



корпорация

российский  
учебник

## Результаты ЕГЭ по физике 2018 года и перспективы 2019 года

В.А. Опаловский, кандидат технических наук,  
учитель высшей квалификационной категории,  
методист по физике корпорации «Российский



# О чём пойдёт речь?

Статистика ЕГЭ

Задания, вызвавшие трудности

Методические возможности УМК для подготовки к ЕГЭ

2015	2016	2017	2018
Процент выпускников, сдававших физику			
24	26	24	23
Средний балл			
51	50	53	53
Не преодолели минимальный барьер			
6,5 %	6,1 %	3,8 %	5,9 %
Показали хороший результат > 60 баллов			
17,2 %	15,3 %	21,4 %	24,2 %
Показали очень хороший результат > 80 баллов			
4,5 %	4,3 %	4,9 %	5,6 %
Количество выпускников, набравших 100 баллов			
224	143	278	269

# Регионы с наибольшим количеством участников ЕГЭ по физике 2018

<b>Всего по России</b>	<b>150 650</b>
Москва	10 668
Московская область	6 546
Санкт-Петербург	5 652
Республика Башкортостан	5 271
Краснодарский край	5 060

## Процент выполнения ЕГЭ по темам

Раздел	2015	2016	2017	2018
Механика	52	52	60	61
МКТ и термодинамика	55	46	53	53
Электродинамика	45	42	49	50
Квантовая физика и элементы	56	58	48	60

# Процент выполнения ЕГЭ по видам деятельности

Вид деятельности	2016	2017	2018
Применение законов и формул в типовых ситуациях	60	67	69
Анализ и объяснение явлений и процессов	59	63	61
Методологические умения	61	75	65
Решение задач	17	19	20

## Задания, которые получаются хорошо – 2018

№	Тема	%
1	Графики движения	82
2	Силы в механике	85
3	Закон сохранения	79
5	Механика ( <i>объяснение явлений</i> )	66
6	Механика ( <i>изменение физических величин</i> )	68
8	МКТ	68
9	Работа в термодинамике, КПД	67
11	МКТ, термодинамика ( <i>объяснение явлений</i> )	71
19	Планетарная модель атома. Нуклонная модель ядра.	84
20	Фотоны, линейчатые спектры, закон радиоактивного распада	74
23	Механика – квантовая физика ( <i>методы научного познания</i> )	68
24	Элементы астрофизики	71

# Задания, которые не получаются хорошо

№	Тема	%
4	Условия равновесия твёрдого тела, закон Паскаля	54
10	Относительная влажность, количество теплоты	52
17	Электродинамика ( <i>изменение физических величин</i> )	52
18	Электродинамика ( <i>установление соответствий</i> )	47
25	Расчётная задача ( <i>механика, молекулярная физика</i> )	38
26	Расчётная задача ( <i>молекулярная физика, электродинамика</i> )	30
27	Расчётная задача ( <i>электродинамика, квантовая физика</i> )	26
28	Качественная задача	8
29	Механика	18
30	Молекулярная физика	19
31	Электродинамика	11

# Хорошо усвоенные умения 2018

№	Умение
1	Интерпретировать графики
2	Вычислять значение физических величин по формулам в типовых ситуациях
3	Определять направление векторных физических величин
4	Определять состав атома и атомного ядра
5	Определять массовое и зарядовое числа ядер в ядерных реакциях
6	Анализировать изменение физических величин в процессах
7	Записывать показания физических приборов
8	Выбирать недостающее оборудование для проведения косвенных измерений
9	Выбирать установку для проведения исследования

# Плохо усвоенные умения 2018

№	Умение
1	Определять давление твердых тел, силу давления столба жидкости
2	Определять удельную теплоту парообразования и удельную теплоту плавления вещества с использованием графика зависимости $t$ от $Q$
3	Определять период колебаний колебательного контура с использованием формулы для изменения напряжения на обкладках конденсатора, энергию магнитного поля катушки с током
4	Определять направление суммарного вектора магнитной индукции для двух прямых проводников с током
5	Записывать показания манометра, двухпредельного амперметра
6	Применять первый закон термодинамики для циклического процесса с использованием $pV$ - и $pT$ -диаграмм
7	Проводить комплексный анализ физических процессов: изменение геометрических размеров заряженного конденсатора, явление электромагнитной индукции, излучение света атомом
8	Решать качественные задачи повышенного уровня сложности
9	Решать расчётные задачи повышенного и высокого уровней сложности

# Анализ заданий ЕГЭ – 2018



Применение законов и  
формул в стандартных  
учебных ситуациях

# Усвоение формул

## Формулы, усвоенные хорошо (на уровне 75%)

второй закон Ньютона; закон сохранения механической энергии; сила упругости; потенциальная энергии тела в поле тяжести Земли; скорость звука;

зависимость средней кинетической энергии теплового движения молекул от температуры; основное уравнения МКТ; уравнение состояния идеального газа; первый закон термодинамики; КПД тепловой машины; влажность воздуха;

сила тока; закон отражения света; энергия и импульс фотона; закона радиоактивного распада.

# Усвоение формул

## Минимальный уровень усвоения

### Давление твёрдого тела ( 47

% Кирпич массой 4 кг лежит на горизонтальной кладке стены, покрытой раствором, оказывая на неё давление 1250 Па. Какова площадь грани, на которой лежит кирпич?

Ответ: \_\_\_\_\_ см<sup>2</sup>.

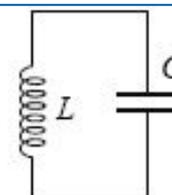
### Сила давления столба жидкости ( 43

%) Энергия магнитного поля катушки с током ( 37

%) Период колебания ( 37 %

) В идеальном колебательном контуре (см. рисунок) напряжение между обкладками конденсатора меняется по закону  $U_C = U_0 \cos \omega t$ , где  $U_0 = 5$  В,  $\omega = 1000\pi$  с<sup>-1</sup>. Определите период колебаний напряжения на конденсаторе.

Ответ: \_\_\_\_\_ с.



### Закон Кулона ( 36 %

) Одинаковые отрицательные точечные заряды, модуль которых  $|q| = 2 \cdot 10^{-8}$  Кл, расположены в вакууме на расстоянии 3 м друг от друга. Определите модуль сил взаимодействия этих зарядов друг с другом.

Ответ: \_\_\_\_\_ мкН.

# Усвоение формул (задания на соответствие)

## Формулы, усвоенные хорошо

Формула	Процент усвоения
Закон Ома для участка цепи	86
Работа и мощность тока	86
Уравнение Менделеева – Клапейрона	81
Изменение внутренней энергии	81

# Усвоение формул (задания на соответствие) Минимальный уровень усвоения

Закон сохранения импульса ( 50 % )

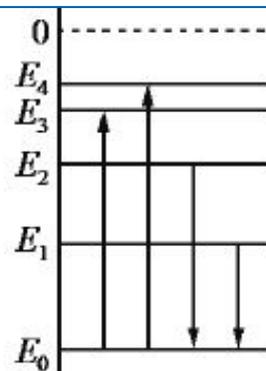
Последовательное и параллельное соединение проводников ( 5 % )

Излучение света атомом ( 38

9) На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями.

Установите соответствие между процессами поглощения света наименьшей длины волны и излучения кванта света наименьшей частоты и энергией соответствующего фотона.

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



ПРОЦЕСС

ЭНЕРГИЯ ФОТОНА

- А) поглощение света наименьшей длины волны  
Б) излучение кванта света наименьшей частоты

- 1)  $E_1 - E_0$   
2)  $E_2 - E_0$   
3)  $E_3 - E_0$   
4)  $E_4 - E_0$

# Понимание графических зависимостей (задания с кратким ответам в виде числа)

## Максимальный результат

Определение силы тока по графику зависимости заряда от времени	88 %
Определение периода полураспада	76 %
Определение проекции ускорения по графику проекции скорости от времени	75 %

# Понимание графических зависимостей (задания с кратким ответам в виде числа)

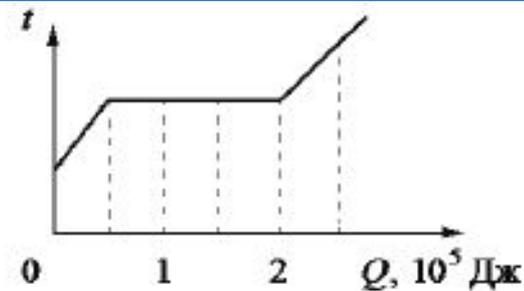
## Минимальный результат

Графики плавления и кипения вещества, по которым необходимо определить удельную теплоту плавления/парообразования

40 %

*Вещество массой 0,5 кг находится в сосуде под поршнем. На рисунке показан график изменения температуры  $t$  вещества по мере поглощения им теплоты  $Q$ . Первоначально вещество было в жидком состоянии. Какова удельная теплота парообразования вещества?*

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж/кг.



# Понимание графических зависимостей (задания на соответствие)

Колебания математического маятника	73 %
Свободное падение тела	67 %
Равноускоренное движение, изменение координаты которого задано аналитической формулой	48 %
Графики величин, характеризующих электромагнитные колебания в контуре	44 %



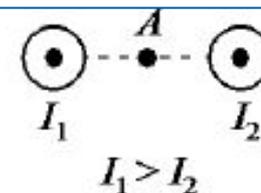
# Определение направления векторных величин

# Определение направления векторных физических величин

## Задание №13

Задание	Процент выполнения
Определение результирующего вектора напряжённости поля двух зарядов	73
Определение силы Ампера для рамки в магнитном поле	56
Определение результирующего вектора магнитной индукции	48

На рисунке показаны сечения двух параллельных длинных прямых проводников и направления токов в них. Сила тока  $I_1$  в первом проводнике больше силы тока  $I_2$  во втором. Куда направлен относительно рисунка (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя) вектор индукции магнитного поля этих проводников в точке  $A$ , расположенной точно посередине между проводниками? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: вверх.



Анализ и объяснения явлений и  
процессов

# Механика

## Задание на соответствие

Колебания пружинного и математического маятников	71 %
--	------

Движение тела по наклонной плоскости	68 %
--------------------------------------	------

Движение спутников	57 %
--------------------	------

Плавание тел	51 %
--------------	------

# Молекулярная физика

## Задание на соответствие

Изменение параметров газов в  
изопроцессах

65 %

# Электродинамика

## Задание на соответствие

Движение заряженной частицы в магнитном поле	65 %
Изменение длины или поперечного сечения проводника в цепи постоянного тока	61 %
Изменение параметров колебательного контура	58 %

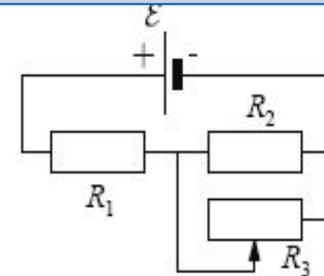
# Электродинамика

## Задание на соответствие

40 %

Анализ изменения физических величин, характеризующих протекание тока в цепи 40 %

На рисунке показана цепь постоянного тока, содержащая источник тока с ЭДС  $\mathcal{E}$ , два резистора и реостат. Сопротивления резисторов  $R_1$  и  $R_2$  одинаковы и равны  $R$ . Сопротивление реостата  $R_3$  можно менять. Как изменятся напряжение на резисторе  $R_2$  и суммарная тепловая мощность, выделяемая во внешней цепи, если уменьшить сопротивление реостата от  $R$  до  $0$ ? Внутренним сопротивлением источника пренебречь.



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Напряжение на резисторе $R_2$	Суммарная тепловая мощность, выделяемая во внешней цепи

# Квантовая физика

## Задание на соответствие

Явление фотоэффекта

71 %

Изменение параметров ядра в ядерных реакциях

67 %

Энергия и импульс фотонов в световом пучке при изменении интенсивности

62 %



Комплексный анализ  
физических процессов  
(множественный выбор)

# Механика

## Задание с высоким процентом выполнения

Движение тела по окружности	80
Неупругий удар	68
Неравномерное движение, представленное в виде графика зависимости координаты от времени	64
Колебательные движения тел, представленные в виде табличных значений координаты и времени	58
Плавание тел	55

# МКТ и термодинамика

## Задание с высоким процентом выполнения

Изопроцессы в идеальном газе, представленные при помощи графиков	84
Насыщенные и ненасыщенные пары	78
Сравнение изопроцессов, представленных в виде $p$ -диаграммы	64
Сравнение изопроцессов, представленных в виде $pV$ -диаграммы	62
Сравнение изопроцессов	61

# Электродинамика

## Задание с высоким процентом выполнения

Характеристика электростатического поля конденсатора	60
Возникновение индукционного тока в контуре, действие силы Ампера на проводник с током	57
Колебания проводящего шарика в поле конденсатора	54

# Элементы астрофизики

№	Задание	Процент выполнения
1	Характеристики планет Солнечной системы: среднее расстояние от Солнца, диаметр, наклон оси вращения, первая космическая скорость	65
2	Характеристики планет Солнечной системы: диаметр, период обращения вокруг Солнца, вторая космическая скорость	72
3	Характеристики спутников планет Солнечной системы	62
4	Характеристики ярких звёзд	74

# Элементы астрофизики №1

## Характеристики планет

*Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.*

<i>Название планеты</i>	<i>Среднее расстояние от Солнца (в а.е.)</i>	<i>Диаметр в районе экватора, км</i>	<i>Наклон оси вращения</i>	<i>Первая космическая скорость, км/с</i>
<i>Меркурий</i>	<i>0,39</i>	<i>4879</i>	<i>0,6'</i>	<i>3,01</i>
<i>Венера</i>	<i>0,72</i>	<i>12 104</i>	<i>177°22'</i>	<i>7,33</i>
<i>Земля</i>	<i>1,00</i>	<i>12 756</i>	<i>23°27'</i>	<i>7,91</i>
<i>Марс</i>	<i>1,52</i>	<i>6794</i>	<i>25°11'</i>	<i>3,55</i>
<i>Юпитер</i>	<i>5,20</i>	<i>142 984</i>	<i>3°08'</i>	<i>42,1</i>
<i>Сатурн</i>	<i>9,58</i>	<i>120 536</i>	<i>26°44'</i>	<i>25,1</i>
<i>Уран</i>	<i>19,19</i>	<i>51 118</i>	<i>97°46'</i>	<i>15,1</i>
<i>Нептун</i>	<i>30,02</i>	<i>49 528</i>	<i>28°19'</i>	<i>16,8</i>

*Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.*

- 1) Среднее расстояние от Солнца до Юпитера составляет 300 млн км.*
- 2) Ускорение свободного падения на Нептуне составляет около  $11,4 \text{ м/с}^2$ .*
- 3) Ускорение свободного падения на Уране составляет  $15,1 \text{ м/с}^2$ .*
- 4) Объём Юпитера почти в 3 раза больше объёма Нептуна.*
- 5) На Меркурии не наблюдается смены времён года.*

# Элементы астрофизики №1

## Характеристики планет

Верно соотносят смену времён года с наклоном оси вращения планеты	80
Верно переводят расстояния из а.е. в км	70
Получают верное значение ускорения свободного падения	33

# Элементы астрофизики №2

## Характеристики планет

Верно соотносят продолжительность года и суток, умеют рассчитывать их соотношения для разных планет	85
Правильно определяют значение первой космической скорости по известному значению второй космической скорости	50

# Элементы астрофизики №3

## Характеристики спутников планет

Сравнение объёмов тел через их радиусы и сравнение радиусов орбит	80
Правильно определяют значение первой космической скорости	50
Получают верное значение ускорения свободного падения	33

# Элементы астрофизики №4

## Характеристики звёзд

Анализ радиусов и плотностей звёзд для соотнесения их по этим параметрам к звёздам главной последовательности, красным гигантам или белым карликам

Наиболее успешно

Определение спектрального класса звёзд по температуре их поверхности

Наименее успешно

# Типичной является ситуация, когда 2 балла за задания с множественным выбором получают малая

## ПОДАУЩИКОВ

Пример 8 (1 балл – 66%; 2 балла – 14%)

Две параллельные металлические пластины больших размеров расположены на расстоянии  $d$  друг от друга и подключены к источнику постоянного напряжения (см. рисунок 1). Пластины закрепили на изолирующих подставках и спустя длительное время отключили от источника (рисунок 2).

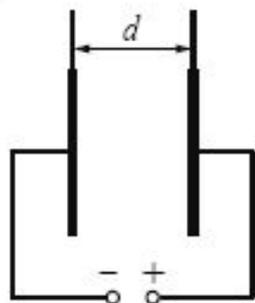


Рис. 1

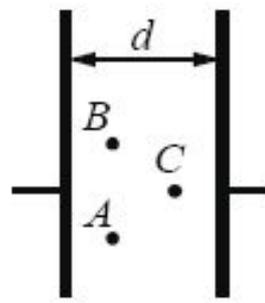


Рис. 2

Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения.

- 1) Если уменьшить расстояние между пластинами  $d$ , то заряд правой пластины не изменится.
- 2) Если увеличить расстояние между пластинами  $d$ , то напряжённость электрического поля в точке  $C$  не изменится.
- 3) Если пластины полностью погрузить в керосин, то энергия электрического поля конденсатора останется неизменной.
- 4) Напряжённость электрического поля в точке  $A$  больше, чем в точке  $B$ .
- 5) Потенциал электрического поля в точке  $A$  больше, чем в точке  $C$ .

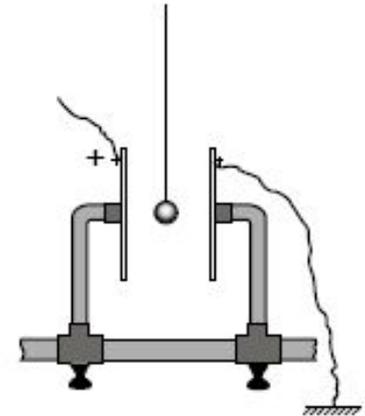
## Типичной является ситуация, когда 2 балла за задания с множественным выбором получают малая доля учеников

Выполняя задания этой группы, выпускники практически не допускали ошибок со сравнением напряженности электрического поля в разных точках (почти 85% знают, что в однородном поле конденсатора напряженность во всех указанных точках одинакова). Чуть более 60% верно выбрали утверждение 1, т.е. понимают, что при отключении конденсатора от источника тока его заряд при изменении расстояния между пластинами будет оставаться постоянным. Несколько ниже были результаты для сравнения потенциалов. Так, в приведенном примере задания ответ 5 как верный выбрали 53% участников экзамена. Треть выпускников, выбравших в качестве верного ответ 3, не понимают, что при погружении в керосин изменяется емкость конденсатора, следовательно, энергия его электрического поля не может остаться неизменной. И наконец, лишь 14% понимают, что при неизменном заряде конденсатора напряженность электрического поля не меняется при изменении расстояния между пластинами.

# Типичной является ситуация, когда 2 балла за задания с множественным выбором получают малая доля учеников

*Пример 9 (1 балл – 53%; 2 балла – 27%)*

*Для оценки заряда, накопленного воздушным конденсатором, можно использовать устройство, изображённое на рисунке: лёгкий шарик из оловянной фольги подвешен на изолирующей нити между двумя пластинами конденсатора, при этом одна из пластин заземлена, а другая заряжена положительно. Когда устройство собрано, а конденсатор заряжен (и отсоединён от источника), шарик приходит в колебательное движение, касаясь поочерёдно обеих пластин.*



*Выберите **два** верных утверждения, соответствующие колебательному движению шарика после первого касания пластины.*

- 1) По мере колебаний шарика напряжение между пластинами конденсатора уменьшается.*
- 2) При движении шарика к положительно заряженной пластине его заряд равен нулю, а при движении к заземлённой пластине – положителен.*
- 3) При движении шарика к заземлённой пластине он заряжен положительно, а при движении к положительно заряженной пластине – отрицательно.*
- 4) При движении шарика к заземлённой пластине он заряжен отрицательно, а при движении к положительно заряженной пластине – положительно.*
- 5) По мере колебаний шарика электрическая ёмкость конденсатора уменьшается.*

## Типичной является ситуация, когда 2 балла за задания с множественным выбором получают малая доля учеников

В этом задании 27% участников экзамена указали верный ответ 13, а еще 23% ошиблись только в выборе второго утверждения (ответ 12). Очевидно, здесь сказалась типичная ошибка: заряд заземленной пластины равен 0, а следовательно, и шарик также при движении к положительной пластине не будет заряжен.



Методологические умения

## Задание №22

### Запись показаний измерительных приборов с учётом заданной погрешности

Средний процент выполнения	63
----------------------------	----

Минимальный процент выполнения: задания с использованием фотографий двухпредельных приборов	35
---	----

*Пример 11 (средний процент выполнения – 35)*

*Чему равна сила тока в лампочке (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы тока амперметром на пределе измерения 3 А равна  $\Delta I_1 = 0,15$  А, а на пределе измерения 0,6 А равна  $\Delta I_2 = 0,03$  А?*

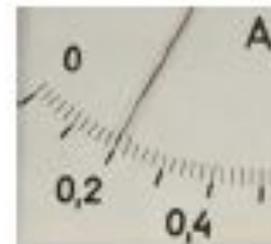
*Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) А.*



Треть ошибок – связаны с использованием неверной шкалы  
Две трети – с неверной записью показаний либо погрешности измерений

Определите показания амперметра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления амперметра.

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) A.



(0,20  $\pm$  0,02)

Правильная

запись!

(0,2  $\pm$  0,02)

Неверная запись!

## Задание №23

### Выбор оборудования для проведения опыта

Словесное описание опыта, перечисление имеющегося оборудования, а в качестве ответов – набор дополнительного оборудования, из которого необходимо было выбрать два недостающих элемента

70

Характеристики экспериментальной установки указывались в виде таблицы, а ответом являлся выбор двух строк таблицы

65

Представление экспериментальных установок в виде схематичных рисунков

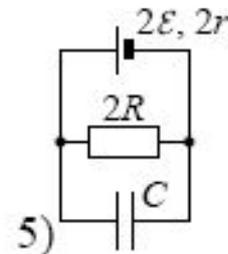
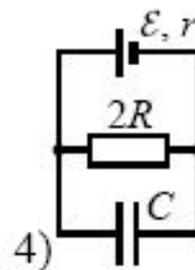
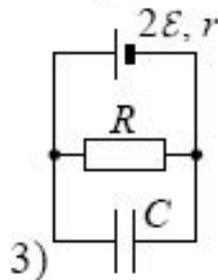
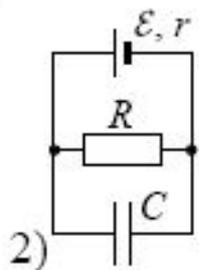
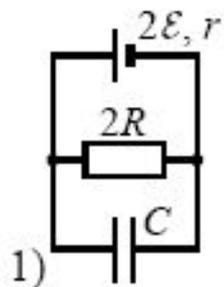
63

## Задание №23

### Выбор проведения для проведения опыта

Необходимо экспериментально изучить зависимость заряда, накопленного конденсатором, от внутреннего сопротивления аккумулятора.

Какие **две** схемы следует использовать для проведения такого исследования?



Здесь 54% выпускников выбрали верный ответ 15, 13% – ответ 24, перепутав внутреннее сопротивление аккумулятора с внешним сопротивлением цепи, а еще 10% – ответ 25, считая, что изменяться в таком опыте должны все имеющиеся параметры.



Решение задач:  
краткий ответ

Задача с краткой записью ответа: механика	38 %
Задача с краткой записью ответа: молекулярная физика	30 %
Задача с краткой записью ответа: квантовая физика	26%

# Процент выполнения выше 50 % достигнут для задач:

Нагревание и плавление части вещества

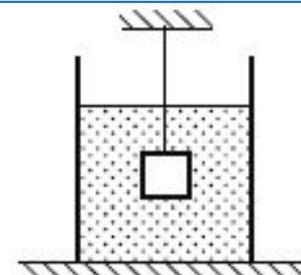
Шарик на сжатой пружине подскакивает вверх

Тело, подвешено на нити и опущено в жидкость

Выполнение – 59

*% Груз массой  $m = 2,0$  кг и объёмом  $V = 10^{-3}$  м<sup>3</sup>, подвешенный на тонкой нити, целиком погружён в жидкость и не касается дна сосуда (см. рисунок). Модуль силы натяжения нити  $T = 12$  Н. Найдите плотность жидкости.*

*Ответ: \_\_\_\_\_ кг/м<sup>3</sup>.*



# Механика

Задача	Уровень выполнения
Связанные тела движутся по горизонтали	около 30 %
Тела связаны нитью, перекинутой через блок	
Камень падает на тележку с песком	
Статика	менее 25%

# Молекулярная физика

Применение первого закона термодинамики к изобарному процессу	35
Уравнение теплового баланса с использованием процесса конденсации пара	28
КПД теплового двигателя	20

*Тепловая машина с максимально возможным КПД имеет в качестве нагревателя резервуар с водой, а в качестве холодильника – сосуд со льдом при  $0^\circ\text{C}$ . При совершении машинной работы  $1\text{ МДж}$  растаяло  $12,1\text{ кг}$  льда. Определите температуру воды в резервуаре.*

*Ответ округлите до целых.*

*Ответ: \_\_\_\_\_ К.*

Несмотря на то явное указание в условии, что в качестве холодильника используется сосуд со льдом, выпускники не смогли понять, что количество теплоты, отданное рабочим телом холодильнику, можно определить, подсчитав количество теплоты, необходимое для плавления указанной массы льда.

# Квантовая физика

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта	35
КПД источника электромагнитного излучения	20

Выполнение – 10

%

*Лазер излучает в импульсе  $10^{19}$  световых квантов. Средняя мощность импульса лазера 1100 Вт при длительности вспышки  $3 \cdot 10^{-3}$  с. Определите длину волны излучения лазера. Ответ выразите в микрометрах.*

*Ответ: \_\_\_\_\_ мкм.*

Следует отметить, что в этих задачах с достаточно объемными расчетами количество арифметических ошибок не столь велико, а типичным затруднением является неверное выражение мощности импульса через энергию квантов света.



Решение задач:  
качественные задачи

Изменение вида изображения предмета в линзе при условии, что часть линзы закрыли экраном	13 %
Изменение показаний приборов в электрической цепи (по фотографии цепи) при изменении сопротивления реостата	11 %
Определение направления индукционного тока в катушке при изменении силы тока в другой катушке при условии, что обе катушки помещены на одном железном сердечнике	10 %
Изменение величины и направления тока в цепи постоянного тока, содержащей параллельно соединенные резистор и катушку индуктивности	7 %
Определение направление результирующей силы Ампера, действующей на рамку в изменяющемся внешнем магнитном поле и поле прямого тока	5 %

Параллельно катушке индуктивности  $L$  включена лампочка (см. рис. 1). Яркость свечения лампочки прямо пропорциональна напряжению на ней. На рисунке 2 представлен график зависимости силы тока  $I$  в катушке от времени  $t$ . Сопротивлением катушки пренебречь. Опираясь на законы физики, изобразите график зависимости яркости свечения лампочки от времени.

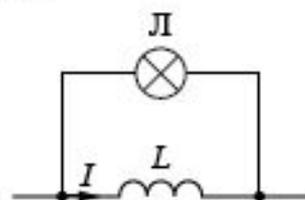
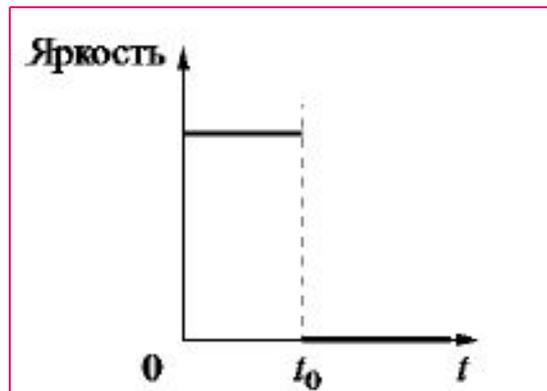
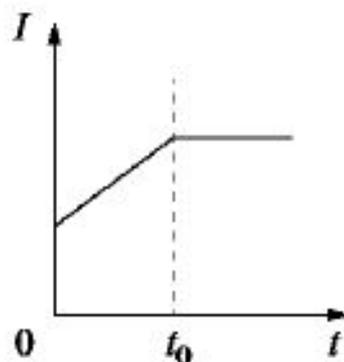


Рис. 1



Как правило, участники, приступившие к решению этой задачи верно интерпретировали два участка графика: наличие ЭДС самоиндукции катушки на первом участке, а следовательно, и наличие тока в лампочке, и равенство нулю ЭДС самоиндукции на втором участке, и, соответственно, отсутствие тока в лампочке. 7% участников экзамена верно провели эти рассуждения, но не смогли определить постоянство силы тока в катушке на первом участке. ЭДС самоиндукции катушки  $E_{si} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} = const$ . Напряжение на лампочке равно ЭДС самоиндукции катушки, а значит, постоянно, и яркость свечения лампочки на этом интервале времени также постоянна.



Решение задач:  
развёрнутый ответ

# Расчётные задачи с развёрнутым ответом

Механика	18 %
МКТ и термодинамика	19 %
Электростатика и постоянный ток	11 %
Геометрическая оптика	14 %

# Механика

Движение грузов, связанных нитью, перекинутой через блок, и их равновесие при условии, что одни из грузов частично погружают в воду	29
Движение бруска по горизонтальной поверхности под действием силы, приложенной под разными углами	21
Неупругое столкновение шарика на нити и неподвижного бруска	19
Разрыв снаряда с учетом добавки энергии разрыва	15

# Механика

*В маленький шар массой  $M = 250$  г, висящий на нити длиной  $l = 50$  см, попадает и застревает в нём горизонтально летящая пуля массой  $m = 10$  г. При какой минимальной скорости пули шар после этого совершит полный оборот в вертикальной плоскости? Сопротивлением воздуха пренебречь.*

В этой задаче 16% учащихся, как правило, верно записывали закон сохранения импульса и закон сохранения энергии, но не осознавали условия «минимальной скорости совершения полного оборота», а именно не указывали условия равенства нулю силы натяжения нити в верхней точки траектории и, соответственно, неверно определяли скорость в верхней точке.

# МКТ и термодинамика

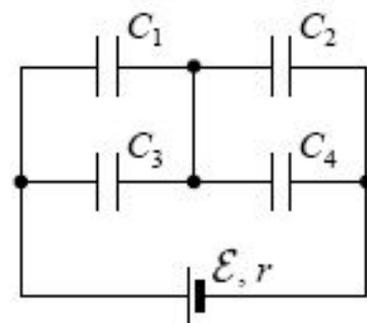
КПД циклического процесса	27
Применение первого закона термодинамики к изопроцессам	26
Изопроцессы в столбике воздухе, запертого столбиком ртути в запаянной с одного конца стеклянной трубке	10
Подъем воздушного шара, наполненного горячим воздухом	10

# Электростатика и постоянный ток

Расчет количества теплоты, выделяющийся на резисторе в цепи постоянного тока, содержащей конденсатор и катушку индуктивности	16
Движение заряженной частицы в электрическом поле плоского конденсатора	11
Определение количества теплоты в цепи постоянного тока, содержащей конденсатор	10
Соединение конденсаторов	8

# Электростатика и постоянный ток

Батарея из четырёх конденсаторов ёмкостью  $C_1 = 2C$ ,  $C_2 = C$ ,  $C_3 = 4C$  и  $C_4 = 2C$  подключена к источнику постоянного напряжения с ЭДС  $\mathcal{E}$  и внутренним сопротивлением  $r$  (см. рисунок). На сколько и как изменится общая энергия, запасённая в батарее, если в конденсаторе  $C_3$  возникнет пробой?



Здесь, кроме применения формул для расчета емкости последовательно и параллельно соединенных конденсаторов и выражения для энергии заряженного конденсатора, необходимо понимать, что происходит в цепи при пробое одного из конденсаторов. В данном случае, если в конденсаторе  $C_3$  возникнет пробой, это эквивалентно короткому замыканию пары  $C_1$  и  $C_3$ , а энергия, запасенная в батарее, будет определяться энергией параллельно соединенных конденсаторов  $C_2$  и  $C_4$ .

# Геометрическая оптика

Определение скорости движения изображения в линзе предмета, движущегося по окружности	15
Определение площади изображения треугольника в линзе	14
Определение параметров тени сваи, погруженной в воду	14
Определение параметров изображения точечного источника в линзе при наличии экрана с малым отверстием	10

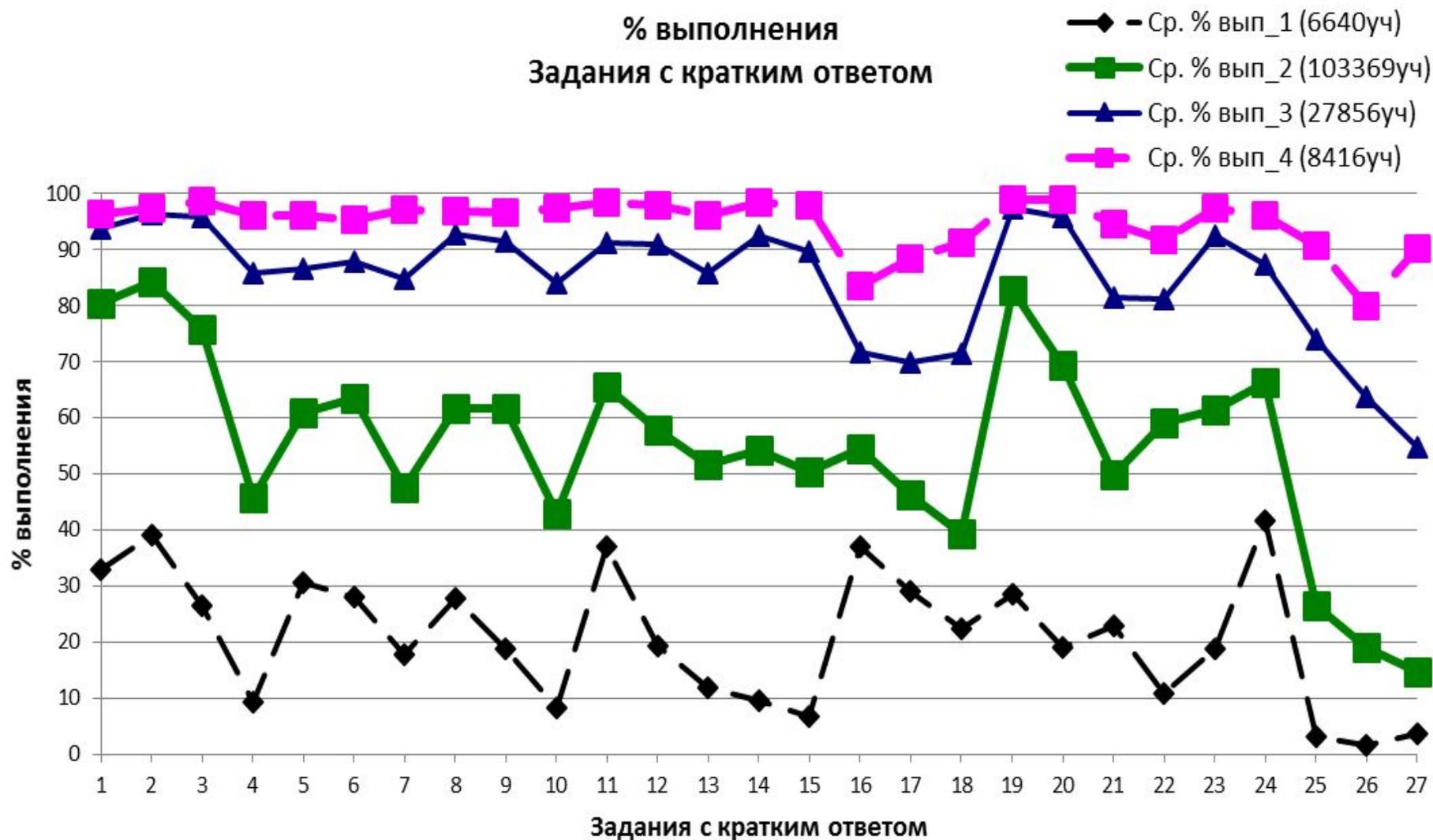
**Анализ результатов  
учеников с разным уровнем  
ПОДГОТОВКИ**

# Распределение результатов выпускников по 4 группы

Группа	Баллы
1	0 – 35
2	36 – 60
3	61 – 80
4	81 – 100

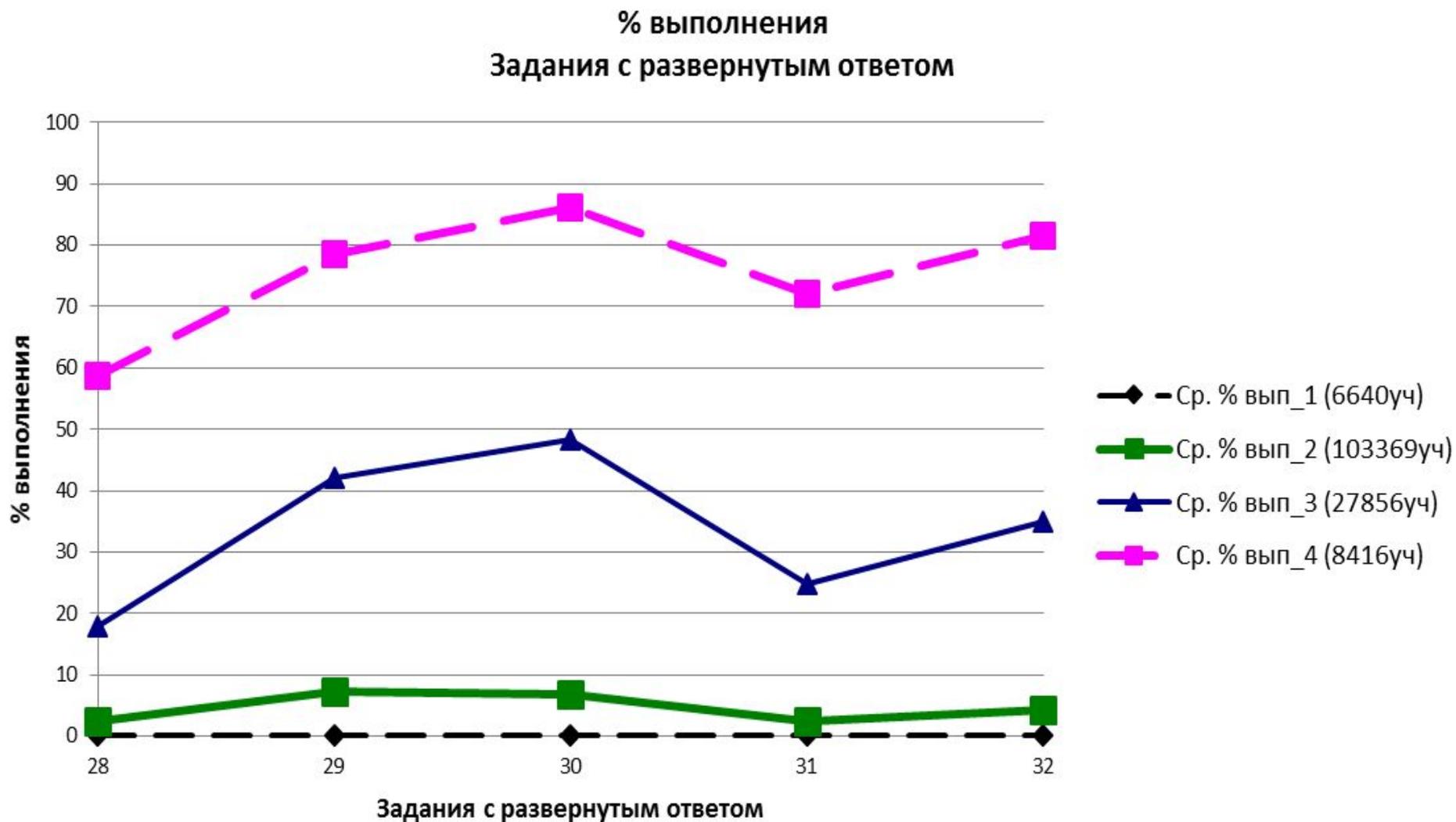
# Результаты выпускников по группам

## Задания с кратким ответом



# Результаты выпускников по группам

## Задания с развёрнутым ответом



# Группа 1

Задания с уровнем правильных ответов 30 – 40 %

1	Графики движения
2	Силы в механике
3	Закон сохранения
5	Механика ( <i>объяснение явлений</i> )
6	Механика ( <i>изменение физических величин</i> )
8	МКТ
11	МКТ, термодинамика ( <i>объяснение явлений</i> )
16	Электродинамика ( <i>объяснение явлений</i> )
17	Электродинамика ( <i>изменение физических величин</i> )
19	Планетарная модель атома. Нуклонная модель ядра.
24	Элементы астрофизики

# Группа 1

Задания с уровнем правильных ответов 30 – 40 %

Пример задания, с которым справляется 40% выпускников первой группы:

*На штативе закреплён школьный динамометр. К нему подвесили груз массой 0,1 кг. Пружина динамометра при этом удлинилась на 2,5 см. Чему будет равно удлинение пружины, если масса груза уменьшится вдвое?*

*Ответ: \_\_\_\_\_ см.*

# Группа 1

## Задания с уровнем правильных ответов ниже 15 %

4	Условия равновесия твёрдого тела, закон Паскаля
10	Относительная влажность, количество теплоты
13	Определение направлений векторных физ. величин
14	Электростатика. Постоянный электрический ток.
15	Электродинамика
22	Методы научного познания
27 – 32	Часть II КИМ

# Группа 2

## Самые простые темы

Определение ускорения по графику зависимости проекции скорости от времени

Второй закон Ньютона

Силы трения, упругости и тяжести

Импульс тела

Кинетическая потенциальная энергия

Определение строения ядра или недостающего элемента ядерной реакции

Расчёт отношений энергий или импульсов фотонов

## Группа 2

### Самые простые темы

Пример задания, с которым справляется 80% выпускников второй группы:

В результате ядерной реакции синтеза  ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^1_0\text{n}$  образуется ядро химического элемента  ${}^A_Z\text{X}$ . Каковы заряд  $Z$  образовавшегося ядра (в единицах элементарного заряда) и его массовое число  $A$ ?

Заряд ядра $Z$	Массовое число ядра $A$

# Группа 2

## Самые сложные темы

Статика и гидростатика

Насыщенный и ненасыщенный пар, относительная влажность

Интерпретация результатов экспериментов в виде табличных или графических зависимостей

Часть II КИМ

# Рекомендации ФИПИ по подготовке к ЕГЭ учеников различных групп

## **Ученики с высоким уровень подготовки**

Технология «Перевернутого обучения» – первичное освоение нового материала самостоятельно. На уроке – деятельность более высокого уровня, требующая применения знаний, их анализ и обобщение.

## **Ученики с хорошим уровнем подготовки**

Обучение в процессе обучения задач, использование алгоритмического подхода:

- использование изученного алгоритма решения задачи;
- комбинирование различных изученных алгоритмов;
- выбор собственного алгоритма решения.

## **Ученики со средним уровнем подготовки**

Для учеников требуется освоение теоретического материала курса физики без пробелов. Использование технологии совместного обучения – работа в малых группах по 3-5 человек.

**Изменения в КИМ ЕГЭ –  
2019 по сравнению с 2018 г  
отсутствуют**

# Основные проблемы ЕГЭ

Очень слабо развито умение решать задачи

Отсутствует единая система физических знаний

Есть ряд тем, которые усваиваются традиционно плохо

# УМК для оптимальной подготовки к ЕГЭ



Пурышева Н.С.

**Базовый**

«ДРОФА»



Касьянов В.А.

**Базовый**

«ДРОФА»



Касьянов В.А.

**Углублённый**

«ДРОФА»



Грачев А.В.

**Базовый**  
**Углублённый**

«ВЕНТАНА – ГРАФ»



корпорация

российский  
учебник

УМК по физике  
Н.С. Пурышевой

10 – 11 класс

Базовый уровень

## Проблема:

- Абсолютное большинство школьников учат физику на базовом уровне (2 часа в неделю)
- ЕГЭ по физике – второй по популярности
- Даже среди выпускников, которые идут сдавать ЕГЭ, большинство учатся на базовом уровне
- При этом выпускники хотят получить на ЕГЭ хорошие баллы

## Вариант решения:

- Совмещать в урочной деятельности обучение физики с подготовкой к ЕГЭ по программе Пурышевой Н. С.

# Учебник – для освоения физической теории

## *Оптимальный УМК при двух часах в неделю:*

- *56 параграфов в 10  
классе*
- *59 параграфов в 11  
классе*
- *Исключён материал, не  
относящийся к  
базовому уровню и не*



✓ Удобное структурирование учебного материала

✓ Доступный для современного школьника язык изложения

## § 5. Основные понятия классической механики

1. **Макроскопические тела.** Объекты, которые доступны наблюдению человеком даже без применения специальных приборов, называют **макроскопическими**. В настоящее время диапазон объектов, имеющих макроскопические размеры, увеличился: к их числу относят даже невидимые человеку тела, движение которых подчиняется законам классической механики. Условно считают, что нижней границей макромира являются тела, размеры которых не меньше  $10^{-8}$  м. Таким образом, макроскопическими телами можно считать как космические объекты — звёзды, планеты и др., так и тела, окружающие человека на Земле, — деревья, камни, животных, а также песчинки, пылинки и т. д.

2. **Пространство и время.** Наблюдая за движением различных тел — падением камня со скалы, полётом стрелы, выпущенной из лука, парением птицы, бегом животного, течением реки, — люди стали рассуждать о таких категориях, как пространство и время. Эти понятия, несмотря на кажущуюся их простоту, относятся к числу сложнейших философских категорий. В классической механике, согласно пониманию Ньютона, принято считать, что *пространство* — «пустоеместилище» тел — *однородно и изотропно* (т. е. его свойства одинаковы во всех точках и по всем направлениям), а *время однородно*: оно равномерно течёт в одном направлении — от прошлого к будущему.

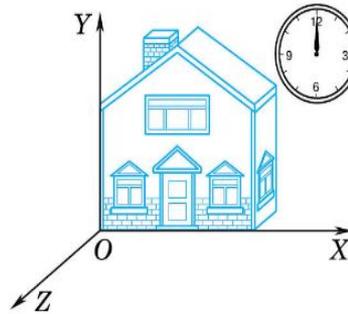


Рис. 5

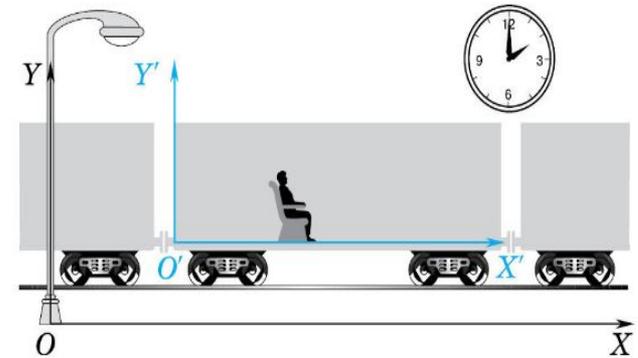


Рис. 6

3. **Тело отсчёта и система отсчёта.** Из определения механического движения следует,

# Для подготовки к ЕГЭ – рабочая тетрадь

- ✓ **Принципиальное умение для получения высокого балла ЕГЭ – решение задач**
- ✓ **Рабочая тетрадь призвана отрабатывать на уроках умения, необходимые на ЕГЭ**



✓ К каждой теме:

1. Основная теоретическая информация

2. Примеры решения задач

3. Задачи для самостоятельного решения

Задачи для самостоятельного решения

18. Мальчик держит за нить шарик, наполненный гелием. Действия каких сил взаимно компенсируются, если шарик находится в состоянии покоя? \_\_\_\_\_

19. Найдите равнодействующую трёх сил, по 200 Н каждая, если углы между первой и второй силой и между второй и третьей силой равны  $60^\circ$ . Силы расположены в одной плоскости.

Дано: \_\_\_\_\_

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

20. С каким ускорением движется при разбеге самолёт массой 60 т, если сила тяги его двигателей составляет 90 кН?

Дано: \_\_\_\_\_

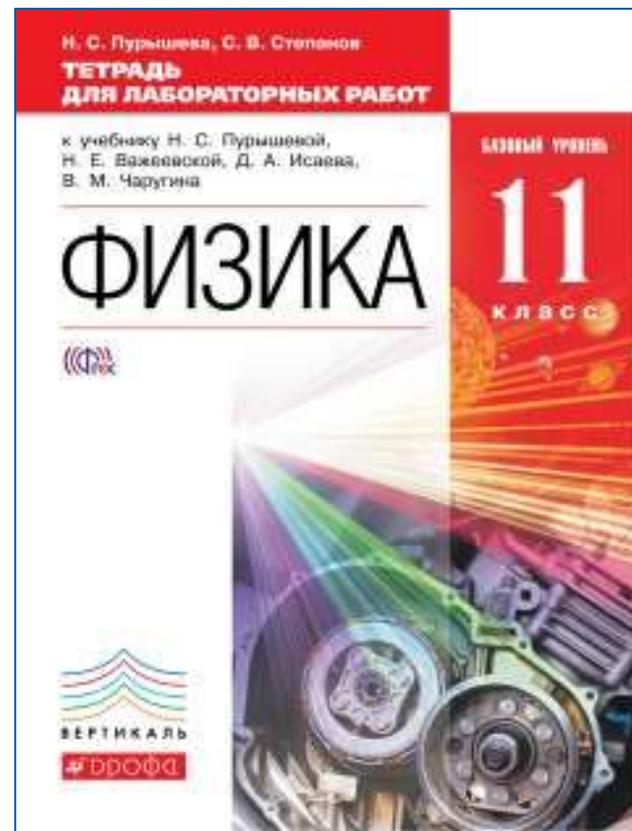
СИ

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_

21. Трактор, сила тяги которого на крюке 15 кН, сообщает прицепу ускорение  $0,5 \text{ м/с}^2$ . Какое ускорение сообщит тому же прицепу трактор, развивающий силу тяги 60 кН?

# Для развития методологических умений – тетрадь для лабораторных работ



# Методические пособия – помогают оптимально организовать урок



В свободном доступе на сайте  
<http://www.drofa-ventana.ru/>



корпорация

российский  
учебник

УМК по физике

А.В. Грачёва

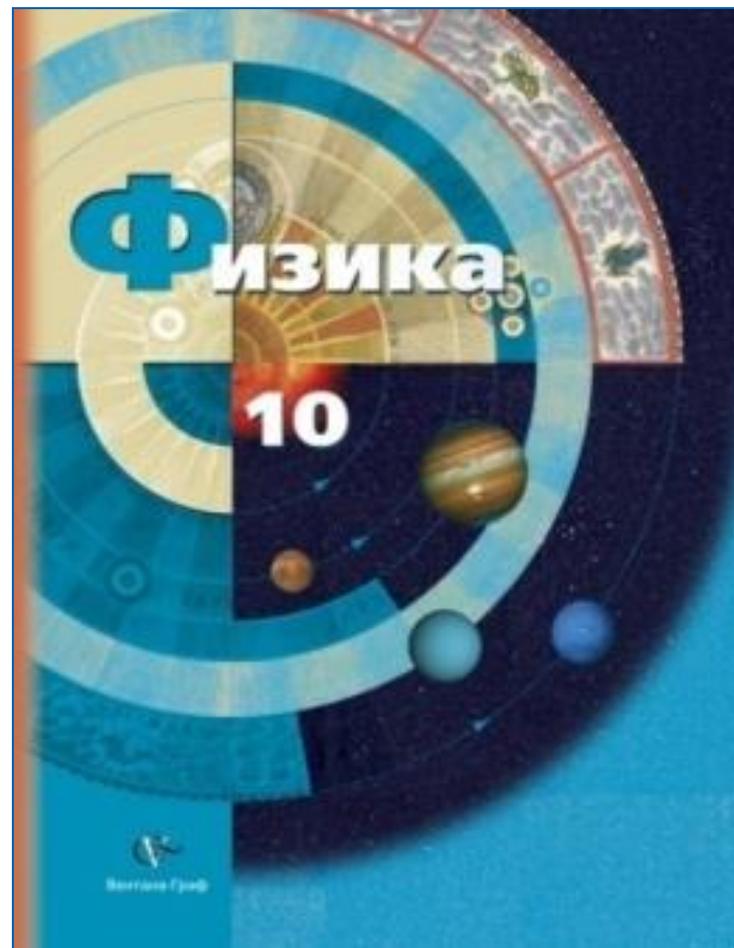
10 – 11 класс

Базовый и углублённый уровни

# Учебник – для освоения физической теории

**Оптимальный УМК для  
подготовки к ЕГЭ на  
высоком уровне:**

- **Систематизация знаний**
- **Улучшена подача  
традиционно сложных тем**
- **Единственный УМК с  
системой обучение  
решению задач всех  
уровней сложности**



## КИНЕМАТИКА

**МЕХАНИЧЕСКОЕ ДВИЖЕНИЕ** — это

изменение положения тела или его частей относительно других тел с течением времени

Для его описания необходима

**СИСТЕМА ОТСЧЁТА** = **СИСТЕМА КООРДИНАТ** + **ТЕЛО ОТСЧЁТА** + **ЧАСЫ**

**ТРАЕКТОРИЯ** — линия, в каждой точке которой последовательно находилась, находится или будет находиться движущееся точечное тело (точка).

Скорость точечного тела в момент времени  $t$ :

$$\vec{v}(t) = \frac{\vec{r}(t + \Delta t) - \vec{r}(t)}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}, \text{ где } \Delta t \rightarrow 0.$$

Ускорение точечного тела в момент времени  $t$ :

$$\vec{a}(t) = \frac{\vec{v}(t + \Delta t) - \vec{v}(t)}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}, \text{ где } \Delta t \rightarrow 0.$$

### РАВНОМЕРНОЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ ВДОЛЬ ОСИ X

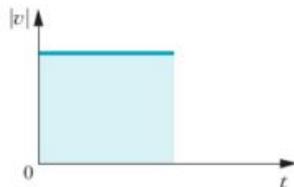
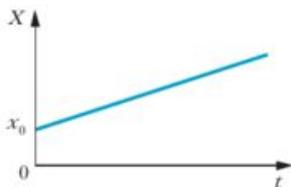
Закон движения:

$$x(t) = x_0 + v_x \cdot t,$$

где  $v_x = \text{const}$ .

Путь за время от 0 до  $t$ :

$$S = |x(t) - x_0| = |v_x| \cdot t.$$



## ИМПУЛЬС. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА

Импульс материальной точки в ИСО:

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}.$$

Импульс системы материальных точек:

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_N.$$

Изменение импульса материальной точки в ИСО:

$$\Delta \vec{p} = \vec{F} \cdot \Delta t,$$

где  $\vec{F}$  — сумма всех действующих на неё сил,  $\Delta t$  — время их действия.

Изменение суммарного импульса системы материальных точек в ИСО:

$$\Delta \vec{p} = (\vec{F}_{1\text{ex}} + \vec{F}_{2\text{ex}} + \dots + \vec{F}_{N\text{ex}}) \cdot \Delta t,$$

где  $\vec{F}_{1\text{ex}} + \vec{F}_{2\text{ex}} + \dots + \vec{F}_{N\text{ex}}$  — сумма всех внешних сил.

### Закон сохранения импульса

Если сумма всех внешних сил, действующих на тела системы, равна нулю, то импульс системы тел в ИСО не изменяется с течением времени (сохраняется).

Если  $\vec{F}_{1\text{ex}} + \vec{F}_{2\text{ex}} + \dots + \vec{F}_{N\text{ex}} = 0$ , то  $\Delta \vec{p} = 0$ .

### Закон сохранения проекции импульса

Если проекция на координатную ось ИСО суммы всех внешних сил, действующих на тела системы, равна нулю, то проекция импульса системы тел на эту ось не изменяется с течением времени (сохраняется).

Центром масс системы, состоящей из  $N$  материальных точек, называют точку, радиус-вектор которой равен отношению суммы произведений массы каждой точки на её радиус-вектор к сумме масс этих точек:

$$\vec{r}_{\text{цм}} = \frac{m_1 \cdot \vec{r}_1 + m_2 \cdot \vec{r}_2 + \dots + m_N \cdot \vec{r}_N}{m_1 + m_2 + \dots + m_N}.$$

### Теорема о движении центра масс системы

Ускорение  $\vec{a}$  центра масс системы, состоящей из  $N$  материальных точек, в ИСО равно отношению суммы всех внешних сил, действующих на точки этой системы, к сумме масс всех её точек:

$$\vec{a}_{\text{цм}} = \frac{\vec{F}_{1\text{ex}} + \vec{F}_{2\text{ex}} + \dots + \vec{F}_{N\text{ex}}}{m_1 + m_2 + \dots + m_N}.$$

✓ Выстраивание системы физических знаний

Подставив (1) в (2), получаем:

$$F_{21} = \frac{\mu_0 \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot l}{2\pi \cdot r}. \quad (3)$$

Аналогичным образом можно показать, что формула для расчёта модуля силы Ампера  $\vec{F}_{12}$ , действующей на участок длиной  $l$  первого провода со стороны магнитного поля, созданного током  $I_2$ , будет иметь такой же вид:

$$F_{12} = \frac{\mu_0 \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot l}{2\pi \cdot r}. \quad (3')$$

Обратим внимание на то, что равенство модулей сил  $\vec{F}_{12}$  и  $\vec{F}_{21}$ , как и противоположность их направлений, никоим образом не следует из третьего закона Ньютона. Действительно, сила  $\vec{F}_{12}$  действует на участок провода с током  $I_1$  со стороны *всего* провода с током  $I_2$ . В свою очередь, сила  $\vec{F}_{21}$  действует не на весь провод с током  $I_2$ , а только на участок этого провода. При этом она действует не со стороны участка провода с током  $I_1$ , а со стороны *всего* этого провода. Таким образом, силы  $\vec{F}_{12}$  и  $\vec{F}_{21}$ , действующие на участки проводов, не являются силами взаимодействия этих участков.

## Разъяснение сложных вопросов

# Классификация задач

## Алгоритмы решения задач

### Упражнения

1. На горизонтальной крышке стола лежит учебник массой  $m = 0,5$  кг. В некоторый момент времени на него начинает действовать горизонтально направленная сила  $\vec{F}$ . В результате учебник начинает двигаться поступательно с ускорением, модуль которого равен  $a = 0,5$  м/с<sup>2</sup>. Определите модуль силы  $\vec{F}$ , если коэффициент трения  $\mu$  между учебником и поверхностью стола равен 0,3.
- \*2. Как изменится ответ в задаче 1, если сила  $\vec{F}$ , действующая на учебник, будет направлена не горизонтально, а под углом  $30^\circ$  к горизонту: а) вверх; б) вниз?
3. По плоскости, образующей с горизонтом угол  $\alpha = 60^\circ$ , соскальзывает вниз брусок, двигаясь поступательно. Найдите ускорение бруска, если известно, что коэффициент его трения о плоскость  $\mu = 0,1$ .

### § 22 Решение задач о движении взаимодействующих тел

При решении задач о движении взаимодействующих тел используют законы Ньютона: *второй закон Ньютона для каждого из тел и третий закон Ньютона для каждой пары взаимодействующих тел*. Все подобные задачи решают по одной схеме. Рассмотрим примеры решения таких задач.

#### Задача 1

На льду озера лежит доска массой  $M$ . На доске стоит человек массой  $m$  (рис. 122). Коэффициент трения между доской и льдом равен  $\mu$ . Определите минимальное по модулю относительно поверхности льда ускорение, с которым должен начать двигаться по доске человек, чтобы доска начала скользить по льду.

*Решение.*

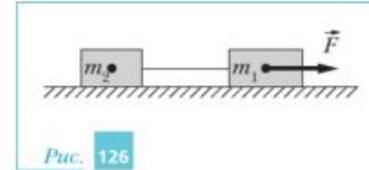
**Шаг 0.** Будем считать человека и доску материальными точками.

**Шаг 1.** Инерциальную систему отсчёта  $XU$  свяжем с поверхностью льда. Ось  $X$  направим горизонтально в направлении ускорения человека. Ось  $U$  направим вертикально вверх.

**Шаг 2.** Изобразим силы, действующие на человека: силу тяжести  $m \cdot \vec{g}$ , силу реакции опоры  $\vec{N}_1$  и силу трения  $\vec{F}_{\text{тр}1}$  со стороны доски, которая позволяет человеку ускориться (рис. 123).

# Алгоритмы решения задач высокого уровня сложности

с другим лёгкой нерастяжимой нитью, которая натянута. В некоторый момент времени бруски отпускают. Одновременно на первый брусок начинает действовать сила  $\vec{F}$  так, как показано на рис. 126.



В результате бруски начинают поступательно двигаться в направлении действия этой силы. Определите модуль силы натяжения нити, действующей на второй брусок, если модуль силы  $\vec{F}$  равен 6 Н. Получите ответ в общем виде и проведите его анализ.

2. Через неподвижный относительно Земли блок перекинута гладкая лёгкая нерастяжимая нить, к концам которой прикреплены грузы с одинаковыми массами  $M$ . Удерживая грузы, на один из них кладут грузик массой  $m$ . Грузы одновременно отпускают. Определите, с какой силой будет действовать грузик на груз под ним после того, как вся система придёт в движение.
3. Решите полностью задачу 3 из этого параграфа.

*Для углублённого уровня*

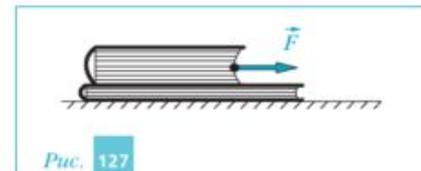


§ 23

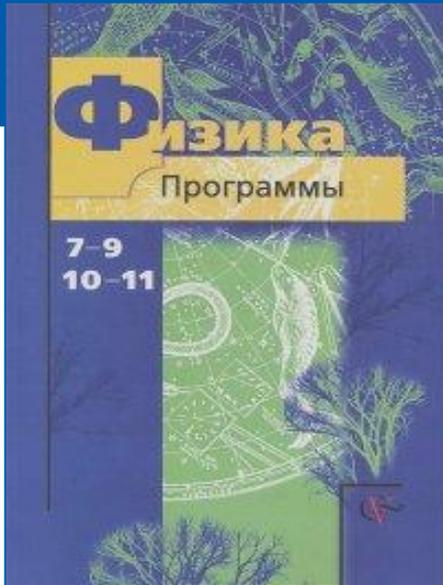
**Решение задач, требующих анализа возможных вариантов движения и взаимодействия тел**

Проведём эксперимент. Положим на парту рабочую тетрадь, а сверху – учебник физики (рис. 127). Аккуратно потянем учебник с малой силой в горизонтальном направлении. Тетрадь начнёт перемещаться вместе с учебником. Почему? Дело в том, что на тетрадь со стороны учебника будет действовать сила трения, которая «потянет» тетрадь вслед за учебником. Если вы будете тянуть учебник с незначительной по модулю силой, то действующая на тетрадь со стороны учебника сила трения будет силой трения покоя. Её будет достаточно для того, чтобы тетрадь двигалась вместе с учебником. Однако если вы подействуете на учебник с большой по модулю силой, то учебник соскользнёт с тетради, хотя она тоже будет двигаться по парте.

Исследуем, как будут двигаться и взаимодействовать тела в подобной ситуации. Для этого решим следующую задачу.



# Состав УМК



✓ Программы – для организации образовательного процесса



✓ Рабочие тетради – для подготовки к ЕГЭ в рамках урочной деятельности

# Рабочая тетрадь

## • Алгоритмы решения задач

### § 21 Решение задач о движении тела под действием нескольких сил

1. На горизонтальной поверхности неподвижного относительно Земли стола лежит брусок массой  $m = 1$  кг. В некоторый момент времени на брусок начинает действовать сила, направленная под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту, модуль которой  $F = 10$  Н. В результате брусок начинает двигаться поступательно. Определите ускорение бруска, если коэффициент трения бруска о поверхность  $\mu = 0,2$ .

*Решение.*

**Шаг 0.** Выбор модели.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Шаг 1.** Выбор ИСО.

За тело отсчёта примем \_\_\_\_\_. Ось  $X$  направим \_\_\_\_\_, а ось  $Y$  направим \_\_\_\_\_.

Часы включим в момент \_\_\_\_\_

**Шаг 2.** Изображение осей выбранной системы координат и сил, действующих на брусок.

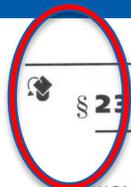
**Шаг 3.** Запись проекций сил, действующих на брусок:

на ось  $X$  \_\_\_\_\_

на ось  $Y$  \_\_\_\_\_

# Рабочая тетрадь

- Алгоритмы решения задач высокого уровня сложности



## § 23 Решение задач, требующих анализа возможных вариантов движения и взаимодействия тел

Решение ряда задач, в условиях которых физические величины заданы в общем виде, требует анализа возможных ситуаций при составлении системы уравнений. Например, поскольку модуль силы сухого трения покоя может принимать любые значения от 0 до  $F_{\max}$  (см. § 20 учебника), то может быть заранее неизвестно, покоится тело или движется. Кроме того, не всегда может быть определено направление движения тела, а так как сила трения покоя направлена всегда против направления возможного движения, возникает неоднозначность в определении направления и модуля силы трения, следовательно, и суммы сил, фигурирующей во втором законе Ньютона. При решении таких задач, если не заданы числовые данные, следует рассматривать все возможные варианты состояния тел системы (покой, движение с постоянной скоростью, ускоренное движение), а также возможные направления движения. Этот подход принципиально отличается от случая, когда имеющиеся числовые данные позволяют выбрать правильное решение, не рассматривая все возможные варианты.

*Используя пример решения подобных задач (см. § 23 учебника), решите следующие задачи.*

1. Доска массой  $M$  лежит на гладкой горизонтальной плоскости, неподвижной относительно Земли. На доске лежит брусок массой  $m$ . Коэффициент трения между бруском и доской равен  $\mu$ . В некоторый момент времени на доску начинают действовать направленной горизонтально силой, модуль которой равен  $F$ . В результате доска и брусок начинают двигаться поступательно. Определите ускорения доски  $\vec{a}_d$  и бруска  $\vec{a}_b$  относительно Земли.

*Решение.*

**Шаг 0.** Выбор модели.

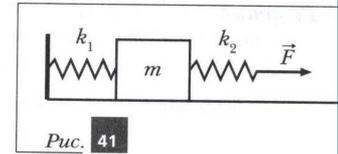
**Шаг 1.** Выбор ИСО.

**Шаг 2.** Изготовление рисунка с изображением выбранной ИСО, взаимодействующих тел, действующих сил.

# Рабочая тетрадь

## • Задачи по всем темам

9. К лежащему неподвижно на гладком горизонтальном полу кубику массой  $m = 1$  кг прикреплены две лёгкие пружины, как показано на рис. 41. Одним концом первая пружина жёсткостью  $k_1 = 200$  Н/м прикреплена к вертикальной стене, а к свободному концу второй пружины жёсткостью  $k_2 = 200$  Н/м приложена направленная горизонтально сила  $\vec{F}$ . При этом удлинение первой пружины равно  $\Delta l_1 = 4$  см. Определите модуль силы  $\vec{F}$  и удлинение второй пружины.



*Решение.*

*Ответ:* \_\_\_\_\_

10. К свободному концу прикрепленной к потолку лёгкой пружины подвесили груз массой  $m_1 = 0,1$  кг. В результате этого длина пружины увеличилась на  $\Delta l_1 = 2,5$  см. Определите удлинение этой пружины после подвешивания к первому грузу ещё одного груза массой  $m_2 = 0,2$  кг.

*Решение.*

# Рабочая тетрадь

## • Задачи повышенного уровня сложности

10\*. Сколько времени займёт рейс лодки по прямой от пристани  $A$  до пристани  $B$  (на другом берегу вниз по течению) и обратно (так же по прямой), если модуль скорости течения постоянен и равен  $u$ ? Модуль скорости лодки относительно воды равен  $v$ ; расстояние вдоль берега от пристани  $A$  до точки, расположенной напротив пристани  $B$ , равно  $L$ ; ширина реки —  $d$ .

*Решение.*

*Ответ:* \_\_\_\_\_

11. На противоположных берегах прямолинейного участка реки находятся две пристани  $A$  и  $B$ , расстояние между которыми  $S = 130$  м, а прямая  $AB$  составляет с берегом угол  $\alpha = 60^\circ$ . Модуль скорости воды по всей ширине реки одинаков и равен  $u = 0,1$  м/с. С пристаней одновременно отплыли два катера, они двигались всё время по прямой  $AB$  с постоянными относительно воды скоростями, модули которых равны, и встретились через  $t = 36$  с. Определите модуль  $v$  скорости катеров относительно скорости воды.

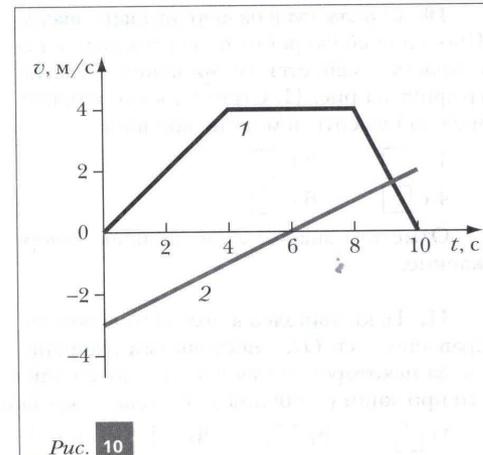
*Решение.*

# Рабочая тетрадь

• Задачи с графиками

• Задачи с выбором нескольких ответов

6. Точечные тела 1 и 2 движутся вдоль оси  $X$ . На рис. 10 приведены графики зависимостей проекций скоростей этих тел на эту ось от времени. Определите пути, пройденные телами за промежутки времени: а) 0–6 с; б) 6–10 с; в) 0–10 с; г) 2–8 с. Постройте графики зависимостей проекций ускорений тел на ось  $X$  от времени.



7. Начальные координаты тел 1 и 2 из упражнения 6 равны соответственно  $-10$  м и  $10$  м. Определите координаты этих тел в моменты времени: а) 6 с; б) 8 с; в) 10 с.

8. Закон движения точечного тела вдоль оси  $X$  в СИ имеет вид:  $x = 2 + 12t - 2t^2$ . Скорость тела обратится в нуль в момент времени  $t$ , равный

2 с  3 с  4 с  6 с

Отметьте знаком  $\checkmark$  правильное утверждение.

9. Тело, совершившее свободное падение с некоторой высоты с нулевой начальной скоростью, при ударе о землю имело скорость  $20$  м/с. Время падения тела примерно равно

1 с  2 с  3 с  4 с

Отметьте знаком  $\checkmark$  правильное утверждение.

# Рабочая тетрадь

## • Задачи на соответствие

10. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать ( $q$  – заряд,  $C$  – ёмкость,  $U$  – напряжение между пластинами конденсатора;  $d$  – расстояние между пластинами плоского конденсатора,  $S$  – площадь пластины конденсатора,  $\epsilon$  – диэлектрическая проницаемость,  $E$  – модуль напряжённости электрического поля). К каждой позиции столбца с физическими величинами подберите соответствующие позиции столбца с формулами и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

### Физические величины

- А) Ёмкость конденсатора
- Б) Энергия заряженного конденсатора
- В) Объёмная плотность энергии электрического поля

### Формулы

- 1)  $\frac{q^2}{2C}$
- 2)  $\frac{q}{U}$
- 3)  $\frac{CU^2}{2}$
- 4)  $\frac{qU}{2}$
- 5)  $\frac{\epsilon\epsilon_0 E^2}{2}$
- 6)  $\frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$

11. Установите соответствие между физическими величинами и характером их изменения в случае увеличения заряда заряженного плоского конденсатора.

### Физическая величина

- А) Заряд конденсатора
- Б) Электрическая ёмкость
- В) Напряжение между обкладками конденсатора

### Характер изменения физической величины

- 1) Увеличится
- 2) Уменьшится
- 3) Не изменится

Заполните таблицу.

А	Б	В

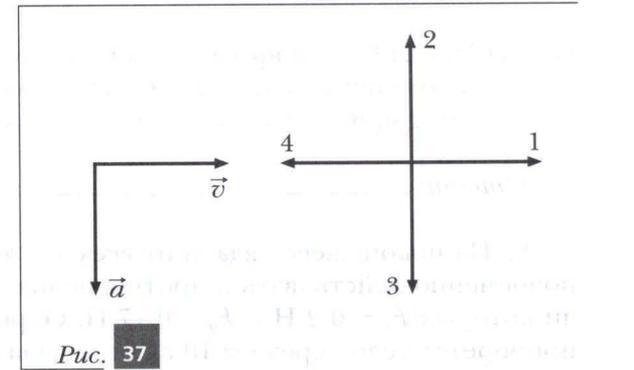
# Рабочая тетрадь

• Задачи на определение направления

• Развитие методологических умений

5. Слева на рис. 37 показаны векторы скорости  $\vec{v}$  и ускорения  $\vec{a}$  точечного тела в ИСО. Направление суммы всех действующих на это тело сил показывает изображённый справа вектор

- 1) 1      3) 3  
2) 2      4) 4

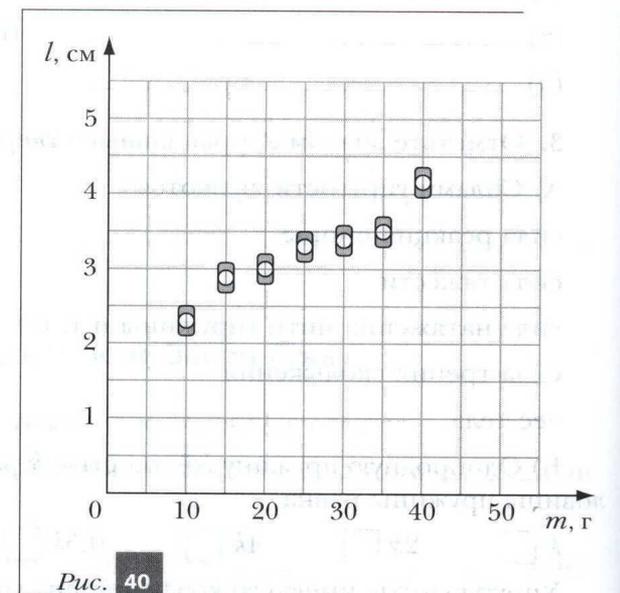


5. На рис. 40 показана зависимость длины  $l$  пружины от массы  $m$  груза, лежащего в чашке, подвешенной на этой пружине. Вся система покоится относительно Земли. С учётом погрешности измерений ( $\Delta m = \pm 1$  г,  $\Delta l = \pm 0,2$  см) длина пружины при пустой чашке весов примерно равна

- 1) 1,5 см      2) 2 см  
3) 2,5 см      4) 3 см

Отметьте знаком  $\times$  правильный вариант ответа.

- 1)       2)   
3)       4)



# Рабочая тетрадь

## • Вопросы, требующие развёрнутого ответа

2. Два автомобиля движутся по прямолинейной дороге. При этом модуль скорости центра колеса у первого автомобиля меньше, а у второго автомобиля — больше модуля скорости верхней точки этого же колеса, обусловленной вращением. Какой из автомобилей будет замедляться, а какой ускоряться? Ответ поясните.

8. Посмотрите в справочнике значения удельных теплоёмкостей разных жидкостей. Как вы думаете, почему в качестве теплоносителя в системах отопления обычно используют воду?



корпорация

российский  
учебник

Методическая служба по физике :

Опаловский Владимир Александрович  
Вячеславовна

Пешкова Анна

[Opalovskiy.VA@rosuchebnik.ru](mailto:Opalovskiy.VA@rosuchebnik.ru)

[Peshkova.AV@rosuchebnik.ru](mailto:Peshkova.AV@rosuchebnik.ru)



корпорация

российский  
учебник

123308, Москва, ул. Зорге, д. 1  
(495) 795-0535, 795-0545, [info@rosuchebnik.ru](mailto:info@rosuchebnik.ru)  
[rosuchebnik.ru](http://rosuchebnik.ru) | [росучебник.рф](http://росучебник.рф)

## Нужна методическая поддержка?

Методический центр 8-800-2000-550 (звонок бесплатный), [metod@rosuchebnik.ru](mailto:metod@rosuchebnik.ru)

## Хотите купить?



Официальный интернет-магазин  
учебной литературы  
[book24.ru](http://book24.ru)

Отдел продаж  
[sales@rosuchebnik.ru](mailto:sales@rosuchebnik.ru)



Магазин  
электронных учебников  
[lecta.ru](http://lecta.ru)

## Хотите продолжить общение?

 [youtube.com/user/drofapublishing](https://youtube.com/user/drofapublishing)  [vk.com/ros.uchebnik](https://vk.com/ros.uchebnik)  
 [www.fb.com/rosuchebnik](https://www.fb.com/rosuchebnik)  [www.ok.ru/rosuchebnik](https://www.ok.ru/rosuchebnik)

## Остались вопросы?

Служба поддержки 8-800-700-64-83 (звонок бесплатный), [help@rosuchebnik.ru](mailto:help@rosuchebnik.ru)