлаждалась вода массой m_1 , во втором – вода массой $m_2 < m_1$ вместе с полностью погруженным исследуемым телом, причём поверхность воды в обоих случаях находилась на одном и том же уровне. Графики зависимости температуры содержимого стакана от времени в обоих случаях оказались практически одинаковыми (рис. 10.2). Оцените, могло ли быть указанное тело стальным, если плотность стали равна $\rho = 7800$ кг/м³, а его удельная теплоёмкость может иметь значения от 480 до 560 Дж/(кг · °С).

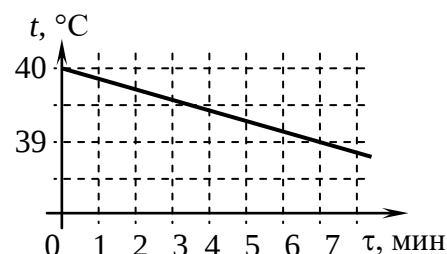


Рис. 10.2

Теплоёмкостью стакана и испарением воды в обоих опытах пренебречь, удельная теплоёмкость и плотность воды равны $c_e = 4200$ Дж/(кг · °С) и $\rho_e = 1000$ кг/м³ соответственно.

10.4. «Электрические измерения». Определите показания вольтметра и амперметра на схеме рис. 10.3. Известно, что сопротивления резисторов $R_1 = 1$ Ом, $R_2 = 2$ Ом, $R_3 = 3$ Ом, амперметра и источника тока $R_A = R_{ИГ} = 0$; сопротивление вольтметра очень велико. Напряжение на источнике тока равно $U = 6$ В.

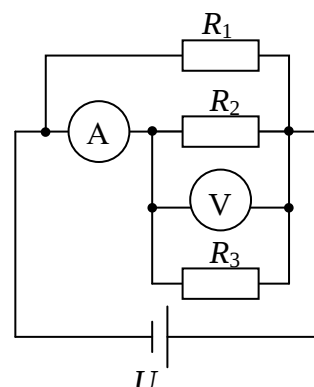


Рис. 10.3

10.5. «Перегрузка». Плот массой $m_n = 100$ кг плавает в воде, погружившись на четверть объёма, равного V_n . После того, как сверху на него поставили груз, плот оказался погружённым в воду на $3/4$ своего объёма. Чтобы плот не перевернулся, второй точно такой же груз прикрепили к плоту снизу (под водой), после этого плот оказался погружённым в воду полностью, при этом верхний груз едва касался воды. Определите плотность груза. Плотность воды равна $\rho = 1000$ кг/м³.

10.6. Экспериментальная задача «Масса динамометра».

Определите массу динамометра.

Оборудование: динамометр с заклеенной шкалой, груз известной массы, линейка.

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ XI КЛАССА

11.1. «Разворот». Автомобиль начинает движение из состояния покоя. При этом он совершает разворот так, что ближнее к центру разворота переднее колесо (номер 1) описывает окружность радиусом $R = 10$ м. Зависимость пройденного пути этого колеса от времени имеет вид $S(t) = t^2/2$ (S – в метрах, t – в секундах). Определите:

1) время t , через которое точка колеса 1, касающаяся земли в начале движения, после начала движения коснётся поверхности земли третий раз;

2) количество оборотов, которое за это время сделает второе переднее колесо.

Известно, что проскальзывания между колёсами и поверхностью земли нет, диаметр колёс равен $d = 60$ см, расстояние между центрами передних колёс составляет $L = 1,7$ м.

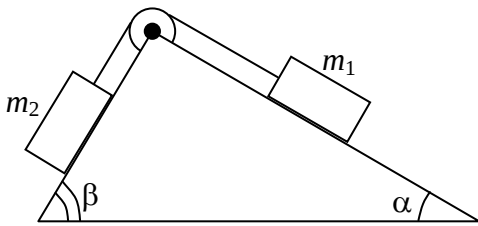


Рис. 11.1

11.2. «Скольжение». Определите ускорения тел в системе, показанной на рис. 11.1, если трения между телами и наклонной плоскостью нет.

При каком минимальном коэффициенте трения μ между телом с массой m_1 и наклонной плоскостью движение тел не начнётся, если трения между телом с массой m_2 и плоскостью по-прежнему не будет? Известно, что углы $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 60^\circ$, трения в блоке нет.

Для каждого случая (с трением и без него) рассмотрите две ситуации: 1) $m_1 = 2$ кг, $m_2 = 1$ кг, 2) $m_1 = 1$ кг, $m_2 = 2$ кг.

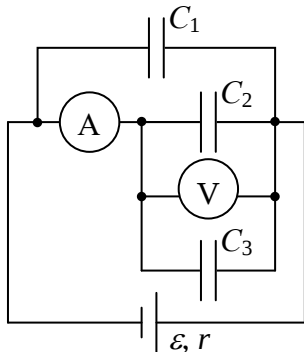


Рис. 11.2

11.3. «Смешанное соединение». Определите показания вольтметра, амперметра, а также заряды на всех конденсаторах на схеме рис. 11.2 спустя длительное время после замыкания цепи. Известно, что ёмкости конденсаторов равны $C_1 = C_2 = C_3 = 1$ пФ, сопротивления амперметра и источника тока $R_A = r = 10$ Ом, сопротивление вольтметра $R_V = 100$ Ом, ЭДС источника тока $\mathcal{E} = 120$ В.

11.4. «Осторожно: газ». Воздушно-газовая смесь, содержащая от 3,7 до 13,7 процентов пропана (C_3H_8) по массе считается взрывоопасной. В салоне автомобиля объёмом $V_1 = 2,4$ м³ произошла разгерметизация баллона, содержащего $V_2 = 500$ см³ сжиженного пропана, в результате чего пропан испарился и очень быстро распространился по всему салону. Может ли произойти взрыв воздушно-пропановой смеси?

Атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па, молярная масса воздуха $M = 29$ г/моль, плотность жидкого пропана $\rho = 0,493$ т/м³, температуру $t = 27^\circ\text{C}$ в салоне можно считать постоянной. Салон автомобиля считать герметичным, утечки газов из автомобиля во время распространения пропана не происходит.

11.5. «Работа». Два одинаковых точечных заряда массой $m = 30$ г и величиной $q = 10$ мкКл отталкиваются с силой $F = 1$ мН. Определите, какую работу совершили внешние по отношению к системе зарядов силы, если расстояние между зарядами было увеличено вдвое, один из зарядов приобрёл скорость $v = 1$ м/с, а второй остался в покое.

11.6. Экспериментальная задача «Плотность». Определить плотность водяных паров в помещении.

Оборудование: термометр, стаканчик с водой, кусок ваты, психрометрическая и гигрометрическая таблицы.

*Таблица 1. Давление и плотность насыщенного водяного пара
при разных температурах*

$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{кПа}$	$\rho, \text{г/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{кПа}$	$\rho, \text{г/м}^3$
-10	0,26	2,1	12	1,40	10,7
-9	0,28	2,3	13	1,49	11,4
-8	0,31	2,5	14	1,60	12,1
-7	0,34	2,8	15	1,71	12,8
-6	0,37	3,0	16	1,81	13,6
-5	0,40	3,2	17	1,93	14,5
-4	0,44	3,5	18	2,07	15,4
-3	0,48	3,8	19	2,20	16,3
-2	0,52	4,1	20	2,33	17,3
-1	0,56	4,5	21	2,48	18,3
0	0,61	4,8	22	2,64	19,4
1	0,65	5,2	23	2,82	20,6
2	0,71	5,6	24	2,99	21,8
3	0,76	6,0	25	3,17	23,0
4	0,81	6,4	26	3,37	24,4
5	0,88	6,8	27	3,57	25,8
6	0,93	7,3	28	3,78	27,2
7	1,00	7,8	29	3,93	28,7
8	1,06	8,3	30	4,24	30,3
9	1,14	8,8	50	12,3	83,0
10	1,23	9,4	80	47,34	293,0
11	1,33	10,0	100	101,33	598,0

Таблица 2. Психрометрическая таблица

Показания сухого термомет- ра, $^\circ\text{C}$	Разность показаний сухого и влажного термометров, $^\circ\text{C}$										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Относительная влажность, %										
0	100	81	63	45	28	11	-	-	-	-	-
2	100	84	68	51	35	20	-	-	-	-	-
4	100	85	70	56	42	28	14	-	-	-	-
6	100	86	73	60	47	35	23	10	-	-	-
8	100	87	75	63	51	40	28	18	7	-	-
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5	-
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	-
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22	15
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

РЕШЕНИЯ И РАЗБАЛЛОВКА ПО ЗАДАЧАМ ДЛЯ VII КЛАССА

7.1. «Букашки в квадрате». Первая букашка пробегает квадратную рамку со стороной a за время $t_1 = 4a/v_1$ (1), численно $t_1 = 36$ с. Вторая букашка пробегает квадратную рамку со стороной b за время $t_2 = 4b/v_2$ (2), численно $t_2 = 32$ с. Таким образом, после первого «круга» вторая букашка оказывается в точке A на $t_1 - t_2 = 4$ с раньше первой. Букашки снова встретятся в точке A , когда вторая пробежит $n = t_1/(t_2 - t_1)$ (3) «кругов» по своей рамке, численно $n = 9$. Это произойдёт спустя время $t = nt_2$ (4), численно $t = 288$ с.

Критерии оценивания

Формула (1) или результат.....	2
Формула (2) или результат.....	2
Формула (3) или результат.....	3
Формула (4) или ответ	3

7.2. «Градус Глюка». При изменении температуры жидкости на 5°C её объём увеличивается на 0,004 л, т.е. в 1,00398 раза (1), а это в 1,99 раза больше, чем изменение объёма жидкости при увеличении её температуры на один градус Глюка (2). Следовательно, 1°G приблизительно равен $2,5^\circ\text{C}$.

Критерии оценивания

Рассуждение (1).....	4
Рассуждение (2).....	4
Ответ.....	2

7.3. «Три вещества». Определим плотность содержимого всех банок: первой – $\rho_1 = \frac{m_1}{V} = \frac{900\text{г}}{1000\text{см}^3} = 0,9 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ (1), второй и третьей – $\rho_2 = \rho_3 = \frac{m_2}{V} = \frac{1100\text{г}}{1000\text{см}^3} = 1,1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ (2). При расчётах учтено, что $1 \text{ л} = 1000 \text{ см}^3$ (3). Учитывая, что куски твёрдого вещества не могли заполнить банку так же плотно, как пластилин, делаем вывод, что плотность твёрдого вещества наибольшая (4).

Критерии оценивания

Результат (1)	3
Результат (2)	3
Результат (3)	2
Вывод (4).....	2

7.4. «Запечённое яблоко». В яблоке содержится очень много воды (1), которая при запекании яблока в духовке нагревается и превращается в пар (2), который, расширяясь, разрывает кожуру (3).

Критерии оценивания

Утверждение (1)	3
Утверждение (2)	4
Утверждение (3)	3

7.5. Экспериментальная задача «Масса капли». В полимерный шприц набирается $V = 1 \text{ мл} = 1 \text{ см}^3$ воды из пластикового стаканчика и считается количество капель n , выдавливаемых из сопла (1). Объём одной капли вычисляется по формуле $V_0 = V/n$ (1). Масса одной капли находится по формуле $m_0 = \rho V_0$ (2).

Эксперимент выполняется многократно с различными начальными объёмами воды внутри шприца.

Критерии оценивания

Описание метода измерения	4
Формулы (1), (2) или соответствующие рассуждения	3
Численный результат.....	2
Выполнение опыта не менее трёх раз	1

РЕШЕНИЯ И РАЗБАЛЛОВКА ПО ЗАДАЧАМ ДЛЯ VIII КЛАССА

8.1. «Два автомобиля». Представим графическое решение задачи. На графике зависимости пройденного первым автомобилем пути от времени пунктирной линией построим график зависимости пройденного пути от времени для второго автомобиля (рис. 8.4).

Точки пересечения двух графиков соответствуют тем моментам времени, когда средняя путевая скорость (отношение длины пути, пройденного автомобилем, ко времени, за которое этот путь был пройден) автомобилей становилась одинаковой: первый раз в момент времени $t_1 = 2$ ч (1), второй раз в момент времени $t_2 = 3$ ч (2).

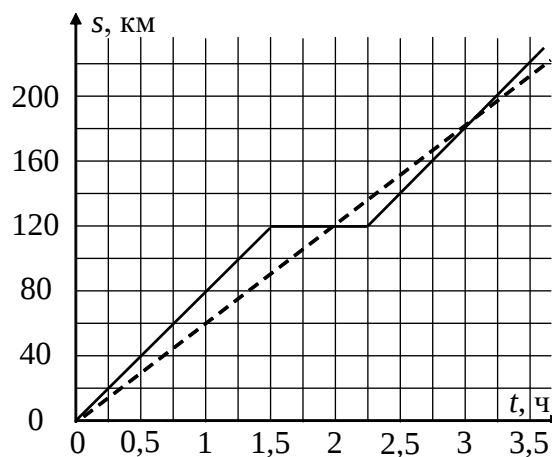


Рис. 8.4

Критерии оценивания

График.....	6
Ответы (1) и (2)	4

8.2. «Годовщина». Поскольку масса и плотность Земли с течением времени остаются постоянными, то, с учётом формулы $V = \frac{m}{\rho}$ (1), не меняется и её объём (2).

Для оценки изменения диаметра можно рассуждать, например, так. Обозначим расстояние между полюсами величиной L , а диаметр экватора D . Тогда в начале года объём Земли равен $V_0 = \frac{4\pi}{3} \cdot \frac{L}{2} \cdot \frac{D}{2} \cdot \frac{D}{2}$, а в конце $V_1 = \frac{4\pi}{3} \cdot \frac{(L+l)}{2} \cdot \frac{D_1}{2} \cdot \frac{D_1}{2}$, где $l = 20$ мм.

С учётом того, что $V_0 = V_1$, получаем, что $D_1^2 = D^2 \frac{L}{L+l}$. Поскольку $(L+l) > L$, $D_1 < D$, то есть диаметр уменьшается (3).

Критерии оценивания

Формула (1)	2
Вывод (2).....	2
Обоснованный вывод (3).....	6

8.3. «Путешествие букашек». Представим соломинку в виде рычага с грузами. Вторая букашка в данном случае будет точкой опоры, потому что именно относительно неё будет поворачиваться соломинка, когда первую букашку будут проносить над пропастью. Запишем правило моментов для данного случая: $mgl_1 = mgl_2$ (1), где l_1 и l_2 — расстояния от крайних букашек до средней (плечи сил). Из уравнения (1) следует, что расстояние от каждой из крайних букашек до средней должно быть одинаковым и равным $(l - 2l_1)/2 = 4$ см (2). Следовательно, вторая букашка должна сместиться на 1 см.

Критерии оценивания

Формула (1) или соответствующие рассуждения.....	4
Формула (2) или результат.....	3
Ответ.....	3

8.4. «Суповой набор». Несмотря на то, что ингредиенты помещены в термос, теплообмен с внешней средой всё равно происходит (1). Количество теплоты, выделяемое при охлаждении содержимого термоса, вычисляется по формуле $Q = cm\Delta t = C\Delta t$ (2). Из таблицы видно, что теплоёмкости всех ингредиентов меньше теплоёмкости воды, следовательно, при одинаковой массе содержимого, одинаковых начальных температурах (по условию) и одинаковом количестве выделившейся теплоты изменение температуры $|\Delta t|$ в термосе с овощами будет больше, чем в термосе с бульоном (с теплоёмкостью $5C_{\text{воды}}$), т. е. суп с овощами остынет быстрее (3).

Критерии оценивания

Рассуждение (1).....	3
Формула (2)	3
Рассуждение (3).....	4

8.5. Экспериментальная задача «Коэффициент жёсткости». Подвесим груз на крючок пружины динамометра и запишем для него условие равновесия: $k\Delta l = P$ (1), где k – коэффициент жёсткости пружины, Δl – её удлинение, P – вес груза (определяется по шкале динамометра).

Чтобы определить коэффициент жёсткости пружины динамометра по формуле (1), необходимо предварительно вычислить удлинение пружины Δl . Для этого совместим один из концов груза известной высоты с нулевым делением шкалы динамометра и методом рядов (перекладывая груз вдоль шкалы динамометра до тех пор, пока второй конец груза не совпадёт с целым делением на шкале) определим цену деления прибора, но уже в метрах (3). Зная цену деления шкалы динамометра в метрах, вычислим удлинение пружины Δl . Из формулы (1) коэффициент жёсткости пружины $k = P/\Delta l$.

Критерии оценивания

Описание метода измерения	2
Формула (1)	2
Нахождение веса груза	1
Описание метода нахождения удлинения пружины	2
Нахождение удлинения пружины	1
Ответ.....	2

РЕШЕНИЯ И РАЗБАЛЛОВКА ПО ЗАДАЧАМ ДЛЯ IX КЛАССА

9.1. «Необычное торможение». Определим время t_1 , за которое локомотив останавливается: $t_1 = \frac{v_0}{a} = \frac{2,5 \text{ м/с}}{0,5 \text{ м/с}^2} = 5 \text{ с}$ (1). Так как полученное время меньше заданного t , то

локомотив успеет остановиться и начнёт двигаться обратно. В данной задаче время торможения и время движения в обратном направлении с тем же ускорением одинаковы, поэтому равны соответствующие пути. Длина пути в одном направлении равна

$$S_1 = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{6,25 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2 \cdot 0,5 \text{ м/с}^2} = 6,25 \text{ м} \quad (2), \text{ а полный пройденный путь } S = 2S_1 = 12,5 \text{ м} \quad (3).$$

Критерии оценивания

Результат (1)	4
Значение (2)	4
Результат (3)	2

9.2. «Тонущий кубик». Так как объём кубика V_0 , то вначале он был погружён в жидкость на $1/3 V_0$. Поскольку после полного погружения кубика в жидкость её уровень в сосуде не изменился, делаем вывод, что объём полости равен $2/3 V_0$ (1).

Условие плавания кубика до заполнения его жидкостью: $\rho_k g V_0/3 = \rho g V_0/3$ (2). Отсюда плотность вещества кубика $\rho_k = \rho$ (3).

Критерии оценивания

Результат (1)	4
Условие (2)	4
Результат (3)	2

9.3. «Разорванная электрическая цепь...». Преобразуем цепь к виду, как на рис. 9.4.

Амперметры и резистор соединены последовательно. Следовательно, показания амперметров будут одинаковыми и равными $I_{A1} = I_{A2} = I_A = U/R$, численно $I_A = 6 \text{ В}/2 \text{ Ом} = 3 \text{ А}$ (1).

Вольтметр подключён параллельно участку, состоящему из резистора и амперметра. Сопротивление амперметра равно нулю, следовательно, вольтметр покажет падение напряжения на резисторе, то есть $U_V = I_R R = I_A R$, численно $U_V = 3 \text{ А} \cdot 2 \text{ Ом} = 6 \text{ В}$ (2).

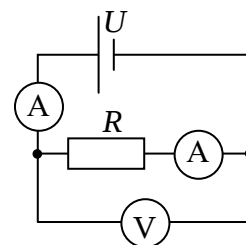


Рис. 9.4

Критерии оценивания

Результат (1)	6
Результат (2)	4

9.4. «Предел измерения». Конечная температура в сосуде не зависит от того, последовательно в него погружают медный кубик и термометр или одновременно (1). Следовательно, можно записать только одно общее уравнение теплового баланса: $c_s m_s (t_s - t) = c_m m_m (t - t_0) + c_m m_m (t - t_0)$ (2). Решая уравнение (2), получаем, что начальная температура воды в сосуде была равна $t_s \approx 54,2^\circ \text{C}$.

Критерии оценивания

Утверждение (1)	2
Формула (2)	4
Ответ	4

9.5. «Смещение-отклонение». Приведём возможный вариант построения хода луча после отражения. Выберем на луче точку S_1 и отметим её изображение S_1^* в зеркале. Далее, соединяя точку S_1^* и точку, в которой луч попал на зеркало, получим ход отражённого луча. Построение хода луча после отражения от второго зеркала выполняется аналогично. Построения показывают, что система зеркал, изображённая на рис. 9.2, отклоняет падающий луч света, а система на рис. 9.3 – смещает луч света (см. рис. 9.5 и 9.6).

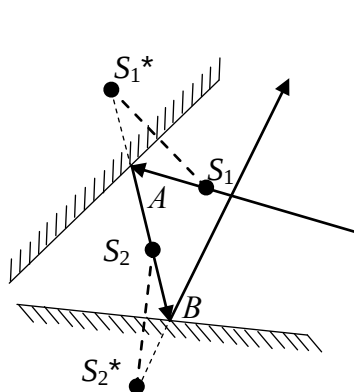


Рис. 9.5

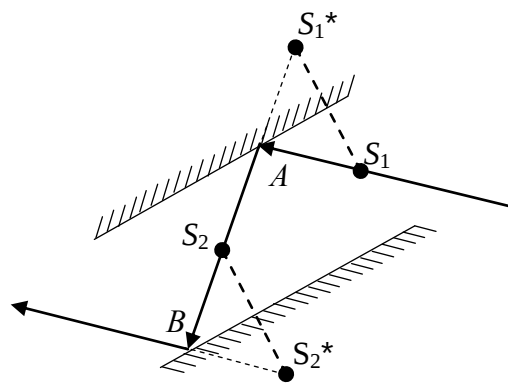


Рис. 9.6

Построения показывают, что система зеркал, изображённая на рис. 9.2, отклоняет падающий луч света, а система на рис. 9.3 – смещает луч света (см. рис. 9.5 и 9.6).

Критерии оценивания

Построение хода луча в после отражения от первого зеркала первой системы.....	2
Построение хода луча в после отражения от второго зеркала первой системы.....	2
Построение хода луча в после отражения от первого зеркала второй системы.....	2
Построение хода луча в после отражения от второго зеркала второй системы.....	2
Ответ.....	2

9.6. Экспериментальная задача «Отношение радиусов». Совмещаются нулевые деления на шкалах двух шприцов и находятся два таких деления на шкалах шприцов, которые максимально совпадают друг с другом. Тогда внутренние части корпусов шприцов могут быть рассмотрены как два прямых цилиндра одинаковой высоты, но разного объёма и с разной площадью поперечного сечения. Приравниваются высоты получившихся цилиндров $V_1/\pi R_1^2 = V_2/\pi R_2^2$ (1) и выражается отношение радиусов шприцов $R_1/R_2 = \sqrt{V_1/V_2}$ (2).

Критерии оценивания

Описание метода измерения	4
Формула (1)	2
Ответ (2).....	4

РЕШЕНИЯ И РАЗБАЛЛОВКА ПО ЗАДАЧАМ ДЛЯ X КЛАССА

10.1. «Шушики». Тело, запущенное с поверхности земли под углом α , находится в полёте время $t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$ (1). С учётом этого за время τ первый и второй мальчики

сделают $n_1 = \frac{\tau g}{2v_0 \sin \alpha_1}$ и $n_2 = \frac{\tau g}{2v_0 \sin \alpha_2}$ бросков соответственно (2). Отсюда

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha_1} = \frac{0,87}{0,5} \cong 1,7 \quad (3).$$

Критерии оценивания

Результат (1)	4
Выражения (2)	3
Результат (3)	3

10.2. «Разрыв». Из закона сохранения механической энергии $mgl + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$ (1)

скорость шарика в нижней точке $v = \sqrt{2gl + v_0^2}$ (2). По второму закону Ньютона при

прохождении шариком положения равновесия $m \frac{v^2}{l-h} = T - mg$ (3). Отсюда с учё-

том (2) $h = l - \frac{m(2gl + v_0^2)}{T - mg} = 0,4 \text{ м}$ (4). Ответ: $h > 0,4 \text{ м}$.

Критерии оценивания

Закон (1)	2
Результат (2)	2
Закон (3)	3
Результат (4)	3

10.3. «Теплоёмкость». За $\tau = 7$ мин вода отдала количество теплоты $Q = c_m m_1 \Delta t$ (1), за это же время вода с погружённым в неё телом массы m отдали такое же количество теплоты $Q = (c_m m_2 + cm) \Delta t$ (2). Приравняв выражения (1) и (2),

получим $c_m m_1 \Delta t = (c_m m_2 + cm) \Delta t$ (3), откуда $c = \frac{c_m (m_1 - m_2)}{m} = \frac{c_m (m_1 - m_2)}{(m_1 - m_2) \rho / \rho_m} = \frac{c_m \rho_m}{\rho}$

(4). Расчёты показывают, что $c = 538 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{С)}$, то есть исследуемое тело могло быть стальным (5).

Критерии оценивания

Формула (1)	2
Формула (2)	2
Запись (3)	2
Результат (4)	2
Вывод (5)	2

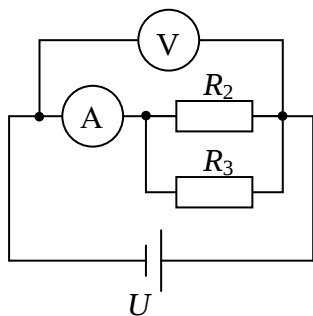


Рис. 10.4

10.4. «Электрические измерения». Можно заметить, что резистор R_1 не влияет на показания приборов и для расчётов схеме можно перестроить как на рис. 10.4. Вольтметр подключён параллельно источнику тока и его показания равны напряжению на источнике тока $U_V = 6 \text{ В}$ (1). Сила тока, протекающего через амперметр, равна отношению общего напряжения к общему сопротивлению 2-го и 3-го резисторов

$$R_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = 1,2 \text{ Ом (2)}, \text{ то есть } I_A = \frac{U}{R_{23}} = 5 \text{ А (3)}.$$

Критерии оценивания

Результат (1)	4
Рассуждения (2) или иные верные о показаниях амперметра	3
Результат (3)	3

10.5. «Перегрузка». Условие плавания груза в первом случае: $m_n g = \rho g V_n / 4$ (1). Во втором случае $m_n g + m_z g = 3 \rho g V_n / 4$ (2), а в третьем $m_n g + 2 m_z g = \rho g V_n + \rho g V_z$ (3), где m_z – масса груза, V_z – его объём. Решая совместно уравнения (1), (2) и (3), получаем, что объём груза равен $V_z = V_n / 4$, а с учётом формул (1) и (2) плотность груза равна $\rho_z = 2\rho = 2000 \text{ кг/м}^3$.

Критерии оценивания

Формула (1)	3
Формула (2)	3
Формула (3)	3
Ответ	1

10.6. Экспериментальная задача «Масса динамометра». Условие равновесия для груза, висящего на крючке пружины динамометра: $k \Delta l = mg$ (1), где k – коэффициент жёсткости пружины, Δl – её удлинение (определяется при помощи линейки), mg – вес груза известной массы m .

Вычислив по формуле (1) коэффициент жёсткости пружины динамометра, определим его массу. Для этого перевернём динамометр и, удерживая одной рукой за крючок, вновь определим удлинение пружины Δl_d . Условие равновесия в данном случае может быть записано следующим образом: $k \Delta l_d = m_d g$ (2), откуда масса динамометра $m_d = k \Delta l_d / g$.

Критерии оценивания

Описание метода измерения	4
Формула (1)	2
Формула (2)	2
Ответ	2

РЕШЕНИЯ И РАЗБАЛЛОВКА ПО ЗАДАЧАМ ДЛЯ XI КЛАССА

11.1. «Разворот». За $n = 3$ оборота колеса, движущегося по внутренней окружности, точка на его ободе пройдёт вокруг центра колеса путь $S_1 = 3 \cdot \pi d$ (1). Такой же путь пройдёт относительно земли центр этого колеса (2). Искомое время равно $t = \sqrt{2S_1} = \sqrt{6\pi d} = 3,36$ (с) (3).

Второе переднее колесо автомобиля за это же время проходит путь $S_2 = \frac{S_1(R+L)}{R}$ (4), это выражение может быть получено из тех соображений, что угловые перемещения центров передних колёс относительно центра разворота одинаковы. Такой же путь вокруг оси колеса преодолевают точки обода второго колеса (5).

Количество оборотов второго колеса равно $n_2 = \frac{S_2}{\pi d} = \frac{3(R+L)}{R} = 3,51$ (6).

Критерии оценивания

Формула (1)	2
Вывод (2).....	2
Результат (3)	2
Формула (4)	2
Вывод (5).....	1
Результат (6)	1

11.2. «Скольжение». Проекция сил тяжести, приложенных к телам, на направления наклонных плоскостей равны $m_1 g \sin \alpha$ и $m_2 g \sin \beta$. Отсюда следует, что когда $m_1 > \sqrt{3} m_2 \approx 1,73 m_2$, движение тел может происходить только вправо, а когда $m_1 < \sqrt{3} m_2$ – влево (1).

1) Здесь $m_1 > \sqrt{3} m_2$. Если тела движутся, то согласно второму закону Ньютона: для первого тела $m_1 a_1 = m_1 g \sin \alpha - T_1 - \mu m_1 g \cos \alpha$ (2), где T_1 – сила натяжения нити, $\mu m_1 g \cos \alpha = \mu N_1$ (3) – сила трения, N_1 – сила реакции опоры; для второго тела $m_2 a_1 = T_1 - m_2 g \sin \beta$ (4). Из (2) и (4) ускорения тел равны $a_1 = g \frac{m_1 \sin \alpha - m_2 \sin \beta - \mu m_1 g \cos \alpha}{m_1 + m_2}$. При $\mu = 0$ $a_1 = 10 \frac{2 \cdot 0,5 - 1 \cdot 0,866}{2+1} = 0,45$ (м/с²) (5).

Тела не начнут двигаться ($a_1 = 0$) при

$$\mu_1 \geq \frac{m_1 \sin \alpha - m_2 \sin \beta}{m_1 \cos \alpha} = \frac{2 \cdot 0,5 - 1 \cdot 0,866}{2 \cdot 0,866} = 0,077 (6).$$

2) Здесь $m_1 < \sqrt{3} m_2$. В этом случае $m_1 a_2 = -m_1 g \sin \alpha + T_2 - \mu m_1 g \cos \alpha$ (7), где T_2 – новая сила натяжения нити, $m_2 a_2 = -T_2 + m_2 g \sin \beta$ (8). Тогда ускорения тел равны

$$a_2 = g \frac{m_2 \sin \beta - m_1 \sin \alpha - \mu m_1 g \cos \alpha}{m_1 + m_2}. \text{ При } \mu = 0 \quad a_2 = 10 \frac{2 \cdot 0,866 - 1 \cdot 0,5}{2+1} = 4,1 \text{ (м/с}^2\text{)} (9).$$

Тела не начнут двигаться при $\mu_2 \geq \frac{m_2 \sin \beta - m_1 \sin \alpha}{m_1 \cos \alpha} = \frac{2 \cdot 0,866 - 1 \cdot 0,5}{1 \cdot 0,866} = 1,42$ (10).

Критерии оценивания

Вывод (1).....	1
Формула (2)	1
Формула (3)	1
Формула (4)	1
Результат (5)	1

Результат (6)	1
Формула (7)	1
Формула (8)	1
Результат (9)	1
Результат (10)	1

11.3. «Смешанное соединение». Когда конденсаторы полностью зарядятся, ток будет течь только через источник тока, амперметр и вольтметр. Амперметр будет показывать силу тока $I = \frac{\varepsilon}{r + R_A + R_V} = \frac{120}{10 + 10 + 100} = 1 \text{ (А)}$ (1). Напряжение на вольтметре $U = IR_V = 1 \cdot 100 = 100 \text{ (В)}$ (2). Такие же напряжения будут на конденсаторах с ёмкостями C_2 и C_3 , поэтому заряды на этих конденсаторах равны $q_2 = q_3 = C_2 U = 10^{-12} \cdot 10^2 = 10^{-10} \text{ (Кл)} = 0,10 \text{ (нКл)}$ (3). Напряжение на конденсаторе с ёмкостью C_1 равно сумме напряжений на амперметре и вольтметре, поэтому заряд этого конденсатора составляет $q_1 = I(R_V + R_A)C_1 = 1 \cdot (100 + 10) \cdot 10^{-12} = 0,11 \text{ (нКл)}$ (4).

Критерии оценивания

Результат (1)	2
Результат (2)	2
Значения (3)	4
Значение (4)	2

11.4. «Осторожно: газ». Из уравнения Менделеева-Клапейрона находим массу воздуха: $m_g = \frac{MV_1 p_0}{RT}$ (1). Масса пропана $m_n = \rho V_2$ (2). Массовая доля пропана $\omega = \frac{m_n}{m_g + m_n} = \frac{\rho V_2 RT}{MV_1 p_0 + \rho V_2 RT}$ (3).

$$\text{Численно } \omega = \frac{493 \cdot 500 \cdot 10^{-6} \cdot 8,31 \cdot 300}{0,029 \cdot 2,4 \cdot 10^5 + 493 \cdot 500 \cdot 10^{-6} \cdot 8,31 \cdot 300} = 0,081 = 8,1\% \text{ (4), что по-}$$

дает в указанный интервал и указывает на то, что смесь взрывоопасна (5).

Критерии оценивания

Результат (1)	2
Результат (2)	2
Результат (3)	2
Результат (4)	2
Вывод (5)	2

11.5. «Работа». По закону сохранения энергии $E_1 + A = E_2$ (1), где $E_1 = k \frac{q^2}{R}$ (2) – начальная энергия системы зарядов, равная потенциальной энергии электрического взаимодействия, R – начальное расстояние между зарядами, A – работа внешних сил, $E_2 = k \frac{q^2}{2R} + \frac{mv^2}{2}$ – конечная энергия системы зарядов, $\frac{mv^2}{2}$ (3) – кинетическая энергия первого заряда. С учётом того, что $F = k \frac{q^2}{R^2}$ (4), из формул (1) – (3) получаем

$$A = \frac{mv^2}{2} - \frac{q\sqrt{kF}}{2}, \text{ а численно } A = \frac{30 \cdot 10^{-3} \cdot 1}{2} - \frac{10^{-5} \sqrt{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-3}}}{2} = 0 \text{ (Дж)} \text{ (5), то есть работа внешних сил равна нулю.}$$

Критерии оценивания

Закон (1)	2
Формула (2)	2
Формула (3)	1
Формула (4)	1
Результат (5)	4

11.6. *Экспериментальная задача «Плотность»*. Сначала следует определить температуру воздуха в помещении t_1 . Затем, обмотав колбочку термометра кусочком ваты, смоченным в воде, определить температуру влажного термометра t_2 . С использованием психрометрической таблицы 2 определяем относительную влажность воздуха φ .

Поскольку $\varphi = \rho / \rho_0$ (1), где ρ – плотность насыщенных паров в исследуемом пространстве, а ρ_0 – плотность насыщенных паров при данной температуре, то искомая плотность $\rho = \varphi \cdot \rho_0$ (2).

Критерии оценивания

Описание метода	2
Формула (1)	2
Формула (2)	2
Результат	4

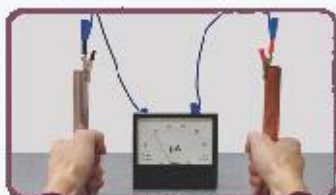


Что такое ШУНТ?



Задача прошедшего турнира

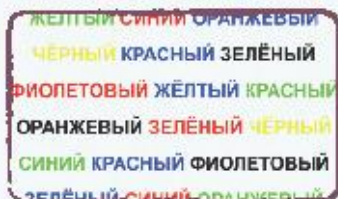
Ручная батарейка



Померяться силой с помощью амперметра

Задача предстоящего турнира

Цветовая карусель



Когда надпись переливается всеми цветами радуги

Контакты

ШУНТ – это Школьный учебно-научный турнир по физике, традиционно проводимый Центром дополнительного образования одарённых школьников г. Кирова. Ближайший турнир состоится с 28 февраля по 5 марта 2018 г.

Турнир включает физические бои, личную олимпиаду, научно-популярные лекции и игры. К участию в турнире приглашаются команды учащихся 7-9 классов образовательных учреждений России.

Кировский турнир – это и соревнование, и совместная работа единомышленников по изучению интересных физических явлений, обмену идеями, обсуждению своих открытий.

Если взять в руки концы двух различных металлических проводников, соединённых с другой стороны между собой, то в цепи возникнет электрический ток.

Для исследования описанного явления используйте две металлические пластины, соединённые с микроамперметром. Положив ладони на пластины, наблюдайте изменение показаний прибора.

- Объясните явление возникновения электрического тока в цепи.
- Исследуйте зависимость величины тока от силы нажатия на пластины, материала пластин, площади соприкосновения ладоней с пластинами, влажности рук.
- Экспериментально проверьте, способна ли группа людей с использованием данного оборудования поддерживать свечение лампы накаливания от карманного фонаря (2,5 В; 0,15 А)?

Оказывается, цвет надписи зависит не только от цвета фломастера, а еще и от той поверхности, на которой им пишут.

- Пронаблюдайте явление и продемонстрируйте поверхности, на которых цвет надписи от фломастера «изменяется».
- Объясните наблюдаемый эффект.
- Предложите способы решения данной проблемы.

Примечание. Для проведения экспериментов рекомендуется использовать фломастеры трёх цветов: **СИНИЙ**, **ЗЕЛЁНЫЙ**, **КРАСНЫЙ**.

Официальный сайт
cdoosh.ru

Группа ВКонтакте
vk.com/kirovshunt

PHYS CDOOSH.RU